

T.E.I. ΗΠΕΙΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΑΡΤΑ

Τεχνικές
ΑΝΙΜΑΤΙΟΝ

Επιβλέπων Καθηγητής
Κ^{ος} Χήρας Χρήστος

ΚΑΛΑΜΙΩΤΗ ΘΑΛΕΙΑ (Α.Μ: 401)
ΕΥΜΟΡΦΟΥ ΔΙΑΜΑΝΤΩ (Α.Μ: 479)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΙΣ

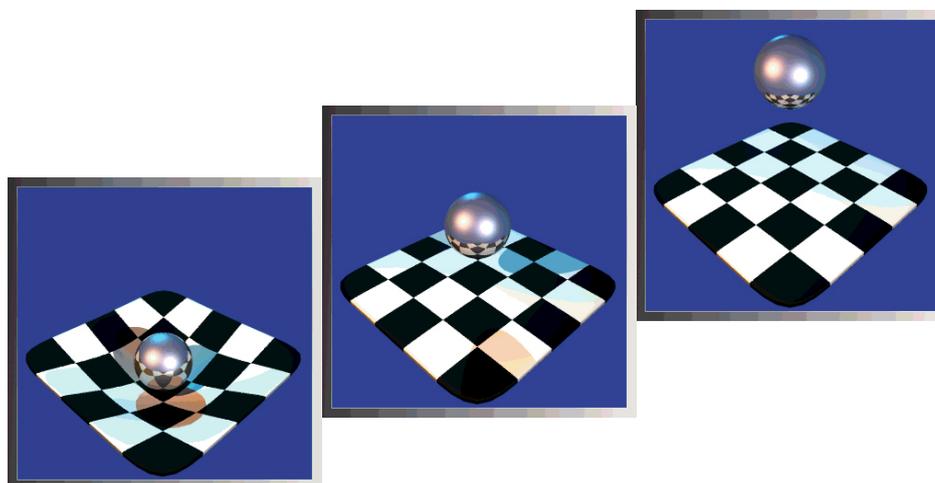
"ΤΕΧΝΙΚΕΣ ANIMATION"

ΑΠΟ ΤΙΣ ΦΟΙΤΗΤΡΙΕΣ

ΚΑΛΑΜΙΩΤΗ ΘΑΛΕΙΑ (Α.Μ: 401)

&

ΕΥΜΟΡΦΟΥ ΔΙΑΜΑΝΤΩ (Α.Μ: 479)



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Κ^{ος} ΧΗΡΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΑΡΤΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε σε αυτό το σημείο να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας στον Αναπληρωτή Καθηγητή κο Χήρα Χρήστο για τη βοήθεια την οποία μας παρείχε κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της πτυχιακής εργασίας μας, για τη συνεργασία του στην επιλογή της κατάλληλης βιβλιογραφίας καθώς επίσης και για την υποστήριξη, τη συνεργασία και την κατανόησή του που μαζί με τις γνώσεις, τα ερεθίσματα και την παρότρυνσή του, υπήρξαν καθοριστικοί παράγοντες στη συγγραφή του εγχειριδίου που ακολουθεί.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ANIMATION	13
ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ANIMATION	15
ΠΡΩΙΜΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	15
ΤΑ ΠΡΩΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΤΟΥ "ΤΥΠΙΚΟΥ" ANIMATION.....	19
WALT DISNEY	21
ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΤΩΝ ΑΛΛΩΝ.....	24
ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΟ ΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΧΡΟΝΩΝ ΤΟΥ ANIMATION	24
ΙΣΤΟΡΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΣΤΟ ANIMATION ΚΑΙ ΣΤΟΝ	
ΚΙΝΗΜΑΤΟΓΡΑΦΟ	27
ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ COMPUTER ANIMATION.....	27
ΠΡΩΤΑ ΣΤΑΔΙΑ	28
ΤΑ ΕΠΟΜΕΝΑ ΧΡΟΝΙΑ.....	31
ΤΑ ΩΡΙΜΑ ΧΡΟΝΙΑ ΤΟΥ ANIMATION	33
ΜΟΡΦΟΜΕΤΑΤΡΟΠΗ.....	39
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	40
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ COMPUTER ANIMATION	43
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	43
ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ	44
ΕΞΟΜΟΙΩΤΕΣ ΠΤΗΣΗΣ.....	45
ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	46
ΔΙΑΣΤΗΜΑ.....	46
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	46
ΙΑΤΡΙΚΗ.....	47
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΑΙΝΙΩΝ.....	47
VIDEO	48
ΔΙΑΦΗΜΙΣΗ	48
ΤΕΧΝΗ.....	48
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	49
ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ	49
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	50
Η ΦΥΣΗ ΤΟΥ ANIMATION	51
ΡΥΘΜΟΙ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (FRAMES RATES)	51
ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ANIMATION	52
Α. ΚΛΑΣΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ	52
ΜΕΘΟΔΟΣ: STOP FRAME ANIMATION	53
ΜΕΘΟΔΟΣ: 2 1/2 DIMENSIONAL ANIMATION	53
ΜΕΘΟΔΟΣ: ROTASCOPIING	53

ΜΕΘΟΔΟΣ: PHENAKISTOSCOPE & STROBOSCOPE	54
B. ΜΟΝΤΕΡΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ	54
STORYBOARDS.....	54
MODELING	55
ΣΕΝΑΡΙΟ / ΈΛΕΓΧΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	55
2-D	58
3-D	58
RENDERING	59
WIRE FRAME	59
FLAT SHADING.....	59
GOURAUD.....	59
PHONG	60
RAY TRACING	60
RADIOSITY	60
TEXTURES.....	60
ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ COMPUTER ANIMATION.....	63
PIXELS.....	63
ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ.....	65
ΨΗΦΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ (RASTER) / ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΕΣ (VECTOR) ΕΙΚΟΝΕΣ.....	66
TRANSFORMATIONS (ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ)	67
MODELLING.....	68
RENDERING	72
TEXTURES	75
ARTIFACTS (ΤΕΧΝΙΚΕΣ).....	75
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ HARDWARE ΓΙΑ COMPUTER ANIMATION	79
ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΥΛΙΚΟΥ	79
BITS AND CHIPS.....	79
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	81
ΜΝΗΜΗ	83
ΤΥΠΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ.....	85
FRAME BUFFERS	87
ΑΠΟΘΗΚΕΥΟΝΤΑΣ ΤΙΣ ΕΙΚΟΝΕΣ	88
ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΣΕ PRINTER	88
ΦΙΛΜ	89
VIDEO	90
ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ.....	91
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	91
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ SOFTWARE ΓΙΑ ANIMATION (ΓΛΩΣΣΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ)	93
ΤΥΠΟΙ ΓΛΩΣΣΩΝ	93
LOW LEVEL/HIGH LEVEL (ΥΨΗΛΟΥ - ΧΑΜΗΛΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ).....	94

ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ (ΔΙΕΡΜΗΝΕΑΣ INTERPRETER /	
ΜΕΤΑΓΛΩΤΤΙΣΤΗΣ COMPILER)	95
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΚΕΣ ΓΛΩΣΣΕΣ / ΓΛΩΣΣΕΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ	96
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΑΦΕΙΣ (OBJECT-ORIENTED) ΓΛΩΣΣΕΣ	96
ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ / ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΓΛΩΣΣΕΣ	97
ΓΛΩΣΣΕΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΕΝΕΣ ΣΤΑ ΓΡΑΦΙΚΑ	97
ΥΒΡΙΔΙΚΕΣ ΓΛΩΣΣΕΣ	97
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΓΛΩΣΣΩΝ ΓΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ANIMATION	97
ALGOL	98
ASSEMBLER	98
BASIC	98
C	99
C++	99
FORTH	100
FORTRAN	100
LISP	101
LOGO	101
PASCAL	101
PROLOG	102
ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΓΛΩΣΣΑΣ	102
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΓΙΑ COMPUTER ANIMATION	104
(ALIAS WAVEFRONT) MAYA	105
(AUTODESK) 3D STUDIO MAX	108
(MACROMEDIA) FLASH	116
(ADOBE) AFTER EFFECTS	120
(BLENDER) BLENDER3D	122
(HASH) ANIMATION:MASTER	124
(NEWTEK) LIGHTWAVE 3D	126
(AVID COMPUTER GRAPHICS) SOFTIMAGE XSI	129
(SIDEFX) HOUDINI	131
(RHINOCEROS) RHINO 3D	133
(MAXON) MAXON CINEMA 4D	135
(CALIGARI) TRUESPACE	137
(APPLE) MOTION	139
(CURIOUS LABS) POSER	141
(ULEAD) COOL 3D & COOL 3D PRODUCTION STUDIO	143
(ULEAD) GIF ANIMATOR	145
(ANTECHINUS) ANIMATOR	145
(EOS SYSTEMS) PHOTOMODELER PRO	147
(COMIXWARE) COMIXWARE	149
(XARA) XARA 3D	150

(CYD SOFTWARELABS) WEB ANIMATION STUDIO.....	153
(MACROMEDIA) DIRECTOR.....	153
(ASYMETRIX) ASYMETRIX WEB 3D	154
(ABROSOFT) FANTAMORPH.....	155
(FUJIMIYA 'S COMPUTER GRAPHICS LABO) MORPHER.....	156
(REALLUSION) IT'S ME	157
(MENTALIMAGES) MENTAL RAY	158
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	159
ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ	161
ΟΡΟΛΟΓΙΑ.....	165
ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ.....	167
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	169

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα ασχοληθούμε με το animation. Αρχικά θα δούμε κάποια εισαγωγικά στοιχεία, τι σημαίνει ο όρος, πότε άρχισε να χρησιμοποιείται και από ποιους και ποιους φυσικούς νόμους ακολουθεί (κεφ. *Εισαγωγή στο Animation*).

Στο επόμενο κεφάλαιο (κεφ. *Ιστορία του Animation*) αρχικά θα ασχοληθούμε πιο διεξοδικά με τα πρώτα στάδια του animation, θα δούμε τις πρώτες συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν, θα αναφερθούμε στους πρωτεργάτες που χάραξαν το δρόμο (με ιδιαίτερη αναφορά στον Walt Disney), στις πρώτες παραστάσεις που έλαβαν χώρα και τέλος θα παρουσιάσουμε ένα χρονολόγιο των πιο σημαντικών ημερομηνιών, από τη γέννηση του μέχρι και περίπου το τέλος του μεσοπολέμου.

Στη συνέχεια, δειλά-δειλά άρχισαν να εμφανίζονται οι υπολογιστές και να αξιοποιούνται οι δυνατότητές τους μέχρι που φτάσαμε στο σημείο ολόκληρες ταινίες να υλοποιούνται σε υπολογιστές. Αυτό μελετάμε στο κεφάλαιο που ακολουθεί (*Ιστορία Χρήσης των Υπολογιστών στο Animation και στον Κινηματογράφο*). Αρχικά παρουσιάζουμε τις αρχές του computer animation και στη συνέχεια την εξέλιξη που επήλθε και κάποιες κινηματογραφικές ταινίες που υπήρξαν σταθμοί στον τομέα.

Στην τελευταία ενότητα του πρώτου κεφαλαίου (*Εφαρμογές του Animation*) παρουσιάζουμε τους τομείς της καθημερινότητας στους οποίους αυτό βρίσκει εφαρμογή (π.χ. εκπαίδευση, διαφήμιση, τηλεόραση κ.τ.λ.).

Κατόπιν, στο δεύτερο κεφάλαιο (κεφ. *Η Φύση του Animation*), αναφερόμαστε σε κλασσικές και μοντέρνες μεθόδους παραγωγής animation, κάνουμε μια εισαγωγή στις έννοιες των δυσδιάστατων και τρισδιάστατων animation, καθώς και στην Τεχνητή Νοημοσύνη.

Στο τρίτο κεφάλαιο (κεφ. *Τα Βασικά Στοιχεία του Computer Animation*), περιγράφεται η λειτουργία των pixels, γίνεται αναφορά στις ψηφιογραφικές και τις διανυσματικές εικόνες, αναλύονται οι έννοιες του Modeling και Rendering, και τέλος απαριθμούνται κάποιες τεχνικές που βοηθούν στην αντιμετώπιση όποιων προβλημάτων παρουσιάζονται κατά την παρουσίαση ενός animation.

Στο τέταρτο κεφάλαιο (κεφ. *Απαιτούμενο Hardware για Computer Animation*), παίρνουμε το νήμα από την αρχή, περιγράφοντας τις έννοιες του bit, chip, RAM, ROM, Frame, αναφερόμαστε σε τύπους υπολογιστών, σε συσκευές εισαγωγής εικόνας στον υπολογιστή, σε αποθηκευτικά μέσα και

γενικά σε ότι αφορά το hardware, για να καταλήξουμε στην σχέση που όλα αυτά έχουν με το animation.

Στο πέμπτο κεφάλαιο(κεφ. *Απαιτούμενο Software για Computer Animation – Γλώσσες Προγραμματισμού*), αντίστοιχα, αναφερόμαστε στις γλώσσες προγραμματισμού που κατά καιρούς χρησιμοποιήθηκαν (και με τις οποίες σήμερα έχουν κατασκευαστεί δυνατές εφαρμογές παραγωγής animation) για να γίνει η παραγωγή και η διαχείριση κινούμενων εικόνων.

Στο επόμενο κεφάλαιο (κεφ. *Απαιτούμενο Λογισμικό για Computer Animation*), ασχολούμαστε με όλα (ή μάλλον με κάποια που εμείς θεωρήσαμε σημαντικά) τα πακέτα λογισμικού τα οποία δημιουργούν animation. Ασφαλώς η παρουσίαση όλων δεν είναι δυνατή αλλά νομίζουμε πως δεν παραλείψαμε τα σημαντικά εξ αυτών, αυτά που οι ανταγωνιστές προσπαθούν να αντιγράψουν (όπως το Maya, 3DsMax, Litewave 3D, Blender κ.τ.λ.) και χρησιμοποιούνται από τις κινηματογραφικές εταιρείες και τους μεγάλους οίκους λογισμικού που κατασκευάζουν παιχνίδια για Η/Υ και κονσόλες.

Τέλος, στο τελευταίο κεφάλαιο (κεφ. *Εικονική Πραγματικότητα*), γίνεται μια πιο εκτεταμένη αναφορά στην τεχνητή νοημοσύνη και στις εφαρμογές που αυτή βρίσκει στην εποχή μας.

Η λέξη “*animation*” (που θα μας απασχολήσει καθ’ όλη τη διάρκεια του παρόντος εγχειριδίου και θα μπορούσαμε να αποδώσουμε στα Ελληνικά ως “κινούμενη εικόνα”) προέρχεται από το αγγλικό ρήμα “*animate*” του οποίου η ετυμολογία είναι: “δίνω ζωή σε”. Άρα ο όρος χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να κινήσουμε κάτι (ή να κάνουμε κάτι να δείχνει πως κινείται) το οποίο δε μπορεί να κινηθεί από μόνο του.

Σύμφωνα με τα λεξικά, *animation* είναι η τεχνική με την οποία κάθε καρτέ ή πλαίσιο (*frame*) ενός φιλμ ή ενός βίντεο παράγεται ξεχωριστά (είτε πρόκειται για γραφικό σε υπολογιστή, είτε για φωτογραφία, είτε για ζωγραφιά, είτε πρόκειται για κάποιο άλλο πλαίσιο στο οποίο έγιναν μικρές αλλαγές). Όταν τα καρτέ συνδεθούν και προβληθούν με ταχύτητα τουλάχιστον δεκαέξι πλαισίων το δευτερόλεπτο τότε δημιουργείται η ψευδαίσθηση της κίνησης και το προϊόν αυτής της διαδικασίας ονομάζεται *animation*. Σήμερα η τηλεόραση παρουσιάζει το πρόγραμμά της με ρυθμό εικοσιτεσσάρων καρτέ το δευτερόλεπτο.

Το *animation* χρησιμοποιήθηκε για να διασκεδάσει και να ψυχαγωγήσει τους ανθρώπους από πολύ παλιά, από τότε που πρωτοεμφανίστηκαν οι μαριονέτες, και συνεχίζει και σήμερα μέσω των φιλμ και του βίντεο. Είναι ένα πανίσχυρο εργαλείο που μπορεί να αναζωπυρώσει σε οποιονδήποτε τη φαντασία του μικρού παιδιού που κρύβει μέσα του.

Γιατί όμως είναι τόσο σημαντικό το *animation*; Οι εικόνες μπορούν να μεταφέρουν γρήγορα ένα μεγάλο ποσό πληροφορίας γιατί το ανθρώπινο οπτικό σύστημα είναι ένας σύνθετος επεξεργαστής πληροφορίας. Επομένως οι κινούμενες εικόνες έχουν τη δυνατότητα να μεταφέρουν ακόμα περισσότερη πληροφορία σε πολύ μικρό χρόνο. Πράγματι το ανθρώπινο οπτικό σύστημα έχει αναπτυχθεί ώστε να παρατηρεί και να ερμηνεύει την κίνηση. Αυτός είναι ο λόγος που το *animation* έχει τόση μεγάλη αξία.

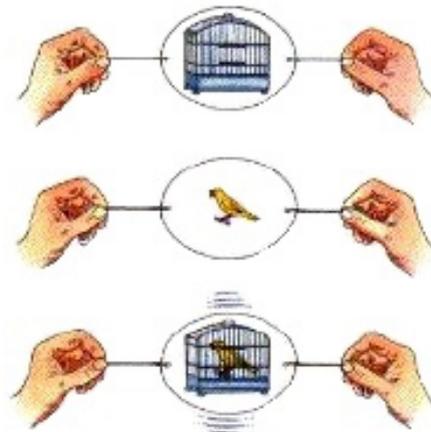
Τεχνικά το *animation* αξιοποιεί το φαινόμενο που ονομάζουμε *αδράνεια της όρασης* (*persistence of vision*). Μια πρώτη παρατήρηση κι εξήγηση του φαινομένου έκανε το 1824 ο *Peter Mark Roget* σε μια παρουσίαση που έκανε στο Λονδίνο για τη βασιλική κοινότητα. Είχε περιγράψει πως τα αντικείμενα θα φαίνεται ότι κινούνται όταν προβάλλονται συνεχώς εικόνες σχετικές μεταξύ τους έστω κι αν υπάρχει μια διακοπή ανάμεσα στην προβολή κάθε εικόνας. Αυτό μάλιστα το περιέγραψε και στο βιβλίο του “*Explanation of an Optical Deception in the Appearance of the Spokes of a Wheel Seen through Vertical Apertures*”. Έχει αποδειχθεί πως μια εικόνα που βλέπουμε παραμένει σταθερή στο ανθρώπινο μάτι για $\frac{1}{30}$ έως $\frac{1}{20}$ του δευτερολέπτου, ανάλογα με το πόσο

φωτεινή είναι η εικόνα. Επομένως αν προβάλλονται εικόνες με πιο γρήγορο ρυθμό και αυτές έχουν μικρές διαφορές μεταξύ τους, δημιουργείται στο μάτι η ψευδαίσθηση της κίνησης από στατικές εικόνες. Πάνω σε αυτήν την παρατήρηση έχει στηθεί ολόκληρη βιομηχανία.

Aν και κάτω από ένα γενικότερο πρίσμα, το animation συμπεριλαμβάνει και πραγματική δράση (π.χ. στο κουκλοθέατρο), εδώ αρχικά θα επικεντρωθούμε μόνο στο animation που χρησιμοποιεί συσκευές (που θα μελετήσουμε στη συνέχεια), συσκευές με τη δυνατότητα να μετατρέπουν έναν αριθμό από σταθερές εικόνες σε μία κινούμενη ή έστω να προσομοιώνουν την κίνηση.

Πρώιμες Συσκευές

Η *εμμονή της κίνησης* και η δυνατότητα να αντιλαμβανόμαστε μια σειρά από ακίνητες εικόνες σε μία κινούμενη ουσιαστικά ανακαλύφθηκε στις αρχές του 18^{ου} αιώνα, αρκετά πριν την εφεύρεση της κάμερας. Η συγκεκριμένη ανακάλυψη οδήγησε στη δημιουργία μιας σειράς συσκευών που αρχικά αντιμετωπίστηκαν σαν “παιχνίδια πολυτελείας”. Ίσως η πιο απλή από αυτές τις συσκευές είναι το *θαυματρόπιο* (*thaumatrope*), ένας επίπεδος δίσκος (όχι απαραίτητα κυκλικός) με σχεδιασμένες εικόνες και στις δυο πλευρές και δύο σκοινιά δεμένα διαμετρικά σε δύο άκρες. Τραβώντας τα σκοινιά, ο δίσκος θα περιστραφεί με πολύ μεγάλη ταχύτητα και το οπτικό αποτέλεσμα θα είναι να αντιλαμβανόμαστε τη μία εικόνα να καλύπτει την άλλη συνεχώς. Κλασικό παράδειγμα θαυματροπίου είναι ένας δίσκος που στη μία πλευρά έχει ένα πουλί και στην άλλη ένα κλουβί. Η γρήγορη περιστροφή θα οδηγήσει στο να βλέπουμε το πουλί να βρίσκεται μέσα στο κλουβί.



Εικόνα 1: το θαυματοτρόπιο

Μία επίσης πρόιμη συσκευή είναι το *Κινεογράφημα* (*Kineograph* ή *flipbook*), ένα σύνολο από σελίδες με ένα σχέδιο σε κάθε μία. Όταν οι σελίδες ξεφυλλιστούν πολύ γρήγορα, δημιουργείται η ψευδαίσθηση της κίνησης.

Εικόνα 2: Οι σελίδες ενός κινεογραφήματος



Εικόνα 3: Τρόπος χρήσης ενός κινεογραφήματος

Αργότερα επινοήθηκε μια μηχανική έκδοση του flipbook η οποία ονομάστηκε *Μουτοσκόπιο* (*Mutoscope*)



Εικόνα 4: ένα μουτοσκόπιο

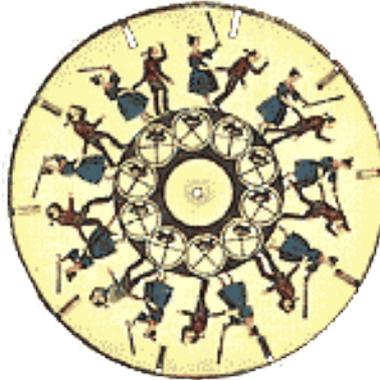
Από τις πιο γνωστές πρώιμες συσκευές είναι το ζωοτρόπιο (*zoetrope*) ή ο κύκλος της ζωής. Το ζωοτρόπιο έχει ένα κοντό, παχύ κύλινδρο ο οποίος μπορεί να περιστραφεί γύρω από τον άξονα συμμετρίας του. Γύρω από το εσωτερικό του κυλίνδρου υπάρχει μια σειρά από σχέδια, κάθε ένα με μικρές διαφορές από το διπλανό του. Ο κύλινδρος έχει μακριές, κατακόρυφες σχισμές στο εσωτερικό του και όταν τον περιστρέψουμε μπορούμε να δούμε μόνο μία εικόνα κάθε φορά, η οποία εναλλάσσεται πολύ γρήγορα με τη διπλανή της ώστε το τελικό αποτέλεσμα κι εδώ είναι η ψευδαίσθηση της κίνησης.



Εικόνα 5: Ένα ζωοτρόπιο

Παρόμοιες συσκευές που χρησιμοποιούν κάποιον περιστροφικό μηχανισμό για να παρουσιάσουν μια ακολουθία από σταθερές εικόνες είναι το φαινακιστοσκόπιο (*phenakistoscope*) και το πραξινοσκόπιο (*praxinoscope*). Το φαινακιστοσκόπιο επίσης χρησιμοποιεί μια σειρά

περιστρεφόμενων σχισμών για να παρουσιάσει μια ακολουθία εικόνων τοποθετώντας δύο περιστρεφόμενους δίσκους σε συμφωνία και ταυτόχρονη κίνηση σε έναν άξονα· ο ένας έχει σχισμές κι ο άλλος εικόνες. Με την περιστροφή πάλι εναλλάσσονται οι εικόνες που βλέπουμε μέσα από τις σχισμές.



Εικόνα 6: ένα φαινακιστοσκόπιο

Το πραξινοσκόπιο χρησιμοποιεί μια κυλινδρική διάταξη περιστρεφόμενων καθρεπτών μέσα σε ένα μεγαλύτερο κύλινδρο με εικόνες. Οι καθρέπτες έχουν την κατάλληλη γωνία ώστε να αντανακλώνται οι εικόνες στον θεατή.



Εικόνα 7: ένα πραξινοσκόπιο

Μόλις στα τέλη του 18^{ου} αιώνα η κινούμενη εικόνα ήρθε στο προσκήνιο επί της ουσίας. Ο μαγικός φανός (*magic lantern*), ένας προβολέας εικόνων που τροφοδοτείται από κερί ή λάμπα, έγινε μια πολύ δημοφιλής διασκέδαση.



Εικόνα 8: ένας μαγικός φανός

Όσον αφορά την ακαδημαϊκή πλευρά του αντικειμένου, ο *Eadweard Muybridge* ερευνούσε πάνω στις κινήσεις των ανθρώπων και των ζώων. Για να δείξει ακολουθίες εικόνων κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας του, εφηύρε το ζωοπραξινοσκόπιο (*zoopraxinoscope*), επίσης μια προβολική συσκευή βασισμένη σε περιστρεφόμενους δίσκους με σχισμές. Τότε, το 1891, ξεκίνησε μια επανάσταση πάνω στο θέμα: ο *Thomas Edison* εφηύρε τον προβολέα κινούμενης εικόνας, εγκαινιάζοντας έτσι μια νέα βιομηχανία.

Τα Πρώτα Στάδια του “Τυπικού” Animation

Το animation ξεκίνησε τη ραγδαία εξέλιξή του στην Αμερική τον 20^ο αιώνα. Η πρώτη χρήση κάμερας για την απόδοση κίνησης συνέβη το 1896. Ο *Georges Mèliès* ήταν αυτός που απλές τεχνικές έκανε αντικείμενα να εμφανίζονται, εξαφανίζονται ή να αλλάζουν θέση. Ένας άλλος πρωτοπόρος στο animation ήταν ο Γάλλος *Emile Cohl*. Σημαντική ήταν και η συνεισφορά του Αμερικάνου *Stuart Blackton* που έβαλε καπνό σε μία σκηνή το 1900 και η πράξη αυτή θεωρείται το πρώτο ειδικό εφέ και επίσης σε αυτόν καταχωρείται το πρώτο κινούμενο σχέδιο το 1906. Επίσης ο *Wilson McCay* άφησε το στίγμα του στο χώρο καθώς βραβεύτηκε για τις δουλειές του “*Little Nemo*” το 1911 και “*Gertie the Dinosaur*” το 1914. Γενικώς ο *McCay* θεωρείται ότι δημιούργησε τα πρώτα δημοφιλή animation.

Όπως οι περισσότεροι από τους πρώτους επαγγελματίες στο χώρο του animation, ο McCay ήταν ένας πετυχημένος σκιτσογράφος εφημερίδων. Ξανασχεδίαζε κάθε ξεχωριστή εικόνα σε ριζόχαρτο τοποθετημένο πάνω από χαρτόνι και τις δημιουργούσε ανεξάρτητα τη μία από την άλλη. Ο McCay ήταν επίσης ο πρώτος που πειραματίστηκε βάζοντας χρώμα στο animation. Μέρος της δουλειάς του είχε χρησιμοποιηθεί σε θεατρικές επιθεωρήσεις στις οποίες αλληλεπιδρούσε με κινούμενους χαρακτήρες σε μια οθόνη πάνω στη σκηνή. Με παρόμοιο τρόπο τα πρώτα καρτούν συχνά συνδύαζαν πραγματική δράση και animation. Για να εκτιμήσουμε την επίδραση ενός τέτοιου τύπου διασκέδασης και πόσο δημοφιλής ήταν, πρέπει να λάβουμε υπόψη την άγνοια του κοινού εκείνο τον καιρό· δεν είχαν ιδέα πως δούλευε το φιλμ, πόσο μάλλον το animation. Γι' αυτούς ήταν πραγματική μαγεία!

Οι πρώτες σημαντικές τεχνικές βελτιώσεις στο animation μπορούν να αποδοθούν στις προσπάθειες του *John Bray*, ενός από τους πρώτους που αντιληφθήκαν ότι η χρήση πατεντών στη διαδικασία του animation θα οδηγούσε σε ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Ξεκινώντας τη δουλειά του το 1910, έθεσε τα θεμέλια του τυπικού animation όπως ισχύουν μέχρι και σήμερα. Ο *Earl Hund*, ο οποίος ένωσε τις δυνάμεις του με τον John Bray από το 1914, πατεντάρισε τη χρήση των διαφανών κελιών¹ [αρχικά τα κελιά δημιουργούνταν από ζελατίνα (*celluloid*) ενώ τώρα από εστέρα (αλάτι του οξικού οξέος)] στη σύνθεση μιας τελικής εικόνας από πολλαπλά επίπεδα από σχέδια καθώς επίσης πατεντάρισε και τα σχέδια χρωματισμένα σε τόνους του γκρι σε αντίθεση με τα μέχρι εκείνη τη στιγμή ασπρόμαυρα. Ο Bray σε συνεργασία με άλλους ειδικούς αξιοποίησε την ιδέα να δημιουργηθεί ένα σύστημα για την καταχώρηση των σχεδίων και του υποβάθρου σε μεγάλες σειρές χαρτιού ώστε η προβολή (δηλαδή η παράλληλη μεταφορά της κάμερας στα διάφορα πλαίσια) να υλοποιηθεί πιο εύκολα. Από τα στούντιο του Bray προήλθαν μεταξύ άλλων οι:

- Max Fleischer (Betty Boop, Superman, Popeye)*
- Paul Terry (Terrytoons)*
- George Stallings (Tom & Jerry)*
- Walter Lantz (Woody Woodpecker)*

Το 1915 ο Fleischer πατεντάρισε τη διαδικασία του rotoscoping, δηλαδή τη σχεδίαση εικόνων σε κελιά από το ξεπατίκωμα πραγματικής δράσης που είχε εγγραφεί νωρίτερα. Μερικά χρόνια αργότερα ο Bray πειραματίστηκε με το χρώμα στο μικρής διάρκειας “*The Debut of Thomas Cat*”.

¹ Κελιά από καθαρό πλαστικό που περιέχουν τις εικόνες των χαρακτήρων και οι οποίες είναι τοποθετημένες πάνω από ένα φόντο και μετά φωτογραφίζονται διαδοχικά ώστε να δίνεται η ψευδαίσθηση της κίνησης στο ολοκληρωμένο φιλμ. Το περίγραμμα της εικόνας, είτε πρόκειται για σχεδιασμένο στο χέρι είτε για ξερογραφία, εφαρμόζεται στο μπροστινό μέρος του κελιού. Τα χρώματα ζωγραφίζονται με το χέρι στο πίσω μέρος του κελιού. Πολλές φορές έβαζαν και μεγάλες ποσότητες μαύρου χρώματος για να μειωθεί το θάμπωμα.

Όσο προόδευε η τεχνολογία, το animation σα μια μορφή τέχνης επίσης καθιερωνόταν αλλά με πολλές δυσκολίες. Ο πρώτος χαρακτήρας με μια πραγματικά αναγνωρίσιμη προσωπικότητα ήταν ο γάτος Felix, σχεδιασμένος από τον *Otto Messmer* για τα στούντιο του *Pat Sullivan*.



Εικόνα 9: ο γάτος Felix

Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του '20 ο Φέλιξ ήταν το πιο δημοφιλές και το πιο επιτυχημένο οικονομικά καρτούν. Στα τέλη της δεκαετίας πάντως είχε να ανταγωνιστεί νέες δυνάμεις: την ενσωμάτωση ήχου και τον *Walt Disney*.

Walt Disney

Ο Walt Disney είναι αναμφίβολα η πιο σημαντική μορφή στην ιστορία του animation. Όχι μόνο τα στούντιό του εφηύραν πολλές τεχνικές καινοτομίες, αλλά και ο ίδιος ο Disney συνείσφερε στην εξέλιξη του animation σε ένα είδος τέχνης.

Γεννήθηκε στις 5 Δεκεμβρίου του 1901 στο Σικάγο. Είχε τρία αδέρφια και μια αδερφή. Το 1906 η οικογένεια του μετακόμισε στο Μισούρι, όπου απέκτησε στοιχειώδεις γνώσεις τέχνης από σχολικές επισκέψεις σε Μουσεία. Το 1911 μετακόμισε στο Κάνσας. Εκεί σπούδασε σχέδιο δια αλληλογραφίας και αργότερα σπούδασε στο Ινστιτούτο Τέχνης και Σχολή Σχεδίου στο Κάνσας. Σταμάτησε το γυμνάσιο σε ηλικία 17 ετών. Ήταν στα σώματα του Ερυθρού Σταυρού για ένα χρόνο στο Παρίσι. Το 1919, εργάστηκε στο Κάνσας ως

εικονογράφος και έφτιαξε τα πρώτα κινούμενα σχέδια για διαφήμιση. Στο εργαστήριο όπου δούλευε γνωρίστηκε με τον *Ub Iwerks*, το μελλοντικό συνεργάτη του, στη μετέπειτα σταδιοδρομία του. Το 1923 πήγε στην Καλιφόρνια και μαζί με τον αδερφό του Roy, ίδρυσαν το «*The Disney Brothers Studio*». Το 1925 παντρεύτηκε την *Lillian Bounds* και έμειναν μαζί για μια ολόκληρη ζωή. Το ειδύλλιο άρχισε όταν η *Lillian Bounds* πήγε να δουλέψει μαζί του. «*Οι περιπέτειες της Αλίκης*», ήταν μια από τις πρώτες ιδέες του που την σκέφτηκε αρχικά στο Κάνσας και την ολοκλήρωσε στην Καλιφόρνια. Σταθμός στην καριέρα του ήταν το ποντίκι *Mickey*, που στα χέρια του έγινε διεθνής προσωπικότητα. Άλλα έργα του με τεράστια απήχηση ήταν τα:

- ☑ Steamboat Willie – 1928
- ☑ Silly Symphonies – 1929
- ☑ Flowers and Trees – 1932
- ☑ Χιονάτη – 1937
- ☑ Πινόκιο – 1940
- ☑ Φαντασία – 1940
- ☑ Ντάμπο το ελεφαντάκι – 1941
- ☑ Σταχτοπούτα – 1950



Εικόνα 10: ο Walt Disney σχεδιάζοντας την πιο διάσημη δημιουργία του

Στις καινοτομίες που εισήγαγε ο Disney συμπεριλαμβάνεται η χρήση ενός διαδρόμου για το χρόνο (*storyboard*) για την ανασκόπηση της ιστορίας και σκίτσων από μολύβι (*pencil sketches*) για την ανασκόπηση της κίνησης. Επίσης

πρωτοστάτησε στην εισαγωγή ήχου ενώ, αν και δεν ήταν ο πρώτος, συνέβαλε τα μέγιστα στην χρησιμοποίηση χρώματος. Ο Disney επίσης παρατήρησε τις επιπτώσεις της κίνησης στην πραγματικότητα ώστε να δημιουργήσει όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστική κίνηση στα φιλμ του. Όταν πρωτοχρησιμοποίησε ήχο στο “*Steamboat Willie*”, το 1928, απέκτησε πραγματικό πλεονέκτημα έναντι των ανταγωνιστών του.

Ένας από τους πιο σημαντικούς τεχνικούς νεωτερισμούς του ήταν η ανάπτυξη της *κάμερας πολλαπλών επιπέδων (multiplane camera)*. Εδώ η κάμερα έχει στηθεί πάνω σε διαφορετικά επίπεδα, κάθ’ ένα από τα οποία έχει ένα animation cell. Κάθε επίπεδο μπορεί να κινηθεί προς έξι κατευθύνσεις (πάνω – κάτω – δεξιά – αριστερά – μέσα – έξω) κι έτσι η κάμερα μπορεί να πλησιάσει ή να απομακρυνθεί.



Εικόνα 11: κάμερα πολλαπλών επιπέδων

Η δημιουργία animation με χρήση της κάμερας πολλαπλών επιπέδων είναι πολύ πιο σημαντική απ’ όσο πιστεύει κανείς με την πρώτη εντύπωση. Μετακινώντας την κάμερα κοντύτερα στα επίπεδα κι ενώ τα επίπεδα χρησιμοποιούνται για να τοποθετήσουν τις εικόνες του προσκηνίου στις τελικές, μπορεί να επιτευχθεί μια καλύτερη εστίαση (ζουμ). Μετακινώντας τα επίπεδα με διαφορετικό ρυθμό έχει ως οπτικό αποτέλεσμα τη δημιουργία της αίσθησης πως τα πιο κοντινά αντικείμενα κινούνται ταχύτερα από τα πιο απομακρυσμένα, κάτι που συμβαίνει και στην πραγματικότητα, και που στην

ορολογία αποδίδεται με τον όρο *παράλλαξη* (*parallax effect*). Αυτό το εφέ είναι πολύ αποτελεσματικό στο να δίνει την ψευδαίσθηση του βάθους και επομένως και την αίσθηση των τριών διαστάσεων. Επιπρόσθετα το να διατηρούνται ανοικτοί οι φακοί της κάμερας κατά τη διάρκεια αυτής της κίνησης δημιουργεί μερικά ακόμα εφέ: οι φιγούρες που υπάρχουν στο προσκήνιο μπορεί να δείχνουν ψηλότερες ενώ αυτές που υπάρχουν στο βάθος μπορεί να δείχνουν πιο θολές και να τους δοθεί μια αδιευκρίνιστη υφή λόγω της κίνησης.

Με σεβασμό στην τέχνη του animation, ο Disney είχε το ταλέντο να δημιουργεί μοναδικούς χαρακτήρες με ξεχωριστή προσωπικότητα που πολυαγαπήθηκαν. Αξίζει να αναφέρουμε μερικούς: ο Μίκι Μάους, ο Πλούτο, ο Γκούφι, τα τρία μικρά γουρουνάκια. Προήγαγε την ιδέα ότι το μυαλό κάθε χαρακτήρα ήταν η κινητήριος δύναμη της δράσης και ότι κλειδί στο να είναι πιστευτή η κίνηση που υπάρχει στο animation είναι η ανάλυση της κίνησης στην πραγματική ζωή. Τέλος δημιούργησε και αισθηματικές ταινίες όπως το “*Skeleton Dance*” το 1929 και το “*Fantasia*” το 1940.

Συνεισφορά των Άλλων

Τη δεκαετία του 1930 πολλαπλασιάστηκαν ραγδαία τα στούντιο του animation, μεταξύ των οποίων ήταν και τα: *Fleisher, Iwerks, Van Beuren, Universal Pictures, Paramount, MGM, Warner Brothers*. Η συνεισφορά των στούντιο έχει να κάνει περισσότερο με αισθητικής απόψεως ζητήματα και λιγότερο με τεχνολογικής. Οι περισσότεροι από τους εργαζόμενους σε αυτά τα στούντιο προήλθαν από αυτό του Disney ή αυτό του Bray. Τα πιο αναγνωρίσιμα ονόματα αυτής της περιόδου είναι τα: *Ub Iwerks, George Stallings, Max Fleischer, Bill Nolan, Chuck Jones, Paul Terry* και *Walter Lantz*. Το μέλλον ήταν προδιαγεγραμμένο και το είχε αποτυπώσει πολύ εύγλωττα ο *Winsor McCay*: ‘το animation έπρεπε να είναι μια τέχνη κι εγώ έτσι το έζησα. Μα αυτό που βλέπω είναι πως εσείς παιδιά θα το κάνετε εμπόριο’.

Χρονολόγιο των Πρώτων Χρόνων του Animation

Ακολουθούν επιγραμματικά κάποιες ημερομηνίες – ορόσημο για την εξέλιξη του animation, από τον προπερασμένο αιώνα μέχρι περίπου τα μέσα του προηγούμενου και πριν η χρήση υπολογιστών αλλάξει τελείως τα δεδομένα:

- 1825: Θαυματοτρόπιο
- 1832: Φαινακιστοσκόπιο
- 1834: Ζωοτρόπιο
- 1857: Γέννηση του Emile Colh
- 1868: Κινεογράφημα
- 1877: Πραξινοσκόπιο
- 1877: Ζωοπραξινοσκόπιο
- 1879: Γέννηση του John Bray
- 1884: Γέννηση του Max Fleischer
- 1891: Το Μάιο παρουσιάστηκε η πρώτη κάμερα (το κινετογράφημα του Edison) και το κινετοσκόπιο (καμπίνα θέασης). Ο William Dickson ήταν ο κύριος δημιουργός τους.
- 1892: Τον Οκτώβριο ο Emile Reynaud ανοίγει το οπτικό θέατρο στο Musee Grevin στη Γαλλία (1892-1900). Ανάμεσα στα φιλμ που παρουσίασε ήταν τα: "Le clown et ses chiens" και "Pauvre Pierrot"
- 1894: Τον Απρίλη ανοίγει η πρώτη αίθουσα κινετοσκοπίου στη Νέα Υόρκη
- 1895: Μουτοσκόπιο
- 1895: Το Μάρτη οι Auguste και Lumiere παρουσίασαν τον προτζέκτορα κινούμενης εικόνας στο Παρίσι. Πρώτη προβολή φιλμ σε μεγάλη οθόνη. Πρόβαλε 16 φωτογραφίες το δευτερόλεπτο
- 1901: Το Δεκέμβριο γεννήθηκε ο Walter Elias Disney στο Σικάγο των ΗΠΑ
- 1906: Το πρώτο καρτούν με animation από τον Stuart Blackton
- 1907: Η πρώτη ταινία με την τεχνική της εικόνας προς εικόνα ("Haunted Hotel" από τον Stuart Blackton)
- 1908: Προβλήθηκε το "Phantasmagorie" των Emile Cohl και Gaumont, το πρώτο φιλμ με χρήση σχεδίων σε χαρτί
- 1909: Οι Emile Cohl και Gaumont τον Μάιο παρουσίασαν το "Clair de lune espagnol", όπου πρωτοσυνδυάστηκαν σχέδια animation και πραγματική δράση στο ίδιο φιλμ
- 1910: Πρώτη χρήση των διάφανων κελιών από τον John Bray
- 1910: Οι Cohl και Gaumont στο "En route" για πρώτη φορά έκοψαν μαριονέτες και τις χρησιμοποίησαν για το σχεδιασμό κάθε πλαισίου ώστε να μη χρειάζεται ο επανασχεδιασμός τους στο "Little Faust"
- 1912: Στη Μεγάλη Βρετανία από τους από τον Martin Thornton και την εταιρεία *Natural Colour Kinematograph Company* έγινε μια πρώτη προσπάθεια χρησιμοποίησης χρώματος στο "Gollywog Land"
- 1915: Πατεντάρεται το Ροτοσκόπιο από τον Max Fleischer
- 1916: Πρώτη ταινία του Charlie [Chaplin] στο "*Charlie in Carmen*"

- 1919: Εμφάνιση του γάτου *Felix* από την *Paramount*
- 1923: Ίδρυση του "Disney Brothers Cartoon Studio" στο Χόλιγουντ της Καλιφόρνιας
- 1928: Πρώτη ταινία του Mickey Mouse του Disney
- 1928: Εισαγωγή ήχου στο *Steamboat Willie* του Disney
- 1930: Χρήση τεχνικής two-strip technicolour από τον Ub Iwerks
- 1932: Χρήση τεχνικής three-strip technicolour στο *Flowers and Trees* του Disney. Κέρδισε όσκαρ
- 1933: Πρώτο Ιαπωνικό καρτούν με ήχο (*Strength, Women, and the Ways of the World* από τον Masaoka)
- 1933: Εμφανίζονται ο *Popeye* από τον Fleischer και Τα τρία μικρά γουρουνάκια από τον Disney που κερδίζουν και όσκαρ
- 1936: Κι άλλο όσκαρ για τον Disney και το *The Country Cousin*
- 1937: Πρώτη εμφάνιση του Pluto και του Donald Duck του Disney
- 1937: Ο Disney χρησιμοποίησε για πρώτη φορά την κάμερα πολλαπλών επιπέδων στο *The Old Mill* το οποίο πήρε και όσκαρ
- 1939: Πρώτη εμφάνιση του Goofy του Disney
- 1940: Πρώτη φορά στερεοφωνικός ήχος στη *Fantasia* του Disney
- 1940: Πρώτη εμφάνιση των Tom & Jerry από την MGM
- 1941: Ο Max Fleisher δημιούργησε τον Superman και ο Walter Lantz τον Woody Woodpecker
- 1942: Τα στούντιο του Fleisher αγοράζονται και μετονομάζονται από την Paramount
- 1943: Πρώτο Ιαπωνικό animation μεγάλου μήκους (*Momotaro and Eagles*)
- 1953: Ο Warner Bros κλείνει τα φημισμένα μέχρι σήμερα στούντιό του επειδή πιστεύει πως το τρισδιάστατο animation δεν έχει μέλλον! Θα τα ξαναοίξει την επόμενη χρονιά

Αρχές του Computer Animation

Για να μελετήσουμε το computer animation είναι χρήσιμο πρώτα να κατανοήσουμε τη σχέση του με τις αρχές του κλασικού, σχεδιασμένου με το χέρι, animation. Σε ένα άρθρο του ο *Lasseter* ισχυρίζεται πως οι αρχές του animation όπως είχαν αρχικά οριστεί από την ομάδα του Disney σχετίζονται με τις τεχνικές που συνηθέστατα χρησιμοποιούνται στο computer animation και οι οποίες είναι σύμφωνα με την αγγλική ορολογία τους: *squash & stretch*, *timing*, *secondary actions*, *slow in & slow out*, *arcs*, *follow through*, *overlapping action*, *exaggeration*, *appeal*, *anticipation*, *staging*, *straight ahead* και *pose to pose*. Ο *Lasseter* ήταν εκπαιδευμένος στο συμβατικό animation και ο οποίος δούλεψε στο στούντιο του Disney πριν μεταβεί σε αυτό του *Pixar*. Στο νέο στούντιο ήταν υπεύθυνος για αρκετές αξιοζήλευτες δουλειές όπως το “*Tin Toy*”, το πρώτο computer animation που πήρε όσκαρ. Στη συνέχεια παρατίθενται περιληπτικά οι αρχές που διατύπωσε ο *Lasseter* κατηγοριοποιημένες:

Προσομοιώνοντας τη Φυσική

- *Squash & stretch* (\approx στρίμωγμα & τέντωμα): αφορά το σχήμα των αντικειμένων και αλλάζει π.χ. όταν συμβεί μία σύγκρουση.
- *Timing* (\approx συγχρονισμός): έχει να κάνει με το χρόνο που διαρκεί κάθε δράση ανάλογα με τα φυσικά μεγέθη του αντικειμένου.
- *Secondary actions* (\approx δευτερεύουσες δράσεις): αυτές υποστηρίζουν την κύρια δράση και συνήθως σχετίζονται με τις αντιδράσεις που προκαλεί η κύρια δράση.
- *Slow in & slow out* (\approx αργά μέσα & αργά έξω): αφορά τη θέση των αντικειμένων και το αν πλησιάζουν ή απομακρύνονται.
- *Arcs* (\approx τροχιές): λόγω των νόμων της φυσικής τα αντικείμενα συνήθως δεν κινούνται σε ευθείες αλλά σε καμπύλες τροχιές.

☑ Σχεδιάζοντας Αισθητικές Δράσεις

- *Exaggeration* (\approx υπερβολή): συχνά ο ανιματέρ χρειάζεται να υπερβάλει για να δημιουργήσει το συναίσθημα που επιθυμεί.
- *Appeal* (\approx θαυμασμός): για να κρατηθεί το ενδιαφέρον του κοινού, το θέαμα πρέπει να είναι όμορφο.
- *Follow through / overlapping action* (\approx πιέζω για αποτέλεσμα / υπέρθετη δράση): για να δείχνει το όλο αποτέλεσμα να έχει μια λογική σειρά αντί να αποτελείται από ασύνδετες κινήσεις.

☑ Αποτελεσματική Παρουσίαση των Δράσεων

- *Anticipation* (\approx πρόβλεψη): αναφέρεται στο γεγονός ότι το κοινό ξέρει περίπου τι θα συμβεί σε μια επόμενη σκηνή.
- *Staging* (\approx κέντρο προσοχής): όταν η έννοια μιας δράσης γίνεται αντιληπτή από τους θεατές.

☑ Τεχνική Παραγωγής

- *Straight Ahead / Pose to Pose* (\approx κατευθείαν μπροστά / από θέση σε θέση): αφορά στο πώς δημιουργείται η κίνηση. Στην πρώτη η κίνηση γίνεται συνεχώς και σταθερά μέχρι να φτάσουμε στην τελική θέση ενώ στη δεύτερη, που συνήθως συναντάται στο τυπικό animation, καθορίζονται πλαίσια – κλειδιά και τα ενδιάμεσα κατασκευάζονται στη συνέχεια.

Πρώτα Στάδια

Η πρώτη χρήση του Computer Animation στα τέλη της δεκαετίας του 1960 και στις αρχές της επόμενης παράχθηκε από την ταυτόχρονη προσπάθεια κάποιων ερευνητών στα εργαστήρια μεγάλων πανεπιστημίων και κάποιων μεμονωμένων καλλιτεχνών με οράματα και έμπνευση. Τότε μόλις αναπτυσσόταν η σχεδίαση σε καμβά και η δημιουργία ψηφιακής εξόδου από τους υπολογιστές για την τηλεόραση ήταν ακόμα σε πειραματικό στάδιο. Για την αναπαράσταση των γραφικών χρησιμοποιήθηκαν διανυσματικές απεικονίσεις οι οποίες δημιουργούν το γραφικό λαμβάνοντας υπόψη οδηγίες για το σχεδιασμό γραμμών και τόξων. Με τα διανυσματικά γραφικά μπορούμε να απεικονίσουμε κινούμενες εικόνες αλλάζοντας προσεκτικά κάποιες από τις οδηγίες αναπαράστασης ανάμεσα στις ανανεώσεις. Αυτά ήταν δημοφιλή για αλληλεπιδραστικό σχεδιασμό. Στατικές εικόνες συχνά καταγράφονταν σε φιλμ τοποθετώντας μια κάμερα και παίρνοντας μια φωτογραφία της οθόνης.

Χρωματισμένες εικόνες μπορούν να δημιουργηθούν ανοίγοντας το διάφραγμα της κάμερας. Μια φωτογραφία με ένα μόνο χρώμα μπορούσε να δημιουργηθεί τοποθετώντας ένα χρωματισμένο φίλτρο μπροστά από το φακό της κάμερας. Μια πλήρως έγχρωμη εικόνα μπορούσε να δημιουργηθεί αν ‘σπαζόταν’ στα τρία βασικά χρώματα (κόκκινο / πράσινο / μπλε) και μετά γινόταν τρεις φορές η προβολή της για κάθε βασικό χρώμα. Η απαιτούμενη ακρίβεια στην προβολή συνήθως παρείχεται μόνο από ακριβό εξοπλισμό. Και έγχρωμο animation μπορούσε να επιτευχθεί από τριπλή προβολή όλου του φιλμ. Ένας προγραμματιστής ήταν τυχερός αν ο χειρισμός και της κάμερας και των φίλτρων μπορούσε να γίνει από υπολογιστή.

Η πρώτη έρευνα στα γραφικά και στο computer animation έγινε στο πανεπιστήμιο MIT το 1963 από τον *Ivan Sutherland* που ανέπτυξε ένα αλληλεπιδραστικό σύστημα για την παρουσίαση διανυσματικών γραφικών με συχνές ανανεώσεις. Ο χρήστης μπορούσε να καθορίσει κάποιους περιορισμούς ανάμεσα στα γεωμετρικά σχήματα που ήταν σχεδιασμένα. Όταν έδινε κίνηση σε κάποιο από τα συστατικά, όλα τα άλλα κινιόντουσαν για ικανοποιήσουν τους περιορισμούς που είχαν τεθεί με αποτέλεσμα να δημιουργείται μια σύνθετη κίνηση. Αργότερα, στο πανεπιστήμιο της Utah, ο *Sutherland* βοήθησε τον *David Evans* να δημιουργήσει το πρώτο σημαντικό ερευνητικό πρόγραμμα πάνω στα γραφικά και στο animation στους υπολογιστές.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1970 η έρευνα στα πανεπιστήμια πάνω στο θέμα άρχισε να διαδίδεται. Ειδικά στο πανεπιστήμιο της Utah η έρευνα πήρε πολλή σημαντική ώθηση από κρατικά κονδύλια. Ως αποτέλεσμα εκεί έγιναν πολλές αξιοσημείωτες εργασίες στο animation. Ένα κινούμενο χέρι και πρόσωπο από τον *Ed Catmull* το 1972, μια ανθρώπινη φιγούρα που κινείται και μιλά από τον *Barry Wessler* το 1973 και ένα πρόσωπο που μιλά από τον *Fred Parke* το 1974. Παρότι τα γραφικά και η όλη εικόνα ήταν αρκετά πρωτόγονη σε σχέση με τα σημερινά επίπεδα, ο συγχρονισμός ανάμεσα στα χείλη και στο πρόσωπο και ο συγχρονισμός στις κινήσεις ήταν πολύ εντυπωσιακός και πολύ μπροστά από την εποχή του.

Στα μέσα της δεκαετίας ο *Norm Badler* στο πανεπιστήμιο της Pennsylvania διεξήγαγε έρευνες στις διάφορες στάσεις που παίρνει το ανθρώπινο σώμα κι ανέπτυξε ένα σύστημα για τη μετακίνηση από τη μία στάση στην άλλη. Συνέχισε τις έρευνές του και ίδρυσε το *Κέντρο Ανθρώπινης Μοντελοποίησης και Προσομοίωσης*. Το πακέτο λογισμικού που ανέπτυξε το κέντρο ονομάστηκε *Jack* και υποστήριζε την αποδεκτή ανθρωπομετρικά τοποθέτηση και την κίνηση ανθρώπινων μορφών σε έναν εικονικό κόσμο.

Στο πανεπιστήμιο του Ohio την ίδια εποχή, η *ερευνητική ομάδα στα γραφικά για υπολογιστές* (Computer Graphics Research Group - CGRG) που ιδρύθηκε από τον καλλιτέχνη *Chuck Csuri*, παρήγαγε animation

χρησιμοποιώντας ένα σύστημα αναπαραγωγής βίντεο πραγματικού χρόνου που αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο της North Carolina υπό την επίβλεψη του *John Staudhammer*. Το λογισμικό που αναπτύχθηκε στο CGRG συμπίεζε τα καρέ του animation και τα αποθήκευε στο δίσκο. Κατά τη φάση της αναπαραγωγής, τα συμπίεσμα ψηφιακά καρέ ανακτούνταν από το δίσκο και στέλνονταν στο ειδικό hardware το οποίο έπαιρνε τα ψηφιακά δεδομένα, τα αποσυμπίεζε εκείνη τη στιγμή και τα μετέτρεπε σε σήμα βίντεο για προβολή σε κλασική τηλεόραση. Τα animation δημιουργούνταν από τη γλώσσα **ANIMA II**.

Στα τέλη της δεκαετίας του '70 το *Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Νέας Υόρκης* (New York Institute of Technology - NYIT) δημιούργησε αρκετά συστήματα για computer animation χάρη σε προσωπικότητες όπως ο *Ed Catmull* και ο *Alvy Ray Smith*. Τότε το NYIT επένδυσε σε ένα φιλόδοξο έργο για την παραγωγή μιας ταινίας (που θα ονομαζόταν "*The Works*") που θα χρησιμοποιούσε τρισδιάστατο computer animation και θα συντίθετο ολοκληρωτικά από υπολογιστή. Αν και το έργο ποτέ δεν ολοκληρώθηκε, ειδικοί πάνω στο θέμα εμφανίστηκαν και πολλά σχετικά συνέδρια πραγματοποιήθηκαν. Οι ειδικοί παρουσίασαν υψηλού επιπέδου φωτοσκίαση (rendering), φιγούρες με καθαρή ομιλία και αλληλεπιδρώντα αντικείμενα. Το σύστημα που χρησιμοποιήσε το NYIT ονομάστηκε BBOP.

