



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Τεχνολογία Πολυμέσων

Ενότητα 8: Animation

Νικολάου Σπύρος

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής ΤΕ



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας και στην Ανώτατη Εκκλησιαστική Ακαδημία Θεσσαλονίκης**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Σκοποί ενότητας

- Η ενότητα αυτή πραγματεύεται ζητήματα σχετικά με τη σχεδιοκίνηση (animation).



Περιεχόμενα ενότητας (1/2)

- Εισαγωγή.
- Κατηγορίες σχεδιοκίνησης (animation).
- Σχεδιοκίνηση χωρίς υπολογιστή.
- Σχεδιοκίνηση με υπολογιστή.
- Αρχές σχεδιοκίνησης.
- Δισδιάστατη σχεδιοκίνηση (2D animation).



Περιεχόμενα ενότητας (2/2)

- Τρισδιάστατη σχεδιοκίνηση (3D animation).
- Μοντέλα Τρισδιάστατης σχεδιοκίνησης.
- Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality).
- Μορφοποιήσεις αρχείων 2D/3D Animation.



Animation



Εισαγωγή (1/2)

- Anima = ψυχή.
- Κινούμενα σχέδια ή Σχεδιοκίνηση (Animation) = Απόδοση ψυχής, ζωντάνιας, κίνησης σε γραφικά στατικά αντικείμενα και σκηνές:
 - Μετακίνηση αντικειμένων στο χώρο.
 - Κίνηση τμημάτων των αντικειμένων.
 - Μεταμόρφωση αντικειμένων.
 - Εναλλαγή χρωμάτων.
 - Μεταβολές στην παρατήρηση της σκηνής.



Εισαγωγή (2/2)

- Η σχεδιοκίνηση προσθέτει στα γραφικά μοντέλα τη διάσταση του χρόνου, η οποία αυξάνει πολύ την ποσότητα της πληροφορίας που μπορεί να μεταδοθεί.
- Με τον όρο Computer Animation, αναφερόμαστε στη διαδικασία παραγωγής κινούμενων εικόνων, μέσω της περιγραφής γραφικών μοντέλων, τα οποία σχεδιάζονται ή εισάγονται στον υπολογιστή, καθώς και των αλλαγών αυτών, ως προς το σχήμα και τη θέση τους στο χώρο.



Σχεδιοκίνηση και ανθρώπινη αντίληψη (1/2)

- Μετείκασμα: Μία εικόνα που βλέπουμε παραμένει, μετά την παρατήρηση της στον αμφιβληστροειδή χιτώνα για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα (1/12 του δευτερολέπτου).
- Η δημιουργία της κίνησης είναι μία ψευδαίσθηση που οφείλεται στη φυσιολογία του ανθρώπινου ματιού (μετείκασμα), δημιουργείται με την αλληπάλληλη προβολή με μεγάλη ταχύτητα, διαδοχικών στατικών εικόνων (δισδιάστατων ή τρισδιάστατων καρτέ-πλαισίων) που διαφέρουν ελάχιστα μεταξύ τους.



Σχεδιοκίνηση και ανθρώπινη αντίληψη (2/2)

- Η ιδιομορφία αυτή αποτέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη τόσο του computer animation, όσο και των τεχνολογιών που χρησιμοποιούν κινούμενη εικόνα (κινηματογράφος, video).
- Απαιτούμενα καρτέ (Frame) ανά δευτερόλεπτο FPS (Frames per Second):
 - Κινηματογραφικές Ταινίες (film) → 24 fps.
 - Αναλογική ή Ψηφιακή TV → 25 ή 30 fps.
 - Computer animation → από 12 έως 15 fps.
- Εάν τα FPS είναι λιγότερα τότε έχουμε σπασμωδική κίνηση.



Κατηγορίες σχεδιοκίνησης

- 2Δ: Τα αντικείμενα και η κίνησή τους είναι δισδιάστατα.
 - Π.χ. Κίνηση στο PowerPoint.
- 2½Δ: Τα αντικείμενα και η κίνησή τους είναι δισδιάστατα, όμως δίνεται η εντύπωση του βάθους με κατάλληλο φωτισμό, σκίαση, επικαλύψεις,
 - Π.χ. Ταινίες κινουμένων σχεδίων, ταινίες Flash.
- 3Δ: Τα αντικείμενα και η κίνησή τους είναι τρισδιάστατα.
 - Π.χ. Σύγχρονες συνθετικές ταινίες (Toy Story, Jurassic Park), Σχεδιοκίνηση τρισδιάστατων μοντέλων με κατάλληλα προγράμματα (3DStudio Max, κ.ά.).



Σχεδιοκίνηση χωρίς υπολογιστή (1/2)

- Ταινίες κινουμένων σχεδίων.
- Σχεδίαση όλων των διαδοχικών εικόνων (καρέ ή πλαίσια) με το χέρι.
- Συχνά η σκηνή δεν μεταβάλλεται (εξολοκλήρου) μεταξύ διαδοχικών πλαισίων.
- Όσα περισσότερα καρέ ανά δευτερόλεπτο, τόσο πιο ρεαλιστική θα είναι η κίνηση.



Σχεδιοκίνηση χωρίς υπολογιστή (2/2)

- Όσα περισσότερα καρέ ανά δευτερόλεπτο, τόσο μεγαλύτερο θα είναι το μέγεθος της τελικής έκδοσης της ταινίας κινουμένων σχεδίων.
 - Π.χ. ένα λεπτό (60 sec) ταινίας απαιτεί τουλάχιστον $15 \times 60 = 900$ πλαίσια!
- Τεχνικές επιτάχυνσης της σχεδίασης.
 - Stop Frame Animation.
 - Cel animation.
 - Path animation.
 - Rotoscoping.



Stop-Frame animation (1/2)

- Η τεχνική διακοπή κίνησης Stop Frame animation (γνωστή και ως Stop Motion animation) είναι μια τεχνική που με φυσικούς χειρισμούς κάνει ένα αντικείμενο να φαίνεται ότι κινείται μόνο του.
- Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε κυρίως την δεκαετία του 1960.
 - Ήταν πολύ μεθοδική αλλά και χρονοβόρα για παραγωγή μίας και μόνο ταινίας κινουμένων σχεδίων, η οποία αποτελείται από χιλιάδες καρέ.



