Μάνθος Σαντοριναίος
Σταυρούλα Ζώη, Νεφέλη Δημητριάδη,
Ταξιάρχης Διαμαντόπουλος, Γιάννης Μπαρδάκος

Από τις σύνθετες τέχνες στα υπερμέσα και τους νέους εικονικούς-δυνητικούς χώρους

Ένα εγχειρίδιο για τον καλλιτέχνη
που ασχολείται με την ψηφιακή τέχνη

ΤΟΜΟΣ Α

Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα
www.kallipos.gr
HEALLINK
Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών
Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης
ΕΣΠΑ 2007-2013
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Από τις σύνθετες τέχνες στα υπερμέσα και τους νέους εικονικούς - δυνητικούς χώρους

Ένα εγχειρίδιο για τον καλλιτέχνη που ασχολείται με την ψηφιακή τέχνη

Τόμος Α'

Κύριος συγγραφέας:
Δρ. Μάνθος Σαντοριναίος

Συν-συγγραφείς:
Δρ. Σταυρούλα Ζώη
Δρ. Νεφέλη Δημητριάδη
Ταξιάρχης Διαμαντόπουλος
Γιάννης Μπαρδάκος

Κριτικός αναγνώστης:
Δρ. Δημήτρης Μακρής

Συντελεστές έκδοσης:
Γραφιστική επιμέλεια: **Άννα Μελή**
Γλωσσική επιμέλεια: **Ζωή Πανταζή**
Γενική επιμέλεια: **Μάνθος Σαντοριναίος, Σταυρούλα Ζώη**
Ανάπτυξη ηλεκτρονικής έκδοσης: **Σταυρούλα Ζώη, Άννα Μελή**

ISBN: 978-960-603-372-8

Copyright © ΣΕΑΒ, 2015

Το παρόν έργο αδειοδοτείται υπό τους όρους της άδειας Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Όχι Παράγωγα Έργα 3.0.

Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής επισκεφτείτε τον ιστότοπο:
creativecommons.org

Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 15780 Ζωγράφου
www.kallipos.gr

Πίνακας Περιεχομένων

Πίνακας Συντομεύσεων – Ακρωνύμια

Εισαγωγή

Το περιβάλλον μέσα στο οποίο δημιουργείται το παρόν ψηφιακό βιβλίο
Το περιεχόμενο του βιβλίου
Οι συντελεστές του βιβλίου
Οι αναγνώστες – χρήστες – πιθανοί συνεργάτες
Η συγγραφική ομάδα και οι συντελεστές υλοποίησης
Σύντομα βιογραφικά των συντελεστών

Κεφάλαιο 1. Γενεαλογία των μέσων

1.1 Η μεγάλη σύγχυση
1.2 Ποια είναι τα εκφραστικά μέσα σήμερα
1.3 Η Γενεαλογία των μέσων αναπαράστασης του κόσμου
1.3.1 Η μηχανική – φωτοχημική αναπαράσταση της φύσης
1.3.1.1 Η ακίνητη εικόνα (φωτογραφία)
1.3.1.2 Η κινούμενη εικόνα (κινηματογράφος)
1.3.2 Η ηλεκτρονική αναπαράσταση της φύσης
1.3.3 Η ψηφιακή αναπαράσταση της φύσης
1.4 Οι βασικότερες αλλαγές στον οπτικοακουστικό χώρο σε σχέση με την εξέλιξη των μέσων
1.4.1 Σε σχέση με την παραγωγή
1.4.2 Σε σχέση με την προβολή των κινηματογραφικών ταινιών
1.4.3 Σε σχέση με τη διανομή
1.4.4 Μια ακόμα αλλαγή: τα υβριδικά έξυπνα πολύ-μηχανήματα
1.4.5 Η αντίσταση του παραδοσιακού κινηματογράφου με την δημιουργία των κινηματογράφων multiplex και τις στερεοσκοπικές προβολές
1.4.6 Το παράλληλο καλλιτεχνικό πειραματικό σύστημα και η νέα λαϊκή ψηφιακή τέχνη (ερασιτεχνική κινηματογραφία)
1.4.6.1 Ερασιτεχνικά προσωπικά βίντεο (σχέση επαγγελματικού και ερασιτεχνικού)
1.5 Ο μηχανισμοί καταγραφής της πραγματικότητας
1.5.1 Η πορεία της ηλεκτρονικής προς την ψηφιακή καταγραφή
1.5.2 Ο ενδιάμεσος χώρος: καταγραφή του ηλεκτρονικού μέσου με ψηφιακό τρόπο. Το ψηφιακό βίντεο ή ο ψηφιακός κινηματογράφος
1.5.2.1 Ένα υβριδικό μέσο: η φώτο-κινηματογραφική μηχανή
1.6 Η επεξεργασία της εικόνας
1.6.1 Η επεξεργασία της εικόνας του βίντεο
1.6.2 Ο υπολογιστής ως συνεργός στην επεξεργασία της εικόνας του βίντεο
1.7 Μερικά βασικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τη γενεαλογική εξέλιξη των μέσων
1.7.1 Η εικόνα της φωτογραφίας
1.7.2 Η εικόνα του κινηματογράφου
1.7.3 Η εικόνα της τηλεόρασης, ο ήχος του ραδιοφώνου
1.7.4 Η εικόνα του βίντεο
1.7.5 Η ψηφιακή εικόνα
1.8 Σημείωση προς τον αναγνώστη
Βιβλιογραφία - Αναφορές

Κεφάλαιο 2. Προσπάθεια περιγραφής της ψηφιακής τέχνης

2.1 Ψηφιακή τέχνη και ψηφιακός πολιτισμός
2.1.1 Σχόλιο για το θέμα της διαμάχης ψηφιακού και αναλογικού. Υπάρχει τελικά ψηφιακός τρόπος σκέψης;
2.2 Η μεθοδολογία αντιμετώπισης του θέματος στο συγκεκριμένο βιβλίο

2.3 Τι είναι, τελικά, αναλογικό και ψηφιακό;
2.3.1 Η διαδρομή προς τη συνάντηση της γραφής και των αριθμών
2.3.2 Τι αντιλαμβάνεται ο υπολογιστής;
2.3.2.1 Τι είναι το δυαδικό σύστημα αρίθμησης;
2.3.3 Οι μεταφραστές ή πόσο μακριά βρίσκεται η δυαδική γλώσσα του υπολογιστή από τις δομές σκέψης του ανθρώπου
2.3.3.1 Η λύση στο πρόβλημα του κτισίματος του Πύργου της Βαβέλ. Οι πρώτες διεθνείς γλώσσες με παγκόσμια εμβέλεια
2.4 Χαρακτηρισμός της περιοχής της ψηφιακής τέχνης
2.4.1 Έργα που έχουν δημιουργηθεί με ψηφιακό τρόπο
2.4.2 Η δυνατότητα της διάδρασης εκ μέρους του μηχανικού συστήματος του έργου
2.4.3 Η τρισδιάστατη εικόνα
2.4.3.1 Η τρισδιάστατη εικόνα και ο ήχος σε πραγματικό χρόνο
2.4.4 Η επεξεργασία της εικόνας και του ήχου
2.4.4.1 Τα κοινά στοιχεία επεξεργασίας οποιουδήποτε στοιχείου (εικόνα, ήχος, κείμενο, διάδραση)
2.4.4.2 Η διεργασία της *δειγματοληψίας* (sampling)
2.4.4.4 Αλγοριθμικά έργα
2.4.4.5 Αυτοεξελισσόμενα έργα
2.5. Από την ηλεκτρονική στην ψηφιακή αναπαράσταση της πραγματικότητας ή από το μέσο στην πλατφόρμα
Βιβλιογραφία - Αναφορές

Κεφάλαιο 3. Το εργαστήριο του σύγχρονου καλλιτέχνη και οι χώροι προβολής του ψηφιακού έργου

3.1. Το εργαστήριο και το περιβάλλον του καλλιτέχνη
3.1.1 Μικρή ιστορική αναδρομή
3.1.2 Το εργαστήριο του καλλιτέχνη στην ψηφιακή εποχή
3.2 Το τεχνολογικό περιβάλλον του ψηφιακού εργαστηρίου το Σάββατο στις 28 Νοεμβρίου 2015 στις 11:18
3.2.1 Αρχιτεκτονικός χώρος
3.2.1.1 Χώρος ανάπτυξης
3.2.1.2 Ο χώρος επεξεργασίας και παραγωγής
3.2.1.3 Χώρος έρευνας και πειραματισμών
3.2.1.4 Χώρος ψηφιακής και υλικής αποθήκευσης
3.3 Τεχνολογικός εξοπλισμός
3.3.1 Το βασικό εργαλείο της καλλιτεχνικής έκφρασης. Ο κεντρικός υπολογιστής
3.3.2 Δίκτυο, ενσύρματο ή ασύρματο
3.3.3 Μικρές, έξυπνες συσκευές
3.3.4 Συστήματα προβολής
3.3.5 Τεχνολογικοί μηχανισμοί ανάπτυξης διαδραστικών έργων
3.3.6 Σύστημα καταγραφής κίνησης για εμψύχωση εικονικών χαρακτήρων
3.3.7 Εξοπλισμός ήχου
3.3.8 Καταγραφή εικόνων από την πραγματικότητα
3.3.9 Συσκευές και μηχανισμοί αποθήκευσης
3.3.10 Λογισμικό
3.3.11 Καλώδια και προσαρμογείς (adaptors)
3.3.12 Εξοπλισμός για την παραγωγή υλικού τεκμηρίωσης
3.3.13 Εργαλεία κατασκευών
3.4. Ο διαδικτυακός χώρος ως προέκταση του υπολογιστή και επέκταση του εργαστηρίου
3.4.1 Εργαλεία και διαδικτυακοί χώροι
3.4.1.1 Εργαλεία επικοινωνίας
3.4.1.2 Εργαλεία οργάνωσης αρχείων
3.4.1.3 Άλλα χρήσιμα διαδικτυακά εργαλεία
3.4.2 Τα παιχνίδια υπολογιστών και η νέα κατάσταση σε σχέση με το εργαστήριο του καλλιτέχνη
Βιβλιογραφία - Αναφορές

Κεφάλαιο 4. Οι δικτυακές ομάδες, τα κοινωνικά κινήματα και ο ρόλος τους στην Τέχνη

4.1 Από την ουτοπία στην πραγματικότητα ή το καθρέπτισμα της κοινωνίας μέσα από τις εικόνες του Διαδικτύου
4.1.1 Το Διαδίκτυο και το πρόβλημα της ταυτότητας
4.2 Οι ομάδες που δρουν στο Διαδίκτυο. Συνοπτική ιστορική αναδρομή
4.3 Το ελεύθερο και ανοικτό λογισμικό
4.3.1 Το κίνημα του ελεύθερου λογισμικού
4.3.2 Το λογισμικό *ανοικτού κώδικα* (open source)
4.3.3 Οι διαδικτυακές ομάδες εξέλιξης λογισμικού και η καλλιτεχνική παραγωγή
4.3.3.1 Το Διαδίκτυο ως παγκόσμια πλατφόρμα ανάπτυξης ελεύθερου και ανοικτού λογισμικού
4.3.3.2 Η σχέση των καλλιτεχνών με τις ομάδες ανάπτυξης ελεύθερου και ανοικτού λογισμικού
4.4 Αντί συμπεράσματος, μια συνοπτική παρουσίαση της εξέλιξης των καλλιτεχνικών και άλλων ομάδων σε συνδυασμό με την εξέλιξη του Διαδικτύου
Βιβλιογραφία - Αναφορές
Διαδικτυακοί τόποι

Κεφάλαιο 5. Οι διαδικτυακοί πολυχρηστικοί κόσμοι

5.1 Οι εικονικοί πολυχρηστικοί κόσμοι στο Διαδίκτυο και τα ειδικά χαρακτηριστικά τους
5.1.1 Βασικοί ορισμοί
5.1.2 Η εξέλιξη των εικονικών διαδικτυακών πολυχρηστικών κόσμων
5.2 Καλλιτεχνική δημιουργία στους διαδικτυακούς εικονικούς κόσμους
5.3 Ζητήματα που αφορούν την καλλιτεχνική δημιουργία στους εικονικούς πολυχρηστικούς διαδικτυακούς κόσμους
5.4 Σχετικό έργο με συμμετοχές μελών της συγγραφικής ομάδας
Βιβλιογραφία – Αναφορές

Κεφάλαιο 6. Η διαδικασία δημιουργίας στις ψηφιακές τέχνες: Μεθοδολογία του ψηφιακού έργου. Αφήγηση – σενάριο – πολυσενάριο – προγραμματισμός

6.1 Η προ - εργασία που υπάρχει πίσω από κάθε έργο
6.2 Τα διάφορα απαιτούμενα στάδια για τη σύνθεση της μορφής του έργου
6.3 Αρχικά η Αφήγηση
6.4 Ο λόγος και η διαφορά του ανθρώπου από το ζώο
6.5 Η αφήγηση σε σχέση με τα μηχανικά μέσα αναπαράστασης: Το σενάριο
6.5.1 Πριν από το σενάριο
6.5.1.1 Η ιδέα ή οι συνθήκες για την ανάπτυξη της ιδέας
6.5.1.2 Ανάπτυξη της ιδέας
6.5.2 Η δομή του σεναρίου (δραματουργική κατασκευή)
6.5.2.1 Χρόνος
6.5.3 Τι είναι, τελικά, ένα σενάριο
6.6 Τα ηλεκτρονικά μέσα αναπαραγωγής
6.6.1 Τα ηλεκτρονικά μέσα. Η διαμόρφωση ενός νέου περιβάλλοντος για την ανάπτυξη του διάλογου
6.6.2 Τα ψηφιακά μέσα αναπαραγωγής και η σημασία του κειμένου
6.7 Το πολυσενάριο
6.8 Ο προγραμματισμός
6.9 Όταν η αφήγηση γίνεται πολύπλοκη - αφηγηματικά αντικείμενα
6.9.1 Μια αφήγηση προς τη μηχανή (προγραμματισμός)
6.9.2 Ένας διαφορετικός διάλογος με τον υπολογιστή: Τεχνητή νοημοσύνη και φυσική γλώσσα
6.10 Στην αρχή είναι ο λόγος
Βιβλιογραφία - Αναφορές

Κεφάλαιο 7. Τα βασικά ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής επεξεργασίας και διαχείρισης της εικόνας

7.1 Η εικόνα σήμερα και η αξιοποίησή της στην Τέχνη
7.2 Ιστορικά στοιχεία σχετικά με την αναλογία της εικόνας
7.3 Μηχανισμοί καταγραφής της εικόνας από την πραγματικότητα
7.3.1 Νεότερες τεχνολογίες καταγραφής εικόνων οι οποίες έχουν ενταχθεί στη καλλιτεχνική δημιουργία
7.4 Τρόποι αποθήκευσης και μορφότυπα εικόνων
7.4.1 Bitmap εικόνες
7.4.1.1 Χαρακτηριστικά της ακίνητης bitmap εικόνας
7.4.1.2 Χαρακτηριστικά κινούμενης εικόνας αποτελούμενης από ακολουθία bitmap εικόνων
7.4.1.3 Συμπίεση και αποθήκευση bitmap εικόνας
7.4.1.4 Δυνατότητες επεξεργασίας και διαχείρισης bitmap εικόνων
7.4.2 Διανυσματικές εικόνες
7.4.2.1 Η συνδυαστική διαχείριση εικόνων bitmap και vector
7.5 Η διαχείριση της εικόνας στο animation και τα παιχνίδια
7.6 Το κείμενο ως στοιχείο μιας εικόνας
7.7 Λογισμικά και εργαλεία επεξεργασίας της ακίνητης, κινούμενης και σύνθετης εικόνας
7.7.1 Επεξεργασία της ακίνητης εικόνας
7.7.2 Επεξεργασία της κινούμενης εικόνας
7.8 Αξιοποίηση των ακίνητων και κινούμενων εικόνων στα διαδραστικά έργα
7.9 Πνευματικά δικαιώματα και αποθετήρια ελεύθερων εικόνων
Βιβλιογραφία – Αναφορές

Κεφάλαιο 8. Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στις νέες εικόνες (τρισδιάστατα γραφικά)

8.1 Εισαγωγή
8.1.1 Ιστορική αναδρομή
8.2 Το περιβάλλον εργασίας του τρισδιάστατου ψηφιακού χώρου (τρισδιάστατης σκηνής)
8.2.1 Ο χώρος σε τρεις διαστάσεις και η κλίμακα
8.2.2 Το παραθυρικό περιβάλλον εργασίας
8.2.3 Το γραφικό περιβάλλον χρήστη (Graphic User Interface)
8.2.4 Τα παράθυρα όψης του τρισδιάστατου ψηφιακού χώρου / ψηφιακής σκηνής
8.2.5 Τα παράθυρα ειδικών λειτουργιών
8.3 Τα ψηφιακά αντικείμενα στον χώρο η τοποθέτηση στοιχείων σκηνογραφίας και ηθοποιών (χαρακτήρων) και η ψηφιακή σκηνοθεσία
8.3.1 Γεωμετρικά αντικείμενα
8.3.2 Βοηθητικά αντικείμενα
8.3.3 Φώτα
8.3.4 Κάμερα
8.3.5 Δυναμικά και ειδικά αντικείμενα
8.4 Ο χειρισμός των αντικειμένων και συσχέτιση των αντικειμένων
8.4.1 Γονεϊκή συσχέτιση και υιοθέτηση παραμέτρων
8.5 Τα αντικείμενα στον ψηφιακό τρισδιάστατο χώρο και τα επιμέρους στοιχεία τους
8.5.1 Γεωμετρικά αντικείμενα
8.5.2 Σημείο
8.5.3 Ακμή, πολυγωνική γραμμή και καμπύλη
8.5.4 Πολυγωνικές και παραμετρικές επιφάνειες.
8.5.4.1 Πολυγωνικές επιφάνειες
8.5.5 Παραμετρικά και ειδικά μαθηματικά γεωμετρικά αντικείμενα
8.6 Φώτα
8.6.1Τα διαφορετικά είδη φώτων
8.6.1.1 Σημειακό φως (Point Light)
8.6.1.2 Μακρινό φως (Distant Light)
8.7 Κάμερα

8.8 Δυναμικά αντικείμενα
8.8.1 Πηγές / Γεννήτορες σωματιδίων
8.8.2 Ειδικά δυναμικά αντικείμενα
8.9 Ιδιότητες μεταβλητές και γνωρίσματα των επιμέρους στοιχείων των ψηφιακών τρισδιάστατων γραφικών
8.9.1 Βασικά επιμέρους γνωρίσματα σημείων (Vertex – Point –Attributes)
8.9.2 Οι υφές και η απεικόνιση/χαρτογράφηση uv (uv mapping) (2D ↔ 3D)
8.10 Η μοντελοποίηση η σύνθεση γεωμετρικών αντικειμένων και η ψηφιακή γλυπτική
8.10.1 Βασικά εργαλεία μοντελοποίησης πολυγώνων
8.10.2 Δίνοντας λεπτομέρειες απλοποιώντας και υποδιαιρώντας τα γεωμετρικά αντικείμενα
8.10.2.1 Επιλογές, ομαδοποιήσεις σημείων ακμών και πολυγώνων.
8.10.2.2 Εργαλεία μετατροπής, απομορφοποίησης και μετακίνησης επιμέρους στοιχείων της γεωμετρίας μας
8.10.2.3 Εργαλεία κατασκευής και πολλαπλασιασμού ήδη υπαρχόντων τμημάτων της γεωμετρίας μας
8.10.2.4 Εργαλεία απλοποίησης της γεωμετρίας μας
8.11 Ο χρόνος και η τρισδιάστατη ψηφιακή σκηνή
8.12 Η κίνηση, η απομορφοποίηση της γεωμετρίας και τα συστήματα σκελετών
8.12.1Κίνηση
8.12.2 Η απομορφοποίηση
8.12.2.1Τελεστές απομορφοποίησης (Deform Operators)
8.12.2.2 Τελεστές μορφοποίησης.
8.12.2.3 Οστά και συστήματα σκελετών (Bones and Skeleton Rigs)
8.13 Animation – Εμψύχωση
8.14 Η φόρμα η γραμμή και το χρώμα, το φως και η σκιά, τα μοντέλα σκίασης η κάμερα και η λογική της διαδικασίας της φωτοαπόδοσης
8.14.1 Τα μοντέλα σκίασης και φωτισμού
8.14.2 Η φόρμα
8.14.3 Το χρώμα
8.14.4 Η γραμμή
8.14.5 Τα επιμέρους στοιχεία των μοντέλων σκίασης και τα δίκτυα οπτικής πληροφορίας για σκιαγράφηση
8.15 Εισαγωγή δεδομένων από τον φυσικό στον τρισδιάστατο χώρο
8.15.1 Καταγραφή κίνησης και μεταφορά της μέσα στον ψηφιακό χώρο
8.15.2 Σάρωση φυσικού χώρου και φυσικών αντικειμένων και δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων
8.16 Σημαντικότερα λογισμικά
Βιβλιογραφία - Αναφορές

Κεφάλαιο 9. Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν τον ήχο

9.1 Ψηφιακά Συστήματα Επεξεργασίας/Διαχείρισης Ήχου
9.2 Λογισμικό Ήχου
9.2.1 Κατηγορίες Λογισμικού
9.2.1.1 Πηγή προέλευσης
9.2.1.2 Τύπος διαχείρισης πληροφορίας
9.2.1.3 Εκτελεστική δυνατότητα
9.2.2 Χαρακτηριστικές Εφαρμογές Λογισμικού Ήχου
9.2.2.1 Προγράμματα Επεξεργασίας Ήχου (Sound Editors)
9.2.2.2 Προγράμματα Πολυκάναλης Εγγραφής/Μίξης (Multitrack recorders)
9.2.2.3 Modular Sequencers/Synthesizers
9.2.2.4 Προγράμματα συμβολικού μετασχηματισμού
9.2.2.5 Computer Generative Music – Αναπαραγωγική Μουσική
9.2.2.6 Γραφιστικά score
9.2.2.7 Music Representation Languages - Γλώσσες Συμβολικής Μουσικής
9.2.2.8 Γλώσσες/Περιβάλλοντα Προγραμματισμού για Μουσική
9.2.2.9 Επεκτάσεις Γλωσσών Προγραμματισμού Γενικής Χρήσης
9.3 Συσκευές Ήχου
9.3.1 Κατηγορίες συσκευών

9.3.2 Οι Η/Υ και τα περιφερειακά τους
9.3.2.1 Ο υπολογιστής ως εργαλείο μουσικής σύνθεσης
9.3.2.2 Οι μονάδες ήχου του Η/Υ – Κάρτες ήχου
9.3.3 Αυτόνομες συσκευές ήχου
9.3.3.1 Συσκευές καταγραφής/αποθήκευσης ήχου
9.3.3.2 Συσκευές επεξεργασίας ήχου
9.3.3.3 Ηλεκτρονικά μουσικά όργανα – Συνθετητές
9.3.4 Εξωτερικές συσκευές ελέγχου/ρυθμίσεων(controllers)
9.3.4.1 Συσκευές ελέγχουMIDI (MIDI Controllers)
9.3.4.2 Συσκευές απτικής διάδρασης / Tangible User Interface (TUI)
9.3.4.3 Αυτοσχέδιες Συσκευές Διάδρασης
9.4 Πρωτόκολλα Ήχου
9.5 Διάδραση κατά τη Μουσική Εκτέλεση/Δημιουργία
Βιβλιογραφία – Αναφορές

Κεφάλαιο 10. Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στον συνδυασμό ή στη διαχείριση της εικόνας και του ήχου

10. 1 Συνδυασμός εικόνας και ήχου σε διάφορες κατηγορίες έργων
10.1.1 Οι περιπετειώδεις σχέσεις του ήχου και της εικόνας στο πέρασμα του χρόνου
10.1.2 Ο ήχος, η μουσική και η σχέση τους με τα βιντεοπαιχνίδια. Μια ενδιαφέρουσα ιστορία
10.1.2.1 Ο παίκτης ως δημιουργός
10.2 Διαχείριση εικόνας και ήχου στα ψηφιακά διαδραστικά έργα
10.2.1 Κατηγοριοποίηση των λογισμικών διαχείρισης εικόνας και ήχου
10.3 Εργαλεία διαχείρισης προκατασκευασμένων αντικειμένων εικόνας-ήχου
10.3.1 Το λογισμικό QuickTime
10.3.2 Τα εργαλεία Director και Flash
10.3.3 Παραδείγματα φοιτητικών εργασιών οι οποίες αναπτύχθηκαν με το Director και το Flash
10.3.3.1 Η πλατφόρμα Action Room II
10.3.3.1 Το InBetween project
10.4 Εργαλεία διαχείρισης αντικειμένων εικόνας-ήχου σε πραγματικό χρόνο
10.4.1 Η συνεργατική έκφραση ήχου και εικόνας μέσα από περιβάλλοντα ηχητικής σύνθεσης: Pd και Max/MSP
10.4.2 Το Impromptu
10.4.3 Το vvvv
10.4.4 Το openFrameworks
10.4.5 Το VPT7
10.4.6 Παράδειγμα έργου το οποίο αξιοποιεί διαχείρισης εικόνας-ήχου πραγματικού χρόνου. Το έργο Organoidx8
10.5 Η διαχείριση του ήχου σε σχέση με την εικόνα στα παιχνίδια
10.5.1 Μηχανές ανάπτυξης παιχνιδιών
10.5.2 Παράδειγμα φοιτητικής εργασίας η οποία αξιοποιεί μηχανές ανάπτυξης παιχνιδιών σε συνδυασμό με εργαλεία διαχείρισης εικόνας-ήχου πραγματικού χρόνου
10.6 Σχετικά με την κατάλληλη επιλογή εργαλείου
Βιβλιογραφία - Αναφορές

Κεφάλαιο 11. Το διαδραστικό έργο και το τεχνολογικό υπόβαθρο της διάδρασης

11.1 Η διάδραση, ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του ψηφιακού έργου
11.2 Η έννοια της συμμετοχής του επισκέπτη στο καλλιτεχνικό έργο
11.2.1 Η διάδραση πριν την τεχνολογία
11.2.2 Η διάδραση στην ηλεκτρονική εποχή
11.3 Η διάδραση στην ψηφιακή εποχή
11.3.1 Υπερκείμενο και υπερμέσα
11.4 Μηχανισμοί που διαμορφώνουν το σύγχρονο περιβάλλον της διάδρασης
11.4.1 Το ποντίκι και η οθόνη

11.4.1.1 Οι γραφικές διεπαφές χρήστη και το ποντίκι
11.4.2 Ο Παγκόσμιος Ιστός, το περιβάλλον και τα εργαλεία του
11.4.3 Η εικονική πραγματικότητα
11.4.4 Οι εξειδικευμένοι, μη αυτόνομοι μηχανισμοί διάδρασης
11.4.5 Οι αυτόνομοι μηχανισμοί διάδρασης χαμηλού κόστους
11.4.5.1 Το Arduino
11.4.5.2 Οι εξελίξεις από τον χώρο των παιχνιδιών
11.4.5.3 Αισθητήρες βιολογικών λειτουργιών
11.4.5.4 Η καλλιτεχνική δημιουργία μέσα από τους μικρούς, αυτόνομους μηχανισμούς διάδρασης
11.4.6 Οι έξυπνες μικρές συσκευές και η πανταχού παρούσα διασυνδεσιμότητα (ubiquitous connectivity)
11.5 Κατηγορίες διαδραστικών έργων
11.5.1 Η εικονική πραγματικότητα
11.5.2 Διαδραστικές εγκαταστάσεις
11.5.2.1 Κίνηση σώματος
11.5.2.2 Το χέρι και η αφή
11.5.2.3 Η ανθρώπινη φωνή και η ομιλία
11.5.2.4 Εντοπισμός του υποκειμένου διάδρασης
11.5.2.5 Η σκέψη
11.5.3 Υβριδικές τεχνικές – η επαυξημένη πραγματικότητα γεωγραφικού σημείου
11.5.4 Τα ψηφιακά παιχνίδια και η καλλιτεχνική δημιουργία
11.6 Παραδείγματα διαδραστικών έργων μέσα από εκπαιδευτικές διαδικασίες της ΑΣΚΤ
Βιβλιογραφία - Αναφορές

Κεφάλαιο 12. Ο προγραμματισμός ως δημιουργική πράξη

12.1 Προγραμματισμός και καλλιτεχνική δημιουργία
12.2 Η έννοια του αλγορίθμου
12.2.1 Η αλγοριθμική λογική και η Τέχνη
12.3 Η εξέλιξη του προγραμματισμού προς τις γλώσσες υψηλού επιπέδου, γενικού σκοπού
12.3.1 Μετάφραση και διερμηνεία
12.4 Δομημένος προγραμματισμός
12.4.1 Αυτόνομες διαδικασίες
12.4.2 Εντολές ελέγχου ροής
12.5 Μεταβλητές και δεδομένα
12.5.1 Δομές δεδομένων
12.5.1.1 Πίνακες
12.5.1.2 Γράφοι και δέντρα
12.6 Ενδιαφέρουσες προγραμματιστικές έννοιες
12.6.1 Η έννοια του τυχαίου
12.6.2 Η έννοια του λάθους
12.6.3 Η έννοια της αναδρομής
12.7 Ο αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός
12.7.1 Ιστορικά στοιχεία
12.8 Προγραμματισμός με χειρισμό γεγονότων
12.9 Μορφές καλλιτεχνικού πειραματισμού με βάση τον προγραμματισμό. Η έννοια της υπολογιστικής τέχνης
12.9.1 Καταγραφή στοιχείων από τη διεθνή εμπειρία
12.9.1.1 Υπολογιστική τέχνη
12.9.1.2 Αναπαραγωγική τέχνη
12.9.1.3 Αλγοριθμική τέχνη
12.9.1.4 Τέχνη του λογισμικού
12.9.2 Μορφές υπολογιστικής τέχνης. Μια κατηγοριοποίηση
12.9.3 Αξιοσημείωτα διεθνή γεγονότα που ασχολούνται με την υπολογιστική τέχνη
12.9.4 Υπολογιστικά έργα με συμμετοχές μελών της συγγραφικής ομάδας
12.10 Προγραμματιστικά περιβάλλοντα δημιουργικού κώδικα

12.10.1 Περιβάλλοντα δημιουργικού κώδικα προσανατολισμένα στην εικόνα
12.10.1.1 Η γλώσσα Processing
12.10.1.2 Η γλώσσα Javascript
12.10.1.3 Περιβάλλοντα δημιουργικού κώδικα που βασίζονται στη γλώσσα C++
12.10.1.4 Περιβάλλοντα δημιουργικού κώδικα που βασίζονται στη γλώσσα Python
12.10.1.5 Περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού
12.10.2 Περιβάλλοντα δημιουργικού κώδικα προσανατολισμένα στον ήχο
12.10.2.1 Δομικά Χαρακτηριστικά
12.11 Παράρτημα κώδικα
12.11.1 Παράδειγμα 1 – RECTANGLES
12.11.2 Παράδειγμα 2 – QUAD_RECT
12.11.3 Παράδειγμα 3 – QUAD_BOARD_LOOP_ROW
12.11.4 Παράδειγμα 4 - QUAD_BOARD_NESTED_LOOP
12.11.5 Παράδειγμα 5 - ONE_DIM_ARRAY
12.11.6 Παράδειγμα 6 - RANDOM
12.11.7 Παράδειγμα 7 - TRACK_MOUSE_POSITION
12.11.8 Παράδειγμα 8 – BUG
12.11.9 Παράδειγμα 9 – RECURSION
12.11.10 Παράδειγμα 10 – IF_ELSE_SPACE
Βιβλιογραφία - Αναφορές

Κεφάλαιο 13. Επί μέρους διαδικασίες και εργαλεία για την παραγωγή και προώθηση ενός έργου

13.1 Τα χίλια πρόσωπα του υπολογιστή
13.2 Ο υπολογιστής και το Διαδίκτυο ως ενιαία πλατφόρμα οργάνωσης
13.3 Εργαλεία έρευνας και αναζήτησης στοιχείων
13.4 Διαδικτυακοί χώροι παρουσίασης με στόχο την υποστήριξη της παραγωγής
13.5 Η προώθηση του έργου στο Διαδίκτυο
13.5.1 Η δημιουργία της ταυτότητας και των μεταδεδομένων του έργου
13.5.1.1 Το όνομα του έργου
13.5.1.2 Ο δημιουργός ή η ομάδα εργασίας του έργου
13.5.1.3 Η χρονολογία του έργου
13.5.1.4 Τα μεταδεδομένα του έργου
13.5.2 Η ύπαρξη του έργου και των στοιχείων του στο Διαδίκτυο
13.5.3 Η υποστήριξη του έργου ως συνάρτηση της ποιότητας και της πρωτοτυπίας του
13.6 Το Διαδίκτυο ως χώρος υποστήριξης της άμεσης υλοποίησης μιας καλλιτεχνικής ιδέας
Βιβλιογραφία - Αναφορές
Ευρετήριο αντιστοίχισης ελληνόγλωσσων και ξενόγλωσσων όρων

Πίνακας Συντομεύσεων – Ακρωνύμια

Στα ελληνικά

ΑΣΚΤ	Ανώτατη Σχολή Καλών Τεχνών
ΚΜΕ	Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας

Στα αγγλικά

ADC ή A/D	Analog to Digital Converter
API	Application Programming Interface
ARPA	Advanced Research Projects Agency
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
BASIC	Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code
CAVE	Cave Automatic Virtual Environment
CD	Compact Disk
CDS	Copernic Desktop Search
CICV	Centre de Recherche Pierre Schaeffer
CMS	Content Management System
CMYK	Cyan Magenta Yellow and Key
CNC	Computer Numerical Control
COBOL	COmmon Business Oriented Language
CPU	Central Processing Unit
CSS	Cascade Style Sheets
DAC ή D/A	Digital to Analog Converter
DAT	Digital Audio Tape
DP	Director of Photography
DPI	Dots Per Inch
DIY	Do It Yourself
EDM	Electronic Dance Music
EIDEA	Environment for the Interactive Design of Emergent Art
FM	Frequency Modulation
FORTRAN	FORmula TRANslation
GEM	Graphics Environment for Multimedia
GB	Giga Byte
GPS	Global Positioning System
GPU	Graphics Processing Unit
GRAV	Groupe de Recherche d'Art Visuel
GUI	Graphical User Interface
HCI	Human Computer Interaction
HDTV	High Definition Television
HRTF	Head-Related Transfer Function
HTML	HyperText Markup Language
IDE	Integrated Development Environment
IRCAM	Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique
IP	Internet Address
ISEA	International Symposium on Electronic Art
LAN	Local Area Network
LCD	Liquid Crystal Display
LISP	LISt Processor
LSCM	Least Squares Conformal Map

LSL	Linden Scripting Language
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
MIT CAVS	MIT Center for Advanced Visual Studies
MMC	MultiMedia Card
MMORPG	Massively Multiplayer Online Role-Playing Games
MOMA (New York)	Museum of Modern Art (New York)
MOO	MUD Object Oriented
MOOC	Massive Open Online Course
MTP	Media Transfer Protocol
MUD	Multi-User Dungeon
NLE	Non Linear Editing
NLP	Natural Language Processing
NLS	oN Line System
NPR	Non Photorealistic Rendering
NURBS	Non Uniform Rational B-Splines
OSC	Open Sound Control
PC	Personal Computer
PCM	Pulse Code Modulation
PD	Pure Data
PLM	Product Lifecycle Management
PPI	Pixels Per Inch
PROLOG	PROgramming LOGic
PSG	Programmable Sound Generators
RIAA	Recording Industry Association of America
RGB	Red Green Blue
SD	Secure Data
SmOKe	Small-music Object Kernel
SMPTE	Society of Motion Picture & Television Engineers
SVG	Scalable Vector Graphics
TUI	Tangible User Interface
URL	Uniform Resource Locator
VALab	Virtual Artistic Laboratory
VFX	Visual Effects
VRML	Virtual Reality Markup Language
VTR	Video Tape Recorder
WLAN	Wireless Local Area Network
WWW	World Wide Web
XML	eXtensible Markup Language

Εισαγωγή

Σύνοψη

Το βιβλίο εισάγει τον αναγνώστη στην ψηφιακή τέχνη και γενικότερα στον ψηφιακό πολιτισμό. Καταγράφει το συνεχώς εξελισσόμενο νέο περιβάλλον καλλιτεχνικής έκφρασης, επικοινωνίας και προβολής του ψηφιακού έργου και τα σχετικά εργαλεία.

Έχει τη μορφή ενός εγχειριδίου για έναν ιδιαίτερα ευρύ και ασαφή χώρο ο οποίος βρίσκεται σε συνεχή εξέλιξη. Προσπαθεί, κυρίως, να κάνει μια οντολογική περιγραφή του ψηφιακού έργου τέχνης, της διαδικασίας δημιουργίας του, του χώρου που εμφανίζεται και των λειτουργιών του, και να δώσει κάποιες κατευθύνσεις μεθοδολογίας. Γι' αυτό, δεν περιγράφει με λεπτομέρεια τεχνικές συνδεμένες με συγκεκριμένα λογισμικά, υλισμικά ή αισθητικές δεσμεύσεις. Το ψηφιακό αυτό βιβλίο απευθύνεται σε άτομα που κάνουν τα πρώτα τους βήματα στο νέο αυτό περιβάλλον, σε άτομα που γνωρίζουν την τεχνολογία και θέλουν να εμβαθύνουν στο θεωρητικό μέρος, αλλά και σε άτομα που εκφράζονται με άλλα μέσα και χρησιμοποιούν βοηθητικά την τεχνολογία κατά τις φάσεις προεργασίας και προβολής του έργου τους. Επίσης, αρκετά κεφάλαια θα μπορούσαν αποτελέσουν χρήσιμα εργαλεία σε άτομα που μελετούν θεωρητικά τον συγκεκριμένο χώρο.

Το περιβάλλον μέσα στο οποίο δημιουργείται το παρόν ψηφιακό βιβλίο

Η εποχή που γράφεται το παρόν ψηφιακό βιβλίο δεν θυμίζει σε τίποτα τις δύο προηγούμενες δεκαετίες, όταν ξεκίνησαν ουσιαστικά οι δραστηριότητες του εργαστηρίου Πολυμέσων-Υπερμέσων της Ανωτάτης Σχολής Καλών Τεχνών (εφεξής αναφέρεται ως «ΑΣΚΤ») στην Αθήνα (για την ακρίβεια το 2000). Ένας προσεκτικός παρατηρητής θα διαπιστώσει ότι πολλές ιδέες, οι οποίες είχαν εμφανιστεί ως εικασίες την εποχή εκείνη, έχουν πλέον ενταχθεί απόλυτα στο τεχνολογικό περιβάλλον που στηρίζει τις βασικές καθημερινές συνήθειες, τόσο στην εργασία, όσο και στις κοινωνικές σχέσεις, δηλαδή έχουν περάσει στην καθημερινή ζωή του καθενός. Καταρχήν, την προηγούμενη δεκαετία, δεν θα μπορούσε το παρόν «βιβλίο» να έχει τη συγκεκριμένη μορφή (ψηφιακό βιβλίο, e-book) και να υπόκειται η χρήση του στην νομοθεσία της *Δημιουργίας των κοινών* - Creative Commons.

Εργαλεία, μηχανισμοί, δομές ή δράσεις αθόρυβα έχουν διαμορφώσει ένα νέο περιβάλλον το οποίο επανατοποθετεί πολλές βασικές έννοιες, όπως την έννοια της κοινής ιδιοκτησίας, με την ανάπτυξη των αδειών Creative Commons, την έννοια της γεωγραφίας με την ανάπτυξη του Google Earth, τη νέα υπόσταση της ακίνητης και κινούμενης εικόνας με την ανάπτυξη των τρισδιάστατων γραφικών αλλά και των *έξυπνων κινητών* (smart phones), των βίντεο καμερών τύπου GoPro, των Drones, του YouTube, την έννοια του χρόνου (εργασίας, ελεύθερου χρόνου κ.λπ.), του χώρου, της φιλίας, της συνεύρεσης με το Facebook και το Twitter και πολλών άλλων διαδικασιών και δράσεων.

Η ψηφιακή επανάσταση, τελικά, έχει κάνει αθόρυβα αρκετά βήματα και, όπως ήδη φαίνεται από πολλά γεγονότα τα οποία περιγράφονται στην ύλη του βιβλίου, πολλές υποθέσεις που προέβλεπαν σημαντικές αλλαγές έχουν πλέον ενταχθεί (υλοποιημένες πια) στην καθημερινότητα του καθενός. Αυτό αποτελεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό γεγονός, γιατί, τελικά, όσο στοχευμένες και αν είναι οι προβλέψεις, πολλές φορές, δεν καταφέρνουν να ενταχθούν στην καθημερινότητα.

Στην περίπτωση της ψηφιακής τέχνης, έχει ιδιαίτερη σημασία αυτή η νέα συνθήκη, γιατί, ουσιαστικά, αποτελεί το νέο περιβάλλον στο οποίο θα πρέπει ο καλλιτέχνης να δουλέψει, καθώς και να παρουσιάσει στοιχεία ή το ίδιο το έργο του, άσχετα με τη μορφή του.

Η καθοριστική αλλαγή στην κοινωνική συνείδηση επιτεύχθηκε, κυρίως, δια μέσω του κινητού τηλεφώνου, το οποίο, σταδιακά, μετατράπηκε σε φωτογραφική μηχανή, βίντεο κάμερα, GPS δέκτη και, τελικά, ενέταξε στο εσωτερικό του έναν υπολογιστή με δυνατότητα εκτέλεσης άπειρων εφαρμογών, των λεγόμενων Apps, οι οποίες δημιουργούνται από ένα μεγάλο κοινό επαγγελματιών, φοιτητών και ερασιτεχνών. Ο μέσος άνθρωπος παρακολουθεί πλέον και καταγράφει τον κόσμο μέσω του κινητού του το οποίο αξιοποιεί τόσο το ασύρματο τηλεφωνικό δίκτυο, όσο και τα δίκτυα υπολογιστών. Ζει ανάμεσα σε έναν πραγματικό και έναν εικονικό χώρο. Δεν αξιοποιούν πλέον τον χώρο αυτό μόνο οι επιστήμονες, οι ερευνητές, οι άνθρωποι των μέσων και οι καλλιτέχνες, αλλά όλος ο κόσμος.

Όντως, σήμερα, τα περισσότερα άτομα κάθε ηλικίας διαθέτουν τη μικρή, έξυπνη συσκευή και γνωρίζουν να τη χειρίζονται αρκετά καλά. Το κινητό, ο φορητός υπολογιστής ή η ενδιάμεση υβριδική μορφή,

που είναι η ταμπλέτα, έχουν πλέον ενταχθεί απόλυτα στην καθημερινότητα τόσο των νέων, όσο και των μεσαίων ηλικιών που ορκίζονταν ότι ποτέ δεν θα προδώσουν το μολύβι και το σημειωματάριό τους μόλις πριν δύο δεκαετίες. Σταδιακά, παρατηρείται οι μαθητές του δημοτικού και του γυμνασίου να διευρύνουν τον χώρο των μαθημάτων και των χόμπι τους, και όλοι οι ενήλικες, ανάλογα με τα ενδιαφέροντά τους, να ταξιδεύουν σε άγνωστες περιοχές γι΄ αυτούς ή να συνομιλούν με αγαπημένα τους πρόσωπα που ζουν ή σπουδάζουν στο εξωτερικό, να «ανεβάζουν» ή να «κατεβάζουν» συνταγές, να ανταλλάσσουν απόψεις με άγνωστους διαδικτυακούς φίλους, να παρακολουθούν τα αγαπημένα τους σπορ, να μαθαίνουν να μαστορεύουν και να ανταλλάσουν πληροφορίες για τα χόμπι τους.

Το Διαδίκτυο, ο κυβερνοχώρος, δεν ανήκει πλέον μόνο στους ερευνητές ή στους πρωτοπόρους *διαδικτυακούς καλλιτέχνες* (net artists) και ακτιβιστές, έχασε τη γοητεία και την αίγλη της πρωτοπορίας και έχει, σταδιακά, στεγάσει τα πάντα. Αποτελεί, πλέον, μια προσομοίωση της κοινωνίας, όπου όλα συνυπάρχουν, από τον πειραματιστή – καλλιτέχνη, τον εξτρεμιστή προγραμματιστή, τον πρωτοπόρο ερευνητή, έως το παντοπωλείο της γειτονιάς.

Πολλοί κατηγορούν αυτήν τη νέα κατάσταση προσάπτοντας, κυρίως, την έλλειψη ουσιαστικής επικοινωνίας, απομόνωσης κ.λπ. Όμως, δεν υπήρξε ποτέ άλλη εποχή με τόσο αυξημένη «άυλη» επικοινωνία, τόσο σε συχνότητα, όσο και σε γεωγραφικό εύρος. Σε μια εποχή βαθειάς οικονομικής κρίσης, η φθηνή πρόσβαση σε κάθε εικονικό τόπο ή πληροφορία, πολλές φορές η διασκέδαση και η άμεση επικοινωνία με παλιούς φίλους, γνωστούς, συμμαθητές, συγχωριανούς, οι οποίοι μπορούν να βρίσκονται οπουδήποτε, αλλά και νέες συναντήσεις, οικοδομούν ένα περιβάλλον που δίνει μια λύση εικονικής ευμάρειας με βασικό χαρακτηριστικό το «δωρεάν».

Αυτή είναι η ενδιαφέρουσα πλευρά του νέου χώρου. Υπάρχει πάντα, ωστόσο, και η σκοτεινή πλευρά: οι ενδιαφέρουσες αυτές ιδιότητες του νέου ψηφιακού χώρου προσέλκυσαν, επίσης, διάφορες μορφές εγκλήματος του πραγματικού κόσμου: πορνεία, τυχερά παιχνίδια, εκβιασμοί, φθηνού τύπου δημοσιογραφία, άπειρα οπτικοακουστικά έργα χαμηλής ποιότητας κ.ά. συμπληρώνουν το εικονικό τοπίο. Η συνθήκη αυτή απογοήτευσε τους ιδεαλιστές του Διαδικτύου, τους πρωτοπόρους καλλιτέχνες και κυβερνοακτιβιστές, οι οποίοι είχαν πιστέψει στην πραγματοποίηση μιας πραγματικής ή, καλύτερα, εικονικής διαδικτυακής ουτοπίας. Τελικά, όπως και στην πραγματική δημοκρατία, όλα συνυπάρχουν στον διαδικτυακό χώρο. Βέβαια, ένα μέρος των στόχων για έναν καλύτερο τροπο ζωής των κυβερνο-ουτοπιστών έχει επιτευχθεί, μέσα από την πιο προβεβλημένη δραστηριότητα του Διαδικτύου που είναι κτήμα του καθενός, τα κοινωνικά δίκτυα, με τους αυτό-διαχειριζόμενους ιστότοπους (Wikis) και τις ομάδες ανοιχτού και ελεύθερου λογισμικού (βλέπε κεφάλαιο 4: *Οι δικτυακές ομάδες, τα κοινωνικά κινήματα και ο ρόλος τους στην Τέχνη*).

Η δύναμη που αποκτούν τα άυλα κοινωνικά μέσα φάνηκε καθαρά από το πόσο σύντομα υιοθετήθηκαν τόσο από τη διαφήμιση, όσο από την πολιτική και γενικά από το σύνολο του κοινωνικού συστήματος το οποίο αρχίζει σταδιακά να γυρίζει τη πλάτη του στα παρηκμασμένα, πλέον, μέσα μαζικής επικοινωνίας. Πριν από αυτό βέβαια, τα άυλα κοινωνικά μέσα είχαν αξιοποιηθεί από τις οικολογικές, καλλιτεχνικές και γενικά ακτιβιστικές ομάδες, που είχαν ήδη μεγάλη εμπειρία και σε παλαιότερα μέσα παράλληλων κυκλωμάτων επικοινωνίας.

Η συμβολή τους στη λεγόμενη «Αραβική Άνοιξη» που ξεκίνησε από την «τυνησιακή επανάσταση», τη λεγόμενη «επανάσταση των γιασεμιών», ήταν μια έντονη απόδειξη του φαινομένου, το οποίο συζητήθηκε και αναλύθηκε έντονα. Επίσης, στη σημερινή ευρωπαϊκή κρίση, παίζουν έναν ιδιαίτερο ρόλο μεταδίδοντας τις απόψεις και εικόνες του πληθυσμού σε αντιπαράθεση με τα επίσημα μέσα.

Τα γεγονότα αυτά, ενέπνευσαν σε καλλιτέχνες και θεωρητικούς των ανθρωπιστικών επιστημών, μία σειρά δράσεων και ενίσχυσαν την τάση για μία Τέχνη – διαμαρτυρία μεγάλης κλίμακας, εντάσσοντας στις δομές δημιουργίας της τις σύγχρονες τεχνολογικές δομές επικοινωνίας, προγραμματισμού και παραγωγής. Οι δράσεις αυτές παρουσιάστηκαν σε φεστιβάλ και συνέδρια, όπως π.χ. το International Symposium on Electronic Art 2011 (ISEA 2011) (βλέπε εδώ) στην Κωνσταντινούπολη. Βέβαια, τα τελευταία γεγονότα των τρομοκρατικών επεισοδίων που παρακολουθούμε σε παγκόσμια κλίμακα αποδεικνύουν πόσο, ακόμα και αυτά τα μέσα, σε μερικές περιπτώσεις, μπορεί να είναι υποκινούμενα ή να χρησιμοποιούνται εναντίον του κοινωνικού συνόλου.

Η δράση ομάδων για κοινωνικά, οικολογικά και καλλιτεχνικά θέματα, προέρχονται ιδεολογικά από τα καλλιτεχνικά κινήματα της δεκαετίας του ‘60. Η διαφορά σήμερα έγκειται στο νέο κοινωνικό - τεχνολογικό περιβάλλον, έναν συνδυασμό πραγματικού και εικονικού χώρου, στον οποίο ο καλλιτέχνης, πλέον, ζει, επικοινωνεί, επεξεργάζεται πληροφορίες και πολλές φορές εκφράζεται.

Ελάχιστοι είναι αυτοί που κράτησαν τον όρκο πίστης ενάντια στα ψηφιακά μέσα. Ακόμα και αυτοί οι οποίοι αξιοποιούν τις καθαρά αναλογικές τεχνικές, τεχνολογίες και υλικά, κινούνται μέσα στο ψηφιακό

περιβάλλον, επικοινωνούν, ενημερώνονται, πολλές φορές αγοράζουν υλικά ή προβάλλουν και πουλάνε την εργασία τους μέσα από τον ψηφιακό κόσμο. Γνωρίζουν, γενικά, να χειρίζονται καλά και να αξιοποιούν το νέο ψηφιακό περιβάλλον.

Οι καλλιτέχνες, όμως, που θα ασχοληθούν με την ψηφιακή τέχνη είναι απαραίτητο να γνωρίζουν σε βάθος το νέο περιβάλλον, ένα συνδυαζόμενο σύνολο λογισμικών, νέων εργαλείων και *ενδιάμεσων* (interfaces), πανεπιστημιακών ιδρυμάτων, ερευνητικών κέντρων, βιβλιοθηκών, μουσείων, πολιτιστικών κέντρων, ανεξάρτητων ομάδων, εφαρμογών ανοιχτού λογισμικού, δωρεάν μαθημάτων από απόσταση και άλλων νέων δομών που καθημερινά αναπτύσσονται. Οι συγκεκριμένοι καλλιτέχνες θα πρέπει, τελικά, όχι μόνο να χρησιμοποιούν τα νέα εργαλεία, καθώς και το νέο περιβάλλον, ως χρήστες, αλλά να γνωρίζουν τη δομή τους, τα φιλοσοφικά και καλλιτεχνικά ζητήματα που αναδεικνύουν, καθώς και τις διαδικασίες προστασίας ή εξέλιξης του ευαίσθητου αυτού χώρου.

Συχνά, γίνεται μια παρανόηση από τους φοιτητές του εργαστηρίου Πολυμέσων της ΑΣΚΤ, καθώς θεωρούν ότι η σημαντικότερη ωφέλεια από ένα τέτοιο εργαστήριο είναι να μάθουν να χρησιμοποιούν τα λογισμικά, ενώ η συγκεκριμένη διαδικασία σχεδόν ανήκει στη νέα ψηφιακή κουλτούρα της αυτομάθησης, αφού όχι μόνο ο χρήστης αλλά και ο ίδιος ο υπολογιστής έχει τη δυνατότητα μάθησης ταυτόχρονα με την εργασία που κάνει. Ο οποιοσδήποτε, εισάγοντας τις λέξεις «πώς να κάνω το…» μπορεί να λάβει, χάρις στα αυτοματοποιημένα εργαλεία αναζήτησης, όπως το Google, το Yahoo ή το Copernic, τη λύση - εκπαίδευση για οποιοδήποτε τεχνικό πρόβλημα. Έτσι μπορούν οι φοιτητές να έχουν μια πιο ουσιαστική επικοινωνία και διάλογο με τους καθηγητές σε θέματα που αφορούν γενικότερα τη δημιουργία και όχι μόνο την τεχνική.

Στο παρόν βιβλίο, επιχειρείται η ανάπτυξη μιας συνολικής θεώρησης του νέου χώρου μέσα στον οποίο δημιουργείται και αναπτύσσεται η ψηφιακή τέχνη. Στην ουσία, πρόκειται για το σύγχρονο κοινό περιβάλλον στο οποίο υφίστανται, πλέον, δυναμικά, τα κοινωνικά, φιλοσοφικά και αισθητικά ζητήματα που προκαλούνται τόσο από τα νέα τεχνολογικά περιβάλλοντα όσο και από τα εργαλεία, λογισμικά και υλικά, τα οποία συνθέτουν τα εργαλεία του καλλιτέχνη. Αναλύονται, επίσης, τόσο οι ευκαιρίες που προσφέρει ο νέος αυτός χώρος όσο και οι κίνδυνοι που ελλοχεύουν.

Για τον λόγο αυτό, δεν θα σταθούμε ιδιαίτερα στο κάθε λογισμικό ή τεχνολογικό σύστημα που θα αναφέρουμε, όσο στη γενική μεθοδολογία σύνθεσης ενός ψηφιακού έργου, με βάση τα διάφορα λογισμικά και διεπαφές, στους κανόνες αισθητικής και επικοινωνίας, καθώς και σε άλλα ζητήματα που αναπτύσσονται, άσχετα από το λογισμικό της κάθε εποχής που πολλές φορές έχει ημερομηνία λήξης (στο παρακάτω κείμενο θα αναφερθούν πολλά τέτοια παραδείγματα). Βέβαια, τόσο τα παραδείγματα όσο και αρκετές παρατηρήσεις αναγκαστικά συνδέονται με προγράμματα τα οποία είναι ενταγμένα στη διδασκαλία στο εργαστήριο (π.χ. η Adobe Creative Suite, το πρόγραμμα unity κ.ά.).

Με την ίδια λογική θα παρουσιαστούν οι σημαντικότερες αλλαγές που έγιναν τις δύο τελευταίες δεκαετίες στο σύνολο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και οι νέες έννοιες που έχουν ενταχθεί στην καθημερινότητά μας, αποτελώντας μια ήσυχη επανάσταση, η οποία, όμως, ήδη έχει αρχίσει και παράγει σημαντικά αποτελέσματα. Θα μπορούσαμε να διακρίνουμε αυτές τις αλλαγές ως εξής:

Α. Σε σχέση με το Διαδίκτυο:

- Διαμόρφωση της υπόστασης του ίδιου του διαδικτυακού συστήματος, όπως: οι νέες δομές συνεργασίας και οργάνωσης (Wikis, Forums, Chatrooms, τρισδιάστατοι πολυχρηστικοί χώροι) και τα προσωπικά - κοινωνικά μέσα επικοινωνίας για τον καθένα (YouTube, Instagram, Blog, Facebook, Twitter),
- Πρόσβαση όσο και διακίνηση της πληροφορίας και της γνώσης (εικονικές βιβλιοθήκες, μουσεία, δωρεάν εκπαίδευση σε πανεπιστήμια, σεμινάρια, δωρεάν λογισμικά, βιβλιοθήκες εφαρμογών κ.λπ.),
- Προβολή του έργου αλλά και της ταυτότητας του δημιουργού: πρόσβαση σε διαδικτυακούς χώρους βοήθειας της παραγωγής του έργου, συμμετοχή σε ομαδικά έργα, σε δομές συνεργασίας από απόσταση, καθώς και σε εικονικούς χώρους προβολής του.

Β. Σε σχέση με τον πραγματικό/φυσικό χώρο:

- Τα έξυπνα συστήματα (τηλέφωνα, ταμπλέτες), ως χώροι παρουσίασης έργων,
- Η επανάσταση των χαμηλού κόστους ενδιάμεσων διάδρασης που προέρχονται κυρίως από τον χώρο των παιχνιδιών και αλλάζουν τον πειραματικό και ερευνητικό χώρο (Kinect, Oculus Rift, κ.ά.),
- Επίδραση στην παραγωγή ενός έργου, των χαμηλού κόστους, εύκολων στη χρήση και ελεύθερων δικαιωμάτων υπολογιστικών συστημάτων, όπως η προτυποποιημένη πλατφόρμα Arduino, ο μικροϋπολογιστής raspberry-pi κ.ά.

Παράλληλα, για να γίνει κατανοητή η νέα κατάσταση και να είναι σαφής η σχέση της με τις παλαιότερες μορφές παραγωγής της τέχνης, θα γίνει μια σύγκριση ανάμεσα στον αναλογικό, ηλεκτρονικό και ψηφιακό τρόπο δημιουργίας, παραγωγής και παρουσίασης. Θα γίνει μια συνοπτική παρουσίαση των αναλογικών και ψηφιακών μέσων και, κυρίως, θα εξεταστούν τα κοινά χαρακτηριστικά και οι διαφορές τους. Μέσα από αυτήν την παρουσίαση, θα αναλυθούν οι βασικές έννοιες του ψηφιακού πολιτισμού, καθώς και του ενδιάμεσου προ-ψηφιακού ηλεκτρονικού πολιτισμού. Ο παραπάνω καθορισμός είναι απόλυτα αναγκαίος για τη σωστή αξιοποίηση των νέων μέσων και την ανάδειξη των βασικών ιδιοτήτων τους.

Το συγκεκριμένο βιβλίο, λοιπόν, δεν είναι ένα εγχειρίδιο εκμάθησης συγκεκριμένων προγραμμάτων, δεν είναι ένα βιβλίο αισθητικής, δεν είναι ένα βιβλίο ιστορίας των νέων μέσων. Είναι ένα βιβλίο-οδηγός για αυτούς που θέλουν να περιπλανηθούν και να πειραματιστούν στις αναπτυσσόμενες δομές των νέων μέσων έκφρασης. Είναι ένα βιβλίο αναφοράς το οποίο δίνει συνοπτικά θεωρητικές, αισθητικές και πρακτικές συμβουλές για τη δημιουργία ενός καλλιτεχνικού πρότζεκτ.

Έτσι, ο φοιτητής ή κάποιος ο οποίος θέλει να εμβαθύνει στα ζητήματα που θέτουν οι νέες τεχνολογίες θα γνωρίζει το πλαίσιο, χρονικά και χωρικά, μέσα στο οποίο θα πρέπει να κινηθεί.

Το περιεχόμενο του βιβλίου

Η ύλη χωρίζεται σε δύο τόμους και αντιστοιχεί σε δύο εξάμηνα διδασκαλίας. Τα περισσότερα κεφάλαια περιλαμβάνουν εισαγωγικά στοιχεία για γνωστικές περιοχές οι οποίες, από μόνες τους, θα μπορούσαν να αποτελέσουν ένα μάθημα δύο εξαμήνων. Όμως, είναι απόλυτα απαραίτητα τα στοιχεία αυτά για την επεξεργασία των σύνθετων ψυφιακών έργων που εξετάζει το παρόν βιβλίο.

Ο πρώτος τόμος εισάγει τον αναγνώστη στο ψηφιακό περιβάλλον, μέσα στο οποίο δημιουργούνται και παρουσιάζονται τα ψηφιακά έργα τέχνης. Περιγράφει το σύγχρονο εργαστήριο, καθώς και τα εργαλεία της ψηφιακής τέχνης, τον χώρο επικοινωνίας, αρχειοθέτησης και επεξεργασίας, καθώς και τον χώρο στον οποίο προβάλλονται τα ψηφιακά έργα τέχνης. Παρουσιάζει, δηλαδή, μια καταγραφή του περιβάλλοντος, το οποίο θα πρέπει να κατανοήσει και στο οποίο θα πρέπει να ζήσει ο νέος καλλιτέχνης, ο οποίος θα ενδιαφερθεί να εκφραστεί με αυτά τα μέσα. Παρουσιάζει, επίσης, μια γενεαλογία των τεχνολογικών μέσων αναπαράστασης, αναλύει τα ειδικά χαρακτηριστικά των αναλογικών και ψηφιακών τεχνικών και την επιρροή τους στην αισθητική και στην επικοινωνία. Τέλος, περιγράφει και αναλύει τα διαφορετικά είδη των ψηφιακών μορφών τέχνης, τις δομές που αναπτύσσονται τόσο για τη δημιουργία όσο και για την παρουσίαση και προβολή τους.

Ο δεύτερος τόμος παρουσιάζει και αναλύει όλα τα στάδια για τη δημιουργία ενός ψηφιακού έργου, από τη σύλληψη της ιδέας, την οργάνωσή της, την προεργασία, τα τεχνολογικά και αισθητικά ζητήματα. Στη συνέχεια, παρουσιάζει με λεπτομέρεια όλα τα στάδια της παραγωγής με παραδείγματα, αναφορές και πίνακες. Αναλύει τις ειδικές περιπτώσεις που αφορούν την ψηφιακή τέχνη, καθώς και τα νέα περιβάλλοντα για την συνεργασία, ενημέρωση και παρουσίαση του έργου ψηφιακής τέχνης.

Κάθε κεφάλαιο είναι ανεξάρτητο αλλά, ταυτόχρονα, συνδέεται άμεσα με άλλα κεφάλαια του βιβλίου, όπως εξάλλου και οι περισσότερες διεργασίες στις ψηφιακές τέχνες. Γι' αυτόν τον λόγο, υπάρχουν μικρές επαναλήψεις και αρκετές αναφορές στα περιεχόμενα του ίδιου του βιβλίου, οι οποίες, λόγω της ψηφιακής του δομής, μπορούν οι ίδιες να εντάσσονται στην ύλη του κάθε κεφαλαίου. Κάθε κεφάλαιο, αποτελεί μια σχεδόν αυτόνομη περιοχή, στην οποία θα μπορούσε να εμβαθύνει ο ενδιαφερόμενος.

Λόγω ακριβώς της ψηφιακής υπόστασης του βιβλίου επιδιώξαμε να υπάρχουν πολλές αναφορές από το Διαδίκτυο, ώστε ο αναγνώστης να έχει άμεση πρόσβαση σ' αυτές. Μετά από μελέτη στις εγκυκλοπαίδειες, που βρίσκονται πλέον όλες στο Διαδίκτυο, διαπιστώθηκε ότι η Wikipedia είναι η μόνη που αναλύει με σύγχρονη γλώσσα τις νέες έννοιες και αναφέρεται σε σύγχρονες εμπειρίες, γιατί, ουσιαστικά, γράφεται από τους χρήστες και τους άμεσα ενδιαφερομένους του εκάστοτε αντικειμένου ή έννοιας. Γι' αυτόν τον λόγο, αρκετές από τις αναφορές προέρχονται από εκεί. Επίσης, η αξιοποίηση της Wikipedia αποτελεί μια συνειδητή επιλογή καθώς, όπως διαφαίνεται σε όλη την έκταση του βιβλίου, υποστηρίζουμε τέτοιες συνεργατικές δραστηριότητες οι οποίες αναπτύσσονται στον Διαδικτυακό χώρο. Βέβαια, επισημαίνεται στον αναγνώστη, ότι η χρήση της Wikipedia δεν πρέπει να αποτελεί τη μοναδική οδό διερεύνησης και συγκρότησης μιας ερευνητικής πρότασης, αλλά να λειτουργεί συμπληρωματικά με την εις βάθος μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας, πράγμα το οποίο εφαρμόζεται άμεσα στο παρόν βιβλίο. Στο πλαίσιο αυτό, στο τέλος κάθε κεφαλαίου, όπου θεωρήσαμε αναγκαίο, παραθέτουμε, για κάποιον που θα ήθελε να εμβαθύνει, τη σχετική

βιβλιογραφία αποτελούμενη από σύγχρονα ή παλαιότερα βιβλία και επιστημονικά άρθρα, συμπεριλαμβανομένων και κειμένων των συγγραφέων του βιβλίου.

Προσπαθήσαμε να πειραματιστούμε και να αξιοποιήσουμε όλες τις δυνατότητες που παρέχει η τεχνολογία του ebook, όπως η διάδραση με τον αναγνώστη μέσω λειτουργιών στη γλώσσα Javascript, σε συνδυασμό με το πρότυπο HTML5. Καθώς οι τρέχουσες υλοποιήσεις των εργαλείων ανάγνωσης (epub readers) υποστηρίζουν διαφορετικά επίπεδα αυτών των δυνατοτήτων διάδρασης, προτείνουμε στον αναγνώστη να χρησιμοποιήσει ένα συμβατό εργαλείο (π.χ. το Viewporter ή το Readium της Google τα οποία υποστηρίζουν λειτουργίες της HTML5), προκειμένου να μπορεί να βιώσει πλήρως αυτές τις δυνατότητες. Στην περίπτωση που δεν είναι δυνατή η πρόσβαση σ' ένα τέτοιο εργαλείο, περιγράφουμε έναν εναλλακτικό τρόπο εκτέλεσης των διαδραστικών παραδειγμάτων (οι σχετικές οδηγίες δίνονται στο σημείο όπου αναπτύσσεται το εκάστοτε παράδειγμα).

Οι συντελεστές του βιβλίου

Η ύλη του βιβλίου προέρχεται από την εκπαιδευτική εμπειρία του εργαστηρίου Πολυμέσων - Υπερμέσων που ξεκίνησε τις δραστηριότητές του το 2000, καθώς και από τις εργασίες της άτυπης ερευνητικής ομάδας του για τον ψηφιακό πολιτισμό, η οποία δραστηριοποιείται την τελευταία δεκαετία στο εργαστήριο, αποτελούμενης από τους συνεργάτες και συν-συγγραφείς Δρ. Σταυρούλα Ζώη, Δρ. Νεφέλη Δημητριάδη, Ταξιάρχη Διαμαντόπουλο, καθώς και από άλλους συνεργάτες, παλιούς και νέους, όπως (με σειρά χρονικής εξέλιξης): Χρήστο Προσσύλη, παλιό διδάσκοντα στο εργαστήριο, σήμερα διευθυντή του London Greek Film Festival, Κωνσταντίνο Τηλιγάδη, παλιό διδάσκοντα στο εργαστήριο, σήμερα επίκουρο καθηγητή στο Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Βίκη Μπέτσου, επίκουρη καθηγήτρια στην ΑΣΚΤ, διδάσκει στο εργαστήριο Βίντεο Τέχνη. Από τις ερευνητικές εργασίες και συνεργασίες του εργαστηρίου προήλθε το Ελληνογαλλικό Μάστερ «Τέχνη, εικονική πραγματικότητα και πολυχρηστικά συστήματα καλλιτεχνικής έκφρασης» το οποίο έχει συμβάλει ιδιαίτερα στη συγγραφή του βιβλίου και κυρίως οι διδάσκοντες και συνεργαζόμενοι στην εκπαιδευτική ομάδα: Δημήτρης Παπαλεξοπουλος, καθηγητής στο τμήμα Αρχιτεκτονικής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ), Τάσος Κανέλος και Άννα Λάσκαρη, υποψήφιοι διδάκτορες στην ίδια Σχολή, Βασίλης Βλασταράς, επίκουρος καθηγητής στο Εικαστικό Τμήμα της ΑΣΚΤ, Θανάσης Μουτσόπουλος, αναπληρωτής καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Κρήτης, και Κωνσταντίνος Βασιλείου, διδάσκων στην ΑΣΚΤ και στο Πανεπιστήμιο Κρήτης, Φαίη Ζήκα, αναπληρώτρια καθηγήτρια στο Τμήμα Θεωρίας και Ιστορίας της Τέχνης της ΑΣΚΤ, Ασημίνα Κανιάρη, λέκτορας στο Τμήμα Θεωρίας και Ιστορίας της Τέχνης της ΑΣΚΤ, Ζάφος Ξαγοράρης, αναπληρωτής καθηγητής στο Εικαστικό Τμήμα της ΑΣΚΤ, Άντα Διάλλα, επίκουρη καθηγήτρια στο Τμήμα Θεωρίας και Ιστορίας της Τέχνης της ΑΣΚΤ, Γιάννης Κονταράτος, επίκουρος καθηγητής στο Εικαστικό Τμήμα της ΑΣΚΤ.

Επίσης, σημαντική ήταν η εκπαιδευτική εμπειρία του Μάστερ της ΑΣΚΤ «Ψηφιακές μορφές Τέχνης» και η συνεργασία για την οργάνωσή του με τον Γιώργο Χαρβαλιά, καθηγητή στο Εικαστικό Τμήμα της ΑΣΚΤ και τους διδάσκοντες στο παραπάνω μεταπτυχιακό, Θανάση Ρεντζή, Φώτη Ραφτόπουλο, Δημήτρη Γκινοσάτη και Διονύση Καββαθά, επίκουρου καθηγητή της Φιλοσοφίας και Αισθητικής των Μέσων στο Πάντειο Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Πολύτιμη, ακόμη, ήταν η συνεργασία, στο Ελληνογαλλικό Μάστερ «Πληροφορική, σύνθεση εικόνας και σχεδιασμός γραφικών», ανάμεσα στο ΑΤΕΙ Αθήνας και το Πανεπιστήμιο της Λιμόζ, και οι συζητήσεις με τον Επιστημονικό του Υπεύθυνο, τον καθηγητή Γιώργο Μιαούλη και τους διδάσκοντες Γιώργο Μπαρδή, καθηγητή εφαρμογών και Δημήτρη Μακρή, επίκουρο καθηγητή, καθώς και με τον Δημήτρη Πλεμένο, ομότιμο καθηγητή του Πανεπιστημίου της Λιμόζ και διοργανωτή του διεθνούς συνεδρίου *3IA Computer Graphics and Artificial Intelligence*.

Για τη συγγραφή του βιβλίου ανεκτίμητη υπήρξε η συνεργασία με το τμήμα ΑΤΙ του Πανεπιστημίου Paris 8 και τους καθηγητές του Herve Huitric, Monique Nahas, Michele Bret, Marie-Helene Tramus, Chu-Yin Chen, Alain Lioret, Cedric Plessiet, αλλά και η πολυετής έρευνα, μέσω προγραμμάτων Intensive Programme του Έρασμος, που συνέβαλλε και στη δημιουργία του Ελληνογαλλικού Μάστερ «Τέχνη, εικονική πραγματικότητα και πολυχρηστικά συστήματα καλλιτεχνικής έκφρασης» ανάμεσα στην ΑΣΚΤ και το Paris-8.

Καθοριστικός, επίσης, ήταν ο δημιουργικός διάλογος για θέματα τέχνης και εκπαίδευσης με όλους τους συναδέλφους της ΑΣΚΤ.

Στοιχεία του βιβλίου προέρχονται από τις εμπειρίες του κύριου συγγραφέα, Μάνθου Σαντοριναίου, από το Τμήμα για τον Ψηφιακό Πολιτισμό του Κέντρου για τον σύγχρονο Πολιτισμό Ιλεάνα Τούντα, από το Κέντρο για τον Ψηφιακό Πολιτισμό Φούρνος στην ίδρυση και λειτουργία του οποίου συμμετείχε, από το Centre de Recherche Pierre Schaeffer (CICV), καθώς και από τη μακρόχρονη φιλία με τον καλλιτέχνη Robert Cahen, τους καθηγητές του Πανεπιστημίου Paris 8 και διακεκριμένους θεωρητικούς του χώρου Frank Popper και Edmont Gouchot.

Επίσης, το παρόν έγινε με τη συμμετοχή και τη δημιουργική επαφή με τους προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές των ακαδημαϊκών ετών 2013-14 και 2014-15, και κυρίως με τον Γιάννη Μπαρδάκο, που συμμετέχει στη συγγραφική ομάδα, και ο οποίος είναι απόφοιτος του Ελληνογαλλικού Μάστερ και αυτήν τη στιγμή υποψήφιος διδάκτορας και διδάσκων στο συνεργαζόμενο Πανεπιστήμιο, το Paris 8.

Πολλά από τα παραδείγματα που αναφέρονται στο βιβλίο είναι εργασίες και καλλιτεχνικά έργα τα οποία έχουν δημιουργηθεί είτε από καθηγητές, είτε από φοιτητές, είτε έχουν πραγματοποιηθεί μέσα από μια εκπαιδευτική διαδικασία στο εργαστήριο. Αυτό δεν σημαίνει ότι θεωρούμε σημαντικότερα αυτά τα έργα από αλλά υπάρχοντα, αλλά χρησιμοποιούνται για τέσσερεις λόγους: α) έχουμε στη διάθεση μας ένα μεγάλο υλικό τόσο για τα ίδια τα έργα, όσο και για τη διαδικασία παραγωγής τους, β) έχουμε τα δικαιώματα για τη χρησιμοποίηση του συγκεκριμένου υλικού, γ) γνωρίζουμε σε βάθος όλη τη διαδικασία παραγωγής τους και, βέβαια, δ) πιστεύουμε στην ποιότητά τους.

Οι αναγνώστες – χρήστες – πιθανοί συνεργάτες

Θεωρούμε ότι ο κάθε αναγνώστης και χρήστης αυτού του υλικού θα μπορούσε έμμεσα να συμμετέχει στην άτυπη ομάδα δημιουργίας του, δεδομένου ότι η υπόσταση του ψηφιακού υποστρώματος του βιβλίου του επιτρέπει να εξελίσσεται αέναα. Για τον λόγο αυτό, είναι ευπρόσδεκτη κάθε επικοινωνία με τη συγγραφική ομάδα, σχετικά με αντιρρήσεις, ή επισήμανση παραλείψεων. Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα του ηλεκτρονικού βιβλίου είναι ότι είναι ένας ζωντανός οργανισμός, έχει τη δυνατότητα να διορθώνεται, να αναβαθμίζεται και να εμπλουτίζεται. Αυτό θα γίνει και με τη συμβολή των αναγνωστών. Μη διστάσετε, λοιπόν, να επικοινωνήσετε με τη συγγραφική ομάδα (στο santorineos@asfa.gr) για να αποστείλετε επισημάνσεις ή κείμενα σχετικά με τα περιεχόμενα του βιβλίου. Είναι επιθυμητό να αναφέρετε τα στοιχεία σας (όνομα, ιδιότητα), καθώς και το κεφάλαιο στο οποίο απευθύνεται η συνεισφορά σας. Στο ιστολόγιο του βιβλίου εδώ, θα αναρτάται μέρος των κειμένων των αναγνωστών.

Το βιβλίο αυτό διατίθεται δωρεάν στους φοιτητές των ελληνικών Ανώτατων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων, μέσω του Αποθετηρίου Ανοικτής Πρόσβασης του Σ.Ε.Α.Β. Η αξιοποίηση του περιεχομένου του τόσο για εκπαιδευτικούς, όσο και για ερευνητικούς σκοπούς, είναι επιθυμητή, στο πλαίσιο σεβασμού της άδειας Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Όχι Παράγωγα Έργα 3.0. Η συμπερίληψη του συγγράματος αυτού στη βιβλιογραφία γίνεται ως εξής: Σαντοριναίος Μ., Ζώη Σ., Δημητριάδη Ν., Διαμαντόπουλος Τ., Μπαρδάκος Γ., *Από τις σύνθετες τέχνες στα υπερμέσα και τους νέους εικονικούς - δυνητικούς χώρους. Ένα εγχειρίδιο για τον καλλιτέχνη που ασχολείται με την ψηφιακή τέχνη. Τόμος Α* (ηλεκτρονικό βιβλίο), Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, 2016, διαθέσιμο στο https://repository.kallipos.gr/handle/11419/6076.

Η συγγραφική ομάδα και οι συντελεστές υλοποίησης

Κύριος συγγραφέας: Μάνθος Σαντοριναίος, Αναπληρωτής Καθηγητής ΑΣΚΤ, Επιστημονικός Υπεύθυνος του Ελληνογαλλικού Μάστερ «Τέχνη, Εικονική πραγματικότητα και πολυχρηστικά συστήματα καλλιτεχνικής έκφρασης».

Συν-συγγραφείς: Δρ. Σταυρούλα Ζώη, Δρ. Νεφέλη Δημητριάδη, Ταξιάρχης Διαμαντόπουλος, Διδάσκοντες Ειδικής Κατηγορίας στο Εργαστήριο Πολυμέσων – Υπερμέσων και στο Ελληνογαλλικό Μάστερ «Τέχνη, Εικονική πραγματικότητα και πολυχρηστικά συστήματα καλλιτεχνικής έκφρασης», Γιάννης Μπαρδάκος, Υποψήφιος Διδάκτορας και Διδάσκων στο Paris-8, Τμήμα Τέχνης και Τεχνολογίας της Εικόνας (ATI).

Κριτικός αναγνώστης: Δρ. Δημήτρης Μακρής, Επίκουρος Καθηγητής ΤΕΙ Αθηνών.

Γραφιστική επιμέλεια: Άννα Μελή, Εικαστικός, απόφοιτος του Εικαστικού Τμήματος της ΑΣΚΤ και του Ελληνογαλλικού Μάστερ «Τέχνη, Εικονική πραγματικότητα και πολυχρηστικά συστήματα καλλιτεχνικής έκφρασης».

Γλωσσική επιμέλεια: Ζωή Πανταζή, Φιλόλογος – Δασκάλα.

Διαμόρφωση της ηλεκτρονικής έκδοσης του βιβλίου (ebook): Άννα Μελή, Σταυρούλα Ζώη.

Σύντομα βιογραφικά των συντελεστών

Δρ. Μάνθος Σαντοριναίος

Καλλιτέχνης των νέων μέσων, ερευνητής. Διευθυντής του Ελληνογαλλικού Μάστερ «Τέχνη, Εικονική Πραγματικότητα και πολυχρηστικά συστήματα καλλιτεχνικής έκφρασης», ΑΣΚΤ-Univ. Paris 8. Υπεύθυνος του μαθήματος «Πολυμέσα, Υπερμέσα και Βίντεο Τέχνη» της ΑΣΚΤ. Συμμετέχει επίσης στο Μάστερ της ΑΣΚΤ «Ψηφιακές Μορφές Τέχνης». Έχει Διδακτορικό στην Αισθητική, Τέχνη και Τεχνολογία της Εικόνας, Μεταπτυχιακό δίπλωμα στην Τέχνη της Εικόνας και Σύγχρονη Τέχνη (Univ. Paris 8), και Δίπλωμα Εικαστικού (École Nationale Supérieure des Beaux-Arts).

Δραστηριοποιείται σε πρακτικό και θεωρητικό επίπεδο σε θέματα που αφορούν τον Ψηφιακό Πολιτισμό.

Έχει σκηνοθετήσει ταινίες και εκπομπές για την τηλεόραση (1985 – 95). Τα έργα της πρώτης καλλιτεχνικής του περιόδου ανήκουν στον χώρο της βίντεο τέχνης και του πολυθεάματος, ενώ τα έργα της δεύτερης καλλιτεχνικής του περιόδου ανήκουν στον χώρο των διαδραστικών εγκαταστάσεων, της εικονικής πραγματικότητας και των δικτύων. Τα έργα αυτά έχουν παρουσιασθεί σε Φεστιβάλ και Μουσεία στην Ελλάδα και το εξωτερικό.

Έχει ασχοληθεί ερευνητικά με τον ψηφιακό πολιτισμό και έχει πρωτοστατήσει στην εξάπλωσή του στην Ελλάδα με τη δημιουργία ειδικών χώρων (*Τμήμα Τέχνης και Τεχνολογίας* στο Κέντρο Σύγχρονης Τέχνης Ιλεάνα Τούντα (1987), *Κέντρο για τον Ψηφιακό Πολιτισμό Φούρνος* (1992), *Εργαστήριο Πολυμέσων-Υπερμέσων* ΑΣΚΤ (2000)) καθώς και με την δημιουργία συνεδρίων, σεμιναρίων και φεστιβάλ (Διεθνή Φεστιβάλ Τέχνης και Τεχνολογίας Mediaterra).

Έχει συμμετάσχει σε συνέδρια σχετικά με το παραπάνω αντικείμενο, επίσης έχει επιμεληθεί τον κατάλογο *Games Realities* (Mediaterra 06) και έχει γράψει το βιβλίο *De la civilisation du papier à la civilisation du numérique* (Από τον πολιτισμό του χαρτιού στον ψηφιακό πολιτισμό), Παρίσι:Harmattan, 2008.

Το 2013 τιμήθηκε από τη Γαλλική Δημοκρατία με το παράσημο της Τάξης του Ακαδημαϊκού Φοίνικα.

Δρ. Σταυρούλα Ζώη

Η Δρ. Σταυρούλα είναι μέλος Ε.ΔΙ.Π. της ΑΣΚΤ από το 2004, όπου ασκεί εκπαιδευτικό και επιστημονικό έργο, τόσο σε προπτυχιακό (Εργαστήριο Πολυμέσων-Υπερμέσων), όσο και σε μεταπτυχιακό επίπεδο (ΠΜΣ «Ψηφιακές Μορφές Τέχνης» και Ελληνογαλλικό Μάστερ «Τέχνη, Εικονική Πραγματικότητα και Πολυχρηστικά Συστήματα Καλλιτεχνικής Έκφρασης»).

Είναι απόφοιτος του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων (1997) και Διδάκτωρ της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών ΗΥ του ΕΜΠ (2003).

Η επιστημονική της δραστηριότητα στην ΑΣΚΤ αφορά την αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών στην καλλιτεχνική εκπαίδευση και δημιουργία (π.χ. σύνθετες πλατφόρμες υποστήριξης υβριδικών καλλιτεχνικών έργων, εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα, διαδικτυακές εφαρμογές, προγραμματισμός σωματικής διάδρασης ανθρώπου-ψηφιακού έργου, υπολογιστικές και προγραμματιστικές μέθοδοι ανάπτυξης κίνησης σε εικονικό περιβάλλον).

Έχει συμμετάσχει στη διοργάνωση και υλοποίηση διεθνών σεμιναρίων της ΑΣΚΤ με άλλες Σχολές Τέχνης και Πανεπιστήμια του εξωτερικού, στα οποία αναπτύχθηκαν ιδέες και εργαλεία με έμφαση στη συνεργατική καλλιτεχνική εκπαίδευση, μέσω διαδικτυακών εικονικών περιβαλλόντων.

Τα ερευνητικά της ενδιαφέροντα εστιάζουν στην τομή ανάμεσα στην τεχνολογική σκέψη και τη δημιουργική καλλιτεχνική έκφραση, με στόχο την ανάδειξη καινοτόμων εφαρμογών και εργαλείων έρευνας. Από την πρώτη της επαφή με την ΑΣΚΤ, ανέπτυξε με τον Μάνθο Σαντοριναίο έναν ισότιμο διάλογο ανάμεσα στην Τέχνη και την ψηφιακή τεχνολογία, με έμφαση στον προγραμματισμό ως δημιουργική πράξη και στη σύνθεση τεχνολογικών πλατφορμών για την υποστήριξη σύνθετων καλλιτεχνικών δράσεων.

Μέρος της έρευνας αυτής ενσωματώνεται στο παρόν βιβλίο, ενώ έχει παρουσιαστεί σε διεθνή συνέδρια, εκθέσεις και φεστιβάλ.

Δρ. Νεφέλη Δημητριάδη

Η Δρ. Νεφέλη Δημητριάδη είναι εικαστικός, καλλιτέχνης πολυμέσων, ερευνήτρια και παραγωγός οπτικοακουστικών έργων και περιβαλλόντων εικονικής πραγματικότητας.

Έχει Διδακτορικό στην Αισθητική, Τέχνη και Τεχνολογία της Εικόνας, Μεταπτυχιακό δίπλωμα στην Τέχνη της Εικόνας και Σύγχρονη Τέχνη (Univ. Paris 8), και Δίπλωμα Εικαστικού (Σχολή Καλών Τεχνών, ΑΠΘ).

Έχει πενταετή διδακτική εμπειρία ως διδάσκουσα Π.Δ. 407 στην ΑΣΚΤ Αθηνών (Ελληνογαλλικό Μάστερ «Τέχνη, Εικονική πραγματικότητα και πολυχρηστικά συστήματα καλλιτεχνικής έκφρασης», ΑΣΚΤ-Univ. Paris 8 & μάθημα Πολυμέσων) και έχει παραδώσει σεμινάρια στο Univ. Paris 8 και στο Τμήμα Πληροφορικής του ΤΕΙ Αθηνών.

Είναι συντονίστρια δια-πανεπιστημιακών προγραμμάτων και θερινών πανεπιστημίων και, επίσης, έχει εργαστεί σε ερευνητικά προγράμματα.

Έχει συμμετάσχει σε διεθνείς εκθέσεις και φεστιβάλ (Computational Aesthetics 2010 - British Computer Society, Μπιενάλε Νέων Καλλιτεχνών Μεσογείου κ.ά.) και διεθνή συνέδρια, ενώ άρθρα της έχουν δημοσιευτεί σε επιστημονικά έντυπα (IEEE VR 2015, Arles, 7th IEEE ICALT 2007, Niigata, 2nd Balcan Conference on Informatics 2005 κ.ά.).

Έχει πενταετή επαγγελματική εμπειρία ως σκηνοθέτης σε διεθνείς παραγωγές και είναι Διευθύντρια της ΝΟΥΣ - παραγωγές οπτικοακουστικών έργων και περιβαλλόντων εικονικής πραγματικότητας.

Ταξιάρχης Διαμαντόπουλος

Ο Ταξιάρχης Διαμαντόπουλος (Αθήνα, 1965) είναι Μηχανικός Πληροφορικής (τμήμα Πληροφορικής,ΤΕΙ Αθήνας), με μεταπτυχιακές σπουδές στη Μουσική Τεχνολογία (MSc in Music Technology, University of York, UK).

Έχει διδάξει για επτάμισι έτη *Σύνθεση Ήχου* και *Προγραμματισμό για Μουσικές Εφαρμογές* στο τμήμα Μουσικής Τεχνολογίας & Ακουστικής του ΤΕΙ Κρήτης (2000-2008). Από το 2007 διδάσκει *Ψηφιακές Εφαρμογές Ήχου* στην ΑΣΚΤ, στο εργαστήριο Πολυμέσων - Υπερμέσων, καθώς και στο ΠΜΣ «Ψηφιακές Μορφές Τέχνης». Από το 2012-13 διδάσκει επίσης και στο ΠΜΣ «Τέχνη, Εικονική Πραγματικότητα και Πολυχρηστικά Συστήματα Καλλιτεχνικής Έκφρασης», το οποίο πραγματοποιείται από κοινού από την ΑΣΚΤ και το Πανεπιστήμιο Paris -8 (UFR Arts, Philosophie, Esthétique – Arts et Technologies de l'Image).

Έχει συγγράψει δύο βιβλία: *Προγραμματισμός & Σύνθεση Ήχου* (Έλλην, 2004) και *Η Μουσική των Υπολογιστών* (Ίων, 2014).

Κύρια ερευνητικά και καλλιτεχνικά ενδιαφέροντα: Σύνθεση Ήχου, Πολυκάναλα Ηχητικά Περιβάλλοντα, διαχείριση δεδομένων/μεταδεδομένων σε πολυμεσικές εφαρμογές.

Γιάννης Μπαρδάκος

Ο Γιάννης Μπαρδάκος γεννήθηκε στην Αθήνα το 1976. Μετά τις σπουδές σε θεωρητικά και εφαρμοσμένα Μαθηματικά στο Πανεπιστήμιο Αθηνών ενεπλάκη με την σταθερή και κινούμενη εικόνα φοιτώντας στη σχολή εφαρμοσμένων τεχνών Ορνεράκη. Δούλεψε για ως εικονογράφος και σκιτσογράφος τον έντυπο και ηλεκτρονικό τύπο χρησιμοποιώντας ψηφιακά μα και παραδοσιακά μέσα.

Παράλληλα ασχολήθηκε με τα κινούμενα σχέδιο, συνεργαζόμενος με εταιρείες παραγωγής, ανεξάρτητους σκηνοθέτες και διαφημιστικές εταιρείες σε Ελλάδα και εξωτερικό σε όλα τα στάδια της προπαραγωγής (storyboard, character design, layouts) αλλά και της τελικής παραγωγής (rough animation, inbetween, ink&paint).

Ολοκλήρωσε σπουδές στη Μαδρίτη με θέμα το ψηφιακό τρισδιάστατο κινούμενο σχέδιο και ασχολήθηκε με την παραγωγή και την σκηνοθεσία ταινιών κινουμένων σχεδίων για διαφήμιση, σινεμά και ντοκιμαντέρ στις εταιρείες Jam, Play NORTH και These στις οποίες ήταν συνιδρυτής και καλλιτεχνικός διευθυντής.

Ολοκλήρωσε μεταπτυχιακές σπουδές στο Ελληνογαλλικό Μάστερ Ελληνογαλλικό Μάστερ «Τέχνη, εικονική πραγματικότητα και πολυχρηστικά συστήματα καλλιτεχνικής έκφρασης», ανάμεσα στην ΑΣΚΤ και το Πανεπιστήμιο Paris 8, όπου ασχολήθηκε με την αλγοριθμική διαδραστική αφήγηση την τέχνη και τα μαθηματικά.

Ο Γιάννης Μπαρδάκος ζει και εργάζεται στο Παρίσι όπου είναι υποψήφιος διδάκτορας των πανεπιστημίων Paris 8 και της ΑΣΚΤ

Δρ. Δημήτριος Μακρής

Ο Δρ. Δ. Μακρής είναι Επίκουρος καθηγητής στο τμήμα *Εσωτερικής Αρχιτεκτονικής, Διακόσμησης & Σχεδιασμού Αντικειμένων*, του ΤΕΙ Αθηνών. Τα επιστημονικά – ερευνητικά του ενδιαφέροντα αφορούν τον Σχεδιασμό με υποστήριξη υπολογιστή, Αντίστροφο Σχεδιασμό, Μοντελοποίηση Αισθητικής Γνώσης, Δηλωτική Σύνθεση Σκηνών, Τεχνητή Νοημοσύνη. Διδάσκει *Σχεδιαστική Μεθοδολογία μέσω Η/Υ*, *Διακοσμητικές Εφαρμογές/Πλαστικός Σχεδιασμός*. Στο τμήμα *Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης*, διδάσκει *Αποτυπώσεις Αντικειμένων & Μνημείων ΙΙ*. Είναι διδάκτωρ Πληροφορικής του πανεπιστήμιου της Limoges, και MSc στην Αρχιτεκτονική (Υπολογιστική και Σχεδιασμός) από το πανεπιστήμιο East London, ως υπότροφος του ΙΚΥ. Έχει διατελέσει ερευνητής στο ερευνητικό πρόγραμμα ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ 2004-07 «Ανάπτυξη Ευφυών Συστημάτων Υποστήριξης Σχεδιασμού Προϊόντων–Open-MultiCAD», στο έργα ΕΠΕΑΕΚ «Ενίσχυση Σπουδών Πληροφορικής στο ΤΕΙ Αθήνας» 2007-08, τμήμα Πληροφορικής, και «Αναμόρφωση προγράμματος σπουδών τμήματος Διακοσμητικής μέσω αναβάθμισης της εργαστηριακής τεχνογνωσίας & γνωσιοθεωρίας» 2003-05 τμήμα ΕΑΔΣΑ.

Άννα Μελή

Η Άννα Μελή γεννήθηκε το 1986 στην Αθήνα.

Το 2010 αποφοίτησε από το Τμήμα Ζωγραφικής της ΑΣΚΤ, ενώ το 2015 ολοκλήρωσε τις μεταπτυχιακές της σπουδές στο Ελληνογαλλικό Μάστερ «Τέχνη, Εικονική Πραγματικότητα & Πολυχρηστικά Συστήματα Καλλιτεχνικής Έκφρασης», ανάμεσα στην Ανώτατη Σχολή Καλών Τεχνών και το Πανεπιστήμιο Paris 8.

Το καλλιτεχνικό της έργο εντάσσεται στον πειραματισμό για τις διαφορετικές μορφές και μέσα λεκτικής και εικονικής αφήγησης.

Έχει δημιουργήσει μία σειρά από καλλιτεχνικά βιβλία όπως το βιβλίο «Θέλεις να πας μακριά», με αφορμή τη διαδραστική εγκατάσταση θεατρικό «Το ένδυμα», Θέατρο Φούρνος 2012, το βιβλίο «Μαυρόασπρες Σκέψεις» με κεραμικό εξώφυλλο που τυπώθηκε στην ΑΣΚΤ τον Φεβρουάριο του 2009, το βιβλίο «Melia_in_Berlin» που δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος Έρασμος, στη Σχολή Weissensee, στο Βερολίνο, το 2008.

Έχει συμμετάσχει, με προσωπικά και ομαδικά έργα, σε διάφορες διεθνείς εκθέσεις, όπως το Salon du Livre (2015) στο Παρίσι, το Φεστιβάλ Ars Electronica (2015) στο Linz της Αυστρίας, το Φεστιβάλ Μηδέν στο ιστορικό κέντρο της Καλαμάτας (Ιούλιος 2014), την έκθεση IEEE VR (2015) στην Arles, τον 53ο διαγωνισμό Καλλιτεχνικής Κεραμικής στην Αθήνα το 2015, την έκθεση Meditation_on_eBOOK» (2011) στο Κέντρο Πολιτισμού Ελληνικός Κόσμος, στην Αθήνα, την έκθεση «Ό,τι: Η τέχνη του Βιβλίου στην Ανώτατη Σχολή Καλών Τεχνών» (2011), στο Μουσείο Κυκλαδικής Τέχνης της Αθήνας, ενώ το θέμα της μεταπτυχιακής της έρευνας με τίτλο «Το καλλιτεχνικό βιβλίο στον τρισδιάστατο εικονικό χώρο» παρουσιάστηκε στο 2ο Διεθνές Συνέδριο «Δημιουργική Γραφή», στο Ιόνιο Πανεπιστήμιο το 2015.

Από το 2012 ασχολείται με την παραγωγή παιχνιδιών από πηλό και συνεργάζεται με ελληνικά μουσεία όπως το Μουσείο Κυκλαδικής Τέχνης, το νέο Μουσείο της Ακρόπολης και του Ταμείου Αρχαιολογικών Πώρων. Από το 2015 έχει την καλλιτεχνική διεύθυνση του Artemis Studio στην Ικαρία.

Ζωή Πανταζή

Η Ζ. Πανταζή είναι κάτοχος πτυχίων Φιλολογίας (1998) και Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (2005) από το Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Από το 2006 εργάζεται ως δασκάλα σε δημόσια δημοτικά σχολεία. Έχει πιστοποίηση δεξιοτήτων και γνώσεων στις Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών από το Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων.

Κεφάλαιο 1. Γενεαλογία των μέσων

Σύνοψη

Γίνεται παρουσίαση της εξέλιξης των τεχνολογικών μέσων αναπαράστασης. Η προβληματική της παρουσίασης βασίζεται στην ανάπτυξη μιας γενεαλογίας των μέσων τα οποία, όπως σε κάθε περίπτωση εμφάνισης νέου μέσου, παρουσιάζουν έναν υβριδισμό με έντονες επιρροές τόσο στην Τέχνη όσο και στον Πολιτισμό. Εξετάζονται οι τρεις μεγάλες αλλαγές σε σχέση με την αναπαράσταση της πραγματικότητας: Α. Μηχανική (φωτογραφία, κινηματογράφος), Β. Ηλεκτρονική (τηλεόραση, ραδιόφωνο, βίντεο), Γ. Ψηφιακή (τρισδιάστατη σχεδίαση, διαδραστικά μέσα, Διαδίκτυο). Παρουσιάζονται τα ειδικά χαρακτηριστικά της κάθε τέχνης (εικόνα, χώρος, ήχος, δράση), οι συνδυαστικές τέχνες και οι βασικές αρχές για μια οντολογική ανάλυση της υπόστασης της παραγόμενης εικόνας με μηχανικό τρόπο. Δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην κατανόηση των ειδικών χαρακτηριστικών του κάθε μέσου και στη μεθοδολογία αναπαράστασης, αποθήκευσης, επεξεργασίας και μετάδοσης του περιεχομένου, ως στοιχεία που επιδρούν άμεσα στην αισθητική και στον τρόπο αντίληψης των καλλιτεχνικών έργων που παράγουν.

1.1 Η μεγάλη σύγχυση

Υπάρχει μια σύγχυση τα τελευταία χρόνια ως προς την κατάταξη των καλλιτεχνικών έργων, ανάλογα με την τεχνολογία αναπαράστασης. Αυτό δημιουργεί διάφορα προβλήματα τόσο σε σχέση με τη μελέτη ενός έργου και μια θεωρητική ερμηνεία του, όσο και σε σχέση με την παραγωγή του και κυρίως την οργάνωση της εσωτερικής δομής του. Ο Lev Manovich στο βιβλίο του *The Language of New Media* [11] φέρνει ένα παράδειγμα γι' αυτήν τη σύγχυση, με αφορμή μια αναλογική φωτογραφία - η οποία σαρώνεται, εισάγεται στον υπολογιστή, επεξεργάζεται και, αντίστοιχα, χρησιμοποιείται μέσα σε ένα βιβλίο - μια ιστοσελίδα και μια προβολή βίντεο. Τελικά, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι κατατάσσουμε συνήθως ένα έργο όχι τόσο σε σχέση με την υπόσταση ή την επεξεργασία του, αλλά σε σχέση με την τελική μορφή του.

Ιδιαίτερα οι νεότερες γενιές, οι οποίες δεν έχουν παρακολουθήσει την εξέλιξη της οπτικοακουστικής δημιουργίας από το φιλμ στο βίντεο και, τέλος, στον υπολογιστή και όλα τα μέσα αναπαράστασης που διαθέτουν είναι ψηφιακά, αδυνατούν να κατανοήσουν και να αξιοποιήσουν ουσιαστικά τις ιδιαίτερες δομές κάθε μέσου.

Υπάρχει ένα άλλο βασικό στοιχείο το οποίο έχει συντελέσει σε αυτήν την κατάσταση και κυρίως στην παρεξήγηση της ψηφιακής τέχνης. Είναι η υπόσταση του ίδιου του υπολογιστή. Ο μηχανισμός αυτός, ο υπολογιστής, έχει την ιδιότητα να μιμείται οποιοδήποτε εργαλείο, όπως π.χ., γραφομηχανή, τυπογραφείο, βίντεο μοντάζ, μουσικό όργανο κ.ά. με αποτέλεσμα να επιτελεί την εργασία του, με μεγαλύτερη, ακρίβεια, εύκολα, γρήγορα και με ελάχιστο κόστος. Αυτή η συνθήκη δημιουργεί μια σύγχυση ως προς την κατάταξη των μέσων, όπως επίσης έχει περιορίσει την αξιοποίηση των ουσιαστικών λειτουργιών και ιδιοτήτων του υπολογιστή και κατ' επέκταση την αξιοποίηση της οντολογίας του [14].

1.2 Ποια είναι τα εκφραστικά μέσα σήμερα

Γενικά, η ψηφιακή τεχνολογία, σε σχέση με την τέχνη, στο ευρύ κοινό έχει συνδεθεί με την εικόνα, τον ήχο και την επεξεργασία τους, ενώ στην πραγματικότητα επεκτείνεται σε όλους τους τομείς της τέχνης και της ίδιας της ζωής. Σίγουρα πάντως, οι περιπέτειες της εικόνας και του ήχου δίνουν μια αντιπροσωπευτική εικόνα του πρώτου σταδίου των αλλαγών που υφίσταται ο χώρος της τέχνης. Έχει ενδιαφέρον, λοιπόν, να μελετήσουμε τις αλλαγές που έχουν προκληθεί στον οπτικοακουστικό χώρο, οι οποίες είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστικές.

Την τελευταία δεκαετία, σχεδόν όλες οι συνθήκες που αφορούν τον οπτικοακουστικό χώρο άλλαξαν δραματικά, με αποτέλεσμα ακόμα και οι μεγάλες κινηματογραφικές βιομηχανίες του Hollywood να στέκουν αμήχανα μπροστά στο επόμενο βήμα το οποίο θα πρέπει να επιλέξουν.

Από την άλλη μεριά, οι συγκεκριμένες συνθήκες είναι ιδιαίτερα θετικές για το ευρύ κοινό, καθώς και για τους μικρούς ή αυτόνομους παραγωγούς και ανεξάρτητους καλλιτέχνες, γιατί η συνεχώς αναπτυσσόμενη ψηφιακή τεχνολογία δημιουργεί ιδιαίτερα ευνοϊκές συνθήκες τύπου «κάντο μόνος σου», ακόμα και σε σχέση

με ιδιαίτερα σύνθετες οπτικοακουστικές παραγωγές, αφού το κόστος της παραγωγής και προβολής μειώνεται δραματικά, έως και μηδενίζεται, καθώς αρκετές υπηρεσίες είναι δωρεάν.

Ο καθένας πια είναι ένας μικρός παραγωγός, ετοιμάζει τις ταινίες με τα αγαπημένα του πρόσωπα, τα χόμπι του και τις προτιμήσεις του ενώ ένα τεράστιο σε όγκο οπτικοακουστικό υλικό παράγεται, προβάλλεται στα *μέσα κοινωνικής δικτύωσης* (social media) και μετράται η αξία του ανάλογα με τον αριθμό των θεατών οι οποίοι κάνουν «like» στο έργο του. Από την άλλη πλευρά, οι νέοι δημιουργοί δεν έχουν ανάγκη να περιμένουν να τους δεχτεί ένας παραγωγός. Μπορούν με ελάχιστα χρήματα, αλλά με έναν ιδιαίτερα ολοκληρωμένο εξοπλισμό, να δημιουργήσουν τα έργα τους και να τα προβάλουν σε έναν δικό τους ιδιωτικό σταθμό στο Διαδίκτυο (YouTube, Vimeo, web TV).

Είναι σίγουρο ότι η ποιότητα των έργων, ειδικά αν κριθούν με τις αξίες του προηγούμενου αιώνα, είναι χαμηλή, αλλά αυτή η δραστηριότητα θα καταλήξει στο να δημιουργήσει τις κατάλληλες συνθήκες για τη δημιουργία νέων πειραματικών και υβριδικών έργων.

Για να γίνουν κατανοητές οι βασικές συνθήκες, οι οποίες αλλάζουν ριζικά τον τρόπο οπτικοακουστικής έκφρασης, έχει ενδιαφέρον να γίνει μια περιληπτική αναδρομή στο παρελθόν.

1.3 Η Γενεαλογία των μέσων αναπαράστασης του κόσμου

Η γενεαλογία των μέσων αναπαράστασης του κόσμου και επεξεργασίας της παραγόμενης εικόνας του αποτελεί μια ενδιαφέρουσα περιπέτεια στον πολιτισμό της εικόνας.

Σε όλη τη διάρκεια ύπαρξης του ανθρώπινου είδους έχουν γίνει μόλις τρεις μεγάλες βασικές αλλαγές σε σχέση με τη μηχανική αναπαράσταση της πραγματικότητας και όλες αυτές έγιναν τα 150 τελευταία χρόνια. Σε σχέση με τα ειδικά τεχνολογικά χαρακτηριστικά αναπαράστασης και τα χαρακτηριστικά της εποχής, μπορούμε να ονομάσουμε τις τρεις επαναστάσεις ως εξής: Η μηχανική ή φωτοχημική αναπαράσταση της φύσης, η ηλεκτρονική αναπαράσταση της φύσης και, τέλος, η ψηφιακή αναπαράσταση της φύσης [14].

1.3.1 Η μηχανική – φωτοχημική αναπαράσταση της φύσης

1.3.1.1 Η ακίνητη εικόνα (φωτογραφία)

Η πρώτη φορά που εμφανίζεται ένας αυτόματος μηχανισμός αναπαράστασης της πραγματικότητας συμβαίνει τον 19^{ο} αιώνα και φέρνει μια αναστάτωση στον χώρο της τέχνης και της επιστήμης. Η πρώτη μηχανική – φωτοχημική αναπαράσταση της φύσης, με τη μορφή της φωτογραφίας, εμφανίζεται το 1816. Η φωτογραφία προέρχεται από τον συνδυασμό της λιθογραφίας (χαρακτικής) και της camera obscura.

Η πρώτη ρήξη σε σχέση με τη μηχανική αναπαράσταση της πραγματικότητας θα μπορούσε να χαρακτηρισθεί από τη φράση του διάσημου τότε ζωγράφου Paul Delaroche: «Από σήμερα, η ζωγραφική είναι νεκρή …», η οποία γράφτηκε στα πρακτικά της συνεδρίασης της Ακαδημίας των Επιστημών και των Τεχνών της Γαλλίας, της 19ης Αυγούστου του 1839, κατά την οποία ο φυσικός François Arago είχε παρουσιάσει την Δαγεροτυπία (βλέπε εδώ το σχετικό άρθρο της Wikipedia).

Αυτό, βέβαια, δεν έγινε. Όμως η Τέχνη έμπαινε σε ένα νέο στάδιο, εντελώς διαφορετικό από το μέχρι τότε παρελθόν της, στην αυτόματη μηχανική αναπαράσταση της φύσης.

Με ακριβώς αυτήν τη λογική, «Η διαδικασία της ζωγραφικής και της φυσικής …» η Γαλλική Κυβέρνηση θα αγοράσει την ανακάλυψη του φυσικού Nicéphore Niepse και του ζωγράφου Louis Daguerre [10]. Τον ίδιο χρόνο ο Άγγλος William Henry Fox Talbot θα δώσει μια διάλεξη με τον τίτλο "Μερικές σημειώσεις για την τέχνη του φωτογόνου σχεδίου" (εδώ μπορείτε να το κατεβάσετε) κατά τη διαδικασία του οποίου τα φυσικά αντικείμενα μπορούν να σχεδιαστούν μόνα τους, χωρίς τη βοήθεια του μολυβιού του καλλιτέχνη», ενώ ένα χρόνο μετά θα εκδώσει το βιβλίο *The pencil of nature* (*Το μολύβι της Φύσης)* (εδώ μπορείτε να το κατεβάσετε).

Οι ζωγράφοι αντιδρούν προς το «φωτογόνο σχέδιο», πιστεύοντας ότι απειλείται η τέχνη τους. Παρόλα αυτά, το ίδιο το φως τους οδηγεί στη λύση του προβλήματος: επηρεασμένοι άμεσα από τις επιστημονικές ανακαλύψεις του χημικού Michel Eugène Chevreul για τη διάσπαση του φωτός στα τρία βασικά χρώματα, δημιουργούν τον εμπρεσιονισμό [5][6].

Η έντονη αντιπαράθεση, η οποία εκδηλωνόταν μ' έναν θεαματικό τρόπο, αφορούσε το ίδιο αντικείμενο, «τον ρόλο του φωτός στην αναπαράσταση της φύσης», και το σημείο αντεκδίκησης εστιαζόταν ανάμεσα στην ανθρώπινη και μηχανική δυνατότητα αναπαράστασης του φωτός στη λευκή επιφάνεια. Η

έντονη αντιπαράθεση εκφράσθηκε από τη μία πλευρά με τη γέννηση μιας νέας τέχνης, της φωτογραφίας, και από την άλλη από έναν νέο καλλιτεχνικό τρόπο αναπαράστασης του φωτός, τον εμπρεσιονισμό.

Είναι η εποχή κατά την οποία αναπτύσσεται ένα καινούργιο εμπορικό σύστημα της τέχνης, η γκαλερί, με τη μορφή που γνωρίζουμε σήμερα, και δημιουργείται η βιομηχανία του θεάματος, ο κινηματογράφος, με πρωτοπόρο τον ζωγράφο, θαυματοποιό και ηθοποιό Melies ο οποίος θα χρησιμοποιήσει την εφεύρεση του Lumiere για καλλιτεχνικούς σκοπούς, παρ' όλες τις αντιρρήσεις του τελευταίου ότι η εφεύρεσή του έχει μόνο επιστημονική αξία [14].

1.3.1.2 Η κινούμενη εικόνα (κινηματογράφος)

Από τον συνδυασμό της φωτογραφίας και της έννοιας του χρόνου προκαλείται, το 1894, η δημιουργία της κινούμενης μηχανικής εικόνας, ο κινηματογράφος. Ως θέαμα, ο κινηματογράφος, εμφανίζεται το 1895 (στο Grand Café στο Παρίσι) (βλέπε εδώ το σχετικό άρθρο της Wikipedia).

Περίπου την ίδια εποχή, το 1877, εφευρίσκεται η μηχανική αναπαράσταση του ήχου, ο φωνόγραφος ή το γραμμόφωνο. Μισό αιώνα αργότερα, το 1935, εμφανίζεται στο εμπόριο μια άλλη μέθοδος (της ηλεκτρονικής) εγγραφής του ήχου, το λεγόμενο μαγνητόφωνο (AEG Magnetophon K1), ενώ ήδη έχει εμφανιστεί, το 1927, η πρώτη ομιλούσα ταινία (*The Jazz Singer*, του σκηνοθέτη Alan Crosland) η οποία αλλάζει τον τρόπο παραγωγής και επηρεάζει τη βιομηχανία του κινηματογράφου.

Μια βασική, επίσης, αλλαγή του κινηματογράφου είναι όταν αναπτύσσεται το έγχρωμο φιλμ και, σταδιακά, εγκαταλείπεται το ασπρόμαυρο φιλμ. Σήμερα πλέον, το ασπρόμαυρο φιλμ χρησιμοποιείται ως εφέ.

Σε σχέση με το περιεχόμενο και τη δομή του παραγόμενου κινηματογραφικού έργου, σταδιακά, έχουν αναπτυχθεί διαφορετικά είδη τα οποία έχουν, πλέον, καθιερωθεί. Τα βασικότερα είναι η μυθοπλασία, μια μεταφορά δηλαδή της θεατρικής τέχνης στον κινηματογράφο, το ντοκιμαντέρ και το ρεπορτάζ, δύο είδη που στην ουσία ως στόχο έχουν την καταγραφή της πραγματικότητας. Παράλληλα, αναπτύσσονται ειδικές περιπτώσεις, όπως το πειραματικό φιλμ, το φιλμ με τα διάφορα τρικ και το *φιλμ κινουμένων σχεδίων ή αντικειμένων* (animation film). Το πρώτο φιλμ κινουμένων σχεδίων εμφανίζεται το 1892 (Charles-Émile Reynaud). Το 1937, δημιουργείται από τον Walt Disney η πρώτη μεγάλου μήκους ταινία κινουμένων σχεδίων, *Η Χιονάτη*, η επιτυχία της οποίας δημιουργεί ένα νέο είδος στην κινηματογραφική παραγωγή, ιδιαίτερα αγαπημένο στα παιδιά, και σπρώχνει το πειραματικό κινούμενο σχέδιο για φιλότεχνους στο περιθώριο, αφού για τον πολύ κόσμο το κινούμενο σχέδιο είναι συνώνυμο με το ύφος του Disney. Περίπου 40 χρόνια μετά, το 1973, εμφανίζεται το ψηφιακό τρισδιάστατο animation, ενώ η παραγωγή της πρώτης ταινίας μεγάλου μήκους τρισδιάστατου κινουμένου σχεδίου γίνεται το 1995 (το *Toy Story*, της Pixar). Η τεχνική αυτή θα αλλάξει ριζικά την παραγωγή του κινηματογράφου (βλέπε εδώ το σχετικό άρθρο της Wikipedia).

Σχήμα 1.1 *Η χρονική εξέλιξη των μηχανικών - ηλεκτρονικών μέσων.*

1.3.2 Η ηλεκτρονική αναπαράσταση της φύσης

Σχεδόν ταυτόχρονα με τη μηχανική εικόνα, αναπτύσσεται, αλλά με πιο αργούς ρυθμούς, η ηλεκτρονική εικόνα, η τηλεόραση. Το 1897 εφευρίσκεται η καθοδική λυχνία. Όμως η τηλεόραση θα αναπτυχθεί πολύ αργότερα, το 1920, ενώ τα τηλεοπτικά δίκτυα (που είναι ίσως πιο σημαντικά από την ίδια την τηλεόραση) αναπτύσσονται από το 1928 έως και το 2000, αναλόγως με τα κράτη. Η τηλεόραση υφίσταται διάφορες εξελίξεις, οι οποίες αναπτύσσονται σε κάθε κράτος διαφορετικά ανάλογα με την εξέλιξη του. Τέτοιες εξελίξεις είναι η έγχρωμη τηλεόραση, η δορυφορική τηλεόραση, η καλωδιακή τηλεόραση και την τελευταία πενταετία η τηλεόραση μέσω Διαδικτύου.

Ο ηλεκτρονικός τρόπος αναπαράστασης έχει κοινά σημεία με τον μηχανικό τρόπο πρόσληψης της εικόνας. Χρησιμοποιούν και οι δύο έναν φακό, ο οποίος εισάγει στο σύστημα καταγραφής το είδωλο του κόσμου. Στο σύστημα καταγραφής βρίσκονται οι ουσιαστικές διαφορές ανάμεσα στα δύο διαφορετικά συστήματα: ο μηχανικός τρόπος καταγράφει την ίδια την εικόνα σε ένα φωτοευαίσθητο φιλμ, ενώ ο ηλεκτρονικός τρόπος διαθέτει ένα ηλεκτρονικό μηχανισμό, ο οποίος μετατρέπει την εικόνα σε ηλεκτρομαγνητικούς παλμούς, καθώς και ένα άλλο σύστημα, το οποίο έχει τη δυνατότητα να εγγράψει σε μαγνητική επιφάνεια αυτούς τους παλμούς.

Η σύσταση της ίδιας της ηλεκτρονικής εικόνας θα μπορούσε να περιγραφεί ως εξής:

Αποκόβεται και καταγράφεται κατ' αρχήν η κίνηση από την πραγματικότητα σε 25 εικόνες ανά δευτερόλεπτο, όπως και στον κινηματογράφο. Η κάθε μια από τις 25 εικόνες, αναλύεται σε σημεία, αν δηλαδή έχει 625 γραμμές (στάνταρ που έχει καθιερωθεί στην τηλεόραση), αναλύεται σε 520.833 *σημεία* (dots), εντοπισμένα στην οθόνη από τις συντεταγμένες x και y του καρτεσιανού συστήματος αναφοράς. Αυτή η εικόνα μεταφέρεται μέσα από τα διάφορα τεχνολογικά - ηλεκτρονικά εργαλεία, όπως κάμερα μαγνητοσκόπιο κ.λπ., τα οποία έχουν αντικαταστήσει τα μηχανικά εργαλεία της κινηματογραφικής εικόνας. Η εικόνα της πραγματικότητας, δια μέσω της ηλεκτρονικής κάμερας, αναλύεται και καταγράφεται με μικρές κουκίδες, οι οποίες κινούνται από τα αριστερά προς τα δεξιά, δηλαδή με τον τρόπο που διαβάζουμε, και από πάνω προς τα κάτω πάνω σε έναν νοητό καρτεσιανό πίνακα [13].

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της ηλεκτρονικής εικόνας και, συγκεκριμένα, του τηλεοπτικού σήματος, είναι η δυνατότητα ασύρματης διάδοσής της. Ο Abraham Moles επισημαίνει τα χαρακτηριστικά αυτής της διαδικασίας ως εξής: στην αρχή αναπτύσσεται η ανάλυση της εικόνας, μετά η αποθήκευσή της, στη

συνέχεια η μεταφορά και τέλος επανασύνθεσή της σε ένα αντίστοιχο μέσον. Υποστηρίζει ότι αυτή η διαδικασία αποτελεί την εφαρμογή αυτού που ονομάζεται στη φιλοσοφία *Hypothèse Structurale* (Δομική Υπόθεση), δηλαδή, η θεώρηση του κόσμου ως ένα άθροισμα ατόμων με ένα συγκεκριμένο κανόνα συνάθροισης, τα οποία πραγματοποιούν την αναδημιουργία ενός μοντέλου αυτού του κόσμου, επανατοποθετώντας άτομα τα οποία αντιστοιχούν στο παραπάνω σύνολο. Αναφέρεται στις εργασίες του Ferdinand de Saussure για τη γλωσσολογία. Πρόκειται για αυτό που ονομάζεται *Simulacre* (είδωλο, προσομοίωση). Ουσιαστικά, η μετάδοση του ηλεκτρονικού σήματος (ήχου ή εικόνας) από έναν πομπό σε πολλούς δέκτες ταυτόχρονα δημιουργεί μια νέα οντολογία της μηχανικής αναπαραγωγής, η οποία χαρακτηρίζεται με τον όρο *μέσα μαζικής επικοινωνίας* (mass media). Το χαρακτηριστικό αυτό, όπως είναι γνωστό, προκαλεί μια έντονη αλλαγή στο σύνολο του πληθυσμού. Χαρακτηρίζεται εύστοχα από τον Marshall Mcluhan με τέσσερεις λέξεις: «Το μήνυμα είναι το μέσον» [12].

1.3.3 Η ψηφιακή αναπαράσταση της φύσης

Η ηλεκτρονική αναπαράσταση θα μπορούσε να θεωρηθεί ιδιαίτερα σημαντική, αν δεν ακολουθούσε μια επόμενη.

Ενώ για την πρώτη ρήξη, ως προς την αναπαράσταση της πραγματικότητας, χρειάστηκαν τουλάχιστον 40.000 χρόνια, στα επόμενα 150 χρόνια ακολούθησαν δύο εντελώς νέες ρήξεις, οι οποίες μετατόπισαν την ανάλυση και θεωρία γύρω από το θέμα της αναπαράστασης σε εντελώς νέες δομές. Κυρίως η ψηφιακή αναπαράσταση θα δημιουργήσει μια ισχυρή ρήξη με την πραγματικότητα που αναπαριστά, γιατί, ουσιαστικά, έχει την ικανότητα να μην καταγράφει μόνο το οπτικό είδωλό της αλλά την ίδια την υπόστασή της. Για παράδειγμα, η εικόνα ενός κτηρίου που βλέπουμε σε ένα τρισδιάστατο ψηφιακό παιχνίδι, δεν είναι απλά μια φωτογραφική απεικόνισή του, όπως θα ήταν σε μια ταινία, αλλά είναι μια από τις όψεις ολόκληρου του κτηρίου, το οποίο υπάρχει τρισδιάστατα σχεδιασμένο και αποθηκευμένο στην μνήμη του υπολογιστή με όλα τα κατασκευαστικά αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του, όπως αριθμητικές τιμές, περιγραφή υλικών κ.λπ. Επίσης, είναι αποθηκευμένες και οι ιδιότητες των υλικών του κτηρίου, δηλαδή τι αντοχές έχουν, αν υπάρχουν εύκαμπτα στοιχεία και πολλές άλλες ιδιότητες τις οποίες ο δημιουργός ενδιαφέρεται να εντάξει στα χαρακτηριστικά του κτηρίου. Η ψηφιακή αναπαράσταση είναι, επίσης, ικανή να δημιουργεί διασυνδέσεις, λόγω της κοινής (ψηφιακής) ρίζας αναπαράστασης όλων των φαινομένων και να δημιουργεί έναν νέο τρόπο επεξεργασίας ο οποίος χαρακτηρίζεται από έναν συνδυασμό θεωρίας και πρακτικής, δηλαδή μαθηματικών και φυσικής υπόστασης. Αιτία αυτής της τομής που δημιουργείται στον χώρο της αναπαράστασης είναι η ιδιότητα του νέου μηχανισμού καταγραφής, του ηλεκτρονικού υπολογιστή (όπως συνηθίζεται να ονομάζεται στην αρχή της εμφάνισής του), να εγγράφει οποιοδήποτε φαινόμενο της φύσης, του οποίου μπορεί να ποσοτικοποιηθεί η δομή με έναν μαθηματικό τρόπο, σε μία μνήμη, με αριθμούς και, για την ακρίβεια με το 1 και το 0, τους μόνους αριθμούς που μπορεί να «αντιληφθεί» ο υπολογιστής.

Η ψηφιακή αναπαράσταση της φύσης οδηγεί αυτήν τη φορά τη φιλοσοφική και καλλιτεχνική σκέψη σε μονοπάτια πιο πολύπλοκα, τα οποία εμπλέκουν σύνθετα επιστημονικά, κοινωνικά και αισθητικά δεδομένα τα οποία προσφέρονται σε μελέτη, παράλληλα με το ίδιο το έργο που παράγεται μέσα σε ένα συνεχώς εξελισσόμενο περιβάλλον.

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά που αλλάζει στην Τέχνη είναι η δομή της καλλιτεχνικής εργασίας: πρόκειται για τη διάσπαση της χειρονακτικής επιδεξιότητας του καλλιτέχνη από την πνευματική του διεργασία για την παραγωγή του καλλιτεχνικού έργου.

Ο Pierre Francastel αναφέρει: «Πρέπει να παρατηρήσουμε ότι πρώτα απ' όλα η Τέχνη αποτελείται από ένα διπλό φαινόμενο, τεχνικό και διανοητικό. Το έργο τέχνης είναι πάντα ένα προϊόν της φαντασίας και της επιδεξιότητας ενός τεχνίτη» [8].

Ο θεμελιωτής της έρευνας της Τέχνης, μέσα από τη θεωρία της πληροφορίας και της κυβερνητικής, Abraham Molles αναφέρει: «Ο καλλιτέχνης, με τη βοήθεια της σύγχρονης τεχνολογίας, δεν είναι δημιουργός έργων αλλά ο δημιουργός ιδεών για τα έργα, όπως εξ άλλου, κατά κύριο λόγο, και ο επιστήμονας της πληροφορικής» [13]. Η ρήξη που δημιουργεί η ψηφιακή αναπαράσταση (καταγραφή οποιουδήποτε φυσικού φαινομένου με τη μορφή αριθμών) εμφανίζεται σε όλα τα δυνατά επίπεδα σχέσης του ανθρώπου με την εικόνα: τον τρόπο παραγωγής, επικοινωνίας και αντίληψης.

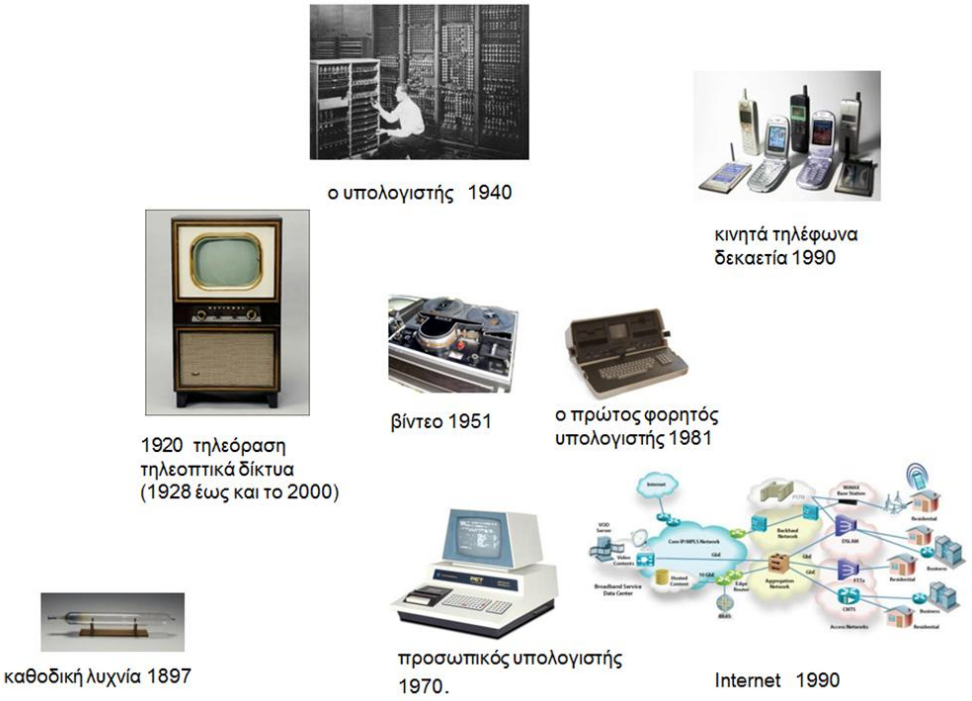
Το κύριο χαρακτηριστικό της ρήξης είναι η αντικατάσταση του φωτός από τη μνήμη.

Μία εικόνα από ένα έργο «εικονικής αναπαράστασης» δεν αντιπροσωπεύει την στιγμιαία αντανάκλαση του φωτός πάνω σε μια φωτοευαίσθητη επιφάνεια ή τη μεταφορά μιας τέτοιας εντύπωσης,

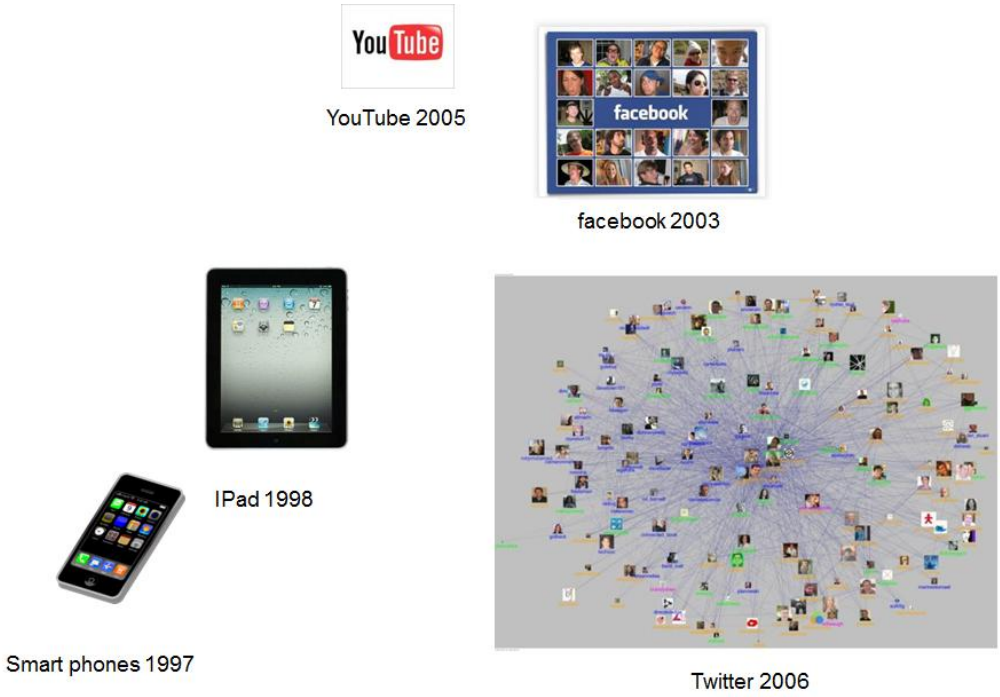
αλλά περιέχει μια πολύπλοκη σκέψη η οποία είναι έτοιμη να δώσει καινούργιες πληροφορίες στον «θεατή» που επιδρά πάνω σε αυτήν.

Μέσα από αυτήν τη σχέση, δημιουργείται ένα νέο είδος «θεατή» ο οποίος γνωρίζει να επικοινωνεί με την εικόνα δια μέσω των συνεχώς εξελισσόμενων πληροφοριών και όχι μόνο μέσω της γοητείας της ψευδαίσθησης. Η διάδραση που επιτυγχάνεται μέσα από τη «μνήμη» της εικόνας παίζει εξίσου σημαντικό ρόλο με την ίδια την εικόνα.

Η παραπάνω πορεία, σχετικά με την αναπαράσταση της πραγματικότητας, δημιουργεί ένα ενδιαφέρον υλικό για έρευνα πάνω στην υπόσταση, οντολογία και αισθητική της τεχνικής αναπαράστασης της πραγματικότητας η οποία βρίσκεται σε εξέλιξη. Δεν θα ασχοληθούμε σε βάθος με αυτόν τον τομέα, στο παρόν κεφάλαιο. Κυρίως θα θιχτούν οι αλλαγές τις οποίες έφερε αυτή η εξέλιξη, όσο και οι θεωρίες που αναπτύχθηκαν σχετικά με τη διαδικασία παραγωγής του καλλιτεχνικού οπτικοακουστικού έργου.



Σχήμα 1.2 *Η χρονική εξέλιξη των ηλεκτρονικών - ψηφιακών μέσων.*



Σχήμα 1.3 *Η χρονική εξέλιξη των ψηφιακών μέσων.*

1.4 Οι βασικότερες αλλαγές στον οπτικοακουστικό χώρο σε σχέση με την εξέλιξη των μέσων

1.4.1 Σε σχέση με την παραγωγή

Το βασικό χαρακτηριστικό της εξέλιξης σε σχέση με την οπτικοακουστική παραγωγή είναι το γεγονός ότι μετατίθεται το βάρος της παραγωγής από το στάδιο της λήψης στο στάδιο της επεξεργασίας.

Στα πρώτα στάδια του κινηματογράφου (1925 - 1970), σχεδόν όλα έπρεπε να γίνουν κατά την ώρα της φυσικής κινηματογράφησης: τα σκηνικά, τα ειδικά εφέ, να κρυφτούν οι ατέλειες, να είναι καλά φωτισμένο, οι κινήσεις αντικειμένων κ.λπ. Σήμερα πλέον, ένα μεγάλο μέρος της ταινίας (σκηνικά, επικίνδυνες δράσεις φυσικά φαινόμενα, ειδικά εφέ) δημιουργείται με τη μέθοδο του *τρισδιάστατου κινούμενου σχεδίου* (3D animation). Γενικά, η επεξεργασία της εικόνας και του ήχου γίνεται ψηφιακά, σε βαθμό που να μην έχει πια μεγάλη σημασία το φυσικό γύρισμα, αφού όλα πλέον διορθώνονται και το γύρισμα ολοκληρώνεται, σε ένα μεγάλο ποσοστό, κατά τη διαδικασία της *μετά-επεξεργασίας* (post production). Ο Chris Godfrey, υπεύθυνος των VFX (visual effects) της ταινίας *Ο Μεγάλος Γκάσμπυ* (*The Great Gatsby*, του σκηνοθέτη Baz Luhrmann, 2013), σε ένα βίντεο δείχνει, όπως αναφέρει, «το πριν και το μετά» της ψηφιακής επεξεργασίας (https://vimeo.com/68451324).

Από την άλλη μεριά το κόστος των μηχανημάτων έχει ιδιαίτερα μειωθεί καθώς και ο όγκος τους που κάνει ιδιαίτερα εύκολη την παραγωγή.

Ο Martin Scorsese, ένας σημαντικός σκηνοθέτης που έχει αγωνιστεί παράλληλα για την τέχνη του κινηματογράφου, γράφει ένα ανοιχτό γράμμα προς την 13χρονη κόρη του για το μέλλον του κινηματογράφου. Μεταξύ άλλων αναφέρει : «…Οπότε γιατί είναι το μέλλον (του κινηματογράφου) τόσο φωτεινό; Γιατί για πρώτη φορά στην ιστορία της τέχνης του κινηματογράφου, οι ταινίες μπορούν να γίνουν με πολύ λίγα χρήματα. Αυτό ήταν ανήκουστο όταν μεγάλωνα και οι ταινίες πολύ μικρού προϋπολογισμού ήταν πάντοτε η εξαίρεση παρά ο κανόνας. Τώρα είναι το αντίθετο. Μπορείς να έχεις υπέροχες εικόνες με οικονομικές κάμερες. Μπορείς να ηχογραφήσεις ήχο. Μπορείς να κάνεις μοντάζ και εταλονάζ στο σπίτι.».

Αυτά που αναφέρει ο Martin Scorsese είναι ένα γεγονός και συζητείται πολύ συχνά στις παρέες των νέων κινηματογραφιστών. Παίρνει όμως άλλη διάσταση όταν αναφέρεται από έναν σκηνοθέτη των μεγάλων στούντιο, ο οποίος δραστηριοποιείται υπέρ του κινηματογράφου (βλέπε εδώ και στα ελληνικά εδώ).

Γενικά, έχει αλλάξει η υπόσταση της εικόνας και στην πιο απλή της μορφή. Μετά το λογισμικό επεξεργασίας εικόνας Adobe Photoshop και την επεξεργασία που ο καθένας μπορεί να κάνει, μία εικόνα δεν αποτελεί πλέον μια μαρτυρία της πραγματικότητας.

1.4.2 Σε σχέση με την προβολή των κινηματογραφικών ταινιών

Ο κινηματογράφος είναι μια τέχνη στην οποία η οντότητα του έργου συντίθεται από τη μία μεριά από την παραγωγή και από την άλλη μεριά από την προβολή του έργου. Αυτό φαίνεται πολύ καθαρά στον χώρο της βίντεο-τέχνης, αφού, σε ιδιαίτερες περιπτώσεις, ο τρόπος προβολής ενός έργου είναι σημαντικότερος από τις εικόνες που προβάλλει. Οι αλλαγές που έχουν επιτελεστεί στον τομέα της προβολής είναι ριζικές και ιδιαίτερα καθοριστικές και αισθητές από τον καθένα. Από τις σκοτεινές αίθουσες του κινηματογράφου με τη μεγαλοπρεπή είσοδο, το μπαρ και τη μεγάλη αίθουσα με τις βελούδινες καρέκλες - μια δομή που προκαλεί μια συγκεκριμένη τελετουργία - η κινούμενη εικόνα μεταφέρεται στο σαλόνι του καθενός. Με τη μεταφορά της προβολής της κινούμενης εικόνας στα σπίτια, με τους θεατές να μπορούν να τρώνε κατά τη διάρκεια της προβολής, να φοράνε παντόφλες, να συζητάνε και να κάνουν, ταυτόχρονα, άλλες εργασίες, η τελετουργία της θέασης δίνει τη θέση της σε μια πρακτικότητα, η οποία συνδέεται με τη χαλάρωση, τον ιδιωτικό χώρο, με την καθημερινότητα και συχνά με το μεσοδιάστημα λίγο πριν από τον ύπνο. Το οπτικοακουστικό θέαμα δεν συνδέεται πλέον μόνο με μια έξοδο στον δημόσιο χώρο.

Στα πρώτα βήματά του το νέο οικιακό οπτικοακουστικό (ηλεκτρονικό) μέσο διέθετε μια χαμηλή ποιότητα εικόνας και ήχου (δεκαετία ‘70). Σταδιακά, με το SVHS και αργότερα με το DVD (μέσα δεκαετίας ‘90) και τους projectors και τις οθόνες TFT, αναβαθμίστηκε σημαντικά η ποιότητα σε βαθμό που να μην είναι ενοχλητική η προβολή. Αμέσως μετά, με τα βίντεο HD, τους δίσκους Blu Ray και τις οθόνες HD, η προβολή βίντεο απέκτησε μια αξιόλογη ποιότητα (δεκαετία 2000). Πολλά σπίτια, πλέον, διέθεταν ιδιωτική αίθουσα προβολής η οποία δεν είχε να ζηλέψει τίποτα από τις επαγγελματικές. Την τελευταία δεκαετία, οι οθόνες μεγαλώνουν, το κόστος πέφτει, αποκτούν μεγαλύτερη ευκρίνεια και ο χειρισμός τους είναι ιδιαίτερα φιλικός. Πολλοί χώροι, όπως καφενεία, αίθουσες αναμονής, πλοία, νοσοκομεία κ.λπ. αποκτούν πρόσβαση στην προβολή οπτικοακουστικού υλικού. Στο περιβάλλον της μεταφοράς του σήματος, προστίθεται ακόμα ένας τρόπος, είναι η παγκόσμια μεταφορά της οπτικοακουστικής εικόνας μέσω δορυφόρου. Η πρώτη μεταφορά σήματος μέσω δορυφόρου γίνεται το 1962, αλλά η επικράτηση της διεθνούς τηλεόρασης επιτελείται τη δεκαετία του ‘90, αναπτύσσοντας ένα νέο είδος παγκόσμιας δορυφορικής τελετουργίας μέσα από σημαντικά γεγονότα.

Για κάποιον που θέλει να μελετήσει παραπάνω, στο Museum Of Obsolete Media παρουσιάζονται αναλυτικά όλα τα είδη αποθήκευσης (ήχος, βίντεο, φιλμ και data) (http://www.obsoletemedia.org/video/).

Στη δεκαετία του 2010, εμφανίζεται και μια αντίθετη τάση στη συνήθεια της θέασης των κινηματογραφικών ταινιών, αφού πάλι αλλάζει, εξαιτίας της επικράτησης των μικρών έξυπνων συσκευών: οι περισσότεροι, νέοι κυρίως βλέπουν τις αγαπημένες τους ταινίες στα tablets τους, ακόμα και στα κινητά τους, σε οποιοδήποτε μέρος, ιδιωτικό ή δημόσιο. Κερδίζει το μικρό μέγεθος της ηλεκτρονικής συσκευής, αφού διαθέτει μια απόλυτη αυτονομία κίνησης. Τελικά, πολλά γεγονότα, πολλές φορές αλληλοσυγκρουόμενα, χαρακτηρίζουν τον χώρο της εικόνας τον καιρό της ψηφιακής εποχής.

Από την άλλη πλευρά, η βιομηχανία του κινηματογράφου στρέφει την πλάτη της προς το φιλμ και εντάσσει το νέο ψηφιακό υπόστρωμα της εικόνας στην παραγωγή καθώς και στη διανομή. Στους Los Angeles times, υπάρχει άρθρο με τίτλο *Το τέλος του φιλμ* (αναλυτικά ο αγγλικός τίτλος: *End of film: Paramount first studio to stop distributing film prints*, Richard Verrier, January 17, 2014, 3:47 p.m. – διαδικτυακός σύνδεσμος).

Σε ένα ιστορικό βήμα για το Hollywood, η Paramount Pictures είναι η πρώτη μεγάλη κινηματογραφική εταιρεία η οποία αποφασίζει να σταματήσει να διανέμει ταινίες σε φιλμ στις Ηνωμένες Πολιτείες. Η Paramount κοινοποίησε προς τους ιδιοκτήτες κινηματογράφων ότι η ταινία *Anchorman 2: The Legend Continues* θα είναι η τελευταία ταινία που θα κυκλοφορήσει σε φιλμ 35 χιλιοστών. Η δε υποψήφια για Όσκαρ ταινία των στούντιο της Paramount Pictures *Ο Λύκος της Wall Street* από τον σκηνοθέτη Martin Scorsese είναι η πρώτη μεγάλη μήκους ταινία στούντιο που αναπτύχθηκε όλη ψηφιακά.

1.4.3 Σε σχέση με τη διανομή

Μια άλλη δραστηριότητα, που επηρεάζει, επίσης, την οπτικοακουστική τέχνη, είναι το στάδιο της διανομής της ταινίας από τις εταιρείες διανομής: Από τον κινηματογράφο και το εισιτήριο εισόδου, το οποίο προμηθεύονταν το κοινό από το ταμείο, και από ένα τεράστιο σύστημα διανομής πίσω από αυτό (παραγωγή κόπιας, υποτιτλισμό, μεταφορά της ταινίας κ.λπ.) περνάμε στα καταστήματα ενοικίασης ή πώλησης της κασέτας και στη συνέχεια του ψηφιακού δίσκου DVD. Αναπτύσσεται, δηλαδή, ένα παράλληλο εμπορικό σύστημα διανομής. Η διάσταση αυτή της διακίνησης της κινηματογραφικής βιομηχανίας δημιουργεί νέες συνθήκες. Πολλοί κινηματογραφιστές θεωρούν ότι πλησιάζει το τέλος του κινηματογράφου που γνωρίζαμε. Ο σκηνοθέτης Martin Scorsese, όμως, που έχει ασχοληθεί ιδιαίτερα με τη διάσωση των παλιών ταινιών του κινηματογράφου, έχει άλλη άποψη: με το DVD, υποστηρίζει, εμφανίζεται το έργο σε όλη του τη διάσταση, υπάρχουν μέσα οι κομμένες σκηνές, ντοκιμαντέρ από τα γυρίσματα, ο σκηνοθέτης που μιλάει για την ταινία του. Το DVD προβάλλει τελικά το έργο και τον σκηνοθέτη. Βέβαια είναι σίγουρο ότι η βιομηχανία του κινηματογράφου δεν έχει την ίδια γνώμη.

Όμως επιτελείται ένα άλλο σημαντικό γεγονός: το άπιαστο όνειρο των κινηματογραφόφιλων να διαθέτουν, μετά την προσωπική βιβλιοθήκη και δισκοθήκη, την προσωπική τους ταινιοθήκη γίνεται πραγματικότητα και, μάλιστα, με πολλά Extras, όπως ονομάζονται, τα οποία δείχνουν σκηνές από τα *γυρίσματα* (*making of*) της ταινίας ή τον σκηνοθέτη και άλλους συντελεστές να μιλάει για την ταινία. Τελικά, όπως οι Γάλλοι σκηνοθέτες της Nouvel Vague έμαθαν σινεμά ως cinéphile στη Cinémathèque του Παρισιού, οι σημερινοί νέοι σκηνοθέτες μελετάνε τα DVD.

Την τελευταία δεκαετία παρατηρείται παγκοσμίως μια νέα υβριδική κατάσταση: είναι η ανάπτυξη ενός ιδιόρρυθμου παγκόσμιου φαινομένου το οποίο αφορά τη σύμπραξη του τύπου, των εφημερίδων και των περιοδικών με τη δωρεάν προσφορά DVD.

Όμως, η ταχύτατη εξέλιξη του τρόπου της διανομής των οπτικοακουστικών έργων δεν σταμάτησε σε αυτό το σημείο: λίγο πριν παρακμάσει και αυτή η συνήθεια, οι ταχύτητες στο Διαδίκτυο ήταν πλέον τέτοιες που επέτρεπαν τη μεταφορά οπτικοακουστικών έργων μέσω του Διαδικτύου. Μετά τον ιδιόμορφο συνδυασμό του Τύπου με την οπτικοακουστική βιομηχανία, εμφανίζεται μια νέα ιδιόρρυθμη σύζευξη: αυτή της οπτικοακουστικής βιομηχανίας με τις τηλεφωνικές εταιρείες, οι οποίες ελέγχουν και την υποδομή του Διαδικτύου. Σήμερα πλέον, μπορείς να «κατεβάσεις, να δεις ή να αγοράσεις τα πάντα που έχουν σχέση με την οπτικοακουστική παραγωγή, μέσω του Διαδικτύου και της τηλεφωνικής εταιρείας που το ελέγχει. Νέες εταιρείες κολοσσοί αναπτύσσονται στον χώρο του Διαδικτύου (Netflix, Amazon Prime Video κ.ά.) οι οποίες σταδιακά απειλούν την κυριαρχία της σειράς της παραγωγής τύπου Χόλυγουντ.

1.4.4 Μια ακόμα αλλαγή: τα υβριδικά έξυπνα πολύ-μηχανήματα

Οι αλλαγές στον χώρο προβολής δεν σταματούν στις μεταλλάξεις της οθόνης και στα μέσα διανομής. Νέες σύγχρονες οπτικοακουστικές συσκευές εμφανίζονται στην αγορά, οι οποίες συνδυάζουν την τρισδιάστατη προβολή με την ικανότητα του μηχανισμού της συσκευής να αναγνωρίζει την κατεύθυνση του βλέμματος του θεατή, μέσα στον τρισδιάστατο εικονικό χώρο (η τεχνική motion tracking). Πρόκειται για κάσκες εικονικής πραγματικότητας, για παράδειγμα το σύστημα Oculus Rift (βλέπε https://www.oculus.com/en-us/rift/), το οποίο συγκρινόμενο με αντίστοιχα συστήματα του παρελθόντος παρουσιάζει τα εξής ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά:

α) Έχει ένα κόστος το οποίο απευθύνεται προς το ευρύ κοινό, απέναντι στα δυσκίνητα και ακριβά συστήματα των εργαστηρίων και των μουσείων (βλέπε http://www.visbox.com/products/cave/) και

β) Μεγάλες εταιρείες έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τον νέο τρόπο πρόσληψης της οπτικοακουστικής δημιουργίας, επενδύοντας μεγάλα ποσά στο μέλλον αυτού του συστήματος. (ένα τρανταχτό παράδειγμα είναι η αγορά της μικρής εταιρείας που δημιούργησε το Oculus Rift, από το Facebook, έναντι 2 δισεκατομμυρίων δολαρίων) (βλέπε άρθρο του Guardian με τίτλο: “Facebook closes its $2bn Oculus Rift acquisition. What next?”, The Guardian, 22 Ιουλίου 2014).

1.4.5 Η αντίσταση του παραδοσιακού κινηματογράφου με την δημιουργία των κινηματογράφων multiplex και τις στερεοσκοπικές προβολές

Οι τελευταίες εξελίξεις είναι γεγονός ότι προκαλούν ιδιαίτερα προβλήματα στο ισχυρό σύστημα παραγωγής – διανομής – κινηματογραφικής αίθουσας. Οι μεγάλες κινηματογραφικές εταιρείες αντιστέκονται κατασκευάζοντας τους κινηματογράφους multiplex, οι οποίοι παρέχουν πλήρη διασκέδαση με καφέ, εστιατόρια και μαγαζιά και προβάλλουν πολλές ταινίες σε στερεοσκοπική εκδοχή. Όμως το κοινό, το οποίο δέχεται την παγκόσμια οικονομική κρίση, σίγουρα προτιμά τη δωρεάν ή σχεδόν δωρεάν διασκέδαση, που μεταφέρεται στο σπίτι ή μέσα στο σακίδιο του. Πολλές εταιρείες, βέβαια, που έχουν μια μεγάλη οικονομική δύναμη, καθώς και μεγάλο δίκτυο διανομής, δεν έχουν πει την τελευταία κουβέντα τους σε μια εποχή που όλα τείνουν να πάρουν μια νέα μορφή. Η ίδια η εξέλιξη του οπτικοακουστικού χώρου θα είναι εντυπωσιακή και ενδιαφέρουσα και, σίγουρα, θα προκύψουν ενδιαφέροντα συμπεράσματα.

1.4.6 Το παράλληλο καλλιτεχνικό πειραματικό σύστημα και η νέα λαϊκή ψηφιακή τέχνη (ερασιτεχνική κινηματογραφία)

Η διαδοχική εξέλιξη της οπτικοακουστικής τεχνολογίας, για το ευρύ κοινό, προκάλεσε μια απελευθέρωση στα οπτικοακουστικά μέσα, και έδωσε πολλές δυνατότητες παραγωγής, διανομής και προβολής.

Από την εποχή της ακμής του κινηματογράφου (δεκαετία ‘60 – ‘70) υπήρξε μια σημαντική καλλιτεχνική παραγωγή με κάμερες 16mm, αλλά και S8 και με φορητές μικρές μηχανές προβολής, αλλά η μεγάλη εξάπλωση της ανεξάρτητης παραγωγής έγινε με την ανάπτυξη του βίντεο [9].

Η ανάπτυξη του βίντεο για το ευρύ κοινό, αξιοποιήθηκε από πρωτοπόρους καλλιτέχνες και διανοούμενους από όλους τους χώρους και, σε συνδυασμό με τις θεωρητικές διερευνήσεις του Marshal Mac Luhan και κυρίως τη θέση ότι «το Μέσον είναι το Μήνυμα», δημιουργήθηκε ένας ενδιάμεσος χώρος ανάμεσα την οπτικοακουστική παραγωγή και την εικαστική δημιουργία, η βίντεο-τέχνη.

Προς το τέλος της δεκαετίας του ‘90, διαμορφώθηκε μια εντελώς νέα, υβριδική, κατάσταση ως προς τις προσωπικές οπτικοακουστικές λήψεις: ενώ στη δεκαετία του ‘70 οι μηχανές *super 8* και στη δεκαετία του ‘80 οι ερασιτεχνικές μηχανές λήψης βίντεο είχαν απαγορευτικές τιμές για τον μέσο χρήστη και τα συστήματα επεξεργασίας του ερασιτεχνικού βίντεο ήταν ανύπαρκτα. Σταδιακά, οι τιμές των καμερών έγιναν προσιτές, μίκρυναν σε όγκο και εξελίχθηκαν σε ποιότητα εικόνας και ήχου, ενώ, από την άλλη μεριά, οποιοσδήποτε υπολογιστής είχε πλέον τη δυνατότητα να επεξεργαστεί αυτό το υλικό με επαγγελματική ακρίβεια και ποιότητα. Ο καθένας, αν το επιθυμούσε, θα μπορούσε να έχει στη διάθεσή του μια τεχνολογία σχεδόν εφάμιλλη με τα επαγγελματικά στούντιο. [16] .

Τελικά, μια εντελώς νέα κατάσταση θα εμφανιστεί στα μέσα της δεκαετίας του 2000, για να δημιουργήσει ένα εντελώς νέο καθεστώς σε σχέση με τη διαδικασία της οπτικοακουστικής καταγραφής: ο καθένας πλέον διαθέτει πάντα μαζί του μια πολύ καλή κάμερα, ενσωματωμένη, στο ασύρματο τηλέφωνό του (το ονομαζόμενο κινητό), η οποία μπορεί να εγγράψει φωτογραφίες και βίντεο, σήμερα πλέον πολύ καλής ποιότητας. Μάλιστα, τη φωτογραφία αυτή ή το βίντεο μπορεί να τα αποστείλει είτε σε κάποιο άτομο, το οποίο διαθέτει την αντίστοιχη τεχνολογία, είτε να τα «εκδώσει» σε ένα μέσο κοινωνικής επικοινωνίας. Ποτέ δεν έχει ξανασυμβεί κάτι αντίστοιχο, δηλαδή το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού της γης, να έχει τη δυνατότητα οποιαδήποτε στιγμή να καταγράψει μια σκηνή και να μπορεί να τη μεταδώσει.

Είναι γεγονός ότι η παραπάνω νέα κατάσταση επιδρά άμεσα στον τρόπο καλλιτεχνικής δημιουργίας και, βέβαια, αισθητικής. Ο σχολιασμός αυτού του θέματος θα γίνει αφού πρώτα αναλύσουμε τα ειδικά χαρακτηριστικά του κάθε διαφορετικού μηχανισμού αναπαράστασης της πραγματικότητας και περιγράψουμε την οντολογία του κάθε μέσου.

1.4.6.1 Ερασιτεχνικά προσωπικά βίντεο (σχέση επαγγελματικού και ερασιτεχνικού)

Όπως θίξαμε και παραπάνω, συμβαίνει η εξής ενδιαφέρουσα συνθήκη, η οποία ωφελεί ιδιαίτερα τις προσωπικές ή ερασιτεχνικές προσπάθειες. Όπως αναφέρει και ο σημαντικός μελετητής της διαδικτυωμένης κοινωνίας Manuel Castells: «ενώ οι βιομηχανίες αντιμετώπισαν το Διαδίκτυο απλώς σαν αυτοκινητόδρομους μεγάλης κυκλοφορίας, για να μεταφέρουν τα προϊόντα τους, το ευρύ κοινό ανακάλυψε και αξιοποίησε τα ειδικά του χαρακτηριστικά αναπτύσσοντας μικρές ή μεγάλες εφαρμογές. Η παραγωγή, διανομή και

ανταλλαγή οπτικοακουστικών έργων και η συζήτηση πάνω σε αυτά είναι μια από αυτές.» [1][2][3][4] (αναπτύσσεται στο κεφάλαιο 13: *Επί μέρους διαδικασίες και εργαλεία για την παραγωγή και προώθηση ενός έργου*).

1.5 Ο μηχανισμοί καταγραφής της πραγματικότητας

Στα παρακάτω κεφάλαια δεν θα θίξουμε την περίοδο της μηχανικής καταγραφής, κυρίως γιατί το αντικείμενο του παρόντος βιβλίου είναι η ψηφιακή τέχνη. Κατά τα άλλα , παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον τόσο οι πρώτες μηχανικές προσπάθειες για την κινούμενη εικόνα όσο και οι διαφορετικοί μηχανισμοί και εξελίξεις των κινηματογραφικών μηχανών καταγραφής και προβολής. Υπάρχει μια ισχυρή τάση τόσο για θεωρητικές μελέτες των μέσων αυτών, που χαρακτηρίζονται από τον γενικό όρο *Αρχαιολογία των μέσων*, όσο και για μια επιστροφή σε παραδοσιακές μορφές παραγωγής, όπως παραδοσιακό κινούμενο σχέδιο δύο διαστάσεων ζωγραφισμένο με το χέρι, stop motion ταινίες με πλαστελίνες ή κούκλες κ.ά. Κυρίως θα αναλύσουμε τη μετάβαση από την ηλεκτρονική εικόνα στην ψηφιακή. Θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε αυτήν τη μετάβαση ως «αντικατάσταση», γιατί, στην ουσία, οι δημιουργοί και κυρίως οι παραγωγοί ενδιαφέρονταν για τη συνέχεια του είδους όπως προϋπήρχε, με την αξιοποίηση όμως διαφορετικών μέσων.

1.5.1 Η πορεία της ηλεκτρονικής προς την ψηφιακή καταγραφή

Το πρώτο βίντεο αναπτύσσεται αυτόνομα το 1951, από την εταιρεία Ampex. Περνάει τα ίδια στάδια, όπως και το φιλμ, από το ασπρόμαυρο στο έγχρωμο και, παράλληλα, αυξάνεται η ευκρίνειά του. Το πρώτο φορητό βίντεο της Sony, το Portapak, το οποίο ζύγιζε 22 κιλά, σήμανε και την αρχή της βίντεο-τέχνης. Το φορητό βίντεο λανσάρεται στην Αμερική το 1965. Ο Κορεάτης Nam Jum Paik θα είναι ο πρώτος που θα αναγνωρίσει τις καλλιτεχνικές δυνατότητες αυτού του μέσου και θα αξιοποιήσει το Portapak, για κάνει τα πρώτα έργα της νέας τέχνης που θα ονομαστεί βίντεο-τέχνη. Αυτός ο τίτλος δεν είναι τόσο καθοριστικός οντολογικά. Ίσως θα ήταν πιο σωστό να ονομασθεί ηλεκτρονική τέχνη. Τελικά, ο όρος *ηλεκτρονικές τέχνες* (electronic arts) παραπέμπει σε μεγάλη εταιρεία ψηφιακών παιχνιδιών. Όμως και τα συγκεκριμένα ψηφιακά παιχνίδια αναφέρονται ατυχώς ως *βίντεο παιχνίδια* (video games).

Εικόνα 1.1 *Η Sony AV-3400 Portapak [πηγή: wikimedia commons, δημιουργός: Mwf95, άδεια χρήσης: Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International].*

Σε σχέση με τις ογκώδεις τηλεοπτικές κάμερες των τηλεοπτικών στούντιο, η 22 κιλών Portapak θεωρείται φορητή προσφέροντας, λόγω της λειτουργίας της με μπαταρία, γυρίσματα έξω από το στούντιο, όπως ακριβώς τα Χρώματα σε σωληνάρια, τα οποία επινοήθηκαν το 1841 από τον ζωγράφο John Goffe Rand και κατέστησαν δυνατή τη ζωγραφική στο ύπαιθρο επηρεάζοντας την εξέλιξή της σε βαθμό που λέγεται ότι ο Ρενουάρ είπε ότι χωρίς τα χρώματα σωληνάρια δεν θα είχε υπάρξει ο Εμπρεσιονισμός. (βλέπε άρθρο με τίτλο "Never Underestimate the Power of a Paint Tube", του Perry Hurt, SMITHSONIAN MAGAZINE, May 2013).

Οι πρώτες φορητές κάμερες αποτελούνταν από δύο μέρη, την κάμερα και το *μαγνητοσκόπιο VTR* (video tape recorder).

Η πρώτη φορητή κάμερα σήμαινε την αρχή της βίντεο-τέχνης, αλλά κυρίως η βίντεο-τέχνη χαρακτηρίστηκε από την επεξεργασία και αλλοίωση της υπόστασης της ηλεκτρονικής εικόνας που πρόβαλε. Οι καλλιτέχνες της βίντεο-τέχνης επεδίωκαν με την αλλοίωση της άρτιας εικόνας που πρόβαλε η τηλεόραση, να διαβρώσουν την κυρίαρχη καθωσπρέπει εικόνα των μαζικών μέσων επικοινωνίας και, ταυτόχρονα, να περιπλανηθούν σε νέες εικαστικές και αισθητικές διαδρομές που αφορούσαν αποκλειστικά την ηλεκτρονική εικόνα. Μια αισθητική την οποία δεν είχε μπορέσει μέχρι τώρα να δώσει η τηλεόραση που μονοπωλούσε τα ηλεκτρονικά μέσα.

Από τη δεκαετία του ’70 και μετά, ακολούθησε μια πληθώρα νέων μοντέλων και νέων ειδών βίντεο *μορφοτύπων* (formats), τόσο στον επαγγελματικό όσο και στον ερασιτεχνικό τομέα. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτής της εξέλιξης ήταν η μείωση του όγκου των μηχανημάτων, η αύξηση της ποιότητας της εικόνας και η μείωση της τιμής. Μια σημαντική αλλαγή που δημιουργεί δύο διαφορετικές εποχές σε σχέση με τα χαρακτηριστικά και τη δομής της εικόνας, είναι το πέρασμα από το αναλογικό βίντεο στο ψηφιακό, μια σημαντική αλλαγή η οποία σήμερα δεν είναι απόλυτα κατανοητή.

Το βίντεο χαρακτηρίζεται, επίσης, και από το μέγεθος της ταινίας που χρησιμοποιεί για την καταγραφή του υλικού. Δηλαδή, μειώνεται το μέγεθος της ταινίας και μετατρέπεται σε κασέτα, για να καταλήξει σήμερα σε ψηφιακή μνήμη η οποία μεταφέρεται σε διαφορετικά αποθηκευτικά είδη (HD, flash disk κ.ά.).

Το πρώτο επαγγελματικό βίντεο διαθέτει μια *ταινία ηλεκτρομαγνητικού υλικού εγγραφής* (videotape) 2 ιντσών (Quadruplex videotape Ampex 1956). Στη συνέχεια, η ταινία περιορίζεται στη 1 ίντσα (9 Type A videotape Ampex1958), η οποία επικρατεί για ένα μεγάλο διάστημα (δεκαετία του ’80) στην τηλεοπτική παραγωγή παγκοσμίως.

Το 1971, εμφανίζεται στην αγορά ένα πλήρες ημι-επαγγελματικό σύστημα που χρησιμοποιεί, ως μέσο εγγραφής, μια κασέτα με ταινία πλάτους 1/3 της ίντσας, το Umatic. Χρησιμοποιείται για την καταγραφή των ρεπορτάζ και ντοκιμαντέρ. Παρόλο που η εγγραφή ήταν κατώτερης ποιότητας, εγκρίθηκε από τον επαγγελματικό οπτικοακουστικό χώρο ως μια νέα μέθοδος εγγραφής βίντεο. Πριν από το Umatic, τα εξωτερικά γυρίσματα, όπως τα ρεπορτάζ ή τα ντοκιμαντέρ, γίνονταν με κάμερες φιλμ 16 χιλιοστών και μετά μεταφερόταν το φιλμ σε βίντεο (telecine), αν προοριζόταν για την τηλεόραση. Η ολοκληρωμένη δομή του Umatic τόσο σε σχέση με το στάδιο της παραγωγής (φορητές κάμερες και μαγνητοσκόπια) όσο και με το στάδιο της επεξεργασίας του (επιτραπέζια μαγνητοσκόπια και ειδικές κονσόλες για μοντάζ και για επεξεργασία της εικόνας και του ήχου) του δίνουν μια μεγάλη ευκινησία και, βέβαια, προσφέρουν οικονομία στην παραγωγή, γιατί η κασέτα δεν κοστίζει τόσο ακριβά όσο το φιλμ, δε χρειάζεται εμφάνιση, νέα αντίγραφα κ.λπ. και μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί. Το βίντεο Umatic συντελεί στην ανάπτυξη παράλληλων χώρων παραγωγής και μετάδοσης έργων, όπως πολιτιστικά κέντρα, σύλλογοι, και ομάδες ανεξάρτητων καλλιτεχνών. Είναι η πρώτη φορά που οι καλλιτέχνες και διανοούμενοι έχουν, οργανωμένα, τον δικό τους λόγο στον οπτικοακουστικό χώρο. Το Umatic έχει δύο διαφορετικά είδη που χαρακτηρίζονται από την ποιότητα της εικόνας, το Hi res (*υψηλή ανάλυση* (high resolution)) και το Low res (αντίστοιχα *χαμηλή ανάλυση* (low resolution)). Την εποχή εκείνη, τα προϊόντα του βίντεο χωρίζονται σε όσα έχουν δυνατότητα να παράγουν ένα υλικό που η ποιότητά του επιτρέπει να παρουσιαστεί στα μέσα μαζικής επικοινωνίας, είναι δηλαδή το υλικό τους podcasting, και σε όσα προορίζονται για οικιακή χρήση.

Το 1982, η Sony λανσάρει στην αγορά το *μορφότυπο* (format) Betacam, το οποίο θα επικρατήσει στην επαγγελματική οπτικοακουστική παραγωγή του βίντεο μέχρι την επικράτηση του ψηφιακού βίντεο. Η τεχνολογία του Betacam, καταγράφοντας σε ξεχωριστό κανάλι τη φωτεινότητα (luminance "Y") και σε ξεχωριστό το χρώμα (chrominance), πετυχαίνει μια υψηλή broadcast[1] εικόνα και επιβάλλεται στον οπτικοακουστικό χώρο. Δέχεται μια κασέτα με ταινία 1/2 ίντσας και έχει όγκο και βάρος τέτοιο, ώστε να επιτρέπει ουσιαστικά γυρίσματα σε εξωτερικούς χώρους. Αποτελεί το επαγγελματικό μορφότυπο μέχρι, τελικά, την επικράτηση του ψηφιακού βίντεο. Η μακροβιότητα αυτή της τεχνολογίας του Betacam επιτρέπει την ανάπτυξη νέων βοηθητικών τεχνολογιών ως προς την επεξεργασία, όπως εξελιγμένα συστήματα μοντάζ και επεξεργασίας της εικόνας, ειδικά εφέ, όπως το color key (βλέπε εξήγηση στο σχετικό άρθρο της Wikipedia) και άλλα τα οποία θα αξιοποιηθούν ιδιαίτερα και από τους βίντεο καλλιτέχνες.

Τις δεκαετίες ’70 – ’80 υπάρχει μια μεγάλη ανάπτυξη της τεχνολογίας βίντεο για το ευρύ κοινό.

---

[1] Ως broadcast χαρακτηρίζεται η εικόνα του βίντεο η οποία τηρεί τα πρότυπα (ανάλυση γραμμών, σήμα κ.λπ.) για τη μετάδοση σε τηλεοπτικούς σταθμούς. Περισσότερα στο σχετικό άρθρο της Wikipedia.

Ο στόχος των εταιρειών είναι να έχει το κάθε σπίτι ένα επιτραπέζιο βίντεο. Από την άλλη πλευρά οι εταιρείες προσβλέπουν να κερδίσουν το μερίδιο των ερασιτεχνών που ασχολούνται με την ταινία σούπερ 8. Εμφανίζονται τα πρώτα φορητά συστήματα λήψης βίντεο δύο μερών (κάμερα και μαγνητοσκόπιο). Την εποχή εκείνη επικρατεί η κασέτα VHS.

Μια βασική εξέλιξη, που θα επηρεάσει σημαντικά τον τρόπο παραγωγής και θα δώσει μια μεγάλη ελευθερία στους δημιουργούς, είναι η εμφάνιση του Camcorder. Πρόκειται για μια υβριδική μηχανή λήψης που εμπεριέχει στο σώμα της κάμερας και το μαγνητοσκόπιο. Αυτό συμβαίνει σχεδόν ταυτόχρονα, τόσο στον επαγγελματικό χώρο όσο και στο ευρύ κοινό. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι την εποχή εκείνη παρουσιάζεται μια μεγάλη ανάπτυξη στον χώρο του βίντεο για το ευρύ κοινό.

Το 1987, εμφανίζεται στην αγορά το SVHS (Super VHS), το οποίο χαρακτηρίζεται από την ίδια τεχνολογία luminance / chrominance με τα επαγγελματικά betacam. Η τεχνολογία αυτή θα επιτρέψει να αποκτήσει μια ιδιαίτερα καλή ευκρίνεια. Το μέγεθος της κασέτας είναι το ίδιο, αλλά ο νέος τρόπος καταγραφής του σήματος, του επιτρέπει να έχει μια ποιότητα στην εικόνα που είναι εφάμιλλη του UMATIC. Στην αρχή της δεκαετίας του ’90, το μέγεθος της κασέτας μειώνεται δραστικά, με το νέο μοντέλο που εμφανίζεται στο εμπόριο, το video 8, μειώνεται, επίσης, το μέγεθος και των καμερών βίντεο, οι οποίες χωράνε, πλέον, σε μια παλάμη. Σύντομα, θα ακολουθήσει το Hi 8, και στη συνέχεια το ψηφιακό βίντεο Digital 8. Πολλοί βίντεο καλλιτέχνες, αυτή την εποχή, κάνουν τα κινηματογράφηση των έργων τους με ερασιτεχνικά βίντεο και, στη συνέχεια, μεταγράφουν το υλικό τους σε Beta, όπως είχε καθιερωθεί η ονομασία, για να κάνουν την επεξεργασία σε επαγγελματικά στούντιο. Μέχρι ενός ορισμένου σημείου τα ερασιτεχνικά και τα ημι-επαγγελματικά βίντεο έχουν ως μέτρο αναφοράς το επαγγελματικό podcasting βίντεο που φτάνει τις 700 γραμμές.

Εικόνα 1.2 *Διαφορετικά αποθηκευτικά μέσα του βίντεο [πηγή: wikimedia commons, δημιουργός: Austinmurphy at English Wikipedia, άδεια χρήσης: public domain].*

1.5.2 Ο ενδιάμεσος χώρος: καταγραφή του ηλεκτρονικού μέσου με ψηφιακό τρόπο. Το ψηφιακό βίντεο ή ο ψηφιακός κινηματογράφος

Η είσοδος της νέας τεχνολογίας ψηφιακής καταγραφής του βίντεο φέρνει μια μεγάλη ανατροπή. Όπως σχεδόν σε όλους τους χώρους, μειώνεται ο όγκος των μηχανημάτων, καθώς και η τιμή, και αυξάνεται η ευκρίνεια και η αποτελεσματικότητα. Σταδιακά, όλη η παλιά τεχνολογία αποσύρεται και εγκαθίσταται μια νέα τεχνολογία και κυρίως μια νέα λογική παραγωγής των οπτικοακουστικών έργων.

Ως προς την ίδια την εικόνα, επιτυγχάνεται η εικόνα υψηλής ευκρίνειας, άρα, σταδιακά, υποχωρεί η μεγάλη αδυναμία του βίντεο απέναντι στο φιλμ. Με την εμφάνιση της εικόνας υψηλής ευκρίνειας, το επαγγελματικό βίντεο και οι τηλεοράσεις σκοπεύουν μια αναβάθμιση της ποιότητάς τους απέναντι στην ποιότητα της εικόνας του φιλμ. Όμως, η βασική αιτία που θα πιέσει για μια καλύτερη ποιότητα στην εικόνα του βίντεο προέρχεται από τον ίδιο τον κινηματογράφο. Είναι η εποχή που ένα μεγάλο μέρος της παραγωγής και κυρίως της μετά-παραγωγής των κινηματογραφικών ταινιών γίνονται πάνω σε ψηφιακή εικόνα, η οποία καταγράφεται σε format ψηφιακού βίντεο για να μεταφερθεί στη συνέχεια σε κινηματογραφικό φιλμ.

Σε αυτό το σημείο, τίθεται ένα θέμα ορολογίας και έτσι γεννιούνται τα παρακάτω ερωτήματα: οι εικόνες υψηλής ευκρίνειας που παράγονται και αποθηκεύονται σε σκληρούς δίσκους καταχωρίζονται οντολογικά στον χώρο του βίντεο ή του κινηματογράφου; Ή, αντίστοιχα, η επεξεργασία των τρισδιάστατων ρεαλιστικών εικόνων που εντάσσονται σε φιλμ κανονικών γυρισμάτων σε φυσικούς χώρους, το οποίο μεταφέρεται σε ψηφιακή μορφή για να επεξεργαστεί, ανήκουν στον χώρο του βίντεο ή αποτελούν ένα νέο κινηματογραφικό υπόστρωμα; Και το σύστημα προβολής υψηλής ευκρίνειας βίντεο, το οποίο υπάρχει πλέον στις περισσότερες κινηματογραφικές αίθουσες, μπορεί να χαρακτηριστεί ως βίντεο προβολή ή είναι κινηματογράφος που προβάλλεται μέσω μιας βίντεο προβολής ή, τελικά, ψηφιακής προβολής;

Βέβαια δεν είναι τα μόνα ερωτήματα που γεννά η τάση της εποχής για υβριδικούς συνδυασμούς: ο χώρος των μηχανισμών καταγραφής κινούμενης εικόνας που έχει φτάσει σε μια πολύ καλή ευκρίνεια εικόνας και έχει μικρύνει σε όγκο συναντά την τεχνολογία της κινητής τηλεφωνίας. Πολλές συσκευές τηλεφώνων πλέον έχουν τη δυνατότητα να καταγράφουν μια πολύ καλής ποιότητας ακίνητη ή κινούμενη εικόνα, σε βαθμό που αρκετοί καλλιτέχνες, όπως ο Mark Amerika έχουν φτιάξει ταινίες μεγάλου μήκους χρησιμοποιώντας το κινητό τους .

Ο Mark Amerika, ακριβώς για να αναδείξει το βασικό ερώτημα που τίθεται σήμερα «τι είναι κινηματογράφος», θα συμπληρώναμε οπτικοακουστική παραγωγή, δημιουργεί, το 2011, τη ταινία *Immobilité* (http://markamerika.com/artworks/immobilite-mark-amerika). Πρόκειται για μια μεγάλου μήκους ταινία την οποία δημιούργησε ο καλλιτέχνης εξολοκλήρου με την κάμερα ενός κινητού τηλεφώνου και μονταρισμένη με ένα ερασιτεχνικό σύστημα τύπου DIY (Do-It-Yourself), που διαθέτουν όλοι οι υπολογιστές. Εργάστηκε, δηλαδή με την ίδια μέθοδο, την οποία χρησιμοποιούν οι ερασιτέχνες που ανεβάζουν τα βίντεό τους περιβάλλοντα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, όπως το YouTube.

Ο Mark Amerika περιγράφει το *Immobilité* ως «μια μεγάλου μήκους διεθνή ταινία γυρισμένη εξολοκλήρου με ένα κινητό τηλέφωνο στην Κορνουάλλη, της Αγγλίας». Το έργο περιλαμβάνει μια πρωτότυπη *μουσική επένδυση* (soundtrack) από τον διάσημο *σχεδιαστή ήχου* (sound designer) Chad Mossholder, με τη συμμετοχή στον ρόλο των ηθοποιών της αρχιτεκτόνισσας Camille Lacadee και της θεωρητικού στις νέες τεχνολογίες Magda Tyzlik-Carver , τους οποίους ανακαλύπτουμε μέσα και έξω από απόκοσμα τοπία της ταινίας.

Σίγουρα βρίσκεται σε μια σύγχυση ο χώρος της οπτικοακουστικής έρευνας και δεν είναι απόλυτα γνωστό το επόμενο βήμα. Προς το παρόν, είναι χρήσιμο να διευκρινισθεί, ότι η οπτικοακουστική παραγωγή (πολύ συνειδητά δεν χρησιμοποιούμε την έννοια «βίντεο») και κατ' επέκταση η βίντεο-τέχνη χωρίζεται σε δύο διακριτές περιόδους, διαφορετικές η μία με την άλλη: την περίοδο του αναλογικού βίντεο και την περίοδο του ψηφιακού βίντεο. Το αναλογικό βίντεο είχε περιορισμένες δυνατότητες επεξεργασίας της εικόνας, οι οποίες πραγματοποιούνταν κυρίως με αναλογικό τρόπο. Είχε δε ένα βασικό μειονέκτημα: η κάθε επί πλέον επεξεργασία σήμαινε μια επί πλέον μεταγραφή του υπάρχοντος υλικού σε ένα νεότερο αντίγραφο (δηλαδή κόπια στην κινηματογραφική γλώσσα), το οποίο, έστω και κατά το ελάχιστο, θα είχε μια ποιότητα κατώτερη από την κόπια που αντιγράφτηκε.

Το αναλογικό βίντεο έχει μια εικόνα με πιο μαλακό κοντράστ, είναι εύθραυστο και η επεξεργασία του στηρίζεται στις επαναλαμβανόμενες μεταγραφές του. Βρίσκεται, δηλαδή, πιο κοντά στη λογική του μαγνητοφώνου και όχι της ταινίας που η επεξεργασία της σήμαινε κοπή του ίδιου του υλικού και κόλλημα με άλλη διάταξη. Είναι ένα εύθραυστο υλικό το οποίο αναπτύσσεται μέσα από τις μεταγραφές και η επεξεργασία του απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και ευαισθησία από τον δημιουργό.

Η ψηφιακή καταγραφή του βίντεο αλλάζει εντελώς την υπόστασή του. Δεν εγγράφονται οι μαγνητικές ταλαντώσεις που προκαλεί η εικόνα, αλλά η μεταφορά του φυσικού φαινομένου σε ψηφιακή αρίθμηση 1 και 0 των σημείων η οποία αντιστοιχεί σε αριθμούς αλλιώς σε ψηφία, δηλαδή στην ψηφιακή υπόσταση της εικόνας που αναγνωρίζει ο υπολογιστής.

Η ψηφιακή δομή της εικόνας αφενός μεν κρατάει αναλλοίωτη την ευκρίνειά της, άσχετα με το πλήθος των μεταγραφών, αφού αντιγράφονται στην ουσία αριθμοί, και αφετέρου επιτρέπει έναν μεγάλο αριθμό αλγοριθμικών επεξεργασιών. Η ψηφιακή βίντεο-εικόνα, δεχόμενη τα τρισδιάστατα ή δισδιάστατα κινούμενα ψηφιακά σχέδια και έχοντας τη δυνατότητα να ενοποιήσει τις διαφορετικές τεχνικές στην ίδια (ψηφιακή) δομή του (με το compositing), δημιουργεί μια σύνθετη νέα οντολογία αναπαραγωγής της εικόνας, μιας εικόνας η οποία συνδυάζει τον φυσικό κόσμο με τον φαντασιακό.

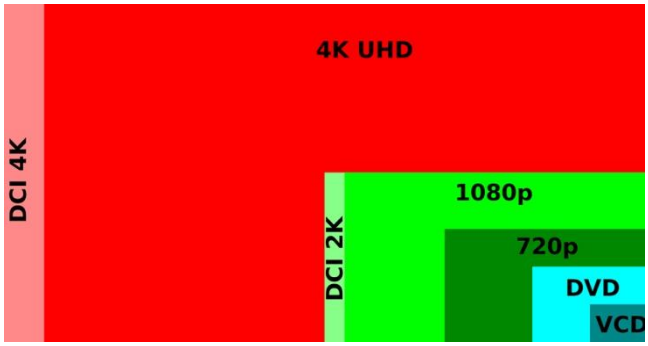
Όμως, προς το τέλος της δεκαετίας του 2010, οι συνθήκες αλλάζουν και ως προς τους ψηφιακούς μηχανισμούς καταγραφής της κινούμενης εικόνας. Εμφανίζεται μια νέα σειρά μηχανών λήψης, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να καταγράφουν με τέτοια ευκρίνεια την εικόνα ώστε να πλησιάζει την κινηματογραφική εικόνα. Δεν είναι ίσως τυχαίο ότι τερματίζει ο όρος που αναφέρει την ευκρίνεια όπως το

high resolution, HD κ.λπ. και ξεκινάει ένα νέο μέσο μέτρησης σε σχέση με την ευκρίνεια της λήψης και εγγραφής της ευκρίνειας με τον χαρακτηριστικό όρο 2K, 4K, και 8K και εμφανίζεται μια νέα μάρκα κάμερας η οποία δεν προέρχεται από τις βεντέτες κάμερες της γενιάς του κινηματογράφου και του βίντεο. Πρόκειται για την κάμερα Red. Η εταιρεία Red Digital Cinema ιδρύεται το 2005 από τον Jim Jannard και μια μικρή ομάδα συνεργατών του σε μια αποθήκη, με στόχο να δημιουργήσει υψηλού επιπέδου ψηφιακές βιντεοκάμερες, οι οποίες να είναι οικονομικά προσιτές και προσανατολισμένες στο format βίντεο 4K το οποίο θεωρούσαν ότι ήταν το μέλλον της ψηφιακής λήψης εικόνας.

Για να διαμορφωθεί μια άποψη για τα διαφορετικά είδη του ψηφιακού βίντεο και την ευκρίνεια της παραγόμενης εικόνας, παραθέτουμε τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1.1).

Τα μορφότυπα του ψηφιακού βίντεο / κινηματογράφου	**Ευκρίνεια σε γραμμές**
D1/DV PAL το στάνταρ formats που χρησιμοποιούσε το ψηφιακό βίντεο	720x576
High Definition Television (HDTV), γνωστή και ως Full HD	1920 × 1080
HDV 720p16:9	1280x720
2K / 16mm	2048x1536
4K / 35mm / 35mm 1.33 Aspect	4096x3072

Πίνακας 1.1 *Τα διαφορετικά είδη του ψηφιακού βίντεο και η ευκρίνεια της παραγόμενης εικόνας.*



Εικόνα 1.3 *Σχηματική απεικόνιση αναλύσεων ψηφιακού βίντεο [πηγή: wikimedia commons, δημιουργός: TRauMa, άδεια χρήσης: Creative Commons CC0 1.0 Universal Public Domain Dedication].*

1.5.2.1 Ένα υβριδικό μέσο: η φώτο-κινηματογραφική μηχανή

Μια ιδιόμορφη περίπτωση που συμπληρώνει την εξέλιξη η οποία αφορά τις μεταλλάξεις των μηχανισμών καταγραφής της πραγματικότητας και του υβριδισμού που χαρακτηρίζει την εποχή μας, είναι η εξέλιξη των 35 reflex φωτογραφικών μηχανών, ή αλλιώς όπως συνηθίζεται να αποκαλούνται SLR (single-lens reflex camera, στα ελληνικά *Μονοοπτική ρεφλέξ φωτογραφική μηχανή*) σε κινηματογραφικές μηχανές λήψης χαμηλού κόστους. Το βασικό χαρακτηριστικό των reflex φωτογραφικών μηχανών ήταν το γεγονός ότι ο χειριστής έβλεπε το θέμα του μέσα από τον φακό της μηχανής, ο οποίος έκλεινε την ώρα που τραβούσε τη φωτογραφία. Ουσιαστικά, η ιδέα ξεκινάει από την camera obscura η οποία περιγράφτηκε το 1676. Η πρώτη πατέντα κατατέθηκε το 1861 και η πρώτη κάμερα άρχισε να παράγεται το 1884. Αυτό το είδος, τελικά, αναπτύσσεται σε μεγάλη κλίμακα τη δεκαετία του 1960 και αποκτά μεγάλη φήμη για την αντοχή της, την ευχρηστία, το μικρό μέγεθος και τις δυνατότητες ελέγχου της ταχύτητας και της φωτεινότητας του φακού, μέσα από καταγραφές σε ιδιαίτερα δύσκολες συνθήκες. Οι φωτογραφικές αυτές μηχανές ακλουθώντας τις εξελίξεις που φέρνει η ψηφιακή εποχή καταργούν σταδιακά το φωτοχημικό φιλμ και μεταλλάσσονται σε ψηφιακές μηχανές. Η πρώτη φωτογραφική μηχανή που κάνει ψηφιακή καταγραφή είναι η Kodak Digital

Camera System DCS το 1991, όμως προς το τέλος της δεκαετίας έχουν πια μια δυναμική παρουσία, βγάζουν στο περιθώριο το φωτοχημικό φιλμ και εντάσσουν στη δομή τους και τη δυνατότητα καταγραφής βίντεο. Η ποιότητα του βίντεο που έχουν οι Digital SLR (ή DSLR) φωτογραφικές μηχανές, καθώς και οι φακοί που διαθέτουν, σε συνδυασμό με τη χαμηλή τιμή, σε σχέση με τις αντίστοιχες κάμερες βίντεο, τις καθιστούν προτιμότερες σε πολλές περιπτώσεις από τις μηχανές βίντεο λήψης. Οι περισσότεροι ανεξάρτητοι σκηνοθέτες σήμερα παράγουν τις ταινίες τους με φωτογραφικές μηχανές DSLR και με μηχανισμούς που έχουν παραχθεί στην αγορά από μικρές εταιρείες. Οι μηχανές αυτές κάνουν πιο εύχρηστο το γύρισμα.

Για να ολοκληρωθεί η περιγραφή σε σχέση με την εξέλιξη των μέσων που δίνουν την εικόνα του κόσμου, θα πρέπει να αναφέρουμε και την επανάσταση που έφεραν οι μικρές εύχρηστες, αδιάβροχες και μεγάλης αντοχής στις κακουχίες, μηχανές λήψης οι οποίες είχαν τη δυνατότητα να έχουν μια ιδιαίτερη θέση στην οπτική αντίληψη της πραγματικότητας.

Μια μικρή αναπτυσσόμενη εταιρεία βγάζει τη μηχανή GOPRO, η οποία μπορεί, με ειδικούς μηχανισμούς, να προσαρμοσθεί πάνω σε άτομα που βρίσκονται σε ιδιαίτερα δύσκολες συνθήκες, όπως να πετάνε, να πέφτουν στο κενό, να εξερευνούν τον βυθό της θάλασσας, να κάνουν ακροβατικά με μοτοσυκλέτες, αλεξίπτωτα ή σερφ κ.λπ. Μερικές από αυτές τις λήψεις έχουν ξαναγίνει, αλλά αυτό που συμπληρώνει και συντελεί σε αυτήν την επανάσταση της κάμερας – μάτι είναι το μικρό της μέγεθος, η καλή ευκρίνεια (σήμερα έως και 4K) και η χαμηλή της τιμή. Το κάθε άτομο πλέον που βλέπει τον κόσμο διαφορετικά έχει τη δυνατότητα να καταγράψει τη ματιά του.

Παράδειγμα: Παρουσιάζοντας την ιδιαιτερότητα μέσα από ένα άλμα (http://vimeo.com/28884031).

Αλλά και ο καθένας μπορεί, φορώντας απλώς ένα ζευγάρι γυαλιά, να καταγράφει τον κόσμο, αλλά και να επεξεργάζεται μεταδεδομένα, δηλαδή πληροφορίες σε σχέση με τις εικόνες που εκείνη τη στιγμή βλέπει μέσα από τα γυαλιά. Αυτά είναι σίγουρα ακόμα σε ένα πειραματικό στάδιο, αλλά, όταν αυτή η προσπάθεια υπογράφεται από την Google (https://developers.google.com/glass/), έχει άλλη βαρύτητα.

Τέλος, στη σύζευξη των διαφορετικών ειδών, έρχεται να προστεθεί μια νέα αναπτυσσόμενη οικογένεια, αυτή των ρομποτικών ιπτάμενων αντικειμένων με την ονομασία Drone.

Ως προς τον οπτικοακουστικό χώρο, γίνεται ένας συνδυασμός ανάμεσα στα ρομποτικά μπράτσα που ελέγχουν την κάμερα λήψης, την ασύρματη μεταφορά του οπτικοακουστικού σήματος (χαρακτηριστικό της τηλεόρασης) και των μη επανδρωμένων ιπτάμενων μέσων που χρησιμοποιεί κυρίως ο στρατός. Τα αποτελέσματα είναι εντυπωσιακά και, όπως σε όλες τις τελευταίες εξελίξεις, χαμηλού κόστους.

Μετά την ένταξη των καμερών – drones στην οπτικοακουστική παραγωγή, η εικόνα του κόσμου έχει αποκτήσει μια ακόμη όψη. Μετά από την όψη του «ματιού του ψαριού» (fisheye), που χαρακτηρίζει την όψη που δίνουν οι εξαιρετικά ευρυγώνιοι φακοί, προστίθεται η όψη «ματιού του αετού» που παρακολουθεί από ψηλά το έδαφος.

Τέλος, ως προς την παρουσίαση του έργου, θα πρέπει να αναφέρουμε την τάση του στερεοσκοπικού κινηματογράφου, μια μέθοδο που ξεκινάει πριν από τον κινηματογράφο, τον 19^{ο} αιώνα, που αποκτά όμως όλο και περισσότερο ενδιαφέρον σήμερα, τόσο σε σχέση με την προβολή (π.χ. η ταινία *Avatar* του σκηνοθέτη James Cameron, 2009 (βλέπε πληροφορίες εδώ) αλλά και οι πιο καλλιτεχνικές ταινίες όπως η ταινία *Pina* του Wim Wenders (βλέπε σχετικά άρθρα εδώ και εδώ) ή η ταινία *Goodbye to Language* του Jean-Luc Godard (βλέπε σχετικό άρθρο εδώ).

1.6 Η επεξεργασία της εικόνας

1.6.1 Η επεξεργασία της εικόνας του βίντεο

Η εμφάνιση του βίντεο και η εξέλιξή του σε ψηφιακή κινούμενη εικόνα, πάνω απ' όλα σημαίνει πρόσβαση, εκ μέρους του δημιουργού, στην ίδια την υπόσταση της εικόνας. Ανοίγει ένα σημαντικό κεφάλαιο, αυτό της επεξεργασίας της εικόνας μετά την καταγραφή της. Οι πρώτοι συστηματικοί πειραματισμοί για εικαστική επεξεργασία της εικόνας του βίντεο εμφανίζεται με την ανάπτυξη της βίντεο-τέχνης. Μάλιστα ξεκίνησε πολύ πρόσφατα από το 1969. Ένα από τα πρώτα συστήματα επεξεργασίας του βίντεο, το Paik/Abe synthesizer, κατασκευάστηκε από τον ιδρυτή της βίντεο-τέχνης Nam June Paik σε συνεργασία με τον μηχανικό βίντεο Shuya Abe στο WGBH Boston Experimental TV Center. Τα πρώτα συστήματα επεξεργασίας, κυρίως αλλοίωσης της εικόνας βίντεο, ήταν επηρεασμένα από τα αντίστοιχα συστήματα του ήχου. Μάλιστα, στους πειραματισμούς τους οι καλλιτέχνες χρησιμοποιούσαν και μηχανισμούς συνθεσάιζερ προορισμένους για τον ήχο.

Το synthesizer της εικόνας του Paik και του Abe επέτρεπε την ανάμειξη χρωμάτων και σχημάτων διαφορετικών εικόνων αξιοποιώντας και τα ηλεκτρονικά κύματα τα οποία μπορούσαν να απεικονιστούν.

Ο Paik κατά τον Vasulka έλεγε γι' αυτήν την εξέλιξη: «Αυτό θα μας δώσει την ευκαιρία να διαμορφώσουμε την οθόνη τηλεόρασης σε καμβά ο οποίος θα μας επιτρέπει να δημιουργούμε με τόση ακρίβεια όση διέθετε ο Leonardo da Vinci, τόσο ελεύθερα όσο και ο Picasso , τόσο πολύχρωμα όπως και ο Renoir, τόσο βαθιά όσο και ο Mondrian, τόσο βίαια όσο και ο Pollock και τόσο λυρικά όσο ο Jasper Johns.» (βλέπε σχετικά άρθρα εδώ, εδώ, εδώ κι εδώ).

Δύο καλλιτέχνες που ασχολήθηκαν ιδιαιτέρα με την υπόσταση της εικόνας του βίντεο και την πειραματική επεξεργασία του ήταν το ζεύγος Steina και Woody Vasulka. Οι Steina (μουσικός σε κλασσική ορχήστρα) και η Woody (κινηματογραφικές σπουδές) Vasulka από τη δεκαετία του '60 μετακομίζουν στη Νέα Υόρκη και, σταδιακά, ασχολούνται με τη βίντεο-τέχνη. Το 1971 ιδρύουν το *The Kitchen, a multi-use media theater*, το οποίο βρίσκεται στην κουζίνα του Mercer Arts Centre στο Greenwich Village, όπου συγκεντρώνονται για να πειραματιστούν και να παρουσιάσουν έργα οι περισσότεροι πρωτοποριακοί καλλιτέχνες από διαφορετικούς χώρους της Τέχνης και, φυσικά, το μεγαλύτερο δυναμικό της βίντεο-τέχνης. Οι ίδιοι πειραματίζονται με διάφορες κατασκευές οι οποίες μεταπλάθουν εικαστικά το σήμα βίντεο. Οι Vasulka πειραματίζονται με την έννοια του χώρου και την αναπαράσταση του μέσου του σήματος του βίντεο. Χρησιμοποιούν μηχανήματα όπως scan processors, video sequencers, αλλά και παραβολικούς καθρέφτες, για να πειραματιστούν με την οπτική του βίντεο και την οντολογική του θέση στον χώρο της οπτικοακουστικής Τέχνης.

Για scan processors βλέπε εδώ. Για video sequencers βλέπε εδώ.

Γενικά, είναι μια ηρωική εποχή με πολλά αυτοσχέδια και χειρωνακτικά εφέ, με την αξιοποίηση του φαινόμενου του feedback (όταν στρέφεις την κάμερα σε μια πηγή που εκπέμπει η ίδια και το σήμα δημιουργεί μια λούπα αφού εικονίζει την εικόνα του) πειραματισμός με επεξεργαστές ηχητικών σημάτων κ.ά. Την εποχή που οι καλλιτέχνες πειραματίζονται με την εικόνα του βίντεο, αναπτύσσονται, παράλληλα, πειραματισμοί ως προς την εικόνα που μπορεί να δημιουργήσει και να επεξεργαστεί ο υπολογιστής. Προς το τέλος της δεκαετίας του '80 οι δύο κόσμοι θα συναντηθούν.

1.6.2 Ο υπολογιστής ως συνεργός στην επεξεργασία της εικόνας του βίντεο

Παράλληλα με την εξέλιξη των οπτικοακουστικών τεχνολογιών, μηχανικών και ηλεκτρονικών, αναπτύσσεται ο υπολογιστής. Ο υπολογιστής εμφανίζει την πρώτη ολοκληρωμένη του μορφή στη δεκαετία του '40, ενώ στο ευρύ κοινό ο προσωπικός υπολογιστής διατίθεται στο εμπόριο τη δεκαετία του 1970.

Ο υπολογιστής στα πρώτα του βήματα επικοινωνεί με τους χρήστες μέσω του χαρτιού: ο χρήστης εισάγει στον υπολογιστή τα δεδομένα με διάτρητες χάρτινες καρτέλες και παίρνει τα αποτελέσματα σε τυπωμένο χαρτί. Βοηθητικά, υπάρχουν κάποιες οθόνες ενσωματωμένες στο σύστημα. Στη δεκαετία του '70 και με την ανάπτυξη των προσωπικών υπολογιστών, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής συνδέεται με την οθόνη, καθοδικής λυχνίας (CRT), όπως αυτή που χρησιμοποιεί το βίντεο. Στα πρώτα βήματα, η οθόνη είναι μονόχρωμη και με ελάχιστη ανάλυση.

Προς το τέλος της δεκαετίας του '70, μια σειρά υπολογιστών, κυρίως για χομπίστες, όπως ο Apple Macintosh (Mac), Atari, Amiga, εξελίσσουν τα χαρακτηριστικά τους, καθιερώνουν το χρώμα και μια καλύτερη επιφάνεια εργασίας. Είναι η εποχή κατά την οποία, σε ερευνητικό επίπεδο, αναπτύσσονται οι πρώτες κάρτες γραφικών, οι γρήγοροι σκληροί δίσκοι αποθήκευσης και τα τρισδιάστατα γραφικά. Σταδιακά, η τεχνολογία επεξεργασίας των δεδομένων και αποθήκευσης αναπτύσσεται και επιτρέπει τη δημιουργία του τρισδιάστατου κινούμενου σχεδίου (εμφανίζονται τα πρώτα πειράματα το 1973, ενώ η παραγωγή της πρώτης ταινίας μεγάλου μήκους τρισδιάστατου κινούμενου σχεδίου πραγματοποιείται το 1995 (το *Toy Story* της Pixar). Η τεχνική αυτή θα αλλάξει ριζικά την παραγωγή του κινηματογράφου (βλέπε εδώ και εδώ).

Δύο «μηχανήματα» αυτή την εποχή έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της ψηφιακής τέχνης και δημιούργησαν μια συγκεκριμένη τάση λόγω των ειδικών χαρακτηριστικών τους αλλά και της πολύ χαμηλής τους τιμής απέναντι στον πάντα ακριβό Apple Macintosh: ήταν ο προσωπικός υπολογιστής Atari ST για τον χώρο της μουσικής, ο μόνος προσωπικός υπολογιστής με ενσωματωμένη είσοδο πρωτόκολλου MIDI (Musical Instrument Digital Interface), το πιο βασικό πρωτόκολλο ψηφιακής διασύνδεσης μεταξύ των

μουσικών οργάνων και συσκευών που τους επιτρέπει την σύνδεση και επικοινωνία μεταξύ τους. Το δεύτερο «μηχάνημα» που συνέβαλε στην εξέλιξη της ψηφιακής τέχνης είναι η AMIGA που σχετίζεται με την εικόνα.

Η Amiga 500 λανσαρίστηκε από την Commodore το 1985, ενώ δύο χρόνια αργότερα εμφανίζεται η Amiga 2000. Η Amiga 2000, χάρη στο Genlock και τις εσωτερικές υποδοχές επέκτασης, κατάφερε να μεταπλαστεί σε ένα εξειδικευμένο μηχάνημα για γραφικά σε βίντεο έργα. Το Genlock ήταν μια *διεπαφή* (interface) η οποία συνέδεε και συγχρόνιζε μια ψηφιακή εικόνα, ακίνητη ή κινούμενη, 2 διαστάσεων, που είχε κατασκευαστεί με πρόγραμμα γραφικών στην Amiga με την εικόνα του βίντεο. Η μέθοδος αυτή δεν έχει καμία σχέση με τη σημερινή δομή των ψηφιακών εικόνων, οι οποίες έχουν όλες (βίντεο, τρισδιάστατα γραφικά, διάφορα εφέ) την ίδια δομή, την ψηφιακή, και για τον λόγο αυτό έχουν τη δυνατότητα να συνδυαστούν μεταξύ τους και όχι να επικολληθεί το ένα υπόστρωμα της μιας πάνω στο υπόστρωμα της άλλης. Η ψηφιακή εικόνα της Amiga απλώς μετατρεπόταν σε βίντεο και προστίθετο στο υπάρχον βίντεο, ως μια επιπλέον πηγή βίντεο. Το Genlock μετέτρεπε την εικόνα του υπολογιστή σε βίντεο σχετικά υψηλής ανάλυσης και το συγχρόνιζε με την εικόνα βίντεο. Η Amiga είχε μεγάλη επιτυχία στα μικρά στούντιο και στους ανεξάρτητους καλλιτέχνες με αποτέλεσμα εκείνη την περίοδο να δημιουργηθεί ένας μεγάλος αριθμός από ψηφιακά έργα. Δυστυχώς, το 1994 η Commodore σταμάτησε την παραγωγή υπολογιστών και η Amiga, ένας προσωπικός υπολογιστής που είχε αγαπηθεί ιδιαίτερα από τους καλλιτέχνες και ερασιτέχνες, εξαφανίστηκε, πιθανόν και τα έργα, αν δεν έχουν μεταφερθεί σε άλλο λειτουργικό σύστημα.

Την ίδια δεκαετία περίπου, αναπτύσσονται σε ερευνητικά εργαστήρια, μικρές εταιρείες και πανεπιστήμια, τα μεγάλα συστήματα τρισδιάστατων γραφικών και συστημάτων compositing.

Compositing είναι ο συνδυασμός διαφορετικών οπτικών στοιχείων από διαφορετικές πηγές (βίντεο, τρισδιάστατες και δισδιάστατες ψηφιακές εικόνες) σε μία ενιαία εικόνα με τέτοιον τρόπο, ώστε να δημιουργηθεί η ψευδαίσθηση ότι όλα αυτά τα στοιχεία αποτελούν μέρος της ίδιας σκηνής. Μερικά λογισμικά τα οποία επιτελούν αυτήν τη λειτουργία είναι το After Effects της Adobe, το Nuke, και το πολύ ενδιαφέρον δωρεάν πρόγραμμα και ανοιχτού λογισμικού Natron. Περισσότερα για το compositing στο σχετικό άρθρο της Wikipedia.

Τα λογισμικά αυτά, όταν εμφανίστηκαν για πρώτη φορά, κόστιζαν ιδιαίτερα ακριβά και, εκτός από το εξειδικευμένο λογισμικό, αποτελούσαν κλειστά συστήματα συσκευών και πολύ ισχυρούς υπολογιστές (ενώ σήμερα αρκεί στην πιο απλή του μορφή ένα λογισμικό και ένας ισχυρός υπολογιστής). Είναι η πρώτη περίοδος των τρισδιάστατων κινουμένων σχεδίων στα οποία ελάχιστοι είχαν πρόσβαση σε αυτά. Πολλές εταιρείες αυτής της εποχής, όπως η TDI και η Softimage, δεν υπάρχουν σήμερα, ή έχουν συγχωνευτεί. Έχει ενδιαφέρον να παρακολουθήσουμε τη διαδρομή ενός λογισμικού για τρισδιάστατα γραφικά, του Autodesk Maya, το οποίο χρησιμοποιείται και σήμερα, και συγκαταλέγεται ανάμεσα στα καλύτερα. Ουσιαστικά, αυτή η πορεία αντανακλά τις περιπέτειες που πέρασε ένα από τα βασικά εργαλεία της ψηφιακής εποχής για την τέχνη της εικόνας. Η πορεία αυτή χαρακτηρίζει και τις ουσιαστικές αλλαγές στον τρόπο εργασίας και σκέψης των χώρων που ασχολούνται με την ψηφιακή τέχνη. Κατά την ανάπτυξη των καλλιτεχνικών εργαστηρίων από τον 15^{ο} αιώνα και μετά, ακολουθείται η λογική της προσωπικής έρευνας του καλλιτέχνη και των βοηθών μαθητών του, εντός του εργαστηρίου, πολλές φορές με την έννοια των μυστικών τεχνικών. Ελάχιστοι καλλιτέχνες εξωτερικεύουν και μοιράζονται με άλλους συναδέλφους αυτά τα μυστικά, όπως π.χ. ο Albrecht Dürer, ο οποίος εξέδωσε το 1557 το βιβλίο με τον τίτλο *Albert Dürer: Εξαίρετος Ζωγράφος και Γεωμέτρης. Η αναλογία των μερών και το σχέδιο των ανθρώπινων σωμάτων* [7]. Άλλοι καλλιτέχνες, όπως ο Leonardo da Vinci δεν εξέδωσε τίποτα από τα περίφημα καρνέ του όσο ζούσε, ενώ τα έγραφε αντεστραμμένα μέσω ενός κατόπτρου, ίσως για να μην μπορούν εύκολα να διαβαστούν. Εάν υποθέσουμε ότι στη μηχανική και ηλεκτρονική εποχή οι ομάδες κατασκευής και εξέλιξης δεν ασχολούνται καθόλου με το περιεχόμενο και τη δομική σκέψη δημιουργίας, αλλά μόνο με ένα τεχνολογικό εξάρτημα, πρέπει να επισημάνουμε ότι η παραγωγή του λογισμικού, δηλαδή ένα μέρος της σκέψης για τη δημιουργία, για πρώτη φορά, πραγματοποιείται δια μέσω μιας πολυπρόσωπης, διεπιστημονικής και διεθνούς δημιουργίας.

Το λογισμικό Maya, ουσιαστικά, σχηματίσθηκε από την ένωση τριών παλαιοτέρων λογισμικών: του Advanced Visualizer της Wavefront (1984) από την Καλιφόρνια, του Explore της Thomson Digital Image (TDI) (1984), από τη Γαλλία, και του Power Animator της Alias (1983) από τον Καναδά. Το 1993 η Wavefront αγοράζει την TDI (1993) και το 1995 η εταιρεία Silicon Graphics Incorporated, που παρήγαγε υπολογιστές από τους πιο ισχυρούς, αγοράζει την Alias και την Wavefront, τις ενώνει σε μία εταιρεία και από κοινού ξεκινάνε να δουλεύουν για ένα κοινό λογισμικό με την ονομασία Maya, χάρη σε έναν συλλογικό πηγαίο κώδικα. Το λογισμικό στήνεται πάνω στο λειτουργικό IRIX της Silicon Graphics . Το 1998 εμφανίζεται και σε περιβάλλον Windows, το 2000 σε Linux, το 2001 σε Mac, ενώ το 2005 σταματάει να βγαίνει σε λειτουργικό IRIX. Το 2006 αγοράζεται από την εταιρεία Autodesk, η οποία έχει αγοράσει τα

σημαντικότερα λογισμικά για τρισδιάστατη εικόνα. Το Maya, στην πορεία της εξέλιξης του (σήμερα έχει φτάσει την 16η έκδοση), απελευθερώνεται από την βαριά τεχνολογία μέσα στην οποία λειτουργεί, αποκτά τη μορφή που έχουν όλα τα λογισμικά του εμπορίου για το ευρύ κοινό (όπως π.χ. το Adobe Photoshop), μπορεί πλέον να «αντιγραφεί» εύκολα και να χρησιμοποιηθεί λαθραία. Όμως τελικά, παρέχεται δωρεάν, από την ίδια την εταιρεία, σε φοιτητές καθηγητές και ερασιτέχνες. Αυτή η πορεία κατευθύνεται τόσο από την τεχνολογική εξέλιξη των υπολογιστών και των περιφερικών συσκευών, όπως οι κάρτες γραφικών, όσο και από τη σημαντική τάση για δωρεάν λογισμικά που εμφανίζονται στον χώρο, όπως το Blender, το Daz Studio κ.ά.

Σε όλη αυτήν τη δημιουργική εξέλιξη, το Maya χρησιμοποιήθηκε για χαρακτηριστικές ταινίες ως προς τη χρήση των τρισδιάστατων γραφικών, όπως *Monsters, Inc., The Matrix, Spider-Man, The Girl with the Dragon Tattoo, Avatar, Finding Nemo, Up, Hugo, Rango, and Frozen* και για τις τηλεοπτικές σειρές, όπως *Game of Thrones,The Walking Dead, Once Upon a Time,* Bones, *Futurama, Boardwalk Empire, South Park* και άλλες, και βραβεύτηκε πολλές φορές από την Academy of Motion Picture Arts and Sciences .

Ο κάθε χρήστης πλέον που αξιοποιεί το Maya για να εκφραστεί καλλιτεχνικά θα μπορούσε να αναλογιστεί ότι:

Α. Μια μεγάλη ομάδα από επιστήμονες και καλλιτέχνες σκέφτεται για αυτόν, προβλέπει τις ανάγκες του και εξελίσσει τα εργαλεία του.

Β. Θα μπορούσε και ο ίδιος να συμβάλλει, εάν αναπτύξει κάτι καινούργιο για το σύστημα. Ίσως για αυτό εξάλλου του επιτρέπεται να το χρησιμοποιήσει δωρεάν.

Γ. Ο κάθε δημιουργός, σε όποιο μέρος του κόσμου βρίσκεται, χρησιμοποιεί το ίδιο εργαλείο, ενώ έχει τη δυνατότητα, μέσα από τα fora, να επικοινωνήσει με τους άλλους χρήστες και να ζητήσει τη βοήθειά τους ή να μάθει νέες τεχνικές, μέσα από τα δικτυακά, δωρεάν μαθήματα.

Δ. Διαθέτει το ίδιο εργαλείο με το εργαλείο που χρησιμοποιούν τα ισχυρότερα στούντιο παραγωγής.

Ε. Τελικά το περιεχόμενο, η ιδέα του δημιουργού, παραμένει το ζητούμενο, το οποίο, σε σχέση με την ισχυρή τεχνολογία δημιουργίας, παραμένει ιδιαίτερα φτωχό.

Η συνεχής πορεία διαμόρφωσης της νέας κατάστασης δεν έχει φτάσει στο τέλος της. Ο δικτυωμένος υπολογιστής, που εμφανίζεται στο κοινό την δεκαετία του ’90 ελάχιστη σχέση έχει με τα πρώτα στάδια του προσωπικού υπολογιστή. Ουσιαστικά, η υπόσταση και η λειτουργία της εικόνας μέσα στο δίκτυο θα αναπτυχθεί στο κεφάλαιο 13: *Επί μέρους διαδικασίες και εργαλεία για την παραγωγή και προώθηση ενός έργου* και στο κεφάλαιο 13 του Β τόμου: *Διαφορετικές περιπτώσεις ψηφιακών έργων τέχνης: Από τα μεγάλα Ιδρύματα στους «κοινούς χώρους» (commons).*

1.7 Μερικά βασικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τη γενεαλογική εξέλιξη των μέσων

1.7.1 Η εικόνα της φωτογραφίας

Η εικόνα της φωτογραφίας:

Διαχωρίζει από τον δημιουργό, αφενός μεν τη μελέτη της πραγματικότητας και τη μέτρηση του χώρου, αφετέρου την επιδεξιότητα να σχεδιάσει ή να ζωγραφίσει την πραγματικότητα.

Αποκλείει στα πρώτα βήματά της το χρώμα, δηλαδή αποδίδει την πραγματικότητα με ένα εφέ, την εξάλειψη του χρώματος . Είναι πιο κοντά στο ασπρόμαυρο σχέδιο.

Ακυρώνει την έννοια της επιδεξιότητας της απόδοσης του έργου σαν να είναι πραγματικότητα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα που συζητείτο από την αρχαιότητα όπως αναφέρει ο Πλίνιος (1ος αιώνας μ.Χ.) είναι η ιστορία των πουλιών τα οποία πέρασαν τα σταφύλια που ζωγράφισε ο Ζεύξις (5ος - 4ος αιώνας π.Χ.) για αληθινά [17].

Δημιουργεί μια ρήξη στον χώρο των ζωγράφων: Καταργεί το επάγγελμα του ζωγράφου, ο οποίος κάνει μια εφαρμοσμένη ζωγραφική για τις εφημερίδες, τον πορτρετίστα κ.ά., και επηρεάζει τους καλλιτέχνες ζωγράφους να ανακαλύψουν άλλους δρόμους πιο προσωπικούς.

Δημιουργεί μια νέα λαϊκή τέχνη. Ο καθένας πια μπορεί να έχει την προσωπική του πινακοθήκη.

Αναπτύσσεται μια νέα τεχνολογία που αφορά α) τις μηχανές λήψης, οι όποιες στηρίζονται στις ιδιότητες των φακών και στη δυνατότητα να ελέγχεται η ποσότητα του φωτός που εισέρχεται στον φακό (διάφραγμα) και ο χρόνος (ταχύτητα) που εκτίθεται το φωτοευαίσθητο υπόστρωμα (φιλμ) στο φως που εισέρχεται.

1.7.2 Η εικόνα του κινηματογράφου

Η εικόνα του κινηματογράφου:

Αναπτύσσεται ένα νέο περιβάλλον μνήμης, αλλά και αλλοίωσης της πραγματικότητας (προπαγάνδα).

Εμφανίζεται στην τέχνη της εικόνας η έννοια του χρόνου.

Εμφανίζεται ως τεχνολογικό – επιστημονικό επίτευγμα (αδελφοί Lumiere), περνάει στον χώρο του θεάματος (Georges-Jean Méliès) και στον χώρο των εικαστικών Τεχνών, Rene Clair, Viking Eggeling, Fernard Leger and Hans Richter, Man Ray, Marcel Duchamp).

Περνάει στον χώρο της καταγραφής της μνήμης αλλά και της προπαγάνδας.

Αναπτύσσεται ένα περιβάλλον καλλιτεχνικού πειραματισμού. Συνδυάζεται με τη χειροποίητη κατασκευή κάθε εικόνας, δημιουργώντας ένα νέο είδος, το κινούμενο σχέδιο.

Μεταφέρεται ένα μεγάλο μέρος των παραστατικών τεχνών. Το θεατρικό έργο γίνεται σενάριο.

Αναπτύσσεται μια από τις μεγαλύτερες βιομηχανίες: η βιομηχανία του θεάματος.

Αναπτύσσεται ένα παγκόσμιο ισχυρό δίκτυο που αποτελείται από την παραγωγή – διανομή - κινηματογραφικές αίθουσες.

1.7.3 Η εικόνα της τηλεόρασης, ο ήχος του ραδιοφώνου

Η εικόνα της τηλεόρασης, ο ήχος του ραδιοφώνου:

Μεταφέρεται, για πρώτη φορά, η υπόσταση της εικόνας ή του ήχου μέσα από ασύρματα ηλεκτρονικά κύματα, σε μεγάλη απόσταση και σε πολλούς ταυτόχρονα παραλήπτες.

Αλλάζει η υπόσταση της εικόνας, είναι ένα κύμα το οποίο μπορεί να εκπέμπεται και να εγγράφεται ηλεκτρομαγνητικά, έχει ομοιότητες με την εγγραφή και εκπομπή του ήχου.

Έχει τη δυνατότητα μιας μερικής επεξεργασίας της υπόστασής της.

Αναπτύσσεται ένα ισχυρό δίκτυο μεταφοράς έργων και δεδομένων, το οποίο εισχωρεί σε κάθε σπίτι, το δίκτυο του ραδιοφώνου και της τηλεόρασης, το οποίο οικειοποιείται τον κινηματογράφο, και τις παραστατικές τέχνες.

Ανήκουν στα χαρακτηριστικά της αποκλειστικά οι δραστηριότητες που μεταδίδονται ζωντανά, όπως το ποδόσφαιρο, οι ειδήσεις, εκπομπές λόγου ή ακόμα και η εκκλησιαστική λειτουργία.

Έχει μια έμμεση διάδραση ο θεατής (να ανοίξει ή να κλείσει το μέσο ή να δυναμώσει την έντασή του).

Προκαλεί μια παρακμή στην κινηματογραφική αίθουσα και αλλάζει τις καθημερινές συνήθειες.

1.7.4 Η εικόνα του βίντεο

Η εικόνα του βίντεο:

Επιτρέπει μια αυτονομία στους δημιουργούς οπτικοακουστικής έκφρασης.

Προσθέτει μια νέα τεχνοτροπία στην οπτικοακουστική έκφραση, λόγω του χαμηλού κόστους των υλικών και της δυνατότητας μεγάλης διάρκειας λήψης. Δημιουργεί μια νέα τέχνη: την βίντεο-τέχνη, η οποία τοποθετείται κυρίως στον εικαστικό χώρο.

Αναπτύσσονται μηχανισμοί επεξεργασίας και κυρίως αλλοίωσης της εικόνας.

Επηρεάζεται από την ψηφιακή τεχνολογία και σταδιακά αλλάζει ριζικά η δομή του.

Συνδέεται και συνδυάζεται η βίντεο εικόνα με την κινηματογραφική εικόνα.

Δημιουργεί έναν νέο τρόπο αποθήκευσης, μεταφοράς και προβολής των μέσων. Δημιουργεί μια σύγχυση στις εικαστικές τέχνες, σε σχέση με την υπόσταση του έργου (πρόκειται για πολλαπλά έργα, όπως η χαρακτική, ή για πρωτότυπο; Πώς διανέμεται; Πώς πωλείται κ.λπ.) και προκαλεί σοβαρά προβλήματα στη βιομηχανία του κινηματογράφου και κυρίως στις κινηματογραφικές αίθουσες.

Αναπτύσσεται ένα παράλληλο δίκτυο διανομής με αποτέλεσμα την αλλαγή της νοοτροπίας του κοινού: από τηλεθεατής μετατρέπεται σε συλλέκτης.

1.7.5 Η ψηφιακή εικόνα

Η ψηφιακή εικόνα:

Είναι η πρώτη εικόνα που παράγεται μηχανικά, χωρίς να έχει την ανάγκη ενός οπτικού φακού για τη δημιουργία της.

Είναι απόλυτα επεξεργάσιμη η δομή της.

Έχει τη δυνατότητα να συνθέτει σε μια ολότητα πολλές αντίστοιχες εικόνες διαφορετικής τεχνοτροπίας.

Είναι προσβάσιμη σε σχέση με τη δημιουργία και την επεξεργασία της σχεδόν από τον καθένα.

Εξαφανίζονται κάποιες αποκλειστικότητες εκ μέρους της βιομηχανίας του θεάματος.

Έχει τη δυνατότητα να διανέμεται στο δίκτυο με τη μεγαλύτερη παγκόσμια έκταση: το Διαδίκτυο. Τα οπτικοακουστικά προϊόντα, οι κινηματογραφικές ταινίες και η μουσική φτάνουν στο σπίτι του καθενός, όπως φτάνουν το ηλεκτρικό ρεύμα, το νερό, το τηλέφωνο και το Διαδίκτυο.

Δεν έχει, ακόμα απόλυτα, καθορισθεί η νέα κατάσταση σε όλα τα επίπεδα της ψηφιακής εικόνας (δημιουργία, παραγωγή, διανομή), καθώς και η θεωρητική ερμηνεία της, γιατί βρίσκεται σε ένα στάδιο συνεχούς εξέλιξης.

1.8 Σημείωση προς τον αναγνώστη

Το παρόν κεφάλαιο αποτελεί μια συνοπτική παρουσίαση της εξέλιξης των μέσων, έτσι ώστε να φαίνονται καθαρά οι αλλαγές της δημιουργίας της εικόνας στη διάρκεια του χρόνου. Στόχο έχει να γίνουν κατανοητές οι βασικές διαφορές του κάθε μέσου, της κάθε διαφορετικής περιόδου, σε αυτούς που θα ασχοληθούν πρακτικά με τη δημιουργία οπτικοακουστικών ψηφιακών έργων, όπως επίσης και να αποτελέσει μια αφετηρία σε αυτούς που θα ήθελαν να ερευνήσουν θεωρητικά ένα μέρος αυτού του τομέα. Ο στόχος είναι να δοθεί ένα έναυσμα για μια εμβάθυνση σε ένα από τα πολλά θέματα που θίγονται, για μια περιπέτεια έρευνας και δημιουργίας σε σχέση με το πέρασμα από τον κόσμο των μέσων στην ψηφιακή αναπαράσταση του κόσμου. Κυρίως αναφέρεται στον οπτικοακουστικό χώρο ηλεκτρονικής αναπαράστασης, ο οποίος αποτελεί και τον προάγγελο της ψηφιακής εποχής. Το επόμενο κεφάλαιο θα ασχοληθεί αποκλειστικά με τον ψηφιακό χώρο και τη διαδραστική τέχνη.

Όσοι ενδιαφέρονται να ασχοληθούν ερευνητικά και σε βάθος πάνω σε αυτήν την περιοχή θα μπορούσαν να επικοινωνήσουν με το εργαστήριο Πολυμέσων της ΑΣΚΤ, στο santorineos@asfa.gr.

Βιβλιογραφία - Αναφορές

Το παρόν κεφάλαιο στηρίχθηκε κατά πολύ πάνω στο βιβλίο: Santorineos, M., *De la civilisation du papier à la civilisation du numérique*, Collection Ouverture philosophique, Paris : L' Harmattan, 2007. Παρακάτω, παρατίθενται οι βιβλιογραφικές αναφορές του κειμένου.

1. Castells, M., *The Rise of the Network Society*, The Information Age: Economy, Society and Culture, Vol. I. Cambridge, MA; Oxford, UK. (1996).
2. Castells, M., *The Power of Identity*, *The Information Age: Economy, Society and Culture*, Vol. II. Cambridge, MA; Oxford, UK (1997).
3. Castells, M., *End of Millennium*, *The Information Age: Economy, Society and Culture*, Vol. III. Cambridge, MA; Oxford, UK (1998).
4. Castells, M., *The Internet Galaxy, Reflections on the Internet, Business and Society*, Oxford: Oxford University Press, 2001.
5. Chevreul, M.E., *Recherches expérimentales sur la peinture à l'huile*, Paris : Typographie de Firmin Didot Frères, 1850
6. Chevreul, M.E., *Mémoire sur l'influence que deux couleurs peuvent avoir l'une sur l'autre quand on les voit simultanément*, lu à l'Académie des sciences, le 7 avril 1828 / par M. Chevreul.
7. Dürer, A., *Les quatre livres d'Albert Durer, peintre et géométrien très excellent, de la proportion des parties et pourtraicts des corps humains*, Paris : Charles Perier, 1557 (διαδικτυακά εδώ).
8. Francastel, P., *La réalité figurative*, Paris : Denoël : Gonthier, 1978.

9. Hennebelle G. (editor), and R., Bassan (editor), *Cinémas d'avant-garde (expérimental et militant)*, CinémAction, no10-11, 1980.
10. Gunthert, A., "Spectres de la photographie. Arago et la divulgation du daguerréotype" , Les Arago, acteurs de leur temps (actes coll.), Perpignan, Archives départementales des Pyrénées-orientales, 2010. (στο Διαδίκτυο: http://culturevisuelle.org/icones/804).
11. Manovich, L., *The Language of New Media*, Cambridge: The MIT Press, 2001.
12. Mcluhan, M., *Media Οι προεκτάσεις του ανθρώπου*, Κάλβος, 1990 (1η αγγλική έκδοση 1964).
13. Moles A., *Art et ordinateur*, Casterman, Paris: 1971.
14. Santorineos, M., *De la civilisation du papier à la civilisation du numérique, Collection Ouverture philosophique*, Paris : L' Harmattan, 2007.
15. Talbot W-H-F, *The pencil of nature*, London, 1844.
16. Youngblood , G., *Expanded Cinema*, New York: P. Dutton & Co., Inc., 1970,.
17. Πρεσβύτερος Π., *Περί της αρχαίας ελληνικής ζωγραφικής. 35ο βιβλίο της Φυσικής Ιστορίας*, Αθήνα:Άγρα, 2009.

Για μεγαλύτερη προσέγγιση στο θέμα, αναφέρεται παρακάτω μια συνολική βιβλιογραφία.

Γενεαλογία των μέσων

Benjamin W., Το έργο τέχνης στην εποχή της τεχνικής αναπαραγωγιμότητάς του.
Bureau A., Magnan, N. (dir.), Connexions, art, réseaux médias, École nationale supérieure des beaux-arts, Paris, 2002.
Couchot E., Norbert, H., L'art numérique, Paris: Flammarion, 2003.
Couchot, E., Images. De l'optique au numérique, Paris: Hermès, 1988.
Couchot, E., La technologie dans l'art. De la photographie à la réalité virtuelle, Paris: Éditions Jacqueline Chambon, Nîmes, 1998.
Flusser, V., Η γραφή, Αθήνα: Ποταμός, 2002 (L'écriture, Potamos, Athènes, 2002).
Francastel, P., La réalité figurative, Paris: Denoël/Gonthier, 1965.
Grau, O., Virtual Art: From Illusion to Immersion, Cambridge: The MIT Press, 2003.
Hansen M. B. N., New Philosophy for New Media, Cambridge: The MIT Press, 2004.
Kitler, F. Γραμμόφωνο, κινηματογράφος, γραφομηχανή, Αθήνα: Εκδόσεις Νήσος, 1986.
Lafontaine, C., L'empire cybernétique. Des machines à penser à la pensée machine, Paris: Seuil, 2004.
Levy, P., Authier, M., De la programmation considérée comme un des beaux-arts, Paris: La Découverte, 1992.
Lovejoy, M. Digital Currents: Art in the Electronic Age, London: Routledge, 2004.
Manovich, L., Lozano-Hemmer, R., Massuimi, B., Doruff, S., Making art of databases, Rotterdam: V2 Publishing, 2003.
Manovich, L., The Language of New Media, Cambridge: The MIT Press, 2001.
Packer, R., Ken J., (dir.) Multimedia. From Wagner to Virtual Reality, London: WW Norton, 2001.
Paul, C., Digital Art, London: Thames and Hudson, 2008.
Popper F., Art, action et participation, Paris: Klincksieck, 1980.
Popper F., L'art à l'âge électronique, Paris: Thames and Hudson/Hazan, 1993.
Popper F., From Technological to Virtual Art, Cambridge:The MIT Press, 2007.
Rieusset – Lemarie, I., La société des clones à l'ère de la reproduction multimédia, Arles: Actes Sud, 1999.
Shaw, J., and P., Weibel, The Cinematic Imaginary After Film, Cambridge: ZKM/ The Mit Press, Allemagne, 2002.
Wands, B., Art of the Digital Age, London: Thames and Hudson, 2007.
Weibel P. Druckrey, T., Net_condition art and global media (1998-1999), ZKM/The Cambridge: MIT Press, 2001.
Βασιλάκος, Α., Ψηφιακές Μορφές Τέχνης, Αθήνα: Εκδόσεις Τζιόλα, 2008.
Δερτούζος, Μ., Τι μέλλει γενέσθαι. Πώς ο νέος κόσμος της πληροφορίας θα αλλάξει την ζωή μας, Εκδόσεις Καστανιώτης,1998.
Νεγρεπόντης, Ν., Ψηφιακός κόσμος, Εκδόσεις Καστανιώτης,1995.
Santorineos, M., De la civilisation du papier à la civilisation du numérique, Collection Ouverture philosophique, Paris : L' Harmattan, 2007.

Δίκτυα

Castells, M., *Ο γαλαξίας του διαδικτύου*, Αθήνα: Εκδόσεις Καστανιώτης, 2002.
Castells, M., *End of Millennium: The Information Age: Economy, Society and Culture*, (Volume III), Wiley-Blackwell, 2010.
Castells, M., (1e, 1997) *The Power of Identity: The Information Age: Economy, Society, and Culture (Volume II)*, John Wiley & Sons, 2011
Castells, M., *The Rise of the Network Society: The Information Age: Economy, Society, and Culture (Volume I)* Wiley, 2009, (1e, 1996).
Fensel, D., Hendler, J., Lieberman, H. (dir), *Spinning the Semantic Web*, Cambridge: The MIT Press, 2005.
Hafner, K., Lyon, M., *Πώς ξεκίνησε το Ίντερνετ*, Αθήνα: Εκδόσεις ΡΕΩ, 2005.
Lovink, G., *My First Recession, Critical Internet. Culture in Transition*, Rotterdam: V2 Publishing, 2003.

Κοινωνία – τεχνολογία

Breton, P., *Ιστορία της πληροφορικής*, Αθήνα:Εκδόσεις Δίαυλος, 1990.
Christensen C., *The Innovator's Dilemma*, USA: Harvard Business School Press, 1997.
McCullough M., *Digital ground*, Cambridge:The MIT Press, 2004.
McCullough M., *La galaxie Gutenberg*, Paris: Gallimard, 1977.
McCullough M., *Pour comprendre les médias*, Paris: Seuil (Points), 1999.
Simondon, G., *Du mode d'existence des objets techniques*, Paris: Aubier, 1989.
Simondon, G., *L'invention dans les techniques. Cours et conférences*, Paris: Seuil, 2005.
Tofler, A., *Το τρίτο Κύμα*, Αθήνα: Εκδόσεις Κάκτος, 1982

Κοινωνία – Τέχνη

Δασκαλοθανάσης Ν., Ο Καλλιτέχνης ως ιστορικό υποκείμενο από τον 19ο έως τον 21ο αιώνα, Αθήνα: Εκδόσεις Άγρα, 2004 (L'artiste en tant que personne historique du XIXe siècle au XXIe siècle, Agra, Athènes, 2004).
Λοϊζίδη Ν., Απόγειο και κρίση της Πρωτοποριακής Ιδεολογίας, Αθήνα: Νεφέλη, 1992 (Le sommet et le déclin de l'idéologie avant-gardiste, Nefeli, Athènes, 1992).

Τεχνολογία – άνθρωπος

Hales, K., How We Became PostHuman. Virtual Bodies in Cybernetics, Literature and Informatics, Chicago & London: The University of Chicago Press, 1999.
Leroi-Gourhan, A., Το έργο και η ομιλία του ανθρώπου (2 τόμοι), Αθήνα: Εκδόσεις Μορφωτικού Ιδρύματος Εθνικής Τραπέζης, 1998.
Levy, P., Authier, M., Les arbres de connaissances, Paris : La Découverte, 1999.

Κεφάλαιο 2. Προσπάθεια περιγραφής της ψηφιακής τέχνης

Σύνοψη

Περιγράφεται αναλυτικά η υπόσταση της ψηφιακής τέχνης. Αναλύεται, αρχικά, η ψηφιακή αναπαράσταση και όλα τα διαφορετικά στάδια που ενσωματώνει, από τη δειγματοληψία έως τη δυαδική κωδικοποίηση. Περιληπτικά επίσης αναφέρονται οι διαδοχικές φάσεις από τις οποίες πέρασε ο μηχανισμός ο οποίος ξεκίνησε από μία μηχανή υπολογισμού αριθμητικών πράξεων για να πάρει τη σημερινή μορφή του υπολογιστή. Η μελέτη εστιάζει κυρίως στο μέρος των εννοιών και της σκέψης (λογισμικό) το οποίο εντάχθηκε στο μηχανισμό του υπολογιστή (υλισμικό). Περιγράφεται η διακριτή διαφορά με όλα τα μέσα τα οποία έχουν προϋπάρξει και τα νέα χαρακτηριστικά που για πρώτη φορά δρουν και επηρεάζουν το σύνολο του πολιτισμού. Με βάση τα παραπάνω χαρακτηριστικά, αναπτύσσεται η οντολογία της ψηφιακής τέχνης: η δομή των τρισδιάστατων γραφικών (πραγματικού χρόνου και μη), η διάδραση και τα διάφορα είδη σε σχέση με τον χώρο παρουσίασης: στον πραγματικό χώρο (διαδραστική εγκατάσταση, γεωγραφική τέχνη, κ.ά.), στο Διαδίκτυο (net art, εικονικά πολυχρηστικά περιβάλλοντα), στην εικονική / επαυξημένη πραγματικότητα ή στα ψηφιακά παιχνίδια.

2.1 Ψηφιακή τέχνη και ψηφιακός πολιτισμός

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν τα διάφορα στάδια της τέχνης με βάση τις τεχνολογίες της αναπαράστασης της πραγματικότητας: η μηχανική, η ηλεκτρονική και η ψηφιακή. Στις δύο πρώτες περιπτώσεις, τα νέα τεχνολογικά επιτεύγματα κατοχύρωσαν ως ονομασία της τέχνης των νέων παραγόμενων καλλιτεχνικών εργασιών, τον εκάστοτε τεχνολογικό μηχανισμό: φωτογραφική τέχνη, κινηματογραφική τέχνη, βίντεο τέχνη. Στην περίπτωση της τρίτης καλλιτεχνικής – τεχνολογικής διαδικασίας, η ονομασία χαρακτηρίστηκε από τον τρόπο εγγραφής (ψηφιακό) της αναπαράστασης της πραγματικότητας, δηλαδή ψηφιακή τέχνη.

Παράλληλα βέβαια, υπάρχουν πολλές επί μέρους ονομασίες, όπως *τέχνη υπολογιστή* (computer art), *γραφικά υπολογιστή* (computer graphics), δικτυακή και διαδικτυακή τέχνη (net art / web art), νέα μέσα και άλλες. Δεν είναι μια εύκολη υπόθεση ο χαρακτηρισμός των νέων μορφών της τέχνης οι οποίες πηγάζουν από την ψηφιακή καταγραφή, αλλά ούτε και η περιγραφή και ερμηνεία τους.

Αυτό οφείλεται στο ότι η ψηφιακή τεχνολογία αποτελείται από μια ιδιάζουσα σύνθετη μορφή, έναν συνδυασμό κωδικοποιημένης σκέψης, μαθηματικής λογικής και μιας τεχνολογικής ανάπτυξης νέων εργαλείων των οποίων τα πλεονεκτικά χαρακτηριστικά δεν είναι η αντοχή ή η δύναμη, ιδιότητες της προ ψηφιακής εποχής, αλλά η συμπύκνωση, η πολυπλοκότητα, η ακρίβεια και η ταχύτητα λειτουργίας.

Λόγω της συγκεκριμένης δομής της, κατά την οποία πολλές ιδιότητες εμφανίζονται για πρώτη φορά, η ψηφιακή τεχνολογία προκαλεί μια σειρά πρωτόγνωρων διαδικασιών στην ανθρώπινη αντίληψη, σκέψη και εργασία και γενικά δράση, οι οποίες, σταδιακά, διαμορφώνουν έναν νέο πολιτισμό, δηλαδή μια νέα κατάσταση σε κάθε ανθρώπινη διεργασία. Γι' αυτόν τον λόγο, η τρίτη κατά σειρά αλλαγή στη μηχανική αναπαράσταση της φύσης θα αποτελέσει ένα αυτόνομο κεφάλαιο όπου θα εξεταστεί από διαφορετικές πλευρές το θέμα της καλλιτεχνικής δημιουργίας και θα γίνει η προσπάθεια για μια περιγραφή τόσο των κύριων χαρακτηριστικών όσο και των ορίων της ψηφιακής τέχνης.

Η ψηφιακή αναπαράσταση (καταγραφή οποιουδήποτε φυσικού φαινομένου με τη μορφή αριθμών), για πρώτη φορά στη συνεχή πορεία του Πολιτισμού, δημιουργεί μια δομική ουσιαστική ρήξη. Η ρήξη αυτή εμφανίζεται σε όλα τα επίπεδα της ζωής του ανθρώπου. Το κύριο χαρακτηριστικό της ρήξης, ως προς την εικονιστική αναπαράσταση της πραγματικότητας, είναι η αντικατάσταση του φωτός από τη μνήμη. Μια εικόνα από ένα έργο «εικονικής αναπαράστασης» δεν αντιπροσωπεύει μόνο τη στιγμιαία αντανάκλαση του φωτός πάνω σε μια φωτοευαίσθητη επιφάνεια (όπως γίνεται στη φωτογραφία μέσω του φιλμ), ή τη μεταφορά μιας τέτοιας εντύπωσης (όπως συμβαίνει στη ζωγραφική), αλλά περιέχει μια πολύπλοκη κωδικοποιημένη σκέψη, η οποία είναι έτοιμη να δώσει καινούργιες πληροφορίες στον «θεατή» ο οποίος επιδρά πάνω σε αυτήν [23]. Μέσα από αυτήν τη σχέση, δημιουργείται ένα νέο είδος «θεατή» που γνωρίζει να επικοινωνεί με την εικόνα δια μέσω των συνεχώς εξελισσόμενων πληροφοριών, και όχι μόνο μέσω της γοητείας της ψευδαίσθησης. Η διάδραση, η οποία επιτυγχάνεται μέσα από τη «μνήμη» της εικόνας, παίζει τον σημαντικότερο ρόλο σε συνδυασμό με την ίδια την εικόνα.

Παρακάτω ακολουθεί μια συνοπτική παρουσίαση της υπόστασης της ψηφιακής καταγραφής. Όσοι ενδιαφέρονται να κατανοήσουν τη δομή της ψηφιακής εγγραφής της πληροφορίας, ας διαβάσουν αυτό το υποκεφάλαιο, οι υπόλοιποι μπορούν να το παρακάμψουν χωρίς να υπάρξει ουσιαστικό πρόβλημα στην κατανόηση της υπόλοιπης ύλης.

2.1.1 Σχόλιο για το θέμα της διαμάχης ψηφιακού και αναλογικού. Υπάρχει τελικά ψηφιακός τρόπος σκέψης;

Πολλά άτομα στους κύκλους των τεχνών οι οποίες έχουν σχέση με την τεχνολογία, όπως κινηματογράφος, μουσική, αλλά και σε κύκλους ανθρωπιστικών επιστημών, κυρίως την πρώτη δεκαετία του 21ου αιώνα, από διαφορετικούς χώρους θεωρίας και πρακτικής, αλλά και το ευρύ κοινό, έχουν μπει στον πειρασμό να συγκρίνουν τον αναλογικό με τον ψηφιακό τρόπο αποθήκευσης και επεξεργασίας, προβάλλοντας μια συναισθηματική χροιά, λαμβάνοντας υπόψη τους ότι το αναλογικό είναι πιο φυσικό, είναι πιο παλιό, λιγότερο σκληρό ή τεχνοκρατικό κ.λπ.

Η ψηφιακή τεχνολογία έχει κάποια έντονα, ειδικά χαρακτηριστικά, τα οποία εμφανίζονται για πρώτη φορά, τα οποία την διαφοροποιούν από τις δύο προηγούμενες αναλογικές, μηχανική και ηλεκτρονική. Τα χαρακτηριστικά αυτά επιδρούν τόσο πάνω στον δημιουργό όσο και στη δημιουργία του. Υπάρχει η δυνατότητα και, πολλές φορές η αναγκαιότητα, στοιχεία που αποτελούν ένα καλλιτεχνικό έργο να απλοποιηθούν (π.χ. συμπίεση μιας εικόνας ή ενός ήχου) ή, ενδεχομένως, να έχουν μια πιο τεχνητή χροιά (η υφή της εικόνας να μην φαίνεται τόσο φυσική). Άλλα όμως στοιχεία, όπως είναι π.χ. οι μετρήσεις, ένας σχεδιασμός με μεγάλη λεπτομέρεια πάνω σε μέταλλο (με την ψηφιακή τεχνολογία CNC router, ένα ελεγχόμενο από υπολογιστή μηχάνημα κοπής, το οποίο χρησιμοποιείται για την κοπή διαφόρων σκληρών υλικών, όπως ξύλο, σύνθετα, αλουμίνιο, χάλυβας, πλαστικά κ.ά.), ή η γκάμα των άυλων υλικών, όπως οι αποχρώσεις χρωμάτων ή οι ήχοι, έχουν μια μεγαλύτερη ακρίβεια και ευαισθησία στις διαφορές, οι οποίες δύσκολα επιτυγχάνονται με ένα σύστημα αναλογικής καταγραφής και επεξεργασίας.

Για να γίνουν απολύτως κατανοητές οι δύο εποχές (αναλογική και κυρίως ηλεκτρονική και ψηφιακή), θα φέρουμε ένα παράδειγμα, πάλι από τον χώρο του ήχου. Στην ηχογράφηση ενός μουσικού κομματιού με μια κιθάρα, κάποια στιγμή ο μουσικός, σε σημείο παύσης, χτυπάει την κιθάρα του κατά λάθος στην καρέκλα και αναπαράγει έναν ανεπιθύμητο ήχο. Στην εποχή της αναλογικής τεχνολογίας, υπήρχε ο ταλαντούχος ηχολήπτης ο οποίος κινούσε χειροκίνητα τη μαγνητοταινία πάνω στις κεφαλές του μαγνητοφώνου, έβρισκε πάνω στην ταινία τον ανεπιθύμητο ήχο, τον σημείωνε και, στη συνέχεια, με ένα ειδικό κοπίδι έκοβε το κομμάτι της ταινίας και κολλούσε τα δύο άκρα της κύριας ταινίας με ειδική κολλητική ταινία. Στην εποχή της ψηφιακής τεχνολογίας, θα μπορούσε ο «μοντέρ» να διακρίνει το χτύπημα, στην εικόνα της πίστας η οποία παρουσιάζει τον ήχο, με τον κέρσορα να σημειώσει το μέρος το οποίο θα έπρεπε να αφαιρεθεί (mark in – mark out), να ενεργοποιήσει την εντολή σβησίματος και με την εντολή επιβεβαίωσης της απόφασής του, enter, να το σβήσει και ακόμη, προσθέτοντας τιμές (set Marker (num)), να αυξήσει ή να μειώσει την έκταση του αφαιρούμενου κομματιού.

Τελικά, η ψηφιακή επεξεργασία του ήχου και της εικόνας, αλλά και η διαχείρισή τους σε συνδυασμό και με άλλα στοιχεία (π.χ. κείμενο, δεδομένα, ομιλία), ενσωματώνει το ταλέντο και τις επιδεξιότητες του εκάστοτε «χειριστή» μέσα στο λογισμικό. Αντικαθιστά τον/την ταλαντούχο και δεξιοτέχνη τεχνικό (π.χ. τον ηχολήπτη στο παράδειγμα του αναλογικού, ηλεκτρονικού ήχου), σε αυτόν που γνωρίζει να χειρίζεται με φαντασία και ευρηματικότητα το λογισμικό (π.χ. τον χρήστη ενός ψηφιακού μηχανισμού για μοντάζ στο παράδειγμα του ψηφιακού ήχου) ή σε αυτόν/ήν που μπορεί να παράγει διορθωτικές παραμέτρους στον προγραμματισμό, αναλόγως με το εκάστοτε ειδικό πρόβλημα.

Ο τρόπος που η ψηφιακή επεξεργασία επιδρά στον δημιουργό καθώς και στο έργο, σε σύγκριση με την αναλογική ή ηλεκτρονική επεξεργασία, καθώς και κάποιες ενδιαφέρουσες ιδιότητες τους, αποτελεί ένα θέμα που απαιτεί εις βάθος έρευνα τόσο από τους καλλιτέχνες, όσο από τους ιστορικούς, θεωρητικούς τέχνης, καθώς και από ερευνητές των ανθρωπιστικών και κοινωνικών επιστημών κ.ά., καθώς αποτελεί ένα πολυδιάστατο θέμα.

Βέβαια, μέχρι το τέλος της δεύτερης δεκαετίας του 21^{ου} αιώνα, δεν θα υπάρχει το δίλημμα για την επιλογή των εργαλείων τα οποία θα χρησιμοποιήσει ένας/μια δημιουργός, κυρίως τα οπτικοακουστικά, αφού σταδιακά καταργούνται τα αναλογικά συστήματα αναπαράστασης και, κυρίως, επεξεργασίας της εικόνας και του ήχου (φωτογραφικές μηχανές με φιλμ, το ίδιο το φιλμ, κινηματογραφικές μηχανές λήψης, αναλογικά μαγνητόφωνα κ.λπ.), ενώ οι νεότερες γενιές δεν γνωρίζουν ουσιαστικά τα παλαιά μέσα.

Για να κατανοηθεί καλύτερα η ψηφιακή τεχνολογία θα πρέπει να ερευνηθεί η δομή του ψηφιακού τρόπου αποθήκευσης και αναπαραγωγής, με στόχο την ανάδειξη των ειδικών χαρακτηριστικών του. Μια τέτοια έρευνα αλλά και πειραματισμοί με βάση τα ειδικά χαρακτηριστικά, θα φέρουν ενδιαφέροντα αποτελέσματα, τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Βέβαια, σίγουρα πρέπει να επισημάνουμε ότι ακόμα η δημιουργία σημαντικών έργων στην ψηφιακή τέχνη, στο επίπεδο που έχει συμβεί στις άλλες μορφές τέχνης, αργεί, γιατί ουσιαστικά η αξιοποίηση των ειδικών ιδιοτήτων της μόλις τριάντα χρόνων τέχνης βρίσκεται ακόμα σε ένα αρχικό στάδιο.

2.2 Η μεθοδολογία αντιμετώπισης του θέματος στο συγκεκριμένο βιβλίο

Στα περισσότερα κεφάλαια που θα ακολουθήσουν θίγεται το παραπάνω θέμα, η ανάδειξη δηλαδή των ειδικών χαρακτηριστικών της ψηφιακής αναπαράστασης της πραγματικότητας ή αναπτύσσονται αναλύσεις και σχόλια σε συγκεκριμένες λεπτομέρειες. Στο παρόν κεφάλαιο, θα γίνει μια προσπάθεια ανάλυσης των βασικών εννοιών και διαδικασιών οι οποίες χαρακτηρίζουν το φαινόμενο της ψηφιακής καταγραφής, στη βάση της δομής του.

Θα γίνει μια συνοπτική περιγραφή των περιπετειών διαφορετικών πεδίων έρευνας και πειραματισμού, η συνάντηση των οποίων έδωσε την ψηφιακή τεχνολογία. Είναι οι χώροι της γλώσσας, των μαθηματικών, της επιστήμης των επικοινωνιών και της τεχνολογίας. Θα παρουσιαστούν, επίσης, τα αποτελέσματα που προκλήθηκαν στον χώρο της τέχνης, της εκπαίδευσης και της έρευνας και, τέλος, θα θιχτούν πιθανές κατευθύνσεις για το επόμενο στάδιο της ανάπτυξης. Οι αλλαγές στον χώρο της παραγωγής αναπτύχθηκαν στο κεφάλαιο 1: *Γενεαλογία των μέσων*.

2.3 Τι είναι, τελικά, αναλογικό και ψηφιακό;

Ψηφιακό σύστημα είναι το σύστημα στο οποίο οι μεταβλητές των στοιχείων (της εικόνας, του ήχου κ.λπ.) αντιπροσωπεύονται από αριθμούς. Ονομάζεται, επίσης, και *διακριτό σύστημα* (discreet system) γιατί οι πληροφορίες δεν μεταφέρονται συνεχόμενα αλλά σε διακριτά συγκεκριμένα μεγέθη. Από την άλλη, το αναλογικό σύστημα είναι το σύστημα στο οποίο οι μεταβλητές των στοιχείων έχουν συνεχή ροή και αντιπροσωπεύονται από φυσικές ποσότητες.

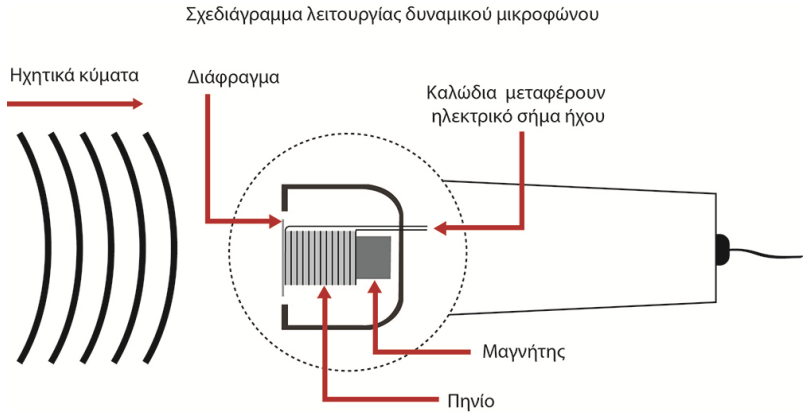
Εδώ, υπάρχουν πληροφορίες σχετικά με τη μετατροπή αναλογικού σε ψηφιακό, ενώ εδώ υπάρχει η σύγκριση ανάμεσα στα δύο συστήματα.

Τόσο στην αναλογική, όσο και στην ψηφιακή τεχνολογία, ο φορέας μεταφοράς της πληροφορίας (π.χ. ήχος, εικόνα, κείμενο) είναι το ηλεκτρικό σήμα. Η διαφορά μεταξύ αναλογικής και ψηφιακής τεχνολογίας είναι ότι στην αναλογική, η πληροφορία «μεταφράζεται» σε ηλεκτρικούς παλμούς, το *πλάτος* (amplitude) των οποίων μπορεί να παίρνει μεταβαλλόμενες τιμές (συνήθως με βάση τον χρόνο). Στην ψηφιακή τεχνολογία, η πληροφορία μεταφράζεται σε ηλεκτρικούς παλμούς, το πλάτος των οποίων μπορεί να παίρνει δύο διακριτές τιμές πλάτους, εξ ου και η αντιστοιχία στα ψηφία 0 και 1 του δυαδικού συστήματος.

Ένα ψηφιακό σήμα, λοιπόν, χρησιμοποιεί διακριτές τιμές, σε αντίθεση με το αναλογικό σήμα το οποίο χρησιμοποιεί ένα συνεχές εύρος τιμών για την αναπαράσταση της πληροφορίας. Αν και οι ψηφιακές αναπαραστάσεις πληροφορίας σε επίπεδο σήματος είναι διακριτές, εν τούτοις, η πληροφορία, όπως γίνεται αντιληπτή από τον άνθρωπο, μπορεί να είναι είτε διακριτή, όπως για παράδειγμα κείμενο ή τρισδιάστατα γραφικά, είτε συνεχής, όπως για παράδειγμα κινούμενη εικόνα, ήχος, ροές οι οποίες προκύπτουν από συνεχείς μετρήσεις (π.χ. συντεταγμένες από το *Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού θέσης* (Global Positioning System (GPS)), συντεταγμένες, δεδομένα από αισθητήρες). Είναι καλύτερο να μιλήσουμε με ένα παράδειγμα. Ένα παράδειγμα σε σχέση με τον ήχο που είναι πιο κατανοητό:

Κάποιος μιλάει μπροστά σε ένα μικρόφωνο: η φωνή του παράγει ηχητικά κύματα, τα οποία ασκούν πίεση σε ένα ευαίσθητο έλασμα το οποίο βρίσκεται στο μπροστινό μέρος του μικροφώνου, το διάφραγμα. Το μικρόφωνο μετατρέπει τους κυματισμούς του διαφράγματος σε ηλεκτρομαγνητικά κύματα, μέσω ενός πηνίου το οποίο δονείται εντός του μαγνητικού πεδίου ενός μαγνήτη. Δηλαδή στην ουσία, μεταφράζει τα ηχητικά κύματα σε αντίστοιχα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, τα οποία μεταφέρονται σε ένα αναλογικό μαγνητόφωνο που έχει την ικανότητα να εγγράφει τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα σε μια μαγνητική ταινία. Άρα, ο συγκεκριμένος μηχανισμός γράφει μια αντιστοιχία του ίδιου του φυσικού φαινομένου, δηλαδή τους παλμούς

(το ηχητικό σήμα), οι οποίοι έχουν μετατραπεί σε ένα άλλο σήμα (ηλεκτρομαγνητικό) το οποίο έχει τη δυνατότητα εγγραφής και αποθήκευσης σε ένα μαγνητικό υπόστρωμα.



Σχήμα 2.1 *Αρχή λειτουργίας του μικροφώνου.*

Στην περίπτωση της ψηφιακής εγγραφής, το αναλογικό σήμα του ήχου, το οποίο έχει μετατραπεί σε ηλεκτρομαγνητικό, κωδικοποιείται, μέσω ενός ειδικού κωδικοποιητή, και μετατρέπεται σε αριθμούς (δυαδικά ψηφία), οι οποίοι περιγράφουν όλες τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του φυσικού σήματος μέσα στη διάρκεια του χρόνου και, στη συνέχεια, εγγράφονται στη μνήμη του υπολογιστή.

Η μετατροπή ενός αναλογικού σήματος σε ψηφιακό, δηλαδή στην ουσία η αντιστοίχιση από ένα συνεχές φάσμα τιμών σ' ένα διακριτό, γίνεται μέσω μιας διαδικασίας που λέγεται *δειγματοληψία* (sampling), δηλαδή, στην ουσία, μέσω «μετρήσεων σε τακτά χρονικά διαστήματα», καταγραφής των τιμών που προκύπτουν και αντιστοίχιση αυτών με μία από τις διακριτές τιμές (βλέπε Πίνακα 2.1).

Στην περίπτωση αναλογικής εγγραφής, το βασικό πλεονέκτημα είναι ότι μεταφέρεται μια δομή η οποία παράγεται σε άμεση αντιστοιχία με το ίδιο το φαινόμενο, άρα υπάρχει μια πιστότητα ως προς το φυσικό φαινόμενο (αναλόγως, βέβαια, και με τις προδιαγραφές της συσκευής εγγραφής, π.χ. μικροφώνου και μαγνητοφώνου).

Στην περίπτωση της ψηφιακής εγγραφής, το βασικό πλεονέκτημα προέρχεται από την αναπαράσταση του φαινομένου το οποίο παράγει την πληροφορία με αριθμούς, πράγμα που δίνει τη δυνατότητα αξιοποίησης μεγάλου εύρους εργαλείων και διαδικασιών από χώρους όπως τα μαθηματικά και η πληροφορική (π.χ. θεωρία υπολογισμού, αλγόριθμοι).

Δηλαδή μια ψηφιακή πληροφορία (π.χ. εικόνα, ήχος, κείμενο), μπορεί να διαμορφωθεί, επεξεργασθεί, αναμειχθεί, μεταφερθεί, εξ ολόκληρου ή τμηματικά, με βάση υπολογιστικές διαδικασίες.

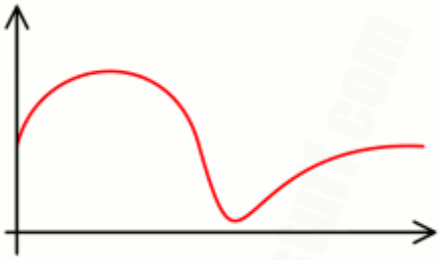
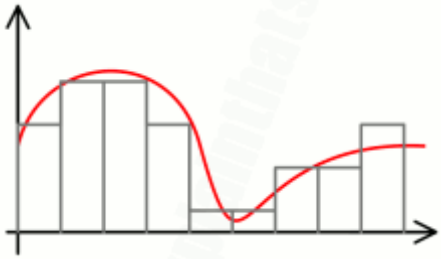
Τα δύο μεγάλα προτερήματα της ψηφιακής εγγραφής είναι:

Α) Η ψηφιακή καταγραφή δεν αλλοιώνεται με το πέρασμα του χρόνου ή μετά από πολλές μεταγραφές, αλλά μένει αναλλοίωτη, αφού οι αριθμοί παραμένουν σταθεροί. Βέβαια, σε περίπτωση κατά την οποία καταστραφεί το μέσο στο οποίο είναι αποθηκευμένα τα ψηφιακά αρχεία, ολόκληρο το έργο καταστρέφεται, ενώ στην αναλογική καταγραφή μπορούν να σωθούν μέρη του (π.χ. αν αλλοιωθεί ένα CD ο υπολογιστής δεν μπορεί να «διαβάσει» την πληροφορία, αν όμως αλλοιωθεί μια μαγνητοταινία, κάποια σημεία της μπορεί να λειτουργήσουν κανονικά). Γενικά υπάρχει ένα σοβαρό ζήτημα στη συντήρηση των ψηφιακών έργων, τόσο από φυσικές φθορές, όσο και από τη μη συμβατότητα στις νέες γενιές υπολογιστών.

Β) Από την άλλη πλευρά, μέσω υπολογιστικών διαδικασιών, η ψηφιακή καταγραφή μπορεί να δεχθεί πολλές και διαφορετικές επεξεργασίες, σε πολλά επίπεδα: από μία συμπίεσή της, μία αλλοίωση, μία δημιουργία παραλλαγών, τον καθαρισμό της υπόστασής της από παρεμβολές, έως τη δυνατότητα να εξελίσσεται αυτόνομα, βάσει εντολών.

Το μειονέκτημα της ψηφιακής καταγραφής της πληροφορίας είναι ότι, ακριβώς επειδή στηρίζεται σε υπολογιστικές διαδικασίες επεξεργασίας και χειρισμού, είναι εξαρτημένη από τις δυνατότητες του εκάστοτε

υπολογιστικού μηχανισμού (π.χ. ταχύτητα ανάγνωσης/εγγραφής δίσκου αποθήκευσης, μέγεθος μνήμης). Βέβαια, το πρόβλημα αυτό σταδιακά εξαλείφεται με την εξέλιξη της αντίστοιχης τεχνολογίας.

	Αναλογικό	**Ψηφιακό**
Σήμα	Είναι ένα συνεχές, χρονικά μεταβαλλόμενο σήμα, το οποίο αντιπροσωπεύει φυσικές μετρήσεις	Είναι ένα διακριτό, χρονικά μεταβαλλόμενο σήμα
Κύμα	Συμβολίζεται με ημιτονοειδείς κυματομορφές 	Συμβολίζεται με τετραγωνικά κύματα 
Μορφή αναπαράστασης	Χρησιμοποιεί ένα συνεχές φάσμα τιμών για την αναπαράσταση της πληροφορίας	Χρησιμοποιεί διακριτές, ασυνεχείς αριθμητικές τιμές (το κάθε τετραγωνικό σήμα αντιστοιχεί σε μία αριθμητική τιμή) για την αναπαράσταση της πληροφορίας
Τεχνολογία	Η αναλογική τεχνολογία καταγράφει τις κυματομορφές χωρίς απώλειες τιμών	Η ψηφιακή τεχνολογία, μέσα από μια διαδικασία δειγματοληψίας, καταγράφει τις αναλογικές κυματομορφές με βάση ένα περιορισμένο σύνολο τιμών
Μνήμη	Αποθηκεύεται με τη μορφή του κύματος του σήματος	Αποθηκεύεται με βάση το δυαδικό σύστημα, δηλαδή ως ακολουθίες από bits

Πίνακας 2.1 *Διαφορές μεταξύ αναλογικού και ψηφιακού.*

2.3.1 Η διαδρομή προς τη συνάντηση της γραφής και των αριθμών

Πώς, όμως, εξελίχτηκαν οι αριθμομηχανές στους σημερινούς πανίσχυρους υπολογιστές; Πώς έγινε η μετάβαση από το στάδιο των απλών μαθηματικών πράξεων σε σύνθετες πράξεις που καλύπτουν έναν μεγάλο αριθμό ανθρώπινων δραστηριοτήτων; Η ιστορία ξεκινάει από παλιά, είναι αργή, ιδιαίτερα μεγάλη και πολύ ενδιαφέρουσα (βλέπε το βιβλίο *Ιστορία της πληροφορικής* [2]).

Για τη συγκεκριμένη μελέτη, θα αναφερθούμε σε δύο άτομα τα οποία συνέβαλαν στην καθοριστική δομική αλλαγή της αριθμομηχανής προς τον υπολογιστή. Πρόκειται για τους Alan Turing και John Von Neumann. Το σημαντικό αυτό πέρασμα έγινε στη δεκαετία του ’30 και ολοκληρώθηκε το πρώτο βασικό μέρος του κατά τον Β' παγκόσμιο πόλεμο, όταν οι επιστήμονες προσπαθούσαν να εξελίξουν τον υπολογιστή, τόσο για να αποκρυπτογραφούν τα μηνύματα των εχθρών, όσο και για να αντιμετωπίζονται με ταχύτητα οι αεροπορικές επιθέσεις.

Ο Turing το 1936 θα εκδώσει ένα άρθρο με τον τίτλο *On computable numbers with an application to the Entsheidungs problem* (*Σχετικά με τους υπολογίσιμους αριθμούς με εφαρμογή στο πρόβλημα Entscheidungs*) [27] (μπορείτε να κατεβάσετε το άρθρο εδώ). Στο άρθρο αυτό ο Turing διατύπωσε τη βασική λειτουργία που θα πρέπει να επιτελεί μια μηχανή με τέτοιον τρόπο ώστε να είναι ικανή να υπολογίσει οποιοδήποτε υπολογίσιμο πρόβλημα (όχι απαραίτητα αριθμητικό), έτσι ώστε από μια αριθμομηχανή να γίνει μια υπολογιστική μηχανή. Η ετυμολογία της λέξης υπολογίζω «calcul» έδωσε τη λύση: η λέξη calcul, που παράγεται από τη λατινική calculus, περιγράφει τη διαδικασία που χρησιμοποιούνταν στις συνεδριάσεις των Ρωμαίων (την οποία την είχαν αντιγράψει από τους Αρχαίους Έλληνες) για να ψηφίζουν δια μέσω ενός

οστράκου. Το όστρακο είχε δύο πλευρές, μια πιο σκούρα και μια πιο ανοιχτή. Χαράζοντας τη μια πλευρά, ο συμμετέχων ψήφιζε υπέρ ή κατά μιας πρότασης. Με αυτόν τον τρόπο, συνδυαζόταν ο αριθμός αυτών που ψήφιζαν (αριθμός των οστράκων) και ταυτόχρονα η πληροφορία για το τι είχαν ψηφίσει (το χάραγμα πάνω στα όστρακα), δηλαδή πόσα άτομα, ψήφισαν υπέρ ή, αντίστοιχα, κατά. Αυτή η διπλή έννοια της λέξης, αρίθμηση και πληροφορία, προτάθηκε από τον Turing ως ένα από τα βασικά ζητούμενα: υποστήριξε, δηλαδή, ότι δεν φτάνει ένας αριθμός, αλλά χρειάζεται και μια επιπλέον πληροφορία, η οποία θα περιγράφει τι κάνει αυτός ο αριθμός. Στην ουσία, πρότεινε τον συνδυασμό των αριθμών με τη γλώσσα (βλέπε περισσότερα εδώ).

Εδώ, μπορείτε να διαβάσετε το ιστορικό άρθρο του Alan Turing με τίτλο On computable numbers.

Αργότερα, ο Von Neumann, το 1945, με ένα κείμενο με τον τίτλο *First Draft of a report on the EDVAC* (Electronic Discrete Variable Automatic Computer, ένας από τους πρώτους υπολογιστές στον οποίο πειραματιζόταν) περιέγραψε μία αρχιτεκτονική που θα έπρεπε να έχει ένας υπολογιστής γενικού σκοπού, τη λεγόμενη αρχιτεκτονική Von Neumann, η οποία ακόμη και σήμερα δεν έχει ξεπεραστεί [16]. Υποστήριξε με το κείμενό του ότι ο υπολογιστής θα μπορούσε να είναι κάτι πιο ανεπτυγμένο από μια αριθμομηχανή μεγάλης ταχύτητας, εφόσον θα μπορούσε να αναπτύξει πέντε διαφορετικά στοιχεία τα οποία θα έπρεπε να διαθέτει:

κεντρική μονάδα αριθμητικής λογικής,
κεντρική μονάδα ελέγχου η οποία να διευθύνει και να ελέγχει τις λειτουργίες,
μονάδα μνήμης,
μονάδα εισόδου,
μονάδα εξόδου.

Μπορείτε να κατεβάσετε το άρθρο εδώ.