Στους πρώτους επαγγελματίες στο animation με καλλιτεχνική διάθεση μπορούμε να αναφέρουμε μεταξύ άλλων τους *Ken Knowlton*, *Lillian Schwartz*, *S. Van Der Beek*, *Gohn Whitney, Sr.* και *A. M. Noll*. Με τον όρο καλλιτεχνικό animation σε αυτήν την περίοδο αναφερόμαστε σε αφηρημένα σχέδια με γραφικά που αναπαριστάνονται με διανυσματικό τρόπο. Χρησιμοποιώντας την πρώιμη τεχνολογία που του ήταν διαθέσιμη, ο *Chuck Csuri* δημιούργησε έργα αντιπροσωπευτικά της περιόδου, όπως το "*Hummingbird*" το 1967.

Το 1974 η ταινία "*Hunger*" ήταν το πρώτο computer animation που ήταν υποψήφιο για OSCAR από την ακαδημία κινηματογράφου των ΗΠΑ. Το έργο ήταν παραγωγή του *Rene Jodoin* ενώ σκηνοθέτης και υπεύθυνος animation ήταν ο *Peter Folders*. Το έργο χρησιμοποιούσε ένα σύστημα 2½ D που βασιζόταν σημαντικά σε τροποποιήσεις των σχημάτων των αντικειμένων και σε τεχνικές γραμμικής παρεμβολής. Το σύστημα αναπτύχθηκε από τον *Nestor Burtnyk* και τον *Marceli Wein* από το εθνικό συμβούλιο ερευνών του Καναδά σε συνεργασία με τον *εθνικό σύνδεσμο κινηματογράφου*. Το "*Hunger*" ήταν η πρώτη ταινία κινουμένων σχεδίων που χρησιμοποίησε computer animation.

Στις αρχές της επόμενης δεκαετίας (του 1980) ο *Daniel Thalmann* και η σύζυγός του *Nadia Magnenat-Thalmann* ξεκίνησαν πάνω στο computer animation στο πανεπιστήμιο του Μόντρεαλ. Με την πάροδο των ετών τα εργαστήριά τους άρχισαν να παράγουν αρκετά εντυπωσιακά animation όπως το

“*Dream Flight*” (των ίδιων το 1982), το “*Tony de Peltrie*” (P. Bergeron το 1985) και το “*Rendez-vous à Montréal*” (των ίδιων το 1988).

Άλλοι που προώθησαν το computer animation αυτήν την περίοδο ήταν ο Ed Emshwiller στο NYIT, ο οποίος παρουσίασε κινούμενους χαρακτήρες στο “*Sunstone*” το 1979, ο Jim Blinn που παρήγαγε το “*Voyager flyby*” στο εργαστήριο *Jet Propulsion* το 1979, ο Don Greenberg ο οποίος χρησιμοποίησε αρχιτεκτονικές τεχνικές στο πανεπιστήμιο του Cornell το 1971 και ο Nelson Max στο εργαστήριο Lawrence Livermore ο οποίος δημιούργησε animation σχετικό με κυρτώσεις το 1978.

Προς τα τέλη της δεκαετίας του 1970 φάνηκαν οι πρώτες ενδείξεις για την εμπορική χρήση του computer animation. Ο Tom DeFanti ανέπτυξε το *Grafical Symbiosis System (GRASS)* στο πανεπιστήμιο του Ohio το 1976, ένα παράγωγο του οποίου χρησιμοποιήθηκε στον πρώτο “*Πόλεμο των Αστρων*” (“*Star Wars*”) το 1977. Εκτός από το “*Star Wars*”, ταινίες όπως “*Future Word*” το 1976 και το “*Looker*” το 1981, αξιοποιώντας την προηγμένη τεχνολογία, άρχισαν να ενσωματώνουν απλό computer animation. Αυτό ήταν μια εξαιρετική στιγμή και ανταμοιβή των κόπων όλων όσοι στα ερευνητικά εργαστήρια αναρωτιόντουσαν αν το computer animation θα ερχόταν ποτέ στο προσκήνιο. Μια από τις πρώτες εταιρείες που χρησιμοποίησαν computer animation ήταν η “*Mathematical Application Group Inc. [MAGI]*”, η οποία χρησιμοποιούσε έναν ειδικό αλγόριθμο για να παράγει επιστημονικές οπτικοποιήσεις. Η MAGI ήταν επίσης παρούσα στα πρώτα διαφημιστικά για την τηλεόραση.

Τα Επόμενα Χρόνια

Τη δεκαετία του 1980 συνέβησαν πιο σημαντικές κινήσεις επιχειρηματιών στο εμπορικό animation. Όσον αφορά το θέμα του υλικού των υπολογιστών, διαδραματίστηκε σημαντική πρόοδος με την εμφάνιση του **VAX** στο τέλος της δεκαετίας του '70 και του **IBM PC** στην αρχή της επόμενης. Υλικό όπως οι *z-buffer* παραγόταν από εταιρείες όπως η *Raster Tech* και η *Ikonas*, δημιουργήθηκε η *Silicon Graphics* και εξομοιωτές πτήσης βασισμένοι στην ψηφιακή τεχνολογία άρχισαν να ‘απογειώνονται’ χάρις στις προσπάθειες των εταιρειών *Evans* και *Sutherland*. Αυτή η βελτίωση στο υλικό των υπολογιστών έκανε το computer animation να φαντάζει πως σύντομα θα γινόταν προσιτό οικονομικά και αυτό προσέελκυσε αρκετούς κεφαλαιούχους στο να επενδύσουν. Την ίδια περίοδο το λογισμικό για γραφικά γινόταν όλο και πιο πολύπλοκο και εξεζητημένο. Ο Turner Whitted εισήγαγε τεχνικές *anti-aliasing* στο “*The Compleat Anger*” το 1980, ο Nelson Max παρήγαγε

αρκετά φιλμ σχετικά με τα μόρια καθώς και μια από τις πρώτες ταινίες με κύματα από animation (το *Carla's Island* το 1981) και ο *Loken Carpenter* δημιούργησε μια χαμηλή πτήση σε ένα έδαφος από fractals, το *Vol Libre* το 1982. εταιρείες όπως οι *Alias*, *Wavefront* και *TDI* ξεκίνησαν να παράγουν εξεζητημένα εργαλεία λογισμικού τα οποία έκαναν για πρώτη φορά προχωρημένο rendering και animation από μόνα τους.

Εταιρείες animation με ειδίκευση στο τρισδιάστατο computer animation άρχισαν να εμφανίζονται. Τηλεοπτικές διαφημίσεις, αρχικά με τη μορφή κινούμενων λογότυπων, παρείχαν ένα επικερδή τομέα πάνω στον οποίο οι εταιρείες μπορούσαν να επιδείξουν τις ικανότητές τους. Προγράμματα επίδειξης άρχισαν να εμφανίζονται σε συνέδρια από το πρώτο κύμα εταιρειών πάνω στα γραφικά για υπολογιστές όπως οι *Information International Incorporation*, *Digital Effects*, *MAGI*, *Robert Abel & Associates* και *Real Time Design*. Οι πρώτες τέσσερις συνεργάστηκαν για την παραγωγή του ψηφιακού σκηνικού στην ταινία “*TRON*” της Disney το 1982, η οποία υπήρξε σημείο αναφοράς για τη σχετικά εκτεταμένη χρήση ενός περιβάλλοντος δημιουργημένου σε υπολογιστή στο οποίο κινούνταν γραφικά αντικείμενα. Μέχρι τότε η επικρατούσα χρήση των γραφικών από υπολογιστή στις ταινίες ήταν να δείχνουν μία οθόνη με κάτι που υποτίθεται πως ήταν αναπαράσταση γραφικών από υπολογιστή (π.χ.: “*Futureworld*”-1976, “*Star Wars*”-1977, “*Looker*”-1981). Ακόμα στο “*TRON*” το σκηνικό που είχε δημιουργηθεί από υπολογιστές, δεν υποτίθετο πως προσομοίωνε την πραγματικότητα· η δράση λάμβανε χώρα μέσα σε έναν υπολογιστή, έτσι μια όψη δημιουργημένη από υπολογιστή ήταν συνεπής με την όλη ιστορία της ταινίας. Την ίδια περίοδο που τα γραφικά των υπολογιστών ξεκίνησαν να βρίσκουν θέση μέσα στις ταινίες, άρχισαν να γίνονται και ένα πιο δημοφιλές εργαλείο για την παραγωγή διαφημίσεων στην τηλεόραση. Ως αποτέλεσμα τούτου, εμφανίστηκαν περισσότερες εταιρείες στα γραφικά υπολογιστών, συμπεριλαμβανομένων των: *Digital Pictures*, *Image West*, *Cranston-Csuri*, *Pacific Data Images*, *Lucasfilm*, *Marks and Marks*, *Digital Productions* και *Omnibus Computer Graphics*.

Η πρώτη χρήση συνθετικών σκηνικών σε ταινίες έγινε με την πρόθεση ότι θα έδειχνε σα να ήταν δημιουργημένη από υπολογιστές. Η άλλη χρήση του computer animation αυτήν την περίοδο ήταν να κάνει animation, δηλαδή τα κινούμενα αντικείμενα δεν σκόπευαν να ξεγελάσουν τον θεατή ότι ήταν αληθινά αλλά μάλλον να αντικαταστήσουν την όψη και την αίσθηση του δυσδιάστατου συμβατικού animation με αυτή ενός τρισδιάστατου computer animation. Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στις ταινίες animation από τις *Lucasfilm* και *Pixar* που κατέκτησαν ή προτάθηκαν για όσκαρ:

- ☑ “*The adventures of Andre and Wally*” το 1984 [το πρώτο computer animation στο οποίο θόλωνε η εικόνα με την κίνηση των αντικειμένων]

- ☑ “Luxo Jr.”, το 1986 [υποψήφιο για όσκαρ]
- ☑ “Red’s Dream”, το 1987
- ☑ “Tin Toy”, το 1988 [το πρώτο computer animation που κέρδισε όσκαρ]
- ☑ “Knick Knack”, το 1989
- ☑ “Geri’s Game”, το 1999 [κέρδισε όσκαρ]

Αυτά τα πρώιμα animation προετοίμασαν το δρόμο ώστε να γίνει αποδεκτό το τρισδιάστατο computer animation σα μια μορφή τέχνης. Ήταν μεταξύ των πρώτων, πλήρως δημιουργημένων σε υπολογιστή, τρισδιάστατων animation, άσχετα με την τεχνική που χρησιμοποιήθηκε. Μια άλλη ταινία με τρισδιάστατο animation που συνδύαζε γραφικά υπολογιστών με συμβατικό animation ήταν η “*Technological Threat*” το 1988. Ήταν μία από τις τρεις ταινίες με χρήση animation που προτάθηκαν για όσκαρ (νικήτρια ήταν το “*Tin Toy*”).

Μια από τις πρώτες χρήσεις των γραφικών στους υπολογιστές ήταν να μοντελοποιήσουν και να προσομοιώσουν διαστημόπλοια. Δουλεύοντας στο (εικονικό) απώτερο διάστημα με διαστημόπλοιο έχει τα πλεονεκτήματα ενός σχετικά απλού περιβάλλοντος και μιας αρκετά λιτής κίνησης άκαμπτων αντικειμένων. Επιπρόσθετα το διαστημόπλοιο μοντελοποιείται με χρήση απλών γεωμετρικών σχημάτων, όπως και το περιβάλλον του (πλανήτες) όταν βρίσκεται σε πτήση. Το “*The Last Starfighter*” των *Digital Productions* το 1984 χρησιμοποίησε computer animation αντί για την κατασκευή μοντέλων για τα ειδικά εφέ. Ο υπολογιστής που χρησιμοποιήθηκε στην ταινία ήταν ο θρυλικός **Cray X-MP**. Η δράση λάμβανε χώρα τόσο στο διάστημα όσο και στους πλανήτες. Γραφικά υπολογιστών χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία των σκηνών στο διάστημα ενώ φυσικά μοντέλα χρησιμοποιήθηκαν γι’ αυτές πάνω στους πλανήτες. Περίπου είκοσι λεπτά της συνολικής διάρκειας της ταινίας παρήχθησαν σε υπολογιστές. Παρότι δεν είναι δύσκολο να διακρίνει κανείς πότε γίνεται μετάβαση από σκηνές που κατασκευάστηκαν σε υπολογιστή σε φυσικές σκηνές, αυτή ήταν η πρώτη φορά που γραφικά υπολογιστών αποτέλεσαν ένα εκτεταμένο κομμάτι ενός φιλμ με πραγματική δράση στο οποίο τα γραφικά υποτίθεται πως έπρεπε να δείχνουν στον θεατή ρεαλιστικά.

Τα Ώριμα Χρόνια του Animation

Καθώς η μοντελοποίηση, το rendering και το animation γινόταν πιο εξεζητημένο και το υλικό γρηγορότερο και οικονομικότερο, ποιοτικά γραφικά υπολογιστών άρχισαν να διαδίδονται μέσω του διαδικτύου, των διαφημιστικών της τηλεόρασης, των παιχνιδιών για υπολογιστές και των παιχνιδομηχανών. Στον κινηματογράφο τα γραφικά υπολογιστών βοήθησαν ώστε να δοθεί ζωή σε εξωγήινα πλάσματα. Οι εξωγήινοι, αν και έπρεπε να δείχνουν πραγματικοί, δε χρειαζόταν να μοιάζουν με κάτι συγκεκριμένο που είχαν στο μυαλό τους οι θεατές. Η ταινία “*Young Sherlock Holmes*” (του 1986 από την *ILM*) ήταν η πρώτη που είχε κι ένα συνθετικό χαρακτήρα σε ένα έργο με φυσικά πρόσωπα και πραγματική δράση. Ένα ξεθωριασμένο τζάμι παραθύρου με καθαρή ομιλία παίρνει ζωή και γίνεται μέρος της πραγματικής δράσης. Οι πηγές φωτός και οι κινήσεις της κάμερας στην πραγματική δράση πρέπει να μιμηθούν στο συνθετικό περιβάλλον και πραγματικές εικόνες πρέπει να απεικονιστούν μέσα από ένα συνθετικό ξεθωριασμένο γυαλί. Στο έργο “*The Abyss*” (επίσης παραγωγή της *ILM* το 1989) χρησιμοποιήθηκαν υπολογιστές για τη δημιουργία ενός εξωγήινου πλάσματος που έμοιαζε να είναι φτιαγμένο από νερό. Άλλα αξιοσημείωτα φιλμ στα οποία συνθετικά εξωγήινα πλάσματα εμφανίζονταν είναι τα: “*Terminator II*” (παραγωγής 1991 από την *ILM*), “*Casper*” (παραγωγής 1995 από την *ILM*), “*Species*” (παραγωγής 1995 από την *Boss Film Studios*) και “*Men in Black*” (παραγωγής 1997 από την *ILM*).

Σημαντική πρόοδος στη χρήση των γραφικών υπολογιστών για ταινίες σημειώθηκε εξαιτίας της επανάστασης στην ψηφιακή τεχνολογία και της μείωσης των τιμών που οδήγησαν στην ψηφιακή αποθήκευση των ταινιών. Άπαξ και το φιλμ αποθηκευτεί ψηφιακά, είναι σε κατάλληλη μορφή για επεξεργασία με ειδικά εφέ, ψηφιακή σύνθεση κι ακόμα και την προσθήκη συνθετικών συστατικών. Για παράδειγμα, οι υπολογιστές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απομάκρυνση ενός στύλου που τοποθετήθηκε για υποβοήθηση ή την εισαγωγή εκρήξεων ή ακτινών λέιζερ. Η πρώτη ψηφιακά δημιουργημένη μπλε οθόνη ήταν στο “*Willow*” (παραγωγής 1988 από την *ILM*). Η πρώτη ψηφιακή απομάκρυνση καλωδίου ήταν στο “*Howard the Duck*” (παραγωγής 1986 από την *ILM*). Στο “*True Lies*” (παραγωγής 1994 από την *Digital Domain*) με ψηφιακές τεχνικές απομακρύνθηκε η ατμοσφαιρική διαταραχή για να δειχθεί η ζέστη μιας μηχανής. Στο “*Forrest Gump*” (παραγωγής 1994 από την *ILM*) με χρήση γραφικών υπολογιστών εισήχθη ένα μπαλάκι της επιτραπέζιας αντισφαίρισης (πινγκ-πονγκ) για να φανεί ένα εξαιρετικά γρήγορο παιχνίδι, εισήχθη επίσης ένας νέος χαρακτήρας σε ένα απόσπασμα από παλιά ταινία και ένας αρτιμελής ηθοποιός έπαιξε το ρόλο ενός κουτσού κι από τα δύο πόδια. Στο “*Babe*” (παραγωγής 1995 από την *Rhythm & Hues*) με χρήση της τεχνολογίας κινούνταν τα στόματα ζώων και άλλαξε το φόντο της ταινίας. Στο “*Interview with a Vampire*” (παραγωγής 1994 από την *Digital Domain*) με τη χρήση υπολογιστών κατσάρωναν τα μαλλιά μιας γυναίκας κατά τη μετατροπή της σε βρικόλακα. Σ’ αυτήν την περίπτωση κάποια από τα εφέ δημιουργήθηκαν

χρησιμοποιώντας τρισδιάστατα γραφικά κι εν συνεχεία ενσωματώθηκαν στην ταινία με δυσδιάστατες τεχνικές.

Μια δημοφιλής τεχνική γραφικών για ειδικά εφέ είναι η χρήση σωματιδιακών συστημάτων (δηλαδή μια μικρογραφία συστημάτων). Ένα από τα πρώτα παραδείγματα μπορούμε να βρούμε στο “*Star Trek II: The Wrath of Khan*” (παραγωγής 1982 από την *Lukas film*) στο οποίο ένα πύρινο τείχος εξαπλώνεται πάνω από την επιφάνεια ενός πλανήτη. Παρότι με τα σημερινά δεδομένα το πύρινο τείχος δεν είναι ιδιαίτερα πειστικό, ήταν ένα σημαντικότατο βήμα στη χρήση γραφικών υπολογιστών στις ταινίες. Σωματιδιακά συστήματα χρησιμοποιήθηκαν επίσης στην ταινία “*Lawnmower Man*” (παραγωγής 1992 από τις *Angel Studios* και *Chaos*) στην οποία ένας χαρακτήρας αποσυντίθεται σε πολλές μικρές σφαίρες που στροβιλίζονται. Η μοντελοποίηση της ουράς ενός κομήτη για το σήμα έναρξης της τηλεοπτικής σειράς “*Star Trek: Deep Space Nine*” (παραγωγής 1993) είναι άλλο ένα παράδειγμα σωματιδιακού συστήματος. Μια πιο πρόσφατη και αποτελεσματική εφαρμογή αυτού του συστήματος είχαμε στην ταινία “*Twister*” (παραγωγής 1996 από την *ILM*) όπου προσομοιώνεται ένας ανεμοστρόβιλος.



Εικόνα 12: Σκηνή από την ταινία *Twister*

Πιο δύσκολη είναι η χρήση γραφικών υπολογιστών για τη δημιουργία ρεαλιστικών μοντέλων πλασμάτων με τα οποία το κοινό είναι ενδόμυχα οικείο. Το “*Jurassic Park*” (παραγωγής 1993 από την *ILM*) είναι το πρώτο παράδειγμα ταινίας που χρησιμοποιεί χαρακτήρες πλήρως δημιουργημένους από υπολογιστή και από τους οποίους οι θεατές έχουν συγκεκριμένες προσδοκίες ως προς τα χαρακτηριστικά τους.



Εικόνα 13: Συνύπαρξη ηθοποιών με δημιουργημένους στον υπολογιστή δεινόσαυρους

Βέβαια εδώ υπήρχε μια μικρή δυνατότητα παρέκκλισης γιατί το κοινό δεν έχει ακριβή εικόνα του πως ήταν όλα τα είδη των δεινοσαύρων. Αυτό έπρεπε να συμβεί πρώτη φορά στο “*Jumanji*” (παραγωγής 1995 από την *IML*) όπου εμφανίζονταν πάρα πολλά άγρια ζώα της ζούγκλας. Βέβαια εδώ οι περισσότερες σκηνές διαδραματίζονται πολύ γρήγορα κι έτσι οι θεατές δεν έχουν το χρόνο να τα μελετήσουν στις λεπτομέρειές τους, αλλά το αποτέλεσμα παραμένει πολύ εντυπωσιακό. Σ’ ένα μικρότερο βαθμό γίνεται το ίδιο πράγμα και στο έργο “*Batman Returns*” (παραγωγής 1995 από την *PDI*) όπου ο πρωταγωνιστής πραγματοποιεί παράτολμα ακροβατικά σε μερικές σκηνές. Οι σκηνές αυτές εκτυλίσσονται γρήγορα και δείχνονται από απόσταση αλλά είναι το πρώτο δείγμα χρήσης ακροβατικών σε ταινία τα οποία δημιουργήθηκαν πλήρως σε υπολογιστή. Τα γραφικά υπολογιστών έχουν μεγάλη ικανότητα στο να διαχειρίζονται την πολυπλοκότητα που υπάρχει σε σκηνές με συνωστισμό. Η *PDI* τα χρησιμοποίησε για να δημιουργήσει μεγάλο πλήθος σε διαφημίσεις της *Bud Bowl* στα μέσα της δεκαετίας του 1980. Σε ταινίες κινουμένων σχεδίων πολυπληθείς σκηνές είχαμε μεταξύ άλλων στο “*Lion King*” (παραγωγής 1994 από την *Disney*) [αυτή με τα γκνου] και στο “*Starship Troopers*” (παραγωγής 1997 από την *Tippet Studio*) [αυτή με την εφόρμηση των εξωγήινων]. Επίσης στο “*Titanic*” (παραγωγής 1998 από την *IML*) πολυπληθείς σκηνές είχαμε πάνω στο κατάστρωμα του πλοίου.

Το απόλυτο ζητούμενο στο computer animation είναι η παραγωγή ενός ανθρώπινου χαρακτήρα συνθετικά του οποίου οι διαφορές με ένα πραγματικό πρόσωπο είναι δυσδιάκριτες. Από τα πρώτα animation στα οποία χρησιμοποιήθηκαν “συνθετικοί ηθοποιοί” ήταν τα: “*Tony de Peltrie*” (παραγωγής 1985 από τον *P. Bergeron*), “*Rendez-vous à Montréal*” (παραγωγής 1988 από τον *D. Thalmann*), “*Sexton for President*” (παραγωγής 1989 από την *Kleiser-Walziac Constraction Company*) και “*Don’t Touch Me*” (παραγωγής 1989 από την *Kleiser-Walziac Constraction Company*). Πάντως ήταν προφανές κι ευκολοδιάκριτο για τους θεατές να αντιληφθούν πως αυτοί οι χαρακτήρες

ήταν γέννημα των υπολογιστών. Νεότερες πρόοδοι στο φωτισμό μοντέλων και στην απόδοση υφής οδήγησαν στη δημιουργία χαρακτήρων που ήταν πολύ πιο ρεαλιστικοί και ενσωματώνονταν πλήρως σε φιλμ με πραγματική δράση. Έτσι οι συνθετικοί ηθοποιοί προόδευσαν τόσο ώστε να πάψουν απλώς να είναι κομπάρσοι ή να συμμετέχουν σε σκηνές που η λήψη γίνεται από μακριά και κρατά λίγο, και έγιναν πρωταγωνιστές ταινιών όπως: ο δράκος στο “*Dragonheart*” (παραγωγής 1996 από την *IML* και την *Tippett Studio*), ο πρωταγωνιστικός χαρακτήρας *Jellolike* στο “*Flubber*” (παραγωγής 1997 από την *IML*), οι εξωγήινοι στο “*Mars Attacks*” (παραγωγής 1996 από την *IML*) και τα φαντάσματα στο “*Casper*” (παραγωγής 1995 από την *IML*). Ο πρώτος ανθρωποειδής συνθετικός χαρακτήρας με απόλυτα καθαρή ομιλία σε ταινία ήταν ο *Jar-Jar* στο “*Star Wars: Episode I*” (παραγωγής 1999 από την *IML*).

Φυσικά μία από τις χρήσεις του computer animation είναι απλώς να δημιουργήσουμε animation με τον πρωταρχική σημασία της λέξης. Τα γραφικά των υπολογιστών χρησιμοποιούνται για την παραγωγή κινούμενων κομματιών που είναι βασικά τρισδιάστατα καρτούν και τα οποία αλλιώς θα κατασκευάζονταν με πιο παραδοσιακές μεθόδους. Αυτού του είδους το animation δεν προσπαθεί να πείσει τον θεατή ότι κάτι είναι πραγματικό, απλώς προσπαθεί να προσφέρει ψυχαγωγία. Το έργο “*Hunger*”, όπως και τα περισσότερα animation των *Lucasfilm* και *Pixar* ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία. Το “*Toy Story*” είναι η πρώτη ταινία κινούμενων σχεδίων μεγάλου μήκους η οποία δημιουργήθηκε πλήρως σε υπολογιστές. Αργότερα δημιουργήθηκαν και άλλα τρισδιάστατα καρτούν όπως το “*Ants*” (παραγωγής 1998 από την *PDI*), το “*A Bug’s Life*” (παραγωγής 1998 από την *Pixar*) και το “*Toy Story 2*” (παραγωγής 1999 από την *Pixar*). Επίσης πολλά κινούμενα σχέδια αυτού του τύπου δημιουργήθηκαν για την τηλεόραση. Σε ένα επεισόδιο της σειράς “*The Simpsons*” (παραγωγής 1995 από την *PDI*) ο *Homer* μεταβαίνει σε έναν εικονικό κόσμο και μετατρέπεται σε έναν τρισδιάστατο, δημιουργημένο σε υπολογιστή χαρακτήρα. Πάμπολλα διαφημιστικά για την τηλεόραση επίσης χρησιμοποιούν computer animation. Τόσα πολλά που δεν αξίζει να αναφερθούν εδώ, αρκεί να ανοίξετε την τηλεόραση και θα δείτε κάποια από αυτά. Τέλος πολλά από τα παιδικά κινούμενα σχέδια για την τηλεόραση χρησιμοποιούν τρισδιάστατο computer animation. Επειδή πολλές εικόνες χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ενός animation, το rendering που χρησιμοποιείται στο computer animation έχει γίνει εφικτό και από τους προσωπικούς υπολογιστές. Ένα παράδειγμα καλού rendering υπάρχει στο “*Bunny*” (παραγωγής 1999 από την *Blue Skies*) το οποίο έλαβε το όσκαρ για κινούμενο σχέδιο μικρού μήκους. Το “*Bunny*” χρησιμοποιούσε υψηλής ποιότητας rendering στα στοιχεία που υπήρχαν στο φόντο συμπεριλαμβανομένων και των αχτίδων του ηλίου.

Τα τρισδιάστατα γραφικά υπολογιστών παίζουν έναν όλο και αυξανόμενο ρόλο στην παραγωγή του συμβατικού, σχεδιασμένου στο χέρι, animation. Το

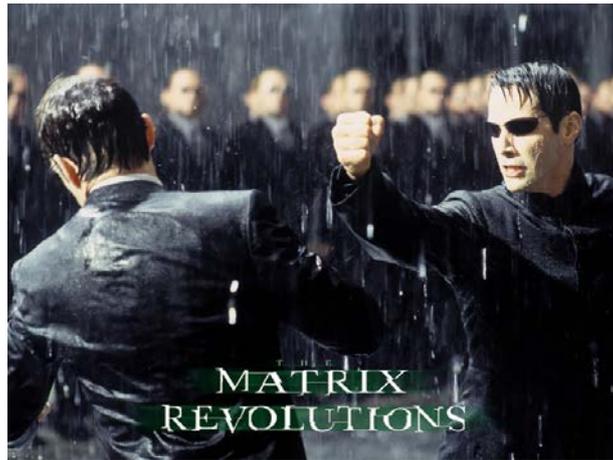
computer animation χρησιμοποιείται να μοντελοποιήσει τα τρισδιάστατα στοιχεία σε χειρόγραφα περιβάλλοντα. Το “*Technological Threat*” (στο οποίο αναφερθήκαμε νωρίτερα), συνδυάζει χαρακτήρες δημιουργημένους στον υπολογιστή με άλλους που σχεδιάστηκαν στο χαρτί. Τρισδιάστατα περιβάλλοντα κατασκευάστηκαν για τη δημιουργία συμβατικών χαρακτήρων στο “*Beauty and the Beast*” και στο “*Tarzan*” (παραγωγής 1991 και 1999 αντίστοιχα, και τα δύο από την *Disney*). Τρισδιάστατα συνθετικά αντικείμενα (όπως τα άρματα) κινήθηκαν σε συμβατικά σχεδιασμένα περιβάλλοντα στο “*Prince of Egypt*” (παραγωγής 1998 από την *Dreamworks*). Επειδή ο φωτορεαλισμός δεν είναι αυτοσκοπός σε αυτές τις ταινίες, το rendering γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να ταιριάζει με το πώς δείχνει ένα καρέ αν είχε σχεδιαστεί στο χέρι.

Όσον αφορά σε πιο πρόσφατες ταινίες (της τελευταίας πενταετίας) είναι μάλλον δύσκολο να βρούμε κάποιες που δεν αξιοποίησαν τις δυνατότητες των υπολογιστών. Ενδεικτικά θα προσπαθήσουμε να σταχυολογήσουμε και να αναφερθούμε στις πιο σημαντικές απ’ αυτές. Στις πρώτες θέσεις της λίστας σίγουρα πρέπει να συμπεριλάβουμε την τριλογία του “*Άρχοντα των Δαχτυλιδιών*” – “*The Lord of the Rings*” [“*the fellowship of the ring*”, “*the two towers*”, “*the return of the king*”] των έντεκα όσκαρ όπου πλήθος σκηνών συντέθηκαν σε υπολογιστή όπως μάχες με εκατομμύρια μαχητές ή περίεργα όντα.



Εικόνα 14: Το *Gollum* ήταν από τους πρωταγωνιστές της ταινίας

Επίσης σίγουρα θα αναφερθούμε και στο “*The Matrix*” [επίσης τριλογία: “*The Matrix*”, “*The Matrix Reloaded*”, “*The Matrix Revolution*”] (παραγωγής *WarnerBross*) όπου πολλές σκηνές δεν θα μπορούσαν να υλοποιηθούν χωρίς Η/Υ (π.χ. οι εκατοντάδες *Mr. Smith* που εμφανίζονται ή οι μάχες στο διάστημα ή οι σκηνές σε αργή κίνηση με τους πρωταγωνιστές να αποφεύγουν τις σφαίρες).



Εικόνα 15: Ο Νιο παλεύει με έναν Mr. Smith και εκατοντάδες άλλοι παρακολουθούν

Άλλη ταινία άξια αναφοράς είναι το *Final Fantasy* (παραγωγής 2001 από την *Columbia Pictures*). Πρόκειται για ταινία που προήλθε από παιχνίδι υπολογιστών και στην οποία πρωταγωνιστούσαν πολλοί χαρακτήρες δημιουργημένοι σε Η/Υ αλλά πολύ αληθοφανείς.

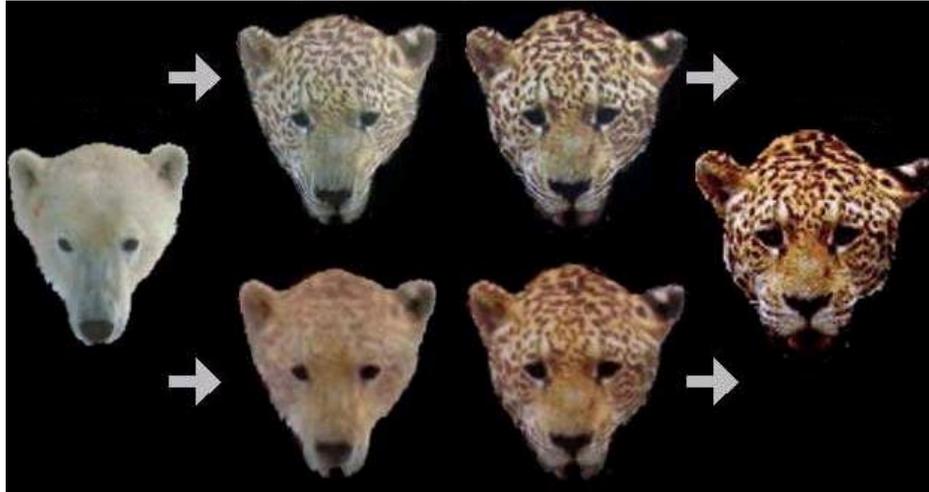


Εικόνα 16: Ψηφιακός χαρακτήρας από το *Final Fantasy*

Και ακόμα χρίζουν αναφοράς όλες οι ταινίες του διασημότερου των πρακτόρων, του *James Bond*. Σε κάθε μία από τις 22 ταινίες του (από το *Dr. No* του 1962 μέχρι το *Die Another Day* του 2002) υπήρξαν καινοτομίες στο χώρο των ψηφιακών εφέ.

Μορφομετατροπή

Τέλος η *μορφομετατροπή* (*morphing*), αν και αποτελεί καθαρά μια δυσδιάστατη τεχνική animation, πρέπει να αναφερθεί εξαιτίας της χρήσης της σε πολλά έργα αλλά και σε τηλεοπτικά διαφημιστικά. Είναι μια δυσδιάστατη διαδικασία γιατί μετατρέπει τις βασικές γραμμές μιας εικόνας σταδιακά στις βασικές γραμμές μιας άλλης ενώ οι εικόνες ανακατεύονται.



Εικόνα 17: Παραδείγματα Μορφομετατροπής

Στο “*Star Trek IV: The Voyage Home*” (παραγωγής 1986 από την *ILM*) συνέβη μια από τις πρώτες μορφομετατροπές. Στο “*Willow*” (παραγωγής 1988 από την *ILM*) μια σειρά μορφομετατροπών μετατρέπει το ένα ζώο στο άλλο. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιήθηκε επίσης με πολύ επιτυχία στο “*Terminator II*” (παραγωγής 1991 από την *ILM*). Η εταιρεία *PDI* είναι γνωστή και για την εκτεταμένη χρήση μορφομετατροπής σε πολλές διαφημίσεις. Η τεχνική έγινε πολύ δημοφιλής και από το βίντεο-κλιπ του τραγουδιού του *Michael Jackson* “*Black & White*” στο οποίο άλλαζαν τα πρόσωπα των ανθρώπων. Ακόμα και σε διαφημιστικά εταιρειών αυτοκινήτων έχει χρησιμοποιηθεί η τεχνική για τη μετατροπή παλαιών μοντέλων σε καινούργια ή σε ζώα με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά όπως τίγρεις.

Συμπεράσματα

Τα γραφικά στους υπολογιστές και το animation επέφεραν μια επανάσταση στα οπτικά εφέ. Πρόοδοι συνεχίζουν να γίνονται και νέα εφέ βρίσκουν ένα δεκτικό κοινό. Ακόμα βέβαια υπάρχει αρκετό περιθώριο βελτίωσης καθώς οι συμμετέχοντες στη βιομηχανία της διασκέδασης επιθυμούν ένα ανταγωνιστικό κομμάτι της αγοράς. Το computer animation έχει προχωρήσει πολύ από τα χρόνια του *Ivan Sutherland* στο πανεπιστήμιο της *Utah*. Η χρησιμοποίηση της ψηφιακής τεχνολογίας υπήρξε επίσης ένα τεράστιο βήμα στην ιστορία του animation. Τώρα πια με τους χαμηλού κόστους προσωπικούς υπολογιστές που έχουν τεράστιες δυνατότητες επεξεργασίας βίντεο, η δημιουργία animation είναι για πρώτη φορά εφικτή από τόσους

πολλούς ανθρώπους. Μένει μόνο να δούμε πόσο θα πιέσουμε την τεχνολογία στα όριά της ώστε να δημιουργήσουμε ακόμα ομορφότερες κινούμενες εικόνες.

Η δυνατότητά μας να παράγουμε computer animation σε διαρκώς πιο αποδεκτό κόστος και ταχύτητα και ταυτοχρόνως να το χρησιμοποιούμε σε πολλές, διαφορετικού είδους, μηχανές, έχει δημιουργήσει πάρα πολλές νέες δυνατότητες για το μέσο. Σχεδόν κάθε άνθρωπος (τουλάχιστον στο δυτικό κόσμο) εκτίθεται καθημερινά σε χρήσεις του μέσω της τηλεόρασης για διαφημιστικούς ή ψυχαγωγικούς λόγους. Στη συνέχεια, λόγω του μεγάλου πλήθους των εφαρμογών του animation, παρουσιάζονται μόνο αυτές που συνεισέφεραν τα μέγιστα στην ανάπτυξη στα διάφορα πεδία που χρησιμοποιήθηκαν.

Επιστημονική Χρήση

Στα πεδία της μηχανικής, το animation είναι πολύ χρήσιμο. Προτού αποφασιστεί η κατασκευή και δημιουργία κάποιου έργου, με την βοήθεια του υπολογιστή ο μηχανικός μπορεί να σχεδιάσει και να μελετήσει την συμπεριφορά ορισμένων σημαντικών μερών της κατασκευής πάνω στη λειτουργία και στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους. Ελέγχεται έτσι η αντοχή, η καλή λειτουργία και οι δυνάμεις που ασκούνται, βοηθώντας στην επέμβαση και στην αλλαγή εκεί που είναι απαραίτητο. Επίσης προσομοιώνεται η συμπεριφορά της κατασκευής κάτω από διαφορετικές συνθήκες κάθε φορά.

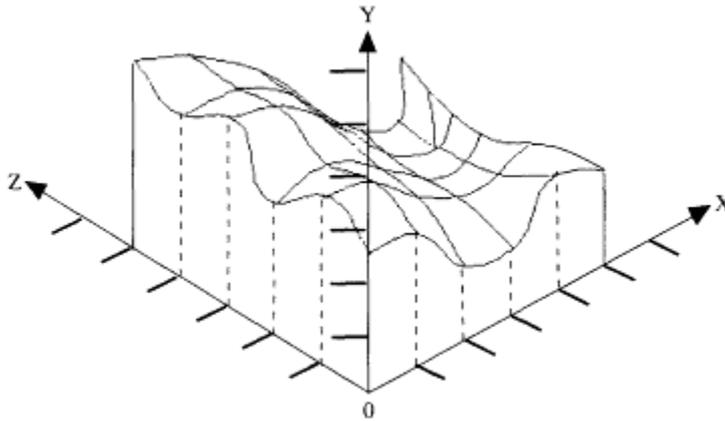
Για τη σχεδίαση των τεχνικών μερών που περιγράφονται παραπάνω, τα εργαλεία CAD είναι πολύ χρήσιμα. Χρησιμοποιούνται για να δημιουργηθούν μοντέλα κινούμενα με κάθε λεπτομέρεια όσο πιο κοντά στην πραγματικότητα είναι δυνατόν. Αυτό επιτυγχάνεται με το *visualization* (που μερικές φορές στην αγγλική ορολογία ονομάζεται *Visual Data Analysis* ή *Visualisation in Scientific Computing – ViSC*). Μάλιστα θα λέγαμε πως ο απώτερος σκοπός των μηχανικών δεν είναι απλώς να αντλήσουν δεδομένα μέσα από την όλη διαδικασία, αλλά κυρίως να μελετήσουν τι συμβαίνει στα δεδομένα καθ' όλη τη διάρκεια.

Όλοι γνωρίζουμε πόσο χρήσιμα είναι τα γραφήματα για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε καλύτερα κάποια φυσικά μεγέθη. Για παράδειγμα για να αναπαρασταθεί επακριβώς η επιτάχυνση ενός αντικειμένου αρκεί να φτιάξουμε μια δυσδιάστατη γραφική παράσταση ανάμεσα στην ταχύτητά του και στο χρόνο. Γενικώς ένα δυσδιάστατο μοντέλο παρουσιάζει την εξάρτηση δύο παραγόντων. Για να μπορέσουμε να απεικονίσουμε την αλληλεπίδραση κι ενός τρίτου παράγοντα θα προσθέταμε και μια τρίτη διάσταση. Κι αν θέλαμε να προσθέσουμε και έναν τέταρτο παράγοντα θα προχωρούσαμε πέρα από ένα

‘ρεαλιστικό’ κι ‘αναπαραστίσιμο’ τρισδιάστατο γράφημα, σε κάποιο τετρασδιάστατο, κ.ο.κ.

Έχει αναπτυχθεί μια τάση τελευταία, ώστε σε όλα τα γραφήματα στις επιχειρήσεις (ιστογράμματα, ράβδοι, πίτες κ.τ.λ.) να μετατρέπονται σε κινούμενα (animated) με την προσθήκη μιας ακόμα διάστασης, συνήθως του χρόνου.

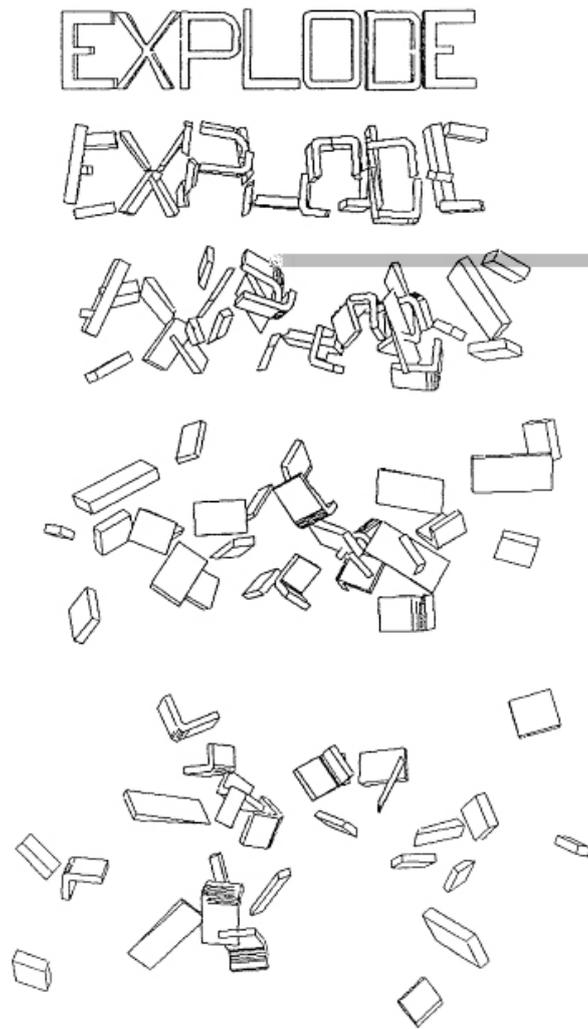
Ως τελευταίο παράδειγμα χρήσης του animation σε επιστημονικές εφαρμογές, μπορεί να αναφερθεί μια εκπληκτική μελέτη για τη μοντελοποίηση μιας καταστρεπτικής θύελλας από το Εθνικό Κέντρο Υπερυπολογιστών των ΗΠΑ με το πρόγραμμα ‘Scientific Visualisation’, που προσομοιώνε όλα τα χαρακτηριστικά μιας θύελλας, όπως την ταχύτητα του αέρα κ.τ.λ.



Εικόνα 18: ένα τρισδιάστατο γράφημα

Τηλεόραση

Το animation έχει συμβάλει στην ποιότητα με την οποία προβάλλονται προγράμματα και εκπομπές στην τηλεόραση. Πολύχρωμα και ευχάριστα γραφικά, προσελκύουν τον θεατή και προσδίδουν έναν αέρα ποιότητας στην τηλεόραση. Αυτά έχουν εισέλθει στα περισσότερα προγράμματα της τηλεόρασης, καθιστώντας την ευχάριστη ακόμα και σε περιπτώσεις ανιαρές που ο θεατής περιμένει την αλλαγή προγράμματος ή κατά την πρόβλεψη του καιρού για παράδειγμα, προσθέτοντας εικόνες και σχήματα ευχάριστα και καλοσχεδιασμένα που επιπλέον κάνουν το ευδιάκριτο το μήνυμα.



Εικόνα 19: Χρήση animation για τη δημιουργία εφέ στη λέξη 'explode' σε τηλεοπτική εκπομπή

Εξομοιωτές Πτήσης

Ένας εξομοιωτής πτήσης δίνει τη δυνατότητα 'πτήσης' οποιουδήποτε αεροπλάνου κάτω από ρεαλιστικές συνθήκες, χωρίς κινδύνους και άγχη. Δίνει στον πιλότο τη αίσθηση κανονικού αεροπλάνου, εξομοιώνοντας τις δονήσεις ή τα πλευρίσματα ενός αεροπλάνου και του δίνει στον έλεγχο του όλα τα όργανα και τα χειριστήρια που υπάρχουν στο κόκπιτ ενός αεροπλάνου. Όσον αφορά τώρα την οπτική απεικόνιση, δίνει μια πολύ ρεαλιστική εικόνα και μάλιστα σε πραγματικό χρόνο, εξομοιώνοντας για παράδειγμα τα σύννεφα, τις σκιές ή τις καιρικές συνθήκες.

Στρατιωτική Εκπαίδευση

Η σωστή εκπαίδευση των στρατιωτών, ώστε να ανταπεξέλθουν σωστά σε πολεμικές συνθήκες είναι το πιο βασικό για την δημιουργία αποτελεσματικού στρατού. Για πρακτικούς λόγους και σκοπούς, προγράμματα προσομοίωσης έχουν αναπτυχθεί γι' αυτόν το σκοπό. Σε ειδικά αναπτυγμένους και σχεδιασμένους χώρους, οι στρατιώτες εκπαιδεύονται με αυτά τα προγράμματα, μαθαίνοντας το χειρισμό όλων των νέων όπλων, που ακόμα δε χρησιμοποιήθηκαν σε κάποια μάχη, αλλά και αεροπλάνων, υποβρυχίων και τανκ σε κατάσταση πολέμου, χωρίς οικονομικές, κτιριακές και ανθρώπινες απώλειες. Έτσι ο εκπαιδευόμενος μαθαίνει κάνοντας λάθη που δεν θεωρούνται μοιραία, και αποκτά παρόμοια εμπειρία με αυτή μιας πραγματικής πολεμικής κατάστασης.

Χρησιμοποιώντας τον εξομοιωτή μπορούμε να εναλλάσσουμε κατά βούληση τις συνθήκες της άσκησης, καλύπτοντας μεγαλύτερα πεδία και περισσότερα σενάρια, αφήνοντας τον εκπαιδευόμενο να αντιμετωπίσει πολλές και διαφορετικές καταστάσεις πλουτίζοντας τις εμπειρίες του περισσότερο.

Διάστημα

Η χρήση εφαρμογών animation για να καταδείξουμε τι συμβαίνει χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά από τον πλανήτη μας ή και το ηλιακό μας σύστημα είναι ως ένα βαθμό μονόδρομος. Μόνο έτσι μπορεί η διεθνής κοινότητα να χρηματοδοτήσει με αυτά τα κολοσσιαία ποσά τις διαστημικές πτήσεις κι επίσης οι αστροναύτες έχουν μια πρώτη εξοικείωση με το τι θα συναντήσουν.

Αρχιτεκτονική

Το computer animation χρησιμοποιείται ευρύτατα στις μέρες μας από τους αρχιτέκτονες. Ο αρχιτέκτονας μπορεί να σχεδιάζει ευκολότερα τις όψεις των κτιρίων στον Η/Υ και να παίρνει ένα απόλυτα λεπτομερέστατο αποτέλεσμα σε τρισδιάστατη μορφή. Χάρη στην γρήγορη ανάπτυξη της εικονικής πραγματικότητας, ο πελάτης και μελλοντικός ιδιοκτήτης του κτιρίου μπορεί να δει οποιοδήποτε κομμάτι του εσωτερικού από οποιαδήποτε γωνία θελήσει χωρίς αυτό να υφίσταται πραγματικά.

Μέσω του computer animation μπορεί ένας μηχανικός να μελετήσει την συμπεριφορά της κάθε κατασκευής κάτω από δύσκολες συνθήκες όπως σεισμούς, και δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Τέλος πολύ σημαντικός είναι και ο ρόλος της βελτιστοποίησης της κατασκευής από μηχανικής πλευράς καθώς και η εύρεση μηχανικών σφαλμάτων και ελλείψεων.

Ιατρική

Με τη δύναμη του computer animation μπορούμε να δημιουργήσουμε εικονικά τρισδιάστατα μοντέλα του ανθρώπινου σώματος, με όλα τα ζωτικά όργανα αλλά και όλα τα οστά, τα νεύρα και τα αιμοφόρα αγγεία. Τέτοια μοντέλα σίγουρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκπαίδευση των ιατρών, καθώς εκτός των άλλων είναι δυνατό να απομονωθούν μόνο τα τμήματα του ανθρώπινου σώματος που μας ενδιαφέρουν ανά πάσα στιγμή.

Επίσης είναι χρήσιμο σε πολλές ειδικότητες όπως η πλαστική χειρουργική, καθώς είναι δυνατό εκ των προτέρων να ξέρουμε πιο θα είναι το αισθητικό αποτέλεσμα που θα προκύψει.

Τέλος, σίγουρα μια πολύ ενδιαφέρουσα χρήση είναι η διενέργεια εικονικών χειρουργειών, χωρίς το φόβο του ατυχήματος. Ίσως μάλιστα στο μέλλον πάψουν να συμβαίνουν μόνο εικονικές εγχειρήσεις αλλά και πραγματικές με το γιατρό να βρίσκεται χιλιόμετρα μακριά από τον ασθενή.

Παραγωγή Ταινιών

Ίσως το πιο ενδιαφέρον κομμάτι εφαρμογής του computer animation. Στις μέρες μας όλο και περισσότερες ταινίες κάνουν χρήση ειδικών εφέ από H/Y, και αυτό οφείλεται σε πολλούς λόγους. Πρώτα από όλα αυτός είναι ο μόνος τρόπος προβολής μερικών σκηνών που είναι απίθανο να γυριστούν στην πραγματικότητα. Κύριο παράδειγμα τέτοιων σκηνών αποτελούν στα έργα επιστημονικής φαντασίας οι μάχες με διαστημόπλοια και εξωγήινα όντα. Άλλος λόγος είναι ότι σκηνικά πολύ ακριβά σε χρόνο και χρήμα υλοποίησής τους τώρα μπορούν να παρακαμφθούν με τη χρήση των H/Y. Σκηνικά που περιλαμβάνουν φαντασμαγορικά κτίρια, και αίθουσες τώρα σχεδιάζονται μέσω H/Y, και οι πρωταγωνιστές προβάλλονται πάνω σε αυτά.

Ο συνήθης τρόπος παραγωγής του έργου είναι το ξεχωριστό γύρισμα και εγγραφή του φιλμ με τους ηθοποιούς και το περιβάλλον, και η σύνθεση μετέπειτα στο εργαστήριο Η/Υ, προσαρμόζοντας και τα ανάλογα ειδικά εφέ από πάνω. Τέτοιες ταινίες έχουμε αρκετές στη σύγχρονη εποχή, με τρανά παραδείγματα το Star Wars και το Star Trek. Ένα ακόμα μεγάλο επίτευγμα αποτέλεσε και το 'Jurassic Park' όπου Δεινόσαυροι όλων των τύπων δημιουργήθηκαν μέσα σε Η/Υ σαν μοντέλα τρισδιάστατα, παράγοντας ένα υπέρ του δέοντος πειστικό αποτέλεσμα.

Video

Προτού αναπτυχθεί το computer animation, τα κινούμενα σχέδια σχεδιάζονταν και δημιουργούνταν σε χαρτί, σύμφωνα με την μέθοδο της κυψέλης. Για να παραχθεί μία και μόνο κίνηση ο σχεδιαστής υποχρεούνταν να σχεδιάσει ένα προς ένα τα καρέ από την αρχή, με μικρή διαφορά μεταξύ τους ώστε να παραχθεί τελικά η κίνηση η οποία άρχιζε από το πρώτο καρέ και τελείωνε στο τελευταίο. Με τις μεθόδους που θα αναλύσουμε αργότερα βελτιώθηκε κατακόρυφα η απόδοση και η ποιότητα με αποτέλεσμα το κινούμενο σχέδιο να θεωρείται ουσιαστικά video, και να ξεγελάει το ανθρώπινο μάτι με χαρακτηριστική ευκολία.

Διαφήμιση

Η διαφήμιση είναι ένας τομέας που το animation δεν κάνει κάτι μοναδικό σε σχέση με τις υπόλοιπες εφαρμογές του. Έχει όμως καθήκον μέσα στα λίγα δευτερόλεπτα που κρατά η διαφήμιση να πείσει τους καταναλωτές για την αξία και την υπεροχή του προϊόντος, γεγονός που οδηγεί τους κατασκευαστές πολλές φορές να εξαντλήσουν τη φαντασία τους.

Τέχνη

Χωρίς να υποστηρίζεται η ιδέα ότι τα γραφικά των Η/Υ μπορούν να αντικαταστήσουν τις κλασσικές μεθόδους δημιουργίας τέχνης, παρόλα αυτά αποτελούν κι αυτά ένα παραπάνω μέσο. Δεν πρόκειται για μια γενικά αποδεκτή μορφή τέχνης αλλά δίνει κάποια βασικά εργαλεία για ανάπτυξη σε επίπεδο που δεν είναι εύκολο κάνοντας χρήση συμβατικών μεθόδων. Υπάρχουν πολλά πακέτα που αφομοιώνουν τέτοιες λειτουργίες. Μπορούν να παραστήσουν βούρτσα, spray, αερογράφο, πινέλα, και δίνουν ελευθερία επιλογής από παλέτες εκατομμυρίων χρωμάτων. Χρωματισμοί, σκιάσεις και φωτισμοί παράγονται κι ελέγχονται εύκολα. Μεγάλος αριθμός εφέ είναι διαθέσιμος στον 'καλλιτέχνη'. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα στην τέχνη του Η/Υ είναι η δυνατότητα της διόρθωσης και αλλαγής όποτε το θέλουμε χωρίς κανένα πρόβλημα σε αντίθεση με την συμβατική μέθοδο δημιουργίας τέχνης.

Εκπαίδευση

Άλλη μία χρήση είναι για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Διαγράμματα με κινούμενες εικόνες που απεικονίζουν κομμάτια του κόσμου μας δυσνόητα όπως ο μικρόκοσμος και το σύμπαν, μπορούν να βοηθήσουν ιδιαίτερα τους μαθητές να φανταστούν, να οραματιστούν και να κατανοήσουν τις δυσνόητες αυτές πληροφορίες.

Επίσης με τη χρήση του animation, μπορούμε να μετατρέψουμε την μελέτη σε μια πιο διασκεδαστική ενασχόληση, ειδικότερα για τα μικρά παιδιά που είναι ανυπόμονα. Μέσω video και κινουμένων σχεδίων με ευχάριστες φιγούρες, μπορούμε εύκολα να τραβήξουμε το ενδιαφέρον τους και να τους πείσουμε ότι η μάθηση μπορεί να μετατραπεί σε κάτι πολύ πιο διασκεδαστικό απ' ότι έχουν συνηθίσει.

Παιχνίδια

Τεράστια είναι η συμβολή του animation στα παιχνίδια για υπολογιστή ή άλλες παιχνιδιομηχανές αλλά και για άλλες εφαρμογές για Η/Υ, όπως προγράμματα για προφύλαξη οθόνης (screensaver).

