

# Εικονική & Επαυξημένη Πραγματικότητα

Τζέριες Μπεςαράτ, PhD

18 Μαρτίου 2022, Άρτα



# Περιεχόμενα για την Εικονική Πραγματικότητα

## Εικονική Πραγματικότητα:

- Μέθοδοι και Υλικά
  - Μέθοδοι Ανίχνευσης Θέσης και Προσανατολισμού
  - Υλικό (Hardware)
  - Το Λογισμικό
  - Το Εικονικό Περιβάλλον
  - Τα avatars
- **Πλοήγηση, Αλληλεπίδραση και Επικοινωνία**
- **Αρχιτεκτονικές και Πρότυπα**
  - Γενική Αρχιτεκτονική
  - Διαδικασία Εξομοίωσης
  - Ανίχνευση Συγκρούσεων
  - Στοιχεία Φωτισμού
  - Ηχητικά Στοιχεία
  - Κωδικοποίηση Αρχείων, Σκηνών και Λειτουργικότητας

# Μέθοδοι και Υλικά

Η υλοποίηση των εφαρμογών ΕΠ 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.

# Μέθοδοι Ανίχνευσης Θέσης και Προσανατολισμού

## Ανίχνευση της κίνησης του ματιού (EyeTracking)

επιτυγχάνεται με τρεις τρόπους:

- μέτρηση της θέσης και της κίνησης ενός αντικειμένου που επαφίεται στο μάτι όπως είναι οι φακοί επαφής
- μέτρηση της θέσης και της κίνησης χωρίς άμεση επαφή με το μάτι.
- μέτρηση της ηλεκτρικής δραστηριότητας με τη χρήση ηλεκτροδίων γύρω από το μάτι.

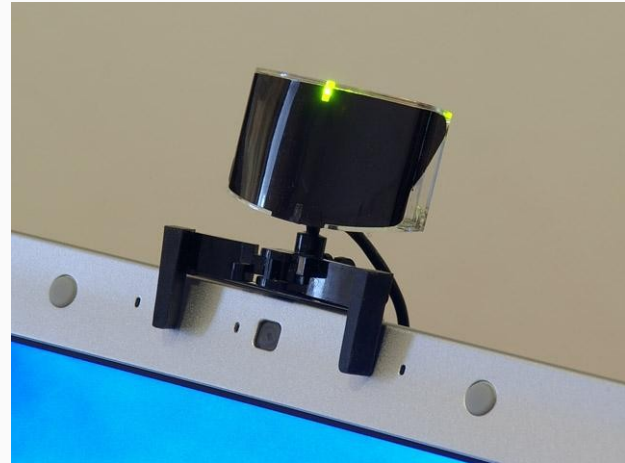
# Μέθοδοι Ανίχνευσης Θέσης και Προσανατολισμού

- **Ανίχνευση 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. Σε γενικές γραμμές, ως Video Tracking ονομάζουμε τις μεθόδους ανίχνευσης οι οποίες βασίζονται στη χρήση κάμερας, είτε πρόκειται για απλές κάμερες (π.χ. Webcams) ή κάμερες βάθους RGB-D.

# Μέθοδοι Ανίχνευσης Θέσης και Προσανατολισμού

Συσκευή ανίχνευσης των κινήσεων του κεφαλιού (Head Tracking)



# Μέθοδοι Ανίχνευσης Θέσης και Προσανατολισμού

- **Αναγνώριση Χειρονομιών - Gesture Recognition**

Οι χειρονομίες συμπεριλαμβάνουν κινήσεις του σώματος ή στάσεις. Πιο συχνά αναφέρονται στα άνω άκρα και το πρόσωπο. Δευτερευόντως, οι μέθοδοι gesture recognition με τις εκφράσεις του προσώπου χρησιμεύουν στην αναγνώριση της συναισθηματικής κατάστασης του χρήστη και της μη λεκτικής επικοινωνίας (**Proxemics**). Έτσι, επιτυγχάνεται μια πιο φυσική αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και του υπολογιστή.

