

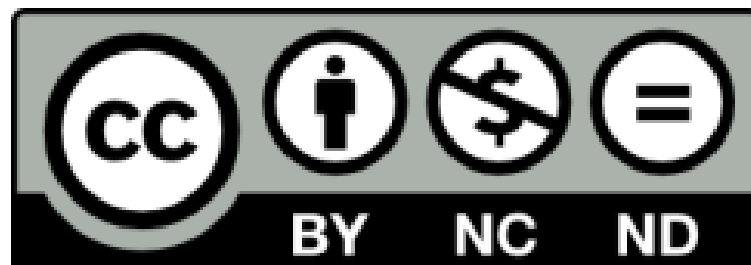


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Προηγμένες Τεχνολογίες Αλληλεπίδρασης και Εφαρμογές (Φυσικές Διεπαφές Χρήστη-Natural User Interfaces, NUIs)

Ενότητα 2: Θεωρία - Διεπαφές κιναισθητικού ελέγχου και διεπαφές με χειρονομίες (Kinesthetic and gestural user interfaces)

*Παναγιώτης Κουτσαμπάσης
Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης
Προϊόντων και Συστημάτων*



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 Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» 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.



ΠΡΟΗΓΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Κιναισθητικές διεπαφές / διεπαφές με χειρονομίες
(Kinesthetic / Gesture Interfaces)

Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης
Προϊόντων και Συστημάτων,
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Παναγιώτης Κουτσαμπάσης

Κιναισθητικές διεπαφές (Kinesthetic Interfaces)

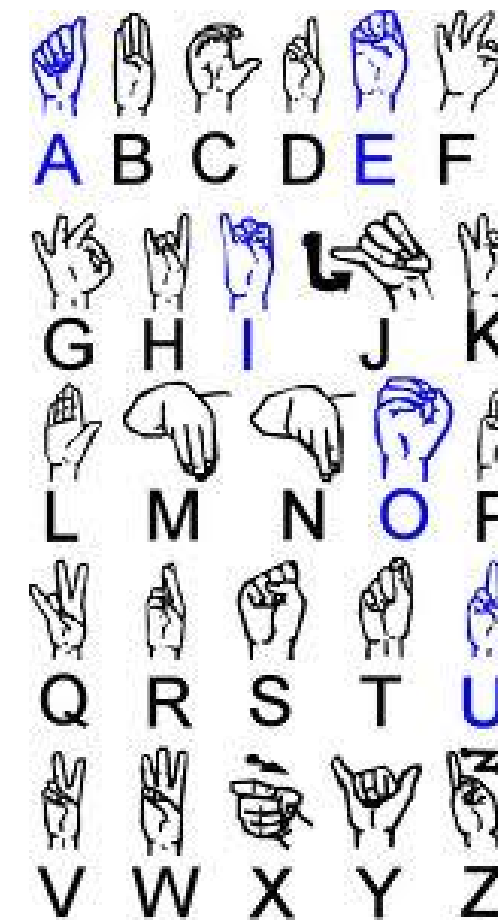
- Κιναισθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρώπινοι παράγοντες (human factors).
 - Ιστορική επισκόπηση.
 - Τεχνολογία της διεπαφής: υλικό + λογισμικό, περιορισμοί.
 - Τεχνικές αλληλεπίδρασης και οδηγίες σχεδίασης και ευχρηστίας.
 - Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης.
 - Μελέτες περίπτωσης (επιστημονικά άρθρα)
-

Κιναισθητικές διεπαφές (Kinesthetic Interfaces)

- Κιναισθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρώπινοι παράγοντες (human factors)

Κινησθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρωπinoi παράγοντες (human factors)

- Οι χειρονομίες είναι απαραίτητες για τη φυσική και παραστατική ανθρώπινη επικοινωνία
 - Σε κάποιες περιπτώσεις είναι απολύτως αναγκαίες ως ο πρωταρχικός τρόπος επικοινωνίας με τους άλλους
 - Καταστάσεις υπερβολικού θορύβου ή/και αδυναμία ομιλίας.
- Ως χειρονομία ορίζουμε τις κινήσεις όλου του σώματος, με ιδιαίτερη έμφαση στα χέρια και το πρόσωπο
 - ✓ Η λέξη χειρονομία στα Ελληνικά δεν ανταποκρίνεται στο Αγγλικό 'gesture'
- Η φυσικότητα είναι το ζητούμενο, αλλά ...
 - ✓ Κάποιες διεπαφές μπορεί να χρησιμοποιούν έντονες χειρονομίες (emphasised gestures)
 - ✓ Αυτό είναι ένα βασικό σχεδιαστικό ζήτημα ...



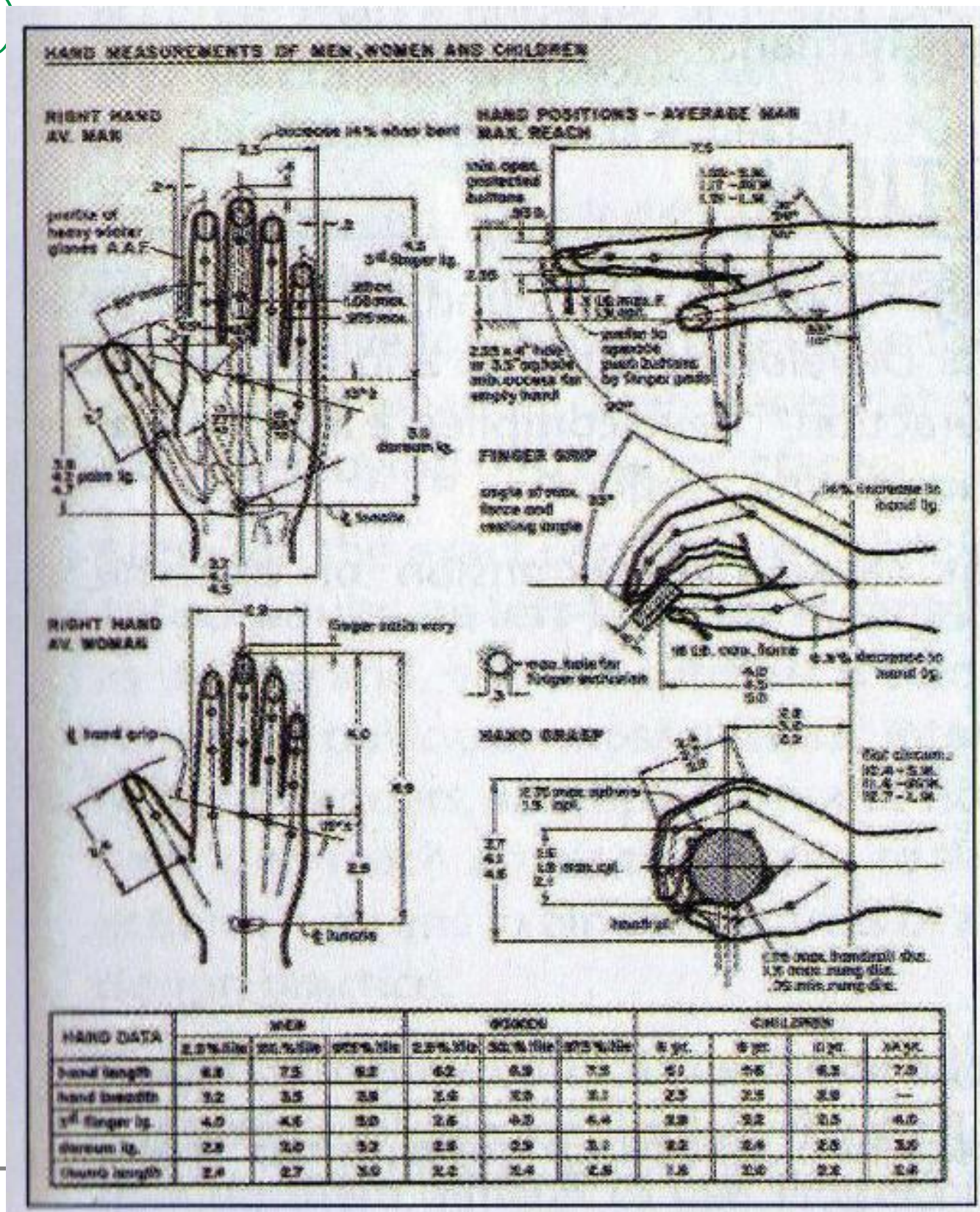
Κιναισθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρωπinoι παράγοντες (human factors)

- Η κιναισθητική αλληλεπίδραση αφορά:
 - ✓ Κινήσεις δακτύλων - «νοηματική»
 - ✓ Κινήσεις χεριών
 - ✓ Στάσεις σώματος (postures)
 - ✓ Κινήσεις ποδιών (πίεση, προσανατολισμός, βηματισμός τρέξιμο, κλπ)
 - ✓ Εκφράσεις προσώπου
 - ✓ Βλέμμα (gaze interaction)
 - ✓ Χρήση χειριστηρίου, γραφίδας (pen-based interfaces), κλπ, μέσω των οποίων εξασκούνται διάφορες χειρονομίες
- Έμφαση σε ασύρματες διεπαφές, χωρίς επιπλέον βοηθήματα (accessory free)



Κινησθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρωπinoi παράγοντες (human factors)

- Οι κινησθητικές διεπαφές μπορεί να κουράσουν ή να τραυματίσουν...
 - Για να ασκηθεί μια χειρονομία χρησιμοποιούνται οι ανθρωπinoi μύες και τένοντες
- Όσο πιο πολύπλοκη η χειρονομία, τόσο λιγότεροι θα μπορούν να την κάνουν!
 - Οι σχεδιαστές (διεπαφών με χειρονομίες) πρέπει να έχουν μια βασική κατανόηση του ανθρωπinoi σώματος πριν σχεδιάσουν...



Κινησθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρώπινοι παράγοντες (human factors)

- Τι είναι η χειρονομία;
 - Έχει οριστεί με διαφορετικούς τρόπους σε διάφορα πεδία, όπως η γλωσσολογία (linguistics), σημειολογία (semiotics) και τις τέχνες...
 - Στην Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Η/Υ ένας σημαντικός (αλλά παλιός) ορισμός:
 - *“A gesture is a motion of the body that contains information. Waving goodbye is a gesture. Pressing a key on a keyboard is not a gesture because the motion of a finger on its way to hitting a key is neither observed nor significant. All that matters is which key was pressed.”*
 - *Kurtenbach, G., & Hulteen, E. A. (1990). Gestures in human-computer communication. The art of human-computer interface design, 309-317.*



Κινησθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρώπινοι παράγοντες (human factors)

- Τι είναι η χειρονομία;
 - Ο παραπάνω ορισμός μας εξηγεί τι θεωρείται χειρονομία και τι όχι, στη βάση της διάκρισης του **εάν η κίνηση του σώματος υπονοεί κάποια πληροφορία ή μήνυμα**.
 - Κοινωνική νύξη (προς άλλους ανθρώπους) ...
 - Τι συμβαίνει αν μας απασχολεί η επικοινωνία ανθρώπου-υπολογιστή;
 - Επίσης, προσδιορίζεται ότι εάν μια κίνηση του σώματος γίνεται αποκλειστικά για χειρισμό του Η/Υ τότε αυτό δεν θεωρείται χειρονομία (!;;;)
 - Η αλήθεια είναι ότι η κατανόηση μας για το τι είναι χειρονομία έχει αλλάξει από τότε που διατυπώθηκε ο παραπάνω ορισμός...
-

Κινησθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρωπinoi παράγοντες (human factors)

➤ Τι είναι η χειρονομία;

- Η χρησιμότητα του παραπάνω ορισμού έγκειται στο ότι διακρίνει τις **χειρονομίες (gestures)** από τους **χειρισμούς (manipulations)**,
 - Υπονοείται ότι οι χειρονομίες προϋπάρχουν στην ανθρώπινη επικοινωνία,
 - Οι χειρισμοί είναι εφευρέσεις-ανακαλύψεις με σκοπό τη χρήση του Η/Υ.
- Όταν διατυπώθηκε ο ορισμός δεν είχαμε τις τεχνολογικές δυνατότητες που έχουμε σήμερα να σχεδιάσουμε κινησθητικές διεπαφές...
 - Κατά μια ευρεία έννοια λοιπόν και οι χειρισμοί υπονοούν πληροφορία που αφορά συγκεκριμένες εντολές προς τον Η/Υ
 - Γι αυτό **θα θεωρήσουμε και τους χειρισμούς ως μια κατηγορία χειρονομιών.**
 - Αν θέλουμε να διακρίνουμε, θα το κάνουμε μεταξύ **καθαρών χειρονομιών (pure gestures)** και **χειρισμών (manipulations)**.
- Τόσο οι χειρονομίες όσο και οι χειρισμοί **εκτυλίσσονται στο χρόνο.**

Κινησθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρωπinoι παράγοντες (human factors)



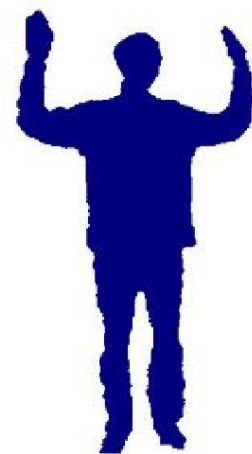
➤ Τι είναι η χειρονομία;

- Μια επιπλέον έννοια, που δεν υπονοείται από τα παραπάνω αλλά είναι απαραίτητη για εφαρμογές κιναισθητικού ελέγχου, είναι η **πόζα (posture)**:
 - Η στάση του ανθρωπίνου σώματος μέσω της οποίας επίσης εκφράζεται κάποια πληροφορία ή μήνυμα.
- Διαφορά της πόζας από τις καθαρές χειρονομίες και χειρισμούς
 - Είναι στατική: **ο χρήστης απαιτείται να ακινητοποιηθεί**
 - Ο Η/Υ μπορεί να αναγνωρίσει τη πόζα **σε μια στιγμή στο χρόνο**.
- Μια πόζα μπορεί:
 - Να επικοινωνεί κάποιο ευρέως αναγνωρίσιμο μήνυμα (π.χ. “βαριέμαι”, “κάνε ησυχία”, κ.α.) κατ’ αντιστοιχία με μια χειρονομία.
 - Μπορεί όμως και να είναι μια επινόηση του σχεδιαστή για να γίνει κάποιος χειρισμός!



Κινησθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρωπinoi παράγοντες (human factors)

- Τι είναι η χειρονομία;
 - Μια πόζα περιγράφεται από κάποια σχέση συγκεκριμένων μερών του ανθρωπίνου σώματος η οποία εμφανίζεται σε κάποια στιγμή στο χρόνο, π.χ.
 - Η πόζα “**ψηλά τα χέρια**” (**hands-up**) απαιτεί από το χρήστη να έχει τα μπράτσα του σε οριζόντια θέση (90 μοίρες από το κορμό) και τα χέρια του κατακόρυφα (90 μοίρες από τους αγκώνες).
 - Η πόζα **καθολική παύση (universal pause)** του kinect Xbox απαιτεί από το χρήστη να είναι σε όρθια θέση με το δεξί χέρι κολλημένο στο σώμα και το αριστερό χέρι τεντωμένο σε γωνία 45 μοιρών από το σώμα, και όταν ασκείται γίνεται αμέσως παύση του (οποιουδήποτε) παιχνιδιού.



Κινησθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρώπινοι παράγοντες (human factors)

- Τι είναι η χειρονομία;
- **Κάθε κίνηση του χρήστη που δίνει κάποια πληροφορία ή εντολή στο σύστημα θεωρείται ως χειρονομία.**
- Οι χειρονομίες διακρίνονται σε:
 - **Καθαρές χειρονομίες (pure gestures)**, όταν παρέχουν στο σύστημα κάποια πληροφορία ή εντολή - χωρίς όμως να κάνουν χειρισμό κάποιου αντικειμένου. Μια συνηθισμένη χειρονομία είναι ο χαιρετισμός (wave) για να ξεκινήσει το σύστημα.
 - **Χειρισμοί (manipulations)**, όταν επηρεάζουν τη συμπεριφορά κάποιου αντικειμένου της διεπαφής. Συνηθισμένοι χειρισμοί είναι η επιλογή και η κύλιση.
 - **Πόζες (pozes)**, όταν ο χρήστης παίρνει μια προκαθορισμένη στατική θέση για να επικοινωνήσει με το σύστημα. Μια συνηθισμένη πόζα είναι η universal pause.

Κιναισθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρώπινοι παράγοντες (human factors)

- Υπάρχουν κάποιες καθιερωμένες χειρονομίες για κιναισθητικό έλεγχο;
 - Όχι (μέχρι σήμερα τουλάχιστον)...
- Γιατί; (μερικοί λόγοι)
 - Μια ενδεδειγμένη (φυσική, διαισθητική) χειρονομία (έστω χειρισμός) για μια εφαρμογή μπορεί να είναι εντελώς ακατάλληλη για άλλη εφαρμογή...
 - Μέχρι τώρα η στρατηγική της Microsoft (ιδιοκτήτρια εταιρία του kinect) (αλλά και άλλων πιο μικρών εταιριών που προσφέρουν αισθητήρες) είναι να μην φτιάχνει πατέντες χειρονομιών
 - Επέτρεψε το άνοιγμα του Kinect προς open source programmers (ιδεολογικά αντίθετοι στις πατέντες) & Microsoft business partners (δεν τους αφήνει να βγάλουν πατέντες – ακόμα(;))
 - (δεν έχει μπει ακόμα η Apple στην αγορά, αλλά ετοιμάζεται να το κάνει δυναμικά)
 - Δεν υπάρχει βιβλιοθήκη χειρονομιών στο Kinect SDK
 - Οι χειρονομίες πρέπει να προγραμματιστούν από μηδενική βάση
 - Πολύ πρόσφατη τεχνολογία... ανοικτό πεδίο έρευνας και εφαρμογών

Κινησθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρωπinoi παράγοντες (human factors)

- Μερικές χειρονομίες που χρησιμοποιούνται σήμερα...



Wave (pure gesture)



Hover Button (manipulation)



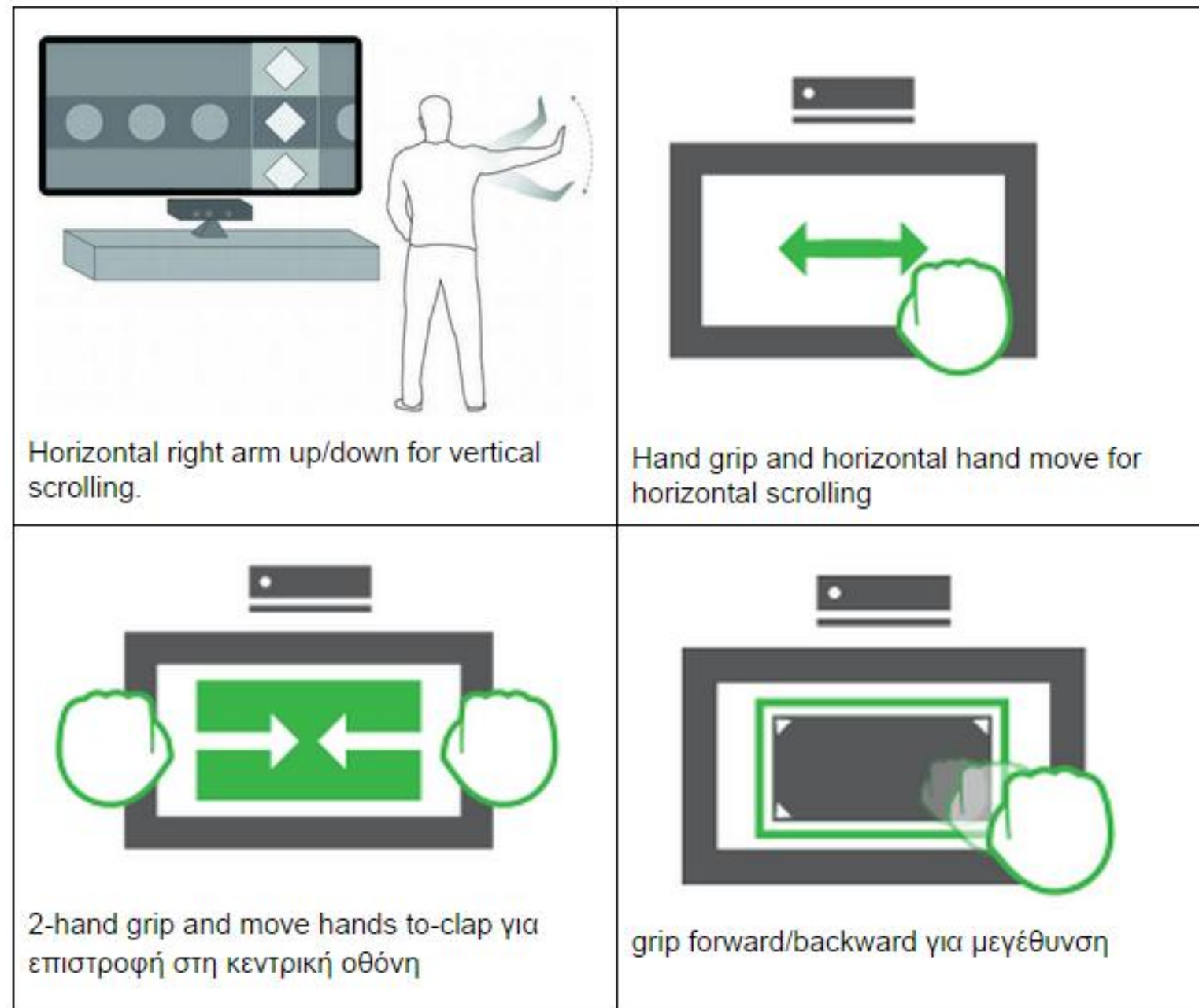
Universal Pause (poze)



Hand press - ο χρήστης τεντώνει το χέρι του μόλις είναι επί του στόχου και αυτός επιλέγεται...

Κινησθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρωπinoi παράγοντες (human factors)

- Μερικές χειρονομίες που χρησιμοποιούνται σήμερα...



Κινησθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρωπinoi παράγοντες (human factors)

- Άλλες ταξινομήσεις χειρονομιών; Ναι, με βάση τη:
 - ✓ Σημασία – τι σημαίνει (για το πραγματικό κόσμο);
 - ✓ Λειτουργία – τι ενέργεια πρέπει να κάνει το σύστημα
 - ✓ Περιγραφή – πως εκτελείται από τον άνθρωπο
 - ✓ Χρήσιμες εννοιολογικά, ίσως όχι τόσο σχεδιαστικά-πρακτικά...
 - ✓ Εκτός κι αν σχεδιάζουμε συστήματα που αναγνωρίζουν δυναμικά πολλές χειρονομίες... και ενδεχομένως χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη...
 - ✓ Αλλά δεν είμαστε ακόμα εκεί – όσον αφορά την κινησθητική αλληλεπίδραση τουλάχιστον.
-

Κινησθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρώπινοι παράγοντες (human factors)

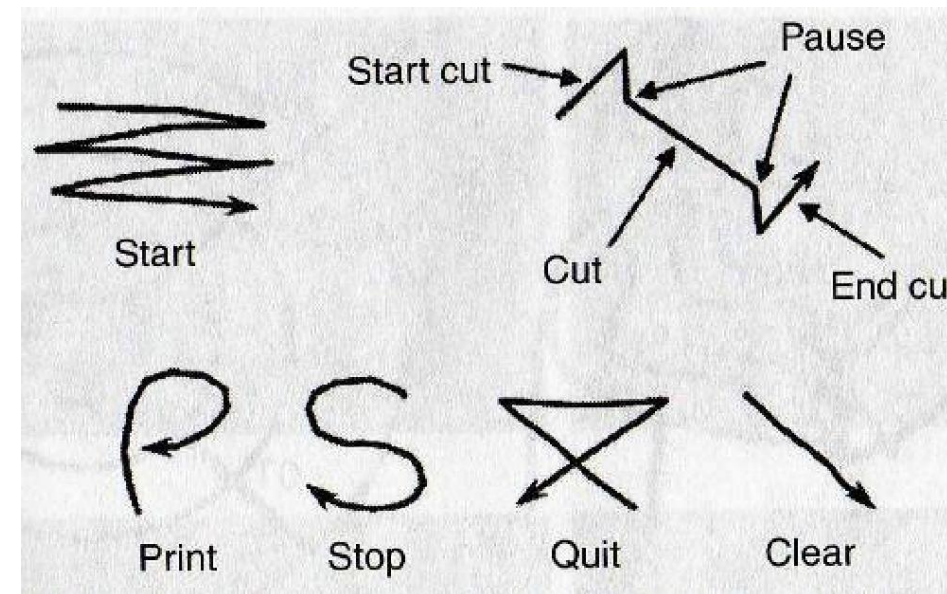
- Ταξινόμηση χειρονομιών κατά σημασία (συνοδεύουν την ομιλία)
 - ✓ Εικονικές (iconic) – αναπαριστούν χαρακτηριστικά ενός φυσικού γεγονότος ή μιας φυσικής δράσης, π.χ.
 - Πως χαλαρώνει μια βίδα, πως χτυπάμε το σφυρί, κλπ
 - ✓ Μεταφορικές (metaphorical) – όπως οι εικονικές για αφηρημένες έννοιες και συναισθήματα
 - Άρνηση-κατάφαση, καθυστέρηση, βαρεμάρα, ενθουσιασμός,
 - ✓ Δεικτικές (deictic) – δείχνουν αντικείμενα ή χώρους
 - Ο παρατεταμένος δείκτης, ένδειξη πάχους, μεγέθους, απόστασης
 - ✓ Έντασης (beat) λέξεων – οι χειρονομίες που κάνουμε όταν μιλάμε
 - Κάποιοι πολιτικοί έχουν πλούσιο ρεπερτόριο από τέτοιες χειρονομίες!



Κινησθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρωπιοι παράγοντες (human factors)

➤ Ταξινόμηση χειρονομιών κατά λειτουργία

- ✓ Εντολών (command) – δίνουν πρόσβαση στις λειτουργίες του συστήματος, π.χ.
 - Έναρξη/άνοιγμα, έξοδος/κλείσιμο, αναίρεση, κλπ
- ✓ Δεικτικές (pointing) – επιλέγουν αντικείμενα
 - Δείχνοντας τα, «μαζεύοντας» τα, κλπ.
- ✓ Χειρισμού (manipulation) – αντικείμενων σε 2Δ, 3Δ, π.χ.
 - Ρύθμιση κλίμακας και μεγέθους (scaling, zoom), πλοήγηση, μετακίνηση αντικειμένων, κλπ.
- ✓ Ελέγχου (control) – της συμπεριφοράς κάποιου αντικειμένου
 - Π.χ. ενός χαρακτήρα σε ένα παιχνίδι, ενός υγρού που απλώνεται, κλπ.



Κινησθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρώπινοι παράγοντες (human factors)

Although there is no one right way to perform any kind of activity, certain gestures seem to lend themselves well (or at least more naturally) to certain actions.

