

## Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης



Γραφικά Υπολογιστών  
ΣΤ' Εξάμηνο

Δρ Κωνσταντίνος Δεμερτζής

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής  
ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

Γραφικά Υπολογιστών

# 2<sup>η</sup> Ενότητα

3D Γραφικά – Animation –  
Εικονική και Επαυξημένη  
Πραγματικότητα





## Γραφικά Υπολογιστών

SOCIAL PROFILES



### Konstantinos Demertzis

BSc, MSc, PhD

Research Assistant at the Department of Forestry and Management of the Environment and Natural Resources (Lab of Forest-Environmental Informatics and Computational Intelligence) at the Democritus University of Thrace

Name	Demertzis Konstantinos
Date of birth	October 13, 1975
Address	Orestiada, Greece
Email	kdemertz@fmenr.duth.gr
Skype	live:kdwesax
Website	utopia.duth.gr/kdemertz



Profile



Resume



PhD



Publications



Portfolio



Contact

*"Ignorance is the curse of God, knowledge is the wing wherewith we fly to heaven..."*

*William Shakespeare, Henry VI (1591)*



**Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής**  
ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

**Γραφικά Υπολογιστών**

**[kdemertz@fmenr.duth.gr](mailto:kdemertz@fmenr.duth.gr)**



# Αξιολόγηση Μαθήματος

Τρόποι αξιολόγησης						
Γραπτή Εξέταση 70%	Τελική γραπτή εξέταση στην ύλη του μαθήματος					
Εργασία 30%	Προγραμματισμός			Σχεδίαση Μοντέλου		
	OpenGL	WebGL	Three.js	3ds Max	Maya	???
	HTML5	CSS3	Phaser			



# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### 3D Γραφικά

- ✓ Τα τρισδιάστατα γραφικά (*3D graphics*) αποτελούν βασικό τμήμα όλων των πολυμεσικών εφαρμογών.
- ✓ Σε πολύπλοκες εφαρμογές παιχνιδιών, εικονικής πραγματικότητας (*virtual reality*) και σχεδιαστικών συστημάτων για μηχανικούς, τα σχέδια είναι πολύπλοκα και απαιτείται η δημιουργία τρισδιάστατων γραφικών, τοποθέτηση υφών πάνω στο αντικείμενο και τη χρήση φωτισμού και σκίασης.





## Γραφικά Υπολογιστών

### Απεικόνιση 3D

- ✓ Το βάθος πεδίου (*depth of field*) και η εστίαση σε κάποιο σημείο (*focal point*) είναι ιδιότητες, που όταν αποδοθούν σε ένα αντικείμενο, τότε εμφανίζεται ότι υπάρχει η έννοια του βάθους, δηλαδή της τρίτης διάστασης.
- ✓ Το βάθος πεδίου και, γενικά, η τρισδιάστατη απεικόνιση ενός αντικειμένου επιτυγχάνεται με συνδυασμό διαφόρων τεχνικών. Πχ το αντικείμενο μπορεί να περιστραφεί, να αποτελείται από επιμέρους αντικείμενα, να γίνεται αλλαγή του μεγέθους του, να εφαρμόζονται εφέ σκίασης και φωτισμού και να αλλάζει η γωνία θέασης.



## Γραφικά Υπολογιστών

### Απεικόνιση 3D

- ✓ Εφαρμογή σκίασης (*shading*) πάνω στο αντικείμενο, αφορά τη διαδικασία δημιουργίας σκουρόχρωμων και ανοιχτόχρωμων περιοχών στην επιφάνεια του αντικειμένου, που δημιουργούνται στο αντικείμενο, όταν αυτό φωτίζεται από μία ή περισσότερες πηγές φωτός. Οι περιοχές που είναι στραμμένες προς την πηγή φωτός είναι ανοιχτόχρωμες, ενώ οι υπόλοιπες είναι πιο σκοτεινές. Αυτό προσδίδει την εντύπωση ότι οι περιοχές που είναι σκουρόχρωμες, βρίσκονται στο βάθος της σκηνής και έτσι ενισχύεται η τρισδιάστατη μορφή.
- ✓ Εφαρμογή σκιών (*shadows*) αφορά τη διαδικασία που αναφέρεται στην ύπαρξη σκιών, που δημιουργεί το αντικείμενο πάνω σε μια επιφάνεια ή σε κάποιο άλλο αντικείμενο. Εξαρτάται, επίσης, από την κατεύθυνση της πηγής φωτός που προσπίπτει στο αντικείμενο. Αυτή η τακτική προσδίδει την αίσθηση της μπροστά και πίσω όψης του αντικειμένου.
- ✓ Προσθήκη εικόνων φόντου ή άλλων εικόνων, προσδίδουν ρεαλισμό στην τρισδιάστατη απεικόνιση.





## Γραφικά Υπολογιστών

### Μοντελοποίηση 3D

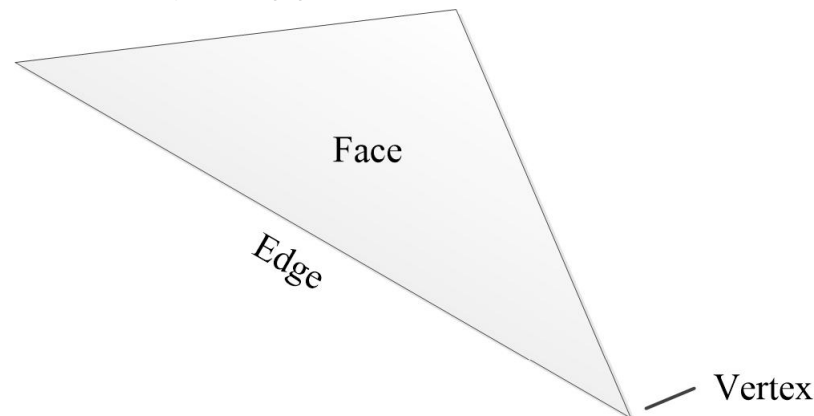
- ✓ Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση (3D modeling) είναι η διαδικασία ανάπτυξης γραφικών και εικόνων, που εμφανίζονται να έχουν τρεις διαστάσεις.
- ✓ Η διαδικασία είναι αρκετά σύνθετη, αλλά γενικά μπορούμε να πούμε ότι περιλαμβάνει την ένωση διαφόρων σημείων στο επίπεδο με γραμμές και καμπύλα τμήματα, με σκοπό τη δημιουργία ενός σκελετού.
- ✓ Οι κύριες τεχνικές, που χρησιμοποιούνται στην τρισδιάστατη μοντελοποίηση, είναι η μοντελοποίηση με πολύγωνα (polygon modeling), καθώς και η τεχνική που είναι γνωστή με το ακρωνύμιο NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline).



## Γραφικά Υπολογιστών

### Μοντελοποίηση 3D με πολύγωνα

- ✓ Στην μοντελοποίηση με πολύγωνα τα βασικά τμήματα που μας ενδιαφέρουν:
  - ✓ **Vertex (κορυφή)**: Είναι το σημαντικότερο τμήμα ενός πολυγώνου, γιατί έχει συντεταγμένες στον χώρο. Αυτά τα σημεία συνδέονται δημιουργώντας τα σχήματα που βλέπουμε. Σε ένα τρίγωνο υπάρχουν 3 κορυφές. Με ένωση αυτών των κορυφών σχηματίζεται το τρίγωνο.
  - ✓ **Edge (ακμή)**: Είναι η γραμμή που συνδέει δύο κορυφές. Στο τρίγωνο π.χ. έχουμε 3 ακμές.
  - ✓ **Face (πρόσοψη ή έδρα)**: Είναι ο χώρος μεταξύ των ενωμένων κορυφών. Πρακτικά, είναι το τμήμα που έχει μετατραπεί σε *pixels* και εμφανίζεται στην οθόνη του υπολογιστή μας.



## Γραφικά Υπολογιστών

### Μοντελοποίηση 3D με πολύγωνα

- ✓ Τα ίδια δομικά στοιχεία αποτελούν οποιοδήποτε πολύγωνο.
- ✓ Μπορούμε να τροποποιήσουμε (μετακινήσουμε, περιστρέψουμε, αλλάξουμε διαστάσεις) οποιοδήποτε πολύγωνο, μετακινώντας πρακτικά τις κορυφές. Τα υπόλοιπα τμήματα ακολουθούν τις κορυφές.
- ✓ Ο δημιουργός των τρισδιάστατων μοντέλων εργάζεται, συνήθως, σε επίπεδο σημείων, ώστε να δημιουργήσει ένα πιο σύνθετο μοντέλο.
- ✓ Συνήθως τα αντικείμενα 3D αποτελούνται από τρίγωνα. Ακόμη και σύνθετα αντικείμενα, όπως χαρακτήρες ταινιών *animation*, συνθέτονται από τρίγωνα.
- ✓ Πρακτικά, δεν είναι απαραίτητο να δημιουργηθούν όλα τα σχέδια σε επίπεδο τριγώνων, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθούν και τετράγωνα ή και σχήματα με περισσότερες γωνίες. Σε κάθε περίπτωση, κάθε πολύγωνο μπορεί να αναλυθεί σε τρίγωνα. Οι ομάδες πολυγώνων που σχηματίζουν ένα μοντέλο, ονομάζονται *polygon mesh* (πλέγμα πολυγώνων).
- ✓ Για την δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων, συνήθως χρησιμοποιούνται θεμελιώδης (*primitive*) σχήματα. Η διαμόρφωση τους μπορεί να γίνει είτε των παραμέτρων των σχημάτων είτε με τα εργαλεία (*scale, rotate, freehand*)





## Γραφικά Υπολογιστών

### Μοντελοποίηση 3D με πολύγωνα

- ✓ Ένας άλλος τρόπος είναι η δημιουργία σημείο-προς-σημείο (point-to-point) ενός μοντέλου πολυγώνων. Με απλά λόγια η σχεδίαση ξεκινά με διάφορα σημεία στην οθόνη, τα οποία τελικά θα αποτελέσουν τις κορυφές του πολυγώνου. Κάθε κορυφή συνδέεται με την προηγούμενη με μια ακμή και όταν δημιουργηθούν τρεις κορυφές δημιουργείται τελικά ένα τρίγωνο. Συνεχίζουμε τη διαδικασία και έτσι δημιουργούνται περισσότερα τρίγωνα, καταλήγοντας τελικά στο πλέγμα πολυγώνων, που εμφανίζει το σχήμα που θέλουμε.
- ✓ Αφού δημιουργηθεί κάποιο πλέγμα πολυγώνων, στη συνέχεια μπορεί να γίνει επεξεργασία με διάφορες τεχνικές, π.χ. με τη διαδικασία λάξευσης κορυφών και ακμών (chamfer και bevel) και με την τεχνική ανύψωσης/εξώθησης (extrude).
- ✓ Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα διαίρεσης των σχημάτων σε μικρότερα πολύγωνα και τρίγωνα, για καλύτερο χειρισμό τους.
- ✓ Η τεχνική *smoothing* είναι μια τεχνική αύξησης των προσόψεων ενός πολυγώνου.



# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

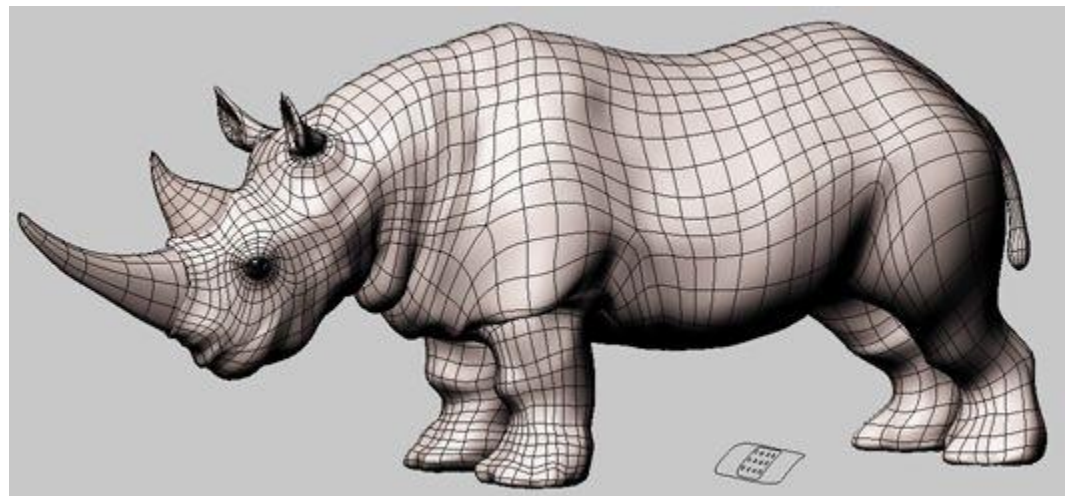
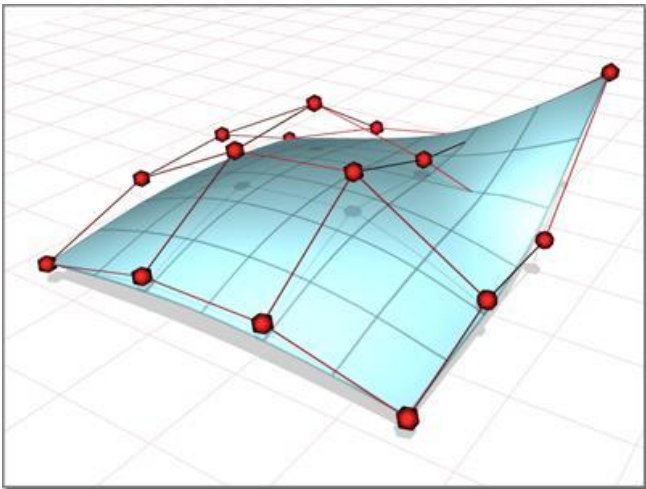
### Μοντελοποίηση 3D με πολύγωνα



## Γραφικά Υπολογιστών

### Μοντελοποίηση NURBS

- ✓ Οι καμπύλες NURBS είναι ειδικοί τύποι καμπυλών, που έχουν σημεία ελέγχου (*control points*), για να βοηθήσουν στη ρύθμιση του σχήματος της καμπύλης.
- ✓ Μέσα από τη σχεδίαση και τροποποίηση των καμπυλών τελικά μοντελοποιείται το τρισδιάστατο σχήμα.
- ✓ Τα σημεία ελέγχου, που ονομάζονται και κορυφές ελέγχου (*control vertices*), εμφανίζονται εκτός της καμπύλης, ως ευθείες, βοηθώντας την πιο εύκολη διαχείριση της καμπύλης.
- ✓ Οι καμπύλες μπορούν, στη συνέχεια, να ενωθούν, δημιουργώντας ένα 3D σχήμα.





# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Μοντελοποίηση NURBS

- ✓ Η δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων με χρήση NURBS συνιστά πιο δύσκολη διαδικασία σε σχέση με την τεχνική των πολυγώνων.
- ✓ Η συγκεκριμένη τεχνική δεν προτείνεται για τη δημιουργία μοντέλων, τα οποία στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθούν σε κινήσεις.
- ✓ Αντίθετα, για δημιουργία στατικών μοντέλων είναι κάπως πιο εύκολη, όταν τελικά γίνει πλήρως αντιληπτή η λειτουργία των καμπυλών από τον δημιουργό.

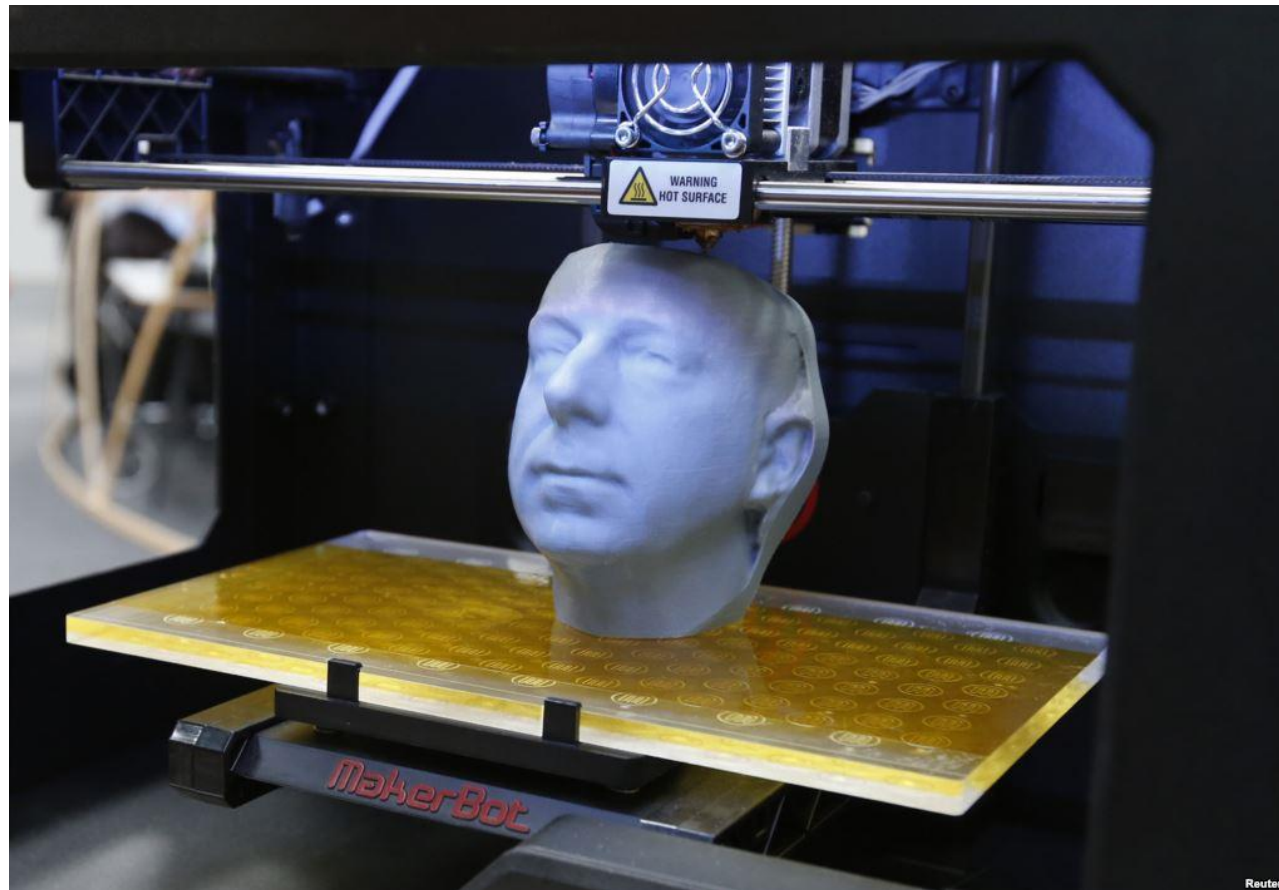


# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### 3D Printing



## Γραφικά Υπολογιστών

### Υφές και φωτισμός

- ✓ Το επόμενο στάδιο, μετά τη δημιουργία του 3D μοντέλου, είναι το στάδιο που αναφέρεται με τον όρο *rendering*.
- ✓ Αφορά τη ρεαλιστική απόδοση, δηλαδή τη μετατροπή τρισδιάστατου σχεδίου με χρώματα, υφές και φωτισμό, ώστε να μοιάζει με ρεαλιστική φωτογραφία και όχι απλά με ένα σύνολο πολυγώνων ή γραμμών.
- ✓ Γενικά, η διαδικασία *rendering* αφορά το σύνολο των ενεργειών για μετατροπή του τρισδιάστατου σχεδίου σε ψηφιογραφική εικόνα στο επίπεδο, που όμως, θα δίνει κανονικά την εντύπωση των τριών διαστάσεων.
- ✓ Η διαδικασία αυτή είναι απαιτητική υπολογιστικά, γιατί τα αρχικά σχέδια αποτελούνται από γραμμές, που συνδέουν κορυφές ή καμπύλες.
- ✓ Οι περιοχές μπορεί να καλυφθούν με χρώμα ή υφές και απαιτείται ο υπολογισμός σκιών και σκιάσεων, ώστε να είναι φωτορεαλιστική η απεικόνιση των σχημάτων στον χώρο.
- ✓ Το φως και η γωνία θέασης παίζουν, επίσης, σημαντικό ρόλο στη διαδικασία *rendering* της σκηνής.



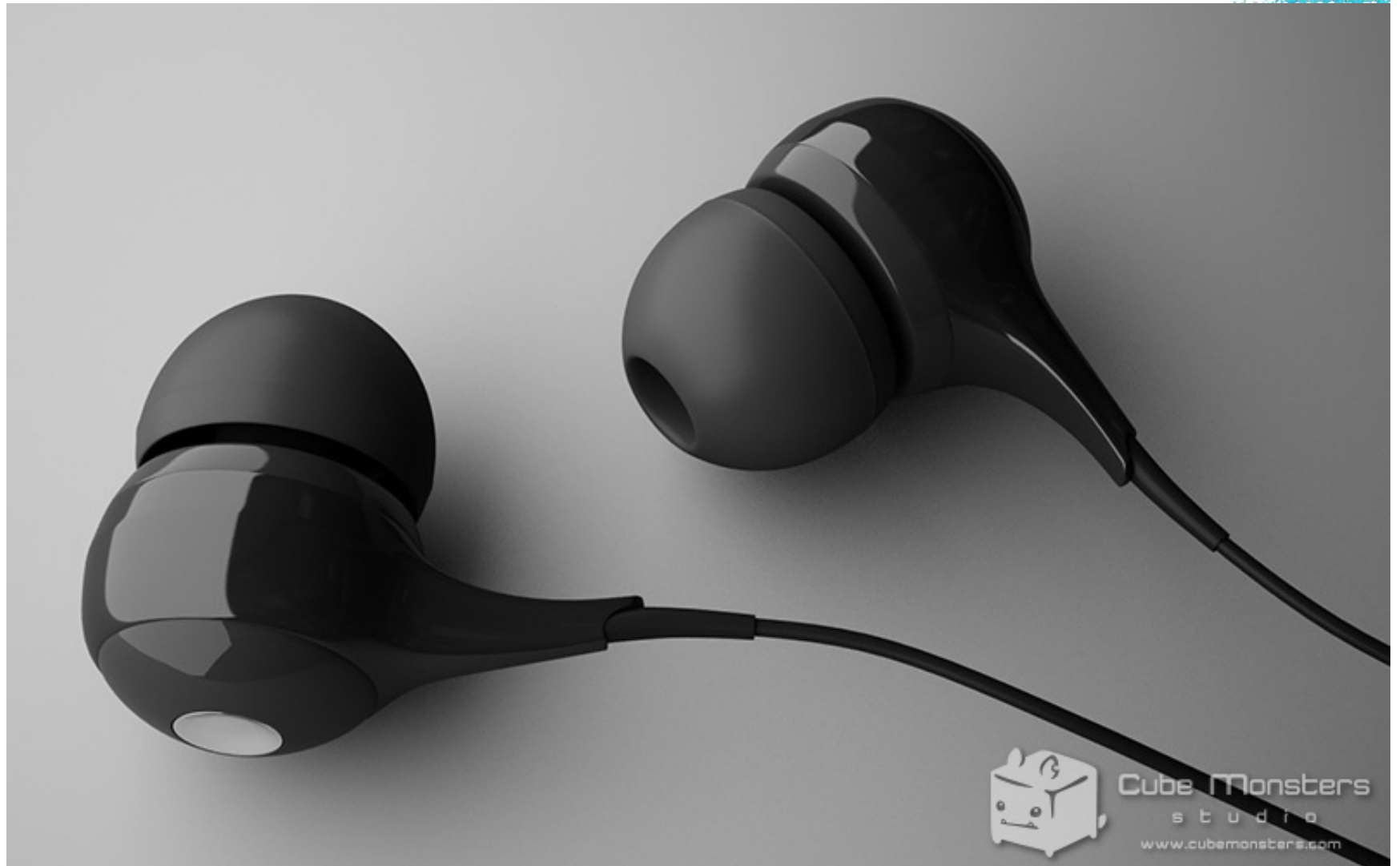


Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

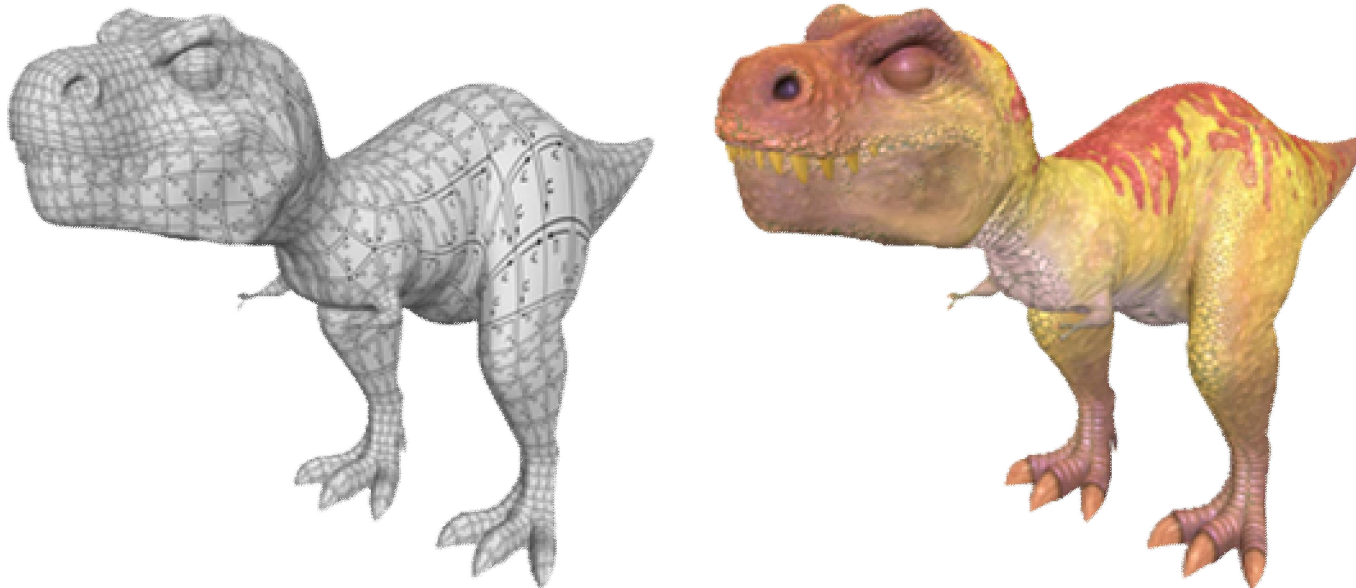
Υφές και φωτισμός



## Γραφικά Υπολογιστών

### Γέμισμα με υφές

- ✓ Διαδικασία εισαγωγής μιας εικόνας ή ενός επαναλαμβανόμενου σχεδίου στην επιφάνεια του σχήματος ονομάζεται χαρτογράφηση υφής (texture mapping). Η υφή μπορεί να αναδεικνύει το υλικό κατασκευής κάποιου αντικειμένου, π.χ. τούβλα ή ξύλο, ή να είναι κάποια υφή παραγόμενη από υπολογιστή.



## Γραφικά Υπολογιστών

### Γέμισμα με υφές

- ✓ Οι υφές εφαρμόζονται στην πρόσοψη κάθε πολυγώνου, που αποτελεί το τρισδιάστατο μοντέλο, ή γενικά σε κάθε πλευρά του τρισδιάστατου σχήματος.
- ✓ Οι υφές αυτές ονομάζονται *detail textures* και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες περιπτώσεις και υπάρχουν διαφορετικές υπολογιστικές τεχνικές, που οδηγούν σε διαφορετικά αισθητικά αποτελέσματα.
- ✓ Η τεχνική *environmental mapping* ή *reflectance mapping* βασίζεται σε μαθηματικές συναρτήσεις για την απόδοση των ανακλάσεων άλλων αντικειμένων του περιβάλλοντα χώρου, στην επιφάνεια του αντικειμένου που σχεδιάζουμε .