Σημειώνεται ότι στο παρόν κεφάλαιο δεν αναφέρονται σημαντικοί πρωτεργάτες της ανάπτυξης των υπολογιστών όπως είναι ο N. Wiener με τη θεωρία και τις μελέτες του για την Κυβερνητική (βλέπε [28]) ή ο Shannon με τη μαθηματική θεωρία της επικοινωνίας (βλέπε [24]) και πολλών άλλων. Αυτό συμβαίνει γιατί τα δύο συγκεκριμένα άτομα ασχολήθηκαν με την τεχνολογική δομή που επιτρέπει την αναβάθμιση των πράξεων του σύγχρονου υπολογιστή που μας ενδιαφέρει (για περισσότερα, βλέπε βιβλίο *Ιστορία της πληροφορικής* [2]).

2.3.2 Τι αντιλαμβάνεται ο υπολογιστής;

Η ουσιαστική επανάσταση, λοιπόν, σε σχέση με την ψηφιακή τεχνολογία, ήταν η δημιουργία ενός μηχανισμού ο οποίος συνδύαζε τη γλώσσα (μια γλωσσική διατύπωση εννοιών) με τους μαθηματικούς υπολογισμούς, διέθετε μια μνήμη για αποθήκευση των δεδομένων, ενώ, ταυτόχρονα, είχε τη δυνατότητα να δέχεται εισαγόμενα δεδομένα, να τα επεξεργάζεται με βάση στοιχεία τα οποία είχε στη μνήμη του και να εξαγάγει συμπεράσματα.

Η ανθρώπινη γλώσσα είχε περάσει διάφορα στάδια μηχανοποίησης, για να μπορέσει να ενταχθεί ένα είδος της ως ένα στοιχείο στον μηχανισμό του υπολογιστή. Τα στάδια αυτά ξεκινούσαν από την ανάπτυξη της γραμματικής των νέων γλωσσών κατά τον μεσαίωνα στην Ευρώπη, οι οποίες οδήγησαν στις γλώσσες που γνωρίζουμε σήμερα, ενός δηλαδή ισχυρού συστήματος οργάνωσης της δομής των νέων ευρωπαϊκών γλωσσών, με βάση τη δομή της αρχαίας ελληνικής γλώσσας (περισσότερες πληροφορίες εδώ), και έφταναν μέχρι τη λογική των μαθηματικών του μαθηματικού Boole, η άλγεβρα Boole όπως ονομάζεται, και η οποία εισήχθη το 1854 με το έργο του Boole [1].

Μπορείτε να κατεβάσετε το άρθρο εδώ.

Η δομή της «γλώσσας» που αντιλαμβάνεται ο υπολογιστής διαθέτει τη δυνατότητα ιδιαίτερης ανάλυσης και συνεχούς έρευνας με την οποία συνδέεται και ένα τμήμα της ψηφιακής τέχνης, η *αλγοριθμική τέχνη* (algorithmic art), η οποία ασχολείται ακριβώς με την καλλιτεχνική δημιουργία μέσω αλγοριθμικών - μαθηματικών διαδικασιών. Πρόκειται για ένα διεπιστημονικό πεδίο έρευνας και καλλιτεχνικού πειραματισμού το οποίο εξελίσσεται συνεχώς συνδυάζοντας γνώσεις από διάφορους τομείς, όπως οι τεχνητές οντότητες, η τεχνητή νοημοσύνη κ.ά. (Περισσότερα στο κεφάλαιο 12 του παρόντος τόμου: *Ο*

προγραμματισμός ως δημιουργική πράξη και στο κεφάλαιο 11 του Β τόμου: *Ειδική περίπτωση Δ: Αλγοριθμικά εξελισσόμενες δομές*).

Η αναπαράσταση με βάση δυαδικούς αριθμούς αποτελεί στην ουσία μια συνθήκη/σύμβαση (όπως π.χ. σε μια διεθνή ομάδα εργασίας επιλέγεται η αγγλική ως γλώσσα επικοινωνίας) πάνω στην οποία χτίζεται η ουσιαστική υποδομή όλης της ψηφιακής τεχνολογίας. Δεν έχει τόση σημασία ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η αντιστοίχιση, σε φυσικό επίπεδο, από τον υπολογιστή (δηλαδή ότι η διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος από ένα τρανζίστορ αντιστοιχεί στο 1 ενώ η μη διέλευση στο 0), καθώς δεν επηρεάζει τη βασική ιδέα. Η βασική μονάδα πληροφορίας του υπολογιστή είναι το *δυαδικό ψηφίο* (binary digit ή bit). Bit στην επικοινωνία και θεωρία των πληροφοριών, καλείται η μονάδα πληροφορίας η οποία είναι ισοδύναμη με το αποτέλεσμα της επιλογής μεταξύ μόνο δύο πιθανών εναλλακτικών λύσεων, όπως μεταξύ του 1 και του 0.

Άρα, για να «αντιληφθεί» ο υπολογιστής οποιαδήποτε πληροφορία, θα πρέπει αυτή η πληροφορία να μετατραπεί στο δυαδικό σύστημα αρίθμησης και όχι στο δεκαδικό που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος. Επομένως, μια πρώτη διεργασία που γίνεται είναι να μεταφραστούν οποιεσδήποτε πληροφορίες, από τους αριθμούς μέχρι το αλφάβητο, στο δυαδικό σύστημα. Αυτό ουσιαστικά δεν φέρνει μεγάλη αλλαγή, απλώς ο υπολογιστής αντιλαμβάνεται το δυαδικό σύστημα, ενώ εμείς χρησιμοποιούμε το δεκαδικό. Θα δυσκολευόμασταν να μετρούσαμε με το δυαδικό σύστημα, γιατί το συγκεκριμένο σύστημα δημιουργεί μεγάλους και δύσκολα να μνημονευτούν αριθμούς. Όμως για τον υπολογιστή, ο οποίος έχει τη δυνατότητα να υπολογίζει με πολύ μεγάλες ταχύτητες, αυτό δεν αποτελεί αποτρεπτική συνθήκη, π.χ., όπως αναφέραμε στο παράδειγμα του sampling, κάνει δειγματοληψία ενός ήχου 44.000 φορές το δευτερόλεπτο. Το δεκαδικό σύστημα είναι πιο κοντά στην ανθρώπινη υπόσταση, πιθανόν να ξεκίνησε με τη μέτρηση των δαχτύλων. Βέβαια, δεν είναι το μόνο σύστημα που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος, αφού με άλλο σύστημα μετριούνται οι γωνίες, ο χρόνος, ή το μήκος στην Αγγλία.

2.3.2.1 Τι είναι το δυαδικό σύστημα αρίθμησης;

Το δυαδικό σύστημα δεν είναι τίποτα άλλο από ένα σύστημα αρίθμησης, του οποίου το πεδίο τιμών ορίζεται από συνδυασμούς των ψηφίων 0 και 1. Άρα, αποτελεί ένα διαφορετικό σύστημα αρίθμησης, από αυτό που χρησιμοποιούμε π.χ. στην αριθμητική (το δεκαδικό, με δέκα ψηφία). Το δυαδικό λοιπόν σύστημα αρίθμησης στηρίζεται σε δύο ψηφία και τις θέσεις, όπως εξηγείται παρακάτω, που αντίστοιχα θα πάρουν, όπως ακριβώς συμβαίνει και στο δεκαδικό σύστημα αρίθμησης. Σε έναν αριθμό εκφρασμένο στο δυαδικό σύστημα, οι θέσεις που καταλαμβάνουν τα ψηφία αντιστοιχούν σε μία τάξη μεγέθους μεγαλύτερη κατά ένα από αυτήν του ψηφίου στα δεξιά του. Έτσι, κάθε ψηφίο ενός δυαδικού αριθμού από δεξιά προς τ' αριστερά δηλώνει μονάδες, δυάδες, τετράδες, οκτάδες κ.ο.κ., ενώ, αντίστοιχα, στο δεκαδικό σύστημα κάθε ψηφίο από δεξιά προς τα αριστερά δηλώνει μονάδες, δεκάδες, εκατοντάδες, χιλιάδες κ.λπ. Με αυτήν τη λογική, ο αριθμός 1 έχει την ίδια έννοια και στους δύο τρόπους αρίθμησης, ενώ το 6 στο δεκαδικό, αντιστοιχεί στο 110 του δυαδικού.

Ο Πίνακας 2.2 δείχνει τους δέκα πρώτους αριθμούς στα δύο συστήματα:

Θέση δεκάδες	**Θέση μονάδες**		**Θέση οκτάδες**	**Θέση τετράδες**	**Θέση δυάδες**	**Θέση μονάδες**
	0					0
	1					1
	2				1	0
	3				1	1
	4			1	0	0
	5			1	0	0
	6			1	1	0
	7			1	1	1
	8		1	0	0	0
	9		1	0	0	1
1	0		1	0	1	0

Πίνακας 2.2 *Οι πρώτοι δέκα αριθμοί στο δεκαδικό και στο δυαδικό σύστημα.*

Για μια πρώτη εισαγωγή στο δυαδικό σύστημα βλέπε σχετικό άρθρο της Wikipedia.

2.3.3 Οι μεταφραστές ή πόσο μακριά βρίσκεται η δυαδική γλώσσα του υπολογιστή από τις δομές σκέψης του ανθρώπου

Για να μπορέσει να επικοινωνήσει ένας χρήστης με έναν υπολογιστή πρέπει να έχει προηγηθεί μια σταδιακή διαδικασία μεταφράσεων, ώστε να γίνει κατανοητή η γλώσσα του ενός προς τον άλλον. Αυτό, βέβαια, δεν γίνεται ακριβώς εκείνη τη στιγμή της επικοινωνίας, γιατί ουσιαστικά οι συγκεκριμένες μεταφράσεις είναι ενταγμένες στις δομές των λογισμικών του μηχανήματος. Αυτή η διαδικασία δεν είναι εμφανής κατά τη στιγμή που γίνεται η επικοινωνία, αφού ήδη τα προγράμματα είναι προ-μεταφρασμένα. Υπάρχουν, φυσικά, και εξαιρέσεις προγραμμάτων (π.χ. οι interpreter) όπου οι μεταφράσεις λειτουργούν κατά τη διάρκεια της επικοινωνίας του χρήστη με τον υπολογιστή, αλλά αυτή δεν είναι η γενική περίπτωση.

Μεταξύ του ανθρώπου λοιπόν, ο οποίος επιχειρεί να περάσει μια δομή σκέψης στον υπολογιστή, και του υπολογιστή, παρεμβάλλονται μεταφραστές. Βέβαια, η συγκεκριμένη διαδικασία ουσιαστικά αφορά τον προγραμματιστή, ο οποίος δημιουργεί, μέσω του προγραμματισμού και αναλόγως με τη γλώσσα που χρησιμοποιεί, τις απαιτούμενες μεταφράσεις. Ο τελικός χρήστης δεν είναι αναγκασμένος να κάνει κάτι τέτοιο, αφού αναλόγως με τις γνώσεις του χρησιμοποιεί το ανάλογο πρόγραμμα και μια φιλική γλώσσα προς αυτόν. Η μεταφορά δομών σκέψης σ' ένα πρόγραμμα πραγματοποιείται, σ' ένα πρώτο επίπεδο, μέσω σύνταξης κειμένου του *πηγαίου κώδικα* (source code) σε κάποια *γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου* (high level programming language). Στη συνέχεια, απαιτείται ένα επίπεδο μετάφρασης του κειμένου του προγράμματος σε ακολουθίες από bits (βλέπε 2.3.2), δηλαδή στη δυαδική γλώσσα του υπολογιστή, τη *γλώσσα μηχανής* (machine language). Η γλώσσα μηχανής του κάθε υπολογιστή είναι η μόνη γλώσσα την οποία κατανοεί και η οποία είναι απόλυτα συνδεδεμένη με την αρχιτεκτονική του. Κάθε εντολή γραμμένη σε γλώσσα μηχανής είναι άμεσα εκτελέσιμη από την *κεντρική μονάδα επεξεργασίας* (ΚΜΕ) του υπολογιστή. Η μετάφραση ενός προγράμματος από την κειμενική στη δυαδική μορφή επιτυγχάνεται μέσω ειδικών λογισμικών που ονομάζονται *μεταφραστές* ή *μεταγλωττιστές* (compilers).

Τα διάφορα λογισμικά που λειτουργούν ως εφαρμογές για το ευρύ κοινό είναι προγράμματα, συνήθως μεγάλης κλίμακας, μεταφρασμένα σε δυαδική γλώσσα, έτσι ώστε να μπορούν να εκτελούνται από τον υπολογιστή από τη μία πλευρά, και από την άλλη να μιλάνε μία γλώσσα εύκολα κατανοητή από τον άνθρωπο.

Υπάρχουν και περιπτώσεις εφαρμογών (π.χ. διαδικτυακές εφαρμογές που εκτελούνται στο περιβάλλον του browser) οι οποίες μεταφράζονται εντολή προς εντολή, κατά τον χρόνο λειτουργίας τους, μέσα από ειδικά προγράμματα που ονομάζονται *διερμηνευτές* (interpreters). Στο κεφάλαιο 12: *Ο προγραμματισμός ως δημιουργική πράξη*, αναπτύσσεται αναλυτικά το θέμα του προγραμματισμού και της μετάφρασης.

2.3.3.1 Η λύση στο πρόβλημα του κτισίματος του Πύργου της Βαβέλ. Οι πρώτες διεθνείς γλώσσες με παγκόσμια εμβέλεια

Ο Πύργος της Βαβέλ, στην βιβλική μυθολογία, ήταν ένα κτίριο το οποίο χτίστηκε στη γη της Σενναάρ (Βαβυλωνία) κάποιο χρονικό διάστημα μετά τον κατακλυσμό […]. Σύμφωνα με τη Γένεση [11: 1-9], οι Βαβυλώνιοι ήθελαν να κατασκευάσουν για τον εαυτό τους μια ισχυρή πόλη και έναν πύργο «του οποίου η κορυφή να φτάνει στους ουρανούς». Ο Θεός διέκοψε τη κατασκευή του πύργου, προκαλώντας σύγχυση στις γλώσσες των εργαζομένων, οι οποίοι δεν μπορούσαν πλέον να καταλάβουν ο ένας τον άλλο. Η πόλη και ο πύργος ποτέ δεν ολοκληρώθηκαν, και οι άνθρωποι διασκορπίστηκαν πάνω από το πρόσωπο της γης.

Περισσότερες πληροφορίες για τον Πύργο της Βαβέλ εδώ.

Στην προκειμένη περίπτωση του διαδικτυωμένου, άυλου κτίσματος της πληροφορικής, συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο: για πρώτη φορά, έμπρακτα, όλοι οι κατασκευαστές στον χώρο της πληροφορικής και των αντίστοιχων εργασιών στην τέχνη που μας αφορά, μιλάνε την ίδια γλώσσα της πληροφορικής και τα παράγωγά της. Σήμερα, τα διάφορα προγράμματα (π.χ. C++, Maya, Photoshop, Premier κ.ά.) συγκροτούν την διεθνή γλώσσα η οποία κατανοείται παγκοσμίως. Αυτό, βέβαια, συμβαίνει και σε άλλες περιοχές, όπως π.χ. των μαθηματικών ή της χημείας, αλλά οι περιοχές αυτές δεν ανήκουν τόσο στον χώρο των δημιουργών, δηλαδή σε έναν χώρο ο οποίος επιδρά άμεσα σε μια καθημερινή διαδικασία δημιουργίας.

Το ισχυρό αυτό φαινόμενο της κοινής γλώσσας και των παράγωγων της που είναι κατανοητές πάνω σε όλον τον πλανήτη, πιθανόν να φέρει σημαντικά αποτελέσματα. Προς το παρόν έχει επιδράσει θετικά σε τρία ζητήματα:

α) στην εξέλιξη των μέσων,
β) στην ανάπτυξη μιας συνεργασίας μεταξύ των κτιστών του σύγχρονου πύργου της Βαβέλ και
γ) στην ανάπτυξη του *ανεξάρτητου κινήματος παραγωγών και δημιουργίας* (indies).

Κατά τα άλλα, πρέπει να επισημανθεί ότι η γλώσσα η οποία σφραγίζει όλες τις εργασίες προγραμματισμού είναι η αγγλική γλώσσα, ενώ υπάρχουν πολλοί επιστήμονες οι οποίοι υποστηρίζουν ότι η γλώσσα η οποία είναι περισσότερο κατάλληλη για την αξιοποίηση στη πληροφορική είναι η ελληνική, λόγω της σημασιολογικής της δομής [4].

Εικόνα 2.1 *«Ο Πύργος της Βαβέλ», πίνακας του Pieter Brueghel του πρεσβύτερου (1563).*
[πηγή: wikimedia commons, άδεια χρήσης: public domain].

2.4 Χαρακτηρισμός της περιοχής της ψηφιακής τέχνης

Δεν είναι απόλυτα εύκολο να περιγραφούν τα όρια της ψηφιακής τέχνης. Θα κάνουμε μια προσπάθεια να καταγράψουμε τις άμεσες συνθήκες που θα πρέπει να καλύπτει ένα ψηφιακό έργο, καθώς και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου χώρου.

2.4.1 Έργα που έχουν δημιουργηθεί με ψηφιακό τρόπο

Σίγουρα η ψηφιακή καταγραφή και μόνο δεν είναι σε θέση να καθορίσει ένα ψηφιακό έργο. Γιατί από τη μια μεριά μπορεί ένα έργο που έχει γίνει με αναλογικό τρόπο, π.χ. μια παλιά ταινία, να καταγραφεί ψηφιακά και να παρουσιαστεί ψηφιακά. Αλλά μπορεί να γίνει και το αντίθετο, δηλαδή μια σημαντική ψηφιακή διαδικασία να παράγει ένα έργο μη ψηφιακό, όπως ένα τρισδιάστατο γραφικό, τυπωμένο στο χαρτί, ή ένα άγαλμα το οποίο έχει τυπωθεί σε έναν τρισδιάστατο εκτυπωτή.

Μπορούμε να χαρακτηρίσουμε αυτήν την ομάδα έργων ως έργα που έχουν δημιουργηθεί με ψηφιακό τρόπο.

2.4.2 Η δυνατότητα της διάδρασης εκ μέρους του μηχανικού συστήματος του έργου

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της ψηφιακής τέχνης είναι η διάδραση, η δυνατότητα δηλαδή μιας μηχανικής επικοινωνίας του θεατή με το έργο. Η διάδραση και κυρίως η επικοινωνία ανθρώπου μηχανής,

είναι ένας από τους κύριους τομείς έρευνας της πληροφορικής. Ο τομέας αυτός επεξεργάζεται τόσο τις αισθήσεις του ανθρώπου, όσο και τις μορφές επικοινωνίας του, και τις αντίστοιχες δυνατότητες του υπολογιστή να αντιλαμβάνεται αυτές τις μορφές επικοινωνίας του ανθρώπου, καθώς και να αντιδρά τόσο αυτός όσο και οι μηχανισμοί που είναι συνδεδεμένοι με το σύστημά του. Μια από τις βασικές διεργασίες, η οποία θα αλλάξει τη δυνατότητα της επικοινωνίας ανθρώπου υπολογιστή, θα είναι η σημασιολογική ανάλυση των κειμένων από τον υπολογιστή με στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων σε πραγματικό χρόνο, τις ευφυείς αναζητήσεις κ.λπ. Η κάθε εξέλιξη σε αυτόν το τομέα από την πλευρά της επιστήμης επηρεάζει όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες και άμεσα την Τέχνη. Το θέμα αυτό δεν αναπτύσσεται στο παρόν βιβλίο. Ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει σε κάποιο εξειδικευμένο βιβλίο τεχνητής νοημοσύνης, όπως το [29]).

2.4.3 Η τρισδιάστατη εικόνα

Η τρισδιάστατη εικόνα αποτελεί, επίσης, ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της ψηφιακής τέχνης. Είναι μια εικόνα της οποίας οι ιδιότητες δεν υπάρχουν σε καμιά άλλη μορφή εικονικής αναπαράστασης της πραγματικότητας.

Η βασική ιδιότητα της συγκεκριμένης εικόνας είναι ότι έχει τη δυνατότητα να εγγράφει στο ψηφιακό υπόστρωμα, με μεθόδους δανεισμένες από χώρους όπως τα μαθηματικά, ή την αρχιτεκτονική, όλη την τρισδιάστατη δομή της, σε συνδυασμό και με άλλες πληροφορίες. Η δημιουργία μιας τρισδιάστατης εικόνας δεν έχει την ανάγκη ενός φακού ο οποίος θα μεταφέρει το είδωλο της πραγματικότητας σε ένα εγγράψιμο υπόστρωμα, αλλά θα δημιουργηθεί εξολοκλήρου από υπολογισμούς και σχεδιάσεις εκ μέρους του δημιουργού ή μέσω παλαιότερων αποθηκευμένων αρχείων.

Μέσω αυτής της διαδικασίας εγγράφεται στη μνήμη του υπολογιστή ένα ολόκληρο οικοδόμημα πολύ μεγαλύτερο από την εικόνα που δείχνει εκείνη τη στιγμή στην οθόνη του. Αυτό μπορεί να γίνει κατανοητό με ένα παράδειγμα: Κάποιος κάθεται στο σαλόνι του, άρα βλέπει την μία πλευρά του σαλονιού του, που βρίσκεται μπροστά του. Ξαφνικά, ακούει στο βάθος του διαμερίσματος έναν θόρυβο που προέρχεται από σπάσιμο πιάτου. Αμέσως, αντιλαμβάνεται διανοητικά όλη την έκταση του διαμερίσματός του και, στη συνέχεια, επικεντρώνει τη σκέψη του στην κουζίνα όπου προβάλλει την εικόνα του σκύλου του πάνω στο τραπέζι, να ρίχνει κάτω την πιατέλα με το γλυκό. Δηλαδή, αντιλαμβάνεται τον χώρο και το συμβάν που έχει γίνει μέσα σε αυτόν. Τις ίδιες ακριβώς ιδιότητες με αυτές του εγκεφάλου (τις *νοητικές εικόνες* - mental images, όπως ονομάζονται στην νευροεπιστήμη ή στη γνωσιακή επιστήμη και χαρακτηρίζουν την αναπαράσταση μιας εικόνας, η οποία βρίσκεται εκτός της οπτικής ενός ατόμου, από τον φυσικό κόσμο στο μυαλό του) μπορεί να «αντιλαμβάνεται», για να χρησιμοποιήσουμε μία λέξη με μεταφορική έννοια, ο υπολογιστής. Ο υπολογιστής δηλαδή έχει στη μνήμη του ολόκληρο το κτήριο, με τις ιδιότητες, τις δράσεις εντός του κ.λπ. και αναλόγως με τις αντιδράσεις του χρήστη, και τις συνθήκες που έχει ορίσει ο δημιουργός, έχει τη δυνατότητα να φέρει στην οθόνη του μία συγκεκριμένη εικόνα κάθε φορά.

Ο αναγνώστης μπορεί να πληροφορηθεί σχετικά με τις νοητικές εικόνες σε βιβλία όπως το [8].

2.4.3.1 Η τρισδιάστατη εικόνα και ο ήχος σε πραγματικό χρόνο

Το παραπάνω χαρακτηριστικό της ψηφιακής τέχνης, η τρισδιάστατη αναπαράσταση εικόνων, συνδυάστηκε με μια επιπλέον ιδιότητα, όταν το επέτρεψε η εξέλιξη της τεχνολογίας (γρήγοροι επεξεργαστές, κάρτες γραφικών κ.λπ.): τα *τρισδιάστατα γραφικά πραγματικού χρόνου* (3D real time).

Αυτή η ιδιότητα δημιούργησε τις συνθήκες για την ανάπτυξη της προσομοίωσης (δηλαδή της μίμησης της λειτουργίας μιας διαδικασίας πραγματικού κόσμου ή ενός συστήματος μέσω μιας τεχνικής αναπαράστασής της), την ανάπτυξη της εικονικής πραγματικότητας, την ανάπτυξη των τρισδιάστατων ψηφιακών παιχνιδιών, τη διαδραστική αφήγηση, την προσομοίωση τρισδιάστατων δεδομένων και πολλές άλλες εφαρμογές που σηματοδοτούν μια νέα πτυχή, τόσο στην Τέχνη όσο και στον ψηφιακό πολιτισμό.

2.4.4 Η επεξεργασία της εικόνας και του ήχου

2.4.4.1 Τα κοινά στοιχεία επεξεργασίας οποιουδήποτε στοιχείου (εικόνα, ήχος, κείμενο, διάδραση)

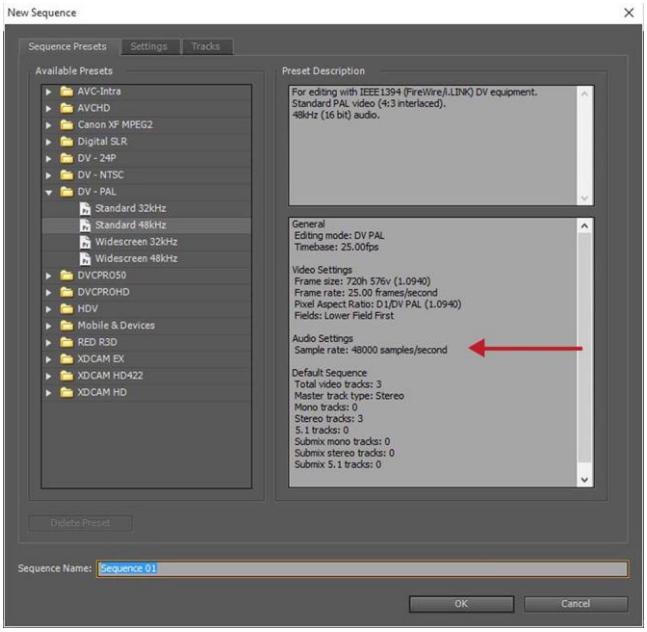
Λόγω της κοινής βάσης όλων των στοιχείων τα οποία βρίσκονται εντός του υπολογιστή (δηλαδή της δυαδικής αναπαράστασης), υπάρχει η δυνατότητα μιας κοινής αντιμετώπισης των ψηφιακών εργαλείων τα οποία δημιουργούνται για κάθε διαφορετική αναπαράσταση, όπως είναι η εικόνα, ο ήχος αλλά και ένα κείμενο. Η συγκεκριμένη ιδιότητα της κοινής αντιμετώπισης των ψηφιακών εργαλείων, δημιουργεί κάποιες νέες διαδικασίες, εκ των οποίων άλλες ευνοούν την επεξεργασία των διαφορετικών υλικών και άλλες τοποθετούν νέα ζητήματα σε σχέση με την υπόσταση της εικόνας ή του ήχου, τις σχέσεις μεταξύ τους, την οντολογία τους και γενικά τη θέση τους μέσα στο ψηφιακό σύμπαν (βλέπε κεφάλαιο 10: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στον συνδυασμό ή στη διαχείριση της εικόνας και του ήχου*).

2.4.4.2 Η διεργασία της *δειγματοληψίας* (sampling)

Όπως είδαμε παραπάνω, η μεταφορά από το συνεχές φάσμα τιμών ενός αναλογικού σήματος στο διακριτό ενός ψηφιακού σήματος επιτυγχάνεται μέσω της διαδικασίας της δειγματοληψίας. Δειγματοληψία σημαίνει απλώς «μέτρηση σε τακτά χρονικά διαστήματα», καταγραφή των τιμών που προκύπτουν και αντιστοίχιση αυτών με μία από τις διακριτές τιμές (π.χ. 0 ή 1).

Όπως ήδη είδαμε, στο υποκεφάλαιο 2.3, είναι η διαδικασία μέσω της οποίας μετατρέπεται μια ημιτονοειδής καμπύλη γραμμή η οποία καταγράφει ένα φυσικό σήμα, σε μια σειρά ράβδων οι οποίες εγγράφουν την ημιτονοειδή καμπύλη, χαρακτηρίζονται από μια αριθμητική μέτρηση και εξελίσσονται μέσα στον χρόνο. (βλέπε Πίνακα 2.1).

Όσο περισσότερες τιμές καταγράφονται στη μονάδα του χρόνου κατά τη δειγματοληψία, τόσο πιο ακριβής γίνεται η ψηφιακή αναπαράσταση και το ψηφιακό σήμα πλησιάζει το φυσικό σήμα, άρα η προκύπτουσα ψηφιακή πληροφορία έχει καλύτερη πιστότητα. Το μέγεθος που μετρά τα δείγματα που συλλαμβάνονται στη μονάδα του χρόνου λέγεται sampling rate ή bit rate. Συναντάται συχνά αυτό το μέγεθος, για παράδειγμα, στο πρόγραμμα μοντάζ Adobe Premier (Εικόνα 2.2). Όταν επιλέγονται τα χαρακτηριστικά της *ακολουθίας* (sequence) υπό επεξεργασία, το σύστημα ρωτάει για την ποιότητα του ήχου, αν θα βάλει 48.000 samples/second, δηλαδή εάν θα παίρνει 48.000 δείγματα ανά δευτερόλεπτο.



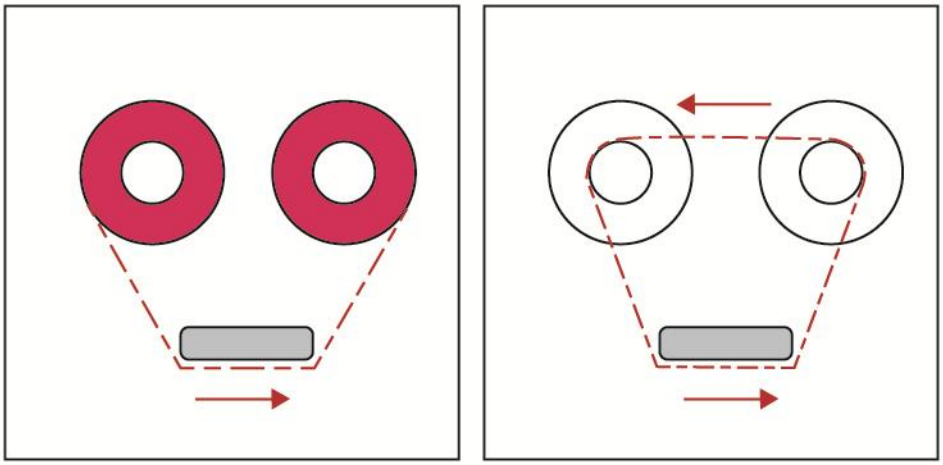
Εικόνα 2.2 *Στιγμιότυπο από το Adobe Premiere, όπου απεικονίζεται η επιλογή του ρυθμού δειγματοληψίας για τον ήχο.*

Η κουλτούρα του sampling

Η *δειγματοληψία* (sampling) είναι μια σημαντική ιδιότητα του ψηφιακού σήματος, η οποία έχει επέμβει άμεσα αισθητικά στην Τέχνη και κυρίως στη μουσική. Αυτό γίνεται με τη λήψη ενός τμήματος, ή δείγματος ή μιας εγγραφής ήχου και με την επαναχρησιμοποίησή τους ως μουσικό όργανο (έλεγχος δηλαδή του ήχου μέσα από τα πλήκτρα ενός ψηφιακού *συνθετητή* (synthesizer)) ή με τη χρησιμοποίηση ενός ηχογραφημένου ήχου σε ένα διαφορετικό τραγούδι ή κομμάτι.

Η αξιοποίηση της δειγματοληψίας στην Τέχνη ξεκινάει από την αναλογική εποχή (δεκαετίες ’60 – ’70), όταν οι καλλιτέχνες οι οποίοι ασχολούνταν με το φιλμ ή τον ήχο δημιουργούσαν με την ταινία μια *λούπα* (loop), την τοποθετούσαν στο μαγνητόφωνο ή στη μηχανή προβολής και την άφηναν να παίζει ατέρμονα (http://www.thefreedictionary.com/loop). Μία τέτοια λούπα χρησιμοποίησαν οι Pink Floyd στο τραγούδι *Money* (ο επαναλαμβανόμενος ήχος της ταμειακής μηχανής).

Η έννοια της λούπας συναντάται σε όλες τις διαφορετικές τεχνολογίες που εξετάζουμε, την μηχανική, την ηλεκτρονική και την ψηφιακή. Για τον λόγο αυτό, έχει διαφορετικές ερμηνείες, όπως: ένα μήκος νήματος, κορδέλας, ή άλλο λεπτό υλικό που είναι κυρτό, ώστε να δημιουργεί ένα άνοιγμα, ή ακόμα κάτι που έχει ένα σχήμα, σειρά, ή διαδρομή κίνησης κυκλική ή καμπύλη γύρω από τον εαυτό του. Ακόμα, σημαίνει ένα τμήμα του φιλμ ή μαγνητικής ταινίας της οποίας τα δύο άκρα είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους, δημιουργώντας μια λωρίδα η οποία μπορεί να αναπαράγεται συνεχώς. Στον ηλεκτρισμό σημαίνει ένα κλειστό κύκλωμα, ενώ στους υπολογιστές μια ακολουθία εντολών που επαναλαμβάνεται είτε για συγκεκριμένο αριθμό ή όσο ισχύει μια λογική συνθήκη (Εικόνα 2.3).



Εικόνα 2.3 *Αριστερά απεικονίζεται η κανονική λειτουργία του μαγνητοφώνου και δεξιά η έννοια της λούπας.*

Από τη δεκαετία του ’80 και μετά, με την ανάπτυξη της ψηφιακής τεχνολογίας η δειγματοληψία, τόσο για λόγους οικονομίας (δωρεάν πληθώρα ήχων πάνω σε ένα μουσικό όργανο) όσο και για λόγους αισθητικής, εξαπλώθηκε στον χώρο της μουσικής και την επηρέασε αισθητικά. Επηρέασε τόσο τα νέα είδη μουσικής όπως το Χιπ Χοπ, δημιούργησε νέες μουσικές φόρμες, και τέλος συνέβαλλε στην μεγάλη ανάπτυξη των Djs ως ένα αυτόνομο μέρος της μουσικής (βλέπε επίσης κεφάλαιο 9 του Β τόμου: *Ο ήχος ως αυτόνομο καλλιτεχνικό περιβάλλον*).

Εδώ, υπάρχει ένα ενδιαφέρον άρθρο σχετικά με την κουλτούρα της δειγματοληψίας στον ήχο.

Ως προς την εικόνα, η ιδιότητα της δειγματοληψίας χρησιμοποιείται αποτελεσματικά στα υλικά τα οποία καλύπτουν τις τρισδιάστατες εικόνες, τα λεγόμενα textures. Ο δημιουργός στην προκειμένη περίπτωση επιλέγει ένα δείγμα του υλικού (μέταλλο, γυαλί, ξύλο, κ.λπ.) και το λογισμικό καλύπτει βάσει του συγκεκριμένου δείγματος όλο το οικοδόμημα. Χρησιμοποιείται, επίσης, πολλές φορές ως βάση στα αλγοριθμικά έργα.

Ο όρος δειγματοληψία χρησιμοποιείται και στις στατιστικές επιστήμες και περιγράφει στην ουσία μια ίδια διαδικασία, η οποία όμως εφαρμόζεται στην μελέτη – έρευνα για την κοινωνία. Πρόκειται για τη διαδικασία της επιλογής αντιπροσωπευτικών μονάδων (π.χ. άνθρωποι, οργανισμοί) από ένα σύνολο (πληθυσμό) που μας ενδιαφέρει, έτσι ώστε με τη μελέτη του δείγματος να βγουν κάποια αποτελέσματα τα οποία μπορούν εύλογα να γενικευτούν προς το σύνολο (πληθυσμό) από το οποίο επιλέχθηκαν (http://www.socialresearchmethods.net/kb/sampling.php).

2.4.4.4 Αλγοριθμικά έργα

Το χαρακτηριστικό της κοινής δομής που έχει η ψηφιακή καταγραφή της εικόνας, του ήχου, της δράσης κ.ά. επέτρεψε την άμεση επεξεργασία τους, με υπολογιστικούς τρόπους και κυρίως με τη χρήση αλγορίθμων. Ένας αλγόριθμος, εκτελέσιμος σε υπολογιστή, είναι μια πεπερασμένη σειρά ενεργειών, αυστηρά καθορισμένων και εκτελέσιμων σε πεπερασμένο χρόνο, οι οποίες στοχεύουν στη δημιουργία ή επεξεργασία εικόνων και ήχων.

Επίσης, εκτός από την επεξεργασία εικόνων και ήχων, οι καλλιτέχνες μέσω της ψηφιακής τεχνολογίας έχουν τη δυνατότητα να εκφράσουν τη σκέψη τους αναπτύσσοντας έναν αλγόριθμο, δηλαδή να δημιουργήσουν τον αλγόριθμο ο οποίος στη συνέχεια παράγει το έργο και όχι το έργο αυτό καθεαυτό.

Κάθε φορά που εκτελείται αυτός ο αλγόριθμος, όντας ενσωματωμένος σε κάποιο πρόγραμμα, είναι δυνατό να παράγει είτε την ίδια εκδοχή του έργου κάθε φορά, είτε διαφορετικές εκδοχές του. Η παραγωγή διαφορετικών εκδοχών ενός έργου από έναν αλγόριθμο σχετίζεται με τα δεδομένα πάνω στα οποία επενεργεί ο αλγόριθμος αυτός. Για παράδειγμα, ένας αλγόριθμος ο οποίος επεξεργάζεται τις δράσεις του επισκέπτη ή μεταβαλλόμενα στοιχεία του περιβάλλοντος (π.χ. αριθμός ατόμων σ' ένα δωμάτιο, επίπεδο θορύβου), όταν ενσωματώνεται σε ένα έργο είναι δυνατό να δημιουργεί, ανά πάσα στιγμή, διαφορετικές εκδοχές του έργου (π.χ. διαφορετικές εικόνες ή ήχους). Το θέμα των αλγοριθμικών έργων αναπτύσσεται αναλυτικά στο κεφάλαιο 12: *Ο προγραμματισμός ως δημιουργική πράξη*.

Ένα καλλιτεχνικό έργο μπορεί να μην είναι εξολοκλήρου αλγοριθμικό, αλλά να ενσωματώνει επιμέρους αλγοριθμικές δομές (π.χ. fractals, πλήθη/σμήνη χαρακτήρων, αναπαραστάσεις φυσικών φαινομένων) (βλέπε κεφάλαιο 11 του Β τόμου: *Ειδική περίπτωση Δ: Αλγοριθμικά εξελισσόμενες δομές*).

2.4.4.5 Αυτοεξελισσόμενα έργα

Ένας ιδιαίτερος τομέας των αλγοριθμικών έργων είναι τα αυτοεξελισσόμενα έργα. Είναι τα έργα τα οποία είναι ικανά να εξελίσσονται συνεχώς, καθ' όλη τη διάρκεια της εκτέλεσής τους, είτε με βάση αλγοριθμικούς κανόνες οι οποίοι ορίζονται ενδογενώς (π.χ. στα κυτταρικά αυτόματα) είτε με βάση μεταβαλλόμενα εξωτερικά στοιχεία τα οποία λειτουργούν ως δεδομένα εισόδου (π.χ. διαδικτυακά έργα που οπτικοποιούν ροές δεδομένων από τα κοινωνικά δίκτυα, όπως το έργο *Flight Paterns* - http://www.aaronkoblin.com/work/flightpatterns/). Επισημαίνεται εδώ η διαφορά των αυτοξελισσόμενων έργων, όπου δημιουργούνται απεριόριστες εκδοχές του έργου, από έργα τα οποία απλώς μεταβαίνουν σε άλλη κατάσταση από μια σειρά προκαθορισμένων καταστάσεων με βάση, για παράδειγμα, μια δράση του επισκέπτη (π.χ. διαδραστικό βίντεο, ή παιχνίδια στα οποία ο παίκτης αλλάζει πίστα) (βλέπε κεφάλαιο 12: *Ο προγραμματισμός ως δημιουργική πράξη* και κεφάλαιο 11 Β τόμου: *Ειδική περίπτωση Δ: Αλγοριθμικά εξελισσόμενες δομές*).

2.5. Από την ηλεκτρονική στην ψηφιακή αναπαράσταση της πραγματικότητας ή από το μέσο στην πλατφόρμα

Υπάρχει μια βασική διαφορά ανάμεσα στις δύο τελευταίες μορφές αναπαράστασης, την ηλεκτρονική και την ψηφιακή, των οποίων την μεταβατική περίοδο βιώνουμε. Εάν υποθέσουμε ότι τα *μέσα μαζικής επικοινωνίας* (αναφερόμενα ως media) είναι η κατάληξη ενός μέρους της ανάπτυξης της ηλεκτρονικής αναπαράστασης, η κατάληξη της ψηφιακής αναπαράστασης είναι η πλατφόρμα, δηλαδή ένας χώρος επεξεργασίας των διαφόρων υλικών για μια νέα σύνθεση. Η βασική διαφορά, στηρίζεται ακριβώς σε αυτό το γεγονός, ότι δηλαδή, ενώ τα έργα της ηλεκτρονικής τέχνης (βίντεο τέχνη, τηλεόραση, ραδιόφωνο) χαρακτηρίζονται από τις ιδιότητες της έννοιας του «μέσου», τα έργα της ψηφιακής τέχνης δεν χαρακτηρίζονται πλέον από τις ιδιότητες της έννοιας

του «μέσου» αλλά της «πλατφόρμας». Αν, δηλαδή, το τέλος του 20ου αιώνα χαρακτηρίσθηκε από τη ρήση του Marshall McLuhan ότι «το μέσον είναι το μήνυμα», η αρχή του 21ου μπορεί να χαρακτηρισθεί από τη πρόταση «πλατφόρμα για την καλλιέργεια νέων ιδεών» [17] [31].

Κατά την εγκυκλοπαίδεια Larousse, «media» (μέσα μαζικής ενημέρωσης) είναι μια διαδικασία διανομής η οποία επιτρέπει την ραδιοτηλεοπτική μετάδοση ή αναμετάδοση έργων, έγγραφων ή ηχητικών, ή οπτικοακουστικών μηνυμάτων.

Η «διαδικασία διανομής» χαρακτηρίζεται από τη δυνατότητα του μέσου, δηλαδή ενός πομπού να διανέμει σ' έναν μεγάλο αριθμό δεκτών το ίδιο μήνυμα ή μια εικόνα. Έχει επίσης τη δυνατότητα να μεγεθύνει αυτή την εικόνα, να της αλλάξει την κλίμακα (με το *κοντινό πλάνο* – gros plan όπως αναφέρεται στη γλώσσα του κινηματογράφου). Θα μπορούσαμε δηλαδή να ισχυριστούμε ότι τα μέσα μαζικής ενημέρωσης αποτελούν έναν μεγεθυντή ή έναν πολλαπλασιαστή της πραγματικότητας. Γι' αυτόν ακριβώς τον λόγο, ένα μικρό κουτί απορρυπαντικού, μέσα από τα media αποκτά άλλη σημασία, μεγεθύνεται, γίνεται γνωστό το όνομα και ο τύπος του σε έναν μεγάλο αριθμό ατόμων. Γίνεται επώνυμο, όπως συνηθίζεται να λέγεται, δηλαδή είναι πλέον αναγνωρίσιμο, από το ευρύ κοινό, έχοντας τη δυνατότητα της επιρροής πάνω στους δέκτες. Έτσι ακριβώς και ένα άτομο, μέσα από την προβολή των μέσων μαζικής ενημέρωσης, θα μπορούσε να γίνει γνωστό, ενδεχομένως και διάσημο, απλά και μόνο επειδή έχει μια συχνή παρουσία. Με τη συγκεκριμένη ιδιότητα μεγέθυνσης και πολλαπλασιασμού του αντικειμένου, τα μέσα μαζικής επικοινωνίας έχουν δημιουργήσει τα επώνυμα προϊόντα και τους σταρ, την κυριαρχία των αντικειμένων στη σύγχρονη εποχή, τη βάση της καταναλωτικής κοινωνίας η οποία άκμασε τις δεκαετίες '60, '70 και '80, την ίδια εποχή κατά την οποία άκμασαν και τα μέσα μαζικής επικοινωνίας. Ο Marshall McLuhan περιέγραψε ιδιαίτερα παραστατικά αυτήν τη δύναμη των μέσων μαζικής επικοινωνίας με τη φράση «Το μέσον είναι το μήνυμα» και θεώρησε ότι αυτή η διαδικασία, της μεγέθυνσης και του πολλαπλασιασμού, καθώς και το δίκτυο που τη στηρίζει, είναι σημαντικότερα από το ίδιο το αντικείμενο το οποίο μεγεθύνεται και πολλαπλασιάζεται [17].

Ο μηχανισμός της ψηφιακής τεχνολογίας, από τη φύση του, έχει τη μορφή μιας πλατφόρμας και όχι ενός μέσου. Αλλιώς δεν μπορεί να λειτουργήσει. Πλατφόρμα, στην ορολογία της επιστήμης των υπολογιστών σημαίνει: «Η βασική τεχνολογία του υλικού και του λογισμικού ενός συστήματος υπολογιστή, η οποία ορίζει τον τρόπο λειτουργίας ενός υπολογιστή και καθορίζει τα άλλα είδη λογισμικού που μπορεί να χρησιμοποιηθούν.» [5].

Με άλλα λόγια, ο μηχανισμός της ψηφιακής τεχνολογίας είναι ένας συνδυασμός τεχνικών εξαρτημάτων και μιας σκέψης (δηλαδή του λογισμικού) από μια ομάδα ατόμων, διατυπωμένης και τοποθετημένης με τέτοιον τρόπο, ώστε το μηχάνημα, μόλις τεθεί σε λειτουργία, να «πληροφορείται» πώς να λειτουργήσουν τα εξαρτήματά του (δηλαδή το λειτουργικό του υπολογιστή), ώστε να παράγει ή να επεξεργαστεί ένα έργο το οποίο εισάγει ο χρήστης.

Η κύρια εργασία της πλατφόρμας, λοιπόν, δεν είναι να μεγεθύνει αυτό που εισάγεται μέσα της, π.χ. μια εικόνα, αλλά να δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες, για να γίνει μια συγκεκριμένη επεξεργασία στο κάθε εισερχόμενο στοιχείο, στην προκειμένη περίπτωση στη δομή της εικόνας, με έναν ιδιαίτερο τρόπο, διαφορετικό κάθε φορά, αναλόγως με τις πληροφορίες, άρα τις ανάγκες, τις οποίες θα εισάγει ο χρήστης. Ενώ δηλαδή, όπως υποστηρίζει ο Marshall McLuhan, υπάρχει μια μονοσήμαντη σχέση μεταξύ μέσου και μηνύματος, με την υπεροχή του μέσου προς το μήνυμα, αντίθετα, η πλατφόρμα αξιοποιεί μια πολύπλοκη σειρά μηνυμάτων (λογισμικού) τα οποία προϋπάρχουν, αξιοποιεί, δηλαδή, τα προγράμματα, που έχουν εγκατασταθεί πριν, από κάποιο άλλο άτομο, για να δημιουργηθεί ο κατάλληλος χώρος φιλοξενίας του νέου μηνύματος. Στο παράδειγμα μας η εικόνα θα πάρει μια άλλη μορφή και πιθανόν και άλλες ιδιότητες με βάση τόσο τις δυνατότητες του χώρου φιλοξενίας, όσο και τις δικές της ιδιότητες και το στόχο του δημιουργού. Με αυτόν τον τρόπο, αντίθετα από το μέσο του οποίου η βασική λειτουργία είναι να «προβάλλει», η «πλατφόρμα» καλλιεργεί.

Μία εικόνα π.χ. ενός κόκκινου κουτιού, όταν εισαχθεί στον μηχανισμό των μέσων μπορεί να προβληθεί, μεγεθυμένη σε ένα μεγάλο σύνολο ανθρώπων. Μετά από λίγο καιρό το κόκκινο κουτί έχει άλλη αξία, γιατί γίνεται αναγνωρίσιμο. Έχει τη δυνατότητα να κάνει επιτυχία οποιοδήποτε προϊόν βρίσκεται εντός του, ή να γίνει το σήμα μιας εταιρείας ή ενός κόμματος, προσδίδοντάς τους την φήμη και αναγνωσιμότητα που διαθέτει. Η ίδια εικόνα, αν εισαχθεί σε έναν υπολογιστή και φιλοξενηθεί σε ένα σύστημα σκέψεων (λογισμικό), το οποίο έχει γίνει από μια ομάδα ανθρώπων έτσι ώστε να καλύπτει τις ανάγκες επεξεργασίας του χρήστη, έχει τη δυνατότητα να αλλάξει σχήμα, χρώμα, να αποκτήσει ιδιότητες ή να ειδωθεί από όλες τις πλευρές της, εντός ή εκτός (αν είναι σε τρισδιάστατη μορφή), να εισάγει εντός της οτιδήποτε, όπως βιβλία, εικόνες, ταινίες κ.λπ. και στη συνέχεια να φιλοξενηθεί σε ένα άλλο σύστημα υλικών και λογισμικών, όπως

είναι το Διαδίκτυο. Ουσιαστικά ο χρήστης αναπτύσσει τις δικές του σκέψεις αξιοποιώντας κάποιες σκέψεις άλλων ατόμων τα οποία έχουν προβλέψει τις ανάγκες του.

Εάν συγκρίναμε μεταφορικά το αντικείμενο με ένα λουλούδι στη φυσική του διάσταση, το μέσον θα ήταν ένα βάζο, στολισμένο, σε περίοπτη θέση, π.χ. πάνω σε ένα τραπέζι με πολλούς και ενδεχομένως σημαντικούς καλεσμένους, ενώ η πλατφόρμα θα μπορούσε να είναι μια γλάστρα με χώμα, η οποία φιλοξενεί αντίστοιχα λουλούδια στο μπαλκόνι της κουζίνας, και την οποία κάποιος φροντίζει. Στην πρώτη περίπτωση, μέσω του βάζου, προβάλλεται η εικόνα του λουλουδιού, ενώ στη δεύτερη, μέσω της γλάστρας, του χώματος και του νερού που χειρίζεται ένα άτομο, καλλιεργείται η υπόσταση του.

Εάν λάβουμε υπόψη μας τη σημασία την οποία δίνει ο Simondon στο εργαλείο ως ένα σημαντικό πολιτιστικό αντικείμενο, το οποίο σαν αντικείμενο έρευνας έχει την ίδια σημασία με το έργο το οποίο παράγει, και όταν, στην προκειμένη περίπτωση του υπολογιστή, το εργαλείο από μόνο του είναι ένα εργαλείο το οποίο επεξεργάζεται πολιτιστικά δεδομένα με έναν τέτοιο τρόπο, ώστε να εντάσσεται τόσο η διεργασία και η σκέψη του χρήστη με τον προγραμματισμό, όσο και η σκέψη των κατασκευαστών (λογισμικό), συμπεραίνουμε ότι το στοιχείο αυτό θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη για την εξέλιξη τόσο της ψηφιακής τέχνης όσο και της ψηφιακής τεχνολογίας [25].

Πρέπει να επισημανθεί ότι ο υπολογιστής αξιοποιείται και σαν εργαλείο για τα μέσα μαζικής επικοινωνίας, όπως π.χ. μηχανισμός για μοντάζ, ή ψηφιακός τηλεοπτικός σταθμός, αλλά αυτό δεν λαμβάνεται υπόψη στην ερευνά μας, γιατί η μίμηση ενός εργαλείου, μια χαρακτηριστική ιδιότητα του υπολογιστή, δεν καθορίζει την βασική υπόσταση του. Το ίδιο συμβαίνει και σε σχέση με τα μέσα μαζικής επικοινωνίας, έχουν βέβαια τη δυνατότητα να επεξεργαστούν μια εικόνα αλλά ουσιαστικά με έναν επιφανειακό τρόπο.

Είναι επίσης χρήσιμο να αναφερθεί η θέση την οποία υποστηρίζει ο κύριος συγγραφέας, στο βιβλίο του με τίτλο «Από τον πολιτισμό του χαρτιού στον ψηφιακό πολιτισμό» [22] κατά την οποία ο υπολογιστής δεν είναι ένα μέσον, αλλά το καινούργιο υπόστρωμα σημειώσεων και μνήμης που αντικαθιστά το χαρτί.

Με αυτό το σκεπτικό, η σημερινή εποχή μπορεί να χαρακτηρισθεί από την έννοια της «πλατφόρμας», γιατί, μετά από τις βίαιες αντιπαραθέσεις και συγκρούσεις οι οποίες έγιναν τον περασμένο αιώνα και που εν μέρει βοήθησαν και πρόβαλαν τα «μέσα», παρόλο που συνεχίζεται αυτή η κατάσταση του παρελθόντος, έχει αρχίσει αθόρυβα να αναπτύσσεται μια νέα κατάσταση, κυρίως μέσα στο Διαδίκτυο η οποία χαρακτηρίζεται όχι τόσο από την προβολή, όσο από την επεξεργασία ιδεών, την ανταλλαγή ιδεών και την ανάπτυξη μικρών ή μεγάλων δράσεων που προέρχονται από τα παραπάνω (επεξεργασία και ανταλλαγή των ιδεών). Τη νέα αυτή κατάσταση, ερευνητές από διαφορετικούς χώρους, όπως ο Alvin Toffler παλαιότερα, ο Nicholas Negroponte, ο Joël de Rosnay, ο Pierre Lévy, και άλλοι, την έχουν περιγράψει σαν ένα νέο αυτοελεγχόμενο περιβάλλον [26],[18], [20], [21], [14], [12], [11], [13], [10].

Έχει ενδιαφέρον να αναφερθεί ο μεγάλος αριθμός διαφορετικών εννοιών που παίρνει η λέξη πλατφόρμα καθώς και οι περισσότερες ερμηνείες της οι οποίες έχουν σχέση είτε με επεξεργασία πληροφοριών, είτε με την έννοια του «ενδιάμεσου». Επίσης έχει ενδιαφέρον να αναφερθεί ότι αυτή η λέξη εμφανίζεται τον $16^{ο}$ αιώνα (πρώτη γνωστή χρήση: 1535 http://www.merriam-webster.com/dictionary/platform) και αποτελεί τη μεταφορά των γαλλικών λέξεων plate-forme «πλατύς, επίπεδος» από το λατινικό *plattus* (πλατύς) και *forme* (μορφή), δηλαδή εμφανίζεται μια εποχή κατά την οποία υπάρχει έντονα το ενδιαφέρον για κατασκευές, δομές, ακμή του πανεπιστημίου, ανάπτυξη των νέων ευρωπαϊκών γλωσσών. Εμφανίζεται δηλαδή σε μια εποχή η οποία θα πρέπει να συνδυάσει, πολλές και διαφορετικές δομές, να επεξεργαστεί ιδέες και να κατασκευάσει νέα εργαλεία.

Ενώ στην ουσία χαρακτηρίζει μια ιδιαίτερα απλή κατασκευή: «Κάθε οριζόντια επιφάνεια ή επίπεδη κατασκευή υψωμένη πάνω από το μέσο επίπεδο του γύρω χώρου.» (λεξικό Μπαμπινιώτη), η σημειολογική της ανάλυση είναι ιδιαίτερα καθοριστική, αφού αυτή η κατασκευή υπερίπταται από τα ήδη υπάρχοντα επίπεδα απ' όπου μπορεί να παρακολουθεί και να επικοινωνεί. Για τον λόγο αυτό, εξηγείται και ως εξής: «Κάθε υπερυψωμένο δάπεδο ή άλλο επίπεδο ή άλλη οριζόντια επιφάνεια, η οποία χρησιμοποιείται ως εξέδρα ή σκηνή.» Επίσης είναι μια κατασκευή η οποία τοποθετείται ενδιάμεσα μιας κατάστασης, όπως: «Ο υπερυψωμένος χώρος μεταξύ ή κατά μήκος των γραμμών σιδηροδρομικού σταθμού, από τον οποίο γίνεται η επιβίβαση στα βαγόνια», δηλαδή είναι το ενδιάμεσο το οποίο ενώνει τον χώρο όπου βρίσκεται ο ταξιδιώτης και το ταξίδι που ετοιμάζεται να κάνει. Όμως και κατά την διάρκεια του ταξιδιού μπορεί να παίξει ένα ρόλο ενδιάμεσου: « Ο ανοιχτός χώρος, στο τέλος βαγονιού επιβατικής αμαξοστοιχίας για την διευκόλυνση της εισόδου των επιβατών ή βαγόνι με διάδρομο προς το επόμενο βαγόνι» ή «Ανοιχτό ρυμουλκούμενο όχημα (ή βαγόνι) για τη μεταφορά μεγάλων φορτίων και βαριών μηχανημάτων», αλλά αναφέρεται και ως ένα όχημα ή ένα επίπεδο μέρος στο οποίο τοποθετούνται όπλα [3].

Στον χώρο των ιδεών, αποκτά την έννοια μιας δομής. Η δομή αυτή δημιουργεί μια ενότητα η οποία προέρχεται από την επεξεργασία διαφορετικών απόψεων ενός ατόμου, αλλά κυρίως μιας συνεργαζόμενης ομάδας ποικίλων διαφορετικών εννοιών, αναφέρεται στο λεξικό:« Οι κοινές θέσεις και αρχές τις οποίες υπερασπίζεται ένα άτομο και κυρίως μια ομάδα ατόμων. π.χ. ένα πολιτικό κόμμα (ειδικότερα) ή το κοινό σημείο, η κοινή βάση για την επίτευξη συμφωνίας.» [30] [6].

Αξίζει, επίσης, να αναφερθεί η ερμηνεία στα αγγλικά: «a raised area at a railway station, from which passengers have access to the trains», όπου δίνεται έμφαση στους *επιβάτες* (passengers), οι οποίοι «έχουν πρόσβαση» (have access) [9].

Αναφέρεται επίσης ως: ένα σύνολο αρχών, ή ένα σχέδιο, ένας χώρος για δημόσια συζήτηση, ή ένα φόρουμ, επίσης, ως: πολιτική πλατφόρμα, πρόγραμμα, πολιτικό πρόγραμμα, γραπτό έγγραφο ή γραπτό έγγραφο το οποίο παρέχει πληροφορίες (κυρίως πληροφορίες επίσημου χαρακτήρα) [3][7][19].

Αν λάβουμε υπόψη μας τις διαφορετικές έννοιες της «πλατφόρμας» τις οποίες παρουσιάσαμε παραπάνω, φαίνεται καθαρά ότι αυτή η σύνθετη έννοια καθορίζει μεταφορικά την εποχή μας, η οποία βρίσκεται ανάμεσα στους δύο πολιτισμούς, του χαρτιού και των μέσων μαζικής επικοινωνίας από την μία μεριά και του ψηφιακού πολιτισμού από την άλλη. Στη σημερινή μεταβατική εποχή οι κάτοικοι έχουν αρχίσει διαδοχικά να μεταφέρονται από τον έναν πολιτισμό στον άλλο, αφού πλέον είναι όλοι αναγκασμένοι να λειτουργήσουν μέσω των ψηφιακών εργαλείων και δομών, σε πολλές διαδικασίες όπως πληρωμές, φορολογική δήλωση και άλλες θεσμικές διαδικασίες για να υπάρξουν ως πολίτες.

Βέβαια, παρατηρούμε ότι η διακλαδωμένη αυτή σύγχρονη τεχνολογία εμπλέκεται άμεσα στην, έμφυτη τελικά, τάση του ανθρώπου να υπερισχύσει πάνω στους συνανθρώπους του, οργανώνοντας ομάδες υπεροχής. Δεν είναι τυχαίο ότι οι πρώτες εφαρμογές όλων των επιτεύξεων που έχουμε αναφέρει σαν πρωταρχική εφαρμογή είχαν την στρατιωτική υπεροχή. Όμως, για πρώτη φορά στην αιματοβαμμένη διαδρομή της εξέλιξης της ανθρωπότητας, το ευρύ κοινό, λόγω της φιλικής προς αυτό ψηφιακής πλατφόρμας, έχει στη διάθεσή του εργαλεία, οργάνωσης ανάπτυξης και καλλιτεχνικής δημιουργίας.

Όμως αυτό που λείπει είναι το μήνυμα, το περιεχόμενο. Για άλλη μια φορά υπάρχει μια τιμωρία στο όνομα του Πύργου της Βαβέλ: όλοι οι δημιουργοί μιλάνε τελικά την ίδια γλώσσα, διαθέτουν τα πιο ισχυρά και σύνθετα συστήματα επικοινωνίας αλλά δεν έχουν τίποτα να προτείνουν, επιβεβαιώνοντας τη ρήση του Jean-François Lyotard, για το τέλος των μεγάλων αφηγήσεων. Ο Lyotard θεωρεί εν μέρει υπεύθυνη την τεχνολογία για το τέλος των μεγάλων αφηγήσεων, δεν είναι όμως σίγουρο ότι είναι απόλυτα σωστή η ερμηνεία του για την εποχή μας την δεύτερη δεκαετία της δεύτερης χιλιετίας. Το έργο του που αναφέρει την συγκεκριμένη υπόθεση (το τέλος των μεγάλων αφηγήσεων) έχει γραφτεί το 1979, άρα σε μια εποχή όπου δεν έχουν υπάρξει όλες οι τεχνολογικές επιτεύξεις οι οποίες ευνοούν την έρευνα, στις ανθρωπιστικές επιστήμες, την δημιουργία στην Τέχνη και γενικά δημιουργούν ένα θετικό περιβάλλον για την ανάπτυξη μεγάλων αφηγήσεων [15].

Θα είναι ιδιαίτερα δημιουργικό για έναν φοιτητή ο οποίος ενδιαφέρεται για την ψηφιακή τέχνη να αναλογιστεί και κυρίως να ερευνήσει τόσο τα νέα δεδομένα, όσο και το ενδεχόμενο να έχει στα χέρια του ένα εργαλείο φιλικό για την επεξεργασία ιδεών και όχι ένα εργαλείο μεγέθυνσης μιας ιδέας, ειδικά τώρα σε μια εποχή που όλοι περιμένουν νέες ιδέες τις οποίες θα κατορθώσουν να καλλιεργήσουν και να μας παρουσιάσουν οι νέες γενιές.

Βιβλιογραφία - Αναφορές

1. Boole, G., *An Investigation of the Laws of Thought*, London : Walton and Maberly,1854.
2. Breton, P., *Ιστορία της πληροφορικής*, Αθήνα: Εκδόσεις Δίαυλος 1991.
3. Collins Dictionaries, *Collins Thesaurus of the English Language – Complete and Unabridged,* 2nd edition, New York: HarperCollins Publishers, 2002.
4. Danker, F., Taylor, B., *Biblical Greek language and lexicography: essays in honor of Frederick W. Danker*, Grand Rapids, Cambridge: William. B. Eerdmans, 2003.
5. Editors of the American Heritage Dictionaries, *The American Heritage Student Science Dictionary, Second Edition,* USA: Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company, 2014.
6. Editors of the American Heritage Dictionaries, *American Heritage, Dictionary of the English Language*, Fifth Edition, USA: Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company, 2011.
7. Editors of the American Heritage Dictionaries, *The American Heritage Roget's Thesaurus*. USA: Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company, 2013, 2014.

8. Eysenck, M. W. *Fundamentals of cognition*, 2nd ed. New York: Psychology Press, 2012.
9. Hanks P. (editor), Urdang L., (editorial director), *Collins English Dictionary – Complete and Unabridged*, New York: HarperCollins Publishers, 1991, 1994, 1998, 2000, 2003.
10. Levy, P., *L'Intelligence collective. Pour une anthropologie du cyberespace*, Paris: La Découverte, 1997.
11. Levy, P., *Nouveaux Outils de la pensée*, Paris: Éditions Descartes, 1992.
12. Levy, P., *Les Arbres de connaissances*, Paris: La Découverte, 1992.
13. Levy, P., *De la programmation considérée comme un des beaux-arts*, Paris: La Découverte, 1992.
14. Levy, P., *Les Technologies de l'intelligence. L'avenir de la pensée à l'ère informatique*, Paris : La Découverte, 1990.
15. Lyotard, J-F., *Η μεταμοντέρνα κατάσταση*, Αθήνα: Γνώση, 2008, πρώτη έκδοση: La Condition postmoderne : rapport sur le savoir, Paris: Minuit, 1979.
16. Norton, P., *Εισαγωγή στους υπολογιστές*, Αθήνα: Αλκυών, 1989.
17. McLuhan, M., *Media Οι προεκτάσεις του ανθρώπου*, Αθήνα: Κάλβος 1990 (πρώτη έκδοση: *Understanding Media: the extensions of man*, New York: McGraw-Hill, 1964).
18. Negroponte, N., Ψηφιακός κόσμος, Αθήνα: Καστανιώτης 2001, (πρωτότυπο: Being digital, New York: Alfred Knopf, 1995).
19. Random house, *Random House Kernerman Webster's College Dictionary*, USA: Random House Reference; Indexed edition, 1999.
20. Rosnay J., *La révolte du pronetariat - Des mass média aux média des masses*, Paris: Fayard 2006.
21. Rosnay J., *L'homme symbiotique - Regards sur le troisième millénaire*, Paris: Seuil 1998.
22. Santorineos, M., *De la civilisation du papier à la civilisation du numérique*, Collection Ouverture philosophique, Paris : L' Harmattan, 2007 (υπάρχει μόνο γαλλική έκδοση).
23. Santorineos, M., "The 21st Century: The End of Illusion, the Beginning of Fake Image and the Replacement of Light with Memory", LIGHT | IMAGE | ILLUSION, THE AEGINA ACADEMY SYMPOSIUM, 20-22 May 2005.
24. Shannon, C., *Θεωρία πληροφοριών. Μια μαθηματική θεωρία της επικοινωνίας*, Αθήνα: Leader Books, 2006 (αρχική έκδοση USA: University of Illinois Press, 1963).
25. Simondon, G., *Du mode d'existence des objets techniques*, Paris: Aubier, 1989 (1er édition 1958).
26. Toffler, A., *Το τρίτο κύμα*, Αθήνα: Κάκτος, 1982 (πρώτη έκδοση The Third Wave, USA: Collins, 1980).
27. Turing, A., "On computable numbers", Proceedings of the London Mathematical Society, (Ser. 2, Vol. 42, 1936).
28. Wiener, N., *Κυβερνητική ή έλεγχος και επικοινωνία στα ζώα και στις μηχανές*, Αθήνα: εκδόσεις Καστανιώτη, 1980 (αρχική έκδοση Cambridge: The MIT Press 1948).
29. Βλαχαβάς, Ι., Κεφάλας, Π., Βασιλειάδης, Ν., Κόκκορας, Φ., Σακελλαρίου, Η., *Τεχνητή Νοημοσύνη*, Θεσσαλονίκη: Γαρταγάνη, 2002 (σύγγραμμα μαθήματος).
30. Μπαμπινιώτης , Γ., *Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας*, Δ' Έκδοση, Αθήνα:Κέντρο Λεξικολογίας, 2012.
31. Σαντοριναίος, Μ., *Νέες πλατφόρμες,* Κατάλογος Διεθνούς Φεστιβάλ Mediaterra Αθήνα: Κέντρο για τον Ψηφιακό Πολιτισμό Φούρνος, 2002.

Κεφάλαιο 3. Το εργαστήριο του σύγχρονου καλλιτέχνη και οι χώροι προβολής του ψηφιακού έργου

Σύνοψη

Περιγράφεται η σύγχρονη δομή του καλλιτεχνικού εργαστηρίου που παρουσιάζει μια διπλή υπόσταση, μια φυσική και μια άυλη, οι οποίες είναι απόλυτα συνδεδεμένες μεταξύ τους. Μέσα από το πρίσμα αυτής της διπλής υπόστασης, εξετάζονται οι διάφορες διαβαθμίσεις στην οργάνωση ενός σύγχρονου καλλιτεχνικού εργαστηρίου: από ένα προσωπικό εργαστήριο αποτελούμενο από έναν φορητό υπολογιστή συνδεδεμένο στο Διαδίκτυο, έως ένα μικρής κλίμακας στούντιο συνεργατικής ανάπτυξης *ανεξάρτητων παραγωγών* (indies). Αναλύονται τα σημαντικότερα στοιχεία τόσο του φυσικού χώρου (π.χ. φορητός υπολογιστής και άλλα είδη τεχνολογικού εξοπλισμού, επιμέρους φυσικοί χώροι ανάπτυξης, επεξεργασίας, παραγωγής, πειραματισμών), όσο και του άυλου χώρου του εργαστηρίου (π.χ. ψηφιακά εργαλεία και διαδικτυακοί χώροι επικοινωνίας, διαμοιρασμού, οργάνωσης, παραγωγής και προβολής) καθώς και οι σχέσεις μεταξύ τους. Τέλος, εξετάζονται οι διαδικασίες ανάπτυξης των ψηφιακών παιχνιδιών, ως πλήρεις δομές καλλιτεχνικού πειραματισμού, οι οποίες ενσωματώνονται μέσα στο πλαίσιο του σύγχρονου καλλιτεχνικού εργαστηρίου.

3.1. Το εργαστήριο και το περιβάλλον του καλλιτέχνη

3.1.1 Μικρή ιστορική αναδρομή

Η Τέχνη χαρακτηρίζεται κυρίως από το καλλιτεχνικό αποτέλεσμα, το έργο τέχνης. Αποτελείται, όμως, από ένα σύνθετο σύνολο πολλών στοιχείων, όπως τον καλλιτέχνη, τα υλικά του, τα εργαλεία του, το εργαστήριό του, ένα οικονομικό σύστημα το οποίο πουλάει τα έργα, τους θεωρητικούς μελετητές που γράφουν για αυτά κ.ά. Είναι ένα σύνθετο αλληλοσυνδεόμενο σύστημα, το οποίο έχει μεγάλη σημασία τόσο στη δημιουργία, όσο και στην κοινωνική υπόσταση των έργων που παράγει ο καλλιτέχνης. Τα διαφορετικά αυτά στοιχεία, τα οποία απαρτίζουν την Τέχνη, δεν εξελίσσονται όλα μαζί ταυτόχρονα. Κάθε εποχή χαρακτηρίζεται από κάποια στοιχεία τα οποία υπερτερούν ή από κάποια τα οποία εμφανίζονται για πρώτη φορά. Μπορούμε να ξεχωρίσουμε εποχές σε σχέση με την ανάπτυξη ενός ή παραπάνω στοιχείων, από τα πολλά που απαρτίζουν την καλλιτεχνική δημιουργία. Μπορούμε να χαρακτηρίσουμε την Αναγέννηση σε σχέση με τη θρησκευτική θεματολογία, καθώς και με τις οικονομικές συνθήκες οι οποίες αφορούσαν την Τέχνη, κυρίως παραγγελίες έργων τέχνης, τον 17^{ο} αιώνα σε σχέση με την ανάπτυξη των Σχολών και των Ακαδημιών, όπως η Académie Royale de peinture et de sculpture, την οποία ίδρυσε τον 14^{ο} αιώνα ο Ναπολέων, ή τον 19^{ο} αιώνα με την απελευθέρωση των καλλιτεχνών από τις παραγγελίες, και τον σχολιασμό των έργων τους μέσα από τις εφημερίδες.

Αν θα θέλαμε να χαρακτηρίσουμε τη σημερινή εποχή σε σχέση με τη σύνθεση η οποία διαμορφώνει το συγκεκριμένο σύνολο αλληλοεπηρεαζόμενων στοιχείων, θα λέγαμε ότι το στοιχείο το οποίο έχει αποκτήσει μια καθοριστική σημασία και παίζει έναν σημαντικό ρόλο, είναι το εργαστήριο και, γενικά, το περιβάλλον του καλλιτέχνη.

Το εργαστήριο πάντα διαδραμάτιζε έναν σημαντικό ρόλο, ειδικά μετά τον Μεσαίωνα, όπου διαχωρίστηκε σταδιακά η έννοια του καλλιτέχνη από τον τεχνίτη (artiste – artisan) και, κατ' επέκταση, διαμορφώθηκαν, με διαφορετικές δομές, τα αντίστοιχα εργαστήριά τους. Κατά την Αναγέννηση, τα εργαστήρια των καλλιτεχνών παρουσίαζαν τη μορφή ενός χώρου για συλλογική εργασία μιας ομάδας, τα μέλη της οποίας εργάζονταν υπό την επίβλεψη του «μαιτρ», ενώ ταυτόχρονα ο χώρος αυτός εργασίας έπαιζε και τον ρόλο της σχολής. Παρατηρούμε ότι όλοι οι μεγάλοι καλλιτέχνες της εποχής εκείνης είχαν ξεκινήσει την εμπειρία τους από το εργαστήριο ενός παλαιότερου καλλιτέχνη [4].

Κατά τον 17^{ο} αιώνα, με τη δημιουργία των ακαδημιών οι οποίες προωθούσαν συγκεκριμένες τεχνοτροπίες και ανέπτυσσαν ένα ισχυρό σύστημα γύρω από αυτές, όπως οι ετήσιες εκθέσεις, βραβεία κ.λπ., δημιουργήθηκε μια έντονη αντιπαράθεση ανάμεσα στις ακαδημίες και στους πιο ανήσυχους καλλιτέχνες, οι οποίοι ήθελαν να εξελίξουν την τέχνη τους, ξεπερνώντας τα πρότυπα τα οποία έβαζε η ακαδημία. Η διαμάχη αυτή πρόβαλε τα εργαστήρια ως έναν χώρο, όχι μόνο εργασίας, αλλά και προβολής της δουλειάς, καθώς και έναν χώρο συζητήσεων και ανταλλαγής ιδεών και θεωριών, έναν χώρο όπου σύχναζαν, εκτός από τους εικαστικούς καλλιτέχνες, και ποιητές λογοτέχνες, επιστήμονες κ.ά. Είναι η εποχή κατά την οποία στο Παρίσι

επικρατεί το ο τρόπος ζωής των «Μποέμ», ονομασία από τους Γάλλους προκειμένου να χαρακτηρίσουν έτσι τους Παρισινούς λογοτέχνες και καλλιτέχνες, για τον ανέμελο τρόπο της σκέψης και της ζωής τους, που αντιστρατεύονταν τα πλαίσια του βίου των οικονομικών στενών ορίων των πολιτών με τις καθημερινές ανάγκες και υποχρεώσεις, αλλά και περισσότερο για την ατημέλητη εμφάνισή τους ιδιαίτερα των καφενόβιων του «Καρτιέ Λατέν». Τα *εργαστήρια* (ateliers), καθώς και τα καφέ και τα μπιστρό (bistrot μικρά εστιατόρια), αποτελούν το περιβάλλον του καλλιτέχνη, εκεί όπου συλλαμβάνονται και αναπτύσσονται όλες οι ιδέες. Η δομή του συγκεκριμένου εργαστηρίου (του atelier), έχει επικρατήσει και μέχρι τις μέρες μας.

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τους Μποέμ, ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στο σχετικό άρθρο της Wikipedia, καθώς και στο [5].

Από τη δεκαετία του ’60 και μετά, υπήρξαν εργαστήρια τα οποία έπαιξαν τα ίδια, άμεσα, έναν σημαντικό ρόλο, ακόμα και ως σήμα κατατεθέν, στην Τέχνη, όπως το *Factory* του Andy Warhol. Ήδη το όνομα το οποίο δίνει ο Warhol, στο εργαστήριο, Factory, δηλαδή εργοστάσιο, χαρακτηρίζει την άποψή του για την Τέχνη, τη σύνδεσή της με την παραγωγή, και την υπεραξία της εργασίας. Η δημιουργία του ονόματος Factory ως *σήμα κατατεθέν* (trade mark) (ο χώρος εξάλλου, δεν ήταν πάντα ο ίδιος) συνδυάζεται με πρωτοποριακές δράσεις στον χώρο της Τέχνης και της οικονομίας, όπως αξιοποίηση της ονομασίας του εργαστηρίου, ως εμπορικό σήμα, για μια σειρά έργων τα οποία κατασκευάζουν βοηθοί του ή συνεργάτες του, παραγωγή άλλων αντικειμένων όπως παπούτσια, έκδοση περιοδικού (το *Interview*, το 1969, σε συνεργασία με τον δημοσιογράφο John Wilcock), παραγωγή ταινιών και άλλων δραστηριοτήτων. Το εργοστάσιο παράγει μαζικά εικόνες με τη *μέθοδο των πολλαπλών αναπαραγωγών* (μεταξοτυπία) και τις πουλάει σαν καταναλωτικά αγαθά. Με αυτά τα χρήματα, ο Warhol χρηματοδοτεί τη λειτουργία του εργαστηρίου και πραγματοποιεί τις πιο καλλιτεχνικές παραγωγές, όπως είναι οι πειραματικές του ταινίες. Εκτός από αυτό, το Factory έχει γίνει ένας χώρος συνάθροισης, συνεργασίας, και προβολής καλλιτεχνών, διαφόρων χώρων, τους οποίους αποκαλεί ως «σούπερ σταρ του Factory». Είναι αυτοί οι οποίοι τον βοηθούν στις κινηματογραφικές παραγωγές του και σε άλλα projects και συμβάλλουν στη δημιουργία της ειδικής ατμόσφαιρας εξαιτίας της οποίας το εργοστάσιο έγινε θρύλος.

Πληροφορίες για το Factory μπορεί να δει ο αναγνώστης στο σχετικό άρθρο της Wikipedia.

Ένα άλλο σημαντικό εργαστήριο και, ταυτόχρονα, χώρος εκδηλώσεων ήταν το *Kitchen* (Κουζίνα). Πήρε το όνομά του από την αρχική του θέση, την κουζίνα της Mercer Arts Center. Το ίδρυσε το ζεύγος καλλιτεχνών της βίντεο-τέχνης Steina και Woody Vasulka. Το Kitchen ήταν ένας διεπιστημονικός, μη κερδοσκοπικός χώρος τέχνης και θεάματος στη Νέα Υόρκη. Έκανε παραγωγές και παρουσίασε πλήθος πειραματικών παραστάσεων. Παρουσίασε πολλούς καλλιτέχνες οι οποίοι εργάζονταν, ως επί το πλείστον, με το βίντεο. Αν και προοριζόταν αρχικά ως χώρος παρουσίασης της βίντεο-τέχνης, το Kitchen σύντομα επεκτάθηκε σε όλες τις μορφές τέχνης οι οποίες είχαν μια πειραματική μορφή.

Πληροφορίες για το Kitchen μπορεί να δει ο αναγνώστης στο σχετικό άρθρο της Wikipedia και στον διαδικτυακό σύνδεσμο http://vasulka.org/Kitchen/index.html.

Ενδιαφέρον έχει και το εργαστήριο του ιδρυτή της βίντεο-τέχνης Nam June Paik (1932-2006).Ο Paik στο εργαστήριό του δημιουργεί ένα σημαντικό αρχείο, το οποίο περιλαμβάνει πρώιμα γραπτά του για την ιστορία της Τέχνης, αλλά και μια μεγάλη συλλογή εξοπλισμού, όπως τα πρώτα ασπρόμαυρα μοντέλα τηλεοράσεων, τα πρώτα μαγνητοσκόπια και τους βίντεο προβολείς, παλιές μηχανές λήψης, φωτογραφικές μηχανές Polaroid, ραδιόφωνα, πικάπ, κάμερες και μουσικά όργανα, παιχνίδια για παιδιά, έργα λαϊκής τέχνης και γλυπτά. Το σημαντικό αυτό αρχείο, περιέχει και μια πλήρη συλλογή από βιντεοκασέτες που χρησιμοποιούσε για τη δημιουργία των έργων του, όπως και σημειώσεις για την παραγωγή, τηλεοπτικές εργασίες, σκίτσα, σημειωματάρια, μακέτες και σχέδια για εγκαταστάσεις βίντεο, αλλά και το γραφείο του Paik, όπου σχεδίαζε τα έργα του στο εργαστήριό του στο SoHo. Αυτό το αρχείο δόθηκε, μετά από έρευνα σε σχέση με την καλύτερη αξιοποίησή των στοιχείων του, στο Smithsonian American Art Museum.

Πληροφορίες για το εργαστήριο του Paik μπορεί να δει ο αναγνώστης στον διαδικτυακό σύνδεσμο http://www.paikstudios.com/ και στο σχετικό άρθρο της Wikipedia, επίσης στο διαδικτυακό άρθρο με τίτλο “Nam June Paik Archive Goes to the Smithsonian”.

Στην Ελλάδα, σημαντικό ρόλο έπαιξε το εργαστήριο ΕΙΚΟΝΑ, το εργαστήριο του κύριου συγγραφέα του παρόντος βιβλίου, Μάνθου Σαντοριναίου, το οποίο κατά τις δεκαετίες του ’80 και του ’90 έκανε τις πρώτες παραγωγές βίντεο έργων σε καλλιτέχνες όπως η Μαρία Κλωνάρη και η Κατερίνα Θωμαδάκη, ο Δημοσθένης Αγραφιώτης, το Συγκρότημα ΗΛΙΟΣ κ.ά. Αργότερα, μεταφέρθηκε στο Κέντρο για τον Ψηφιακό Πολιτισμό «Φούρνος», οργάνωσε το Φεστιβάλ Mediaterra και εξέδωσε το πρώτο ελληνικό βίντεο περιοδικό ARTOS καθώς και μια από τις πρώτες εκπομπές διεθνώς για την τέχνη και τεχνολογία METATI; (Η εκπομπή METATI; παρουσιάστηκε στο Festival Videofest 1994, στο Βερολίνο).

Ο αναγνώστης μπορεί να πληροφορηθεί από τους καταλόγους του Φεστιβάλ Mediaterra 2000, 2001, 2002, 2007, οι οποίοι είναι διαθέσιμοι από το Κέντρο για τον Ψηφιακό Πολιτισμό Φούρνος. Επίσης, βλέπε το βιβλίο [3].

3.1.2 Το εργαστήριο του καλλιτέχνη στην ψηφιακή εποχή

Η ψηφιακή τεχνολογία φέρνει μια ουσιαστική αλλαγή, τόσο στο εργαστήριο του καλλιτέχνη, κυρίως αυτού ο οποίος ασχολείται με την ψηφιακή τέχνη, όσο και στο περιβάλλον του. Για να πραγματοποιηθεί αυτή η αθόρυβη αλλά ουσιαστική αλλαγή έπρεπε να συμβούν ορισμένα γεγονότα:

1. να αναπτυχθεί μια τεχνολογία η οποία θα συνέδεε τους υπολογιστές μεταξύ τους,
2. αυτή η τεχνολογία να αξιοποιήσει το ήδη υπάρχον δίκτυο του τηλεφώνου και να συνδέσει τον κάθε υπολογιστή πάνω σε αυτό,
3. ένας ιδεαλιστής και πρωτοπόρος στην τεχνολογία με το όνομα Tim Berners Lee, να συλλάβει την έννοια του Διαδικτύου και να αποφασίσει να το πραγματοποιήσει,
4. ο καθηγητής και διευθυντής του Εργαστηρίου Επιστήμης Υπολογιστών (LCS) του MIT, Μιχάλης Δερτούζος (Michael L. Dertouzos, 1936 - 2001), να προσφέρει χώρο και υποστήριξη στον Berners Lee για να συνεχίσει την ιδέα του, γιατί είχε εκδιωχθεί από τον χώρο όπου αρχικά είχε στήσει τα πρώτα πειράματα για τον *Παγκόσμιο Ιστό* (World Wide Web) (στο ερευνητικό κέντρο στην Ελβετία CERN) και
5. να αναπτυχθεί η ιδέα του Berners Lee, το www, και να γίνει προσιτό στο ευρύ κοινό.

Από εκεί και πέρα, όλα πήρανε τον δρόμο τους, ακολουθώντας την εξέλιξη της τεχνολογίας και τις εξελίξεις τις οποίες παρέχουν οι ερευνητικές και διάφορες ανεξάρτητες ομάδες.

Ο Berners Lee ουσιαστικά θα προτείνει, το 1989, με το κείμενό του με τίτλο *Information Management: A Proposal*, έναν τρόπο ψηφιακής διακίνησης των εντύπων, ώστε να δύναται μια ομάδα, η οποία δουλεύει στο ίδιο θέμα έρευνας, να έχει το ίδιο επικυρωμένο έντυπο.

Εδώ, μπορείτε να κατεβάσετε το κείμενο του Tim Berners Lee.

Δύο χρόνια πριν (το 1987), διατυπώνεται στην Ελλάδα, μέσα από τον καλλιτεχνικό χώρο, μια πρόταση για ένα σύγχρονο καλλιτεχνικό εργαστήριο. Η πρόταση αυτή αναπτύχθηκε από τον κύριο συγγραφέα σε συνεργασία με την επιστήμονα Φλώρα Πασχάλη και παρουσιάσθηκε στην Πρώτη Διεθνή Συνδιάσκεψη με θέμα: «Η Ελληνική Κοινωνία και η πρόκληση της πληροφορικής», με θέμα: «Το εργαστήριο του καλλιτέχνη στην εποχή της πληροφορικής». Διοργάνωση ΕΠΥ - Ελληνική εταιρεία επιστημόνων και επαγγελματιών πληροφορικής και επικοινωνιών, Αθήνα 1987.

Μέσα από το κείμενο αυτό προτείνεται ένας μικροπυρήνας ο οποίος θα στηρίζεται σ' ένα σύστημα προσωπικού υπολογιστή και σε μηχανήματα σύγχρονης οπτικοακουστικής έκφρασης. Το εργαστήριο θα είναι επανδρωμένο με μια συνεργαζόμενη ομάδα η οποία θα αποτελείται από έναν καλλιτέχνη, έναν επιστήμονα και έναν τεχνικό. Απαραίτητη προϋπόθεση για να στηθεί το εργαστήριο είναι η εύκολη, γρήγορη και χαμηλού κόστους πρόσβαση, μέσω τηλεπικοινωνιακού δικτύου αυτού του μικροπυρήνα σε πηγές επιστημονικών, πολιτιστικών και πολιτισμικών πληροφοριών, καθώς και η άμεση διαδραστική επικοινωνία του με παρεμφερείς οργανισμούς, όπως άλλα ερευνητικά κέντρα, Πανεπιστήμια ή ανάλογους πυρήνες άλλων κρατών.

Οι βασικές ανάγκες του καλλιτέχνη – ερευνητή, κατά την πρόταση, χωρίζονταν στους παρακάτω τομείς:

Α. «Συσσώρευση πληροφοριών»,

Β. Διαδραστική επικοινωνία μέσω δικτύου με άλλους ερευνητικούς οργανισμούς, τράπεζες πληροφοριών και αντίστοιχες ομάδες στην Ελλάδα και το εξωτερικό,

Γ. Χρησιμοποίηση της πληροφοριακής μονάδας στη δημιουργία καλλιτεχνικών έργων.

Τελικά, το προτεινόμενο «μοντέλο», εργαστηρίου του καλλιτέχνη θα έδινε μια λύση στο πρόβλημα του απομονωμένου καλλιτέχνη, δηλαδή εκείνου ο οποίος δεν βρίσκεται κοντά στα κέντρα όπου αναπτύσσεται η Τέχνη. Μέσω αυτού του ερευνητικού πυρήνα, θα επιτυγχανόταν η γρήγορη και με χαμηλό κόστος έρευνα στοιχείων, από την πλευρά του καλλιτέχνη, η οποία είναι δυνατή μέσα απ' αυτό το αποκεντρωμένο σχήμα και, βέβαια, δεν είχε καμιά ελπίδα να αναπτυχθεί διαφορετικά. Έχει ενδιαφέρον το γεγονός ότι σχεδόν ταυτόχρονα στον τεχνολογικό και καλλιτεχνικό χώρο εκφράζεται η ίδια ανάγκη. Βλέπε επίσης το [6]. Για περισσότερα σχετικά με τον Παγκόσμιο Ιστό βλέπε [1] και [2].

Η συνεχής ανάπτυξη του Διαδικτύου και η μείωση των τιμών των ψηφιακών μηχανημάτων έκανε, προς το τέλος της χιλιετίας, το ψηφιακό εργαστήριο πραγματικότητα, διευκολύνοντας όλους ανεξαιρέτως τους καλλιτέχνες στην έρευνα, επικοινωνία και παραγωγή του καλλιτεχνικού τους έργου και παρέχοντας μια σειρά εργαλείων και μηχανισμών στους καλλιτέχνες οι οποίοι ασχολούνται με την ψηφιακή τεχνολογία (Πίνακας 3.1).

20ος αιώνας	**21ος αιώνας**
Εργαστήριο του καλλιτέχνη	Επιπλέον: προσωπικός υπολογιστής, δίκτυο, smart phone, tablets κ.ά.
Χώροι συνάθροισης	Επιπλέον: e-mail, www, chat, forum, moods, skype
Μέσα μαζικής επικοινωνίας	Επιπλέον: e-magazines, Facebook, YouTube, Vimeo, blogs, tweets, web radio
Βιβλιογραφία (βιβλιοθήκες)	Επιπλέον: e-libraries, wikis, search engines, URLs
Οπτικοακουστικά μέσα	Επιπλέον: DVD, hard drive, www (streaming media) you tube, camera-phone .
Σχολές Τέχνης	Επιπλέον: New materials, fab-labs, open courses, ...
Πανεπιστήμιο	Επιπλέον: MOOC (Massive Open Online Course) e-learning, self-learning, online courses and video lectures, webinars, commons, new areas of research
Πόλη	Επιπλέον: Κάμερες παρακολούθησης, qrcodes, bluetooth, γεωεντοπισμός GPS και προβολή πληροφοριών στην οθόνη smartphone, digital ground

Πίνακας 3.1 *Εργαλεία και μηχανισμοί στο ψηφιακό περιβάλλον του 21ου αιώνα.*

3.2 Το τεχνολογικό περιβάλλον του ψηφιακού εργαστηρίου το Σάββατο στις 28 Νοεμβρίου 2015 στις 11:18

Με τον τίτλο αυτό θέλουμε να επισημάνουμε πόσο ρευστή είναι η έννοια ενός χώρου ο οποίος εξαρτάται άμεσα από τη σύγχρονη ψηφιακή τεχνολογία που διαρκώς εξελίσσεται. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα που αλλάζουν τη δομή του σύγχρονου εργαστηρίου, τα οποία μας κάνουν ιδιαιτέρα προσεκτικούς στο τι ακριβώς θα προτείνουμε. Στην μικρής διαδρομής ιστορία του ψηφιακού εργαστηρίου**,** υπάρχουν παραδείγματα στα οποία φαίνεται ότι, από μια τεχνολογική αλλαγή που έγινε, το μόνο στοιχείο το οποίο μπόρεσε να επιβιώσει ήταν το mousepad (περίπτωση του περάσματος από την AMIGA στο PC). Τα πιο συχνά παραδείγματα αφορούν την αλλαγή ή κατάργηση λογισμικών, κατάργηση εισόδων, εξόδων επικοινωνίας (π.χ. το FireWire) και, κατ**'** επέκταση, ακύρωση μηχανημάτων, μέσων αποθήκευσης (π.χ. floppy disk, Iomega, Datatape και σε λίγο οι παραδοσιακοί hard disks), αλλαγή πολιτικής εταιρειών **(**π.χ. το λογισμικό για παιχνίδια Virtools, το οποίο αγοράστηκε από την Dassault Systems, μια εταιρεία η οποία σχεδιάζει αεροπλάνα) και, βέβαια, τα καινούργια λογισμικά και υλικά τα οποία εμφανίζονται διαρκώς στην αγορά.

Το πρώτο βασικό χαρακτηριστικό, λοιπόν, του εργαστήριου είναι η αδυναμία για μια απόλυτη περιγραφή του, γιατί βρίσκεται σε μια συνεχή εξέλιξη. Δεν διαθέτει, δηλαδή, μια καθορισμένη διακριτή οντότητα, αλλά παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά ενός ζωντανού οργανισμού, του οποίου η καθημερινή λειτουργία περιέχει ευκαιρίες και κινδύνους και, επίσης, κάθε φορά διαμορφώνεται διαφορετικά, αναλόγως με την εργασία την οποία πρόκειται να επιτελέσει. Άρα, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να παρακολουθούνται οι εξελίξεις οι οποίες συμβαίνουν στον χώρο αυτόν.

Το εργαστήριο του σύγχρονου καλλιτέχνη έχει μία φυσική και μια άυλη υπόσταση, οι οποίες λειτουργούν συμπληρωματικά και δημιουργούν μια ενιαία δομή. Η φυσική του υπόσταση προσδιορίζεται από τον αρχιτεκτονικό χώρο και από τον ψηφιακό εξοπλισμό, ο οποίος διαχειρίζεται στοιχεία όπως η υπολογιστική ισχύς, η μνήμη, ο αποθηκευτικός χώρος και η επικοινωνία. Βέβαια αυτό που χαρακτηρίζει το σύγχρονο εργαστήριο είναι κυρίως η άυλη υπόσταση του, όπως αυτή προσδιορίζεται από τον ψηφιακό και κυρίως τον διαδικτυακό χώρο, όπου επεκτείνονται απεριόριστα τα παραπάνω στοιχεία (αποθηκευτικός χώρος, μνήμη, υπολογιστική ισχύς, επικοινωνία), ενώ παράλληλα αναπτύσσονται εξελιγμένοι μηχανισμοί διαχείρισης, όπως λογισμικά *διαχείρισης κύκλου ζωής προϊόντων* (Product Lifecycle Management - PLM), *διαμοιραζόμενες* (shared) εργασίες και πόροι μέσω της *υπολογιστικής αρχιτεκτονικής νέφους* (cloud computing).

Μέσα σ' αυτό το δισυπόστατο εργαστήριο, ο δημιουργός μπορεί να βρίσκεται ταυτόχρονα και στους δύο χώρους. Για παράδειγμα, μπορεί να εκτελεί δοκιμές σε αισθητήρες οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι σε έναν ειδικά διαμορφωμένο χώρο πειραματισμών και ταυτόχρονα να «κατεβάζει» από το Διαδίκτυο και να εγκαθιστά μια νέα έκδοση λογισμικού.

3.2.1 Αρχιτεκτονικός χώρος

Θα μπορούσε το σύνολο του εργαστηρίου ενός φοιτητή να είναι ένας ισχυρός *φορητός υπολογιστής* (laptop) πάνω στο γραφείο του, μια ψηφιακή κάμερα και ένα ψηφιακό μαγνητόφωνο, ένα τρίποδο και μια τσάντα με διαδραστικά εξαρτήματα και βέβαια οι ανάλογες υπηρεσίες στο Διαδίκτυο. Στην περίπτωση όμως κατά την οποία θα ήθελε να αναπτύξει μια επαγγελματική δραστηριότητα ή με άλλους φίλους να φτιάξει μια *ανεξάρτητη εταιρεία* (Indie) θα πρέπει να κάνει μια μικρή επένδυση, σε έναν χώρο τουλάχιστον 70 τ. μέτρων. Στην περίπτωση αυτή, ο αρχιτεκτονικός χώρος του ψηφιακού εργαστηρίου χωρίζεται στον χώρο ανάπτυξης, στον χώρο επεξεργασίας και παραγωγής, στον χώρο έρευνας και πειραματισμών και στον χώρο ψηφιακής και υλικής αποθήκευσης.

3.2.1.1 Χώρος ανάπτυξης

Ο χώρος ανάπτυξης και επεξεργασίας της ιδέας και όλων των δημιουργικών αλλά και οργανωτικών στοιχείων είναι κατ' αρχήν ένας χώρος συνεργασίας και εντατικής απασχόλησης, για αυτόν τον λόγο πρέπει να εμπνέει τους συμμετέχοντες, αλλά και να τους εξασφαλίζει τις κατάλληλες συνθήκες, όπως ησυχία, επαρκή φωτισμό και καθαριότητα.

Απαιτείται ένας χώρος ο οποίος να διαθέτει ένα μεγάλο τραπέζι για τις συναντήσεις των συντελεστών του κάθε project, καθώς και ένας χώρος προβολής ο οποίος να διαθέτει ένα καλό σύστημα προβολής εικόνας και ήχου. Ο χώρος αυτός είναι πολύ σημαντικός. Ένα ψηφιακό έργο, όσο πολύπλοκο και να είναι, άσχετα με την τεχνολογία την οποία χρησιμοποιεί, ξεκινάει πάντα από μια αφήγηση και από σημειώσεις πάνω σε χαρτιά.

Ο *δημιουργός* (author) αφηγείται ή διαβάζει την πρότασή του, είτε πρόκειται για ένα έργο γραμμικής αφήγησης (κινηματογράφος, βίντεο), είτε διαδραστικής αφήγησης (παιχνίδι υπολογιστή, διαδραστική εγκατάσταση κ.λπ.). Στο τραπέζι αυτό διαμορφώνεται η τελική μορφή και μοιράζονται οι εργασίες στους συντελεστές ή σε άλλα εργαστήρια, οι οποίες απαιτούνται για να πάρει η προεργασία την τελική της μορφή στο χαρτί (πολυσενάριο – project) (βλέπε κεφάλαια 1, 2 3 του Β Τόμου). Είναι η πρώτη μάχη την οποία θα πρέπει να δώσει ο επικεφαλής - δημιουργός για να κερδίσει και να εμπνεύσει την ομάδα, η οποία κυρίως αποτελείται από τα βασικά στελέχη, τον δημιουργό, τον σχεδιαστή, και τον συντονιστή της παραγωγής (στο κεφάλαιο 3 του Β τόμου: *Το στάδιο της προεργασίας. Καλλιτεχνικά, αισθητικά και τεχνολογικά θέματα*, αναπτύσσεται με λεπτομέρεια αυτή η διαδικασία). Ένας έμπειρος δημιουργός, στο τέλος της πρώτης συνάντησης, όπου παρουσιάζεται, αναλύεται και συζητείται το θέμα του έργου, γνωρίζει πόσο καλή είναι η ιδέα και αν πρέπει να προχωρήσει.

Κατά τη διάρκεια της παραγωγής, σε αυτό το τραπέζι γίνονται πολλές και διαφορετικές συναντήσεις, ανά υποομάδες, και μια φορά την εβδομάδα συναντιέται όλη η ομάδα. Οι συναντήσεις αυτές καθορίζουν την πορεία, προλαβαίνουν λάθη και, πολλές φορές, επιβάλλουν μια αλλαγή πορείας. Το σύστημα προβολής άλλοτε χρησιμεύει για να προβληθούν υλικά από την παραγωγή, και άλλοτε για να συζητηθούν άλλα υλικά τα οποία θα επιλεχθούν για να συμμετέχουν στο έργο. Σε μικρές παραγωγές, αυτός ο χώρος αντικαθίσταται από το σπίτι του δημιουργού ή ένα φιλόξενο καφέ.

Κατά την επεξεργασία της ιδέας, η συνάντηση στο τραπέζι είναι σημαντική, γιατί ξεπερνάει το πρόβλημα της διάσπασης της προσοχής, που έχει ο καθένας μπροστά στον υπολογιστή του, αφού ανά πάσα στιγμή είναι συνδεδεμένος με το γενικότερο ψηφιακό περιβάλλον του. Την στιγμή κατά την οποία θα πρέπει να επεξεργαστούν σε βάθος ιδέες και να αναπτυχθούν αφηγήσεις (σενάριο – πολυσενάριο) ή να λυθούν σοβαρά προβλήματα είναι καλό να μην υπάρχει διάσπαση αλλά μια συμπύκνωση στην έμπνευση ή το πρόβλημα.

Ο αμέσως επόμενος χώρος είναι ο χώρος ο οποίος φιλοξενεί την τεχνολογία, δηλαδή ισχυρούς και εξειδικευμένους υπολογιστές-σταθμούς εργασίας, εξοπλισμό για συγκεκριμένες εργασίες και έντονη καλωδίωση. Είναι απαραίτητο να πληροί τις κατάλληλες προϋποθέσεις, οι οποίες διασφαλίζουν την ακεραιότητα του εξοπλισμού (π.χ. εξαερισμός, ώστε να μην θερμαίνονται τα μηχανήματα, δομημένη καλωδίωση, ασφάλεια από κλοπές, προστασία από διακοπές ρεύματος), καθώς και την αδιάλειπτη τροφοδοσία ηλεκτρικού ρεύματος και την πρόσβαση τόσο στο τοπικό δίκτυο όσο και στο Διαδίκτυο.

3.2.1.2 Ο χώρος επεξεργασίας και παραγωγής

Στον χώρο αυτόν αναπτύσσονται εργασίες, όπως η παραγωγή επιμέρους στοιχείων (ήχου, κινούμενης εικόνας, γραφικών-κινουμένων σχεδίων, κ.ά.) και η επεξεργασία τους, σ’ ένα δεύτερο επίπεδο.

Για την ηχογράφηση του ήχου:

Ο χώρος για την ηχογράφηση ενός φυσικού ήχου θα μπορούσε να είχε ένα μικρό δωμάτιο με ηχομόνωση. Η πιο φθηνή ηχομόνωση είναι οι χαρτονένιες αυγοθήκες οι οποίες υπάρχουν ακόμα. Για την ηχογράφηση θα χρειαστεί, επίσης, ένα κατευθυντικό μικρόφωνο με τρίποδο, μια κάρτα ήχου και ένα ανάλογο λογισμικό για μια κατευθείαν ηχογράφηση του ήχου στον υπολογιστή. Θα χρειαστεί βέβαια και ένα ζευγάρι ακουστικά καλής ποιότητας, για στούντιο. Περισσότερα στοιχεία υπάρχουν στο υποκεφάλαιο 3.3.8 *Εξοπλισμός ήχου*. Επίσης, η ανάλογη ερώτηση στο Διαδίκτυο θα πληροφορήσει τι είδους μικρόφωνο και ακουστικά θα πρέπει να αποκτήσει ο ενδιαφέρομενος , αναλόγως με τα χρήματα που διαθέτει και τις απαιτήσεις που έχει**.**

Για τις λήψεις βίντεο σε green screen:

Εάν υπάρχει αρκετός χώρος είναι σημαντικό να διαμορφωθεί μια ειδική περιοχή για λήψεις με την μέθοδο *green screen*, γιατί με τις νέες τεχνικές γυρισμάτων χρησιμοποιείται ιδιαίτερα συχνά.

Ο τοίχος θα πρέπει, οπωσδήποτε, να έχει εμβαδόν τουλάχιστον 2x3, έκταση 4 μέτρων, καθώς και το χρώμα του ανοικτού πράσινου. Η μέθοδος του green screen αναπτύσσεται στο κεφάλαιο 7: *Τα βασικά ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής επεξεργασίας και διαχείρισης της εικόνας*.

Για την καταγραφή κίνησης με στόχο την εμψύχωση εικονικών χαρακτήρων:

Απαιτείται ειδικά διαμορφωμένος χώρος με εξειδικευμένο σύστημα καταγραφής κίνησης (περισσότερα στο κεφάλαιο 8: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στις νέες εικόνες (τρισδιάστατα γραφικά)*) και κατάλληλης έκτασης με βάση τις ανάγκες (π.χ. καταγραφή χορευτικών κινήσεων από χορευτή).

Η συγκεκριμένη τεχνολογία κοστίζει αρκετά ακριβά, αλλά γίνονται πειραματισμοί, αρκετά επιτυχημένοι, με την αξιοποίηση φτηνών εξαρτημάτων όπως το Kinect.

Για την επεξεργασία του υλικού (μοντάζ, επεξεργασία ήχου, post production, τρισδιάστατα γραφικά, προγραμματισμός κ.ά.):

Είναι ο βασικός χώρος στον οποίο θα δημιουργηθεί ένα μεγάλο μέρος του έργου και θα ολοκληρωθεί η επεξεργασία.

Σήμερα, πλέον, οι απαιτήσεις για έναν τέτοιο χώρο είναι ιδιαίτερα απλές, καθώς το μόνο που χρειάζεται είναι ευρύχωρα τραπέζια και παροχές ηλεκτρικού ρεύματος και δικτύου. Είναι καλό, ο συγκεκριμένος χώρος να χωρίζεται σε δύο δωμάτια, ώστε αναλόγως με τις ανάγκες της παραγωγής να μπορεί να απομονωθεί μια πιο θορυβώδης εργασία, όπως π.χ. η επεξεργασία του ήχου, ή εργασία του μοντάζ με τη συμμετοχή και του δημιουργού η οποία προϋποθέτει έναν διάλογο. Ο δεύτερος χώρος θα μπορούσε να φιλοξενεί τις λιγότερο θορυβώδεις εργασίες, όπως τη δημιουργία των δισδιάστατων και τρισδιάστατων γραφικών, την ανάπτυξη και προγραμματισμό ενός διαδραστικού έργου, ή το post production. Οι συγκεκριμένοι χώροι θα πρέπει να έχουν ένα τοπικό δίκτυο για να μπορούν εύκολα να ανταλλάσσουν δεδομένα και να διαθέτουν αποθηκευτικές εξωτερικές μονάδες για δημιουργία αντιγράφων (back up).

Αντίθετα, θα πρέπει να αποφεύγεται όσο είναι δυνατόν να συνδέεται το τοπικό δίκτυο εργασίας με το Διαδίκτυο για την αποφυγή ιών, αναβαθμίσεων χωρίς την έγκριση του χρήστη κ.λπ.

Εδώ παρουσιάζεται ένα παράδειγμα μιας πλήρους επαγγελματικής μονάδας για βίντεο μοντάζ.

3.2.1.3 Χώρος έρευνας και πειραματισμών

Πρόκειται για τον χώρο όπου βρίσκονται εγκατεστημένοι κυρίως διαδραστικοί μηχανισμοί.

Ένας καλλιτέχνης ο οποίος εξειδικεύεται σε διαδραστικές εφαρμογές, είναι καλό να διαθέσει έναν χώρο με εγκατεστημένη μια μόνιμη κατασκευή, προκειμένου να υποστηρίξει συστήματα διάδρασης με λειτουργίες πραγματικού χρόνου, όπως η *ανίχνευση κίνησης* (motion tracking). Η ανίχνευση κίνησης υλοποιείται είτε με ενσύρματα συστήματα αισθητήρων (π.χ. κατασκευές με Arduino), είτε με τεχνολογίες όρασης υπολογιστή (π.χ. το Microsoft Kinect ή υλοποιήσεις με webcam και κατάλληλο λογισμικό). Το θέμα αυτό αναπτύσσεται αναλυτικά στο κεφάλαιο 5 του Β τόμου: *Ανάπτυξη των μηχανισμών για την επικοινωνία του έργου με τον επισκέπτη και το περιβάλλον*).

Τα εξαρτήματα των συστημάτων ανίχνευσης κίνησης, ειδικά αυτά τα οποία στηρίζονται σε όραση υπολογιστή, δεν είναι πλέον τόσο ακριβά.

Πολλές φορές, οι συνθήκες ενός χώρου επηρεάζουν την ποιότητα λειτουργίας των μηχανισμών ανίχνευσης κίνησης. Για παράδειγμα, ο ελλιπής φωτισμός επιδρά στα συστήματα ανίχνευσης με κάμερα ή η διέλευση ηλεκτροφόρων καλωδίων, μπορούν να δημιουργήσουν παρεμβολές, ειδικά στα ηλεκτρομαγνητικά συστήματα. Γενικά, απαιτούνται έλεγχοι και ρυθμίσεις στα συστήματα ανίχνευσης κίνησης.

Ο χώρος έρευνας και πειραματισμών θα πρέπει να διαθέτει έναν προβολέα, καθώς και ένα ηχητικό σύστημα, στοιχεία τα οποία δεν απαιτείται να είναι μόνιμα.

Με την οργάνωση ενός μόνιμου χώρου γλυτώνει κανείς συνεχείς ρυθμίσεις και μπορεί και πειραματίζεται με σταθερές συνθήκες.

Απαραίτητα για τον χώρο αυτό είναι διάφορα ηλεκτρονικά εξαρτήματα και εργαλεία, όπως κολλητήρι και καλάι, ένα πολύμετρο, καλώδια κ.ά. Τα στοιχεία αυτά απαιτούνται για τις συνδέσεις μεταξύ των εξαρτημάτων του έργου, τις διάφορες μετρήσεις, ή για τις επιμέρους κατασκευές οι οποίες συνοδεύουν ένα έργο.

Στον χώρο αυτό αναπτύσσεται και η συνολική κατασκευή ενός έργου, γίνονται οι τελευταίες διορθώσεις πριν το έργο τοποθετηθεί στον τόπο στον οποίο θα εκτεθεί. Για τον λόγο αυτό, αυτός ο χώρος είναι συνήθως απαιτητικός σε έκταση και προδιαγραφές, χαρακτηριστικά τα οποία καθορίζονται από το ίδιο το έργο, καθώς εκεί πραγματοποιούνται οι τελευταίες δοκιμές πριν την έκθεση του έργου στο κοινό. Γενικά, πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι η προβολή τέτοιων έργων συχνά απαιτεί έναν ειδικά διαμορφωμένο χώρο, με έλεγχο του εισερχόμενου φωτός, ηχομόνωση και οργάνωση της καλωδίωσης, ώστε να μην δημιουργούνται παρεμβολές στο έργο.

Τελος, θα πρέπει να υπάρχει ένας χώρος γραμματείας, όπου θα παρακολουθείται η παραγωγή, θα γίνεται η επικοινωνία και θα αποθηκεύονται διάφορα στοιχεία όπως αλληλογραφία, τιμολόγια κ.λπ. και να υπάρχει ένα γραφείο του επικεφαλή για συναντήσεις κ.λπ.

3.2.1.4 Χώρος ψηφιακής και υλικής αποθήκευσης

Είναι ένας χώρος ιδιαίτερα σημαντικός γιατί φυλάσσεται εκεί όλο το παραγόμενο υλικό. Στα μεγάλα εργαστήρια είναι ο χώρος ο οποίος εξασφαλίζει ιδανικές συνθήκες, όπως προστασία από υγρασία, απομόνωση από τους άλλους χώρους, καθώς και εξαερισμό, ούτως ώστε να παραμένει πάντα σε χαμηλή θερμοκρασία, δεδομένου ότι τα μηχανήματα ανεβάζουν ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες. Στον χώρο αυτό, τοποθετούνται οι υπολογιστές τύπου εξυπηρετητή (servers) και οι αποθηκευτικοί δίσκοι. Συχνά, υπάρχουν και πολλές μονάδες υπολογιστών συνδεδεμένων εν σειρά, για την πραγματοποίηση εργασιών, όπως το rendering στα τρισδιάστατα γραφικά. Στην περίπτωση ενός μικρού εργαστηρίου, είναι δυνατό να φυλάσσονται οι εξωτερικοί σκληροί δίσκοι και άλλα αποθηκευτικά ψηφιακά υλικά στον ίδιο χώρο.

3.3 Τεχνολογικός εξοπλισμός

Το τεχνολογικό περιβάλλον του εργαστηρίου του σύγχρονου καλλιτέχνη είναι μια δυναμική οντότητα, αποτελούμενη από στοιχεία τα οποία συνδέονται οργανικά και επικοινωνούν μεταξύ τους.

3.3.1 Το βασικό εργαλείο της καλλιτεχνικής έκφρασης. Ο κεντρικός υπολογιστής

Ο πυρήνας του εργαστηρίου είναι ένας υπολογιστής. Ο «υπολογιστής» βέβαια σήμερα είναι μια σχεδόν αφηρημένη έννοια, θα μπορούσε να είναι από ένα laptop, έως ένα δίκτυο συνδεδεμένων ισχυρών υπολογιστών οι οποίοι βρίσκονται σε διαφορετικές γεωγραφικές θέσεις.

Ακριβώς η ίδια έννοια επικρατεί και στη δομή ενός εργαστηρίου για ψηφιακά μέσα. Θα μπορούσε να αποτελείται από ένα φορητό, μεσαίας κλίμακας laptop, το οποίο σήμερα είναι ιδιαίτερα ισχυρό με τις νέες τεχνολογίες (επεξεργαστής i7, σκληρός δίσκο SSD, ανεξάρτητες κάρτες γραφικών κ.λπ.), έως μια σειρά υπολογιστών οι οποίοι είναι οργανωμένοι για ξεχωριστή εργασία ο καθένας, όπως δημιουργία τρισδιάστατων γραφικών, παραγωγή μουσικής και επεξεργασία ήχου, μοντάζ και post production, επεξεργασία εικονικών περιβαλλόντων και επεξεργασία διαδραστικών έργων.

Αυτό που θέλει ιδιαίτερη προσοχή είναι το επίπεδο παραγωγής σε σχέση με την τεχνολογία που θα την υποστηρίξει. Ένα κλασικό παράδειγμα είναι η απόκτηση μιας κάμερας βίντεο 4K. Σήμερα υπάρχουν, πλέον, προσιτές κάμερες 4K, αλλά συμβαίνει πολλές φορές ο υπολογιστής που έχει ο κάτοχός της, να μην είναι σε θέση να υποστηρίξει την μετέπειτα επεξεργασία του παραγόμενου υλικού. Ένα άλλο σύνηθες πρόβλημα είναι το μέγεθος του παραγόμενου έργου. Εύκολα, μια μεσαία μονάδα υπολογιστή αντιμετωπίζει μια παραγωγή μερικών λεπτών ή ενός μικρού διαδραστικού έργου, όμως δεν θα μπορέσει να αντιμετωπίσει μια μεγάλη παραγωγή (αυτό είναι θέμα το οποίο θα πρέπει να αντιμετωπιστεί κατά τη διάρκεια της οργάνωσης της παραγωγής).

Είναι σημαντικό, εάν υπάρχει δυνατότητα, να μην ταυτίζεται ο υπολογιστής που χρησιμοποιείται για τις καθημερινές εργασίες επικοινωνίας, οργάνωσης κ.λπ. με τον υπολογιστή όπου γίνεται η παραγωγή. Ο υπολογιστής στον οποίο γίνεται η παραγωγή θα πρέπει να είναι ειδικά ρυθμισμένος ούτως ώστε να αποφεύγονται εργασίες καθημερινής επικοινωνίας μέσω του Διαδικτύου και να είναι συνδεδεμένος μόνο για περιπτώσεις που αφορούν την παραγωγή (π.χ. εγκατάσταση λογισμικών).

Με τη βοήθειά, συνήθως, ενός φορητού υπολογιστή ο δημιουργός οργανώνει τις εργασίες μιας παραγωγής (π.χ. καταγραφή των στοιχείων του, οργάνωση των ενεργειών), αναπτύσσει τον μεγαλύτερο

πλέον κύκλο εργασιών του, τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη ενός έργου, τη (δοκιμαστική) εκτέλεσή του, αλλά και δραστηριότητες όπως η εκπαίδευση από απόσταση και επίλυση προβλημάτων, καθώς και η καθημερινή επικοινωνία.

Για ένα ξεκίνημα βέβαια ή για μια εκπαιδευτική άσκηση θα μπορούσε να ανταποκριθεί ένα φορητός υπολογιστής, ο οποίος εκτός των άλλων εξασφαλίζει μέγιστη συνδεσιμότητα και κινητικότητα στον χώρο αρκεί να έχει μια καλή, ανεξάρτητη κάρτα γραφικών, τουλάχιστον 4GB μνήμη RAM. Η δυνατότητα μεταφοράς του φορητού υπολογιστή διευκολύνει την αναθεώρηση των στοιχείων του χώρου και του ψηφιακού εξοπλισμού με βάση τις ανάγκες. Βέβαια, η ανάγκη για εξειδικευμένους υπολογιστικούς μηχανισμούς δεν πρόκειται να εκλείψει.

Ένα οργανωμένο μικρό εργαστήριο θα πρέπει να διαθέτει μια σειρά ειδικευμένων υπολογιστών:

Για δημιουργία τρισδιάστατων γραφικών και για επεξεργασία εικονικών περιβαλλόντων χρειάζεται ένας δυνατός υπολογιστής (i7) κατά προτίμηση desktop με αρκετή μνήμη τυχαίας προσπέλασης (RAM) (τουλάχιστον 4GB) με μια ανεξάρτητη κάρτα γραφικών (δηλαδή όχι ενσωματωμένη με την μητρική πλακέτα) και ένας γρήγορος σκληρός δίσκος (SSD). Η μνήμη επιτρέπει τη φόρτωση πολύπλοκων γεωμετρικών και τρισδιάστατων μοντέλων και τη διαχείρισή τους (μοντελοποίηση, απομορφοποίηση, animation, δυναμικές εξομοιώσεις). Η ανεξάρτητη κάρτα γραφικών βοηθάει σημαντικά στη διαδικασία μοντελοποίησης μα και στη διαχείριση τρισδιάστατων μοντέλων πολύπλοκων και «πυκνών» σε πολύγωνα και σημεία (polygon pushing). Ο γρήγορος σκληρός δίσκος παρέχει τη δυνατότητα γρήγορης πρόσβασης στα σημαντικά αρχεία του εκάστοτε λειτουργικού συστήματος (π.χ. Windows, Linux, Apple OS X), έτσι ώστε να λειτουργούν αποτελεσματικά όλα τα λογισμικά που είναι απαραίτητα για την κατασκευή του ψηφιακού περιεχομένου και των τρισδιάστατων σκηνικών και αντικειμένων (π.χ. Maya, Blender, 3D Studio Max, κ.λπ.).

Για παραγωγή μουσικής και επεξεργασία ήχου, χρειάζεται αντίστοιχα ένα σύστημα με αρκετή μνήμη RAM, γρήγορο σκληρό δίσκο (SSD) για τη διαχείριση (εγγραφή και προσπέλαση) μεγάλων αρχείων ήχου, μια ανεξάρτητη εξωτερική κάρτα ήχου και ένα ζευγάρι studio monitor ήχου.

Για μοντάζ και post production συνήθως χρησιμοποιείται ένα παρόμοιο σύστημα desktop, όπως αυτό που χρειάζεται για την παραγωγή τρισδιάστατου περιεχομένου. Οι μεγάλοι σε χωρητικότητα και γρήγοροι σε ταχύτητα δίσκοι είναι απαραίτητοι για την εύκολη διαχείριση μεγάλων αρχείων κινούμενης εικόνας. Επιπλέον, η μνήμη επιτρέπει την ευκολότερη φόρτωση μεγάλων βίντεο και την περαιτέρω επεξεργασία τους. Οι υπολογιστές που είναι αφοσιωμένοι στο μοντάζ και στο post production συχνά πρέπει να έχουν μια ανεξάρτητη κάρτα γραφικών καθώς τα πιο σύγχρονα λογισμικά και συστήματα μοντάζ χρησιμοποιούν φίλτρα και εργαλεία μέσω της κάρτας γραφικών σε πραγματικό χρόνο, χωρίς να χρειάζεται να περάσει υπολογισμός μέσα από την κεντρική μονάδα επεξεργασίας. Τέλος, ένα τέτοιο σύστημα είναι σημαντικό να είναι συνδεδεμένο με τουλάχιστον δύο καλές οθόνες. Αυτό βοηθάει αφενός στην εργασία με πολύπλοκα γραφικά περιβάλλοντα με πολλά παράθυρα και αφετέρου στην αποτελεσματική προεπισκόπηση των τελικών χρωμάτων του παραγόμενου έργου.

Για την παραγωγή και επεξεργασία διαδραστικών έργων, ο υπολογιστής που χρειάζεται συνήθως εξαρτάται από το μέγεθος της εκάστοτε παραγωγής. Ένας φορητός υπολογιστής εξυπηρετεί λόγω της δυνατότητας εγκατάστασής του στους εκθεσιακούς χώρους. Συχνά, βέβαια, μεγάλοι H/Y desktop πανομοιότυποι με αυτούς που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τρισδιάστατων γραφικών, είναι το ιδανικό εργαλείο για την επεξεργασία διαδραστικών έργων (κυρίως εφόσον πρόκειται για παιχνίδια). Το βασικό στοιχείο των συστημάτων που απαιτείται για την παραγωγή έργων σε πραγματικό χρόνο είναι η κάρτα γραφικών. Χρειάζεται μια ανεξάρτητη κατά προτίμηση (π.χ. NVIDIA) κάρτα γραφικών και αρκετή μνήμη. Επιπλέον, λόγω της ευαισθησίας αυτών των συστημάτων σε συνθήκες ζέστης (λόγω της θερμοκρασίας που αυξάνεται από τις κάρτες γραφικών) είναι απαραίτητο να έχουν καλό μηχανισμό ψύξης του hardware τους.

Οι υπολογιστικές μονάδες παραγωγής σε όλες τις παραπάνω κατηγορίες είναι αρκετά εξειδικευμένες και συνήθως προϋποθέτουν μεγάλο προϋπολογισμό που δύσκολα προσεγγίζεται από έναν ανεξάρτητο παραγωγό. Ένας, όμως, δυνατός υπολογιστής με αρκετή μνήμη, γρήγορο σκληρό δίσκο και καλή κάρτα γραφικών είναι αρκετός για να ξεκινήσει κάποιος και να μπει δυναμικά στον χώρο της παραγωγής και επεξεργασίας ψηφιακού περιεχομένου. Η επιπλέον βοήθεια που δίνεται από μικρές συσκευές (φορητούς υπολογιστές, tablets, smartphones, κ.λπ.) σε οτιδήποτε έχει να κάνει με την παραγωγή ψηφιακού περιεχομένου, κάνει συχνά έναν ανεξάρτητο δημιουργό αρκετά ευέλικτο και ανταγωνιστικό σε κοστολόγηση έργων, σε σχέση με πιο μεγάλα και δυσκίνητα στούντιο παραγωγής.

3.3.2 Δίκτυο, ενσύρματο ή ασύρματο

Εάν οι υπολογιστές είναι η καρδιά του συστήματος, το δίκτυο είναι οι αρτηρίες που συνδέουν τους υπολογιστές και κατ' επέκταση τις εργασίες μεταξύ τους. Είναι πιο ασφαλές οι βασικοί υπολογιστές της παραγωγής να είναι συνεδεμένοι ενσύρματα μεταξύ τους και το ενσύρματο αυτό δίκτυο να συνδέεται επίσης με ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο (Wireless Local Area Network - WLAN) έτσι ώστε να επικοινωνούν όλες οι τεχνολογίες (laptop, tablets, smartphones κ.ά.) μεταξύ τους. Το ασύρματο τοπικό δίκτυο είναι επίσης απαραίτητο στοιχείο, γιατί παρέχει πολλαπλά σημεία πρόσβασης στα υπολογιστικά στοιχεία του εργαστηρίου (π.χ. σε υπολογιστές, εκτυπωτές, δικτυακούς σκληρούς δίσκους, servers) και επιτρέπει τη μετακίνηση του εξοπλισμού στον χώρο, χωρίς να αλλοιώνεται η δομή του εργαστηρίου.

3.3.3 Μικρές, έξυπνες συσκευές

Στην κατηγορία αυτή, περιλαμβάνονται κυρίως οι *υπολογιστές τύπου ταμπλέτας* (tablet) και τα *έξυπνα κινητά τηλέφωνα* (smartphones). Πρόκειται για συσκευές με βασικές επικοινωνιακές λειτουργίες (τηλέφωνο), οι οποίες όμως πλέον παρέχουν αξιόλογες υπολογιστικές δυνατότητες (π.χ. πολυπύρηνους επεξεργαστές), παραθυρικά λειτουργικά συστήματα με δυνατότητες εκτέλεσης πολλών παράλληλων εργασιών (π.χ. τηλεφωνική επικοινωνία, emails, παιχνίδια, ανταλλαγές αρχείων), πλήρη συνδεσιμότητα στο Διαδίκτυο (τόσο μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας όσο και μέσω ασύρματου δικτύου), εντοπισμό θέσης (συνήθως μέσω τεχνολογίας GPS), μεγάλους χώρους αποθήκευσης και συσκευές καταγραφής (κάμερα, φωτογραφική μηχανή) με προδιαγραφές κατάλληλες ακόμα και για επαγγελματική χρήση.

Οι παραπάνω δυνατότητες των συσκευών αυτών επιτρέπουν την φιλοξενία ισχυρών λογισμικών (π.χ. διαδικτυακών εφαρμογών, μηχανών ανάπτυξης παιχνιδιών) η πρόσβαση των οποίων εξασφαλίζεται κυρίως μέσω της αρχιτεκτονικής νέφους.

Έτσι, αποτελούν συμπληρωματικά υπολογιστικά στοιχεία για τις ανάγκες του εργαστηρίου, αλλά μπορούν να αξιοποιηθούν και ως στοιχεία πειραματισμού ή μέρη ενός σύνθετου καλλιτεχνικού έργου (π.χ. σε location based games ή geolocation augmented reality).

3.3.4 Συστήματα προβολής

Ο *προβολέας* (projector) είναι η συσκευή η οποία απεικονίζει τις εικόνες που παράγονται από τον υπολογιστή σε μια επιφάνεια προβολής (π.χ. τοίχος, πάτωμα, πανί, ή ακόμα και αντικείμενο). Υπάρχουν δύο τύποι διάταξης του προβολέα σε σχέση με τον επισκέπτη, η *εμπρόσθια προβολή* (front projection) και η *οπίσθια προβολή* (back ή rear projection). Ο τύπος προβολής καθορίζει, εκτός των άλλων, τον απαιτούμενο χώρο εγκατάστασης, αλλά και τον χώρο του καλλιτεχνικού έργου. Στην εμπρόσθια προβολή η εικόνα προβάλλεται σε μια επιφάνεια η οποία την αντανακλά προς τον θεατή, ενώ στην οπίσθια προβολή η εικόνα προβάλλεται σε μια διάφανη επιφάνεια, τη διαπερνά και φτάνει στον θεατή που βρίσκεται στην άλλη πλευρά. Σχεδόν όλοι οι προβολείς έχουν ρύθμιση για οπίσθια προβολή. Οι συχνότεροι λόγοι που χρειάζεται οπίσθια προβολή είναι για να αποτρέπεται η προβολή της σκιάς του επισκέπτη πάνω στην εικόνα της προβολής και για να είναι «κρυμμένος» ο εξοπλισμός του έργου, καθώς και να λειτουργεί με λιγότερο θόρυβο (περισσότερα στο κεφάλαιο 5 του Β τόμου: *Ανάπτυξη των μηχανισμών για την επικοινωνία του έργου με τον επισκέπτη και το περιβάλλον*).

Ο *στερεοσκοπικός προβολέας* παρέχει τη δυνατότητα στερεοσκοπικής θέασης, σε συνδυασμό με ειδικές συσκευές τρισδιάστατης θέασης (γυαλιά) και κατάλληλη κάρτα γραφικών για έργα εικονικής πραγματικότητας. Σε αντίθεση με το παρελθόν, οι στερεοσκοπικοί προβολείς είναι πλέον φορητοί, επιτρέποντας την υποστήριξη δραστηριοτήτων οι οποίες απαιτούν μεταφορά και στήσιμο εικονικού χώρου εκτός του εργαστηρίου (π.χ. συμμετοχή σε φεστιβάλ και συνέδρια).

Τα *γυαλιά εικονικής πραγματικότητας* (virtual reality glasses) είναι συσκευές στερεοσκοπικής θέασης, οι οποίες, σε συνδυασμό με τον στερεοσκοπικό προβολέα, επιτρέπουν πλήρη εμβύθιση σε έργα εικονικής πραγματικότητας. Τα *γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας* (augmented reality glasses) είναι συσκευές θέασης μεικτών περιβαλλόντων, όπου δηλαδή αναμειγνύονται όψεις του πραγματικού κόσμου με ψηφιακά αντικείμενα.

Ο *κατανεμητής ψηφιακής εικόνας* (splitter) χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη πολυπροβολικών συστημάτων για καλλιτεχνικές εγκαταστάσεις στον χώρο και πολυθεάματα (περισσότερα για τα συστήματα

προβολής στο κεφάλαιο 5 του Β τόμου: *Ανάπτυξη των μηχανισμών για την επικοινωνία του έργου με τον επισκέπτη και το περιβάλλον*).

3.3.5 Τεχνολογικοί μηχανισμοί ανάπτυξης διαδραστικών έργων

Ο σύγχρονος καλλιτέχνης έχει πλέον στη διάθεσή του ένα μεγάλο εύρος τεχνολογικών μηχανισμών χαμηλού κόστους, με τους οποίους μπορεί να πειραματιστεί στο εργαστήριο.

Πρόκειται για μηχανισμούς διάδρασης με το χέρι, όπως το δισδιάστατο ή τρισδιάστατο ποντίκι, τα χειριστήρια παιχνιδιών (joystick, gamepad), οι συσκευές ανίχνευσης χειρονομιών (π.χ. Razer Hydra και Leap Motion), και σωματικής διάδρασης (π.χ. Microsoft Kinect), οι κάσκες εικονικής πραγματικότητας χαμηλού κόστους (π.χ. Oculus Rift) οι οποίες ενσωματώνουν σύστημα στερεοσκοπικής προβολής και αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης στον χώρο.

Μια άλλη σημαντική κατηγορία τεχνολογικών μηχανισμών είναι τα αυτόνομα υπολογιστικά συστήματα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διαδραστικές εγκαταστάσεις στον χώρο, όπως οι μικροελεγκτές αισθητήρων (π.χ. σύστημα Arduino), τα σετ προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών (π.χ. Lego Mindstorms) και οι υπολογιστές πλακέτας (π.χ. Raspberry pi) (περισσότερες πληροφορίες στο κεφάλαιο 5 του Β τόμου: *Ανάπτυξη των μηχανισμών για την επικοινωνία του έργου με τον επισκέπτη και το περιβάλλον*).

3.3.6 Σύστημα καταγραφής κίνησης για εμψύχωση εικονικών χαρακτήρων

Υπάρχουν εξειδικευμένα ακριβά συστήματα τα οποία επιτυγχάνουν τη μέγιστη ακρίβεια στην καταγραφή της κίνησης. Όμως, με τεχνολογίες χαμηλού κόστους, όπως το Kinect, είναι δυνατή η ανάπτυξη μιας διάταξης που επιτρέπει την καταγραφή κίνησης με ικανοποιητική ακρίβεια (περισσότερες πληροφορίες στο κεφάλαιο 8: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στις νέες εικόνες (τρισδιάστατα γραφικά)*).

3.3.7 Εξοπλισμός ήχου

Ο εξοπλισμός ήχου αφορά συσκευές για την καταγραφή και την αναπαραγωγή του. Ως προς την ηχητική καταγραφή, χρειάζεται ένας ψηφιακός φορητός εγγραφέας (ή καταγραφικό) ήχου 2 καναλιών με timecode, καθώς και αντίστοιχα μικρόφωνα. Ως προς την ηχητική αναπαραγωγή, χρειάζεται μία κάρτα ήχου και ένα ζεύγος αυτο-ενισχυόμενων (ενεργών) ηχείων, τα οποία καλό είναι να συνοδεύονται από βάση με stand. Και για τις δύο παραπάνω λειτουργίες, ιδιαίτερα δε για τη διαδικασία καταγραφής, απαραίτητο είναι και ένα ζευγάρι ακουστικών.

Σε σχέση με τα καταγραφικά ήχου τα δύο κυριότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά αφορούν: α) το κύκλωμα προενίσχυσης και β) το *κύκλωμα μετατροπής αναλογικού σήματος σε ψηφιακό* (analogue to digital converter – adc). Το κύκλωμα προενίσχυσης είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς, για συγκεκριμένους τύπους μικροφώνων (π.χ. πυκνωτικά), αναλαμβάνει να ενισχύσει το σήμα που λαμβάνεται από αυτά. Μία λύση, και μάλιστα οικονομική, είναι ένα σχετικά φθηνό σώμα καταγραφικού να συνδυάζεται με ένα τέτοιο, ποιοτικά ανώτερο κύκλωμα, το οποίο μπορεί να συνδεθεί αυτόνομα. Σημειώνεται, επίσης, πως, αν και τα περισσότερα καταγραφικά έχουν ενσωματωμένα δικά τους μικρόφωνα, παρέχουν ταυτόχρονα εισόδους για τη σύνδεσή τους με εξωτερικά ανεξάρτητα μικρόφωνα.

Η επιλογή μικροφώνου σχετίζεται με το είδος των ηχογραφήσεων που χρειάζεται να πραγματοποιηθούν. Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός μικροφώνου αφορούν τον τύπο του, την πολικότητά του, καθώς και τη συχνοτική του απόκριση. Ο τύπος μικροφώνου σχετίζεται με τις διατάξεις κυκλωμάτων εντός του σώματός του, οι οποίες πραγματοποιούν τη μετατροπή του ηχητικού κύματος σε ρεύμα. Συνηθέστεροι τύποι αφορούν τα μικρόφωνα *δυναμικού* (dynamic) και *πυκνωτικού* (condenser) τύπου. Η πολικότητα αφορά τη γωνία και το εύρος εστίασης του μικροφώνου, χαρακτηριστικά τα οποία προσδιορίζουν την κατευθυντικότητά του. Συνήθη διαγράμματα πολικότητας αφορούν τα *παντο-κατευθυντικά* (omnidirectional), *δι-κατευθυντικά* (bi-directional), *καρδιοειδή* (cardioid) και *υπερ-κατευθυντικά* τύπου shotgun, μικρόφωνα. Συνήθως, επιλέγεται ένα υπερ-κατευθυντικό μικρόφωνο για την πραγματοποίηση εστιασμένων καταγραφών (π.χ. ανθρώπινη ομιλία), καθώς και ένα δεύτερο ευρύτερης λήψης για την καταγραφή του ηχητικού πεδίου. Εναλλακτικά, επιλέγονται μικρόφωνα τα οποία συνδυάζουν ταυτόχρονα περισσότερους του ενός τύπους

κατευθυντικότητας. Το διάγραμμα συχνοτικής απόκρισης, τέλος, αφορά μία καμπύλη η οποία αποτυπώνει τη συμπεριφορά του μικροφώνου σε σχέση με το ακουστικό φάσμα.

Οι κάρτες ήχου αναλαμβάνουν την είσοδο και έξοδο σημάτων από και προς τον υπολογιστή. Μία οικονομική λύση είναι οι τυποποιημένες κάρτες που έχουν κωδικοποίηση format κινηματογραφικού ήχου (5+1 / 7+1). Παρόλα αυτά, μία τέτοια επιλογή περιορίζει τη δυνατότητα διαχείρισης του ήχου με ανεξάρτητο τρόπο ανάμεσα στα διαφορετικά κανάλια. Μία πιο σωστή λύση αποτελούν οι πολυκάναλες εξωτερικές κάρτες ήχου (FireWire ή καλύτερα πλέον USB, αφού το FireWire καταργείται) με δυνατότητα προενίσχυσης των σημάτων εισόδου.

Τα αυτοενισχυόμενα ηχεία ή *ενεργού τύπου* (active monitors) αφορούν ηχεία τα οποία συνδέονται απευθείας στην κάρτα ήχου, χωρίς δηλαδή να χρειάζεται ενίσχυση του σήματός τους από κάποια επιπλέον συσκευή ενισχυτή. Το κυριότερο χαρακτηριστικό τους αφορά τη συχνοτική απόκριση που παρουσιάζουν στο ακουστικό φάσμα.

3.3.8 Καταγραφή εικόνων από την πραγματικότητα

Το εργαστήριο θα πρέπει να έχει ή να μπορεί να νοικιάζει ή να δανείζεται, αναλόγως με τον τύπο των εργασιών, μία ή περισσότερες από τις παρακάτω κάμερες: Βίντεο ψηφιακή κάμερα HD ή 4K, DSLR φωτογραφική μηχανή με δυνατότητα λήψης βίντεο HD ή 4K, μηχανή λήψης για δύσκολες λήψεις τύπου GO PRO, Drone με σύστημα λήψης HD ή 4K και βέβαια ανάλογο τρίποδο και φώτα. Στο κεφάλαιο 1 με τίτλο *Γενεαλογία των μέσων* αναλύονται τα χαρακτηριστικά της κάθε τεχνολογίας και ο τύπος. Δεν αναφέρονται μάρκες και τύποι, αυτό θα το κάνει για τους ενδιαφερόμενους την εποχή που θα το αποφασίσουν το Google ή μια ιστοσελίδα σύγκρισης τιμών τύπου https://www.skroutz.gr/.

3.3.9 Συσκευές και μηχανισμοί αποθήκευσης

Η αποθήκευση των υλικών ενός καλλιτεχνικού έργου (κείμενα, εικόνες, ήχοι, τρισδιάστατα γραφικά, βίντεο), αλλά και των υλικών εγκατάστασης (π.χ. εξειδικευμένα λογισμικά και *οδηγοί συσκευών* (drivers)) είναι μια βασική διαδικασία για την καλή λειτουργία του εργαστηρίου. Στο παρελθόν, οι περιορισμοί σε σχέση με τους διαθέσιμους μηχανισμούς αποθήκευσης (π.χ. κόστος) οδηγούσε σε πολύ οργανωμένες πρακτικές αποθήκευσης, καθώς και σε συχνές εκκαθαρίσεις άχρηστου περιεχομένου. Σήμερα, οι συνθήκες σε σχέση με την αποθήκευση έχουν αλλάξει ριζικά. Η υιοθέτηση του προτύπου σύνδεσης USB, η οποία εξασφαλίζει τη διαλειτουργικότητα των συσκευών αποθήκευσης, η σημαντική μείωση του κόστους των συσκευών αποθήκευσης (π.χ. USB sticks και εξωτερικοί δίσκοι), αλλά και η παροχή αποθηκευτικού χώρου στο Διαδίκτυο (π.χ. μέσω διαδικτυακών υπηρεσιών επέκτασης του συστήματος αρχείων όπως το Google Drive και το Dropbox) διευρύνουν τις δυνατότητες αποθήκευσης με την διαμοίραση και κοινή επεξεργασία του υλικού.

3.3.10 Λογισμικό

Αναφερόμαστε εδώ στο λογισμικό το οποίο υποστηρίζει όλο το εύρος των καλλιτεχνικών δραστηριοτήτων, από τα λειτουργικά συστήματα των υπολογιστών εργασίας (π.χ. Microsoft Windows, MacOS), τα εργαλεία προσομοίωσης εργασιών γραφείου (π.χ. Microsoft Office ή τα αντίστοιχα ανοικτού κώδικα OpenOffice / LibreOffice), έως όλο το φάσμα των εργαλείων ανάπτυξης και παραγωγής.

Σε σχέση με το λογισμικό κάθε τύπου, οι βασικότερες λειτουργίες οι οποίες αφορούν το εργαστήριο είναι: η πρόσβαση και αδειοδότηση, η εγκατάσταση και η συντήρηση.

Πέρα από τα ελεύθερα και ανοικτά λογισμικά, τα οποία διατίθενται δωρεάν, η πρόσβαση σε εξειδικευμένα εμπορικά λογισμικά, σ' ένα πρώτο επίπεδο, δεν συνεπάγεται υποχρεωτικά μεγάλα χρηματικά ποσά. Στις μέρες μας, πολλά επαγγελματικά λογισμικά δίδονται δωρεάν για πειραματισμό (π.χ. Unity) και επιτρέπουν την καταβολή αντιτίμου μόνο σε περίπτωση παραγωγής εμπορικού προϊόντος (π.χ. σε ποσοστό επί του κέρδους), ενώ άλλα επιτρέπουν την ενοικίαση αδειών (π.χ. τα λογισμικά της Autodesk), έναντι συνδρομής, η οποία διαμορφώνεται σε συνάρτηση με τον χρόνο (π.χ. ανά μήνα ή έτος). Επίσης, πολλά λογισμικά παρέχονται είτε δωρεάν, είτε σε προνομιακές τιμές σε φοιτητές ή εκπαιδευτές (π.χ. τα λογισμικά της Autodesk).

Η συντήρηση του λογισμικού αφορά είτε την ανανέωσή του επί πληρωμή είτε τη δωρεάν μετάβαση σε νέες εκδόσεις. Πρόκειται για μια διαδικασία η οποία έχει αυτοματοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό στα εμπορικά λογισμικά (π.χ. διαρκείς ειδοποιήσεις για νέες εκδόσεις και αυτόματες εγκαταστάσεις) και ειδικά στα λογισμικά τα οποία εγκαθίστανται μέσω του *νέφους* (cloud). Στα ελεύθερα και ανοικτού κώδικα λογισμικά, απαιτείται μια ιδιαίτερη φροντίδα σχετικά με τη συντήρηση και την ανανέωσή τους, μέσω παρακολούθησης της εξέλιξής τους στο Διαδίκτυο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι μέσω της υπολογιστικής αρχιτεκτονικής νέφους, η οποία υιοθετείται όλο και περισσότερο στο Διαδίκτυο, είναι δυνατή η on-line πρόσβαση, εγκατάσταση και συντήρηση λογισμικών, χωρίς να απαιτείται να υπάρχουν ως αντίγραφα σε κάποιον υπολογιστή. Το μόνο που χρειάζεται είναι ένας κωδικός με τα ανάλογα δικαιώματα πρόσβασης. Αυτή η αρχιτεκτονική έχει αρχίσει να υιοθετείται, εκτός από τη Google, η οποία παρέχει βασικές υπηρεσίες και αποθηκευτικό χώρο δωρεάν (π.χ. Gmail, Google Drive, Google Docs, Google Translate, Google Maps – δείτε εδώ την πλήρη λίστα των ελεύθερων υπηρεσιών της Google), και από εταιρείες με επαγγελματικά λογισμικά παραγωγής, όπως η Adobe (βλέπε http://www.adobe.com/creativecloud.html). Τα πλεονεκτήματα του τρόπου αυτού διανομής λογισμικού είναι ότι απαλλάσσουν τον χρήστη από την διαδικασία της εγκατάστασης και τις διαρκείς ανανεώσεις εκδόσεων, ενώ, ταυτόχρονα, επιλύουν θέματα αποθήκευσης. Το βασικό μειονέκτημα κυρίως είναι το κόστος.

Τα λογισμικά τα οποία διατίθενται μέσω του νέφους, εφόσον ο υπολογιστής διαθέτει τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά, παρέχουν ισχυρή συνεργατικότητα, και γενικά βρίσκονται στον πυρήνα του καλλιτεχνικού ψηφιακού εργαστηρίου.

3.3.11 Καλώδια και προσαρμογείς (adaptors)

Πρόκειται για εξαρτήματα τα οποία φαίνονται αμελητέα ως υλικά, αλλά, πολλές φορές, η έλλειψή τους δημιουργεί σοβαρά προβλήματα.

Για τον λόγο αυτόν πρέπει να είναι πάντα τακτοποιημένα και κυρίως φυλαγμένα σε χώρο ο οποίος είναι κλειδωμένος. Πρέπει πάντα να εξετάζονται πριν από ένα εξωτερικό γύρισμα ή ένα στήσιμο ενός έργου εκτός εργαστηρίου.

Σε σχέση με τα καλώδια περιλαμβάνονται εδώ: καλώδια δικτύου, τροφοδοσίας, επέκτασης USB, καλώδια mini USB, καλώδια ήχου, δικτύου και βέβαια πολλές μπαλαντέζες ηλεκτρικού ρεύματος, πολύμπριζα κ.λπ.

Σε σχέση με τους *προσαρμογείς* (adaptors), οι κυριότεροι οι οποίοι αφορούν την εικόνα είναι: HDMI-to-DVI, HDMI-to-VGA, VGA-DVI και αντίστροφα. Επίσης, συχνά είναι χρήσιμος ένας μετατροπέας αναλογικού βίντεο σε ψηφιακό, σε περίπτωση όπου υπάρχει παλιό υλικό π.χ. κασέτες που πρέπει να περαστούν σε ψηφιακό μέσο αποθήκευσης (π.χ. CD/DVD).

Ακόμη, συχνά είναι χρήσιμο ένα εξάρτημα τύπου USB switch, καθώς οι περισσότερες περιφερειακές συσκευές, πλέον συνδέονται στον υπολογιστή μέσω του προτύπου USB.

3.3.12 Εξοπλισμός για την παραγωγή υλικού τεκμηρίωσης

Πρόκειται για βοηθητικό εξοπλισμό για την παραγωγή σχεδίων και υλικών τεκμηρίωσης (π.χ. κειμένων, εντύπων, αφισών). Στον εξοπλισμό αυτόν συγκαταλέγονται οι *σαρωτές* (scanners), ο εκτυπωτής, οι ταμπλέτες γραφικών (π.χ. wacom).

3.3.13 Εργαλεία κατασκευών

Τέλος, είναι απαραίτητη μια εργαλειοθήκη με τα άμεσα απαραίτητα εργαλεία τα οποία θα εμπλουτίζονται κάθε φορά αναλόγως με τις ειδικές ανάγκες κάθε παραγωγής.

3.4. Ο διαδικτυακός χώρος ως προέκταση του υπολογιστή και επέκταση του εργαστηρίου

Όπως προαναφέρθηκε, ο δημιουργός σήμερα, έχοντας στην υπηρεσία του ένα μέσης ποιότητας laptop, προεκτείνει τις δυνατότητες και την εμβέλεια της συνεργασίας σε ένα παγκόσμιο επίπεδο. Το Διαδίκτυο παρέχει σημαντικές δυνατότητες, σε ένα μεγάλο βαθμό δωρεάν, ιδίως αν πρόκειται για μικρές ή φοιτητικές παραγωγές. Οι δυνατότητες αυτές στηρίζουν την παραγωγή σε πολλά επίπεδα ως προς την υπολογιστική ισχύ, τη μνήμη, τον αποθηκευτικό χώρο και την επικοινωνία και μπορούν να αξιοποιηθούν για την οργάνωση, την παραγωγή και την προβολή ενός καλλιτεχνικού έργου, επεκτείνοντας έτσι απεριόριστα το εργαστήριο του καλλιτέχνη.

Πολλές λειτουργίες και λογισμικά μεταφέρονται σταδιακά από τον προσωπικό υπολογιστή στο Διαδίκτυο ως *υπηρεσίες* (services), οι οποίες παρέχονται κατόπιν εγγραφής του χρήστη και δημιουργίας λογαριασμών μέσω κωδικού πρόσβασης (account). Το κλασικό desktop του υπολογιστή καταργείται σταδιακά και όλες οι εφαρμογές μετατρέπονται σε διαδικτυακές υπηρεσίες που εκτελούνται μέσα από το περιβάλλον του *φυλλομετρητή* (browser). Έτσι, δεν απαιτείται εγκατάσταση λογισμικού στον υπολογιστή. Το παραγόμενο περιεχόμενο αποθηκεύεται σε άγνωστα αποθετήρια σε όλο τον κόσμο, αλλά ταυτόχρονα γίνεται παγκοσμίως «προσβάσιμο» χωρίς περιορισμούς. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η πλατφόρμα της Google, η οποία, μέσω ενός και μόνο κωδικού, επιτρέπει την πρόσβαση σε υπηρεσία email, σε μηχανή αναζήτησης, σε στατιστικές αναλύσεις, σε κοινωνικό δίκτυο, σε χάρτες, σε αποθήκευση και διαμοιρασμό αρχείων κ.ά.

Ο δημιουργός, αναλόγως με την περιοχή στην οποία δραστηριοποιείται, τα λογισμικά τα οποία χρησιμοποιεί, την ξένη γλώσσα που μιλάει και τελικά τον χαρακτήρα του, καλείται να φτιάξει το δικό του περιβάλλον μέσα από το οποίο θα μαθαίνει τα νέα για τις τεχνολογικές εξελίξεις, τα φεστιβάλ και τα σημαντικά γεγονότα, όντας εγγεγραμμένος στην emailing list των ενδιαφερομένων ιστοσελίδων. Οι σωστές εγγραφές στις emailing lists και τα αντίστοιχα κοινωνικά δίκτυα (Facebook, Twitter κ.λπ.) παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για τον χώρο της παραγωγής και προώθησης ενός έργου.

Επίσης, τα κοινωνικά δίκτυα, αλλά και οι χώροι προσωπικής ανάπτυξης *ιστολογίων* (Blogs), μπορούν να φιλοξενούν την ιστοσελίδα του καλλιτέχνη ή του εργαστηρίου του.

3.4.1 Εργαλεία και διαδικτυακοί χώροι

Στο σημείο αυτό αναφέρονται μόνο οι υπηρεσίες και οι δραστηριότητες οι οποίες ακριβώς προεκτείνουν το εργαστήριο μέσω του εικονικού χώρου τον οποίο έχει τη δυνατότητα να δημιουργεί ο υπολογιστής και το Διαδίκτυο.

Οι ειδικές εργασίες για την προεργασία και την προώθηση του έργου δια μέσω του Διαδικτύου θα αναπτυχθούν ειδικότερα στο κεφάλαιο13: *Επί μέρους διαδικασίες και εργαλεία για την παραγωγή και προώθηση ενός έργου* και στα κεφάλαια 1 και 3 του Β τόμου.

3.4.1.1 Εργαλεία επικοινωνίας

Η επικοινωνία με τους συνεργάτες είναι ίσως η πιο απαραίτητη λειτουργία κατά την προετοιμασία και παραγωγή ενός έργου. Μετά από την «προεργασία στο τραπέζι» με τους στενούς συνεργάτες όπου απαιτείται συγκέντρωση, το επόμενο στάδιο είναι ακριβώς το αντίθετό του, η δικτύωση και αντίστοιχα η εργασία από απόσταση.

Η σύγχρονη επικοινωνία είναι αυτή η οποία εξελίσσεται σε πραγματικό χρόνο, δηλαδή μέσω ατόμων που βρίσκονται την ίδια στιγμή μπροστά στον υπολογιστή τους και είναι συνδεδεμένα στην υπηρεσία, ανεξάρτητα από τη φυσική τοποθεσία στην οποία βρίσκονται. Η επικοινωνία γίνεται μέσω *γραπτών μηνυμάτων* (chat), αλλά μέσω κάμερας ή/και μικροφώνου είναι δυνατή και η επικοινωνία τύπου τηλεδιάσκεψης (π.χ. TeamSpeak για φωνητική επικοινωνία μέσω μικροφώνου, Skype για επικοινωνία με ζωντανή εικόνα και ήχο). Τόσο το TeamSpeak, όσο και το Skype υποστηρίζουν περισσότερους από 2 ταυτόχρονα συνδεδεμένους χρήστες (με περιορισμούς όμως στην ελεύθερή τους έκδοση), πράγμα το οποίο ευνοεί τη συνεργασία ακόμα και με άτομα τα οποία βρίσκονται σε απομακρυσμένες γεωγραφικές περιοχές, αλλά αποτελούν μέλη του εργαστηρίου μέσω της διαδικτυακής του υπόστασης.

Η ασύγχρονη επικοινωνία είναι επικοινωνία η οποία επιτρέπεται σε οποιονδήποτε χρόνο. Δηλαδή, κάποιος στέλνει ένα μήνυμα σε κάποιον άλλο και ο δεύτερος απαντάει, όταν λάβει το μήνυμα, αν θέλει και αν μπορεί να απαντήσει. Ένα είδος ασύγχρονης επικοινωνίας είναι μέσω του αυτόματου τηλεφωνητή ή μέσω SMS. Η πιο διαδεδομένη μορφή ασύγχρονης επικοινωνίας στο Διαδίκτυο είναι το *ηλεκτρονικό ταχυδρομείο* (e-mail).

Κατά την προετοιμασία και παραγωγή ενός έργου είναι σημαντικό να τηρείται ένα ημερολόγιο των εργασιών ή των διαφορετικών φάσεων του έργου. Αυτό είναι δυνατό μέσα από ένα ιστολόγιο, το γνωστό blog, το οποίο δίνει τη διεπαφή δημιουργίας αναρτήσεων με αντίστροφη χρονολογική σειρά. Το blog επιτρέπει, επίσης, στους εγγεγραμμένους χρήστες να «ακολουθούν» το blog, δηλαδή να παρακολουθούν τις αναρτήσεις των άλλων και να προσθέτουν τις απόψεις τους, ώστε να αναπτύσσεται ένα είδος διαλόγου. Υπάρχουν πλατφόρμες δωρεάν δημιουργίας και φιλοξενίας blogs, όπως το WordPress (https://el.wordpress.com/) και το Tumblr (https://www.tumblr.com/).

Τα forums, δηλαδή οι ανοικτοί διαδικτυακοί χώροι ανάπτυξης συζητήσεων και ανταλλαγής απόψεων, αξιοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις για την επίλυση εξειδικευμένων προβλημάτων. Ειδικά στην περίπτωση της ανάπτυξης λογισμικού, δημιουργούνται κοινότητες χρηστών για κάθε περίπτωση οι οποίοι βοηθούν ο ένας τον άλλο υποκαθιστώντας την ανάγκη για *έγγραφα τεκμηρίωσης* (help). Η επικοινωνία μέσα από ένα forum είναι ασύγχρονη, όπως και στην περίπτωση του email.

3.4.1.2 Εργαλεία οργάνωσης αρχείων

Μία από τις βασικότερες λειτουργίες κατά την προετοιμασία και παραγωγή ενός έργου είναι η οργάνωση των εμπλεκόμενων αρχείων, ειδικά στην περίπτωση κατά την οποία οι εργασίες αναπτύσσονται σε ομάδα.

Υπάρχουν διαδικτυακά εργαλεία που επεκτείνουν νοητά τον αποθηκευτικό χώρο και τη *δομή οργάνωσης των αρχείων του υπολογιστή* (file system), δίνοντας τη δυνατότητα επιπλέον αποθηκευτικού χώρου και διαμοιρασμού αρχείων με άλλους χρήστες. Τα πιο γνωστά είναι το όπως το Google Drive και το Dropbox, τα οποία μπορούν να ρυθμιστούν με τέτοιον τρόπο ώστε το διαμοιραζόμενο υλικό να είναι ορατό μόνο από τα μέλη της ομάδας εργασίας. Τα περισσότερα εργαλεία από αυτά αξιοποιούνται και για τήρηση *αντιγράφων ασφαλείας* (backup) και ενδιάμεσων εκδόσεων.

Το WeTransfer είναι μια υπηρεσία η οποία επιτρέπει την αποστολή μεγάλων αρχείων τα οποία δεν μπορούν να σταλούν μέσω email. Διατίθεται δωρεάν έως ένα συγκεκριμένο μέγεθος αρχείου (2GB), ενώ για μεγαλύτερα μεγέθη αρχείων ο χρήστης πρέπει να πληρώσει την υπηρεσία.

Αντίστοιχα εργαλεία για διαμοιραζόμενες εικόνες είναι το Flickr και το Instagram, ενώ το YouTube και Vimeo μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αρχεία βίντεο.

3.4.1.3 Άλλα χρήσιμα διαδικτυακά εργαλεία

Χώροι παρακολούθησης της επικαιρότητας:

Πρόκειται για ειδησεογραφικά sites ή ιστότοπους οι οποίοι ενσωματώνουν ζωντανά δεδομένα από διάφορους χώρους (π.χ. ανακοίνωση καλλιτεχνικών ή επιστημονικών γεγονότων και δράσεων, καιρός, χρηματιστήριο). Οι *συναθροιστές ειδήσεων* (news aggregators ή feed aggregators ή feed readers ή RSS readers) συγκεντρώνουν και προβάλλουν σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες (π.χ. περιλήψεις ειδήσεων) από πολλούς ταυτόχρονα χώρους του Διαδικτύου (π.χ. on-line εφημερίδες, podcasts, blogs).

Βοηθητικά εργαλεία σύνταξης κειμένων:

Το Google Translate αποτελεί μια υπηρεσία μετάφρασης κειμένων μεταξύ διαφόρων γλωσσών σε πραγματικό χρόνο. Επειδή βασίζεται σε στατιστικές μεθόδους επεξεργασίας της γλώσσας, τα αποτελέσματα που παράγει δεν είναι πάντα δόκιμα. Όμως, αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο σε περιπτώσεις όπως κατανόηση ενός κειμένου σ' ένα πρώτο επίπεδο.

Διαδικτυακοί χώροι αναζήτησης περιεχομένου με ελεύθερα δικαιώματα χρήσης:

Ο πιο γνωστός τέτοιος χώρος είναι ο Wikimedia commons (https://commons.wikimedia.org), ο οποίος φιλοξενεί περιεχόμενο (εικόνες, ήχους, βίντεο), το οποίο μπορεί κάποιος να κατεβάσει και να χρησιμοποιήσει στη δουλειά του υπό τους όρους που ορίζει η άδεια χρήσης που αναφέρεται. Επίσης, μπορεί κανείς να ανεβάσει περιεχόμενο.

Αποθετήρια λογισμικού:

Τα *αποθετήρια λογισμικού* (software repositories) είναι ειδικά δομημένοι διαδικτυακοί τόποι, οι οποίοι οργανώνουν και αποθηκεύουν τις διακριτές εκδόσεις ενός ανοικτού λογισμικού το οποίο αναπτύσσεται από κοινού από πολλούς συμμετέχοντες, καθώς και την πρόσβαση των χρηστών-προγραμματιστών, έτσι ώστε να διατηρείται η ακεραιότητα του λογισμικού. Το πιο γνωστό είναι το GitHub. Μπορεί να βρει κανείς τμήματα κώδικα που μπορεί να αξιοποιήσει με βάση τους όρους της άδειας διανομής που ορίζεται.

On-line σύνταξη κοινού διαδικτυακού χώρου:

Εκτός από τα blogs και τα forums, όπου οι χρήστες διαμορφώνουν από κοινού το περιεχόμενο, υπάρχει και η περίπτωση των wikis. Τα wikis είναι ειδικές πλατφόρμες οι οποίες επιτρέπουν την ανάπτυξη ενός site και τη συνεργατική τροποποίηση του περιεχομένου και της δομής του απευθείας από τον web browser. Το πιο γνωστό παράδειγμα εφαρμογής η οποία βασίζεται στα wikis είναι η Wikipedia.

On-line σύνταξη και δοκιμή διαδικτυακού κώδικα:

Οι on-line HTML editors (π.χ. W3Schools) επιτρέπουν την απευθείας εισαγωγή διαδικτυακού κώδικα (π.χ. HTML, CSS) και τον έλεγχο των αποτελεσμάτων σε πραγματικό χρόνο.

3.4.2 Τα παιχνίδια υπολογιστών και η νέα κατάσταση σε σχέση με το εργαστήριο του καλλιτέχνη

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέραμε κυρίως το περιβάλλον και τις δυνατότητες τις οποίες θα μπορούσε εύκολα να αποκτήσει ένας/μια φοιτητής/τρια ή ένας/μια νέος/α καλλιτέχνης (ή μια μικρή ομάδα), ο/η οποίος/α θα ήθελε να φτιάξει το δικό του/της εργαστήριο για ψηφιακές τέχνες. Θα κλείσουμε, όμως, το κεφάλαιο με ένα φαινόμενο μεγάλης κλίμακας το οποίο αναπτύσσεται στον χώρο των παιχνιδιών με υπολογιστή και έχει άμεση σχέση με το εργαστήριο για τις ψηφιακές τέχνες. Πρόκειται για την αναβίωση της δομής των μεγάλων εργαστηρίων της Αναγέννησης, στα οποία μια ομάδα ατόμων, με επικεφαλής τον μαιτρ, ιδιοκτήτη του εργαστηρίου, δούλευαν ομαδικά και, μέσα από την έρευνα, την σπουδή και την σκληρή εμπνευσμένη δουλειά, εξέλισσαν την τέχνη αλλά και τα υλικά και τα εργαλεία γι' αυτήν.

Τη θέση αυτή προβάλλει ο διευθυντής του μουσείου Art Ludique στο Παρίσι, Jean-Jacques Launier, μέσα από τη διοργάνωση της έκθεσης με θέμα *Η Τέχνη μέσα στο Ψηφιακό Παιχνίδι, η Γαλλική έμπνευση* (*L'Art dans le Jeu Vidéo, l'inspiration Française*), από 25 Σεπτεμβρίου 2015 έως 6 Μαρτίου 2016 (βλέπε http://artludique.com/jeuxvideo.html). Είναι η πρώτη μεγάλη έκθεση στον κόσμο, κατά τους διοργανωτές, αφιερωμένη στην τέχνη μέσα στα ψηφιακά παιχνίδια.

Αναφέρει ο Par Boris, σχετικά με την παραπάνω έκθεση, στο άρθρο του με τίτλο, *Όταν το ψηφιακό παιχνίδι γίνεται έργο τέχνης* (*Quand le jeu vidéo devient œuvre d'art*): «Το ψηφιακό παιχνίδι (jeu vidéo) δεν είναι μια τέχνη. Δεν θα μπορούσε ποτέ να γίνει- έγραφε το 2010 ο Roger Ebert, γνωστός αμερικάνος κριτικός κινηματογράφου. Αλλά βλέποντας τα 800 εκτιθέμενα έργα με την απίστευτη ακρίβεια της γραμμής, είναι θεμιτό να αμφιβάλλουμε…». «Το ψηφιακό παιχνίδι εμπεριέχει την καθαρή Τέχνη» πιστεύει ο Jean-Jacques Launier, διευθυντής του Μουσείου *Art Ludique* (παιγνιώδης τέχνη), σε απάντηση του κριτικού του κινηματογράφου. «Αξιοποιεί το σχέδιο, τη ζωγραφική, τη γλυπτική, τις νέες τεχνολογίες. Για πρώτη φορά στην ιστορία της ανθρωπότητας, οι καλλιτέχνες χρησιμοποιούν τόσο εξελιγμένα εργαλεία όσο και οι επιστήμονες. Το ψηφιακό παιχνίδι είναι απλά, στην πρώτη γραμμή της σύγχρονης τέχνης.»

Η συγκεκριμένη έκθεση δεν έδειχνε τόσο τα παιχνίδια όσο την προεργασία για αυτά, προσχέδια σε χαρτί, μακέτες, γλυπτά και κινηματογραφικές τύπου σκηνές, στοιχεία τα οποία όντως θύμιζαν τις εργασίες που γινόταν στα εργαστήρια της Αναγέννησης, τα οποία αναλάμβαναν μεγάλες τοιχογραφίες.

Ο Jean-Jacques Launier αναφέρει επίσης: «Η φιλοδοξία της έκθεσης, κατά βάθος, είναι σαφής: να αλλάξει η ματιά, πολύ συχνά ιδιαίτερα κριτική, απέναντι στα παιχνίδια με υπολογιστή. Το λιγότερο που μπορούμε να κάνουμε, είναι να έχει η έκθεση επιχειρήματα για επανεξέταση […] Αποκαλύπτει (η έκθεση) μια εικόνα, η οποία είχε ξεχαστεί, για τα αυθεντικά εργαστήρια των καλλιτεχνών. Όπως και εκείνοι οι οποίοι από την αρχαιότητα έως την Αναγέννηση δημιουργούσαν έναν μεγάλο αριθμό σκίτσων και προσχεδίων, για να προετοιμάσουν συλλογικά τη δημιουργία ενός έργου, έτσι και σήμερα, υπάρχουν χιλιάδες σκίτσα, έργα τέχνης (ψηφιακοί πίνακες ζωγραφικής) ή ακουαρέλες τα οποία σχεδιάστηκαν για να παράγουν ένα παιχνίδι, τους χαρακτήρες και τους χώρους του. Τι αλλάζει αν οι ψηφιακές γραφίδες ή οι ψηφιακές ταμπλέτες απλά αντικατέστησαν τον καμβά και τα πινέλα;

Το κείμενο του άρθρου του Jean-Jacques Launier υπάρχει εδώ.

Τελικά, ο διευθυντής του μουσείου Art Ludique έχει δίκιο. Αυτήν τη στιγμή, παγκοσμίως, υπάρχουν σύγχρονα εργαστήρια με ομάδες στελεχωμένες από τα ικανότερα άτομα στο σχέδιο, στη ζωγραφική, στη γλυπτική, στην αρχιτεκτονική, στην πληροφορική, στη μουσική κ.ά. οι οποίοι δουλεύουν εντατικά, με τους καλύτερους εξοπλισμούς καλλιτεχνικής έκφρασης, εξελίσσοντας καθημερινά τους μηχανισμούς, τα λογισμικά και το καλλιτεχνικό μέρος. Η κατάσταση αυτή παίρνει σοβαρές διαστάσεις, αφού τα έσοδα για την παγκόσμια βιομηχανία παιχνιδιών για υπολογιστή για το 2013 (70,4 δισεκατομμύρια δολάρια) ήταν σχεδόν τα διπλάσια από τα έσοδα για την παγκόσμια κινηματογραφική βιομηχανία (35,9 δισεκατομμύρια δολάρια) και, ως εκ τούτου, δίνεται μεγάλη σημασία στην εξέλιξη του χώρου αυτού.

Ο αναγνώστης μπορεί να πληροφορηθεί σχετικά με τα παραπάνω στατιστικά στοιχεία εδώ και εδώ.

Τα ψηφιακά παιχνίδια, ως δημιουργία, έχουν εξελιχθεί ιδιαίτερα την τελευταία δεκαετία και έχουν προσελκύσει πολλούς καλλιτέχνες από την κοντινή σε αυτά τέχνη του κινηματογράφου. Ωστόσο, ακόμα δεν έχουν φτάσει στο σημείο να παράγουν τα αριστουργήματα τα οποία έχει παράξει η τέχνη του κινηματογράφου. Ίσως θα πρέπει να περάσουν με καθαρότητα σε έναν επόμενο τομέα, ο οποίος συζητείται ιδιαίτερα, τα «έργα διαδραστικής αφήγησης», ή θα πρέπει να εμφανιστούν οι ανάλογοι καλλιτέχνες δημιουργοί, όπως ο Sergei Eisenstein, ο Orson Welles και πολλοί άλλοι, οι οποίοι, παρόλο που δούλεψαν μέσα στην ισχυρή και απαιτητική βιομηχανία του κινηματογράφου, κατόρθωσαν και ύψωσαν τη δική τους καλλιτεχνική προσωπική άποψη και δημιούργησαν υψηλού επιπέδου έργα τέχνης.

Τα μικρά εργαστήρια των νέων καλλιτεχνών τα οποία περιγράψαμε στην αρχή, καθώς και ένα μεγάλο κίνημα ανεξάρτητων, μικρών παραγωγών και δημιουργών (οι indies) το οποίο αναπτύσσεται παγκοσμίως, δημιουργούν, ενδεχομένως, τις θετικές συνθήκες για να αναπτυχθεί ο τομέας της τέχνης των παιχνιδιών που αναμένουμε.

Βιβλιογραφία - Αναφορές

1. Berners-Lee, T., Fischetti, M., *Υφαίνοντας τον παγκόσμιο ιστό*, Αθήνα: Γκοβόστης, 2002.
2. Berners-Lee, T., Hall, W., Hendler, J., O' Hara, K., Shadbolt, N., Weitzner, D., *Το πλαίσιο της επιστήμης του Web*, Ιδιωτική Έκδοση, 2007.
3. Blanc, J., Jaillet, F., *Dans l'atelier des artistes. Les coulisses de la création de Léonard de Vinci à Jeff Koons*, Paris: Beaux Arts Editions, 2011.
4. Kuiper, K. (Editor), *The 100 Most Influential Painters & Sculptors of the Renaissance*, The Britannica Guide to the World's Most Influential People, New York: Rosen Education Service, 1η έκδοση, 2009.
5. Murger, H., *Σκηνές μποέμικης ζωής*, Αθήνα: Εστία 1993 (γράφτηκε το 1849).
6. Santorineos, M., *Apparition de nouvelles conditions de la vie de l'artiste, dues à l'évolution technologique*, Maîtrise sous la direction de Frank Popper, Université Paris 8 Vincennes, 1982.

Κεφάλαιο 4. Οι δικτυακές ομάδες, τα κοινωνικά κινήματα και ο ρόλος τους στην Τέχνη

Σύνοψη

Εξετάζεται εδώ μια πλευρά του Διαδικτύου, η οποία έχει μια ιδιαίτερη σχέση με την Τέχνη. Είναι οι διαδικτυακοί τόποι οι οποίοι δημιουργούνται από ομάδες ή κινήματα τα οποία προκαλούν δράσεις και οικολογικά, ανθρωπιστικά, καλλιτεχνικά, ή πολιτικά γεγονότα αντίστασης. Είναι ο χώρος στον οποίο αναπτύχθηκε το ελεύθερο και ανοιχτό λογισμικό και στον οποίο εμφανίστηκαν οι πρώτες *λίστες ηλεκτρονικής αλληλογραφίας* (mailing lists) που όρισαν θεωρητικά τον χώρο αυτόν και τα, μεγάλης κλίμακας, ομαδικά πρότζεκτ. Γίνεται μια ιστορική αναδρομή όπου αναφαίνονται τα πρώτα στάδια του Διαδικτύου, ως χώρος αντίστασης και πειραματικής δημιουργίας, πριν γίνει αγαθό καθημερινής χρήσης και εργαλείο κάθε οργανισμού και, γενικά, της καταναλωτικής κοινωνίας.

4.1 Από την ουτοπία στην πραγματικότητα ή το καθρέπτισμα της κοινωνίας μέσα από τις εικόνες του Διαδικτύου

Οι καλλιτεχνικές δράσεις μεγάλης κλίμακας που προκαλούνται στον χώρο του Διαδικτύου σε συνδυασμό με τον αστικό χώρο και γενικά τα δικτυακά – κοινωνικά - καλλιτεχνικά κινήματα αποκτούν μεγάλη σημασία στην εποχή του ψηφιακού πολιτισμού και διαμορφώνουν τις συνθήκες για την ανάπτυξη μιας καινούργιας κατάστασης στην Τέχνη, αλλά και στην κοινωνία. Αυτή η τάση, ιδεολογικά, δεν είναι νέα, συνδυάζεται με παλαιότερες δράσεις και θεωρίες, πριν την ύπαρξη του Διαδικτύου.

Ο νέος καλλιτέχνης ή φοιτητής ο οποίος θα ενδιαφερθεί για αυτόν τον χώρο θα πρέπει να ερευνήσει τα δεδομένα τόσο σε σχέση με τα εργαλεία τα οποία θα αξιοποιήσει, όσο και σε σχέση με συγκεκριμένες «πρακτικές» οι οποίες πολλές φορές αποτελούν ένα μέρος των εργαλείων αυτών έχοντας την δομή *ιδεών* (concepts), λογισμικών ή δράσεων. Για τον λόγο αυτό, έχει ενδιαφέρον να γίνει μια συνοπτική παρουσίαση διαφόρων γεγονότων και θεωρητικών κειμένων τα οποία σχετίζονται με την συγκεκριμένη κατάσταση. Πρέπει να επισημανθεί ότι παρουσιάζεται μια άποψη η οποία υποστηρίζεται μέσα από παραδείγματα και θεωρητικές εργασίες. Υπάρχουν όμως πολλές άλλες απόψεις και δράσεις οι οποίες εμφανίστηκαν στο παρελθόν, όπως π.χ. το κίνημα των καταστασιακών, οι οποίες θα μπορούσαν και αυτές να αποτελέσουν μια αφετηρία για διαφορετικές ερμηνείες και πρακτικές, όσον αφορά στην εξέλιξη της καλλιτεχνικής έκφρασης η οποία συνδέεται με το Διαδίκτυο. Όμως, η τελική κατεύθυνση της έρευνας, είναι μια προσωπική απόφαση του κάθε αναγνώστη.

Εάν υποθέσουμε ότι η Αναγέννηση διαμόρφωσε τους καλλιτέχνες «Μαιτρ», η βιομηχανική επανάσταση τους καλλιτέχνες «Σταρ», η μεταβιομηχανική και ειδικά η ψηφιακή εποχή διαμορφώνει τα δίκτυα καλλιτεχνών, τα συνεργατικά έργα μεγάλης κλίμακας και τις δραστηριότητες ανάμεσα στην Τέχνη και αυτό που ονομάζει ο F. Popper, την «μη τέχνη».

Αυτή η τάση διαμορφώθηκε τη δεκαετία του ‘60, τη δεκαετία κατά την οποία έπαιξαν σημαντικό ρόλο η πολιτική συνείδηση, η κοινωνική δικτύωση, τα φοιτητικά κινήματα και οι καλλιτεχνικές κολεκτίβες, παράλληλα με το σύστημα της τέχνης για την ανάδειξη των καλλιτεχνών σταρ.

Ο θεωρητικός και συμμετέχων ενεργά στο κίνημα της *κινητικής τέχνης* (kinetic art), F. Popper, εξηγεί το φαινόμενο αυτό μέσα από τέσσερεις θέσεις τις οποίες αναπτύσσει και οι οποίες τελικά συνδυάζονται μεταξύ τους. Αυτές είναι α) η θέση για τη διαφορά ανάμεσα στο αντικείμενο τέχνης και την Τέχνη, β) η θέση για τη μη τέχνη, γ) η θέση για τη συμμετοχή του θεατή στο έργο τέχνης και δ) η θέση για τη σύγχρονη λαϊκή τέχνη [15][18].

Σήμερα υπάρχει και ένα πέμπτο δεδομένο το οποίο αναπτύσσεται έντονα, είναι η ψηφιακή τεχνολογία και ειδικότερα η τεχνολογία των δικτύων. Όμως, την εποχή που διεξάγει την έρευνα ο Popper (1960 -1970) δεν ισχύει αυτή η συνθήκη. Στο παρόν κεφάλαιο θα γίνει μια προσπάθεια σύνδεσης των δύο εποχών.

Ο Popper διαβλέπει την αλλαγή της θέσης του καλλιτέχνη, από κυρίαρχο δημιουργό που επικοινωνεί με το κοινό του μέσω του έργου του και μέσω της προβολής του από τα μέσα μαζικής επικοινωνίας, σε έναν εμψυχωτή καλλιτεχνικών και κοινωνικών δραστηριοτήτων μεγάλης κλίμακας. Ο Νίκος Δασκαλοθανάσης (καθηγητής Ιστορίας Τέχνης στο Τμήμα Θεωρίας και Ιστορίας της Τέχνης της ΑΣΚΤ) μελετά την αλλαγή και

κυρίως τη φθορά του ρόλου του πρωτοπόρου που είχε ο καλλιτέχνης μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, στο βιβλίο του [21]. Η σημαντική διαφορά, όμως, ανάμεσα στους δύο μελετητές είναι, ότι ο Popper, συνεργαζόμενος με καλλιτεχνικές ομάδες και έχοντας μια ενεργό δράση στην σύγχρονη τέχνη, ως θεωρητικός και διοργανωτής εκθέσεων, προσπαθεί να διαβλέψει μια πορεία, να δώσει μια λύση στο πρόβλημα του καλλιτέχνη σε σχέση με την αποστολή του και σε συνδυασμό με τις κοινωνικές αλλαγές. Οι θέσεις και προβλέψεις του Popper τελικά απ' ότι κρίνουμε σήμερα, αποδεικνύονται σωστές σε ένα μεγάλο ποσοστό. Όμως τα ερωτήματα που αφορούν στην εξέλιξη της Τέχνης και τη δομή την οποία θα πάρει στον 21ο αιώνα, παραμένουν ακόμα αναπάντητα [20].

Ένα μεγάλο μέρος της έρευνας του Popper στηρίζεται στη θεωρία της νέας λαϊκής τέχνης. Η θεωρία αυτή συνδυάζεται με την αλλαγή του ρόλου του καλλιτέχνη, ο οποίος διαμορφώνεται ως ενδιάμεσος ανάμεσα στο κοινό και στο έργο, ένα έργο το οποίο αρκετές φορές δημιουργείται ταυτόχρονα και από τους δύο, τον καλλιτέχνη και το κοινό. Ο Popper τοποθετεί την έναρξη της συγκεκριμένης κατάστασης που την περιγράφει ως «θεωρία της νέας λαϊκής τέχνης, της δημιουργικής συμμετοχής και του μετασχηματισμού του περιβάλλοντος» στην, όπως αναφέρει, «…εμφάνιση ενός αριθμού τάσεων: από τις εθνοτικές τοιχογραφίες και τα γκράφιτι στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, στις «δράσεις» με περιεχόμενο, άλλοτε πολιτικό άλλοτε αισθητικό, την *part-art* (participatory art – συμμετοχική τέχνη), τις αισθητηριακές προσπάθειες του Medalla και του Dugger, την νοτιοαμερικανική νέα σχολή (Yaner, Colmenarez, Lucena) και τους απομονωμένους ευρωπαίους καλλιτέχνες (Pasquer, Mocheti), όπως και τις νέες καλλιτεχνικές δημιουργίες υφαντουργίας στην τέχνη των γυναικών καλλιτεχνών, εμπνευσμένες από τις παραδοσιακές πρακτικές ύφανσης των γυναικών …» [15].

Ο Popper διαβλέπει ότι αυτή η τάση, πέρα από μια ισχυρή κοινωνική ιδεολογία η οποία έχει τις ρίζες της στη λαϊκή τέχνη, απαιτεί ένα ακόμη συστατικό. Το συστατικό αυτό θα δημιουργήσει μια νέα δομή η οποία θα συμβαδίζει με την τάση της σύγχρονης εποχής που φαίνεται να χαρακτηρίζεται από μια έντονη τεχνολογική ανάπτυξη. Την εποχή εκείνη (το βιβλίο εκδόθηκε το 1975) δεν είναι σε θέση να προβλέψει το ψηφιακό υπόβαθρο, όμως περιγράφει τα αποτελέσματα τα οποία θα προκαλέσει, αναφερόμενος στη διάδραση και συγκεκριμένα στις «αρθρωτές δομές» και την ρευστή, κινούμενη, κατάσταση των νέων καλλιτεχνικών έργων. Αναφέρει: «Η αρχή της *αρθρωτής ενέργειας* (énergie articulée) δεν ισχύει ειδικά μόνο στην *κινετική* (cinétisme) και στην Τέχνη που προήρθε από αυτήν. Πράγματι, τα υλικά τα οποία χορηγούνται από την παράδοση της στατικής ζωγραφικής και της γλυπτικής, εγκαταλείφθηκαν και αντικαταστάθηκαν από επιμέρους πηγές ενέργειας, όπως ο ηλεκτρισμός, η βαρύτητα, η αιολική ενέργεια, η θερμοκρασία, το φως, οι ενέργειες αποθηκευμένες από τις μηχανές…». Θεωρεί δε ότι αυτές οι δομές απελευθερώνουν τον καλλιτέχνη, από ένα συγκεκριμένο περιβάλλον εργαστήριο – γκαλερί. Αναφέρει στην συνέχεια «… είναι σαφές, σε κάθε περίπτωση, ότι η Τέχνη αξιοποιεί άλλες κατευθύνσεις από αυτές της ηγεμονίας των γκαλερί και την «ηρωική» ατομικότητα του καλλιτέχνη, όπως: καλλιτεχνικές δράσεις στο δρόμο, πανεπιστημιακές δράσεις, δομιστικές δράσεις, έχοντας στόχο να δημιουργήσουν ένα νέο περιβάλλον ή να μεταβάλουν το παλιό και κυρίως δράσεις με την συμμετοχή του θεατή.» [15].

Στη διαμόρφωση του κοινωνικού και ακτιβιστικού χαρακτήρα της *διαδικτυακής τέχνης* (net art), διαφαίνεται η επιρροή των κινημάτων ακτιβισμού στην Τέχνη κατά τις δεκαετίες του '70 και του '80, μια εποχή στην οποία τα μέσα και οι τεχνολογίες των επικοινωνιών ενεπλάκησαν καθοριστικά και στην Τέχνη αλλά και στον ακτιβισμό. Καλλιτεχνικά ρεύματα ανοιχτά στον πειραματισμό και τη συμμετοχικότητα, τα οποία αξιοποιούν τις τεχνολογίες επικοινωνιών της εποχής, όπως η mail Art, η radio Art, η *τηλεματική τέχνη* (telematic art) αλλά και το κίνημα Fluxus, αποτελούν τους προδρόμους του διαδικτυακού καλλιτεχνικού ακτιβισμού [7].

Στην τηλεματική τέχνη η δυνατότητα διάδρασης αλλά και παρέμβασης, σε πραγματικό χρόνο, σε διαφορετικούς γεωγραφικά τόπους, ανοίγει τον δρόμο για την ανάπτυξη καλλιτεχνικών δραστηριοτήτων χρησιμοποιώντας ως μέσο (και πολλές φορές και ως μήνυμα) τα δίκτυα τηλεπικοινωνιών. Το δε κίνημα Fluxus αποτελούσε ένα διεθνές δίκτυο καλλιτεχνών, κατά τη δεκαετία του '60, με κοινό όραμα τη δημιουργία μιας μη-εμπορικής αντί-τέχνης, όπου επικρατούσε η ενασχόληση με το θέμα της δικτύωσης αλλά και της χρήσης των τηλεπικοινωνιών στην Τέχνη.

Η ψηφιακή κατάσταση και κυρίως η ανάπτυξη του Διαδικτύου δίνει αναπάντεχα μια σειρά εργαλείων, τα περισσότερα δωρεάν, ένα ισχυρό προνόμιο σε παλιές ή νεώτερες ομάδες με τις ίδιες κατευθύνσεις με τις πρωτοπόρες ομάδες του '60, επιβεβαιώνοντας τις υποθέσεις του Popper. Όμως οι συνθήκες οι οποίες διαμορφώνονται δεν είναι οι προβλεπόμενες. Ο Richard Barbrook (βλέπε σχετικό άρθρο Wikipedia) αναφέρει σε μια κριτική του για τους πρωτοπόρους την εποχή του Διαδικτύου (βλέπε [3] και εδώ), το οποίο εν μέρει το αντιμετωπίζει σαν μια χαμένη ουτοπία: «Το Διαδίκτυο είναι στοιχειωμένο από τις

απογοητευμένες ελπίδες της δεκαετίας του ‘60. Επειδή η νέα αυτή τεχνολογία συμβολίζει μια άλλη περίοδο ραγδαίων αλλαγών, πολλοί σύγχρονοι μελετητές κοιτάζουν πίσω στην, πριν από τριάντα χρόνια, αδιέξοδη επανάσταση, για να εξηγήσουν τι συμβαίνει τώρα. Για παράδειγμα, οι συντάκτες του περιοδικού Wired, στις αναφορές τους για το Διαδίκτυο, συνεχώς αποτίουν φόρο τιμής στις αξίες της Νέας Αριστεράς, της ατομικής ελευθερίας και της πολιτιστικής διαφορετικότητας.».

Από τη μια πλευρά, αναφέρει τις προσπάθειες ένταξης παλαιών καταστάσεων στο νέο περιβάλλον, την ανάπτυξη της «ιδεολογίας της Καλιφόρνιας» όπως την ονομάζει [2], όπου δημιουργείται μέσα από τις προσπάθειες του Kevin Kelly, ιδρυτικού μέλους και αρχισυντάκτη του περιοδικού Wired και άλλων δημοσιογράφων, οι οποίοι «χρησιμοποιούν επίσης ένα εκλεκτικό μείγμα ρητορικής «hippie», ιδιαίτερες μορφές επιστήμης και της ποπ κουλτούρας …», μια νέα ιδεολογική πρόταση που στηρίζεται στα νέα επιτεύγματα της τεχνολογίας και τους νέους εφευρετικούς επιστήμονες οι οποίοι γίνονται εκατομμυριούχοι σε πολύ νέα ηλικία. Ο Richard Barbrook προσπαθεί να περιγράψει, μέσα από μια κριτική, πολλές φορές ειρωνική, ματιά τις προσπάθειες ένταξης διαφόρων θεωριών και ερμηνείας της νέας κατάστασης. Ουσιαστικά, περιγράφει τη σύγχυση στην οποία βρίσκεται ο χώρος του Διαδικτύου, ανάμεσα στις νέες θεωρίες οι οποίες επιδιώκουν να ερμηνεύσουν τον σημερινό κόσμο και τις διάφορες νέες πρακτικές, όπως ο ίδιος αναφέρει: «το έργο των Deleuze και Guattari, τα MOOs[2], οι on-line conferences, οι απελευθερωμένες ζώνες μέσα από τις δραστηριότητες *Κάντο Μόνος Σου* (DIY - Do It Yourself), οι καταλήψεις και άλλες δραστηριότητες.».

Στην ιστοσελίδα με τίτλο *Imaginary Futures: From Thinking Machines to the Global Village*, τον ίδιο τίτλου ενός βιβλίου του Richard Barbrook, [4] υπάρχουν πολλές πληροφορίες και κείμενα που αφορούν τις δράσεις στο Διαδίκτυο.

Από την άλλη πλευρά, ο ίδιος διανοητής, ο Richard Barbrook, την εποχή των οραμάτων της αισιοδοξίας και της ανάπτυξης των πρώτων δράσεων εκ μέρους των καλλιτεχνών στο Διαδίκτυο, σε συνεργασία με τον Pit Schultz παρουσιάζουν, το 1997, σκόπιμα την *Πρωτομαγιά*, ένα κείμενο με ξεκάθαρες απόψεις, το «Ευρωπαϊκό μανιφέστο για τους ψηφιακούς βιοτέχνες» μέσα από το σλόγκαν: «Χτίζοντας το Μέλλον» [5].

Μέσα από αυτό το αυθεντικό μανιφέστο υποστηρίζεται ότι τα άτομα τα οποία ασχολούνται με την ψηφιακή τέχνη και γενικά με τον ψηφιακό πολιτισμό είναι «Εργάτες-Τεχνίτες της Ψηφιακής Εποχής» οι οποίοι απολαμβάνουν «..την Προμηθεϊκή και καινοτόμο δύναμη της δουλειάς μας (μιλάνε σε πρώτο πληθυντικό τα αφήνουμε έτσι) και της φαντασίας μας που δίνουν σχήμα στον εικονικό κόσμο…» τις παραπάνω απόψεις τις υποστηρίζουν με την σύγχρονη τεχνολογία και σύγχρονες πρακτικές όπως «…γράφοντας κώδικα και «σπάζοντας» προγράμματα, σχεδιάζοντας δικτυακούς τόπους, εφαρμογές πολυμέσων, video-art, αναμειγνύοντας χρώματα, ιδέες, ήχους και κείμενα, «παντρεύοντας» άλλες τέχνες με την δική μας, χτίζουμε το μέλλον της κοινωνίας μέσα από τις προσπάθειες και την ευρηματικότητά μας…».

Στο μανιφέστο αυτό δεν αναφέρονται στη θέση (status) του «καλλιτέχνη» που αποκτήθηκε με πολλούς αγώνες μετά τον μεσαίωνα (βλέπε [21]) αλλά κρατάνε τη θέση του τεχνίτη, έχουν όμως απόλυτη επίγνωση της υπεροχής του ως δημιουργού στη νέα κατάσταση. Αναφέρουν: «Χωρίς την καινοτόμο παρουσία μας οι τεχνολογίες της πληροφορικής δεν θα ήσαν παρά αδρανή μέταλλα, πλαστικό και πυρίτιο. Τίποτα δεν θα συνέβαινε στον Κυβερνοχώρο χωρίς την δική μας δημιουργική δουλειά. Είμαστε οι ρυθμιστές της ιστορίας…». Παράλληλα προβάλλουν μια κοινωνική και κυρίως γεωγραφική τοποθέτηση: «…Θα συμβάλουμε στη διαδικασία της δημοκρατικής χειραφέτησης. Ως Εργάτες-Τεχνίτες της Ψηφιακής Εποχής, θα ενωθούμε για να προωθήσουμε την ανάπτυξη του οικονομικού μας ρόλου. Ως πολίτες θα παρεμβαίνουμε συμμετέχοντας στην δημοκρατική διαδικασία. Ως Ευρωπαίοι θα βοηθήσουμε στο άνοιγμα των κρατικών και εθνικιστικών συνόρων μέσα και έξω από την ήπειρό μας διατηρώντας όμως την Εθνική μας Ταυτότητα…». Τέλος, θίγουν τη νέα κατάσταση που είναι μια υβριδική θέση ανάμεσα στην εργασία και σε ένα ιδεολογικό όραμα «…. Εργαζόμαστε τόσο μέσα στο πλαίσιο της παλιάς οικονομίας, της προσφοράς και της ζήτησης, όσο και στη νέα οικονομία της ελεύθερης προσφοράς η οποία γεννιέται μέσα από το Δίκτυο […]. Είτε δουλεύουμε για χρήματα, είτε από ευχαρίστηση, είμαστε υπερήφανοι για την Τέχνη και τις ικανότητές μας. Αντλούμε ικανοποίηση όταν μπορούμε να συμβάλουμε στον πολιτισμό και τις τεχνολογίες. Είμαστε οι πρωτοπόροι του Μοντερνισμού…».

---

[2] MUD Object Oriented – διαδικτυακά πολυχρηστικά περιβάλλοντα βασισμένα σε κείμενο - βλέπε κεφάλαιο 5: *Οι διαδικτυακοί πολυχρηστικοί κόσμοι*.

Το «Ευρωπαϊκό μανιφέστο για τους ψηφιακούς βιοτέχνες» των Richard Barbrook και Pit Schultz υπάρχει εδώ. Χρησιμοποιούμε την μετάφραση που υπάρχει εδώ.

Οι θεωρίες και δράσεις των καλλιτεχνών και ανεξαρτήτων ομάδων στο Διαδίκτυο συνδυάστηκαν με τα κινήματα για το ελεύθερο λογισμικό, τόσο στον πυρήνα του ψηφιακού συστήματος, όπως το λειτουργικό σύστημα Linux, όσο και σε επίπεδο προγραμμάτων δημιουργικού κώδικα για καλλιτέχνες, όπως η γλώσσα Processing, το περιβάλλον vvvv και πολλά άλλα (βλέπε κεφάλαιο 10: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στον συνδυασμό ή στη διαχείριση της εικόνας και του ήχου*).

Όμως, τα αποτελέσματα είναι διαφορετικά από τις μεγάλες προσδοκίες της δεκαετίας του '90. Το Διαδίκτυο, ο νέος χώρος της κυριαρχίας του ανθρώπου εξερευνητή, ένας χώρος τεχνητός, ο οποίος είναι εξολοκλήρου δικό του δημιούργημα, ένας χώρος ο οποίος ενέπνευσε λογοτέχνες και αναλύθηκε από τους θεωρητικούς (βλέπε [9] και [14]), δεν παραμένει ένας χώρος για τους λίγους ή τους ήρωες. Γιατί πολλοί θεώρησαν τους εαυτούς τους ως εκλεκτούς, όπως οι προγραμματιστές και οι καλλιτέχνες των νέων μέσων στην εποχή της διαμόρφωσής του.

Τελικά, η πραγματικότητα είναι διαφορετική. Σταδιακά, αυτός ο νέος χώρος, η γη της επαγγελίας για κάποιους, διαμορφώνεται σε μια προέκταση της κοινωνίας, σαν ένα είδος καθρέφτη ο οποίος καθρεφτίζει όλες τις δραστηριότητες, δράσεις και αντιδράσεις της σημερινής κοινωνίας. Αποτελεί έναν από τους πιο δημοφιλείς χώρους ο οποίος κυρίως είναι οικονομικά προσιτός σε μια περίοδο οικονομικής κρίσης. Μέσα σε αυτόν τον χώρο, τελικά όλα συνυπάρχουν από τους καλλιτέχνες, οραματιστές και ευαίσθητους ανθρωπιστές, μέχρι το οργανωμένο έγκλημα, τις μεγάλες διεθνείς εταιρείες, την τρομοκρατία, έως και την πιτσαρία της γειτονιάς. Από την άλλη μεριά, όμως, μια νέα ψηφιακή λαϊκή τέχνη έχει αναπτυχθεί με πρωτοφανείς δυνατότητες προβολής εικόνων, ήχων και σκέψεων, η οποία παρουσιάζεται μέσα από τη δημιουργία ψηφιακών βιβλίων, λευκωμάτων, μέχρι και ψηφιακών σταθμών τηλεόρασης. Το μεγάλο αυτό και ιδιαίτερα ισχυρό κίνημα της νέας ψηφιακής λαϊκής τέχνης, αναπτύσσεται και παίζει έναν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της νέας κατάστασης στην Τέχνη, στο βαθμό, πάλι, που μπορεί να ξεφύγει από τις τάσεις της διαφήμισης και του μάρκετινγκ των μεγάλων εταιρειών, που και αυτές έχουν μετακομίσει στο νέο περιβάλλον και αφήνουν τα παλαιά μέσα μαζικής επικοινωνίας.

Οι ίδιοι οι δημιουργοί στο Διαδίκτυο θέτουν ερωτήματα αξιοποιώντας εννοιολογικά το ίδιο το μέσο και τη θέση την οποία θα μπορούσε να έχει ο καλλιτέχνης απέναντι στην Τέχνη και τους θεσμούς της.

Μία τέτοια περιπτωση είναι το project *NAG net.art generator* (http://net.art-generator.com/) το οποίο δημιούργησε η πρωτοπόρος καλλιτέχνιδα του Διαδικτύου Cornelia Sollfrank, για να λάβει μέρος το 1997 στον καλλιτεχνικο διαγωνισμό Hamburger Kunsthalle Net. Η καλλιτέχνης, σε συνεργασία με τον Ryan Johnston από το Banff Media Center στον Καναδά, δημιουργούν ένα λογισμικό το οποίο συλλέγει μια ή δύο επιλεγμένες εικόνες σαν φόντο και, στη συνέχεια, προσθέτει αυτόματα *επίπεδα* ή *στρώματα* (layers), τα οποία περιέχουν κείμενο και εικόνες. Το αποτέλεσμα ήταν μια νέα ιστοσελίδα η οποία πολλές φορές είχε έναν ενδιαφέροντα σχεδιασμό, αλλά κυρίως ένα ισχυρό εννοιολογικό μήνυμα, εξάλλου αυτός ήταν και ο στόχος. Το net.art generator είναι τελικά ένα πρόγραμμα υπολογιστή το οποίο συλλέγει και επανασυνθέτει υλικό από το Διαδίκτυο για να δημιουργήσει έναν νέο δικτυακό τόπο ή μια νέα εικόνα. Το πρόγραμμα απαιτεί από τον χρήστη να εισάγει έναν τίτλο, ο οποίος στη συνέχεια λειτουργεί ως λέξη-κλειδί αναζήτησης και τέλος εισάγει ένα ψεύτικο υποτιθέμενο όνομα δημιουργού. Από το 1999 έχουν δημιουργηθεί πέντε διαφορετικές εκδόσεις της γεννήτριας ιστοσελίδων - διαδικτυακών έργων, σε συνεργασία κάθε φορά με διαφορετικά άτομα, όπως ο Σλοβένος χάκερ Luka Frelih (nag_02), οι χάκερς Barbara Thoens και Ralf Prehn από το Αμβούργο (nag_03), ο προγραμματιστής Πάνος Γαλάνης από την εταιρεία iap στο Αμβούργο (nag_04) κ.ά.

Στους διαδικτυακούς τόπους http://rhizome.org/art/artbase/artwork/net-art-generator/ και http://net.art-generator.com/src/lin.html μπορεί ο αναγνώστης να πληροφορηθεί σχετικά με το έργο αυτό.

Το έργο τοποθετεί ένα πρόβλημα: η συγκεκριμένη δημιουργία είναι έργο τέχνης; Και ποιο είναι; Το αποτέλεσμα το οποίο προκαλεί ο θεατής ή το λογισμικό; Το ερώτημα για το τι μπορεί να θεωρηθεί Τέχνη έχει τεθεί πολλές φορές και πολλά έργα καλλιτεχνών διατυπώνουν ανάλογα ερωτήματα μέσα από μια καλλιτεχνική πράξη. Στην προκειμένη περίπτωση, υπάρχει μια *ιδέα* (concept), υπάρχει μια επεξεργασία σε βάθος αυτής της ιδέας (το λογισμικό το οποίο στην προκειμένη περίπτωση είναι το έργο), υπάρχει η συμμετοχή του κοινού (όπως γίνεται σε όλα τα συμμετοχικά ή διαδραστικά έργα), τέλος υπάρχει η αξιοποίηση έτοιμων ξένων στοιχείων (ένα είδος ψηφιακού ready made όπως έκανε ο Marcel Duchamp με την ουρήθρα των δημόσιων ουρητηρίων που εξέθεσε σε μια γκαλερί). Παραμένει το ερώτημα, πόση σημασία έχει ότι το όνομα του καλλιτέχνη είναι πλαστό και ότι οι δημιουργοί δεν είναι επαγγελματίες καλλιτέχνες. Απάντηση δίνεται από το πρώτο έργο redy made του Marcel Duchamp το οποίο ήδη αναφέραμε:

Το *Fountain*, είναι ένας δημόσιος ουρητήρας υπογεγραμένος με το ψευδώνυμο R. Mutt. Πρόκειται για ένα έργο το οποίο σόκαρε το κοινό το 1917, ενώ το 2004 επιλέχθηκε ως το έργο με τη μεγαλύτερη επίδραση στον 20ο αιώνα, από 500 διακεκριμένους καλλιτέχνες και ιστορικούς Τέχνης (βλέπε διαδικτυακό άρθρο του BBC (1/12/2004) με τίτλο: *Duchamp's urinal tops art survey*).

Ένα άλλο φαινόμενο το οποίο πρέπει να συμπεριληφθεί στις συνθήκες που διαμορφώνουν το περιβάλλον μέσα στο οποίο καλλιεργείται το επόμενο στάδιο, είναι η μεταφορά των δράσεων από τις ανεξάρτητες ομάδες καλλιτεχνών και ακτιβιστών και από τις επαναστατικές κινήσεις για αυτονομία και καλλιτεχνική δημιουργία προς τα οργανωμένα σεμινάρια και workshop μεγάλων ιδρυμάτων, πολλές φορές επί πληρωμή, ή χορηγούμενα από διεθνείς εταιρείες, ακόμα και από μεγάλες καλλιτεχνικές εκδηλώσεις (π.χ. TED, Ars Electronica). Άραγε, τελειώνει η περίοδος των περιπετειών των πρωτοπόρων εφευρετών, οι οποίοι δουλεύουν μέσα στο γκαράζ του σπιτιού τους, όπως η περίπτωση των Steven Wozniak και Steven Jobs οι οποίοι «έστησαν» την εταιρεία Apple, ή της ανακάλυψης του modem από τον ερασιτέχνη Hayes; Ομοίως, τελειώνει η δράση των καλλιτεχνικών αυτόνομων κινημάτων;

Δείτε περισσότερα σχετικά με το modem εδώ και σχετικά με την Apple εδώ.

Μήπως και αυτό το νέο περιβάλλον ακολουθεί την κατεύθυνση της μουσικής, όπου πλέον οι αυριανοί ερμηνευτές ανακαλύπτονται μέσα από τα talent shows και από τα «likes» στην ιστοσελίδα με το τραγούδι τους; Σίγουρα, όλες οι παραπάνω δραστηριότητες χαρακτηρίζουν μια θετική αντιμετώπιση της σημερινής κρίσης και συνοψίζονται σε ενδιαφέρουσες διαδικασίες για μια εξέλιξη βάσει των χαρακτηριστικών και κανόνων που βάζει ο δυτικός πολιτισμός, η διεθνής αγορά και επιτρέπει η σύγχρονη τεχνολογία. Σίγουρα, υπεισέρχονται νέα ήθη και έθιμα, αλλάζει η δομή της εκπαίδευσης και η σύνδεσή της με την αγορά ακόμα και στον καλλιτεχνικό χώρο, ο οποίος πολλές φορές συνδυάζεται με τον χώρο της διασκέδασης (κινηματογράφος, παιχνίδια υπολογιστή, μουσική κ.ά.). Μετά τους εκατομμυριούχους πρώην φοιτητές Steve Jobs (Apple), Bill Gates (Microsoft), Mark Zuckerberg (Facebook) και άλλους, ποιο θα είναι το επόμενο βήμα; Σε σχέση με τις τέχνες, το *Βραβείο Τέρνερ* (The Turner Prize), το οποίο χαρακτηρίζει παγκοσμίως τις τάσεις των εικαστικών τεχνών, τη χρονιά κατά την οποία γράφεται το παρόν βιβλίο (2015), δίνεται για πρώτη φορά σε μη καλλιτέχνες και συγκεκριμένα σε μια κολεκτίβα, τους Assemble, οι οποίοι εργάζονται στα πεδία της Τέχνης, της αρχιτεκτονικής και του σχεδιασμού για τη δημιουργία έργων σε συνδυασμό με τις κοινότητες που ακολουθούν μεθόδους *Κάντο μόνος σου* (Do-It-Yourself - DIY) (βλέπε ανακοίνωση στο site της Tate καθώς και το σχετικό άρθρο του Guardian). Μετά από αυτό, ποιο θα είναι το επόμενο βήμα της Τέχνης;

Τι ρόλο θα παίξουν οι *ανεξάρτητες εταιρείες παραγωγής* (indies) και προώθησης πολλών καλλιτεχνικών έργων (βίντεο, ταινιών, παιχνιδιών υπολογιστών) οι οποίες αποκτούν μια σημαντική θέση στον χώρο της παραγωγής;

Ένα είναι σίγουρο, ότι μέχρι τώρα έχουν τοποθετηθεί οι συνθήκες αλλα δεν έχει ακόμα ολοκληρωθεί μια συγκεκριμένη πρόταση. Ή δεν έχει βγει μια καλλιτεχνική πρόταση που θα ανατρέψει τις υπάρχουσες δομές οι οποίες, όπως φαίνεται, συλλέγουν στοιχεία τόσο από τα κλασσικές, όσο και από τις άκρως πρωτοπόρες καλλιτεχνικές προτάσεις. Αναπτύσσουν, ουσιαστικά, ένα είδος δειγματοληψίας, αφαιρώντας μια κοινωνική διάσταση του έργου. Είναι ένα είδος Γαλλικού Salon του 19ου αιώνα, όπου όλοι πασχίζουν να εκθέσουν. Το μέλλον θα δείξει τελικά σε ποιον χώρο θα αναπτυχθούν οι νέες προτάσεις.

Προς το παρόν, έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον αφενός μεν η παρακολούθηση της εξέλιξης του περιβάλλοντος και των δραστηριοτήτων που αναπτύσσονται μέσα σε αυτό, και αφετέρου η συλλογή και αρχειοθέτηση στοιχείων σε συνδυασμό με την ανάπτυξη μικρών ή μεγάλων δράσεων, ανάλογα με το αντικείμενο ενδιαφέροντος του καθενός. Πρόκειται για ένα είδος προετοιμασίας για κάτι που δεν είναι ακόμα απόλυτα σαφές, αλλά υποπτευόμαστε ότι θα είναι πιο ενδιαφέρον και δημιουργικό από αυτό που καταγράφεται σήμερα, την εποχή της κρίσης.

4.1.1 Το Διαδίκτυο και το πρόβλημα της ταυτότητας

Ένα χαρακτηριστικό του σύγχρονου πολιτισμού είναι η δυνατότατα ένταξης στη δομή του, πολλών και διαφορετικών τάσεων, καθώς και δομών πολιτισμών παλαιοτέρων εποχών. Αυτό συμβαίνει στην Τέχνη ιδιαίτερα έντονα.

Είναι σημαντικό για έναν νέο καλλιτέχνη ο οποίος διερευνά την περιοχή στην οποία θα τοποθετήσει τις δυνάμεις του, τόσο σε σχέση με την θεωρητική έρευνα, όσο και σε σχέση με την καλλιτεχνική δημιουργία, να έχει μια ξεκάθαρη αντίληψη της περιοχή αυτής. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στον χώρο της ψηφιακής δημιουργίας, η οποία πολλές φορές συνδυάζει και περιπλέκει πολλές και διαφορετικές κατευθύνσεις.

Υπάρχει μεγάλη σύγχυση σήμερα σε σχέση με τους στόχους ενός έργου και τους τρόπους που εντάσσεται στις δομές μέσα στις οποίες λειτουργεί, ή με το πώς μια νέα ισχυρή καλλιτεχνική πρόταση διαμορφώνει αλλά και διαμορφώνεται στο κοινωνικό περιβάλλον.

Ο Popper, για να μελετήσει καλύτερα τις συγκεκριμένες δράσεις, ξεχωρίζει το αντικείμενο τέχνης από την Τέχνη, το οποίο χαρακτηρίζει την σχέση του με την κοινωνία. Για το θέμα αυτό παρουσιάζει ένα παράδειγμα που έχει σχέση με μια σημαντική καλλιτεχνική δράση, την *εννοιολογική τέχνη* (conceptual art) και τον ιδρυτή της Kosuth, αναφέρει: « Ένας καλλιτεχνης όπως ο Kosuth υπερέβει τις καθορισμένες καλλιτεχνικές κατηγορίες, προκειμένου να ταιριάξει την ιδέα της Τέχνης με την δημιουργική διαδικασία, απομονώνοντας από αυτήν την πράξη όλα τα ενδιάμεσα, τον θεωρητικό, τον κριτικό και τον έμπορο τέχνης. Αυτή η πρόθεση φαίνεται καθαρά σε μια σημαντική έρευνα που έκανε με τίτλο *Art after philosophy*. Πρέπει, ωστόσο, να προσθέσουμε ότι, στη συνέχεια, οι δραστηριότητες του Kosuth και των εννοιολογικών καλλιτεχνών, επί το πλείστον κατευθύνθηκαν προς τον ατομικισμό, και μερικές φορές ακόμη προς τον ναρκισσισμό, καταστρέφοντας με αυτόν τον τρόπο την καλλιτεχνική και κοινωνική ανανέωση που είχαν επιτελέσει μέσω των προηγούμενων έργων τους.» […] [12] [15] .

Η τάση του Kosuth χαρακτηρίζει πολλά από τα κινήματα τα οποία γρήγορα φτάνουν σε αδιέξοδο ερευνητικά, αλλά ήδη έχουν δημιουργηθεί οι συνθήκες για μια εύκολη είσοδο στον κύριο κορμό της «επιτυχημένης» θεσμικά τέχνης. Αυτή η τάση (ή σχέση) ισχύει έντονα στον χώρο της ψηφιακής τέχνης, κυρίως στο Διαδίκτυο.

Στα πρώτα του βήματα το Διαδίκτυο ήταν ο «άλλος» χώρος μέσω του οποίου μπορούσε να προβάλλει το έργο του ο καλλιτέχνης, ένας χώρος ελεύθερος από οποιαδήποτε σύμβαση, ο οποίος ανήκε εξολοκλήρου στον δημιουργό. Ένας χώρος, τον οποίο παρακολουθούσαν με αμηχανία τα μουσεία και οι γκαλερί. Σταδιακά, και από τις δύο πλευρές, δημιουργήθηκε μια γέφυρα. Είναι γεγονός ότι οι κύριοι χώροι οι οποίοι αφορούν την Τέχνη έκαναν σημαντικές προσπάθειες για την ανάπτυξη μιας δημιουργικής σχέσης. Ένας από τους πρώτους συνδυασμούς του χώρου του Διαδικτύου με το Μουσείο έγινε το 1997 στο Walker Art Center, στο οποίο, με πρωτοβουλία του Steve Dietz, ιδρύθηκε η *Gallery 9*, η Γκαλερί του φανταστικού 9^{ου} ορόφου, που δεν ήταν τίποτα άλλο από το Διαδίκτυο.

Μεταξύ του 1997 και του 2003, υπό τη διεύθυνση του Steve Dietz, η Γκαλερί 9 στον διαδικτυακό τόπο του Κέντρου Τέχνης *Walker* παρουσίασε το ψηφιακό έργο περισσότερων από 100 καλλιτεχνών και έγινε ένας από τους πιο αναγνωρισμένους χώρους για έργα στο Διαδίκτυο. Μετά, απολύθηκε ο εμπνευστής της και η Γκαλερί 9 υπάρχει μόνο σαν αρχείο.

Εδώ είναι ο ιστότοπος της Gallery 9, ενώ εδώ, υπάρχει η Gallery 9 ως αρχείο.

Σήμερα**,** σχεδόν όλα τα μουσεία σύγχρονης τέχνης παρουσιάζουν έργα τα οποία εκτίθενται στο Διαδίκτυο, αλλά αυτό δεν εντάσσεται στις τάσεις των χώρων της Τέχνης για μια ενσωμάτωση της ψηφιακής τέχνης, αλλά σαν ένα γενικό φαινόμενο του ψηφιακού πολιτισμού ο οποίος δημιουργεί ένα νέο περιβάλλον.

4.2 Οι ομάδες που δρουν στο Διαδίκτυο. Συνοπτική ιστορική αναδρομή

Το Διαδίκτυο, λοιπόν, αποτελεί έναν μεταχώρο, έναν χώρο ο οποίος δεν υπήρχε πριν, έναν καινούργιο χώρο ο οποίος, όπως όλοι οι καινούργιοι ανακαλυφθέντες χώροι, προκαλούν διαφορετικά φαινόμενα, όπως ενθουσιασμό στους πρώτους άποικους, σκέψεις για μια νέα ουτοπία, σκέψεις για την ελευθερία, για μια καινούργια αρχή, ανάπτυξη νέων ιδεολογικών προτάσεων, ενδυνάμωση του στάτους του πρωτοπόρου καλλιτέχνη-εξερευνητή, προσπάθειες κατοχύρωσης, ή αντίθετα δράσεις ακτιβισμού. Οι πρώτοι

κατοικήσαντες αυτού του χώρου ήταν οι ερευνητές, η πανεπιστημιακή παροικία, οι καλλιτέχνες, οι ερασιτέχνες και οι ακτιβιστές.

Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται, αρχικά, μέσα από τη δημιουργία εικονικών κοινοτήτων, τις οποίες διέκρινε ο Howard Rheingold το 1993 [16] ενώ, την ίδια χρονιά, στο περιοδικό *The Nation*, δημοσιεύτηκε ένα ερευνητικό άρθρο στο οποίο παρουσιάζονταν οι διαδικτυακές ακτιβιστικές δράσεις ανά τον κόσμο. Ο Howard Rheingold περιέγραψε τις εικονικές κοινότητες ως κοινωνικές ομαδοποιήσεις, οι οποίες αναδύονται μέσα από το Διαδίκτυο, καθώς ανοίγουν δημόσιες συζητήσεις, ικανές να δημιουργήσουν δίκτυα ανθρώπων γύρω από μια ιδέα, ένα όραμα ή μια δράση. Σε αυτό το πλαίσιο, αναπτύσσεται ο διαδικτυακός ακτιβισμός, γνωστός με τους όρους *Internet activism, online activism, digital campaigning, digital activism, online organizing, electronic advocacy, cyberactivism, e-campaigning,* και *e-activism.*

Η χρήση του Διαδικτύου ως εργαλείο για την κοινωνική, πολιτική και πολιτιστική αλλαγή γίνεται φανερή από διαδικτυακές δράσεις μεγάλης κλίμακας - ορόσημα στον χώρο του διαδικτυακού ακτιβισμού, όπως η χρήση του Διαδικτύου από τον ραδιοφωνικό σταθμό του Βελιγραδίου B92 ενάντια στη λογοκρισία του καθεστώτος του Μιλόσεβιτς, η συνεισφορά του διαδικτυακού τόπου *McSpotlight* στη δίκη *McLibel* ή το φαινόμενο της γένεσης των εναλλακτικών μέσων *Indymedia* [13]. Οι ακτιβιστικές δράσεις ομάδων, οι οποίες δημιουργούνται και δραστηριοποιούνται στο Διαδίκτυο, αποκτούν ολοένα και μεγαλύτερη απήχηση. Το 2012 η ομάδα *Invisible Children* παρήγαγε και δημοσίευσε στο Διαδίκτυο την ταινία μικρού μήκους *Kony 2012*, η οποία έγινε πολύ γρήγορα ευρύτατα γνωστή (*viral*) με 99 εκατομμύρια θεάσεις. Η ταινία είχε στόχο να προωθήσει το φιλανθρωπικό κίνημα *Stop Kony* και να ασκήσει πίεση στην κυβέρνηση των ΗΠΑ, για να δράσει εναντίον του αφρικανού στρατιωτικού και παραθρησκευτικού Joseph Kony, εγκληματία πολέμου, ώστε να συλληφθεί στο τέλος της καμπάνιας.

Με την ευρεία χρήση του Διαδικτύου διαμορφώνεται, λοιπόν, μια νέα κουλτούρα, την οποία ο Henry Jenkins θα ονομάσει το 2003 *συμμετοχική κουλτούρα* (participatory culture) [11]. Η συμμετοχική κουλτούρα διακρίνεται από την τάση των ομάδων, οι οποίες αξιοποιούν και αναδύονται μέσα από το Διαδίκτυο, να καταργούν τα όρια ανάμεσα στην καλλιτεχνική έκφραση και την ενασχόληση με τα κοινά, ενώ, παράλληλα, υποστηρίζουν τη διαμοιρασμένη, συνεργατική και συμμετοχική δημιουργία. Στη δημιουργία αυτή, η συνεισφορά όλων των μελών της ομάδας αποκτά ιδιαίτερη σημασία, ίση με εκείνη του ατόμου που ξεκίνησε τη συγκεκριμένη δράση ή έθεσε τη θεματική της. Επίσης, με τη συνεργατική και συμμετοχική δημιουργία επικυρώνεται ένας κοινωνικός δεσμός ανάμεσα στα μέλη της ομάδας [13].

Επιπλέον, η διαδικτυακή τέχνη, εξ' ορισμού, καθώς αναπτύσσεται σε έναν νέο, παγκόσμιο, χώρο ανταλλαγής πληροφοριών και επικοινωνίας, έχει, από τα πρώτα χρόνια της εμφάνισή της, στα μέσα της δεκαετίας του 1990, χαρακτήρα ευρύτερα κοινωνικό.

Ο όρος *διαδικτυακή τέχνη* (net art) χρησιμοποιείται αρχικά για να περιγράψει το σύνολο των καλλιτεχνικών δράσεων και της καλλιτεχνικής δραστηριότητας στον χώρο του Διαδικτύου, ενώ οι *διαδικτυακοί καλλιτέχνες* (net artists) επιζητούν σε μεγάλο βαθμό τη δημιουργία δράσεων μεγάλης κλίμακας και δημιουργούν ομάδες διαδικτυακού ακτιβισμού [8].

Ένα μεγάλο μέρος των διαδικτυακών έργων αφορούν κοινωνικά ζητήματα και ανήκουν στον χώρο του διαδικτυακού ακτιβισμού, των διαδικτυακών δράσεων, ενώ άλλα ανοίγουν έναν νέο διάλογο μεταξύ της Τέχνης και της δημοσιογραφίας. Ο όρος δικτυακός ακτιβισμός χρησιμοποιείται για να περιγράψει την χρήση των νέων ψηφιακών τεχνολογιών επικοινωνίας του Διαδικτύου για την ανάπτυξη ακτιβιστικών διαδικτυακών δράσεων. Οι διαδικτυακές αυτές δράσεις μπορεί να έχουν την μορφή μιας εικονικής κοινότητας με κοινούς ακτιβιστικούς στόχους, ή να αποτελούν μεμονωμένες δράσεις ενός ακτιβιστή καλλιτέχνη, ενώ μπορεί επίσης η δράση να αρχικοποιείται από ένα άτομο αλλά να έχει συμμετοχικό χαρακτήρα, όπως θα δούμε και στη συνέχεια.

Δεδομένου ότι το Διαδίκτυο επιτρέπει την αυτόνομη ανάπτυξη των ομάδων αυτών, έξω από το πλαίσιο καθιερωμένων θεσμών, οι ομάδες διαδικτυακών καλλιτεχνών λειτουργούν αφ' ενός στο περιθώριο των καθιερωμένων δομών προώθησης και διακίνησης της Τέχνης (όπως τα μουσεία, οι γκαλερί κ.ο.κ.), αφ' ετέρου στο κέντρο της ελεύθερης διακίνησης των ιδεών και του παγκόσμιου γίγνεσθαι, το οποίο μετακινείται αποφασιστικά και καθοριστικά στον χώρο του Διαδικτύου, όπου το κοινό έχει άμεση πρόσβαση και μπορεί να ανταποκριθεί εξίσου ελεύθερα και μαζικά.

Νέες μορφές συμμετοχικής τέχνης αναπτύσσονται στους εναλλακτικούς αυτούς χώρους, ενώ ο διάλογος, η επικοινωνία και ο αυθορμητισμός αποκτούν νέα θέση στις καλλιτεχνικές ομάδες, οι οποίες αξιοποιούν το Διαδίκτυο για τις καλλιτεχνικές τους δράσεις, προσελκύοντας ολοένα και αυξανόμενο κοινό, το οποίο παύει πια να αποτελεί παθητικό δέκτη αλλά αποκτά δυναμική συμμετοχή στις νέου τύπου καλλιτεχνικές δράσεις [1]. Όπως διακηρύσσουν οι πρωτοπόροι της διαδικτυακής τέχνης Natalie Bookchin και

Alexei Shulgin το 1999, βασικό και αναπόσπαστο χαρακτηριστικό της διαδικτυακής τέχνης είναι η διαμόρφωση καλλιτεχνικών δια-πολιτισμικών ομάδων και κοινοτήτων, καθώς το Διαδίκτυο, μετά την net.art, μπορεί να είναι είτε ένα «εμπορικό κέντρο, πορνογραφικό μαγαζί ή μουσείο», είτε «μια χρήσιμη πηγή, εργαλείο, τόπος και σημείο συνάντησης» για τους καλλιτέχνες οι οποίοι κατανοούν την ανάγκη της μαζικής ελεύθερης επικοινωνίας (βλέπε, http://www.easylife.org/netart/).

Την προ-κοινωνικών δικτύων εποχή, πλατφόρμες οι οποίες στηρίζονται σε *λίστες ηλεκτρονικής αλληλογραφίας* (mailing lists), με στόχο την δικτύωση της Τέχνης και της πολιτικής, όπως η *Nettime* (1995) (http://www.nettime.org/), το *δίκτυο Rhizome* (1996) (http://rhizome.org/), ή η πλατφόρμα για τη διαδραστική τέχνη και την εκπαίδευση στην τέχνη των μέσων *netzspannung* (2001) (http://netzspannung.org/), αναδεικνύουν ακριβώς αυτήν την διάσταση του Διαδικτύου την οποία αγκαλιάζουν οι net artists.

Οι mailing lists είναι οι προάγγελοι των social media. Αποτελούν τις πρωτοπόρες διαδικασίες δικτύωσης, σημαντικών συζητήσεων, διακίνησης νέων εκτός των μαζικών μέσων επικοινωνίας και ενεργοποίησης ομαδικών δράσεων. Ακόμα και σήμερα, μερικές mailing lists όπως η http://www.nettime.org συνεχίζουν να έχουν μια δυναμική παρουσία.

Νέοι, πρωτοποριακοί εναλλακτικοί τόποι, οι οποίοι εμφανίζονται στο Διαδίκτυο και επιχειρούν να ανατρέψουν το θεσμικό καθεστώς στον χώρο της προώθησης και διακίνησης της Τέχνης, λειτουργώντας ως πλατφόρμες ανάπτυξης της ψηφιακής τέχνης και δημιουργώντας νέα δίκτυα, είναι η πλατφόρμα *Sarai* (http://sarai.net/), η *TankTV* (http://tank.tv/), η *art Teleportacia* (http://art.teleportacia.org/), το διαδικτυακό εναλλακτικό μουσείο *Web Net Museu*m (http://webnetmuseum.org/), ο διαδικτυακός τόπος *Leonardo Gallery* (http://www.leonardo.info/) κ.ά.

Όπως επισημαίνουν οι Annmarie Chandler και Norie Neumark στο βιβλίο *At a Distance. Precursors to Art and Activism on the Internet* [7], παρ' όλο που τα πρότζεκτ ως περιεχόμενο διαφέρουν, η εννοιολογική αμφισβήτηση του αντικειμένου της τέχνης, σε συνδυασμό με την πολιτική υποτίμηση των κυρίαρχων θεσμικά κατοχυρωμένων καλλιτεχνικών πρακτικών, αποτελεί κοινό παρονομαστή σε όλο το φάσμα των ρευμάτων καλλιτεχνικού ακτιβισμού με τη χρήση, αρχικά, των τηλεπικοινωνιών και έπειτα του Διαδικτύου.

Όπως εξηγεί το 1997 ο Joachim Blank, πρωτοπόρος καλλιτέχνης ο οποίος ασχολήθηκε με τα ψηφιακά μέσα, η net art σε μεγάλο βαθμό στηρίζεται στη συλλογική δημιουργικότητα και, ενώ μπορεί ένα διαδικτυακό πρότζεκτ να έχει μια αφετηρία, ένα σημείο εκκίνησης, έναν αρχικό «δημιουργό » (author), εξελίσσεται σε μια μη-αποτιμήσημη εκ των προτέρων δράση με τη συμμετοχή και συνεργασία πολλών άλλων (βλέπε [6], http://www.ljudmila.org/nettime/zkp4/41.htm).

Στα συλλογικά της έργα, η διαδικτυακή ομάδα *Jodi*, πειραματίζεται με την αισθητική της κουλτούρας του hacking, ενώ η συλλογικότητα *0100101110101101.org* επεκτείνει την ιδέα του καλλιτεχνικού χακτιβισμού «art hacktivism» παρενοχλώντας και παρεμβαίνοντας σε καλλιτεχνικά φεστιβάλ, όπως η Μπιενάλε της Βενετίας.

Οι καλλιτέχνες δραστηριοποιούνται χρησιμοποιώντας, κατά κύριο λόγο, το Διαδίκτυο ως πλατφόρμα πρόκλησης συλλογικών ή συμμετοχικών δράσεων μεγάλης κλίμακας. Ο Heath Bunting το 1994 με την συμμετοχική δράση *King's Cross Phone In* προσκάλεσε, μέσω της ιστοσελίδας του πρότζεκτ, τους θεατές να προκαλέσουν οι ίδιοι το έργο-δράση, καλώντας μια σειρά από τηλεφωνικά νούμερα τα οποία αντιστοιχούσαν σε δημόσιους τηλεφωνικούς θαλάμους της οδού King's Cross (http://www.irational.org/cybercafe/xrel.html).

Διαδικτυακές καμπάνιες, όπως η *Mejor Vida Corp Minerva Cuevas* (http://www.irational.org/mvc/english.html) και πρωτοβουλίες, όπως η *Free Software Foundation (FSF)* (http://www.fsf.org/), η οποία έχει ως αποστολή να προωθήσει την ελεύθερη χρήση των υπολογιστών και να υπερασπιστεί τα δικαιώματα όλων των χρηστών ελεύθερων λογισμικών, διαμορφώνουν τον χώρο του διαδικτυακού ακτιβισμού. Τέλος, πρωτοποριακές πρωτοβουλίες όπως η *etoy.CORPORATION*, προτείνουν την παραγωγή Τέχνης πέρα από τις παραδοσιακές φόρμες (http://www.etoy.com/) [10].

4.3 Το ελεύθερο και ανοικτό λογισμικό

4.3.1 Το κίνημα του ελεύθερου λογισμικού

Το *λογισμικό* (software), στις πρώτες φάσεις της ανάπτυξής του (δεκαετίες '50 και '60), ήταν απόλυτα συνδεδεμένο με το *υλισμικό* (hardware) στο οποίο λειτουργούσε, και η διανομή τους ήταν ενιαία. Η ανάπτυξη και η συντήρησή του ήταν σε μεγάλο βαθμό μια ζωντανή, συνεργατική διαδικασία, η οποία λάμβανε χώρα ανάμεσα σε ερευνητές, ακαδημαϊκούς και προγραμματιστές, οι οποίοι αντάλλασσαν απόψεις, μοιράζονταν

τμήματα κώδικα και, γενικά, συνεργάζονταν για την επίλυση προβλημάτων και την εξέληξη της δομής. Πολλά λογισμικά, κυρίως λειτουργικά συστήματα, διανέμονταν ελεύθερα στους χρήστες τους οι οποίοι τα δοκίμαζαν και εντόπιζαν λάθη. Ο *πηγαίος κώδικας* (source code) του λογισμικού, δηλαδή η περιγραφή της εσωτερικής δομής του, ήταν προσβάσιμος κατά περίπτωση, χωρίς να υπάρχει σαφές νομικό ή ιδεολογικό πλαίσιο που να το επιβάλλει ή να το απαγορεύει.

Στις αρχές της δεκαετίας του ’70, το λογισμικό άρχισε να ανεξαρτητοποιείται από το υλισμικό και να αναπτύσσεται σταδιακά μια βιομηχανία παραγωγής και διανομής λογισμικού η οποία επιβάλλει περιορισμούς χρήσης (π.χ. κλείδωμα του πηγαίου κώδικα), ώστε να μην είναι δυνατή η μελέτη και τροποποίηση της δομής του από τους χρήστες).

Για παράδειγμα, οι πρώιμες εκδόσεις του λειτουργικού συστήματος Unix της AT&T, ενός από τα σημαντικότερα λειτουργικά συστήματα πάνω στο οποίο βασίστηκαν το Mac OS και το Linux, στις αρχές της δεκαετίας του ’70, διανέμονταν δωρεάν στην κυβέρνηση και στην ακαδημαϊκή κοινότητα, αλλά με περιορισμούς σε σχέση με την αναδιανομή του. Το 1979, η AT&T άρχισε την εμπορευματοποίηση του Unix με συγκεκριμένες άδειες χρήσης του.

Όταν οι νόμοι περί *πνευματικής ιδιοκτησίας* (copyright) επεκτάθηκαν και στο λογισμικό (επίσημα το 1980), προκλήθηκε κάποια αντίδραση από ένα μέρος της κοινότητας των χρηστών. Η αντίδραση αυτή εκφράστηκε, κυρίως, μέσα από το κίνημα του ελεύθερου λογισμικού.

Το κίνημα του ελεύθερου λογισμικού ξεκίνησε επίσημα από τον προγραμματιστή – ακτιβιστή Richard Stallman, ο οποίος δημιούργησε το ιδεολογικό του πλαίσιο, προσδιορίζοντας το λογισμικό ως κοινωνικό αγαθό και συνδέοντάς το με τις ελευθερίες του ατόμου (πολιτικές και κοινωνικές). Επίσης, προέβη σε μια σειρά καθοριστικών ενεργειών:

- 1983: Έναρξη του *GNU Project* που είχε στόχο τη δημιουργία ενός λειτουργικού συστήματος, με τα χαρακτηριστικά του υπάρχοντος Unix, το οποίο θα αποτελείται μόνο από ελεύθερο λογισμικό.
- 1985: Δημοσίευση του μανιφέστου του GNU project στο *Dr. Dobb's Journal of Software Tools*, όπου εξηγούνται οι στόχοι του Project. Ίδρυση του Ιδρύματος Ελεύθερου Λογισμικού (Free Software Foundation).
- 1986: Πρώτη δημοσίευση του μανιφέστου του ελεύθερου λογισμικού στο *GNU's Bulletin*, με πλήρη, τεκμηριωμένο ορισμό του. Ο Stallman υιοθετεί και τον όρο *copyleft* (ως λογοπαίγνιο του copyright, που από το 1980 είχε επεκταθεί και για τη χρήση του λογισμικού).
- 1989: Δημοσίευση της πρώτης έκδοσης της *Γενικής Άδειας Δημόσιας Χρήσης GNU* (GNU GPL), με βάση το ιδεολογικό πλαίσιο του κινήματος του ελεύθερου λογισμικού.

Με βάση τον ορισμό του Stallman, ένα λογισμικό θεωρείται ελεύθερο, όταν οι χρήστες του έχουν όλες τις παρακάτω ελευθερίες (βλέπε http://www.gnu.org/):

- Ελευθερία 0: Ελευθερία να εκτελείται ένα πρόγραμμα για οποιονδήποτε σκοπό,
- Ελευθερία 1: Ελευθερία μελέτης των μηχανισμών του λογισμικού και της προσαρμογής στις ανάγκες του χρήστη,
- Ελευθερία 2: Ελευθερία αναδιανομής αντιγράφων με στόχο την κοινωνική αλληλεγγύη,
- Ελευθερία 3: Ελευθερία βελτίωσης του λογισμικού και δημοσίευσης των βελτιώσεων στο ευρύ κοινό, ώστε να επωφελείται όλη η κοινότητα.

Για τη διασφάλιση των ελευθεριών 1 και 3 είναι απαραίτητη η πρόσβαση κάθε χρήστη στον πηγαίο κώδικα του λογισμικού.

Η μεγάλη τομή την οποία επέφερε το κίνημα του ελεύθερου λογισμικού δεν ήταν η έννοια της διακίνησης και του διαμοιρασμού του λογισμικού, τα οποία συνέβαιναν και πρωθύστερα, αλλά η πλήρης απελευθέρωσή τους, για λόγους όχι τόσο πρακτικούς, όπως στο παρελθόν (π.χ. επίλυση προβλημάτων), αλλά ιδεολογικούς. Για πρώτη φορά, η έννοια του λογισμικού συνδέεται επίσημα με τις αξίες της κοινωνικής αλληλεγγύης, της εμπιστοσύνης, της συνεργασίας, της διαφάνειας, της αυτοοργάνωσης και της ελεύθερης διακίνησης της γνώσης.

4.3.2 Το λογισμικό *ανοικτού κώδικα* (open source)

Ο όρος *λογισμικό ανοικτού κώδικα* (open source software) λανθασμένα ταυτίζεται με τον όρο *ελεύθερο λογισμικό* (free software). Ο όρος ελεύθερο λογισμικό αναφέρεται στην – χωρίς περιορισμούς – χρήση του λογισμικού, ενώ το λογισμικό ανοικτού κώδικα αφορά την πρόσβαση, από τον χρήστη, στη δομή του ενός λογισμικού, είτε αυτό είναι ελεύθερο είτε όχι.

Ο όρος λογισμικό ανοικτού κώδικα χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά το 1998 από ένα μέρος της κοινότητας ελεύθερου λογισμικού. Το μέρος αυτό διαχώρισε τη θέση του από τις ιδεολογικές αξίες, τις οποίες όριζε το κίνημα του ελεύθερου λογισμικού και εστίασε σε πρακτικά θέματα που αφορούν την καλύτερη ανάπτυξη του λογισμικού αυτού καθαυτού.

Το λογισμικό ανοικτού κώδικα αφορά την ανοικτή διάθεση του πηγαίου κώδικα του λογισμικού, ως μεθοδολογία η οποία οδηγεί σε ισχυρότερο και πιο αξιόπιστο λογισμικό, είτε πρόκειται για ελεύθερα διακινούμενο είτε για εμπορεύσιμο λογισμικό.

Δηλαδή, ο όρος λογισμικό ανοικτού κώδικα περιλαμβάνει τόσο το ελεύθερο λογισμικό (το οποίο επιβάλλεται να διανέμει ανοικτά τον πηγαίο κώδικά του) όσο και ιδιοκτησιακό λογισμικό, το οποίο επιτρέπει πρόσβαση στον πηγαίο του κώδικα αλλά επιβάλλει περιορισμούς στην τροποποίηση και διανομή του (π.χ. διάθεση του λογισμικού στη διεθνή κοινότητα για έλεγχο λαθών – το λεγόμενο beta testing – αλλά όχι για οποιουδήποτε είδους εμπορική αξιοποίηση).

Σε κάθε περίπτωση, η διάθεση του πηγαίου κώδικα ενός λογισμικού προκαλεί αλυσιδωτές αντιδράσεις. Οι ενδιαφερόμενοι μελετούν τη δομή του και προτείνουν αναβαθμίσεις ή παραλλαγές οι οποίες παρακάμπτουν τους περιορισμούς της αγοράς, εντοπίζουν σφάλματα στη λειτουργία του και συγκρίνουν με αντίστοιχα λογισμικά (ελεύθερα ή εμπορικά). Οι χρήστες, δηλαδή του λογισμικού λειτουργούν και ως συγγραφείς του.

Εξαιτίας αυτής της διανομής του πηγαίου κώδικα, αναπτύσσονται ρεύματα συνεύρεσης διαφορετικών ομάδων και χώρων: Τα ερευνητικά κέντρα διαπιστώνουν το κέρδος από την κατάσταση που διαμορφώνουν τα λογισμικά ανοικτού κώδικα, αφού πολλά ταλαντούχα νέα άτομα, πολλές φορές ερασιτέχνες, ανακαλύπτουν νέα δεδομένα που βοηθάνε στην έρευνα τους. Τα πανεπιστήμια προωθούν μικρές ερευνητικές ομάδες οι ομάδες παράγουν εργαλεία και στοιχεία ανοιχτού κώδικα (π.χ. η γλώσσα *Processing* που αναπτύχθηκε από πρώην μέλη του MIT Aesthetics and Computation Group), ενώ ακτιβιστές του Διαδικτύου παράγουν νέες εφαρμογές. Δηλαδή, η έρευνα γύρω από το λογισμικό, είτε αυτή που έχει επίκεντρο το λογισμικό, είτε αυτή που αξιοποιεί το λογισμικό, συμπεριλαμβανομένης και της καλλιτεχνικής δημιουργίας, μετατρέπεται σε μια ζωντανή, συνεργατική διαδικασία.

Όμως, το λογισμικό ανοικτού κώδικα αλλάζει και τους όρους εμπορευματοποίησης του λογισμικού, δημιουργώντας εναλλακτικές λύσεις οι οποίες ρίχνουν το κόστος του εμπορικού λογισμικού ή οδηγούν σε άλλους τρόπους διανομής του (π.χ. η περίπτωση του Kinect για το οποίο αναπτύχθηκε εναλλακτικό λογισμικό ανοικτού κώδικα από κοινότητα προγραμματιστών για δημιουργία εφαρμογών σε PC, το OpenKinect (http://openkinect.org/), πράγμα που οδήγησε τη Microsoft να διαθέσει το αντίστοιχο δικό της λογισμικό δωρεάν).

Επίσης, πολλές εταιρείες παραγωγής τεχνολογικών επινοημάτων, κυρίως στοιχείων υλισμικού, διαθέτουν το συμβατό λογισμικό τους ως ανοικτού κώδικα, παρέχοντας μεγάλη τεχνική βοήθεια και εντυπωσιακά παραδείγματα, ούτως ώστε να προκαλέσουν το ενδιαφέρον των αγοραστών. Ένα παράδειγμα είναι η διάθεση της βιβλιοθήκης επεξεργασίας εικόνας *OpenCV*, η οποία αναπτύχθηκε, αρχικά, από την Intel και διανεμήθηκε ως λογισμικό ανοικτού κώδικα (συγκεκριμένα κάτω από την *άδεια Berkeley Source Distribution (BSD)*), για να προωθήσει η εταιρεία αυτή τους επεξεργαστές της.

4.3.3 Οι διαδικτυακές ομάδες εξέλιξης λογισμικού και η καλλιτεχνική παραγωγή

4.3.3.1 Το Διαδίκτυο ως παγκόσμια πλατφόρμα ανάπτυξης ελεύθερου και ανοικτού λογισμικού

Η κουλτούρα της συνεργατικής ανάπτυξης υπήρχε ανέκαθεν στο λογισμικό, πολύ πριν την εμφάνιση του Διαδικτύου. Ακόμα και η συμμετοχή των ερασιτεχνών στην εξελικτική του πορεία ήταν δυνατή με τη βοήθεια των μέσων της εποχής, όπως κασέτες (π.χ. οι Decus tapes), ειδικές πλατφόρμες διακίνησης λογισμικού (τα electronic bulletin board systems) και εξειδικευμένα τεχνολογικά περιοδικά.

Το πιο εντυπωσιακό παράδειγμα συνεργατικής ανάπτυξης λογισμικού ανοικτού κώδικα είναι το λειτουργικό σύστημα Linux. Από το 1991, που ο Linus Torvalds άρχισε να αναπτύσσει τον πυρήνα του, έχουν συνεργαστεί χιλιάδες χρήστες και φορείς, όπως εταιρείες, ερευνητικά κέντρα και Πανεπιστήμια απ' όλο τον κόσμο. Λόγω της υιοθέτησης προγραμμάτων και βιβλιοθηκών από το λειτουργικό σύστημα GNU του Richard Stallman, το Linux συχνά αναφέρεται ως GNU/Linux.

Το Διαδίκτυο δημιουργεί τεράστια δυναμική στην εξάπλωση των λογισμικών ανοικτού κώδικα, καθώς αποτελεί την κοινή πλατφόρμα ανάπτυξης στοιχείων, διανομής ενδιάμεσων εκδόσεων του λογισμικού

και πειραματικής χρήσης τους, με σκοπό των εντοπισμό λαθών και την αναβάθμισή τους. Ειδικοί διαδικτυακοί τόποι, *αποθετήρια κώδικα* (code repositories), όπως το GitHub, οργανώνουν τις διακριτές εκδόσεις ενός λογισμικού το οποίο αναπτύσσεται από κοινού, καθώς και την πρόσβαση των χρηστών-προγραμματιστών, έτσι ώστε να διατηρείται η ακεραιότητα του λογισμικού.

Επίσης, το Διαδίκτυο παρέχει υποδομές κατάλληλες για τη δημιουργία ομάδων υποστήριξης, ανταλλαγής απόψεων και επίλυσης τεχνικών προβλημάτων σε σχέση με το λογισμικό. Τα εξειδικευμένα αυτά forum αντικαθιστούν το εργαστήριο ή το μάθημα.

Η συνεργασία μέσω Διαδικτύου για την ανάπτυξη λογισμικού παίρνει διαστάσεις κοινωνικού φαινομένου, καθώς σχηματίζονται μεγάλες διακρατικές παρέες διαφόρων ειδικοτήτων και ενδιαφερόντων, όπως προγραμματιστές, μηχανικοί, καλλιτέχνες, αρχιτέκτονες, και η μια παρέα βοηθάει την άλλη. Όλοι μιλάνε την ίδια γλώσσα, τη γλώσσα προγραμματισμού του λογισμικού.

Εναι φανερό ότι αναπτύσεται μια άλλη κουλτούρα, μια άλλη μορφή συνεργασίας, η οποία δεν έχει σχέση τόσο με τον κοινό φυσικό χώρο και την φροντίδα του, όπως γινόταν παλιά, αλλά με τα κοινά ενδιαφέροντα, γνώσεις και στόχους. Επίσης ένα άλλο ισχυρό χαρακτηριστικό στην νέα κουλτούρα είναι ότι το κάθε μέλος της ομάδας επιτελεί συγκεκριμένες εργασίες οι οποίες προστίθενται στις υπόλοιπες. Οι ομάδες οι οποίες δουλεύουν κάτω από μια ισχυρή ιδέα και έναν αρχηγό-οδηγητή σταδιακά μετατρέπονται σε ομάδες κυτταρικής δομής. Σταδιακά, το γεγονός αυτό πέρα από τα ελευθερα λογισμικά, θα επηρεάσει έντονα και τον τρόπο σκέψης και συνεργασίας. Όλο και περισσότεροι χρήστες υιοθετούν τα ελεύθερα και ανοικτού κώδικα λογισμικά, τα οποία πλέον καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος δραστηριοτήτων. Πλατφόρμες, οι οποίες στο παρελθόν παρέχονταν ως ολοκληρωμένες λύσεις σε εμπορικά πακέτα λογισμικού, τώρα καλύπτονται από ελεύθερα προγράμματα και προγράμματα ανοικτού κώδικα. Για παράδειγμα, η ανάπτυξη ιστότοπων γίνεται, κατά κόρον, με ανοικτά *συστήματα διαχείρισης περιεχομένου* (Content Management Systems), όπως το *Joomla* και το *Wordpress*, τα οποία, με τη σειρά τους, βασίζονται σε μια τριάδα ελεύθερων και ανοικτού κώδικα εργαλεία, τον εξυπηρετητή *Apache*, τη γλώσσα προγραμματισμού *PHP* και το σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων *MySQL*. Οι πιο δημοφιλείς *φυλλομετρητές* (browsers) του Διαδικτύου διανέμονται ως ελεύθεροι και ανοικτού κώδικα, όπως ο Google Chrome και ο Mozilla Firefox. Η ομάδα εργαλείων γραφείου όπως το *LibreOffice* αποτελεί εναλλακτική λύση στο Microsoft Office.

4.3.3.2 Η σχέση των καλλιτεχνών με τις ομάδες ανάπτυξης ελεύθερου και ανοικτού λογισμικού

Μέσα σ' αυτό το περιβάλλον της διεύρυνσης των ανοικτών λογισμικών, παρατηρείται μια ουσιαστική αναβάθμιση της σχέσης των καλλιτεχνών με την ανάπτυξη του λογισμικού και τον προγραμματισμό. Μια σειρά ελεύθερων λογισμικών ανοικτού κώδικα που αναπτύσσονται στοχεύουν ανοικτά σε ανάγκες καλλιτεχνικού πειραματισμού (π.χ. *PureData*, *Processing*, *OpenFrameworks*, *VPT7*, συγκεκριμένες βιβλιοθήκες της *Javascript*) ή στην ομάδα ανάπτυξής τους συμμετέχουν και καλλιτέχνες (π.χ. στην περίπτωση της Processing, του OpenFrameworks ή του VPT7). Περισσότερα για τα λογισμικά αυτά στο κεφάλαιο 10: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στον συνδυασμό ή στη διαχείριση της εικόνας και του ήχου*). Μάλιστα, η ενασχόληση από κοινού των καλλιτεχνών και των προγραμματιστών με τον λεγόμενο *δημιουργικό κώδικα* (creative code) οδηγεί σε μια ουσιαστική σύζευξη μεταξύ των δύο αντικειμένων, σε βαθμό που να μην είναι πάντα πλήρως διακριτά. Εμφανίζεται, δηλαδή, ο υβριδικός τύπος καλλιτέχνη που είναι και προγραμματιστής ή αντίστροφα, ο προγραμματιστής που θεωρείται και δημιουργός. Αναπτύσσονται νέα προγράμματα σπουδών προς αυτήν την κατεύθυνση. Η συμμετοχή των ερασιτεχνών (π.χ. μαθητών, χάκερς) στον πειραματισμό αυτού του τύπου αλλά και στη διαμόρφωση του γνωστικού αντικειμένου (π.χ. μέσω δημιουργίας διαδικτυακών κειμένων ή οπτικοακουστικών στοιχείων τύπου εγχειριδίου) κάνει τα όρια ακόμα πιο δυσδιάκριτα.

Αλλά και οι ελεύθερες ή/και ανοικτές *μηχανές ανάπτυξης παιχνιδιών* (games engines), όπως π.χ. η *Torque3D* και η *Blender*, διαμορφώνουν ένα πεδίο όπου η καλλιτεχνική συμμετοχή είναι ουσιαστική για την εξέλιξή τους. Οι μηχανές αυτές αποτελούν υβριδικά περιβάλλοντα σύνθεσης υλικών (π.χ. τρισδιάστατων γραφικών, εικόνων, ήχων, συμπεριφορών, σεναρίου) και παραγωγής λογισμικού, τόσο για την εξέλιξη της ίδιας της παιχνιδομηχανής, όσο και για τις ανάγκες του κάθε έργου ξεχωριστά. Αυτός ο υβριδισμός καθιστά την ανάπτυξή τους μια διαδικασία η οποία απαιτεί διεπιστημονικές συνεργασίες πολλών ειδικοτήτων, συμπεριλαμβανομένων και καλλιτεχνών ή ειδικών από πεδία των εφαρμοσμένων τεχνών. Αυτή η συνεργασία αναπτύσσεται πλέον σε διακρατικό επίπεδο μέσω του Διαδικτύου και με τη βοήθεια ειδικών λογισμικών συνεργατικής ανάπτυξης. Τέλος, οι εναλλακτικοί τρόποι αξιοποίησης αυτών των παιχνιδομηχανών από τους

καλλιτέχνες, για τη δημιουργία έργων τα οποία δεν είναι απαραίτητα παιχνίδια, συμβάλουν στην ανάδειξη νέων δυνατοτήτων και στην αναβάθμισή τους ως πλατφόρμες ανάπτυξης γενικού σκοπού. Περισσότερα για τις μηχανές ανάπτυξης παιχνιδιών στο κεφάλαιο 10: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στον συνδυασμό ή στη διαχείριση της εικόνας και του ήχου*.

4.4 Αντί συμπεράσματος, μια συνοπτική παρουσίαση της εξέλιξης των καλλιτεχνικών και άλλων ομάδων σε συνδυασμό με την εξέλιξη του Διαδικτύου

Οι εξελίξεις που συνέβησαν στον χώρο του Διαδικτύου, είναι τόσο πυκνές και σε μικρό διάστημα επιτελεσμένες, ώστε η σύντομη ύπαρξη του Διαδικτύου να μπορεί να χωριστεί σε περιόδους. Οι περίοδοι αυτές, αν εξαιρέσουμε το κοινό τους χαρακτηριστικό, αυτό της μεταφοράς των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στον εικονικό χώρο του Διαδικτύου, πολλές φορές έχουν ουσιαστικά ελάχιστα κοινά χαρακτηριστικά. Μπορούμε να τις ορίσουμε, με βάση τέσσερεις διακριτές χρονικές περιόδους, ως εξής[3]:

Α περίοδος (~1990 - 1995). Το Διαδίκτυο λειτουργεί, κυρίως, ως μέσο γραπτής επικοινωνίας, αλλά και ως χώρος επικοινωνίας και πειραματισμού για τους πρωτοπόρους καλλιτέχνες – προγραμματιστές, μέσω πειραματικών έργων και μέσω των mailing lists. Είναι η περίοδος, επίσης, κατά την οποία αναπτύσσεται η *τέχνη των ιστοσελίδων*, οι οποίες πληθαίνουν χάριν των τολμηρών υποστηρικτών τους. Στις περισσότερες ιστοσελίδες επικρατεί η στατική εικόνα και οι γραφιστικές προσεγγίσεις είναι δανεισμένες από τον έντυπο τύπο.

Β περίοδος (~1995 - 2000). Χαρακτηρίζεται από την εισαγωγή των οπτικοακουστικών μέσων, τις ισχυρές μηχανές αναζητήσης και την ανάπτυξη των εξειδικευμένων, για το Διαδίκτυο, λογισμικών. Είναι η εποχή κατά την οποία, σταδιακά, ένας μεγάλος αριθμός ατόμων και χώρων αποκτούν την ψηφιακή τους υπόσταση και αναπτύσσονται, δυναμικά, διαδικτυακές κοινότητες. Την περίοδο αυτή εμφανίζεται ο νεολογισμός «digerati», ο οποίος χαρακτηρίζει την ελίτ της βιομηχανίας των υπολογιστών και τις online communities και βγαίνει από τον συνδυασμό των λέξεων *digital* (ψηφιακός) και *literati* (λόγιοι, διανοούμενοι). Η πρώτη αναφορά της λέξης digerati έγινε σε ένα άρθρο του George Gilder, στο *Upside Magazine*, στις 1 Μαρτίου 1992 (βλέπε σχετικό άρθρο Wikipedia).

Γ περίοδος (~2000 - 2005). Χαρακτηρίζεται από την είσοδο των τρισδιάστατων γραφικών στο Διαδίκτυο, μετά από πειραματισμούς από την αρχή της δεκαετίας του ‘90 με την γλώσσα VRML, σε συνδυασμός με τις ψηλές ταχύτητες μετάδοσης οι οποίες επιτρέπουν τρισδιάστατα γραφικά σε πραγματικό χρόνο. Είναι η εποχή κατά την οποία, αναπτύσσονται τα τρισδιάστατα πολυχρηστικά παιχνίδια και οι τρισδιάστατοι εικονικοί χώροι. Το Διαδίκτυο αποκτά έναν εικονικό τρισδιάστατο χώρο ο οποίος είναι πιο κοντά σε μια τοπιογραφία. Δεν αντιπροσωπεύεται μόνο από μια ψηφιακή μεταλλαγμένη μορφή ενός εντύπου. Είναι η εποχή, επίσης, κατά την οποία αναπτύσσονται οι ειδικές υπηρεσίες που συναντώνται μόνο στο Διαδίκτυο, όπως eshops, forums, eLearning, chat κ.λπ.

Δ περίοδος (~ 2005 – μέχρι σήμερα). Είναι η περίοδος κατά την οποία γράφεται το παρόν βιβλίο. Είναι η εποχή κατά την οποία, όλες οι υπηρεσίες και οι επαγγελματικοί και δημόσιοι χώροι «υπάρχουν» στο Διαδίκτυο, ενώ πολλοί από αυτούς επιτελούν αποκλειστικά μέσα σε αυτό ένα μεγάλο μέρος των εργασιών τους. Από την άλλη πλευρά, εμφανίζονται και αποκτούν μεγάλη δημοτικότητα τα κοινωνικά μέσα δικτύωσης σε τέτοιο βαθμό, ώστε σχεδόν ο κάθε πολίτης είναι εγγεγραμμένος τουλάχιστον σε ένα κοινωνικό μέσο δικτύωσης. Επιπλέον, οι περισσότεροι πολίτες διαθέτουν πάντα μαζί τους ένα ισχυρό πολυμηχάνημα το οποίο παρέχει πρόσβαση στα κοινωνικά μέσα δικτύωσης, στην αλληλογραφία, και στις βασικότερες ψηφιακές συνήθειες του καθενός, καθώς, το πολυμηχάνημα αυτό, είναι το προϊόν της συγχώνευσης των βασικών χαρακτηριστικών των υπολογιστών και της κινητής τηλεφωνίας. Είναι η εποχή, κατά την οποία, καλούνται οι διανούμενοι καλλιτέχνες και ακτιβιστές να χτίσουν έναν νέο χώρο μέσα στο Διαδίκτυο, αφού ο υπάρχων έχει γίνει πλέον ένας καθρέφτης της κοινωνίας την οποία κριτικάρουν, αναζητώντας ένα καλύτερο μοντέλο.

Από την αρχή της ύπαρξης του Διαδικτύου, οι περισσότερες ακτιβιστικές ομάδες που δρουν εξωθεσμικά, στοχεύοντας, στην ευαισθητοποίηση του κοινού σε κοινωνικά, οικολογικά και καλλιτεχνικά ζητήματα ή στην

[3] Ο ορισμός των περιόδων του Διαδικτύου γίνεται από τους συγγραφείς με βάση, κυρίως, τις εξελίξεις που επηρέασαν τις καλλιτεχνικές δράσεις.

προώθηση της πειραματικής τέχνης, στο άνοιγμα της γνώσης, ή τη διεύρυνση της ενημέρωσης, αξιοποιούν σταδιακά τις μεγάλες δυνατότητες της τεχνολογίας του (Διαδικτύου), ενώ, αρκετές φορές, εξελίσσουν την τεχνολογία αυτή. Στα πρώτα βήματα του ψηφιακού πολιτισμού, στον χώρο του Διαδικτύου, η εικόνα των ομάδων αυτών και οι δικτυακές δράσεις σε συνδυασμό με δράσεις σε εναλλακτικούς πειραματικούς χώρους είναι ισχυρότερες από αυτές των επίσημων φορέων.

Ένα παράδειγμα αποτελεί η προώθηση του ψηφιακού πολιτισμού στην Ελλάδα, η οποία τα πρώτα χρόνια γίνεται από ομάδες βίντεο-καλλιτεχνών, μη κερδοσκοπικές οργανώσεις όπως το *Κέντρο Σύγχρονης Μουσικής Έρευνας* (ΚΣΥΜΕ) (http://www.ksyme.org/) και το *Ινστιτούτο Έρευνας Μουσικής & Ακουστικής* (ΙΕΜΑ) (http://www.iema.gr/), κυρίως στον χώρο της μουσικής, την μη κερδοσκοπική εταιρεία *Νάρκισσος*, το τμήμα *Τέχνης και Τεχνολογίας* του κέντρου *Σύγχρονης Τέχνης Ιλεάνα Τούντα* (http://www.art-tounta.gr/) στα πρώτα στάδια ανάπτυξής του, και κυρίως την μη κερδοσκοπική εταιρεία *Κέντρο για τον Ψηφιακό Πολιτισμό ΦΟΥΡΝΟΣ* (http://www.fournos-culture.gr/) και το διεθνές Φεστιβάλ *Mediaterra* που δημιούργησε (1987 – 2007). Ο αναγνώστης μπορεί να πληροφορηθεί από τους καταλόγους του Φεστιβάλ Mediaterra 1999, 2000, 2001, οι οποίοι είναι διαθέσιμοι από το Κέντρο για τον Ψηφιακό Πολιτισμό Φούρνος.

Κατά τη διάρκεια των παραπάνω περιόδων, διαμορφώνεται σταδιακά ένα φαινόμενο αλλαγών μεγάλης κλίμακας, το οποίο σχετίζεται με την Τέχνη, αλλά και την υποκουλτούρα. Διάφορες τακτικές δράσεις ή κινήματα μεταλλάσσονται και αποκτούν μια άλλη διάσταση εξαιτίας του Διαδικτύου. Ένα τέτοιο φαινόμενο είναι το ρεύμα *maker culture*.

Το maker culture είναι μια σύγχρονη σειρά δραστηριοτήτων η οποία προέρχεται από την κουλτούρα «Κάνε το μόνος σου» (Do it yourself - DIY), με μια έμφαση στην αξιοποίηση της σύγχρονης τεχνολογίας. Πρόκειται για ένα ρεύμα το οποίο διασταυρώνεται με τον πολιτισμό του «χάκινγκ», το ανοιχτό λογισμικό, τους ερασιτέχνες των ηλεκτρονικών, ενώ συνδέεται με βιβλιοθήκες και δημοτικά κέντρα, μαγαζιά για χομπίστες, εργαστήρια πανεπιστημίων και προσωπικές πρωτοβουλίες.

Χαρακτηριστικές δραστηριότητες της κουλτούρας αυτής είναι η μικροροµποτική, οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές και η χρήση των εργαλείων CNC (Computer Numerical Control), η αξιοποίηση της ανοιχτής πλατφόρμας αισθητήτων Arduino (περισσότερα για το Arduino στο κεφάλαιο 11: *Το διαδραστικό έργο και το τεχνολογικό υπόβαθρο της διάδρασης*), σε συνδυασμό με πιο παραδοσιακές δραστηριότητες, όπως η μεταλλοτεχνία, η ξυλουργική κ.ά. Η παρούσα οικονομική κρίση συμβάλλει στην εξάπλωση του κινήματος αυτού, αφού παρέχει λύσεις ακόμα και σε καθημερινές ανάγκες, όπως είναι πρωτότυπα δωρεάν σχέδια, κατασκευές χρήσιμων εργαλείων αντικειμένων, επίπλων, ρούχων κ.ά.

Υπάρχει μια μεγάλη και έντονη παρουσίαση, στο Διαδίκτυο, του κινήματος *maker* που προβάλλει και βοηθάει ουσιαστικά στην πρακτική του εξάσκηση και εξάπλωση. Η ανάπτυξη των *creative commons* (https://creativecommons.org/), τα οποία παρέχουν έτοιμες άδειες χρήσης (π.χ. Copyleft) οι οποίες μπορούν να καλύψουν νομικά ένα έργο, έπαιξαν σημαντικό ρόλο σε αυτό.

Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η εικονική βιβλιοθήκη *Library Maker Culture* (http://library-maker-culture.weebly.com/), η οποία δίνει πληροφορίες σε όλα τα επίπεδα. Δημιουργήθηκε μετά την ολοκλήρωση των εργασιών πρακτικής άσκησης στο *3D Lab* του Πανεπιστημίου του Michigan και λειτουργεί ως μέρος του συστήματος της πανεπιστημιακής βιβλιοθήκης (στη διεύθυνση http://makezine.com/ βρίσκεται η ιστοσελίδα και το εικονικό περιοδικό Make).

Η άνοδος του πολιτισμού maker είναι στενά συνδεδεμένη με την άνοδο των *MakerSpaces* ή *Hackerspaces* (http://hackerspaces.org/), των *Fab Labs* (http://www.fabfoundation.org/) και άλλων χώρων ερασιτεχνικής δημιουργίας, οι οποίοι υπάρχουν, πλέον, σε όλον τον κόσμο, όπως το *Noisebridge* (https://www.noisebridge.net/) στο Σαν Φραντζίσκο, το *NYC Resistor* (http://www.nycresistor.com/) στην Νέα Υόρκη, η *C-Base* (http://www.c-base.org/) στη Γερμανία, αλλά και διοργανώσεων και φεστιβάλ, όπως το φεστιβάλ *Maker Film Fest* (http://www.makerfairerome.eu/) στη Ρώμη, ή εκδηλώσεων όπως το *Maker Faire* (http://makerfaire.com/) οι οποίες από το 2006 έχουν πραγματοποιηθεί σε όλο τον κόσμο, προσελκύοντας εκατοντάδες χιλιάδες συμμετεχόντων.

Οι χώροι αυτοί δεν έχουν όλοι την ίδια κατεύθυνση: το *P2P Foundation* (http://p2pfoundation.net) είναι μια περίπτωση διαδικτυακού χώρου ο οποίος δίνει έμφαση στη διεπιστημονική έρευνα σε ελεύθερες και ανοικτού κώδικα τεχνολογίες καθώς και σε πρακτικές peer-to-peer. Το P2P Foundation αποκτά μια ισχυρή δομή οργάνωσης και δραστηριοτήτων, αναπτύσσοντας ερευνητικούς χώρους, τα P2P Labs, ένα εκ των οποίων βρίσκεται στην Ελλάδα (βλέπε διαδικτυακό άρθρο εδώ), στα Ιωάννινα (http://www.p2plab.gr/en/contact). Ένας, επίσης, διεθνές δίκτυο που συνδέει πολλούς ανοιχτούς χώρους δημιουργικότητας και συνεργασίας σε διαφορετικές πόλεις του κόσμου, καθώς και στην Αθήνα, είναι αυτό των Hackerspaces (http://hackerspaces.org/, https://www.hackerspace.gr/) που προαναφέρθηκε.

Μια ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα περίπτωση που ξεκινά από τον Ακαδημαϊκό χώρο είναι τα Fab Labs. Η δομή αυτής της σειράς εργαστηρίων προήλθε από ένα πρόγραμμα το οποίο ξεκίνησε από το *Center for Bits and Atoms* (CBA) του MIT, το 2001, και σταδιακά επεκτάθηκε από τη Βοστώνη σε πολλές χώρες. Η βασική ιδέα βασιζόταν στην άποψη ότι «ο καθένας μπορεί να κατασκευάσει / να κάνει το οτιδήποτε, οπουδήποτε στον κόσμο με την ανταλλαγή τεχνολογικών και κοινωνικών γνώσεων και με τη χρήση μηχανημάτων της ψηφιακής παραγωγής». Για την υλοποίηση αυτής της απλής ιδέας ιδρύθηκαν Fab Labs σε πολλές χώρες και ανέπτυξαν ένα παγκόσμιο δίκτυο συντονισμού και συνεργασίας, μέσω του Διαδικτύου. Πρόσφατα, δημιουργήθηκε και στην Ελλάδα το Fab Lab Athens (http://fablabathens.gr/) με πρωτοβουλία του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, καθώς και των μη κερδοσκοπικών εταιρειών *MyCity-me* (http://mycity-me.com/), *Εταιρεία Ελεύθερου Λογισμικού/Λογισμικού Ανοιχτού Κώδικα* (ΕΕΛ/ΛΑΚ) (https://ellak.gr/)[4] και του ελληνικού παραρτήματος της P2P Foundation.