Stop-Frame animation (2/2)

- Πρώτα σχεδιάζονταν το υπόβαθρο της σκηνής κι όλοι οι χαρακτήρες ξεχωριστά:
 - Με τη χρήση υλικών (Cutout animation) όπως χαρτί, ύφασμα, κλπ.
 - Με τη χρήση πηλού (clay animation).
 - Με τη χρήση αντικειμένων πραγματικού κόσμου (Object animation) όπως κούκλες, παιχνίδια, κλπ.
 - Με τη χρήση μαριονετών (Puppet animation).
- Τα αντικείμενα τοποθετούνται στη σκηνή και φωτογραφίζονται από ειδική συσκευή καταγραφής εικόνων (ένα καρέ τη φορά), σε αλληπάλληλες διαδοχικές θέσεις για να δημιουργήσουν την ψευδαίσθηση της κίνησης.



Cel animation (1/2)

- Σε αυτή τη μέθοδο κάθε πλαίσιο (καρέ) αποτελείται από αρκετά διαφανή φύλλα ζελατίνας (celluloid).
- Ο σχεδιαστής (animator) χρειαζόταν συνήθως από ένα φύλλο ζελατίνας για κάθε κινούμενο χαρακτήρα κι ένα φύλλο ζελατίνας για το υπόβαθρο της ταινίας.
- Σε ειδική συσκευή καταγραφής εικόνων τοποθετούνται τα φύλλα ζελατίνας με τη σειρά ώστε να σχηματιστεί η συνολική σκηνή και φωτογραφίζονται.
- Η ψευδαίσθηση της κίνησης του χαρακτήρα επιτυγχάνεται αλλάζοντας τις σχετικές θέσεις μεταξύ φύλλων ζελατίνας.



Cel animation (2/2)

- Κάθε στοιχείο της σκηνής μπορεί να μεταβληθεί ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα, μειώνοντας τον κόπο της σχεδίασης.
- Με αυτή τη μέθοδο εξοικονομείται χρόνος καθώς δεν χρειάζεται η επανασχεδίαση όλων των εικόνων για κάθε ξεχωριστό καρέ, κάτι που την έκανε καλύτερη σε σχέση με την μέθοδο του Stop Frame Animation.



Path animation

- Οι βασικοί σχεδιαστές δημιουργούν τα σημαντικά πλαίσια (πλαίσια-κλειδιά) ή Keyframes για την εξέλιξη της ταινίας:
 - Ένα σημείο αρχής για ένα αντικείμενο, (πλαίσιο αρχής starting keyframe).
 - Ένα σημείο τέλους για ένα αντικείμενο (πλαίσιο τέλους ending keyframe).
 - Μια διαδρομή που το αντικείμενο να ακολουθήσει
- Επίσης περιγράφουν την εξέλιξη (κίνηση, άλλες μεταβολές) μεταξύ των πλαισίων-κλειδιών.
- Λιγότερο έμπειροι σχεδιαστές δημιουργούν τα ενδιάμεσα πλαίσια.



Rotoscoping (1/2)

- Ο σχεδιαστής σχεδιάζει «αντιγράφοντας» μία πραγματική ταινία καρέ-καρέ (πλαίσιο προς πλαίσιο).
- 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 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.



Rotoscoping (2/2)

- Αυτή η εργασία χαρακτηρίζεται επίπονη για την εύρεση του κατάλληλου αντικειμένου από την κατάλληλη ταινία, κάτι όμως που όταν επιτευχθεί χαρίζει καλά αποτελέσματα σε λιγοστό χρόνο.
- Με τον τρόπο αυτό το αποτέλεσμα είναι συνθετικό, συγχρόνως όμως η κίνηση είναι πολύ αληθοφανής.



Σχεδιοκίνηση με υπολογιστή

- Προσαρμογή των «παραδοσιακών» τεχνικών.
 - Η κίνηση/μεταβολή για διάφορα τμήματα της σκηνής (υπόβαθρο, χαρακτήρες) περιγράφεται ανεξάρτητα [cel animation].
 - Ο υπολογιστής συνθέτει τη σκηνή.
 - Η κίνηση/μεταβολή κάθε τμήματος περιγράφεται με βάση σημαντικά στιγμιότυπα [πλαίσια-κλειδιά].
 - Ο υπολογιστής υπολογίζει τα ενδιάμεσα πλαίσια (Tweening)
 - Σύλληψη κίνησης και προσαρμογή ψηφιακού σχεδίου σε αυτήν [rotoscoping].
- Νέες τεχνικές.
 - Αυτόματη παραγωγή κίνησης.



Αρχές σχεδιοκίνησης (1/2)

- Συμπίεση και τέντωμα.
- Πρόβλεψη.
- Σκηνική παρουσία.
- Τελείωμα της κίνησης.
- Επικαλυπτόμενη κίνηση.
- Αδράνεια.
- Καμπύλη τροχιά αντί γραμμικής κίνησης.



Αρχές σχεδιοκίνησης (2/2)

- Δευτερεύουσα κίνηση.
- Συγχρονισμός.
- Υπερβολή.
- Ελκυστικότητα.



Δισδιάστατη σχεδιοκίνηση

- 2D animation (1/2)

- Βασικές μορφές δισδιάστατης σχεδιοκίνησης:
 - Αλλαγή θέσης ενός ή περισσότερων αντικειμένων επάνω στη σκηνή.
 - Εναλλαγή μιας σειράς εικόνων.
 - Εναλλαγή χρωμάτων.
- Βασικές μέθοδοι δισδιάστατης σχεδιοκίνησης:
 - Η σχεδιοκίνηση με κυψέλες (cell animation).
 - Η σχεδιοκίνηση με παρένθεση πλαισίων (path animation).



Δισδιάστατη σχεδιοκίνηση

- 2D animation (2/2)

- Άλλες τεχνικές δισδιάστατης σχεδιοκίνησης:
 - Προσθήκη γραφικών.
 - Μπλε προβολή (blue screening).
 - Μεταμόρφωση εικόνων (morphing).