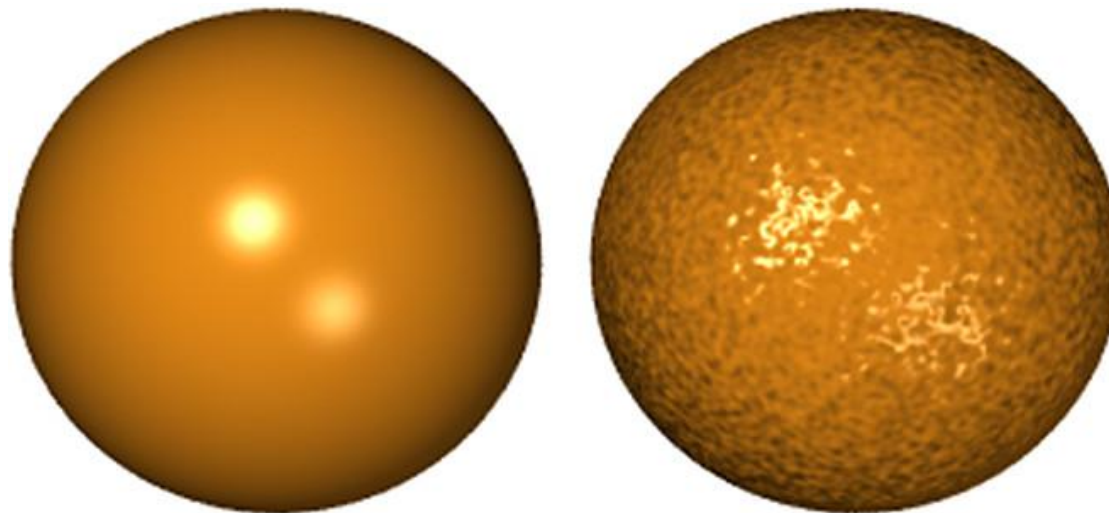




## Γραφικά Υπολογιστών

### Γέμισμα με υφές

- ✓ Η τεχνική *bump mapping* είναι η τεχνική προσομοίωσης προεξοχών και ρυτίδων στην επιφάνεια ενός αντικειμένου.
- ✓ Η διαδικασία επιτυγχάνεται με διαφορετικό φωτισμό σε διάφορα σημεία της επιφάνειας, χωρίς ουσιαστικά να αλλάζει η επιφάνεια.
- ✓ Μια σχετική τεχνική είναι το *normal bumping*, που εφαρμόζεται σε μοντέλα με λίγα πολύγωνα.
- ✓ Στην τεχνική *displacement mapping* τροποποιείται και η γεωμετρία του σχήματος, δηλαδή το τρισδιάστατο μοντέλο, ώστε να προστεθούν πτυχώσεις και προεξοχές.



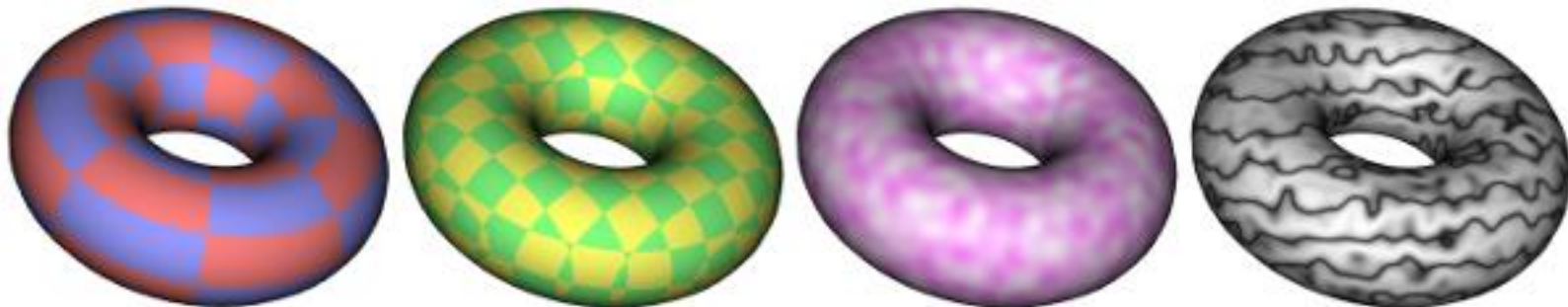
# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Γέμισμα με υφές

- ✓ Η τεχνική *procedural texturing* βασίζεται σε μαθηματικές συναρτήσεις, που έχουν ως παράμετρο και τον χρόνο και έτσι δημιουργούν υφές, οι οποίες μπορούν να μεταβληθούν, καθώς κυλά ο χρόνος.
- ✓ Κυρίως βασίζεται σε τεχνικές *fractal*, για να δημιουργήσουν διάφορες υφές.



## Γραφικά Υπολογιστών

### Σκιές και σκιάσεις

- ✓ Το φως, που προσπίπτει σε ένα αντικείμενο, δημιουργεί διαβαθμίσεις στο χρώμα και παράγει σκιές (*shadows*) και σκίαση (*shading*).
- ✓ Η σκίαση είναι η χρωματική διαβάθμιση στην επιφάνεια του αντικειμένου, λόγω του φωτός που προσπίπτει σε αυτό, ενώ οι σκιές δημιουργούνται στα περιβάλλοντα αντικείμενα από το 3D σχήμα που δημιουργούμε.
- ✓ Ο φωτισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμη και για την απόδοση χαρακτηριστικών κίνησης στα αντικείμενα. Πχ, αν σε μια σκηνή μία πηγή φωτός είναι σταθερή, π.χ. μία λάμπα, και η θέση στην οποία προσπίπτει το φως στο αντικείμενο αλλάζει, τότε εμφανίζεται ότι το αντικείμενο κινείται. Η σκίαση που δημιουργείται πάνω στο αντικείμενο, δίνει την αίσθηση του όγκου.





## Γραφικά Υπολογιστών

### Μέθοδος Radiosity

- ✓ Βασίζεται στη θεωρία μεταφοράς της θερμικής ενέργειας για τη δημιουργία ρεαλιστικών σκιών και σκιάσεων στα αντικείμενα μιας σκηνής. Η ακτινοβολία (radiation) περιγράφεται ως μεταφορά ενέργειας από μία επιφάνεια, όταν αυτή διεγερθεί θερμικά. Αφορά αντικείμενα που εκλύουν θερμική ενέργεια, π.χ. πηγές φωτός και αντικείμενα που λαμβάνουν ενέργεια και μπορούν να τη μεταδώσουν.
- ✓ Η θεωρία μεταφοράς θερμικής ενέργειας χρησιμοποιείται στην 3D μοντελοποίηση για την περιγραφή μεταφοράς φωτός μεταξύ των επιφανειών των αντικειμένων που συνθέτουν μια σκηνή.
- ✓ Η τεχνική στηρίζεται στην υπόθεση ότι οι επιφάνειες των αντικειμένων εκλύουν ομοιόμορφα το φως στις επιφάνειες των γειτονικών τους αντικειμένων και ότι υπάρχει ισοζύγιο ενέργειας, που εκλύεται και απορροφάται στα αντικείμενα μιας σκηνής. Το αποτέλεσμα είναι ίδιο, ανεξάρτητα από τη θέση του θεατή.
- ✓ Τα αντικείμενα, τα οποία έχουν επεξεργαστεί με τη συγκεκριμένη τεχνική, εμφανίζονται με απαλές, διαβαθμιζόμενες σκιές. Χρησιμοποιείται για τη φωτορεαλιστική απεικόνιση εικόνων στο εσωτερικό κτιρίων και παράγει πολύ υψηλά αισθητικά αποτελέσματα.



# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Μέθοδος Radiosity



## Γραφικά Υπολογιστών

### Μέθοδος Ray Tracing

- ✓ Η τεχνική *ray tracing* (ανίχνευση ακτίνας) χρησιμοποιεί πολύπλοκους υπολογισμούς για τις επιδράσεις του φωτός στο αντικείμενο.
- ✓ Αυτό οδηγεί σε δημιουργία αντικειμένων, που περιέχουν στην επιφάνειά τους τμήματα, τα οποία μοιάζουν με καθρέφτη, διαφανή τμήματα και σκιές, δημιουργώντας εντυπωσιακά αποτελέσματα.
- ✓ Η τεχνική προσπαθεί να ακολουθήσει (*trace*) τις ακτίνες φωτός, καθώς αυτές εξακτινώνονται, όταν προσπίπτουν στα αντικείμενα της σκηνής.
- ✓ Υπολογίζεται το χρώμα κάθε ακτίνας που προσπίπτει στη σκηνή, πριν αυτή φθάσει στο ανθρώπινο μάτι.
- ✓ Οι ακτίνες ξεκινούν από μια πηγή φωτός και, όταν προσπίπτουν σε κάποιο αντικείμενο, ανακλώνται και διασκορπίζονται.
- ✓ Η πορεία των ακτινών φωτός ακολουθούνται σε αντίθετη κατεύθυνση. Δηλαδή, αρχίζουμε από το μάτι ή την κάμερα και ακολουθούμε την ακτίνα μέχρι κάποιο *pixel* στη σκηνή. Στη συνέχεια το χρώμα του *pixel* τίθεται ίσο με την τιμή που επιστρέφεται από την ακτίνα.
- ✓ Σχετικές τεχνικές είναι η *cone tracing* και η *beam tracing*.





**Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής**

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

**Γραφικά Υπολογιστών**

**Μέθοδος Ray Tracing**



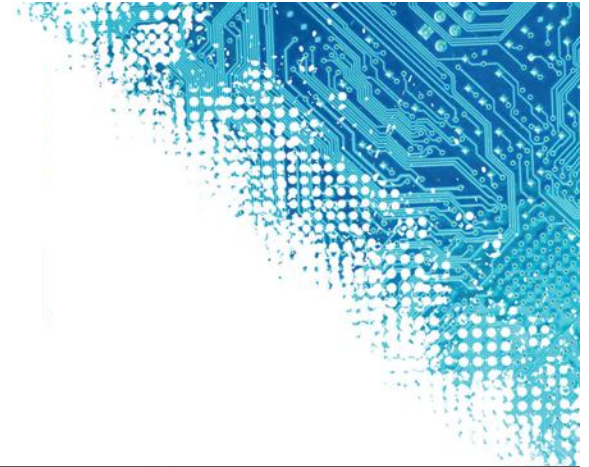
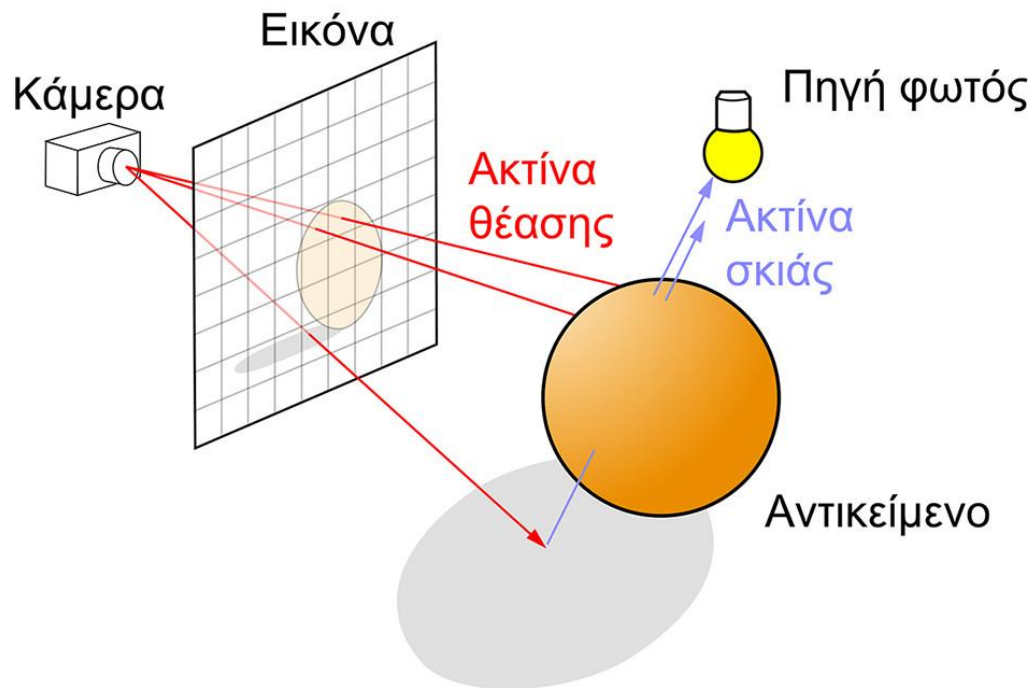
# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Λογισμικό επεξεργασίας γραφικών 3D

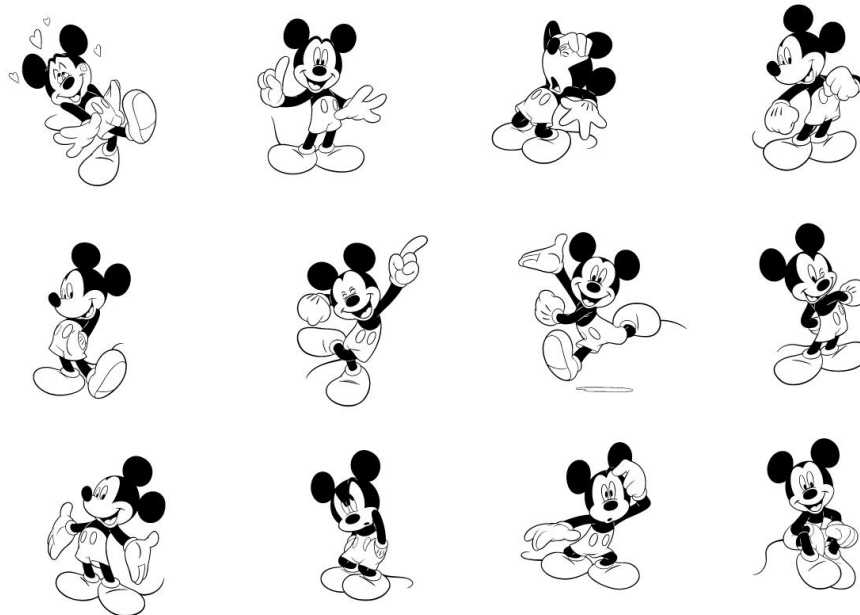
- ✓ *Autodesk 3ds Max*
- ✓ *Autodesk Maya*
- ✓ *Blender*



## Γραφικά Υπολογιστών

### Animation

- ✓ Η δημιουργία κινούμενων σχεδίων αποτελούσε στο παρελθόν μια διαδικασία, που απαιτούσε να ζωγραφιστούν οι διαδοχικές εικόνες με το χέρι. Κάθε εικόνα σχεδιαζόταν πάνω σε μια ζελατίνη (celluloid), γι' αυτό ονομάζονται *cells*. Τα *cells* απεικόνιζαν κάθε χαρακτήρα σε διαφορετική στάση και μπορούσαν να τοποθετηθούν σε διαφορετικά *backgrounds*. Στη συνέχεια τα *cells* φωτογραφίζονταν σε φιλμ, για να μπορέσουν να προβληθούν στην τηλεόραση ή τον κινηματογράφο.





# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Animation

- ✓ Στη σημερινή εποχή τα λογισμικά δημιουργίας τρισδιάστατων γραφικών και προσομοιώσεων κίνησης (*animation*) παρέχουν τη δυνατότητα κίνησης των μοντέλων. Επίσης, μέσα από ειδικά εφέ και τεχνικές επιτρέπουν τη γρήγορη ανάπτυξη *animations*.



## Γραφικά Υπολογιστών

### Βασικές αρχές animation του Lasseter

- ✓ Ο John Alan Lasseter που εργάζεται στη Disney και έχει απασχοληθεί στις περισσότερες μεγάλες παραγωγές της, όπως *Beauty and the Beast*, *Finding Nemo*, *Cars*, *Toy Story* κ.ά, έχει διατυπώσει κάποιες αρχές, που διέπουν την κίνηση σχεδίων δύο και τριών διαστάσεων και οι οποίες είναι:
  - ✓ *Squash and stretch* (**συμπίεση και άπλωμα**): Είναι το μάζεμα και τέντωμα ενός αντικειμένου καθώς κινείται, διατηρώντας ταυτόχρονα τη μάζα του κατά τη διάρκεια της κίνησης. Έτσι, ένα αντικείμενο, που προσπίπτει σε μία επιφάνεια και ανακλάται, φαίνεται ότι συμπιέζεται και απλώνεται, ώστε να είναι αληθοφανής η κίνηση.
  - ✓ *Timing and Motion* (**συγχρονισμός**): Η σωστή ταχύτητα μιας ενέργειας προσδίδει ρεαλισμό και φυσικότητα στην κίνηση. Αν, για παράδειγμα, η κίνηση είναι πολύ αργή, τότε θα φαίνεται αφύσικη. Η ταχύτητα θα πρέπει να εξαρτάται από το μέσο και τον τρόπο κίνησης ενός αντικειμένου. Για παράδειγμα, η επιτάχυνση βαρύτερων αντικειμένων πρέπει να είναι διαφορετική από την επιτάχυνση ή επιβράδυνση ελαφρύτερων αντικειμένων.



## Γραφικά Υπολογιστών

### Βασικές αρχές animation του Lasseter

- ✓ *Anticipation (προετοιμασία)*: Αφορά την ενημέρωση του θεατή στο τι πρόκειται να κινηθεί ή να ακολουθήσει τη σκηνή που ολοκληρώνεται, ώστε να επικεντρωθεί στην κίνηση και όχι στο πώς ακριβώς γίνεται. Πχ, το σήκωμα του ποδιού και η τοποθέτηση του σώματος υποδηλώνουν ότι το κινούμενο αντικείμενο θα τρέξει.
- ✓ *Staging (σκηνοθεσία)*: Αφορά τη σωστή τοποθέτηση των αντικειμένων και της γωνίας λήψης της κάμερας, η οποία είναι σημαντική διαδικασία, γιατί αφορά άμεσα το τι τελικά βλέπει ο θεατής και πού γίνεται η εστίαση.
- ✓ *Follow through (ολοκλήρωση)*: Η ολοκλήρωση της κίνησης πρέπει να είναι σταδιακή, πχ αν κινείται ένας χαρακτήρας, τότε πρέπει να σταματήσουν κάποια μέρη (π.χ. χέρια ή μαλλιά), να μειωθεί η ταχύτητα και στη συνέχεια να σταματήσουν κάποια άλλα τμήματα κ.ο.κ. Αν το αντικείμενο σταματήσει απότομα, τότε εμφανίζεται σαν να υπάρχει πρόβλημα.





## Γραφικά Υπολογιστών

### Βασικές αρχές animation του Lasseter

- ✓ *Overlapping action (επικαλυπτόμενη κίνηση)*: Οι περισσότερες κινήσεις είναι συνδυασμός απλών κινήσεων. Πχ, όταν ένας άνθρωπος γράφει, συνήθως κινεί και άλλα μέρη του σώματός τους (ώμους, κεφάλι κ.ά.), εκτός από τα χέρια του και τις παλάμες. Συνεπώς, για να εμφανιστεί φυσική μια κίνηση, που προσομοιώνει κάποιον να γράφει, πρέπει να υπάρχει συνδυασμός επικαλυπτόμενων κινήσεων.
- ✓ *Slow in and out (είσοδος και έξοδος)*: Αναφέρεται στα αρχικά και τελευταία στάδια της κίνησης. Η ταχύτητα εισόδου και εξόδου ενός αντικειμένου από τη σκηνή πρέπει να είναι διαφορετική. Πχ, μια μπάλα, που αναπηδά, κινείται γρηγορότερα καθώς πλησιάζει ή φεύγει από το έδαφος, και πιο αργά καθώς πλησιάζει τη μέγιστη θέση της.
- ✓ *Arcs versus linear motion (καμπύλη τροχιά αντί γραμμικής κίνησης)*: Οι κινήσεις δεν πρέπει να είναι σε ευθεία τροχιά, αλλά να ακολουθούν μια καμπύλη, μη ομοιόμορφη τροχιά, ώστε να είναι πιο ρεαλιστική η κίνηση.



## Γραφικά Υπολογιστών

### Βασικές αρχές animation του Lasseter

- ✓ *Exaggeration (υπερβολή)*: Αναφέρεται στην ανάδειξη κάποιων ιδιοτήτων των αντικειμένων σε σημείο υπερβολής, ώστε να προσελκύεται το ενδιαφέρον του θεατή και να αναδεικνύεται η ενέργεια που επιτελείται. Πχ, ένας χαρακτήρας παραμορφώνεται σε μεγάλο βαθμό, για να αναδειχτεί η σφοδρότητα της κίνησης. Μετά ο χαρακτήρας επανέρχεται, ειδικά στα κινούμενα σχέδια.
- ✓ *Secondary action (δευτερεύουσα ενέργεια)*: Είναι μια κίνηση που προκύπτει άμεσα από μια άλλη ενέργεια, για να αυξήσει την πολυπλοκότητα και το ενδιαφέρον σε μια σκηνή. Παράδειγμα δευτερεύουσας δράσης είναι η κίνηση των μαλλιών, καθώς ένας χαρακτήρας τρέχει. Η δευτερεύουσα δράση πρέπει πάντα να είναι λιγότερο εμφανής από την κύρια δράση, για να μην τίθεται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος του θεατή.
- ✓ *Appeal (ελκυστικότητα)*: Είναι ξεκάθαρο ότι το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό δεν μπορεί εύ-κολα να οριστεί με συμβατικούς όρους. Η απλότητα επαφίεται στη δημιουργικότητα της ομάδας που δημιουργεί το animation.





# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

Βασικές αρχές animation του Lasseter

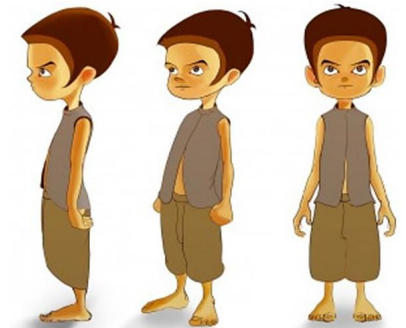




## Γραφικά Υπολογιστών

### Κίνηση στο επίπεδο (Cel και Path Animation)

- ✓ Η προσομοίωση κίνησης αντικειμένων δύο διαστάσεων ονομάζεται και προσομοίωση κίνησης στο επίπεδο.
- ✓ Η ψευδαίσθηση κίνησης, μπορεί να δημιουργηθεί και με αλλαγή χρωμάτων σε κάποια από τα αντικείμενα και το *background* της σκηνής. Συνήθως, όμως, η δημιουργία των κινήσεων δισδιάστατων αντικειμένων στους υπολογιστές γίνεται με τις τεχνικές *cel animation* (με κυψέλες) και *path animation* (με παράθεση πλαισίων και καθορισμός τροχιάς).
- ✓ Η τεχνική *cel animation* προέρχεται από την γνωστή τεχνική, μόνο που τα *cells* (διαδοχικές εικόνες – καρτέ) δημιουργούνται ως ψηφιογραφικές εικόνες ή διανυσματικά γραφικά σε κάποια εφαρμογή ΗΥ.
- ✓ Οι εικόνες αυτές προβάλλονται γρήγορα, σε αμετάβλητο υπόβαθρο, δίνοντας την ψευδαίσθηση της κίνησης.



## Γραφικά Υπολογιστών

### Κίνηση στο επίπεδο (Cel και Path Animation)

- ✓ Στην τεχνική αυτή δημιουργούμε τα βασικά πλαίσια/καρέ (keyframes) της κίνησης. Δηλαδή, το αντικείμενο σχεδιάζεται στην αρχική και τελική του θέση, καθώς και σε κάποια βασικά σημεία της κίνησης. Επίσης, καθορίζεται η τροχιά κίνησης του αντικειμένου, ενώ ο ΗΥ αναλαμβάνει τη δημιουργία των ενδιάμεσων πλαισίων.
- ✓ Με την τεχνική αυτή, μπορεί να δημιουργηθούν μη ομαλές κινήσεις, στην περίπτωση που δεν έχουν δημιουργηθεί αρκετά ενδιάμεσα καρέ.
- ✓ Ο αριθμός των καρέ ανά δευτερόλεπτο (frames per second) είναι σημαντικός στην τεχνική path animation, ενώ συνήθως καθορίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα.
- ✓ Αν κατά την κίνηση εμφανίζεται κάποιο μικρό τρεμόπαιγμα (flickering), τότε πρέπει να αυξηθεί ο αριθμός των πλαισίων ανά δευτερόλεπτο.
- ✓ Υπάρχει και η τεχνική sprite animation που, ουσιαστικά, αφορά την εναλλαγή παρόμοιων εικόνων στο ίδιο σημείο. Δηλαδή, δεν υπάρχει κίνηση στο επίπεδο, αλλά εναλλαγή διαδοχικών εικόνων, οι οποίες δίνουν την ψευδαίσθηση περιστροφής αντικειμένων.
- ✓ Χρησιμοποιούνται, συνήθως, σε εφαρμογές πολυμέσων και ιστοσελίδες, προσελκύσουν το ενδιαφέρον ενός ανθρώπου.



# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Κίνηση στο επίπεδο (Cel και Path Animation)





## Γραφικά Υπολογιστών

### Κίνηση στον χώρο

- ✓ Η κίνηση στον χώρο αφορά την κίνηση τρισδιάστατων αντικειμένων.
- ✓ Αναφέρεται ως *Computer animation* ή *Computer Generated Imagery (CGI)*.
- ✓ Για την απόδοση κίνησης στα αντικείμενα 3D χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο η τεχνική των βασικών καρτέ (keyframes).
- ✓ Στον σχεδιασμό των βασικών πλαισίων πρέπει να ληφθούν υπόψη και παράγοντες, όπως οι πηγές φωτός, η γωνία θέασης και η περιστροφή στον χώρο.
- ✓ Τα σημαντικά πλαίσια δεν είναι στατικά, αλλά ορίζονται παραμετρικά με βάση μαθηματικούς υπολογισμούς κατά τη διάρκεια της κίνησης. Αυτό επιτρέπει την προσαρμογή της κίνησης των αντικειμένων.
- ✓ Η κίνηση στον χώρο είναι αρκετά πιο απαιτητική, τόσο σε σχεδίαση, όσο και σε υπολογιστική ισχύ.



## Γραφικά Υπολογιστών

### Pose-based animation

- ✓ Η τεχνική βασίζεται στη λογική του *path animation* στο επίπεδο. Ο σχεδιαστής της κίνησης σχεδιάζει τις βασικές στάσεις/πόζες (*key poses*) και το λογισμικό υπολογίζει τα ενδιάμεσα στάδια. Πρέπει να δημιουργηθούν αρκετές βασικές στάσεις, ώστε η κίνηση να είναι ομαλή.
  - ✓ *Kinematics*. Η τεχνική κινηματικής για την απόδοση κίνησης σε τρισδιάστατα αντικείμενα βασίζεται στη θέση και την ταχύτητα και επιτάχυνση των τρισδιάστατων μοντέλων. Βασίζεται σε τεχνικές της θεωρίας της κινηματικής της Φυσικής και βασίζεται σε μαθηματικά μεγέθη, όπως οι συντεταγμένες, ο χρόνος κ.ά. Διακρίνεται στην *forward kinematics* (πρόσθια) και η *inverse kinematics* (αντίστροφη).