Η πρόσφατη βράβευση της ομάδας *Assemble* από τα βραβεία Turner (Turner Prize 2015), τα οποία κατά πολλούς χαρακτηρίζουν τις τάσεις της σύγχρονης τέχνης (όπως έχει ήδη αναφερθεί στο υποκεφάλαιο 4.1), δείχνει ότι οι συγκεκριμένες δραστηριότητες εντάσσονται πλήρως στις πρακτικές και δραστηριότητες της σύγχρονης τέχνης, σε σχέση, πάντα, με τις διάφορες επιβραβεύσεις θεσμικών χώρων.

Τέλος, αξίζει, να αναφερθεί η περίπτωση μη κερδοσκοπικών εταιρειών που δεν αφορούν άμεσα τον χώρο της Τέχνης, αλλά κυρίως της ανάπτυξης τεχνολογίας αιχμής, για κοινωνικούς σκοπούς. Οι εταιρείες αυτές λειτουργούν μέσα από δίκτυα συνεργατών με ερευνητικούς και άλλους κοινωνικούς / επαγγελματικούς φορείς (π.χ. ομάδες καταναλωτών, οργανώσεις ατόμων με ειδικές ανάγκες, πανεπιστημιακά ιδρύματα, τη βιομηχανία), ενώ παράλληλα διατηρούν διαύλους επικοινωνίας με το κοινό το οποίο διατυπώνει συγκεκριμένες ανάγκες. Στην Ελλάδα, μια τέτοια περίπτωση η Αστική Μη Κερδοσκοπική Εταιρεία SciFY (Science For You - Επιστήμη Για Σένα, http://www.scify.gr/), η οποία ιδρύθηκε το 2012. Οι περιπτώσεις των εταιρειών αυτών αφορούν έμμεσα και τους καλλιτέχνες που μπορούν να αξιοποιήσουν τα παραγόμενα εργαλεία για την ανάπτυξη μιας ιδέας.

Κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων περιόδων συμβαίνει το εξής φαινόμενο: οι δράσεις και οι τακτικές των ομάδων και των μικρών αυτοδημιούργητων κέντρων επηρεάζουν τους επίσημους φορείς και τα μεγάλα ιδρύματα, τα οποία υιοθετούν τις περισσότερες πετυχημένες τέτοιες δράσεις και τακτικές. Το ίδιο συμβαίνει και με το ευρύ κοινό, το οποίο συντονίζεται με τις δράσεις αυτές μέσω των κοινωνικών μέσων δικτύωσης. Αυτή η κατάσταση σταδιακά διαχέεται στους περισσότερους χώρους προκαλώντας μετατοπίσεις σε παραδοσιακούς θεσμούς, όπως η εκπαίδευση, η οικονομία, η ενημέρωση, τα μουσεία και τελικά η ίδια η δημοκρατία. Προκειμένου να διαμορφωθεί μια πλήρης εικόνα του φαινομένου, έχει ενδιαφέρον να παρουσιαστεί μια πρόσφατη περίπτωση: είναι η μη κερδοσκοπική οργάνωση *TED*, που σαν σκοπό έχει τη «διάδοση ιδεών που αξίζουν» (Ideas Worth Spreading).

Η TED διατρέχει όλη την εποχή της ανάπτυξης του ψηφιακού πολιτισμού: ξεκίνησε το 1984 με ένα συνέδριο το οποίο είχε ως στόχο να συναντηθούν άνθρωποι της τεχνολογίας, της ψυχαγωγίας και του σχεδίου. Από τα τρία αυτά πεδία, ο συνδυασμός των οποίων ξένιζε την εποχή εκείνη, προέρχεται και η ονομασία TED (Technology, Entertainment, Design). Είναι η εποχή που όλες οι προβλέψεις για την ψηφιακή εποχή, όπως είχαν περιγραφεί από τον Alvin Toffler, το 1980, στο βιβλίο του *Το τρίτο κύμα* το 1980 [19], ανήκουν στον χώρο της μελλοντολογίας και επεξεργάζονται από τους πρωτοπόρους προγραμματιστές και μηχανικούς στην Silicon Valley.

Η TED επινοήθηκε από τον αρχιτέκτονα και γραφίστα Richard Saul Wurman, ο οποίος προέβλεψε την σύγκλιση στους τομείς της τεχνολογίας, της ψυχαγωγίας και του σχεδιασμού. Δεν θα μπορούσε όμως να προχωρήσει η ιδέα αυτή χωρίς το πρώτο και δεύτερο στάδιο του Διαδικτύου. Στην πρώτη διοργάνωση (TED conference) από τους Harry Marks και Wurman, που έγινε κατά το έτος της ίδρυσης της TED, παρουσιάστηκε το πρώτο δείγμα του Sony Compact Disc και πραγματοποιήθηκε μία από τις πρώτες επιδείξεις του υπολογιστή Apple Macintosh, ενώ δόθηκαν ομιλίες από σημαντικούς επιστήμονες, όπως ο μαθηματικός Benoit Mandelbrot[5] και σημαντικές προσωπικότητες υπέρ του ψηφιακού πολιτισμού, όπως ο Nicholas Negroponte και ο Stewart Brand. Η εκδήλωση δεν κατόρθωσε να βρει την αναγκαία οικονομική υποστήριξη και χρειάστηκε να περάσουν έξι χρόνια για το δεύτερο συνέδριο.

---

[4] Είναι μη-κερδοσκοπική εταιρεία που ιδρύθηκε το 2008 με στόχο την προώθηση του ελεύθερου και ανοικτού λογισμικού. Εκπροσωπεί τις άδειες τις άδειες Creative Commons στην Ελλάδα (http://wiki.creativecommons.org/Greece).

[5] Είναι ο πατέρας της γεωμετρίας των φράκταλς.

Όπως είναι φυσικό, η ισχυρή ανάπτυξη επιτυγχάνεται τη δεκαετία του '90, όταν πλέον οι στόχοι της TED, ενταγμένοι στην ψηφιακή επανάσταση, έχουν αλλάξει όλα τα δεδομένα και το Διαδίκτυο έχει αποκτήσει μια δυναμική δομή ικανή να υποστηρίξει τη διάδοση τους. Το TED, εντωμεταξύ, έχει διευρυνθεί περιλαμβάνοντας ομιλίες για επιστημονικά, πολιτιστικά και ακαδημαϊκά θέματα.

Από το 2006, οι ομιλίες είναι διαθέσιμες στο Διαδίκτυο με άδειες Creative Commons. Το Μάιο του 2013, πάνω από 1.500 ομιλίες είναι διαθέσιμες δωρεάν στο Διαδίκτυο, ενώ μέχρι τον Ιανουάριο του 2009, έχουν «θεαθεί», από χρήστες, 50 εκατομμύρια φορές. Τον Ιούνιο του 2011 οι θεάσεις των ομιλιών έχουν ξεπεράσει τα 500 εκατομμύρια, ενώ στις 13 Νοεμβρίου του 2012 φτάνουν το 1 δισεκατομμύριο (βλέπε σχετικό άρθρο της Wikipedia).

Στο παγκόσμιο φαινόμενο των ομιλιών TED επανέρχεται το θέμα του Πύργου της Βαβέλ. Για την επίλυση του πρόβλήματος ξεκινά το εγχείρημα *TED Open Translation Project*, το οποίο ξεκίνησε με πρωτοβουλία του Chris Anderson τον Μάιο του 2009, με στόχο να υπάρχει πρόσβαση στις ομιλίες του TED και από τα 4,5 δισεκατομμύρια άνθρωπων στον πλανήτη που δεν μιλούν αγγλικά. Το έργο συνέβαλε στη σημαντική αύξηση των διεθνών επισκεπτών της ιστοσελίδας του TED. Τα αποτελέσματα ήταν μεγαλειώδη: η κυκλοφορία έξω από τις ΗΠΑ αυξάνεται 350 τοις εκατό, 600 τοις εκατό είναι η αύξηση στην Ασία, και πάνω από 1000 τοις εκατό στη Νότια Αμερική (βλέπε σχετικό άρθρο εδώ).

Την τελευταία δεκαετία, το TED αποκτά και μία τοπικότητα, αφού μπορούν να διοργανωθούν ανεξάρτητες εκδηλώσεις με την επωνυμία TEDx. Πρόκειται για εκδηλώσεις από ανεξάρτητους φορείς, οι όποιοι αποκτούν μια ελεύθερη άδεια από την TED, συμφωνώντας να ακολουθούν ορισμένες αρχές. Μέσω αυτής της δυνατότητας εμφανίζονται και εκδηλώσεις στην Ελλάδα (βλέπε σχετικό άρθρο εδώ).

Ένα Ίδρυμα στην Αθήνα που αξιοποιεί τις παραπάνω δράσεις είναι η *Στέγη Γραμάτων και Τεχνών* του Ιδρύματος Ωνάση (http://www.sgt.gr/), φιλοξενώντας κυρίως δράσεις που έχουν ενταχθεί σε ένα θεσμικό πλαίσιο, όπως η εκδήλωση *HackTheBook*: *Ένας μαραθώνιος επαναπροσδιορισμού του βιβλίου*. (http://www.sgt.gr/gre/SPG1553/).

Τα διάφορα σεμινάρια, εκδηλώσεις, ενημερώσεις και συζητήσεις αποκτούν ιδιαίτερη σημασία, πολλές φορές περισσότερη από το ίδιο το αντικείμενο, δηλαδή την παραγωγή, και πληθαίνουν προς όλους τους χώρους. Είναι ένα φαινόμενο που παρατηρείται για πρώτη φορά σε τέτοια έκταση. Δεν έχει καμία σχέση με τον τρόπο που αναπτύχθηκαν οι πρώτες τεχνολογίες του ψηφιακού πολιτισμού, σε κάποια γκαράζ, όπως ο προσωπικός υπολογιστής, το μόντεμ, ή με τις δράσεις ομάδων καλλιτεχνών όπως η art cinetic ή το κίνημα fluxus, ή ακόμα και τα πρώτα στάδια των εταιρειών τύπου kickstarter, όπως η Oculus, η Gopro κ.ά.

Είναι ιδιαίτερα νωρίς για να εξαχθούν συμπεράσματα από αυτήν τη μαζική διεθνή κίνηση. Είναι όμως σημαντικό, οι νέοι καλλιτέχνες να μην χαθούν σε μια υπερπληροφόρηση, η οποία ενδεχομένως να αφορά περισότερο τους χομπίστες, αλλά να κάνουν επιλογές με βάση συγκεκριμένες ανάγκες, ώστε να αναπτυχθεί μια σταθερή διαδρομή η οποία να προέρχεται από τα χαρακτηριστικά του προσωπικού τους έργου και κατ' επέκταση των συγκεκριμένων αναγκών τους. Η εποχή της εύκολης πρόσβασης στην οποιαδήποτε γνώση και, εν μέρει, εκπαίδευση μοιραία προβάλλει την ιδιαίτερη σημασία του περιεχομένου και της βασικής ιδέας για την καλλιτεχνική δημιουργία.

Ένα, εξάλλου, βασικό στοιχείο της εποχής είναι η ανοικτή εκπαίδευση και διάθεση της γνώσης, η οποία υιοθετείται πλέον επίσημα από πολλά μεγάλα Πανεπιστήμια, δωρεάν ή επί πληρωμή, με παροχή διπλώματος, ενώ παράλληλα πολλά σεμινάρια και βιντεογραφημένες συμβουλές προσφέρονται από άτομα ή και από εταιρείες) σε όλο τον κόσμο (π.χ. μέσα από διαδικτυακά σεμινάρια και ανοικτές πλατφόρμες μαθημάτων).

Η συγγραφική ομάδα παρακολουθεί την εξέλιξη του Διαδικτύου, των νέων τεχνολογικών δυνατοτήτων που εντάσσονται σ'αυτό, καθώς και τη δράση των διαφόρων δημιουργικών ομάδων [17].

Από τη δεύτερη κιόλας περίοδο του Διαδικτύου, κατά την οποία δεν υποστηρίζονταν ευρέως η ανάπτυξη τρισδιάστατου διαδικτυακού περιεχομένου, και επιπλέον δεν είχαν ακόμη κάνει την εμφάνισή τους κοινωνικά μέσα δικτύωσης όπως το Facebook, διερευνά την ανάπτυξη διαδικτυακών «εικονικών» και άλλων «ενδιάμεσων» χώρων με στόχο τη συνεργατική καλλιτεχνική έκφραση και εκπαίδευση. Αναπτύσσει ένα ακαδημαϊκό δίκτυο με άλλες Σχολές Τέχνης και Πανεπιστήμια της Ευρώπης[6] και μέσα από ειδικά

[6] Συγκεκριμένα το Τμήμα Τέχνης και Τεχνολογίας της Εικόνας του Πανεπιστημίου Paris-8, το Τμήμα Γλυπτικής του Πανεπιστημίου της Valencia, τη Σχολή Καλών Τεχνών του Πανεπιστημίου της Shanghai, τη Σχολή Καλών Τεχνών της Tourcoing, το Digital Studios του Πανεπιστημίου Goldsmiths του Λονδίνου και το Πανεπιστήμιο του Hull.

εκπαιδευτικά σεμινάρια, δημιουργούν, από κοινού (φοιτητές και καθηγητές), διαδικτυακές πλατφόρμες συνεργατικού πειραματισμού, όπως το InBetween project (1999-2009) (http://www.medialab.asfa.gr/inbetween) και το project *ATELIE: Τέχνη-Τεχνολογία: Μαθήματα για μια Διεθνή Γλώσσα* [22].

Περισσότερες λεπτομέρειες για το InBetween project μπορεί να δει ο αναγνώστης στο κεφάλαιο 10: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στον συνδυασμό ή στη διαχείριση της εικόνας και του ήχου*. Το θέμα της καλλιτεχνικής εκπαίδευσης, μέσα από διαδικτυακούς χώρους, αναπτύσσεται διεξοδικά στο κεφάλαιο 13 του Β τόμου: *Διαφορετικές περιπτώσεις ψηφιακών έργων τέχνης: Από τα μεγάλα Ιδρύματα στους «κοινούς χώρους» (commons)*.

Για περισσότερα στοιχεία σχετικά με τις ερευνητικές δραστηριότητες της συγγραφικής ομάδας στον χώρο του Διαδικτύου μπορεί κανείς να επικοινωνήσει στο santorineos@asfa.gr.

Βιβλιογραφία - Αναφορές

1. Atton, C., *An Alternative Internet*, Edinburgh: Edinburgh University Press, 2004.
2. Barbrook, R., *Imaginary Futures: From Thinking Machines to the Global Village*, London: Pluto Press, 2007
3. Barbrook, R., *The Holy Fools: A Critique of the Avant-Garde in the age of the Net*, London: Hypermedia Research Centre, University of Westminster, 1998, p.77 (ηλεκτρονικά στο http://www.imaginaryfutures.net/2007/04/13/the-holy-fools-long-mix-by-richard-barbrook/).
4. Barbrook, R., and A. Cameron, "The Californian ideology", Science as Culture, Volume 6, Issue 1, 1996
5. Barbrook, R., Schultz, P., "The digital artisans manifesto", European Digital Artisans Network, Making the Future, 1st May 1997 (διαδικτυακά στο http://www.hrc.wmin.ac.uk/theory-digitalartisansmanifesto-print.html).
6. Blank, J., "What is netart ;-)?", contribution to an exhibition and congress called (History of) Mailart in Eastern Europe, Germany: Staatliches Museum Schwerin, 1996 (διαδικτυακά στο http://www.irational.org/cern/netart.txt).
7. Chandler A. & N. Neumark, *At a Distance. Precursors to Art and Activism on the Internet*, Cambridge: The MIT Press, 2005.
8. Fourmentraux, J-P, L' œuvre Virale. Net art et culture Hacker, Préface de Frank POPPER, Montolieu: Editions La Lettre Volée, 2013.
9. Gibson, W., *Νευρομάντης*, Αθήνα: Αίολος 1998 (πρώτη αγγλική έκδοση 1984).
10. Greene, R., *Internet Art*, London:Thames and Hudson, 2004.
11. Jenkins, H., *Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education for the 21st Century*, Cambridge: The MIT Press, 2006.
12. Kosuth, J., *Art After Philosophy and After: Collected Writing, 1966-1990*, Cambridge: The MIT Press, 1991.
13. Meikle, G., *Future Active: Media Activism and the Internet*, New York: Routledge, 2002.
14. Murray, J., *Hamlet on the Holodeck: The Future of Narrative in Cyberspace*, Cambridge: The MIT Press, 1998
15. Popper, F., *Art Action and Participation*, New York: New York University Press 1975.
16. Rheingold, H., *The Virtual Community*, Harper Perennial, ΗΠΑ, 1993.
17. Santorineos, M., Zoi, S., "Social media as art and vs. art", in the 17th International Festival of New media, Electronic and Digital Arts (ISEA2011), 14-21 September 2011, Istanbul, Turkey.
18. Santorineos, M., "Η θέση του καλλιτέχνη στην κοινωνία σε σχέση με την τεχνολογική εξέλιξη" (μετάφραση τίτλου), Maîtrise Paris-8, 1983.
19. Toffler, A., *Το τρίτο κύμα*, Αθήνα: Εκδόσεις Κάκτος, 1980.
20. Vissault M., " «L'homme moteur ». Frank Popper, l'art cinétique et le GRAV", περιοδικό Critique d'Art, N°26 - automne 2005 (διαδικτυακά στο http://critiquedart.revues.org/1184).
21. Δασκαλοθανάσης, Ν., *Ο καλλιτέχνης ως ιστορικό υποκείμενο από τον 19ο στον 21ο αιώνα*, Αθήνα: Άγρα, 2004.
22. Σαντοριναίος, Μ., Ζώη, Σ., Τηλιγάδης, Κ., Δημητριάδη Ν., "Τέχνη-Τεχνολογία: Μαθήματα για μια Διεθνή Γλώσσα", Διεπιστημονικό Διαπανεπιστημιακό Συνέδριο του Ε.Μ.Π. και του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. του Ε.Μ.Π., Μέτσοβο, Σεπτέμβριος 2007.

Διαδικτυακοί τόποι

Variable Media http://www.variablemedia.net/
Capturing Unstable Media http://www.v2.nl/Projects/capturing/
Archiving the Avant-Garde http://www.bampfa.berkeley.edu/about_bampfa/avantgarde.html
Rhizome Artbase http://www.rhizome.org/fresh/art
Computer Fine Arts http://www.computerfinearts.com/
IMAP (Independent Media Arts Preservation) http://www.imappreserve.org/
ZKM (Zentrum für Kunst und Medientechnologie) http://www.zkm.de/

Κεφάλαιο 5. Οι διαδικτυακοί πολυχρηστικοί κόσμοι

Σύνοψη

Παρουσιάζεται η περίπτωση των εικονικών διαδικτυακών πολυχρηστικών κόσμων, δηλαδή τα εικονικά περιβάλλοντα στο Διαδίκτυο μέσα στα οποία η αλληλεπίδραση μεταξύ των συμμετεχόντων γίνεται σε πραγματικό χρόνο και όπου οι αλλαγές, τις οποίες προκαλεί ο κάθε συμμετέχων, τείνουν να είναι μόνιμες και γίνονται αντιληπτές από τους υπόλοιπους χρήστες δια μέσω μιας πολυχρηστικής πλατφόρμας. Αρχικά, γίνεται μια εισαγωγή στους εικονικούς πολυχρηστικούς κόσμους στο Διαδίκτυο και στα ειδικά χαρακτηριστικά τους. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η καλλιτεχνική δραστηριότητα που αναπτύσσεται μέσα σ' αυτούς, αλλά και η δυνατότητα να αποτελέσουν αυτόνομους χώρους καλλιτεχνικής δημιουργίας, ειδικά στην περίπτωση που υπάρχει δυνατότητα κατασκευής τους εκ μέρους των καλλιτεχνών ή αυτόνομων ομάδων.

5.1 Οι εικονικοί πολυχρηστικοί κόσμοι στο Διαδίκτυο και τα ειδικά χαρακτηριστικά τους

5.1.1 Βασικοί ορισμοί

Με τον όρο *εικονικοί διαδικτυακοί πολυχρηστικοί κόσμοι (virtual internet based multi-user worlds)* εννοούμε τα τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα στο Διαδίκτυο μέσα στα οποία η αλληλεπίδραση μεταξύ των συμμετεχόντων γίνεται σε πραγματικό χρόνο και οι αλλαγές τις οποίες προκαλεί ο κάθε συμμετέχων γίνονται αντιληπτές από τους υπόλοιπους άμεσα, δια μέσω μιας πολυχρηστικής πλατφόρμας.

Ένας εικονικός κόσμος λέγεται *σταθερός (persistent)* όταν «…συνεχίζει να υπάρχει και να αναπτύσσεται στο εσωτερικό του, ακόμη και όταν δεν υπάρχουν άνθρωποι που αλληλεπιδρούν με αυτόν», κατά τον ορισμό του Richard Bartle, συν-δημιουργού του πρώτου *MUD (Multi-User Dungeon)*, «…continues to exist and develop internally even when there are no people interacting with it» [1].

Οι σταθεροί εικονικοί διαδικτυακοί πολυχρηστικοί κόσμοι, που αναπτύσσονται συνεργατικά από τους χρήστες και προσομοιώνουν ένα παράλληλο σύμπαν στον ψηφιακό χώρο (π.χ. Second Life) ονομάζονται *μετασύμπαντα (metaverses)*.

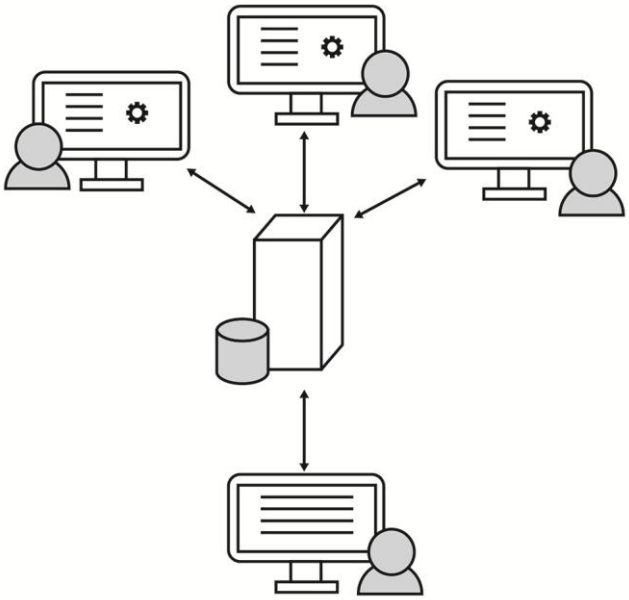
Η ψηφιακή αναπαράσταση του κάθε χρήστη στον πολυχρηστικό εικονικό χώρο, μέσω της οποίας γίνεται αντιληπτός από τους άλλους χρήστες, ονομάζεται *avatar*. Τα avatars, η μορφή των οποίων επιλέγονται κατά κανόνα από τους συμμετέχοντες στον εικονικό χώρο, αποτελούν τον τρόπο που αυτοί οι εικονικοί κόσμοι «κατοικούνται», καλύπτοντας την ανάγκη για παρουσία στο πλαίσιο της προσομοίωσης του πραγματικού κόσμου, με στόχο την ανάπτυξη μιας «εικονικής ζωής» [12].

Για την ανάπτυξη ενός πολυχρηστικού κόσμου είναι απαραίτητος ένας *πολυχρηστικός εξυπηρετητής (multiuser server)*. Πρόκειται για μια τεχνολογική πλατφόρμα, δηλαδή ένα σύστημα λογισμικού, το οποίο είναι συνεχώς ενεργό[7] και διαχειρίζεται την ταυτόχρονη πρόσβαση πολλών συμμετεχόντων στον διαμοιραζόμενο εικονικό κόσμο. Έτσι, όλοι μπορούν να είναι ενήμεροι για τις κινήσεις και τις αλλαγές των υπολοίπων. Δηλαδή, κάθε αλλαγή ή κίνηση κάποιου συμμετέχοντα κωδικοποιείται, στέλνεται στον πολυχρηστικό εξυπηρετητή, ο οποίος την προωθεί μέσω του δικτύου σε όλους τους άλλους, οι οποίοι με τη σειρά τους την αποκωδικοποιούν και τη μεταφράζουν σε αλλαγές στη δική τους οπτική του χώρου. Ο πειραματισμός με τους πολυχρηστικούς εξυπηρετητές, προέρχεται, κυρίως, από την έρευνα στον χώρο των δικτύων και των λειτουργικών συστημάτων, τα οποία επιτρέπουν ταυτόχρονη εκτέλεση εργασιών και απομακρυσμένη πρόσβαση χρηστών, όπως το λειτουργικό σύστημα Unix[8] και όλα τα μετέπειτα λειτουργικά συστήματα που βασίστηκαν σ' αυτό (π.χ. η σειρά Linux). Διάφοροι πειραματισμοί των ερευνητών σε δίκτυα μικρής κλίμακας και, αργότερα, στο Διαδίκτυο οδήγησαν στην ανάπτυξη απλών εφαρμογών πολυχρηστικής επικοινωνίας (π.χ. chat) οι οποίες αποτέλεσαν τους προδρόμους των εικονικών διαδικτυακών πολυχρηστικών κόσμων.

---

[7] Ένας πολυχρηστικός εξυπηρετητής δεν απενεργοποιείται ποτέ. Έτσι, είναι πάντα ικανός να δέχεται αιτήσεις σύνδεσης / αποσύνδεσης χρηστών και να παρακολουθεί κάθε αλλαγή που συμβαίνει στον κοινό εικονικό κόσμο.

[8] Αναπτύχθηκε το 1970 από την Bell Labs (AT&T)



Σχήμα 5.1 *Επικοινωνία μέσω πολυχρηστικού εξυπηρετητή.*

Οι εικονικοί πολυχρηστικοί κόσμοι μπορεί να είναι προσβάσιμοι μέσω σύνδεσης στο Διαδίκτυο, όταν είναι συνδεδεμένοι με έναν *πολυχρηστικό διαδικτυακό εξυπηρετητή (multiuser internet server)*, αλλά και εκτός Διαδικτύου, όταν ο εξυπηρετητής συνδέεται με ένα *τοπικό δίκτυο (Local Area Network - LAN)*. Στην πρώτη περίπτωση, η πολυχρηστική διάδραση μπορεί να λάβει χώρα ανάμεσα σε έναν πολύ μεγάλο αριθμό χρηστών, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να βρίσκονται οπουδήποτε, όπως συμβαίνει στα *μαζικά παιχνίδια ρόλων μέσω δικτύου* (*Massively Multiplayer Online Role-Playing Games - MMORPGs*). Στη δεύτερη περίπτωση, προϋποτίθεται η γεωγραφική εγγύτητα των παικτών, οι οποίοι μπορεί να συνδέονται μέσα από διαφορετικά μεν τερματικά στο ίδιο, όμως, τοπικό δίκτυο.

5.1.2 Η εξέλιξη των εικονικών διαδικτυακών πολυχρηστικών κόσμων

Τα εικονικά διαδικτυακά πολυχρηστικά περιβάλλοντα αποτελούν έναν ειδικό χώρο ο οποίος θα μπορούσε να είναι παρακλάδι της εικονικής πραγματικότητας στο Διαδίκτυο. Λόγω των νέων τεχνολογικών συνθηκών, που δημιουργήθηκαν από τις γρήγορες ταχύτητες στο Διαδίκτυο, τις ισχυρές κάρτες γραφικών και τα νέα λογισμικά, κατά το τέλος της δεκαετίας του 2010, τα πολυχρηστικά διαδικτυακά περιβάλλοντα χρησιμοποιούνται σε ολοένα και πιο πολλούς τομείς και εφαρμογές, όπως η εκπαίδευση (π.χ. δημιουργία εικονικών αιθουσών), η ψυχαγωγία (π.χ. παιχνίδια, περιπλάνηση και γνωριμίες σε εικονικούς χώρους), αλλά και σε απαιτητικούς επιστημονικούς τομείς, όπως η ιατρική (π.χ. διαχείριση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης).

Τα τρία βασικά είδη σταθερών εικονικών διαδικτυακών πολυχρηστικών κόσμων που συναντάμε στο Διαδίκτυο είναι:

1) οι *εικονικοί κοινωνικοί κόσμοι* (virtual social worlds), μέσα στους οποίους συναντάμε μια προσομοίωση της πραγματικής ζωής και ψυχαγωγίας από μια διευρυμένη κοινότητα ανθρώπων (π.χ. οι Active Worlds και το Second Life)

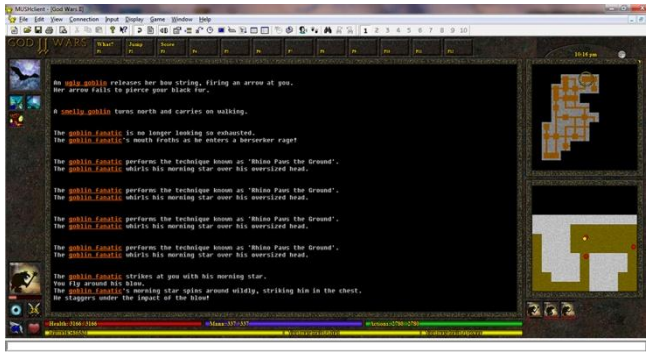
2) τα *πολυχρηστικά παιχνίδια ρόλων του Διαδικτύου*, μέσα στα οποία αναπτύσσονται εικονικές κοινότητες, τα MMORPGs (π.χ. το World of Warcraft [WoW]) και

3) τα *συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα* (*Collaborative Virtual Environments - CVEs*), σχεδιασμένα για συνεργασία σε εικονικό περιβάλλον, είτε αυτά έχουν εκπαιδευτικό χαρακτήρα (όπως π.χ. με την ένταξη εικονικών περιβαλλόντων στη μαθησιακή διαδικασία εκπαιδευτικών ιδρυμάτων) είτε επιχειρηματικό χαρακτήρα (όπως π.χ. με τη χρήση των ψηφιακών πολυχρηστικών αυτών περιβαλλόντων στη συνεργασία, επικοινωνία και συνεργατική δημιουργία από απόσταση).

Η ανάγκη για τη δημιουργία νέων κοινωνικών κόσμων στο Διαδίκτυο εκφράζεται για πρώτη φορά με την εμφάνιση, κατά τα μέσα της δεκαετίας του ‘70, των MUDs (Multi-User Dungeons) που αναπτύσσονται με τη μορφή κειμένου το οποίο χρησιμοποιούσε την κωδικοποίηση *ASCII* (*American Standard Code for Information Interchange*). Η σημαντική αυτή εξέλιξη έλαβε χώρα όταν, το 1979, ένας νεαρός φοιτητής με το όνομα Roy Trubshaw δημιούργησε σε έναν υπολογιστή DC 10 Mainframe[9] του Πανεπιστημίου του Essex (έναν υπολογιστή με αποθηκευτικό χώρο 128K) έναν κόσμο με βάση το κείμενο, δηλαδή μέσω μιας αφήγησης. Τον κόσμο αυτόν θα μπορούσαν να μοιράζονται από απόσταση οι άνθρωποι μέσω του Διαδικτύου.

Στα MUDs ο κοινός εικονικός χώρος περιγράφεται με λέξεις και οι διάφοροι χρήστες επιλέγουν ρόλους με το αντίστοιχο ψευδώνυμο και αλληλεπιδρούν με στόχο την εξέλιξη της ιστορίας του παιχνιδιού (Εικόνα 5.1). Η θεματολογία της μυθοπλασίας κινείται στον χώρο του φανταστικού (fantasy) σε έναν χρόνο απροσδιόριστα μεσαιωνικό, όπου η μαγεία και οι δράκοι αποτελούν βασικά στοιχεία της αφήγησης.

Ο λεκτικός αφηγηματικός αυτός κοινός κόσμος των MUDs αποτελεί τον «πρόγονο» των MMORPGs, των μαζικών τρισδιάστατων εικονικών κόσμων που βασίζονται στην ίδια αρχιτεκτονική και αποτελούν τους πλέον «πυκνοκατοικημένους» χώρους του Διαδικτύου [2]. Η χρήση αυτών των περιβαλλόντων δεν περιορίζεται στην κοινωνική αλληλεπίδραση, αλλά επεκτείνεται στην εκπαίδευση αλλά και στην Τέχνη, με τη δημιουργία εικονικών εκθέσεων, καθώς και χώρων συνεργατικών καλλιτεχνικών πειραματισμών. Οι καλλιτέχνες που αναζητούν συνεχώς νέες διεξόδους έκφρασης αξιοποιούν αυτές τις δομές για παρεμβάσεις στον εικονικό χώρο.



Εικόνα 5.1 *Εικόνα μέσα από παιχνίδι ρόλων τύπου Multi-User Dungeons – MUD*
[πηγή: wikimedia commons - ιδιοκτησία: KaVir, άδεια χρήσης: GNU Free Documentation License].

Αργότερα, τα MUDs έγιναν αντικειμενοστρεφή[10], δηλαδή object-oriented (*MUD, object-oriented - MOO*), και συνέβαλαν καθοριστικά στην πορεία προς τους πρώτους εικονικούς τρισδιάστατους κόσμους, καθώς έδιναν έμφαση στη δημιουργία αντικειμένων, μια πολύ σημαντική προσθήκη για την εποχή κατά την οποία αναπτύχθηκαν, το 1990, από τον Stephen White.

Τα MUDs και τα MOO, από περιβάλλοντα παιχνιδιού ρόλων με περιορισμένο ειδικό κοινό («χομπίστες» με εμμονή και μόνιμη ενασχόληση τις καινοτόμες δυνατότητες του ψηφιακού χώρου - κατά κύριο λόγο προγραμματιστές) άρχισαν, σταδιακά, να μετατρέπονται σε εικονικές κοινότητες. Οι χρήστες των πλατφορμών αυτών, έχοντας ανεπτυγμένη την αίσθηση του δικτύου και της συνεργασίας, άρχισαν να επισκέπτονται όλο και περισσότερο τους πάντα προσβάσιμους από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές κοινούς κόσμους, με στόχο την επικοινωνία και αλληλεπίδραση με τους άλλους συνδεδεμένους χρήστες.

Η ανάδυση των εικονικών αυτών κοινοτήτων μέσα στα πρώτα ψηφιακά παιχνίδια προσδιόρισε με τη σειρά της τη νέα εικονική αρχιτεκτονική και γεωγραφία του κυβερνοχώρου.

Το πέρασμα από τον κειμενικό χώρο σε μια συγκεκριμένη προσομοίωση του πραγματικού χώρου, όπου όλες οι αλληλεπιδράσεις γίνονται γραφικά ορατές σε τρισδιάστατα γραφικά, πραγματοποιήθηκε σταδιακά, ακολουθώντας την εξέλιξη στις κάρτες γραφικών και τις ταχύτητες του Διαδικτύου. Τα ενδιάμεσα

[9] Ένας Mainframe είναι ένας κεντρικός υπολογιστής μεγάλων δυνατοτήτων που συνήθως χρησιμοποιείται από κυβερνητικές υπηρεσίες και μεγάλες εταιρείες για κρίσιμες εφαρμογές.

[10] Για τον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό βλέπε κεφάλαιο 12: *Ο προγραμματισμός ως δημιουργική πράξη*.

στάδια περιελάμβαναν δισδιάστατες αναπαραστάσεις (π.χ. σε MMORPGs, όπως το *Dark Ages*) αλλά και ψευδοτρισδιάστατες, ισομετρικές αναπαραστάσεις (π.χ. όπως στο MMORPG *The 4th Coming*).

Όταν ο *Παγκόσμιος Ιστός* (*World Wide Web – WWW*) είχε ήδη καταλάβει μια σημαντική θέση στο Διαδίκτυο[11], γύρω στο 1996, τα MUDs πήραν τη μορφή των εικονικών χώρων μαζικής διάδρασης, όπου οι χρήστες μπορούσαν να επικοινωνήσουν παίζοντας διάφορους ρόλους. Τα RPGs (παιχνίδια ρόλων) είναι η εξέλιξη των Dungeons and Dragons τα οποία, στη συνέχεια, έγιναν μαζικά και σε απευθείας σύνδεση (on-line), δηλαδή MMORPGs. Ο αριθμός των διασυνδεδεμένων ατόμων αυξήθηκε από 8-16 σε 3.000 έως 4.000, αριθμός μεγαλύτερος από τον οποίο οι κόσμοι αυτοί θεωρήθηκαν «μαζικοί». Ωστόσο, σήμερα φτάνουν στους 400 εκατομμύρια διασυνδεδεμένους παίκτες ετησίως!

Τα προφίλ των παικτών των παιχνιδιών ρόλων στο Διαδίκτυο είναι ετερογενή, αλλά παρατηρούμε τους πιο νέους να εμπλέκονται σε δραστηριότητες μάχης (combat). Η πλειονότητα των παικτών ενδιαφέρεται ενεργά για τη συνεργασία με άλλους παίκτες μέσα στα παιχνίδια, ενώ, παράλληλα, εμπλέκονται σε συζητήσεις σχετικά με εικονικές οργανωτικές δραστηριότητες. Ο χώρος, λοιπόν, των πολυχρηστικών παιχνιδιών στο Διαδίκτυο, πέρα από χώρος παιχνιδιού, μεταμορφώνεται σταδιακά σε μια κοινότητα παικτών όπου αναπτύσσεται η πολιτικο-κοινωνική έκφραση, κάτι που ξεπερνά τον σχεδιασμό του παιχνιδιού και αποτελεί παράδειγμα αναδυόμενης συλλογικής συμπεριφοράς.

Ο Edward Castranova όρισε τους εικονικούς κόσμους ως επεκτεινόμενα μαζικά περιβάλλοντα τα οποία μοιάζουν με τον «πραγματικό» κόσμο, ενώ έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο και για τον άνθρωπο, αλλά διατηρούνται, καταγράφονται και παρέχονται από τους υπολογιστές [5].

Το 2007 τα MMORPGs είναι από τις πιο ανεπτυγμένες βιομηχανίες στον τομέα της ψυχαγωγίας. Οι δυνατότητες των MMORPGs προωθούνται όλο και περισσότερο προς πιο ανοικτούς κοινωνικούς εικονικούς χώρους, όχι μόνο επικεντρωμένους στο παιχνίδι, αλλά πραγματοποιείται ένα άνοιγμα προς μια κοινωνική χρήση. Έτσι, δημιουργούνται κοινωνικοί εικονικοί κόσμοι βασιζόμενοι σε πολυχρηστικές πλατφόρμες και τεχνολογίες, όπως το Second Life.

Σχήμα 5.2 *Γραφική αναπαράσταση της εξέλιξης των εικονικών κόσμων στο Διαδίκτυο.*

Η ιδέα των πολυχρηστικών διαδικτυακών κοινωνικών περιβαλλόντων εμφανίστηκε το 1997 με την κοινότητα των Active Worlds, έναν τεράστιο εικονικό χώρο έκτασης 429.038 τετραγωνικών μέτρων, σε κλίμακα, ο οποίος περιέχει 48,9 εκατ. αντικείμενα.

Η κατασκευή των Active Worlds πραγματοποιείται από τον συνδυασμό προκαθορισμένων αντικειμένων, με παρόμοιο τρόπο με την κατασκευή με εικονικά κομμάτια Lego.

[11] Επισημαίνεται ότι η έννοια του *Παγκόσμιου Ιστού* (World Wide Web) δε ταυτίζεται με αυτήν του *Διαδικτύου* (Internet). Το WWW είναι απλώς η πιο διαδεδομένη υπηρεσία του Internet, η οποία έχει συγκεντρώσει τις περισσότερες εφαρμογές.

Η ανάπτυξη της κοινότητας των Active Worlds δεν μπορεί να συγκριθεί με τα μαζικά διαδικτυακά παιχνίδια ρόλων, τα οποία υπερ-κατοικήθηκαν, καθώς οι ολοένα πιο ισχυροί *εξυπηρετητές* (servers) επέτρεψαν έναν τεράστιο αριθμό ταυτόχρονων συνδέσεων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ένα ζήτημα που δέσμευε την ανάπτυξη των Active Worlds ήταν η χρήση της γλώσσας Virtual Reality Markup Language (VRML). Πρόκειται για την πρώτη γλώσσα εικονικής πραγματικότητας στο Διαδίκτυο), μια αργή και δυσκίνητη γλώσσα που σχεδόν εγκαταλείφθηκε από τους περισσότερους προγραμματιστές στο Διαδίκτυο τα μετέπειτα χρόνια[12].

Ένα άλλο πρόβλημα αυτής της πλατφόρμας ήταν, επίσης, το θέμα του περιεχομένου: οι δυνατότητες στους Active Worlds ήταν οι ίδιες με ένα chat room, δηλαδή ένα περιβάλλον διαλόγου με μορφή κειμένου σε πραγματικό χρόνο μεταξύ διασυνδεδεμένων χρηστών, στο οποίο, όμως, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τον avatar του στον εικονικό κόσμο μέσα από μια βάση δεδομένων με προκαθορισμένους avatars, με ορισμένες δυνατότητες παραμετροποίησης.

Ωστόσο, η επικοινωνία μεταξύ των δύο (ή περισσότερων) avatars, δηλαδή των ψηφιακών αναπαραστάσεων των χρηστών στον εικονικό κόσμο, παρουσιάζεται, ως κείμενο, παρόμοια με ένα chat (IRC, MSN, Skype, κ.λπ.).

Τα τρισδιάστατα γραφικά του χώρου των Active Worlds είναι σχεδόν στοιχειώδη σε σχέση με εκείνα των MMORPGs, κι έτσι οι χρήστες έλκονται περισσότερο από τους εικονικούς χώρους των παιχνιδιών που αναπτύσσουν μια ολόκληρη κοσμοθεωρία και παρουσιάζουν μέσα από αυτή γοητευτικά εικονικά περιβάλλοντα, όπως το World of Warcraft, το UltimaOnLine κ.ά. Η πλειονότητα των χρηστών προτιμούν να εξερευνήσουν τα πιο σύνθετα εικονικά συναρπαστικά περιβάλλοντα των MMORPGs, και, αν απλώς θέλουν να επικοινωνήσουν με άλλους χρήστες, χρησιμοποιούν τα chatrooms, τα οποία εκτελούν απευθείας την ίδια λειτουργία, χωρίς τη χρήση γραφικών αναπαραστάσεων.

Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία από το δίκτυο του IRC (διαδεδομένο chatroom, δωμάτιο συνομιλίας στο Διαδίκτυο), ο αριθμός των χρηστών κατά τη διάρκεια του 2008 ήταν 1.028.284, ενώ τα μέλη της εικονικής κοινότητας World of Warcraft, ήταν 10.000.000. Κατά την ίδια περίοδο, τα μέλη των Active Worlds ανέρχονταν μόνο στα 363.213.

Πολλοί κόσμοι δημιουργήθηκαν με βάση την τρισδιάστατη πλατφόρμα των Active Worlds, παρουσιαζόμενοι ως εικονικές κοινότητες τρισδιάστατου chat. Εκεί οι χρήστες μπορούσαν κατ' αρχήν να περιηγηθούν, να επικοινωνήσουν, να παίξουν παιχνίδια αλλά και να χτίσουν τα σπίτια τους (Cybernet Worlds, Spiral Matrix, Outerworlds, Peace City 3D, Village 3D, η κοινότητα 3 DEE, η εικονική πόλη Dotsoul κ.ά.) [11].

Ο ανταγωνισμός μεταξύ των Active Worlds και των MMORPGs έδειχνε ως νικητή τη δεύτερη περίπτωση, μέχρι την ιδέα της δημιουργίας στον κυβερνοχώρο ενός κόσμου, παράλληλου με τον πραγματικό που επαναλήφθηκε μερικά χρόνια αργότερα από το Εργαστήριο Liden με τον εικονικό τρισδιάστατο χώρο του Second Life. Με τη διάθεση του εικονικού χώρου του Second Life στο κοινό το 2003, άρχισε να διαφαίνεται ότι μπορούσαν να διαμορφωθούν κοινωνικοί εικονικοί κόσμοι που μπορούσαν να συγκριθούν με τις κοινότητες των παικτών στα μαζικά πολυχρηστικά παιχνίδια.

Ο εικονικός κόσμος του Second Life βασίζεται σε ένα πολυχρηστικό περιβάλλον που προσφέρει στους «κατοίκους» του ένα πλήθος από δυνατότητες που επιτρέπουν την προσομοίωση σχεδόν όλων των δραστηριοτήτων του «πραγματικού» κόσμου.

Η διαφορά μεταξύ άλλων εικονικών κόσμων και του Second Life είναι η μεγάλη δυνατότητα συμμετοχής που προσφέρει στους χρήστες, ως προς την ανάπτυξη του χώρου. Η Liden Lab είχε σχεδιάσει ένα σχεδόν άδειο γραφικό περιβάλλον με ένα γενικό τοπίο και με ορισμένες κρίσιμες τοποθεσίες με τη μορφή νησιών για λόγους προσανατολισμού, αλλά και για λόγους δικαιωμάτων. Κάθε χρήστης, δηλαδή, μπορούσε να νοικιάσει ένα νησί, προκειμένου να αναπτύξει το δικό του περιεχόμενο [8].

[12]Οι επόμενες προτυποποιημένες γλώσσες, όπως η X3D, η εξέλιξη της VRML ή οι βιβλιοθήκες, όπως η WebGL, δεν κατάφεραν να αντικαταστήσουν τα *ιδιόκτητα μορφότυπα* (proprietary formats) από τα παιχνίδια (π.χ. Unreal) και από τους διαδικτυακούς εικονικούς κόσμους (π.χ. Second Life) που ήταν πιο αποδοτικά.

Εικόνα 5.2 *Εικόνα εικονικής συνάντησης μεταξύ avatars μέσα στην κοινότητα του Second Life. [πηγή: wikimedia commons - ιδιοκτησία: HyacintheLuynes, άδεια χρήσης: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported].*

Εικόνα 5.3 *Εικόνα του παιχνιδιού ρόλων στο 1920s Berlin project, μέσα στον χώρο του Second Life. [πηγή: wikimedia commons - ιδιοκτησία: Jo Yardley, άδεια χρήσης: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported].*

Η εντυπωσιακή επιτυχία του Second Life, πέντε χρόνια μετά το Active Worlds αποδεικνύει ότι μια νέα εποχή των εικονικών κοινοτήτων είναι ήδη παρούσα: η εποχή των κοινωνικών διαδικτυακών κόσμων, στους οποίους επιχειρείται μια εξομοίωση της πραγματικής ζωής. Ξεκίνησε τον Ιούνιο του 2003 ως ένα εικονικό έδαφος ενός τετραγωνικού χιλιόμετρου και με 500 κατοίκους, και εξαπλώθηκε σε περίπου 600 τετραγωνικά χιλιόμετρα, κατανεμημένα σε τρεις ηπείρους, με τουλάχιστον 30.000 έως 40.000 κατοίκους σε απευθείας σύνδεση κάθε λεπτό. Την 28η Ιανουαρίου του 2007, το Second Life, είχε περίπου 3 εκατομμύρια εγγεγραμμένους λογαριασμούς [11]. Τον Αύγουστο του 2008, είχαν ανοίξει λογαριασμούς 15 εκατομμύρια χρήστες, οι περισσότεροι, όμως, εκ των οποίων έπεσαν σε αχρηστία, καθώς ο εικονικός κόσμος του Second Life δεν εξελίχθηκε τόσο, ώστε να διατηρήσει το ενδιαφέρον των χρηστών, οι οποία αναζητούν ολοένα και πιο ανοιχτές και εξελιγμένες δυνατότητες διάδρασης και συν-δημιουργίας αλλά και ολοένα πιο αναπτυγμένα τρισδιάστατα γραφικά, τα οποία θα μπορούσαν να ανταγωνιστούν αυτά των ψηφιακών παιχνιδιών.

Οι πολίτες του Second Life, δια μέσω των avatar τους, τους οποίους μπορούν να επιλέξουν μέσα από έναν αριθμό προσχεδιασμένων χαρακτήρων που διαθέτει η πλατφόρμα, μπορούν να ζήσουν μια ζωή με σχεδόν εξίσου μεγάλη ποικιλία με την πραγματική ζωή στον φυσικό κόσμο. Μπορούν να κοινωνικοποιηθούν, να χορέψουν, να δουν ηλιοβασιλέματα και ανατολές, να κολυμπήσουν, να πετάξουν πάνω από εικονικά τοπία, να εξερευνήσουν καινούρια νησιά και να πραγματοποιήσουν εικονικά μια ποικιλία δραστηριοτήτων.

Τα εργαλεία πλοήγησης στο Second Life επιτρέπουν στον χρήστη να έχει μια σφαιρική άποψη για τον κόσμο του, με τη χρήση διαφορετικών καμερών, ώστε να επιτυγχάνεται μια εποπτεία, η οποία δίνει την αίσθηση μιας πανοπτικής ιδιότητας που δεν μας παρέχεται στον πραγματικό κόσμο.

Η αίσθηση ενός παράλληλου ψηφιακού βίου, εντείνεται από το γεγονός ότι οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα, ως κάτοικοι, να εγκατασταθούν σε ένα μέρος του εικονικού χώρου, για να αναπτύξουν δραστηριότητες μιας εικονικής καθημερινής ζωής και να κατασκευάσουν οι ίδιοι το δικό τους εικονικό περιβάλλον.

Ο κόσμος του Second Life απέχει πολύ ακόμη από το να είναι μια πλήρης και πιστή προσομοίωση του φυσικού κόσμου, διότι ακόμη και αν υπήρχαν σημαντικά στοιχεία, όπως η βαρύτητα, δε θα μπορούσαμε μέσα στον χώρο αυτόν να προσομοιώσουμε ένα σύνθετο αντικείμενο ή δραστηριότητα, όπως, για παράδειγμα, μια προσομοίωση της πραγματικής λειτουργίας ενός αυτοκινήτου. Τα οχήματα που συναντάμε στο Second Life δεν είναι ακριβείς προσομοιώσεις αλλά συμβολικές συμβάσεις μέσα σε έναν γραφικό κόσμο.

Μέσα στο Second Life, με βάση τα παραπάνω, ένας χρήστης μπορεί να γίνει «κατασκευαστής» του δικού του κόσμου, αν αγοράσει ένα εικονικό νησί, όπου μπορεί να δημιουργήσει τις δικές του τρισδιάστατες κατασκευές, σπίτια, εγκαταστάσεις - διαδραστικές ή μη-avatars, αντικείμενα κ.ά.

Παράλληλα, εμπορικά καταστήματα και εταιρείες αξιοποιούν αυτόν τον εικονικό κοινωνικό κόσμο για την προώθηση των προϊόντων τους, ενώ, από την άλλη, Ινστιτούτα, Σχολές και Πανεπιστήμια έχουν φτιάξει δικά τους νησιά, αξιοποιώντας την πολυχρηστική πλατφόρμα που διαθέτει το Second Life για εκπαιδευτικούς και ερευνητικούς σκοπούς.

Η ιδιαίτερη δυναμικότητα του Second Life οφείλεται, επίσης, στο γεγονός ότι έχει αναπτύξει μια δικιά του γλώσσα προγραμματισμού, τη *Linden Scripting Language* (*LSL*), η οποία λειτουργεί εντός του χώρου του και προσφέρεται στους χρήστες – κατοίκους του. Προσελκύει, λοιπόν, μια ομάδα χρηστών οι οποίοι ενδιαφέρονται να αναπτύξουν την προσωπική τους οπτική, ολοκληρώνοντας οι ίδιοι την προσομοίωση του πραγματικού χώρου μέσα από την ανάπτυξη δικού τους τρισδιάστατου περιεχομένου.

Οι χρήστες, δηλαδή, εκτός από τις δραστηριότητές τους ως κάτοικοι – avatars του χώρου, μπορούν και, ως κατασκευαστές, να έχουν μια σχέση με τον εικονικό κόσμο της «Δεύτερης ζωής».

Οι εικονικοί *κοινωνικοί κόσμοι* διαφοροποιούνται από τις εικονικές πόλεις των παιχνιδιών στο Διαδίκτυο, ακόμη και αν βασίζονται στην ίδια τεχνολογική υποδομή. Οι εικονικοί κοινωνικοί κόσμοι είναι, επίσης, περιβάλλοντα επικοινωνίας και μαζικής διάδρασης, όπως και οι εικονικές πόλεις των MMORPGs, αλλά η κύρια διαφορά είναι ότι στους κοινωνικούς κόσμους οι χρήστες καταναλώνουν όλον τον χρόνο τους στην συναναστροφή με άλλους χρήστες-avatars, αναπτύσσοντας μια παράλληλη ζωή με την πραγματική τους ζωή, με δραστηριότητες της καθημερινότητας, δημιουργώντας σπίτια ή άλλα αντικείμενα στον δικό τους παράλληλο εικονικό κόσμο, αλλά και συμμετέχοντας σε εικονικές συλλογικές δραστηριότητες αλληλεπίδρασης και εξερεύνησης του περιβάλλοντος.

Η επιτυχία των κοινωνικών διαδικτυακών κόσμων βασίζεται στην εφευρετικότητα των συμμετεχόντων αλλά και στο εύρος των «ανοιχτών» δυνατοτήτων της πλατφόρμας από μέρους των σχεδιαστών, ενώ στα παιχνίδια στο Διαδίκτυο η επιτυχία του κόσμου εξαρτάται από την μοναδικότητα του σκεπτικού του κόσμου, καθώς οι σχεδιαστές παιχνιδιών οδηγούν τους συμμετέχοντες προς προ-καθορισμένες δράσεις μέσα από ένα πολυ-σενάριο παιχνιδιού.

Παρόλα αυτά, οι κοινότητες MMOPRG τείνουν να είναι πολύ πιο δραστήριες και κοινωνικές από τους αποκαλούμενους κοινωνικούς κόσμους. Η εντύπωση ότι ο χώρος του παιχνιδιού ελέγχεται σημαντικά και είναι ένας χώρος με περιορισμούς και νόμους, τους οποίους έχουν επιβάλλει οι σχεδιαστές του παιχνιδιού, ενδυναμώνει τον σχηματισμό κοινοτήτων που με αυτόνομο τρόπο προσπαθούν να σπάσουν αυτούς τους κανόνες (όπως "οργανωμένες" επιθέσεις από ομάδες οι οποίες προσπαθούν να νικήσουν με συνεργατικό τρόπο, δημιουργία ταινιών μέσα στο παιχνίδι από τους χρήστες, τα γνωστά Machinimas κ.λπ.) [10].

Εικόνα 5.4 *Εικόνα μέσα από το παιχνίδι Eve Online*
[πηγή: wikimedia commons - πηγή: en:EVE Online, άδεια χρήσης: GNU Free Documentation License].

Η ανάπτυξη πολιτικοποιημένων ομάδων υπέρ της ανεξαρτησίας του Διαδικτύου, του ανοιχτού λογισμικού, καθώς και οι τεχνολογικές εξελίξεις, έδωσαν εναλλακτικές δυνατότητες για δημιουργία μη-εμπορικών πολυχρηστικών εικονικών κόσμων με ανοιχτά, ελεύθερα λογισμικά (π.χ. OpenSim, RealXtend).

Η εξέλιξη αυτών των χώρων έχει επηρεάσει σημαντικά τις νέες γενιές, καθώς και τις εκπαιδευτικές διαδικασίες, οι οποίες προσαρμόζονται όλο και περισσότερο στο τεχνολογικό υπόστρωμα.

Οι τεχνολογικές υποδομές επιδρούν άμεσα στη σχέση ανάμεσα στους εκπαιδευομένους και τους εκπαιδευτές αλλά και ανάμεσα στους εκπαιδευομένους μεταξύ τους.

5.2 Καλλιτεχνική δημιουργία στους διαδικτυακούς εικονικούς κόσμους

Σταδιακά, στους διαδικτυακούς εικονικούς κόσμους, άρχισε να παρουσιάζεται έντονη καλλιτεχνική δημιουργία, αφενός από καλλιτέχνες που παράγουν ψηφιακά έργα, ειδικά σχεδιασμένα για τους χώρους αυτούς, αφ' ετέρου από καλλιτέχνες οι οποίοι χρησιμοποιούν τους εικονικούς κόσμους ώστε να προβάλουν το έργο τους, ψηφιακό ή μη, μέσα σε αυτούς.

Τα είδη τέχνης τα οποία παρατηρούμε να αναπτύσσονται μέσα στους εικονικούς κόσμους μπορούν να περιγραφούν στις εξής κατηγορίες:

- Μεταφορά εικόνων του εξωτερικού κόσμου στον εικονικό χώρο,
- Γλυπτική τρισδιάστατων αντικειμένων,
- Βίντεο-τέχνη (στον εικονικό χώρο),
- Φωτογραφία (στον εικονικό χώρο),
- Έργα τρισδιάστατου ήχου - Ηχητικές εγκαταστάσεις,
- Συνθετικές ή εικονικές περφόρμανς,
- Happenings (στον εικονικό χώρο),
- Διαδραστικά έργα,
- Έργα πολυχρηστικής διάδρασης,
- Περιβάλλοντα εμβύθισης,
- Αλγοριθμική τέχνη,
- Καλλιτεχνικά παιχνίδια.

Μέσα στους κοινωνικούς εικονικούς χώρους παρατηρούμε τη δημιουργία εικονικών γκαλερί αλλά και καλλιτεχνικών κοινοτήτων, οι οποίες οργανώνονται έτσι, ώστε να κατασκευάσουν ειδικούς χώρους για την έκθεση των καλλιτεχνικών έργων των συμμετεχόντων. Ένας τέτοιος χώρος είναι το νησί Odyssey μέσα στην πλατφόρμα του Second Life, το οποίο αγόρασε μια κοινότητα καλλιτεχνών για αυτόν ακριβώς τον σκοπό, ώστε να μπορεί να εκθέτει αλλά και να δημιουργεί καλλιτεχνικά έργα μέσα τον εικονικό κοινωνικό αυτόν κόσμο. Στο νησί Odyssey μπορεί κανείς να δει την έκθεση του Alan Sondheim, *The Accidental Artist*, ένα πολύπλοκο έργο, ένα σωματικό περιβάλλον που επιτρέπει στους χρήστες να επέμβουν δραστικά πάνω του [9].

Η πλατφόρμα του Second Life προσφέρει ένα βασικό γενικό περιβάλλον με τρισδιάστατα γραφικά, ελέγχει τις δραστηριότητες που αναπτύσσονται μέσα σε αυτό, ενεργοποιεί και επικαιροποιεί το λογισμικό και παρέχει την ειδική γλώσσα προγραμματισμού, την LSL, αλλά και άλλα κατασκευαστικά εργαλεία, ώστε οι κάτοικοι να μπορούν να δημιουργούν, να μεταλλάσσουν και να οργανώνουν τον εικονικό τους χώρο όπως το επιθυμούν, ακολουθώντας μια λογική αυτο-οργάνωσης. Από την άλλη μεριά όμως, υπάρχει πρόσβαση για τον οπουδήποτε θέλει να εκθέσει ένα έργο του, αρκεί να νοικιάσει χώρο. Βέβαια, υπάρχουν δεσμεύσεις και οι δομές δημιουργίας είναι περιορισμένες, στοιχεία που δεν αρέσουν στους καλλιτέχνες, για αυτόν τον λόγο, πολλά από τα πιο αξιόλογα πρότζεκτ αναπτύσσονται σε πλατφόρμες τις οποίες έχουν φτιάξει ή επιμεληθεί οι ίδιοι οι καλλιτέχνες.

Στο Second Life, επίσης, αναπτύσσεται μια ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα κατάσταση προς μελέτη, ένα αυτόνομο οικονομικό σύστημα: χρησιμοποιείται ένα ειδικό εικονικό νόμισμα, τα δολάρια Linden, τα οποία μπορούν να μετατραπούν σε πραγματικά αμερικάνικα δολάρια, όταν το επιθυμούν οι χρήστες. Με αυτόν τον τρόπο, τον Σεπτέμβριο του 2005, ξεκίνησε να αναπτύσσεται μια εμπορική δραστηριότητα μέσα στον εικονικό κόσμο, η οποία αφορά σε μεγάλο βαθμό και τον χώρο ολόκληρου του Διαδικτύου.

Το πιο ενδιαφέρον γεγονός προς αυτήν τη κατεύθυνση, την οποία οι οικονομολόγοι την λαμβάνουν ιδιαίτερα σοβαρά υπ' όψιν τους, είναι η δημιουργία του διαδικτυακού νομίσματος bitcoin. Το νόμισμα αυτό

εμφανίστηκε στο Διαδίκτυο το 2009. Η πατρότητά του ανήκει σε έναν πληροφορικό, ο οποίος εμφανιζόταν με το ψευδώνυμο Satoshi Nakamoto και ήθελε να δημιουργήσει ένα νομισματικό σύστημα που θα παρέκαμπτε τις τράπεζες.

Ως προς το Second Life, οι χρήστες – κάτοικοι μπορούν να προβούν σε αγορές ψηφιακών δημιουργιών άλλων χρηστών, είτε πρόκειται για καλλιτεχνικά έργα είτε για άλλες ψηφιακές τρισδιάστατες κατασκευές, όπως δέρμα ή ρούχα για τα avatar τους, σπίτια ή αυτοκίνητα, στο πλαίσιο ενός εικονικού εμπορίου που αφορά κυρίως εικονικά προϊόντα για κατανάλωση μέσα στον ίδιο τον εικονικό κόσμο. Το φαινόμενο αυτό παρουσιάζει μια άνθηση – κυρίως – μέσα στα ψηφιακά παιχνίδια, στα οποία οι παίκτες εμπλέκονται σε εμπορικές συναλλαγές μεταξύ τους, χρησιμοποιώντας τον χώρο του παιχνιδιού για να κατασκευάσουν και να πουλήσουν σε άλλους παίκτες ειδικά αντικείμενα που θα μπορούσαν να ενδιαφέρουν την εξέλιξη του εκάστοτε χαρακτήρα του παιχνιδιού – avatar του παίκτη, όπως σπαθιά, ειδικές ιδιότητες κ.ά.

Ήδη από το 2007 το Second Life αριθμεί πάνω από 300 γκαλερί, όπου εκτίθενται και πωλούνται ψηφιακά έργα κάθε είδους. Το ζήτημα του αυθεντικού έργου και των αντιγράφων του στον ψηφιακό χώρο είναι ένα ζήτημα το οποίο έχει απασχολήσει – και ακόμα απασχολεί – τους εικονικούς καλλιτέχνες, ώστε να βρεθεί ένα τέτοιο μοντέλο πώλησης των εικονικών έργων το οποίο να ανταποκρίνεται στις νέες ανάγκες και στα ειδικά χαρακτηριστικά των έργων αυτών.

Σταδιακά, παρατηρούμε ότι το σύστημα των γκαλερί στους εικονικούς χώρους αναπτύσσει μια δικιά του δυναμική, η οποία, παρόλα' αυτά, παραμένει πολύ κοντινή με αυτήν του συστήματος των «παραδοσιακών» γκαλερί του πραγματικού μας κόσμου.

Μέσα στις εικονικές γκαλερί του Second Life δραστηριοποιούνται ποικιλοτρόπως διάφοροι καλλιτέχνες, όπως η εικονική καλλιτέχνης την οποία δεν γνωρίζουμε στην πραγματικότητα παρά μόνο ως «περσόνα» του εικονικού κόσμου με το όνομα Gazira Babeli και υπάρχει από το 2006, και θα λέγαμε ότι είναι η πρώτη αμιγώς εικονική καλλιτέχνης στον χώρο αυτόν, με έργα όπως το *Save your skin*, μια διαδραστική εικονική εγκατάσταση με θέμα το δέρμα των avatar, το *Avatar on Canvas*, ένα διαδραστικό τρισδιάστατο γλυπτό αποτελούμενο από σώματα ενωμένων avatar, το *Olym Pong*, όπου μια έκδοση του παιχνιδιού Pong μετατρέπεται σε αρχαιοελληνικό ναό, ενώ ο επισκέπτης μετατρέπεται σε μπάλα του τένις, το *Ursonate in Second Life*, μια γκροτέσκα γκαρνταρόμπα για ψηφιακούς χαρακτήρες - avatars) και το *Come Together* του 2007. Στην περίπτωση της Gazira Babeli η καλλιτέχνης αποτελεί και η ίδια έργο τέχνης, καθώς πρόκειται για ένα εικονικό avatar του οποίου τον δημιουργό δεν γνωρίζουμε, αλλά παρουσιάζεται η ίδια ως δημιουργός [7].

Στα πρώτα της βήματα ξεκίνησε ως *περφόρμερ κώδικα* (code performer) και εξακολουθεί να πραγματοποιεί όλη της την καλλιτεχνική δραστηριότητα μέσα στο Second Life, χρησιμοποιώντας τον όρο *εικονική περφόρμανς (virtual performance)*. Οι δράσεις της από την αρχή προκάλεσαν αίσθηση, λόγω της ανατρεπτικότητας που χαρακτηρίζει το έργο της, καθώς πολύ συχνά επιχειρεί την ανατροπή των κανόνων του παιχνιδιού και τη δημιουργική αποδόμηση και αναδόμηση του εικονικού χώρου, αλλά και λόγω της ενασχόλησής της με έννοιες οι οποίες απασχολούν σε μεγάλο βαθμό τους καλλιτέχνες των εικονικών χώρων, όπως η έννοια της σωματικότητας, της απο-υλοποίησης, της ταυτότητας και της ταύτισης με το avatar, της διαμεσολαβημένης επικοινωνίας, της διεπαφής κ.ά.

Επίσης, η Gazira Babeli ήταν η πρώτη καλλιτέχνιδα η οποία κινηματογράφησε την δραστηριότητά της και παρήγαγε ένα βίντεο στο οποίο παρουσιάζει την ιστορία της, το *Gaz' of the Desert* (2007), το πρώτο βίντεο σε υψηλή ανάλυση που γυρίστηκε εξ' ολοκλήρου μέσα σε έναν εικονικό κόσμο.

Στα εγκαίνια της εικονικής γκαλερί «ExhibitA Gallery», η καλλιτέχνις Gazira Babeli είχε παρουσιάσει δίπλα στο γνωστό εικονικό έργο της «Avatar on Canvas», ένα βίντεο με υπνωτισμένα παραμορφωμένα avatar που χόρευαν, πραγματευόμενη το θέμα του εικονικού σώματος και της απόκτησης νέας ταυτότητας μέσα από την ενσάρκωση σε avatar.

Μεγάλη δραστηριότητα παρατηρούμε στον χώρο των συνθετικών περφόρμανς μέσα στο Second Life. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η αναπαράσταση της περφόρμανς των Marina Abramovic και Ulay *Imponderabilia* (1977), από τους πρωτοπόρους καλλιτέχνες της net-art Eva & Franco Mattes (http://www.reakt.org/imponderabilia/), τριάντα χρόνια μετά (2007).

Οι καλλιτέχνες αυτοί χρησιμοποιούν τον προγραμματισμό, για να δημιουργήσουν δράσεις και αλληλεπιδράσεις μέσα στον εικονικό χώρο (π.χ. εικονικούς σεισμούς), αλλά και προκαλώντας τους άλλους χρήστες να συμμετάσχουν στις περφόρμανς, ενώ τις κινηματογραφούν με εσωτερική κάμερα του υπολογιστή και ύστερα τις προβάλουν στο Διαδίκτυο.

Στην καλλιτεχνική παραγωγή μέσα στους εικονικούς κοινωνικούς κόσμους, θα πρέπει να αναφερθούμε και στα εικονικά γλυπτά από καλλιτέχνες που εκθέτουν και στον φυσικό χώρο των γκαλερί,

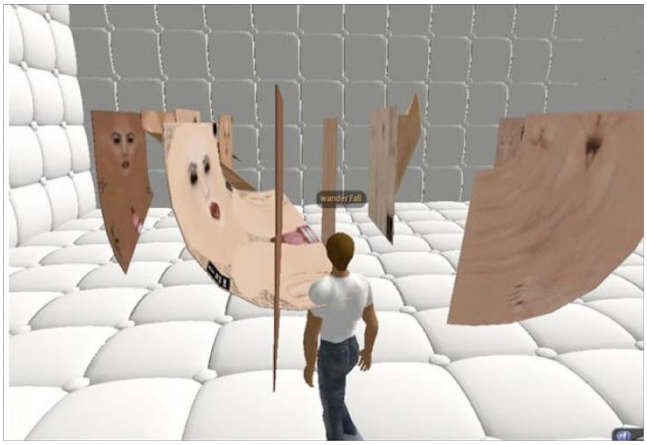
όπως ο Yves Netzhammer με το *Die Subjektivierung Projekt B* του 2007, ένα εικονικό αντικείμενο στον χώρο, ένα φωτόγραμμα, με προβολές και εγκατάσταση ήχου σε 12 κανάλια.

Βέβαια, ένα μεγάλο μέρος της καλλιτεχνικής δημιουργίας στο Second Life δεν παρουσιάζει κάποιο ιδιαίτερο ενδιαφέρον, αφού αντιγράφοντας τα πρότυπα του πραγματικού κόσμου κατακλύζεται από γκαλερί, οι οποίες πολλές φορές προβάλουν παραδοσιακά έργα χωρίς μεγάλη καλλιτεχνική αξία, αξιοποιώντας τον συγκεκριμένο εναλλακτικό χώρο για την προώθηση του έργου τους. Η συγκεκριμένη περίπτωση δεν έχει καμία σχέση με τα χαρακτηριστικά της ψηφιακής τέχνης, είναι δηλαδή ζωγραφική, φωτογραφία, γλυπτική, παρουσιασμένα μέσα στον εικονικό χώρο και όχι ένα νέο είδος ψηφιακής τέχνης.

Από την άλλη μεριά υπάρχουν και καλλιτέχνες οι οποίοι παράγουν τρισδιάστατα γλυπτά, διαδραστικά έργα και άλλα ψηφιακά καλλιτεχνικά αντικείμενα, τα οποία εντάσσονται μεν στον εικονικό χώρο, αλλά η αισθητική τους είναι αμφιλεγόμενη, αγγίζοντας τα όρια του κιτς.

Η πιο ενδιαφέρουσα περίπτωση καλλιτεχνών είναι αυτοί που αντιμετωπίζουν τον εικονικό χώρο με μεγαλύτερη δημιουργικότητα και εφευρετικότητα, με βάση, όμως, τα ειδικά του χαρακτηριστικά και τις δομές του, ή με μια πολιτικο-κοινωνική άποψη, προτείνοντας νέες αισθητικές λύσεις ή ιδεολογικές προτάσεις στο ζήτημα της τρισδιάστατης διαδραστικής δημιουργίας σε πραγματικό χρόνο στο Διαδίκτυο.

Παρατηρείται, επίσης, τέτοιες δραστηριότητες να αναπτύσσονται αυτόνομα και σχεδόν άναρχα, μέσα στους χώρους των ψηφιακών παιχνιδιών, τα οποία, όμως, σαφώς δεν έχουν σχεδιαστεί για αυτόν τον σκοπό. Ωστόσο, αυτή ακριβώς η αυτόνομη και άναρχη ανάπτυξη παρουσιάζει ενδιαφέρον και βρίσκεται πολύ κοντά στη δομή της περφόρμανς η οποία ενδιαφέρεται για το αναπάντεχο και τη διατάραξη μιας ομαλής λειτουργίας ενός συστήματος μέσα στο οποίο αναπτύσσεται.



Εικόνα 5.5 *Εικόνα από χώρο εικονικής έκθεσης Save your skin της Gazira Babeli μέσα στο Second Life. Πηγή:Second Life.*

Θα λέγαμε, παρ' όλα αυτά, ότι ο χώρος των εικονικών κόσμων σε μικρό βαθμό αξιοποιείται από καλλιτέχνες και σε πολύ μεγάλο βαθμό αποτελεί μια πλατφόρμα δημιουργίας και παραγωγής, με κοινωνικό και παιγνιώδη χαρακτήρα, καθώς εξελίσσεται σε χώρους όπως τα ψηφιακά παιχνίδια, δηλαδή αξιοποιείται κυρίως από παίκτες (gamers) και άτομα που κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούν το μέσο αυτό ως μέσο διασκέδασης και ψυχαγωγίας.

Μέσα στα ψηφιακά παιχνίδια, οι παίκτες αναπτύσσουν ένα νέο είδος τεχνικής κινηματογράφησης το οποίο, μερικές φορές, αγγίζει τα όρια της τέχνης, τα λεγόμενα *Machinimas*. Πρόκειται για τη δημιουργία μικρών ταινιών με κινηματογραφικούς όρους, στις οποίες χρησιμοποιείται ως σκηνικό το τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον του παιχνιδιού και ως ηθοποιοί άλλοι παίκτες-avatars. Αυτό πραγματοποιείται χάριν μιας εφαρμογής που έχουν αρκετά παιχνίδια η οποία επιτρέπει οι παίχτες να κινηματογραφούν τις δράσεις τους, έχοντας τη δυνατότητα να επιλέξουν την γωνία λήψης της κάμερας, καθώς και τη δυνατότητα να προσυμφωνηθούν δράσεις με άλλους παίκτες, ώστε να υποδυθούν τα avatar τους συγκεκριμένες κινήσεις.

Τα Machinimas, έχουν αποκτήσει, πλέον, μια σημαντική θέση, ως αυτόνομη δραστηριότητα, ως ένας νέος τρόπος ψηφιακής δημιουργίας που αγγίζει τα όρια του σύγχρονου καλλιτεχνικού χώρου, μέσα από την ανάπτυξη, κατά τα τελευταία χρόνια, φεστιβάλ και διαγωνισμών αφιερωμένων ειδικά σε αυτό το νέο είδος καλλιτεχνικής παραγωγής στον εικονικό χώρο (βλέπε εδώ κι εδώ).

Η λογική της ανάπτυξης ενός σεναρίου, η επιλογή ηθοποιών-avatar, ρούχων, αντικειμένων, σκηνικών κ.λπ. και η μετέπειτα πραγματοποίηση του σεναρίου, η οργάνωση του παιξίματος και η φιλμογράφηση της «ταινίας» μεταφέρει λογικές καθαρά επαγγελματικής κινηματογραφικής παραγωγής και δίνει τη δυνατότητα να ξεπηδήσουν νέες αφηγηματικές δομές και αισθητικές που αφορούν πια τα τρισδιάστατα περιβάλλοντα των παιχνιδιών ως σκηνικά ταινίας, προκαλώντας με αυτό τον τρόπο μεγάλους σκηνοθέτες του κινηματογράφου να ανταποκριθούν στη νέα αισθητική πρόκληση του μέσου. Σε αυτό το σημείο μπορούμε να αναφέρουμε τον σκηνοθέτη Ridley Scott με την εταιρεία του Scott Free Productions, ο οποίος χρησιμοποίησε τον χώρο ενός ψηφιακού παιχνιδιού (που παίζεται στο Xbox), για να προωθήσει έναν νέο εικονικό χαρακτήρα – ήρωα παιχνιδιού, μέσα από μια σειρά πέντε ταινιών τις οποίες επιλέγει για να προβάλλει μέσω Διαδικτύου.

5.3 Ζητήματα που αφορούν την καλλιτεχνική δημιουργία στους εικονικούς πολυχρηστικούς διαδικτυακούς κόσμους

Η καλλιτεχνική δραστηριότητα που έχει αναπτυχθεί έως τώρα μέσα στους εικονικούς διαδικτυακούς πολυχρηστικούς κόσμους, κατά κόρον, μεταφέρει στοιχεία και διαδικασίες από τον πραγματικό κόσμο, καθώς αναπτύσσεται στη βάση της μίμησης των χαρακτηριστικών αυτού (π.χ. απόσταση, εγγύτητα, γεωγραφία). Για τον λόγο αυτό, δεν εξαπλώνεται σε βαθμό τέτοιο, ώστε να αποτελεί ένα πραγματικά εναλλακτικό μοντέλο συγκεκριμένης καλλιτεχνικής πρότασης. Το γεγονός αυτό όμως καθιστά ακόμα πιο ενδιαφέρουσα την ενασχόληση με τον χώρο αυτόν σαν έναν νέο χώρο δημιουργίας και πειραματισμού. Μια άλλη ενδιαφέρουσα πτυχή αυτού του είδους καλλιτεχνικής δημιουργίας είναι η ανάπτυξη και η εξέλιξη νέων δομών διάδρασης μέσα από την ένταξη στους εικονικούς κόσμους στοιχείων τεχνητής νοημοσύνης και τεχνητών οντοτήτων [6].

Η συνεύρεση πολλών ανθρώπων, απομακρυσμένων γεωγραφικά, αλλά παρόντων την ίδια στιγμή στον ίδιο εικονικό χώρο, δημιουργεί μια νέα διάσταση αλληλεπίδρασης όπου αναδυόμενες συμπεριφορές μπορούν να λειτουργήσουν ως νέος τομέας συν-δημιουργίας από απόσταση. Ένα νέο λοιπόν ζήτημα που εμφανίζεται στους εικονικούς κόσμους στο Διαδίκτυο είναι η αισθητική της πολυ-χρηστικής διάδρασης. Άλλοι καλλιτέχνες, καθώς και καλλιτεχνικές ομάδες αξιοποιούν τις υπάρχουσες δομές για να δημιουργήσουν καλλιτεχνικά έργα που ουσιαστικά εμμέσως κριτικάρουν και τη δομή του Διαδικτύου.

Μία τέτοια καλλιτεχνική ελληνική ομάδα, που έδρασε κυρίως τη δεκαετία του 2000, είναι οι Personal Cinema (http://www.personalcinema.org/), που δημιούργησαν ένα πρότζεκτ με τη δομή ενός δικτυακού παιχνιδιού, το *The making of Balkan wars: The game* (http://www.balkanwars.org/). Το πρότζεκτ αυτό επικέντρωνε σε κοινωνικά και πολιτισμικά θέματα των περιοχών της Βαλκανικής, καθώς και στη δημιουργία δικτύων ανάμεσα σε καλλιτέχνες, κριτικούς τέχνης, θεωρητικούς και επιμελητές τέχνης από τη Νοτιοανατολική Ευρώπη.

Διάφορες διαδικτυακές και όχι μόνο δράσεις, όπως διαγωνισμοί, διαδικτυακά ψηφίσματα, φεστιβάλ και αγορές έργων, δημιουργούν ένα δυναμικό περιβάλλον που εξελίσσεται και συνυπάρχει μέσα στο απροσδιόριστο εικονικό περιβάλλον, το οποίο θα προβάλλει την κατάλληλη στιγμή την καινούργια συνθήκη που ακόμα είναι αδιευκρίνιστη.

5.4 Σχετικό έργο με συμμετοχές μελών της συγγραφικής ομάδας

Τα μέλη της συγγραφικής ομάδας, μελετούν τους εικονικούς διαδικτυακούς πολυχρηστικούς κόσμους, και τις δυνατότητες αξιοποίησής τους για την εκπαίδευση των καλλιτεχνών, κυρίως στο πλαίσιο του Ελληνογαλλικού Μάστερ «Τέχνη, εικονική πραγματικότητα και πολυχρηστικά συστήματα καλλιτεχνικής έκφρασης», ανάμεσα στην ΑΣΚΤ και το Paris-8, όπου συμμετέχουν και ως διδάσκοντες. Έχουν δημιουργήσει και εξελίσσουν μια διαδικτυακή πλατφόρμα, το VALab (**V**irtual **A**rtistic **Lab**oratory) (http://www.medialab.asfa.gr/valab/), που έχει τη δυνατότητα, εκτός των άλλων, να αποτελεί ανάπτυξης έργων που βασίζονται σε εικονικούς διαδικτυακούς πολυχρηστικούς χώρους. Στην Εικόνα 5.6 απεικονίζεται στιγμιότυπο από τον κεντρικό χώρο του VALab, όπου συνενώνονται και φιλοξενούνται από κοινού διάφορα φοιτητικά έργα. Κάθε τρισδιάστατο αντικείμενο του κεντρικού αυτού χώρου λειτουργεί ως *πύλη* (portal), μέσω του οποίου ο κάθε επισκέπτης μπορεί να μεταφερθεί στον χώρο του έργου που επιλέγει.

Εικόνα 5.6 *Στιγμιότυπο από τον κεντρικό χώρο του VALab που συνενώνει επιμέρους πολυχρηστικά έργα.*

Μία από τις φοιτητικές εργασίες που αξιοποίησαν την τεχνολογική υποδομή της πλατφόρμας VALab είναι το έργο *This is not a game*, 2013. Το έργο αυτό δημιουργήθηκε συνεργατικά, από φοιτητές και καθηγητές του Ελληνογαλλικού Μάστερ, στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Δύο ή περισσότεροι επισκέπτες, έχουν τη δυνατότητα, μέσω χειριστηρίου gamepad, να πλοηγούνται και να επιδρούν από κοινού σ' έναν τρισδιάστατο εννοιολογικό χώρο αποτελούμενο από λέξεις-έννοιες. Με βάση το πρότυπο το οποίο ακολουθείται στα παιχνίδια στόχευσης πρώτου προσώπου, ο κάθε «παίκτης» μπορεί να στοχεύει μία λέξη του χώρου και να την πυροβολεί μεταβάλλοντας έτσι την ισορροπία του χώρου. Το έργο αυτό παρουσιάστηκε στη διεθνή έκθεση THESIS με θέμα την καταστροφή, στο metamatic:taf (Αθήνα, 28/3-18/4/2013) (Εικόνα 5.7).

Εικόνα 5.7 *Εικόνα από το έργο πολυχρηστικής διάδρασης This is not a game. Το έργο προβάλλεται μέσα από τον διαδικτυακό τόπο της πολυχρηστικής πλατφόρμας του VALab.*

Βιβλιογραφία – Αναφορές

1. Bartle, R., *Designing Virtual Worlds*, ΗΠΑ: New Riders, 2003.
2. Beau, F., *Culture d'Univers, Jeux en réseau, mondes virtuels, le nouvel age de la société numérique*, Γαλλία: FYP Editions, 2007.
3. Buci-Glucksman, C., *L'art a l'époque du virtuel*, L'harmattan, Collections Arts 8, Παρίσι: UFR Arts, Philosophie et Esthétique – Université Paris 8, 2003.
4. Cadoz, C., *Les Réalités Virtuelle*s, Παρίσι: Flammarion (Η Εικονική Πραγματικότητα, εκδόσεις Π. Τραυλός, Ελλάδα), 1997.
5. Castranova, E., *Exodus to the Virtual World, How Online Fun is Changing Reality*, ΗΠΑ: Palgrave Macmillan, 2007.

6. Dimitriadi, N., “Internet Games: from the utopian to the virtual city, the development and evolution of new organisational structures via AL systems”, in *Gaming Realities, A challenge for digital culture*, Κέντρο για τον Ψηφιακό Πολιτισμό Φούρνος, Αθήνα, 2006.
7. Grau, O., (editor) *Imagery in the 21st Century*, London: The MIT Press, 2013.
8. Guest, T., *Second Lives: A Journey Through Virtual Worlds*, Μεγάλη Βρετανία: Hutchinson, 2007.
9. Lieser, W., Digital Art, Κίνα: h.f.ullman, 2009.
10. Nitsche, M., *Video Game Spaces – Image Play and Structure in 3D worlds*, ΗΠΑ: The MIT Press, 2008.
11. Taylor, T. L., *Play Between Worlds, Exploring Online Game Culture*, ΗΠΑ: The MIT Press, 2006.
12. Δημητριάδη, Ν., “Σώμα και Πρόσωπο στους εικονικούς κόσμους του Διαδικτύου: από τα Cyborg στα Άβαταρ”, στα πρακτικά της διημερίδας *Μεταμορφώσεις της Σωματικότητας: Τέχνη-Σώμα-Τεχνολογία*, Τμήμα Τεχνών Ήχου και Εικόνας (ΤΤΗΕ) Ιονίου Πανεπιστημίου, Κέρκυρα, Ελλάδα, 2014. (https://www.scribd.com/doc/260779183/Metamorphoses-of-Corporeality-Art-Body-Technology)

Συνδέσεις για εικονικούς διαδικτυακούς πολυχρηστικούς κόσμους:

Kaneva - http://www.kaneva.com
Onverse - http://www.onverse.com
Twinity - http://www.twinity.com

Λογισμικά – Πλατφόρμες ανάπτυξης εικονικών κόσμων:

Unity - http://www.unity3d.com
Unreal Engine 4 - https://www.unrealengine.com/
Crytek Cryengine - http://www.crytek.com/cryengine

Πολυχρηστική πλατφόρμα εκπαίδευσης και συνεργατικής καλλιτεχνικής δημιουργίας που αναπτύσσεται με συμμετοχή μελών της συγγραφικής ομάδας:

Virtual Artistic Laboratory (VALab) - http://www.medialab.asfa.gr/valab/

Κεφάλαιο 6. Η διαδικασία δημιουργίας στις ψηφιακές τέχνες: Μεθοδολογία του ψηφιακού έργου. Αφήγηση – σενάριο – πολυσενάριο – προγραμματισμός

Σύνοψη

Εξετάζεται ο λόγος, ως ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία του ανθρώπου, με αφετηρία την αφήγηση και τις διάφορες μεταλλαγές της για τις ανάγκες των τεχνολογικών τεχνών, όπως είναι το σενάριο, το πολυσενάριο και ο προγραμματισμός. Η αφήγηση διατρέχει όλον τον ανθρώπινο πολιτισμό: μυθολογία, έπος, θέατρο, ποίηση, μυθιστόρημα, εικαστικές (εικονογραφικές) τέχνες, κινηματογράφο, διαδραστική αφήγηση, εικονική πραγματικότητα, ψηφιακά παιχνίδια. Εδώ, παρουσιάζεται εκτενώς η σημασία του λόγου, ως ένα από τα σημαντικότερα «εργαλεία» σε πολλές μορφές τέχνης. Περιγράφεται η ιδιαίτερη θέση που κατέχει στις ψηφιακές τέχνες με τη λογική της διαδραστικής αφήγησης, αλλά και με τον προγραμματισμό, αφού και ο προγραμματισμός μπορεί να αντιμετωπιστεί ως ένα είδος αφήγησης, δηλαδή ως ένας διάλογος ανάμεσα στον δημιουργό ενός μηχανισμού και στον θεατή. Τέλος, παρουσιάζεται η αντιπαράθεση εικόνας και λόγου και αναφέρονται οι περιπτώσεις στις οποίες ο λόγος παρακάμπτεται χάριν της εικόνας.

6.1 Η προ - εργασία που υπάρχει πίσω από κάθε έργο

Κατά την παρακολούθηση ενός ψηφιακού καλλιτεχνικού έργου, μπορεί κάποιος να αξιολογήσει την καλλιτεχνική και ιδεολογική τοποθέτηση του καλλιτέχνη ή την τεχνική και τεχνολογική αρτιότητά του. Να θαυμάσει μια ισχυρή καλλιτεχνική πρόταση ή μια πρωτότυπη τεχνολογική λύση. Δύσκολα, όμως, μπορεί να αναγνωσθεί και να αξιολογηθεί η προεργασία, η έρευνα και ο σχεδιασμός του έργου.

Αυτός είναι, ενδεχομένως, ο λόγος που πολλές φορές υπερτιμώνται κάποια μεμονωμένα μέρη της παραγωγής, όπως τα ειδικά εφέ της εικόνας ή του ήχου και η χρήση ενός λογισμικού, και υποτιμάται η βασική μεθοδολογία, που αφορά τη θεωρητική προεργασία και την ανάπτυξη μιας δομής, ο σχεδιασμός όλων των εργασιών και η συντονισμένη παραγωγή τους. Χωρίς αυτήν την εσωτερική διεργασία δεν μπορεί να υπάρξει ένα σημαντικό έργο.

Η συγκεκριμένη διαδικασία ισχύει, εν μέρει, σχεδόν για όλα τα είδη έργων, όμως για ένα ψηφιακό καλλιτεχνικό έργο είναι απολύτως αναγκαία. Ένα ψηφιακό καλλιτεχνικό έργο αποτελείται από μια ιδιαίτερα σύνθετη δομή αλληλοσυνδεόμενων διαφορετικών στοιχείων, όπως λογισμικά, ψηφιακά ή οπτικοακουστικά υλικά, τεχνικά μέρη, εικαστικά μέρη, πρωτοκόλλα επικοινωνίας κ.ά.

Αυτή η δομή αποτελείται από έξι βασικά μέρη:

α. αρχεία από οπτικοαουστικά υλικά,
β. συστήματα επικοινωνίας ανθρώπου - μηχανής,
γ. προγράμματα διαχείρισης,
δ. μηχανισμούς μετάδοσης και προβολής,
ε. εικαστικές εγκαταστάσεις και, ενίοτε,
στ. σύστημα δικτύου επικοινωνίας,
ζ. συμμετοχή καλλιτεχνών.

Αυτά τα διαφορετικά στοιχεία διαμορφώνουν μια σύνθεση διασυνδεδεμένων εργασιών και τεχνολογικών πρωτοκόλλων. Αναπτύσσεται, δηλαδή, μια μεθοδολογία, μέσω της οποίας συνδυάζονται με έναν δυναμικό συνειρμικό τρόπο όλα τα δεδομένα που αφορούν το σύνολο της δημιουργίας του έργου. Για να υλοποιηθεί η σύνθετη αυτή καλλιτεχνική – τεχνολογική σκέψη και, στη συνέχεια, να ενσωματωθούν σε μια δομή οι διαφορετικές διαδικασίες εργασιών (καλλιτεχνικών, τεχνικών και τεχνολογικών), προϋποτίθεται ένας κοινός σχεδιασμός.

Το βασικό συστατικό του συγκεκριμένου σχεδιασμού είναι η ανθρώπινη γλώσσα. Η μορφή του αρχικού σταδίου των περισσοτέρων σύνθετων έργων παρουσιάζει τη δομή μιας λεκτικής περιγραφής. Αυτή η δομή περιγράφει όλα τα στοιχεία που εντάσσονται στο έργο: από τις σκέψεις του δημιουργού έως την περιγραφή του έργου, τους στόχους, την κεντρική ιδέα, τη σχέση με τους θεατές, αλλά και τις περιγραφές των επί μέρους στοιχείων, καθώς και των σταδίων των εργασιών για τη δημιουργία του έργου.

6.2 Τα διάφορα απαιτούμενα στάδια για τη σύνθεση της μορφής του έργου

Ένα καλλιτεχνικό έργο, πριν πάρει τη μορφή μιας ολοκληρωμένης αφήγησης[13] ή δομής (δηλαδή μιας αφήγησης η οποία περιγράφει τη δομή του έργου, όταν αυτό δεν στηρίζεται πάνω σε μια ιστορία), ξεκινάει από διάφορα σκόρπια στοιχεία τα οποία θα μπορούσαν να είναι οπτικοακουστικές καταγραφές, σχέδια, γνωστά κείμενα, λογοτεχνικά ή θεωρητικά, σημειώσεις, συναισθήματα, σκέψεις και άλλα. Ένα μικρό σύμπαν ασυντόνιστο και χαοτικό, μέχρι να διαμορφωθεί μια κυρίαρχη ιδέα και να βάλει μια τάξη στο δυναμικά άτακτο σύμπαν της πρώτης έμπνευσης. Αυτή η περίοδος, πολλές φορές, είναι η πιο δημιουργική ως προς την καλλιτεχνική δημιουργία. Στη συνέχεια, οι απαιτήσεις μιας δύσκολης παραγωγής, συχνά, περιορίζουν τη δυνατότητα μιας καλλιτεχνικής ελευθερίας, αφού βασικός στόχος είναι η ολοκλήρωση του υπάρχοντος σχεδίου. Για τον λόγο αυτό, είναι πολύ σημαντική η συγκεκριμένη περίοδος. Είναι η περίοδος κατά την οποία δεν υπάρχουν όρια. Τα όρια βρίσκονται στη σκέψη και στη φαντασία του δημιουργού. Είναι το στάδιο στο οποίο μπορούν να σχεδιαστούν και να καταγραφούν οι πιο παράτολμες ιδέες, τα πιο ιδιόμορφα όνειρα και σχέδια. Τα όρια θα μπουν μετά, αλλά και πάλι, τις περισσότερες φορές, τα ίδια τα όρια θα προκαλέσουν την προσπέρασή τους μέσα από ενδιαφέρουσες λύσεις που θα επηρεάσουν θετικά το τεχνολογικό και καλλιτεχνικό αποτέλεσμα του έργου.

Οι σημειώσεις, οι σχεδιασμοί και οι καλλιτεχνικές προτάσεις του δημιουργού, σταδιακά, θα πάρουν τη μορφή μιας ολοκληρωμένης κειμενικής περιγραφής του έργου. Στη συνέχεια, μέσα από την ανάλυση αυτού του κειμένου, θα προκύψουν νέα κείμενα, τα οποία θα περιγράφουν διάφορες λεπτομέρειες του έργου, και πάλι, μέσα από την ανάλυση αυτών των περιγραφών, θα προκύψουν νέα κείμενα, βάσει των οποίων θα συντονισθούν οι διαφορετικές εργασίες της παραγωγής. Όλη αυτή η διαδικασία μπορεί να χαρακτηρισθεί με μία μόνο λέξη: *project*. Πρόκειται για μία αγγλική λέξη της οποίας, δυστυχώς, δεν έχει επιτευχθεί η επαρκής μετάφραση στα ελληνικά: η λέξη μεταφράζεται ως ερευνητικό σχέδιο, εργασία, μελέτη ή θα μπορούσε να αναφέρεται ελληνοποιημένα ως πρότζεκτ. Ίσως το καλύτερο θα είναι να χρησιμοποιηθεί η λέξη στα ελληνικά ή στα αγγλικά. Βέβαια, ίσως αυτό το σκεπτικό είναι πλεονασμός, αφού, κυρίως οι νέοι καλλιτέχνες, πολλές φορές χρησιμοποιούν για τα ντοκουμέντα τους την αγγλική γλώσσα (http://www.wordreference.com/engr/project).

Είναι σχεδόν αδύνατον να ολοκληρωθεί ένα σύνθετο ψηφιακό έργο χωρίς τη συγκεκριμένη μεθοδολογία. Την τελευταία δεκαετία, μάλιστα, υπάρχει μια ιδιόμορφη περίπτωση προβολής αυτού του μέρους των εργασιών ως μέρος του ίδιου του καλλιτεχνικού έργου. Είναι η περίπτωση της καλλιτεχνικής μορφής κατά την οποία ο τίτλος του έργου συνοδεύεται με την έννοια του project. Στην περίπτωση αυτή, όλες οι διαδικασίες, οι οποίες αφορούν την οργάνωση, τον σχεδιασμό και την εξέλιξη του έργου, αποτελούν μέρος από τον κύριο κορμό του έργου (στο κεφάλαιο 3 του Β τόμου: *Το στάδιο της προεργασίας. Καλλιτεχνικά, αισθητικά και τεχνολογικά θέματα*, αναφέρεται αναλυτικά η περίπτωση του project ως καλλιτεχνικό είδος). Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το ιδιαίτερα πρωτότυπο έργο των δύο πρωτοπόρων αρχιτεκτόνων Elizabeth Diller και Ricardo Scofidio κ.λπ. Πρόκειται για το περίπτερο *Blur Building* για την Exposition Pavilion Swiss Expo (www.dsrny.com/#/projects/blur-building), το οποίο παρουσιάστηκε στο Yverdon – Les Bains το 2002 (Εικόνα 6.1).

[13]Μία αφήγηση δεν καθορίζεται μόνο από το άτομο το οποίο αφηγείται αλλά και από το κοινό στο οποίο απευθύνεται. Στην προκειμένη περίπτωση θεωρούμε ότι το κοινό είναι κυρίως άτομα που ασχολούνται με την εικόνα. Σίγουρα, αν το κείμενο αυτό αφορούσε άτομα που ασχολούνται με τη λογοτεχνία, θα έπρεπε να ήταν εντελώς διαφορετικό. Οι εικαστικοί έχουν μια ειδική σχέση με τη μνήμη, τη σκέψη, τη φαντασία μέσω εικόνων ή την ικανότητα να αναπτύσσουν ένα έργο μέσα από μια σειρά προσχεδίων.

Εικόνα 6.1 *Το περίπτερο Blur Building για την Exposition Pavilion Swiss Expo [πηγή:wikimedia commons, δημιουργός: Norbert Aepli, Switzerland (User:Noebu), άδεια χρήσης: Licensed under CC-BY-2.5].*

Οι δύο αρχιτέκτονες πρότειναν έναν ρευστό «χώρο» ο οποίος παράγεται από ψεκασμό νερού. Με δικά τους λόγια: «μια αρχιτεκτονική της ατμόσφαιρας… μια μάζα ομίχλης που προκύπτει από φυσικές και ανθρωπογενείς δυνάμεις» [3].

Δηλαδή, με έναν μηχανισμό ψεκασμού, το νερό μετατρεπόταν σε ομίχλη, η οποία δημιουργούσε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο κέλυφος. Ήταν ένας υδάτινος πυρήνας τον οποίο, για να επισκεφθεί κάποιος, έπρεπε να φορέσει αδιάβροχο και να υποστεί, εν μέρει, τα ασαφή τοιχώματα του συγκεκριμένου οικοδομήματος.

Απέναντι στην ασαφή αυτή φόρμα, οι αρχιτέκτονες παραθέτουν με τη μορφή καταλόγου, που συμπληρώνει το έργο, όλο το πρότζεκτ: τις σημειώσεις τους, την προεργασία αλλά και όλα τα ντοκουμέντα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια της παραγωγής: από την επικοινωνία με τις επιτροπές και τους συνεργάτες έως την παραμικρή λεπτομέρεια για τα υλικά που στέλνανε οι προμηθευτές. Ίσως συνειδητά οι δημιουργοί έφεραν στην επιφάνεια την προεργασία, καθώς και όλες τις εργασίες, με λεπτομέρεια απέναντι στο άυλο αρχιτεκτονικό κατασκεύασμά τους.[14]

Το απαραίτητο στοιχείο, στο οποίο εστιάζει το συγκεκριμένο κεφάλαιο, για τη δημιουργία ενός ψηφιακού έργου, είναι τόσο συγκεκριμένο και αυτονόητο, ώστε, πολλές φορές, δεν του δίνεται η πρέπουσα σημασία. Αυτό το στοιχείο είναι η γλώσσα, και σε προέκταση η αφήγηση.

Αυτή η τόσο ισχυρή δομή της ανθρώπινης υπόστασης, την οποία, τελικά, τη θεωρούμε δεδομένη, διατρέχει όλες τις ανθρώπινες διαδικασίες. Είναι το μόνο εργαλείο του ανθρώπου το οποίο διαθέτει μια τόσο μεγάλη ακρίβεια περιγραφής σύνθετων καταστάσεων και είναι ικανό να πραγματοποιήσει την πιο σύνθετη κατασκευή σε όλα τα επίπεδα, από την επιστήμη, τη φιλοσοφία και την Τέχνη έως τις απλές φράσεις της καθημερινής ζωής.

Έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, για να κατανοηθούν κάποιες διαδικασίες που μας αφορούν, να γίνει μια σύντομη αναφορά στο θέμα.

6.3 Αρχικά η Αφήγηση

Πολλές φορές, κυρίως οι σύνθετες τέχνες, ξεκινάνε από μια αφήγηση, για να μεταφερθεί (η αφήγηση) αργότερα σε ένα άλλο μέσο (ας μην ξεχνάμε ότι και η γραφή, χειρωνακτικά ή μηχανικά, αποτελεί ένα μέσο σε σχέση με τον προφορικό λόγο). Το πρωταρχικό κείμενο, όπως είναι οι στίχοι, ένα θεατρικό έργο, ένα σενάριο, ένα πρότζεκτ, γράφεται στο χαρτί ή, πλέον, στον υπολογιστή, ειδικά για να μεταφερθεί σε ένα άλλο

[14] Στοιχεία για το έργο υπάρχουν στο www.designboom.com/eng/funclub/dillerscofidio.html, ο κατάλογος E. Diller, R Scofidio, Blur: The Making of Nothing, Harry N. Abrams, 2002.

μέσο. Κυρίως αφηγείται μια ιστορία. Αρκετές φορές η αφήγηση συνοδεύεται και από πληροφορίες προς τους δημιουργούς για το πώς θα μεταφέρουν το κείμενο στο νέο μέσο ή σε περισσότερα μέσα μιας σύνθετης τέχνης.

Η αφήγηση βρίσκεται στο κέντρο της εξέλιξης του ανθρώπινου πολιτισμού και αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα «εργαλεία» σε πολλές μορφές Τέχνης.

Η αφήγηση θα μπορούσε να είναι τόσο παλιά όσο ο λόγος και η σκέψη, τα οποία κατά πολλούς ταυτίζονται, και είναι φυσικό να περνά διάφορα στάδια :

Ο άνθρωπος, ως το πιο εξελιγμένο ον της ζωικής αλυσίδας, περνά από ένα σύστημα επικοινωνίας και συνεργασίας σε ένα σύστημα αφήγησης και απομνημόνευσης. Από τις κραυγές και τη μιμητική επικοινωνία των προϊστορικών προγόνων μας περνάμε στον λόγο. Ο λόγος εξελίσσεται παράλληλα με το χέρι και τα πρώτα εργαλεία που αποτελούν την προέκτασή του [6].

Από τότε μέχρι και σήμερα, όπως αναφέρει και ο Jacques Lacan, «La structure, c'est le langage.» («Η δομή είναι η γλώσσα[15]») ή, σε ελεύθερη μετάφραση: ο λόγος είναι το βασικό εργαλείο, η βασική δομή του ανθρώπου. Ας εξετάσουμε, λοιπόν, το τόσο σημαντικό εργαλείο του ανθρώπου, τον λόγο.

6.4 Ο λόγος και η διαφορά του ανθρώπου από το ζώο

Η υπόσταση του ανθρώπου είναι συνυφασμένη με την αφήγηση. Αναφέρεται στο βιβλίο *L'Homme, cet étrange animal*: «…Το ζώο βλέπει ... και αποκωδικοποιεί το περιβάλλον με τη βοήθεια σταθερών και οργανωμένων νοητικών (mentale) κατηγοριών. Αποθηκεύει πληροφορίες στη μνήμη του μακροπρόθεσμα και επιλύει προβλήματα και καταστάσεις με βάση τα συγκεκριμένα συναισθήματα. Αλλά δεν μπορεί να εκτελέσει αυτές τις εργασίες σε ένα δεύτερο επίπεδο σε σχέση με αυτά τα στοιχεία, να αναπαραστήσει αυτές τις εικόνες εκτός της παρουσίας του παρατηρούμενου αντικειμένου. Ως εκ τούτου, το ζώο δεν έχει πρόσβαση στη φαντασία (παραγωγή νοητικών εικόνων), στην πρόβλεψη, στις μνήμες, στη στοχαστική σκέψη, στη συνείδηση, στις αφηρημένες έννοιες (σε γενικές ιδέες), στη γλώσσα…» [2].

Θα μπορούσαμε, δηλαδή, μεταφορικά, να διατυπώσουμε ότι ο εγκέφαλος ενός λιονταριού λειτουργεί σαν μια μικρή απλή βάση δεδομένων που το πληροφορεί: ποιο ζώο πρέπει να φάει; ποιο ζώο δεν πρέπει να φάει! Τι πρέπει να κάνει για να πιάσει το ζώο που τρώει κ.λπ. Αντίστοιχα, ένα θήραμα του λιονταριού, π.χ. ένας βίσωνας, έχει τη δική του βάση δεδομένων που τον πληροφορεί: ποια ζώα πρέπει να αποφεύγει; Με ποιον τρόπο; Πώς θα προστατέψει τα μικρά της αγέλης κ.λπ. Ο τρόπος σκέψης των ζώων είναι περιορισμένος και, πολλές φορές, θυμίζει την απλή δομή πολλών διαδραστικών έργων.

Το βασικό χαρακτηριστικό του ανθρώπου είναι ότι ζει με τις ιδέες μέσα στο μυαλό του. Οι ιδέες παίρνουν τη μορφή μελλοντικών σχεδίων, ονείρων, αναμνήσεων, σκέψεων, γνώσεων, πεποιθήσεων. Διαθέτει, επίσης, την ικανότητα να προβάλλει αυτά τα διανοητικά «όντα» έξω από την παρουσία τους, να τα συνδέει μεταξύ τους και να δημιουργεί «πιθανούς κόσμους» [2]. Αυτή η ικανότητα επιτρέπει στον άνθρωπο να βγει έξω από το άμεσο περιβάλλον του με τη σκέψη του και να φανταστεί νέες καταστάσεις. Μέσα από αυτές τις νοητικές αναπαραστάσεις, οι άνθρωποι μπορούν να αναπτύξουν μακροπρόθεσμους στόχους, να λύσουν διανοητικά τα προβλήματά τους, να φτιάξουν αντικείμενα, να δημιουργήσουν έργα τέχνης κ.λπ.

Η μεγάλη υπέρβαση του πρώιμου δίποδου ανθρωπίδη, του πρόγονου του ανθρώπου, είναι ότι μπορεί να «δει» τον εαυτό του ως ένα τρίτο πρόσωπο και να διηγηθεί ιστορίες για αυτόν. Ο πρώτος άνθρωπος σηκώνεται στα δύο πόδια, χρησιμοποιεί τα χέρια του, δημιουργεί εργαλεία και, κυρίως, αναπτύσσει το πιο σημαντικό εργαλείο που ανέπτυξε ποτέ: τη γλώσσα και, κατ' επέκταση, την αφήγηση.

Ο άνθρωπος, από πολύ νωρίς στην Ιστορία του (την ανώτερη παλαιολιθική περίοδο -30.000 με 12.000 χρόνια π.Χ.), πριν κυνηγήσει, αφηγείται τη συγκεκριμένη στιγμή. Η αφήγηση αυτή αποτελεί ένα είδος ευχής προς μια άγνωστη δύναμη, ένα είδος μαγείας. Ο πρωτόγονος άνθρωπος, όταν είναι στη σπηλιά του, ζωγραφίζει τη δράση της επόμενης ημέρας – την αφηγείται εικονικά – και εύχεται να πραγματοποιηθεί. Παράλληλα, οργανώνει την επιχείρηση του κυνηγιού: αν δεν υπάρξει επικοινωνία μεταξύ των ανθρώπων για συντονισμένες κινήσεις, το κυνήγι δεν θα πετύχει (Εικόνα 6.2).

[15] Βλέπε στο: www.ubu.com/film/lacan.html τον Jacques Lacan στη μοναδική παρουσία του στην τηλεόραση, σκηνοθεσία Benoît Jacquot, 1973/ στη γαλλική γλώσσα.

Εικόνα 6.2 *Προϊστορική ζωγραφική σκηνής κυνηγιού σε σπήλαιο [πηγή: wikimedia commons, δημιουργός: LRBurdak, άδεια χρήσης: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported]*.

Η αφήγηση διατρέχει όλο τον ανθρώπινο πολιτισμό: μυθολογία, έπος, θέατρο, ποίηση, διήγημα, μυθιστόρημα, εικαστικές τέχνες (κυρίως όταν είναι αφηγηματικές), κινηματογράφο, διαδραστική αφήγηση, διαδραστικό θέατρο, εικονική πραγματικότητα, παιχνίδια στον υπολογιστή, αλλά και επιστημονικά δεδομένα όπως ιστορία, ημερολόγια, εγχειρίδια, τεχνικές αναφορές, μαθηματικές αποδείξεις, αναλύσεις για ανάπτυξη προγραμματισμού κ.ά.

Για να αναπτύξει τον πολιτισμό του, ο άνθρωπος πρέπει να θυμάται και να αφηγείται την ιστορία του. Ο λόγος της αφήγησης γίνεται έμμετρος, αποστηθίζεται και επαναλαμβάνεται πιο εύκολα. Γεννιέται η ποίηση: Από το πρώτο επικό Σουμερικό έργο, τη γνωστή εποποιία του Γκιγκλαμές (2150-2000 π.Χ.), έως τα επικά ποιήματα του Ομήρου (μεταξύ του 750 και 700 π.Χ.) ή τη Θεογονία του Ησιόδου (περίπου το 700 π.Χ.) και το Σανσκριτικό ποίημα Mahabharata (600π.Χ. έως 300μ.Χ.), μεταφέρεται ένα μέρος της μνήμης και της γνώσης μέσα από την αφήγηση.

Σταδιακά, ένα μέρος της ποίησης σε συνδυασμό με άλλες τέχνες (χορός, μουσική, αρχιτεκτονική), εξελίσσεται σε μια σύνθετη τέχνη: το θέατρο. Η σημαντικότερη, ίσως, εξέλιξη στα πρώτα βήματα του διθυράμβου, ως εξέλιξη του θεάτρου, δεν ήταν τόσο η φόρμα, όσο η διεύρυνση στο περιεχόμενο, δηλαδή στο περιεχόμενο της αφήγησης: από τη ζωή και τη λατρεία του Διονύσου διαδοχικά ασχολείται με αφηγήσεις για τους ημίθεους και τους ήρωες, τους μυθολογικούς προγόνους των Ελλήνων και των συγγενικών λαών.

Από τότε μέχρι σήμερα, η θεματολογία, σχεδόν, παραμένει η ίδια: Οι καλές ή κακές πράξεις των ηρώων, οι πόλεμοι, οι φιλίες, η προδοσία, οι έχθρες, οι έρωτες, οι γάμοι και οι μοιχείες τους, το πεπρωμένο, η ιδιοκτησία και η διεκδίκησή της, καταστάσεις που διεγείρουν το πρωταρχικό στοιχείο σύγκρουσης ανάμεσα στον Θεό και τον άνθρωπο, το καλό και το κακό, το καθήκον και την αθέτησή του.

Η τεχνολογία εμπλέκεται άμεσα στον λόγο και στην αφήγηση: ο προφορικός λόγος (αφήγηση) μεταφέρεται σε ένα υπόστρωμα και αποθηκεύεται με τη βοήθεια της γραφής, αποκτώντας μια νέα διάσταση: Στα πρώτα του βήματα, όταν χαράσσεται στους γρανίτες και ζωγραφίζεται στους τοίχους, ο γραπτός λόγος έχει τη μορφή μιας εικόνας, είναι το ιδεόγραμμα. Αργότερα, γίνεται ένα αντικείμενο, το οποίο στην αρχή το ονομάσαμε ρολό, μετά ξύλινες πινακίδες και, τέλος, το ονομάσαμε βιβλίο. Υπάρχουν πολλές περιπέτειες της γλώσσας και διαφορετικές κατευθύνσεις έρευνας, όπως η σχέση της με τη μνήμη (αρχαία κείμενα για τη ρητορεία), η αρχειοθέτηση, η ανάλυσή της ως σύστημα σημείων (γλωσσολογία) και η επιρροή της σε ένα γενικότερο χώρο ανάλυσης των σημάτων (σημειολογία), η ανάλυση της γλώσσας σε σχέση με τις δομές της αφήγησης (αφηγηματολογία) ή η αναλυτική φιλοσοφία η οποία βασίζεται, κυρίως, στην ανάλυση της γλώσσας[16]. Στο παρόν κεφάλαιο μας ενδιαφέρει η γλώσσα ως εργαλείο περιγραφής και αφήγησης.

[16] Σε παρακάτω κεφάλαια θα αναλυθεί περισσότερο η γλώσσα σε κάποιους από τους τομείς που αναφέρουμε, διότι επιδρούν άμεσα στη δομή του ψηφιακού έργου. Επίσης, για όσους θέλουν να εμβαθύνουν επιπλέον, στο τέλος παρατίθεται μια βασική βιβλιογραφία.

Η γλώσσα γενικά αναφέρεται ως μια δομή πολύ κοντά στη σκέψη, η οποία δημιουργεί κόσμους. Ο Ludwig Wittgenstein διατυπώνει: «ο κόσμος είναι τα όρια της γλώσσας μου» [12].

Είναι σίγουρο ότι την εποχή της συγκρότησης του ανθρώπου σε μια πολιτισμένη διαδικασία έπαιξε έναν σημαντικό ρόλο. Αυτό φαίνεται και από το πόση σημασία τής δίνουν τα λεγόμενα ιερά βιβλία: Το ευαγγέλιο του Ιωάννη θεωρεί ότι όλα δημιουργήθηκαν από τον λόγο. Αναφέρει συγκεκριμένα:

1.Στην αρχή της δημιουργίας του κόσμου ήταν ο Λόγος. Και ο Λόγος ήταν μαζί με τον Θεό, και ήταν Θεός ο Λόγος.

[…]

3. Όλα έγιναν με τον Λόγο και χωρίς τον Λόγο δεν έγινε τίποτε απ' ό, τι έγινε.

4 Μέσα στον Λόγο ήταν η ζωή και η ζωή του Λόγου ήταν το φως των ανθρώπων.[17]

Παλαιότερα, ο Όμηρος δημιουργεί με την αφήγηση της Οδύσσειας ένα εντελώς ιδιόμορφο χώρο ανάμεσα στον πραγματικό και πολλούς εικονικούς χώρους, για να ενταχθεί ο ήρωάς τους ανάμεσα σε αυτούς τους χώρους. Δημιουργείται με αυτόν τον τρόπο μια έντονη κατάσταση συνείδησης στα άτομα της εποχής του, πολύ ισχυρότερη από αυτή που δημιουργούν τα έργα στις μέρες μας. Αναφέρει ο Jean-Pierre Vernant στο [10]: « … Η Οδύσσεια είναι ένα ολόκληρο σύμπαν …» και παρακάτω αναφέρει για το νησί των Φαιάκων: « … βρίσκεται στα μισά του δρόμου ανάμεσα στον κόσμο που βρέθηκε ριγμένος ο Οδυσσέας στην αρχή της περιπλάνησης του - έναν κόσμο του πουθενά, μη ανθρώπινο, έναν κόσμο σύνορο - και στον ανθρώπινο κόσμο του Οδυσσέα, που βρίσκεται στην Ιθάκη και θα μπορούσε να είναι κι οπουδήποτε αλλού…».

6.5 Η αφήγηση σε σχέση με τα μηχανικά μέσα αναπαράστασης: Το σενάριο[18]

Με τη μηχανική παραγωγή της κινούμενης εικόνας, την εφεύρεση του κινηματογράφου, δημιουργείται ένα νέο είδος κειμένου. Είναι το σενάριο.

Το σενάριο είναι ένα κείμενο η ύπαρξη του οποίου έχει ως μοναδικό στόχο να μετατραπεί σε ένα άλλο μέσο, σε ένα οπτικοακουστικό έργο.

Πρόκειται για ένα υβριδικό έργο, γιατί, από τη μια μεριά, δεν είναι λογοτεχνία - πρέπει να είναι ιδιαίτερα απλό και κατανοητό, όταν απευθύνεται σε αυτούς που θα το μεταλλάξουν σε οπτικοακουστικό έργο - αλλά, από την άλλη μεριά, οι διάλογοι και όποια άλλα κείμενα εντάσσονται μέσα στο έργο θα πρέπει να έχουν όλα τα χαρακτηριστικά ενός σημαντικού λογοτεχνικού έργου.

Ένα καλό σενάριο είναι η βάση για μια καλή ταινία. Είναι δύσκολο να γίνει μια καλή ταινία με την αξιοποίηση ενός κακού σεναρίου. Για αυτόν τον λόγο, είναι σημαντικό τα προβλήματα που, ενδεχομένως, έχει ένα σενάριο να λύνονται σε αυτό το στάδιο και να μη μεταφέρεται η λύση τους, όπως γίνεται πολλές φορές, κατά τη διάρκεια των γυρισμάτων.

Για να γίνει κατανοητή η σημασία του σεναρίου στην κινηματογραφική παραγωγή, θα δώσουμε μερικά παραδείγματα σε σχέση με το κόστος μερικών σεναρίων. Το 1999 ο M. Night Shyamalan, έλαβε 3,6 εκατομμύρια ευρώ για το έργο *Unbreakable*, και στη συνέχεια άλλα τόσα για την παραγωγή και τη σκηνοθεσία του.

Το ίδιο ποσό πήρανε το 2005 οι Terry Rossio και Bill Marsilii για το σενάριο *Déjà vu*.

Το 2004 ο Peter Jackson πληρώθηκε περισσότερα από 14,7 εκατομμύρια ευρώ συνολικά ή το 20% του ακαθάριστου συνόλου, για να γράψει, να αναλάβει την παραγωγή και να σκηνοθετήσει το έργο *King Kong*. Ο Jackson έγραψε το σενάριο σε συνεργασία με τους συνεργάτες του Fran Walsh και Phillipa Boyens.

Το 1985, ένας πρώην πυροσβέστης, ο Gregory Widen, πούλησε τη διδακτορική του διατριβή - σενάριο το *Highlander* για 370.000 ευρώ (βλέπε σχετικό άρθρο της Wikipedia).

Τι είναι όμως αυτό το κείμενο που κοστίζει τόσο ακριβά και πάνω του στηρίζεται μια παραγωγή πολλών εκατομμυρίων ευρώ;

---

[17] Το πρωτότυπο κείμενο: (στιχ1-5) 1 Ἐν ἀρχῇ ἦν ὁ Λόγος, καὶ ὁ Λόγος ἦν πρὸς τὸν Θεόν, καὶ Θεὸς ἦν ὁ Λόγος. 2 Οὗτος ἦν ἐν ἀρχῇ πρὸς τὸν Θεόν. 3 Πάντα δι' αὐτοῦ ἐγένετο, καὶ χωρὶς αὐτοῦ ἐγένετο οὐδὲ ἓν ὃ γέγονεν. 4 Ἐν αὐτῷ ζωὴ ἦν, καὶ ἡ ζωὴ ἦν τὸ φῶς τῶν ἀνθρώπων.

[18] Αναπτύσσεται το θέμα αυτό τεχνικά στο κεφάλαιο 2 του Β τόμου: *Η λεκτική περιγραφή του έργου: Σενάριο, πολυσενάριο*.

Μέχρι το 2000, το σενάριο ήταν ένα κείμενο σε χαρτί (ενώ σήμερα, όπως αναλύεται στο κεφάλαιο 2 του Β τόμου: *Η λεκτική περιγραφή του έργου: Σενάριο, πολυσενάριο*, γράφεται και επεξεργάζεται σε ψηφιακή μορφή) γύρω στις 150 με 200 σελίδες για μια ταινία μεγάλου μήκους (σε γενικές γραμμές, θεωρείται ότι μια σελίδα αντιστοιχεί σε ένα λεπτό κινηματογραφικού χρόνου) γραμμένο με έναν συγκεκριμένο τρόπο[19]. Είναι ένα κείμενο το οποίο περιέχει μια αφηγηματική δομή με μία αρχή, μία μέση και ένα τέλος και ακολουθεί αφηγηματικούς και επικοινωνιακούς κανόνες. Περιέχει: α) περιγραφές χώρων, καταστάσεων και προσώπων β) περιγραφή δράσεων και γ) διαλόγους. Γράφεται με πολύ συγκεκριμένο και τυποποιημένο τρόπο.[20]

Στη μηχανική εποχή του κινηματογράφου, κατά την οποία το κόστος για τη δημιουργία μιας ταινίας ήταν απαγορευτικό, το σενάριο έπαιζε έναν πολύ σημαντικό ρόλο. Ήταν ένα είδος διαβατηρίου, μέσω του οποίου ο νέος κινηματογραφιστής θα έπειθε τον παραγωγό για την ποιότητα του προτεινόμενου έργου, προκειμένου να επενδύσει χρήματα ή να παράσχει στούντιο και μηχανήματα. Σήμερα, όπως έχει αναφερθεί με λεπτομέρεια στο κεφάλαιο 3: *Το εργαστήριο του σύγχρονου καλλιτέχνη και οι χώροι προβολής του ψηφιακού έργου*, οι συνθήκες έχουν αλλάξει: ο καθένας διαθέτει μηχανήματα με τα οποία μπορεί να δημιουργήσει με μηδενικό κόστος μια επαγγελματική παραγωγή. Μοιραία, η δημιουργία του σεναρίου έχει υποβιβασθεί. Ωστόσο, αν εξαιρεθεί μια σειρά πειραματικών ταινιών που ακολουθούν μια άλλη δομή δημιουργίας, η έλλειψη ενός καλού σεναρίου είναι σε βάρος της ποιότητας του έργου.

Στη διεύθυνση http://www.screenplaydb.com/ μπορείτε να κατεβάσετε σενάρια για μια παραπάνω μελέτη. Έχει ενδιαφέρον να το μελετήσετε σε συνδυασμό με την ταινία, ψηφιακή ή σε DVD, για να μπορείτε να κάνετε παύσεις και να μελετάτε τη δομή της ταινίας. Η ταινία σε εμπορικό DVD έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, γιατί, συνήθως, εντάσσει και παραπάνω στοιχεία για το γύρισμα, όπως απόψεις του Σκηνοθέτη, καθώς και σκηνές που έχουν κοπεί στο μοντάζ.

6.5.1 Πριν από το σενάριο

6.5.1.1 Η ιδέα ή οι συνθήκες για την ανάπτυξη της ιδέας

Για να υπάρξει ένα ενδιαφέρον σενάριο, πρέπει να υπάρξει μία ενδιαφέρουσα ιδέα. Η γέννηση της ιδέας παραμένει ένα μυστήριο, το οποίο έχει σχέση με την έμπνευση, που και αυτή παραμένει ένα μυστήριο. Αυτό που μπορεί να περιγραφεί και να οργανωθεί είναι οι διαδικασίες που πραγματοποιούνται γύρω από την έμπνευση και την ιδέα.

Υπάρχουν δύο ακριβώς αντίθετες περιπτώσεις για την ανάπτυξη μιας ιδέας από τον καλλιτέχνη, στις οποίες οι διαδικασίες είναι σχεδόν καθορισμένες και σχετικά εύκολες: η μία περίπτωση αφορά μια παραγγελία από ένα τρίτο πρόσωπο και η άλλη περίπτωση αφορά την έμπνευση από ένα ιδιαίτερα σημαντικό ή απλό γεγονός το οποίο επηρεάζει και εμπνέει τον καλλιτέχνη σε βαθμό που προκαλεί την καλλιτεχνική παραγωγή.

Η πρώτη περίπτωση είναι σχετικά εύκολη. Δίνεται η ιδέα, και αυτό που έχει να κάνει ο καλλιτέχνης είναι να την υποστηρίξει όσο καλύτερα μπορεί. Ουσιαστικά, καλείται να αναπτύξει μια μεθοδολογία ως προς την προσέγγιση του θέματος και την υλοποίησή του, που στην προκείμενη περίπτωση, αφορά τη δημιουργία ενός σεναρίου.

Μην ξεχνάμε ότι τα περισσότερα αριστουργήματα που θαυμάζουμε σήμερα, ειδικότερα άλλων εποχών, από τα αρχαία Ελληνικά γλυπτά μέχρι τις τοιχογραφίες της Αναγέννησης ή τις ταινίες του Αϊζενστάιν και πολλές άλλες στη βιομηχανία του κινηματογράφου, ήταν παραγγελίες.

Σε σχέση με τη δεύτερη περίπτωση, που αφορά την έμπνευση από ένα γεγονός, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή: πολλές φορές ένα έντονο γεγονός παρασέρνει τους καλλιτέχνες σε εύκολες, κοινότυπες καλλιτεχνικές προτάσεις, υπερβολές ή προτάσεις με αναμενόμενη λύση.

Ο κάθε δημιουργός έχει έναν δικό του τρόπο προσέγγισης της έμπνευσης και της εύρεσης μιας ιδέας. Η πρόταση που κάνουμε είναι η εξής:

---

[19] Η ιστοσελίδα www.sellingyourscreenplay.com/library/#U, εκτός του ότι είναι ένας χώρος για να μπορεί κάποιος να προωθήσει το σενάριο του, διαθέτει μια μεγάλη βιβλιοθήκη σεναρίων από γνωστές κλασσικές ταινίες που μπορεί να κατεβούν με τη μορφή pdf.

[20] Αναπτύσσεται το θέμα αυτό αναλυτικά με παραδείγματα στο κεφάλαιο 2 του Β τόμου: *Η λεκτική περιγραφή του έργου: Σενάριο, πολυσενάριο*.

Α. Δεν ασχολούμαστε τόσο με την ίδια την ιδέα, όσο με το περιβάλλον μέσα στο οποίο θα γεννηθεί η ιδέα. Είναι, ίσως, το μόνο στοιχείο που μπορεί να περιγραφεί.

Β. Ως προς το περιβάλλον ή τη μεθοδολογία, μπορούμε να προτείνουμε δύο διαφορετικές προσεγγίσεις: η μία έχει σχέση με την παρακολούθηση και συσσώρευση στοιχείων από το περιβάλλον, ένα είδος ημερολογίου, και η άλλη έχει σχέση με τη συμπύκνωση του ενδιαφέροντος σε μια μικρή περιοχή, η οποία, στη συνέχεια, πιθανόν να προκαλέσει νέες ιδέες.

Β1. Παρακολούθηση και συσσώρευση στοιχείων από το περιβάλλον: Γύρω μας υπάρχουν άπειρες μικρές λεπτομέρειες, οι οποίες κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες θα μπορούσαν να είναι πολύτιμες για την ανάπτυξη μιας ιδέας. Αυτές οι μικρές λεπτομέρειες, όπως μια σκηνή ανάμεσα σε δύο άτομα, μια λεπτομέρεια σε έναν τοίχο, μια διήγηση και, τελικά, οτιδήποτε σύντομα ξεχνιούνται. Ένας δημιουργός πρέπει να κρατάει σημειώσεις για οτιδήποτε. Με ένα μικρό μπλοκ που χωράει παντού, ή, πλέον, στο κινητό του έχει τη δυνατότητα να γράφει άμεσα την σκέψη του. Αυτή η σκέψη πολύ σύντομα θα σβήσει από τη μνήμη του, όταν θα υπάρξουν νεώτερες ή σημαντικότερες. Σήμερα, εκτός από την καταγραφή λεκτικά, είναι εύκολο και δωρεάν να καταγραφεί μια σκέψη μέσω μιας φωτογραφίας, ενός βίντεο ή μέσω ήχου. Η λεπτομέρεια μπορεί να βρίσκεται μέσα σε ένα άρθρο ενός εντύπου, ή σε μια ταινία. Σήμερα, και αυτά είναι εύκολο να βρεθούν και να καταγραφούν. Χάρη στο νέο υπόστρωμα του υπολογιστή, σε ένα ψηφιακό έντυπο (word ή pdf), μπορούν να καταγραφούν όλες οι ιδέες σε οποιοδήποτε μέσο.

Β2. Συμπύκνωση του ενδιαφέροντος. Πολλές φορές, ως προς την ιδέα και την ανάπτυξή της, υπάρχει μια κατεύθυνση, ή μια μικρή περιοχή ενδιαφέροντος. Ο δημιουργός θα πρέπει να συγκεντρώσει όλο το ενδιαφέρον του σε αυτήν την περιοχή. Οι μελέτες του, οι σκέψεις του, άλλα έργα που βλέπει, οι χώροι που επισκέπτεται ή τα άτομα που συναντά πρέπει να σχετίζονται με την περιοχή που τον απασχολεί. Αυτή η συμπύκνωση σε μια μικρή περιοχή δεδομένων, τις περισσότερες φορές, γεννάει, σε άσχετο χρόνο, τις απαιτούμενες παραγωγικές και εμπνευσμένες ιδέες οι οποίες θα χρειαστούν για ένα έργο. Πολλοί δημιουργοί κάνουν τα παραπάνω ασυνείδητα και θεωρούν μεγάλη τύχη που τους ήρθε ξαφνικά μια καλή ιδέα. Αναφέρει ο Ανταίος Χρυσοστομίδης για τον συγγραφέα Χάρι Μούλις σε σχέση με τον τρόπο έμπνευσης του καλλιτέχνη: «Είναι περήφανος που το μεγαλύτερο μέρος της βιβλιοθήκης του δεν φιλοξενεί βιβλία λογοτεχνίας αλλά φιλοσοφίας, ιστορίας, ψυχολογίας, βιολογίας, χημείας, αστρονομίας, ερμητικής φιλολογίας. Τη συνήθεια πήρε, λέει ο ίδιος, από τη μάνα του η οποία διάβαζε με το ίδιο πάθος Χάινε και Σοπενχάουερ. Ο ίδιος, ακριβώς επειδή δεν πιστεύει τόσο στην έμπνευση, όσο στη σκληρή δουλειά, κρατάει στις βιβλιοθήκες του βιβλία που χρησιμοποιεί για να γεννήσει άλλα βιβλία.» (βλέπε [14], κεφάλαιο *Χάρι Μούλις*).

Παρακάτω, περιγράφει μια εντελώς αντίθετη διαδικασία, αυτή της περίπτωσης του Τζον Λε Καρέ. Αναφέρει ο Χρυσοστομίδης : « Έχει πάντα μεγάλο ενδιαφέρον να βλέπει κανείς το γραφείο ενός συγγραφέα. Κι αυτό το γραφείο έχει ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Είναι τελείως άδειο. Έχει μόνο ένα τραπέζι, μια καρέκλα, μια μικρή βιβλιοθήκη με λεξικά και ένα αναλόγιο. Τίποτε άλλο. Οι τοίχοι λευκοβαμένοι και χωρίς πίνακες. Το μόνο χρώμα στο δωμάτιο είναι το χρωματιστό εξώφυλλο του άτλαντα που ο Λε Καρέ έχει πάντα στο αναλόγιο. Από τα τρία παράθυρα του δωματίου, ένα σε κάθε πλευρά, φαίνεται μόνο η θάλασσα. Μας εξηγεί ότι, όταν γράφει, δεν θέλει τίποτα να του αποσπά την προσοχή. Όταν έχει ανάγκη από ένα διάλειμμα κάποιων λεπτών, για να ξεμουδιάσει, σηκώνεται από την καρέκλα και ξεφυλλίζει όρθιος τον άτλαντα, Ή κοιτάζει από το παράθυρο τη θάλασσα. Που είναι, περίπου, το ίδιο πράγμα.» (βλέπε [14], κεφάλαιο *Τζον Λε Καρέ*).

Για κάποιον που ενδιαφέρεται να μελετήσει τις συνθήκες στις οποίες δουλεύουν οι διαφορετικοί συγγραφείς και να μελετήσει τον τρόπο προσέγγισης και ανάπτυξης των θεμάτων τους, προτείνονται τόσο οι δύο τόμοι *Οι κεραίες της εποχής μου*, που έγραψε ο Ανταίος Χρυσοστομίδης, όσο και να παρακολουθήσει την αντίστοιχη εκπομπή της ΕΡΤ (2007), με τον ίδιο τον συγγραφέα και τη Μικέλα Χαρτουλάρη. Τόσο οι εκπομπές όσο και το βιβλίο είναι ένα σημαντικό υλικό για έρευνα και εκπαίδευση για τους σημαντικότερους αφηγητές του 20ου αιώνα.

Η ιδέα μπορεί να στηρίζεται:

- στις σχέσεις κάποιων ατόμων, ή στην ιδιαίτερη ζωή ενός ατόμου,
- σε ένα φυσικό ή μεταφυσικό, ή φανταστικό φαινόμενο,
- σε μία πραγματική ιστορία,
- σε ένα ιδιαίτερα πρωτότυπο γεγονός,
- μπορεί να είναι η μεγέθυνση μιας λεπτομέρειας, την οποία δεν έχει προσέξει ακόμα κανείς,
- μπορεί να είναι το οτιδήποτε …

Η ιδέα είναι ενδιαφέρουσα, όταν μπορεί να περιγραφεί με μία το πολύ δύο φράσεις.

Μια ιδέα πολύ εύκολα ξεχνιέται ή την ώρα της «εμφάνισής» της δεν φαίνεται η αξία της. Για τον λόγο αυτόν, πρέπει πάντα να υπάρχει ένα εύκολο μέσο καταγραφής της, ένα σημειωματάριο με μολύβι (για να μπορεί να γράφει κανείς και σε οριζόντια θέση) ή η εφαρμογή σημειώσεων στο έξυπνο κινητό τηλέφωνο ή, ακόμα, το σύστημα μαγνητοφώνησης. Οι σημειώσεις αυτές πρέπει σύντομα να μεταφέρονται και να καταχωρούνται σε ένα πιο οργανωμένο μέσο αποθήκευσης. Αν οι ιδέες μείνουν στην αρχική τους δομή, είναι σαν να έχουν περάσει στη λήθη. Συχνά, πρέπει να περνάνε σε ένα ψηφιακό αρχείο και να ταξινομούνται με βάση το θέμα τους. Την ώρα που μεταγράφεται στο επόμενο μέσο η ιδέα, δέχεται την πρώτη της επεξεργασία. Αναφέρει ο Roland Barthes για το συγκεκριμένο θέμα: «Τα κείμενά μου τα γράφω πάντα στο χέρι, γιατί κάνω πολλές διορθώσεις. Μετά πρέπει να τα περάσω εγώ ο ίδιος στη γραφομηχανή, επειδή τότε έρχεται ένα δεύτερο κύμα διορθώσεων, διορθώσεων υπό την έννοια πάντα της απαλοιφής ή της παράληψης. Είναι η στιγμή που αυτά που γράψαμε, τα οποία μας φαίνονται πολύ υποκειμενικά όταν είναι γραμμένα με τον δικό μας χαρακτήρα, παίρνουν μια αντικειμενική διάσταση: δεν είναι ακόμη βιβλίο ή άρθρο αλλά, χάρη στα γράμματα της γραφομηχανής μάς δίνεται μια αντικειμενική άποψη του κειμένου, κι αυτό είναι ένα πολύ σημαντικό στάδιο.» Ο Roland Barthes, βέβαια, μιλάει για τη γραφομηχανή, ένα μηχανισμό που είναι σχεδόν άγνωστος για τα νέα άτομα [13].

Στην ψηφιακή καταγραφή, οι διαδικασίες είναι ιδιαίτερα εξελιγμένες. Μπορεί να γίνει επεξεργασία των κειμένων, να κρατηθούν διαφορετικές εκδόσεις ή το θεματικό αρχείο των ιδεών, μαζί με το κείμενο, μπορεί να περιέχει εικόνες, βίντεο, ήχους, ιστοσελίδες ψηφιακά βιβλία, άλλες ταινίες κ.λπ., γενικά μια σύνθετη δομή αρχείων τα οποία θα βοηθήσουν στην ανάπτυξη του έργου. Τέλος, με το ψηφιακό ευρετήριο άμεσα βρίσκονται οι σημειώσεις (περισσότερα στο: κεφάλαιο 13: *Επί μέρους διαδικασίες και εργαλεία για την παραγωγή και προώθηση ενός έργου*).

6.5.1.2 Ανάπτυξη της ιδέας

Η ανάπτυξη της ιδέας σε ένα αφήγημα γίνεται μέσα από τη διαμόρφωση μιας σύνθετης δημιουργίας που περιλαμβάνει έναν συνδυασμό προσώπων, χώρων, χρόνου και δράσης ή, αντίστοιχα, αν πρόκειται για μια αφηρημένη ιδέα, ανάπτυξης δομών, σχέσεων μεταξύ τους, δράσεων και αντιδράσεων κ.λπ.

Μια εργασία, η οποία βοηθά σημαντικά, αλλά τελικά δεν φαίνεται στο αποτέλεσμα, γιατί μένει εκτός της οπτικοακουστικής ιστορίας, είναι η μελέτη και η περιγραφή των χώρων και των προσώπων που έχουν σχέση με την ιστορία. Ο συγγραφέας, αναπτύσσει τους χαρακτήρες του έργου σημειώνοντας όλη τους τη ζωή, δηλαδή; Πού γεννήθηκαν; Πότε; Τι δουλειά έκαναν οι γονείς τους; Σε ποιο σχολείο πήγαν; Σπούδασαν; Αν ναι, σε ποιο Πανεπιστήμιο; Και, γενικά, αναφέρει τα πιο σημαντικά γεγονότα της ζωής τους και του χαρακτήρα τους. Μόνο αν γνωρίζεις καλά τους χαρακτήρες, μπορείς να τους εντάξεις σε μια σύνθετη ψυχολογική κατάσταση δράσεων, συγκρούσεων και αντιδράσεων. Αναφέρει ο συγγραφέας Άμος Οζ γι' αυτή την διαδικασία: «Ξεκινώ πάντα από τους χαρακτήρες. Τους ακούω στο κεφάλι μου. Μου μιλάνε και τους μιλώ. Για αρκετό καιρό δεν γράφω τίποτα. Ύστερα, αρχίζω να τους βλέπω: πώς ντύνονται, ποιος φοράει γυαλιά, ποιος είναι ψηλός και ποιος είναι κοντός. Και συλλέγω τις στιγμές που συγκρούονται μεταξύ τους. Η σύγκρουση αυτή θα αποτελέσει το κουκούτσι της πλοκής του βιβλίου» (βλέπε [14], κεφάλαιο *Άμος Οζ*).

Το ίδιο συμβαίνει και με τους χώρους. Πρέπει κάποιος να ζήσει σε ένα χωρίο λιγνιτωρύχων, μέσα σε ένα υποβρύχιο ή σε ένα Τσίρκο, για να μπορέσει να γράψει για αυτό.

Στη συνέχεια μελετώνται οι διάφοροι μηχανισμοί της αφήγησης. Απλοί ή σύνθετοι μηχανισμοί που δομούν τις διάφορες όψεις της ιστορίας, οι οποίες δημιουργούν το ύφος, αλλά και την άποψη, την οπτική μέσα από την οποία ο συγγραφέας και, στη συνέχεια, ο σκηνοθέτης βλέπει την ιστορία. Το στάδιο αυτό, πολλές φορές, λύνεται με μια σειρά απλών αποφάσεων που προκύπτουν από μερικές απλές ερωτήσεις όπως: Ποιος είναι ο ήρωας; Πού εξελίσσεται η κεντρική δράση; Η παρακολούθηση της ιστορίας γίνεται εντός ή εκτός της δράσης και αν γίνεται εντός της δράσης, Μέσα από την οπτική ποιου ηθοποιού την παρακολουθούμε;

Η ίδια η ιστορία πώς εξελίσσεται; Υπάρχουν εξωτερικά στοιχεία που περιγράφουν τη δράση; Για παράδειγμα, υπάρχει ένας αφηγητής ή η φωνή ενός αφηγητή; ή κάποιο κείμενο; ή η εξέλιξη αναπτύσσεται μόνο μέσα από τους διαλόγους και τις δράσεις των χαρακτήρων του έργου; Οι παραπάνω δομές έχουν πολύ ενδιαφέρον στα ψηφιακά παιχνίδια ρόλων στα οποία, πολλές φορές, κατά τη διεξαγωγή του παιχνιδιού, ο ίδιος ο παίκτης έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τους κανόνες και να επιλέξει τον ρόλο που θα παίξει στο παιχνίδι, την οπτική (πρώτο πρόσωπο ή τρίτο) και τους χώρους – επίπεδα δράσης (levels).

6.5.2 Η δομή του σεναρίου (δραματουργική κατασκευή)

Ένα σενάριο είναι ένα κείμενο που αποτελείται από διαλόγους, από περιγραφές της δράσης και περιγραφές των χώρων στους οποίους εξελίσσεται η δράση. Συνήθως, χωρίζεται σε τρία μέρη: την αρχή, όπου δίνονται όλα τα αναγκαία στοιχεία για την παρακολούθηση της ιστορίας, την ανάπτυξη της ιστορίας και το τέλος. Όπως ήδη αναφέραμε, προτού ξεκινήσει η συγγραφή του σεναρίου, συσσωρεύονται και επεξεργάζονται τα απαιτούμενα στοιχεία (χώρων, δράσεων και προσώπων).

Ο συνδυασμός των παραπάνω δημιουργεί ανάγκες, δράσεις των προσώπων και συγκρούσεις, δημιουργώντας έτσι τα δραματουργικά στοιχεία του έργου. Χωρίς τα παραπάνω, δεν μπορεί να δημιουργηθεί ένα έργο.

Η δραματουργία είναι η τέχνη της μετατροπής μια ιστορίας, πραγματικής ή φανταστικής, σε μια κατασκευασμένη αφήγηση, η οποία περιλαμβάνει έναν ή περισσότερους χαρακτήρες σε δράση.

Στον κινηματογράφο, και γενικά στις οπτικοακουστικές τέχνες, δραματουργία είναι η τέχνη της αφήγησης δια μέσω της ψευδαίσθησης μιας καταγεγραμμένης αναπαράστασης. Η δραματουργική κατασκευή δημιουργείται μέσα από έννοιες, όπως το δίλημμα, η απόφαση, η συμπλοκή, η μετάβαση, η αντίδραση. Τα παραπάνω δημιουργούν την κατεύθυνση της ιστορίας και την εξέλιξη που οδηγεί προς το τέλος, την αποκάλυψη ενός μυστικού, την έκπληξη, και την κάθαρση. Για να υπάρξει, λοιπόν, ένα σενάριο, χρειάζεται ένας στόχος, τα εμπόδια για την επίτευξη του στόχου, η σύγκρουση και το τέλος, το οποίο θα μπορούσε να είναι η επίτευξη του στόχου με επιτυχία ή η αποτυχία. Επίσης, απαιτείται ο χαρακτηρισμός του πρωταγωνιστή και των αντιπάλων του.

Το σενάριο έχει μια απόλυτα συγκεκριμένη δομή, με διάφορες παραλλαγές, κωδικοποιημένη, με στόχο να μπορεί εύκολα να επεξεργαστεί και να οργανωθεί σε κοινές ομάδες, ώστε να διευκολυνθεί η πραγματοποίησή του (η δομή θα αναπτυχθεί αναλυτικά στο κεφάλαιο 2 του Β τόμου: *Η λεκτική περιγραφή του έργου: Σενάριο, πολυσενάριο*).

6.5.2.1 Χρόνος

Ο χρόνος σε ένα οπτικοακουστικό έργο δεν είναι πραγματικός, αλλά δομικός. Δηλαδή, ο χρόνος δεν μετριέται με βάση τις μονάδες του (λεπτά, ώρες, μέρες, κ.λπ.), αλλά με τα διαφορετικά γεγονότα δράσεων και αντιδράσεων που εξελίσσουν τη δράση προς έναν στόχο, δημιουργώντας έτσι τη συνολική δομή της αφηγούμενης ιστορίας. Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί μια κινηματογραφική ταινία να δείχνει την ιστορία όλης της ανθρωπότητας (όπως η ταινία 2001: *Η Οδύσσεια του Διαστήματος* του Stanley Kubrick 1967) ή, αντίθετα, να καταγράψει τη χρονική στιγμή που εξελίσσεται μέσα σε ένα δωμάτιο (όπως η ταινία *Ο βρόγχος*, γνωστή ως *Η Θηλιά,* του Alfred Hitchcock που αποτελείται σχεδόν από ένα *μονοπλάνο* (long shot) – δηλαδή υπήρχε η ψευδαίσθηση ότι όλη η ταινία αποτελούταν από μια λήψη),

Τα γεγονότα δράσεων και αντιδράσεων ονομάζονται και δραματικοί κόμβοι.

Τα διάφορα στοιχεία του σεναρίου τα οποία σχετίζονται με τον χρόνο είναι τα εξής:

- Η Πράξη

Η πράξη είναι μια αυτόνομη ενότητα. Αποτελείται από ένα σύνολο σκηνών. Είναι όπως το κεφάλαιο στη λογοτεχνία.

- Η Σκηνή

Η σκηνή είναι μία μικρή ενότητα η οποία, κυρίως, χαρακτηρίζεται από μία χρονική ή τοπική αλλαγή.

Για παράδειγμα, σε μια ταινία αλλάζει η σκηνή, όταν η δράση περνάει από μια τάξη ενός σχολείου στο προαύλιο (αλλαγή χώρου) ή όταν η δράση συνεχίζεται στον ίδιο χώρο (τάξη σχολείου) αλλά διαφορετική ώρα (δύο μέρες μετά).

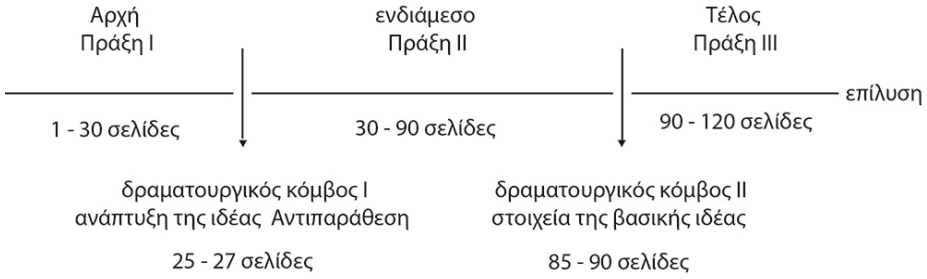
- Το Πλάνο

Το πλάνο είναι η κάθε αλλαγή λήψης της κάμερας μέσα σε μια σκηνή. Το πλάνο αποτελεί τη μικρότερη μονάδα μιας ταινίας. Το πλάνο συνήθως δεν εμφανίζεται μέσα στο σενάριο. Μία από τις κύριες δουλειές του σκηνοθέτη είναι να περιγράψει ή να σχεδιάσει (story board) τις διαφορετικές αυτές οπτικές της κάμερας. Πολλές φορές, μέσα στο κείμενο του σεναρίου δίνονται στοιχεία για την οπτική γωνία της δράσης (του πλάνου), ή ερμηνεύονται συγκεκριμένες περιγραφές.

- Ο Δραματικός Κόμβος

Ο δραματικός κόμβος είναι ένα συμβάν το οποίο αλλάζει, άρα εξελίσσει, τη ροή της ιστορίας.

Σχηματικά, σε σχέση με τη δομή της δράσης, ένα κλασικό σενάριο, το οποίο προτείνει, κυρίως, η αμερικανική σχολή, αλλά έχει επικρατήσει σαν πρότυπο, παρουσιάζει την εξής μορφή:



Σχήμα 6.1 Μορφή σεναρίου με βάση την αμερικανική σχολή.

Στην τέχνη, μετά τον 19 αιώνα, ισχύει η τάση της ανατροπής των επικρατούντων κανόνων. Συχνά, ο κανόνας βοηθάει ακριβώς για την ανατροπή του. Με αυτό το σκεπτικό, παρουσιάσαμε μια κλασσική δομή του σεναρίου, η οποία έχει καθιερωθεί από τη βιομηχανία του κινηματογράφου, όμως, ταυτόχρονα, προσφέρει μια βάση για να δημιουργηθεί επάνω της μια άλλη δομή ή για να ανατραπεί μέσα από άλλους κανόνες και καλλιτεχνικές φόρμες. Υπάρχουν έργα σημαντικών καλλιτεχνών τα οποία ανατρέπουν τους βασικούς κανόνες του σεναρίου, όπως το έργο - μονοπλάνο, που διαδραματίζεται σε πραγματικό χρόνο, *Η Θηλιά,* του Alfred Hitchcock (1948) ή το πειραματικό έργο *Timecode,* του Mike Figgis (2000), ο οποίος χωρίζει το πλάνο σε τέσσερα διαφορετικά πλάνα στα οποία η δράση εξελίσσεται ταυτόχρονα.

Οι περισσότερες τάσεις βασίζονται, κυρίως, πάνω σε κατασκευαστικές δομές, όπως π.χ. η διαίρεση της οθόνης σε τέσσερεις εικόνες δράσης (Timecode), ή η δημιουργία της ψευδαίσθησης ενός μονοπλάνου (*Η Θηλιά*).

Όμως και σε αυτήν την περίπτωση, οι συγκεκριμένες δομές πρέπει να περιγραφούν και να αναλυθούν με απόλυτα συγκεκριμένη λεκτική σαφήνεια. Τέλος, όπως αναλύεται στο κεφάλαιο 2 του Β τόμου: *Η λεκτική περιγραφή του έργου: Σενάριο, πολυσενάριο*, ακόμα και στην περίπτωση της διαδραστικής αφήγησης (πολυσενάριο) - όπως είναι η περίπτωση των διαδραστικών έργων και των ψηφιακών παιχνιδιών - πρώτα δημιουργείται ένα σενάριο γραμμικής ιστορίας, και πάνω σε αυτή την ιστορία δομούνται οι διάφορες παραλλαγές.

6.5.3 Τι είναι, τελικά, ένα σενάριο

Υπάρχει ένας μεγάλος διάλογος για τον αν το σενάριο είναι λογοτεχνικό είδος ή όχι. Υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι ένα λογοτεχνικό είδος, άρα θα πρέπει να είναι απλό και να μην ακολουθεί τη διαδικασία δημιουργίας μιας ιδιαίτερα επεξεργασμένης γραφής. Ωστόσο, υπάρχει και ακριβώς η αντίθετη άποψη ότι το σενάριο αποτελεί ένα συγκεκριμένο είδος λογοτεχνίας. Η άποψή μας είναι ότι ουσιαστικά αποτελεί μια σύνθετη δομή που περικλείει και τις δύο απόψεις. Αποτελείται από διακριτά στοιχεία (οι διάλογοι και οι περιγραφές) καθένα από τα οποία έχει διαφορετικό στόχο. Οι διάλογοι είναι ένα κείμενο, το οποίο μεταφέρεται μέσα από τον λόγο των ηθοποιών στο νέο μέσο. Θα πρέπει, επομένως, να είναι άρτιοι λογοτεχνικά. Οι περιγραφές όμως, τόσο της δράσης, όσο και των χώρων, είναι πληροφορίες που δίνονται προς τον σκηνοθέτη ο οποίος θα πρέπει να τις επεξεργαστεί, για να ετοιμάσει τις σκηνές του. Θα πρέπει, δηλαδή, το κείμενο να είναι σαφές και να δίνει τις απαιτούμενες πληροφορίες με μια καθαρότητα, στοιχεία που δεν αποτελούν τον στόχο ενός λογοτεχνικού κειμένου (βλέπε επίσης τα βιβλία: [4] και [7]).

6.6 Τα ηλεκτρονικά μέσα αναπαραγωγής

6.6.1 Τα ηλεκτρονικά μέσα. Η διαμόρφωση ενός νέου περιβάλλοντος για την ανάπτυξη του διάλογου

Τα ηλεκτρονικά μέσα αναπαραγωγής (ραδιόφωνο, τηλεόραση), διαμόρφωσαν μια εντελώς νέα κατάσταση στα οπτικοακουστικά μέσα: συνδύασαν τα νέα μέσα καταγραφής και μετάδοσης που τους αντιστοιχούν (μαγνητόφωνο, μαγνητοσκόπιο, ραδιοφωνικός και τηλεοπτικός σταθμός) με τον προφορικό λόγο.

Και η τεχνολογία του κινηματογράφου, βέβαια, έχει εντάξει στη δομή της τον λόγο, αλλά κυρίως ο λόγος που μεταφέρεται είναι δομημένος μέσω ενός σεναρίου ή επεξεργασμένος, αν πρόκειται για ντοκιμαντέρ, μέσω του μοντάζ.

Τα ηλεκτρονικά μέσα, με τις εκπομπές λόγου που αναπτύσσουν (συζητήσεις με καλεσμένους, ανάπτυξη θέσεων ειδικών, διάλογος μεταξύ των καλεσμένων ή ακόμα και διάλογος με τους ακροατές – τηλεθεατές μέσω του τηλεφώνου), μεταφέρουν ένα μέρος της λογικής της Αγοράς της αρχαίας Ελλάδας στον νέο ηλεκτρονικό χώρο (ένα σύστημα πομπού και δεκτών). Βέβαια, η μεγάλη διαφορά είναι ότι αυτός ο διάλογος ελέγχεται και, κυρίως, ότι τις περισσότερες φορές οι συγκεκριμένοι διάλογοι δεν έχουν την ποιότητα των φιλοσοφικών διαλόγων της αρχαίας αγοράς. Βέβαια και εκείνη την εποχή δεν είχαν όλοι οι διάλογοι στην αγορά ενδιαφέρον.

Το βασικό χαρακτηριστικό των ηλεκτρονικών μέσων αφορά τον τρόπο αναμετάδοσής τους. Για πρώτη φορά, ένα μέσο έχει τη δυνατότητα να κωδικοποιεί τα χαρακτηριστικά της εικόνας και του ήχου σε ένα τεχνολογικό υποστηριζόμενο μήνυμα (ηλεκτρομαγνητικά κύματα). Αυτή η διαδικασία, στη συνέχεια, παρέχει δύο νέα πλεονεκτήματα που προστίθενται στην οπτικοακουστική αναπαράσταση και στην ουσία χαρακτηρίζουν την συγκεκριμένη εποχή:

α) τη μετάδοση του μηνύματος ασύρματα σε μεγάλη απόσταση και
β) την πολλαπλή μετάδοση του μηνύματος σε πολλούς δέκτες.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των ηλεκτρονικών μέσων, το οποίο επηρέασε ιδιαίτερα την ανεξάρτητη καλλιτεχνική δημιουργία, είναι το χαμηλό κόστος της καταγραφής. Μπορεί το ηλεκτρονικό μέσο να καταγράφει όση ώρα χρειάζεται και συνεχώς, χωρίς κανένα ιδιαίτερο κόστος, κυρίως σε σχέση με το υπόστρωμα καταγραφής. Αυτή η ιδιότητα, ουσιαστικά, συμβάλει στην ανάπτυξη των εκπομπών, τόσο στο ραδιόφωνο όσο και την τηλεόραση σε πραγματικό χρόνο. Αυτή η συνθήκη φέρνει τον διάλογο στα ηλεκτρονικά μέσα, καθώς και τη μεταφορά γεγονότων σε πραγματικό χρόνο.

Αντικαθιστά, επίσης, τη δομή του σεναρίου με τη δομή του Project. Δεν γράφεται, δηλαδή, ένα σενάριο για μια εκπομπή λόγου, αλλά ένα project μέσα στο οποίο περιγράφεται η δομή της εκπομπής, οι κατευθύνσεις, τα ερωτήματα που θα ορίσουν τον λόγο και τον τρόπο συνομιλίας, οι αναφορές που θα παρουσιαστούν, μέχρι και η θέση στο σκηνικό του κάθε συμμετέχοντα. Οι παραπάνω λεπτομέρειες, αντικαθιστούν το σενάριο και ορίζουν το πεδίο της δράσης, μέσα στο οποίο θα αναπτυχθεί η συγκεκριμένη εκπομπή. Στην προκειμένη περίπτωση, εκτός από έναν πρόλογο, επίλογο και κάποια σχόλια, δεν υπάρχει ένα κείμενο το οποίο θα μεταφερθεί, μέσω των συμμετεχόντων, στην εκπομπή στο ηλεκτρονικό μέσο. Αντί αυτού, αναπτύσσεται ένα κείμενο που θα δημιουργήσει το πλαίσιο το οποίο θα προκαλέσει τον λόγο.

Και στην περίπτωση, λοιπόν, που δεν υπάρχει ανάγκη για ένα σενάριο, όπως π.χ. σε μια εκπομπή λόγου, απαιτείται ένα συγκεκριμένο κείμενο, το οποίο θα περιγράφει όλες τις λεπτομέρειες για την ανάπτυξη της συγκεκριμένης εκπομπής. Το κείμενο αυτό μπορεί να ονομαστεί project. Είναι ένα κείμενο το οποίο θα περιέχει μια σύνοψη, τον στόχο του έργου, την περιγραφή της εξωτερικής μορφής του και την εσωτερική του δομή. Θα αναφέρεται, επίσης, ο τίτλος της εκπομπής, το σκεπτικό του δημιουργού, ποιος θα είναι ο παρουσιαστής, πόσα άτομα θα φιλοξενούνται, πώς θα γίνεται ο διάλογος, ποιο θα είναι το θέμα της συζήτησης, πώς θα είναι το σκηνικό κ.λπ.

Με τη λογική του project αναπτύσσεται, πολλές φορές, η δομή ένος έργου βίντεο-τέχνης: διαμορφώνεται ο τίτλος και περιγράφεται η περιοχή και ο τρόπος με τον οποίο γίνονται τα γυρίσματα, η συμμετοχή των συντελεστών, η αντιμετώπιση του ήχου, η ανάπτυξη συγκεκριμένης μουσικής και η επεξεργασία των εικόνων. Αναπτύσσεται με ακρίβεια η μεθοδολογία της παραγωγής του έργου και όλες οι απαιτούμενες λεπτομέρειες.

Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι τα σύνθετα έργα, όσο αφηρημένα ή ιδιόμορφα μπορεί να είναι, για να κατασκευαστούν, απαιτούν μια ομαδική εργασία. Πρέπει μια μεγάλη ομάδα να επεξεργασθεί τα στοιχεία του

έργου, να προετοιμάσει τα υλικά και να δημιουργήσει τις συνθήκες δημιουργίας τους. Η ομάδα, η οποία έχει αναλάβει το συγκεκριμένο έργο, πρέπει να έχει τις ίδιες αναφορές συγκεντρωμένες σε ένα συγκεκριμένο έντυπο, το project. Το βασικό στοιχείο του project είναι ένα σύνθετο κείμενο, συνοδευόμενο συχνά από σχέδια, εικόνες ή σχεδιαγράμματα, το οποίο περιέχει το σκεπτικό του έργου, τα διάφορα στάδια δημιουργίας του, μέχρι και τις τεχνικές λεπτομέρειες. Το σύνθετο κείμενο θα εμπνεύσει τους διάφορους δημιουργούς και θα τους δώσει τις απαιτούμενες πληροφορίες, για να αναπτύξουν, πάντα με την καθοδήγηση του δημιουργού, τη δική τους καλλιτεχνική εργασία, η οποία θα ενταχθεί στο σύνολο του έργου.

Η επεξεργασία αυτού του σύνθετου κειμένου θα παράξει ένα δεύτερο σημαντικό κείμενο, το πρόγραμμα εργασιών. Η μορφή αυτού του κειμένου έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με τη μορφή του project, η οποία αναλύεται με λεπτομέρεια και παραδείγματα στο κεφάλαιο 3 του Β τόμου: *Το στάδιο της προεργασίας. Καλλιτεχνικά, αισθητικά και τεχνολογικά θέματα*.

6.6.2 Τα ψηφιακά μέσα αναπαραγωγής και η σημασία του κειμένου

Ο ψηφιακός τρόπος αναπαραγωγής της πραγματικότητας, ουσιαστικά, φέρνει μια μεγάλη ανατροπή στους μηχανισμούς αναπαράστασης και στα χαρακτηριστικά της ίδιας της εικόνας, αλλά και του κειμένου που παράγει.

Τα ισχυρά χαρακτηριστικά της ηλεκτρονικής αναπαράστασης, είναι η μετάδοση ενός έργου σε απόσταση και σε πλήθος ατόμων, χαρακτηριστικά τα οποία καθόρισαν την εποχή των *μαζικών μέσων επικοινωνίας* (mass media) τα οποία ωχριούν μπροστά στα εντελώς νέα και καθοριστικά χαρακτηριστικά της ψηφιακής αναπαράστασης.

Καταρχήν, υπάρχει μια βασική αλλαγή στην ίδια τη δομή του κειμένου. Το κείμενο, κατά τη μεταφορά του από το χαρτί στο ψηφιακό υπόστρωμα, μετατρέπεται σε ένα δυναμικό στοιχείο με ιδιαίτερες ιδιότητες. Το κείμενο στην ψηφιακή μορφή του δεν είναι τυπωμένα στοιχεία, αλλά πληροφορίες μέσα σε ένα σύνθετο σύστημα, το οποίο μπορεί να προβάλλει τη συγκεκριμένη πληροφορία σε μια οθόνη, να τη στείλει μέσω δικτύου σε ένα άλλο σύστημα, ή, τελικά, να την τυπώσει σε ένα χαρτί. Το κείμενο στο ψηφιακό περιβάλλον διαχέεται μέσα σε ένα ψηφιακό υπέδαφος, σε μια διανεμημένη ασύρματη ψηφιακή πληροφορία, άσχετα πού έχει καταγραφεί η πρώτη του εκδοχή, και μπορεί να βρίσκεται παντού. Επίσης, μπορεί να δεχτεί επεξεργασία από τον οποιοδήποτε δέκτη, εφ' όσον, βέβαια, του δίνεται η άδεια από το σύστημα. Είναι ένα κείμενο το οποίο μπορεί να συνδεθεί στενά με μια εικόνα ή έναν ήχο. Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό του είναι ότι το κείμενο αυτό είναι δυναμικό, δηλαδή, αναλόγως με την επίδραση του χρήστη πάνω σε αυτό, μπορεί να δείξει διαφορετικές πληροφορίες ή να παράγει διαφορετικές δράσεις. Είναι το λεγόμενο *υπερκείμενο* (hypertext), το οποίο αποτελεί ένα από τα βασικά ειδικά χαρακτηριστικά της ψηφιακής εποχής.

Το υπερκείμενο, ουσιαστικά, είναι ένας ιδιότυπος χώρος διαφορετικών ειδών πληροφοριών, διασυνδεδεμένων μεταξύ τους, σε μορφή κειμένου, ήχου, στατικής και κινούμενης εικόνας, αλλά και ένας χώρος δεδομένων, ακόμα και δράσεων σε πραγματικό χώρο, ο οποίος ενεργοποιείται από τη συμμετοχή του αναγνώστη-χρήστη. Από τον ορισμό του, από τον Ted Nelson, για τη «μη-διαδοχική γραφή», και τον χαρακτηρισμό του «ως ένα κείμενο το οποίο δεν μπορεί να τυπωθεί» [8] μέχρι σήμερα, με τη βασικότερη παρουσία του στο Διαδίκτυο και σε όλους τους μηχανισμούς που είναι διασυνδεδεμένοι μαζί του, έχουν γίνει σημαντικές αλλαγές με βασικότερο στοιχείο τη μετάβαση αυτής της ισχυρής τεχνολογίας της αναπαράστασης και επεξεργασίας στο ευρύ κοινό. Το βασικό αυτό χαρακτηριστικό της ψηφιακής καταγραφής φέρνει μια ρήξη με το παρελθόν της εικόνας του ήχου, αλλά και του κειμένου. Τίποτα δεν είναι όπως πριν.

Στην εποχή μας, εισάγεται έντονα η διαδικασία της διάδρασης, μέσω της επικοινωνίας ανθρώπου μηχανής. Η διάδραση στην Τέχνη είναι ένας διάλογος ανάμεσα στον θεατή – χρήστη και έναν μηχανισμό ο οποίος έχει αποθηκεύσει ή δημιουργεί αυτόματα τις απαντήσεις ή δράσεις στις ερωτήσεις ή αντιδράσεις του θεατή.

Το φαινόμενο αυτό, ανάμεσα στην τέχνη, τη διασκέδαση και το παιχνίδι, παίρνει μεγάλες διαστάσεις λόγω της μεγάλης εμπορικής επιτυχίας των παιχνιδιών μέσω υπολογιστή. Πολλά τεχνολογικά συστήματα της ψηφιακής τεχνολογίας, όπως κάρτες γραφικών, γρήγορα και μεγάλα σε όγκο συστήματα αποθήκευσης ή οπτικοί *αισθητήρες* (sensors), αλλά και επιστημονικές έρευνες για την ανάπτυξη λογισμικών τεχνητής νοημοσύνης, έχουν εξελιχτεί λόγω της επιτυχίας των παιχνιδιών μέσω υπολογιστών. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το εξάρτημα αισθητήρας ανίχνευσης κίνησης σώματος Kinect, της κονσόλας για παιχνίδια της Microsoft Xbox. Μόλις κυκλοφόρησε το Kinect, το 2010, σύντομα αναπτύχθηκαν από ερασιτέχνες λογισμικά με στόχο να συνδέσουν το Kinect με προσωπικούς υπολογιστές για άλλες εφαρμογές. Μετά τη

μεγάλη επιτυχία εφαρμογών σε πολλούς τομείς, από την τέχνη έως την Ιατρική, η ίδια η Microsoft, το 2011, δημιουργεί ένα μη εμπορικό λογισμικό Kinect SDK (software development kit) για Windows (βλέπε σχετικό άρθρο της Wikipedia, κεφάλαιο 11: *Το διαδραστικό έργο και το τεχνολογικό υπόβαθρο της διάδρασης* και κεφάλαιο 5 Β τόμου: *Ανάπτυξη των μηχανισμών για την επικοινωνία του έργου με τον επισκέπτη και το περιβάλλον*).

Ενδιαφέρον, δε, έχει το συμπέρασμα, στο οποίο καταλήγει το ερευνητικό τμήμα της Microsoft, σε σχέση με την τεχνητή νοημοσύνη και τα παιχνίδια σε υπολογιστή: «Η περιοχή της ανθρώπινης ζωής στην οποία εφαρμόζεται σήμερα περισσότερο, η τεχνητή νοημοσύνη, είναι τα παιχνίδια στον υπολογιστή. Ουσιαστικά, αυτή είναι η μόνη μεγάλη περιοχή στην οποία οι άνθρωποι ασχολούνται με συμπεριφορές που δημιουργούνται από την τεχνητή νοημοσύνη σε μόνιμη βάση. […] Υποστηρίζουμε, τελικά, ότι και τα δύο, τόσο τα παιχνίδια όσο και η έρευνα για την τεχνητή νοημοσύνη, μπορούν να επωφεληθούν σημαντικά το ένα από το άλλο. Από την άποψη της έρευνας, τα παιχνίδια σε υπολογιστή προσφέρουν συναρπαστικά παραδείγματα παιχνιδιού, τα οποία συλλαμβάνουν την πολυπλοκότητα των καταστάσεων του πραγματικού κόσμου, διατηρώντας, παράλληλα, τη δυνατότητα ελέγχου και την ανιχνευσιμότητα της προσομοίωσης σε υπολογιστή.» (http://research.microsoft.com/en-us/projects/ijcaiigames/).

6.7 Το πολυσενάριο

Οι παραπάνω αλλαγές, τις οποίες φέρνει η δομή της ψηφιακής αναπαράστασης της πραγματικότητας (δυναμική διασύνδεση εικόνας, ήχου και κειμένου, δυνατότητες διαχείρισης των υλικών από τον χρήστη), δημιουργούν ένα νέο είδος αφήγησης, τη διαδραστική αφήγηση με μηχανικά μέσα. Αυτή η νέα μορφή αφήγησης αναπτύσσεται λόγω της ανάπτυξης ενός νέου υποστρώματος, του ψηφιακού υποστρώματος του υπολογιστή, το οποίο έχει τη δυνατότητα ανάπτυξης πολλών επιπέδων πληροφορίας, δυναμικά συνδεμένων μεταξύ τους και με δυνατότητα διάδρασης με τον χρήστη. Το νέο υπόστρωμα, σταδιακά, παίρνει τη θέση του υποστρώματος του χαρτιού [9].

Για την ανάπτυξη έργων που θα αξιοποιήσουν το παραπάνω υπόστρωμα, απαιτείται ένα ειδικό σενάριο. Ένα σενάριο με μια αντίστοιχη σύνθετη δομή. Αυτό το νέο είδος το ονομάσαμε *πολυσενάριο*, ένας όρος που συναντάται στον προγραμματισμό ως multi-scenario (βλέπε εδώ), αλλά δεν έχει καταγραφεί ως καλλιτεχνικός όρος.

Το πολυσενάριο ορίζεται ως ένα κείμενο το οποίο περιγράφει την αφήγηση μιας ιστορίας συμπεριλαμβάνοντας και τη συμμετοχή του θεατή. Είναι η αφήγηση μιας ιστορίας μέσα από παραλλαγές δράσεων και διαλόγων που ορίζονται από τον δημιουργό και επιλέγονται από τον χρήστη-θεατή.

Ένα πολυσενάριο είναι μια δενδροειδής δομή αφήγησης, η οποία καταγράφει όλες τις υποθετικές δράσεις και τους υποθετικούς διαλόγους του συστήματος απέναντι σε συγκεκριμένες δράσεις ή αντιδράσεις των παικτών–θεατών σε σχέση με τους διαλόγους.

Συνήθως, η προεργασία για ένα διαδραστικό έργο, επειδή είναι ιδιαίτερα σύνθετο, έχει τη μορφή του project, μέσα στο οποίο συμπεριλαμβάνεται το πολυσενάριο, ή ακόμα και σενάρια, εφόσον υπάρχουν οπτικοακουστικά έργα τα οποία είναι ενταγμένα στη δομή του.

Το πολυσενάριο αποτελείται από μια διάταξη η οποία συνδυάζει:

1. μια αφήγηση, κυρίως ερωτήματα, τα οποία προβάλλει το έργο προς τον θεατή- χρήστη,
2. τις υποτιθέμενες απαντήσεις, μέσα από την επιλογή των οποίων, θα μπορούσε να απαντήσει ο θεατής,
3. τις δράσεις ή νέες αφηγήσεις – ερωτήματα με τα οποία θα μπορούσε ο μηχανισμός του έργου να συνεχίσει την επικοινωνία του με τον θεατή
4. την περιγραφή όλων των σχέσεων θεατή – έργου, οι οποίες ενδιαφέρουν τον δημιουργό, και
5. τις αντίστοιχες περιπτώσεις δράσης του έργου.

Άρα, το πολυσενάριο είναι μια σύνθετη δομή αφήγησης, διαλόγων και δράσεων, η οποία περιλαμβάνει όλες τις υποθετικές ενέργειες και τους διαλόγους του κοινού σχετικά με τις απαντήσεις, τους διαλόγους και τις δράσεις του έργου.

Ενώ το σενάριο δημιουργεί μια γραμμική μορφή διαλόγων, το πολυσενάριο δημιουργεί ένα δενδροειδές σύστημα διαλόγων με περισσότερες από μια γραμμικές μορφές δραματουργικών κόμβων.

Εάν στο σενάριο δημιουργούμε διαλόγους για να αναπτύξουμε μέσα από αυτούς μια ιστορία, στο πολυσενάριο δημιουργούμε όλες τις δυνατές περιπτώσεις των διαλόγων, για να εντάξουμε τον θεατή μέσα

στην ιστορία. Δεν δημιουργούμε μόνο συναίσθημα προς τον θεατή με τη σύνθεση των πλάνων, αλλά του παρέχουμε τη δυνατότητα να γίνει δημιουργός μιας δικής του δομής των πλάνων, να φτιάξει τη δική του ιστορία, και, ενδεχομένως, να γίνει ο πρωταγωνιστής. Για τους λόγους αυτούς, την καλύτερη θέαση σε ένα διαδραστικό έργο, πολλές φορές, έχει αυτός που παρακολουθεί έναν θεατή – χρήστη να συμμετέχει στη δράση του έργου.

Στην πιο απλή μορφή ενός διαδραστικού έργου, ο δημιουργός πρέπει να φαντασθεί όλες τις δυνατές περιπτώσεις των διαλόγων και να τις αποθηκεύσει στον υπολογιστή. Στην πιο πολύπλοκη μορφή, πρέπει να διδάξει τον υπολογιστή με ποιον τρόπο να δίνει τις δικές του απαντήσεις.

Και σε αυτό το σημείο, υπάρχει μια ακόμη αφήγηση του δημιουργού ή των δημιουργών που αφορά τον ψηφιακό μηχανισμό του καλλιτεχνικού έργου. Πρόκειται για τον προγραμματισμό. Θα μπορούσαμε μεταφορικά να ισχυριστούμε ότι πρόκειται για μια αφήγηση προς το ψηφιακό σύστημα του έργου, με τη μορφή της γλώσσας του προγραμματισμού που αφορά τις συνθήκες με τις οποίεςενεργοποιούνται οι αφηγήσεις, οι διάλογοι και οι δράσεις που περιέχονται στο συγκεκριμένο πολυσενάριο.

Αναλυτικά το πολυσενάριο παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 2 του Β τόμου: *Η λεκτική περιγραφή του έργου: Σενάριο, πολυσενάριο*.

6.8 Ο προγραμματισμός

Ο προγραμματισμός είναι ένα είδος αφήγησης. Είναι μια αφήγηση η οποία απευθύνεται σε μια μηχανή και της υπαγορεύει τι να κάνει και πώς να αντιδράσει σε μια άλλη συγκεκριμένη αφήγηση, η οποία προέρχεται από τον χρήστη. Η αφήγηση, στην οποία συνήθως καλείται να αντιδράσει ο υπολογιστής (μηχανικά μέρη και προγραμματισμός), είναι η αφήγηση ενός χρήστη του συστήματος, ή του επισκέπτη, στην περίπτωση ενός διαδραστικού έργου. Θα μπορούσε, όμως, να είναι και μια λειτουργία που προκαλείται πάλι από το σώμα του χρήστη – επισκέπτη, όπως η κίνηση του σώματός του σε έναν συγκεκριμένο χώρο, η ένταση της φωνής του κ.λπ. Βέβαια, και αυτές οι κινήσεις μεταφράζονται προς τον υπολογιστή, ως μια αφήγηση του τύπου σε ανθρώπινη γλώσσα; εάν ένα αντικείμενο πλησιάσει το σημείο Α σε μια απόσταση χ1, τότε κάνε την α1 δράση, αν πλησιάσει σε απόσταση χ2, τότε κάνε την α2 δράση κ.λπ.

Αυτό το είδος αφήγησης (που θεωρούμε ότι είναι ο προγραμματισμός) ισχύει και για την επικοινωνία ανθρώπου προς άνθρωπο: είναι μια ειδική αφήγηση η οποία μας προτρέπει να κάνουμε κάτι συγκεκριμένο ή μας απαγορεύει να κάνουμε κάτι άλλο. Είναι οι εντολές ή οι κανόνες.

Κατά τον Vilém Flusser [5], ο προγραμματισμός υπάρχει από παλιά, πριν από τον υπολογιστή. Προγραμματισμός είναι τα κείμενα-εντολές τα οποία γράφει ο άνθρωπος για τον άνθρωπο: Οι πρώτες γραμμένες εντολές που γνωρίζουμε είναι οι Δέκα Εντολές του Μωυσή, γραμμένες σε πέτρα, οι οποίες, πιστεύεται, ότι του έδωσε ο Θεός του.

Οι Δέκα εντολές είναι ένας κατάλογος δέκα κανόνων ηθικής, οι οποίες, σύμφωνα με τη Βίβλο, υπαγορεύτηκαν στον Μωυσή από τον Θεό στο όρος Σινά και του δόθηκαν (δύο φορές), χαραγμένες σε δύο πέτρινες πλάκες, τις οποίες, αφήνεται να εννοηθεί, ότι ο ίδιος ο Γιαχβέ (και τις δύο φορές) λατόμησε και εγχάραξε.

Έχει πολύ ενδιαφέρον να μελετηθούν αυτές οι εντολές ως ένα είδος προγραμματισμού, ο οποίος συντέλεσε ιδιαίτερα στην ανάπτυξη ενός ολόκληρου κοινωνικού συστήματος, αφού αυτές αποτέλεσαν τη βάση ενός ολόκληρου κώδικα ηθικής και θρησκείας, πολιτικής και κοινωνικής οργάνωσης. Μέχρι δε σήμερα, αποτελούν, ως πρώτη Διαθήκη, τις βασικές ηθικές αρχές του Ιουδαϊσμού και του Χριστιανισμού.

Οι νόμοι μεταφρασμένοι σε ελεύθερη μετάφραση είναι οι εξής:

1. Εγώ είμαι ο Κύριος ο Θεός σου. Μη λατρεύεις άλλους Θεούς εκτός από εμένα.
2. Μην κατασκευάζεις είδωλα και μη τα λατρεύεις.
3. Μην ορκίζεσαι και μην αναφέρεις το όνομά μου μάταια.
4. Κράτησε το Σάββατο ως ημέρα αργίας.
5. Να τιμάς τον πατέρα σου και τη μητέρα σου.
6. Μην σκοτώσεις.
7. Μην απατήσεις.
8. Μην κλέψεις.
9. Μην πεις ψέματα.
10. Μην επιθυμήσεις τίποτα από όσα ανήκουν στον συνάνθρωπό σου

Πάντα ακολουθούμε κατά ένα τρόπο εντολές: τους νόμους του κράτους, τον οδικό κανονισμό, τον κανονισμό του πανεπιστήμιου κ.λπ. Βέβαια όχι ακριβώς με τον τρόπο που τους ακολουθούν οι υπολογιστές. Στο υπολογιστή δεν υπάρχει ερμηνεία και κυρίως αμφισβήτηση των κανόνων-εντολών.

Η λέξη «εντολή» υπάρχει, ως ορολογία, και στον προγραμματισμό και εν μέρει έχει την ίδια έννοια. Η διαφορά είναι ότι στον προγραμματισμό χρησιμοποιούνται ειδικά σύμβολα ή, πολλές φορές. γνωστά σύμβολα, που αποκτούν άλλη έννοια την οποία αντιλαμβάνεται ο υπολογιστής και, στη συνέχεια, εκτελεί την αφήγηση – εντολή. Επιπλέον, αξιοποιείται και ένα μέρος της λεκτικής δομής της ανθρώπινης γλώσσας με έναν επίσης διαφορετικό τρόπο, με μια αφαιρετικότητα την οποία αντιλαμβάνεται ο υπολογιστής και μόνο. Τα παραπάνω στοιχεία προέρχονται από την αγγλική γλώσσα. Όμως, οποιοδήποτε στοιχείο εισάγεται στο ψηφιακό υπόστρωμα του υπολογιστή αποκτά άλλη ισχύ, γίνεται δυναμικό.

Λέει ο Vilém Flusser για τη γλώσσα: «Ο γραμματο-αριθμητικός κώδικας, τον οποίο επεξεργαστήκαμε κατά τη διάρκεια των αιώνων σε μορφή γραμμικών σημειώσεων, αποτελεί ένα συνονθύλευμα από διάφορα είδη σημείων: γράμματα της αλφαβήτου (σημεία για ήχους), αριθμοί (σημεία για σύνολα) και ένας μη επακριβώς καθορισμένος αριθμός σημείων για τους κανόνες παιχνιδιού της γραφής (για παράδειγμα τελείες, παρενθέσεις και εισαγωγικά). Καθένα από αυτά τα είδη των σημείων προκαλεί τον γράφοντα να σκεφτεί σύμφωνα με τον αντίστοιχο σε αυτά τρόπο σκέψης. Οφείλει κανείς, όταν γράφει εξισώσεις, να σκεφτεί διαφορετικά από την περίπτωση που πρόκειται να γράψει σύμβολα για κανόνες ή λέξεις μιας γλώσσας… Επειδή τα γράμματα του αλφαβήτου είναι σημεία για προφερόμενους ήχους, έτσι ένα αλφαβητικό κείμενο είναι παρτιτούρα μιας φωνητικής απόφανσης. Κάνει τους ήχους εμφανείς. Οι αριθμοί, αντίθετα, είναι σημεία για ιδέες για παραστάσεις αντιληπτές με τον εσωτερικό οφθαλμό… Άρα, τα γράμματα κωδικοποιούν ακουστικές αντιλήψεις, ενώ οι αριθμοί κωδικοποιούν οπτικές αντιλήψεις.» [5].

Οι λεκτικές αναφορές, οι οποίες εισάγονται στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας του υπολογιστή με τον τρόπο αφήγησης που καταλαβαίνει, ως εντολές, αποκτούν μιαν άλλη διάσταση. Δεν είναι πλέον λέξεις, με την έννοια που έχουν στην ανθρώπινη γλώσσα, αλλά εντολές προς έναν μηχανισμό (τον υπολογιστή), για συγκεκριμένες δράσεις. Για παράδειγμα, η λέξη RUN σ' ένα πρόγραμμα ενεργοποιεί τον υπολογιστή να εκτελέσει το συγκεκριμένο πρόγραμμα.

Ας παρατηρήσουμε ένα τέτοιο παράδειγμα:
Σε έναν κύβο, μέσα σε έναν εικονικό (ψηφιακό) χώρο, προσθέτουμε την εξής αφήγηση (Αλγόριθμος 6.1):

«Όταν πλησιάσει η μπάλα σε απόσταση 10 μονάδων από το κέντρο του κύβου, τότε ο κύβος να μεγαλώσει και να γίνει κόκκινος.». Η αφήγηση αυτή μεταφέρεται στη γλώσσα του υπολογιστή ως εξής:

```
if distance(cube.transform.position , sphere. transform position) < 10
{
     cube.color = red;
     cube.transform.scale += new Vector3(0.5f, 0.5f, 0.5f);
}
```

Αλγόριθμος 6.1 Μεταβολή των ιδιοτήτων ενός κύβου λόγω της κίνησης μιας σφαίρας.

«Όταν πλησιάσει η μπάλα σε απόσταση 2 μονάδες από το κέντρο του κύβου, τότε ο κύβος να εντάξει την μπάλα στην ιεραρχία του». Η αφήγηση αυτή μεταφέρεται στη γλώσσα του υπολογιστή ως εξής (Αλγόριθμος 6.2) :

```
if distance(cube. transform position , sphere. transform position) < 2
 {
     sphere.transform.parent = cube.transform;
  }
```

Αλγόριθμος 6.2 Προσθήκη της μπάλας στην ιεραρχία του κύβου.

6.9 Όταν η αφήγηση γίνεται πολύπλοκη - αφηγηματικά αντικείμενα

Πολλές φορές, κυρίως σε σύνθετες διαδραστικές εγκαταστάσεις, αναπτύσσονται ανάγκες οι οποίες ξεπερνούν πολύ απλές δράσεις, κατά τις οποίες η πλατφόρμα που χειρίζεται τη διάδραση (υπολογιστής-ενδιάμεσο-αισθητήρας-λογισμικό) αντιδρά σε σχέση με τη δράση του θεατή απλά σαν ένας διακόπτης, ανοίγοντας και κλείνοντας πηγές (π.χ. όταν ο θεατής πλησιάζει μια συγκεκριμένη περιοχή, προβάλλεται ένα βίντεο και, όταν απομακρύνεται, σταματάει). Στην περίπτωση αυτή, πρέπει να αναπτυχθεί, κυρίως, μια πιο σύνθετη δομή εντολών, μια σύνθετη δομή αφήγησης προς τη μηχανή. Είναι η περίπτωση κατά την οποία οι ανάγκες του έργου δεν είναι δυνατόν να καλυφθούν από τις έτοιμες βιβλιοθήκες εντολών ή τα παραδείγματα, τα οποία συχνά συνοδεύουν μία συσκευή ή ένα λογισμικό, και πρέπει να δημιουργήσει έναν δικό του κώδικα για το συγκεκριμένο πρόγραμμα. Η αντικειμενοστρεφής οργάνωση ενός προγράμματος αποτελεί έναν από τους πιο ολοκληρωμένους τρόπους για την ανάπτυξη τέτοιων σύνθετων δομών. Στηρίζεται στον ορισμό αυτόνομων εννοιολογικών μονάδων, των αντικειμένων, τα οποία περικλείουν συγκεκριμένες ιδιότητες και δράσεις (ή συμπεριφορές) και επικοινωνούν μεταξύ τους.

Σ' ένα αντικειμενοστρεφές πρόγραμμα, κυρίαρχη είναι η έννοια των *κλάσεων* (classes), δηλαδή δομών που περιγράφουν αφαιρετικά γενικές κατηγορίες αντικειμένων ως προς τις *ιδιότητες* (properties) και τη *συμπεριφορά* (behavior) τους. Οι κλάσεις αποτελούν τις μήτρες παραγωγής των αντικειμένων του προγράμματος.

Συχνά, για να γίνει κατανοητός ο αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός, παρουσιάζεται το παράδειγμα του σπιτιού. Σε αυτήν την περίπτωση το «Σπίτι» είναι η κλάση, ενώ το «Σπίτι 1», το «Σπίτι 2», το «Σπίτι 3» κ.λπ. είναι τα «αντικείμενα» που γεννιούνται από την κλάση «Σπίτι».

Υπάρχουν συγκεκριμένες ιδιότητες τις οποίες το κάθε αντικείμενο *κληρονομεί* (inherits) από την κλάση του, για παράδειγμα το χρώμα των τοίχων του, ο αριθμός των παραθύρων, οι πόρτες κ.λπ. Οι *τιμές* (values) που μπορεί να λαμβάνει κάθε ιδιότητα είναι διαφορετικές για κάθε αντικείμενο.

Ο τρόπος που ανοίγουν οι πόρτες και τα παράθυρα είναι οι συμπεριφορές του αντικειμένου που ορίζονται στην κλάση και παραμετροποιούνται από τον δημιουργό.

Για την υλοποίηση της διάδρασης, ένα αντικειμενοστρεφές περιβάλλον προγραμματισμού, συνήθως, περιλαμβάνει και έναν *μηχανισμό χειρισμού εισερχόμενων γεγονότων* (event handler).

Έστω ότι το κουδούνι της πόρτας είναι ένας «*ακουστής*» (listener), ο οποίος δέχεται το σήμα του κουδουνίσματος ως ένα «*γεγονός*» (event) και οργανώνει τη «μέθοδο» αντίδρασης (ως συμπεριφορά) που συνίσταται στο να πάει κάποιος να ανοίξει την πόρτα ή να ανοίξει πρώτα το παράθυρο, για να δει ποιος είναι.

Η αφήγηση μέσα από αυτά τα αντικείμενα ιδιοτήτων και μεθόδων γίνεται ιδιαίτερα ισχυρή, γιατί μπορεί να ελέγξει ή και να δημιουργήσει σύνθετες διαδικασίες, οι οποίες δημιουργούν σύνθετες δομές διάδρασης.

Περισσότερα για τον αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό και για τον χειρισμό γεγονότων στο κεφάλαιο 12: *Ο προγραμματισμός ως δημιουργική πράξη*.

Ένας γενικός κανόνας ο οποίος έχει λειτουργήσει με ιδιαίτερα ενδιαφέροντα αποτελέσματα με φοιτητές καλλιτεχνικών σχολών, που δεν γνωρίζουν προγραμματισμό, είναι ο ακόλουθος:

Ο φοιτητής – δημιουργός και, ενδεχομένως, προγραμματιστής - καλείται, σε σχέση με την κατασκευή που έχει να δημιουργήσει, να περιγράψει με μεγάλη ακρίβεια όλες τις εντολές με τον τρόπο που γνωρίζει καλά με την ανθρώπινη γλώσσα. Εάν η περιγραφή είναι σωστή, εύκολα μεταφέρεται στη γλώσσα του υπολογιστή, είτε με τη βοήθεια κάποιου που γνωρίζει προγραμματισμό είτε από τον ίδιο τον καλλιτέχνη.

Με έναν αντίστοιχο τρόπο, δημιουργείται το πολυσενάριο, το οποίο, πολλές φορές, λειτουργεί και αυτό μέσω περιγραφής αντικειμένων.

Παρακάτω, στον Πίνακα 6.1, παρατίθεται ένα παράδειγμα από μία άσκηση, κατά την οποία ζητείτο από τους φοιτητές η κατασκευή μικρών δυναμικών αντικειμένων.

Περιγραφή	**Ιδιότητες**	**Διάδραση**
Υπάρχει ένας γυάλινος κύλινδρος ο οποίος ρουφάει μέσα του τον θεατή, στη συνέχεια αλλάζει χρώματα και προβάλλει εικόνες, συνοδεία ήχων. Δημιουργεί διάφορες πόρτες. Ανάλογα με την πόρτα που θα επιλέξει ο επισκέπτης μεταφέρεται στον κεντρικό χώρο σε διαφορετική κατεύθυνση.	>Από έξω τα τοιχώματα επιτρέπουν είσοδο. >Από μέσα τα τοιχώματα δεν επιτρέπουν έξοδο. >Αλλαγές χρωμάτων – υφών >Προβολή εικόνων (κινούμενων) >Δημιουργία στο εσωτερικό του, διάφορες πόρτες που οδηγούν σε άλλους χώρους. > Όταν μπει ο επισκέπτης στον κύκλο επιρροής, τον ρουφάει μέσα > Η Πόρτα τον εκτοξεύει στον κοινό χώρο	>Εισαγωγή στον χώρο > Άγγιγμα στα τοιχώματα >Επιλογή πόρτας >Εξαγωγή

Πίνακας 6.1 *Από άσκηση στο εργαστήριο Πολυμέσων-Υπερμέσων της ΑΣΚΤ.*

Πολλά υβριδικά λογισμικά (π.χ. το Flash ή το Unity), τα οποία δίνουν τη δυνατότητα προγραμματισμού, επεκτείνουν ένα υπάρχον αντικειμενοστρεφές μοντέλο και μεταφέρουν κάποιες βασικές λειτουργίες του στο οπτικό περιβάλλον σχεδιασμού του λογισμικού και στα μενού λειτουργιών. Για παράδειγμα, στο Unity, στο οποίο παρέχεται έτοιμη μια ιεραρχία κλάσεων, κάθε επεξεργάσιμο αντικείμενο ονομάζεται *GameObject*. http://docs.unity3d.com/Manual/30_search.html?q=game+object Οι ιδιότητες ενός Game Object είναι προσπελάσιμες μέσω του παραθύρου *Inspector* (είτε απευθείας, μέσω κώδικα). Βεβαίως, ο προγραμματιστής μπορεί να ορίσει και δικές του δομές (π.χ. κλάσεις και αντικείμενα).

Τα στοιχεία, τα οποία ορίζουμε (π.χ. ιδιότητες και συμπεριφορές αντικειμένων) μέσα στο αντικειμενοστρεφές μοντέλο, είναι η αφήγηση που κάνουμε προς τη μηχανή. Ο ορισμός δε συμπεριφορών ενός αντικειμένου γίνεται μέσω «scripting» με τις γλώσσες JavaScript, C#, Boo. Έτσι ονομάζεται ο κώδικας ο οποίος συνδέεται με τη συμπεριφορά των αντικειμένων, συνήθως σε όλα τα λογισμικά (δηλαδή εδώ περιγράφονται οι συμπεριφορές με μια καθαρή αφήγηση προς τον υπολογιστή και όχι μέσω μιας προσχεδιασμένης βιβλιοθήκης).

6.9.1 Μια αφήγηση προς τη μηχανή (προγραμματισμός)

```
{

μπλοκ εντολών

}
```

Πάντα η συνομιλία η οποία γίνεται με τον υπολογιστή ξεκινάει με μια αγκύλη, η οποία θα πρέπει να κλείσει στο τέλος του προγράμματος. Μέσα σε αυτή την αγκύλη περιέχονται και άλλα ζεύγη αγκυλών που ανοίγουν και κλείνουν και περιέχουν ομάδες εντολών.

Εδώ αναπτύσσονται οι διάφορες εντολές τις οποίες θα πρέπει να εκτελέσει ο υπολογιστής.

```
void MyMethod(...)

{

 if (x > 0)
  {

        μπλοκ εντολών

// my comments
}

}
```

Αυτό σημαίνει στη γλώσσα του υπολογιστή ομαδοποίηση μιας σειράς εντολών σε ενότητες, όπως για παράδειγμα η MyMethod.

Αυτή η γλώσσα είναι γνωστή από τα μαθηματικά και σημαίνει ότι, αν η τιμή που έχει ο x είναι μεγαλύτερη από το 0, είναι δηλαδή ο x θετικός αριθμός, τότε ….

Αυτή η γραμμή έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε σχέση με την ανθρώπινη αφήγηση την οποία προσπαθούμε να προσεγγίσουμε. Οι δύο διαγώνιες //, οι οποίες υπάρχουν αρκετά συχνά μέσα σ' ένα πρόγραμμα, ενημερώνουν τον υπολογιστή ότι η φράση που ακολουθεί ή οποιοδήποτε σύμβολο, στην τρέχουσα γραμμή, δεν είναι εντολή για τον υπολογιστή, αλλά ενημερώνει τους ανθρώπους που δουλεύουν το πρόγραμμα. Με αυτόν τον τρόπο, επικοινωνούν οι προγραμματιστές μεταξύ τους, οι οποίοι δουλεύουν στο ίδιο πρόγραμμα, ή, πολλές φορές, ο προγραμματιστής γράφει διάφορες πληροφορίες ή και εντολές προς αυτόν, για να μην ξεχάσει κάτι σημαντικό. Έτσι, εδώ λέει ο προγραμματιστής «εισάγω τα σχόλιά μου». Αυτή η δυνατότητα χρησιμεύει και για κάτι πολύ εξυπηρετικό: όταν θέλουμε να τροποποιήσουμε μια γραμμή του προγράμματος, αλλά να κρατήσουμε για λίγο και την προηγούμενη ανενεργή, το πετυχαίνουμε βάζοντας μπροστά τις δύο αυτές γραμμές.

Ένα πρόγραμμα, συνήθως, οργανώνεται ως μια δομή από *φωλιασμένα* (nested) μπλοκ εντολών. Κάθε μπλοκ εντολών περικλείεται μέσα σε αγκύλες {}. Όταν ανοίγει μια αγκύλη, πρέπει να κλείνει, αλλιώς χάνεται η δομή.

Αν ένας δημιουργός δει συνολικά το θέμα της αφήγησης, εντάξει όλα τα δεδομένα μέσα σε αυτήν και δεν αντιμετωπίζει το θέμα του προγραμματισμού απλώς ως ένα εργαλείο, τα αποτελέσματα θα είναι άκρως ενδιαφέροντα. Με μια τέτοια λογική, δημιουργήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού για καλλιτέχνες Processing.

6.9.2 Ένας διαφορετικός διάλογος με τον υπολογιστή: Τεχνητή νοημοσύνη και φυσική γλώσσα

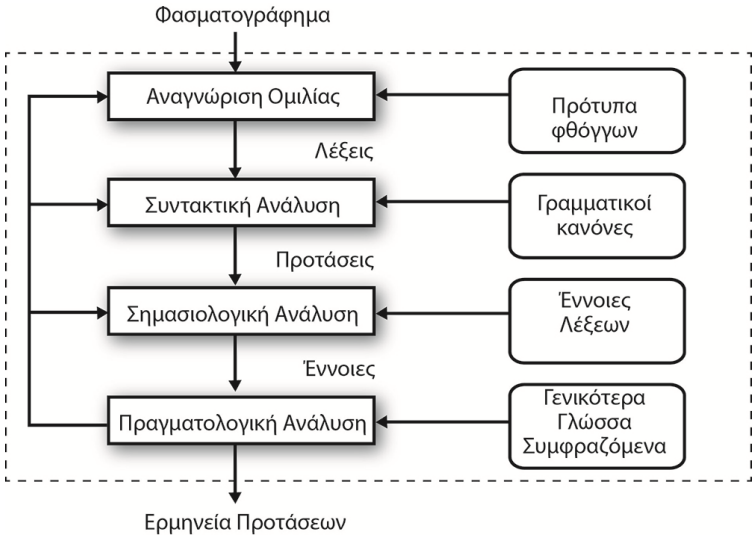
Τελικά, σε σχέση με την ψηφιακή αναπαράσταση, ενώ έχουν συζητηθεί και προβληθεί ιδιαίτερα οι ικανότητες του υπολογιστή στην παραγωγή των εικόνων και των ήχων, δεν έχει προβληθεί αντίστοιχα η ανάλογη εξέλιξη που έχει γίνει στο κείμενο. Όμως, πολύ πιθανόν, η μεγάλη αλλαγή στον χώρο των ψηφιακών αναπαραστατικών τεχνών (όπως θα μπορούσαμε να ονομάσουμε μια μεγάλη ομάδα διαδραστικών έργων και αρκετών παιχνιδιών σε υπολογιστή), να γίνει σε έναν τομέα που αφορά τη χρήση του κειμένου, κυρίως αν οι έρευνες για την *επεξεργασία της φυσικής γλώσσας* (Natural Language Processing ή NLP) δημιουργήσουν αποτελεσματικότερες συνθήκες. Η επεξεργασία της φυσικής γλώσσας περιλαμβάνει δύο πεδία τα αποτελέσματα των οποίων επιδρούν σημαντικά τόσο στα παιχνίδια όσο και στα διαδραστικά έργα που ανήκουν στον χώρο της διαδραστικής αφήγησης: α) την *κατανόηση της φυσικής γλώσσας* (natural language understading) και β) την *παραγωγή φυσικής γλώσσας* (natural language generation).

Μια τέτοια περιορισμένη εφαρμογή υπάρχει ήδη σε αρκετές τηλεφωνικές υπηρεσίες, στις οποίες ο χρήστης δίνει κάποιες πληροφορίες λεκτικά και το ψηφιακό τηλεφωνικό κέντρο τον συνδέει στην υπηρεσία που επιθυμεί.

Όπως αναφέρεται στο [11]: «Για να γίνει η κατανόηση της φυσικής γλώσσας εκ μέρους του υπολογιστή, πρέπει να γίνουν οι παρακάτω εργασίες:

Αναγνώριση της ομιλίας (Speech recognition),
Συντακτική ανάλυση (Syntactic analysis) ,
Σημασιολογική ανάλυση (Semantic analysis) και
Πραγματολογική ανάλυση (Pragmatic analysis)».

Στο ίδιο βιβλίο, παρουσιάζεται σχηματικά η γενική δομή συστήματος κατανόησης φυσικής γλώσσας (βλέπε Σχήμα 6.2).



Σχήμα 6.2 *Γενική δομή συστήματος κατανόησης φυσικής γλώσσας. [πηγή: Βλαχαβάς, Ι., Κεφάλας, Π., Βασιλειάδης, Ν., Κόκκορας, Φ., Σακελλαρίου, Η., Τεχνητή Νοημοσύνη, εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, 2002 (σύγγραμμα μαθήματος)].*

Η *αναγνώριση της ομιλίας* (speech recognition) επιτυγχάνεται όταν τα ηχητικά-ηλεκτρικά σήματα μετατρέπονται σε φθόγγους και, στη συνέχεια, από αυτά παράγονται λέξεις και προτάσεις.

Αναπτύσσεται στα εξής βήματα :

- Παραγωγή φασματογραφήματος του ήχου με τη βοήθεια ενός μικροφώνου,
- Αναγνώριση των φθόγγων από το φασματογράφημα βάσει μιας βιβλιοθήκης που περιέχει πρότυπα αυτών,
- Δημιουργία λέξεων μέσα από τη σύνθεση των φωνημάτων.

Δεν είναι εύκολη αυτή η διαδικασία, γιατί ο κάθε άνθρωπος μιλά με διαφορετικό τρόπο, έχει διαφορετική χροιά της φωνής κ.λπ. Για αυτόν τον λόγο, χρειάζεται ένας ισχυρός προγραμματισμός, για να απαλείψει όλα αυτά τα προβλήματα.

Στη συνέχεια, χρειάζεται μια *γραμματική*, ώστε να είναι εφικτή μια συντακτική ανάλυση σε μια ομάδα λέξεων, δηλαδή ένα σύνολο κανόνων οι οποίοι θα συνθέτουν προτάσεις από τις μεμονωμένες λέξεις.

Έπειτα, γίνεται η *σημασιολογική ανάλυση* (semantic analysis), κατά την οποία επιχειρείται μια μετατροπή των λέξεων – προτάσεων σε εσωτερικές δομές αναπαράστασης της γνώσης, δηλαδή κατανόηση της έννοιας της πρότασης.

Τέλος, γίνεται η πραγματολογική ανάλυση, κατά την οποία εντάσσεται η πρόταση μέσα σε ένα γενικότερο νοηματικό πλαίσιο των συμφραζόμενων, λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες μέσα στις οποίες ειπώθηκε η φράση.

Υπάρχουν πλέον χαμηλού κόστους συστήματα για *αναγνώριση φωνής* (voice recognition) τα οποία συνδέονται με το Arduino, όπως το EasyVR Shield 3.0 - Voice Recognition (το εγχειρίδιό του υπάρχει εδώ).

Ένας από τους βασικούς στόχους του ιδρυτή του Παγκόσμιου Ιστού (World Wide Web) Tim Berners Lee και του World Wide Web Consortium, στο οποίο προεδρεύει (www.w3.org), είναι η ανάπτυξη του *σημασιολογικού Ιστού* (semantic web). Ο ίδιος λέει για αυτό: «The Semantic Web is an extension of the current web in which information is given well-defined meaning, better enabling computers and people to work in cooperation». (μετάφραση από τους συγγραφείς: «Ο Σημασιολογικός Ιστός είναι μια επέκταση του σημερινού ιστού, όπου η πληροφορία έχει ένα απόλυτα καθορισμένο νόημα, δίνοντας τη δυνατότητα στους υπολογιστές και στους ανθρώπους να εργαστούν σε συνεργασία») [1]. Μετά από μια περίπου δεκαπενταετία, το όραμα του Berners Lee δεν έχει εξελιχθεί όσο θα ήθελε ο δημιουργός του, αλλά στη διαδραστική αφήγηση και στα παιχνίδια έχει κάνει ιδιαίτερη πρόοδο.

Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να δει ο αναγνώστης εδώ.

Είναι σίγουρο ότι, ενώ παράγονται πλέον εντυπωσιακές εικόνες και ήχοι, η μεγάλη ανατροπή ενδέχεται να γίνει μελλοντικά, στο κείμενο, τότε που ο θεατής θα έχει τη δυνατότητα να συμμετέχει ουσιαστικά στο έργο.

Αλλά και σήμερα η δομή του κειμένου παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, γίνεται δυναμικό, μια λέξη μπορεί μέσα της να κρύβει χίλιες εικόνες ή ένα ολόκληρο μουσείο, ή, κάθε φορά, ανάλογα με τον θεατή, να του προσφέρει τις εικόνες που τον ενδιαφέρουν.

6.10 Στην αρχή είναι ο λόγος

Σε πολλούς φοιτητές καλλιτεχνικών σχολών, οι οποίοι ασχολούνται με την εικόνα και οι οποίοι πολλές φορές δίνουν μια άμεση μάχη μπροστά σε έναν κενό χώρο (μια κόλα χαρτί ή ένα τελάρο), για να δημιουργήσουν μια φόρμα, φαίνεται περίεργο να τους ζητείται να περιγράψουν λεκτικά την ιδέα τους. Σαν αντίλογο αναφέρουν ότι ζούμε σε μια έντονα οπτικοακουστική εποχή. Όντως, σήμερα, κάποιος που θέλει να κρατήσει μια σημείωση για κάτι που συμβαίνει μπορεί να το φωτογραφίσει ή ακόμα και να το βιντεοσκοπήσει με το κινητό του. Όμως, για να αποκτήσει αξία η πληροφορία, θα πρέπει να οργανωθεί ανάμεσα σε άλλες με μια συγκεκριμένη δομή, αλλιώς μπορεί να ξεχαστεί στο βάθος της μνήμης ενός υπολογιστή. Για να γίνει αυτό, δηλαδή για να αποκτήσει αξία η πληροφορία, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί το κείμενο. Από την άλλη μεριά, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι ο κόσμος γνωρίζει μια νέα άνθηση του κειμένου. Τόσο η ψηφιακή αλληλογραφία (emails), τα μηνύματα των κινητών (SMS), όσο και τα κοινωνικά μέσα δικτύωσης (Facebook, Twitter) δίνουν μιαν άλλη διάσταση στον γραπτό λόγο. Ο κόσμος επικοινωνεί με μικρές συμπυκνωμένες φράσεις, οι οποίες, συχνά, μεταφέρουν πολύ σημαντικά στοιχεία από τη ζωή του.

Όποιος καλλιτέχνης θα θελήσει να ασχοληθεί με τα σύνθετα ψηφιακά έργα θα πρέπει να αρχίσει με την πιο παλιά τέχνη που γνώρισε ο άνθρωπος, την αφήγηση. Ένα ενδιαφέρον έργο είναι πιθανό να ξεκινήσει από ένα σκίτσο, αλλά σίγουρα θα ακολουθήσει μια ενδιαφέρουσα αφήγηση, η οποία, στη συνέχεια, θα εμπνεύσει την ομάδα των συνεργατών και θα μεταπλαστεί μέσα από πολλές και διαφορετικές διαδικασίες σε έναν διάλογο με τον θεατή, μέσα από ένα ενδιάμεσο, το καλλιτεχνικό έργο, το οποίο θα εμπεριέχει κωδικοποιημένα την αρχική αφήγηση. Όσο για τον προγραμματισμό, για αυτούς που δεν γνωρίζουν καθόλου αυτόν τον χώρο, υπάρχει μια απλή, αλλά ιδιαίτερα σημαντική, συμβουλή:

Γράψτε με τη δική σας ανθρώπινη γλώσσα, με τη λογική των εντολών, τη μια μετά την άλλη περιγραφή, για το τι ακριβώς θα θέλατε να κάνει το διαδραστικό έργο σας. Η μετάφραση της αφήγησης αυτής στην αφήγηση που καταλαβαίνει ο υπολογιστής, με τη βοήθεια κάποιου που ξέρει προγραμματισμό, είναι εύκολη. Το δύσκολο είναι να δημιουργήσετε μια ενδιαφέρουσα αφήγηση, πρωτότυπη, η οποία συνδεόμενη με το σύνολο των λοιπών στοιχείων του έργου να συγκροτεί μια ενδιαφέρουσα καλλιτεχνική πρόταση.

Βιβλιογραφία - Αναφορές

1. 1.Berners-Lee, T., Hendler J., Lassila, O., “The Semantic Web", Scientific American, May 2001, p. 29-37
2. Dortier, J-F, L'homme cet étrange animal, Au origines du langage, de la culture et de la pensée, Editions Sciences Humaines, 2012.
3. Diller, E., Scofidio, R., Blur: The Making of Nothing, Harry N. Abrams, Inc., 2002.
4. Field, S., Το σενάριο, Η τέχνη και η τεχνική, Εκδόσεις Κάλβος 1986
5. Flusser, V., Η γραφή, Ποταμός, 2006.
6. Gourhan, A., Το έργο και η ομιλία του ανθρώπου, Α τόμος: Τεχνική και γλώσσα, Β τόμος Η μνήμη και οι Ρυθμοί Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης 2000. (Πρώτη έκδοση Παρίσι 1964).
7. Kallas (Καλογεροπούλου) Χ., Σενάριο, η Τέχνη της επινόησης και της αφήγησης στον κινηματογράφο. 66 ασκήσεις και μία μέθοδος, εκδόσεις Νεφέλη, 2006
8. Nelson, T., Computer Lib/ Dream machines, self-published, 1974.
9. Santorineos, M., De la civilisation du papier à la civilisation du numérique, L’Harmattan, Paris : 2007.
10. Vernant, J.P., Η Οδύσσεια, Εκδόσεις Πατάκη, 2013.

Ελληνική βιβλιογραφία

11. Βλαχαβάς, Ι., Κεφάλας, Π., Βασιλειάδης, Ν., Κόκκορας, Φ., Σακελλαρίου, Η., Τεχνητή Νοημοσύνη, εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, 2002 (σύγγραμμα μαθήματος)
12. Νανόπουλος Δ., Μπαμπινιώτης, Γ., Από την κοσμογονία στη γλωσσογονία. Μια συν-ζήτηση, εκδόσεις Καστανιώτη, Αθήνα 2010.
13. Σταθοπούλου Α. (επιμέλεια), Έμπνευση και δημιουργία, , εκδόσεις Printa, Αθήνα 2004.
14. Χρυσοστομίδης, Α., *Οι κεραίες της εποχής μου*, εκδόσεις Καστανιώτη Αθήνα 2012.

Κεφάλαιο 7. Τα βασικά ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής επεξεργασίας και διαχείρισης της εικόνας

Σύνοψη

Παρουσιάζεται η εικόνα και η αξιοποίησή της στην ψηφιακή τέχνη. Αναλύονται οντολογικά οι ψηφιογραφικές και οι διανυσματικές, ακίνητες και κινούμενες εικόνες, ως προς τα χαρακτηριστικά και τις δυνατότητες επεξεργασίας και διαχείρισής τους, με σκοπό την ένταξή τους σε σύνθετα καλλιτεχνικά έργα (κυρίως διαδραστικά). Παρουσιάζονται τρόποι καταγραφής μιας ψηφιακής εικόνας από την πραγματικότητα, καθώς και νεότεροι μηχανισμοί οι οποίοι έχουν πλέον ενταχθεί στην καλλιτεχνική δημιουργία (π.χ. κάμερες κινητών τηλεφώνων, ειδικές κάμερες τύπου GoPro, ή webcams). Αναλύεται η σχέση της εικόνας με το κείμενο. Παρουσιάζονται λογισμικά και εργαλεία επεξεργασίας της ακίνητης, κινούμενης και σύνθετης εικόνας. Τέλος, θίγεται το θέμα των πνευματικών δικαιωμάτων της εικόνας και της εύρεσης και αξιοποίησης ελεύθερων εικόνων.

7.1 Η εικόνα σήμερα και η αξιοποίησή της στην Τέχνη

Επισημαίνεται εξαρχής, ότι αυτό το κεφάλαιο απευθύνεται σε φοιτητές, κυρίως των εικαστικών τεχνών, αλλά και σε καλλιτέχνες νέους ή μεγαλύτερους οι οποίοι θέλουν να πειραματιστούν με την ακίνητη και την κινούμενη ψηφιακή εικόνα και έχουν μια μικρή εμπειρία σε αυτό το πεδίο. Παρέχονται, με απλό τρόπο, βασικές πληροφορίες με στόχο να γίνει κατανοητή η δομή και τα χαρακτηριστικά των εικόνων αυτών, καθώς και πρακτικές συμβουλές για την υπέρβαση προβλημάτων τα οποία συνήθως συναντά κάποιος ο οποίος ξεκινά να πειραματίζεται σε αυτόν τον τομέα. Επισημαίνεται, επίσης, ότι το κεφάλαιο αυτό εξετάζει την εικόνα ως ένα καλλιτεχνικό και τεχνολογικό συστατικό το οποίο προορίζεται να ενταχθεί σε ένα σύνθετο ψηφιακό διαδραστικό έργο (το αντικείμενο το οποίο πραγματεύονται και οι δύο τόμοι του παρόντος βιβλίου) και όχι σαν μια αυτόνομη οπτικοακουστική δημιουργία (π.χ. φωτογραφία, βίντεο-τέχνη, κινηματογραφικό ψηφιακό έργο).

Ο ψηφιακός πολιτισμός, όπως ήδη έχουμε αναφέρει (βλέπε κεφάλαιο 1: *Γενεαλογία των μέσων* και κεφάλαιο 2: *Προσπάθεια περιγραφής της ψηφιακής τέχνης*), προσθέτει νέα καθοριστικά στοιχεία στον χώρο της δημιουργίας και της επικοινωνίας, δια μέσω των τρόπων παραγωγής της ψηφιακής εικόνας, τις ιδιαίτερες ιδιότητές της καθώς και τον τρόπο επεξεργασίας, αποθήκευσης και παρουσίασής της. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω προκύπτει ο επαναπροσδιορισμός της δημιουργίας των καλλιτεχνικών αντικειμένων τα οποία την περικλείουν. Σημαντική απόδειξη είναι το ίδιο το ψηφιακό βιβλίο το οποίο κρατάει αυτήν τη στιγμή στα χέρια του ο αναγνώστης. Εκτός του ότι η ανάγνωσή του είναι δυνατή μέσα από διάφορα ψηφιακά είδη συσκευών, τα οποία κάθε άλλο παρά βιβλίο θυμίζουν (κινητό, tablet, υπολογιστή), επί πλέον περιέχει κινούμενες εικόνες (ψηφιακό βίντεο), τρισδιάστατες εικόνες, ή ακόμα και διαδραστικές εικόνες (κουμπιά, τμήματα κώδικα τα οποία εκτελούνται μέσα στο περιβάλλον του ψηφιακού βιβλίου).

Δεν είναι τυχαίο ότι, όπως ήδη έχουμε αναφέρει, λογισμικά τα οποία αφορούν διαφορετικούς χώρους τέχνης και επικοινωνίας παρουσιάζουν πολλά κοινά σημεία στον τρόπο επεξεργασίας των υλικών και έχουν αναπτυχθεί έτσι ώστε το ένα να αποτελεί προέκταση του άλλου, έχοντας άμεση συμβατότητα και επικοινωνία μεταξύ τους. Για παράδειγμα, ένας δημιουργός μπορεί να ετοιμάσει μια σελίδα ενός βιβλίου, με τη βοήθεια ενός λογισμικού για εκδόσεις. Η σελίδα αυτή, η οποία αποτελείται από μια εικόνα με σχέδια, γράμματα και ένα φόντο, μπορεί να μεταφερθεί στη συνέχεια σε ένα λογισμικό για επεξεργασία ψηφιακού βίντεο. Αν δώσει ο δημιουργός την ανάλογη εντολή στο λογισμικό επεξεργασίας ψηφιακού βίντεο, το υλικό διατηρεί, κατά την εισαγωγή του στο νέο λογισμικό, τις ιδιαίτερες ιδιότητες του όπως τα διαφορετικά *διαφανή στρώματα ή επίπεδα* (layers) της εικόνας (του φόντου, των γραμμάτων και της εικόνας με σχέδια). Με αυτό τον τρόπο, έχει τη δυνατότητα να γίνει επεξεργασία στο κάθε στοιχείο ξεχωριστά, όπως π.χ. να αναπτυχθούν κινούμενα σχέδια, κίνηση γραμμάτων, εμψύχωση με φυσικές και άλλες ιδιότητες, διάδραση κ.ά. με εργαλεία και εφέ τα οποία διαθέτει το επόμενο λογισμικό. Έτσι είναι διαμορφωμένη η σουίτα Adobe Creative Suite η οποία διαθέτει λογισμικά για τις οπτικοακουστικές τέχνες, τις διαδραστικές τέχνες, τις διαδικτυακές εφαρμογές και τις εκδόσεις, καθώς και έναν κοινό χώρο για τα υλικά τα οποία παράγονται. Η επικοινωνία αυτή επεκτείνεται και σε λογισμικά τα οποία δεν ανήκουν στην ίδια σουίτα. Για παράδειγμα, η μηχανή ανάπτυξης παιχνιδιών Unity επιτρέπει την εισαγωγή των layers μιας εικόνας τα οποία έχουν αναπτυχθεί στο Adobe Photoshop και

τη μετατροπή των στοιχείων τους σε sprites. Στη συνέχεια, κάθε sprite μπορεί να εμψυχωθεί με φυσικές ιδιότητες (π.χ. βαρύτητα) και δυνατότητες διάδρασης (π.χ. έλεγχος χαρακτήρα μέσω χειριστηρίου) (περισσότερα για το λογισμικό Unity στο κεφάλαιο 10: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στον συνδυασμό ή στη διαχείριση της εικόνας και του ήχου*).

Η Εικόνα 7.1 έχει προκύψει μετά από σύνθεση επιμέρους στοιχείων, τα οποία είναι οργανωμένα σε layers, με το Adobe Photoshop.

Η Εικόνα 7.2 παρουσιάζει τη δυνατότητα διαχείρισης των επιμέρους στοιχείων με βάση το λογισμικό Adobe Flash. Το Adobe Flash παρέχει εργαλεία για την εύκολη ανάπτυξη κινούμενων στοιχείων εικόνας (bitmap ή vector) και διάδρασης. Στην περίπτωση της εικόνας αυτής, αναπτύσσεται μια αέναη περιστροφική κίνηση στην πέτρα (περισσότερα για το λογισμικό Flash στο κεφάλαιο 10: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στον συνδυασμό ή στη διαχείριση της εικόνας και του ήχου*).

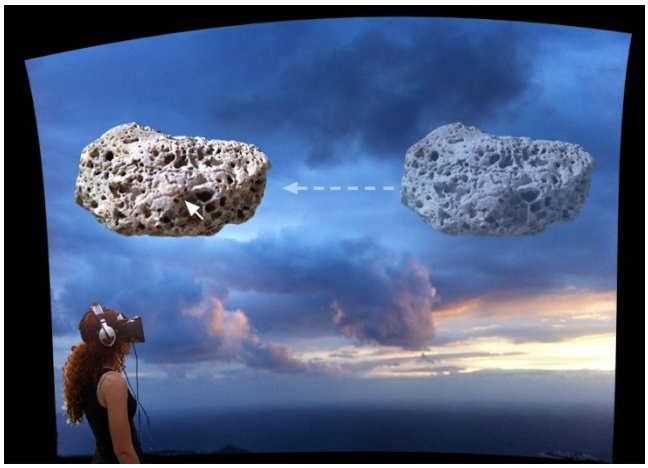
Η Εικόνα 7.3 παρουσιάζει τη δυνατότητα εμψύχωσης ενός στοιχείου εικόνας με διαδραστικές λειτουργίες οι οποίες εκτελούνται σε διαδικτυακό περιβάλλον. Ο χρήστης μπορεί να σύρει με τη λειτουργία drag-and-drop του ποντικιού το στοιχείο της πέτρας, «διαλύοντας» την αρχική, ενιαία δομή της εικόνας. Η διαχείριση της εικόνας, στην περίπτωση αυτή, έγινε με βάση την ανάπτυξη λειτουργιών στη γλώσσα Javascript[21]. Αυτό είναι δυνατό μέσω κάποιου ειδικού *συντάκτη διαδικτυακής σήμανσης και κώδικα* (HTML editor), όπως ο Adobe Dreamweaver ή κάποιος από τους on-line editors (π.χ. ο JSFiddle ή ο W3Schools editor).

Σημειώνεται ότι στην ηλεκτρονική έκδοση του παρόντος βιβλίου ενσωματώνονται οι κινούμενες και διαδραστικές εικόνες που προκύπτουν από τα παραπάνω παραδείγματα, ενώ εδώ παρουσιάζονται περιγραφικά. Μάλιστα, η περίπτωση της Εικόνας 7.3 παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς ο μηχανισμός διάδρασης εκτελείται μέσα από το περιβάλλον του ίδιου του ηλεκτρονικού βιβλίου (μέσω εκτέλεσης κώδικα της γλώσσας Javascript).

Εικόνα 7.1 *Παράδειγμα σύνθετης εικόνας η οποία έχει αναπτυχθεί με το λογισμικό Adobe Photoshop.*

[21] Αξιοποιήθηκε ένα έτοιμο στοιχείο κώδικα Javascript, το οποίο υλοποιεί τη λειτουργία drag-and-drop. Το στοιχείο αυτό με τίτλο *Draggable element using pure javascript* αναπτύχθηκε από τον Aravind Buddha (http://www.techumber.com), ο οποίος επιτρέπει την ελεύθερη χρήση του, με τον όρο να αναφέρεται το όνομά του. Περισσότερα για την αξιοποίηση έτοιμων στοιχείων κώδικα με στόχο την παραγωγή μιας σύνθεσης και τα ζητήματα πνευματικών δικαιωμάτων που προκύπτουν, στο κεφάλαιο 6 του Β Τόμου, με τίτλο *Η παραγωγή του λογισμικού του έργου.*

Εικόνα 7.2 *Παράδειγμα ανεξάρτητης διαχείρισης στοιχείων εικόνας. Αναπτύσσεται η περιστροφή της πέτρας με το λογισμικό Adobe Flash.*



Εικόνα 7.3 *Παράδειγμα ανεξάρτητης διαχείρισης στοιχείου εικόνας με εμπλουτισμό με δυνατότητες διάδρασης σε διαδικτυακό περιβάλλον. Ο χρήστης, μέσω λειτουργίας drag-and-drop, μπορεί να μετακινήσει την πέτρα δημιουργώντας μια νέα εικόνα.*

Ένας δημιουργός, ακόμα και αν δεν εκφράζεται με τα ψηφιακά μέσα, αλλά ενδιαφέρεται να καταγράψει ή να προβάλλει τη δουλειά του, θα πρέπει να γνωρίζει να χειρίζεται τουλάχιστον την ακίνητη και κινούμενη εικόνα πολύ καλά, ούτως ώστε να διαθέτει μια αυτονομία. Ο Πίνακας 7.1 παρουσιάζει διάφορους τομείς τέχνης και τους τρόπους με τους οποίους εντάσσονται, σε κάθε τομέα, τα μέσα και οι εργασίες οι οποίες σχετίζονται με την ψηφιακή εικόνα.

Τομέας	**Μέσο**	**Αξιοποίησή του**
Εικαστικές τέχνες (ζωγραφική γλυπτική χαρακτική, εγκαταστάσεις), (για επιτελέσεις - performances βλέπε στις παραστατικές τέχνες).	Καταγραφή (φωτογραφία – σκάνερ) και επεξεργασία ακίνητης εικόνας, Καταγραφή (βίντεο) και επεξεργασία κινούμενης εικόνας, Κείμενο ως στοιχείο της εικόνας.	Προεργασία για τη δημιουργία του έργου, Ένταξη στοιχείων στο έργο, Καταγραφή του έργου, Μεταφορά της καταγραφής σε έντυπα, ντοκιμαντέρ βίντεο ή στο Διαδίκτυο.
Οπτικοακουστικά έργα (φιλμ, κινούμενα σχέδια, ντοκιμαντέρ, βίντεο-τέχνη, δισδιάστατο/τρισδιάστατο animation).	Καταγραφή και επεξεργασία ακίνητης εικόνας, Καταγραφή και επεξεργασία κινούμενης εικόνας, Κείμενο σαν στοιχείο της εικόνας Σχέδιο (ψηφιακό ή μη), Ψηφιακή δισδιάστατη εικόνα (ακίνητη ή κινούμενη), Τρισδιάστατα γραφικά τα οποία αναπαριστούν α) φανταστικές εικόνες β) αναπαράγουν την πραγματικότητα ή φανταστικά φαινόμενα.	Ένταξη ακίνητης εικόνας σε οπτικοακουστικό έργο, Κίνηση της εικόνας εντός του οπτικοακουστικού έργου, Ένταξη και κίνηση κειμένου εντός του οπτικοακουστικού έργου, Ανάμειξη εικόνας, βίντεο, κειμένου, Ανάμειξη εικόνας, κειμένου, δισδιάστατου σχεδίου, Ανάμειξη εικόνας, τρισδιάστατων γραφικών, κειμένου, Ανάμειξη βίντεο, τρισδιάστατων γραφικών, κειμένου.
Παραστατικές τέχνες (π.χ. θέατρο, χορός, επιτελέσεις).	Καταγραφή και επεξεργασία ακίνητης εικόνας, Καταγραφή και επεξεργασία κινούμενης εικόνας, Τρισδιάστατα γραφικά ενταγμένα σε ψηφιακό βίντεο, Κείμενο ως στοιχείο της εικόνας.	Δημιουργία εικονικών σκηνικών, Δημιουργία διαδραστικού περιβάλλοντος, Καταγραφή του έργου, για αρχειοθέτηση ή προβολή του, Δημιουργία ντοκιμαντέρ.
Διαδραστικές εικαστικές εγκαταστάσεις (π.χ. διαδραστικό βίντεο).	Καταγραφή και επεξεργασία ακίνητης εικόνας, Καταγραφή και επεξεργασία κινούμενης εικόνας, Κείμενο ως στοιχείο της εικόνας.	Δημιουργία υβριδικού (εικαστικού-ψηφιακού) περιβάλλοντος, Ανάπτυξη διακριτών σκηνών οι οποίες ενεργοποιούνται μέσω της διάδρασης, Δημιουργία εικόνας – κειμένου διαλόγου με τον θεατή, Δημιουργία κουμπιών, Δημιουργία επεξηγηματικών στοιχείων.
Εικονική πραγματικότητα	Καταγραφή και επεξεργασία ακίνητης εικόνας, Καταγραφή και επεξεργασία κινούμενης εικόνας, Τρισδιάστατα γραφικά τα οποία μπορεί να προέρχονται από καταγραφές στον πραγματικό κόσμο (3D scanning) ή να αναπτύσσονται με κατάλληλα εργαλεία, Κείμενο ως στοιχείο της εικόνας.	Στοιχεία εικόνας για την επένδυση των τρισδιάστατων γραφικών (π.χ. υφές ή ψευδοτρισδιάστατα στοιχεία), Ένταξη ψηφιακού βίντεο στο τρισδιάστατο σκηνικό, Εισαγωγή ή πληροφορίες για το έργο (σε μορφή ακίνητης ή κινούμενης εικόνας, σε συνδυασμό με κείμενο), Μεταφορά τρισδιάστατων καταγραφών στον εικονικό χώρο, Κινούμενοι χαρακτήρες, Δημιουργία κουμπιών, Δημιουργία επεξηγηματικών στοιχείων, Δημιουργία των Graphical User Interfaces (GUIs).

Διαδραστικά αφηγηματικά έργα (π.χ. παιχνίδια με υπολογιστή, διαδραστική αφήγηση).	Καταγραφή και επεξεργασία ακίνητης εικόνας, Καταγραφή και επεξεργασία κινούμενης εικόνας, Δισδιάστατο σχέδιο, Τρισδιάστατα γραφικά τα οποία μπορεί να προέρχονται από καταγραφές στον πραγματικό κόσμο (3D scanning) ή να αναπτύσσονται με κατάλληλα εργαλεία, Κείμενο (οδηγίες, διάλογοι μεταξύ χαρακτήρων).	Δισδιάστατα κινούμενα σχέδια, Κινούμενοι χαρακτήρες (δισδιάστατοι ή τρισδιάστατοι), Στοιχεία εικόνας για την επένδυση τρισδιάστατων γραφικών (π.χ. υφές ή ψευδοτρισδιάστατα στοιχεία), Ένταξη ψηφιακού βίντεο σε τρισδιάστατο σκηνικό (σε μορφή ακίνητης ή κινούμενης εικόνας, σε συνδυασμό με κείμενο), Μεταφορά τρισδιάστατων καταγραφών στον εικονικό χώρο, Εισαγωγή ή πληροφορίες για το έργο, Δημιουργία κουμπιών, Δημιουργία επεξηγηματικών στοιχείων, Δημιουργία των GUIs.
Για όλους τους τομείς	Καταγραφή και επεξεργασία ακίνητης εικόνας, Καταγραφή και επεξεργασία κινούμενης εικόνας, Κείμενο, Ανάπτυξη σχεδίων (με ψηφιακό ή μη τρόπο).	Δημιουργία εντύπων, ιστοσελίδας ή ψηφιακού βίντεο για την καταγραφή, αρχειοθέτηση και προώθηση του έργου.

Πίνακας 7.1 *Αξιοποίηση της ακίνητης και κινούμενης εικόνας στους διάφορους τομείς της τέχνης.*

Με βάση τα παραπάνω ένας δημιουργός για να έχει μια σχετική αυτονομία θα πρέπει να γνωρίζει τουλάχιστον ένα λογισμικό: για επεξεργασία εικόνας (π.χ. το Adobe Photoshop), για επεξεργασία ψηφιακού βίντεο (π.χ. το Adobe Premier ή το Final Cut Pro της Apple για Mac), για δημιουργία εντύπου (π.χ. το Illustrator ή το Indesign της Adobe), για δημιουργία ιστοσελίδων και διαδικτυακών εφαρμογών (π.χ. το Dreamweaver και το Flash της Adobe). Τα λογισμικά για διαχείριση της εικόνας σε σχέση με τον ήχο ή την αξιοποίησή της σε τρισδιάστατους χώρους, εικονική πραγματικότητα ή παιχνίδια αναπτύσσονται σε άλλα κεφάλαια του παρόντος βιβλίου.

Το κύριο γνώρισμα της ψηφιακής εικόνας είναι ότι, εκτός από τα οπτικά χαρακτηριστικά της τα οποία είναι αμέσως αντιληπτά από έναν θεατή, όπως η σύνθεση, η χρωματική της διάσταση (ασπρόμαυρη ή έγχρωμη) ή η σχέση ύψους πλάτους, διαθέτει και κάποια άλλα βασικά χαρακτηριστικά τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στην υπόστασή της.

Τα χαρακτηριστικά τα οποία σχετίζονται με την υπόσταση της εικόνας χωρίζονται: α) σε αυτά τα οποία επιδρούν στην οπτική πρόσληψη της εικόνας από τον θεατή αναλόγως με το περιβάλλον προβολής της εικόνας και ορίζονται με βάση αριθμητικές παραμέτρους. Σ' αυτά ανήκουν η ευκρίνεια, η οποία μεταβάλλεται με βάση το μέγεθος προβολής της εικόνας, και η διαφάνεια, η τιμή της οποίας μπορεί να αυξομειώνεται μέσα από ένα εργαλείο επεξεργασίας εικόνας, και β) σε αυτά τα οποία δεν εντοπίζονται με οπτικό τρόπο σε μια εικόνα, αλλά είναι σημαντικά για την αξιοποίηση της σε ένα σύνθετο έργο. Τα βασικότερα μη εμφανή χαρακτηριστικά είναι το είδος της εικόνας (ψηφιογραφική ή διανυσματική), η ποσότητα της μνήμης η οποία απαιτείται για την αποθήκευσή της, η μέθοδος συμπίεσης και άλλες σύνθετες ιδιότητες όπως π.χ. η οργάνωση της πληροφορίας της σε διακριτά επίπεδα, η έλλειψη φόντου - *διάφανες εικόνες* (transparent images), η μέθοδος ενσωμάτωσης κίνησης (π.χ. *κινούμενες GIF εικόνες* – animated GIFs ή κινούμενες εικόνες οι οποίες αξιοποιούν επιμέρους *στοιχεία εικόνας* (sprites)) η ύπαρξη ενσωματωμένων μεταδεδομένων (π.χ. σημεία συγχρονισμού στο ψηφιακό βίντεο quicktime, τα λεγόμενα cue points) κ.ά.

Εάν ο στόχος είναι να αξιοποιηθεί αυτόνομα μια εικόνα, δεν έχουν τόση μεγάλη σημασία τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, αλλά, εάν πρόκειται αυτή να μεταφερθεί σε ένα πιο σύνθετο έργο, σε άλλο μέσο (π.χ. σ' ένα έντυπο, στο Διαδίκτυο, σ' έναν χώρο εικονικής πραγματικότητας), τα χαρακτηριστικά αυτά αποκτούν ιδιαίτερη σημασία.

Οι ψηφιακές, δισδιάστατες εικόνες χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

α) στις *ψηφιογραφικές* (αναφέρονται ως bitmap ή raster), οι οποίες οργανώνονται στη μνήμη του υπολογιστή ως ένα νοητό πλέγμα (ή πίνακας) από *εικονοστοιχεία* (pixels). Κάθε pixel αποθηκεύεται ως μια σειρά από *δυαδικά ψηφία* (bits), αναλόγως με τα χαρακτηριστικά του (π.χ. χρώμα, φωτεινότητα), όπως θα αναλυθεί παρακάτω. Οι bitmap εικόνες αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των ψηφιακών εικόνων καθώς συγκαταλέγονται σ' αυτές οι εικόνες οι οποίες λαμβάνονται από την πραγματικότητα (φωτογραφίες),

β) στις *διανυσματικές* (vector), οι οποίες οργανώνονται στη μνήμη του υπολογιστή με βάση τις μαθηματικές σχέσεις μεταξύ στοιχειωδών γεωμετρικών στοιχείων (π.χ. σημείων, γραμμών, καμπυλών) και άλλων αριθμητικά καθοριζόμενων μεγεθών (π.χ. χρώμα). Το πιο ενδιαφέρον χαρακτηριστικό των διανυσματικών εικόνων είναι ότι η ευκρίνειά τους παραμένει αμετάβλητη όσο και αν αλλάξει η κλίμακα της εικόνας, σε αντίθεση με τις bitmap εικόνες, όπως θα αναλυθεί με μεγαλύτερη λεπτομέρεια παρακάτω. Στις vector εικόνες συγκαταλέγονται κυρίως εικόνες οι οποίες δημιουργούνται εξολοκλήρου στον υπολογιστή (π.χ. δισδιάστατα γραφικά).

Κάθε ψηφιακή εικόνα, αναλόγως με τη χρήση της και την ένταξή της σε μια *ροή εργασίας* (workflow) για την ανάπτυξη ενός έργου, πρέπει να διαθέτει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Κάθε λογισμικό το οποίο αξιοποιείται στο πλαίσιο αυτής της ροής εργασίας (π.χ. Adobe Premiere, Adobe Flash, Unity, vvvv κ.ά.), έχει τις δικές του απαιτήσεις (ως προς το είδος και τα χαρακτηριστικά) σε σχέση με την εισαγωγή του κάθε υλικού και τη διαχείρισή του.

Πρέπει να επισημανθεί επίσης, ότι αναλόγως με τον εξοπλισμό λήψης τον οποίο διαθέτει ο δημιουργός, για τη δημιουργία μιας εικόνας, τα λογισμικά επεξεργασίας και την έκδοση τους, τον υπολογιστή και τα περιφερειακά του (κυρίως κάρτα γραφικών, αποθηκευτικά μέσα), διαμορφώνονται οι απαιτήσεις ως προς τα χαρακτηριστικά τα οποία πρέπει να διαθέτει η εικόνα προκειμένου να μεταφερθεί σε ψηφιακή μορφή. Ο δημιουργός, θα πρέπει να κάνει εκτεταμένους πειραματισμούς, να ανατρέξει στα εγχειρίδια του κάθε λογισμικού ή μηχανήματος και πολλές φορές να ζητήσει βοήθεια από τους σχετικούς υποστηρικτικούς χώρους στο Διαδίκτυο (forums), ώστε να επιλέξει τις κατάλληλες ρυθμίσεις και παραμέτρους σε όλα τα στάδια εργασίας με την εικόνα: κατά τη λήψη, την επεξεργασία και την αποθήκευση στο κατάλληλο *μορφότυπο* (format) για την ακίνητη εικόνα, και κατά το πολύ σημαντικό στάδιο της *εξαγωγής* (export), για την κινούμενη εικόνα. Η διαδικασία της εξαγωγής, η οποία πραγματοποιείται εξολοκλήρου από τον υπολογιστή, ενσωματώνει όλες τις εργασίες οι οποίες έχουν γίνει κατά την επεξεργασία της κινούμενης εικόνας στη διαδικασία της *φωτοαπόδοσης* (rendering) και της αποθήκευσης στο κατάλληλο format.

Ένας νέος δημιουργός δεν πρέπει να υποτιμήσει καθόλου αυτήν τη διαδικασία. Πάντα θα υπάρξουν εκπλήξεις στο στάδιο της σύνδεσης όλων των διαφορετικών στοιχείων, για να πάρει την τελική του μορφή ένα σύνθετο έργο. Σε μια παραγωγή χάνονται, αναλόγως με τις γνώσεις και την εμπειρία, πολλές ώρες και ημέρες, πολλές φορές, για το θέμα αυτό.

Ο δημιουργός θα πρέπει να μελετά διαρκώς τα νέα δεδομένα και να τα αξιοποιεί όσο το δυνατόν καλύτερα, όπως συνέβη και σε παλιότερες εποχές, ειδικότερα σε σχέση με την αποθήκευση και την οργάνωση των υλικών του. Και πάντα να έχει υπόψη του ότι δεν αναζητά το καλύτερο υλικό για το έργο του, αλλά αυτό το οποίο λειτουργεί καλύτερα στο σύνολο των στοιχείων του έργου. Σημειώνεται εδώ ότι οι παραπάνω παρατηρήσεις σε σχέση με τις εικόνες τις οποίες συγκεντρώνει ένας καλλιτέχνης (και κατ' επέκταση και άλλα υλικά όπως ήχους, κείμενα) δεν αφορούν μόνο την δημιουργία του έργου αυτού καθ' αυτού, αλλά και τα στοιχεία (π.χ. σημειώσεις) για την προεργασία του.

Μετά την ανάπτυξη του χαρτιού ($13^{ος}$ αιώνας), υπάρχει ένας μεγάλος αριθμών σχεδίων, προσχεδίων για έργα, αντιγραφές αρχαίων ελληνικών και ρωμαϊκών έργων, σχέδια φυτών, ζώων και ανθρώπων, καθώς και σημειώσεις καλλιτεχνών τόσο για τα δικά τους δημιουργήματα (όπως π.χ. τα καρνέ του Ντα Βίντσι), όσο και για τη μετάδοση των μεθόδων δημιουργίας της Τέχνης (π.χ. τα βιβλία του Ντύρερ) [4] [5]. (Δεν πρέπει να ξεχνάμε, ότι ο Ολλανδός καλλιτέχνης, μακριά από τα κέντρα στα οποία παραγόταν η σύγχρονη τέχνη της εποχής του, με τα ταξίδια, τις μελέτες και τα βιβλία τα οποία εξέδωσε μετέφερε το πνεύμα της Αναγέννησης στις Κάτω Χώρες).

Σήμερα, ο καλλιτέχνης έχει τη δυνατότητα να κρατάει σημειώσεις με τη μορφή εικόνας μέσω του κινητού του, ή να κάνει πρόχειρα σχέδια και στη συνέχεια να τα ψηφιοποιεί (είτε φωτογραφίζοντας είτε σαρώνοντάς τα), να κατεβάζει εικόνες και βίντεο από το Διαδίκτυο ή ακόμα και να καταγράφει τη φωνή του, ενώ μιλάει.

Όλα αυτά τα πολύτιμα υλικά θα πρέπει να τα αρχειοθετεί και να τα οργανώνει, με βάση τις ανάγκες του και τα μελλοντικά του σχέδια, προκειμένου να τα αξιοποιεί στην εργασία του. Μια σημαντική λεπτομέρεια είναι να τους δίνει ένα όνομα κλειδί, ένα όνομα το οποίο να δηλώνει τον χώρο χρήσης του ή ένα

ξεχωριστό στοιχείο, ώστε, αν ξεχάσει πού έχει αποθηκεύσει το σχετικό αρχείο να μπορεί να το ψάξει με τα εργαλεία αναζήτησης που διαθέτει ο υπολογιστής του. Σήμερα δεν χρειάζεται να καταγραφούν πολλά στοιχεία για την εικόνα, αφού η ίδια διαθέτει μέσα στη δομή της μια σειρά μεταδεδομένων, όπως, την ακριβή ώρα και ημερομηνία που δημιουργήθηκε, από ποιον αλλά και το πού καταγράφηκε, αν ο μηχανισμός καταγραφής διαθέτει ενσωματωμένο GPS.

Πολλές φορές, οι δημιουργοί περιφρονούν αυτήν τη διαδικασία, πιστεύοντας ότι δεν έχει σχέση με το τελικό αποτέλεσμα και την αισθητική του έργου, μια αντίληψη η οποία είναι λανθασμένη. Πολλά από τα χαρακτηριστικά μιας εικόνας επιδρούν άμεσα και στην ίδια την αισθητική της εικόνας. Ο μικρός αριθμός χρωμάτων ή η ευκρίνεια της εικόνας, δεσμευτικές απαιτήσεις πολλών έργων τα οποία δημιουργούνται για το Διαδίκτυο ή για φορητούς μικρούς μηχανισμούς, είναι χαρακτηριστικά τα οποία θα πρέπει να ληφθούν υπόψη από τον δημιουργό όχι ως έκπτωση της ποιότητας της δουλειάς του, αλλά ως αισθητικής φύσεως περιορισμοί, όπως είναι π.χ. οι περιορισμοί τους οποίους αξιοποιεί ένα σχέδιο με κάρβουνο. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η ισχυρότερη αφορμή για ένα καλό αισθητικά έργο είναι η υπέρβαση των περιορισμών τους οποίους βάζει το μέσον, με έναν καλλιτεχνικό τρόπο.

Ο νέος καλλιτέχνης θα πρέπει να προσέξει ιδιαίτερα τα παρακάτω (η σειρά με την οποία αναφέρονται σχετίζεται με τη σημασία τους στην αξιοποίηση του εν λόγω υλικού):

- Να αποθηκεύει το υλικό του (ακίνητη ή κινούμενη εικόνα) με την καλύτερη δυνατή ευκρίνεια, χωρίς την παρεμβολή, αν είναι δυνατόν, μηχανισμών συμπίεσης, δηλαδή στη μορφή στην οποία παράγεται από τη συσκευή λήψης (raw image), ούτως ώστε να είναι δυνατή η περαιτέρω επεξεργασία και προσαρμογή στις ανάγκες ενός ή περισσοτέρων έργων στα οποία θα χρησιμοποιηθεί η εικόνα. Από χαμηλή ευκρίνεια δεν είναι δυνατό να μεταβούμε σε υψηλή, ενώ το αντίθετο είναι δυνατό.
- Να αποθηκεύει το εν λόγω υλικό εικόνων χωρίς κανένα εφέ. Όλα τα εφέ θα πρέπει να προστίθενται κατά το στάδιο της επεξεργασίας (π.χ. θα πρέπει να κάνει μια κανονική λήψη, έγχρωμη, με μεγάλη ευκρίνεια και ήχο, και στη συνέχεια να την μετατρέψει σε ασπρόμαυρη, να αφαιρέσει τον ήχο ή να μειώσει στο μισό την ανάλυση της εικόνας).
- Θα πρέπει να ονομάζει τη λήψη ως «κύρια» (master) και να μην παρεμβαίνει σ' αυτήν, ούτως ώστε από αυτή να μπορεί στη συνέχεια να δημιουργήσει αντίγραφα.
- Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της ψηφιακής τεχνολογίας, η δημιουργία αντιγράφων με την ίδια ποιότητα με το πρωτότυπο εύκολα και χωρίς κόστος, παρέχει τη δυνατότητα στον δημιουργό να οργανώσει μια τράπεζα εικόνων στην οποία θα ανατρέχει για τις ανάγκες κάθε έργου. Άρα θα πρέπει να ενδιαφερθεί για την καλή ποιότητα των εικόνων και τη σωστή αρχειοθέτηση. Επισημαίνουμε ότι υπάρχουν στο Διαδίκτυο αντίστοιχες τράπεζες εικόνων τις οποίες ο καθένας μπορεί να χρησιμοποιήσει, αφού αγοράσει το δικαίωμα χρησιμοποίησής τους. Αυτό βέβαια σημαίνει και το αντίθετο, ότι δηλαδή ο κάθε καλλιτέχνης μπορεί να πουλήσει, εάν ενδιαφέρεται, τις εικόνες του. Μια τέτοια ιστοσελίδα είναι η http://www.shutterstock.com/ που δημιούργησε ο Jon Oringer το 2003, η οποία διαθέτει προς πώληση εικόνες, λήψεις βίντεο και μουσική, ενώ μια αντίστοιχη είναι η http://www.pond5.com/ μια διαδικτυακή κοινότητα επαγγελματιών του ήχου, φωτογράφων, κινηματογραφιστών, μουσικών και σχεδιαστών.
- Για τους παραπάνω λόγους, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να μην χρησιμοποιούνται εικόνες οι οποίες δεν ανήκουν στον δημιουργό και δεν είναι ελεύθερων δικαιωμάτων. Το μεγάλο δίκτυο ανεξάρτητων δημιουργών, το οποίο αναπτύσσεται μέσα στα social media, τα φεστιβάλ και τους ειδικούς ψηφιακούς χώρους προβολής είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στα καλλιτεχνικά δικαιώματα.

Παρόλο που η ψηφιακή επεξεργασία επιτρέπει πλέον την αναίρεση μιας λανθασμένης κίνησης (εντολή undo) ή την επιστροφή σε παλιότερο στιγμιότυπο επεξεργασίας (π.χ. μέσω του history), είναι καλό ο δημιουργός να αποθηκεύει σημαντικές στιγμές σε σχέση με την επεξεργασία του υλικού των εικόνων. Η καλύτερη μέθοδος είναι να κρατάει ως βάση το όνομα του στοιχείου εικόνας και να προσθέτει έναν αύξοντα αριθμό, π.χ. sun_1, sun_2[22] κ.λπ. Δεν είναι ποτέ σίγουρο ότι η τελευταία *έκδοση* (version) του υλικού θα αποτελέσει και την τελική του μορφή στο έργο.

[22] Σημειώνεται εδώ, ότι κατά την ονοματολογία των διαφορετικών εκδόσεων των αρχείων με βάση αύξοντες

Η ονοματοθεσία των υλικών είναι μια διαδικασία η οποία επιδρά άμεσα στην «αισθητική» της δομής του ψηφιακού έργου, και συχνά εκτίθεται στο κοινό μαζί με το έργο αυτό καθ' αυτό (π.χ. στα διαδικτυακά έργα το όνομα κάθε αρχείου εικόνας είναι προσβάσιμο στον τελικό αποδέκτη μέσω του browser ή στα συνεργατικά έργα, όπου τα υλικά είναι διαμοιραζόμενα, το όνομά τους επιδρά άμεσα στη συνεργασία). Ένας κακός τίτλος μπορεί να αποτρέψει έναν επισκέπτη να κάνει κλικ στο έργο για να το επισκεφτεί, αντίθετα ένας ενδιαφέρων τίτλος μπορεί να δημιουργήσει ενδιαφέρουσες διαδράσεις, όπως μια επικοινωνία και με το έργο αλλά και με τον δημιουργό. Επίσης, τις περισσότερες φορές, ο τίτλος αξιοποιείται και ως στοιχείο από τις μηχανές αναζήτησης στο Διαδίκτυο.

Τέλος, κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των εικόνων, είναι καλό να γίνονται πολλές αποθηκεύσεις, αφενός μεν με διαφορετικά ονόματα, όπως ήδη αναφέραμε, αλλά κυρίως σε διαφορετικά μέσα αποθήκευσης. Στην κουλτούρα του υπολογιστή και του Διαδικτύου είναι δυνατή η δημιουργία απεριόριστων αντιγράφων, τα οποία μάλιστα δεν βρίσκονται απαραίτητα στις ίδιες φυσικές τοποθεσίες, Ο δημιουργός μπορεί να αξιοποιεί τη δυνατότητα αυτή στέλνοντας τα υλικά με email στον εαυτό του ή στους συνεργάτες του ή χρησιμοποιώντας διαδικτυακά αποθηκευτικά μέσα διαμοιρασμού αρχείων, όπως το Dropbox και το Google Drive.

7.2 Ιστορικά στοιχεία σχετικά με την αναλογία της εικόνας

Η έννοια της αναλογίας της εικόνας έχει μια καθοριστική θέση στην ιστορία του πολιτισμού μας. Από τις εικόνες οι οποίες αγκαλιάζουν τον θεατή και δημιουργούν έναν χώρο προστασίας και μια επικοινωνία έξω από τον πραγματικό χώρο, εικόνες ζωγραφισμένες σε έναν θόλο, όπως είναι οι πρώτες εικόνες ζωγραφισμένες σε σπήλαια από τους πρωτόγονους, έως τις εικόνες στον θόλο των εκκλησιών, το μέγεθος και οι αναλογίες της εικόνας είχαν εν μέρει μια συμβολική σημασία. Όπως αναφέρει και ο Wassily Kandinsky [6], ακόμα και ένα άδειο παραλληλόγραμμο δεν είναι ουδέτερο. Παρατηρούμε ότι συνήθως οι εικόνες οι οποίες παρουσιάζουν πρόσωπα ή έντονες σκηνές έχουν μεγαλύτερο ύψος, ενώ οι πιο ουδέτερες σκηνές, οι οποίες παρουσιάζουν τοπία, έχουν μεγαλύτερο πλάτος. Εξάλλου στα προγράμματα υπολογιστή, όπως στο Microsoft Word, η τοποθέτηση της επιφάνειας εργασίας ορίζεται από τις λέξεις «τοπίο» (landscape) και «πορτραίτο» (portrait).

Ο κινηματογράφος δημιουργεί μια ισχυρή επέμβαση στον χώρο των εικόνων οι οποίες μας περιβάλλουν, δημιουργώντας ένα πρότυπο: καθορίζει ως βασική σχέση δομής στις εικόνες τις οποίες κυρίως παρακολουθούμε το παραλληλόγραμμο. Σταδιακά, επηρεάζει την οπτική του κόσμου του ανθρώπου του 20ου αιώνα, καθώς έχει πλέον επιβληθεί αυτή η εικόνα, και έχει εισχωρήσει στο σπίτι του καθενός μέσω της τηλεόρασης, η οποία ακολουθεί τον κινηματογράφο και παρατηρεί τον κόσμο μέσα από το γνωστό παραλληλόγραμμο, με μόνη αλλαγή την αύξηση της πλάγιάς του πλευράς.

Εντός αυτού του πλαισίου (του παραλληλόγραμμου κάδρου), ο κινηματογράφος, από τα πρώτα του βήματα ως Τέχνη, βρίσκει αισθητικές λύσεις για να παρακάμψει τα χωρικά όρια, τα οποία του τοποθετούνται, προσπαθεί να απελευθερωθεί από τα όρια της οθόνης της σκοτεινής αίθουσας. Η κινηματογραφική γλώσσα αναπτύσσει μια δομή πολλών και διαφορετικών εικόνων οι οποίες διαδέχονται η μία την άλλη, με συγκεκριμένο τρόπο που έχει άμεση σχέση με την αισθητική (σχέση δομής εικόνων και κίνησης), καθώς και σημαινόμενων. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά είναι το μέγεθος των αντικειμένων μέσα στο καθορισμένο παραλληλόγραμμο. Αναλόγως με την τοποθέτηση της κάμερας η οποία κάνει τις λήψεις, είτε σε σχέση με τους φακούς, το θέμα άλλοτε βρίσκεται δίπλα στον θεατή (gros plan) και άλλοτε φαίνεται όλος ο κόσμος του (πλάνο γενικό), άλλοτε κινείται η ίδια η κάμερα, άλλοτε γίνεται τα μάτια του ήρωα. Η πολύπλευρη παρουσίαση του κάθε θέματος, μέσα στο σκοτάδι, τελικά, μάλλον κατορθώνει να εξαφανίσει τα όρια της οθόνης.

Ο πειραματικός κινηματογράφος σχολιάζει και πειραματίζεται με αυτό το θέμα, όπως η ταινία του Hans Richter *Rhythmus 21*, στην οποία τα μόνα κινηματογραφικά στοιχεία είναι το μαύρο που χάνεται στη σκοτεινή αίθουσα και το άσπρο, που ορίζει ουσιαστικά τα όρια της προβολής, το κινηματογραφικό παραλληλόγραμμο.

αριθμούς, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη μια σειρά από κανόνες, προκειμένου να αποφεύγονται προβλήματα μεταφερσιμότητας των αρχείων στα διάφορα προγράμματα επεξεργασίας και διαχείρισης. Συνήθως, συνιστάται τα ονόματα αυτά να αποτελούνται από λατινικούς (όχι ελληνικούς) χαρακτήρες και να υπάρχει ένας μη κενός συνδετικός χαρακτήρας ανάμεσα στο όνομα και τον αύξοντα αριθμό (συνήθως η κάτω μπάρα γνωστή και ως underscore, _).

Εδώ** μπορείτε να δείτε το ιστορικό αυτό έργο του **Richter.

Ουσιαστικά η βίντεο-τέχνη, καταφέρνει να ανατρέψει την κυριαρχία του παραλληλόγραμμου κάδρου του κινηματογράφου και της τηλεόρασης, προβάλλοντας καλλιτεχνικά έργα σε πολλές οθόνες ταυτόχρονα, αλλάζοντας τη σχέση του κάδρου ή προβάλλοντας σε ιδιαίτερες επιφάνειες. Η τεχνική της προβολής σε επιφάνειες και αντικείμενα, σήμερα, ονομάζεται projection mapping και τείνει να γίνει ανεξάρτητο είδος της τέχνης καθώς και της εφαρμοσμένης τέχνης, λόγω της μεγάλης αξιοποίησής της στη διαφήμιση. Για τον λόγο αυτό, έχουν αναπτυχθεί τόσο ειδικοί προβολείς, όσο και λογισμικά, ενώ το είδος αυτό έχει ενταχθεί στα προγράμματα σπουδών των σχολών (βλέπε περισσότερα στο κεφάλαιο 10: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στον συνδυασμό ή στη διαχείριση της εικόνας και του ήχου*).

Μια έντονη πολιτισμική αλλαγή, η οποία αθόρυβα εισχωρεί στον τρόπο θέασης του κόσμου και στην κοινή αισθητική, είναι η αλλαγή της τοποθέτησης του γνωστού παραλληλόγραμμου θέασης της οπτικοακουστικής εικόνας, λόγω της κάμερας την οποία διαθέτουν σχεδόν όλα τα κινητά τηλέφωνα. Για πρώτη φορά μετά την επικράτηση του παραλληλόγραμμου οριζόντιου κάδρου στη ζωή μας, εμφανίζεται ένα άλλο κάδρο, το κάθετο παραλληλόγραμμο κάδρο, το οποίο διεκδικεί μια θέση. Αυτό το νέο κάδρο έχει αρχίσει και εμφανίζεται στα social media, όπου απλά μένει κενός ο χώρος, δηλαδή μαύρος, τον οποίο δεν καλύπτει η εικόνα, σε μια δομή η οποία έχει φτιαχτεί για να υποστηρίζει την παραλληλόγραμμη εικόνα του 20ου αιώνα. Σύντομα θα δούμε αλλαγές σε αυτό το θέμα, αλλά και στα διάφορα μέσα τα οποία παρουσιάζουν κινούμενες εικόνες.

7.3 Μηχανισμοί καταγραφής της εικόνας από την πραγματικότητα

Πολλές φορές στα ψηφιακά διαδραστικά έργα, ακόμα και σε περιπτώσεις έργων της εικονικής πραγματικότητας, υπάρχει ανάγκη καταγραφής εικόνων, κινούμενων ή μη, από την πραγματικότητα. Αυτό επιτυγχάνεται, κυρίως μέσω συσκευών με οπτικό φακό (π.χ. φωτογραφική μηχανή, βίντεο-κάμερα), αλλά και με συσκευές οι οποίες σαρώνουν ένα υλικό (scanners) και το μεταφέρουν σε ένα αρχείο ψηφιακής εικόνας. Οι σύγχρονοι σαρωτές θεωρούνται οι απόγονοι της πρώτης τηλεφωτογραφίας και των συσκευών τηλετυπιών (fax).

Στον Πίνακα 7.2 συνοψίζονται διάφοροι τρόποι με τους οποίους πραγματοποιείται η μεταφορά εικόνων από την πραγματικότητα στη μνήμη του υπολογιστή.

Μέσον	**Τρόπος μεταφοράς στη μνήμη υπολογιστή**	**Πρόσθετο εξάρτημα**	**Λογισμικό**
Φωτογραφική αναλογική μηχανή, Φιλμ	Σάρωση εικόνων ή φιλμ	Σαρωτής εικόνων, Ειδικό scanner για φιλμ	Λογισμικό σάρωσης, Adobe Photoshop
Ψηφιακή φωτογραφική μηχανή	Τοποθέτηση της μνήμης της φωτογραφικής μηχανής στον υπολογιστή	Card-reader	Δεν χρειάζεται
Κινηματογραφική μηχανή φιλμ 35, 16 , S8, 8	Α) με αυτοσχέδιο τρόπο (ψηφιακή λήψη της προβολής), Β) σε εργαστήριο telecine	Για την Α περίπτωση: ψηφιακή κάμερα και αναλογικός προβολέας.	Δεν χρειάζεται, Χρειάζεται όμως προβολέας του αντίστοιχου φορμάτ
Βίντεο αναλογικό	Μεταφορά από την κάμερα στον υπολογιστή	Ειδικό εξάρτημα μετατροπέας	Λογισμικό του εξαρτήματος
Βίντεο ψηφιακό με κασέτα	Μεταφορά από την κάμερα στον υπολογιστή	Καλώδιο Firewire ή USB 2, Πιθανόν να χρειαστεί κάρτα για υπολογιστή Firewire ή *προσαρμογέα* (adaptor) από USB 2 σε Firewire	Λογισμικό μοντάζ βίντεο π.χ. Adobe Premiere, Final Cut (Mac)
Βίντεο ψηφιακό με Flash memory	Τοποθέτηση της μνήμης της φωτογραφικής μηχανής στον υπολογιστή	Card-reader	Δεν χρειάζεται
Βίντεο ψηφιακό με Hard disk	Μεταφορά από την κάμερα στον υπολογιστή	Καλώδιο Firewire ή USB 2, Πιθανόν να χρειαστεί κάρτα για υπολογιστή Firewire ή προσαρμογέα από USB 2 σε Firewire	Λογισμικό μοντάζ βίντεο π.χ. Adobe Premiere, Final Cut (Mac)
Scanner	Μεταφορά από τον σαρωτή στον υπολογιστή	Καλώδιο USB	Λογισμικό σάρωσης, Photoshop
Ειδικές κάμερες τύπου GoPro	Τοποθέτηση της μνήμης της φωτογραφικής μηχανής στον υπολογιστή	Card-reader	
Τρισδιάστατοι scanner	Μεταφορά από τον σαρωτή στον υπολογιστή	Λογισμικό σάρωσης Καλώδιο USB	Πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης

Πίνακας 7.2 *Μεταφορά εικόνων από την πραγματικότητα στη μνήμη του υπολογιστή.*

7.3.1 Νεότερες τεχνολογίες καταγραφής εικόνων οι οποίες έχουν ενταχθεί στη καλλιτεχνική δημιουργία

Στην καλλιτεχνική δημιουργία έχουν πλέον ενταχθεί νεότεροι μηχανισμοί και τεχνολογίες, όπως τα κινητά τηλέφωνα, οι ειδικές κάμερες τύπου GoPro, οι *διαδικτυακές κάμερες υπολογιστή* (webcams), οι *σαρωτές εικόνων* (image scanners), οι κάμερες υπερύθρων, οι οποίες «βλέπουν» σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού, οι *κάμερες τρισδιάστατης καταγραφής* (3D cameras) οι κάμερες 360^{o} λήψης κ.ά.

Οι καλλιτέχνες έχουν πλέον στη διάθεσή τους χαμηλού κόστους, εύχρηστες συσκευές με τις οποίες μπορούν να καταγράψουν ψηφιακή εικόνα και ήχο, όπως αυτές που προαναφέρθηκαν (δηλαδή τα κινητά τηλέφωνα με ενσωματωμένη κάμερα, οι webcams κ.λπ.), σε συνδυασμό με μηχανισμούς οι οποίοι μπορούν να καταγράψουν την οθόνη του υπολογιστή σε πραγματικό χρόνο, έτσι ώστε να μπορούν να αποτυπώσουν και να τεκμηριώσουν διαδραστικά έργα ή εικονικές περιηγήσεις με δωρεάν λογισμικά καταγραφής της οθόνης του υπολογιστή (όπως το CamStudio). Επίσης, με κάμερες χαμηλού κόστους είναι δυνατός ο πειραματισμός με εξειδικευμένους μηχανισμούς όρασης υπολογιστή (π.χ. αναγνώριση αντικειμένων).

Οι κάμερες των κινητών τηλεφώνων έκαναν την εμφάνισή τους στην αγορά το 2000 και έκτοτε η χρήση της φωτογραφίας στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης αλλά και στα καλλιτεχνικά πρότζεκτ διευρύνθηκε με τρόπο καθοριστικό. Πολλοί φωτογράφοι δρόμου ή ακόμα και «ντοκιμαντερίστες», δημοσιογράφοι και φωτορεπόρτερ χρησιμοποιούν αυτό το μέσο λόγω της ευχρηστίας του αλλά και λόγω του ότι περνάει απαρατήρητο, σε αντίθεση με μια κάμερα χειρός.

