

# ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΟ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟ ΣΧΕΔΙΟ

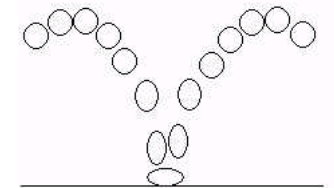
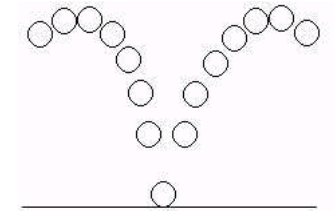
## ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΟΚΙΝΗΣΗΣ

Διδάσκων: Μιχάλης Βρίγκας  
mvrigkas@uowm.gr



# ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΟΚΙΝΗΣΗΣ

- Συμπίεση και τέντωμα (Squash and Stretch):
  - Δίνει την αίσθηση του βάρους και της ελαστικότητας στα αντικείμενα.
  - Μπορεί να εφαρμοστεί σε απλά αντικείμενα, όπως μια μπάλα που αναπηδά.
  - Το σημαντικό στοιχείο είναι πως ο όγκος ενός αντικειμένου δεν αλλάζει όταν συμπιεστεί ή τεντωθεί.
- Πρόβλεψη (Anticipation):
  - Προετοιμάζει το κοινό για μια ενέργεια, και να κάνει τις ενέργειες να φαίνονται πιο ρεαλιστικές.



[http://jonah.cs.elon.edu/sduvall2/courses/csc420/2012fall/Lectures/08\\_12Principles.pdf](http://jonah.cs.elon.edu/sduvall2/courses/csc420/2012fall/Lectures/08_12Principles.pdf)



# ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΟΚΙΝΗΣΗΣ (2)

- Καμπύλη τροχιά αντί της γραμμικής κίνησης (Arcs versus Linear Motion):
  - Μια φυσική κίνηση συνήθως τείνει να ακολουθεί μια τοξωτή τροχιά, για το λόγο αυτό τα κινούμενα σχέδια θα πρέπει να τηρούν την αρχή αυτή, ακολουθώντας «τόξα» για πιο ρεαλιστική απόδοση της κίνησης
- Σκηνική παρουσία (Staging):
  - Χρησιμοποιείται για να κατευθύνει την προσοχή του κοινού, και να αναδείξει τα πιο σημαντικά στοιχεία στην σκηνή.
    - Μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους ώστε να διατηρείται η εστίαση σε ότι έχει σημασία, αποφεύγοντας περιττές λεπτομέρειες.
  - Τρόποι: τοποθέτηση ενός χαρακτήρα σε πλαίσιο, χρήση φωτός και σκιάς, και η γωνία και η θέση της κάμερας.



# ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΟΚΙΝΗΣΗΣ (3)

- Straight ahead action & pose to pose:
  - Αποτελούν δύο προσεγγίσεις διαφορετικές προσεγγίσεις για την ίδια τη διαδικασία σχεδίασης
  - **Straight ahead action:** Σχεδίαση μιας σκηνής από την αρχή μέχρι το τέλος καρέ-καρέ
  - **Pose to pose:** Σχεδίαση βασικών καρέ (key frames) και συμπλήρωση των ενδιάμεσων σε επόμενο στάδιο
- Follow through & Overlapping Action (Αποτέλεσμα & επικαλυπτόμενη κίνηση):
  - Αποτελούν δύο στενά σχετιζόμενες τεχνικές για την πιο ρεαλιστική απόδοση της κίνησης
  - **Follow through:** Διαφορετικά μέρη ενός αντικειμένου (πχ. του σώματος) θα συνεχίσουν να κινούνται αφότου το αντικείμενο έχει σταματήσει να κινείται
  - **Overlapping Action:** Διαφορετικά μέρη ενός αντικειμένου (πχ. του σώματος) κινούνται με διαφορετικούς ρυθμούς (π.χ. το χέρι θα κινηθεί σε διαφορετική χρονική στιγμή από το κεφάλι κ.λπ.).



# ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΟΚΙΝΗΣΗΣ (4)

- Αδράνεια της μάζας (slow-in and slow-out):
  - Ένα κινούμενο αντικείμενο (πχ. το σώμα) χρειάζεται χρόνο για να επιταχύνει και να επιβραδύνει. Για το λόγο αυτό η σχεδιοκίνηση φαίνεται πιο ρεαλιστική, αν έχει περισσότερα καρέ κοντά στην αρχή και το τέλος της δράσης, και λιγότερα κατά την διάρκεια.
- Δευτερεύουσα κίνηση (Secondary action)
  - Η προσθήκη δευτερευουσών κινήσεων/ενεργειών ταυτόχρονα με την κύρια κίνηση/ενέργεια δίνει ζωντάνια στην σκηνή ενώ υποστηρίζει και τονίζει την κύρια κίνηση/ενέργεια.
- Συγχρονισμός (Timing)
  - Αναφέρεται στο πλήθος των καρέ για την αναπαράσταση μιας συγκεκριμένης ενέργειας και έχει επίπτωση στην απόδοση της ταχύτητας της ενέργειας.



# ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΟΚΙΝΗΣΗΣ (5)

- Υπερβολή (Exaggeration)
  - Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στα κινούμενα σχέδια, καθώς η τέλεια αποτύπωση της πραγματικότητας μπορεί να καταστεί στατική και βαρετή σε κινούμενα σχέδια.
- Solid drawing
  - Λαμβάνει υπόψη την αναπαράσταση του αντικείμενου στον τρισδιάστατο χώρο και τους δίνει όγκο και την αίσθηση του βάρους.
- Ελκυστικότητα (Appeal)
  - Αποτελεί σε έναν χαρακτήρα κινουμένων σχεδίων ότι και το χάρισμα στον ηθοποιό. Δεν σημαίνει απαραίτητα πως ο χαρακτήρας είναι συμπαθητικός.