# kinematics



## Γραφικά Υπολογιστών

### Pose-based animation

- ✓ Στην **πρόσθια κινηματική** (*forward kinematics*) οι θέσεις συγκεκριμένων αντικειμένων, σε κάποια δεδομένη χρονική στιγμή, υπολογίζονται από τη θέση και τον προσανατολισμό του αντικειμένου. Λαμβάνονται υπόψη πληροφορίες, όπως οι ενώσεις χεριών και σώματος ενός ανθρώπινου μοντέλου. Πχ, αν το αντικείμενο που κινείται είναι ένα ανθρώπινο χέρι, τότε αυτό συνδέεται με τον ώμο, που παραμένει σε μια σταθερή θέση. Η θέση των χεριών υπολογίζεται από τις γωνίες των ενώσεων ώμων, αγκώνων, καρπών, αντιχειρών και αρθρώσεων. Οι ενώσεις που αφορούν τον ώμο, τον καρπό, καθώς και η βάση του αντίχειρα, έχουν περισσότερους από έναν βαθμούς ελευθερίας κίνησης, οι οποίοι πρέπει να ληφθούν υπόψη. Εάν το μοντέλο που έπρεπε να κινηθεί ήταν ένας άνθρωπος, τότε η θέση του ώμου θα έπρεπε, επίσης, να υπολογιστεί από άλλες ιδιότητες του μοντέλου, π.χ. το σώμα.





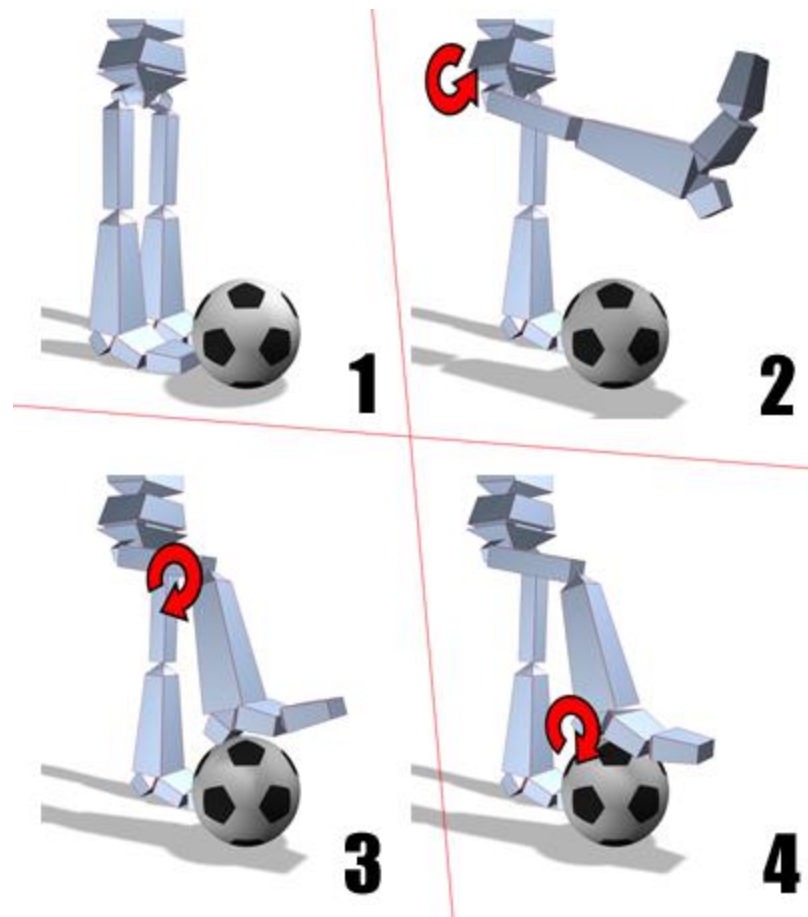
# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Pose-based animation

- ✓ Πρόσθια κινηματική (*forward kinematics*)



# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Pose-based animation

- ✓ Στην **αντίστροφη κινηματική** (*inverse kinematics*) διαδικασία οι παράμετροι ενός αντικειμένου αποφασίζονται από διάφορα ενωμένα τμήματα προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή θέση. Πχ, σε ένα τρισδιάστατο μοντέλο ενός ανθρώπινου σώματος αποφασίζονται οι γωνίες του καρπού και του αγκώνα, ώστε να καθοριστεί η κίνηση του χεριού, όταν μεταβεί από την κατάσταση ακινησίας σε κατάσταση χαιρετίσματος. Η αντίστροφη κινηματική είναι σημαντική για προγραμματισμό παιχνιδιών.



## Γραφικά Υπολογιστών

### Καταγραφή κίνησης

- ✓ Στην τεχνική *motion capture* (MoCap) καταγράφονται ψηφιακά οι κινήσεις πραγματικών αντικειμένων, π.χ. ανθρώπων που κινούνται ή συμμετέχουν σε κάποιο παιχνίδι.
- ✓ Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη τεχνική, κάποιος άνθρωπος κινείται μπροστά σε μία ή περισσότερες κάμερες. Η ταινία μεταφέρεται από την κάμερα σε κάποιον υπολογιστή, που διαθέτει πρόγραμμα καταγραφής και επεξεργασίας των αποθηκευμένων κινήσεων. Το αντικείμενο, που κινείται, φορά μια μαύρη ενδυμασία με λευκές κουκκίδες ή αισθητήρες στις αρθρώσεις του σώματος (αγκώνες, γόνατα, ώμους κ.ά.).
- ✓ Το πρόγραμμα, που εφαρμόζει την τεχνική *motion capture*, αναγνωρίζει τις άσπρες κουκκίδες ή ανιχνεύει τις θέσεις των αισθητήρων. Κατόπιν συνδέει τα σημεία που ανίχνευσε με γραμμές. Τα σημεία χρησιμοποιούνται ως ενώσεις, ενώ οι γραμμές, που συμπλήρωσε το πρόγραμμα, αναγνωρίζονται ως οστά. Έτσι, δημιουργείται ένα τρισδιάστατο μοντέλο, που κινείται παρόμοια με τον ηθοποιό που χρησιμοποιήθηκε.



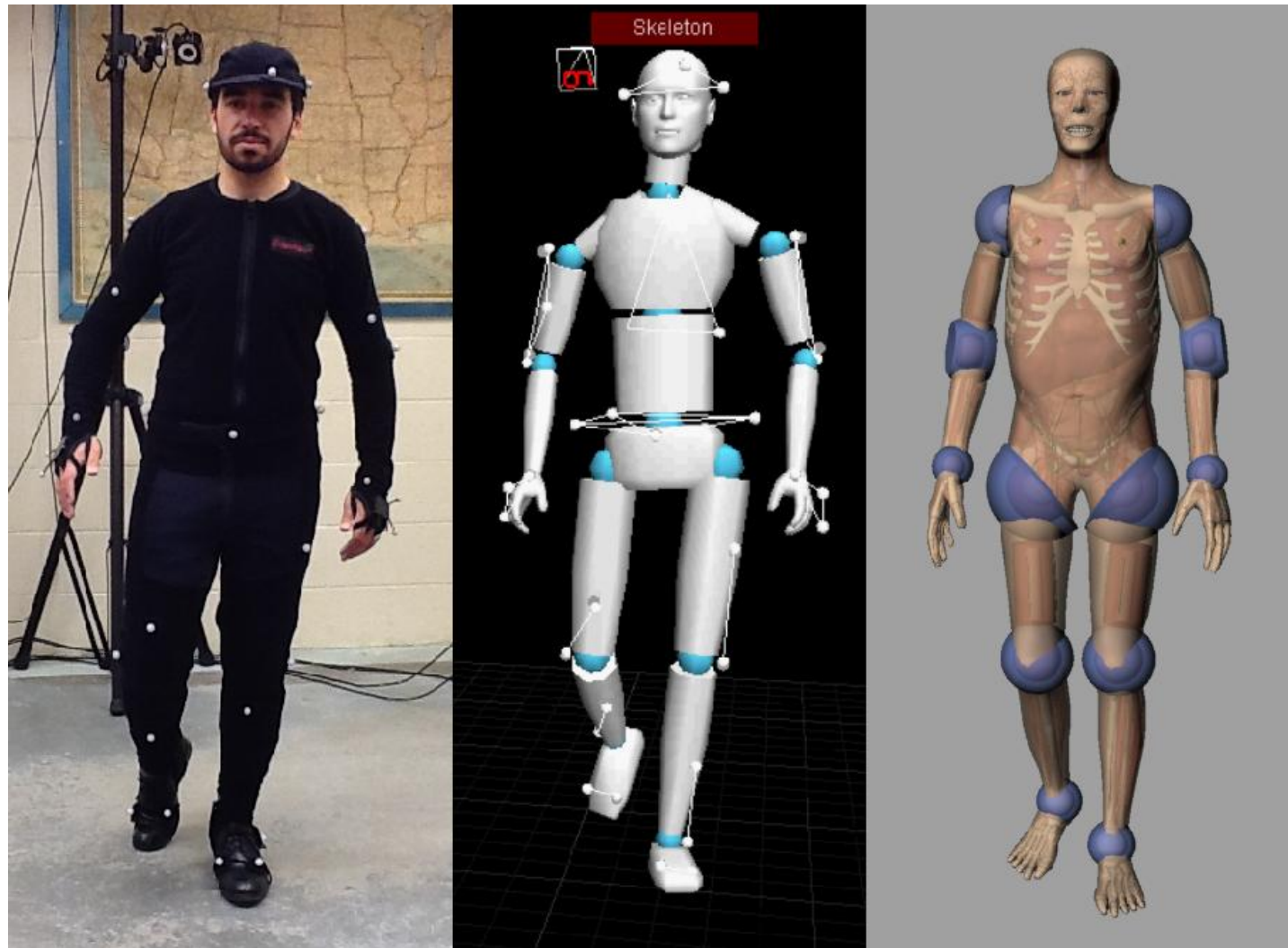


# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Καταγραφή κίνησης



# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Καταγραφή κίνησης



Η καταγραφή εκφράσεων προσώπου και μικρών κινήσεων άκρων, αναφέρεται ως performance capture.

Τα αντίστοιχα προγράμματα, επιτρέπουν στους χρήστες να επεξεργάζονται και να συνδυάζουν πολλαπλές εισόδους και τμήματα κινήσεων και να δημιουργούν σημαντικά καρέ.

Το τελικό αποτέλεσμα είναι υψηλής ποιότητας και έχει ρεαλιστική κίνηση.



## Γραφικά Υπολογιστών

### Σχετικές τεχνικές και τεχνολογίες

- ✓ Σύστημα σωματιδίων (*particle system*) είναι μια τεχνική για την προσομοίωση φαινομένων, τα οποία είναι αρκετά δύσκολο να αποδοθούν ρεαλιστικά στον υπολογιστή με βάση τις προηγούμενες τεχνικές. Παραδείγματα τέτοιων φαινομένων είναι η προσομοίωση καπνού, φωτιάς, εκρήξεων, ανακλάσεων, βροχής, ομίχλης, χιονιού, σκόνης και άλλων ειδικών εφέ.
- ✓ Η θέση των σωματιδίων στην τρισδιάστατη σκηνή και η συμπεριφορά των σωματιδίων ορίζεται από ένα σύστημα που καλείται *emitter*. Η συμπεριφορά των σωματιδίων καθορίζεται από διάφορες παραμέτρους που αφορούν το πόσα σωματίδια παράγονται στη μονάδα του χρόνου, την αρχική κατεύθυνσή τους, την ταχύτητα, τον χρόνο ζωής κάθε σωματιδίου μέχρι να ολοκληρώσει τον κύκλο του, το χρώμα του και άλλες πολλές παραμέτρους.
- ✓ Αυτές οι παράμετροι καθορίζουν τη δημιουργία του τελικού σχεδίου.





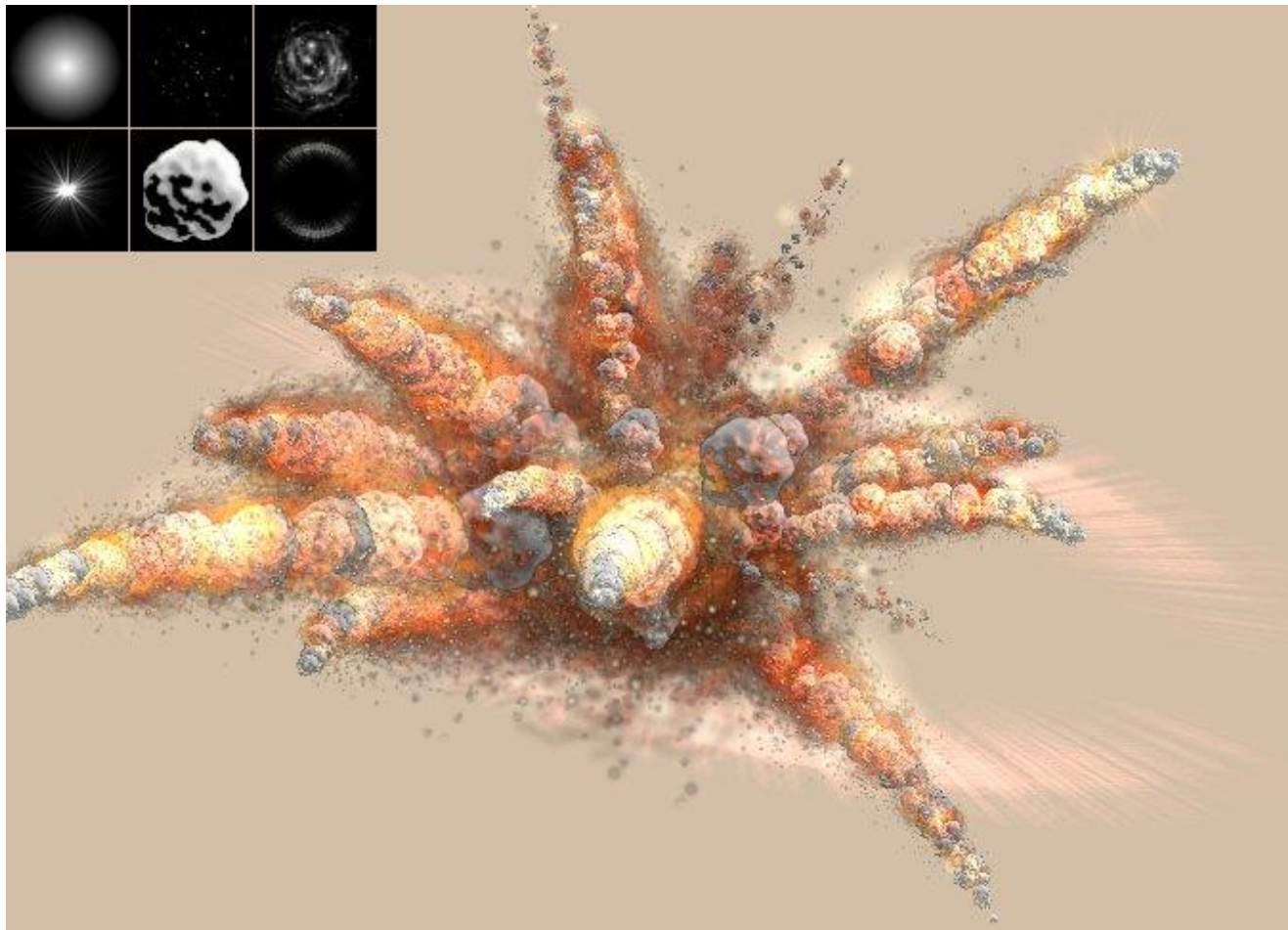
# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Σχετικές τεχνικές και τεχνολογίες