Σε όλα τα παιχνίδια χρησιμοποιείται το animation, είτε μιλάμε για ένα σύγχρονο τρισδιάστατο παιχνίδι είτε μιλάμε για κάποιο σκάκι ή το κλασικό πλέον rac-man. Τα παιχνίδια πρέπει να είναι διασκεδαστικά και να προκαταβάλουν ευχάριστα το χρήστη γι' αυτό και χρησιμοποιούν πολλά πολυμεσικά στοιχεία και μεταξύ αυτών και το animation.

Συμπεράσματα

Διαβάζοντας όλα τα παραπάνω ίσως θα διαπιστώσατε πως υπάρχει επικάλυψη στις διάφορες εφαρμογές του animation (π.χ. υπάρχουν οι απόλυτα επαγγελματικές εφαρμογές των εξομοιωτών πτήσεων από τη μία κι από την άλλη υπάρχουν και παιχνίδια με το ίδιο θέμα). Αυτό είναι αναμενόμενο καθώς η εξέλιξη που σημειώνεται στους υπολογιστές βελτιώνει και το computer animation, το οποίο καταλήγει τελικά να γίνει ένα εργαλείο στα χέρια του ανθρώπου για την καλύτερη κατανόηση τόσο του ίδιου του εαυτού του, όσο και γενικότερα ό,τι τον περιβάλλει, ακόμα και του σύμπαντος.

Είναι συχνά επιθυμητό να παραχθούν κινούμενες εικόνες. Κύριος σκοπός είναι να παρουσιαστεί μια ακολουθία εικόνων, που καλούνται πλαίσια (frames), με έναν ρυθμό τέτοιο έτσι ώστε ο παρατηρητής να δέχεται τη διαδοχή ξεχωριστών εικόνων ως μια συνεχή κίνηση. Ο ρυθμός με τον οποίο αυτή η παραίσθηση της μετακίνησης θεωρείται επαρκής είναι κανονικά μεταξύ είκοσι και τριάντα πλαισίων ανά δευτερόλεπτο, και πολύ συχνά καθορίζεται από το μέσο στο οποίο αποθηκεύεται το animation (π.χ. ταινία ή βίντεο).

Η δυνατότητα του θεατή να κατασκευάσει την παραίσθηση της κίνησης από τις ξεχωριστές εικόνες είναι ισχυρή, και εάν η κίνηση που παρακολουθούν γίνεται κατανοητή σε διανοητικό επίπεδο, έπειτα σχετικά λίγες οπτικές ενδείξεις μπορούν να απαιτηθούν για να υποστηρίξουν την παραίσθηση.

Παραδείγματος χάριν, ο ρυθμός περπατήματος ενός ανθρώπου είναι τόσο οικείος που μερικά μόνο πλαίσια από τον κύκλο βηματισμού μπορούν "να παραγεμιστούν" από την εμπειρία του θεατή για να ταιριάξει με το γνωστό βίωμα. Η παραίσθηση είναι ιδιαίτερα εύκολο να στηριχτεί εάν τα πλαίσια είναι συγχρονισμένα στο ρυθμό της εμπειρίας της "πραγματικής ζωής".

Ρυθμοί Πλαισίων (Frames Rates)

Είναι επομένως δυνατό να προσομοιωθεί ο συνεχής χρόνος με μια ακολουθία ξεχωριστών πλαισίων, αλλά ποια είναι η ταχύτητα που μπορεί να δικαιολογήσει την περιγραφή αυτού ως animation;

Η ερώτηση είναι πιθανώς πιο ενδιαφέρουσα από την απάντηση, η οποία ποικίλλει ανάλογα με το περιβάλλον και είναι τελικά υποκειμενική. Η παρακολούθηση μιας ακολουθίας ξεχωριστών πλαισίων θεωρείται ότι είναι ικανοποιητική στα 12 πλαίσια (frames) ανά δευτερόλεπτο (fps) αλλά θεωρείται περισσότερο αποδεκτή μεταξύ 18 και 24 fps.

Εντούτοις, καθορισμένες ταχύτητες επίδειξης πλαισίων (frames) συνδέονται με τα διαφορετικά μέσα, τα οποία πρέπει να αναφερθούν. Οι παλιές κινηματογραφικές ταινίες των 16mm τρέχουν στα 18 fps, οι τυποποιημένες ταινίες κινηματογράφων τρέχουν στα 24 fps, οι τηλεοράσεις στη Βρετανία τρέχουν στα 25 fps και στις ΗΠΑ στα 30 fps. (Προκειμένου να παρουσιαστούν ταινίες με τη σωστή ταχύτητα στην αμερικανική TV, κάθε τέταρτο πλαίσιο

παρουσιάζεται δύο φορές, στη Βρετανική TV απλά τελειώνει νωρίτερα). Στους υπολογιστές, τα πλαίσια (frames) συνήθως τρέχουν σε διαφορετικούς ρυθμούς, και είναι ενδιαφέρον για κάθε χειριστή να βρει τη χαμηλότερη ταχύτητα με την οποία είναι ικανοποιημένος με την αξιοπιστία της ακολουθίας των κινούμενων εικόνων.

Μιλώντας για συγχρονισμό, ας κάνουμε μια εισαγωγή στην έννοια του “πραγματικού χρόνου” (Real Time). Η έννοια χρησιμοποιείται συνήθως σχετικά με τις οπτικές εφαρμογές στους υπολογιστές για να εκφράσει αν υπάρχει μια ‘ένα προς ένα σχέση’ μεταξύ της ταχύτητας με την οποία τα πράγματα εμφανίζονται στην οθόνη του υπολογιστή και της ταχύτητας με την οποία συμβαίνουν στην πραγματική ζωή. Στα πλαίσια του computer animation, μια σε ‘πραγματικό χρόνο’ εμφάνιση είναι αυτή κατά την οποία ο υπολογιστής εμφανίζει τις εικόνες με τον ίδιο αριθμό πλαισίων ανά δευτερόλεπτο, έτσι ώστε να εμφανιστεί το τελικό αποτέλεσμα όπως ακριβώς απαιτείται. Θα πρέπει όμως να αναφερθεί, ότι επειδή τα ηλεκτρονικά κυκλώματα του υπολογιστή πρέπει να επεξεργαστούν οποιαδήποτε εικόνα πριν την εμφανίσουν, ποτέ δεν μπορεί να υπάρξει ‘real time’ εμφάνιση. Αναφέρεται όμως σαν real time εφόσον η καθυστέρηση δεν γίνεται αντιληπτή. Άρα, στην περίπτωση των αλληλοεπιδρώμενων κινούμενων εικόνων (Interactive Animation) είναι απαραίτητο η δημιουργία και η εμφάνιση να είναι σε ‘πραγματικό χρόνο’, οπότε απαιτείται πολύ ισχυρός επεξεργαστής ή οι κινούμενες εικόνες να μην είναι σύνθετες.

Μέθοδοι Παραγωγής Animation

Το computer animation έχει αναπτυχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, καθιστώντας παλιότερες μεθόδους άχρηστες και ξεπερασμένες. Εμείς θα τις αναφέρουμε αυτές παρακάτω καθαρά για ιστορικούς σκοπούς.

A. Κλασσικές Μέθοδοι

Μέθοδος: Stop Frame Animation

Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε κυρίως την δεκαετία του 60. Ήταν πολύ μεθοδική αλλά και χρονοβόρα για παραγωγή μίας και μόνο ταινίας. Η διαδικασία ήταν η εξής: Πρώτα σχεδιάζονταν όλοι οι χαρακτήρες ξεχωριστά σε κυψελοειδές χαρτί ή κυψέλες. Ο σχεδιαστής έπειτα έπρεπε να δημιουργήσει το τοπίο σε χαρτί και να το τοποθετήσει σε ειδικό μηχάνημα καταγραφής εικόνων. Πάνω σε αυτό το χαρτί έπρεπε να τοποθετηθούν οι προσχεδιασμένοι χαρακτήρες στις σωστές τους θέσεις, να κεντραριστούν και να παρθεί φωτογραφία της συνολικής σχεδιασμένης εικόνας. Αυτό αποτελούσε ένα καρέ της ταινίας, η οποία αποτελούνταν από χιλιάδες καρέ, το καθένα από τα οποία σχεδιάζονταν με τον τρόπο που περιγράφηκε παραπάνω.

Μέθοδος: 2 1/2 Dimensional Animation

Σε αυτή τη μέθοδο κάθε καρέ αποτελείται από αρκετές κυψέλες. Ο σχεδιαστής (animator) χρειαζόταν συνήθως μία κυψέλη για κάθε κινούμενο χαρακτήρα και μία κυψέλη για το περιβάλλον της ταινίας. Έτσι έδινε την ψευδαίσθηση της κίνησης του χαρακτήρα αλλάζοντας τις σχετικές θέσεις μεταξύ των κυψελών. Για παράδειγμα μετακινώντας την κυψέλη του περιβάλλοντος ο σχεδιαστής έδινε την εντύπωση στην ταινία ότι οι υπόλοιπες εικόνες μετακινούνταν χωρίς κάτι τέτοιο να είναι αλήθεια. Με αυτή τη μέθοδο κερδίζουμε χρόνο καθώς δεν χρειάζεται η επανασχεδίαση των εικόνων για κάθε ξεχωριστό καρέ, κάτι που την έκανε καλύτερη σε σχέση με την μέθοδο του Stop Frame Animation.

Μέθοδος: Rotascoping

Με την συγκεκριμένη μέθοδο ασχολούμαστε με την αντιγραφή εικόνων από μία έτοιμη ταινία. Αυτές οι εικόνες χρησιμοποιούνται ακριβώς όπως είναι στην υπό κατασκευή ταινία και για αυτό το λόγο το υλικό αυτό θα πρέπει να ταιριάζει με το σενάριο τις νέας ταινίας. Κατά τη χρήση λοιπόν μίας τέτοιας εικόνας θα πρέπει να ελέγχονται συμβατότητες όσον αφορά το σχήμα, το χρώμα, το μέγεθος και την πορεία του αντικειμένου στο νέο του περιβάλλον. Αυτή η εργασία χαρακτηρίζεται επίπονη για την εύρεση του κατάλληλου αντικειμένου από την κατάλληλη ταινία, κάτι όμως που όταν επιτευχθεί χαρίζει καλά αποτελέσματα σε λιγιστό χρόνο.

Μέθοδος: Phenakistoscope & Stroboscope

Πρόκειται για 2 συσκευές οι οποίες αναπτύχθηκαν από τους *Dr. Joseph Antoine Plateau* και *Dr. Simon Ritter* αντίστοιχα, οι οποίες κάνοντας χρήση δύο περιστρεφόμενων δίσκων δίνανε την εντύπωση κινούμενης εικόνας στην κατάλληλη διάταξη.

B. Μοντέρνες Μέθοδοι

Αναλογιζόμενοι ότι για την δημιουργία ενός φιλμ που χρειάζεται περίπου 250.000 εικόνες θα απαιτούνταν περίπου 50 χρόνια αν όλες οι εικόνες δημιουργούνταν από ένα μόνο άτομο, είναι φανερό ότι η αυτοματοποίηση του animation ήταν πάντα ο μεγάλος στόχος των δημιουργών. Έτσι, η συμβολή των υπολογιστών αποδείχτηκε τεράστια. Οι υπολογιστές χρησιμοποιούνται στο animation, είτε βελτιώνοντας το περιβάλλον των παραδοσιακών τεχνικών, είτε δημιουργώντας νέες τεχνικές που δεν ήταν δυνατόν να γίνουν χωρίς τη χρήση τους.

Η δημιουργία κάθε animation περνάει από κάποια στάδια μέχρι την ολοκλήρωσή του. Μία βασική ροή εξέλιξης κινούμενης εικόνας δίνεται σχηματικά παρακάτω αν και θα ήτανε καλό να έχουμε υπόψη μας ότι αυτός ο δρόμος δεν είναι απόλυτος ως προς την σειρά υλοποίησης και τήρησης του.

Storyboards

Προτού ξεκινήσουμε την δημιουργία κινούμενης εικόνας σε υπολογιστή, καλό είναι να έχουμε ήδη σχεδιάσει πρόχειρα σε χαρτί βασικά μέρη του animation. Αυτή η σειρά των σχεδίων ονομάζεται Storyboard. Αυτή η τακτική του Storyboard είναι καλή για δύο λόγους, πρώτον όλοι οι συνεργάτες που εμπλέκονται με την δημιουργία του animation έχουν μία καλή ιδέα του τι περιλαμβάνεται και πως ακριβώς θέλουμε να φανεί αυτό και δεύτερον έχουμε μία ιδέα της οικονομικής έκτασης του έργου, οπότε να μπορεί ο πελάτης να ξέρει αν μπορεί να προχωρήσει η όχι.

Ενώ ένα καλό storyboard παρουσιάζει μια σαφή απεικόνιση του animation, χρειάζεται ταυτόχρονα μεγάλη εμπειρία για να απεικονιστεί ο τρόπος που οι εικόνες θα εμφανιστούν με κίνηση. Είναι πιθανό, παραδείγματος χάριν, ότι κάθε εικόνα μέσα το storyboard δεν θα αντιπροσωπεύει το ίδιο ποσό χρόνου εμφάνισης, διάφορες εικόνες ίσως είναι απαραίτητες για να περιγράψουν επαρκώς ένα δευτερόλεπτο μιας σύνθετης δραστηριότητας.

Ιδιαίτερα χρήσιμη μπορεί να αποδειχτεί η κατασκευή ενός απλού storyboard, το οποίο θα θυσιάζει τις λεπτομέρειες που αφορούν την κίνηση και θα βοηθά πελάτες, οι οποίοι μπορεί να μην είναι εξοικειωμένοι στο πως να απεικονίσουν το αποτέλεσμα μιας μεγάλης επένδυσης. Ένα περιεκτικό storyboard, φυσικά, δεν αποκλείει τις αλλαγές κατά τη διάρκεια της παραγωγής.

Modeling

Αυτό το τμήμα ασχολείται με την μορφοποίηση και σχεδίαση των animating χαρακτήρων σύμφωνα με το Storyboard, κάτι που γίνεται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή με αρκετή λεπτομέρεια. Όταν ένας χαρακτήρας αποτελείται από αντικείμενα περισσότερα του ενός είναι προτιμότερο να υπάρχει μία ιεραρχία σε αυτά. Κλασικό παράδειγμα είναι αυτό του ανθρώπινου σώματος, κάτι που χρησιμοποιείται πολύ συχνά σε animation ταινίες. Τα δάχτυλα συνδέονται στο χέρι το οποίο συνδέεται με την σειρά του στον αγκώνα κι αυτό με τη σειρά του στο μπράτσο, και όλα μαζί στον ώμο. Με την ίδια λογική συνδέονται και τα υπόλοιπα τμήματα του ανθρώπινου σώματος μεταξύ τους ιεραρχικά.

Ο λόγος για τον οποίο εφαρμόζεται αυτή η ιεραρχία είναι καθαρά για ευκολία, καθώς η κίνηση κάθε αντικειμένου θα ακολουθείται από ανάλογη μετακίνηση των υπόλοιπων ιεραρχικά συνδεδεμένων τμημάτων σε αυτό.

Υπάρχουν ορισμένες μέθοδοι modeling: Το φυσικό Modelling και οι Ορθογώνιες φωτογραφίες

Σενάριο / Έλεγχος Κίνησης

Η κίνηση και μετακίνηση ενός αντικειμένου είναι το πιο βασικό κομμάτι της διαδικασίας του animation. Υπάρχουν πολλοί τρόποι και διαδικασίες στον έλεγχο τις κίνησης.

i. Δρόμοι Κίνησης

Δρόμος ονομάζεται μία αλληλουχία θέσεων που αποκτά ένα αντικείμενο στο πέρασμα του χρόνου, το μονοπάτι δηλαδή. Ορίζοντας το μονοπάτι ενός αντικειμένου, ο δημιουργός του animation (animator) έχει την ικανότητα να μετακινεί αντικείμενα σαν στατική εικόνα, κάτι που δεν είναι ρεαλιστικό. Τα διαφορετικά κομμάτια που απαρτίζουν το αντικείμενο μπορούν να έχουν το δικό τους ξεχωριστό μονοπάτι το καθένα. Αυτό δείχνει πόσο σημαντική είναι η ιεραρχία που συνδέει τα διαφορετικά τμήματα μεταξύ τους για να βγει μία ρεαλιστική φυσικότατη κίνηση. Ένα καλό παράδειγμα αποτελεί το ανθρώπινο σώμα το οποίο κατά το περπάτημα του παρατηρούνται διαφορετικά μονοπάτια

κίνησης για το κάθε κομμάτι του ξεχωριστά, όπως τα πόδια, τα χέρια, το κεφάλι κ.α.

ii. Κινηματική

Εκτός από το μονοπάτι και τον δρόμο που ακολουθεί ένα αντικείμενο, υπάρχουνε και άλλα εξίσου σημαντικά χαρακτηριστικά που πρέπει να διευκρινιστούν. Θέση, ταχύτητα, επιτάχυνση και οι περιστροφικές τους αντιστοιχίες προσδιορίζουν την επιστήμη τις Κινηματικής. Για παράδειγμα, όταν θέλουμε να προσδώσουμε αργή κίνηση τοποθετούμε τα καρέ σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους, ενώ για ταχύτερες κινήσεις τα τοποθετούμε σε μεγαλύτερη απόσταση. Έτσι υπάρχει ένας εύκολος και μεθοδικός τρόπος να αποδώσει με ακρίβεια τις λεπτομέρειες τις κίνησης.

Υπάρχουνε δύο τρόποι εφαρμογής της Κινηματικής σε ένα αντικείμενο, ειδικότερα στις περιπτώσεις που αυτό αποτελείται από αρκετά κομμάτια: η κανονική και η αντίστροφη. Η πρώτη έχει να κάνει με την εφαρμογή ιεραρχίας ξεκινώντας από την κορυφή ως την βάση ακολουθώντας πάντα την κίνηση των υψηλότερων στην ιεραρχία κομματιών που απαρτίζουν το αντικείμενο. Αυτό που είναι απόλυτα σημαντικό είναι η σωστή διευκρίνηση των σημείων σύνδεσης του αντικειμένου με τα υπόλοιπα αντικείμενα. Συνήθως αυτή είναι η πιο λογική και απλή διαδικασία. Παρόλα αυτά, σε μερικές περιπτώσεις που θέλουμε ένα συγκεκριμένο κομμάτι του αντικειμένου να τοποθετηθεί σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο, ακολουθούμε την λογική της αντίστροφης Κινηματικής. Με αυτή τη μέθοδο ο animator διαλέγει το σημείο από όπου θέλει να ξεκινήσει η κίνηση. Ο Η/Υ υπολογίζει όλες τις συντεταγμένες που πρέπει να ικανοποιούν τις υπάρχουσες συνθήκες. Παρόλα αυτά δεν υπάρχει μόνο μία μέθοδος λύσης στο πρόβλημα, και λύση δίνεται πάντα εφόσον υπολογιστούν σωστά οι κινήσεις των συνδέσμων των αντικειμένων σε σχέση με τα σημεία που έχουμε πάρει ως σημείο αναφοράς.

Μπορούμε να πραγματοποιήσουμε πιο φυσικές και ρεαλιστικές κινήσεις στο animation ενός χαρακτήρα με την βοήθεια του motion capture. Πρόκειται για μία τεχνική κατά την οποία καταγράφονται ψηφιακά οι κινήσεις ενός ηθοποιού, και καταχωρούνται στον Η/Υ. Αυτά τα δεδομένα μετά συνδυάζονται με τον χαρακτήρα του animation με αποτέλεσμα να βγει μία πολύ πιο φυσική κίνηση, ταυτόσημη με αυτήν ενός πραγματικού ανθρώπου.

iii. Δυναμική

Μετά την εφαρμογή της κινηματικής εφαρμόζουμε την δυναμική. Με την δυναμική προσθέτουμε φυσικότητα και ρεαλιστικότητα στην κίνηση του χαρακτήρα μας. Αυτή έχει να κάνει με τις ψευδαισθήσεις της βαρύτητας, της

μάζας, της αντίστασης και τις μορφοποίησης. Έχοντας υπόψη τα προηγούμενα, ο Η/Υ υπολογίζει την κίνηση του αντικειμένου. Παράδειγμα η κίνηση των μαλλιών στον αέρα, η ακόμα μιας σημαίας που κυματίζει. Χάρη στη δυναμική δίνεται φυσική οντότητα στην κίνηση μέσα στον φυσικό χώρο.

iv. In-betweening

Σε αυτή τη διαδικασία ο animator το μόνο που έχει να δημιουργήσει είναι κάποια key-frames. Αυτά είναι κάποια καρέ-κλειδιά στα οποία εμφανίζονται κύριες διαφοροποιήσεις στα αντικείμενα, όπως αλλαγή σχήματος, θέσεως, ταχύτητας και μεγέθους. Μετά την εισαγωγή αυτών, ο Η/Υ υπολογίζει μόνος του όλες τις ενδιάμεσες καταστάσεις σώζοντας πολύτιμο χρόνο στον animator.

Για παράδειγμα, όταν θέλουμε να απεικονίσουμε έναν άνθρωπο να περπατάει, τότε το μόνο που θα χρειαστεί από μέρος μας θα είναι να καθορίσουμε τα ενδιάμεσα στάδια, αρχικά και τελικά της κίνησής του, και τα υπόλοιπα θα τα χειριστεί από μόνος του ο Η/Υ.

v. Onionskinning

Αυτή η μέθοδος βασίζεται στην τεχνική των επιπέδων. Το animation ή ακόμα μία μόνο εικόνα αποτελείται από συνδυασμό αρκετών επιπέδων, τα οποία αλληλοκαλύπτονται. Στο παρελθόν αυτή η τεχνική χρησιμοποιούσε διαφανή χρωματιστά πλαστικά κομμάτια τα οποία αποτελούσαν την εικόνα, καλύπτοντας το ένα το άλλο. Συνήθως ένας χαρακτήρας αποτελούνταν από διαφορετικό κομμάτι πλαστικού, ώστε να χρησιμοποιηθεί και σε επόμενες σκηνές και καρέ.

Η παραπάνω φιλοσοφία του Onionskinning χρησιμοποιείται και σε άλλες κατηγορίες της επιστήμης των Η/Υ όπου διαφορετικές λειτουργίες χρησιμοποιούνται σε διαφορετικά στρώματα, και το τελικό αποτέλεσμα επιτυγχάνεται με τον σωστό συνδυασμό αυτών.

vi. Τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence)

Μια περαιτέρω αφαίρεση της ανάγκης για την επέμβαση χειριστών μπορεί να επιτευχθεί με την “τεχνητή νοημοσύνη” (AI). Αυτός ο επιστημονικός τομέας περιλαμβάνει την οικοδόμηση των χαρακτήρων οι οποίοι είναι ‘προικισμένοι’ με φυσική νοημοσύνη στις μηχανές. Η τεχνική νοημοσύνη προσφέρει τη δυνατότητα για τη δημιουργία του ‘δράστη’ που μπορεί να δημιουργηθεί από τα χειρόγραφα κι έπειτα να αφήνεται για να συνεχίσει με την

παραγωγή δικού του animation! Εάν ένας ‘δράστης’ “καταλαβαίνει” πώς να αποκριθεί σε οποιαδήποτε δεδομένη κατάσταση, χρειάζεται να του δώσουμε πολύ λιγότερες κατευθύνσεις. Αυτή η κατανόηση θα μπορούσε να καλύψει όχι μόνο τις φυσικές αντιδράσεις (όπως πώς να τροποποιήσει ένα σχέδιο βηματισμού ως αλλαγής ταχύτητας και πώς να αποκριθεί στις συγκρούσεις), αλλά και περιβαλλοντικές (όπως το πώς να προγραμματίσει μια βέλτιστη διαδρομή από το Α στο Β και πώς αποφεύγεται ένα εμπόδιο) και επίσης συμπεριφοράς (όπως ποια θέση να κρατήσει με άλλους δράστες και πώς να αντιδράσει στις συγκρουόμενες απαιτήσεις).

Οι εργασίες για την εφαρμογή των τεχνικών ‘Τεχνικής Νοημοσύνης’ στο animation είναι στα αρχικά στάδια της αλλά το ενδιαφέρον είναι πολύ ισχυρό.

Για την τελική δημιουργία του Animation γίνεται χρήση ενός από τις παραπάνω μεθόδους, και το πια τελικά θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από τον τύπο του animation, δηλαδή αν πρόκειται για δυσδιάστατο ή τρισδιάστατο.

2-D

Τα περισσότερα animation είναι τρισδιάστατα, καθώς αναπαριστούν συνήθως τον κόσμο μας ο οποίος είναι τρισδιάστατος. Τα δυσδιάστατα animation συνήθως κάνουν χρήση κυψελών όπου τα key-frames χρησιμοποιούνται για να δείξουν την διαδρομή του animation, και τα ενδιάμεσα στάδια σχεδιάζονται από τον animator και όχι τον H/Y. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι οι εικόνες δημιουργούνται πάνω σε επίπεδο κουκίδων (pixels). Το morphing είναι η πιο διαδεδομένη τεχνική στο 2-D animation σήμερα. Αυτή η τεχνική είναι κυρίως τεχνική μορφοποίησης έτοιμης εικόνας παρά τεχνική δημιουργίας εικόνας.

3-D

Σχεδόν όλα τα computer animation που γίνονται σήμερα βασίζονται στις τεχνικές της κυψέλης. Τα περισσότερα υπολογιστικά συστήματα animation βασίζονται σε χρονικά μεταβαλλόμενες παραμέτρους, ονομαζόμενες ως τροχιές, και καθορίζουν την πορεία και το στάδιο του animation σε κάθε στιγμή. Το ζεύγος (χρόνος, παράμετρος) μίας τροχιάς καθορίζει την κατάσταση του animation για την συγκεκριμένη χρονική στιγμή καθώς και την στατική εικόνα. Οι διαδικασίες είναι συγκριτικά παρόμοιες με τις διαδικασίες για την δημιουργία animation με την τεχνική της κυψέλης, αφήνοντας όμως πολύ μεγαλύτερες δυνατότητες και ευελιξίες χάρη στην χρήση state-variable αντί για world-variable. Παρόλο που οι τροχιές δεν επιτρέπεται να είναι ανεξάρτητες, μπορούμε εύκολα να τις χειριστούμε σαν ανεξάρτητες, οδηγώντας μας στην

τεχνική ιεραρχίας animation όπου πρώτα πραγματοποιείται η γενική κίνηση του μοντέλου και μετά σταδιακά προστίθεται λεπτομέρεια. Ο αριθμός των τροχιών που πραγματοποιούνται σε ένα animation καθώς και η πολυπλοκότητα του καθενός, δείχνει την δυσκολία και την χρονική απαίτηση που έχει αυτή η διαδικασία, κάτι που δείχνει τον δρόμο εξέλιξης και των H/Y προς αυτή τη κατεύθυνση του animation.

Rendering

Μία μεγάλη δυσκολία εμφανίζεται όταν ο animator καλείται να δημιουργήσει αμέσως μία σκηνή με γραφικές λεπτομέρειες, όπως φωτισμοί, σκιές και επιφάνειες. Μία συνηθισμένη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος είναι μέσω rendering των σχημάτων και της σκηνής μαζί σε γεωμετρική μορφή .

Wire Frame

Με αυτή την μέθοδο ο animator πρέπει να δώσει σε κάθε τμήμα της προετοιμασίας το σωστό βασικό χρώμα σύμφωνα με την επιφάνεια του αντικειμένου. Όσο μεγαλύτερη ποιότητα θέλουμε, τόσο πιο χρονοβόρα διαδικασία αντιμετωπίζουμε. Όλα εξαρτώνται από τον animator, ο οποίος έχει πολλές επιλογές ως προς τον τρόπο και διαδικασία εκτέλεσης του rendering ανάλογα με την σκηνή.

Flat Shading

Είναι πιθανό να έχουμε και rendering σε πραγματικό χρόνο. Φυσικά έχουμε σαν αποτέλεσμα το χάσιμο ποιότητας και γραφικής λεπτομέρειας, διότι στην μέθοδο αυτή που ονομάζεται Flat Shading παρατηρούμε γρήγορο κι εύκολο render αλλά σε αντικείμενα με επίπεδα, χωρίς ρεαλιστικότητα.

Gouraud

Μία επίσης γρήγορη μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα είναι η τεχνική του Gouraud. Αυτή η τεχνική απλά αλλοιώνει απαλά τα χρώματα στις άκρες ενός αντικειμένου, αντιγράφοντας τον τρόπο που λειτουργεί μία σκιά, σύμφωνα και με τις τιμές που έχει ο υπολογιστής για το χρώμα και το render που θα υπάρξει στα αντικείμενα αυτό.

Phong

Η τεχνική του PHONG εφαρμόζεται σε όλα τα χρώματα ενός αντικειμένου, χωρίς να λαμβάνουμε υπόψη μας τις επιφάνειες, αλλά το χρώμα του κάθε σημείου ξεχωριστά. Αυτός ο υπολογισμός παίρνει υπόψη του εκτός από τα βασικά χρώματα και τον φωτισμό και τις επιφάνειες του αντικειμένου. Η ποιότητα της μεθόδου είναι ικανοποιητική χωρίς μεγάλη απώλεια χρόνου.

Ray Tracing

Η ποιότητα αυτής της μεθόδου είναι η καλύτερη, αλλά χρειάζεται πολύς χρόνος για την διαδικασία του rendering. Είναι η πιο ολοκληρωμένη μέθοδος λαμβάνοντας υπόψη της όλες τις γραφικές παραμέτρους: χρωματισμούς, φωτισμούς, σκιάσεις, διαπερατότητες και αντανάκλασεις. Είναι η μόνη μέθοδος που δίνει στο φως πραγματική οντότητα υπό όλες τις συνθήκες, σε οποιαδήποτε επιφάνειες του αντικειμένου προσδίδοντας φυσικότητα και πραγματική εμφάνιση σε κάθε ξεχωριστό σημείο.

Radiosity

Πρόκειται για την πιο σύγχρονη και μέθοδο rendering, ακολουθώντας μία πολύ σοφιστική λογική, υπολογίζοντας μία εικόνα ολοκληρωμένα λαμβάνοντας υπόψη και τις επιδράσεις των αντικειμένων μεταξύ τους. Πρόκειται για ένα μοντέλο το οποίο προσεγγίζει την πραγματικότητα περισσότερο από κάθε άλλο, απαιτώντας όμως παράλληλα και χρόνο και υπολογιστική ισχύ. Παράδειγμα είναι ένα μπιλιάρδο όπου θέλουμε οι μπάλες να γυαλίζουν στο φως και να αντανάκλουν κομμάτι από το περιβάλλον τους σφαιρικά, περιλαμβάνοντας και τις υπόλοιπες μπάλες μαζί με το τραπέζι ανάλογα με τις επιφάνειές τους, τα χρώματά τους και τον φωτισμό τους.

Textures

Texture mapping

Τα textures είναι τα σχέδια σε επιφάνειες. Υπάρχουν δύο ειδών textures, τα 2-D και τα 3-D. Ενώ τα 2-D textures είναι ουσιαστικά εικόνες ή ζωγραφιές, τα 3-D textures δίνουν την ψευδαίσθηση του βάθους και του όγκου. Η τρισδιάστατη εμφάνιση μπορεί να πραγματοποιηθεί με την τοποθέτηση απλών textures σε διαφορετικές σκάλες. Επίσης οι ορολογίες texture mapping και texture wrapping αποτελούν τα δύο είδη κάλυψης της επιφάνειας ενός

αντικειμένου με πραγματική εμφάνιση, δίνοντας την ρεαλιστική εικόνα ενός αντικειμένου πως αποτελείται από κάποιο υλικό.

Image mapping

Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να παράγουμε animation μέσα σε άλλο animation. Έτσι μας επιτρέπεται να χρησιμοποιήσουμε ένα animating 2-D texture πάνω σε αντικείμενο που κινείται και αποτελεί ήδη από μόνο του ένα animation.

Reflectance Mapping

Αυτή η τεχνική επιτρέπει στον χρήστη να εμφανίσει ανακλάσεις του περιβάλλοντος μίας σκηνής πάνω στην επιφάνεια ενός αντικειμένου. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να αντιγράψει εικόνες από το γύρω περιβάλλον του αντικειμένου, πάνω στις επιφάνειες αυτού σύμφωνα με τις καμπύλες του, το σχήμα του, και την γωνία ανάμεσα στις εικόνες αυτές και στις επιφάνειες του.

Procedural Mapping

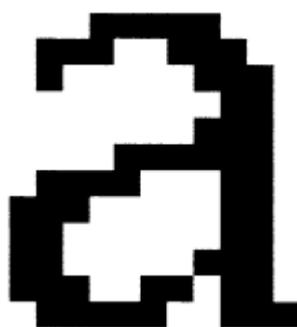
Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται για τη δημιουργία textures των οποίων οι τιμές ακολουθούν μαθηματικούς τύπους και κανόνες, μεταβάλλοντας με τον χρόνο την εμφάνισή τους. Παράδειγμα τέτοιων συνθηκών είναι τη φθορά αντικειμένων και των επιφανειών τους από φυσικές αιτίες όπως η φωτιά και η ζέστη και άλλα.

Bump Mapping

Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να δώσουμε υφή στην επιφάνεια ενός αντικειμένου. Παράδειγμα είναι το δέρμα ενός κροκόδειλου η ακόμα και η επιφάνεια ενός βράχου.

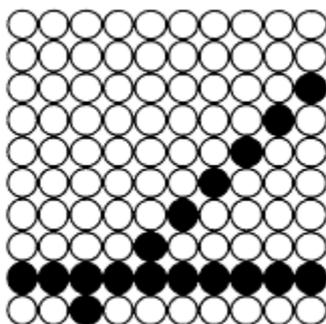
Pixels

Η βασική μονάδα με την οποία μια εικόνα χτίζεται σε μια οθόνη υπολογιστή, ή σε μια οθόνη τηλεόρασης, είναι το Pixel (αρχικά των λέξεων 'picture element') ή, στα ελληνικά, εικονοστοιχείο, το οποίο μπορεί να είναι κύκλος, τετράγωνο ή ορθογώνιο.



Εικόνα 20: Παρουσίαση κατασκευής ενός γράμματος από τετράγωνα pixels

Με τον ίδιο τρόπο που μια φωτογραφία σε εφημερίδα αποτελείται από πολλές σειρές από σημεία, σειρές από pixels (κάθε σειρά μια "γραμμή ανίχνευσης"), το ένα δίπλα στο άλλο στην οθόνη, δίνει την παραίσθηση μιας συνεχούς εικόνας, εάν είναι σε επαρκή ποσότητα και από μια κατάλληλη απόσταση. Οριζόντιες σειρές από pixels ανιχνεύονται από μια δέσμη ηλεκτρονίων στο καθοδικό σωλήνα του monitor, και το σχέδιο των γραμμών ανίχνευσης είναι γνωστό ως "ράστερ" (καμβάς σχεδίασης).



Εικόνα 21: Στρογγυλά pixels δημιουργούν 2 γραμμές που διασταυρώνονται

Η πυκνότητα των pixels καθορίζει κατά ένα μεγάλο μέρος την ανάλυση (resolution) της εικόνας. Όσο περισσότερα pixels υπάρχουν, τόσο υψηλότερη

είναι η ανάλυση, και τόσο καθαρότερη η εικόνα. Δεν υπάρχει κάποιο πρότυπο ή κανόνας που να ορίζει επακριβώς τι ορίζεται υψηλής ανάλυσης και τι όχι.

Σε κάποια μηχανήματα τα pixels παίρνουν 2 τιμές 'on' και 'off'. Όταν επιλέγεται το 'on', το pixel φωτίζεται και φαίνεται λευκό, ενώ όταν επιλέγεται το 'off' το pixel φαίνεται μαύρο. Μια μίξη λευκών και μαύρων pixels, σε κατάλληλες αναλογίες, δίνουν την απόχρωση του γκρι. Άλλα μηχανήματα μπορούν να δείξουν το γκρι ανάλογα με την ένταση του φωτισμού κάθε pixel.

Στις έγχρωμες οθόνες, κάθε pixel θα φωτιστεί ως χρώμα που ορίζεται ως ένα μίγμα από κόκκινο, πράσινο και μπλε (τα τρία βασικά χρώματα του φωτός) σε ένα "RGB" σύστημα. Όλο κόκκινο, χωρίς πράσινο ή μπλε, παράγει ένα κόκκινο pixel. Ένα ίσο μίγμα και των τριών χρωμάτων παράγει ένα άσπρο pixel, ενώ μεταβάλλοντας την αναλογία των τριών κύριων χρωμάτων, μια σειρά χρωμάτων (συμπεριλαμβανομένου του γκρι) μπορεί να παραχθεί.

Υπάρχουν κι άλλα συστήματα για τον καθορισμό των χρωμάτων, όπως το "HLS" όπου το χρώμα καθορίζεται από τις παραμέτρους του χρώματος, της φωτεινότητας και του κορεσμού.

Το μέγεθος της παλέτας και ο μέγιστος αριθμός χρωμάτων που μπορεί να εμφανιστεί στην οθόνη συγχρόνως, ποικίλλει σύμφωνα με το μηχάνημα. Ο αριθμός των "bits" που διατίθενται σε κάθε pixel καθορίζει πόσο μεγάλη μπορεί να είναι η παλέτα.

Πιο παλιά ένας Μικροϋπολογιστής 16 bit μπορούσε να επιδείξει 16 χρώματα από μια παλέτα 512 χρωμάτων σε μια ανάλυση 320X200, ενώ ένας τερματικός σταθμός 24 bit μπορούσε να εμφανίσει οποιοδήποτε χρώμα από μια παλέτα 16,7 εκατομμυρίων χρωμάτων σε ανάλυση 1280X1024. Τρία κοινά πρότυπα που καθιερώθηκαν για PCs είναι:

'CGA' με 320×200 pixels, 4 χρώματα

'EGA' με 640×350 pixels, 16 χρώματα

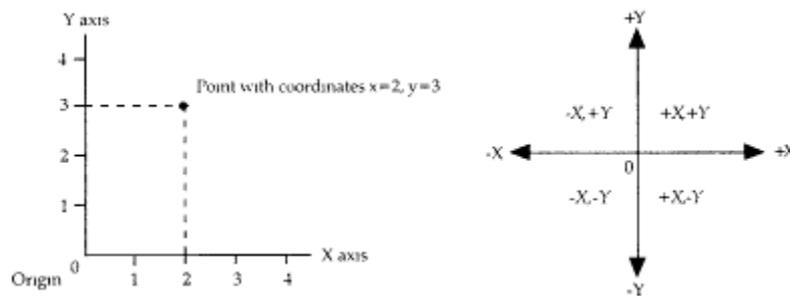
'VGA' με 640×480 pixels, 16 χρώματα

Φυσικά σήμερα αυτά τα πρότυπα είναι πολύ 'φτωχά' αφού μια κοινή οθόνη υπολογιστή έχει ανάλυση τουλάχιστον 1024 X 768 pixels έως και 1280 X 1024 pixels και με εκατομμύρια χρώματα. Καθώς αναπτύσσονται αναλύσεις που υπερβαίνουν τα 8000X8000 pixels, μπορούν πια να παραχθούν εικόνες τόσο τέλειες σαν να έχουν σχεδιαστεί στο χέρι. Θα περίμενε κανείς ότι ο ρεαλισμός μιας εικόνας θα αυξανόταν όσο μεγαλώνει το μέγεθος της παλέτας. Πέρα, όμως, από ένα σημείο το μάτι δεν μπορεί πλέον να διακρίνει τις διαφορές μεταξύ πολύ κοντινών χρωμάτων. Το σημείο αυτό ορίζεται περίπου στα 350.000 χρώματα και το μόνο που 'κερδίζουμε' ξεπερνώντας αυτό το σημείο είναι να χρειαζόμαστε περισσότερη μνήμη στα μηχανήματα με τα οποία επεξεργαζόμαστε τις εικόνες, χωρίς καμιά ορατή βελτίωση στην ποιότητα της

εικόνας. Οι ομαλές διαβαθμίσεις που επιτυγχάνονται σε μια μεγάλη παλέτα δίνουν την ψευδαίσθηση υψηλότερης ανάλυσης από μια εικόνα που χρησιμοποιεί μικρότερη παλέτα.

Συντεταγμένες

Ένα μεμονωμένο pixel μπορεί να καθοριστεί από την στήλη και την σειρά που αυτό βρίσκεται, παραδείγματος χάριν: Η "στήλη 3, σειρά 3" εικονίζει ένα pixel κοντά στην αριστερή κορυφή της οθόνης, η "στήλη 320, σειρά 200" εικονίζει ένα pixel στο κέντρο της οθόνης. Με τον ίδιο τρόπο με τον οποίο ένα σημείο σε έναν χάρτη μπορεί να αναφερθεί από το πλέγμα των συντεταγμένων του χάρτη αυτού, έτσι οποιοδήποτε σημείο στην οθόνη μπορεί να αναφερθεί από τις καρτεσιανές συντεταγμένες της, ένα σύστημα που αναπτύχθηκε από τον René Descartes, φιλόσοφο και μαθηματικό του 16ου αιώνα.

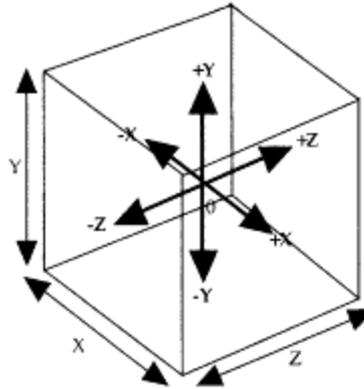


Εικόνα 22: Το ορθοκανονικό δυσδιάστατο σύστημα αξόνων

Ένας οριζόντιος άξονας (ο X) και ένας κάθετος άξονας (ο Y) είναι επαρκείς για να καθορίσουν οποιοδήποτε σημείο σε μια δυσδιάστατη περιοχή σχετικά με την αρχή των δυο συντεταγμένων.

Δυσδιάστατες καρτεσιανές συντεταγμένες, και τα τέσσερα τεταρτημόρια που περιβάλλουν το σημείο 0,0 (αρχή συντεταγμένων) και τα οποία δείχνουν τους αρνητικούς καθώς επίσης και τους θετικούς άξονες

Συχνά είναι βολικό να τεθεί η αρχή των συντεταγμένων στο κέντρο της οθόνης, και να μετατρέπονται οι συντεταγμένες του pixel αναλόγως, αν είναι θετικές ή αρνητικές. Στο 3-διάστατο διάστημα (3-D) ένας πρόσθετος άξονας "Z" απαιτείται, κάθετος στο επίπεδο των X και Y αξόνων.



Εικόνα 23: Ένα τρισδιάστατο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων

Ψηφιογραφικές (Raster) / Διανυσματικές (Vector) Εικόνες

Είναι, φυσικά, δυνατό να χρησιμοποιηθεί μια 2-D (δυσδιάστατη) ενιαία περιγραφή ενός αντικείμενου, όπως σε μια φωτογραφία. Αυτό, εντούτοις, δεν περιέχει τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες να χειριστούμε αντικείμενα σε 3-D (τρειςδιάστατη) μορφή, μολονότι μια δυσδιάστατη εικόνα μπορεί να χειριστεί στην επίπεδη επιφάνεια μιας οθόνης. (Παραδείγματος χάριν μια εικόνα μπορεί να διαχωριστεί και τα διαφορετικά στοιχεία να μετακινηθούν στην οθόνη. Τα στοιχεία αυτά μπορεί να αντιστοιχούν σε μεμονωμένα αντικείμενα και μπορούν να αντιμετωπιστούν ως "sprites".) Τα Sprites χρησιμοποιούνται ευρέως στα παιχνίδια υπολογιστών.

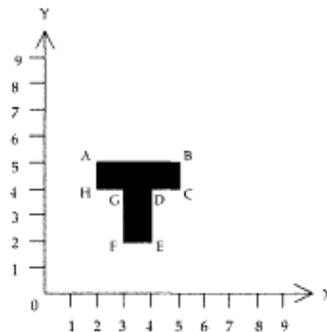
Εάν ένα αντικείμενο αναπαρίσταται από τις εντάσεις των pixels τα οποία συνθέτουν μια δυσδιάστατη εικόνα, αυτό περιγράφεται ως εικόνα 'ράστερ'. Εάν αναπαρίσταται από τις σχέσεις χώρου μεταξύ 2-D ή 3-D κορυφών που καθορίζουν το αντικείμενο, τότε είναι μια "διανυσματική" εικόνα (vector). Για παράδειγμα, ένα τετράγωνο θα μπορούσε να οριστεί από τα pixels που βρίσκονται από τις στήλες 100 έως 200 και στις σειρές 350 έως 450 (περιγραφή 'ράστερ'), ή (εάν μια "μονάδα" τεθεί ότι ισούται με το μέγεθος ενός pixel) ως 10 μονάδες επάνω, 10 απέναντι, 10 κάτω και 10 βάθος, που αρχίζει σε ένα ιδιαίτερο σημείο το οποίο αναπαρίσταται από τις συντεταγμένες στην οθόνη 100,450 (μια 2-D διανυσματική εικόνα), κάθε μονάδα εμφανίζεται ως δέκα pixels, σε αυτήν την περίπτωση.

Είναι εύκολο να αγνοηθεί η ανάγκη για έναν αλγόριθμο που θα απεικονίζει γραμμές στην οθόνη, αλλά λίγες περιγραφές γραμμών είναι κατάλληλες να χαρτογραφήσουν ακριβώς στις θέσεις των pixels. Ο Newman το 1984 επισήμαινε ότι μια ευθεία γραμμή πρέπει να εμφανιστεί ευθεία, πρέπει να τελειώνει επακριβώς, πρέπει να έχει τη σταθερή πυκνότητα και πρέπει να

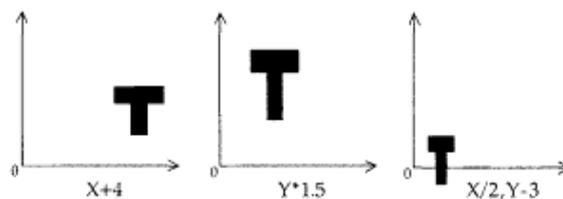
ζωγραφίζεται γρήγορα. Ένας από τους ευρύτερα χρησιμοποιημένους αλγορίθμους είναι αυτός του J. E. Bresenham, ο οποίος αναπτύχθηκε αρχικά για τη χρήση σε plotters, και αποφεύγουν την επαναλαμβανόμενη χρήση της διαίρεσης ή του πολλαπλασιασμού (που είναι σχετικά αργοί υπολογισμοί για έναν υπολογιστή).

Transformations (Μετασχηματισμοί)

Αφού καθοριστεί ένα αντικείμενο χρησιμοποιώντας ένα σύστημα συντεταγμένων πρέπει να απαιτούνται μόνο απλά μαθηματικά για να μπορέσουμε να το τροποποιήσουμε ή να το μετακινήσουμε.



	A	B	C	D	E	F	G	H
	2,5	5,5	5,4	4,4	4,2	3,2	3,4	2,4
(X+4)	6,5	9,5	9,4	8,4	8,2	7,2	7,4	6,4
(Y*1.5)	2,75	5,75	5,6	4,6	4,3	3,3	3,6	2,6
(X/2, Y-3)	1,2	2,5	2,5	2,1	2,-1	1,5	1,5	1,1



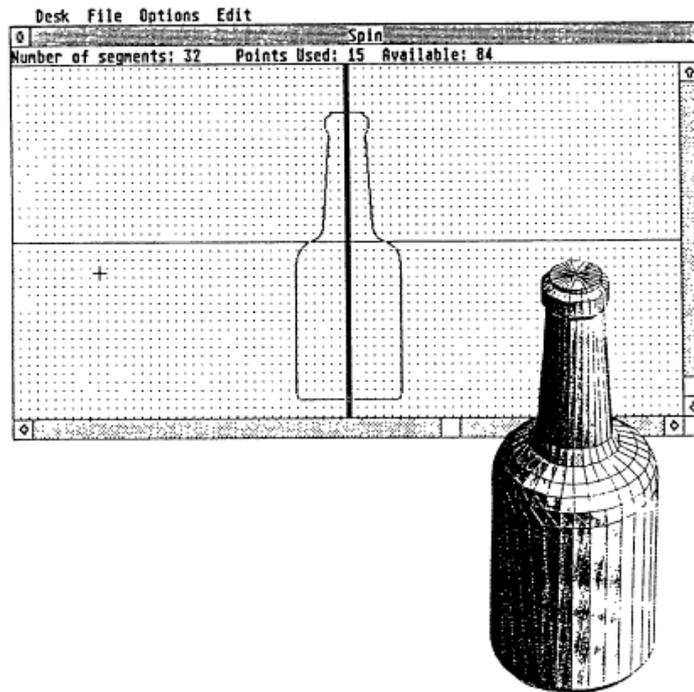
Εικόνα 24: Εφαρμόζοντας μαθηματικά σε ένα απλό σχήμα

Παραδείγματος χάριν, εάν πάρουμε ένα τετράγωνο, σχεδιασμένο σε δύο διαστάσεις, μπορούμε να δούμε την επίδραση απλών αλλαγών στους αριθμούς των συντεταγμένων. Προσθέτοντας 2 σε όλες τις συντεταγμένες X, το τετράγωνο κινείται 2 μονάδες δεξιά, κάνουμε το ίδιο στις συντεταγμένες Y και αυτό κινείται προς τα επάνω. Αυτό είναι γνωστό ως "translation"

(μετασχηματισμός συντεταγμένων) και ήδη έχουμε τα μέσα να ‘ζωντανέψουμε’ το τετράγωνο με διαδοχικές προσθέσεις στις συντεταγμένες. Η αφαίρεση από τις συντεταγμένες θα κινήσει το τετράγωνο σε μια αρνητική κατεύθυνση και η εφαρμογή κάποιων βασικών κανόνων τριγωνομετρίας θα επιτρέψει την περιστροφή του αντικειμένου γύρω από τον εαυτό του. Μπορούμε επίσης να κλιμακώσουμε το μέγεθος του με τον πολλαπλασιασμό των X και Y συντεταγμένων με έναν σταθερό παράγοντα, είτε αναλογικά είτε από διαφορετικούς παράγοντες σε κάθε άξονα.

Modelling

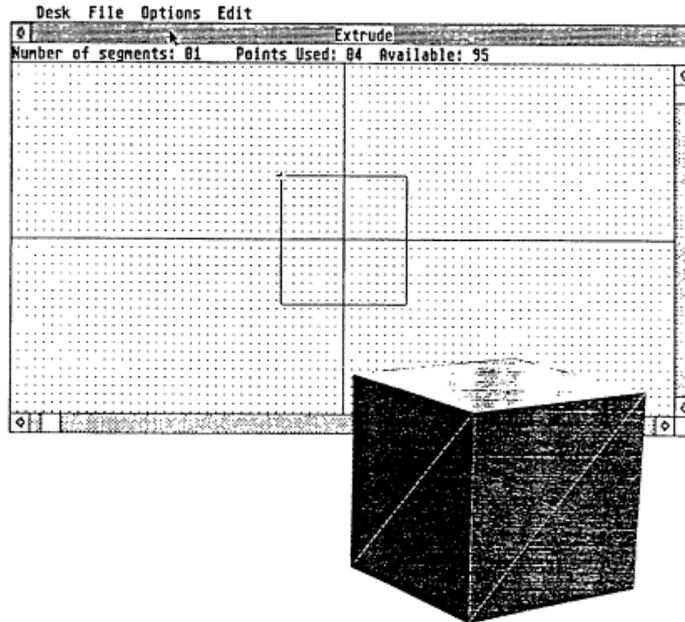
Διάφοροι τύποι περιγραφών είναι διαθέσιμοι για τα τρισδιάστατα αντικείμενα, ο πιο κοινός στο πλαίσιο του animation είναι η μέθοδος απεικόνισης ορίου, γνωστό ως "**b-rep**". Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, η επιφάνεια ενός αντικειμένου ‘πολυγωνίζεται’ (απεικονίζεται δηλαδή σε ένα πολύγωνο) και αποθηκεύει την περιγραφή σαν ένα κατάλογο από κορυφές (οι γωνίες των πολυγώνων επιφάνειας), ένα κατάλογο από γραμμές που ενώνουν τις κορυφές (οι άκρες των πολυγώνων) κι ένα κατάλογο επιφανειών (που προσδιορίζουν τα μεμονωμένα πολύγωνα). Για τους σκοπούς του rendering του αντικειμένου αυτού, αυτά τα πολύγωνα συνήθως ‘τριγωνοποιούνται’ (αφού τα τρίγωνα είναι απαραίτητος επίπεδες και πολύ σαφείς επιφάνειες) αλλά αυτό δεν είναι απαραίτητο κατά την περιγραφή του αντικειμένου.



Εικόνα 25: Ένα διαμορφωμένο πρότυπο μπουκαλιού και το αντικείμενο που δημιουργήθηκε με περιστροφή

Αν ένα αντικείμενο ορίζεται στους άξονες X και Y, τότε η περιστροφή του σ' αυτούς τους άξονες (συνήθως του Y) μπορεί να παράγει ένα περιστρεφόμενο αντικείμενο. Εάν η κίνηση είναι σε μια κατεύθυνση ορθογώνια στο αντικείμενο, τότε το αντικείμενο περιγράφεται ως "extruded" (προεξέχων). Μια απλή περίπτωση είναι ένα τετραγωνικό τμήμα που εξωθείται κατά μήκος μιας ευθείας διαδρομής για να παραγάγει έναν κύβο.

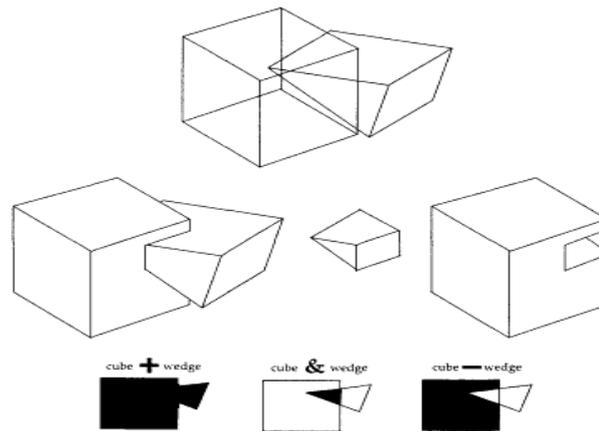
Είναι δυνατό για το τμήμα να αλλάξει στα σημεία κατά μήκος της πορείας εξώθησης, οπότε σ' αυτή την περίπτωση ένα πιο σύνθετο αντικείμενο, θα μπορούσε να καθοριστεί. Η πορεία δεν χρειάζεται να είναι ευθεία, εντούτοις, και τα λεπτά αντικείμενα μπορούν να δημιουργηθούν με την εξώθηση κατά μήκος των κυρτών διαδρομών.



Εικόνα 26: Ένας κύβος που δημιουργείται από ένα τετραγωνικό πρότυπο

Αυτό είναι παρόμοιο με το "*lofting*", μια ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική στην οποία διατομές κατευθείαν σε ένα αντικείμενο ενώνονται με την τεχνική "*triangulation*" (τριγωνοποίηση), η οποία είναι μια τυποποιημένη τεχνική για την δημιουργία καταλληλότερων επιφανειών των τριγωνικών 'μπαλωμάτων' μεταξύ των ακρών των διαδοχικών τμημάτων. Οι διατομές θα μπορούσε να θεωρηθούν παρόμοιες με τις γεωγραφικές γραμμές που καθορίζουν έναν λόφο, και τα τριγωνικά μπαλώματα ως περιγραφές της επιφάνειας του ίδιου του λόφου. Η ακρίβεια της τεχνικής εξαρτάται προφανώς από τη λεπτομέρεια της διατομής και τη στενότητα των τμημάτων.