Από την άλλη, οι *κάμερες καταγραφής δράσης* (action cameras) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την καταγραφή μιας δράσης από την οπτική γωνία του συμμετέχοντος σε αυτή (π.χ. χρησιμοποιούνται για καταγραφή καταδύσεων ή πτώσεων αλεξιπτωτιστών), προκαλώντας έντονη αίσθηση εμβύθισης στον θεατή.

Τέλος, οι κάμερες καταγραφής 360 μοιρών, πρώτα στην ακίνητη και έπειτα στην κινούμενη εικόνα, άλλαξαν τα δεδομένα της αισθητικής καταγραφής του περιβάλλοντος και της έννοιας του πλάνου.

Οι κάμερες αυτές έχουν οπτικό πεδίο 360 μοίρες είτε στο οριζόντιο πεδίο, δίνοντας τη δυνατότητα για την καταγραφή πανοραμικών εικόνων, είτε με ένα οπτικό πεδίο το οποίο καλύπτει σχεδόν μια πλήρη σφαίρα. Οι κάμερες αυτού του τύπου ονομάζονται και *παντο-κατευθυντικές* (omnidirectional) (Εικόνα 7.4).

Εικόνα 7.4 *Παν-κατευθυντική εικόνα 360 μοιρών ενός διαδρόμου.*
[πηγή:wikimedia commons, δημιουργός: Jahobr, άδεια χρήσης: public domain].

Η καταγραφή της πραγματικότητας μέσω του φακού δεν αξιοποιείται μόνο στη δημιουργία ακίνητων εικόνων ή βίντεο σε ψηφιακή μορφή. Η εξέλιξη των αλγορίθμων όρασης υπολογιστή έχει οδηγήσει στην αξιοποίηση συσκευών καταγραφής (π.χ. απλών καμερών ή καμερών υπερύθρων) με σκοπό μια ιδιαίτερη καταγραφή από

την πραγματικότητα, αυτή της *καταγραφής κίνησης* (motion capture). Πρόκειται για την τεχνική μέσω της οποίας γίνεται ψηφιοποίηση των κινήσεων πραγματικών ανθρώπων ή αντικειμένων οι οποίες μετέπειτα εφαρμόζονται σε εικονικούς τρισδιάστατους χαρακτήρες. Παρόλο που στο παρελθόν η καταγραφή κίνησης απαιτούσε εξειδικευμένο εξοπλισμό, τα τελευταία χρόνια είναι εφικτή μέσω συστημάτων καμερών χαμηλού κόστους (π.χ. με το Microsoft Kinect και ειδικά λογισμικά όπως το iPi). Καθώς η τεχνική αυτή αφορά κυρίως τα τρισδιάστατα γραφικά, αναπτύσσεται πιο αναλυτικά στο κεφάλαιο 8: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στις νέες εικόνες (τρισδιάστατα γραφικά)*.

Η ευκολία η οποία υπάρχει σήμερα για καταγραφή εικόνων, με τη βοήθεια όλων αυτών των διαφορετικών μέσων, δεν εξασφαλίζει απαραίτητα την απαιτούμενη ποιότητα των καλλιτεχνικών υλικών για ένταξη σε κάποιο έργο. Είναι σημαντικό να έχουν υπόψη τους οι νέοι δημιουργοί ότι η κακή ποιότητα ενός επιμέρους υλικού (π.χ. εικόνας, βίντεο, ήχου) μπορεί να ακυρώσει ένα – κατά τα άλλα – ενδιαφέρον σύνθετο έργο.

Η επεξεργασία μιας καταγεγραμμένης εικόνας μέσω κάποιου ειδικού λογισμικού, είναι μια εξίσου σημαντική διαδικασία, η οποία αναλύεται παρακάτω.

7.4 Τρόποι αποθήκευσης και μορφότυπα εικόνων

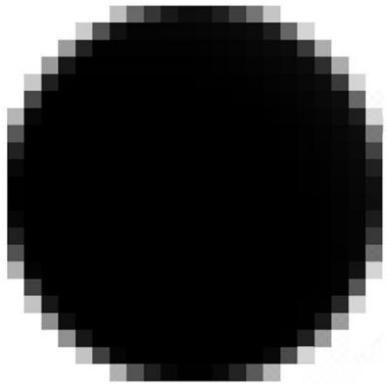
Όπως αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2: *Προσπάθεια περιγραφής της ψηφιακής τέχνης*, όλα τα ψηφιακά στοιχεία, είτε μεταφέρονται από αναλογικές πηγές (π.χ. φωτογραφική εικόνα, ήχος) είτε δημιουργούνται εξαρχής στον υπολογιστή (π.χ. γραφικά, σχέδια, κείμενο) αναπαρίστανται με αριθμητικό τρόπο (με βάση τον δυαδικό κώδικα). Αυτό το χαρακτηριστικό και στις δύο περιπτώσεις, δίνει τη δυνατότητα περιγραφής με εργαλεία των μαθηματικών, καθώς και επεξεργασίας με αλγοριθμικό τρόπο (δηλαδή μέσω προγραμματισμού).

Αναλόγως με τον τρόπο με τον οποίο δημιουργούνται ψηφιακά και αποθηκεύονται οι εικόνες στη μνήμη του υπολογιστή ορίζεται το *μορφότυπο* (format) της εικόνας.

Όπως προαναφέρθηκε, οι ψηφιακές δισδιάστατες εικόνες εντάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες: στις *ψηφιογραφικές* (bitmap ή raster) και στις *διανυσματικές* (vector) εικόνες. Παρακάτω, εξετάζονται οι δύο αυτές κατηγορίες εικόνων. Οι τρισδιάστατες εικόνες, παρόλο που οντολογικά θα μπορούσαν να ενταχθούν στις διανυσματικές εικόνες, εν τούτοις διαφοροποιούνται σημαντικά ως προς τις τεχνικές επεξεργασίας και διαχείρισης και, ως εκ τούτου, εξετάζονται ξεχωριστά στο κεφάλαιο 8: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στις νέες εικόνες (τρισδιάστατα γραφικά)*.

7.4.1 Bitmap εικόνες

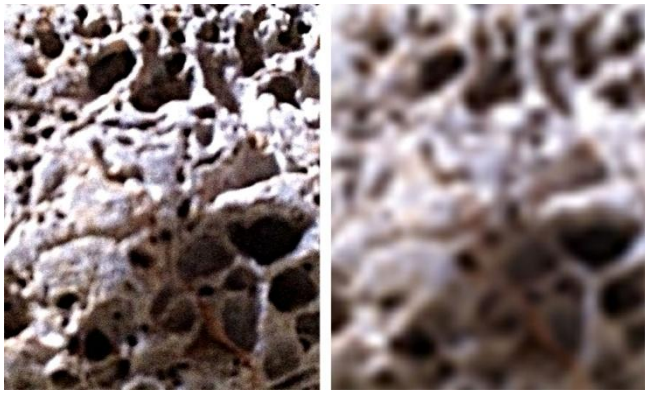
Μία bitmap εικόνα συνήθως προκύπτει από μια λήψη από την πραγματικότητα (π.χ. μέσω φωτογραφικής μηχανής, κάμερας ή σαρωτή) και την «αναπαράστασή της» της ως δισδιάστατο πλέγμα από pixels (Εικόνα 7.5).



Εικόνα 7.5 *Παράδειγμα bitmap εικόνας, ως πλέγμα από pixels.*

7.4.1.1 Χαρακτηριστικά της ακίνητης bitmap εικόνας

Η ψηφιοποίηση μιας ακίνητης bitmap εικόνας ενσωματώνει τη διαδικασία της δειγματοληψίας (βλέπε κεφάλαιο 2: *Προσπάθεια περιγραφής της ψηφιακής τέχνης*). Η συχνότητα της δειγματοληψίας, δηλαδή πόσα pixel αναπαρίστανται ανά διάσταση της εικόνας (μήκος, πλάτος), καθορίζει το μέγεθος το οποίο ονομάζεται *ανάλυση εικόνας* (image resolution). Όσο μειώνεται η ανάλυση της εικόνας τόσο μειώνεται η ευκρίνειά της και η διαφορά της από την αρχική, αναλογική εικόνα (Εικόνα 7.6).



Εικόνα 7.6 *Η ίδια εικόνα σε υψηλή (αριστερά) και χαμηλή (δεξιά) ανάλυση.*

Μια bitmap εικόνα, αν τη μεγαλώσουμε περισσότερο από την αρχική ανάλυσή της, τότε βλέπουμε τα pixels μεγεθυμένα (Εικόνα 7.7). Έτσι, οι κυρτές γραμμές εμφανίζουν «οδοντώματα, πράγμα το οποίο είναι ιδιαίτερα ενοχλητικό, ειδικά στις κινούμενες εικόνες. Πρόκειται για το φαινόμενο του aliasing, το οποίο αντιμετωπίζεται με ειδικές τεχνικές anti-aliasing (π.χ. αλγορίθμους ομαλοποίησης των άκρων με εισαγωγή pixels), όταν δεν μπορεί να αποφευχθεί η μεγέθυνση μιας εικόνας.

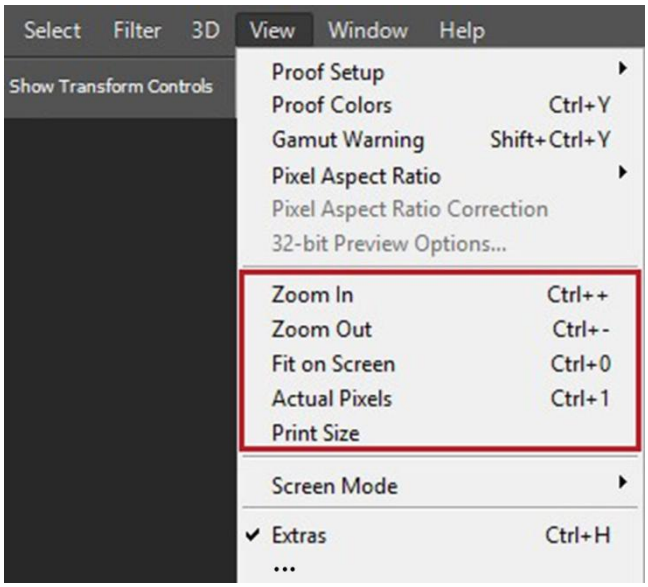
Εικόνα 7.7 *Παράδειγμα μεγέθυνσης μιας bitmap εικόνας.*

Ο αριθμός των pixel ανά διάσταση (π.χ. 300 x 300 pixels), είναι το μέγεθος που αναφέρεται στην ανάλυση μιας bitmap εικόνας, όταν αυτή αξιοποιείται εντός του χώρου του υπολογιστή (π.χ. προβάλλεται σε οθόνη ή σε προβολέα, ή μεταφέρεται από ένα λογισμικό σ' ένα άλλο).

Υπάρχει ένα άλλο μέγεθος το οποίο χαρακτηρίζει την ανάλυση μιας εικόνας, όταν αυτή προορίζεται για εκτύπωση ή σάρωση. Αυτό το μέγεθος είναι ο αριθμός των σημείων ανά ίντσα (dots per inch ή dpi).[23]

Έστω μια εικόνα με ανάλυση 1500 x 1200 pixels. Αν θέλουμε να την εκτυπώσουμε στα 300dpi, τότε το μέγεθος το οποίο προκύπτει με βάση την ανάλυσή της θα είναι 1800/300 x 1200/300 = 6 x 4 ίντσες. Αν εκτυπώσουμε την ίδια εικόνα σε ανάλυση 1200 dpi, τότε το μέγεθος αυτό γίνεται 1800/1200 x 1200/1200 = 1,5 x 1 ίντσες ή 3,5 x 2,5 cm. Όταν εκτυπώνουμε μια εικόνα σε μέγεθος χαρτιού μεγαλύτερο από την ανάλυσή της, τότε η ευκρίνεια μειώνεται, ενώ αντίθετα όταν εκτυπώνουμε μια εικόνα σε μέγεθος χαρτιού μικρότερο από την ανάλυσή της, επιτυγχάνουμε τη μέγιστη δυνατή ευκρίνεια. Επίσης, η επιλογή του μεγέθους της ανάλυσης δεν θα πρέπει να ξεπερνά τις δυνατότητες του εκτυπωτή, σε σχέση βέβαια με το πραγματικό μέγεθος στο οποίο θα τυπωθεί η εικόνα.

Μια εύκολη λύση για να έχει μια άποψη του πραγματικού μεγέθους της εικόνας ο δημιουργός ο οποίος την επεξεργάζεται είναι, στο Photoshop, η εντολή Print Size από το μενού View (Εικόνα 7.8).



Εικόνα 7.8 *Επιλογές για άποψη του πραγματικού μεγέθους εκτύπωσης μιας εικόνας υπό επεξεργασία, μέσα από το Photoshop.*

Ο νέος δημιουργός θα πρέπει να προσέξει ιδιαίτερα το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά της εικόνας, ειδικά αν δημιουργεί μόνος του τα έντυπα (π.χ. αφίσες, κάρτες) για τις καλλιτεχνικές δραστηριότητές του. Κάποιες τυπικές επιλογές παραμέτρων εκτύπωσης είναι, για παράδειγμα, ανάλυση 300dpi για μια κάρτα 8,5 X 5,5 cm, ή για μια αφίσα 200 cm X 60cm. Εναλλακτικά, για την αφίσα θα μπορούσαμε να επιλέξουμε 100cm X 30cm με 600dpi ανάλυση που σημαίνει ακριβώς το ίδιο με τις παραμέτρους 300dpi, 200 cm X 60cm. Όταν η εικόνα πρόκειται να μεγεθυνθεί, θα πρέπει να μην έχει ανάλυση μικρότερη από 300dpi.

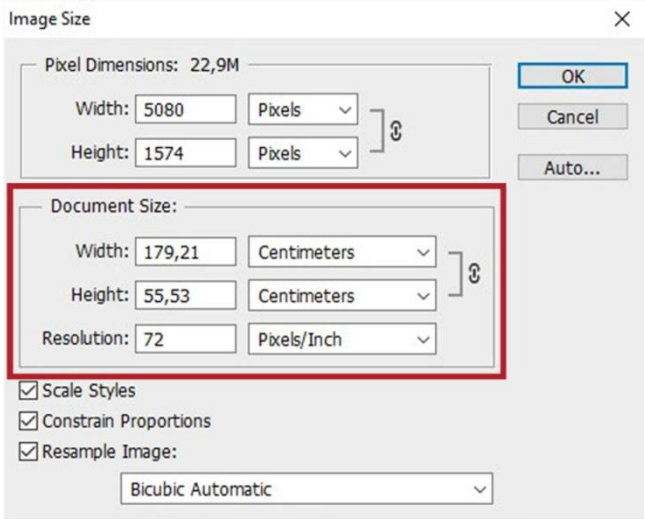
Αν για μία αφίσα A3 θέλουμε η εικόνα να καταλάβει το χαρτί από την μία άκρη μέχρι την άλλη, θα πρέπει αυτή η εικόνα να είναι 42 cm X 29,7cm και να έχει μετατραπεί στο χρωματικό πρότυπο CMYK, το οποίο χρησιμοποιείται στην τυπογραφία[24]. Η μετατροπή είναι απαραίτητη για να μην υπάρχουν δυσάρεστα αποτελέσματα με την φωτεινότητα και τον κορεσμό των χρωμάτων. Το ιδανικό είναι να εκτυπώνεται πάντα ένα δείγμα και να ελέγχεται από διαφορετικές αποστάσεις (1, 2 και 5 μέτρα για παράδειγμα), ως προς το αν είναι ευανάγνωστα τα γράμματα του τίτλου, το όνομα και τα υπόλοιπα σημαντικά στοιχεία.

Πολλοί νέοι δημιουργοί πιστεύουν λανθασμένα ότι, αν αυξήσουν μόνοι τους το μέγεθος της ανάλυσης σε μια εικόνα χαμηλότερης ανάλυσης (π.χ. στο Photoshop, βλέπε Εικόνα 7.9), θα προκύψει εικόνα μεγαλύτερης ευκρίνειας. Αυτό δεν ισχύει και το αποτέλεσμα είναι μια εικόνα με μεγεθυμένα pixels ή με θολή

[23] Υπάρχει και το αντίστοιχο μέγεθος pixels per inch ή ppi.

[24] Σε αντιδιαστολή με το RGB το οποίο χρησιμοποιείται από την οθόνη του υπολογιστή.

όψη[25]. Μόνο όταν έχουμε στα χέρια μας την αρχική ασυμπίεστη εικόνα (raw image), σε υψηλή ανάλυση, τότε μπορούμε να δημιουργήσουμε νέες εκδοχές της εικόνας, σε συμπιεσμένη μορφή, σε αναλύσεις μικρότερες ή ίσες της αρχικής raw εικόνας.



Εικόνα 7.9 *Δυνατότητα ορισμού της ανάλυσης μιας εικόνας μέσα από το Photoshop.*

Ως προς τα χρώματα μιας εικόνας, σε κάθε δείγμα της δειγματοληψίας (pixel στην περίπτωση της bitmap εικόνας) αποδίδεται μια ακολουθία δυαδικών ψηφίων, μέσω της οποίας αποθηκεύονται ιδιότητες οι οποίες αφορούν το pixel (π.χ. συνιστώσες χρώματος, φωτεινότητα, διαφάνεια). Ο αριθμός των δυαδικών ψηφίων της ακολουθίας αυτής ορίζει το *χρωματικό βάθος* (color depth) της εικόνας (bits per pixel ή bpp).

Οι πρώτες ασπρόμαυρες ψηφιακές εικόνες είχαν χρωματικό βάθος 1, καθώς 1 bit είναι αρκετό για να περιγράψει τα δύο πιθανά χρώματα (π.χ. 0 για μαύρο, 1 για άσπρο) ανά pixel (2^1= 2).

Οι grayscale εικόνες, μπορεί να έχουν χρωματικό βάθος, 2-bit, 4-bit ή 8-bit, ανάλογα με τον αριθμό των τόνων του γκρι που μπορεί να περιέχουν. Στις 8-bit grayscale εικόνες, οι οποίες μπορεί να περιέχουν έως 256 διαφορετικούς τόνους του γκρι, κάθε pixel μπορεί να λαμβάνει μία τιμή από 0 έως 256 (2^8 = 256). Οι grayscale εικόνες των 2-bit και 4-bit υποστηρίζονταν από διάφορα παλιά μόνιτορ υπολογιστών και παιχνιδομηχανών, ενώ πλέον οι grayscale εικόνες στις διάφορες περιπτώσεις όπου αξιοποιούνται έχουν συνήθως χρωματικό βάθος 8 (π.χ. στους περισσότερους σύγχρονους σαρωτές, σε format όπως το TIFF και το JPEG).

Οι εικόνες οι οποίες προορίζονται για οθόνη υπολογιστή και των οποίων τα χρώματα προκύπτουν ως αναμείξεις των τριών χρωμάτων, κόκκινο, πράσινο, μπλε (Red, Green, Blue), η αλλιώς RGB εικόνες, συνήθως χρησιμοποιούν έναν αριθμό από bits ξεχωριστά για κάθε χρωματικό κανάλι (Red channel, Green channel, Blue channel). Οι RGB εικόνες, οι οποίες αναθέτουν 8 bit σε κάθε χρωματικό κανάλι, αναφέρονται ως 24-bit true color (ή millions of colors στην ορολογία του Mac). Στην περίπτωση αυτή, προκύπτουν 256 τόνοι του κόκκινου, 256 τόνοι του πράσινου και 256 τόνοι του μπλε, οι οποίοι αναμειγνυόμενοι δίνουν το τελικό χρώμα του κάθε pixel. Οι πιθανοί συνδυασμοί χρωμάτων οι οποίοι προκύπτουν είναι 16777215 (2^{24} = 256^3 = 16777216). Οι true color RGBA εικόνες χρησιμοποιούν άλλη μια επιπλέον οκτάδα από bits για να ορίσουν και τη διαφάνεια (γνωστή και ως alpha channel) και, επομένως, αναφέρονται ως 32-bit true color.

Όταν βγάζουμε μια φωτογραφία με μια σύγχρονη φωτογραφική μηχανή και την αποθηκεύουμε σε JPEG μορφή, τότε δημιουργούμε μια εικόνα χρωματικού βάθους 8.

Εφόσον τα επιστημονικά δεδομένα λένε ότι το ανθρώπινο μάτι δεν μπορεί να ξεχωρίσει πάνω από 10 εκατομμύρια χρώματα (βλέπε διαδικτυακά άρθρα σχετικά με την όραση και τα χρώματα, όπως το σχετικό άρθρο της Wikipedia και βιβλία από τον χώρο της ψηφιακής παραγωγής όπως το [1]), προκύπτει εύλογα το ερώτημα αν χρειαζόμαστε τις true color εικόνες. Η απάντηση είναι ότι οι εικόνες αυτές χρειάζονται κυρίως

[25] Βέβαια, λογισμικά επεξεργασίας όπως το Adobe Photoshop παρέχουν εργαλεία για anti-aliasing.

στο στάδιο της επεξεργασίας (βλέπε σχετικό άρθρο). Κατά το στάδιο της συμπίεσης και αποθήκευσης μια εικόνας, η πληροφορία η οποία δεν είναι αντιληπτή από το ανθρώπινο μάτι μειώνεται από τον σχετικό αλγόριθμο ούτως ώστε να προκύψει μικρότερο μέγεθος αρχείου.

Η ανάλυση σε συνδυασμό με το χρωματικό βάθος μιας εικόνας καθορίζουν την ευκρίνειά της ή με άλλα λόγια το πόσο προσεγγίζει η ψηφιακή εικόνα την αρχική αναλογική εικόνα (στην περίπτωση κατά την οποία καταγράφεται από την πραγματικότητα και ψηφιοποιείται στη συνέχεια). Επίσης, τα μεγέθη αυτά, σε συνδυασμό με το πραγματικό μέγεθος της εικόνας, αποτελούν τα βασικότερα στοιχεία τα οποία πρέπει να έχει υπόψη του ένας καλλιτέχνης για να ξεκινήσει να πειραματίζεται με διάφορα είδη εικόνων, μέσα από εργαλεία επεξεργασίας και διαχείρισης εικόνων.

Η ψηφιακή εικόνα ως ενιαία αλγοριθμική δομή (π.χ. πρόσβαση στις τιμές των pixel), αφορά κυρίως τους επιστήμονες οι οποίοι ασχολούνται με επεξεργασία σήματος και *όραση υπολογιστή* (computer vision), αλλά και τους καλλιτέχνες οι οποίοι χειρίζονται την εικόνα μέσα από προγραμματιστικές διαδικασίες (π.χ. μέσω γλωσσών όπως η Processing ή εργαλείων όπως το openFrameworks). Το θέμα αυτό δεν αναπτύσσεται αναλυτικά, καθώς ξεφεύγει από τους στόχους αυτού του βιβλίου. Ο αναγνώστης ο οποίος ενδιαφέρεται να εξερευνήσει αυτό το ενδιαφέρον πεδίο μπορεί να πειραματιστεί με βιβλιοθήκες κώδικα, όπως το OpenCV, καθώς και με εργαλεία δημιουργικού κώδικα, όπως το openFrameworks (βλέπε επίσης κεφάλαιο 10: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στον συνδυασμό ή στη διαχείριση της εικόνας και του ήχου*), τα οποία ενσωματώνουν αντίστοιχους αλγορίθμους επεξεργασίας εικόνας.

7.4.1.2 Χαρακτηριστικά κινούμενης εικόνας αποτελούμενης από ακολουθία bitmap εικόνων

Η κινούμενη εικόνα, στην ουσία, δημιουργείται από μια γραμμική ακολουθία ακίνητων εικόνων, των «καρέ»[26] (frames), στην ορολογία του κινηματογράφου και του βίντεο.

Μία από τις πιο αξιοσημείωτες πρώτες προσπάθειες που οδήγησαν στη δημιουργία–κινούμενης εικόνας, **OK** ήταν το έργο *The Horse in Motion*, 1878, του πρωτοπόρου Άγγλου φωτογράφου Eadweard Muybridge, ο οποίος έχοντας αναπτύξει μεθόδους διαδοχικής φωτογράφισης, κατάφερε να απεικονίσει τις διαδοχικές στάσεις ενός άλογου σε κίνηση. Η δημιουργία του έργου αυτού έγινε με αφορμή το ερώτημα αν τα πόδια του αλόγου μπορούν να βρίσκονται όλα ταυτόχρονα στον αέρα κατά τον καλπασμό του, πράγμα το οποίο αποδείχθηκε μέσα από την ταινία αυτή του Muybridge. Την ίδια περίπου εποχή, ο Γάλλος φυσικός Étienne-Jules Marey, μέσω μιας τεχνικής που ανέπτυξε για να καταγράφει 12 καρέ το δευτερόλεπτο, κατάφερε να αποτυπώσει το πέταγμα πουλιών (π.χ. Flying pelican, 1882), αλλά και να μελετήσει τις κινήσεις και τις συμπεριφορές ζώων και εντόμων.

Στις μέρες μας, μέσα από τις διάφορες ψηφιακές συσκευές λήψης, π.χ. κάμερες διαφόρων τύπων - από επαγγελματική έως κάμερα κινητού τηλεφώνου, ο καθένας μπορεί να δημιουργήσει τη δική του κινούμενη εικόνα (ψηφιακό βίντεο), να την επεξεργαστεί με το κατάλληλο εργαλείο και να την αποθηκεύσει σε διάφορες μορφές.

Οι καλλιτέχνες έχουν πολλές δυνατότητες δημιουργίας, επεξεργασίας και διαχείρισης κινούμενων εικόνων (π.χ. ανάμειξη με ακίνητες εικόνες και κείμενο, οπτικοακουστικές παραγωγές), ούτως ώστε αυτές να μπορούν να αποτελούν επιμέρους υλικά ενός σύνθετου καλλιτεχνικού έργου.

Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι στις κινούμενες εικόνες συγκαταλέγονται α) αυτές οι οποίες δημιουργούνται με την τεχνική animation καρέ καρέ που είναι γνωστή ως stop-motion. Είναι η τεχνική της διαδοχικής φωτογράφησης κινουμένων στοιχείων (π.χ. αντικειμένων από πηλό, μαριονετών) στον φυσικό χώρο, έτσι ώστε να δίνεται η εντύπωση ότι κινούνται μόνα τους. β) τα κινούμενα σχέδια, είτε αυτά δημιουργούνται από bitmap εικόνες – καρέ (π.χ. σχεδιασμένες στο χέρι και σαρωμένες σε ψηφιακή μορφή ή σχεδιασμένες μέσω υπολογιστή) είτε με βάση εξειδικευμένες τεχνικές του δισδιάστατου/τρισδιάστατου animation (π.χ. sprites, κινούμενα διανυσματικά γραφικά).

Όπως και στην ακίνητη εικόνα, έτσι και στο ψηφιακό βίντεο ή στο animation το οποίο δημιουργείται από σειρές bitmap εικόνων, ισχύουν τα χαρακτηριστικά τα οποία αναφέρθηκαν στο υποκεφάλαιο 7.4.1.1: *Χαρακτηριστικά ακίνητης bitmap εικόνας*, ως προς την ανάλυση και την ευκρίνεια της εικόνας, σε επίπεδο καρέ. Υπεισέρχεται όμως και η χρονική διάσταση της δειγματοληψίας, η οποία ορίζει το ρυθμό προβολής εικόνων, ή τον αριθμό των καρέ τα οποία αναπαράγονται στη μονάδα του χρόνου. Το μέγεθος αυτό

[26] Ένα καρέ στην ουσία είναι μια εικόνα, ένα στιγμιότυπο καταγραφής.

ονομάζεται frame rate και μετριέται σε *καρέ ανά δευτερόλεπτο* (frames per second ή fps). Για παράδειγμα, σ' ένα βίντεο με 30fps, κάθε δευτερόλεπτο βίντεο αποτελείται από 30 καρέ.

Πρέπει να επισημάνουμε στο σημείο αυτό ότι οι κινηματογραφικές ψηφιακές εικόνες δεν επηρεάζονται από το χαρακτηριστικό dpi[27], αλλά από το *μέγεθος του πλάνου* (frame size). Οι δύο χώροι (της επεξεργασίας εικόνας και βίντεο) συναντώνται όταν γίνεται μια επεξεργασία μιας ακίνητης εικόνας σε αντίστοιχο λογισμικό και μετά μεταφέρεται στο βίντεο ή το αντίθετο. Έχει επικρατήσει, οι ακίνητες εικόνες οι οποίες εξάγονται από βίντεο καθώς και αυτές που υφίστανται επεξεργασία προκειμένου να εισαχθούν σε κάποιο βίντεο, να χαρακτηρίζονται ως 72 dpi. Αυτή η αναφορά στο μέγεθος dpi στην ουσία δεν είναι σωστή. Στην προκειμένη περίπτωση σημασία έχει το μέγεθος της εικόνας (frame size) να είναι μεγαλύτερο από το frame size του βίντεο ώστε να έχει τη δυνατότητα ο δημιουργός να επιλέξει ένα μέρος του χωρίς να χαθεί η ευκρίνεια ή να κάνει ζουμ.

Στη δεκαετία του '20, η ταχύτητα του κινηματογραφικού φιλμ (το frame rate στην ουσία) έπαιρνε τιμές ανάμεσα στα 16 και 24 καρέ το δευτερόλεπτο, ενώ κατά το τέλος της δεκαετίας (1927 – '30) μετά από πολλές περιπέτειες, καθορίστηκε το frame rate του φιλμ σε 24 καρέ, κυρίως και λόγω των αναγκών της ανάγνωσης του ήχου. Όταν αναπτύχθηκε το βίντεο, το frame rate καθορίστηκε σε 25 καρέ[28], λόγω καλύτερου συγχρονισμού του κινηματογραφικού φιλμ με τη συχνότητα του βίντεο κατά τη μεταφορά, από το ένα μέσο στο άλλο. Το ψηφιακό βίντεο, στην προσπάθειά του να πετύχει μια θέαση αντίστοιχη του κινηματογράφου, έδωσε τη δυνατότητα αύξησης του frame rate, μέσα από τα αντίστοιχα εργαλεία επεξεργασίας.

Αντίθετα, στο παραδοσιακό κινούμενο σχέδιο υιοθετήθηκε το frame rate 12 (μισό του 24), για οικονομία του χρόνου παραγωγής. Οι σχεδιαστές δημιουργούσαν τις μισές εικόνες που ήταν απαραίτητες. Στη συνέχεια, οι εικόνες αυτές, παρουσιάζονταν 2 φορές η καθεμία, ούτως ώστε να επιτυγχάνεται τελικό frame rate 24. Ακόμη και στις μέρες μας, αυτή η τεχνική βρίσκει εφαρμογή για λόγους οικονομίας και εμφανίζονται ανά 2 ή ανά 3 καρέ οι εικόνες σε επανάληψη.

Επίσης, στα πρώτα στάδια της αξιοποίησης της κινούμενης εικόνας στο Διαδίκτυο, υπήρξε ανάγκη μείωσης του frame rate για χάρη της οικονομίας της πληροφορίας (π.χ. πιο γρήγορη *καταφόρτωση* (downloading)), ακόμα και σε επίπεδα κάτω από τα οποία το ανθρώπινο μάτι αντιλαμβάνεται την αλλοίωση της κίνησης (< 15 fps), πράγμα το οποίο οδήγησε σε βίντεο χαμηλής αισθητικής, ως προς τη χρονική τους διάσταση. Στις μέρες μας, το πρόβλημα αυτό δεν υφίσταται, καθώς οι ταχύτητες δικτυακής μετάδοσης και οι δυνατότητες των σύγχρονων περιφερειακών των υπολογιστών (π.χ. μνήμη και κάρτες γραφικών) έχουν αναβαθμιστεί σημαντικά.

Είναι χαρακτηριστικό ότι το λογισμικό ανάπτυξης και διαχείρισης κινούμενων εικόνων και σχεδίων Adobe Flash, το οποίο στοχεύει κυρίως σε διαδικτυακές εφαρμογές, δίνει εξ' ορισμού αρχική τιμή 24fps σε κάθε εκκίνηση ενός νέου πρότζεκτ (τιμή την οποία, βεβαίως, μπορεί ο κάθε δημιουργός να αλλάξει κατά βούληση).

Ένα επίσης πολύ βασικό χαρακτηριστικό, κυρίως του ψηφιακού βίντεο, στον χώρο της οπτικοακουστικής παραγωγής, είναι η *αναλογία διαστάσεων της εικόνας του βίντεο* (frame aspect ratio) η οποία αναφέρεται ως αναλογία κάδρου.

Η αναλογία κάδρου χαρακτηρίζει την αναλογία του πλάτους προς το ύψος, στις διαστάσεις της λήψης μιας κάμερας, δηλαδή του κάδρου της κάμερας. Για παράδειγμα, το format DV PAL, το συνηθέστερο format των λήψεων, έχει αναλογία κάδρου 4:3, ενώ στην ανάλυση widescreen έχει αναλογία κάδρου 16:9. Ορισμένες βιντεοκάμερες μπορούν να καταγράψουν διάφορες αναλογίες κάδρου, με βάση την επιλογή του χρήστη από το σχετικό μενού. Πολλές επαγγελματικές ταινίες, στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν εξελιγμένες κάμερες, έχουν γυριστεί χρησιμοποιώντας ακόμα μεγαλύτερες αναλογίες κάδρων, όπως αυτές που διαθέτουν το format ανάλυσης 4K (πληροφορίες για το format 4K εδώ και εδώ).

Αυτό το οποίο έχει ιδιαίτερη σημασία είναι ότι η παραπάνω διαφορά (4:3 και 16:9) δεν σημαίνει διαφορετικό αριθμό pixels στην εικόνα, αλλά ότι το ίδιο το pixel αλλάζει το πλάτος του: από τετράγωνο (1 x 1) αποκτά pixel aspect ratio 1.46.

Το pixel aspect ratio της εικόνας υπολογιστή είναι 1, στο βίντεο DV PAL με ανάλυση 720x576 είναι 1.09, ενώ στο βίντεο DV PAL με ανάλυση 720x576 widescreen είναι 1.46. Τα μεγέθη αναλογίας διαστάσεων παίζουν σημαντικό ρόλο κατά τη μεταφορά μια εικόνας από ένα λογισμικό σ' ένα άλλο ή κατά την εισαγωγή

[27] Το μέγεθος dpi, όπως προαναφέρθηκε, αφορά την εκτύπωση της εικόνας.
[28] Αυτό ίσχυε κυρίως στην Ευρώπη, γιατί στην Αμερική και στην Ιαπωνία το frame rate έφτανε κοντά στο 30.

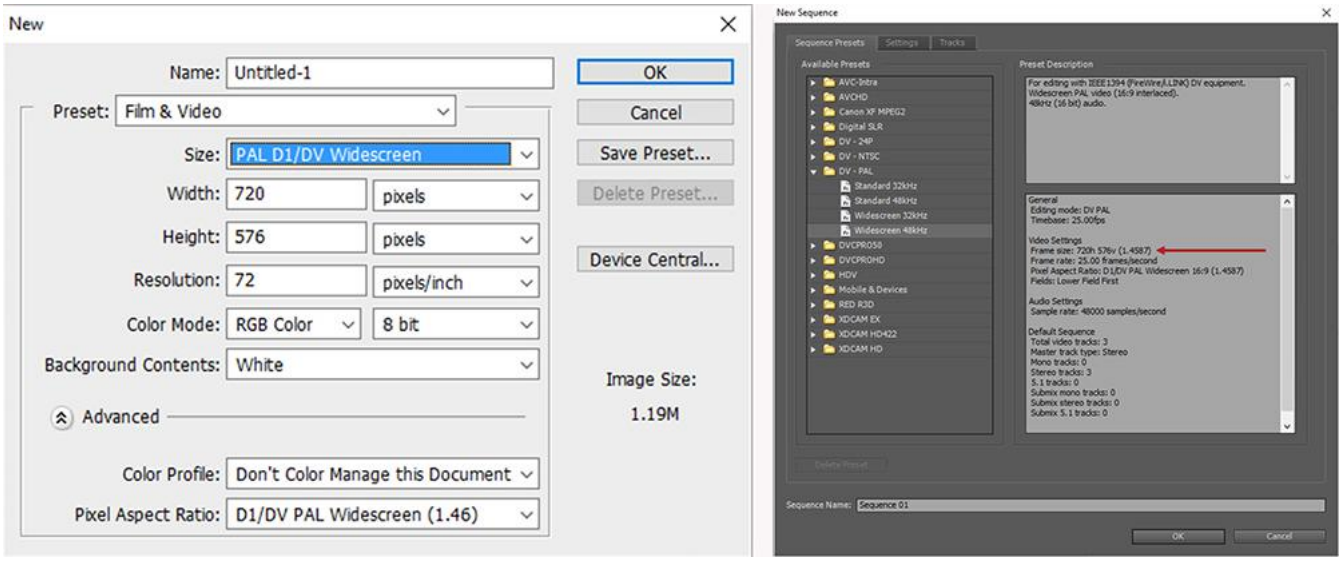
υλικών σ’ ένα βίντεο μέσω της διαδικασίας του μοντάζ, από μια εικόνα τραβηγμένη από κάμερα κινητού έως ένα υλικό υψηλής ευκρίνειας.

Ο Πίνακας 7.2 παρουσιάζει τα διαφορετικά pixel aspect ratio και την αξιοποίησή τους.

	Pixel aspect ratio	**Πού χρησιμοποιείται**
Square pixels	1.0	Κάδρο 720x576 ή 1920x1080 HD (όχι HDV ή DVCPRO HD) ή έχει εξαχθεί από μια εφαρμογή η οποία δεν υποστηρίζει μη τετράγωνα pixels. Αυτή η ρύθμιση μπορεί επίσης να είναι κατάλληλη για υλικό το οποίο μεταφέρθηκε από ταινία ή από άλλα προγράμματα.
D1/DV PAL	1.09	Το κάδρο έχει 720x576 μέγεθος εικόνας και το frame aspect ratio είναι 4:3.
D1/DV PAL Widescreen	1.46	Το κάδρο έχει 720x576 μέγεθος εικόνας, και το frame aspect ratio είναι 16: 9.
HDV 1080/DVCPRO HD 720, HD Anamorphic 1080	1.33	Το κάδρο έχει 1440x1080 ή 960x720 μέγεθος εικόνας και το frame aspect ratio είναι 16: 9.
DVCPRO HD 1080	1.5	Το κάδρο έχει 1280x1080μέγεθος εικόνας και το frame aspect ratio είναι 16: 9.

Πίνακας 7.2 *Διάφορες περιπτώσεις frame aspect ratio και αξιοποίησή τους*

Στο Adobe Premiere, το aspect ratio ενός βίντεο ρυθμίζεται είτε στην αρχή κάθε νέου Premiere Project (Εικόνα 7.10 αριστερά) είτε κατά τον ορισμό μιας νέας Sequence (File – New - Sequence), επιλέγοντας ένα από τα διαθέσιμα πρότυπα (Available Presets), από το Tab Sequence Presets (βλέπε Εικόνα 7.10). Επισημαίνεται ότι ο επανακαθορισμός του aspect ratio μιας Sequence μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα, ειδικά αν έχουμε εργαστεί πάνω στην εικόνα (π.χ. προσθήκη εφέ).



Εικόνα 7.10 *Δυνατότητα ορισμού του aspect ratio μέσα από το Adobe Premiere.*

Ο αναγνώστης μπορεί να βρει πληροφορίες στην ιστοσελίδα βοήθειας του λογισμικού επεξεργασίας βίντεο Adobe Premiere (https://helpx.adobe.com/premiere-pro/using/aspect-ratios.html).

Στο Διαδίκτυο μπορεί να βρει κανείς χρήσιμα εργαλεία, όπως τα παρακάτω:

- Aspect Ratio Calculator, εργαλείο εύρεσης του aspect ratio για τα πιο γνωστά format
- Pixel Aspect Ratio Calculator, εργαλείο υπολογισμού του pixel aspect ratio
- Video Space Calculator, εργαλείο υπολογισμού της μνήμης στον δίσκο που καταλαμβάνει ένα βίντεο με βάση τα χαρακτηριστικά του.

Η επιλογή των παραμέτρων ψηφιοποίησης μιας εικόνας ή ενός βίντεο είναι μια σημαντική απόφαση. Παραπάνω συμβουλεύσαμε τον αναγνώστη να αποθηκεύει το υλικό του (ακίνητη ή κινούμενη εικόνα) με την καλύτερη δυνατή ευκρίνεια, δηλαδή όσο γίνεται πιο κοντά στη μορφή στην οποία παράγεται από τη συσκευή καταγραφής, ούτως ώστε να είναι δυνατή η περαιτέρω επεξεργασία και προσαρμογή σε πολλά επίπεδα.

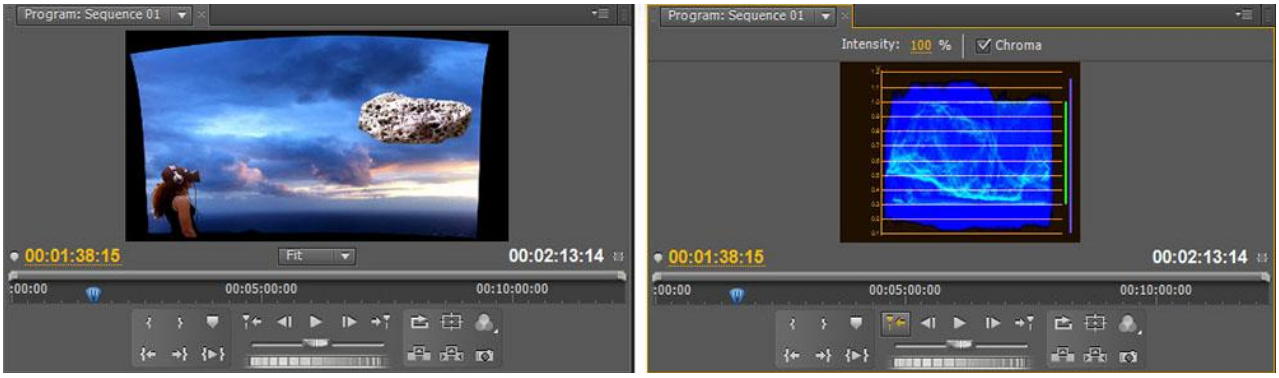
Από την αρχική αυτή εκδοχή της ψηφιοποιημένης εικόνας, αναλόγως με την πλατφόρμα προβολής (π.χ. προβολέας, Διαδίκτυο, μικρή συσκευή) πρέπει ο δημιουργός να επιλέξει τις κατάλληλες παραμέτρους (ανάλυση, frame rate, pixel aspect ratio), ούτως ώστε η εικόνα να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις ποιότητας τις οποίες θέτει το έργο, αλλά και στους περιορισμούς τους οποίους θέτει η κάθε συσκευή προβολής (π.χ. ο προβολέας να δέχεται το ανάλογο aspect ratio). Όταν ένας δημιουργός επιλέγει να μεταφέρει το έργο του ως δείγμα σε κάποια διαδικτυακή πλατφόρμα προβολής (π.χ. YouTube, Vimeo), τότε αναγκαστικά ακολουθεί τις προδιαγραφές και τους περιορισμούς ποιότητας τους οποίους θέτει η εν λόγω πλατφόρμα και το Διαδίκτυο γενικότερα. Βέβαια, σήμερα πλέον, παρουσιάζεται το φαινόμενο το έργο να είναι κατώτερο σε χαρακτηριστικά σε σχέση με τις απαιτήσεις της διαδικτυακής πλατφόρμας προβολής, ειδικά αν έχει παραχθεί παλαιότερα, λόγω της εξέλιξης των μέσων καταγραφής,

Πρέπει να επισημάνουμε ένα χαρακτηριστικό το οποίο είναι ιδιαίτερα σημαντικό, τόσο στην ηλεκτρονική όσο και στην ψηφιακή εικόνα. Είναι η σχέση ανάμεσα στην καταγραφή της στο μέσο αποθήκευσης και στην αναπαράστασή της στα μέσα προβολής όπως είναι μια οθόνη, μια τυπωμένη εικόνα, μια προβολή σε επιφάνεια κ.λπ.

Για να γίνει κατανοητό, φέρνουμε ένα παράδειγμα: Ένας δημιουργός κάνει μια λήψη με μια βιντεοκάμερα. Επειδή δεν βλέπει καλά στο μόνιτορ, ανοίγει τη φωτεινότητά του. Στη συνέχεια, αναπαράγεται το βίντεο σε ένα άλλο μόνιτορ στο εργαστήριό του, στο οποίο, επειδή βρίσκεται σε σκοτεινό μέρος, έχει κατεβάσει τη φωτεινότητά του. Τελικά, προβάλλει την ίδια εικόνα με έναν προβολέα, ο οποίος είναι ρυθμισμένος όπως ορίζει η εταιρεία κατασκευής του. Παρατηρούμε ότι υπάρχουν τέσσερεις διαφορετικές εκδοχές φωτεινότητας της ίδιας εικόνας, και το ερώτημα που τίθεται είναι ποια είναι η σωστή;

Δεν υπάρχει δυνατότητα να καταλάβουμε αν είναι «σωστή» μια εικόνα μέσα από τη θέασή της από ένα μόνιτορ, εκτός εάν το έχουμε ρυθμίσει με βάση τα διεθνή στάνταρ, που θα δούμε παρακάτω. Γι' αυτόν

τον λόγο, υπάρχουν μηχανήματα μέτρησης τα οποία καθορίζουν αν η εικόνα έχει τη σωστή φωτεινότητα. Σήμερα, αυτό το σύστημα είναι ενσωματωμένο μέσα στο λογισμικό της επεξεργασίας βίντεο. Ονομάζεται Waveform monitor και παρουσιάζει μια απεικόνιση των κυματομορφών των διαφόρων χρωμάτων. Σε σχέση με το λογισμικό επεξεργασίας ψηφιακού βίντεο Adobe Premiere, η επιλογή βρίσκεται στο επάνω μέρος της οθόνης του τελικού αποτελέσματος (παράθυρο Program) του βίντεο (Εικόνα 7.11).



Εικόνα 7.11 *Waveform monitor μέσα από το Adobe Premiere.*

Για να υπάρχει μια σαφής εικόνα προς τον δημιουργό, τόσο στο παρελθόν στον χώρο του αναλογικού βίντεο (όπου η επεξεργασία της εικόνας ήταν πιο δύσκολη και ανεπαρκής) όσο και τώρα στο ψηφιακό βίντεο, υπάρχει μια παλέτα προσαρμοσμένη σε ένα καρέ του βίντεο η οποία παρουσιάζει τα βασικά χρώματα, καθώς και το μαύρο και το άσπρο. Με βάση αυτήν την παλέτα καρέ ρυθμίζονται όλα τα μηχανήματα τα οποία συντελούν σε μια ηλεκτρονική ή ψηφιακή οπτικοακουστική δημιουργία, από τις λήψεις μέχρι το μοντάζ, την επεξεργασία και την προβολή (π.χ. οθόνες, βίντεο, μαγνητοσκόπια). Συνήθως, αυτή η χρωματική παλέτα, την οποία ονομάζουμε *Μπάρες* (Bars) συνοδεύεται και από έναν ήχο, τον *τόνο* (Tone), ο οποίος είναι ακριβώς 1000 kHz σε 0 dB και ο οποίος επιτρέπει, αντίστοιχα, τη ρύθμιση του ήχου.

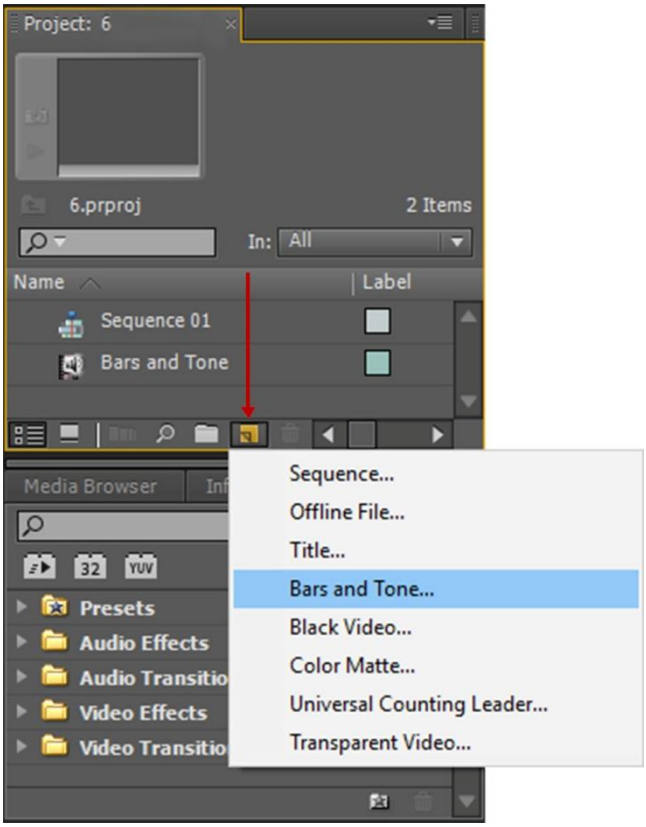
Ουσιαστικά το καρέ *Bars and Tone* είναι ένα στάνταρ το οποίο έχει δημιουργήσει ο διεθνής οργανισμός *Society of Motion Picture & Television Engineers* (SMPTE) για να υπάρξει ένας συντονισμός και, αντίστοιχα μια καλή επικοινωνία ανάμεσα στους μηχανισμούς επικοινωνίας και προβολής, αλλά και στους μηχανισμούς παραγωγής ενός ηλεκτρονικού ή ψηφιακού υλικού (στην περίπτωση την οποία μελετάμε, καλλιτεχνικού έργου). Η διαδικασία αυτή είναι απαραίτητη, λόγω της ιδιομορφίας της δομής του μέσου. Ένα ηλεκτρονικό ή ψηφιακό οπτικοακουστικό έργο δεν έχει μια αναλλοίωτη οντότητα, όπως είναι μια κινηματογραφική ταινία ή ένα γλυπτό. Εξαρτάται κάθε φορά αφενός μεν από τις ρυθμίσεις κατά την επεξεργασία και αφετέρου από τις ρυθμίσεις τις οποίες έχουν τα μηχανήματα της μεταβίβασης και της προβολής.

Το καρέ Bars and Tone παρουσιάζει στα δύο τρίτα της έκτασής του, επτά κάθετες μπάρες έντασης 75%, με χρώματα από αριστερά προς τα δεξιά: λευκό, κίτρινο, κυανό, πράσινο, ματζέντα, κόκκινο και μπλε, ενώ στο κάτω μέρος έχουν μαύρο και άσπρο. Με βάση αυτήν την εικόνα, το Waveform monitor, αν είναι σωστή η εικόνα, θα πρέπει να τοποθετήσει τη γραμμή του μαύρου πάνω στο 0 και το άσπρο πάνω στο 1.

Το καλύτερο για έναν νέο δημιουργό είναι να αφήνει τη ρύθμιση της κάμεράς του στο αυτόματο, εκτός αν υπάρχει συγκεκριμένος περιορισμός (π.χ. γρήγορες αλλαγές στον φωτισμό) και να ελέγξει με το Waveform monitor, όταν κάνει μοντάζ, τουλάχιστον τη φωτεινότητα του έργου και το κοντράστ, ρυθμίζοντας το άσπρο και το μαύρο.

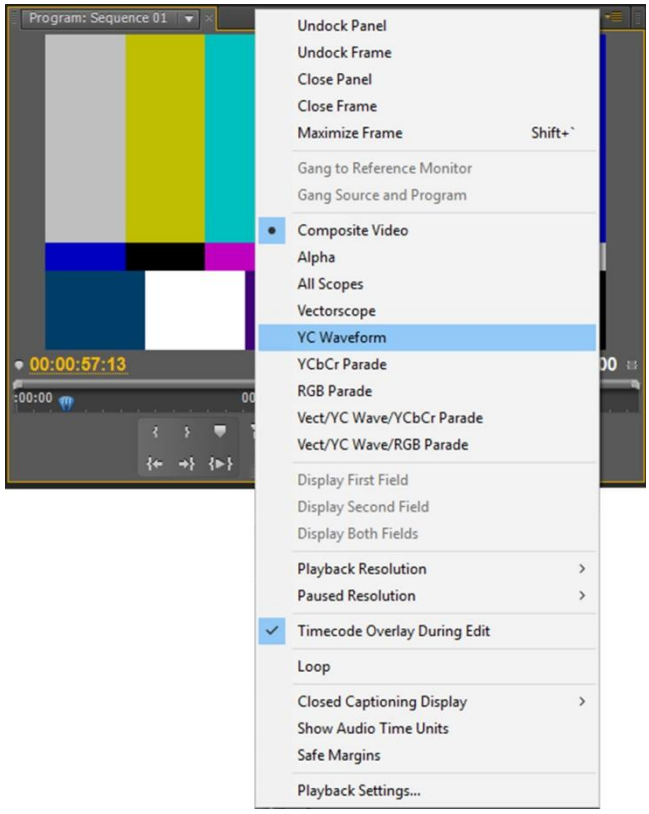
Στον ιστότοπο του SMPTE υπάρχουν πολλές τεχνικές και άλλες πληροφορίες για κάποιον ο οποίος θέλει, για τις παραγωγές των οπτικοακουστικών του έργων, να ακολουθήσει τα διεθνή πρότυπα.

Το λογισμικό επεξεργασίας βίντεο Adobe Premiere έχει ενσωματωμένο το Bars and Tone στην εντολή New Item η οποία βρίσκεται στη βάση του παραθύρου των σκηνών (κουμπί New Item → Bars and Tone…) (Εικόνα 7.12).



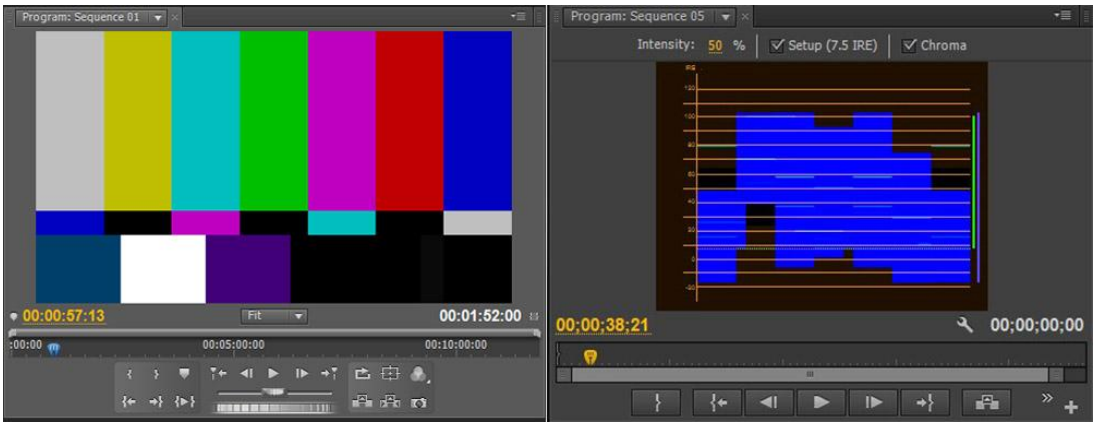
Εικόνα 7.12 *Η ενεργοποίηση του Bars and Tone στο Adobe Premiere*.

Το Waveform monitor βρίσκεται στο δεξί πάνω μέρος του παραθύρου του Program: Sequence και αναφέρεται σαν YC Waveform, ενώ για να επιστρέψει στην αρχική εικόνα βίντεο επιλέγεται το Composite Video (Εικόνα 7.13).



Εικόνα 7.13 *Η ενεργοποίηση της δυνατότητας YC Waveform μιας Sequence στο Adobe Premiere.*

Στην Εικόνα 7.14 φαίνεται η επεξεργασία της φωτεινότητας και της αντίθεσης της εικόνας με τη βοήθεια της απεικόνισης Bars and Tone.



Εικόνα 7.14 *Επεξεργασία της φωτεινότητας και της αντίθεσης της εικόνας με τη βοήθεια της απεικόνισης Bars and Tone.*

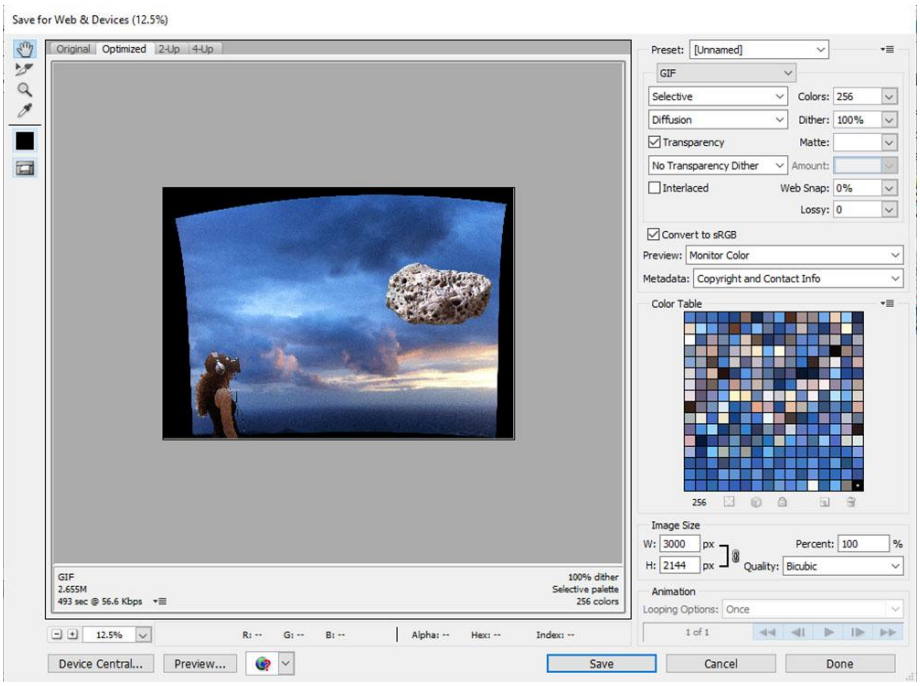
7.4.1.3 Συμπίεση και αποθήκευση bitmap εικόνας

Ένα σημαντικό στάδιο προσαρμογής της ψηφιοποιημένης εικόνας, ούτως ώστε να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του περιβάλλοντος προβολής, είναι αυτό της *συμπίεσης* (compression). Οι ασυμπίεστες εικόνες, ακίνητες (raw images) ή κινούμενες (raw video), καταλαμβάνουν πολύ χώρο στην αποθηκευτική μνήμη του υπολογιστή (μεγάλα μεγέθη αρχείων) και τα δεδομένα τους χρειάζονται πολύ χρόνο για να μεταδοθούν στο Διαδίκτυο. Έτσι, το λογισμικό και το υλισμικό τα οποία χρησιμοποιούνται για την απόκτηση, την αποθήκευση, την επεξεργασία και τη μετάδοση ψηφιακών εικόνων εφαρμόζουν αλγορίθμους *συμπίεσης με απώλειες πληροφορίας* (lossy compression). Στη συμπίεση με απώλειες πληροφορίας θυσιάζεται ένα ποσοστό

πληροφορίας από την εικόνα το οποίο δεν συνεισφέρει σημαντικά στην αντίληψή της από τον άνθρωπο, για χάρη της οικονομίας της πληροφορίας η οποία αποτελεί μια σημαντική παράμετρο στην κουλτούρα του υπολογιστή και του δικτύου. Η τεχνική αυτή στηρίζεται σε έναν *συμβιβασμό* (trade off) ανάμεσα στην ποιότητα της προκύπτουσας εικόνας και το μέγεθος του αρχείου – όσο μικρότερο είναι το μέγεθος ενός συμπιεσμένου αρχείου, τόσο πιο ορατές θα είναι οι οπτικές ατέλειες οι οποίες οφείλονται στη διαγραφή των πληροφοριών. Ανάλογα με τον βαθμό της συμπίεσης, οι ατέλειες αυτές μπορεί να είναι από ελάχιστα έως πολύ ορατές (π.χ. απώλειες αποχρώσεων ή μεγέθυνση των pixels). Για παράδειγμα, σε φωτορεαλιστικές εικόνες με πολλά χρώματα και αποχρώσεις ο υψηλός βαθμός συμπίεσης μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλη απώλεια ποιότητας, ενώ, αντίθετα, σε εικόνες με λίγα χρώματα, οι οποίες πλησιάζουν πιο πολύ στο σχέδιο, οι απώλειες δεν είναι τόσο αισθητές.

Αντίστοιχα με τους αλγορίθμους συμπίεσης με απώλειες, υπάρχουν και οι αλγόριθμοι *συμπίεσης χωρίς απώλειες πληροφορίας* (lossless compression). Η συμπίεση χωρίς απώλειες συνήθως δεν μειώνει σημαντικά το μέγεθος του αρχείου της εικόνας, συγκρινόμενη με τη συμπίεση με απώλειες. Ο τρόπος αυτός συμπίεσης επιλέγεται κυρίως όταν η εικόνα προορίζεται για εκτύπωση, ενώ για χρήση στο Διαδίκτυο, συνήθως επιλέγεται η συμπίεση με απώλειες.

Το Adobe Photoshop δίνει την επιλογή αποθήκευσης μιας εικόνας, ούτως ώστε να είναι κατάλληλη για μεταφορά στο Διαδίκτυο, μέσω της εντολής Save for Web & Devices (File – Save for Web & Devices) (βλέπε Εικόνα 7.15).



Εικόνα 7.15 *Η επιλογή Save for Web & Devices, μέσα από το Adobe Photoshop.*

Στην περίπτωση του βίντεο, η έννοια της συμπίεσης είναι δυνατή τόσο σε επίπεδο εικόνας (καρέ) (π.χ. ανεξάρτητη συμπίεση κάθε καρέ ξεχωριστά), όσο και σε επίπεδο ακολουθίας καρέ (π.χ. μείωση του frame rate ή αφαίρεση πλεοναζόντων καρέ[29]). Τα δύο επίπεδα συμπίεσης του βίντεο, σε επίπεδο καρέ και σε επίπεδο ακολουθίας καρέ, αναφέρονται ως *χωρική* και *χρονική συμπίεση* (spatial και temporal compression) αντίστοιχα.

[29] Για παράδειγμα, στην περίπτωση ενός δελτίου ειδήσεων όπου μιλάει κάποιος, πολλά διαδοχικά καρέ είναι σχεδόν όμοια μεταξύ τους, εκτός από το τμήμα του προσώπου του ομιλούντα το οποίο και μεταβάλλεται από το ένα καρέ στο άλλο.

Ο τρόπος με τον οποίο ψηφιοποιούνται, συμπιέζονται και αποθηκεύονται οι εικόνες ορίζει το format της εικόνας. Επίσης, το format της εικόνας ορίζει και την κατάληξη του αρχείου της εικόνας (π.χ. .jpeg ή .jpg για εικόνες κωδικοποιημένες κατά το πρότυπο JPEG).

Υπάρχουν *προτυποποιημένα μορφότυπα* (standard formats) (π.χ. JPEG, PNG για ακίνητες εικόνες και η σειρά MPEG για βίντεο), αλλά και *ιδιωτικά (ή ιδιοκτησιακά) μορφότυπα* (proprietary formats), τα οποία αναπτύσσονται από εταιρείες (π.χ. στο βίντεο το MOV της Apple, το WMV και το AVI της Microsoft ή το FLV της Adobe).

Το κάθε format καθορίζει το είδος χρήσης της εικόνας, ακίνητης ή κινούμενης. Για παράδειγμα, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στο Διαδίκτυο υιοθετούνται format κωδικοποίησης τα οποία επιτυγχάνουν υψηλή συμπίεση (π.χ. το JPEG για τις εικόνες και το MPEG-4 ή το FLV για τα βίντεο), έτσι ώστε να γίνεται πιο εύκολα το «downloading». Το Youtube υποστηρίζει τα ακόλουθα format βίντεο: MPEG4, MP4, AVI, WMV, .MPEGPS, FLV, 3GPP, WebM.

Το JPEG, το οποίο εφαρμόζει συμπίεση με απώλειες, επιτυγχάνει ίσως τον καλύτερο συμβιβασμό απώλειας πληροφορίας – ποιότητας, με αποτέλεσμα να αποτελεί το πιο διαδεδομένο format για αποθήκευση φωτορεαλιστικών εικόνων και αξιοποίησή τους στο Διαδίκτυο (π.χ. στα κοινωνικά δίκτυα) και γενικά σε διαδραστικές εφαρμογές.

Το PNG ακολουθεί συμπίεση χωρίς απώλειες και είναι πιο κατάλληλο για εικόνες οι οποίες βρίσκονται πιο κοντά στη λογική του σχεδίου ή του κειμένου. Επίσης, τα format TIFF, GIF, BMP αλλά και το PDF για κείμενα εφαρμόζουν συμπίεση χωρίς απώλειες.

Υπάρχουν format τα οποία δεν εφαρμόζουν συμπίεση, όπως το επεξεργάσιμο format του Photoshop (PSD), το WMF και το DXF, ενώ στο βίντεο το AVI.

Εκτός από τον βαθμό συμπίεσης, τα διάφορα formats καθορίζουν επιπλέον χαρακτηριστικά, όπως π.χ. τη δυνατότητα αφαίρεσης φόντου στο PNG, την ενσωματωμένη κίνηση στο GIF (το λεγόμενο animated GIFs) κ.ά.

Για αναλυτικές συγκρίσεις μεταξύ των format εικόνας και βίντεο βλέπε πληροφορίες στο σχετικό άρθρο της Wikipedia.

Επίσης, οι δημιουργοί που αξιοποιούν εικόνες σε διαδικτυακά έργα θα πρέπει να επιλέγουν αυτές τις παραμέτρους ποιότητας, οι οποίες οδηγούν στον καλύτερο δυνατό συμβιβασμό αισθητικής και τεχνολογικής αρτιότητας.

7.4.1.4 Δυνατότητες επεξεργασίας και διαχείρισης bitmap εικόνων

Υπάρχουν πλήθος εργαλείων επεξεργασίας bitmap εικόνων. Για τις ακίνητες εικόνες, ήδη αναφέραμε παραδείγματα από το Adobe Photoshop το οποίο είναι το πιο διαδεδομένο στους εικαστικούς καλλιτέχνες (βλέπε επίσης υποκεφάλαιο 7.5.1). Άλλα αντίστοιχα εμπορικά εργαλεία είναι το Microsoft Paint, το Corel PaintShop Pro, αλλά και ελεύθερα, όπως το Pixlr, ή το ανοικτού κώδικα, όπως το GIMP. Για την κινούμενη εικόνα δύο πολύ διαδεδομένα εργαλεία είναι το Adobe Premiere (το οποίο επίσης αναφέρθηκε παραπάνω, βλέπε επίσης υποκεφάλαιο 7.5.2) και το Final Cut για Mac. Το τελευταίο καιρό έχουν εμφανιστεί και άλλα ενδιαφέροντα όπως το HitFilm το οποίο ενσωματώνει στο ίδιο λογισμικό μοντάζ, *δημιουργία σύνθετων εικόνων* από πολλές πηγές (compositing), *ειδικά εφέ* (special effects) κ.ά.

Η αποθήκευση της πληροφορίας της bitmap εικόνας με βάση pixel επιτρέπει την επεξεργασία της με βάση τις ιδιότητες κάθε pixel ή ομάδων από pixel (π.χ. τροποποίηση ή αφαίρεση ολόκληρων χρωματικών περιοχών, ορισμός περιγραμμάτων αντικειμένων με στόχο την αφαίρεση του φόντου). Είναι, επίσης, δυνατή η εφαρμογή μιας σχετικής σειράς φίλτρων, τα οποία επιτυγχάνονται με τη βοήθεια των αλγορίθμων οι οποίοι επενεργούν στα pixels της εικόνας και της προσθέτουν εφέ, αλλοιώνοντας την όψη της (π.χ. η διαδικασία *θολώματος* (blurring) η οποία σε πολλές περιπτώσεις εξομαλύνει ατέλειες στην εικόνα ή η αντίστροφη διαδικασία *αύξησης της οξύτητας* της εικόνας (sharpening)) ή αναπτύσσουν διάφορα εφέ (π.χ. διαφοροποιήσεις της πληροφορίας χρώματος ή φωτεινότητας ώστε η εικόνα να μοιάζει να έχει δημιουργηθεί μέσω ζωγραφικής ή με σπρέι).

Η επεξεργασία μιας εικόνας με βάση φίλτρα δεν καλύπτεται στο παρόν βιβλίο. Ένας δημιουργός μπορεί πειραματιστεί με τα διάφορα εφέ, με βάση μια εικόνα, αλλάζοντας τις παραμέτρους και βλέποντας το αποτέλεσμα που προκύπτει. Μπορεί να ανακαλύψει το κατάλληλο εγχειρίδιο (σε μορφή εγγράφου ή βίντεο) το οποίο ταιριάζει στους πειραματισμούς του.

Μια άλλη ενδιαφέρουσα και ισχυρή εκφραστικά δυνατότητα είναι η οργάνωση της πληροφορίας μιας εικόνας σε layers, η οποία υποστηρίζεται από τα περισσότερα σύγχρονα εργαλεία επεξεργασίας και διαχείρισης ακίνητης και κινούμενης εικόνας (π.χ. τα εργαλεία της σουίτας Adobe Creative Suite όπως Photoshop / Premiere / Flash). Μάλιστα, σε πολλές περιπτώσεις είναι δυνατή η διατήρηση των layers κατά το πέρασμα μιας εικόνας από ένα λογισμικό σε ένα άλλο, όχι απαραίτητα της ίδιας σουίτας, όπως στην περίπτωση της Adobe Creative Suite (π.χ. η μηχανή ανάπτυξης παιχνιδιών Unity επιτρέπει, στο περιβάλλον του, την εισαγωγή μιας πολυεπίπεδης .psd εικόνας η οποία έχει δημιουργηθεί στο Photoshop και τη μετατροπή των στοιχείων της σε sprites).

Η τελική εικόνα προκύπτει από την υπέρθεση όλων των περιεχομένων των layers, πράγμα το οποίο επιτρέπει τον εμπλουτισμό μιας εικόνας με στοιχεία όπως κείμενο, γραφικά, ή στοιχεία από άλλες εικόνες (π.χ. συνδυασμός ενός αντικειμένου και ενός φόντου από δύο διαφορετικές εικόνες).

Η οργάνωση σε layers επιτρέπει την αποδόμηση μιας εικόνας σε διακριτά στοιχεία (όπου αυτό είναι δυνατό) και την περαιτέρω ανεξάρτητη διαχείρισή τους (π.χ. για τον μετασχηματισμό της εικόνας την ανάπτυξη κίνησης και διάδρασης ή τη σύνθεση μιας νέας εικόνας).

Η διαδικασία αυτή συναντάται και σε διαφορετικές ιστορικές περιόδους, τόσο της ακίνητης εικόνας (φρέσκο, αγιογραφία, αναγεννησιακή ζωγραφική), όσο και της κινούμενης εικόνας (κινούμενο σχέδιο με ζελατίνες).

Στο φρέσκο, οι βοηθοί του δημιουργού ζωγράφου αρχικά έφτιαχναν το φόντο. Στη συνέχεια, πάνω σε αυτό, αναπτύσσονταν οι φιγούρες ξεκινώντας από τα σκούρα σημεία, συνεχίζοντας με τα φωτεινά σημεία και καταλήγοντας με τις λεπτομέρειες. Το ίδιο συνέβαινε και στην αναγεννησιακή ζωγραφική.

Αυτή η τεχνοτροπία αξιοποιείται στην ψηφιακή εικόνα με την υιοθέτηση των layers με αντίστοιχες πρακτικές, οι οποίες έχουν άλλη ορολογία. Για παράδειγμα, οι λαζούρες[30] στην ψηφιακή εικόνα χαρακτηρίζονται από ένα layer με μικρή *αδιαφάνεια* (opacity), η τιμή της οποίας καθορίζεται με ποσοστά από 0% έως 100%.

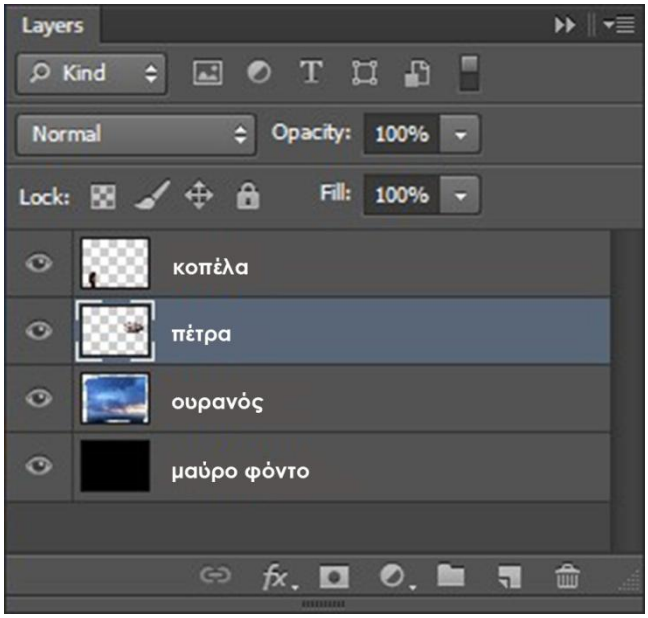
Σε σχέση με την κινούμενη εικόνα, η έννοια των διαφορετικών layers έχει αξιοποιηθεί στα πρώτα στάδια της μηχανικής εποχής του κινηματογράφου, στο κινούμενο σχέδιο. Στο κινούμενο σχέδιο χρησιμοποιούνται τουλάχιστον τρία layers, τα οποία μάλιστα τοποθετούνται σε διαφορετικά επίπεδα, ώστε να δημιουργείται βάθος πεδίου, ενώ τα μπροστινά layers, των διαφόρων αντικειμένων και φιγούρων, ζωγραφίζονται πάνω σε μια διαφανή επιφάνεια (ζελατίνα).

Αυτή ακριβώς η δομή υπάρχει στα συστήματα του ηλεκτρονικού και ψηφιακού μοντάζ (π.χ. στα λογισμικά Adobe Premiere και Apple Final cut), στην πρώτη γενιά λογισμικών ανάπτυξης διαδραστικών έργων (Adobe Director και Flash) αλλά και στα εξελιγμένα συστήματα τα οποία αξιοποιούνται στον συνδυασμό τρισδιάστατων γραφικών και ψηφιακού βίντεο (π.χ. Adobe After effects, λογισμικά για compositing).

Η σύνθετη εικόνα που παρουσιάστηκε στην αρχή του παρόντος κεφαλαίου (Εικόνα 7.1) δημιουργήθηκε με το Adobe Photoshop από στοιχεία άλλων εικόνων. Το Photoshop επιτρέπει την επιλογή ενιαίων χρωματικών περιοχών σε μια εικόνα και την αφαίρεση αυτών με λειτουργία delete. Έτσι, στις αρχικές εικόνες της κοπέλας και της πέτρας, εφαρμόστηκε αυτή η τεχνική για να αφαιρεθεί το φόντο (Εικόνα 7.16). Οι εικόνες αυτές μπορούν να αποθηκευτούν σε format το οποίο διατηρεί τη διαφάνεια (π.χ. PSD ή PNG). Στη συνέχεια, από τις δύο αυτές εικόνες, επιλέχθηκαν τα στοιχεία (κοπέλα και πέτρα αντίστοιχα) και ενσωματώθηκαν σε layers της νέας εικόνας με λειτουργίες copy-paste. Τελικά, τα επιμέρους στοιχεία της σύνθετης εικόνας (μαύρο φόντο, κοπέλα, ουρανός, πέτρα) οργανώθηκαν σε 4 layers, έτσι ώστε να είναι δυνατή η ανεξάρτητη διαχείρισή τους, τόσο στο Photoshop, όσο και σε άλλα λογισμικά (π.χ. Adobe Flash ή Unity). Στην Εικόνα 7.17 απεικονίζεται αυτή η οργάνωση σε layers (δεν συμπεριλαμβάνεται το φόντο καθώς μπορεί εύκολα να αναπαραχθεί).

[30]Χρώμα πολύ αραιό το οποίο μπαίνει πάνω από μια χρωματική επιφάνεια και είναι διαφανές.

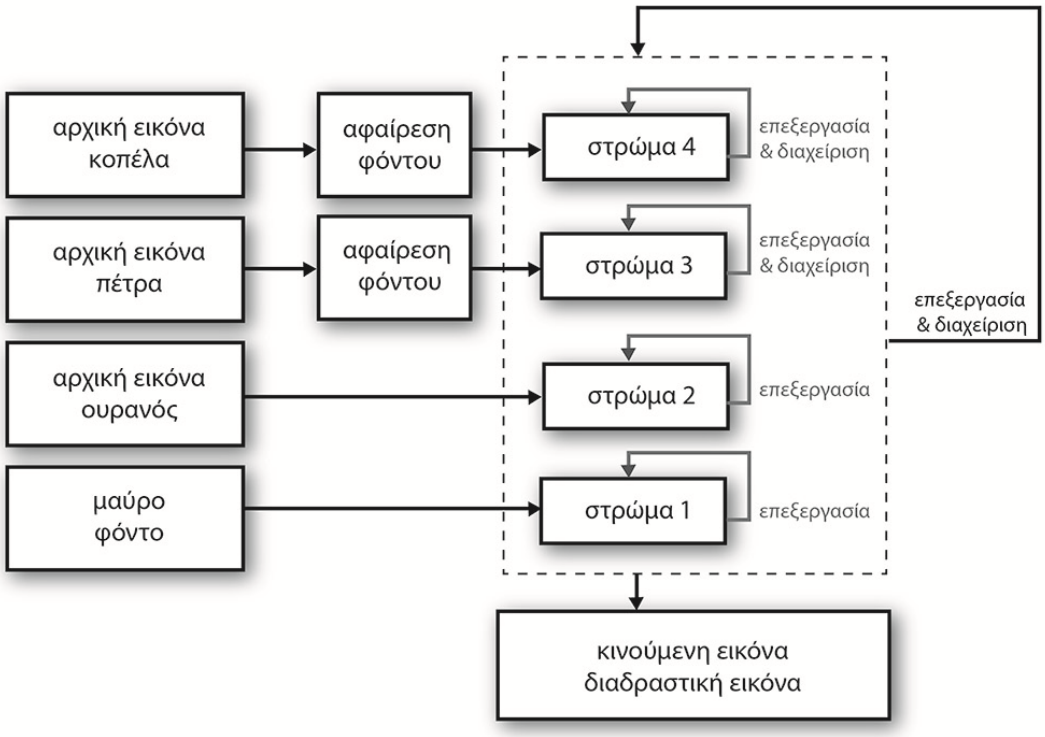
Εικόνα 7.16 *Οι εικόνες από τις οποίες απομονώθηκαν τα επιμέρους στοιχεία: η κοπέλα, ο ουρανός και η πέτρα.*



Εικόνα 7.17 *Η οργάνωση των στοιχείων της εικόνας με βάση layers στο Photoshop.*

Όταν ολοκληρώνονται οι ενέργειες της σύνθεσης, ο δημιουργός μπορεί να αποθηκεύσει την εικόνα που προκύπτει σε format κατάλληλο, αναλόγως με τη μετέπειτα αξιοποίησή της. Αν επιθυμεί να την επεξεργαστεί περαιτέρω μπορεί να την αποθηκεύσει στο format του Photoshop, το .psd, το οποίο επιτρέπει τη συνέχιση της επεξεργασίας από το σημείο που έγινε η τελευταία αποθήκευση και μεταφορά των layers σε άλλα εργαλεία για περαιτέρω διαχείριση.

Συνολικά, η ροή εργασίας η οποία ακολουθείται για την ανάπτυξη της σύνθετης εικόνας και την ανεξάρτητη διαχείριση κάθε layer φαίνεται στο Σχήμα 7.1.



Σχήμα 7.1 *Ροή εργασίας για τον μετασχηματισμό της Εικόνας 7.4.*

Αξίζει να επισημανθεί η έννοια της διαχείρισης σε αντιδιαστολή με την έννοια της επεξεργασίας. Η επεξεργασία αναφέρεται στη διαμόρφωση του υλικού της εικόνας, πράγμα το οποίο επηρεάζει τη μορφή της. Η διαχείριση αναφέρεται στην οργάνωση και αποθήκευση της δομής της εικόνας με τέτοιον τρόπο, ώστε να είναι δυνατές μετέπειτα σειρές ενεργειών στην ίδια εικόνα ή σε στοιχεία της. Ένας τρόπος διαχείρισης μιας εικόνας είναι η αποδόμησή της σε επιμέρους επαναχρησιμοποιήσιμα στοιχεία και η αποθήκευση αυτών είτε σε ξεχωριστά format εικόνων είτε σε layers της ίδιας εικόνας. Τα στοιχεία αυτά μπορούν να οργανώνονται σε μια δομή μνήμης (π.χ. βάση δεδομένων) και να ανακαλούνται, όταν αυτό απαιτείται, ούτως ώστε να ενσωματωθούν σε άλλες εικόνες ή να αξιοποιηθούν για την ανάπτυξη διαλόγου με άλλα στοιχεία (π.χ. ήχους, κείμενο, ένα περιβάλλον παιχνιδιού με φυσικές ιδιότητες) ή με τον επισκέπτη (προγραμματισμός διάδρασης). Έτσι, η ψηφιακή εικόνα αποτελεί μια αρθρωτή δομή η οποία μπορεί να αξιοποιείται με πολλαπλούς τρόπους στο ψηφιακό περιβάλλον. Ο κάθε δημιουργός μπορεί να αναπτύσσει τη δική του βάση δεδομένων από στοιχεία εικόνων και να τα συνθέτει [7].

Η οργάνωση των στοιχείων μιας εικόνας σε layers ορίζει επίπεδα βάθους, αντίστοιχα με τον ορισμό της σειράς των layers. Ένα στοιχείο βρίσκεται πάντα πιο μπροστά από άλλα με μικρότερο επίπεδο βάθους. Το επίπεδο βάθους αναφέρεται συχνά και ως z-index (π.χ. στο λογισμικό Unity ή στην HTML5).

Η δυνατότητα οργάνωσης των στοιχείων μιας εικόνας σε layers επιτρέπει τη δημιουργία *μάσκας* (mask) πάνω στην εικόνα. Είναι η δυνατότητα να κρύβουμε και να αποκαλύπτουμε τμήματα της εικόνας, με βάση μια περιοχή οποιουδήποτε κλειστού σχήματος (π.χ. τετράγωνο, κύκλος, πολύγωνο), η οποία προβάλλεται πάνω στην εικόνα. Η μάσκα λειτουργεί σαν παράθυρο: αποκαλύπτει μόνο το μέρος της εικόνας το οποίο περιέχεται στην περιοχή της μάσκας, ενώ κρύβει το υπόλοιπο. Στην Εικόνα 7.18, η οποία αποτελείται από 2 layers (ουρανός, πέτρα), αριστερά εφαρμόστηκε μάσκα γραμμάτων (λέξη ουρανός) στην εικόνα του ουρανού. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να φανεί το layer της πέτρας μέσα από τα γράμματα. Το τμήμα της εικόνας του ουρανού που «κόπηκε» από τη μάσκα των γραμμάτων μετακινήθηκε δεξιά.

Σημειώνεται ότι τόσο το layer της μάσκας, όσο και το layer της εικόνας μπορεί να είναι κινούμενα ή να μεταβάλλονται, είτε με προκαθορισμένο τρόπο είτε μέσω διάδρασης (π.χ. σε περιβάλλοντα τα οποία διαχειρίζονται διαδράσεις όπως το Flash).

Εικόνα 7.18 *Εφαρμογή μάσκας σε εικόνα.*

Η τεχνική της μάσκας μπορεί να εφαρμοστεί με τα περισσότερα εργαλεία επεξεργασίας και διαχείρισης εικόνων, όπως τα εργαλεία της Adobe και έχει χρησιμοποιηθεί κατά κόρον στη διαφήμιση για τη δημιουργία εφέ.

Η κινούμενη μάσκα αξιοποιείται στην τεχνική αφαίρεσης φόντου από ένα κινούμενο στοιχείο (π.χ. ανθρώπινος χαρακτήρας) και συνδυασμού του με άλλο στοιχείο φόντου, η οποία είναι γνωστή ως color key (ή chroma key). Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται συχνά σε δελτία ειδήσεων ή καιρού, όπου ο παρουσιαστής στέκεται μπροστά σ' ένα πλάνο από μια πόλη, μια λεωφόρο ή έναν χάρτη, ενώ στην πραγματικότητα τα γυρίσματα γίνονται σε μονόχρωμο φόντο. Αρχικά, για το χρώμα του φόντου χρησιμοποιούνταν το μπλε χρώμα (γι' αυτό η τεχνική αυτή αναφερόταν ως blue screen), ενώ στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον ένα ανοικτό πράσινο χρώμα (green screen) γιατί είναι ένα χρώμα το οποίο δεν συναντάται εύκολα σε ρούχα, σε αντίθεση με το μπλε. Σήμερα, πλέον, χρησιμοποιούνται όλα τα χρώματα.

Δείτε το σχετικό άρθρο της Wikipedia σχετικά με την τεχνική chroma key. Επίσης, δείτε το κεφάλαιο 1, υποκεφάλαιο 1.5.1: *Η πορεία της ηλεκτρονικής προς την ψηφιακή καταγραφή*.

Η διαδικασία της ανάπτυξης σύνθετων εικόνων (ακίνητων ή κινούμενων), μέσω της υπέρθεσης οπτικών στοιχείων προερχόμενων από διαφορετικές πηγές, ονομάζεται compositing και επιτυγχάνεται με εξειδικευμένα λογισμικά, όπως τα εργαλεία της Adobe Photoshop και After Effects, το Final Cut Pro της Apple κ.ά. Περισσότερα στοιχεία περιλαμβάνονται στο υποκεφάλαιο 7.5. Επίσης, ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει σε εξειδικευμένα βιβλία όπως τα [8] και [2]. Η πλήρης ανάπτυξη του compositing, ως καλλιτεχνικής διαδικασίας, υπερβαίνει τους στόχους αυτού του βιβλίου, το οποίο εστιάζει κυρίως στην διαχείριση μιας εικόνας με στόχο την ανάπτυξη διάδρασης.

Η τεχνική της μάσκας τα τελευταία χρόνια αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς εντάσσεται στην τεχνική του projection mapping. Η τεχνική του projection mapping αφορά την προβολή της εικόνας (ακίνητης ή κινούμενης), ακόμα και εκτός της οθόνης, πάνω σε αντικείμενα ή επιφάνειες οποιουδήποτε σχήματος. Πρόσφατα έχουν κάνει την εμφάνισή τους εξειδικευμένα εργαλεία projection mapping, όπως το VPT7, το οποίο διαθέτει ειδικό *συντάκτη μάσκας* (mask editor). Το εργαλείο αυτό παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο κεφάλαιο 10: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στον συνδυασμό ή στη διαχείριση της εικόνας και του ήχου*, σε σχέση με τις δυνατότητες διαχείρισης της εικόνας σε συνδυασμό και με άλλα στοιχεία, κυρίως τον ήχο.

Όπως προαναφέρθηκε, η κινούμενη εικόνα (βίντεο ή κινούμενα γραφικά) είναι στην ουσία μια ακολουθία από εικόνες (καρέ). Η επεξεργασία και διαχείριση είναι δυνατή τόσο σε χωρικό επίπεδο (επίπεδο καρέ), όσο και σε χρονικό επίπεδο (επίπεδο τμημάτων καρέ).

7.4.2 Διανυσματικές εικόνες

Οι διανυσματικές εικόνες είναι εικόνες οι οποίες δεν αποθηκεύονται ως πλέγματα από pixels, αλλά με βάση *στοιχειώδη γεωμετρικά στοιχεία* (geometry primitives) (όπως σημεία, γραμμές, καμπύλες, βασικά σχήματα ή πολύγωνα) και τις μαθηματικές σχέσεις μεταξύ τους. Η αναπαράσταση των στοιχείων αυτών, καθώς και όλες οι λειτουργίες στα διανυσματικά γραφικά, βασίζονται σε διανύσματα (ή μονοπάτια), τα οποία συνδέουν σημεία στον χώρο. Τα σημεία αυτά ονομάζονται *σημεία ελέγχου* (control points) ή *κόμβοι* (nodes). Αυτός ο

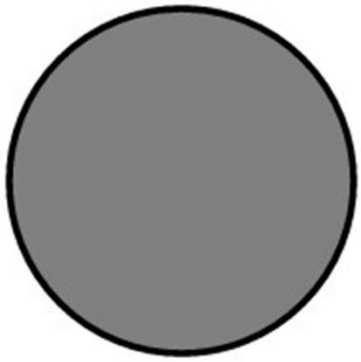
τρόπος αναπαράστασης επιτρέπει τον ορισμό ιδιοτήτων της εικόνας (π.χ. χρώμα και πάχος γραμμής, χρώμα γεμίσματος), χωρίς να αυξάνει το μέγεθος του αρχείου καθώς όλη αυτή η πληροφορία ενσωματώνεται στη δομή του αρχείου, το οποίο περιγράφει πώς πρέπει να σχεδιαστεί το γραφικό.

Για παράδειγμα, ο σχεδιασμός ενός κύκλου με μαύρο περίγραμμα και γκρι γέμισμα, με βάση το ανοικτό, διαδικτυακό πρότυπο διανυσματικών γραφικών Scalable Vector Graphics (SVG) δημιουργείται προγραμματιστικά ως εξής (Αλγόριθμος 7.1):

```
<svg width="800" height="800">
<circle cx="400" cy="400" r="100" stroke="black" stroke-width="4" fill="grey" />
</svg>
```

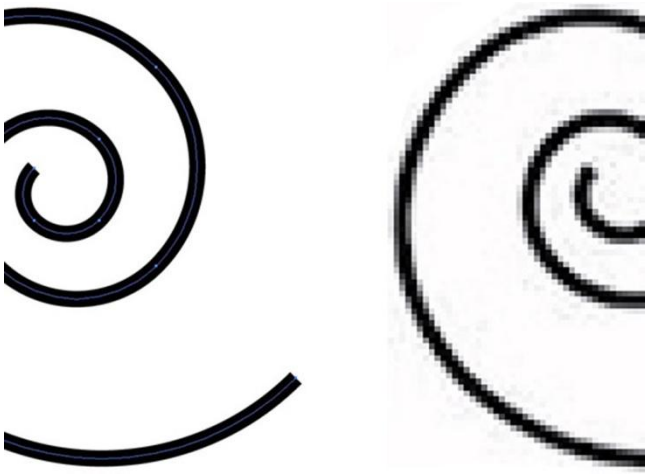
Αλγόριθμος 7.1 *Σχεδιασμός κύκλου με βάση το πρότυπο διανυματικού σχεδιασμού SVG.*

Στο πρόγραμμα αυτό δίνεται το *πλάτος* (width) και το *ύψος* (height) του καμβά στον οποίο θα σχεδιαστεί το σχήμα, η πληροφορία ότι πρόκειται για κύκλο (circle), οι συντεταγμένες του κέντρου του κύκλου (cx, cy), το μήκος της ακτίνας του (r=100) καθώς και πληροφορίες για τον χρωματισμό του: περίγραμμα (stroke) και γέμισμα (fill). Ο κύκλος που προκύπτει φαίνεται στην Εικόνα 7.19. Ο αναγνώστης μπορεί, επίσης, να ανατρέξει στον on-line editor του W3Schools, όπου μπορεί να πειραματιστεί επιτόπου.



Εικόνα 7.19 *Ο κύκλος του Αλγόριθμου 7.1.*

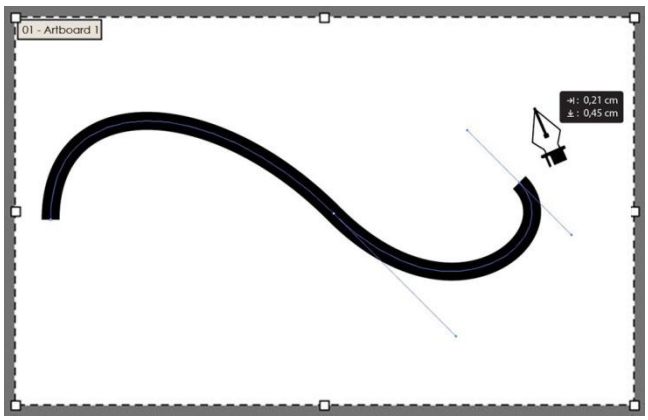
Οι διανυσματικές εικόνες έχουν μια ιδιαίτερα σημαντική ιδιότητα η οποία αξιοποιείται κυρίως σε διαδραστικά έργα, αλλά και σε λογισμικά για τη δημιουργία των εντύπων: είναι ανεξάρτητες από την ανάλυση και, επομένως, όσο και να τις μεγαλώσουμε, ή να τις μικρύνουμε δεν χάνουν την ευκρίνειά τους (δεν εμφανίζονται τα pixels μεγεθυμένα) (βλέπε Εικόνα 7.20 αριστερά), σε αντίθεση με τις bitmap εικόνες. Όμως, το μειονέκτημά τους είναι ότι συχνά παρουσιάζουν μεγαλύτερη πολυπλοκότητα επεξεργασίας, σε σχέση με τις bitmap, διότι, κάθε φορά που επιτελείται μια λειτουργία (π.χ. αλλαγή οπτικής γωνίας, αλλαγή μεγέθους ή θέσης), πρέπει να επανασχεδιαστεί κάθε σημείο και κάθε συνδετικό μονοπάτι στην οθόνη, σε αντίθεση με τις bitmap γραφικά εικόνες όπου ανανεώνονται οι τιμές των pixel. Βέβαια, αυτό εξαρτάται συνδυαστικά από όλα τα χαρακτηριστικά της εικόνας. Η πρόσφατη αναβάθμιση των καρτών γραφικών εξαλείφει σταδιακά και αυτό το πρόβλημα.



Εικόνα 7.20 *Εικόνα vector (αριστερά) και εικόνα bitmap (δεξιά).*

Ο σχεδιασμός των διανυσματικών γραφικών μπορεί να γίνει, εξ αρχής, είτε μέσω απευθείας σύνταξης κώδικα (όπως στον Αλγόριθμο 7.1), είτε μέσω σχεδιαστικών προγραμμάτων τα οποία παρέχουν εργαλεία χειρισμού μέσα από οπτικά στοιχεία (π.χ. μενού, εικονικά εργαλεία).

Η πλατφόρμα Adobe Creative Suite παρέχει το πρόγραμμα Illustrator, ένα από τα διαδεδομένα εργαλεία σχεδιασμού διανυσματικών γραφικών. Στην Εικόνα 7.21 απεικονίζεται ένα στιγμιότυπο σχεδιασμού μέσα από το περιβάλλον του Adobe Illustrator. Είναι ορατά τα σημεία ελέγχου και οι συντεταγμένες του εκάστοτε σημείου στο οποίο τοποθετείται το εικονικό εργαλείο. Άλλα σχεδιαστικά εργαλεία διανυσματικών γραφικών είναι το CorelDRAW, και το Inkscape, το οποίο είναι ανοικτού κώδικα, κ.ά. Κάθε ένα από τα εργαλεία αυτά, ειδικά αυτά που είναι εμπορικά, παράγουν εικόνες σε ιδιωτικά format (π.χ. το .ai του Illustrator ή το .dxf του Autocad), αλλά υποστηρίζουν και μετατροπές σε άλλα μορφότυπα, κυρίως προτυποποιημένα (π.χ. το SVG).



Εικόνα 7.21 *Στιγμιότυπο σχεδιασμού μέσα από το περιβάλλον του Adobe Illustrator.*

Το λογισμικό για την κινούμενη εικόνα το οποίο αξιοποίησε σημαντικά τις διανυσματικές εικόνες, δημιουργώντας μάλιστα ένα αισθητικό κίνημα στη δεκαετία του ‘90, στον χώρο του Διαδικτύου, ήταν το Adobe Flash. Το λογισμικό αυτό, συνδυάζει εργαλεία δημιουργίας διανυσματικών εικόνων, ενώ δέχεται bitmap εικόνες και παρέχει δυνατότητες διαχείρισής τους ως διανυσματικές (αφού γίνει η σχετική μετατροπή). Επίσης, παρέχει εργαλεία αυτόματης ανάπτυξης κινήσεων πάνω στα διανυσματικά γραφικά αλλά και στις bitmap εικόνες, ενώ ενσωματώνει ένα πλήρες προγραμματιστικό περιβάλλον για την ανάπτυξη διάδρασης. Το Flash στην ουσία είναι ένα πρόγραμμα το οποίο συγκεντρώνει όλη τη γενεαλογία της εικόνας:

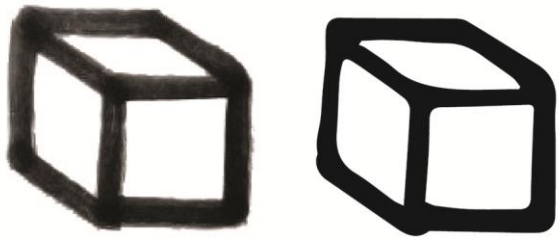
φωτογραφική εικόνα ή ζωγραφισμένη εικόνα με bitmap, διανυσματική εικόνα, κινούμενη εικόνα, διαδραστική εικόνα. Στο κεφάλαιο 10: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στον συνδυασμό ή στη διαχείριση της εικόνας και του ήχου*, ο αναγνώστης μπορεί να δει περισσότερα στοιχεία για το σημαντικό αυτό εργαλείο, σε σχέση και με τη διαχείριση εικόνας-ήχου.

Ο όρος vector graphics χρησιμοποιείται κυρίως για δισδιάστατες εικόνες και γραφικά, παρόλο που και τα τρισδιάστατα γραφικά (π.χ. OpenGL), αναπαρίστανται επίσης με βάση τρισδιάστατα στοιχειώδη γεωμετρικά στοιχεία, όπως 3D σημεία, και πολύγωνα τα οποία συνδέουν αυτά τα σημεία και δημιουργούν τις επιφάνειες. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι τρισδιάστατες εικόνες, παρόλο που οντολογικά θα μπορούσαν να ενταχθούν στις διανυσματικές εικόνες, εν τούτοις διαφοροποιούνται σημαντικά ως προς τις τεχνικές επεξεργασίας και διαχείρισης, και ως εκ τούτου, εξετάζονται ξεχωριστά στο κεφάλαιο 8: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στις νέες εικόνες (τρισδιάστατα γραφικά)*.

7.4.2.1 Η συνδυαστική διαχείριση εικόνων bitmap και vector

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η δυνατότητα μετατροπής μιας εικόνας bitmap σε vector και η περαιτέρω επεξεργασία της, σαν να είχε δημιουργηθεί εξολοκλήρου με τη μέθοδο των διανυσματικών γραφικών. Αυτή η λειτουργία επιτρέπεται στα περισσότερα εργαλεία χειρισμού διανυσματικών γραφικών (π.χ. Adobe Illustrator, Adobe Flash, CorelDraw), καθώς και από διάφορα online εργαλεία. Σημειώνεται ότι η εικόνα η οποία προκύπτει από τη μετατροπή δεν είναι πάντα όμοια με την αρχική. Αυτό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις παραμέτρους μετατροπής, από τον αλγόριθμο ο οποίος εκτελεί τη μετατροπή, αλλά και από τη φύση της αρχικής εικόνας. Για παράδειγμα, η μετατροπή μιας φωτορεαλιστικής εικόνας σπάνια οδηγεί σε μια διανυσματική εικόνα όμοια με την αρχική (Εικόνα 7.22) και αν γίνει αυτό, προκύπτει μια πολύπλοκη εικόνα η οποία είναι απαιτητική σε μνήμη και υπολογιστικούς πόρους. Αντιθέτως, από τη μετατροπή μιας bitmap εικόνας, η οποία είναι πιο κοντά σε σχέδιο (ζωγραφική, καρτούν), σε vector είναι δυνατό να προκύψει μια εικόνα πλησιέστερη στην αρχική (Εικόνα 7.23).

Εικόνα 7.22 *Παράδειγμα μετατροπής φωτορεαλιστικής εικόνας από bitmap σε vector*.



Εικόνα 7.23 *Παράδειγμα μετατροπής εικόνας τύπου σχεδίου από bitmap σε vector.*

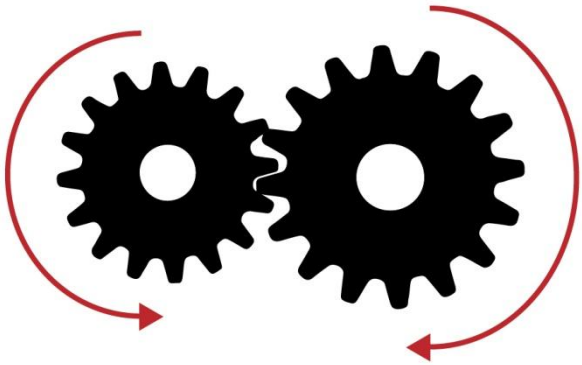
Μια άλλη ενδιαφέρουσα και ισχυρή εκφραστικά δυνατότητα είναι η ανάμειξη και ο συνδυαστικός χειρισμός bitmap και vector εικόνων (π.χ. υπέρθεση γραμμών ή επεξηγηματικού κειμένου πάνω σε μια bitmap εικόνα, ένας κινούμενος διανυσματικός χαρακτήρας πάνω σε ένα bitmap φόντο). Η δυνατότητα αυτή παρέχεται με βάση την οργάνωση της πληροφορίας σε layers, και υποστηρίζεται από πολλά σύγχρονα εργαλεία διαχείρισης vector και bitmap εικόνων όπως το Flash (Εικόνα 7.24).

Εικόνα 7.24 *Παράδειγμα ανάμειξης bitmap και vector εικόνας.*

Όπως στις bitmap εικόνες, έτσι και στις vector, η οργάνωση των επιμέρους στοιχείων σε layers επιτρέπει τόσο τον ανεξάρτητο χειρισμό τους, όσο και την ανεξάρτητη αποθήκευσή τους με στόχο τη μεταφορά τους σε άλλα περιβάλλοντα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η δυνατότητα μεταφοράς μιας εικόνας με layers από το Photoshop (ένα εργαλείο επεξεργασίας bitmap εικόνων) ή από το Illustrator (ένα εργαλείο επεξεργασίας vector εικόνων) στο Flash (ένα εργαλείο ανάπτυξης και διαχείρισης μεικτών εικόνων). Το Flash διατηρεί τα layers του Photoshop και επιτρέπει τον χειρισμό των στοιχείων της εικόνας με διαφορετικό τρόπο ανά layer, ως προς την ανάπτυξη κίνησης και περιστροφής, τη μεταβολή της θέσης ή του μεγέθους, την απόδοση συμπεριφορών μέσω προγραμματισμού και γενικά την ανάπτυξη διαλόγου μεταξύ των στοιχείων της εικόνας αλλά και με τον επισκέπτη στα διαδραστικά έργα.

Στην Εικόνα 7.25 φαίνεται το αποτέλεσμα της μετατροπής ενός στοιχείου γραναζιού από bitmap σε vector, μέσα από το Flash. Το στοιχείο αυτό αναπαράγεται εκ νέου και ο κλώνος του εισάγεται σε ένα διαφορετικό layer, όπου αυξάνεται το μέγεθός του με λειτουργία *αλλαγής κλίμακας* (scale). Στη συνέχεια, με το κατάλληλο εργαλείο αυτόματης ανάπτυξης κίνησης του Flash (motion tween)[31] τα δύο γρανάζια τίθενται σε κίνηση, ενώ τελικά η κινούμενη αυτή εικόνα αποθηκεύεται στο format animated GIF (στην ηλεκτρονική έκδοση του παρόντος βιβλίου ενσωματώνεται η κινούμενη εικόνα, ενώ εδώ παρουσιάζεται περιγραφικά).

[31] Το εργαλείο motion tween του Flash αναλύει την κίνηση με τεχνικές *παρεμβολής* (interpolation) και δημιουργεί αυτόματα μια σειρά από καρέ, τοποθετώντας το σχεδιαστικό αντικείμενο σε όλες τις ενδιάμεσες θέσεις της κίνησης.



Εικόνα 7.25 *Παράδειγμα μετασχηματισμού bitmap εικόνας σε vector και ανεξάρτητου χειρισμού των στοιχείων του κάθε στρώματος. Μετατροπή της κινούμενης εικόνας στο bitmap format, animated GIF.*

Στο παραπάνω παράδειγμα με τα γρανάζια, αξίζει να επισημάνουμε τη διαχείριση των στοιχείων της εικόνας με διανυσματικό τρόπο για την ανάπτυξη της κίνησης και την *εξαγωγή* της (export) σ' ένα bitmap μορφότυπο (animated GIF). Επίσης, συχνά, διανυσματικές ακίνητες εικόνες εξάγονται σε bitmap format όπως PNG, όπου επιλέγονται οι κατάλληλες παράμετροι (π.χ. ανάλυση). Έτσι, από μία vector εικόνα είναι δυνατό να παραχθούν διαφορετικά στιγμιότυπα εικόνων bitmap.

Συχνά, οι νέοι δημιουργοί δημιουργούν ζωγραφικά σχέδια τα οποία θέλουν να επεξεργαστούν ψηφιακά ή να τα εντάξουν σε άλλες ψηφιακές δομές. Το πέρασμα ενός τέτοιου έργου σε ψηφιακή μορφή είναι δυνατό είτε μέσω σάρωσης είτε μέσω φωτογράφισης. Η απόφαση για αποθήκευση και επεξεργασία αυτών των σχεδίων είτε ως bitmap είτε ως vector, εξαρτάται από τη φύση της εικόνας (αν είναι πιο κοντά σε σχέδιο, επιλέγεται η vector μορφή, ενώ, αν είναι πιο κοντά σε φωτογραφία ή ρεαλιστική αναπαράσταση, επιλέγεται η bitmap αποθήκευση).

Στις vector εικόνες, είναι δυνατή η εφαρμογή φίλτρων, όπως και στις bitmap εικόνες, με τη βοήθεια αλγορίθμων οι οποίοι όμως επενεργούν σε επίπεδο σημείου ή γραμμής και όχι pixel. Στο σχετικό άρθρο της Wikipedia ο αναγνώστης μπορεί να πληροφορηθεί σχετικά με τα φίλτρα που εφαρμόζονται στα svg γραφικά.

Εκτός από τα format τα οποία έχουν αναφερθεί ήδη (το προτυποποιημένο svg, το .ai του Illustrator και το .swf του Flash, ή το .dxf του Autocad), άλλα γνωστά format διανυσματικών γραφικών είναι το .pdf του Adobe Acrobat για κείμενα, το .eps για εκτυπώσεις, το .ppt του Microsoft PowerPoint για παρουσιάσεις, κ.ά.

Για μια συγκεντρωτική μελέτη των bitmap και vector format ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στο σχετικό άρθρο της Wikipedia. Στο Διαδίκτυο υπάρχει πλήθος πληροφοριών σχετικά με τα format της εικόνας, ειδικά στα *αρχεία τεκμηρίωσης* (help) των προγραμμάτων επεξεργασίας και διαχείρισης.

7.5 Η διαχείριση της εικόνας στο animation και τα παιχνίδια

Η δυνατότητα αποδόμησης μιας δισδιάστατης εικόνας σε επιμέρους στοιχεία (τόσο bitmap, όσο και vector) και συνδυασμού των στοιχείων αυτών σε νέες εικόνες, πολλών layers, έχει αξιοποιηθεί κατά κόρον στην ανάπτυξη δισδιάστατων κινούμενων εικόνων (animations) αλλά και διαδραστικών παιχνιδιών.

Στην ορολογία του animation, ένα στοιχείο εικόνας ονομάζεται sprite. Ένα sprite μπορεί να δημιουργείται εξ αρχής ή να προέρχεται από την αποδόμηση μιας bitmap ή vector εικόνας, κινούμενης ή ακίνητης (π.χ. ένα στοιχείο εικόνας σε διάφανο φόντο, ένα σχέδιο ή ένα γραφικό φτιαγμένο στον υπολογιστή, μια αλληλουχία καρέ η οποία δίνει την αίσθηση ενός κινούμενου στοιχείου, όπως το γρανάζι της Εικόνας 7.25). Ανάλογα με το αν ένα sprite εμπεριέχει την έννοια της κίνησης ή όχι χαρακτηρίζεται ως κινούμενο ή ακίνητο.

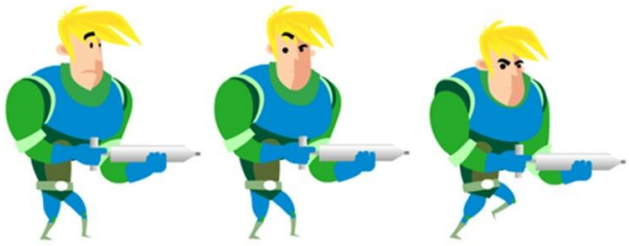
Μια σειρά παλιών δισδιάστατων παιχνιδιών αναπτύχθηκε με παρόμοιες τεχνικές, όπως το *Dragon's Lair* (1983), το *Super Mario Bros* (1985), το *Space Quest I* (1986), *The Ultimate Warrior* (1987), το *Prince of Persia* (1989), κ.ά.

Με την έντονη χρήση του Flash, άρχισαν να εντάσσονται τα διανυσματικά γραφικά στην κατασκευή των δισδιάστατων παιχνιδιών.

Τα τελευταία χρόνια, αναβιώνουν τα δισδιάστατα παιχνίδια παρόμοιας αισθητικής και έτσι οι τεχνικές με βάση τα sprites ενσωματώνονται στις σύγχρονες μηχανές κατασκευής παιχνιδιών (π.χ. Unity, Unreal).

Η ροή εργασίας η οποία ακολουθείται, σε επίπεδο δημιουργίας, επεξεργασίας και διαχείρισης της εικόνας είναι η εξής:

- Σχεδιασμός των στοιχείων του περιβάλλοντος, κινουμένων και ακίνητων. Εδώ περιλαμβάνονται ακίνητες bitmap εικόνες φόντου, καθώς και ακίνητα ή κινούμενα bitmap ή vector sprites τα οποία θα οργανωθούν σε διαφορετικά layers δημιουργώντας την αίσθηση του βάθους (π.χ. δέντρα, κτίρια, οχήματα). Συνήθως, εφαρμόζεται στα στοιχεία αυτά η τεχνική του parallax scrolling. Με βάση αυτήν, σε κάθε sprite αποδίδεται μια κίνηση τύπου *κύλισης* (scrolling), ανάλογα με το layer στο οποίο βρίσκονται, πράγμα το οποίο ενισχύει την ψευδαίσθηση του βάθους.
- Σχεδιασμός των χαρακτήρων, τόσο του κεντρικού ήρωα όσο και των δευτερευόντων χαρακτήρων, από ένα ή περισσότερα sprites (Εικόνες 7.26 και 7.27). Αν ο χαρακτήρας σχεδιάζεται με βάση ένα ενιαίο sprite, τότε πρέπει να ακολουθήσει η ανάπτυξη όλων των πιθανών κινήσεών του (π.χ. walk, run, idle) ως επιμέρους λούπες αποτελούμενες από εικόνες (animation καρέ καρέ). Αν τα καρέ κάθε κίνησης περιέχουν μόνο bitmap στοιχεία, τότε αυτά μπορούν να αναπτυχθούν σε ένα εργαλείο όπως το Photoshop. Αν περιέχουν και vector στοιχεία, τότε απαιτείται ένα εργαλείο ανάπτυξης όπως το Flash ή το Unity. Αν ο χαρακτήρας αποτελείται από περισσότερα του ενός sprite (π.χ. κάθε μέλος του σώματός του είναι ένα sprite με ανεξάρτητη κίνηση), τότε η συνολική κίνησή του μπορεί να αναπτυχθεί απευθείας μέσα στο λογισμικό διαχείρισης (π.χ. στο Unity), μέσα από τα διαθέσιμα εργαλεία χειρισμού κίνησης (π.χ. Mecanim engine στο Unity ή το Physics engine σε συνδυασμό με scripting).



Εικόνα 7.26 *Παράδειγμα sprites vector χαρακτήρων για τη χρήση σε online game [πηγή : Γιάννης Μπαρδάκος].*

Εδώ υπάρχει ένα video tutorial στο οποίο αναπτύσσεται όλη η ροή εργασίας για την κατασκευή ενός sprite-based δισδιάστατου παιχνιδιού με το Adobe Photoshop και το Unity.

Εικόνα 7.27 *Παράδειγμα bitmap χαρακτήρων για τη χρήση σε ταινία κινουμένων σχεδίων. Οι φιγούρες είναι σχεδιασμένες σε διαφορετικό layer από το φόντο [πηγή : Γιάννης Μπαρδάκος].*

7.6 Το κείμενο ως στοιχείο μιας εικόνας

Μία εικόνα, είτε αποτελεί μια αυτόνομη δημιουργία η οποία προβάλλεται σε κάποιο μέσο (π.χ. στο Διαδίκτυο) είτε εντάσσεται σ' ένα σύνθετο έργο (π.χ. σ' ένα διαδραστικό έργο), εκτός από τα εικαστικά της χαρακτηριστικά και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τα οποία αναλύθηκαν παραπάνω (π.χ. format), μπορεί να διαθέτει και κάποια άλλα περιγραφικά χαρακτηριστικά, τα οποία ενσωματώνονται με τη μορφή κειμένου, και τα οποία υπό συνθήκες μπορούν να γίνονται ορατά είτε στο κοινό είτε στα λογισμικά διαχείρισης και προβολής της εικόνας. Αυτά ονομάζονται μεταδεδομένα και διακρίνονται:

α) σε αυτά τα οποία δημιουργούνται αυτόματα με τη δημιουργία της εικόνας (π.χ. ημερομηνία δημιουργίας, ρυθμίσεις κάμερας από την οποία τραβήχτηκε μια φωτογραφία, GPS συντεταγμένες της τοποθεσίας από την οποία τραβήχτηκε),
β) σε αυτά τα οποία εισάγονται από τον δημιουργό κατά την επεξεργασία μιας εικόνας, μέσα από συγκεκριμένα λογισμικά (π.χ. σημεία συγχρονισμού στο ψηφιακό βίντεο Quicktime, τα λεγόμενα cue points), ως κωδικοποιημένες οδηγίες για τη διαχείριση της εικόνας σε σχέση με κάποιο άλλο στοιχείο (π.χ. ήχος) και
γ) σε αυτά τα οποία εισάγονται από τον δημιουργό, ως λέξεις ή φράσεις κλειδιά, και αφορούν τα σημαντικά και ιδιαίτερα στοιχεία των περιεχομένων της εικόνας (π.χ. κοπέλα, ουρανός, πέτρα) καθώς και τα δικαιώματα χρήσης της (π.χ. όνομα και στοιχεία επικοινωνίας δημιουργού, άδεια διανομής). Ο τρόπος με τον οποίο είναι διατυπωμένα τα μεταδεδομένα, ειδικά αυτής της κατηγορίας, είναι σημαντικός καθώς καθορίζει το πώς γίνεται μια εικόνα αντιληπτή από τις σύγχρονες μηχανές αναζήτησης.

Η περίπτωση του format διανυσματικών εικόνων SVG παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς στηρίζεται αποκλειστικά στο κείμενο. Όπως είδαμε στον Αλγόριθμο 7.1, η δομή μιας εικόνας SVG περιγράφεται μέσω μιας γλώσσας η οποία στηρίζεται στη διαδικτυακή γλώσσα σήμανσης *Extensible Markup Language (XML*). Η XML ορίζει ένα σύνολο κανόνων με βάση τους οποίους κωδικοποιείται ένα *διαδικτυακό έγγραφο* (document), ούτως ώστε αυτό να μπορεί να «αναγνωστεί» τόσο από έναν άνθρωπο όσο και από έναν υπολογιστή. Αυτή η περιγραφή μιας εικόνας μέσω κειμένου είναι σημαντική, καθώς δημιουργεί τις προϋποθέσεις για εικόνες οι οποίες εκθέτουν τη δομή και τη σημασιολογία τους, επιτρέποντας την ανάπτυξη πιο προχωρημένων ειδών διαλόγου με άλλα ψηφιακά αντικείμενα (π.χ. άλλες εικόνες, ήχους και διαδικτυακά δεδομένα) ή με τον χρήστη (π.χ. διαδραστικές αφηγήσεις, ευφυείς αναζητήσεις).

Στη δημιουργία εικόνων μέσω κειμένου, μπορεί να ενταχθεί και η διαδικασία του προγραμματισμού αλγοριθμικών εικόνων, με γλώσσες όπως π.χ. η Processing. Το θέμα αυτό εξετάζεται στο κεφάλαιο 12: *Ο προγραμματισμός ως δημιουργική πράξη* και στο κεφάλαιο 11 του Β τόμου: *Ειδική περίπτωση Δ: Αλγοριθμικά εξελισσόμενες δομές*.

7.7Λογισμικά και εργαλεία επεξεργασίας της ακίνητης, κινούμενης και σύνθετης εικόνας

Εδώ, εξετάζονται οι δυνατότητες επεξεργασίας εικόνας (κινούμενης, ακίνητης και σύνθετης) μέσα από συγκεκριμένα λογισμικά, καθώς και ειδικές τεχνικές, ειδικά στην κινούμενη εικόνα. Αν και πολλές από αυτές τις τεχνικές έχουν ήδη αναφερθεί παραπάνω, ενταγμένες στην ανάλυση της οντολογίας της εικόνας, στο υποκεφάλαιο αυτό μπορεί κανείς να εστιάσει στις δυνατότητες που μας δίνουν τα σύγχρονα λογισμικά, ειδικά σε σύγκριση με το παρελθόν.

7.7.1 Επεξεργασία της ακίνητης εικόνας

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι ψηφιογραφικές εικόνες (οι λεγόμενες εικόνες bitmap ή raster) αποθηκεύονται στον υπολογιστή ως ένα πλέγμα εικονικών στοιχείων, που ονομάζονται *pixels* και που εμπεριέχουν όλη την πληροφορία η οποία αφορά το χρώμα, τη φωτεινότητα, το κοντράστ και άλλα στοιχεία της εικόνας. Τα λογισμικά επεξεργασίας ψηφιακής εικόνας, εκτός από την ζωγραφική παρέμβαση η οποία μιμείται τις τεχνικές ζωγραφικής, σχεδιασμού (design) κολάζ κ.ά. επιτρέπουν την επεξεργασία των pixels με

τη βοήθεια φίλτρων τα οποία υλοποιούνται μέσω εξειδικευμένων αλγορίθμων οι οποίοι επενεργούν σε επίπεδο pixel.

Ένα από τα πλέον διαδεδομένα και καταξιωμένα λογισμικά στον χώρο της επεξεργασίας της ψηφιακής εικόνας το οποίο επεξεργάζεται εικόνες bitmap, είναι το Adobe Photoshop, ένα από τα εργαλεία της σουίτας Adobe Creative Suite που διαθέτει λογισμικά για τις οπτικοακουστικές τέχνες, τις διαδραστικές τέχνες, τις διαδικτυακές εφαρμογές και τις εκδόσεις, καλύπτοντας συνολικά την επεξεργασία όλων των ειδών εικόνας (ακίνητη / κινούμενη, ψηφιογραφική / διανυσματική). Το Photoshop διατέθηκε στην αγορά το 1988 και εξελίσσεται έκτοτε ενσωματώνοντας τις νέες τεχνικές και τεχνολογίες.

Όπως και σε κάθε πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνας, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το Photoshop για να μετατρέψουμε εικόνες από σαρωτή ή άλλα περιφερειακά, σε ψηφιακές εικόνες ή φωτογραφίες, να μετατρέψουμε αρχεία εικόνας αλλά και κυρίως να τις επεξεργαστούμε ψηφιακά, καθώς επίσης και να παράγουμε δικές μας εξολοκλήρου ψηφιακές εικόνες.

Η μετατροπή μιας εικόνας περιλαμβάνει διαδικασίες, όπως την αλλαγή χρώματος μέσα σε μια εικόνα, την αλλαγή του μεγέθους και της κλίμακάς της ή την τοποθέτηση μιας εικόνας πάνω σε μια άλλη.

Η αλλαγή αυτή, επίσης, περιλαμβάνει τεχνικές μετατροπές, όπως την αλλαγή του τρόπου συμπίεσης μιας εικόνας από τον έναν τύπο στον άλλο.

Στο Photoshop, επίσης, μπορούμε να επεξεργαστούμε γραφικά και χρωματικά μια εικόνα, να τμηματοποιήσουμε την εικόνα, να επιλέξουμε ένα μέρος της αλλά και να επεξεργαστούμε το περιεχόμενό της αλλάζοντας τις χρωματικές ισορροπίες, δίνοντας νέους χρωματισμούς, προσθέτοντας ειδικά φίλτρα κ.λπ.

Στο Photoshop έχουμε ακόμη τη δυνατότητα να δουλεύουμε με διαφάνειες, καθώς και να εξάγουμε συγκεκριμένα είδη αρχείων τα οποία διατηρούν τη διαφάνεια ώστε να μπορούμε έπειτα να τα χρησιμοποιήσουμε για σύνθεση εικόνων ή για περαιτέρω επεξεργασία σε άλλα λογισμικά τα οποία ανοίγουν τα αρχεία αυτά αναγνωρίζοντας τη διαφάνεια (όπως π.χ. για να χρησιμοποιήσουμε μια εικόνα γραφικών τίτλου με διαφάνεια πάνω από ένα βίντεο).

Για να δημιουργήσουμε μια εικόνα με διαφάνεια θα πρέπει να έχουμε επιλέξει να έχει διαφανές υπόστρωμα (δηλ. background: Transparent) και να την αποθηκεύσουμε σε μορφή αρχείου .psd, .png ή σε κάποιο άλλο αντίστοιχο format στο οποίο διατηρείται η διαφάνεια.

Τα format εικόνων δηλώνουν, κυρίως, τους τρόπους συμπίεσης της εικόνας, γι' αυτό και είναι σημαντικό να επιλέξουμε αυτό που αντιστοιχεί στις απαιτήσεις του έργου το οποίο δουλεύουμε. Επίσης, οι διαστάσεις και η ανάλυση της εικόνας (image size - resolution) είναι δύο πολύ σημαντικά μεγέθη. Όπως ήδη έχει αναφερθεί, είναι καλύτερο να αποθηκεύουμε αρχικά την εικόνα μας στην υψηλότερη δυνατή ανάλυση και στη χαμηλότερη δυνατή συμπίεση (π.χ. στο psd format του Photoshop) και ύστερα να τη μετατρέπουμε σε άλλα format τα οποία μπορεί να εξυπηρετούν καλύτερα τους στόχους του έργου στο οποίο αυτή θα ενταχθεί (π.χ. jpeg, αν πρόκειται να δημοσιεύσουμε την εικόνα στο Διαδίκτυο ή png με διαφάνεια αν θέλουμε να την ενσωματώσουμε σε κάποιο sprite).

Στο Photoshop CS6 δίνεται επιπλέον η – περιορισμένη αλλά σημαντική - δυνατότητα επεξεργασίας και δημιουργίας τρισδιάστατων γραφικών. Μπορεί κανείς να εισάγει μέσα στο λογισμικό μια πληθώρα μορφών τρισδιάστατων αντικειμένων (OBJ, Collada DAE, Flash 3D, Google Earth 4 KMZ κ.ά.), να δημιουργήσει και να επεξεργαστεί τα δικά του τρισδιάστατα γραφικά απευθείας σε έναν τρισδιάστατο καμβά, αλλά, κυρίως, επιτρέπει τον συνδυασμό τρισδιάστατων πηγών, ενσωματώνοντας πρόσθετες πηγές φωτός και υφές, και ορίζοντας θέσεις δημιουργίας βάθους μέσα σε δισδιάστατες εικόνες, όπως τα σημεία φυγής στο δισδιάστατο *υπόβαθρο* (background) πάνω στο οποίο τοποθετείται το τρισδιάστατο αντικείμενο.

Μέσα από την εφαρμογή ζωγραφικής, μπορεί να γίνει η δημιουργία γραφικών με τρισδιάστατο όγκο, καθώς επίσης μπορεί να πραγματοποιηθεί η εξαγωγή ενός τρισδιάστατου μοντέλου από ένα ψηφιακό κείμενο ή σχέδιο, και έπειτα να επιλεχθεί η πηγή φωτός, να προστεθούν οι υφές, το υλικό, η λάμψη, η αντανάκλαση και άλλες ιδιότητες που βοηθούν στη διαμόρφωση ενός τρισδιάστατου αντικειμένου.

Το εργαλείο της κάμερας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους γραφίστες δημιουργικά για την εύρεση της καλύτερης οπτικής γωνίας πάνω στο τρισδιάστατο γραφικό.

Έτσι, η έννοια του «πλάνου», την οποία συναντάμε στην κινούμενη εικόνα, μέσα από τη δυνατότητα επεξεργασίας τρισδιάστατων γραφικών, συνδέεται με τη γραφιστική και τον σχεδιασμό σύνθετων ψηφιακών εικόνων και γραφικών.

Εικόνα 7.28 *Παν-κατευθυντική εικόνα 360 μοιρών ενός διαδρόμου [πηγή: Νεφέλη Δημητριάδη: παράδειγμα τρισδιάστατου γραφικού σχήματος με χρήση του πινέλου ζωγραφικής στο Photoshop]*.

Μια εικόνα ή μια σειρά εικόνων μπορούν να επεξεργαστούν καταλλήλως, ώστε να απλοποιηθούν για να μεταφερθούν στο Διαδίκτυο ή σε άλλες συσκευές, εφόσον χρειάζεται αυτό, ή να αποκτήσουν κίνηση (εικόνες GIF). Για μια τέτοια περίπτωση θα πρέπει να αποθηκευτεί το συγκεκριμένο αντίγραφο της εικόνας, ή σειρά εικόνων μέσα από την εντολή FILE → Save for Web and devices (βλέπε Εικόνα 7.15).

7.7.2 Επεξεργασία της κινούμενης εικόνας

Η τεχνολογία καταγραφής της κινούμενης εικόνας προηγείται κατά μερικά χρόνια της ανάπτυξης εργαλείων επεξεργασίας της. Τα πρωτοπόρα έργα της κινούμενης εικόνας, όπως αυτά των αδερφών Lumiere, ήταν γυρισμένα με ένα μόνο πλάνο, ενώ το έργο *Η Μεγάλη Ληστεία του Τρένου* (1903), του σκηνοθέτη Edwin S. Porter, θεωρείται ως το πρώτο αφηγηματικό κινηματογραφικό έργο στο οποίο χρησιμοποιούνται τεχνικές μοντάζ.

Το μοντάζ και η *επεξεργασία* (editing) της κινούμενης εικόνας αποτελεί μια ξεχωριστή δημιουργική διαδικασία διακριτή από τη διαδικασία της παραγωγής και της κινηματογράφησης, αλλά που πάντα λειτουργεί σε σχέση με αυτήν.

Ο σκηνοθέτης, κατέχοντας το όραμα για την τελική απόδοση της ταινίας του, θα σχεδιάσει τα γυρίσματα λαμβάνοντας υπόψη του τη διαδικασία του μοντάζ μετά την παραγωγή, κατά την οποία θα πάρει η ταινία την τελική της μορφή.

Η αισθητική και οι τεχνικές του μοντάζ και της επεξεργασίας της κινούμενης εικόνας εξελίσσονται διαρκώς, αλλά εξακολουθούν να διαχειρίζονται ορισμένες έννοιες οι οποίες παραμένουν επίκαιρες, καθώς το υπόστρωμα της κινούμενης εικόνας αλλάζει, από το φιλμ στην αναλογική μαγνητική ταινία, στα ψηφιακά μέσα και, τέλος, σε ολοένα πιο προσιτά ψηφιακά μέσα με ολοένα και υψηλότερη ευκρίνεια εικόνας.

Το μοντάζ σε φιλμ αποτελούσε μια διαδικασία η οποία συνέβαινε στον φυσικό χώρο, κομμάτια από φιλμ έπρεπε να κοπούν από τον μοντέρ και να συγκολληθούν ξανά. Η τελική ταινία ήταν το αποτέλεσμα της συρραφής του μοντάζ.

Η αναλογική αυτή διαδικασία που ακολούθησε την τεχνική της κοπής και συρραφής του φιλμ μετά το βίντεο είναι γνωστή με το όνομα *γραμμικό μοντάζ* (linear editing). Το σύστημα αυτό αποτελούνταν από δύο *εγγραφείς βίντεο* (video-tape recorders VTRs) και *οθόνες βίντεο* (video monitors). Το επιθυμητό κλιπ, μέρος της ταινίας, παιζόταν στο ένα και γραφόταν στο άλλο, κι έτσι γραφόταν η νέα μονταρισμένη ταινία. Το μοντάζ στο αναλογικό, ηλεκτρονικό βίντεο γινόταν στην ουσία με μεταγραφές από την βίντεο ταινία των λήψεων στην τελική ταινία του έργου.

Σταδιακά τα συστήματα μοντάζ έγιναν όλο και πιο εξεζητημένα ενώ προστέθηκαν σε αυτά συστήματα προσθήκης γραφικών για τους τίτλους κ.λπ.

Στις αρχές της δεκαετίας του ’80, με τις δυνατότητες τις οποίες προσέφεραν πλέον οι υπολογιστές, οι οποίοι μπορούσαν να μιμηθούν τα εργαλεία editing, αναπτύχθηκε ένας νέος τρόπος μοντάζ: το μη γραμμικό ή αλλιώς ψηφιακό μοντάζ. Η αντίληψη πάνω στην οποία βασίζεται το ψηφιακό μοντάζ είναι καταρχήν η ψηφιοποίηση των βίντεο και η μετατροπή του βίντεο σε ψηφιακό αρχείο, έτσι ώστε αντί για την εγγραφή από μια βιντεοκασέτα σε μια άλλη, η επεξεργασία των αρχείων βίντεο να λαμβάνει χώρα στον ηλεκτρονικό

υπολογιστή, όπου το μοντάζ μπορεί να γίνεται σε μη-γραμμικό χρόνο, καθώς ο μοντέρ μπορεί να μεταφέρεται και να επεξεργάζεται όποιο μέρος της ταινίας θέλει χωρίς να χρειάζεται να περιμένει καθόλου και να έχει τη δυνατότητα να εισάγει ένα υλικό εικόνας σε όποιο χρονικό σημείο θέλει (π.χ. στην αρχή της ταινίας, κάτι αδύνατο στο γραμμικό μοντάζ), σε όποια φάση της διαδικασίας επιθυμεί.

Η παραπάνω διαδικασία βέβαια προϋπέθετε την ανάπτυξη μηχανισμών μετατροπής του αναλογικού ηλεκτρονικού σήματος βίντεο σε ψηφιακό.

Από τα πρώτα λογισμικά *μη-γραμμικής επεξεργασίας της κινούμενης εικόνας* (non-linear editing - NLE systems), ήταν τα Avid Media και Avid Film Composer, τα οποία αναπτύχθηκαν από την *Avid Technology Inc*. και κέρδισαν ένα τεχνικό βραβείο Emmy και ένα Όσκαρ.

Τα πρώτα μηχανήματα είχαν ένα ιδιαίτερα ακριβό κόστος, τόσο σε επίπεδο λογισμικού, όσο και σε διάφορα interfaces, όπως το σύστημα μετατροπής του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό, κάρτες γραφικών, γρήγοροι σκληροί δίσκοι κ.ά. Σήμερα, ένας φορητός υπολογιστής με επεξεργαστή i7 και μια κάρτα γραφικών κόστους γύρω στα 1000 ευρώ, με ένα πρόγραμμα κάτω των 1000 ευρώ, επιτρέπει εργασία μοντάζ και επεξεργασίας ενός οπτικοακουστικού έργου η οποία στο παρελθόν θα απαιτούσε μηχανήματα εκατονταπλάσιου κόστους. Βέβαια, αυτό δεν σημαίνει ότι ένα επαγγελματικό ολοκληρωμένο σύστημα μοντάζ δεν κοστίζει ακριβά.

Εδώ, παρουσιάζεται ένα σύγχρονο ολοκληρωμένο σύστημα μοντάζ και δίνονται πολλές χρήσιμες πληροφορίες.

Το πρώτο βήμα πριν το ψηφιακό μοντάζ σε λογισμικό ψηφιακής επεξεργασίας βίντεο είναι η εισαγωγή του αρχείου στον υπολογιστή, η οποία είτε θα γίνει με μια απλή αντιγραφή και επικόλληση, αν πρόκειται για αρχείο βίντεο (με καταλήξεις: .mov, .avi, .mp4, .m4v κ.ά.), είτε θα χρειαστεί η σύνδεση της κάμερας με τον υπολογιστή.

Για τη μεταφορά του βίντεο από βιντεοκάμερα στον υπολογιστή θα χρειαστεί να συνδεθεί με την πιο γρήγορη δυνατή σύνδεση (Firewire, USB3 κ.ά.) και, αφού ρυθμιστεί η κάμερα σε θέση αναπαραγωγής (VCR), θα πρέπει να ανοίξει μέσα από ειδικό λογισμικό, όπως τα λογισμικά επεξεργασίας βίντεο Final Cut και Adobe Premiere [11].

Το *Adobe Premiere* αποτελεί ένα εύχρηστο λογισμικό το οποίο χρησιμοποιείται από επαγγελματίες μοντέρ και συνδέεται με τα υπόλοιπα συναφή λογισμικά, όπως το λογισμικό επεξεργασίας και δημιουργίας σύνθετων κινούμενων εικόνων (compositing & animation) After Effects αλλά και άλλα λογισμικά της σουίτας της Adobe (Adobe Suite) επεξεργασίας ήχου, όπως το Adobe Soundbooth κ.ά.

Το λογισμικό *Final Cut* παρέχει παρόμοιες δυνατότητες στο μοντάζ και την επεξεργασία του βίντεο και πλέον αποτελεί επίσης μέρος μιας πλατφόρμας ψηφιακής επεξεργασίας οπτικοακουστικών μέσων του Final Cut Studio. Το Final Cut διατίθεται μόνο για υπολογιστές τύπου Macintosh [12] [9].

Τα λογισμικά τα οποία αντικαθιστούν το αναλογικό-γραμμικό με το ψηφιακό-μη-γραμμικό μοντάζ, όπως το Adobe Premiere και το Final Cut, προσφέρουν τις εξής δυνατότητες για:

- Πραγματοποίηση μη-γραμμικού μοντάζ,
- Προσθήκη ποικίλων *μεταβάσεων* (transitions) από το ένα πλάνο στο άλλο,
- Προσθήκη φίλτρων και εφέ,
- Δημιουργία *ειδικών εφέ* (special effects),
- *Χρωματικές διορθώσεις* (color corrections), τροποποιήσεις και επεξεργασία της εικόνας,
- Βελτιστοποίηση ήχου,
- Σχεδιασμό και εισαγωγή γραφικών και τίτλων,
- Δημιουργία σύνθετων εικόνων,
- Πραγματοποίηση *μοντάζ από πολλές κάμερες ταυτόχρονα* (multi-camera edit),
- Εξαγωγή τελικής ταινίας σε διάφορες μορφές αρχείων και με μια ποικιλία επιλογών κωδικοποίησης.

Το μη-γραμμικό μοντάζ πραγματοποιείται στη *γραμμή του χρόνου* (timeline), όπου τα επιλεγμένα κλιπ τοποθετούνται γραμμικά το ένα μετά το άλλο για να αποτελέσουν μια νέα ταινία, ενώ η διαδικασία του μοντάζ γίνεται μη-γραμμικά, εφ' όσον ο μοντέρ μπορεί να παρέμβει σε όποιο σημείο της γραμμής χρόνου επιθυμεί, είτε κάνοντας διορθώσεις στη σειρά και στην διάρκεια των πλάνων είτε αφαιρώντας και παρεμβάλλοντας νέα πλάνα.

Την διαδικασία του μοντάζ διευκολύνουν τα εργαλεία κοπής (συνήθως το εργαλείο κοπής

εμφανίζεται με το σύμβολο ενός ξυραφιού, μια αναφορά στην αναλογική γραμμική διαδικασία του μοντάζ όπου το φιλμ κοβόταν ως φυσικό αντικείμενο για να κολληθεί με το επόμενο πλάνο).

Με το εργαλείο κοπής ο μοντέρ μπορεί να επιλέξει το σημείο όπου θα σταματήσει το ένα πλάνο και μετά μπορεί να προσθέσει το επόμενο, αφού πρώτα το κόψει στο σημείο που θέλει. Εναλλακτικά αλλά και συμπληρωματικά, ο μοντέρ μπορεί να χρησιμοποιήσει και το λεγόμενο «trim», ώστε να «κόψει» τα περιττά πλάνα στην αρχή και στο τέλος κάποιου κλιπ για να το χρησιμοποιήσει μέσα στη γραμμή εργασίας του με πιο αποτελεσματικό τρόπο.

Σημαντικά εργαλεία κατά τη διάρκεια του μοντάζ είναι και τα εργαλεία μετακίνησης ενός ή περισσότερων κλιπ, με τα οποία ο μοντέρ μπορεί να χειριστεί με ακρίβεια τη γραμμή χρόνου του, αν θέλει να προσθέσει κάποιο κλιπ ανάμεσα από άλλα.

Οι μεταβάσεις από το ένα πλάνο στο άλλο αποτελούν βασικό στοιχείο του μοντάζ και ορίζουν σε μεγάλο βαθμό τον ρυθμό της τελικής ταινίας. Οι μεταβάσεις αυτές μπορεί να αφορούν τη σταδιακή μείωση ή αύξηση της φωτεινότητας της εικόνας, ώστε να «σβήσουν» στο μαύρο ή στο άσπρο φόντο, στην επι-τοποθέτηση δύο πλάνων με αύξηση της διαφάνειας του ενός πλάνου πάνω στο άλλο κ.λπ.

Τα φίλτρα και τα εφέ, τα οποία μπορούν να τοποθετηθούν πάνω στην εικόνα αλλά και στον ήχο, έχουν ως στόχο να βοηθήσουν τον μοντέρ να δώσει μια διαφορετική *όψη* (look) ή ατμόσφαιρα, διαφορετική από αυτήν που είχαν τα αρχικά γυρίσματα, είτε να διορθώσει ατέλειες των γυρισμάτων, όπως π.χ. να σταθεροποιήσει ένα κουνημένα πλάνο, να «τρυπήσει» ένα συγκεκριμένο χρώμα αφαιρώντας το από την εικόνα του ώστε να μπορεί να δημιουργήσει διαφάνεια (κάτι που επιτυγχάνεται κυρίως όταν έχει προβλεφθεί κάτι τέτοιο στην παραγωγή και τα γυρίσματα έχουν λάβει χώρα με τον κατάλληλο επαγγελματικό φωτισμό σε πράσινο ή μπλε φόντο, τα γνωστά και ως blue box ή green screen) κ.ά.

Στα λογισμικά αυτά μπορεί, επίσης, να πραγματοποιηθεί η προσθήκη ειδικών εφέ, έτσι ώστε να εξομοιωθούν σκηνές οι οποίες περιέχουν δυσκολίες, ώστε να γυριστούν σε πραγματικό χρόνο και τόπο, και οι τεχνικές των ειδικών εφέ είναι πλέον αρκετά εξελιγμένες, ώστε να μπορούν οι περισσότερες εκ των «δύσκολων» σκηνών (π.χ. που περιέχουν εκρήξεις, καταστροφές, δια-γαλαξιακά ταξίδια κ.λπ.) να σκηνοθετηθούν στην μετα-παραγωγή, σε ένα από τα ειδικά λογισμικά ψηφιακής επεξεργασίας της κινούμενης εικόνας.

Οι χρωματικές διορθώσεις και οι τροποποιήσεις πάνω στο χρώμα αλλά και η αναλυτική επεξεργασία της εικόνας (color correction) πολλές φορές απαιτούν τη χρήση ενός συμπληρωματικού λογισμικού ανάλογα με το μέγεθος και την ποιότητα του αποτελέσματος που επιδιώκει ο παραγωγός, καθώς και εξειδικευμένο *μηχανικό εικόνας βίντεο* (video engineer) ή/και ειδικά φίλτρα και plug-ins.

Πέρα από τις ειδικές ανάγκες κάθε ταινίας, οι οποίες υπαγορεύουν και διαφορετική αντιμετώπιση του χρώματος αλλά και δημιουργία μιας ιδιαίτερης χαρακτηριστικής ατμόσφαιρας σε κάθε πλάνο, σε συνεργασία με τον σκηνοθέτη και τον *διευθυντή φωτογραφίας* (Director of Photography – DP), η χρωματική επεξεργασία της εικόνας μπορεί να είναι απαραίτητη για την ομογενοποίηση του υλικού, είτε πρόκειται για πλάνα από την ίδια κάμερα σε άλλον χρόνο και τόπο είτε πρόκειται για την ίδια σκηνή γυρισμένη από άλλες κάμερες με διαφορετικό προφίλ χρώματος κ.λπ.

Για να κατανοήσουμε τι σημαίνει η επεξεργασία της εικόνας θα πρέπει να γνωρίζουμε ορισμένες από τις βασικές της ιδιότητες:

- το contrast (το πόσο έντονη είναι η αντίθεση φωτός/ σκιάς στην εικόνα),
- τις χρωματικές περιοχές: *σκιές* (shadows), *ενδιάμεσοι τόνοι* (midtones), *υψηλοί τόνοι* (highlights) (οι περιοχές αυτές αντιστοιχούν στα μαύρα, στα ενδιάμεσα και στα λευκά),
- τη *χρωματική ισορροπία* (color balance),
- την *γενική απόχρωση* της εικόνας (hue),
- την *θερμοκρασία του χρώματος* (color temperature)
- τον *κορεσμό χρώματος* της εικόνας (saturation) κ.ά.

Εικόνα 7.29 *Πλάνο από την ταινία The House on Pine Street: το αρχικό πλάνο όπως γυρίστηκε στα αριστερά και το τελικό πλάνο μετά την επεξεργασία του χρώματος στα δεξιά. [πηγή: wikimedia commons, δημιουργός: E3W Productions, δικαιώματα χρήσης: fair use].*

Ο σχεδιασμός και εισαγωγή γραφικών αλλά και τη δημιουργία τίτλων στα λογισμικά ψηφιακού μοντάζ τα οποία προαναφέραμε επιτρέπει την παραγωγή σύνθετων κινούμενων εικόνων, οι οποίες μπορεί να αποτελούνται από πολλαπλά επίπεδα κινούμενων εικόνων: τίτλους, γραφικά αλλά και διαφορετικά πλάνα που μπορεί να παίζουν την ίδια στιγμή σε ένα καρέ [3].

Για τη δημιουργία πιο πολύπλοκων και επαγγελματικών σύνθετων εικόνων (όπως και για την δημιουργία ταινιών κινουμένων σχεδίων) θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε εξειδικευμένα λογισμικά όπως το After Effects της Adobe, τα οποία έχουν σχεδιαστεί ειδικά με επίκεντρο την σύνθεση (compositing), δηλαδή την επι-τοποθέτηση διαφορετικών οπτικών στοιχείων προερχόμενων από διαφορετικές πηγές, είτε για τη δημιουργία μιας σύνθετης εικόνας αποτελούμενης από διακριτά διαφορετικά στοιχεία, είτε για τη δημιουργία της ψευδαίσθησης ότι τα διαφορετικά αυτά στοιχεία αποτελούν μέρος της ίδια εικόνας και στην πραγματικότητα [8].

Η βελτιστοποίηση του ήχου, είτε πρόκειται για την απλή επεξεργασία της έντασης του ήχου (audio levels), τη μίξη με άλλους ήχους ή την τοποθέτηση ενός φίλτρου για την απομάκρυνση του θορύβου κ.ά., μπορεί σε ένα πρώτο επίπεδο να λάβει χώρα μέσα στα λογισμικά του μοντάζ, αλλά για περαιτέρω επεξεργασία θα χρειαστεί η εξαγωγή και εισαγωγή του ήχου σε εξειδικευμένο λογισμικό (το οποίο μπορεί να ανήκει στην ίδια πλατφόρμα επεξεργασίας οπτικο-ακουστικού υλικού, όπως το Abode Audition) [10].

7.8 Αξιοποίηση των ακίνητων και κινούμενων εικόνων στα διαδραστικά έργα

Όπως αναφέρθηκε ήδη από την αρχή, το παρόν κεφάλαιο προσεγγίζει την εικόνα, κυρίως σε σχέση με την ένταξή της σε κάποιο ευρύτερο, σύνθετο ψηφιακό έργο, κυρίως διαδραστικό (π.χ. διαδραστική εγκατάσταση, διαδραστικό βίντεο, διαδικτυακό έργο, εικονική πραγματικότητα, παιχνίδι σε έξυπνο κινητό τηλέφωνο, ηλεκτρονικό βιβλίο σε ταμπλέτα, όπως το παρόν βιβλίο κ.ά.).

Κάθε έργο έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις, τις οποίες θα πρέπει να εξετάζει σε βάθος ο δημιουργός. Για να γίνει αντιληπτό αυτό εξετάζεται παρακάτω η περίπτωση ενός έργου διαδραστικού βίντεο.

Α. Το βίντεο προορίζεται για έναν χώρο διαφορετικής γραφής από αυτής του κινηματογράφου. Δεν θα πρέπει λοιπόν να χρησιμοποιήσει ο δημιουργός το συντακτικό του κινηματογράφου, όπως μοντάζ, αλλαγές πλάνων, κίνηση κάμερας κ.ά. Για παράδειγμα, στις διαδραστικές εγκαταστάσεις θα πρέπει να ακολουθήσει τη φυσική κλίμακα του χώρου και να εντάξει τα στοιχεία πλήρως σε αυτήν, εκτός αν δραματουργικά ο δημιουργός το χρησιμοποιήσει για άλλο λόγο (π.χ. για να εντάξει μέσα σε μια εγκατάσταση μια (υποτίθεται) τηλεόραση που δείχνει τις ειδήσεις).

Β. Ένα υλικό ψηφιακού βίντεο το οποίο θα ενταχθεί σε ένα διαδραστικό έργο θα πρέπει να έχει όλες τις αρετές ενός οπτικοακουστικού έργου: Να είναι εικαστικά ενδιαφέρον το πλάνο, να είναι καλά φωτισμένο και να είναι ευκρινές. Σε περίπτωση κατά την οποία αποτελεί μέρος μιας εγκατάστασης θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα χαρακτηριστικά του χώρου, όπως φωτισμός, σχέση με άλλες πηγές και επιφάνεια προβολής και να επεξεργασθεί το βίντεο με βάση αυτά. Πρέπει να γίνουν πολλές δοκιμές μεμονωμένες πριν

να στηθεί ολόκληρη η εγκατάσταση. Θέλει ιδιαίτερη προσοχή η ιδέα ότι η οθόνη του υπολογιστή δεν είναι ο χώρος στον οποίο θα προβληθεί το βίντεο, αλλά ο φυσικός χώρος της εγκατάστασης με όλους τους φυσικούς περιορισμούς, αλλά και τις εικαστικές παρεμβάσεις από άλλα υλικά και μέσα.

Γ. Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στο γύρισμα των διαφορετικών σκηνών, ιδίως αν αυτές εναλλάσσονται με βάση τις διαφορετικές αντιδράσεις του επισκέπτη, στο ίδιο συμβάν (π.χ. ένας ψηφιακός ηθοποιός (βίντεο) κάνει μια ερώτηση στον επισκέπτη και υπάρχουν τρεις πιθανές απαντήσεις, άρα χρειάζονται 3 διαφορετικές σκηνές για την ίδια ερώτηση). Τα απλά διαδραστικά έργα, τα οποία στηρίζονται στο βίντεο, δεν έχουν την ικανότητα να συνδυάζουν τις αντιδράσεις του ηθοποιού ο οποίος βρίσκεται στο βίντεο. Έτσι, υπάρχει περίπτωση ο θεατής να βιαστεί να δώσει την απάντηση με αποτέλεσμα το βίντεο να κοπεί στη μέση, ή στην περίπτωση που επαναλαμβάνεται το βίντεο, στο σημείο που τελειώνει και ξαναρχίζει να υπάρχει μια απώλεια της συνέχειας (πήδημα) στην εικόνα.

Δ. Τα έργα διαδραστικού βίντεο, συνήθως περιέχουν μια πρώτη σκηνή στην οποία περιμένουν μια δράση του επισκέπτη ή τον καλούν σε μια δράση. Η πρώτη αυτή σκηνή, αλλά και κάθε επόμενη, θα πρέπει να έχει τη δομή μιας λούπας, δηλαδή η τελευταία εικόνα της σκηνής να είναι ακριβώς ίδια με την πρώτη, ώστε αυτή να ρέει, ανεξάρτητα από τη χρονική στιγμή που θα προκαλέσει μια δράση ο επισκέπτης (π.χ. αν αργήσει πολύ να αντιδράσει ο επισκέπτης και τελειώσει το βίντεο, δεν θα πρέπει αυτό να γίνει αντιληπτό αλλά να συνεχίσει να κυλάει η σκηνή).

Είναι φανερό από τα παραπάνω, ότι ο δημιουργός θα πρέπει να μελετά σε βάθος το κάθε έργο του και να δίνει λύσεις οι οποίες συνήθως προκύπτουν από τον συνδυασμό του σεναρίου, του προγραμματισμού και της ειδικής μεταχείρισης των επιμέρους υλικών.

7.9 Πνευματικά δικαιώματα και αποθετήρια ελεύθερων εικόνων

Ο κατακλυσμός του Διαδικτύου από ψηφιακές εικόνες σε συνδυασμό με την ασάφεια, σε πολλές περιπτώσεις, σχετικά με τους όρους χρήσης τους, συχνά ωθούν τους νέους δημιουργούς να πειραματίζονται με εικόνες, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη ότι η κάθε μία από αυτές αποτελεί μια πνευματική δημιουργία η οποία μπορεί να είναι υλικό περαιτέρω επεξεργασίας μόνο με βάση τους όρους που ορίζει ο δημιουργός της.

Ειδικά για τις περιπτώσεις εικόνων (κινούμενων ή ακίνητων) οι οποίες προέρχονται από κατοχυρωμένα έργα (π.χ. ταινίες, βιντεοκλίπ τραγουδιών), έχει αναπτυχθεί μια αυστηρή νομοθεσία τα τελευταία χρόνια, ειδικά στις Ηνωμένες Πολιτείες, με βάση την οποία απαγορεύεται η αναδιανομή τους, χωρίς τη σχετική άδεια από τον δημιουργό. Διαδικτυακές πλατφόρμες προβολής, όπως το YouTube, αποβάλλουν πλέον περιεχόμενο το οποίο δεν σέβεται τους κανόνες αυτούς.

Ο αναγνώστης θα έχει παρατηρήσει ότι στο παρόν βιβλίο αναφέρεται, για κάθε εικόνα η οποία δεν προέρχεται από τη συγγραφική ομάδα, η προέλευση και τα δικαιώματα χρήσης της.

Υπάρχουν αποθετήρια εικόνων στο Διαδίκτυο, όπου διάφοροι δημιουργοί παρέχουν είτε δωρεάν αλλά με συγκεκριμένους όρους διανομή και χρήσης, είτε με πληρωμή τις εικόνες τους σε άλλους δημιουργούς. Το πιο γνωστό είναι το Wikimedia Commons (https://commons.wikimedia.org/), το οποίο συγκεντρώνει εικόνες οι οποίες περιέχονται και στα άρθρα της Wikipedia. Άλλοι διαδικτυακοί τόποι όπου μπορεί κανείς να βρει ακίνητες εικόνες με συγκεκριμένα δικαιώματα είναι το gettyimages, το Image Source και το Public Domain Pictures, ενώ για βίντεο αντίστοιχα αποθετήρια είναι το The Open Video Project, το Pexels Video, τα Feature Films και OpenFlix για παλιές ταινίες που ανήκουν στο Public Domain κ.ά.

Βιβλιογραφία – Αναφορές

1. Beane, A., *3D Animation Essentials*, Indianapolis: John Wiley & Sons, 2012 (διαθέσιμο και στα Google Books).
2. Brinkmann, R., *The Art and Science of Digital Compositing: Techniques for Visual Effects, Animation and Motion Graphics*, USA: Morgan Kaufmann, 2008.
3. Christiansen, M., *Adobe After Effects CC Visual Effects and Compositing Studio Techniques*, USA: Adobe Press, 2013.
4. DaVinci, L., Richter, J.P. (editor), *The Notebooks of Leonardo Da Vinci (Volumes 1 & 2)*, USA: Dover, 1970.
5. Dürer, A., *Dürer : Lettres et écrits théoriques - Traité des proportions*, Paris : Hermann, 1963.
6. Kandinsky, W., Σημείο - Γραμμή – Επίπεδο, (ελληνική έκδοση) Αθήνα:Δωδώνη, 2011.
7. Manovich, L., *The language of new media*, Cambridge: The MIT Press, 2001.
8. Meyer, T. & C., *Creating Motion Graphics with After Effects*, USA: Elsevier/Focal Press Inc., 2008.
9. Osder J. & R. Carman, *Final Cut Pro Workflows*, UK: Elsevier, 2008.
10. Sobel, J., *Sound Editing in Final Cut Studio*, USA: Peachpit Press, 2010.
11. Wohl, M., Gross, D., *Color Correction in Final Cut Studio*, USA: Peachpit Press, 2010.
12. Wohl, M., *Final Cut Pro 7 Advanced Editing, Real-Time Editing and Effects*, USA: Peachpit Press, 2010.

Κεφάλαιο 8. Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στις νέες εικόνες (τρισδιάστατα γραφικά)

Σύνοψη

Παρουσιάζεται η ειδική περίπτωση της εικόνας που προέρχεται από τη δημιουργία τρισδιάστατων γραφικών. Αναλύονται οι φόρμες, οι γραμμές τα τρισδιάστατα μοντέλα, η πολυγωνική και η παραμετρική δημιουργία τους. Αναφέρονται οι βασικές αρχές της μοντελοποίησης και της ψηφιακής γλυπτικής και ο σχεδιασμός χαρακτήρων και σκηνικών. Αναλύονται τα στοιχεία φως, σκιά, χρώμα και υφή και περιγράφονται οι αρχές της φωτοαπόδοσης καθώς επίσης η μη φωτορεαλιστική απόδοση και οι μεικτές τεχνικές. Παρουσιάζονται οι μέθοδοι επεξεργασίας των μοντέλων, η βασική κίνηση (οργανική και μηχανική) και απομορφοποίηση. Αναλύεται η έννοια της εικονικής σκηνοθεσίας και της κάμερας στον τρισδιάστατο χώρο. Γίνεται αναφορά σε ειδικές κατηγορίες ψηφιακού περιεχομένου (π.χ. particles, dynamic simulations). Παρουσιάζονται οι τεχνικές μεταφοράς από το φυσικό στον τρισδιάστατο χώρο (3D scan, motion capture). Γίνεται αναφορά στα σημαντικότερα προγράμματα με έμφαση σε αυτά ανοιχτού κώδικα.

8.1 Εισαγωγή

Για να αντιμετωπιστεί δημιουργικά το ζήτημα των τρισδιάστατων γραφικών στο πλαίσιο της καλλιτεχνικής έκφρασης χρειάζεται να καλυφθούν μια σειρά από καλλιτεχνικά, τεχνικά αλλά και επιστημονικά πεδία. Ζητήματα, όπως της φυσικής λειτουργίας του φωτός και των επιφανειών αντανάκλασης, της γεωμετρικής αντίληψης στις τρεις διαστάσεις με πολυγωνικά σχήματα καμπύλες και επιφάνειες του προγραμματισμού και επιστήμης των υπολογιστών στον χώρο των ψηφιακών γραφικών είναι ουσιώδη. Επιπλέον, προκύπτουν ανάγκες για εφαρμογή εξειδικευμένων γνώσεων σχετικών με την εικόνα, τη σύνθεση, τη φόρμα και το χρώμα, καθώς και από τον κινηματογράφο και το θέατρο με θέματα γύρω από την αφήγηση με εικόνες, την ανθρώπινη κίνηση, τη σκηνοθεσία, τη σύνθεση του πλάνου του βάθους πεδίου των φακών της κάμερας, των φωτιστικών τεχνικών κ.λπ.

Ουσιαστικά ελάχιστα είναι τα νέα στοιχεία που φέρνει η ψηφιακή αναπαράσταση ως προς την εικόνα στην οπτικοακουστική παραγωγή, εάν εξαιρέσουμε ότι μπορεί να την επεξεργάζεται με μεγάλη ακρίβεια, να έχει μια αλγοριθμική δυνατότητα επεξεργασίας της και να κάνει φτηνότερα, γρηγορότερα και με μεγάλη ακρίβεια όλες τις απαιτούμενες εργασίες. Τα παραπάνω βέβαια φέρνουν μια επανάσταση στην οπτικοακουστική παραγωγή την οποία θα εξετάσουμε στα επόμενα κεφάλαια.

Το βασικό χαρακτηριστικό της ψηφιακής αναπαράστασης σε σχέση με τη σύσταση της εικόνας είναι η τρισδιάστατη υπόσταση της. Την εικόνα αυτή δεν μπορεί να την αναπαράγει κανένα άλλο μέσο.

Η πρώτη βασική διαφορά ανάμεσα στις μέχρι τώρα τεχνικές αναπαραστάσεις της πραγματικότητας και τις τρισδιάστατες εικόνες είναι ότι οι τρισδιάστατες εικόνες δεν δημιουργούνται μέσα από την αντανάκλαση της πραγματικότητας μέσω ενός φακού, αλλά δια μέσω σχεδιασμού εντολών και μαθηματικών διαδικασιών.

Το δεύτερο βασικό χαρακτηριστικό είναι ότι στη μνήμη του υπολογιστή δεν δημιουργείται μια εικόνα, αλλά ένας ολόκληρος κόσμος, ο οποίος ανά πάσα στιγμή μπορεί να προβάλλει ένα μέρος του, μια εικόνα η οποία βρίσκεται στο μέρος που αντικρίζει η εικονική κάμερα που έχουμε επιλέξει.

Οι εξελίξεις στον τομέα της τρισδιάστατης εικόνας ήταν ραγδαίες:

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια εισαγωγή στη δημιουργία και παραγωγή της τρισδιάστατης εικόνας, κυρίως για τα άτομα τα οποία δεν έχουν προηγούμενες γνώσεις πάνω σε αυτό το τομέα, αλλά θα πρέπει να μάθουν να τις χρησιμοποιούν για τις ανάγκες τους χωρίς να γίνουν εξειδικευμένοι δημιουργοί στο είδος.

Γι’ αυτόν τον λόγο θα παρουσιαστεί μια συλλογή από πληροφορίες κατάλληλες για να υποστηριχθεί οποιαδήποτε μελέτη και έναρξη καλλιτεχνικής δημιουργίας στις ψηφιακές τρεις διαστάσεις και μέσα από οποιοδήποτε “σύνηθες” λογισμικό τρισδιάστατου σχεδιασμού.

Θα γίνει επίσης μια προσπάθεια ένταξης, σε ένα κοινό λεξιλόγιο και πλαίσιο, των σημαντικότερων κατηγοριών, αντικειμένων και λειτουργιών, μέσα σε ένα περιβάλλον ψηφιακής δημιουργίας στις τρεις διαστάσεις. Συχνά οι ορολογίες που συναντούμε διαφέρουν ανά λογισμικό, καθώς τα ψηφιακά αντικείμενα και οι λειτουργίες τους αλλάζουν όνομα και χρήση παρά την - σε γενικές γραμμές - κοινή ονοματολογία.

Στόχος μας λοιπόν είναι να καταστήσουμε με σαφήνεια μια κοινή δομή στις έννοιες και στη γραμματική που χρησιμοποιείται.

8.1.1 Ιστορική αναδρομή

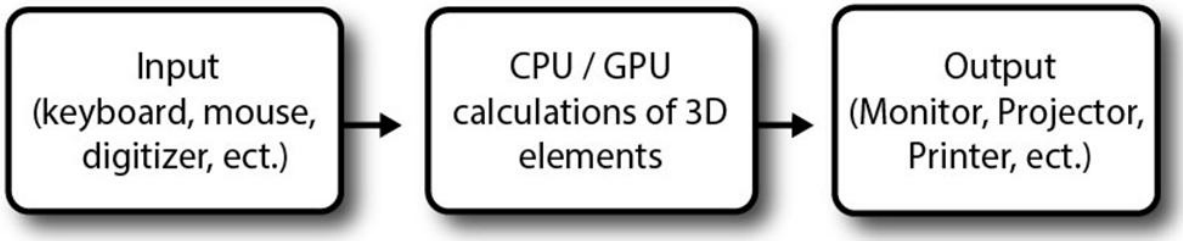
Η καλλιτεχνική έκφραση με ψηφιακά εργαλεία στις τρεις διαστάσεις έχει μια σχετικά σύντομη ιστορία και σχετίζεται άμεσα με την τεχνολογική εξέλιξη στον χώρο της ψηφιακής εικόνας.

Στη δεκαετία του 1970 πρωτοπόροι ερευνητές όπως ο Henri Gouraud, ο Alvy Ray Smith και ο Ed Catmul έδωσαν με τις μελέτες τους μεγάλη ώθηση στα τρισδιάστατα γραφικά. Η σχεδόν ταυτόχρονη εμφάνιση του μικροεπεξεργαστή απογείωσε τη χρήση τους με σκοπό την παραγωγή σταθερών ή κινούμενων εικόνων. Η συσχέτιση του παραγόμενου περιεχομένου με τον κινηματογράφο και άλλες μορφές οπτικοακουστικής παραγωγής λειτούργησε καταλυτικά με αποτέλεσμα όλο και περισσότεροι ερευνητές παραγωγοί και καλλιτέχνες να εντάξουν τα τρισδιάστατα γραφικά στον χώρο της εργασίας τους.

Την εποχή της εμφάνισης αυτού του κλάδου, την δεκαετία του ‘80, οι υψηλές απαιτήσεις τεχνικών γνώσεων και ιδιαίτερα απαιτητικών ηλεκτρονικών υπολογιστών περιόρισαν τη χρήση αυτής της κατηγορίας γραφικών και την κράτησαν απομονωμένη από το ευρύ κοινό. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες όπου οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές έγιναν πιο προσιτοί και ισχυρότεροι, η χρήση των τρισδιάστατων γραφικών στην αρχιτεκτονική, στην επιστημονική προεπισκόπηση, στον κινηματογράφο, στα κινούμενα σχέδια, στα βιντεοπαιχνίδια αλλά και σε καθαρά καλλιτεχνικά έργα, δημιούργησαν ένα νέο δυναμικό περιβάλλον που καλύπτει όλους τους τομείς έρευνας, εκπαίδευσης, παραγωγής και δημιουργίας. Οι εξειδικευμένες σχολές, η έρευνα μέσω της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, η εξέλιξη των λογισμικών και της τεχνολογίας καθώς και η ανάπτυξη δωρεάν λογισμικών έδωσαν μια μεγάλη ώθηση στον τομέα αποτελώντας ένα κεντρικό άξονα στην σύγχρονη ψηφιακή καλλιτεχνική έκφραση.

Μια συνεργατική και συνεχώς δυναμική σχέση μεταξύ του μέσου (Η/Υ) και του καλλιτέχνη λαμβάνει χώρα με μια συνεχή ανατροφοδότηση πληροφορίας μέσα από συσκευές εισόδου και εξόδου. Τα δεδομένα εισάγονται με κάποια συσκευή εισόδου π.χ. πληκτρολόγιο, ποντίκι, ψηφιακή γραφίδα, κάμερα, τρισδιάστατο σαρωτή εικόνας. Αυτά αναλύονται και επεξεργάζονται ώστε να παραχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα από κάποια συσκευή εξόδου όπως οθόνη, ηχεία, δισδιάστατο ή τρισδιάστατο εκτυπωτή.

Στον υπολογιστικό πυρήνα αυτής της διαδικασίας, για το σχεδιασμό της σκηνής και των τρισδιάστατων αντικειμένων χρησιμοποιείται, συνήθως, η κάρτα γραφικών (GPU) του υπολογιστή και στη συνέχεια η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) ή και η ίδια η κάρτα γραφικών (GPU) για να γίνουν οι απαραίτητοι μαθηματικοί υπολογισμοί ώστε να παραχθεί το ψηφιακό έργο και να αποδοθεί σε κάποια συσκευή εξόδου μέσα από τη διαδικασία της *φωτοαπόδοσης* (rendering).



Σχήμα 8.1 *Είσοδος δεδομένων – Υπολογισμός/Σχεδιασμός τρισδιάστατων γραφικών – Έξοδος.*

Ο καλλιτέχνης δημιουργεί μέσα σε έναν εικονικό τρισδιάστατο χώρο (ή τρισδιάστατη σκηνή) με σκοπό το καλλιτεχνικό του έργο να χρησιμοποιηθεί:

1. Σε δύο (ψηφιακές) διαστάσεις (ως εικόνες σταθερές ή κινούμενες για προβολή σε δισδιάστατες συσκευές εξόδου, π.χ. σε σχέση με τις σταθερές εικόνες: έντυπα, φωτογραφίες τυπωμένες ή ενταγμένες σε πολυμέσα, και σε σχέση με τις κινούμενες εικόνες σε κινηματογραφικές προβολές ή επίσης ενταγμένες σε πολυμέσα)
2. Σε τρεις (ψηφιακές) διαστάσεις (ως έργα στον ψηφιακό χώρο, όπως για παράδειγμα διαδραστικές ή μη εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο για προβολή σε συσκευές τρισδιάστατης προβολής ή και δισδιάστατες συσκευές εξόδου π.χ. Τα περισσότερα ψηφιακά παιχνίδια στον υπολογιστή ή σε

όλες τις κονσόλες παιχνιδιών, σε συστήματα εικονικής πραγματικότητας όπως το CAVE ή τα φτηνά συστήματα τύπου Oculus Rift)

3. Στο φυσικό χώρο σε τρεις διαστάσεις (3D printing). Είναι μια νέα τεχνολογία που έχει βγει στο εμπόριο την τελευταία πενταετία και πρόκειται να φέρει σημαντικές αλλαγές στη δημιουργία και παράγωγη των αντικειμένων.

8.2 Το περιβάλλον εργασίας του τρισδιάστατου ψηφιακού χώρου (τρισδιάστατης σκηνής)

Η ενασχόληση με τον υπολογιστή με σκοπό την παραγωγή ενός καλλιτεχνικού έργου προϋποθέτει την εξοικείωση με ένα συγκεκριμένο περιβάλλον εργασίας. Αυτό σημαίνει εξοικείωση με το γραφικό περιβάλλον δημιουργίας, περιήγησης και λειτουργίας μέσα στον τρισδιάστατο ψηφιακό χώρο. Όλα βεβαίως βρίσκονται μέσα στην οθόνη, ή τις περισσότερες φορές σε περισσότερες οθόνες ενός υπολογιστή.

8.2.1 Ο χώρος σε τρεις διαστάσεις και η κλίμακα

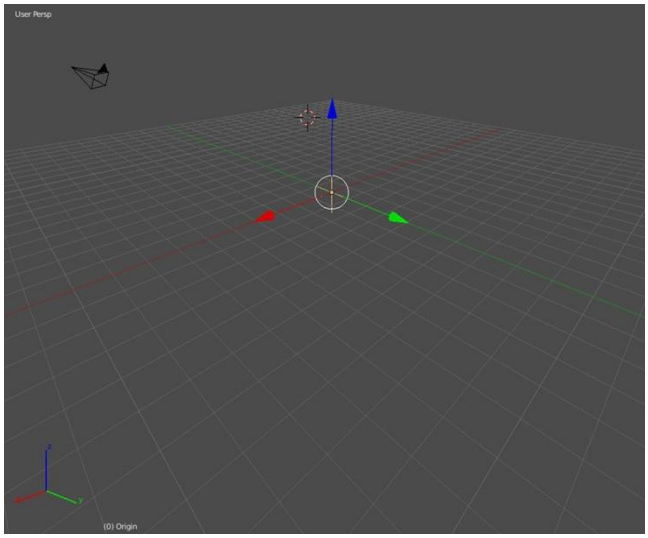
Για να έχουμε μια εποπτεία της τρισδιάστατης απεικόνισης πρέπει να κάνουμε μια μικρή εισαγωγή σε βασικές έννοιες της γεωμετρίας στις 3 διαστάσεις.

Ο τρισδιάστατος χώρος καθορίζεται από 3 κάθετους αριθμημένους άξονες (X), (Y), (Z). Ανά δύο οι άξονες ορίζουν 3 επίπεδα (XY), (XZ), (YZ).

Κάθε σημείο Α στον τρισδιάστατο χώρο περιγράφεται από 3 αριθμούς (x,y,z) (συντεταγμένες) και συμβολίζεται με : A(x, y, z).

Οι άξονες (X), (Y), (Z), τέμνονται στο σημείο Ο (0,0,0) (World Origin).

Στα περισσότερα προγράμματα τρισδιάστατης απεικόνισης, σα σύμβαση ο άξονας Y (επάνω / up) εκφράζει άξονα κάθετο στο οριζόντιο επίπεδο (XZ) - (δάπεδο / ground).



Εικόνα 8.1 *Ο τρισδιάστατος χώρος όπως απεικονίζεται μέσα από το λογισμικό Blender.*

Εξαίρεση αποτελεί το λογισμικό ανοιχτού κώδικα Blender (www.blender.org) καθώς και προγράμματα μαθηματικών και αρχιτεκτονικής τρισδιάστατης απεικόνισης. Εκεί, συχνά συναντούμε τον άξονα Z επάνω / up ως κάθετο στο οριζόντιο επίπεδο (XY) - (δάπεδο / ground) (Εικόνα 8.1).

Σε όλες τις λειτουργίες στον ψηφιακό χώρο, η κλίμακα παίζει σημαντικό ρόλο.

Συνήθως η κλίμακα που χρησιμοποιείται είναι αόριστη και η μονάδα 1 στους τρεις άξονες αντιστοιχεί στο 1μ.

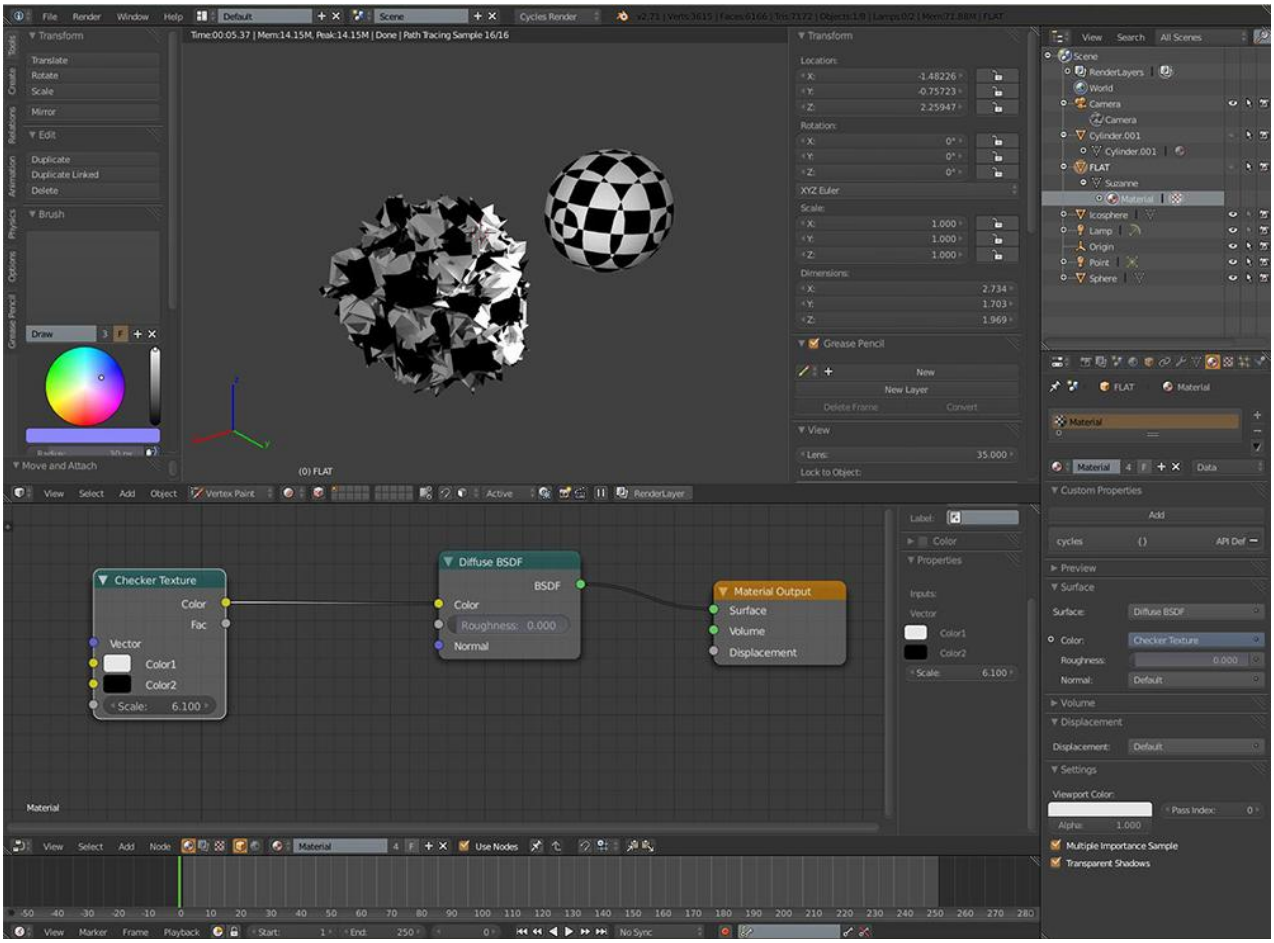
Κάθε λογισμικό έχει τον δικό του τρόπο υπολογισμού των αποστάσεων και της κλίμακας και πρέπει πάντοτε να είμαστε γνώστες αυτής της ιδιαιτερότητας καθώς θα αναδύεται συνεχώς, μετά από κάθε εργασία μας φωτισμού, σκίασης, εξομοίωσης. Αυτό επηρεάζει δραματικά την κάθε εργασία μέσα στον ψηφιακό τρισδιάστατο.

Για παράδειγμα, μια ταχύτητα με αριθμητική τιμή 10km/h ή μια φωτογραφική υφή 20x20 cm έχει τελείως διαφορετικό αποτέλεσμα όταν εφαρμόζεται σε έναν πλανήτη διαμέτρου χιλιάδων χιλιομέτρων απ' ό, τι σε μια μπάλα ποδοσφαίρου.

Επίσης έχει μεγάλη σημασία όταν μεταφέρουμε ένα τρισδιάστατο αντικείμενο από ένα λογισμικό σε ένα άλλο, ή όταν δουλεύεται ένα έργο ομαδικά και ο καθένας έχει αναλάβει ένα μέρος της παραγωγής του.

8.2.2 Το παραθυρικό περιβάλλον εργασίας

Το παραθυρικό περιβάλλον εργασίας συνήθως χωρίζεται με γνώμονα τις λειτουργίες και το περιεχόμενό του σε 3 τμήματα: Το γραφικό περιβάλλον χρήστη (GUI), τα *παράθυρα όψης* του τρισδιάστατου ψηφιακού χώρου (Viewports) και τα παράθυρα ειδικών λειτουργιών (Εικόνα 8.2).



Εικόνα 8.2 *Το παραθυρικό περιβάλλον εργασίας όπως φαίνεται μέσα από το λογισμικό Blender.*

8.2.3 Το γραφικό περιβάλλον χρήστη (Graphic User Interface)

Αποτελεί ουσιαστικά το κεντρικό περιβάλλον του χώρου εργασίας που βρίσκεται συντεταγμένα στην οθόνη, με τον τρόπο που βολεύει τον χρήστη. Υπάρχουν περιφερειακά τα παράθυρα απεικόνισης του ψηφιακού χώρου, τα εικονίδια που προσομοιάζουν ψηφιακά κουμπιά διακόπτες και άλλα εργαλεία ελέγχου, τα πεδία

εισαγωγής κειμένου ή αλλαγής μεταβλητών και τη *γραμμή χρονικής μετατόπισης* στη σκηνή μας (timeline) (Εικόνα 8.3).

Εικόνα 8.3 *Η γραμμή χρονικής μετατόπισης (timeline) όπως φαίνεται μέσα από το λογισμικό Blender*.

Συνήθως για τη βέλτιστη οργάνωση του χώρου εργασίας υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής προσαρμογής και αποθήκευσης του περιβάλλοντος αυτού ανάλογα με τις ανάγκες του καλλιτέχνη.

Οι διαφορετικές αυτές *διατάξεις* (layouts) του περιβάλλοντος εργασίας σχετίζονται και με τις επιμέρους εργασίες στις οποίες ο καλλιτέχνης επικεντρώνεται (π.χ. συνήθως δημιουργείται ειδική διάταξη περιβάλλοντος για μοντελοποίηση με εμφανή όλα τα σχετικά εργαλεία, και αντίστοιχα διαφορετική διάταξη για την απομορφοποίηση ή κίνηση).

8.2.4 Τα παράθυρα όψης του τρισδιάστατου ψηφιακού χώρου / ψηφιακής σκηνής

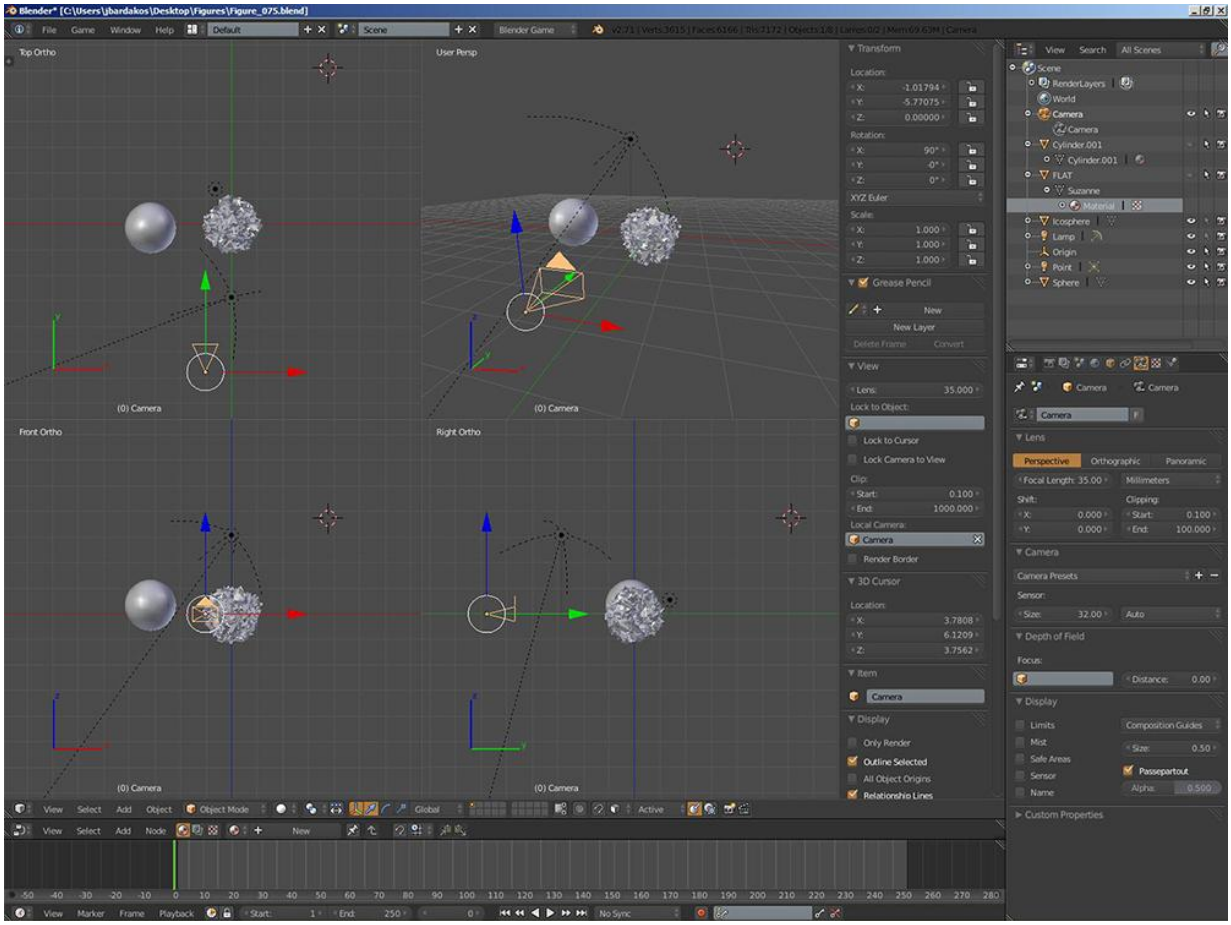
Η περιήγηση στον τρισδιάστατο ψηφιακό χώρο γίνεται συνήθως με το ποντίκι (συνιστάται ένα ποντίκι 3 πλήκτρων) σε συνδυασμό με τα βοηθητικά πλήκτρα (Alt, Ctrl, Shift, Space).

Φυσικά σε πιο ειδικά πλαίσια εργασίας, υπάρχουν πολύ συγκεκριμένες συσκευές εισόδου και εξόδου για την ψηφιακή τρισδιάστατη περιήγηση (trackpads, trackballs, 3D mouse controllers, Virtual Reality input - output devices).

Για σωστή αντίληψη κατά την περιήγησή μας στον χώρο είναι επιθυμητό να έχουμε 6 βαθμούς ελευθερίας (3 για μετατόπιση και 3 για περιστροφή).

Με τον όρο περιήγηση αναφερόμαστε στην κίνηση (μετατόπιση και περιστροφή), της νοητής κάμερας με την οποία περιεργαζόμαστε μέσα από μια υποκειμενική θεώρηση τον ψηφιακό χώρο εργασίας μας.

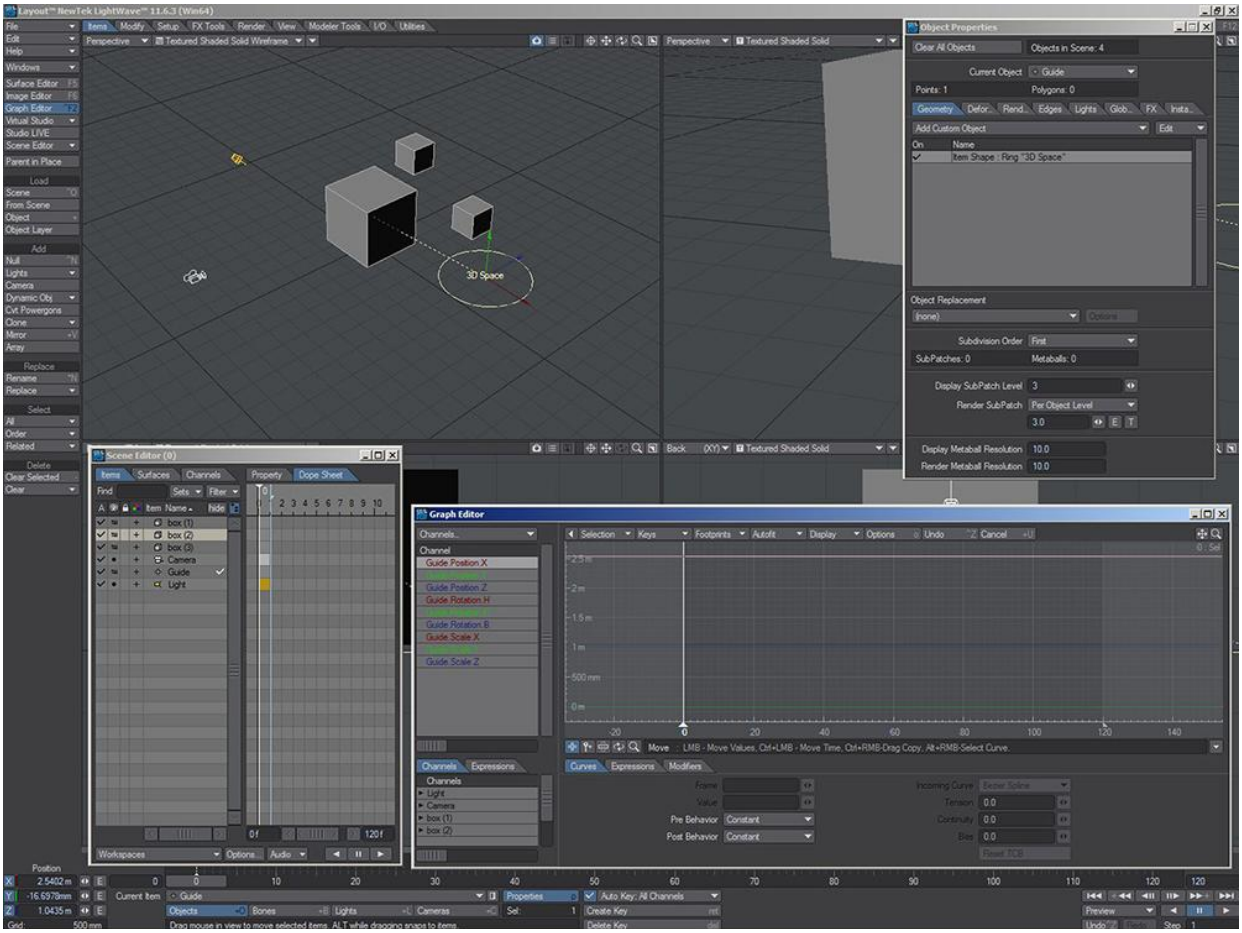
Για βοηθητικούς σκοπούς, το περιβάλλον εργασίας μπορεί να μοιραστεί σε περισσότερα από ένα ενεργά παράθυρα. Χαρακτηριστική περίπτωση είναι το σύνηθες στήσιμο των 4 παραθύρων (quad-view) με διακριτές όψεις (προοπτική όψη / κάμερα, εμπρός / όπισθεν, αριστερά / δεξιά, επάνω / κάτω) (Εικόνα 8.4).



Εικόνα 8.4 *Τα παράθυρα όψης στη διάταξη Quad View όπως φαίνονται μέσα από το λογισμικό Blender.*

8.2.5 Τα παράθυρα ειδικών λειτουργιών

Τα παράθυρα ειδικών λειτουργιών είναι χώροι στο γραφικό περιβάλλον εργασίας για την απεικόνιση πληροφοριών με λεπτομέρειες δεδομένων, παραμέτρους ή πληροφορίες που σχετίζονται με τον τρισδιάστατο χώρο που δημιουργείται καθώς και με τα αντικείμενα που βρίσκονται μέσα σε αυτόν (Εικόνα 8.5).

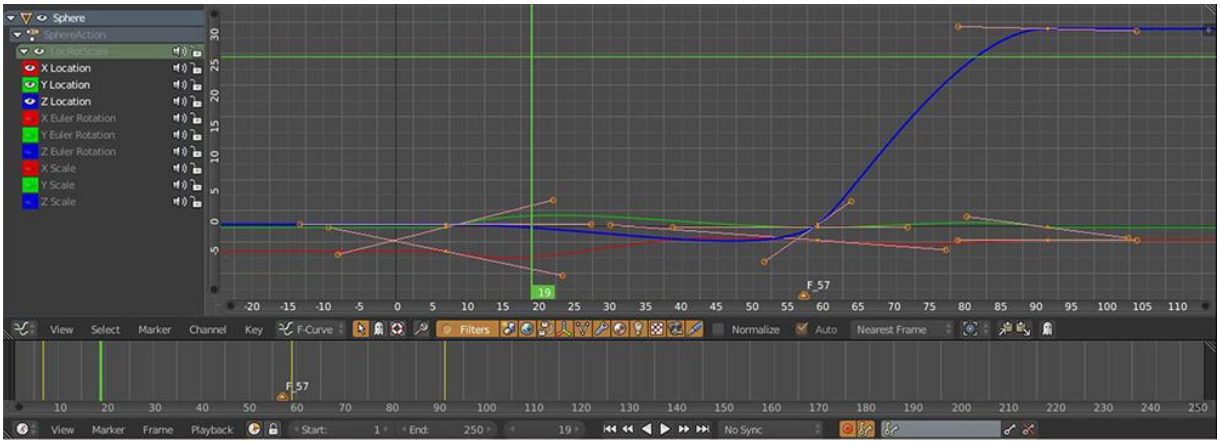


Εικόνα 8.5 *Floating παράθυρα ειδικών λειτουργιών όπως φαίνονται μέσα από το λογισμικό Lightwave 3D.*

Συχνά τα ειδικά παράθυρα βρίσκονται σε απόκρυψη και εμφανίζονται μετά από συγκεκριμένες λειτουργίες αντικαθιστώντας κάποιο από τα *παράθυρα όψης* (viewports) ή σαν *επιπλέοντα παράθυρα* (floating windows).

Παραδείγματα ειδικών παραθύρων είναι το graph editor, timeline window, shading network editor, ή object menu list (Εικόνα 8.6).

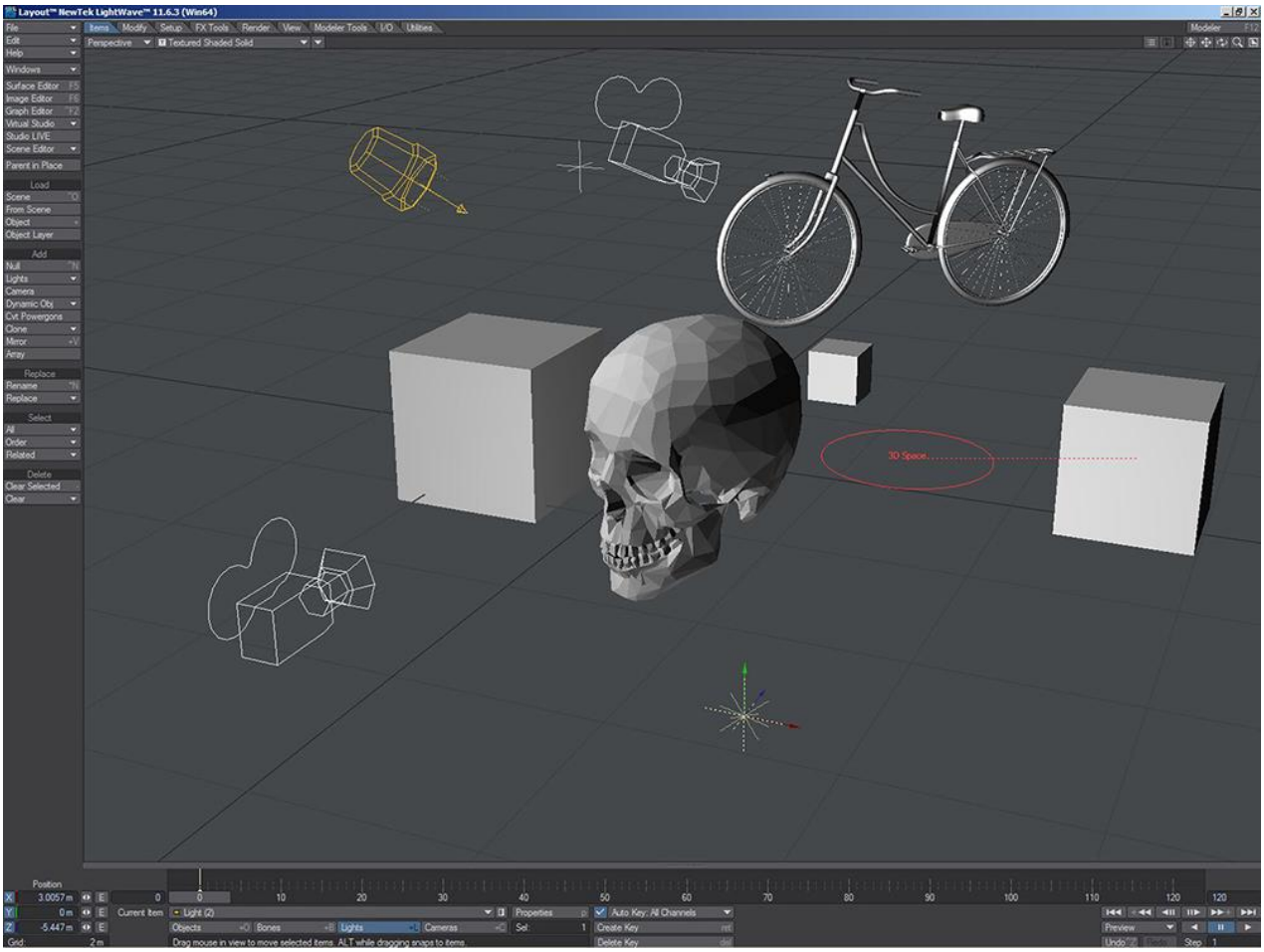
Τα παράθυρα αυτά δεν είναι χρήσιμα σε κάθε στιγμή της εργασίας μας, οπότε για βέλτιστη οργάνωση του περιβάλλοντος παραμένουν κρυφά μέχρι να γίνει η αναζήτησή τους από το χρήστη.



Εικόνα 8.6 *Τα παράθυρα ειδικών λειτουργιών (Graph Editor & Timeline) όπως φαίνονται μέσα από το λογισμικό Blender.*

8.3 Τα ψηφιακά αντικείμενα στον χώρο η τοποθέτηση στοιχείων σκηνογραφίας και ηθοποιών (χαρακτήρων) και η ψηφιακή σκηνοθεσία

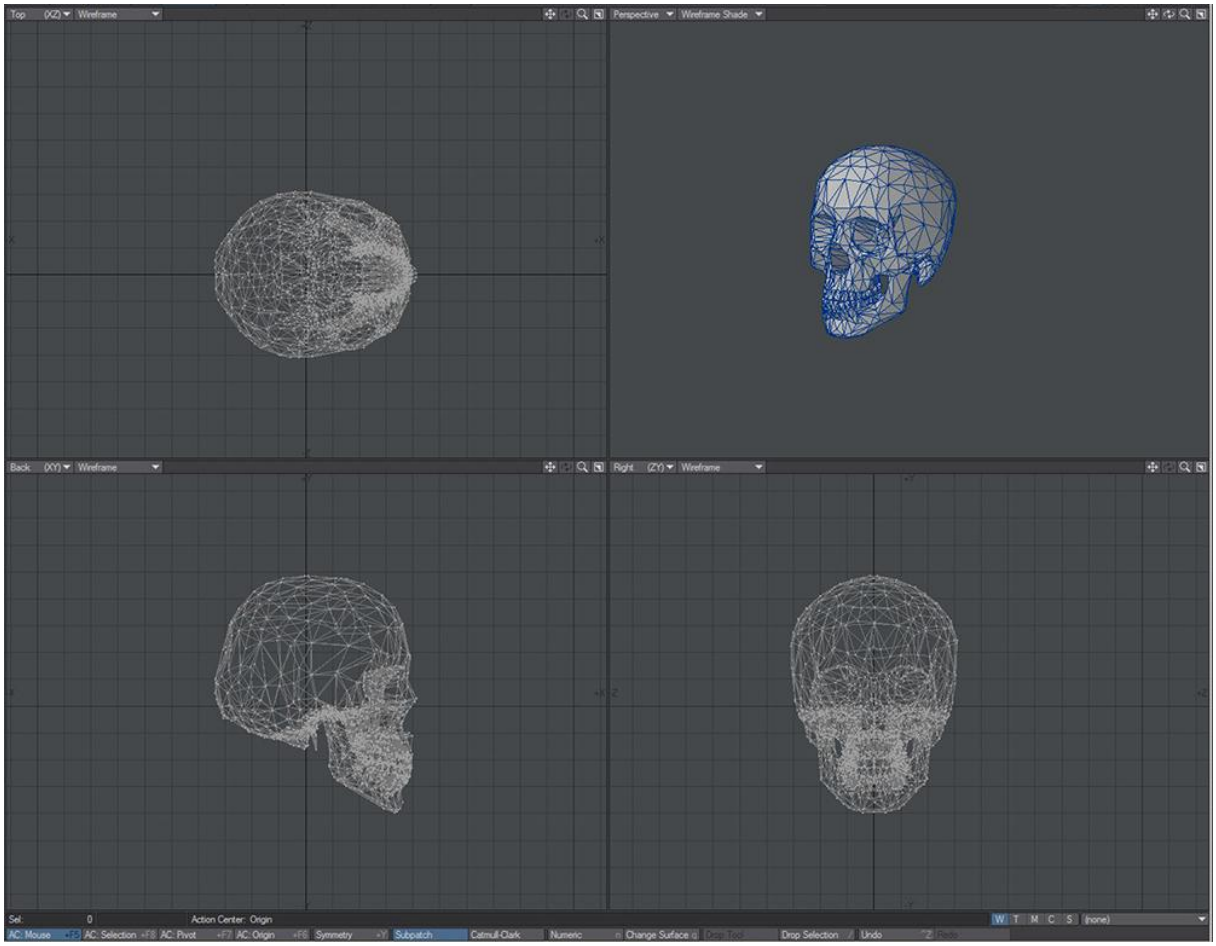
Τα αντικείμενα που χρησιμοποιούνται για το στήσιμο ενός τρισδιάστατου σκηνικού χωρίζονται στις εξής κατηγορίες ανάλογα με τη λειτουργία τους (Εικόνα 8.7):



Εικόνα 8.7 *Ψηφιακά αντικείμενα στον τρισδιάστατο χώρο, κάμερες, φώτα, γεωμετρικά αντικείμενα, βοηθητικά αντικείμενα όπως φαίνονται μέσα από το λογισμικό Lightwave 3D.*

8.3.1 Γεωμετρικά αντικείμενα

Πρόκειται για απλά ή περίπλοκα γεωμετρικά σχήματα. Αυτά μπορεί να είναι από ένα σημείο στον χώρο, έναν κύβο, μια καμπύλη ή και ένα σύνολο από περίπλοκα αντικείμενα που σχηματίζουν έναν άνθρωπο, ένα όχημα ένα έπιπλο (Εικόνα 8.8).



Εικόνα 8.8 *Γεωμετρικό αντικείμενο όπως φαίνεται μέσα από το λογισμικό Lightwave 3D Modeler.*

8.3.2 Βοηθητικά αντικείμενα

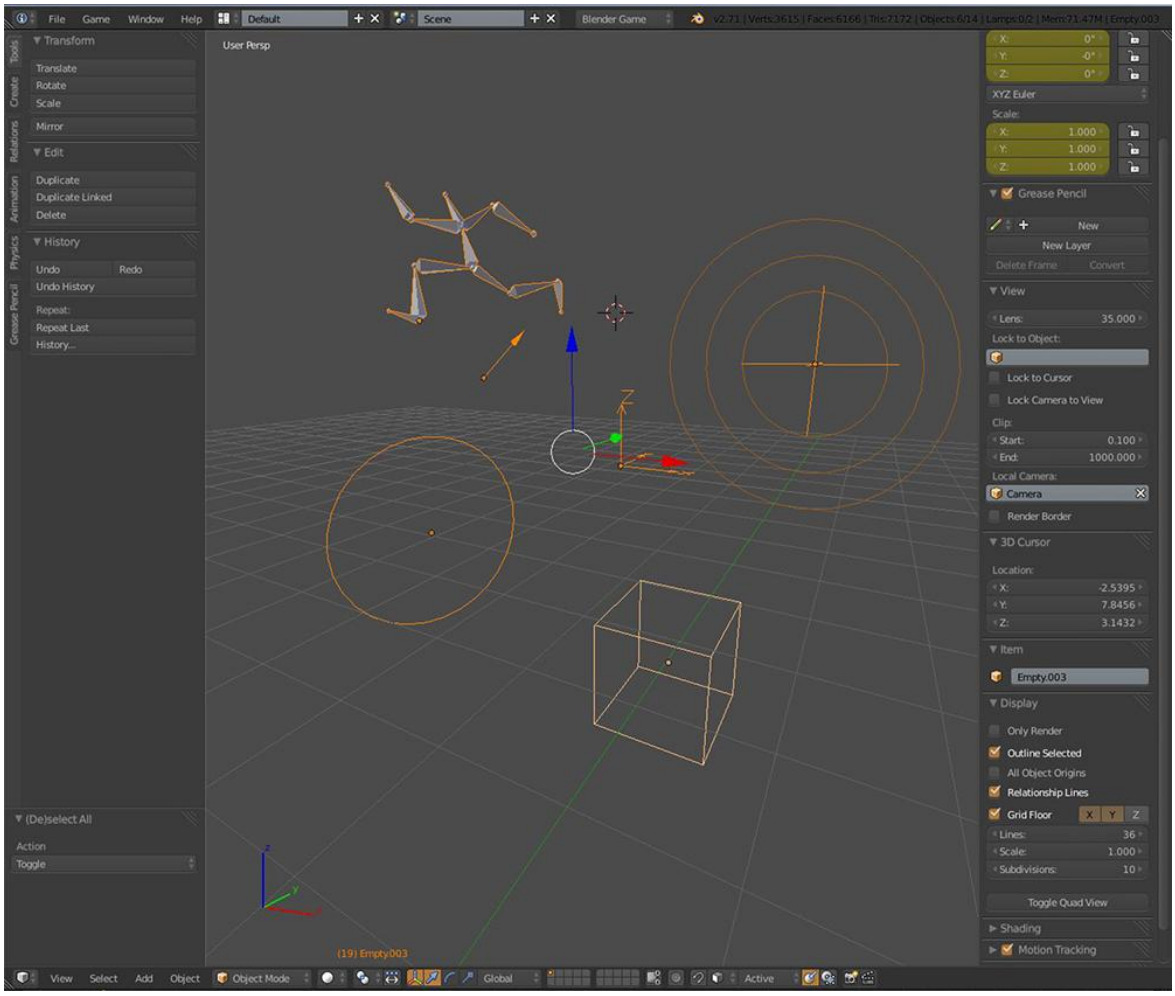
(Nulls, Locators, Empties, Geometry Deform Operators κ.λπ.)

Τα κενά, άδεια αντικείμενα είναι στοιχεία του ψηφιακού χώρου που καθορίζονται από ένα σημείο στον χώρο.

Είναι αντικείμενα που βοηθούν στην ιεραρχική δόμηση μιας σκηνής, στην απομορφοποίηση γεωμετρικών αντικειμένων και συχνά χρησιμοποιούνται ως «δοχεία» για κάποιον κώδικα προγραμματισμού ή ως ενδιάμεσοι για τη γονεϊκή συσχέτιση των αντικειμένων της σκηνής. Ιδιαίτερα βοηθητικά είναι τα κενά (Null, Locators, Empties) αντικείμενα που χρησιμοποιούνται για την ομαδοποίηση γεωμετρικών κάτω από μια ιεραρχική δομή με γονέα το κενό, για την καθοδήγηση ή έλεγχο σκελετικών δομών (skeleton, character setup controllers) καθώς και για μια πληθώρα τεχνικών μέτρησης, σημείωσης και αποθήκευσης συντεταγμένων στον χώρο ή στις γεωμετρίες μας.

Στην ίδια κατηγορία ανήκουν και οι *τελεστές* (operators) απομορφοποίησης που συχνά εφαρμόζονται πάνω σε γεωμετρικά αντικείμενα μέσα στη σκηνή μας.

Όπως όλα τα αντικείμενα και αυτά έχουν ένα δικό τους *σημείο περιστροφής* (Pivot Point).



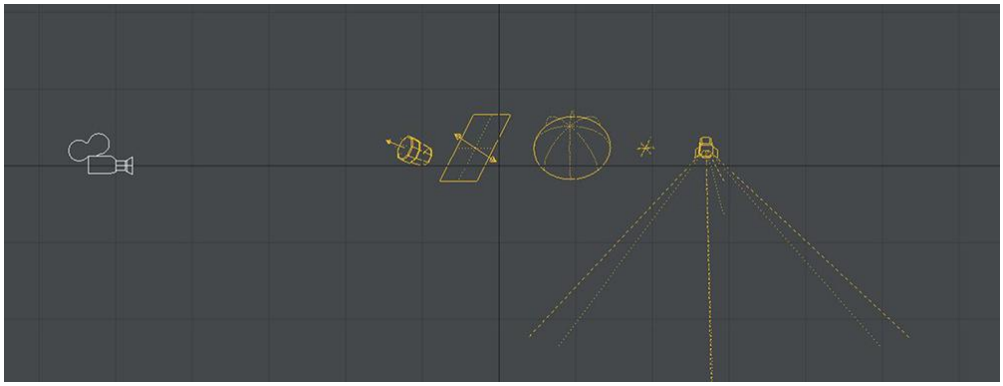
Εικόνα 8.9 *Βοηθητικά αντικείμενα.*

Συχνά για τα βοηθητικά αντικείμενα υπάρχει μια γεωμετρική αναπαράστασή τους στην τρισδιάστατη σκηνή. Παρολ' αυτά δεν πρέπει να συγχέεται το γεγονός ότι πρόκειται απλά για σημειακά αντικείμενα στον χώρο και η αναπαράσταση αυτή συμβαίνει μόνον για βοηθητικούς σκοπούς. Τα οστά, για παράδειγμα που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία βοηθητικού αντικειμένου και αποτελούν ένα είδος τελεστή απομορφοποίησης των τρισδιάστατων αντικειμένων μας, παρουσιάζουν μια ρομβοειδή συνήθως γεωμετρική αναπαράσταση, η οποία δεν απεικονίζεται κατά τη *φωτοαπόδοση* (rendering) (Εικόνα 8.9).

8.3.3 Φώτα

Είναι αντικείμενα που εξομοιάζουν πηγές φωτός και παίζουν βασικό ρόλο στη σκίαση των αντικειμένων στην ψηφιακή σκηνή και στη μετέπειτα φωτοαπόδοση και παραγωγή τελικής εικόνας.

Τα φώτα χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες. Συνήθως στα περισσότερα λογισμικά τα σημειακά φώτα, τους προβολείς, τα φώτα μακρινής απόστασης, τα φώτα περιβάλλοντος και τα φώτα επιφάνειας (Εικόνα 8.10).

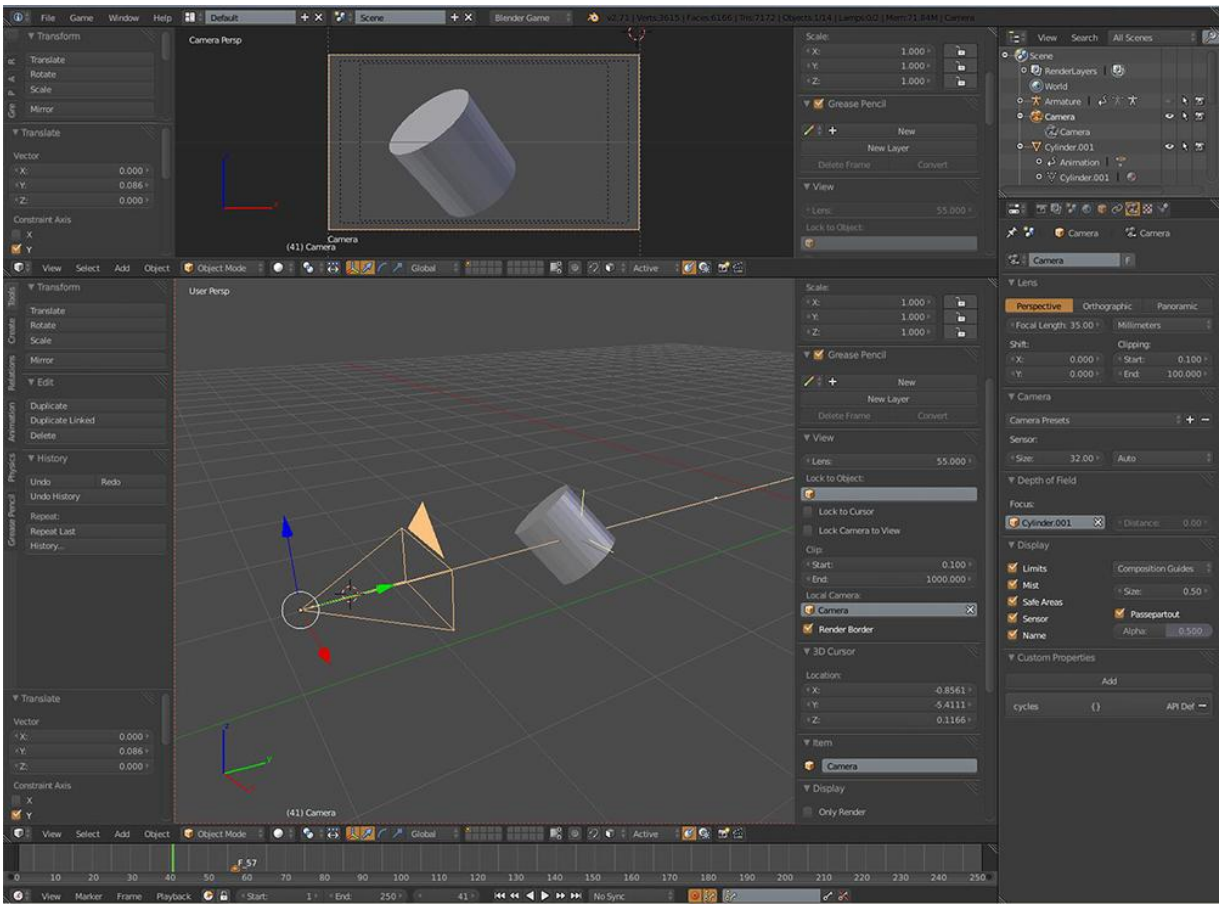


Εικόνα 8.10 *Διαφορετικές κατηγορίες από φώτα.*

8.3.4 Κάμερα

Οι κάμερες, κατά αντιστοιχία με τις κάμερες σε ένα στούντιο κινηματογράφου, είναι αντικείμενα μέσα από τα οποία μας επιτρέπεται να έχουμε μια οπτική θεώρηση, ένα κάδρο της ψηφιακής τρισδιάστατης σκηνής μας. Σε συνδυασμό με τα φώτα και τα υλικά – μοντέλα φωτισμού, σκίασης των τρισδιάστατων γεωμετρικών αντικειμένων, οι κάμερες παίζουν κεντρικό ρόλο στην τελική φωτοαπόδοση των εικόνων μας.

Οι κάμερες θα μας δώσουν επιπλέον χαρακτηριστικά στο τελικό αποτέλεσμα της εικόνας μας όπως ανάλογα το φακό, το είδος της προοπτικής (orthographic, perspective, spherical 360, κ.λπ.), το *βάθος πεδίου* (depth of field), τη *θόλωση κίνησης* (motion blur) κ.ά.



Εικόνα 8.11 *Η κάμερα και οι μεταβλητές της μέσα από το λογισμικό Blender.*

8.3.5 Δυναμικά και ειδικά αντικείμενα

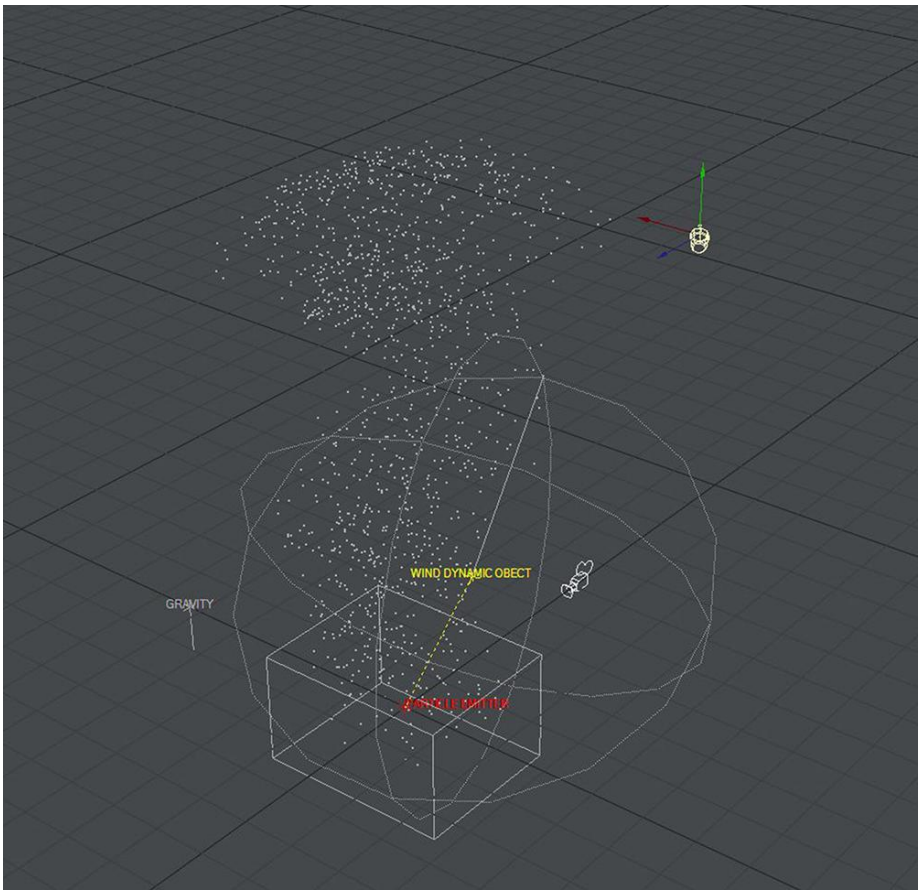
(Particle emitters, Physical properties, Forces, Colliders, κ.λπ.)

Αναφερόμαστε σε ειδικά αντικείμενα που σχετίζονται με πολύ ειδικές λειτουργίες των λογισμικών τρισδιάστατης απεικόνισης. Εδώ συναντούμε τα αντικείμενα που εξομοιώνουν φυσικά φαινόμενα όπως πεδία δυνάμεως και σύγκρουσης αντικειμένων, γεννήτορες σωματιδίων κ.ά.

Επιπλέον, σε αυτή την κατηγορία βρίσκουμε και ειδικά αντικείμενα παραγωγής νεφών, ομίχλης, ογκομετρικών αντικειμένων (καπνού, φλόγας) καθώς και συστημάτων μαλλιών, τρίχας ή γούνας.

(Atmosphere, Sky, Volumetric, Hair, Fur).

Τα περισσότερα από αυτά τα αντικείμενα είναι τελεστές (operators) που εφαρμόζονται πάνω σε κάθε είδους αντικείμενο ή σε κάποιο βοηθητικό αντικείμενο και συσχετίζονται με ολόκληρη τη σκηνή (π.χ. ένας τελεστής βαρύτητας) (Εικόνα 8.12).



Εικόνα 8.12 *Δυναμικά αντικείμενα στον χώρο (Lightwave 3D - Layout).*

Η θέση τους είναι ιδιαίτερα σημαντική στην οπτικοακουστική παραγωγή αφού αποτελούν πλέον τον βασικό χώρο δημιουργίας όλων των φυσικών φαινομένων κάθε κινηματογραφικής ταινίας. Υπάρχουν πλέον μεγάλες διεθνείς εταιρείες και στούντιο παραγωγής που εξειδικεύονται στις εξομοιώσεις σωματιδίων για σκόνη, εκρήξεις, φωτιά ή πλημμύρες. Νέα εργαλεία αναπτύσσονται συνέχεια για τη βελτίωση της ρεαλιστικής αναπαράστασης [32]αυτών των φυσικών φαινομένων. Σχεδόν σε κάθε σύγχρονη ψηφιακή παραγωγή γίνεται χρήση τέτοιων τεχνικών ακόμη και αν δεν είναι άμεσα αντιληπτό. Αποτελούν τα κρυμμένα εφέ όπως αναφέρει ο Lev Manovich [9].

[32] Αυτό που έχει σημασία, είναι το πόσο πειστική είναι η κίνηση, η απεικόνιση μέσω από τη φωτοαπόδοση (rendering) και το πώς συνδυάζονται αυτά με υλικό από το φυσικό γύρισμα. (σύνθεση – compositing)

8.4 Ο χειρισμός των αντικειμένων και συσχέτιση των αντικειμένων

Κάθε αντικείμενο έχει ένα δικό του *τοπικό σύστημα συντεταγμένων* (Local space), με κέντρο το *κέντρο περιστροφής* του (Pivot Point).

Στις περισσότερες περιπτώσεις το κέντρο περιστροφής του αντικειμένου είναι το βαρύκεντρο των σημείων που το αποτελούν.

Οι τρεις άξονες που ορίζουν τον ψηφιακό χώρο έχουν το δικό τους σύστημα συντεταγμένων (World Space) με κέντρο το σημείο 0 (0,0,0).

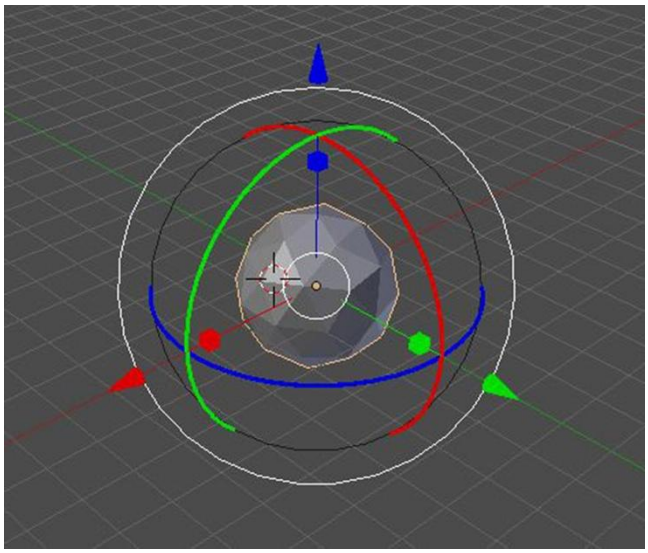
Οι βασικές λειτουργίες που μπορούν να εφαρμοστούν στα αντικείμενα είναι:

- *Μετατόπιση* (Translate)
- *Περιστροφή* (Rotate)
- *Αλλαγή κλίμακας* (Scale)

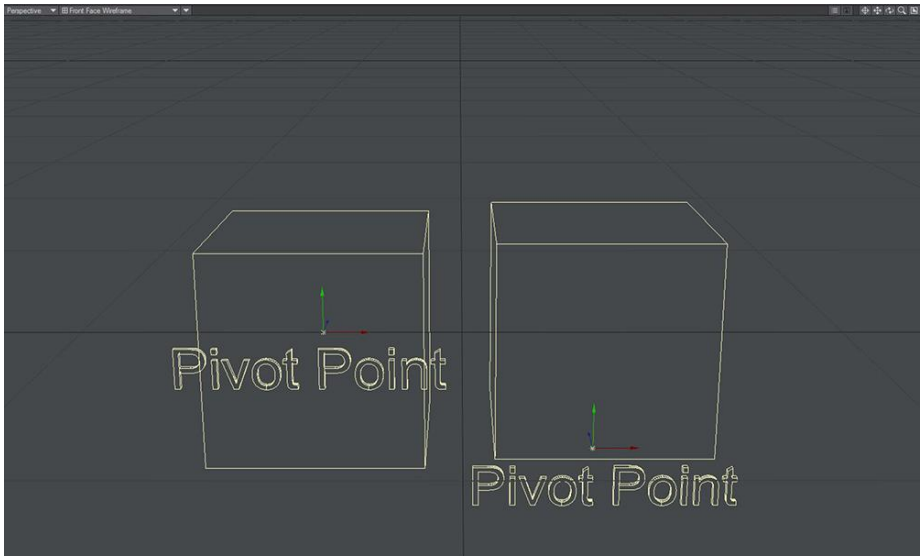
Στα περισσότερα λογισμικά υπάρχει η λογική του "*χειριστή*" (manipulator) για κάθε μία από αυτές τις λειτουργίες.

Οι χειριστές είναι βοηθητικά εργαλεία διάδρασης με τα τρισδιάστατα αντικείμενά μας που βοηθούν σε πραγματικό χρόνο την εφαρμογή των βασικών αυτών λειτουργιών.

Υπάρχει η δυνατότητα μετατόπισης, περιστροφής ή και αλλαγής κλίμακας σε σχέση με το τοπικό σύστημα συντεταγμένων ή σε σχέση με το global σύστημα συντεταγμένων (Εικόνα 8.13).



Εικόνα 8.13 *Χειριστές περιστροφής, κλίμακας, μετατόπισης σε ένα γεωμετρικό αντικείμενο (Blender).*



Εικόνα 8.14 *Αλλαγή σημείου περιστροφής.*

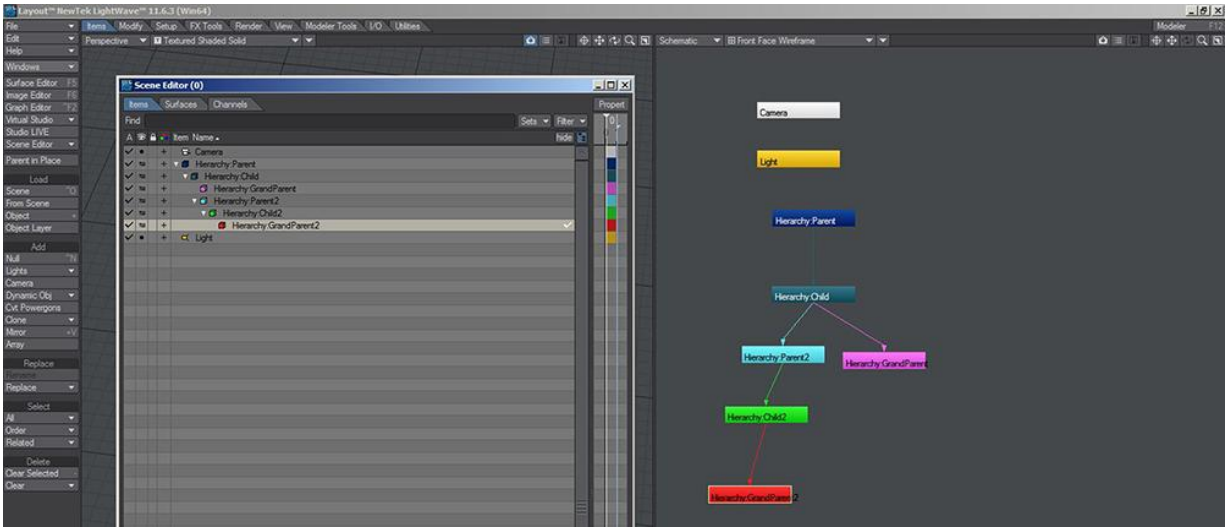
Επιπλέον, η δυνατότητα αλλαγής της θέσης του σημείου περιστροφής (Pivot) σε κάθε αντικείμενο επιτρέπει το χειρισμό του με ευκολία και την τοποθέτησή του ευκολότερα στον χώρο σε σχέση με τις ανάγκες σύνθεσης (Εικόνα 8.14).

8.4.1 Γονεϊκή συσχέτιση και υιοθέτηση παραμέτρων

Μια σημαντική ιδιότητα όλων των αντικειμένων στην ψηφιακή μας σκηνή είναι η ιεραρχική δομή που σχηματίζεται μέσω ενός συστήματος γονεϊκής συσχέτισης (Εικόνα 8.15).

Κάποια αντικείμενα μπορούν να γίνουν μέλη μιας ιεραρχίας ως πρόγονοι ή απόγονοι.

Αυτό στις περισσότερες περιπτώσεις, υποδηλώνει για κάθε αντικείμενο – απόγονο την υιοθέτηση τιμών περιστροφής, θέσης και κλίμακας που προέρχεται από τον πρόγονό του.



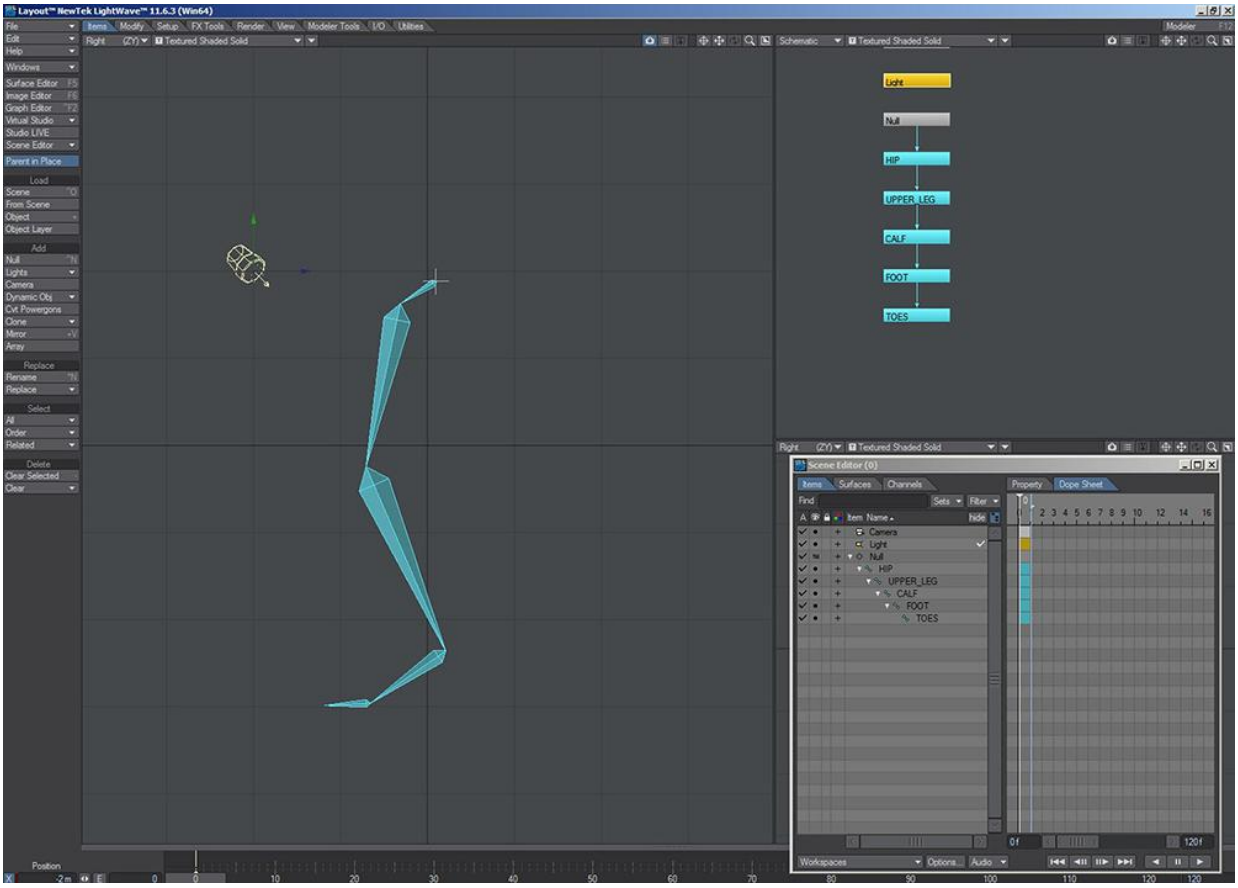
Εικόνα 8.15 *Γονεϊκή συσχέτιση και ιεραρχία αντικειμένων (Lightwave 3D).*

Η γονεϊκή συσχέτιση είναι ένας εύκολος τρόπος ομαδοποίησης αντικειμένων για ευκολία μετακίνησης, σύνθεσης και αλλαγής παραμέτρων σε μια ομάδα αντικειμένων επηρεάζοντας μόνο την παράμετρο του προγόνου (π.χ. ένας γονέας αντικείμενο τραπέζι περιλαμβάνει ως αντικείμενα απογόνους του, τα πιάτα, τα

μαχαιροπήρουνα και τα ποτήρια. Τα μαχαιροπήρουνα με τη σειρά τους μπορεί να είναι απόγονοι των πιάτων).

Η γονεϊκή συσχέτιση είναι ουσιώδης έννοια στη δημιουργία ιεραρχιών σκελετικών δομών. Σε αυτή την περίπτωση, τα οστά που λειτουργούν ως τελεστές απομορφοποίησης συσχετίζονται γονεϊκά ώστε να κατασκευαστεί ένα σκελετικό σύστημα.

Για παράδειγμα σε μια ιεραρχία οστών ενός ποδιού, το οστό που ελέγχει τους γοφούς είναι γονέας του οστού που ελέγχει το μηρό και αυτό με τη σειρά του είναι γονέας του οστού που απομορφοποιεί τη γάμπα, το πέλμα και τέλος τα δάχτυλα των ποδιών (Εικόνα 8.16).



Εικόνα 8.16 *Γονεϊκή συσχέτιση μιας ιεραρχίας οστών (Lightwave 3D).*

8.5 Τα αντικείμενα στον ψηφιακό τρισδιάστατο χώρο και τα επιμέρους στοιχεία τους

8.5.1 Γεωμετρικά αντικείμενα

Τα γεωμετρικά αντικείμενα συχνά ονομάζονται χάριν ευκολίας, γεωμετρίες, *πλέγματα* (meshes), μοντέλα, ή απλώς αντικείμενα. Όπως είδαμε αποτελούν τον πυρήνα μιας τρισδιάστατης σκηνής καθώς από αυτά αποτελούνται τα σκηνικά μας, οι ηθοποιοί μας και μια πληθώρα από ψηφιακές κατασκευές στις 3 διαστάσεις.

Τα γεωμετρικά αντικείμενα συνήθως περιγράφουν όγκους στον τρισδιάστατο χώρο. Αποτελούνται όμως από στοιχειώδη δίχως όγκο τμήματα σημεία, γραμμές και μικρές επιφάνειες.

Η έννοια του πολυγώνου και ειδικά του τριγώνου είναι ουσιώδης για τα γεωμετρικά αντικείμενα. Αυτό συμβαίνει γιατι όπως θα δούμε, κάθε τέτοιο αντικείμενο λίγο πρίν τη φωτοαπόδοσή [33] του μετατρέπεται

[33] Είτε αυτό γίνεται με τη χρήση της *Κεντρικής Μονάδας Επεξεργασίας* (CPU) ή με τη βοήθεια της κάρτας

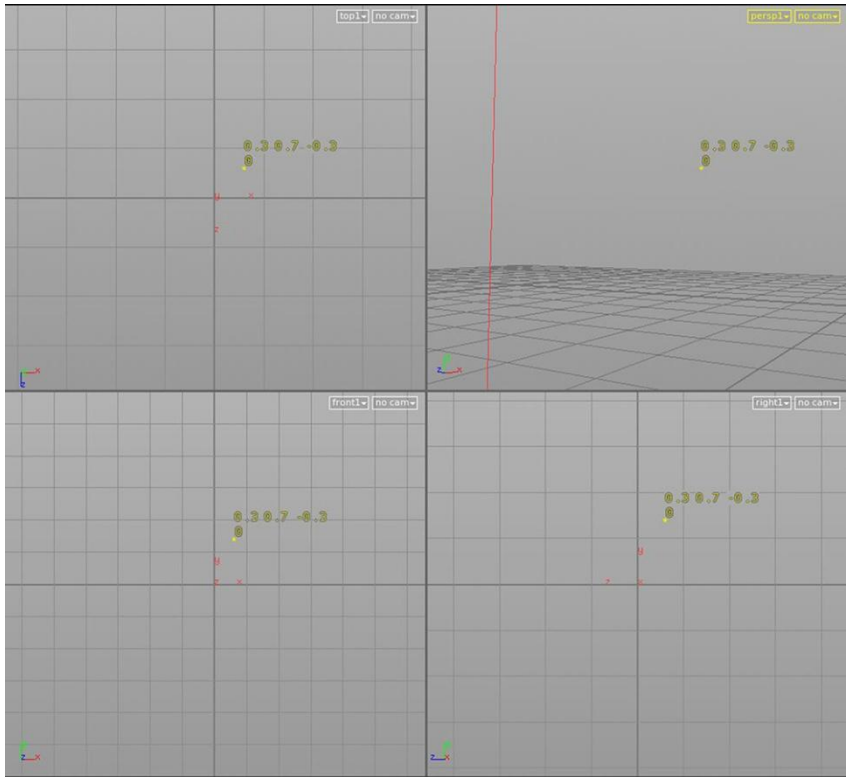
σε γεωμετρικό αντικείμενο αποτελούμενο από τρίγωνα. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται *ψηφίδωση* (tesselation). Όσο πιο πολλή λεπτομέρεια εμπεριέχεται σε ένα αντικείμενο τόσο πιο λεπτομερή υποδιαίρεση και ψηφίδωση είναι απαραίτητη ώστε η φωτοαπόδοσή του να είναι ικανοποιητική.

Όσο πιο πολλή λεπτομέρεια υπάρχει στη διαδικασία της ψηφίδωσης, τόσο πιο πολλά τρίγωνα πρέπει να υπολογιστούν για το πώς πέφτει το φως και εφαρμόζεται η σκιαγράφιση στο κάθε αντικείμενο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την κατανάλωση περισσότερης μνήμης (RAM) και περισσότερου χρόνο υπολογισμού (CPU ή GPU).

8.5.2 Σημείο

Το βασικό δομικό στοιχείο κάθε γεωμετρικού αντικειμένου είναι το σημείο στον χώρο (point, vertex).

Πρόκειται για ένα απλό σημείο Α στον χώρο με τρεις συντεταγμένες (x,y,z) (Εικόνα 8. 17).

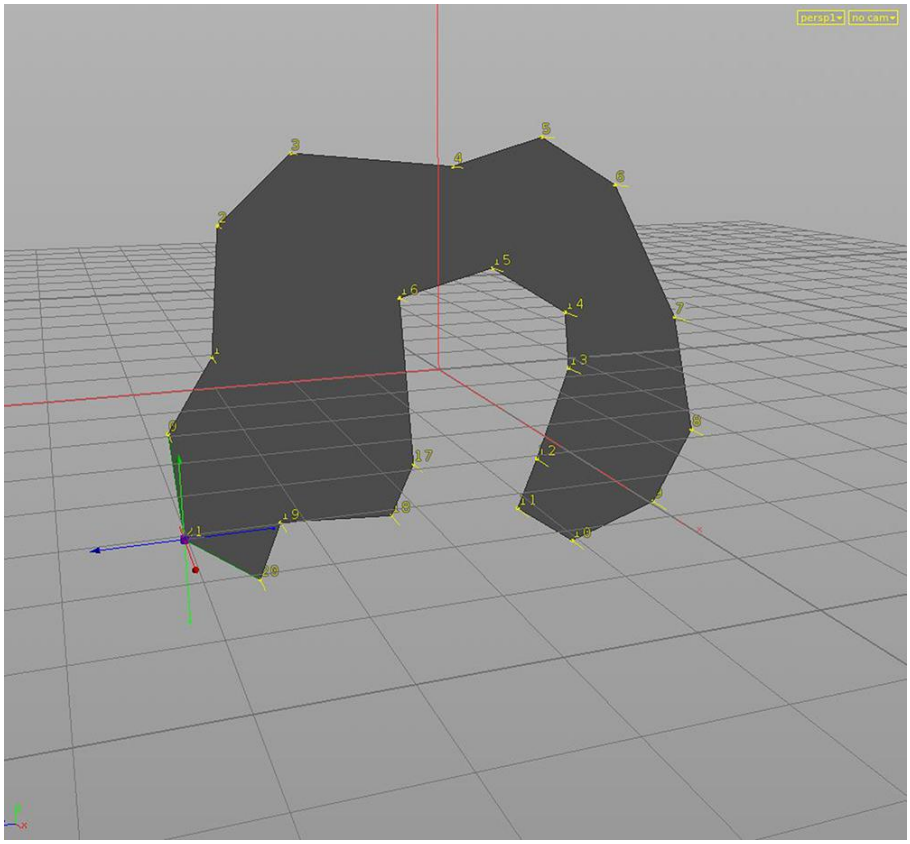


Εικόνα 8.17 *Ένα σημείο στον τρισδιάστατο χώρο*.

Το σημείο (vertex) είναι το βασικότερο και ελάχιστο στοιχείο μοντελοποίησης.

Παράδειγμα τεχνικής για μοντελοποίηση αξιοποιώντας τα παραπάνω, είναι η τοποθέτηση μιας σειράς από σημεία στον χώρο και στη συνέχεια η ένωσή τους για τη δημιουργία μιας πολυγωνικής γραμμής, καμπύλης ή επιφάνειας από αυτά (εφόσον αναφερόμαστε σε περισσότερα από 2 σημεία) (Εικόνα 8.18).

γραφικών (GPU).



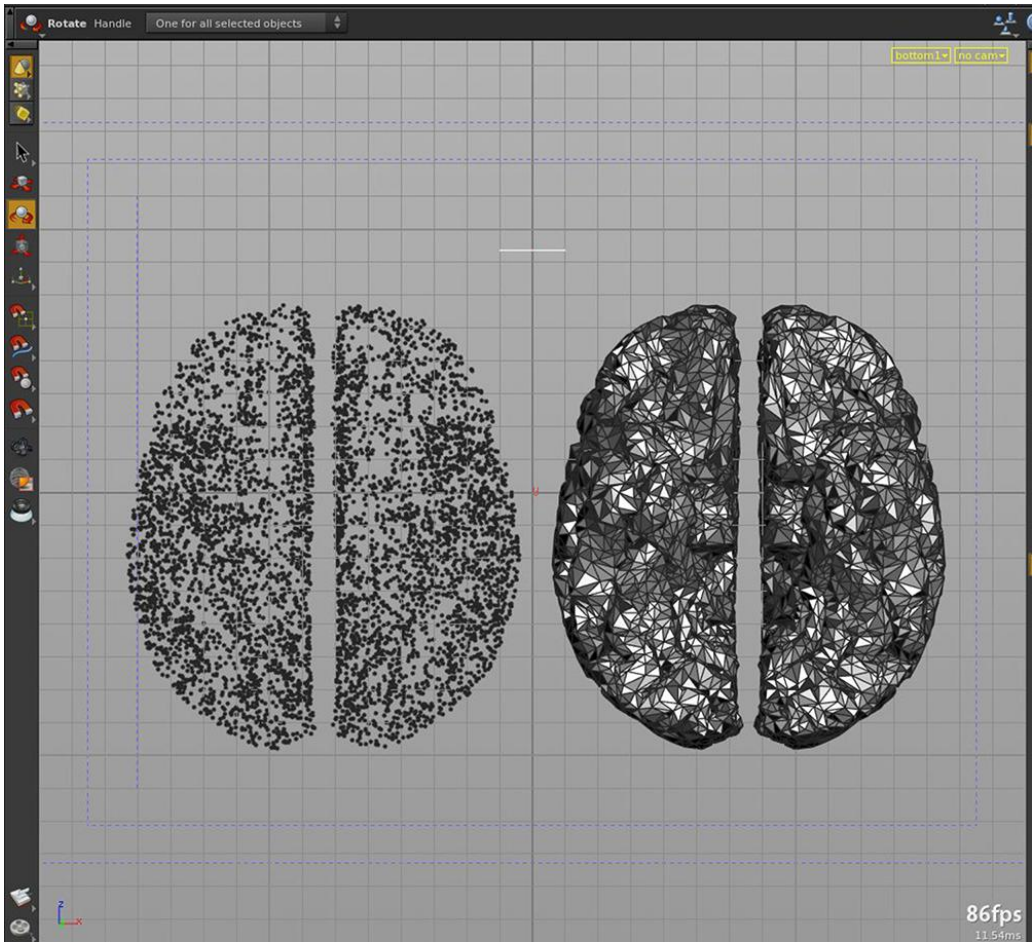
Εικόνα 8.18 *Πολλά σημεία στον χώρο σχηματίζουν μια κλειστή γεωμετρική επιφάνεια.*

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η έννοια του *νέφους σημείων* (point cloud).

Ένα σύνολο από 2 ή περισσότερα σημεία στο ψηφιακό χώρο αποτελεί ένα νέφος σημείων.

Το νέφος σημείων είναι ένα σύνολο από πολλά διακριτά και ασύνδετα σημεία στον ψηφιακό χώρο που αντιμετωπίζεται σαν ένα ενιαίο τρισδιάστατο αντικείμενο. Συχνά προκύπτει και συνδυάζεται με διαδικασίες παραγωγής μαζικών σημείων στον ψηφιακό χώρο (τρισδιάστατη σάρωση, εξομοίωση σωματιδίων κ.λπ.).

Η σύνδεση ενός νέφους σημείων ανά δύο με σκοπό την παραγωγή ενός πλέγματος προκύπτει συχνά από μια συνήθης διαδικασία που ονομάζεται *τριγωνοποίηση* (triangulation). Μέσα από την τριγωνοποίηση, παράγεται ένα πλέγμα πολυγωνικών (τριγώνων) αντικειμένων συνδεδεμένα ως πλέγμα μεταξύ τους σχηματίζοντας μια ενιαία επιφάνεια (Εικόνα 8.19).



Εικόνα 8.19 *Νέφος σημείων (αριστερά) και γεωμετρικό αντικείμενο (δεξιά) σχηματισμένο με τεχνική τριγωνοποίησης.*

8.5.3 Ακμή, πολυγωνική γραμμή και καμπύλη

(Edge – Polyline - Curves – Spline)

Τα στοιχεία από τα οποία αποτελούνται αυτά τα τρίγωνα είναι τα σημεία και οι ακμές.

Δύο συνδεδεμένα σημεία αποτελούν την ελάχιστη πολυγωνική γραμμή, την *ακμή* (edge).

Οι πολυγωνικές γραμμές, κλειστές ή ανοιχτές αποτελούνται από περισσότερα από τουλάχιστον δύο σημεία.

Στην ουσία η πολυγωνική γραμμή είναι μια καμπύλη με καμπυλότητα 0.

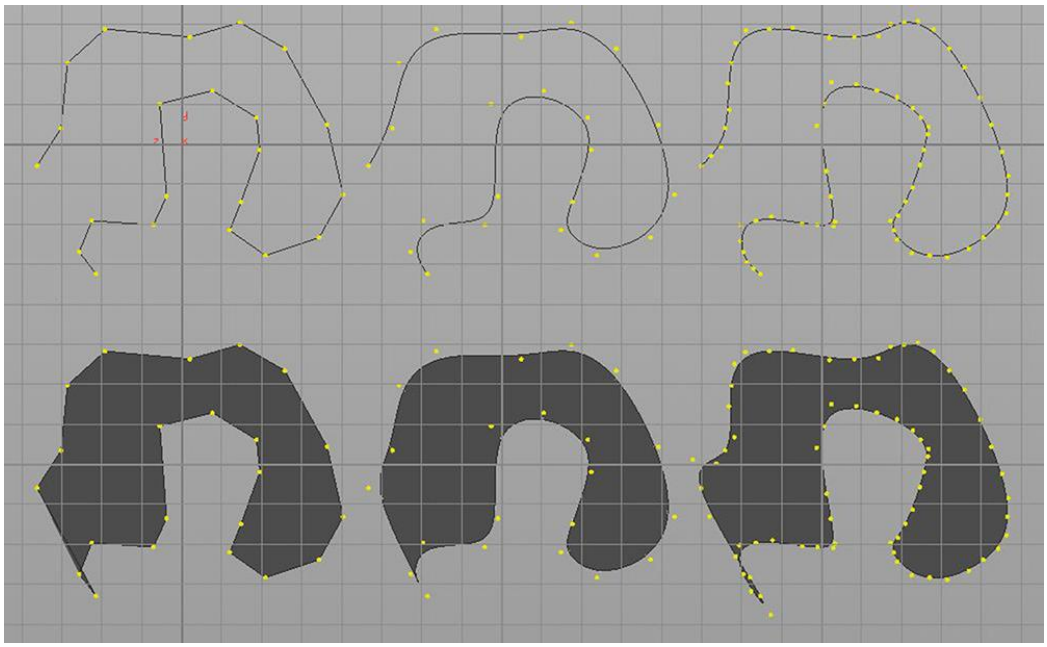
Υπάρχουν διαφόρων ειδών καμπύλες. Αυτές προκύπτουν από μια σειρά σημείων που τοποθετούνται στον χώρο. Το είδος της καμπυλότητας που παρουσιάζεται, εξαρτάται από το λογισμικό και τον προσεγγιστικό τρόπο σχεδιασμού τους (π.χ. Bezier splines, Nurbs, Polygonal). Ανάλογα με το είδος της καμπύλης βρίσκουμε διαφορετικούς βαθμούς συνέχειας / καμπυλότητας και με διαφορετικό τρόπο παρεμβολής τιμών ανά δύο σημείων. Οι καμπύλες μπορούν να είναι ανοιχτές ή κλειστές.

Η ελάχιστη σε πλήθος σημείων δυνατή κλειστή πολυγωνική γραμμή είναι το τρίγωνο.

Μια κλειστή ή ανοιχτή καμπύλη δεν είναι απαραίτητο ότι καθορίζει μια γεωμετρική επιφάνεια στον ψηφιακό μας χώρο.

Συχνά οι καμπύλες χρησιμοποιούνται εκτός από την μοντελοποίηση (π.χ. σάρωση μιας καμπύλης από μια δεύτερη για τη δημιουργία μιας επιφάνειας) και για τον καθορισμό μιας διαδρομής μονοπατιού για κίνηση στον ψηφιακό χώρο. Σε μια τέτοια περίπτωση η καμπύλη λειτουργεί ως οδηγός για τη μετατόπιση, περιστροφή, τη μεγέθυνση σε κλίμακα ή την απομορφοποίηση.

Η καμπύλη ως καλλιτεχνικό εργαλείο μοντελοποίησης, αποτελεί ένα χρήσιμο μέσο για τη δημιουργία πολύπλοκων σχεδίων, διακλαδώσεων, καθώς και για την μοντελοποίηση παραμετρικά παραγόμενων αντικειμένων – γεωμετριών.



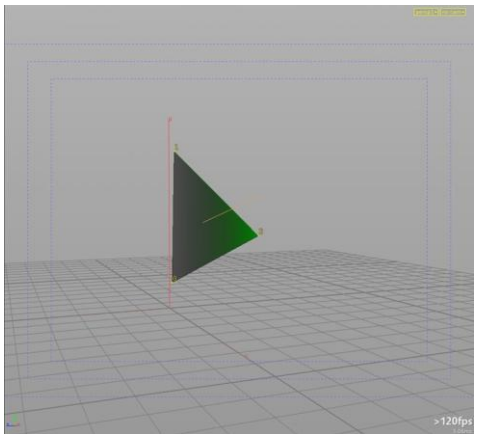
Εικόνα 8.20 *Καμπύλες και πολυγωνικές γραμμές με διαφορετικό βαθμό καμπυλότητας (ανοιχτές πάνω) (κλειστές κάτω).*

Ειδικά στον χώρο του βιομηχανικού σχεδιασμού της αρχιτεκτονικής και του μηχανολογικού σχεδίου οι εφαρμογές των καμπύλων είναι τεράστιες. Χαρακτηριστική είναι η συχνότητα χρήσης των καμπύλων σε αυτό που λέγεται γεωμετρία «σκληρών επιφανειών» δηλαδή αυστηρών γεωμετρικών σχημάτων που συνδυάζουν ευθείες και καμπύλες (π.χ. αψίδες και σασί πλοίων, σωληνώσεις εγκαταστάσεων, πανέλα σκίασης, μηχανολογικές λεπτομέρειες, γρανάζια, κεραμικά αντικείμενα κ.λπ.) (Εικόνα 8.20).

Οι γραμματοσειρές στον ψηφιακό χώρο καθώς και τα σχέδια προερχόμενα από λογισμικά διανυσματικού σχεδιασμού, εισάγονται συνήθως ως καμπύλες. Κατ' αυτόν τον τρόπο η επεξεργασία τους γίνεται με τον συνήθη τρόπο της επιλογής και τροποποίησης της πυκνότητας και της θέσης των σημείων που τις ορίζουν, μόνο που στην περίπτωσή μας, όχι σε δύο, αλλά στις τρεις διαστάσεις.

8.5.4 Πολυγωνικές και παραμετρικές επιφάνειες.

8.5.4.1 Πολυγωνικές επιφάνειες



Εικόνα 8.21 *Το τρίγωνο, η ελάχιστη δυνατή πολυγωνική επιφάνεια (αποτελούμενο από 3 σημεία στον χώρο που βρίσκονται πάντοτε στο ίδιο επίπεδο).*

Μια κλειστή πολυγωνική γραμμή που αποτελείται από 3 σημεία, μπορεί να καθορίσει την ελάχιστη νοητή πολυγωνική επιφάνεια το τρίγωνο (Εικόνα 8.21).

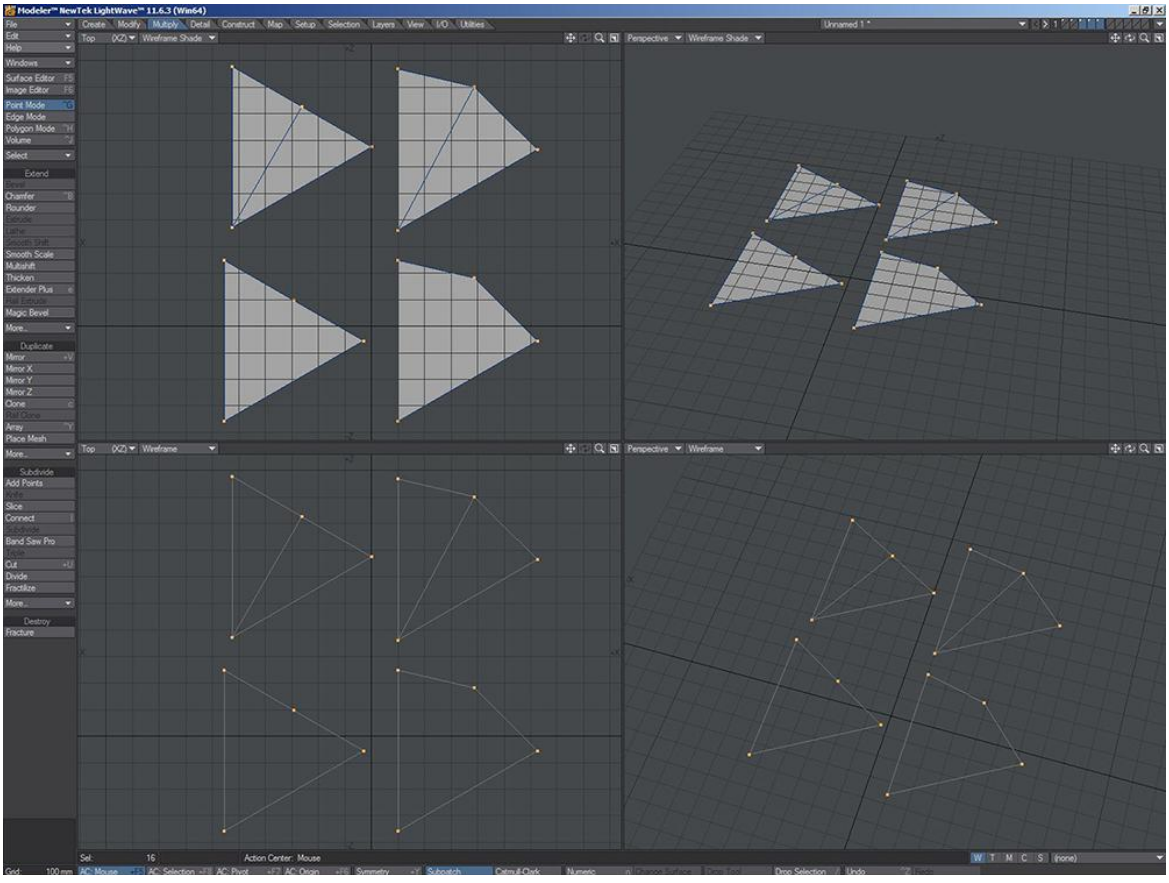
Οι πολυγωνικές επιφάνειες αποτελούν το πιο ξεκάθαρο δείγμα του τι αντιλαμβανόμαστε όταν μιλάμε για γεωμετρία στον τρισδιάστατο ψηφιακό χώρο.

Τα πολύγωνα ή πολυγωνικές επιφάνειες είναι από τα πιο συνηθισμένα αντικείμενα στον ψηφιακό χώρο. Μπορεί να αποτελούνται από ένα ή περισσότερα τρίγωνα, τετράγωνα ή ν-γωνα. Μπορούν επιπλέον να είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους ή ασύνδετα.

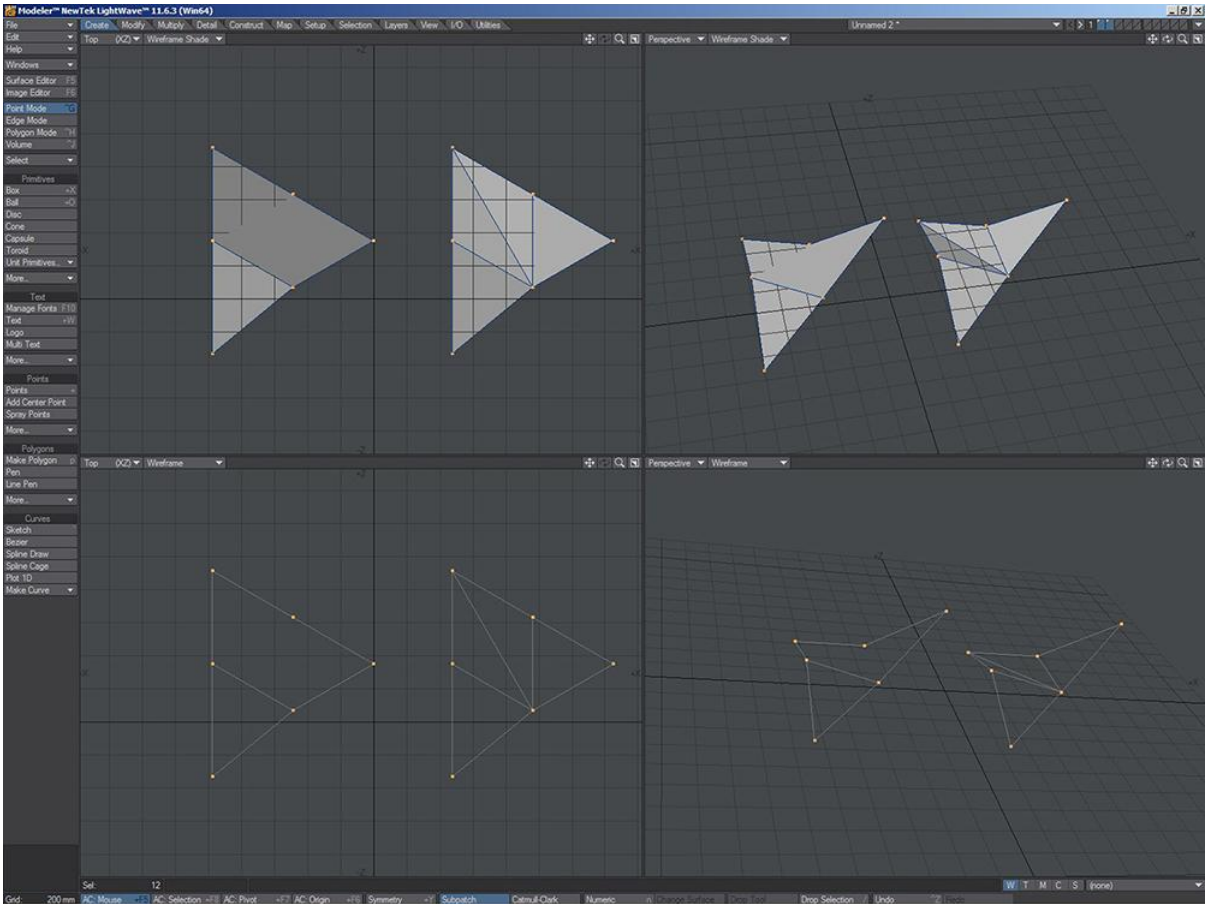
Το *τρίγωνο* (triangle , tri) που όπως είδαμε αποτελείται από τρία σημεία που συνδέονται με μια κλειστή πολυγωνική γραμμή που παράγει επιφάνεια, είναι το ελάχιστο γεωμετρικό σχήμα που θα μπορούσαμε να κατατάξουμε στην κατηγορία των επιφανειών στον ψηφιακό χώρο.

Το τρίγωνο, όπως είδαμε, αποτελεί μάλιστα και το ελάχιστο πολυγωνικό αντικείμενο (το ελάχιστο πολύγωνο) ικανό να σχεδιαστεί από τις μηχανές φωτοαπόδοσης είτε σε πραγματικό χρόνο από την κάρτα γραφικών ή μετά από υπολογισμούς του επεξεργαστή (διαδικασία ψηφίδωσης - tessellation). Οι φόρμες των γεωμετριών αποτελούνται, στην τελική επεξεργασία πριν την απεικόνισή τους, από μικρά τρίγωνα συνδεδεμένα μεταξύ τους στον χώρο που δίνουν την ψευδαίσθηση μιας καμπυλότητας για να δημιουργήσουν ένα απλό ή πολύπλοκο αντικείμενο «σκληρής επιφάνειας» ή οργανικής μορφής.

Το *τετράπλευρο* (quad polygonal face) είναι ένα ακόμη βασικό παράδειγμα δομικού στοιχείου της τρισδιάστατης γεωμετρίας και αποτελείται από 4 διακριτά σημεία στον χώρο (Εικόνα 8.22).