Σχεδιοκίνηση με κυψέλες - Cel animation

- Προέρχεται από τον τρόπο παραγωγής παραδοσιακού κινουμένου σχεδίου για τον κινηματογράφο και την τηλεόραση και στηρίζεται στην εναλλαγή μιας σειράς εικόνων.
- Το υπόβαθρο παραμένει σταθερό καθώς ο χαρακτήρας ή το αντικείμενο αλλάζει από πλαίσιο σε πλαίσιο.
- Κάθε στοιχείο της σκηνής μπορεί να μεταβληθεί ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα, μειώνοντας τον κόπο της σχεδίασης.
- Η συνθετική κίνηση επιτυγχάνεται με τη διαδοχική παρουσίαση αυτών των σχεδίων από τον υπολογιστή έτσι ώστε να δημιουργείται η ψευδαίσθηση της κίνησης.



Πλαίσια-κλειδιά και παρεμβολή (1/3)

- Επιτυγχάνεται η κίνηση ενός αντικειμένου κατά μήκος μιας διαδρομής.
- Ο σχεδιαστής καθορίζει το αρχικό και το τελικό πλαίσιο μιας διαδρομής, καθώς και κάποια σημαντικά πλαίσια της κίνησης (πλαίσια-κλειδιά ή Keyframes) στα οποία εμφανίζονται κύριες διαφοροποιήσεις στα αντικείμενα, όπως αλλαγή σχήματος, θέσεως, ταχύτητας και μεγέθους.
- Με τον ορισμό πλαισίων-κλειδιών, τα ενδιάμεσα πλαίσια (in-betweening) υπολογίζονται από τον Η/Υ με παρεμβολή (interpolation).



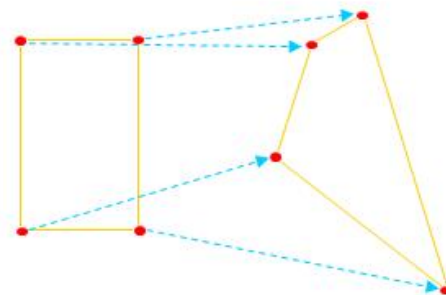
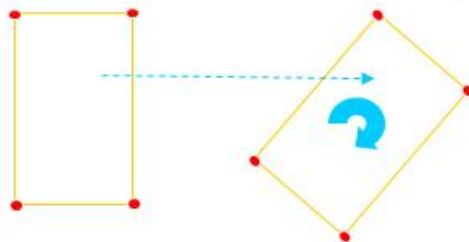
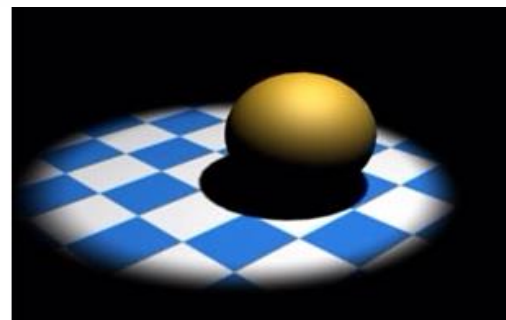
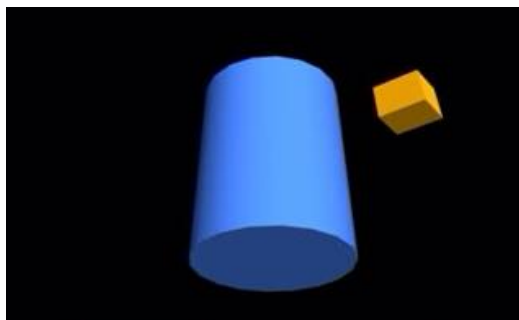
Πλαίσια-κλειδιά και παρεμβολή (2/3)

- Χαρακτηριστικά του λογισμικού που δημιουργεί τα ενδιάμεσα πλαίσια:
 - Βρόχου (Looping).
 - Μετάβασης (Transition): εξασθένιση fade in and fade out).
 - Επανάληψης (Repetitions): επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει πόσες φορές επαναλαμβάνεται το animation.
 - Ρύθμιση των καρέ ανά δευτερόλεπτο (Frames Per Second - FPS):
 - Μεγάλος αριθμός FPS συνεπάγεται μεγάλο μέγεθος αρχείου κινουμένων σχεδίων.



Πλαίσια-κλειδιά και παρεμβολή (3/3)

- Στοιχεία παρεμβολής.
 - Μέγεθος που παρεμβάλλεται (θέση, γωνία, χρώμα).
 - Τρόπος (ρυθμός παρεμβολής).



Εικόνα 1: Πλαίσια-κλειδιά και παρεμβολή. Πηγή: Διδάσκων (2015).

Μεταμόρφωση εικόνων - morphing

- Η μεταμόρφωση εικόνων (morphing) είναι κυρίως τεχνική μορφοποίησης έτοιμης εικόνας παρά τεχνική δημιουργίας εικόνας.
- Διαδικασία ανάμιξης δύο εικόνων σε μια σειρά από εικόνες, η οποία δείχνει πώς μπορεί πιθανόν να αλλάξει η εικόνα με την πάροδο του χρόνου.
- Βασίζεται στην ομαλή μετάβαση από ένα σχήμα σε άλλο:
 - Μεταβολή σχήματος.
 - Μίξη χρώματος.
- Αποτελεί σήμερα την πιο διαδεδομένη τεχνική στο 2D animation (αλλά μπορεί να υλοποιηθεί και με τρισδιάστατες 3D εικόνες).



Τρισδιάστατα γραφικά

- 3D graphics (1/2)

- **Βασικά στάδια δημιουργίας τρισδιάστατων γραφικών.**
- Μοντελοποίηση: Η διαδικασία δημιουργίας τρισδιάστατων αντικειμένων και σκηνών.
- Χαρτογράφηση υφής: Η τεχνική κάλυψης της επιφάνειας ενός αντικειμένου με πραγματική εμφάνιση (δέρμα, ξύλο, πλαστικό, κτλ.).
 - Οι πιο σημαντικές τεχνικές χαρτογράφησης υφής είναι οι εξής: Texture mapping, image mapping, reflectance mapping, procedural mapping και bump mapping.