- ✓ Σύστημα σωματιδίων (*particle system*)



## Γραφικά Υπολογιστών

### Σχετικές τεχνικές και τεχνολογίες

- ✓ Το θάμπωμα κίνησης (*motion blur*) είναι το θάμπωμα που δημιουργείται από αντικείμενα που κινούνται γρήγορα.
- ✓ Βασίζεται στο θόλωμα του φόντου που εμφανίζεται, όταν φωτογραφήσουμε ένα αντικείμενο που κινείται γρήγορα.
- ✓ Στην κίνηση των τρισδιάστατων μοντέλων, το φαινόμενο αυτό προσομοιώνεται με αύξηση των καρέ ανά δευτερόλεπτο.
- ✓ Έτσι, όταν δούμε ένα αντικείμενο που εμφανίζεται με θολό φόντο ή το ίδιο εμφανίζεται θαμπό, τότε θεωρούμε ότι το αντικείμενο κινείται με μεγάλη ταχύτητα.



# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Σχετικές τεχνικές και τεχνολογίες

- ✓ Θάμπωμα κίνησης (*motion blur*)





## Γραφικά Υπολογιστών

### Σχετικές τεχνικές και τεχνολογίες

- ✓ Το βάθος πεδίου (*depth of field*) ορίζεται ως η απόσταση μεταξύ της πρόσθιας και της πίσω πλευράς του αντικειμένου που έχει την εστίαση.
- ✓ Μειώνοντας το μέγεθος και το θάμπωμα κάποιου αντικειμένου, μπορούμε να το έχουμε σε τρισδιάστατη όψη.
- ✓ Για κάθε θέση του φακού υπάρχει μόνο μια απόσταση στην οποία ένα αντικείμενο είναι εστιασμένο, δηλαδή η ευκρίνειά του είναι υψηλή.
- ✓ Επομένως, τροποποιώντας το βάθος πεδίου κάποιων αντικειμένων, αυτά εμφανίζονται ως κινούμενα.



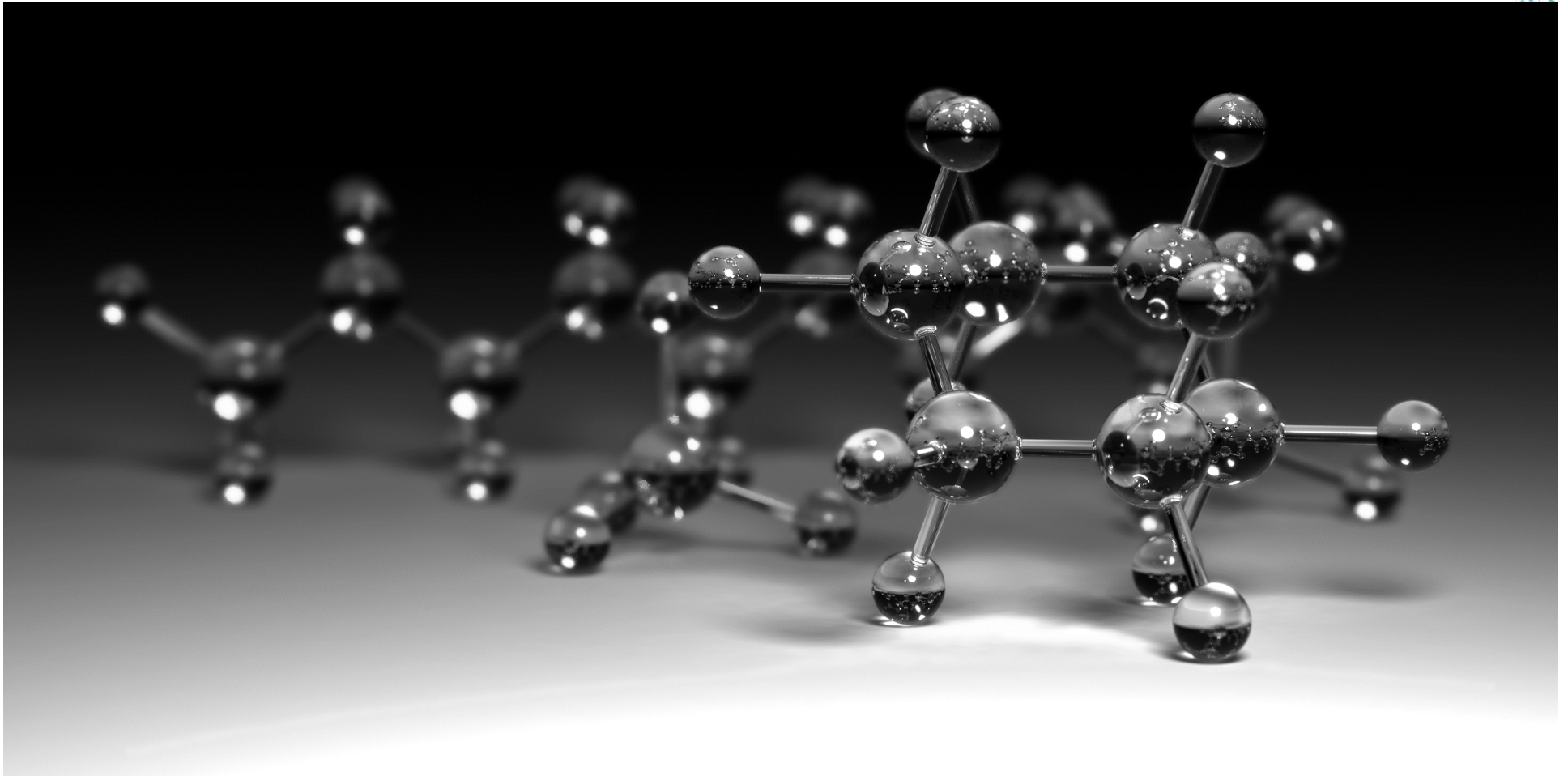
# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Σχετικές τεχνικές και τεχνολογίες

✓ Βάθος πεδίου (*depth of field*)



## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ Η εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality - VR) είναι η προσομοίωση ενός περιβάλλοντος από έναν υπολογιστή.
- ✓ Σύμφωνα με τον πατέρα του όρου Jaron Lanier, η εικονική πραγματικότητα αφορά «ένα αλληλεπιδραστικό, τρισδιάστατο περιβάλλον, φτιαγμένο από υπολογιστή, στο οποίο μπορεί κάποιος να εμβυθιστεί».
- ✓ Ο όρος «εμβύθιση (immersion)» αναφέρεται στην αίσθηση του χρήστη ότι υπάρχει φυσικά μέσα στον χώρο και περιηγείται στα αντικείμενα.
- ✓ Οι εικόνες είναι στερεοσκοπικές, δηλαδή δύο εικόνες από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Κάθε μάτι δέχεται διαφορετική εικόνα και έτσι δημιουργείται η αίσθηση του βάθους στον χώρο. Απαιτείται η ύπαρξη κατάλληλων γυαλιών ή πιο πολύπλοκων συσκευών όρασης και ήχου, που τοποθετούνται στο κεφάλι του χρήστη. Με κατάλληλα γάντια επιτυγχάνεται, επίσης, η αίσθηση της αφής στον χρήστη. Επιπλέον, με κατάλληλους αισθητήρες σε διάφορα μέρη του σώματος του χρήστη, μπορεί το σύστημα να αντιλαμβάνεται τις κινήσεις του χρήστη και να δημιουργεί τον τρισδιάστατο χαρακτήρα του (avatar), βοηθώντας έτσι τον να έχει την εντύπωση της φυσικής παρουσίας του στον χώρο.





# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ Πεδία Εφαρμογής
  - ✓ Αρχιτεκτονική και Πολεοδομικές Εφαρμογές



# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ Πεδία Εφαρμογής
  - ✓ *Google StreetView*





# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ Πεδία Εφαρμογής
  - ✓ Στρατιωτικές Εφαρμογές





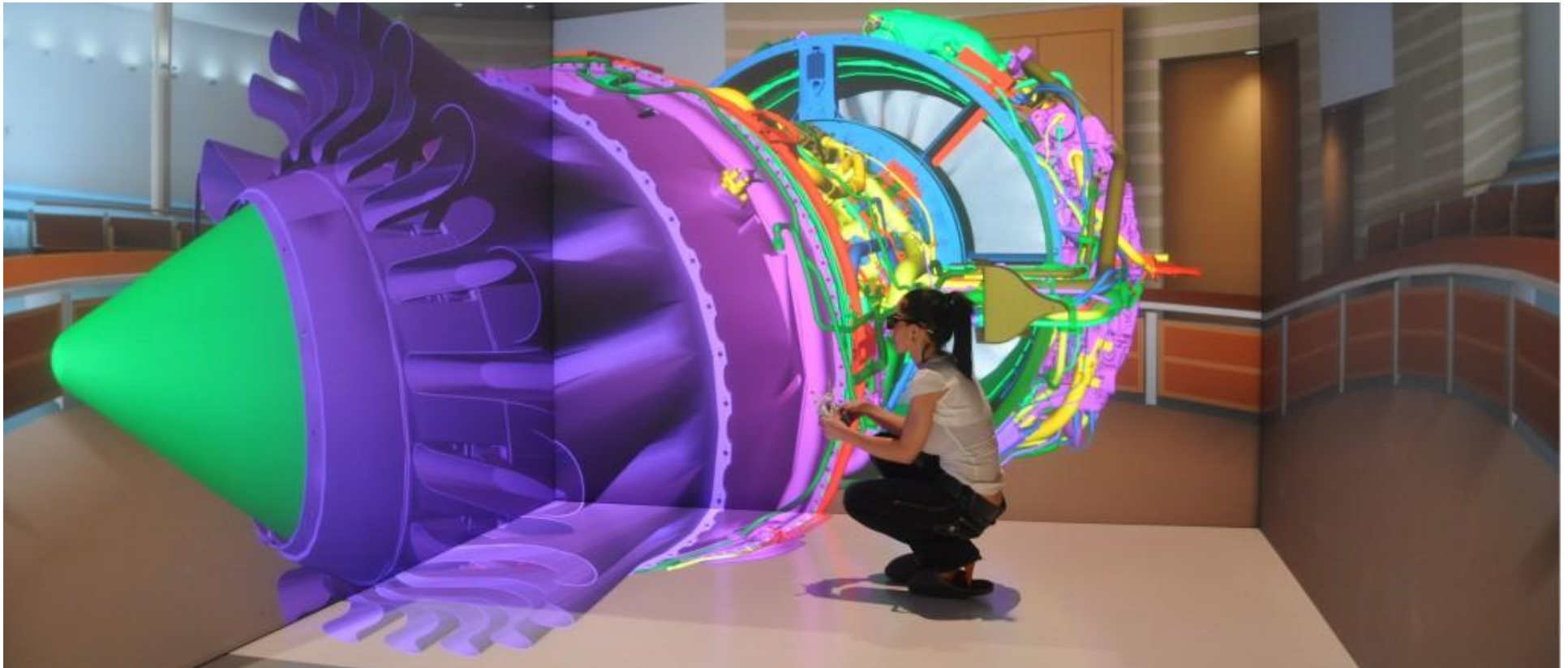
# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ Πεδία Εφαρμογής
  - ✓ Μηχανική – Βιομηχανία