Μια άλλη μέθοδος διαμόρφωσης, δημοφιλής στα συστήματα CAD, είναι η κατασκευαστική στερεομετρία, η οποία αναφέρεται ως *CSG*. Σε αυτήν την προσέγγιση, ένα αντικείμενο αντιπροσωπεύεται ως συνδυασμός απλών "πρωτόγονων" στοιχείων όπως ο κύβος, η σφαίρα και ο κύλινδρος. Αυτά τα βασικά στερεά χρησιμοποιούνται σαν δομικές μονάδες για τα πιο σύνθετα αντικείμενα με την χρήση των καθορισμένων διαδικασιών Boolean όπως η "ένωση", η "διατομή" και "διαφορά". Τα 'πρωτόγονα' αυτά στοιχεία μπορούν να ενωθούν (*join*), να αφαιρεθούν (*intersection*) μεταξύ τους και ένα αντικείμενο μπορεί να καθοριστεί από την περιοχή επικάλυψης δύο άλλων τεμνόμενων αντικειμένων (*difference*).

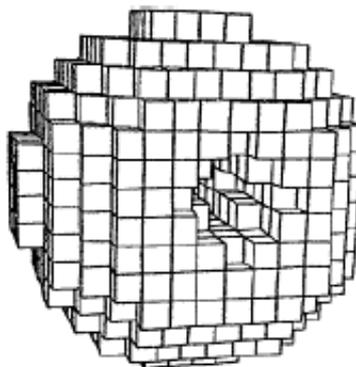


Εικόνα 27: Διαμόρφωση CSG από τεμνόμενο κύβο και μια σφήνα

Η μέθοδος CSG είναι πολύ οικονομική όσον αφορά τις πληροφορίες που χρειάζονται να αποθηκευτούν σχετικά με ένα αντικείμενο, αλλά χρειάζεται μετατροπές ώστε να μπορεί να διαχειριστεί το αντικείμενο αυτό.

Μια απλή μέθοδος αυξανόμενου ενδιαφέροντος που έχει βρει ιδιαίτερης εφαρμογής στον τομέα της ιατρικής απεικόνισης, είναι η '*spatial occupancy enumeration*' ('χωρική απαρίθμηση κατοχής'). Ένα τρισδιάστατο αντικείμενο διαιρείται σε κυβικές μονάδες που καλούνται "voxels", οποιουδήποτε μεγέθους θεωρηθεί κατάλληλο, και το αντικείμενο περιγράφεται με την καταγραφή των μονάδων που αυτό καταλαμβάνει.

Επειδή αυτή η μέθοδος απαιτεί εκτενή αποθήκευση, προκειμένου να καθοριστεί ένα αντικείμενο σε μια ικανοποιητική ανάλυση, υιοθετείται συχνά η τεχνική '*octree decomposition*' ('αποσύνθεσης octree'). Αυτό αρχίζει με μεγάλες μονάδες και επιτρέπει τη μείωση στο μέγεθος μονάδων μόνο σε εκείνες τις περιοχές όπου απαιτείται μεγαλύτερη ανάλυση. Αν και η μέθοδος αναμένει την μέγιστη διαθεσιμότητα των υπολογιστών με μεγάλες μνήμες, έχει αρκετά πλεονεκτήματα σε μερικά περιβάλλοντα, και είναι εύκολη στη διαχείρισή της.



Εικόνα 28: Αντιπροσώπηση Voxel ενός στερεού

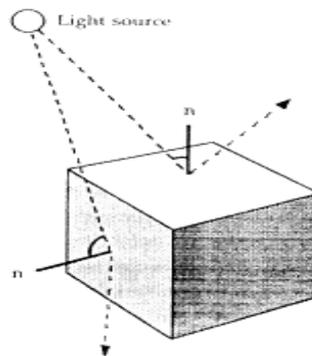
Τα σωματιδιακά συστήματα (*Particle systems*) έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, αν και μάλλον ειδικεύονται στη μέθοδο του modelling. Αποτελούνται από ένα μεγάλο αριθμό "μορίων" (μεταξύ 104 και 106), κάθε ένα από τα οποία αντιπροσωπεύει ένα τρισδιάστατο σημείο. Σε ποσότητα, μια ομάδα αυτών των μορίων μπορεί να αποτελέσει ένα αντικείμενο, και είναι μια μέθοδος που συνδέεται με τη διαμόρφωση των ασαφών φαινομένων όπως σύννεφα, πυρκαγιά και γρασίδι. Ως πλεονέκτημα της μεθόδου αναφέρεται ότι ένα μόριο είναι πολύ εύκολο για να καθοριστεί, να δημιουργηθεί και να κινηθεί.

Rendering

Μέχρι τώρα, η περιγραφή της παραγωγής των εικόνων σε υπολογιστή, προτείνει μια μάλλον διαγραμματική αντιπροσώπευση του πραγματικού κόσμου. Για να δημιουργηθεί μια ρεαλιστική εικόνα του κόσμου, τα αντικείμενά μας χρειάζονται περισσότερη επεξεργασία. Τα αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο φωτίζονται από φως διαφορετικών χρωμάτων, οι ιδιότητές τους δημιουργούνται από μια σειρά πηγών και κατευθύνσεων, έχουν διαφορετικούς βαθμούς ανακλαστικότητας και διαφάνειας, έχουν διαφορετικές ιδιότητες επιφάνειας. Η αλληλεπίδραση αυτών των ιδιοτήτων μας δίνει μια πλούσια αντίληψη γι' αυτά τα αντικείμενα και το σκηνικό στο οποίο αυτά υπάρχουν.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι φωτισμού, διαθέσιμοι ακόμη και στις απλούστερες εφαρμογές. Ένα '*point source*' ('σημείο πηγής') είναι μια πηγή φωτός όπως ένας μικρός προβολέας (spot), στο οποίο η ακτίνα διαχέεται από ένα συγκεκριμένο σημείο και μπορεί να περιοριστεί στο τόξο του από μια σκιά κάποιου είδους. Μπορεί να είναι υπαγόμενο στο "αντίστροφο τετραγωνικό νόμο" σύμφωνα με τον οποίο η ένταση του φωτός μειώνεται αναλογικά ως προς την απόσταση από την πηγή. Ένας άλλος τύπος φωτισμού ονομάζεται "*ambient*", σύμφωνα με τον οποίο, όλες οι επιφάνειες φωτίζονται με δυνατό φως και χωρίς κατεύθυνση, και συχνά είναι χρήσιμο στην εκτόνωση των συνολικά σκιασμένων περιοχών που δημιουργούνται από τις πηγές φωτός σε απλούστερα πρότυπα φωτισμού. Είναι δυνατό, φυσικά, να συμπληρωθούν οι επιφάνειες, pixel by pixel, με ένα πρόγραμμα ζωγραφικής αλλά είναι μάλλον πρακτικότερο να υιοθετηθούν αλγόριθμοι για την διαχείριση του φωτισμού στις επιφάνειες. Όπως είναι αναμενόμενο, οι τύποι φωτισμού κυμαίνονται από γρήγορες, ακατέργαστες αποδόσεις που είναι σχεδόν άμεσες, έως στις πιο αργές, λεπτότερες μεθόδους που μπορούν να χρειαστούν ώρες, ή ακόμα και ημέρες, για να ολοκληρωθεί η διαδικασία.

Ο απλούστερος τύπος είναι ο "**Lambert shading**", ο οποίος χρησιμοποιεί το συνημίτονο της γωνίας μεταξύ της ακτίνας του φωτός που χτυπά την επιφάνεια και την ίδια την επιφάνεια, για να πιστοποιήσει ποια πρέπει να είναι η ένταση του φωτός στην επιφάνεια. (ως εκ τούτου το εναλλακτικό όνομα "συνημίτονο που σκιάζει"). Καθώς η πηγή φωτός πλησιάζει σε μια κάθετη με την επιφάνεια, τόσο η γωνία μειώνεται και η επιφάνεια γίνεται πιο φωτεινή. Όταν το φως είναι κάθετο στην επιφάνεια και η γωνία είναι μηδέν, τότε η έντασή του είναι στο μέγιστο. Παρά την απλότητά του, ο τύπος αυτός βοηθάει πάρα πολύ στην αντιληπτική κατανόηση του αντικειμένου και, δεδομένου ότι μπορεί να εφαρμόζεται εξαιρετικά γρήγορα, συμπεριλαμβάνεται συνήθως ως βασική μέθοδος σκίασης στις εφαρμογές. Εντούτοις, παράγει επίπεδα σκιασμένα πολύγωνα που δίνουν έμφαση στην πλαστικότητα του μοντέλου.



Εικόνα 29: Σκίαση Lambert. Το συνημίτονο της γωνίας μεταξύ της επιφάνειας " n " και η ακτίνα που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της έντασης της επιφάνειας

Ο **Henri Gouraud** έδωσε το όνομά του σε ένα βελτιωμένο πρότυπο σκίασης που δημοσιεύθηκε το 1971. Υπολογίζει κατά μέσο όρο την ένταση του φωτός στην άκρη κάθε πολυγώνου και κατόπιν, σύμφωνα με τα στοιχεία, προσπαθεί να δώσει μια πολύ πιο ομαλή διαβάθμιση στην φωτεινότητα. Μια επέκταση του προτύπου του, επιτρέπει επίσης τις μεμονωμένες όψεις να γίνουν μη ορατές με παρεμβολές στις άκρες των όψεων. Δύο χρόνια μετά, ένα χαρτί από τον **Bui Tuong Phong (σκίαση Phong)** εισήγαγε μια μέθοδο η οποία πρόσθετε ισχυρό φως στις σκιάσεις.

Μια πιο πρόσφατη μέθοδος, αποκαλούμενη "**ray tracing**", υιοθετεί μια διαφορετική τεχνική μεγάλη αποτελεσματικότητα. Η αρχή είναι απλή, θεωρώντας μια ακτίνα που φτάνει, μέσω κάθε pixel, στην πρώτη επιφάνεια που συναντά. Η ακτίνα αντανακλάται από αυτή την επιφάνεια επάνω στο σκηνικό, και συνεχίζει τις αντανακλάσεις της στις επόμενες επιφάνειες έως ότου φθάνει σε μια πηγή φωτός ή βγει εκτός των ορίων του σκηνικού. Το pixel διαμορφώνεται πια σύμφωνα με την ένταση και το χρώμα του φωτός κατά την παραμονή του, μετά από τη συμβολή των ενδιάμεσων επιφανειών. Απαιτούνται πολλοί υπολογισμοί, οι οποίοι αυξάνονται ανάλογα με την ανάλυση, κι έτσι

πρέπει να τεθεί ένα όριο στο κατά πόσες φορές μπορεί η ακτίνα να αντανακλαστεί μέχρι να φτάσουμε στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Όσο περισσότερες αντανακλάσεις υπάρχουν, τόσο ακριβέστερο αποτέλεσμα υπάρχει. Η μέθοδος παράγει εντυπωσιακές εικόνες και αυτόματα διαμοιράζει τις σκιές με τη διάθλαση και με τη διαφάνεια αλλά είναι επίσης πολύ αργή για να είναι πρακτική σε πολλές καταστάσεις.

Αν και είναι αργή, εν τούτοις η μέθοδος '**radiosity interchange method**' είναι κατάλληλη για την επεξεργασία αναφορικά με το διάχυτο φως. Η μέθοδος αναπτύχθηκε βασισμένη στον τομέα της αρχιτεκτονικής. Λειτουργεί με την υπόθεση ότι η ενέργεια του φωτός που χτυπά μια επιφάνεια πρέπει να είναι ίση με την ενέργεια που αντανακλάται, αναμεταδίδεται και απορροφάται. Η πρώτη προϋπόθεση είναι ότι ολόκληρο το σκηνικό διαιρείται σε 'μπαλώματα' επιφάνειας και κάθε μπαλώμα αντιμετωπίζεται ως δευτερεύουσα πηγή φωτός. Αυτή η μέθοδος παράγει πολύ αξιόπιστη λεπτομέρεια μέσω των σκιών και του ημίφως, και έχει το πλεονέκτημα ότι οι υπολογισμοί είναι ανεξάρτητοι από το θέση θέασης που σημαίνει ότι χρειάζονται να γίνουν μόνο μια φορά ανά σκηνή (υπό τον όρο ότι τίποτα μεταξύ των σκηνών δεν αλλάζει). Αυτό θα ήταν κατάλληλο για να δώσει κίνηση σε ένα σταθερό σκηνικό αλλά δεν θα πρέπει να υπάρχει οποιαδήποτε κίνηση στο σκηνικό, αφού όλοι οι υπολογισμοί θα έπρεπε να επαναληφθούν κάθε πλαίσιο.

Νέα πρότυπα φωτισμού αναπτύσσονται συνέχεια, για να αντιμετωπίσουν σύνθετες καταστάσεις που μπορούν να προκύψουν στην πραγματική ζωή. Ο **Mark Watt** χρησιμοποιεί μια παραλλαγή των οπίσθιων ακτινών για να αντιμετωπίσει φαινόμενα όπως η αλληλεπίδραση του φωτός με το νερό. Η μέθοδός του ενσωματώνει πληροφορίες οι οποίες αφορούν την αντανάκλαση και την διάθλαση σε κυρτές επιφάνειες. Με αυτήν την τεχνική έχουν παραχθεί μερικά κομψά και πειστικά animation λεπτών σχεδίων που χορεύουν κάτω από το νερό. Ο **Nakamae** ασχολείται με οδικές επιφάνειες κάτω από διαφορετικές καιρικές συνθήκες, κι έχει βοηθήσει πολύ στην ανάπτυξη εφαρμογών για προσομοίωση οδήγησης. Η ομάδα του έχει παρουσιάσει animation στεγνών οδικών επιφανειών, στις οποίες λασπώδεις λακκούβες εξατμίζονται, αλλά πιο συναρπαστικά είναι τα animation της οδήγησης αυτοκινήτων τη νύχτα. Προκειμένου να προσομοιώσουν τις επιδράσεις των προβολέων, έπρεπε να επιτρέψει τη διάθλαση λόγω της κόρης του ανθρώπινου ματιού. Τα αποτελέσματα είναι πάρα πολύ αποτελεσματικά, και η σημαντικότερη ένδειξη βρίσκεται όχι στο rendering, αλλά στην ομαλότητα της κίνησης του αυτοκινήτου.

Textures

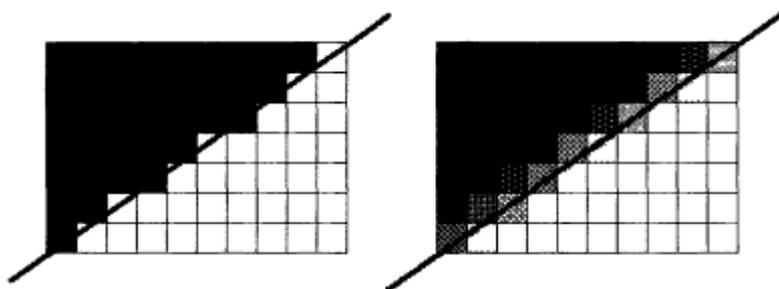
Τα περισσότερα πραγματικά αντικείμενα δεν έχουν τις ομαλές, ομοιόμορφες, ακηλίδωτες επιφάνειες που τα περισσότερα από τα πρότυπά μας παράγουν. Έχουν τραχιά διαμόρφωση, αντανακλαστικότητα, διαφάνεια και πιθανώς είναι βρώμικα. Ένας τρόπος να πετύχουμε τον ρεαλισμό των προτύπων μας είναι τους τυλίξουμε σε κατάλληλες επιφάνειες, οι οποίες έχουν το πλεονέκτημα της λεπτομέρεια χωρίς αύξηση της πολυπλοκότητας το ίδιο του προτύπου. Η σύσταση μπορεί να είναι δυσδιάστατη, ή τρισδιάστατη. Η τεχνική καλείται 'texture mapping' ("σύσταση χαρτογράφησης"), και συχνά προσφέρει την καλύτερη αντίληψη του βάθους δεδομένου αφού η κλίμακα της σύστασης μπορεί να φαίνεται ότι μειώνεται όπως υποχωρεί στο χώρο. Οι λειτουργίες χαρτογράφησης για μια επίπεδη επιφάνεια είναι αρκετά απλές, αλλά οι κυρτές επιφάνειες απαιτούν πιο σύνθετες παραμετρικές περιγραφές, και πρότυπα με περίπλοκες επιφάνειες θα πρέπει να σπάσουν σε ξεχωριστά 'μπαλώματα'. Η "χαρτογράφηση εικόνας" μεταφέρει μια δυσδιάστατη εικόνα, η οποία μπορεί να είναι μια φωτογραφία ή ένα σχέδιο, από τη θέση της κάπου αλλού στη μνήμη της επιφάνειας ενός αντικειμένου που χρησιμοποιεί μια κατάλληλη λειτουργία χαρτογράφησης. Μια τυπική χρήση θα ήταν να βάλουμε τον παγκόσμιο χάρτη επάνω σε μια σφαίρα. Η εικόνα που χαρτογραφείται μπορεί να προσομοιωθεί, όπως μπορεί και η επιφάνεια που χαρτογραφείται, και είναι συνηθισμένο να δημιουργείται ένας περιστρεφόμενος κύβος με εικόνες σε κάθε πλευρά.

Η μέθοδος 'Reflectance mapping' (χαρτογράφηση ανάκλασης) εξομοιώνει μια αντανακλαστική επιφάνεια με τη χαρτογράφηση μιας εικόνας από το περιβάλλον του αντικειμένου επάνω στην επιφάνειά του. Η 'Procedural mapping' (διαδικαστική χαρτογράφηση) χρησιμοποιεί μια κατάλληλη μαθηματική διαδικασία για να παραγάγει τις τιμές σύστασης, και έχει χρησιμοποιηθεί για να υιοθετήσει κάποια μαθηματικά πρότυπα στην προσομοίωση της σκουριάς σε μια επιφάνεια. Η 'Bump mapping' (χαρτογράφηση προσκρούσεων) ή αλλιώς 'perturbation mapping' (χαρτογράφηση διαταραχών), δημιουργεί τρισδιάστατες συστάσεις με τη διατάραξη της πρότυπης επιφάνειας σύμφωνα με μια λειτουργία ή ενός χάρτη προσκρούσεων. Η παραίσθηση δημιουργείται επειδή το μοντέλο παρουσιάζεται τώρα με ποικιλία πρότυπων επιφανειών σε ένα ενιαίο επίπεδο. Η επιφάνεια ενός πορτοκαλιού είναι ένα τυποποιημένο παράδειγμα.

Artifacts (Τεχνικές)

Διάφορα λάθη προκύπτουν συνήθως στην παραγωγή εικόνων από υπολογιστές (CGI), συνήθως ως αποτέλεσμα του γεγονότος ότι οι υπολογιστές, και οι συσκευές που συνδέονται με αυτούς για την προβολή αυτών των εικόνων, λειτουργούν μέσω ξεχωριστών βημάτων ενώ ο κόσμος που λειτουργούμε είναι ομαλά συνεχής. Αυτό μας οδηγεί συχνά στο να ταιριάζουμε με τα συγκεκριμένα σημεία στο χρόνο και στο χώρο τα κοντινότερα διαθέσιμα σημεία στο χώρο και χρόνο των υπολογιστών, πάντα όμως με ένα μικρό περιθώριο λάθους της παρουσίας να είναι αναπόφευκτο. Μπορεί, παραδείγματος χάριν, να μετατρέψουμε ένα τρισδιάστατο σημείο σε μια ιδεατή θέση οθόνης που δεν είναι ακριβώς κεντραρισμένη σε ένα pixel. Το καλύτερο που μπορούμε να κάνουμε είναι να θέσουμε το σημείο στο κοντινότερο pixel, παρουσιάζοντας ένα λάθος (το πιθανό μέγεθος αυτού θα αυξάνεται καθώς μειώνεται η ανάλυση της οθόνης). Αυτός ο τύπος λάθους περιγράφεται από έναν κλάδο των μαθηματικών ως **“sampling theory”** ("δειγματοληπτική θεωρία") και είναι ιδιαίτερα εμφανής μέσα στο CGI. Μια ευθεία γραμμή που σχεδιάζεται στην οθόνη οριζόντια ή κάθετα εμφανίζεται τέλεια ευθεία δεδομένου ότι θα διατρέξει κατά μήκος μιας σειράς ή στήλης από pixels. Μια γραμμή σχεδιασμένη στις 45°, θα διατρέξει διαγώνια μέσω των θέσεων των pixels που βρίσκονται σε μια ευθεία γραμμή, αλλά θεωρείται μια γραμμή που βρίσκεται διαγωνίως κοντά, αλλά όχι ακριβώς με αυτή που περιγράφεται. Η ανάγκη για να ταιριάζουν η επιθυμητή γραμμή με τις κοντινότερες θέσεις των pixels μπορεί να γίνει μόνο μέσω άνισων ενεργειών. Καθώς οι οδοντωτές άκρες μπορούν να είναι αρκετά καταστρεπτικές της ψευδαίσθησης που επιθυμούμε να δημιουργήσουμε, πολλή προσπάθεια γίνεται στην αφαίρεση ή, ακριβέστερα, στην απόκρυψη αυτών.

Η **“Anti-aliasing”** είναι μια τεχνική για την απόκρυψη αυτών των άκρων με τη "χαλάρωση" των ακρών της γραμμής.



Εικόνα 30: Κάνοντας Anti-aliasing στα σύνορα μεταξύ μιας φωτισμένης και μιας σκοτεινής περιοχής

Αντί να αναπαραστήσουμε τη γραμμή εξ' ολοκλήρου με pixels της απαραίτητης έντασης, η ένταση κάθε pixel που διασχίζεται από τη γραμμή τίθεται σε ένα επίπεδο μεταξύ αυτής της γραμμής και αυτής του υπόβαθρου, αναλογικά προς το ποσοστό των pixels που καλύπτονται από τη γραμμή. Όπου

η γραμμή συμπίπτει με ένα pixel ακριβώς, αυτό παίρνει την ένταση της γραμμής, ενώ όπου η γραμμή διασχίζει το όριο μεταξύ δύο pixels, και τα δύο pixels παίρνουν τον μέσο όρο της έντασης της γραμμής και της έντασης του υποβάθρου. Το ποσοστό προσεγγίζεται καλύτερα με τη διαίρεση των pixels (εικονοκύτταρα) σε "υπο-εικονοκύτταρα" έτσι ώστε να υπολογίζεται καλύτερα ο μέσος όρος της έντασης που θα φθάσει στο pixel. (Αυτό είναι ένα παράδειγμα "προχωρημένης δειγματοληψίας", το οποίο είναι ο ακαδημαϊκά σωστός τρόπος επίλυσης προβλημάτων aliasing.)

Το "**Temporal aliasing**" είναι μια εκδήλωση του ίδιου προβλήματος όσον αφορά το χρόνο, παρά το διάστημα, και επομένως είναι ενδιαφέρων θέμα στο animation. Έχουμε εκδήλωση αυτού του φαινομένου στα παλαιά γουέστερν, όπου οι ρόδες των αμαξών εμφανίζονται μερικές φορές να είναι στατικές ή να περιστρέφονται προς τα πίσω. Οι ακτίνες από τις ρόδες είναι παγωμένες σε κάθε πλαίσιο της ταινίας, και η κατεύθυνσή τους καθορίζεται από το εάν οι ακτίνες έχουν παγώσει πριν από ή μετά από τη σχετική θέση τους στο προηγούμενο πλαίσιο. Εάν η ρόδα παίρνει τον 1/25ο ενός δευτερολέπτου για να περιστραφεί και η φωτογραφική μηχανή καταγράφει με ταχύτητα 25 φορές το δευτερόλεπτο, τότε θα εμφανιστεί να είναι στην ίδια θέση σε κάθε πλαίσιο. Σύμφωνα με το εάν περιστρέφεται γρηγορότερα ή αργότερα από την ταχύτητα του φακού θα εμφανιστεί να περιστρέφεται μπροστά ή προς τα πίσω. Η μεγάλη δειγματοληψία παρέχει πάλι μια λύση. Με την απόδοση περισσότερων πλαισίων ανά δευτερόλεπτο από αυτά που απαιτούνται, και συγχωνεύοντάς τα, το κατασκευασμένο αντικείμενο αντικαθίσταται από ένα αντικείμενο "motion-blur" που είναι οπτικά αποδεκτό.

Το "**Mach banding**" είναι ένα φαινόμενο, που συνδέεται ιδιαίτερα με την σκίαση Lambert, κατά το οποίο μια επιφάνεια που πρέπει να σκιαστεί ομαλά εμφανίζεται να έχει σκοτεινές ραβδώσεις. Αυτή η ανωμαλία είναι ένα προϊόν της δυνατότητας ανίχνευσης των άκρων και βελτιώνεται εύκολα μειώνοντας το μέγεθος των πολυγώνων.

Τα "**Illegal colours**" είναι ένα πρόβλημα σε επίπεδο παραγωγής, δεδομένου ότι είναι δυνατό να παραχθούν χρώματα στην οθόνη που δεν μπορεί να καταγραφούν ακριβώς επάνω στην τηλεοπτική ταινία. Ένα όργανο ελέγχου, που είναι όπως ένας παλμογράφος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επισημάνει τα χρώματα αυτά.

Τα "**Precision errors**" (λάθη ακρίβειας) υπάρχουν πάντα στους ψηφιακούς υπολογιστές. Ο υπολογιστής μπορεί μόνο να διαθέσει μόνο ένα περιορισμένο ποσό μνήμης, και εάν αυτό το διάστημα είναι ανεπαρκές για να αποθηκεύσει, τότε το αντικείμενο περικόπτεται. Έτσι, οι ανακρίβειες που δημιουργούνται μπορούν να συσσωρευτούν και να δημιουργήσουν

αξιοπρόσεχτα λάθη, αλλά η αποφυγή τους είναι ζήτημα προγραμματισμού και δεν αφορά το animation.

Εκτιμήσεις Υλικού

Με τον όρο “*Hardware*” περιγράφονται τα φυσικά συστατικά ενός συστήματος ηλεκτρονικών υπολογιστών, τα μηχανήματα τα ίδια, σε αντιδιαστολή με το “*software*”, το οποίο αναφέρεται στα προγράμματα που ελέγχουν το υλικό και τις εφαρμογές που τρέχουν μέσα στο hardware. Όπως με όλα τα πράγματα, υπάρχει μια ιεραρχία στους υπολογιστές από τους απλούς οικιακούς μικροϋπολογιστές μέχρι τους υπερυπολογιστές. Αναφερόμαστε σε ‘μεγαλύτερους’ ή ‘γρηγορότερους’ ή ‘με περισσότερη ισχύ’ υπολογιστές. Είναι ανάγκη να γνωρίζουμε τι σημαίνουν αυτές οι έννοιες όταν συγκρίνουμε τα μηχανήματα μεταξύ τους, κατά πόσο θα επηρεάσουν το animation και εάν οι βελτιώσεις δικαιολογούν οποιαδήποτε πρόσθετη δαπάνη, (η ταχύτητα είναι σημαντική για εφαρμογές γραφικής παράστασης και για το animation ιδιαίτερα). Ένας υπολογιστής αποτελείται από πέντε βασικές μονάδες, τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των οποίων καθορίζουν τα όρια της απόδοσής του, και είναι: η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (ΚΜΕ), η μνήμη που συνδέεται με την ΚΜΕ, η δευτερεύουσα μνήμη και οι συσκευές εισόδου και εξόδου.

Bits and Chips

Η ΚΜΕ είναι η καρδιά του υπολογιστή, όπου εκτελούνται οι εντολές που τα προγράμματα στέλνουν σ’ αυτή, και όπου συντονίζεται η λειτουργία όλης της διαδικασίας υπολογισμού. Αποτελείται από μικροσκοπικά ολοκληρωμένα κυκλώματα (IC ή τσιπς). Υπάρχουν διάφορες οικογένειες από τσιπς που χρησιμοποιούνται συνήθως, και κάθε ένα απ’ αυτά έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που δίνονται από τους κατασκευαστές τους. Παραδείγματος χάριν, το τσιπ Motorola 68000 είναι ένα δεκαεξάμπιτο τσιπ που αποτελεί τη βάση για υπολογιστές που χρησιμοποιούνται για επεξεργασία γραφικών παραστάσεων, όπως οι Apple, οι Atari ST και οι Commodore Amiga. Καθώς προστίθενται όλο και περισσότερες δυνατότητες στα τσιπ, αυτό αναφέρεται από έναν υψηλότερο αριθμό αναφοράς, όπως π.χ. τα Motorola

68020 είναι πλήρως τριανταδύαμπιτες συσκευές, στα 68030 έχουν προστεθεί τεχνικές δυνατότητες, όπως η πολυεπεξεργασία, και τα 68040 αναπτύσσονται περαιτέρω ακόμα (ενσωματώνοντας έναν υψηλό βαθμό παράλληλων διεργασιών).

Οι τρεις μηχανές που αναφέρθηκαν, αποτελούν τη βάση για τα περισσότερα προηγμένα μοντέλα που βασίζονται σε βελτιωμένα τσιπ, και οι υπολογιστές συχνά ξεχωρίζουν ως προς την απόδοσή τους ανάλογα με τον αριθμό των τσιπ που έχουν. Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι το τσιπ 68000 ενσωματώνει 68.000 τρανζίστορ, ενώ το 68040 ενσωματώνει 1,2 εκατομμύρια τρανζίστορ. Η τεχνολογία VLSI (Very Large Scale Integration) επιτρέπει την επεξεργασία αυτών των τρανζίστορ σε ένα ενιαίο τσιπ.

Το Bit είναι η συντόμευση της έκφρασης 'Binary digiT' και είναι η μικρότερη μονάδα αποθήκευσης στον υπολογιστή. Τα bits ομαδοποιούνται σε bytes ή words. Μια δεκαεξάμπιτη μηχανή χρησιμοποιεί 16 bits για το μέγεθος μιας λέξης, (ένα byte είναι κανονικά 8 bits, και δείχνει πόση μνήμη απαιτείται για να κρατήσει έναν χαρακτήρα όπως "to s", το ";" ή το "5"). Το μέγεθος της λέξης καθορίζει πόσες πληροφορίες μπορούν να κρατηθούν σε οποιαδήποτε στιγμή, και όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος της λέξης τόσο γρηγορότερα μπορεί να επεξεργαστεί ένα ποσό πληροφοριών. Το μέγεθος της λέξης καθορίζεται από την αρχιτεκτονική του τσιπ, και συγχέεται μερικές φορές από την περιγραφή ενός τσιπ όπως για παράδειγμα το "16/32 bit". Εδώ το πρώτο νούμερο αναφέρει το μέγεθος λέξης που μπορεί να διαχειριστεί εσωτερικά από το τσιπ, ενώ το δεύτερο αναφέρει το μέγεθος λέξης που μπορεί να διαχειριστεί κατά τον επικοινωνία εξωτερικά.

Η ταχύτητα με την οποία οι διαδικασίες διενεργούνται από την ΚΜΕ καθορίζεται από το "clock rate", μονάδα μέτρησης είναι το MegaHertz (MHz), το οποίο αντιπροσωπεύει ένα εκατομμύριο κύκλους ανά δευτερόλεπτο (το τσιπ 68000 τυπικά τρέχει στα 8 MHz). Όσο γρηγορότερο είναι το 'clock rate', τόσο γρηγορότερα επεξεργάζονται οι πληροφορίες, αλλά δεδομένου ότι διαφορετικές μηχανές (υπολογιστές) κάνουν διαφορετικό αριθμό εργασιών σε έναν κύκλο, δεν είναι απόλυτο να συγκριθούν τα 'clock rate' για να δούμε πια μηχανή είναι γρηγορότερη.

Η ταχύτητα της λειτουργίας γενικά περιγράφεται με MIPS (Millions of Instructions Per Second) και με mega-flops (millions of floating point operations per second), με εναλλακτικά προθέματα "giga" (ένα δισεκατομμύριο) και "tera" (ένα τρισεκατομμύριο). Μια μηχανή από την Hewlett-Packard (το HP 9000 Series 400), παραδείγματος χάριν, περιγράφεται ότι τρέχει με ένα Motorola 68040 τσιπ στα 25 MHz για να κάνει 20 MIPS και 3,5 mega-flops, με 26 MIPS και 4,5 mega-flops πιθανά στα 33 MHz, ενώ το παλαιότερο τσιπ 68030 θα έδινε 12 MIPS σε 50 MHz. Για τις εφαρμογές

γραφικών παραστάσεων είναι πιο χρήσιμο να ξέρουμε πόσα πολύγωνα γεμίζουν σε ένα δευτερόλεπτο, ή πόσα διανύσματα μπορούν να σχεδιαστούν σε ένα δευτερόλεπτο. Είναι ένας υπολογισμός που έχει άμεση σχέση με το τελικό προϊόν.

Το βασικό τσιπ συχνά συμπληρώνεται από άλλα τσιπ που κάνουν τις εξειδικευμένες εργασίες και επιφορτίζονται με ένα ποσό από τον φόρτο εργασίας της ΚΜΕ. Ο πιο κοινός είναι ο μαθηματικός συνεπεξεργαστής, ο οποίος απελευθερώνει την ΚΜΕ από ένα μεγάλο μέρος του φορτίου των μαθηματικών υπολογισμών. Μερικές φορές ένας επεξεργαστής I/O (εισόδου-εξόδου) χειρίζεται την εισαγωγή και την εξαγωγή δεδομένων, ενώ υπάρχουν και οι συνεπεξεργαστές γραφικών παραστάσεων που αναλαμβάνουν τις μικροδουλειές τους. Αυτά τα συμπληρωματικά τσιπ βελτιστοποιούνται για να διεκπεραιώνουν τις περιορισμένες λειτουργίες τους περισσότερο αποτελεσματικά από οποιοδήποτε τσιπ με γενικούς σκοπούς, και επιτρέπει σε ολόκληρη τη διαδικασία για να είναι εμφανώς πιο γρήγορη.

Αρχιτεκτονική

Η παραδοσιακή ρύθμιση των στοιχείων σε έναν υπολογιστή είναι βασισμένη στην *αρχιτεκτονική von Neumann*, στην οποία η μνήμη και ο επεξεργαστής χωρίζονται από ένα *databus*, μια ρύθμιση με σκοπό να πετύχει την καλύτερη χρήση των διαθέσιμων συστατικών. Η συνέπεια αυτής της ρύθμισης είναι ότι ο περισσότερος χρόνος των υπολογιστών ξοδεύεται στο να μεταφέρονται λέξεις μέσω του databus με αποτέλεσμα να δημιουργεί μια δυσχέρεια, και καμία από τις βελτιώσεις που έχουν γίνει δεν μπορούν να αποφύγουν αυτό το πρόβλημα. Αυτή η αρχιτεκτονική λέγεται "*διαδοχική*". Ο πραγματικός κόσμος, εντούτοις, είναι ταυτόχρονος, το οποίο σημαίνει ότι τα πολλά πράγματα συμβαίνουν συγχρόνως, και αυτό απεικονίζεται στην "*παράλληλη*" αρχιτεκτονική. Με την απευθείας σύνδεση της μνήμης και του επεξεργαστή σε μια ενιαία μονάδα, είναι πρακτικό να δημιουργηθεί μια 'παράλληλη' μηχανή. Σε αυτές τις μονάδες ορίζονται οι διεργασίες που μπορούν να εκτελεστούν ταυτόχρονα, ενώ η τοπολογία της σύνδεσής τους είναι μεταβλητή. Η ιδέα των παράλληλων υπολογιστών υπάρχει τουλάχιστον τα τελευταία σαράντα έτη, αλλά οι τεχνολογικές αλλαγές μόνο τα πρόσφατα χρόνια την έχουν καταστήσει βιώσιμη, και φαίνεται ότι αυτή η νέα κατεύθυνση μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμη για τις γραφικές παραστάσεις.

Τα **τσιπς RISC** (Reduced Instruction Set Computer) και τα **transputers** είναι οι επεξεργαστές που συνδέονται με τις παράλληλες μηχανές. Είναι μια

ανάπτυξη βασισμένη στο ότι οι περισσότεροι επεξεργαστές ξοδεύουν το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου που λειτουργούν μόνο σε μερικές οδηγίες αντί των πολλών που είναι ικανοί να εκτελέσουν. Ένα τσιπ RISC είναι επομένως εξειδικευμένο στο να εκτελεί τις πιο κοινές οδηγίες εξαιρετικά γρήγορα, και κατασκευάζει τις σπανιότερες όταν απαιτείται. Ένα transputer είναι ένα τσιπ με δική του μνήμη που αποτελεί έναν πλήρη επεξεργαστή, και προορίζεται να χρησιμοποιηθεί από κοινού με άλλα transputer για να συνεργαστεί στην επεξεργασία των δεδομένων.

Τα transputer σχεδιάζονται συνήθως σε δυσδιάστατα πλέγματα ή σε μια κυβική διαμόρφωση γνωστή σαν hypercube, και υπάρχουν δύο κύριοι τύποι παράλληλων υπολογιστών. Ο πρώτος είναι ο SIMD (Single- Instruction Multiple-Data) υπολογιστής, όπου οι επεξεργαστές πραγματοποιούν τις ίδιες διαδικασίες σε πολλά κομμάτια των δεδομένων συγχρόνως. Είναι ιδιαίτερα καλοί στην επεξεργασία εικόνας, όπως παραδείγματος χάριν, όταν τα στοιχεία της εικόνας αναλύονται με τον ίδιο τρόπο ταυτόχρονα. Στους υπολογιστές MIMD (Multiple-Instruction Multiple-Data), εντούτοις, οι επεξεργαστές διενεργούν διαφορετικές διαδικασίες συγχρόνως. Είναι καλύτεροι στο να λύνουν προβλήματα που απαιτούν κάθε επεξεργαστή να εκτελεί το δικό του πρόγραμμα πάνω στα δικά του δεδομένα, που επικοινωνούν περιοδικά με τα γειτονικά του.

Προς το παρόν τα όρια απόδοσης των διάφορων τεχνολογιών ξεπερνούν το ένα το άλλο, αλλά ο παραλληλισμός είναι ο πιο κατάλληλος στην βελτιστοποίηση της απόδοσης. Η προφανής έλξη μιας υπολογιστικής μηχανής που μπορεί να κάνει πολλά πράγματα συγχρόνως, αντισταθμίζεται από το πρόβλημα του να διανέμεται ένα πρόβλημα αποτελεσματικά μεταξύ των στοιχείων επεξεργασίας, καθώς και από τις δυσχέρειες που μπορεί να υπάρξουν οπουδήποτε αλλού στο σύστημα. Ορισμένοι αλγόριθμοι γραφικής παράστασης ενδεχομένως είναι ικανοί να εκμεταλλευτούν τον παραλληλισμό. Παραδείγματος χάριν, κατά τη διαδικασία ανίχνευσης με ακτίνες, κάθε ακτίνα θα μπορούσε τελικά να έχει τον δικό της επεξεργαστή.

Οι υπολογιστικές μηχανές περιγράφονται συχνά ως "multi-tasking", σημαίνοντας ότι μπορούν να κάνουν διαφορετικές εργασίες ταυτόχρονα, αλλά αυτός δεν είναι ένας αυστηρά ακριβής καθορισμός και πρέπει να διακριθούν από την αληθινή παράλληλη επεξεργασία. Ένα multi-tasking σύστημα φαίνεται να κάνει περισσότερα από ένα πράγματα ταυτόχρονα με το να διαμοιράσει το χρόνο της ΚΜΕ μεταξύ των διάφορων εργασιών που βρίσκονται σε εκτέλεση. Δεδομένου ότι πολλές εφαρμογές δεν απασχολούν την ΚΜΕ για κάποια χρονικά διαστήματα, είναι πολύ ωφέλιμο, στον ελεύθερο χρόνο, να μπορεί να κάνει κάτι άλλο στο background. Είναι πολύ διαδεδομένο ο επιμερισμός της μνήμης και η διάθεσή της σε διαφορετικές εφαρμογές, οι οποίες λειτουργούν ταυτόχρονα και εναλλάσσονται μεταξύ τους. Απαιτείται το πάγωμα κάθε εφαρμογής όταν

γίνεται η εναλλαγή από την εφαρμογή, και έπειτα προς αυτή ξανά. Αυτή η διαδικασία δεν σημαίνει ότι όλες οι εφαρμογές είναι ενεργές αλλά μόνο η τρέχουσα. Κεντρικοί υπολογιστές (Mainframes) απαιτούνται συχνά για να διαμοιράζουν και εναλλάσσουν το χρόνο μεταξύ διαφορετικών χρηστών και διαφορετικών εφαρμογών, χρησιμοποιώντας συχνά μια προκαθορισμένη προτεραιότητα κατανομής. Η μη προβλεψιμότητα της χρονικής κατανομής κάνει αδύνατο το animation σε πραγματικό χρόνο (real-time animation) σε ένα τέτοιο σύστημα.

Μνήμη

Η μνήμη των υπολογιστών είναι το μέρος όπου αποθηκεύεται τα δεδομένα, είτε μόνιμα, είτε προσωρινά για να πραγματοποιηθούν κάποιοι υπολογισμοί. Το μέγεθος μετριέται συνήθως σε kilobytes και megabytes, τα οποία αντιστοιχούν αντίστοιχα σε χιλιάδες και εκατομμύρια bytes, αν και μερικές φορές αντιστοιχούν σε λέξεις παρά σε bytes. (Αυστηρά η αντιστοιχία του kilobyte είναι 1.024 bytes και του megabyte είναι 1.084.576 bytes.) Στη μνήμη τυχαίας προσπέλασης (**RAM**) μπορούν να γραφτούν και να διαβαστούν δεδομένα χωρίς να πρέπει να περάσουν από διαδικασία αποθήκευσης, και το περιεχόμενό της είναι προσωρινό (εξαφανίζεται όταν ο υπολογιστής σβήνει). Η μνήμη μόνο για ανάγνωση (**ROM**) είναι αμετάβλητη, μπορεί μόνο να διαβαστεί (ως προστασία από την επικάλυψη), και χρησιμοποιείται για να κρατήσει πληροφορίες όπως το λειτουργικό σύστημα.

Οι κεντρικοί υπολογιστές ανταλλάσσουν 'σελίδες' μνήμης μεταξύ της RAM και της δευτερεύουσας μνήμης, έτσι όταν ένα πρόγραμμα τρέχει δεν χρειάζεται να είναι ολόκληρο φορτωμένο στην κύρια μνήμη, αλλά θα καλείται σε 'σελίδες' όταν απαιτείται. Αυτό απαιτεί πολύ γρήγορη δευτερεύουσα μνήμη και αποδοτικές τεχνικές σελιδοποίησης. Η "εικονική μνήμη" (Virtual memory) περιγράφει τη χρήση της δευτερεύουσας μνήμης σαν να ήταν RAM, μέσω τεχνικών σελιδοποίησης. Το "caching" μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βελτιώσει τους χρόνους πρόσβασης στην δευτερεύουσα μνήμη με το να φυλάξει στη RAM τα δεδομένα που ένας αλγόριθμος κρίνει πιθανότατα ότι θα απαιτηθούν στο επόμενο χρονικό διάστημα.

Η δευτερεύουσα μνήμη υλοποιείται από τις δισκέτες (με χωρητικότητα 1,4 Mbytes) και από τους σκληρούς δίσκους που έχουν πολύ γρήγορους χρόνους πρόσβασης. Από αυτά τα δύο, μόνο ο σκληρός δίσκος είναι κατάλληλος για τη δημιουργία της εικονικής μνήμης. Οι ταινίες παρέχουν μια εναλλακτική λύση μαγνητικής αποθήκευσης (τα "tapestreamers" μπορούν να χρησιμοποιηθούν για

να έχουμε αντίγραφα ασφαλείας (back-up) των σκληρών δίσκων), και οι εφαρμογές γραφικής παράστασης μπορούν να ωφεληθούν από κάποιους εξειδικευμένους τρόπους αποθήκευσης, όπως το 'frame store', το οποίο θα αναφερθεί αργότερα. Η τεχνολογία λέιζερ έχει αυξήσει δραματικά τα μεγέθη αποθήκευσης και έχει επίσης βελτιώσει εκπληκτικά τους χρόνους πρόσβασης. Χρησιμοποιούνται στα CD (χωρητικότητα έως 700 MB) και DVD (χωρητικότητα έως 4.7 GB). Η μνήμη ενός υπολογιστή μπορεί να επεκταθεί δεδομένου ότι οι δευτερεύουσες μνήμες μπορούν να αγοραστούν και να συνδεθούν επιπρόσθετα στην ήδη υπάρχουσα μνήμη. Τα νέα λειτουργικά συστήματα και οι εφαρμογές επιτρέπουν όλο και περισσότερο στη δευτερεύουσα μνήμη να αντιμετωπίζεται ως "εικονική" μνήμη έτσι ώστε ένας σκληρός δίσκος να μπορεί αποτελεσματικά να χρησιμοποιηθεί σαν ήταν RAM, αν και οι χρόνοι πρόσβασης είναι ελαφρώς πιο αργοί από τις αληθινές RAM.

Είναι δυνατό να μεγιστοποιηθεί το μέγεθος της αποθήκευσης με τη συμπίεση των πληροφοριών όταν αυτές αποθηκεύονται και την αποσυμπίεσή τους όταν αυτές ανακτώνται. Για τις εφαρμογές γραφικής παράστασης, μια συνηθισμένη τεχνική συμπίεσης είναι η "run-length". Αντί να αποθηκεύεται χωριστά η ένταση κάθε pixel, η κωδικοποίηση 'run-length' αποθηκεύει την ένταση ενός pixel και τον αριθμό των pixel που ακολουθούν και έχουν την ίδια ένταση. Ας φανταστούμε ένα pixel που είναι σε κατάσταση ON στο κέντρο μιας οθόνης 640 X 400. Αντί να καταγράφεται χωριστά η κατάσταση και των 256.000 pixels, θα ήταν πολύ πιο ικανοποιητικό να καταγραφεί ότι τα πρώτα 127.999 pixels είναι OFF, το επόμενο είναι ON, και τα υπόλοιπα 128.000 είναι OFF. Η αποδοτικότητα της τεχνικής είναι μέγιστη στις εικόνες με ομάδες από όμοια pixels και θα γινόταν ανεπαρκής στη σπάνια περίπτωση όπου κανένα pixel δεν θα ήταν στην ίδια ένταση με κάποιο γειτονικό του. Διάφορες άλλες μέθοδοι για τη συμπίεση είναι διαθέσιμες, και μερικές εφαρμογές μπορούν να επιλέξουν από μια βιβλιοθήκη από διαφορετικές τεχνικές αφού πρώτα έχουν αξιολογήσει ποια μέθοδος είναι αποδοτικότερη για κάθε δεδομένη εικόνα. Η κωδικοποίηση και η αποκωδικοποίηση μπορούν μερικές φορές να πραγματοποιηθούν σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας είτε λογισμικό είτε εξειδικευμένες μεθόδους που στηρίζονται στο hardware.

Ένα πρόβλημα που προκύπτει είναι όταν θέλουμε να στείλουμε πληροφορίες μέσω μιας τηλεφωνικής γραμμής, δεδομένου ότι θα διαρκέσει περίπου 15 λεπτά ανά MB αν χρησιμοποιηθεί ένα modem 9600 bps (baud ανά δευτερόλεπτο). Μια έγχρωμη εικόνα μεγέθους A4, σαρωμένη στα 300 dpi (σημεία ανά ίντσα) και 24-bits ανά σημείο θα χρειαζόταν περίπου 6 ώρες να διαβιβαστεί.

Μια κοινή μέθοδος συμπίεσης των animation είναι να αποθηκευτεί ολόκληρο το πρώτο πλαίσιο και, κατόπιν, να αποθηκευτούν μόνο οι αλλαγές μεταξύ των επόμενων πλαισίων. Αυτό είναι εξαιρετικά αποδοτικό όταν λίγα

εικονοκύτταρα (pixels) αλλάζουν μεταξύ των πλαισίων. Δυστυχώς αυτή η μέθοδος είναι πολύ λιγότερο αποδοτική στο χειρισμό πλαισίων από μια τηλεοπτική πηγή, δεδομένου ότι σχεδόν κάθε πλαίσιο έχει αλλαγές σε σχέση με τα γειτονικά του, ακόμη και σε περιοχές του εμφανίζονται με το ίδιο χρώμα.

Δύο τυποποιημένοι και πολλοί γνωστοί αλγόριθμοι είναι: η μέθοδος συμπίεσης JPEG (Joint Photographics Experts Group) για τις εικόνες, και η μέθοδος MPEG (Motion Picture Experts Group) για τις ταινίες. Ο αλγόριθμος JPEG μπορεί να συμπίεσει μια εικόνα σε αναλογία 25 προς 1 με την ελάχιστη απώλεια ποιότητας, αλλά μπορεί να χρειαστεί 15 λεπτά για την συμπίεση μια εικόνας 25MB (σε μια μηχανή που δουλεύει στα 25-MHz). Οι αλγόριθμοι, φυσικά, πρέπει να είναι σε θέση να αποσυμπιέσουν τόσο αποτελεσματικά όσο συμπιέζουν, και ο αλγόριθμος JPEG είναι ένα παράδειγμα ενός συμμετρικού αλγορίθμου που χρησιμοποιεί τον ίδιο αριθμό διαδικασιών και για τις δύο διαδικασίες, και φυσικά τον ίδιο χρόνο.

Τύποι Υπολογιστών

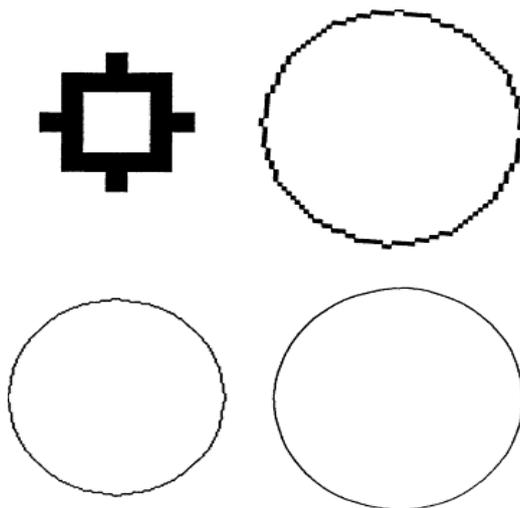
Οι υπολογιστές είναι συχνά ταξινομημένοι με μάλλον ασαφείς ετικέτες που δείχνουν την θέση που κατέχουν σε μια ιεραρχία απόδοσης. Μεταξύ των χρησιμοποιούμενων όρων είναι: 'μικροϋπολογιστής', 'PC', 'workstation' (τερματικός σταθμός), 'mainframe' (κεντρικός υπολογιστής) and 'super-computer' (υπερυπολογιστής). Δεδομένου ότι οι αποδόσεις έχουν αυξηθεί, οποιεσδήποτε διακρίσεις που υπήρξαν μεταξύ αυτών των διαφορετικών τύπων δεν είναι πια διακριτές. Οι 'μικροϋπολογιστές' αναφέρονται σε τριανταδύαμιπτες μηχανές, είναι αρκετά μικροί ώστε να μπορούμε να τους τοποθετήσουμε σε ένα τραπέζι και πωλούνται σε οποιοδήποτε μαγαζί μπορεί να εμπορευτεί υπολογιστές. Τα 'PC' (προσωπικές υπολογιστές) συνδέονται με τις κορυφαίες μηχανές γραφείου γραφείων της IBM και τους πολυάριθμους μιμητές της. Ένας "τερματικός σταθμός" (workstation) είναι μια γρήγορη τριανταδύαμιπη μηχανή με καλή ικανότητα στις γραφικές παραστάσεις, στον οποίο ο κεντρικός υπολογιστής υπάρχει σε ένα μικρό "tower unit".

Ένα mainframe ('κεντρικός υπολογιστής') είναι μια μεγάλη μηχανή η οποία χρησιμοποιείται συνήθως όπου μεγάλοι όγκοι στοιχείων υποβάλλονται σε επεξεργασία, από διάφορους χρήστες σε ξεχωριστά τερματικά. Φυσικά τα τελευταία χρόνια έχουν επικρατήσει οι μεμονωμένοι υπολογιστές, τις περισσότερες φορές "δικτυωμένοι" μεταξύ τους προκειμένου να μοιραστούν τους πόρους του συστήματος. Όταν η επεξεργασία διανέμεται, οι κεντρικοί υπολογιστές χρησιμοποιούνται πια ως file servers, δίνοντας πρόσβαση σε

αρχεία και εφαρμογές οι οποίες δεν είναι αναγκαίο να υπάρχουν ξεχωριστά σε κάθε μηχανή, αλλά βρίσκονται στον κεντρικό υπολογιστή. Οι 'Υπερυπολογιστές' είναι μεγάλες, ισχυρές μηχανές που εκμεταλλεύονται τις πιο πρόσφατες τεχνολογίες και είναι προσιτοί από λίγους ανθρώπους.

Το μέγεθος που απαιτείται για να στεγάσει ένα αξιοπρόσεκτο επίπεδο απόδοσης μηχανών μικραίνει συνέχεια, και τα lap-top έχουν κατακλύσει την αγορά σήμερα και μάλιστα σε τιμές σχεδόν ίδιες με τα PC και βέβαια με τις ίδιες δυνατότητες.

Παραδείγματα συσκευών εξόδου είναι οι εκτυπωτές, οι σχεδιαστές (plotters), video-records και λοιπά. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι η εικόνα που παρουσιάζεται από οποιαδήποτε συσκευή εξόδου μπορεί να είναι μόνο μια πιστή απεικόνιση σε μια εικόνα που κρατιέται στη μνήμη του υπολογιστή μέσα στους περιορισμούς των συσκευών του. Η εικόνα που φαίνεται στην οθόνη ενός υπολογιστή ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ η εικόνα που κρατάει ένας ο υπολογιστής στο εσωτερικό του, αλλά αυτό είναι μόνο μια αντιπροσώπευση της εσωτερικής εικόνας, που απεικονίζεται όσο το δυνατόν καλύτερα, ανάλογα με τις δυνατότητες που έχει η οθόνη. Η ίδια εσωτερική εικόνα, που απεικονίζεται από μια διαφορετική οθόνη, ή εκτυπώνεται σε έναν εκτυπωτή, θα παρουσιάσει αλλαγές στο χρώμα και την ανάλυση. Ένας κύκλος μπορεί να αποθηκευτεί στη μνήμη του υπολογιστή με τρεις αριθμούς, οι X, Y συντεταγμένες του κέντρου του και την ακτίνα του, αλλά όταν απεικονίζεται σε βίντεο, αυτή η εικόνα θα γίνει μια προσέγγιση του αληθινού κύκλου, που σχεδιάζεται από μια γραμμή με 'σκαλοπάτια' τα οποία δεν γίνονται όλο και πιο αόρατα όσο η ανάλυση ανεβαίνει. Ένας plotter (σχεδιαστής), εντούτοις, μπορεί να παραγάγει έναν αληθινό κύκλο. Η αρχική μονάδα εξόδου στην οποία ένας χειριστής θα αναφερθεί είναι κανονικά μια οθόνη μονάδας βίντεο, με μέγιστη ανάλυση και μέγιστο αριθμό χρωμάτων, και η πραγματική ανάλυση και τα χρώματα που θα εμφανιστούν καθορίζονται από το υλικό του υπολογιστή και της εφαρμογής που τρέχει σ' αυτόν.