# Μέθοδοι Ανίχνευσης Θέσης και Προσανατολισμού

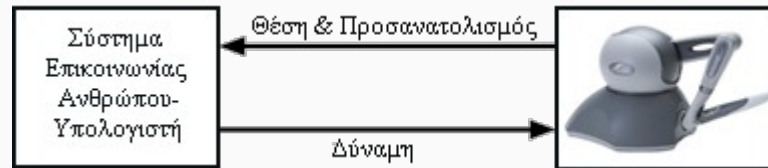
## ● Απτική Αντίληψη (Haptics)

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 ΕΠ. Παρότι η απτική αλληλεπίδραση είναι σχετικά νέο και αναδυόμενο πεδίο αλληλεπιδραστικής δραστηριότητας, οι απτικές διεπαφές δίνουν εντυπωσιακά αποτελέσματα καθώς συμπληρώνουν την παραδοσιακή οπτικοακουστική επικοινωνία ανθρώπου-μηχανής που επικρατούσε για μεγάλο χρονικό διάστημα. Σε πιο πρόσφατες έρευνες μάλιστα, γίνονται πειραματισμοί συνδυαστικής χρήσης της ολογραφικής προβολής με την απτική αντίληψη των εικονικών σκηνών.



# Μέθοδοι Ανίχνευσης Θέσης και Προσανατολισμού

Η απτική απόδοση (**haptic rendering**) είναι η διαδικασία εκείνη η οποία συνθέτει τα επιθυμητά και απαραίτητα ερεθίσματα προς τον χρήστη ώστε να του μεταδοθούν οι φυσικές ιδιότητες ενός εικονικού αντικειμένου (σχήμα, ελαστικότητα, υφή, μάζα, κ.α.). 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.



# Μέθοδοι Ανίχνευσης Θέσης και Προσανατολισμού

Υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες απτικών συσκευών.

- **μονού σημείου αλληλεπίδρασης**
- **πολλαπλών σημείων αλληλεπίδρασης**

# Μέθοδοι Ανίχνευσης Θέσης και Προσανατολισμού

Όσον αφορά την αρχιτεκτονική της απτικής απόδοσης, η σημαντικότερη ίσως λειτουργία να είναι η σωλήνωση απτικής ανάδρασης (**haptic interaction pipeline**) η οποία χρησιμοποιείται για να περιγράψει τον τρόπο επεξεργασίας των δεδομένων προκειμένου να υλοποιηθεί η απτική αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής. Αποτελείται από 3 κύρια υποσυστήματα:

- Οι **αλγόριθμοι ανίχνευσης σύγκρουσης** παρακολουθούν τις συγκρούσεις που λαμβάνουν χωρά μεταξύ ενός απτικού αντιγράφου και των εικονικών αντικειμένων.
- Οι **αλγόριθμοι υπολογισμού δύναμης** επιστρέφουν πληροφορίες σχετικά με τη δύναμη δράσης/αντίδρασης που ασκείται ως αποτέλεσμα της σύγκρουσης μεταξύ ενός εικονικού αντικειμένου και του απτικού αντιγράφου.
- Οι **αλγόριθμοι ελέγχου** υπολογίζουν τη δύναμη που πρέπει να ασκηθεί στον ακροδέκτη της απτικής συσκευής έτσι ώστε να ελασιστοποιηθεί το σφάλμα μεταξύ της θεωρητικής υπολογιζόμενης και της ασκούμενης δύναμης λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς και τις ιδιότητες της απτικής συσκευής.

# Υλικό (Hardware)

## Λίστα με το συνήθη εξοπλισμό Εικονικής Πραγματικότητας

Οθόνες προσαρμογής στο κεφάλι  
(Head Mounted Display - HMD)



Ένα τυπικό κράνος Εικονικής Πραγματικότητας διαθέτει LCD οθόνες, μία για κάθε μάτι. Αυτές προβάλλουν εικόνες στα μάτια του παρατηρητή με στερεοσκοπικό τρόπο. Στις τυπικές υλοποιήσεις, ένα HMD διαθέτει γυροσκοπικό μηχανισμό ως ανιχνευτή του προσανατολισμού του κεφαλιού. Έτσι γίνονται κάποιες υποθέσεις για το πού κοιτάει ο χρήστης για να συγχρονίζεται η προβολή των εικόνων στις οθόνες. Επίσης, για εργονομικούς λόγους τα HMD διαθέτουν ακουστικά ή και μικρόφωνο. Επικοινωνούν ενσύρματα ή ασύρματα με μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας.