Moving a Cursor or Avatar

- *Slide*
- *Head Cocked*
- *Head Tilt*
- *Turn Head Left/Right*
- *Lean Torso Left/Right*
- *Point*

Select

- *Tap*
- *Stare*
- *Point*
- *Handgun*

Switch On/Off

- *Tap*
- *Flick*
- *Stomp*
- *Wave*
- *Clap*
- *Snap*

Confirmation

- *Nod Yes*
- *Smile*
- *Okay*
- *Thumbs Up*
- *Nose Tap*

Cancel

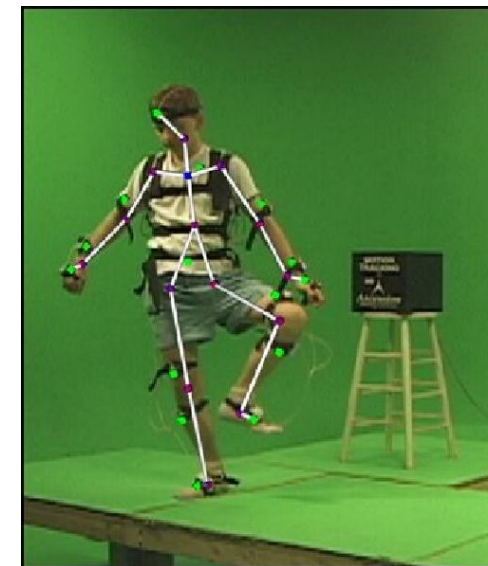
- *Shake No*
- *Frown*
- *Thumbs Down*
- *Stop*

Κιναισθητικές Διεπαφές

- Κιναισθητικές Διεπαφές: Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

Κινησθητικές Διεπαφές: Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

- Στην επιστήμη υπολογιστών, από τα τέλη του '60 μέχρι τη 10ετία του '90...
 - Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality)
 - Καταγραφή ανθρώπινων κινήσεων (motion capture) για κινηματογραφία
- 1. Μέτρηση ποσοτήτων ανθρώπινης κίνησης και χειρονομιών
 - Γάντια δεδομένων
 - Ανακλαστήρες
 - Επί κεφαλής οθόνες
- 2. Προσομοίωση και αναπαράσταση των χειρονομιών σε εικονικά περιβάλλοντα, για αλληλεπίδραση με ψηφιακά αντικείμενα
 - Μοντελοποίηση ανθρώπινων σκελετών, κινήσεων, κ.α.



From Computer Desktop Encyclopedia
Reproduced with permission.
© 1995 Virtual Technologies, Inc.



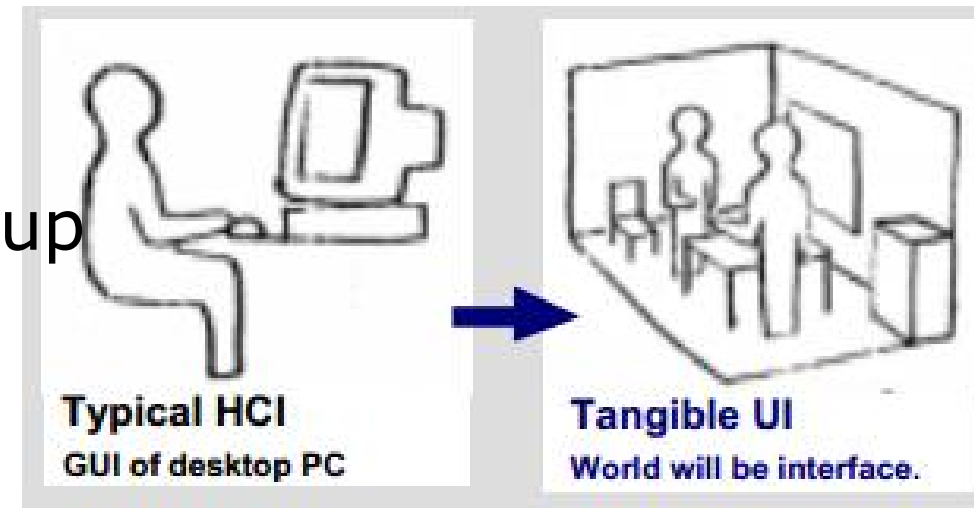
Κινησθητικές Διεπαφές: Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

- 1991 – GestureTek (Full Body Immersive Video Gesture in Virtual Worlds)
 - Οι δημιουργοί - Vincent John Vincent and Francis MacDougall είναι μουσικοί, χορευτές και επιστήμονες υπολογιστών.
 - Παίξιμο μουσικής με όλο το σώμα!
 - Η εταιρία υπάρχει από τότε και έχει τις περισσότερες πατέντες που χρησιμοποιούνται και σήμερα από πλατφόρμες (π.χ. από το Kinect).
 - <http://www.youtube.com/watch?v=-zQ-2kb5nvs#t=144>
 - <http://www.youtube.com/watch?v=XeIOVHPRolo>



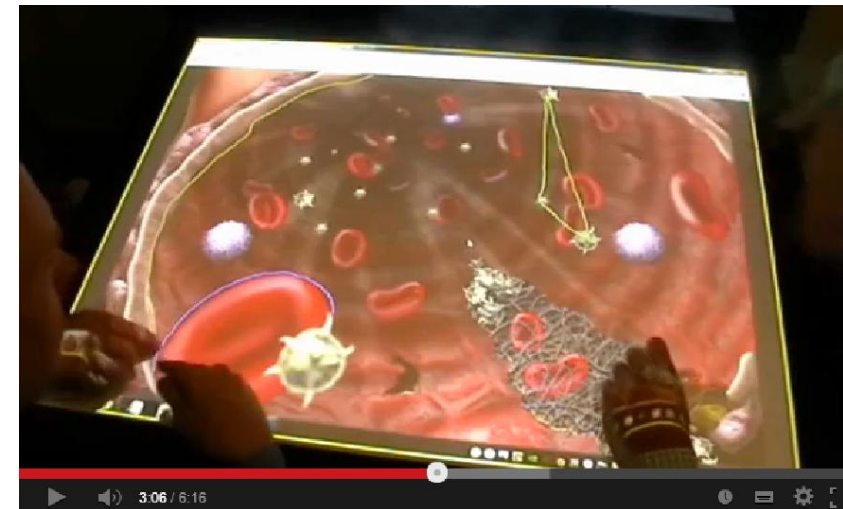
Κιναισθητικές Διεπαφές: Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

- 1997 - Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms (CHI)
 - Ο καθηγητής Hiroshi Ishii, διευθυντής του MIT Tangible Group διατυπώνει το όραμα και παρουσιάζει συνοπτικά εργασίες της ομάδας.
- 2002 – Minority Report.
 - Ο John Underkoffler, τότε διδακτορικός ερευνητής του MIT (με καθηγητή τον H. Ishii), συνεργάζεται με τον S. Spielberg για την οπτικοποίηση της έρευνας του στην ταινία.
 - Το σύστημα κιναισθητικής αλληλεπίδρασης δεν υπήρχε ακόμα.



Κινησθητικές Διεπαφές: Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

- 2001 – 2003. Mitsubishi Diamond Touch
 - 2001. Dietz, P.; Leigh, D. "DiamondTouch: A Multi-User Touch Technology". Proceedings of the 14th annual ACM symposium on User interface software and technology. UIST: Orlando, FL. pp. 219–226.
 - 2003. Το σύστημα διατίθεται εμπορικά και για έρευνα σε Πανεπιστήμια των ΗΠΑ.
 - <http://www.youtube.com/watch?v=YstE4v8Mr3o>
- 2003 – Λειτουργικό πρωτότυπο διεπαφής χειρονομιών για δευτερεύουσες εργασίες κατά την οδήγηση
 - Alpern, M. and Minardo, M. (2003) Developing a car gesture interface for use as a secondary task, ACM CHI 2003, April 5-10, 2003, Ft. Lauderdale, Florida, USA.



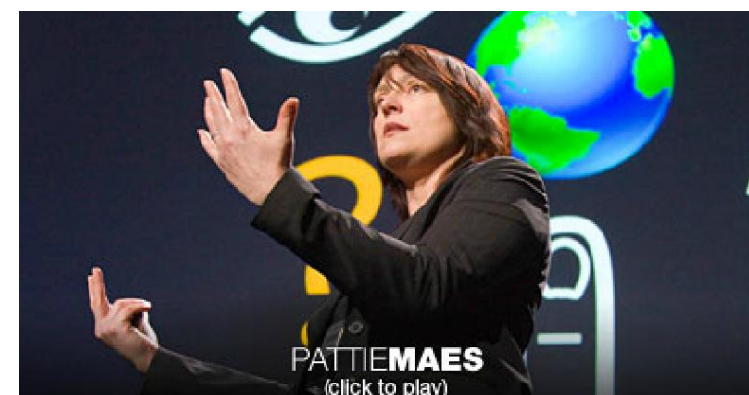
Κιναισθητικές Διεπαφές: Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

- 2005 – Reactable, Pompeu Fabra University, Barcelona.
 - Πολυαπτικό τραπέζι – synthesizer.
 - http://www.youtube.com/watch?v=vm_FzLya8y4&gl=GR&hl=el
- 2006 – Nintendo Wii.
 - Κυκλοφορεί στην αγορά η πρώτη πλατφόρμα παιχνιδιών κιναισθητικής αλληλεπίδρασης.
 - Το φθινόπωρο του 2013 σταματάει η παραγωγή αφού πούλησε 100 εκατομύρια κονσόλες! (3^ο σε πωλήσεις, πρώτο σε έσοδα)
- 2006 – Πολυαπτική αλληλεπίδραση
 - Παρουσίαση του Jeff Han στο TED.
 - <http://www.youtube.com/watch?v=ac0E6deG4AU>



Κινησθητικές Διεπαφές: Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

- 2007 – iPhone.
 - Παρουσίαση από τον Steve Jobs και κυκλοφορία στην αγορά.
- 2009 - Η υλοποίηση του g-speak ολοκληρώνεται.
 - Το σύστημα είναι πατέντα της εταιρίας του δημιουργού και διατίθεται εμπορικά.
 - <http://vimeo.com/2229299>
- 2009 – Sixth Sense project
 - Παρουσίαση της καθηγήτριας Pattie Maes (διευθύντρια του MIT Media Lab) στο TED.
 - <http://www.pranavmistry.com/projects/sixthsense/>



Κιναισθητικές Διεπαφές: Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

- 2011 - Microsoft Xbox 360 and Kinect (Former Project Natal).
 - Κυκλοφορεί στην αγορά.
 - Λειτουργεί στο φυσικό φως, χωρίς χειριστήριο!
- Σήμερα – μικτή εικόνα, συνεχής ανάπτυξη...
 - Εμφάνιση και άλλων αισθητήρων όπως leap motion, myo, κ.α.
 - Απουσία καθιερωμένων εφαρμογών (εκτός παιχνιδιών) και τεχνικών αλληλεπίδρασης
 - Ερευνητικό αντικείμενο...

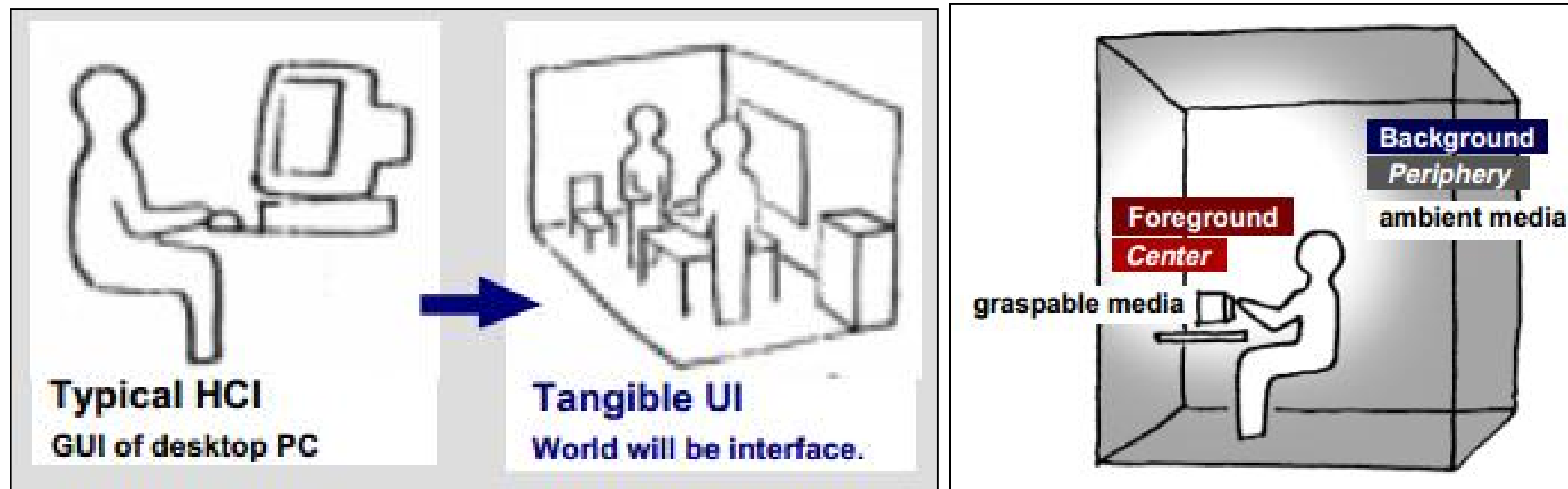


Κιναισθητικές Διεπαφές

- Κιναισθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία
 - Υλικό και αισθητήρες
 - Λογισμικό
 - Δυνατότητες και Περιορισμοί
-

Κινησθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

- Ποιο το υλικό (hardware) μιας κιναισθητικής διεπαφής;
 - Μπορεί να είναι οποιοδήποτε αντικείμενο βρίσκεται στο χώρο, οτιδήποτε αγγίζει και χειρίζεται, οτιδήποτε μπορεί να αντιληφθεί τη παρουσία και συμπεριφορά του!

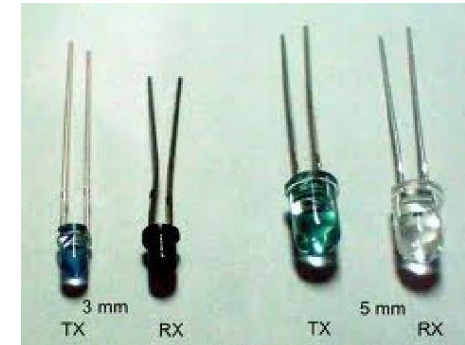


Κιναισθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

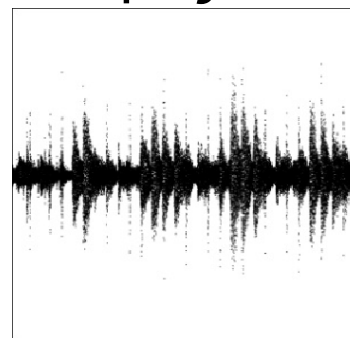
- Από τα τέλη του '50 ως σήμερα...
- Σταδιακή ωρίμανση υλικού (hardware):
 - ✓ Σμίκρυνση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων . Ο 'νόμος' του Moore (1958): «**Ο αριθμός των transistors που μπορούν να τοποθετηθούν σε ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα διπλασιάζεται κάθε 2 χρόνια**»
 - ✓ Επαληθεύεται από τότε ως σήμερα και η πρόβλεψη είναι ότι θα επαληθεύεται για μια ακόμα 10ετία...
- ✓ Οι σημαντικότερες κατηγορίες υλικού που υποστηρίζουν την κιναισθητική αλληλεπίδραση:
 - Ψηφιακές κάμερες για οπτική αναγνώριση κινήσεων
 - μικρού μεγέθους , υψηλής συχνότητας
 - Αισθητήρες πολλών κατηγοριών
 - Λεπτές και μικρές οθόνες, ή επιφάνειες προβολής



Κιναισθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία



- Χρειάζεται να σχεδιαστεί / κατασκευαστεί το υλικό;
 - ✓ Αισθητήρας (sensor): Συσκευή που παρακολουθεί / μετράει / καταγράφει / μεταδίδει μια φυσική ποσότητα...
 - Ήχος – Δόνηση - Χημική σύσταση - Ηλεκτρικό ρεύμα – **Μαγνητικό πεδίο** – Ραδιοεκπομπή – Θερμοκρασία – Υγρασία – **Φως** – **Θέση** – **Απόσταση** – **Ταχύτητα** – **Κίνηση** – **Κατεύθυνση** – **Πίεση** – **Παρουσία** - ...
 - ✓ Στις κιναισθητικές διεπαφές οι ποσότητες προκαλούνται από τις ανθρώπινες χειρονομίες και κινήσεις

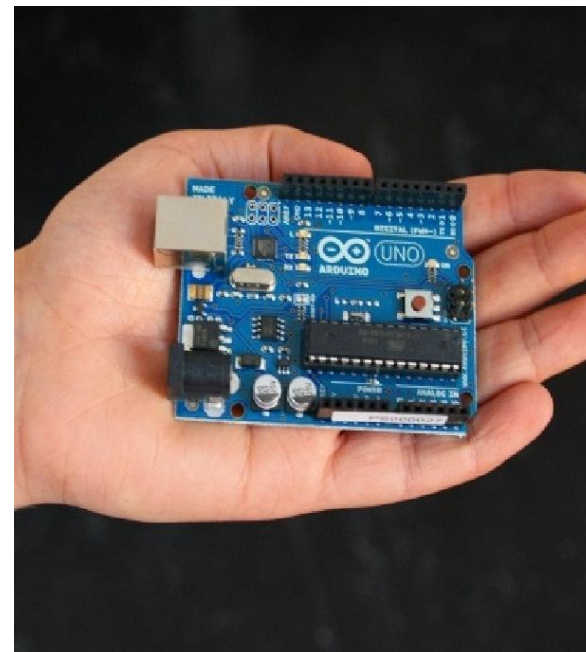


Κινησθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

- Οι πιο συχνοί τύποι αισθητήρων για διεπαφές χειρονομιών ανιχνεύουν:
 - ✓ Πίεση – ανιχνεύουν ότι κάτι πιέστηκε/πατήθηκε (και ενδεχομένως να υπολογίζουν δύναμη, κλίση, κίνηση, κλπ.)
 - Π.χ. Κουμπία και διακόπτες (μηχανικοί)
 - ✓ Φως – ανιχνεύουν την παρουσία πηγών φωτός (και ενδεχομένως και άλλα στοιχεία όπως ένταση)
 - Φωτοανιχνευτές
 - ✓ Εγγύτητα (proximity) – την παρουσία ενός αντικειμένου (ενδεχομένως να υπολογίζουν την απόσταση, κίνηση, κλπ)
 - π.χ. από ανιχνευτές υπέρυθρου φωτός ως συστήματα ψηφιακής κάμερας με κατάλληλο λογισμικό
 - ✓ Ακουστικοί– ανιχνεύουν την παρουσία ήχων
 - Μικρόφωνα
 - ✓ Κίνηση – μπορεί να ανιχνεύουν και ταχύτητα
 - Συνήθως με παλμούς μικροκυμάτων (οι οποίοι αντανακλώνται στο αντικείμενο και από την επιστροφή τους υπολογίζεται η κίνηση), ίδια τεχνολογία με τα ραντάρ.
 - ✓ Προσανατολισμός
 - Συστήματα πλοήγησης, επίσης σημαντικό για χειριστήρια (Wii)

Κινησθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

- Η πιο γνωστή πλατφόρμα αισθητήρων ανοικτού κώδικα:
 - ✓ <http://www.arduino.cc/>
 - ✓ *Arduino is an open-source electronics prototyping platform based on flexible, easy-to-use hardware and software. It's intended for artists, designers, hobbyists, and anyone interested in creating interactive objects or environments.*



```
#define LED_PIN 13

void setup () {
  pinMode (LED_PIN, OUTPUT); // enable pin 13 for digital output
}

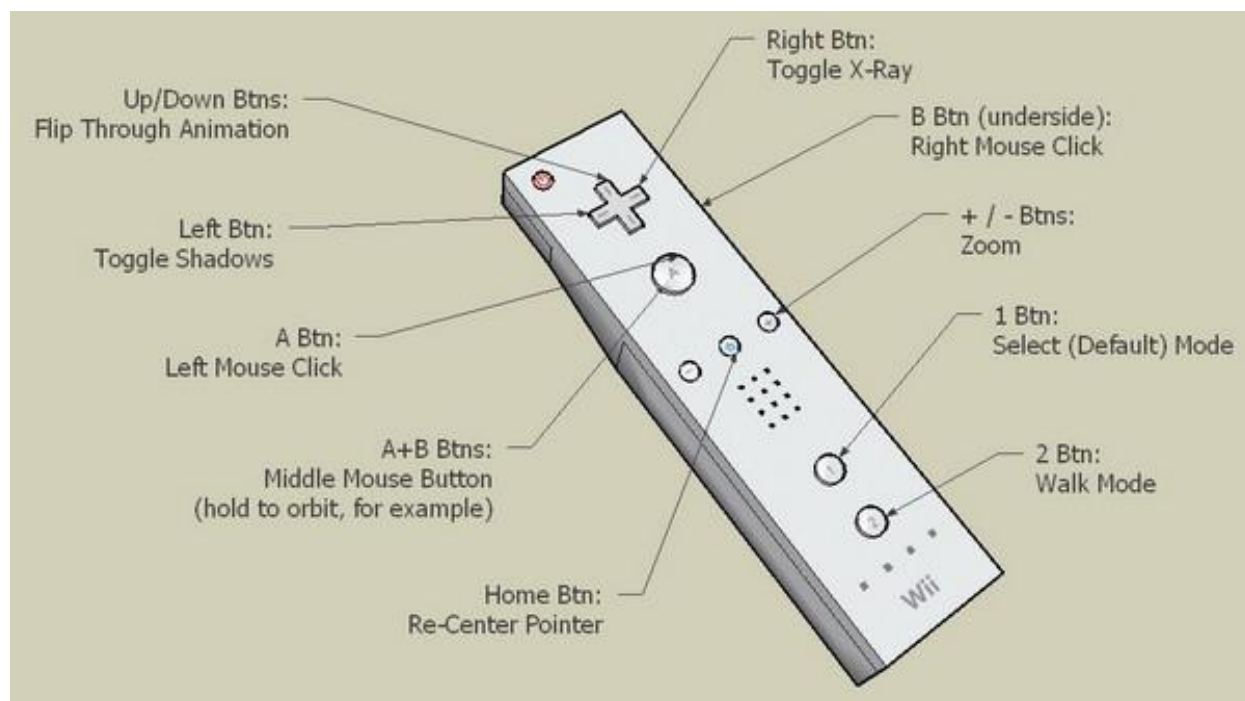
void loop () {
  digitalWrite (LED_PIN, HIGH); // turn on the LED
  delay (1000); // wait one second (1000 milliseconds)
  digitalWrite (LED_PIN, LOW); // turn off the LED
  delay (1000); // wait one second
}
```



The Arduino On Android Kit

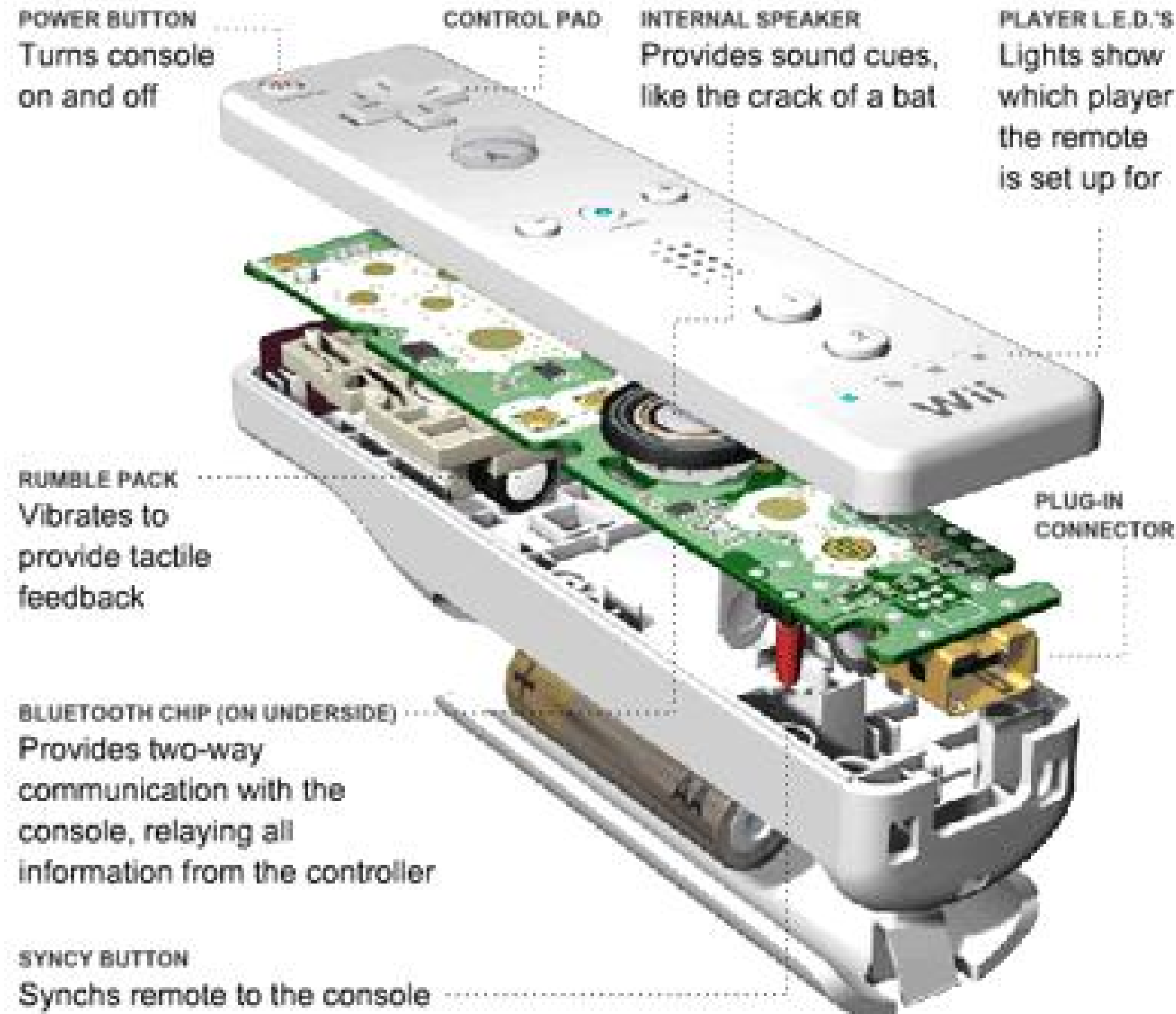
Κιναισθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

- Δύο «πολυαισθητήρες» για κιναισθητική αλληλεπίδραση:
 - Wiimote: το χειριστήριο της πλατφόρμας Nintendo Wii. Ο χρήστης το κρατάει στο χέρι του και κάνει κινήσεις με αυτό.
 - Kinect: Αισθητήρας οπτικής αναγνώρισης κινήσεων (όλου του σώματος) του χρήστη.