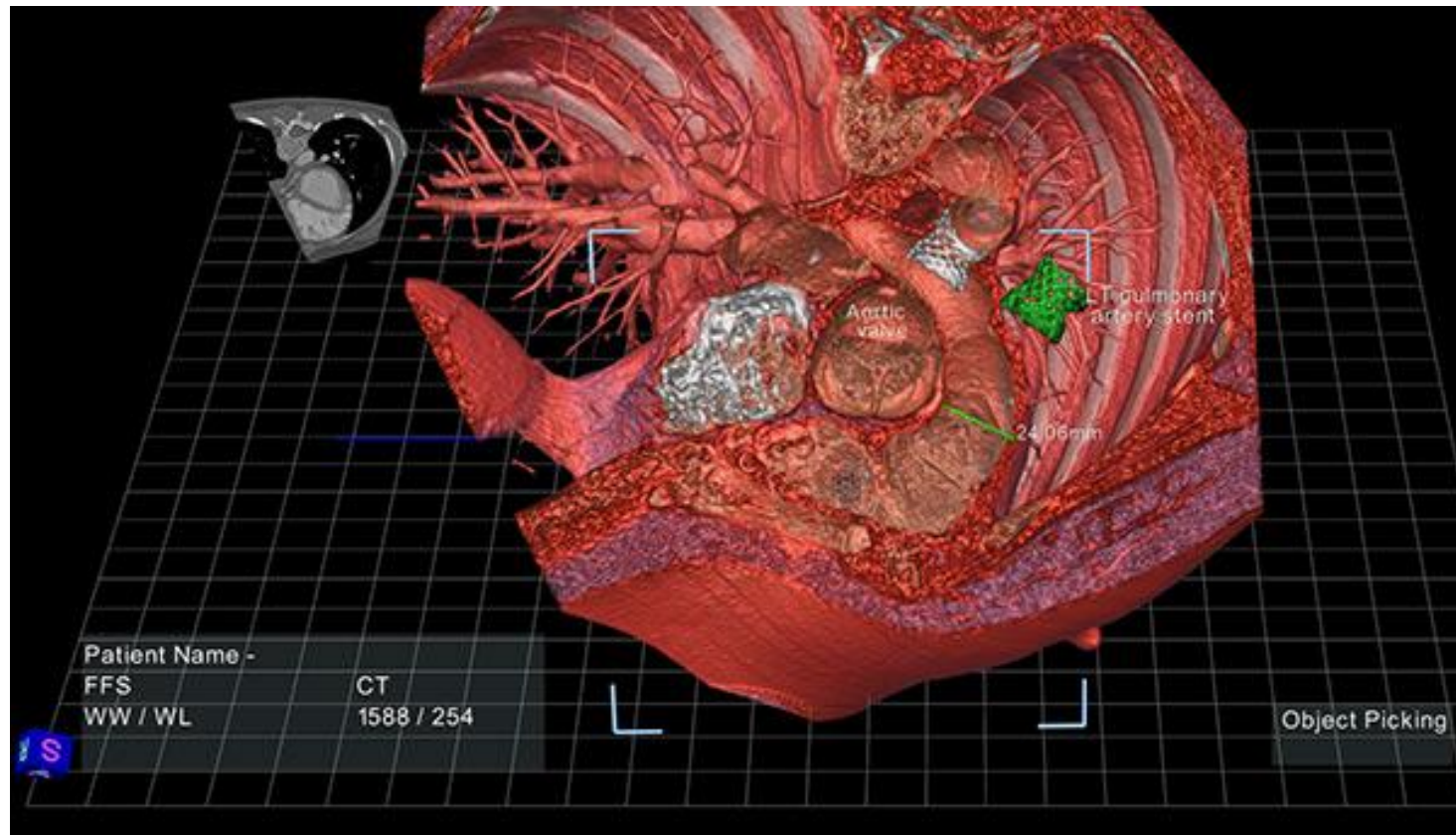
# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ Πεδία Εφαρμογής
  - ✓ Ιατρική





# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ Πεδία Εφαρμογής
  - ✓ Αντιμετώπιση φοβίας





# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ Πεδία Εφαρμογής
  - ✓ Εκπαίδευση – Επαγγελματική κατάρτιση



# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ Πεδία Εφαρμογής
- ✓ Ψυχαγωγία



## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ *Μέθοδοι και Υλικά*
  - ✓ *Η υλοποίηση των εφαρμογών VR εξαρτάται από τα λειτουργικά χαρακτηριστικά κάθε συστήματος. Σύμφωνα με αυτά, αναγνωρίζουμε τα **παθητικά συστήματα** όπου ο χρήστης μετακινείται στο εσωτερικό ενός εικονικού κόσμου χωρίς τη δυνατότητα άσκησης ελέγχου και τα **ενεργητικά συστήματα** στα οποία ο χρήστης ασκεί ένα επίπεδο ελέγχου.*
  - ✓ *Η δεύτερη κατηγορία διαχωρίζεται με τη σειρά της σε **καθαρά εξερευνητικά περιβάλλοντα** στα οποία η κίνηση της κάμερας είναι ελεύθερη αλλά, όμως, δεν υπάρχει η δυνατότητα αλληλεπίδρασης με τα αντικείμενα του εικονικού περιβάλλοντος και στα **αλληλεπιδραστικά περιβάλλοντα** στα οποία παρέχονται όλες οι προαναφερθείσες δυνατότητες.*





## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ *Μέθοδοι Ανίχνευσης Θέσης και Προσανατολισμού*
  - ✓ *Ανίχνευση της κίνησης του ματιού (EyeTracking)*
    - ✓ *μέτρηση της θέσης και της κίνησης ενός αντικειμένου που επαφίεται στο μάτι όπως είναι οι φακοί επαφής. Χρησιμοποιεί μαγνητικούς αισθητήρες για να καταγράψει τη θέση του ματιού σε κάθε χρονική στιγμή υπό την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχει σημαντική ολίσθηση του φακού πάνω στο μάτι.*
    - ✓ *μέτρηση της θέσης και της κίνησης χωρίς άμεση επαφή με το μάτι. Αυτή η μέθοδος βασίζεται στην εκπομπή υπέρυθρης ακτινοβολίας η οποία ανακλάται από το μάτι και ανιχνεύεται από μια κάμερα ή άλλους οπτικούς αισθητήρες.*
    - ✓ *μέτρηση της ηλεκτρικής δραστηριότητας με τη χρήση ηλεκτροδίων γύρω από το μάτι. Το ηλεκτρικό πεδίο παράγεται από ένα δίπολο το οποίο έχει τον θετικό πόλο του στον κερατοειδή και τον αρνητικό στον από ένα δίπολο με θετικό πόλο του στο κερατοειδή και αρνητικό πόλου του στον αμφιβληστροειδή.*



# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ Μέθοδοι Ανίχνευσης Θέσης και Προσανατολισμού
  - ✓ Ανίχνευση της κίνησης του ματιού (EyeTracking)



## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ Μέθοδοι Ανίχνευσης Θέσης και Προσανατολισμού
  - ✓ Ανίχνευση της θέσης (*Position Tracking*)
    - ✓ Η ανίχνευση της θέσης και του προσανατολισμού του σώματος ή κάποιου μέλους του (κεφάλι, άνω και κάτω άκρα) ονομάζεται *Motion Capture (MoCap)*, ενώ για την συνεχή παρακολούθηση προτιμάται ο όρος *Motion Tracking*.
    - ✓ Προϋποθέτει κινήσεις που γίνονται σε χαμηλότερη ταχύτητα σε σχέση με τη συχνότητα δειγματοληψίας της κάμερας (*frame rate*).
    - ✓ Η ανίχνευση του προσανατολισμού του κεφαλιού και ειδικότερα των κινήσεων του μπορεί να γίνει με υψηλή ευαισθησία έτσι ώστε να απαιτούνται μόνο μικρές και ανεπαίσθητες κινήσεις του κεφαλιού, χωρίς ο χρήστης να αφήσει από τα μάτια του την οθόνη.
    - ✓ Η ανίχνευση αναφέρεται σε όλες στις πιθανές κινήσεις του κεφαλιού, δηλαδή σε 6 βαθμούς ελευθερίας (*Degrees of Freedom-DOF*).
    - ✓ Η κάμερα, συνήθως, τοποθετείται μπροστά από τον χρήστη πάντοτε στην οθόνη του σταθερού ή φορητού υπολογιστή.





# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ Μέθοδοι Ανίχνευσης Θέσης και Προσανατολισμού
  - ✓ Ανίχνευση της θέσης (Position Tracking)



## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ Μέθοδοι Ανίχνευσης Θέσης και Προσανατολισμού
  - ✓ Αναγνώριση Χειρονομιών (*Gesture Recognition*)
    - ✓ Στην πιο συνηθισμένη περίπτωση χρησιμοποιούνται τεχνικές μηχανικής όρασης για την αναγνώριση κινησιολογικών προτύπων (*patterns*).
    - ✓ Σε άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται κάμερες βάθους για να σχηματιστεί ένας χάρτης του βάθους της σκηνής (*depthmap*) μέσα στον οποίο προσδιορίζονται οι θέσεις και οι κινήσεις του σώματος.
    - ✓ Η λεπτομερής μοντελοποίηση καταναλώνει σημαντικό ποσοστό πόρων του συστήματος, αντί για τα μέλη του σώματος χρησιμοποιούνται στερεά σχήματα που προσεγγίζουν κάθε μέλος του σώματος.
    - ✓ Όταν γίνεται χρήση οπτικών δεικτών (*Optical Markers*), τότε ειδικά σχεδιασμένα βοηθητικά αντικείμενα τοποθετούνται σε σημεία κλειδιά του σώματος για να είναι εύκολα αναγνωρίσιμα από τις κάμερες.
    - ✓ Η καταγραφή της θέσης κάθε σημείου (*marker*) και η αναπαραγωγή του πάνω στο 3D μοντέλο του σώματος μας δίνει το μοντέλο της κίνησης.

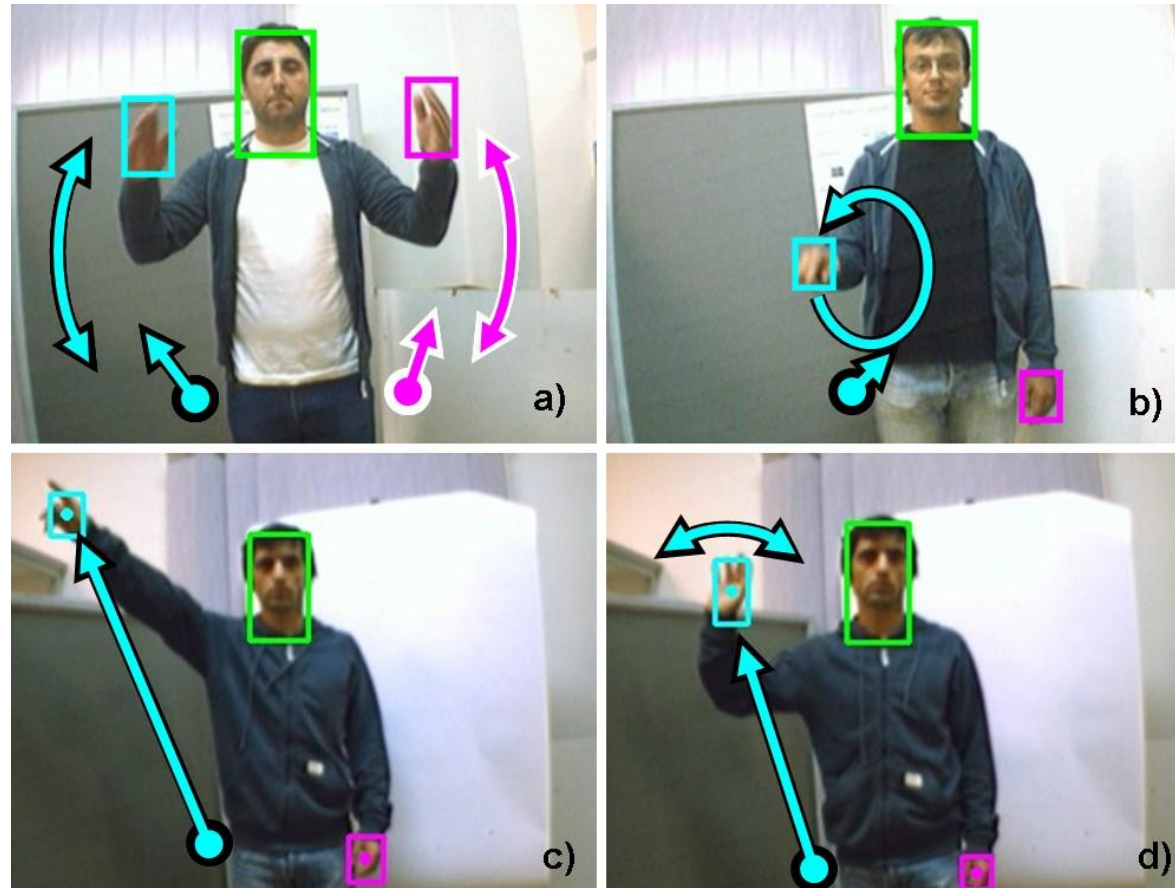




## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ Μέθοδοι Ανίχνευσης Θέσης και Προσανατολισμού
  - ✓ Αναγνώριση Χειρονομιών (*Gesture Recognition*)





## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ Μέθοδοι Ανίχνευσης Θέσης και Προσανατολισμού
  - ✓ Απτική Αντίληψη (Haptics)
    - ✓ Η απτική επικοινωνία αναφέρεται στην αίσθηση της αφής και αφορά την εξομοίωση των ασκούμενων δυνάμεων, των δονήσεων και των κινήσεων διαφόρων εικονικών αντικειμένων.
    - ✓ Η μεταφορά της απτικής πληροφορίας από και προς τη μηχανή εξομοίωσης του εικονικού κόσμου γίνεται με απτικούς αισθητήρες (*tactile sensors*) και γάντια VR.
    - ✓ Οι απτικές συσκευές (*Haptic Devices*) λειτουργούν ταυτόχρονα ως συσκευές εισόδου και εξόδου και αντιδρούν στις κινήσεις του χρήστη όταν αυτός τις χειρίζεται μετακινώντας τον ακροδέκτη τους (*end-effector*) στο χώρο για να αισθανθεί τελικά μία δύναμη αντίστασης



# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα

- ✓ *Υλικό*
  - ✓ *Οθόνες προσαρμογής στο κεφάλι (Head Mounted Display - HMD)*
  - ✓ *Γάντι εισαγωγής πληροφορίας κίνησης (Data Glove)*
  - ✓ *Φόρμα VR (Data Suit)*
  - ✓ *Καταγραφέας Οφθαλμοκινήσεων (Eye Tracker)*
  - ✓ *3D Glasses και συσκευές κατάδειξης με οπτικούς δείκτες (Optical Markers)*