Εικόνα 31: Η σχετική ομαλότητα των κύκλων που παρουσιάζονται σε διαφορετικές ανάλυσης μιας οθόνης

Frame Buffers

Το μέγεθος μιας παλέτας εξαρτάται από τον αριθμό των bits που δεσμεύονται για κάθε pixel στη μνήμη. Ένα bit μπορεί να έχει μια δυαδική αξία 0 ή 1, το οποίο σημαίνει ότι το pixel μπορεί να παρουσιαστεί σε κατάσταση on ή off. Δύο bits μπορούν να έχουν τις τιμές 00, 01, 10 και 11 με αποτέλεσμα να μας επιτρέπεται η παρουσίαση τεσσάρων (= 2²) διαφορετικών επίπεδων φωτεινότητας. Τρία bits επιτρέπουν οκτώ (= 2³) επίπεδα, οκτώ bits επιτρέπουν 256 (2⁸) επίπεδα κ.λπ. Εάν οκτώ bits επρόκειτο να διατεθούν σε κάθε ένα από τα τρία συστατικά χρώματα, κόκκινο, πράσινο και μπλε, τότε 256 X 256 X 256 = 16.777.216 διαφορετικά χρώματα θα μπορούσε να σχηματιστούν χρησιμοποιώντας μόνο 24 bits. Μια ειδική περιοχή της μνήμης διατίθεται συνήθως για να κρατήσει αυτήν την πληροφορία για την οθόνη, είτε μια δεσμευμένη περιοχή της RAM σε μια μηχανή όταν έχουμε περιορισμένη παλέτα, είτε ένας εξωτερικός "frame buffer" όταν μια μεγάλη παλέτα είναι διαθέσιμη. Ένας frame buffer 24 bit θα διαθέσει 24 μπιτ σε κάθε pixel σε μια περιοχή η οποία μπορεί να είναι 1024 X 1024 pixels. Σε έναν buffer 24 bits, τα bits διατίθενται σε 3 επίπεδα των 8 bits, ένα επίπεδο για κάθε χρώμα, αν και άλλοι συνδυασμοί μπορούν να επιλεγούν εάν απαιτούνται διαφορετικές πληροφορίες για κάθε pixel. Ένας buffer 32-bits κρατάει τις πληροφορίες χρώματος σε 24-bits, και έχει 8 bits διαθέσιμα για την περιγραφή της διαφάνειας, ή για άλλες πληροφορίες που αφορούν ένα Pixel.

Τα 'Lookup Tables' παρέχουν έναν εναλλακτικό τρόπο αποθήκευσης των πληροφοριών που αφορούν τα pixels όπου υπάρχει ικανοποιητική μνήμη σε περιπτώσεις περιορισμένων παλετών. Αντί της αποθήκευσης των RGB (Red-

Green-Blue) τιμών για κάθε ένα μεμονωμένο pixel, ένας πίνακας των τιμών χρωμάτων δημιουργείται και το χρώμα του pixel δημιουργείται με αναφορά στη θέση του πίνακα που έχει την τιμή του χρώματός του. Αυτό έχει το πλεονέκτημα ότι προκειμένου να αλλάξουμε ένα χρώμα σε όλη την εικόνα, είναι μόνο απαραίτητο να αλλάξουν οι τιμές σε μια θέση στον 'Lookup Table', παρά σε κάθε θέση του frame-buffer. Προφανώς εάν ο 'Lookup Table' επρόκειτο να περιέχει περισσότερα χρώματα από τα υπάρχοντα pixels, αυτό θα χρησιμοποιούσε περισσότερη μνήμη από έναν frame-buffer, και θα επιβαρύνει με πρόσθετο φορτίο την μνήμη για την αποθήκευση των δεικτών. Αυτή η χαρτογράφηση χρώματος επιτρέπει επίσης έναν τύπο animation, όπου οι διαδοχική αλλαγή χρωμάτων μπορεί να εμφανίζεται σαν μετακίνηση του αντικειμένου. Παραδείγματος χάριν εάν τα χρώματα των pixels που απεικονίζουν το νερό οριστούν σε μια περιοχή μεταξύ του μπλε και του λευκού και έπειτα περιστρέφονται μέσα σε μια μπλε / άσπρη παλέτας, μπορεί να υπάρξει μια ψευδαίσθηση μετακίνησης του νερού.

Αποθηκεύοντας τις Εικόνες

Φυσικά η αποθήκευση των παραγόμενων εικόνων είναι μια πολύ σημαντική διαδικασία. Το καλύτερο μέσο αποθήκευσης για αυτές εξαρτάται από την προοριζόμενη χρήση τους, και ο πιο συνηθισμένος είναι σε δευτερεύουσα μνήμη (για τη μελλοντική ανάκληση από έναν υπολογιστή), σε τηλεοπτική ταινία (για ραδιοφωνική ή τηλεοπτική μετάδοση), σε φιλμ και σε χαρτί (ως τελικό προϊόν ή για να χρησιμοποιηθεί ως τμήμα μιας πιο μακροχρόνιας διαδικασίας). Για να αποθηκεύσουμε σε ταινία, φιλμ ή σε χαρτί απαιτείται μια συσκευή εξόδου και οι ανάγκες του animation αποδεικνύονται πιο ιδιαίτερες από εκείνες της αποθήκευσης μιας απλής εικόνας. Αν και το animation αποτελείται από μια σειρά απλών εικόνων, η ακρίβεια με την οποία πρέπει να αποθηκευτούν στο χρόνο και στο χώρο είναι κρίσιμη για την αξιοπιστία του animation.

Εκτύπωση σε Printer

Μια συσκευή εξόδου είναι ο εκτυπωτής. Υπάρχουν διάφοροι τύποι εκτυπωτών. Ο φθηνότερος (αλλά παλιάς τεχνολογίας πια) ο εκτυπωτής ακίδων (dot matrix), ο οποίος σχηματίζει τους χαρακτήρες στο χαρτί με τη χρήση πολύ

λεπτών ακίδων, οι οποίες χτυπούν σε μια μελανοταινία. Οι ακίδες τοποθετούνται σε μια κινούμενη κεφαλή και ότι εκτυπώνεται αποτελείται από διάφορα μικρά σημεία (dots), η ανάλυση των οποίων καθορίζεται από τον αριθμός των ακίδων στην κεφαλή. Υπάρχουν εκτυπωτές με εννέα ακίδες, με εικοσιτέσσερις, ενώ άλλοι έχουν ασπρόμαυρη μελανοταινία και άλλοι έγχρωμη (που περιλαμβάνει χρώματα ματζέντα, κυανό, κίτρινο και μαύρο). Οι εκτυπωτές λείζερ υιοθετούν ηλεκτροφωτογραφική τεχνολογία (που πρώτα αναπτύχθηκε στα φωτοτυπικά μηχανήματα), και παράγουν πολύ καλή ποιότητα είτε ασπρόμαυρη είτε έγχρωμη, και με πολύ υψηλές αναλύσεις. Δεν διαθέτουν μελανοταινίες, αλλά ένα plotter το οποίο είναι υπεύθυνο για την εκτύπωση. Βέβαια, κυρίως οι έγχρωμοι, είναι ακόμα πολύ ακριβοί.

Επίσης, ο πιο διαδεδομένος σήμερα τύπος εκτυπωτών είναι οι InkJet, οι οποίοι διαθέτουν δοχεία με μελάνη (συνήθως ένα δοχείο με μαύρο και το άλλο με τα τρία βασικά χρώματα RGB) και δημιουργούν τους χαρακτήρες ή τις εικόνες ρίχνοντας την κατάλληλη ποσότητα μελάνης στο χαρτί. Είναι πια πολλοί φθηνοί, αθόρυβοι και πετυχαίνουν μεγάλη ανάλυση στα εκτυπωμένα έντυπα.

Οι Plotters (σχεδιαστές) τυπώνουν με το να σχεδιάζουν σε χαρτί με κεφαλές οι οποίες κινούνται κατά μήκος του άξονα X. Επίσης, οι κεφαλές μπορούν να κινηθούν κατά μήκος του άξονα Y ή το έγγραφο μπορεί να κινηθεί κατά μήκος εκείνου του άξονα στον οποίο υπάρχουν οι κεφαλές. Δεδομένου ότι η κεφαλή μπορεί να παράγει μόνο γραμμές και σημεία, και πρέπει να συνδυάσει αυτές τις μορφές για να παραγάγει τη σκίαση, είναι καταλληλότεροι σε γραμμικές ή διαγραμμικές εικόνες μόνο. Το λογισμικό που ελέγχει τον Plotter δεν μπορεί να μετατρέψει τις ράστερ εικόνες σε plotable μορφή.

Παρότι η εκτύπωση στο χαρτί δεν παράγει animation, μπορούμε να έχουμε τυπωμένη μια καταγραφή ενός σταδίου σε μια διαδικασία, πιθανώς ανατροφοδοτώντας το storyboard. Είναι συχνά δυνατό να σταλεί ένα διαδοχικό αρχείο ενός animation σε έναν plotter, ο οποίος θα οργανώσει έξυπνα τις εικόνες στο χαρτί δημιουργώντας ένα storyboard. Πριν από αρκετά χρόνια, πολλά animation υπολογιστών γίνονταν από τη μαγνητοσκόπηση μεμονωμένων σχεδιασμένων εικόνων, αλλά η μέθοδος αυτή είναι πια ξεπερασμένη και η τεχνολογία έχει κάνει πολύ πιο εύκολο στον φωτισμό των αντικειμένων (rendering). Οι εικόνες από τον plotter ή τον εκτυπωτή μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως υλικό για την κατασκευή παραδοσιακών animation.

Φιλμ

Αποθηκεύοντας μια απλή εικόνα σε ταινία απλά χρειάζεται προσοχή κατά τη λήψη της. Η κάμερα πρέπει να στηθεί σε ένα τρίποδο, να χρησιμοποιηθεί φιλμ που να είναι κατάλληλο με το φως που υπάρχει, να θέσουμε αργή ταχύτητα στο διάφραγμα και το φως από το περιβάλλον πρέπει να αποτραπεί από το να πέσει επάνω στην κάμερα για να μην προκληθούν αντανακλάσεις (συνήθως με μια αυτοσχέδια κουκούλα που κλείνει την οθόνη και τον φωτογραφικό φακό). Επίσης είναι καλό να γίνονται δοκιμές για να βρεθεί η ιδανική θέση και να πετυχαίνουμε την καλύτερη δυνατή αντίθεση. Η μέγιστη ανάλυση θα είναι αυτή της οθόνης και οι γραμμές ανίχνευσης μπορούν να είναι πιο ορατές στη φωτογραφία απ' ό,τι στην οθόνη. Υπάρχει επίσης πιθανότητα να υπάρχει διαστρέβλωση της εικόνας λόγω της κυρτότητας της οθόνης. Με σκοπό λοιπόν να εγγυηθεί η υψηλότερη ποιότητα στις εικόνες, έχουν αναπτυχθεί ειδικά όργανα καταγραφής ταινιών. Αυτά περιέχουν ένα πολύ υψηλής ανάλυσης ασπρόμαυρο όργανο ελέγχου με μια επίπεδη οθόνη και τρία έγχρωμα φίλτρα, στα οποία η φωτογραφική μηχανή πρέπει να ευθυγραμμιστεί ακριβώς. Πάντως δεν είναι πρακτικό στο να δημιουργούμε animation οποιασδήποτε ποιότητας κινηματογραφώντας από την οθόνη σε πραγματικό χρόνο επειδή υπάρχουν προβλήματα συγχρονισμού.

Video

Οι τηλεοπτικές ταινίες (Video tape) είναι το συνηθέστερο χρησιμοποιημένο μέσο για την αποθήκευση του animation. Πολλά format είναι ήδη διαθέσιμα, και όλο και περισσότερα αναπτύσσονται, με μεγάλες βελτιώσεις σε ποιότητα. Παλιά οι ταινίες χρησιμοποιούνταν για αναλογική καταγραφή, αλλά φυσικά τα τελευταία χρόνια η ψηφιακή τεχνολογία έχει επικρατήσει. Η ψηφιακή αποθήκευση επιτρέπει στις εικόνες στο να υπόκεινται σε επεξεργασία χωρίς να υπάρχει απώλεια ποιότητας, και επιπλέον με αυτόν τον τρόπο αποθήκευσης μπορούν να επεξεργαστούν από τους υπολογιστές. Υπάρχουν πολλά format ταινιών, καθένα από τα οποία διαφέρει κατά το εύρος της ποιότητας, του μεγέθους και της τιμής. Επίσης, χρειάζεται διαφορετικό ηλεκτρονικό υλικό για διαφορετικές απαιτήσεις που σχετίζονται με τα βίντεο. Εάν υπάρχουν περισσότερα από ένα σήματα, τότε ένα "genlock" απαιτείται για να τα συγχρονίσει και να αποφευχθούν οι επικαλύψεις ('overlay').

Επόμενο βήμα μετά την καταγραφή ενός animation σε ταινία είναι η αποθήκευσή του σε κάποιο άλλο μέσο. Κι εδώ ο υπολογιστής αποδεικνύεται ένα πολύ ισχυρό εργαλείο για την ενέργεια αυτή. Επιπλέον, υπάρχουν επιχειρήσεις που αντικείμενο τους είναι η επεξεργασία και η αποθήκευση των ταινιών σε άλλα αποθηκευτικά μέσα (όπως τα DVD). Ένα σημαντικό πρόβλημα κατά την καταγραφή αυτή ήταν, παλαιότερα, ότι κάθε φορά που γινόταν η

μεταφορά σε άλλη ταινία, υπήρχε 'απώλεια παραγωγής' (μείωση της ποιότητας). Ο βαθμός της απώλειας ήταν σχετική με τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείτο. Η ψηφιακή τεχνολογία, όμως, εξασφαλίζει την διατήρηση της ποιότητας μετά από οποιοδήποτε αριθμό αντιγραφών.

Συσκευές Εισαγωγής Εικόνας

Είναι πολύ σημαντικό να μπορούμε να 'εισάγουμε' μια εικόνα χωρίς να αλλοιώνεται η ποιότητά της, τα χρώματά της κλπ. Ο 'scanner' είναι μια συσκευή στην οποία η οποιαδήποτε εικόνα τοποθετείται πάνω σε ένα γυαλί ('κοιτάζοντας' το γυαλί) και σαρώνεται χρησιμοποιώντας παρόμοια τεχνολογία με ένα φωτοτυπικό μηχάνημα. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία ενός αρχείου που μπορεί να εύκολα να επεξεργαστεί. Τα πρώτα χρόνια η σάρωση γινόταν μόνο ασπρόμαυρη, ενώ τώρα πια όλοι σχεδόν οι scanners είναι έγχρωμοι και σε πολύ χαμηλές τιμές. Το συνηθέστερο μέγεθος εικόνας που δέχονται είναι για A4, ενώ υπάρχουν και οι scanners χειρός, οι οποίοι οι οποίοι σύρονται πάνω από την εικόνα για να την σαρώσουν. Όταν εισάγεται κείμενο για σάρωση, η χρήση του λογισμικού οπτικής αναγνώρισης χαρακτήρων (OCR) μπορεί να παράγει ένα αρχείο ASCII. Παραδείγματος χάριν οι σελίδες των εφημερίδων θα μπορούσαν να σαρωθούν και να μετατραπούν σε ένα αρχείο ASCII που θα μπορούσε έπειτα να επεξεργαστεί.

Μπορούν επίσης να εισαχθεί υλικό από βίντεο και απ' αυτό το υλικό να κρατηθούν κάποιες ακολουθίες εικόνων για επεξεργασία. Με ειδικές κάρτες μπορούμε να συνδέσουμε μια βιντεοκάμερα με τον υπολογιστή μας και να 'κατεβάσουμε' την ταινία στον σκληρό δίσκο, ενώ με το κατάλληλο λογισμικό να επεξεργαστούμε το υλικό αυτό.

Συμπεράσματα

Ο στόχος ενός κατασκευαστή animation είναι να παράγει υλικό κατευθείαν στον υπολογιστή σε πραγματικό χρόνο. Δύο προφανείς εναλλακτικές λύσεις είναι είτε να περιμένει (λεπτά, ώρες ή ημέρες) την δημιουργία μιας ακολουθίας πλαίσιο - πλαίσιο η οποία θα αποθηκεύεται σε ένα μέσο που μπορεί να επαναληφθεί στη σωστή ταχύτητα, ή να έχει μια απλή επίδειξη που εξαρτάται από την ισχύ του διαθέσιμου υλικό. Ένας συμβιβασμός

είναι η πλέον πιθανή λύση, με μια απλουστευμένη εικόνα που 'ζωντανεύει' όσο το δυνατόν γίνεται σε πραγματικό χρόνο (8 frames per second είναι αποδεκτό), μερικά frames για τον έλεγχο της ποιότητας της εικόνας, και έπειτα την εικόνα στο σύνολό της, που παράγεται στον καλύτερο δυνατό χρόνο. Συγκεκριμένες απαιτήσεις παραγωγής μπορούν να επηρεάσουν την ισορροπία αυτού του συμβιβασμού. Σε περίπτωση που επιλέγεται να 'ζωντανέψει' μια απλή εικόνα, το επίπεδο απλοποίησης θα καθορίζεται από τη δύναμη του υπολογιστή.

Όταν αναφερόμαστε σε ένα 'σύστημα', περιγράφουμε το υλικό (hardware) και το λογισμικό (software) του. Το καλύτερο hardware στο κόσμο δεν μπορεί να παράγει animation χωρίς το κατάλληλο λογισμικό. Θα πρέπει να σημειωθεί όμως αντίστοιχα ότι το καλύτερο λογισμικό μπορεί να μην είναι κατάλληλο σε συνδυασμό με το hardware ενός μηχανήματος για την δημιουργία animation. Βέβαια, σήμερα οι περισσότεροι υπολογιστές είναι συμβατοί με τα προγράμματα επεξεργασίας εικόνων και animation. Η λειτουργία αυτών των προγραμμάτων εξαρτάται μόνο από την ταχύτητα του επεξεργαστή, τον διαθέσιμο αποθηκευτικό χώρο, τη μνήμη (RAM) ώστε να επιτυγχάνεται περισσότερη ταχύτητα.

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ SOFTWARE ΓΙΑ ANIMATION

(ΓΛΩΣΣΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ)

Η επιλογή μεταξύ της γλώσσας προγραμματισμού για να δημιουργηθεί ένα animation έχει πολλές επιπτώσεις στο τελικό προϊόν. Επιλέγοντας ο δημιουργός μια γλώσσα προγραμματισμού οδηγείται απ' αυτή σε συγκεκριμένες κατευθύνσεις. Τα προγράμματα υπολογιστών είναι μέσα μέσω των οποίων καθοδηγείται ο υπολογιστής για να κάνει κάτι και πλήθος γλωσσών υπάρχουν για την δημιουργία προγραμμάτων υπολογιστών. Μπορούμε να επικοινωνήσουμε με έναν υπολογιστή χωρίς οποιαδήποτε γνώση προγραμματισμού, αλλά είναι εξίσου δυνατό να επικοινωνήσουμε μόνο μέσω της δημιουργίας προγραμμάτων χρησιμοποιώντας κάποια γλώσσα προγραμματισμού. Και οι δύο προσεγγίσεις μπορούν να είναι κατάλληλες στον τομέα του animation αν και πιο αποδοτική μάλλον αποδεικνύεται μια μέση μέθοδος. Χωρίς την γνώση κάποιας γλώσσας προγραμματισμού είμαστε υποχρεωμένοι να κινηθούμε ανάμεσα στους περιορισμούς των διαθέσιμων εφαρμογών και υπάρχουν πάντα σημεία όπου το λογισμικό δεν θα κάνει ακριβώς ότι θέλουμε. Να τονιστεί ότι "διορθώνοντας" ένα πρόγραμμα (debugging) (αφαιρώντας δηλαδή τα λάθη που μπορεί να υπάρχουν) είναι συνήθως πολύ πιο μακροχρόνιο από το να γράψουμε τον αρχικό κώδικα προγράμματος, και γι' αυτό πολλοί επαγγελματίες προγραμματιστές ξοδεύουν το χρόνο στην ενημέρωση και βελτίωση του υπάρχοντος κώδικα, παρά στο γράψιμο καινούργιων προγραμμάτων.

Οι σημαντικές ιδιότητες μιας γλώσσας είναι η δυνατότητα να πραγματοποιεί "ανάθεση" (αποδίδοντας αριθμητικές τιμές) και "επανάληψη" (επαναλαμβάνοντας κομμάτια του προγράμματος πολλές φορές), "επιλογή" χρησιμοποιώντας "συνθήκες" και ικανότητα να χωρίζεται ένα πρόγραμμα σε επαναχρησιμοποιήσιμες μονάδες αποκαλούμενες "υπορουτίνες", "διαδικασίες" ή "λειτουργίες".

Τύποι Γλωσσών

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός γλωσσών υπολογιστών, μερικές ξεπερασμένες, μερικές χρησιμοποιούμενες ευρέως και ακόμα μερικών που

βρίσκονται σε κατάσταση δημιουργίας. Όλες έχουν δημιουργηθεί για να καλύψουν τις συγκεκριμένες ανάγκες που υπήρξαν σε συγκεκριμένες στιγμές, είτε για να κάνουν κάποιες εργασίες αποτελεσματικά κάτω από συγκεκριμένο υλικό ή για να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις ενός ιδιαίτερου έργου (όπως το animation). Ακολουθεί μια αναφορά των γλωσσών ταξινομημένες με διάφορους τρόπους.

Low Level/High Level (Υψηλού – Χαμηλού Επιπέδου)

Το 'επίπεδο' μιας γλώσσας (υψηλό ή χαμηλό) περιγράφει πόσο μακριά είναι η γλώσσα αυτή από το εσωτερικό του υπολογιστή, δηλαδή οι γλώσσες χαμηλού επιπέδου είναι προσανατολισμένες στον υπολογιστή ενώ οι γλώσσες υψηλού επιπέδου είναι προσανατολισμένες στο πρόβλημα. Η μόνη αληθινή γλώσσα χαμηλού επιπέδου είναι η γλώσσα μηχανής που είναι μια ακολουθία δυαδικών ψηφίων που μεταφράζονται άμεσα σε διαδικασίες υπολογιστών από ηλεκτρονικά κυκλώματα. Χρησιμοποιώντας γλώσσα χαμηλού επιπέδου, εντούτοις, για την δημιουργία animation θα καταλήγαμε σε ένα αποτέλεσμα πολύ ιδιαίτερο για κάθε υπολογιστή, με την αποστολή μεμονωμένων αριθμών σε θέσεις και registers ενός συγκεκριμένου υπολογιστή.

Ενώ οι πρώτοι υπολογιστές μπορούσαν να προγραμματιστούν μόνο με γλώσσα χαμηλού επιπέδου, πολύ σύντομα οι γλώσσες εξελιχθήκαν ώστε να είναι πολύ πιο κατανοητές στους χρήστες τους, και επέτρεψε στους προγραμματιστές να δημιουργούν προγράμματα πολύ πιο εύκολα. Αυτή η εξέλιξη δεν βοήθησε μόνο τους προγραμματιστές αλλά ήταν επίσης και ο μόνος ρεαλιστικός τρόπος με τον οποίο τα μακροχρόνια προγράμματα θα μπορούσαν να γραφούν και διατηρηθούν χωρίς λάθη. Οι γλώσσες "υψηλού επιπέδου" χρησιμοποιούν εντολές που στηρίζονται στην αγγλική γλώσσα και κατόπιν μετατρέπονται από τον υπολογιστή σε γλώσσα μηχανής. Αυτό ενίσχυσε το ότι η "αναγνωσιμότητα" είναι ζωτικής σημασίας στη σίγουρη κατανόηση ενός προγράμματος, ιδιαίτερα όταν κατασκευάζεται από μια ομάδα ατόμων, όπως είναι το συνηθέστερο.

Βέβαια, μερικές φορές είναι απαραίτητο να προσφύγουμε σε χαμηλού επιπέδου προγραμματισμό όταν σκοπός μας είναι η μέγιστη αποδοτικότητα και η ταχύτητα. Οι σύγχρονες γλώσσες υψηλού επιπέδου έχουν πετύχει και αυτές πολύ μεγάλες ταχύτητες, με αποτέλεσμα οι σύγχρονοι χρήστες να μην χρειάζεται να κατανοούν καν το πώς οι οδηγίες τους παράγουν τα αποτελέσματα που παίρνουν. Αυτή είναι φυσικά μια πολύ καλή εξέλιξη, ιδιαίτερα όταν παράγονται αναμενόμενα αποτελέσματα. Σε περίπτωση βέβαια που υπάρξουν

προβλήματα στα αναμενόμενα αποτελέσματα, η χρήση μιας γλώσσας χαμηλού επιπέδου είναι η καλύτερη και η πιο σίγουρη λύση για την επίλυση του προβλήματος.

Μετάφραση Προγραμμάτων (Διερμηνέας Interpreter / Μεταγλωττιστής Compiler)

Ένα πρόγραμμα που γράφεται σε μια γλώσσα υψηλού επιπέδου πρέπει να μεταφραστεί σε γλώσσα μηχανής ώστε να μπορεί να εκτελεστεί από τον υπολογιστή. Αυτό μπορεί να γίνει γραμμή - γραμμή καθώς το πρόγραμμα τρέχει ("Interpreted") ή να μεταφραστεί ολόκληρο το πρόγραμμα πριν αυτό εκτελεστεί ("Compiled"). Ένας μεταγλωττιστής μπορεί πρώτα να μεταφράσει το πηγαίο πρόγραμμα σε πρόγραμμα γλώσσας Assembly, και κατόπιν να χρησιμοποιήσει τον δικό του assembler για να ολοκληρώσει τη μετάφραση σε γλώσσα μηχανής. Ένας "βελτιστοποιημένος" μεταγλωττιστής θα προσπαθήσει επίσης να βελτιώσει την αποδοτικότητα του κώδικα που παράγεται, κάτι που είναι μια επιλογή που τίθεται από το χρήστη.

Το πλεονέκτημα των διερμηνευτών (interpreter) είναι ότι μπορούν να παρέχουν ένα φιλικό περιβάλλον ανάπτυξης, που διευκολύνει την διόρθωση (debugging) των λαθών τρέχοντας ένα πρόγραμμα μέχρι το σημείο όπου εντοπίζεται ένα λάθος και σταματώντας το, συνήθως επιστρέφοντας στο σημείο όπου ανακαλύφθηκε το λάθος. Ένα μειονέκτημα είναι ότι η ταχύτητα εκτέλεσης του προγράμματος μειώνεται εξ αιτίας του ότι η ανάγκη μετάφρασης σε γλώσσα μηχανής γραμμή προς γραμμή, έχει ως αποτέλεσμα μέρη του προγράμματος που επαναλαμβάνονται (βρόχοι κ.λ.π...) να πρέπει πάλι να μεταφραστούν κάθε φορά που αυτά χρησιμοποιούνται. Οι σύγχρονος διερμηνείς είναι πολύ γρηγορότεροι, σχετικά με τους μεταγλωττιστές, απ' ό,τι στο παρελθόν, αλλά στην περίπτωση του animation οι μεταγλωττιστές επιτυγχάνουν πάντα μεγαλύτερη ταχύτητα.

Τα μεταφρασμένα προγράμματα είναι πολύ γρηγορότερα, και ο παραγόμενος κώδικας που παράγεται μπορεί να εκτελεστεί χωρίς την παρουσία της εφαρμογής που τον παρήγαγε. Οι μεταγλωττιστές είναι γενικά λιγότερο φιλικοί προς τον άπειρο προγραμματιστή, εν τούτοις περισσότερο ευπροσάρμοστοι, και ένα μεγαλύτερο μέρος του κύκλου ανάπτυξης φαίνεται να ξοδεύεται στην ελαχιστοποίηση των καθυστερήσεων καθώς πηγαίος κώδικας μεταφράζεται. Οι μεταγλωττιστές ενθαρρύνουν έτσι μια διαφορετική μέθοδος εργασίας για τη διόρθωση των πηγαίων προγραμμάτων και με έναν κατάλληλο συνδυασμό μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη μέθοδο των διερμηνευτών στη φάση της διόρθωσης των λαθών, και στο τέλος να μεταφράσουν το τελικό

πρόγραμμα. Τα μεταφρασμένα προγράμματα έχουν επίσης το πλεονέκτημα ότι μπορούν να εκμεταλλευθούν άλλα ήδη μεταφρασμένα προγράμματα, έτσι ώστε να μπορούν να πετύχουν τη σύνδεσή τους με αυτά τα προγράμματα.

Διαδικασιακές Γλώσσες / Γλώσσες Τεχνητής Νοημοσύνης

Οι διαδικαστικές γλώσσες (π.χ. FORTRAN, BASIC και C) λένε στον υπολογιστή τι να κάνει ενώ οι γλώσσες τεχνητής νοημοσύνης (π.χ. Lisp και Prolog) του λένε ποιος είναι ο σκοπός του χρήστη και επιπλέον του δίνουν πληροφορίες που πρέπει να ξέρει ώστε να ολοκληρώσει την διαδικασία.

Αντικειμενοστραφείς (Object-Oriented) Γλώσσες

Οι προσανατολισμένες στο αντικείμενο γλώσσες έχουν βρει μεγάλη εφαρμογή τα τελευταία χρόνια κι έχουν πια κυριαρχήσει στον προγραμματισμό. Η Object Pascal, η Delphi (που αποτελεί τη συνέχεια της Pascal για προγραμματισμό στα Windows), η C++ είναι παραδείγματα αντικειμενοστραφών γλωσσών και λειτουργούν με τη μεταβίβαση μηνυμάτων μεταξύ των ενεργών αντικειμένων τα οποία είναι ανάλογα με αυτά που υπάρχουν στον πραγματικό κόσμο. Αυτά τα αντικείμενα (σε μερικές γλώσσες αποκαλούνται "classes") είναι αυτοδύναμα, συνδυάζοντας τα στοιχεία τους με τις λειτουργίες που λειτουργούν σε αυτά. Οι ιδιότητες και οι λειτουργίες των υποκατηγοριών (sub-classes) κληρονομούνται από τις ανώτερες υπάρχουσες κατηγορίες (classes), και το πρότυπο των αντικειμενοστραφών γλωσσών παρουσιάζεται πολύ πιο κοντινό στον τρόπο που λειτουργεί ο πραγματικός κόσμος από τον τρόπο που δουλεύουν οι παραδοσιακές γλώσσες.

Ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός διευκολύνει την παραγωγή αποδοτικών, ανεξάρτητων μονάδων κώδικα οι οποίες μπορούν να υιοθετηθούν εύκολα από διάφορους προγραμματιστές, και είναι επομένως ιδιαίτερα χρήσιμες στην κατασκευή μεγάλων προγραμμάτων. Παρέχει έναν πολύ πλούσιο προγραμματιστικό περιβάλλον κι έχει πολύ μεγάλα πλεονεκτήματα στην παραγωγή γραφικών παραστάσεων και animation.

Παράλληλες / Διαδοχικές Γλώσσες

Η αρχιτεκτονική ενός υπολογιστή απεικονίζεται στη δομή της γλώσσας του. Οι περισσότερες διαδικαστικές γλώσσες συνδέονται με τους παραδοσιακούς υπολογιστές, και είναι δομημένες με τρόπο που αντανakλά τη διαδοχική λειτουργία τους. Απαιτούν την εκτέλεση κάθε λειτουργίας σε μια σειρά πριν εισαχθεί η επόμενη λειτουργία προς εκτέλεση. Οι παράλληλες γλώσσες επιτρέπουν σε διαφορετικές διαδικασίες να διενεργούνται συγχρόνως, και πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν τη σωστή αλληλουχία μεταξύ των αλληλοεξαρτούμενων διαδικασιών και να τις επιμερίζουν σε διαφορετικούς επεξεργαστές όταν απαιτείται.

Γλώσσες Προσανατολισμένες στα Γραφικά

Τέτοιες γλώσσες είναι απλά επεκτάσεις υπάρχουσών γλωσσών παρά νέες γλώσσες, οι οποίες παρέχουν μια σειρά εντολών σχετικών με τα γραφικά και το animation. Αυτές οι γλώσσες δημιουργούν ένα όσο το δυνατόν φιλικότερο (γραφικό) περιβάλλον στον χειριστή ώστε να μπορεί ποιο εύκολα να κατασκευάζει γραφικά ή animation χωρίς να είναι υποχρεωμένος να έχει γνώσεις προγραμματισμού.

Υβριδικές Γλώσσες

Πολλές γλωσσικές εφαρμογές επιτρέπουν τη σύνδεση του μεταφρασμένου κώδικα που γράφεται σε διαφορετικές γλώσσες, επιτρέποντας κατά συνέπεια στα διάφορα πλεονεκτήματα περισσότερων από μιας γλωσσών να ενσωματώνονται σε ένα ενιαίο πρόγραμμα. Αυτό είναι χρήσιμο, παραδείγματος χάριν, εάν ένα πρόγραμμα γραμμένο σε PROLOG, πρέπει να χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια ενός προγράμματος που γράφτηκε σε C.

Παρουσίαση Γλωσσών για Δημιουργία Animation

Από τις πολλές διαθέσιμες γλώσσες, παρατίθενται αυτές που είναι οι πιο πιθανές να συναντηθούν στην δημιουργία animation.

Algol

Η ALGOL είναι μια αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού, της οποίας το όνομα προέρχεται από την γλώσσα ALGOrithmic, υπάρχει σε πολλές παραλλαγές και χρησιμοποιείται διεθνώς από την επιστημονική κοινότητα. Αναφέρεται επειδή διάφορα βιβλία σχετικά με τα γραφικά περιγράφουν τον προγραμματισμό των αλγορίθμων χρησιμοποιώντας Algol.

Assembler

Η assembler αναπτύχθηκε στη δεκαετία του '50 ως κάποια 'στενογραφία' κώδικα μηχανής, χρησιμοποιώντας μια σειρά από πολύ βασικές οδηγίες που αντιστοιχούν στην αρχιτεκτονική του επεξεργαστή, και οι οποίες κατόπιν μεταφράζονται σε δυαδικό σύστημα το οποίο ο υπολογιστής καταλαβαίνει. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο κώδικας μηχανής είναι πολύ προβληματικός για κοινή χρήση, η assembler παράγει το γρηγορότερο, συμπαγέστερο κώδικα κι επιτρέπει στους προγραμματιστές τη μέγιστη πρόσβαση και έλεγχο εσωτερικά στο hardware. Η χρήση της απαιτεί πολύ καλή κατανόηση των υπολογιστών σε χαμηλό επίπεδο, και απεικονίζει περισσότερο πώς λειτουργεί ο υπολογιστής παρά αυτά που το πρόγραμμα προορίζεται να κάνει. Έτσι, επειδή η χρήση της είναι πολύ δύσκολη, τα προγράμματα που γράφονται σε κάποια γλώσσα υψηλού επιπέδου χρησιμοποιούν κομμάτια από assembly στα σημεία όπου απαιτείται μεγάλη ταχύτητα. Η assembler απαιτείται επίσης μερικές φορές στους οδηγούς συσκευών (προγράμματα που βοηθούν το λειτουργικό σύστημα να αναγνωρίσει το εξωτερικό υλικό, όπως π.χ. ένας scanner, ένας εκτυπωτής κλπ.).

Basic

Basic είναι τα αρχικά του Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code και σχεδιάστηκε το 1964 ως εύχρηστη γλώσσα για τους επιστήμονες που

δεν είχαν και πολύ σχέση με τους υπολογιστές. Η Basic έκανε πιο εύκολο τον προγραμματισμό και διευκόλυνε πολλούς ανθρώπους να ασχοληθούν με αυτόν. Βέβαια, στα πρώτα ιδιαίτερα βήματά της επικρίθηκε για την αργή ταχύτητα και το φτωχό ύφους προγραμματισμού. Οι πρώτες εκδόσεις της Basic χειρίζονταν το κείμενο καλύτερα από μερικές άλλες δημοφιλείς γλώσσες, αλλά σπάνια επιλεγόταν για τη σοβαρή χρήση γραφικών παραστάσεων. Σήμερα, ιδιαίτερα η Visual Basic μπορεί να χρησιμοποιηθεί άνετα σε παραγωγή γραφικών.

C.

Η γλώσσα C αναπτύχθηκε στις αρχές της δεκαετίας του '70 από το Dennis Ritchie ενώ το τυποποιημένο κείμενο της γλώσσας δημιουργήθηκε από τον ίδιο και τον Kernhigan. Η Apl έγινε BCPL, αυτή έγινε γλώσσα B, αυτή εξελίχθηκε σε γλώσσα C, η οποία συνδυάστηκε με την λειτουργία του λειτουργικού συστήματος Unix. Η διαδεδομένη χρήση του Unix τα προηγούμενα χρόνια εξασφάλισε μια μακροχρόνια ζωή για τη C και σίγουρα υπήρξε μια από τις δημοφιλέστερες γλώσσες. Η δημοτικότητά της προέρχεται από τον τρόπο που κατορθώνει να συνδυάσει τον υψηλού με τον χαμηλού επιπέδου προγραμματισμό σε μια γλώσσα γενικού σκοπού "που χαρακτηρίζεται από οικονομία έκφρασης, σύγχρονες δομές ροής ελέγχου και δεδομένων και ένα πλούσιο σύνολο χειριστών, ενώ απουσιάζουν αρκετοί περιορισμοί άλλων γλωσσών.

Έχει μικρό λεξιλόγιο βασικών λέξεων, (οι αρχικές εκδόσεις είχαν περίπου 32 έναντι πάνω από 400 της Basic), μια οικονομία που επιτυγχάνεται μέσω προσθήκης μιας τυποποιημένης βιβλιοθήκης που χρησιμοποιεί 15 'επιγραφές' για να παρέχει διάφορες λειτουργίες και ορισμούς. Όντας ανεξάρτητη από την αρχιτεκτονική οποιασδήποτε μηχανής, μπορούν να γραφούν προγράμματα που θα είναι ανεξάρτητα από τους υπολογιστές που θα τρέξουν. Η οικονομία αυτή επιτρέπει να γραφούν προγράμματα που μπορεί να είναι σχεδόν αδιαπέραστα σε έναν ξένο, και μερικές φορές στον ίδιο τον προγραμματιστή μετά από απουσία έστω μιας εβδομάδας, έτσι η συνοδεία σχολίων γίνεται επιτακτική.

C++

Η αντικειμενοστραφής έκδοση της C, η C++ αναπτύχθηκε στη δεκαετία του '80 από τον Bjorn Stroustrup. Ενσωματώνει όλα τα πρότυπα του Ansi,

ενισχύει τη C με διάφορες μικρές, χρήσιμες βελτιώσεις, και προσθέτει την υποστήριξη σχετικά με τη διαχείριση των αντικειμένων. Οι προσθήκες, όπως περιγράφονται από τον Weiner είναι: αφαίρεση στοιχείων (ένωση ενός τύπου δεδομένων με τις διαδικασίες που διατίθενται σε αυτόν), ενθυλάκωση (η διαδικασία για τον καθορισμό ενός αντικειμένου, που περιλαμβάνει τον καθορισμό για το πώς αλληλεπιδρά με άλλο αντικείμενο), κληρονομικότητα (η δυνατότητα να δημιουργηθεί μια υποκατηγορία των αντικειμένων που κληρονομεί χαρακτηριστικά από μια κατηγορία "γονέων") και τον πολυμορφισμό (η δυνατότητα ενός αντικειμένου και των υποκατηγοριών του για να ανταποκριθεί στο ίδιο μήνυμα με διαφορετικά καθορισμένους τρόπους). Σαν αποτέλεσμα έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί πολύ πιο εύκολα για γραφικές παραστάσεις. Υπήρξε κι επέκταση της γλώσσας για να είναι συμβατή με το λειτουργικό σύστημα Macintosh της Apple. Η σημερινή έκδοση της Visual C επιτρέπει την περαιτέρω χρησιμοποίησή της στην δημιουργία γραφικών.

Forth

Μια γλώσσα που δεν χρησιμοποιήθηκε πολύ και αναπτύχθηκε γύρω στο 1970 για τον άμεσο έλεγχο του εξοπλισμού (αρχικά στο παρατηρητήριο του αστρονόμου δημιουργού της, Charles Moore). Αναφέρεται επειδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη ρομποτική και σε παιχνίδια, και μπορεί να είναι καλή για τον έλεγχο των εξωτερικών συσκευών.

Fortran

Fortran είναι τα αρχικά του FORMula TRANslation και η γλώσσα χρησιμοποιήθηκε πρώτα σε επιστημονικά και τεχνικά πλαίσια για το χειρισμό των μαθηματικών τύπων και εκφράσεων. Έχει μια ιδιαίτερη ιστορία στον τομέα των γραφικών πάνω στους υπολογιστές επειδή πολλές βιβλιοθήκες γραφικών παραστάσεων ήταν, και είναι ακόμα, γραμμένα σε FORTRAN. Υπάρχουν διάφορες εκδόσεις της FORTRAN, με παραλλαγές των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων και της σύνταξής τους.

Lisp

Η Lisp σχεδιάστηκε στα μέσα της δεκαετίας του '50 από τον John McCarthy ο οποίος ήθελε μια γλώσσα επεξεργασία καταλόγων για εργασίες τεχνητής νοημοσύνης στα IBM 704. Είναι χρήσιμη για γραφικές παραστάσεις επειδή οι κατάλογοι στοιχείων που αναφέρονται σε γραφικά βρίσκονται συνήθως στη γλώσσα αυτή, ενώ διάφορα προγράμματα σχεδίασης έχουν διερμηνείς Lisp (π.χ. το AUTOCAD).

Logo

Σχεδιασμένη από τον Seymour Papert για να βοηθήσει στη διδασκαλία του προγραμματισμού στα παιδιά, η LOGO είναι βασισμένη στην LISP και έχει εντολές βασισμένες σε γλώσσα που είναι πολύ κατάλληλη για τη δημιουργία βασικών animation. Η LOGO παρείχε τη βάση για τις γλώσσες δημιουργίας animation DIRECTOR και ASAS που αναπτύσσει τρισδιάστατα animation.

Pascal

Πατέρας της PASCAL είναι ο Niklaus Wirth και γράφτηκε πρώτιστα ως γλώσσα διδασκαλίας με σκοπό να υποστηρίξει τις έννοιες του δομημένου προγραμματισμού. Είναι απλή στο να μαθευτεί αφού οι εντολές της είναι ουσιαστικά παρόμοιες με απλές προτάσεις, έχει συντακτικούς κανόνες, κι επίσης έχει μέχρι και σημάδι τέλους με μια τελεία. Πολλά βιβλία στην σχετικά με τα γραφικά δίνουν τα παραδείγματα κατασκευής γραφικών γραμμένα με PASCAL, και δεδομένου ότι πολλοί προγραμματιστές είναι γνώστες της PASCAL, είναι μια από τις καταλληλότερες γλώσσες γι' αυτήν την εργασία.

Είναι μια γλώσσα στην οποία πρέπει οτιδήποτε να είναι ρητά δηλωμένο, και αυτό βοηθά στο να μην υπάρχουν λάθη αναγκάζοντας τον προγραμματιστή να ακολουθεί το ύφος προγραμματισμού που επιβάλλει η γλώσσα. Αυτή η αδιαλλαξία ως προς τις δηλώσεις είναι ένα μεγάλο πλεονέκτημα έναντι άλλων γλωσσών οι οποίες επιτρέπουν να γράφουμε κώδικα χωρίς να γίνεται κανένας έλεγχος λάθους. Η 'Object Pascal' είναι η έκδοση που είναι προσανατολισμένη στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό και είναι πολύ καλύτερη για την διαχείριση γραφικών και animation. Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί η

Delphi, η οποία είναι η έκδοση της Object Pascal για προγραμματισμό σε περιβάλλον Windows και η οποία είναι ένα πολύ ισχυρό εργαλείο στα χέρια των προγραμματιστών.

Prolog

Η Prolog είναι μια "περιγραφική" γλώσσα που χρησιμοποιείται για την επίλυση των προβλημάτων που περιλαμβάνουν "αντικείμενα" και τις σχέσεις μεταξύ τους, και είχε πολύ χρήση στην τεχνητή νοημοσύνη. Αποτελείται από διάφορες "προτάσεις", οι οποίες περιέχουν είτε ένα γεγονός για τα δεδομένα είτε έναν κανόνα για το πώς μπορεί να επιτευχθεί μια λύση. Ένα πρόγραμμα γραμμένο σε Prolog είναι μια συλλογή γεγονότων και κανόνων τα όποια καθιερώνουν μια γνωστική βάση, η οποία χρησιμοποιείται για να απαντήσει σε ερωτήσεις που αφορούν τα αντικείμενα και τις σχέσεις τους χρησιμοποιώντας ένα λογικό σύστημα. Το όνομά της προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων PROgramming LOGic.

Επιλογή της γλώσσας

Στην πράξη, η επιλογή μιας κατάλληλης γλώσσας προγραμματισμού εμποδίζεται συχνά από κάποιους πραγματικούς περιορισμούς. Η απόφαση μπορεί να επηρεαστεί από την αρχιτεκτονική του διαθέσιμου υλικού (π.χ. παράλληλος ή σειριακός), από την γλώσσα που χρησιμοποιείται από κάποιες συνήθεις εφαρμογές, από τη συμβατότητα με το υπάρχον λογισμικό (π.χ. εάν εκατομμύρια γραμμών FORTRAN έχουν συσσωρευτεί κατά τη διάρκεια ετών είναι πολύ δύσκολο κατόπιν να συνεχιστεί η λειτουργία του προγράμματος αυτού), από τις διαθέσιμες γλώσσες και τέλος από τις υπάρχουσες δεξιότητες της ομάδας των προγραμματιστών. Πρέπει να τονιστεί ότι το δυσκολότερο μέρος του γραψίματος ενός προγράμματος διαχείρισης γραφικών είναι συχνά το μέρος εκείνο που θα διαχειριστεί την εμφάνιση των γραφικών σε κάθε υπολογιστή κάθε μεμονωμένου χρήστη, και αυτό γιατί υπάρχουν πάρα πολλές διαφορές μεταξύ των δυνατοτήτων κάθε υπολογιστή.

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΓΙΑ COMPUTER ANIMATION

Για να αναδειχθούν οι δυνατότητες του computer animation έπρεπε να δημιουργηθούν τα κατάλληλα πακέτα λογισμικού που θα μπορούσαν να εκμεταλλευτούν τις ικανότητες των υπολογιστών ώστε να δημιουργηθεί animation με τον πιο εύκολο τρόπο για το δημιουργό αλλά και με τον πιο θεαματικό για τον θεατή. Γι' αυτόν το σκοπό πολλές εταιρείες από πολύ παλιά έφτιαξαν τα δικά τους προγράμματα. Άλλα με απλές δυνατότητες να ενώνουν διάφορα καρέ για τη δημιουργία του τελικού προϊόντος και άλλα με τεράστιες δυνατότητες (προσομοίωσης κίνησης, rendering, δημιουργίας τρισδιάστατων μοντέλων κ.τ.λ.), άλλα με έμφαση στην ευκολία του χρήστη (κι επομένως με σχετικά απλό σύστημα διεπαφής) κι άλλα με πολλές δυνατότητες κριμένες σε υπομενού (κι επομένως απαιτείται μεγαλύτερη εξοικείωση).

Αυτά τα προγράμματα είναι πάρα πολλά και σίγουρα δε γίνεται να αναφερθούν όλα στα πλαίσια μιας διπλωματικής. Άλλωστε κάποιες μεγάλες κινηματογραφικές εταιρείες (όπως η Pixar) έχουν αναπτύξει το δικό τους λογισμικό. Αν πάντως έπρεπε να επιλεγούν κάποια ως αντιπροσωπευτικά τότε σ' αυτά θα συμπεριλαμβάνονταν πιθανότατα τα:

- Maya (Alias Wavefront)*
- 3D Studio Max (Autodesk)*
- Flash (Macromedia)*
- After Effects (Adobe)*
- Blender3D (Blender)*
- Animation:Master (Hash)*
- Lightwave 3D (NewTek)*
- SoftImage/XSI (Avid Computer Graphics)*
- Houdini (SideFX)*
- Rhino3D (Rhinoceros)*
- Maxon Cinema 4D (Maxon)*
- TrueSpace (Caligari)*
- Motion (Apple)*
- Poser (Curious Labs)*
- Cool3D & Cool3D Production Studio (Ulead)*
- GIF Animator (Ulead)*
- Animator (Antechinus)*
- PhotoModelerPro (EOS Systems)*
- Comixware (Comixware)*
- Xara3D (Xara)*

- ☑ *Web Animation Studio (CyD Software Labs)*
- ☑ *Director (Macromedia)*
- ☑ *Asymetrix Web 3D (Asymetrix)*
- ☑ *FantaMorph (Abrosoft)*
- ☑ *Morpher (Fujimiya's Computer Graphics labo)*
- ☑ *It's Me (Reallusion)*
- ☑ *Mental Ray (Mentalimages)*

Στη συνέχεια του κεφαλαίου θα γίνει αναφορά στις δυνατότητες και στον τρόπο λειτουργίας των προαναφερομένων με έμφαση σε όσα ξεπερνούν τις απαιτήσεις ενός ερασιτέχνη χρήστη και θεωρούνται οι ηγέτιδες δυνάμεις του χώρου. Ειδικά για κάποια από αυτά θα υπάρξει και κάποιο σύντομο παράδειγμα ή οδηγός για καλύτερη κατανόηση των δυνατοτήτων τους. Επίσης σχεδόν σε όλες τις αναφορές έχουμε εισάγει και εικόνες (είτε πρόκειται για screenshots από το περιβάλλον διεπαφής του εκάστοτε λογισμικού είτε πρόκειται για δημιουργίες με αυτό). Όλες αυτές οι φωτογραφίες έχουν προέλθει με δύο τρόπους: είτε τις βρήκαμε στις επίσημες ιστοσελίδες κάθε πακέτου είτε τις δημιουργήσαμε εμείς από τις δοκιμαστικές εκδόσεις κάθε εφαρμογής που κατεβάσαμε.

(Alias Wavefront) Maya



Το *Maya* (που βρίσκεται στην έκδοση 6.5) της εταιρείας *Alias Wavefront* είναι ένα πανίσχυρο και πολύπλοκο πρόγραμμα για τρισδιάστατα γραφικά. Η δυνατότητές του καλύπτουν σχεδόν κάθε τομέα: modeling, texturing, animation, character animation και rendering σίγουρα γίνονται με το συγκεκριμένο πακέτο άψογα. Θεωρείται το κορυφαίο πρόγραμμα για animation με δυνατότητες που ξεπερνούν κατά πολύ τις απαιτήσεις του μέσου χρήστη. Οι βλέψεις της εταιρείας ήταν το πρόγραμμα να χρησιμοποιηθεί από τα μεγάλα κινηματογραφικά στούντιο και από τους οίκους λογισμικού παραγωγής παιχνιδιού και τα κατάφεραν.

Το *Maya* είναι πίσω από πολλές ταινίες με ειδικά εφέ στις οποίες πρέπει να αναφερθούμε (*Spider Man, Lord of Rings, Star Wars, AI: Artificial Intelligence, Pearl Harbor, The Matrix, Minority Report, 102 Dalmatians, Atlantis, Behind Enemy Lines, Black Hawk Down, The Cell, The Chubbchubbs!, Die Another Day, Dinosaur, Enemy At The Gates, Final Fantasy: The Spirits Within, For The Birds, Harry Potter, Hollow Man, How The Grinch Stole Christmas, Ice Age, Inspector Gadget, The Iron Giant, Jonah: A VeggieTales*

Movie, Jurassic Park, The Living Forest, Lilo & Stitch, Men In Black, Mighty Joe Young, Mike's New Car, Mission To Mars, Monsters, The Mummy, The Mummy Returns, Panic Room, The Perfect Storm, Pitch Black, Reign Of Fire, Scooby-Doo, Shrek, Signs, Solaris, Spirit: Stallion Of The Cimarron, Star Trek, Stuart Little, Swordfish, The Time Machine, Treasure Planet, Vertical Limit, Triple X, X-Men). Σίγουρα οι κινηματογράφοφιλοι θα έχουν ήδη εντυπωσιαστεί! Ενδεικτικό είναι πως στο καθιερωμένο όσκαρ για ειδικά εφέ της αμερικάνικης ακαδημίας, πολλές φορές όλες οι ταινίες που έχουν προταθεί έχουν χρησιμοποιήσει το συγκεκριμένο πρόγραμμα.

Αλλά και οι εταιρείες κατασκευής παιχνιδιών το εμπιστεύονται απόλυτα. Απόδειξη το πόσα παιχνίδια υλοποιήθηκαν με το Maya (*Hulk* της *Radical Entertainment*, *Dino Crisis* της *Capcom*, *Gran Turismo* της *Polyphony Digital*, *Bounty Hunter* της *LucasArts*, *Tomb Raider* της *Core Design*, όλων των παιχνιδιών για το *Xbox* της *Microsoft* από μία χρονική περίοδο και μετά και των σπουδαιότερων για το *GameCube* της *Nintendo*). Προς απόδειξη του πόσο ολοκληρωμένη λύση είναι το Maya, παρατίθενται στη συνέχεια τα λόγια του S. Blakley, του Xbox Technology Officer της Microsoft: “Για να μετατρέψει μια δημιουργική ιδέα σε πραγματικότητα, ένας σχεδιαστής παιχνιδιών χρειάζεται το κατάλληλο εργαλείο. Είμαστε ενθουσιασμένοι που για το Xbox αυτό είναι το Maya”.

Και στην Ελλάδα το λογισμικό είναι πολύ δημοφιλές. Μπορεί να μην έχουμε αναπτυγμένη τη βιομηχανία του κινηματογράφου ή να μην έχουμε μεγάλες εταιρείες κατασκευής παιχνιδιών, όμως το χρησιμοποιούν κατά κόρον οι τηλεοπτικοί σταθμοί και οι εταιρείες παραγωγής.