# Υλικό (Hardware)

## Λίστα με το συνήθη εξοπλισμό Εικονικής Πραγματικότητας

Γάντι εισαγωγής πληροφορίας  
κίνησης (Data Glove)



Ένα γάντι εικονικής πραγματικότητας είναι εξοπλισμένο με απτικούς αισθητήρες και αισθητήρες ανίχνευσης της θέσης προκειμένου να προσφέρει τη δυνατότητα χειρισμού εικονικών αντικειμένων και συσκευών. Η χρήση του γαντιού συνδυάζεται με προβολή της εικόνας του στον εικονικό κόσμο για να εντοπίζεται εύκολα από τους χρήστες. Η αντίληψη της θέσης του γαντιού στο χώρο είναι προϋπόθεση για να μπορέσει ο εγκέφαλος να υπολογίζει την απόσταση που πρέπει να διανύσει για να φτάσει στο στόχο του.

# Υλικό (Hardware)

## Λίστα με το συνήθη εξοπλισμό Εικονικής Πραγματικότητας

Φόρμα ΕΠ (Data Suit)



Πρόκειται για φόρμες που εφαρμόζουν πάνω στο σώμα του χρήστη και καλύπτουν μάλιστα όλο το σώμα, εκτός από τα χέρια και το κεφάλι. Οι φόρμες αυτές είναι εξοπλισμένες με κατευθυντικούς αισθητήρες για να μεταφέρουν στην κεντρική μονάδα τη στάση του σώματος και τις κινήσεις του χρήστη. Τα ηλεκτρικά σήματα των αισθητήρων μετατρέπονται σε ψηφιακά και οδηγούν τις κινήσεις του avatar στο σύστημα προβολής.

# Υλικό (Hardware)

## Λίστα με το συνήθη εξοπλισμό Εικονικής Πραγματικότητας

Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας  
(ΚΜΕ)



Όπως είναι αναμενόμενο, απαιτείται να υπάρχει μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας η οποία καλείται να επεξεργαστεί την είσοδο από τους αισθητήρες (ψηφιοποιημένο σήμα) και να αναπαράγει την εμπειρία εξομοίωσης συνυπολογίζοντας ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων. Στη μνήμη του συστήματος βρίσκεται αποθηκευμένη η αρχιτεκτονική του εικονικού κόσμου, η τεχνητή ευφυΐα του συστήματος και ο έλεγχος.

# Υλικό (Hardware)

## Λίστα με το συνήθη εξοπλισμό Εικονικής Πραγματικότητας

Καταγραφέας Οφθαλμοκινήσεων  
(Eye Tracker)



Με την ανίχνευση του βλέμματος του χρήστη το σύστημα μπορεί να παρακολουθεί πού κοιτάει, ποιο είναι το αντικείμενο ενδιαφέροντος κάθε χρονική στιγμή και πώς το οπτικό ενδιαφέρον μοιράζεται στην επιφάνεια της προβολής. Η τεχνική *eye tracking* μετράει τη σχετική θέση της κόρης του ματιού σε σχέση με τη θέση του κεφαλιού. Η μέτρηση γίνεται χωρίς επαφή της συσκευής με το μάτι (μη-επεμβατικές οπτικές μέθοδοι) με ικανοποιητική ακρίβεια.



# Υλικό (Hardware)

## Λίστα με το συνήθη εξοπλισμό Εικονικής Πραγματικότητας

3D Glasses και συσκευές  
κατάδειξης με οπτικούς δείκτες  
(Optical Markers)



Υπάρχουν συσκευές και αξεσουάρ που ενισχύονται με οπτικούς δείκτες, για να μπορούν εύκολα να εντοπίζονται από ένα σύστημα από κάμερες. Οι οπτικοί δείκτες όταν τοποθετούνται πάνω σε γυαλιά 3D, τότε μπορούν να εντοπίζουν τη θέση και τον προσανατολισμό αυτού που τα φοράει. Αντίστοιχα, διάφορα αξεσουάρ, όπως συσκευές κατάδειξης, μπορούν να κινούν την κάμερα (viewport) για να εξετάζουν ένα εικονικό αντικείμενο από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Πάνω σε αυτήν την αρχή βασίζεται το σύστημα [AdvancedRealtimeTracking \(ART\)](#).

# Υλικό (Hardware)

Λίστα με το συνήθη εξοπλισμό Εικονικής Πραγματικότητας

Wii



Ο ασύρματος ελεγκτής Wii μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συσκευή κατάδειξης χειρός και ελέγχει την κίνηση στις τρεις κατευθύνσεις του χώρου. Με τη βοήθεια μετρητών επιτάχυνσης και ανιχνευτή υπερύθρων προσδιορίζεται η θέση και ο προσανατολισμός της συσκευής στο χώρο. Επιπλέον, διαθέτει κουμπιά επιλογής για διάφορες λειτουργίες.