Τρισδιάστατα γραφικά - 3D graphics (2/2)

- **Βασικά στάδια δημιουργίας τρισδιάστατων γραφικών (Συνέχεια).**
- Φωτισμός και σκίαση: Ο φωτισμός παρέχει πληροφορίες για την επιφάνεια απεικόνισης και δημιουργεί τις χρωματικές διαβαθμίσεις, ενώ η σκίαση δίνει την αίσθηση του όγκου, του βάθους και προσδιορίζει τη θέση των αντικειμένων στο χώρο.
- Φωτορεαλιστική απεικόνιση ή rendering: Είναι η τελική διαδικασία εμφάνισης όλων των χαρακτηριστικών του μοντέλου.
 - Οι πιο σημαντικές τεχνικές φωτορεαλιστικής απεικόνισης είναι οι εξής: Flat shading, Gouraud, Phong, Ray tracing, Radiosity.



Μοντελοποίηση (1/2)

- Η Μοντελοποίηση (Modeling) ασχολείται με τη μορφοποίηση και σχεδίαση των χαρακτήρων και της σκηνής, σύμφωνα με το σενάριο (Storyboard) της ταινίας κινουμένων σχεδίων, κάτι που γίνεται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή με αρκετή λεπτομέρεια.
- Η δημιουργία των τρισδιάστατων αντικειμένων μπορεί να γίνει με χρήση απλών έτοιμων γεωμετρικών σχημάτων.
- Τα πολύπλοκα τρισδιάστατα αντικείμενα δημιουργούνται με τη χρήση πολυγώνων (wireframe) ή σύνθετων μαθηματικών μοντέλων.



Μοντελοποίηση (2/2)

- Όταν ένας χαρακτήρας αποτελείται από περισσότερα του ενός αντικείμενα, είναι προτιμότερο να υπάρχει μία ιεραρχία σε αυτά, για λόγους διευκόλυνσης, καθώς η κίνηση κάθε αντικειμένου θα ακολουθείται από ανάλογη μετακίνηση των υπόλοιπων ιεραρχικά συνδεδεμένων τμημάτων σε αυτό.
 - Κλασικό παράδειγμα είναι αυτό του ανθρώπινου σώματος, που χρησιμοποιείται πολύ συχνά σε ταινίες animation. Τα δάχτυλα συνδέονται στο χέρι το οποίο συνδέεται με την σειρά του στον αγκώνα κι αυτό με τη σειρά του στο μπράτσο κι όλα μαζί στον ώμο. Με την ίδια λογική συνδέονται και τα υπόλοιπα τμήματα του ανθρώπινου σώματος μεταξύ τους ιεραρχικά.



Τεχνικές χαρτογράφησης υφής - Textures (1/4)

- **Texture mapping.**
- Οι υφές (textures) είναι τα σχέδια σε επιφάνειες, σε κάθε πολύγωνο ή πλευρά του σχήματος.
- Υπάρχουν δύο ειδών textures, τα 2D και τα 3D:
 - Τα **2D textures** είναι ουσιαστικά εικόνες ή ζωγραφιές,
 - Τα **3D textures** δίνουν την ψευδαίσθηση του βάθους και του όγκου. Η τρισδιάστατη εμφάνιση μπορεί να πραγματοποιηθεί με την τοποθέτηση απλών textures σε διαφορετικές κλίμακες ή σε διαφορετικά επίπεδα.



Τεχνικές χαρτογράφησης υφής - Textures (2/4)

- Οι ορολογίες της χαρτογράφησης υφής (texture mapping και texture wrapping) αποτελούν τα δύο είδη κάλυψης της επιφάνειας ενός αντικειμένου, αποδίδοντας στο αντικείμενο τη ρεαλιστική εμφάνιση κάποιου υλικού (π.χ. ξύλο, πλαστικό, κτλ.).
- **Reflectance Mapping.**
- Η τεχνική αυτή βασίζεται σε μαθηματικές συναρτήσεις για την απόδοση των ανακλάσεων άλλων αντικειμένων, που βρίσκονται στον περιβάλλοντα χώρο, στην επιφάνεια του αντικειμένου που σχεδιάζουμε.
- Ο υπολογισμός αυτός, λαμβάνει υπόψη εκτός από τα βασικά χρώματα και το φωτισμό και τις επιφάνειες του αντικειμένου.



Τεχνικές χαρτογράφησης υφής - Textures (3/4)

- **Image mapping.**
- Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να παράγουμε animation μέσα σε άλλο animation. Έτσι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα animating 2D texture πάνω σε αντικείμενο που κινείται και αποτελεί ήδη από μόνο του ένα animation.
- **Bump mapping.**
- Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να δώσουμε υφή κοιλωμάτων στην επιφάνεια ενός αντικειμένου.
- Μετατρέπει την εμφάνιση μιας υφής από 2D σε 3D.



Τεχνικές χαρτογράφησης υφής - Textures (4/4)

- **Bump mapping (Συνέχεια).**
- Υπολογίζεται η ποσότητα του φωτός που πρέπει να προστεθεί ή αφαιρεθεί από κάθε pixel της αρχικής εικόνας, ώστε να προκύψει η τελική 3D μορφή.
- **Procedural mapping.**
- Η τεχνική αυτή βασίζεται σε μαθηματικές συναρτήσεις που έχουν ως παράμετρο και το χρόνο και χρησιμοποιείται για τη δημιουργία υφών η εμφάνιση των οποίων μεταβάλλεται καθώς κυλά ο χρόνος. Κυρίως βασίζεται σε μοντέλα fractals.
- Παράδειγμα τέτοιων συνθηκών είναι τη φθορά αντικειμένων και των επιφανειών τους από φυσικές αιτίες όπως η φωτιά και η ζέστη και άλλα.