Εικόνα 8.22 *Διαφορετικές εκδοχές ενός τετράπλευρου και σύγκρισή του με την υποδιαίρεσή του σε 2 τρίγωνα.*



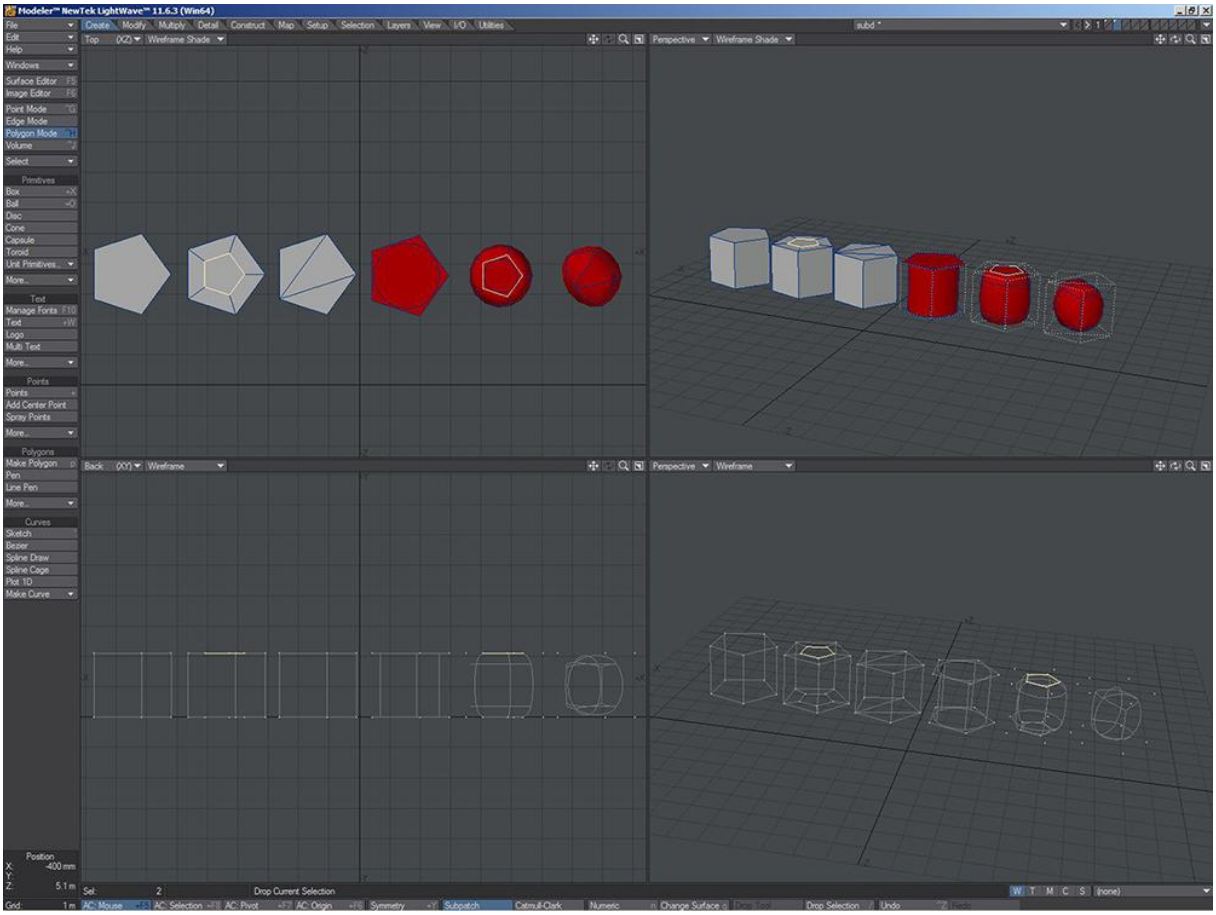
Εικόνα 8.23 *Διαφορετικές εκδοχές ενός τετράπλευρου non planar και σύγκρισή του με την υποδιαίρεσή του σε τρίγωνα.*

Η επιφάνεια του τετράπλευρου μπορεί να είναι επίπεδη ή όχι (non planar – planar quads) ανάλογα με το αν τα σημεία που το αποτελούν βρίσκονται στο ίδιο νοητό επίπεδο στον χώρο.

Αυτή η ιδιότητα είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς από αυτό θα εξαρτηθεί ο τρόπος από τον οποίο θα γίνει η ψηφίδωση, και μετέπειτα η φωτοαπόδοση ώστε να απεικονιστεί κατάλληλα η φόρμα του.

Στις πολυγωνικές μη επίπεδες επιφάνειες είναι σημαντικό να παρεμβαίνουμε με επιπλέον μοντελοποίηση, τοποθετώντας ακμές χειροκίνητα ώστε να δίνουμε μια ένδειξη στο λογισμικό για το ποια επιθυμούμε να είναι η πορεία της φόρμας**.**

Το ν-γωνο (n-gon, n>4) είναι μια ονομασία για μια γενικευμένη μορφή πολυγωνικής επιφάνειας που αποτελείται από τουλάχιστον 5 σημεία στον χώρο. Αποτελεί συνήθως μια προβληματική μορφή στη διαδικασία φωτοαπόδοσης λόγω πολυπλοκότητας στον τρόπο ψηφίδωσης καθώς υπάρχουν πολλές πιθανές επιλογές με σημαντικές διαφορές στο αποτέλεσμα.



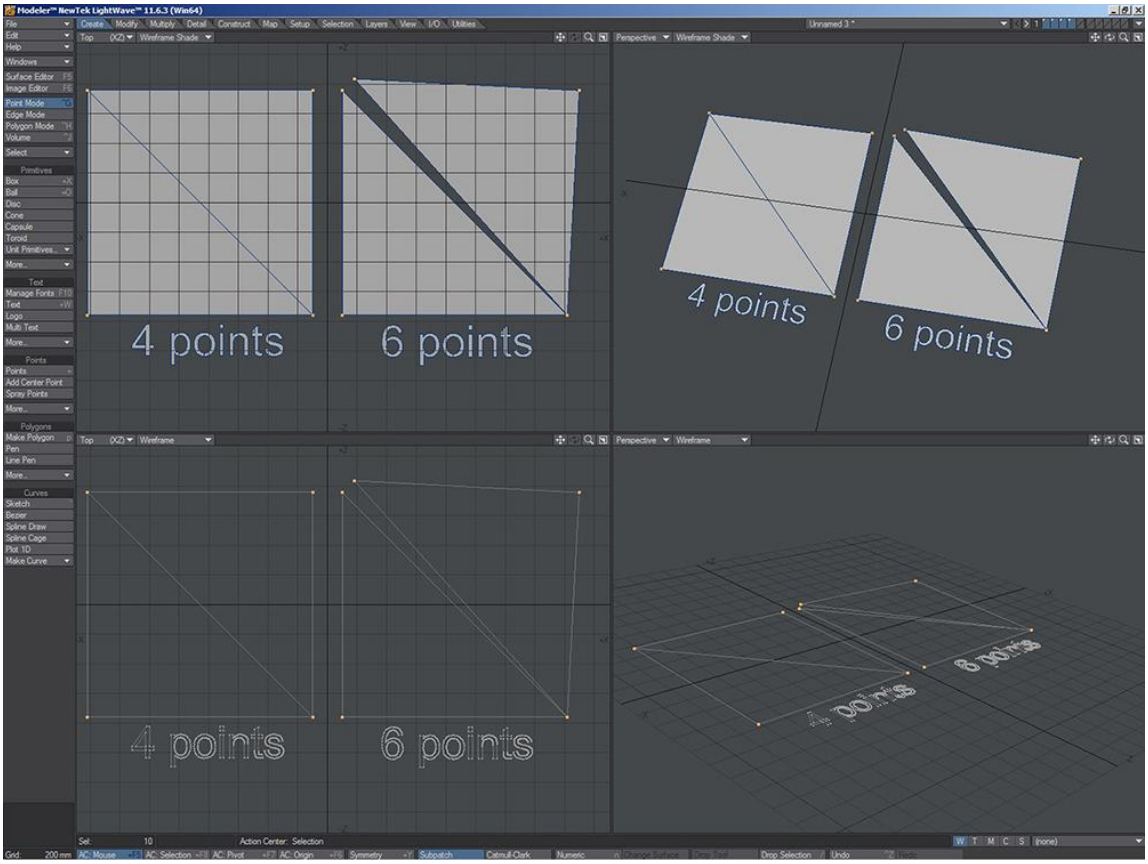
Εικόνα 8.24 *Διαφορετικές εκδοχές κατά τη διαδικασία υποδιαίρεσης (subdivision) ενός ν-γωνου.*

Τα ν-γωνα είναι χρήσιμα όταν χρησιμοποιούνται σε σκληρές επιφάνειες όσο υπάρχει απόλυτη βεβαιότητα ότι δεν πρόκειται να μορφοποιηθούν σε φόρμες μη επίπεδες ή δεν πρόκειται να μετασχηματιστούν σε *επιφάνειες υποδιαίρεσης* (subdivision surfaces).

Μια γενική κατεύθυνση, όμως, είναι να αποφεύγονται καθώς οι συνέπειές τους είναι απρόβλεπτες.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα εμφάνισης ν-γωνων είναι στη δημιουργία επιφανειών από κλειστές πολυγωνικές γραμμές που προκύπτουν από την εισαγωγή γραμματοσειρών στο ψηφιακό χώρο. Η χειροκίνητη μετατροπή τους σε συνδεδεμένα τετράγωνα είναι η προτεινόμενη δράση.

Οι πολυγωνικές επιφάνειες μπορεί να είναι συνδεδεμένες ή και ασύνδετες. Στην πρώτη περίπτωση, δύο συνδεδεμένα τρίγωνα αποτελούνται από 4 διακριτά σημεία στον χώρο. Δύο ασύνδετα τρίγωνα, που ενδεχομένως να θυμίζουν ένα τετράπλευρο αποτελούνται από 6 διακριτά σημεία στον χώρο.



Εικόνα 8.25 *Συνδεδεμένα και ασύνδετα τρίγωνα. Είναι συχνά δύσκολο να διακρίνουμε πότε 2 σημεία διαφορετικών ασύνδετων γεωμετρικών αντικειμένων συμπίπτουν.*

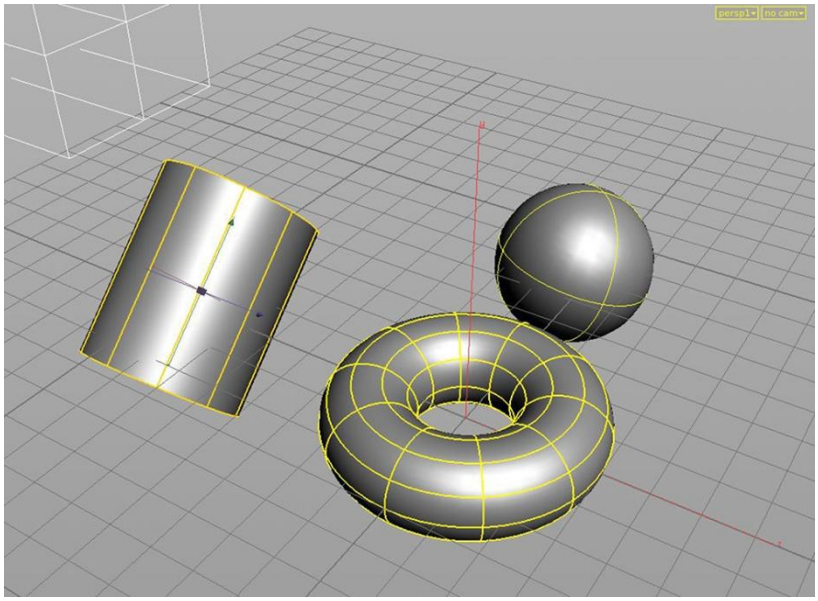
Η συνδεσιμότητα των πολυγωνικών επιφανειών παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στη φωτοαπόδοση, καθώς ο φωτισμός δύο ασύνδετων πολυγωνικών επιφανειών δεν μπορεί να είναι συνεχής λόγω έλλειψης κοινών σημείων για να γίνει διαδικασία της παρεμβολής (βλέπε παρακάτω) αριθμητικών τιμών σκίασης και φωτισμού.

8.5.4.2 Παραμετρικές επιφάνειες (Parametric Surfaces)

Οι παραμετρικές επιφάνειες αποτελούν έναν σχετικά παλαιό τρόπο αντιμετώπισης της μοντελοποίησης στον ψηφιακό χώρο. Αποτελούν όπως και στην περίπτωση των παραμετρικών καμπύλων σημαντικά εργαλεία για σκληρές επιφάνειες.

Η ορολογία NURBS surfaces (Non Uniform Rational B-Splines) ή Bézier surfaces είναι ενδεικτικές ότι πρόκειται για τέτοιου είδους αντικείμενα.

Χαρακτηριστικό αυτών των επιφανειών είναι ότι δεν υπάρχει ανάγκη για UV χαρτογράφηση (μια ειδική προετοιμασία των γεωμετρικών αντικειμένων προκειμένου να τοποθετηθούν εικόνες ή φωτογραφίες ως υφές). Αυτό συμβαίνει λόγω της ήδη μαθηματικής φύσης τους που δίνει άμεσα υπολογιστικά στοιχεία και πληροφορίες στον υπολογιστή και στο λογισμικό (στη μηχανή φωτοαπόδοσης και κατά συνέπεια στην κάρτα γραφικών ή στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας).

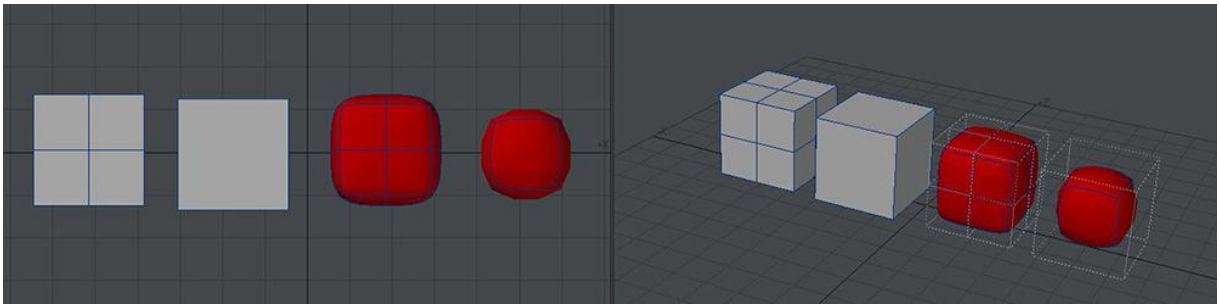


Εικόνα 8.26 *Παραμετρικές επιφάνειες (Κύλινδρος, Τόρος, Σφαίρα).*

8.5.4.3 Επιφάνειες υποδιαίρεσης (Subdivision surfaces)

Οι επιφάνειες υποδιαίρεσης είναι μια άλλη μορφή γεωμετρικών επιφανειών όπως τα πολύγωνα ή οι παραμετρικές επιφάνειες. Σε αντίθεση με τα πολύγωνα έχουν οι επιφάνειες υποδιαίρεσης μη μηδενικό βαθμό καμπυλότητας (δεν έχουν γωνίες). Όπως μια πολυγωνική γραμμή αντιστοιχεί σε μια καμπύλη στις δύο διαστάσεις έτσι, στις τρεις διαστάσεις, ένας συνήθης κύβος, όταν μετατραπεί σε επιφάνεια υποδιαίρεσης υφίσταται μια μορφή λείανσης που τον κάνει να θυμίζει σφαίρα.

Πρόκειται για ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο μοντελοποίησης και η χρήση του στην κατασκευή οργανικών μοντέλων, χαρακτήρων και ανατομικών λεπτομερειών είναι ευρεία. Συνδυάζει την ευκολία χρήσης εργαλείων για μοντελοποίηση με πολύγωνα και τη λεία οργανική δομή που μας δίνουν οι παραμετρικές επιφάνειες. Η πρώτη εμφάνιση των επιφανειών υποδιαίρεσης (Catmul-Clark subdivision surfaces) σε συνθήκες παραγωγής έγινε με την βραβευμένη με Όσκαρ ταινία μικρού μήκους Geri`s game [34].



Εικόνα 8.27 *Διαφορετικές εκδοχές αντικειμένων πριν και μετά τη μετατροπή τους σε επιφάνειες υποδιαίρεσης.*

Υπάρχει μια ποικιλία αλγορίθμων δηλαδή τρόπων υποδιαίρεσης πολυγωνικών επιφανειών (Catmul-Clark, Doo-Sabin, Loop, κ.λπ.). Στους περισσότερους από αυτούς τους αλγορίθμους υπάρχουν τεχνικοί περιορισμοί στα χαρακτηριστικά των πολυγώνων προς υποδιαίρεση. Για να καταφέρουμε να χρησιμοποιήσουμε αυτούς τους αλγορίθμους και κατά επέκταση τα εργαλεία που βασίζονται σε αυτούς πρέπει να προσέξουμε ιδιαίτερα την δομή των πολυγώνων, δηλαδή την τοπολογία των γεωμετρικών αντικειμένων μας.

[34] Pixar, 1997, σκηνοθεσία Jan Pinkava.

Πρέπει λοιπόν, να αποφεύγουμε μοντελοποίηση με ν-γωνα και με πόλους (σημεία – vertices όπου συναντώνται πάνω από 4 ακμές). Επιπλέον πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί ότι δεν υπάρχουν ταυτόχρονα στην ίδια θέση παραπάνω από ένα σημεία (duplicate connected points).

Αυτά τα στοιχεία συχνά δεν είναι αντιληπτά από τον καλλιτέχνη κατά τη διάρκεια της μοντελοποίησης γιαυτό καλό είναι να ελέγχουμε συνεχώς το αποτέλεσμα και την καθαρότητα της εργασίας μας.

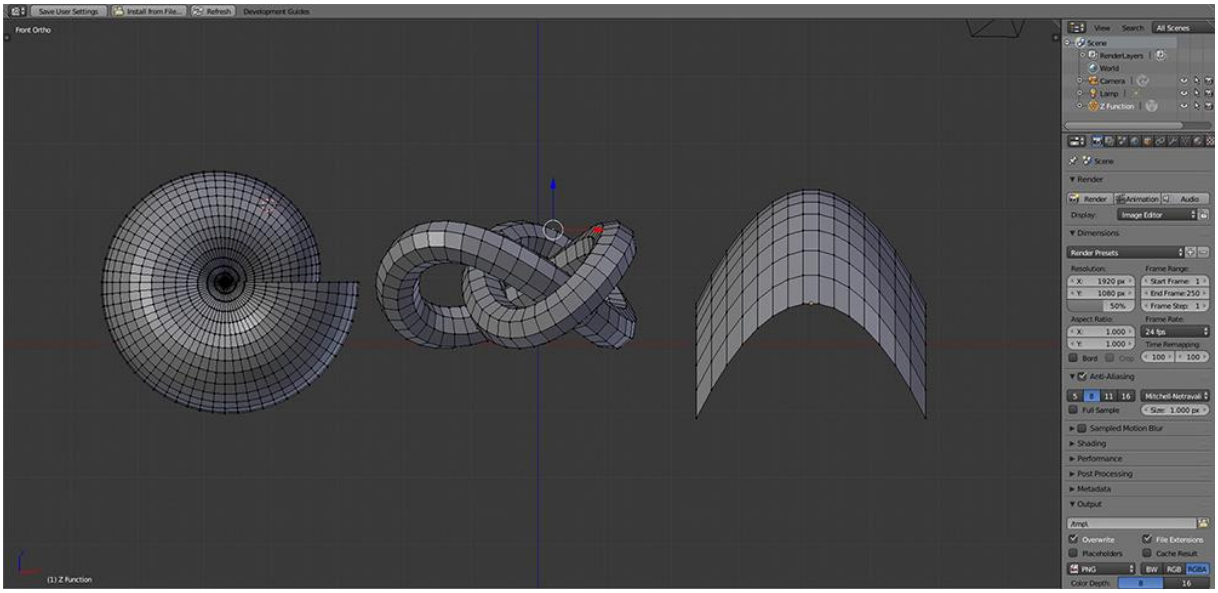
8.5.5 Παραμετρικά και ειδικά μαθηματικά γεωμετρικά αντικείμενα

Είναι γεωμετρικές φόρμες ή αντικείμενα που παράγονται απευθείας από τις μαθηματικές εξισώσεις που περιγράφουν την τοπολογία τους (τον τρόπο με τον οποίο τα σημεία και οι φόρμες οργανώνονται στον τρισδιάστατο χώρο).

Παράμετροι συνδεδεμένοι με τη γεωμετρική κατασκευή αυτών των αντικειμένων επιτρέπουν στον καλλιτέχνη να προσαρμόσει τη φόρμα τους και να πράξει μια σειρά από τροποποιήσεις.

Ο χρήστης μπορεί να κατασκευάσει αυτά τα αντικείμενα δίνοντας συγκεκριμένες αριθμητικές τιμές (π.χ. την ακτίνα μιας σφαίρας) και έτσι να επηρεάσει την παράμετρο «ακτίνα» και να δημιουργήσει μια σφαίρα.

Τα λεγόμενα *πρωτόγονα* (primitive) αντικείμενα συνήθως σχηματίζονται από μια τέτοια παραμετρική μαθηματική διαδικασία και σχεδόν αμέσως μετά τη δημιουργία τους χάνουν την άμεση σύνδεση με την παραμετρική τους δημιουργία και είναι ανοιχτά προς τις συνήθεις διαδικασίες μοντελοποίησης και χρήση όλων των εργαλείων πολυγώνων σημείων και ακμών.

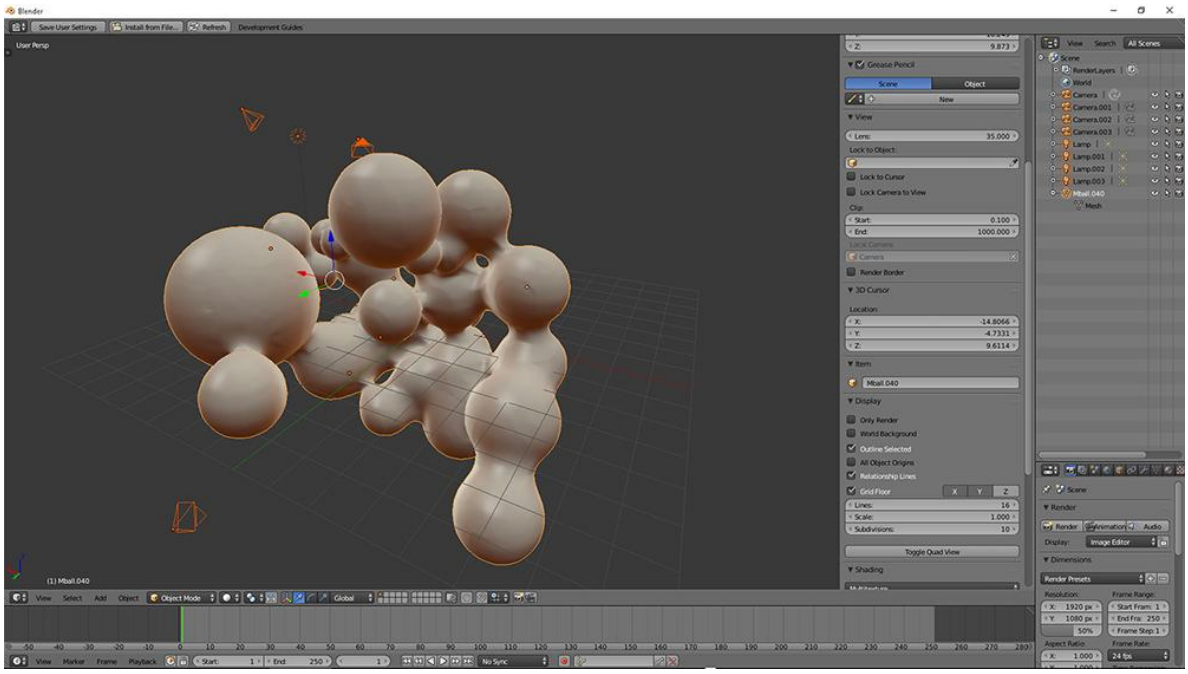


Εικόνα 8.28 *Παραμετρικά μαθηματικά γεωμετρικά αντικείμενα.*

Οι *μετασφαίρες* (metaballs / blobbies) είναι ένα ακόμη χαρακτηριστικό παραμετρικής επιφάνειας. Οι μετασφαίρες θυμίζουν οργανικά σφαιρίδια που αλληλεπιδρούν και ενώνονται μεταξύ τους (Εικόνα 8.29).

Πρόκειται για παραμετρικά αντικείμενα που ως βάση κατασκευής έχουν τις εξισώσεις περιγραφής ενός πεδίου δύναμης στον χώρο.

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τους η αίσθηση σύνδεσης και συνοχής που παρουσιάζουν όταν βρίσκονται πολλά ταυτόχρονα σε κοντινές αποστάσεις.



Εικόνα 8.29 *Μετασφαίρες / Metaballs / Blobbies που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.*

Χρησιμοποιούνται συχνά σε συνδυασμό με εξομοιώσεις δυναμικών *σωματιδίων* (particles) για προσομοίωση υγρών και οργανικών επιφανειών (χιόνι, λάσπη κ.λπ.).

Η συγκεκριμένη μεθοδολογία αναπτύσσεται αναλυτικά με την αναφορά στα δυναμικά αντικείμενα, στο υποκεφάλαιο 8.8.

8.6 Φώτα

Ο φωτισμός είναι ιδιαίτερα σημαντικός για τον τρισδιάστατο χώρο. Μια σημαντική εργασία μοντελοποίησης μπορεί να έχει ένα πολύ κακό αποτέλεσμα αν δεν φωτιστεί σωστά και δημιουργικά. Βέβαια ο φωτισμός στον τρισδιάστατο χώρο είναι ιδιαίτερα εύκολος, αφού δεν χρειάζεται να μεταφερθούν πραγματικές συσκευές και κυρίως να κρυφτούν από την οπτική της κάμερας. Ο φωτισμός στον κινηματογράφο, που την ευθύνη του έχει ο Διευθυντής Φωτογραφίας, είναι ιδιαίτερα σημαντικός, με την εξέλιξη της τρισδιάστατης δημιουργίας στον οπτικοακουστικό χώρο και την ανάπτυξη τρισδιάστατων παιχνιδιών με καλλιτεχνικές αξιώσεις ο φωτισμός στον τρισδιάστατο χώρο απέκτησε την θέση που του άρμοζε, αφού ο φωτισμός αποτελεί μια αυτόνομη καλλιτεχνική έκφραση που συντίθεται στο σύνολο του έργου. Υπάρχουν διάφορα είδη φώτων στα τρισδιάστατα γραφικά τα οποία έχουν μια αντιστοιχία με αυτά που χρησιμοποιούνται στο φυσικό κινηματογραφικό σκηνικό και βέβαια αντίστοιχα με αυτά που συναντώνται στη φύση.

Όλα τα φώτα έχουν τη δυνατότητα περιστροφής και μετακίνησης, αλλαγής έντασης και επιλογής του χρώματος του φωτός που εκπέμπεται. Η ένταση του φωτός που παράγεται από την κάθε ποηγή καθορίζεται από αριθμητική τιμή. Στη φύση η ένταση του φωτός ελαττώνεται καθώς απομακρυνόμαστε από την πηγή. Στα τρισδιάστατα ψηφιακά φώτα έχουμε τη δυνατότητα να διαλέξουμε τον τρόπο με τον οποίο συμβαίνει αυτή η μείωση.

Επιπλέον, έχουμε τη δυνατότητα να επιλέξουμε αν θα παράγουν σκιά ή όχι, το χρώμα και τη διαφάνεια της σκιάς καθώς και τα αντικείμενα στον ψηφιακό χώρο τα οποία θα επηρεάζονται από τα φώτα.

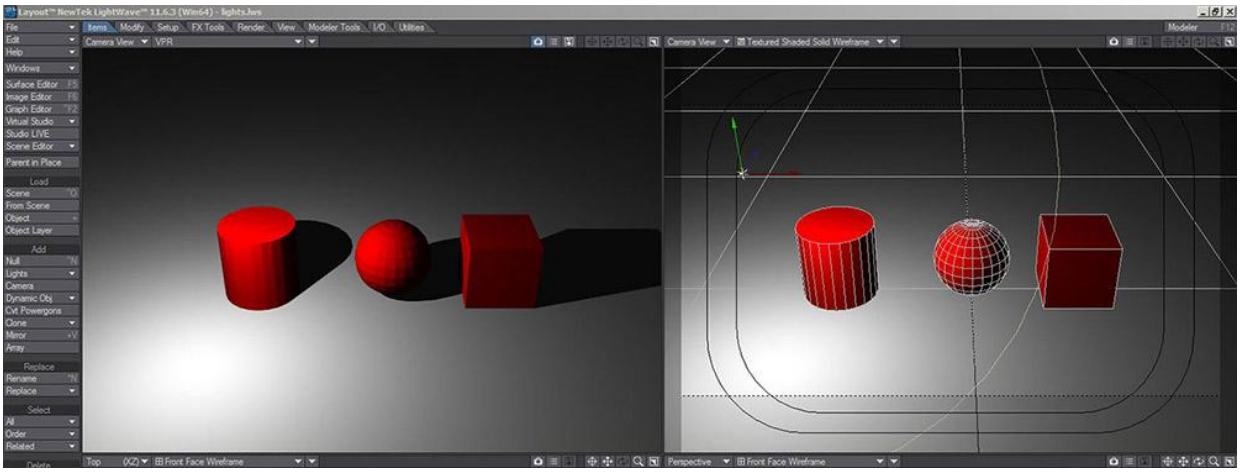
Είναι πολύ συνηθισμένη η τακτική τοποθέτησης ενός σημειακού ή άλλου είδους φωτός μέσα στον χώρο που επηρεάζει μόνο ένα αντικείμενο ή ένα σύνολο αντικειμένων, με σκοπό να καταγραφεί κατά τη φωτοαπόδοση καλύτερα η φόρμα και οι λεπτομέρειες της συγκεκριμένης επιλογής γεωμετρίας.

Σε κάποια λογισμικά υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης αρνητικών τιμών στην ένταση ενός φωτός με αποτέλεσμα να αφαιρεί φωτεινότητα στα αντικείμενα τα οποία επηρεάζει.

8.6.1Τα διαφορετικά είδη φώτων

8.6.1.1 Σημειακό φως (Point Light)

Πρόκειται για ένα αντικείμενο που αντιστοιχεί σε μια σφαιρικής ακτίνας πηγή φωτός παρόμοια με ένα ιδεατό σημειακό λαμπτήρα. Οι ακτίνες φωτός προβάλλονται σφαιρικά γύρω από ένα κεντρικό σημείο. Οι σκιές που παράγονται εφόσον υπολογίζονται από αλγορίθμους *ιχνηλάτησης ακτίνων* (raytracing) είναι συνήθως σκληρές.



Εικόνα 8.30 *Σημειακό φως και οι σκιές που παράγει κατά τη διάρκεια της φωτοαπόδοσης.*

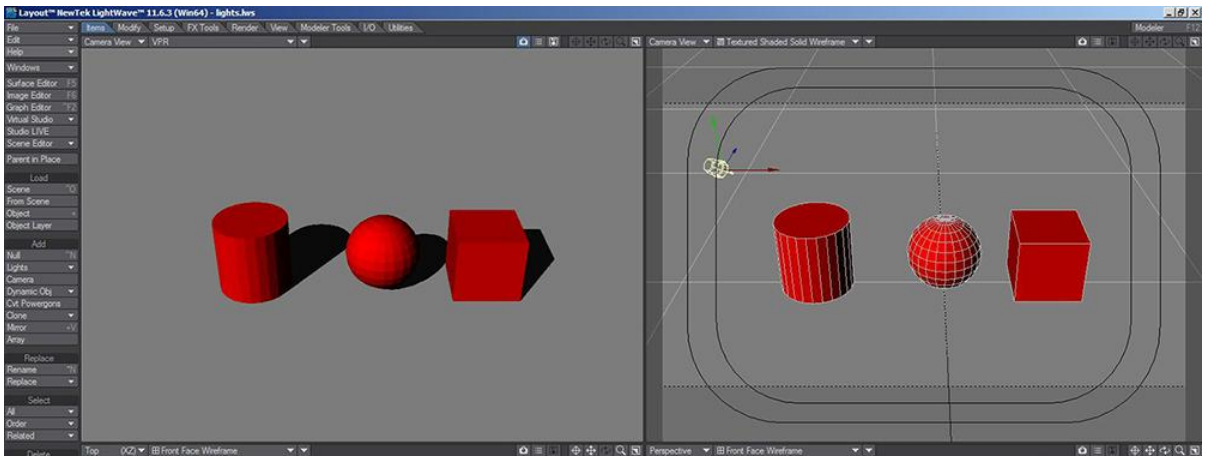
8.6.1.2 Μακρινό φως (Distant Light)

Το μακρινό φως αντιστοιχεί σε μια κατευθυνόμενη, θεωρητικά άπειρης ακτίνας κυλινδρικής πηγής φωτός.

Είναι ένα είδος φωτός που η λειτουργία του είναι ανεξάρτητη από τη θέση του και σημασία έχει μόνο η περιστροφή του.

Πρόκειται για ένα ιδεατό φως που βρίσκεται πολύ μακριά και είναι αρκετά ισχυρό (π.χ. ήλιος, μακρινός προβολέας).

Οι σκιές που παράγει εφόσον υπολογίζονται από χρονοβόρους αλγορίθμους ιχνηλάτησης ακτίνων είναι συνήθως σκληρές και απόλυτες.



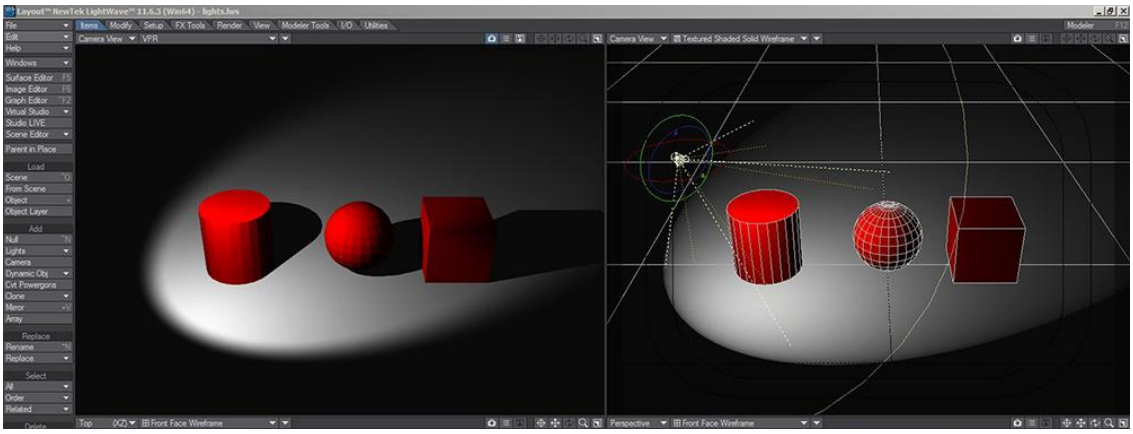
Εικόνα 8.31 *Μακρινό φως και οι σκιές που παράγει κατά τη διάρκεια της φωτοαπόδοσης.*

8.6.1.3 Προβολέας (Spotlight)

Ο προβολέας είναι μια πηγή φωτός που προσομοιάζει έναν κατευθυνόμενο κώνο φωτισμού, προβολής.

Θυμίζει έναν θεατρικό προβολέα . Οι σκιές που παράγει μπορούν να είναι σκληρές ή με μαλακά και ασαφή περιγράμματα.

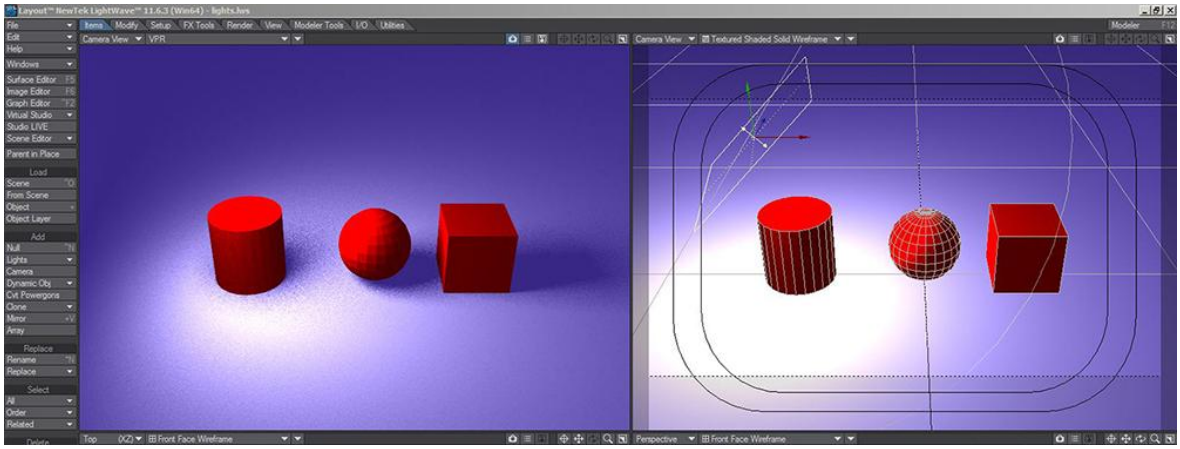
Με αυτό το φως στα αντικείμενα φωτίζονται με μια κυκλική φωτεινή περιοχή, προϊόν της διατομής του κώνου φωτός με τη φωτιζόμενη γεωμετρία, που μπορεί να έχει σκληρά ή και ασαφή περιγράμματα.



Εικόνα 8.32 *Προβολέας και οι σκιές που παράγει κατά τη διάρκεια της φωτοαπόδοσης.*

8.6.1.4 Φως περιβάλλοντος (Ambient Light)

Το φως περιβάλλοντος προσομοιάζει μια γενική συνολική συνθήκη φωτισμού και χρώματος στον ψηφιακό χώρο, χωρίς να υπάρχει συγκεκριμένη πηγή ή κατεύθυνση. Χρωματικά το φως περιβάλλοντος χρησιμοποιείται για να δώσει μια χρωματική τίντα στη σκηνή μας και για να απαλύνει τις έντονες τονικές διαφορές.



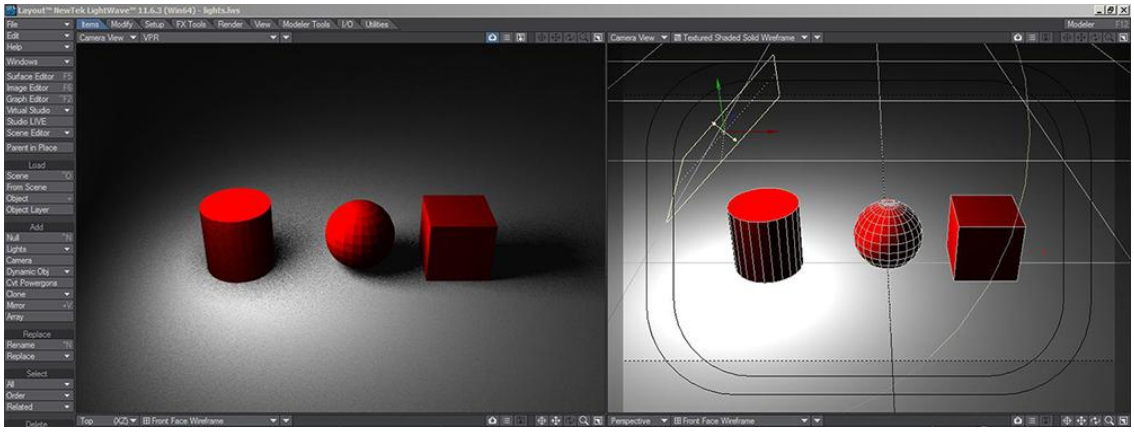
Εικόνα 8.33 *Φως περιβάλλοντος αλλάζει το χρώμα της σκιάς ενός φωτός επιφάνειας.*

8.6.1.5 Φως επιφάνειας (Area Light)

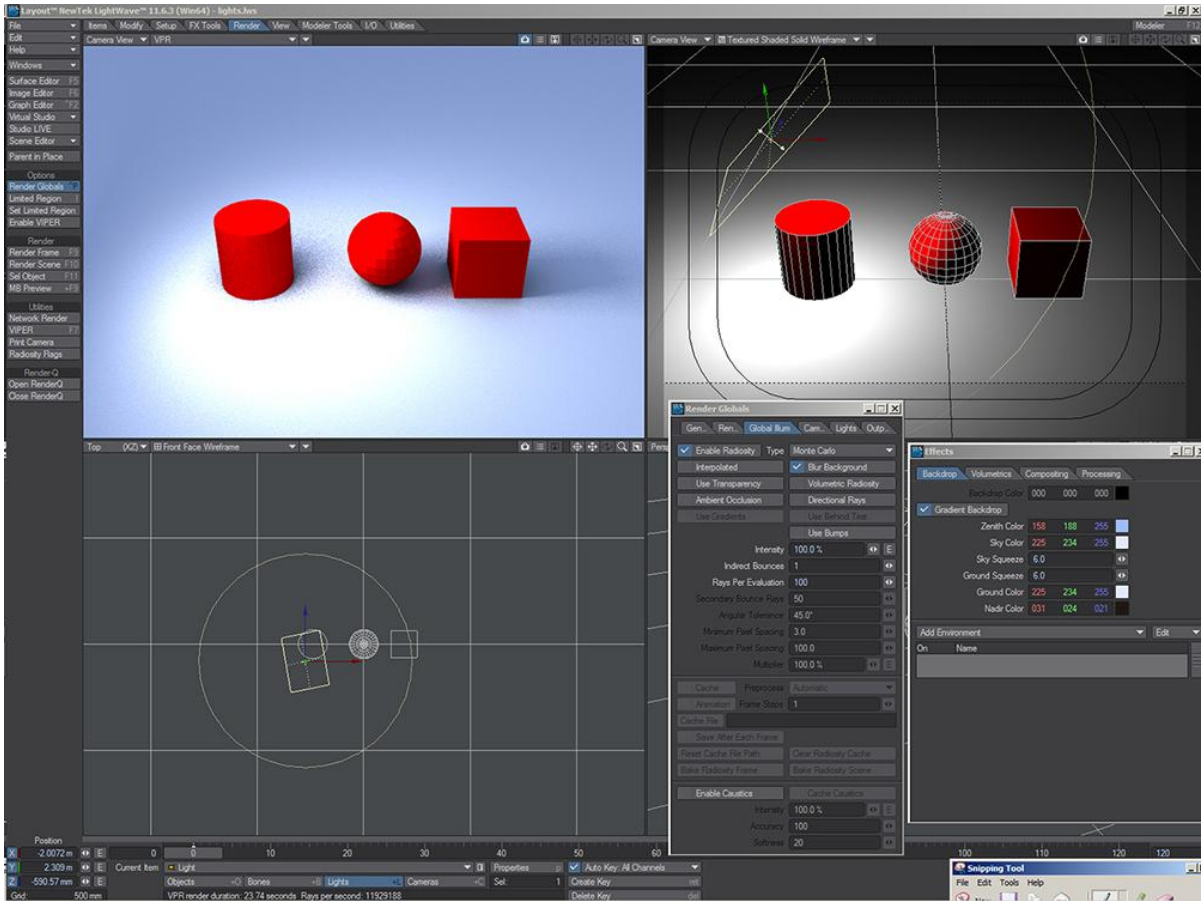
Προκαλεί εξομοίωση πηγής φωτός που προέρχεται από μια *παραλληλόγραμμη φωτεινή επιφάνεια* (light box).

Η φωτεινή επιφάνεια αυτή μπορεί να είναι διπλής ή μονής όψεως.

Χαρακτηριστικό του είναι το είδος των σκιών που παράγονται (soft shadows).



Εικόνα 8.34 *Φως επιφάνειας και οι σκιές που παράγει κατά τη διάρκεια της φωτοαπόδοσης.*



Εικόνα 8.35 *Παράδειγμα φωτοαπόδοσης με τη μέθοδο του καθολικού φωτισμού*.

Είναι αρκετά δαπανηρό σε χρόνο επεξεργασίας κατά τη φωτοαπόδοση, καθώς υπολογίζεται μέσα από διαδικασία ιχνηλάτησης ακτινών με πολλές επαναλήψεις. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να εμφανίζει αρκετό θόρυβο στις μαλακές σκιές που παράγει, γεγονός που αντιμετωπίζεται με αύξηση της δειγματοληψίας (Sampling – Antialiasing) που συνεπάγεται σε τεράστια αύξηση του χρόνου φωτοαπόδοσης.

8.6.1.6 Αλλά είδη

Συχνά συναντώνται μια σειρά από άλλα είδη φωτός που είναι παραλλαγές ή επεκτάσεις των βασικών κατηγοριών φωτός.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον κατά τη φωτοαπόδοση προκαλεί ο *φωτισμός βασισμένος σε μια εικόνα* (Image Based Lighting). Εικόνες υψηλού δυναμικού εύρους και με επιπλέον πληροφορία βάθους χρώματος (High Dynamic Range Images) χρησιμοποιούνται για να φωτίσουν την ψηφιακή σκηνή χρησιμοποιώντας προχωρημένες τεχνικές διάχυτου καθολικού φωτισμού (Global Illumination).

Ο διάχυτος καθολικός φωτισμός είναι μια σχετικά σύγχρονη διαδικασία φωτοαπόδοσης που επιτρέπει σε υψηλά επίπεδα φωτορεαλισμού με τίμημα το χρόνο υπολογισμού. Ακτίνες φωτός εκπέμπονται σφαιρικά από τις πηγές φωτός και με επαναληπτικές μεθόδους ιχνηλάτησης ακτίνων σαρώνουν όλη την ψηφιακή σκηνή υπολογίζοντας διάχυση φωτός σκιάς, χρώματος.

8.6.2 Ο φωτισμός των τριών σημείων

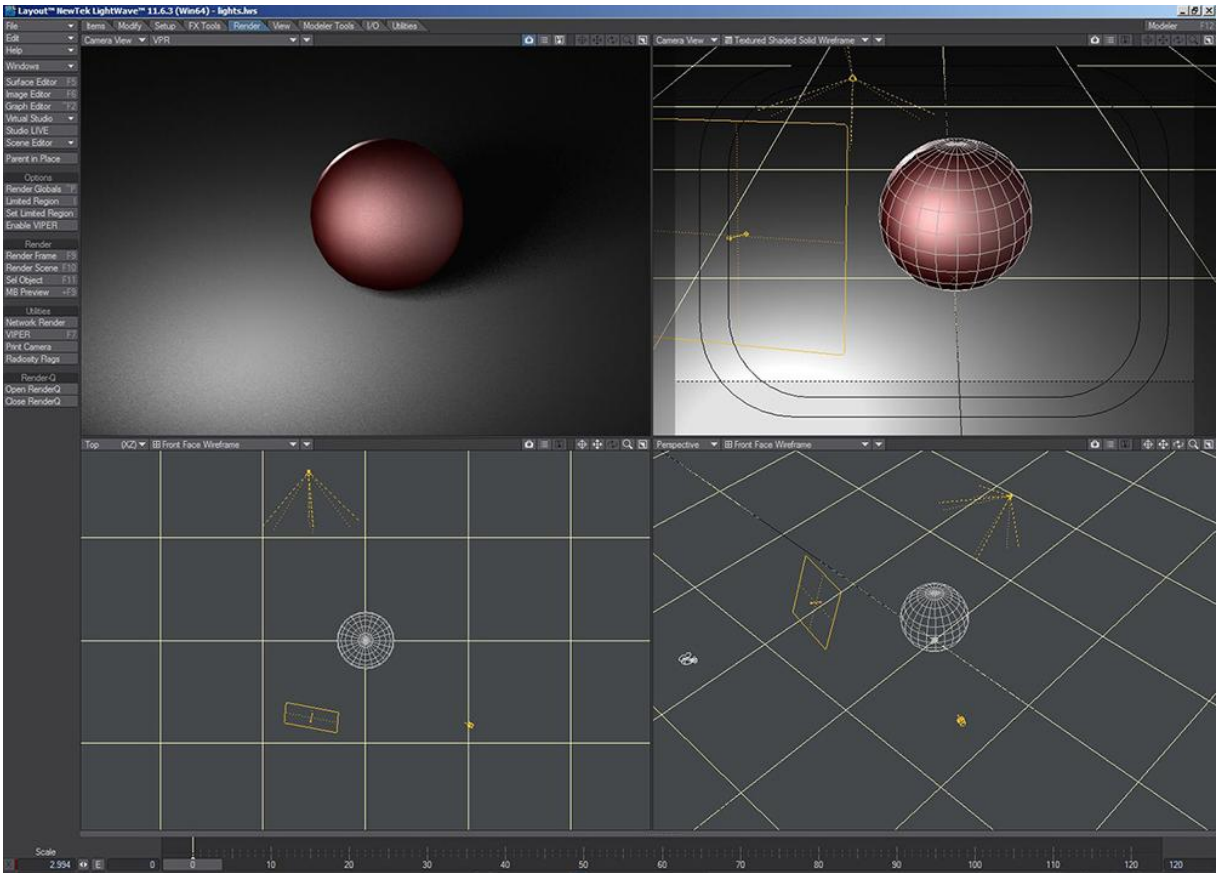
Μια πολύ γνωστή τεχνική φωτισμού μιας σκηνής είναι ο φωτισμός των τριών σημείων.

Από τη μια μεριά της κάμεράς μας έχουμε ένα *βασικό φως* (key light) που φωτίζει το θέμα της σκηνής.

Ένα πλάγιο φως γεμίσματος αντιδιαμετρικά από το *βασικό φως* (fill light) δίνει τον όγκο που χάνεται λόγω της σκίασης που προκύπτει από την ένταση του βασικού φωτός. Συνήθως, αυτό το φως είναι λιγότερο ισχυρό και περισσότερο ψυχρό (ή θερμό αντίστοιχα) από το βασικό φως.

Ένα *φως όπισθεν* (back light) από το κεντρικό θέμα βοηθάει στα αντικείμενα να αποκτήσουν ένα *ελαφρύ φωτεινό περίγραμμα* (rim light) που αναδεικνύει τους όγκους τους σε σχέση με το φόντο τους.

Η τεχνική αυτή, που προέρχεται από την εμπειρία του κινηματογράφου και του θεάτρου, αποτελεί μια μόνον προσέγγιση μιας από τις πολλές δυνατές εκδοχές για το φωτισμό της σκηνής μας.



Εικόνα 8.36 – *Παράδειγμα φωτοαπόδοσης με τη μέθοδο του φωτισμού των τριών σημείων.*

Δοκιμές και πειράματα με το κάθε είδος φωτός είναι απαραίτητα καθώς και συσχέτιση της διαδικασίας φωτισμού με αυτήν της σκίασης. Η επιλογή μοντέλων σκίασης και φωτισμού και μεθοδολογίας φωτοαπόδοσης που θα δούμε λίγο αργότερα είναι ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα για τον έλεγχο του οπτικού αποτελέσματος σε μια τρισδιάστατη σκηνή.

Σε κάθε τρισδιάστατη σκηνή, η κλίμακα παίζει σημαντικό ρόλο για όλα τα ιδιαίτερα γνωρίσματα των φώτων και των μοντέλων σκίασης.

Διαφορετικό αποτέλεσμα έχει ένα φως προβολέα που απέχει 2m από ένα αντικείμενο 20cm, από ένα φως που απέχει 200m από ένα αντικείμενο 2m.

8.7 Κάμερα

Οι κάμερα όπως ήδη είπαμε είναι το τελικό μέσο στην ψηφιακή σκηνή που μέσα από το οποίο καθορίζουμε το προϊόν της φωτοαπόδοσης.

Μέσα από την κάμερα ο υπολογιστής σαρώνει τη σκηνή, το κάδρο ή πλάνο, όπως αναφέρεται στον χώρο του κινηματογράφου, τη σύνθεσή μας.

Μπορούμε να έχουμε περισσότερες από μια κάμερες ταυτόχρονα κατ'αντιστοιχία με ένα κινηματογραφικό σκηνικό και να εναλλάσσουμε τη γωνία λήψης, ανάλογα με τη σκηνοθεσία μας. Πρακτικά η ψηφιακή σκηνοθεσία στις 3 διαστάσεις μας επιτρέπει να έχουμε ταυτόχρονα άπειρες κάμερες και να καταγράφουμε τη δράση της ψηφιακής σκηνής.

Οι κάμερες αυτές μπορούν να είναι στατικές ή κινούμενες. Κάθε κάμερα κινείται όπως ακριβώς το οποιοδήποτε τρισδιάστατο αντικείμενο στον χώρο (μετακίνηση, περιστροφή).

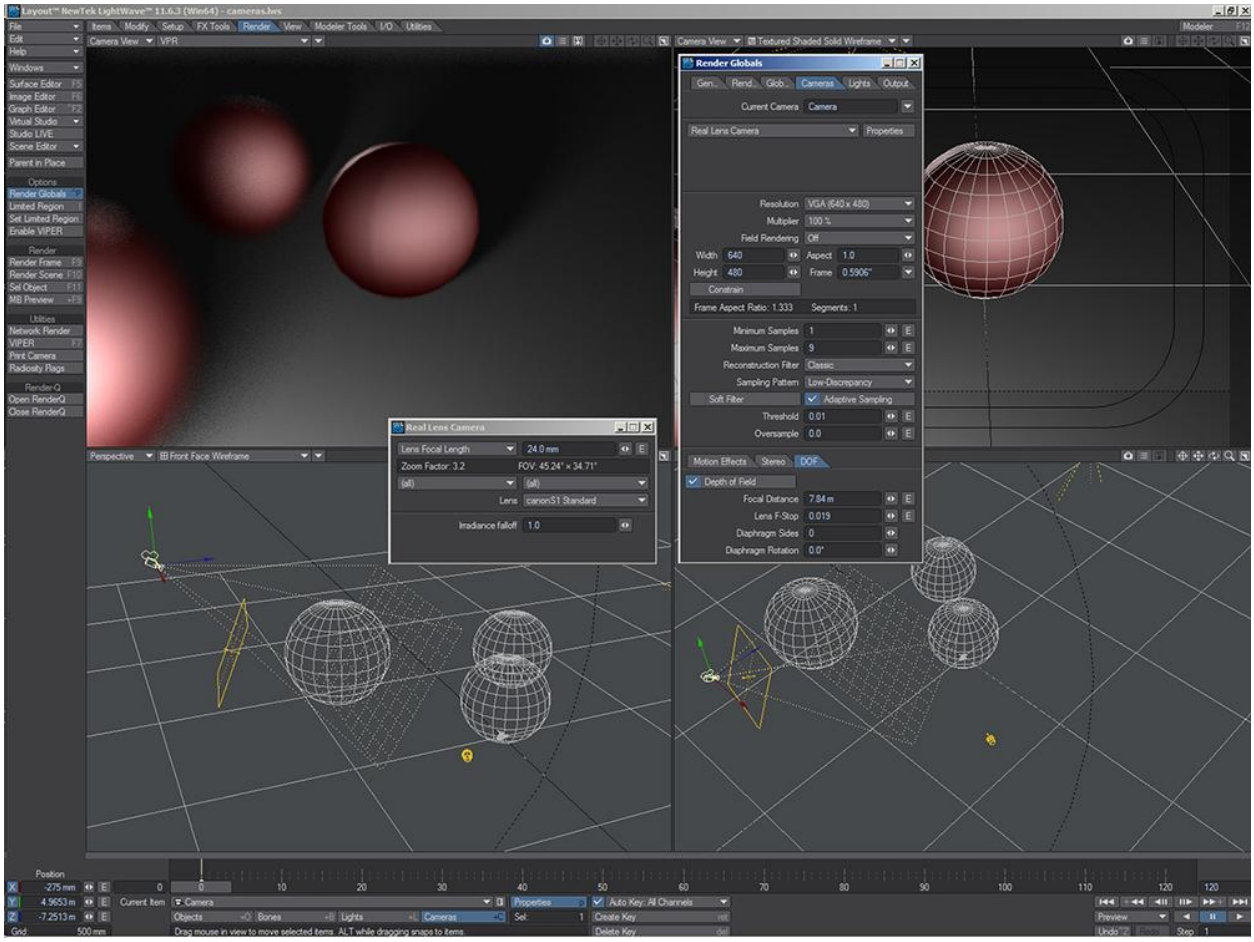
Ιδιαίτερο ενδιαφέρον αποτελολυν τα αυτόταματα σύστηματα ελέγχου περιστροφής μιας κάμερας. Σε αυτή την περίπτωση, ένα βοηθητικό αντικείμενο (Null, Empty, Locator) μετακινείται ελεύθερα στον χώρο. Η περιστροφή της κάμερας είναι συνδεδεμένη με την κίνηση του αντικειμένου. Έτσι όπου και να βρίσκεται στον χώρο το αντικείμενο η κάμερα το βλέπει με αποτέλεσμα να περιστρέφεται ανάλογα.

Αυτή η τεχνική (LookAt) είναι μια από τις πολλές περιπτώσης αυτοματοποίησης κινήσεων που μπορούμε να συτηματοποιήσυμε στον τρισδιάστατο χώρο ώστε να μην γίνονται όλες οι εργασίες χειροποίητα.

Οι κάμερες συνήθως συνδέονται και με τα παράθυρα όψεων στο γραφικό μας περιβάλλον ώστε να έχουμε πέραν της συνήθους προοπτικής και άλλες μορφές απεικόνισης του κάδρου μας, όπως ισομετρικές ή ορθογραφικές, σφαιρικές, κυλινδρικές ή άλλες προβολές.

Μέσα από τις ιδιότητες της κάμερας, επιλέγουμε την αναλογία του κάδρου μας (4:3, 16:9, κ.λπ.) καθώς και επιπλέον λεπτομέρειες όπως το εστιακό μήκος του φακού (24.0mm, 35mm, κ.λπ.), το βάθος πεδίου κ.ά.

Τέλος, ανάλογα με το λογισμικό χρήσης, μέσα από τα ειδικά χαρακτηριστικά κάθε κάμερας, μπορούμε να έχουμε πρόσβαση σε ειδικές λεπτομέρειες που αφορούν τη φωτοαπόδοση, καθώς και σε ειδικά βοηθητικά στοιχεία.



Εικόνα 8.37 *Έλεγχος των μεταβλητών της εικονικής κάμερας στην τρισδιάστατη σκηνή μας.*

Οι κάμερες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μια ιδιαίτερα σημαντική τεχνική απόδοσης υφών σε μια τρισδιάστατη σκηνή που λέγεται *απεικόνιση κάμερας* (camera mapping).

Με αυτή την τεχνική, ο καλλιτέχνης προβάλλει μέσα από μια κάμερα μια εικόνα πάνω σε μια τρισδιάστατη γεωμετρία (ή σε μια ομάδα αντικειμένων). Στη συνέχεια, προσαρμόζοντας με διαδικασία μοντελοποίησης τη γεωμετρία, κατασκευάζεται μια ολόκληρη σκηνή προερχόμενη από μια φωτογραφία σε τρεις διαστάσεις.

Πρόκειται για την ίδια τεχνική με το video mapping μόνο που αντί να γίνεται στο φυσικό χώρο η προβολή πάνω σε κτίρια ή άλλα φυσικά αντικείμενα η προβολή συμβαίνει στο ψηφιακό μας σκηνικό. Στο ψηφιακό χώρο αντί για προβολέα χρησιμοποιούμε την ψηφιακή κάμερα γι'αυτό το λόγο και η τεχνική ονομάζεται camera mapping.

Από την οπτική γωνία της κάμερας, προβάλεται η επιθυμητή εικόνα πάνω σε μια ομάδα από γεωμετρίες. Στη συνέχεια μοντελοποιούνται και προσαρμόζονται τα γεωμετρικά αντικείμενα ώστε να αποκτήσουν δομή πιο κοντά στις φωτογραφίες ή εικόνες που προβάλλονται. Κατά αυτό τον τρόπο, μπορούμε αρκετά γρήγορα να μοντελοποιήσουμε ολόκληρα σκηνικά (π.χ. μια πόλη) χωρίς να μπούμε στη διαδικασία να αναπτύξουμε κάθε λεπτομέρειά της με γεωμετρικά στοιχεία.

Λόγω του είδους της προβολής οι κινήσεις της κάμερας που μπορούμε να κάνουμε (και κατά συνέπεια το εύρος οπτικής που το σκηνικό μας επιτρέπει να δούμε χωρίς παραμορφώσεις) είναι περιορισμένο συχνά, όμως, αρκετό για ένα ελεγχόμενο και ρεαλιστικό αποτέλεσμα.

8.8 Δυναμικά αντικείμενα

Η χρήση δυναμικών και φυσικών εξομοιώσεων είναι ουσιώδης για όλων των ειδών τις παραγωγές, από κινηματογραφικές, παιχνίδια ως και θεατρικές ή καλλιτεχνικές διαδραστικές εγκαταστάσεις.

Στις σύγχρονες ταινίες μεγάλων εταιρειών παραγωγής πάντα υπάρχουν σκηνές στις οποίες χρησιμοποιούνται εξομοιώσεις φυσικών φαινομένων (καταστροφές, πλημμύρες, σκόνες, εκρήξεις κ.λπ.). Ο σκοπός είναι τα φαινόμενα αυτά να μη γίνονται αντιληπτά από το ανθρώπινο μάτι και γι' αυτόν τον λόγο γίνεται σύνθεση με πραγματικό γύρισμα. Δυο- τρεις πηγές πραγματικής φλόγας συνδυάζονται με τις ολοκληρωτικά ψηφιακές φλόγες ώστε να ενδυναμωθεί η πειστικότητα των εφέ.

Η χρήση αυτών των τεχνικών στις ταινίες είναι μικρής, κανονικής ή και ευρείας χρήσης. Από την ελάχιστη σκόνη που δημιουργείται όταν πέφτει ένα αντικείμενο στο πάτωμα, την καταστροφή κτιρίων οχημάτων εώς και πλημμύρες και ολοκληρωτικές καταστροφές πόλεων ή και πλανητών.

Τα δυναμικά αντικείμενα είναι ειδικά αντικείμενα που υπάρχουν στον ψηφιακό τρισδιάστατο χώρο και παράγουν, ενεργοποιούν ή προσαρμόζουν εξομοιώσεις φυσικών φαινομένων.

Τα αντικείμενα αυτά δεν απεικονίζονται κατά τη διάρκεια της φωτοαπόδοσης αυτούσια παρά μόνον το αποτέλεσμά τους, έμμεσα ή άμεσα.

Η χρήση αυτών των αντικειμένων βρίσκεται στην δημιουργία και στον έλεγχο των εξομοιώσεών μας. Για παράδειγμα ένα δυναμικό αντικείμενο βαρύτητας ελέγχει τον τρόπο με τον οποίο κινείται μια γεωμετρία στον χώρο εφόσον φυσικά είναι κατάλληλα προετοιμασμένη για να συμπεριφερθεί δυναμικά.

Οι βασικότερες κατηγορίες των δυναμικών αντικειμένων είναι:

- Δυναμικά αντικείμενα τελεστές (άκαμπτα, εύκαμπτα),
- Πεδία δυνάμεων,
- Δυναμικά αντικείμενα σύγκρουσης,
- Γεννήτορες σωματιδίων.

Οι βασικότερες κατηγορίες των φαινομένων εξομοίωσης είναι :

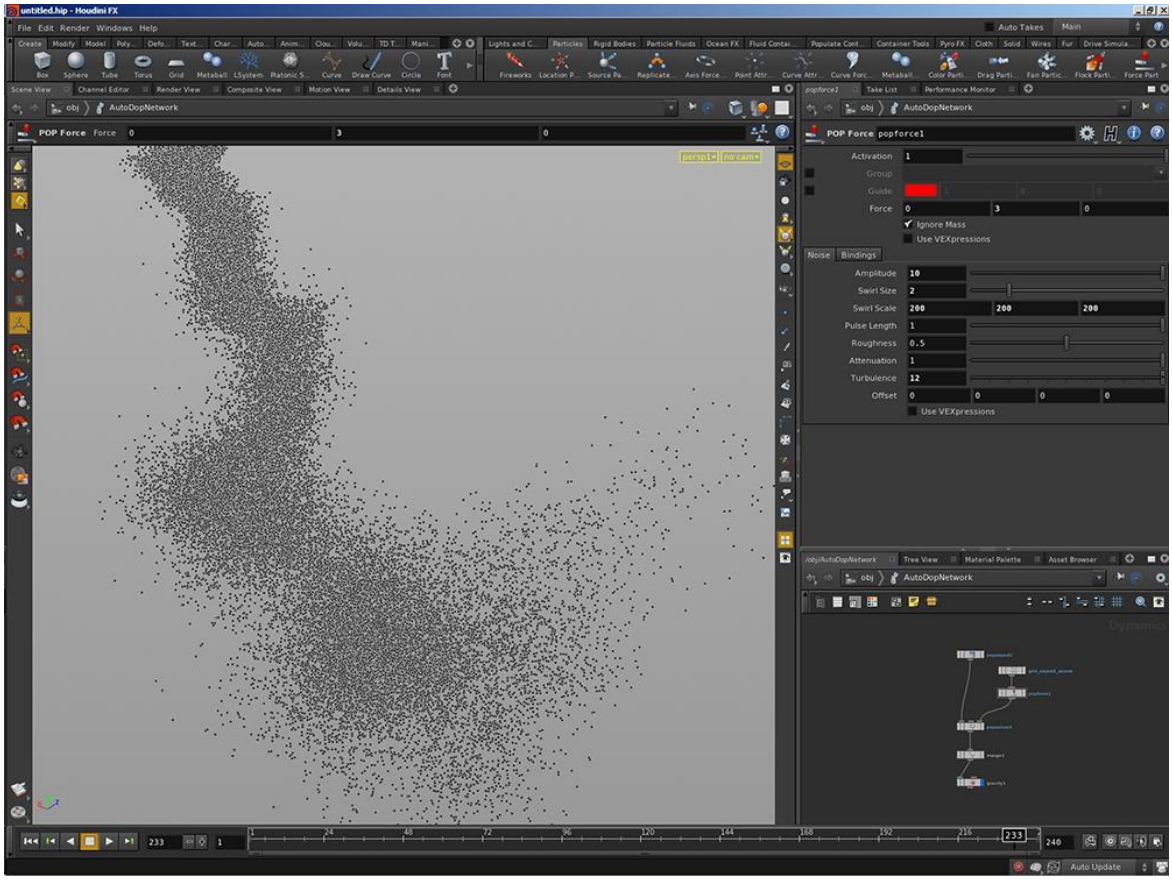
- Εξομοιώσεις κίνησης σωματιδίων, δυναμικής ρευστών, αερίων, σμήνη πτηνών, ψαριών, πλήθη,
- Εξομοίωση βαρύτητας, ανέμων, στροβιλισμού και άλλων πεδίων δυνάμεων και απομορφοποίησης ή σύγκρουσης δυναμικά ενεργών αντικειμένων σε αυτά τα πεδία,
- Ταλαντώσεις, ελατήρια ή δυναμική συσχέτιση αλυσίδων αντικειμένων,
- Εξομοίωση κίνησης νημάτων, υφασμάτων, μαλλιών,
- Ελαστικές ή μη κρούσεις καθώς και θραύσεις αντικειμένων.

Αναλυτικά τα αντίστοιχα αντικείμενα που συνήθως συναντούμε εξετάζονται παρακάτω.

8.8.1 Πηγές / Γεννήτορες σωματιδίων

Πρόκειται για αντικείμενα γεννήτορες **σημείων** στον ψηφιακό χώρο.

Τα σωματίδια παράγονται με βάση το χρόνο και με έναν συγκεκριμένο ρυθμό ανά δευτερόλεπτο ή ανά εικόνα / καρέ.



Εικόνα 8.38 *Παράδειγμα σωματιδίων ως νέφος σημείων που παράγονται από ένα δυναμικό αντικείμενο-γεννήτορα.*

Οι γεννήτορες μπορεί είναι άμορφοι, σημειακοί ή μπορεί να μορφοποιούνται με βάση τα σημεία ή τα πολύγωνα κάποιας συγκεκριμένης γεωμετρίας στην οποία εφαρμόζονται. Κατ' αυτόν τον τρόπο τα σωματίδια γεννώνται από τα αντίστοιχα σημεία ή πολύγωνα της εφαρμοζόμενης επιφάνειας.

Η λειτουργία των γεννητόρων σωματιδίων είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα τρόπου παραγωγής *νέφους σημείων – σωματιδίων* (point clouds).

Τα σωματίδια μπορούν να γεννιούνται στατικά χωρίς αρχική ταχύτητα, να κινούνται αυτόνομα, με βάση κάποιον αλγόριθμο ή να αφεθούν στην επιρροή ενός ή περισσοτέρων πεδίων δυνάμεως ή άλλων ενεργών δυναμικών αντικειμένων (πεδία δύναμης, αντικείμενα σύγκρουσης, δυναμικά αντικείμενα).

Με αυτόν τον τρόπο υπολογίζεται και η σύγκρουση των σωματιδίων μεταξύ τους ή και με άλλες γεωμετρίες ή ειδικά *αντικείμενα σύγκρουσης* (collision objects).

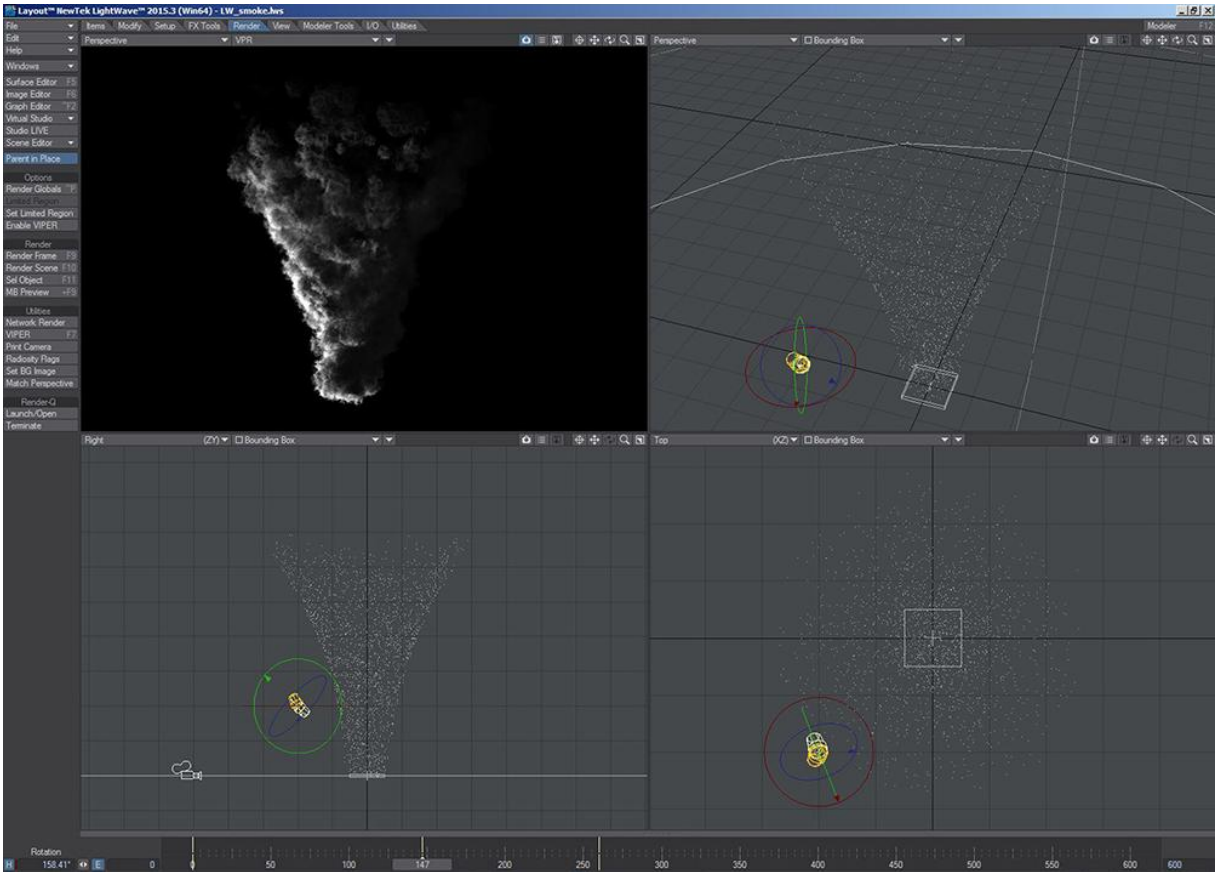
Το κάθε σωματίδιο μετά τη γέννησή του εμπεριέχει μια σειρά από πληροφορίες όπως: θέση, περιστροφή, ταχύτητα, επιτάχυνση, χρόνο ζωής και διακριτή ταυτότητα. Αυτά τα δεδομένα αποθηκεύονται στη μνήμη ή στο σκληρό δίσκο (caching) με τη μορφή μεταβλητών για κάθε σωματίδιο και για κάθε χρονική στιγμή.

Τα σωματίδια - σημεία που παράγονται μπορεί να αντικατασταθούν στη σκηνή μας από ένα ή από μία ομάδα γεωμετρικών αντικείμενων ή και από εικόνες (sprites) ή *σειρές από εικόνες* (sequence of sprites).

Κατ' αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνουμε την κατασκευή πληθυσμών αντικειμένων και πολύπλοκων δομών που αλλιώς είναι πολύ χρονοβόρο να σχηματιστούν.

Τέτοιες δομές όπως υγρά, φλόγες, καπνοί, νέφη, συνήθως χρησιμοποιούν εικόνες (sprites) μετασφαίρες (metaballs, blobbies) ή *ογκοστοιχεία* (voxels) στη θέση του κάθε σωματιδίου. Τα σωματίδια συμπεριφέρονται με βάση την εξομοίωση δυνάμεων και συγκρούσεων και κατ’επέκταση οι εικόνες ή μετασφαίρες ή τα ογκομετρικά αντικείμενα υιοθετούν την αντίστοιχη συμπεριφορά θέσης περιστροφής και κλίμακας.

Αντίστοιχα, τα σωματίδια χρησιμοποιούνται και για το σχηματισμό πλήθους που σε συνάρτηση με ιδιαίτερους αλγορίθμους (simple A.I. systems boids, flocking, complex A.I. systems) δημιουργούν την ψευδαίσθηση της οργανικής κίνησης (πλήθη ψαριών, πτηνών, στρατιές πολεμιστών, κ.λπ.)
Αυτή η αντικατάσταση μπορεί να γίνει καθώς ο καλλιτέχνης δουλεύει στην ψηφιακή σκηνή, σε πραγματικό χρόνο ή να συμβεί και να είναι ορατή μόνο κατά τη στιγμή της φωτοαπόδοσης (instances). Αυτό εξαρτάται από το πλήθος των σωματιδίων και από το επίπεδο πυκνότητας σε πλέγμα και αριθμό σημείων των γεωμετρικών αντικειμένων που θα πάρουν τη θέση των σωματιδίων, με αποτέλεσμα να επιβαρύνουν τη μνήμη και τον υπολογισμό των πολύπλοκων και κοστοβόρων σε υπολογιστική ισχύ εξομοιώσεων δύναμης και κρούσεως.



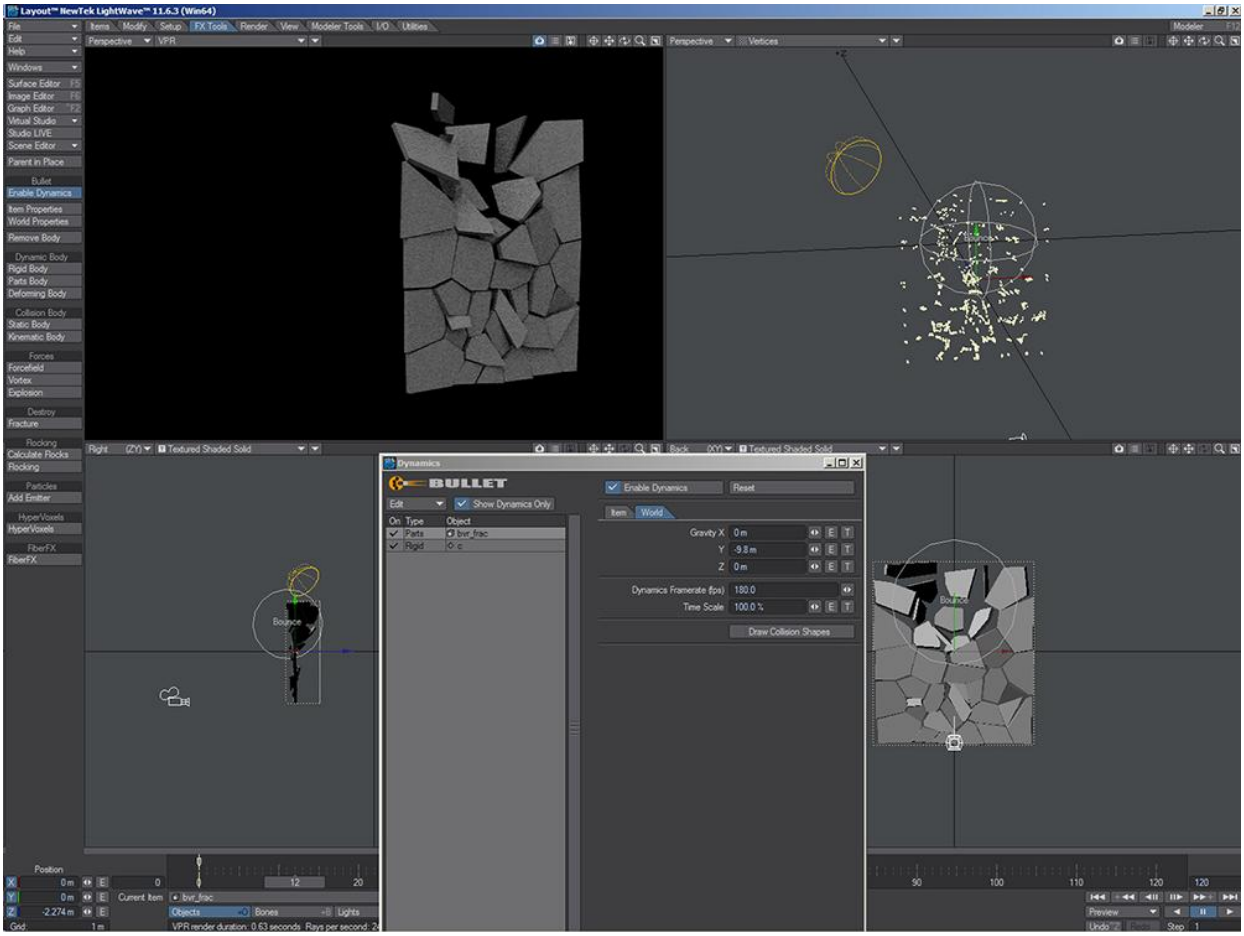
Εικόνα 8.39 *Παράδειγμα σωματιδίων που παράγονται για εξομοίωση καπνού.*

Λόγω της απότομης αύξησης των υπολογιστικών αναγκών στις περιπτώσεις γέννησης σωματιδίων χρησιμοποιούνται οι *αποθηκεύσεις εξομοιώσεων* (simulation caching). Με αυτόν τον τρόπο αποθηκεύεται στο σκληρό δίσκο ένα μεγάλο σε μέγεθος αρχείο με όλους τους υπολογισμούς των κινήσεων και των κρούσεων των σωματιδίων. Ο υπολογιστής δε χρειάζεται κάθε φορά που ανοίγουμε το λογισμικό να επαναϋπολογίσει την εξομοίωση μας και έτσι κερδίζουμε σημαντικά σε χρόνο παραγωγής.

8.8.2 Ειδικά δυναμικά αντικείμενα

Τα ειδικά δυναμικά αντικείμενα είναι τελεστές (operators) που εφαρμόζονται σε ήδη υπάρχοντα γεωμετρικά αντικείμενα μέσα στην ψηφιακή μας σκηνή. Ο σκοπός είναι να τους προσδώσουν ιδιότητες που σε συνδυασμό με άλλα αντικείμενα από την ίδια κατηγορία (σωματίδια, πεδία δυνάμεων, αντικείμενα σύγκρουσης) θα επιτρέψουν στην εξομοίωση φυσικών φαινομένων. Συναντούμε στις περισσότερες περιπτώσεις δύο κατηγορίες από δυναμικά αντικείμενα:

1. Τα άκαμπτα δυναμικά αντικείμενα. Αυτά, εξομοιώνουν συνθήκες μη ελαστικής σύγκρουσης μεταξύ άκαμπτων αντικειμένων. Χρησιμοποιούνται όπως αναφέρθηκε σε συνδυασμό με άλλα αντικείμενα σύγκρουσης καθώς και με πεδία δύναμης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η χρήση τελεστή θραύσης σε συνδυασμό με πεδίο βαρύτητας και ένα αντικείμενο σύγκρουσης (δάπεδο).

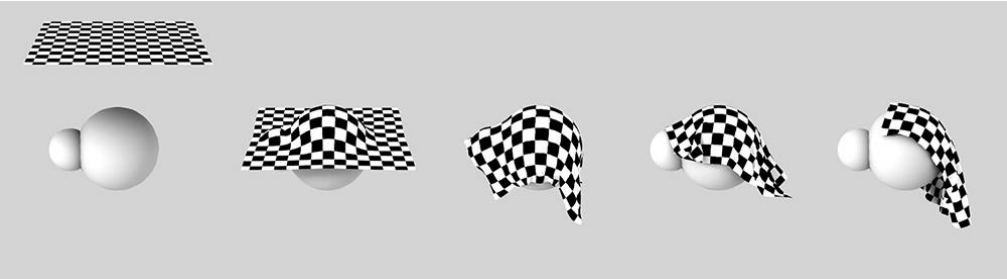


Εικόνα 8.40 *Παράδειγμα χρήσης άκαμπτων δυναμικών αντικειμένων για την εξομοίωση κρούσης.*

2. Τα εύκαμπτα - μαλακά δυναμικά αντικείμενα. Αντίστοιχα με τα άκαμπτα δυναμικά αντικείμενα, έχουμε τελεστές που εφαρμόζονται σε γεωμετρίες με σκοπό την εξομοίωση συστημάτων ελαστικής σύγκρουσης. Σε αυτή την κατηγορία έχουμε την εξομοίωση ζελατίνης, υφάσματος, νημάτων καθώς και άλλων υλικών που κατά την ελαστική σύγκρουση δεν παραμορφώνονται ελαστικά.

Υπάρχουν κατηγορίες εύκαμπτων δυναμικών αντικειμένων με μεταβλητές διάρρηξης συνοχής για να εξομοιωθεί η καταστροφή του αντικειμένου μετά από τη σύγκρουση (π.χ. σκίσιμο υφάσματος).

Η κατηγορία αυτή τελεστών χρησιμοποιείται για να εξομοιώσει δυναμικές καταστάσεις όπως ένα μαξιλάρι που παραμορφώνεται, καουτσούκ, ζελέ, ύφασμα κ.λπ.



Εικόνα 8.41 *Παράδειγμα εύκαμπτων δυναμικών αντικειμένων για την εξοιμοίωση υφάσματος.*

8.8.3 Δυνάμεις, πεδία δυνάμεων

Οι δυνάμεις ή τα πεδία δυνάμεων είναι αντικείμενα που όταν είναι ενεργά προσομοιάζουν την παρουσία ενός πεδίου δύναμης. Το αποτέλεσμά τους είναι να εφαρμόζεται αυτή η δύναμη σε οποιοδήποτε δυναμικό αντικείμενο υπεισέρχεται εντός μιας ενεργής ακτίνας ή περιοχής εκατέρωθεν του δυναμικού αντικειμένου στο φυσικό χώρο.

Αυτές οι δυνάμεις μπορεί να προσομοιώνουν βαρύτητα, άνεμο με συγκεκριμένη κατεύθυνση, στροβιλισμό, μαγνητική έλξη σε ένα συγκεκριμένο υποσύνολο αντικειμένων κ.ά.

Οι δυνάμεις είναι αντικείμενα που επηρεάζουν μεμονωμένα ή ομάδες ενεργών δυναμικών αντικειμένων.

Για παράδειγμα, μια δύναμη βαρύτητας μπορεί να επηρεάζει όλα τα ενεργά δυναμικά αντικείμενα μέσα στην ψηφιακή μας σκηνή (άκαμπτες ή εύκαμπτες δυναμικές γεωμετρίες, σωματίδια, κ.λπ.), αλλά ένα πεδίο δύναμης στροβιλισμού να επηρεάζει μόνον τα σωματίδια.

8.8.4 Αντικείμενα σύγκρουσης

Τα αντικείμενα σύγκρουσης, είναι αυτόνομα αντικείμενα ή τελεστές που εφαρμόζονται σε ήδη υπάρχοντα αντικείμενα με σκοπό τη δημιουργία αποτελέσματος σύγκρουσης σε συστήματα που βρίσκονται υπό την επιρροή πεδίων δυνάμης μεταξύ ενεργών δυναμικών αντικειμένων.

Τα αντικείμενα σύγκρουσης όταν είναι αυτόνομα και υπάρχουν από μόνα τους στο φυσικό χώρο, μπορεί να έχουν σχήμα σφαιρικό, επίπεδο κυβικό ή σε περίπτωση που εφαρμόζονται ως τελεστές (operators), να λαμβάνουν το σχήμα του γεωμετρικού αντικειμένου εφαρμογής.

8.9 Ιδιότητες μεταβλητές και γνωρίσματα των επιμέρους στοιχείων των ψηφιακών τρισδιάστατων γραφικών

8.9.1 Βασικά επιμέρους γνωρίσματα σημείων (Vertex – Point –Attributes)

Υπάρχει μια σειρά από επιμέρους *γνωρίσματα* (attributes) που συσχετίζονται με τα σημεία ενός γεωμετρικού αντικειμένου. Αυτά τα ειδικά χαρακτηριστικά συνήθως ποσοτικοποιούνται και αποθηκεύονται μαζί με κάθε γεωμετρικό αντικείμενο.

Πρόκειται για μετα-δεδομένα που είναι συνάρτηση του κάθε σημείου μιας γεωμετρίας. Όπως σε κάθε σημείο στον χώρο αντιστοιχούν τρεις συντενταγμένες (x, y, z) ή σε κάθε Pixel της οθόνης αντιστοιχεί μια 2-άδα τιμών θέσης (Point Position Attributes) (x, y) και 3-άδα τιμών χρώματος (R, G, B).

Ενδεικτικά κάποια από αυτά είναι τα εξής:

Η θέση του κάθε σημείου : Point Position Attribute

Πρόκειται για την τριάδα των συντεταγμένων του κάθε σημείου στον χώρο.

P(x, y, z)

Η αρίθμηση του σημείου : Point Number Id Attribute

Ένας μοναδικός αύξων αριθμός που αντιστοιχεί σε κάθε σημείο μιας γεωμετρίας. Οι περισσότερες διαδικασίες *ομαδοποίησης επιλογών* (group selection) και απομορφοποίησης βασίζονται σε αυτόν τον αριθμό.

Εφόσον ένα γεωμετρικό αντικείμενο αποτελείται από 200 σημεία, σε αυτά υπάρχει μια σχετική αρίθμηση P = 0,1,2, …, 199

Το κανονικό διάνυσμα που συσχετίζεται με την όποια διαδικασία φωτοαπόδοσης. : Point Normal

Η αριθμητική τιμή χρώματος : Point / Vertex Color

Το ιδιαίτερο γνώρισμα αυτό είναι το αντίστοιχό (R, G, B) γνώρισμα που υπάρχει στις δύο διαστάσεις σε κάθε pixel (σημείο της οθόνης – ψηφιακής εικόνας)

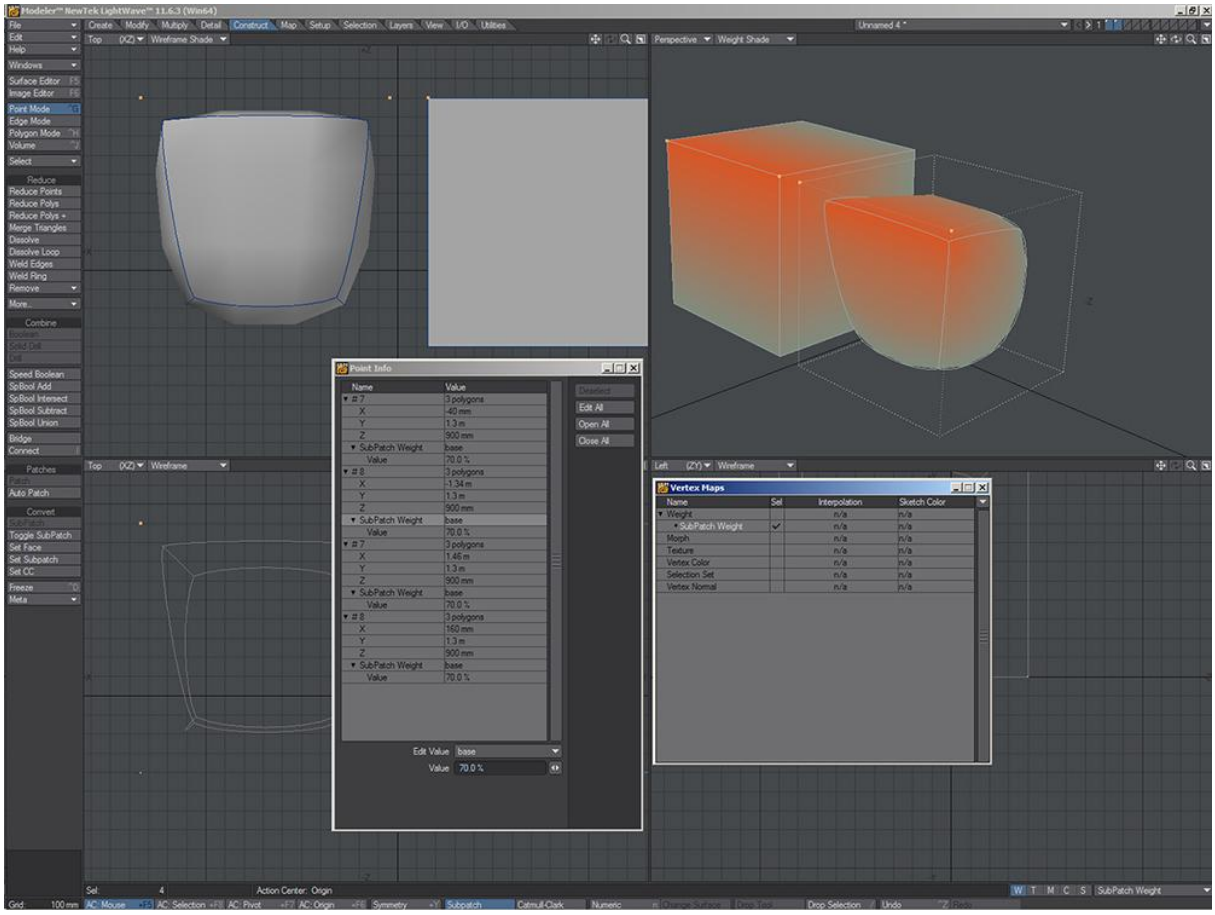
Η αριθμητική τιμή της UV χαρτογράφησης (εφόσον υπάρχει) : Point UV

Φυσικά υπάρχουν και μια σειρά από επιπλέον χαρακτηριστικά που μπορούμε να συσχετίσουμε εμείς οι ίδιοι με τα σημεία (custom attributes). Αυτά, εξαρτώνται από τις ανάγκες της παραγωγής και από χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την φωτοαπόδοση η με δεδομένα εξομοιώσεων.

Π.χ. Μια ειδική μεταβλητή που μας υποδηλώνει το μήκος των μαλλιών σε ένα γεωμετρικό αντικείμενο - π.χ. ένα κεφάλι.

Π.χ.2 Μια ειδική μεταβλητή που μας δίνει στοιχεία καμπυλότητας σε κάθε σημείο (Subdivision Weight).

Μια ειδική μεταβλητή (τα Bone deformaton Weight) που μας δίνουν αριθμητικά στοιχεία του βαθμού επιρροής ενός οστού ή ενός τελεστή απομορφοποίησης σε κάθε σημείο.



Εικόνα 8.42 *Παράδειγμα με επιμέρους γνωρίσματα των σημείων (Vertex attributres). Διαφορετικά βάρη υποδιαίρεσης προκαλούν διαφορετικό αποτέλεσμα στον τελεστή Subdivision.*

8.9.2 Οι υφές και η απεικόνιση/χαρτογράφηση uv (uv mapping) (2D ↔ 3D)

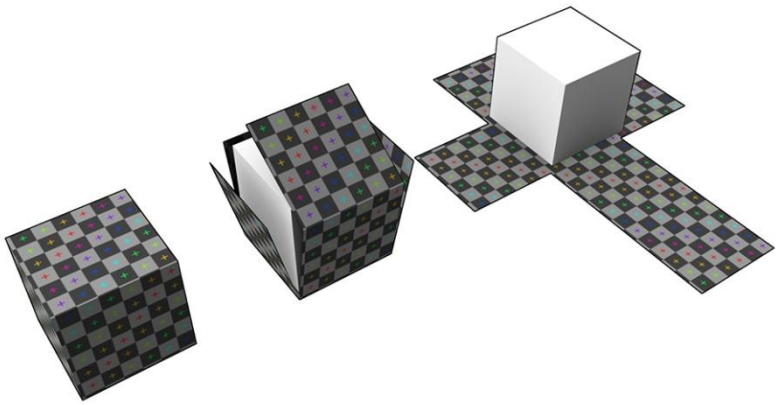
Τα γεωμετρικά αντικείμενα είτε είναι πολυγωνικά ή παραμετρικά δίχως είναι εξ'ορισμού, κατά τη δημιουργία τους «γυμνά» δίχως υφές, φωτογραφίες για να εμπλουτίζουν την αναπαράστασή τους με λεπτομέρειες. Ένα απλό πολύγωνο για παράδειγμα όπως το τετράγωνο, εφόσον «ντυθεί» με μια *υφή* (texture) , φωτογραφία μιας πλάκας τσιμέντου, δίνει την ψευδαίσθηση των χρωματικών τόνων του τσιμέντου χωρίς να πρέπει να μοντελοποιηθεί η κάθε λεπτομέρεια, εσοχή, και ανάγλυφη λεπτομέρεια.

Ο τρόπος, με τον οποίο μια ή και περισσότερες φωτογραφίες συνδέονται με το κάθε γεωμετρικό αντικείμενο ονομάζεται «UV χαρτογράφηση». Η σύνδεση αυτή, γίνεται με την χρήση επιμέρους γνωρισμάτων (uv point attributes) όπως είδαμε προηγουμένως. Κατά αυτόν τον τρόπο, ανεξάρτητα από την κίνηση , απομορφοποίηση και το φωτισμό του γεωμετρικού αντικειμένου, η υφή βρίσκεται συνεχώς προσκολημένη πάνω στη γεωμετρία.

Η uv χαρτογράφηση, είναι μια από τις πιο σημαντικές διαδικασίες συσχέτισης γεωμετρικών αντικειμένων στον χώρο με δισδιάστατες εικόνες ή βίντεο είτε μιλάμε για χρήση σε κινηματογράφο, ψηφιακά παιχνίδια και οποιαδήποτε άλλη χρήση τρισδιάστατων αντικειμένων. Με αυτήν τη διαδικασία τοποθετούμε και ντύνουμε με υφές κάθε πολυγωνική η παραμετρική επιφάνεια.

Με κάθε χαρτογράφηση έχουμε μια αντιστοιχία για κάθε σημείο p(x,y,z) της τρισδιάστατης γεωμετρίας σε ένα σημείο p(u,v) στον δισδιάστατο (UV) χώρο.

Κατά αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνουμε μια μορφή ξεδιπλώματος της γεωμετρίας μας και τοποθέτησής της σε μια δισδιάστατη επιφάνεια.



Εικόνα 8.43 *Η χαρτογράφηση uv είναι ένα ξεδίπλωμα ενός τρισδιάστατου αντικειμένου στις 2 διαστάσεις για την ευκολία χρήσης υφών [πηγή: wikimedia commons, ιδιοκτησία: Zephyris, άδεια χρήσης: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported].*

Αυτό που συμβαίνει είναι μια αντιστοίχιση του κάθε σημείου P(x,y,z) από τον τρισδιάστατο χώρο στις δύο διαστάσεις.

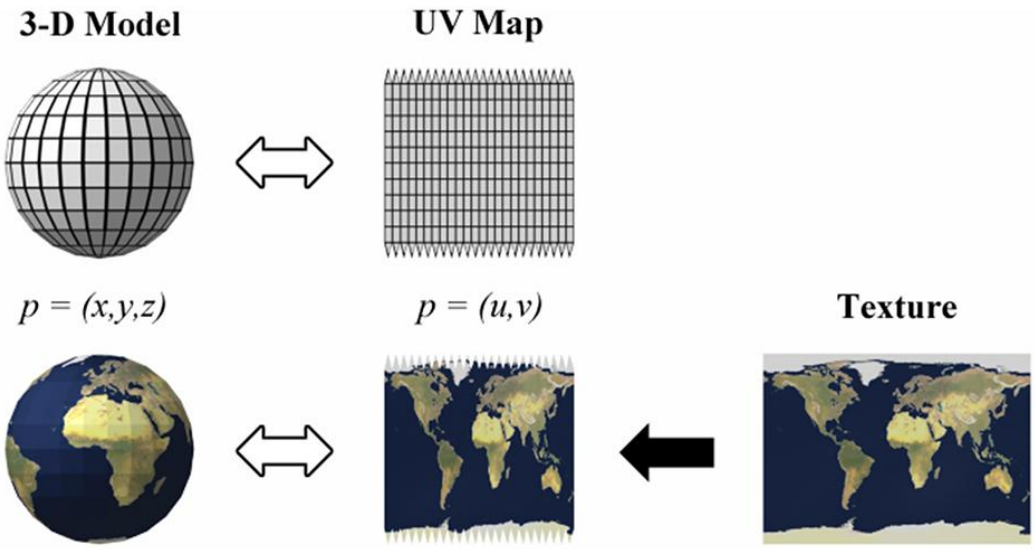
Η αντιστοίχιση αυτή, είναι μια *χαρτογράφηση* (mapping) και λειτουργεί με τον ίδιο ακριβώς τρόπο με τον οποίο η υδρόγειος ενώ σχεδόν σφαιρική, προβάλλεται σε 2 διαστάσεις σε μια επίπεδη επιφάνεια χάρτη.

Αυτή η γνωστή ως κυλινδρική προβολή του Μερκάτορ παρουσιάστηκε πρώτη φορά από τον Φλαμανδό γεωγράφο και χαρτογράφο Γεράρδο Μερκάτορ το 1569. Ο Μερκάτορ με αυτό τον τρόπο ξεδίπλωσε την επιφάνεια της τρισδιάστατης σφαίρα της υδρογείου σε δύο διαστάσεις δημιουργώντας έτσι ένα *χάρτη* (map). Χαρακτηριστικό της χαρτογράφισης αυτής είναι η παραμόρφωση που υπάρχει στους πόλους της υδρογείο. Αυτό συμβαίνει γιατι ο κύλινδρος που χρησιμοποίησε ο Μερκάτορ ενώ αγκαλιάζει ολόκληρη την υδρόγειο, στους πόλους την αφήνει ακάλυπτη.

Είναι χαρακτηριστικό, όπως είδαμε, πως μια παραμετρική επιφάνεια (NURBS, Bézier surface) ήδη από τον τρόπο κατασκευής της, εμπεριέχει συντεταγμένες u,v με αποτέλεσμα να μην είναι απαραίτητη μια εκ νέου χαρτογράφηση.

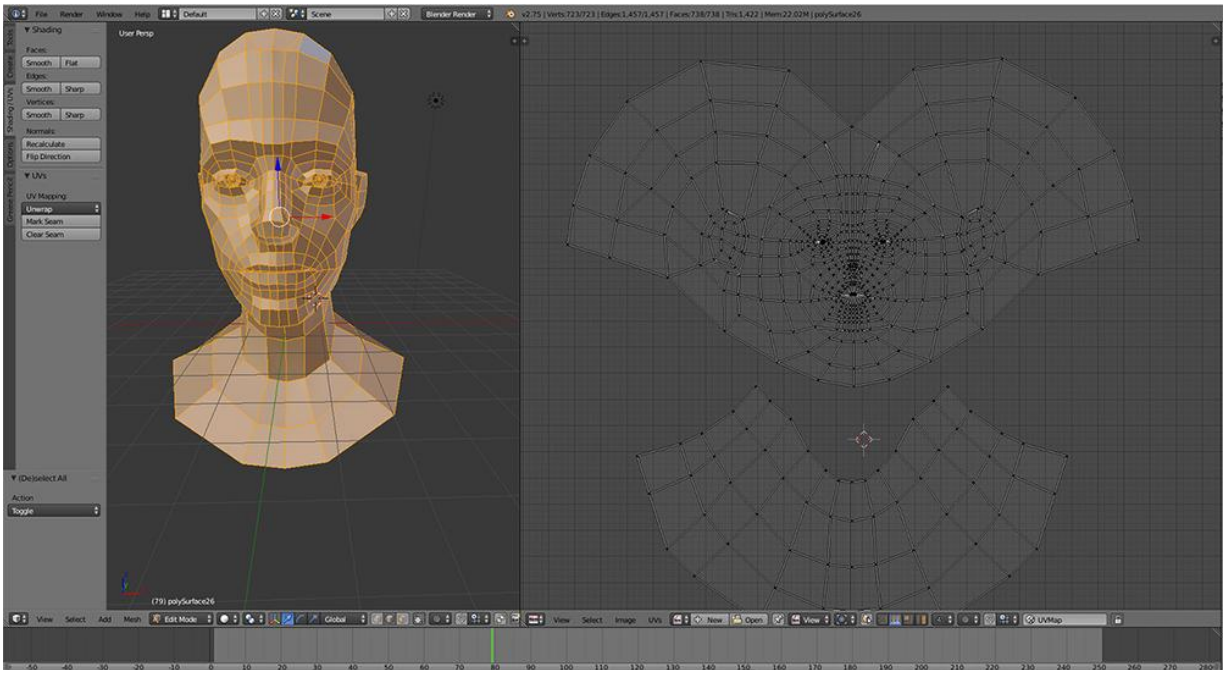
Συνήθως σε όλα τα λογισμικά κατασκευής τρισδιάστατων γραφικών υπάρχουν διάφορες τεχνικές uv χαρτογράφησης.

Αυτές οι τεχνικές έχουν ονομασία που παραπέμπει σε γεωμετρικά στερεά (cylindrical, spherical, toroid, cube κ.λπ.) που αντιστοιχούν στον τρόπο ξεδιπλώματος του τρισδιάστατου μοντέλου.



Εικόνα 8.44 *Αποδόμηση της διαδικασίας uv-mapping και κυλινδρική χαρτογράφηση του Μερκάτορ [πηγή: wikimedia commons - ιδιοκτησία: Tschmits, άδεια χρήσης: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported].*

Η uv χαρτογράφηση με τον αλγόριθμο *LSCM* (Least Squares Conformal Map) είναι μεθοδολογία uv mapping που σχετίζεται συνήθως με τις περίπλοκες ανάγκες ξεδιπλώματος οργανικά μοντελοποιημένων γεωμετριών (χαρακτήρων, ανθρωποειδών). Στα περισσότερα σύγχρονα λογισμικά αυτή η μεθοδολογία ονομάζεται ως uv-unwrapping – pelting.



Εικόνα 8.45 *Παράδειγμα uv-mapping με τη χρήση της μεθόδου Unwrap / Pelt.*

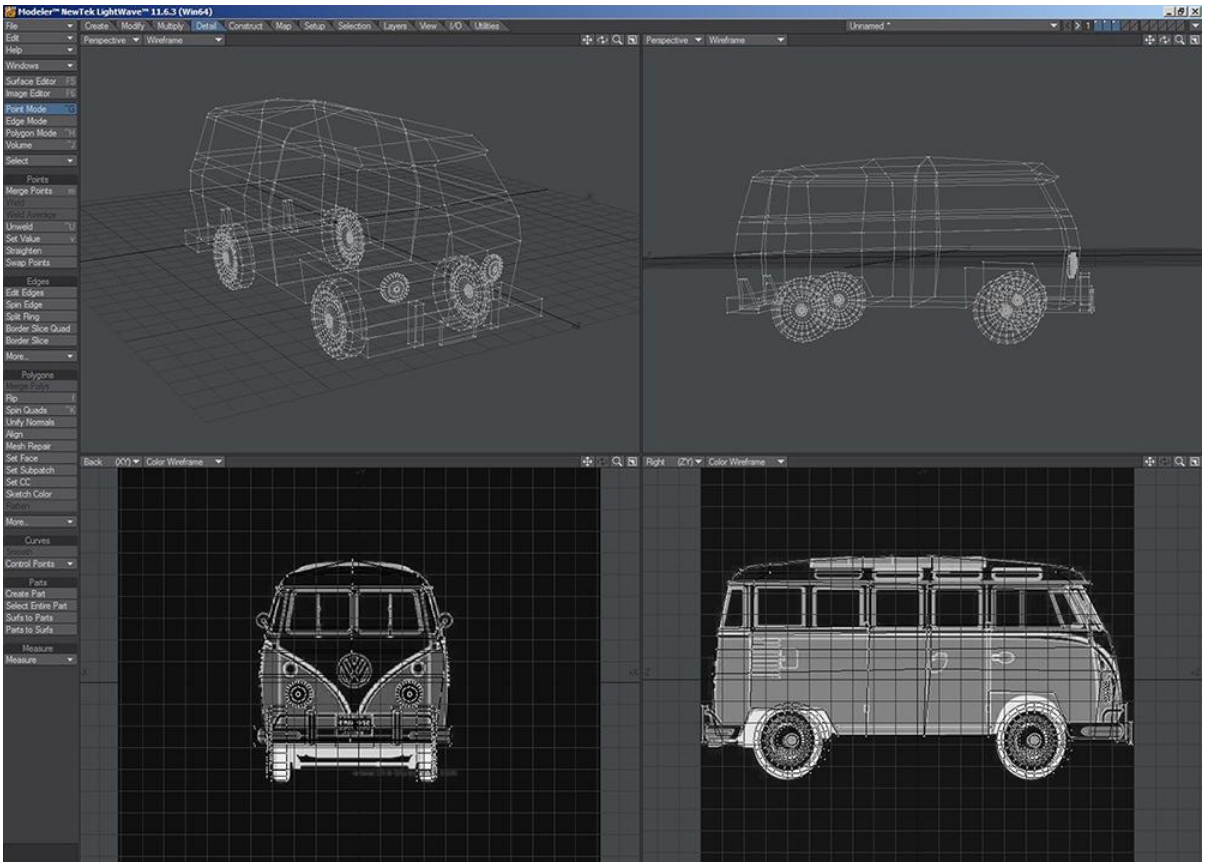
8.10 Η μοντελοποίηση η σύνθεση γεωμετρικών αντικειμένων και η ψηφιακή γλυπτική

8.10.1 Βασικά εργαλεία μοντελοποίησης πολυγώνων

Η μοντελοποίηση αντικειμένων στον ψηφιακό χώρο είναι μια διαδικασία χρονοβόρα και απαιτητική σε τεχνικές γνώσεις, αλλά και εμπειρία διαχείρισης όγκου και φόρμας στον χώρο.

Τα πιο περίπλοκα μοντέλα μπορούν να κατασκευασθούν ξεκινώντας με οδηγούς από απλά προσχέδια/σκίτσα[35] απ' όλες τις όψεις (εμπρός, πίσω, δεξιά, αριστερά, κάτοψη). Στη συνέχεια, τα προσχέδια αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν βάση ως σκαριφήματα ή οδηγοί στα αντίστοιχα παράθυρα όψης του τρισδιάστατου χώρου μας (background - back drop viewport image).

Υπάρχουν δύο γενικοί τρόποι μοντελοποίησης χαρακτήρων και λοιπών γεωμετρικών αντικειμένων για την τρισδιάστατη σκηνή.

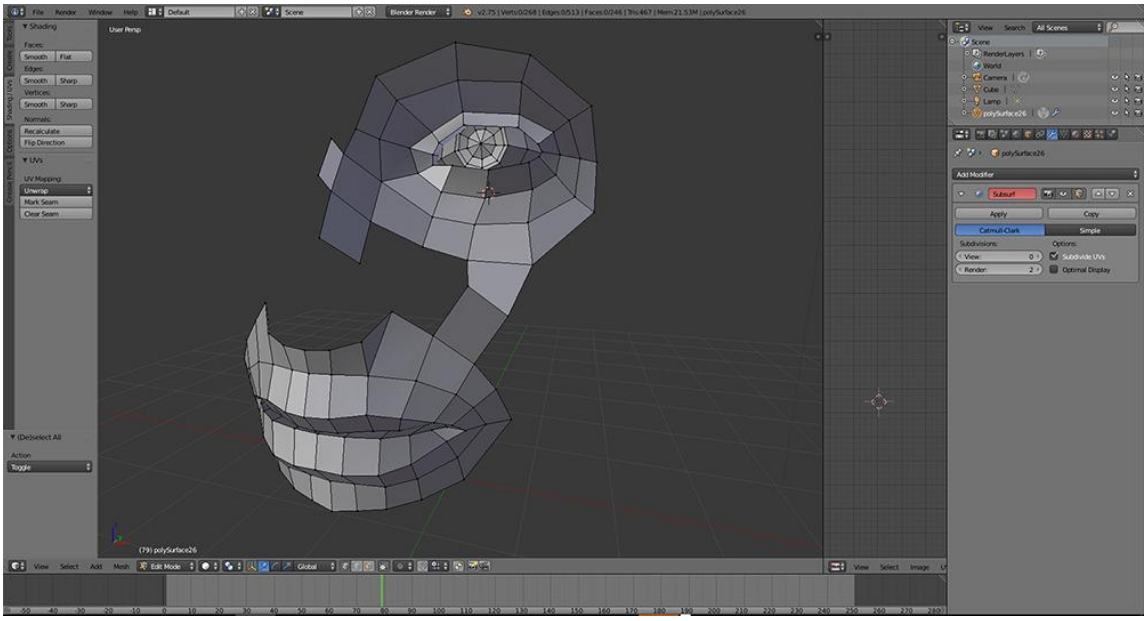


Εικόνα 8.46 *Παράδειγμα μοντελοποίησης με τη χρήση όψεων και κατόψεων*.

- Μοντελοποίηση κέλυφους - επιφάνειας χρησιμοποιώντας εργαλεία κατασκευής πολυγώνων η επιφανειών από σημεία, καμπύλες και χρήση επιμέρους εργαλείων επεξεργασίας τους (Εικόνα 8.47). Με αυτή την τεχνική, σχηματίζουμε μια επιφάνεια σε τμήματα, το κέλυφος που περικλείει το τρισδιάστατο αντικείμενο μας. Δουλεύουμε με ακμές και σημεία τα οποία παράγονται πολύγωνο οι ζητούμενες επιφάνειες. Με αυτή την τεχνική ουσιαστικά σαρώνουμε τη νοητή επιφάνεια που

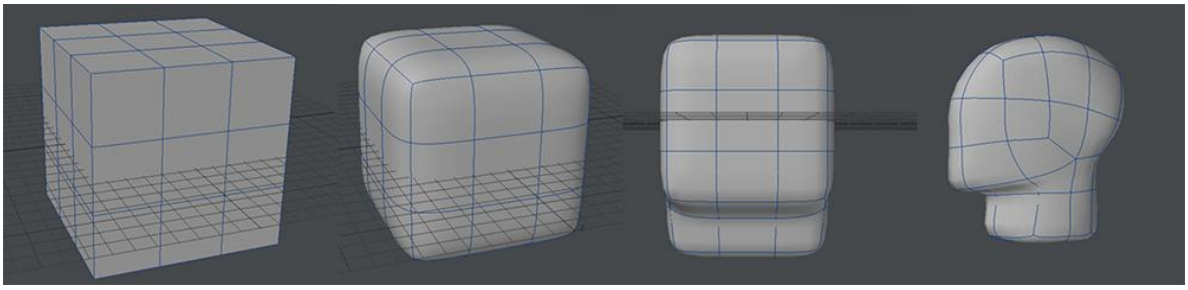
[35] Για χαρακτήρες χρησιμοποιούνται τα φύλλα *μοντέλων* (model sheets). Όπου απεικονείζονται οι ανατομικές λεπτομέρεις και τα χαρακτηριστικά του κάθε χαρακτήρα-avatar σε ορθογραφικές προβολές.

θέλουμε να κατασκευάσουμε καθώς παράγουμε γεωμετρικά σημεία πολύγωνα και ακμές στα επιθυμητά σημεία.



Εικόνα 8.47 *Παράδειγμα μοντελοποίησης κελύφους ανά τμήματα.*

- Μοντελοποίηση με προσθήκη η αφαίρεση άλλων γεωμετρικών στοιχείων από τα βασικά πρωτόγονα (primitives) αντικείμενα (κύβος, σφαίρα, κύλινδρος, τόρος, κώνος κ.λπ.). Με αυτή την τεχνική, ξεκινάμε τη μοντελοποίηση από γεμάτους όγκους προσθέτοντας και αφαιρώντας γεωμετρία σε σχετικά μεγάλη κλίματα. Κατόπιν επανερχόμαστε στις λεπτομέρειες και τελειοποιούμε την εργασία με κατάλληλες υποδιαιρέσεις. Η διαδικασία συχνά αναφέρεται και ως box modeling technique καθώς ξεκινώντας από έναν κύβο προχωρούμε σιγά σιγά στην κατασκευή του αντικειμένου.



Εικόνα 8.48 *Παράδειγμα μοντελοποίησης ξεκινώντας από έναν Κύβο (Box Modeling)*.

Και με τις δύο τεχνικές, διαιρούμε τη διαδικασία σε μικρά τμήματα χτίζοντας πρώτα τους βασικούς όγκους και σιγά σιγά προσθέτοντας λεπτομέρειες στη γεωμετρία μας.

Οι λεπτομέρειες προστίθενται με τα εργαλεία υποδιαίρεσης πολυγώνων ακμών ή σημείων. Στη συνέχεια, ανάλογα τις ανάγκες μας, αφαιρούμε λεπτομέρειες και προχωράμε σε διαδικασία βελτιστοποίησης της δομής των πολυγώνων στο αντικείμενό μας.

Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε για ποια χρήση προορίζουμε το τρισδιάστατο αντικείμενό μας καθώς έτσι μπορούμε να διαλέξουμε τα κατάλληλα εργαλεία και την κατάλληλη τοπολογία ή ροή πολυγώνων στο μοντέλο μας.

8.10.2 Δίνοντας λεπτομέρειες απλοποιώντας και υποδιαιρώντας τα γεωμετρικά αντικείμενα

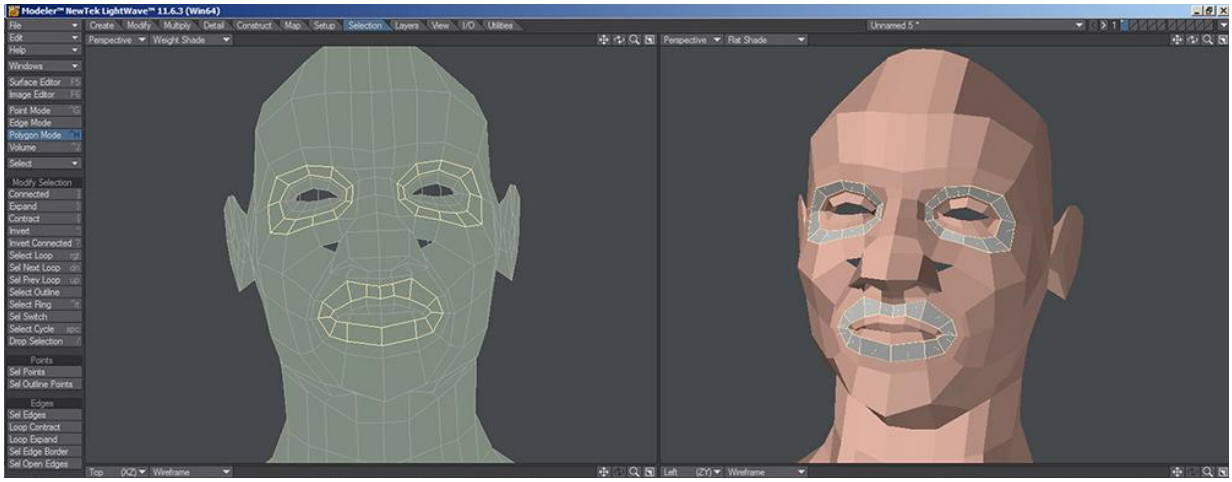
Ένα αντικείμενο που δεν πρόκειται να απομορφοποιηθεί και χρησιμοποιείται ακίνητο ως μέρος της σκηνογραφίας μας δε χρειάζεται να έχει κατασκευασθεί με έναν πάρα πολύ καθαρό και δομημένο τρόπο. Η κατανομή των διακριτών πολυγώνων πάνω σε ένα γεωμετρικό αντικείμενο δανείζεται από τα μαθηματικά την έννοια τοπολογία. Με αυτό περιγράφουμε τη ροή σε μέγεθος και την παρουσία βρόγχων ακμών ή πολυγώνων που σχηματίζουν το τρισδιάστατο μοντέλο μας (edge loops, polygon flow).

Επιπλέον, δε μας απασχολεί ιδιαίτερα εάν έχουμε αντικείμενα που προκύπτουν όλα από την ίδια γεωμετρία ή αποτελούν συλλογή διαφορετικών γεωμετρικών σχημάτων το ένα τοποθετημένο δίπλα (ή και μέσα intersections) στο άλλο. Τα παραπάνω αποτελούν ένα είδος τρισδιάστατων σκηνικών (props).

Στην περίπτωση όμως που τα τρισδιάστατα μοντέλα μας πρόκειται να απομορφοποιηθούν και να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με τελεστές απομορφοποίησης ή συστήματα σκελετών (π.χ. οργανικά μοντέλα, χαρακτήρες κ.λπ.) τότε η τοπολογία των πολυγώνων παίζει ουσιαστικό ρόλο.

Ένα ανθρώπινο χέρι που προορίζεται να απομορφοποιηθεί με μια σκελετική ιεραρχία είναι απαραίτητο να εμπεριέχει υποδιαιρέσεις της γεωμετρίας του στο σημείο του αγκώνα και του καρπού. Μάλιστα αυτές οι υποδιαιρέσεις πρέπει να είναι αρκετές σε πλήθος ώστε να επιτυγχάνεται με τον καλύτερο τρόπο η απομορφοποίηση.

Η μοντελοποίηση οργανικών ή ανθρώπινων μοντέλων είναι ένα σύνηθες παράδειγμα εφαρμογής της έννοιας των βρόγχων πολυγώνων και ειδικά σε τμήματα όπως το πρόσωπο. Εκεί, οι βρόγχοι πολυγώνων ακολουθούν τις μυϊκές περιοχές ώστε η απομορφοποίηση με σκοπό τη δημιουργία εκφράσεων να γίνεται με μεγαλύτερη φυσικότητα.



Εικόνα 8.49 *Παράδειγμα μοντελοποίησης κάνοντας χρήση βρόγχων πολυγώνων και ακμών (polygon & edge loops).*

8.10.2.1 Επιλογές, ομαδοποιήσεις σημείων ακμών και πολυγώνων.

Κατά τη διάρκεια μοντελοποίησης συχνά *επιλέγουμε* (select) επιμέρους στοιχεία (ακμές, πολύγωνα ή σημεία) της γεωμετρίας μας ώστε να εφαρμόσουμε κάποιον τελεστή απομορφοποίησης ή απλά για να τα μετακινήσουμε, να τα περιστρέψουμε ή να τους αλλάξουμε την κλίμακα. Αυτή η διαδικασία επιλογής μπορεί να είναι επίπονη και χρονοβόρα καθώς θα πρέπει να περιηγηθούμε στον ψηφιακό χώρο με τη βοήθεια των τρισδιάστατων όψεων και να επιλέξουμε σημεία πολύγωνα ή ακμές μία μία.

Μια σημαντική λειτουργία που βοηθάει σε μια τέτοια κατάσταση, είναι η αποθήκευση της κάθε επιλογής ομάδων πολυγώνων ή σημείων (selection sets).

Μια ομάδα σημείων, και η αποθήκευσή της είναι ένα σημαντικό βήμα για την οργάνωση και την μετέπειτα χρήση της ίδια ομάδας σημείων ή πολυγώνων σε κάποια άλλη λειτουργία.

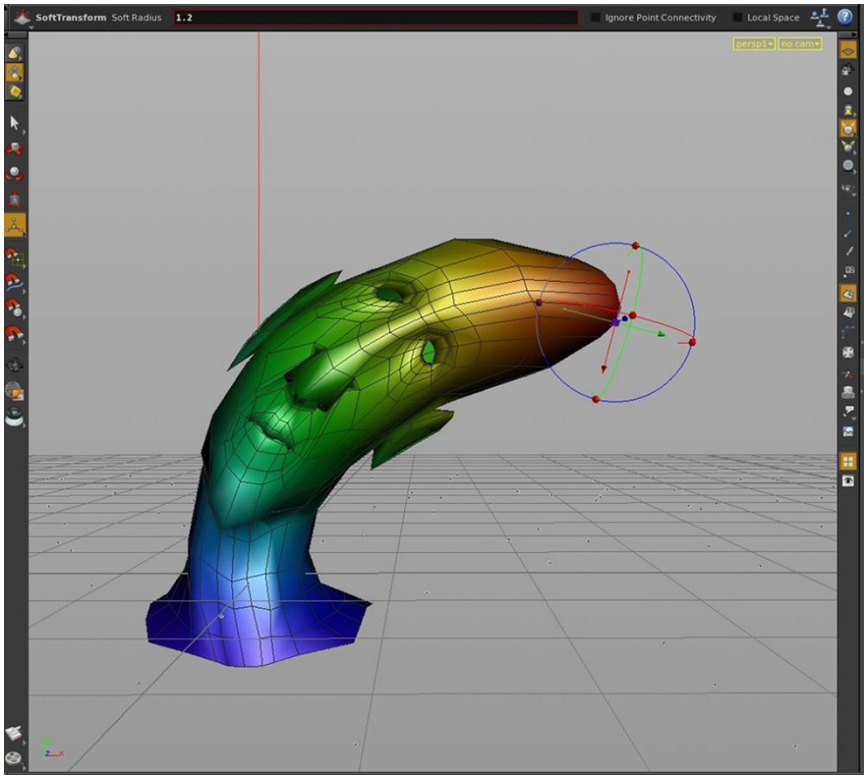
Κατ' αυτόν τον τρόπο κατά τη διάρκεια της μοντελοποίησης για παράδειγμα ενός ανθρώπινου προσώπου μπορούμε να αποθηκεύσουμε μια *ομάδα σημείων* (point set) που αντιστοιχούν στην περιοχή του

στόματος, που λόγω των εσοχών είναι μια δύσκολα προσβάσιμη περιοχή, για επανεπιλογή. Η αποθήκευση αυτή μπορεί να ανακληθεί αργότερα χωρίς να υπάρχει ανάγκη περάσουμε ξανά από τα ίδια σημεία και κάνοντας εκ νέου την επιλογή μας, κερδίζοντας σημαντικά σε χρόνο.

Επιπλέον εργαλείο που μας βοηθά προς αυτή την κατεύθυνση είναι η δυνατότητα επέκτασης η ελάττωσης μιας επιλογής (grow – contract selection) της γεωμετρίας μας.

8.10.2.2 Εργαλεία μετατροπής, απομορφοποίησης και μετακίνησης επιμέρους στοιχείων της γεωμετρίας μας

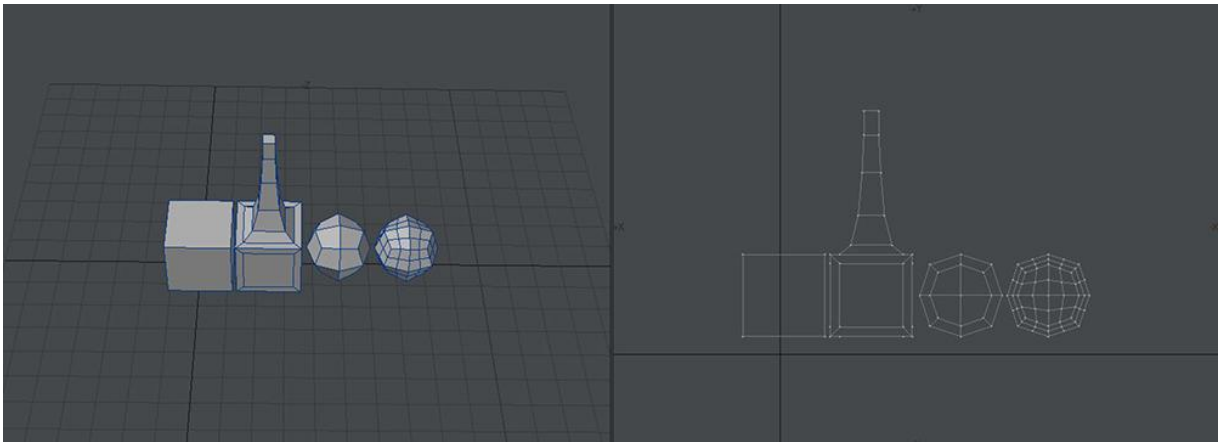
Κατά τον ίδιο τρόπο που μετακινούμε, περιστρέφουμε και αλλάζουμε την κλίμακα στα αντικείμενά μας, μπορούμε να χειριστούμε τα επιμέρους τμήματα ενός πλέγματος. Μπορούμε να επηρεάσουμε κατά αυτόν τον τρόπο ένα ένα τα σημεία ή τα πολύγωνα χρησιμοποιώντας κάποιο εργαλείο με μεγάλη ή και ασαφή ακτίνα δράσης. Έτσι μπορούμε να επηρεάζουμε διακριτά σημεία ακμές η πολύγωνα καθώς και τα γειτονικά τους εντός μιας επιθυμητής ακτίνας.



Εικόνα 8.50 *Μοντελοποίηση χρησιμοποιώντας εργαλεία γλυπτικής και επιρροή σημείων με ακτίνα δράσης (proportional modeling, soft modelling).*

8.10.2.3 Εργαλεία κατασκευής και πολλαπλασιασμού ήδη υπαρχόντων τμημάτων της γεωμετρίας μας

Ένα βασικό ζητούμενο κατά τη διάρκεια της ψηφιακής γλυπτικής είναι η ανάγκη προσθήκης γεωμετρίας και λεπτομέρειας σε συγκεκριμένα σημεία της γεωμετρίας μας. Αυτό συμβαίνει χρησιμοποιώντας ειδικά εργαλεία (Bevel, Extrude, Subdivide, Divide) πάνω σε σημεία, πολύγωνα ή ακμές. Κάθε διαδικασία πολλαπλασιασμού της γεωμετρίας μας με αυτό τον τρόπο προκαλεί επιπλέον σημεία ακμές και πολύγωνα τα οποία είναι ήδη συνδεδεμένα μεταξύ τους.

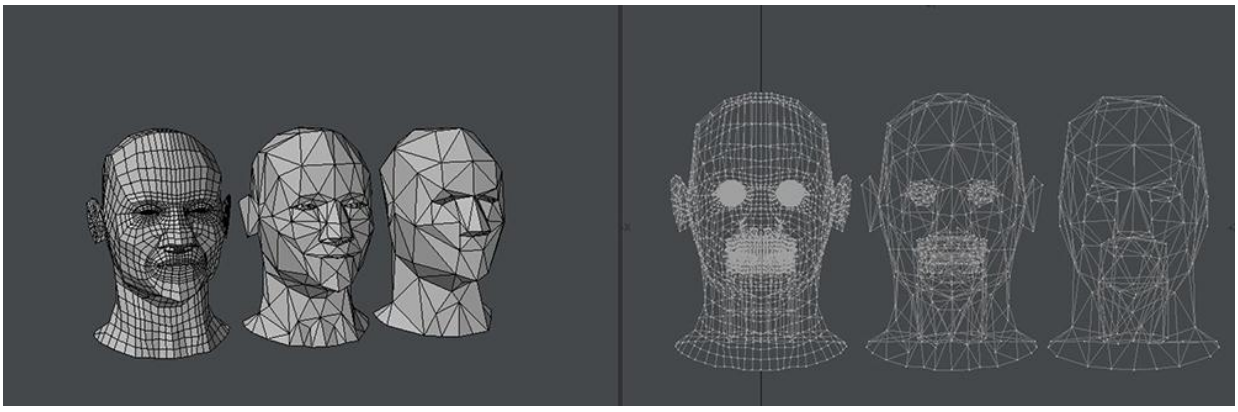


Εικόνα 8.51 *Μοντελοποίηση χρησιμοποιώντας εργαλεία πολλαπλασιασμού της γεωμετρίας. Από έναν κύβο χρησιμοποιώντας εργαλεία *bevel polygon *extrude polygon * smooth subdivide *facet subdivide.*

8.10.2.4 Εργαλεία απλοποίησης της γεωμετρίας μας

Πέρα από τα εργαλεία υποδιαίρεσης της γεωμετρίας μας υπάρχουν και τα ακριβώς αντίστροφά τους. Με αυτά μπορούμε να απλοποιούμε ένα πλέγμα ελαττώνοντας τον αριθμό πολυγώνων ή σημείων. Η ένωση δύο η περισσοτέρων πολυγώνων, η ένωση σημείων ή η ποσοτική ελάττωση πλήθους γεωμετρίας είναι οι πιο συνηθισμένοι τρόποι να οδηγηθούμε στο επιθυμητό μας αποτέλεσμα. Συνήθως, αυτή η διαδικασία παράγει ν-γωνα με αποτέλεσμα να πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί.

Η *απλοποίηση* (simplify, reduce) της γεωμετρίας μας είναι πάρα πολύ χρήσιμη καθώς βοηθάει στη βελτιστοποίηση της παραγωγής (είτε πρόκειται για κινηματογράφο, παιχνίδι ή καλλιτεχνική εγκατάσταση). Ένα μοντέλο με λιγότερα πολύγωνα, όπως είδαμε, καταναλώνει λιγότερη μνήμη και χώρο στο δίσκο και η ευκολία χρήσης του είναι μεγαλύτερη. Σε ένα γενικότερο πλαίσιο, η βελτιστοποίηση (optimization) του περιεχομένου μας (τρισδιάστατα μοντέλα, αρχεία εικόνας ή βίντεο για υφές) είναι ουσιώδης για την αποτελεσματική χρήση των τρισδιάστατων γραφικών.



Εικόνα 8.52 *Μοντελοποίηση χρησιμοποιώντας εργαλεία απλοποίησης της γεωμετρίας. Ένα πυκνό πλέγμα γίνεται ελαφρύτερο και απλούστερο.*

Η ελεγχόμενη μοντελοποίηση είναι μια διαδικασία ισορροπίας μεταξύ προσθήκης και ελάττωσης γεωμετρίας στα τρισδιάστατα μοντέλα μας. Ταυτόχρονα με αυτή την ισορροπία, ο στόχος είναι να έχουμε διαίσθηση της φόρμας και του όγκου της γεωμετρίας μας προσπαθώντας νοητά να αισθανθούμε κάθε λεπτομέρεια του πλέγματός μας σαν να επεκτείνουμε την αφή μας στον ψηφιακό χώρο.

Η ψηφιακή γλυπτική με αυτόν τον τρόπο και με τη βοήθεια των σκαριφημάτων όψεων που μας καθοδηγούν μπορεί να έχει τεράστια ακρίβεια, αλλά και καλλιτεχνική αξία. Ειδικά, δε, με τα σύγχρονα εργαλεία ψηφιακής γλυπτικής σε πολύ πυκνά πλέγματα (Zbrush, Mudbox, Scultpris, 3DCoat) υπάρχει μια

ιδιάζουσα σύνδεση του ψηφιακού μέσου με παραδοσιακές τεχνικές γλυπτικής. Το βασικό πρόβλημα αυτών των εργαλείων σε σχέση με της συνήθεις τεχνικές μοντελοποίησης είναι ότι η ποιότητα των γεωμετρικών αντικειμένων που παράγονται δεν είναι τόσο καλή (ροή πολυγώνων, τοπολογία) και συνήθως ο αριθμός των παραγόμενων πολυγώνων είναι πάρα πολύ μεγάλος. Χρειάζεται ένα επιπλέον βήμα απλοποίησης, βελτιστοποίησης και καθαρισμού της γεωμετρίας των πλεγμάτων μας πριν τα προωθήσουμε για την καλλιτεχνική τους χρήση.

8.11 Ο χρόνος και η τρισδιάστατη ψηφιακή σκηνή

Ο χρόνος στην ψηφιακή σκηνή μετράται από έναν συνδυασμό της εικόνας και του ρυθμού μεταβολής αυτής.

Αυτός ο ρυθμός, όπως και στον κινηματογράφο, είναι η μονάδα μέτρησης FPS (frames per second: εικόνες / καρέ ανά δευτερόλεπτο).

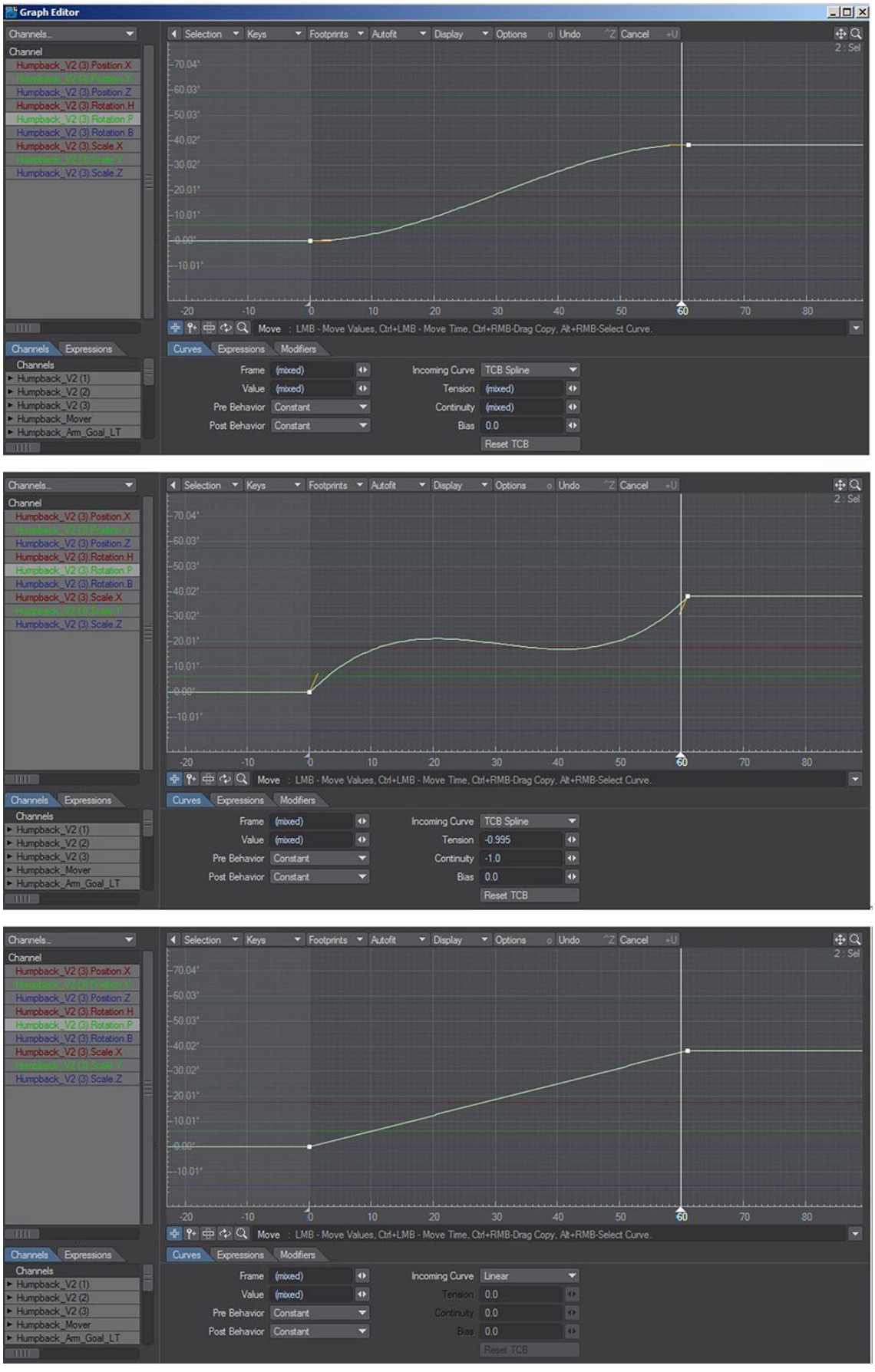
Σημαντική έννοια που πρέπει να οριστεί πριν ξεκινήσουμε περαιτέρω ανάλυση στο ζήτημα αυτό είναι η *παρεμβολή* (interpolation).

Η παρεμβολή, είναι η κάλυψη ενός κενού τιμών μεταξύ δύο πόλων – τιμών κάποιας μεταβλητής, ιδιότητας ή γνωρίσματος ενός αντικειμένου στον ψηφιακό χώρο.

Η ιδιότητα ή το γνώρισμα αυτό μπορεί να είναι οτιδήποτε, από τη θέση-τιμή του σε κάποιον άξονα (X,Y,Z) της κάμερας ή ενός αντικειμένου έως και την αριθμητική τιμή της έντασης ενός προβολέα ή την ένταση του κόκκινου χρώματος μιας επιφάνειας.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι παρεμβολής και ο κάθε διαφορετικός τρόπος εκφράζει ένα ρυθμό και μια επιτάχυνση στην αλλαγή τιμών (πόλων).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτού του ρυθμού βρίσκουμε στην κίνηση ενός αντικειμένου. Εκεί ανάλογα με τον τρόπο παρεμβολής φαίνεται διαφορά της στη μετατόπισή του.



Εικόνα 8.53 *Διαφορές στην παρεμβολή μεταξύ δύο τιμών μιας μεταβλητής περιστροφής στον χρόνο.*

Τα τμήματα του περιβάλλοντος εργασίας που είναι άμεσα συσχετισμένα με το χρόνο είναι το βοηθητικό παράθυρο γραφικής αναπαράστασης των τιμών των παραμέτρων (graph editor) καθώς και η γραμμή χρονικής απεικόνισης (timeline).

Η έννοια της παρεμβολής είναι συνδεδεμένη με αυτήν του κλειδιού (key frame). Το κλειδί είναι μια ιδιότητα που συσχετίζει και κλειδώνει μια αριθμητική τιμή μιας μεταβλητής στο χρόνο. Μεταξύ δύο κλειδιών οι τιμές που παίρνει η ιδιότητα ή η μεταβλητή υφίσταται παρεμβολή με αποτέλεσμα οι ενδιάμεσες τιμές των δύο κλειδιών (πόλων) να μοιραστούν στο χρόνο ανάλογα με το είδος της παρεμβολής (γραμμική, κυβική, ακέραιες τιμές κ.λπ.).

Μέσα από το ειδικό παράθυρο της γραφικής αναπαράστασης των τιμών (graph editor) έχουμε τη δυνατότητα να επηρεάσουμε τον τρόπο παρεμβολής μεταξύ δύο κλειδιών σε μια παράμετρο, καθώς και τις τιμές τους τόσο αριθμητικά όσο και χρονικά (frame).

8.12 Η κίνηση, η απομορφοποίηση της γεωμετρίας και τα συστήματα σκελετών

8.12.1Κίνηση

Κίνηση μπορούμε να έχουμε μέσω μετατόπισης, περιστροφής ή κλιμάκωσης κάποιων στοιχείων στην τρισδιάστατη σκηνή.

Η κίνηση, δηλαδή μετατόπιση, περιστροφή ή κλιμάκωση στον χώρο ενός αντικειμένου ή μιας ιεραρχίας γονεϊκών συνδέσεων, συμβαίνει με τη χρήση των κλειδιών σε κάποια από τις σχετικές παραμέτρους ως προς κάποιον άξονα (X,Y,Z).

Έτσι για να δώσουμε κίνηση σε κάποιο αντικείμενο αρκεί να τοποθετήσουμε τουλάχιστον δύο κλειδιά σε μια κάποιες μεταβλητή απομορφοποίησης ή μετατόπισης περιστροφής και κλιμάκωσης

Αν ένα κλειδί δίνει μια αρχική αριθμητική τιμή σε ένα κανάλι μετατόπισης (X, Y, Z) σε κάποια συγκεκριμένη στιγμή στη γραμμή χρόνου, τότε, δίνοντας μια άλλη αριθμητική τιμή στο ίδιο κανάλι μετατόπισης αλλά σε κάποια άλλη χρονική στιγμή, δημιουργείται λόγω της παρεμβολής μεταξύ των δύο κλειδιών μια κίνηση του αντικειμένου μας στον άξονα που αντιστοιχεί στο κανάλι μετατόπισης.

8.12.2 Η απομορφοποίηση

8.12.2.1Τελεστές απομορφοποίησης (Deform Operators)

Οι τελεστές απομορφοποίησης όπως είδαμε είναι αντικείμενα που εφαρμόζονται σε υπάρχουσα γεωμετρία και μετακινούν με διάφορους τρόπους τα σημεία που την αποτελούν. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η μετακίνηση συνήθως είναι κάποιος υπολογιστικός αλγόριθμος που προσομοιάζει τη *συστροφή* (twist deform), την *καμπή* (bend deform), ή πιο περίπλοκες περιπτώσεις απομορφοποίησης όπως *κυματοειδή* (wave deform) ή με κάποιον αλγόριθμο *παραγωγής θορύβου* (noise deform).

Ιδιαίτερη κατηγορία τελεστών απομορφοποίησης είναι τα οστά και τα ιεραρχικά συστήματά τους, οι σκελετοί.

Λόγω της ιδιαιτερότητάς τους στην απομορφοποίηση χαρακτήρων θα τα αντιμετωπίσουμε σαν ειδική περίπτωση.

8.12.2.2 Τελεστές μορφοποίησης.

Οι *τελεστές μορφοποίησης* (morph operators) ή οι λεγόμενες *φόρμες ανάμειξης* (blend shapes) είναι ένα πολύ συνηθισμένο σύστημα για απομορφοποίηση των γεωμετρικών αντικειμένων.

Πιο συχνή χρήση τους έχουμε στην προσθήκη εκφράσεων στα πρόσωπα των τρισδιάστατων χαρακτήρων – ηθοποιών.

Για κάθε αντικείμενο, ένας τελεστής μορφοποίησης μετατοπίζει τα σημεία του αντικειμένου σε μια διαφορετική θέση. Έτσι ένα στόμα από ανοιχτό γίνεται κλειστό, ένα χαμόγελο γίνεται έκφραση λύπης κ.ο.κ.

Η χρήση αυτών των τελεστών μπορεί να επεκταθεί φυσικά σε μια πληθώρα περιπτώσεων, για μικρές η και δραματικές αλλαγές στα σημεία μιας γεωμετρίας.

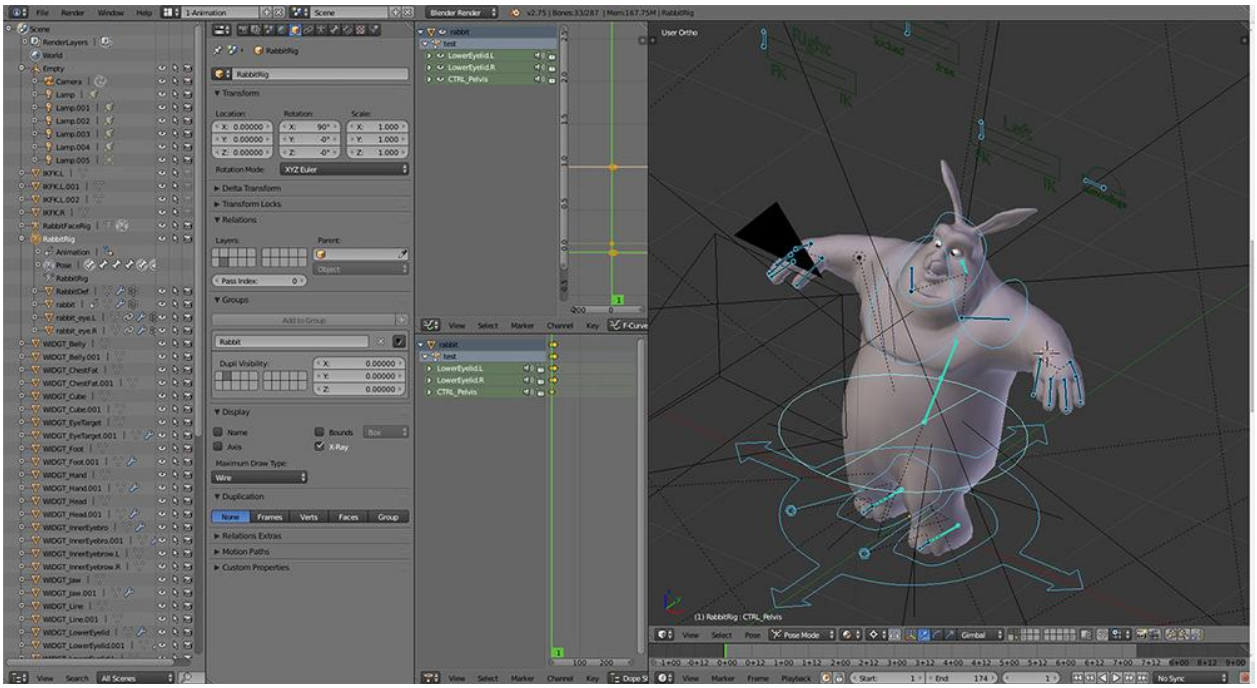
Είναι σημαντικό να σημειώσουμε πως για να εφαρμοστεί ένας τέτοιος τελεστής είναι απαραίτητο να έχουμε πολύ συγκεκριμένα σημεία που μετακινούνται από μια θέση σε μία άλλη.

Είναι επιπλέον σημαντικό να σημειώσουμε πως η μετακίνηση των σημείων κινείται με σε μια γραμμική πορεία.

Αυτό δημιουργεί αρκετές δυσκολίες στη χρήση τους στην οργανική κίνηση, που αντιμετωπίζονται μόνον με τη χρήση οστών η περίπλοκών συστημάτων αλγοριθμικής απομορφοποίησης.

8.12.2.3 Οστά και συστήματα σκελετών (Bones and Skeleton Rigs)

Τα οστά είναι ειδικά γεωμετρικά αντικείμενα που ανήκουν στην κατηγορία των *τελεστών απομορφοποίησης* (deform operators).

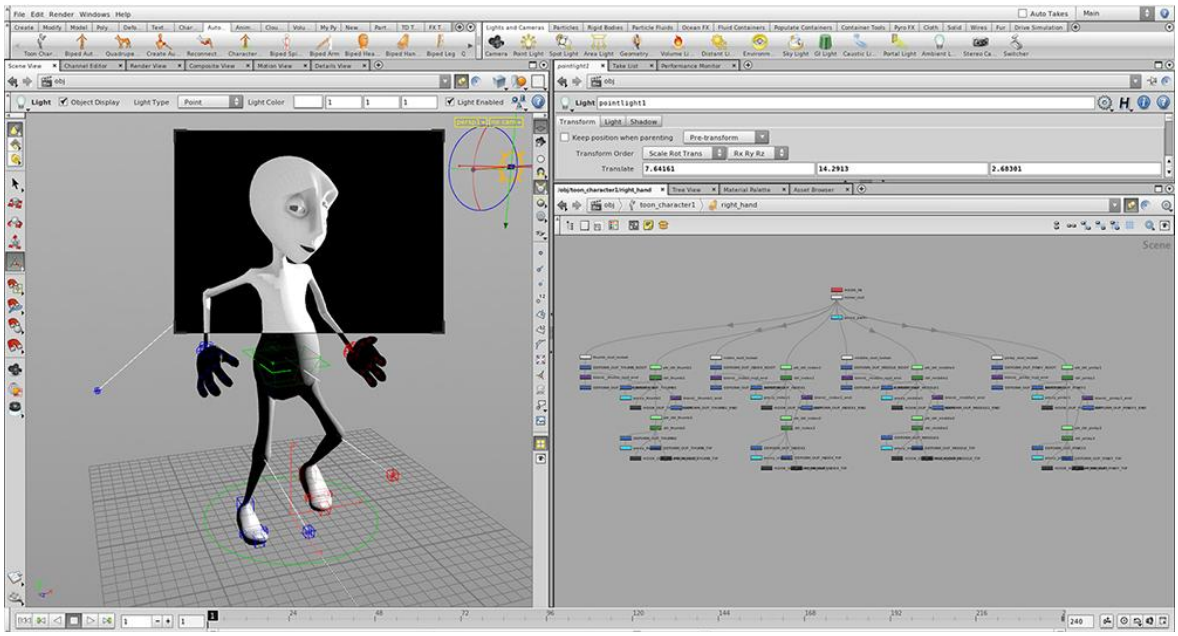


Εικόνα 8.54 *Σκελετική δομή για απομορφοποίοηση ενός χαρακτήρα [πηγή μοντέλου και σκελετικής δομής : www.blender.org, άδεια χρήσης: Creative Commons].*

Τα οστά είναι αντικείμενα τελεστές που κατά κανόνα δε γίνονται ορατά από την κάμερα κατά τη διαδικασία της φωτοαπόδοσης. Όπως είδαμε έχουμε μια γεωμετρική αναπαράσταση συνήθως ρομβοειδή για να κατανοηθεί το μέγεθός τους και το εύρος της ισχύος τους ως τελεστές απομορφοποίησης. Θα μπορούσαμε απλοϊκά να περιγράψουμε τα οστά σαν μαγνήτες που επηρεάζουν τα γεωμετρικά αντικείμενα.

Το κάθε οστό ως μαγνήτης επηρεάζει μια ποσότητα γεωμετρίας με την οποία συσχετίζεται – συνδέεται.

Στις περισσότερες περιπτώσεις τα οστά χρησιμοποιούνται μόνο με την περιστροφή τους. Έτσι, περιστρέφοντας ένα οστό, μαζί του μετακινούνται και τα σημεία μιας γεωμετρίας που είναι συσχετισμένη (skinned, bound, captured) με το οστό ή το γονεϊκό σύστημα σκελετού στο οποίο ανήκει.



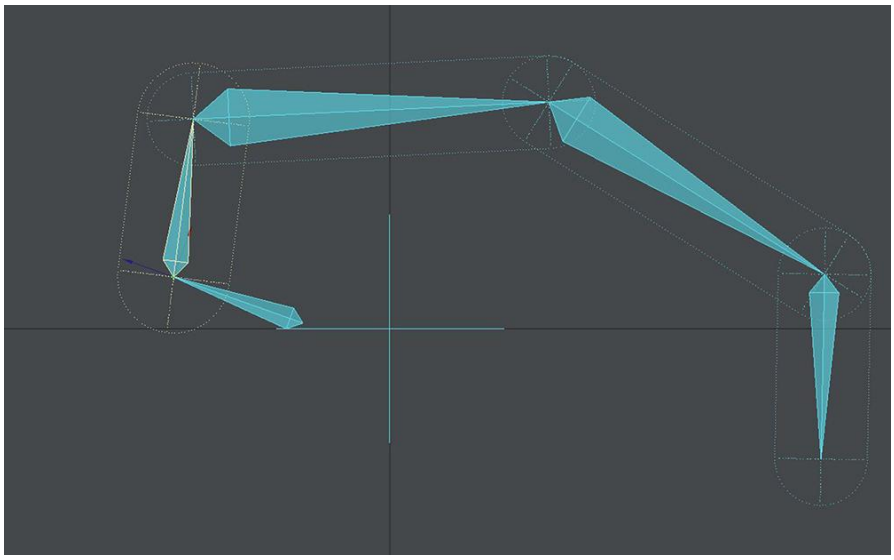
Εικόνα 8.55 *Σκελετική δομή για απομορφοποίοηση ενός χαρακτήρα. Τα οστά λειτουργούν ως μαγνήτες για την απομορφοποίηση περιοχών της γεωμετρίας του χαρακτήρα/ηθοποιού μας. [πηγή: λογισμικό SideFX Houdini].*

Το κάθε οστό επηρεάζει την γεωμετρία στην οποία εφαρμόζεται με 2 τρόπους.

Α) Με βάση την *ακτίνα επιρροής* (Bone area of influence)

Η ακτίνα επιρροής είναι μια κάψουλα που περικλείει το οστό και υποδηλώνει το εύρος της δράσης του οστού ως τελεστή απομορφοποίησης. Η κάψουλα αυτή υφίσταται διεργασίες κλιμάκωσης και αλλαγής ισχύος ώστε να επηρεάσει περισσότερα σημεία και κατ'επέκταση πολύγωνα.

Τα σημεία που βρίσκονται μέσα στην κάψουλα επιρροής υφίστανται το αποτέλεσμα της απομορφοποίησης του οστού με τρόπο αντίστροφο με αυτόν που συμβαίνει στη φύση. Η γεωμετρία ακολουθεί την κίνηση του οστού (συνήθως περιστροφές) όπως ακριβώς στη φύση τα οστά ενός χεριού ακολουθούν την κίνηση που ορίζουν οι μύες.



Εικόνα 8.56 *Σκελετική δομή για απομορφοποίοηση με ορατή την ακτίνα επιρροής του κάθε οστού.*

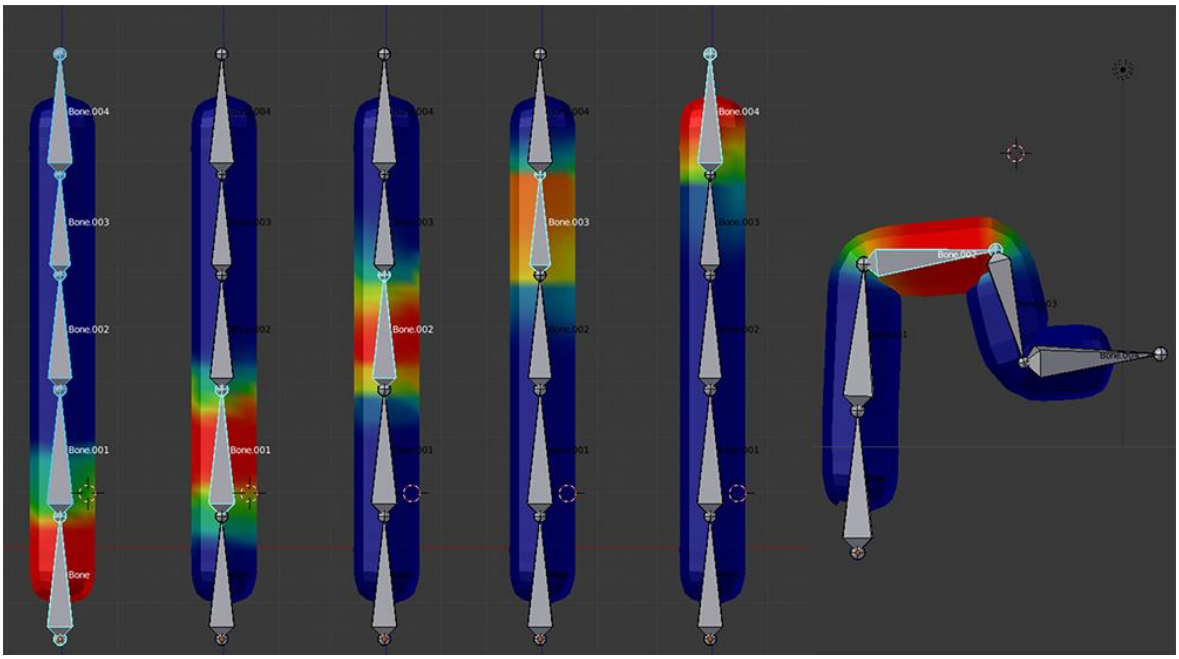
Β) Με γνώμονα τα βάρη επιρροής (Bone Weight Maps)

Τα βάρη επιρροής είναι αριθμητικές τιμές που αντιστοιχούν σε κάθε οστό με κάθε σημείο της απομορφοποιούμενης γεωμετρίας. Οι τιμές τους υποδηλώνουν το ποσοστό που κάθε από τα οστά θα επηρεάζει τα σημεία και κατ'επέκταση τα πολύγωνα που σχηματίζουν. Αυτό γίνεται για να υπάρχει απόλυτος έλεγχος στο τμήμα της γεωμετρίας μας που ελέγχεται από το κάθε οστό. Κατά κάποιον τρόπο γίνεται μια ομαδοποίηση των διαφορετικών τμημάτων με βάση αυτά τα βάρη επιρροής. Για παράδειγμα έχουμε βάρη επιρροής με τιμές 100% στην περιοχή των χεριών για τα οστά που ελέγχουν τα χέρια. Αντίστοιχα τα βάρη επιρροής των οστών που ελέγχουν τα πόδια έχουν τιμή 0% στα σημεία των χεριών.

Υπάρχουν εργαλεία βαφής των βαρών επιρροής. Η συγκεκριμένη διαδικασία (weight painting) είναι βασικό στοιχείο της κατασκευής ενός αποτελεσματικού συστήματος σκελετών καθώς συσχετίζει το εύρος και την ισχύ της επιρροής της απομορφοποίησης μέσω των οστών.

Το ενδιαφέρον χαρακτηριστικό των οστών είναι η ευκολία με την οποία μπορούν να σχηματίσουν, μέσα από γονεϊκές συσχετίσεις, *συστήματα σκελετών* (Skeleton Rigs).

Τα συστήματα σκελετών είναι πολύπλοκα συστήματα απομορφοποίησης που αντιστοιχούν σε σκελετικές δομές χαρακτήρων, οργανικών πλασμάτων, αλλά και άλλων αντικειμένων που χρειάζονται απομορφοποίηση (π.χ. η κίνηση των κλαδιών ενός δέντρου, το ρομποτικό χέρι σε ένα ιατρικό εργαστήριο, μια καρδιά που πάλλεται).



Εικόνα 8.57 *Σκελετική δομή με ορατά τα βάρη επιρροής (weight maps).*

8.13 Animation – Εμψύχωση

Όταν μιλάμε για animation συνήθως αναφερόμαστε στην απόδοση στοιχείων δραματουργίας στην κίνηση των γεωμετρικών αντικειμένων μας.

Η ίδια η μετάφραση της έννοιας animation ως εμψύχωση, δίνει μια κατεύθυνση του τι ακριβώς σημαίνει αυτή η απόδοση στοιχείων δραματουργίας σε μια κίνηση.

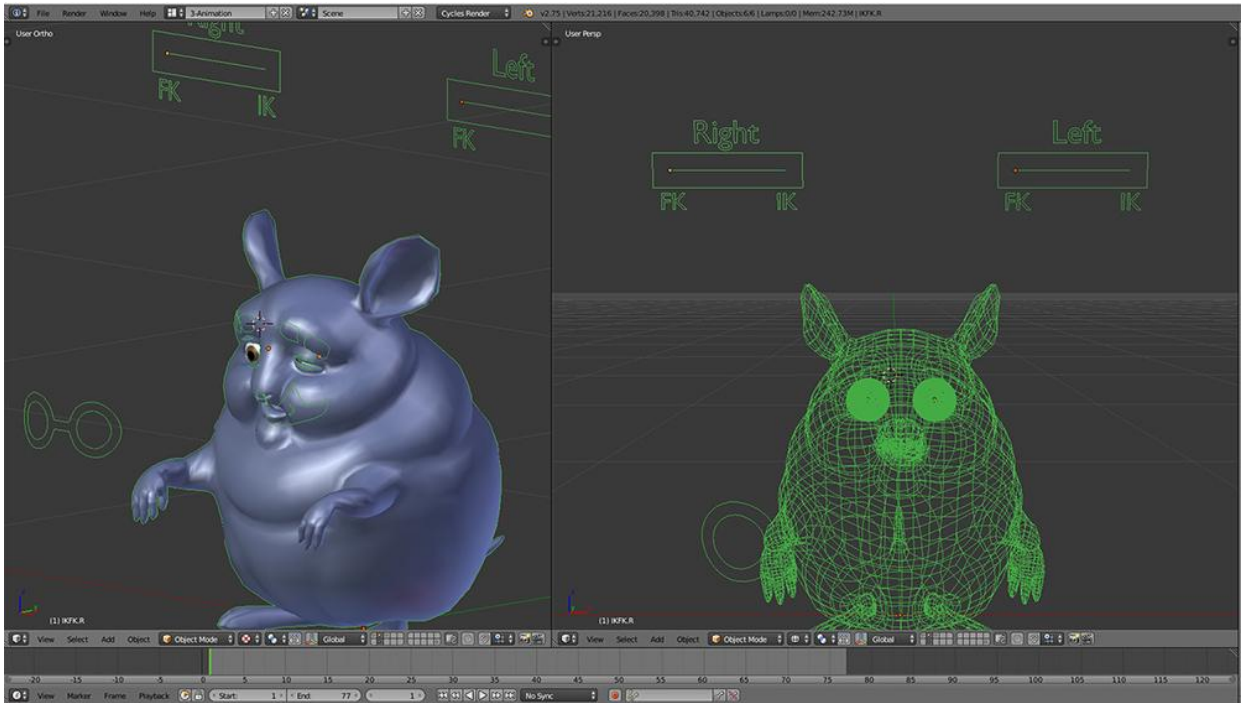
Αυτά τα στοιχεία, στον τρισδιάστατο χώρο δίνονται με τον συνδυασμό τελεστών απομορφοποίησης και την κατάλληλη επιλογή κλειδιών στις μεταβλητές αυτών των τελεστών, στην πορεία του χρόνου.

Η πιο συνηθισμένη αντιμετώπιση του animation και ειδικά οργανικών μορφών γεωμετρίας είναι με τη χρήση σκελετικών ιεραρχιών.

Τα οστά τοποθετούνται σε καίριες θέσεις εντός της γεωμετρίας μας και κατ' επέκταση συσχετίζονται γονεϊκά σχηματίζοντας τη βέλτιστη ιεραρχία. Τοποθετώντας βοηθητικά αντικείμενα σε σημαντικές θέσεις

κατασκευάζουμε χειριστές που ομαδοποιούν τις αλλαγές τιμών στις μεταβλητές κάνοντας τη χρήση των οστών εύκολη.

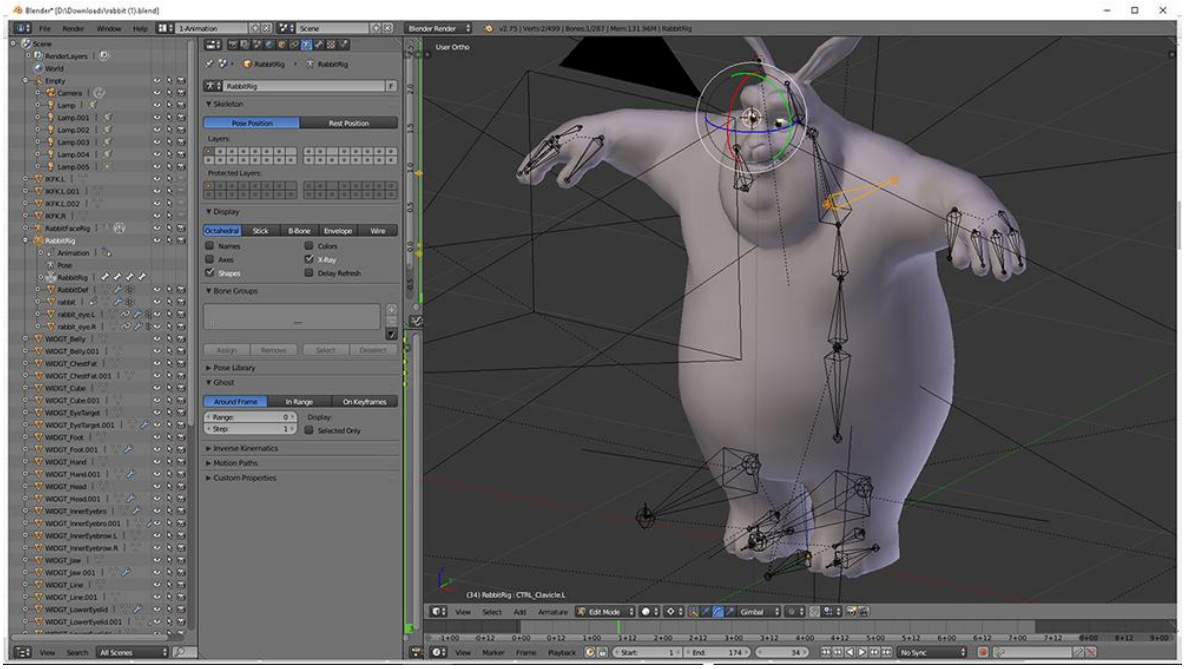
Με αυτόν τον τρόπο το τρισδιάστατό μας αντικείμενο μπορεί να κινηθεί όπως μια μαριονέτα στον ψηφιακό χώρο. Τα οστά και οι άλλοι τελεστές απομορφοποίησης επηρεάζουν τα σημεία του αντικειμένου και η όλη σκελετική ιεραρχία ελέγχεται από ένα μικρό σύνολο βοηθητικών αντικειμένων ελέγχου.



Εικόνα 8.58 *Σκελετική δομή σε απόκρυψη με βοηθητικά αντικείμενα (Nulls, Locators, Empty Objects) ορατά για να ελέγχεται ο χαρακτήρας μας σαν μαριονέτα. [πηγή μοντέλου και σκελετικής δομής: www.blender.org, άδεια χρήσης: public domain.].*

Ουσιαστικά υπάρχουν τρεις βασικές μεθοδολογίες για την εμψύχωση.

Είναι μια τεχνική αρκετά συνηθισμένη και χρονοβόρα που όμως επιτρέπει έναν απόλυτο έλεγχο του τελικού αποτελέσματος στην κίνηση. Οι πολλές μεταβλητές και τα περίπλοκα σκελετικά συστήματα κάνουν τη διαδικασία αργή και οι διορθώσεις δημιουργούν συχνά καταστροφικά και χαοτικά προβλήματα καθώς υπάρχουν αρκετές αλληλοεπηρεαζόμενες μεταβλητές.



Εικόνα 8.59 *Σκελετική δομή για απομορφοποίηση [πηγή μοντέλου και σκελετικής δομής : www.blender.org άδεια χρήσης: public domain].*

Η παραμετρική εμψύχωση είναι αυτή όπου ο καλλιτέχνης προγραμματίζει αλγοριθμικά τις μεταβλητές απομορφοποίησης ώστε να συμπεριφέρονται με έναν αυτοματοποιημένο τρόπο κατά τη διάρκεια της κίνησης. Είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στον χώρο των βιντεοπαιχνιδιών των πειραματικών καλλιτεχνικών εγκαταστάσεων και των ταινιών με ειδικά εφέ.

Η τεχνική motion capture αναφέρεται στη διαδικασία animation όπου γίνεται μια ψηφιοποίηση των κινήσεων πραγματικών ανθρώπων η αντικειμένων και μετέπειτα εφαρμόζονται στους τελεστές απομορφοποίησης (συνήθως στα οστά). Η πιστότητα και ο ρεαλισμός των κινήσεων είναι τεράστια προτερήματα αυτής της τεχνικής. Παρ' όλα αυτά συχνά τα δεδομένα χρειάζονται επιπλέον επεξεργασία και καμιά φορά αλλαγή με τη βοήθεια των δύο προηγούμενων τεχνικών.

8.14 Η φόρμα η γραμμή και το χρώμα, το φως και η σκιά, τα μοντέλα σκίασης η κάμερα και η λογική της διαδικασίας της φωτοαπόδοσης

Μιλώντας για φόρμα σκιά και γραμμή, όπως και στην περίπτωση του σχεδίου, αναφερόμαστε στο αποτέλεσμα που εμφανίζεται μετά τη διαδικασία της φωτοαπόδοσης.

Ο συνδυασμός αυτών των στοιχείων δίνει την τελική μορφή του φωτισμένου σκηνικού μας και των γεωμετριών που το αποτελούν. Η σύνθεσή μας είναι η οπτική του σκηνικού, όπως φαίνεται μέσα από την επιλεγμένη μας κάμερα σε κάποια χρονική στιγμή όταν μιλάμε για μία εικόνα ή καρέ ή σε ένα χρονικό παράθυρο όταν μιλάμε για βίντεο ή κινούμενη εικόνα.

8.14.1 Τα μοντέλα σκίασης και φωτισμού

Οι βασικές αρχές φωτοαπόδοσης των γεωμετρικών σχημάτων περιγράφονται από τους αλγορίθμους μοντέλα φωτισμού και σκίασης. Τη στιγμή της φωτοαπόδοσης υπολογίζονται για κάθε γεωμετρία που είναι ορατή από την κάμερά μας, η συσχέτισή της με τα ενεργά φώτα. Αυτή η συσχέτιση έχει να κάνει με τις ιδιότητες και τα γνωρίσματα του κάθε φωτός, την απόσταση της γεωμετρίας από το φως και την κάμερα καθώς και το μοντέλο ή τα μοντέλα (σε περίπτωση που είναι περισσότερο από ένα) σκίασης που έχουμε επιλέξει για τη γεωμετρία μας.

Τα μοντέλα φωτισμού είναι υπολογιστικοί αλγόριθμοι που περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο το ψηφιακό φως συμπεριφέρεται καθώς αλληλεπιδρά με τις ψηφιακές επιφάνειες. Αυτή η συμπεριφορά είναι ορατή μόνο κατά τη στιγμή της φωτοαπόδοσης είτε είναι φωτοαπόδοση σε πραγματικό χρόνο (GPU hardware rendering) ή μετά από υπολογισμούς από την κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU software rendering).

Έτσι, για παράδειγμα μπορούμε να έχουμε ένα μοντέλο σκίασης που να δίνει την αίσθηση ότι η γεωμετρία μας είναι γυαλιστερή με έντονες αντανακλάσεις και διαθλάσεις του φωτός και του περιβάλλοντος ή ένα μοντέλο προσομοίωσης της υφής του πηλού, του πλαστικού, του μετάλλου κ.ο.κ.

Εικόνα 8.60 *Διαφορετικά μοντέλα σκίασης (shading models) στο λογισμικό Blender.*

8.14.2 Η φόρμα

Η φόρμες των αντικειμένων μας στον ψηφιακό χώρο προκύπτουν όπως και στη φύση από την πρόσπτωση των ακτίνων του φωτός στις επιφάνειες των αντικειμένων. Στην περίπτωση των τρισδιάστατων ψηφιακών γραφικών, οι ακτίνες φωτός παράγονται από της πηγές φωτός και σαρώνουν τις γεωμετρίες υπό γωνία που σχετίζεται με το είδος του φωτός. Έτσι, προκαλείται φωτισμός και σκίαση με έναν τρόπο που περιγράφεται υπολογιστικά από το μοντέλο ή αλγόριθμο σκίασης του κάθε πολύγωνου (ή αντικειμένου).

Όσο πιο λεπτομερές σε γεωμετρία, δηλαδή όσο πιο πυκνό σε αριθμό σημείων πλέγμα έχουμε στα ψηφιακά μας αντικείμενα, τόσο πιο μικρές πολυγωνικές φόρμες προκύπτουν.

Ένα σημαντικό γνώρισμα των μοντέλων σκίασης για τα γεωμετρικά αντικείμενα είναι η πολυγωνική ομαλότητα. Αυτό το γνώρισμα μας επιτρέπει να φωτοαποδώσουμε διαφορετικά μεν συνδεδεμένα, δε πολύγωνα ως μια ενιαία επιφάνεια λόγω παρεμβολής τιμών.

Εικόνα 8.*61* *Φόρμες σκληρές ή όχι ανάλογα με την αλλαγή της μεταβλητής ομαλότητας (smooth – shading).*

Μια σφαίρα μπορεί να έχει πολυγωνική όψη κατά τη φωτοαπόδοση εφόσον η τιμή πολυγωνικής ομαλότητας (Polygon Smoothing) είναι χαμηλή ή και μηδενική. Το ίδιο αισθητικό αποτέλεσμα θα είχαμε εφόσον τα σημεία των πολυγώνων δεν ήταν συνδεδεμένα δηλαδή εάν στο σημείο επαφής των γεωμετριών υπήρχαν διακριτά σημεία.

Αντίστοιχα, μπορεί με πολύ μικρό αριθμό πολυγώνων να επιτύχουμε την αίσθηση μιας λείας επιφάνειας εάν η τιμή της ομαλότητας είναι υψηλή. Η τιμή ομαλότητας στην ουσία δίνει την ελάχιστη γωνία με βάση την οποία δύο συνδεδεμένα πολύγωνα που βρίσκονται υπό το ίδιο μοντέλο σκίασης υφίστανται παρεμβολή στις τιμές σκίασης χρώματος φωτεινότητας κ.ο.κ.

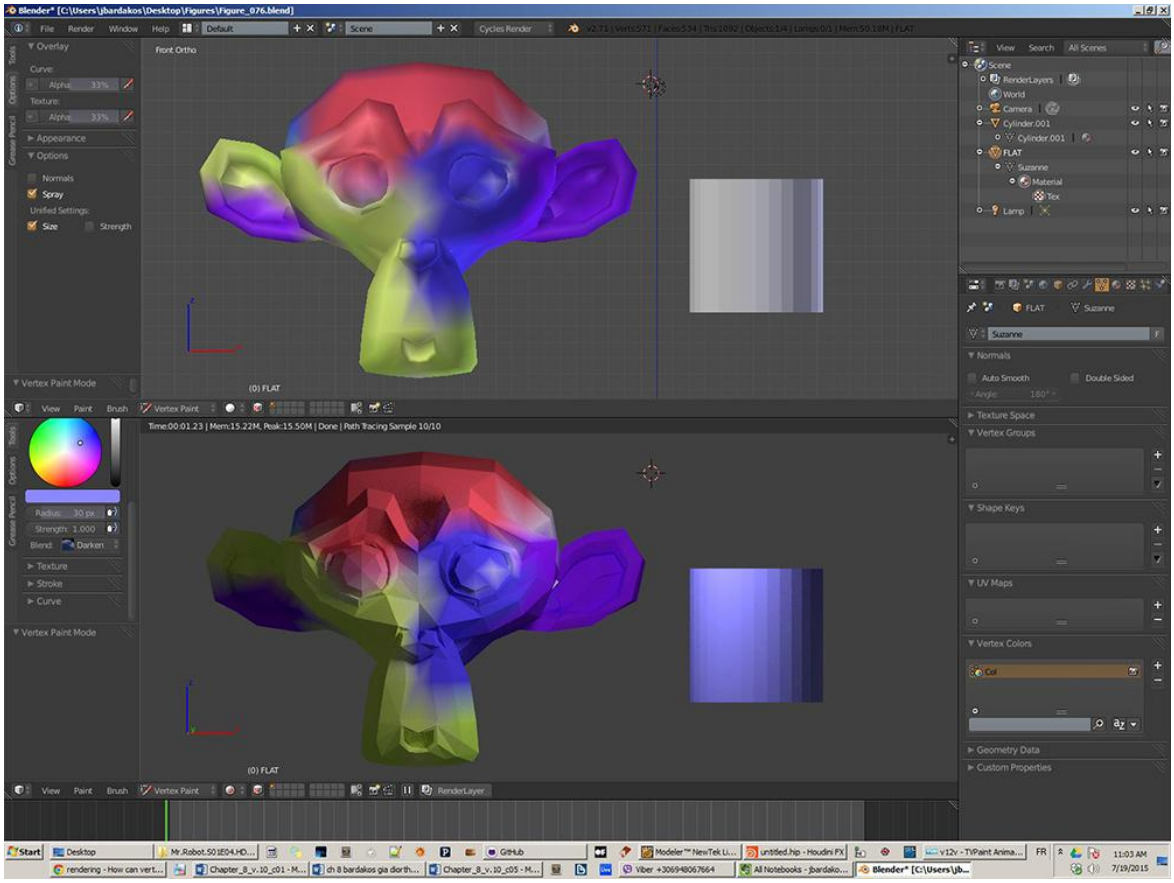
8.14.3 Το χρώμα

Το χρώμα στην τρισδιάστατη σκηνή μπορεί να τοποθετηθεί με 2 βασικούς τρόπους.

Η πρώτη τεχνική είναι ο χρωματισμός επιφανειών μέσω παρεμβολής των σημείων που την απαρτίζουν.

Με αυτήν τη μέθοδο, χρωματίζουμε διακριτά σημεία σε μια επιφάνεια και μέσω παρεμβολής χρωματικών τιμών χρωματίζεται η επιφάνεια που περιλαμβάνει τα συνδεδεμένα σημεία (Vertex Coloring).

Άλλος τρόπος χρωματισμού είναι η εφαρμογή ενός μοντέλου σκίασης σε συνδυασμό με τον φωτισμό ενός γεωμετρικού αντικειμένου. Για κάθε μοντέλο σκίασης ο καλλιτέχνης έχει δυνατότητα ελέγχου στις τιμές (RGB) με τις οποίες χρωματίζεται το κάθε πολύγωνο. Αυτό, σε συνδυασμό με το χρώμα του φωτός το οποίο εφαρμόζεται δίνει το τελικό αποτέλεσμα χρώματος.



Εικόνα 8.62 *Χρώμα στα γεωμετρικά αντικείμενα με επιχρωματισμό των σημείων (Vertex Coloring)*.

Συχνά γίνεται ομαδοποίηση σε κάποια πολύγωνα ώστε να υφίστανται το ίδιο μοντέλο σκίασης (materials – groups - polygon clusters) Κατά αυτόν τον τρόπο, διαφορετικές πολυγωνικές περιοχές στο ίδιο γεωμετρικό μας αντικείμενο μπορούν να έχουν διαφορετικά μοντέλα σκίασης.

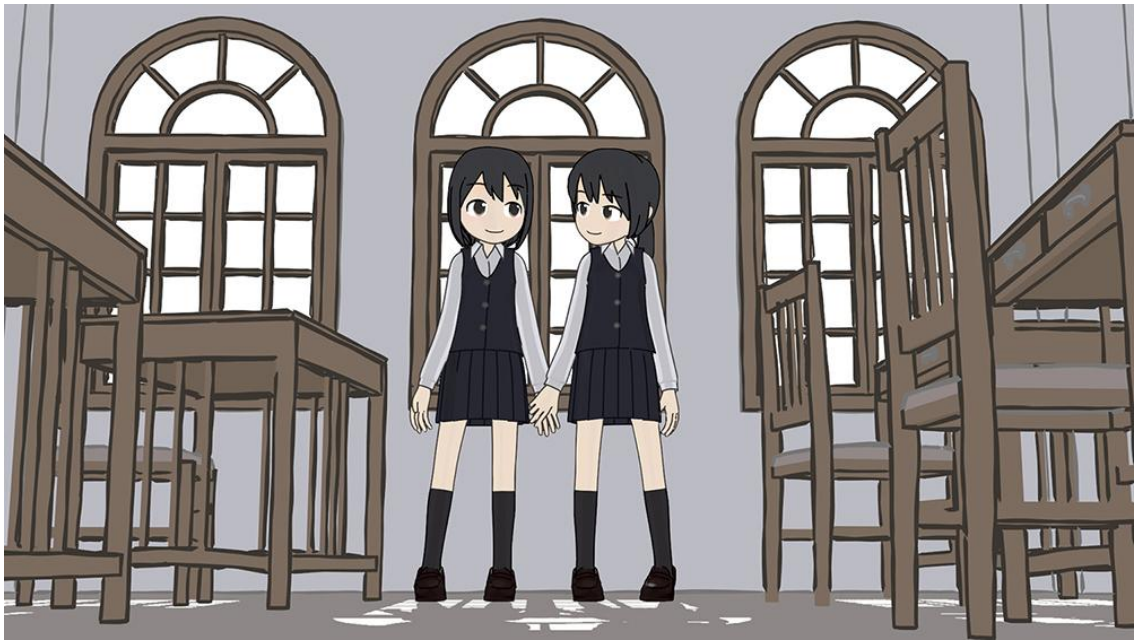
Ένα τρισδιάστατο ενιαίο μοντέλο ενός φρούτου μπορεί να έχει άλλο μοντέλο σκίασης (γυαλιστερό και λίγο ανακλαστικό) για τον καρπό (cluster 1) και άλλο για τον μίσχο (cluster 2).

Ένα έντονο κόκκινο φως αλλοιώνει το χρώμα ενός λευκού μοντέλου σκίασης καθώς και η διαδικασία καθολικού *διάχυτου φωτισμού* (global illumination), μπορεί να προκαλέσει ανάμειξη χρωμάτων μεταξύ ανάκλασης στις επιφάνειες διαφορετικών αντικειμένων στη σκηνή μας (color bleeding).

8.14.4 Η γραμμή

Μέσα στην τρισδιάστατη σκηνή η έννοια της γραμμής σαν αυτούσια γεωμετρία προς φωτοαπόδοση, μπορεί να υπάρχει μόνο μέσα από τις καμπύλες.

Ανάλογα με το λογισμικό, η φωτοαπόδοση μιας καμπύλης δίνει καλλιτεχνικό έλεγχο σε χρώμα, πάχος, υφή, διαφάνεια κ.ο.κ.



Εικόνα 8.63 *Παράδειγμα μη φωτορεαλιστικής φωτοαπόδοσης χρησιμοποιώντας τη μηχανή Freestyle και το λογισμικό Blender. [πηγή: wiki.blender.org, ιδιοκτησία: mato.sus 30, άδεια χρήσης: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported].*

Τεχνικές – μέθοδοι κατασκευής γραμμών

- Με τεχνικές φωτισμού και μοντέλα σκίασης που ανήκουν στην κατηγορία της *μη φωτορεαλιστικής φωτοαπόδοσης* (Non Photorealistic Rendering - NPR) οι καμπύλες στον τρισδιάστατο χώρο μπορούν να εξομοιώσουν με ιδιαίτερα αποτελεσματικό τρόπο μια δισδιάστατη γραμμή.

Επίσης, εκτός από τις καμπύλες μέσα από NPR μεθόδους κάθε πολυγωνικής επιφάνειας μπορούν να προκύψουν γραμμές και από τις ακμές που περιγράφουν τα όρια των πολυγώνων που τις αποτελούν.

- Γραμμή ή γραμμές μπορούν να παραχθούν και από την *πορεία* (trail) αντικειμένων ή σωματιδίων.
- Τέλος αίσθηση γραμμής μπορούμε να αποκτήσουμε χρησιμοποιώντας ήδη σχεδιασμένες γραμμές ως υφές και συνδεδεμένες με το χρώμα σε κάποιο μοντέλο σκίασης μιας πολυγωνικής επιφάνειας.

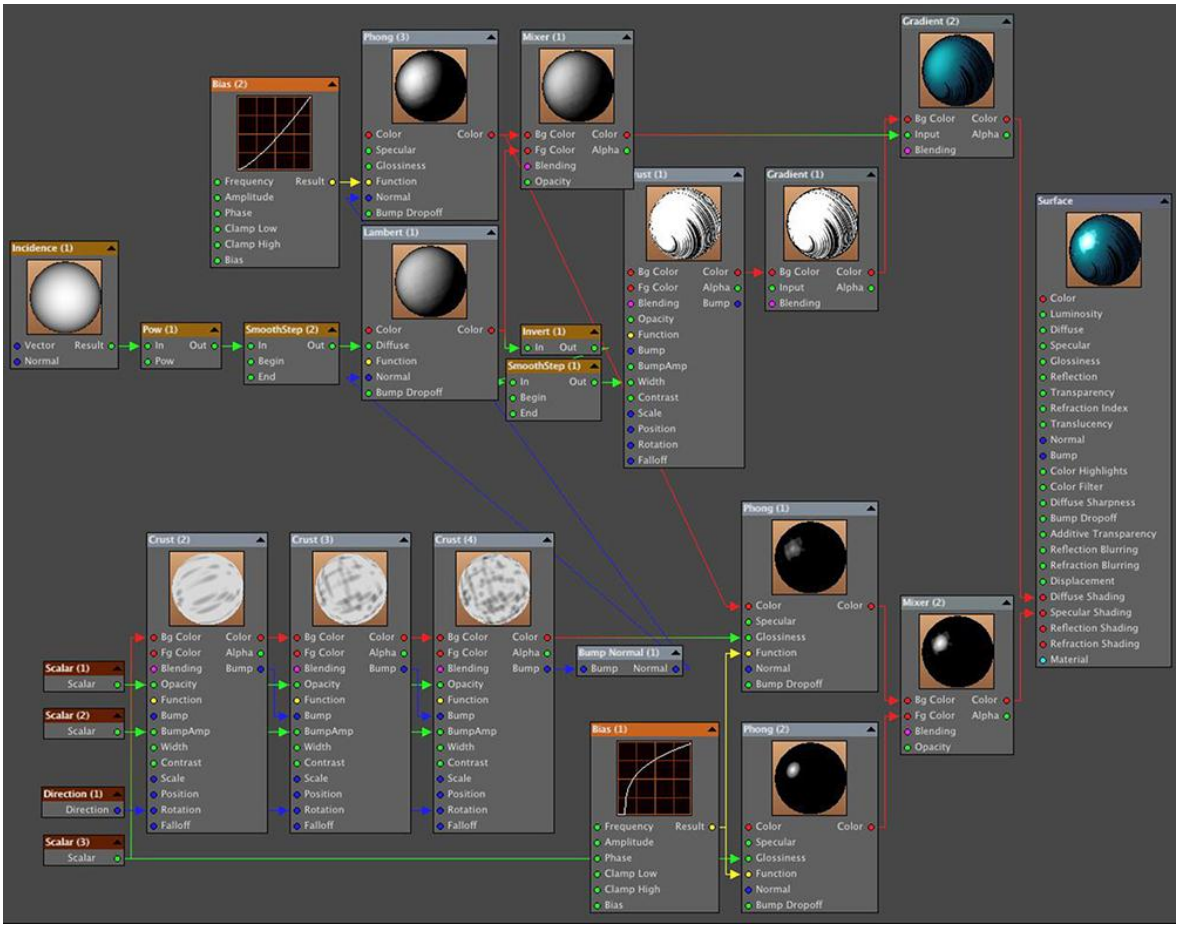
8.14.5 Τα επιμέρους στοιχεία των μοντέλων σκίασης και τα δίκτυα οπτικής πληροφορίας για σκιαγράφηση

Σε κάθε μοντέλο σκίασης υπάρχουν μια σειρά από επιμέρους πληροφορίες και ιδιότητες που υφίστανται αλλαγές κατά την προσπάθειά μας να εξομοιώσουμε υφές και υλικά που βρίσκονται στον φυσικό κόσμο.

Αυτές οι ιδιότητες συσχετίζονται άμεσα με το χρώμα, τη διαφάνεια, τη φωτεινότητα την ανακλαστικότητα το βαθμό ανάγλυφου κ.λπ.

Στο πλαίσιο της κατασκευής εξατομικευμένων μοντέλων σκίασης για τα τρισδιάστατα αντικείμενα, χρησιμοποιούνται συχνά τα οπτικά *δίκτυα σκίασης* (shading networks).

Πρόκειται για *οπτικές γλώσσες προγραμματισμού* (visual programming languages) που επιτρέπουν στον καλλιτέχνη να σχηματίσει δίκτυα ροής πληροφορίας που σχετίζονται με τα σημεία (vertices), τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους (normals, position x,y,z), τις υφές, τα φώτα και τα ειδικά γνωρίσματα φωτοαπόδοσης για κάθε γεωμετρικό αντικείμενο.



Εικόνα 8.64 *Δίκτυο σκίασης για κατασκευή περίπλοκων υλικών στο λογισμικό Lightwave 3D.*

Κατ' αυτόν τον τρόπο χτίζονται μοντέλα σκίασης με μια μέθοδο πιο διαισθητική από αυτήν του καθαρού προγραμματισμού. Αυτά τα *μοντέλα σκίασης* (shaders) μπορούν να παραμετροποιηθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν επιτρέποντας στον καλλιτέχνη να δημιουργήσει διαφορετικά καλλιτεχνικά στυλ καθώς και μια προσωπική βιβλιοθήκη.

8.15 Εισαγωγή δεδομένων από τον φυσικό στον τρισδιάστατο χώρο

Σημαντική κατηγορία της λειτουργίας των τρισδιάστατων γραφικών είναι η δυνατότητα σύνδεσης του ψηφιακού με το φυσικό χώρο.

Η σύνδεση αυτή συμβαίνει με την ψηφιοποίηση πληροφορίας από το φυσικό χώρο και μετατροπή της σε δεδομένα που σχηματίζουν ή επηρεάζουν αντικείμενα στον ψηφιακό χώρο. Αυτό μπορεί να κατηγοριοποιηθεί στις δύο παρακάτω τεχνικές.

8.15.1 Καταγραφή κίνησης και μεταφορά της μέσα στον ψηφιακό χώρο

Αυτή συμβαίνει με την καταγραφή της κίνησης ενός ανθρώπινου σώματος ή ενός αντικειμένου χρησιμοποιώντας αισθητήρες, στολές, κάμερες (ή συστάδες καμερών).

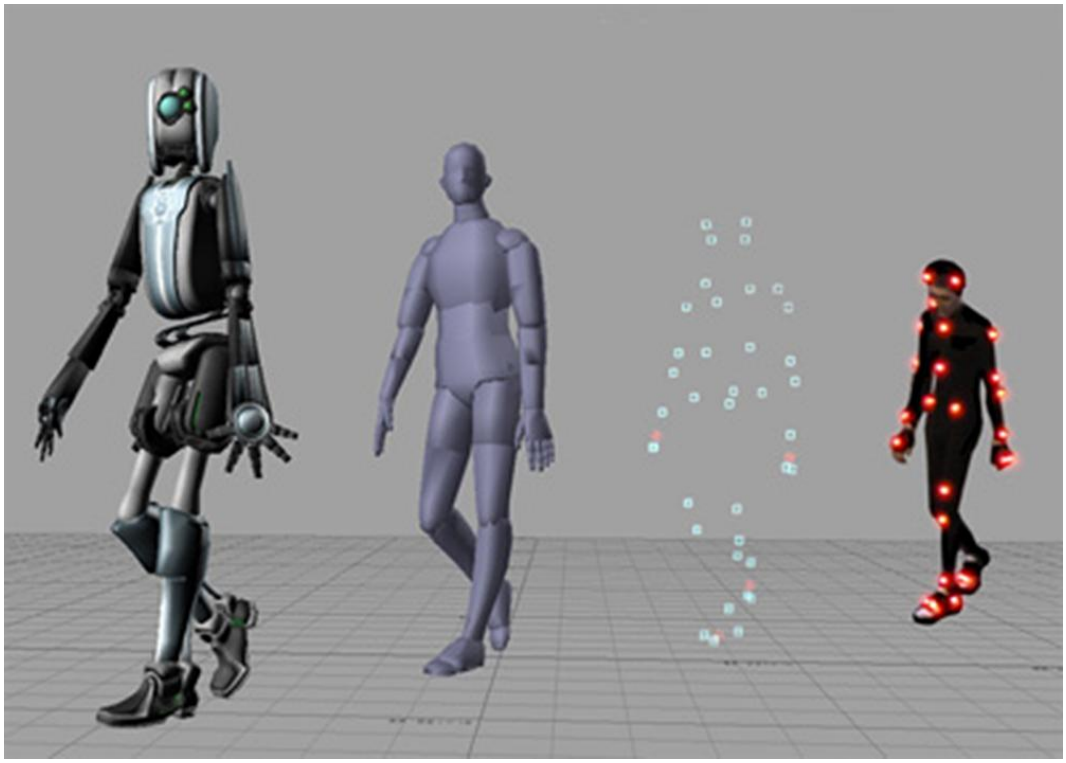
Η διαδικασία αυτή ονομάζεται *Motion Capture*, όπως προαναφέρθηκε, και επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας συστήματα που καταγράφουν ανθρώπινες κινήσεις από το φυσικό χώρο.

Η *οπτική καταγραφή κίνησης* (optical motion capture) γίνεται χρησιμοποιώντας συστάδες καμερών που ανιχνεύουν την πορεία ειδικών ανακλαστήρων που έχουν τοποθετηθεί στα φυσικά αντικείμενα από τα οποία καταγράφουμε την κίνηση.

Ειδικά στην περίπτωση ανθρώπινης κίνησης, χρησιμοποιούμε αισθητήρες τοποθετημένους πάνω σε στολές. Με τη βοήθεια των καμερών, ανιχνεύεται η θέση του κάθε ανακλαστήρα και μεταφέρεται στον ψηφιακό χώρο σε αριθμητικές τιμές στον χώρο (x,y,z) για κάθε μονάδα χρόνου (καρέ, δευτερόλεπτα κ.λπ.).

Στην ειδική περίπτωση των καμερών βάθους (Microsoft Kinect series, Asus, Leap Motion) η ανθρώπινη ανατομία ή τμήματά της, αναγνωρίζεται με αλγορίθμους ανίχνευσης εικόνας και κίνησης με βάση τη δομή της σε κλειδώσεις και κόμβους περιστροφής των κεντρικών σκελετικών δομών της. Η θέση καθώς και η περιστροφή του κόμβου μετατρέπεται σε αριθμητικά δεδομένα ανά κάθε στιγμή.

Αυτά τα δεδομένα, αφού καταγραφούν χρησιμοποιούνται στην ψηφιακή τρισδιάστατη σκηνή για να μεταβάλλουν τις παραμέτρους περιστροφής ή θέσης οστών και σκελετικών δομών που στη συνέχεια προκαλούν απομορφοποίηση των τρισδιάστατων χαρακτήρων.

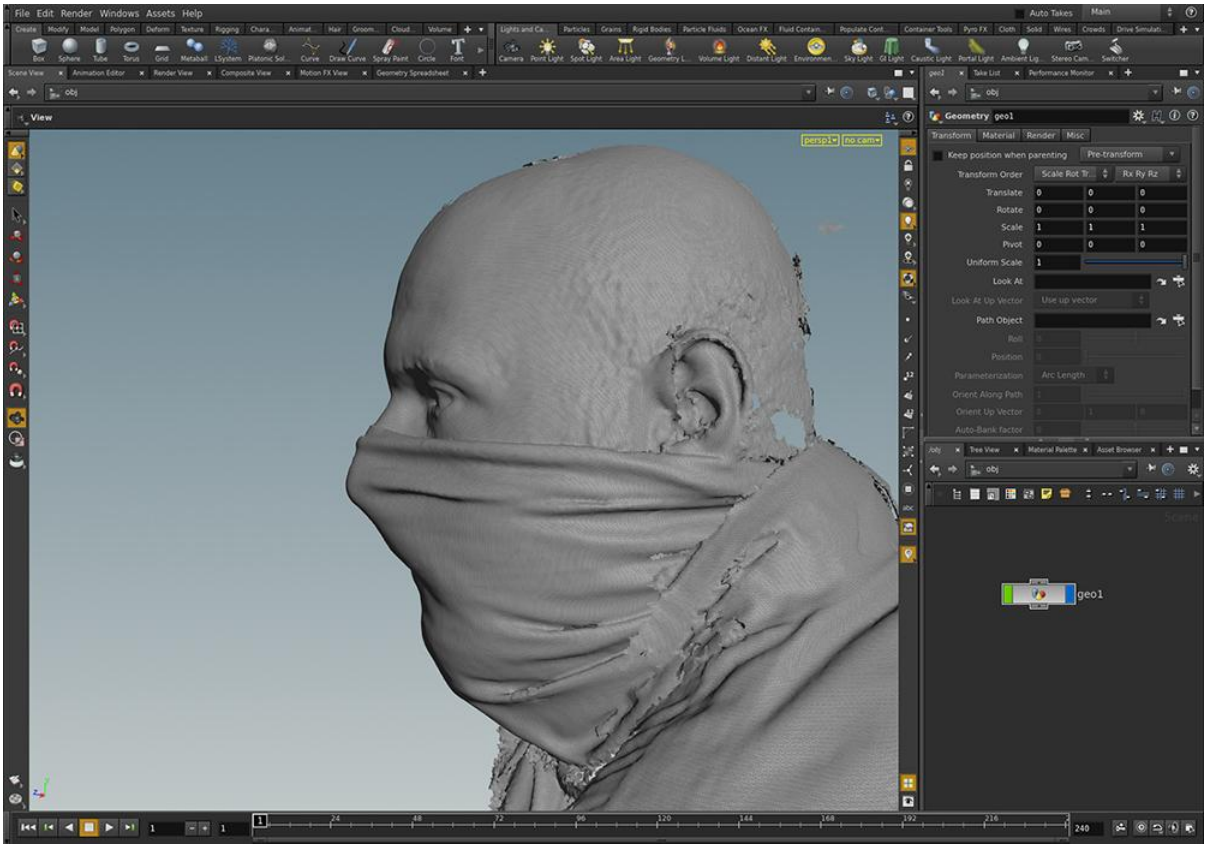


Εικόνα 8.65 *Motion Capture [πηγή: wikimedia commons - ιδιοκτησία: Hipocrite, άδεια χρήσης: public domain].*

8.15.2 Σάρωση φυσικού χώρου και φυσικών αντικειμένων και δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων

Η τρισδιάστατη σάρωση του φυσικού χώρου γίνεται με στόχο τη μεταφορά των φυσικών αντικειμένων ή και του ίδιου του χώρου στον ψηφιακό χώρο. Σε αυτή την περίπτωση, η σάρωση παράγει νέφη μεγάλου πλήθους σημείων που με την τεχνική της τριγωνοποίησης, μετατρέπονται σε πλέγμα, δηλαδή γεωμετρία μέσα στον ψηφιακό χώρο.

Οι τεχνικές ψηφιακής τρισδιάστατης σάρωσης μέχρι πρόσφατα ήταν μια πολύ ακριβή και χρονοβόρα διαδικασία. Αυτό αλλάζει με τη χρήση φθηνής τεχνολογίας όπως η κάμερα βάθους Microsoft Kinect, (https://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/) και η σειρά προϊόντων της Asus Xtion (https://www.asus.com/us/Multimedia/Xtion_PRO_LIVE/). Με λογισμικά όπως το Skanect 3d (http://skanect.occipital.com/) η διαδικασία σάρωσης γίνεται αρκετά αποτελεσματικά και γρήγορα.



Εικόνα 8.66 *Τρισδιάστατη σάρωση (3D Scan).*

8.16 Σημαντικότερα λογισμικά

Υπάρχει ένας ολόκληρος βιότοπος λογισμικών που ασχολούνται με την παραγωγή η επεξεργασία τρισδιάστατων γραφικών. Τα λογισμικά είναι συνήθως κατανεμημένα σε δύο μεγάλες κατηγορίες: αυτά που ασχολούνται με όλα τα τμήματα μιας τρισδιάστατης παραγωγής και αυτά που είναι εξειδικευμένα σε ένα συγκεκριμένο θέμα (λογισμικά μοντελοποίησης, φωτοαπόδοσης, κ.λπ.).

Τα πιο γνωστά λογισμικά που είναι ευρέως γνωστά στην παραγωγή ταινιών και στον κινηματογράφο έχουν μια μακρά ιστορία μεγαλύτερη από 20 ετών.

Τα πιο γνωστά λογισμικά γενικής χρήσης είναι τα εξής:

- Το 3D Studio Max της εταιρείας Autodesk. (http://www.autodesk.com/products/maya/overview)
- Το Maya επίσης της εταιρείας Autodesk (http://www.autodesk.com/)
- Το Cinema 4D της εταιρείας MAXXON (http://www.maxon.net/products/cinema-4d-studio/who-should-use-it.html)
- Το Houdini της εταιρείας Side Effects (http://www.sidefx.com/index.php)
- Το Lightwave 3D της εταιρείας Newtek (https://www.lightwave3d.com/)
- Το Modo της εταιρείας The Foundry (https://www.thefoundry.co.uk/products/modo/)
- Το Sketchup (http://www.sketchup.com/)

Λογισμικά ανοιχτού κώδικα:

- Blender 3D (http://www.blender.com)
- K3D (http://www.k-3d.org/node/2)
- Winds 3D (http://www.wings3d.com/)
- Cheetah 3D (Mac OSX only http://www.cheetah3d.com/)

Ιδιαίτερες κατηγορίες λογισμικών με εξειδικευμένες λειτουργίες

Λογισμικά ψηφιακής γλυπτικής:

- Το Zbrush της εταιρείας Pixologic (http://pixologic.com/)
- Το Mudbox της Autodesk (http://www.autodesk.com/products/mudbox/features/all/list-view)
- Το δίχως χρέωση Sculptris της Pixologic (http://pixologic.com/sculptris/)
- Το 3DCoat (http://3d-coat.com/)

Λογισμικά η plugins δυναμικών συστημάτων και εξομοίωσης φυσικών φαινομένων και διαδικασιών:

- Realflow 3D της εταιρείας Next Limit (http://www.realflow.com/)
- Krakatoa της εταιρείας Thinkbox Software (http://www.thinkboxsoftware.com/krakatoa-realflow-and-frost/)
- NAVIE for Cinema 4D http://www.dpit2.de/navie/index.php

Αυτόνομα Λογισμικά που παρέχουν λύσεις φωτοαπόδοσης (μηχανές φωτοαπόδοσης):

- Η μηχανή Mental Ray της εταιρείας Autodesk
- (http://www.autodesk.com/products/mental-ray-standalone/overview)
- Η μηχανή Vray της εταιρείας Chaos Group (http://www.chaosgroup.com/en/2/index.html)
- Η μηχανή Octane renderer της εταιρείας OTOY (http://home.otoy.com/render/octane-render/)
- Η μηχανή 3Delight (http://www.3delight.com/en/index.php)
- Η μηχανή Renderman της εταιρείας Pixar (https://renderman.pixar.com/view/renderman)
- Η μηχανή Kerkythea Renderer της ελληνικής εταιρείας Solid Iris Technologies (http://www.kerkythea.net/cms/index.php/contact-us)
- Η μηχανή Maxwell της εταιρείας Next Limit (http://www.maxwellrender.com/)

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο λογισμικό Blender 3D που ανήκει σε ένα από τα σημαντικότερα στην κατηγορία ανοικτού κώδικα. Εντός του λογισμικού Blender 3D υπάρχουν ενσωματωμένες δυνατότητες μοντελισμού, δυναμικών εξομοιώσεων, ισχυρό σύστημα αλγοριθμικής επεξεργασίας τρισδιάστατων γραφικών με τη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Python. Επιπλέον οι μηχανές φωτοαπόδοσής του (Blender, Cycles) είναι πολύ ισχυρές και η δυνατότητά του να επεξεργαστεί τρισδιάστατα μοντέλα, καταγραφές κίνησης (Motion Capture data) καθώς και πληθώρα από άλλες πληροφορίες από άλλα λογισμικά, είναι σημαντικά του προτερήματα.

Παραγωγές που ολοκληρώθηκαν με το συγκεκριμένο λογισμικό δείχνουν το επίπεδο του αποτελέσματος (http://archive.blender.org/features-gallery/movies/).

Βιβλιογραφία - Αναφορές

1. Ablan, D., Digital cinematography & directing. Indianapolis, Ind.: New Riders Pub., 2003.
2. Ablan, D., Inside Lightwave 3D v10. Berkeley, CA: New Riders, 2011.
3. Birn, J., Nishii I., and Ōta, N., Digital lighting & rendering. Tōkyō: Bōndejitaru, 2006.
4. Brinkmann, R., The art and science of digital compositing. San Diego: Morgan Kaufmann, 1999.
5. Choi, J., Maya character animation. Alameda, Calif.: SYBEX, 2004.
6. Demers, O., Nishii I., and Kinoshita, H., Digital texturing & painting. Tōkyō: Bōndejitaru, 2002.
7. Livny, B., Mental ray for Maya, 3ds max, and XSI. Indianapolis, Ind.: Wiley Pub., 2008.
8. Manovich, L., Software takes command. London: Bloomsbury Publishing, 2013.
9. Manovich, L., The language of new media. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 2002.
10. Osipa, J., Stop staring. Indianapolis, Ind.: Wiley/Sybex, 2007.
11. Raghavachary, S., Rendering for beginners. Amsterdam: Elsevier, 2005.
12. Robertson S., and T., Bertling, How to render. CA: Design Studio Press, 2014
13. Upstill, S., The RenderMan companion., USA: Addison-Wesley, 1990.

14. Zerouni, C., Houdini on the spot. Amsterdam: Elsevier/Focal Press, 2007.

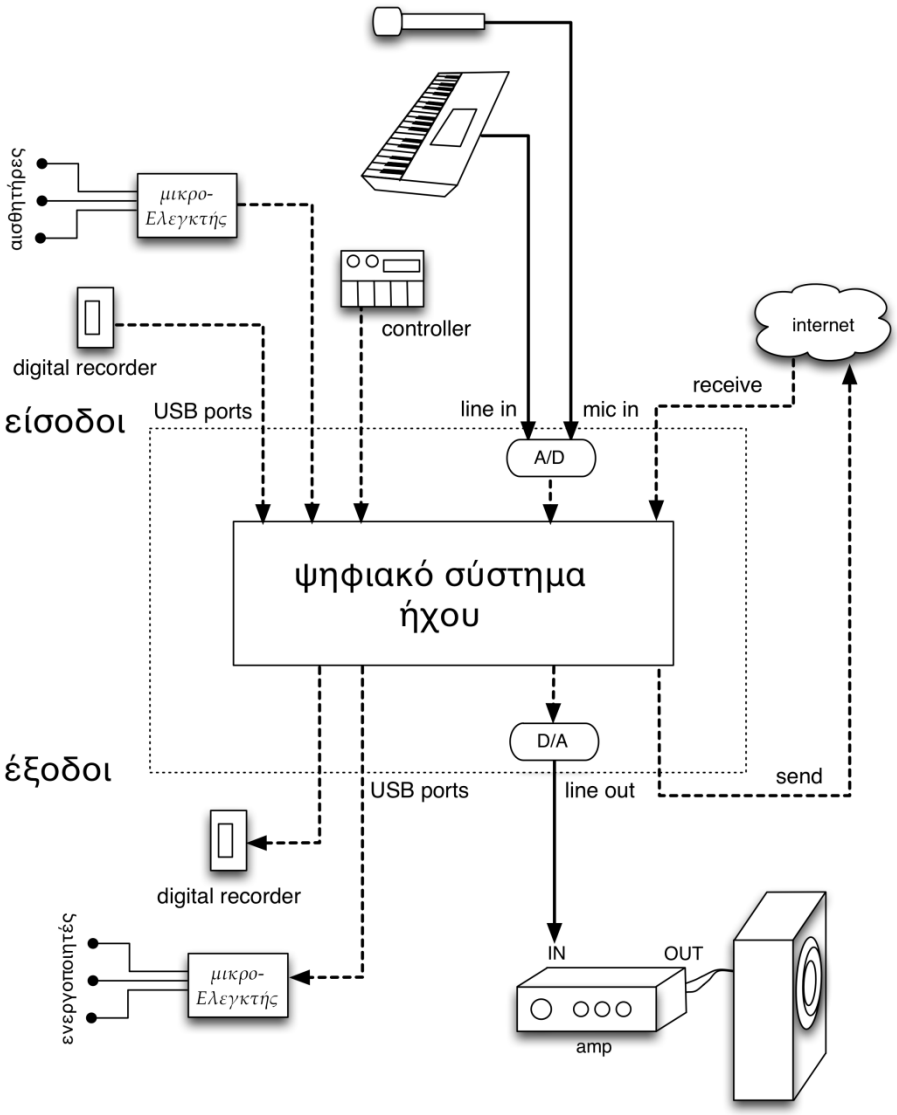
Κεφάλαιο 9. Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν τον ήχο

Σύνοψη

Από την MUSIC I, την πρώτη γλώσσα προγραμματισμού για μουσική, καθώς και τις πρώτες συσκευές για μουσική σύνθεση έχει διανυθεί ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, κατά το οποίο ένα πλήθος από συσκευές, λογισμικά, πρωτόκολλα και διάφορα ηλεκτρονικά όργανα αναπτύχθηκαν με σκοπό τη μουσική σύνθεση και δημιουργία. Στο παρόν κεφάλαιο εξετάζονται συνοπτικά τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται κατά τη διαδικασία της καλλιτεχνικής έκφρασης και δημιουργίας ενός ηχητικού έργου, οι διάφορες κατηγορίες λογισμικού και υλικού μαζί με τη χρονική εξέλιξή τους, καθώς και μία αισθητική και καλλιτεχνική αποτίμησή τους.

9.1 Ψηφιακά Συστήματα Επεξεργασίας/Διαχείρισης Ήχου

Με τον όρο Ψηφιακό Σύστημα Επεξεργασίας/Διαχείρισης Ήχου, εννοούμε ένα σύστημα το οποίο έχει σκοπό την επεξεργασία και διαχείριση της ψηφιακής ηχητικής πληροφορίας. Ένα τέτοιο σύστημα αποτελείται από εισόδους και εξόδους, καθώς και από το κατάλληλο λογισμικό το οποίο αναλαμβάνει την επεξεργασία της ηχητικής πληροφορίας.



Σχήμα 9.1 *Διάγραμμα ροής πληροφορίας σε ένα ψηφιακό σύστημα ήχου.*

Όπως φαίνεται και από το Σχήμα 9.1 ένα τυπικό σύστημα επεξεργασίας/διαχείρισης ήχου περιλαμβάνει τις εξής εισόδους και εξόδους:

- αναλογικές είσοδοι line-in
- αναλογικές έξοδοι line-out
- αναλογικές είσοδοι mic-in
- θύρες (ports) για ψηφιακή είσοδο και έξοδο.

Στην περίπτωση των εισόδων line-in, αυτές αφορούν αναλογικό σήμα το οποίο προέρχεται από εξωτερικές συσκευές ήχου, όπως για παράδειγμα ένας *συνθετητής* (synthesizer), ή μία εν γένει συσκευή, η οποία στην έξοδό της παράγει αναλογικό σήμα. Αντίστοιχα, οι έξοδοι line-out μπορούν να σταλούν σε κατάλληλα monitor ήχου (ηχεία) τα οποία αναπαράγουν τον ήχο.

Στην περίπτωση των εισόδων mic-in**,** οι είσοδοι αυτές δέχονται διατάξεις μικροφώνων οι οποίες χρειάζονται ενίσχυση του σήματός τους (π.χ. μικρόφωνα πυκνωτικού τύπου).

Τη μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό στις αναλογικές εισόδους αναλαμβάνουν τα *κυκλώματα μετατροπής σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό* (analogue to digital converters – adc ή A/D). Στις εξόδους υπάρχουν αντίστοιχα *κυκλώματα μετατροπής σήματος από ψηφιακό σε αναλογικό* (digital to analogue converters – dac ή D/A).

Οι θύρες μεταφέρουν το σήμα απευθείας σε ψηφιακή μορφή, επιτρέποντας έτσι τη σύνδεση διαφορετικών ψηφιακών συσκευών από και προς το σύστημα επεξεργασίας/διαχείρισης ήχου. Οι συσκευές αυτές μπορεί να είναι είτε εξειδικευμένες συσκευές ήχου (π.χ. *ψηφιακοί εγγραφείς* (digital recorders)) είτε συσκευές γενικότερης χρήσης, οι οποίες μπορούν να μεταφέρουν και ηχητική πληροφορία (π.χ. smart phone, tablet, video camera κ.λπ.). Αν και στο παρελθόν παρέχονταν διάφοροι τύποι θυρών (π.χ. FireWire), τυπικές θύρες για αυτού του τύπου την επικοινωνία αποτελούν πλέον οι θύρες USB.

Τι είδους συσκευές μπορεί να αφορούν τα παραπάνω συστήματα; Όταν αναφερόμαστε σε ένα τέτοιο σύστημα, πρωταρχικά σκεφτόμαστε τον ηλεκτρονικό υπολογιστή (Η/Υ) σε όλο το εύρος τύπων του - desktop, φορητοί, tablets, smart phones κ.λπ. Υπάρχει όμως και ένα πλήθος από άλλες συσκευές εξειδικευμένης χρήσης, όπως, για παράδειγμα, οι *ψηφιακοί εγγραφείς ήχου* (digital recorders) ή οι ψηφιακές μηχανές video, οι οποίοι/-ες σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό παρέχουν δυνατότητες επεξεργασίας και διαχείρισης ήχου. Ουσιαστικά, λοιπόν, ενώ τα περισσότερα από αυτά τα μηχανήματα περιλαμβάνουν σε γενικές γραμμές τις ίδιες δυνατότητες από πλευράς υλικού (είσοδοι – έξοδοι – θύρες – κυκλώματα μετατροπής A/D και D/A), αυτό που τα διαφοροποιεί σημαντικά στη χρήση τους είναι το λογισμικό το οποίο αναλαμβάνει να υλοποιήσει την επεξεργασία της ηχητικής πληροφορίας. Έτσι, επικεντρωμένοι περισσότερο στην καλλιτεχνική έκφραση, θα εξετάσουμε στη συνέχεια τις εφαρμογές και τα συστήματα αυτά, τα οποία αναλαμβάνουν να διαχειριστούν την ηχητική πληροφορία με σκοπό την καλλιτεχνική δημιουργία.

9.2 Λογισμικό Ήχου

9.2.1 Κατηγορίες Λογισμικού

Αναλόγως της μορφής διαχείρισης και επεξεργασίας την οποία ενσωματώνει ένα σύστημα ήχου γενικότερα, επιφέρει ταυτόχρονα και συγκεκριμένες καλλιτεχνικές και αισθητικές επεμβάσεις. Δηλαδή, κάθε τέτοιο εργαλείο, ανάλογα με το λογισμικό που χρησιμοποιεί, επεμβαίνει με συγκεκριμένο τρόπο, και άρα επιδρά και διαμορφώνει ένα αντίστοιχο ηχητικό περιβάλλον. Μία εφαρμογή, για παράδειγμα, μουσικής σημειογραφίας υλοποιεί με εντελώς διαφορετικό τρόπο μία μουσική σύνθεση, απ΄ό,τι ένα πρόγραμμα Modular Sequencer/Synthesizer. Θέλοντας να κάνουμε, λοιπόν, μία πρώτη κατηγοριοποίηση στις εφαρμογές οι οποίες διαχειρίζονται τον ήχο, μπορούμε να τις διαχωρίσουμε με βάση τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

α. την πηγή προέλευσης της ηχητικής πληροφορίας,
β. τη λογική επεξεργασίας της πληροφορίας, ή τον τύπο διαχείρισής της και
γ. την εκτελεστική τους δυνατότητα (δυναμικά vs στατικά)

9.2.1.1 Πηγή προέλευσης

Λέγοντας πηγή προέλευσης εννοούμε τον τύπο της πληροφορίας στην είσοδο του συστήματος. Αυτή μπορεί να είναι δύο ειδών:

- ο ήχος αποτελεί μια προϋπάρχουσα πληροφορία,
- ο ήχος δημιουργείται μέσα από το ίδιο το περιβάλλον

Κατά την πρώτη περίπτωση η ηχητική πληροφορία *προϋπάρχει* και λαμβάνεται είτε απευθείας από τις εισόδους του συστήματος, από μία δηλαδή εξωτερική ηχητική πηγή, είτε ως ψηφιακή πληροφορία, ως ένα έτοιμο δηλαδή αρχείο ήχου από κάποιο άλλο ψηφιακό σύστημα ή από το Διαδίκτυο.

Στη δεύτερη κατηγορία, η ηχητική πληροφορία δημιουργείται μέσα από το ίδιο το περιβάλλον με αλγοριθμικές, συνήθως, διαδικασίες. Στην περίπτωση αυτή, το λογισμικό παρέχει κάποιες βασικές δομικές μονάδες, οι οποίες συνδυάζονται κατάλληλα από τον χρήστη και καταλήγουν στη δημιουργία ηχητικών μορφωμάτων.

Χαρακτηριστικές εφαρμογές στις οποίες ο ήχος αφορά προϋπάρχουσα πληροφορία αποτελούν κατά ένα μεγάλο ποσοστό οι editor ήχου, τα *περιβάλλοντα πολυκάναλης εγγραφής* (multitrack recorders) κ.ά. Εφαρμογές οι οποίες δημιουργούν πρωτογενείς ηχητικές δομές αποτελούν όλα τα περιβάλλοντα αλγοριθμικής επεξεργασίας ήχου, όπως, για παράδειγμα, οι γλώσσες προγραματισμού για μουσική (βλέπε υποκεφάλαια 9.2.2.7 και 9.2.2.8), οι modular synthesis εφαρμογές (βλέπε και υποκεφάλαιο 9.2.2.3) κ.ά.

9.2.1.2 Τύπος διαχείρισης πληροφορίας

Ο τύπος διαχείρισης αφορά τον τρόπο με τον οποίο επεμβαίνουμε στην πληροφορία του ήχου και μπορεί να είναι δύο μορφών:

- στατικής διαχείρισης - μέσω προκαθορισμένων προ-επιλογών,
- αλγοριθμικής επεξεργασίας.

Η πρώτη μορφή επέμβασης αφορά περιβάλλοντα τα οποία έχουν προ-καθορισμένες επιλογές στην επεξεργασία της ηχητικής πληροφορίας, δηλαδή στατικές επιλογές μέσα από menu. Ένα τέτοιο περιβάλλον έχει μεγαλύτερη ευκολία χρήσης, όμως, όπως είναι ευνόητο, οι ενέργειες οι οποίες μπορούμε να διαχειριστούμε είναι περιορισμένης εμβέλειας.

Η δεύτερη μορφή αφορά προγραμματιστικά -κυρίως- περιβάλλοντα, μέσω των οποίων μπορούμε να οργανώσουμε τη διαχείριση της πληροφορίας με αλγοριθμική λογική. Σε αντίθεση με την πρώτη κατηγορία, το λογισμικό αυτού του είδους είναι μεν πιο περίπλοκο προγραμματιστικά, παρέχει όμως ασύγκριτα περισσότερες δυνατότητες στη διαχείριση και επεξεργασία της ηχητικής πληροφορίας.

Στην πρώτη κατηγορία ανήκει οποιοδήποτε πρόγραμμα παρέχει επιλογές μέσω menu (π.χ. προγράμματα επεξεργασίας ήχου), ενώ στη δεύτερη όλα τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα ηχητικής σύνθεσης. Αναλόγως του προγραμματιστικού περιβάλλοντος, οι αλγόριθμοι δομούνται με ποικίλους τρόπους (procedural programming, visual programming, live coding κ.ο.κ.).

9.2.1.3 Εκτελεστική δυνατότητα

Με τον όρο αυτόν εννοούμε τη δυνατότητα, ή μη, επέμβασης στη ροή της επεξεργασίας κατά τη διάρκεια εκτέλεσής της.

Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει ουσιαστικά εφαρμογές πραγματικού χρόνου, δηλαδή δυναμικού τύπου εκτέλεσης, με τις οποίες μπορούμε να επεμβαίνουμε στην επεξεργασία της πληροφορίας, καθώς αυτή εκτελείται, και έτσι να τη μεταβάλλουμε δυναμικά.

Στη δεύτερη κατηγορία έχουμε τα στατικά μοντέλα εκτέλεσης: ο αλγόριθμος επεξεργασίας εκτελείται και μπορεί να τροποποιηθεί μόνο αφού ολοκληρωθεί η επεξεργασία του, σε χρόνο, δηλαδή, μη εκτέλεσης. Τα μοντέλα αυτά καλούνται και στατικού τύπου εκτέλεσης.

Παραδείγματα εφαρμογών δυναμικού τύπου εκτέλεσης αφορούν τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα πραγματικού χρόνου. Αντίστοιχα, εφαρμογές στατικού τύπου αφορούν τα προγράμματα επεξεργασίας ήχου εν γένει, καθώς και κάποιες γλώσσες προγραμματισμού μη πραγματικού χρόνου (batch-processing).

9.2.2 Χαρακτηριστικές Εφαρμογές Λογισμικού Ήχου

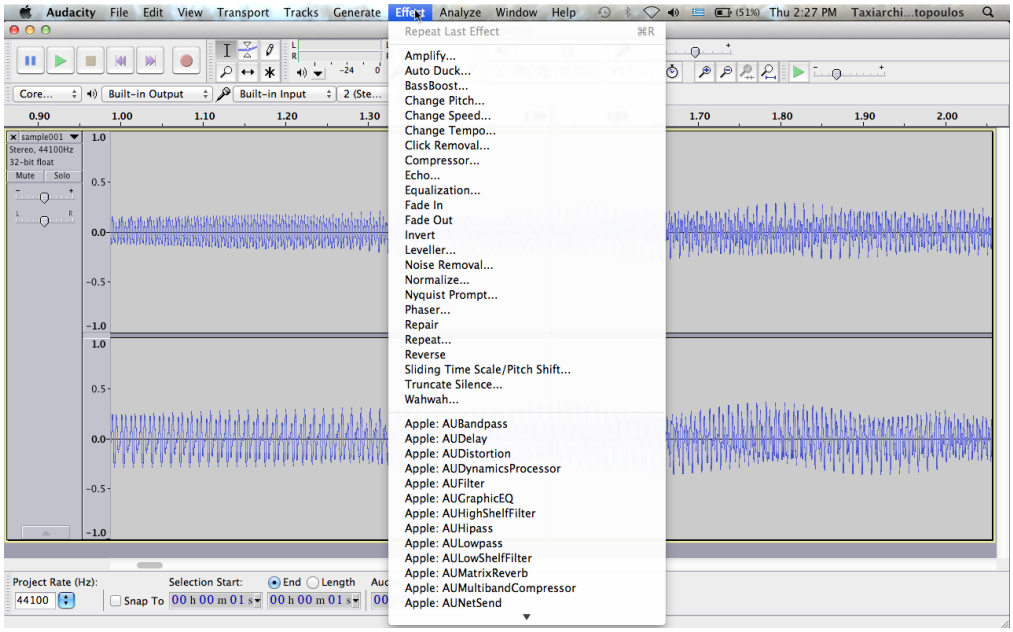
Ακολουθεί η περιγραφή κάποιων χαρακτηριστικών εργαλείων λογισμικού ήχου, καθώς και μία συνοπτική κατάταξή τους με βάση τις κατηγορίες που αναφέρθηκαν στο 9.2.1.

9.2.2.1 Προγράμματα Επεξεργασίας Ήχου (Sound Editors)

Πηγή προέλευσης	**Τύπος διαχείρισης πληροφορίας**	**Εκτελεστική δυνατότητα**
αρχείο ήχου	στατικός	στατική

Πρόκειται για εφαρμοφές οι οποίες επεμβαίνουν σε ηχητικά δείγματα (αρχεία ήχου). Οι επεμβάσεις αυτές αφορούν τη δυνατότητα αποκοπής, επικόλλησης ή επεξεργασίας στο σύνολο του αρχείου ή σε επιλεγμένα τμήματά του. Οι δυνατότητες επεξεργασίας ποικίλλουν αναλόγως του περιβάλλοντος. Σε γενικές, όμως, γραμμές αφορούν μετασχηματισμούς στο τονικό και στο δυναμικό επίπεδο, φίλτρα, δυνατότητα χρονικής/τονικής διολίσθησης καθώς και ένα πλήθος από effect (reverb, echo, phaser, distortion κ.λπ.).

Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών αφορούν ένα πλήθος εμπορικών προγραμμάτων (SoundForge, Wavelab, Audition), καθώς και ελεύθερης διανομής (Audacity). Τα προγράμματα αυτά παρέχουν την οπτική αναπαράσταση του αρχείου σε συνάρτηση με τον χρόνο (οριζόντιος άξονας) και το πλάτος ταλάντωσης της κυματομορφής (κάθετος άξονας).



Εικόνα 9.1 *Το περιβάλλον επεξεργασίας ήχου στο Audacity, καθώς και ένα πλήθος από τύπους επεξεργασίας (effects).*

Σε κάποιες από αυτές τις εφαρμογές παρέχεται και η δυνατότητα γέννησης πρωτογενούς ήχου μέσω γεννητριών, με περιορισμένες, πάντως, δυνατότητες. Οι τύποι γεννητριών που παρέχονται σε γενικές γραμμές αφορούν:

Γεννήτρια Θορύβου (Noise Generator),
Γεννήτρια Ημιτονοειδών (Tone Generator),
Παύση (Silence).

9.2.2.2 Προγράμματα Πολυκάναλης Εγγραφής/Μίξης (Multitrack recorders)

Πηγή προέλευσης	**Τύπος διαχείρισης πληροφορίας**	**Εκτελεστική δυνατότητα**
αρχείο ήχου	στατικός	στατική

Τα προγράμματα πολυκάναλης εγγραφής/μίξης ήχου αφορούν περιβάλλοντα στα οποία μπορούμε να τοποθετήσουμε αρχεία ήχου σε παράλληλα *κανάλια* (tracks) με σκοπό τη συνολική μίξη τους σε ένα στερεοφωνικό αρχείο ήχου (*mix-down*).

Μπορούμε να επέμβουμε ξεχωριστά σε κάθε κανάλι ήχου επιλέγοντας τη στάθμη έντασης, τη *στερεοφωνική τοποθέτηση της πηγής* (panning), καθώς και, σε κάποιες περιπτώσεις, φίλτρα, effect και επέμβαση σε συχνοτικές περιοχές. Αυτό γίνεται μέσω ενός πρόσθετου παραθύρου το οποίο προσομοιώνει έναν μίκτη (mixer board).

Σε άλλα περιβάλλοντα (όπως τα: Audition, Logic, Cubase κ.ά.) μπορούμε επιπρόσθετα να περιγράψουμε τη μεταβολή ενός από τα παραπάνω φαινόμενα (στάθμη έντασης, ηχητική χωροθέτηση καναλιού, εξέλιξη ενός effect) μέσω μίας αντίστοιχης *περιβάλλουσας* (*envelope*).

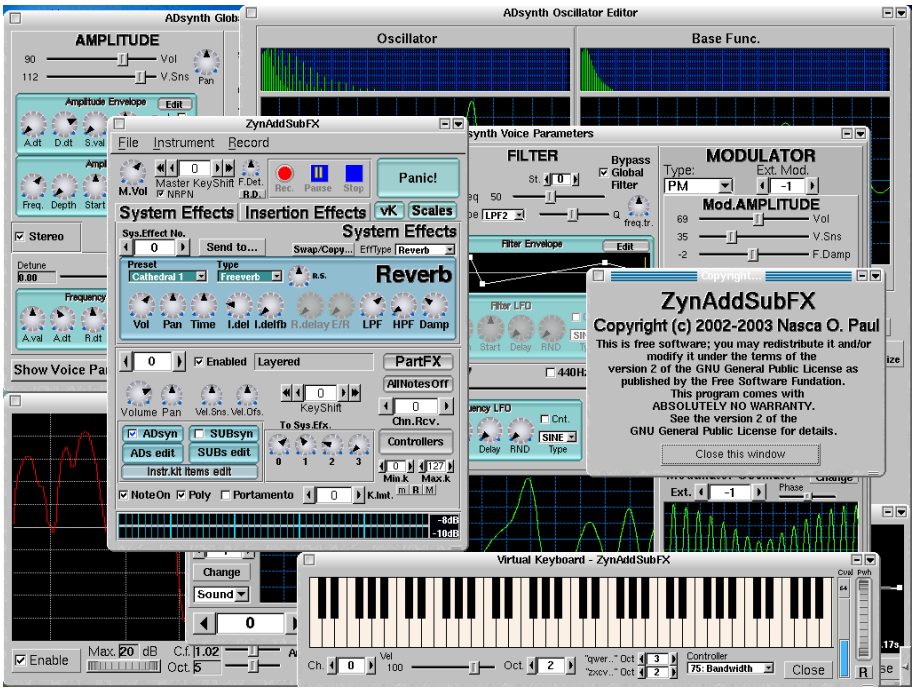
Εικόνα 9.2 *Απεικόνιση του πολυκάναλου περιβάλλοντος στο Audition 3.0. Στο δεύτερο track φαίνεται με μπλε περίγραμμα η περιβάλλουσα πλάτους (amplitude envelope) ενώ στο κάτω μέρος εμφανίζεται ο μίκτης.*

9.2.2.3 Modular Sequencers/Synthesizers

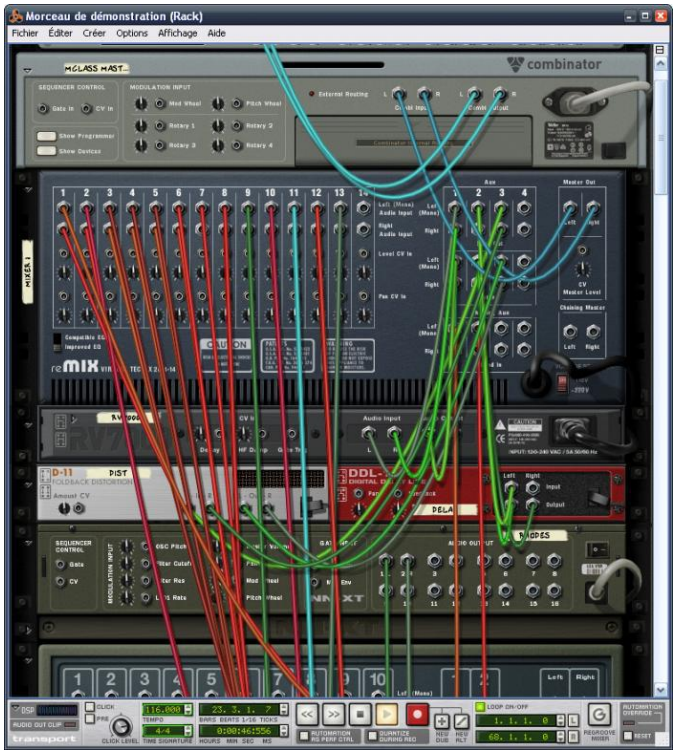
Πηγή προέλευσης	**Τύπος διαχείρισης πληροφορίας**	**Εκτελεστική δυνατότητα**
γεννήτριες ήχου	στατικός	δυναμική

Οι εφαρμογές αυτές ακολουθούν τη λογική των *αναλογικών συνθετητών* (modular synthesizers) και παρέχουν ένα πλήθος γεννητριών ήχου (ταλαντωτές κυματομορφών, γεννήτριες θορύβου), φίλτρων, καθώς και δυνατότητες sequencing και πρόσθετων effects. Ο χρήστης μπορεί μέσω γραφικών διεπαφών, γραφιστικό τρόπο να συνδυάσει τις μονάδες αυτές και να δημιουργήσει ένα *patch*, ένα σύνολο δηλαδη διασυνδεδεμένων μονάδων, το οποίο στην έξοδό του παράγει ήχο. Μπορεί, επίσης, να επεμβαίνει στις μονάδες του patch κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης, μεταβάλλοντας επιμέρους χαρακτηριστικά των μονάδων αυτών. Οι επεμβάσεις αυτές πραγματοποιούνται από το ποντίκι ή το πληκτρολόγιο, ενώ πολλά από αυτά τα περιβάλλοντα παρέχουν τη δυνατότητα επέμβασης και μέσω εξωτερικών controller (midi keyboard, απτικές επιφάνειες κ.λπ.). Ακολουθεί μία σύντομη παράθεση μερικών από τις πιο γνωστές εφαρμογές αυτής της κατηγορίας:

- Το AudioMulch (Ross Bencina, 1998), προϊόν της ομώνυμης εταιρείας, αφορά ένα περιβάλλον modular synthesis στο οποίο μπορεί κανείς να δημιουργεί ηχητικές δομές σε πραγματικό χρόνο με τη λογική του patching, επιλέγοντας από ένα πλήθος ηχητικών μονάδων και effect, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να οργανώσει το υλικό και σε multitrack sequencer.
- Το Reaktor (1999), εμπορικό προϊόν της Native Instruments, ακολουθεί τη λογική των modular συνθετητών και του patching μεταξύ διαφορετικών ηχητικών μονάδων.
- Το *Reason* (2000), προϊόν της εταιρείας Propellerhead, αφορά μία πιστή αποτύπωση δημοφιλών συνθετητών (synthesizers) τους οποίους ο χρήστης μπορεί να προγραμματίσει και να εκτελέσει μέσα από τη γραφιστική τους απεικόνιση.
- Το Ableton Live, το οποίο ξεκίνησε να αναπτύσσεται στις αρχές του 2000 από την ομώνυμη εταιρεία, στηρίζεται στη λογική ενός software mixer/sequencer, μέσω του οποίου ο χρήστης οργανώνει το υλικό σε ξεχωριστά track, ενώ παρέχονται και μία σειρά από instrument και effect για την παραγωγή και διαχείριση ηχητικών δομών.
- Το ZynAddSubFX, παρόμοιας οργάνωσης και λογικής, ξεκίνησε να σχεδιάζεται από τον Paul Nasca το 2002 και αποτελεί προϊόν ελεύθερης διανομής.



Εικόνα 9.3 *Χαρακτηριστική απεικόνιση του περιβάλλοντος λειτουργίας του λογισμικού ήχου ZynAddSubFX με τις διάφορες μονάδες γεννητριών και επεξεργασίας (Amplitude, Reverb, Filter, Modulator) σε ανεξάρτητα παράθυρα, και το κλαβιέ στο κάτω μέρος [πηγή: http://zynaddsubfx.sourceforge.net].*

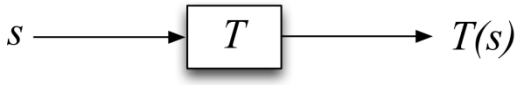


Εικόνα 9.4 *Η πίσω όψη των διασυνδεδεμένων συνθετητών και των μονάδων επεξεργασίας στο περιβάλλον του Reason, με τη λογική του patching.*

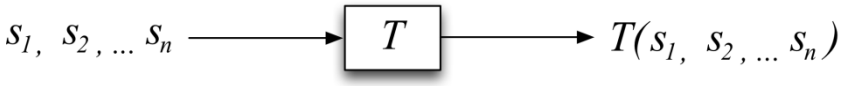
9.2.2.4 Προγράμματα συμβολικού μετασχηματισμού

Πηγή προέλευσης	**Τύπος διαχείρισης πληροφορίας**	**Εκτελεστική δυνατότητα**
γεννήτριες/αρχεία ήχου	στατικός/αλγοριθμικός	δυναμική

Στα περιβάλλοντα αυτά η πληροφορία του ήχου αντιμετωπίζεται ως ένα *Ηχητικό Αντικείμενο (s)* στο οποίο μπορούμε να επέμβουμε με βάση έναν μοναδιαίο μετασχηματισμό (*T*):

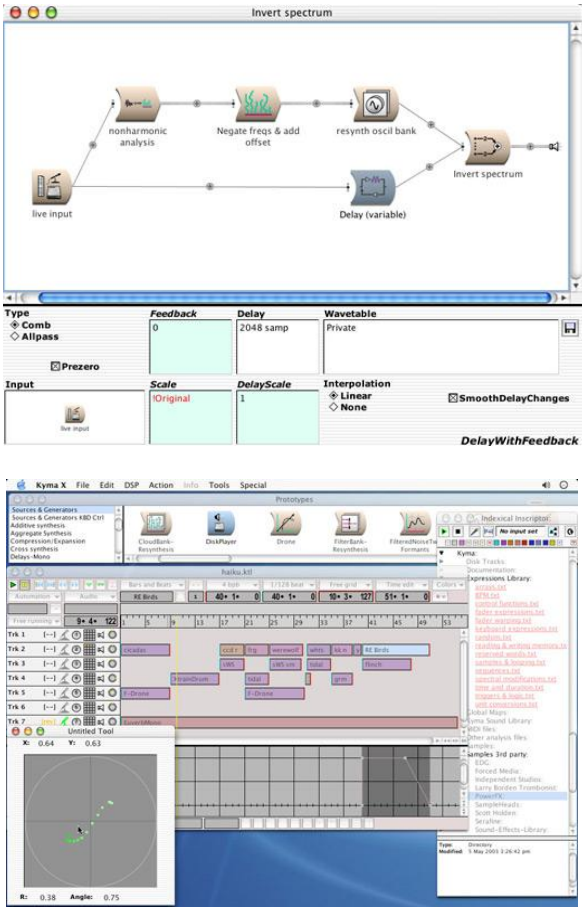


Σε άλλες περιπτώσεις ο μετασχηματισμός αυτός μπορεί να είναι πολλαπλών ανυσμάτων:



Σχήμα 9.2-9.3 *Μετασχηματισμοί σε ένα ή περισσότερα ηχητικά αντικείμενα στα περιβάλλοντα συμβολικού μετσχηματισμού.*

Το KYMA αποτελεί έναν χαρακτηριστικό εκπρόσωπο στα περιβάλλοντα αυτού του τύπου. Ξεκίνησε να αναπτύσσεται το 1986 από την Carla Scaletti και αφορά ένα γραφιστικό/παραθυρικό περιβάλλον στο οποίο κάθε ήχος προσλαμβάνεται ως ένα ηχητικό αντικείμενο. Ένα ηχητικό αντικείμενο μπορεί να δομηθεί συνδέοντας ηχητικές μονάδες με μία λογική ροής σήματος. Οι μονάδες αυτές επιλέγονται από μία βιβλιοθήκη που παρέχει το περιβάλλον (Kyma Sound Library). Η σχεδίαση και η διαχείριση ενός ηχητικού αντικειμένου μπορεί να πραγματοποιηθεί τόσο σε ατομικό επίπεδο (διαγραμματική σχεδίαση ροής σήματος, δυναμικός μετασχηματισμός επιμέρους χαρακτηριστικών), όσο και σε μακροσκοπικό επίπεδο (μίξη ηχητικών αντικειμένων με time-line λογική). Ταυτόχρονα, μπορούμε να επεμβαίνουμε στα επιμέρους χαρακτηριστικά ενός αντικειμένου, μεταβάλλοντάς τα σε πραγματικό χρόνο με γραφιστικό τρόπο σε ξεχωριστά παράθυρα. Επιπρόσθετα, μπορεί να γίνει μίξη ηχητικών αντικειμένων σε ξεχωριστό παράθυρο, τοποθετώντας τα σε παράλληλα κανάλια ήχου, ακριβώς όπως σε ένα time-line πολυκάναλο περιβάλλον.



Εικόνες 9.5-9.6 *Διαγραμματικός αλγόριθμος δόμησης ενός ηχητικού μετασχηματισμού (άνω) και το περιβάλλον πολυκάναλης μίξης μαζί με άλλα παράθυρα ελέγχου στο περιβάλλον της εφαρμογής ΚΥΜΑ (κάτω).*

Αν και αρκετά επιμέρους στοιχεία του περιβάλλοντος μοιάζουν εκ πρώτης όψεως με άλλες κατηγορίες εφαρμογών, διαφέρουν, εντούτοις, στο γεγονός πως κεντρικό πυρήνα οργάνωσης αποτελεί η αλγοριθμική μετασχηματική λογική ανάπτυξης και διαχείρισης του υλικού. Το ΚΥΜΑ συνοδεύεται από μία εξωτερική DSP μονάδα ήχου.

9.2.2.5 Computer Generative Music – Αναπαραγωγική Μουσική

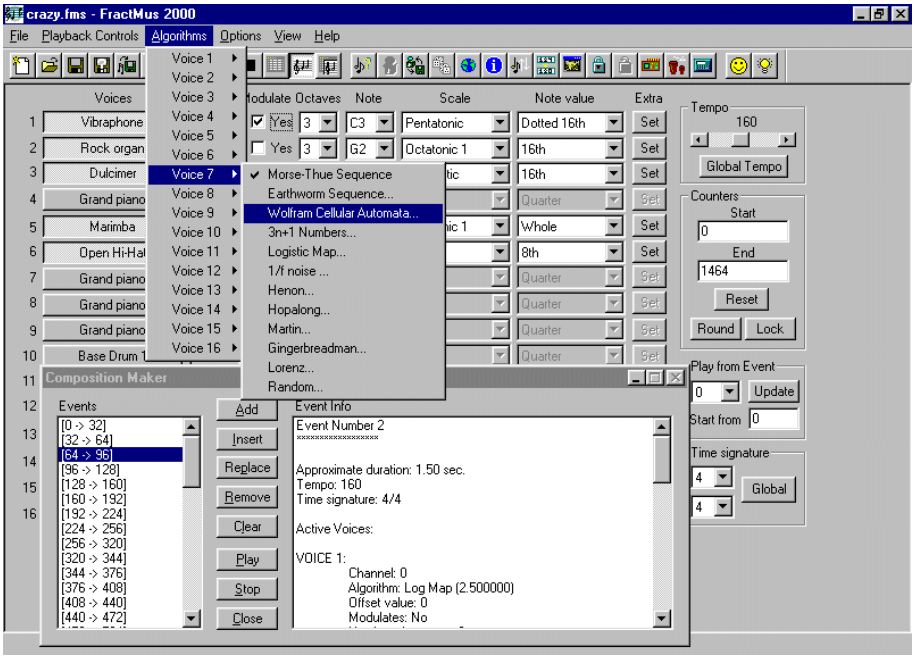
Πηγή προέλευσης	**Τύπος διαχείρισης πληροφορίας**	**Εκτελεστική δυνατότητα**
γεννήτριες/αρχεία ήχου	αλγοριθμικός	δυναμική

Η Generative Music εμπίπτει στην κατηγορία της *αναπαραγωγικής τέχνης* (generative art), σύμφωνα με την οποία ένα καλλιτεχνικό έργο δημιουργείται από κάποιο αυτόνομο εξωγενές (μη-ανθρώπινο) σύστημα, το οποίο μπορεί να πάρει αποφάσεις στην πορεία της δημιουργίας με βάση κάποιους αρχικούς κανόνες που έχουν τεθεί από τον δημιουργό. Συστήματα αυτού του τύπου αφορούν πρωτίστως τους υπολογιστές και την αλγοριθμική τους λογική αλλά μπορούν να προέρχονται και από τους τομείς της Χημείας, της Βιολογίας, των Μαθηματικών, της Ρομποτικής, της Γλωσσολογίας κ.ά.

Αρκετά χρόνια πριν από την ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων λογισμικού, αρκετοί συνθέτες της Νέας Μουσικής ακολούθησαν μία παρόμοια προσέγγιση στις συνθέσεις τους. Μεταξύ άλλων, αναφέρονται οι συνθέτες του δεύτερου σειραϊσμού (post WWII serialism) με αρχικό εμπνευστή τον *Olivier Messiaen*, ο *Karlheinz Stockhausen* με τα έργα του για πιάνο (*Klavierstücke*) και κυρίως ο *Iannis Xenakis*, ο οποίος χρησιμοποίησε στατιστικές - στοχαστικές διαδικασίες για την οργάνωση του υλικού του και την ανάπτυξή του στο χρόνο. Ένας επίσης σημαντικός συνθέτης της Νέας Μουσικής, ο *John Cage*, χρησιμοποίησε

ελεγχόμενες αλεοτορικές διαδικασίες σε μία σειρά έργων του (βλέπε κεφάλαιο 9 Β τόμου: *Ειδική περίπτωση Β: Ο ήχος ως αυτόνομο καλλιτεχνικό περιβάλλον*).

Από τη δεκαετία του 1990 εμφανίστηκαν μία σειρά από εφαρμογές, οι οποίες υλοποιούν αυτού του είδους τη συνθετική προσέγγιση, αρχικά για μικρο-υπολογιστές και αργότερα στα τέλη της δεκαετίας του 2000 για φορητές συσκευές. Χαρακτηριστική εφαρμογή αποτέλεσε η *Koan*, η οποία πρωτο-εμφανίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1990 από τους Tim Cole και Pete Cole και την εταιρεία τους SSEYO. Στα μέσα της δεκαετίας του 1990 χρησιμοποιήθηκε από τον συνθέτη *Brian Eno*, ο οποίος δημιούργησε μία σειρά από έργα generative music. Στην ίδια κατηγορία ανήκει και η εφαρμογή FractMus (2000), η οποία χρησιμοποιεί τη θεωρία αριθμών, τη θεωρία του χάους και το *κυτταρικό αυτόματο* (cellular automaton), για να παράγει τιμές τονικότητας σε ένα μουσικό έργο.



Εικόνα 9.7 *Το περιβάλλον λειτουργίας του FractMus, το οποίο χρησιμοποιεί μαθηματικές δομές για να παράγει αριθμητικές τιμές τονικότητας.*

Στα τέλη της δεκαετίας του 2000 παρουσιάστηκε το Noatikl, το οποίο αποτελεί την εξέλιξη του Koan, με κύρια κατεύθυνση τη χρήση από φορητές συσκευές (φορητοί υπολογιστές, tablet, κινητά εφαρμογών), καθώς και μία σειρά εφαρμογών για μετατροπή γραπτού κειμένου σε μουσική (Wotja).

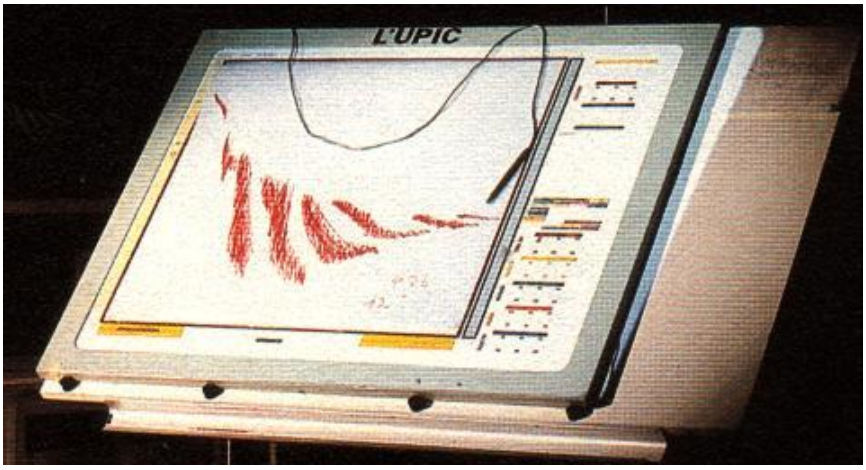
9.2.2.6 Γραφιστικά score

Πηγή προέλευσης	**Τύπος διαχείρισης πληροφορίας**	**Εκτελεστική δυνατότητα**
γεννήτριες	αλγοριθμικός	δυναμική

Βασική αρχή αυτού του τύπου εφαρμογών αποτελεί η σχεδίαση σε μια γραφιστική επιφάνεια της εξέλιξης ενός ηχητικού score, όπου στον οριζόντιο συνήθως άξονα αποτυπώνεται ο χρόνος και στον κάθετο η τονικότητα. Μπορούν, επίσης, να αποτυπωθούν σχεδιαστικά και άλλες παράμετροι της ηχητικής σύνθεσης, όπως οι κυματομορφές που θα χρησιμοποιηθούν, η δυναμική τους εξέλιξη στο χρόνο (amplitude envelopes) κ.ά.

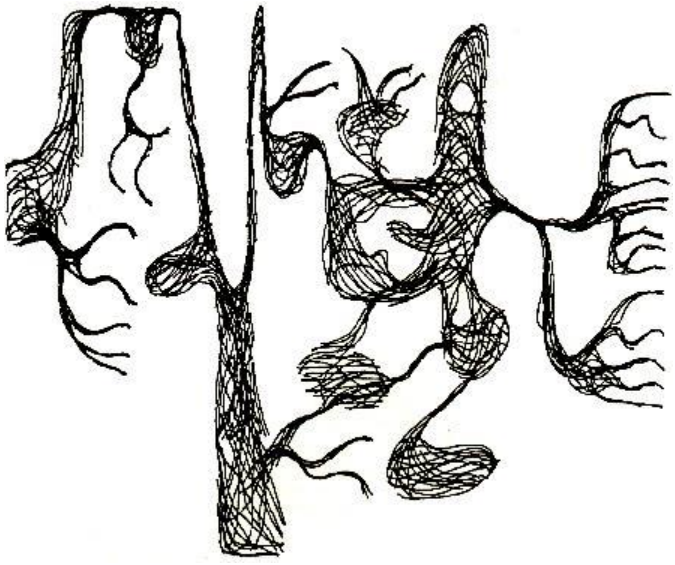
Ένα πρώτο τέτοιο ολοκληρωμένο σύστημα γραφιστικής απεικόνισης αποτέλεσε το UPIC (Unité Polyagogique Informatique CEMAMu), γνωστό και ως *Πολυαγωγία*, το οποίο αναπτύχθηκε από τον *Iannis Xenakis* στα τέλη της δεκαετίας του 1970. Το UPIC περιελάμβανε μία γραφιστική ταμπλέτα συνδεδεμένη σε μία εξωτερική μονάδα ήχου, ενώ στη δεκαετία του 1990 αναπτύχθηκε και μία έκδοσή του για προσωπικούς υπολογιστές.

Ο ίδιος ο Xenakis είχε δηλώσει για το σύστημα αυτό πως: «Ο καθένας από εμάς, ακόμη και εγώ ή εσείς ή ένα παιδί, μπορεί να σχεδιάσει με ένα στυλό σε μία ταμπλέτα γραμμές ή ζωγραφιές, οι οποίες μετασχηματίζονται από τον υπολογιστή άμεσα σε ήχο».



Εικόνα 9.8 *Άποψη της ειδικής ταμπλέτας και της εδικής γραφίδας που χρησιμοποιούσε κανείς για να σχεδιάσει ηχητικά γραφήματα στο περιβάλλον του UPIC. Τον μετασχηματισμό του γραφήματος σε ήχο αναλάμβανε ένας Hellewt Packard της εποχής εκείνης (1977) [πηγή: http://www.musicainformatica.org/topics/upic.php].*

Η ιδέα του γραφιστικού score δεν ήταν νέα για τον Xenakis, αφού σε αρκετά έργα του στο παρελθόν είχε χρησιμοποιηθεί από τον συνθέτη για να περιγράψει την ανάπτυξη των έργων του. Με το σύστημα μάλιστα αυτό συνέθεσε μία σειρά έργων του, με πρώτο από αυτά το *Mycenae-Alpha* (Polytope of Mycenae, 1978).



Εικόνα 9.9 *Το score από το έργο Mycenae Alphatου Xenakis [πηγή:* http://www.iannis-xenakis.org/xen/works/alpha/work_73.html*]. Για μία ταυτόχρονη εξέλιξη του score με την εκτέλεση του έργου βλέπε https://www.youtube.com/watch?v=yztoaNakKok.*

Ένα αντίστοιχο περιβάλλον ανάπτυξης γραφιστικού score αποτέλεσε και το WAKE το οποίο αναπτύχθηκε το 1979-80 στο Toronto για το SSSP synthesizer. Το περιβάλλον χρήσης παρείχε έναν γραφιστικό editor του score και των νοτών.Το σύστημα αυτό ελεγχόταν από έναν υπολογιστή PDP-11.

9.2.2.7 Music Representation Languages - Γλώσσες Συμβολικής Μουσικής

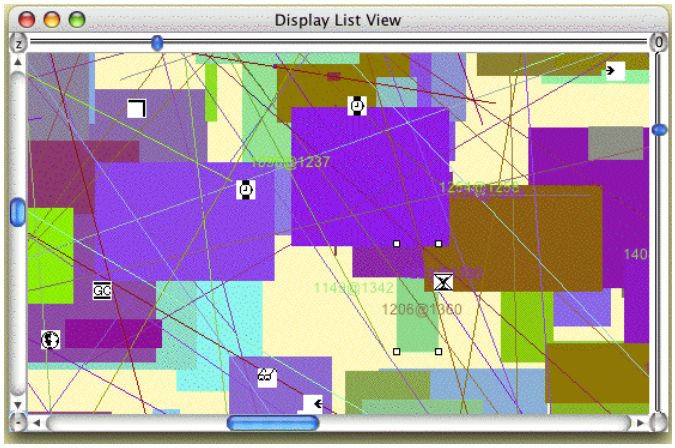
Πηγή προέλευσης	**Τύπος διαχείρισης πληροφορίας**	**Εκτελεστική δυνατότητα**
γεννήτριες/αρχεία ήχου	αλγοριθμικός	δυναμική

Η κατηγορία λογισμικού *Γλωσσών Συμβολικής Μουσικής* αφορά υβριδικά περιβάλλοντα τα οποία συνδυάζουν ανάπτυξη κώδικα μέσω μιας γλώσσας προγραμματισμού με ταυτόχρονη χρήση γραφιστικών αντικειμένων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί μία σειρά από εφαρμογές οι οποίες αναπτύχθηκαν ως επεκτάσεις της γλώσσας προγραμματιμού Smaltalk-80 από τον Stephen Travis Pope:

- HyperScore Toolkit (1986-1990),
- MODE – Musical Object Development Environment (1990-1995) και
- Siren (1996-2006).

Το HyperScore Toolkit αποτελείται από κάποιες κλάσεις της γλώσσας Smaltalk (Events, EventLists, MusicStructures, Schedules, Performances) καθώς και ένα σύνολο από γραφιστικά αντικείμενα (EventEditors, EventListEditors, FrontPanels). Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει προγραμματιστικά τις κλάσεις, για να δημιουργήσει μουσικές δομές, και στη συνέχεια να επέμβει σε αυτές με γραφιστικό τρόπο μέσω των γραφιστικών αντικειμένων.

Ως εξέλιξη του HyperScore Toolkit, η MODE αρχικά και η Siren μετέπειτα, χρησιμοποιούν ένα πακέτο κλάσεων για τα βασικά χαρακτηριστικά του ήχου (τονικότητα, ένταση, διάρκεια κ.ά.), καθώς και αντικείμενα για τη δημιουργία και διαχείριση των ηχητικών συμβάντων (Event και EventList). Παρέχουν, επίσης, μία ειδική γλώσσα για ανάπτυξη κώδικα, την SmOKe (Small-music Object Kernel), με την οποία μπορεί κανείς να προγραμματίσει γεννήτριες, συναρτήσεις, δομές διαχείρισης δεδομένων κ.ά. Ταυτόχρονα, μία σειρά από γραφιστικά αντικείμενα σχεδίασης όπως editor ήχου, list editors, απεικονιστικές συναρτήσεις μετάβασης, γραφιστικά score κ.ά., ελέγχουν και οργανώνουν τις παραμέτρους της μουσικής σύνθεσης.



Εικόνα 9.10 *Γραφιστική διαχείριση αντικειμένων στο περιβάλλον της Siren.*

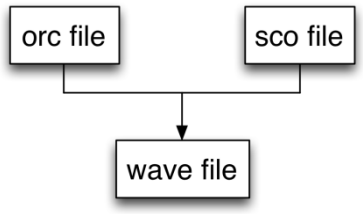
Μία αντίστοιχη προσέγγιση ακολουθεί, επίσης, και το περιβάλλον της DMIX από τον Daniel V. Oppenheim (CCRMA, 1989), η οποία, επίσης, βασίζεται στη Smaltalk. Εκτός από ένα πλήθος κλάσεων για τη δημουργία και διαχείριση ηχητικών δομών, ο συνθέτης υπο-βοηθείται με μία σειρά από γραφιστικά εργαλεία επεξεργασίας.

Άλλα παρόμοια περιβάλλοντα, που είχαν αναπτυχθεί στο παρελθόν, αποτέλεσαν τα MIDI-Lisp (IRCAM), MIDI tools (Roger Dannenberg) και SoundKit (Marc Lentczner, 1985). Σημειώνεται πως όλα τα παραπάνω περιβάλλοντα επικονωνούσαν με μονάδες ήχου μέσω του πρωτοκόλλου MIDI.

9.2.2.8 Γλώσσες/Περιβάλλοντα Προγραμματισμού για Μουσική

Πηγή προέλευσης	**Τύπος διαχείρισης πληροφορίας**	**Εκτελεστική δυνατότητα**
γεννήτριες/αρχεία ήχου	αλγοριθμικός	στατική/δυναμική

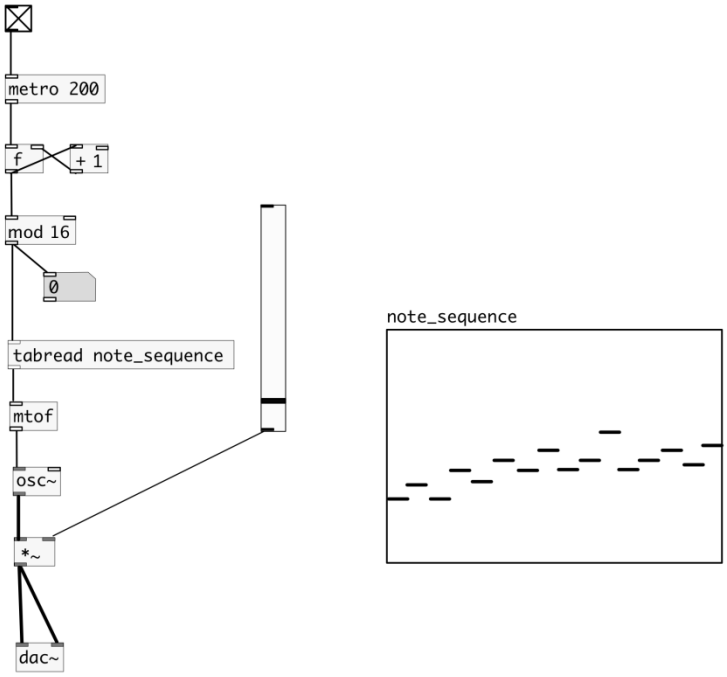
Η κατηγορία αυτή αφορά αυτούσιες γλώσσες προγραμματισμού - ή προγραμματιστικά εν γένει περιβάλλοντα - για ηχητική και μουσική σύνθεση. Η πρώτη γλώσσα για μουσική δημιουργήθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1950 από τον Max Mathews στα εργαστήρια Bell Labs (MUSIC I, 1957), ενώ στις επόμενες δεκαετίες ακολούθησε μία σειρά γλωσσών με την ίδια λογική (σειρά γλωσσών MUSIC-N). Η δομή των γλωσσών αυτών χρησιμοποιεί δύο αρχεία πηγαίου κώδικα: το *αρχείο ορχήστρας* (orchestra file) και το *αρχείο παρτιτούρας* (score file). Στο αρχείο ορχήστρας ο συνθέτης δημιουργεί τις δομές ήχου που θα χρησιμοποιήσει (instruments) συνδυάζοντας αλγοριθμικά ένα πλήθος από πρωτογενείς *γεννήτριες μονάδες* (unit generators) που παρέχει το περιβάλλον. Στο αρχείο παρτιρούρας δίνονται οδηγίες για το πότε θα εκτελεστούν αυτές οι δομές, με ποια διάρκεια και με ποιες τιμές στις επιμέρους μεταβλητές τους. Τα δύο αυτά αρχεία παράγουν, τελικά, ένα αρχείο ήχου, με αποτέλεσμα οι γλώσσες αυτές να αφορούν ένα στατικό περιβάλλον εκτέλεσης.