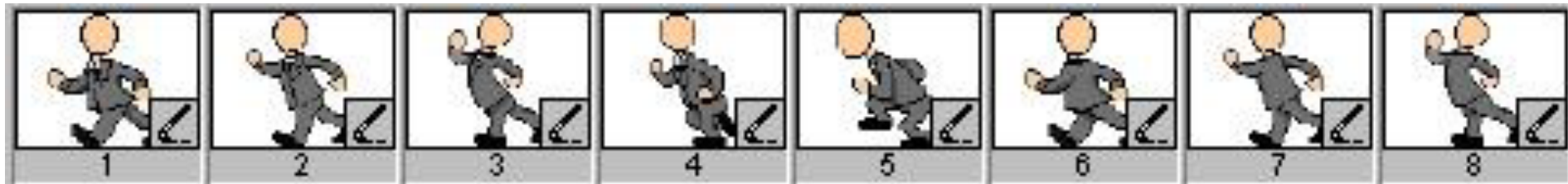
# ΔΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΣΧΕΔΙΟΚΙΝΗΣΗ

- Βασικές μορφές δισδιάστατης σχεδιοκίνησης:
  - Αλλαγή θέσης ενός ή περισσότερων αντικειμένων επάνω στη σκηνή
  - Εναλλαγή μιας σειράς εικόνων
  - Εναλλαγή χρωμάτων
  - Συνδυασμός των παραπάνω



# ΑΠΟΔΟΣΗ 2Δ ΣΧΕΔΙΟΚΙΝΗΣΗΣ

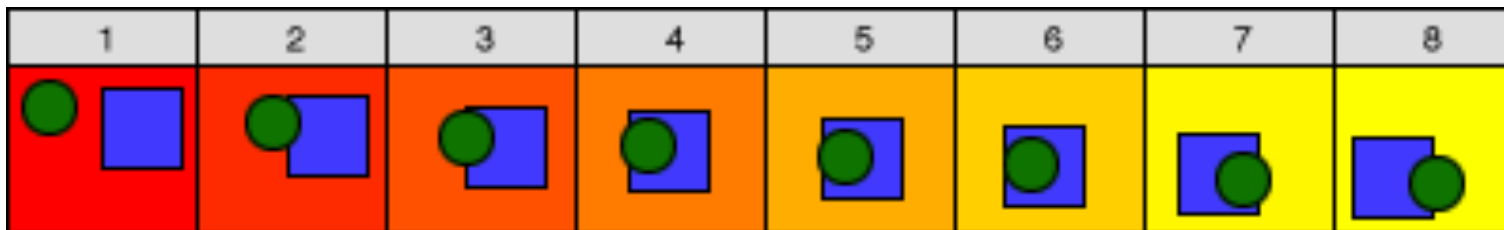
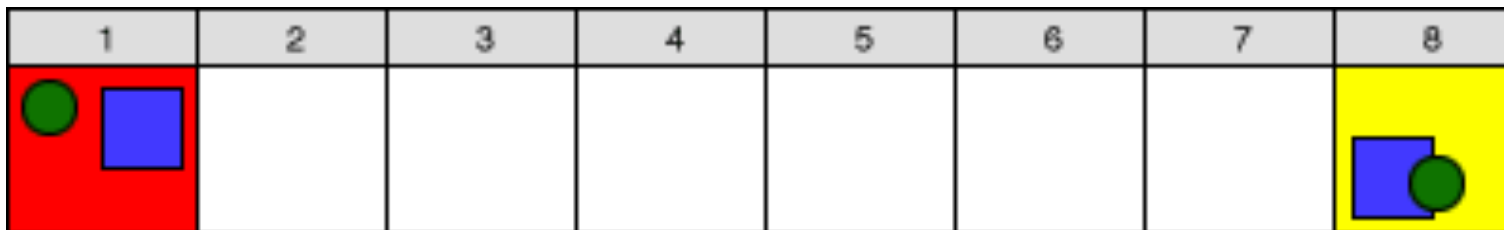
- Σχεδιοκίνηση με κυψέλες (Cell animation)





# ΑΠΟΔΟΣΗ 2Δ ΣΧΕΔΙΟΚΙΝΗΣΗΣ (2)

- Σχεδιοκίνηση με παρένθεση πλαισίων (in-betweening animation)



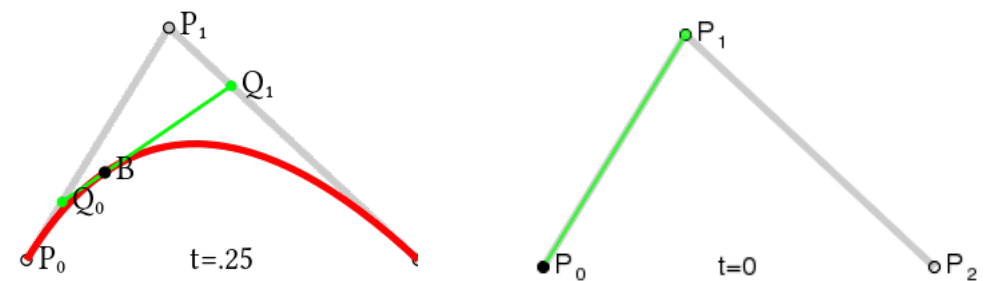
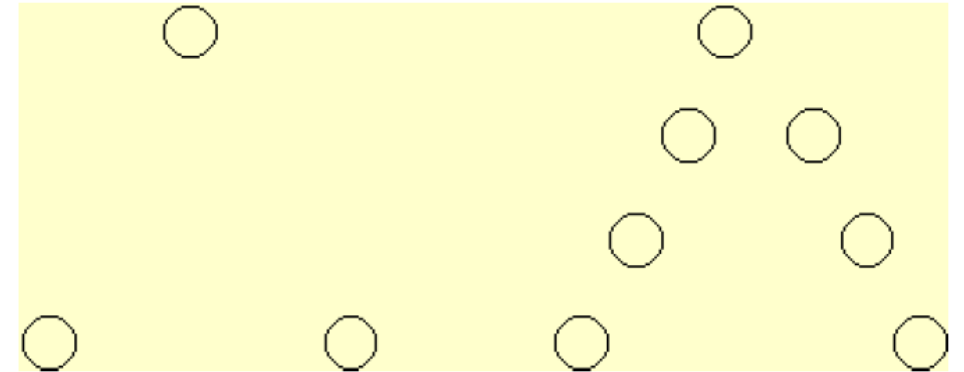
<http://wwwx.cs.unc.edu/~lastra/wordpress/home-page/courses/comp-590-052-3d-computer-animation-spring-2010/>