# Υλικό (Hardware)

## Λίστα με το συνήθη εξοπλισμό Εικονικής Πραγματικότητας

Οθόνη



Εκτός από τις εφαρμογές που απαιτούν ειδικό εξοπλισμό υπάρχει και μια κατηγορία επιτραπέζιων εφαρμογών ΕΠ που χρησιμοποιούν την οθόνη του υπολογιστή ως μέσο επαφής με τον εικονικό κόσμο. Ενίστε, όταν ο τύπος της οθόνης υποστηρίζει στερεοσκοπική προβολή (3DTV), το περιεχόμενο του εικονικού κόσμου προβάλλεται μέσα από στερεοσκοπικά γυαλιά.

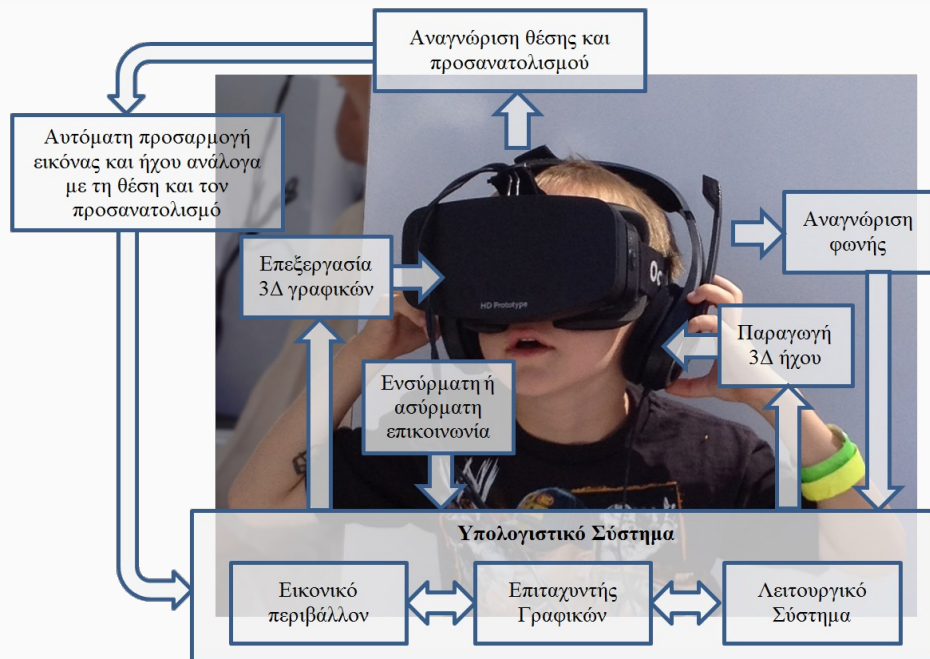
# Λογισμικό

Υπό τον όρο 'λογισμικό' ομαδοποιούνται όλα τα μη υλικά μέρη ενός συστήματος ΕΠ τα οποία συνεργάζονται με το υλικό για να δημιουργήσουν την τελική εμπειρία του χρήστη. Κάθε υλοποίηση έχει τη δική της συλλογή από προγράμματα, πρωτόκολλα και κανόνες που διέπουν τη λειτουργία της. Το χρησιμοποιούμενο λογισμικό διακρίνεται σε λογισμικό δημιουργίας περιεχομένου, λογισμικό συστήματος και χαμηλού επιπέδου λογισμικό (middleware&firmware), που έχει να κάνει με τη διασύνδεση και τον έλεγχο των περιφερειακών συσκευών.

# Λογισμικό

- Ως **λογισμικό συστήματος** θεωρείται κάθε λογισμικό που εμπλέκεται στην αναπαραγωγή της επιθυμητής συμπεριφοράς του συστήματος ΕΠ. Αυτό συμπεριλαμβάνει τις διεπαφές χρήστη (Interfaces) αλλά δεν περιορίζεται μόνο σε αυτές. Περιλαμβάνει το λογισμικό της γραφικής απόδοσης (**Rendering Engine**), σύνθεσης και ελέγχου όλης της σκηνής.
- Το λογισμικό σύλληψης και επεξεργασίας των ενεργειών του χρήστη, όπως και το **χαμηλού επιπέδου λογισμικό** των διασυνδεδεμένων συσκευών (**Firmware**) είναι η τρίτη κατηγορία που συμπληρώνει τη συνολική εικόνα του λογισμικού. Η παραμετροποίηση και αρχικοποίηση των συσκευών γίνεται με προγραμματιστικά εργαλεία που προσφέρουν οι εταιρίες κατασκευής του υλικού (π.χ. *5DT DataGlove SDK* για την αναγνώριση χειρονομιών (**gesture recognition**) με γάντια ΕΠ.