Χαρακτηριστικό της παντοδυναμίας του είναι πως το Maya υπάρχει σε εκδόσεις για προσωπικούς υπολογιστές με τα δημοφιλή λειτουργικά συστήματα (Windows & Linux) αλλά για Macintosh. Πολύ χρήσιμη είναι επίσης μία δωρεάν εκπαιδευτική έκδοση του (*Maya 6.0 Personal Learning Edition*) η οποία είναι προσβάσιμη σε οποιονδήποτε θέλει να πειραματιστεί με τις δυνατότητες του προγράμματος από την επίσημη ιστοσελίδα της εταιρείας:

<http://www.aliaswavefront.com/en/products/maya/>

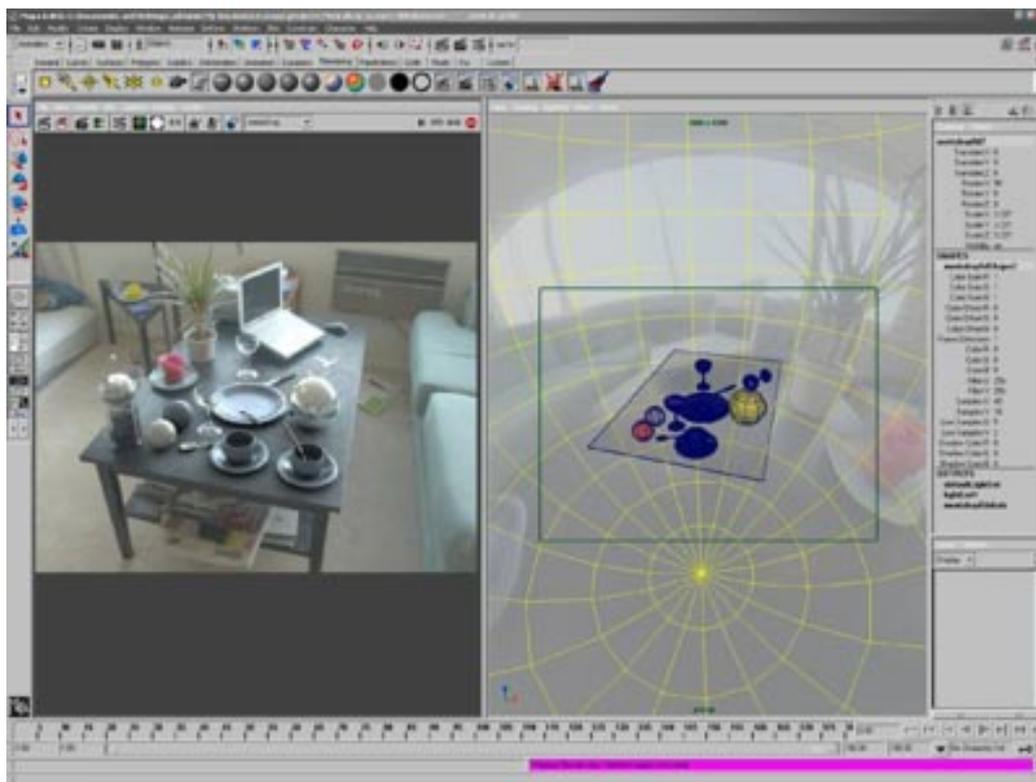
Το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα διαχείρισης τεράστιου όγκου δεδομένων. Στη νέα έκδοση του προγράμματος παρέχονται εργαλεία για τη διαχείριση μεγάλων Dataset, κάτι που αποτελεί απάντηση της Alias στην ανάγκη για ολοένα πιο σύνθετες σκηνές, αλλά και η δυνατότητα εισαγωγής μεγάλων CAD dataset. Η εισαγωγή αρχείων .OBJ στην έκδοση για Windows είναι πολύ πιο γρήγορη, ενώ το FXB plug-in είναι πλέον ενσωματωμένο στην εφαρμογή. Και όπως πάντα χρησιμοποιεί ανοικτό API.

Το Maya στο θέμα του rendering πάντα χρησιμοποιούσε το *Mental Ray* [σ.σ: ειδική αναφορά στο λογισμικό στη συνέχεια]. Στο Maya 6.5 βρίσκεται

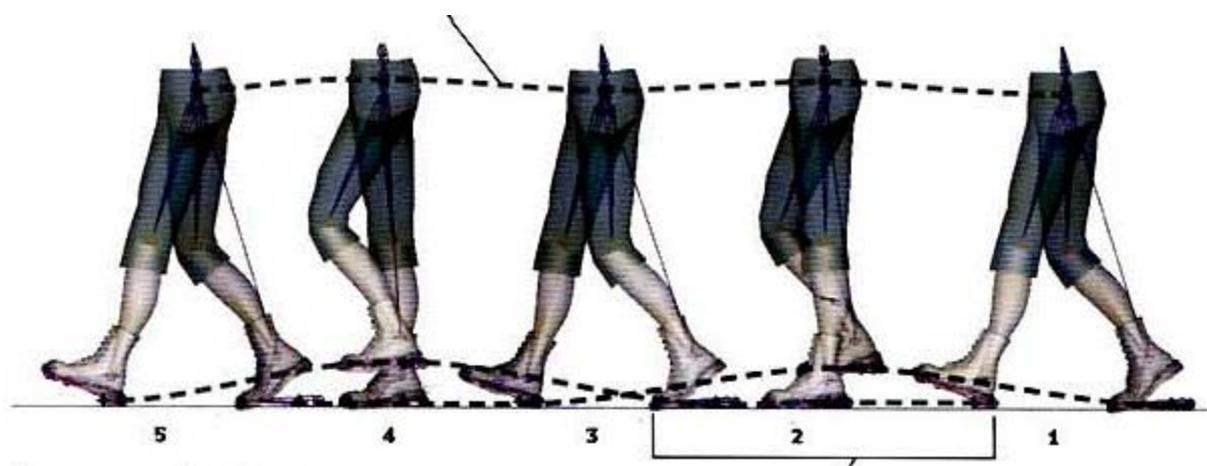
επιπλέον και το mental ray for Maya Satellite και πολλά ακόμα νέα χαρακτηριστικά που έρχονται από την ενσωμάτωση με τον πυρήνα του νέου mental ray 3.4. Στην ουσία η Alias φέρνει στη νέα έκδοση της εφαρμογής μια νέα εναλλακτική για rendering μέσω δικτύου συμπληρώνοντας τις σχετικές δυνατότητες του mental ray, εκμεταλλευόμενη την επεξεργαστική δύναμη των συνδεδεμένων υπολογιστών. Έτσι ο χρήστης μπορεί να έχει στην διάθεσή του ταχύτερα Interactive Photorealistic Rendering, Batch Rendering και Pre-lighting των Textures και Vertices. Το mental ray for Maya Satellite διατίθεται για Windows, Linux και Mac OS X δωρεάν με τα Maya Complete (2 CPU) και το Maya Unlimited (8 CPU).

Σε ότι αφορά το modelling, έχουν προστεθεί πολλές λειτουργίες στο polygon και UV texturing. Βελτιώσεις έχουν γίνει στο polygon bevel tool. Οι χρήστες Windows XP μπορούν πλέον να κάνουν χρήση ως και 2.6 GB μνήμης για το Maya. Επίσης βελτιώσεις έχουν γίνει και σε άλλα στοιχεία του προγράμματος όπως τα Maya Cloth, Maya Hair, Maya Fur, Maya Fluid Effects, Maya Embedded Language (MEL), το API, πολλά Plug-ins, Devkit και τον ενσωματωμένο web browser.

Εικόνα 32: Ο χώρος εργασίας στο Maya πριν τη σχεδίαση οποιουδήποτε αντικειμένου



Εικόνα 33: Δουλεύοντας με το Maya



Εικόνα 34: Προσομοιώνοντας την ανθρώπινη κίνηση

(Autodesk) 3D Studio Max



Το *3D Studio Max* (τρέχουσα έκδοση: 7) είναι ένα από τα προγράμματα δημιουργίας και επεξεργασίας τρισδιάστατων γραφικών και animation που βρίσκονται στις κορυφαίες θέσεις της κατηγορίας από πλευράς δυνατοτήτων. Βρίσκει εφαρμογές στην αρχιτεκτονική, στα παιχνίδια, στις ταινίες, στην

οπτική απεικόνιση ιατρικών και επιστημονικών μοντέλων, στις καλές τέχνες, στην εικονική πραγματικότητα (virtual reality), στον σχεδιασμό γραφικών για το Web και αλλού. Το site της εταιρείας για το συγκεκριμένο προϊόν είναι το:

<http://www4.discreet.com/3dsmax/>

απ' όπου είναι δυνατό το download μιας δοκιμαστικής έκδοσης. Στον ίδιο δικτυακό τόπο (<http://www4.discreet.com/products/>) υπάρχουν σύνδεσμοι και για δύο άλλα προγράμματα της εταιρείας που ουσιαστικά είναι υποστηρικτικά του 3DsMax, το *Autodesk Character Studio* [που παρέχει προχωρημένες τεχνικές για animation χαρακτήρων] και το *Autodesk GMax* [για 3D modeling και animation κυρίως για παιχνίδια].

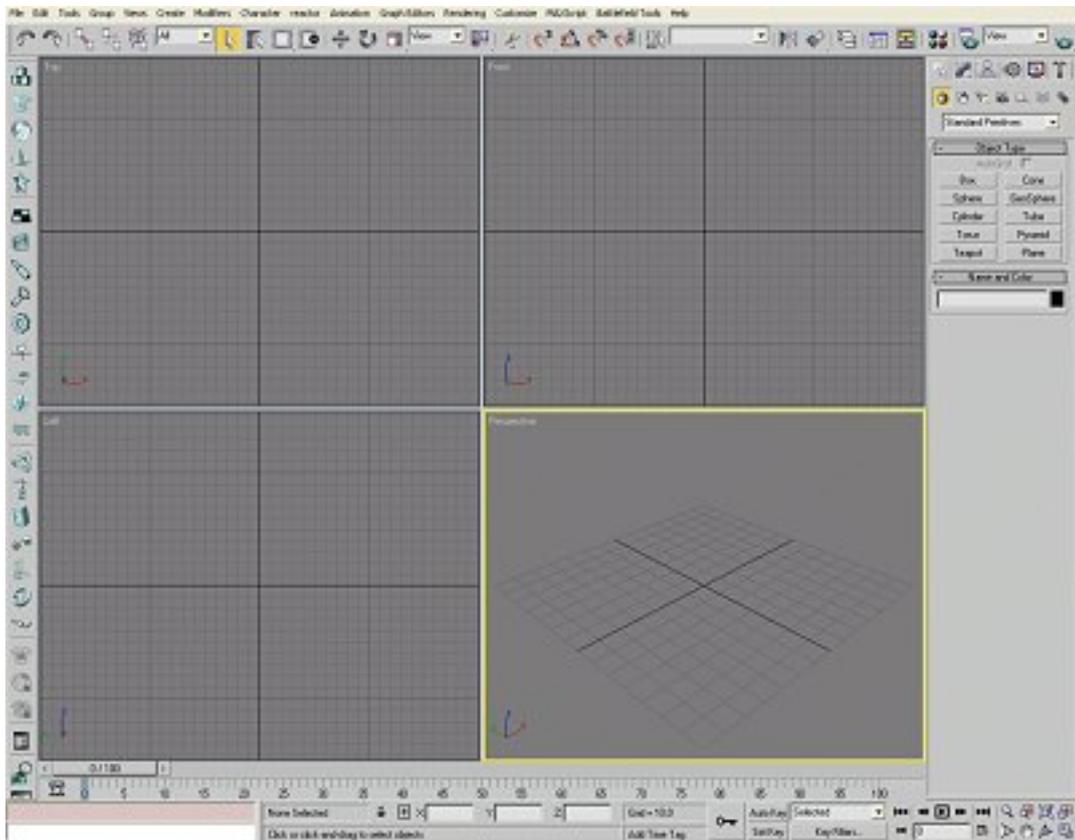
Η μηχανή rendering που χρησιμοποιεί το λογισμικό είναι η κορυφαία *mental ray*.

Το πρόγραμμα είναι κατάλληλο και έχει χρησιμοποιηθεί κατά κόρον τόσο για τη δημιουργία ειδικών εφέ σε κινηματογραφικές ταινίες όσο και για υλοποίηση κορυφαίων παιχνιδιών σε όλες τις κονσόλες (H/Y, XBox, PlayStation, GameCube). Ενδεικτικά αναφέρουμε τα παιχνίδια *Grand Theft Auto 3*, *Halo* και *Metal Gear Solid 2* που είναι σημεία αναφοράς στο χώρο του gaming.

Για να δουλέψουμε το πρόγραμμα πρέπει να έχουμε υπόψη μας τα εξής:

- Το Περιβάλλον Εργασίας του 3D Studio Max: Η κύρια οθόνη εργασίας του προγράμματος περιέχει 4 παράθυρα προβολής, 11 πτυσσόμενα μενού στην γραμμή μενού, καρτέλες για την εμφάνιση 11 κινητών γραμμών εργαλείων για την δημιουργία αντικειμένων, την βασική γραμμή εργαλείων, 6 καρτέλες εντολών, μια γραμμή κατάστασης στο κάτω μέρος της οθόνης και στα δεξιά της γραμμής κατάστασης τα χειριστήρια ελέγχου έλξης, τα χειριστήρια ελέγχου κίνησης και τα χειριστήρια παραθύρων προβολής. Ειδικά η *βασική γραμμή εργαλείων (Main Toolbar)* επειδή περιέχει πολλά εργαλεία που δεν είναι ορατά ταυτόχρονα, μπορούμε να αφήσουμε τον δείκτη του ποντικιού ανάμεσα στα εικονίδια της και όταν πάρει την μορφή παλάμης (χεριού), να μετακινήσουμε την γραμμή εργαλείων δεξιά ή αριστερά για να δούμε και τα υπόλοιπα εικονίδια. Το περιβάλλον εργασίας του Max χρησιμοποιεί ακόμη συμβουλές εργαλείων (tool tips), πτυσσόμενα μενού και μενού συντόμευσης με δεξιά κλικ. Τα *παράθυρα προβολής (viewports)* αποτελούν την κύρια περιοχή εμφάνισης στο κέντρο της επιφάνειας εργασίας και μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε για να βλέπουμε ταυτόχρονα τέσσερις διαφορετικές απόψεις της σκηνής ή να επιλέξουμε μία μόνο προβολή που θα καταλαμβάνει όλο το παράθυρο προβολής. Τα παράθυρα προβολής έχουν τις ετικέτες *Top*, *Front*, *Left* και *Perspective*. Οι 6 καρτέλες εντολών περιέχουν εργαλεία για την δημιουργία, την διαμόρφωση και την

διαχείριση των σκηνών. Από τα σημαντικότερα άλλα εργαλεία του Max είναι η Σχηματική Προβολή (Schematic View), ο Διαχειριστής Πόρων (Asset Manager) και οι Ιδιότητες Αντικειμένου (Object Properties).



Εικόνα 35: Το περιβάλλον εργασίας του 3DsMax

- Η Διαχείριση Αρχείων στο 3D Studio Max: Εξ ορισμού, τα αρχεία σκηνών του Max αποθηκεύονται στον υποφάκελο *Scenes* του φακέλου *3dsmax3* και με επέκταση *.max*. Πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι το Max μπορεί να επεξεργαστεί μόνο ένα αρχείο σκηνής κάθε φορά.
- Βασικές Λειτουργίες και εμφάνιση αντικειμένων:
 - **Smooth and Highlights** – εμφανίζονται τα αντικείμενα όπως και μέσα στο παιχνίδι (χαμηλότερης ποιότητας βέβαια). Φαίνονται τα φώτα, όχι όμως οι περίπλοκες φωτοσκιάσεις. Είναι κάτι μεταξύ render και ορθογραφικής εικόνας.
 - **Wireframe** – εμφανίζει τα αντικείμενα σαν πλέγματα, ώστε να ξεχωρίζουν τα πολύγωνα τους. Δεν εμφανίζονται φωτοσκιάσεις. Βοηθά πολύ στην εύρεση παραπανίσιων πολυγώνων που βαραίνουν τον επεξεργαστή και στην λεπτομερή εργασία με τα vertexes και τα πολύγωνα, στην κατασκευή του μοντέλου.
 - **Show grid** – εμφανίζει/εξαφανίζει το πλέγμα συντεταγμένων στην επιλεγμένη άποψη.

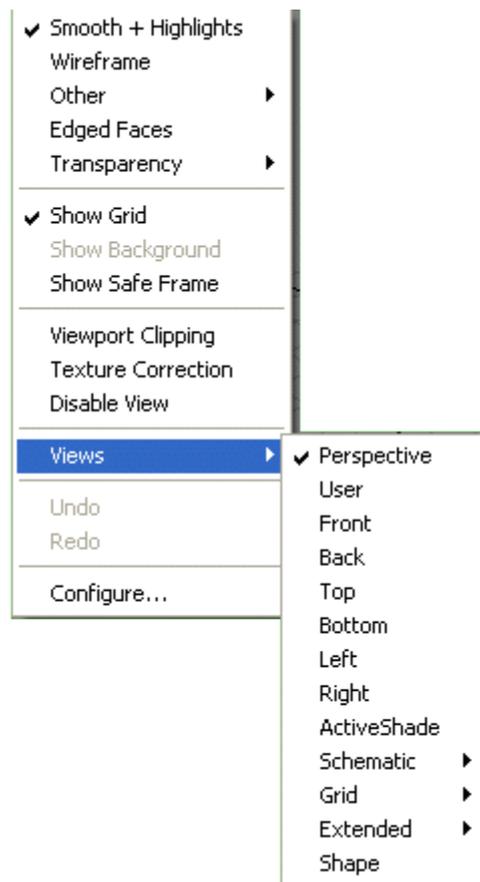
- **Views** – Βγάζει μια λίστα απόψεων που μπορείτε να δείτε στο συγκεκριμένο παράθυρο.
- Τα κουτάκια, το ένα με την αλυσίδα και το άλλο με την σπασμένη αλυσίδα χρησιμοποιούνται με click and drag, μεταξύ δύο αντικειμένων προκειμένου να τα «συνδέσουν» ή «αποσυνδέσουν» αντιστοίχως. Αυτό χρειάζεται ουσιαστικά στο animation, δεν κολλάει αντικείμενα μεταξύ τους. Η εικόνα του κέρσορα είναι στην ουσία το εργαλείο επιλογής, ώστε να επιλέγετε (υπό)αντικείμενα χωρίς κίνδυνο να τα κινήσετε/στρέψετε, και χαλάσει η κατασκευή. Ο σταυρός με τα τέσσερα βελάκια χρησιμεύει στο να μετακινείτε (υπο)αντικείμενα στην εκάστοτε άποψη, ενώ το καμπύλο βελάκι πιο δίπλα είναι για την περιστροφή των (υπο)αντικειμένων. Ακολουθεί ένας άσπρος κύβος μέσα σε έναν γκρι. Αυτό είναι το Uniform Scale, που αυξομειώνει το μέγεθος ενός αντικειμένου αρμονικά ως προς όλους τους άξονες, χωρίς να αλλοιώνει το σχήμα του. Αν κρατήσετε το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού πατημένο, θα δείτε άλλες 2 επιλογές αυξομείωσης μεγέθους, εκ των οποίων η δεύτερη είναι η χρησιμότερη, καθώς μεγενθύνει μόνον ως προς το μήκος του ενός άξονα. Ως hotkey για να τις επιλέξετε και να εναλλάσσετε μεταξύ τους είναι το πλήκτρο R. Δεξιάτερα, υπάρχουν δύο τρίγωνα, συμμετρικά ως προς μία κόκκινη γραμμή ανάμεσά τους. Αυτό το εργαλείακι στην ουσία καθρεπτίζει το αντικείμενο ως προς έναν ή δύο από τους άξονες του χώρου, δίνοντάς μας το συμμετρικό του ως κλώνο, ή απλώς σβήνοντας το παλιό και δίνοντάς μας το συμμετρικό του. Αυτό χρειάζεται όταν π.χ. θέλουμε να φτιάξουμε την μια δεξιά ρόδα ενός αυτοκινήτου, και έχουμε την αντίστοιχη αριστερή έτοιμη. Αντί να κάνουμε την δεξιά από την αρχή, απλώς «καθρεπτίζουμε» την αριστερή, δημιουργώντας τη συμμετρική της ως προς τον σωστό άξονα και τοποθετώντας την, γλιτώνοντας χρόνο και κόπο.
- **Primitives** – πολυγωνικά αντικείμενα, με διαστάσεις που καθορίζουμε εμείς. Η λίστα που λέει standard primitives, επεκτεινόμενη έχει και άλλες κατηγορίες αντικειμένων, όπως extended primitives (περιπλοκότερα αντικείμενα όπως ελικοειδείς κυλίνδρους ή τσαγιέρες)
- **Splines** – δυσδιάστατα σχήματα. Από απλές γραμμές όπως αυτές που κάνουμε στο MSPaint μέχρι κυκλάκια (τα καλύτερα μοντέλα έτσι ξεκινάνε). Τα σχήματα αυτά εμφανίζονται στο χώρο ως γραμμές που έχουν το πάχος που τους καθορίζουμε στην τιμή rendering thickness, στις ιδιότητές τους, ή μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε ως καλούπια για να δημιουργήσουμε πολύγωνα, με τα οποία θα κάνουμε το μοντέλο μας.

- **Helpers** – Καλούπια για την δημιουργία εφέ (όπως απλές εκρήξεις), ή αντικείμενα που παίζουν τον ρόλο καταλύτη στο animation, και βοηθούν στο να μην πειραματίζεστε δημιουργώντας δεσμούς με τα μοντέλα σας.
 - **Space Wraps** – συστήματα που δημιουργούν δυνάμεις όπως αέρα ή βαρύτητα
 - **Systems** – Συστήματα για διάφορες χρήσεις, όπως τα bones, που χρειάζονται για περίπλοκα animations όπως όπλα, ανθρώπους, κ.λ.π.
 - Στην κάτω δεξιά γωνία βρίσκονται όμως κάποια χρήσιμα εργαλεία, με τα οποία περιστρέφουμε ή μετακινούμε την κάμερα από την οποία βλέπουμε, τόσο στις ορθογραφικές, όσο και στις τρισδιάστατες απόψεις (Κρατώντας πατημένη τη ροδέλα του mouse, κάνεις panning, και μεγέθυνση γυρνώντας την). Η κάμερα περιστρέφεται με το arc rotate (κάτω σειρά, 2ο από δεξιά), έχοντας ως σημείο περιστροφής το επιλεγμένο αντικείμενο, ενώ εάν δεν επιλέξετε κανένα, ως προς την αρχή των αξόνων. Το 1ο από αριστερά στην κάτω σειρά καθορίζει το πόσο ευρύ ή στενό θα είναι το οπτικό πεδίο της κάμερας, ενώ η παλάμη είναι για το panning.
- ☑ Προσθήκη Αντικειμένων σε Σκηνές: Μπορούμε να μεταφέρουμε στην τρέχουσα σκηνή αντικείμενα από άλλες σκηνές μαζί με τα υλικά τους και τα δεδομένα κίνησης και να τα συγχωνεύσουμε (συνδυάσουμε) με τα αντικείμενα της τρέχουσας σκηνής ή να αντικαταστήσουμε ορισμένα αντικείμενα της τρέχουσας σκηνής.



Εικόνα 36: Τα διαθέσιμα αντικείμενα

- ☑ Εισαγωγή και Εξαγωγή Αρχείων: Στο 3D Studio Max μπορούμε να εισάγουμε τα εξής 8 είδη αρχείων: 3D Studio Mesh (.3DS, .PRJ), Adobe Illustrator (.AI), AutoCAD (.DWG, .DXF), IEGS (.IGE, .IGS, .IGES), 3D Studio Shape (.SHP), StereoLitho (.STL) και VRML (.WRL, .WRZ).
- ☑ Τα Παράθυρα Προβολής (Viewports): Τα παράθυρα προβολής (*viewports*) μοιάζουν με κάμερες που εστιάζουν σε μια σκηνή. Η εικόνα που εμφανίζεται σε κάθε παράθυρο προβολής αποκαλείται *προβολή* ή *άποψη* (*view*). Για να μπορέσουμε να προσανατολιστούμε και να γνωρίζουμε την ακριβή θέση μας στον χώρο, χρειαζόμαστε ένα καλό τρισδιάστατο σύστημα αναφοράς. Τα παράθυρα προβολής δείχνουν απόψεις (προβολές) μιας σκηνής από κάποιες έτοιμες προκαθορισμένες κατευθύνσεις ή από κατευθύνσεις που έχουμε επιλέξει εμείς. Από τις προκαθορισμένες κατευθύνσεις υπάρχουν οι εξής 6 προβολές: *Front*, *Back*, *Left*, *Right*, *Top* και *Bottom*. Αυτές οι 6 προβολές είναι γνωστές σαν *ορθογώνιες προβολές* (*orthogonal views*) επειδή βλέπουν ορθογώνια τμήματα των επιπέδων του αρχικού καμβά.



Εικόνα 37: Οι διαθέσιμες προβολές

- ☑ Η Φωτοαπόδοση (Rendering): Το rendering είναι η διαδικασία απεικόνισης στην οθόνη μιας εικόνας κάποιας σκηνής. Τα προγράμματα

των τρισδιάστατων γραφικών εμφανίζουν την επιφάνεια ενός αντικειμένου σαν ένα δίκτυο από συνεχόμενα πολύγωνα που αποκαλείται πλέγμα (*mesh*). Το 3DsMax όπως έχει ήδη αναφερθεί χρησιμοποιεί το mental ray.

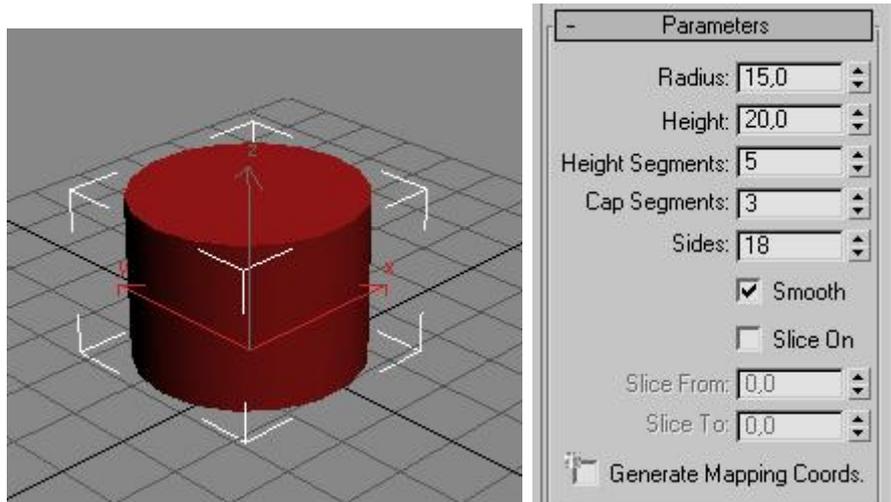
- ☑ Η Γραμμή του χρόνου (Timeline): Η γραμμή του χρόνου με τα καρέ του animation που πρόκειται να δημιουργηθεί βρίσκεται στο κάτω μέρος της οθόνης.

Στη συνέχεια θα προσπαθήσουμε να δείξουμε σύντομα σε βήματα τη δημιουργία μιας απλής κίνησης στο 3D Studio max χρησιμοποιώντας την λωρίδα χρόνου και τα key Frames.

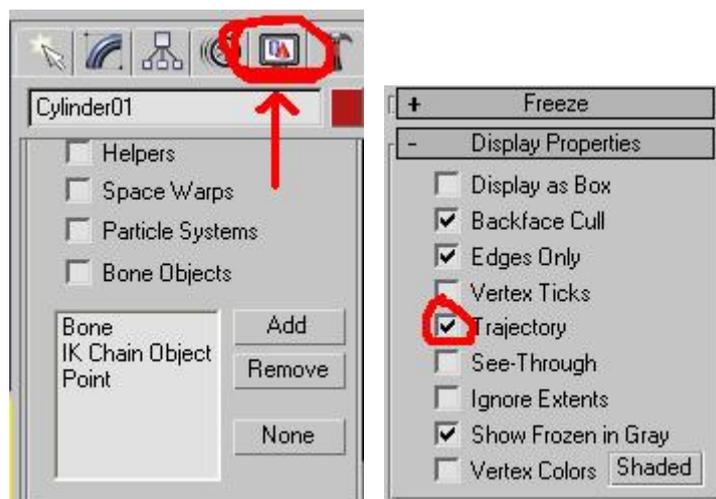
- ☑ Στα δεξιά της οθόνης σας θα βρείτε ένα menu που λέγεται Rollout, και από το Object Type επιλέξτε το Cylinder



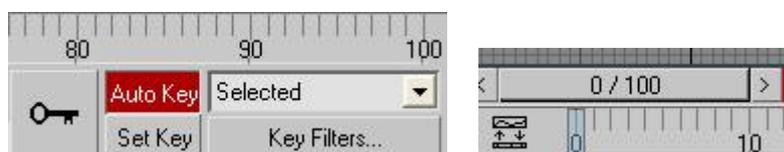
- ☑ Τώρα φτιάξτε ένα κύλινδρο πάνω στην σκηνή και από το δεξιό μενού, δώστε τα εξής χαρακτηριστικά μεγέθους για τον κύλινδρο που μόλις φτιάξετε Radius=15 Height=20



- ☑ Με επιλεγμένο το κύλινδρο, πατήστε την καρτέλα Display από το Object Rollout και στο μενού που θα εμφανιστεί, τσεκάρετε το Trajectory, κάνοντας αυτήν την κίνηση ο κύλινδρος θα αποκτήσει την ιδιότητα να μας δείξει την διαδρομή που θα ακολουθήσει από τα Key Frames.



- ☑ τώρα θα επιχειρήσουμε να κινήσουμε τον κύλινδρο, το 3d studio max χρησιμοποιεί key frames δηλαδή ο κύλινδρος θα πάρει μια άλλη θέση την οποία θα του υποδείξουμε εμείς σε κάθε χρονικό διάστημα. Για να το κάνουμε αυτό πρέπει να επιλέξουμε τον κύλινδρο, πατήστε το Auto Key Button από το μενού που βρίσκετε κάτω στην οθόνη σας. Τώρα μετακινήστε την λωρίδα χρόνου από το κανάλι 1 στο κανάλι 100, κατόπιν πατώντας δεξί κλικ πάνω στον κύλινδρο επιλέξτε το Move και αλλάξτε την θέση του κυλίνδρου σε ένα άλλο σημείο της σκηνής. Αυτό θα το πετύχετε τραβώντας κάποιο από τα 3 βελάκια X-Y-Z. Τέλος πατήστε το Play στο κάτω μενού της οθόνης σας.





Αν έγιναν όλα σωστά ο κύλινδρος θα μετακινηθεί από την αρχική του θέση στη θέση που του υποδείξατε. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε πολλά ενδιάμεσα key frames αν θέλετε περισσότερες κινήσεις.



(Macromedia) Flash



Το πρόγραμμα *Flash* της εταιρείας *Macromedia* είναι ένα κορυφαίο πρόγραμμα δημιουργίας και επεξεργασίας διανυσματικών γραφικών και animation για χρήση στο Internet. Αρχεία δημιουργημένα με το flash ενσωματώνονται σε ιστοσελίδες και οι χρήστες για να τα δουν πρέπει να έχουν εγκατεστημένο ένα plug-in στον φυλλομετρητή τους. Το plug-in αυτό είναι διαθέσιμο από τη σελίδα της εταιρείας αλλά συνήθως δε χρειάζεται οι χρήστες να προβούν σε οποιαδήποτε ενέργεια γιατί η πλειοψηφία των browsers το έχει προεγκατεστημένο. Η επίσημη σελίδα του προϊόντος είναι η:

<http://www.macromedia.com/software/flash/>

Από εδώ μπορεί κανείς να αγοράσει την τελευταία έκδοση του flash (Flash MX 2004), να αναβαθμίσει την έκδοση που έχει ή και να κατεβάσει μια δοκιμαστική έκδοση.

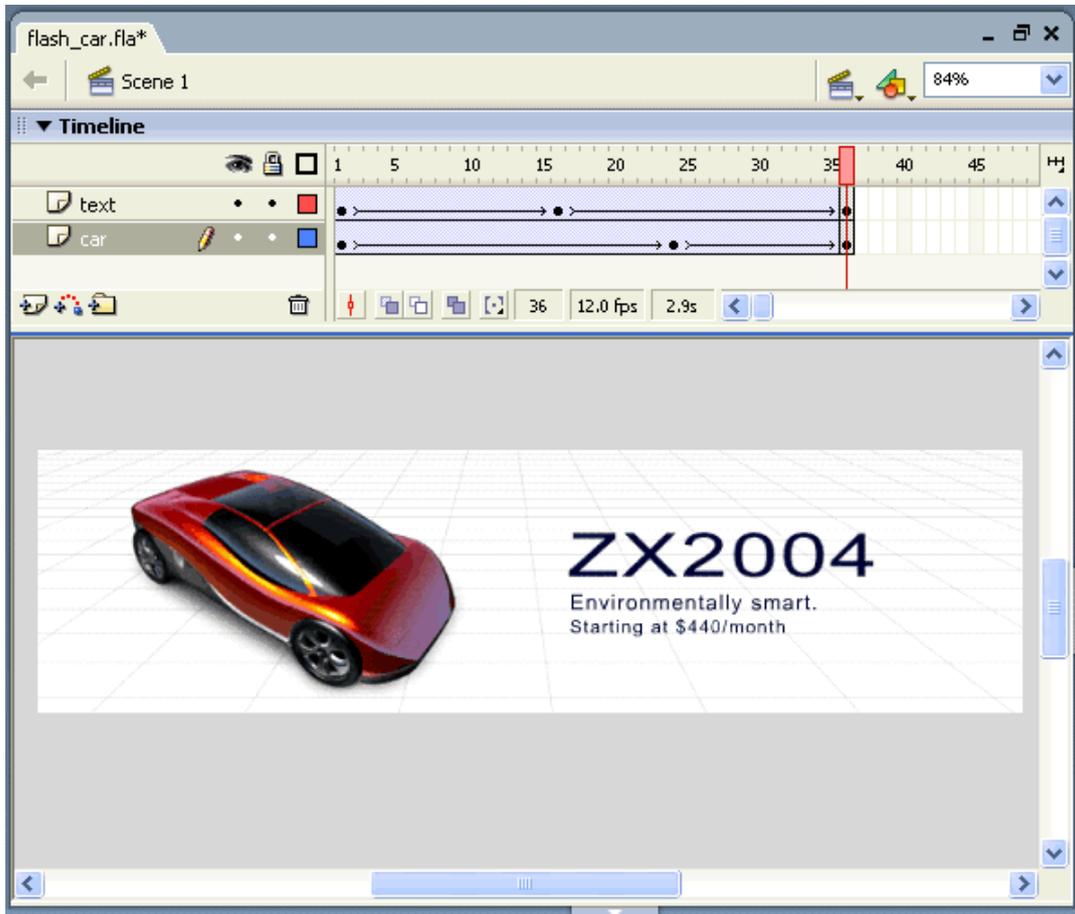
Με το Flash, η εταιρεία Macromedia συνδύασε πολλές ισχυρές ιδέες και τεχνολογίες σ' ένα και μόνο πρόγραμμα, το οποίο δίνει στους χρήστες τη δυνατότητα να δημιουργήσουν ολοκληρωμένες παρουσιάσεις πολυμέσων και να τις δημοσιεύσουν στο Web.

Το Flash περιέχει μια περιοχή εργασίας, το αποκαλούμενο *σκηνικό* (*Stage*), που λειτουργεί παρόμοια με το σκηνικό ενός θεάτρου, δηλ. έχει τον εξοπλισμό που χρειάζεται καθώς και τους ηθοποιούς που θα αναλάβουν ρόλους. Όλη η δράση μιας ταινίας του Flash λαμβάνει χώρα στο Σκηνικό.

Τα αρχεία που δημιουργούμε με το Flash αποκαλούνται *ταινίες* (*movies*) και έχουν την επέκταση *.fla*, ενώ τα εκτελέσιμα αρχεία του Flash, αυτά δηλαδή που θα εμφανισθούν ενσωματωμένα σε μια ιστοσελίδα στο Internet ή θα

μπορούν να τρέξουν σαν αυτόνομες εφαρμογές, έχουν την επέκταση *.swf*. Στη συνέχεια παραθέτουμε τα σπουδαιότερα συστατικά του προγράμματος.

Το *Σκηνικό (Stage)* είναι το μεγάλο λευκό ορθογώνιο που εμφανίζεται στη μέση της οθόνης μόλις επιλέξουμε να ξεκινήσουμε τη δημιουργία μιας νέας ταινίας στο Flash. Στο σκηνικό θα τοποθετήσουμε όλα τα αντικείμενα της ταινίας μας και θα δημιουργήσουμε τα διάφορα εφέ και τις κινήσεις.



Εικόνα 38: Το stage και το timeline στο Flash

Τα *Επίπεδα (Layers)* αποτελούν ένα πολύ σημαντικό κομμάτι του Flash επειδή με τη βοήθειά τους μπορούμε να διαχωρίσουμε και να οργανώσουμε καλύτερα τα αντικείμενα που βρίσκονται μέσα στην ίδια Σκηνή.

Μια Σκηνή μπορεί να περιέχει πολλά επίπεδα και σε κάθε επίπεδο θα πρέπει να δίνουμε ένα κατάλληλο όνομα που να φανερώνει τα περιεχόμενά του ή τον ρόλο που θα αναλάβει να παίζει στη Σκηνή.

Δεξιά από την περιοχή των επιπέδων εμφανίζεται ένας χάρακας με γραμμικές διαβαθμίσεις και αριθμούς με βήμα 5. Πρόκειται για το *Διάγραμμα Ροής Χρόνου (Timeline)*, το οποίο παριστάνει τη χρονολογική σειρά των πλαισίων (καρέ) μιας ταινίας.

Το διάγραμμα ροής χρόνου αποτελείται από πολλά πλαίσια, στα οποία μπορεί να συμβεί κάποια δραστηριότητα. Το κάθε επίπεδο έχει το δικό του, ανεξάρτητο διάγραμμα ροής χρόνου και κάθε διάγραμμα ροής χρόνου περιέχει τα δικά του πλαίσια.

Ένα *καρέ* ή *πλαίσιο (frame)* αποτελεί τη μικρότερη μονάδα μεταβολής ενός αντικειμένου ή συμβόλου στο διάγραμμα ροής χρόνου μιας ταινίας του Flash. Υπάρχουν τα στατικά καρέ, τα οποία διατηρούν το περιεχόμενο των προηγούμενων καρέ, και τα καρέ-κλειδιά (*keyframes*), στα οποία συμβαίνουν οι όποιες αλλαγές ή μεταβολές ή κινήσεις (*animation*).

Όταν τοποθετούμε ένα αντικείμενο, δηλ. μια γραμμή, ένα σχήμα, κείμενο, μια εικόνα, ένα αρχείο ήχου κ.ά., στο σκηνικό, μπορούμε να ορίσουμε σε ποιες θέσεις (πλαίσια) θα εμφανίζεται, για πόσο χρόνο καθώς και αν θα αλλάξει το σχήμα του ή το μέγεθός του ή άλλο χαρακτηριστικό του. Τα αντικείμενα τοποθετούνται στο καρέ που ήταν επιλεγμένο (τρέχον) τη στιγμή της δημιουργίας τους.

Ένα *καρέ-κλειδί (keyframe)* είναι μια ειδική περίπτωση καρέ, στο οποίο συμβαίνει μια αλλαγή στις ιδιότητες ενός αντικειμένου σε σχέση με το προηγούμενο καρέ. Το πρώτο καρέ του διαγράμματος ροής χρόνου είναι πάντα ένα καρέ-κλειδί.

Ένα *σύμβολο (symbol)* είναι ένα αντικείμενο που είτε το δημιουργούμε εμείς στο σκηνικό είτε το εισάγουμε από μια άλλη εφαρμογή και το οποίο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πολλές φορές μέσα σε μια ταινία.

Η *βιβλιοθήκη (library)* είναι ένας μηχανισμός οργάνωσης της ταινίας, με τη βοήθεια της οποίας μπορούμε να αποθηκεύουμε και να διαχειριζόμαστε σύμβολα που έχουμε δημιουργήσει καθώς και γραφικά, εικόνες, αρχεία ήχου και αρχεία βίντεο που έχουμε εισάγει στην ταινία μας από άλλες εφαρμογές.

Οι *παλέτες (panels)* είναι ειδικά παράθυρα καθένα από τα οποία περιέχει περισσότερες από μία καρτέλες οι οποίες έχουν επιλογές για να μπορούμε να ελέγχουμε συγκεκριμένες ενέργειες ή εφέ της ταινίας. Οι παλέτες μπορούν να τοποθετηθούν σ' οποιαδήποτε θέση της περιοχής εργασίας και μπορούν να είναι ανοικτές ή κλειστές.

Τα *σύμβολα (symbols)* αποτελούν ένα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του Flash. Το σύμβολο είναι ένα αντικείμενο που έχουμε σχεδιάσει στο Σκηνικό και αφού το μετατρέψουμε σε σύμβολο, το Flash το ενσωματώνει στη Βιβλιοθήκη (*Library*) της τρέχουσας ταινίας και μπορούμε μετά να το χρησιμοποιήσουμε όσες φορές θέλουμε στην ταινία μας.

Στο Flash μπορούμε να δημιουργήσουμε κίνηση (*animation*) τροποποιώντας το περιεχόμενο ειδικών καρέ-κλειδιών έτσι ώστε όταν η ταινία προβληθεί στην οθόνη, να δίνει την αίσθηση της κίνησης. Το Flash φροντίζει

να δημιουργεί αυτόματα μόνο του τα ενδιάμεσα καρέ ανάμεσα στα δύο καρέ-κλειδιά που ορίζουμε εμείς, έτσι ώστε να υπάρχει ομαλότητα στην κίνηση.

Η τεχνική αυτή αποκαλείται *tweening* ή *αυτόματη παραγωγή ενδιάμεσων καρέ*. Το κάθε ενδιάμεσο καρέ μεταξύ των δύο καρέ-κλειδιών μεταβάλλεται πολύ λίγο σε σχέση με το προηγούμενό του και έτσι επιτυγχάνεται η ομαλή εξέλιξη της δράσης της ταινίας.

Αν έχουμε δημιουργήσει ένα σύμβολο γραφικού και έχουμε τοποθετήσει πολλά υποδείγματα του στο Σκηνικό, μπορούμε να δημιουργήσουμε καρέ-κλειδιά σε διάφορα σημεία του διαγράμματος ροής χρόνου και να ορίσουμε σ' αυτά διαφορετική φωτεινότητα (Brightness) ή απόχρωση (Tint) ή και διαφάνεια (Alpha).

Αν προβάλλουμε την ταινία, θα εμφανίζονται οι αλλαγές στα καθορισμένα καρέ-κλειδιά κάπως απότομα. Για να έχουμε ομαλή και σταδιακή μετάβαση από το ένα εφέ στο άλλο, θα πρέπει να επιλέξουμε σε κάθε καρέ-κλειδί και την επιλογή Motion από την πτυσσόμενη λίστα Tweening της παλέτας Frame. Θα εμφανισθεί ένα βελάκι στο διάγραμμα ροής χρόνου ανάμεσα στα δύο καρέ-κλειδιά, που θα υποδηλώνει αυτή την ομαλή μετάβαση.

Η προηγούμενη τεχνική δημιουργίας κίνησης είναι το γνωστό *cel animation*, όπου έχουμε αλλαγή στα χαρακτηριστικά των αντικειμένων, δηλ. φωτεινότητα, απόχρωση, διαφάνεια, σχήμα αλλά όχι αλλαγή στη θέση τους, δηλ. δεν έχουμε κίνηση των αντικειμένων.

Για να δημιουργήσουμε την τεχνική της κίνησης των αντικειμένων, δηλ. την *path animation*, δημιουργούμε πρώτα ένα αντικείμενο ή εισάγουμε ένα γραφικό στο πρώτο καρέ-κλειδί ενός καινούργιου επιπέδου, επιλέγουμε το δεύτερο καρέ το οποίο και μετατρέπουμε σε καρέ-κλειδί και μετά κάνουμε δεξί κλικ σε κάθε καρέ-κλειδί για να επιλέξουμε *Create Motion Tween* από το πτυσσόμενο μενού ή επιλέγουμε το κάθε καρέ-κλειδί και πάμε στην επιλογή *Create Motion Tween* του μενού *Insert*. Θα εμφανισθεί ένα βελάκι στο διάγραμμα ροής χρόνου ανάμεσα στα δύο καρέ-κλειδιά.

Στα δύο καρέ-κλειδιά μπορούμε να κάνουμε ό,τι αλλαγές θέλουμε στη θέση αλλά και στο μέγεθος των αντικειμένων και το Flash θα δημιουργήσει (προσαρμόσει) αυτόματα μόνο του όλα τα ενδιάμεσα καρέ για να υπάρχει έτσι ομαλή μετάβαση από το ένα καρέ στο άλλο.

Το ίδιο αποτέλεσμα με την επιλογή *Create Motion Tween* έχουμε και αν επιλέξουμε Motion από την πτυσσόμενη λίστα Tweening της παλέτας Frame, αλλά μόνο στο *path animation*.

Με την επιλογή *Import...* του μενού *File* μπορούμε να εισάγουμε σε μια ταινία του Flash και αρχεία ήχου εκτός από γραφικά.

Όταν δημιουργούμε μια ταινία στο Flash, μπορούμε να την δημοσιεύσουμε (publish) στη μορφή Flash Player, που είναι το πρόγραμμα αναπαραγωγής ταινιών του Flash, ή να την εξάγουμε (export) σε μια άλλη μορφή για να μπορέσει να αναπαραχθεί με άλλα προγράμματα.

(Adobe) After Effects



Η *adobe* είναι σίγουρα μία από τις κορυφαίες, αν όχι η κορυφαία εταιρεία δημιουργίας software σχετικό με γραφικά υπολογιστών (Photoshop, After Effects, Premiere, Illustrator, LiveMotion) τα οποία συνεργάζονται άψογα μεταξύ τους. Στον τομέα της σύνθεσης δυσδιάστατου ή τρισδιάστατου animation αλλά και στα οπτικά εφέ η πρότασή της είναι το *After Effects*. Ένα λογισμικό κατάλληλο για δημιουργία κινούμενων γραφικών για φιλμ, βίντεο, πολυμέσα αλλά και για τον ιστό. Πρόκειται για μία επαγγελματική λύση της οποίας η τρέχουσα version είναι η 6.5 και προσφέρεται από την εταιρεία σε δύο εκδόσεις: τη standard και την professional. Από τη επίσημη ιστοσελίδα της εταιρείας, μπορεί κάποιος είτε να παραγγείλει όποια έκδοση επιθυμεί, είτε να κατεβάσει τη δοκιμαστική έκδοση δωρεάν:

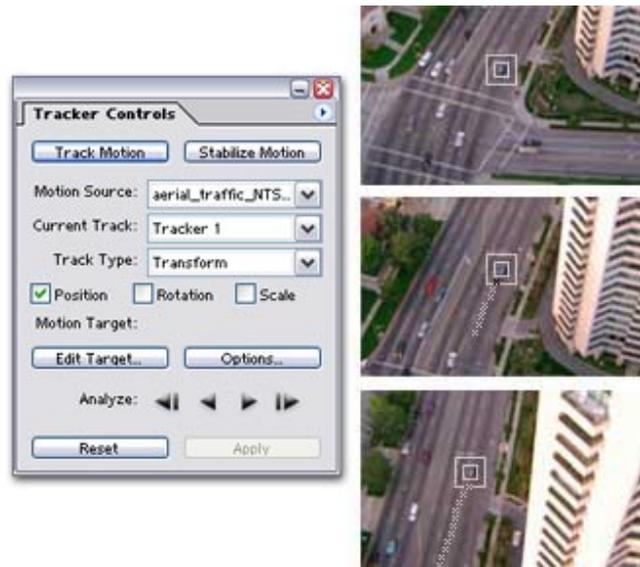
<http://www.adobe.com/products/tryadobe/>

Μπορεί επίσης να ζητήσει να του σταλεί ηλεκτρονικά με e-mail ή συμβατικά σε DVD όποτε και θα επιβαρυνθεί με τα έξοδα αποστολής.

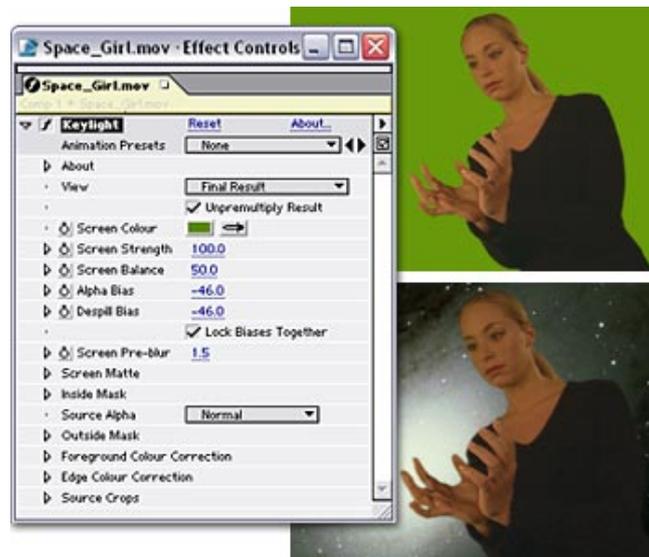
Όπως σε όλα τα λογισμικά της, η adobe υλοποιεί εκδόσεις τόσο για windows όσο και για macintosh.

Το πρόγραμμα ενσωματώνει τη δική του μηχανή rendering και υποστηρίζει το πρότυπο OpenGL. Μάλιστα στη σελίδα της εταιρείας υπάρχει μία λίστα με όλες τις κάρτες OpenGL που είναι συμβατές.

Η standard έκδοση περιλαμβάνει αποτελεσματικά εργαλεία για τη σύνθεση animation. Η professional έκδοση περιλαμβάνει επιπλέον εργαλεία για καταγραφή-παρακολούθηση κίνησης (motion tracking), σταθεροποίηση (stabilization), 30 επιπρόσθετα οπτικά και ηχητικά εφέ, ένα 'σωματιδιακό' σύστημα (κατάλληλο για την απόδοση βαρύτητας στα αντικείμενα, δημιουργίας εκρήξεων ή σμηνών πουλιών κ.ο.κ.), συγγραφή κώδικα, χρώμα 16-bit ανά κανάλι (το οποίο είναι το στάνταρ στον κινηματογράφο), rendering μέσω δικτύου κ.τ.λ.



Εικόνα 39: Η λειτουργία του *motion tracking* στο after effects



Εικόνα 40: το εργαλείο KeyLight δημιουργεί εντυπωσιακά εφέ στο φόντο

Οι απαιτήσεις του προγράμματος είναι:

<u>WINDOWS</u>	<u>MACINTOSH</u>
<input checked="" type="checkbox"/> Pentium III (προτείνεται πολυεπεξεργασία)	<input checked="" type="checkbox"/> PowerPC (προτείνεται πολυεπεξεργασία G5)
<input checked="" type="checkbox"/> Windows 2000 (SP4) ή Windows XP (SP1)	<input checked="" type="checkbox"/> Mac OS X v.10.3.2

<input checked="" type="checkbox"/> 128 MB Ram (προτείνεται 256)	<input checked="" type="checkbox"/> 128 MB Ram (προτείνεται 256)
--	--

(Blender) Blender3D

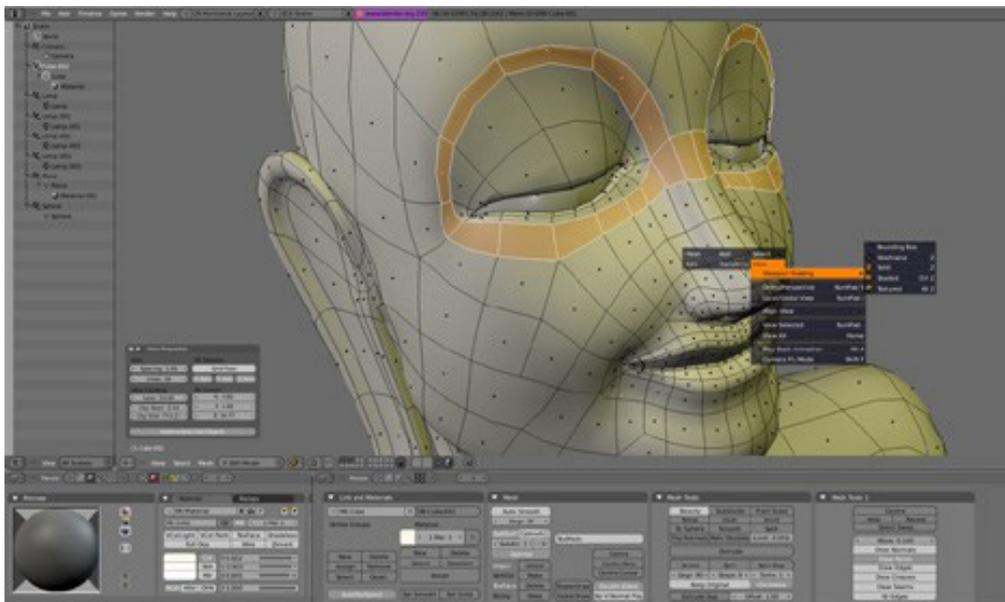


Πρόκειται για λογισμικό που σε μεγάλο μέρος του είναι ανοικτού κώδικα (open source software), γεγονός που από μόνο του το κάνει μοναδικό. Βρίσκεται στην έκδοση 2.37a και μπορεί να το κατεβάσει κανείς ελεύθερα, σύμφωνα με τους όρους της *GNU Public License*, από τη σελίδα:

<http://www.blender3d.org/>

το συμπιεσμένο αρχείο που κατεβαίνει δε χρειάζεται εγκατάσταση παρά μόνο αποσυμπίεση σε όποιον κατάλογο επιθυμούμε.

Όπως προείπαμε το συγκεκριμένο λογισμικό είναι μοναδικό γιατί δεν υπάρχει άλλο που να μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει τη δωρεάν έκδοσή του και να το εκμεταλλευτεί για οποιονδήποτε σκοπό (εκπαιδευτικό, εμπορικό ή επαγγελματικό).



Εικόνα 41: Το περιβάλλον εργασίας του Blender

Το Blender είναι μια πλήρης σουίτα 3D CAD με δυνατότητες παραγωγής στατικών εικόνων ή 3D animation. Είναι επαγγελματικό εργαλείο και η εταιρία που το κατασκεύασε το χρησιμοποιούσε αρχικά η ίδια για τις ανάγκες τις πριν το δώσει στο ευρύ κοινό. Είναι “ώριμο” προγραμματιστικά και έχει

προχωρημένα 3D χαρακτηριστικά (radiosity, particles). Το πρόγραμμα είναι κατάλληλο για οποιαδήποτε χρήση, ακόμα και για την υλοποίηση τρισδιάστατων παιχνιδιών.

Είναι cross platform (Sun, Linux, Windows), μικρό στο download (λιγότερο από 2MB), πλήρως επεκτάσιμο με χρήση plug-ins και το μοναδικό λογισμικό του είδους που είναι δωρεάν (μέχρι την έκδοση 1.8 προσφερόταν δωρεάν αλλά για να χρησιμοποιήσει κανείς όλες τις δυνατότητές του έπρεπε να αγοράσει ένα C-key που τις ξεκλείδωνε. Από την έκδοση 1.8 και μετά διατίθεται εντελώς δωρεάν με όλες τις δυνατότητες του ακόμα και για επαγγελματική χρήση). Επίσης έχει ενσωματωμένη ισχυρή μηχανή rendering που την ονομάζει *raytracer*.

Επειδή είναι cross-platform δεν μπορούσε να υιοθετήσει κάποιο περιβάλλον ενός λειτουργικού συστήματος. Έτσι το Blender διαθέτει το δικό του γραφικό περιβάλλον το οποίο ίσως φανεί δύσχρηστο στη αρχή. Επίσης πρέπει να αναφέρουμε πως δεν υπάρχει οργανωμένη βοήθεια από το πρόγραμμα ώστε να εξοικειωθούν γρήγορα οι άπειροι χρήστες.

Πρώτη επαφή με το Blender

Αυτό που βλέπετε είναι η προκαθορισμένη διάταξη των παραθύρων του Blender. Αυτή αποτελείται από 3 παράθυρα (frames/panels). Ένα μικρό στην πάνω μεριά ρυθμισμένο να δείχνει τα μενού, ένα μεγάλο στην μέση (3D view) ρυθμισμένο να δείχνει τον τρισδιάστατο κόσμο και ένα μεσαίου μεγέθους, στην κάτω μεριά σε ρόλο toolbar. Ο αριθμός των παραθύρων που βρίσκονται κάθε στιγμή στην οθόνη, η διάταξη τους πάνω σε αυτή, το μέγεθος τους καθώς και το περιεχόμενό τους είναι πλήρως παραμετροποιήσιμα.