Τεχνικές φωτορεαλιστικής απεικόνισης - Rendering (1/4)

- **Flat Shading** .
- Με την τεχνική αυτή έχουμε εύκολο και γρήγορο rendering σε πραγματικό χρόνο αλλά σε αντικείμενα με επίπεδα, χωρίς ρεαλιστικότητα.
- Ως αποτέλεσμα έχουμε ελάττωση ποιότητας και γραφικής λεπτομέρειας.
- **Gouraud**.
- Με την τεχνική αυτή έχουμε απαλή αλλοίωση των χρωμάτων 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 rendering που θα υπάρξει στα αντικείμενο αυτό.



Τεχνικές φωτορεαλιστικής απεικόνισης - Rendering (2/4)

- **Phong.**
- Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται σε όλα τα χρώματα ενός αντικειμένου, χωρίς να λαμβάνουμε υπόψη μας τις επιφάνειες, αλλά το χρώμα του κάθε σημείου χωριστά.
- Ο υπολογισμός αυτός, λαμβάνει υπόψη του εκτός από τα βασικά χρώματα και το φωτισμό και τις επιφάνειες του αντικειμένου.
- Η ποιότητα της μεθόδου είναι ικανοποιητική χωρίς μεγάλη απώλεια χρόνου.



Τεχνικές φωτορεαλιστικής απεικόνισης - Rendering (3/4)

- **Ray Tracing.**
- Η ποιότητα αυτής της τεχνικής είναι η καλύτερη, αλλά χρειάζεται πολύς χρόνος για την διαδικασία του rendering.
- Είναι η πιο ολοκληρωμένη τεχνική λαμβάνοντας υπόψιν όλες τις γραφικές παρα-μέτρους: χρωματισμούς, φωτισμούς, σκιάσεις, διαπερατότητες και αντανakλάσεις.
- 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.



Τεχνικές φωτορεαλιστικής απεικόνισης - Rendering (4/4)

- **Radiosity.**
- Αποτελεί την πιο σύγχρονη τεχνική rendering, λαμβάνοντας υπόψιν τις επιδράσεις των αντικειμένων μεταξύ τους, που προσεγγίζει την πραγματικότητα περισσότερο από κάθε άλλη, απαιτώντας όμως περισσότερο χρόνο και υπολογιστική ισχύ.
- Παράδειγμα εφαρμογής της τεχνικής Radiosity είναι ένα μπιλιάρδο, όπου θέλουμε οι μπάλες να γυαλίζουν στο φως και να αντανακλούν 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.



Τρισδιάστατη σχεδιοκίνηση - 3D animation (1/2)

- **Βασικά στάδια δημιουργίας τρισδιάστατης σχεδιοκίνησης.**
- Μοντελοποίηση: Η διαδικασία δημιουργίας τρισδιάστατων αντικειμένων και σκηνών.
- Απόδοση σχεδιοκίνησης: Η διαδικασία απόδοσης κίνησης στα αντικείμενα. Υλοποιείται με τρεις βασικές μεθόδους:
 - Χρήση σημαντικών πλαισίων (key frames).
 - Χρήση παραμετρικών σημαντικών πλαισίων.
 - Διαδικαστική (procedural) σχεδιοκίνηση.



Τρισδιάστατη σχεδιοκίνηση

- 3D animation (2/2)

- Βασικά στάδια δημιουργίας τρισδιάστατης σχεδιοκίνησης (Συνέχεια).
- Φωτορεαλιστική απεικόνιση ή rendering: Είναι η τελική διαδικασία εμφάνισης όλων των χαρακτηριστικών του μοντέλου.
- Οι πέντε πιο σημαντικές τεχνικές φωτορεαλιστικής απεικόνισης είναι: Flat shading, Gouraud, Phong, Ray tracing, Radiosity .



Τεχνικές τρισδιάστατης σχεδιοκίνησης

- Εκτός από τις παραδοσιακές μεθόδους απόδοσης σχεδιοκίνησης έχουν αναπτυχθεί διάφορες άλλες τεχνικές όπως οι:
 - **Κινηματική (κανονική ή αντίστροφη):** Αφορά τη θέση, ταχύτητα και επιτάχυνση των αντικειμένων.
 - **Δυναμική:** Θα δώσει στο αντικείμενο τις φυσικές του ιδιότητες σύμφωνα με τους νόμους της Φυσικής και προσθέτει φυσικότητα και ρεαλιστικότητα στην κίνηση ενός αντικειμένου.
 - **Καταγραφή κίνησης (motion capture):** Είναι η καταγραφή κίνησης πραγματικών μοντέλων τα οποία στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν την κίνηση ενός ψηφιακού χαρακτήρα. Η τεχνική αυτή ονομάζεται και rotoscoping.



Κινηματική (1/3)

- Τα διαφορετικά κομμάτια που απαρτίζουν το αντικείμενο μπορούν να έχουν το καθένα, το δικό τους ξεχωριστό μονοπάτι (μία αλληλουχία θέσεων στο πέρασμα του χρόνου), για να προκύψει μία ρεαλιστική φυσική κίνηση.
- Εκτός από το μονοπάτι που ακολουθεί ένα αντικείμενο, σημαντικά χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν την επιστήμη της Κινηματικής και πρέπει να διευκρινιστούν είναι η θέση, η ταχύτητα, η επιτάχυνση και οι περιστροφικές τους αντιστοιχίες.
 - Π.χ. όταν θέλουμε να προσδώσουμε αργή κίνηση τοποθετούμε τα καρέ σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους, ενώ για ταχύτερες κινήσεις τα τοποθετούμε σε μεγαλύτερη απόσταση.



Κινηματική (2/3)

- Με τη μέθοδο της Κανονικής ή Ευθείας Κινηματικής:
 - Εφαρμογή ιεραρχίας στην κίνηση, ξεκινώντας από την κορυφή ως την βάση, ακολουθώντας πάντα την κίνηση των υψηλότερων στην ιεραρχία κομματιών που απαρτίζουν το αντικείμενο.
 - Είναι πολύ σημαντική η σωστή διευκρίνηση των σημείων σύνδεσης του αντικειμένου με τα υπόλοιπα αντικείμενα.
 - Συνήθως, αυτή είναι η πιο λογική και απλή διαδικασία.