# Υλικό και Λογισμικό



# Το Εικονικό Περιβάλλον

Εικονικό δε σημαίνει κατ' ανάγκη φανταστικό. Οι εικονικοί κόσμοι μέσα στους οποίους εμβυθίζεται ο χρήστης, άλλες φορές είναι εξομοιώσεις φυσικού χώρου δηλαδή Τεχνητή Πραγματικότητα ή Artificial Reality [Krueger, 1991] και άλλες φορές είναι εντελώς φανταστικοί, όπως συμβαίνει κατά κανόνα στα βιντεοπαιχνίδια. Σε κάθε περίπτωση το ζήτημα είναι να δημιουργηθεί η εντύπωση της αισθητηριακής εμπειρίας, που θέλει το χρήστη εκ του αποτελέσματος παρόντα στον εικονικό χώρο. Προς αυτήν τη προσπάθεια υπάρχουν τρεις θεμελιώδεις έννοιες που χαρακτηρίζουν ένα εικονικό περιβάλλον: η εμβύθιση, η αλληλεπίδραση και η πλοήγηση.

# Εικονική κάμερα πρώτου προσώπου (αριστερά) και τρίτου προσώπου (δεξιά) από εφαρμογή παρακολούθησης της ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίων





# Τα avatars

Η έννοια του avatar είναι θεμελιώδης για τις εφαρμογές ΕΠ καθώς αυτή θα αποτελέσει το όχημα με το οποίο ο χρήστης θα εξερευνήσει τον εικονικό χώρο και θα παράγει δράση. Επίσης, συνήθως, είναι η πρώτη εικόνα στα μάτια του χρήστη με την είσοδό του στο σύστημα ΕΠ με ό,τι συνεπάγεται αυτό για την κέντρωση του ενδιαφέροντός του.

# Αρχιτεκτονικές και Πρότυπα

- Ο **Επεξεργαστής Εισόδου** είναι η μονάδα του συστήματος ΕΠ η οποία επεξεργάζεται τις διαδικασίες σημάτων εισόδου. Τα σήματα προέρχονται από τις συσκευές εισόδου, δηλαδή το πληκτρολόγιο, το ποντίκι, το μικρόφωνο, την ιχνόσφαιρα (trackball), την πινακίδα αφής (TouchPad), τα χειριστήρια (joystick), τους διάφορους ανιχνευτές θέσης (position trackers) όπως είναι τα γάντια ΕΠ, ο ανιχνευτής κίνησης του κεφαλιού, οι φόρμες και άλλα.
- Ο **Εξομοιωτής** είναι η μονάδα του συστήματος η οποία, όπως αποκαλύπτει και το όνομά της, δημιουργεί τον εικονικό κόσμο μέσα από μια εφαρμογή εξομοίωσης. Οι διαδικασίες του εξομοιωτή επεξεργάζονται τις θέσεις και τον προσανατολισμό κάθε αντικειμένου του εικονικού περιβάλλοντος και ανιχνεύει συγκρούσεις (**Collision Detection**) μεταξύ αντικειμένων.

# Αρχιτεκτονικές και Πρότυπα

- Η Μονάδα Γραφικής Απόδοσης (**Graphics Rendering Unit**) επεξεργάζεται τις διεργασίες του εικονικού περιβάλλοντος οι οποίες αποτελούν έξοδο προς το χρήστη. Σε μια διαδικτυακή εφαρμογή η μονάδα γραφικής απόδοσης εξάγει δεδομένα προς άλλες δικτυακές διεργασίες, όπως για παράδειγμα η ανάγνωση της κατάστασης ενός εικονικού κόσμου από τον εξομοιωτή και η άμεση αντίδραση με γεγονότα ορατά στο χρήστη.

# Αρχιτεκτονικές και Πρότυπα

- Η Μονάδα Ηχητικής Απόδοσης (**Auditory Rendering Unit**) είναι μια μονάδα πολύ κοντά στη μονάδα γραφικής απόδοσης. Ο ρόλος της είναι να επεξεργάζεται και να αναπαράγει το ηχητικό μέρος σε συγχρονισμό με το οπτικό. Η ηχητική απόδοση είναι πιο εντυπωσιακή στον τρισδιάστατο ήχο (3D audio).