KINECT™
for  **XBOX 360.**

Κινησθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία



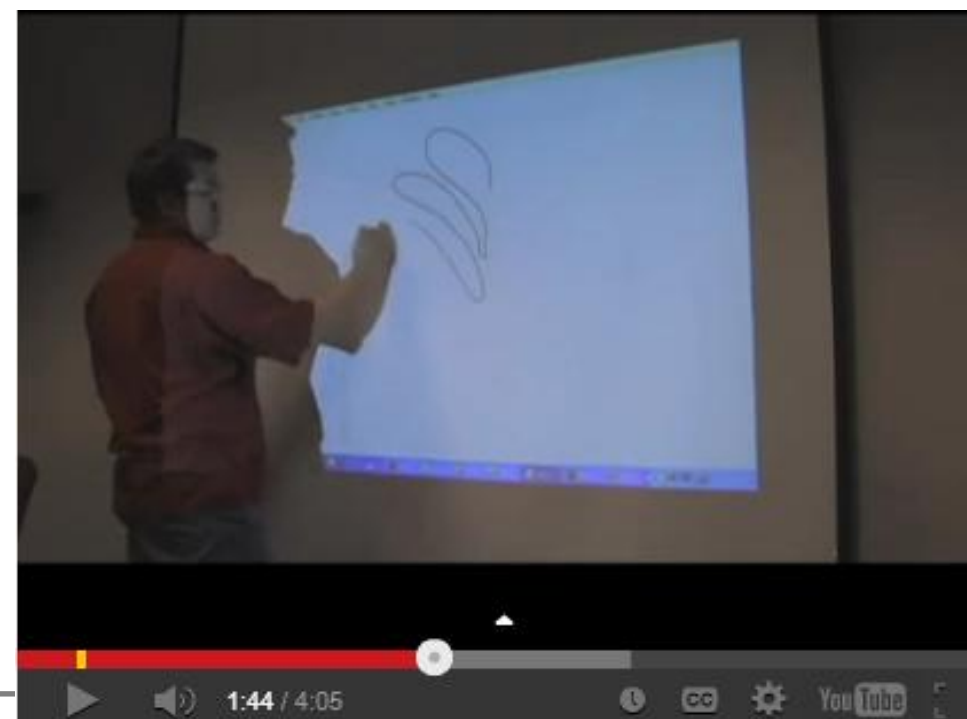
Plug-in controllers

The remote can be augmented by plug-in controllers, which allow for two-handed action or playing games from earlier Nintendo systems.



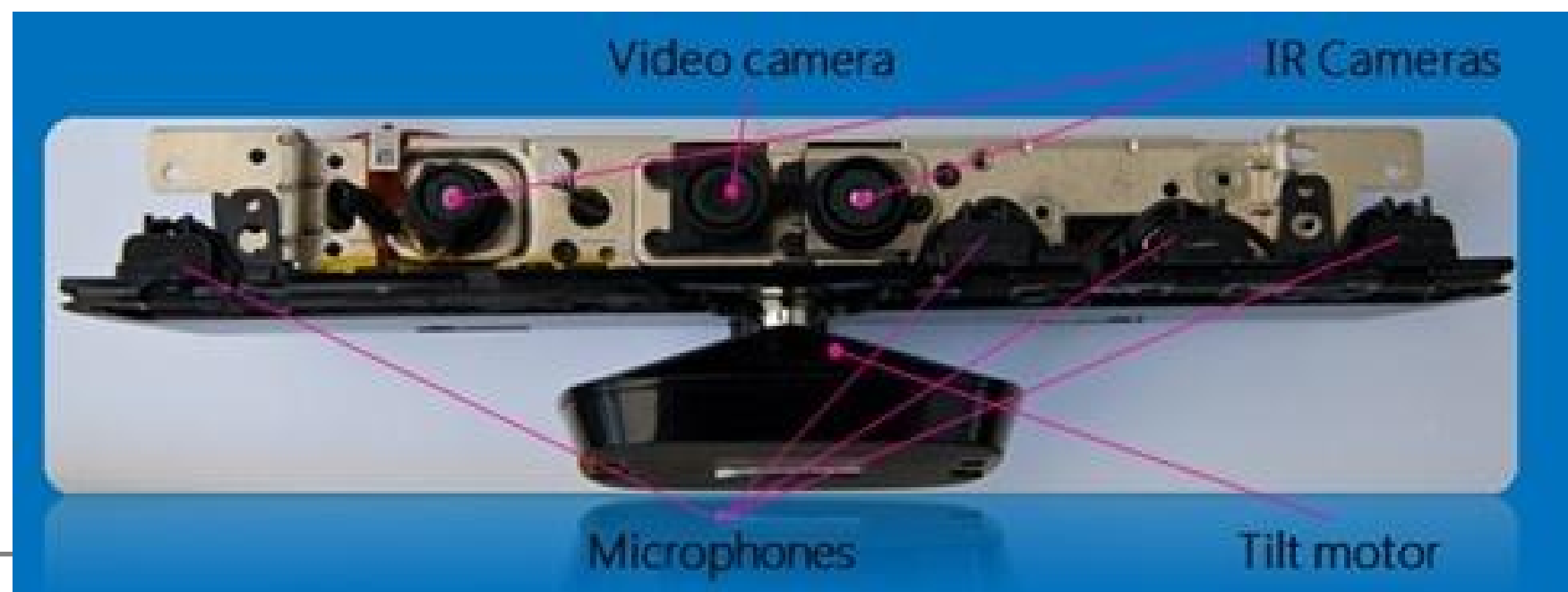
Κινησθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

- Wiimote – πως μπορεί κάποιος να φτιάξει εφαρμογές;
 - Wii hacks! Johnny Chung Lee, κ.α. <http://www.wiihacks.com>
 - <http://johnnylee.net/projects/wii/>
- Προγράμματα οδηγοί (drivers) και APIs ανοικτού κώδικα για διάβασμα δεδομένων από το Wiimote ...
- Η Nintendo δεν επιτρέπει εμπορικές εφαρμογές, δεν υπάρχει SDK.



Κινησθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

- Βιντεοκάμερα,
 - Ανάλυση: 640x480 και 1280x960, ρυθμός ανανέωσης: 12, 15, 30 fps.
- 2 IR Cameras
 - Ανάλυση: 640x480 και 320x240, ρ.α.: 30fps, 4 μικρόφωνα, 1 μοτέρ κλίσης
- Ο αισθητήρας μπορεί να υπολογίσει το βάθος της εικόνας για κάθε pixel σε ένα μοντέλο RGBD.
 - Το βάθος μετριέται σε εκατοστά και χρησιμοποιούνται 12 bits για την αποθήκευση του.



Κινησθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

- MS Kinect – Πως μπορεί κάποιος να φτιάξει εφαρμογές;
 - Microsoft Developer Studio + Kinect SDK
 - Διαθέσιμο από μέσα 2011 αρχικά σε 300 business partners, από 1^η Φεβ. 2012 ελεύθερα.
 - Ο στόχος της διάθεσης είναι «να διερευνηθεί πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο αισθητήρας για άλλες εφαρμογές»
 - Υπάρχει πολύς πειραματισμός με τη τεχνολογία, και πολλές εφαρμογές.
 - <http://www.kinecthacks.com/>
 - Δεν πρόκειται για hacks
 - Αν και αρχικά όντως ήταν απλό να διαβαστούν τα δεδομένα της USB θύρας στην οποία συνδέεται το Kinect (δεν ήταν γνωστή η κωδικοποίηση τους)
 - Στη συνέχεια η MS διέθεσε το SDK, και λεπτομέρειες για τη τεχνολογία.
-

Κινησθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

- Human Interface Guidelines for Microsoft Kinect
 - <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/develop/>
 - Πολλές χρήσιμες οδηγίες σχεδίασης και ευχρηστίας. Οι 4 γενικές αρχές που διέπουν τις οδηγίες (p.16):
 - **The best user experiences are context-aware.**
 - **Each input method is best at something and worst at something.**
 - **Confident users are happy users.**
 - **The strongest designs come after user testing.**

The Right Input Mode for Your Task

As you design your interactions, keep in mind all the input methods available to you, and the pros and cons each have to offer.

Natural actions

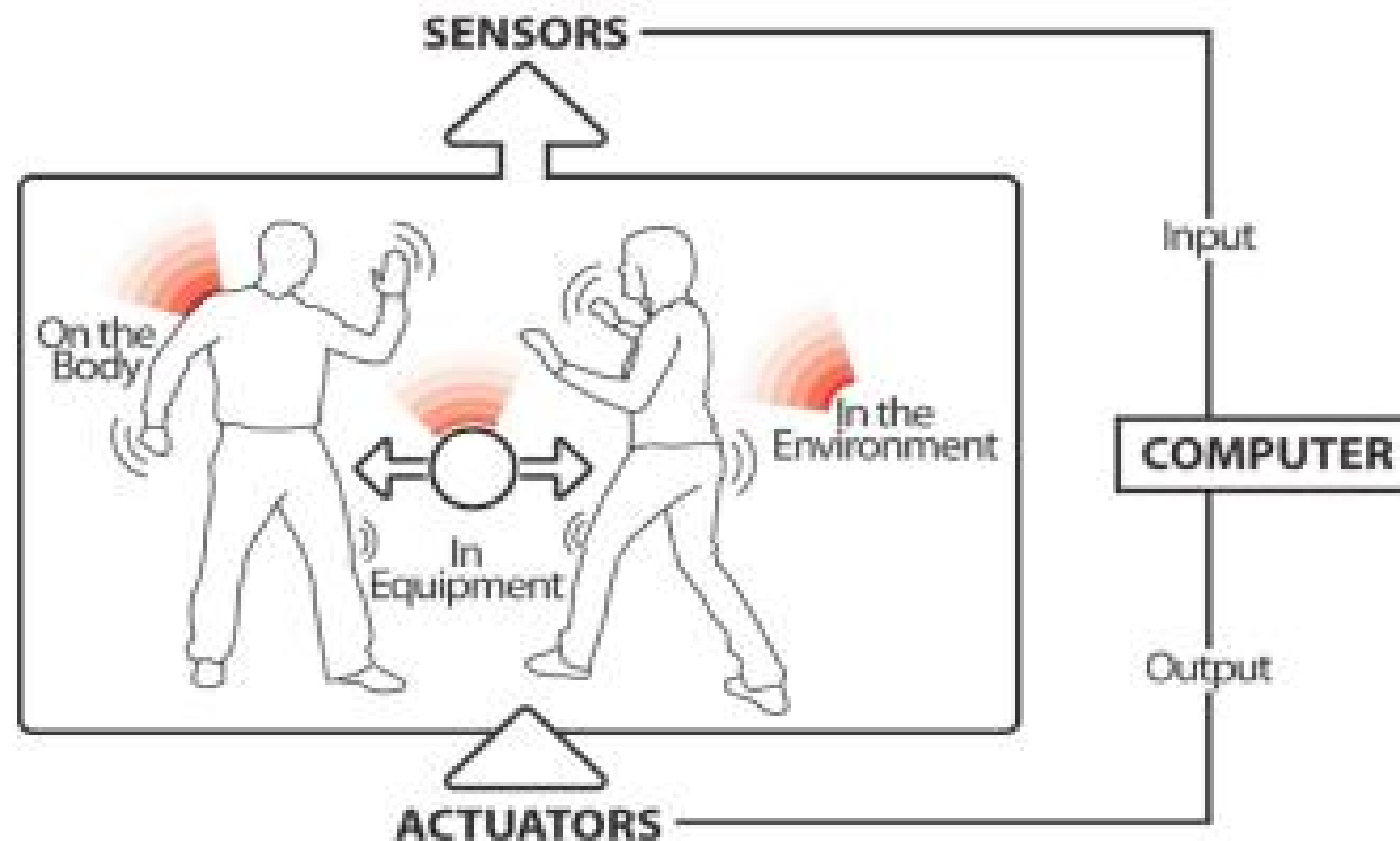
If one interaction is better at a given task, consider using that one instead of forcing all interactions into one input mode.



For example, for entering text, let people use their physical keyboard or a touch interface instead of gesturing.

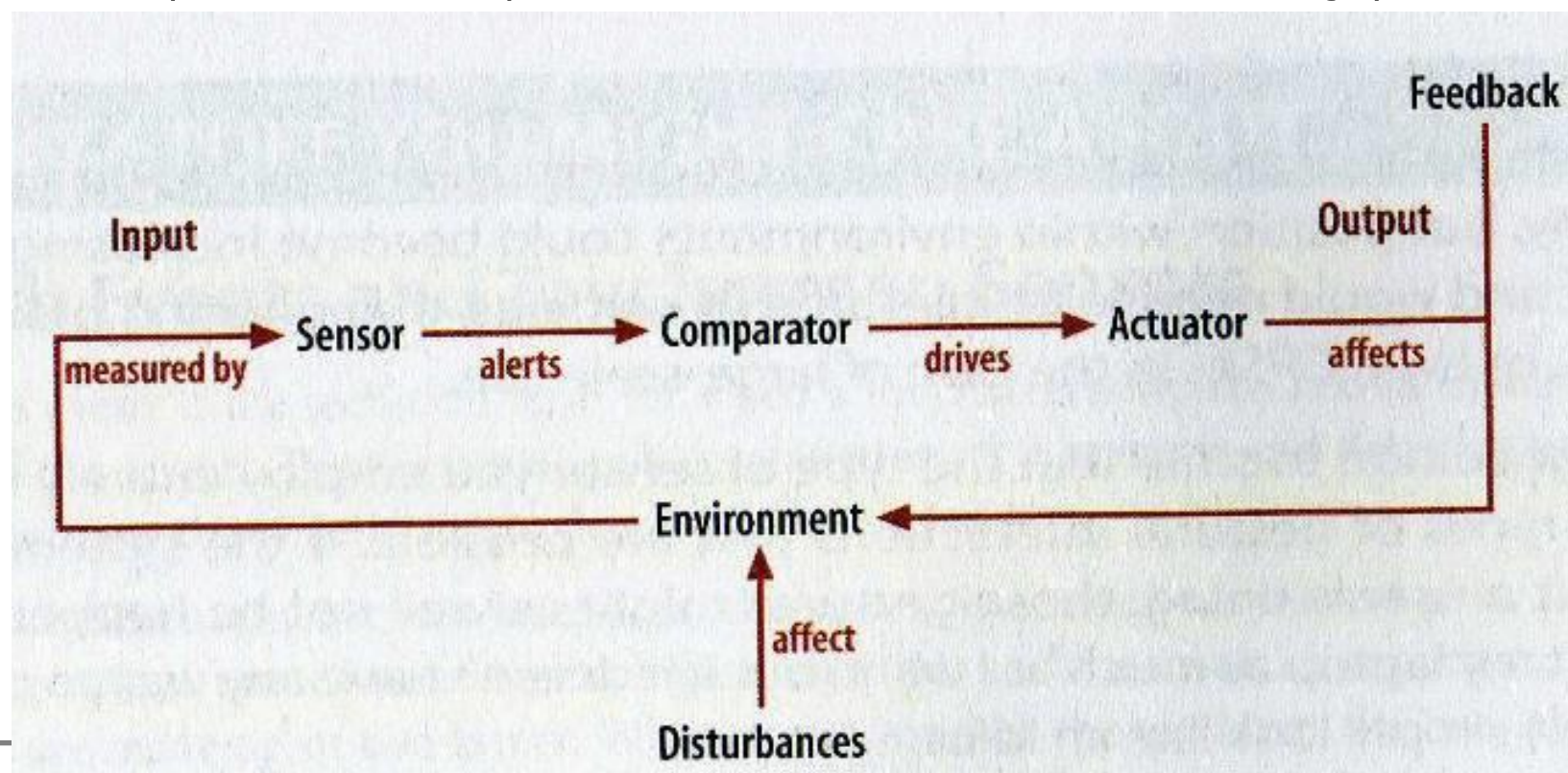
Κιναισθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

- Στην κιναισθητική αλληλεπίδραση, ανάλογα με την εφαρμογή, οι αισθητήρες μπορεί να βρίσκονται:
 - ✓ (α) στο **περιβάλλον** (φυσικό χώρο), ή/και
 - ✓ (β) πάνω **στο σώμα** του χρήστη (π.χ. σε κάποιο γάντι ή ρούχο) ή/και
 - ✓ (γ) σε **χειριστήριο** που κρατάει ο χρήστης, π.χ. wiimote.



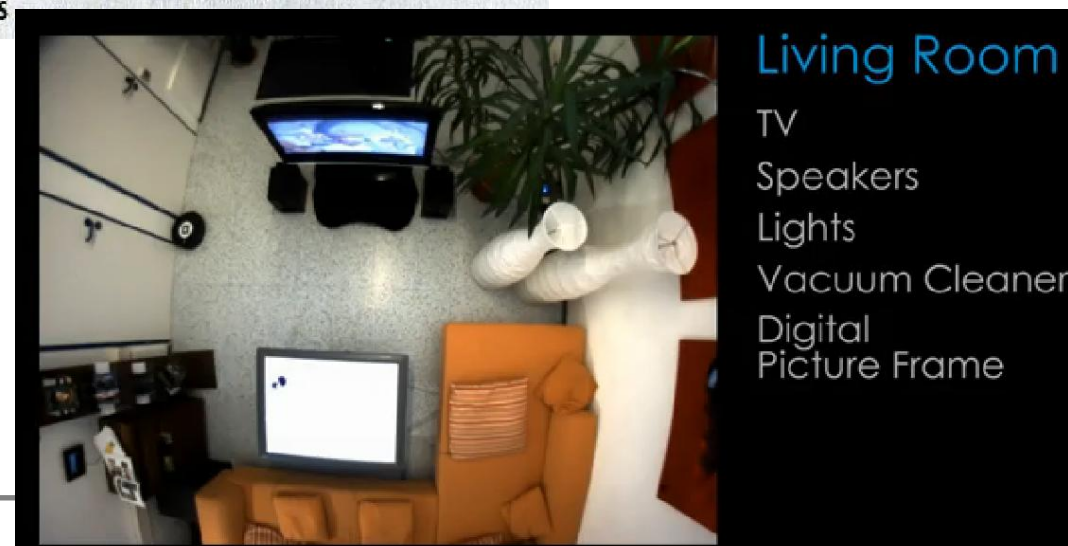
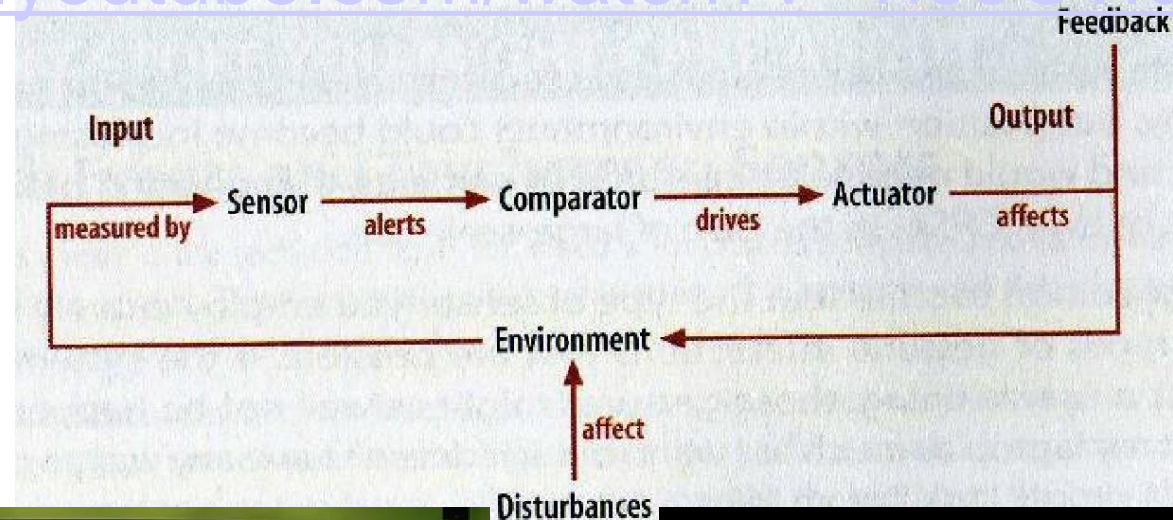
Κιναισθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

- Γενικευμένη περιγραφή κιναισθητικής διεπαφής
 - ✓ Αισθητήρας (sensor)
 - Συνήθως κάμερα για οπτική αναγνώριση χειρονομίας, μικρόφωνο για φωνητική αλληλεπίδραση, συνδυασμός αισθητήρων (e.g. Wii mote), κλπ.
 - ✓ Κανόνας σύγκρισης (comparator): αποφασίζει αν η χειρονομία είναι γνωστή.
 - Ειδικευμένο λογισμικό!
 - ✓ Ενεργοποιητής (actuator) εκτελεί την (ανά)δράση του συστήματος.
 - Στην οθόνη, με ήχο, κλπ.
 - ✓ Περιβάλλον (environment): είναι ευαίσθητο σε διαταραχές (disturbances)

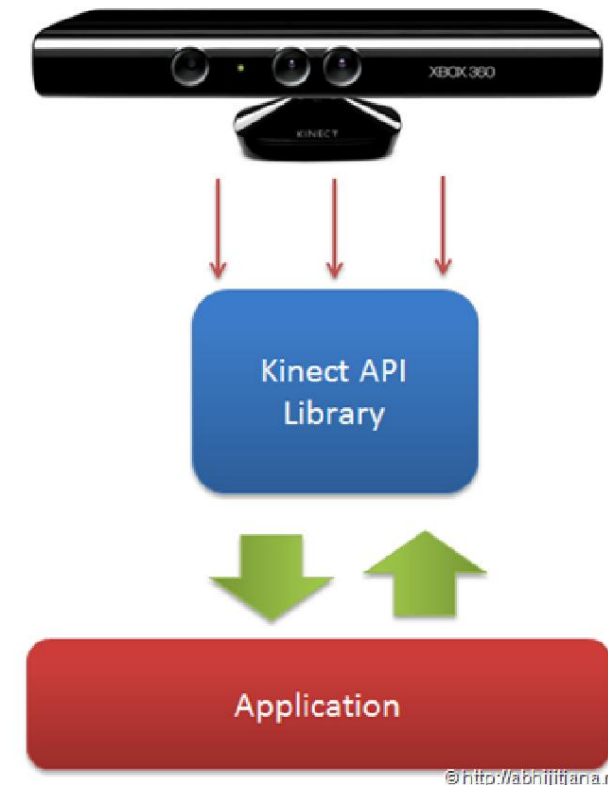


Κινησθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

- Αισθητήρες; Ενεργοποιητές; Δυνατότητες του λογισμικού (κανόνας σύγκρισης);
- <http://www.youtube.com/watch?v=x9KTfZafZBA&list=PL51573060F0131D04>
- <http://www.youtube.com/watch?v=Tio5OvlgToc>



Κινησθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία



- Τι είδους λογισμικό;
 - 1. Λήψη και επεξεργασία δεδομένων από (κάθε είδους) αισθητήρες
 - 2. Οπτική αναγνώριση (computer vision) από τα δεδομένα κάποιου είδους κάμερας
- Σε κάποιες περιπτώσεις τα δεδομένα είναι ακατέργαστα (raw data)
 - Προσφέρονται σε κάποια ροή δεδομένων (data stream)...
 - Η επεξεργασία τους πρέπει να γίνει σε χαμηλό επίπεδο προγραμματισμού.
- Σε άλλες περιπτώσεις προσφέρονται APIs
 - Ο προγραμματιστής πρέπει να μελετήσει-μάθει καλά το API.
 - Συχνά η τεκμηρίωση (documentation) δεν είναι καλή...
- Σε άλλες, SDKs
 - Και πάλι χρειάζεται καλή μελέτη-γνώση του API.

Κινησθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

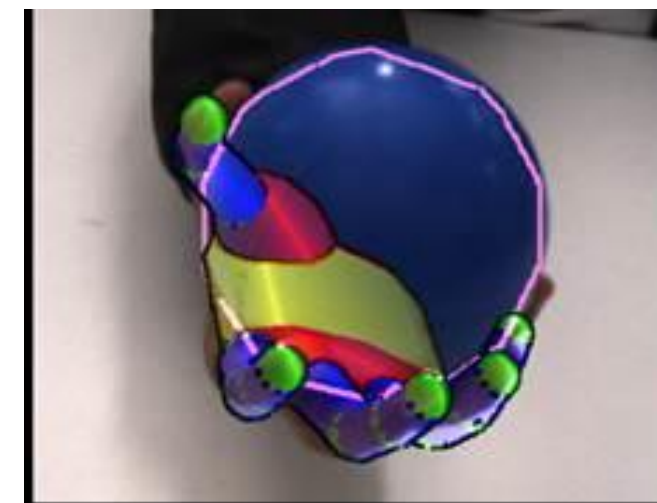
- Γενικά συστατικά συστήματος υπολογιστικής όρασης για κιναισθητικό έλεγχο – π.χ. Wii:
 - ✓ (α) μια ή περισσότερες κάμερες (συχνά υπέρυθρου φάσματος) που καταγράφουν τις κινήσεις του χρήστη,
 - Wiimote + Sensorbar
 - ✓ (β) (ενδεχομένως) υποστηρικτικός φωτισμός
 - Όχι (infrared camera)
 - ✓ (γ) λογισμικό αναγνώρισης κινήσεων και χειρονομιών.
 - Το κάθε παιχνίδι ενσωματώνει δικό του (απαιτείται διαφορετική ερμείνεια των χειρονομιών/κινήσεων του χρήστη)
 - ✓ (δ) (ενδεχομένως), φορετά στο χρήστη στοιχεία (π.χ. γάντια) φωτισμού ή χρωματικής απόχρωσης
 - Wiimote (graspable)



Κινησθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

➤ Οι αλγόριθμοι υπολογιστικής όρασης γενικά αποτελούνται από τρία μέρη (Kortum, 2008):

- ✓ (α) τμηματοποίηση (segmentation):
 - η εικόνα διαχωρίζεται σε διακριτά μέρη
 - αναγνώριση (στοιχείων) του ανθρωπίνου σώματος
- ✓ (β) καταγραφή (tracking)
 - μερών του ανθρωπίνου σώματος
 - των κινήσεων
 - ή/και χειρονομιών
- ✓ (γ) αντιστοίχιση (classification)
 - των κινήσεων (ή/και χειρονομιών) με αυτές που έχουν νόημα για την εφαρμογή
- ✓ Παραδείγματα:



<http://www.ics.forth.gr/~argyros/research.htm>

Κιναισθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

- Κάθε λογισμικό υπολογιστικής όρασης μπορεί να εστιάζει σε διαφορετικές πτυχές της κιναισθητικής αλληλεπίδρασης. Π.χ.
 - ✓ Ανίχνευση χειρονομιών, π.χ. 'g-speak'
 - ✓ Ανίχνευση αντικειμένων σε επιφάνειες, π.χ. reactable
 - ✓ Ανίχνευση όλου του σώματος (MS kinect)

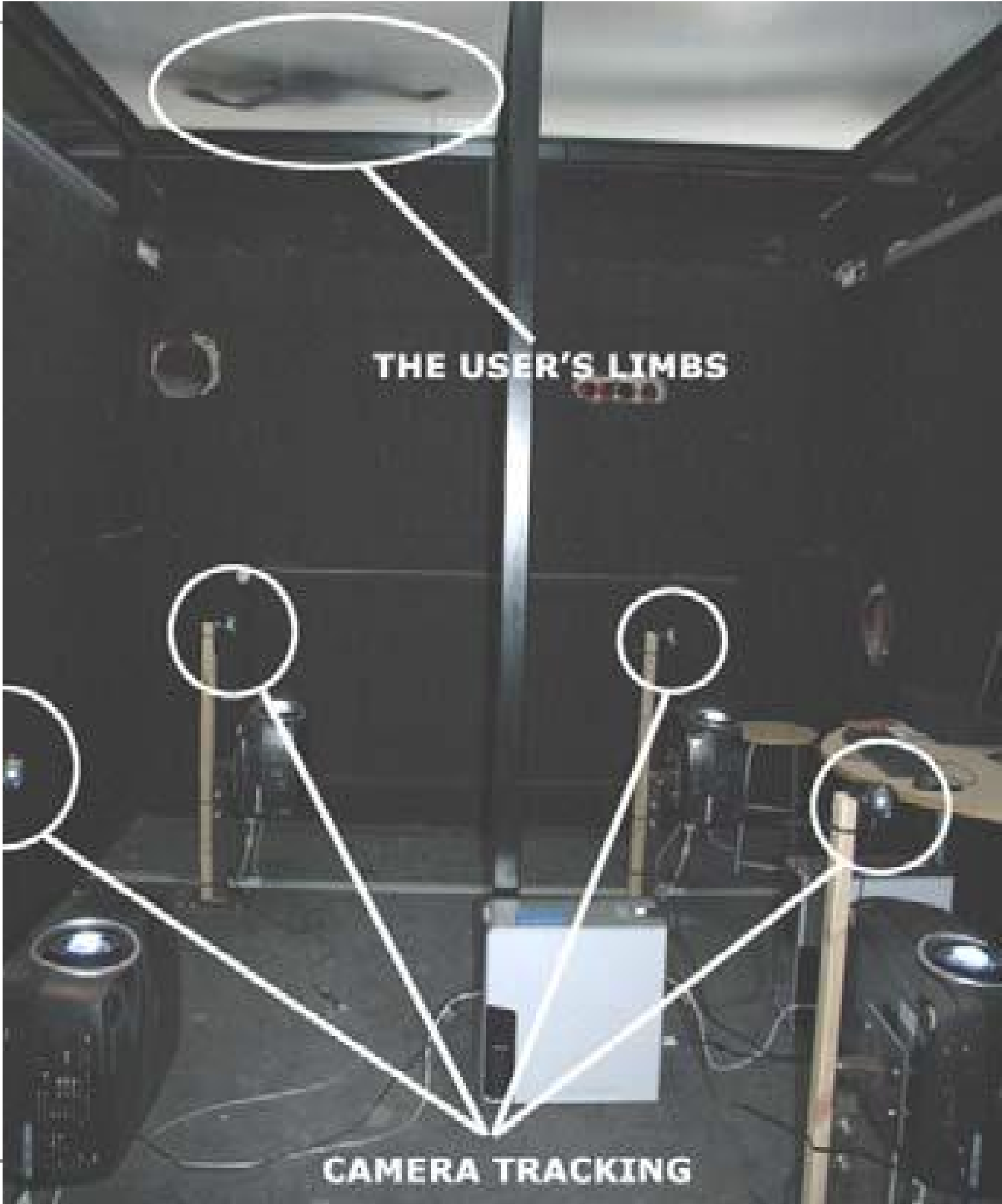


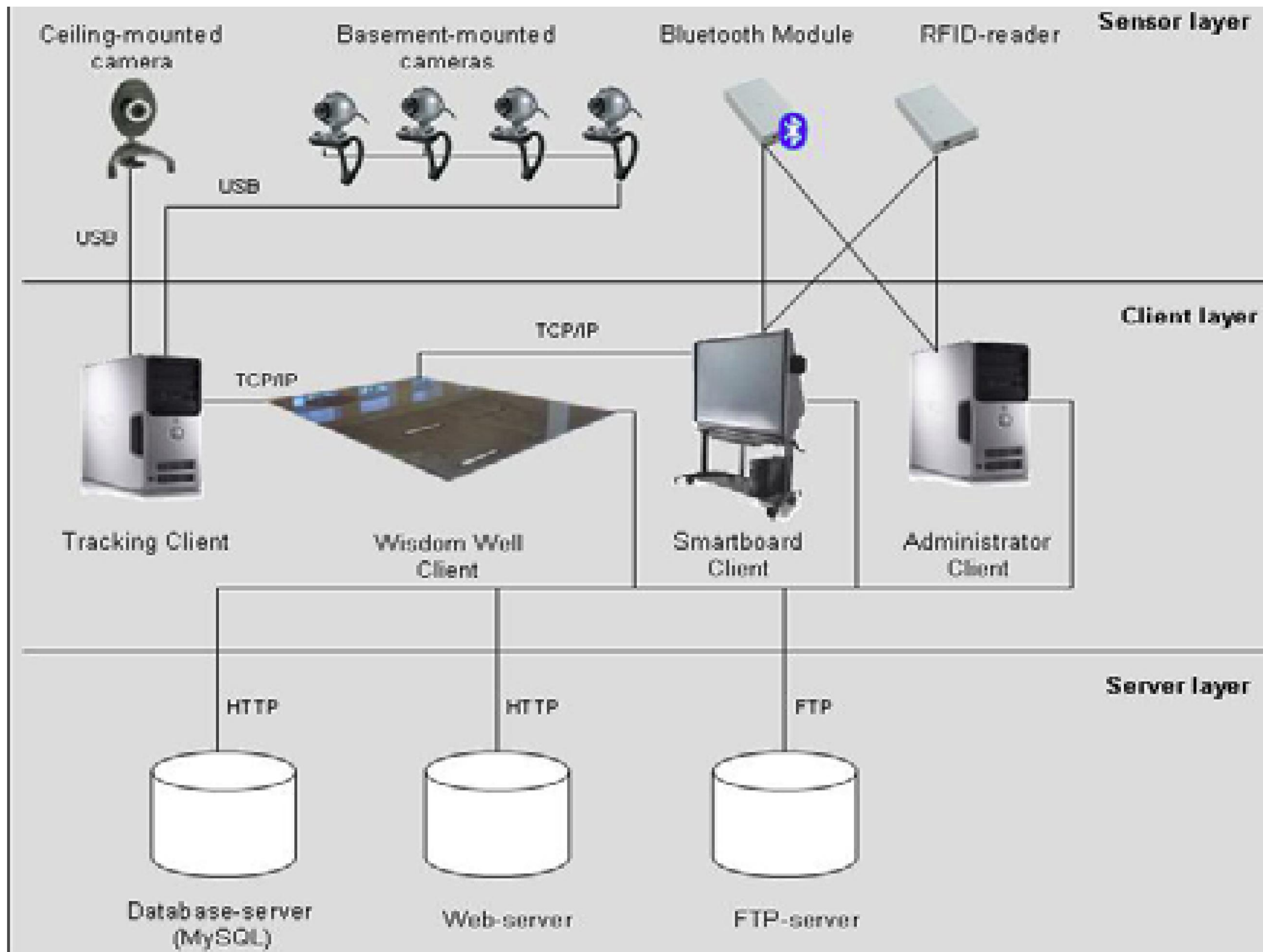
Κινησθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

- iGameFloor: - a Platform for Co-Located Collaborative Games (Gronbaek et al, 2007))



Τεχνολογία





Κινησθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

FLUTTER
CONTROL MUSIC & MOVIES WITH GESTURES

1 HOLD YOUR HAND TO THE WEBCAM

2 WEBCAM DETECTS IT

3 FLUTTER CONTROLS YOUR COMPUTER

AVAILABLE ON
MAC APP STORE
AND
WINDOWS

ABOUT
BLOG
PRIVACY
TWITTER
FACEBOOK
PRESS
WINDOWS

FREE
DOWNLOAD
FOR WINDOWS 7+

FLUTTER HAS BEEN ACQUIRED BY Google

NOW WITH NEXT...

...AND PREVIOUS!

FLUTTER USES THE WEBCAM TO DETECT YOUR GESTURES

FLUTTER WORKS WITH THESE APPS!

USE FLUTTER ON NETFLIX, YOUTUBE, GROOVEHSAK & PANDORA WITH A CHROME EXTENSION!

NEW

Κινησθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία - Leap Motion

<https://www.leapmotion.com>

LEAP
MOTION

OUR DEVICE

APPS

DEVS

BLOG

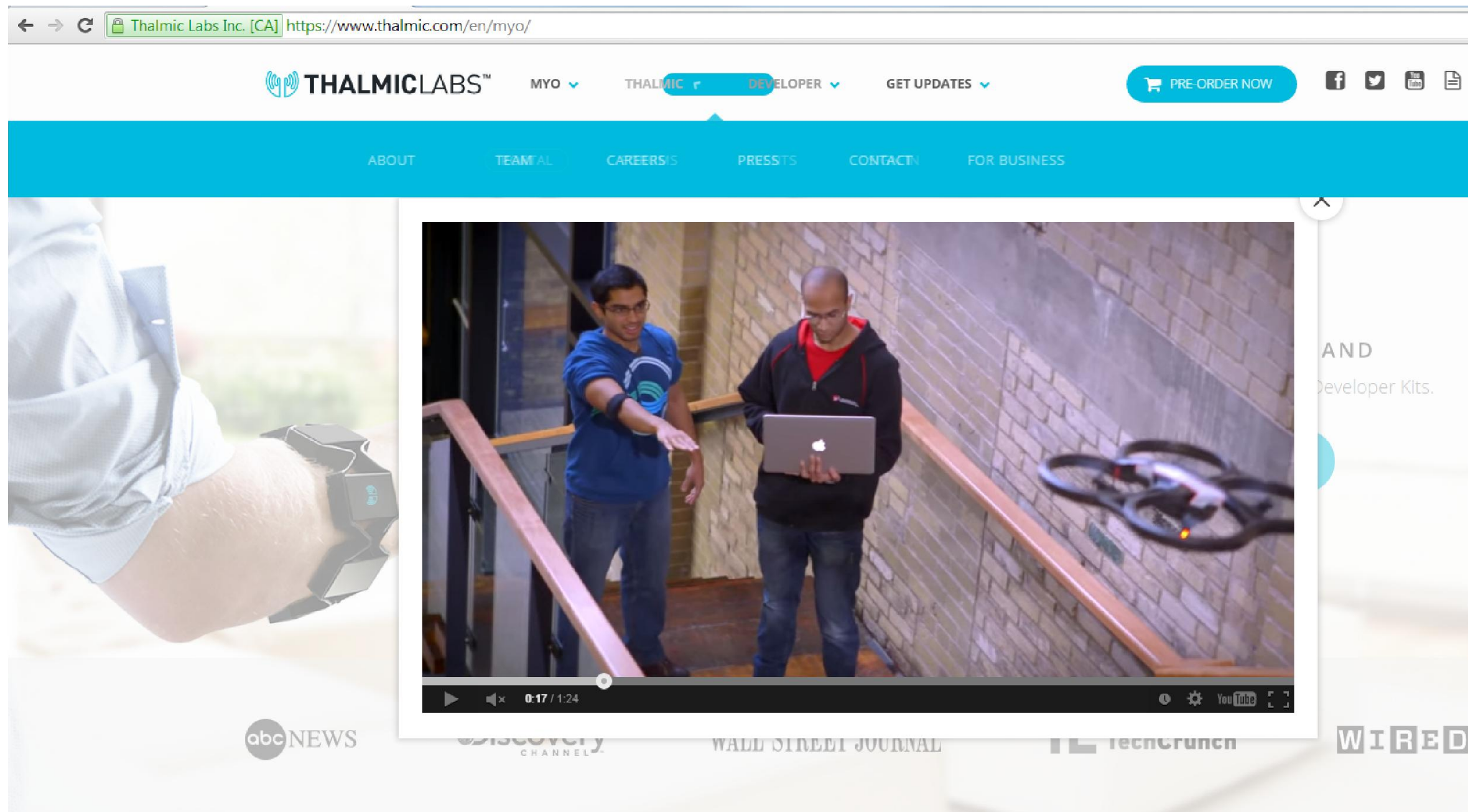
SETUP

SUPPORT

BUY



Κινησθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία - Μyo



Κιναισθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία - Google Glasses

- Φορητή διεπαφή και αλληλεπίδραση με χειρονομίες...
- Δεν έχουν ακόμα κυκλοφορήσει...
- Ένα βίντεο:
<http://www.theguardian.com/technology/video/2013/may/01/google-glass-user-guide-released-video>



Κιναισθητικές Διεπαφές: Τεχνολογία

➤ Τεχνολογικοί περιορισμοί:

✓ Πρότυπα (standards):

- Δεν υπάρχουν ευρέως διαδεδομένα πρότυπα προδιαγραφές
- – αυτό βέβαια αφήνει χώρο για δημιουργικές δουλειές αλλά απαιτείται κόπος για να χτιστούν οι υποδομές.

✓ Ανοικτότητα τεχνολογιών.

- Σε αντίθεση με το Διαδίκτυο (W3C) δεν υπάρχουν μη κερδοσκοπικοί φορείς προώθησης των τεχνολογιών.
- Το αποτέλεσμα είναι ότι η σχετική έρευνα συχνά να κατευθύνεται από τη βιομηχανία.

✓ Πολλές και διαφορετικές τεχνολογίες, χωρίς ολοκλήρωση μεταξύ τους.

- Απαιτείται προγραμματιστική δουλειά, συχνά επίπονη και με λίγη υπάρχουσα τεκμηρίωση

✓ Αξιοπιστία: Π.χ.

- οι αλγόριθμοι υπολογιστικής όρασης επηρεάζονται από
 - ❑ ταχύτητα των κινήσεων του χρήστη,
 - ❑ τον περιβάλλοντα φωτισμό,
 - ❑ τα χρώματα του υποβάθρου σε σχέση με τα ρούχα του χρήστη, κ.α.

Διεπαφές με χειρονομίες (Gesture Interfaces)

- Τεχνικές αλληλεπίδρασης και οδηγίες σχεδίασης και ευχρηστίας.

Τεχνικές αλληλεπίδρασης και οδηγίες

- Βασικά πρότυπα (patterns) ή τεχνικές αλληλεπίδρασης (interaction techniques)
 - ✓ **Πρότυπο ή τεχνική αλληλεπίδρασης = χειρονομία + απάντηση συστήματος**
 - ✓ Για να αναγνωριστούν τεχνικές αλληλεπίδρασης πρέπει να είναι σχετικά καθιερωμένες
 - Οι παρακάτω φαίνεται να είναι, παρότι ακόμα οι διεπαφές με χειρονομίες είναι στην αρχή της ανάπτυξης τους...
 - Ερευνητικό ζήτημα...
 - Δεν υπάρχουν (ακόμα;) καθιερωμένα πρότυπα αλληλεπίδρασης για κιναισθητικό έλεγχο...

Τεχνικές αλληλεπίδρασης και οδηγίες

‘Τεχνικές’ αλληλεπίδρασης (Saffer, 2009):

1. Η εγγύτητα (απ)ενεργοποιεί (Proximity (de)activates)
 2. Η κίνηση του σώματος ενεργοποιεί (Move body to activate)
 3. Το δείξιμο επιλέγει/ενεργοποιεί (Point to select/activate)
 4. Ο κυματισμός του χεριού ενεργοποιεί (Wave to activate)
 5. Η εισαγωγή των χεριών ενεργοποιεί (Place hands inside to activate)
 6. Η περιστροφή αλλάζει την κατάσταση ενός αντικειμένου (Rotate to change state)
 7. Το πάτημα με το πόδι ενεργοποιεί (Step to activate)
 8. Το ταρακούνημα ενεργοποιεί (Shake to activate)
 9. Η κλίση προκαλεί κίνηση (Tilt to move)
-

Τεχνικές αλληλεπίδρασης και οδηγίες

- Η εγγύτητα (απ)ενεργοποιεί
 - ✓ Είναι ίσως η απλούστερη χειρονομία
 - ✓ Χρησιμοποιήστε την για να (απ)ενεργοποιήσετε:
 - Φως
 - Ήχο
 - Αλλαγή οθόνης
 - Ή κάποιο άλλο στοιχείο του περιβάλλοντος, π.χ. κλιματισμό
 - ✓ Πότε να την υιοθετήσετε (γιατί;)
 - Όταν είναι πιο εύκολο για το χρήστη ή δεν είναι φυσικό για το χρήστη να αγγίξει, πιέσει, κ.α.
 - Για λόγους οικολογικής σχεδίασης – οικονομία σε φυσικούς πόρους
 - Όταν θέλετε να ξαφνιάσετε το χρήστη

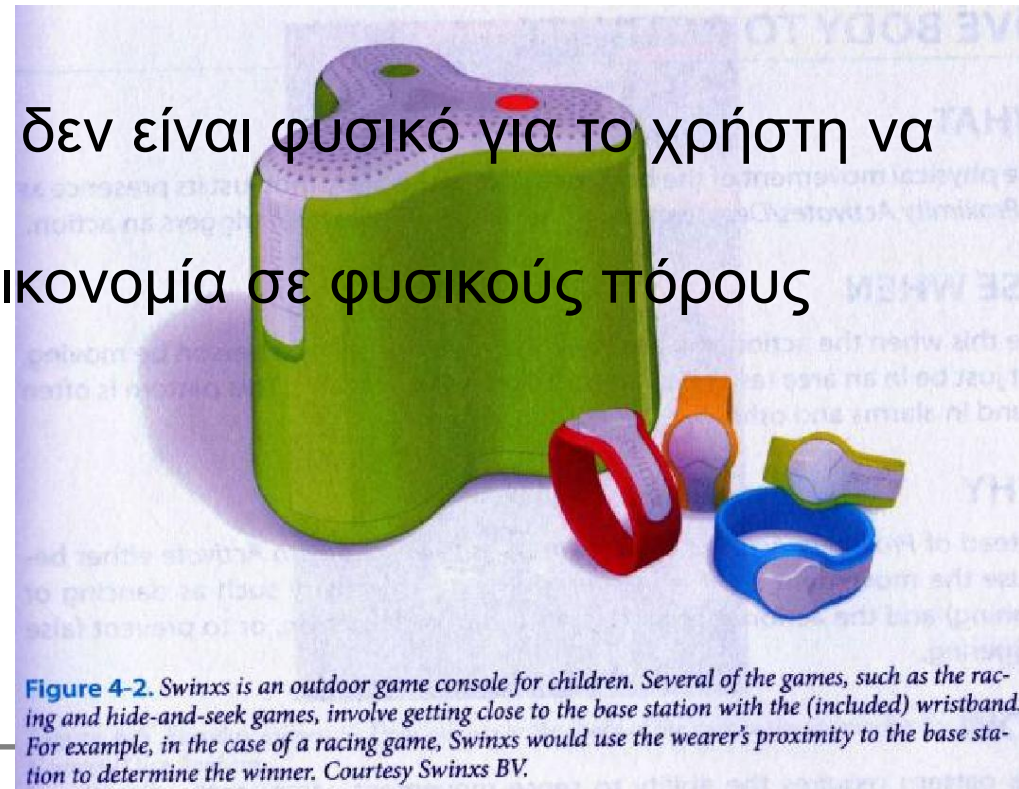


Figure 4-2. Swinxs is an outdoor game console for children. Several of the games, such as the racing and hide-and-seek games, involve getting close to the base station with the (included) wristband. For example, in the case of a racing game, Swinxs would use the wearer's proximity to the base station to determine the winner. Courtesy Swinxs BV.

Τεχνικές αλληλεπίδρασης και οδηγίες

➤ Η εγγύτητα (απ)ενεργοποιεί

✓ Πως;

- Αισθητήρες κίνησης, π.χ. υπέρυθρου φωτός ή πλέγματος (tripwire)
- Αισθητήρες ραδιοσυχνότητας (RFID) -
 - ❑ επιτυγχάνουν και αναγνώριση ταυτότητας
 - ❑ ο χρήστης πρέπει να έχει πομπό (RFID tag)
- Ψηφιακή κάμερα (οπτική αναγνώριση)
- Μικρόφωνο!

✓ Τι να προσέξετε;

- Είναι εύκολο να ενεργοποιηθεί κατά λάθος κάποια λειτουργία, θα πρέπει να έχετε δικλείδες ασφαλείας.



Figure 4-1. *Glowing Places* combines plastic seating with LED strips and pressure sensors to measure the presence of people over time. Both the number of people sitting and the length of time they stay create lighting effects in the furniture. Many people sitting for brief periods of time result in more active lighting, whereas one or two people sitting for a longer period trigger mellow lighting. Courtesy Philips Lighting.

Τεχνικές αλληλεπίδρασης και οδηγίες

- Η κίνηση του σώματος ενεργοποιεί (Move body to activate)
 - ✓ Το σύστημα κάνει κάτι όταν ο άνθρωπος περπατάει, τρέχει, χορεύει, κλπ
 - ✓ Σκεφτείτε την 'κίνηση' ως ένσκηπη δραστηριότητα, π.χ.
 - **Περπατάμε στην εξοχή**, π.χ. για να εντοπίσουμε αξιοθέατα
 - **Οδηγούμε το αυτοκίνητο στη πόλη με χαμηλή ταχύτητα, κοιτώντας γύρω-γύρω**, π.χ. ψάχνοντας θέση για παρκάρισμα.
 - ✓ Πως; - Ανίχνευση κίνησης και συχνά κατεύθυνσης
 - Ψηφιακές κάμερες με κατάλληλο λογισμικό ανίχνευσης
 - Επιταχυνσίμετρο (accelerator), GPS, γυροσκόπιο, κ.α. εφόσον έχουμε επάνω μας κάποια συσκευή



Figure 4-5. Fukuda's Automatic Door adjusts to the shape of the user as she approaches the door.



Figure 4-6. The SensitiveWindow detects the positions and walking directions of passersby to trigger the appropriate content, such as a full-screen movie created to surprise someone walking left to right.

Τεχνικές αλληλεπίδρασης και οδηγίες

➤ Η κίνηση του σώματος ενεργοποιεί (Move body to activate)

- ✓ Γιατί;
 - ✓ Να αποφύγει ο χρήστης περιττές καθημερινές κινήσεις
 - ✓ Να καταγράψει/απεικονίσει το σύστημα πληροφορίες για τη δραστηριότητα
 - ✓ Από την οπτική του χρήστη: π.χ. άθληση και αγωνίσματα, εργασία (παραγωγικότητα).
 - ✓ Από μια πιο συνολική οπτική, π.χ. η κυκλοφορία στο δρόμο, η κίνηση στα καταστήματα, πόσο έτρεξε κάθε αθλητής σε ένα ομαδικό άθλημα, κ.α.



endomondo
premium



Τεχνικές αλληλεπίδρασης και οδηγίες

- Το δείξιμο επιλέγει/ενεργοποιεί (Point to select/activate)
 - ✓ Δείχνουμε με το δάκτυλο, με χειριστήριο (ή και με το βλέμμα) για να ενεργοποιήσουμε ένα αντικείμενο για παραπέρα χειρισμό
 - ✓ Το να δείχνουμε είναι μια πολύ φυσική κίνηση
 - ✓ Πως; (ανίχνευση κατεύθυνσης και υπολογισμός αντικειμένου που δείχνεται)
 - Κάμερα και κατάλληλο λογισμικό
 - Χειρονομία; - ανάλογα με το λογισμικό, πιθανώς να χρειάζονται ανακλαστήρες του φωτός ή χρωματιστά γάντια.
 - Ειδικό χειριστήριο, π.χ. Wiimote

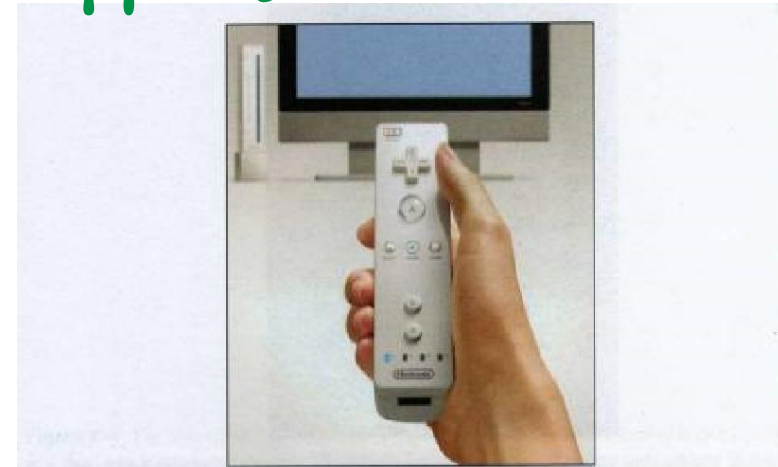


Figure 4-7. The Wiimote works with a stationary sensor bar on top of the TV screen, allowing users to use the device to Point to Select items on-screen. Courtesy Herman Yung.



Figure 4-8. Users can Point to Select items in retail store windows using the GestPoint system. Courtesy Herman Yung.

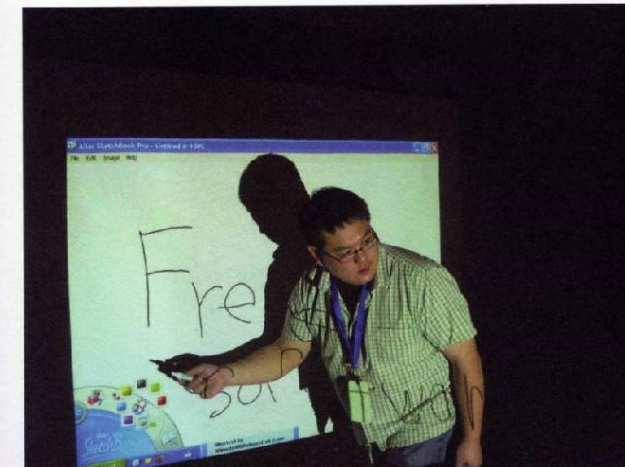


Figure 4-9. Johnny Chung Lee demonstrating one of his infamous Wiimote hacks at the 2008 Maker Faire. Using an infrared "pen," users can, by pointing, select different drawing instruments and turn any wall into a virtual whiteboard. Courtesy Sebastian Heycke.

Τεχνικές αλληλεπίδρασης και οδηγίες

- Ο κυματισμός του χεριού ενεργοποιεί (Wave to activate)
 - ✓ Είναι φυσική κίνηση, όταν θέλουμε από κάποιον άλλο να μας δει και να μας προσέξει σε ένα δημόσιο χώρο
 - Άρα έχει νόημα για αλληλεπίδραση σε δημόσιο χώρο
 - ✓ Υπάρχουν πολλές χειρονομίες «κυματισμού», κάθε μια σημαίνει διαφορετικά πράγματα...
- Πώς;
 - ✓ Ψηφιακή κάμερα + λογισμικό
 - ✓ Αισθητήρας μαγνητικού πεδίου με κάποια χρονοκαθυστέρηση

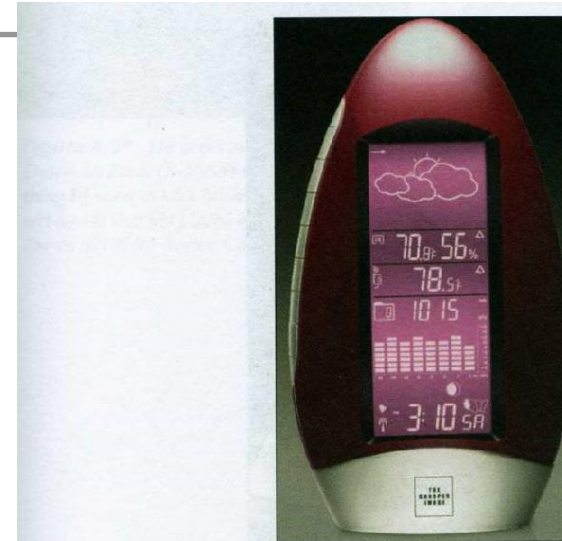


Figure 4-12. Users have only to wave their hand near the Waterdrop Weather Station Clock for it to “snooze” the alarm. Courtesy The Sharper Image.