Σχήμα 9.4 *Διαγραμματική απεικόνιση αρχιτεκτονικής των γλωσσών MUSIC-N.*

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 αναπτύχθηκε μία νέα γενιά γλωσσών τύπου MUSIC-N για μικρο-υπολογιστές, η οποία χρησιμοποιούσε compiler της c: η Cmix (Paul Lansky, Princeton University – 1980), η Cmusic (Richard Moore, UCSD – 1980) και η Csound (Barry Vercoe, MIT Media Lab – 1985).

Στις δεκαετίες του 1980 και 1990 αναπτύχθηκε μια δεύτερη γενιά περιβαλλόντων προγραμματισμού για μουσική, κύριο χαρακτηριστικό των οποίων ήταν ο *οπτικός προγραμματισμός* (visual programming) μέσω γραφιστικών αντικειμένων. Ο προγραμματισμός που υλοποιούν τα περιβάλλοντα αυτά καλείται και *προγραμματισμός ροής δεδομένων* (dataflow programming), καθώς τα δεδομένα μεταφέρονται σε διαφορετικές μονάδες οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους. Σε αυτά τα περιβάλλοντα οι γεννήτριες μονάδες αποτελούν γραφιστικά αντικείμενα, τα οποία, αναλόγως της μονάδας, έχουν συγκεκριμένες εισόδους και εξόδους. Η έξοδος μιας μονάδας μπορεί να συνδεθεί γραφιστικά με την είσοδο μιας επόμενης με μία γραμμή, ακριβώς όπως ένα καλώδιο (patch-chord) μπορεί να συνδέσει την έξοδο μιας γεννήτριας με την είσοδο μιας επόμενης σε ένα modular συνθετητή (Εικόνα 9.11). Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να χτίσουμε μία ηχητική δομή η οποία καλείται *patch*. Οι επεμβάσεις στις δομές αυτές μπορούν να γίνονται σε πραγματικό χρόνο μεταβάλλοντας τα επιμέρους χαρακτηριστικά μιας μονάδας με το πληκτρολόγιο, το ποντίκι ή εξωτερικούς *ελεγκτές* (controllers). Κατ' αυτόν τον τρόπο, τα περιβάλλοντα αυτά αποτελούν ιδανικά εργαλεία για εκτελέσεις έργων *live electronics*.



Εικόνα 9.11 *Παράδειγμα ενός patch στο περιβάλλον του Pd.*

Στη δεκαετία του 1980 είχε αναπτυχθεί μία σειρά από τέτοια περιβάλλοντα από το ερευνητικό κέντρο IRCAM στο Παρίσι (MAX-1987, Max/FTS-1989), τα οποία όμως κατά κύριο λόγο δεν διαχειρίζονταν ηχητικά σήματα αλλά σήματα ελέγχου (MIDI σήματα). Τα σήματα αυτά στέλνονταν σε μία εξωτερική μονάδα ήχου, η οποία αναπαρήγαγε το ηχητικό αποτέλεσμα. Το πρώτο περιβάλλον, το οποίο επέτρεψε την διαχείριση ήχου σε πραγματικό χρόνο από τον ίδιο τον υπολογιστή, αποτέλεσε το ανοικτού κώδικα/ελεύθερο λογισμικό Pd ή Pure Data (Miller Puckette – 1995). Η Max/MSP αφορά ένα παρόμοιο περιβάλλον από την εταιρεία Opcode Systems (1997), ενώ το Jmax Phoenix (IRCAM, 2008) αποτελεί επίσης ένα αντίστοιχο περιβάλλον (ελεύθερο λογισμικό/ανοικτού κώδικα).

Μία τρίτη κατηγορία γλωσσών προγραμματισμού για μουσική αφορά τα περιβάλλοντα *live coding* τα οποία παρέχουν στον χρήστη τη δυνατότητα εκτέλεσης κώδικα σε πραγματικό χρόνο. Ο χρήστης δηλαδή μπορεί είτε πληκτρολογώντας ένα σύνολο από μία ή περισσότερες γραμμές κώδικα είτε τροποποιώντας υπάρχουσες εντολές να εκτελεί κώδικα σε πραγματικό χρόνο. Ένα από τα πλέον δημοφιλή προγράμματα της κατηγορίας αυτής είναι το SuperCollider η πρώτη έκδοση του οποίου αναπτύχθηκε από τον James McCartney το 1996. Η τρίτη πλέον έκδοσή του (SC3, 2001) είναι εξολοκλήρου βασισμένη στο πρωτόκολλο OSC (Open Sound Control), το οποίο επιτρέπει την εκτέλεση κώδικα μέσω δικτύου, καθώς και την επικοινωνία με άλλες εφαρμογές ή συσκευές οι οποίες υποστηρίζουν το συγκεκριμένο πρωτόκολλο.Το περιβάλλον της γλώσσας παρέχει μία ιεραρχική δομή κλάσεων οι οποίες υλοποιούν αντικείμενα για τη δημιουργία, διαχείριση και επεξεργασία του ηχητικού σήματος καθώς και για ένα πλήθος από προγραμματιστικές λειτουργίες όπως δομές δεδομένων, δομές ελέγχου, διαχείριση σημάτων χρονισμού, δημιουργία και διαχείριση γραφιστικών αντικείμενων κ.ά. Κάθε κλάση παρέχει ένα πλήθος από μεθόδους (methods) και μεταβλητές (variables), ενώ οι ιδιότητές της κληρονομούνται στις αμέσως επόμενες υπο-κλάσεις της με την ίδια ακριβώς λογική που έχει οποιοδήποτε περιβάλλον *αντικειμενοστρεφούς* (object oriented) γλώσσας. Από αυτήν την άποψη το SuperCollider μοιάζει περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο περιβάλλον με μία ολοκληρωμένη γλώσσα προγραμματισμού.

9.2.2.9 Επεκτάσεις Γλωσσών Προγραμματισμού Γενικής Χρήσης

Πηγή προέλευσης	**Τύπος διαχείρισης πληροφορίας**	**Εκτελεστική δυνατότητα**
γεννήτριες/αρχεία ήχου	αλγοριθμικός	στατική/δυναμική

Η δομή που μπορεί να έχουν τα συγκεκριμένα περιβάλλοντα ποικίλλει. Μπορεί να αποτελούν επεκτάσεις γλωσσών προγραμματισμού κοινής χρήσης, APIs (Application Programming Interfaces), Frameworks, Toolkits.

Η Common Lisp Music (Bill Schottstaedt – CCRMA, μέσα του 1990), αφορά μία μεταφορά της MUSIC-V στη γλώσσα LISP. Άλλες τέτοιες γλώσσες είναι η Nyquist (Roger Dannenberg – Carnegie Mellon University, 1997) βασισμένη επίσης στη LISP, η HMSL (Larry Polansky, Phil Burk, David Rosenboom – Mills College, 1980s) ως επέκταση της γλώσσας FORTH κ.ά.

Το JSyn - Java Synthesis (Phil Burk, et al. – Columbia University, 2000) αποτελεί ένα Application Programming Interface, ένα πακέτο, δηλαδή, από κλάσεις της Java για σύνθεση, επεξεργασία και διαχείριση ήχου. Ρουτίνες επεξεργασίας σήματος ενσωματωμένες σε βιβλιοθήκες της C++ αποτελούν επίσης τα CSL – CREATE Signal Library (UCSB, 1988), το Synthesis ToolKit – STK (Perry Cook, Gary P. Scavone – CCRMA, 1995) κ.ά.

Ένα πλεονέκτημα αυτών των περιβαλλόντων προγραμματισμού είναι πως κατά τη χρήση τους, καθώς αποτελούν επεκτάσεις γλωσσών προγραμματισμού, μπορεί κανείς να επωφεληθεί πλήρως από όλες τις δυνατότητες που παρέχει κάθε αντίστοιχη γλώσσα στην οποία βασίζονται.

9.3 Συσκευές Ήχου

9.3.1 Κατηγορίες συσκευών

Υπάρχει πλέον μία μεγάλη ποικιλία από ψηφιακές συσκευές ήχου με σκοπό την καλλιτεχνική έκφραση και τη μουσική δημιουργία. Σε γενικές γραμμές, οι συσκευές αυτές ανήκουν σε μία από τις παρακάτω κατηγορίες:

- Η/Υ και τα περιφερειακά τους (ποντίκι, πληκτρολόγιο, κάρτες ήχου),
- συσκευές καταγραφής/αποθήκευσης ήχου,
- συσκευές επεξεργασίας ήχου,
- ηλεκτρονικά μουσικά όργανα, όπως συνθετητές,
- αυτόνομες συσκευές παραγωγής ήχου, όπως διάφορες φορητές συσκευές,
- συσκευές ρυθμίσεων και ελέγχου (controllers),
- συσκευές *απτικής διάδρασης* / Tangible User Interface (TUI),
- αυτοσχέδιες πλατφόρμες με ενσωματωμένα κυκλώματα και αισθητήρες.

Όλες οι παραπάνω συσκευές μπορούν, επίσης, να καταταχθούν με βάση τον χειρισμό τους κατά τη μουσική εκτέλεση, δηλαδή τον τρόπο διάδρασής τους με τον εκτελεστή (Human Computer Interaction) - HCI. Οι κατηγοριοποίηση σε αυτήν την περίπτωση αφορά τις παρακάτω κατηγορίες:

- τύπου περιφερειακών Η/Υ (ποντίκι, πληκτρολόγιο),
- ποτενσιόμετρα και διακόπτες
- πληκτροφόρα προσομοίωσης μουσικών οργάνων
- απτικής διάδρασης
- διαφόρων τύπων αισθητήρων

Μία τρίτη, τέλος, διάκριση αφορά το είδος της πληροφορίας την οποία οι συσκευές αυτές διαχειρίζονται. Αυτές μπορεί να είναι:

- γεννήτριες ήχου
- εξωγενείς ηχητικές πηγές (ηχητικά στιγμιότυπα)
- σήματα ρυθμίσεων
- ηλεκτρικά σήματα

Ακολουθεί μία πιο συνοπτική παρουσίαση των συσκευών αυτών.

9.3.2 Οι Η/Υ και τα περιφερειακά τους

9.3.2.1 Ο υπολογιστής ως εργαλείο μουσικής σύνθεσης

Από τους πρώτους Η/Υ που πρωτο-χρησιμοποιήθηκαν για τη σύνθεση μουσικών έργων μέχρι τη σημερινή εποχή, έχει διανυθεί μία τεράστια απόσταση από πλευράς τεχνολογικής εξέλιξης. Ένας από τους πρώτους υπολογιστές που χρησιμοποιήθηκε για μουσική με τη γλώσσα MUSIC I ήταν ο IBM 704, ο οποίος κατασκευάστηκε το 1957. Ο IBM 704 μπορούσε να εκτελεί 40.000 εντολές το δευτερόλεπτο, ενώ οι μονάδες του καταλάμβαναν πολλά τετραγωνικά μέτρα. Ένας απλός τετραπύρηνος επεξεργαστής του εμπορίου, ενσωματωμένος σε κάποιο tablet σήμερα, μπορεί να εκτελεί δισεκατομμύρια εντολές το δευτερόλεπτο. Ο ίδιος πάντως υπολογιστής είναι διάσημος και για την πρώτη απόπειρα σύνθεσης ανθρώπινης φωνής, το 1962 από τον John L. Kelly.

Εικόνα 9.12 *Άποψη του IBM-704 [πηγή: wikimedia commons, ιδιοκτησία: Lawrence Livermore National Laboratory].*

Το συγκεκριμένο μουσικό ιδίωμα ονομάστηκε *Μουσική μέσω Υπολογιστή* (Computer Music). Η μουσική αυτή παραγόταν σε κάποια ελάχιστα ερευνητικά κέντρα και ακαδημαϊκά ιδρύματα, κυρίως στις ΗΠΑ, καθώς το κόστος για την απόκτηση ενός τέτοιου μηχανήματος την εποχή εκείνη ήταν απαγορευτικό. Η πρόσβαση, επίσης, ήταν περιορισμένη, καθώς η χρήση τους μοιραζόταν ανάμεσα στους διαφορετικούς τομείς των ιδρυμάτων. Αυτό είχε ως συνεπακόλουθο την εμπλοκή και άλλων επιστημονικών κατευθύνσεων στη διαδικασία της μουσικής δημιουργίας: κατευθύνσεις όπως της ψυχολογίας, της μηχανικής, των ηλεκτρονικών κ.ά., συνέπραξαν από κοινού με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων επιστημονικών κλάδων και νέων συσκευών και τεχνολογιών.

Παράλληλα με τη Μουσική μέσω Υπολογιστή, μια δεύτερη εφαρμογή των Η/Υ στη μουσική δημιουργία αφορούσε τη χρήση τους ως εργαλείο ανάπτυξης μουσικού score: ο συνθέτης, δίνοντας τις κατάλληλες οδηγίες, προγραμμάτιζε τον υπολογιστή, προκειμένου να παραχθεί μία παρτιτούρα η οποία στη συνέχεια εκτελούνταν από μουσικούς εκτελεστές. Έτσι, το 1957 ο Lejaren Hiller συνέθεσε για πρώτη φορά μέσω υπολογιστή το έργο του Illiac Suite (String Quartet No. 4), ενώ και ο Iannis Xenakis στις επόμενες δεκαετίες χρησιμοποιήσε σε μεγάλο βαθμό τον υπολογιστή για τον ίδιο σκοπό. Τα προγράμματα αυτά παρήγαγαν μια σειρά από αριθμητικές τιμές οι οποίες αντιστοιχούσαν στις τιμές των νοτών, στις διάρκειές τους, στις τιμές των δυναμικών κ.ο.κ., μέσα από αλγοριθμικές συνήθως δομές. Για τον λόγο αυτόν η συγκεκριμένη τεχνική σύνθεσης ονομάστηκε *Σύνθεση Υποβοηθούμενη από τον Υπολογιστή* (Computer-aided Composition).

Η Μουσική μέσω Υπολογιστή άνθησε κυρίως στις δεκαετίες του 1960 και 1970, στη διάρκεια των οποίων παρήχθησαν μια σειρά από σημαντικά μουσικά έργα. Ταυτόχρονα, εξερευνήθηκαν νέες συνθετικές, ηχοχρωματικές και εκφραστικές δυνατότητες, συμβάλλοντας έτσι στην υλοποίηση νέων συσκευών και τεχνολογίων, οι οποίες, στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκαν από τη μουσική βιομηχανία και τη βιομηχανία των

Η/Υ. Παρ' όλα αυτά, αποτέλεσε ένα κλειστό περιβάλλον, περιορισμένο στα πλαίσια των ακαδημαϊκών ιδρυμάτων.

Σημαντικό σταθμό στα επόμενα χρόνια, στην εξέλιξη της μουσικής δημιουργίας, αποτέλεσε η εμφάνιση των πρώτων μικρο-υπολογιστών στα τέλη της δεκαετίας του 1970, όπου πλέον αναπτύσσονται μια σειρά από εφαρμογές για μουσική σύνθεση και επεξεργασία για προσωπικούς υπολογιστές. Η εξέλιξη αυτή επέτρεψε - κυρίως από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 - την πρόσβαση στη μουσική δημιουργία μέσω υπολογιστή σε εκατομμύρια χρήστες, η οποία μέχρι πρότινος αποτελούσε μία κλειστή ακαδημαϊκή διαδικασία μερικών εκατοντάδων συνθετών και ερευνητών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, εκτός από την ανάπτυξη ενός πλήθους νέων εφαρμογών, και την εμφάνιση νέων μουσικών ιδιωμάτων σε μία περισσότερο δημοφιλή (popular) κατεύθυνση.

Εικόνα 9.13 *Ο θρυλικός ATARI ST1040 με την πολυκάναλη MIDI εφαρμογή Cubase της εταιρείας Steinberg.*

Στα μέσα της δεκαετίας του 1990, η εμφάνιση αρκετά γρήγορων επεξεργαστών επιτρέπουν για πρώτη φορά την υποστήριξη εφαρμογών μουσικής σύνθεσης σε πραγματικό χρόνο. Ο προσωπικός υπολογιστής, εκτός από εργαλείο μουσικής σύνθεσης, αποτελεί πλέον και *εργαλείο εκτέλεσης* του μουσικού έργου, όπου ο συνθέτης-εκτελεστής μπορεί πλέον να επεμβαίνει στο υλικό του κατά τη διάρκεια αναπαραγωγής της μουσικής σύνθεσης, ακριβώς όπως και με οποιοδήποτε άλλο μουσικό όργανο.

Στα τέλη της ίδιας δεκαετίας οι εφαρμογές αυτές μεταφέρονται σε γρήγορους πλέον φορητούς υπολογιστές, και ένα νέο μουσικό ιδίωμα εμφανίζεται: η μουσική των φορητών υπολογιστών ή *laptop music*. Ο συνθέτης/εκτελεστής χρησιμοποιεί το ποντίκι, το πληκτρολόγιο, καθώς και μία σειρά από *ελεγκτές* (controllers) για να αποδώσει το μουσικό έργο σε πραγματικό χρόνο. Εκτός, λοιπόν, από το λογισμικό, και οι ίδιες οι περιφερειακές συσκευές του υπολογιστή διαμορφώνουν τις εκτελεστικές δυνατότητες και τελικά την ίδια την αισθητική κατά τη ζωντανή μουσική εκτέλεση.

Εικόνα 9.14 *Ο Alva Noto (Carsten Nicolai) εκτελεί με το laptop του κατά τη διάρκεια ζωντανής μουσικής εκτέλεσης στο φεστιβάλ του MUTEK, στο Μόντρεαλ το 2004 [πηγή: wikimedia commons, δημιουργός: AlexReynolds – Wikimedia, άδεια χρήσης: GNU Free Documentation License].*

Η εξάπλωση των ασύρματων φορητών συσκευών που ακολούθησε στα τέλη της δεκαετίας του 2000 μεταφέρει μία νέα αισθητική αντίληψη στις εφαρμογές της μουσικής και του ήχου. Χιλιάδες πλέον *εφαρμογές* (applications) φορητών συσκευών για τη μουσική δημιουργία και τη διαχείριση της ηχητικής πληροφορίας κατακλύζουν το Διαδίκτυο.

Εικόνα 9.15 *Μετακινώντας το δάκτυλό μας στην οθόνη του κινητού εφαρμογών (smart phone), η εφαρμογή Leon για το λειτουργικό Android αναπαράγει τον ήχο του Theremin. Κατ' αυτόν τον τρόπο η συσκευή του κινητού μετατρέπεται πλέον σε μουσικό όργανο [video still από: https://play.google.com/store/apps/details?id=org.sokin.android.leon&hl=en / δημιουργός: Νίκος Παπαδακάκης].*

9.3.2.2 Οι μονάδες ήχου του Η/Υ – Κάρτες ήχου

Η βασική μονάδα ήχου του Η/Υ είναι η κάρτα ήχου. Η μονάδα αυτή πληροί όλα τα χαρακτηριστικά ενός τυπικού συστήματος επεξεργασίας/διαχείρισης ήχου. Περιλαμβάνει, δηλαδή, αναλογικές εισόδους και εξόδους (Line-In, Mic-In και Line-Out), θύρες γενικής χρήσης (USB, FireWire), καθώς και εξειδικευμένες θύρες για σύνδεση με συσκευές ήχου (MIDI-in/out). Η κύρια λειτουργία της αφορά τη μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό, διαδικασία κατά την οποία *εισάγουμε έναν ήχο στον Η/Υ* προκειμένου να τον επεξεργαστούμε και να τον αποθηκεύσουμε, και τη μετατροπή ψηφιακού σήματος σε αναλογικό, διαδικασία κατά την οποία *εξάγουμε έναν ήχο από τον Η/Υ* προκειμένου να τον αναπαράγουμε.

Στην πιο απλή τους μορφή τα κυκλώματα αυτά βρίσκονται είτε ενσωματωμένα στη μητρική κάρτα του υπολογιστή, είτε αποτελούν μέρος μιας κάρτας επέκτασης. Στις περιπτώσεις αυτές παρέχονται τρεις διαφορετικοί τύποι καρτών, οι οποίες διαχωρίζονται από το πλήθος των καναλιών εξόδου: απλής στερεοφωνίας, 5.1 και 7.1, με αντίστοιχα ζευγάρια θυρών εξόδου (1, 3 και 4).

Στην πιο εξελιγμένη μορφή τους οι κάρτες αυτές αφορούν εξωτερικές κάρτες ήχου, οι οποίες συνδέονται μέσω μιας θύρας του Η/Υ (συνήθως πλέον USB) (Εικόνα 9.16).

Εικόνα 9.16 *Μία εξωτερική κάρτα ήχου οκτώ καναλιών εισόδου και οκτώ καναλιών εξόδου. Η κάρτα συνοδεύεται και από μία πρόσθετη μονάδα προ-ενισχυτών για τις εισόδους (στο επάνω μέρος).*

9.3.3 Αυτόνομες συσκευές ήχου

9.3.3.1 Συσκευές καταγραφής/αποθήκευσης ήχου

Η δυνατότητα καταγραφής του Ήχου και η αναπαραγωγή του, η δυνατότητα, δηλαδή, *μνήμης* στη μουσική αφήγηση, υπήρξε μία επανάσταση για τη Μουσική Δημιουργία, αντίστοιχη με την εφεύρεση της τυπογραφίας. Οι πρώτες συσκευές καταγραφής ήχου χρονολογούνται στα τέλη του 19ο αιώνα (Φωνογράφος – Thomas Edison - 1877, Γραμμόφωνο– Emile Berliner - 1888).

Στη δεκαετία του 1930 υλοποιείται η εφεύρεση του μαγνητοφώνου (Magnetophon) από τη γερμανική εταιρεία BASF. Στα τέλη της δεκαετίας του 1940, στο Παρίσι, στα studio της γαλλικής ραδιοφωνίας Radiodiffusion Nationale, μία σειρά από ειδικά μετασκευασμένα μπομπινόφωνα χρησιμοποιούνται για πρώτη φορά για τη μουσική σύνθεση. Οι συνθέτες χρησιμοποιούν ήχους από το φυσικό περιβάλλον και τους μετασχηματίζουν κατάλληλα προκειμένου να δημιουργήσουν ηχητικά μορφώματα, υλοποιώντας, έτσι, τις πρώτες συνθέσεις της *musique concrete* (αναλυτικότερα βλέπε υποκεφάλαιο 9.6.1, κεφαλαίου 9 Β τόμου: *Ο ήχος ως αυτόνομο καλλιτεχνικό περιβάλλον*). Με τη βοήθεια ειδικά διαμορφωμένων μαγνητοφώνων επεμβαίνουν στην ταχύτητα αναπαραγωγής τους, αποκόπτουν και επιλέγουν συγκεκριμένα τμήματα, δημιουργούν collage από ετερογενείς πηγές. Εμπνευστήςτης μουσικής αυτής δημιουργίας υπήρξε ο *Pierre Schaeffer,* ο οποίος, μαζί με τον συνθέτη και συνεργάτη του *Pierre Henry,* κατασκεύασαν μία σειρά από μαγνητόφωνα για τον σκοπό αυτό:

- το *phonogène*, ένα ειδικά διαμορφωμένο μαγνητόφωνο με δυνατότητα τονικής/χρονικής διολίσθησης
- ένα μαγνητόφωνο τριών κεφαλών εγγραφής/μίξης
- το *morphophone*, το οποίο, μέσω πολλαπλών κεφαλών αναπαραγωγής σε διαφορετικές θέσεις, είχε ως αποτέλεσμα πολλαπλά χρονικά στιγμιότυπα του σήματος με αποτέλεσμα τη δημιουργία *καθυστέρησης* (delay), φίλτρων και φαινομένων *αντήχησης* (reverb).

Στη δεκαετίατου 1960 δημιουργήθηκαν φορητά μπομπινόφωνα με την προσθήκη μπαταριών, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά κύριο λόγο στην κινηματογραφική βιομηχανία. Μία πολύ διάσημη συσκευή αυτού του είδους απετέλεσε η συσκευή *Nagra*, την οποία αρκετοί συνθέτες ενέπλεξαν στις συνθέσεις τους, ανάμεσα στους οποίους και ο Frank Zappa.

Εικόνα 9.17 *Η αναλογική φορητή συσκευή καταγραφής ήχου Nagra [πηγή: wikimedia commons, χρήστης: Julo, άδεια χρήσης: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported].*

Τη δεκαετία του 1970 η ιαπωνική DENON (1977), η αμερικανική Soundsteam (1979) και η βρετανική DECCA (1979) παρουσιάζουν τις πρώτες εμπορικές ψηφιακές συσκευές ηχογράφησης ήχου. Οι συσκευές αυτές, μεγάλες σε όγκο και με υψηλό κόστος απόκτησης, αρχικά χρησιμοποιήθηκαν κυρίως στη μουσική βιομηχανία στον τομέα της παραγωγής. Επειδή ουσιαστικά αποτέλεσαν τις πρώτες συσκευές ήχου βασισμένες στην ψηφιακή τεχνολογία, έθεσαν τα πρότυπα της ψηφιακής κωδικοποίησης (PCM) και αποτέλεσαν τον προπομπό άλλων γνωστών ψηφιακών τεχνολογιών ήχου, όπως το CD format (1982 – Philips, Sony). Στη δεκαετία του 1980 ακολούθησαν και άλλες συσκευές ψηφιακής εγγραφής με κοινό χαρακτηριστικό τη χρήση *μαγνητοταινιών* σε καρούλια *μπομπίνας* ως μέσου αποθήκευσης. Ωσπου, το 1987, η εταιρεία Sony παρουσιάζει μία νέα συσκευή η οποία πλέον χρησιμοποιεί μία *μικρή κασέττα* για την εγγραφή και αποθήκευση του ψηφιακού ήχου: το DAT (Digital Audio Tape).

Εικόνα 9.18 *Η ψηφιακή κασέτα DAT [πηγή: wikimedia commons, χρήστης: Soerfm, άδεια χρήσης: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported].*

Η τεχνολογία της ψηφιακής κασέτας μείωσε κατά πολύ τον όγκο της συσκευής και επέτρεψε την πραγματοποίηση των πρώτων μικρών φορητών ψηφιακών συσκευών ηχογράφησης. Στη δεκαετία του 1990 ακολούθησαν και άλλα format φορητών συσκευών, όπως το MiniDisc (1992, Sony) και το DCC (1992, Philips-Matsushita), τα οποία όμως χρησιμοποιούσαν τεχνικές συμπίεσης για την ψηφιακή κωδικοποίηση του ήχου. Ένα άλλο χαρακτηριστικό των συσκευών αυτών ήταν πως κάποιες από αυτές δεν επέτρεπαν παρά μόνο ένα ψηφιακό αντίγραφο του πρωτότυπου.

Ωσπου, στα τέλη της δεκαετίας του 1990, η διάδοση μικρών φορητών *καρτών μνήμης* με μεγάλες χωρητικότητες (MMC – MultiMedia Card, 1997 και SD – Secure Data, 1999), επέτρεψε τη χρήση τους από ένα μεγάλο εύρος ψηφιακών συσκευών (ψηφιακές κάμερες, φωτογραφικές μηχανές, κινητά τηλέφωνα κ.λπ.) ανάμεσα στις οποίες και οι φορητοί καταγραφείς ήχου.

Στην πιο απλή τους μορφή οι συσκευές καταγραφής ψηφιακού ήχου έχουν ενσωματωμένο μικρόφωνο - ή ζεύγος μικροφώνων για στερεοφωνική εγγραφή - ενώ οι πιο εξελιγμένες παρέχουν υποστήριξη πολλαπλών υποδοχών για εξωτερικά μικρόφωνα, καθώς και αντίστοιχο πλήθος κυκλωμάτων προ-ενίσχυσης.

Εικόνα 9.19 *Μικρή φορητή συσκευή στερεοφωνικής εγγραφής με ενσωματωμένα μικρόφωνα.*

Με την έλευση των ασύρματων φορητών συσκευών και τη χρήση κατάλληλου λογισμικού, η διαδικασία εγγραφής/αποθήκευσης έχει απλοποιηθεί σημαντικά. Παρ' όλα αυτά, οι φορητοί εγγραφείς ήχου παρέχουν σαφώς πιο εξειδικευμένα κυκλώματα για την πληρέστερη ηχογράφηση του ηχητικού σήματος.

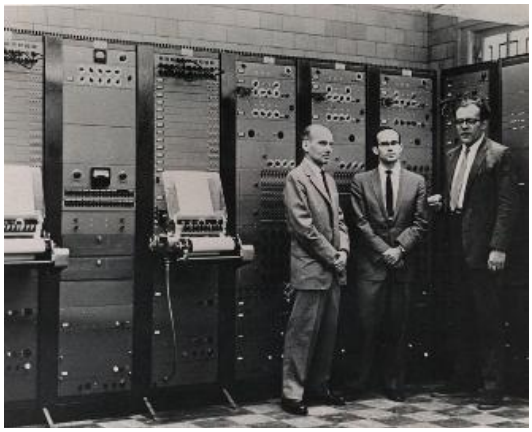
9.3.3.2 Συσκευές επεξεργασίας ήχου

Η κατηγορία αυτή αφορά συσκευές οι οποίες επεμβαίνουν στα χαρακτηριστικά του ήχου υλοποιώντας συγκεκριμένες τεχνικές επεξεργασίας (effects). Χρησιμοποιούνται πλέον, κατά κύριο λόγο, από τη μουσική βιομηχανία κατά τη διαδικασία της μουσικής παραγωγής, καθώς ένα μεγάλο τμήμα της έχει υποκατασταθεί από εξειδικευμένο λογισμικό επεξεργασίας ήχου. Παρ' όλα αυτά, όπως και στην περίπτωση των συνθετητών, κάποια μηχανήματα διατηρούν ακόμη το ιδαίτερο ηχοχρωματικό ύφος τους, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται ακόμα από μερίδα καλλιτεχνών.

9.3.3.3 Ηλεκτρονικά μουσικά όργανα – Συνθετητές

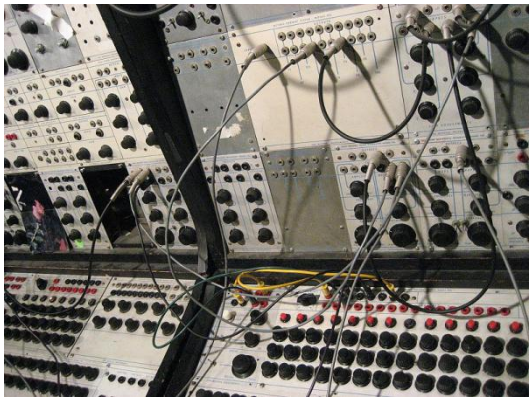
Σχεδόν ταυτόχρονα με το ξεκίνημα της musique concrete, ένας δεύτερος πόλος για τη Νέα Μουσική δημιουργείται στις αρχές της δεκαετίας του 1950 στα studio της ραδιοφωνίας στην Κολωνία (WDR - Westdeutscher Rundfunk Köln). Η μουσική αυτή βασίστηκε εξολοκλήρου στη χρήση ηλεκτρονικών γεννητριών ήχου και επακόλουθα ονομάστηκε *Ηλεκτρονική Μουσική* (Elektronische Musik). Συνθέτες όπως οι Karlheinz Sockhausen, György Ligeti κ.ά. συνέθεσαν έργα ηλεκτρονικής μουσικής στα studio της WDR (αναλυτικότερα βλέπε υποκεφάλαιο 9.6.2, κεφαλαίου 9 Β τόμου: *Ο ήχος ως αυτόνομο καλλιτεχνικό περιβάλλον*).

Στα επόμενα χρόνια δημιουργήθηκαν μηχανές οι οποίες περιελάμβαναν κατάλληλα κυκλώματα για τη δημιουργία ηλεκτρονικής μουσικής. Ονομάστηκαν *synthesizers* (συνθετητές). Ένας από τους πρώτους συνθετητές, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία μιας σειράς έργων ηλεκτρονικής μουσικής, απετέλεσε ο RCA Mark II Sound Synthesizer (1957). Το συγκεκριμένο μηχάνημα αποκτήθηκε από το ερευνητικό κέντρο CPEMC (*Columbia-Princeton Electronic Music Center*) – σύμπραξη των πανεπιστημίων Columbia και Princeton στη Νέα Υόρκη - με το οποίο αρκετοί συνθέτες συνέθεσαν έργα ηλεκτρονικής μουσικής (αναλυτικότερα βλέπε υποκεφάλαιο 9.6.3, κεφαλαίου 9 Β τόμου: *Ο ήχος ως αυτόνομο καλλιτεχνικό περιβάλλον*).



Εικόνα 9.20 *Οι Milton Babbitt, Peter Mauzey και Vladimir Ussachevsky μπροστά από τον τεραστίων διαστάσεων MARK II. [πηγή – ιδιοκτησία: Columbia-Princeton Electronic Music Center, Columbia University].*

Το 1959–1960 ο Harald Bode δημιούργησε το πρώτο modular synthesizer. Οι *μονάδες* του (modules), σε αντίθεση με τα μέχρι τότε μηχανήματα, δεν ήταν με σταθερό τρόπο συνδεδεμένες μεταξύ τους. Ο σύνθετης επέλεγε, ανάλογα με τον αλγόριθμο ήχου που ήθελε να υλοποιήσει, κάθε φορά μία διαφορετική συνδεσμολογία. Οι συνδέσεις πραγματοποιούνταν με ειδικά βύσματα (patch-chords). Κάθε τέτοια διαφορετική συνδεσμολογία ονομάζεται patch. Στις επόμενες δύο δεκαετίες ο Robert Moog, ο Don Buchla κ.ά. υλοποιούν τα δικά τους modular synthesizer.



Εικόνα 9.21 *Μία συνδεσμολογία (patch) με patch-chords στο Buchla-100 (1963) [πηγή: wikimedia commons, χρήστης: Bennett, άδεια χρήσης: Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Generic License].*

Στα μέσα της δεκαετίας του 1970, κατασκευάζονται οι πρώτοι πολυφωνικοί συνθετητές, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα ταυτόχρονης παραγωγής ήχου από περισσότερα του ενός πλήκτρα, ενώ στα τέλη της ίδιας δεκαετίας, εμφανίζονται οι πρώτοι συνθετητές με ψηφιακά πλέον κυκλώματα (digital synthesizers).

Μία πιο πρόσφατη εξέλιξη αφορά την ενσωμάτωση των κυκλωμάτων και της λογικής ενός συνθετητή σε μικρές συσκευές χειρός. Ο έλεγχος γίνεται μέσω ενός touch pad ενώ υπάρχει επιλογέας προγραμμάτων και ρυθμίσεων.

Εικόνα 9.22 *Ο συνθετητής χειρός Kaossilator της Korg (2007) [πηγή: wikimedia commons, δημιουργός: Fhayashi, άδεια χρήσης: public domain].*

Οι συνθετητές, αν και πλέον χρησιμοποιούνται ελάχιστα λόγω της υποκατάστασής τους από αντίστοιχο εξειδικευμένο λογισμικό, έχουν, παρ' όλα αυτά, μία ιδιαίτερη ηχητική υπογραφή η οποία δύσκολα αναπληρώνεται από ένα ολοκληρωμένο ψηφιακό περιβάλλον.

9.3.4 Εξωτερικές συσκευές ελέγχου/ρυθμίσεων(controllers)

Οι συσκευές ελέγχου ή ρυθμίσεων αποτελούν μία κατηγορία συσκευών οι οποίες αναπληρώνουν την περιορισμένη εκτελεστική δυνατότητα των περιφερειακών συσκευών του Η/Υ (ποντίκι, πληκτρολόγιο) κατά τη διάρκεια εκτέλεσης ενός μουσικού έργου μέσω Η/Υ. Αφορούν δηλαδή διατάξεις οι οποίες μεταφέρουν τις *εκτελεστικές χειρονομίες* του εκτελεστή, μέσω *σημάτων ρυθμίσεων* (control signals), σε κάποιο λογισμικό ήχου το οποίο εκτελείται από τον υπολογιστή. Από αυτήν την άποψη, οι συσκευές αυτές δεν παράγουν πρωτογενώς ήχο αλλά ελέγχουν τις παραμέτρους ενός περιβάλλοντος ηχητικής/μουσικής σύνθεσης. Στην πλειονότητά τους οι συσκευές αυτές ακολουθούν το πρωτόκολλο επικοινωνίας MIDI. Για αυτόν τον λόγο στο παρελθόν είχαν καθιερωθεί και ως MIDI controllers. Από τις αρχές του 2000 οι συσκευές πλέον επικοινωνούν και με το πιο εξελιγμένο πρωτόκολλο OSC (Open Sound Control).

9.3.4.1 Συσκευές ελέγχουMIDI (MIDI Controllers)

Αναλόγως του τύπου διάδρασης, οι Συσκευές Ελέγχου MIDI απαντώνται στις εξής κατηγορίες:

- προσομοίωσης μουσικών οργάνων (πληκτροφόρα, πνευστά, κρουστά)
- ποτενσιόμετρα (διαρκούς/ατέρμονης κύλισης, διακόπτες)
- διαφόρων τύπων αισθητήρων
- motion capture

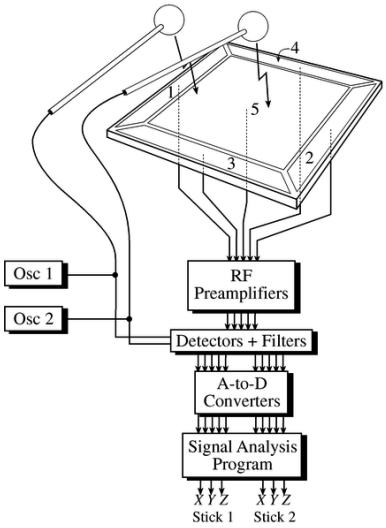
Οι ελεγκτές προσομοίωσης μουσικών οργάνων αφορούν συσκευές οι οποίες προσομοιώνουν τους εκτελεστικούς χειρισμούς που παρέχει ένα μουσικό όργανο. Έτσι, στη δεκαετία του 1980 παρουσιάστηκε ένα μεγάλο πλήθος πληκτροφόρων, κρουστών ή ακόμη και πνευστών συσκευών, ενώ άλλες συσκευές αφορούσαν υβριδικά όργανα: πληκτροφόρες κιθάρες, πληκτροφόρα με έλεγχο πνευστού, ηλεκτρονικά δοξάρια κ.ο.κ.

Εικόνα 9.23 *Τυπικό MIDI keyboard. Εκτός των πλήκτρων παρέχονται μια σειρά από ποτενσιόμετρα και διακόπτες.*

Μία άλλη κατηγορία συσκευών αφορά ποτενσιόμετρα (σταθερής ή ατέρμονης κύλισης) και διακόπτες εν γένει. Οι συσκευές αυτές απαντώνται είτε αυτόνομες είτε ενσωματωμένες σε κάποιου άλλου είδους συσκευή (π.χ. midi keyboard).

Εικόνα 9.24 *Συσκευή ελέγχου με πλήθος από ποτενσιόμετρα.*

Σταδιακά, οι μορφές διάδρασης εξελίχθηκαν και, εκτός από συσκευές με προκαθορισμένο βαθμό ελέγχου (πλήκτρα, ποτενσιόμετρα ή διακοπτές), υλοποιήθηκαν και άλλες με περισσότερες εκφραστικές δυνατότητες, κυρίως μέσω χρήσης αισθητήρων. Δύο τέτοιες χαρακτηριστικές συσκευές, που χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν, ήταν το Radiodrum και το Continuum Fingerboard. Το *Radiodrum* ή *Radio-baton* (Bob Boie et al, Bell Labs – 1989), εκτός από τη λειτουργία του ως midi κρουστό, μεταφέρει τρισδιάστατη πληροφορία σε σχέση με τη θέση που έχουν οι δύο καλωδιωμένες μπακέτες, με μία τεχνική παρόμοια με αυτή του Theremin. Το *Continuum Fingerboard* ή *Haken Continuum* (Lippold Haken, CERL, University of Illinois– 1999) αποτελεί μία μακρόστενη επιφάνεια, η οποία περιλαμβάνει αισθητήρες θέσης και πίεσης των χεριών του εκτελεστή. Επιπρόσθετα, είναι ικανή να ανιχνεύσει διαφοροποιήσεις στην κατακόρυφη θέση του χεριού. Η συσκευή αυτή μπορεί να επιτύχει μεγάλο βαθμό ανάλυσης στις τιμές που ανιχνεύει επιτρέποντας μουσικές χειρονομίες συνεχόμενης ροής (glissando, acceleranto κ.λπ.).



Εικόνες 9.25-9.26 *Το διάγραμμα ροής πληροφορίας της συσκευής Radiodrum (αριστερά) και ο Max Mathews εκτελώντας σε αυτήν (δεξιά) [πηγές: http://soundlab.cs.princeton.edu (9.25),wikimedia commons, δημιουργός: Finnianhughes101, άδεια χρήσης: public domain].*

Εικόνα 9.27 *Η συσκευή αφής συνεχόμενης ροής Continuum Fingerboard [πηγή: wikimedia commons, δημιουργοί: Lippold Haken και Edmund Eagan, άδεια χρήσης: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported].*

Οι συσκευές *motion capture* –απαντώνται και ως *gesture recognition* ή *kinetics*, αφορούν διατάξεις οι οποίες αποτυπώνουν τιμές σχετικά με την κίνηση και τη διάδραση είτε ολόκληρου του σώματος στον χώρο είτε διαφόρων μελών του. Κατά διαστήματα στο παρελθόν έχει αναπτυχθεί μία σειρά από γάντια (MIDI gloves), καθώς και διάφορα συστήματα καλωδίωσης στο ανθρώπινο σώμα. Εκτός από τη χρήση τους ως εργαλεία μουσικής εκτέλεσης, οι συσκευές αυτές επέτρεψαν να αναδυθεί μία σειρά από νέες τάσεις καλλιτεχνικής έκφρασης στις δεκαετίες του 1980 και 1990, κυρίως στον χώρο της performance.

Εικόνα 9.28 *Ένα διαδραστικόγάντι κατασκευασμένο από την Laetitia Sonami το οποίο περιέχει μία σειρά από αισθητήρες και χρησιμοποιείται κυρίως ως εργαλείο μουσικής εκτέλεσης [πηγή: http://web.media.mit.edu/~joep/SpectrumWeb/captions/Sonami.html].*

Το πρωτόκολλο MIDI και οι συσκευές του υποβοήθησαν, για δύο τουλάχιστον δεκαετίες, τη διαδικασία της μουσικής εκτέλεσης, απελευθερώνοντας τους μουσικούς από τις περιορισμένες δυνατότητες των περιφερειακών συσκευών του Η/Υ. Από τα τέλη όμως της δεκαετίας του 1990 εμφανίζονται νέα πρωτόκολλα στη μουσική διάδραση. Ταχύτερα, μεγαλύτερης ανάλυσης, ασύρματης μετάδοσης και, κυριότερο όλων, δικτυακής υποδομής (over IP).

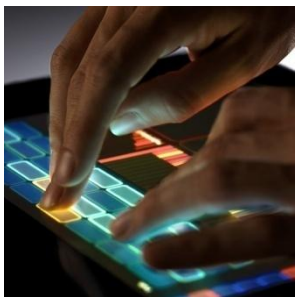
9.3.4.2 Συσκευές απτικής διάδρασης / Tangible User Interface (TUI)

Την τελευταία δεκαετία έχει αναπτυχθεί μία νέα γενιά συσκευών οι οποίες βασίζονται σε μία σειρά από νέα πρωτόκολλα όπως το OSC, το TUIO, το XNA κ.ά. Τα πρωτόκολλα αυτά, σε συνδυασμό με νέες βοηθητικές συσκευές (κάμερες υπέρυθρης ακτινοβολίας, επιφάνειες αφής, αισθητήρες και ενεργοποιητές), επιτρέπουν νέες δυνατότητες καλλιτεχνικής έκφρασης στη μουσική δημιουργία. Επειδή μάλιστα η διάδραση τους βασίζεται κυρίως στην αίσθηση της αφής, οι νέες αυτές συσκευές ανήκουν στα απτικά περιβάλλοντα διάδρασης (Tangible User Interface - TUI).

Οι συσκευές αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση τον τύπο διάδρασης ως εξής:

- απτικού ελέγχου
- μετάθεσης αντικειμένων
- σταθερού πλέγματος
- χωρικής λογικής

Στα μέσα περίπου της δεκαετίας του 2000 δημιουργείται ένα πλήθος συσκευών απτικού ελέγχου, βασισμένες σε επιφάνειες αφής, το μέγεθος των οποίων ποικίλλει από μία απλή πινακίδα έως ένα μεγάλο τραπέζι, με σκοπό τη μουσική εκτέλεση και δημιουργία. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον ο μουσικός εκτελεί ένα μουσικό έργο επεμβαίνοντας με τα δάκτυλά του σε συγκεκριμένα σημεία της επιφάνειας ανάλογα με τον τύπο της γραφιστικής διάδρασης που κάθε περιβάλλον παρέχει. Στην πιο απλή μορφή το γραφικό περιβάλλον αναπαριστά τα αναλογικά μέρη μιας τυπικής συσκευής ελέγχου (ποτενσιόμετρα, γραμμές κύλισης, διακόπτες), ενώ άλλες πιο ευφάντασες μορφές γραφιστικής διάδρασης έχουν, επίσης, αναπτυχθεί. Μερικές τέτοιες χαρακτηριστικές επιφάνειες ελέγχου είναι οι εξής: Lemur (JazzMutant, 2004), Akustisch (Balz Rittmeyer – University Of Art And Design Zurich, 2008), Sound Storm (Christian Bannister – Subcycle Labs, 2009), Stereotronic Multi-Synth Orchestra (Robert Lewis, Zach Archer – Fashionbuddha, 2009) κ.ά.



Εικόνα 9.29 *Η επιφάνεια αφής Lemur της JazzMutant.*

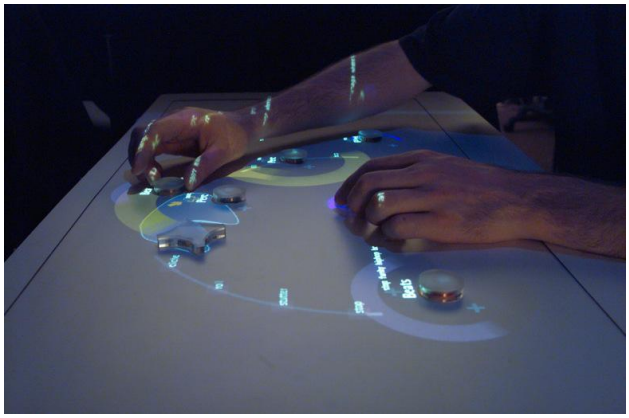
Εικόνα 9.30 *Μουσική εκτέλεση με τη χρήση του Sound Storm [video still από subcycle.org.]*

Μια επόμενη εξέλιξη στις συσκευές αυτές αποτελεί η χρήση τρισδιάστατων αντικειμένων, καθένα από τα οποία αντιστοιχεί σε μία διαφορετική εκτελεστική/συνθετική ιδιότητα. Καθώς τα αντικείμενα αυτά μετακινούνται επάνω στην επιφάνεια, η κίνηση ανιχνεύεται και μια ακολουθία ενεργειών σηματοδοτείται προς το λογισμικό του ήχου. Οι κινήσεις αυτές μπορεί να αφορούν γραμμικές ή παραβολικές μετατοπίσεις, περιστροφές γύρω από μία σταθερή θέση κ.ο.κ. Κατ' αυτόν τον τρόπο, η εκτέλεση ενός έργου πραγματοποιείται τόσο μέσω της σχετικής θέσης όσο και της κατεύθυνσης που έχει κάθε αντικειμένο.

Το ReacTable (Sergi Jordà et al – Music Technology Group, Universitat Pompeu Fabra-Barcelona, 2004) αποτελεί μια μεταφορά ενός κλασικού περιβάλλοντος σύνθεσης σε ένα νέο περιβάλλον απτικής διάδρασης, στο οποίο χρησιμοποιούνται τρισδάστατα αντικείμενα διαφορετικού σχήματος και χρώματος. Κάθε αντικείμενο αντιστοιχεί σε μία διαφορετική μονάδα ενός αναλογικού συνθετητή – όπως ένας ταλαντωτής, ένα φίλτρο, ή ένα sequencer, ενώ υπάρχουν και αντικείμενα που προσδίδουν συγκεκριμένες ενέργειες στις μονάδες ήχου, όπως, για παράδειγμα, ένας *περιοδικός ενεργοποιητής* (periodic trigger). Από τη στιγμή που ένα αντικείμενο τοποθετηθεί στην επιφάνεια, τότε εμφανίζονται διάφορα γραφικά σύμβολα (όπως σχήματα σχετικά με τη λειτουργία της μονάδας) τα οποία μεταφέρουν οπτική πληροφορία στον χρήστη. Άλλα σύμβολα επιτρέπουν την απτική επαφή με την άκρη των δακτύλων του εκτελεστή, προκειμένου να ρυθμίζονται διάφορα επιμέρους χαρακτηριστικά της μονάδας, ενώ αυτή εκτελείται.

Εικόνα 9.31 *Το περιβάλλον εκτέλεσης του ReacTable [πηγή: wikimedia commons, δημιουργός: The Reactable, άδεια χρήσης: Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Generic License].*

Το AudioPad (James Patten et al – Media Lab, MIT, 2002) περιλαμβάνει μία σειρά από δισκία, τα οποία καλούνται «pucks», σε καθένα από τα οποία μπορεί να αντιστοιχηθεί ένα πλήθος από *ηχητικά στιγμιότυπα* (audio samples). Η θέση και η κατεύθυνση κάθε τέτοιου αντικειμένου προσδιορίζει μία σειρά από επεμβάσεις στον ήχο στον οποίο αυτό αντιστοιχεί, όπως η ένταση με την οποία θα αναπαραχθεί, ή κάποια εξειδικευμένη επεξεργασία (effect). Επιπρόσθετη γραφιστική πληροφορία εμφανίζεται επάνω και γύρω από κάθε αντικείμενο, η οποία σχετίζεται με τη λειτουργία του.



Εικόνα 9.32 *Το AudioPad με τη χρήση αντικειμένων δισκίων (pucks) κατά την εκτελεστική διάδραση [press photo – MIT Media Lab, http://tangible.media.mit.edu/project/audiopad/].*

Άλλες πλατφόρμες της ίδιας κατηγορίας αποτελούν τα ConDio (Talaganov Goce et al – Allborg University Copenhagen, 2005), ZenWaves (Eitan Glinert et al – Tangible Media Group, MIT Media Lab, 2008), Xenakis (Philipp Pötzl et al –University of Augsburg, 2007), Instant City (Sibylle Hauert, Daniel Reichmuth – Rosen & Spademan Enterprise, 2003) κ.ά.

Εικόνα 9.33 *Το InstantCity συνδυάζει το κτίσιμο αρχιτεκτονικών συνόλων με τη μουσική δημιουργία [πηγή: www.instantcity.ch].*

Μία παραλλαγή της παραπάνω κατηγορίας αφορούν διατάξεις όπου ο εκτελεστής τοποθετεί ομοιόμορφα αντικείμενα, όπως σφαιρίδια, πλακίδια κ.ο.κ., εντός προκαθορισμένων θέσεων μορφής *πλέγματος* (grid). Λόγω ακριβώς της ενδογενούς συμμετρικής αρχιτεκτονικής, τα συστήματα αυτά αναπαράγουν ρυθμικά μοτίβα, ακολουθιακές δομές ήχου κ.λπ. Χαρακτηριστικές εφαρμογές αποτελούν τα BeatBearing (Peter Bennett, Sile O'Modhrain – SARC, Queens University, Belfast, 2008), το reacTogon (Mark Burton – Multimedia Design, Northumbria University, 2007) κ.ά.

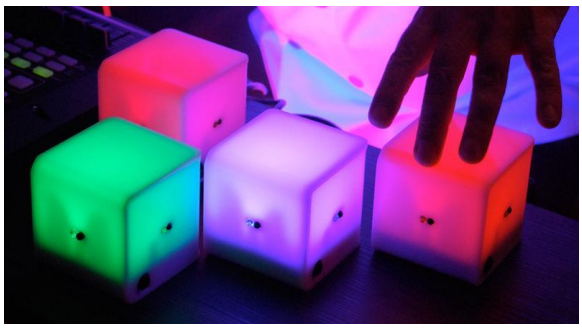
Σε μία ακόμη εξέλιξη, τα αντικείμενα αποτυπώνουν χωρική λογική, μεταφέρουν δηλαδή τρισδιάστατη πληροφορία σε σχέση με τη θέση τους στον χώρο, καθώς και τη σχετική θέση μεταξύ τους. Ταυτόχρονα είναι ικανά να ανιχνεύσουν κινήσεις και χειρονομίες που πραγματοποιούνται από τον εκτελεστή. Δηλαδή, από παθητικά αντικείμενα απλών μεταθέσεων - ελεύθερων ή προκαθορισμένων, τα αντικείμενα

αποκτούν νοημοσύνη, και με βάση κάποιες αρχικές συνθήκες που θέτονται από τον χρήστη μπορούν να αυτενεργούν. Οι συσκευές αυτές, εκτός από ένα πλήθος αισθητήρων, έχουν συνήθως ενσωματαμένα λογικά κυκλώματα, τα οποία τις καθιστούν αυτόνομες νοήμονες υπολογιστικές συσκευές. Επιπρόσθετα, η διάδρασή τους υλοποιείται ασύρματα προσδίδοντας έτσι μία μεγαλύτερη φυσικότητα στην ανθρώπινη διάδραση.

Τα Siftables (David Merrill, Jeevan Kalanithi – MIT Media Lab, 2007) αποτελούν ένα σύνολο από πλακίδια στην επάνω επιφάνεια των οποίων βρίσκεται ενσωματωμένη μία οθόνη γραφικών. Κάθε ένα από αυτά επιδρά, ανάλογα με τη θέση που λαμβάνει σε σχέση με τα υπόλοιπα, ενώ ταυτόχρονα ανιχνεύει τρισδιάστατες περιστροφικές κινήσεις γύρω από τον εαυτό του. Οι εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί αφορούν διάφορους τύπους νοημοσύνης, μεταξύ των οποίων και την αλγοριθμική μουσική δημιουργία.

Εικόνα 9.34 *Ανάπτυξη διαδραστικής λογικής με τη χρήση των Siftable [πηγή: alumni MediaLab – MIT, http://alumni.media.mit.edu/~dmerrill/siftables.html].*

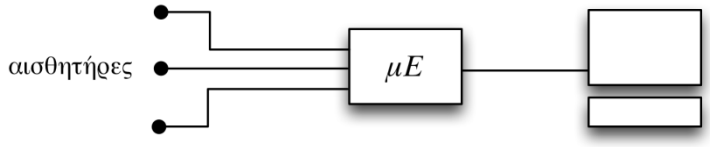
Τα AudioCubes (Bert Schiettecatte, 2007) αποτελούν ανεξάρτητους κύβους, οι οποίοι εκπέμπουν φως. με κύρια χρήση τους τη μουσική δημιουργία. Με μια παρόμοια λογική, ανάλογα με την τρισδιάστατη θέση τους, διαδρούν μεταξύ τους εκπέμποντας ασύρματα συγκεκριμένες τιμές ρυθμίσεων στον παραγόμενο ήχο. Οι κύβοι αυτοί μπορούν, επιπρόσθετα, να ανιχνεύσουν χειρονομίες από τους εκτελεστές.



Εικόνα 9.35 *Τα αντικείμενα AudioCubes [wikimedia commons, δημιουργός: Bert Schiettecatte (Percussa), άδεια χρήσης: Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Generic license].*

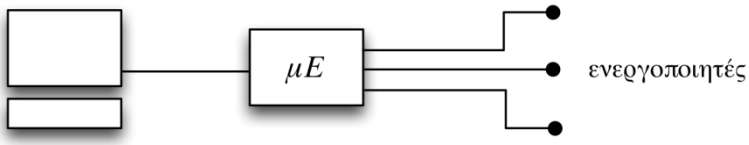
9.3.4.3 Αυτοσχέδιες Συσκευές Διάδρασης

Ταυτόχρονα με τις παραπάνω συσκευές, μια πληθώρα εργαλείων μουσικής δημιουργίας και εκτέλεσης έχουν αναπτυχθεί από μεμονωμένους δημιουργούς, με τη βοήθεια ειδικών κυκλωμάτων και λογισμικού. Τα εργαλεία αυτά βασίζονται σε πλατφόρμες *μικροελεγκτών* (microcontrollers), σε ηλεκτρονικά, δηλαδή, κυκλώματα, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να δεχθούν *αισθητήρες* (sensors) και να επικοινωνούν μέσω εξειδικευμένου λογισμικού με τον Η/Υ. Κατά τη διάδραση με μία τέτοια πλατφόρμα, μία σειρά από τιμές μεταφέρονται από τον αισθητήρα προς τον μικρο-ελεγκτή, ο οποίος με τη σειρά του μεταφέρει τις τιμές αυτές στο λογισμικό του Η/Υ. Αναλόγως του τύπου διάδρασης, οι αισθητήρες αυτοί μπορεί να αφορούν αισθητήρες πίεσης, απόστασης, φωτός, θερμότητας κ.λπ.



Σχήμα 9.5 *Διάγραμμα ροής της πληροφορίας από έναν μικρο-ελεγκτή (μE) προς τον Η/Υ.*

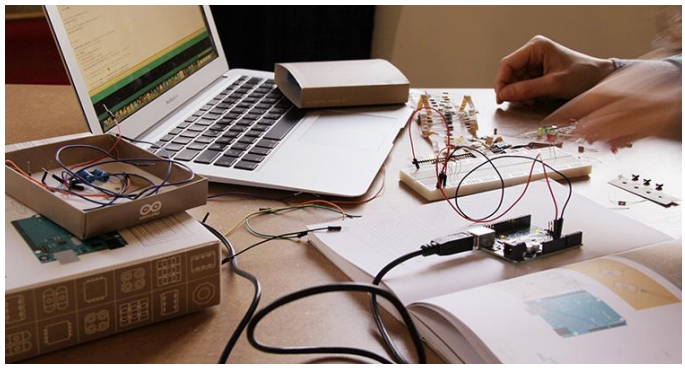
Αντίστροφα, το λογισμικό από τον Η/Υ μπορεί να αποστέλει τιμές προς τον μικρο-ελεγκτή και αυτός με τη σειρά του να ενεργοποιεί μέσω *ενεργοποιητών* (actuators) συσκευές συνδεδεμένες με αυτόν. Τέτοιες συσκευές μπορεί να αφορούν μοτέρ, συστήματα φωτισμού, μηχανικά συστήματα κ.λπ.



Σχήμα 9.6 *Διάγραμμα ροής της πληροφορίας από τον Η/Υ προς έναν μικρο-ελεγκτή (μE).*

Μερικές τέτοιες χαρακτηριστικές συσκευές αποτελούν οι παρακάτω:

- Audio Shaker (Mark Hauenstein, Tom Jenkins, 2004),
- Music Bottles (Hiroshi Ishii et al –Tangible Media Group, MIT Media Lab, 1999),
- Musical Navigatrics (Laurel Pardue, Joe Paradiso – Responsive Environments Group, MIT Media Laboratory, 2002),
- The Sound of Touch (David Merrill, Hayes Raffle – Tangible Media Group, MIT Media Lab, 2007),
- Squeezables (Gil Weinberg, Seum-Lim Gan – MIT Media Lab, 2001),
- Pebblebox (Sile O'Modhrain, Georg Essl - Palpable Machines Group, Media Lab Europe, 2004),
- Toriton Plus (Sebastian Tomczak, 2006).



Εικόνα 9.36 *Συνδεσμολογία μιας διάταξης μικρο-ελεγκτή. [πηγή: Arduino community at Somerset House arts center, http://www.somersethouse.org.uk/book-tickets/cb290898-5863-4e91-aa1e-833c3ac8bb56].*

Αν και αρκετές τέτοιες πλατφόρμες έχουν παρουσιαστεί στο παρελθόν (ενδεικτικά αναφέρουμε: Make (makethings), iCube, BasicStamp, PIC, Comfile CUBLOC) τα τελευταία χρόνια μία μεγάλη κοινότητα έχει αναπτυχθεί με βάση το Arduino. Αρκετές μάλιστα εφαρμογές ήχου έχουν αναπτύξει βοηθητικές ρουτίνες (APIs) υποστήριξης της επικοινωνίας από και προς το Arduino, όπως το Pd, το SuperCollider, η Max/MSP κ.ά.

9.4 Πρωτόκολλα Ήχου

Τα πρωτόκολλα ήχου δημιουργήθηκαν προκειμένου συσκευές και λογισμικό, τα οποία εξειδικεύονται στη μουσική/ηχητική δημιουργία, να μπορούν με προκαθορισμένο τρόπο να επικοινωνούν μεταξύ τους.

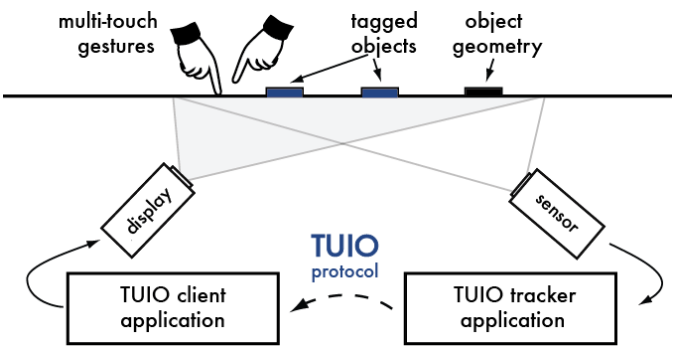
Το πρωτόκολλο MIDI (Musical Instrument Digital Interface) αναπτύχθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1980 από μία σύμπραξη κατασκευστών ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων, καλύπτοντας την ανάγκη επικοινωνίας μεταξύ των ολοένα και αυξανόμενων συσκευών και λογισμικού ήχου. Αφορά μία σειριακή μορφή επικοινωνίας με ταχύτητα μετάδοσης πολύ αργή για τα σημερινά δεδομένα - 31.25 kilobaud ή περίπου 4kbyte το δευτερόλεπτο, καθώς αυτή σχετίζεται με τις ταχύτητες των επεξεργαστών της εποχής εκείνης. Η μορφή οργάνωσης της πληροφορίας εκφράζεται από μία σταθερή ακολουθία byte, τα οποία μεταφέρουν μηνύματα προκαθορισμένης μορφής, πέντε διαφορετικών τύπων. Το MIDI επιτρέπει την ταυτόχρονη επικοινωνία μέχρι 16 διαφορετικών καναλιών, καθένα από τα οποία αντιστοιχεί σε μία άλλη συσκευή ή λογισμικό - παραλήπτες του μηνύματος. Το μήκος των δεδομένων που αποστέλλονται δεν μπορεί να ξεπερνά τα 2 byte. Επίσης, δε διαθέτει δυνατότητα διαδικτυακής δρομολόγησης.

Παρόλους τους παραπάνω περιορισμούς και την κλειστή του δομή, το πρωτόκολλο MIDI παραμένει ακόμη ένα πολύ διαδεδομένο πρωτόκολλο, το οποίο, εκτός της επικοινωνίας για μουσικές εφαρμογές, χρησιμοποιείται και από ένα πλήθος άλλων εφαρμογών στη βιομηχανία του θεάματος, όπως για παράδειγμα για τον έλεγχο και συγχρονισμό ειδικών εφέ σε οπτικο-ακουστικές παραγωγές, τον έλεγχο του φωτισμού σε συναυλίες ή θετατρικές παραστάσεις κ.ο.κ.

Το πρωτόκολλο OSC (Open Sound Control, Adrian Freed & Matt Wright – CNMAT, University of California, Berkeley Department of Music, 1999) είναι ένα πρωτόκολλο φορέα δεδομένων (format content), μεταξύ υπολογιστών, προγραμματιστικών εφαρμογών, καθώς και εξειδικευμένων ηλεκτρονικών συσκευών με κύρια εφαρμογή τον ψηφιακό ήχο και τις πολυμεσικές εφαρμογές εν γένει. Αποτελεί, δηλαδή, ένα ανοικτό πρωτόκολλο το οποίο καθορίζει τη γενική δομή οργάνωσης της αποστολής και λήψης των δεδομένων, χωρίς να προκαθορίζει το περιεχόμενό τους. Επιπρόσθετα, δεν περιορίζεται από κάποιο συγκεκριμένο τύπο μετάδοσης δεδομένων (transport independent), δε θέτει, δηλαδή, περιορισμούς στην ταχύτητα ή στο μέσο μετάδοσης ούτε απαιτεί ειδικό hardware. Ένα, επίσης, μεγάλο πλεονέκτημα είναι η εγγενής οργάνωση των δεδομένων του στα πρότυπα της URL-διευθυνσιοδότησης και η διαδικτυακή του επικοινωνία (over-IP). Επιπλέον, παρέχει τη δυνατότητα χρονισμού μεγάλης ακρίβειας μέσω του πρωτοκόλλου NTP (Network Time Protocol).

Το πρωτόκολλο OSC υλοποιείται πλέον από ένα πλήθος συσκευών και εφαρμογών λογισμικού ήχου, ενώ βιβλιοθήκες για την επικοινωνία μέσω OSC έχουν αναπτυχθεί για διάφορες γλώσσες προγραμματισμού, καθώς και για άλλες κατηγορίες λογισμικού, πολυμεσικών, κυρίως, εφαρμογών (επεξεργασίας γραφικών, τρισδιάστατων εικονικών περιβαλλόντων κ.ο.κ.).

Ένα ανοικτό πλαίσιο λογισμικού υποστήριξης (open framework), το οποίο εξειδικεύεται στις συσκευές απτικής διάδρασης, αποτελεί το TUIO (Tangible User Interface). Το πλαίσιο αυτό περιλαμβάνει ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας, καθώς και ένα σύνολο από προγραμματιστικά εργαλεία για την ανάπτυξη εφαρμογών (API - Application Programming Interface). Το πρωτόκολλο αναλαμβάνει την επικοινωνία και την αποστολή δεδομένων ανάμεσα σε μία εφαρμογή ανίχνευσης, η οποία συγκεντρώνει τα δεδομένα ελέγχου κατά τη διαδικασία διάδρασης με μία απτική επιφάνεια (TUIO tracker application), και σε μία οποιαδήποτε άλλη εφαρμογή, η οποία αναλαμβάνει να διαχειριστεί τα δεδομένα αυτά (TUIO client application). Η δομή του πρωτοκόλλου TUIO βασίζεται στο OSC.



Σχήμα 9.7 *Διαγραμματική απεικόνιση του πλαισίου υποστήριξης (framework) TUIO [πηγή: TUIO.org].*

Αρκετοί φορείς, αλλά και ερευνητικές ομάδες, έχουν υιοθετήσει τη συγκεκριμένη πλατφόρμα, ανάμεσα στους οποίους και η ομάδα *Natural User Interface group* (NUI group). Η ομάδα αυτή εστιάζει στη χρήση φυσικών διεπαφών κατά την επικοινωνία του ανθρώπου με τον Η/Υ (HCI – Human Computer Interaction). Σε αντίθεση με την πλειονότητα των τεχνητών διεπαφών, οι οποίες εμπεριέχουν ένα στοιχείο εκμάθησης από τον χρήστη, οι φυσικές διεπαφές αφορούν ουσιαστικά τις άυλες προεκτάσεις των χειρονομιών, κινήσεων και χωρικών μεταβολών του ανθρώπινου σώματος.

Ένα επιπλέον πλαίσιο λογισμικού υποστήριξης, το οποίο έχει αναπτύξει η Microsoft, αποτελεί και το XNA,το οποίο πρωτίστως αποτελεί μία πλατφόρμα για την ανάπτυξη παιχνιδιών. Επιπρόσθετα, το XNA χρησιμοποιείται και για τις επιφάνειες απτικού ελέγχου PixelSense της Microsoft, οι οποίες, παρόλο που υλοποιούν χρήσεις γενικότερου περιεχομένου, κατά διαστήματα έχουν χρησιμοποιηθεί και για τη μουσική διάδραση και δημιουργία.

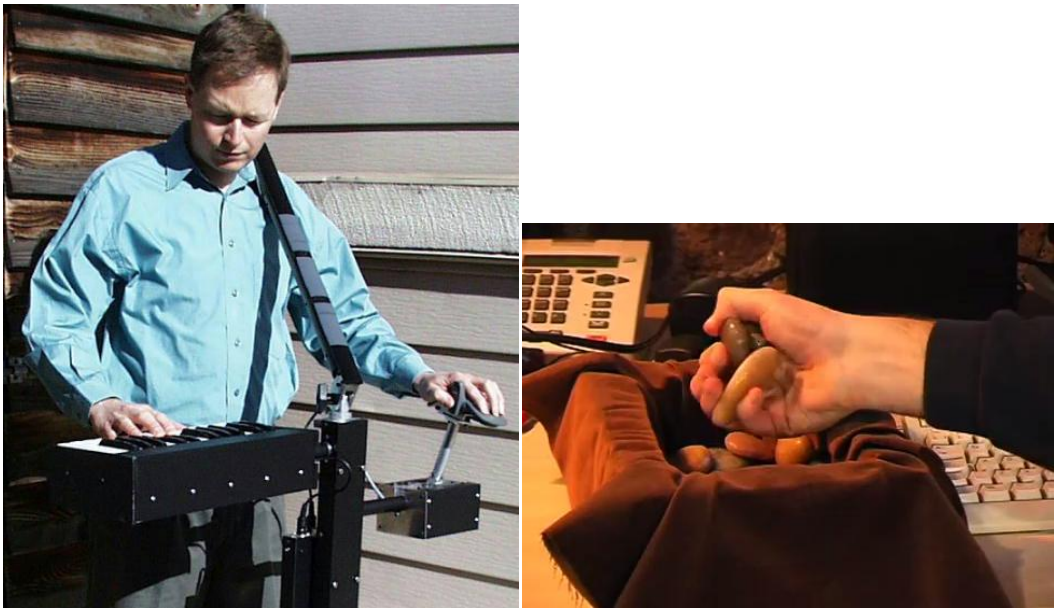
9.5 Διάδραση κατά τη Μουσική Εκτέλεση/Δημιουργία

Ένας σημαντικός παράγοντας στη διαμόρφωση της μουσικής εκτέλεσης και δημιουργίας αποτελεί ο τύπος διάδρασης του ψηφιακού μέσου με τον εκτελεστή/δημιουργό. Η μορφή της επικοινωνίας μεταξύ μηχανής και εκτελεστή θέτει πλαίσια και όρια στην καλλιτεχνική έκφραση, θεσμοθετεί νέες τάσεις και ρεύματα, διαμορφώνει αισθητικές προσεγγίσεις.

Οι πρώτες μορφές αφορούσαν τις περιφερειακές μονάδες του υπολογιστή (πληκτρολόγιο, ποντίκι, mouse pad) οι οποίες, αν και παρείχαν ένα περιορισμένο εκφραστικό φάσμα, συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται, καθώς, ακόμη και σήμερα, αποτελούν σε μεγάλο βαθμό τις φυσικές προεκτάσεις του Η/Υ.

Μία παρόμοια λογική ακολουθούν και οι συσκευές που βασίζονται σε ποτενσιόμετρα και διακόπτες, καθώς αφορούν τρόπους διάδρασης οι οποίοι προέρχονταν από το πρωταρχικό τεχνολογικό περιβάλλον των μέσων του 20ού αιώνα.

Οι συσκευές ελέγχου (controllers), οι οποίες ακολούθησαν, στην πλειοψηφία τους προσπάθησαν να προσομοιώσουν μουσικά όργανα ή ακόμα και να προτείνουν νέα υβριδικά μοντέλα διάδρασης. Με την πάροδο του χρόνου, οι συσκευές αυτές φαίνεται σταδιακά να περιορίζονται. Αυτό συμβαίνει, κατά πρώτον, επειδή απαιτείται ένα επιπλέον επίπεδο εκτελεστικής δεξιοτεχνίας, η οποία, αν και προσπαθεί να μιμηθεί, εντούτοις διαφέρει σημαντικά από τους χειρισμούς ενός φυσικού μουσικού οργάνου. Εξαίρεση αποτελούν οι πληκτροφόρες συσκευές, η εκτελεστική πρακτική των οποίων παραπέμπει σε παλαιότερα ηλεκτρονικά όργανα (συνθετητές). Ένας δεύτερος λόγος αφορά τους εκφραστικούς αλλά και τεχνολογικούς περιορισμούς τους οποίους εμπεριέχει το πρωτόκολλο MIDI, στο οποίο βασίζεται η επικοινωνία της πλειοψηφίας των συσκευών αυτών.



Εικόνα 9.37-9.38 *Χαρακτηριστικοί τύποι μουσικής διάδρασης: το aXi0 MID (αριστερά), μία υβριδική συσκευή η οποία απαιτεί τον συνδυασμό εξειδικευμένων μηχανικών χειρισμών και το pebblebox (δεξιά), μία μορφή φυσικής διεπαφής η οποία χρησιμοποιεί το άγγιγμα του χεριού σε ένα φυσικό αντικείμενο (βότσαλα).*

Με τη ευρύτερη χρήση απτικών μορφών, όπως για παράδειγμα οι επιφάνειες αφής, η σημερινή τάση της μουσικής διάδρασης ακολουθεί τη γενικότερη εξέλιξη των μορφών διάδρασης με τους Η/Υ γενικότερα. Σε άλλες περιπτώσεις προηγείται, καθώς εγκαταλείπονται πλήρως οι τεχνητές διεπαφές, προτείνοντας εντελώς νέες μορφές φυσικής διάδρασης, οι οποίες αφορούν τη φυσική μας διάδραση με το περιβάλλον γύρω μας.

Βιβλιογραφία – Αναφορές

1. Boynton, L., Lavoie, P., Orlarey, Y., Rueda, C., Wessel, *D. MIDI-LISP: A LISP-Based Music Programming Environment for the Macintosh*, MPublishing, University of Michigan Library 1986.
2. Boulanger, R. (ed.), Lazzarini, V. (ed.), *The Audio Programming Book*, The MIT Press, 2010.
3. Collins, N., *Introduction to Computer Music*, Wiley, 2010. Cook, P., Real Sound Synthesis for Interactive Applications, A K Peters/CRC Press, 2002.
4. Cook., P.,"Principles for Designing Computer MusicControllers", *Proceedings of the 2001 conference on New interfaces for musical expression*, NIME'01, pages1-4, National University of Singapore, Singapore, 2001.
5. Dodge, C., Jerse, T.A., *Computer Music: Synthesis, Composition, and Performance*, *Cengage Learning*, 2nd edition, 1997.
6. Fine, T., "The Dawn of Commercial Digital Recording", *ARSC Journal*, Volume 39,No. 1, Spring 2008.
7. Levin, G., "The Table is The Score: An Augmented-Reality Interface for Real-Time, Tangible, Spectrographic Performance", Proceedings of the International Conference on Computer Music 2006 (ICMC'06), New Orleans, November 6-11, 2006.
8. Merrill, D., Kalanithi, J., Maes, P., "Siftables: Towards Sensor Network User Interfaces", Proceedings of the First International Conference on Tangible and Embedded Interaction (TEI'07). February 15-17 in Baton Rouge, Louisiana, USA.
9. Miranda, E., *Computer Sound Design: Synthesis Techniques and Programming*, Focal Press, 2nd edition, 2003.

10. Moore, F. R., Elements of Computer Music, Prentice Hall, 1990. Puckette, M., *The Theory and Technique of Electronic Music*, World Scientific Publishing Company, 2007.
11. Pope, S. T., "The Musical Object Development Environment: MODE (Ten Years of Music Software in Smalltalk)", Proceedings of the International Conference on Computer Music 1994 (ICMC'94), DIEM, Danish Institute of Electroacoustic Music, Denmark, 1994.
12. Roads, C., *The Computer Music Tutorial*, The MIT Press, 1996.
13. Roads, C., *Microsound*, The MIT Press, 2004.
14. Roads, C., (ed.) *The Music Machine: Selected Readings from Computer Music Journal*, The MIT Press, 1992.
15. Roads, C., Pope, S. T., Piccialli, A., De Poli, G., (Eds.) *Musical Signal Processing (Studies on New Music Research)*, Routledge, 1997.
16. Van der Stockt, D., "The State of the Art in Tangible Interfaces for New Percussion Instruments", HOWEST, University College West Flanders Kortrijk, Belgium, 2014.
17. Διαμαντόπουλος, Τ., *Προγραμματισμός & Σύνθεση Ήχου*, Έλλην, 2004.
18. Διαμαντόπουλος, Τ., *Η Μουσική των Υπολογιστών. Ο Ήχος, Τα Βασικά Χαρακτηριστικά του & η Γέννησή του από τον Υπολογιστή*, Ίων, 2014.

Συνδέσεις για Λογισμικό Ήχου:

Cmix
http://music.columbia.edu/cmix/
http://music.columbia.edu/cmc/RTcmix/

CLM - Common Lisp Music
https://ccrma.stanford.edu/software/clm/

Cmusic
www.crca.ucsd.edu/cmusic

Csound
http://www.csounds.com/

DMIX
http://hci.stanford.edu/courses/cs547/abstracts/90-91/910206-oppenheim.html
http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0898122196000958
http://books.google.gr/books/about/Dmix.html?id=d40XAQAAIAAJ&redir_esc=y

HMSL
http://www.softsynth.com/hmsl/

HyperScore ToolKit
http://quod.lib.umich.edu/cgi/p/pod/dod-idx/smalltalk-80-based-music-toolkit.pdf?c=icmc;idno=bbp2372.1987.024

Jmax Phoenix
http://www.jmax-phoenix.org/doku.php

JSyn
http://www.softsynth.com/jsyn/

Max/MSP
https://cycling74.com/products/max/

MIDI Lisp

http://quod.lib.umich.edu/cgi/p/pod/dod-idx/midi-lisp-a-lisp-based-music-programming-environment-for.pdf?c=icmc;idno=bbp2372.1986.036

MODE

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.create.ucsb.edu%2F~stp%2FPostScript%2Ficmc.94.mode.ps.Z&ei=J0yJVLv9BMHmUsrqgOgL&usg=AFQjCNEDcQ-4Y8juAIDAZW7MiCu8UgAaag&bvm=bv.81456516,d.d24

Nyquist
http://www.cs.cmu.edu/~music/nyquist/

Pd (Pure Data)
http://puredata.info/

Siren
http://fastlabinc.com/Siren/Workbook/Siren_7.5_Overview.html

SoundKit:
http://quod.lib.umich.edu/i/icmc/bbp2372.1985.023/--sound-kit-a-sound-manipulator?rgn=main;view=fulltext

SSSP
http://www.billbuxton.com/SSSP.html

SuperCollider
http://supercollider.sourceforge.net/

Synthesis ToolKit
https://ccrma.stanford.edu/software/stk/

UPIC
http://web.archive.org/web/20080430121043/http://emfinstitute.emf.org/exhibits/upic.html
http://www.not-e.org/xenakis.html

ZynAddSubFX
http://zynaddsubfx.sourceforge.net/

Συνδέσεις για Επιφάνειες Αφής – Απτικά Αντικείμενα:

AudioCubes
https://www.youtube.com/watch?v=4NDt5WjxBH8

audiopad
http://tangible.media.mit.edu/project/audiopad/

Audiotouch
http://sethsandler.com/audiotouch/

Akustisch
https://www.youtube.com/watch?v=jN-wTVS5pNY#t=16

blockjam
http://www.sonycsl.co.jp/IL/projects/blockjam/

Fashionbuddha Studio
https://vimeo.com/5226757

FTIR Musical Application
http://cs.nyu.edu/~jhan/ftirsense/
http://cs.nyu.edu/~jhan/ftirtouch/

pebblebox
https://www.youtube.com/watch?v=GEJCmrhrBjc
http://theideasteam.wordpress.com/2011/11/13/pebble-box/

reactable http://www.reactable.com/
http://en.wikipedia.org/wiki/Reactable

Siftable
http://vimeo.com/3165011
http://alumni.media.mit.edu/~dmerrill/siftables.html

Subcycle Labs
http://subcycle.org/

κατηγορίες απτικών επιφανειών
http://modin.yuri.at/tangibles/

MIDI:

midi conducting
http://www.cs.cmu.edu/~rbd/papers/practical-aspects-of-a-midi-conducting-system.pdf

Radiodrum
http://en.wikipedia.org/wiki/Radiodrum
http://www.ece.uvic.ca/~peterd/radiodrum.html

Toriton
https://www.youtube.com/watch?v=Cn2mce1Cz3o

Κεφάλαιο 10. Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στον συνδυασμό ή στη διαχείριση της εικόνας και του ήχου

Σύνοψη

Εξετάζεται παρακάτω μια από τις βασικές διαφορές η οποία αφορά τη σχέση ανάμεσα στην εικόνα και τον ήχο, αναφορικά με τη χρήση τους στα οπτικοακουστικά και στα διαδραστικά έργα. Σε όλη τη διάρκεια της ιστορίας των οπτικοακουστικών έργων έχει αναζητηθεί ο συνδυασμός και οι σχέσεις συγγένειας του ήχου και της εικόνας. Το βασικό χαρακτηριστικό των ψηφιακών διαδραστικών έργων δεν είναι τόσο ο συγχρονισμός ή η αντιστοιχία της εικόνας και του ήχου, όσο η διαχείρισή τους για την ανάπτυξη ενός διάλογου απέναντι στον επισκέπτη – χρήστη. Αυτός ο διαχωρισμός δημιουργεί δύο εντελώς διαφορετικές προσεγγίσεις και αντίστοιχα πρακτικές διαδικασίες και αισθητικά θέματα. Σε αυτό το κεφάλαιο, αναλύεται ιστορικά και αισθητικά ο συνδυασμός της εικόνας και του ήχου (κινηματόγραφος, θέατρο, παιχνίδια, βίντεο εγκαταστάσεις κ.ά.), καθώς και η έννοια και πρακτική της διαχείρισης της εικόνας και του ήχου. Παρουσιάζονται, τέλος, τα ανάλογα συνδυαστικά εργαλεία.

10. 1 Συνδυασμός εικόνας και ήχου σε διάφορες κατηγορίες έργων

10.1.1 Οι περιπετειώδεις σχέσεις του ήχου και της εικόνας στο πέρασμα του χρόνου

Από την εποχή του Πυθαγόρα (580 - 496 π.Χ.), ξεκινάει η περιπέτεια της αντιστοίχισης της εικόνας με τον ήχο.
Η αντιστοίχιση της νότας με το χρώμα ή το σχήμα αλλά και με άλλες μεταφυσικές ιδιότητες ήταν μια προσφιλής απασχόληση φιλοσόφων, αλχημιστών και αργότερα πολλών καλλιτεχνών. Ήταν η προσπάθεια που περιέγραψε πετυχημένα με μια φράση ο ποιητής Paul Claudel (1868 1955) «Να ακούς με τα μάτια και να βλέπεις με τα αφτιά.».

Τον 18^{ο} αιώνα, εποχή ανάπτυξης της επιστήμης πειραμάτων και τεχνολογικών κατασκευών, λίγο πριν την βασική εφεύρεση που αφορά την εικόνα, την φωτογραφική και κινηματογραφική μηχανή, πολλά άτομα από διαφορετικούς χώρους ασχολούνται με την σχέση της εικόνας και του ήχου. Το 1725, Ο Γάλλος μαθηματικός και φυσικός ο οποίος στη συνέχεια έγινε μοναχός, Louis Bertrand Castel, έχει κάνει έρευνες για το χρώμα και έχει γράψει αρκετά βιβλία για αυτό όπως το *L' Optique des couleurs* (Παρίσι, 1740) [4]. Ο Louis Bertrand Castel προτείνει ένα κύμβαλο για την προσευχή, ένα «φωτο-όργανο» το οποίο θα παράγει ήχο και ταυτόχρονα ένα χρωματιστό φως μέσα από μικρά γυαλιά, με απόλυτη σχέση νότας και εικόνας. Το 1816, ο Sir David Brewster μετά από πολλούς πειραματισμούς και έρευνα στο βιβλίο του *The Kaleidoscope* προτείνει το καλειδοσκόπιο ως μια φόρμα *εικονικής μουσικής* (visual-music) [3]. Η πρόταση του, σύντομα θα γίνει δημοφιλής σε ένα μεγάλο κοινό, το οποίο ακολουθεί με περιέργεια και ενθουσιασμό τις μηχανικές περιπέτειες της εικόνας. Με αυτό το σκεπτικό, το 1876, ο Bainbridge Bishop δημιουργεί το *color organ* (βλέπε σχετικό άρθρο της Wikipedia) και εκδίδει μια μικρή ανάλυση με τίτλο "A souvenir of the color organ, with some suggestions in regard to the soul of the rainbow and the harmony of light with marginal notes and illuminations*"* [2]. Το *Color Organ* αποκτά μεγάλη φήμη και μέχρι και ο Richard Wagner ενδιαφέρεται για αυτό.

Εδώ μπορείτε να κατεβάσετε το βιβλίο του Louis Bertrand Castel. Εδώ μπορείτε να κατεβάστε το βιβλίο του Sir David Brewster. Εδώ μπορείτε να κατεβάσετε το άρθρο του Bainbridge Bishop.

Η σχέση εικόνας και ήχου περνάει μέσα και από τις πρώτες συσκευές ηχογράφησης/αναπαραγωγής του ήχου κατά τον 19ο αιώνα. Τόσο ο *φωνογράφος* (phonograph) του Thomas Eddison (1877), αρχικά, όσο και το *γραμμόφωνο* (gramophone) του Emile Berliner, μετέπειτα (1888), θεωρήθηκαν από πολλούς αποτυχία και αντιμετωπίστηκαν με περίσκεψη καθώς η επικρατούσα αντίληψη της εποχής υπαγόρευε πως τέτοιες μηχανές θα έπρεπε πρωτίστως να καταγράφουν την οπτική αναπαράσταση του ήχου. Όντως, οι πρώτες απόπειρες πριν τον φωνογράφο αφορούν συσκευές οι οποίες αποτύπωναν την γραφιστική απεικόνιση της ηχητικής πηγής, η οποία σε μία περίπτωση δονούσε ένα μηχανικό τύμπανο (ο *φωναυτόγραφος* (phonautograph) του Leon Scott, 1857) και σε μία άλλη το εξωτερικό τμήμα ενός ανθρώπινου αυτιού, ειδικά

αποσπασμένο για τη συσκευή αυτή (ear phonautograph των Alexander Graham Bell και Clarence Blake, 1874). Οι συσκευές μάλιστα αυτές, αρχικά προορίζονταν για την εκμάθηση των κωφών στην ομιλία: το υποκείμενο προσπαθούσε να αναπαράγει ένα παρόμοιο γράφημα με αυτό που έβλεπε προκειμένου να αρθρώσει το φώνημα σωστά, καθώς σύμφωνα με την επικρατούσα (Αριστοτελική) αντίληψη της εποχής η ομιλία αποτελούσε τη διαχωριστική γραμμή ανάμεσα στον άνθρωπο και τα υπόλοιπα όντα. Ακόμη και στις πρώτες δεκαετίες του 20ού αιώνα όπου το γραμμόφωνο ήταν πλέον μία αρκετά διαδεδομένη συσκευή, ο Adorno προσπάθησε να διατυπώσει μία «οπτική γλώσσα» των ήχων, φτάνοντας στο σημείο να παρατηρεί τα αυλάκια των δίσκων προκειμένου να ανακαλύψει μέσα από αυτά τη γραφή του ήχου. Μία αντίστοιχη λογική επανέρχεται με έμμεσο τρόπο στις μέρες μας, όπου η οπτική πληροφορία της κυματομορφής στα προγράμματα εφαρμογών ήχου είναι δηλωτική για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ήχου που αυτή αναπαράγει. Παρ' όλες όμως τις κυρίαρχες αντιλήψεις της εποχής, με τις πρώτες αυτές μηχανές ο ήχος αποκτά για πρώτη φορά ανεξίτηλη μνήμη, αποκτά δηλαδή τη δική του δυναμική υπόσταση μέσω μιας καθοριστικής εφεύρεσης για την εξέλιξή του, αντίστοιχης σπουδαιότητας με αυτήν της τυπογραφίας.

Μια ενδιαφέρουσα περίπτωση επίσης είναι, από την πλευρά της τέχνης αυτή τη φορά, ο Άγγλος ζωγράφος Alexander Wallace Rimington ο οποίος το 1893 αναπτύσσει το *Clavier à lumières.*

Εδώ υπάρχει το σχετικό άρθρο του Alexander Wallace Rimington.

Είναι μια εποχή κατά την οποία ο κόσμος ενδιαφέρεται ιδιαίτερα για ιδιόμορφες οπτικές κατασκευές όπως το *φενακιτοσκόπειο* (phenakistoscope), το *κινετοσκόπειο* (kinetoscope) ή τα μαγικά κουτιά, τελικά όμως η μεγάλη αλλαγή γίνεται με κάτι ιδιαίτερα απλό, τον κινηματογράφο, που στην ουσία αναπαράγει την πραγματικότητα. Η αναπαραγωγή της πραγματικότητας έφερε περισσότερες ανακατατάξεις στον χώρο, παρά μια εξωπραγματική εικόνα. Όμως, με την ανάπτυξη του κινηματογράφου, οι καλλιτέχνες συνεχίζουν να πειραματίζονται με την αφηρημένη εικόνα και την σχέση της με τον ρυθμό και τη μουσική. Στην δεκαετία του 1920, παράλληλα με την ανάπτυξη της κλασικής αφηγηματικής δομής του κινηματογράφου, τα αφηρημένα φιλμ του Hans Richter (π.χ. *rhythmus 21*, 1921) και του Viking Eggeling (π.χ. *Symphonie Diagonale*, 1924) αποτυπώνουν μια προσπάθεια να περάσουν οι ιδιότητες της μουσικής, όπως ο ρυθμός ή τα επαναλαμβανόμενα μοτίβα στις κινήσεις και αυξομειώσεις σχημάτων (βλέπε DVD *Dada cinema,* Hans Richter, Viking Eggeling, Man Ray, René Clair, Francis Picabia, Paris: Re:Voir : Editions du Centre Pompidou, 2005) [13].

Από τη στιγμή που ο κινηματογράφος αποκτά ήχο (δεκαετία του ‘30), αναπτύσσεται μια νέα σχέση εικόνας / δράσης και ήχου / μουσικής. Στην ουσία, η μουσική σχολιάζει τη δράση, αντικαθιστώντας τον πιανίστα ο οποίος υπήρχε μέσα στις σκοτεινές αίθουσες του κινηματογράφου και σχολίαζε μουσικά τη δράση. Ο Ρώσος σκηνοθέτης Sergei Eisenstein έκανε σημαντικές μελέτες για τη σχέση της μουσικής με την εικόνα, οργανώνοντας μέχρι και μια ιδιότυπη παρτιτούρα στην οποία, παράλληλα με την ανάπτυξη των νοτών στο πεντάγραμμο, αναπτυσσόταν σχηματικά και οι εικόνες της ταινίας [8], [9], [10].

Εδώ, υπάρχουν τα σχεδιαγράμματα σχέσης πλάνων και μουσικής που είχε δημιουργήσει ο σκηνοθέτης για τις ταινίες Alexander Nevsky (1938), και Θωρηκτό Ποτέμκιν (1925).

Στο Μουσείο Μοντέρνας Τέχνης της Νέας Υόρκης (MoMA) υπάρχει ένα σημαντικό αρχείο με σημειώσεις και σχέδια του Eisenstein.

Στο μανιφέστο για την Τέχνη, οι φουτουριστές Arnaldo Ginna και Bruno Corra, το 1916, περιγράφουν τα πειράματά τους με ένα color organ και δημιουργούν 9 αφηρημένα φιλμ τα οποία όμως δεν έχουν σωθεί, ενώ την ίδια χρονιά ο Ρώσος ζωγράφος φουτουριστής Vladimir Baranoff Rossiné δημιουργεί και εκθέτει το *Optophonic Piano* στην έκθεσή του στην Kristiana (Όσλο). Μέχρι και τη δεκαετία της εμφάνισης του υπολογιστή υπάρχουν έντονες δραστηριότητες, κυρίως μηχανικές και οπτικές για να μεταφέρουν μια συναισθησία: το 1918, η Αμερικανίδα πιανίστρια Mary Hallock-Greenewalt δημιουργεί ένα υβριδικό όργανο, το *Sarabet*, το 1921 ο Arthur C. Vinageras προτείνει το *Chromopiano*, ένα όργανο που θυμίζει πιάνο με ουρά αλλά έχει σχεδιαστεί για να δημιουργεί χρωματικές συνθέσεις μέσα από έναν συνδυασμό των πλήκτρων και χρωματιστών φώτων τα οποία προβάλλονται σε μια λευκή επιφάνεια, το 1920, ο Thomas Wilfred δημιουργεί το *Clavilux*, το 1925, ο Ούγγρος συνθέτης Alexander Laszlo γράφει ένα κείμενο με τίτλο *Color-Light-Music* και κάνει μια περιοδεία στην Ευρώπη με ένα color organ.

Το 1930, οι καθηγητές Hirshfeld-Mack με τον Kurt Schwerdtfeger της Σχολής του Bauhaus πειραματίζονται με την δημιουργία ενός αντίστοιχου οργάνου, ενώ το 1950 ο ζωγράφος, σκηνοθέτης και πειραματιστής με αφηρημένα κινούμενα σχέδια, Oskar Fischinger, δημιουργεί το *Lumigraph*, ένα σύστημα με αντικείμενα και χρωματιστό φως (βλέπε σχετικό άρθρο της Wikipedia).

Εδώ υπάρχει αρχείο του Oskar Fischinger.

Στο http://www.huevaluechroma.com/042.php ο αναγνώστης μπορεί να πειραματιστεί με τη δομή των ηλεκτρονικών χρωμάτων. Πληροφορίες και ντοκουμέντα για τη visual music υπάρχουν εδώ, ενώ για σχετική βιβλιογραφία βλέπε τα [1] και [7].

Η εμφάνιση του υπολογιστή και η ιδιότητά του να μετατρέπει κάθε φυσική υπόσταση σε δομές αριθμών, ούτως ώστε αυτή να έχει την ίδια βάση κατασκευής με οποιαδήποτε άλλη, άλλαξε τα χαρακτηριστικά της προσέγγισης, εκ μέρους των καλλιτεχνών και επιστημόνων, της σχέσης της εικόνας και του ήχου. Αυτοματοποίησε την αντιστοιχία εικόνας - ήχου σε τέτοιο βαθμό, ώστε να αναπτυχθούν συστήματα δημιουργίας συνδυασμών εικόνων σε αντιστοιχία με τη μουσική, σε κάθε λογισμικό αναπαραγωγής μουσικής από έναν υπολογιστή (π.χ. οι οπτικοποιήσεις στον Windows Media Player).

Με την ανάπτυξη της πληροφορικής, του προγραμματισμού και των αλγοριθμικών σχέσεων, η περιπέτεια εικονοποίησης του ήχου ή της ηχοποίησης της εικόνας, μια περιπέτεια η οποία κράτησε αρκετούς αιώνες, έφτασε στο τέλος της. Μια άλλη διαδικασία παίρνει τη θέση της, κατά την οποία, ο δημιουργός μπορεί πλέον, να αναπτύξει οποιαδήποτε σχέση μεταξύ της εικόνας και του ήχου, είτε αυτόματα μέσω κάποιου ειδικού εργαλείου διαχείρισης εικόνας-ήχου, είτε αλγοριθμικά, μέσω προγραμματισμού.

Παρακάτω εξετάζεται η διαχείριση της εικόνας και του ήχου στα ψηφιακά έργα, μέσα από τα κυριότερα εργαλεία.

Διευκρινίζεται εδώ, ότι δεν εξετάζεται το θέμα της επεξεργασίας εικόνας-ήχου μέσω οπτικοακουστικού μοντάζ, το οποίο υποστηρίζεται από εργαλεία όπως το Adobe Premiere, καθώς στην περίπτωση αυτή δεν πρόκειται για διαχείριση με στόχο την ανάπτυξη διαλόγου, αλλά κυρίως για αντιστοιχία και συγχρονισμό. Ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στο κεφάλαιο 7: *Τα βασικά ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής επεξεργασίας και διαχείρισης της εικόνας* και στο κεφάλαιο 4 του Β τόμου: *Η παραγωγή του οπτικοακουστικού περιεχομένου*.

10.1.2 Ο ήχος, η μουσική και η σχέση τους με τα βιντεοπαιχνίδια. Μια ενδιαφέρουσα ιστορία

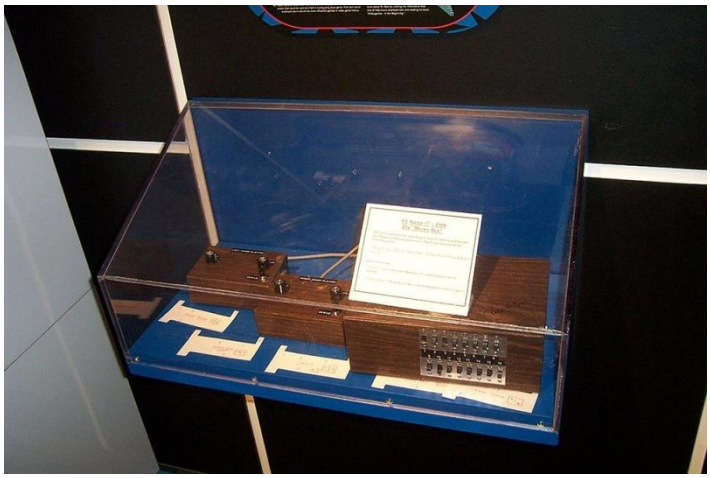
Έχει ενδιαφέρον να μελετήσουμε τη σχέση του ήχου με τα ψηφιακά παιχνίδια, γιατί εικονογραφεί τη μετάβαση από την αναλογική στην ψηφιακή εποχή με έναν ιδιαίτερα γλαφυρό τρόπο. Πρόκειται για μια συνεχώς εξελισσόμενη διαδικασία, η οποία επηρεάζει όλα τα δεδομένα: καλλιτεχνικά, τεχνολογικά οικονομικά και κοινωνιολογικά. Τα ψηφιακά παιχνίδια αποτελούν επίσης τον χώρο μέσω του οποίου όλοι οι νέοι, από μικρή ηλικία, αποκτούν την πρώτη τους εμπειρία με την ψηφιακή εποχή και την τέχνη των ψηφιακών παιχνιδιών.

Τη δεκαετία του ’70, τα παιχνίδια σε οθόνη αρχίζουν να γίνονται δημοφιλή. Την εποχή εκείνη έχουν κυρίως τη μορφή κονσόλων (Εικόνα 10.1) οι οποίες λειτουργούν με κέρματα (παιχνίδια arcade) και βρίσκονται μέσα σε καφενεία και σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους, γνωστοί στην Ελλάδα και ως «ουφάδικα», τα οποία θα αντικατασταθούν από τα «Ιντερνετ κλάμπ» ή «Ιντερνετ καφέ», όταν θα εμφανισθεί το Διαδίκτυο και τα on-line παιχνίδια.

Εικόνα 10.1 *Κονσόλα παιχνιδιού arcade [πηγή:wikimedia commons, δημιουργός: Brian Katt at the English language Wikipedia, άδεια χρήσης: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported].*

Οι κονσόλες είναι κυρίως ξύλινες και μεταλλικές κατασκευές, βαμμένες πολύχρωμα, οι οποίες κρύβουν μέσα τους μια οθόνη, την κύρια μηχανή του παιχνιδιού, τα πλήκτρα χειρισμού και το σύστημα στο οποίο ο χρήστης ρίχνει τα κέρματα. Έχουν βάση ηλεκτρονική και έξοδο σε μια οθόνη τηλεόρασης. Σχεδόν ταυτόχρονα, αρχίζει η ανάπτυξη των κονσόλων για το σπίτι οι οποίες αξιοποιούν την τηλεόραση.

Τα παιχνίδια σε οθόνη, γενεαλογικά, προέρχονται από το περιβάλλον της τηλεόρασης, γι' αυτό, μέχρι και σήμερα, πολλοί τα αποκαλούν video games. Ξεκινούν, δηλαδή, από την εποχή της ηλεκτρονικής αναπαράστασης. Ο Ralph Baer, ένας μηχανικός της τηλεόρασης, θεωρείται ο εφευρέτης των video games, ειδικά της έννοιας της «κονσόλας βιντεοπαιχνιδιών». Είναι αυτός ο οποίος συλλαμβάνει την ιδέα ότι μπορούν να δημιουργηθούν παιχνίδια τα οποία να παίζονται σε μια απλή οθόνη τηλεόρασης. Ξεκινά τους πειραματισμούς του το 1966 για να παρουσιάσει αργότερα, το 1968, σε συνεργασία με τους μηχανικούς Bill Harrison και Bill Rusch, την πρώτη κονσόλα παιχνιδιού για μια οθόνη τηλεόρασης, τη *Brown Box* (Εικόνα 10.2).



Εικόνα 10.2 *Η οθόνη Brown Box [πηγή: wikimedia commons, δημιουργός: George Hotelling from Canton, MI, United States, άδεια χρήσης: Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Generic].*

Στα πρώτα τους βήματα, τα παιχνίδια arcade διαθέτουν μια ηχητική κάλυψη, η οποία, ωστόσο, δεν έχει σχέση, τεχνολογικά, με τον μηχανισμό του παιχνιδιού. Είναι ένα αυτόνομο αναλογικό σύστημα αναπαραγωγής ήχου, συνήθως μέσω μαγνητοταινίας, το οποίο παράγει ανεξάρτητα ένα μουσικό κομμάτι ή ηχητικά εφέ. Τα παιχνίδια Arcade αναπτύσσονται ραγδαία. Στην επόμενη εκδοχή τους, ο ήχος δημιουργείται

από γεννήτριες ήχου (tone & noise generators) ή *συνθετητές διαμόρφωσης συχνότητας* (frequency modulation synthesizers), οι οποίοι προσομοιώνουν μουσικά όργανα που παράγουν απλές μελωδίες.

Με την εξέλιξη της ψηφιακής τεχνολογίας, λοιπόν, δημιουργείται η δυνατότητα να τοποθετηθεί ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, αποκλειστικά αφιερωμένο στην παραγωγή του ήχου, στον ψηφιακό, πλέον, μηχανισμό του παιχνιδιού. Αυτό το ολοκληρωμένο κύκλωμα είχε τη δυνατότητα να μετατρέπει τα ηλεκτρικά ερεθίσματα σε αναλογικά ηχητικά κύματα σε ένα ηχείο, μέσα από τον κώδικα του υπολογιστή. Βέβαια, ακόμα και σε αυτό το σύστημα, οι δυνατότητες ήταν ελάχιστες, η ηχητική κάλυψη περιοριζόταν σε μονοφωνικές λούπες οι οποίες χρησιμοποιούνταν μεταξύ των σταδίων του παιχνιδιού, στην αρχή και το τέλος, καθώς και κάποια απλά ηχητικά εφέ συνδεδεμένα με τη δράση. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι ήχοι του παιχνιδιού *Pac-man* (1980), μια σύνθεση του Nobuyuki Ohnogi (http://www.pacman4u.com/).

Το πρώτο παιχνίδι το οποίο χρησιμοποίησε ένα συνεχές *ηχητικό υπόβαθρο* (soundtrack) ήταν το *Space Invaders*, του Tomohiro Nishikado, που κυκλοφόρησε από την εταιρεία Taito, το 1978. Αποτελείτο από επαναλαμβανόμενες λούπες, με τέσσερεις κατιούσες χρωματικές μπάσες νότες, οι οποίες είχαν μια απλή αλληλεπίδραση με τον παίκτη. Χαρακτηριζόταν από έναν αυξανόμενο ρυθμό, όταν οι εχθροί πλησίαζαν τον παίκτη (http://www.pacxon4u.com/space-invaders/).

Ακριβώς το ίδιο ίσχυε και στην εικόνα, η οποία αρκούνταν σε δισδιάστατες απλές δομές, δύο ή ελάχιστων χρωμάτων και υποτυπώδη κίνηση.

Η εξέλιξη επιταχύνθηκε με την εξάπλωση των οικιακών κονσόλων, όπως η δημοφιλής παιχνιδομηχανή *Atari 2600*, η οποία ήταν σε θέση να παράγει ταυτόχρονα δύο τόνους ή «νότες» κάθε φορά! Παρά τις ελάχιστες ηχητικές δυνατότητες, τις περισσότερες φορές η μουσική ήταν πρωτότυπη ή επηρεασμένη από *μουσικά κομμάτια ελευθέρων δικαιωμάτων* (public domain music). Ακολουθούσε την τεχνική Παλμοκωδικής διαμόρφωσης (Pulse Code Modulation - PCM). Πρόκειται για την τεχνική μέσω της οποίας ένα αναλογικό ηχητικό σήμα, με τη χρήση *δειγμάτων* (samples), μπορούσε να μετατραπεί σε ψηφιακό και το αντίθετο (βλέπε κεφάλαιο 2: *Προσπάθεια περιγραφής της ψηφιακής τέχνης*, για μετατροπείς από ψηφιακό σε αναλογικό).

Η χρήση των PCM samples, βέβαια, εκείνη την εποχή περιοριζόταν σε έναν σύντομο ήχο (π.χ. παιχνίδι *Monopoly*) ή ως εναλλακτική λύση για προσομοίωση ήχων κρουστών (π.χ. *Super Mario Bros 3*).

Περισσότερα για την PCM διαμόρφωση, στο σχετικό άρθρο του PC Magazine Encyclopedia και στο σχετικό άρθρο της Wikipedia.

Εδώ υπάρχουν οι περισσότερες κονσόλες.

Στα μέσα της δεκαετίας του 1980, μερικοί τολμηροί γνώστες της μουσικής ασχολήθηκαν με τις νέες εκδόσεις λογισμικού για τα παιχνίδια arcade, με αποτέλεσμα η ποιότητα της ηχητικής σύνθεσης να βελτιωθεί αισθητά σε βαθμό τέτοιον, ώστε να αποκτήσει ιδιαίτερη δημοτικότητα η οποία παραμένει μέχρι και σήμερα. Πολλοί μουσικοί συνθέτες, κυρίως από την Ιαπωνία, έγιναν γνωστοί για αυτά τα πρωτόλεια λογισμικά τους, τα οποία κατόρθωναν να εκφράζουν τις καλλιτεχνικές τους προθέσεις.

Το ιδιαίτερο αυτό είδος μουσικής, με την ανάπτυξή του, σταδιακά αποκτά φανατικούς θαυμαστές και συλλέκτες, με αποτέλεσμα στα μέσα της δεκαετίας του 1980 η μουσική επένδυση (τα soundtracks) για τα βίντεο παιχνίδια να πωλείται ανεξάρτητα, ως κασέτα στην Ιαπωνία, και αμέσως μετά στην Αμερική. Από το 1988, τα βραβεία Golden Joystick εισάγουν μια κατηγορία για την καλύτερη μουσική παιχνιδιού της χρονιάς (Soundtrack of the Year) (βλέπε σχετικό άρθρο της Wikipedia).

Το 1983, ένα σημαντικό τεχνολογικό γεγονός επιταχύνει τη διαδικασία της μουσικής εξέλιξης των παιχνιδιών και γενικά της μουσικής: η εταιρεία μουσικών οργάνων Yamaha αξιοποιεί τη μέθοδο *σύνθεσης ήχου με βάση τη διαμόρφωση συχνότητας* (Frequence Modulation synthesis – FM synthesis), και εισάγει για πρώτη φορά στην αγορά τα ψηφιακά FM συνθεσάιζερ της με ένα προσιτό κόστος. Έτσι, στον μηχανισμό των παιχνιδιών που αξιοποιούν την νέα τεχνολογία, αντί να επεξεργάζεται ο ήχος που παραγόταν πάνω στον σχεδιασμό του *ολοκληρωμένου κυκλώματος* (chip) περιορίστηκε στην αλλαγή, μέσω του προγραμματισμού, των παραμέτρων που προσέφερε το ίδιο το ολοκληρωμένο κύκλωμα.

Έτσι, η διαμόρφωση συχνότητας, εκτός από την εμφανή επιρροή στη μουσική παραγωγή, επηρέασε άμεσα και την κατασκευή των παιχνιδιών. Από την άλλη πλευρά, η μεγάλη ανάπτυξη της αγοράς των βιντεοπαιχνιδιών, σταδιακά προσελκύει σημαντικούς μουσικούς από τη μοντέρνα και κλασική μουσική, και κυρίως συνθέτες οι οποίοι ασχολούνται με τη μουσική του κινηματογράφου και πειραματίζονται με την ψηφιακή τεχνολογία παραγωγής μουσικής.

Είναι η εποχή κατά την οποία πολλοί μουσικοί όπως οι Yuzo Koshiro και Takeshi Abo θα αξιοποιήσουν και θα εμπνευστούν από τα παραπάνω συστήματα για την παραγωγή της προσωπικής τους μουσικής. Το συγκεκριμένο είδος της μουσικής έλαβε την ονομασία *chiptune* και απέκτησε φανατικούς θαυμαστές παγκοσμίως. Η μουσική chiptune, γνωστή και ως *chip music*, ή *8-bit music* είναι μια ηλεκτρονική μουσική συνθεσάιζερ η οποία φτιάχνεται από προγραμματιζόμενα sound chips, τους *προγραμματιζόμενους γεννήτορες ήχου* (Programmable Sound Generators (PSG)) sound chips (πραγματικούς ή προσομοιωμένους). Τα PSG chips χρησιμοποιούνται σε vintage υπολογιστές, κονσόλες, και ηλεκτρονικά παιχνίδια, ενώ η επεξεργασία του ήχου γίνεται σε ειδικά μουσικά προγράμματα, τα *Music trackers ή trackers*, τα οποία παράγουν έναν ήχο ο οποίος σκόπιμα θυμίζει μια παλιά μουσική PSG chip ή μουσική η οποία συνδυάζει PSG ήχους και *ηλεκτρονική χορευτική μουσική* (Electronic Dance Music – EDM music).

Περισσότερα για τη μουσική chiptune εδώ και για τα tracker εδώ.

Η υιοθέτηση των καρτών synth FM της Yamaha στους προσωπικούς υπολογιστές ανοίγει έναν καινούργιο δρόμο τόσο στα παιχνίδια, όσο και στη μουσική έκφραση και παραγωγή. Οι θρυλικοί υπολογιστές της εποχής που προέρχονται από παιχνιδομηχανές της δεκαετίας του ‘70, Commodore Amiga και Atari ST (1985), ανταγωνίζονται, εκτός του χώρου των παιχνιδιών, ως βασικό εξάρτημα μεταξύ μουσικών οργάνων και συστήματος ψηφιακής εγγραφής του ήχου. Η Amiga αποκτά ιδιαιτέρα συστήματα επεξεργασίας ήχου και μουσικής (πρόγραμμα Soundtracker 1987) τα οποία καθιστούν εύκολο για τον καθένα να παράγει μουσική, βασισμένη στα ψηφιοποιημένα δείγματα, ενώ η Atari ST ενσωματώνει το μουσικό πρωτόκολλο Musical Instrument Digital Interface – MIDI) και τις αντίστοιχες θύρες επικοινωνίας. Το πρωτόκολλο MIDI έχει εμφανιστεί στο εμπόριο λίγο πριν (1983) και έχει τη δυνατότητα να συνδέει όλες τις μουσικές ψηφιακές συσκευές. Την ίδια εποχή, η Apple αναπτύσσει μια σειρά ακριβών μηχανημάτων για τον ήχο, τα οποία απευθύνονται κυρίως σε επαγγελματίες ή εύπορους αγοραστές, και η εταιρεία Steinberg βγάζει στην αγορά το ολοκληρωμένο σύστημα παραγωγής μουσικής Cubase (1989), ενώ λίγο αργότερα μπαίνουν δυναμικά στην αγορά και τα PC (Windows).

Η δεκαετία του 1980 χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη των προσωπικών υπολογιστών και των διαφόρων περιφερειακών και, ταυτόχρονα, από τη σταδιακή μείωση της τιμής τους. Το γεγονός αυτό επιδρά τόσο στην βιομηχανία των παιχνιδιών, όσο και στην Τέχνη. Στον χώρο της μουσικής υπάρχει ιδιαίτερα μεγάλη εξέλιξη, γιατί οι απαιτήσεις σε ταχύτητα επεξεργασίας και αποθήκευσης είναι πολύ μικρότερες από αυτές της εικόνας. Σύντομα, η ψηφιακή τεχνολογία, αξιοποιώντας τον μηχανισμό του υπολογιστή και συνδυάζοντας τον με ειδικούς μηχανισμούς όπως κάρτες ήχου, ψηφιακά συστήματα κονσόλας, πλήκτρα συνθεσάιζερ κ.λπ., αναπτύσσει προσομοιώσεις μουσικών οργάνων, συστήματα σύνθεσης και ηχοληψίας πολλαπλών εγγραφών, εφέ και συστήματα διάδοσης του ήχου. Η τεχνολογία αυτή δίνει μια αυτονομία σε κάθε μουσικό, σε όλα τα στάδια της μουσικής παραγωγής, μέσα από την ανάπτυξη των home studios. Η εικόνα θα αποκτήσει την ίδια άνεση περίπου δύο δεκαετίες μετά.

Στη δεκαετία του ‘90 εμφανίζεται μια άλλη γενιά παιχνιδομηχανών, οι οποίες έχουν ιδιαίτερα ισχυρά χαρακτηριστικά: έχουν ενσωματωμένα διάφορα εξαρτήματα (CD/DVD drives, σκληρούς δίσκους). Στις αρχές της επόμενης δεκαετίας, αναπτύσσουν νέους τρόπους επικοινωνίας με τους χρήστες. Αυτό συμβαίνει γιατί οι ισχυρές εταιρείες της πληροφορικής και της ψηφιακής τεχνολογίας, παράγουν τις δικές τους μηχανές και ανταγωνίζονται σε σχέση με νέα συστήματα διάδρασης και άλλους νεωτερισμούς. Η Sony με το Play station 1995 και το Play station 2 2000, η Nintendo 64 1996, η Microsoft με το Xbox 2001 είναι οι ισχυροί ανταγωνιστές, ενώ από την άλλη πλευρά αναπτύσσεται και το ίδιο PC ως μια ισχυρή παιχνιδομηχανή, λόγω, κυρίως, των εξελιγμένων καρτών γραφικών. Την ίδια εποχή, μετά από μια σημαντική διαδρομή στον χώρο της εικόνας και του ήχου και πολλούς φανατικούς χρήστες και υποστηρικτές, εξαφανίζονται οι Amiga το 1994 και Atari ST το 1996.

Περίπου την ίδια εποχή, αλλάζει ουσιαστικά η δομή της μουσικής βιομηχανίας: η μεγάλη εμπορική εξάπλωση του CD (Compact Disc), το οποίο εμφανίζεται στο εμπόριο το 1985, και η σταδιακή συρρίκνωση της παραγωγής του δίσκου βινυλίου, έχει ήδη δημιουργήσει νέα δεδομένα στη διανομή των δίσκων, όπως ακριβώς και η ψηφιακή μουσική τεχνολογία έχει δημιουργήσει νέο τρόπο παραγωγής που επηρεάζει άμεσα στο καλλιτεχνικό αποτέλεσμα. Όμως, η καθοριστική αλλαγή θα επιτελεσθεί με την εμφάνιση του αλγορίθμου συμπίεσης mp3 που διαμορφώνει ένα εντελώς διαφορετικό περιβάλλον στον χώρο της μουσικής, λόγω της μικρής έκτασης αποθηκευτικού χώρου που απαιτεί, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη και εξέλιξη του Διαδικτύου (μεγαλύτερο *εύρος ζώνης* (bandwidth) και ταυτόχρονη διανομή πολλών και διαφορετικών δεδομένων).

Προς το τέλος της δεκαετίας του ‘90 τα αρχεία μουσικής mp3 εισβάλλουν δυναμικά στο Διαδίκτυο, ενώ παράλληλα δημιουργούνται λογισμικά αναπαραγωγής τους (audio players), όπως το Winamp (1997) αλλά και αυτόνομες συσκευές (η πρώτη ήταν το MPMan, 1998), οι οποίες θα αντικαταστήσουν τις φορητές συσκευές μουσικής Walkman. Αναπτύσσεται η ιστοσελίδα mp3.com (1997), που δίνει τη δυνατότητα δωρεάν διανομής, ενός μεγάλου αριθμού έργων από ανεξάρτητους καλλιτέχνες οι οποίοι δεν έχουν πρόσβαση στη μουσική βιομηχανία. Σύντομα όμως αυτό γίνεται και με τα φαβορί προϊόντα των διάσημων μουσικών: αναπτύσσεται η υπηρεσία Napster, η οποία δημιουργεί ένα πολυπληθές δίκτυο ανταλλαγής μουσικών αρχείων mp3, θεωρώντας ότι είναι νόμιμο να ανταλλάσσεις κάτι που έχεις αγοράσει, όπως παλιά έναν δίσκο. Ξεκινά δυναμικά, το 1999, και σύντομα δημιουργεί τεράστια προβλήματα στη μουσική βιομηχανία, η οποία μέσω της Recording Industry Association of America (RIAA) αντιδρά δικαστικά, με αποτέλεσμα η Napster να χάσει τη δίκη και να σταματήσει οριστικά τη δράση της το 2000. Βέβαια, η δράση αυτή έχει μεταφερθεί σε άλλα κοινωνικά μέσα ψηφιακής επικοινωνίας, αρκετά από αυτά παράνομα. Από την άλλη πλευρά, το πρωτόκολλο mp3 δίνει μεγάλη ώθηση στη διανομή των μουσικών έργων, αναπτύσσονται νόμιμοι δικτυακοί χώροι που εμπορεύονται με αυτόν τον τρόπο τη μουσική, ενώ πολλοί καλλιτέχνες διανέμουν μόνοι τους έργα τους δωρεάν ή τα πωλούν αυτόνομα, μέσω Διαδικτύου. Η ισχυρή κουλτούρα των συλλεκτών δίσκων, στην οποία έπαιζε σημαντικό ρόλο και η γραφιστική του εξωφύλλου του δίσκου, μειώνεται σε μεγάλο βαθμό.

Από την άλλη πλευρά, σήμερα, κάθε σοβαρή εταιρεία που αναπτύσσει δράση στον χώρο της ψηφιακής μουσικής (Sony, Apple κ.ά.), παράγει αυτόνομα mp3players, τα οποία όμως τείνουν να καταργηθούν λόγω της ενσωμάτωσης της συγκεκριμένης τεχνολογίας στα νέα κινητά τηλέφωνα και τις ταμπλέτες.

Περισσότερα για την ιστορία της Napster στο βιβλίο [12]. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν επίσης τα σχετικά άρθρα της Wikipedia, για την υπηρεσία Napster και τη δίκη.

Επίσης, η ταινία ντοκιμαντέρ *Downloaded* (2013), του Alex Winter, εξετάζει τη γενιά του «downloading» και του *διαμοιρασμού αρχείων* (file sharing), μέσω του Διαδικτύου.

Σταδιακά, και τα παιχνίδια αναπτύσσονται μέσα στο Διαδίκτυο, αξιοποιώντας την τεχνολογία της ταυτόχρονης πρόσβασης παικτών (multiplayer), η οποία είχε ήδη εμφανιστεί στις κονσόλες παιχνιδιών. Πρόκειται για τα παιχνίδια MMORPG (Massively Multiplayer Online Role-Playing Games), τα οποία αποκτούν μεγάλη δημοτικότητα, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ειδικά διαμορφωμένων χώρων, των «Ιντερνέτ κλαμπ», στους οποίους παρέχεται πρόσβαση σε τέτοιου είδους παιχνίδια. Στην ουσία, οι χώροι αυτοί, φιλοξενούν τα τερματικά συμμετοχής σ’ ένα παγκόσμιο φαινόμενο, όπως στην περίπτωση του MMORPG World of Warcraft (2004), οι παίκτες του οποίου προέρχονται απ’ όλο τον κόσμο και αριθμούν σήμερα γύρω στα πέντε εκατομμύρια (βλέπε σχετικό άρθρο Wikipedia) (βλέπε επίσης κεφάλαιο 5: *Οι διαδικτυακοί πολυχρηστικοί κόσμοι).*

Στην επόμενη δεκαετία, οι συνθήκες διαμορφώνουν πλέον μια νέα κατάσταση, η οποία βρίσκεται, παρ’ όλα αυτά, στα πρώτα στάδια της εξέλιξής της και προβλέπονται πολλές εξελίξεις, εφόσον δεν ανακοπούν από την παγκόσμια οικονομική κρίση. Από το 2004, η βιομηχανία των παιχνιδιών ξεπερνά σε κέρδη τη βιομηχανία του κινηματογράφου και της μουσικής. Αναπτύσσονται ισχυρά προγράμματα δημιουργίας τρισδιάστατων παιχνιδιών, αλλά και δισδιάστατων μικρότερης έκτασης αποθήκευσης για όλες τις νέες φορητές έξυπνες συσκευές που κερδίζουν συνεχώς δημοτικότητα απέναντι στους προσωπικούς υπολογιστές και τις κονσόλες παιχνιδιών.

Από καλλιτεχνικής απόψεως, σταδιακά, εδραιώνεται η στενή σχέση ανάμεσα στη μουσική και στη μουσική των ψηφιακών παιχνιδιών: οι μελωδίες και οι συγκεκριμένοι ήχοι παιχνιδιών arcade ασκούν ιδιαίτερα ισχυρή επιρροή σε τραγούδια hip-hop, στην pop μουσική (ιδιαίτερα synthpop) και στην electro music, στις αρχές του 1980.

Η μουσική του παιχνιδιού arcade *Space Invaders* θα επηρεάσει πολλά τραγούδια, όπως το Disco *Space Invaders* (1979) από τους Funny Stuff, το *Space Invaders* (1980) από τους Playback, το *Space Invader* (1980) από τους The Pretenders, ενώ οι Buckner και Garcia παράγουν ένα επιτυχημένο άλμπουμ αφιερωμένο στη μουσική των βίντεο παιχνιδιών, το 1982, με τίτλο το *Pac-Man for ever*.

Σε πιο πρόσφατες εποχές, βλέπουμε επιρροές από τη μουσική των παιχνιδιών σε πολλούς καταξιωμένους μουσικούς, όπως στην Kesha (στο κομμάτι Tik Tok), στον Eminem (στο κομμάτι Hellbound), ενώ στη σύγχρονη ηλεκτρονική μουσική σε καλλιτέχνες όπως ο Dizzee Rascal και Kieran Hebden. Θα μπορούσε να θεωρηθεί αποκορύφωμα αυτής της σχέσης η συναυλία *Final Fantasy,* η οποία πραγματοποιήθηκε στις 10 Μαΐου 2004, στο Walt Disney Concert Hall, στο Λος Άντζελες, της Καλιφόρνια, με τη Φιλαρμονική Ορχήστρα του Λος Άντζελες. Στις 6 Ιουλίου 2005, η ίδια Ορχήστρα έδωσε επίσης ένα Video Games Live concert (βλέπε εδώ και εδώ) στο Hollywood Bowl με μουσική από τους συνθέτες

βιντεοπαιχνιδιών Tommy Tallarico και Jack Wall. Η συναυλία είχε τη μορφή πολυθεάματος όπου συνδυαζόταν μουσικές εμπνευσμένες από το Pong και το Halo 2, μέχρι τα πιο σύγχρονα παιχνίδια, με προβολές βίντεο και παιχνιδιών σε πραγματικό χρόνο, καθώς και με λέιζερ και ειδικά εφέ. Μετά από τη μεγάλη επιτυχία που είχαν οι συγκεκριμένες συναυλίες, ακολούθησαν και άλλες σε διαφορετικές χώρες της Ευρώπης, της Ιαπωνίας και της Αμερικής.

Όλα τα στοιχεία για τη μουσική των παιχνιδιών υπάρχουν στο σχετικό άρθρο της Wikipedia.

10.1.2.1 Ο παίκτης ως δημιουργός

Ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον χαρακτηριστικό το οποίο παρατηρήθηκε από την αρχή της εμφάνισης των βιντεοπαιχνιδιών, ήταν η διάθεση των παικτών να επέμβουν στο παιχνίδι, κάνοντάς το πιο προσωπικό. Η διαδικασία αυτή, στην αρχή, επικεντρώθηκε στη μουσική του παιχνιδιού: πολλές φορές οι παίχτες έκλειναν την πρωτότυπη μουσική του παιχνιδιού και επέλεγαν τη δική τους μουσική, η οποία αναπαραγόταν από μια εναλλακτική συσκευή αναπαραγωγής μουσικής.

Σταδιακά, οι ίδιες οι κονσόλες παιχνιδιών, όπως το PlayStation, άρχισαν να ενισχύουν αυτήν την τάση επιτρέποντας στους παίκτες να επιλέγουν τις δικές τους μουσικές προτιμήσεις, εναλλάσσοντας το CD μουσικής με το CD του προγράμματος του παιχνιδιού. Επίσης, σταδιακά, ο σκληρός δίσκος με τον οποίο ήταν πλέον εφοδιασμένες οι περισσότερες κονσόλες, επέτρεπε να φορτώνεται εξολοκλήρου το παιχνίδι στη μνήμη του υπολογιστή, ούτως ώστε να είναι δυνατή η εισαγωγή CD με soundtrack της επιλογής του παίκτη σε όλη τη διάρκεια του παιχνιδιού.

Η έκτη γενιά της κονσόλας Xbox της Microsoft, απέκτησε την ικανότητα να αντιγράφει μουσική από ένα CD στον εσωτερικό της σκληρό δίσκο, επιτρέποντας έτσι στους παίκτες να χρησιμοποιούν τη δική τους μουσική (Custom Soundtrack). Η κονσόλα Wii της Nintendo έδινε, επίσης, τη δυνατότητα ελέγχου εκ μέρους του παίκτη της δικής του μουσικής, εφόσον το επέτρεπε το ίδιο το παιχνίδι (π.χ. το *Excite Truck*, ή το *Endless Ocean*), ενώ στο PlayStation Portable ο παίκτης μπορούσε να παίξει παιχνίδια από φορητό σύστημα μνήμης memory stick.

Παράλληλα, οι κονσόλες αλλά και οι κάρτες ήχου των PCs αναπτύσσουν όλες τις δυνατές τεχνολογίες που αφορούν τον ήχο. Για παράδειγμα, το Xbox 360 υποστηρίζει 16-bit ήχο στα 48 kHz, έχει ενσωματωμένο σύστημα Dolby Digital και διαθέτει ταυτόχρονα 256 κανάλια ήχου. Το PlayStation 3 χειρίζεται πολλαπλές μορφές ήχου τεχνολογίας Surround, όπως Dolby TrueHD και DTS-HD (έως και το 7.1), ενώ οι τελευταίες κονσόλες της συμπεριλαμβάνουν μέχρι και σύστημα Dolby Pro Logic II.

Ταυτόχρονα, κάποια παιχνίδια (π.χ. Unreal Tournament, Crytek Crysis) δίνουν τη δυνατότητα στον παίκτη να τροποποιήσει το ίδιο το παιχνίδι μέσα από εργαλεία της παιχνιδομηχανής, αναπτύσσοντας δικά του στοιχεία, τα λεγόμενα mods στην ορολογία των παιχνιδιών (βλέπε σχετικό άρθρο Wikipedia). Τα mods, επενέβαιναν στα γραφικά και στον ήχο του παιχνιδιού, αντιμετώπιζαν bugs ή τροποποιούσαν τον τρόπο εξέλιξης του παιχνιδιού (π.χ. ταχύτητα) κ.ά.

Σταδιακά, η εξέλιξη αυτής της διαδικασίας απελευθέρωσε σημαντικά επαγγελματικά προγράμματα, τα οποία δίνονται πλέον δωρεάν για ερασιτεχνική ή φοιτητική δημιουργία, ανοίγοντας μια μεγάλη δυνατότητα για την ανάπτυξη νέων καλλιτεχνικών πειραματισμών. Το θέμα αυτό αναπτύσσεται αναλυτικότερα στο υποκεφάλαιο 10.5. Επίσης, σε όλη την έκταση του παρόντος βιβλίου (και στους 2 τόμους), γίνονται οι κατάλληλες αναφορές στις εκφραστικές δυνατότητες που δίνουν οι τεχνολογίες των παιχνιδιών.

Σήμερα, οι δημιουργοί των παιχνιδιών έχουν όλες τις υπάρχουσες επιλογές για την ανάπτυξη της μουσικής και του ήχου μέσα στο παιχνίδι, ενώ η τεχνολογία πλέον δεν βάζει κανένα περιορισμό.

Στοιχεία αντληθήκαν από το βιβλίο [5].

10.2 Διαχείριση εικόνας και ήχου στα ψηφιακά διαδραστικά έργα

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που διαθέτουν τα ψηφιακά μέσα (π.χ. εικόνα, ήχος, τρισδιάστατα αντικείμενα, τμήματα προγραμματιστικού κώδικα, κείμενο) είναι η δυνατότητα να παράγονται ανεξάρτητα και κατόπιν να μπορούν να συντεθούν σε πιο πολύπλοκα αντικείμενα, τα λεγόμενα media objects. Το χαρακτηριστικό αυτό των ψηφιακών μέσων ονομάζεται *αρθρωσιμότητα* (modularity) [11].

Για παράδειγμα, μια πολυμεσική εφαρμογή μπορεί να αποτελείται από πλήθος εικόνων, βίντεο, ήχων, κειμένων, τα οποία είναι κωδικοποιημένα το καθένα στο δικό του *μορφότυπο* (format). Αυτά τα μέσα είναι

δυνατό να βρίσκονται αποθηκευμένα με τέτοιον τρόπο, ώστε να είναι δυνατή η ανάκτησή τους ανά πάσα στιγμή. Η εφαρμογή, δηλαδή, στην ουσία ορίζει τη δομή σύνθεσης των επιμέρους μέσων. Η ίδια, ως νέο πλέον ψηφιακό αντικείμενο, μπορεί να αποτελέσει μέρος ενός ακόμα συνθετότερου αντικειμένου κ.ο.κ.

Η ανεξάρτητη αυτή παραγωγή και κωδικοποίηση κάθε ψηφιακού μέσου του δίνει μια αυτονομία στο πλαίσιο της ευρύτερης σύνθεσης, στην οποία είναι δυνατό να συμμετέχει. Δηλαδή, στην περίπτωση της πολυμεσικής εφαρμογής η οποία αναφέρθηκε, μια πιθανή τροποποίηση κάποιου στοιχείου της (π.χ. μιας εικόνας ή ενός ήχου) δεν συνεπάγεται κατ' ανάγκη αλλαγή της δομής που τα συνδέει, δηλαδή της εφαρμογής αυτής καθαυτής.

Είναι μάλιστα δυνατό κάποια από τα επιμέρους στοιχεία να βρίσκονται σε απομακρυσμένες τοποθεσίες και να ανακτώνται μέσω Διαδικτύου, όταν η εφαρμογή βρίσκεται σε λειτουργία (π.χ. φόρτωση ενός βίντεο από το YouTube μέσω της *διαδικτυακής του διεύθυνσης* (Uniform Resource Locator (URL)). Στην περίπτωση αυτή, η τροποποίηση του βίντεο μέσα στην εφαρμογή απαιτεί μόνο αντικατάσταση του URL από ένα άλλο, χωρίς να επηρεάσει τα υπόλοιπα στοιχεία.

Η δυνατότητα αρθρωτής οργάνωσης των ψηφιακών μέσων είναι αυτή η οποία επιτρέπει τη διαχείρισή τους, κυρίως για την ανάπτυξη ενός διαλόγου με τον επισκέπτη του έργου, σε αντίθεση με παλιότερα μέσα, στα οποία το ζητούμενο ήταν ο εκ των προτέρων συγχρονισμός ή η αντιστοιχία εικόνας και ήχου. Η δυνατότητα αυτή δημιούργησε ένα νέο περιβάλλον στον χώρο των ψηφιακών παραγωγών, καθώς αναπτύχθηκαν ισχυρά συνδυαστικά εργαλεία διαχείρισης εικόνας και ήχου. Το γεγονός αυτό επηρέασε έντονα και την καλλιτεχνική δραστηριότητα.

Η δυνατότητα αρθρωτής οργάνωσης αποτελεί ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του ψηφιακού έργου και της νέας κουλτούρας η οποία αναπτύσσεται σταδιακά. Ίσως για πρώτη φορά σε ένα έργο δεν έχει μόνο σημασία η δημιουργία των εικόνων ή των ήχων τα οποία το αποτελούν αλλά, κυρίως, η διαχείρισή τους η οποία πολλές φορές επιτελείται σε πραγματικό χρόνο από τον θεατή, με βάση βέβαια μια δομή διαχείρισης την οποία έχει δημιουργήσει ο καλλιτέχνης (π.χ. μέσω αισθητήρων, διάδρασης μέσα από μια οθόνη, αναγνώριση φωνής κ.ά.).

10.2.1 Κατηγοριοποίηση των λογισμικών διαχείρισης εικόνας και ήχου

Υπάρχουν δύο βασικές κατευθύνσεις σε σχέση με τη διαχείριση της εικόνας και του ήχου στα ψηφιακά διαδραστικά έργα. Η μία κατεύθυνση αφορά τη διαδικασία διαχείρισης έτοιμων, προκατασκευασμένων αντικειμένων εικόνας/ήχου, τα οποία εισάγονται στη μνήμη του λογισμικού διαχείρισης και οργανώνονται μέσα από μια διεπαφή η οποία επιτρέπει στον δημιουργό τον ορισμό του τρόπου ενεργοποίησής τους και κατεύθυνσής τους σε συγκεκριμένες εξόδους (βίντεο προβολείς, ηχεία κ.λπ.), κατά την εκτέλεση του τελικού έργου.

Η άλλη κατεύθυνση αφορά τη διαδικασία κατά την οποία, σε πραγματικό χρόνο, και με βάση εξωτερικά ερεθίσματα από το περιβάλλον ή από τις δράσεις του επισκέπτη (π.χ. κίνηση σώματος, σχεδιασμός σε μια οθόνη, μετακίνηση ενός αντικειμένου κ.ά.), η ψηφιακή πλατφόρμα του έργου παράγει μια ηχητική κυρίως, αλλά και μια οπτική σύνθεση.

Παρακάτω, εξετάζονται τα σημαντικότερα λογισμικά διαχείρισης εικόνας-ήχου με βάση τις δύο παραπάνω κατευθύνσεις.

Επιπλέον, διακρίνουμε δύο ακόμα κατηγορίες λογισμικών διαχείρισης εικόνας – ήχου: τα λογισμικά *προβολής σε αντικείμενα* (projection mapping), και τα λογισμικά κατασκευής παιχνιδιών.

10.3 Εργαλεία διαχείρισης προκατασκευασμένων αντικειμένων εικόνας-ήχου

Η έρευνα στον χώρο της διαχείρισης προκατασκευασμένων αντικειμένων εικόνας και ήχου, τα τελευταία χρόνια, προχώρησε παράλληλα από δύο ανεξάρτητους μεταξύ τους χώρους α) από εταιρείες παραγωγής εμπορικού λογισμικού και στοιχείων υλισμικού και β) από διάφορους ανεξάρτητους χώρους, όπως μικρές καλλιτεχνικές ομάδες από τον χώρο του θεάτρου ή της performance, ανεξάρτητους προγραμματιστές και παίκτες ψηφιακών παιχνιδιών, οι οποίοι πειραματιζόμενοι ανέδειξαν εναλλακτικούς τρόπους διαχείρισης της εικόνας και του ήχου και οδήγησαν στην ανάπτυξη ανοικτών, χαμηλού κόστους στοιχείων υλικού και λογισμικού.

Η πρόσφατη τεχνολογική εξέλιξη περιφερειακών στοιχείων των υπολογιστών (π.χ. κάρτες γραφικών, επεξεργαστές, χώρος αποθήκευσης, συσκευές διάδρασης ανθρώπου-μηχανής, πρωτόκολλα επικοινωνίας),

κυρίως λόγω της εξέλιξης του χώρου των παιχνιδιών, αλλά και η ωρίμαση των βιβλιοθηκών ανοικτού λογισμικού, επιτρέπουν πλέον την ανάπτυξη χαμηλού κόστους συστημάτων ικανών να υποστηρίξουν οποιαδήποτε καλλιτεχνική ιδέα, π.χ. ένα διαδραστικό έργο, μια performance ή ένα ολόκληρο θεατρικό έργο.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα συνδυαστικά εργαλεία διαχείρισης εικόνας και ήχου τα οποία έπαιξαν και παίζουν έναν σημαντικό ρόλο στην καλλιτεχνική δημιουργία, αποτυπώνοντας, παράλληλα, την έντονη δραστηριότητα η οποία αναπτύχθηκε, αλλά και τη μετάβαση προς τη νέα εποχή των αυτόνομων, χαμηλού κόστους μηχανισμών και των λογισμικών ανοικτού κώδικα στην οποία βρισκόμαστε σήμερα.

Η επιλογή και απόφαση αξιοποίησης ενός τέτοιου εργαλείου αποτελεί μια πολύ σημαντική διαδικασία για την παραγωγή έργων και τη συντήρησή τους στον χρόνο (βλέπε περισσότερα στο κεφάλαιο 3 Β τόμου: *Το στάδιο της προεργασίας. Καλλιτεχνικά, αισθητικά και τεχνολογικά θέματα*).

10.3.1 Το λογισμικό QuickTime

Το λογισμικό QuickTime της Apple είναι μια από τις πρώτες εφαρμογές η οποία διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην τέχνη της κινούμενης ψηφιακής εικόνας. Αποτελεί μια ολοκληρωμένη αρχιτεκτονική διαχείρισης εικόνας, ήχου και άλλης χρονικά εξελισσόμενης πληροφορίας (π.χ. κειμένου, μεταδεδομένων, timecodes). Κυκλοφόρησε από την Apple το 1991, ως στοιχείο του λειτουργικού συστήματος Software System 6 του Macintosh (σήμερα πλέον τα ονομάζουμε APPs).

Τον Μάιο του 1991, ο επικεφαλής της ομάδας ανάπτυξης του QuickTime, ο Bruce Leak παρουσίασε στο πλαίσιο του Worldwide Developers Conference, τη διαφήμιση της Apple, *1984*, σ' ένα παράθυρο ανάλυσης 320x240 pixel, πάνω στην αρχιτεκτονική του QuickTime. Η επιτυχία αυτού του γεγονότος προκάλεσε την άμεση αντίδραση της Microsoft, η οποία μόλις το 1992 εισήγαγε το αντίστοιχο δικό της προϊόν, το Video for Windows.

Το QuickTime περιλάμβανε εργαλεία για όλο τον κύκλο εργασιών με διαφορετικούς τύπους ροών χρονικά εξελισσόμενων δεδομένων, όπως:

- ένα περιβάλλον επεξεργασίας και σύνθεσης,
- έναν ενιαίο τύπο αρχείου (.mov, .qt) για την αποθήκευση *ανεξάρτητων τμημάτων* (tracks) πληροφορίας,
- εργαλεία μετατροπής από έναν τύπο αρχείου σε άλλο,
- υποστήριξη άλλων τύπων format, εκτός του QuickTime,
- διαδικασίες *καταγραφής* (capture) και *αναπαραγωγής* (playback) διαφορετικών μέσων σε συγχρονισμό.

Ήταν, δηλαδή, στην ουσία ένα λειτουργικό σύστημα για χρονικά εξελισσόμενα δεδομένα. Αποτέλεσε ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία των καλλιτεχνών οι οποίοι ασχολούνταν με την κινούμενη εικόνα. Είναι αυτό το οποίο έδωσε την κίνηση και τη δυνατότητα διαχείρισής της μέσα σε υπολογιστές ιδιαίτερα αφιλόξενους στην κινούμενη εικόνα, λόγω μιας ακόμα μη εξελιγμένης τεχνολογίας. Η επαγγελματική του έκδοση παρείχε σημαντικές δυνατότητες επεξεργασίας, αλλά και την προσθήκη *σημείων συγχρονισμού* (cue points) τα οποία μπορούσαν να γίνουν αντιληπτά από λογισμικά διαχείρισης, όπως το Adobe Director.

Παρά το γεγονός ότι αποτελεί μια κλειστή τεχνολογία της Apple, εν τούτοις το μορφότυπο αρχείου του QuickTime, μπορούσε να παίζει από όλα τα συστήματα, ακολουθώντας την ψηφιακή κουλτούρα του να μοιράζονται τα εργαλεία σε όλους, ώστε να αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα συστήματα αναπαραγωγής εικόνας μέχρι σήμερα. Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι το μεταγενέστερο προτυποποιημένο μορφότυπο του MPEG-4 (.mp4) βασίστηκε κατά πολύ στην οργάνωση του μορφοτύπου .mov, έτσι ώστε στην αρχή τουλάχιστον να είναι σχεδόν ίδια.

Ο Quicktime player και οι σχετικές αναβαθμίσεις του είναι διαθέσιμα δωρεάν στο http://www.apple.com/quicktime/download/.

Παραδείγματα καλλιτεχνικών ταινιών QuickTime μπορεί να δει ο αναγνώστης στο http://rhizome.org/artbase/tag/quicktime/.

10.3.2 Τα εργαλεία Director και Flash

Δύο εργαλεία, πολύ προσφιλή στους καλλιτέχνες των νέων μέσων, τα οποία χαρακτήρισαν την πρώτη περίοδο ψηφιακής καλλιτεχνικής παραγωγής διαδραστικών έργων (περίπου έως το 2004), είναι το Director και το Flash. Σήμερα ανήκουν στην εταιρεία Adobe.

Το λογισμικό *Director* ξεκίνησε το 1985 από την εταιρεία MacroMind (η οποία, αργότερα, μαζί με την Authorware σχημάτισαν την Macromedia) ως *VideoWorks*, μια εφαρμογή για το Macintosh της Apple. Το όνομα άλλαξε σε Director to 1987, οπότε και προστέθηκαν νέες λειτουργίες, ενώ, λίγο αργότερα, προστέθηκε και η γλώσσα προγραμματισμού *Lingo*, η οποία έδινε τη δυνατότητα να αναπτύξει κάποιος διαδραστικές εφαρμογές μέσα στο περιβάλλον του Director. Στην αρχή της δεκαετίας του 1990, κυκλοφόρησε και η έκδοση του Director για Windows. Ένα έργο φτιαγμένο στο Director μπορούσε να εξαχθεί σε εκτελέσιμη μορφή (.exe αρχείο), δηλαδή σε μορφή αρχείου που μπορούσε να τρέξει σε οποιονδήποτε υπολογιστή ως εφαρμογή ή να εκτελεστεί μέσω Διαδικτύου, δηλαδή μέσω κάποιου browser που είχε εγκατεστημένο τον Shockwave Player, ένα ειδικό λογισμικό αναπαραγωγής για το συγκεκριμένο πρόγραμμα.

Παρόλο που το Director αναπτύχθηκε για να καλύψει ανάγκες, κυρίως από τον χώρο των πολυμεσικών εφαρμογών που διανέμονταν σε CD, οι καλλιτέχνες το αξιοποίησαν για την παραγωγή υβριδικών έργων τα οποία κινούνται στα όρια χώρων, όπως οι διαδραστικές εγκαταστάσεις, η διαδικτυακή τέχνη, η performance, τα θεάματα πειραματικών ομάδων. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα καλλιτεχνικού έργου που αναπτύχθηκε με το Director είναι η πολυχρηστική διαδραστική εγκατάσταση *Bubbles* (2000), των Wolfgang Muench και Furukawa Kiyoshi (http://at.zkm.de/node/193), στην οποία οι συμμετέχοντες αλληλεπιδρούν με κινούμενες φυσαλίδες που παράγονται σε πραγματικό χρόνο. Πρόκειται για ένα έργο το οποίο προαναγγέλλει τις σημερινές παραγωγές διαδραστικών έργων με το Kinect . Ένα παράδειγμα έργου που υπάρχει και σε διαδικτυακή έκδοση και σε έκδοση εγκατάστασης είναι το *The Central City* (2001) του Stanza (http://www.thecentralcity.co.uk), το οποίο διαπραγματεύεται έννοιες που έχουν σχέση με την πόλη.

Το λογισμικό Flash κυκλοφόρησε το 1996 επίσης από την εταιρεία Macromedia. Ο πρόγονός του ήταν το *SmartSketch* της FutureWave, μια εφαρμογή σχεδίασης για υπολογιστές με γραφίδα. Το 1995 η FutureWave τροποποίησε το SmartSketch, προσθέτοντας δυνατότητες *δημιουργίας κίνησης καρέ καρέ* (frame-by-frame animation), και το κυκλοφόρησε ως *FutureSpash Animator* για Mac και PC. Τελικά, το 1996, το αγόρασε η Macromedia και το κυκλοφόρησε ως Macromedia Flash 1.0. Αυτή η πρώτη έκδοση περιλάμβανε ένα περιβάλλον σχεδίασης γραφικών και κίνησης, καθώς και τον Macromedia Flash Player, μια εφαρμογή που ήταν απαραίτητη για να μπορεί να εκτελεστεί ένα έργο του Flash.

Το Flash δημιουργήθηκε για να χρησιμοποιηθεί στο Διαδίκτυο από τον χώρο της διαφήμισης, αλλά και για την ανάπτυξη ιστοσελίδων. Επρόκειτο για μια πιο καλλιτεχνική άποψη, καθώς έδινε δυνατότητες ταχείας παραγωγής πλούσιου, δυναμικού περιεχομένου με εντυπωσιακά εφέ και στοιχεία διάδρασης. Το γεγονός αυτό διαμόρφωσε μια ιδιαίτερα αναγνωρίσιμη αισθητική, την οποία κάποιοι καλλιτέχνες κατάφεραν να ανατρέψουν, αναδεικνύοντας νέες πτυχές σε σχέση με τις δημιουργικές δυνατότητες του εργαλείου αυτού. Παρόλο που ήταν μια κλειστή τεχνολογία ενός εμπορικού προϊόντος, αποτέλεσε για πολλά χρόνια την κυριότερη επιλογή των δημιουργών για ανάπτυξη διαδικτυακών έργων, καθώς τα αντίστοιχα προτυποποιημένα εργαλεία (π.χ. HTML, Javascript, Java) ήταν δύσχρηστα και απαιτούσαν γνώσεις προγραμματισμού.

Ένα παράδειγμα καλλιτεχνικής αξιοποίησης του Flash ήταν το έργο *A is for Apple* (2002) του David Clark (http://www.aisforapple.net/). Πρόκειται για ένα διαδραστικό site στο οποίο ο επισκέπτης μπορεί να διερευνήσει διάφορες έννοιες που έχουν σχέση με την έννοια του μήλου.

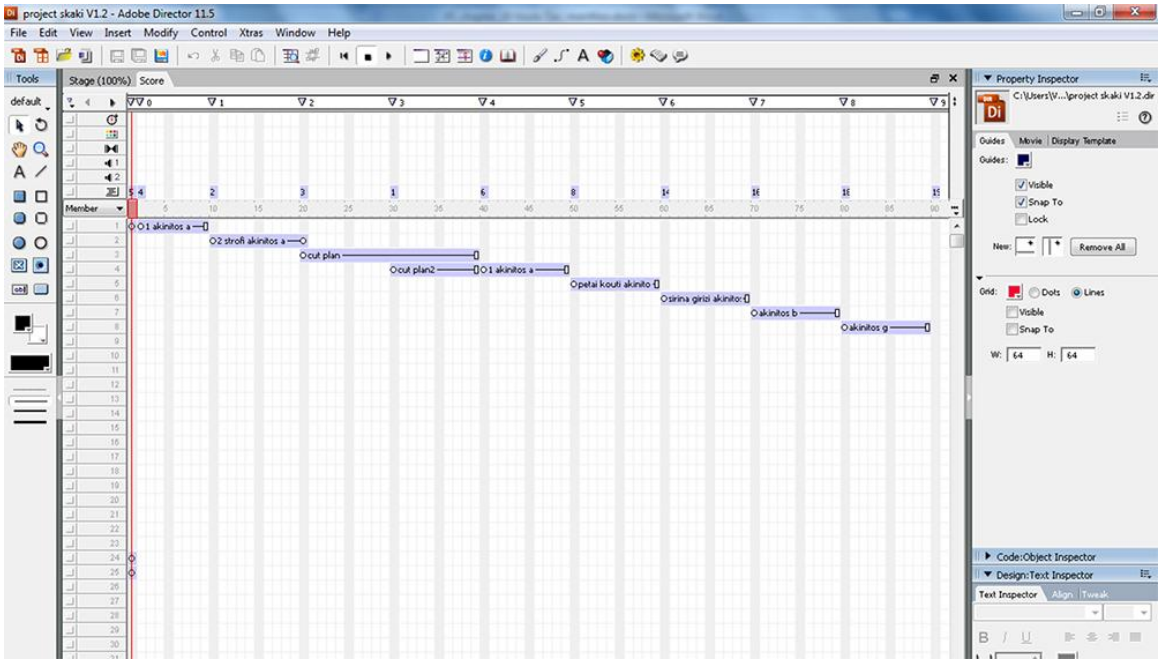
Σημειώνεται ότι πολλά έργα, κυρίως διαδικτυακής τέχνης, τα οποία αναπτύχθηκαν την περίοδο έως το 2004 με Flash ή Director δεν υπάρχουν πλέον online. Στη διεύθυνση http://www.medienkunstnetz.de/ αλλά και στην http://rhizome.org/ (στον υπερσύνδεσμο Artbase) μπορεί ο αναγνώστης να αναζητήσει πληροφορίες για έργα εκείνης της περιόδου. Επίσης, στο http://www.net-art.org/taxonomy/term/5 υπάρχουν έργα διαδικτυακής τέχνης σε Flash.

Το ενδιαφέρον, κυρίως σε σχέση με το Flash, ήταν ότι είχε κατορθώσει να συνδυάσει όλες τις διαφορετικές εποχές και κουλτούρες της εικόνας, δηλαδή της ζωγραφικής εικόνας, της φωτογραφίας, της κινούμενης εικόνας (κινούμενο σχέδιο) πάνω σε μια προσομοίωση μιας *γραμμής χρόνου* (timeline) και, τέλος, της διαδραστικής εικόνας είτε μέσα από μια σειρά προκαθορισμένων εντολών, είτε μέσω προγραμματισμού.

Η αξιοποίηση των δύο αυτών εργαλείων (δηλαδή του Flash και του Director) έδωσε σημαντική ώθηση στην καλλιτεχνική έρευνα, καθώς παρείχαν ένα νέο ισχυρό πλαίσιο καλλιτεχνικών συνθέσεων, ενώ

παράλληλα έδιναν λύσεις σε πολλά τεχνικά προβλήματα (π.χ. συμβατότητα διαφορετικών μορφοτύπων πληροφορίας, διεπαφές με εξωτερικά στοιχεία και συσκευές, έτοιμα προγραμματιστικά στοιχεία με βασικές λειτουργίες).

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά των δύο αυτών λογισμικών ήταν ότι η οργάνωση των διαφορετικών στοιχείων (π.χ. κινούμενων εικόνων, ήχων) βασίζονταν στην προσομοίωση της γραμμής του χρόνου, η οποία αυξάνει με βάση τη διάρκεια των στοιχείων αυτών. Η βασική τους δηλαδή δομή ακολουθούσε την κουλτούρα των *έργων που είναι βασισμένα στον χρόνο* (time-based art), όπως η μουσική, ο κινηματογράφος και η βίντεο τέχνη (βλέπε Εικόνα 10.3).



Εικόνα 10.3 *Στιγμιότυπο από το περιβάλλον του Director. Διακρίνεται η οργάνωση με βάση τη γραμμή του χρόνου.*

Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι την εποχή κατά την οποία τα εργαλεία αυτά ήταν στο προσκήνιο της καλλιτεχνικής δημιουργίας δεν υπήρχαν εργαλεία ανοικτού κώδικα με αντίστοιχες δυνατότητες, ενώ αυτά που υπήρχαν δεν ήταν τόσο εύχρηστα για τους καλλιτέχνες και απαιτούσαν συνεργασία με εξειδικευμένες ομάδες.

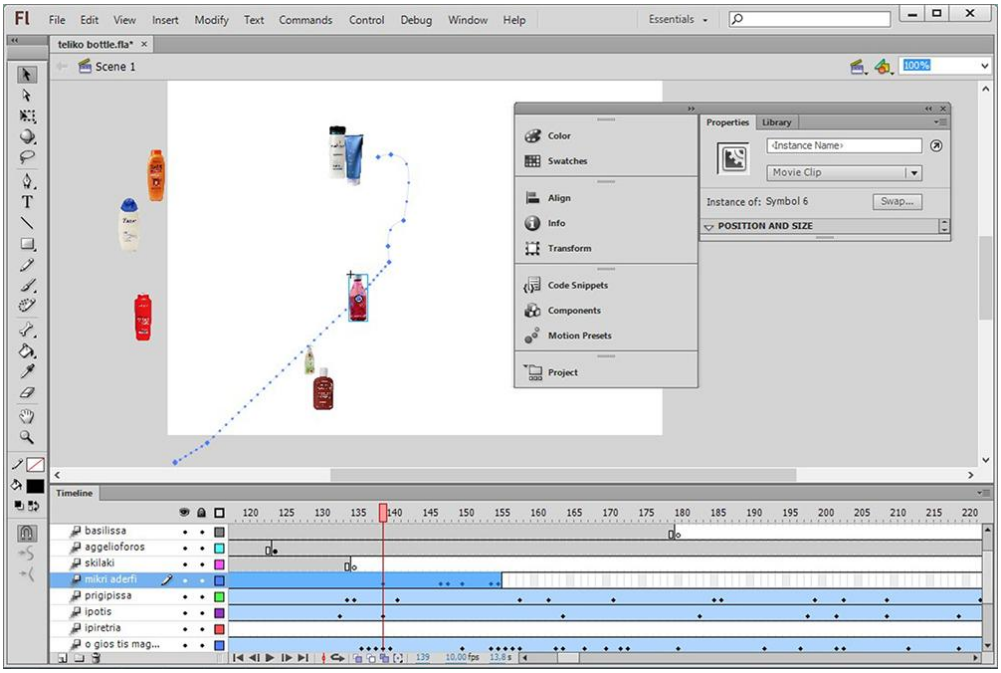
Το 2005 η εταιρεία Macromedia αγοράστηκε από την Adobe, η οποία κυριαρχούσε στον χώρο της ακίνητης εικόνας με το πρόγραμμα / λογισμικό Photoshop και η οποία ενσωμάτωσε το Flash σε μια σουίτα εργαλείων της, την Adobe Creative Suite, που κάλυπτε σχεδιασμό *διανυσματικών γραφικών*[36] (vector graphics) , επεξεργασία εικόνας/βίντεο και ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών και περιλάμβανε εργαλεία / λογισμικά όπως το Photoshop, το Acrobat, το InDesign, το Premiere και το After Effects. Η πλήρης συμβατότητα μεταξύ των εργαλείων επέτρεπε την αυτόματη μεταφορά στοιχείων από το ένα πρόγραμμα στο άλλο. Για παράδειγμα, μέσα από το περιβάλλον του Flash ήταν δυνατό να επεξεργαστούμε μια εικόνα, με απευθείας χρήση του Photoshop. Το προϊόν αυτής της επεξεργασίας εφαρμοζόταν άμεσα στο περιβάλλον εργασίας του Flash. Αυτή η δυνατότητα άλλαξε εντελώς το περιβάλλον παραγωγής, το οποίο, πλέον, ενοποιείται, και προστίθεται ένα ακόμα στοιχείο στην υπό διαμόρφωση ψηφιακή κουλτούρα, το στοιχείο της απαλοιφής των ορίων σε σχέση με την παραγωγή, ανάμεσα στην τυπογραφία, τον κινηματογράφο και το Διαδίκτυο. Αποτέλεσμα αυτής της κουλτούρας είναι και τα σημερινά ebooks.

Το Flash και το Director έχουν κοινά στοιχεία αλλά και ουσιαστικές διαφορές. Η φιλοσοφία και των δύο είναι να παρέχουν έναν χώρο σύνθεσης, έναν εικονικό καμβά, όπου ο δημιουργός μπορεί να αναπτύξει

[36] Είναι τα γραφικά τα οποία αποθηκεύονται με βάση μαθηματικές σχέσεις μεταξύ των σημείων τους, σε αντιδιαστολή με τα *ψηφιογραφικά γραφικά* (bitmap graphics) τα οποία αποθηκεύονται ως πίνακες από pixels.

μία καλλιτεχνική ιδέα αξιοποιώντας υλικά με διαφορετικά χαρακτηριστικά (π.χ. βίντεο, στατικές εικόνες, γραφικά, ήχους). Η βασική τους διαφορά ήταν, αρχικά, ότι το Director ήταν από τα λίγα προγράμματα που μπορούσε να διαχειριστεί πληροφορίες μεγαλύτερου όγκου (π.χ. βίντεο υψηλής ανάλυσης και μεγάλης χρονικής διάρκειας) και με αυστηρές απαιτήσεις συγχρονισμού (π.χ. σε θεατρικά έργα, πολυθεάματα…), ενώ το Flash κάλυπτε έργα που προορίζονταν για προβολή στο Διαδίκτυο και, αργότερα, σε μικρές συσκευές, και, επομένως, η οικονομία της πληροφορίας ήταν επιθυμητή και αναγκαία (π.χ. συμπιεσμένα format πληροφορίας με χαμηλότερη ευκρίνεια). Αναφέρεται χαρακτηριστικά ότι το format video του Flash, το FLV, το οποίο επιτυγχάνει αξιοσημείωτο βαθμό συμπίεσης, σε σχέση με την παραγόμενη ποιότητα, αποτελούσε - μέχρι πρότινος – ένα από τα κύρια format κωδικοποίησης των βίντεο που επέτρεπε το Youtube.

Τόσο το Flash όσο και το Director παρέχουν ένα περιβάλλον σχεδιασμού με μια χωροχρονική οργάνωση (Εικόνες 10.3 και 10.4). Δηλαδή, η ανάπτυξη του περιεχομένου στη γραμμή του χρόνου συνδυάζεται με έναν χώρο σχεδιασμού ο οποίος οργανώνει τα στοιχεία στις δύο διαστάσεις και παρέχει αυτόματα εργαλεία ανάπτυξης κινήσεων, μετασχηματισμών κ.ά.



Εικόνα 10.4 *Το περιβάλλον εργασίας του Flash.*

Τα βασικότερα στοιχεία του περιβάλλοντος εργασίας είναι α) η *σκηνή* (stage ή scene), δηλαδή ο κενός χώρος όπου τοποθετούνται τα επιμέρους στοιχεία (π.χ. γραφικά, εικόνες, βίντεο, κείμενο, κουμπιά) και β) η κεντρική *γραμμή χρόνου* (timeline) πάνω στην οποία εξελίσσεται το έργο.

Μια *κεφαλή αναπαραγωγής* (playhead) μετακινείται στο timeline και δείχνει τα περιεχόμενα ανά μονάδα χρόνου. Η μονάδα χρόνου, με βάση την οποία είναι διαιρεμένο το timeline, το *καρέ* (frame), παίρνει την ονομασία από τον κινηματογράφο. Η σάρωση των καρέ δίνει την τελική αίσθηση της κίνησης.

Ένα καρέ μπορεί να είναι κενό, να περιλαμβάνει περιεχόμενο, ή να παίζει τον ρόλο *βασικού καρέ* (keyframe) δανεισμένου από την τεχνολογία του κινουμένου σχεδίου. Το keyframe απεικονίζεται με μια μαύρη κουκίδα στο timeline (Εικόνα 10.3). Ένα keyframe είναι ένα καρέ ρυθμιστής, καθώς κωδικοποιεί σημαντικές αλλαγές στη ροή των καρέ και δίνει πρόσβαση στον έλεγχο του timeline μέσω προγραμματισμού (π.χ. αναίρεση γραμμικής εξέλιξης).

Η σύνθεση των στοιχείων της σκηνής μπορεί να οργανώνεται σε νοητά *επίπεδα* (layers) (βλέπε, επίσης, κεφάλαιο 7: *Τα βασικά ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής επεξεργασίας και διαχείρισης της εικόνας*). Κάθε layer μπορούμε να το φανταστούμε ως μια «διάφανη» επιφάνεια η οποία, σε κάθε καρέ, μπορεί να υποδεχθεί ένα ή περισσότερα αντικείμενα (π.χ. μια εικόνα, ένα γραφικό, ένα κείμενο). Η υπέρθεση των layers, σε κάθε καρέ, παράγει το τελικό αποτέλεσμα της χωρικής σύνθεσης.

Αυτή η τεχνική οργάνωσης σε layers είναι πολύ διαδεδομένη στην τεχνολογία του κινουμένου σχεδίου και, στη συνέχεια, στην ψηφιακή επεξεργασία της εικόνας και του βίντεο. Για παράδειγμα, στο Photoshop, τα μέρη μιας ψηφιακής εικόνας (και αντίστοιχα για το βίντεο στο Premiere και στο AfterEffects), αποθηκεύονται συνήθως σε διαφορετικά layers, τα οποία μπορούν να διαγραφούν και να αντικατασταθούν με μια εντολή. Σε επαγγελματικές παραγωγές, ένα συνηθισμένο πλάνο ειδικών εφέ μιας ταινίας μπορεί να αποτελείται από μεγάλο αριθμό layers.

Ένα άλλο ιδιαίτερα σημαντικό χαρακτηριστικό των δύο αυτών εργαλείων, και ειδικότερα του Flash, είναι η δυνατότητα δημιουργίας αυτόματης κίνησης αντικειμένων (π.χ. γραφικών, εικόνων), χωρίς να είναι απαραίτητος ο *σχεδιασμός καρέ-καρέ* (frame-by-frame animation), όπως στο παρελθόν. Αυτό επιτυγχάνεται με την τεχνική motion tween, η οποία λειτουργεί με τη βοήθεια μεθόδων παρεμβολής δεδομένων ανάμεσα στα καρέ, δηλαδή υπολογισμού και αυτόματης παραγωγής ενδιάμεσων θέσεων ανάμεσα στην αρχική και τελική θέση του κινούμενου αντικειμένου.

Για παράδειγμα, έστω ότι θέλουμε να μετακινήσουμε έναν κύβο από την αρχική του θέση με συντεταγμένες (0,0), δηλαδή από την επάνω αριστερά γωνία του καμβά, στη θέση (15,0), δηλαδή 15 cm προς τα δεξιά, και η κίνηση αυτή θέλουμε να διαρκέσει 3 δευτερόλεπτα. Έστω ότι η κεφαλή ανάγνωσης είναι ρυθμισμένη, ώστε να διατρέχει 24 καρέ το δευτερόλεπτο. Δηλαδή, για τη δημιουργία 3 δευτερολέπτων κίνησης πρέπει να οριστούν περιεχόμενα σε 72 (3 x 24) καρέ. Καθώς η κίνηση αυτή αναπτύσσεται σε ευθεία γραμμή, είναι πολύ εύκολο υπολογιστικά να κατανεμηθεί στα ενδιάμεσα καρέ, χωρίς αυτό να πρέπει να γίνει χειρωνακτικά. Αρκεί, δηλαδή, να οριστεί η αρχική και τελική θέση του αντικειμένου με keyframes, καθώς και το αρχικό και τελικό καρέ της κίνησης, ώστε το εργαλείο motion tween να παράξει αυτόματα την κίνηση.

Η τεχνική αυτή μπορεί να επεκταθεί και για καμπύλες τροχιές κίνησης. Σε συνδυασμό με την οργάνωση των σχεδιαστικών αντικειμένων σε layers, μπορούν να παραχθούν ταυτόχρονες κινήσεις αντικειμένων οι οποίες μπορεί να είναι συγχρονισμένες, με βάση το σενάριο του έργου.

Οι τεχνικές αυτές δεν αρκούν από μόνες τους για να παράξουν μια καλλιτεχνική καινοτομία. Αναφέρεται χαρακτηριστικά το έργο *Rhythmus 21* του καλλιτέχνη Hans Richter (βλέπε βίντεο εδώ) το οποίο αναπτύχθηκε το 1921 με τις τεχνικές επεξεργασίας φιλμ της εποχής του, σε επίπεδο καρέ-καρέ. Ωστόσο, επιτάχυναν σε υπερθετικό βαθμό τις διαδικασίες παραγωγής, ώστε οι καλλιτέχνες να είναι σε θέση να αναπτύσσουν πιο σύνθετες ιδέες.

Η χωροχρονική οργάνωση του περιβάλλοντος του Flash και του Director, όπως την περιγράψαμε έως τώρα, δε διαφέρει σημαντικά από την αντίστοιχη ενός προγράμματος επεξεργασίας εικόνας ή βίντεο. Η ειδοποιός διαφορά βρίσκεται στη δυνατότητα διαχείρισης των διαφορετικών αυτών οπτικοακουστικών στοιχείων μέσω του προγραμματισμού η οποία (δυνατότητα διαχείρισης), αφενός, αναιρεί τη γραμμική εξέλιξη που ορίζει το timeline και, αφετέρου, επιτρέπει την ανάπτυξη διαδραστικών έργων (δηλαδή τον έλεγχο των δράσεων του επισκέπτη πάνω στα δεδομένα).

Δεν είναι τυχαίο ότι, τόσο το Flash όσο και το Director, περιλαμβάνουν το καθένα τη δική του γλώσσα ανάπτυξης μικρής κλίμακας προγραμμάτων, το Director τη Lingo και το Flash την Actionscript. Οι γλώσσες αυτές, αρχικά, παρείχαν κυρίως το πλαίσιο για συγχρονισμό των οπτικοακουστικών στοιχείων και για ανάπτυξη δράσεων στα αντικείμενα (π.χ. τι γίνεται όταν πατηθεί ένα κουμπί ή όταν τελειώνει ένα βίντεο).

Για παράδειγμα, το παρακάτω script σε Actionscript (Αλγόριθμος 10.1) εφαρμόζεται σ' ένα αντικείμενο τύπου button. Όταν αυτό πατηθεί από τον διαδρώντα, καλείται η εντολή gotoAndPlay(5) η οποία στέλνει την κεφαλή αναπαραγωγής στο καρέ με αριθμό 5, αναιρώντας δηλαδή την προδιαγεγραμμένη σειριακή της πορεία.

```
on(press)
{
      gotoAndPlay(5);
}
```

Αλγόριθμος 10.1 – *Παράδειγμα script στη γλώσσα Actionscript.*

Στη συνέχεια, οι γλώσσες αυτές εξελίχθηκαν και, ειδικά οι τελευταίες εκδόσεις της Actionscript, παρέχουν πλήρεις δυνατότητες αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού και υποστήριξη δικτυακών και άλλων λειτουργιών.

Καθώς τα εργαλεία αυτά απευθύνονται και σε χρήστες που δεν έχουν απαραίτητα γνώσεις προγραμματισμού, περιλαμβάνουν έτοιμες διαδικασίες, δηλαδή τμήματα προγραμματιστικού κώδικα τα οποία επιτελούν απλές λειτουργίες (π.χ. ενεργοποίηση ενός ήχου). Οι λειτουργίες αυτές ενσωματώνονται στις γραφικές διεπαφές του προγράμματος (π.χ. σε κάποιο μενού) και είναι άμεσα προσβάσιμες από ανθρώπους οι οποίοι δεν γνωρίζουν προγραμματισμό.

Το Director, από την έκδοση 8.5 και μετά, υποστήριζε και τρισδιάστατα γραφικά και παρείχε ένα από τα πρώτα περιβάλλοντα για ανάπτυξη παιχνιδιών.

Τα τελευταία χρόνια, το Director σταδιακά υποβαθμίζεται, ως εργαλείο σύνθεσης και διαχείρισης στοιχείων εικόνας και ήχου, λόγω της επικράτησης του Διαδικτύου, ως καθολικής πλέον πλατφόρμας ανάπτυξης και προβολής, αλλά και λόγω της εμφάνισης ισχυρών λογισμικών ανοικτού κώδικα τα οποία, μάλιστα, αναπτύχθηκαν καθαρά για καλλιτεχνικές εφαρμογές (π.χ. το vvvv και το openFrameworks), αλλά και ισχυρών λογισμικών ανάπτυξης παιχνιδιών (π.χ. το Unity και το Unreal).

Από την άλλη μεριά, το Flash, επίσης, αρχίζει να αντικαθίσταται ως επιλογή, λόγω κυρίως της εξέλιξης της νέας εκδοχής της HTML, της HTML5 (http://www.w3schools.com/html/html5_intro.asp), η οποία παρέχει αντίστοιχες δυνατότητες ανάπτυξης για το Διαδίκτυο, με το επιπλέον πλεονέκτημα ότι είναι ένα ανοικτό πρότυπο, το οποίο μπορεί κάποιος να αξιοποιήσει δωρεάν, με πλήρη συμβατότητα με τις περισσότερες διαδικτυακές λειτουργίες. Για παράδειγμα, ένα πρόβλημα μιας διαδικτυακής εφαρμογής Flash ήταν ότι το περιεχόμενό της δεν μπορεί να γίνει «κατανοητό» από μια μηχανή αναζήτησης.

Η σταδιακή απαρχαίωση των εργαλείων αυτών – και γενικά των εμπορικών εργαλείων λογισμικού έναντι των ελεύθερων και ανοικτού κώδικα – μπορεί να οδηγήσει ένα έργο να είναι μη μεταφέρσιμο στον χρόνο, δηλαδή να μην υποστηρίζεται η εκτέλεσή του από τα σύγχρονα περιβάλλοντα (π.χ. browsers στο Διαδίκτυο, media players).

Εν τούτοις, θα πρέπει να επισημανθεί, ότι η επιλογή των εργαλείων αυτών, ειδικά του Flash, ενθαρρύνεται σε περιπτώσεις ατόμων που δεν είναι εξοικειωμένα με την τεχνολογία, καθώς τα ισοδύναμα εργαλεία ανοικτού κώδικα (π.χ. HTML5, vvv, openFrameworks, Cinder, μηχανές ανάπτυξης παιχνιδιών) δεν είναι τόσο φιλικά και εστιάζουν όλο και περισσότερο στον προγραμματισμό.

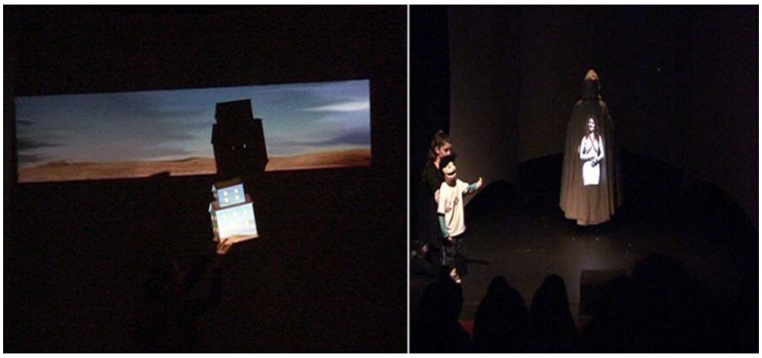
10.3.3 Παραδείγματα φοιτητικών εργασιών οι οποίες αναπτύχθηκαν με το Director και το Flash

10.3.3.1 Η πλατφόρμα Action Room II

Η πλατφόρμα Action Room II (2010) αναπτύχθηκε (από τους Μάνθο Σαντοριναίο και Σταυρούλα Ζώη), αρχικά, με το σκεπτικό της δημιουργίας ενός συστήματος χαμηλού κόστους για τον έλεγχο θεατρικών σκηνών. Επιτρέπει τον έλεγχο και συγχρονισμό πολλαπλών στοιχείων ήχου, βιντεοπροβολών σε θεατρικά αντικείμενα, θεατρικών φώτων και ενός ρομπότ. Παρέχει παραμετρικό έλεγχο των θεατρικών δράσεων, επιτρέποντας τον πειραματισμό με διαφορετικά σενάρια ή διαδραστικές αφηγήσεις. Ενσωματώνεται πλήρως στη δραματουργική διαδικασία και επιτρέπει επικοινωνία με πραγματικούς ηθοποιούς και κούκλες.

Το σύστημα βασίζεται σ' έναν φορητό υπολογιστή, μία ή περισσότερες κάρτες splitter, οι οποίες μεταφέρουν την εικόνα σε πολλαπλές προβολές (συγκεκριμένα η Matrox TripleHead2Go), ένα περιφερειακό στοιχείο για τον έλεγχο των θεατρικών φώτων μέσω του πρωτοκόλλου DMX (ο Lanbox DMX controller) και έναν ασύρματο μηχανισμό για επικοινωνία με το ρομπότ μέσω των TCP/IP πρωτοκόλλων. Με βάση το λογισμικό Adobe Director, αναπτύχθηκε μια κονσόλα για τον παραμετρικό έλεγχο των θεατρικών σκηνών [15].

Η πλατφόρμα Action Room II αξιοποιήθηκε για την προβολή του θεατρικού παιδικού πολυθεάματος «Υπάρχουν και καλοί γίγαντες», του Μ. Σαντοριναίου (Θέατρο Φούρνος, 2010) (Εικόνα 10.5).



Εικόνα 10.5 *Στιγμιότυπο από το θεατρικό «Υπάρχουν και καλοί γίγαντες», παραγωγή Θέατρο Φούρνος, 2010.*

Επίσης, στοιχεία της πλατφόρμας αυτής αξιοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του καλλιτεχνικού έργου «Ένδυμα» της Άννας Μελή (Διπλωματική εργασία, Εργαστήριο Ζωγραφικής Μ. Σπηλιόπουλου, ΑΣΚΤ 2010, http://www.annameli.com/).

Η επιλογή του Director έγινε γιατί ήταν ένα λογισμικό με φιλικό περιβάλλον ανάπτυξης, σύνθετων έργων και πολύ ισχυρές δυνατότητες διαχείρισης εικόνας-ήχου. Τα εργαλεία προβολής βίντεο σε αντικείμενα και επιφάνειες δεν ήταν τόσο φιλικά για καλλιτέχνες (όπως είναι τώρα το VPT7, το οποίο θα παρουσιαστεί παρακάτω) και απαιτούσαν προχωρημένες προγραμματιστικές δυνατότητες.

10.3.3.1 Το InBetween project

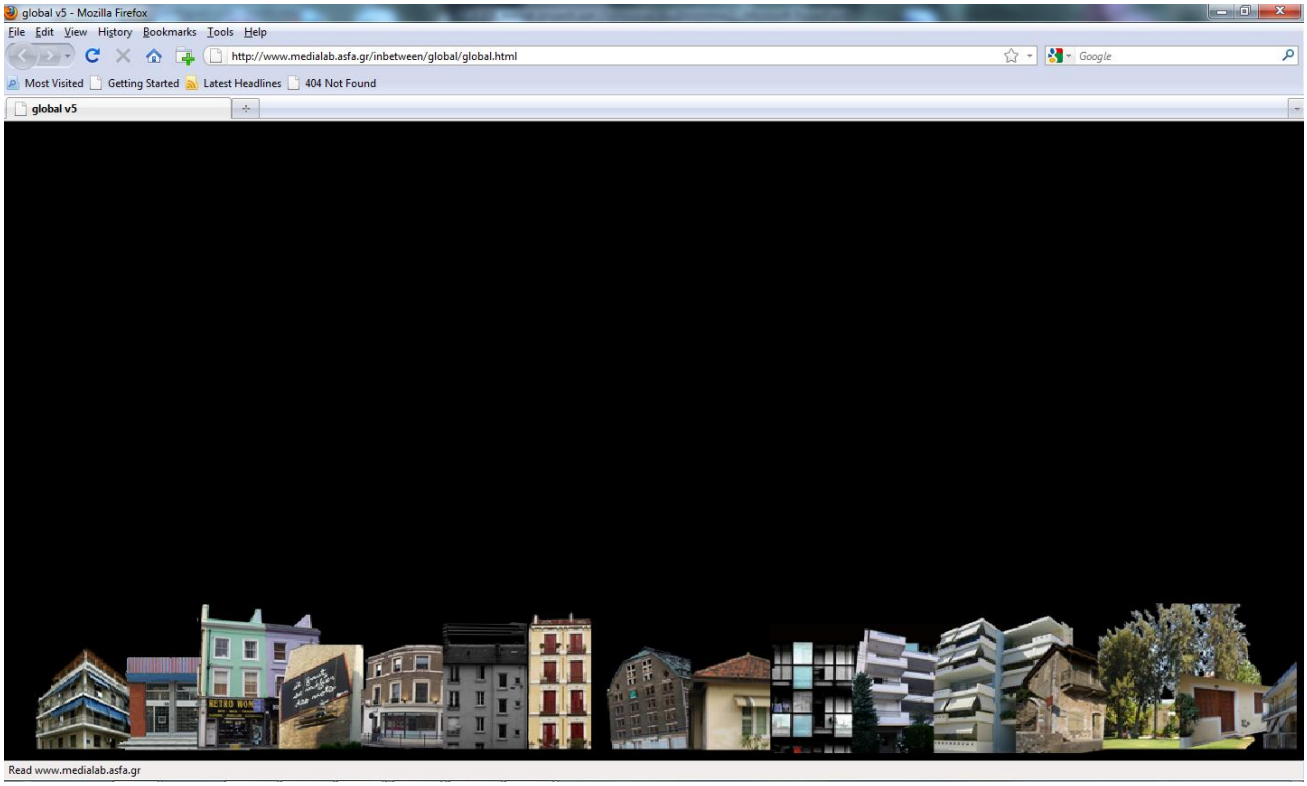
Το InBetween project (1999-2009) είναι ένα συνεργατικό, πολυεπίπεδο project για τη δημιουργία μιας πολυπολιτισμικής εικονικής γειτονιάς στο Διαδίκτυο.
Στο βασικό επίπεδο, οι συμμετέχοντες μπορούν να εισάγουν μια οπτικοακουστική περιγραφή του σπιτιού τους, διάφορα οπτικοακουστικά στοιχεία, καθώς και άλλες πληροφορίες, στη δυναμική βάση δεδομένων και το σπίτι τους, αυτομάτως, γίνεται μέλος μιας εικονικής γειτονιάς χωρίς όρια (Εικόνα 10.6).

Στο επίπεδο *Cellutopia* [6], το οποίο είναι δομικά συνδεδεμένο με την πλατφόρμα του InBetween, αξιοποιούνται τεχνικές *κυτταρικών αυτομάτων* (cellular automata) (βλέπε κεφάλαιο 11 Β τόμου: *Ειδική περίπτωση Δ: Αλγοριθμικά εξελισσόμενες δομές*), για την ανάπτυξη δυναμικών σχέσεων, οι οποίες εξελίσσονται αυτόνομα, μεταξύ των στοιχείων τα οποία εισάγουν οι κάτοικοι της γειτονιάς (Εικόνα 10.7). Η Cellutopia αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της διδακτορικής έρευνας της Νεφέλης Δημητριάδη (στο Τμήμα Τέχνης και Τεχνολογίας της Εικόνας του Πανεπιστημίου Paris 8), σε συνεργασία με την Σταυρούλα Ζώη (από την πλευρά της ΑΣΚΤ).

Άλλα επίπεδα τα οποία προστέθηκαν κατά τη διάρκεια εξέλιξης του project, τόσο μέσω μαθημάτων στην ΑΣΚΤ, όσο και μέσω επιτόπιων workshops, είναι το *Cabanyal*, η εικονική αναπαράσταση μιας ισπανικής γειτονιάς καλλιτεχνών και διανοουμένων προς κατεδάφιση, το *Ελευσίνα*, το *Μαυρομιχάλη* κ.ά.

Στο http://www.medialab.asfa.gr/inbetween μπορεί να δει κανείς όλα τα ενεργά επίπεδα του InBetween, καθώς και τη διαδικασία ανάπτυξής τους.

Η υλοποίηση αυτού του project έγινε με βάση το Adobe Flash (σε συνδυασμό με διαδικτυακές τεχνολογίες – Apache/PHP/MySQL), καθώς ήταν ενσωματωμένο στην εκπαιδευτική διαδικασία της ΑΣΚΤ. Η επιλογή του Flash έγινε γιατί την εποχή που ξεκίνησε το project δεν είχαν αναπτυχθεί τα γνωστά κοινωνικά δίκτυα (για παράδειγμα, το Facebook ξεκίνησε την πορεία του το 2004) και οι διαδικτυακές τεχνολογίες δεν ήταν τόσο φιλικές, ειδικά για τους καλλιτέχνες.



Εικόνα 10.6 *Στιγμιότυπο από την εικονική γειτονιά του InBetween project, όπως δημιουργείται στο βασικό επίπεδο του project.*

Εικόνα 10.7 *Στιγμιότυπο από το επίπεδο Cellutopia.*

10.4 Εργαλεία διαχείρισης αντικειμένων εικόνας-ήχου σε πραγματικό χρόνο

Μία άλλη κατηγορία λογισμικού αφορά σε εργαλεία αλγοριθμικής δημιουργίας και επεξεργασίας αντικειμένων εικόνας και ήχου σε πραγματικό χρόνο. Τα εργαλεία αυτά παρέχουν επίσης τη δυνατότητα διαχείρισης εξωτερικών ερεθισμάτων από το περιβάλλον ή τον χρήστη, καθώς και τη διαδικτυακή επικοινωνία με άλλες πλατφόρμες. Η τάση αυτή προήλθε από τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα ηχητικής σύνθεσης τα οποία αναπτύχθηκαν στα μέσα της δεκαετίας του 1980. Κυρίαρχο ζητούμενο την εποχή εκείνη ήταν η διαχείριση της ηχητικής πληροφορίας σε πραγματικό χρόνο. Καθώς μέχρι τότε τα έργα της ηλεκτροακουστικής μουσικής αφορούσαν αναπαραγωγή μιας έτοιμης σύνθεσης, κυρίως σε μορφή μαγνητοταινίας -εξ ου και ο όρος *tape music* (*μουσική με μαγνητοταινία*), η ανάγκη των συνθετών για την εκτελεστική δυνατότητα των έργων τους σε πραγματικό χρόνο ήταν επιτακτική.

Μία σειρά από τέτοια συστήματα αναπτύχθηκαν αρχικά στο IRCAM (Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique) στο Παρίσι: υλισμικό, όπως οι πλατφόρμες επεξεργασίας ήχου σε πραγματικό χρόνο Sogitec 4X και ISPW, και λογισμικό, όπως οι εφαρμογές MAX και MAX/FTS. Η υλοποίησή τους βασίστηκε στη χρήση εξειδικευμένων πλατφόρμων υλισμικού και λογισμικού, τα οποία επικοινωνούσαν με το πρωτόκολλο MIDI. Οι απόπειρες αυτές είχαν το μειονέκτημα πως, λόγω οικονομικού κόστους, ήταν απαγορευτικές για το ευρύ κοινό. Αποτελούσαν, επίσης, υλοποιήσεις του IRCAM, το οποίο είχε μία ιδρυματική λογική στην ανάπτυξη και διαχείριση των ηχητικών έργων.

Το 1996 ο Miller Puckette, ένας από τους βασικούς εμπνευστές και υπεύθυνους υλοποίησης των συστημάτων MAX στο IRCAM, παρουσίασε το πρώτο ολοκληρωμένο ανεξάρτητο περιβάλλον διαχείρισης ηχητικών αλγορίθμων σε πραγματικό χρόνο, το οποίο ονόμασε Pure Data (Pd). Η μεγάλη καινοτομία, σε σχέση με τις προηγούμενες πλατφόρμες, ήταν πως οι αλγόριθμοι έτρεχαν πλέον σε προσωπικούς υπολογιστές, χωρίς να χρειάζεται κάποιο εξειδικευμένο υλισμικό. Χρησιμοποιούσαν, δηλαδή, την επεξεργαστική ισχύ του υπολογιστή και των καρτών ήχου που τον συνόδευαν.

Ακολουθώντας την ίδια προγραμματιστική λογική με αυτήν των γλωσσών MAX, οι νέες αυτές εφαρμογές οι οποίες ξεκίνησαν με πρώτο το Pd, αφορούν περιβάλλοντα *οπτικού προγραμματισμού (*visual programming). Χρησιμοποιούν, δηλαδή, γραφιστικά αντικείμενα για την υλοποίηση των ηχητικών αλγορίθμων τα οποία συνδέονται μεταξύ τους μέσω *γραφιστικών συνδέσεων* (patch-chords) και στα οποία μπορεί κανείς να επέμβει σε πραγματικό χρόνο τροποποιώντας τα. Αποτέλεσμα της σχεδίασης αυτής ήταν σταδιακά να αναπτυχθεί ένα πλήθος διεπαφών ελέγχου (controllers) ηχητικών συμβάντων για την καλύτερη επικοινωνία του εκτελεστή με το περιβάλλον. Οι διεπαφές αυτές, αρχικά, βασίζονταν στο πρωτόκολλο επικοινωνίας MIDI και, αργότερα, στο πρωτόκολλο επικοινωνίας Open Sound Control (OSC). Το ίδιο πρωτόκολλο επιτρέπει την επικοινωνία με άλλες εφαρμογές διαχείρισης ήχου ή και εικόνας, καθώς και τη διαδικτυακή επικοινωνία μέσω διευθύνσεων IP. Σταδιακά και καθώς οι προσωπικοί υπολογιστές αποκτούν μεγαλύτερη ισχύ, οι εφαρμογές αυτές ενσωματώνουν και βιβλιοθήκες αντικειμένων επεξεργασίας και διαχείρισης εικόνας, επιτρέποντας έτσι την ταυτόχρονη διάδραση μιας δυναμικά μεταβαλλόμενης ηχητικής σύνθεσης με μία επίσης δυναμικά μεταβαλλόμενη προβολή ψηφιακής εικόνας.

Μία δεύτερη τάση δημιουργείται από τα τέλη της δεκαετίας του 1990 και έπειτα. Επηρεασμένα από τα περιβάλλοντα ηχητικής σύνθεσης, τη δεκαετία κυρίως του 2000, αναπτύσσονται μια σειρά από περιβάλλοντα τα οποία έχουν στο επίκεντρό τους την αλγοριθμική δημιουργία και επεξεργασία της εικόνας, αλλά μπορούν να υποστηρίξουν και λειτουργίες διάδρασης (π.χ. vvvv, openFrameworks, Cinder). Ως προς την αρχιτεκτονική τους, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: α) αυτά τα οποία ακολουθούν πλήρως τη λογική των περιβαλλόντων ηχητικής σύνθεσης και στα οποία η δημιουργία αλγοριθμικών δομών πραγματοποιείται με οπτικό προγραμματισμό (π.χ. vvvv). Δίνουν τη δυνατότητα επιλογής από ένα πλήθος γραφιστικών αντικειμένων τα οποία αντιστοιχούν σε *προγραμματιστικά αντικείμενα* (programming objects) επεξεργασίας και διαχείρισης πληροφορίας εικόνας. Τα αντικείμενα αυτά μπορούν να συνδεθούν με γραφιστικές συνδέσεις μεταξύ τους και να υλοποιήσουν αλγορίθμους με δυνατότητα τροποποίησής τους σε πραγματικό χρόνο. Δευτερευόντως παρέχουν και βιβλιοθήκες για την επεξεργασία ηχητικής πληροφορίας. β) αυτά τα οποία ενοποιούν βιβλιοθήκες γραμμένες σε κάποια γλώσσα προγραμματισμού (κυρίως C++), οι οποίες υλοποιούν τις λειτουργίες επεξεργασίας και διαχείρισης της εικόνας, του ήχου και της διάδρασης. Το περιβάλλον ανάπτυξης είναι ένα περιβάλλον απευθείας σύνταξης κώδικα.

Η επιλογή πλατφόρμας για την ανάπτυξη μεικτών έργων ήχου και εικόνας ανάμεσα στις δύο παραπάνω τάσεις, αφορά καθαρά τον βαθμό πολυπλοκότητας των αντίστοιχων αλγορίθμων. Για μια περισσότερο απαιτητική διαχείριση ηχητικών συμβάντων επιλέγεται η πρώτη προσέγγιση. Αντίθετα, έργα τα

οποία έχουν πρωτίστως πολυπλοκότητα στη διαχείριση της οπτικής πληροφορίας και δευτερευόντως στον ήχο, ακολουθούν τη δεύτερη προσέγγιση. Σε μία διαφορετική λογική ανάπτυξης, οι δύο αυτές προσεγγίσεις μπορούν να συνδυαστούν μεταξύ τους καθώς υποστηρίζουν το πρωτόκολλο OSC. Έτσι, ένας ηχητικός αλγόριθμος, ο οποίος υλοποιείται από ένα προγραμματιστικό περιβάλλον ηχητικής σύνθεσης, μπορεί να τροφοδοτεί με δεδομένα έναν παράλληλο αλγόριθμο επεξεργασίας εικόνας, ο οποίος υλοποιείται από ένα προγραμματιστικό περιβάλλον σύνθεσης εικόνας και αντίστροφα.

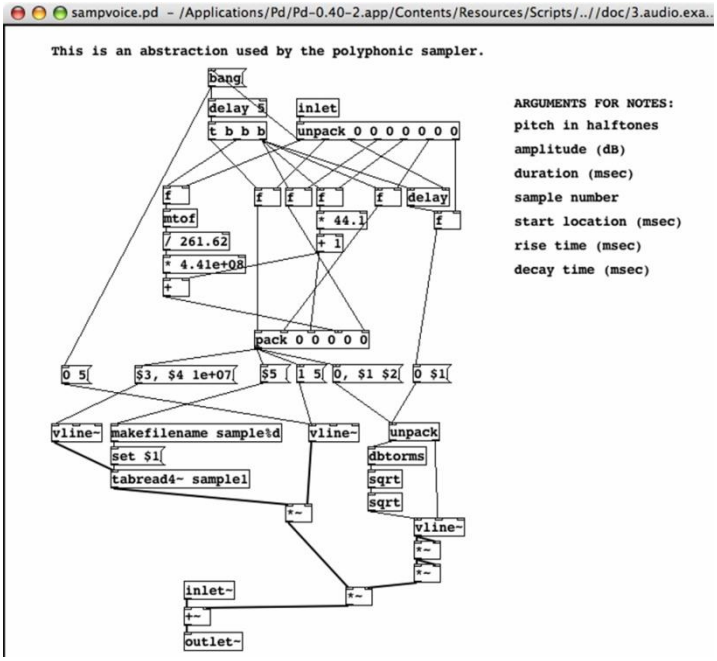
Υπάρχει, τέλος, και μία τρίτη περίπτωση, η οποία αφορά προγραμματιστικά περιβάλλοντα τα οποία στον πυρήνα της αλγοριθμικής δημιουργίας τους έχουν ως φιλοσοφία ανάπτυξης και τις δύο αυτές προσεγγίσεις. Χαρακτηριστικό προγραμματιστικό περιβάλλον αυτού του τύπου αποτελεί το Impromptu.

10.4.1 Η συνεργατική έκφραση ήχου και εικόνας μέσα από περιβάλλοντα ηχητικής σύνθεσης: Pd και Max/MSP

Τόσο το Pd όσο και η Max/MSP αποτελούν δύο χαρακτηριστικές εφαρμογές οπτικού προγραμματισμού για ηχητική σύνθεση σε πραγματικό χρόνο. Τα περιβάλλοντα αυτά παρέχουν μία βιβλιοθήκη από γραφιστικά αντικείμενα καθένα από τα οποία επιτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες, οι οποίες σε γενικές γραμμές ανήκουν σε έναν από τους τρεις παρακάτω τύπους:

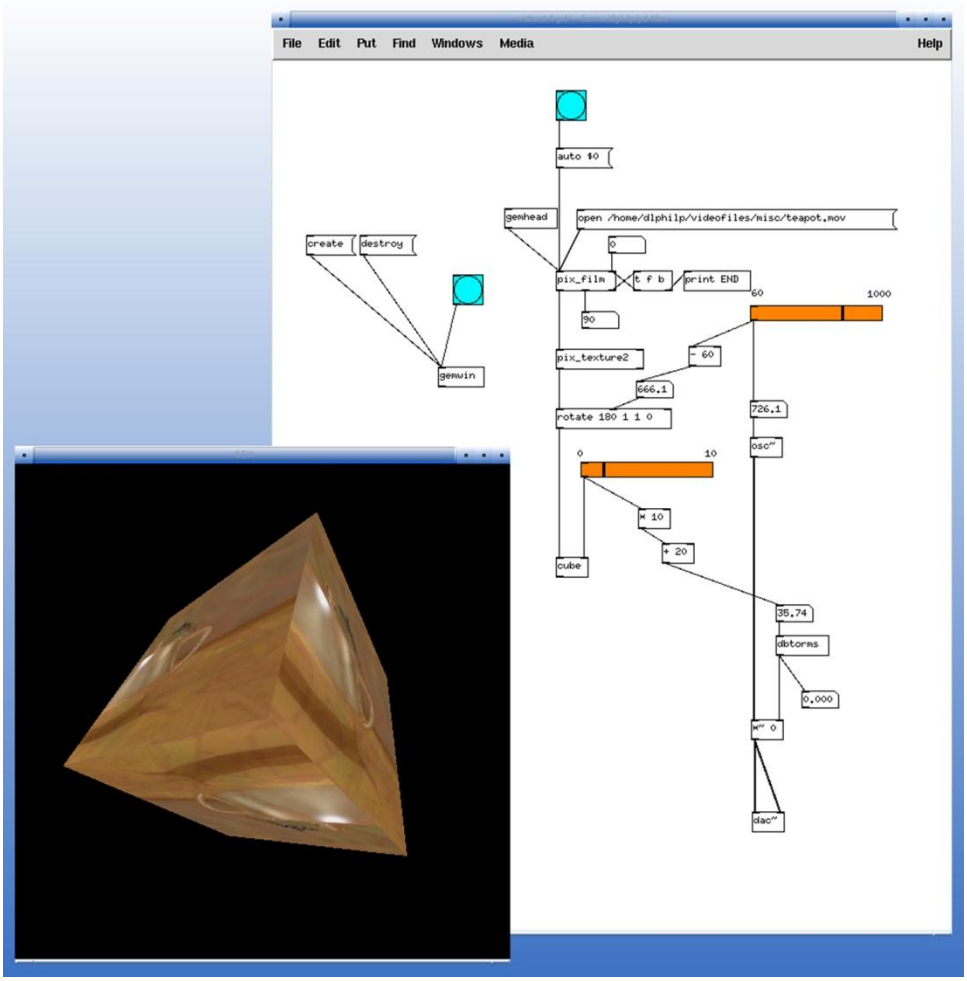
- παραγωγής και διαχείρισης σημάτων ήχου
- παραγωγής και διαχείρισης σημάτων ελέγχου ή ρυθμίσεων
- βοηθητικών λειτουργιών

Σε ένα παράθυρο εκτέλεσης της εφαρμογής μπορούμε να τοποθετήσουμε τα αντικείμενα αυτά και να τα συνδέσουμε μεταξύ τους με τη λογική του patching: κάθε γραφιστικό αντικείμενο, αναλόγως της λειτουργίας που επιτελεί, παρέχει συγκεκριμένο πλήθος εισόδων και εξόδων, μέσω των οποίων μπορεί με τη σειρά του να συνδεθεί με άλλα αντικείμενα. Οι διασυνδέσεις μεταξύ των αντικειμένων γίνονται με γραφιστικό τρόπο, συνδέοντας γραμμές οι οποίες προσομοιάζουν με *καλώδια-σύνδεσης* (γραφιστικές συνδέσεις patch-chords). Κατ' αυτόν τον τρόπο, κατασκευάζεται μία αλγοριθμική ηχητική δομή, η οποία καλείται patch, και η οποία παράγει και διαχειρίζεται τον ήχο σε πραγματικό χρόνο. Μπορούμε δηλαδή να συνδέουμε, να αποκόπτουμε ή γενικά να μεταβάλλουμε και να τροποποιούμε τα αντικείμενα του patch κατά την εκτέλεση του κώδικα, επιφέροντας αντίστοιχες μεταβολές στον ήχο σε πραγματικό χρόνο (Εικόνα 10.8).



Εικόνα 10.8 *Παράδειγμα ενός patch στο περιβάλλον του Pd.*

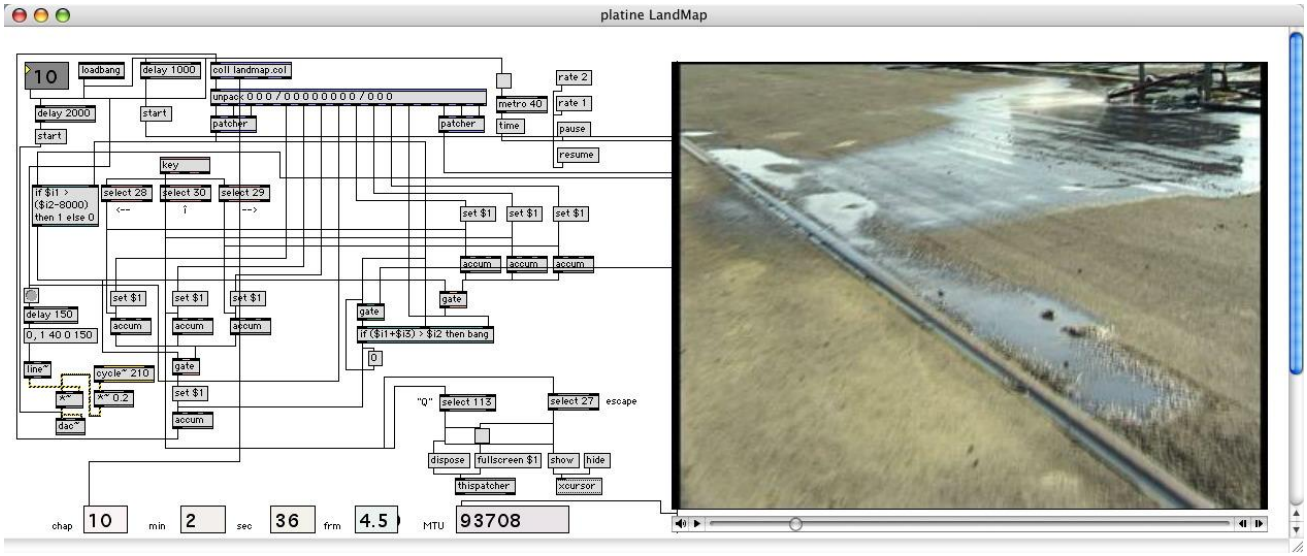
Το Pd, καθώς αποτέλεσε εξ αρχής λογισμικό ελεύθερης διανομής - ανοικτού κώδικα, επέτρεψε σε ένα απεριόριστο πλήθος χρηστών να χρησιμοποιήσουν το περιβάλλον και να πειραματιστούν με αυτό υλοποιώντας νέες τεχνοτροπίες καλλιτεχνικής έκφρασης. Ταυτόχρονα, υποστηρίχθηκε από μία μεγάλη κοινότητα προγραμματιστών οι οποίοι συνεχίζουν μέχρι και σήμερα να εμπλουτίζουν το περιβάλλον με νέες δυνατότητες, αναπτύσσοντας διαρκώς ένα πλήθος από προγραμματιστικές βιβλιοθήκες. Στην πορεία εξέλιξής του, ανάμεσα στις πολυάριθμες υλοποιήσεις προγραμματιστικών αντικειμένων για τη γέννηση, επεξεργασία και διαχείριση ηχητικής πληροφορίας, ενσωματώθηκε και μία επέκταση για τη διαχείριση γραφικών αντικειμένων: η βιβλιοθήκη Graphics Environment for Multimedia ή GEM. Η GEM στηρίζεται εξολοκλήρου στην ανοικτή πλατφόρμα γραφικών OpenGL και παρέχει δυνατότητες δημιουργίας και διαχείρισης κινούμενης εικόνας (video), στατικής εικόνας, γραφικών κ.λπ. σε πραγματικό χρόνο. Καθώς η GEM αποτελεί επέκταση του Pd, ο χρήστης μπορεί να υλοποιήσει αλγορίθμους κατά τους οποίους ήχος και γραφικά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους κατά τον χρόνο εκτέλεσής τους. Παράλληλα, μία σειρά από διεπαφές (αισθητήρες, ελεγκτές κ.λπ.) μπορούν να τροφοδοτούν με δεδομένα τους αλγορίθμους επιτρέποντας την ανάπτυξη νέων μορφών καλλιτεχνικής έκφρασης (Εικόνα 10.9).



Εικόνα 10.9 *Δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων γραφικών σε πραγματικό χρόνο μέσα από το περιβάλλον του Pd [πηγή: http://www.linuxjournal.com/content/audiovisual-synthesis-new-arts-part-2].*

Σε μία άλλη πορεία ανάπτυξης, στα τέλη της δεκαετίας του 1980, το IRCAM παραχώρησε την πλατφόρμα Max για εμπορική χρήση, αρχικά στην εταιρεία Opcode Systems και, στη συνέχεια, στα τέλη της δεκαετίας του 1990, στην Cycling74. Η εταιρεία αυτή ανέπτυξε την εμπορική εκδοχή του Pd: το περιβάλλον Max/MSP. Αρχικά, ως περιβάλλον Max, αποτέλεσε τη συνέχεια των γλωσσών MAX, οι οποίες αναπτύχθηκαν τη δεκαετία του 1980 στο IRCAM, ενώ, με την μετέπειτα προσθήκη αλγορίθμων για τη διαχείριση της ηχητικής πληροφορίας σε πραγματικό χρόνο από τον δημιουργό του Pd, Miller Puckette, μετονομάστηκε σε Max/MSP.

Η Max/MSP, ανάμεσα σε ένα πλήθος αντικειμένων γέννησης και επεξεργασίας της ηχητικής πληροφορίας, παρέχει και μία βιβλιοθήκη διαχείρισης και επεξεργασίας γραφικών σε πραγματικό χρόνο, τη βιβλιοθήκη *Jitter*, η οποία αποτελεί επέκταση της OpenGL (Εικόνα 10.10).



Εικόνα 10.10 *Διαχείριση κινούμενης εικόνας (video) σε πραγματικό χρόνο μέσα από patch του Max/MSP, κατά την υλοποίηση της διαδραστικής video-εγκατάστασης LandMap (Alexis Chazard - 2002) [πηγή:wikimedia commons, δημιουργός: Alexis Chazard et Gwenola Wagon - Own work, άδεια χρήσης: GNU Free Documentation License, Version 1.2 or any later].*

Τόσο το Pd (Pure Data), όσο και η Max/MSP αποτελούν δύο περιβάλλοντα αναφοράς για την αλγοριθμική σύνθεση ήχου σε πραγματικό χρόνο. Το Pd υποστηρίζεται περισσότερο από την παγκόσμια ακαδημαϊκή κοινότητα, λόγω ακριβώς της ελεύθερης διανομής του και του ανοικτού του κώδικα, ενώ η Max/MSP με τις συνεχείς εκδόσεις της βελτιώνει θεαματικά το ίδιο το περιβάλλον ανάπτυξης κώδικα και διάδρασης με τον χρήστη.

10.4.2 Το Impromptu

Το Impromptu (http://impromptu.moso.com.au/ - Andrew Sorensen, 2005) αφορά ένα προγραμματιστικό περιβάλλον ζωντανής *εκτέλεσης κώδικα σε πραγματικό χρόνο* (live coding), με σκοπό την ταυτόχρονη ηχητική και οπτική σύνθεση. Η διαφορά του από τις υπόλοιπες εφαρμογές αυτής της κατηγορίας, αφορά στο γεγονός πως, σε αντίθεση με τα περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού, το Impromptu αποτελεί ένα περιβάλλον κώδικα, ο οποίος μάλιστα εκτελείται δυναμικά. Η γλώσσα προγραμματισμού του περιβάλλοντος βασίζεται στη γλώσσα Scheme, η οποία ανήκει στην οικογένεια γλωσσών τεχνητής νοημοσύνης Lisp. Καθώς ο κώδικας εκτελείται, ο χρήστης μπορεί σε πραγματικό χρόνο να επεμβαίνει σε αυτόν και να τον τροποποιεί, καθώς και να αφαιρεί ή να προσθέτει μέρη του κώδικα κατά βούληση, διαμορφώνοντας, έτσι, το ηχητικό και οπτικό *αποτέλεσμα στη στιγμή* (impromptu). Εναλλακτικά, μπορεί να προγραμματίσει ηχητικά ή άλλα συμβάντα, ώστε να ενεργοποιηθούν σε προ-αποφασισμένες χρονικές στιγμές.

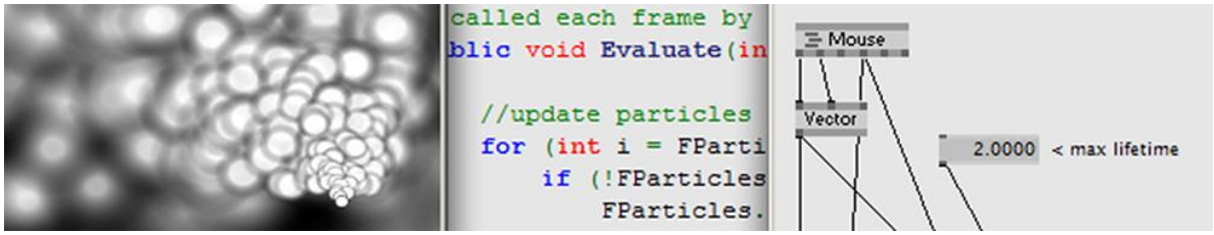
Το περιβάλλον της γλώσσας παρέχει ένα πλήθος από προγραμματιστικές συναρτήσεις οι οποίες αντιστοιχούν σε διαφορετικές γεννήτριες ήχου, ο κατάλληλος συνδυασμός των οποίων μπορεί να δομήσει *ηχητικές μονάδες* (audio units). Το ενδιαφέρον στοιχείο του συγκεκριμένου περιβάλλοντος είναι πως κάθε τέτοια ηχητική μονάδα μπορεί να συζευχθεί με αλγοριθμικές δομές παραγωγής και επεξεργασίας εικόνας, σε βαθμό που οποιαδήποτε επέμβαση συμβαίνει στον κώδικα της μιας δομής να επηρεάζει αυτομάτως και την άλλη, καταλήγοντας, έτσι, σε απολύτως δυναμικά συγχρονισμένα ηχητικά και οπτικά συμβάντα. Οι βιβλιοθήκες επεξεργασίας εικόνας βασίζονται στην πλατφόρμα OpenGL και μεταξύ άλλων παρέχουν επεξεργασία video σε πραγματικό χρόνο, διαδικασίες ανυσματικής σχεδίασης, image rendering, φίλτρα CorelImage, υποστήριξη Quicktime movie κ.ά.

Το Impromptu εκτελείται σε περιβάλλον OSX.

10.4.3 Το vvvv

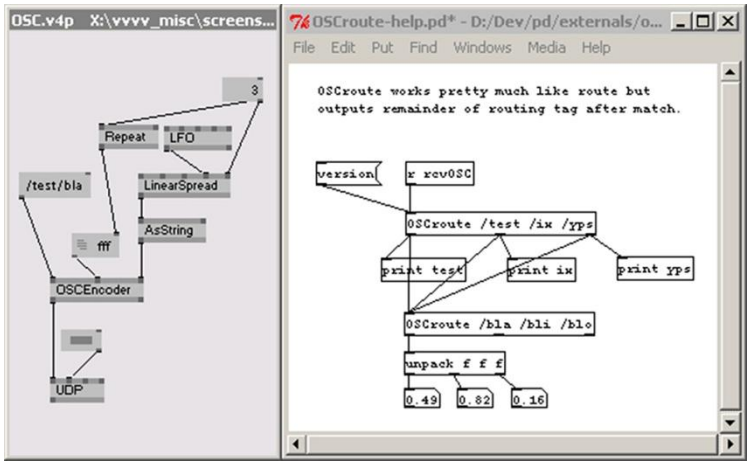
Το vvvv αποτελεί ένα γραφιστικό περιβάλλον προγραμματισμού ελεύθερης διανομής το οποίο έχει ως σκοπό τη διαχείριση μεικτών πολυμεσικών εφαρμογών, καθώς και φυσικών συστημάτων διεπαφών σε πραγματικό χρόνο. Οι εφαρμογές αυτές περιλαμβάνουν κινούμενα και τρισδιάστατα γραφικά, στατική και κινούμενη εικόνα, ήχο, μεγάλης κλίμακας προβολές (projection mapping), ηχητικό-οπτικές εγκαταστάσεις, διαδραστικά έργα κ.ά. Κύριο χαρακτηριστικό αυτού του προγραμματιστικού περιβάλλοντος είναι πως οι αλγόριθμοί του μπορούν να αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο με ένα πλήθος διαφορετικών χρηστών ταυτόχρονα, μέσω διαδικτυακών διευθύνσεων (γνωστές ως διευθύνσεις IP) του Διαδικτύου (over IP), υλοποιώντας πακέτα βασισμένα στο πρωτόκολλο μετάδοσης δεδομένων OSC (Open Sound Control).

Το περιβάλλον προγραμματισμού αποτελείται από γραφιστικά αντικείμενα, καθένα από τα οποία επιτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες και αναπαράγει συγκεκριμένο κώδικα. Τα αντικείμενα αυτά συνδέονται μεταξύ τους με καλώδια-σύνδεσης (patch-chords), με την ίδια ακριβώς λογική patching που ακολουθείται και στα περιβάλλοντα ηχητικής σύνθεσης οπτικού προγραμματισμού, επιτρέποντας τη δυναμική τροποποίηση του patch σε πραγματικό χρόνο: καθώς ο κώδικας εκτελείται, ο χρήστης μπορεί να επέμβει στον αλγόριθμο και να μεταβάλλει τα αντικείμενα, επιφέροντας σε πραγματικό χρόνο αλλαγές στο έργο. Ταυτόχρονα με το παράθυρο οπτικού προγραμματισμού, παρέχεται και ένα παράθυρο υλοποίησης κώδικα καθώς και μια οθόνη εκτέλεσης του έργου το οποίο παράγεται (Εικόνα 10.11).



Εικόνα 10.11 *Από δεξιά προς τα αριστερά: το παράθυρο υλοποίησης οπτικού προγραμματισμού, ο παραγόμενος κώδικας καθώς και η οθόνη εκτέλεσης του κώδικα [πηγή: http://vvvv.org/propaganda].*

Εκτός από ένα πλήθος γραφιστικών αντικειμένων για την υλοποίηση αλγορίθμων διαχείρισης εικόνας, το vvvv περιλαμβάνει συμπληρωματικά και βιβλιοθήκες για τη διαχείριση ήχου. Εναλλακτικά, για μια πληρέστερη διαχείριση και υλοποίηση ηχητικών αλγορίθμων, μπορεί να συνδεθεί μέσω του πρωτοκόλλου OSC με άλλα πιο εξειδικευμένα προγραμματιστικά περιβάλλοντα ήχου (Pd, Max/MSP, SuperCollider κ.λπ.) (Εικόνα 10.12).

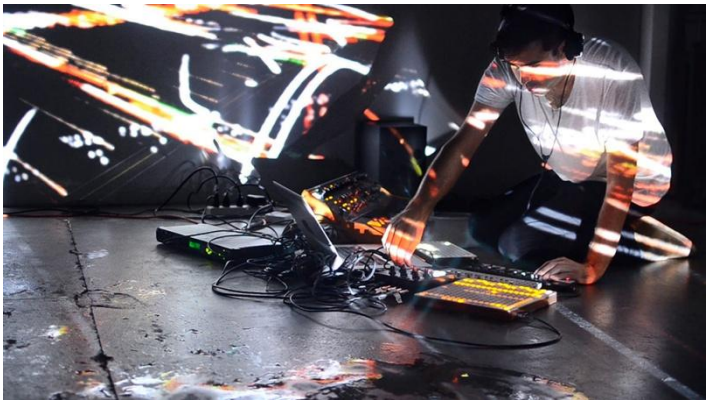


Εικόνα 10.12 *Αποστολή δεδομένων από αλγόριθμο του vvvv (αριστερό παράθυρο) σε αλγόριθμο του Pd (δεξιό παράθυρο) μέσω του πρωτοκόλλου OSC.*

Το vvvv, το οποίο πρωτοπαρουσιάστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1990 (Joreg, Max Wolf, Sebastian Gregor και Sebastian Oschatz – 1998), αποτελεί ένα προγραμματιστικό περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού επηρεασμένο από αντίστοιχα προγενέστερα περιβάλλοντα ηχητικής σύνθεσης σε πραγματικό χρόνο (οικογένεια γλωσσών MAX, Pd κ.λπ.). Στα πλεονεκτήματά του συμπεριλαμβάνεται το γεγονός πως είναι ελεύθερης διανομής, ενώ μειονέκτημά του θεωρείται η πρόσδεσή του στην πολυμεσική πλατφόρμα των Windows DirectX. Έτσι, περιορίζεται η χρήση του σε λειτουργικά συστήματα Windows της Microsoft.

10.4.4 Το openFrameworks

Το openFrameworks (Zachary Lieberman, 2005) αφορά ένα προγραμματιστικό περιβάλλον ανάπτυξης κώδικα για εφαρμογές καλλιτεχνικής δημιουργίας μεικτών μέσων. Γραμμένο στη γλώσσα προγραμματισμού C++ παρέχει ένα πλήθος από προγραμματιστικές βιβλιοθήκες, ενώ ο προγραμματισμός του γίνεται μέσω ενός *ολοκληρωμένου περιβάλλοντος ανάπτυξης κώδικα* (Integrated Development Environment IDE), στην ίδια γλώσσα. Είναι ανοικτού κώδικα και οι διαφορετικές εκδόσεις του υποστηρίζουν τα περισσότερο διαδεδομένα λειτουργικά συστήματα (Windows, MacOS X, Linux, iOS και Android). Υποστηρίζει το πρωτόκολλο επικοινωνίας δεδομένων OSC επιτρέποντας τη συνεργατική έκφραση μέσω IP μεταξύ διαφορετικών χρηστών, καθώς και την ανταλλαγή πληροφορίας μεταξύ διαφορετικών εφαρμογών και πλήθους διεπαφών.



Εικόνα 10.13 *Οπτικό-ακουστική performance του έργου This City (Mark Wheeler - aka Mark Eats, 2015), με την πλατφόρμα openFrameworks [πηγή: http://www.creativeapplications.net/openframeworks/this-city-audio-visual-performance-of-a-simulated-world/].*

Οι βιβλιοθήκες του openFrameworks αφορούν, κυρίως, εργαλεία για τη διαχείριση της οπτικής πληροφορίας σε πραγματικό χρόνο (γραφικά, τρισδιάστατη μοντελοποίηση, διαχείριση και επεξεργασία video κ.λπ.), καθώς και εργαλεία επεξεργασίας ήχου.

Σε γενικές πάντως γραμμές, οι δυνατότητες ηχητικής δημιουργίας οι οποίες παρέχονται τόσο από το συγκεκριμένο περιβάλλον, όσο και από το vvvv, περιορίζονται σε μία επεμβατική λογική σε έτοιμα αρχεία ήχου, αποκλείοντας αλγοριθμικές λογικές οργάνωσης της ηχητικής πληροφορίας. Αφορούν, δηλαδή, προγραμματιστικά περιβάλλοντα, η αλγοριθμική λογική των οποίων επικεντρώνεται πρωτίστως στην οπτική δημιουργία και δευτερευόντως στην ηχητική.

10.4.5 Το VPT7

Το VPT7 (https://hcgilje.wordpress.com/vpt/) είναι ένα ελεύθερο πρόγραμμα που υποστηρίζει κατά βάση την τεχνική του projection mapping, δηλαδή της προβολής ψηφιακών στοιχείων (π.χ. video, γραφικών) σε αντικείμενα και επιφάνειες. Όμως, είναι επεκτάσιμο σε βαθμό που να θεωρείται πλέον εργαλείο *πολλαπλού σκοπού* (mutlipurprose), καθώς ενσωματώνει εξ' αρχής πολλές λειτουργίες, όπως επικοινωνία με τον μικροελεγκτή αισθητήρων Arduino, τη γλώσσα Processing και το πρωτόκολλο OSC. Ειδικά η διασύνδεση με το πρωτόκολλο OSC επιτρέπει διεύρυνση των δυνατοτήτων του VPT7 και με λειτουργίες οι οποίες υποστηρίζονται από άλλα προγράμματα (π.χ. Maxmsp, pd, Unity). Επίσης, επιτρέπει την απευθείας ενσωμάτωση και *εκπομπή* (broadcast) video σ' αυτό, από πηγές όπως το Jitter, μέσω της τεχνολογίας Syphon.

Αξιοποιείται στο θέατρο, σε performance, από VJs, αλλά επίσης και για την ανάπτυξη πολυπροβολικών συστημάτων και διαδραστικών εγκαταστάσεων με χρήση αισθητήρων (π.χ. σύστημα Arduino) ή μηχανισμών διάδρασης με κάμερα.

Αναπτύχθηκε από τον Νορβηγό καλλιτέχνη HC Gilje (http://hcgilje.com/), ο οποίος αξιοποιεί τα περιβάλλοντα προβολής πραγματικού χρόνου στη δουλειά του, ενώ από το 2006 είχε ξεκινήσει ένα πρότζεκτ με τίτλο, *Conversation with spaces*, όπου διερευνά τις σχέσεις των προβολών με τον φυσικό χώρο.

Είναι ένα δυναμικό περιβάλλον, που εξελίσσεται συνεχώς και προσελκύει όλο και περισσότερους καλλιτέχνες, γιατί είναι αρκετά εύκολο στην εκμάθηση και στη χρήση.

Η πολυεπίπεδη χωρική οργάνωση και διαχείριση ψηφιακών στοιχείων είναι δυνατή με βάση layers, ενώ η προβολή σε επιφάνειες και αντικείμενα μη προκαθορισμένου σχήματος επιτυγχάνεται με βάση τεχνικές μάσκας (για τις έννοιες της μάσκας και των layers βλέπε επίσης κεφάλαιο 7: *Τα βασικά ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής επεξεργασίας και διαχείρισης της εικόνας*). Το VPT7 διαθέτει ειδικό *εργαλείο σχεδιασμού μασκών* (mask editor) μέσω του οποίου είναι δυνατός ο ορισμός μάσκας οποιουδήποτε σχήματος.

Κάθε στιγμιότυπο των στοιχείων, τα οποία προβάλλονται στην έξοδο,[37] αποθηκεύεται ως preset στην ορολογία του VPT7. Ένα preset δεν αποθηκεύει τις πηγές των δεδομένων (π.χ. εικόνες, βίντεο, ήχους), αλλά την πληροφορία για το πώς αυτά οργανώνονται για να δώσουν την τελική έξοδο (π.χ. θέση των layers, ποιες πηγές χρησιμοποιούνται ανά layer). Κάθε preset χαρακτηρίζεται μοναδικά με βάση έναν αριθμό και (προαιρετικά) με ένα αναγνωριστικό όνομα. Για τη μετάβαση από το ένα preset στο άλλο το VPT7 παρέχει απλούς μηχανισμούς ορισμού ακολουθιών γεγονότων, cue lists στην ορολογία του. Για παράδειγμα, η παρακάτω ακολουθία:

```
F 1 2 3
+ C 3
```

σημαίνει: `Μετάβαση με Fade από το Preset 1 στο Preset 2 σε 3 δευτερόλεπτα και μετά άμεση μετάβαση στο Preset 3,`

ενώ η ακολουθία

```
F 1 2 3 +
D 5
```

[37] Η έξοδος δεν είναι απαραίτητα μια οθόνη, καθώς μιλάμε για ανάπτυξη προβολών και σε επιφάνειες και αντικείμενα.

```
C 3
```

παρεμβάλλει μια καθυστέρηση 5 δευτερολέπτων μεταξύ της μετάβασης από το Preset 2 στο Preset 3. Είναι δυνατός ο ορισμός *βρόχων επανάληψης* (loops) με εντολές L. Για παράδειγμα στην παρακάτω ακολουθία:

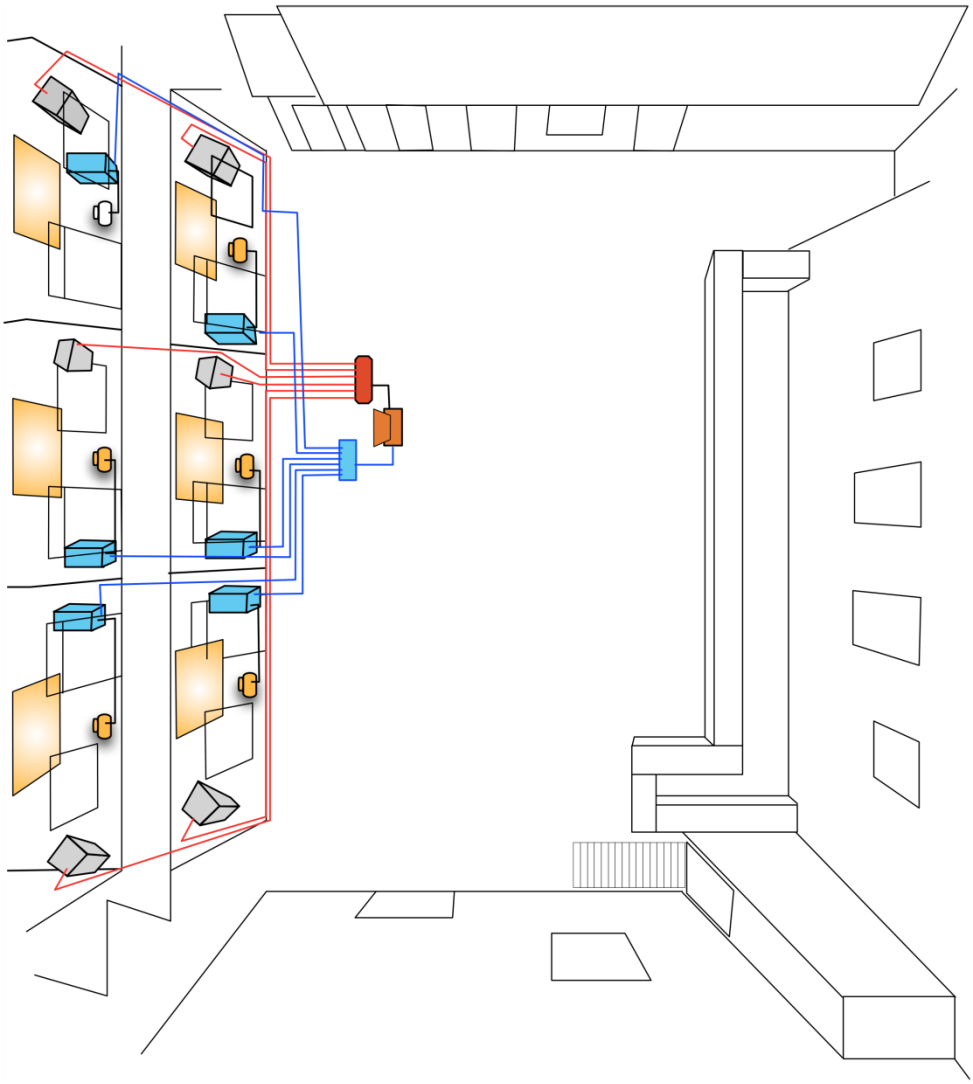
```
F 1 2 3 +
D 5
C 3 +
F 3 1 4 +
L 1
end
```

η εντολή `L 1` δίνει την εντολή επιστροφής στην πρώτη εντολή, δημιουργώντας έναν βρόχο επανάληψης.

Περισσότερα εδώ για τα χαρακτηριστικά και τη χρήση του VPT7.

10.4.6 Παράδειγμα έργου το οποίο αξιοποιεί διαχείρισης εικόνας-ήχου πραγματικού χρόνου. Το έργο Organoidx8

Το έργο *Organoidx8* παρουσιάστηκε στον εκθεσιακό χώρο metamatic:taf, στο πλαίσιο του Athens Fringe Festival το 2010. Αποτελείται από επτά έργα κυκλικής ροής πολυκάναλου ήχου με παράλληλες προβολές video σε πραγματικό χρόνο. Το έργο προσαρμόστηκε στην εσωτερική αυλή του TAF και συγκεκριμένα στα έξι δωμάτια του ισογείου και του πρώτου ορόφου (Εικόνα 10.14).



Εικόνα 10.14 *Διαγραμματική αποτύπωση της εγκατάστασης Organoidx8 σε κάτοψη. Με έντονο πορτοκαλί χρώμα φαίνεται ο κεντρικός υπολογιστής από τον οποίο δρομολογούνται μέσω της πολυκάναλης κάρτας ήχου (κόκκινο χρώμα) έξι καλώδια ήχου (κόκκινο χρώμα), σε έξι διαφορετικά ηχεία (γκρίζο χρώμα), ένα ανά δωμάτιο.*
Ο ίδιος υπολογιστής στέλνει σήματα OSC μέσω ενός router (γαλάζιο χρώμα) σε κάθε έναν σταθμό εργασίας (γαλάζιο χρώμα). Τα σήματα αυτά ελέγχουν την προβολή video σε κάθε ένα δωμάτιο. Για τον λόγο αυτό κάθε ένας σταθμός εργασίας είναι συνδεδεμένος με έναν video-προβολέα (πορτοκαλί χρώμα), ο οποίος προβάλλει το video στον πίσω τοίχο κάθε δωματίου (πορτοκαλί χρώμα).

Κάθε ένα από τα έξι δωμάτια ήταν εξοπλισμένο με έναν προβολέα video, ένα ενεργό ηχείο και ένα υπολογιστή-σταθμό εργασίας. Ένας κεντρικός υπολογιστής αναλάμβανε, ταυτόχρονα με την αναπαραγωγή του πολυκάναλου ήχου στα έξι διαφορετικά ηχεία, και τον συντονισμό των έξι παράλληλων προβολών στα έξι διαφορετικά δωμάτια, στέλνοντας σήματα OSC μέσω δικτύου σε κάθε έναν σταθμό εργασίας. Κατ' αυτόν τον τρόπο ο ακροατής-θεατής του έργου παρακολουθούσε μία ταυτόχρονη προβολή έξι video, ένα σε κάθε δωμάτιο, συντονισμένη με την αναπαραγωγή της εξακάναλης ηχητικής σύνθεσης. Επτά τέτοια έργα αναπαρήχθησαν σε σειρά και κυκλικά, καθώς με την ολοκλήρωσή τους ξεκινούσε η αναπαραγωγή τους από την αρχή.

Από πλευράς λογισμικού, ο κεντρικός υπολογιστής έτρεχε την κεντρική εφαρμογή ελέγχου και αναπαραγωγής ήχου από το περιβάλλον του SuperCollider, μέσω μιας κεντρικής ρουτίνας η οποία:

- αναπαρήγαγε το πολυκάναλο ηχητικό μέρος δρομολογώντας τον ήχο στα έξι ηχεία μέσω της πολυκάναλης κάρτας ήχου
- έστελνε σήματα ελέγχου (video cues) υπό μορφή μηνυμάτων OSC, μέσω ενός router σε κάθε έναν σταθμό εργασίας

Κάθε ένας σταθμός εργασίας έτρεχε την εφαρμογή vvvv, η οποία παραλάμβανε τα μηνύματα OSC μέσω του τοπικού δικτύου και ενεργοποιούσε αναλόγως τα αντίστοιχα video, τα οποία τελικά προβάλλονταν μέσω ενός video προβολέα στον πίσω τοίχο κάθε δωματίου. Η παραπάνω συνδυαστική χρήση λογισμικού ακολουθεί τη λογική της ταυτόχρονης λειτουργίας δύο διαφορετικών εφαρμογών και της επικοινωνίας τους μέσω OSC, κάθε μία από τις οποίες εξειδικεύεται στους διαφορετικούς τομείς του ήχου και της εικόνας. Η διάταξη αυτή διασφαλίζει μεγαλύτερη σταθερότητα στην αναπαραγωγή του οπτικο-ακουστικού έργου, καθώς και ευελιξία στη χρήση των εξειδικευμένων δυνατοτήτων που ενδογενώς παρέχουν οι δύο αυτές εφαρμογές.

Το έργο Organoidx8, ουσιαστικά, αφορά μία ηχητική–εικαστική επανασύνθεση του χώρου, ένα αστικό ηχοτοπίο με ταυτόχρονες πολλαπλές video προβολές και με θεματικό περιεχόμενο τον χώρο ως οργανισμό και βιολογική οντότητα, ως κοινωνική συλλογικότητα και ως σύνολο επιμέρους λειτουργιών. Η ομάδα η οποία υλοποίησε και παρουσίασε τα επτά έργα αποτελείτο από τους Ταξιάρχη Διαμαντόπουλο (συντονιστής έργου), τους φοιτητές του μεταπτυχιακού της ΑΣΚΤ «Ψηφιακές Μορφές Τέχνης» Νικολέττα Κανέλλου, Δημήτρη Κασάπη, Δώρα Μπελεγρίνου, Βασίλη Νομπιλάκη και Γιάννη Παναγάκο, και τον Νίκο Παπαδακάκη (βλέπε αναπαράσταση του έργου της Νικολέττας Κανέλλου https://vimeo.com/64534008). Το έργο παρουσιάστηκε επίσης και στο B-Fest 2010, το οποίο πραγματοποιήθηκε στον χώρο της ΑΣΚΤ, σε μία διάταξη έξι προβολών στους τοίχους της εσοχής του πίσω μέρους του αμφιθεάτρου στο υπόγειο της σχολής (Εικόνα 10.15). Τα έξι ηχεία ήταν τοποθετημένα με μία λογική αντίστοιχης τοπολογίας με αυτής των προβολών, στον ίδιο χώρο.

Εικόνα 10.15 *Φωτογραφικά στιγμιότυπα από τις έξι ταυτόχρονες προβολές του έργου Organoidx8 όπως αυτό παρουσιάστηκε στο festival B-Fest 2010, στην ΑΣΚΤ.*

10.5 Η διαχείριση του ήχου σε σχέση με την εικόνα στα παιχνίδια

Ενώ οι ήχοι των πρώτων παιχνιδιών αποτελούν απλούς ψηφιακούς ήχους οι οποίοι παράγονται από συνθετητές, σταδιακά η παραγωγή του ήχου για τα παιχνίδια αναβαθμίζεται σημαντικά, όπως παρουσιάστηκε στο υποκεφάλαιο 10.1.2.

Επίσης, υπάρχει μια ειδική σχέση του ήχου και της εικόνας ιδιαίτερα στα τρισδιάστατα παιχνίδια. Στην περίπτωση αυτή ο ήχος συμμετέχει ενεργά στην αντίληψη του τρισδιάστατου χώρου εκ μέρους του παίκτη και στην εμβύθιση μέσα σ' αυτόν. Ο δημιουργός έχει τη δυνατότητα να εντάξει στον χώρο πηγές ήχου, να ρυθμίσει τις παραμέτρους εκπομπής του ήχου (π.χ. ένταση) διαφορετικά σε κάθε πηγή, ούτως ώστε ο παίκτης να τους αντιλαμβάνεται, όπως ακριβώς και στον φυσικό χώρο (π.χ. υψηλότερης έντασης όσο πλησιάζει και χαμηλότερης έντασης όσο απομακρύνεται από την πηγή ή ένας ήχος η πηγή του οποίου βρίσκεται πάνω από την αριστερή πλευρά του παίκτη θα φτάσει πρώτα στο αριστερό του αφτί και μετά στο δεξί και μάλιστα στο αριστερό αφτί θα έχει λίγο υψηλότερη ένταση εξαιτίας του κεφαλιού το οποίο εμποδίζει τον ήχο). Ο μηχανισμός αντίληψης του ήχου στον τρισδιάστατο χώρο μπορεί να συνδεθεί με τον κινούμενο εικονικό χαρακτήρα ο οποίος αποτελεί την αναπαράσταση του παίκτη, για παράδειγμα, μέσω της εικονικής

κάμερας η οποία αποτελεί τα «μάτια» και τα «αφτιά» του χαρακτήρα στον εικονικό χώρο (περισσότερα για την εικονική κάμερα στον Β τόμο, στο κεφάλαιο 8: *Ειδική περίπτωση Α: Ανάπτυξη καλλιτεχνικού περιεχομένου για τη δημιουργία έργων σε εικονικούς χώρους*).

Η δυνατότητα υλοποίησης του *τρισδιάστατου ήχου στον χώρο* (3D spatialized sound) επιτυγχάνεται με βάση ειδικούς αλγορίθμους επεξεργασίας σήματος, οι οποίοι προσομοιώνουν τον τρόπο που ακούει ο άνθρωπος στον φυσικό χώρο (π.χ. μέθοδος Head-Related Transfer Function (HRTF)). Η δυνατότητα αυτή ενσωματώνεται πλέον σε όλα τα σύγχρονα περιβάλλοντα ανάπτυξης παιχνιδιών.

10.5.1 Μηχανές ανάπτυξης παιχνιδιών

Τα λογισμικά ανάπτυξης παιχνιδιών (π.χ. Unity, Unreal, Cryengine), υποστηρίζουν τη διαχείριση – σε πραγματικό χρόνο - κυρίως εικόνων οι οποίες παράγονται από τρισδιάστατες απεικονίσεις, σε συνδυασμό με ήχους και άλλα στοιχεία (π.χ. βίντεο προ-κωδικοποιημένο ή από ζωντανές πηγές, στατικές εικόνες, κινήσεις οι οποίες εμψυχώνουν εικονικούς χαρακτήρες).

Έχει ενδιαφέρον η αναφορά τους και ως *μηχανές παιχνιδιών* (games engines), καθώς στο παρελθόν ο όρος αυτός ήταν συνδεδεμένος με συγκεκριμένη συσκευή (π.χ. Atari), πάνω στην αρχιτεκτονική της οποίας ήταν χτισμένο το λογισμικό του παιχνιδιού και το παιχνίδι αυτό καθαυτό, ούτως ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη αξιοποίηση του υλισμικού. Η σταδιακή απελευθέρωση των λογισμικών ανάπτυξης παιχνιδιών από τις συσκευές παιχνιδιών και τα περιφερειακά τους (π.χ. η αποσύνδεση του Kinect από το Xbox) οδήγησε στην εξέλιξή τους σε ανοικτές πλατφόρμες ανάπτυξης γενικού σκοπού, οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν και σε διαδραστικά έργα (π.χ. διαδραστική αφήγηση), σε performance, σε εγκαταστάσεις στον χώρο κ.ά.

Επιπλέον, η υποστήριξη στα εξελιγμένα παιχνίδια λειτουργιών όπως α) απαιτητικές τρισδιάστατες απεικονίσεις σε πραγματικό χρόνο, β) σύνθετη διάδραση με το σώμα και πολυχρηστικές διαδράσεις γ) λήψη αποφάσεων σε σύνθετες καταστάσεις [14], οδήγησε σταδιακά τα περιβάλλοντα αυτά στην υιοθέτηση των τελευταίων εξελίξεων διαφόρων πεδίων έρευνας, όπως τρισδιάστατα γραφικά, τεχνητή νοημοσύνη, τεχνολογίες διάδρασης και διαδικτυακής επικοινωνίας. Αποτελούν δηλαδή, διεπιστημονικά εργαστήρια, με περιθώρια επεκτάσεων και προς άλλους χώρους (π.χ. επεξεργασία γλώσσας, μελέτη ατομικών και συλλογικών συμπεριφορών, σημασιολογικός ιστός και οργάνωση της γνώσης, εκπαίδευση) οι οποίοι εφάπτονται με τους χώρους των κοινωνικών και ανθρωπιστικών επιστημών.

Η ίδια η ανάπτυξή τους παρουσιάζει ενδιαφέρον, καθώς πραγματοποιείται συνεργατικά, από ομάδες ανθρώπων διαφορετικών ειδικοτήτων, οι οποίοι μάλιστα μπορεί να είναι απομακρυσμένοι γεωγραφικά.

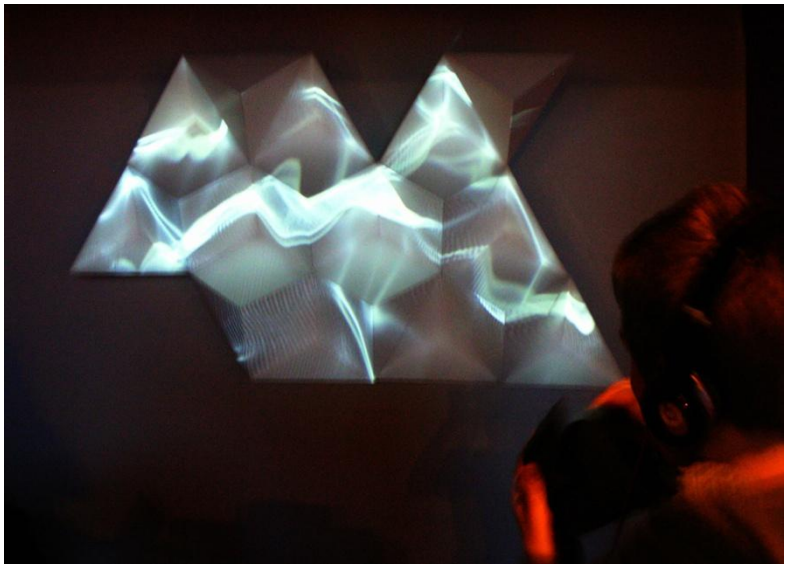
Το γεγονός ότι μέχρι στιγμής οι μηχανές παιχνιδιών έχουν αξιοποιηθεί και εξελιχθεί περισσότερο χάρη στη βιομηχανία της διασκέδασης έχει οδηγήσει στο να δοθεί έμφαση στην τρισδιάστατη αναπαράσταση- μίμηση ρεαλιστικών περιβαλλόντων, η αισθητική των οποίων αμφισβητείται ανοικτά από πολλούς. Εν τούτοις, η εν λόγω συγγραφική ομάδα υποστηρίζει ότι δεν έχουν διερευνηθεί πλήρως όλες οι δημιουργικές πλευρές αυτών των λογισμικών, και τις αξιοποιεί εντάσσοντάς τες στην εκπαιδευτική και καλλιτεχνική διαδικασία. Για παράδειγμα, το έργο *Επιλογή In Crisis* αναπτύχθηκε με βάση αυτό το σκεπτικό.

Οι σημαντικότερες μηχανές ανάπτυξης παιχνιδιών, όπως η Unity και η Unreal, εντάσσουν και τη διαχείριση *στοιχείων εικόνων* δύο διαστάσεων (sprites), επιτρέποντας ακόμα και την ανάμειξή τους με τρισδιάστατα στοιχεία. Η δυνατότητα αυτή απορρέει από το ενδιαφέρον της διεθνούς κοινότητας για επιστροφή σε παιχνίδια δύο διαστάσεων, με αναφορές στα πρώτα παιχνίδια (π.χ. Super Mario Bros της Nintendo) και μάλιστα υιοθετώντας αντίστοιχη αισθητική χαμηλής ευκρίνειας (pixelized, όπως π.χ. αυτή του Super Mario Bros). Για παράδειγμα, το Unity επιτρέπει τη διαχείριση των δισδιάστατων στοιχείων με προσαρμοσμένη μηχανή φυσικών ιδιοτήτων (physics 2D engine), σε αντιδιαστολή με περιβάλλοντα όπως το Flash τα οποία υιοθετούν τη λογική του timeline[38].

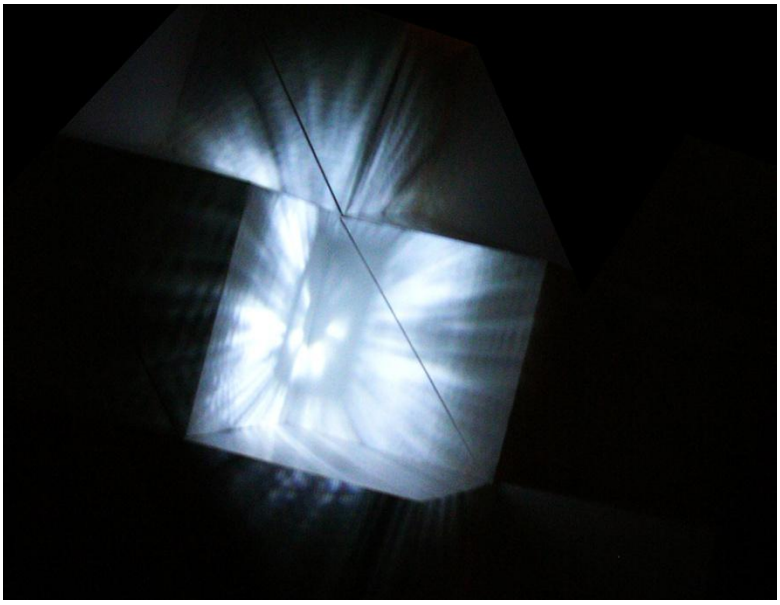
[38] Εντούτοις, έχει αναπτυχθεί αντίστοιχη μηχανή φυσικών ιδιοτήτων και για το Flash, το Box2DFlash (http://www.box2dflash.org/).

10.5.2 Παράδειγμα φοιτητικής εργασίας η οποία αξιοποιεί μηχανές ανάπτυξης παιχνιδιών σε συνδυασμό με εργαλεία διαχείρισης εικόνας-ήχου πραγματικού χρόνου

Το έργο *TimeCube* είναι μία διαδραστική εγκατάσταση η οποία συνδυάζει την εξερεύνηση ενός ψηφιακού περιβάλλοντος, με την οπτική παραμόρφωση μιας τρισδιάστατης κατασκευής, μέσω της τεχνικής του projection mapping (Εικόνες 10.16 και 10.17).



Εικόνα 10.16 *Στιγμιότυπο από το έργο TimeCube σε λειτουργία.*

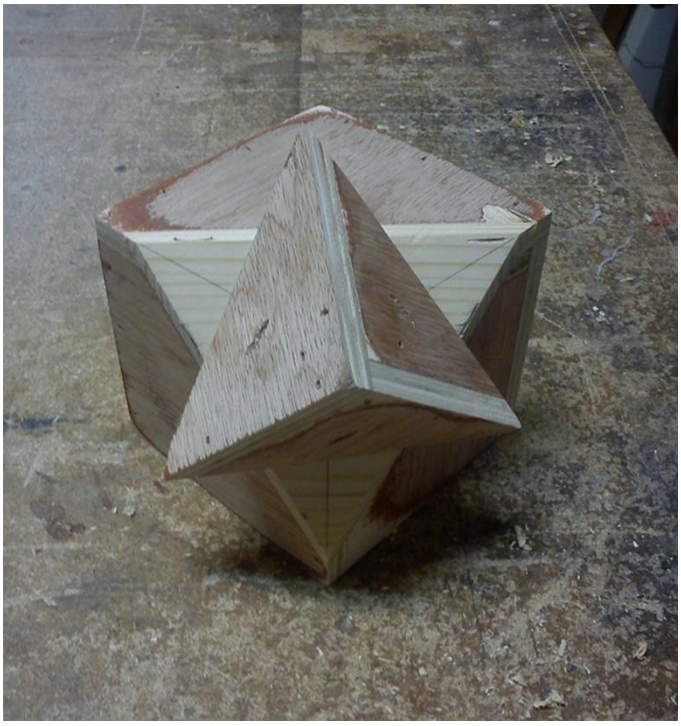


Εικόνα 10.17 *Στιγμιότυπο από το έργο TimeCube σε λειτουργία.*

Η φυσική του υλοποίηση αποτελείται από μία πλακέτα Arduino και μία πολυεδρική κατασκευή (h=150cm, l=200cm, d=96cm) από λευκό ματ χαρτόνι.

Σε αυτή την εγκατάσταση, εν μέρει παιχνίδι, εν μέρει πειραματισμός, ο επισκέπτης καλείται να ανακαλύψει και να παίξει με το χωροχρονικό συνεχές ενός αφαιρετικού σύμπαντος, χειριζόμενος ένα μόνο αντικείμενο, έναν κύβο.

Ο ψηφιακός κόσμος δομείται από τέσσερα επίπεδα, αλληλοδιαδεχόμενα σ΄ έναν ατέρμονο βρόχο. Οι τέσσερεις αυτοί κόσμοι είναι σχεδιασμένοι στην μηχανή ανάπτυξης παιχνιδιών Unity, ορισμένα στοιχεία τους έχουν κατασκευαστεί εκ των προτέρων στο Maya, ενώ όλες οι διαδράσεις υλοποιούνται με τη βοήθεια αισθητήρων (ποτενσιόμετρο και επιταχυνσιόμετρο), συνδεδεμένων στο σύστημα Arduino. Η πλακέτα του Arduino είναι τοποθετημένη στο εσωτερικό ενός ξύλινου κύβου (Εικόνα 10.18) και επικοινωνεί με το Unity μέσω του plugin Uniduino.



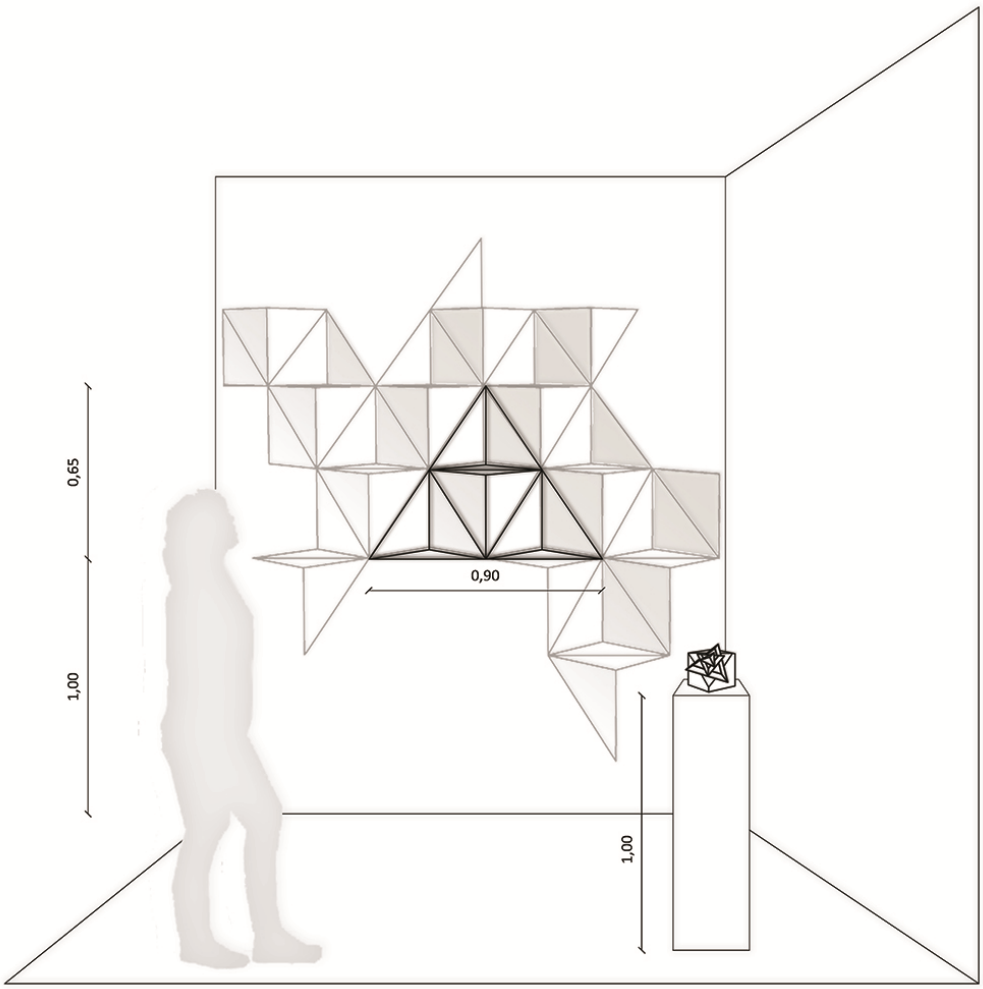
Εικόνα 10.18 *Ο ξύλινος κύβος.*

Οι προβολές αναμορφώνονται πάνω στην κατασκευή με τη χρήση του προγράμματος VPT7 το οποίο επικοινωνεί με το Unity, μέσω της τεχνολογίας Syphon.

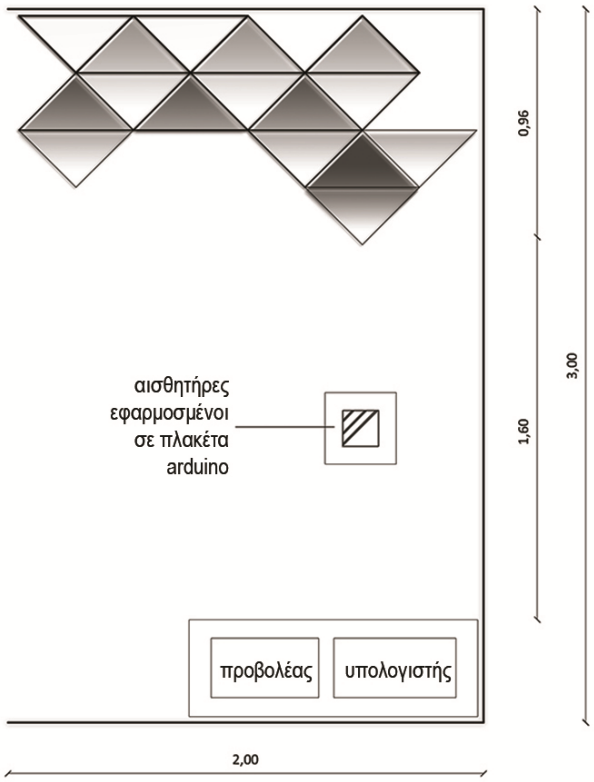
Η απαρχή ενός γεγονότος διάδρασης στο Unity στέλνει μηνύματα στο Syphon μέσω του πρωτοκόλλου OSC, με σκοπό να ενεργοποιήσει, ή αντίστοιχα να απενεργοποιήσει τις προβολές.

Εξοπλισμένος με ένα απτό αντικείμενο, ο επισκέπτης μπορεί να παρέμβει κατά βούληση και να επηρεάσει τα στοιχεία και τις δυνάμεις που συνθέτουν το ψηφιακό σύμπαν. Πιο συγκεκριμένα, η κίνηση του κύβου γύρω από τους άξονες x και y, αλλάζει τις τιμές του επιταχυνσιόμετρου, και κατ' επέκταση επιτρέπει την πλοήγηση στον χώρο, την εναλλαγή των χρωμάτων, των φώτων, ή την κίνηση ορισμένων αντικειμένων. Επιπλέον, η περιστροφή της πυραμίδας στην ακμή του κύβου αλλάζει τις τιμές του ποτενσιόμετρου, δίνοντας στον επισκέπτη την ελευθερία να μεταφερθεί σε κάποιο άλλο σημείο του χρόνου της αφήγησης, στο παρελθόν, ή στο μέλλον.

Η εγκατάσταση του έργου στον χώρο φαίνεται στην Εικόνα 10.19, ενώ στην Εικόνα 10.20 απεικονίζονται τα ψηφιακά υποσυστήματα του έργου .

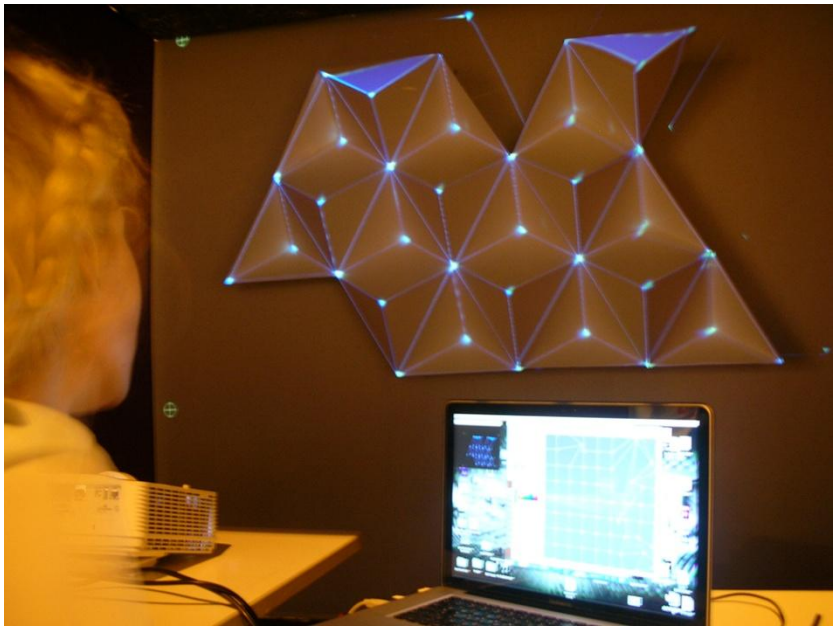


Εικόνα 10.19 *Η εγκατάσταση του έργου στον χώρο.*

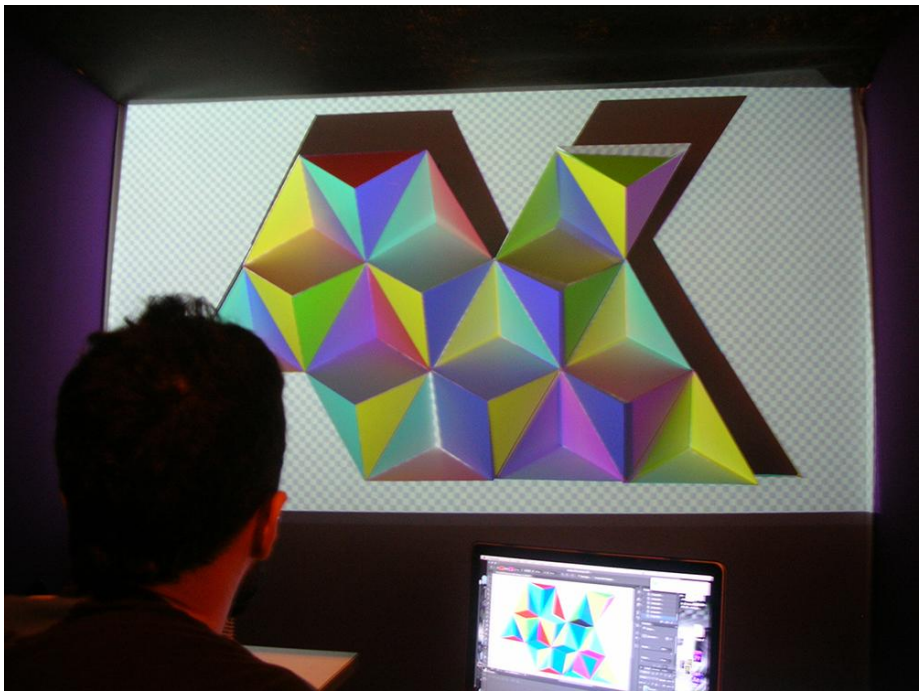


Εικόνα 10.20 *Τα ψηφιακά υποσυστήματα του έργου.*

Στις Εικόνες 10.21 και 10.22 απεικονίζονται στιγμιότυπα από την αρχική ρύθμιση παραμέτρων του έργου (διαδικασία calibration), διαδικασία η οποία είναι απαραίτητη σχεδόν σε κάθε έργο τέτοιου τύπου, για την προσαρμογή του στον χώρο προβολής.

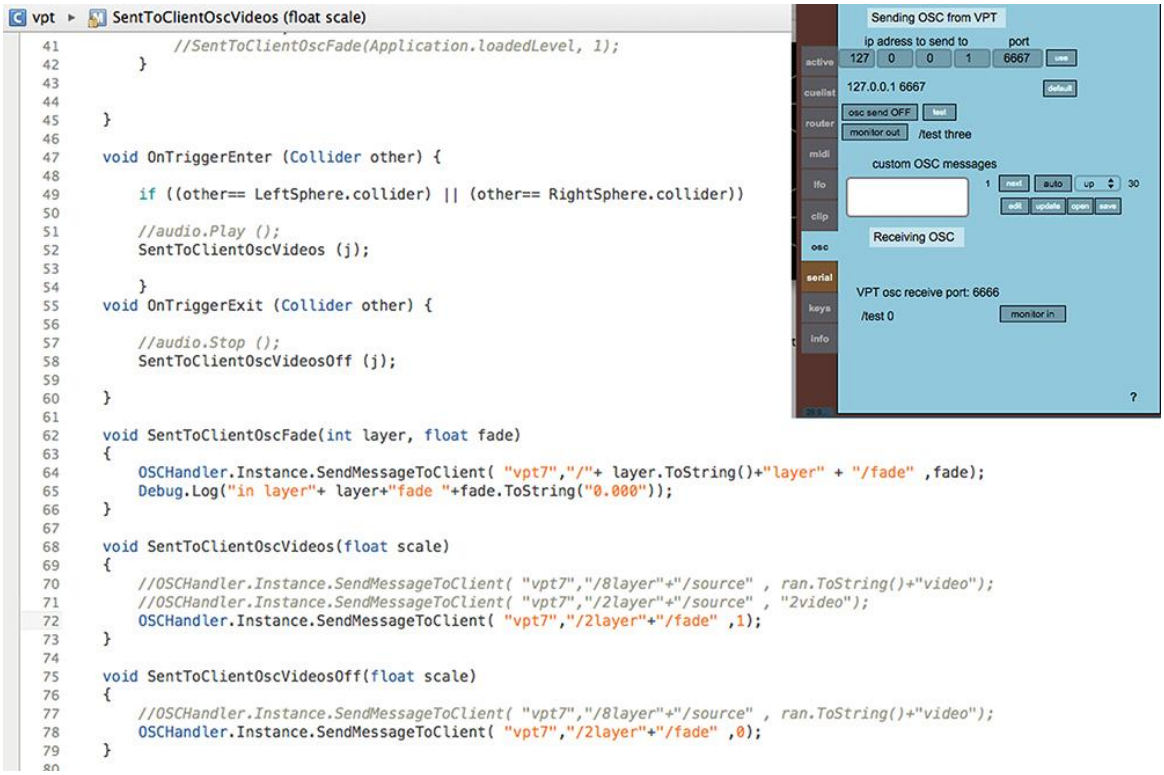


Εικόνα 10.21 *Στιγμιότυπο από τη διαδικασία του calibration.*



Εικόνα 10.22 *Στιγμιότυπο από τη διαδικασία του calibration.*

Τέλος, στην Εικόνα 10.23 απεικονίζεται ένα στιγμιότυπο από το μεικτό περιβάλλον ανάπτυξης του έργου (επικοινωνία του Unity, το οποίο χειρίζεται τις δράσεις, με το VPT7, το οποίο χειρίζεται τις προβολές, μέσω του Syphon).