# Μελέτη για την επιτυχή δημιουργία

- Διαδικασία Εξομοίωσης
- Ανίχνευση Συγκρούσεων
- Στοιχεία Φωτισμού
- Ηχητικά Στοιχεία
- Κωδικοποίηση Αρχείων, Σκηνών και Λειτουργικότητας

# Εργαλεία Δημιουργίας

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση εικονικών περιβαλλόντων διαφέρει αισθητά από την ανάπτυξη 2D διεπαφών. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όχι μόνον η διαφορετική εργονομία (**Human ergonomics**) του 3D χώρου, αλλά και η κλίμακα του ανθρώπινου σώματος (**Human Scale**).

- Blender (3D)
- Photoshop (2D)
- OpenSceneGraph
- Delta3D
- Unity3D
- Microsoft XNA GameStudio (.NET Framework)

# Περιεχόμενα για την Επαυξημένη Πραγματικότητα

## Επαυξημένη Πραγματικότητα:

- Υλικό
  - Αισθητήρες
  - Κάμερα (Υπολογιστική όραση)
  - GPS (Global Positioning System)
  - Γυροσκόπια, Επιταχυνσιόμετρα και άλλοι τύποι Αισθητήρων
  - Αισθητήρες Διεπαφής Χρήστη
  - Επεξεργαστής
  - Προβολή
- Στοιχεία Λογισμικού Συστημάτων Εικονικής Πραγματικότητας
- Διεπαφές Επαυξημένης Πραγματικότητας
  - Χειρισμός
  - Πλοήγηση
  - Επικοινωνία

# Υλικό

Σε γενικές γραμμές, για κάθε χρονικό βήμα μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας θα πρέπει η εφαρμογή:

- Να καθορίσει την τρέχουσα κατάσταση του φυσικού κόσμου καθώς και του εικονικού κόσμου.
- Να εμφανίσει την εικονική πληροφορία με χωρική και χρονική συσχέτιση με τον πραγματικό κόσμο κατά τρόπο που θα επιτρέψει στο χρήστη να αντιληφθεί τα εικονικά στοιχεία ως μέρος του φυσικού κόσμου και στη συνέχεια να επιστρέψει στο βήμα 1, για να προχωρήσουμε στο επόμενο χρονικό βήμα.



Υπάρχουν τρία δομικά στοιχεία σε ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας για την υποστήριξη των βημάτων που μόλις αναφέρθηκαν. Αυτά συνίστανται σε:

- Έναν ή περισσότερους αισθητήρες, για να καθοριστεί η κατάσταση του φυσικού κόσμου όπου έχει αναπτυχθεί η εφαρμογή
- Έναν επεξεργαστή, ώστε να αξιολογηθούν τα δεδομένα των αισθητήρων, να υλοποιηθεί η εφαρμογή των φυσικών και άλλων κανόνων του εικονικού κόσμου, και να παραχθούν τα σήματα που απαιτούνται για την οδήγηση της οθόνης
- Μια παρουσίαση κατάλληλη που να δημιουργεί την αίσθηση ότι ο εικονικός και ο πραγματικός κόσμος συνυπάρχουν και να εντυπωθεί στις αισθήσεις του χρήστη ο συνδυασμός φυσικού και εικονικού κόσμου.

# Αισθητήρες

Για να είναι σε θέση να ανταποκριθεί σωστά στο φυσικό κόσμο, μια εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας πρέπει να παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον κόσμο αυτό σε πραγματικό χρόνο. Τρεις κύριες κατηγορίες αισθητήρων χρησιμοποιούνται σε συστήματα ΕπΠ:

- αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για παρακολούθηση (tracking),
- αισθητήρες για τη συλλογή περιβαλλοντικών πληροφοριών,
- αισθητήρες για διάδραση του χρήστη.

# Κάμερα (Υπολογιστική όραση)

- Κάμερες Ορατού Φωτός
- **Κάμερες Υπέρυθρου Φάσματος**
- **Κάμερες Βάθους**

# GPS (Global Positioning System)

Το GPS είναι ένα σύστημα πλοήγησης που χρησιμοποιεί ένα δίκτυο από 24 δορυφόρους στο διάστημα. Ο δέκτης μπορεί να καθορίσει τη θέση του στην επιφάνεια της Γης σε συντεταγμένες X και Y αλλά και την ταχύτητα με την οποία κινείται, εάν μπορεί να συνδεθεί με τουλάχιστον 3 δορυφόρους κάνοντας χρήση της μέτρησης του χρόνου που χρειάζεται για το σήμα GPS να ταξιδέψει από το δορυφόρο στο δέκτη.