# ΑΠΟΔΟΣΗ 2Δ ΣΧΕΔΙΟΚΙΝΗΣΗΣ (3)

- Γραμμική παρεμβολή
- Καμπύλες splines
- Για τις τετραγωνικές καμπύλες Βέζιερ μπορεί κανείς να κατασκευάσει ενδιάμεσα σημεία  $Q_0$  και  $Q_1$  τέτοια ώστε όσο το  $t$  μεταβάλλεται από το 0 στο 1:
  - Το σημείο  $Q_0$  μεταβάλλεται από το  $P_0$  στο  $P_1$  και περιγράφει μία γραμμική καμπύλη Βέζιερ.
  - Το σημείο  $Q_1$  μεταβάλλεται από το  $P_1$  στο  $P_2$  και περιγράφει μία γραμμική καμπύλη Βέζιερ.
  - Το σημείο  $B(t)$  μεταβάλλεται από το  $Q_0$  στο  $Q_1$  και περιγράφει μία τετραγωνική καμπύλη Βέζιερ.

$$B(t) = (1 - t)[(1 - t)P_0 + tP_1] + t[(1 - t)P_1 + tP_2], t \in [0, 1]$$



Πηγή: wikipedia



# ΑΠΟΔΟΣΗ 2Δ ΣΧΕΔΙΟΚΙΝΗΣΗΣ (4)

- Άλλες τεχνικές δισδιάστατης σχεδιοκίνησης:
  - Προσθήκη γραφικών

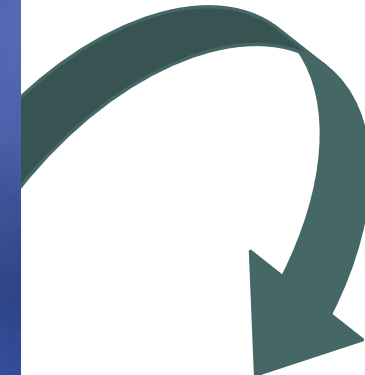


Πηγή: wikipedia



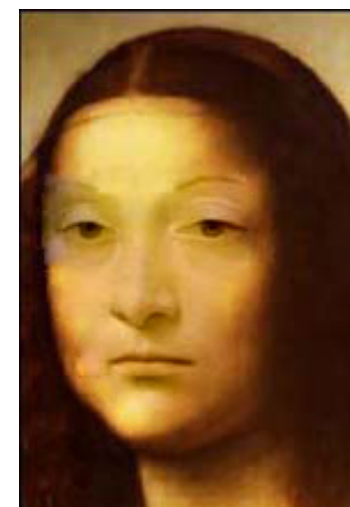
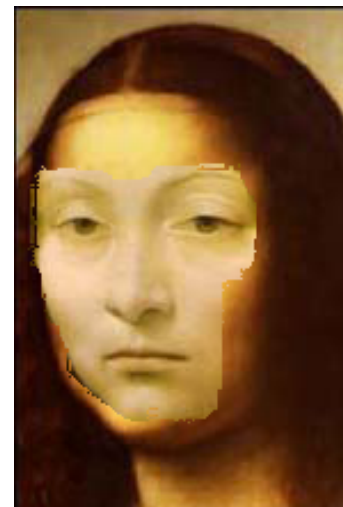
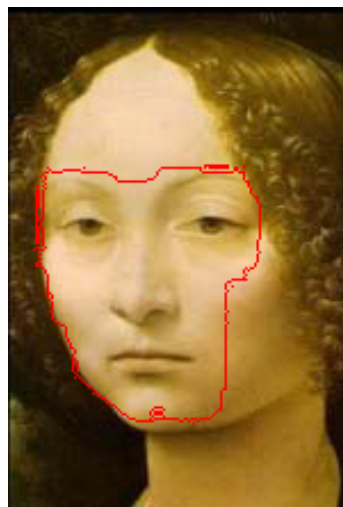
# ΑΠΟΔΟΣΗ 2Δ ΣΧΕΔΙΟΚΙΝΗΣΗΣ (5)

- Άλλες τεχνικές δισδιάστατης σχεδιοκίνησης:
  - Η τεχνική της μπλε προβολής (bluescreening).
  - Συνδυασμός καρτέ από δύο διαφορετικές σκηνές.
  - Το γαλάζιο θεωρείται ως διαφανές και ενώνεται με το καρέ μιας διαφορετικής σκηνής.

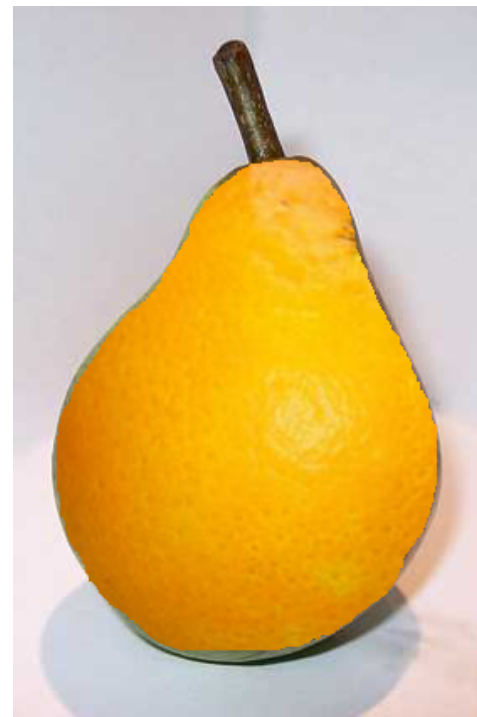


# ΑΠΟΔΟΣΗ 2Δ ΣΧΕΔΙΟΚΙΝΗΣΗΣ (6)

- Άλλες τεχνικές δισδιάστατης σχεδιοκίνησης:
  - Μεταμόρφωση εικόνων (morphing)

