



Επικοινωνία Ανθρώπου-Μηχανής και Σχεδίαση Διαδραστικών Συστημάτων

Ενότητα 3: Μοντέλο Ανθρώπινου Επεξεργαστή, GOMS,
Νόμος Fitts, Νόμος Hick Hyman

Νικόλαος Αβούρης
Πολυτεχνική Σχολή

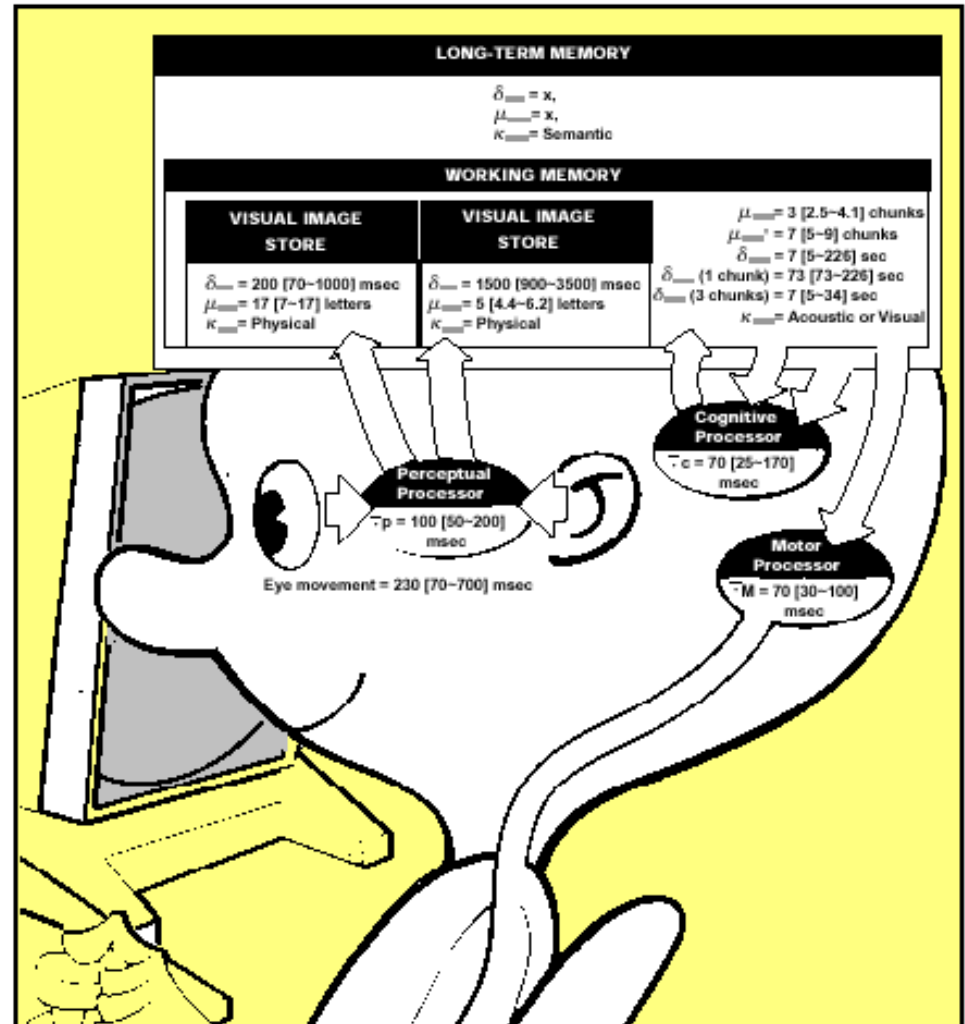
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών &
Τεχνολογίας Υπολογιστών