Figure 4-10. To use enMotion's Paper Towel Dispenser, you wave your hand in front of the sensor, and a sheet of paper towel comes out of the dispenser. Courtesy Georgia-Pacific.

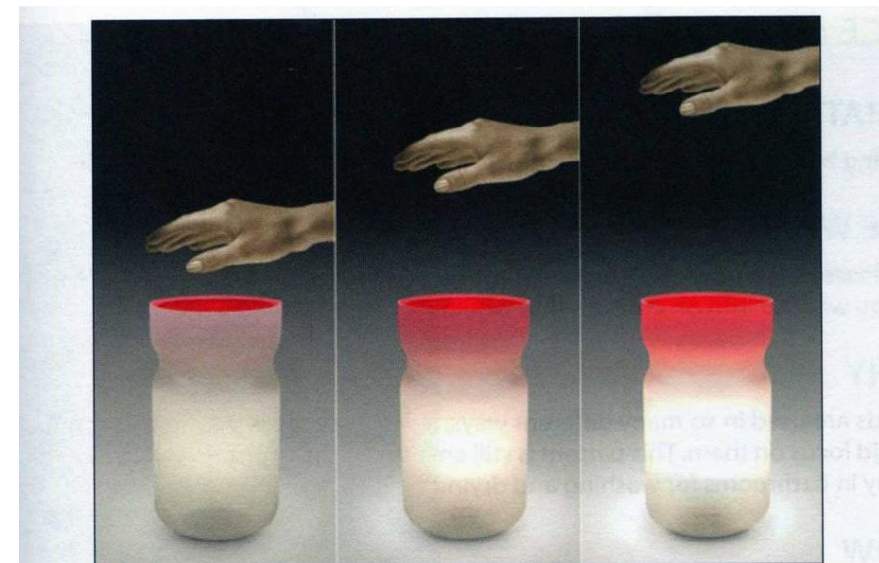


Figure 4-11. You can turn on an Airswitch light by merely waving your hand slowly over the light. Users can make the light dim or brighten by moving their hand upward or downward. Courtesy Mathmos.

Τεχνικές αλληλεπίδρασης και οδηγίες

- Η εισαγωγή των χεριών ενεργοποιεί (Place hands inside to activate)
 - ✓ Πότε;
 - Όταν θέλουμε να κάνουμε κάτι με τα χέρια μας, αλλά χωρίς να αγγίζουμε το αντικείμενο
 - ✓ Γιατί;
 - Υγιεινή: Κατά κανόνα χρησιμοποιείται σε δημόσιες τουαλέτες
 - ✓ Πώς;
 - Αισθητήρες μαγνητικού πεδίου

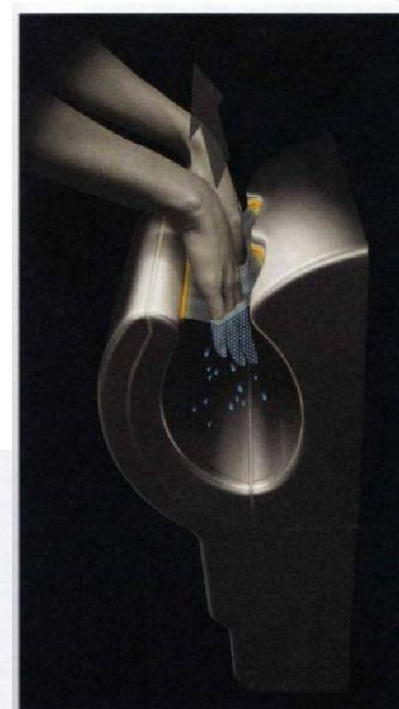


Figure 4-14. The unfortunately named Dyson AirBlade (it doesn't sound like something I'd want to stick my hands into) dries wet hands that are placed into and slowly drawn out of the device. Courtesy Dyson.



Figure 4-13. The Tripoint Gooseneck Touchless Electronic Faucet releases water when hands are placed inside the sink. Courtesy Kohler.



Figure 4-15. The Sensor Soap Pump uses an infrared sensor to detect when hands are placed beneath its spout. Courtesy simplehu-

Τεχνικές αλληλεπίδρασης και οδηγίες

- Η περιστροφή αλλάζει την κατάσταση ενός αντικειμένου (Rotate to change state)
 - ✓ Γιατί;
 - Για να αλλάξετε την όψη (συνήθως οριζόντια-κατακόρυφη)
 - Όταν έχετε ένα αντικείμενο με πολλαπλές λειτουργίες
 - ❑ ανάλογα με τον προσανατολισμό του να ενεργοποιείτε την κατάλληλη λειτουργία, π.χ. κινητό και φωτογραφική μηχανή
 - ✓ Πως;
 - ✓ Γυροσκόπιο ή/και επιταχυνσίμετρο.

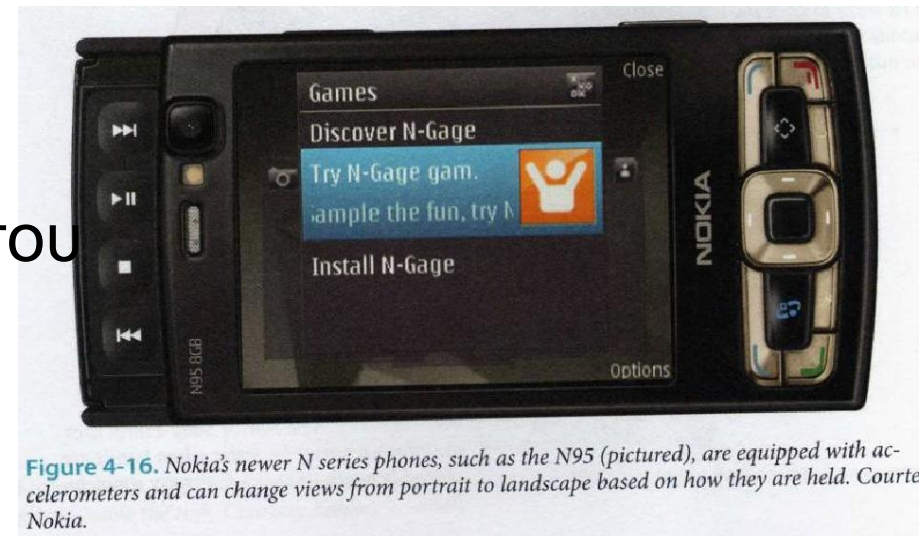


Figure 4-16. Nokia's newer N series phones, such as the N95 (pictured), are equipped with accelerometers and can change views from portrait to landscape based on how they are held. Courtesy Nokia.

Τεχνικές αλληλεπίδρασης και οδηγίες

- Το πάτημα με το πόδι ενεργοποιεί (Step to activate)
 - ✓ Γιατί;
 - Όταν τα χέρια είναι κατειλημμένα
 - Όταν το πάτημα του ποδιού του χρήστη σε κάποια σημείο πετυχαίνει ένα στόχο αλληλεπίδρασης,
 - π.χ. να ακολουθήσει τα βήματα του χορού.
 - ✓ Πώς
 - Αισθητήρες πίεσης
 - Κάμερα + λογισμικό οπτικής αναγνώρισης

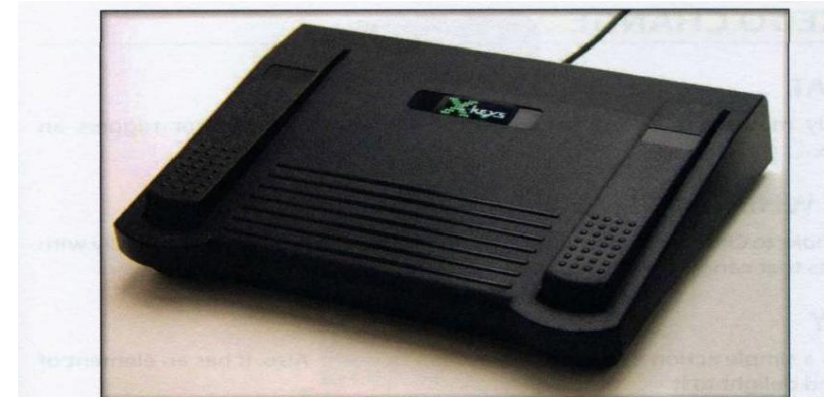


Figure 4-20. The X-Keys Foot Pedal can be programmed to perform common computer functions with three different locations that can be used for Step to Activate. Courtesy PI Engineering.



Figure 4-19. One of the many incarnations of Dance Dance Revolution, where players follow on-screen cues to step in various directions quickly to play the game (and thus to dance). Courtesy Warren Rohner.



Τεχνικές αλληλεπίδρασης και οδηγίες

➤ Το ταρακούνημα ενεργοποιεί (Shake to activate)

- ✓ Γιατί;
 - Όταν θέλετε να αλλάξετε την κατάσταση ενός αντικειμένου που κρατάτε με το χέρι σας.
 - Είναι πιο εύκολο από το να δείτε το αντικείμενο και να πατήσετε κάποιο κουμπί...
- ✓ Πως;
 - Επιταχυνσίμετρο

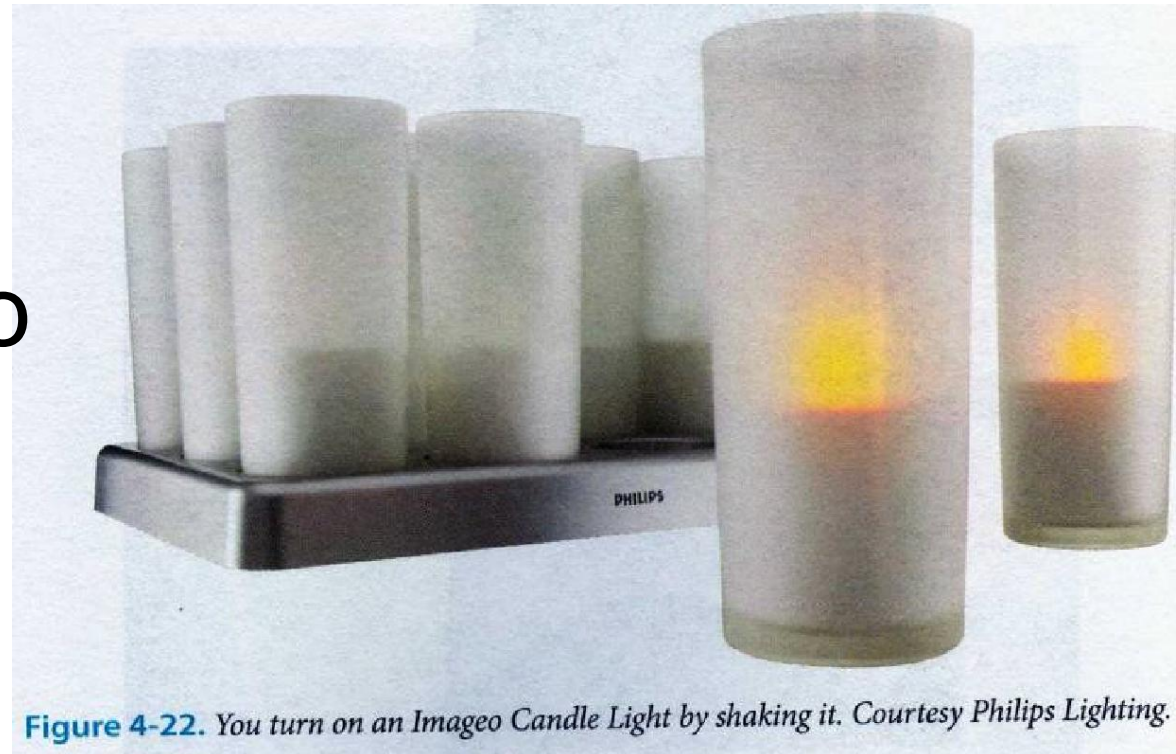


Figure 4-22. You turn on an Imageo Candle Light by shaking it. Courtesy Philips Lighting.



Figure 4-23. The Sony Ericsson W910i features a three-axis accelerometer, which is used in its shake control feature to change song tracks. Users just shake the phone to change the track being played. Courtesy Sony Ericsson.



Figure 4-24. The Sansa Shaker lets users shake the device to jump to the next song. Courtesy SanDisk.

Τεχνικές αλληλεπίδρασης και οδηγίες

- Η κλίση προκαλεί κίνηση (Tilt to move)
 - ✓ Τι;
 - Πρόκληση κίνησης σε εικονικό χαρακτήρα, ενός εικονικού ή φυσικού αντικειμένου
 - ✓ Γιατί;
 - Έλεγχος κατεύθυνσης σε έναν 3D χώρο – πραγματικό ή εικονικό
 - ✓ Πως;
 - Επιταχυνσιόμετρα σε πολλούς άξονες, ή/και
 - Γυροσκόπια, ή/και
 - Πολλαπλούς αισθητήρες πίεσης
 - ✓ Προσέξτε:
 - Κινήσεις όπως σκύψιμο, κλίση προς τα πλάγια ή πίσω, κ.α. μπορεί να μην είναι εύκολες ή ακόμα και επικίνδυνες για ηλικιωμένους ή πολύ μικρά παιδιά



Figure 4-25. Designed for navigating 3D worlds, the SpaceNavigator has a cap that users can tilt (as well as twist and move from side to side and up and down) to move their avatar in any direction in a 3D environment or to manipulate 3D objects. Courtesy 3Dconnexion.

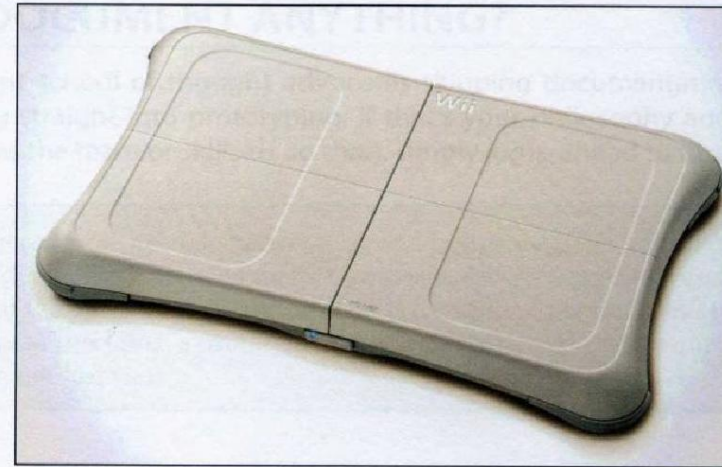


Figure 4-27. The Wii Balance Board uses a series of pressure sensors to detect a user's balance to play games such as We Ski. Courtesy Nintendo.



Figure 4-26. To operate a Segway, drivers tilt in the direction they want to go. Courtesy Segway, Inc.

Τεχνικές αλληλεπίδρασης και οδηγίες

- Γενικές σχεδιαστικές αρχές (Kortum, 2008)
 - ✓ Αποφύγετε την κατά λάθος ενεργοποίηση («άγγιγμα του Μίδα»!)
 - Δυσκολη η αναίρεση ή να πάμε πίσω σε διεπαφές με ελεύθερες χειρονομίες (free-form gestures).
 - Στις πολυαπτικές διεπαφές όπου είναι πολύ συνηθισμένο να αγγίζουμε σε λάθος σημείο / κατά λάθος, το κουμπί back καθιερώνεται πλέον στο βασικό μενού της συσκευής.
 - Σε κάποιες περιπτώσεις οπτικής αναγνώρισης χειρονομιών να τηρούμε τους κανόνες καθαριότητας!
 - ❑ Οι λεκέδες λογίζονται ως σημεία επαφής!
 - Το σύστημα θα πρέπει να μπορεί να τεθεί με απλή χειρονομία σε κατάσταση αναμονής
 - ❑ Όστε να μην είναι συνεχώς ενεργό.

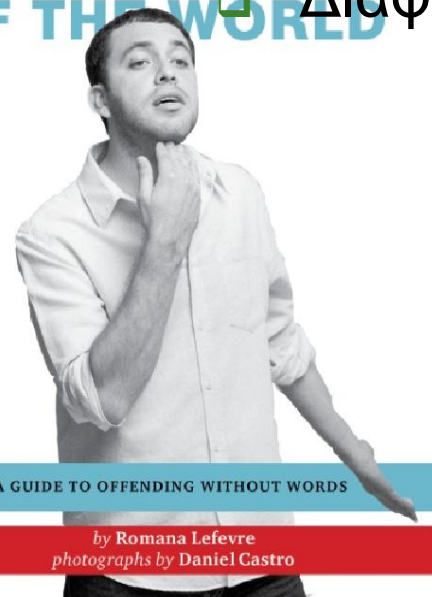


Τεχνικές αλληλεπίδρασης και οδηγίες

- Γενικές σχεδιαστικές αρχές (Kortum, 2008)
 - ✓ Λάβετε υπόψη σας θέματα κουλτούρας/προσωπικότητας
 - Σημασία χειρονομίας, Ρυθμός/ταχύτητα εκτέλεσης χειρονομιών
 - Ειδικά όταν το απευθυνόμενο κοινό είναι πολυπολιτισμικό
 - ✓ Σχεδίαση με βάση το πλαίσιο χρήσης (context awareness)
 - Η εφαρμογή να μπορεί να ερμηνεύει τις χειρονομίες του χρήστη σε σχέση με το πλαίσιο χρήσης, π.χ.
 - ❑ Διαφορετικές χειρονομίες για ίδια εννοιολογικά πράξη – μετακίνηση μικρού ή ογκώδους αντικειμένου...
 - ❑ Ίδιες χειρονομίες για παρόμοιες δράσεις, π.χ. Stop/Pause/No
 - ❑ Διαφορετικές χειρονομίες ανάλογα με το χώρο της διεπαφής



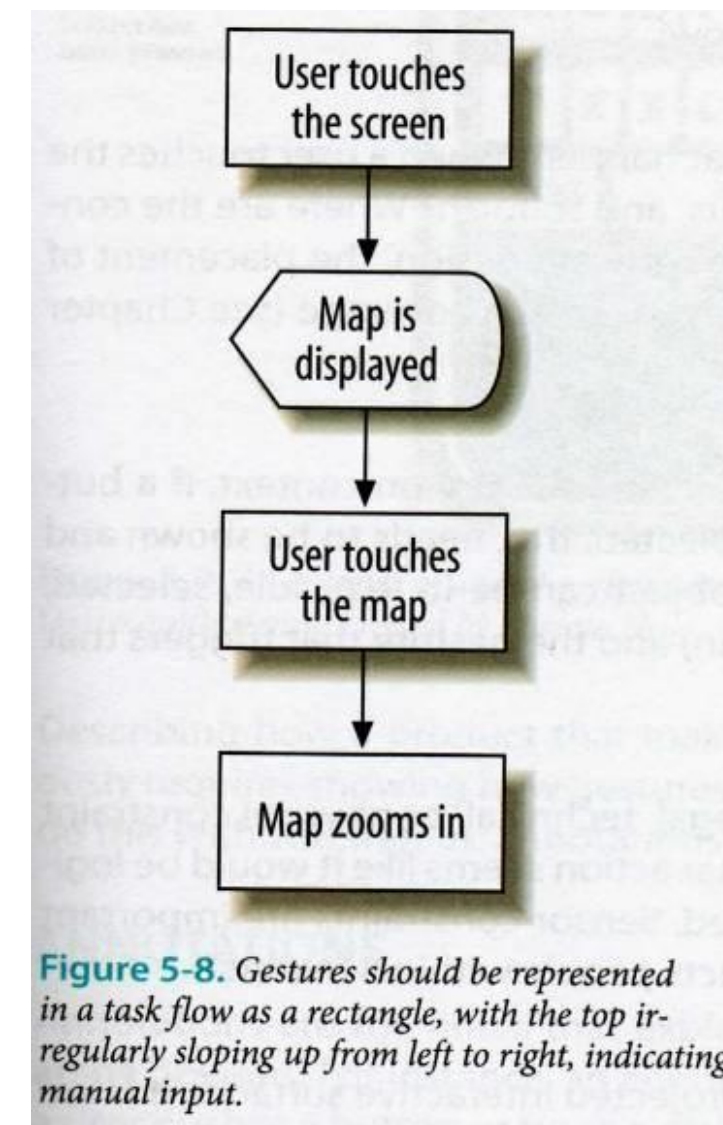
**RUDE HAND
GESTURES
OF THE WORLD**



Διεπαφές με χειρονομίες (Gesture Interfaces)

➤ Γενικές σχεδιαστικές αρχές (Kortum, 2008)

- ✓ Σειρά εκτέλεσης επιμέρους ενεργειών (sequencing)
 - Αν απαιτούνται βήματα για να γίνει μια εργασία σχεδιάστε την σειρά εκτέλεσης ώστε
 - ❑ να απαιτεί τις λιγότερες χειρονομίες
 - ❑ να είναι φυσικές οι χειρονομίες για το χρήστη



Διεπαφές με χειρονομίες (Gesture Interfaces)

➤ Γενικές σχεδιαστικές αρχές

✓ Ανάδραση

- Οι χρήστες μπορεί να αισθανθούν απομονωμένοι από ένα σύστημα με το οποίο αλληλεπιδρούν με χειρονομίες
- Όχι μόνο οπτική ανάδραση, αλλά και ακουστική και απτική

✓ Ευκολία επιλογής αντικειμένων

- Ο νόμος του Fitts (1954) μας λέει ότι ο χρόνος επιλογής ενός αντικειμένου είναι:
 - ❑ ανάλογος της απόστασης στην οποία βρίσκεται και
 - ❑ αντιστρόφως ανάλογος του μεγέθους του αντικειμένου
- Δηλαδή, όσο πιο μεγάλο το αντικείμενο τόσο πιο εύκολο να επιλεγεί.
 - ❑ ιδιαίτερα μια συσκευή όχι μεγάλης ακρίβειας επιλογής όπως το δάκτυλο ή το χέρι



Διεπαφές με χειρονομίες (Gesture Interfaces)

➤ Γενικές σχεδιαστικές αρχές (Kortum, 2008)

✓ Ευκολία επιλογής αντικειμένων

- Δύο τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την επιλογή αντικειμένων:

❑ Iceberg tip

- Το αντικείμενο-στόχος είναι ευαίσθητο στην επιλογή και στην περίμετρο του
- Απαιτείται ελεύθερος χώρος
- Μεταξύ αντικειμένων

❑ Adaptive targets

- Να προτείνεται το επόμενο αντικείμενο-στόχος
- Π.χ. word suggestions for keystrokes

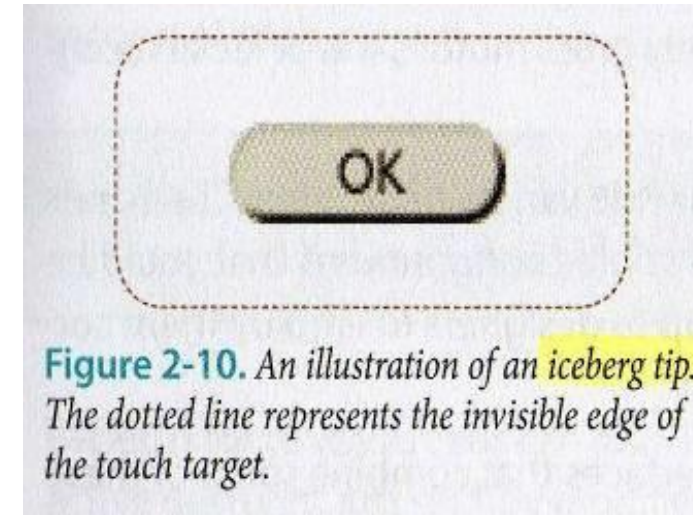

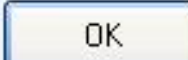


Figure 2-10. An illustration of an iceberg tip. The dotted line represents the invisible edge of the touch target.

Fitts's Law *demonstration*

But what **does** it mean? Fitts's Law says that you should make the buttons and other interface elements big enough, as it is difficult for the users to click on the small ones.

If you have a small button, like , add some padding or make it wider: .

If there's a button on the website, make the whole button clickable – not only the text label.

Also, if you put your object further away, it might be a nice idea to make it bigger to compensate.

Διεπαφές με χειρονομίες (Gesture Interfaces)

- Σημαντική σχεδιαστική αρχή:
- Επικοινωνία χειρονομιών και βοήθεια (help) κατά την αλληλεπίδραση
 - ✓ Οι χειρονομίες δεν είναι καθιερωμένο στυλ αλληλεπίδρασης...
 - ✓ Οι χρήστες μπορεί να μην καταλαβαίνουν:
 - ✓ Πώς να ξεκινήσουν να αλληλεπιδρούν το σύστημα...
 - ✓ Να «κολλήσουν» σε κάποιο σημείο της αλληλεπίδρασης...
 - ✓ Σημαντικές τακτικές βοήθειας:
 - ✓ Γραπτές οδηγίες
 - ✓ Σαφής ένδειξη της χειρονομίας που απαιτείται επί του αντικειμένου ή στην οθόνη
 - ✓ Επίδειξη σε βίντεο (πώς πρέπει να ασκηθεί η χειρονομία)



Figure 7-7. Politeness in the messaging, combined with a small hand icon on the British Airways kiosk at Heathrow Airport. Courtesy Terminal5Insider.



Figure 7-11. This paper towel dispenser combines a well-designed illustration showing the left-to-right movement required to trigger the device, with a small bit of text to show presence.

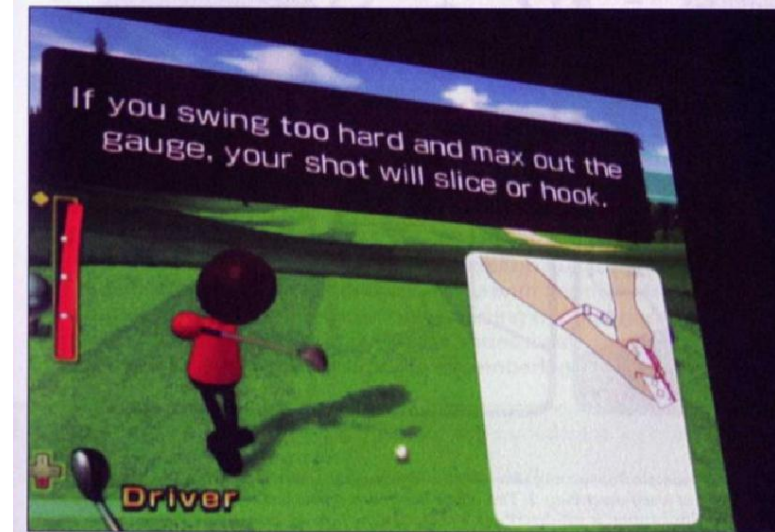


Figure 7-14. During game play, Wii games occasionally pop up demonstrations to help players learn or refine their gestures. Watching while doing is a powerful way to learn a gesture. Courtesy JasonIT.