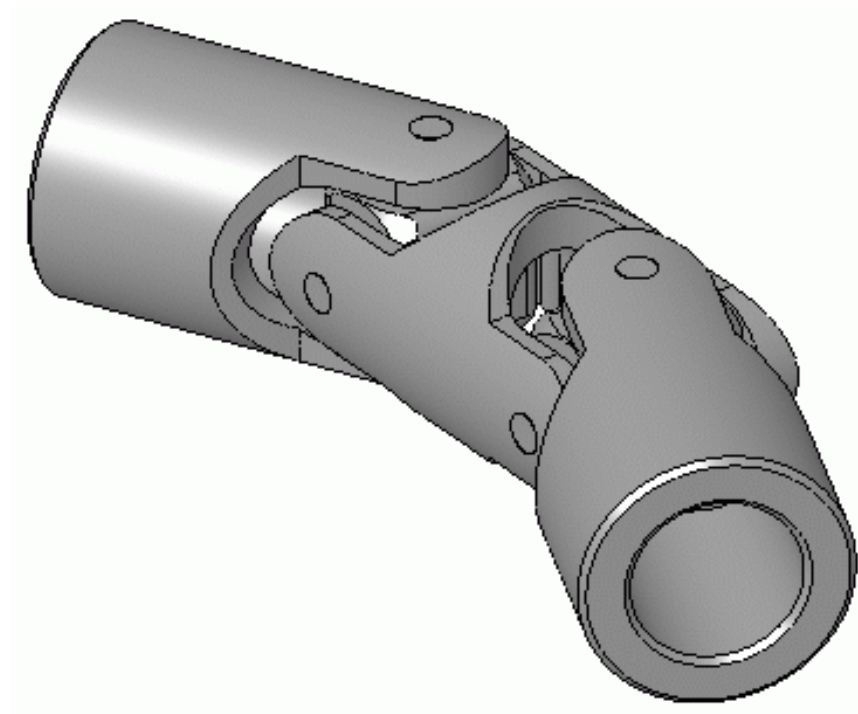


# ΑΠΟΔΟΣΗ 2Δ ΣΧΕΔΙΟΚΙΝΗΣΗΣ (7)



# ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΑ ΓΡΑΦΙΚΑ

- Προσομοιώνοντας την τρίτη διάσταση (βήματα):
  - Μοντελοποίηση
  - Χαρτογράφηση υφής
  - Φωτισμός
  - Φωτορεαλιστική απεικόνιση



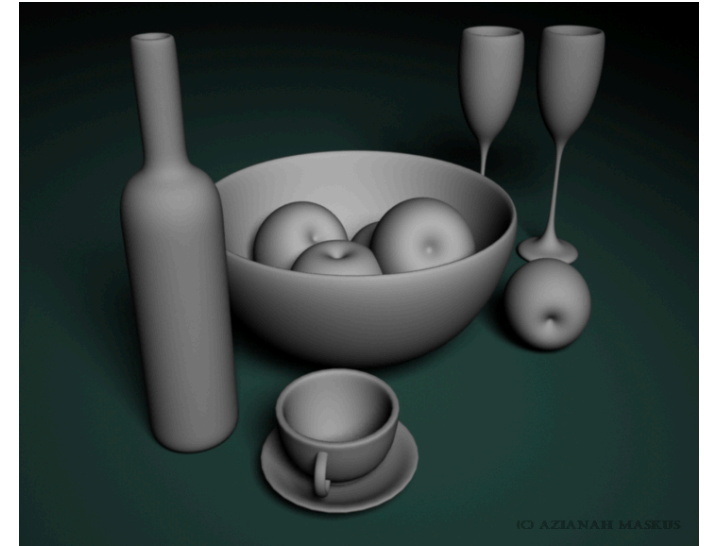
Πηγή: wikipedia

Διδάσκων: Μιχάλης Βρίγκας

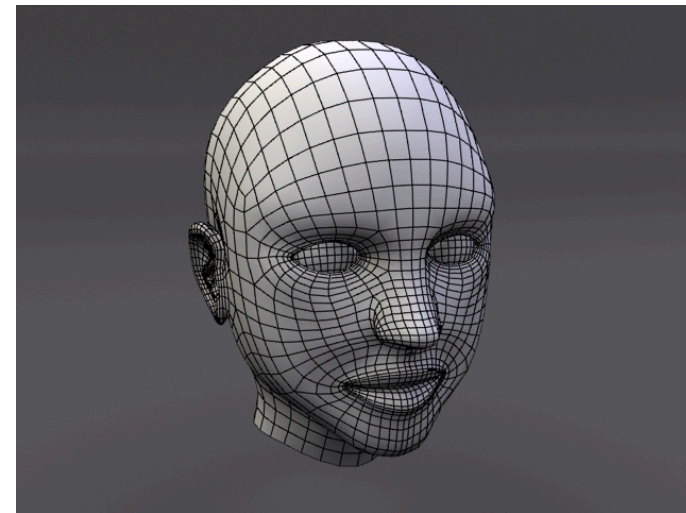


# ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΑ ΓΡΑΦΙΚΑ (2)

- Μοντελοποίηση (Modelling)
  - Ορίζεται η δομή, τα σχήματα και οι διαστάσεις των αντικειμένων
  - Ορίζεται η σχέση μεταξύ τους
  - Τρόποι:
    - Συνδυασμός πολυγώνων
    - 3D scanners
    - Χρήση μοντελοποιητών (modelers)
- Wireframe: Προσεγγιστική εικόνα που δημιουργείται με την χρήση πολυγώνων



<http://zeeliciously-me.blogspot.com/2012/06/still-life-3d-model.html>



<https://www.deviantart.com/kehlgaming/art/Female-Head-Wireframe-255985895>





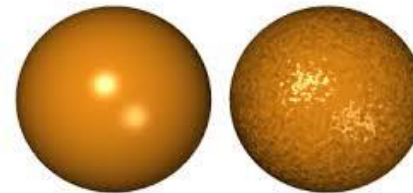
# ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΑ ΓΡΑΦΙΚΑ (3)

- Χαρτογράφηση υφής (texture mapping):
  - Οι υφές είναι απλές εικόνες που με κατάλληλες διαδικασίες επικολλώνται στην επιφάνεια του αντικειμένου.
  - Κάνουν το αντικείμενο να φαίνεται ότι έχει κατασκευαστεί από κάποιο υλικό.
  - Εφαρμόζονται στα πολύγωνα του αντικειμένου με διάφορους τρόπους (π.χ. κυλινδρικά, σφαιρικά, κυβικά, κλπ.).



# ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΑ ΓΡΑΦΙΚΑ (4)

- Άλλες τεχνικές χαρτογράφησης υφής:
  - **Reflectance mapping:** απόδοση ανακλάσεων του περιβάλλοντος στην επιφάνεια του αντικειμένου
  - **Image mapping:** προβολή 2D αντικειμένου σε ένα αντικείμενο
  - **Bump mapping:** εξογκώματα στην επιφάνεια του αντικειμένου
  - **Procedural mapping:** μεταβολή της εμφάνισης των υφών στην διάρκεια του χρόνου (π.χ. φωτιά)



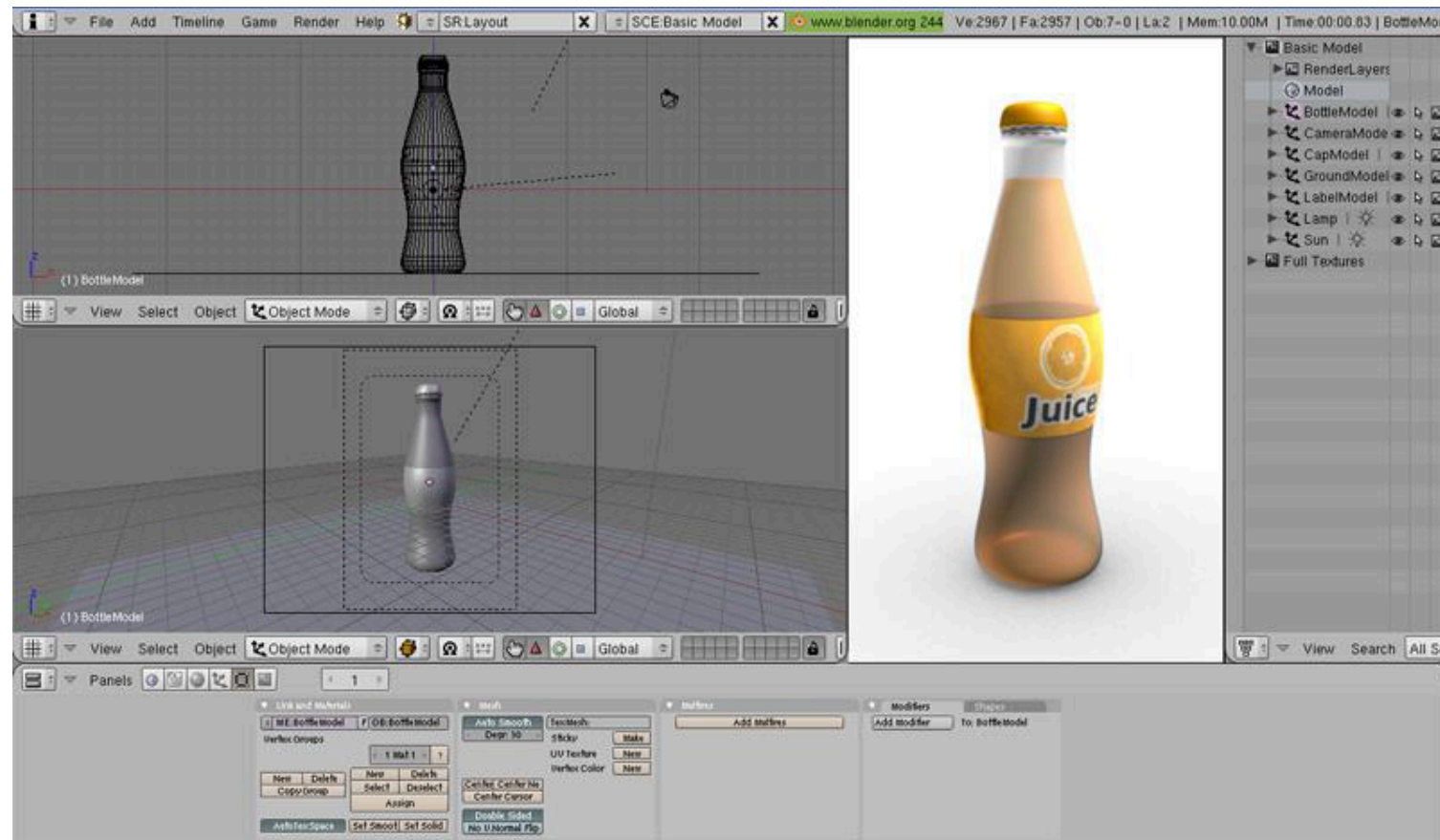
# ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΑ ΓΡΑΦΙΚΑ (5)

- **Φωτισμός**
  - Παρέχει πληροφορίες για την επιφάνεια απεικόνισης και δημιουργεί τις χρωματικές διαβαθμίσεις.
- **Σκίαση**
  - Δίνει την αίσθηση του όγκου, του βάθους και προσδιορίζει τη θέση των αντικειμένων μέσα στο χώρο.



# ΦΩΤΟΡΕΑΛΙΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ (RENDERING)

- **Blender:** είναι ένα πρόγραμμα γραφικών υπολογιστή για 3D μοντελοποίηση, animation και rendering.  
<http://www.blender.org/>

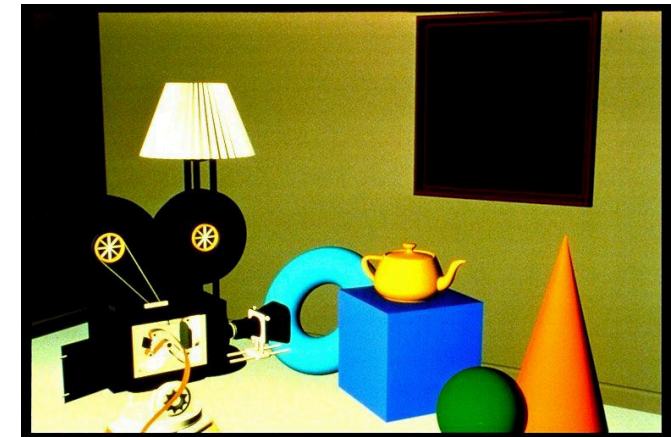
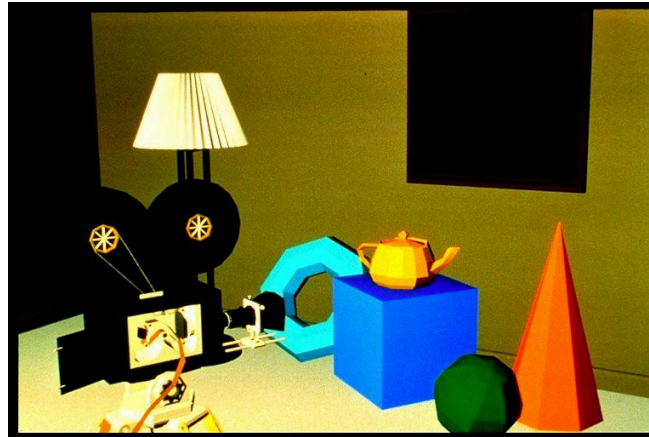