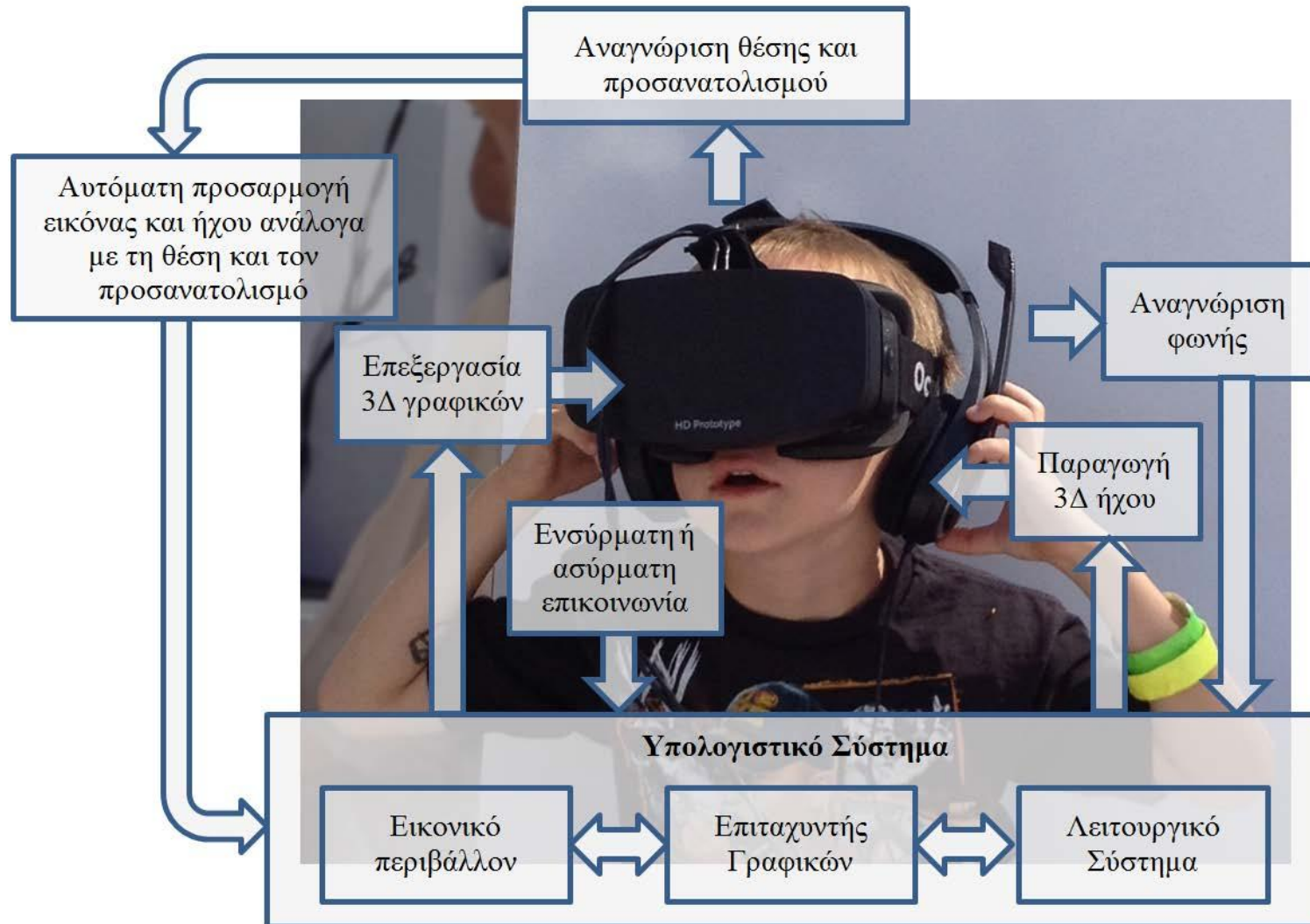


# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Εικονική πραγματικότητα





## Γραφικά Υπολογιστών

### Επαυξημένη πραγματικότητα

- ✓ Η επαυξημένη πραγματικότητα (*augmented reality*) αφορά τις τεχνολογίες που επιτρέπουν τη ζωντανή και σε πραγματικό χρόνο προβολή του πραγματικού περιβάλλοντος (π.χ. ενός μουσείου), εμπλουτισμένη (επαυξημένη) με εικόνες δύο και τριών διαστάσεων, οι οποίες έχουν δημιουργηθεί μέσω υπολογιστή.
- ✓ Η εικονική πραγματικότητα μας εισάγει εξ ολοκλήρου σε έναν κόσμο που δημιουργείται από υπολογιστή.
- ✓ Αντίθετα, στην τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας υπερθέτονται εικόνες, οι οποίες δημιουργήθηκαν από ΗΥ, πάνω από τον πραγματικό κόσμο.
- ✓ Χρησιμοποιούνται, επίσης, ειδικά γυαλιά, που μας επιτρέπουν να βλέπουμε τον πραγματικό κόσμο και τις εικόνες που δημιουργούνται από τον υπολογιστή.
- ✓ Όλες αυτές οι τεχνολογίες απαιτούν τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων και τη φωτορεαλιστική απόδοση των επιφανειών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού, είτε με ειδικές εφαρμογές για ανάπτυξη εφαρμογών εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας.
- ✓ Επιπρόσθετα, για την ανάπτυξη σχετικών εφαρμογών υπάρχουν ειδικές γλώσσες XML, όπως είναι η *Augmented Reality Markup Language (ARML)*.



# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Επαυξημένη πραγματικότητα

- ✓ Τα τρία χαρακτηριστικά που καθορίζουν την επαυξημένη πραγματικότητα είναι:
  - ✓ Συνδυάζει το πραγματικό και το εικονικό
  - ✓ Είναι διαδραστική σε πραγματικό χρόνο
  - ✓ Η πληροφορία χωροθετείται στις τρεις διαστάσεις



# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

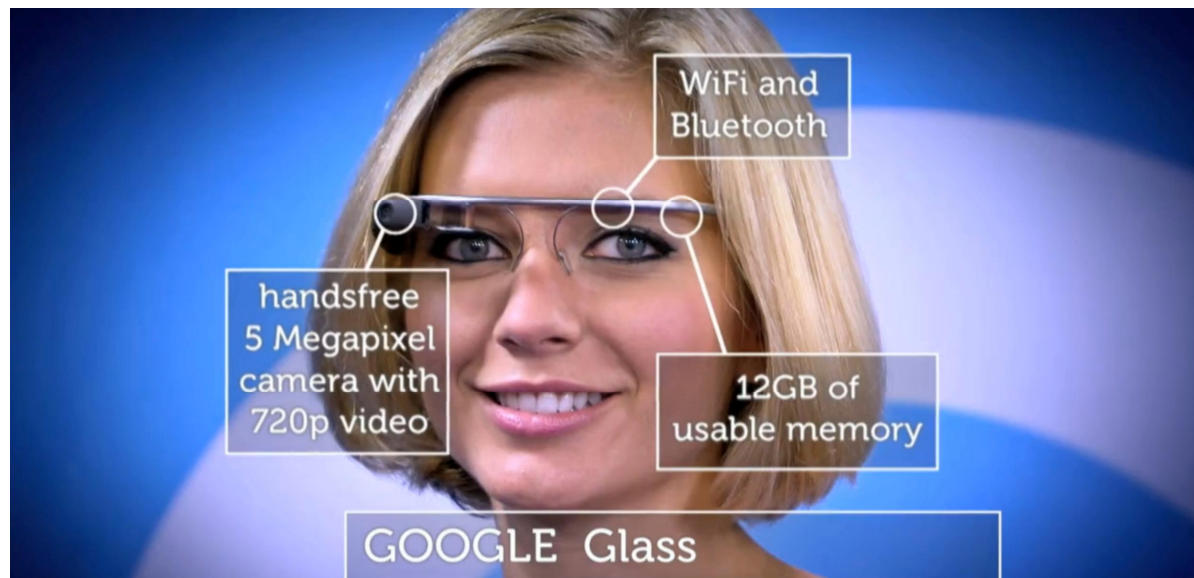
ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης

## Γραφικά Υπολογιστών

### Επαυξημένη πραγματικότητα

✓ *Υλικό:*

- ✓ *Αισθητήρες (παρακολούθησης (tracking), συλλογής περιβαλλοντικών πληροφοριών και διάδρασης χρήστη)*
- ✓ *Κάμερες (Ορατού Φωτός, Υπέρυθρου Φάσματος και Βάθους)*
- ✓ *GPS (Global Positioning System)*
- ✓ *Γυροσκόπια, Επιταχυνσιόμετρα και άλλοι τύποι Αισθητήρων*
- ✓ *Αισθητήρες Διεπαφής Χρήστη (πχ Google Glass)*

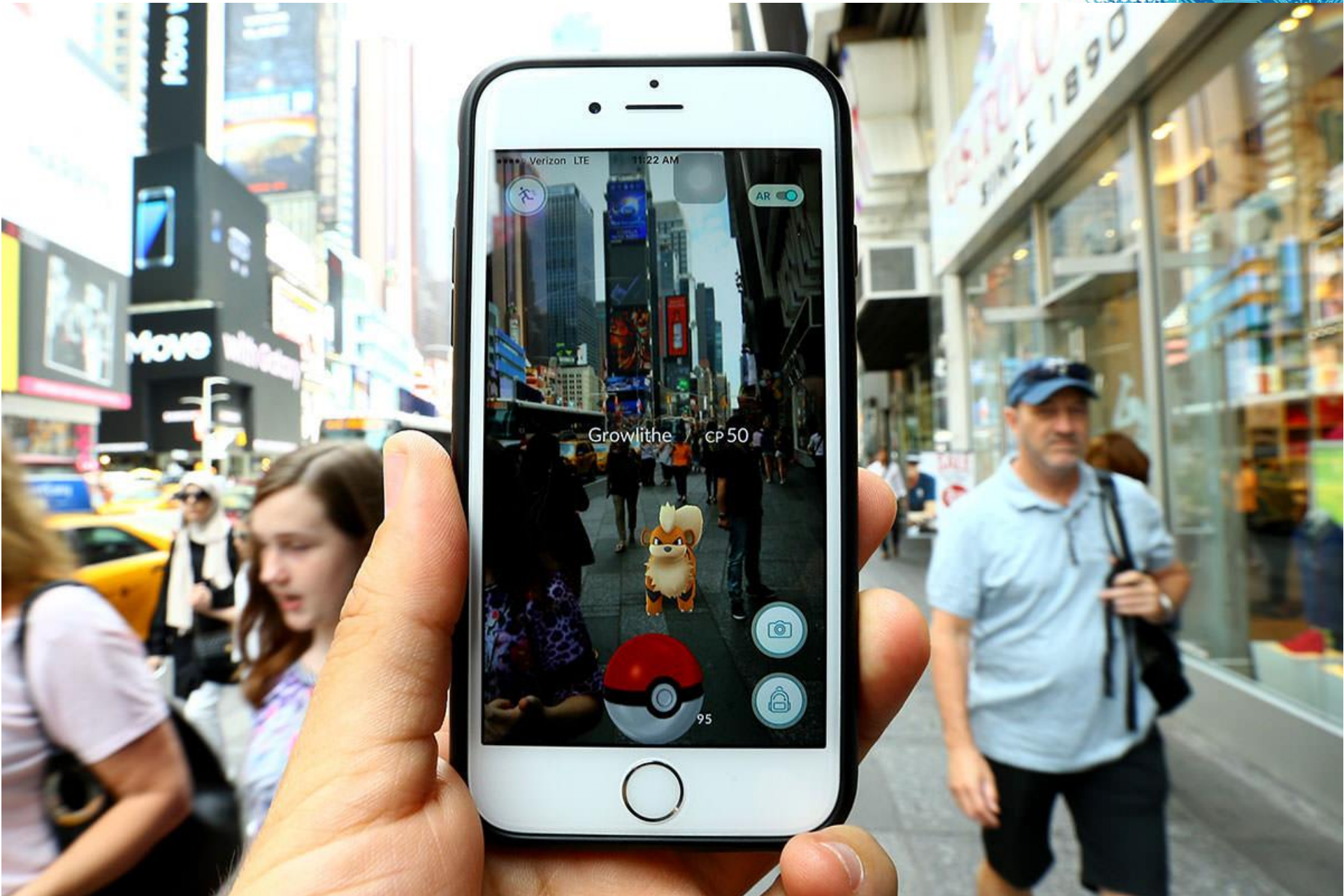






# Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής

ΤΕΙ Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης



## Γραφικά Υπολογιστών

### Βιβλιογραφία

- ✓ Σ. Καλαφατούδη, "Γραφικά με Υπολογιστή," Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 1991.
- ✓ Α. Στυλιάδη, "Γραφικά με Η/Υ," Εκδόσεις Ζήτη, 1999.
- ✓ Θ. Θεοχάρης, Α. Μπέμ, "Γραφικά: Αρχές και Αλγόριθμοι," Εκδόσεις Συμμετρία, 1999.
- ✓ Γ. Παρασχάκη, Μ. Παπαδοπούλου, Π. Πατιάς, "Σχεδίαση με Η/Υ," Εκδόσεις Ζήτη, 1999.
- ✓ J. D. Foley, A. van Dam, S. K. Feiner, J. F. Hughes, R. L. Phillips, "Introduction to Computer Graphics," Addison Wesley, 1994.
- ✓ D. Hearn, M. P. Baker, "Computer Graphics, C version" Prentice Hall, 1997.
- ✓ Chapman, N. & Chapman, J. (2009) Digital Multimedia Hoboken, NJ: Wiley.
- ✓ Junaid, S. & Wong, Y.-L. (2012) Digital Media Primer 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall.
- ✓ Savage, T. M. & Vogel K. E. (2013). "An Introduction to Digital Multimedia". Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning.
- ✓ Λαζαρίνης, Φ. (2007). "Τεχνολογίες Πολυμέσων: Θεωρία, Υλικό, Λογισμικό". Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- ✓ Κ. Μουστάκας Ι. Παλιόκας Α. Τσακίρης Δ. Τζοβάρας, (2015), "Γραφικά και Εικονική Πραγματικότητα", ISBN: 978-960-603-255-4, [www.kallipos.gr](http://www.kallipos.gr)
- ✓ Λαζαρίνης, Φ, (2015), "Πολυμέσα", ISBN: 978-960-603-141-0, [www.kallipos.gr](http://www.kallipos.gr)
- ✓ Γ. Λέπουρας, Α. Αντωνίου, Ν. Πλατής, Δ. Χαρίτος, (2015), "Ανάπτυξη συστημάτων εικονικής πραγματικότητας", ISBN: 978-960-603-382-7, [www.kallipos.gr](http://www.kallipos.gr)