Εικόνα 10.23 *Στιγμιότυπο από το μεικτό περιβάλλον ανάπτυξης του έργου.*

Το έργο αυτό αναπτύχθηκε από τους φοιτητές Νεφέλη Γεωργακοπούλου, Σοφία Κουρκουλάκου, Ινώ – Ελένη Θεοδώρου και Διονύση Ζαμπλάρα, στο πλαίσιο του προγράμματος σπουδών του Ελληνογαλλικού Μάστερ «Τέχνη, εικονική πραγματικότητα και πολυχρηστικά συστήματα καλλιτεχνικής έκφρασης» (Paris-8 University, Ανώτατη Σχολή Καλών Τεχνών, ακαδημαϊκό έτος 2013-2014) και παρουσιάστηκε στο φεστιβάλ Laval Virtual 2014 (στην κατηγορία Demos) (βλέπε http://vimeo.com/93150938).

10.6 Σχετικά με την κατάλληλη επιλογή εργαλείου

Η επιλογή του κατάλληλου εργαλείου διαχείρισης εικόνας – ήχου είναι μια σοβαρή υπόθεση, η οποία μπορεί να διαμορφώσει κατά μεγάλο βαθμό την πορεία του παραγόμενου έργου. Συχνά για τους νεοεισερχόμενους στον χώρο της ψηφιακής τεχνολογίας αποτελεί μια επίπονη διαδικασία, καθώς απαιτεί μια συγκροτημένη έρευνα των ειδικών χαρακτηριστικών, δυνατοτήτων, αλλά και περιορισμών του κάθε εργαλείου.

Το Διαδίκτυο πλέον παρέχει όλη την πληροφορία η οποία απαιτείται για μια σωστή επιλογή. Σε ιστότοπους, όπως π.χ. ο http://www.creativeapplications.net/tools/**,** μπορεί κανείς να δει συγκεντρωτικά τα χαρακτηριστικά διαφόρων λογισμικών, καθώς και μια σύγκρισή τους. Το θέμα αυτό αναπτύσσεται με μεγαλύτερη λεπτομέρεια στον Β τόμο, στο κεφάλαιο 3: *Το στάδιο της προεργασίας. Καλλιτεχνικά, αισθητικά και τεχνολογικά θέματα* και στο κεφάλαιο 7: *Η ολοκλήρωση ενός ψηφιακού καλλιτεχνικού έργου: επίλυση εξειδικευμένων τεχνολογικών ή αισθητικών προβλημάτων, στον χώρο, στη δομή και στις ιδιότητες του. Η δοκιμαστική περίοδος. Η δομή της λειτουργίας του.*

Βιβλιογραφία - Αναφορές

1. Ammann, P., J., "The Musical Theory and Philosophy of Robert Fludd", *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*, Vol. 30 (1967), pp. 198-227, διαδικτυακά στο http://www.jstor.org/stable/750743?seq=1#page_scan_tab_contents.

2. Bishop, B., *A souvenir of the color organ, with some suggestions in regard to the soul of the rainbow and the harmony of light with marginal notes and illuminations*, New York: The De Vinne Press, 1893.
3. Brewster, D., *The Kaleidoscope*, USA: Kessinger Publishing, LLC, 2010 (πρώτη έκδοση 1858).
4. Castel L.B., *L'Optique des couleurs*, Paris: Hachette Livre BNF (πρώτη έκδοση 1740).
5. Collins K., *Game sound: an introduction to the history, theory, and practice of video game music and sound design*. Cambridge: The MIT Press, 2008.
6. Dimitriadi, N., Zoi, S., "The In-Between Virtual Neighborhood and the Cellutopia Engine", in the proceedings of the 6th International Symposium on Computational Aesthetics in Graphics, Visualization & Imaging, *Computational Aesthetics 2010*, 14–15 June 2010, London, UK.
7. DeWitt, T., "Visual music: Searching for an aesthetic", *Leonardo Journal of Arts, Sciences and Technology*, Vol. 20, No. 2, pp. 15-122, 1987.
8. Eisenstein, S., *Η μορφή του φιλμ*, Εκδόσεις Αιγόκερως, Αθήνα: 2003.
9. Eisenstein, S., *Κινηματογράφος και ζωγραφική*, Εκδόσεις Αιγόκερως, Αθήνα: 1990.
10. Eisenstein, S., *Προβλήματα σκηνοθεσίας κινηματογράφου*, Δαμιανός, Αθήνα: 1990.
11. Manovich, L., *The Language of New Media*, Cambridge: The MIT Press, 2001.
12. Menn, J., *All the Rave: The Rise and Fall of Shawn Fanning's Napster*, New York: Crown Business, 2003.
13. Richter, H., "Easel—Scroll—Film", *Magazine of Art*, February, 1952, pages 78-86 – διαδικτυακά στο https://www.evl.uic.edu/datsoupi/502/2_EaselScrollFilm_HansRichter.pdf.
14. Santorineos, M., Zoi, S., Dimitriadi, N., Bardakos, J., Velaora, M., "From the monologue of mass media to the dialogue of new media in the information society", The International conference of Digital Storytelling - *Digital Storytelling in Times of Crisis*, 8-10 May 2014, Athens.
15. Santorineos, M., Zoi, S., "Action Room: A low-cost hypermedia platform for experimental performances and spectacles", in the proceedings of the 15th International Conference on Virtual Systems and Multimedia *VSMM 2009*,Vienna, Austria, September 9-12, 2009.

Κεφάλαιο 11. Το διαδραστικό έργο και το τεχνολογικό υπόβαθρο της διάδρασης

Σύνοψη

Αναπτύσσεται ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της ψηφιακής τέχνης, η διάδραση, και το ψηφιακό περιβάλλον στο οποίο εξελίσσεται. Εξετάζονται οι κυριότεροι μηχανισμοί που συνδιαμόρφωσαν το σύγχρονο ψηφιακό υπέδαφος: η οθόνη και το ποντίκι, ο Παγκόσμιος Ιστός, η πλήρης εμβύθιση στην εικονική πραγματικότητα, οι εξειδικευμένοι, μη αυτόνομοι μηχανισμοί διάδρασης και οι αυτόνομοι μηχανισμοί διάδρασης χαμηλού κόστους. Αναπτύσσονται επίσης οι κυριότερες κατηγορίες καλλιτεχνικών πειραματισμών με κεντρικό στοιχείο τη διάδραση. Το κεφάλαιο αυτό συνδέεται άμεσα με το κεφάλαιο 1: *Γενεαλογία των μέσων* και το κεφάλαιο 5 του Β τόμου: *Ανάπτυξη των μηχανισμών για την επικοινωνία του έργου με τον επισκέπτη και το περιβάλλον*).

11.1 Η διάδραση, ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του ψηφιακού έργου

Η έννοια της *διάδρασης* (interactivity)[39], είναι κυρίαρχη στον ψηφιακό πολιτισμό. Ο σύγχρονος άνθρωπος σε πολλές διαδικασίες της καθημερινής του ζωής, για να επικοινωνήσει, να αναζητήσει πληροφορίες, να πάρει χρήματα από την τράπεζα μέσω ενός ATM, διαδρά με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η διάδραση όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 1: *Γενεαλογία των μέσων*, είναι μια από τις βασικές ιδιότητες που χαρακτηρίζουν την ψηφιακή τέχνη. Πρακτικά υποστηρίζεται από τις δυνατότητες τις οποίες παρέχει ο κλάδος που ονομάζεται *διάδραση ανθρώπου-υπολογιστή* (Human Computer Interaction - HCI).

Η διάδραση ανθρώπου – υπολογιστή αναφέρεται στη δυνατότητα του «χρήστη» να ελέγχει, μέσα από μια διαρκή διαδικασία αίτησης-απόκρισης, τον τρόπο οργάνωσης και ανάκτησης (π.χ. τη χρονική σειρά, τη διάταξη, τη μορφή) των ψηφιακών δεδομένων μιας εφαρμογής στη συσκευή εξόδου (π.χ. στην οθόνη). Αποτελεί έναν ολόκληρο ερευνητικό κλάδο[40], ο οποίος σε συνεργασία με άλλους κλάδους (π.χ. σχεδιασμός) θέτει ως στόχο την ανάπτυξη *διεπαφών χρήστη* (user interfaces) με τα χαρακτηριστικά της εργονομίας, της απλότητας και της *φιλικότητας* (user friendliness) έτσι ώστε να διευκολύνεται η χρήση μιας ψηφιακής εφαρμογής και να είναι όσο το δυνατόν «αόρατη» η υπεισέρχουσα τεχνολογία. Μέσα από αυτή την έρευνα οι διεπαφές χρήστη κατά τη διάδραση με τον υπολογιστή έχουν περάσει από τη φάση της κειμενικής επικοινωνίας (π.χ. στο λειτουργικό σύστημα MS DOS, όπου ο χρήστης πληκτρολογεί εντολές προς τον υπολογιστή μέσω κειμένου και ο υπολογιστής απαντά ή εκτελεί τις εντολές) στα γραφικά παραθυρικά περιβάλλοντα (π.χ. στο λειτουργικό σύστημα των Windows, στο IOS ή στο Linux και σήμερα στο Android) και τα τελευταία χρόνια σε διεπαφές που σταδιακά εξαφανίζονται από το οπτικό πεδίο του χρήστη και αξιοποιούν λειτουργίες όπως φωνητικές οδηγίες, κινήσεις χεριού/σώματος, βλέμμα (π.χ. Google Glasses).

Ενώ στην καθημερινή ζωή ο καθένας μας πλέον διαδρά συνεχώς με υπολογιστικούς μηχανισμούς χωρίς να δίνει ιδιαίτερη σημασία, στον χώρο της Τέχνης, οι καλλιτέχνες μεγεθύνουν την έννοια της διάδρασης, άλλοτε δίνοντας έναν τελετουργικό χαρακτήρα και άλλοτε εντάσσοντάς την δραματουργικά μέσα στο έργο, δημιουργώντας το αίσθημα της έκπληξης στον επισκέπτη ή αναπτύσσοντας έναν διάλογο που θα τον κάνει να σκεφτεί πριν ακολουθήσει μια δράση.

Στην περίπτωση του διαδραστικού ψηφιακού καλλιτεχνικού έργου, η διάδραση πρέπει να εξεταστεί υπό ένα εντελώς διαφορετικό πρίσμα από αυτό μιας χρηστικής εφαρμογής. Για παράδειγμα, η έννοια της φιλικότητας δεν είναι απαραίτητα ένα ζητούμενο στην επικοινωνία με ένα καλλιτεχνικό έργο, αλλά μπορεί να απουσιάζει σκόπιμα υπηρετώντας την υπόσταση του καλλιτεχνικού έργου, όπως για παράδειγμα η πρόκληση πόνου κατά τη διάδραση (π.χ. στο έργο *Painstation*, της ομάδας καλλιτεχνών *////////fur//// art entertainment interfaces*, 2001) ή η ένταξη του επισκέπτη του έργου σε περιβάλλον κρίσης (π.χ. στο φοιτητικό έργο με συμμετοχή και μελών της συγγραφικής ομάδας *Επιλογή in Crisis*, 2014 - http://mastergrfr.tumblr.com/).

---

[39] Αναφέρεται και ως «διαδραστικότητα» ή «αλληλεπιδραστικότητα»

[40] Πολλά μεγάλα πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα και εταιρείες σε όλο τον κόσμο έχουν ιδρύσει εργαστήρια που ασχολούνται μ'αυτό το θέμα.

Ένα έργο τέχνης, πολλές φορές, δεν αποκαλύπτει άμεσα τις ιδέες του, αλλά καλεί τον επισκέπτη να τις ανακαλύψει σταδιακά; πρόκειται για μια διαδικασία μύησης. Η Τέχνη εμπεριέχει την έννοια της ανακάλυψης, των κρυφών μηνυμάτων και της έκπληξης, σε αντίθεση με μια χρηστική εφαρμογή στην οποία η διάδραση πρέπει να γίνεται με σαφή και απόλυτα προβλέψιμο τρόπο, ώστε να μη δημιουργείται ανασφάλεια στον χρήστη. Τις περισσότερες φορές η παρουσία του μηχανισμού της διάδρασης κατά τη διάρκεια της σχέσης του θεατή με το έργο και η αποκάλυψη της δομής του μπορεί να δυσχεραίνει την επικοινωνία ανθρώπου-μηχανής σε μια εφαρμογή, ή να αποτελεί ανεπιθύμητη συνθήκη σ' ένα έργο τέχνης το οποίο παράγει μια ψευδαίσθηση. Από την άλλη πλευρά όμως, μπορεί η ανάδειξη του συγκεκριμένου μηχανισμού να είναι αναπόφευκτη ή να αποτελεί μέρος των στόχων του ψηφιακού έργου[41]. Για παράδειγμα, πολλά ψηφιακά έργα που έχουν τη μορφή λογισμικού, για να λειτουργήσουν, απαιτούν εγκατάσταση και παραμετροποίηση ή κάποιο ειδικό βοηθητικό λογισμικό (π.χ. Flash player ή Unity player), πράγμα το οποίο μαρτυρά τη φιλοξενία του έργου σε μια τεχνολογική πλατφόρμα. Επίσης, στην *τέχνη του κώδικα* (η οποία αναφέρεται διεθνώς ως code art) δηλαδή στο είδος καλλιτεχνικού πειραματισμού κατά το οποίο ο ίδιος ο προγραμματιστικός κώδικας είναι το έργο, αποκαλύπτεται εντελώς η δομή του έργου.

Για να εξετάσουμε την περίπτωση της επικοινωνίας ανθρώπου – ψηφιακού έργου, θα βασιστούμε κατ' αρχήν στην ουσία του ίδιου του ψηφιακού έργου ως ενός σύνθετου συστήματος επικοινωνίας-μνήμης-δράσης το οποίο θέτει τον επισκέπτη σε κατάσταση διερεύνησης του έργου και διαμόρφωσης μιας προσωπικής εκδοχής του, μέσα από μια διαδικασία διαλόγου (βλέπε κεφάλαιο 2: *Προσπάθεια περιγραφής της ψηφιακής τέχνης*).

Αυτή η διαλεκτική σχέση ανθρώπου – ψηφιακού έργου, εγκαινιάζει έναν νέο τύπο επισκέπτη, ο οποίος αναλαμβάνει έναν ενεργητικό ρόλο ο οποίος συμπεριλαμβάνει νοητικές και σωματικές λειτουργίες, σε συνδυασμό με χρήση ενδιάμεσων τεχνολογικών μηχανισμών, καθώς και μια άλλη διαλογική σχέση με το έργο, αφού εν μέρει, επιδρά στην τελική του μορφή. Δηλαδή, από μια άποψη, ο επισκέπτης ορίζει το έργο το οποίο ο ίδιος θα βιώσει.

11.2 Η έννοια της συμμετοχής του επισκέπτη στο καλλιτεχνικό έργο

11.2.1 Η διάδραση πριν την τεχνολογία

Η έννοια της συμμετοχής του επισκέπτη στο καλλιτεχνικό έργο δεν εμφανίζεται στην ψηφιακή εποχή, αλλά ουσιαστικά ενυπάρχει σε πολλά είδη τέχνης και τεχνοτροπίες.

Ο θεατής ενός γλυπτού για να μπορέσει να το δει ολόκληρο, θα αναγκαστεί να κάνει έναν κύκλο γύρω από αυτό.

Για να παρακολουθήσει κάποιος έναν πυκνό σε θέματα πίνακα, όπως για παράδειγμα το έργο *Παιχνίδια παιδιών* του Pieter Bruegel (1525 -1569), θα πρέπει να στρέψει το βλέμμα του, και ενδεχομένως το σώμα του, στις διάφορες λεπτομέρειες - σκηνές του πίνακα, θα πρέπει να επιλέξει σε ποια σημεία θα πλησιάσει, καθώς και την διάρκεια που θα σταθεί σε αυτά (Εικόνα 11.1).

[41] Ο Lev Manovich στο γνωστό βιβλίο του *The Language of New Media*, στο Κεφάλαιο 4, "The Illusions", υποκεφάλαιο Illusion, Narrative and Interactivity αναφέρει περιπτώσεις καλλιτεχνών της αριστερής πρωτοπορίας (όπως ο Bertol Brecht) που εσκεμμένα αποκάλυπταν τη συνθήκη παραγωγής των ψευδαισθήσεων του έργου, πράγμα που απηχεί την κουλτούρα των ψηφιακών μέσων.

Εικόνα 11.1 *Παιχνίδια παιδιών του Pieter Bruegel [πηγή: wikimedia commons, άδεια χρήσης: public domain].*

Σε κάποιες περιπτώσεις θα επιδράσει άμεσα πάνω στο έργο. Για παράδειγμα, για να δει τις παραστάσεις ενός αρχαίου ελληνικού αγγείου, οι οποίες πολλές φορές δείχνουν μια ιστορία σε εξέλιξη, θα πρέπει να στρέψει με τα χέρια του το αγγείο μια πλήρη στροφή γύρω από τον εαυτό του.

Ο θεατής λοιπόν σε πολλές περιπτώσεις έργων του παρελθόντος διαδρά με τις αισθήσεις ή το σώμα του, η διαφορά όμως είναι, σε σχέση με το ψηφιακό διαδραστικό έργο, ότι τις περισσότερες φορές το έργο, ως μηχανισμός, μένει σταθερό, άρα η δράση αφορά εξολοκλήρου τον θεατή.

Η σύγχρονη τέχνη, από τα μέσα του 20ου αιώνα, εντάσσει, ανάμεσα στις διαφορετικές καλλιτεχνικές κατευθύνσεις που καταγράφει, και την έννοια μιας δυναμικής σχέσης του θεατή με το καλλιτεχνικό έργο. Στην περίπτωση αυτή, το έργο δεν έχει τη δομή που είχαν τα αριστουργήματα των παλαιοτέρων αιώνων, τα οποία απαγορευόταν ρητά να αγγιχθούν από τους θεατές, αλλά αντίθετα είναι έτσι η δομή του ώστε να ολοκληρώνεται μόνο εφόσον επιδράσει ο θεατής πάνω του, δηλαδή το αγγίξει. Άλλοτε το καλλιτεχνικό έργο εκτίθεται σε φυσικές δυνάμεις, όπως ο αέρας ή ο μαγνητισμός, οι οποίες επηρεάζουν την τελική του μορφή.

Τα κινητά γλυπτά, τα *mobile*, του Alexander Calder (1898 – 1976), για παράδειγμα, δεν έχουν μια συγκεκριμένη φόρμα, αλλά αλλάζουν, ακολουθώντας μια συγκεκριμένη διάταξη, σε σχέση με τις δυνάμεις που εξασκεί ο επισκέπτης ή ακόμα ο αέρας (www.calder.org/).

Ο Otto Piene (1928 – 2014), από τους πρώτους συνεργάτες του περίφημου MIT Center for Advanced Visual Studies (CAVS), δημιουργεί ένα ελαστικό, μεταβαλλόμενο περιβάλλον σε μεγάλη κλίμακα. Με εύκαμπτες φόρμες οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να αποκτήσουν έναν όγκο, δεχόμενες εντός τους αέρα, δημιουργεί κινητά αντικείμενα – γλυπτά, τα οποία καλύπτουν τον ουρανό. Το ελάχιστο βάρος τους και η μεγάλη έκταση που καλύπτουν, δημιουργούν μια άλλη διάσταση στην κλίμακα, ενώ η αντίδραση στα φυσικά φαινόμενα, όπως ο αέρας ή φαινόμενα της ατμόσφαιρας δίνουν μια διαδραστική εξελικτική δομή. Αποτελούν την *τέχνη του ουρανού* (sky art), ή τα *γλυπτά του ουρανού* (sky sculptures), όπως τα ονόμασε ο καλλιτέχνης. (http://2frenchmagazine.com/otto-piene-1928-2014-light-ballets-sky/).

Ο γλύπτης Τάκης (γεννημένος το 1925 στην Αθήνα), εκτός από την αξιοποίηση του αέρα, ή την ανθρώπινη δράση (βλέπε *Σήματα* - Πρώτη Διεθνής Έκθεση εικαστικών τεχνών στο Μουσείο Μοντέρνας Τέχνης στο Παρίσι, 1956), αξιοποιεί στη δουλειά του ένα άλλο φυσικό φαινόμενο, τον ηλεκτρομαγνητισμό: τα τηλεμαγνητικά του γλυπτά (1961) και τα μαγνητικά μουσικά γλυπτά δημιουργούν ένα διαδραστικό,

τεχνολογικό, ηχητικό σύμπαν, βασισμένο στην τυχαιότητα μεταξύ τους, με βάση τη συχνότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που διοχετεύεται σε αυτά (βλέπε βίντεο από τα μαγνητικά γλυπτά του Τάκη στην έκθεση *Trois totems Espace musical* στο Beaubourg, το 1981).

Παράλληλα με την τάση των καλλιτεχνών να κάνουν πιο ενεργητικά τα έργα τους, αναπτύσσονται θεωρητικές έρευνες και ιδέες οι οποίες θα εμψυχώσουν την τάση για διάδραση.

Η εμφάνιση της θεωρίας της Κυβερνητικής του Wiener [17], για τον έλεγχο μηχανισμών, εμπνέει την ανάπτυξη μιας άλλης παραλλαγής της διαδραστικής τέχνης, την *κυβερνητική τέχνη* (art cybernetique), η οποία αποτελείται από μηχανικά κινούμενα γλυπτά διαδραστικής κίνησης, βάσει συγκεκριμένων κανόνων, σε σχέση με την κίνηση. Ένας από τους βασικούς καλλιτέχνες στον χώρο ήταν ο Nicolas Schöffer (1912 – 1992), ο οποίος είχε κατασκευάσει κινούμενα γλυπτά εφοδιασμένα με κάτοπτρα, τα οποία με τη βοήθεια των καιρικών συνθηκών ή με κινητήρες, διέχεαν σε συγκεκριμένες κατευθύνσεις το φως που έπεφτε επάνω τους.

Ο θεωρητικός Τέχνης και επιμελητής πολλών μεγάλων ιστορικών εκθέσεων για την Τέχνη και την τεχνολογία, Frank Popper, αντιλαμβάνεται πολύ νωρίς τις τάσεις αλλαγής της Τέχνης, λόγω του επηρεασμού της από την τεχνολογία. Ενδιαφέρεται ιδιαίτερα για την κινητική τέχνη, και διατυπώνει την θεωρία του για τη συμμετοχή του θεατή μέσα στο καλλιτεχνικό έργο. Οι θεωρητικές του εργασίες, διατυπωμένες στα βιβλία *Η Κινητική Τέχνη*, 1967, [11] και *Art—Action and Participation*, 1975, [12] θέτουν σημαντικά ζητήματα για τη συμμετοχή του θεατή στο έργο, για τον διαχωρισμό της Τέχνης από το αντικείμενο τέχνης και την επιρροή της τεχνολογίας στην Τέχνη. Συνεργάζεται και επηρεάζει τους καλλιτέχνες, ενώ αργότερα σαν καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Paris 8, συνεχίζει την έρευνα και εκπαίδευση για την Τέχνη, την τεχνολογία και τη συμμετοχή και διάδραση του θεατή, και ουσιαστικά, προετοιμάζει τον χώρο για την ίδρυση του τμήματος στο ίδιο Πανεπιστήμιο *Τέχνη και Τεχνολογία της Εικόνας*. Διοργανώνει, επίσης, μεγάλες εκθέσεις οι οποίες προβάλλουν τις ίδιες ιδέες και κυρίως την εξέλιξη αυτών των εννοιών και τεχνοτροπιών σε σχέση με την τεχνολογική εξέλιξη. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι οι *Lumière et Mouvement* και η *Electra, l'électicité et l'électronique dans l'art du xxe siècle*, στο Μουσείο Μοντέρνας Τέχνης της πόλης του Παρισιού, το 1983, καθώς και η έκθεση *Η Τέχνη της συμμετοχής: από το 1950 έως σήμερα*, στο Μουσείο Μοντέρνας Τέχνης του Σαν Φρανσίσκο, το 2008, κ.ά. Επίσης, συμμετέχει ενεργά σε κινήματα και ομάδες οι οποίες αφορούν τους παραπάνω τομείς, όπως το κίνημα της *κινητικής τέχνης* (art cinétique) και η ομάδα GRAV.

Το κίνημα της Κινητικής Τέχνης, το οποίο κωδικοποιεί τη διαδραστική σχέση του θεατή με το έργο, εμφανίζεται τη δεκαετία του ‘60. Η έννοια *Art Cinétique* διατυπώθηκε για πρώτη φορά σε μια έκθεση στο Museum für Gestaltung, στη Ζυρίχη, το 1960. Η ερευνητική καλλιτεχνική ομάδα *Groupe de Recherche d’Art Visuel (GRAV)* στο Παρίσι, αποτελούμενη από έντεκα *οπτικοκινητικούς* (opto-kinetic) καλλιτέχνες, μεταξύ των οποίων ο Julio Le Parc, ο Francisco Sobrino, ο Horacio Garcia Rossi, ο Yvaral, Joël Stein και η Vera Molnár, βασίστηκε σε μια ιδέα του Victor Vasarely, η οποία εμφανίστηκε σαν μανιφέστο το 1963, το οποίο καλούσε για άμεση συμμετοχή του κοινού στο έργο. Με αυτόν τον τρόπο, το κοινό θα επηρέαζε το έργο με τη συμπεριφορά του, μέσα από μηχανικούς και οπτικούς μηχανισμούς.

Η ομάδα αυτή δραστηριοποιήθηκε από το 1960 έως το 1968, με κύριο στόχο να δημιουργήσει δράσεις των μελών της και του κοινού, τους *Λαβύρινθους*, επηρεασμένους από επιστημονικούς και τεχνολογικούς κλάδους και έχοντας ως βάση τη διάδραση (βλέπε βίντεο https://vimeo.com/81745792).

Συνειδητά, αφήσαμε τελευταίο τον Marcel Duchamp (1887 – 1968), γιατί αυτός ο πολυτάλαντος καλλιτέχνης και ισχυρός σκακιστής, διαμόρφωσε μια πολυσύνθετη δομή καταστάσεων, έργων, δομών ιδεολογικών τεχνασμάτων και κατασκευών, και πρωτοστάτησε σε αρκετές αλλαγές στην Τέχνη του 20ο αιώνα, όπως η αξιοποίηση του κινηματογραφικού μέσου για τη δημιουργία εικαστικών έργων, η έννοια της κίνησης στο εικαστικό έργο, όπως το χαρακτηριστικό έργο *Γυμνό κατεβαίνει μια σκάλα Νο 2* (Nu descendant un escalier n° 2) (Εικόνα 11.2), η καθιέρωση του *Ready made* και άλλα (βλέπε https://rateyourmusic.com/films/marcel_duchamp).

Εικόνα 11.2 *Γυμνό κατεβαίνει μια σκάλα Νο 2 του Marcel Duchamp [πηγή: wikimedia commons, άδεια χρήσης: public domain].*

Το ενδιαφέρον του Duchamp για κινητικά έργα εμφανίζεται πολύ νωρίς μέσα από τις σημειώσεις του για το έργο του *Μεγάλο γυαλί* αλλά και από το έργο readymade *Ρόδα ποδηλάτου*. Παράλληλα, ενδιαφέρεται και για την *τέχνη του αμφιβληστροειδούς* (retinal art). Αξιοποιώντας, σε συνεργασία με τον Man Ray, το νέο μέσο της κινούμενης εικόνας, δημιουργεί μια σειρά από πειραματικές κινηματογραφικές ταινίες, βασισμένες σε οπτικές απάτες και αλλοιώσεις της έννοιας του χώρου και του χρόνου. Έφτιαξε επίσης με τη βοήθεια του Man Ray, μια μηχανοκίνητη γλυπτική, που αποτελούνταν από περιστροφικές πλάκες γυαλιού (Rotative plaques verre, optique de précision).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον όμως έχει το τελευταίο έργο που δημιούργησε με τον χαρακτηριστικό τίτλο *Λαμβάνοντας υπόψη: 1. Ο Καταρράκτης, 2. Αέριο φωτισμού* (Étant donnés: 1 la chute d'eau / 2 le gaz d'éclairage), τόσο σε σχέση με το θέμα της εικόνας που προβάλλει, όσο και σε σχέση με τη δομή του, τον τρόπο θέασης αλλά και τη διαδικασία της δημιουργίας του (βλέπε εδώ). Η ίδια η ονομασία του, η οποία παραπέμπει κυρίως στη διαδικασία την οποία ακολουθεί ο εγκέφαλος για να επεξεργαστεί ένα οποιοδήποτε φαινόμενο, και όχι στην οπτική διαδικασία της όρασης, δίνει ένα προφητικό μήνυμα σε σχέση με την εικόνα, την τέχνη, την εξέλιξη των μέσων και βέβαια την παρακμή της Τέχνης με την μορφή που είχε στην εποχή του. Δηλαδή, ο καλλιτέχνης δεν καλεί τον κόσμο να δει και να θαυμάσει, αλλά τελικά να λάβει υπόψη του (Étant donnés). Όμως, στο ίδιο το έργο, η όραση παίζει ένα σημαντικό ρόλο, περιπλέκεται συνειδητά στη δομή του έργου, έχοντας μια σημαντική παρουσία, τόσο στο πρακτικό όσο και στο εννοιολογικό του μέρος: Η αρχική όψη του έργου είναι μία ξύλινη δίφυλλη εξώπορτα. Είναι η πρώτη εικόνα του έργου που αντικρίζει ο επισκέπτης, η οποία ουσιαστικά χωρίζει τον κόσμο έξω από την πόρτα, από τον κόσμο που βρίσκεται πίσω από αυτήν.

Αν παρατηρήσει κάποιος καλύτερα την πόρτα, θα ανακαλύψει δύο τρύπες στο ύψος των ματιών που παραπέμπουν στις πρώτες προσπάθειες για την ανάπτυξη στεροσκοπικής εικόνας. Η πόρτα, τελικά δεν σταματάει την όραση, αλλά χρησιμοποιείται σαν ένα εργαλείο όρασης. Δεν προκαλεί τον θεατή να δει το έργο κρυφά, μέσα από την κλειδαρότρυπα, όπως συνήθως γίνεται, αλλά μέσα από ένα στερεοσκοπικό

σύστημα, το οποίο είναι ενταγμένο πάνω στην πόρτα. Ο επισκέπτης, τελικά, δεν βλέπει το θέμα μέσα από μια οπτική διπλή απεικόνιση δύο διαστάσεων, όπως συμβαίνει, στους συνήθεις στερεοσκοπικούς μηχανισμούς, δηλαδή μια δισδιάστατη εικόνα που παρουσιάζει το θέμα δύο φορές, μια για κάθε μάτι του θεατή. Ο καλλιτέχνης μιμείται την μέθοδο των *peep shows*, γνωστά και σαν *peep box*, τα οποία εμφανίστηκαν κατά τον 15ο αιώνα σε διαφορετικές περιοχές για να δημιουργήσουν μια τρισδιάστατη κατασκευή, σε ανθρώπινη κλίμακα. Αυτό συμβαίνει πίσω από ένα δεύτερο τοίχο, με μια δεύτερη τρύπα, αρκετά μεγάλη ώστε να αφήσει να φανεί το θέμα; μια τρισδιάστατη πραγματική εικόνα. Το έργο, θεματολογικά, παρουσιάζει μια γυμνή γυναίκα ξαπλωμένη ανάσκελα, η οποία θα μπορουσε να είναι και πεθαμένη, ουσιαστικά κακοποιημένη και δολοφονημένη, με το πρόσωπο κρυμμένο, με τα πόδια ανοιχτά ώστε να φαίνεται το φύλο της, ενώ με το ένα χέρι κρατάει μια λάμπα αερίου ψηλά, με φόντο ένα τοπίο.

Το έργο αυτό έχει γίνει κάτω από ιδιαίτερα φορτισμένες συνθήκες, ολοκληρώνοντας την ιδιαίτερη δομή του: Ο Duchamp δηλώνει ότι σταματάει να εργάζεται ως καλλιτέχνης και ότι θα ασχοληθεί με το σκάκι. Μυστικά, όμως, και για 25, χρόνια από το 1946 μέχρι το 1966, στο στούντιό του στην Αμερική, στο Greenwich Village, δημιουργεί μόνο το συγκεκριμένο έργο. Ο Duchamp, είχε εργαστεί μυστικά για το έργο αυτό, στήνοντας, ουσιαστικά, ένα χειροποίητο έργο εικονικής πραγματικότητας, ένα προφητικό έργο, το οποίο έκανε ένα γενικό σχόλιο για τον πολιτισμό και την εξέλιξή του, τα μέσα και τον χρόνο. Ενδεχομένως, δηλώνει το τέλος μιας εποχής. Ο αναγνώστης μπορεί να διαβάσει αναλύσεις του έργου στο [16] (από το Philadelphia Museum of Art) και στο [14].

11.2.2 Η διάδραση στην ηλεκτρονική εποχή

Το πρώτο στάδιο της ηλεκτρονικής εποχής, στις αρχές του 20ου αιώνα, όπως ήδη έχει αναφερθεί (κεφάλαιο 1: *Γενεαλογία των μέσων*), χαρακτηρίζεται από τη δυνατότητα ασύρματης μετάδοσης του μέσου, τη δυνατότητα μετάδοσης πολλών και διαφορετικών σημάτων ταυτόχρονα και τη δυνατότητα αποστολής από έναν πομπό σε πολλούς δέκτες. Από τη στιγμή που ξεκινάει κανονικά η μετάδοση ραδιοφωνικών σταθμών και έχει εξελιχθεί το ραδιόφωνο, οι ακροατές έχουν μια δυνατότητα διάδρασης με το μέσο: μπορούν να αλλάξουν σταθμό, να δυναμώσουν ή να χαμηλώσουν τον ήχο και, σταδιακά, να επηρεάσουν και άλλες ποιότητες του ήχου. Από την εποχή εκείνη ξεκινά μια ιδιαίτερη σχέση του μεταδιδόμενου ηχητικού έργου με τον ακροατή και στη συνέχεια, του οπτικοακουστικού έργου με τον θεατή, μέσω της τηλεόρασης. Ο θεατής έχει τη δυνατότητα να χειριστεί τη μετάδοση και το έργο κατ' επέκταση, αναλόγως με το περιβάλλον ή τις διαθέσεις του. Είναι ένας οδηγός του έργου, μπορεί να δυναμώσει τον ήχο σε ένα μέρος ενός μουσικού έργου που του αρέσει, να το χαμηλώσει, όταν θέλει να ακούσει παράλληλα κάτι άλλο, ή να αλλάξει το έργο με ένα άλλο. Αυτή η σχέση με τις διάφορες τεχνολογικές εξελίξεις αναπτύσσεται σταδιακά, για να θεωρούμε σήμερα αναπόσπαστο μηχανισμό κάθε συσκευής που προβάλλει ένα οπτικοακουστικό έργο τέχνης, το τηλεκοντρόλ. Αυτή είναι η πρώτη έντονη διαδραστική σχέση, ανάμεσα στο έργο και τον θεατή, μέσω του ενδιάμεσου που το μεταδίδει. Μια σχέση που αφορά όλο τον κόσμο, που σχεδόν ξεκινάει από τα πρώτα χρόνια ζωής του καθενός σαν παιχνίδι, που γίνεται ασυνείδητα και κανείς δεν δίνει παραπάνω σημασία σε αυτήν.

Σταδιακά, με την ανάπτυξη του μαγνητοσκοπίου και της βίντεο τέχνης (δεκαετία '60 – '70), οι βίντεο καλλιτέχνες ενδιαφέρονται να εκφραστούν με τις ιδιότητες του βίντεο και, κατ' επέκταση, με τη σχέση του με τον θεατή. Αξιοποιούν τα κλειστά κυκλώματα, ο θεατής επιδιώκει να βρεθεί σε ένα μέρος που του υποδεικνύεται για να δει τελικά τον εαυτό του, αξιοποιούν τη δυνατότητα καθυστέρησης του χρόνου, π.χ. ο θεατής βλέπει αυτό που λίγο πριν έχει πράξει. Πολλές φορές, αξιοποιείται η σωματικότητα του μέσου και η σχέση του με το τεχνολογικό μέσο. Αυτό συμβαίνει όταν η οθόνη του βίντεο είναι δίπλα στον θεατή, στο ίδιο ύψος με αυτόν, και του μιλάει, ή ακόμα αξιοποιείται το σώμα του ίδιου του δημιουργού. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η performance της Marina Abramović και του συντρόφου της καλλιτέχνη Ulay, με τίτλο *Imponderabilia*, η οποία παρουσιάστηκε στο Museum of the Galleria d'Arte Moderna Bologna, *το 1977.* Οι δύο καλλιτέχνες κάθονται στην είσοδο μιας σκοτεινής αίθουσας, μειώνοντας το πλάτος της πόρτας. Ο κόσμος καλείται να μπει στην αίθουσα προφανώς για να δει ένα βίντεο, όμως πρέπει να διασχίσει το πέρασμα με τα δύο σώματα των καλλιτεχνών, τα οποία είναι γυμνά. Αναπτύσσονται λοιπόν κατά το πέρασμα όλες οι ψυχολογικές διαδικασίες που αφορούν τη θέα ή και το άγγιγμα ενός γυμνού κορμιού, αναλόγως με την ηλικία και το φύλο του θεατή. Μετά από αυτήν τη διαδικασία, ο θεατής εισχωρεί στο δωμάτιο και τελικά παρακολουθεί στο μόνιτορ ακριβώς την εισαγωγή του στην αίθουσα και την αμηχανία του, την οποία προβάλλει το κλειστό κύκλωμα του βίντεο αξιοποιώντας το σύστημα της καθυστέρησης του χρόνου (βλέπε σχετικό βίντεο εδώ).

11.3 Η διάδραση στην ψηφιακή εποχή

Η σχέση του ανθρώπου με το περιβάλλον του, είτε πρόκειται για την Τέχνη, είτε για την καθημερινότητά του αλλάζει καθολικά με την εμφάνιση του ψηφιακού υπολογιστή. Αποκτά μια εντελώς νέα διάσταση η οποία χαρακτηρίζεται από την έννοια της διάδρασης ανθρώπου-μηχανής[42], αποτελώντας και ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του χώρου της ψηφιακής τέχνης.

Η διάδραση ανθρώπου-μηχανής, από την εμφάνιση του ψηφιακού υπολογιστή έως σήμερα διανύει μια γοητευτική πορεία αναζήτησης που σφραγίζεται από σημαντικές ανακαλύψεις από πρωτοπόρους, εμπνευσμένους οραματιστές. Οι ανακαλύψεις αυτές προκαλούνται αλυσιδωτά σε βαθμό που είναι δύσκολο σε πολλές περιπτώσεις να εντοπιστεί ο πρώτος εμπνευστής μιας ιδέας.

Για παράδειγμα, η έννοια του *υπερκειμένου* (hypertext) και των *υπερμέσων* (hypermedia), τα οποία αποτελούν κυρίαρχα στοιχεία στη διάδραση του ανθρώπου με τον ψηφιακό υπολογιστή και το δίκτυο, και η ενσωμάτωσή τους σε κάποιο υπολογιστικό σύστημα, συνδέεται από πολλούς με τον Tim Berners Lee, τον εφευρέτη του *Παγκόσμιου Ιστού* (World Wide Web ή WWW) που αναπτύχθηκε τη δεκαετία του '90. Όμως στην πραγματικότητα, υπήρχαν προγενέστερες αντίστοιχες προσπάθειες όπου η μία επέδρασε στην άλλη.

11.3.1 Υπερκείμενο και υπερμέσα

Ο πρώτος που συνέλαβε την έννοια του υπερκειμένου ήταν ο Vannevar Bush[43]. Το 1945 στο άρθρο του *As We May Think* περιέγραψε τη Memex (Memory Extender), μια υποθετική μηχανή, αποθήκευσης και ανάκτησης πληροφοριών η οποία θεωρείται πλέον το αρχέτυπο των υπερμέσων (hypermedia) [2] (http://www.w3.org/History/1945/vbush/). «Η Memex», εξηγεί ο Vannevar Bush, «είναι μια μηχανή μέσα στην οποία ένα άτομο αποθηκεύει τα βιβλία, τα αρχεία και την αλληλογραφία του, με αυτοματοποιημένο τρόπο ώστε να μπορεί να τα συμβουλεύεται με τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα και ευκολία. Είναι μια επέκταση της μνήμης του».

Ο Vannevar Bush υποστήριζε, επίσης, πως «…ο ανθρώπινος εγκέφαλος λειτουργεί μέσω συσχετισμών. Όταν συλλαμβάνει ένα στοιχείο, περνάει αυτόματα στο δεύτερο που προτείνεται από τον συσχετισμό των σκέψεων, σύμφωνα με κάποιο εσωτερικό δίκτυο από ίχνη που καταγράφουν τα εγκεφαλικά κύτταρα». Η διαπίστωση αυτή αποτέλεσε και τη βάση πάνω στην οποία στηρίχτηκε η μετέπειτα δομή του Παγκόσμιου Ιστού με τους *υπερσυνδέσμους* (hyper-links).

Δεκαεφτά χρόνια αργότερα, το 1962, ο Douglas Engelbart, πρωτοπόρος των διαδραστικών δικτύων υπολογιστών και εφευρέτης των παραθυρικών περιβαλλόντων, του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, του επεξεργαστή κειμένου, καθώς και του γνωστού «ποντικιού», παρουσίασε την εργασία του *Augmenting Human Intellect* [4] στην οποία οραματίστηκε αυτό που έμελλε να γίνει ο προσωπικός υπολογιστής (Personal Computer), υποστηρίζοντας με πάθος την ιδέα ότι η κατάσταση στην κοινωνία, την επιστήμη και την Τέχνη θα αλλάξει ριζικά άπαξ και οι άνθρωποι συνδεθούν μεταξύ τους μέσω διασυνδεδεμένων υπολογιστών.

Ο Engelbart ηγήθηκε ενός από τα πιο σημαντικά ερευνητικά έργα που χρηματοδότησε η Advanced Research Projects Agency (ARPA) κατά την δεκαετία του '60: ένα δικτυωμένο περιβάλλον σχεδιασμένο για να υποστηρίζει τη διαδραστική συνεργασία ανάμεσα στους ανθρώπους που χρησιμοποιούν υπολογιστές, το oN Line System (NLS).

Παρ' όλο όμως που οι Vannevar Bush και Douglas Engelbart ήταν εκείνοι που συνέλαβαν την ιδέα, ο Ted Nelson εφηύρε την λέξη.

Οι όροι υπερκείμενο και υπερμέσα χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά το 1963 από τον Ted Nelson, για να περιγράψουν τον νέο τρόπο γραφής και ανάγνωσης που αναπτύσσεται με τα νέα μέσα των εξελιγμένων τεχνολογιών των υπολογιστών. Ο Nelson, έχοντας ο ίδιος τεράστιο προσωπικό πρόβλημα μνήμης,

---

[42] Από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα η διάδραση ανθρώπου-μηχανής απασχολεί αδιάκοπα την ανθρωπότητα και αποτελεί ένα από τα πιο γοητευτικά και ανεξάντλητα θέματα που εξάπτουν τη φαντασία των ερευνητών/εφευρετών αλλά και των λογοτεχνών, σκηνοθετών κ.λπ. Εδώ εξετάζουμε τη διάδραση ανθρώπου-μηχανής στο πλαίσιο της ψηφιακής εποχής, αναφέροντας μόνο τα πιο καθοριστικά ιστορικά στοιχεία που διαμόρφωσαν τη φάση που διανύουμε τη στιγμή που γράφεται αυτό το βιβλίο. Για μια πλήρη εικόνα ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει σε βιβλία όπως το *Ιστορία της Πληροφορικής* του Philippe Breton, Εκδόσεις Δίαυλος, 1991.

[43] Ήταν άνθρωπος που εφηύρε το 1930 τον Διαφορικό Αναλυτή και υπήρξε ο κύριος επιστημονικός σύμβουλος του Fr. Roosevelt επί Δευτέρου Παγκόσμιου Πόλεμου.

προσπαθώντας να βρει έναν τρόπο να δημιουργήσει ένα πρόγραμμα στον υπολογιστή που να μπορεί να καταγράφει τα ίχνη όλων των διαφορετικών μονοπατιών της σκέψης και της γραφής, και διαπιστώνοντας πως «η δομή των ιδεών δεν είναι γραμμική» [8], επινόησε τον όρο υπερκείμενο με σκοπό να ορίσει τη μη-διαδοχική γραφή. «Με τον όρο υπερκείμενο εννοώ απλά τη μη-διαδοχική γραφή, ένα σώμα από γραπτό ή οπτικό υλικό διασυνδεδεμένο με τόσο πολύπλοκο τρόπο που δεν θα μπορούσε να παρουσιαστεί ή να αναπαρασταθεί σε χαρτί. Το υπερκείμενο ορίζει εν γένει κάθε κείμενο το οποίο δεν μπορεί να τυπωθεί».

Συνδυάζοντας την έννοια του Memex του Vannevar Bush και τα αποτελέσματα της έρευνας του Douglas Engelbart, καθώς και εμπνεόμενος από το ποίημα του Samuel Taylor Coleridge *Xanadu*, ο Nelson ξεκίνησε ένα μεγάλο, ουτοπικό και αυθεντικό υπερ-κειμενικό έργο: την δημιουργία μιας αποθήκης πολιτιστικών πληροφοριών και δεδομένων διασυνδεδεμένων μεταξύ τους, το περίφημο *Xanadu project* (http://www.xanadu.com/). Το ουτοπικό αυτό σχέδιο του Nelson αποτέλεσε την πρώτη σαφή διατύπωση του υπερ-κειμενικού συστήματος το οποίο ο Tim Berners-Lee αποκάλεσε Παγκόσμιο Ιστό το 1989.

Σημειώνεται επίσης ότι το σύστημα HyperCard της Apple (πρώτη έκδοση το 1987), ήταν ένα υπερκειμενικό περιβάλλον διάδρασης για τον Macintosh.

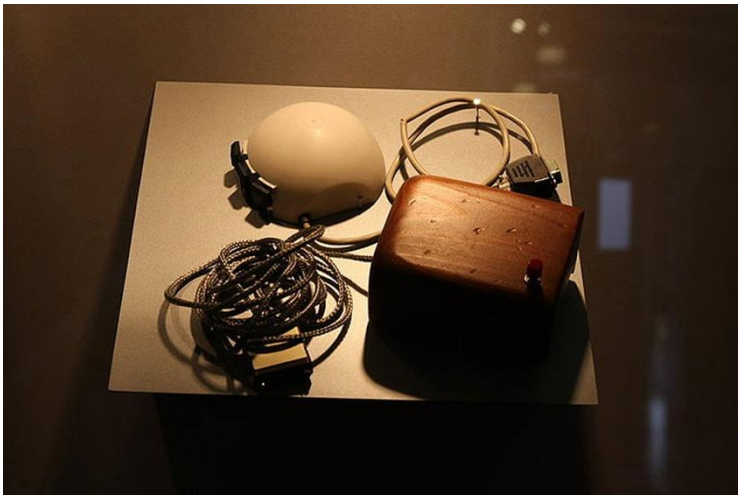
11.4 Μηχανισμοί που διαμορφώνουν το σύγχρονο περιβάλλον της διάδρασης

Οι τεχνολογικές ανακαλύψεις στον χώρο της διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή δημιουργούν μηχανισμούς οι οποίοι διαμορφώνουν από κοινού το περιβάλλον στο οποίο ο σύγχρονος άνθρωπος διαδρά μέσα στο ψηφιακό περιβάλλον. Παρακάτω εξετάζονται οι κυριότεροι από αυτούς.

11.4.1 Το ποντίκι και η οθόνη

Τον Δεκέμβριο του 1968 ο Douglas Engelbart παρουσίασε στο Fall Joint Computer Conference, στο San Francisco, το *πρωτότυπο* (prototype) ενός υπολογιστή ο οποίος περιείχε τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά ενός σύγχρονου υπολογιστή, π.χ. παραθυρικό περιβάλλον, υπερκείμενο, γραφικά, τηλεδιάσκεψη βίντεο, κ.ά. Ο Engelbart πίστευε ότι ένας τέτοιος υπολογιστής θα συνεισέφερε στην επαύξηση της ανθρώπινης νόησης [4]. Ένα από τα χαρακτηριστικά του, το οποίο παρουσιάστηκε για πρώτη φορά στο κοινό, ήταν η διάδραση με το ποντίκι.

Το ποντίκι του Engelbart ήταν μια ξύλινη συσκευή με δύο κυλιόμενους δίσκους και ένα μικρό κόκκινο κουμπί που αποκαλούσε «X-Y position indicator for a display system» (X-Y ένδειξη θέσης για σύστημα απεικόνισης) (Εικόνα 11.3). Η επίδειξη αυτή έμεινε στην ιστορία με τον χαρακτηρισμό *The Mother of All Demos* (Μητέρα όλων των επιδείξεων) και επηρέασε τους μετέπειτα υπολογιστές και τα περιβάλλοντα εργασίας τους (Apple Macintosh, Microsoft Windows) οδηγώντας στη μετάβαση προς τα γραφικά και παραθυρικά περιβάλλοντα.



Εικόνα 11.3 *Το ποντίκι που παρουσίασε ο Douglas Engelbart [πηγή: wikimedia commons, δημιουργός: Kazuhisa OTSUBO, άδεια χρήσης: Creative Commons Αναφορά προέλευσης 2.0 Γενική].*

Από τότε, το ποντίκι, σε συνδυασμό με τα γραφικά και παραθυρικά περιβάλλοντα, παραμένει ο βασικότερος μηχανισμός διάδρασης ανθρώπου – υπολογιστή. Πρόκειται για τον μηχανισμό εκείνον ο οποίος χρησιμοποιεί την προβολή της κίνησης στοιχείου του ανθρώπινου σώματος ως είσοδο για την εκτέλεση εντολών. Για την ακρίβεια, επιτυγχάνει την καρτεσιανή μεταφορά και προβολή της πραγματικής κίνησης του χεριού του χρήστη στην δισδιάστατη επιφάνεια της οθόνης (Εικόνα 11.4). Το σημείο προβολής του χεριού στην οθόνη είναι το σημείο ελέγχου που ονομάζεται *κέρσορας* (cursor).

Εικόνα 11.4 *Η καρτεσιανή μεταφορά της κίνησης του χεριού στην επιφάνεια της οθόνης.*

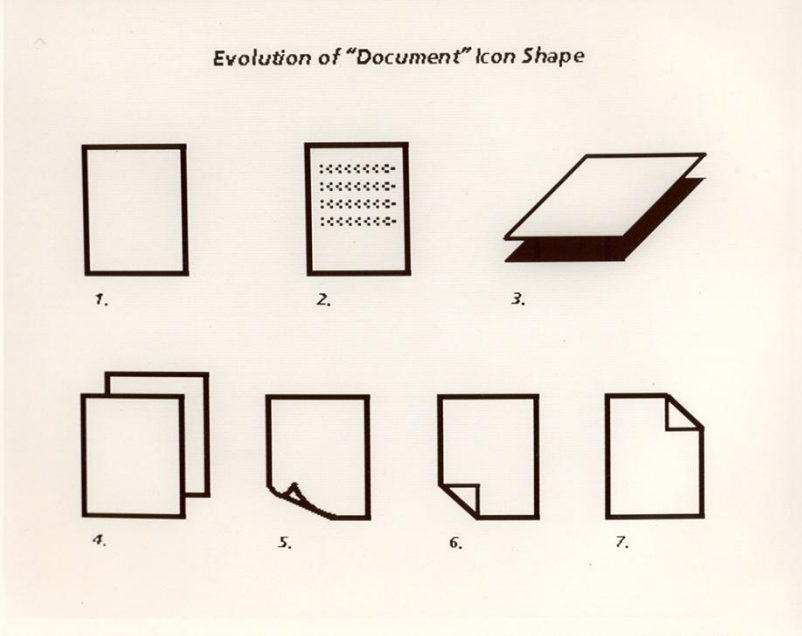
11.4.1.1 Οι γραφικές διεπαφές χρήστη και το ποντίκι

Το δίπτυχο οθόνη-ποντίκι υπήρξε η βασική δομή πάνω στην οποία πραγματοποιήθηκε η μετάβαση από κειμενικά περιβάλλοντα (π.χ. το λειτουργικό σύστημα DOS, το κέλυφος του Unix) προς τις *Γραφικές Διεπαφές Χρήστη* (Graphical User Interfaces - GUIs) (π.χ. το πολυπαραθυρικό περιβάλλον του Macintosh και αργότερα τα Windows στα PC) [13].

Το 1973, μια ερευνητική ομάδα της Xerox Parc[44], κατασκευάζει τον Xerox Alto, τον πρώτο υπολογιστή με GUI, ο οποίος περιλαμβάνει στην οθόνη του πολλαπλά παράθυρα, εικόνες και μενού για την υποστήριξη των εντολών (open, delete, file move κ.λπ.). Τα οπτικά στοιχεία του GUI του Xerox Alto ενοποιούνται κάτω από την εννοιολογική *μεταφορά του γραφείου* (desktop metaphor), δηλαδή την οργάνωση των δεδομένων με βάση έννοιες όπως το *έγγραφο* (document), το *αρχείο* (file) και ο *φάκελος* (folder).

Ο Xerox Alto ήταν ένας από τους πρώτους πειραματικούς υπολογιστές ο οποίος όμως δεν βγήκε στην παραγωγή. Το 1981 η Xerox κατασκευάζει τον Xerox Star, τον πρώτο εμπορικό υπολογιστή που επίσημα περιλαμβάνει GUI με τη μεταφορά του γραφείου (Εικόνα 11.5), η οποία καθιερώθηκε στη συνέχεια ευρέως από την εμπορική επιτυχία και του Macintosh που την υιοθέτησε το 1984, αλλά και από το λειτουργικό σύστημα της Microsoft, με τη μεταφορική ονομασία *Παράθυρα* (Windows) το 1985 [5].

[44] Η Xerox PARC, ένα ερευνητικό κέντρο που ιδρύθηκε το 1970 στην Καλιφόρνια, έχει ιστορική συνεισφορά στον χώρο της τεχνολογίας, σε επινοήματα όπως το laser printing, το πρωτόκολλο Ethernet, ο σύγχρονος προσωπικός υπολογιστής, το GUI και η μεταφορά του γραφείου, ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός, τα κυκλώματα VLSI κ.ά.

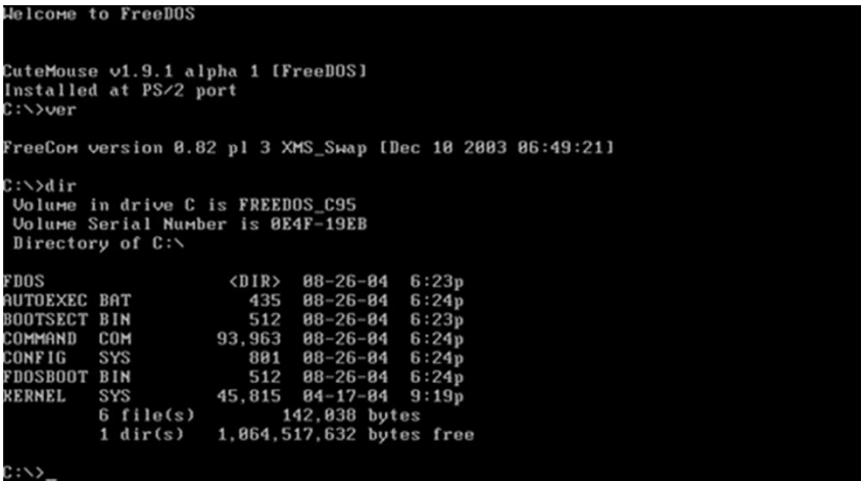


Εικόνα 11.5 *Τα οπτικά στοιχεία που αναπαριστούν έγγραφα στο Xerox Star[πηγή: wikimedia commons, δημιουργός: Digibarn Computer Museum, άδεια χρήσης: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported].*

Η οργάνωση των GUI, όπως τη γνωρίζουμε σήμερα, διαχειρίζεται μεταξύ άλλων πολλαπλές, αλληλεπικαλυπτόμενες οθόνες-παράθυρα, όπου εξελίσσονται ταυτόχρονα αυτόνομες λειτουργίες. Αποτελεί ακόμα το κύριο περιβάλλον το οποίο έχει περάσει πλέον και στις μικρές, έξυπνες συσκευές. Εκτός από τα λειτουργικά συστήματα, τα περισσότερα λογισμικά παραγωγής οπτικοακουστικού περιεχομένου, προγραμματισμού και ανάπτυξης ψηφιακών έργων βασίζονται σε πολυπαραθυρικές διεπαφές όπου επιτελούνται συμπληρωματικές λειτουργίες όπως επεξεργασία, προεπισκόπηση, αλλαγές ρυθμίσεων, οργάνωση υλικών, ανάπτυξη κώδικα, κ.λπ.

Τα περισσότερα από αυτά τα λογισμικά επιτρέπουν στον χρήστη να οργανώνει τη διάταξή τους ή να ορίζει εντολές μέσω συνδυασμών πλήκτρων του ποντικιού ή/και του πληκτρολογίου ώστε να επιτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες. Σε πολλές περιπτώσεις, προσομοιώνουν παλιούς τύπους μηχανημάτων με διαδραστικά κουμπιά, συστήματα μέτρησης κ.λπ.

Πριν την υιοθέτηση των GUIs, ο χρήστης έπρεπε να εισάγει με το πληκτρολόγιο εντολές μη φιλικές, πράγμα που σήμαινε ότι ο υπολογιστής δεν μπορούσε εύκολα να απευθυνθεί στο ευρύ κοινό (Εικόνα 11.6).



Εικόνα 11.6 *Το κειμενικό περιβάλλον του Dos.*

11.4.2 Ο Παγκόσμιος Ιστός, το περιβάλλον και τα εργαλεία του

Τη δεκαετία του '90, με την ανάπτυξη του Παγκόσμιου Ιστού από τον Tim Berners Lee, διαμορφώνεται ένα υπερκειμενικό περιβάλλον διάδρασης στο οποίο η βασική μονάδα οργάνωσης των δεδομένων είναι η *HTML σελίδα* (HTML page) ή *ιστοσελίδα*[45].

Η HTML (HyperText Markup Language) είναι μια απλή γλώσσα μορφοποίησης η οποία στην ουσία σελιδοποιεί, μέσω εντολών, διάφορα υλικά (π.χ. κείμενο, εικόνες), ενώ, ταυτόχρονα, εγγράφει ενέργειες, δράσεις και διασυνδέσεις μεταξύ των διαφορετικών στοιχείων της σελίδας. Κάθε σελίδα προσδιορίζεται από μια μοναδική διεύθυνση, το URL (π.χ. http://www.asfa.gr), η οποία πρέπει να είναι μοναδική σε όλο τον Παγκόσμιο Ιστό, ούτως ώστε η σελίδα να είναι αναγνωρίσιμη. Τα περιεχόμενα κάθε HTML σελίδας ανακτώνται από τον εξυπηρετητή του Ιστού που τη φιλοξενεί (web server)[46], μέσα από μια διάφανη στον χρήστη διαδικασία αιτήσεων-αποκρίσεων, οι οποίες ορίζονται μέσω του πρωτοκόλλου HTTP (Hypertext Transfer Protocol). Δηλαδή, ο χρήστης, για να δει το περιεχόμενο μιας ιστοσελίδας που τον ενδιαφέρει, πρέπει να τη ζητήσει πληκτρολογώντας το URL της και πατώντας enter και, στη συνέχεια, πρέπει να περιμένει έως ότου τα περιεχόμενα της σελίδας «φορτωθούν» στην οθόνη του.

Ο χρήστης, όταν βρίσκεται ήδη στο περιβάλλον μιας σελίδας, μπορεί μεταβεί σε επόμενες μέσω των υπερσυνδέσμων, δηλαδή ενεργών κειμένων, μέσα σ' αυτήν που, όταν επιλεγούν με το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού, πραγματοποιούν τη μετάβαση στην επόμενη.

Η εμφάνιση μιας HTML σελίδας είναι δυνατή, μέσα από το ειδικό πρόγραμμα, τον browser (π.χ. για παράδειγμα Netscape Navigator, Mozilla Firefox, Google Chrome). Ο browser παρέχει ένα γραφικό περιβάλλον διάδρασης με κουμπιά τα οποία ενεργοποιούν τους απαραίτητους μηχανισμούς πλοήγησης μεταξύ των διασυνδεδεμένων σελίδων, όπως επισήμανση των υπερσυνδέσμων και κουμπιά (back/forward/home) τα οποία ορίζουν τις σχετικές θέσεις μεταξύ των σελίδων στον νοητό γράφο. Η διάδραση με το ποντίκι είναι κυρίαρχη, ενώ η παραθυρική λογική η οποία είχε καθιερωθεί ήδη όπως είδαμε στα περισσότερα περιβάλλοντα εργασίας, εμφανίζεται κι εδώ με τη μορφή *αναδυόμενων παραθύρων* (pop-up windows) ή *πλαισίων* (frames) τα οποία χωρίζουν το περιεχόμενο της σελίδας σε διακριτές περιοχές.

Σταδιακά, λόγω της εξέλιξης της ταχύτητας του δικτύου και της δυνατότητας αποθήκευσης μεγαλύτερου όγκου δεδομένων εκτός από το κείμενο και τις εικόνες, μέσα σε μια HTML σελίδα γίνεται δυνατή η φιλοξενία και άλλων αντικειμένων πληροφορίας, όπως βίντεο (ζωντανού ή μη), διαδραστικών στοιχείων, ή άλλων HTML σελίδων μέσα σε frames. Δηλαδή, μια HTML σελίδα έχει τη μορφή μιας αρθρωτής δομής διασυνδεδεμένων, επαναχρησιμοποιήσιμων στοιχείων τα οποία είναι αποθηκευμένα ακόμη και σε διαφορετικούς υπολογιστές οι οποίοι συνδέονται μέσω δικτύου. Έτσι, πολλές φορές η ανάκτηση μιας HTML σελίδας δεν είναι μια ομοιόμορφη διαδικασία. Για την αντιμετώπιση ανεπιθύμητων καθυστερήσεων οι οποίες αλλοιώνουν την όψη μιας σελίδας διαταράσσοντας τη διαδικασία της διάδρασης, υιοθετούνται κατά το σχεδιασμό των διαδικτυακών εφαρμογών συγκεκριμένες προσεγγίσεις. Η κυριότερη είναι αυτή της υιοθέτησης *μορφοτύπων* (format) κωδικοποίησης τα οποία επιτυγχάνουν υψηλή συμπίεση (π.χ. το JPEG για τις εικόνες και το MPEG-4 ή το FLV για τα βίντεο), έτσι ώστε να γίνεται πιο εύκολα το «downloading». Στο Διαδίκτυο για να είναι λειτουργική μια ιστοσελίδα το θέμα της υψηλής ευκρίνειας μπαίνει σε δεύτερη μοίρα. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται μια νέα αισθητική η οποία στηρίζεται στην απλοποίηση της εικόνας και αντίστοιχα της ψηφιακής πληροφορίας γι' αυτήν.

Μια άλλη προσέγγιση για την αντιμετώπιση των καθυστερήσεων είναι αυτή της *τμηματικής καταφόρτωσης* (streaming), δηλαδή της δυνατότητας άμεσης αναπαραγωγής της πληροφορίας χωρίς να απαιτείται να ολοκληρωθεί η καταφόρτωσή της. Αυτή η τεχνική, εφαρμόζεται για παράδειγμα στο YouTube. Οι δύο παραπάνω προσεγγίσεις είναι ακόμα και σήμερα σε ισχύ, παρόλο που οι ταχύτητες σύνδεσης στο δίκτυο έχουν αυξηθεί δραματικά.

Τέλος, για χάρη της καλύτερης διαδικτυακής διάδρασης, δημιουργείται ένα είδος μνήμης των επιλεγμένων διαδρομών πλοήγησης του χρήστη στον υπολογιστή του και χτίζεται ένα προσωπικό προφίλ πλοήγησης μέσα από μηχανισμούς όπως η cache[47], το history του browser και τα cookies. Τα cookies, σε αντίθεση με την cache και το history που αναπτύσσονται στον υπολογιστή του χρήστη, δημιουργούνται στον

---

[45] Ακολουθείται η εννοιολογική μεταφορά της σελίδας (page) ή του εγγράφου (document).

[46] Δηλαδή, ενός ειδικού ενεργού προγράμματος που τρέχει συνεχώς και περιμένει αιτήσεις για HTML σελίδες από απομακρυσμένους χρήστες.

[47] Μια ειδική μνήμη που χρησιμοποιείται για να διευκολύνει την αναπαραγωγή των διαδικτυακών δεδομένων.

απομακρυσμένο ιστότοπο που τα υποστηρίζει, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται θέματα ιδιωτικότητας και προσωπικών δεδομένων. Γι' αυτό, συχνά παρεμβάλλεται η ενημέρωση στον χρήστη σχετικά με την υποστήριξη cookies από κάποιον ιστότοπο.

Η υπερκειμενική δομή των διασυνδεδεμένων σελίδων, σε συνδυασμό με την αισθητική χαμηλής ευκρίνειας και την παραθυρική διάδραση εντός της σελίδας, έχει απασχολήσει αρκετούς καλλιτέχνες, στην αρχή της ανάπτυξης του Διαδικτύου, ως προς την εκφραστική της ικανότητα, ενώ από άλλους έχει απορριφθεί. Ένα σχόλιο σχετικά με την αξιοποίησή της ως αφηγηματικό εργαλείο γίνεται στο έργο της Olia Lialina, *My Boyfriend Came Back From The War*, 1996, (http://www.teleportacia.org/war/wara.htm). Ο επισκέπτης βρίσκεται μπροστά σε μια ιστοσελίδα στην οποία η εξέλιξη της αφήγησης επιτυγχάνεται με mouse clicks πάνω σε παράθυρα με κείμενα και ασπρόμαυρες εικόνες τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα την περαιτέρω διαίρεση κάθε παραθύρου - πλαισίου της σελίδας, που οδηγεί στην οπτικοποίηση της διαδρομής της αφήγησης σε μια πολυπαραθυρική οργάνωση.

Πολλοί καλλιτέχνες, μέσα στη δεκαετία του 1990, κινήθηκαν προς την κατεύθυνση της αμφισβήτησης των συμβάσεων της διάδρασης στον Παγκόσμιο Ιστό που είχαν ήδη καθιερωθεί (π.χ. σελίδα, mouse click, γραφιστική αισθητική), δημιουργώντας διαδικτυακά έργα που τις αντέστρεφαν. Ένα παράδειγμα είναι η καλλιτεχνική ομάδα με το όνομα Jodi (http://www.net-art.org/jodi) (βλέπε το διαδικτυακό τους έργο http://wwwwwwwww.jodi.org/.

Από το 2000 περίπου και μετά, ο Παγκόσμιος Ιστός μετασχηματίζεται από ένα διαδραστικό σε ένα συμμετοχικό περιβάλλον στο οποίο η ανάπτυξη του περιεχομένου μεταβιβάζεται σε μεγάλο βαθμό στους ίδιους τους χρήστες και αποτελεί ένα διαμοιραζόμενο αγαθό. Αναπτύσσονται και διανέμονται ελεύθερα οι πλατφόρμες διαχείρισης περιεχομένου και παραμετρικής ανάπτυξης ιστότοπων (π.χ. *Wordpress* (2003), *Joomla* (2005),) οι οποίες επιτρέπουν στον καθένα να δημιουργήσει από ένα προσωπικό ιστολόγιο (Blog) έως ένα ολόκληρο ειδησεογραφικό portal, με βάση όμως κάποιο αυστηρό προκαθορισμένο *πρότυπο οπτικής οργάνωσης* (template) που παραπέμπει σε μια εφημερίδα ή ένα περιοδικό. Δηλαδή, αν και υπάρχει απόλυτη ελευθερία στην παραγωγή και φιλοξενία προσωπικού περιεχομένου από τους χρήστες, η διάδραση περιορίζεται σημαντικά.

Μέσα σ' αυτό το πλαίσιο, εμφανίζονται τα κοινωνικά δίκτυα (π.χ. το Facebook το 2004 και το Twitter το 2006) και το φαινόμενο του *social tagging*, δηλαδή, της επισήμανσης λέξεων κλειδιών που δημιουργούνται από τους χρήστες των κοινωνικών δικτύων και χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν και να ταξινομήσουν ένα αντικείμενο, έννοια ή ιδέα. Αναπτύσσεται, δηλαδή, ένα ειδικό είδος διάδρασης για τη νοηματοδότηση της ρέουσας πληροφορίας από τους ίδιους τους χρήστες.

Μια «σελίδα» πλέον είναι δυνατό να περιέχει ζωντανές ροές δεδομένων που προέρχονται από πηγές όπως φωτογραφικές μηχανές και κάμερες χρηστών, πίνακες χρηματιστηρίου, δορυφόρους, κοινωνικά δίκτυα. Η έννοια της διαδικτυακής σελίδας αρχίζει πλέον να ξεπερνιέται και να δημιουργεί εννοιολογικά παράδοξα σε έναν Παγκόσμιο Ιστό στον οποίο πλέον ο χρήστης δεν κινείται σ' έναν γράφο προκαθορισμένων δεδομένων αλλά συνεχώς παραγόμενα δυναμικά δεδομένα ρέουν προς αυτόν. Η αμεσότητα αυτών των δυναμικών δεδομένων (π.χ. η πραγματικού χρόνου καταγραφή γεγονότων που επιτρέπει το Twitter με τα σύντομα μηνύματά του) δημιουργεί την αίσθηση της παρουσίας και της γειτνίασης στον διαδικτυακό χώρο γκρεμίζοντας κάθε έννοια απόστασης.

Πολλές επιμέρους λειτουργίες μεταφέρονται από τον προσωπικό υπολογιστή στο Διαδίκτυο ως *υπηρεσίες* (services) που παρέχονται κατόπιν εγγραφής του χρήστη και δημιουργίας κωδικού πρόσβασης (account). Στις λειτουργίες αυτές συμπεριλαμβάνονται το email (π.χ. Gmail, Yahoo mail), η αποθήκευση και προβολή εικόνων (π.χ. Instagram) ή μεγάλων αρχείων βίντεο ((π.χ. Youtube, Vimeo) και η ανταλλαγή αρχείων κάθε είδους μεταξύ χρηστών (π.χ. Dropbox, WeTransfer, Copernic). Ο χρήστης διαδρά με περιεχόμενο το οποίο δεν γνωρίζει πού βρίσκεται ως φυσική οντότητα – κατανέμεται σε εξυπηρετητές οι οποίοι μπορεί να βρίσκονται οπουδήποτε στον κόσμο. Το κλασικό desktop του υπολογιστή καταργείται σταδιακά και όλες οι εφαρμογές μετατρέπονται σε διαδικτυακές υπηρεσίες οι οποίες εκτελούνται μέσα από το περιβάλλον του browser. Το λεγόμενο *Νέφος* (Cloud) είναι η αρχιτεκτονική η οποία υποστηρίζει τη μετάβαση αυτή.

Λόγω της πολυπλοκότητας η οποία προκύπτει από τον αυξανόμενο κωδικό υπηρεσιών ανά χρήστη, σταδιακά οι διεπαφές πολλών διαδικτυακών υπηρεσιών ενοποιούνται. Έτσι, με ένα κωδικό μπορεί κανείς να έχει πρόσβαση σε περισσότερες από μία υπηρεσίες (π.χ. η περίπτωση του κωδικού Google). Στην Εικόνα 11.7 απεικονίζεται η δυνατότητα άμεσης πρόσβασης σε διάφορα κοινωνικά δίκτυα μέσα από το YouTube.

Εικόνα 11.7 Ενοποίηση των διεπαφών διάδρασης των κοινωνικών δικτύων.

Μια άλλη πλευρά του συμμετοχικού Ιστού είναι αυτή που αναπτύσσεται παράλληλα με τα κοινωνικά δίκτυα και διερευνά την υιοθέτηση ενός εναλλακτικού μοντέλου Παγκόσμιου Ιστού στο οποίο η διάδραση στηρίζεται σε τρισδιάστατες αναπαραστάσεις τα οποία μεταφέρουν στοιχεία από την πραγματικότητα (π.χ. τοπία, ανθρώπινα σώματα) στο Διαδικτυακό περιβάλλον. Πρόκειται για τα πολυχρηστικά παιχνίδια MMORPGs και τους εικονικούς χώρους οι οποίοι αναπτύσσονται συνεργατικά, τα λεγόμενα metaverses (π.χ. Second Life (2003)). Το μοντέλο αυτό εισάγει την έννοια του avatar, ενός είδους ειδώλου του χρήστη το οποίο οδηγεί τη διάδραση στον εικονικό χώρο. Η διάδραση σε περιβάλλοντα τέτοιου τύπου, παρόλο που αναπαράγουν την έννοια της απόστασης του φυσικού χώρου (σε αντίθεση με τα κοινωνικά δίκτυα, π.χ. το Twitter, που την καταρρίπτουν), εντούτοις δεν επιχειρεί την πλήρη αισθητηριακή εμβύθιση σ' έναν εικονικό χώρο, όπως με τα κλασικά συστήματα εικονικής πραγματικότητας (π.χ. τρισδιάστατα γυαλιά), αλλά κυρίως την «παρουσία» μέσω της ανάπτυξης μιας κοινωνικής συμπεριφοράς.

Το μοντέλο αυτό δεν φαίνεται να αποτελεί μια συνολική εναλλακτική πρόταση για τον Παγκόσμιο Ιστό, καθώς η τρισδιάστατη προσομοίωση της πραγματικότητας σε συνδυασμό με τους χωρικούς τρόπους πλοήγησης αποτελούν περιοριστικά στοιχεία σ' ένα μέσο το οποίο είναι πολυδιάστατο και ανεξερεύνητο. Όμως, η πολυχρηστική διάδραση μέσα από τα metaverses και τα παιχνίδια MMORPGs αναπτύσσει νέες μορφές διάδρασης και συνεργασίας (αναπτύσσεται διεξοδικά στο κεφάλαιο 5: *Οι διαδικτυακοί πολυχρηστικοί κόσμοι* και στο κεφάλαιο 12 του Β τόμου: *Συνεργατικά καλλιτεχνικά έργα μέσω Διαδικτύου*).

11.4.3 Η εικονική πραγματικότητα

Στην εικονική πραγματικότητα επιδιώκεται η πλήρης εμβύθιση του επισκέπτη του έργου και η απώλεια του ορίου της οθόνης ούτως ώστε ολόκληρο το οπτικό του πεδίο να καταλαμβάνεται από την ψηφιακή εικόνα. Η εμβύθιση αυτή επιτυγχάνεται μέσω μιας ειδικής συσκευής στερεοσκοπικής προβολής[48], συνήθως γυαλιά ή κάσκα εικονικής πραγματικότητας. Για την πλοήγηση στα πλήρως εμβυθιστικά περιβάλλοντα απαιτείται μηχανισμός που παρακολουθεί την κίνηση του βλέμματος του διαδρώντα και μεταφράζει την πορεία του σε αλλαγές οπτικής γωνίας μέσα στον εικονικό κόσμο. Ο μηχανισμός αυτός είτε ενσωματώνεται στις κάσκες εικονικής πραγματικότητας (π.χ. το Oculus Rift), είτε σε αισθητήρες κίνησης που προσαρτώνται στο κεφάλι του επισκέπτη. Όταν παίζει ρόλο και η μετατόπιση του σώματος του επισκέπτη στον χώρο, ειδικά στην πρώτη γενιά συστημάτων εικονικής πραγματικότητας μεγάλης κλίμακας, χρησιμοποιούνται αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης που φοριούνται στο σώμα ή στο χέρι του επισκέπτη.

Η εικονική πραγματικότητα μεταφράζεται και ως «δυνητική πραγματικότητα», όπως φαίνεται στην ελληνική μετάφραση, από τον Μιχάλη Καραχάλιο, του βιβλίου του Pierre Lévy *Δυνητική πραγματικότητα. Η φιλοσοφία του πολιτισμού και του κυβερνοχώρου* (βλέπε [6]). Αναφέρει ο Lévy στο παραπάνω βιβλίο: «Η λέξη *δυνητικό* (virtuel) προέρχεται από το μεσαιωνικό λατινικό «virtualis», που με τη σειρά του παράγεται από το «virtus»: δύναμη, ισχύς. Στη σχολαστική φιλοσοφία, δυνητικό είναι αυτό που υπάρχει εν δυνάμει και όχι εν ενεργεία. Το δυνητικό τείνει να ενεργοποιηθεί χωρίς, εντούτοις, να έχει περάσει στην πραγματική ή τυπική συγκεκριμενοποίηση. Το δέντρο είναι δυνητικά μέσα στον σπόρο. Μιλώντας με φιλοσοφική

[48] Η στερεοσκοπία περιλαμβάνει τεχνικές προβολής οι οποίες δίνουν την εντύπωση του βάθους σε μια εικόνα. Προσομοιώνει τη φυσική λειτουργία της όρασης, στην οποία κάθε μάτι βλέπει το ίδιο αντικείμενο από διαφορετική οπτική γωνία. Ο εγκέφαλος παραλαμβάνει ταυτόχρονα δύο ελαφρά διαφοροποιημένες εικόνες του ίδιου αντικειμένου (το φαινόμενο της παράλλαξης) και τις χρησιμοποιεί για να προσδιορίσει τη σχετική θέση των αντικειμένων μεταξύ τους και τις αποστάσεις των αντικειμένων από τον παρατηρητή. Η στερεοσκοπία δεν αποτελεί επινόηση της ψηφιακής τεχνολογίας, αλλά ανάγεται στην επινόηση του στερεοσκοπίου, το 1838 από τον Charles Wheatstone, παρόλο που οι σχετικές θεωρίες είχαν αναπτυχθεί ήδη από την εποχή του Πτολεμαίου [3].

αυστηρότητα, το δυνητικό δεν αντιπαρατίθεται στο πραγματικό, αλλά στο εν ενεργεία υπαρκτό: δυνητικότητα και εν ενεργεία ύπαρξη είναι απλώς δύο διαφορετικοί τρόποι του είναι.»

Ενδεχομένως ετυμολογικά να είναι πιο σωστή η παραπάνω προσέγγιση, αλλά είναι σίγουρο ότι η χρησιμοποίηση του όρου «εικονική πραγματικότητα», που περιέχει την έννοια της «εικόνας», καθιστά πιο εύκολη την προσέγγιση από τους εικαστικούς, δημιουργώντας μια γέφυρα ανάμεσα στην εικαστική εικόνα και αντίστοιχα την εικονική (βλέπε επίσης το [1]).

Ένας από τους πρωτοπόρους της έρευνας πάνω στην εικονική πραγματικότητα και στενός συνεργάτης του Thomas Zimmerman, ο οποίος εφηύρε την καινοτόμα διεπαφή για διάδραση με περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας *γάντι δεδομένων* (data glove), Jaron Lanier, το 1989, έδωσε τον εξής ορισμό για να περιγράψει με ακρίβεια το πρωτοεμφανιζόμενο περιβάλλον της εικονικής πραγματικότητας: «Ένα αλληλεπιδραστικό, τρισδιάστατο περιβάλλον, φτιαγμένο από υπολογιστή, στο οποίο μπορεί κάποιος να εμβυθιστεί.». («… an interactive, three-dimensional environment in which a person is immersed»). Βέβαια, η ιδέα της πλήρους αισθητηριακής εμβύθισης σε έναν ψηφιακό κόσμο χαρακτηρίζεται από την εφεύρεση της πρώτης κάσκας εικονικής πραγματικότητας το 1966 από τον Ivan Sutherland στο εργαστήριο Linkoln στο MIT.

Στην πρώτη περίοδο της εικονικής πραγματικότητας (περίπου έως το 2000) κυριαρχούσαν εξειδικευμένα και μεγάλης κλίμακας συστήματα εμβύθισης και πλοήγησης, όπως συστήματα τύπου Cave Automatic Virtual Environment (CAVE), τα οποία απαιτούσαν ο επισκέπτης να φοράει εξοπλισμό με έντονες καλωδιώσεις (Εικόνα 11.8).

Εικόνα 11.8 *Καλωδιωμένη γυναίκα*
[πηγή: wikimedia commons, ιδιοκτησία: NASA, άδεια χρήσης: public domain].

Παρόλα τα σημαντικά έργα των Jeffrey Shaw, Maurice Benayoun και πολλών άλλων καλλιτεχνών, όπως θα δούμε παρακάτω, η συγκεκριμένη αναπαράσταση περιορίστηκε κυρίως μέσα στα φεστιβάλ και στα ισχυρά ερευνητικά κέντρα.

11.4.4 Οι εξειδικευμένοι, μη αυτόνομοι μηχανισμοί διάδρασης

Μια σειρά εξειδικευμένων μηχανισμών διάδρασης ξεκίνησαν κυρίως από τομείς όπως οι στρατιωτικές και οι επιστημονικές εφαρμογές, ακόμα και πολύ πριν την εμφάνιση των προσωπικών υπολογιστών και σταδιακά εμπορευματοποιήθηκαν και πέρασαν στο ευρύ κοινό. Οι μηχανισμοί αυτοί κατηγοριοποιούνται ως «μη αυτόνομοι», καθώς στην πρώτη φάση λειτουργίας τους ήταν εξαρτημένοι από κάποια συγκεκριμένη υπολογιστική αρχιτεκτονική (π.χ. ισχυρό υπολογιστή ειδικού σκοπού, λειτουργικό σύστημα,

παιχνιδομηχανή). Σταδιακά μεταλλάχθηκαν και οδήγησαν στη μετάβαση, κατά τον 21ο αιώνα, στους αυτόνομους μηχανισμούς χαμηλού κόστους τους οποίους θα εξετάσουμε στη συνέχεια.

Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο *προσωπικός υπολογιστής* (personal computer) που σε αντιδιαστολή με τους μεγάλους και εξειδικευμένους υπολογιστές τύπου mainframe, αποτελεί έναν υπολογιστή γενικού σκοπού ο οποίος απευθύνεται στο ευρύ κοινό. Εδώ ανήκουν, οι πρώτες παιχνιδομηχανές και τα χειριστήρια τους (π.χ. το joystick[49]) οι διάφοροι αισθητήρες (π.χ. φωτός, αφής, εγγύτητας, γυροσκόπια, επιταχυνσιόμετρα, βιολογικών μετρήσεων), οι κάμερες και τα μικρόφωνα, τα ρομποτικά συστήματα, οι στερεοσκοπικές κάσκες και τα γυαλιά, οι διάφορες συσκευές επικοινωνίας (ενσύρματες ή ασύρματες) κ.ά. Εδώ επίσης συγκαταλέγονται και ειδικοί μηχανισμοί λογισμικού οι οποίοι διανέμονται αρχικά χωρίς να αποκαλύπτουν τη δομή τους (π.χ. αλγόριθμοι επεξεργασίας σήματος και όρασης υπολογιστών, τεχνητή νοημοσύνη, αλγόριθμοι διαχείρισης γραφικών πραγματικού χρόνου, αλγόριθμοι κατανόησης ανθρώπινης ομιλίας[50]). Υπάρχουν εκτενείς μελέτες και ιστότοποι οι οποίοι αναπτύσσουν αναλυτικά την γενεαλογία των μηχανισμών αυτών, όπως η http://www.history-computer.com.

Η διάδραση σταδιακά απομακρύνεται από την καρτεσιανή μεταφορά της κίνησης του χεριού στην δισδιάστατη οθόνη την οποία ορίζει το ποντίκι και το GUI. Αναπτύσσεται ο τύπος διάδρασης ο οποίος προβάλλει την κίνηση του σώματος του επισκέπτη από τον πραγματικό χώρο μέσα στον εικονικό χώρο τον οποίο παράγει ο υπολογιστής. Με αισθητήρες όπως το γυροσκόπιο και το επιταχυνσιόμετρο είναι δυνατός ο εντοπισμός της θέσης, της κίνησης και του προσανατολισμού του επισκέπτη ανά πάσα στιγμή.

Η παραπάνω μετάβαση πραγματοποιείται μέσα από μια «μάχη» ανάμεσα στα ογκώδη, εξειδικευμένα και ακριβά υπερμηχανήματα διάδρασης και σε μικρά, ερασιτεχνικά τεχνολογικά στοιχεία τα οποία επέτρεπαν, εκτός των άλλων, πειραματισμούς με νέους τύπους διάδρασης.

Οι καλλιτέχνες παίζουν σημαντικό ρόλο στην μετάλλαξη των διαφόρων μηχανισμών διάδρασης. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η πολυχρηστική διαδραστική εγκατάσταση *Bubbles* (2002), των Wolfgang Muench και Furukawa Kiyoshi, το οποίο παρουσιάστηκε και στην Ελλάδα στο φεστιβάλ Mediaterra «νέες πλατφόρμες», το 2002. Οι επισκέπτες αλληλεπιδρούν με μια προβολή από φούσκες. Η σκιά του κάθε επισκέπτη η οποία σχηματίζεται μέσα στα όρια της προβολής εντοπίζεται από μια κάμερα και υπολογίζονται τα όρια και η κατεύθυνσή της που χρησιμοποιούνται για τη διάδραση. Έργα όπως το Bubbles ορίζουν μια πρώτη γενιά διαδραστικών έργων, στα οποία οι καλλιτέχνες προσαρμόζουν υπάρχοντες ειδικούς μηχανισμούς χαμηλής κλίμακας και κόστους επάνω σε μια κεντρική υπολογιστική μονάδα (π.χ. έναν ισχυρό υπολογιστή), προκειμένου να παρακαμφθεί η ανάγκη για χρήση εξειδικευμένων συστημάτων υψηλού κόστους. Οι πιθανές ατέλειες λειτουργίας τους καλύπτονται από τα υπόλοιπα στοιχεία του καλλιτεχνικού έργου (π.χ. αφηγηματικά, σκηνογραφικά).

Οι μηχανισμοί διάδρασης από τους στρατιωτικούς προσομοιωτές (π.χ. χειριστήρια), μεταφέρονται στα παιχνίδια και εμπνέουν τους κατασκευαστές τους για την ανάδειξη νέων εργαλείων που ισχυροποιούν την εμβύθιση και διάδραση, προσελκύοντας ένα μεγάλο, πολλές φορές φανατικό κοινό. Τα παιχνίδια αποτελούν ένα νέο είδος που συνεχώς εξελίσσεται. Η επιρροή της οικονομικής επιτυχίας της βιομηχανίας των παιχνιδιών και η πίεση των φανατικών αυτών παικτών για ταχύτητα και για όλο και περισσότερο ρεαλιστικές απεικονίσεις οδηγεί στην τεχνολογική αναβάθμιση των προσωπικών υπολογιστών και στην ανάπτυξη ενδιάμεσων τεχνολογικών μηχανισμών, όπως είναι η ανάπτυξη ισχυρών καρτών για γραφικά, νέες γενιές επεξεργαστών με μεγάλες ταχύτητες, γρήγορα συστήματα αποθήκευσης, συσκευές και χειριστήρια διάδρασης κ.ά.

Οι ίδιες οι παιχνιδομηχανές παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, αφού οι περισσότερες από αυτές παρουσιάζουν μια μορφή ενός «μεταλλαγμένου υπολογιστή». Παρ' όλες τις φωνές αγωνίας των τεχνοσκεπτικιστών, έπαιξαν έναν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του νέου ψηφιακού περιβάλλοντος. Οι μικρές φορητές παιχνιδομηχανές αποτελούν τους προάγγελους των έξυπνων τηλεφώνων και ταμπλετών που αλλάζουν όλα τα δεδομένα σε σχέση με τη διάδραση. Τα παιδιά με τα φορητά παιχνίδια φετίχ όπως το *Nintendo Gameboy* και το *Sony Vega* έκαναν τις πρώτες πετυχημένες «δοκιμές» για την αναβάθμιση του παγκόσμιου περιβάλλοντος. Και μια σημαντική λεπτομέρεια: τα παιδιά ως χειριστές και κατ' επέκταση ως συμμετέχοντες στο νέο περιβάλλον, τα πήγαν καλύτερα από τους ενήλικες.

---

[49] Ένα από τα πρώτα joystick ήταν αυτό το οποίο κατασκεύασε ο Αμερικανός φυσικός Willy Higinbotham,το 1958, για ένα από τα πρώτα ηλεκτρονικά παιχνίδια, το *Tennis For Two*.

[50] Ένα έργο σταθμός στον χώρο αυτό είναι το *Façade*, που αναπτύχθηκε από τους Michael Mateas, Andrew Stern και John Grieve, το 2005 (http://www.interactivestory.net/).

11.4.5 Οι αυτόνομοι μηχανισμοί διάδρασης χαμηλού κόστους

Ο 21ος αιώνας φέρνει μια σημαντική επανάσταση στον χώρο της εικονικής αναπαράστασης και γενικά της διαδραστικής τέχνης. Είναι η επανάσταση των αυτόνομων ενδιάμεσων μηχανισμών που δημιουργούν μια σειρά νέων συνθηκών στον χώρο της καλλιτεχνικής έκφρασης. Ο Malcolm McCullough αναφέρει στο [7]: «The 21 century arts are the arts of interface» («Οι Τέχνες του 21^{ου} είναι οι τέχνες της διεπαφής») συμπληρώνοντας «…But interface is no longer just about sitting at a machine…» («Αλλά διεπαφή δεν σημαίνει πλέον να κάθεται κανείς σε μια μηχανή»).

Η δήλωση αυτή δείχνει το μέγεθος αυτής της επανάστασης: οι μικρές αυτές συσκευές δεν εντάσσονται απαραίτητα μέσα στον κύριο μηχανισμό μιας υπολογιστικής μηχανής, αλλά αποκτούν την αυτονομία τους, είτε μεταφέροντας αυτούσιο τον πυρήνα του υπολογιστικού τους μηχανισμού (π.χ. έξυπνα τηλέφωνα, raspberry pi, Arduino, GPUs), είτε αποδεσμεύοντας τη λειτουργία τους από εξειδικευμένα συστήματα (π.χ. το Kinect δεν είναι πλέον συνδεδεμένο με τη μηχανή του xBox αλλά μέσω του προτύπου USB μεταφέρεται σε οποιοδήποτε PC, η κάσκα Oculus Rift δεν απαιτεί κάποια εξειδικευμένη κάρτα γραφικών).

Οι μηχανισμοί αυτοί αλλάζουν τη σχέση του χώρου παραγωγής και του χώρου προβολής και διάδρασης. Πολλές φορές οι χώροι δημιουργίας και προβολής ταυτίζονται και οδηγούνται από το ίδιο το σώμα του διαδρώντα στον χώρο που βρίσκεται. Δημιουργούν ένα άλλο χώρο μέσα στον χώρο. Ο Malcolm McCullough, περιγράφοντας τη νέα εποχή που έρχεται, αναφέρει επίσης: «There has been an invasion of glowing rectangles – ever more computer screens of ever more sizes, in ever more places. And not just an invasion of screens but also one of networked objects, sensors fields, positional traces, informations shadows, and big data. This new era of interfaces designs is transforming the use of the city.» («Υπάρχει μια εισβολή όλο και περισσότερων λαμπερών ορθογώνιων – όλο και περισσότερες οθόνες υπολογιστή, όλο και περισσότερων μεγεθών, σε όλο και περισσότερα μέρη. Και δεν είναι μόνο μια εισβολή οθονών, αλλά επίσης μια εισβολή δικτυωμένων αντικειμένων, πεδίων αισθητήρων, ιχνών θέσης, σκιών πληροφορίας, και «μεγάλων δεδομένων». Αυτή η νέα εποχή των διεπαφών μετασχηματίζει τη χρήση της πόλης.»).

11.4.5.1 Το Arduino

Το 2005 σημειώνεται μια επανάσταση στον χώρο της προτυποποίησης διαδραστικών συσκευών με την εμφάνιση του Arduino. Πρόκειται για μια μητρική πλακέτα ανοικτού κώδικα για σύνθεση και προγραμματισμό αισθητήρων. Ξεκίνησε σ' ένα πανεπιστήμιο της Ιταλίας (Interaction Design Institute, Ivrea, Italy), ως πρόταση μιας ομάδας ερευνητών για μια ανοικτή πλατφόρμα εύκολης προτυποποίησης hardware.

Το χαμηλό του κόστος και η ευκολία προσαρμογής του σε διάφορα περιβάλλοντα το έχουν μετατρέψει στον πιο διαδεδομένο μηχανισμό ανάπτυξης διαδραστικών αντικειμένων. Υπάρχει πλήθος εκπαιδευτικού υλικού στο site του Arduino (και στο Διαδίκτυο γενικότερα), ενώ οργανώνονται πλέον κάθε χρόνο ειδικά σεμινάρια (και στην Ελλάδα) στα οποία μπορεί ο οποιοσδήποτε να μυηθεί στον κόσμο του Arduino.

Μέσω του Arduino, είναι δυνατό να δημιουργηθούν κατασκευές από οποιοδήποτε υλικό, και να ενσωματωθούν σε αυτές αισθητήρες διαφόρων τύπων (π.χ. αφής, υπέρυθρων ακτίνων, εγγύτητας), ορίζοντας τις πιθανές δράσεις, ενώ επιτρέπεται αμφίδρομη επικοινωνία με τον υπολογιστή και με εξωτερικά στοιχεία (π.χ. οθόνες LCD, μοτέρ) μέσω ψηφιακών και αναλογικών εισόδων/εξόδων. Για παράδειγμα, στο έργο *L'oreiller Rêveur* (Dreaming Pillow), 2008, της Armella Leung (http://art-mella.com/installations/oreillerreveur/), ο επισκέπτης αγγίζοντας ένα μαξιλάρι με τα χέρια του ενεργοποιεί την προβολή ονειρικών εικόνων πάνω σ' αυτό.

Είναι ενδιαφέρον να αναφερθεί πως το Arduino έλαβε τιμητική μνεία στην κατηγορία Digital Communities στο Prix Ars Electronica το 2006. Δηλαδή, έχει αρχίσει να συνειδητοποιείται ότι οι ζυμώσεις για τις εξελίξεις στην Τέχνη τον 21ο αιώνα δεν γίνονται στα καφέ και στα μπαρ, όπως γίνονταν στον 19ο και 20^{ο} αιώνα (εμπρεσιονιστές, Νταντά κ.λπ.) αλλά στα ερευνητικά κέντρα και στα Πανεπιστήμια από μικρές ερευνητικές ομάδες. Την εξέλιξη δεν την επηρεάζουν μόνο κείμενα (αμερικάνικος εξπρεσιονισμός Clement Greenberg) αλλά και μικροί, αυτόνομοι μηχανισμοί, όπως το Arduino.

11.4.5.2 Οι εξελίξεις από τον χώρο των παιχνιδιών

Οι εξελίξεις στον χώρο των παιχνιδιών και τον 21ο αιώνα είναι καθοριστικές για την καθιέρωση του ρεύματος των αυτόνομων μηχανισμών χαμηλού κόστους. Αναπτύσσεται και περνάει στο ευρύ κοινό η έννοια της σωματικής διάδρασης και της επαυξημένης πραγματικότητας, μέσα από το παιχνίδι.

Ένα από τα πρώτα εργαλεία προς αυτή την κατεύθυνση είναι το *Eye Toy* (2003) (Sony playstation) που υποστηρίζει *αναγνώριση χειρονομιών* (gesture recognition) μέσω web κάμερας. Το 2006 κάνει την εμφάνισή του το *Wii remote* για την κονσόλα Wii της Nintendo το οποίο υποστηρίζει αναγνώριση χειρονομιών και στόχευση αντικειμένων μέσω χρήσης επιταχυνσιόμετρου και οπτικής τεχνολογίας (κάμερας υπερύθρων).

Το 2010 η Microsoft παρουσιάζει το *Kinect*, μια συσκευή σωματικής και φωνητικής διάδρασης για την παιχνιδομηχανή XBox 360, η οποία προκαλεί μια σειρά αλυσιδωτών αντιδράσεων και αλλάζει όλα τα δεδομένα. Αναπτύσσεται αρχικά για την παιχνιδομηχανή XBox 360 με βάση την τεχνολογία λογισμικού της Rare, μιας θυγατρικής της Microsoft Game Studios και την τεχνολογία range camera μιας ισραηλινής εταιρείας, της PrimeSense. Μετά από τη μεταφορά του για PC από hackers (μέσω ανοικτής βιβλιοθήκης OPENI) η Microsoft, το 2012, κυκλοφορεί ένα ελεύθερο λογισμικό (SDK) για χρήση του Kinect στο λειτουργικό σύστημα Windows.

Η αυτονόμηση του Kinect από τη μηχανή Xbox, το χαμηλό του κόστος και η ακρίβεια της λειτουργίας του το έχουν καθιερώσει ως μία από τις επικρατέστερες λύσεις για ανίχνευση κίνησης πραγματικού χρόνου. Πολλοί καλλιτέχνες το αξιοποιούν σε διαδραστικές εγκαταστάσεις. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το έργο του Chris Milk *The Treachery of Sanctuary* (2012) στο οποίο ο επισκέπτης στέκεται μπροστά από μια μεγάλη οθόνη που απεικονίζει σμήνη πουλιών. Η σκιά του μεταφέρεται μέσα στην προβολή και η κίνησή του ανιχνεύεται με τον μηχανισμό του Kinect) και μετατρέπεται σε κίνηση πουλιού.

Σημειώνεται, ότι στην εμπορευματοποίηση όλων των παραπάνω συσκευών σωματικής διάδρασης με οπτική τεχνολογία συνέβαλλε καθοριστικά η εξέλιξη, από ερευνητικές ομάδες σε όλο τον κόσμο, του τομέα που αναφέρεται ως *όραση υπολογιστή* (computer vision), ο οποίος καλύπτει λειτουργίες όπως η *αναγνώριση προτύπων* (pattern recognition) και η *ανίχνευση κίνησης* (motion tracking) στον τρισδιάστατο χώρο, σε πραγματικό χρόνο.

Μια άλλη σημαντική εξέλιξη που προκύπτει επίσης από τον χώρο των παιχνιδιών και της εικονικής πραγματικότητας είναι η εμφάνιση μιας χαμηλού κόστους κάσκας εικονικής πραγματικότητας, του Oculus Rift που ανακοινώνεται το 2012. Αυτή η πρώτη έκδοση υποστηρίζει στερεοσκοπική προβολή και ανίχνευση της περιστροφής του κεφαλιού, στους 3 άξονες. Παρέχει ένα ανοικτό περιβάλλον ανάπτυξης (DK1) που επιτρέπει τον έλεγχό του από τη διεθνή κοινότητα. Το 2014 αρχίζει να διατίθεται η δεύτερη έκδοσή του η οποία περιλαμβάνει ανίχνευση όχι μόνο της περιστροφής του κεφαλιού, αλλά και της κίνησής του στον τρισδιάστατο χώρο. Επίσης, παρέχει περιβάλλον ανάπτυξης, το DK2. Ο τρόπος που αναπτύχθηκε και εμπορευματοποιήθηκε παρουσιάζει ενδιαφέρον, καθώς ξεκίνησε ως ένα crowd funding project (βλέπε κεφάλαιο 13: *Επί μέρους διαδικασίες και εργαλεία για την παραγωγή και προώθηση ενός έργου*), από μια μικρή ομάδα προγραμματιστών. Η επιτυχία του είναι τόσο μεγάλη που το 2014 το Facebook ανακοινώνει την εξαγορά του έναντι 2 δις δολαρίων.

11.4.5.3 Αισθητήρες βιολογικών λειτουργιών

Πρόσφατα έχουν κάνει την εμφάνισή τους ειδικές συσκευές χαμηλού κόστους που ανιχνεύουν πληροφορίες από τον εγκέφαλο του χρήστη και «ερμηνεύουν» τη σκέψη του (π.χ. το Emotiv), επιτρέποντας διάδραση μόνο με τη σκέψη, χωρίς τη χρήση χειριστηρίων ή άλλων μηχανισμών διάδρασης. Αυτές οι συσκευές οι οποίες άλλοτε χρησιμοποιούνταν μόνο για επιστημονικούς σκοπούς τώρα αξιοποιούνται και στα παιχνίδια. Ένα παράδειγμα παιχνιδιού που βασίζεται στη σκέψη των παικτών είναι το *Brainball* (https://www.tii.se/projects/brainball). Η μικρή μπάλα στο τραπέζι του παιχνιδιού ελέγχεται μέσω της χρήσης των εγκεφαλικών κυμάτων του κάθε παίκτη.

Οι συσκευές αυτές ανοίγουν ένα νέο, ανεξερεύνητο πεδίο καλλιτεχνικών αλλά και επιστημονικών πειραματισμών.

11.4.5.4 Η καλλιτεχνική δημιουργία μέσα από τους μικρούς, αυτόνομους μηχανισμούς διάδρασης

Υπάρχει μια σημαντική διαφορά ανάμεσα στα εργαλεία δημιουργίας παλαιού τύπου όπως είναι μια κάμερα, μια κονσόλα μοντάζ ή τα υποκατάστατα τους τα οποία δημιουργεί ο υπολογιστής και τα μικρά, αυτόνομα και χαμηλού κόστους εργαλεία διαδραστικής έκφρασης. Στην πρώτη περίπτωση τα εργαλεία ανήκουν στη θρυλική εποχή της μυθοποίησης των μηχανημάτων καταγραφής της πραγματικότητας μέσα από τις πολυδάπανες κινηματογραφικές παραγωγές αλλά ακόμα και την καταγραφή του πολέμου στα πεδία μάχης. Είναι τα ισχυρά και ανθεκτικά μηχανήματα σε δύσκολες συνθήκες, μηχανισμοί οι οποίοι διαθέτουν μεγάλη αποτελεσματικότητα στη λειτουργία τους, ιδιαίτερη ακρίβεια στον συγχρονισμό με το φως και άριστη ποιότητα στην μεταφορά της πραγματικότητας στο υπόστρωμα του υλικού τους, καθώς και αντοχή στις δύσκολες καιρικές συνθήκες. Στην εποχή της κυριαρχίας αυτών των εξαίρετων και απρόσιτων, λόγω κόστους, μηχανισμών, η καλλιτεχνική δημιουργία ξεκινάει από την προσπάθεια προσέγγισής τους. Τα έργα αυτών των μηχανισμών προβάλλονται κυρίως σε ειδικούς χώρους προβολής.

Η ανάπτυξη των μικρών, αυτόνομων μηχανισμών διαδραστικής έκφρασης δημιουργεί μια εντελώς νέα προσέγγιση ακριβώς αντίθετη από την πρώτη. Στην περίπτωση αυτή δεν κυριαρχεί το μηχάνημα φετίχ, αλλά το αόρατο μηχάνημα, το οποίο έχει μια τάση να επικοινωνήσει με το γύρω του περιβάλλον και να εξαφανιστεί μέσα σε αυτό. Βρίσκεται πιο κοντά στη θεωρία για τα «αντικείμενα μάθησης» που αναπτύσσουν οι Papert και Piaget , τη δεκαετία του ’90 (βλέπε εδώ). Μάλιστα, το έξυπνο τούβλο του Papert, που ενσωμάτωσε η Lego στο σύστημα Mindstorms, ενσαρκώνει ακριβώς αυτήν τη θεωρία (βλέπε το κλασικό βιβλίο του Papert: *Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas* [9], καθώς και εδώ).

Σε σχέση με τον καλλιτέχνη, τα μικρά αυτά συστήματα διαδραστικής έκφρασης είναι ταυτόχρονα και αντικείμενα μάθησης τα οποία ενσωματώνουν στη δομή της δημιουργίας την επεξεργασία της υπάρχουσας γνώσης για αυτά και την ανάπτυξή τους. Ο δημιουργός μπαίνει σε μια εντελώς νέα κατάσταση σε σχέση με τους μηχανισμούς λειτουργίας – σ’ ένα είδος έρευνας και πειραματισμών με φαντασία και ενόραση.

Αναπτύσσονται παράλληλα από τους καλλιτέχνες προβληματισμοί για τη συνύπαρξη του ανθρώπου με τους τεχνολογικούς αυτούς μηχανισμούς, όπως στο φίλμ *Hi, A Real Human Interfac*e (Multitouch Barcelona, 2007) που εκτίθεται στο μουσείο MOMA, όπου ένα ανθρώπινο ον βρίσκεται μέσα σε ένα κουτί – οθόνη και κάνει ότι ακριβώς ένας υπολογιστής (π.χ. στέλνει email, ενημερώνει λογισμικά). Ενώ κάνει αυτές τις λειτουργίες βρίσκει και κάποιον χρόνο για κάποιες ανθρώπινες λειτουργίες.

11.4.6 Οι έξυπνες μικρές συσκευές και η πανταχού παρούσα διασυνδεσιμότητα (ubiquitous connectivity)

Τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα τα οποία ξεκινούν να αναπτύσσονται από τη δεκαετία του ‘90, αποκτούν την πλήρη αυτονομία τους στις αρχές του 21^{ου} αιώνα. Πρόκειται για υβρίδια συσκευών οι οποίες συνδυάζουν την τηλεφωνία με σύνθετες υπολογιστικές εφαρμογές και άλλες περιφερειακές λειτουργίες τις οποίες θα συναντούσαμε σ’ έναν σύγχρονο υπολογιστή: media player, εντοπισμό μέσω του συστήματος GPS (Global Positioning System), κάμερα, μικρόφωνο και αναγνώριση φωνής, οθόνη αφής. Διαθέτουν λειτουργικό σύστημα το οποίο διαχειρίζεται όλες αυτές τις λειτουργίες και παρέχει περιβάλλον εκτέλεσης εφαρμογών (apps) και ανάπτυξης για τους πιο ειδικούς. Τα πιο χαρακτηριστικά λειτουργικά συστήματα είναι το iOS για το iPhone της Apple (2007) και από την άλλη μεριά το ανοικτού κώδικα Android (2008) που τώρα αναπτύσσει η Google και το οποίο πλέον υιοθετείται από ένα μεγάλο εύρος συσκευών.

Τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα, παρέχουν μέγιστη συνδεσιμότητα αφού επιτρέπουν πρόσβαση και στο ασύρματο δίκτυο αλλά και σε όλες τις υπηρεσίες του Διαδικτύου (π.χ. κοινωνικά δίκτυα), ενώ η κινητικότητα του χρήστη περιορίζεται μόνο από τον χρόνο ζωής της μπαταρίας.

Διαμορφώνουν σταδιακά έναν νέο ανθρωπολογικό τύπο χρήστη που επικοινωνεί και διαδρά με διαφορετικό τρόπο, απ’ ότι ο αντίστοιχος χρήστης προ μιας δεκαετίας. Ο νέος αυτός τύπος χρήστη έχει τη δυνατότητα να κινείται με μεγάλη ευκολία στον τρισδιάστατο πραγματικό χώρο και να αξιοποιεί ταυτόχρονα (ακόμα και εν κινήσει) τις πλήρεις δυνατότητες ενός πολυδιάστατου ψηφιακού μέσου, του Διαδικτύου (π.χ. διαχείριση προγραμμάτων και αρχείων, κοινωνικά δίκτυα), μέσω της *πανταχού-παρούσας διασυνδεσιμότητας* (ubiquitous connectivity), αλλά και μιας οθόνης αφής η οποία σε λίγες ίντσες, προβάλλει συμβολοποιημένες τις πλήρεις λειτουργίες ενός πάλαι ποτέ υπολογιστή τύπου desktop, όπως παραθυρικό λειτουργικό σύστημα, ισχυρό επεξεργαστή, διάφορα πρωτόκολλα διασύνδεσης, ισχυρή κάμερα καταγραφής. Παράλληλα, το

παγκόσμιο γεωγραφικό στίγμα του, κωδικοποιημένο είτε μέσω GPS συντεταγμένων είτε μέσω των συντεταγμένων που παράγει το σύστημα εντοπισμού του δικτύου κινητής τηλεφωνίας, συμμετέχει ενεργά στην πλοήγησή του επιτρέποντας την επαύξηση της όψης του πραγματικού κόσμου με εικονικά στοιχεία. Δηλαδή, ο χρήστης αποτελεί, πλέον, τον κέρσορα του συστήματος.

Η διείσδυση των τεχνολογιών αυτών στον δημόσιο χώρο δημιουργεί ένα παράλληλο σύμπαν εικόνων, ήχων, τρισδιάστατων αντικειμένων και μεταδεδομένων καθώς και ένα νέο είδος *πλάνητα* (flâneur) ο οποίος ανακαλύπτει, μ' έναν εξατομικευμένο τρόπο, τους κρυμμένους κώδικες.

11.5 Κατηγορίες διαδραστικών έργων

Παρακάτω εξετάζονται χαρακτηριστικές κατηγορίες καλλιτεχνικών πειραματισμών μέσα από τους οποίους αναπτύσσεται διάδραση με τον επισκέπτη.

11.5.1 Η εικονική πραγματικότητα

Ο David Em είναι ο πρώτος καλλιτέχνης που κατασκευάζει έναν πλοηγήσιμο εικονικό χώρο στη δεκαετία του '70 (έργο *Aku*). Αναπτύσσει τις δουλειές του αξιοποιώντας εξοπλισμό μεγάλης κλίμακας (π.χ. υπολογιστές τύπου mainframe) από φορείς όπως το Information International, Inc., το Jet Propulsion Laboratory της NASA και το California Institute of Technology.

Τη δεκαετία του '90 κατά την οποία πολλά μεγάλα κέντρα εγκαθιστούν εξοπλισμό εικονικής πραγματικότητας μεγάλης κλίμακας, αναπτύσσεται μια σειρά καλλιτεχνικών έργων μέσα στα κέντρα αυτά. Πολλοί πρωτοπόροι καλλιτέχνες εκείνη την εποχή και κυρίως αυτοί που είχαν πρόσβαση στην ακριβή τεχνολογία με ευρηματικότητα προσπαθούν να συνδυάσουν την διαδραστική τεχνολογία με τον πραγματικό κόσμο και αποδεικνύονται ιδιαίτερα ευρηματικοί στην παραγωγή ψευδαισθήσεων, ακόμα και με απλά μέσα που τα μετασχηματίζουν, αναδεικνύοντας ή προβλέποντας νέες χρήσεις. Αναφέρονται κάποιες σημαντικές περιπτώσεις.

Μία καλλιτέχνις η οποία χρησιμοποιεί την ανθρώπινη αναπνοή ως μέσο διάδρασης σε εικονικό περιβάλλον είναι η Char Davies. Στο έργο εικονικής πραγματικότητας *Osmose* (1995) (http://www.immersence.com/osmose/), η καλλιτέχνης, ενσωματώνει τις διαδικασίες της αναπνοής και της ισορροπίας του επισκέπτη ως το πρωταρχικό μέσο για την πλοήγησή του μέσα στον εικονικό κόσμο: η εισπνοή κατευθύνει το σώμα του προς τα πάνω, ενώ η εκπνοή προς τα κάτω. Αλλάζοντας το κέντρο της ισορροπίας του σώματος του, μπορεί να αλλάξει κατεύθυνση, αξιοποιώντας δηλαδή μια μέθοδο που εμπνέεται από την πρακτική των καταδύσεων για τον έλεγχο της πλευστότητας. Ο εξοπλισμός που φοράει ο επισκέπτης είναι κάσκα εικονικής πραγματικότητας και ένα ειδικό γιλέκο που περιέχει μηχανισμούς ανίχνευσης κίνησης προσαρμοσμένους για τον εντοπισμό της αναπνοής και της ισορροπίας του διαδρώντα. Στο ίδιο πνεύμα κινείται και το έργο της *Éphémère* (1998) (http://www.immersence.com/).

Ένας από τους πρωτοπόρους καλλιτέχνες της περιόδου αυτής οι οποίοι αξιοποιούν συστήματα εικονικής πραγματικότητας μεγάλης κλίμακας είναι ο Jeffrey Shaw. Στο έργο του *EVE* (Extended Virtual Environment), 1993, (http://www.medienkunstnetz.de/works/eve/) παρουσιάζει έναν μηχανισμό στερεοσκοπικής θέασης σε θόλο, στον οποίο το βλέμμα του διαδρώντα (δηλαδή η κίνηση του κεφαλιού η οποία ανιχνεύεται από ειδικούς αισθητήρες) καθοδηγεί δύο κινούμενους video projectors που ελέγχονται από ρομποτικό βραχίονα, έτσι ώστε οι προβαλλόμενες εικόνες να αξιοποιούν όλη την επιφάνεια του θόλου. Χαρακτηριστικό είναι το έργο του Jeffrey Shaw *Legible City* (1989) (http://www.jeffrey-shaw.net/), στο οποίο ο δημιουργός προσάρτησε το μηχανισμό του χειρισμού ενός συστήματος εικονικής πραγματικότητας σ' ένα ποδήλατο, μετασχηματίζοντας τη διάδραση με το χέρι σε διάδραση με τα πόδια (βόλτα με ποδήλατο). Ο επισκέπτης βρίσκεται μπροστά σε μια προβολή μιας τρισδιάστατης εικονικής πόλης αρχιτεκτονικά δομημένης από διατεταγμένες σειρές γραμμάτων οι οποίες σχηματίζουν λέξεις και προτάσεις κατά μήκος των πλευρών των δρόμων.

Μια άλλη αξιοσημείωτη περίπτωση είναι ο καλλιτέχνης Maurice Benayoun. Το έργο του *World Skin* (1997) αναπτύχθηκε σε εγκατάσταση στο πολυπροβολικό σύστημα εικονικής πραγματικότητας CAVE (Golden Nica Award, 1998, Ars Electronica, Linz, Austria). Ο επισκέπτης εμβυθίζεται σε μια εικονική αναπαράσταση ενός τοπίου σε πόλεμο. Του δίνεται μια κάμερα, μέσω της οποίας μπορεί να τραβήξει φωτογραφίες από το τοπίο. Κατόπιν, το αντικείμενο το οποίο περιέχεται στη φωτογραφία αφαιρείται από το εικονικό τοπίο και απομένει το κενό σχήμα του. Η εικόνα η οποία έχει αφαιρεθεί από το εικονικό τοπίο, στη

συνέχεια εκτυπώνεται σε εξωτερικό εκτυπωτή και ο επισκέπτης μπορεί να πάρει ένα χαρτί με όλες τις εικόνες που τράβηξε κατά τη διάρκεια της συμμετοχής του. Άλλα έργα του αυτής της περιόδου είναι το *Is God Flat* (1994) και το *The Tunnel under the Atlantic* (1995).

Άλλοι πρωτοπόροι καλλιτέχνες της Α περιόδου της εικονικής πραγματικότητας είναι ο Luc Courchesne, η Charlotte Davies, οι Knowbotic Research, η Rita Addison, η Brenda Laurel, ο Perry Hoberman, η Margaret Dolinsky, η Rebecca Allen, η Jacki Morie κ.ά. Ο αναγνώστης μπορεί επίσης να ανατρέξει στο [10], στο κεφάλαιο 2: *Digital Technologies as a Medium*, υποκεφάλαιο "Virtual reality and augmented reality", για μια κριτική επισκόπηση της καλλιτεχνικής δραστηριότητας η οποία αναπτύχθηκε από πρωτοπόρους καλλιτέχνες αξιοποιώντας την τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας μεγάλης κλίμακας.

Με τη σταδιακή ανάπτυξη των εναλλακτικών μηχανισμών μικρής κλίμακας και την επικράτηση της τεχνολογίας των παιχνιδιών, το ενδιαφέρον μετατοπίζεται από τα πλήρως εμβυθιστικά περιβάλλοντα[51] σε εικονικά περιβάλλοντα τα οποία αναπτύσσονται στο πλαίσιο κάποιας εγκατάστασης (π.χ. σε μια επιφάνεια προβολής ή αφής ή στην οθόνη μιας μικρής συσκευής). Έτσι, τα όρια της εικονικής πραγματικότητας διευρύνονται και συνενώνονται με άλλους χώρους.

11.5.2 Διαδραστικές εγκαταστάσεις

Σε μια διαδραστική εγκατάσταση, ο καλλιτέχνης αξιοποιεί τον χώρο σε συνδυασμό με τεχνολογικούς μηχανισμούς, κατασκευές και υλικά για να αναπτύξει έναν διάλογο με τον επισκέπτη. Είναι δυνατό να χρησιμοποιεί τη σωματική κίνηση του επισκέπτη για την εξέλιξη της διάδρασης (π.χ. χορός, σχηματιζόμενη σκιά), σωματικές του λειτουργίες (π.χ. αναπνοή όπως είδαμε στο έργο Osmose, φωνή, αφή, σκέψη), τη γεωγραφική του θέση ή τη θέση του σε οριοθετημένη περιοχή, τη συνύπαρξη του με άλλους επισκέπτες κ.ά. Παρακάτω αναφέρονται χαρακτηριστικά παραδείγματα, με έμφαση στην περίοδο από το 2000 έως σήμερα.

11.5.2.1 Κίνηση σώματος

Δέκα χρόνια μετά το έργο Bubbles το οποίο εξετάσαμε παραπάνω, ένα παράδειγμα διάδρασης με βάση την σκιά του κινούμενου σώματος αποτελεί το έργο του Chris Milk που προαναφέρθηκε, *The Treachery of Sanctuary* (http://milk.co/treachery), στο οποίο αξιοποιείται το Kinect για τη μεταφορά της κινούμενης σκιάς του επισκέπτη μέσα στην προβολή.

Στο έργο *Augmented Shadow*, του Joon Moon (2010), (http://joonmoon.net/Augmented-Shadow) (MOMA 2011 - http://www.moma.org/interactives/exhibitions/2011/talktome/objects/146225/), η σκιά, ως μηχανισμός αλλοίωσης μιας μορφής με βάση το φως, μετατρέπεται σε *βασική μεταφορά διεπαφής* (interface metaphor) των επισκεπτών με τον εικονικό χώρο του έργου. Ένας η περισσότεροι συμμετέχοντες κινούν ειδικούς κύβους πάνω σε μια επιφάνεια πολλαπλής αφής, η οποία αποτελεί και την επιφάνεια προβολής του εικονικού χώρου. Η σκιά των κύβων πάνω στην επιφάνεια προβολής τους μετατρέπει σε σπίτια που καταλαμβάνονται από φανταστικά πλάσματα. Με την κίνηση των κύβων στην επιφάνεια οι διαδρώντες πυροδοτούν σειρά αντιδράσεων μέσα σε αυτό το φανταστικό οικοσύστημα.

Ένα άλλο παράδειγμα έργου το οποίο αξιοποιεί το σώμα του διαδρώντα για να διερευνήσει τα όρια μεταξύ φυσικών και εικονικών διεπαφών είναι το *Nervous Structure (field)* (http://cuppetellimendoza.com/nervous-structure-field/) (2012), των Annica Cuppetelli και Cristobal Mendoza. Στο έργο αυτό ένα επιτοίχιο γλυπτό αποτελείται από οριζόντιες και κατακόρυφες χορδές οι οποίες αναμειγνύονται με αντίστοιχες εικονικές χορδές που παράγονται από προσομοίωση. Οι εικονικές χορδές έχουν μια φυσική κίνηση, σαν σχοινιά, η οποία παράγεται από κατάλληλη προσομοίωση φυσικών δυνάμεων και επηρεάζεται από τις κινήσεις των διαδρώντων.

11.5.2.2 Το χέρι και η αφή

Ένας καλλιτέχνης ο οποίος έχει ασχοληθεί με τη διάδραση με το χέρι είναι ο Golan Levin. Στο έργο του *The Manual Input Workstation*, των Golan Levin και Zachary Lieberman (2004) (http://www.flong.com/projects/miw/) οι χειρονομίες του επισκέπτη ο οποίος ακουμπά στη γυάλινη επιφάνεια

[51] Που πολλές φορές δημιουργούν αίσθημα ιλίγγου στον επισκέπτη.

ερμηνεύονται από ένα σύστημα όρασης υπολογιστή. Το λογισμικό δημιουργεί ήχους και οργανικά γραφικά τα οποία είναι στενά συνδεδεμένα με τις χειρονομίες του επισκέπτη και προβάλλονται πάνω από τις σκιές των χεριών του.

Στο σύστημα *Augmented Hand Series*, των Golan Levin, Chris Sugrue, και Kyle McDonald (2014), μετασχηματίζονται τα χέρια των διαδρώντων σε πραγματικό χρόνο (http://www.flong.com/projects/augmented-hand-series/, στιγμιότυπο από το Cinekid Festival, Amsterdam, 2014).

Στο έργο *Text Curtain* (https://rednoise.org/~dhowe/textcurtain/), οι επισκέπτες μπορούν με κινήσεις των χεριών να μεταβάλλουν την εντροπία ενός κειμενικού συστήματος μεταβάλλοντας αντίστοιχα την αναγνωσιμότητά του και προκαλώντας μεταβολές στην κατάστασή του.

11.5.2.3 Η ανθρώπινη φωνή και η ομιλία

Το έργο *The Hidden Worlds of Noise and Voice* (2002: Golan Levin, Zachary Lieberman) είναι μια διαδραστική εγκατάσταση που διερευνά τη σχέση της φωνής με το μέσο το οποίο τη μεταφέρει. Στο κέντρο της υπάρχει ένα τραπέζι. Οι διαδρώντες εφοδιάζονται με ειδικά γυαλιά (φτιαγμένα από το FutureLab του Ars Electronica - http://www.aec.at/futurelab/en/) και κάθονται προκειμένου να «δουν» τις φωνές των άλλων συμμετεχόντων, με τη μορφή τρισδιάστατων αφηρημένων μορφών οι οποίες φαίνεται ότι βγαίνουν από τα στόματα τους. Οι μορφές προκύπτουν με βάση την *ένταση* (volume), τη *συχνότητα* (frequency) και τον *τόνο* (pitch) του ήχου που παράγει ο κάθε διαδρώντας. Εικονικά αντικείμενα ρίχνουν τις σκιές τους στο τραπέζι οι οποίες είναι ορατές και από τους συμμετέχοντες που δε φοράνε τα ειδικά γυαλιά.

Το έργο *Messa di voice* (http://www.tmema.org/messa/messa.html) είναι μια οπτικοακουστική performance στην οποία η ομιλία, οι φωνές και τα τραγούδια που παράγονται από δύο τραγουδιστές επαυξάνονται σε πραγματικό χρόνο από ένα λογισμικό οπτικοποίησης (Installation, 2 September - 7 September 2004: 2004 Prix Ars Electronica Exhibition).

11.5.2.4 Εντοπισμός του υποκειμένου διάδρασης

Το έργο *Transitional Spaces* (1999) του George Legrady (http://www.mat.ucsb.edu/g.legrady/glWeb/Projects/transitional/Trans.html , https://www.youtube.com/watch?v=7d_2l-FpJEs), εξελίσσεται στα κεντρικά γραφεία της Siemens στο Μόναχο. Καθώς οι υπάλληλοι και οι επισκέπτες κινούνται στον χώρο της κύριας εισόδου και στους διαδρόμους εισόδου/εξόδου στον δεύτερο όροφο, οι κινήσεις τους καταγράφονται από τις κάμερες και χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο τριών προβολών. Η αλληλουχία και ο συγχρονισμός των προβολών καθορίζεται με βάση μεγέθη όπως η ταχύτητα, η θέση, ο συγχρονισμός και το πλήθος των ανθρώπων οι οποίοι βρίσκονται στον χώρο.

Στο έργο *Rain Room* (2012), των rAndom International (http://random-international.com/work/rainroom/, http://www.moma.org/visit/calendar/exhibitions/1380), ο επισκέπτης εισέρχεται σ' έναν χώρο όπου βρέχει. Στο σημείο στο οποίο ανιχνεύεται το ανθρώπινο σώμα η βροχή σταματάει. Με τον τρόπο αυτό ο επισκέπτης φαίνεται να ελέγχει τη βροχή, όμως στην πραγματικότητα το σύστημα αποφασίζει την εξέλιξή της. Το έργο διακρίθηκε στην Ars Electronica 2013 (Award of Distinction Interactive Art).

Το έργο *Ideogenetic Machine*, της Nova Jiang (2011) (http://www.novajiang.com/projects/ideogenetic-machine/) είναι μια διαδραστική εγκατάσταση στην οποία τα πορτρέτα των επισκεπτών ενσωματώνονται σε αλγοριθμικά δημιουργούμενα κόμικ. Ο κάθε συμμετέχων στέκεται μπροστά σε μια κάμερα η οποία ανιχνεύει το πρόσωπό του, ενώ ένας αλγόριθμος μετατρέπει την εικόνα σ' ένα σχέδιο τύπου κόμικ. Το έργο αυτό διακρίθηκε στο φεστιβάλ Ars Electronica 2012 - Honorary Mentions στην κατηγορία Interactive Arts).

Στα παραπάνω παραδείγματα, ο τεχνολογικός μηχανισμός του έργου είναι σε θέση να εντοπίζει το υποκείμενο (ή τα υποκείμενα) της διάδρασης μέσα σ' έναν οριοθετημένο χώρο. Παρακάτω εξετάζεται η περίπτωση του γεωεντοπισμού του υποκειμένου διάδρασης στον φυσικό χώρο.

Ο γεωεντοπισμός οποιουδήποτε σημείου (κινούμενου ή ακίνητου) στον φυσικό χώρο είναι εφικτός μέσω της τεχνολογίας GPS.

Το έργο *Voices of Aliveness* του Masaki Fujihata, 2012, (http://voicesofaliveness.net/) αξιοποιεί την

έννοια του γεωεντοπισμού, μέσω της τεχνολογίας GPS (το έργο αυτό έλαβε διάκριση στο φεστιβάλ Ars Electronica 2013 -Award of Distinction στην κατηγορία Interactive Art). Οι επισκέπτες καλούνται να οδηγήσουν ένα ποδήλατο, σε μια διαδρομή ειδικά διαμορφωμένη για το πρότζεκτ. Τα ποδήλατα είναι εξοπλισμένα με GPS δέκτη και βιντεοκάμερα. Καθώς οι συμμετέχοντες οδηγούν το ποδήλατο, ίχνη από το μονοπάτι που ακολουθούν, αλλά και οι φωνές τους μετασχηματίζονται σ' έναν κυβερνοχώρο που έχει σχήμα δακτυλίου. Οι δακτύλιοι συλλέγονται από κάθε συμμετέχοντα και οργανώνονται σ' ένα «χρονοτούνελ» σε διάταξη πύργου.

11.5.2.5 Η σκέψη

Ένα παράδειγμα καλλιτεχνικού πειραματισμού που έχει αναπτυχθεί με βάση αισθητήρα σκέψης αποτελεί η performance *Eunoia II* (2014)(βλέπε διαδικτυακούς συνδέσμους http://www.thelisapark.com/#/eunoia , http://www.tumblr.com/search/Eunoia+II), στην οποία η καλλιτέχνης Lisa Park, ελέγχει με τη σκέψη της 48 δεξαμενές νερού. Χρησιμοποιεί τις συναισθηματικές αξίες (απογοήτευση, ενθουσιασμό, δέσμευση, διαλογισμό), όπως αυτές ανασύρονται από τη συσκευή Emotiv EEG, οι οποίες στη συνέχεια μεταφράζονται σε ηχητικά κύματα τα οποία δημιουργούν δονήσεις στις δεξαμενές του νερού, στην κορυφή των οποίων είναι τοποθετημένα ηχεία. Η ένταση των συναισθημάτων της καλλιτέχνιδος αντικατοπτρίζονται στην πυκνότητα (intensity) του παραγόμενου ήχου.

Άλλα σχετικά παραδείγματα υπάρχουν στα Blogs the creators project και creative applications.

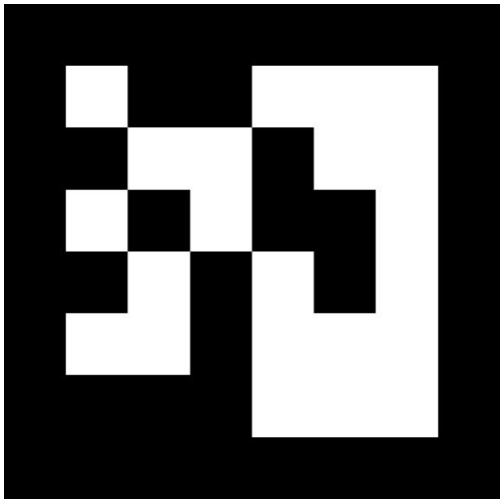
11.5.3 Υβριδικές τεχνικές – η επαυξημένη πραγματικότητα γεωγραφικού σημείου

Η επαυξημένη πραγματικότητα, ως επέκταση της εικονικής πραγματικότητας, είναι η τεχνολογία η οποία επιτρέπει την υπέρθεση εικονικών αντικειμένων (τρισδιάστατων γραφικών, κειμένου, ήχων, κ.λπ.) πάνω σε πραγματικά αντικείμενα, δημιουργώντας μια *μεικτή πραγματικότητα* (mixed reality). Η επαύξηση αυτή της πραγματικότητας γίνεται σε πραγματικό χρόνο, ανάλογα με τη θέση του διαδρώντα και την κίνησή του στον χώρο, έτσι ώστε αυτός να έχει μιαν απρόσκοπτη όψη αυτής.

Η επαυξημένη πραγματικότητα αξιοποιείται από πλήθος εφαρμογών, ενώ αποτελεί ένα ανοικτό πεδίο για καλλιτεχνικούς πειραματισμούς καθώς μετατρέπει οποιοδήποτε σημείο ή αντικείμενο του χώρου σε επιφάνεια προβολής.

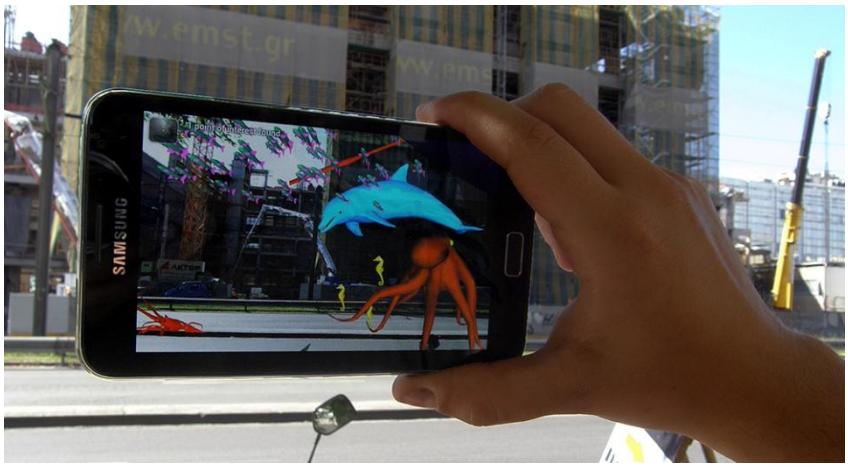
Για την ακριβή υπέρθεση των εικονικών αντικειμένων πάνω στα πραγματικά, τα πρώτα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιούσαν ετικέτες (markers), όπου είχε εκτυπωθεί κάποιο ειδικό πρότυπο (pattern) τέτοιο ώστε να μπορεί να είναι αναγνωρίσιμο από κάποιον αλγόριθμο αναγνώρισης προτύπων. Αυτές οι ετικέτες τοποθετούνται στον πραγματικό χώρο πάνω στο σημείο όπου θα γίνει η επαύξηση με εικονικά στοιχεία.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα καλλιτεχνικού έργου επαυξημένης πραγματικότητας, με αξιοποίηση markers, είναι το έργο *LevelHead* του Julian Oliver (2008) (βλέπε http://julianoliver.com/levelhead/). Ο επισκέπτης φοράει ειδικά γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας και κρατάει στα χέρια του έναν κύβο. Περιστρέφοντας αυτόν τον κύβο οδηγεί έναν εικονικό χαρακτήρα μεταξύ διαφορετικών δωματίων, έτσι ώστε να καταφέρει να βρει την έξοδο. Το κάθε δωμάτιο ορίζεται πάνω στις έδρες του κύβου. Στην πραγματικότητα, αν δει κανείς τον κύβο χωρίς τα γυαλιά, βλέπει τα κωδικοποιημένα πρότυπα, όπως αυτά που απεικονίζονται στην Εικόνα 11.9. Αυτά τα πρότυπα χρησιμοποιούνται από το λογισμικό επαυξημένης πραγματικότητας για την επιλογή της προβολής του αντίστοιχου εικονικού αντικειμένου / χώρου πάνω στο σημείο που φιλοξενεί το πρότυπο.



Εικόνα 11.9 *Παράδειγμα προτύπου επαυξημένης πραγματικότητας.*

Η συνάντηση της επαυξημένης πραγματικότητας με τις κινητές επικοινωνίες (έξυπνα κινητά τηλέφωνα) και την ψηφιακή γεωγραφία αποτελεί μια κατηγορία εφαρμογών που ονομάζεται *επαυξημένη πραγματικότητα γεωγραφικού σημείου* (geolocation-based augmented reality). Η επαυξημένη πραγματικότητα γεωγραφικού σημείου χρησιμοποιεί τις τιμές κάποιου αισθητήρα θέσης στον φυσικό χώρο (π.χ. συντεταγμένες που δίνει το GPS) για την προβολή ψηφιακών πληροφοριών (π.χ. τρισδιάστατα αντικείμενα, κείμενο) πάνω σ' ένα γεωγραφικό σημείο που ονομάζεται σημείο ενδιαφέροντος (Point of Interest). Στην Εικόνα 11.10 απεικονίζεται μία τέτοια εφαρμογή στην οποία τα εικονικά αντικείμενα προβάλλονται πάνω στην όψη ενός κτιρίου.



Εικόνα 11.10 *Επαυξημένη πραγματικότητα γεωγραφικού σημείου. Προβολή εικονικών αντικειμένων πάνω σε πρόσοψη κτιρίου. Στιγμιότυπο από το «shARe fix project».*

Υπάρχουν πλέον ελεύθερα λογισμικά τα οποία επιτρέπουν την ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας γεωγραφικού σημείου, χωρίς να απαιτούνται εξειδικευμένες γνώσεις (π.χ. το Layar και το Hoppala).

Ένα παράδειγμα εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας γεωγραφικού σημείου αποτελεί η εικονική αναπαραγωγή του τείχους του Βερολίνου, για τον εορτασμό των 20 χρόνων από την πτώση του. Το έργο αυτό αναπτύχθηκε από το ινστιτούτο Fraunhofer IGD, και παρουσιάστηκε στο διεθνές γεγονός CeBIT 2009 20 (βλέπε σχετικό βίντεο). Ο επισκέπτης, μέσω μικρής έξυπνης συσκευής η οποία διαθέτει την εν λόγω εφαρμογή βλέπει μέσα από την οθόνη της συσκευής του μια εικονική αναπαράσταση του τείχους ακριβώς στο σημείο που υπήρχε.

Μία από τις πρώτες καλλιτεχνικές δράσεις η οποία αναπτύχθηκε με βάση την παραπάνω τεχνολογία είναι η εικονική έκθεση *WeARinMoMA* που προαναφέρθηκε, η οποία εμφανίζεται παρασιτικά στο Μουσείο Μοντέρνας Τέχνης της Νέας Υόρκης (Museum of Modern Art - MOMA) (Οκτώβριος 2010) και οργανώνεται από τους Sander Veenhof και Mark Skwarek (ομάδα Manifest.AR), εν αγνοία του Μουσείου. Το έργο επιτρέπει προβολή εικονικών έργων πάνω στα πραγματικά έργα του μουσείου, μέσω έξυπνων μικρών συσκευών (smartphones). Όσοι επισκέπτες διαθέτουν μια τέτοια συσκευή καλούνταν να κατεβάσουν και να εγκαταστήσουν την εφαρμογή που έχουν αναπτύξει οι καλλιτέχνες, ώστε να μπορούν να δουν τα εικονικά έργα.

Μετά από την παραπάνω δράση ακολουθούν αντίστοιχες καλλιτεχνικές δράσεις σε μουσεία και γκαλερί, όπως η δράση της ίδιας καλλιτεχνικής ομάδας (της Manifest.AR) στην Bienniale 2011 στη Βενετία (https://manifestarblog.wordpress.com/venice2011/), αλλά και μια αντίστοιχη παρέμβαση στην Tate Modern που έγινε στο πλαίσιο της καλλιτεχνικής εγκατάστασης *All Hail Damien Hirst!*, το 2012, (http://www.allhaildamienhirst.com/), από την καλλιτέχνη Tamiko Thiel (http://www.mission-base.com/tamiko/).

Επίσης, το *Project Source Code* κινείται στο ίδιο πνεύμα και αφορά την Bienalle Αρχιτεκτονικής του 2014 (http://www.biennalehacked.com/).

Ένα αντίστοιχο παράδειγμα έργου που αναπτύχθηκε με την παραπάνω τεχνολογία είναι το *Augmented Proun* του Τζώρτζη Αναστασιάδη και του Κωνσταντίνου Νησίδη (http://www.tauzeta.eu/augmented-proun-el-lissitzky-monument/). Πρόκειται για ένα έργο που έλαβε μέρος στον ανοιχτό, διεθνή διαγωνισμό *Κόσμοι του El Lissitzky* για τη δημιουργία ενός μνημείου του Σοβιετικού σουπρεματιστή El Lissitzky στο Novosibirsk της Σιβηρίας και κατέλαβε την 3η θέση.

Ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στους διαδικτυακούς συνδέσμους http://www.theheavyprojects.com/projects και http://www.republiclab.com/projects για να δει παρόμοια έργα επαυξημένης πραγματικότητας.

11.5.4 Τα ψηφιακά παιχνίδια και η καλλιτεχνική δημιουργία

Μία μεγάλη συνεισφορά του κόσμου των παιχνιδιών στη διάδραση, είναι τα διάφορα τεχνολογικά επινοήματα τα οποία προαναφέρθηκαν, αλλά και οι πλατφόρμες λογισμικού των παιχνιδιών, οι λεγόμενες games engines, που κι αυτές αυτονομούνται αποτελώντας πλέον ανοικτά περιβάλλοντα ανάπτυξης γενικού σκοπού (π.χ. Unity, Unreal). Όλα αυτά τα στοιχεία είναι ισχυρά εργαλεία στα χέρια του σύγχρονου καλλιτέχνη.

Μια άλλη ενδιαφέρουσα διάσταση των παιχνιδιών, που όμως κινείται στα όρια του σχεδιασμού και της καλλιτεχνικής δημιουργίας, είναι η δεξιοτεχνία που απαιτείται από τους δημιουργούς τους, ως προς επιμέρους στοιχεία, όπως π.χ. εικονικοί χαρακτήρες ή χώροι (http://artludique.com/jeuxvideo.html). Υπάρχουν παιχνίδια τα οποία θέτουν ως κύριο στοιχείο την αισθητική του παραγόμενου περιεχομένου. Για παράδειγμα, στο *Limbo* του ανεξάρτητου Δανού προγραμματιστή παιχνιδιών developer Playdead (http://playdead.com/limbo/), ο δημιουργός εσκεμμένα επιλέγει μια λιτή, ασπρόμαυρη αισθητική, η οποία απέχει από την συχνά υιοθετούμενη αισθητική των λεπτομερών τρισδιάστατων γραφικών. Η διαδικασία ανάπτυξης επιμέρους καλλιτεχνικών στοιχείων μέσα στο πλαίσιο ενός παιχνιδιού αναφέρεται ως *τέχνη των παιχνιδιών* (game art).

Όμως, το κύριο ερώτημα που τίθεται είναι αν ένα παιχνίδι, που είναι από τη φύση του διαδραστικό, στην ολότητά του μπορεί να αποτελεί έργο τέχνης. Σ' αυτό το ερώτημα υπάρχουν διάφορες απαντήσεις. Η πρώτη που χρησιμοποίησε τον όρο *καλλιτεχνικό παιχνίδι* (art game) ορίζοντας το παιχνίδι ως καλλιτεχνικό είδος ήταν, το 2003, η Tiffany Holmes, καθηγήτρια στο School of Art Institute του Chicago, στο άρθρο της με τίτλο *Arcade Classics Span Art? Current Trends in the Art Game Genre*, στο Melbourne DAC Conference.

Παιχνίδια όπως το *The endless forest* (2006), της εταιρείας παραγωγής Tales of Tales (http://tale-of-tales.com/), υποστηρίχτηκαν από χώρους Τέχνης[52]. Τα τελευταία χρόνια μουσεία όπως το MOMA (http://www.wired.com/2012/11/moma-videogames/) και το Grand Palais

[52] Το παιχνίδι αυτό υποστηρίχτηκε από το Musee d'Art Moderne Grand-Duc Jean, Luxembourg, πριν ακόμα από την ανάπτυξη και διάθεσή του, το 2003.

(http://www.grandpalais.fr/fr/evenement/game-story) έχουν αρχίσει να συγκαταλέγουν παιχνίδια ανάμεσα στις συλλογές τους.

Άλλα παραδείγματα καλλιτεχνικών παιχνιδιών είναι το Samorost του Jakub Dvorský (2003) και το Graveyard της εταιρείας παραγωγής Tales of Tales (2008).

Στο 7ο διεθνές Φεστιβάλ Τέχνης και Συνέδριο Medi@terra, με τίτλο *Gaming Realities. A challenge for digital culture*. (διοργάνωση: Κέντρο για τον Ψηφιακό Πολιτισμό Φούρνος, editor: Μάνθος Σαντοριναίος και Νεφέλη Δημητριάδη) διερευνώνται διάφορες πτυχές των ψηφιακών παιχνιδιών και η σχέση τους με την καλλιτεχνική δημιουργία.

11.6 Παραδείγματα διαδραστικών έργων μέσα από εκπαιδευτικές διαδικασίες της ΑΣΚΤ

Παρουσιάζονται εδώ παραδείγματα διαδραστικών έργων τα οποία έχουν αναπτυχθεί μέσα από εκπαιδευτικές διαδικασίες της ΑΣΚΤ, με συμμετοχές φοιτητών και διδασκόντων, καθώς και αντιπροσωπευτικά έργα διαφορετικών περιόδων του κύριου συγγραφέα.

Ένδυμα, 2010. Αναπτύχθηκε από την Άννα Μελή στο πλαίσιο της διπλωματικής της εργασίας, στο Γ' Εργαστήριο Ζωγραφικής, σε συνεργασία με το εργαστήριο Πολυμέσων-Υπερμέσων της ΑΣΚΤ. Πρόκειται για ένα διαδραστικό φόρεμα-γλυπτό επάνω στο οποίο προβάλλονται διάφορα βίντεο με τεχνικές video-mapping (Εικόνα 11.11). Η εναλλαγή των προβολών ενεργοποιείται με το άγγιγμα του επισκέπτη σε διάφορα σημεία του φορέματος (βλέπε σχετικό βίντεο εδώ). Αναπτύχθηκε με τη βοήθεια της πλατφόρμας Action Room II (βλέπε [15] και κεφάλαιο 10: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στον συνδυασμό ή στη διαχείριση της εικόνας και του ήχου*) και την τεχνολογία Arduino.

Εικόνα 11.11 *Στιγμιότυπο από το έργο «Ένδυμα».*

Τα δύο επόμενα έργα, αποτελούν παραδείγματα τα οποία αναπτύχθηκαν με συμμετοχές φοιτητών από συνεργαζόμενα ευρωπαϊκά ιδρύματα, όπως το Paris-8 (Department ATI) και το Goldsmiths Digital Studio. Σημειώνεται ότι η συνεργασία του εργαστηρίου Πολυμέσων-Υπερμέσων της ΑΣΚΤ, ειδικά με το Paris-8 την περίοδο αυτή, οδήγησε στην μετέπειτα ίδρυση του Ελληνογαλλικού Μάστερ «Τέχνη, εικονική πραγματικότητα και πολυχρηστικά συστήματα καλλιτεχνικής έκφρασης» (http://www.eumaster.asfa.gr), ανάμεσα στην ΑΣΚΤ και το Paris-8.

L'oreiller Rêveur (Dreaming Pillow), 2008**.** Αναπτύχθηκε από την Armella Leung (http://art-mella.com/installations/oreillerreveur/), στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών του Πανεπιστημίου Paris-8. Ο επισκέπτης αγγίζοντας ένα μαξιλάρι με τα χέρια του ενεργοποιεί την προβολή ονειρικών εικόνων πάνω σ' αυτό.

Lost luggage, 2009. Αναπτύχθηκε στο πλαίσιο διεθνούς σεμιναρίου στους Δελφούς (Erasmus IP Programme, Ιούλιος 2009, διοργάνωση Εργαστήριο Πολυμέσων – Υπερμέσων ΑΣΚΤ) από φοιτητές του Paris-8, και του Goldmisths, τους εξής: Fernando Da Graca, Florian Girardot, Béranger Roussel (Sound design: Rémy Sohier, music: Ez3kiel, Naono, Florian Girardot) (http://www.florian-girardot.com/archives/172). Το έργο αυτό βασίζεται στην έννοια της *φωτογλυπτικής* (light sculpture) και αξιοποιώντας την τεχνική video mapping επιτυγχάνει να προσδώσει τη μορφή και την αίσθηση των χαμένων αποσκευών σε μια στοίβα απλών κουτιών.

Τα παραδείγματα που ακολουθούν είναι εργασίες που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο του προγράμματος σπουδών του Ελληνογαλλικού Μάστερ, τόσο στην Αθήνα, όσο και στο Παρίσι.

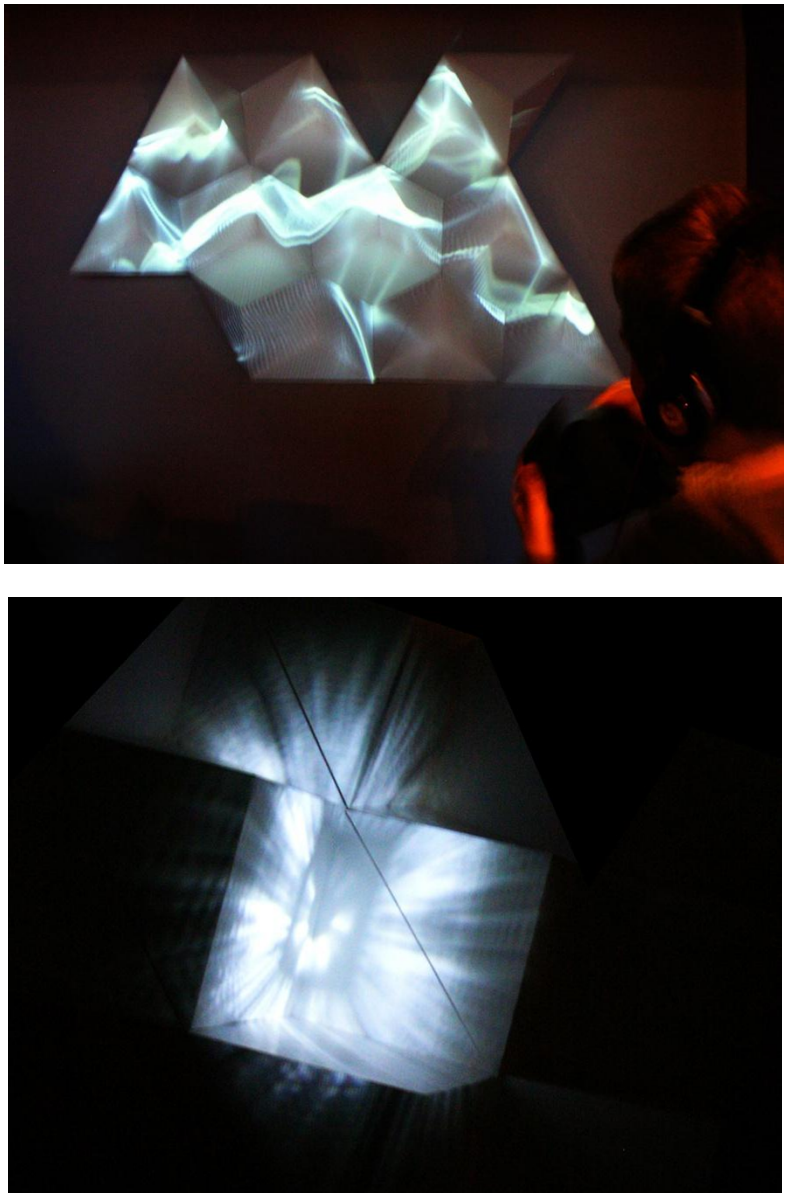
This is not a game, 2013. Πρόκειται για ένα έργο πολυχρηστικής διάδρασης (βλέπε κεφάλαιο 5: *Οι διαδικτυακοί πολυχρηστικοί κόσμοι*), στο οποίο δύο ή περισσότεροι επισκέπτες, έχουν τη δυνατότητα, μέσω χειριστηρίου gamepad, να πλοηγούνται και να επιδρούν από κοινού σ' έναν τρισδιάστατο εννοιολογικό χώρο αποτελούμενο από λέξεις-έννοιες. Με βάση το πρότυπο το οποίο ακολουθείται στα παιχνίδια στόχευσης πρώτου προσώπου, ο κάθε συμμετέχων μπορεί να στοχεύει μία λέξη του χώρου και να την πυροβολεί μεταβάλλοντας έτσι την ισορροπία του χώρου. Το έργο αυτό αναπτύχθηκε από φοιτητές και καθηγητές του Ελληνογαλλικού Μάστερ, στην Αθήνα, και παρουσιάστηκε σε διεθνή έκθεση με θέμα την καταστροφή στον εκθεσιακό χώρο taf (Αθήνα, 28/3-18/4/2013) (Εικόνα 11.12).

Εικόνα 11.12 *Ο εικονικός χώρος του «This is not a game».*

Lust, 2013-2014. Το έργο *Lust* αναπτύχθηκε από τη Βίκυ Μπισμπίκη, στο πλαίσιο φοίτησής της στο Ελληνογαλλικό Μάστερ, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2013-14. Πρόκειται για μια performance που

αναπτύχθηκε σε συνεργασία με ομάδα χορευτών και προγραμματιστών, στην οποία το σκηνικό και ο ήχος μεταβάλλονται με βάση την κίνηση του χορευτή η οποία ανιχνεύεται μέσω του μηχανισμού Microsoft Kinect (βλέπε εδώ και εδώ).

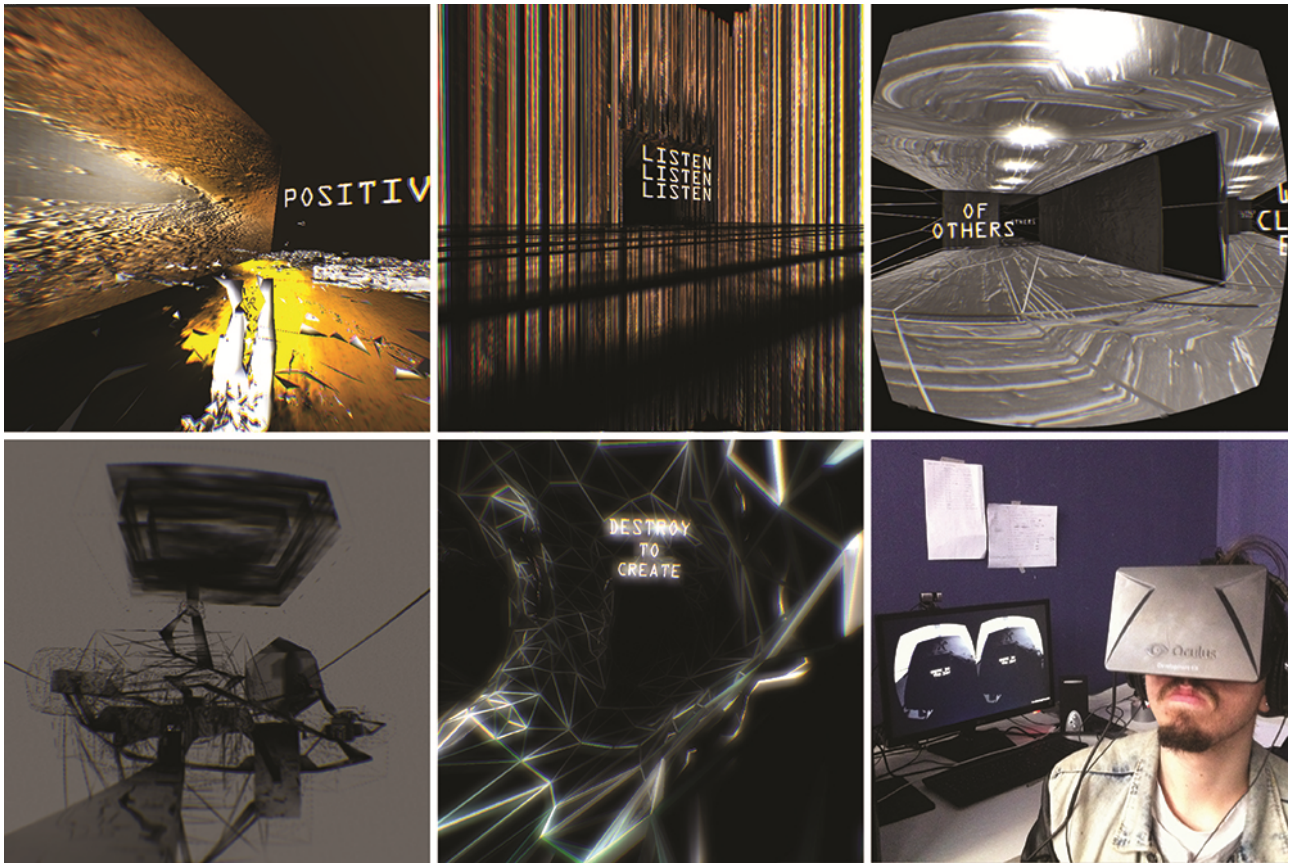
TimeCube, 2013-2014. Το έργο αυτό αναπτύχθηκε από τους φοιτητές Νεφέλη Γεωργακοπούλου, Σοφία Κουρκουλάκου, Ινώ–Ελένη Θεοδώρου και Διονύση Ζαμπλάρα, στο πλαίσιο φοίτησής τους στο Ελληνογαλλικό Μάστερ, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2013-14 και παρουσιάστηκε στο φεστιβάλ Laval Virtual 2014 (στην κατηγορία Demos) (http://vimeo.com/93150938). Ο επισκέπτης παίζει μ' ένα κυβικό ρολόι για να αλληλεπιδράσει με τον ήχο και να αλλοιώσει την εικόνα της προβαλλόμενης δομής. Στην Εικόνα 11.13 απεικονίζονται στιγμιότυπα του *TimeCube* σε λειτουργία. Περισσότερα στοιχεία για το έργο αυτό μπορεί να δει ο αναγνώστης στο κεφάλαιο 10: *Τα ψηφιακά εργαλεία καλλιτεχνικής έκφρασης που αφορούν στον συνδυασμό ή στη διαχείριση της εικόνας και του ήχου*.



Εικόνα 11.13 *Στιγμιότυπα από το έργο «TimeCube» σε λειτουργία.*

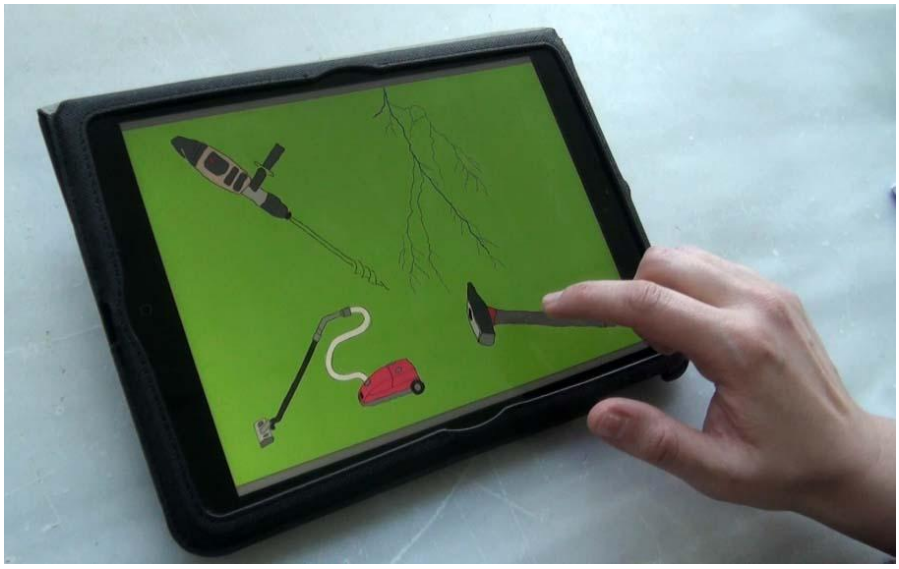
Επιλογή in Crisis, 2014. Το έργο αυτό αναπτύχθηκε από φοιτητές και καθηγητές του Ελληνογαλλικού Μάστερ, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2013-2014. Προσομοιώνει ένα σύστημα σε κρίση. Ο επισκέπτης φοράει

την κάσκα εικονικής πραγματικότητας Oculus Rift και εμβυθίζεται σ΄ έναν εικονικό χώρο στον οποίο καλείται να πάρει αποφάσεις, προκειμένου να διαχειριστεί την κρίση. Στο έργο αυτό, το βλέμμα του επισκέπτη (η οπτική του) αποκτά μια κυρίαρχη έννοια καθώς αποτελεί το μοναδικό μέσο πλοήγησης και λήψης αποφάσεων. Παρουσιάστηκε στο διεθνές συνέδριο *The International conference of Digital Storytelling - Digital Storytelling in Times of Crisis* (8-10 Μαΐου, 2014, Αθήνα, http://dst.ntlab.gr/), στο Φεστιβάλ *Μηδέν*, στην Καλαμάτα (Ιούλιος 2014) και στο διεθνές συνέδριο *IEEE VR 2015* (23-27 March 2015, Arles, France, http://ieeevr.org/2015/), στην κατηγορία «research demo». Επιλέχθηκε από την εταιρεία κατασκευής του Oculus ως demo που επιδεικνύεται από το site της εταιρείας (https://share.oculusvr.com/app/-epilogi-in-crisis). Στην Εικόνα 11.14 απεικονίζονται στιγμιότυπα από το έργο σε λειτουργία. Στο http://mastergrfr.tumblr.com/ υπάρχουν πληροφορίες για το project.



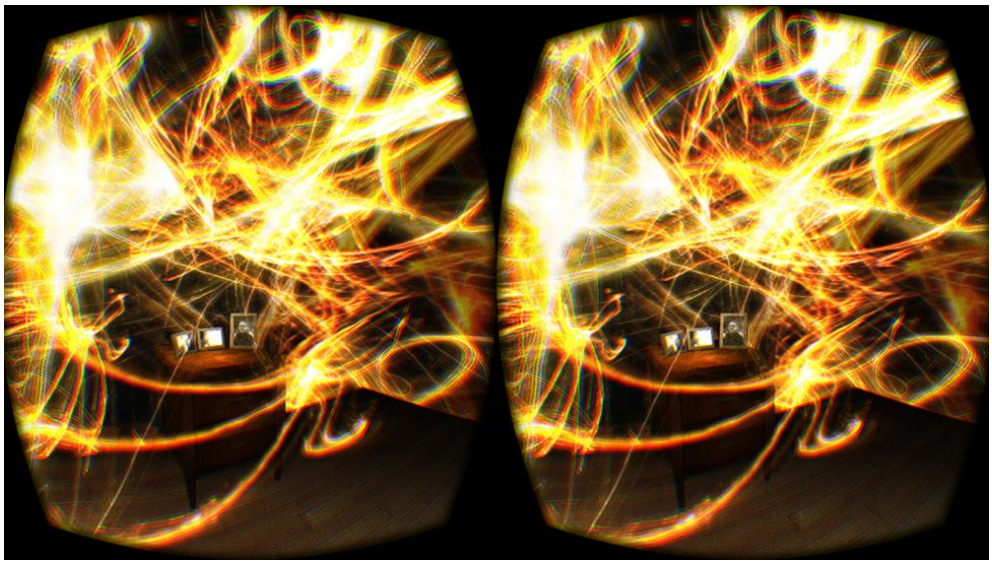
Εικόνα 11.14 *Στιγμιότυπα από τον έργο «Επιλογή in Crisis».*

Δεν φοβάμαι πια, 2015. Πρόκειται για ένα διαδραστικό e-book για παιδιά. Αναπτύχθηκε από την Άννα Μελή στο πλαίσιο του μαθήματος IDEFI CreATIC Textualités Augmentées στο Πανεπιστήμιο Paris 8, με υπεύθυνη καθηγήτρια την Nolwenn Tréhondart και με την υποστήριξη του Tomek Jarolim, κατά την φοίτησή της στο Ελληνογαλλικό Μάστερ. Αυτό το βιβλίο έχει στόχο μέσα από το παιχνίδι και τις επιλογές να δώσει δημιουργικές λύσεις και κάθε παιδί να μπορέσει να αντιμετωπίσει τους φόβους του. Είναι διαθέσιμο σε ελληνικά, αγγλικά και γαλλικά (βλέπε σχετικό βίντεο). Το έργο συμμετείχε στο *Ars Electronica Festival* στο πλαίσιο της έκθεσης του πανεπιστημίου PARIS 8 στο *Kunst Universitat Linz* στο Linz της Αυστρίας, τον Σεπτέμβρη του 2015 και στο *Salon du Livre* 2015, στο πανεπιστημιακό περίπτερο του Idefi CreaTIC στο Παρίσι, Porte De Versailles, Parc Des Expositions, Μάρτιος 2015 (Εικόνα 11.15).



Εικόνα 11.15 *Στιγμιότυπο από το διαδραστικό ebook «Δεν φοβάμαι πια».*

Cauchemar, le jeu (Εφιάλτης, το παιχνίδι), 2015. Αναπτύχθηκε από την Χριστίνα Χρυσανθοπούλου στο πλαίσιο της φοίτησής της στο Ελληνογαλλικό Μάστερ, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2014-2015. Πραγματεύεται τους εφιάλτες, όπως παράγονται από το Αρχέτυπο της Σκιάς του Jung. Στον εικονικό χώρο ένας καθρέφτης αντικατοπτρίζει μια σκιερή αναπαράσταση του παίκτη. Ο καθρέφτης ξεκινάει να μιλάει στον παίκτη καθώς αυτός πλησιάζει, θέτοντάς του ερωτήσεις. Ανάλογα από τις απαντήσεις διαφορετικοί εφιάλτες θα τον επισκεφτούν (βλέπε σχετικό βίντεο). Το έργο εκτέθηκε στο πλαίσιο του UP8 Campus Exhibition στην Ars Electronica, από τις 3 έως τις 7 Σεπτέμβρη 2015. (Εικόνα 11.16).



Εικόνα 11.16 *Στιγμιότυπο από το έργο «Cauchemar, le jeu».*

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια ακόμη παραδείγματα έργων με συμμετοχές φοιτητών και διδασκόντων της ΑΣΚΤ, τα οποία αξιοποιούν διαφορετικά είδη διάδρασης.

share fix project, 2012. Πρόκειται για ένα παράδειγμα εκπαιδευτικής εργασίας που αναπτύχθηκε από τους φοιτητές της ΑΣΚΤ, Μπάμπη Κοροβέση, Γιώργο Μπομπέτση και Πάνο Σκλαβενίτη, στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος της ΑΣΚΤ «Ψηφιακές Μορφές Τέχνης», στο μάθημα «Εφαρμογές

Διαδικτύου» (Διδάσκουσα: Σταυρούλα Ζώη) (http://sharefixproject.blogspot.gr/). Εντάσσεται στην κατηγορία εφαρμογών που αναφέρονται ως *επαυξημένη πραγματικότητα γεωγραφικού σημείου* (βλέπε υποκεφάλαιο 11.5.3, Εικόνα 11.10).

Deletion process: Only you can see my history, 2015, της Κυριακής Γονή, τελειόφοιτης του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών της ΑΣΚΤ «Ψηφιακές Μορφές Τέχνης» (όπου ξεκίνησε το έργο ως ιδέα) και στη συνέχεια του Τμήματος Εικαστικών Σπουδών της ΑΣΚΤ.

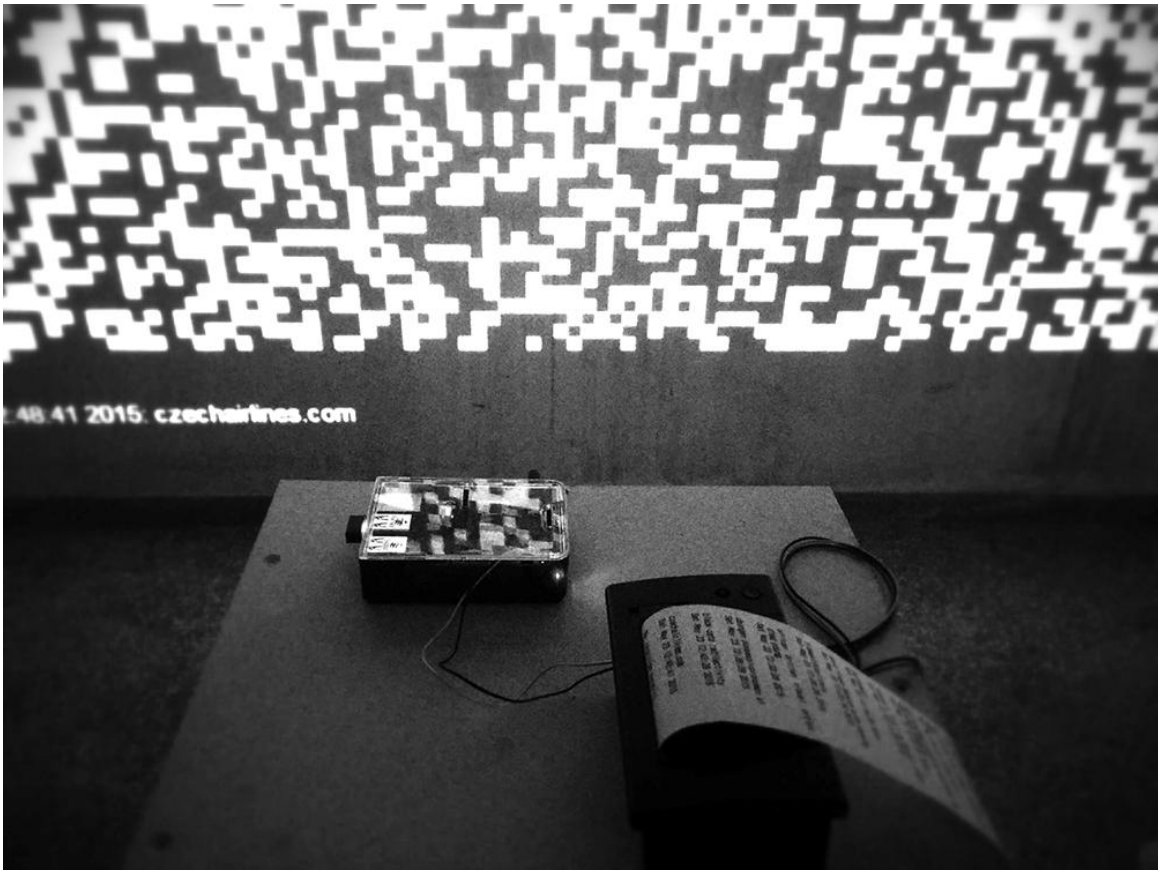
διαδραστική προβολή, custome made λογισμικό, URL, Raspberry Pis, θερμικός εκτυπωτής, αρχειακές εκτυπώσεις επικολλημένες σε dibond 120 x 67,2 cm, πίνακας led 20 x 20 cm, κείμενο και σχέδια, 21 x 27,9 cm 2014-2015

Οι 10.650 όροι αναζήτησης από το προσωπικό ιστορικό αναζήτησής της στη μηχανή της Google κατά την περίοδο 2008-2013 αποθηκεύονται σ' ένα αρχείο και αναπαριστώνται με λευκές τετράγωνες ψηφίδες στην ιστοσελίδα του έργου.

Η διαγραφή του ιστορικού πραγματοποιείται συνεργατικά από δυο διαδικασίες. Η μια εκκινείται από τον υπολογιστή και η άλλη από τη διάδραση του θεατή με το έργο. Όταν ένας όρος διαγράφεται, η αντίστοιχη λευκή ψηφίδα χρωματίζεται μαύρη στην ιστοσελίδα και ο όρος εκτυπώνεται στο χαρτί, μετατρέποντας έτσι το αρχικά άυλο ψηφιακό αρχείο σε υλικό. Στο τέλος των διαδικασιών όλοι οι όροι θα έχουν διαγραφεί και η ιστοσελίδα θα είναι κενή. Το εκτυπωμένο χαρτί θα είναι το μοναδικό στοιχείο που έχει απομείνει από το ιστορικό αναζήτησης.

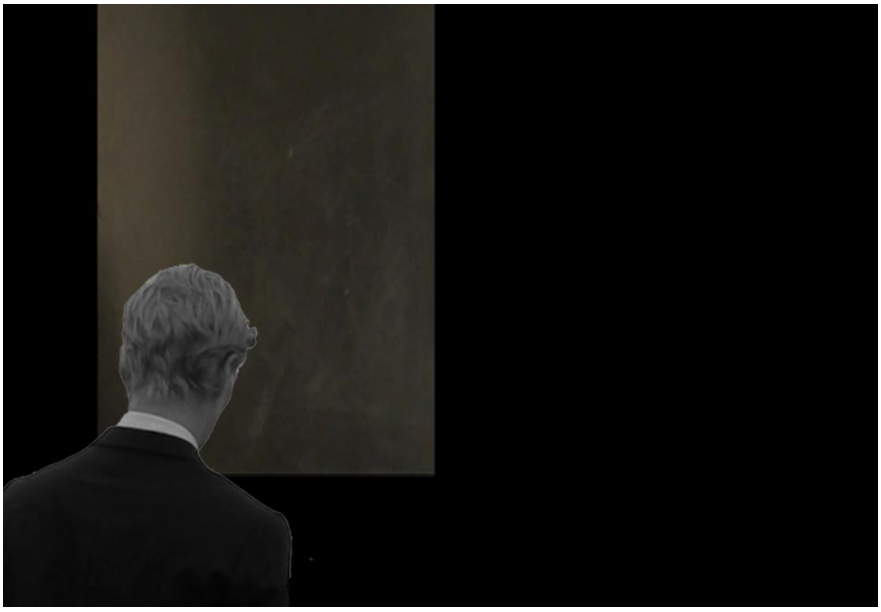
Το *Deletion process: Only you can see my history* διατυπώνει έναν προβληματισμό σχετικά με την ψηφιακή ιδιωτικότητα, τη διαχείριση της μνήμης και της λήθης στον ψηφιακό κόσμο και τον έλεγχο των προσωπικών δεδομένων και στοιχειοθετεί παράλληλα ένα ιδιόμορφο αρχείο του εαυτού (Εικόνα 11.17).

Το έργο τρέχει ζωντανά στην ιστοσελίδα: http://kyriakigoni.com/history/
Περισσότερες πληροφορίες: http://kyriakigoni.com/deletion/
Εκθέσεις
Νοέμβριος 2015, Διάλογοι #10, Έκθεση αποφοίτων της ΑΣΚΤ
Οκτώβριος 2015, Chimeres Festival
Μάιος 2015, Athens Digital Art Festival
Νοέμβριος 2014, Ίδρυμα Κακογιάννης



Εικόνα 11.17 *«Deletion process: Only you can see my history».*

ΛΟΓΟΜΗΧΑΝΙΚΗ / Ρήτωρ, 2014, του Ιωάννη Μελανίτη (http://www.melanitis.com/), Λέκτορα ΑΣΚΤ. Στο έργο αυτό το κοινό αναπτύσσει έναν διάλογο με έναν ηλεκτρονικό ρήτορα που αναπαράγει σε πραγματικό χρόνο πολιτικά επιχειρήματα σε σχέση με τα θέματα του Νόμου και της Κοινωνίας (Εικόνα 11.18). Ο πυρήνας του ρήτορα έχει αναπτυχθεί με βάση το σύστημα επεξεργασίας φωνητικών εντολών που παρέχει το περιβάλλον Macintosh. Ο προγραμματισμός της διάδασης αναπτύχθηκε σε συνεργασία με την Σταυρούλα Ζώη, διδάσκουσα του εργαστηρίου Πολυμέσων-Υπερμέσων της ΑΣΚΤ. Παρουσιάστηκε στη διεθνή έκθεση «The Rule of Law and the Right to Be Human» (Απρίλιος/Μάϊος 2014, Ανώτατη Σχολή Καλών Τεχνών, Εκθεσιακός χώρος «Νίκος Κεσσανλής».

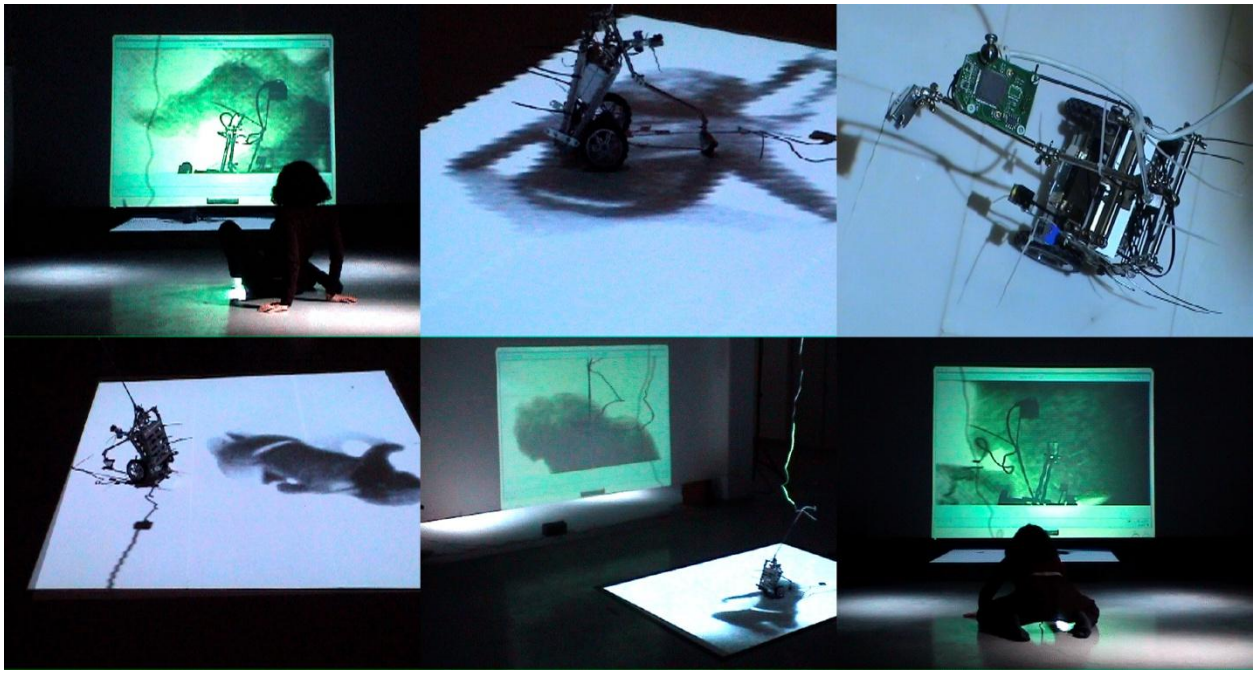


Εικόνα 11.18 *Στιγμιότυπο του έργου «ΛΟΓΟΜΗΧΑΝΙΚΗ / Ρήτωρ».*

Cybernated Intelligence Parasitic Object (C.I.P.O), 2003. Το έργο αυτό αναπτύχθηκε από τον Κωνσταντίνο Ντάφλο (τώρα επίκουρο καθηγητή στη Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Ε.Μ.Π.), κατά τη διάρκεια φοίτησής του στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών της ΑΣΚΤ «Ψηφιακές Μορφές Τέχνης», το 2003.

Η καλλιτεχνική εφαρμογή αναπτύσσεται ταυτόχρονα, σε δύο διαχωρισμένους μεταξύ τους χώρους, που βρίσκονται σε επαφή. Στον πρώτο χώρο, ένας χορευτής/θεατής (ή το κοινό) παρακολουθεί τον εαυτό του σε έναν πανοπτικό καθρέπτη και ανακαλύπτει τον χώρο, αλληλεπιδρώντας με τους ήχους που παράγει κινούμενος βλέποντας το είδωλό του. Μια κάμερα κατοπτεύει τις κινήσεις του και προβάλλει την εικόνα του, επίσης, κατοπτικά στον δεύτερο χώρο. Σ' αυτή την εικόνα αλληλεπιδρά παρασιτικά ένα προγραμματισμένο «νοήμον» κινητό, «αυτοματοποιημένο αντικείμενο», που φέρει μια κάμερα Διαδικτύου επιστρέφοντας αυτές τις εικόνες σε μια βίντεο- προβολή, η οποία βρίσκεται στον πρώτο χώρο, και προς το Διαδίκτυο (Εικόνα 11.19).

Το έργο αυτό παρουσιάστηκε στο *Science and Art Students Digital Art Exhibition of Six Universities, Six Countries*, στο College of Fine Arts Shanghai University, Σαγκάη, Κίνα, στο πλαίσιο οργάνωσης έκθεσης έργων με ψηφιακά μέσα των φοιτητών της ΑΣΚΤ.



Εικόνα 11.19 *Στιγμιότυπα του έργου C.I.P.O.*

Παρακάτω, παρουσιάζονται τρία διαφορετικά έργα εποχής και μέσων του κύριου συγγραφέα.

Δαίδαλος, 1990, του Μάνθου Σαντοριναίου. Βίντεο-εγκατάσταση και ρομποτική.

Η δισδιάστατη ψηφιακή κινούμενη εικόνα του Δαίδαλου, η οποία έγινε με την AMIGA, συνδυάζεται με ένα Genlock με μια ασπρόμαυρη εικόνα από μια κάμερα παρακολούθησης που καταγράφει την αέναη κίνηση του ρομπότ μινώταυρου (Εικόνα 11.20).

Ανήκει στην πρώτη περίοδο της ψηφιακής τέχνης (έχει γίνει το 1990).

Αξιοποιεί τον μύθο του Δαίδαλου, τον κατά τη μυθολογία πρώτου κατασκευαστή ρομπότ, και τον λαβύρινθο, για να σχολιάσει τη σχέση του ανθρώπου – κατασκευαστή με τις κατασκευές του και τις δομές που δημιουργεί.

Το πρώιμο αυτό έργο έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον γιατί, εκτός από το θέμα και το σκεπτικό που αναπτύσσει, αποτελεί και ένα μνημείο μιας τεχνολογίας που σήμερα έχει πια αποσυρθεί.

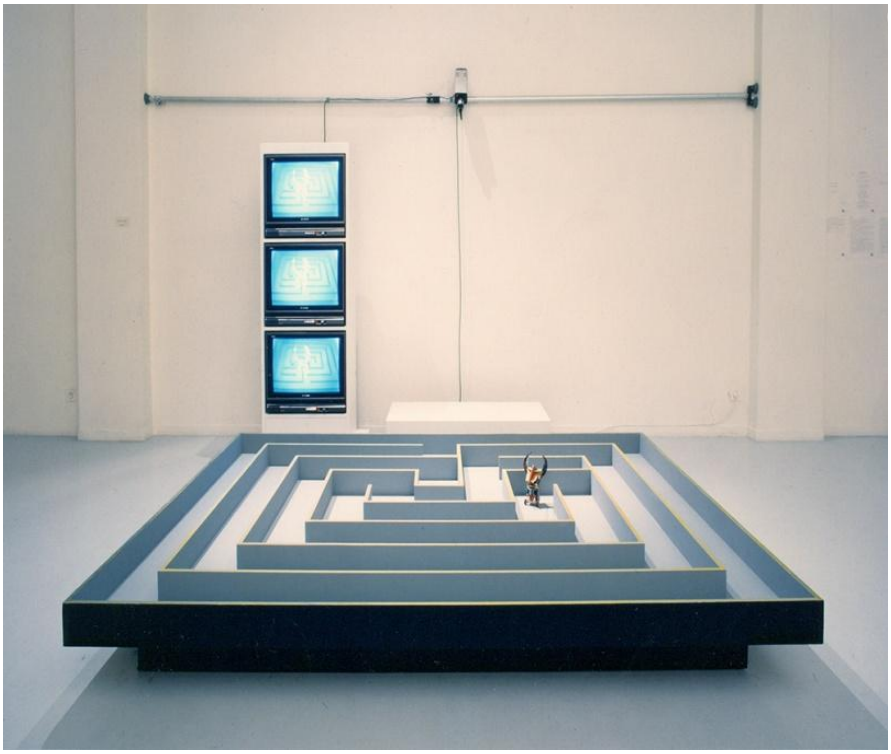
Βασικό στοιχείο της τεχνολογικής δομής του έργου είναι ο υπολογιστής AMIGA, ένας υπολογιστής ο οποίος έπαιξε σημαντικό ρόλο στους καλλιτέχνες της δεκαετίας του ‘90 που ανέπτυσσαν την ψηφιακή τέχνη. Σήμερα έχει αποσυρθεί. Στην Amiga έχει δημιουργηθεί ένα δισδιάστατο κινούμενο σχέδιο, το οποίο φορτώνεται κάθε φορά καρέ-καρέ για να παρουσιαστεί.

Μια άλλη τεχνολογία που συμπεριλαμβάνεται στο έργο και έχει επίσης αποσυρθεί είναι ένα Genlock που χρησιμοποιούσε η Amiga για να συνδυάζει την ψηφιακή της εικόνα με την εικόνα αναλογικού βίντεο (η τεχνολογία με γενική ονομασία Genlock ουσιαστικά αξιοποιείται για να συντονίζει διαφορετικά ηλεκτρονικά ή ψηφιακά μέσα. Σήμερα ένα ειδικό Genlock χρησιμοποιείται για να συντονίσει 4 video GOPRO για δημιουργία βίντεο 360^{o} (http://mewpro.cc/2015/03/20/how-to-use-mewpro-genlock-dongle).

Ένα άλλο μουσειακό είδος είναι η ογκώδης ασπρόμαυρη κάμερα παρακολούθησης χαμηλής ευκρίνειας. Η αξιοποίηση της συγκεκριμένης κάμερας έχει έναν συμβολικό χαρακτήρα, καθώς και η χαμηλής ευκρινείας εικόνα που παράγει στα τρία μόνιτορ.

Ακόμα και τα τρία μόνιτορ καθοδικής λυχνίας αποτελούν πλέον σχεδόν μουσειακό είδος.

Το κύριο θέμα το οποίο παρακολουθεί η κάμερα αποτελεί μια χειροποίητη λούπα: μια ξύλινη κατασκευή με βάση έναν λαβύρινθο κρητικού πολιτισμού, δημιουργεί ένα περιβάλλον το οποίο διασχίζει ατέρμονα ένα ρομπότ. Το ρομπότ έχει τη δυνατότητα να παρακολουθεί ένα εμπόδιο και να κινείται παράλληλα προς αυτό.



Εικόνα 11.20 *Η εγκατάσταση του «Δαίδαλος».*

Ελικόσπιτο, 2001, του Μάνθου Σαντοριναίου.

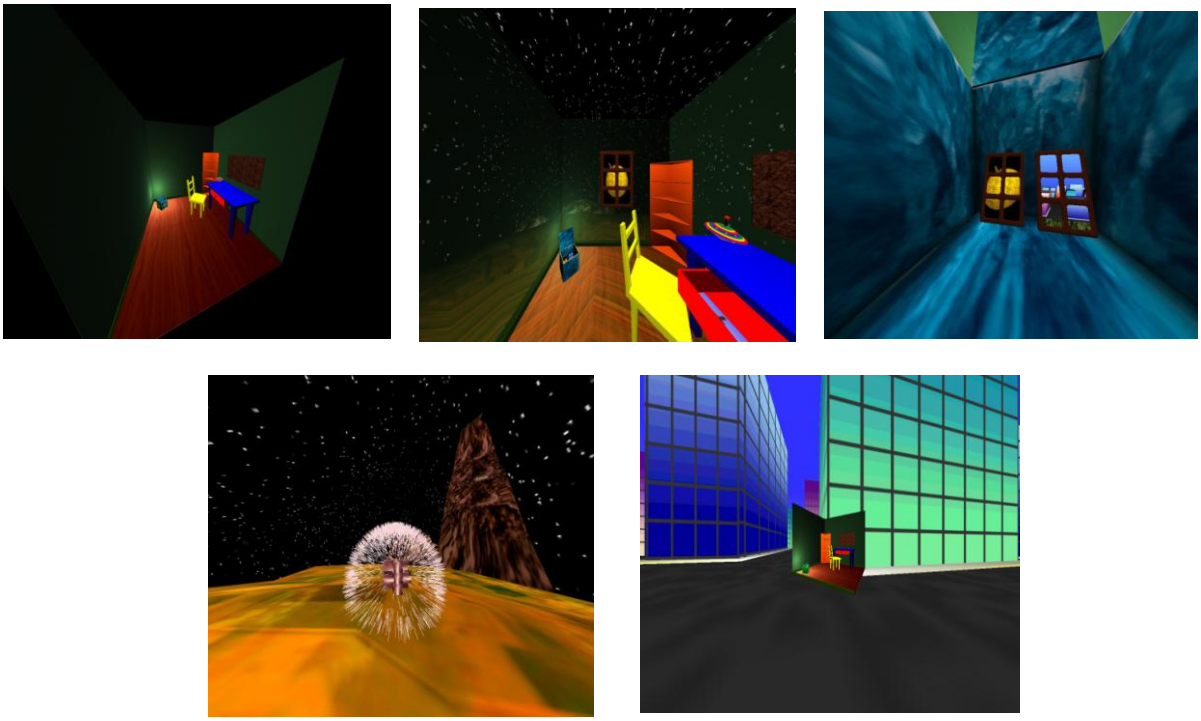
Το έργο αυτό είναι ένας συνδυασμός εικονικής πραγματικότητας και λογοτεχνίας. Δε βασίζεται τόσο στα εντυπωσιακά αποτελέσματα των τρισδιάστατων γραφικών, αλλά στη δύναμη της διαδραστικής αφήγησης, που στόχο έχει να παγιδεύσει τον συμμετέχοντα.

Ο εικονικός χώρος, μετασχηματίζεται σ' ένα κοινό παιδικό δωμάτιο. Έξω από το δωμάτιο, υπάρχουν άνθρωποι που κάθονται σε καρέκλες και παρακολουθούν την περιπέτεια του συμμετέχοντα, φορώντας ειδικά στερεοσκοπικά γυαλιά. Μια φωνή αρχίζει να διηγείται την περιπέτεια του ήρωα οδηγώντας τον μέσα από τις δομές της αρχιτεκτονικής του έργου και την ίδια στιγμή σχολιάζει τις κινήσεις του δημιουργώντας μια ψυχολογική ατμόσφαιρα. Ο ήρωας παγιδεύεται σε μια φαντασιακή κατάσταση η οποία δημιουργεί προβλήματα σε σχέση με την προσωπικότητά του και ειδικά σε σχέση με τις επιλογές του. Με άλλα λόγια, ο ήρωας δεν βρίσκει τίποτε άλλο εκτός από τον εαυτό του. Έχει δύο επιλογές: να είναι σε μία πόλη ή σε έναν πλανήτη, όπως αυτός του Μικρού Πρίγκιπα. Η περιπέτεια τελειώνει και ο μύθος επιλύεται με τον συμμετέχοντα να επιστρέφει στο δωμάτιο από το οποίο ξεκίνησε. Τελικά, αυτό που είναι σημαντικό δεν είναι το δωμάτιο αλλά η γνώση που αποκτήθηκε από το ταξίδι.

Για την ανάπτυξη του έργου αυτού αξιοποιήθηκε το σύστημα ΚΙΒΩΤΟΣ του *Ιδρύματος Μείζονος Ελληνισμού*. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει πολλαπλές προβολές στους τοίχους κυβικού δωματίου οι οποίες δίνουν την αίσθηση του ενιαίου χώρου στον επισκέπτη. Ο επισκέπτης φοράει ένα καπέλο στο οποίο έχει προσαρτηθεί αισθητήρας ανίχνευσης κίνησης, έτσι ώστε να παρακολουθείται η κίνηση του κεφαλιού η οποία οδηγεί την πλοήγηση. Με ειδικά στερεοσκοπικά γυαλιά επιτυγχάνεται η πλήρης εμβύθισή του στον εικονικό κόσμο.

Το έργο παρουσιάστηκε στο φεστιβάλ Mediaterra 2002, παραγωγή: Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού, Κέντρο για τον Ψηφιακό Πολιτισμό ΦΟΥΡΝΟΣ (βλέπε το σχετικό βίντεο εδώ, και στο αρχείο της EUROVR εδώ, στο link Helicomaison).

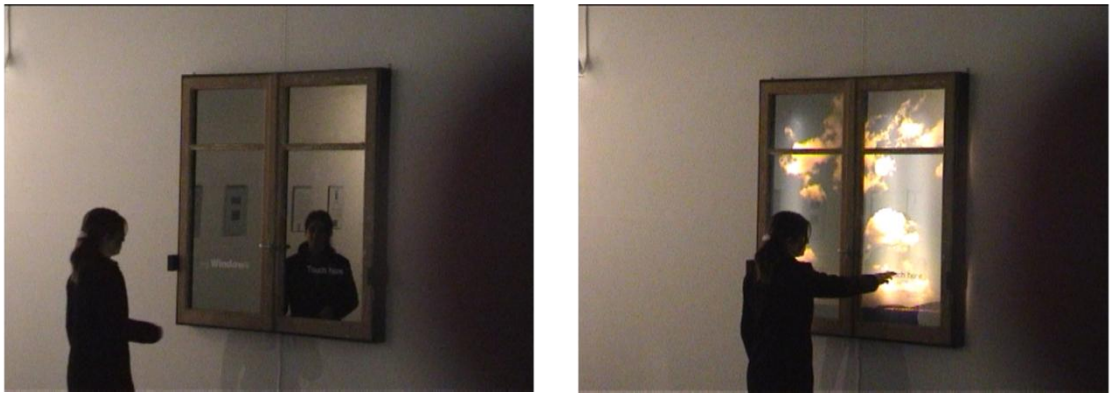
Στην Εικόνα 11.21 απεικονίζονται στιγμιότυπα από τον εικονικό χώρο του έργου.



Εικόνα 11.21 *Στιγμιότυπα από τον εικονικό χώρο του «Ελικόσπιτου».*

My Window, 2000, του Μάνθου Σαντοριναίου.

Πρόκειται για μια διαδραστική εγκατάσταση και ένα παράλληλο διαδικτυακό δρώμενο. Ένα παλιό νεοκλασικό παράθυρο αγορασμένο από το παλιατζίδικο, λειτουργεί ως διεπαφή διάδρασης με τον επισκέπτη. Παρουσιάστηκε στο δεύτερο Festival International d'Arts Multimedia Urbains INTERFERENCES (Γαλλία) από τις 14 έως και τις 31 Δεκεμβρίου 2000. Στο φεστιβάλ εκτός από την διάδραση του έργου, μία web Cam παίρνει την εικόνα του επισκέπτη ο οποίος αγγίζει το παράθυρο και την στέλνει σε ειδική σελίδα στο Διαδίκτυο (Εικόνα 11.22). Στις 15 Δεκεμβρίου στέλνεται ένα γράμμα στον Bill Gates στη Microsoft καθώς και στα 3000 άτομα της mailing list του Φεστιβάλ. Παρουσιάζεται σαν happening. Περισσότερα εδώ.



Εικόνα 11.22 *Το έργο «My Window» σε λειτουργία.*

Game, 2013, του Μάνθου Σαντοριναίου.

Έχει παρουσιαστεί μόνο στην ΑΣΚΤ, στο πλαίσιο ακαδημαϊκής διαδικασίας. Πρόκειται για μια διαδραστική σκακιέρα, η οποία, λαμβάνοντας υπόψη τις κινήσεις των πιονιών εκ μέρους του επισκέπτη, του αποκαλύπτει τους κανόνες που πρέπει να ακολουθήσει για να εξελίξει την αφήγηση η οποία ξετυλίγει τη ζωή του

καλλιτέχνη (Σχήμα 11.1).

Στο έργο Game γίνονται αναφορές σε πολλά επίπεδα. Κυρίως σχολιάζεται :

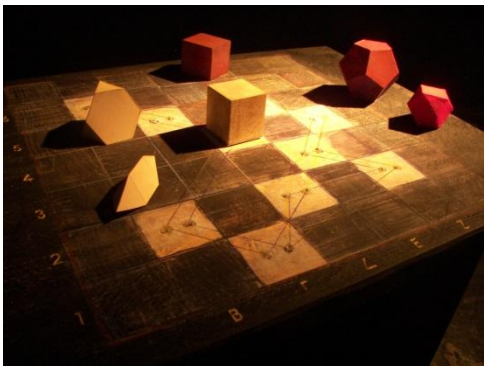
α) η έννοια της χαρτογράφησης και της κωδικωποίησης, όταν ο θεατής κινεί τα πιόνια πάνω σε έναν καρτεσιανό πίνακα και η δράση μεταφέρεται στον πραγματικό χώρο, στον οποίο εντάσσεται και ο ίδιος.

β) η αμφισβήτηση της έννοιας του δημιουργού, ο οποίος μετατρέπεται σε «άβαταρ» (προβολή σε έναν άδειο πίνακα) στα χέρια του επισκέπτη.

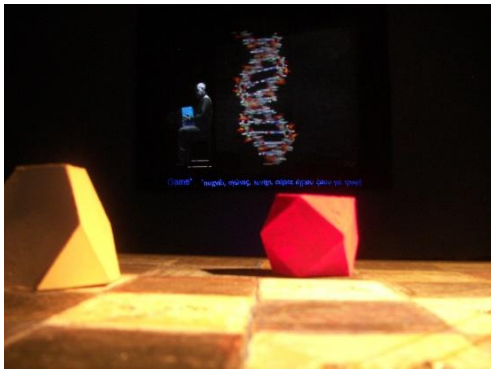
γ) ή έννοια του «λάθους», η οποία εμφανίζεται ως επίπληξη, εκ μέρους του συστήματος που ορίζει το σωστό και το λάθος, προς τον επισκέπτη.

ε) η έννοια του θεατρικού χώρου και της δραματουργικής σύμβασης. Το έργο αξιοποιεί την θεατρική γλώσσα, όπως τον δραματουργικό φωτισμό, αντικείμενα που αποκτούν μια δραματουργική θέση μέσα στο έργο και τελικα τη δράση του ίδιου του θεατή που ορίζεται, απόλυτα, από τις οδηγίες του συστήματος.

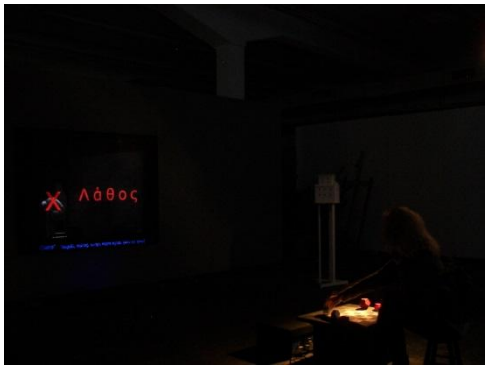
Τελικά, πίσω από όλη την εικαστική, δραματουργική, διαδραστική φόρμα που ορίζεται από τους όρους ενός παιχνιδιού, υλικού και ψηφιακού, υπάρχει η έννοια της αυτοπροσωπογραφίας του καλλιτέχνη.



Μια ιδιότυπη σκακιέρα μεταφράζει τις κινήσεις ενός πιονιού – γεωμετρικού στοιχείου, πάνω στον καρτεσιανό πίνακα στον πραγματικό χώρο.



Ο παίκτης, στην ουσία, ελέγχει ένα «άβαταρ» που κάνει μηχανικές κινήσεις και προβάλλει εικόνες από τη μνήμη του. Το άβαταρ είναι ο ίδιος ο καλλιτέχνης.



Ο παίκτης παίζει μια παρτίδα ενεργοποιώντας ένα θεατρικό περιβάλλον. Το σύστημα τον οδηγεί να παίζει τις σωστές κινήσεις σημειώνοντας τα λάθη του.

Όταν ο παίκτης κάνει τη σωστή κίνηση ενεργοποιείται ένας θεατρικός φωτισμός και διαμορφώνει δραματουργικά το σύνολο του περιβάλλοντος όπου βρίσκονται τα στοιχεία του έργου και ο παίκτης.

Άλλοτε ενεργοποιείται ένα τρυπάνι δημιουργώντας ένα έντονο δραματουργικά περιβάλλον, τόσο με τον ήχο όσο και με την κίνηση (όταν το τρυπάνι πάλλεται απειλητικά).

Σχήμα 11.1 *Διάφορα στιγμιότυπα του διαδραστικού – θεατρικού χώρου του έργου Game.*

Βιβλιογραφία - Αναφορές

1. Buci-Glucksman, C., (dir.), *L'art a l'époque du virtuel*, L'harmattan, Collections Arts 8, Paris: UFR Arts, Philosophie et Esthétique – Université Paris 8, 2003.
2. Bush, B., "As We May Think", Atlantic Monthly, 1945.
3. Crone, R., "The History of Stereoscopy", *Documenta Ophthalmologica*, 1992, Volume 81, Issue 1, pp 1-16.
4. Engelbart, D., *Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework*, Οκτώβριος 1962, διαθέσιμο στο http://www.dougengelbart.org/pubs/augment-3906.html.
5. Erickson, T., *Working with interface metaphors*, in "The art of human computer interface design", edited by B. Laurel, Boston: Addison Wesley, 1993.
6. Levy, P., *Δυνητική Πραγματικότητα: Η φιλοσοφία του πολιτισμού και του κυβερνοχώρου*, μετάφραση Μιχάλης Καραχάλιος, Αθήνα: Εκδόσεις Κριτική, 1999.
7. McCullough, M., *Ambient Commons. Attention in the Age of Embodied Information*, Cambridge: The MIT Press, 2013.
8. Nelson, T., *Computer Lib/ Dream machines*, self-published, USA, 1974.
9. Papert, S., *Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas*, New York: Basic Books, 1980.
10. Paul, C., *Digital Art*, New York: Thames and Hudson, 2003.
11. Popper, F., *L'art cinétique*, Paris: Gauthier-Villars, 1967.
12. Popper, F., *Art—Action and Participation*, New York: New York University Press, 1975.
13. Reimer, J., "A History of the GUI", *ars technica*, May 5, 2005, διαδικτυακό άρθρο, http://arstechnica.com/features/2005/05/gui/.
14. Rose, B., "Behind Duchamp's Door", *The Wall Street Journal*, 22/9/2009, http://www.wsj.com/articles/SB10001424052970203440104574403271451234930.
15. Santorineos, M. and S. Zoi, "Action Room: A low-cost hypermedia platform for experimental performances and spectacles", *the 15th International Conference on Virtual Systems and Multimedia VSMM 2009*,Vienna, Austria, September 9-12, 2009.
16. Taylor, "M. Marcel Duchamp: Étant donnés*"*, Exhibition Announcement, Philadelphia Museum of Art on–line, http://www.philamuseum.org/exhibitions/324.html?page=1.
17. Wiener, N., *Κυβερνητική ή έλεγχος και επικοινωνία στα ζώα και στις μηχανές*, Αθήνα: Εκδόσεις Καστανιώτη, 1961- πρώτη έκδοση New York:The Technology Press, 1948.

Κεφάλαιο 12. Ο προγραμματισμός ως δημιουργική πράξη

Σύνοψη

Ο προγραμματισμός είναι η διαδικασία μεταφοράς ενός αλγορίθμου, δηλαδή μιας σειράς βημάτων τα οποία πρέπει να ακολουθηθούν για την επίλυση ενός προβλήματος, σε μια γλώσσα κατανοητή από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, παράγοντας ένα εκτελέσιμο λογισιμικό. Συχνά, δεν είναι αντιληπτή η σχέση την οποία μπορεί να έχει ένα ψηφιακό έργο με ένα πρόγραμμα και ένας καλλιτέχνης με τη διαδικασία του προγραμματισμού. Το συγκεκριμένο κεφάλαιο επιχειρεί να φωτίσει αυτές τις σχέσεις, παροτρύνοντας τους νέους καλλιτέχνες να διερευνήσουν τις εκφραστικές δυνατότητες του προγραμματισμού. Παρουσιάζονται οι κυριότερες προγραμματιστικές έννοιες και δομές. Αναπτύσσεται η έννοια της υπολογιστικής τέχνης και των έργων τα οποία είναι αμιγώς αλγοριθμικά. Παρουσιάζονται, τέλος, τα κυριότερα προγραμματιστικά περιβάλλοντα τα οποία αξιοποιούνται για την καλλιτεχνική δημιουργία, ως προς την αισθητική και τις δυνατότητές τους.

12.1 Προγραμματισμός και καλλιτεχνική δημιουργία

Ο προγραμματισμός, είναι η διαδικασία μεταφοράς μιας ακολουθίας ενεργειών οι οποίες επιτελούνται σ' ένα πεδίο δεδομένων, δηλαδή ενός αλγορίθμου, σε μια γλώσσα κατανοητή από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή (γλώσσα προγραμματισμού), με τέτοιον τρόπο ώστε να μπορεί να παραχθεί ένα εκτελέσιμο αποτέλεσμα. Το πρόγραμμα είναι ο κωδικοποιημένος υπολογιστικός μηχανισμός ο οποίος επενεργεί στα δεδομένα, προκαλώντας είτε τον μετασχηματισμό τους είτε την παραγωγή νέων δεδομένων.

Στην επιστήμη των υπολογιστών και, ειδικότερα, στον κλάδο ο οποίος ασχολείται με την ανάπτυξη λογισμικού, ο προγραμματισμός είναι η διαδικασία μέσω της οποίας αναπτύσσεται οποιαδήποτε αλγοριθμική και υπολογιστική λειτουργία. Κάθε σύνθετο λογισμικό (π.χ. MicrosoftWord, Adobe Photoshop, Adobe Premiere, Unity) αποτελεί στην ουσία ένα πρόγραμμα μεγάλης κλίμακας, το οποίο μπορεί να έχει αναπτυχθεί από μια μεγάλη ομάδα προγραμματιστών.

Ένα πρόγραμμα, όταν εκτελείται, εγκαθιστά έναν δίαυλο επικοινωνίας με τον χρήστη. Υπάρχουν τρία επίπεδα αλληλεπίδρασης κατά την εκτέλεση ενός προγράμματος:

α) η ενεργοποίηση λειτουργιών του προγράμματος μέσω δράσεων, όπως το πάτημα ενός κουμπιού, ή η επιλογή μιας λειτουργίας μέσω ενός μενού, ο σχεδιασμός μέσω του ποντικιού (π.χ. Word, Photoshop, διαδραστικές εφαρμογές και παιχνίδια),

β) η ανάπτυξη λειτουργιών μέσω προγραμματιστικής διαδικασίας, από τον ίδιο τον χρήστη (π.χ. γλώσσα προγραμματισμού Processing ή Python),

γ) ένας συνδυασμός των δύο προηγούμενων, σε υβριδικά προγράμματα τα οποία παρέχουν τόσο σχεδιαστικό/διαδραστικό όσο και προγραμματιστικό περιβάλλον (π.χ. Flash και γλώσσα Actionscript, Unity και γλώσσες Javascript/C#/Boo, Maya και Mel script).

Μια πολύ σημαντική δυνατότητα που παρέχουν τα ψηφιακά μέσα είναι ότι επιτρέπουν στον καλλιτέχνη, αντί να παράγει το ίδιο το υλικό του έργου του στην τελική του μορφή, να αναπτύσσει μια σύνθετη σκέψη με τη μορφή αλγορίθμου και να τη μεταφέρει στον υπολογιστή μέσω μιας γλώσσας προγραμματισμού. Ο υπολογιστής, ερμηνεύοντας αυτήν τη σκέψη, παράγει αυτόματα την καλλιτεχνική φόρμα. Στην περίπτωση αυτή, το πρόγραμμα το οποίο προκύπτει μπορεί να είναι το ίδιο το έργο (π.χ. ένα διαδραστικό παιχνίδι) ή στοιχείο αυτού (π.χ. ένα φυτό το οποίο δημιουργείται αλγοριθμικά σε μια ταινία).

Η διαδικασία κωδικοποίησης του αλγορίθμου του καλλιτέχνη ως πρόγραμμα σε μια γλώσσα προγραμματισμού γίνεται κυρίως μέσω της σύνταξης ενός τύπου αρχείων κειμένου (του λεγόμενου *πηγαίου κώδικα* (source code)) ή μέσω διαγραμμάτων (π.χ. στις γλώσσες οπτικού προγραμματισμού). Η σύνταξη του προγράμματος, σε κάθε περίπτωση, πρέπει να ακολουθεί τους ειδικούς κανόνες γραμματικής και συντακτικού τους οποίους ορίζει η κάθε γλώσσα προγραμματισμού.

Η σύλληψη μιας σκέψης και η διατύπωσή της σε μια γλώσσα προγραμματισμού μέσω του πηγαίου κώδικα είναι αναμφισβήτητα μια λιγότερο ευέλικτη διαδικασία απ' ότι η έκφραση στη φυσική γλώσσα, η οποία επιτρέπει ακόμα και αμφισβήτηση ή ανατροπή των κανόνων της γλώσσας (π.χ. σ' ένα λογοτεχνικό επίπεδο). Εν τούτοις, δεν είναι μια μονοσήμαντη διαδικασία αλλά μια προσωπική εμπειρία η οποία επιτρέπει στον δημιουργό ενός έργου να αφήνει το δικό του αποτύπωμα. Δηλαδή, υπάρχουν πάντα εναλλακτικοί τρόποι οι οποίοι μπορούν να παράγουν σωστά αποτελέσματα, δημιουργώντας όμως διαφορετικές υπολογιστικές

αλλά και αισθητικές προσεγγίσεις σε τέτοιο βαθμό, ώστε να μιλάμε για τέχνη του αλγορίθμου, τέχνη του κώδικα, ακόμα και τέχνη του λάθους. Έτσι, ο προγραμματισμός αποτελεί μια άκρως δημιουργική διαδικασία. Απαιτεί αφαιρετική σκέψη, φαντασία, ενόραση, τόλμη και εφευρετικότητα και, παράλληλα, πειθαρχία, χαρακτηριστικά τα οποία συνήθως διαθέτουν οι καλλιτέχνες, όπως και οι προγραμματιστές.

Τέλος, ο προγραμματισμός, συχνά αναπόφευκτος, αποτελεί τον βασικό στόχο για έναν καλλιτέχνη, ο οποίος αναζητεί συνεχώς νέους τρόπους διαλόγου με τη μηχανή και με τον επισκέπτη του έργου του, ή επιθυμεί να έχει τον έλεγχο των εργαλείων τα οποία χρησιμοποιεί και των δικαιωμάτων του καλλιτεχνικού έργου που παράγει. Η διερεύνηση εναλλακτικών δρόμων έκφρασης μέσα από τα ψηφιακά μέσα και η αμφισβήτηση των καθιερωμένων λειτουργιών και διεπαφών, τις οποίες επιβάλλει η βιομηχανία της ψηφιακής τεχνολογίας, εκ μέρους των καλλιτεχνών, έχουν οδηγήσει σε νέες μορφές καλλιτεχνικού πειραματισμού (π.χ. *τέχνη του λογισμικού* (software art), *τέχνη του κώδικα* (code art)).

12.2 Η έννοια του αλγορίθμου

Όπως ειπώθηκε παραπάνω, ο προγραμματισμός είναι η διαδικασία κωδικοποίησης, σε μια γλώσσα προγραμματισμού, μιας ακολουθίας ενεργειών, σ' ένα πεδίο δεδομένων. Η κωδικοποίηση αυτή πρέπει να είναι ικανή να οδηγήσει σωστά τον υπολογιστή ώστε να επιλύσει ένα πρόβλημα. Η ακολουθία των ενεργειών που κωδικοποιείται ονομάζεται αλγόριθμος [5][18]. Ο ορισμός ο οποίος χρησιμοποιείται για τον αλγόριθμο στην επιστήμη των υπολογιστών είναι ο εξής: «Αλγόριθμος είναι μια πεπερασμένη ακολουθία ενεργειών, αυστηρά καθορισμένων και εκτελέσιμων σε πεπερασμένο χρόνο, με στόχο την επίλυση ενός προβλήματος.».

Η λέξη αλγόριθμος προέρχεται από το όνομα του Άραβα μαθηματικού Αλ-Χουαρίζμι (Abu Ja'far Mohammed ibn Musa al Khowarizmi) ο οποίος έζησε τον 8^{ο} αιώνα μ.Χ. και θεωρείται ο πατέρας της άλγεβρας, καθώς, με μια μελέτη του, παρείχε συστηματικές λύσεις σε αλγεβρικά προβλήματα. Αργότερα, όταν η μελέτη αυτή μεταφράστηκε στα λατινικά, άρχιζε με τη φράση: «Algoritmi dixit...» («ο αλγόριθμος λέει .... »). Άρα, αρχικά, η έννοια του αλγορίθμου αναφερόταν στη συστηματική διαδικασία επίλυσης αριθμητικών προβλημάτων. Υπάρχουν μαθηματικοί αλγόριθμοι με ιστορία χιλιάδων χρόνων, όπως η εύρεση μέγιστου κοινού διαιρέτη του Ευκλείδη.

Ο αλγόριθμος είναι μια οντότητα με αυτόνομη υπόσταση, δηλαδή υπάρχει ανεξάρτητα από τα δεδομένα στα οποία επενεργεί ή από το πρόγραμμα το οποίο τον κωδικοποιεί. Για παράδειγμα, ο αλγόριθμος της διαίρεσης μεταξύ δύο αριθμών είναι ανεξάρτητος από τους αριθμούς αυτούς καθαυτούς. Δηλαδή, μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιονδήποτε αριθμό. Από την άλλη μεριά, βέβαια, ο αλγόριθμος της διαίρεσης δεν μπορεί να εφαρμοστεί σ' ένα άλλο πεδίο τιμών πλην των αριθμών (π.χ. λέξεις) ή, αν εφαρμόζεται, έχει άλλη σημασία.

Η έννοια του αλγορίθμου μπορεί να γενικευτεί για να συμπεριλάβει οποιαδήποτε ακολουθία βημάτων με στόχο την επίτευξη ενός στόχου, όπως η εκτέλεση μιας μαγειρικής συνταγής, οι οδηγίες τις οποίες δίνουμε σε κάποιον για να προσανατολιστεί στον χώρο, η διαδικασία της ύφανσης και του πλεξίματος. Δηλαδή, η αλγοριθμική περιγραφή μιας διαδικασίας είναι εντεταγμένη στην ανθρώπινη λογική και επικοινωνία.

Ένας αλγόριθμος, εμπνευσμένος από την καθημερινή εμπειρία, θα μπορούσε να είναι τα βήματα τα οποία ακολουθούμε, όταν καλούμε κάποιον τηλέφωνο (Αλγόριθμος 12.1):

```
1. Σήκωσε το ακουστικό,
2. Πληκτρολόγησε τον αριθμό,
3. Αν η γραμμή είναι κατειλημμένη, κατέβασε το ακουστικό,
   περίμενε 2 λεπτά και πήγαινε στο Βήμα 1, αλλιώς
4. Αν απαντήσει τηλεφωνητής, άφησε ένα μήνυμα και πήγαινε στο
   Βήμα 6, αλλιώς
5. Αν απαντήσει, μίλησε
6. Κλείσε το τηλέφωνο.
```

Αλγόριθμος 12.1 *Παράδειγμα αλγορίθμου από την καθημερινή ζωή.*

Επίσης, η αλληλεπίδρασή μας με τις μηχανές στο ψηφιακό περιβάλλον είναι αλγοριθμική, για παράδειγμα, όταν παίζουμε ένα ψηφιακό παιχνίδι ή όταν χρησιμοποιούμε το ATM για ανάληψη χρημάτων. Όμως, και οι

σύγχρονες ψηφιακές μηχανές επεξεργάζονται αυτόνομα τα δεδομένα του περιβάλλοντος με βάση στοχευμένους αλγορίθμους λήψης αποφάσεων, π.χ. οι διαδικασίες του αυτόματου παρκαρίσματος ή φρεναρίσματος σε συνθήκες ατυχήματος τις οποίες υποστηρίζουν, πλέον, πολλά μοντέλα αυτοκινήτων ή η *ασαφής λογική* (fuzzy logic) σε πλυντήρια για την εξοικονόμηση νερού, ο ειδικός αλγόριθμος εξαπάτησης μετρήσεων ρύπων στο σκάνδαλο της VolksWagen.

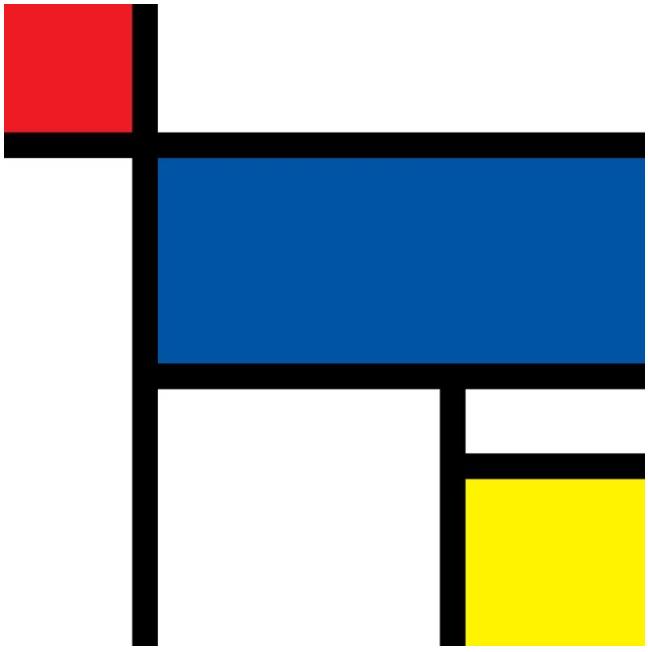
Σε αντίθεση με την αντίληψη του ανθρώπου, αυτό το οποίο κάνει έναν αλγόριθμο «κατανοητό» από έναν υπολογιστή είναι το χαρακτηριστικό ότι, σε κάθε βήμα, κάθε ενέργεια ανάγεται σε μια εκτελέσιμη εντολή.

12.2.1 Η αλγοριθμική λογική και η Τέχνη

Υπάρχει μια ιδιαίτερη σχέση μεταξύ αλγοριθμικής και καλλιτεχνικής σκέψης, η οποία αναπτύχθηκε πριν καν από την εμφάνιση του υπολογιστή, όπως αποδεικνύει η ιστορία της Τέχνης.

Πέρα από τη γενική διαπίστωση ότι ο καλλιτέχνης επινοεί τον αλγόριθμο μεταφοράς του νοητού μοντέλου του έργου του στο μέσο προβολής (π.χ. ζωγραφικό καμβά), υπήρξαν αλγοριθμικές μορφές τέχνης από τα προϊστορικά κιόλας χρόνια (π.χ. σχέδια ύφανσης), ενώ η αλγοριθμική λογική[53] ενσωματώνεται και σε πολλά έργα καλλιτεχνών του 20ου αιώνα, χωρίς τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή (π.χ. γεωμετρικές απεικονίσεις του Maurits Cornelis Escher, τα πλέγματα του Piet Mondrian [12] [19], πρότυπα *μορφοκλασματικών γεωμετριών* (fractals) σε πίνακες του Jackson Pollock [24], το «πλαστικό αλφάβητο» του Victor Vasarely, το οποίο αναφέρεται ως η γλώσσα προγραμματισμού της Τέχνης, η σειρά έργων *1200 Wall drawings* του Sol LeWitt, οι κανόνες του Wassily Kandinski [14] κ.ά.

Είναι, όμως, γεγονός ότι η ισχύς του ηλεκτρονικού υπολογιστή έδωσε στους καλλιτέχνες τη δυνατότητα να πειραματισμούν με ακόμα πιο σύνθετες δομές, πολλές από τις οποίες δεν ήταν εφικτό να αναπαραχθούν οπτικά χωρίς τη βοήθεια του υπολογιστή (π.χ. μορφοκλασματικές γεωμετρίες).



Εικόνα 12.1 *Πλέγμα του Piet Mondrian [πηγή wikimedia commons, δημιουργός: Hendrike, άδεια χρήσης: Άδεια Ελεύθερης Τεκμηρίωσης GNU, Έκδοση 1.2].*

[53] Δηλαδή μέσα από δομές, όπως θα δούμε στη συνέχεια, οι οποίες θα μπορούσαν να ενσωματωθούν σε μια υπολογιστική μηχανή (π.χ. τα επαναλαμβανόμενα γεωμετρικά μοτίβα στους πίνακες του Vasarely είναι δυνατό να παράγονται υπολογιστικά μέσα από βρόχους επανάληψης, ή οι επιλογές σχημάτων και χρωμάτων που ορίζουν οι κανόνες σύνθεσης του Kandinsky, είναι δυνατό να καθορίζονται με βάση εντολές επιλογής).

12.3 Η εξέλιξη του προγραμματισμού προς τις γλώσσες υψηλού επιπέδου, γενικού σκοπού

Όπως έχει αναφερθεί, ο προγραμματισμός είναι η διαδικασία κωδικοποίησης ενός αλγορίθμου. Ο αλγόριθμος αυτός δρα σ' ένα πεδίο δεδομένων, έτσι ώστε να είναι εκτελέσιμος από έναν υπολογιστή. Η κωδικοποίηση αυτή γίνεται σε κάποια τεχνητή γλώσσα η οποία ονομάζεται *γλώσσα προγραμματισμού* (programming language).

Για πολλούς ιστορικούς μελετητές η πρώτη διατύπωση προγράμματος για εκτέλεση από υπολογιστική μηχανή είναι αυτή η οποία παρουσιάστηκε από την κόμισσα του Lovelace, Augusta Ada Byron[54], το 1843, όταν περιέγραψε τη λειτουργία και τον τρόπο προγραμματισμού της αναλυτικής μηχανής του Babbage. Η Ada, περιέγραψε τον τρόπο με τον οποίο μια υπολογιστική μηχανή, αξιοποιώντας αριθμητικά δεδομένα ως *μεταβλητές* (variables)[55], μπορεί, εκτός από την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων, να χρησιμοποιηθεί για λειτουργίες όπως η σύνθεση μουσικής ή η ανάπτυξη γραφικών [4].

Στον ψηφιακό υπολογιστή, ο οποίος στηρίζεται στη δυαδική λογική[56], όλες οι εντολές ενός προγράμματος μεταφράζονται τελικά σε ακολουθίες δυαδικών ψηφίων (π.χ. `00000100000000110010101100100000000000000010000 00001000000000110010101100`).

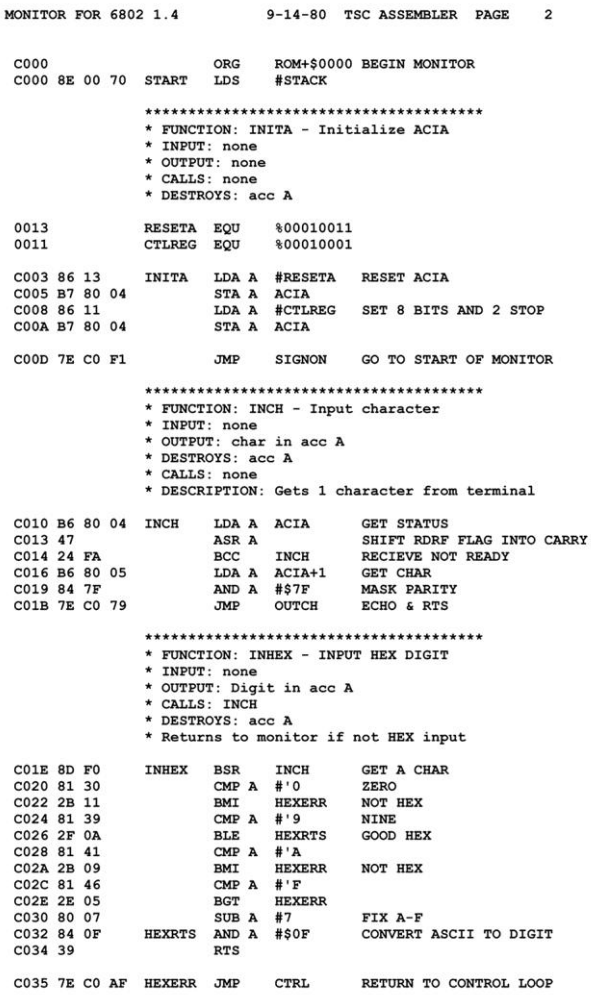
Οι πρώτες μορφές προγραμματισμού αφορούσαν την απευθείας σύνταξη τέτοιων δυαδικών ακολουθιών εντολών από τον άνθρωπο, δηλαδή τον προγραμματισμό σε *γλώσσα μηχανής* (machine language). Αυτός ο τρόπος προγραμματισμού, εκτός από δύσκολος και επιρρεπής σε ανθρώπινα λάθη, ήταν πολύ συνδεδεμένος με την αρχιτεκτονική και τη μονάδα επεξεργασίας του υπολογιστή στην οποία αναπτυσσόταν. Έτσι, ένα πρόγραμμα σε γλώσσα μηχανής δεν μπορούσε να μεταφερθεί σε άλλους υπολογιστές.

Η διαδικασία προγραμματισμού έγινε πιο φιλική προς τον άνθρωπο, μέσω των παρακάτω δυο εξελίξεων: α) τη μετατροπή των δυαδικών κωδικοποιήσεων των εντολών σε οκταδικούς αριθμούς (π.χ. 01001453 10000020 02001453) και β) την ανάπτυξη των *συμβολικών γλωσσών* (assembly languages) ή γλωσσών *χαμηλού επιπέδου* (low level programming languages), οι οποίες επιτρέπουν τη χρήση συμβόλων και μνημονικών λέξεων για την αναπαράσταση των εντολών. Ένα παράδειγμα προγράμματος σε μια τέτοια συμβολική γλώσσα απεικονίζεται στην Εικόνα 12.2. Στον υπερσύνδεσμο http://www.cslab.ece.ntua.gr/courses/CompIntr/EKY/ υπάρχει μια προσομοίωση ενός εκπαιδευτικού υπολογιστή, ο οποίος μπορεί να προγραμματιστεί σε συμβολική γλώσσα.

[54] Κόρη του φιλέλληνα Λόρδου Byron, από την οποία πήρε το όνομά της η γλώσσα προγραμματισμού ADA.

[55] Μια μεταβλητή είναι μια δεσμευμένη περιοχή στη μνήμη του υπολογιστή, η τιμή της οποίας μπορεί να μεταβάλλεται κατά την εξέλιξη ενός προγράμματος.

[56] Δηλαδή, ο ψηφιακός υπολογιστής «καταλαβαίνει» δύο διακριτές καταστάσεις που συμβολίζονται με το 0 και το 1.



```
MONITOR FOR 6802 1.4          9-14-80  TSC ASSEMBLER  PAGE    2


C000                    ORG     ROM+$0000 BEGIN MONITOR
C000 8E 00 70  START    LDS     #STACK

                *****************************************
                * FUNCTION: INITA - Initialize ACIA
                * INPUT: none
                * OUTPUT: none
                * CALLS: none
                * DESTROYS: acc A

0013            RESETA  EQU     %00010011
0011            CTLREG  EQU     %00010001

C003 86 13      INITA   LDA A   #RESETA   RESET ACIA
C005 B7 80 04           STA A   ACIA
C008 86 11              LDA A   #CTLREG   SET 8 BITS AND 2 STOP
C00A B7 80 04           STA A   ACIA

C00D 7E C0 F1           JMP     SIGNON    GO TO START OF MONITOR

                *****************************************
                * FUNCTION: INCH - Input character
                * INPUT: none
                * OUTPUT: char in acc A
                * DESTROYS: acc A
                * CALLS: none
                * DESCRIPTION: Gets 1 character from terminal

C010 B6 80 04   INCH    LDA A   ACIA      GET STATUS
C013 47                 ASR A             SHIFT RDRF FLAG INTO CARRY
C014 24 FA              BCC     INCH      RECIEVE NOT READY
C016 B6 80 05           LDA A   ACIA+1    GET CHAR
C019 84 7F              AND A   #$7F      MASK PARITY
C01B 7E C0 79           JMP     OUTCH     ECHO & RTS

                *****************************************
                * FUNCTION: INHEX - INPUT HEX DIGIT
                * INPUT: none
                * OUTPUT: Digit in acc A
                * CALLS: INCH
                * DESTROYS: acc A
                * Returns to monitor if not HEX input

C01E 8D F0      INHEX   BSR     INCH      GET A CHAR
C020 81 30              CMP A   #'0       ZERO
C022 2B 11              BMI     HEXERR    NOT HEX
C024 81 39              CMP A   #'9       NINE
C026 2F 0A              BLE     HEXRTS    GOOD HEX
C028 81 41              CMP A   #'A
C02A 2B 09              BMI     HEXERR    NOT HEX
C02C 81 46              CMP A   #'F
C02E 2E 05              BGT     HEXERR
C030 80 07              SUB A   #7        FIX A-F
C032 84 0F      HEXRTS  AND A   #$0F      CONVERT ASCII TO DIGIT
C034 39                 RTS

C035 7E C0 AF   HEXERR  JMP     CTRL      RETURN TO CONTROL LOOP
```

Εικόνα 12.2 *Παράδειγμα προγράμματος γραμμένου στη γλώσσα assembly για μικροεπεξεργαστή Motorola 6800 [πηγή: wikimedia commons, δημιουργός: Swtpc6800 en:User:Swtpc6800 Michael Holley, άδεια χρήσης:public domain].*

Ο προγραμματισμός στις συμβολικές γλώσσες χαμηλού επιπέδου εξακολουθεί να είναι επίπονος, στερώντας τη δυνατότητα επίτευξης υψηλών επιπέδων αφαίρεσης. Ένας λόγος είναι διότι δεν επιτρέπει την ομαδοποίηση εντολών σε πιο αφαιρετικές δομές αλλά κάθε αριθμητική εντολή πρέπει να αντιστοιχεί σε μία εντολή σε συμβολική γλώσσα. Επιπλέον, υπάρχει και το σημαντικό πρόβλημα ότι, όπως και οι γλώσσες μηχανής, έτσι και οι συμβολικές γλώσσες είναι στενά συνδεδεμένες με την αρχιτεκτονική του υπολογιστή στον οποίο εφαρμόζονται.

Η πρώτη μεγάλη τομή λαμβάνει χώρα με την ανάπτυξη της γλώσσας FORTRAN, το 1957, από την εταιρεία International Business Machines Corporation IBM. Η FORTRAN (FORmula TRANslation), η πρώτη γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου[57], επιτρέπει με απλές αγγλικές λέξεις, την κωδικοποίηση κυρίως αριθμητικών τύπων, με τρόπο που προσομοιάζει με τη διαδικασία με την οποία ένας άνθρωπος γράφει μαθηματικά. Έτσι, η γλώσσα αυτή χρησιμοποιείται, κυρίως, για επίλυση μαθηματικών και επιστημονικών προβλημάτων. Επειδή υστερεί σε λειτουργίες που έχουν σχέση με μια γενικότερη διαχείριση δεδομένων, αποτελεί γλώσσα ειδικού σκοπού. Δηλαδή, δεν είναι κατάλληλη για την προσομοίωση και κατ' επέκταση

[57] Ο όρος γλώσσα «υψηλού επιπέδου» χρησιμοποιείται, σε αντιδιαστολή με τον όρο γλώσσα «χαμηλού επιπέδου», ο οποίος ορίζει τις γλώσσες μηχανής και τις συμβολικές γλώσσες, δηλαδή τις γλώσσες που είναι πιο κοντά στην αρχιτεκτονική του υπολογιστή και στο υλισμικό του. Δεν έχει, δηλαδή, να κάνει με την ποιότητα του παραγόμενου προγράμματος.

επίλυση οποιουδήποτε προβλήματος, αλλά ενός περιορισμένου εύρους προβλημάτων, κυρίως με μαθηματικά δεδομένα.

Χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα, μετά από διάφορα επίπεδα αναβαθμίσεων. Στον Αλγόριθμο 12.2 υπάρχει ένα απλό παράδειγμα πηγαίου κώδικα σε FORTRAN το οποίο διαβάζει την ακτίνα, υπολογίζει το εμβαδό του αντίστοιχου κύκλου και το εκτυπώνει στην οθόνη του υπολογιστή.

```
program circle
      real r, area

c This program reads a real number r and prints
c the area of a circle with radius r.

      write (*,*) 'Give radius r:'
      read  (*,*) r
      area = 3.14159*r*r
      write (*,*) 'Area = ', area

      stop
      end
```

Αλγόριθμος 12.2 *Παράδειγμα πηγαίου κώδικα σε Fortran.*

Η COBOL (COmmon Business Oriented Language), επίσης γλώσσα υψηλού επιπέδου ειδικού σκοπού, η οποία εμφανίζεται το 1960, καθιερώνεται ως γλώσσα κατάλληλη για ανάπτυξη εμπορικών συναλλαγών (π.χ. αξιοποιείται ακόμα και σήμερα από τον τραπεζικό τομέα).

Παράλληλα με τις γλώσσες όπως η FORTRAN και η COBOL οι οποίες χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση και επίλυση συγκεκριμένων πεδίων προβλημάτων, στην *τεχνητή νοημοσύνη* (artificial intelligence), δηλαδή στον επιστημονικό τομέα που ασχολείται με την προσομοίωση της ανθρώπινης νόησης, αναπτύσσονται οι γλώσσες υψηλού επιπέδου, ειδικού σκοπού LISP (LISt Processor) (1958) και PROLOG (PROgramming LOGic) (1972).

Η γλώσσα BASIC (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code), η οποία εμφανίζεται το 1964, είναι γλώσσα γενικού σκοπού, δηλαδή δε στοχεύει σε συγκεκριμένο πεδίο προβλημάτων, αλλά απευθύνεται στην εκπαίδευση των μη ειδικών στον προγραμματισμό, κι έτσι παραμένει περιορισμένων δυνατοτήτων, δηλαδή δεν παρέχει τα εργαλεία για την ανάπτυξη προγραμμάτων μεγάλης κλίμακας. Όμως, αξιοποιείται σε μεγάλο βαθμό από παιδιά και εφήβους σε περιβάλλον προσωπικού υπολογιστή. Αντίστοιχη γλώσσα υψηλού επιπέδου γενικού σκοπού, η οποία, επίσης, είναι κατάλληλη για εκπαίδευση είναι η γλώσσα Pascal (1970). Η Pascal, σε αντίθεση με τη BASIC, εισάγει την έννοια του *δομημένου προγραμματισμού* (structured programming), που θα εξετάσουμε αναλυτικότερα στη συνέχεια, δηλαδή της διάσπασης ενός προβλήματος σε υποπροβλήματα και της αλγοριθμικής σύνθεσης αυτών σε διάφορα επίπεδα βάθους (π.χ. σε σημεία, όπου η μία αυτόνομη μονάδα κώδικα καλεί κάποια άλλη στο εσωτερικό της). Αυτή η δυνατότητα, επιτρέπει την ανάπτυξη πιο πολύπλοκων προγραμμάτων.

Η επόμενη μεγάλη τομή στις γλώσσες προγραμματισμού συμβαίνει με την ανάπτυξη της γλώσσας C, από τα Bell Labs, το 1972, η οποία εξελίσσεται παράλληλα με την ανάπτυξη του λειτουργικού συστήματος Linux[58]. Πρόκειται για μια υβριδική γλώσσα, ούτε αυστηρά υψηλού ούτε χαμηλού επιπέδου, καθώς συνδυάζει τόσο λειτουργίες που είναι πιο περιγραφικές, και άρα πιο κοντά στην ανθρώπινη λογική, όσο και λειτουργίες που είναι πιο κοντά στη μηχανή. Έτσι, είναι κατάλληλη τόσο για προγραμματισμό εφαρμογών, όσο και για ανάπτυξη λειτουργικών συστημάτων και γενικά λειτουργιών που βρίσκονται πιο κοντά στον πυρήνα λειτουργιών του υπολογιστή.

Θεωρείται, ακόμα και σήμερα, μια από τις πιο ισχυρές γλώσσες προγραμματισμού. Παρακάτω φαίνεται ο πηγαίος κώδικας ενός προγράμματος διατυπωμένου στη γλώσσα C, το οποίο τυπώνει στην οθόνη το μήνυμα *Hello World*.

[58] Το Linux αναπτύχθηκε με βάση τη γλώσσα C.

```
/* Hello World program */

#include<stdio.h>

main()
{
    printf("Hello World");

}
```

Αλγόριθμος 12.3 *Παράδειγμα πηγαίου κώδικα σε C.*

12.3.1 Μετάφραση και διερμηνεία

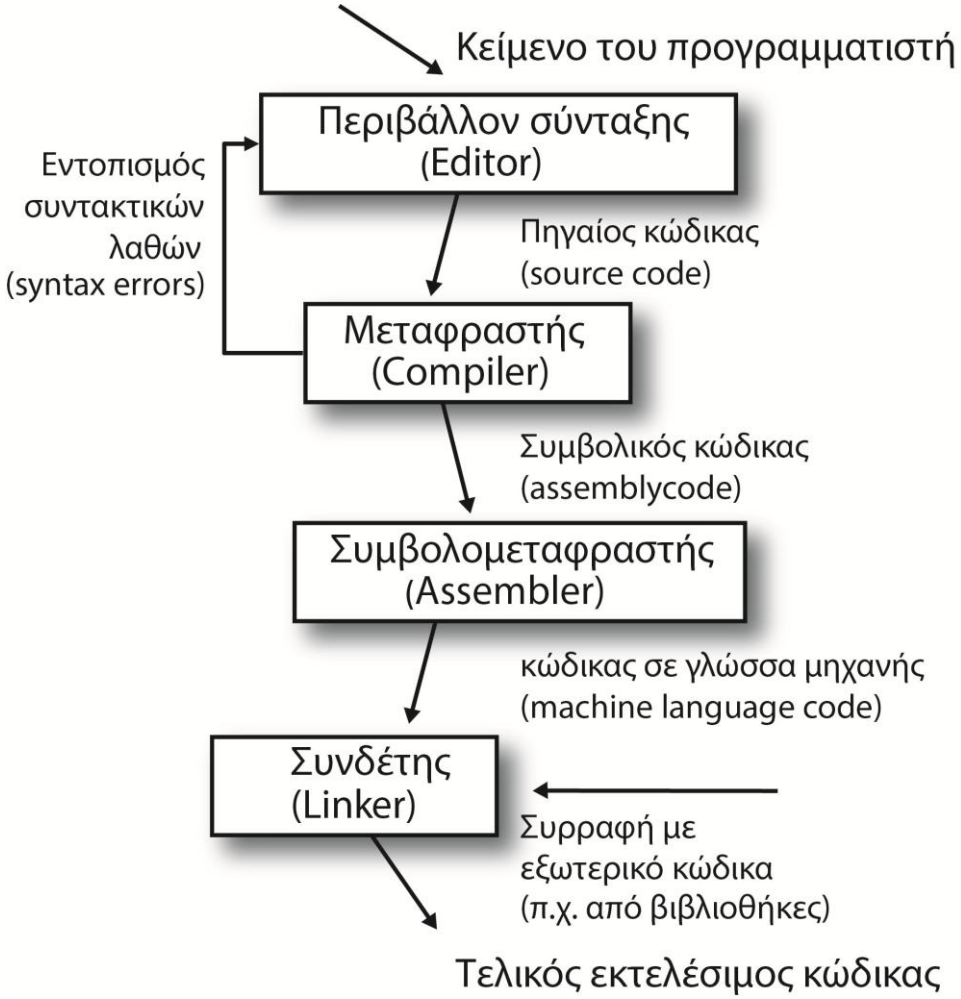
Όπως αναφέρθηκε, οι γλώσσες προγραμματισμού υψηλού επιπέδου επιτρέπουν τη σύνταξη προγραμμάτων σε έναν τύπο κειμένου ο οποίος ονομάζεται πηγαίος κώδικας. Είδαμε ήδη δύο παραδείγματα στις γλώσσες FORTRAN και C.

Για να είναι, όμως, το πρόγραμμα εκτελέσιμο από κάποιον υπολογιστή, πρέπει ο πηγαίος κώδικάς του να μεταφραστεί σε γλώσσα μηχανής, δηλαδή γλώσσα η σύνταξη της οποίας ακολουθεί τη δυαδική λογική. Ακριβώς επειδή στον πηγαίο κώδικα οι εντολές ομαδοποιούνται σε πιο σύνθετες δομές, κάθε μία τέτοια δομή εντολών πρέπει να μεταφραστεί σε μία ή περισσότερες εντολές σε γλώσσα μηχανής, σε αντίθεση με τον προγραμματισμό σε συμβολική γλώσσα, στον οποίο η κάθε εντολή αντιστοιχεί σε μια εντολή σε γλώσσα μηχανής.

Αυτή η μεταφορά του πηγαίου κώδικα σε γλώσσα μηχανής γίνεται από ειδικά προγράμματα που εντάσσονται σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους α) τους *μεταφραστές* ή *μεταγλωττιστές* (compilers) και β) τους *διερμηνευτές* (interpreters).

Οι μεταφραστές λειτουργούν σε μη πραγματικό χρόνο. Δηλαδή, ο πηγαίος κώδικας ενός προγράμματος εισάγεται σ' έναν μεταφραστή, ο οποίος τον ελέγχει για γραμματικά και συντακτικά λάθη και παράγει το τελικό εκτελέσιμο πρόγραμμα το οποίο, στη συνέχεια, μπορεί να εκτελείται χωρίς να χρειάζεται να επαναληφθεί η διαδικασία της μετάφρασης.

Η μετάφραση ενός προγράμματος σε εκτελέσιμο κώδικα είναι μια πολυεπίπεδη διαδικασία (Σχήμα 12.1 για τη γλώσσα C). Υπάρχει μια διαδραστική σχέση ανάμεσα στον προγραμματιστή και το πρόγραμμα του μεταφραστή που τον ειδοποιεί για την ανίχνευση λαθών. Αν δεν διορθωθούν αυτά τα λάθη από τον άνθρωπο, η διαδικασία της μετάφρασης δεν μπορεί να προχωρήσει στα επόμενα επίπεδα.



Σχήμα 12.1 *Μετάφραση του πηγαίου κώδικα σε εκτελέσιμο κώδικα στη γλώσσα C.*

Οι διερμηνευτές, σε αντίθεση με τους μεταγλωττιστές, λειτουργούν σε πραγματικό χρόνο, δηλαδή παράλληλα με την εκτέλεση του προγράμματος, μεταφράζοντας μία μία τις εντολές του πηγαίου κώδικα σε γλώσσα μηχανής, και παράγουν το εκτελέσιμο αποτέλεσμα. Άρα, η διερμηνεία πρέπει να επαναλαμβάνεται σε κάθε κύκλο εκτέλεσης του προγράμματος. Αρχικά, γλώσσες δομημένου προγραμματισμού, όπως η Pascal και η C, χρησιμοποιούσαν μεταφραστή, ενώ γλώσσες όπως η BASIC, η LISP και η PROLOG χρησιμοποιούσαν διερμηνευτή.

Οι γλώσσες του Διαδικτύου, δηλαδή αυτές που εκτελούνται μέσα από το περιβάλλον του *φυλλομετρητή* (browser) (π.χ. javascript, PHP), υιοθετούν τη διερμηνεία. Οι λεγόμενες scripting γλώσσες, δηλαδή αυτές που υποστηρίζουν προγραμματισμό μέσα σε κάποιο ειδικό περιβάλλον ανάπτυξης (π.χ. η Actionscript του Adobe Flash (πριν την έκδοση 3.0), η MEL script του Autodesk Maya, η UnrealScript του Unreal), βασικά υιοθετούν τη διερμηνεία, καθώς αυτοματοποιούν την εκτέλεση ενεργειών οι οποίες θα μπορούσαν να εκτελούνται από ανθρώπινο χειριστή. Στις περισσότερες γλώσσες σήμερα (π.χ. C/C++, C#, Java, Python) ακολουθούνται υβριδικές προσεγγίσεις, αναλόγως με το αν αποτελούν αυτόνομα περιβάλλοντα ανάπτυξης ή εντάσσονται σε κάποιο ευρύτερο σχεδιαστικό ή υπολογιστικό περιβάλλον.

12.4 Δομημένος προγραμματισμός

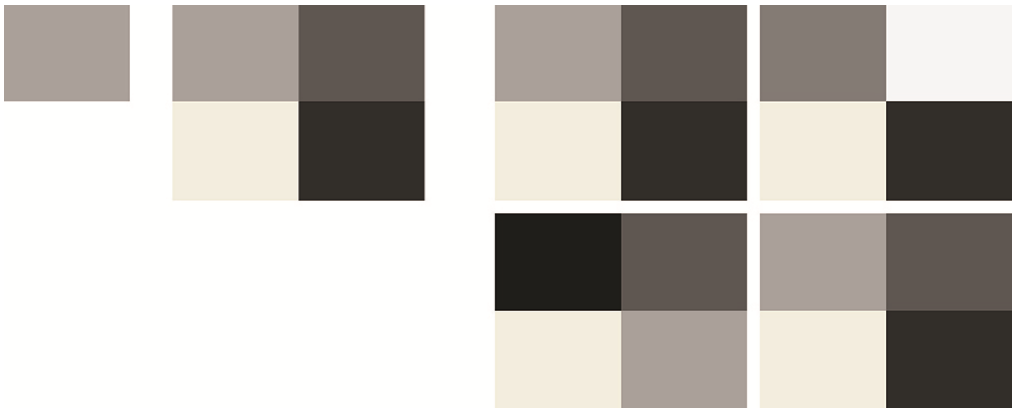
Αν θεωρήσουμε ότι ο προγραμματισμός είναι μια αφήγηση των εντολών που πρέπει να εκτελέσει ο υπολογιστής, για να λύσει ένα πρόβλημα, τότε ο δομημένος προγραμματισμός, που εγκαινιάστηκε με τη γλώσσα Pascal, είναι μια προσέγγιση κατά την οποία, πριν διατυπωθεί αυτή η αφήγηση, αναπτύσσεται μέσα

σε μια συνθετική δομή. Δηλαδή, αρχικά, το πρόβλημα προς επίλυση διασπάται σε μικρότερα υποπροβλήματα[59]. Για το κάθε υποπρόβλημα κωδικοποιείται ένας αλγόριθμος επίλυσης σε μια αυτόνομη μονάδα εντολών (διαδικασία). Στη συνέχεια, όλες οι αυτόνομες διαδικασίες συντίθενται αλγοριθμικά σε διάφορα επίπεδα βάθους (π.χ. εκεί όπου μια διαδικασία μπορεί να καλεί κάποια άλλη στο εσωτερικό της), για την επίλυση του συνολικού προβλήματος, παράγοντας το συνολικό πρόγραμμα.

Για να γίνει κατανοητή αυτή η δομή, ας εξετάσουμε τον *πίνακα #414* του Sol Le Witt, από τη συλλογή έργων *1200 Wall drawings* (βλέπε σχετική φωτογραφία). Μπορεί να εντοπίσει κανείς μια αρθρωτή οργάνωση, στην οποία ομαδοποιούνται τετράδες από τετράγωνα σε δύο διαφορετικά επίπεδα βάθους (δηλαδή, τετράδες τετράδων) και διατάσσονται σε έναν χώρο δύο διαστάσεων.

12.4.1 Αυτόνομες διαδικασίες

Στη δομή την οποία αναπτύσσει ο Le Witt διακρίνουμε τρεις επιμέρους δομές, οι οποίες παράγουν συνθετικά το συνολικό έργο: τη στοιχειώδη δομή που είναι το τετράγωνο, την τετράδα από τετράγωνα και την τετράδα από τετράδες τετραγώνων (Εικόνα 12.3).



Εικόνα 12.3 *Οι τρεις επιμέρους δομές που συνθέτουν το τελικό έργο.*

Εν συνεχεία, αναλύεται το παράδειγμα που μελετάμε, δηλαδή η προσομοίωση της δομής του πίνακα του Le Witt, με βάση τη γλώσσα Javascript[60]. Ο πηγαίος κώδικας του κάθε παραδείγματος παρατίθεται στο τέλος (βλέπε υποκεφάλαιο 12.11: *Παράρτημα κώδικα*), έτσι ώστε ο αναγνώστης να μπορεί να τον μεταφέρει και να πειραματιστεί σε κάποιο περιβάλλον διαδικτυακής ανάπτυξης (π.χ. Adobe Dreamweaver) ή κάποιον online editor για HTML (π.χ. στο W3Schools, Khan Academy).

Αν ορίσουμε μια αυτόνομη διαδικασία κώδικα που σχεδιάζει ένα τετράγωνο συγκεκριμένου μεγέθους, θέσης και χρώματος, έστω `draw_square(size, x,y,color)`, τότε μπορούμε να προσομοιώσουμε τη συνολική δομή του έργου τέχνης, καλώντας αυτήν τη διαδικασία τόσες φορές όσα και τα τετράγωνα της δομής μας, με τις κατάλληλες παραμέτρους για κάθε τετράγωνο (βλέπε Αλγόριθμο 12.4).

[59] Όπου το κάθε υποπρόβλημα μπορεί, με τη σειρά του, να διασπάται σε ακόμα μικρότερα υποπροβλήματα κ.ο.κ.

[60] Στην έκδοση του παρόντος σε μορφή ηλεκτρονικού βιβλίου ο κώδικας των παραδειγμάτων εκτελείται μέσα στο περιβάλλον του βιβλίου.

```
draw_square(50, 0, 0, "#000000");
draw_square(50, 50, 0, "#3C4040");
draw_square(50, 0, 50, "#9EA1A1");
draw_square(50, 50, 50, "#4C504F");
draw_square(50, 100, 0, "#000000");
…
```

Αλγόριθμος 12.4 *Διαδοχικές κλήσεις της αυτόνομης διαδικασίας που σχεδιάζει ένα τετράγωνο.*

Έτσι για να δημιουργήσουμε το ανάπτυγμα του πίνακα του Le Witt θα χρειαζόμασταν 24 x 16 = 384 κλήσεις της διαδικασίας draw_square. Στο υποκεφάλαιο 12.11: *Παράρτημα κώδικα*, ο αναγνώστης μπορεί να μεταφέρει το Παράδειγμα 1 – RECTANGLES σ' ένα αρχείο .html, να το εκτελέσει από κάποιον *διαδικτυακό φυλλομετρητή* (browser) και να δει το αποτέλεσμα της κλήσης της draw_square.

Η παραπάνω οργάνωση του προγράμματος, παρόλο που λειτουργεί και παράγει το επιθυμητό αποτέλεσμα, δεν ακολουθεί τις αρχές του δομημένου προγραμματισμού. Δηλαδή, δε διασπά επαρκώς το πρόβλημα σε υποπροβλήματα, εκμεταλλευόμενη την αρθρωτή δομή του ίδιου του προβλήματος (δηλαδή, του έργου τέχνης σ' αυτή την περίπτωση).

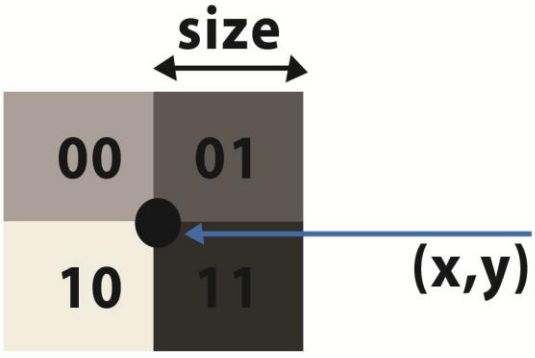
Έστω ότι ορίζουμε μια διαδικασία που χρησιμοποιεί την draw_square για να σχεδιάσει μια δομή τετράδας από τετράγωνα (Εικόνα 12.5 και Αλγόριθμος 12.5).

```
function draw_quad_square(size, x, y, color00, color01, color10, color11)
{
      draw_square(size, x-size/2,y+size/2, color00);
      draw_square(size, x+size/2, y+size/2, color01);
      draw_square(size, x-size/2, y-size/2, color10);
      draw_square(size, x+size/2, y-size/2, color11);

}
```

Αλγόριθμος 12.5 *Ορισμός της αυτόνομης διαδικασίας που σχεδιάζει μια τετράδα από τετράγωνα.*

Η κάθε τετράδα ορίζεται με βάση τη θέση του κέντρου της, το μέγεθος της πλευράς του κάθε τετραγώνου και το χρώμα του κάθε τετραγώνου (Εικόνα 12.4).



Εικόνα 12.4 *Μία δομή τετράδας τετραγώνων.*

Μπορούμε να καλέσουμε την draw_quad_square για να σχεδιάσουμε την τετράδα ως εξής:

```
draw_quad_square(50, 250,250,"#000000", "#3C4040", "#9EA1A1", "#000000");
```

Για την πλήρη ανάπτυξη της δομής του Le Witt θα χρειαζόμασταν 96 κλήσεις της draw_quad_square. Στο υποκεφάλαιο 12.11: *Παράρτημα κώδικα*, ο αναγνώστης μπορεί να μεταφέρει το Παράδειγμα 2 – QUAD_RECT σ' ένα αρχείο .html, να το εκτελέσει από κάποιον browser και να δει το αποτέλεσμα της κλήσης της draw_quad_square.

Δηλαδή, η δομημένη αυτή προσέγγιση οδηγεί σε ένα πρόγραμμα πολύ πιο σύντομο αλλά και εννοιολογικά πιο κοντά στο έργο. Επίσης, οι αυτόνομες διαδικασίες του (π.χ. σχεδιασμός τετράδων τετραγώνων) μπορούν να ενσωματωθούν και σε άλλα προγράμματα.

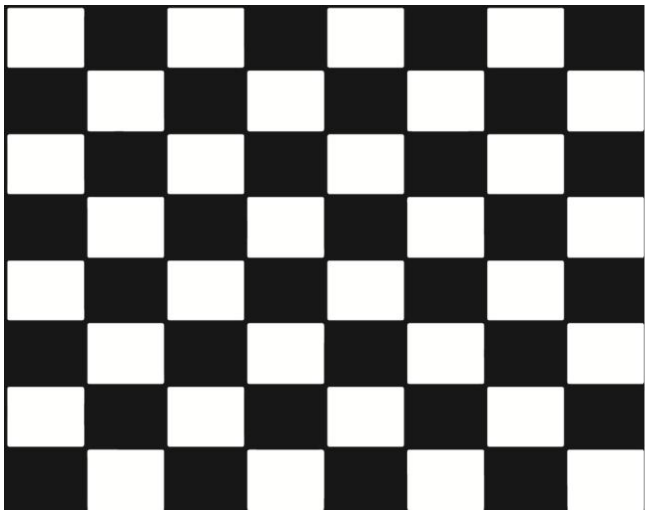
Αν, σ' ένα δεύτερο επίπεδο, ορίσουμε τη διαδικασία draw_quad_quad_square που σχεδιάζει τετράδες από τετράδες τετραγώνων, καλώντας την draw_quad_square, η οποία με τη σειρά της καλεί την draw_square, τότε προκύπτει ένα ακόμα πιο συμπυκνωμένο πρόγραμμα, με μια πιο εκλεπτυσμένη δομή και η ανάγκη κλήσεων για το ανάπτυγμα της δομής του Le Witt μειώνεται στις 24 κλήσεις.

Όλες οι παραπάνω προσεγγίσεις είναι ορθές, με την έννοια ότι εκτελούνται σωστά από τον υπολογιστή. Γενικά δηλαδή, η διαδικασία ανάλυσης του προβλήματος σε υποπροβλήματα και σύνθεσης μετά των αυτόνομων μονάδων κώδικα δεν είναι μονοσήμαντη, αλλά εναπόκειται στον δημιουργό του προγράμματος. Όμως, σε μεγάλης κλίμακας προγράμματα είναι προτιμότερες οι προσεγγίσεις οι οποίες αξιοποιούν στο μέγιστο βαθμό τις δυνατότητες δομημένου προγραμματισμού.

12.4.2 Εντολές ελέγχου ροής

Οι εντολές ελέγχου ροής δίνουν τη δυνατότητα ομαδοποίησης εντολών σε βρόχους και ορισμού εναλλακτικών επιλογών, με βάση λογικές συνθήκες.

Έστω ότι θέλουμε να αναπτύξουμε ένα πρόγραμμα που δημιουργεί έναν καμβά από 64 ασπρόμαυρα τετράγωνα, όπως στην Εικόνα 12.5.



Εικόνα 12.5 *Καμβάς από τετράγωνα.*

Με βάση τις διαδικασίες που αναπτύχθηκαν παραπάνω, μπορούμε είτε να καλέσουμε την draw_square 64 φορές, είτε να ορίσουμε συνθετότερες τετραδικές δομές που μειώνουν τις κλήσεις διαδικασιών.

Όμως, επειδή υπάρχει μεγάλη ομοιομορφία τόσο στο σχήμα, όσο και στο χρώμα των βασικών στοιχείων του καμβά, των τετραγώνων, που είναι άσπρα ή μαύρα, μπορούμε να εκμεταλλευτούμε τις εντολές ελέγχου ροής τις οποίες μας παρέχει ο δομημένος προγραμματισμός για να αναπτύξουμε την αφήγηση του κώδικά μας.

Οι κυριότερες εντολές ελέγχου ροής είναι οι *εντολές επιλογής* (if-then-else) και οι *βρόχοι επανάληψης* (loops). Οι δύο αυτές κατεξοχήν προγραμματιστικές δομές αποτελούν σημαντικά εκφραστικά εργαλεία, με τα οποία μπορεί ο καλλιτέχνης να πειραματιστεί τόσο σε επίπεδο παραγόμενης φόρμας (π.χ. βρόχοι παραγωγής

επαναλαμβανόμενων προτύπων γραφικών, όπως στους πίνακες του Vasarely), όσο και σε επίπεδο σεναρίου (π.χ. επιλογή χρώματος και σχεδιαστικού προτύπου, όπως στους κανόνες του Kandinsky ή επιλογές διαδρομής σ' ένα παιχνίδι με βάση τους κανόνες που ορίζει το σενάριο).

Με τις εντολές επιλογής (αναφέρονται επίσης και ως εντολές διακλάδωσης) μπορούμε να δημιουργούμε ιεραρχικές δομές επιλογής, στις οποίες το κλαδί εκτέλεσης επιλέγεται με βάση μια λογική συνθήκη. Αν η συνθήκη είναι *αληθής* (true), τότε εκτελούνται οι εντολές που περικλείει η `if`, αλλιώς δεν εκτελούνται και ο υπολογιστής (το πρόγραμμα) προχωράει στην επόμενη εντολή.

Σ' έναν βρόχο επανάληψης εκτελείται συνεχώς ένα σώμα εντολών, όσο είναι αληθής μια λογική συνθήκη. Όταν η συνθήκη γίνει `ψευδής` (false), τότε σταματάει η εκτέλεση του συγκεκριμένου σώματος εντολών και το πρόγραμμα συνεχίζει με την επόμενη εντολή. Ως δομή, ο βρόχος επανάληψης, αποτελεί τον κορμό πολλών προγραμμάτων που βασίζονται στην επανάληψη συγκεκριμένου σώματος εντολών. Αυτό το σώμα εντολών μπορεί να ελέγχεται από έναν κύριο βρόχο. Για παράδειγμα, σ' ένα διαδραστικό έργο, ο βρόχος μπορεί να διατηρεί το έργο σε μια κατάσταση αναμονής για κάποια δράση του διαδρώντα. Όταν αυτή συμβεί, το πρόγραμμα μπορεί να αντιδρά ανάλογα, με βάση εντολές επιλογής. Σύμφωνα με τη διατύπωση του Will Wright, θρυλικού δημιουργού των παιχνιδιών *Sim* «Playing the game is a continuous loop between the user (viewing the outcomes and inputting decisions) and the computer (calculating outcomes and displaying them back to the user)» (μετάφραση των συγγραφέων: «το παίξιμο του παιχνιδιού είναι ένας διαρκής βρόχος ανάμεσα στον χρήστη (ο οποίος βλέπει τα αποτελέσματα και εισάγει στον υπολογιστή τις αποφάσεις του) και τον υπολογιστή (που υπολογίζει τα αποτελέσματα και τα παρουσιάζει στον χρήστη)») (βλέπε [17] και [16], κεφάλαιο 5: *The Forms*, υποκεφάλαιο "Data and Algorithm").

Στην περίπτωση του καμβά με τα ασπρόμαυρα τετράγωνα, μπορούμε να συνδυάσουμε εντολές επιλογής και βρόχους, για να αποφύγουμε την επαναληπτική, σειριακή διαδικασία σχεδιασμού κάθε τετραγώνου. Μια προσέγγιση θα ήταν να ορίσουμε μια διαδικασία που σχεδιάζει τετράγωνα κατά μήκος μίας σειράς και να την καλέσουμε 8 φορές (από σειρά 0 έως και 7), όπως φαίνεται παρακάτω (Αλγόριθμος 12.6).

```
drawRow(0);
drawRow(1);
drawRow(2);
drawRow(3);
drawRow(4);
drawRow(5);
drawRow(6);
drawRow(7);

function drawRow(which_row) {

       for (j = 0; j < 8; j++) {
        if(which_row % 2 ==0)
            if(j % 2 == 0) ctx.fillStyle="#000000";
                  else ctx.fillStyle="#FFFFFF";
                    else
            if(j % 2 == 0) ctx.fillStyle="#FFFFFF";
                  else ctx.fillStyle="#000000";
     ctx.fillRect(j * 60, which_row*60, 60, 60);
       }
     }
```

Αλγόριθμος 12.6 *Διαδικασία σχεδιασμού σειράς τετραγώνων.*

Στο υποκεφάλαιο 12.11: *Παράρτημα κώδικα*, ο αναγνώστης μπορεί να μεταφέρει το Παράδειγμα 3 – QUAD_BOARD_LOOP_RAW σ' ένα αρχείο .html, να το εκτελέσει από κάποιον browser και να δει το αποτέλεσμα της κλήσης της drawRaw.