<https://sr789.wordpress.com/3d-development-software/>

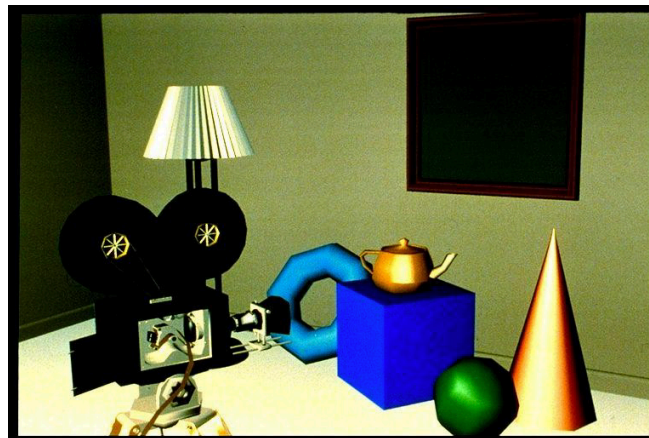


# ΦΩΤΟΡΕΑΛΙΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ (RENDERING) (2)

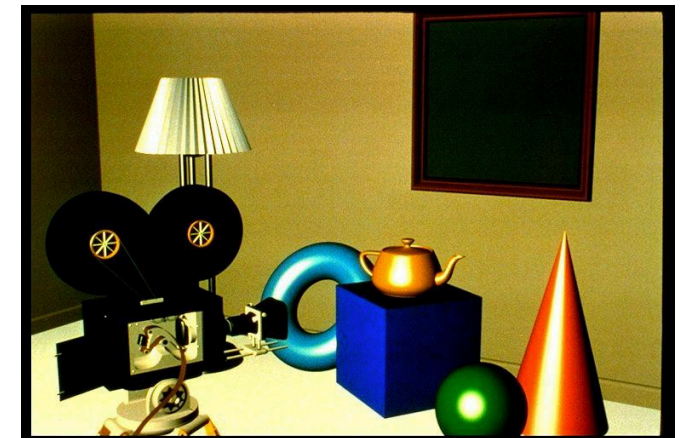
- Χαρακτηριστικά φωτορεαλιστικής απεικόνισης:
  - Flat Shading
  - Gouraud
  - Phong
  - Ray Tracing
  - Radiosity



Διάχυση (Gouraud)



Διάχυση και ανακλάσεις (Gouraud)



Διάχυση και ανακλάσεις (Phong)



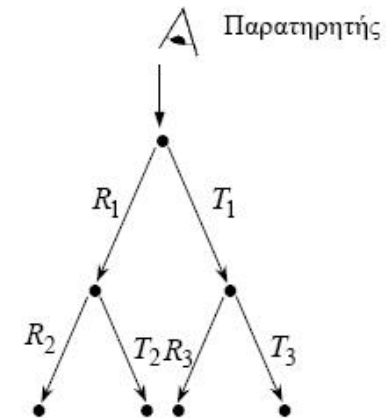
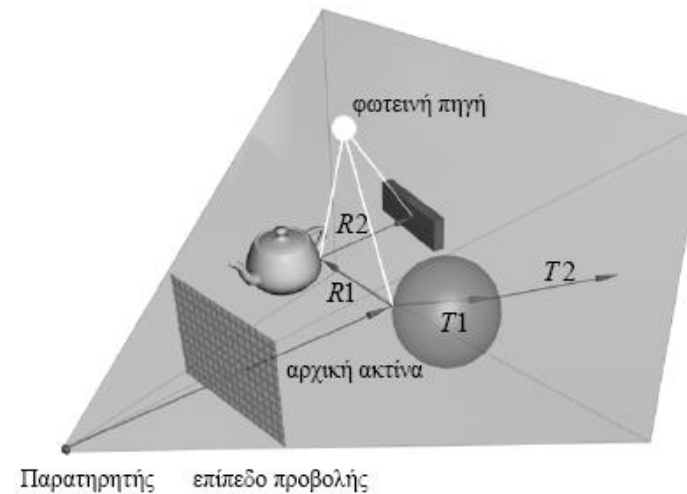
# ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΑΚΤΙΝΑΣ (RAY TRACING)

- Οι αλγόριθμοι παρακολούθησης ακτίνας: βασίζονται στη φυσική διαδικασία φωτισμού των αντικειμένων
  - Η ακτίνα ξεκινά από μία φωτεινή πηγή και μετά από ανακλάσεις και διαθλάσεις με τα αντικείμενα του χώρου καταλήγει στον παρατηρητή.
  - Η παρακολούθηση ακτίνων από τη φωτεινή πηγή είναι υπολογιστικά πολύ δύσκολη:
    - Άπειρες ακτίνες.
    - Λίγες από αυτές καταλήγουν στον παρατηρητή.



# ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΑΚΤΙΝΑΣ (RAY TRACING) (2)

- **Αναδρομική παρακολούθηση ακτίνας:** ακτίνες ξεκινούν, ανάποδα, από τον παρατηρητή και ακολουθούνται μέσα στη σκηνή
  - Συνήθως 1 ακτίνα για κάθε pixel του επιπέδου προβολής.
  - Αν δεν συναντά κανένα σώμα παίρνει χρώμα φόντου.
    - Αλλιώς βρίσκουμε σημείο τομής με το πρώτο αντικείμενο και η ακτίνα ακολουθείται (αναδρομικά) από αυτό το σημείο.
  - Όταν η ακτίνα συναντά κάποιο αντικείμενο αυτή αναλύεται σε 2 νέες ακτίνες:
    - Την ανακλώμενη R (reflected).
    - Την διαθλώμενη T (transmitted/ refracted).
  - Κάθε μία από αυτές παρακολουθείται αναδρομικά και έτσι σχηματίζεται ένα δένδρο ακτίνων.



# ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΑΚΤΙΝΑΣ (RAY TRACING) (3)

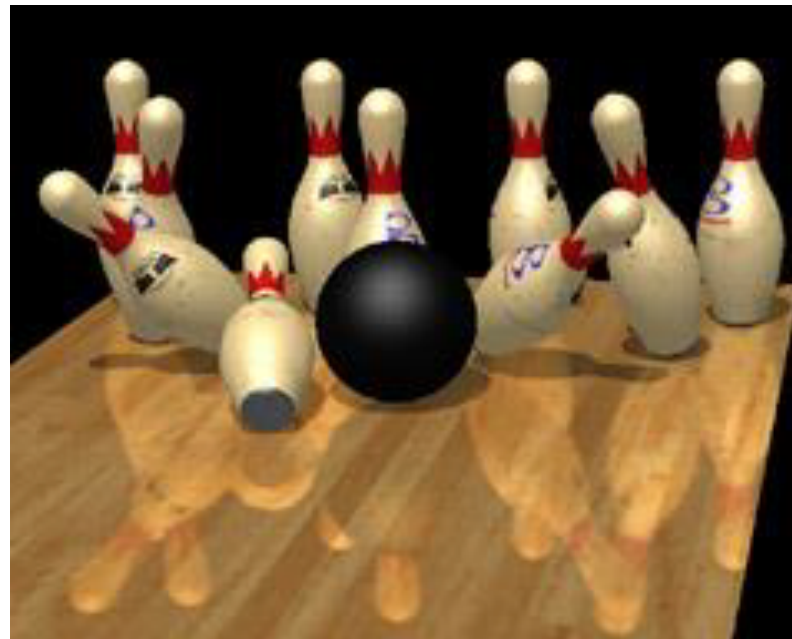
- Πολύ σημαντικό ρόλο στη φωτορεαλιστική απεικόνιση παίζει και ο σωστός υπολογισμός του χρώματος του αντικειμένου.





# RADIOSITY

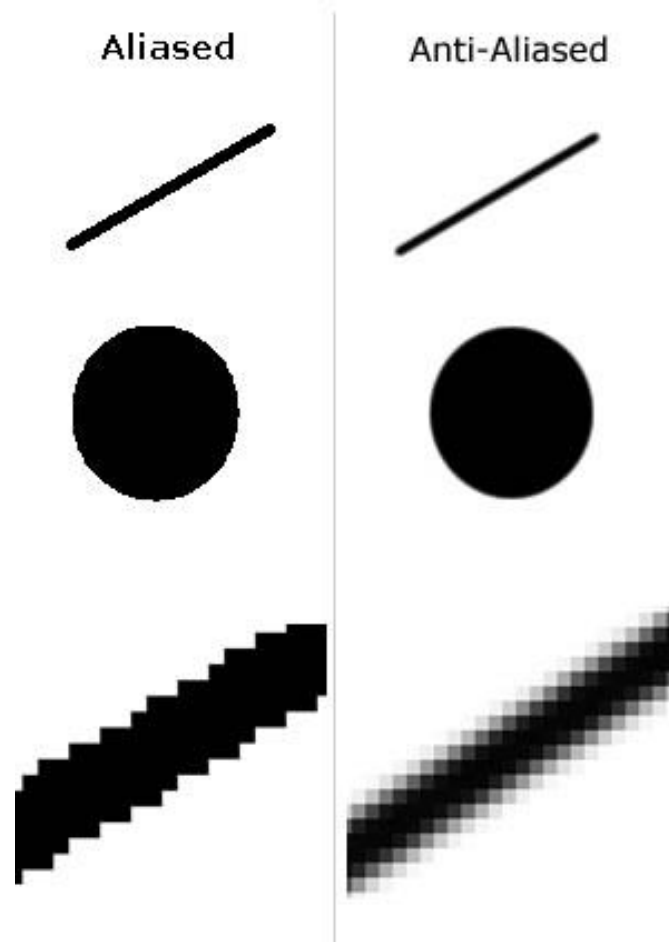
- Η τεχνική radiosity υπολογίζει μια εικόνα πιο ολοκληρωμένα λαμβάνοντας υπόψη και τις επιδράσεις των αντικειμένων μεταξύ τους.



<http://lastra.web.unc.edu/home-page/courses/comp-590-052-3d-computer-animation-spring-2010/>



# ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ (ANTI-ALIASING)



# ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΣΧΕΔΙΟΚΙΝΗΣΗΣ

- Η κινηματική (kinematics)
- Η αντίστροφη κινηματική (inverse kinematics)
- Η δυναμική (dynamics)
- Η καταγραφή κίνησης πραγματικών μοντέλων (motioncapture)
- Εξειδικευμένες τεχνικές για τη σχεδιοκίνηση των ρούχων, των μαλλιών και των μορφασμών του προσώπου