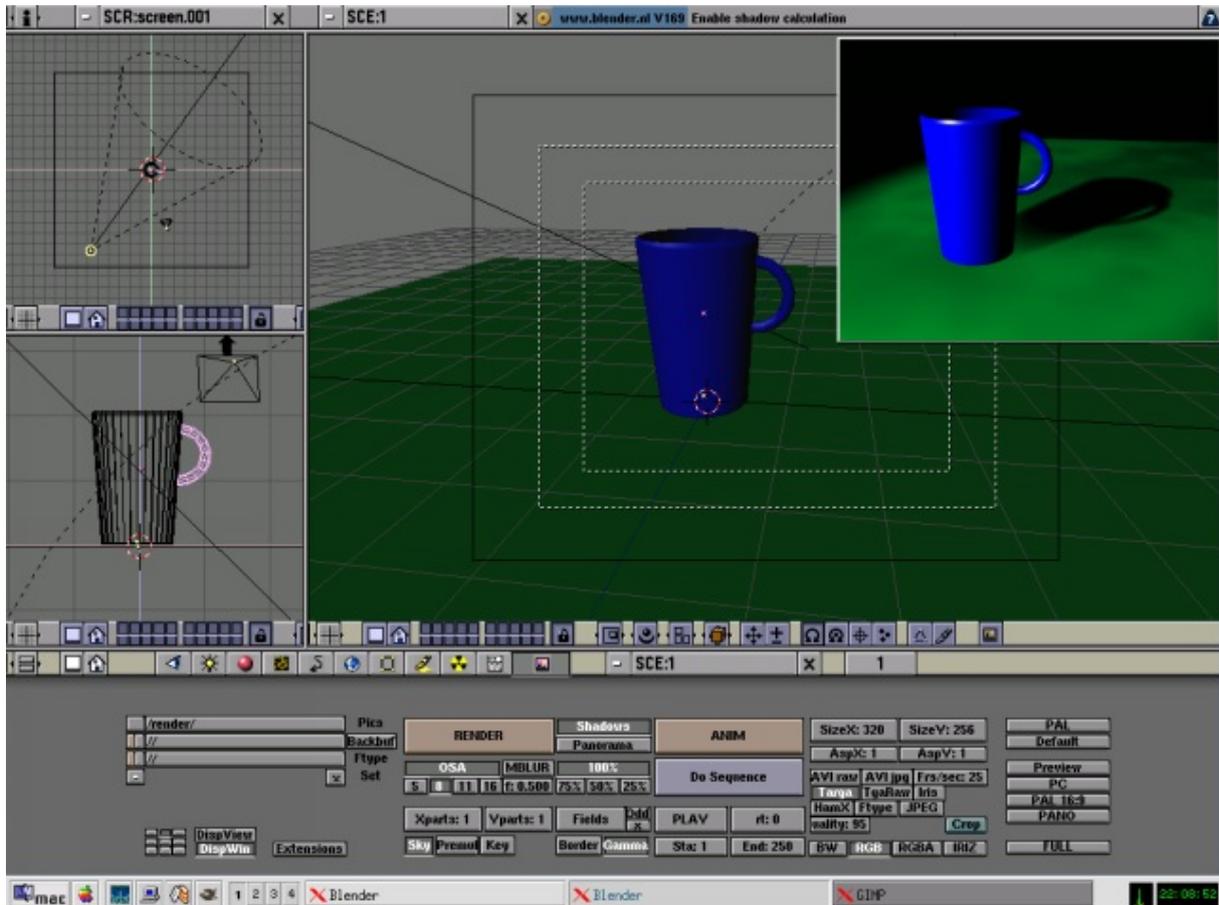
Πατήστε το 5 στο αριθμητικό πληκτρολόγιο (για perspective view) και κρατώντας πατημένο το μεσαίο πλήκτρο του ποντικιού (ή το ροδάκι) μετακινήστε το ποντίκι μέσα στο 3D view. Έτσι μετακινείστε (orbit) μέσα στο 3D view.

Υπάρχουν και 3 προκαθορισμένες (predefined) όψεις, τα πλήκτρα 7,1,3 του αριθμητικού πληκτρολογίου.

Το πλέγμα είναι ο ορίζοντας της σκηνής. Η πυραμίδα είναι η κάμερα τής σκηνής (για να δείτε οποιαδήποτε σκηνή τι βλέπει η κάμερα πατήστε το 0 στο αριθμητικό πληκτρολόγιο). Ο στόχος είναι το σημείο που θα εμφανιστούν τα καινούρια αντικείμενα (μετακινήστε τον κάνοντας αριστερό κλικ κάπου αλλού).

Ξοδέψτε λίγο χρόνο και μετακινήστε το 3D παράθυρο προς όλες τις μεριές. Παρατηρήστε ότι παίζει μεγάλη σημασία ως προς την περιστροφή η θέση του ποντικιού (ΟΧΙ του στόχου) όταν ξεκινάτε το drag με το μεσαίο

πλήκτρο. Αν χάσετε τον προσανατολισμό πατήστε το 7 για να βρεθείτε στην πάνω όψη.



Εικόνα 42: Δουλεύοντας στο Blender3D

(Hash) Animation:Master



Πρόκειται για ένα ακόμα λογισμικό με πάρα πολύ υψηλές δυνατότητες όσον αφορά στην τρισδιάστατη απεικόνιση και στο animation. Είναι ένα πρόγραμμα της εταιρείας Hash με ονομασία *Animation:Master*. Η επίσημη ιστοσελίδα της εταιρείας είναι η:

<http://www.hash.com>

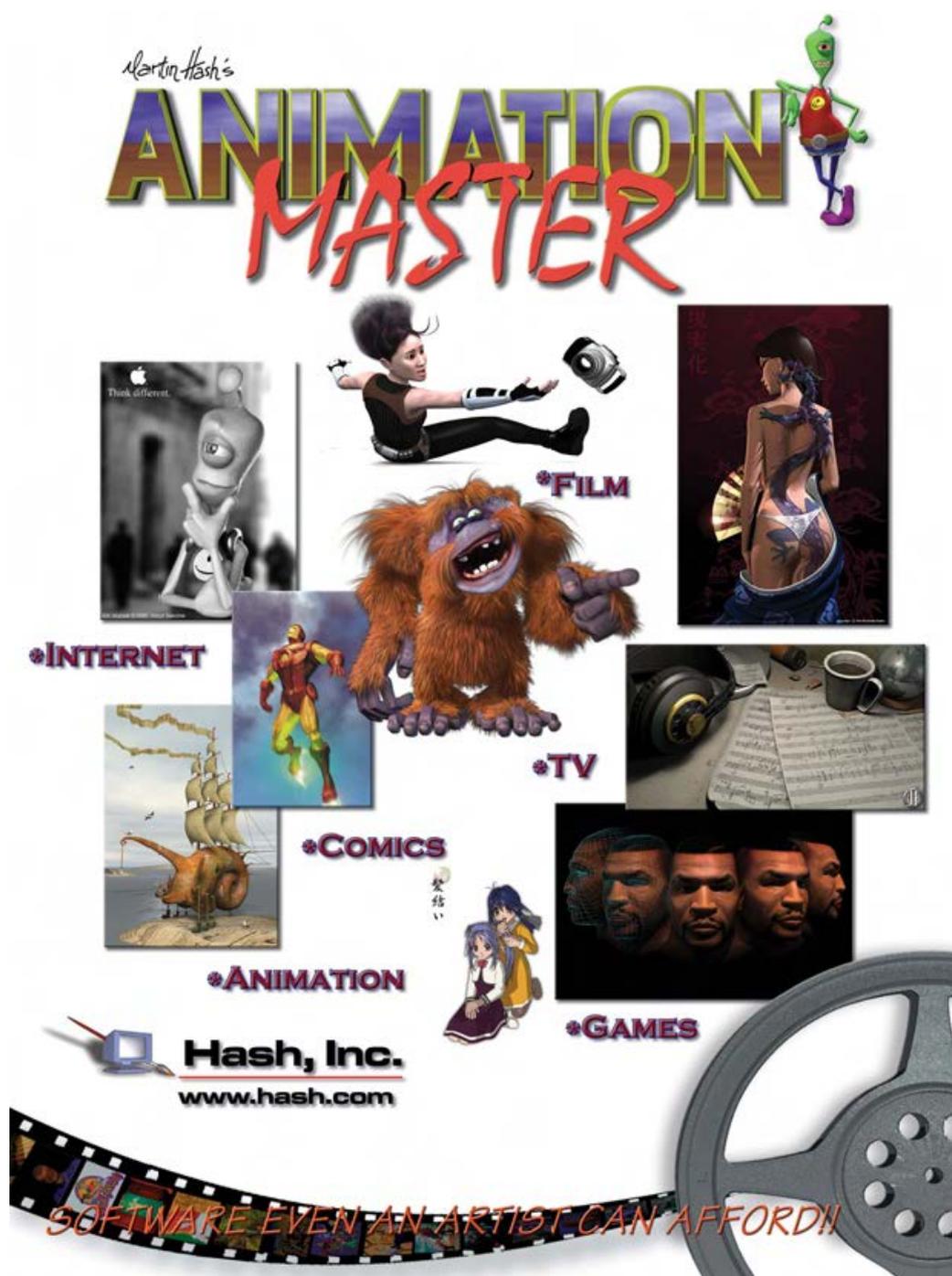
όπου όμως δεν υπάρχει διαθέσιμη καμία demo έκδοση του προγράμματος. Υπάρχουν πάντως δύο εκδόσεις του προγράμματος, τόσο για windows όσο και για macintosh.



Εικόνα 43: Screenshot από animation με το λογισμικό της Hash

Στα πλεονεκτήματα του προγράμματος δεν πρέπει να ξεχάσουμε να αναφέρουμε μερικά που το κάνουν να ξεχωρίζει όπως:

- ☑ Ενσωματωμένη μηχανή rendering
- ☑ Δυνατότητα μοντελοποίησης οποιουδήποτε προσώπου / αντικειμένου
- ☑ Υποστήριξη των πιο δημοφιλών format αρχείων τόσο για είσοδο όσο και για έξοδο (.avi, .mov, .pict, .targa, .jpeg, .tiff)
- ☑ Εύκολη σύνθεση ανθρωποειδών χάρις σε ένα σύστημα σύνδεσης ανθρωπίνων μελών στις αρθρώσεις τους
- ☑ Δημιουργία κίνησης συνδυάζοντας τεχνικές skeletal (κινήσεις ανθρώπινου σκελετού), morphing (μορφομετατροπή) και bending (ευλυγισίας)
- ☑ Χρήση άξονα του χρόνου για ακρίβεια στην κίνηση
- ☑ Υποστήριξη OpenGL
- ☑ Βιβλιοθήκες κίνησης (motion libraries) για αποθήκευση μιας κίνησης και χρήση της στο μέλλον σε οποιοδήποτε animation
- ☑ Δυνατότητα για κίνηση σμηνών ή κοπαδιών
- ☑ Χαμηλές απαιτήσεις σε υπολογιστική ισχύ



Εικόνα 44: Από το επίσημο φυλλάδιο της Hash

(NewTek) LightWave 3D



Το *LightWave 3D* της εταιρείας *NewTek* είναι κι αυτό ένα από τα κορυφαία προγράμματα για animation και βρίσκει χρήση σε πάρα πολλούς

τομείς (κινηματογράφος, παιχνίδια, παγκόσμιο ιστό, αλλά και εκτυπώσεις, βιομηχανικό σχεδιασμό, αρχιτεκτονικά σχέδια και για ιατρική χρήση). Η επίσημη ιστοσελίδα του προϊόντος είναι η:

<http://www.newtek.com/lightwave/>

Από εκεί μπορεί κανείς να παραγγείλει την τελευταία έκδοση του λογισμικού (που είναι η 8^η) αλλά η πολιτική της εταιρείας είναι να μην υπάρχει διαθέσιμη καμία demo έκδοση.

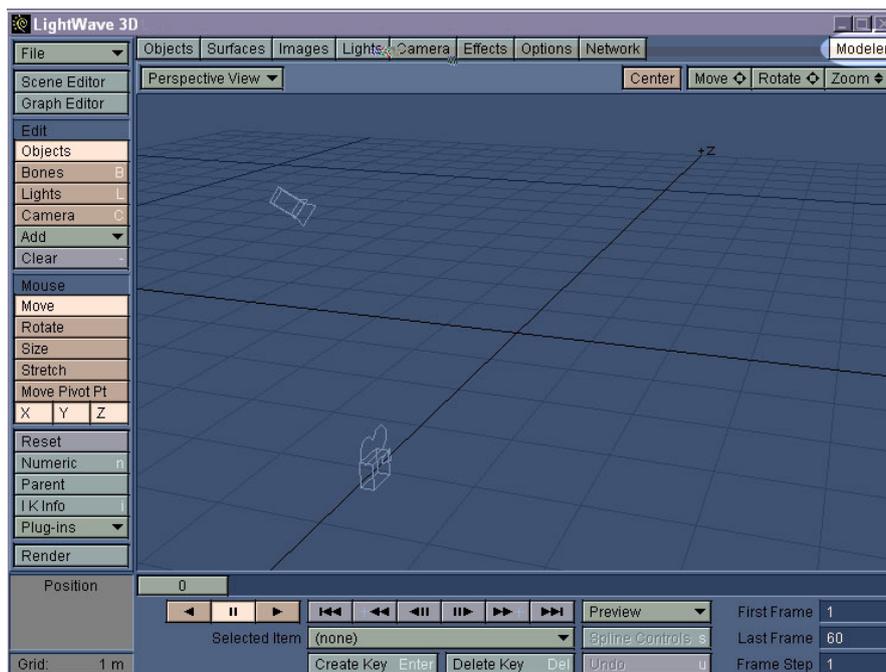
Στα πλεονεκτήματα του προγράμματος πρέπει να αναφέρουμε πως σε σχέση με τα άλλα κορυφαία του είδους ίσως είναι από τα πιο εύκολα στη χρήση και οι λειτουργίες του μαθαίνονται ταχύτατα. Μεγάλης σπουδαιότητας είναι και τα χαρακτηριστικά που διαθέτει για δυναμική αναπαράσταση της κίνησης του ανθρώπινου σώματος, για μαλλιά και τρίχωμα και άλλα σωματιδιακά συστήματα. Όπως και στα άλλα κορυφαία του είδους, το ξεκίνημα γίνεται δημιουργώντας τα αντικείμενα πάνω στα οποία θα εφαρμοστεί το animation, και μάλιστα αρχικά δημιουργούμε απλά γεωμετρικά σχήματα (σφαίρες, τετράγωνα κ.τ.λ.) τα οποία στη συνέχεια εξελίσσουμε σε πολύπλοκα σχήματα πάρα πολλών πολυγώνων και ακολούθως τους εφαρμόζουμε όποιο εφέ επιθυμούμε (π.χ. ζούληγμα κ.τ.λ.). Αν για παράδειγμα θέλουμε να δημιουργήσουμε κάποιον άνθρωπο, πρώτα δημιουργούμε τον σκελετό και ορίζουμε το υλικό να είναι σκληρό και έπειτα προσθέτουμε μαλακή σάρκα ώστε αυτά τα χαρακτηριστικά να τα λάβει υπόψη του το πρόγραμμα στο animation. Έπειτα μπορούμε να δώσουμε υφή στα δημιουργημένα αντικείμενα ορίζοντας πολλές παραμέτρους (π.χ. πως θα γίνεται η αντανάκλαση σε νερό ή σε γυαλί).

Όταν δημιουργήσουμε τα αντικείμενα, προχωράμε στο animation, τοποθετώντας τα σε εικονικούς κόσμους, ορίζοντας όλα τα βασικά χαρακτηριστικά για animation (όπως τα keyframes) αλλά και διάφορα φυσικά φαινόμενα (όπως τη βαρύτητα ή μια έκρηξη κ.τ.λ.).

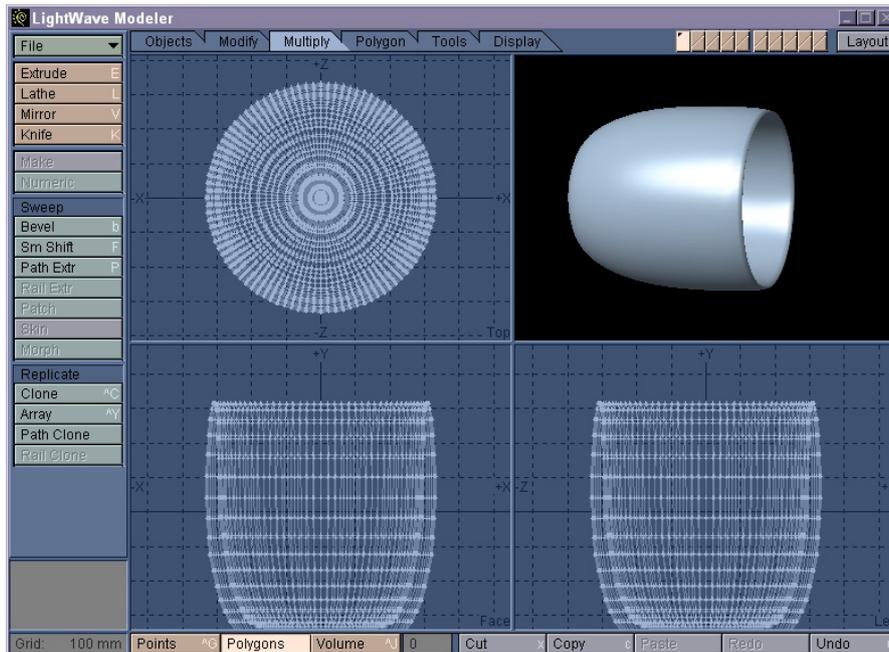


Εικόνα 45: Το περιβάλλον του προγράμματος

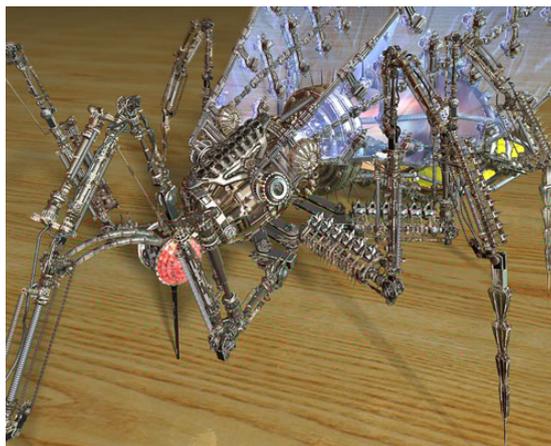
Στο πρόγραμμα υπάρχουν δύο βασικές προβολές πάνω στις οποίες εναλλάσσεται ο χρήστης: η πρώτη καλείται *layout* και η δεύτερη *modeler*. Στην πρώτη μπορείς να φορτώσεις τα αντικείμενα που έχεις ήδη δημιουργήσει, να τους δώσεις υφή (texture), φωτισμό, να τους δώσεις κίνηση, να κάνεις το rendering κ.τ.λ. Η δεύτερη έχει να κάνει περισσότερο με τη διάταξη των αντικειμένων στο χώρο και γι' αυτό χωρίζει την οθόνη σε τέσσερα παράθυρα (για θέαση των αντικειμένων από πάνω, από εμπρός, από αριστερά και μία τέταρτη που καθορίζει ο χρήστης).



Εικόνα 46: Η προβολή Layout



Εικόνα 47: Η προβολή Modeler



Εικόνα 48: Δημιουργία με το LightWave3D

(Avid Computer Graphics) SoftImage|XSI



Η εταιρεία *avid computer graphics* με το λογισμικό *softimage/xsi* (του οποίου η τρέχουσα έκδοση είναι η 4.2) έχει καταφέρει να καθιερωθεί ως μία παραδοσιακή δύναμη στο χώρο του animation. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα είναι κατάλληλο για τρισδιάστατα γραφικά και βρίσκει εκτεταμένη χρήση στην παραγωγή ταινιών κινηματογράφου (π.χ. *Star Wars: Episode II* και *Moulin Rouge*), διαφημιστικών και παιχνιδιών για υπολογιστές και κονσόλες (έχει

άμεση υποστήριξη για ανάπτυξη παιχνιδιών στο Xbox και στο Playstation2). Τα λειτουργικά συστήματα στα οποία είναι διαθέσιμο είναι τόσο τα windows όσο και το linux. Η επίσημη διεύθυνση του προϊόντος στο διαδίκτυο είναι η:

<http://www.softimage.com/products/xsi/>

όπου είναι διαθέσιμη και μια δοκιμαστική έκδοση.

Το πρόγραμμα είναι υψηλών δυνατοτήτων και μπορεί να χειριστεί τεράστιες ποσότητες δεδομένων και σχήματα με πολύ μεγάλη λεπτομέρεια. Στο θέμα του rendering χρησιμοποιεί την πλέον δημοφιλή μηχανή *mental ray*. Επίσης έχει ενσωματωμένα χαρακτηριστικά για δημιουργία και διαχείριση πολυπληθών σκηνών (crowd simulation) αλλά και εργαλεία για μαλλιά, τρίχωμα κ.τ.λ. Στα πλεονεκτήματα του λογισμικού και πως διαθέτει μεγάλες βάσεις δεδομένων στις οποίες μπορούμε να αποθηκεύουμε χαρακτήρες και μάλιστα δύο animators μπορούν ταυτόχρονα να ‘φορτώνουν’ τον ίδιο χαρακτήρα για να δουλέψουν.

Η χρήση του συγκεκριμένου λογισμικού, εκτός από ποιοτικό αποτέλεσμα, θα οδηγήσει και στη γρήγορη ολοκλήρωση του τελικού προϊόντος, γιατί η εταιρεία έχει πολλά προγράμματα αλλά και υποστηρικτικό υλικό για δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων, σύνθεσης βίντεο, rendering, εφέ κ.τ.λ. Άλλωστε το ίδιο το softimage|xsi χωρίζεται σε διάφορα συστήματα, κάθ’ ένα επιφορτισμένο με συγκεκριμένο ρόλο.

Για τη σχεδίαση οποιουδήποτε χαρακτήρα υπάρχει το σύστημα *character development kit* το οποίο δημιουργεί φιγούρες μεγάλης ακρίβειας και ποιότητας.

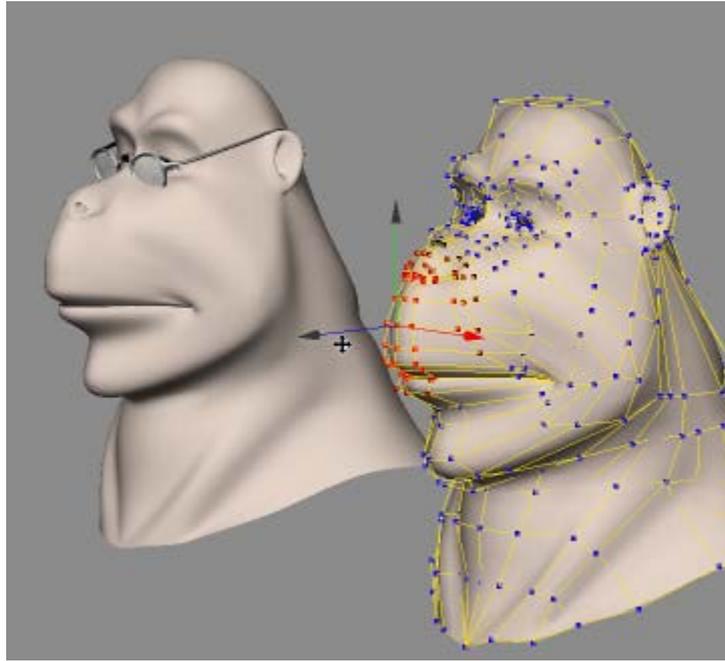
Ειδικά για τον κινηματογράφο, το πρόγραμμα έχει στάνταρ εγκατεστημένο το σύστημα *softimage/behavior* που περιλαμβάνει τα εργαλεία *Softimage’s groundbreaking crowd* και *digital actor simulation system* για την προσομοίωση πλήθους.



Εικόνα 49: Δεν πρόκειται για πραγματικούς ηθοποιούς αλλά για ψηφιακούς

Ιδιαίτερος είναι και ο τρόπος με τον οποίο το πρόγραμμα κάνει shape animation σε διάφορα σχήματα. Ο τρόπος αυτός είναι με την ύπαρξη

πλεγμάτων (clusters). Στην ουσία κάθε σχήμα έχει πολλά πλέγματα και ορίζουμε κίνηση για καθ' ένα από αυτά.



Εικόνα 50: Πολλά πλέγματα σε μία φιγούρα

(SideFX) Houdini



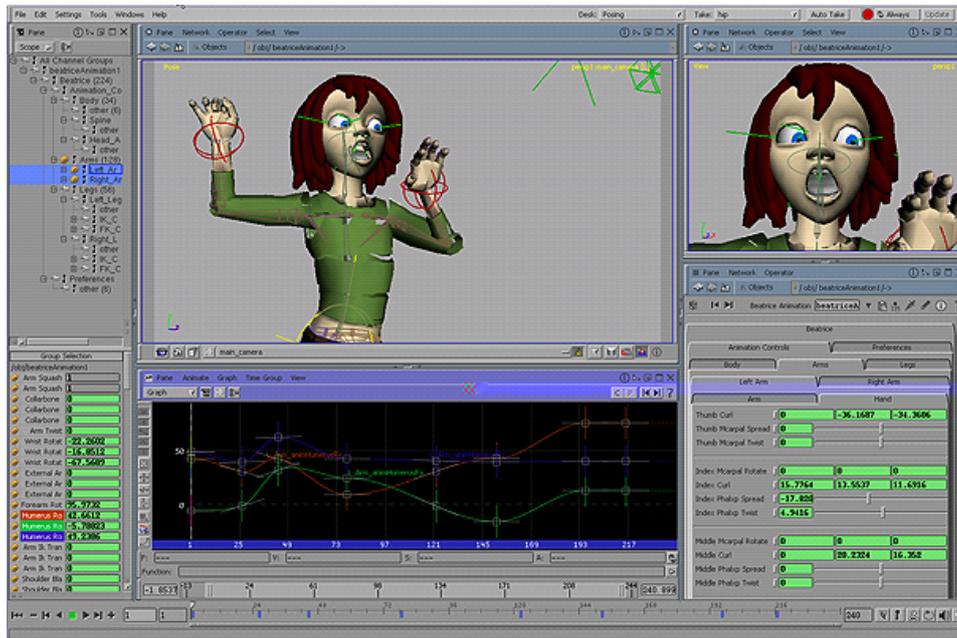
Η εταιρεία *SideFX* διαθέτει για δημιουργία animation το λογισμικό *Houdini*. Πρόκειται για ένα πολύ ισχυρό πρόγραμμα με δυνατότητες που ξεπερνούν τις μέσες απαιτήσεις και πιθανότατα καλύπτουν και τους απαιτητικούς επαγγελματίες του είδους. Στην πραγματικότητα δεν είναι ένα πρόγραμμα αλλά μια οικογένεια προγραμμάτων με συγκεκριμένες εξειδικεύσεις του καθενός (Houdini Master: ειδικά εφέ – animation / Houdini Select: modeling – rendering – texturing / Houdini Escape: animation / Houdini Halo: σύνθεση γραφικών). Όλα είναι διαθέσιμα από την ιστοσελίδα της εταιρείας:

<http://www.sidefx.com/>

όπου υπάρχει και μία ελεύθερη έκδοση που ονομάζεται *apprentice* και η οποία περιλαμβάνει ολόκληρο το πακέτο αν και επιβάλλει κάποιους περιορισμούς (όπως να περιορίζει το μέγεθος των εικόνων που δημιουργεί και να προσθέτει ένα υδατογράφημα στη διαδικασία του rendering).

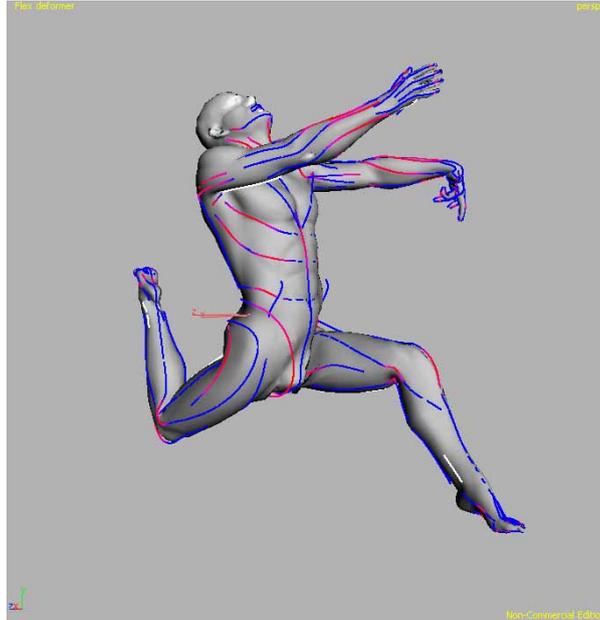
Οι δυνατότητες του προγράμματος καλύπτουν σχεδόν κάθε φάσμα (σύνθεση δυσδιάστατων / τρισδιάστατων γραφικών, character animation, ανάπτυξη παιχνιδιών, ειδικά εφέ, δημιουργία φιλμ, character rigging [ένδυση

χαρακτήρων], μοντελοποίηση, texturing, rendering [με τη μηχανή *Mantra Renderer*]). Στο θέμα του animation κατάλληλα είναι τα master, select και escape με προτιμότερο ίσως το Houdini Escape. Το τελευταίο δεν ασχολείται καθόλου με θέματα όπως η ενδυμασία των χαρακτήρων ή η μοντελοποίησή τους παρά μόνο με αυτά της συμπεριφοράς τους ή της απόδοσης των συναισθημάτων με εκφράσεις. Στο escape προσομοιώνεται διαφορετικά η κίνηση για τα κόκαλα, τους μύες ή το δέρμα.



Εικόνα 51: Δημιουργώντας animation με το Houdini

Το animation υλοποιείται ικανοποιητικά από το πρόγραμμα χάρις στα εργαλεία που ενσωματώνει (*keyframes, path animation, pose tool, channel list, playbar editing, graph editor, dope sheet, flipbook blocking, dynamic parenting*)



Εικόνα 52: 'Αποσύνθεση' ενός ανθρώπου για τη δημιουργία animation στη συνέχεια

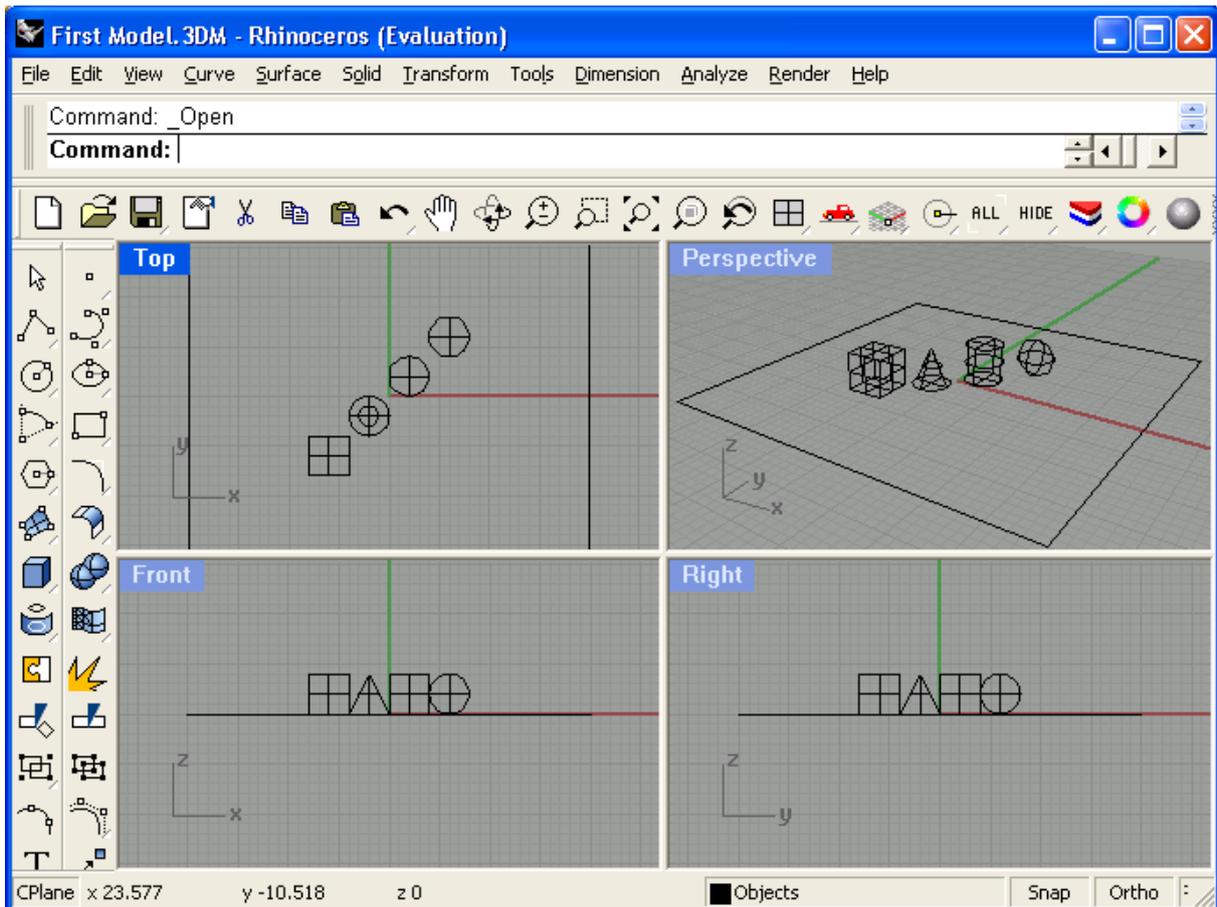
(Rhinoceros) Rhino 3D



Η εταιρεία *Rhinoceros* ειδικεύεται στα γραφικά και ειδικά για τη σχεδίαση και το animation έχει δημιουργήσει το πρόγραμμα *Rhino 3D*. Η επίσημη ιστοσελίδα της εταιρείας είναι η:

<http://www.rhino3d.com>

απ' όπου μπορεί κανείς να παραγγείλει το προϊόν (έκδοση 3.0), να δει δημιουργίες με το πρόγραμμα ή να κατεβάσει τη δωρεάν δοκιμαστική έκδοση (<http://download.mcneel.com/rhino/3.0/eval/default.asp>).



Εικόνα 53: Η αρχική οθόνη του προγράμματος με τις 4 προβολές των σχεδιασμένων αντικειμένων

Στα πλεονεκτήματα του λογισμικού πρέπει να αναφέρουμε μεταξύ άλλων τα εξής:

- Μπορεί να επεξεργαστεί και να αναλύσει επιφάνειες αντικειμένων χωρίς κανένα περιορισμό από την πολυπλοκότητα ή το μέγεθος αυτών. Επίσης υποστηρίζει δίκτυα από πολύγωνα (polygon meshes) και νέφη από σημεία (point clouds).
- Πάρα πολλά εργαλεία για τρισδιάστατη μοντελοποίηση (που ισάξιά τους συνήθως απαντώνται σε πολύ ακριβότερα λογισμικά).
- Συμβατότητα με τα περισσότερα προγράμματα του είδους (3DsMax, Lightwave, Softimage, VRML, κ.τ.λ.).
- Εύκολο περιβάλλον διεπαφής.
- Χαμηλές απαιτήσεις σε υλικό ώστε να τρέχει σε κάθε συνηθισμένο Η/Υ.
- Δυνατότητα για επιπλέον επέκταση μέσω plug-ins (και από τρίτους κατασκευαστές) και υποστήριξη συγγραφής κώδικα μέσω VBScript.



Εικόνα 54: Δεν πρόκειται για φωτογραφία αλλά για δημιουργία εκ του μηδενός στο Rhino

(Maxon) Maxon Cinema 4D



Το *Maxon Cinema 4D* της εταιρείας *Maxon* είναι ένα ακόμα από τα κορυφαία λογισμικά του χώρου που βρίσκει αποδοχή από τους επαγγελματίες του χώρου. Το πρόγραμμα βρίσκεται στην έκδοση 9.1 και μπορεί κάποιος να το προμηθευτεί (είτε για windows είτε για macintosh) από την ιστοσελίδα της εταιρείας:

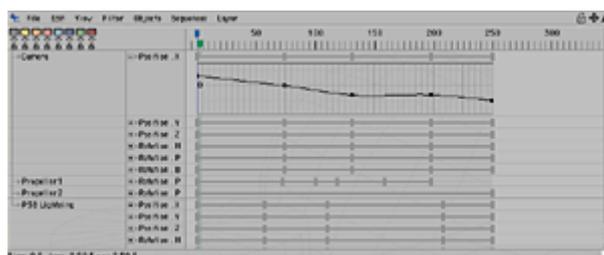
<http://maxon.net/>

ή να κατεβάσει την demo έκδοση. Το πρόγραμμα είναι κατάλληλο για χρήση στον τομέα του κινηματογράφου ή της τηλεόρασης, της διαφήμισης, της επιστήμης, του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού ή οπουδήποτε αλλού θέλουμε να δημιουργήσουμε animation επαγγελματικού επιπέδου.

Στα πλεονεκτήματα του πακέτου πρέπει να αναφέρουμε μεταξύ άλλων τα εξής:

- Σχετικά απλό interface
- Διαχωρισμός του πακέτου σε υποπρογράμματα (ώστε κάποιος να αγοράσει μόνο αυτά που πραγματικά τον ενδιαφέρουν)
- Ύπαρξη εκδόσεων σε εννέα διαφορετικές γλώσσες (αλλά όχι Ελληνικά)
- Υψηλές δυνατότητες modeling (με ενσωμάτωση χαρακτηριστικών όπως το *N-Gons*)
- Πολύ καλή μηχανή ρούχων: την *Clothilde*
- Ισχυρό rendering με τη μηχανή: *SubPolyDisplacement*

- Πληθώρα από animation εφέ
- Πρακτική timeline με αυτόματη δημιουργία keyframes όταν σε αυτά σημειώνονται αλλαγές
- Περισσότερο έλεγχο πάνω στο animation που δημιουργείται χάρις σε ένα εργαλείο που ονομάζεται FCurve κι επιτρέπει να βλέπουμε τις τροχιές των αντικειμένων που μετακινούνται και να επεμβαίνουμε σε βασικά χαρακτηριστικά (όπως ταχύτητα, επιτάχυνση κ.τ.λ.)



Εικόνα 55: Το εργαλείο FCurve για τον έλεγχο της τροχιάς των αντικειμένων

Οι απαιτήσεις του προγράμματος είναι:

<u>WINDOWS</u>	<u>MACINTOSH</u>
<input checked="" type="checkbox"/> Pentium III 1 GHz (προτείνεται 2 GHz)	<input checked="" type="checkbox"/> PowerPC G4 1 GHz (προτείνεται 2 GHz)
<input checked="" type="checkbox"/> Windows 2000 ή XP	<input checked="" type="checkbox"/> Mac OS X v.10.3
<input checked="" type="checkbox"/> 512 MB Ram (προτείνεται 1024)	<input checked="" type="checkbox"/> 512 MB Ram (προτείνεται 1024)
<input checked="" type="checkbox"/> Κάρτα γραφικών που υποστηρίζει OpenGL	<input checked="" type="checkbox"/> Κάρτα γραφικών που υποστηρίζει OpenGL



Εικόνα 56: Το περιβάλλον εργασίας του Maxon4D

(Caligari) trueSpace

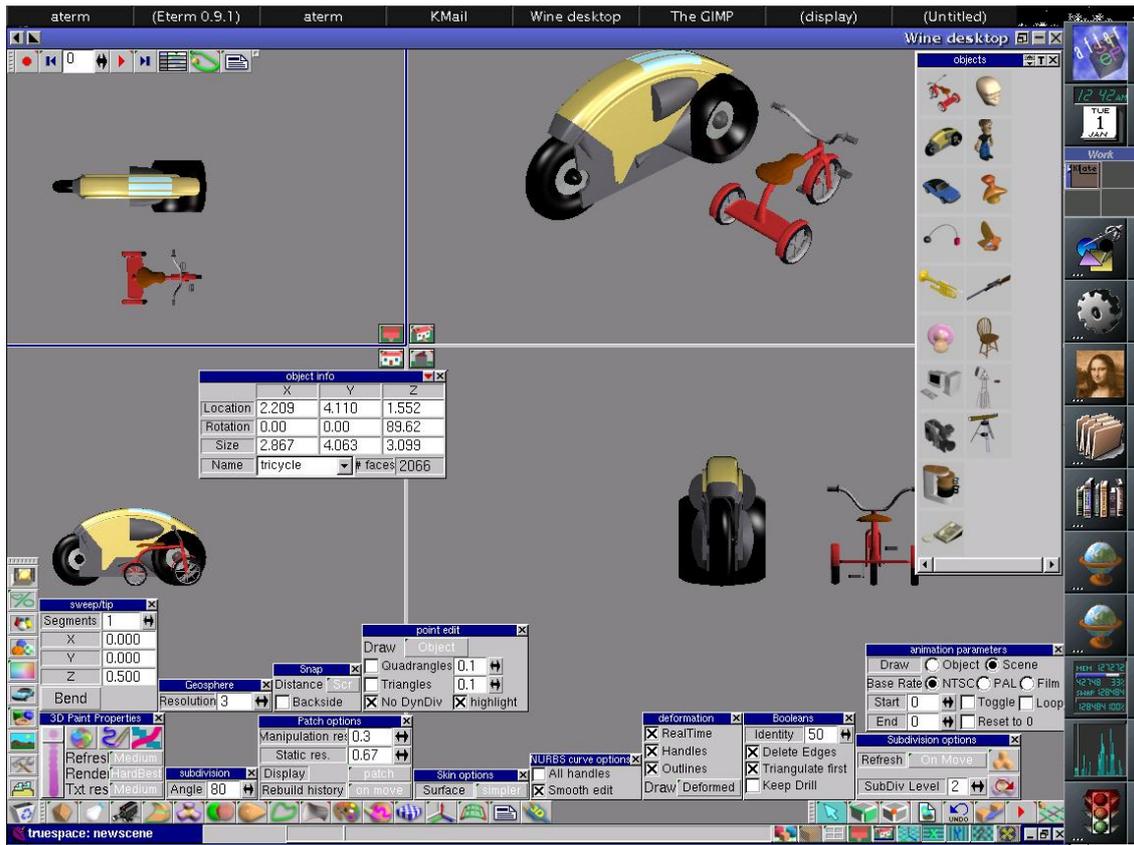


Πρόκειται για ένα ακόμα πακέτο που αρχικά ήταν περιορισμένων δυνατοτήτων αλλά στη συνέχεια εξελίχθηκε σημαντικά και στις τελευταίες του εκδόσεις (πλέον πρόσφατη η 6.6) έγινε ένα λογισμικό με επαγγελματικούς προσανατολισμούς, κατάλληλο για ερασιτεχνική χρήση βεβαίως αλλά με πολλές επιπλέον δυνατότητες. Το *trueSpace* της εταιρείας *caligari* είναι διαθέσιμο (και σε δοκιμαστική δωρεάν έκδοση) από το δικτυακό τόπο:

<http://www.caligari.com/>

Το πρόγραμμα απευθύνεται σε κάθε επαγγελματία ή χομπίστα στον τομέα του animation, σχεδιαστή, δημιουργό παιχνιδιών ή ταινιών. Στις δυνατότητες του παιχνιδιού πρέπει να συμπεριληφθούν μεταξύ άλλων η μη γραμμική επεξεργασία, η επιλεκτική υποδιαίρεση των επιφανειών και η ακριβής εφαρμογή των φυσικών νόμων και της γεωμετρίας. Στο θέμα του modeling χρησιμοποιεί μία τεχνική που ονομάζει *meatballs*. Για τη διαδικασία του rendering χρησιμοποιεί τη γνωστή μηχανή *LightWorks* (έκδοση 6.6).

Στα αξιοσημείωτα του προγράμματος το εκκεντρικό σύστημα διεπαφής που είτε θα σας απογοητεύσει, είτε θα σας ενθουσιάσει.



Εικόνα 57: Το περιβάλλον εργασίας του προγράμματος της Caligari είναι μάλλον ιδιαίτερο

Επίσης πρέπει να αναφερθούμε στο προηγμένο σωματιδιακό σύστημα που χρησιμοποιεί στο οποίο τα συστατικά κομμάτια υπακούουν πλήρως στους κανόνες της φυσικής (π.χ. βαρύτητα, ελαστικότητα, συγκρούσεις, τριβή κ.τ.λ.) και του περιβάλλοντος στο οποίο έχουν τοποθετηθεί.



Εικόνα 58: Κατακερματισμός ενός αντικειμένου σε 1.000 κομμάτια

Ακόμα το λογισμικό εμπεριέχει πληθώρα ειδικών εφέ για εντυπωσιακά αποτελέσματα. Ειδικά στο θέμα του facial animation (κίνησης του προσώπου) υπάρχουν πολλά 'έτοιμα κεφάλια' την κίνηση των οποίων μπορούμε να εφαρμόσουμε σε αυτά που χρησιμοποιούμε εμείς. Υπάρχουν έτοιμες βιβλιοθήκες με επεκτάσεις για να κάνουμε ένα πρόσωπο να χαμογελά, να δείχνει λυπημένο κ.τ.λ. και ακόμα υπάρχει και μάγος (wizard) για να δημιουργήσουμε ακριβώς αυτό που εμείς θέλουμε. Τέλος υπάρχει ικανοποιητικό σύστημα για την επεξεργασία σκελετών και μυών.



Εικόνα 59: Δημιουργία με το trueSpace

(Apple) Motion



Το *Motion* της *Apple* (το οποίο βρίσκεται στην 2^η έκδοσή του) είναι ένα πρόγραμμα για την δημιουργία real-time motion graphics με προεπισκόπηση real-time, procedural behavior animation και Final Cut Pro HD integration.

Προφανώς, όπως μπορεί να συμπεράνει και από την εταιρεία κατασκευής του, είναι ένα πακέτο ειδικά σχεδιασμένο για υπολογιστές Macintosh. Μπορεί και μεγιστοποιεί το hardware και την αρχιτεκτονική του Power Mac G5 και του λειτουργικού Mac OS X Panther.

Μερικά από τα χαρακτηριστικά που προσφέρει είναι προσομοίωση φυσικών φαινομένων όπως αέρας και βαρύτητα, ακριβές animation χρησιμοποιώντας Bezier-style keyframe tools, 90 επιταχυνόμενα φίλτρα σε real-time, After Effects Plug-ins, Apple-Designed Templates.

Στη νέα έκδοσή το πρόγραμμα εισάγει στον χώρο της δημιουργίας ψηφιακών κινούμενων εφέ νέες πρωτοποριακές τεχνολογίες. Διαθέτει πολλά νέα χαρακτηριστικά όπως το Replicator για αυτόματη παραγωγή πολλαπλών κινούμενων αντίγραφων ενός γραφικού, σχήματος ή βίντεο, νέα Behaviors εφέ και πολλά νέα φίλτρα. Η απόδοσή του Motion 2 εξαρτάται από την ταχύτητα του επεξεργαστή, την ποσότητα RAM και την κάρτα γραφικών του υπολογιστή. Προτεινόμενο σύστημα σύμφωνα με την κατασκευάστρια εταιρεία είναι ένας Macintosh Dual PowerPC G5 στα 2GHz τουλάχιστον με 2GB RAM τουλάχιστον, λειτουργικό σύστημα Mac OS X v10.4 Tiger και κάρτα γραφικών ATI Radeon 9800 Pro, 9800XT, X800XT ή NVIDIA GeForce 6800 ή καλύτερη.

Για να διαπιστώσετε εάν ο υπολογιστής σας είναι κατάλληλος για την λειτουργία του Motion 2, χρησιμοποιείτε την εφαρμογή *Motion Compatibility Checker* της Apple την οποία θα βρείτε στην επίσημη ιστοσελίδα του προϊόντος:

<http://www.apple.com/finalcutstudio/motion/>

<http://www.rainbow.gr/apple/software/motion.html/>

Το πακέτο προσφέρει πραγματική ποιότητα στο αποτέλεσμα, GPU accelerated απόδοση πραγματικού χρόνου και ένα εκπληκτικό σύνολο εργαλείων που σας επιτρέπει να δημιουργείτε προηγμένα κινούμενα γραφικά με ευκολία – μέσω της μεθόδου "drag and drop" – εντυπωσιακή ευκρίνεια και άνευ προηγουμένου πιστότητα χρώματος. Επίσης το βραβευμένο λογισμικό της Apple σας επιτρέπει να δημιουργείτε γοητευτικά animated κείμενα και εικόνες χωρίς κοπιαστικό keyframing. Μπορείτε να πειραματιστείτε με μια καταπληκτική σειρά μεταβλητών κίνησης. Όταν ολοκληρώσετε τη σχεδίαση, θα μπορείτε να κάνετε rendering στο project με πιστότητα χρώματος επαγγελματικής ποιότητας.

Σύμφωνα με τα όσα ισχυρίζεται η εταιρεία στην επίσημη ιστοσελίδα της, τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του προγράμματος στη νέα έκδοσή του είναι:

- Ότι αποτελεί το πρώτο λογισμικό που διαθέτει GPU accelerated float rendering στα 32-Bit για εκπληκτική ακρίβεια χρώματος χωρίς banding
- Ότι εμπεριέχει ένα pattern-based εργαλείο σχεδιασμού, το replicator, που επιτρέπει στον χρήστη να παράγει αυτόματα και να κάνει animation σε πολλαπλά αντίγραφα ενός μεμονωμένου γραφικού, σχήματος ή ταινίας. Το εργαλείο περιλαμβάνει πάνω από 100 presets.
- Ότι περιλαμβάνει νέα φίλτρα και εφέ. Συγκεκριμένα διατίθεται με νέα τρισδιάστατα φίλτρα distortion, stylize και caustic. Επιπλέον έχει πάνω από 50 νέα εφέ αντικειμένων και emitter shapes και μια νέα αρχιτεκτονική plug-in GPU accelerated, το FxPlug.
- Ότι μπορεί να χρησιμοποιήσει μια συσκευή MIDI για να παίξει σαν μουσικό όργανο, εισάγοντας animations που περιλαμβάνουν αλλαγές πολλαπλών παραμέτρων.
- Η ενσωματωμένη ροή εργασίας. Είναι δυνατό το σύρσιμο αρχείων και οι αλλαγές θα ενημερωθούν χωρίς να χρειάζεται rendering.



Εικόνα 60: Το Motion παράγει εικόνες με πολύ καλό χρωματισμό

(Curious Labs) Poser



Το *Poser* της εταιρείας *Curious Labs* είναι ένα λογισμικό για animation που βγαίνει τόσο σε εκδόσεις για windows όσο και για macintosh. Το εργαλείο σχεδίασης χαρακτήρων τρισδιάστατης κίνησης (3D-character animation tool) απευθύνεται σε καλλιτέχνες και αλλά και σε όσους ασχολούνται με το κινούμενο σχέδιο και συνδυάζει πολλά νέα χαρακτηριστικά με μεγάλη ευχρηστία, παρέχοντας στους δημιουργικούς χρήστες, επαγγελματίες ή ερασιτέχνες, πρόσβαση σε σημαντικές τεχνολογίες. Το πρόγραμμα βρίσκεται στην 6^η έκδοση και η επίσημη ιστοσελίδα της εταιρείας είναι η:

<http://www.e-frontier.com/>

όπου μπορεί κανείς να κατεβάσει και μία έκδοση demo δωρεάν, πλήρως λειτουργική για 30 ημέρες.

Το Poser διαθέτει τέτοιο πλήθος και εύρος χαρακτηριστικών που το καθιστούν ιδανικό για τη σχεδίαση και την κίνηση χαρακτήρων, ανεξάρτητα από την πείρα του χρήστη του. Το πρόγραμμα διαθέτει χαρακτηριστικά όπως η προσαρμογή των χαρακτηριστικών του προσώπου με βάση μια πραγματική φωτογραφία, η νέα ισχυρή μηχανή render *FireFly* και τα πιο δυναμικά εργαλεία, όπως το *cloth collision* που χαρίζει πραγματική κίνηση στα ρούχα, αποφέρουν αποτελέσματα επαγγελματικού επιπέδου με εξαιρετικά χαμηλό κόστος. Καθώς το Poser μπορεί να χρησιμοποιηθεί στους τομείς της εκτύπωσης, του web και του βίντεο, οι χρήστες του έχουν πολλαπλές ωφέλειες ταυτόχρονα: ευχρηστία, έτοιμοι χαρακτήρες, επίτευξη των πρώτων αποτελεσμάτων σε σύντομο χρονικό διάστημα. Πιο συγκεκριμένα τα χαρακτηριστικά του προγράμματος που εντυπωσιάζουν περισσότερο είναι:

- Νέες υψηλής ακρίβειας φιγούρες γυναικών, ανδρών και παιδιών. Όλες οι φιγούρες μπορούν να λάβουν κάθε πιθανή θέση και στάση και να αποκτήσουν φωτορεαλιστική υφή.

- Προσαρμογή των χαρακτηριστικών του προσώπου μιας φιγούρας του προγράμματος με βάση μια πραγματική φωτογραφία, για να προσθέσετε προσωπικό στυλ στις φιγούρες σας.
- Δυνατότητα απευθείας χειρισμού των εκφράσεων του προσώπου με το Morph Putty.
- Προσθήκη μαλλιών, τα οποία μπορούν να λάβουν το στυλ και την κίνηση που θέλετε. Μπορεί να είναι λεπτά ή χοντρά, ίσια ή με μπούκλες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για να σχεδιάσετε με αληθοφάνεια μια γούνα ή το γκαζόν.
- Δυνατότητα δημιουργίας ενδυμάτων που είναι τόσο αληθινά που μπορούν να κινηθούν, να κάνουν πτυχώσεις και να τυλίξουν σαν αληθινά τα αντικείμενα στις σκηνές σας.
- Δυνατότητα δημιουργίας node-based shaders για να αποδώσετε την υφή κάθε αντικειμένου.
- Εντυπωσιακά αποτελέσματα με το *FireFly*, την υβριδική, μικροπολυγωνική μηχανή και τη μηχανή render *Ray Trace*, η οποία σας επιτρέπει να ελέγχετε τη διαδικασία rendering.
- Το Content CD του Poser περιέχει πληθώρα πρόσθετων χαρακτηριστικών, μεταξύ των οποίων είναι οι υφές και τα αξεσουάρ.