## Γυροσκόπια, Επιταχυνσιόμετρα και άλλοι τύποι Αισθητήρων

Ένα πλήθος άλλων τύπων αισθητήρων μπορούν να είναι χρήσιμα σε εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας. Ο στόχος είναι να ληφθούν πληροφορίες σχετικά με το φυσικό κόσμο και να χρησιμοποιηθούν οι πληροφορίες αυτές για να ενημερωθεί η εφαρμογή αντίστοιχα. Μερικοί από τους πιο κοινούς αισθητήρες που χρησιμοποιούνται, ιδιαίτερα σε εφαρμογές ΕπΠ σε κινητές συσκευές, και πολλές τέτοιες συσκευές είναι ήδη εξοπλισμένες με αυτά, περιλαμβάνουν επιταχυνσιόμετρα, πυξίδες, και γυροσκόπια.

# Αισθητήρες Διεπαφής Χρήστη

Οι αισθητήρες για τους οποίους έγινε λόγος προηγουμένως είναι κυρίως παθητικοί αισθητήρες από την πλευρά του συμμετέχοντος αναφορικά με την εμπειρία ΕπΠ• δηλαδή, αυτοί οι αισθητήρες θα επιτελέσουν τη λειτουργία τους χωρίς ο συμμετέχων να διαδράσει συνειδητά μαζί τους.

Βέβαια, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι καθώς ο χρήστης κινείται, οι αισθητήρες καταγράφουν τις μεταβολές της κίνησης και ενημερώνουν τα στοιχεία της εφαρμογής ΕπΠ κατάλληλα• ωστόσο δεν αποτελεί συνειδητή δράση εκ μέρους του χρήστη να χρησιμοποιήσει ενεργά έναν αισθητήρα.

# Επεξεργαστής

Στην καρδιά κάθε συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας είναι ένας επεξεργαστής που συντονίζει και αναλύει εισόδους αισθητήρων, αποθηκεύει και ανακτά δεδομένα, εκτελεί τα καθήκοντα του προγράμματος εφαρμογής ΕπΠ, και παράγει τα κατάλληλα σήματα, για να εμφανιστεί στην οθόνη η εφαρμογή σε συσχέτιση με τον πραγματικό κόσμο.

Με άλλα λόγια, κάθε σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας περιλαμβάνει έναν υπολογιστή κάποιου είδους.

Τα υπολογιστικά συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να κυμαίνονται σε πολυπλοκότητα από απλές φορητές συσκευές όπως smartphones και tablets, σε φορητούς υπολογιστές, επιτραπέζιους υπολογιστές και μηχανήματα της κατηγορίας σταθμού εργασίας, αλλά ακόμα και σε ισχυρά καταναμεμένα συστήματα.

# Προβολή

Ως προβολή ορίζουμε το μέσο που επιτρέπει ένα κατάλληλο σήμα να γίνει αντιληπτό από τις αισθήσεις ενός χρήστη.

Για παράδειγμα, μια οπτική προβολή εμφανίζει οπτικές εικόνες στο χρήστη. Παράδειγμα οπτικής προβολής αποτελεί μια οθόνη του υπολογιστή.

Μια ακουστική προβολή επιτρέπει ήχους που δημιουργεί το σύστημα να ακούγονται από το χρήστη. Ένα παράδειγμα μιας συσκευής ακουστικής προβολής είναι τα ακουστικά ή ένα μεγάφωνο.

Μια μεγάλη ποικιλία από συσκευές προβολής είναι διαθέσιμη για την παρουσίαση σημάτων στο χρήστη, και πολλές διαφορετικές τεχνολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή αυτών των παρουσιάσεων.

**Στην περίπτωση της ΕπΠ, κυρίως, μάς απασχολούν οι οπτικές προβολές, ενώ οι ακουστικές, απτικές και οσφρητικές προβολές παίζουν δευτερεύοντα ρόλο.**