Κινηματική (3/3)

- Με τη μέθοδο της Αντίστροφης Κινηματικής:
 - Ο σχεδιαστής επιλέγει 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.



Δυναμική

- Μετά την εφαρμογή της επιστήμης της Κινηματικής εφαρμόζουμε την επιστήμη της Δυναμικής.
- Με τη Δυναμική προσθέτουμε φυσικότητα και ρεαλιστικότητα στην κίνηση του χαρακτήρα μας.
 - Π.χ. η κίνηση των μαλλιών στον αέρα, η ακόμα μιας σημαίας που κυματίζει.
- Αυτή έχει να κάνει με τις ψευδαισθήσεις της βαρύτητας, της μάζας, της αντίστασης και της μορφοποίησης.
- Με βάση τα προηγούμενα ο Η/Υ υπολογίζει την κίνηση του αντικειμένου.



Καταγραφή / Σύλληψη κίνησης

- Μπορούμε να πραγματοποιήσουμε πιο φυσικές και ρεαλιστικές κινήσεις στο animation ενός χαρακτήρα με την βοήθεια της Καταγραφής/Σύλληψης κίνησης (motion capture).
- Καταγράφονται ψηφιακά, με αισθητήρες, οι κινήσεις ενός πραγματικού ηθοποιού και καταχωρούνται στον Η/Υ.
- Κατόπιν, τα δεδομένα αυτά συνδυάζονται με τον χαρακτήρα του animation για να δημιουργήσουν την κίνηση ψηφιακού χαρακτήρα.
- Το αποτέλεσμα είναι να αποκτήσει ο ψηφιακός χαρακτήρας μία πολύ πιο φυσική κίνηση, ταυτόσημη με αυτήν ενός πραγματικού ανθρώπου.

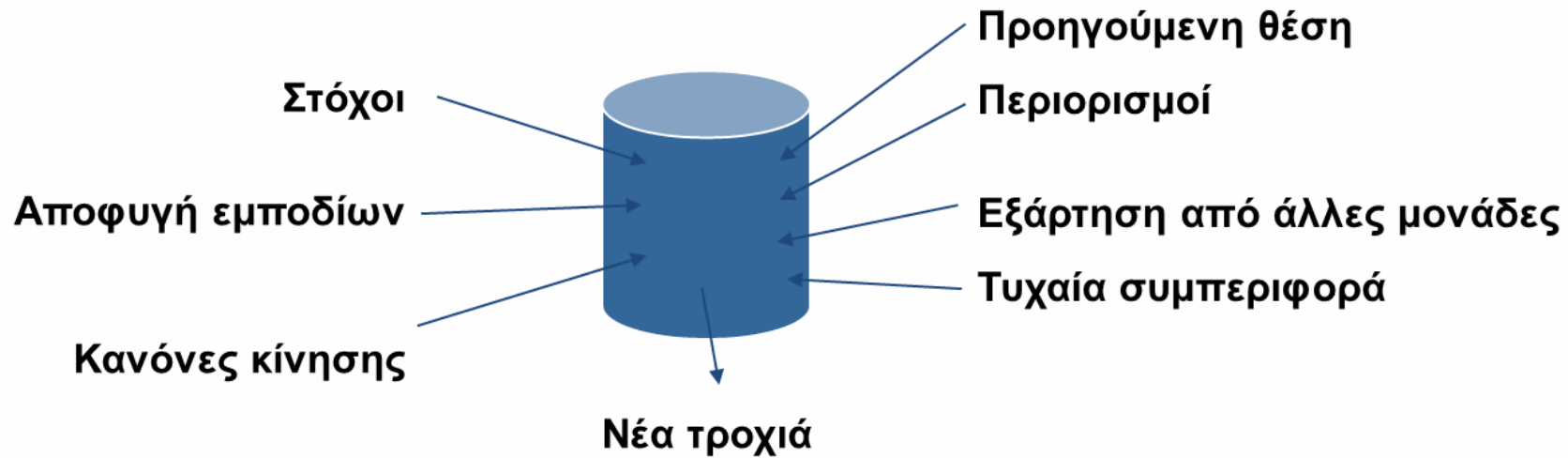


Μοντέλα συμπεριφορών (1/2)

- Στη γενική περίπτωση, η συμπεριφορά της κίνησης καθορίζεται τόσο από εσωτερικούς παράγοντες (ταχύτητα, κατεύθυνση, κλπ), όσο και από εξωτερικούς (συγκρούσεις, προορισμός, θέσεις άλλων αντικειμένων, έλξη – αποφυγή σημείων κλπ).
- Οι παράμετροι αυτές και η επιβολή ενός παράγοντα τυχαιότητας, επιτρέπει τη δημιουργία αυτόνομων κινητικά μονάδων (agents).



Μοντέλα συμπεριφορών (2/2)



Εικόνα 2: Μοντέλα συμπεριφορών. Πηγή: Διδάσκων (2015).

Μοντέλα τρισδιάστατης σχεδιοκίνησης

- Στατική περιγραφή του αντικειμένου και πληροφορία για το πως κινείται αυτό το αντικείμενο.
- Υπάρχουν διάφορα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία κίνησης, όπως:
 - Συστήματα σωματιδίων.
 - Αρθρωτό μοντέλο.
 - Αφαιρετικό μοντέλο.
 - Υβριδικό μοντέλο.



Συστήματα σωματιδίων (1/2)

- Περιγραφή κίνησης φυσικών φαινομένων (π.χ. φωτιά, καπνός, κίνηση υγρών, βροχή, ατμός), ή ομάδες αντικειμένων που έχουν συγκεκριμένη σχέση μεταξύ τους (π.χ. βεγγαλικά), που δεν έχουν σαφή γεωμετρική περιγραφή αλλά υπακούουν σε φυσικούς κανόνες.
- Προσδιορισμός καταστάσεων και κανόνων συμπεριφοράς του κάθε σωματιδίου ή ενός συστήματος σωματιδίων.
- Ο σχεδιαστής μπορεί να καθορίσει την κίνηση κάποιων βασικών σωματιδίων ενώ τα υπόλοιπα σωματίδια ακολουθούν τις ίδιες κινήσεις, υπακούοντας σε κανόνες που έχουν να κάνουν με τις δυνάμεις μεταξύ των σωματιδίων.