Διεπαφές με χειρονομίες (Gesture Interfaces)

- Γενικά χαρακτηριστικά καλοσχεδιασμένων διεπαφών με χειρονομίες (Shaffer, 2009)
 - ✓ Ανακαλύψιμη (discoverable): να μπορεί ο χρήστης να εντοπίσει πληροφορίες που τον ενδιαφέρουν...
 - (α) σχεδίαση με υπονοούμενη δυνατότητα (affordance)
 - π.χ. κάτι που θέλουμε να «πιεστεί», να «συρθεί», να «μεγεθυνθεί» κλπ, θα πρέπει να υπονοεί στο χρήστη την λειτουργία του.
 - (β) Να υπάρχουν οι πληροφορίες που αναζητά ο χρήστης... π.χ. σε ένα πολυκατάστημα, τι μπορεί να θέλει να ανακαλύψει ο χρήστης;
 - Ένα συγκεκριμένο προϊόν (φίρμα)
 - Μια κατηγορία προϊόντων;
 - Το πιο φθηνό μιας κατηγορίας;
 - Το πιο οικολογικό;
 - Ποια είναι βιολογικά προϊόντα;



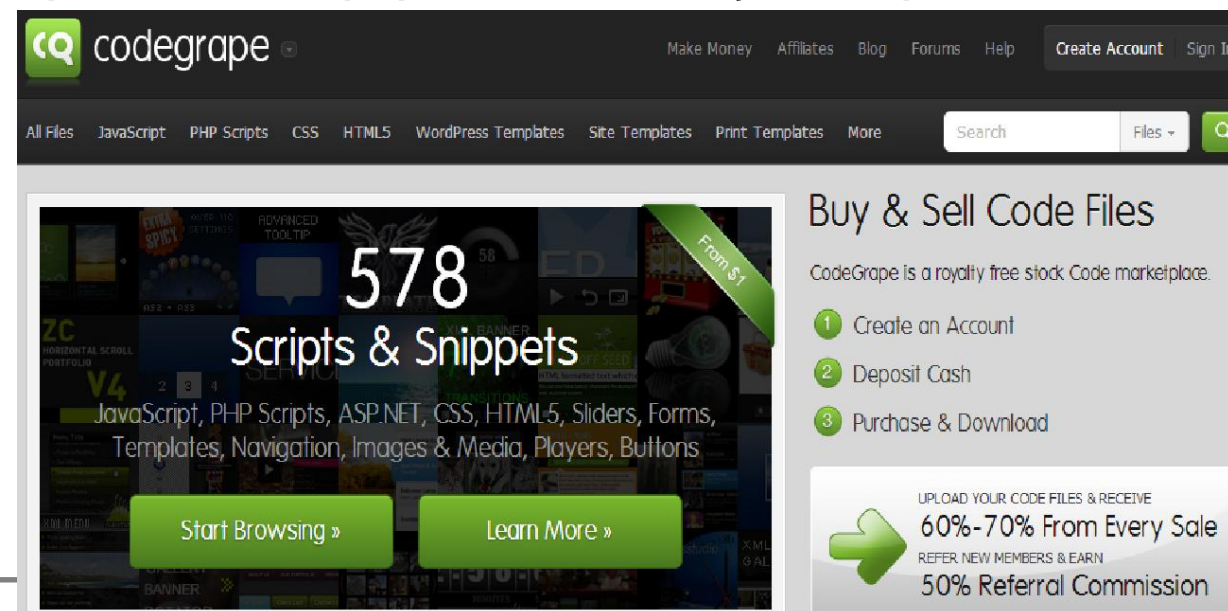
Διεπαφές με χειρονομίες (Gesture Interfaces)

- Γενικά χαρακτηριστικά καλοσχεδιασμένων διεπαφών με χειρονομίες (Shaffer, 2009)
 - ✓ Να εμπνέει εμπιστοσύνη (trustworthy)
 - μεταξύ άλλων, η χρήση να είναι **ασφαλής**, να εξασφαλίζεται **ιδιωτικότητα**, να είναι **αξιόπιστη**, κλπ
 - ✓ Να αντιδρά (responsive)
 - **Γρήγορα** και με **κατάλληλη ανάδραση** (feedback), όχι μόνο οπτική αλλά και ακουστική.
 - ✓ Κατάλληλη (appropriate)
 - σε σχέση με την **κουλτούρα** και το σχεδιαστικό **πρόβλημα**.



Διεπαφές με χειρονομίες (Gesture Interfaces)

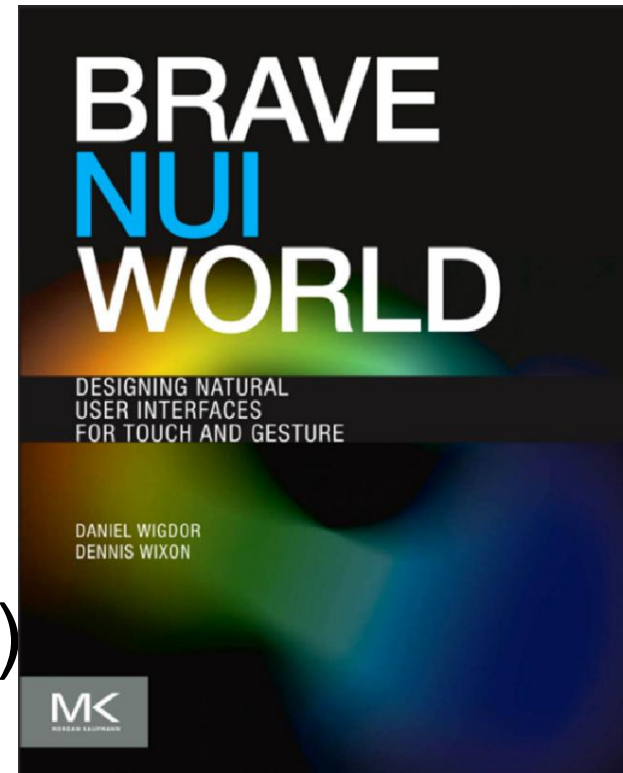
- Γενικά χαρακτηριστικά καλοσχεδιασμένων διεπαφών με χειρονομίες (Shaffer, 2009)
 - ✓ Να είναι 'έξυπνη' (smart),
 - να κάνει αυτόματους υπολογισμούς,
 - να κάνει ενδιαφέρουσες προτάσεις, π.χ. καθώς ο χρήστης περιηγείται σε ένα χώρο με ψηφιακή επαύξηση
 - να προσαρμόζεται στις ιδιαιτερότητες των χρηστών (π.χ. να μπορείτε να αντικαταστήσετε μια χειρονομία που δεν σας βολεύει με μία άλλη!)
 - ✓ Να παρακινεί το παιχνίδι (playful)
 - Οι άνθρωποι όντως δείχνουν μεγάλο ενδιαφέρον να «παίξουν» με χειρονομίες, αλλά και ...
 - ✓ Να είναι φυσική-διαισθητική (natural-intuitive)
 - ✓ Να έχει σημασία για το χρήστη (meaningful)
 - ✓ Να ικανοποιούν το χρήστη (pleasurable)



Διεπαφές με χειρονομίες (C)

➤ Βιβλίο για οδηγίες σχεδίασης

- ✓ Widgor & Wixon (2011)
Brave NUI World,
Morgan-Kauffmann



Not
NATURAL USER INTERFACE,
but
NATURAL USER INTERFACE

- Introduction
- + The Natural User Interface
- + Ecological Niche: Computing, the Social Environment, and Ways of Working
- + Less Is More
- + Contextual Environments
- + The Spatial NUI
- + The Social NUI
- + Seamlessness
- + Super Real
- + Scaffolding
- + User Differentiation
- + The State-Transition Model of Input
- + Fat Fingers
- + No Touch Left Behind: Feedback Is Essential
- + Touch versus In-Air Gestures
- + Mechanics, Dynamics, and Aesthetics: The Application of MDA
- + New Primitives
- + The Anatomy of a Gesture
- + Properties of a Gesture Language
- + Self-Revealing Gestures
- + A Model of the Mode and Flow of a Gesture System
- + Know Your Platform
- + The Fundamentals Have to Work
- + Number of Contacts
- + Contact Data: Shape, Pressure, and Hover
- + Vertical, Horizontal, and Mobile
- + The User-Derived Interface (UDI)
- + Lessons in False-Gesture Recognition
- + RITE with a Purpose
- + A Word About Engineering

Διεπαφές με χειρονομίες (Gesture Interfaces)

➤ Για το Kinect:

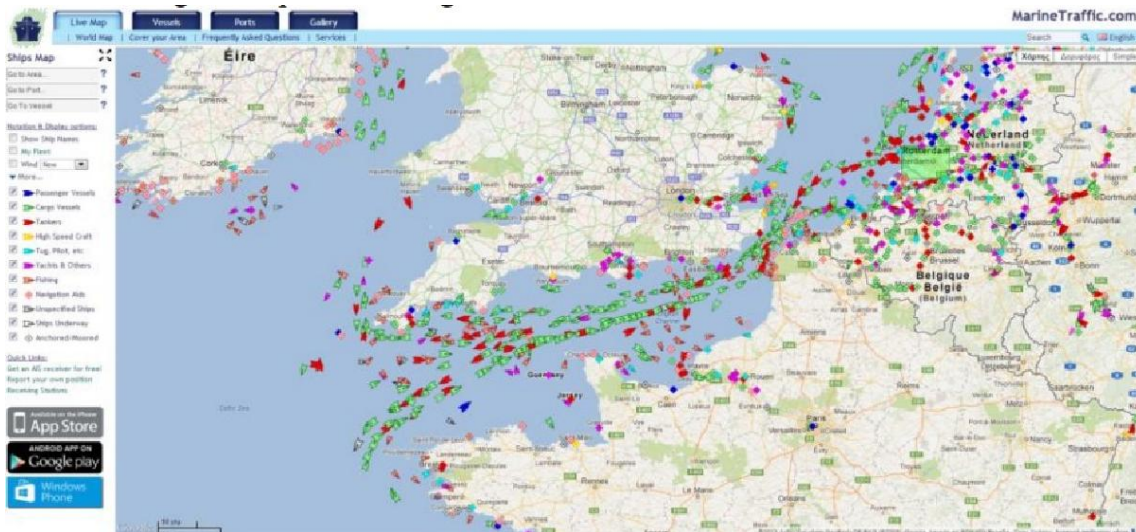


Διεπαφές με χειρονομίες (Gesture Interfaces)

- Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης.
- ✓ (α): Αναγνώριση και έλεγχος ενός λεξικού χειρονομιών
- ✓ (β): Μέθοδοι και μοντέλα τεκμηρίωσης της σχεδιαστικής διαδικασίας
 - ✓ (γ): Αξιολόγηση

Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

- Αναγνώριση και έλεγχος ενός λεξικού χειρονομιών (Kortum, 2008)
- 1. Εντοπίστε τις **λειτουργίες** του συστήματος
 - Αν υπάρχουν, δείτε αντίστοιχες εφαρμογές σε άλλα στυλ διεπαφής, π.χ. παραθυρικές και διαδικτύου:
 - Π.χ. αν θέλετε μεταφέρετε μια εφαρμογή από το παραθυρικό περιβάλλον στο φυσικό περιβάλλον με κιναισθητική αλληλεπίδραση.



Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

➤ Αναγνώριση και έλεγχος ενός λεξικού χειρονομιών (Kortum, 2008)

➤ 1. Εντοπίστε τις λειτουργίες του συστήματος

➤ Ιεραρχήστε τις λειτουργίες σε βασικές (σύνθετες) και απλές

➤ Πως; - Ανάλυση εργασιών (task analysis):

➤ Π.χ. για συνεργατική σχεδίαση οι βασικές λειτουργίες: Σκίτσο, Διαμοίραση, Σχολιασμός.

➤ Εντός του Σκίτσο, μπορεί να υπάρχει: Νέο, Άνοιγμα, Αποθήκευση, Εκτύπωση.

➤ Εντός του Νέο: Ελεύθερο, Γραμμικό, Κεκλιμένο (εισαγωγή), κ.ο.κ.

Στάδιο	Εργασία	Ενδεικτικό περιεχόμενο και αντικείμενα της εργασίας
Οργάνωση έργου	Δημιουργία χρον/τος	- χρήση ημερολογίου - δεδομένα πελάτη (οικονομικοί, χρονικοί περιορισμοί) - περιορισμοί νομοθεσίας (προθεσμίες) - ανάγνωση mail
	Οργάνωση καθημερινών υποχρεώσεων	- σημείωση σε post-it - έλεγχος mail - χρήση σημειωματάριου (ηλεκτρονικό, φυσικό) - χρήση ημερολογίου - χρήση πίνακα ανακοινώσεων - αρχειοθέτηση βάσει χρώματος φακέλου και σημείου βιβλιοθήκης
Προετοιμασία concept	Έρευνα ιδεών-αγοράς	- διαδικτυακή έρευνα σε αρχιτεκτονικά site-blogs βάσει θεματολογίας, μονογραφίας, υλικών κατασκευής - έρευνα σε ηλεκτρονικά περιοδικά - ηλεκτρονικό ξεφύλλισμα καταλόγων - έρευνα σε προσωπική φυσική βιβλιοθήκη - συμβουλή παλαιότερων σχεδίων
	Έρευνα νομοθεσίας	- ηλεκτρονική αναζήτηση νομοθεσίας online, χρήση cd - επίσκεψη forums π.χ. Michanikos.gr - έντυπη αναζήτηση (τόμοι νομοθεσίας, μεμονωμένα ΦΕΚ) - τηλεφωνική επικοινωνία με συναδέλφους - αναζήτηση σε παλαιότερα έργα - επίσκεψη πολεοδομίας

Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

- Αναγνώριση και έλεγχος ενός λεξικού χειρονομιών (Kortum, 2008)
- 2. Εντοπίστε ‘λογικές’ **χειρονομίες** (μια ή περισσότερες για κάθε λειτουργία)
 - Με ποια (-ες) χειρονομία (-ες) θα εκτελούσατε τη λειτουργία ‘X’;
 - Συνεντεύξεις και παρατήρηση, + βιντεοσκόπηση, φωτογράφιση, σκίτσα...
 - Αν δεν εντοπίζετε διαισθητική χειρονομία, τότε η λειτουργία θα είναι ορατή επιλογή στη διεπαφή σας.

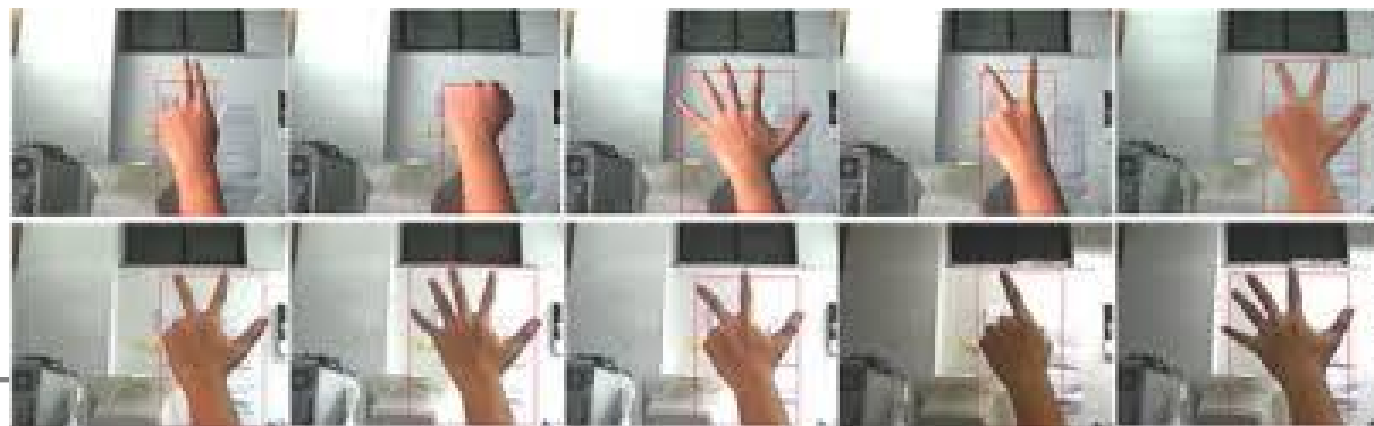


Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

- Αναγνώριση και έλεγχος ενός λεξικού χειρονομιών (Kortum, 2008)
 - 3. Επεξεργαστείτε τα δεδομένα του εντοπισμού χειρονομιών...
 - Απαριθμήστε τη **συχνότητα** των εναλλακτικών χειρονομιών, όπως εντοπίστηκαν από τους χρήστες.
 - Ζητείστε από τους χρήστες να σημειώσουν ποια είναι πιο κατάλληλη/διαισθητική με **σειρά-προτεραιότητα**
 - Αξιολογείστε τις χειρονομίες ως προς την **ευκολία** με την οποία μπορούν να εκτελεστούν.
 - **Δείτε τις συγκριτικά...** π.χ. υπάρχουν χειρονομίες για διαφορετικές ενέργειες που μοιάζουν πολύ μεταξύ τους; Ποιες οι «παραλλαγές» ίδιας χειρονομίας;
 - Πως; - Συνέντευξη, ερωτηματολόγιο, ταξινόμηση καρτών (card sorting), κ.α.
-

Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

- Αναγνώριση και έλεγχος ενός λεξικού χειρονομιών (Kortum, 2008)
- 4. Αφού αποφασίσετε την αντιστοιχία χειρονομίας και ενέργειας, κάνετε **απλές δοκιμές!**
 - Τεστ 1: **Μαντέψτε τη λειτουργία** - Ζητήστε από (άλλους) χρήστες να μαντέψουν από τη χειρονομία τη λειτουργία του συστήματος
 - Τεστ 2: **Ενθύμηση χειρονομίας** - Ζητήστε από χρήστες να θυμηθούν χειρονομίες με δεδομένες τις λειτουργίες.
 - Τεστ 3: **Ελέγξτε ευκολία** εκτέλεσης και ενδεχόμενη **κούραση** - Σενάρια: ζητήστε από τους χρήστες να εκτελέσουν απλά σενάρια, όπου απαιτείται αλληλουχία χειρονομιών.
 - Τεστ 4: **Τεχνικά τεστ** - Αυτές οι δοκιμές αφορούν το σύστημα, αφού θα έχει αναπτυχθεί



Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

- Ιδιότητες χειρονομιών (attributes of gestures) ή, τι πρέπει να καταγράψετε για κάθε χειρονομία;
 - ✓ Οπτικοποίηση και περιγραφή – σκίτσο, φωτογραφία, βίντεο
 - ✓ Παρουσία (presense) – πότε εμφανίζεται η χειρονομία;
 - Για ποια ενέργεια;
 - (ενδεχομένως) μετά από ποια άλλη χειρονομία;
 - ✓ Διάρκεια (duration) – πόσο χρόνο διαρκεί;
 - Χρειάζεστε ακρίβεια μέτρησης – πολλές χειρονομίες διαρκούν λιγότερο από 1' –
 - Για να διευκολύνετε την εξοικείωση θα πρέπει να προσδιορίσετε ένα χρονικό διάστημα αναμονής του συστήματος (και του χρήστη).
 - Πρέπει να συνδέσετε τη διάρκεια με τα χαρακτηριστικά του χρήστη – κάποιοι μπορεί να είναι πιο αργοί στις κινήσεις τους από άλλους
 - ✓ Τοποθεσία – που (σε ποιο σημείο) γίνεται η χειρονομία;
 - Σε σχέση με το σώμα του χρήστη, με κάποιο φυσικό αντικείμενο...

Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

- Ιδιότητες χειρονομιών (attributes of gestures) ή, τι πρέπει να καταγράψετε για κάθε χειρονομία;
 - ✓ Κίνηση (movement) – μπορούν να γίνονται χειρονομίες καθώς ο χρήστης κινείται;
 - Ή μήπως έχει κάποια πόζα/στάση σώματος (posture); - πολύ χρήσιμο για την ανίχνευση αν η χειρονομία απαιτεί πόζα.
 - Σε ποια κατεύθυνση; Κλπ.
 - ✓ Πίεση (pressure) – όταν ασκείται πίεση αυτή είναι ισχυρή ή ελαφριά;
 - Θέλετε να καταγράψετε κάθε είδους πίεση;
 - Κάποιες χειρονομίες ίσως απαιτούν μεγαλύτερη πίεση από άλλες

Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

- Ιδιότητες χειρονομιών (attributes of gestures) ή, τι πρέπει να καταγράψετε για κάθε χειρονομία;
 - ✓ Μέγεθος χειρονομίας (size)
 - Σημαντικό για την αξιόπιστη καταγραφή της
 - ✓ Προσανατολισμός (orientation)
 - Επίσης...
 - ✓ Αριθμός σημείων επαφής (για πολυαπτικές διεπαφές)
 - Πόσα σημεία επαφής απαιτούνται;

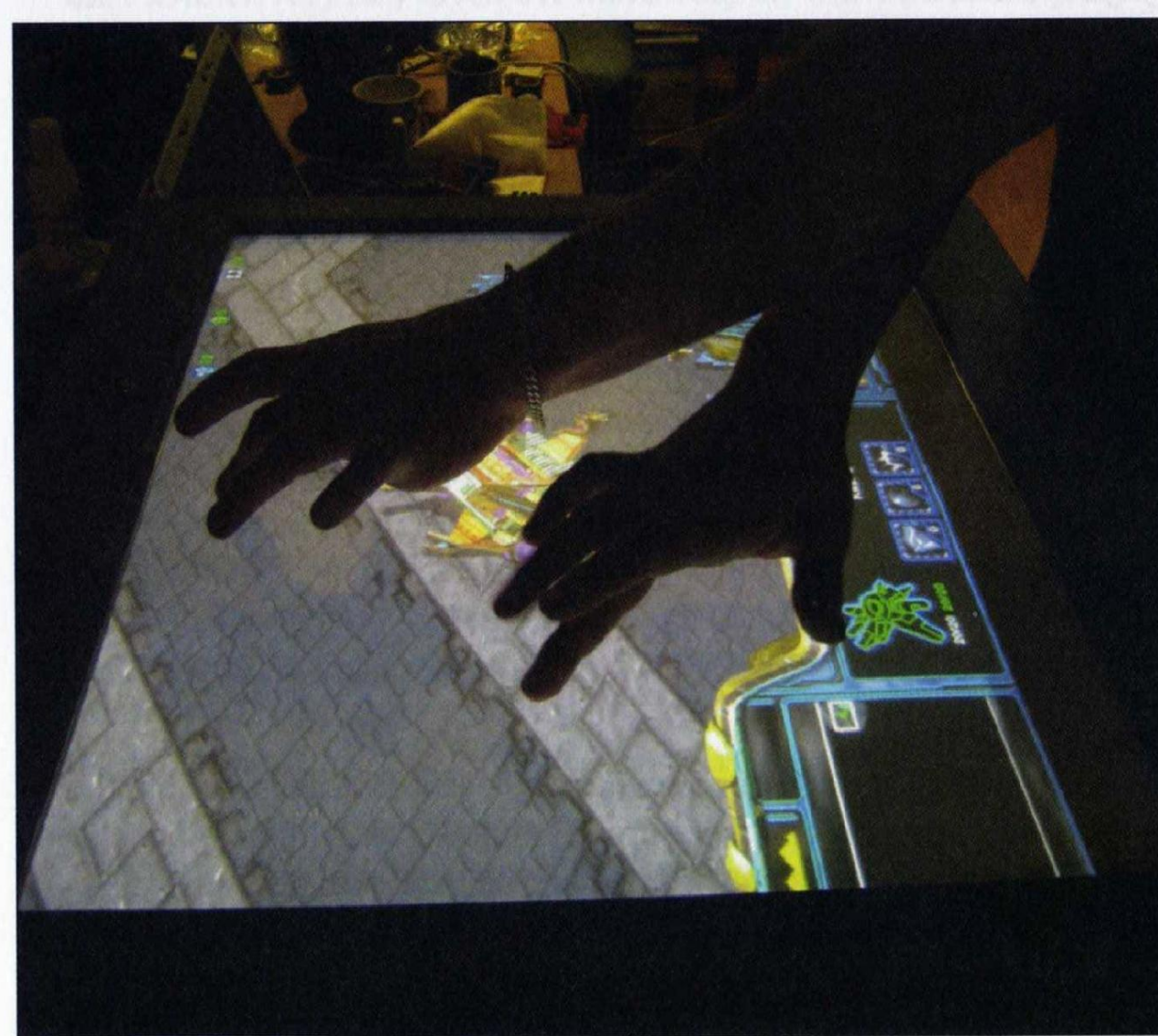


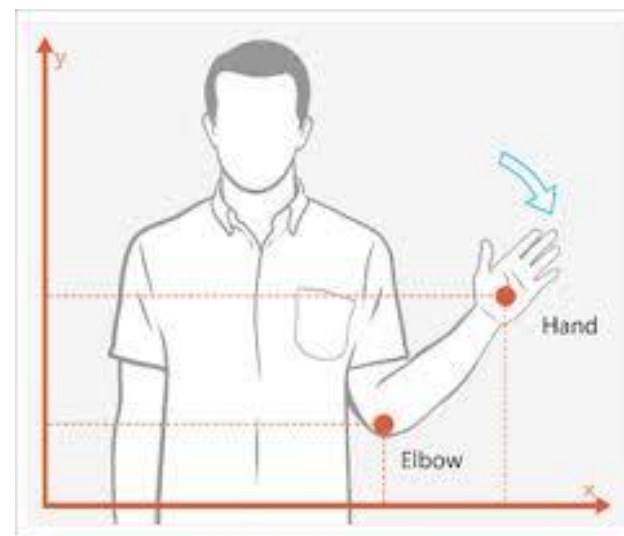
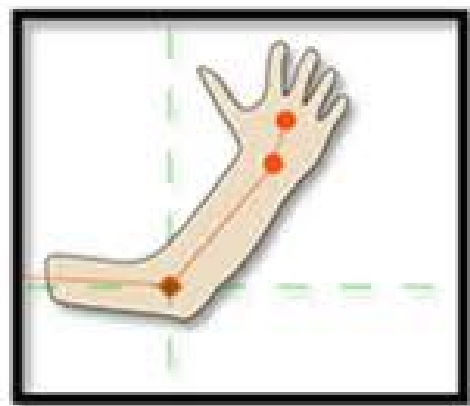
Figure 1-17. Designers experimenting with a multitouch system to play Starcraft with two hands. Courtesy Harry van der Veen and Natural User Interface.

Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

- Ιδιότητες χειρονομιών (attributes of gestures) ή, τι πρέπει να καταγράψετε για κάθε χειρονομία;
 - ✓ Αλληλουχία (sequence) – υπάρχουν χειρονομίες που υποχρεωτικά (ή συνήθως) γίνονται η μία μετά την άλλη;
 - Η καταγραφή θα διευκολύνει την αναγνώριση
 - ✓ Αριθμός χρηστών που αλληλεπιδρούν ταυτόχρονα (μέγιστος)
 - Σε κάποιες εφαρμογές μπορεί να έχουμε πολλούς χρήστες
-

Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

- Ιδιότητες χειρονομιών (attributes of gestures) ή, τι πρέπει να καταγράψετε για κάθε χειρονομία;
 - ✓ Σημεία - αρθρώσεις του ανθρώπινου σώματος που χρησιμοποιούνται και ...
 - ✓ Με βάση τη τεχνολογία ανίχνευσης τους, όπως το Kinect
 - ✓ Οι σχέσεις μεταξύ των αρθρώσεων σε τόπο/χρόνο – ώστε να μπορεί να επιτευχθεί κάποια αλγοριθμική περιγραφή της κίνησης...