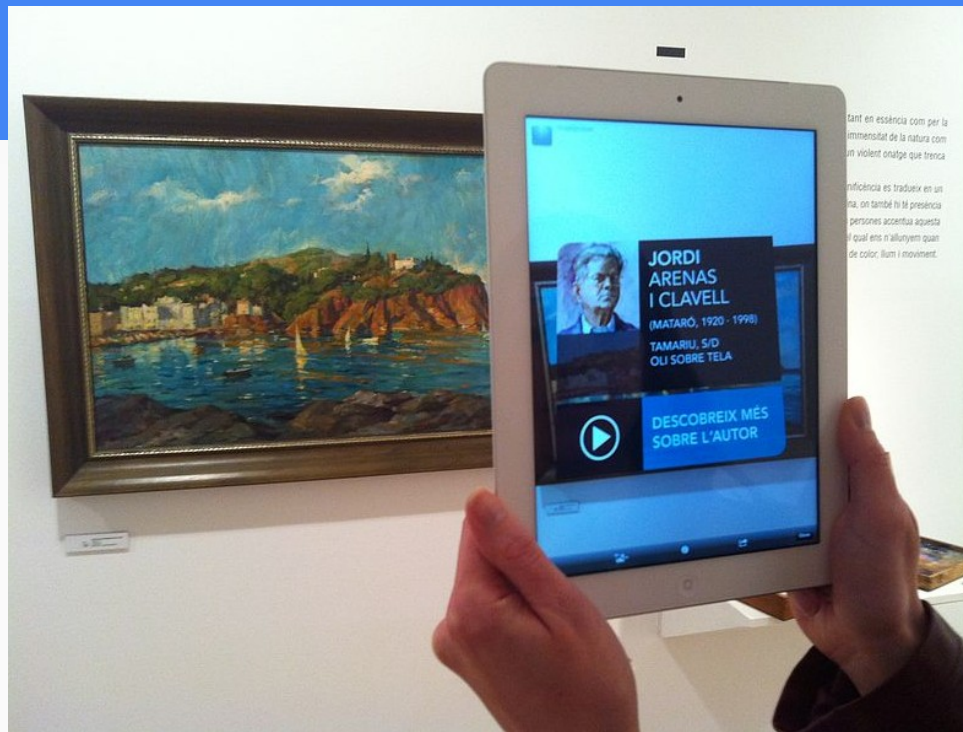
# Προβολή

Παράδειγμα σταθερής  
οθόνης προβολής

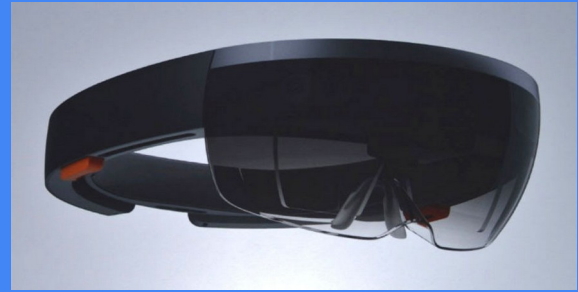


# Προβολή

Παράδειγμα κινητής  
οθόνης προβολής



# Προβολή



- Παράδειγμα οπτικά διαφανούς οθόνης
- Παράδειγμα HMD οθόνης προβολής ΕπΠ
- Οπτική see-through συσκευή Google Glass



# Στοιχεία Λογισμικού Συστημάτων Εικονικής Πραγματικότητας

Κατά κύριο λόγο τα στοιχεία λογισμικού που εμπλέκονται στα συστήματα ΕπΠ είναι τα ακόλουθα:

- βιβλιοθήκη οδηγού συσκευών αισθητήρων και παρακολούθησης,
- βιβλιοθήκη λογισμικού παρακολούθησης (tracking),
- χειρισμός τρισδιάστατων μοντέλων και κινηματικής (animation),
- μηχανή προσομοίωσης και εκτέλεσης διεργασιών,
- μηχανή απεικόνισης γραφικών και ήχου,
- βιβλιοθήκη λογισμικού διεπαφής.

# Διεπαφές Επαυξημένης Πραγματικότητας

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της επαυξημένης πραγματικότητας είναι ότι είναι ένα διαδραστικό μέσο. Ως διαδραστική, η αλληλεπίδραση παίζει ένα βασικό ρόλο στη συνολική εμπειρία του χρήστη.

Οι διεπαφές μπορεί να υφίστανται μεταξύ:

- χρήστη και εφαρμογής ΕπΠ,
- μεταξύ χρηστών μέσω της εφαρμογής ΕπΠ,
- εικονικού και πραγματικού κόσμου,
- χρήστη και εικονικού κόσμου,
- χρήστη και πραγματικού κόσμου.

# Διεπαφές Επαυξημένης Πραγματικότητας

Οι διεπαφές που αφορούν τον εικονικό κόσμο αναλύονται στις εξής βασικές κατηγορίες:

- χειρισμός,
- πλοήγηση,
- επικοινωνία.