Συστήματα σωματιδίων (2/2)

- Περιγραφή συστήματος σωματιδίων:
 - Νέα σωματίδια εισέρχονται στο σύστημα.
 - Σωματίδια που έχουν υπερβεί τη διάρκεια ζωής τους εξάγονται από το σύστημα.
 - Τα υπάρχοντα σωματίδια μεταβάλλονται σύμφωνα με το μοντέλο συμπεριφοράς του συστήματος.
 - Σχεδιάζεται το τρέχον πλαίσιο.



Συστήματα σωματιδίων

- Προσομοίωση σμήνους (1/2)

- Για παράδειγμα, ένα σμήνος από πάπιες μπορεί να μοντελοποιηθεί σαν ένα σύνολο από αντικείμενα (πάπιες) των οποίων η θέση και ο προσανατολισμός εξαρτώνται από τους παρακάτω παράγοντες.
- **Θέση** = Προηγούμενη θέση + Κέντρο σμήνους + Επίδραση ελάχιστης απόστασης μεταξύ πουλιών + Επίδραση μέγιστης απόστασης διαφυγής από σμήνος + Θέση προορισμού + Τυχαία μεταβολή στην ταχύτητα + Μέση ταχύτητα.



Συστήματα σωματιδίων

- Προσομοίωση σμήνους (2/2)

- **Προσανατολισμός** = Κατεύθυνση προορισμού + Μέσος προσανατολισμός + τυχαίες μεταβολές προσανατολισμού.
- Ο σχεδιαστής μπορεί να καθορίσει ότι οι πάπιες θα πετάνε κοντά μεταξύ τους, με την ίδια ταχύτητα, χωρίς να έχουμε συγκρούσεις. Αυτό μπορεί να γίνει εφικτό τον πουλί αρχηγό του σμήνους, που οδηγεί την ομάδα με μία συγκεκριμένη κίνηση και τα υπόλοιπα πουλιά ακολουθούν από πίσω.



Αρθρωτό μοντέλο - Σκελετική κίνηση

- Εμφυτεύουμε μια ιεραρχία από «οστά» μέσα στο μοντέλο.
- Συνδέουμε το μοντέλο με αυτά.
- Κινούμε μόνο τα οστά (Κίνηση αρθρωτών).
- Η κίνηση μεταδίδεται (με ανάλογα βάρη) στο κέλυφος των οστών, δηλαδή τη γεωμετρία του μοντέλου.



Αφαιρετικό Μοντέλο - Παραμορφώσιμα αντικείμενα

- Αντικείμενα που δεν είναι αρθρωτά, αλλά έχουν αρκετή δομή ώστε να μπορούν να μοντελοποιηθούν.
 - Μαλλιά, γούνα, ρούχα, δέρμα.
- Χαρακτηριστικό: ελαστικότητα.
 - Προσομοίωση με τη βοήθεια «ελατηρίων».



Εικονική Πραγματικότητα - Virtual Reality (1/9)

- Ως Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality) ορίζεται ένα τρισδιάστατο περιβάλλον δημιουργημένο από Η/Υ στο οποίο ο χρήστης "συνδεδεμένος" κατάλληλα μπορεί να χειρίζεται προσομοιώσεις φυσικών καταστάσεων.
- Η έμφαση δίνεται στην άμεση προσομοίωση των αισθήσεων, ώστε να δημιουργείται η εμπειρία ενός εικονικού κόσμου.
- Σε ένα περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας αναπαρίστανται ένας ή περισσότεροι εικονικοί κόσμοι.



Εικονική Πραγματικότητα - Virtual Reality (2/9)

- Ως εικονικούς κόσμους μπορούμε να ορίσουμε γραφικές αναπαραστάσεις (πάντα με τη βοήθεια υπολογιστή) περιβαλλόντων (απομιμήσεις πραγματικών ή εντελώς υποθετικών, π.χ. ένα μόριο, ένα δωμάτιο, ένας πλανήτης, κλπ.) στα οποία ο χρήστης μπορεί να περιπλανηθεί κατά βούληση, να παρατηρήσει τα δρώμενα και να αλληλεπιδράσει (σε μικρό ή μεγάλο βαθμό) με στοιχεία του κόσμου.
- Η περιπλάνηση στον κόσμο και η αλληλεπίδραση γίνεται με απλές ή εξειδικευμένες συσκευές ενώ η πρωτοβουλία για οτιδήποτε αφήνεται αποκλειστικά στο χρήστη.



Εικονική Πραγματικότητα - Virtual Reality (3/8)

- Ένα σύστημα εικονικής πραγματικότητας αποτελείται:
 - Όσον αφορά το υλικό, από το υπολογιστικό σύστημα και περιφερειακές συσκευές ή στοιχεία (κυρίως ηλεκτρονικών και οπτικών).
 - Όσον αφορά το λογισμικό, από το λογισμικό κατασκευής (γλώσσες προγραμματισμού (π.χ. C++) , γραφικές προσεγγίσεις μέσω ειδικών editors με φιλικό interface) κι από το λογισμικό εκτέλεσης που αναλαμβάνει την διασύνδεση του χρήστη και του παρέχει την ελευθερία στην πλοήγηση ως βασικό συστατικό στοιχείο.
 - Είναι πιθανόν το όλο σύστημα να υποστηρίζεται από μια βάση δεδομένων.



Εικονική Πραγματικότητα - Virtual Reality (4/8)

- Το λογισμικό που είναι υπεύθυνο για την κατασκευή του εικονικού κόσμου περιέχει τις παρακάτω βασικές λειτουργίες.
 - Δημιουργία σχημάτων, δομών, αντικείμενων. Απόδοση υφής, χρώματος, κίνησης στα αντικείμενα.
 - Δημιουργία εικονικών κόσμων για την τοποθέτηση και χειρισμό των αντικειμένων. Τοποθέτηση φωτισμού και συναφών χαρακτηριστικών.
 - Δημιουργία δυναμικών και έξυπνων χαρακτηριστικών και φυσικών ιδιοτήτων και απόδοσή τους στα αντικείμενα.
 - Δημιουργία ήχων, διασύνδεση τους με την εφαρμογή.
 - Καθορισμός τρόπων επικοινωνίας του χρήστη με τις κατάλληλες διασυνδέσεις.