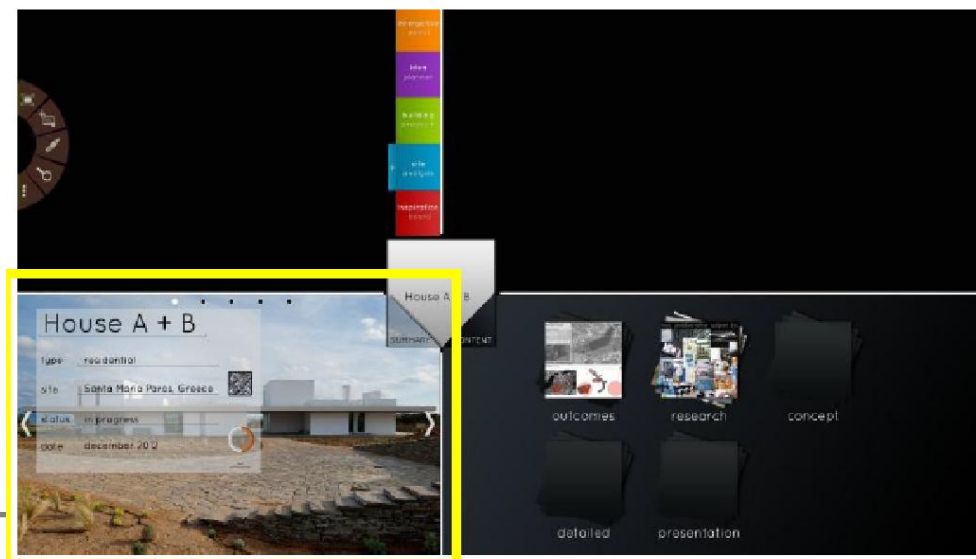
Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

- Αναγνώριση και έλεγχος ενός λεξικού χειρονομιών – εναλλακτικά/συμπληρωματικά των 2, 3 προηγούμενων...
 - Η τεχνολογία που θα χρησιμοποιήσουμε μας παρέχει ένα **ορισμένο σύνολο χειρονομιών...**
 - Οφείλουμε να χρησιμοποιήσουμε τις διαθέσιμες χειρονομίες και να τις αντιστοιχίσουμε σε λειτουργίες...
 - Ως σχεδιαστές πάντοτε μπορούμε να προτείνουμε νέες, αλλά απαιτείται τεκμηρίωση που θα προκύψει από την έρευνα
 - Η βέβαιη ερώτηση που θα ανακύψει από το προγραμματιστή είναι: γιατί να μην κάνουμε την X ενέργεια με την Y χειρονομία (που υποστηρίζει ήδη το σύστημα);
 - Π.χ. core gesture set του Gestureworks = 300 gestures: <http://gestureworks.com/>
 - Π.χ. core gesture set του Android = 7 gestures: <http://developer.android.com/design/patterns/gestures.html>



Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

- Αναγνώριση και έλεγχος ενός λεξικού χειρονομιών – εναλλακτικά/συμπληρωματικά των 2, 3 προηγούμενων...
 - Εφόσον έχουμε λίγες διαθέσιμες χειρονομίες, απαιτείται να αντιστοιχήσουμε χειρονομία με συστατικά της διεπαφής.
 - Για να αντιστοιχίσουμε λειτουργίες με χειρονομίες θα πρέπει να έχουμε
 - Λεπτομερές μοντέλο εργασιών χρήστη (task analysis)
 - Σταδιακή οπτικοποίηση της διεπαφής, με αντιστοίχιση χειρονομιών στα επιμέρους συστατικά της.
- Με άλλα λόγια, απαιτείται σημαντική έρευνα πριν τη σχεδίαση, αλλά οι τελικές αποφάσεις λαμβάνονται κατά τη διάρκεια της σχεδίασης.



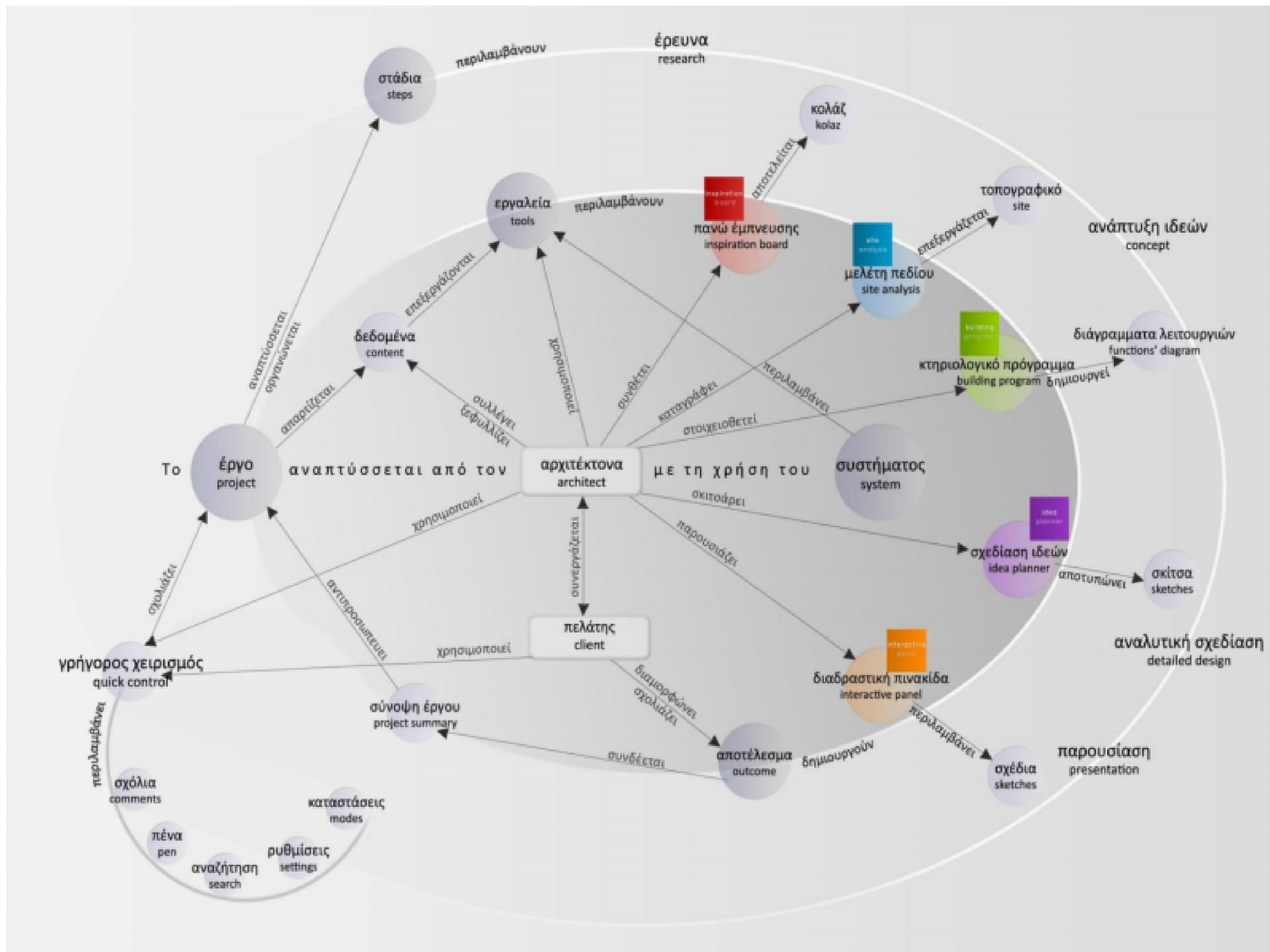
Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

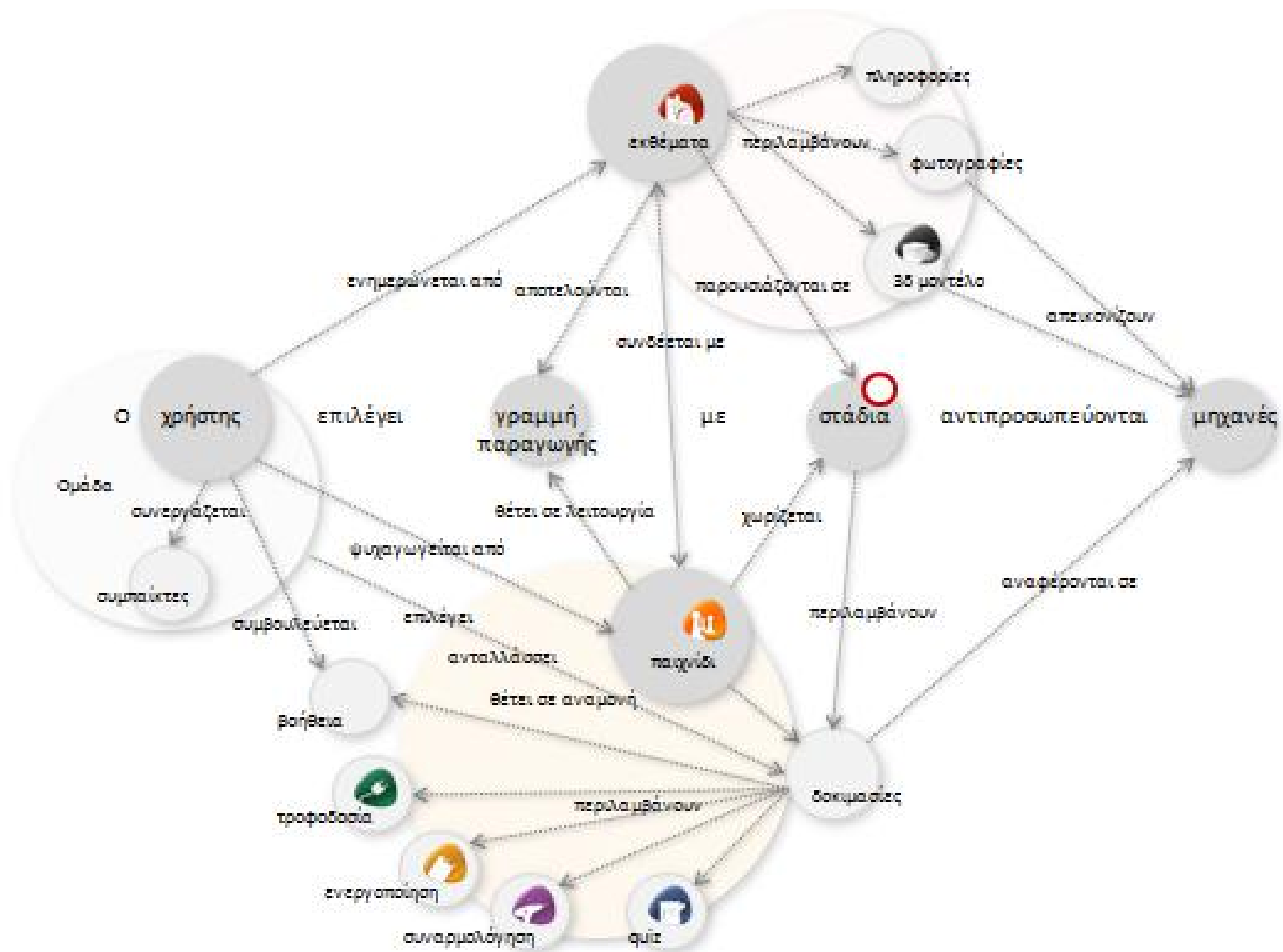
Σχεδίαση διεπαφών με χειρονομίες (β): Μέθοδοι τεκμηρίωσης της σχεδιαστικής διαδικασίας

1. Εννοιολογικό μοντέλο (concept model)
 2. Σενάκια χρήσης – εικονογραφημένα σενάκια (storyboards)
 3. Ανάλυση εργασιών (task analysis)
 4. Τεκμηρίωση χειρονομιών
 5. Wireframes
 6. Σχεδίαση οθονών
-

Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

- ✓ **Εννοιολογικό μοντέλο (concept model).** Περιγράφει τη ‘σχεδιαστική προσέγγιση και γλώσσα’. Απαρτίζεται από:
 - Έννοιες (ουσιαστικά) – (τι κάνει το σύστημα;
 - ποιες οι βασικές δραστηριότητες που υποστηρίζει το σύστημα
 - Ενέργειες (ρήματα) – (πως το κάνει;)
 - Ποιες οι βασικές ενέργειες-δράσεις που μπορεί ο χρήστης να κάνει στο σύστημα; (ορολογία!)
 - Οπτικοποίηση των παραπάνω: εικονίδια, χειρονομίες, τυπογραφία, χρώματα.
- ✓ Είναι αφηρημένο μοντέλο, και έχει δυσκολίες στην κατασκευή του... συνήθως ενημερώνεται κατά τη πορεία της σχεδιαστικής δουλειάς.
 - Πολύ σημαντικό για την ενιαία απεικόνιση των βασικών μας ιδεών και την ‘περιχαράκωση’ του συστήματος σε πλαίσιο !





Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

- ✓ Σενάρια χρήσης και πίνακες ιστοριών (storyboards). Διαδικασία:
 - ✓ 1. Οι πρωταγωνιστές: ενδεχομένως **personas**, αν έχετε από προηγούμενο στάδιο με το **στόχο αλληλεπίδρασης** που θέλουν να πετύχουν.
 - ✓ 2. Το γενικό **σκηνικό**: χώρος, τόπος, χρόνος.
 - ✓ 3. Ορίστε τη **δραστηριότητα**, τις **δράσεις** και τα **γεγονότα** που θα συμβούν.
 - ✓ 4. Περιγράψτε τα παραπάνω σε ένα **σενάριο κειμένου**. Μια παράγραφος (5-8 προτάσεις) αρκεί.
 - ✓ 5. Συζητήστε τα με τη σχεδιαστική ομάδα και με χρήστες.
 - ✓ 6. Αποφασίστε το **στυλ απεικόνισης** και το **μέσο** (π.χ. σκίτσο, βίντεο, swim lane, κλπ).

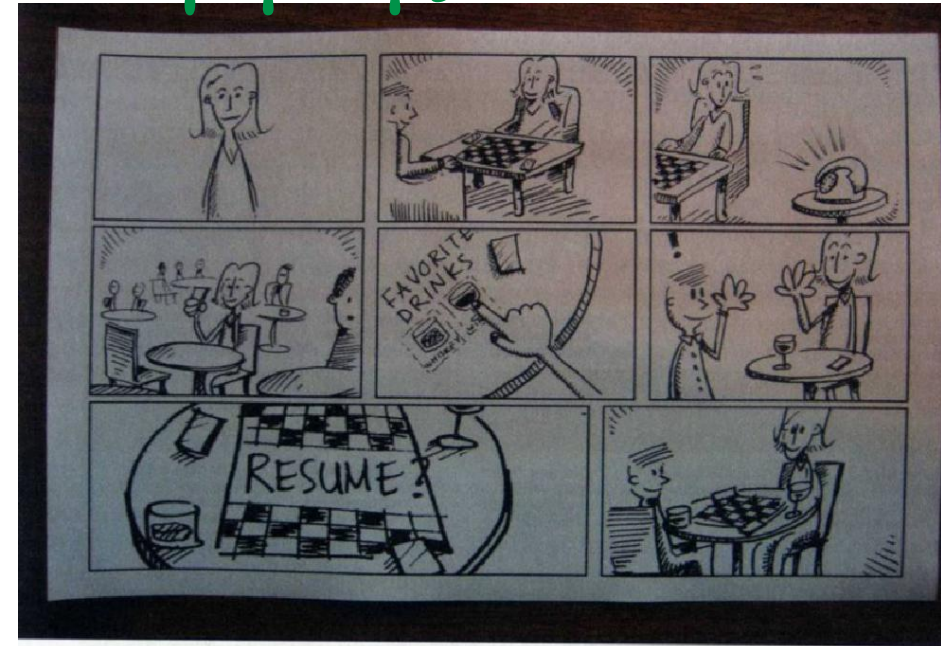


Figure 5-15. This storyboard of an interactive table tells more of a story and is more contextual, and thus more conceptual. Courtesy Kars Alfrink and InUse.



Figure 5-14. A drawn storyboard for a kiosk with a map. Note the scenes of initiation, activation, and update.

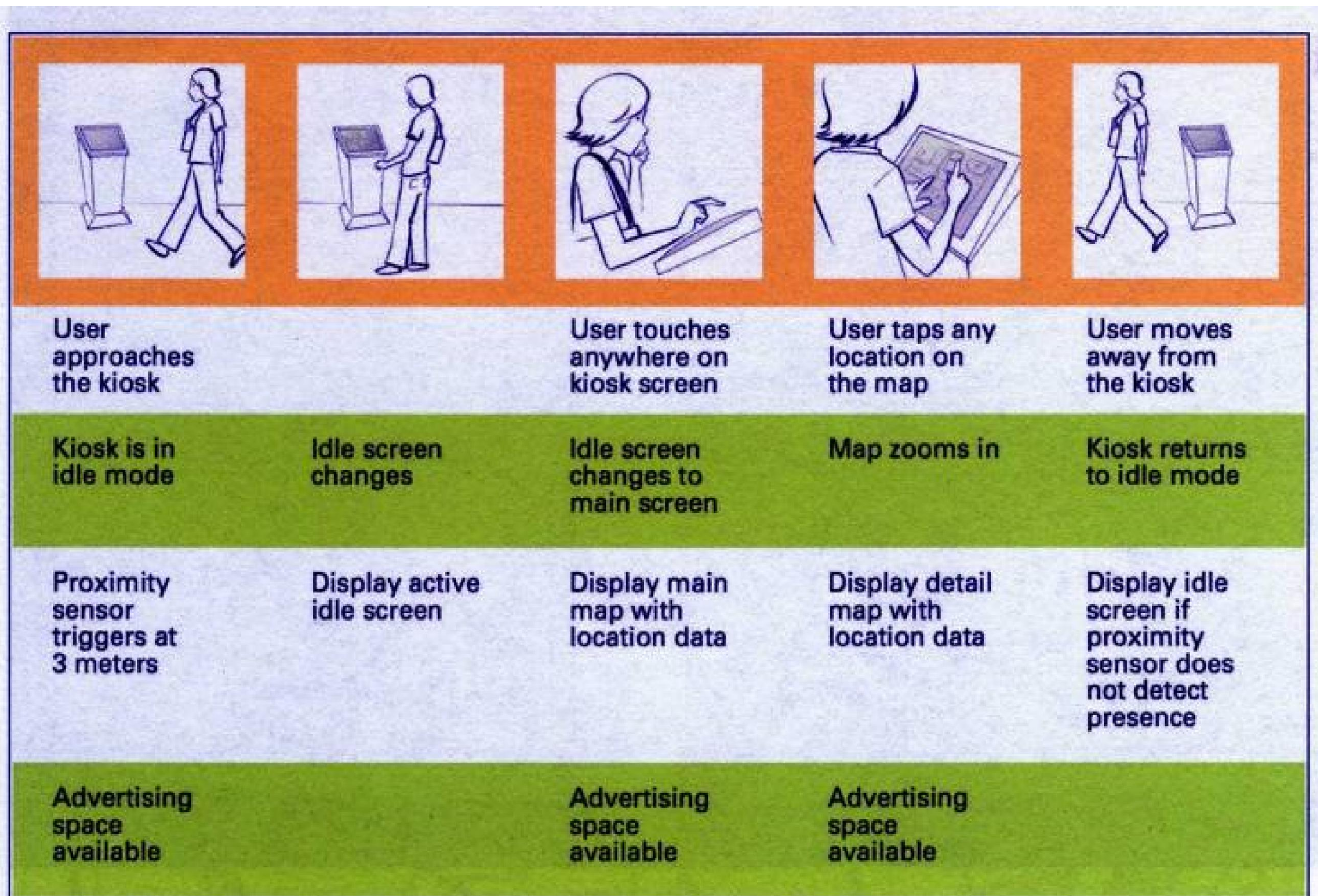


Figure 5-17. Swim lanes get their name because they are shaped like a lap pool when viewed from above.

Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

- ✓ **Ανάλυση εργασιών (task analysis)**
 - Αναλυτική περιγραφή των εργασιών του χρήστη.
 - Είναι ακόμα καλύτερο να περιλαμβάνει το ζεύγος **εργασία του χρήστη + απόκριση του συστήματος**
 - Συνοδεύεται με κάποιο σειριακό ή ιεραρχικό διάγραμμα.
 - Η πλήρης ανάπτυξη του ιεραρχικού διαγράμματος εργασιών μας δίνει το μοντέλο ροής του συστήματος.
 - Το μοντέλο ροής είναι σύνθετο, συχνά είναι ένα για κάθε βασική λειτουργία.
 - Είναι απολύτως απαραίτητο επειδή εκεί φαίνονται οι βασικές οθόνες και δράσεις.
 - Μπορεί να συνοδεύεται από εικονιδιακή απεικόνιση των χειρονομιών.

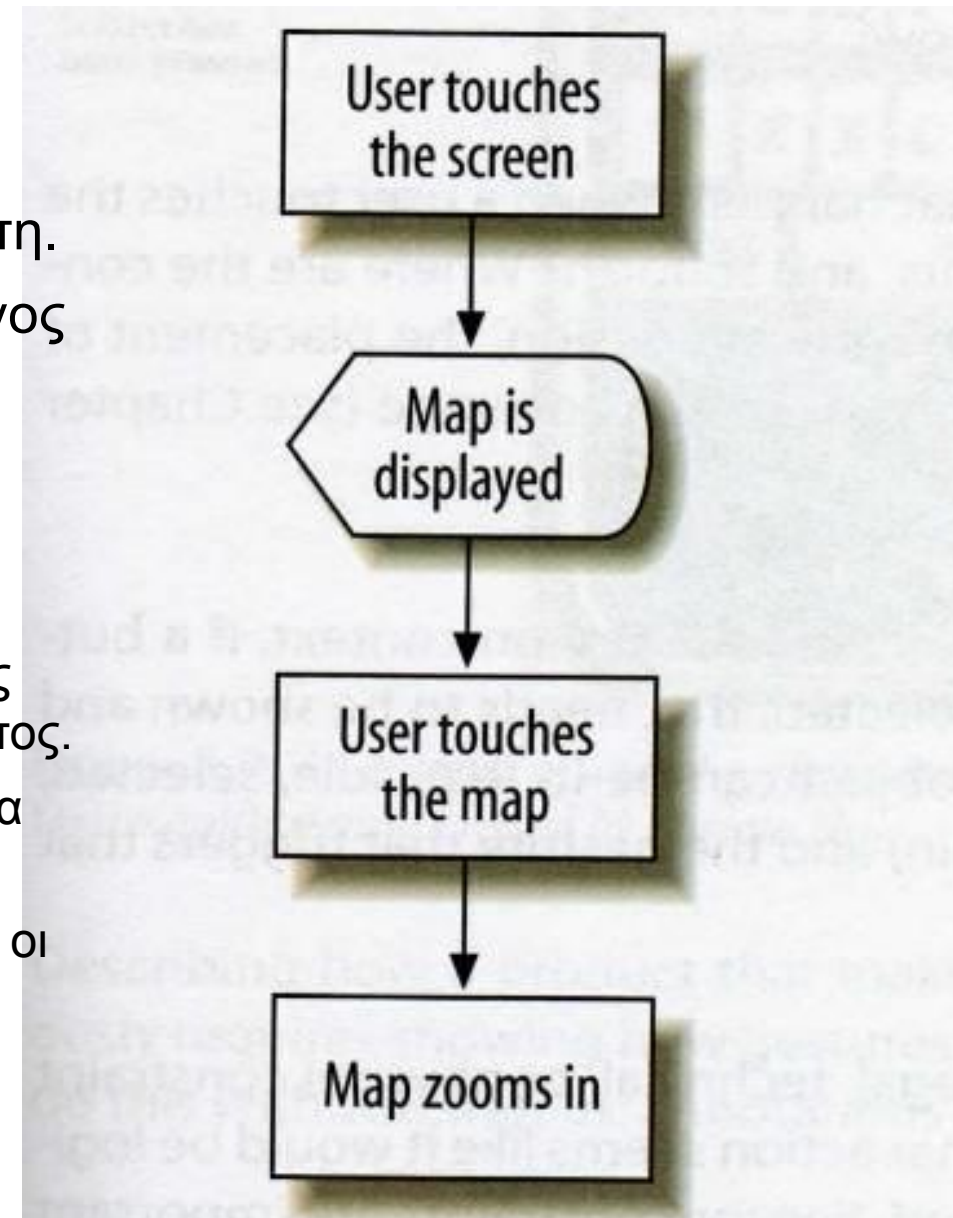


Figure 5-8. Gestures should be represented in a task flow as a rectangle, with the top irregularly sloping up from left to right, indicating manual input.

Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

- Τεκμηρίωση χειρονομιών (documentation)
 - ✓ Κείμενο (– πίνακας) περιγραφής χειρονομιών

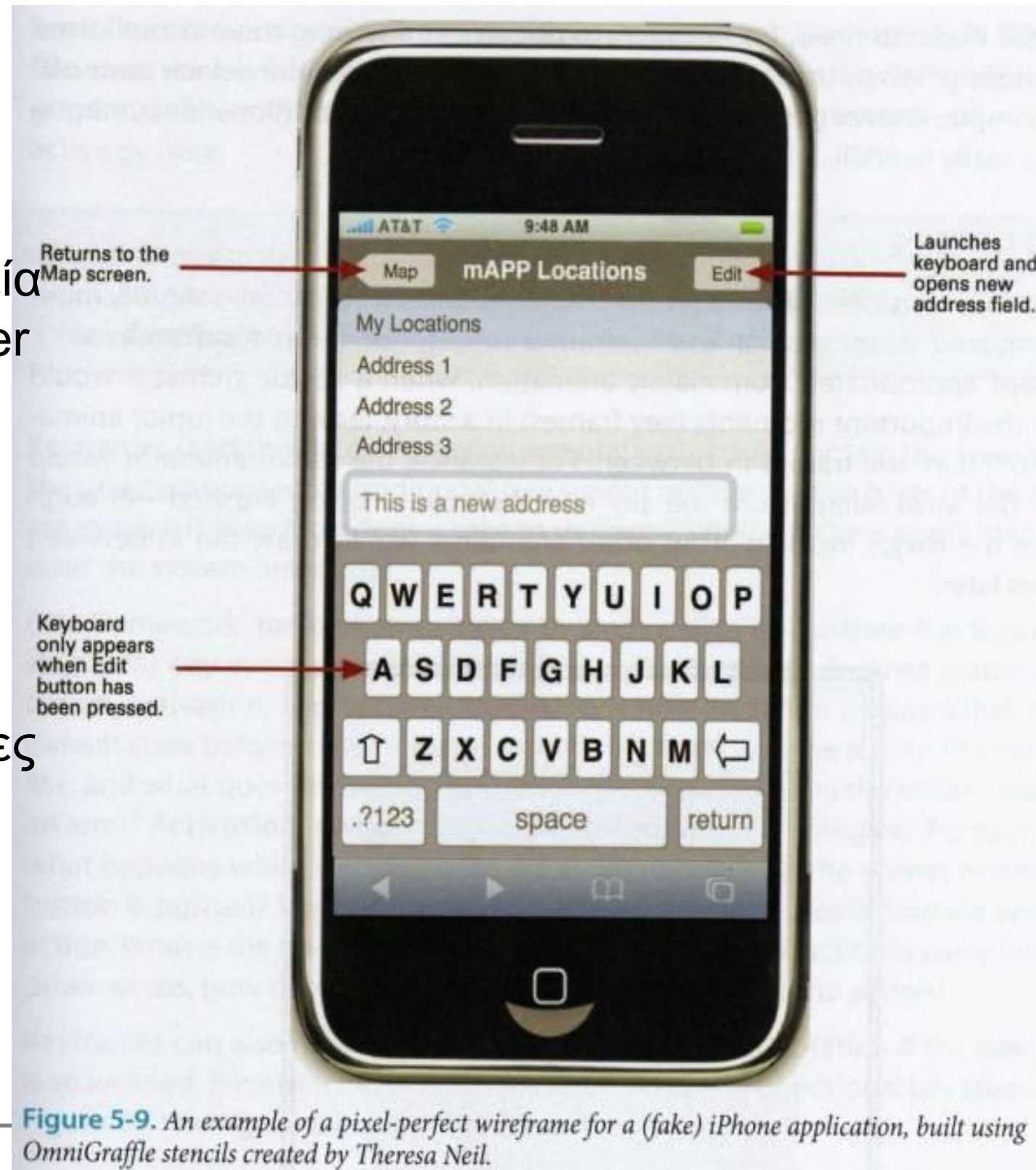
Gesture	Action
Tap	To press or select a control or item (analogous to a single mouse click).
Double tap	To zoom in and center a block of content or an image. To zoom out (if already zoomed in).
Flick	To scroll or pan quickly.
Drag	To scroll or pan.
Swipe	In a table-view row, to reveal the Delete button.
Pinch open	To zoom in.
Pinch close	To zoom out.
Touch and hold	In editable text, to display a magnified view for cursor positioning.
Two-finger scroll	To scroll up or down within a content area

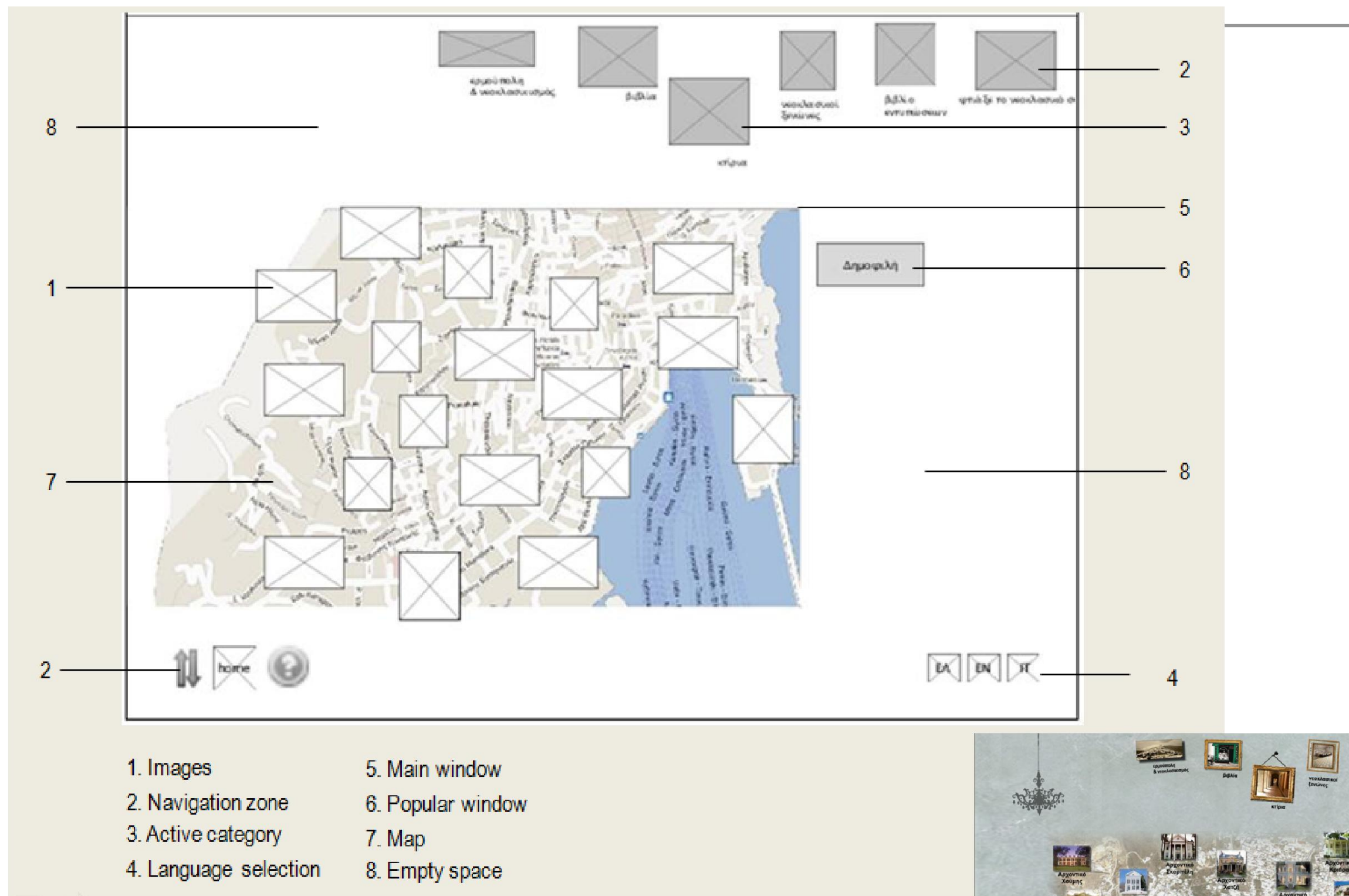
Figure 5-13. Apple's iPhone Human Interface Guidelines contain this table, which acts as a gestural modules document. Courtesy Apple, Inc.

Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

✓ Wireframes

- Διάταξη (layout)
- Σημαντικά οπτικά στοιχεία διεπαφής γραφικών (user controls + graphics)
- Λειτουργίες – «ορολογία της διεπαφής»
- Ενδεικτικό περιεχόμενο (φωτογραφίες, κείμενα)
- Σημειώσεις με λειτουργίες





Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

➤ Αξιολόγηση

1. Διαμορφωτική
 1. Πρωτότυπα στο χαρτί
2. Πρωτότυπα με βίντεο (Μάγος του Οζ)
3. Online prototyping tools
 4. 'Living lab'

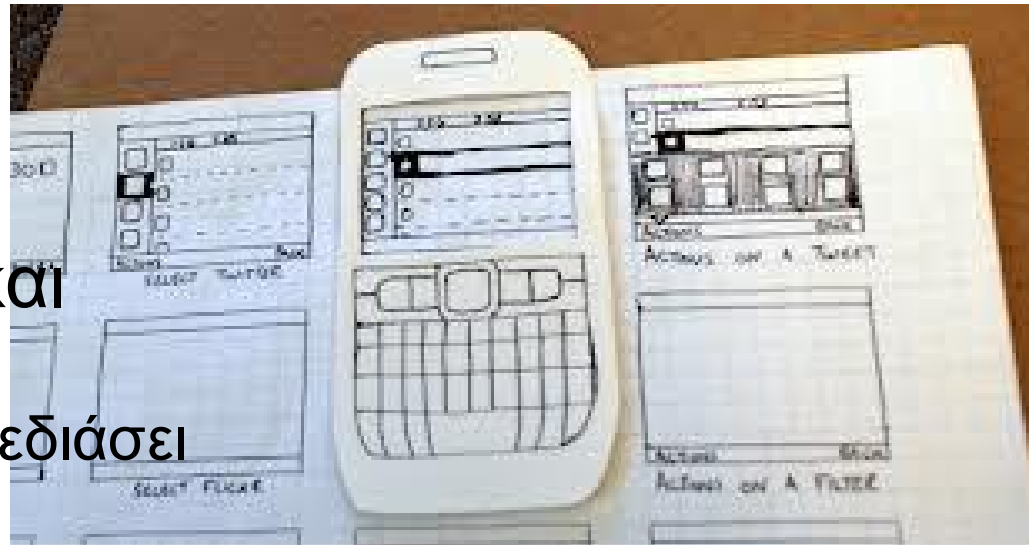
➤ Συμπερασματική

1. Δοκιμές ευχρηστίας
 2. Πιλοτική χρήση
-

Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

➤ Πρωτότυπα στο χαρτί (paper prototyping)

- ❑ 1. Σχεδιάζετε τη διεπαφή (σκίτσα και συνθέσεις) στο χαρτί.
 - ❑ Ή εκτυπώνετε τις οθόνες που έχετε σχεδιάσει σε κάποιο σχεδιαστικό πρόγραμμα.
- ❑ 2. Σενάρια χρήσης (συνήθως 4-6)
- ❑ 3. Ενημερώνετε το χρήστη για τις χειρονομίες που μπορεί να εξασκήσει (καλό είναι να έχετε μια λίστα χειρονομιών)
- ❑ 4. Πρωτόκολλο εξωτερίκευσης της σκέψης, ή ερωταποκρίσεων.
 - ❑ Αν οι χρήστες δεν μιλούν πολύ να τους ρωτάτε στη βάση
 - ❑ (α) προκαθορισμένων ερωτήσεων (τι θέλετε να μάθετε;)
 - ❑ (β) μετά την παρατήρηση αντιδράσεων τους (εκφράσεις προσώπου)



➤ Χρησιμοποιήστε τη μέθοδο πριν σχεδιάσετε λεπτομερώς τις βασικές οθόνες.



Figure 6-3. A rough model of a mobile device carved out of balsa wood. Designer Matt Jones once noted, "The mobile experience is different in your hand. The sooner you can get a [mobile] sketch onto a block of wood, the better."* Courtesy Cheryl Gach.

Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

- Πρωτότυπα (prototyping) με βίντεο
 - ❑ Παρουσιάζετε ένα μη-λειτουργικό πρωτότυπο ώστε να δείχνει όσο πιο λειτουργικό είναι δυνατόν
 - ❑ Προσομοιώνετε τις χειρονομίες του χρήστη
 - ❑ Θα πρέπει να έχετε ένα λειτουργικό πρωτότυπο για συγκεκριμένα σενάρια αλληλεπίδρασης.
 - ❑ Ο στόχος είναι να δείτε αν οι χρήστες:
 - ❑ Εντοπίζουν τις χειρονομίες που απαιτείται
 - ❑ Μπορούν να πετύχουν τις εργασίες (tasks) που τους αναθέτετε
 - ❑ Π.χ. <http://www.youtube.com/watch?v=yxLgbuNW2gA>



Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

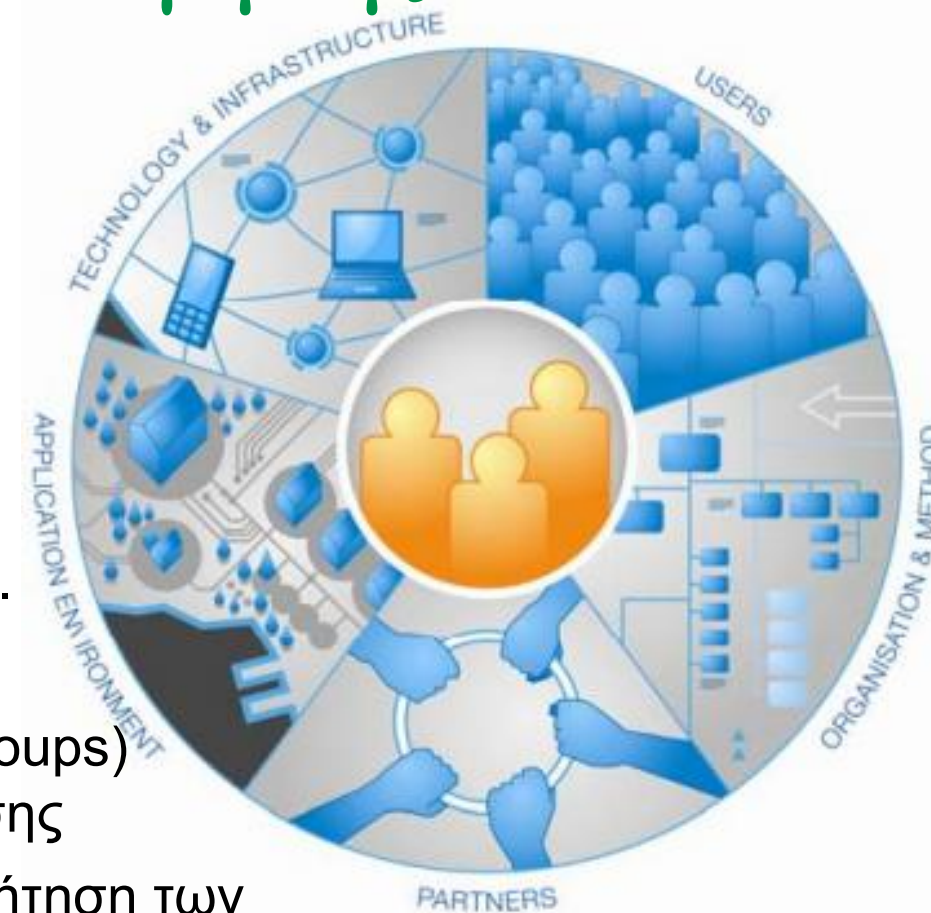
➤ 'Living lab' (Stahlbrost, 2008)

➤ Βασική ιδέα:

- Οι χρήστες χρησιμοποιούν πρωτότυπα (μερικώς ή ολικώς λειτουργικά) του συστήματος στο πραγματικό περιβάλλον και καταγράφουν εμπειρίες και παρατηρήσεις.
 - Ημερολόγια, σημειωματάρια, κ.α.
- Συνεντεύξεις, ατομικές και ομαδικές (focus groups) με χρήστες στο πραγματικό περιβάλλον χρήσης
 - Για ανασκόπηση της εμπειρίας και συζήτηση των παρατηρήσεων των χρηστών.

➤ Απαιτούνται:

- Χρήστες με κίνητρο συμμετοχής και καλή γνώση της τεχνολογίας.
- Δημιουργική κατασκευή εργαλείων καταγραφής των παρατηρήσεων και εμπειριών.
- Έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως σε εκπαιδευτικές εφαρμογές (Abowd et al. 1999) και για συστήματα στο «έξυπνο σπίτι» (Markopoulos et al. 2000).
- Δεν αφορά μόνο την αξιολόγηση... αλλά την επαναληπτική σχεδίαση και αξιολόγηση στο χώρο εργασίας των χρηστών.



Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

➤ Δοκιμές ευχρηστίας (εργαστήριο)

- Το σύστημα πρέπει να είναι λειτουργικό στα μέρη που θα δοκιμαστεί.
- Οι χρήστες να εκπροσωπούν κάποια ομάδα-στόχο.
- Ανατίθενται εργασίες (tasks) στους χρήστες (οι ίδιες σε όλους!)
- Συνήθεις μετρικές:
 - Επιτυχία εργασίας (task success - binary)
 - Χρόνος επίτευξης εργασιών (task time)
 - Λάθη (errors)
 - 'Χάσιμο' (lostness)
$$L = \sqrt{\left(\frac{N}{S} - 1\right)^2 + \left(\frac{R}{N} - 1\right)^2},$$
 - N = Number of unique pages/screens/steps visited/taken
 - S = Number of total pages/screens/steps visited/taken (including doubles, triples, etc.)
 - R = Least number of pages/screens/steps visited/taken
- Ποιοτικά στοιχεία συλλέγονται στο τέλος (retrospective probing)



Μέθοδοι σχεδίασης και αξιολόγησης

➤ Πιλοτική χρήση

- Το σύστημα είναι πλήρως λειτουργικό
- Μικρής διάρκειας ή μεσοπρόθεσμη (short/mid term) χρήση του συστήματος στο πραγματικό περιβάλλον.

➤ Καταγραφή

- προβλημάτων ευχρηστίας και λαθών (bugs).
 - εμπειριών του χρήστη.
 - Μπορεί να γίνεται:
 - Αυτόματα - με ειδική εφαρμογή καταγραφής
 - Χειρονακτικά – με κάποιο είδος ημερολογίου / σημειωματάριου καταγραφής.
-

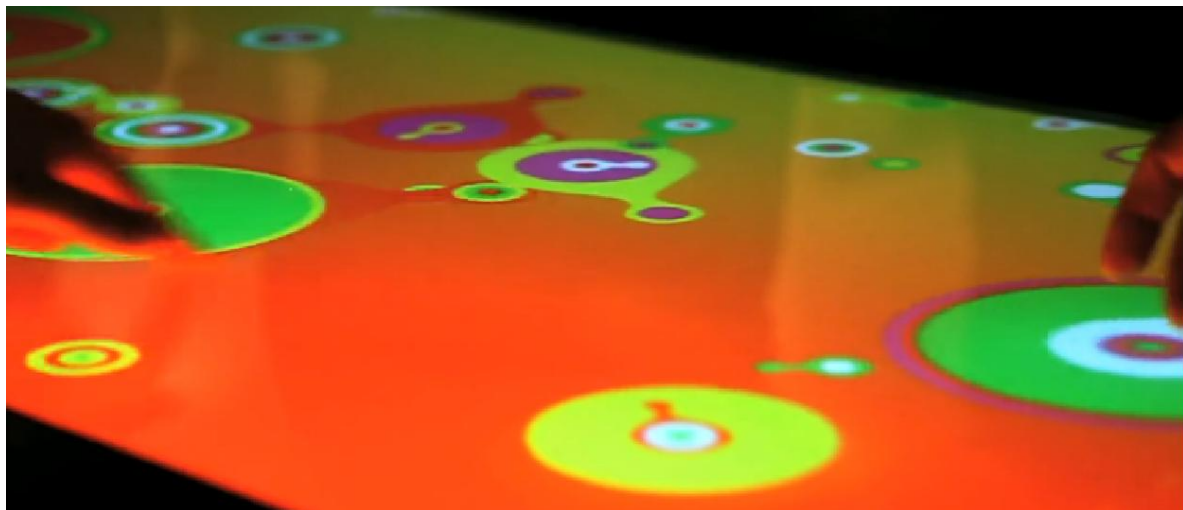
Διεπαφές με χειρονομίες (Gesture Interfaces)

- Συμπεράσματα... Γενικά μειονεκτήματα διεπαφών με χειρονομίες
 - ✓ Πιο δύσκολη η εισαγωγή δεδομένων!
 - Οι χρήστες γνωρίζουν πλέον το πληκτρολόγιο, που μάλιστα έχει πολύ καλύτερη ανάδραση σε σύγκριση με κάποιο οπτικό...
 - Θα πρέπει να σχεδιάσουμε πληκτρολόγιο;
 - ❑ Πιθανότατα ναι... - ή ορθότερα θα πρέπει να σχεδιάσετε την εισαγωγή δεδομένων...



Διεπαφές με χειρονομίες (Gesture Interfaces)

- Συμπεράσματα... Γενικά μειονεκτήματα διεπαφών με χειρονομίες
 - ✓ Μεγάλη εξάρτηση από οπτική ανάδραση
 - Για κάθε άγγιγμα,
 - Για κάθε χειρονομία,
 - Πιθανώς και με ενσωματωμένο help
 - Πιθανώς με συμπλήρωση ηχητικής ανάδρασης



Διεπαφές με χειρονομίες (Gesture Interfaces)

- Συμπεράσματα... Γενικά μειονεκτήματα διεπαφών με χειρονομίες
 - ✓ Περισσότερες φυσικές κινήσεις
 - Για κάποιες εφαρμογές η μακροχρόνια αλληλεπίδραση μπορεί να είναι κουραστική για τα χέρια ή το σώμα
 - Πολλοί μικροί ή μεγαλύτεροι τραυματισμοί κατά τη χρήση διεπαφών με χειρονομίες... π.χ. Kinect fails videos
 - ✓ Πλαίσιο εφαρμογής και χρήσης (context)
 - Ιδιωτικότητα, εμπιστευτικότητα, έκθεση σε ανοικτό χώρο



Κινησθητικές Διεπαφές: Βασικές έννοιες και ανθρωπinoι παράγοντες (human factors)

- Σημαντικές εργονομικές αρχές (Shaffer, 2009):
 - ✓ Αποφύγετε χειρονομίες που απαιτούν **έκταση των άκρων** και **τέντωμα του σώματος**
 - ✓ Αποφύγετε τις **πολλές επαναλήψεις**
 - ✓ Αποφύγετε τις χειρονομίες που **κουράζουν τους μύες**
 - ✓ Χρησιμοποιείτε **άνετες στάσεις του σώματος** (π.χ. μην κουράζετε τη μέση)
 - ✓ Αποφύγετε χειρονομίες που απαιτούν **μεγάλη ακινησία**
 - ✓ Αποφύγετε χειρονομίες που απαιτούν **μεγάλη δύναμη ή πίεση** από το χρήστη



Διεπαφές με χειρονομίες (Gesture Interfaces)

- Συμπεράσματα... Γενικά πλεονεκτήματα διεπαφών με χειρονομίες
 - ✓ Πιο φυσική αλληλεπίδραση
 - Ταιριάζει περισσότερο στην ανθρώπινη επικοινωνία, δεν απαιτεί εκπαίδευση αν είναι καλοσχεδιασμένη, κλπ
 - ✓ Δεν απαιτείται ειδικό υλικό (hardware), καλώδια, κλπ
 - Κάμερες, αισθητήρες, κλπ μπορούν να ολοκληρωθούν σε διεπαφές που είναι σχεδόν αόρατες
 - ✓ Περισσότερη ελευθερία για το σχεδιαστή εφαρμογής/περιεχομένου
 - Δεν ακολουθούνται υποχρεωτικές φόρμες για τη σχεδίαση εφαρμογής/περιεχομένου όπως συμβαίνει στο διαδίκτυο και παραθυρικό περιβάλλον
 - ✓ Πιο διασκεδαστική!
 - Μπερδεύεται το ψηφιακό με το φυσικό
 - Παρακινεί τους χρήστες να παίξουν και να πειραματιστούν
 - ✓ Πιο πλούσια αλληλεπίδραση
 - Από τις χειρονομίες μπορούμε να καταλάβουμε πολλά κατά την επικοινωνία μας με τους άλλους όπως συναισθήματα, και στοιχεία του χαρακτήρα
 - Έχουμε δρόμο ακόμα ασφαλώς μέχρι να φτάσουμε στο σημείο να ανιχνεύουν και να ερμηνεύουν οι υπολογιστές τα παραπάνω ...

Διεπαφές με χειρονομίες (Gesture Interfaces)

- Συμβάσεις παραδοσιακών διεπαφών που δεν συναντιούνται συχνά (ακόμα;) στις διεπαφές με χειρονομίες
 - ✓ Κέρσoras (cursor) – είναι άχρηστος στις απτικές-πολυαπτικές διεπαφές, χρήσιμος σε άλλες ελεύθερης μορφής διεπαφές με χειρονομίες (free-form gestural interfaces) και παιχνίδια
 - ✓ Mouse-over events – ομοίως με τον κέρσora...
 - ✓ Διπλό κλικ (double click) – μπορεί να χρησιμοποιηθεί, αν και δεν είναι σύνηθες
 - ✓ Δεξί κλικ και επιτόπια μενού – συν τοις άλλοις, είναι αντίθετο στη φιλοσοφία της διεπαφής να χρησιμοποιούμε μενού
 - ✓ Cut & paste – σε πολύ λίγες διεπαφές χρησιμοποιείται...
 - ✓ Πολλαπλή επιλογή (ctrl+click) – δεν χρησιμοποιείται συχνά, πέρα από ό,τι μπορούμε να φτάσουμε με τα δάχτυλα μας
 - ✓ Προεπιλογές, π.χ. κουμπιών – δεν έχει νόημα
 - ✓ Αναίρεση – είναι δύσκολο να αναιρεθεί μια χειρονομία, ιδιαίτερα αν έχουν ακολουθήσει και άλλες...

Διεπαφές με χειρονομίες (Gesture Interfaces)

➤ Μελλοντική ανάπτυξη

- ✓ Οι διεπαφές με χειρονομίες είναι πολύ ελκυστικές στους χρήστες επειδή τους εκπλήσσουν και τους εντυπωσιάζουν
- ✓ Θα αντικαταστήσουν τις παραδοσιακές διεπαφές;
 - Μπορεί... όχι όμως σύντομα.
 - Αλλά... συνήθως κάθε τι νέο είναι πιο πετυχημένο όταν συνυπάρχει με το παλιό.
- ✓ Οι διεπαφές με χειρονομίες (πολυαπτικές) ενσωματώνονται σταδιακά στα λειτουργικά συστήματα κινητών τηλεφώνων (iPhone) και στο παραθυρικό περιβάλλον (Microsoft surface)
- ✓ Το βασικό μειονέκτημα των διεπαφών με χειρονομίες είναι ότι δεν μπορούν να υποστηρίξουν εισαγωγή δεδομένων
 - Εκτός αν στο μέλλον συνδυαστούν αποτελεσματικά με διεπαφές αναγνώρισης φωνής

Αναφορές

1. Abowd, G. (1999). Classroom 2000: An Experiment with the Instrumentation of a Living Educational Environment. IBM Systems Journal 38 (4):508-530.
 2. Alpern, M. and Minardo, M. (2003) Developing a car gesture interface for use as a secondary task, ACM CHI 2003, April 5-10, 2003, Ft. Lauderdale, Florida, USA.
 3. Dietz, P.; Leigh, D. "DiamondTouch: A Multi-User Touch Technology". Proceedings of the 14th annual ACM symposium on User interface software and technology. UIST: Orlando, FL. pp. 219–226.
 4. Grønbaek, K., Iversen, O. S., Kortbek, K. J., Nielsen, K. R., & Aagaard, L. (2007, June). IGameFloor: a platform for co-located collaborative games. In Proceedings of the international conference on Advances in computer entertainment technology (pp. 64-71). ACM.
 5. Jordà, S., Geiger, G., Alonso, M., & Kaltenbrunner, M. (2007, February). The reacTable: exploring the synergy between live music performance and tabletop tangible interfaces. In Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction (pp. 139-146). ACM.
-

Αναφορές

1. Kortum, P. (2008) HCI Beyond the GUI, Elsevier.
<http://www.hcibeyondthegui.com>
 2. Markopoulos, P., and Rauterberg, G. W. M. (2000). LivingLab: A White Paper, 35, I. A. P. R.
 3. Mistry, P., & Maes, P. (2009, December). SixthSense: a wearable gestural interface. In ACM SIGGRAPH ASIA 2009 Sketches (p. 11). ACM.
 4. Shafer, D. (2009) Designing Gestural Interfaces, O' Reilly.
 5. Ståhlbröst, A. (2008). Forming future IT: the living lab way of user involvement. PhD Thesis, Luleå University of Technology, Sweden.
 6. Widgor & Wixon (2011) Brave NUI World, Morgan-Kaufmann.
 7. Ishii, H. & Ullmer, B. (1997) Tangible Bits - Towards Seamless Interfaces between people bits and atoms, CHI'97.
-