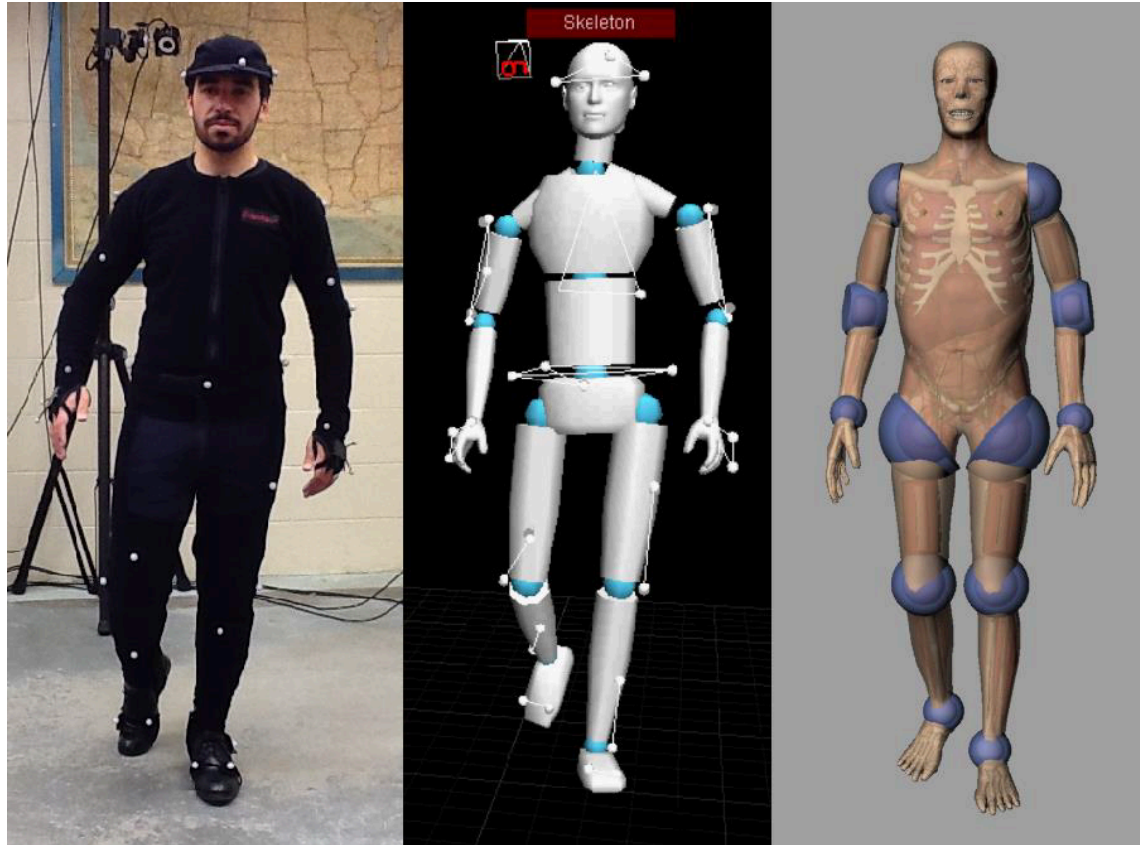


# ΔΥΝΑΜΙΚΗ

- Η δυναμική λαμβάνει υπόψη τους νόμους της Φυσικής (π.χ. νόμους για τη βαρύτητα και τη μάζα των αντικειμένων) και προσθέτει φυσικότητα και ρεαλιστικότητα στην κίνηση ενός αντικειμένου.
- Παράδειγμα: «Μια πλαστική μπάλα βρίσκεται σε ύψος 10 μέτρων τη χρονική στιγμή  $t=0$  και έχει μάζα 100 γραμμάρια. Ο νόμος της βαρύτητας εφαρμόζεται στη μπάλα».



# ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ (MOTION CAPTURE)

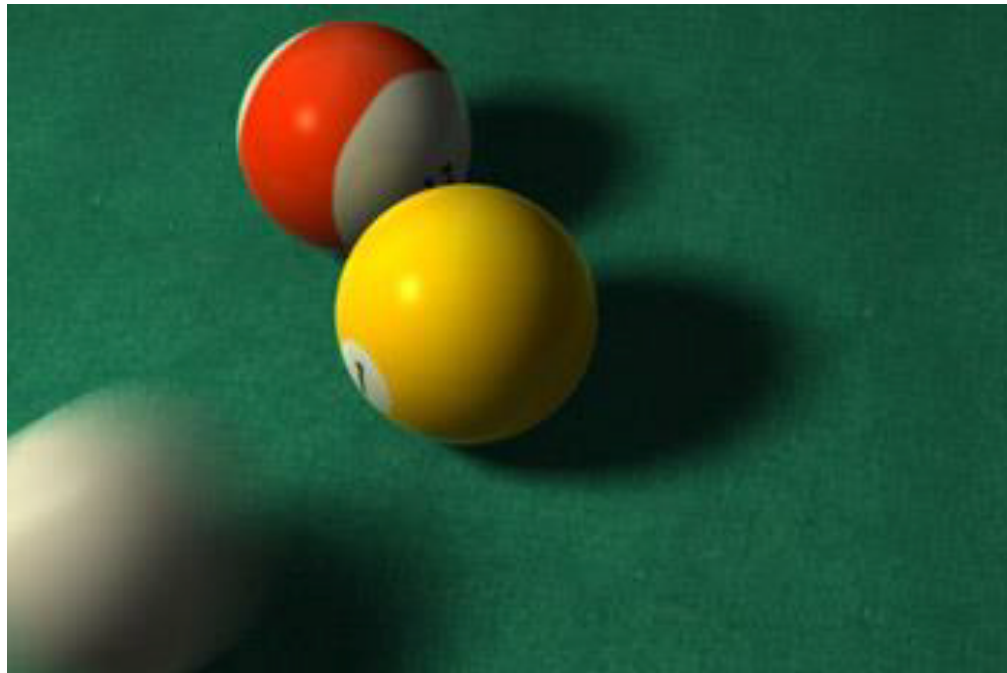


[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8b/Motion\\_Capture\\_with\\_Chad\\_Phantom.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8b/Motion_Capture_with_Chad_Phantom.png)

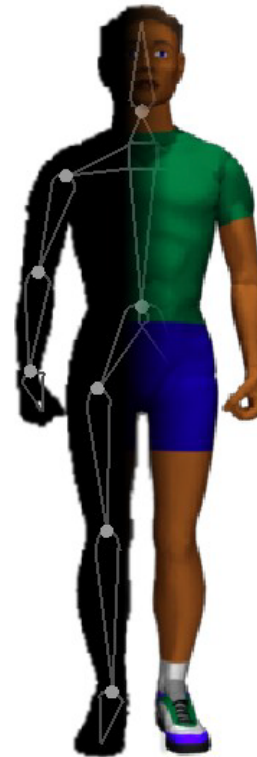


# ΑΣΑΦΕΙΑ ΚΙΝΗΣΗΣ (MOTION BLUR)

- Όταν ένα αντικείμενο κινείται πολύ γρήγορα δημιουργείται μια ελαφριά ασάφεια κίνησης.



# ΑΡΘΡΩΤΟΜΟΝΤΕΛΟ (ARTICULATED MODEL)



# ΑΦΑΙΡΕΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ (DEFORMABLE OBJECT)



<http://graphics.stanford.edu/~mcammara/hair/>





# ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

- Βασικές αρχές 2D σχεδιοκίνησης:
  - Cell animation
  - In-betweening animation
  - Blue-screening
  - Morphing
- Η δημιουργία σχεδιοκίνησης τριών διαστάσεων περιλαμβάνει τρία βασικά στάδια:
  - Τη μοντελοποίηση
  - Την απόδοση σχεδιοκίνησης:
    - χρήση σημαντικών καρτέ (key frames)
    - χρήση παραμετρικών σημαντικών καρτέ
    - διαδικαστική (procedural) σχεδιοκίνηση
  - Τη φωτορεαλιστική απεικόνιση