Εικονική Πραγματικότητα - Virtual Reality (5/8)

- Η εικονική πραγματικότητα χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στην εκπαίδευση, την ψυχαγωγία, την ιατρική, αλλά και σε άλλες επιστήμες, για την αναπαράσταση περιβαλλόντων και την προσομοίωση καταστάσεων.
- Δεν μπορούν να υλοποιηθούν όλων των ειδών οι εφαρμογές με όλα τα εργαλεία εικονικής πραγματικότητας.



Εικονική Πραγματικότητα - Virtual Reality (6/8)

- Έχοντας ως κριτήριο το υλικό (υπολογιστής, ειδικές συσκευές) του συστήματος εικονικής πραγματικότητας, μπορούμε να διακρίνουμε τις παρακάτω κατηγορίες:
 - Επιτραπέζια Συστήματα VR, που στηρίζονται σε Η/Υ και μπορεί να λειτουργούν ακόμη και χωρίς ιδιαίτερο εξοπλισμό.
 - Συστήματα Εμβύθισης (Immersion VR). Ως εμβύθιση ορίζεται η αποκοπή της όρασης (ή και άλλων αισθήσεων ή μελών του σώματος) του χρήστη από τον πραγματικό κόσμο. Στην κατάσταση αυτή η αποκομμένη αίσθηση δέχεται πληροφορίες μόνο από τον υπολογιστή.
 - Σε αυτά ο χρήστης αποκόπτεται από τον πραγματικό κόσμο με τη χρήση κάποιας μορφής κράνους ή γυαλιών όπου προβάλλονται οι εικόνες του εικονικού περιβάλλοντος (Head Mounted Displays).



Εικονική Πραγματικότητα - Virtual Reality (7/8)

- Η αποκοπή της όρασης (εν μέρει και της ακοής) επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός ειδικού τύπου κράνους ή γυαλιών (Head Mounted Displays), που έχοντας δύο οθόνες (μία μπροστά από κάθε μάτι) μπορούν να προβάλλουν στον χρήστη τις εικόνες του εικονικού περιβάλλοντος στο οποίο έχει εμβυθιστεί.
- Μια άλλη πολύ διαδεδομένη συσκευή αποτελεί το γάντι δεδομένων. Με αυτό ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί και να αλληλεπιδράσει με τα στοιχεία του εικονικού κόσμου, με άμεσους, φυσιολογικούς χειρισμούς.



Εικονική Πραγματικότητα - Virtual Reality (8/8)

- Μια πιο συνολική λύση αποτελεί η φόρμα δεδομένων.
- Ο χρήστης συμμετέχει σε αυτή την περίπτωση με όλο το σώμα του.
- Έχουν αναπτυχθεί συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα όπου μπορούν να συμμετέχουν περισσότεροι από ένα χρήστες στον ίδιο εικονικό κόσμο.



Μορφοποιήσεις αρχείων 2D/3D animation (1/2)

- .3ds.
 - Autodesk 3DStudio Max.
- .3dmf.
 - Apple 3D MetaFile.
- .blend.
 - Blender.
- .b3d.
 - Bryce3D.
- .c4d.
 - Cinema4D.
- .dae.
 - Collada.
- .dxf.
 - Autodesk AutoCAD.
- .obj.
 - Wavefront OBJ.
- .swf.
 - Shockwave Flash.
- .vis.
 - Strata Studio Pro.



Μορφοποιήσεις αρχείων 2D/3D animation (2/2)

- .x.
 - DirectX.
- .x3d.
 - X3D.
- .w3d.
 - Shockwave 3D.
- .wrl.
 - VRML.



Λογισμικά δημιουργίας 2D animation

- Adobe After Effects.
- Adobe Director.
- Adobe Flash.
- Adobe Photoshop.
- Animate Pro.
- Autodesk Animator.
- FlipBook.
- GoAnimate.
- Pencil2D.
- Synfig Studio.
- Toon Boom Studio.
- TVPaint Animation.



Λογισμικά δημιουργίας 3D animation

- 3D Movie Maker.
- Autodesk 3DStudio Max.
- Autodesk Maya.
- Autodesk SoftImage.
- Anime Studio.
- Blender.
- Bryce.
- Cinema4D.
- Houdini.
- LightWave.
- Modo.
- Strata Studio Pro.



Σύνοψη

- Εισαγωγή.
- Κατηγορίες σχεδιοκίνησης (animation).
- Σχεδιοκίνηση χωρίς υπολογιστή.
- Σχεδιοκίνηση με υπολογιστή.
- Αρχές σχεδιοκίνησης.
- Δισδιάστατη σχεδιοκίνηση (2D animation).
- Τρισδιάστατη σχεδιοκίνηση (3D animation).
- Μοντέλα Τρισδιάστατης σχεδιοκίνησης.
- Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality).
- Μορφοποιήσεις αρχείων 2D/3D Animation.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, Νικολάου Σπύρος. «Τεχνολογία Πολυμέσων». Έκδοση: 1.0. Κοζάνη 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο.
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο.
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο.

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς.
- το Σημείωμα Αδειοδότησης.
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων.
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει).

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Βιβλιογραφία

1. Τεχνολογία πολυμέσων, Δημητριάδης Σταύρος Ν., Πομπόρτσης Ανδρέας Σ., Τριανταφύλλου Ευάγγελος Γ.
2. Συστήματα Πολυμέσων: Αλγόριθμοι, Πρότυπα και Εφαρμογές, Havalдар P., Medioni G.
3. Πολυμέσα Αναλυτικός Οδηγός, 8η Έκδοση, Tay Vaughan.
4. Τεχνολογία Πολυμέσων και Πολυμεσικές Επικοινωνίες, Γεώργιος Β. Ξηλωμένος, Γεώργιος Κ. Πολύζος.



Τέλος Ενότητας