Οι απαιτήσεις του προγράμματος είναι:

<u>WINDOWS</u>	<u>MACINTOSH</u>
<input checked="" type="checkbox"/> Pentium III 700MHz	<input checked="" type="checkbox"/> PowerPC G4 700MHz
<input checked="" type="checkbox"/> Windows 2000 ή XP	<input checked="" type="checkbox"/> Mac OS X v.10.2
<input checked="" type="checkbox"/> 256 MB Ram (προτείνεται 512)	<input checked="" type="checkbox"/> 256 MB Ram (προτείνεται 512)



Εικόνα 61: Το περιβάλλον εργασίας του Poser

(Ulead) Cool 3D & Cool 3D Production Studio



Πρόκειται για δύο εργαλεία της πολύ γνωστής εταιρείας *Ulead* που δίνει τη δυνατότητα για εκπληκτικούς 3D τίτλους και animations χωρίς να είναι ιδιαίτερα πολύπλοκα. Τα πακέτα κατάλληλα για: σελίδες Web, digital video, multimedia titles, presentations και άλλα. Το περιβάλλον είναι της μορφής WYSIWYG (What You See Is What You Get – Αυτό που βλέπεις είναι αυτό που παίρνεις)

Το *Cool 3D* βρίσκεται στην έκδοση 3.5 και η Ulead παρέχει εκτός από την κανονική έκδοση που μπορεί να αγοραστεί και on-line, και μία δωρεάν δοκιμαστική έκδοση. Αυτό μπορεί να γίνει από την επίσημη σελίδα του προϊόντος:

<http://www.ulead.com/cool3d/runme.htm>



Εικόνα 62: Screenshot από animation που έγινε με το Cool 3D

Το *Cool 3D Production Studio* είναι η εξέλιξη του Cool 3D Studio για το οποίο επίσης υπάρχουν δύο εκδόσεις, η κανονική έκδοση που μπορεί να

αγοραστεί και on-line, και μία δωρεάν δοκιμαστική έκδοση. Αυτό μπορεί να γίνει από την επίσημη σελίδα του προϊόντος:

<http://www.ulead.com/c3ds/runme.htm>



Εικόνα 63: Screenshot από animation που έγινε με το Cool 3D Production Studio

Στα βασικά χαρακτηριστικά των προγραμμάτων πρέπει να αναφέρουμε τις δυνατότητες για:

- Εύκολη μετατροπή κειμένου και σχημάτων σε τρισδιάστατες εικόνες
- Ομαδοποίηση και διαχωρισμό κειμένου και αντικειμένων
- Εισαγωγή αρχείων Adobe Illustrator
- Εισαγωγή ασύμμετρων αντικειμένων DirectX
- Δημιουργία ή ανίχνευση vector objects με τον Path Editor
- Εναλλαγή σε Wireframe mode
- Access versatile output options



Εικόνα 64: Πολύ γρήγορη δημιουργία του κεφαλιού μίας αρκούδας με το Cool 3D

Αλλά και στο θέμα του animation έχει πολλές δυνατότητες. Πρώτ' απ' όλα έχει μια πολύ ισχυρή timeline από την οποία μπορούμε να κάνουμε τα αντικείμενα να κινούνται προς κάθε κατεύθυνση. Πάνω στη γραμμή του χρόνου μπορούμε να προσθέσουμε κάποιο από τα 26 ειδικά εφέ που είναι προεγκατεστημένα (ή κάποιο άλλο που έχει εγκατασταθεί αργότερα με τη χρήση plug-in) με απλή διαδικασία drag-and-drop. Τέλος, κι επειδή ένα από τα πιο δημοφιλή προγράμματα είναι το Macromedia Flash, η Ulead έχει

ενσωματώσει ένα εργαλείο που ονομάζει *EnVector Module* με το οποίο μπορεί να γίνει εξαγωγή αρχείων σε μορφή Vector-based Flash όπου υπάρχει απόλυτη συμβατότητα με το Flash.

(Ulead) GIF Animator



Πρόκειται για άλλο ένα πρόγραμμα της *Ulead* το οποίο αποσκοπεί κυρίως στη δημιουργία animation για το διαδίκτυο αλλά όχι μόνο. Η επίσημη ιστοσελίδα του *GIF Animator* είναι η:

<http://www.ulead.com/ga/runme.htm>

όπου κατά την προσφιλή συνήθεια της εταιρείας μπορεί κανείς να παραγγείλει το λογισμικό στην κανονική του έκδοση (5^η έκδοση) ή να κατεβάσει δωρεάν μια δοκιμαστική.

Στα βασικά χαρακτηριστικά του προγράμματος πρέπει να αναφέρουμε:

- Την απλή επιφάνεια εργασίας βασισμένη σε tabs όπως Edit, Optimize και Preview mode
- Τη δημιουργία δυναμικών animation με πολλαπλά αντικείμενα με διαδικασία drag-and-drop
- Τη χρησιμοποίηση πολλών εφέ κειμένου, εφέ video, transitions ακόμη και συμβατών φίλτρα του Photoshop
- Την εξασφάλιση ότι το animation θα φορτώνει γρήγορα με τις τελευταίες τεχνικές συμπίεσης εικόνας
- Την εξαγωγή σε μια μεγάλη ποικιλία format αρχείων, περιλαμβανομένων των Flash, AVI, MPEG και QuickTime
- Τη δυνατότητα για animation merging και animation embedding
- Τη χρήση crop, rotate, flip και resample σε ένα ή πολλά frames

(Antechinus) Animator

Antechinus® Animator Professional

Easily create images, animations and videos

Η πρόταση της εταιρείας *Antechinus* για λογισμικό σχετικό με δημιουργία animation είναι διπλή: το *Animator* και το *Animator Professional*. Εμείς εδώ θα αναφερθούμε στο δεύτερο που είναι και το ισχυρότερο. Πρόκειται

για μια ολοκληρωμένη λύση που μπορεί κανείς να αποκτήσει με ηλεκτρονική παραγγελία από τη ιστοσελίδα της εταιρείας:

<http://www.c-point.com/animatpro.php>

απ' όπου όμως δε θα βρει κάποια ελεύθερη δοκιμαστική έκδοση. Παρ' όλ' αυτά υπάρχει η εγγύηση της εταιρείας πως αν σε διάστημα 90 ημερών ο πελάτης δε μείνει ικανοποιημένος από το software, θα υπάρξει πλήρης επιστροφή χρημάτων. Μπαίνοντας κανείς στη σελίδα της εταιρείας θα δει ως κύριο σλόγκαν: "φτιάξτε το πρώτο σας animation σε λιγότερο από 5 λεπτά" και πράγματι αυτό δεν απέχει από την πραγματικότητα καθώς το interface του προγράμματος είναι αρκετά εύκολο και χρειάζονται μόνο λίγα κλικ για να φτιαχτεί ένα (σχετικά απλοϊκό) animation. Στα πλεονεκτήματα του λογισμικού σίγουρα περιλαμβάνονται τα:

- Λαμβάνει εικόνες για τη δημιουργία του animation σχεδόν από οποιοδήποτε πρόγραμμα (επεξεργασίας εικόνας αλλά ακόμα και από το MS Office), με capture από αυτό που δείχνει η οθόνη αλλά και από οποιαδήποτε συσκευή αυτόματα (π.χ. σαρωτές ή ψηφιακές μηχανές)
- Προσθέτει ήχο στο animation που δημιουργεί
- Μετατρέπει τα αρχεία βίντεο, animation ή ήχου από το ένα format στο άλλο
- Αλλάζει το μέγεθος, την ανάλυση, την ταχύτητα και τα άλλα βασικά χαρακτηριστικά των αρχείων
- Δημιουργεί εικόνες από οποιοδήποτε καρέ του animation
- Εισάγει ειδικά εφέ στο animation που δημιουργεί από μια λίστα έτοιμων ή και άλλες λειτουργίες (όπως π.χ. ένα λογότυπο που επιθυμούμε σε όλα ή κάποια καρέ)
- Μπορεί να κάνει την ίδια διαδικασία σε πολλά αρχεία ταυτόχρονα (batch procession)
- Υποστηρίζει αρχεία σε 40 διαφορετικά format, με πιο δημοφιλή τα: avi, flc, fli, gif, hav, mpg, mpeg, mpe, m1v, m2v, mpeg4

Συμπερασματικά θα λέγαμε πως το συγκεκριμένο προϊόν αποτελεί μια ολοκληρωμένη λύση, τόσο στη δημιουργία animation, όσο και γενικώς στην επεξεργασία ψηφιακού υλικού.

Εικόνα 65: Το περιβάλλον του Animator Professional

(Eos Systems) PhotoModeler Pro

The logo for PhotoModeler, featuring the word "PhotoModeler" in a white, sans-serif font on a black, rounded rectangular background with a thin yellow border.

Το *PhotoModeler Pro* της εταιρείας *Eos Systems* (του οποίου η τρέχουσα έκδοση είναι η 5.2) είναι ένα δυνατό εργαλείο για την δημιουργία μοντέλων 3D πραγματικών αντικειμένων και σκηνικών για χρήση σε διάφορες εφαρμογές animation και multimedia. Το *PhotoModeler* χρησιμοποιείται ευρέως στα πεδία του animation, των ταινιών και του video, του σχεδιασμού web site και γενικά στα 3D γραφικά. Το πρόγραμμα μπορεί να το αποκτήσει κανείς από την επίσημη σελίδα της εταιρείας:

<http://www.photomodeler.com/>

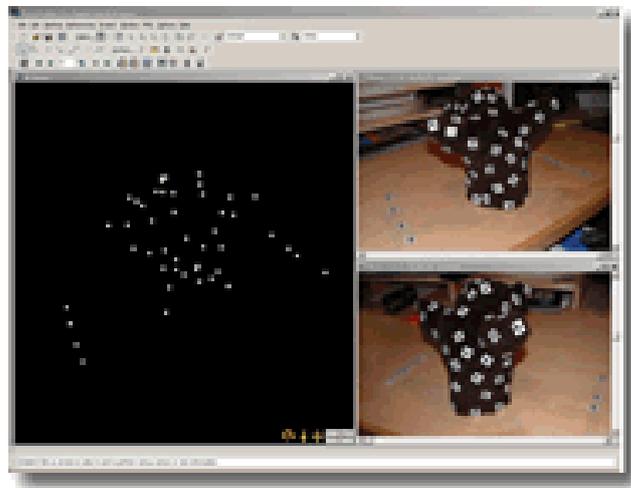
απ' όπου μπορεί να κατεβάσει και μία demo έκδοση η οποία όμως δεν είναι πολύ λειτουργική αφού μπορεί μεν να επιτελέσει όλες τις λειτουργίες της εφαρμογής αλλά μόνο για τα δεδομένα που έχει εισάγει η εταιρεία και όχι για άλλα.

Με το *PhotoModeler*, μπορείτε:

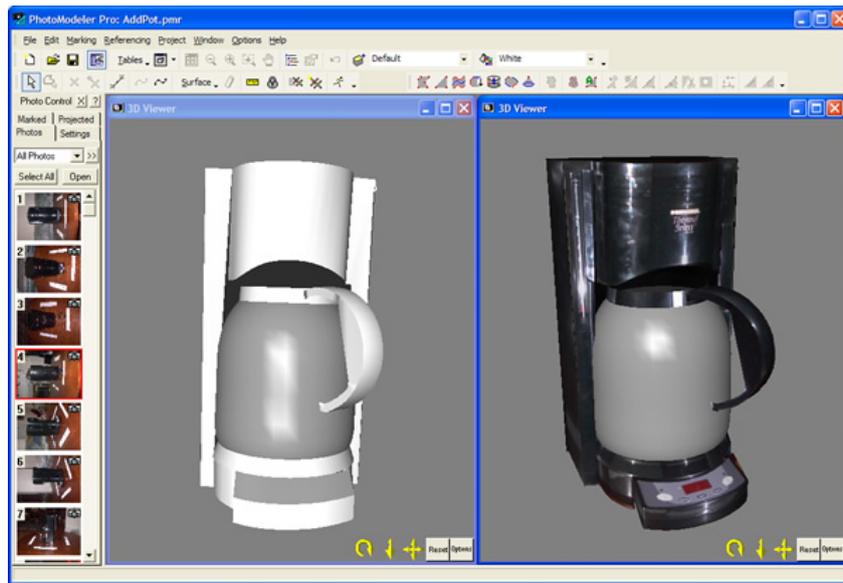
- Να κατασκευάσετε 3D μοντέλα για χρήση σε προγράμματα animation και rendering

- ☑ Να μοντελοποιήσετε αντικείμενα για εκπαίδευση με την βοήθεια υπολογιστή
- ☑ Να μετρήσετε και να μοντελοποιήσετε σύνολα και τοποθεσίες
- ☑ Να εκτελέσετε προοπτική ταυτοποίηση για να ταυτοποιήσετε μια CG κάμερα σε μια πραγματική φωτογραφία
- ☑ Να εξάγετε αληθοφανή texture maps από τις αρχικές (αυθεντικές) φωτογραφίες
- ☑ Να δημιουργήσετε photo-textured μοντέλα για υψηλό ρεαλισμό αλλά με μικρό αριθμό πολυγώνων
- ☑ Να δημιουργήσετε 3D μοντέλα υπαρχόντων αντικειμένων για χρήση στο web

Ειδικά για το animation υπάρχει ένα module, το *PhotoModeler Video Module (PMV)*. Με αυτό το module το πρόγραμμα είναι σε θέση να αντιλαμβάνεται την κίνηση και τη μεταβολή στο σχήμα ενός αντικειμένου με το πέρασμα του χρόνου. Στις δυνατότητές του συμπεριλαμβάνεται ότι μπορεί να δημιουργήσει τρισδιάστατα μοντέλα με photo-textures για το 3D Studio, για OBJ, για VRML, και σε μορφή Direct X.



Εικόνα 66: Πως το PhotoModeler αντιλαμβάνεται το σχήμα των αντικειμένων



Εικόνα 67: Πως η εφαρμογή δίνει στην αρχική αριστερή εικόνα υφή (texture)

(Comixware) Comixware



Το συγκεκριμένο λογισμικό, όπως ίσως συμπεραίνει κανείς και από το όνομά του, δημιουργεί ένα σενάριο κόμιξ με ενσωμάτωση γραφικών, ήχου και animation. Το πρόγραμμα βρίσκεται στην έκδοση 2.1 και είναι διαθέσιμο για αγορά ή κατέβασμα μιας demo έκδοσης (μόνο για windows) από την ιστοσελίδα:

<http://www.comixware.com/>

Τα μεγάλα πλεονεκτήματά του είναι η ευκολία χειρισμού και η γρήγορη σύνθεση πολυμέσων υψηλής ποιότητας αλλά και ότι ο player επιτρέπει στον τελικό θεατή να επέμβει και να αλλάξει τη δημιουργία.



Εικόνα 68: Το περιβάλλον εργασίας του comixware

Το πρόγραμμα είναι συμβατό με τα πλέον δημοφιλή format (.mov, .avi, .jpeg, .mp3, wav κ.τ.λ.). επίσης επιτρέπει με διαδικασία drag-&-drop ή copy/paste να αλλάξετε τη σειρά των σκηνών στο φιλμ ή να αλλάξετε το μουσικό θέμα κάθε animation.

Εικόνα 69: Το timeline με τα keyframes και άλλες πληροφορίες

(Xara) Xara 3D



Η Xara (η οποία έχει εξαγοραστεί από την Corel) βρίσκεται στο χώρο από τη δεκαετία του '80. Από εκείνες τις εποχές έχει περάσει πολύς καιρός, όμως η φιλοσοφία της εταιρίας έχει μείνει αναλλοίωτη. Η φιλοσοφία αυτή έχει να κάνει με την γρήγορη και λειτουργική δημιουργία υλικού, το οποίο στην περίπτωση του Xara 3D προορίζεται κυρίως για έκδοση στο Internet. Με την πρώτη ματιά το πακέτο μοιάζουν με απλό utility για δημιουργία σαν αυτά που μπορεί να βρει κανείς ελεύθερα στα σχετικά sites. Με λίγη εξερεύνηση όμως στις δυνατότητες του, αυτή η αρχική εντύπωση ανατρέπεται εύκολα, μια που

δε φαίνεται να υπάρχουν και πολλά πράγματα που λείπουν από τις διαθέσιμες λειτουργίες. Το επίσημο site του προϊόντος είναι:

<http://www.xara.com/products/xara3d/>

απ' όπου μπορούμε να αγοράσουμε την τελευταία (έκτη) έκδοση του προγράμματος ή να κατεβάσουμε μία δοκιμαστική έκδοση ελεύθερα. Οι απαιτήσεις του προγράμματος δεν είναι ιδιαίτερες (λειτουργικό της Microsoft (98/Me/2000/XP), επεξεργαστή Pentium, 64MB Ram).

Το Xara 3D μπορεί να χαρακτηριστεί σαν ένα πρόγραμμα δημιουργίας animation απλών τρισδιάστατων σχημάτων. Εδώ δε συναντάμε δυνατότητες ή κάποια εργαλεία σχεδίασης, αν και αυτό μπορεί να ξεπεραστεί εύκολα με τη χρήση κάποιου freeware ή shareware προγράμματος που να δημιουργεί αρχεία μορφοποίησης Windows Metafile (.WMF) ή Enhanced Metafile (.EMF). Αν απλά θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε μια απλή λέξη για να τη μετατρέψουμε σε λογότυπο, τότε το Xara 3D μας δίνει τη δυνατότητα να εισαγάγουμε απευθείας το σχετικό κείμενο μέσα από το interface του και να το επεξεργαστούμε εκεί. Μπορούμε μάλιστα να καθορίσουμε διαφορετικές αποστάσεις και μεγέθη για έναν ή περισσότερους χαρακτήρες ενώ, αυτό μπορεί να συμπεριλάβει και μεγέθη σαν το leading ή το kerning αν το κείμενό μας αποτελείται από περισσότερες από μια γραμμές. Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε ότι ακόμα και στην δοκιμαστική έκδοση του προγράμματος, η Xara παρέχει έξι οικογένειες γραμματοσειρών πολύ υψηλής ποιότητας (αυτές γίνονται 50 αν αγοράσουμε το πλήρες πακέτο). Τα συγκεκριμένα δείγματα είναι ιδιαίτερα ευανάγνωστα ακόμα και σε πολύ μικρά μεγέθη, κάτι που είναι πολύ σημαντικό για να έχουμε σωστά αποτελέσματα κατά τη μετατροπή σε τρισδιάστατα αντικείμενα.

Ξεκινώντας με το σχήμα μας μέσα στην περιοχή εργασίας, μπορούμε να ρυθμίσουμε το μήκος του κατά την τρίτη διάσταση, δηλαδή το βάθος του, χρησιμοποιώντας το εργαλείο *Extrusion options*. Εδώ μπορούμε ακόμα να ορίσουμε τη γυαλάδα και το χρώμα της επιφάνειας του τελικού τρισδιάστατου αντικειμένου κατά την τρίτη του διάσταση, αλλά και το αν θα εμφανιστεί συμπαγές το σχέδιο (ή το κάθε γράμμα) ή απλά σαν περίγραμμα. Η εμφάνιση του τελικού αντικειμένου μπορεί να περιέχει και εφέ λοξοτομής (bevel), η μορφή του οποίου καθορίζεται από το σχετικό μενού. Αν και δεν είναι δυνατό να καθορίσουμε τη μορφή του σκαλίσματος με κάποιο διαλογικό εργαλείο, το Xara 3D μας προσφέρει μια πολύ λεπτομερή λίστα από διαθέσιμες μορφές. Επιλέγοντας κάποια από αυτές, μπορούμε να δούμε το αποτέλεσμα στο κυρίως παράθυρο του προγράμματος. Γενικά, η απόκριση σε κάθε αλλαγή που επιφέρουμε είναι πολύ γρήγορη, ακόμα και σε υπολογιστικά συστήματα χωρίς κάποια κάρτα γραφικών με ιδιαίτερες δυνατότητες.

Προχωρώντας σε άλλα εφέ, μπορούμε να καθορίσουμε τη μορφή της σκιάς που θα ρίχνει το τελικό τρισδιάστατο αντικείμενό μας πάνω στο φόντο:

η σκιά αυτή μπορεί να είναι σε επίπεδο παράλληλο με αυτό του αντικειμένου μας, για να δημιουργήσει την αίσθηση ότι αυτό βρίσκεται πάνω από κάποια βάση ή να καταλήγει σε αυτό. Σε κάθε περίπτωση πάντως, μπορούμε εύκολα να τοποθετήσουμε το αντικείμενό μας στη γωνία που προτιμάμε, περιστρέφοντάς το είτε με το ποντίκι, είτε μετακινώντας τα σχετικά sliders στο πλάι και το κάτω μέρος του interface. Με τον ίδιο διαλογικό τρόπο μπορούμε να τοποθετήσουμε μια σειρά από φωτεινές πηγές γύρω από το αντικείμενό μας, έτσι ώστε να φωτίζεται ανάλογα η επιφάνειά του. Αυτό το εφέ χρειάζεται λίγη προσοχή στη σχεδιάσή του, αφού η λογική και η τοποθέτηση των φωτεινών πηγών πρέπει να συμβαδίζουν με τη σκιά που μπορεί να δημιουργεί το αντικείμενό μας. Εδώ μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη η δυνατότητα επιλογής απεικόνισης πάνω στο αντικείμενό μας ενός texture το οποίο “τυλίγεται” πάνω στην επιφάνειά του με το μέγεθος και τον προσανατολισμό που θα επιλέξουμε. Αυτό μπορεί να αναδείξει με μεγαλύτερη σαφήνεια τη λεπτομερή γεωμετρία της λοξοτομής, αλλά και το φωτισμό που θα επιλέξουμε (στο CD-ROM που περιλαμβάνει το Xara 3D μπορείτε να βρείτε μεγάλη ποικιλία από σχετικά textures).

Η μεγαλύτερη ευκολία που μας παρέχει το Xara 3D όσον αφορά τη δημιουργία εικόνων είναι η χρήση έτοιμων στυλ για την αλλαγή της εμφάνισης των αντικειμένων μας. Αυτό μπορεί να γίνει απλά χρησιμοποιώντας το εργαλείο *Animation Options* από το οποίο αρχικά επιλέγουμε τη γενική μορφή της κίνησης. Έτσι, κάθε στοιχείο του κειμένου μας ή και όλα μαζί μπορούν να περιστρέφονται γύρω από έναν άξονα, να μεγεθύνονται ή να μικραίνουν μέχρι το σημείο που θα επιλέξουμε. Ο ρυθμός και τα συνολικά καρέ στα οποία θα ολοκληρωθεί αυτή η μεταβολή μπορεί να καθοριστεί εύκολα. Γενικά, αν επιλέξουμε περισσότερα καρέ ανά κύκλο, αυτό θα μας δώσει σημαντικά πιο ομαλή κίνηση, αλλά και αντίστοιχα μεγαλύτερο μέγεθος στο τελικό μας αρχείο, κάτι που είναι πολύ δυσάρεστο αν προορίζουμε την εικόνα μας για κάποια σελίδα web. Μια ακόμα ευχάριστη δυνατότητα είναι ότι μπορούμε να εισάγουμε κάποια καθυστέρηση ανάμεσα σε δύο διαδοχικούς κύκλους του animation, αν πρόκειται να δημιουργήσουμε ένα animated gif. Κάτι τέτοιο είναι σημαντικό αν εμφανίζουμε κάποια γράμματα στο λογότυπό μας, αφού με αυτόν τον τρόπο δίνουμε τη δυνατότητα στο θεατή να διαβάσει εύκολα το σχετικό μήνυμα, χωρίς να εμποδίζεται από τα σχετικά εφέ.

Αφού ολοκληρώσουμε τη σχεδίαση των αντικειμένων μας και των σχετικών εφέ, μπορούμε να δημιουργήσουμε είτε ένα animated GIF είτε ένα μικρό βίντεο τύπου AVI. Σε κάθε περίπτωση, έχουμε τη δυνατότητα να προσαρμόσουμε τα χαρακτηριστικά του τελικού αρχείου, όπως τις φυσικές διαστάσεις, τη συμπίεση ή τον αριθμό των χρωμάτων στις ανάγκες της τελικής μας εφαρμογής. Ο μόνος τρόπος για να δούμε το αποτέλεσμα των ρυθμίσεων όσον αφορά την ποιότητα, αλλά και το μέγεθος του τελικού μας αρχείου είναι

να το αποθηκεύσουμε μέσα από το Xara 3D. Γενικά, το πρόγραμμα κάνει αρκετά καλή δουλειά όσον αφορά τη μείωση των χρωμάτων και τη συμπίεση του τελικού αρχείου.

(CyD SoftwareLabs) Web Animation Studio



Το *Web Animation Studio* (έκδοση 1.2) της *CyD SoftwareLabs* είναι άλλο ένα πρόγραμμα με βασικές δυνατότητες πάνω στο animation. Υπάρχει και δοκιμαστική έκδοση του προγράμματος (πλήρως λειτουργική αλλά για μόνο 30 εκκινήσεις του προγράμματος) διαθέσιμη στη διεύθυνση:

<http://www.cydssoft.com/products/webanim.php>

Στα πλεονεκτήματα του προγράμματος η μεγάλη γκάμα υποστηριζόμενων format (.gif, .avi, .mov κ.τ.λ.), η ενσωμάτωση ήχου, η σχετικά χαμηλές απαιτήσεις του σε υλικό και το αρκετά απλοποιημένο σύστημα διεπαφής με το χρήστη.

Εικόνα 70: Το περιβάλλον εργασίας του Web Animation Studio

(Macromedia) Director



Το *Director* της εταιρείας *Macromedia* (τρέχουσα έκδοση MX2004) είναι ένα επαγγελματικό πρόγραμμα συγγραφής εφαρμογών πολυμέσων που δίνει ιδιαίτερη έμφαση στη χρήση των πλαισίων και είναι κατάλληλο για τη δημιουργία εφαρμογών που περιέχουν animation. Το λογισμικό διατίθεται online από τη διεύθυνση της εταιρείας:

<http://www.macromedia.com/>

όπου υπάρχει διαθέσιμη δωρεάν δοκιμαστική έκδοση.

Με το *Director* μπορούμε να δημιουργήσουμε εύκολα οπτικές παρουσιάσεις ή λογισμικό διαλογικών πολυμέσων με ήχο και βίντεο. Μπορούμε να δημιουργήσουμε εντυπωσιακά εφέ με απλές εικόνες και να προσθέσουμε κίνηση σε αντικείμενα.

Το *Director* βασίζεται στην προσομοίωση μιας θεατρικής παραγωγής. Όλη η δράση της εφαρμογής γίνεται στη σκηνή (*stage*) και το *cast*, δηλ. οι ρόλοι που έχουν διανεμηθεί, εμφανίζεται στη σκηνή με τη μορφή των *sprites* (είδωλα), σύμφωνα με μια χρονική διαδοχή που καλείται *score* (παρτιτούρα) και η οποία λέει στα μέλη του *cast* πού και πότε να βρίσκονται.

Τα αρχεία του *Director* ονομάζονται *movies* (ταινίες). Κάθε ταινία, μέλος *cast*, είδωλο και πλαίσιο ή *καρέ* (*frame*) μπορεί να έχει το δικό *script*, δηλ. έναν σύντομο κώδικα προγράμματος. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιεί το *Director* είναι η *Lingo*.

(Asymetrix) Asymetrix Web 3D

Το *Asymetrix Web 3D* (πρώην *Asymetrix 3D F/X*) είναι ένα πακέτο δημιουργίας και επεξεργασίας “τρισεδιάστατων” εικόνων στις οποίες μπορούν να προστεθούν χαρακτηριστικά προσομοίωσης κίνησης. Η επίσημη ιστοσελίδα της εταιρείας είναι η:

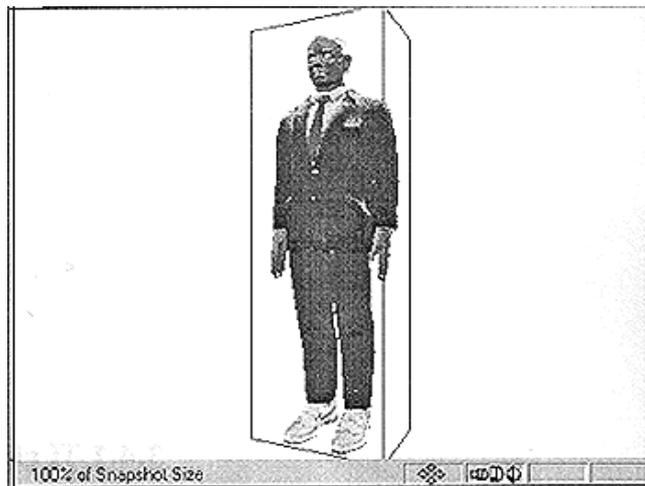
<http://www.asymetrix.com/>

στην οποία όμως δεν υπάρχει διαθέσιμη κάποια δοκιμαστική έκδοση.

Τα επίπεδα που μπορεί να δουλέψει ένας προγραμματιστής με την εφαρμογή είναι:

- Μοντελοποίηση (*modeling*)
- Προσομοίωση κίνησης (*animation*)
- Απόδοση φωτορεαλιστικών χαρακτηριστικών (*rendering*)

Το προϊόν της εργασίας του μπορεί να είναι μια ακίνητη “τρισεδιάστατη” εικόνα ή ένα φιλμ κινούμενων “τρισεδιάστατων” εικόνων. Στην πραγματικότητα όμως οι εικόνες που δημιουργούνται δεν είναι τρισεδιάστατες, αλλά φαίνονται τέτοιες με την χρήση κατάλληλης προοπτικής και φωτοσκίασης. Το software είναι αρκετά απλό κι ένας χρήστης θα εξοικειωθεί γρήγορα μαζί του. Υποστηρίζει λειτουργίες drag-and-drop και έχει πολλά έτοιμα δείγματα προεγκατεστημένα στις βιβλιοθήκες του. Μεταξύ άλλων υποστηρίζει τα format αρχείων .dxf και .3ds ενώ μπορεί ο χρήστης να αποθηκεύσει και σε μορφή VRML για δημιουργία εικονικών κόσμων. Τέλος οι απαιτήσεις του είναι πολύ μικρές ώστε να δουλεύει άψογα και σε υπολογιστές παλαιότερης τεχνολογίας.



Εικόνα 71: Δημιουργία Ανθρώπινου μοντέλου με το Asymetrix Web 3D

(Abrosoft) FantaMorph



Το *FantaMorph* της *Abrosoft* είναι ένα τυπικό πρόγραμμα για μορφομετατροπή που δημιουργεί αρκετά εντυπωσιακά animation, στην ουσία από δύο σταθερές εικόνες. Την τρέχουσα, 3^η έκδοση του λογισμικού καθώς και μια δωρεάν δοκιμαστική έκδοση μπορεί κανείς να κατεβάσει από τον επίσημο δικτυακό τόπο της εταιρείας:

<http://www.fantamorph.com/>

Στα χαρακτηριστικά του προγράμματος, που το κάνουν να ξεχωρίζει στον ανταγωνισμό πρέπει να αναφέρουμε τα εξής:

- Πληθώρα ισχυρών εφέ (μετατροπής, φωτισμού και ήχου)
- Ύπαρξη μάγου (wizard)

- ☑ Κάθε καρέ του animation που δημιουργείται μπορεί να προβληθεί ξεχωριστά
- ☑ Εκτός από δημοφιλή format για βίντεο κι animation, μπορούν να δημιουργηθούν κι ανεξάρτητα εκτελέσιμα προγράμματα (.exe)
- ☑ Ύπαρξη ισχυρής μηχανής rendering

Το animation που δημιουργεί μπορεί να βρει κι άλλες χρήσεις όπως σε διαφημίσεις, προφυλάξεις οθόνης, παρουσιάσεις, ηλεκτρονικές κάρτες και κάθε άλλου είδους ηλεκτρονικά έγγραφα.



Εικόνα 72: Δημιουργώντας μορφομετατροπή με το FantaMorph

(Fujimiya's Computer Graphics Labo) Morpher

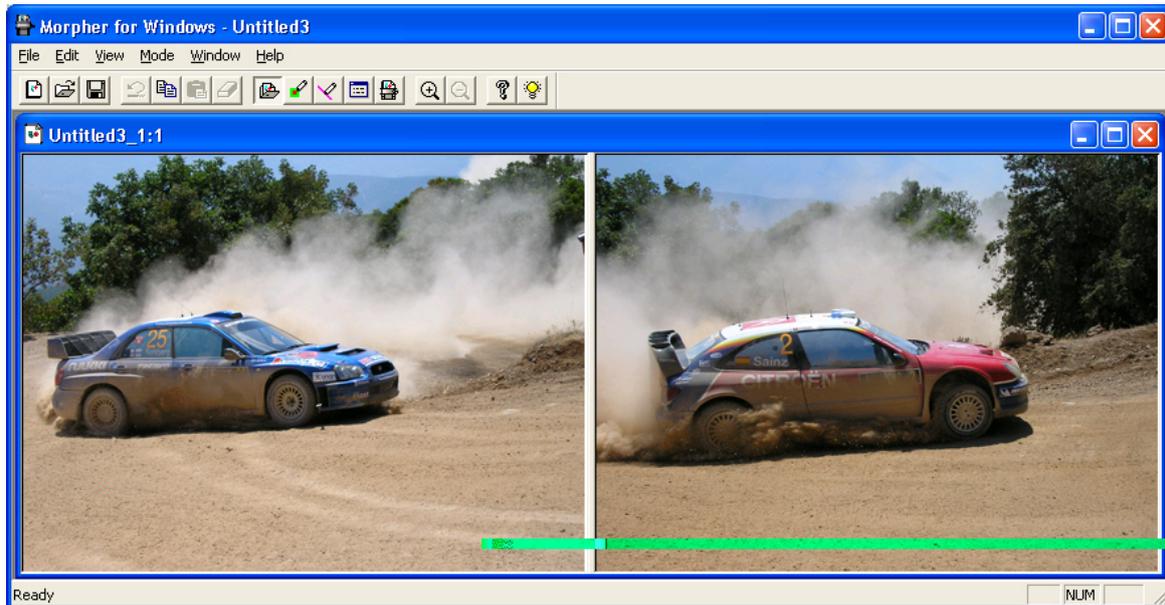
Πρόκειται για ένα ακόμα λογισμικό για δημιουργία μορφομετατροπής. Τη shareware έκδοση του προγράμματος (3.1) μπορεί κανείς να κατεβάσει δωρεάν από τη σελίδα:

<http://www.asahi-net.or.jp/~fx6m-fjmy/mop05e.html>

Στα πλεονεκτήματα του προγράμματος ότι δουλεύει δημιουργώντας μορφομετατροπή όχι μόνο σε δύο εικόνες (αρχική / τελική) αλλά υποστηρίζει τη λειτουργία και με μία Τρίτη, ενδιάμεση. Επίσης οι εικόνες αυτές μπορεί να είναι αποθηκευμένες σε όποιο από τα δημοφιλή format (.bmp, .jpg, .jpeg, .gif). Και τέλος υπάρχει έκδοση του προγράμματος τόσο για συστήματα με λειτουργικό σύστημα της Microsoft, όσο και για υπολογιστές Macintosh.

Αξίζει να αναφέρουμε πως το περιβάλλον εργασίας είναι πολύ απλό ακόμα και για χρήστες με μικρή εμπειρία στους υπολογιστές, δίνοντας όμως και επιλογές στους χρήστες που επιζητούν κάτι παραπάνω όπως το είδος του rendering (morph ή wrap) ή την ποιότητά του. Όμως για να λειτουργήσει το

λογισμικό πρέπει να είναι εγκατεστημένο στον υπολογιστή το Microsoft Java Virtual Machine.



Εικόνα 73: Το περιβάλλον εργασίας του Morpher



Εικόνα 74: Οι επιλογές για rendering του προγράμματος

(Reallusion) It's Me |

Το λογισμικό για animation *It's Me* (της εταιρείας *Reallusion*) είναι μάλλον ένα λογισμικό με χιούμορ. Το παραθέτουμε όχι κυρίως για τις δυνατότητές του στο να δημιουργεί πειστικό animation όσο για τα πρωτότυπα χαρακτηριστικά του. Η επίσημη σελίδα, απ' όπου είναι δυνατό το κατέβασμα και μιας δοκιμαστικής έκδοσης είναι η:

<http://www.reallusion.com/itsme/>

Ο συνηθής τρόπος εργασίας με το πρόγραμμα είναι (i) κατ' αρχάς να επιλέγεις την ψηφιακή, πραγματική φωτογραφία ατόμου πάνω στην οποία θα

εργαστείς, (ii) να ντύνεις το άτομο που επέλεξες με ότι ρούχο ή αξεσουάρ επιθυμείς (υπάρχουν πάρα πολλά δείγματα στις βιβλιοθήκες της εφαρμογής), (iii) να προσδίδεις κίνηση στη στατική εικόνα, δημιουργώντας animation, επιλέγοντας πάλι από τις έτοιμες κινήσεις (όπως για παράδειγμα χορευτικές ή αθλητικές κινήσεις), (iv) τέλος μπορείς να αποθηκεύσεις την εργασία σου σε κάποιο από τα πολλά format που σου παρέχει το πρόγραμμα.



Εικόνα 75: Δημιουργίες με το It's Me

(Mentalimages) Mental Ray

Αν και το *Mental Ray* (τρέχουσα έκδοση 3.4) δεν είναι λογισμικό για δημιουργία animation, εντούτοις γίνεται αναφορά σε αυτό γιατί είναι ίσως το κορυφαίο software για τρισδιάστατο rendering, διαδικασία απαραίτητη για σωστό και ποιοτικό animation. Δημιουργεί εικόνες αξιοθαύμαστης ποιότητας και ρεαλισμού. Γι' αυτόν το λόγο χρησιμοποιείται ως μηχανή rendering από τα κορυφαία λογισμικά για δημιουργία animation (όπως τα: Softimage|XSI, Autodesk 3ds max, Alias Maya, Side Effects Houdini, SolidWorks PhotoWorks 2 και Dassault Systèmes' CATIA). Το web site της εταιρείας βρίσκεται στη διεύθυνση:

<http://www.mentalimages.com/>

Στα πλεονεκτήματά του ότι αυξάνεται η απόδοσή του όταν χρησιμοποιείται από μηχανήματα με περισσότερους του ενός επεξεργαστές ή όταν χρησιμοποιείται σε δίκτυο, αν και παραμένει αρκετά γρήγορο και σε μηχανήματα μονού επεξεργαστή χάρις στη χρησιμοποίηση τεχνικών επιτάχυνσης της όλης διαδικασίας.

Το λογισμικό είναι κορυφαίο στη διαχείριση στοιχειωδών γεωμετρικών αντικειμένων όπως πολύγωνα, ελεύθερες επιφάνειες, μαλλιά αλλά και φαινομένων όπως ο πολύ καλός φωτισμός με τα πολλά εφέ.

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στις πιο γνωστές από τις ταινίες στις οποίες η φωτοσκίαση έγινε με το *Mental Ray*: *Blade Trinity*, *Son Of The Mask*, *Superbowl*, *The Day After Tomorrow*, *Alexander*, *Rough AppRoach*, *The Matrix*

Revolutions, The Matrix Reloaded, Star Wars: Episode II "Attack of the Clones", The Hulk, Terminator 3: "Rise of the Machines", Frankenred, Aero Mice, The City Of The Lost Children, Eve Solal, Fight Club, Panic Room, The Cell, The Grinch, Tightrope, Walking with Dinosaurs, Asterix in America.



Εικόνα 76: Σκηνή από το *The Matrix-Revolutions*



Εικόνα 77: Σκηνή από το *Terminator*

Συμπεράσματα

Όπως είδαμε υπάρχει πληθώρα πακέτων λογισμικού, τόσο ακριβά προγράμματα με εξειδικευμένες δυνατότητες που απευθύνονται σε όσους επιθυμούν επαγγελματικό αποτέλεσμα στις εργασίες τους, όσο και λιγότερο ακριβά με λιγότερες δυνατότητες αλλά και πιο εύκολο σύστημα διεπαφής ώστε ο χρήστης να μην είναι αναγκασμένος να καταφύγει σε σεμινάρια εκμάθησής τους. Μία από τις παρατηρήσεις που κάναμε μελετώντας τα διάφορα λογισμικά είναι πως κάποιες εταιρείες έχουν καταφέρει να καθιερώσουν τα προϊόντα τους ως σημείο αναφοράς και άλλες, μικρότερες, να δημιουργούν λογισμικά συμβατά με τα πρώτα για να μπορέσουν να αντέξουν τον ανταγωνισμό.

Σχεδόν όλα υλοποιούν (άλλο σε μεγαλύτερο βαθμό κι άλλο σε μικρότερο) τις βασικές ανάγκες για μοντελοποίηση αντικειμένων ή προσώπων (modeling), για φωτοαπόδοση (rendering) και για απόδοση υφής (texturing).

Είδαμε επίσης πως η πολιτική της πλειονότητας των οίκων λογισμικού είναι να υπάρχουν και demo εκδόσεις των προγραμμάτων τους κι επομένως οι χρήστες να μπορούν πριν προβούν στην αγορά να έχουν ελέγξει πιο πρόγραμμα είναι πιο κοντά στις ανάγκες και στις επιθυμίες τους.

Τέλος είδαμε πως το πλέον δημοφιλές λειτουργικό σύστημα στο οποίο αναπτύσσονται τα προγράμματα είναι τα Windows της Microsoft. Σημαντικό κομμάτι βεβαίως των προγραμμάτων ‘τρέχει’ και σε περιβάλλον Linux ενώ

υπάρχει και ένα τμήμα που απαιτεί υπολογιστές Macintosh. Αν ο χρήστης επιθυμεί κάποιο άλλο λειτουργικό σύστημα (π.χ. Solaris) τότε μάλλον θα πρέπει να επιλέξει από μια πολύ περιορισμένη λίστα προγραμμάτων.

Μιλώντας για ρυθμό ανάπτυξης των υπολογιστών και το μέλλον τους, μπορούμε να προσπεραστούμε από τις εξελίξεις πριν ακόμα τις αναφέρουμε. Οι ταχύτητες των επεξεργαστών μεγαλώνουν όλο και περισσότερο, η δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων πολλαπλασιάζεται ενώ οι τιμές τους μειώνονται. Επομένως αν κάποιος επιχειρήσει να εκδώσει ένα βιβλίο σχετικά με το μέλλον των υπολογιστών, μέχρι να το τελειώσει πολλά από τα περιεχόμενα αυτού του βιβλίου μπορεί να έχουν γίνει ήδη ιστορία.

Virtual Reality (Εικονική πραγματικότητα)

Το 1989 παρουσιάστηκε μια διεπαφή ανθρώπου / υπολογιστή, η *DataGlove*. Σε μια συνδιάσκεψη ένα συγκεντρωμένο πλήθος είδε ένα άτομο, που φόραγε μια ηλεκτρονική μάσκα κι ένα γάντι, να κινεί αντικείμενα που δεν ήταν στην πραγματικότητα εκεί. Αντί να παρουσιάζεται μια τρισδιάστατη σκηνή, το άτομο αυτό μπήκε το ίδιο στη σκηνή, και αλληλεπιδρώντας με τα αντικείμενα, είχε πετύχει μια "εικονική" πραγματικότητα. Σήκωνε ένα αντικείμενο που δεν ήταν στην πραγματικότητα εκεί και το τοποθετούσε σε ένα άλλο που κι αυτό δεν βρισκόταν εκεί στην πραγματικότητα, αλλά οι θεατές ήταν σε θέση είχαν την βεβαιότητα ότι ό,τι έβλεπαν ήταν αληθινό.

Σήμερα, οι χειρουργοί είναι σε θέση να κάνουν την πρακτική τους σε 'εικονικούς' ασθενείς, οι αστροναύτες μπορούν να εκπαιδευτούν στην 'εικονική' ατμόσφαιρα του διαστήματος ενώ είναι ακόμα στη γη, ο καθένας μπορεί να είναι 'εικονικός' οδηγός σε αγώνες Φόρμουλα I, ενώ βρίσκεται στο δωμάτιο του. Επίσης, η εικονική πραγματικότητα μπορεί πια να μας δώσει την αίσθηση της αφής, του βάρους ενός αντικειμένου (που υπάρχει μόνο σχεδιασμένο στον υπολογιστή), της αντίστασής του όταν προσπαθούμε να το πιέσουμε και γενικά μας περνά στην έννοια της 'Τεχνητής πραγματικότητας'.

Το *DataGlove* είναι μια συσκευή εισόδου δεδομένων που φοριέται όπως ένα γάντι και μεταφράζει τις κινήσεις του χεριού και των δαχτύλων σε ηλεκτρικά σήματα. Συνδυαζόμενο με μια απόλυτη θέση και με έναν αισθητήρα προσανατολισμού, το γάντι μεταφράζει τις μετακινήσεις που γίνονται από το χέρι του χειριστή σε πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αναπαραγάγουν τις μετακινήσεις σε 3-διάστατα γραφικά στον υπολογιστή.

Έτσι, είναι δυνατόν να ελεγχθεί με το χέρι η μετακίνηση στο περιβάλλον των υπολογιστών. Είναι επίσης εύκολο να δημιουργηθεί ένα αντικείμενο στο περιβάλλον του υπολογιστή και να το διαχειρίζεται το πρότυπο χέρι που υπάρχει στο ίδιο περιβάλλον και ελέγχεται από το DataGlove. Το γάντι είναι επίσης μια συσκευή εξόδου, δεδομένου ότι οι συσκευές αφής και ανατροφοδότησης μπορούν να δώσουν στον χειριστή τις ίδιες ενδείξεις αφής όπως θα περίμενε από το χειρισμό ενός πραγματικού αντικειμένου. Το γάντι χρησιμοποιείται από κοινού με μια στερεοσκοπική κάσκα που παρέχει μια χωριστή οθόνη για κάθε μάτι και επιτρέπει στο χρήστη στο να κοιτάζει γύρω από τη σκηνή όπως στην πραγματική ζωή, παρουσιάζοντας καινούργιες όψεις όπως αυτές δημιουργούνται από την κίνηση του κεφαλιού, και χρησιμοποιώντας όλες τις ενδείξεις του χώρου που ο χρήστης αναμένει κανονικά.

Μαζί με τα γάντια μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ειδικοί αισθητήρες, οι οποίοι συνδέουν το σώμα του χειριστή με τον υπολογιστή. Με τα γάντια, μερικές φορές, είναι πιθανόν να αισθανόμαστε την επιφάνεια ενός αντικειμένου αλλά να μην αντιλαμβανόμαστε το 'βάρος' του. Μια αποτελεσματικότερη συσκευή για αμφίδρομη ανατροφοδότηση μεταξύ χειριστή και μηχανήματος είναι το "joystick" , η οποία είναι ένας συνδυασμός μιας ράβδου η οποία συνδέεται με τεντωμένα καλώδια. Ο χειριστής χειρίζεται τη ράβδο αυτή και, ανάλογα της έντασης που ασκείται στα καλώδια, επιστρέφεται στον χειριστή η αίσθηση της δύναμης. Αυτό το είδος της ανατροφοδότησης είναι ουσιαστική και χρήσιμη εάν η συσκευή χρησιμοποιείται για να κρατήσει το χειριστή του μακριά από ένα επικίνδυνο περιβάλλον, παραδείγματος χάριν από κιβώτια ραδιενεργού υλικού που πρέπει να κινηθούν από το ρομπότ υπό τον έλεγχο του χειριστή.

Η NASA έχει βοηθηθεί φυσικά πάρα πολύ από στην ανάπτυξη της εικονικής πραγματικότητας, είτε δημιουργώντας συνθήκες διαστήματος σε εικονικές αποστολές στο έδαφος, είτε δημιουργώντας ένα περιβάλλον όπου ο αστροναύτης μπορεί να εργαστεί σε έναν ασφαλή εικονικό κόσμο που αντανακλά τον πραγματικό κόσμο του διαστήματος.

Άλλη εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας είναι ο 'προσομοιωτής πτήσης' (flight simulation). Οι πιλότοι (και όχι μόνο) μπορούν να 'πετούν' κάτω από οποιαδήποτε συνθήκη (άσχημες καιρικές συνθήκες, νύχτα κ.λ.π.). Μέσω του κράνους του πιλότου δίνονται σ' αυτόν όλα τα αναγκαία δεδομένα ώστε να έχει την αίσθηση της πτήσης σε οποιαδήποτε συνθήκη, ενώ μέσω των ματιών του και της φωνής του επιστρέφονται δεδομένα στην μηχανή προσομοίωσης, συνεχίζοντας έτσι την αλληλεπίδραση μηχανής και ανθρώπου.

Στη σύγχρονη εποχή εκατοντάδες εφαρμογές με χρήση εικονικής πραγματικότητας μπορούν να αναφερθούν, με τις μεγαλύτερες κινηματογραφικές ταινίες βέβαια να έχουν χρησιμοποιήσει σε πολύ μεγάλο

βαθμό τις δυνατότητες αυτές ώστε να δημιουργηθούν εντυπωσιακά και 'εξωπραγματικά' αποτελέσματα. Θα μπορούσαμε να φανταστούμε τη μελλοντική χρήση της εικονικής πραγματικότητας; Μήπως αγγίζει την...πραγματικότητα;

Celluloid ή Cel → Κελί από Ζελατίνα
Frame → Καρέ ή Πλαίσιο
Timeline → Αξονας του Χρόνου
Persistence of Vision → Αδράνεια της Όρασης
Thaumatrope → Θαυματοτρόπιο
Phenakistoscope → Φαινακιστοσκόπιο
Zoetrope → Ζωοτρόπιο
Kineograph → Κινεογράφημα
Praxinoscope → Πραξινοσκόπιο
Zoopraxinoscope → Ζωοπραξινοσκόπιο
Mutoscope → Μουτοσκόπιο
Rotoscope → Ροτοσκόπιο
Multiplane Camera → Κάμερα Πολλαπλών Επιπέδων
Parallax Effect → Παράλλαξη
Morphing → Μορφομετατροπή
Artificial Intelligence → Τεχνητή Νοημοσύνη
Compiler → Μεταγλωττιστής
Interpreter → Διερμηνευτής
Multi-tasking → Πολυεπεξεργασία
Object-Oriented → Αντικειμενοστραφής
Pixel → Εικονοστοιχείο
Raster → Ψηφιογραφικό
Vector → Διανυσματικό
Real Time → Πραγματικός Χρόνος
JPEG → Joint Photographics Experts Group (Μέθοδος Συμπύεσης Εικόνας)

MPEG → Motion Picture Experts Group (Μέθοδος Συμπίεσης Βίντεο)

Transformation → Μετασχηματισμός

Modelling → Μέθοδος Μορφοποίησης και Σχεδίασης Animation

Rendering → Μέθοδος Φωτισμού και Σκίασης Αντικειμένων
- Φωτοαπόδοση - Φωτοσκίαση

Texturing → Μέθοδος Απόδοσης Υφής

<http://en.wikipedia.org/wiki/Animation/>

<http://www.vintageip.com/Term.html/>

<http://portal.acm.org/>

<http://www.bsi.gr/UleadWeb/Animation.htm/>

<http://www.public.iastate.edu/~rllew/>

<http://www.siggraph.org/education/materials/HyperGraph/animation/anim0.htm/>

<http://www.animationschoolreview.com/animation-software-basics.html/>

<http://etl.uom.gr/greek/projects/multimedia/animat.htm/>

<http://www.document.gr/apps.el.html?p=motn/>

<http://www.animation-central.com/>

<http://www.taschen.com/pages/en/catalogue/books/design/all/facts/03819.htm/>

<http://www.videonews.gr/professional/3dcompositing/maya45.htm/>

<http://www.vintageip.com/>

<http://www.aegean.gr/culturaltec/adimitra/animatiion1/notes.htm/>

http://www.mda.gr/animation/3dwhat_gr.htm/

<http://www.cse.ohio-state.edu/~parent/animation/index1.html/>

<http://www.cyberloonies.com/animationpackages.html/>

<http://www.cgexplorer.com/graphics/software/3d/softimage-xsi/>

<http://www.videonews.gr/forum/>

<http://graphics.di.uoa.gr/>

<http://www.medialab.ntua.gr/multi/>

<http://www.thelordoftherings.net/>

<http://www.sci.fi/~animato/>

http://www.business.com/directory/media_and_entertainment/visual_art_and_design/animation/

<http://www.brianlemay.com/Pages/Tip.html/>

<http://www.bcdb.com/cartoons/>

<http://www.animatorsunite.com/portals/animationinfo.shtml/>

<http://www.moonlight-whispers.com/english/tutorials/general.html/>

<http://www.disney.com/>

<http://www.oscar.com/>

<http://www.animationmagazine.net/>

<http://www.aliaswavefront.com/en/products/maya/>

<http://www4.discreet.com/3dsmax/>

<http://www.macromedia.com/software/flash/>

<http://www.adobe.com/products/tryadobe/>

<http://www.blender3d.org/>

<http://www.hash.com/>

<http://www.newtek.com/lightwave/>

<http://www.softimage.com/products/xsi/>

<http://www.sidefx.com/>

<http://www.rhino3d.com>

<http://maxon.net/>

<http://www.caligari.com/>

<http://www.apple.com/finalcutstudio/motion/>

<http://www.rainbow.gr/apple/software/motion.html/>

<http://www.e-frontier.com/>

<http://www.ulead.com/>

<http://www.c-point.com/animatorpro.php/>

<http://www.photomodeler.com/>

<http://www.comixware.com/>

<http://www.xara.com/products/xara3d/>

<http://www.cysoft.com/products/webanim.php/>

<http://www.macromedia.com/>

<http://www.asymetrix.com/>

<http://www.fantamorph.com/>

<http://www.asahi-net.or.jp/~fx6m-fjmy/mop05e.html/>

<http://www.reallusion.com/itsme/>

<http://www.mentalimages.com/>

<http://www.cse.ohio-state.edu/~parent/animation/index1.html>

***** τίτλος / συγγραφέας / ISBN *****

Computer animation: programming methods and techniques / Julio Sanchez, Maria P. Canton / ISBN: 0070549648

Advanced animation and rendering techniques: theory and practice / Alan Watt, Mark Watt / ISBN: 0201544121

C for windows animation programming / Lee Adams / ISBN: 0830638105

Animation and scientific visualization: tools and applications / R.A. Earnshaw, D. Watson / ISBN: 0122277457

Computer Animation - Algorithms and techniques / Rick Parent / ISBN: 1558605797

3D STUDIO MAX in depth / Rob Polevoi / ISBN: 157610432

The Art and Science of Computer Animation / Stuart Mealing / ISBN 1871516714

The Complete Animation Course: The Principles, Practice, and Techniques of Successful Animation (Paperback) / Chris Patmore / ISBN: 0764123998

Animation Art: From Pencil to Pixel, the History of Cartoon, Anime & CGI. / Jerry Beck / ISBN 0060737131

Cartoons: One Hundred Years of Cinema Animation (1888-1988) / Giannalberto Bendazzi / ISBN: 0253209374

Masters of Animation / John Grant / ISBN: 0823030415

Puppet Animation in the Cinema: History and Technique / L. Bruce Holman / ISBN: 0498013855

The Animated Film / Ralph Stephenson / ISBN: 0498012026

Hollywood Cartoons: American Animation in Its Golden Age / Michael Barrier / ISBN: 0195037596

The Fleischer Story / Leslie Cabarga / ISBN: 0306803135

Emile Cohl, Caricature and Film / Donald Crafton / ISBN: 0691055815

The Illusion of Life: Essays on Animation / Alan Cholodenko / ISBN: 0909952183

Art in Motion: Animation Aesthetics / Maureen Furniss / ISBN: 1864620390

Hollywood Flatlands: Animation, Critical Theory and the Avant-Garde / Esther Leslie / ISBN: 1859846122

Understanding Animation / Paul Wells / ISBN: 0415115973

Understanding Motion Capture for Computer Animation and Video Games / Alberto Menache / ISBN: 0124906303

The Animation Book: A Complete Guide to Animated Filmmaking--From Flip-Books to Sound Cartoons to 3-D Animation / Kit Laybourne / ISBN: 0517886022

The Complete Animation Course: The Principles, Practice, and Techniques of Successful Animation / Chris Patmore / ISBN: 0764123998

The Animator's Survival Kit: A Manual of Methods, Principles, and Formulas for Classical, Computer, Games, Stop Motion, and Internet Animators / Richard Williams / ISBN: 0571202284

The Art of 3-D Computer Animation and Effects / Isaac Victor Kerlow / ISBN: 0471430366

Timing for Animation / Harold Whitaker, John Halas / ISBN: 0240517148

Producing Animation (Focal Press Visual Effects and Animation) / Catherine Winder, Zahra Dowlatabadi / ISBN: 0240804120

Exploring 3D Animation with Maya 6 / Patricia Beckmann, Phil Young / ISBN: 1401848184

Animation Now! / Julius Wiedemann / ISBN: 3822825883

Motion Graphic Design and Fine Art Animation: Principles and Practice / Jon Krasner / ISBN: 0240804821

After Effects and Photoshop: Animation and Production Effects for DV and Film / Jeff Foster / ISBN: 0782143172