Η εντολή drawRaw εκμεταλλεύεται υπολογιστικά τόσο τη γειτνίαση των τετραγώνων και τις σχετικές τους θέσεις, οι οποίες ορίζονται σε συνάρτηση και με το μέγεθός τους, όσο και την εναλλαγή μεταξύ των δύο χρωμάτων η οποία συμβαίνει τόσο σε συνεχόμενα τετράγωνα, όσο και κατά την αλλαγή σειράς. Ο βρόχος

`for` διατρέχει μια οριζόντια σειρά τετραγώνων (το `j` αντιστοιχεί σε τιμές από 0 έως και 7) και στέκεται σε κάθε τετράγωνο ελέγχοντας, μέσω των εντολών επιλογής `if`, αν το τετράγωνο ανήκει σε μονή ή ζυγή σειρά (αν η λογική συνθήκη `which_row % 2 ==0` είναι αληθής ή ψευδής) και, αντίστοιχα, αν ανήκει σε μονή ή ζυγή στήλη (αν η λογική συνθήκη `j % 2 ==0` είναι αληθής η ψευδής), ούτως ώστε να γίνει η εναλλαγή του χρώματος.

Παρατηρούμε στην εντολή drawRaw τις φωλιασμένες εντολές επιλογής if. Είναι δυνατό να ορίσουμε και φωλιασμένους βρόχους for. Στην περίπτωση που εξετάζουμε, μια δομή φωλιασμένου βρόχου θα μας έδινε ακόμα πιο σύντομο και πιο συμπυκνωμένο κώδικα, όπως φαίνεται ακολούθως (Αλγόριθμος 12.7):

```
drawBoard();

function drawBoard() {

     for (i = 0; i < 4; i++) {
       for (j = 0; j < 8; j++) {
      if(j % 2 == 0)
           pos_x = 60;
      else pos_x =0;
          ctx.fillRect(i * 120 + pos_x, j * 60, 60, 60);
       }
      }
     }
```

Αλγόριθμος 12.7 *Δομή φωλιασμένου βρόχου για το σχεδιασμό του καμβά τετραγώνων.*

Στο υποκεφάλαιο 12.11: *Παράρτημα κώδικα*, ο αναγνώστης μπορεί να μεταφέρει το Παράδειγμα 4 – QUAD_ BOARD_NESTED_LOOP σ' ένα αρχείο .html, να το εκτελέσει από κάποιον browser και να δει το αποτέλεσμα. Έχει ενδιαφέρον να μελετήσει κανείς όλα τα ενδιάμεσα βήματα και να καταγράψει όλα τα επιμέρους αποτελέσματα που παράγονται, προσομοιώνοντας τον τρόπο που θα διάβαζε ο υπολογιστής το πρόγραμμα. Έτσι, μπορεί να αποκωδικοποιήσει αντίστροφα τον τρόπο που η αλγοριθμική σκέψη κωδικοποιείται σ' ένα πρόγραμμα.

Οι βρόχοι μπορούν να οριστούν και με άλλους τρόπους, όπως για παράδειγμα με τη σύνταξη `repeat…until`, ή τη `do…while`. Ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει σχετικώς σε κάποιο εγχειρίδιο γλώσσας προγραμματισμού.

Επίσης, σε σχέση με τις εντολές επιλογής, έχει ενδιαφέρον να επισημάνουμε τη δυνατότητα ορισμού «άπειρων» επιπέδων και συνδυασμούς φωλιασμένων `if` (βλέπε Αλγόριθμο 12.8).

```
if...
       if…
       else if…
      if…
      else if…
            if…
                  if…
      else if…
      else…
else if…
…
```

Αλγόριθμος 12.8 *Ορισμός «άπειρων» επιπέδων φωλιασμένων* `if`.

Αυτή η δυνατότητα απεριόριστων επιπέδων *εμφώλευσης* (encapsulation) μπορεί να αξιοποιηθεί για την ανάπτυξη δενδροειδών πολυσεναρίων διάδρασης, π.χ. συστήματα ερωταπαντήσεων ανθρώπου-υπολογιστή, διαδραστικό βίντεο, σημασιολογία σύνθετων κινήσεων διάδρασης με βάση απλούστερες. Επίσης, οι εντολές επιλογής μπορούν να αξιοποιηθούν για τον ορισμό των μεταβάσεων μεταξύ επιπέδων (π.χ. πίστες σε παιχνίδια).

12.5 Μεταβλητές και δεδομένα

Μια *μεταβλητή* (variable) στην ουσία αντιστοιχεί σε μια σειρά θέσεων μνήμης στον υπολογιστή οι οποίες δεσμεύονται για την αποθήκευση και διαχείριση των *δεδομένων* (data) τα οποία αντιστοιχούν στην μεταβλητή κατά τη ροή του προγράμματος. Στις περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού, οι μεταβλητές δηλώνονται στην αρχή του προγράμματος, δηλαδή, τους δίνεται ένα όνομα από τον προγραμματιστή καθώς και ο τύπος των δεδομένων τα οποία καλείται να διαχειριστεί.

Στα παραπάνω παραδείγματα με τον ασπρόμαυρο καμβά, οι οντότητες `i, j, which_row, pos_x` αποτελούν μεταβλητές[61]. Αποθηκεύουν διάφορες τιμές κατά την εκτέλεση του προγράμματος, εξυπηρετώντας τη ροή του. Στην ουσία, διαχειρίζονται τα δεδομένα που επεξεργάζεται το πρόγραμμα, γι' αυτό το όνομά τους συνήθως επιλέγεται, ώστε να είναι σχετικό με το ρόλο τους στο πρόγραμμα. Οι μεταβλητές που λειτουργούν για να ορίσουν τα βήματα ενός βρόχου πολύ συχνά ονοματίζονται με ένα γράμμα (π.χ. i ή j).

Όπως προαναφέρθηκε, ο σχεδιασμός του προγράμματος που αναπαριστά τον νοητό κόσμο του καλλιτεχνικού έργου απαιτεί δύο απαραίτητα συστατικά, τον αλγόριθμο και τα δεδομένα. Ισχύει η σχέση:

```
Πρόγραμμα  = Αλγόριθμος + Δομές δεδομένων
```

Δηλαδή, ένα πρόγραμμα διαβάζει δεδομένα, εκτελεί έναν αλγόριθμο και παράγει νέα δεδομένα ή μετασχηματίζει τα αρχικά. Τα αρχικά δεδομένα ονομάζονται δεδομένα εισόδου, ενώ τα δεδομένα που προκύπτουν από την επενέργεια του προγράμματος ονομάζονται δεδομένα εξόδου.

Τα δεδομένα αναπαριστούν οποιοδήποτε ποσοτικοποιήσιμο και μετρήσιμο μέγεθος (π.χ. πληθυσμός, θερμοκρασία, συντεταγμένες στον χώρο, κ.ά.) ή έννοια την οποία επεξεργάζεται ο αλγόριθμος (κινήσεις σώματος ή εκφράσεις προσώπου, λέξεις, λογικές συνθήκες…).

12.5.1 Δομές δεδομένων

Η έννοια της *δομής δεδομένων* (data structure) αναφέρεται στους διαφορετικούς δυνατούς τρόπους οργάνωσης και αποθήκευσης των δεδομένων, ώστε αυτά να μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποδοτικά από τον αλγόριθμο. Για μια πλήρη εικόνα, σχετικά με τις δομές δεδομένων, ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει σε επιστημονικά βιβλία όπως το [18] και το [25]. Παραδείγματα δομών δεδομένων είναι οι λίστες, οι γράφοι και τα δέντρα, που θα εξετάσουμε στη συνέχεια.

Ο Lev Manovich στο βιβλίο του *The Lanuage of New Media* [16], στο κεφάλαιο 5: *The Forms*, υποκεφάλαιο: "Data and Algorithm" αναφέρει:

«Algorithms and data structures have a symbiotic relationship. The more complex the data structure of a computer program, the simpler the algorithm needs to be, and vice versa. Together, data structures and algorithms are two halves of the ontology of the world according to a computer» (μετάφραση των συγγραφέων: «Οι αλγόριθμοι και οι δομές δεδομένων έχουν μια συμβιωτική σχέση. Όσο πιο σύνθετη είναι η δομή δεδομένων ενός προγράμματος υπολογιστή, τόσο πιο απλός πρέπει να είναι ο αλγόριθμος, και αντιστρόφως. Οι δομές δεδομένων και οι αλγόριθμοι αποτελούν μαζί τα δύο συμπληρωματικά στοιχεία της οντολογίας του κόσμου από τη σκοπιά του υπολογιστή.»).

[61] Στις περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού είναι απαραίτητη η δήλωση μιας μεταβλητής πριν από τη χρήση της με χρήση της λέξης κλειδί var, καθώς και η δέσμευσή της με κάποιον τύπο δεδομένων, για παράδειγμα ακέραιοι αριθμοί, χαρακτήρες, λέξεις, λίστες ομοειδών στοιχείων. Η Javascript δεν είναι τόσο αυστηρή γλώσσα, οπότε επιτρέπει την παράλειψη της δήλωσης μιας μεταβλητής, παρόλο που δεν αποτελεί καλή πρακτική στον προγραμματισμό.

Η δυσκολία ανάπτυξης ενός προγράμματος έγκειται στη σύλληψη της αναπαράστασης εκείνης των δομών δεδομένων και του αλγορίθμου, η οποία είναι ικανή να λύσει το πρόβλημα στη γλώσσα του υπολογιστή, με τον ακριβέστερο και αποδοτικότερο τρόπο. Μια άλλη δυσκολία είναι να διατυπωθούν τα βήματα του αλγορίθμου με ακρίβεια, έτσι ώστε ο υπολογιστής να μπορεί να τα καταλάβει ακριβώς.

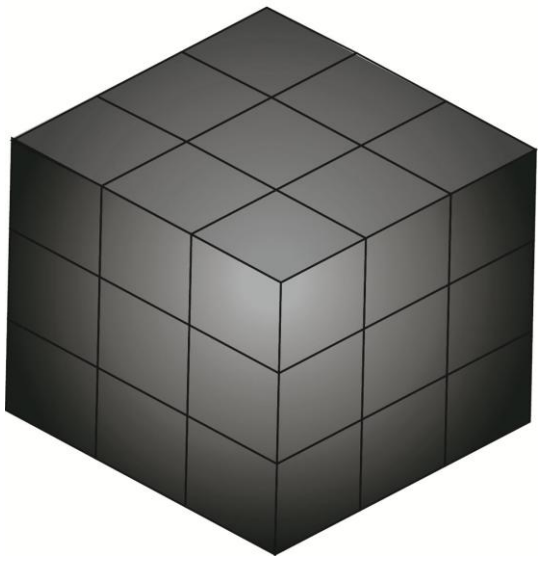
Μια απλή δομή δεδομένων μπορεί να αποτυπώνει τιμές μεγεθών (π.χ. βάρος, ύψος, θερμοκρασία) και στον προγραμματισμό αναπαρίσταται ως μια μεταβλητή αριθμητικού τύπου ή τύπου χαρακτήρα (ή σειράς χαρακτήρων).

Μια σύνθετη δομή δεδομένων δημιουργείται από ομάδες τιμών που συνδέονται μεταξύ τους με κάποια σχέση, όπως π.χ. η σχέση διάταξης, στην οποία για κάθε τιμή μπορεί είναι γνωστή η προηγούμενη και η επόμενή της ανά πάσα στιγμή, κατά την εκτέλεση του προγράμματος. Ένα παράδειγμα διατεταγμένων τιμών είναι οι μέρες της βδομάδας, οι μήνες, οι ακέραιοι αριθμοί ή τα ονόματα που είναι αλφαβητικά ταξινομημένα σ' έναν κατάλογο.

Όλες οι γλώσσες προγραμματισμού παρέχουν τα εργαλεία για τον ορισμό δομών οργάνωσης διατεταγμένων τιμών, όπως οι πίνακες, οι λίστες. Για παράδειγμα, η δομή λίστας με τις ακόλουθες τιμές `L = {31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31}` θα μπορούσε να κωδικοποιεί τον αριθμό των ημερών του κάθε μήνα. Συνήθως, σε δομές διάταξης τιμών στον προγραμματισμό, η αρίθμησή τους ξεκινάει από το μηδέν και όχι από το ένα[62]. Δηλαδή, `L[0] = 31, L[1] = 28, L[2] = 31`, κ.ο.κ. Η διάταξη αυτή μας δίνει απευθείας πρόσβαση στον αντίστοιχο μήνα (π.χ. ο 2ος στη σειρά, που αντιστοιχεί στη θέση 1 της λίστας, είναι ο Φεβρουάριος).

12.5.1.1 Πίνακες

Είναι δυνατός ο ορισμός μονοδιάστατων, δισδιάστατων ή και πολυδιάστατων δομών διατεταγμένων τιμών που ονομάζονται *πίνακες* (arrays). Η δομή αυτή είναι πολύ ισχυρή εκφραστικά και χρησιμοποιείται για τη διαχείριση δεδομένων, τα οποία έχουν σχέση με πληροφορίες κειμένου, με αριθμητικά δεδομένα ή με δεδομένα που σχετίζονται με τα γραφικά. Ένας δισδιάστατος πίνακας θα μπορούσε να αποθηκεύει πληροφορίες για κάθε pixel μιας ψηφιακής εικόνας, ενώ ένας τρισδιάστατος πίνακας θα μπορούσε να διαχειρίζεται τα σημεία στον τρισδιάστατο χώρο, όπου αναπτύσσονται κάποιες στοιχειώδεις δομές (π.χ. οι κύβοι στην Εικόνα 12.6). Ο ασπρόμαυρος καμβάς του παραπάνω παραδείγματος θα μπορούσε να αναπαρασταθεί μέσω ενός δισδιάστατου πίνακα.



Εικόνα 12.6 *Τρισδιάστατος κύβος από επιμέρους κύβους.*

[62] Αυτό φάνηκε και στα παραδείγματα κώδικα που αναπτύξαμε παραπάνω.

Η έννοια των διαστάσεων στους πίνακες δεν περιορίζεται μόνο σε οπτικά αναπαραστάσιμες οντότητες, γιατί στην περίπτωση αυτή θα μπορούσαμε να ορίσουμε το πολύ 4 διαστάσεις (τρισδιάστατος χώρος + χρόνος). Αντιθέτως, ένας πολυδιάστατος πίνακας σ' ένα πρόγραμμα θα μπορούσε να αναπαριστά αφηρημένες έννοιες όπως καταστάσεις ή μαθηματικές ποσότητες.

Η δομή του κάθε πίνακα, συνολικά, χαρακτηρίζεται από τον αριθμό των διαστάσεών του καθώς και από τον αριθμό στοιχείων σε κάθε διάσταση, ενώ η αναφορά σε κάθε στοιχείο ενός πίνακα γίνεται μέσω ενός συνδυασμού τιμών ο οποίος προκύπτει από κάθε διάσταση του πίνακα. Για παράδειγμα, έστω ένας δισδιάστατος πίνακας με όνομα myArray, διαστάσεων 4 x 4[63]. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 12.2, κάθε στοιχείο του πίνακα χαρακτηρίζεται με μοναδικό τρόπο από μια δυάδα τιμών. Η μία τιμή ορίζει τη γραμμή και η άλλη τη στήλη στην οποία ανήκει το στοιχείο. Δηλαδή, το στοιχείο `myArray[0,0]` είναι το επάνω αριστερά στοιχείο, ενώ το `myArray[3,3]` είναι το κάτω δεξιά, δηλαδή το στοιχείο που βρίσκεται στην τέταρτη γραμμή και τέταρτη στήλη του πίνακα. Για τα στοιχεία που ανήκουν σε κάποια διαγώνιο του πίνακα, ισχύει `i=j`. Επισημαίνεται ότι η αρίθμηση των γραμμών και των στηλών του πίνακα ξεκινάει από το 0.

Για να αναθέσουμε μία τιμή σ' ένα στοιχείο του πίνακα χρησιμοποιούμε τη σύνταξη `myArray[i,j] = <τιμή>;` δηλαδή `myArray[2,1] = 7;`

00	01	02	03
10	11	12	13
20	21	22	23
30	31	32	33

Σχήμα 12.2 *Δισδιάστατος πίνακας. Απεικονίζονται, για κάθε στοιχείο, οι συντεταγμένες του μέσα στον πίνακα, εν προκειμένω η γραμμή και η στήλη του πίνακα.*

Για τη σάρωση όλων των στοιχείων ενός πίνακα αξιοποιούνται, κυρίως, οι βρόχοι επανάληψης. Εν προκειμένω, οι βρόχοι μπορεί να είναι απλοί ή φωλιασμένοι σε βαθμό ανάλογο της διάστασης του πίνακα. Για παράδειγμα, έστω ο μονοδιάστατος πίνακας myWords με μια σειρά λέξεων. Για να τυπώσουμε όλες τις λέξεις στη σειρά και να σχηματίσουμε τη φράση, πρέπει να διατρέξουμε όλο τον πίνακα, όπως στο παρακάτω παράδειγμα (βλέπε διαδικασία printThePhrase στον Αλγόριθμο 12.9).

```
var myWords = ["To", "be", "or", "not", "to", "be"];

printThePhrase();

function myText(myText, x, y, myFont)
{
```

[63] Δεν είναι υποχρεωτικό κάθε διάσταση ενός πίνακα να έχει τον ίδιο αριθμό στοιχείων με τις άλλες.

```
	ctx.font = myFont;
	ctx.fillText(myText,x,y);
}

function printThePhrase()
{
	var counter = 0;
	while(counter < myWords.length) {
		myText(myWords[counter], 100+counter *50, 250, "30px Arial");
		counter++;
	}
}
```

Αλγόριθμος 12.9 *Δομή βρόχου που διατρέχει τον πίνακα και εκτυπώνει κάθε λέξη στην οθόνη, ούτως ώστε να σχηματιστεί η φράση.*

Στο υποκεφάλαιο 12.11: *Παράρτημα κώδικα*, ο αναγνώστης μπορεί να μεταφέρει το Παράδειγμα 5 – ONE_DIM_ARRAY σ' ένα αρχείο .html, να το εκτελέσει από κάποιον browser και να δει το αποτέλεσμα της κλήσης της printthePhrase.

12.5.1.2 Γράφοι και δέντρα

Μια άλλη σημαντική δομή, η οποία ανήκει στην κατηγορία των λεγόμενων *αφηρημένων δομών δεδομένων* (abstract data type), είναι ο γράφος και το δέντρο ως υποκατηγορία του *γράφου* (graph). Ένας γράφος ορίζεται ως ένα σύνολο κόμβων και ένα σύνολο ακμών οι οποίες συνδέουν τους κόμβους μεταξύ τους.

Έστω G=(V, E), όπου

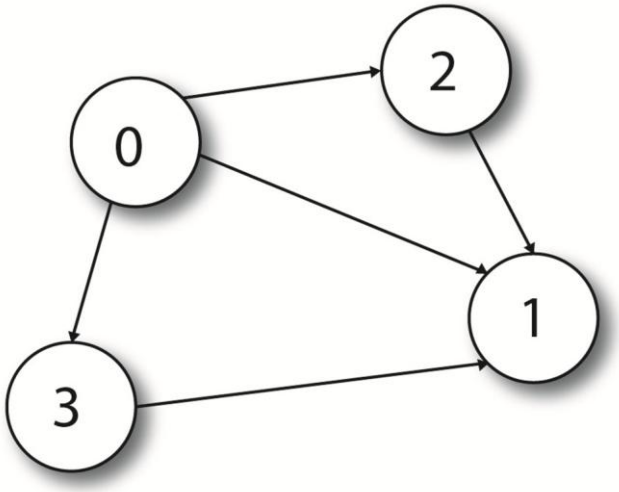
V: το σύνολο των κόμβων (στα αγγλικά vertices/nodes/points)

E: σύνολο των ακμών (στα αγγλικά edges/arcs/lines). Οι ακμές μπορεί να είναι κατευθυνόμενες και μη κατευθυνόμενες ακμές (directed/undirected). Για παράδειγμα, έστω ο κατευθυνόμενος γράφος

V={0,1,2, 3}

E={(0,1), (0,2), (0,3), (2,1), (3,1)}

Η οπτική απεικόνιση του γράφου αυτού φαίνεται στο Σχήμα 12.3.



Σχήμα 12.3 *Παράδειγμα κατευθυνόμενου γράφου.*

Υπάρχουν γράφοι με βάρη στις ακμές τους. Τα βάρη αυτά μπορεί να αναφέρονται σε μεγέθη όπως βάρος, απόσταση, μήκος, χρόνο, κόστος, χωρητικότητα κ.ά. και μπορεί να έχουν και αρνητικές τιμές.

Πάνω σε μια δομή γράφου μπορούν να οριστούν έννοιες, όπως:

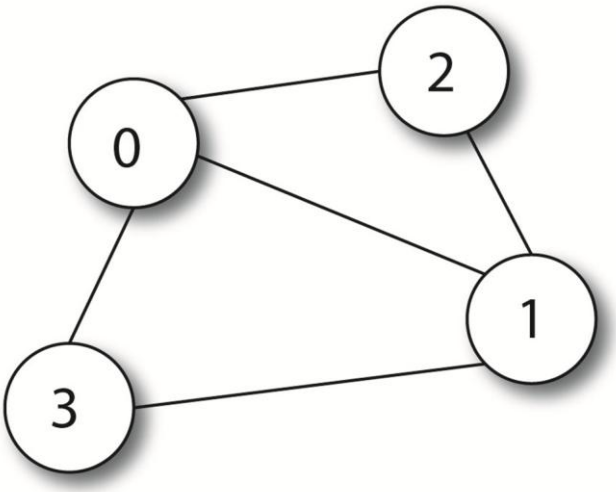
- Γειτονικοί κόμβοι: Είναι οι κόμβοι οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους με κάποια ακμή.
- Μονοπάτι ή διαδρομή από έναν κόμβο α σε κόμβο β: Μια ακολουθία γειτονικών κόμβων που ξεκινάει από τον α και καταλήγει στον β.
- Απλή διαδρομή: Ένα μονοπάτι του οποίου όλοι οι κόμβοι είναι διαφορετικοί.
- Κύκλος: Ένα απλό μονοπάτι το οποίο ξεκινά και τελειώνει με ίδιο κόμβο.
- Ελάχιστο μονοπάτι: Στους γράφους με βάρη, το μονοπάτι από έναν κόμβο σ' έναν άλλο με το μικρότερο συνολικό βάρος αναφέρεται ως ελάχιστο μονοπάτι.

Ένας τρόπος για να αναπαραστήσουμε έναν κατευθυνόμενο γράφο μέσα σ' ένα πρόγραμμα είναι μέσω ενός δισδιάστατου πίνακα (πίνακα γειτνίασης), στον οποίο κάθε στοιχείο `[i j]` έχει τιμή 0, αν δεν υπάρχει σύνδεση από τον κόμβο `i` στον `j`, ενώ έχει τιμή 1, αν υπάρχει. Δηλαδή, ο παραπάνω γράφος μπορεί να αναπαρασταθεί με τον εξής πίνακα (Σχήμα 12.4):

0	1	1	1
0	0	0	0
0	1	0	0
0	1	0	0

Σχήμα 12.4 *Ο πίνακας γειτνίασης που αναπαριστά τον κατευθυνόμενο γράφο του σχήματος 12.3.*

Ένας μη κατευθυνόμενος γράφος φαίνεται στο Σχήμα 12.5.



Σχήμα 12.5 *Παράδειγμα μη κατευθυνόμενου γράφου.*

Σ’ έναν μη κατευθυνόμενο γράφο δεν έχει σημασία η φορά της σύνδεσης. Ένας τέτοιος γράφος μπορεί να αναπαρασταθεί πάλι μέσω ενός πίνακα, ο οποίος είναι συμμετρικός (δηλαδή το στοιχείο `[i,j]` έχει την ίδια τιμή με το `[j,i]`) (Σχήμα 12.6).

0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	0	0

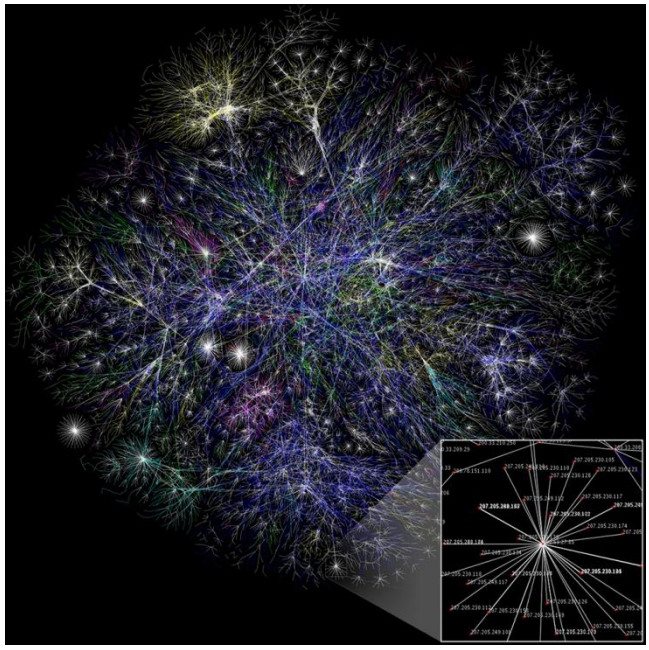
Σχήμα 12.6 *Ο συμμετρικός πίνακας γειτνίασης που αναπαριστά τον γράφο του σχήματος 12.5.*

Στην περίπτωση της αναπαράστασης με πίνακα γειτνίασης των γράφων με λίγες συνδέσεις και των μη κατευθυνόμενων γράφων, αποθηκεύεται πλεονάζουσα πληροφορία (δηλαδή δύο φορές η τιμή για κάθε σύνδεση `(i,j)` μέσω των στοιχείων `[i,j]` και `[j,i]`). Αυτό, γενικά, δεν είναι μια επιθυμητή κατάσταση στον σχεδιασμό μιας δομής δεδομένων (αλλά κι ενός αλγορίθμου). Για την περίπτωση των μη κατευθυνόμενων γράφων υπάρχουν εναλλακτικές προσεγγίσεις, όπως οι λίστες γειτνίασης, αλλά η ανάπτυξή τους ξεφεύγει από τους σκοπούς αυτού του βιβλίου.

Αξίζει να επισημανθεί, ωστόσο, ότι η έρευνα που αφορά τον σχεδιασμό δομών δεδομένων (και αλγορίθμων) στρέφεται προς την κατεύθυνση της εύρεσης εκλεπτυσμένων λύσεων οι οποίες αξιοποιούν με βέλτιστο τρόπο τους πόρους του υπολογιστή και προσδίδουν μια ποιότητα τόσο στον αλγόριθμο όσο και στο παραγόμενο πρόγραμμα. Η προσέγγιση αυτή αφορά την αισθητική και του αλγορίθμου αλλά και του προγράμματος.

Οι γράφοι χρησιμοποιούνται για να μοντελοποιήσουν προβλήματα σε δομές όπως αυτή του δικτύου, με τη γενικότερη έννοια των διασυνδεδεμένων οντοτήτων, (π.χ. τηλεπικοινωνιακά ή οδικά δίκτυα, νευρωνικά δίκτυα, δίκτυα πρωτεϊνών, χημικές ενώσεις, κοινωνικά δίκτυα). Εξάλλου, η θεωρία γραφημάτων εγκαινιάστηκε με την επίλυση του προβλήματος των 7 γεφυρών του Königsberg, από τον Leonhard Euler. Εκεί, οι κάτοικοι ζητούσαν από τους περαστικούς να βρουν έναν τρόπο να κάνουν μια βόλτα στην πόλη τους και να επιστρέψουν στο σημείο απ΄ όπου ξεκίνησαν, περνώντας και από τις επτά γέφυρες μόνο μία φορά [1].

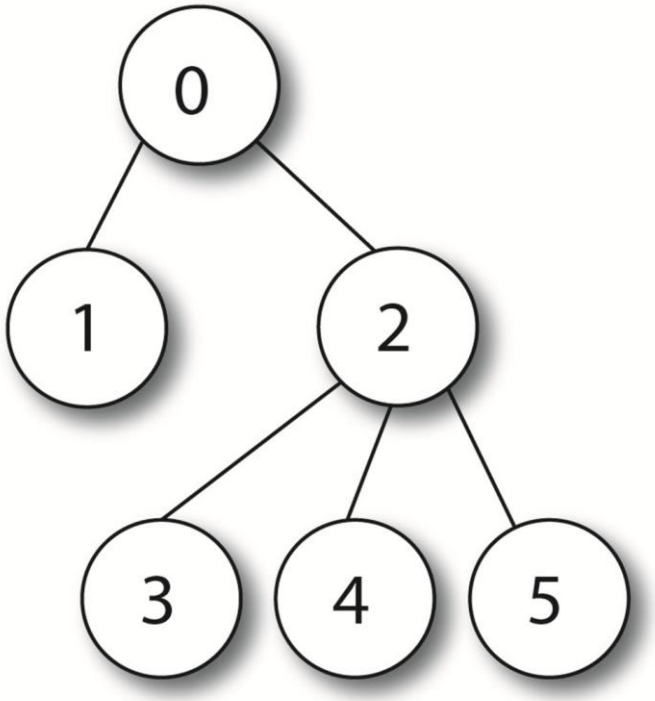
Ο Παγκόσμιος Ιστός με τους υπερσυνδέσμους του μπορεί να θεωρηθεί ένας τεράστιος γράφος. Μια απόπειρα οπτικοποίησής του έγινε από το *Opte project* του Barrett Lyon, 2003 (http://www.opte.org/). Στην Εικόνα 12.7 φαίνεται ένα στιγμιότυπο. Φιλοξενείται στην on-line συλλογή του Μουσείου Μοντέρνας Τέχνης της Νέας Υόρκης (MoMA).



Εικόνα 12.7 *Ο Παγκόσμιος Ιστός ως ένας τεράστιος γράφος. Στιγμιότυπο από το Opte project [πηγή: wikimedia commons, άδεια χρήσης: Creative Commons Αναφορά προέλευσης 2.5 Γενική].*

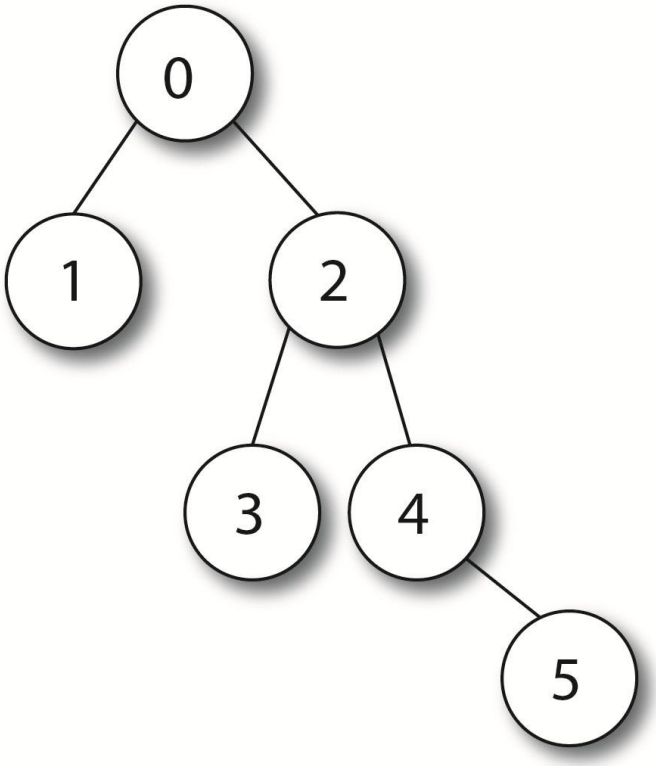
Ένα συνηθισμένο πρόβλημα της θεωρίας των γράφων είναι αυτό της *εύρεσης μονοπατιών* μεταξύ κόμβων (path finding) και, ιδίως, των *συντομότερων μονοπατιών* (shortest path), δηλαδή το πρόβλημα της εύρεσης μιας διαδρομής μεταξύ δύο κόμβων σε έναν γράφο, έτσι ώστε το άθροισμα των βαρών να ελαχιστοποιείται (π.χ. εύρεση της συντομότερης διαδρομής από μια GPS συσκευή ή πλοήγηση στο Google Maps). Είναι γνωστοί οι αλγόριθμοι του Dijkstra και ο A*. Οι αλγόριθμοι εύρεσης μονοπατιού αξιοποιούνται για την ανάπτυξη διαδρομών σε παιχνίδια και εικονικούς χώρους από αυτόνομους εικονικούς χαρακτήρες (http://arongranberg.com/astar/).

Η δομή του δέντρου είναι υποκατηγορία μη κατευθυνόμενου γράφου στον οποίο δύο οποιοιδήποτε κόμβοι συνδέονται με ένα και μόνο απλό μονοπάτι (Σχήμα 12.7).



Σχήμα 12.7 *Παράδειγμα δέντρου .*

Τα δυαδικά δέντρα είναι δέντρα των οποίων κάθε κορυφή έχει το πολύ δύο παιδιά (Σχήμα 12.8).



Σχήμα 12.8 *Παράδειγμα δυαδικού δέντρου.*

Τα δέντρα, ως ειδική κατηγορία γράφων, αξιοποιούνται για την αναπαράσταση δομών δικτύων, ενώ διάφορες παραλλαγές τους χρησιμοποιούνται σε αλγορίθμους ταξινόμησης και αναζήτησης (π.χ. στις μηχανές αναζήτησης [6].

Για μια πλήρη εικόνα σε σχέση με τους γράφους και γενικά τις δομές δεδομένων, ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει σε επιστημονικά βιβλία όπως το [1].

Γιατί οι δομές δεδομένων έχουν ενδιαφέρον για έναν καλλιτέχνη; Ας πάρουμε ως υπόθεση εργασίας τη δομή των γράφων που εξετάσαμε πιο διεξοδικά. Η οπτικοποίηση δομών γράφων είναι μια «προφανής» κατεύθυνση διερεύνησης για έναν καλλιτέχνη, καθώς παράγει ενδιαφέρουσες αισθητικά εικόνες.

Σε σχέση με το πολυσενάριο ενός διαδραστικού έργου ή παιχνιδιού, η δομή του γράφου μπορεί να αξιοποιηθεί για τις διάφορες μεταβάσεις (π.χ. μεταξύ πιστών στα παιχνίδια), με τους κόμβους να αποτελούν τα σημεία λήψης αποφάσεων και τις ακμές να δίνουν τις δυνατές επιλογές. Μ' αυτήν τη λογική αναπτύχθηκε το έργο *Επιλογή in Crisis* (πληροφορίες στο http://mastergrfr.tumblr.com/).

Ο αναγνώστης μπορεί να βρει αντίστοιχα παραδείγματα και να πειραματιστεί επιτόπου με τη γλώσσα Processing μέσω του ιστότοπου της, αλλά και με τη γλώσσα Javascript μέσω των εκπαιδευτικών ιστοτόπων *W3Schools* και *Khan Academy*.

12.6 Ενδιαφέρουσες προγραμματιστικές έννοιες

Ο προγραμματισμός, παρόλο που είναι μια ντετερμινιστική διαδικασία, μπορεί ποικιλοτρόπως να δώσει την αίσθηση του απρόβλεπτου και να προκαλέσει την έκπληξη. Η έκθεση ενός αλγορίθμου σε μεγαλύτερο εύρος δεδομένων (π.χ. με παραγωγή τυχαίων τιμών) ή στο αντίστροφο πεδίο τιμών (π.χ. λάθος τιμές), σε σχέση με την αρχική του σχεδίαση, μπορεί να είναι αιτία για μη προσδοκώμενα αποτελέσματα. Επίσης, μια διαδικασία μέσω των αναδρομικών κλήσεων στον εαυτό της μπορεί να ξεδιπλώσει απείρως περίπλοκες δομές (π.χ. που οπτικοποιούνται ως μορφοκλασματικές γεωμετρίες). Αυτές οι τρεις έννοιες, του τυχαίου, του λάθους και της αναδρομής εξετάζονται συνοπτικά παρακάτω.

12.6.1 Η έννοια του τυχαίου

Στον προγραμματισμό η έννοια του τυχαίου προσομοιώνεται κατά προσέγγιση μέσω κάποιου αλγόριθμου που λειτουργεί ως γεννήτρια αριθμών οι οποίοι δεν ακολουθούν κάποιο προφανές πρότυπο, δηλαδή είναι μη προβλέψιμοι από έναν άνθρωπο. Στην πραγματικότητα, οι αριθμοί αυτοί δεν μπορούν να είναι εντελώς τυχαίοι αλλά ψευδοτυχαίοι.

Η κάθε γλώσσα προγραμματισμού παρέχει τη δυνατότητα παραγωγής τυχαίων αριθμών, συνήθως μέσω μιας function που ονομάζεται random ή rand. Η function αυτή συνήθως καλείται με 2 παραμέτρους εισόδου που καθορίζουν το εύρος τιμών μέσα στο οποίο θα ανήκει ο παραγόμενος αριθμός, δηλαδή random (low, high). Για παράδειγμα, η κλήση random (-5, 10.2) επιστρέφει έναν αριθμό του οποίου η τιμή βρίσκεται ανάμεσα στις 2 αυτές τιμές. Καθένας από τους αριθμούς αυτούς μπορεί να κωδικοποιεί μια έννοια του προγράμματος, όχι απαραίτητα αριθμητική (π.χ. μια πίστα παιχνιδιού, ένα οπτικοακουστικό στοιχείο από μια βάση δεδομένων, ένα πρότυπο σχεδίασης).

Η εκφραστικότητα μιας γεννήτριας τυχαίων αριθμών μπορεί να αφορά τόσο ένα πολυσενάριο (π.χ. τυχαία επιλογή πιθανών διαδρομών, προσομοίωση διαδικασίας ριξίματος ζαριού με στόχο τη λήψη μιας απόφασης), όσο και την παραγόμενη φόρμα (π.χ. τυχαία αλλοίωση παραμέτρων ενός σχεδιαστικού προτύπου).

Στο παράδειγμα με τον ασπρόμαυρο καμβά, αν προσθέσουμε μία εντολή παραγωγής τυχαίων χρωμάτων για τα μαύρα τετράγωνα, προκύπτει ένας νέος καμβάς, με διάφορα χρώματα, ο οποίος μάλιστα διαφέρει κάθε φορά που εκτελείται το πρόγραμμα. Δηλαδή, η διαδικασία drawBoard γίνεται όπως στον Αλγόριθμο 12.10:

```
      function drawBoard() {

            for (i = 0; i < 4; i++) {
              for (j = 0; j < 8; j++) {
             if(j % 2 == 0)
                  posx = 60;
             else posx=0;
                ctx.fillStyle='#'+
Math.floor(Math.random()*16777215).toString(16);
                ctx.fillRect(i * 120 + posx, j * 60, 60, 60);
              }
             }
            }
```

Αλγόριθμος 12.10 *Η διαδικασία σχεδιασμού του καμβά τετραγώνων με ταυτόχρονη παραγωγή τυχαίων χρωμάτων.*

Στο υποκεφάλαιο 12.11: *Παράρτημα κώδικα*, ο αναγνώστης μπορεί να μεταφέρει το Παράδειγμα 6 – RANDOM σ' ένα αρχείο .html, να το εκτελέσει από κάποιον browser και να δει το αποτέλεσμα της κλήσης της Math.random() η οποία δημιουργει τυχαία χρώματα για κάθε τετράγωνο.

Στο https://www.khanacademy.org/computer-programming/random-color-function/2370291357 υπάρχει ένα παράδειγμα στη γλώσσα Javascript, στο οποίο, με κάθε mouse click του χρήστη, δημιουργείται σ' ένα τυχαίο σημείο της οθόνης ένας μικρός κύκλος και μάλιστα με χρώμα οι συνιστώσες του οποίου ορίζονται μέσω της random. Παραδείγματα στη γλώσσα Processing μπορεί να δει ο αναγνώστης στο https://processing.org/examples/random.html και στο http://formandcode.com/code-examples/parameterize-waves όπου το κάθε πρότυπο περιστρέφεται κατά μια τυχαία γωνία.

12.6.2 Η έννοια του λάθους

Η έννοια του λάθους, η οποία σχετίζεται με κρυμμένα νοήματα (το λανθάνον στην Τέχνη), μπορεί να αποτελεί ένα σημαντικό εκφραστικό εργαλείο.

Το *λάθος* (bug ή error) στον προγραμματισμό αναφέρεται στις περιπτώσεις όπου τα αποτελέσματα κατά την εκτέλεση ενός προγράμματος δεν είναι τα αναμενόμενα (π.χ. παράγονται λάθος τιμές ή λάθος οπτικό αποτέλεσμα, δεν τερματίζει ο αλγόριθμος και κολλάει ο υπολογιστής).

Ωστόσο, ενώ το λάθος είναι μία ανεπιθύμητη κατάσταση για έναν προγραμματιστή, για έναν καλλιτέχνη, μπορεί να αποτελεί μια ενδιαφέρουσα βάση πειραματισμού. Υπάρχει ένα ρεύμα καλλιτεχνικών πειραματισμών που διατρέχει και την αναλογική εποχή, η *glitch art*, η οποία ασχολείται με την έννοια του λάθους.

Πώς όμως προκαλείται ένα λάθος; Υπάρχουν άπειρες περιπτώσεις οι οποίες είναι αδύνατο να καταγραφούν.

Μία πηγή λάθους είναι οι *ατέρμονοι βρόχοι* (endless loops), δηλαδή οι βρόχοι που δεν τερματίζουν ποτέ. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ο βρόχος του Αλγόριθμου 12.11.

```
while (number <= 5) {
      number = number +1;
      number = 1;
}
```

Αλγόριθμος 12.11 *Παράδειγμα ενός ατέρμονου βρόχου.*

Ο βρόχος αυτός είναι ατέρμονος, γιατί η εντολή `number = 1` που προφανώς έχει γραφτεί κατα λάθος, καθιστά πάντοτε αληθή τη συνθήκη `number <= 5`.

Μία άλλη πηγή λάθους είναι η εφαρμογή ενός αλγορίθμου σ' ένα μη επιτρεπτό πεδίο δεδομένων (π.χ., στις αριθμητικές πράξεις, μια διαίρεση με το μηδέν). Τέτοιες περιπτώσεις εμφανίζονται συχνά σε αλγορίθμους εκτεθειμένους σε δεδομένα εισόδου τα οποία δεν υπόκεινται στους σωστούς περιορισμούς.

Τέλος, κάθε περίπτωση στην οποία τα αποτελέσματα του προγράμματος δεν είναι τα επιθυμητά θεωρείται αποτέλεσμα λάθους, χωρίς απαραίτητα να οδηγεί σε δυσλειτουργίες του υπολογιστή (π.χ. να κολλάει).

12.6.3 Η έννοια της αναδρομής

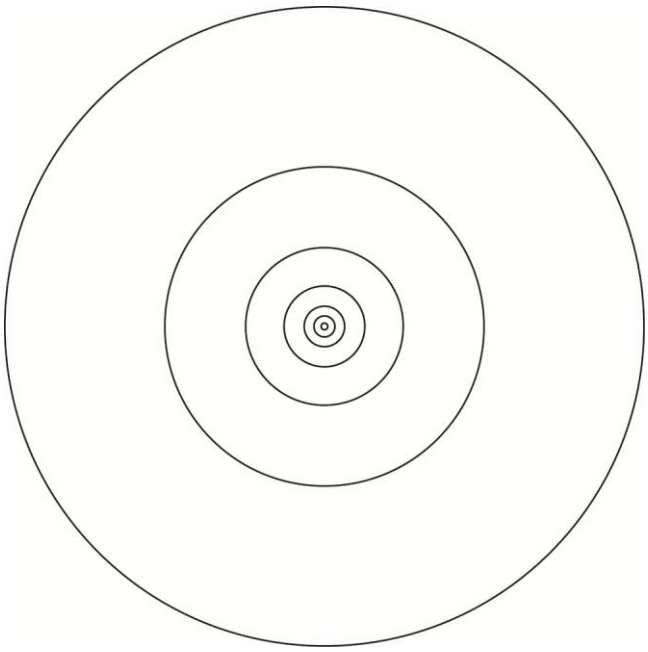
Μια έννοια ορίζεται αναδρομικά, όταν περιγράφεται με αναφορά στον εαυτό της. Στον προγραμματισμό, αυτό αντιστοιχεί σε ορισμό μιας διαδικασίας, η οποία μέσα στο σώμα εντολών της καλεί τον ίδιο της τον εαυτό, π.χ. η διαδικασία `drawShape` η οποία παρουσιάζεται στον Αλγόριθμο 12.12. Κάθε κλήση της σχεδιάζει έναν κύκλο και, ταυτόχρονα, καλεί τον εαυτό της, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται οι ομόκεντροι κύκλοι της Εικόνας 12.8.

```
drawShape(250, 250, 380);

function drawShape(x, y, radius) {
ctx.beginPath();
ctx.arc(250,250,radius,0,2*Math.PI);
ctx.stroke();

var newRadius = radius/2;
if (newRadius >= 2) {
drawShape(x, y, newRadius);
 }
}
```

Αλγόριθμος 12.12 *Παράδειγμα αναδρομικής κλήσης.*



Εικόνα 12.8 *Παράδειγμα αναδρομικού σχεδιασμού.*

Στο υποκεφάλαιο 12.11: *Παράρτημα κώδικα*, ο αναγνώστης μπορεί να εκτελέσει το Παράδειγμα 9 – RECURSION, το οποίο υλοποιεί την `drawShape`, δημιουργώντας τους αναδρομικούς κύκλους της Εικόνας 12.9.

Ένα παρόμοιο παράδειγμα υπάρχει στο https://processing.org/examples/recursion.html, όπου η συνάρτηση drawCircle καλεί τον εαυτό της με αποτέλεσμα να δημιουργούνται οι αναδρομικοί κύκλοι (Αλγόριθμος 12.13).

```
void drawCircle(int x, int radius, int level) {
  float tt = 126 * level/4.0;
  fill(tt);
  ellipse(x, height/2, radius*2, radius*2);
  if(level > 1) {
    level = level - 1;
    drawCircle(x - radius/2, radius/2, level);
    drawCircle(x + radius/2, radius/2, level);
  }
```

Αλγόριθμος 12.13 *Παράδειγμα αναδρομικής κλήσης.*

Οι γεωμετρίες οι οποίες έχουν την ιδιότητα της αυτοομοιότητας (π.χ. fractals και δέντρα) μπορούν να υλοποιούνται με τη χρήση αναδρομής[64]. Ένα παράδειγμα αναδρομικού δέντρου υπάρχει στο http://formandcode.com/code-examples/repeat-recursive-tree.

12.7 Ο αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός

«Εδώ υπάρχει ένα πλήθος διαφορετικών ανθρώπων. Όταν σκέφτεσαι ένα πλήθος ανθρώπων, δεν σκέφτεσαι ένα συγκεκριμένο άτομο. Έτσι λοιπόν, αυτοί οι άνθρωποι είναι όλοι ντυμένοι με τον ίδιο τρόπο, όσο πιο απλά γίνεται, έτσι που να παραπέμπουν στην έννοια του πλήθους. Ο άνθρωπος με το καπέλο είναι ο κ. Μέσος όρος σε όλη την ανωνυμία του. Κι εγώ φοράω καπέλο. Δεν έχω καμιά ιδιαίτερη επιθυμία να ξεχωρίζω από το πλήθος.» Rene Magritte, σχετικά με το έργο του *Golconda*, 1953.

Η προσομοίωση μιας πραγματικότητας, με βάση κάποια συγκεκριμένη οπτική γωνία η οποία εντοπίζει έννοιες και αντικείμενα, μορφές και άυλα στοιχεία που συνυπάρχουν, είναι μια διαχρονική αναζήτηση σε όλο το φάσμα του επιστητού. Ο προγραμματισμός καλείται να δημιουργήσει ένα νοητό μοντέλο μιας πραγματικότητας, μέσα στην οποία ορίζεται κάποιο πρόβλημα. Ο *αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός* (object-oriented programming) αποτελεί μια τομή η οποία διεύρυνε τα εκφραστικά εργαλεία προς αυτή την κατεύθυνση.

Η πρώτη γλώσσα αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού που φτιάχτηκε για προσομοιώσεις ήταν η SIMULA. Αναπτύχθηκε τη δεκαετία του ‘60 από τους Nygaard, Kristen και Ole-Johan Dahl, στο Norwegian Computing Center στο Oslo [3] [13] [15].

Ένα αντικειμενοστρεφές πρόγραμμα προσομοιώνει το πεδίο επίλυσης ενός προβλήματος χρησιμοποιώντας ενεργά *αντικείμενα* (objects) τα οποία στέλνουν μηνύματα το ένα στο άλλο ασύγχρονα, προκαλώντας διάφορες δράσεις στα δεδομένα. Σε αντίθεση με τον δομημένο προγραμματισμό ο οποίος στηρίζεται στη διάσπαση του προβλήματος σε υποπροβλήματα και εκτελεί ακολουθιακά μια σειρά εντολών οι οποίες επενεργούν στα δεδομένα, ο αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός ομαδοποιεί τις δομές δεδομένων και τα αλγοριθμικά στοιχεία σε αυτόνομες μονάδες, τα αντικείμενα. Κυρίαρχη έννοια είναι η μήτρα παραγωγής τέτοιων αντικειμένων η οποία ονομάζεται *κλάση* (class).

Η κλάση είναι μια δομή που περιγράφει αφαιρετικά μια γενική κατηγορία αντικειμένων, ως προς τα *χαρακτηριστικά* (attributes) και τη *συμπεριφορά* τους (behavior) (Σχήμα 12.9).

[64] Όχι υποχρεωτικά, καθώς η αυτοομοιότητα υλοποιείται και με τη χρήση βρόχων.

Σχήμα 12.9 *Η δομή μιας κλάσης.*

Μία κλάση, στην ουσία, παράγει αντικείμενα καθένα από τα οποία έχει όλα τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες που περιγράφονται στην κλάση. Για παράδειγμα, έστω η κλάση Όχημα (Vehicle) (Αλγόριθμος 12.14):

```
Class Vehicle {
//attributes
   engine_type
   number_of_wheels
   horse_power
   …
//behaviors
start()
stop()
brake()
accelerate()
…
}
```

Αλγόριθμος 12.14 *Ο ορισμός της κλάσης Vehicle.*

Από την κλάση Όχημα παράγονται αντικείμενα, όπως αυτοκίνητα, φορτηγά, μηχανές, κ.λπ. Όλα τα αντικείμενα έχουν τα χαρακτηριστικά τα οποία ορίζει η κλάση, δηλαδή μηχανή, τροχούς, ιπποδύναμη…, ενώ ορίζονται σ' αυτά όλες οι σχετικές δράσεις κίνησης.

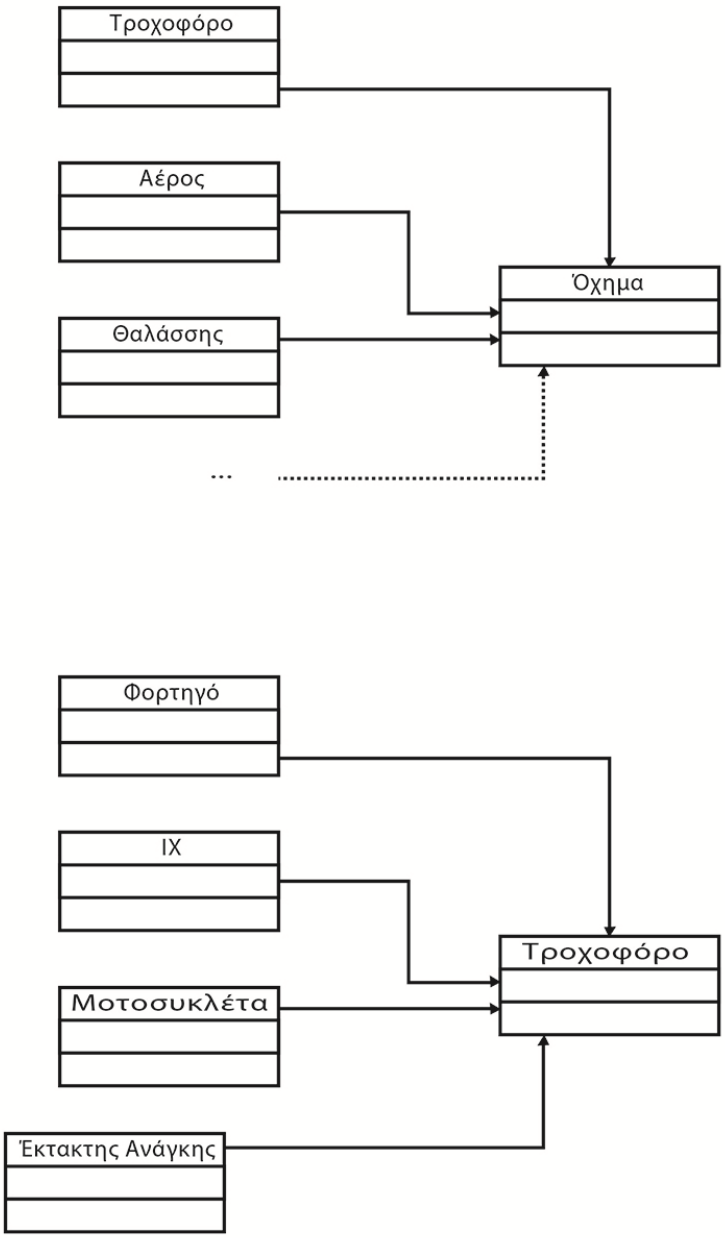
Ο ορισμός μιας κλάσης περιλαμβάνει

α. τις μεταβλητές οι οποίες ορίζουν τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων της κλάσης (π.χ. τα μεγέθη `engine_type`, `number_of_wheels` και `horse_power` στο παράδειγμα της κλάσης `Vehicle`),

β. τις διαδικασίες - μεθόδους ή συναρτήσεις (methods ή functions) οι οποίες ορίζουν τις συμπεριφορές των αντικειμένων της κλάσης (π.χ. `start()`, `stop()`, `brake()`, `accelerate()`, στο παράδειγμα της κλάσης Vehicle). Τα σώματα εντολών των συναρτήσεων μιας κλάσης μπορούν να περιλαμβάνουν εντολές ελέγχου ροής (εντολές επιλογής και βρόχους επανάληψης).

Βασική έννοια, επίσης, του αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού είναι η *κληρονομικότητα* (inheritance). Χαρακτηρίζει την ιδιότητα των κλάσεων να επεκτείνονται σε νέες κλάσεις (ή θυγατρικές κλάσεις). Οι νέες αυτές κλάσεις λέγονται υποκλάσεις και κληρονομούν από τη μητρική κλάση τις μεταβλητές και μεθόδους οι οποίες είναι δυνατό να κληρονομηθούν.

Από μία υποκλάση μπορούν να προκύψουν και νέες υποκλάσεις που κληρονομούν από αυτήν, με αποτέλεσμα μία ιεραρχία κλάσεων οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους «ανά γενιά» με σχέσεις κληρονομικότητας (Σχήμα 12.10).



Σχήμα 12.10 *Ιεραρχία κλάσεων.*

Ένα αντικειμενοστρεφές πρόγραμμα, στο επίπεδο σύνταξης του πηγαίου κώδικα, περιλαμβάνει:

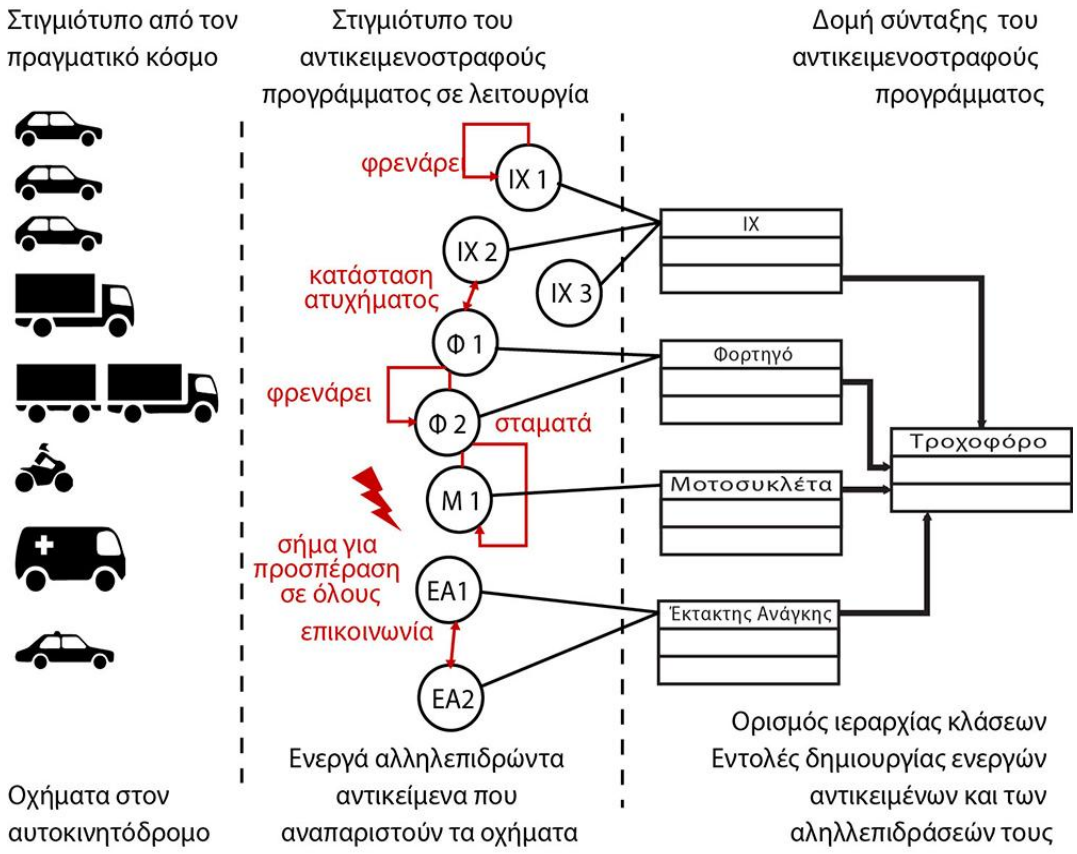
α) τους ορισμούς των κλάσεων και το ανάπτυγμα της ιεραρχίας υποκλάσεων[65]

β) τη ροή εκτέλεσης των εντολών, η οποία μπορεί να ακολουθεί τις αρχές του δομημένου προγραμματισμού[66] και η οποία καθορίζει τις συνθήκες κάτω από τις οποίες τα αντικείμενα επικοινωνούν μεταξύ τους επηρεάζοντας το ένα το άλλο και αναπτύσσοντας δράσεις στα δεδομένα.

[65] Συνήθως, ο κώδικας των διαφορετικών κλάσεων και υποκλάσεων ορίζεται σε διαφορετικά αρχεία. Ένα από αυτά τα αρχεία περιέχει τη βασική ροή εκτέλεσης του προγράμματος.

[66] Δηλαδή να περιλαμβάνει διαδικασίες, βρόχους και εντολές ελέγχου ροής.

Ένα αντικειμενοστρεφές πρόγραμμα, αν μπορούσε να παρατηρηθεί σε λειτουργία, ορίζει μια δυναμική κατάσταση, κατά την οποία οι αφηρημένες αυτές έννοιες, τα αντικείμενα, γεννιούνται, πεθαίνουν, αλληλεπιδρούν. Ας φανταστούμε την προσομοίωση ενός αυτοκινητόδρομου, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 12.11. Το στιγμιότυπο της μεσαίας στήλης προσομοιώνει την κατάσταση ενός ατυχήματος.



Σχήμα 12.11 *Η προσομοίωση ενός αυτοκινητόδρομου με βάση ένα αντικειμενοστρεφές πρόγραμμα.*

Το μοντέλο αυτό είναι εννοιολογικά πιο κοντά στον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται τον κόσμο γύρω του, γι' αυτό και έχει τεράστιες εκφραστικές δυνατότητες σε επίπεδο προσομοίωσης. Όμως, η μεγάλη δύναμή του έγκειται στο γεγονός ότι, εκτός από την προσομοίωση εννοιών και αντικειμένων του πραγματικού κόσμου, μπορεί να επεκταθεί και σε αφηρημένες έννοιες, επιτυγχάνοντας υψηλά επίπεδα αφαίρεσης. Στη διάλεξη με τίτλο «ΜΗΧΑΝΕΣ ΤΟΥ ΓΙΓΝΕΣΘΑΙ, ΠΕΡΙΠΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ (QUASI – OBJECT)», 2014, ο Δημήτρης Παπαλεξόπουλος (Καθηγητής Σχολής Αρχιτεκτονικής ΕΜΠ) αναφέρει: «Τα αντικείμενα περιγράφονται ως πολλαπλές αφηγήσεις και όχι ως μορφές».

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού είναι η αρθρωσιμότητα του κώδικα, η οποία ενισχύεται σε σχέση με τα άλλα μοντέλα προγραμματισμού λόγω της οργάνωσης σε κλάσεις και αντικείμενα. Επίσης, χάρις στην κληρονομικότητα, αποφεύγονται οι επαναλήψεις κώδικα και, επομένως, μειώνεται το μέγεθος του προγράμματος και ,άρα, και ο αριθμός των λαθών. Ο κώδικας είναι πιο αναγνώσιμος και συντηρείται πιο εύκολα. Είναι δυνατή η οργάνωση επαναχρησιμοποιήσιμων στοιχείων κώδικα ως βιβλιοθήκες, πράγμα που βοηθάει τόσο στη διανομή του, όσο και στην ανάπτυξη «πρότυπων» τμημάτων κώδικα τα οποία αποτελούν βέλτιστες λύσεις σε γνωστά προβλήματα του προγραμματισμού, τα λεγόμενα *Design Patterns* [11].

12.7.1 Ιστορικά στοιχεία

Ο αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός έχει επηρεάσει σημαντικά όλο τον ψηφιακό πολιτισμό.

Υπάρχει μια ιστορική σχέση μεταξύ των γραφικών, πολυπαραθυρικών διεπαφών GUIs (Graphical User Interfaces)[67] και χρησιμοποιούνται στα περισσότερα λειτουργικά συστήματα (π.χ. Windows, Macintosh, Linux) [9], και του αντικειμενοστρεφούς μοντέλου προγραμματισμού, η οποία αξίζει να αναφερθεί. Είναι τόσο στενή αυτή η σχέση που δεν είναι απολύτως σαφές ποιο επηρέασε και διαμόρφωσε το άλλο.

Στις αρχές της δεκαετίας του '70, ο Alan Kay της Xerox PARC, πρότεινε μια αρχιτεκτονική για το Dynabook, τον πρώτο φορητό προσωπικό υπολογιστή και πρόδρομο των laptops και των tablets, με προγραμματιζόμενο γραφικό περιβάλλον (βλέπε σχετικό άρθρο εδώ). Επηρεασμένος καθώς ήταν από τη SIMULA, ο Kay, πίστευε ότι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τον προγραμματισμό του περιβάλλοντος του Dynabook. Στις αρχές της δεκαετίας του '70 ηγήθηκε μιας ομάδας στη Xerox PARC η οποία έφτιαξε το Dynabook χρησιμοποιώντας τη Smalltalk για τον προγραμματισμό του. Η Smalltalk υιοθέτησε τη λογική της *ανταλλαγής μηνυμάτων* (message passing) της SIMULA.

Για τη σχέση μεταξύ των γραφικών, πολυπαραθυρικών περιβαλλόντων και του αντικειμενοστρεφούς μοντέλου προγραμματισμού, ο Lev Manovich, στο [16], στο κεφάλαιο "Spatial Montage" του υποκεφαλαίου "New Language of Cinema" του κεφαλαίου "VI. What is Cinema?" αναφέρει:

«GUI allows the users to run a number of software applications at the same time; and it uses the convention of multiple overlapping windows to present both data and controls. The construct of the desktop with presents the user with multiple icons which are all simultaneously and continuously «active» (since they all can be clicked at any time) follows the same logic of «simultaneity» and of «side-by-side.» On the level of computer programming, this logic corresponds to object-oriented programming. Instead of a single program which, like Ford's assembly line, is executed one statement at a time, in object-oriented paradigm a number of objects send messages to each other. These objects are all active simultaneously. Object-oriented paradigm and multiple windows of GUI work together; object-oriented approach was in fact used to program the original Macintosh GUI which substituted the «one command at a time» logic of DOS with the logic of simultaneity of multiple windows and icons.» (μετάφραση των συγγραφέων: «Το GUI επιτρέπει στους χρήστες να εκτελούν πολλές εφαρμογές λογισμικού συγχρόνως και χρησιμοποιεί τη σύμβαση των πολλαπλών επικαλυπτόμενων παραθύρων που παρουσιάζουν τα δεδομένα και τα εργαλεία ελέγχου. Η κατασκευή της επιφάνειας εργασίας, που παρουσιάζει στον χρήστη πολλαπλά εικονίδια, συγχρόνως και διαρκώς «ενεργά» (αφού ο χρήστης μπορεί να επιλέξει κάθε στιγμή οποιαδήποτε από αυτά), διέπεται από την ίδια λογική της «συγχρονικότητας» και του «ενός πλάι στο άλλο». Στο επίπεδο του προγραμματισμού, η λογική αυτή αντιστοιχεί στον αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό. Αντί για ένα και μοναδικό πρόγραμμα που, εκτελεί τη μία εντολή μετά την άλλη, το παράδειγμα του αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού χρησιμοποιεί πολλά αντικείμενα που στέλνουν πληροφορίες το ένα στο άλλο. Τα αντικείμενα αυτά είναι συγχρόνως ενεργά. Ο αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός και τα πολλαπλά παράθυρα του GUI συνεργάζονται· η αντικειμενοστρεφής προσέγγιση χρησιμοποιήθηκε μάλιστα για τον προγραμματισμό του αρχικού GUI στον Macintosh, η οποία αντικατέστησε τη λογική «μία εντολή τη φορά» του DOS με τη λογική της συγχρονικότητας των πολλαπλών παραθύρων και εικονιδίων.»)

Το 1979, αναπτύχθηκε η αντικειμενοστρεφής γλώσσα C++, από τον Bjarne Stroustrup, ο οποίος, εκτός των άλλων, επηρεάστηκε και από τη SIMULA. Η Microsoft, το 1993, δημιούργησε τη γλώσσα Visual C++, επεκτείνοντας το αντικειμενοστρεφές περιβάλλον της C++, με σκοπό την ανάπτυξη εφαρμογών πάνω στο παραθυρικό περιβάλλον των Windows.

Πολλά σύγχρονα υβριδικά περιβάλλοντα ανάπτυξης, όπως οι μηχανές παιχνιδιών (π.χ. Unity) ή περιβάλλοντα όπως το Adobe Flash, υιοθετούν το αντικειμενοστρεφές μοντέλο προγραμματισμού προσφέροντας προγραμματιστικές διεπαφές είτε με πρότυπες γλώσσες (π.χ. η C# στο Unity) είτε με *ιδιόκτητες* (proprietary) γλώσσες (π.χ. η Actionscript στο Flash). Ένα χαρακτηριστικό τους είναι ότι μεταφέρουν έννοιες του αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού απευθείας στο τρισδιάστατο οπτικό περιβάλλον διεπαφής (π.χ. λειτουργίες δημιουργίας αντικειμένων μέσω μενού), προκειμένου να απευθυνθούν και σε ανθρώπους που δεν έχουν γνώσεις προγραμματισμού.

---

[67] Οι γραφικές, πολυπαραθυρικές διεπαφές GUIs υλοποιούν την εννοιολογική *μεταφορά του γραφείου* (desktop metaphor) [9].

Τέλος, μια άλλη σημαντική σχέση του αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού με τις γραφικές διεπαφές είναι αυτή των περιβαλλόντων οπτικού προγραμματισμού. Πρόκειται για περιβάλλοντα ανάπτυξης που αποτελούνται από γραφιστικά αντικείμενα, καθένα από τα οποία επενεργεί με συγκεκριμένο τρόπο σε δεδομένα και παράγει τιμές οι οποίες, στη συνέχεια, χρησιμοποιούνται, ως δεδομένα, σε ένα επόμενο αντικείμενο. Κατ' αυτόν τον τρόπο, ο αλγόριθμος δομείται καθώς συνδέει μεταξύ τους ένα πλήθος από γραφιστικά αντικείμενα, με μία λογική ακολουθιακής εκτέλεσης ενεργειών. Παραδείγματα περιβαλλόντων ανάπτυξης τα οποία υιοθετούν αυτήν τη λογική είναι το vvvv, το Pure Data, το Max MSP αλλά και γλώσσες προγραμματισμού για παιδιά όπως η Scratch ή η NXT-G της Lego. Περισσότερα για τα περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού θα δούμε στο υποκεφάλαιο 12.4.

Ο αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός αποτελεί το σημαντικότερο, ίσως, εργαλείο έως τώρα τόσο για τη διαμόρφωση του περιβάλλοντος εργασίας στον ψηφιακό χώρο, όσο και για τη δημιουργία αυτή καθαυτή.

12.8 Προγραμματισμός με χειρισμό γεγονότων

Στον προγραμματισμό με *χειρισμό γεγονότων* (event handling) η ροή του προγράμματος εξαρτάται από εισερχόμενα γεγονότα τα οποία προέρχονται κυρίως από δράσεις του χρήστη του προγράμματος (π.χ. πάτημα ενός κουμπιού, κίνηση του ποντικιού, φωνή, μετακίνηση στον χώρο), αλλά και από γεγονότα του συστήματος (π.χ. πέρασμα συγκεκριμένου χρόνου). Στα συστήματα που ελέγχουν αισθητήρες (π.χ. Arduino), τα γεγονότα εισόδου προέρχονται από τις τιμές που παράγουν οι αισθητήρες.

Στον προγραμματισμό με χειρισμό γεγονότων υπάρχει ένας ατέρμονος βρόχος ο οποίος παρακολουθεί τα γεγονότα που γεννιούνται. Όταν συμβεί ένα γεγονός (π.χ. πάτημα ενός πλήκτρου), καλείται μια ειδική διαδικασία χειρισμού,[68] η οποία επεμβαίνει στη ροή του προγράμματος, εκτελώντας τις ενέργειες που έχουν οριστεί ως αντίδραση σ΄αυτό το γεγονός.

Ένα απλό παράδειγμα, για να γίνει κατανοητός ο τρόπος που λειτουργεί ο παραπάνω μηχανισμός χειρισμού γεγονότων , είναι η προτροπή στον χρήστη για εισαγωγή του συνθηματικού του ονόματος. Μια υλοποίηση στη γλώσσα Applescript φαίνεται στον Αλγόριθμο 12.15:

```
repeat
   display dialog "Please enter your username:" default answer ""
   set theUserName to text returned of result
   if theUserName <> "" then exit repeat
end repeat
```

Αλγόριθμος 12.15 *Υλοποίηση μηχανισμού εισαγωγής συνθηματικού στη γλώσσα Applescript.*

Έστω ότι θέλουμε να παρακολουθούμε τη θέση του ποντικιού και, όταν κάνουμε αριστερό κλικ, να μας την εκτυπώνει. Η παρακάτω δομή κώδικα (Αλγόριθμος 12.16) στη γλώσσα Javascript υλοποιεί αυτήν τη λειτουργία, χρησιμοποιώντας έναν event handler πάνω στον καμβά, δηλαδή στην οριζόμενη περιοχή σχεδιασμού.

```
function writeMessage(canvas, message, x_message, y_message) {
        context.clearRect(0, 0, canvas.width, canvas.height);
        context.font = '18pt Calibri';
        context.fillStyle = 'black';
        context.fillText(message, x_message, y_message);
      }
       canvas.addEventListener('mousemove', function(evt) {
           var x = evt.clientX - rect.left;
     var y = evt.clientY - rect.top;
```

[68] Πρόκειται για τις callback functions.

```
var my_message = "x: " + x + " y: " + y;
writeMessage(canvas, my_message, x, y);
 }, false);
```

Αλγόριθμος 12.16 *Υλοποίηση μηχανισμού ανίχνευσης της κίνησης του ποντικιού και εκτύπωση θέσης μετά από αριστερό κλικ.*

Αντί για `mousemove`, που παρακολουθεί την κίνηση του ποντικιού, θα μπορούσαμε να βάλουμε `click`, για να λειτουργήσει η εκτύπωση της θέσης του ποντικιού στο σημείο που κάνουμε αριστερό κλικ.

Αν στο παράδειγμα σβήσουμε την εντολή

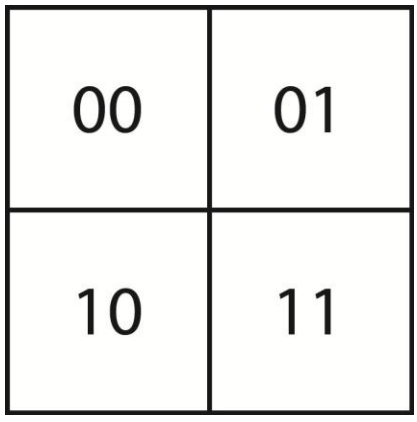
```
context.clearRect(0, 0, canvas.width, canvas.height);
```

ή την απενεργοποιήσουμε, βάζοντάς την σε σχόλιο, δηλαδή

```
//context.clearRect(0, 0, canvas.width, canvas.height);
```

τότε το αποτέλεσμα που παράγεται έχει ενδιαφέρον. Αυτή η εντολή καθαρίζει από την οθόνη την παραγόμενη τιμή, ώστε να εμφανιστεί η επόμενη. Αν δεν εκτελεστεί, τότε οι τιμές που τυπώνονται στην οθόνη παραμένουν και προστίθενται οι καινούριες με τέτοιον τρόπο, ώστε να δημιουργείται η εντύπωση ότι ζωγραφίζουμε με το ποντίκι. Δηλαδή, ως προς την αρχική επιθυμητή λειτουργία του προγράμματος, αυτό αποτελεί λάθος (με την έννοια του bug που προαναφέρθηκε). Όμως, μετασχηματίζει τη δομή του προγράμματος σε μια νέα (προσομοίωση μιας διαδικασίας ζωγραφικής) και παράγει ένα αισθητικό αποτέλεσμα, το οποίο σε κάποιες περιπτώσεις θα άξιζε να διερευνηθεί. Στο υποκεφάλαιο 12.1: *Παράρτημα κώδικα*, ο αναγνώστης μπορεί να μεταφέρει κατ' αρχήν το Παράδειγμα 7 – TRACK_MOUSE_POSITION σ' ένα αρχείο .html, να το εκτελέσει από κάποιον browser και να δει το αποτέλεσμα του, το οποίο είναι η εκτύπωση των συντεταγμένων του ποντικιού στην τρέχουσα θέση που βρίσκεται μέσα σ' ένα οριοθετημένο καμβά. Το Παράδειγμα 8 – BUG, είναι μια λανθασμένη παραλλαγή του παραδείγματος 7, με βάση το σκεπτικό που αναφέρθηκε παραπάνω (δηλαδή την παράλειψη της εντολής `context.clearRect(0, 0, canvas.width, canvas.height);`).

Το απλό αυτό πρόγραμμα, το οποίο μας ενημερώνει για την τρέχουσα θέση του ποντικιού μέσα σ' έναν οριοθετημένο χώρο (τον καμβά), είναι σημαντικό να το εξετάσουμε στην προέκτασή του ως τη στοιχειώδη δομή με την οποία μπορούμε να αναπτύξουμε ένα διαδραστικό έργο στον πραγματικό χώρο. Αν, αντί για το ποντίκι, εξετάζαμε τη θέση του επισκέπτη σ' ένα οριοθετημένο δάπεδο, για παράδειγμα, τότε θα μπορούσαμε να επεξεργαστούμε τις τιμές θέσης (x, y), στο επίπεδο του δαπέδου, ώστε να ορίσουμε τις ανάλογες δράσεις του έργου. Έστω ότι η περιοχή του φυσικού χώρου του δαπέδου χωρίζεται σε 4 υπο-περιοχές, όπως στο Σχήμα 12.12.



Σχήμα 12.12 *Η οριοθετημένη περιοχή εισόδου του επισκέπτη.*

Θα μπορούσαν να αναπτυχθούν σενάρια όπως:

- Όσο ο επισκέπτης βρίσκεται στην περιοχή 00, παίξε την προβολή Α.
- Όταν ο επισκέπτης εισέλθει από την περιοχή 11 στην περιοχή 01, παίξε τον ήχο Α και ξεκίνα την προβολή Β κ.ο.κ.

Ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στο Παράρτημα κώδικα, και να εξετάσει το Παράδειγμα 10 – IF_ELSE_SPACE το οποίο εκτυπώνει την περιοχή μέσα στην οποία βρίσκεται ανά πάσα στιγμή το ποντίκι.

Το μοντέλο του προγραμματισμού με χειρισμό γεγονότων, συνήθως, υλοποιείται μέσα σε αντικειμενοστρεφή περιβάλλοντα και γλώσσες που στοχεύουν στην ανάπτυξη διαδραστικών εφαρμογών (π.χ. η γλώσσα Actionscript του Flash, η C# στο Unity, η Applescript στο Macintosh, η Processing) και γραφικών διεπαφών (GUIs) (π.χ. Visual C++).

12.9 Μορφές καλλιτεχνικού πειραματισμού με βάση τον προγραμματισμό. Η έννοια της υπολογιστικής τέχνης

12.9.1 Καταγραφή στοιχείων από τη διεθνή εμπειρία

Ο προγραμματισμός αποτελεί έναν γοητευτικό τρόπο έκφρασης για πολλούς καλλιτέχνες οι οποίοι τον αξιοποιούν για να παράξουν κάτι εκφραστικό και όχι κάτι λειτουργικό. Έτσι, προέκυψε ο όρος *δημιουργικός κώδικας* (creative coding). Ο ίδιος ο κώδικας του προγράμματος θεωρείται από πολλούς δημιουργούς ως το έργο αυτό καθαυτό,, μιλώντας για *τέχνη του κώδικα* (code art).

12.9.1.1 Υπολογιστική τέχνη

Ο όρος *υπολογιστική τέχνη* (computational art) χρησιμοποιείται για να ορίσει μια ευρεία κατηγορία καλλιτεχνικών πειραματισμών εκεί όπου η Τέχνη συναντά τομείς όπως η ψηφιακή τεχνολογία, ο σχεδιασμός, αλλά και η θεωρία συστημάτων, η βιολογία, τα μαθηματικά, η κοινωνιολογία κ.ά. Σαφώς δίνεται έμφαση στο υπολογιστικό μέρος, καθώς διερευνώνται καλλιτεχνικά οι δομές τις οποίες παρέχει η ψηφιακή τεχνολογία και, ειδικά, οι προγραμματιστικές δομές. Εν τούτοις, δεν υπάρχουν σαφείς μεθοδολογίες ανάπτυξης της υπολογιστικής τέχνης, διότι νέες πτυχές της ψηφιακότητας αναδεικνύονται συνεχώς.

Καθώς στην υπολογιστική τέχνη υπεισέρχεται καθοριστικά η έννοια του κώδικα και του προγραμματισμού, οι καλλιτέχνες οι οποίοι ασχολούνται με το είδος αυτό είτε αποκτούν την ιδιότητα του επιστήμονα και προγραμματιστή είτε εντάσσονται σε διεπιστημονικές ομάδες, προκειμένου να αναπτύξουν τα έργα τους.

Με την έκρηξη των ψηφιακών ροών δεδομένων (διαδικτυακών ή οπτικοακουστικών) άρχισε να εμφανίζεται μια κατηγορία υπολογιστικών έργων τα οποία παράγουν εικόνες και ήχους, οπτικοποιώντας αυτά τα δεδομένα. Στόχος αυτών των έργων είναι άλλοτε η διερεύνηση της αισθητικής των δεδομένων και άλλοτε η κατανόηση των σχέσεων μεταξύ τους και η πλοήγησή τους με εναλλακτικούς τρόπους. Το χαρακτηριστικό αυτών των έργων είναι η δυναμική προσαρμογή τους σε νέες ροές δεδομένων και η αντίστοιχη παραγωγή νέων εικόνων ή ήχων. Παραδείγματα υπολογιστικών έργων τα οποία βασίζονται σε οπτικοποίηση δεδομένων είναι τα εξής:

1. *They Rule*, του Josh On (2004) - Οπτικοποιεί σχέσεις διαπλοκής, http://www.theyrule.net/
2. *Flight patterns*, του Aaron Koblin (2009) - Οπτικοποιεί σε πραγματικό χρόνο τη ροή των πτήσεων εσωτερικού των ΗΠΑ, http://www.aaronkoblin.com/work/flightpatterns/
3. *Social Collider*, των Karsten Schmidt, Sascha Pohflepp, (2009) - Οπτικοποιεί σχέσεις μεταξύ συνομιλιών από το Twitter, http://socialcollider.net/
4. *We Feel Fine* - http://wefeelfine.org/book/- Είναι μια διαδραστική ιστοσελίδα, έργο τέχνης και βιβλίο, το οποίο δημιουργήθηκε από τον Jonathan Harris και τον Sep Kamvar. Έχει το χαρακτηριστικό ότι ψάχνει στο Διαδίκτυο κάθε 10 λεπτά για εκφράσεις ανθρώπινων συναισθημάτων σε blogs και οπτικοποιεί τα αποτελέσματα με δυναμικό τρόπο. Δημιουργήθηκε το 2005 και ξεκίνησε να λειτουργεί το 2006, ενώ έγινε βιβλίο το 2009.
5. *Project cascade* - http://nytlabs.com/projects/cascade.html. Είναι ένα εργαλείο οπτικοποίησης και ανάλυσης της διαμοιραζόμενης διαδικτυακής δραστηριότητας στα κοινωνικά δίκτυα.

Δύο από τους πρωτοπόρους στην οπτικοποίηση δεδομένων είναι οι Ben Fry και Casey Reas, οι δημιουργοί της γλώσσας Processing, μιας γλώσσας σχεδιασμένης κατ' εξοχήν για οπτικοποίηση, γραφικό σχεδιασμό και, γενικά, για τη γρήγορη προτυποποίηση και ανάπτυξη υπολογιστικών έργων.

12.9.1.2 Αναπαραγωγική τέχνη

Μια καλλιτεχνική πρακτική, που εντάσσεται στην υπολογιστική τέχνη, είναι η *αναπαραγωγική τέχνη* (generative art)[69], στην οποία ο καλλιτέχνης σχεδιάζει ένα σύστημα το οποίο παράγει πιθανές εκδοχές του έργου και όχι το ίδιο το έργο. Ένας ορισμός της αναπαραγωγικής τέχνης δίδεται από τον Philip Galanter στο [10].

«Generative art refers to any art practice where the artist uses a system, such as a set of natural language rules, a computer program, a machine, or other procedural invention, which is set into motion with some degree of autonomy contributing to or resulting in a completed work of art.» (μετάφραση από τους συγγραφείς: «Η αναπαραγωγική τέχνη αναφέρεται σε οποιαδήποτε καλλιτεχνική πρακτική στην οποία ο καλλιτέχνης αξιοποιεί κάποιο σύστημα, όπως για παράδειγμα ένα σύνολο φυσικών γλωσσών, ένα πρόγραμμα υπολογιστή, μια μηχανή, ή κάποια άλλη διαδικαστική επινόηση, που ενεργοποιείται με κάποιο βαθμό αυτονομίας, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση ή οδηγώντας στο πλήρες καλλιτεχνικό έργο».)

Ειδικότερα, ο κλάδος της αναπαραγωγικής τέχνης που αξιοποιεί τις αρχές της εξέλιξης και της φυσικής επιλογής αναφέρεται ως *εξελικτική τέχνη* (evolutionary art).

Μία από τις πρώτες και σημαντικότερες περιοχές αναπαραγωγικής τέχνης ήταν αυτή των αναπαραγωγικών γραφικών, δηλαδή των γραφικών που παράγονται με υπολογιστικές τεχνικές και που ενσωματώνουν στοιχεία και από άλλους τομείς (π.χ. μαθηματικά). Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι οι πρωτοπόροι αυτού του είδους, όπως οι Georg Nees, Frieder Nake, A. Michael Noll, δεν ήταν καλλιτέχνες αλλά επιστήμονες.

Αντίστοιχοι πειραματισμοί αφορούσαν στον ήχο και τη μουσική, όπως το έργο του Peter Todd, ο οποίος το 1989 εκπαίδευσε ένα νευρωνικό δίκτυο, έτσι ώστε να αναπαραγάγει μουσικές μελωδίες.

Μία άλλη μεγάλη κατηγορία αναπαραγωγικών έργων είναι αυτά τα οποία βασίζονται σε *τεχνητές οντότητες* (artificial entities). Η τέχνη με τεχνητές οντότητες αποτελεί έναν ξεχωριστό καλλιτεχνικό χώρο, γνωστό, επίσης, με τον όρο *βίο-τέχνη* (bio-art) (ή artificial life art (A-Life art)), ο οποίος συνδυάζει τον καλλιτεχνικό και επιστημονικό πειραματισμό. Πολύπλοκα δυναμικά συστήματα, τα οποία αναπαράγουν συμπεριφορές ζωντανών οργανισμών ή σύνθετες δυναμικές δομές που δρουν μέσα στον χρόνο, αποτελούν το υλικό του καλλιτέχνη, δίνοντας τη δυνατότητα ανάπτυξης ενός νέου είδους έργων τα οποία αποκτούν τη δική τους ζωή.

Οι πρωτοπόροι καλλιτέχνες της βίο-τέχνης, κατά τη δεκαετία του '80, ήταν ο Karl Sims με τις γενετικές του ψηφιακές εικόνες, ο William Latham με το λογισμικό του Mutator, λογισμικό γενετικής εξέλιξης μορφών, ο Steven Rooke με τις αλγοριθμικές του εικόνες, ο Nick Gaffney με το Mutagen κ.ά.

Ο Karl Sims, μέσα από την καλλιτεχνική του αλλά και ερευνητική του δραστηριότητα, ανέπτυξε πρωτοποριακές μεθόδους τεχνητής εξέλιξης των εικονικών του πλασμάτων, τα οποία χρησιμοποιούσαν δεδομένα από τεχνητά νευρωνικά δίκτυα και εξελίσσονταν με αυτόνομο τρόπο. Στην Εικόνα 12.9 απεικονίζεται η εγκατάσταση του Karl Sims *Galapagos*. Ο αναγνώστης μπορεί να αναζητήσει στο Διαδίκτυο, περισσότερες εικόνες, όπου τα εικονικά πλάσματα αποτυπώνονται ευκρινέστερα. Οι εικόνες αυτές δεν ήταν δυνατό να ενσωματωθούν στο βιβλίο λόγω έλλειψης πνευματικών δικαιωμάτων.

[69] Αναφέρεται και ως αναδημιουργική ή γενεσιουργός τέχνη.

Εικόνα 12.9 *Εικόνα από την εγκατάσταση Galapagos με εικονικά αυτο-εξελισσόμενα πλάσματα του Karl Sim [πηγή wikimedia commons, δημιουργός: Dave Pape, άδεια χρήσης: public domain].*

Τη δεκαετία του ‘90, μια νέα γενιά καλλιτεχνών δραστηριοποιείται στον χώρο της τέχνης με τεχνητές οντότητες, όπως οι Christa Sommerer και Laurent Mignonneau, οι οποίοι παράγουν, επίσης, έργα τεχνητών οντοτήτων στο Διαδίκτυο, οι Robb Lovell και John Mitchell, με το EIDEA (Environment for the Interactive Design of Emergent Art), οι Troy Innocent, Jon McCormak, Natalie Jeremijenko και άλλοι.

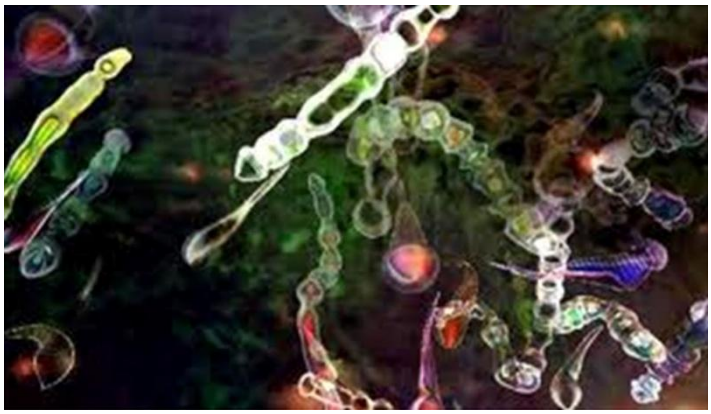
Το 1999, οι Christa Sommerer και Laurent Mignonneau με το έργο τους *Life SpaciesII* δημιουργούν ένα περιβάλλον τεχνητών οντοτήτων με το οποίο συνδέονται χρήστες του Διαδικτύου αλλά και οι επισκέπτες της εγκατάστασης στον πραγματικό εκθεσιακό χώρο.

Την ίδια χρονιά, με το έργο τους *Vebrarium* ενώνουν το υπερκείμενο και τον ρευστό χώρο του Διαδικτύου με την γενετική: οι χρήστες γράφουν γραπτά μηνύματα στον ιστότοπο που δημιούργησαν οι καλλιτέχνες, τα οποία λειτουργούν σαν γενετικός κώδικας δημιουργώντας μια τρισδιάστατη αυτο-εξελισσόμενη μορφή.

Ο καλλιτέχνης – ερευνητής Michel Bret, ένας από τους πρώτους καλλιτέχνες στη Γαλλία που χρησιμοποίησε τα νευρωνικά δίκτυα αλλά και τους γενετικούς αλγορίθμους, για να πραγματοποιήσει καλλιτεχνικά έργα, δημιούργησε ένα λογισμικό ειδικά για την ανάπτυξη έργων με τρισδιάστατα γραφικά με χρήση γενετικών αλγορίθμων, το *ANYFLO*, και πραγματοποίησε έργα όπως το *La Funambule* (Εικόνα 12.10) μαζί με την Marie Hélène Tramus, στο οποίο γίνεται χρήση νευρωνικών δικτύων για την εκπαίδευση ενός εικονικού «ισορροπιστή», και το *Je sème à tout vent* με τους Edmond Couchot και Marie Hélène Tramus.

Εικόνα 12.10 *Εικόνα από το διαδραστικό έργο εικονικού «ζωντανού» ισορροπιστή Funambule, της Marie Hélène Tramus και του Michel Bret.*

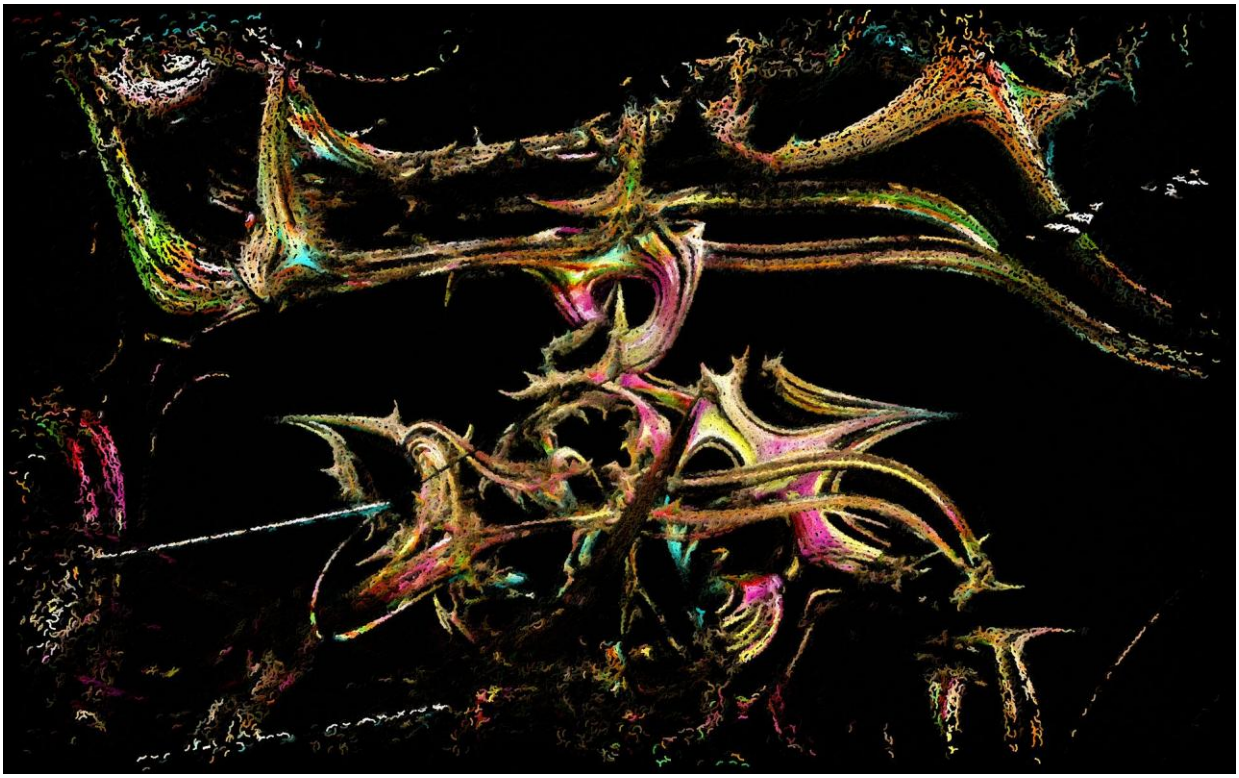
Στο Τμήμα Art et Technologies de l' Image του Πανεπιστημίου Paris 8 πραγματοποιούνται καλλιτεχνικές έρευνες με τη χρήση γενετικών αλγορίθμων, νευρωνικών δικτύων και *κυτταρικών αυτομάτων* (cellular automata)[70] στα ψηφιακά έργα τέχνης, όπως αυτά της καλλιτέχνιδας-ερευνήτριας Chu-Yin Chen (Εικόνα 12.11).



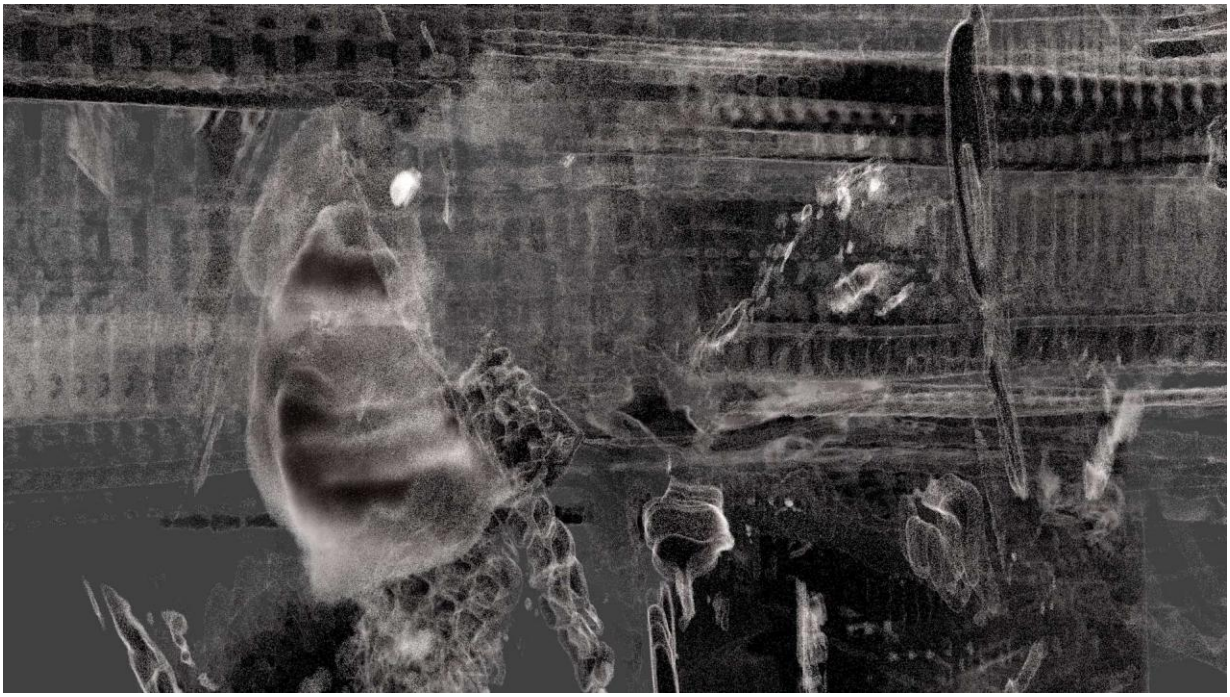
Εικόνα 12.11 *Εικόνα από τις τεχνητές οντότητες που αναπτύσσει η καλλιτέχνης Chu-Yin Chen σε περιβάλλον κυτταρικών αυτομάτων, χρησιμοποιώντας το λογισμικό του Michel Bret, ANYFLO.*

Η παράδοση συνεχίζεται στο Τμήμα αυτό, από καλλιτέχνες όπως ο Alain Lioret, ο οποίος αναπτύσσει έργα με τεχνητές οντότητες οι οποίες εξελίσσονται με βάση γενετικούς αλγορίθμους και μαθηματικούς κανόνες (Εικόνα 12.12 – στιγμιότυπο από το έργο *Galaboids*, 2010) ή ταξιδεύουν στο χρόνο ακολουθώντας τους νόμους της κβαντικής φυσικής (Εικόνα 12.13 – στιγμιότυπο από τη σειρά έργων *Time Beings*). Περισσότερα στοιχεία μπορεί να δει ο αναγνώστης στην ιστοσελίδα του καλλιτέχνη (http://alainlioret.fr/research/time-beings) .

[70] Για μια πρώτη εισαγωγή στα κυτταρικά αυτόματα και τις προγραμματιστικές τους υλοποιήσεις μπορεί να ανατρέξει στο σχετικό άρθρο της Wikipedia ή στο [23]. Περισσότερα για τα κυταρρικά αυτόματα στο κεφάλαιο 11 του Β τόμου: *Ειδική περίπτωση Δ: Αλγοριθμικά εξελισσόμενες δομές*.



Εικόνα 12.12 *Στιγμιότυπο από το έργο του Alain Lioret «Galaboids».*



Εικόνα 12.13 *Στιγμιότυπο από τη σειρά έργων του Alain Lioret «Time Beings».*

Περισσότερα στοιχεία για τις τεχνητές οντότητες και τα σχετικά καλλιτεχνικά έργα μπορεί να δει ο αναγνώστης στο κεφάλαιο 11 του Β τόμου: *Ειδική περίπτωση Δ: Αλγοριθμικά εξελισσόμενες δομές*.

12.9.1.3 Αλγοριθμική τέχνη

Στη διεθνή βιβλιογραφία και στο Διαδίκτυο συχνά ταυτίζεται ο όρος *αλγοριθμική τέχνη* (algorithmic art) με τον όρο αναπαραγωγική τέχνη (generative art, όπως αναλύθηκε παραπάνω). Η αλγοριθμική τέχνη εντάσσεται στην ευρύτερη κατηγορία της υπολογιστικής τέχνης και μπορεί να αποτελεί ειδική περίπτωση της αναπαραγωγικής τέχνης, με την έννοια ότι το καλλιτεχνικό έργο δημιουργείται από κάποιο αυτόνομο σύστημα, το οποίο μπορεί να πάρει αποφάσεις στην πορεία της δημιουργίας με βάση αλγοριθμικούς κανόνες που έχουν τεθεί από τον δημιουργό.

Το καλλιτεχνικό έργο που είναι αμιγώς αλγοριθμικό είναι αυτό στο οποίο η δομή μνήμης του αναπτύσσεται στον χώρο και στον χρόνο με βάση κάποιον αλγόριθμο που επινοεί ο καλλιτέχνης.

Ο όρος *algorists* (http://www.verostko.com/algorist.html) προτάθηκε από τον Jean Pierre Hébert, μετά από ένα πάνελ του διεθνούς συνεδρίου SIGGRAPH 1995 με τίτλο *Algorithms and the Artist*, στο οποίο συμμετείχε (μαζί με τον συνιδρυτή των algorists Roman Verostko), αναφερόμενος σε οποιονδήποτε δημιουργεί Τέχνη (π.χ. μαθηματικό, καλλιτέχνη) αξιοποιώντας αλγοριθμικές διαδικασίες οι οποίες είναι επινόησης του καλλιτέχνη. Ο Jean Pierre Hebert έγραψε τον αλγόριθμο του algorist ο οποίος θεωρείται το μανιφέστο του algorist (Αλγόριθμος 12.17).

```
if (creation && object of art && algorithm && one's own algorithm) {
     include * an algorist *
} elseif (!creation || !object of art || !algorithm || !one's own
algorithm) {
     exclude * not an algorist *
}
```

Αλγόριθμος 12.17 *Ο αλγόριθμος – μανιφέστο των algorists.*

Για παράδειγμα, οι ψηφιακές εικόνες που αναπτύσσονται με τη βοήθεια μορφοκλασματικών συναρτήσεων (fractals), με βάση τον παραπάνω ορισμό, δεν είναι αλγοριθμικά έργα ψηφιακής τέχνης, καθώς ο αλγόριθμος δεν επινοήθηκε από τον καλλιτέχνη και επειδή η επανάληψή του μπορεί να οδηγήσει σε πανομοιότυπα έργα – δηλαδή δε διασφαλίζεται η μοναδικότητα του έργου. Είναι, όμως, δυνατό ένα έργο τέχνης να εντάσσει αλγοριθμικές δομές (π.χ. τα μορφοκλασματικά πρότυπα στους πίνακες του Pollock) ως επιμέρους στοιχεία.

12.9.1.4 Τέχνη του λογισμικού

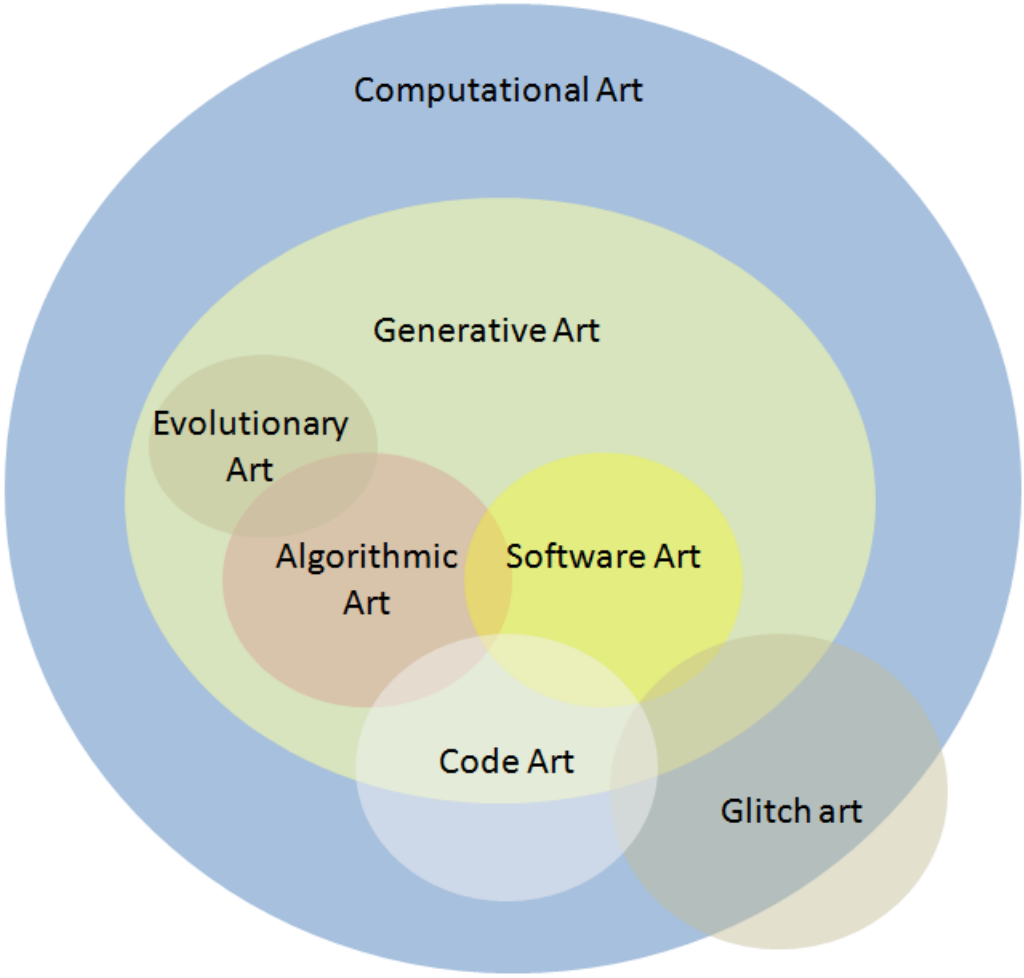
Η έννοια της *τέχνης του λογισμικού* (software art) αποτελεί έναν σχετικό αλλά όχι ταυτόσημο όρο με την αλγοριθμική τέχνη. Αναφέρεται στα έργα τέχνης τα οποία παράγονται με τεχνικές που αξιοποιούνται στην ανάπτυξη λογισμικού, έτσι ώστε το ίδιο το λογισμικό να είναι και το έργο τέχνης (δηλαδή το λογισμικό δεν χρησιμοποιείται απλά ως βοηθητικό εργαλείο για την ανάπτυξη του έργου τέχνης) (http://www.medienkunstnetz.de/themes/generative-tools/) [2] [7]. Στο άρθρο του *Experimentelle Software (experimental software)* ο Tilman Baumgärtel αναφέρει:

«Artworks from the field of software art are not art created using a computer but art that takes place in the computer; it is not software programmed by artists in order to create autonomous works of art, but software that is itself a work of art. With these programmes, it is not the result that is important, but the process triggered in the computer (and on the computer monitor) by the program code» (μετάφραση των συγγραφέων: «Τα έργα τέχνης από το πεδίο της τέχνης του λογισμικού δεν αποτελούν τέχνη που δημιουργείται χρησιμοποιώντας έναν υπολογιστή, αλλά τέχνη που λαμβάνει χώρα μέσα στον υπολογιστή; δεν είναι λογισμικό το οποίο προγραμματίζεται από καλλιτέχνες για να δημιουργήσουν αυτόνομα έργα τέχνης, αλλά λογισμικό που είναι το ίδιο ένα έργο τέχνης. Με τα προγράμματα αυτά, δεν είναι το αποτέλεσμα που είναι σημαντικό, αλλά η διαδικασία η οποία ενεργοποιείται στον υπολογιστή (και στην οθόνη του) από τον κώδικα του προγράμματος»

Ένα παράδειγμα αποτελεί το έργο *Autoillustrator* (http://www.autoillustrator.com/) του Adrian Ward (2002), μια παρωδία του Adobe Illustrator. Στο ίδιο πνεύμα κινείται το έργο *Animator vs animation* (http://www.alanbecker.net/portfolio/animator-vs-animation/) του Alan Becker (2006) το οποίο διακωμωδεί τη διεπαφή εργασίας του Adobe Flash.

12.9.2 Μορφές υπολογιστικής τέχνης. Μια κατηγοριοποίηση

Στην Εικόνα 12.14 απεικονίζεται σχηματικά μια ταξινόμηση των διαφόρων μορφών υπολογιστικής τέχνης. Λαμβάνεται υπόψη μια όσο το δυνατόν ευρύτερη γκάμα καταγεγραμμένων έργων. Εν τούτοις, επισημαίνεται για άλλη μια φορά ότι δεν υπάρχουν σαφείς μεθοδολογίες ανάπτυξης της υπολογιστικής τέχνης, καθώς νέες πτυχές της ψηφιακότητας αναδεικνύονται συνεχώς.



Εικόνα 12.14 *Μορφές υπολογιστικής τέχνης.*

12.9.3 Αξιοσημείωτα διεθνή γεγονότα που ασχολούνται με την υπολογιστική τέχνη

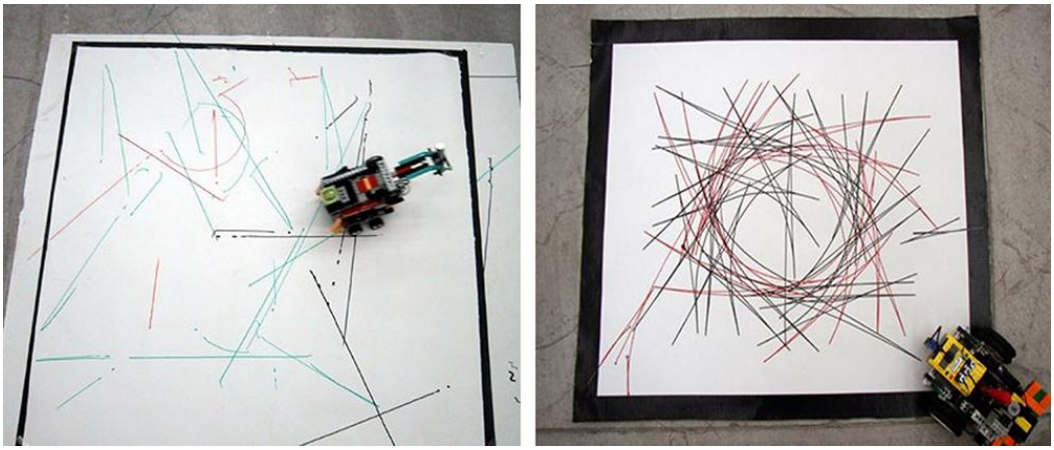
Πολλά σημαντικά διεθνή φεστιβάλ αφιερώνουν κατά καιρούς θεματικές που περιλαμβάνουν την υπολογιστική τέχνη. Αναφέρονται ενδεικτικά το Art & Algorithms Festival (http://artandalgorithms.com/), το FILE Electronic Language International Festival (http://filefestival.org), η Transmediale (http://www.transmediale.de/), το Prix Ars Electronica (www.aec.at/), το readme (http://monoskop.org/Readme) και το ISEA (www.isea-web.org/).

Επίσης, μια σειρά από διεθνή συνέδρια, σε θεματικές όπως τα γραφικά και η οπτική απεικόνιση, συμπεριλαμβάνουν και θεματικές που σχετίζονται με την υπολογιστική τέχνη, όπως για παράδειγμα το SIGGRAPH (www.siggraph.org) και το Computational Aesthetics in Graphics, Visualization and Imaging (http://www.computational-aesthetics.org/). Το συνέδριο Generative Art (http://www.generativeart.com/) είναι αφιερωμένο στην αναπαραγωγική τέχνη.

12.9.4 Υπολογιστικά έργα με συμμετοχές μελών της συγγραφικής ομάδας

Η συγγραφική ομάδα, ασχολείται ενεργά με την ανάπτυξη υπολογιστικών έργων, τα οποία εντάσσει και στην εκπαιδευτική διαδικασία. Κάποια αντιπροσωπευτικά παραδείγματα είναι τα ακόλουθα:

1. *Delphus3* (2009-2010, Δελφοί). Αναπτύχθηκε στο πλαίσιο διεπιστημονικού σεμιναριακού προγράμματος ευρωπαϊκής συνεργασίας, με κεντρικό άξονα την ανάπτυξη ενός διαδικτυακού εικονικού περιβάλλοντος καλλιτεχνικής δημιουργίας και πειραματισμού, μέσω μεταφοράς και οργάνωσης εννοιών στο ψηφιακό περιβάλλον. Πρόκειται για έναν εικονικό χώρο ο οποίος δημιουργείται δυναμικά ως ένας γράφος, με βάση τις οντολογικές σχέσεις των στοιχείων του. Στο http://www.medialab.asfa.gr/delphus3/ μπορεί ο αναγνώστης να δει ένα στιγμιότυπο του εικονικού χώρου. Στο [22] εξετάζεται η αξιοποίηση του χώρου αυτού ως μια πρόταση καλλιτεχνικού εικονικού εργαστηρίου.
2. *Cellutopia* (2009). Στο συνεργατικό έργο Cellutopia, το οποίο αναπτύχθηκε από την Δρ. Νεφέλη Δημητριάδη στο πλαίσια της διδακτορικής της διατριβής, σε συνεργασία με την Δρ. Σταυρούλα Ζώη, η δυνατότητα καλλιτεχνικής αξιοποίησης των βάσεων δεδομένων στο Διαδίκτυο συνδυάζεται με την τεχνική των κυτταρικών αυτομάτων [8].
3. *ATELIE project* (2007) Στο πλαίσιο μιας σειράς διεθνών εκπαιδευτικών σεμιναρίων μεταξύ της ΑΣΚΤ, του Πανεπιστημίου Paris-8, και άλλων ευρωπαϊκών Πανεπιστημίων και Σχολών Τέχνης, χρησιμοποιήθηκαν οι δομές των κυτταρικών αυτομάτων για την αναπαράσταση ενός «ζωντανού» περιβάλλοντος, όπου η σχέση νερού-γης-γρασιδιού σε ένα πολυχρηστικό περιβάλλον, το οποίο άλλαζε δυναμικά ανάλογα με τις κινήσεις των παικτών μέσα σε μια πολυχρηστική πλατφόρμα. Περισσότερα μπορεί να δει ο αναγνώστης στο [21].
4. *Kandinsky project* (2006). Το project Kandinsky (2006) αφορά την κατασκευή ενός ρομποτικού συστήματος Lego το οποίο ζωγραφίζει με βάση τους κανόνες του Kandinsky, στην απλούστερη μορφή τους, όπως περιγράφονται στο βιβλίο του *Point and Line to Plane*. Στην Εικόνα 12.15 φαίνονται δύο στιγμιότυπα, ενώ στο [20] ο αναγνώστης μπορεί να διαβάσει περισσότερες λεπτομέρειες για το project (επίσης, στον διαδικτυακό σύνδεσμο http://www.medialab.asfa.gr/projects/kandinsky_greek.htm).



Εικόνα 12.15 *Στιγμιότυπα από το Kandinsky project.*

12.10 Προγραμματιστικά περιβάλλοντα δημιουργικού κώδικα

Ο δημιουργικός κώδικας δεν είναι πλέον μια διαδικασία η οποία αναπτύσσεται παράπλευρα με κάποια τεχνολογία από εξειδικευμένους ανθρώπους, όπως στο παρελθόν, αλλά αποτελεί πλέον μια διευρυμένη διαδικασία προσιτή σε όλους. Αυτό οφείλεται κατά μεγάλο βαθμό στην ανάπτυξη γλωσσών προγραμματισμού και ανοικτών προγραμματιστικών περιβαλλόντων ειδικά προσαρμοσμένων γι' αυτό το σκοπό. Η εμφάνιση αυτών των εργαλείων οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην εντυπωσιακή αναβάθμιση της υπολογιστικής ισχύος των καρτών γραφικών και των επεξεργαστών, των υπολογιστών καθώς και στην εξάπλωση συσκευών διάδρασης χαμηλού κόστους για παιχνίδια (π.χ. Microsoft Kinect).

Το προγραμματιστικό περιβάλλον διάδρασης με τον δημιουργό του κώδικα που παρέχουν αυτά τα εργαλεία είναι συνήθως είτε

- βασισμένο σε κείμενο (text ή script-based[71]) είτε
- βασισμένο σε οπτικά στοιχεία.

Η πρώτη κατηγορία αφορά μοντέλα προγραμματιστικής ανάπτυξης στα οποία ο χρήστης δομεί την αλγοριθμική λογική του ηχητικού έργου μέσω ενός text editor ή ενός ολοκληρωμένου περιβάλλοντος ανάπτυξης εφαρμογών (IDE – Integrated Development Environment), κωδικοποιώντας τον αλγόριθμο σε γραμμές εντολών. Τα περιβάλλοντα αυτά, αν και πιο σύνθετα από πλευράς ανάπτυξης κώδικα, παρέχουν ένα ευρύτερο πεδίο ανάπτυξης αλγοριθμικής λογικής, ανάλογα και με το προγραμματιστικό μοντέλο που ακολουθούν.

Τα περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού παρέχουν ένα περιβάλλον ανάπτυξης από γραφιστικά αντικείμενα, καθένα από τα οποία επενεργεί με συγκεκριμένο τρόπο σε δεδομένα και παράγει τιμές οι οποίες, στη συνέχεια, χρησιμοποιούνται ως δεδομένα σε ένα επόμενο αντικείμενο. Κατ' αυτόν τον τρόπο ο αλγόριθμος δομείται συνδέοντας ένα πλήθος από γραφιστικά αντικείμενα μεταξύ τους με μία λογική ακολουθιακής εκτέλεσης ενεργειών (π.χ. όπως στα διαγράμματα ροής). Υπάρχουν, επίσης, και περιπτώσεις υβριδικών προγραμματιστικών περιβαλλόντων στα οποία η ανάπτυξη κώδικα συνδυάζεται με οπτικό προγραμματισμό και χρήση script.

Παρακάτω, παρουσιάζονται τα πιο αξιοσημείωτα από αυτά τα περιβάλλοντα και κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τον προσανατολισμό τους είτε προς την εικόνα είτε προς τον ήχο. Αυτή η κατηγοριοποίηση σχετίζεται περισσότερο με την ιστορία εμφάνισης κάθε τέτοιου εργαλείου και λιγότερο με τις δυνατότητές του.

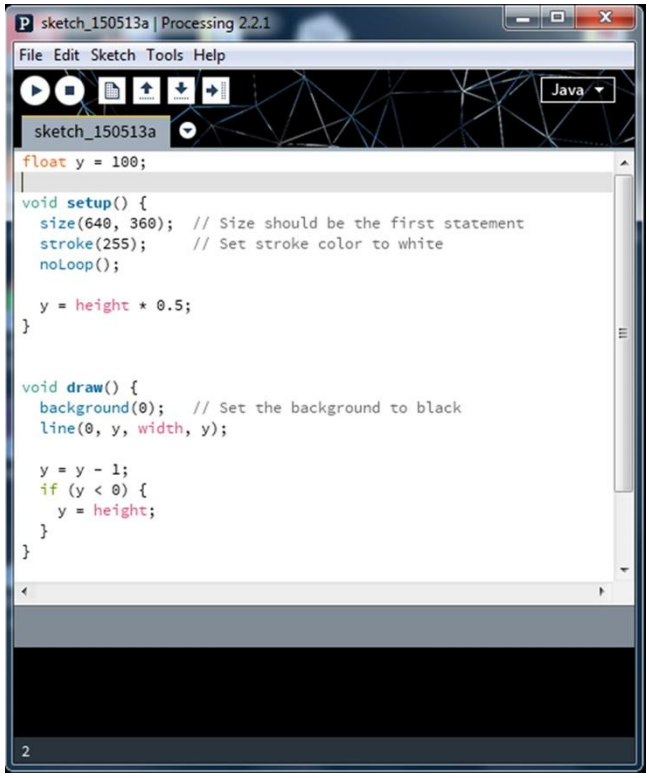
12.10.1 Περιβάλλοντα δημιουργικού κώδικα προσανατολισμένα στην εικόνα

12.10.1.1 Η γλώσσα Processing

Η γλώσσα Processing (https://processing.org/) είναι η κατ' εξοχήν γλώσσα ανοικτού κώδικα (open source) για την εκμάθηση του προγραμματισμού στους καλλιτέχνες που ασχολούνται με την ψηφιακή τέχνη και ειδικότερα με την υπολογιστική τέχνη ή τον δημιουργικό κώδικα. Αναπτύχθηκε το 2001 από τους Casey Reas (καλλιτέχνη) και Benjamin Fry (ειδικό στην οπτική απεικόνιση δεδομένων), οι οποίοι προέρχονταν από το Aesthetics and Computation Group του MIT Media Lab.

Η γλώσσα αυτή είναι χτισμένη πάνω στη γλώσσα Java, αλλά χρησιμοποιεί ένα απλοποιημένο συντακτικό και ένα απλό μοντέλο προγραμματισμού, κυρίως προσανατολισμένου στα γραφικά. Το περιβάλλον προγραμματισμού της είναι σχεδιασμένο με βάση την εννοιολογική μεταφορά του σημειωματάριου (sketchbook), ενώ κάθε επιμέρους πρόγραμμα καλείται Sketch (Εικόνα 12.16). Αυτό υποδηλώνει την αξία της γλώσσας αυτής σχετικά με τη γρήγορη προτυποποίηση μικρών κύκλων κώδικα, μέσα από μια διαδραστική διαδικασία *δοκιμής και λάθους* (trial and error), χωρίς την ανάγκη για βαθιά γνώση των αρχών του προγραμματισμού.

[71] Απλές ομάδες εντολών αποτελούμενων από βασικές δομές (εντολές επιλογής, βρόχους, functions, χειρισμό γεγονότων διάδρασης)



Εικόνα 12.16 *Το περιβάλλον προγραμματισμού της Processing.*

Η σύνταξη του κώδικα γίνεται με βάση το μοντέλο του αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού. Στον επίσημο ιστότοπο της Processing, στο σύνδεσμο Exhibition, υπάρχουν παραδείγματα έργων που ανανεώνονται συνεχώς. Υπάρχουν πλήθος από *έγγραφα εκμάθησης* (tutorials) και παραδείγματα.

12.10.1.2 Η γλώσσα Javascript

Η γλώσσα Javascript είναι μια ανοικτή γλώσσα, ο κώδικας της οποίας εκτελείται απευθείας από τους φυλλομετρητές (browsers) του Διαδικτύου, δηλαδή οι περισσότεροι φυλλομετρητές περιέχουν ενσωματωμένο διερμηνευτή (interpreter) για τη γλώσσα Javascript. Ξεκίνησε ως εργαλείο για την ανάπτυξη ιστοσελίδων με διαδραστικά στοιχεία (π.χ. buttons, διαδραστικές εικόνες, δυναμικούς πίνακες, οπτικοακουστικά στοιχεία) και στην παρούσα φάση, σε συνδυασμό με το πρότυπο HTML5 (που ορίζει το περιεχόμενο μιας ιστοσελίδας) και την τεχνολογία των Cascade Style Sheets (CSS) (που ορίζει τη μορφοποίηση του περιεχομένου μιας ιστοσελίδας), τείνουν να αποτελέσουν το απόλυτο πρότυπο ανάπτυξης διαδραστικών διαδικτυακών εφαρμογών, αντικαθιστώντας παραδοσιακά εργαλεία όπως το Adobe Flash.

Η Javascript υποστηρίζει σύνταξη ολοκληρωμένου κώδικα, με βάση το αντικειμενοστρεφές μοντέλο, αλλά και απλό scripting που καθορίζει τη συμπεριφορά των διαδραστικών αντικειμένων.

Η Javascript δεν παρέχει κάποιο ειδικό περιβάλλον ανάπτυξης όπως η Processing. Ένα αρχείο κώδικα της Javascript μπορεί να συνταχθεί ακόμα και στον πιο απλό κειμενογράφο (π.χ. Notepad) και να εκτελεστεί απευθείας, αφού ενσωματωθεί σε μια ιστοσελίδα. Υπάρχουν ολοκληρωμένα περιβάλλοντα διαδικτυακής ανάπτυξης τα οποία βοηθούν σ' αυτήν τη διαδικασία, όπως π.χ. το Adobe Dreamweaver, αλλά και πολλοί online editors (π.χ. στο http://www.w3schools.com/js/).

Η Javascript εξελίσσεται με ταχύτατους ρυθμούς και αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι αναπτύσσονται συνεχώς ανοικτές βιβλιοθήκες κώδικα, κυρίως για οπτικοποίηση δεδομένων, για σχεδιασμό γραφιστικών δομών όπως τα διαγράμματα κ.ά. Μερικές από αυτές τις βιβλιοθήκες μπορούν να βρεθούν στα http://mbostock.github.io/protovis/, http://d3js.org/, http://chart.js, http://three.js, http://node.js, http://soulwire.github.io/sketch.js/, http://Rapahel.js, κ.ά. Στον υπερσύνδεσμο http://techslides.com/50-javascript-charting-and-graphics-libraries υπάρχουν συγκεντρωτικά 50 βιβλιοθήκες της Javascript.

Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχει βιβλιοθήκη μετατροπής ενός προγράμματος Processing σε Javascript (http://Processing.js), έτσι ώστε αυτό να μπορεί να μεταφερθεί σε (π.χ. να εκτελείται μέσω κάποιας ιστοσελίδας)

12.10.1.3 Περιβάλλοντα δημιουργικού κώδικα που βασίζονται στη γλώσσα C++

Μια άλλη κατηγορία περιβαλλόντων δημιουργικού κώδικα είναι αυτά που βασίζονται σε επαναχρησιμοποιήσιμες βιβλιοθήκες της αντικειμενοστρεφούς γλώσσας C++, όπως το openFrameworks (http://openframeworks.cc/) και το Cinder (http://libcinder.org/).

Το openFrameworks αναπτύχθηκε από έναν μικρό πυρήνα 3 καλλιτεχνών-μηχανικών, τους Zach Lieberman, Theodore Watson και Arturo Castro, το 2005, αλλά εξελίσσεται συνεχώς με τη συνεισφορά πολλών άλλων ατόμων από την κοινότητα υποστηρικτών του openFrameworks. Στο http://openframeworks.cc/development/#contributors αναφέρονται οι βασικότεροι συντελεστές. Είναι συμβατό με τα σημαντικότερα λειτουργικά συστήματα (έως τώρα Windows, OSX, Linux, iOS, Android). Διανέμεται κάτω από την άδεια MIT License (http://en.wikipedia.org/wiki/MIT_License, http://opensource.org/licenses/MIT), γεγονός το οποίο παρέχει μεγάλη ευελιξία, επιτρέποντας τη χρήση του για εμπορικούς ή μη εμπορικούς σκοπούς, για παραγωγή ανοικτού ή κλειστού κώδικα, χωρίς την υποχρέωση – αλλά με την ελευθερία - ο εκάστοτε χρήστης να συνεισφέρει κάτι επίσης. Ενσωματώνει γνωστές βιβλιοθήκες (π.χ. OpenGL για γραφικά, quicktime για video), και επιτρέπει την ενσωμάτωση άλλων βιβλιοθηκών C++, έτσι ώστε να είναι δυνατή η διαχείριση οποιουδήποτε μέσου ή διεπαφής.

Σε παρόμοιο πνεύμα με το openFrameworks κινείται και το Cinder, δηλαδή πρόκειται για μια βιβλιοθήκη C++ που διανέμεται κάτω από την άδεια BSD και είναι κατάλληλη για δημιουργικό κώδικα. Επεκτείνεται συνεχώς από την κοινότητα των υποστηρικτών της.

Τα περιβάλλοντα δημιουργικού κώδικα που στηρίζονται στη C++ επιτρέπουν συνδυασμούς πολλών διαφορετικών μέσων, επειδή η C++ είναι μια πολύ ισχυρή γλώσσα, η οποία, αρχιτεκτονικά, είναι πιο κοντά στο υλισμικό (hardware) του υπολογιστή απ' ό,τι άλλες γλώσσες, δηλαδή παρέχει διεπαφές για επικοινωνία με οποιαδήποτε συσκευή ή δικτυακό πρωτόκολλο. Το μειονέκτημα, όμως, που πηγάζει από τη φύση της ίδιας της C++ είναι ότι τα περιβάλλοντα αυτά δεν είναι προσιτά σε ανθρώπους που δεν γνωρίζουν καλά τις βασικές αρχές του προγραμματισμού.

12.10.1.4 Περιβάλλοντα δημιουργικού κώδικα που βασίζονται στη γλώσσα Python

Ένα άλλο πολύ ισχυρό περιβάλλον ανάπτυξης σύνθετων έργων και δημιουργικού κώδικα που βασίζεται στη γλώσα Python είναι το TouchDesigner (https://www.derivative.ca/). Επιτρέπει το συνδυασμό εικόνας, ήχου, τρισδιάστατων γραφικών, συσκευών διάδρασης, διαδικτυακών δεδομένων, βάσεων δεδομένων κ.ά.

12.10.1.5 Περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού

Τα περιβάλλοντα *οπτικού προγραμματισμού* (visual programming) παρέχουν ένα περιβάλλον ανάπτυξης από γραφιστικά αντικείμενα, καθένα από τα οποία επενεργεί με συγκεκριμένο τρόπο σε δεδομένα και παράγει τιμές οι οποίες, στη συνέχεια, χρησιμοποιούνται ως δεδομένα σε ένα επόμενο αντικείμενο. Κατ' αυτόν τον τρόπο, ο αλγόριθμος δομείται συνδέοντας ένα πλήθος γραφιστικών αντικειμένων μεταξύ τους με μία λογική ακολουθιακής εκτέλεσης ενεργειών. Υπάρχουν, επίσης, και περιπτώσεις υβριδικών προγραμματιστικών περιβαλλόντων, στα οποία η ανάπτυξη κώδικα συνδυάζεται με οπτικό προγραμματισμό και χρήση script.

Τα πιο γνωστά εργαλεία με δυνατότητες οπτικού προγραμματισμού είναι το vvvv και το Pure Data της σειράς Max τα οποία εξετάζονται παρακάτω.

12.10.2 Περιβάλλοντα δημιουργικού κώδικα προσανατολισμένα στον ήχο

Οι γλώσσες προγραμματισμού για μουσική και για ηχητική σύνθεση έχουν ήδη διαγράψει μία πορεία έξι περίπου δεκαετιών. Στη διάρκεια αυτή, αναπτύχθηκε ένα πλήθος από διαφορετικά προγραμματιστικά περιβάλλοντα και γλώσσες προγραμματισμού. Τα περιβάλλοντα αυτά κάλυψαν ένα μεγάλο εύρος προγραμματιστικής λογικής. Στο παρόν υποκεφάλαιο εξετάζονται τα ιδιαίτερα δομικά χαρακτηριστικά των

γλωσσών αυτών, καθώς και η αλγοριθμική λογική που ακολουθείται για την ηχοχρωματική σύνθεση και την ανάπτυξη προγραμματιστικών δομών ελέγχου και εκτέλεσης.

12.10.2.1 Δομικά Χαρακτηριστικά

Μια γλώσσα προγραμματισμού ή, γενικότερα, ένα προγραμματιστικό περιβάλλον για μουσική και ηχητική σύνθεση μπορεί να κατηγοριοποιηθεί με βάση τα παρακάτω δομικά χαρακτηριστικά:

- τον Προγραμματιστικό Χρόνο Σύνθεσης και Εκτέλεσης,
- το Προγραμματιστικό Περιβάλλον Διάδρασης με τον χρήστη,
- το Προγραμματιστικό Μοντέλο που ακολουθείται.

Χρόνος Σύνθεσης/Εκτέλεσης

Σε σχέση με τον Χρόνο Σύνθεσης/Εκτέλεσης τα περιβάλλοντα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- *χρόνου μεταγλώττισης* (non-real ή compile time),
- *πραγματικού χρόνου* (real time).

Η πρώτη κατηγορία αφορά περιβάλλοντα στα οποία μεσολαβεί χρόνος μεταγλώττισης ανάμεσα στη σύνθεση και στην εκτέλεση του ηχητικού έργου. Τα περιβάλλοντα αυτά έχουν ενσωματωμένο ένα πρόγραμμα μεταγλώττισης το οποίο ελέγχει την ορθότητα του κώδικα και, τελικά, παράγει ένα αρχείο ήχου. Από αυτήν την άποψη ακολουθούν τη λογική της *tape music*, όπου ο συνθέτης παρουσιάζει το ηχητικό έργο σε μεταγενέστερο χρόνο. Επακόλουθα, τα περιβάλλοντα αυτά ακολουθούν ένα στατικό μοντέλο ανάπτυξης και δεν επιτρέπουν δυναμικές μεταβολές.

Τα περιβάλλοντα πραγματικού χρόνου αφορούν προγραμματιστικά μοντέλα στα οποία ο χρήστης μπορεί να επέμβει στις αλγοριθμικές δομές κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης, διαμορφώνοντας, έτσι, ένα περιβάλλον *ζωντανής ηχητικής εκτέλεσης* (live performance). Τα περιβάλλοντα αυτά προέκυψαν από την ανάγκη των συνθετών της Ηλεκτροακουστικής Μουσικής για ένα ανατροφοδοτούμενο μουσικό σύστημα, στο οποίο ο συνθέτης θα μπορούσε να επεμβαίνει κατά τη διάρκεια της εκτέλεσής του.

Οι περιορισμοί για ένα τέτοιου είδους εγχείρημα προέκυπταν από την αδυναμία των τεχνολογικών και υπολογιστικών συστημάτων (κάρτες ήχου, επεξεργαστές, μνήμες) να υποστηρίξουν τέτοιες ταχύτητες. Παρόλο, λοιπόν, που στην δεκαετία του 1980 υπήρξαν διάφορες προσπάθειες, με τη χρήση κυρίως εξειδικευμένων συστημάτων, η δυνατότητα αυτή προκύπτει στα μέσα της δεκαετίας του 1990. Το Pd (Miller Puckette) αποτέλεσε το πρώτο τέτοιο περιβάλλον το οποίο χρησιμοποίησε τον επεξεργαστή και την κάρτα ήχου του μικροϋπολογιστή για παραγωγή ηχητικής σύνθεσης σε πραγματικό χρόνο.

Οι εφαρμογές πραγματικού χρόνου επέτρεψαν την ανάπτυξη νέων τεχνοτροπιών, ειδικότερα δε με τη μεταφορά της τεχνολογίας αυτής στους φορητούς υπολογιστές προς τα τέλη της δεκαετίας του ‘90 με αρχές του 2000 (laptop music). Νέα μουσικά είδη εμφανίστηκαν, με κύριο εκφραστικό μέσο τον φορητό υπολογιστή και τα περιφερειακά του (ποντίκι, mouse pad, πληκτρολόγιο), αλλά και με τη χρήση ολοένα και πιο εξειδικευμένων συσκευών ελέγχου, μέσω των οποίων ο εκτελεστής μπορούσε να μεταφέρει εκτελεστικές χειρονομίες στον αλγόριθμο σύνθεσης. Αναπτύχθηκαν, έτσι, μία σειρά από πρόσθετες εξωτερικές συσκευές, αρχικά με τους MIDI ελεγκτές (MIDI controllers), αργότερα με τις επιφάνειες αφής (μέσα της δεκαετίας του 2000) και μετέπειτα με τις απτικές συσκευές (τέλη της δεκαετίας του 2000). Δεν λείπουν μάλιστα οι περιπτώσεις στις οποίες τα περιβάλλοντα αυτά, είτε αυτόνομα (Impromptu) είτε σε συνεργασία με άλλες εφαρμογές (vvvv, processing), αναπαράγουν ταυτόχρονα και οπτικό υλικό.

Περιβάλλον Διάδρασης

Το προγραμματιστικό περιβάλλον διάδρασης στα περιβάλλοντα ηχητικής σύνθεσης, όπως και στην περίπτωση της εικόνας, μπορεί να είναι βασισμένο στο κείμενο (text/script-based) ή στον οπτικό προγραμματισμό.

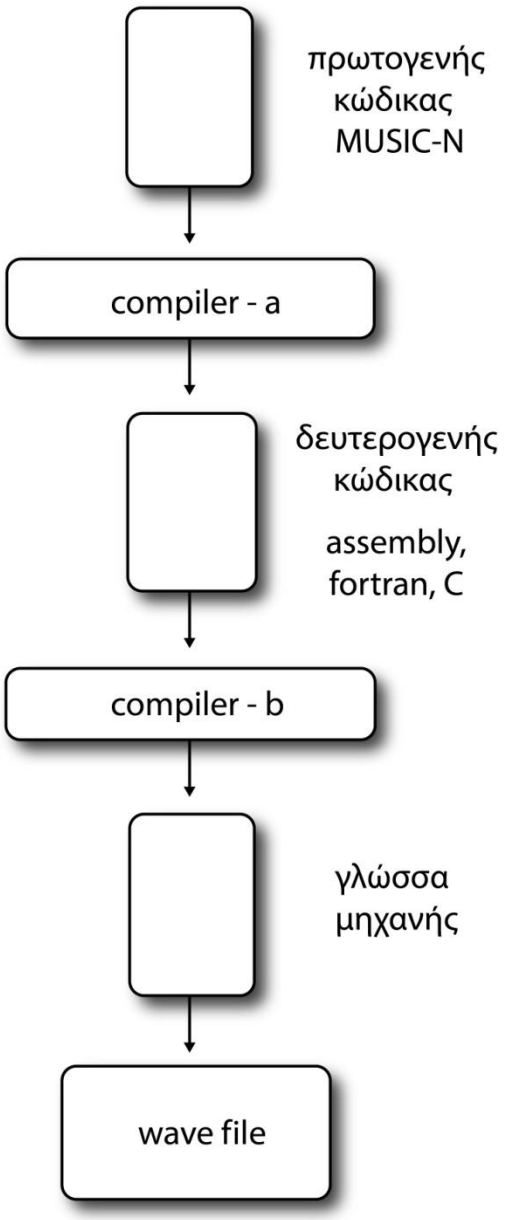
Η πρώτη κατηγορία αφορά μοντέλα προγραμματιστικής ανάπτυξης στα οποία ο χρήστης δομεί την αλγοριθμική λογική του ηχητικού έργου μέσω ενός text editor ή ενός *ολοκληρωμένου περιβάλλοντος ανάπτυξης εφαρμογών* (IDE – Integrated Development Environment) κωδικοποιώντας τον αλγόριθμο σε

γραμμές εντολών. Τα περιβάλλοντα αυτά, αν και πιο σύνθετα από πλευράς ανάπτυξης κώδικα, παρέχουν ένα ευρύτερο πεδίο ανάπτυξης αλγοριθμικής λογικής, αναλόγως και το προγραμματιστικό μοντέλο που ακολουθούν.

Τα περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού παρέχουν ένα περιβάλλον ανάπτυξης από γραφιστικά αντικειμένα καθένα από τα οποία επενεργεί με συγκεκριμένο τρόπο σε δεδομένα και παράγει τιμές οι οποίες στη συνέχεια χρησιμοποιούνται ως δεδομένα σε ένα επόμενο αντικείμενο. Κατ' αυτόν τον τρόπο ο αλγόριθμος δομείται συνδέοντας ένα πλήθος από γραφιστικά αντικείμενα μεταξύ τους με μία λογική ακολουθιακής εκτέλεσης ενεργειών. Υπάρχουν επίσης και περιπτώσεις υβριδικών προγραμματιστικών περιβαλλόντων στα οποία η ανάπτυξη κώδικα συνδυάζεται με οπτικό προγραμματισμό και χρήση script.

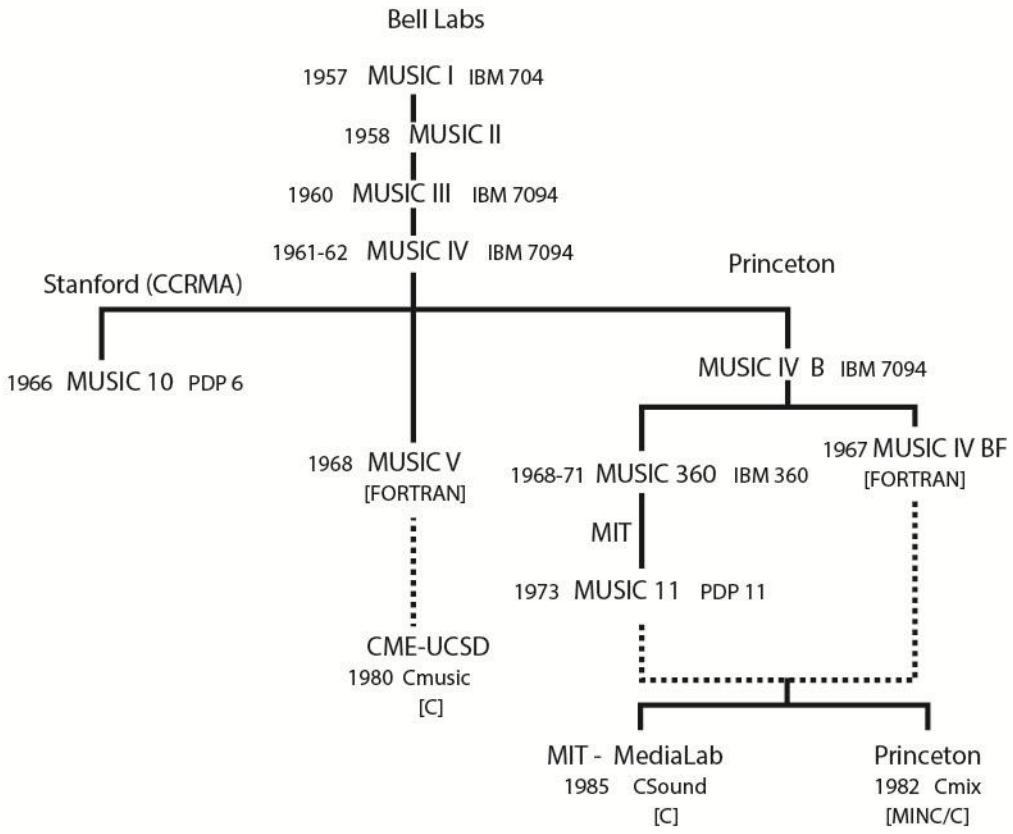
Προγραμματιστικά Μοντέλα

Τα πρώτα προγραμματιστικά περιβάλλοντα για μουσική σύνθεση προέρχονται από τις γλώσσες προγραμματισμού MUSIC-N, οι οποίες αναπτύχθηκαν πρωτίστως στα τέλη της δεκαετίας του 1950 στα εργαστήρια Bell Labs και μετέπειτα την δεκαετία του 1960 σε αμερικανικά πανεπιστημιακά ιδρύματα και ακαδημαϊκά ερευνητικά κέντρα. Η αρχιτεκτονική των γλωσσών αυτών βασίζεται στο γεγονός πως ο πρωτογενής κώδικας σε ένα πρώτο στάδιο μετατρέπεται σε κώδικα γλώσσας γενικής χρήσης (δευτερογενής κώδικας), και αυτός με τη σειρά του σε γλώσσα μηχανής. Το τελικό αρχείο που παράγεται αφορά ένα αρχείο ήχου (Σχήμα 12.13).



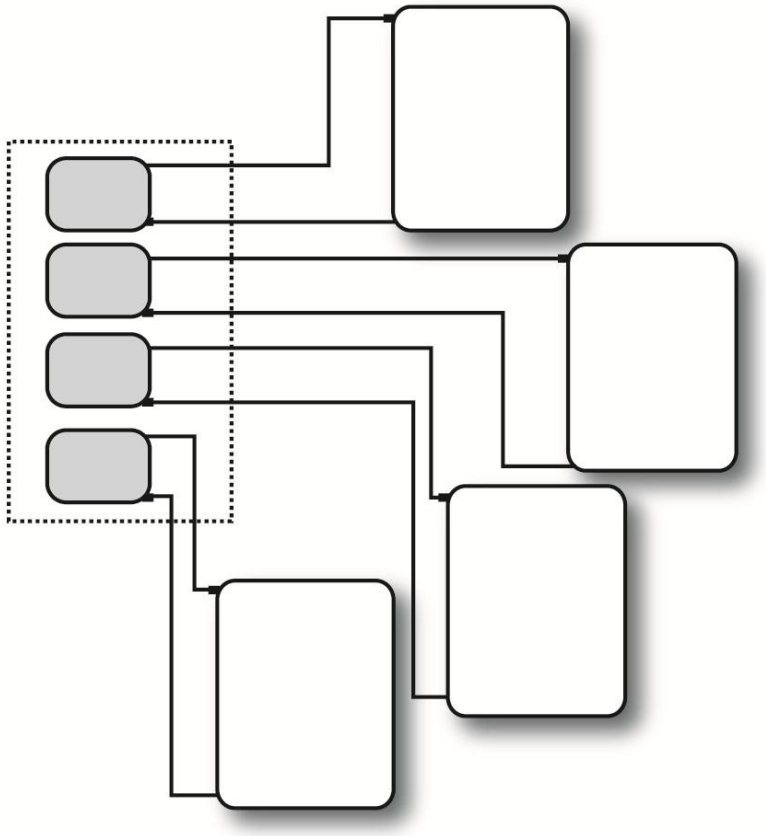
Σχήμα 12.13 *Στάδια μεταγλώττισης των γλωσσών MUSIC-N.*

Στις πρώτες εκδόσεις των γλωσσών MUSIC-N η μετατροπή αυτή αρχικά πραγματοποιούταν στην γλώσσα assembly του αντίστοιχου μηχανήματος. Από τα τέλη της δεκαετίας του 1960, το γράψιμο του κώδικα γίνεται πλέον στη γλώσσα προγραμματισμού FORTRAN, γεγονός το οποίο επιτρέπει τη φορητότητα των προγραμμάτων (MUSIC IV BF και MUSIC V). Μία σημαντική αλλαγή πραγματοποιείται όταν οι γλώσσες αυτές γράφονται για μία σειρά από τις ακόλουθες, νεότερες γλώσσες προγραμματισμού και πλέον εκτελούνται από τους μικρο-επεξεργαστές των μικρο-υπολογιστών. Αποτέλεσμα είναι η έκδοση της νεότερης γενιάς των γλωσσών MUSIC-N, οι οποίες τρέχουν σε compiler της γλώσσας C αλλά και της MINC. Οι γλώσσες αυτές ξεχωρίζουν με το πρόθεμα C.



Σχήμα 12.14 *Διάγραμμα γλωσσών MUSIC-N. Στο διάγραμμα σημειώνεται ο υπολογιστής στη γλώσσα του οποίου έτρεχε το πρόγραμμα. Με τις MUSIC IV BF και MUSIC 11 το γράψιμο του κώδικα γίνεται πλέον στη γλώσσα προγραμματισμού FORTRAN, ενώ οι γλώσσες cmusic, cmix και csound χρησιμοποιούν compiler της γλώσσας c.*

Κύριο χαρακτηριστικό των γλωσσών αυτών είναι πως στηρίζονται στο μοντέλο *κλήσης συναρτήσεων* (function calling). Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, το προγραμματιστικό περιβάλλον παρέχει μία βιβλιοθήκη προγραμματιστικών συναρτήσεων. Κάθε τέτοια προγραμματιστική συνάρτηση είναι επιφορτισμένη με μία συγκεκριμένη λειτουργία και η έξοδος, στην οποία παράγονται τα αποτελέσματα της επεξεργασίας, μπορεί να αποτελέσει είσοδο σε μία επόμενη συνάρτηση. Από την άποψη αυτή, ένα μοντέλο κλήσης συναρτήσεων αφορά μία χρονική οργάνωση, υπό συνθήκη, ενεργειών, από τον χρήστη (Σχήμα 12.15).



Σχήμα 12.15 *Διαγραμματική απεικόνιση του μοντέλου κλήσης συναρτήσεων, κατά το οποίο ο κύριος κώδικας (αριστερά) καλεί επαναχρησιμοποιούμενο κώδικα (προγραμματιστικές συναρτήσεις) με χρονική ακολουθία.*

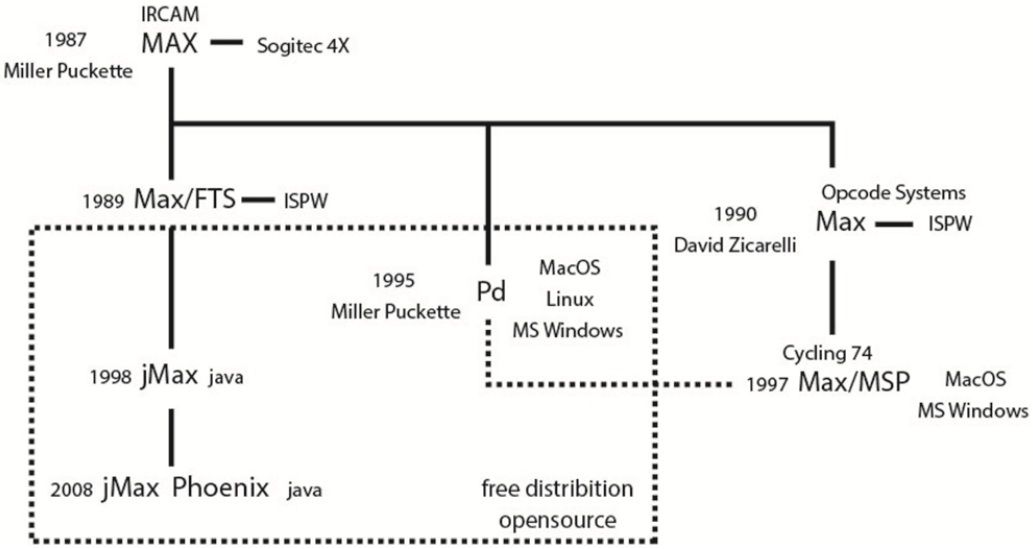
Στις γλώσσες τύπου MUSIC-N και στις διάφορες παραλλαγές τους, ο κύριος κώδικας, στον οποίο δομούνται οι ηχητικές δομές που θα χρησιμοποιηθούν στην ηχητική σύνθεση του έργου, αποθηκεύεται στο *αρχείο ορχήστρας* (orchestra file). Τα ηχητικά συμβάντα δηλώνονται σε ένα δεύτερο αρχείο, το *αρχείο παρτιτούρας* (score file). Εδώ το μοντέλο κώδικα ακολουθεί μία λογική γραμμικής οργάνωσης, παρόμοια με αυτήν των γλωσσών assembly:

```
;p1   p2    p3    p4    p5    p6
;ins  strt  dur   amp   seed  dens
i61   0     5     10000 .7    .001
i61   0     5     10000 .5    .01
i61   0     5     10000 .7    .1
i61   0     5     10000 .5    17
i61   5     5     10000 .7    4
i61   .     5     10000 .5    3
i61   10    5     10000 .7    3
i61   .     5     10000 .5    8
```

Κάθε μία τέτοια γραμμή κώδικα περιλαμβάνει μία σειρά από αριθμητικές τιμές οι οποίες αφορούν την ηχητική δομή, η οποία θα παράγει τα δείγματα ήχου (σημειώνεται με το πρόθεμα i – instrument), τον χρόνο έναρξης και τη διάρκεια της ηχητικής αναπαραγωγής, καθώς και μία σειρά από επιπλέον αριθμητικά πεδία οι τιμές των οποίων αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες μεταβλητές κάθε ηχητικής δομής.

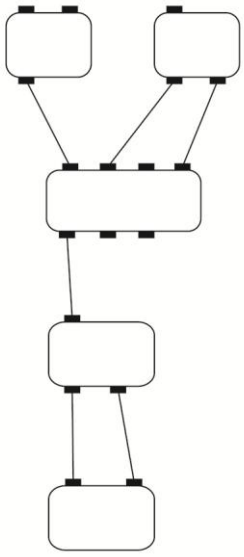
Μία διαφορετική προσέγγιση προγραμματιστικού μοντέλου αποτελούν τα περιβάλλοντα *ροής δεδομένων* (data flow programming), τα οποία λειτουργούν κυρίως με τη λογική του οπτικού προγραμματισμού. Τα περιβάλλοντα αυτά ξεκίνησαν να αναπτύσσονται στη δεκαετία του 1980 στο ερευνητικό κέντρο IRCAM, στο Παρίσι, με την κοινή επωνυμία MAX, ενώ γνώρισαν ιδιαίτερη άνθηση, όταν,

για πρώτη φορά, μεταφέρθηκαν σε μικρο-υπολογιστές στα μέσα της δεκαετίας του 1990 με το πρόγραμμα Pd (Pure Data) (Σχήμα 12.16).



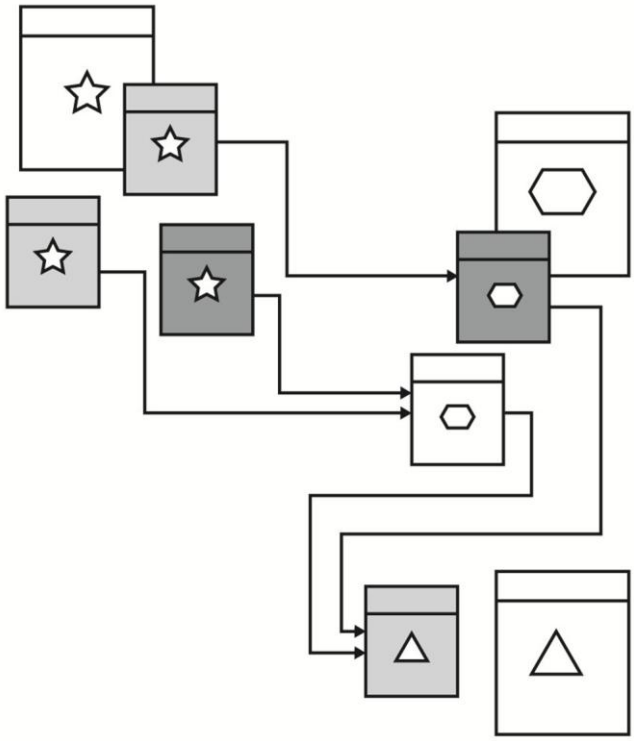
Σχήμα 12.16 Διάγραμμα *γλωσσών οπτικού προγραμματισμού της οικογένειας MAX. Στις περιπτώσεις που η έκδοση της γλώσσας συνοδευόταν από ειδική πλατφόρμα υλισμικού, σημειώνεται στο πλάι. Στις αντίθετες περιπτώσεις, σημειώνονται οι εκδόσεις λειτουργικών συστημάτων που τα υποστηρίζουν.*

Κύριο χαρακτηριστικό του μοντέλου αυτού αποτελεί η ροή δεδομένων μεταξύ διακριτών προγραμματιστικών λειτουργιών, κάθε μία εκ των οποίων μπορεί να συνδεθεί με μία επόμενη, μέσω αυστηρά προκαθορισμένων συνδέσεων εισόδου και εξόδου. Κάθε τέτοια λειτουργία, η οποία απεικονίζεται από ένα γραφιστικό αντικείμενο, αφορά ένα σύνολο προγραμματιστικών ενεργειών οι οποίες εκτελούνται από τη στιγμή που αυτή τροφοδοτηθεί με έγκυρα δεδομένα στην είσοδό της. Ένας αλγόριθμος ηχητικής σύνθεσης κωδικοποιείται με ένα σύνολο τέτοιων συνδέσεων με κύριο χαρακτηριστικό την παράλληλη επεξεργασία τους (Σχήμα 12.17).



Σχήμα 12.17 *Απεικόνιση μοντέλου ροής δεδομένων σε περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού. Κάθε μονάδα αντιστοιχεί σε μία διαφορετική λειτουργία η οποία περιέχει προκαθορισμένο πλήθος σημείων εισόδου και εξόδου, μέσω των οποίων μπορεί να συνδεθεί με άλλες μονάδες.*

Στα μέσα της δεκαετίας του 1990 αναπτύσσεται μία νέα γενιά γλωσσών για ηχητική σύνθεση οι οποίες ακολουθούν το μοντέλο του αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού. Οι γλώσσες αυτές παρέχουν ένα σύνολο κλάσεων αναπτυγμένες σε ιεραρχική δομή δένδρου. Κάθε κλάση εξειδικεύεται σε συγκεκριμένου τύπου λειτουργίες και περιλαμβάνει ένα πλήθος μεθόδων και μεταβλητών. Η αλγοριθμική δομή ενός έργου δομείται πλέον από αντικείμενα των κλάσεων αυτών τα οποία επενεργούν σε δεδομένα και επικοινωνούν με άλλα αντικείμενα του περιβάλλοντος (Σχήμα 12.18).



Σχήμα 12.18 *Σε ένα περιβάλλον αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού, κάθε κλάση (μεγάλα λευκά παραλληλόγραμμα) μπορεί να παράγει ένα ή περισσότερα αντικείμενα (μικρότερα παραλληλόγραμμα) καθένα από τα οποία παρουσιάζει διαφορετικές ιδιότητες (διαφορετική διαβάθμιση του γκρίζου). Κάθε αντικείμενο επενεργεί με συγκεκριμένες μεθόδους σε δεδομένα τα οποία στη συνέχεια μπορεί να ανταλλάσει με άλλα αντικείμενα.*

Μία ιδιαίτερη λογική εκτέλεσης κώδικα στα παραπάνω περιβάλλοντα αφορά την *εκτέλεση κώδικα σε πραγματικό χρόνο* (live coding). Σε αντίθεση με τα υπόλοιπα προγραμματιστικά μοντέλα, στα οποία η σειρά του κώδικα αποτελεί κύριο δομικό χαρακτηριστικό της αλγοριθμικής του λογικής, στα περιβάλλοντα αυτά δεν ισχύει κάτι τέτοιο. Οι γλώσσες αυτές ακολουθούν το μοντέλο των γλωσσών *δυναμικού προγραμματισμού* (dynamic programming languages). Κύριο χαρακτηριστικό του προγραμματιστικού αυτού μοντέλου αποτελεί η δυνατότητα εκτέλεσης πρόσθετων λειτουργιών κατά τον χρόνο εκτέλεσης του κώδικα (runtime), ανάμεσα στις οποίες περιλαμβάνονται η τροποποίηση και η επέκταση των υπαρχόντων δομών και τύπων της γλώσσας ή ακόμη και η προσθήκη νέων. Ο χρήστης επιλέγει και ενεργοποιεί τμήματα κώδικα εντός του πηγαίου προγράμματος, τα οποία μπορεί στη συνέχεια, με δική του ελεύθερη βούληση, να τα επαναχρησιμοποιεί, να τα μεταβάλλει και να τα τροποποιεί στον πραγματικό χρόνο εκτέλεσής του. Αυτό δημιουργεί μία νέα συνθετική προσέγγιση κατά την οποία η σύνθεση ενός έργου πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της εκτέλεσής του προσδίδοντας ιδιαίτερα δυναμικά χαρακτηριστικά συνθετικής έκφρασης.

Ένα πρόσθετο μοντέλο προγραμματιστικής λογικής αφορά, τέλος, το δικτυακό μοντέλο εκτέλεσης κώδικα (over IP). Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, η εκτέλεση και ο έλεγχος κώδικα μπορεί να πραγματοποιηθεί σε απομακρυσμένα γεωγραφικά μηχανήματα με μία λογική *κατανεμημένου προγραμματισμού* (distributed programming). Το μοντέλο αυτό, σε κάποιες περιπτώσεις, είναι ενδογενές, αποτελεί, δηλαδή, ιδιαίτερο δομικό χαρακτηριστικό της αρχιτεκτονικής του περιβάλλοντος (SuperCollider, 2001), ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις παρέχεται ως επιπλέον χαρακτηριστικό με την προσθήκη εξωτερικών βιβλιοθηκών. Η δυνατότητα αυτή προήλθε από την ανάπτυξη εξειδικευμένων πρωτοκόλλων

επικοινωνίας, με βασικότερο το πρωτόκολλο OSC (Open Sound Control). Αξίζει να σημειωθεί πως, καθώς το συγκεκριμένο πρωτόκολλο αποτελεί περισσότερο έναν φορέα δεδομένων (format content), επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών εφαρμογών και τεχνολογιών. Το μοντέλο δικτυακής εκτέλεσης συμβάλλει στη συνεργατική εκτέλεση διαφορετικών και γεωγραφικά απομακρυσμένων εκτελεστών αναπτύσσοντας μία λογική συνεργατικής δικτυακής κουλτούρας, ενώ ταυτόχρονα ενοποιεί μέχρι πρότινος *ανεξάρτητες* (stand-alone) τεχνολογίες.

12.11 Παράρτημα κώδικα

12.11.1 Παράδειγμα 1 – RECTANGLES

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<body>

<canvas id="myCanvas" width="400" height="400" style="border:1px solid
#d3d3d3;">
Your browser does not support the HTML5 canvas tag.</canvas>

<script>

var c = document.getElementById("myCanvas");
var ctx = c.getContext("2d");

function draw_square(size, x, y, color) {
ctx.fillStyle = color;
ctx.fillRect(x, y, size, size);
}

draw_square(50, 0, 0, "#000000");
draw_square(50, 50, 0, "#3C4040");
draw_square(50, 0, 50, "#9EA1A1");
draw_square(50, 50, 50, "#4C504F");
draw_square(50, 100, 0, "#000000");

</script>

</body>
</html>
```

12.11.2 Παράδειγμα 2 – QUAD_RECT

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<body>

<canvas id="myCanvas" width="400" height="400" style="border:1px solid
#d3d3d3;">
Your browser does not support the HTML5 canvas tag.</canvas>

<script>

var c = document.getElementById("myCanvas");
var ctx = c.getContext("2d");

draw_quad_square(50, 250,250,"#000000", "#3C4040", "#9EA1A1", "#000000");
draw_quad_square(50, 250,250,"#000000", "#3C4040", "#9EA1A1", "#000000");

function draw_square(size, x, y, color) {
ctx.fillStyle = color;
ctx.fillRect(x, y, size, size);
}

function draw_quad_square(size, x, y, color00, color01, color10, color11)
{

draw_square(size, x-size/2,y+size/2, color00);
draw_square(size, x+size/2, y+size/2, color01);
draw_square(size, x-size/2, y-size/2, color10);
draw_square(size, x+size/2, y-size/2, color11);

}

</script>

</body>
</html>
```

12.11.3 Παράδειγμα 3 – QUAD_BOARD_LOOP_ROW

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<body>

<canvas id="myCanvas" width="420" height="420" style="border:1px solid
#d3d3d3;">
Your browser does not support the HTML5 canvas tag.</canvas>

<script>

var c = document.getElementById("myCanvas");
var ctx = c.getContext("2d");

drawRow(0);
drawRow(1);
drawRow(2);
drawRow(3);
drawRow(4);
drawRow(5);
drawRow(6);
drawRow(7);

function drawRow(which_row) {

       for (j = 0; j < 8; j++) {
        if(which_row % 2 ==0)
            if(j % 2 == 0) ctx.fillStyle="#000000";
                 else ctx.fillStyle="#FFFFFF";
                   else
            if(j % 2 == 0) ctx.fillStyle="#FFFFFF";
                 else ctx.fillStyle="#000000";
     ctx.fillRect(j * 60, which_row*60, 60, 60);
       }
     }

</script>

</body>
</html>
```

12.11.4 Παράδειγμα 4 - QUAD_BOARD_NESTED_LOOP

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<body>

<canvas id="myCanvas" width="420" height="420" style="border:1px solid
#d3d3d3;">
Your browser does not support the HTML5 canvas tag.</canvas>

<script>

var c = document.getElementById("myCanvas");
var ctx = c.getContext("2d");

drawBoard();

function drawBoard() {

     for (i = 0; i < 4; i++) {
       for (j = 0; j < 8; j++) {
      if(j % 2 == 0)
      posx = 60;
      else
         posx=0;
          ctx.fillRect(i * 120 + posx, j * 60, 60, 60);
       }
      }
     }


</script>

</body>
</html>
```

12.11.5 Παράδειγμα 5 - ONE_DIM_ARRAY

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<body>

<canvas id="myCanvas" width="500" height="500" style="border:1px solid
#d3d3d3;">
<script>

var c = document.getElementById("myCanvas");
var ctx = c.getContext("2d");


var myWords = ["To", "be", "or", "not", "to", "be"];

printThePhrase();

function myText(myText, x, y, myFont)
{

ctx.font = myFont;
ctx.fillText(myText,x,y);
}

function printThePhrase()
{
var counter = 0;
while(counter < myWords.length) {
   myText(myWords[counter], 100+counter *50, 250, "30px Arial");
    counter++;
}

}
</script>

</body>
</html>
```

12.11.6 Παράδειγμα 6 - RANDOM

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<body>

<canvas id="myCanvas" width="420" height="420" style="border:1px solid
#d3d3d3;">
Your browser does not support the HTML5 canvas tag.</canvas>

<script>

var c = document.getElementById("myCanvas");
var ctx = c.getContext("2d");

drawBoard();

function drawBoard() {

     for (i = 0; i < 4; i++) {
       for (j = 0; j < 8; j++) {
      if(j % 2 == 0)
           posx = 60;
      else posx=0;
          ctx.fillStyle='#'                                              +
Math.floor(Math.random()*16777215).toString(16);
          ctx.fillRect(i * 120 + posx, j * 60, 60, 60);
       }
     }
    }

</script>

</body>
</html>
```

12.11.7 Παράδειγμα 7 - TRACK_MOUSE_POSITION

```
<!DOCTYPE HTML>
<html>

  <body>
    <canvas id="myCanvas" width="500" height="500"></canvas>
    <script>
      var canvas = document.getElementById('myCanvas');
      var context = canvas.getContext('2d');
      var rect = canvas.getBoundingClientRect();

function writeMessage(canvas, message, x_message, y_message) {
        context.clearRect(0, 0, canvas.width, canvas.height);
        context.font = '18pt Calibri';
        context.fillStyle = 'black';
        context.fillText(message, x_message, y_message);
      }
       canvas.addEventListener('mousemove', function(evt) {
           var x = evt.clientX - rect.left;
     var y = evt.clientY - rect.top;
     var my_message = "x: " + x + " y: " + y;
     writeMessage(canvas, my_message, x, y);
      }, false);
    </script>
  </body>
</html>
```

12.11.8 Παράδειγμα 8 – BUG

```
<!DOCTYPE HTML>
<html>

  <body>
    <canvas id="myCanvas" width="500" height="500"></canvas>
    <script>
      var canvas = document.getElementById('myCanvas');
      var context = canvas.getContext('2d');
      var rect = canvas.getBoundingClientRect();

function writeMessage(canvas, message, x_message, y_message) {
        //context.clearRect(0, 0, canvas.width, canvas.height);
        context.font = '18pt Calibri';
        context.fillStyle = 'black';
        context.fillText(message, x_message, y_message);
      }
       canvas.addEventListener('mousemove', function(evt) {
           var x = evt.clientX - rect.left;
     var y = evt.clientY - rect.top;
     var my_message = "x: " + x + " y: " + y;
     writeMessage(canvas, my_message, x, y);
      }, false);
    </script>
  </body>
</html>
```

12.11.9 Παράδειγμα 9 – RECURSION

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<body>

<canvas id="myCanvas" width="500" height="500" style="border:1px solid
#d3d3d3;">
Your browser does not support the HTML5 canvas tag.</canvas>

<script>
var c = document.getElementById("myCanvas");
var ctx = c.getContext("2d");

drawShape(250, 250, 380);

function drawShape(x, y, radius) {


ctx.beginPath();
ctx.arc(250,250,radius,0,2*Math.PI);
ctx.stroke();

var newRadius = radius/2;

if (newRadius >= 2) {

drawShape(x, y, newRadius);

 }

};

</script>

</body>
</html>
```

12.11.10 Παράδειγμα 10 – IF_ELSE_SPACE

```
<!DOCTYPE HTML>
<html>

  <body>
    <canvas id="myCanvas" width="500" height="500"></canvas>
    <script>
      var canvas = document.getElementById('myCanvas');
      var context = canvas.getContext('2d');
      var rect = canvas.getBoundingClientRect();

function writeMessage(canvas, message, x_message, y_message) {
       context.clearRect(0, 0, canvas.width, canvas.height);
        context.font = '18pt Calibri';
        context.fillStyle = 'black';
        context.fillText(message, x_message, y_message);
      }
       canvas.addEventListener('mousemove', function(evt) {
           var x = evt.clientX - rect.left;
     var y = evt.clientY - rect.top;

     if(x>=250&& y<=250)
       writeMessage(canvas, "AREA 01", x, y);
                else if(x>250 && y>=250)
                  writeMessage(canvas, "AREA 11", x, y);
                else if(x<250 && y>=250)
                   writeMessage(canvas, "AREA 10", x, y);
                else
                   writeMessage(canvas, "AREA 00", x, y);
      }, false);
    </script>
  </body>
</html>
```

Βιβλιογραφία - Αναφορές

1. Alsina, C., *Οι χάρτες του μετρό και τα νευρωνικά δίκτυα*, EDITEC, 2012.
2. Baumgaertel, T. , "Experimental Software", *art+communication conference*, Riga, August 26, 2000.
3. Black, A. P. , Object-oriented programming: some history, and challenges for the next fifty years, *Journal of Information and Computation*, Volume 231, October, 2013.
4. Breton, P., *Η ιστορία της πληροφορικής*, εκδόσεις Δίαυλος, 1991.
5. Cormen, T., H., Leiserson, C.,E., Rivest, R., L., Stein, C., *Introduction To Algorithms*, The MIT Press, 2009, υπάρχει και μεταφρασμένο στα ελληνικά.
6. Das, A., & A. Jain, "Indexing The World Wide Web: The Journey So Far", in *Next Generation Search Engines: Advanced Models for Information Retrieval*, pages 1–28. IGI-Global, 2012.
7. De Souza, P., "Rethinking the Dissension between Software and Generative Art", *The International Journal of Technology, Knowledge and Society*, 2010, pp. 13-26.
8. Dimitriadi, N. & S. Zoi, "The In-Between Virtual Neighborhood and the Cellutopia Engine", *The Sixth International Symposium on Computational Aesthetics in Graphics, Visualization & Imaging, Computational Aesthetics 2010*, 14–15 June 2010, London, UK.
9. Erickson, T., "Working with interface metaphors". *The art of human computer interface design*, edited by Brenda Laurel, Addison Wesley 1993
10. Galanter, P., "What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory", *GA2003 (Generative Art conference* 2003).
11. Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., Vlissides, J., *Design Patterns CD: Elements of Reusable Object-Oriented Software*, Addison-Wesley, 1995
12. Gedeon, T., "Neural Network for Modeling Esthetic Selection", *Neural Information Processing*, Springer Lecture Notes in Computer Science, 2008, Volume 4985/2008, 666-674.
13. Huang, J., History of Object Oriented Programming, Διαδικτυακό άρθρο, http://web.eecs.utk.edu/~huangj/CS302S04/notes/oo-intro.html, 2004
14. Kandisnky, W., *Σημείο, γραμμή, επίπεδο. Συμβολή στην ανάλυση των ζωγραφικών στοιχείων*, Αθήνα: Εκδόσεις ΔΩΔΩΝΗ., 2013.
15. Kristen, N. , Dahl, O. , *The Development of the SIMULA Languages*, in Wexelblat, Richard L., ed., History of programming Languages, Academic Press, New York, 1981.
16. Manovich, L., *The Lanuage of New Media*, The MIT Press, 2001.
17. McGowan, C., McCullough, J., *Entertainment in the Cyber Zone*, Random House Electronic Publishing, 1995.
18. Puntambekar, A.A., *Data Structures and Algorithms*, Technical Publications, 2011 – διαθέσιμο και στα Google Books.
19. Roy, D., Teh, Y., "The Mondrian Process", *Advances in Neural Information Processing Systems*, 21, p.27, 2009.
20. Santorineos, M., "The passage from the creator's intelligence which is intrinsic to the works of art, to artificial intelligence. A proposal for a new field of research that combines art with artificial intelligence case study: The Kandinsky project", *3IA International Conference (3IA'2007) on Computer Graphics and Artificial Intelligence*, May 30-31 2007, Athens, Greece.
21. Santorineos, M., Zoi, S., Dimitriadi, N., Chen C.Y., "Towards Defining a Suitable Environment for Teaching Digital Arts – The Delphous Experiment", *7th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, July 18-20, 2007, Niigata, Japan
22. Santorineos, M., & S. Zoi, "A proposal for a digital art laboratory that meets contemporary educational and experimentation needs", *The 5th Annual Edition of INTED2011* (International Technology, Education and Development Conference), 7-9th March, 2011, Valencia, Spain.
23. Shiffman, D., *The Nature of Code: Simulating Natural Systems with Processing*, 2012.
24. Taylor, R., Micolich, A., Jonas, D., "Fractal Expressionism: Can Science Be Used To Further Our Understanding Of Art?", *Physics World magazine*, October 1999.
25. Κόλλιας, Γ., Μανωλόπουλος, Γ., *Δομές Δεδομένων*, 1990.

Κεφάλαιο 13. Επί μέρους διαδικασίες και εργαλεία για την παραγωγή και προώθηση ενός έργου

Σύνοψη

Παρουσιάζονται οι δυνατότητες υποστήριξης τις οποίες προσφέρουν διάφοροι διαδικτυακοί τόποι στον καλλιτέχνη κατά την προετοιμασία, παραγωγή και προώθηση ενός έργου. Η αξιοποίηση του Διαδικτύου αποτελεί ένα φαινόμενο το οποίο έχει πλέον ενταχθεί πλήρως στην καλλιτεχνική πρακτική, ιδιαίτερα στην ψηφιακή τέχνη. Παρουσιάζονται οι διαδικασίες α) εύρεσης βασικών εργαλείων έρευνας, επικοινωνίας και οργάνωσης της παραγωγής του έργου και β) αναζήτησης πηγών χρηματοδότησης της παραγωγής του έργου, π.χ. μέσω διαγωνισμών, κρατικών χρηματοδοτήσεων ή από το ίδιο το κοινό, μέσω Διαδικτύου γ) υποστήριξης του έργου μέσω εύρεσης συνεργατών, εθελοντών, ή διαδικτυακών τόπων συζήτησης με άτομα τα οποία έχουν κοινά ενδιαφέροντα. Παρουσιάζονται τεχνικές οι οποίες αφορούν την προβολή του έργου σε σχέση α) με τη δημιουργία της ταυτότητας και των μεταδεδομένων του έργου. β) την ύπαρξη του έργου και στοιχείων του στο Διαδίκτυο (π.χ. YouTube, Vimeo, Facebook, Twitter) και γ) την προώθησή του ως προϊόν μέσω ειδικών τόπων (π.χ. video on demand, Amazon Kindle).

13.1 Τα χίλια πρόσωπα του υπολογιστή

Η συμβολή του υπολογιστή στην υποστήριξη μιας παραγωγής είναι εξίσου σημαντική με την χρησιμοποίησή του ως εργαλείο επεξεργασίας του έργου. Σε μια παραγωγή, ένας υπολογιστής, εκτός από εργαλείο μοντάζ, επεξεργασίας ήχου, επεξεργασίας εικόνας και δημιουργίας τρισδιάστατης εικόνας είναι: μια εξελιγμένη μηχανή επεξεργασίας κειμένου, ένα σύστημα οργάνωσης, μία ισχυρή βιβλιοθήκη, μια ισχυρή αρχειοθήκη, μία ισχυρή ταινιοθήκη, ένα ισχυρό σύστημα ταχυδρομείου, ένα ισχυρό σύστημα τηλεφωνικής επικοινωνίας, ένα σύστημα δημιουργίας και παραγωγής εντύπων και τέλος ένα ισχυρό, παράλληλο σύστημα επικοινωνίας και προώθησης του έργου. Όλα αυτά λειτουργούν με απόλυτο συντονισμό μεταξύ τους.

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό αυτό το προτέρημα του ψηφιακού τρόπου εργασίας, κάτι το οποίο δεν καταλαβαίνουν οι νεότερες γενιές, γιατί δεν έχουν βιώσει την αγωνία να περιμένουν μέρες μια επιστολή, να χρειάζονται ένα υπολογίσιμο ποσόν για την αλληλογραφία, ή για να τυπώσουν μια αφίσα και να έχουν περιορισμένη δυνατότητα να ενημερώσουν το πολύ κοντινό τους περιβάλλον (βλέπε Πίνακα 13.1). Το σημερινό (ψηφιακό) περιβάλλον εργασίας έχει μόνο ένα σημαντικό μειονέκτημα: στην περίπτωση που κλαπεί ή καταστραφεί ο κεντρικός υπολογιστής, εάν δεν έχουν ληφθεί τα ανάλογα μέτρα, χάνεται ένα μεγάλο μέρος της εργασίας. Γι' αυτόν τον λόγο, θα πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον ένα αντίγραφο εργασίας, το οποίο να ανανεώνεται συχνά, και τα σημαντικά αρχεία να αποθηκεύονται σε διαφορετικά μέρη ταυτόχρονα (π.χ. διαφορετικούς υπολογιστές, δίσκους αποθήκευσης ή διαδικτυακούς τόπους). Επίσης, θα πρέπει ο συγκεκριμένος υπολογιστής να έχει ισχυρό σύστημα προστασίας και να εκτελεί συχνά τις ανανεώσεις οι οποίες απαιτούνται στα λογισμικά. Πρόκειται για θέματα στα οποία, ενίοτε, ο δημιουργός δεν δίνει την απαιτούμενη σημασία, με ολέθριες συνέπειες πολλές φορές. Επιπλέον, όπως έχει διαμορφωθεί η τεχνολογία, με τους ρυθμούς ανανέωσης των νέων λειτουργικών συστημάτων και προγραμμάτων, αλλά και τους νέους τρόπους διανομής του λογισμικού (π.χ. δωρεάν εκδόσεις ή διανομή με ενοικίαση εκδόσεων, εγκατάσταση / αποθήκευση μέσω του νέφους (cloud)), ένας δημιουργός θα πρέπει να έχει υπόψη του ότι ο φορητός υπολογιστής του είναι ένα «αναλώσιμο» αντικείμενο, το οποίο περίπου σε τέσσερα χρόνια θα πρέπει να το αναβαθμίσει ή αντικαταστήσει. Γι' αυτόν τον λόγο, δεν θα πρέπει να εξαρτά τις δημιουργίες του από τον συγκεκριμένο εξοπλισμό, δηλαδή θα πρέπει να μπορεί εύκολα να δημιουργήσει ένα επόμενο περιβάλλον εργασίας, στηριγμένο σ' έναν άλλον εξοπλισμό, διατηρώντας, όσο αυτό είναι δυνατό, σε κάποιο μέσο όλα τα σημαντικά προσωπικά του αρχεία ή τα απαραίτητα λογισμικά.

Στον Πίνακα 13.1 παρατίθεται ένας συγκριτικός πίνακας των δύο εποχών, σε σχέση με την παραγωγή.

	Προ ψηφιακής τεχνολογίας	**Μετά ψηφιακής τεχνολογίας**	**Όφελος**
Ένα σύστημα οργάνωσης	Μια μεγάλη εργασία για την ανάπτυξη του προϋπολογισμού (οικονομικές πράξεις), οργάνωση του προγράμματος (ημερολόγιο), οργάνωση συνεργατών, υλικών, μηχανημάτων κ.λπ.	Αυτοματοποιημένο σύστημα (Λογισμικό), Άμεσο αποτέλεσμα αλλαγών, σε όλα τα πεδία.	Χρόνος, ακρίβεια, άμεση παρακολούθηση, γρήγορη διόρθωση. Κέρδος χρόνου και χρήματος λόγω των παραπάνω.
Μια ισχυρή βιβλιοθήκη	Έπρεπε να γίνει μετακίνηση στον χώρο, να κρατηθούν σημειώσεις οι οποίες απαιτούσαν αρκετό χρόνο ή, μερικές φορές, να αναπαραχθούν φωτοτυπίες με υπολογίσιμο κόστος.	Ένα μεγάλο μέρος των βιβλιοθηκών βρίσκονται στον παγκόσμιο χώρο του Διαδικτύου, μέσα στον υπολογιστή, ψηφιακά αντίγραφα εντύπων και βιβλίων δωρεάν.	Χρόνος, οικονομικό κέρδος, μεγαλύτερο εύρος υλικού.
Μια ισχυρή αρχειοθήκη για οποιονδήποτε τύπο πληροφορίας	Περιορισμένη, ανάλογα με το είδος της πληροφορίας και το σύστημα διανομής.	Πρόσβαση σε σημαντικά κρατικά αρχεία, απόρρητα μέχρι πρότινος. Ισχυρά εργαλεία, αυτόματης οργάνωσης.	Χρόνος, μεγαλύτερο εύρος, οικονομικό κέρδος.
Μια ισχυρή ταινιοθήκη	Πολύ δύσκολη πρόσβαση και μόνο για παρακολούθηση μιας προβολής ή απόκτηση αντιγράφου.	Δυνατότητα παρακολούθησης και τις περισσότερες φορές λήψη ενός αντιγράφου.	Χρόνος, μεγαλύτερο εύρος διαθέσιμου υλικού.
Ένα ισχυρό σύστημα ταχυδρομείου	Χρονοβόρο (2μέρες το λιγότερο στο εσωτερικό και 5 στο εξωτερικό, και άλλες τόσες η απάντηση) με ένα σημαντικό κόστος.	Άμεση επικοινωνία. Δυνατότητα μεταφοράς μεγάλου υλικού (κείμενα, βιβλία, φωτογραφίες οπτικοακουστικό υλικό, εργασίες προγραμματισμού) όλα σχεδόν δωρεάν. Επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο.	Ταχύτητα (σχεδόν μηδενισμός χρόνου), οικονομικό κέρδος.
Ένα ισχυρό σύστημα τηλεφωνικής επικοινωνίας	Κόστος, σημαντικό, αν δεν είναι τοπικό. Δυνατότητα επικοινωνίας μόνο μεταξύ δύο προσώπων κάθε φορά.	Δυνατότητα σύνθετης επικοινωνίας (συνδυασμός εικόνας, εντύπων κ.λπ.) δυνατότητα επικοινωνίας με παραπάνω από δυο άτομα. Σχεδόν δωρεάν.	Συνδυασμός τηλεφώνου και ταχυδρομείου. Ταυτόχρονη επικοινωνία πολλών προσώπων, οικονομικό όφελος.
Ένα σύστημα δημιουργίας και παραγωγής εντύπων	Ιδιαίτερα ακριβό και χρονοβόρο.	Εύκολη και άμεση επεξεργασία υλικών. Αξιοποίηση χρόνου εκτός	Ταχύτητα, οικονομικό κέρδος, συνδυασμός με άλλα μέσα (ψηφιακό ταχυδρομείο, κοινωνικά

		ωραρίου καταστημάτων.	δίκτυα κ.λπ.).

Πίνακας 13.1 *Σύγκριση εργασιών προ και μετά ψηφιακής τεχνολογίας, με εμφανή τα πλεονεκτήματα στη δεύτερη περίπτωση.*

13.2 Ο υπολογιστής και το Διαδίκτυο ως ενιαία πλατφόρμα οργάνωσης

Για την απαιτούμενη οργάνωση μιας παραγωγής, ο υπολογιστής εμπεριέχει τη δομή της πλατφόρμας, η οποία φιλοξενεί όλα τα σχετικά αρχεία. Για τον λόγο αυτόν θα πρέπει πάνω απ' όλα να είναι καλά οργανωμένο το περιβάλλον εργασίας του υπολογιστή.

Αρχικά, θα πρέπει να δημιουργηθεί ένας *κεντρικός φάκελος* (root folder) ο οποίος θα περιέχει όλους τους υπο-φακέλους και τα αρχεία στα οποία οργανώνονται τα δεδομένα της παραγωγής. Ο root folder θα περιλαμβάνει την αλληλογραφία, κείμενα, έναν φάκελο με την προεργασία, έναν φάκελο με τα υλικά της παραγωγής και άλλα στοιχεία, ανάλογα με την παραγωγή.

Είναι προτιμότερο οι φάκελοι και τα αρχεία να ονοματίζονται με λατινικούς χαρακτήρες, ούτως ώστε να αποφεύγονται λάθη κατά τη μεταφορά αρχείων σε άλλα συστήματα (π.χ. σ' έναν συνεργάτη στην Ιταλία ο οποίος δεν έχει εγκατεστημένη την ελληνική γλώσσα στον υπολογιστή του).

Όσο αυξάνονται τα αρχεία σ' έναν υπολογιστή, τόσο γίνεται πιο δύσκολη η μετέπειτα αναζήτηση στοιχείων μέσα σ' αυτά. Υπάρχουν προγράμματα – εργαλεία τα οποία ερευνούν τα αρχεία του υπολογιστή, όπως ακριβώς κάνουν οι μηχανές αναζήτησης στο Διαδίκτυο. Συνήθως, το κάθε λειτουργικό σύστημα (π.χ. Windows) διαθέτει ένα τέτοιο σύστημα αναζήτησης, αλλά, τις περισσότερες φορές, αυτό περιορίζεται στην αναζήτηση με βάση την ονομασία, τον τύπο ή την ημερομηνία δημιουργίας του αρχείου ή του φακέλου. Μια σύνθετη μηχανή αναζήτησης εντός του υπολογιστή είναι το Copernic Desktop Search (CDS). Πρόκειται για ένα ενδιαφέρον πρόγραμμα, το οποίο παρέχεται δωρεάν σε μια περιορισμένη μορφή.

Το CDS είναι ένα εργαλείο αναζήτησης για το περιβάλλον Windows, του οποίου η δεκαοκτάχρονη εμπειρία έχει αποδείξει την αξιοπιστία του, ως μηχανή αναζήτησης. Ανακαλύπτει όλα τα αρχεία μέσα από τους τίτλους τους, αλλά και από τον κορμό των κειμένων τα οποία είναι αποθηκευμένα στον υπολογιστή ή στους *διακομιστές* (servers), αλλά και σε εξωτερικούς δίσκους ή σε μέσα διαδικτυακής αποθήκευσης, όπως το Dropbox, το Google Drive και το OneDrive. Κάνει αναζήτηση σε όλα τα έγγραφα του Microsoft Office (.docx, .xlsx, .pptx) καθώς και σύνθετη αναζήτηση τόσο στο περιεχόμενο του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (π.χ. Outlook), όσο και στα *συνημμένα* (attachments), όπως επίσης και εντός του κειμένου των αρχείων PDF. Γενικά, το CDS πραγματοποιεί σύνθετη αναζήτηση σε πάνω από 150 τύπους αρχείων, κειμένων, εικόνων, βίντεο κ.λπ. Η αναζήτηση μπορεί να γίνει, μέσω μιας σύνθεσης λέξεων κλειδιών, σε σχέση με την ημερομηνία, τον τύπο ή το μέγεθος του φακέλου. Μπορούν, επίσης, να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα πολλές λέξεις κλειδιά.

Οι προεργασίες ενός καλλιτέχνη αποκτούν ιδιαίτερα μεγάλη σημασία και βοηθούν στη δημιουργικότητα, όταν συνδυάζονται μεταξύ τους. Σήμερα, κάποιος ο οποίος κάνει έρευνα έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει μια σειρά διαφορετικών μέσων για την καταγραφή, την αποθήκευση και την αρχειοθέτηση των δεδομένων του. Πρόκειται για το ψηφιακό υπόβαθρο το οποίο αναφέρει ο Malcolm McCullough στο βιβλίο του με τίτλο Digital Ground [1].

Δεν είναι εύκολο στην αρχή να ενταχθούν όλα αυτά τα εργαλεία στην καθημερινότητα ενός δημιουργού. Υπάρχει ο κίνδυνος στην αρχή να χαθούν αρχεία και στοιχεία, λόγω άγνοιας χρήσης των εργαλείων αυτών και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους. Αυτή η εμπειρία μπορεί να αποθαρρύνει έναν δημιουργό από τη χρήση παρόμοιων εργαλείων για την υποστήριξη του έργου του.

Όμως, τα εργαλεία αυτά, προσφέρουν μια ισχυρή δομή πληροφορίας και οργανωμένης γνώσης. Ένας καλλιτέχνης καθημερινά ερευνά και συλλέγει στοιχεία από το περιβάλλον του, από την επικοινωνία του με άλλους συνεργάτες, από τον τύπο ή τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Οι πληροφορίες συσσωρεύονται σε διάφορα μέρη της μνήμης του υπολογιστή του και, πολλές φορές, ξεχνιούνται από τον δημιουργό, άρα καταλήγουν να είναι ανεκμετάλλευτες. Είναι σημαντικό, λοιπόν, να συγχρονιστούν μεταξύ τους όλα τα εργαλεία, όπως ο υπολογιστής, το έξυπνο τηλέφωνο, η ταμπλέτα, οι φωτογραφικές μηχανές κ.ά. και να δημιουργηθεί μεταξύ τους ένας συνεκτικός δεσμός. Είναι επιπλέον, εξίσου σημαντικό να διαθέτει ο

δημιουργός έναν εύκολο τρόπο αποθήκευσης των στοιχείων, τα οποία φθάνουν στον υπολογιστή μέσω της αλληλογραφίας ή των ιστοσελίδων που ερευνά.

Ένα πρόγραμμα το οποίο επιτυγχάνει την εργασία του συγχρονισμού αρχείων είναι το FreeFileSync. Πρόκειται για ένα δωρεάν λογισμικό ανοικτού κώδικα το οποίο βοηθάει στην οργάνωση των αρχείων, έτσι ώστε να είναι συγχρονισμένοι οι φάκελοι για τα λειτουργικά συστήματα Windows, Linux και Mac OS X, με μία ενδιαφέρουσα οπτική απεικόνιση. Επίσης, δημιουργεί αντίγραφα ασφαλείας.

Τα βασικά του χαρακτηριστικά είναι: ο συγχρονισμός των αρχείων που βρίσκονται στο Διαδίκτυο και στους τοπικούς δίσκους, καθώς και ο συγχρονισμός με τις έξυπνες συσκευές (Media Transfer Protocol - MTP) με Android, iPhone, ταμπλέτα, ψηφιακή φωτογραφική μηχανή ή βίντεο. Οι κύριες λειτουργίες του είναι ο εντοπισμός μετακίνησης και μετονομασίας αρχείων και φακέλων, η απεικόνιση του χώρου του δίσκου αποθήκευσης με εμφάνιση *ιεραρχιών καταλόγων* (directory trees), η αντιγραφή κλειδωμένων αρχείων, ο εντοπισμός ζητημάτων συγχρονισμού σε αρχεία τα οποία υπάρχουν σε πολλαπλά αντίγραφα (τα λεγόμενα conflicts), η πλήρης και λεπτομερής αναφορά σφαλμάτων, καθώς και η εφαρμογή μεταξύ διαφορετικής πλατφόρμας λειτουργικών συστημάτων Windows, Linux, Mac OS X.

Ένα αντίστοιχο ενδιαφέρον εργαλείο, για την οργάνωση των δεδομένων και τη βοήθεια στην καλλιτεχνική έρευνα είναι το Evernote, το οποίο προσφέρεται, επίσης, δωρεάν στην απλή του μορφή.

Εγχειρίδιο για το Evernote μπορεί να βρει κάποιος στο http://tic-recherche.crifpe.ca/docs/guides/en/Evernote_guide.pdf.

Το Evernote επιτρέπει στους χρήστες να *καταγράψουν* (capture), να οργανώσουν και να αναζητήσουν πληροφορίες δια μέσω πολλαπλών ειδών πλατφόρμας. Ένας χρήστης μπορεί να κρατά σημειώσεις, ιστοσελίδες, βίντεο, φωτογραφίες από κινητά τηλέφωνα, ή ηχητικά αρχεία. Όλα τα παραπάνω δεδομένα είναι συγχρονισμένα με τη διαδικτυακή υπηρεσία του Evernote και τίθενται στη διάθεση των χρηστών συστήματος Windows, Mac OSX, σε οποιαδήποτε συσκευή είναι συνδεδεμένη στο Διαδίκτυο, καθώς και σε φορητές συσκευές. Επίσης, αυτόματα το πρόγραμμα εκτελεί αναγνώριση εικόνας σε όλα τα εισερχόμενα αρχεία και ετοιμάζει ένα κείμενο το οποίο πληροφορεί για τη θέση της εικόνας μέσα στο αρχείο αναζήτησης. Ο χρήστης μπορεί εύκολα να καταγράψει οποιοδήποτε περιεχόμενο στο Evernote με πολλούς τρόπους: να πληκτρολογήσει ένα κείμενο, να σκανάρει ένα χειρόγραφο ή σχέδιο, να *μεταφέρει και να επικολλήσει* (drag-and-drop) αρχεία από οποιαδήποτε πηγή και, τέλος, με ένα «κλικ», να περάσει στοιχεία ιστοσελίδων από τον browser (π.χ. Internet Explorer, Firefox) καθώς και οποιαδήποτε αρχεία και mail από το πρόγραμμα το οποίο διαχειρίζεται τα email.

Τα παραπάνω λογισμικά που αναφέραμε, σε συνδυασμό με άλλα προγράμματα, όπως το Microsoft Office, δημιουργούν ένα ισχυρό σύστημα οργάνωσης και επεξεργασίας των δεδομένων για οποιαδήποτε εργασία.

Το ίδιο το Διαδίκτυο, όμως, προσφέρει μια σειρά δυνατοτήτων οι οποίες συνδυάζονται με τα παραπάνω εργαλεία και κυρίως δημιουργεί μια διαδικτυακή, στην ουσία εικονική, συνεργασία.

Ένα διαδεδομένο λογισμικό, εύκολο στη χρήση του και επίσης δωρεάν, είναι το Google Drive, το οποίο αξιοποιείται για τον διαμοιρασμό αρχείων και για πολυχρηστική εργασία στο ίδιο κείμενο, καθώς και άλλες ευκολίες.

Το Google Drive αποθηκεύει, συγχρονίζει και διαμοιράζει τα αρχεία. Κρατάει όλες τις εργασίες σε ένα online ασφαλές μέρος και παρέχει πρόσβαση σε όλους τους συνεργάτες και σε οποιοδήποτε μέσον όπως φορητό υπολογιστή, tablet ή έξυπνο τηλέφωνο. Στην δωρεάν του τιμή δίνονται 30 GB αποθηκευτικού χώρου ανά χρήστη.

Σε περίπτωση κατά την οποία η παραγωγή γίνεται από απόσταση, δηλαδή σε άλλο μέρος γίνονται οι λήψεις, αλλού αναπτύσσονται τα τρισδιάστατα γραφικά και αλλού λαμβάνει χώρα η *μεταπαραγωγή* (post production), θα πρέπει να μεταφέρονται τα αρχεία ή να αποθηκεύονται και στο Διαδίκτυο. Αυτό επιτυγχάνεται με τα λογισμικά όπως το WeTransfer ή το Dropbox για την μεταφορά αλλά και για την αξιοποίηση του σαν εικονικός κοινός χώρος αποθήκευσης (cloud).

13.3 Εργαλεία έρευνας και αναζήτησης στοιχείων

Τα περισσότερα σύνθετα καλλιτεχνικά έργα απαιτούν εκτεταμένη έρευνα η οποία βοηθά στη δημιουργία τους. Σήμερα, αυτή η διαδικασία είναι ιδιαίτερα εύκολη, αφού ένα μεγάλο μέρος των πληροφοριών βρίσκεται στο Διαδίκτυο, πράγμα το οποίο καθιστά απεριόριστες τις δυνατότητες άντλησης στοιχείων καθώς και τους τρόπους αναζήτησης.

Κάθε δημιουργός καλείται να αναπτύξει τον δικό του τρόπο, αναλόγως με τις απαιτήσεις, τον χαρακτήρα του και τις δυνατότητες, όπως π.χ. ελεύθερη πρόσβαση σε συγκεκριμένα αρχεία. Θα πρέπει να προσέξει τα εξής: α) να είναι αξιόπιστη η πηγή, να διαθέτει βιβλιογραφία, να είναι αναγνωρισμένος χώρος και όχι χώρος στον οποίο παρατίθενται τυχαίες πληροφορίες και β) να αξιοποιούνται τα στοιχεία ως «πηγή» και όχι ως βασικό κείμενο, ειδικά όταν πρόκειται για κείμενο το οποίο θα δοθεί στη δημοσιότητα. Εύκολα πλέον μπορεί να αποδειχθεί αν ένα κείμενο δεν είναι αυθεντικό αλλά αντιγραμμένο από κάποια άλλη εργασία.

Το http://www.copyscape.com/ ψάχνει για αντιγραμμένο περιεχόμενο και αναδημοσίευσή του μέσω ιστοσελίδων.

Το http://www.plagscan.com/seesources/ ψάχνει για λογοκλοπές (plagiarism).

Αυτό, εκτός από το ότι είναι ανήθικο, δείχνει κυρίως ότι ο δημιουργός δεν διαθέτει δική του γνώμη και δεν πραγματοποιεί προσωπική έρευνα. Το ίδιο συμβαίνει με εικόνες, βίντεο, ήχους, ακόμα και τμήματα κώδικα, αφού μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο αυτά τα οποία δίνουν τα ανάλογα δικαιώματα χρήσης.

Ένας από τους κύριους διαδικτυακούς χώρους ψηφιακής εγκυκλοπαίδειας με τη μεγαλύτερη επισκεψιμότητα, είναι η Wikipedia.

Η Wikipedia είναι η μεγαλύτερη διαδικτυακή συνεργατική εγκυκλοπαίδεια η οποία βασίζεται στην τεχνολογία των wikis. Δηλαδή, ο καθένας μπορεί να συντάξει ένα άρθρο για κάποιο θέμα ή πρόσωπο και να το ανεβάσει στη Wikipedia, έτσι ώστε έχουν πρόσβαση σε αυτό όλοι οι χρήστες. Δεν απαιτείται καν εγγραφή για να μπορεί να προσθέσει κάποιος ένα κείμενο. Δεν υπάρχει κεντρική διαχειριστική αρχή η οποία επιλέγει τα θέματα, έτσι ώστε να υπάρχει ελευθερία. Όμως, κάθε άρθρο το οποίο προστίθεται θα πρέπει να ακολουθεί μια σειρά κανόνων οι οποίοι ορίζονται από το Ίδρυμα Wikimedia και είναι μη διαπραγματεύσιμοι, ενώ άλλοι κανόνες αποφασίζονται από τις τοπικές κοινότητες χρηστών. Οι αδιαπραγμάτευτοι όροι είναι ο εγκυκλοπαιδικός χαρακτήρας του εγχειρήματος, η υιοθέτηση μιας ουδέτερης οπτικής γωνίας στη συγγραφή των άρθρων, το ελεύθερο του περιεχομένου και η τήρηση ενός κώδικα συμπεριφοράς από τους συνεισφέροντες.

Στην ελληνική Βικιπαίδεια ισχύουν ακόμα οι πολιτικές της επαληθευσιμότητας του περιεχομένου από τρίτες πηγές, του αποκλεισμού της πρωτότυπης, προσωπικής έρευνας, ενώ καταβάλλεται επί μακρόν προσπάθεια για την αποκρυστάλλωση των κριτηρίων συμπερίληψης διαφόρων θεμάτων στην εγκυκλοπαίδεια.

Πρέπει να επισημάνουμε ότι έχει συμβεί μια μεγάλη αλλαγή στη δομή των εγκυκλοπαιδειών η οποία αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό του ψηφιακού πολιτισμού. Σήμερα, δεν νοείται εγκυκλοπαίδεια τυπωμένη μόνο στο χαρτί. Η μεγάλη επιτυχία της Wikipedia, παρέσυρε τις παλαιές και μεγάλες εγκυκλοπαίδειες, όπως η Britannica και Larousse να αλλάξουν τη δομή τους και να παρέχουν και αυτές δωρεάν ένα μέρος των πληροφοριών τους.

Πολλοί ερευνητές δεν θεωρούν έγκυρη την Wikipedia. Εμείς δεν συμφωνούμε, αφενός γιατί έχει πλέον οργανώσει ένα σημαντικό σύστημα επαλήθευσης των δεδομένων της, αφετέρου λόγω της συμμετοχής ενός μεγάλου αριθμού ατόμων, από όλον τον κόσμο, τα οποία εισάγουν δεδομένα που αφορούν το σήμερα. Έχει μια δομή σύγχρονης σκέψης, εντάσσει ιδιαίτερα σύγχρονα στοιχεία και με έναν σύγχρονο τρόπο ανάλυσης. Σε σχέση με τη χρήση της κατά την οργάνωση της έρευνας, προτείνεται να χρησιμοποιείται συμπληρωματικά με άλλες πηγές ή να εξετάζονται τα στοιχεία της.

Επίσης, η χρήση της Wikipedia είναι και θέμα ιδεολογικής τοποθέτησης για τη συγγραφική ομάδα αυτού του βιβλίου: όποιος υποστηρίζει τον νέο τρόπο διακλάδωσης της γνώσης και συνεργατικής καταγραφής της μέσω διαδικτυακών πλατφορμών, όπως τα Wikis, θα πρέπει να τις υποστηρίζει και στη δουλειά του.

Άλλα σημαντικά διαδικτυακά εργαλεία έρευνας και αναζήτησης στοιχείων είναι οι χώροι όπου συγκεντρώνονται επιστημονικά άρθρα τα οποία ανταλλάσσονται μεταξύ των εγγεγραμμένων χρηστών, έτσι ώστε να προωθείται η έρευνα, όπως η Academia , το Google Scholar και το ResearchGate. Επίσης, υπάρχουν εξειδικευμένες on-line εγκυκλοπαίδειες, όπως η εγκυκλοπαίδεια φιλοσοφίας του Stanford (http://plato.stanford.edu/).

Βέβαια, η μεγαλύτερη εγκυκλοπαίδεια είναι το ίδιο το Διαδίκτυο, ενώ μέσω των μηχανών αναζήτησης (όπως π.χ. η Google, η Yahoo! Search, η Bing, η Ask κ.ά.), παρέχεται πρόσβαση, μεταξύ άλλων, σε ζωντανή και τρέχουσα πληροφορία, ενώ, έως έναν βαθμό, επιτρέπονται σύνθετες αναζητήσεις (π.χ. με φράσεις κλειδιά ή συνδεδεμένες λέξεις).

Τέλος, τα ανοικτά μαθήματα και τα διαδικτυακά σεμινάρια αποτελούν χρήσιμες πηγές αναζήτησης στοιχείων. Το θέμα αυτό αναλύεται διεξοδικά στο κεφάλαιο 13 του Β τόμου: Διαφορετικές περιπτώσεις ψηφιακών έργων τέχνης: Από τα μεγάλα Ιδρύματα στους «κοινούς χώρους» (commons).

Παρακάτω, δίνεται μια σειρά από ενδιαφέροντες διαδικτυακούς τόπους για την έρευνα και τη συλλογή υλικών.

- https://books.google.com/. Μπορεί να βρει κανείς ένα πλήθος βιβλίων σε ψηφιακή μορφή. Λειτουργεί και σε κινητά και σε ταμπλέτες.
- http://www.archive.org. Πρόκειται για ένα διαδικτυακό αρχείο, μια μη κερδοσκοπική βιβλιοθήκη με εκατομμύρια βιβλία, ταινίες, λογισμικά, μουσική. Προσφέρονται όλα δωρεάν αλλά ζητάνε την υποστήριξή μας (π.χ. οικονομική δωρεά), καλό θα είναι να την έχουν.
- http://gallica.bnf.fr/. Είναι η ψηφιακή μορφή της Γαλλικής Εθνικής Βιβλιοθήκης.
- http://www.bnf.fr. Περιέχει καταπληκτικά αρχεία, ψηφιακά βιβλία, χειρόγραφα βιβλία, χάρτες, επιστολές και γενικά οποιοδήποτε έντυπο υλικό δωρεάν.
- http://catalogue.bnf.fr/jsp/recherchemots_simple.jsp?nouvelleRecherche=O&nouveaute=O&host=catalogue. Είναι ο κατάλογος της Γαλλικής Εθνικής Βιβλιοθήκης.
- https://www.gutenberg.org/. Πρόκειται για μια ψηφιακή βιβλιοθήκη με δωρεάν, κυρίως αγγλόφωνα, βιβλία.
- http://www.persee.fr/. Είναι μια συλλογή από ψηφιακά αρχεία με δωρεάν, κυρίως γαλλικά, κείμενα.
- http://www.worldcat.org/. Επιτρέπει ταυτόχρονη αναζήτηση σε (σχεδόν) όλες της βιβλιοθήκες του (δυτικού) κόσμου.
- http://ccfr.bnf.fr/portailccfr/jsp/portal/index.jsp?success=/jsp/portal/index.jsp&profile=anonymous. Επιτρέπει ταυτόχρονη αναζήτηση σε όλες της βιβλιοθήκες της Γαλλίας.
- http://www.sudoc.abes.fr/**.** Αφορά έρευνα στη Γαλλία, κυρίως επιστημονικές διατριβές.
- http://catalog.loc.gov. Είναι η βιβλιοθήκη του Κογκρέσου των ΗΠΑ.
- http://opac.asfa.gr/OPAC.html**.** Πρόκειται για τον κατάλογο της βιβλιοθήκης της ΑΣΚΤ.
- http://www.ert-archives.gr/V3/public/main/index.aspx. Αρχεία της Ελληνικής Δημόσιας Τηλεόρασης.
- http://www.seab.gr/. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- http://www.ina.fr/. Αρχεία Γαλλικού Οπτικοακουστικού Ινστιτούτου ΙΝΑ.

Πρόσβαση σε κυβερνητικά αρχεία

- της Αγγλίας: http://www.nationalarchives.gov.uk/
- των Ηνωμένων Πολιτειών: http://www.archives.gov/
- της Γαλλίας: http://www.archives-nationales.culture.gouv.fr/
- της Ελλάδας: http://www.gak.gr/frontoffice/portal.asp?cpage=NODE&cnode=1

Εδώ βρίσκονται εγχειρίδια για τα περισσότερα δωρεάν λογισμικά.

13.4 Διαδικτυακοί χώροι παρουσίασης με στόχο την υποστήριξη της παραγωγής

Η δυνατότητα παρουσίασης μιας οποιασδήποτε ιδέας, μέσω κάποιου διαδικτυακού χώρου (π.χ. Blog, Forum, κοινωνικά δίκτυα), αποτελεί ένα σημαντικό πλεονέκτημα για την άμεση υποστήριξη της παραγωγής της. Μέσα από τη διαδικασία αυτή, είναι δυνατή η ανάπτυξη συζητήσεων με άτομα που έχουν κοινά ενδιαφέροντα, αλλά και η εύρεση συνεργατών, εθελοντών ή ακόμα και χρηματοδοτών. Κατά την εκπαιδευτική εμπειρία στην ΑΣΚΤ, έχουν αναφερθεί πλήθος περιπτώσεων από φοιτητές οι οποίοι, μέσω Διαδικτύου, είτε βρήκαν συνεργάτες είτε εντάχθηκαν σε κάποια ευρύτερη ομάδα παραγωγής. Σημειώνεται δε, ότι αυτές οι εμπειρίες αφορούν κυρίως διαδικτυακές συνεργασίες με ανθρώπους με τους οποίους δεν υπήρξε φυσική επαφή.

Σε σχέση με τη χρηματοδότηση μιας παραγωγής, το Διαδίκτυο δημιουργεί ένα πλήθος ευκαιριών τις οποίες πρέπει να διερευνούν οι νέοι καλλιτέχνες. Από τη μια πλευρά, βοηθάει στη δημοσιοποίηση των αντίστοιχων πηγών χρηματοδότησης (π.χ. διεθνείς διαγωνισμοί, πλαίσια ερευνητικών προγραμμάτων από την Ελλάδα ή την Ευρωπαϊκή Ένωση, κρατικές επιχορηγήσεις), πράγμα το οποίο συνέβαινε σε πιο περιορισμένο

βαθμό στο παρελθόν. Από την άλλη, μέσω της απεριόριστης δυνατότητας δικτύωσης σε παγκόσμιο επίπεδο, αναπτύσσει όλο και πιο ευέλικτες διαδικασίες χρηματοδότησης, οι οποίες παρακάμπτουν τόσο τις συνήθεις πηγές χρηματοδότησης (π.χ. τα θεσμικά όργανα κρατών, οργανισμούς ή μεγάλες εταιρείες), όσο και το παραδοσιακό οικονομικό σύστημα, και περνάνε στη δικαιοδοσία των ίδιων των χρηστών. Μια τέτοια διαδικασία είναι η λεγόμενη *διαδικτυακή μικροχρηματοδότηση* (στα αγγλικά αναφέρεται ως crowdfunding).

Η χρηματοδότηση αυτού του τύπου στην πράξη είναι δυνατή μέσω εξειδικευμένων διαδικτυακών πλατφορμών οι οποίες εξασφαλίζουν την ακεραιότητα των συναλλαγών και παρέχουν εργαλεία διαχείρισης της «εκστρατείας» εξασφάλισης πόρων.

Ο ενδιαφερόμενος υποβάλλει αίτημα χρηματοδότησης στην πλατφόρμα και οργανώνει την εκστρατεία του παρέχοντας κίνητρα στους ενδιαφερόμενους, ούτως ώστε αυτοί να συνεισφέρουν χρήματα για την υποστήριξη της ιδέας. Τα κίνητρα αυτά αφορούν προνόμια απόκτησης του παραγόμενου προϊόντος (π.χ. αγορά με σημαντική έκπτωση, ή δωρεάν απόκτηση μιας συλλεκτικής έκδοσης), ανάλογα με την προσφερόμενη δωρεά.

Η πιο γνωστή από τις πλατφόρμες αυτές είναι η Kickstarter, η οποία υποστηρίζει ιδέες από διάφορους χώρους, όπως τέχνη, τεχνολογία, σχεδιασμός, παιχνίδια, φιλμ κ.ά. Διάσημοι καλλιτέχνες, όπως η Marina Abramovich έχουν αξιοποιήσει την πλατφόρμα αυτή για χρηματοδότηση των ιδεών τους από το κοινό.

Μέσω της πλατφόρμας Kickstarter χρηματοδοτήθηκε, εκτός άλλων, η ανάπτυξη της κάσκας εικονικής πραγματικότητας χαμηλού κόστους Oculus Rift, η οποία εξασφάλισε 2,5 εκατομμύρια δολάρια. Σημειώνεται, ότι η εταιρεία Oculus VR, από την οποία προήλθε η ιδέα της κάσκας αυτής, συστάθηκε από δύο νέους προγραμματιστές.

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν επίσης οι «καμπάνιες», μέσω της Kickstater, για ανεξάρτητες παραγωγές φιλμ ή παιχνιδιών. Δυστυχώς, αυτή η πλατφόρμα δεν χρηματοδοτεί ελληνικές παραγωγές, αλλά αυτό παρακάμπτεται εάν υπάρχει ένας συνεργάτης ο οποίος είναι ξένος ή έλληνας του εξωτερικού.

Άλλες πλατφόρμες οι οποίες υποστηρίζουν διαδικτυακή μικροχρηματοδότηση είναι οι Indiegogo, RocketHub, Fundly, GoGetFunding, και στην Ελλάδα, η groopio, η OpenCircle κ.ά.

Υπάρχουν και πλατφόρμες crowdfunding οι οποίες στοχεύουν σε πιο συγκεκριμένους χώρους, όπως οι rockethub και fansnextdoor, για καλλιτεχνικές ιδέες και ψυχαγωγικές εφαρμογές, η Appsplit για εφαρμογές τύπου Apps (δηλαδή προσανατολισμένες σε ειδικές εργασίες χρηστών), η AggFunder, η οποία απευθύνεται στον αγροτικό τομέα, καθώς και πλατφόρμες οι οποίες χρηματοδοτούν εταιρείες που παράγουν νέα προϊόντα και δίνουν τη δυνατότητα στους υποστηρικτές να είναι και μέτοχοι (το λεγόμενο equity funding), όπως η CircleUp, η peerbakers η MicroVentures κ.ά.

13.5 Η προώθηση του έργου στο Διαδίκτυο

Για να υπάρξει ένα ανεξάρτητο έργο στον χώρο του Διαδικτύου και να είναι αναγνωρίσιμο, θα πρέπει να έχει μια ταυτότητα και μια σειρά μεταδεδομένων. Παρακάτω αναλύονται τα δύο αυτά πολύ σημαντικά χαρακτηριστικά του έργου.

13.5.1 Η δημιουργία της ταυτότητας και των μεταδεδομένων του έργου

Ένα έργο ταυτοποιείται κυρίως από το όνομά του, αλλά σε συνδυασμό με τον/τους δημιουργό/ούς, και την ημερομηνία κατασκευής του. Όταν παρουσιάζεται ένα έργο, είναι απαραίτητο αυτό το τρίπτυχο πληροφορίας σχετικά με το έργο (π.χ. Bubbles, των Wolfgang Muench και Furukawa Kiyoshi, 2002). Στη συνέχεια, αναφέρονται τα μεταδεδομένα του έργου, τα οποία περιγράφουν τα σημαντικά και ιδιαίτερα στοιχεία του έργου, ή εντάσσουν το έργο σε κάποια ευρύτερη κατηγορία έργων ή ερευνητικών πεδίων (π.χ. για το έργο Bubbles ο χαρακτηρισμός *Interactive Video Installation*).

13.5.1.1 Το όνομα του έργου

Το όνομα είναι από τις βασικότερες επιλογές του δημιουργού ή της ομάδας εργασίας. Πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να δίνει την κεντρική ιδέα του έργου και να είναι μοναδικό (όσο αυτό είναι δυνατό), ούτως ώστε να ταυτοποιεί το έργο και να κατοχυρώνει τα πνευματικά του δικαιώματα.

Πριν αποφασιστεί το όνομα του έργου, απαιτείται μια έρευνα στο Διαδίκτυο, για να ελεγχθεί αν υπάρχει άλλο έργο με το ίδιο όνομα. Αν το όνομα του έργου συμπίπτει με κάποιο παλιό έργο (π.χ. ταινία, μυθιστόρημα), τότε, αν θέλουμε να ξαναχρησιμοποιηθεί το όνομα αυτό, θα πρέπει να συμπεριλάβουμε αναφορά στο πρωτότυπο έργο.

Το όνομα του έργου είναι πολύ σημαντικό, καθώς αποτελεί σημείο αναφοράς και για τα υπόλοιπα στοιχεία που αφορούν το έργο (π.χ. το site του έργου ή μία πρόταση χρηματοδότησης).

13.5.1.2 Ο δημιουργός ή η ομάδα εργασίας του έργου

Πολλά σύγχρονα ψηφιακά έργα (π.χ. παιχνίδια) αναπτύσσονται από ευρύτερες ομάδες διαφόρων ειδικοτήτων. Αν αυτές οι ομάδες ανήκουν σε έναν κοινό φορέα, μια εταιρεία ή μια καλλιτεχνική ομάδα (π.χ. η εταιρεία κατασκευής καλλιτεχνικών παιχνιδιών με το όνομα Tale of Tales), ή ένα εκπαιδευτικό ίδρυμα, αναφέρεται το όνομα του φορέα, διαφορετικά, πρέπει να παρουσιαστούν αναλυτικά οι συντελεστές του έργου και η συνεισφορά τους. Για παράδειγμα, για την ταυτοποίηση των συνεργατικών καλλιτεχνικών πρότζεκτ τα οποία αναπτύσσονται στο πλαίσιο του προγράμματος σπουδών του Ελληνογαλλικού Μάστερ «Τέχνη, εικονική πραγματικότητα και πολυχρηστικά συστήματα καλλιτεχνικής έκφρασης» ανάμεσα στην ΑΣΚΤ και το Paris-8, χρησιμοποιείται το αναγνωριστικό *eumaster art-vr*.

13.5.1.3 Η χρονολογία του έργου

Η χρονολογία, η οποία συνοδεύει το έργο, αποτελεί επίσης μια σημαντική πληροφορία για την ταυτοποίησή του, καθώς το εντάσσει στην ιστορία του διεθνούς γίγνεσθαι. Υπάρχουν καλλιτεχνικά έργα πολλών ειδών (π.χ. ταινίες, διαδραστικά έργα, βιβλία) τα οποία θεωρούνται σημαντικά, γιατί χαρακτήρισαν την εποχή στην οποία αναπτύχθηκαν και προέβλεψαν την επόμενη. Για παράδειγμα, η ταινία *2001: Η Οδύσσεια του διαστήματος* του Stanley Kubrick, από το ομώνυμο βιβλίο του Arthur C. Clarke, παραγωγής του 1969, η οποία διαπραγματεύεται θέματα όπως η ανθρώπινη εξέλιξη, η τεχνητή νοημοσύνη και η ζωή εκτός γης, θεωρείται αριστούργημα, εκτός των άλλων για την επιστημονική ακρίβεια των στοιχείων που εντάσσει το σενάριό της, σε συνδυασμό με την πρωτοποριακή για την εποχή της οπτικοακουστική επεξεργασία (π.χ. ειδικά εφέ και αφηγηματική αξιοποίηση του ήχου).

Επίσης, η χρονολογία αποτελεί στοιχείο μέσω του οποίου μπορεί να αναζητηθεί ένα έργο, από ανθρώπους οι οποίοι ασχολούνται με τη μελέτη τέτοιου είδους έργων (π.χ. ιστορικοί τέχνης).

Υπάρχουν έργα, κυρίως με τη σύγχρονη μορφή του καλλιτεχνικού πρότζεκτ, τα οποία αναπτύσσονται σε φάσεις και, επομένως, δεν μπορούν να χαρακτηριστούν απόλυτα από μία ημερομηνία. Στην περίπτωση αυτή, είναι σημαντικό να αναφερθεί το διάστημα εξέλιξης του πρότζεκτ, καθώς σε πολλές περιπτώσεις διατρέχονται σημαντικά ορόσημα τα οποία εντάσσονται στην αξία (ή μη) του έργου.

Ένα παράδειγμα αποτελεί το *InBetween project*, το οποίο αναπτύχθηκε από μέλη της παρούσας συγγραφικής ομάδας και εξελίχθηκε μεταξύ του 1999 και του 2009. Είναι σημαντικό να επισημανθεί, ότι το πρότζεκτ αυτό, που αποτελεί μια καλλιτεχνική εκδοχή ενός κοινωνικού δικτύου, ξεκίνησε να αναπτύσσεται πριν ακόμη από την εμφάνιση του Facebook (2004).

13.5.1.4 Τα μεταδεδομένα του έργου

Είναι λέξεις ή φράσεις κλειδιά οι οποίες περιγράφουν τα σημαντικά και ιδιαίτερα στοιχεία του έργου, ή εντάσσουν το έργο σε κάποια ευρύτερη κατηγορία έργων ή ερευνητικών πεδίων.

Τα μεταδεδομένα εισάγονται:

- στο ίδιο το έργο (ειδικά αν πρόκειται για διαδικτυακό έργο),
- σε κάθε διαδικτυακή πλατφόρμα προβολής του έργου (π.χ. YouTube, Vimeo, κοινωνικά δίκτυα, ιστοσελίδα έργου, προσωπικές ιστοσελίδες καλλιτεχνών ή καλλιτεχνικών ομάδων ή καλλιτεχνικές βάσεις δεδομένων).
- σε κείμενα τεκμηρίωσης του έργου (π.χ. άρθρα, περιλήψεις σε συνέδρια και εκθέσεις και δελτία τύπου, προσωπικά site καλλιτεχνών ή ομάδων, κοινωνικά δίκτυα).

Τα μεταδεδομένα πρέπει να είναι με τέτοιον τρόπο διατυπωμένα ώστε να γίνονται «αντιληπτά» από τις σύγχρονες μηχανές αναζήτησης. Εδώ υπάρχει ένα ζήτημα που αξίζει να τονιστεί. Οι περισσότερες σύγχρονες

μηχανές αναζήτησης, λειτουργούν ακόμη κυρίως με βάση λέξεις κλειδιά, αλλά συνεχώς αναβαθμίζονται προς την κατεύθυνση της «κατανόησης» πιο σύνθετων εννοιών (οι οποίες, π.χ., προκύπτουν από συνδυασμούς λέξεων). Ήδη το Google παρέχει αυτήν τη δυνατότητα, έως έναν βαθμό. Αυτό το γεγονός, έχει άμεση σχέση με ό,τι έχει να κάνει με τον ορισμό των μεταδεδομένων ενός έργου. Αν υποθέσουμε ότι στο μέλλον οι μηχανές αναζήτησης θα κατακτήσουν το επίπεδο της κατανόησης εννοιών, τότε θα είναι από μόνες τους ικανές να αναγνωρίζουν τις βασικές έννοιες ενός έργου, αναλύοντας κάποιες από τις συνιστώσες του. Έτσι, θα εξαλειφθεί η ανάγκη για ορισμό μεταδεδομένων. Για παράδειγμα, σε ένα αλγοριθμικό έργο γραμμένο σε Processing, αν θεωρήσουμε ότι μια μηχανή αναζήτησης μπορεί να αναλύσει τον κώδικα, θα μπορεί να εξαγάγει συμπεράσματα σχετικά με τις έννοιες που διαπραγματεύεται το έργο. Αυτό όμως δεν είναι ακόμη εφικτό, οπότε παραμένει ακόμη η ανάγκη της φροντίδας των μεταδεδομένων.

13.5.2 Η ύπαρξη του έργου και των στοιχείων του στο Διαδίκτυο

Οι πλατφόρμες διαμοιραζόμενου περιεχομένου του Διαδικτύου (π.χ. YouTube, Vimeo, Tumblr) τα κοινωνικά δίκτυα (π.χ. Facebook, Twitter) και τα Blogs (π.χ. Tumblr) αποτελούν χώρους κατάλληλους για προβολή οποιουδήποτε έργου και των στοιχείων του, χωρίς περιορισμούς (δηλαδή χωρίς να υπόκεινται σε διαδικασίες επιλογής ή διαμόρφωσης από κάποια κεντρική αρχή). Όμως, ακριβώς επειδή διαχειρίζονται απεριόριστη πληροφορία με αυτοματοποιημένο τρόπο, αποτελούν ομογενοποιημένους χώρους και παρέχουν ένα πολύ αυστηρό πλαίσιο, με μια άκαμπτη αισθητική η οποία δεν δίνει μεγάλα περιθώρια διαμόρφωσης (π.χ. τα βίντεο στο YouTube τοποθετούνται σε προκαθορισμένο χώρο στην οθόνη, αναπαράγονται με το λογότυπο και τα γραφικά στοιχεία διάδρασης του YouTube, ενώ η διεύθυνση πρόσβασης δεν είναι τόσο φιλική – π.χ. είναι της μορφής https://www.youtube.com/watch?v=ej7wHJ7k4Mk.

Γι' αυτό πρέπει ο ίδιος ο δημιουργός να επινοήσει όσο γίνεται πιο ιδιαίτερες εκδοχές των χώρων αυτών, ούτως ώστε να εντάξει το έργο και να προσελκύσει το ενδιαφέρον του κοινού. Ένας τρόπος για να γίνει αυτό είναι να εισαγάγει επιμέρους εικαστικές ή αφηγηματικές παρεμβάσεις (π.χ. ενδιαφέροντα κείμενα και εικόνες, μικρές λούπες (π.χ. http://etre-etudiant-a-paris8.tumblr.com/ ή http://traceloops.tumblr.com/). Ένας άλλος τρόπος είναι να ενδυναμώσει την επικοινωνία με το κοινό, οργανώνοντας διαδικτυακές δράσεις και γεγονότα (π.χ. ενημέρωση για επιμέρους φάσεις του έργου, ανακοινώσεις παρουσιάσεων και ομιλιών, δημιουργία ενδιαφερόντων κειμένων και διανομή τους, οργάνωση διαλόγων και γεγονότων μέσω των κοινωνικών δικτύων).

Το ίδιο το έργο σπανίως τοποθετείται αυτούσιο στους διαδικτυακούς αυτούς χώρους, εκτός αν είναι διαδικτυακό στη δομή του (π.χ. έργο net art, διαδικτυακό παιχνίδι, εικονικός χώρος στο Second Life). Συνήθως, εισάγεται ένα δείγμα του ή μια απεικόνιση της εγκατάστασής του, σε χαμηλής ανάλυσης εικόνα ή βίντεο, και δίνονται επιπλέον πληροφορίες οι οποίες αναλύουν ιδιαίτερες πτυχές του έργου (π.χ. κεντρική ιδέα, υλοποίηση, εγκατάσταση και λειτουργία σε διάφορους χώρους).

Πολλές εταιρείες ή ομάδες ανάπτυξης τεχνολογικού εξοπλισμού ή λογισμικού (εμπορικού ή ανοικτού και ελεύθερου), προβάλλουν έργα, μέσα από το site τους, ως παραδείγματα τα οποία αναδεικνύουν τα προϊόντα τους. Αυτό συνήθως γίνεται μέσα από έναν υπερσύνδεσμο που ονομάζεται *Gallery* (π.χ. για το Unity βλέπε https://unity3d.com/showcase/gallery ή για το openFrameworks βλέπε http://openframeworks.cc/gallery/). Η επιλογή ενός έργου για προβολή μ' αυτόν τον τρόπο είναι σημαντική, καθώς δημιουργεί ένα δίκτυο ανθρώπων οι οποίοι θα δουν και, ενδεχομένως, θα ενδιαφερθούν για το έργο. Το έργο *Επιλογή in Crisis*, το οποίο αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του Ελληνογαλλικού Μάστερ «Τέχνη, εικονική πραγματικότητα και πολυχρηστικά συστήματα καλλιτεχνικής έκφρασης», επιλέχθηκε για προβολή από την εταιρεία κατασκευής της κάσκας εικονικής πραγματικότητας Oculus Rift (εδώ υπάρχει η σχετική εγγραφή του έργου).

Επίσης, Blogs όπως the creatorsproject, το οποίο χρηματοδοτείται από την εταιρεία Intel, συγκεντρώνουν και προβάλλουν καλλιτεχνικά έργα τα οποία αξιοποιούν την ψηφιακή τεχνολογία.

Τέλος, η τεκμηρίωση του έργου, μέσω κειμένου, στο Διαδίκτυο είναι εξίσου σημαντική με την οπτική προβολή του έργου, όπως παρουσιάστηκε παραπάνω. Η σύνταξη ποιοτικών κειμένων σχετικά με το έργο αποτελεί μια πρόκληση για τους δημιουργούς και πολλές φορές δημιουργεί δυσκολίες όταν δεν υπάρχει η απαιτούμενη εμπειρία. Η διανομή των κειμένων αυτών είναι δυνατή μέσω συμμετοχών σε συνέδρια, φεστιβάλ και ημερίδες ή μέσω δελτίων τύπου ή άρθρων σε εφημερίδες, περιοδικά ή Blogs.

13.5.3 Η υποστήριξη του έργου ως συνάρτηση της ποιότητας και της πρωτοτυπίας του

Όπως περιγράψαμε, υπάρχουν πολλές ευκαιρίες για την ανάπτυξη και προβολή ενός έργου. Όμως η επιτυχία του εξαρτάται από την ποιότητα, την τεχνολογική αρτιότητα, την καλλιτεχνική ευαισθησία και τη θεματολογική πρωτοτυπία, τελικά από μία ολοκληρωμένη και ισχυρή καλλιτεχνική πρόταση. Ο νέος καλλιτέχνης πρέπει να εργαστεί σκληρά για τις παραπάνω αξίες. Πρέπει να πειραματιστεί, να αναπτύξει τη δική του ιδιαίτερη γλώσσα, να εξελίξει τις απαιτούμενες τεχνικές, να κάνει μια θεωρητική και ιστορική μελέτη σε σχέση με τη θεματογραφία και την καλλιτεχνική δομή του έργου. Κυρίως, δεν πρέπει να χρησιμοποιεί υλικά τα οποία δεν του ανήκουν ή υλικά χαμηλής ποιότητας, ενώ πρέπει να ακολουθεί τα διεθνή πρότυπα αλλά και τις τελευταίες καλλιτεχνικές τάσεις.

13.6 Το Διαδίκτυο ως χώρος υποστήριξης της άμεσης υλοποίησης μιας καλλιτεχνικής ιδέας

Σε όλη την έκταση του παρόντος βιβλίου, δίνουμε ιδιαίτερη έμφαση στο ρόλο του Διαδικτύου σε όλα τα στάδια της σύγχρονης καλλιτεχνικής δημιουργίας. Οι διαδικασίες οι οποίες αναπτύσσονται και εξελίσσονται μέσα στο Διαδίκτυο (π.χ. η προώθηση υλικών χαμηλού κόστους, ο διαμοιρασμός περιεχομένου, η διανομή ελεύθερων και ανοικτών λογισμικών, οι πολυχρηστικές διαδράσεις, η συνεργασία από απόσταση, ο ακτιβισμός με συμμετοχή του κοινού, η επικαιρότητα σε πραγματικό χρόνο, η χρηματοδότηση από το κοινό), καθώς και τα νέα εργαλεία τα οποία αναδύονται συνεχώς (π.χ. μηχανές αναζήτησης, χώροι αποθήκευσης και προβολής προσωπικού περιεχομένου, χώροι συνάθροισης, συζητήσεων και επίλυσης προβλημάτων) παρέχουν μια αυτονομία στους δημιουργούς, καθώς και κίνητρα για την άμεση εκκίνηση παραγωγής μιας καλλιτεχνικής ιδέας. Επίσης, όπως παρουσιάσαμε, αναπτύσσονται μέσω του Διαδικτύου νέες ευκαιρίες για εύρεση χρηματοδότησης μιας ιδέας, συμμετοχή σε ομαδικά project και άλλα.

Στο παρελθόν, παράγοντες όπως η έλλειψη χρηματοδότησης και εξειδικευμένων συνεργατών, αποτελούσαν αποτρεπτικά στοιχεία για την έναρξη ή/και ολοκλήρωση μιας καλλιτεχνικής παραγωγής. Την ίδια στιγμή βέβαια, η άρση αυτών των εμποδίων, η οποία καθιστά τον καθένα έναν εν δυνάμει δημιουργό και παραγωγό του έργου του, δημιουργεί νέα δεδομένα για τον καλλιτέχνη και το έργο του.

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκαν οι σημαντικότερες δυνατότητες τις οποίες προσφέρει το Διαδίκτυο για την υποστήριξη του καλλιτέχνη κατά την προετοιμασία, παραγωγή και προώθηση ενός έργου. Παρόλο που τα στάδια της παραγωγής ενός ψηφιακού καλλιτεχνικού έργου αναπτύσσονται αναλυτικά στον Τόμο Β, εν τούτοις, η έρευνα στο Διαδίκτυο σχετικά με τις δυνατότητες υποστήριξης του έργου είναι μια διαδικασία η οποία εντάσσεται στην προετοιμασία για τη μετάβαση στο στάδιο της παραγωγής.

Πρέπει να επισημανθεί ότι, εν γένει, η οργάνωση του χώρου εργασίας τόσο στον υπολογιστή όσο και στο Διαδίκτυο είναι προσωπική υπόθεση η οποία αντανακλά τον χαρακτήρα και την προσωπικότητα του δημιουργού. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι, αφενός μεν το Διαδίκτυο προσφέρει πρόσβαση στον καθένα στον παγκόσμιο χώρο, αλλά έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα ένας ανταγωνισμός τόσο σε σχέση με την ποιότητα του έργου όσο και σε σχέση με την οργάνωση και προβολή του.

Βιβλιογραφία - Αναφορές

1. McCullough, M., *Digital Ground*, Cambridge: The MIT Press, 2005.

Ευρετήριο αντιστοίχισης ελληνόγλωσσων και ξενόγλωσσων όρων

αδιαφάνεια *Είναι χαρακτηριστικό κυρίως της ηλεκτρονικής και της ψηφιακής εικόνας με δυνατότητες ρύθμισης.*	opacity
αισθητήρας	sensor
ακολουθία *Είναι όρος που αναφέρεται στα προγράμματα επεξεργασίας κινούμενης εικόνας. Στην ορολογία του κινηματογράφου, στο σενάριο, αναφέρεται και ως σεκάνς.*	sequence
ακουστής *Είναι όρος που χρησιμοποιείται στον προγραμματισμό.*	listener
αλγοριθμική τέχνη	algorithmic art
Αληθής *Είναι όρος που χρησιμοποιείται στον προγραμματισμό.*	True
αλλαγή κλίμακας *Είναι όρος που χρησιμοποιείται, κυρίως, στην τρισδιάστατη επεξεργασία.*	scaling
αναγνώριση ομιλίας	speech recognition
αναγνώριση προτύπων	pattern recognition
αναγνώριση φωνής	voice recognition
αναγνώριση χειρονομίας	gesture recognition
αναδυόμενο παράθυρο *Είναι όρος που χρησιμοποιείται κυρίως στην ορολογία των φυλλομετρητών (browsers) και σε παράθυρα σύνθετων λογισμικών.*	pop-up window
αναλογία διαστάσεων της εικόνας του βίντεο	frame aspect ratio
ανάλυση εικόνας	image resolution
αναπαραγωγή *α) Στην ορολογία των οπτικοακουστικών μέσων αναφέρεται στην ενεργοποίηση και εκκίνηση ενός υλικού (ήχος, εικόνα),* β) *Αποτελεί και ονομασία τεχνικής στη μουσική τεχνολογία, η οποία χαρακτηρίζει την πολυκάναλη ηχογράφηση της μουσικής κατά την οποία ο μουσικός έχει τη δυνατότητα να ακούει ένα κανάλι μουσικής και να παίζει μια συμπληρωματική μουσική ή ένα άλλο όργανο, σε ένα άλλο κανάλι.*	playback
αναπαραγωγική τέχνη *ή γενετική ή γενεσιουργός τέχνη*	generative art
ανεξάρτητοι παραγωγοί	indies
ανίχνευση κίνησης	motion tracking
ανταλλαγή μηνυμάτων *Είναι όρος που αναφέρεται στην γλώσσα SIMULA και υιοθετείται στον αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό.*	message passing
αντήχηση *Είναι ένα φυσικό φαινόμενου ήχου. Αποτελεί και ένα συγκεκριμένο ηχητικό εφέ.*	reverb
αντίγραφο ασφαλείας	backup
αντίθεση *Αντίθεση φωτός-σκιάς. Είναι χαρακτηριστικό κυρίως της ηλεκτρονικής και της ψηφιακής εικόνας με δυνατότητες ρύθμισης.*	contrast

αντικείμενο *Είναι η βασική έννοια του αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού.*	object
αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός	object-oriented programming
αντικείμενο σύγκρουσης *Είναι όρος που αναφέρεται στην προσομοίωση της φυσικής διαδικασίας της σύγκρουσης σωμάτων. Χρησιμοποιείται στην τρισδιάστατη μοντελοποίηση και στα παιχνίδια.*	collision object
απεικόνιση *ή χαρτογράφηση* *Χρησιμοποιείται στην ορολογία των τρισδιάστατων γραφικών και χαρακτηρίζει τη σχηματική επεξεργασία υφών (textures).*	mapping
αποθετήριο κώδικα *Είναι ψηφιακός συνεργατικός χώρος αποθήκευσης και επεξεργασίας ανοικτού κώδικα.*	code repository
αποθετήριο λογισμικού *Είναι ψηφιακός συνεργατικός χώρος αποθήκευσης και επεξεργασίας ανοικτών λογισμικών.*	software repository
απόχρωση *ή χροιά,* *Είναι χαρακτηριστικό κυρίως της ηλεκτρονικής και της ψηφιακής εικόνας με δυνατότητες ρύθμισης.*	hue
απτική διεπαφή χρήστη	Tangible User Interface TUI
αρθρωσιμότητα	modularity
αρθρωτή ενέργεια	énergie articulée *(στη γαλλική γλώσσα)*
ασαφής λογική *Είναι μαθηματικός όρος.*	fuzzy logic
ασύρματο τοπικό δίκτυο *Είναι όρος των δικτύων.*	Wireless Local Area Network WLAN
ατέρμονος βρόχος *Είναι όρος της πληροφορικής.*	endless loop
αφηρημένη δομή δεδομένων *Είναι όρος της πληροφορικής.*	abstract data type
βασικό καρέ *ή καρέ κλειδί* *Χρησιμοποιείται στο κινούμενο σχέδιο και χαρακτηρίζει μια ενότητα κίνησης.*	keyframe
βελτιστοποίηση	optimization
βίντεο παιχνίδια ή ψηφιακά παιχνίδια	video games *ή digital games, στη γαλλική γλώσσα: jeu vidéo*
βίο-τέχνη	bio-art
βρόχος *ή λούπα* *Είναι όρος που χρησιμοποιείται κυρίως στον προγραμματισμό, αλλά και στις τέχνες (μουσική, κινηματογράφος, σύγχρονη τέχνη).*	loop
γάντι δεδομένων *Είναι γάντι με ενσωματωμένους ψηφιακούς αισθητήρες.*	data glove
γεγονός *Είναι όρος που χρησιμοποιείται στον προγραμματισμό.*	event
γεννήτρια θορύβου	noise generator
γεννήτρια ημιτονοειδών	tone generator
γλώσσα μηχανής *Είναι όρος της πληροφορικής.*	machine language
γλώσσα οπτικού προγραμματισμού *Είναι ένα είδος προγραμματισμού που συνήθως ενσωματώνεται σε σύνθετα λογισμικά επεξεργασίας. Αξιοποιείται επίσης σε περιβάλλοντα εκμάθησης του προγραμματισμού σε παιδιά.*	visual programming language

γλώσσα προγραμματισμού *Είναι όρος της πληροφορικής.*	programming language
γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου *Είναι όρος της πληροφορικής.*	high level programming language
γλώσσα προγραμματισμού χαμηλού επιπέδου *Είναι όρος της πληροφορικής.*	low level programming language
γραμμή του χρόνου ή γραμμή χρονικής μετατόπισης *Είναι η γραμμική αναπαράσταση του χρόνου, όπου τοποθετούνται όλα τα γεγονότα και οι δράσεις σε λογισμικά διαχείρισης και επεξεργασίας έργων που έχουν σχέση με τον χρόνο.*	timeline
γραμμικό μοντάζ *Είναι χαρακτηριστικό του μοντάζ με αναλογικούς μηχανισμούς.*	linear editing
γραμμόφωνο	gramophone
γραφικά υπολογιστή	computer graphics
γράφος *Είναι μαθηματικός όρος.*	graph
γυαλιά εικονικής πραγματικότητας	virtual reality glasses
γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας	augmented reality glasses
δειγματοληψία	sampling
δεδομένα	data
δημιουργικός κώδικας	creative code
Συγγραφέας *Στα ψηφιακά έργα έχει την έννοια του δημιουργού.*	author
διαδικτυακή διεύθυνση	Uniform Resource Locator URL
διαδικτυακή τέχνη	web art (ή net art)
διαδικτυακός καλλιτέχνης	web artist (ή net artist)
διάδραση	interactivity
διάδραση ανθρώπου υπολογιστή	Human Computer Interaction HCI
διαμοιρασμός αρχείων	file sharing
διανυσματική εικόνα	vector image
διάταξη *Προέρχεται από τον χώρο των εντύπων και χαρακτηρίζει την σύνθεση των στοιχείων σ' έναν συγκεκριμένο χώρο. Στα λογισμικά αναφέρεται στη διάταξη των παραθύρων εργασίας.*	layout
διαχείριση κύκλου ζωής προϊόντος	Product Lifecycle Management PLM
διευθυντής φωτογραφίας	Director of Photography DP
διεπαφή χρήστη *ή διεπιφάνεια χρήστη*	user interface
διερμηνευτής *Είναι ορολογία που χρησιμοποιείται στον προγραμματισμό.*	interpreter
δι-κατευθυντικός	bi-directional
δικτυακός καλλιτέχνης	net artist *ή web artist*
δικτυακή τέχνη	net art *ή web art*
δίκτυο σκίασης *Είναι όρος που χρησιμοποιείται στα τρισδιάστατα γραφικά.*	shading network
δομή δεδομένων *Είναι όρος της πληροφορικής.*	data structure
Δομική Υπόθεση	Hypothèse Structurale *(στη γαλλική γλώσσα)*
δομημένος προγραμματισμός *Είναι όρος της πληροφορικής.*	structured programming
δυαδικό ψηφίο	binary digit
δυναμικός προγραμματισμός *Είναι όρος της πληροφορικής.*	dynamic programming
έγγραφο εκμάθησης	tutorial
εγγραφέας βίντεο	video-tape recorder

ειδικά εφέ	special effects
εικονικός *Λέγεται και δυνητικός.*	virtual
εικονική περφόρμανς	virtual performance
εικονικός διαδικτυακός πολυχρηστικός κόσμος	virtual internet based multi-user world
εικονικοί κοινωνικοί κόσμοι	virtual social worlds
εικονοστοιχείο	pixel
έκδοση	version
εκτέλεση κώδικα σε πραγματικό χρόνο	live coding
ελαφρύ φωτεινό περίγραμμα	rim light
ελεγκτής *Είναι όρος, κυρίως, της ψηφιακής τεχνολογίας.*	controller
ελεύθερο λογισμικό	free software
εμπρόσθια προβολή *Είναι τεχνικός όρος, που χαρακτηρίζει την εμπρόσθια θέση του προβολέα σε σχέση με την οθόνη.*	front projection
ενεργοποιητής *Είναι όρος της ψηφιακής τεχνολογίας.*	actuator
ενδιάμεσος μηχανισμός *ή διεπαφή*	interface
ενδιάμεσος τόνος	midtone
ενημέρωση *ή αναβάθμιση λογισμικού*	software update
εννοιολογική τέχνη	conceptual art
ένταση	volume
εξαγωγή *Είναι όρος που συναντάται κυρίως στα λογισμικά.*	export
εξελικτική τέχνη	evolutionary art
εξυπηρετητής *ή διακομιστής*	server
επεξεργασία της φυσικής γλώσσας *Είναι όρος της πληροφορικής, στο πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης.*	Natural Language Processing NLP
επικοινωνία μέσω γραπτών μηνυμάτων σε πραγματικό χρόνο	chat
επιφάνεια υποδιαίρεσης *Είναι όρος των τρισδιάστατων γραφικών.*	subdivision surface
εύρος ζώνης *Είναι όρος των δικτύων.*	bandwidth
ηλεκτρονική μουσική	Elektronische Musik *(στη γερμανική γλώσσα)*
ηλεκτρονική τέχνη	electronic art
ηλεκτρονικό ταχυδρομείο	e-mail
ηχεία ενεργού τύπου	active monitors
θερμοκρασία χρώματος *Είναι όρος που αξιοποιείται κυρίως στον κινηματογράφο και χαρακτηρίζει χρώμα φωτός μιας πηγής φωτός.*	color temperature
θόλωση εικόνας *Είναι όρος που χρησιμοποιείται στην ψηφιακή επεξεργασία εικόνας και βίντεο, καθώς και εφέ.*	blurring
θόλωση κίνησης *Είναι όρος που χρησιμοποιείται στην ψηφιακή επεξεργασία εικόνας και βίντεο, καθώς και εφέ.*	motion blur
θόρυβος *Είναι όρος που προέρχεται από τη θεωρία της επικοινωνίας.*	noise
θύρα *εισόδου/εξόδου επικοινωνίας υπολογιστή*	port
ιδιωτικό μορφότυπο *Είναι όρος που χρησιμοποιείται στην ψηφιακή τεχνολογία.*	proprietary format
ιστολόγιο	blog
ιστοσελίδα γραμμένη σε γλώσσα HTML	HTML page

ιχνηλάτηση ακτίνων *Είναι όρος που χρησιμοποιείται στα τρισδιάστατα γραφικά.*	raytracing
καθυστέρηση *Είναι όρος που χρησιμοποιείται κυρίως στα δίκτυα, και στην επεξεργασία του ήχου ως εφέ.*	delay
κανάλι *Χρησιμοποιείται κυρίως για τον ήχο ή το βίντεο.*	track
καρέ (ή πλαίσιο)	frame
καρέ ανά δευτερόλεπτο *Είναι όρος που προέρχεται από τον κινηματογράφο, αλλά χρησιμοποιείται και στο βίντεο (αναλογικό ή ψηφιακό).*	frames per second fps
καρδιοειδής *Είναι τεχνικός όρος. Χαρακτηρίζει είδος μικροφώνου.*	cardioid
καταγραφή κίνησης *Είναι τεχνική που αξιοποιείται στην ανάπτυξη κινούμενων εικονικών χαρακτήρων.*	motion capture
κατανεμημένος προγραμματισμός *Χαρακτηρίζει ένα είδος προγραμματισμού.*	distributed programming
κατανεμητής ψηφιακής εικόνας	splitter
κεντρική μονάδα επεξεργασίας	Central Processing Unit CPU
κέρσορας	cursor
κεφαλή αναπαραγωγής	playhead
κινετική	στα γαλλικά cinétisme
κινετοσκόπειο	kinetoscope
κινητική τέχνη	kinetic art, *στη γαλλική γλώσσα: art cinétique*
κλάση *Είναι όρος του αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού.*	class
κληρονομικότητα *Είναι όρος του αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού.*	inheritance
κλήση συναρτήσεων *Είναι όρος του προγραμματισμού.*	function calling
κόμβος *Είναι όρος από τη θεωρία των γράφων. Χρησιμοποιείται στη θεωρία των δικτύων.*	node
κοντινό πλάνο *Είναι κινηματογραφικός όρος που χαρακτηρίζει το μέγεθος του πλάνου.*	gros plan *(στη γαλλική γλώσσα)*
κορεσμός *Είναι χαρακτηριστικό κυρίως της ηλεκτρονικής και της ψηφιακής εικόνας με δυνατότητες ρύθμισης.*	saturation
κουκίδα *Είναι όρος που αφορά το τύπωμα ψηφιακής εικόνας.*	dot
κυβερνητική τέχνη	art cybernetique *(στη γαλλική γλώσσα)*
κύκλωμα μετατροπής αναλογικού σήματος σε ψηφιακό	analogue to digital converter
κύκλωμα μετατροπής ψηφιακού σήματος σε αναλογικό	digital to analogue converter
κυτταρικό αυτόματο	cellular automaton
λάθος *Είναι όρος του προγραμματισμού. Αναφέρεται κυρίως σε λάθη τα οποία ανιχνεύονται κατά την σύνταξη του κώδικα ενός προγράμματος.*	error
λίστες ηλεκτρονικής αλληλογραφίας	mailing lists
λογισμικό	software
λογισμικό ανοικτού κώδικα	open source software

λογοκλοπή	plagiarism
μαζικά παιχνίδια ρόλων μέσω δικτύου	Massively Multiplayer Online Role-Playing Games MMORPG
μάσκα *Είναι όρος που χρησιμοποιείται στην επεξεργασία της εικόνας.*	mask
μέγεθος πλάνου *Είναι όρος που προέρχεται από τον κινηματογράφο.*	frame size
μεικτή πραγματικότητα	mixed reality
μέσα κοινωνικής δικτύωσης *ή κοινωνικά δίκτυα ή κοινωνικά μέσα δικτύωσης*	social media
μέσα μαζικής επικοινωνίας	mass media
μετάβαση *Είναι όρος που προέρχεται από τον οπτικοακουστικό χώρο. Χαρακτηρίζει τη μετάβαση από μία πηγή σε μια άλλη.*	transition
μεταβλητή *Είναι όρος του προγραμματισμού.*	variable
μεταγλωττιστής (ή μεταφραστής) *Είναι όρος της πληροφορικής.*	compiler
μετα-επεξεργασία *Είναι όρος που προέρχεται, κυρίως, από το ψηφιακό βίντεο.*	post-production
Μετασύμπαν *Είναι όρος που χρησιμοποιείται στους εικονικούς κόσμους.*	metaverse
μετασφαίρα *Είναι όρος των τρισδιάστατων γραφικών.*	metaball / blobby
μετατόπιση *Είναι όρος που χρησιμοποιείται, κυρίως, στην τρισδιάστατη επεξεργασία.*	translation
Μεταφορά φιλμ σε βίντεο	telecine
μη-γραμμική επεξεργασία *Χαρακτηρίζει* το *ψηφιακό μοντάζ.*	non-linear editing
μη φωτορεαλιστική φωτοαπόδοση *Είναι όρος που χρησιμοποιείται στα τρισδιάστατα γραφικά.*	Non Photorealistic Rendering NPR
μηχανή ανάπτυξης παιχνιδιών *ή λογισμικό ανάπτυξης παιχνιδιών*	games engine
μηχανισμός χειρισμού γεγονότων *Είναι όρος του προγραμματισμού.*	event handler
Μικροελεγκτής *Είναι στοιχείο υλισμικού.*	microcontroller
μικροχρηματοδότηση *(μέσω Διαδικτύου)*	crowdfunding
μονοπλάνο *Είναι κινηματογραφικός όρος.*	long shot
μοντάζ από πολλές κάμερες ταυτόχρονα	multi-camera edit
μοντέλο σκίασης *Είναι όρος των τρισδιάστατων γραφικών.*	shading model
μορφοκλασματική γεωμετρία *ή φράκταλ*	fractal
μορφότυπο *ή μορφότυπος*	format
μουσικά κομμάτια ελευθέρων δικαιωμάτων	public domain music
μουσική επένδυση	soundtrack
μουσική με μαγνητοταινία *Είναι ρεύμα σύγχρονης μουσικής έκφρασης.*	tape music
μουσική μέσω υπολογιστή *Είναι ρεύμα σύγχρονης μουσικής έκφρασης.*	computer music
νέφος *Είναι όρος που χρησιμοποιείται σε σύγχρονες*	cloud

υπολογιστικές αρχιτεκτονικές και υπηρεσίες.	
νέφος σημείων *Είναι όρος των τρισδιάστατων γραφικών.*	point cloud
νοητικές εικόνες	mental images
ογκοστοιχείο *Είναι όρος των τρισδιάστατων γραφικών.*	voxel
οδηγός συσκευής	driver
ολοκληρωμένο κύκλωμα	chip
ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης κώδικα	Integrated Development Environment IDE
οξύτητα εικόνας *Είναι χαρακτηριστικό κυρίως της ηλεκτρονικής και της ψηφιακής εικόνας με δυνατότητες ρύθμισης.*	sharpening
οπίσθια προβολή *Είναι τεχνικός όρος, που χαρακτηρίζει την οπίσθια θέση του προβολέα σε σχέση με την οθόνη.*	back ή rear projection
οπτική καταγραφή κίνησης *Είναι μια τεχνολογία καταγραφής κίνησης με οπτικές μεθόδους.*	optical motion capture
οπτική μουσική	visual music
όραση υπολογιστή *Είναι πεδίο της πληροφορικής.*	computer vision
Παγκόσμιος Ιστός	World Wide Web
Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού θέσης	Global Positioning System GPS
παιγνιώδης τέχνη	ludic art, *στη γαλλική γλώσσα: art ludique*
παλμοκωδική διαμόρφωση	Pulse Code Modulation PCM
παντο-κατευθυντικός *Χαρακτηρίζει είδος μικροφώνου.*	omnidirectional
παρεμβολή *Είναι όρος που προέρχεται από τα μαθηματικά. Χρησιμοποιείται ως τεχνική ορισμού ενδιάμεσων σημείων σε εργαλεία δημιουργίας αυτόματης κίνησης.*	interpolation
πανταχού-παρούσα διασυνδεσιμότητα	ubiquitous connectivity
περιβάλλουσα *Είναι όρος της μουσικής τεχνολογίας.*	envelope
περιβάλλουσα πλάτους *Είναι όρος της μουσικής τεχνολογίας.*	amplitude envelope
περιοδικός ενεργοποιητής *Είναι όρος της μουσικής τεχνολογίας.*	periodic trigger
περιστροφή *Είναι όρος που χρησιμοποιείται, κυρίως, στην τρισδιάστατη επεξεργασία.*	rotation
περφόρμερ κώδικα *Είναι ένα καλλιτεχνικό είδος έκφρασης με κώδικα.*	code performer
πηγαίος κώδικας *Είναι όρος της πληροφορικής.*	source code
πλάνητας *Όρος που καθιερώθηκε από το έργο του Charles Pierre Baudelaire.*	flâneur *(στη γαλλική γλώσσα)*
πνευματική ιδιοκτησία	copyright
πολλαπλού σκοπού	mutlipurprose
πολυγωνική ομαλότητα *Είναι όρος των τρισδιάστατων γραφικών.*	polygon smoothing
πολυκάναλη εγγραφή *Είναι όρος της μουσικής τεχνολογίας.*	multitrack recording
πολυσενάριο	multi-scenario
πολυχρηστικός (διαδικτυακός) εξυπηρετητής	multiuser (internet) server
πραγματολογική ανάλυση	pragmatic analysis
προβολή σε αντικείμενα *Χαρακτηριστικό τεχνικής προβολών. Τείνει να γίνει*	projection mapping

αυτόνομο είδος τέχνης.	
προγραμματιζόμενος γεννήτορας ήχου *Είναι όρος της μουσικής τεχνολογίας.*	programmable sound generator
προγραμματισμός ροής δεδομένων *Είναι ένα είδος προγραμματισμού.*	dataflow programming
προσωπικός υπολογιστής	Personal Computer PC
προτυποποιημένο μορφότυπο	standard format
πυκνωτικός *Είναι όρος της μουσικής τεχνολογίας.*	condenser
πύλη *Είναι όρος που χρησιμοποιείται στους εικονικούς κόσμους.*	portal
ροή εργασίας	workflow
σαρωτής	scanner
σήμα ελέγχου	control signal
σημείο ενδιαφέροντος *Είναι όρος που χρησιμοποιείται σε εφαρμογές ψηφιακής γεωγραφίας.*	Point of Interest PoI
σήμα κατατεθέν	trade mark
σημασιολογική ανάλυση	semantic analysis
σημασιολογικός ιστός	semantic web
σημείο συγχρονισμού *Είναι όρος που συναντάται στα λογισμικά διαχείρισης εικόνας – ήχου.*	cue point
σημείο περιστροφής Είναι όρος των τρισδιάστατων περιβαλλόντων.	pivot point
στοιχείο (δισδιάστατης) εικόνας *Είναι όρος του δισδιάστατου animation.*	sprite
στρώμα ή διαφάνεια ή επίπεδο *Είναι όρος από τον χώρο της επεξεργασίας εικόνας.*	layer
συμβολική γλώσσα *Είναι όρος της πληροφορικής.*	assembly language
συμμετοχική τέχνη	part-art *ή participatory art*
συμπεριφορά *Είναι όρος τω τρισδιάστατων γραφικών και των παιχνιδιών.*	behavior
συμπίεση *Είναι όρος της ψηφιακής τεχνολογίας.*	compression
συμπίεση με απώλειες πληροφορίας	lossy compression
συμπίεση χωρίς απώλειες πληροφορίας	lossless compression
συναθροιστές ειδήσεων *Είναι ένα είδος διαδικτυακής εφαρμογής.*	news aggregators *ή feed aggregators ή feed readers ή RSS readers*
συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα	Collaborative Virtual Environments CVE
σύνθεση ήχου με βάση διαμόρφωση συχνότητας *Είναι ένας όρος της μουσικής τεχνολογίας.*	Frequence Modulation synthesis
σύνθεση (μουσικής) υποβοηθούμενη από τον υπολογιστή *Είναι ένας όρος της μουσικής τεχνολογίας.*	computer-aided composition
Συνθετητής *Είναι ένας όρος της μουσικής τεχνολογίας.*	synthesizer
συνθετητής διαμόρφωσης συχνότητας	frequency modulation synthesizer
συντακτική ανάλυση *Είναι όρος που χρησιμοποιείται στο πεδίο της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας.*	syntactic analysis
συντομότερο μονοπάτι *Είναι ένας όρος από τη θεωρία γράφων.*	shortest path
σύστημα διαχείρισης περιεχομένου	Content Management System CMS
συχνότητα	frequency
σφάλμα	bug

Είναι όρος του προγραμματισμού. Αναφέρεται σε σφάλμα το οποίο, κυρίως, εκδηλώνεται κατά την εκτέλεση του προγράμματος.	
σχεδιασμός κίνησης (κινούμενο σχέδιο) καρέ-καρέ	frame-by-frame animation
σχεδιαστής ήχου *Είναι όρος από την τεχνολογία του ήχου.*	sound designer
σωματίδια *Είναι όρος των τρισδιάστατων γραφικών και των παιχνιδιών.*	particles
ταινία εγγραφής ηλεκτρομαγνητικού υλικού *ή βιντεοταινία*	videotape
τελεστής *Είναι όρος που χρησιμοποιείται, κυρίως, στον προγραμματισμό και στα τρισδιάστατα γραφικά.*	operator
τέχνη βασισμένη στον χρόνο	time-based art
τέχνη του αμφιβληστροειδούς	retinal art
τέχνη του κώδικα	code art
τέχνη του λογισμικού	software art
τέχνη του ουρανού	sky art
τέχνη των παιχνιδιών *ή το παιχνίδι ως τέχνη*	game art
τέχνη υπολογιστή	computer art
τεχνητή νοημοσύνη	artificial intelligence
τεχνητές οντότητες	artificial entities
τηλεματική τέχνη	telematic art
τηλετυπία	fax
τόνος *Είναι όρος από τον χώρο του ήχου.*	tone ή pitch
τοπικό δίκτυο	Local Area Network LAN
τριγωνοποίηση	triangulation
τρισδιάστατα γραφικά πραγματικού χρόνου	3D real time
τρισδιάστατος ήχος στον χώρο	3D spatialized sound
τρισδιάστατο κινούμενο σχέδιο	3D animation
υλισμικό *λέγεται και υλικό αλλά δύσκολα αναγνωρίζεται χωρίς τα συμφραζόμενα*	hardware
υπερκείμενο	hypertext
υπερμέσα	hypermedia
υπερσύνδεσμος	hyper-link
υποδιαίρεση *Είναι όρος των τρισδιάστατων γραφικών.*	subdivision
υπολογιστής τύπου ταμπλέτας	tablet
υπολογιστική αρχιτεκτονική νέφους	cloud computing
υπολογιστική τέχνη	computational art
υφή *Είναι όρος από τον χώρο των τρισδιάστατων γραφικών.*	texture
υψηλή ανάλυση	high resolution
φενακιτοσκόπειο	phenakistoscope
φιλμ κινουμένων σχεδίων	animation film
φυλλομετρητής *ή περιηγητής*	browser
φωλιασμένος *Είναι όρος του προγραμματισμού.*	nested
φωναυτόγραφος	phonautograph
φωνογράφος	phonograph
φωτοαπόδοση *Είναι όρος από τον χώρο των τρισδιάστατων γραφικών.*	rendering
χαμηλή ανάλυση	low resolution
χρονική συμπίεση	temporal compression

Είναι επιμέρους τεχνική συμπίεσης.	
χρωματική διόρθωση *Είναι όρος που αφορά τεχνικές του κινηματογράφου, αναλογικού και ψηφιακού.*	color correction
χρωματικό βάθος *Είναι όρος που αφορά τις ιδιότητες της εικόνας.*	color depth
χωρική συμπίεση *Είναι επιμέρους τεχνική συμπίεσης.*	spatial compression
Ψευδής *Είναι όρος που χρησιμοποιείται στη μαθηματική λογική και στον προγραμματισμό.*	False
ψηφιακό βιβλίο	ebook
ψηφιακός εγγραφέας	digital recorder
ψηφιογραφική εικόνα *Είναι όρος της ψηφιακής εικόνας.*	bitmap ή raster image