3.1 Μοντέλο Ανθρώπινου Επεξεργαστή: Εισαγωγή και επισκόπηση



Μοντέλο Ανθρώπινου Επεξεργαστή

MHP Model Human Processor



Μοντέλο Ανθρώπινου Επεξεργαστή

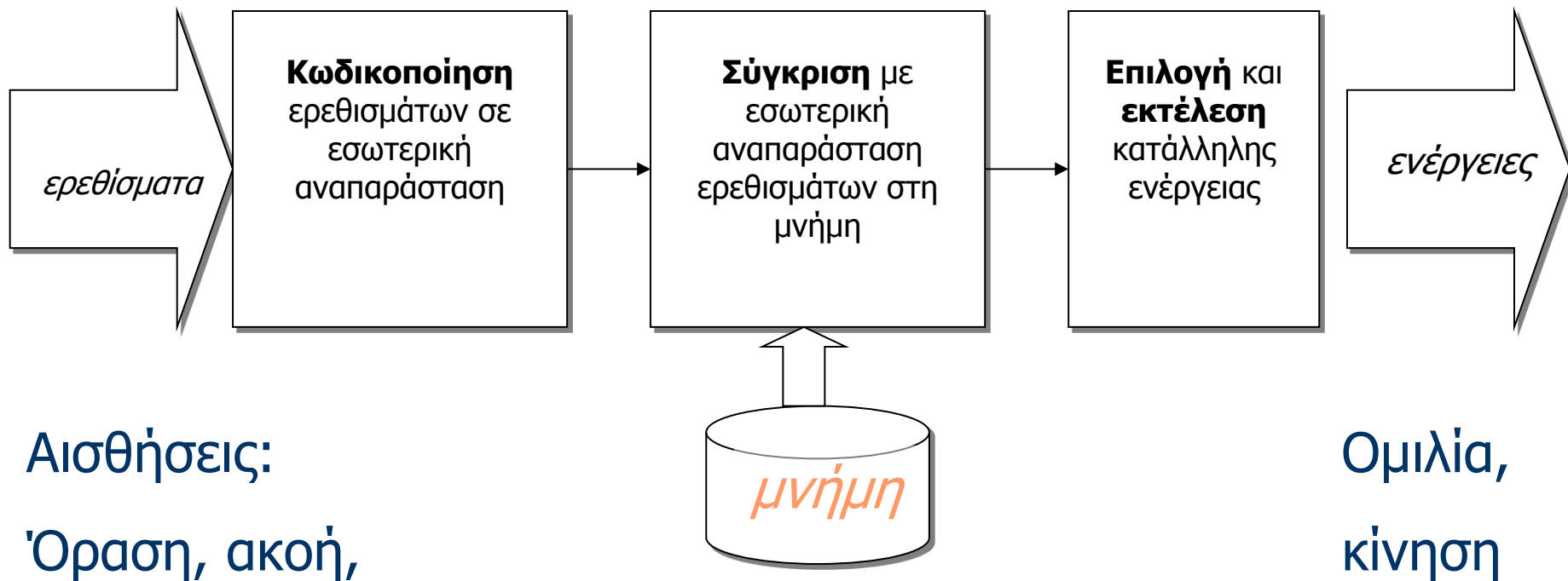
- Μοντέλο ανθρώπινου επεξεργαστή, model human processor (MHP) (Card Moran Newell, 83)
- Θεωρία που εξηγεί την ανθρώπινη συμπεριφορά είναι το μοντέλο του ανθρώπου ως «επεξεργαστή πληροφορίας»

Card, Moran, Newell, The Psychology of Human-Computer Interaction, Lawrence Erlbaum Associates, 1983



Μοντέλο Ανθρώπινου Επεξεργαστή

Αντίληψη – αναγνώριση – δράση (perceive-recognize-act)



Αισθήσεις:

Όραση, ακοή,
αφή, όσφρηση

Ομιλία,
κίνηση



Γνωσιακά Μοντέλα

Μοντέλο Ανθρώπινου Επεξεργαστή

Human Processor Model

- Περιγράφει τον άνθρωπο ως 3 αλληλεπιδρώντα υπό-συστήματα.

- Το **Αισθητήριο**,

- το **Γνωστικό**

- το **Κινητήριο**,

τα οποία αντιστοιχούν στις φάσεις της γνωσιακής επεξεργασίας:

- (α) κωδικοποίησης ερεθισμάτων = αντίληψης,
- (β) σύγκρισης/ επιλογής απόκρισης
- (γ) εκτέλεσης απόκρισης = δράσης

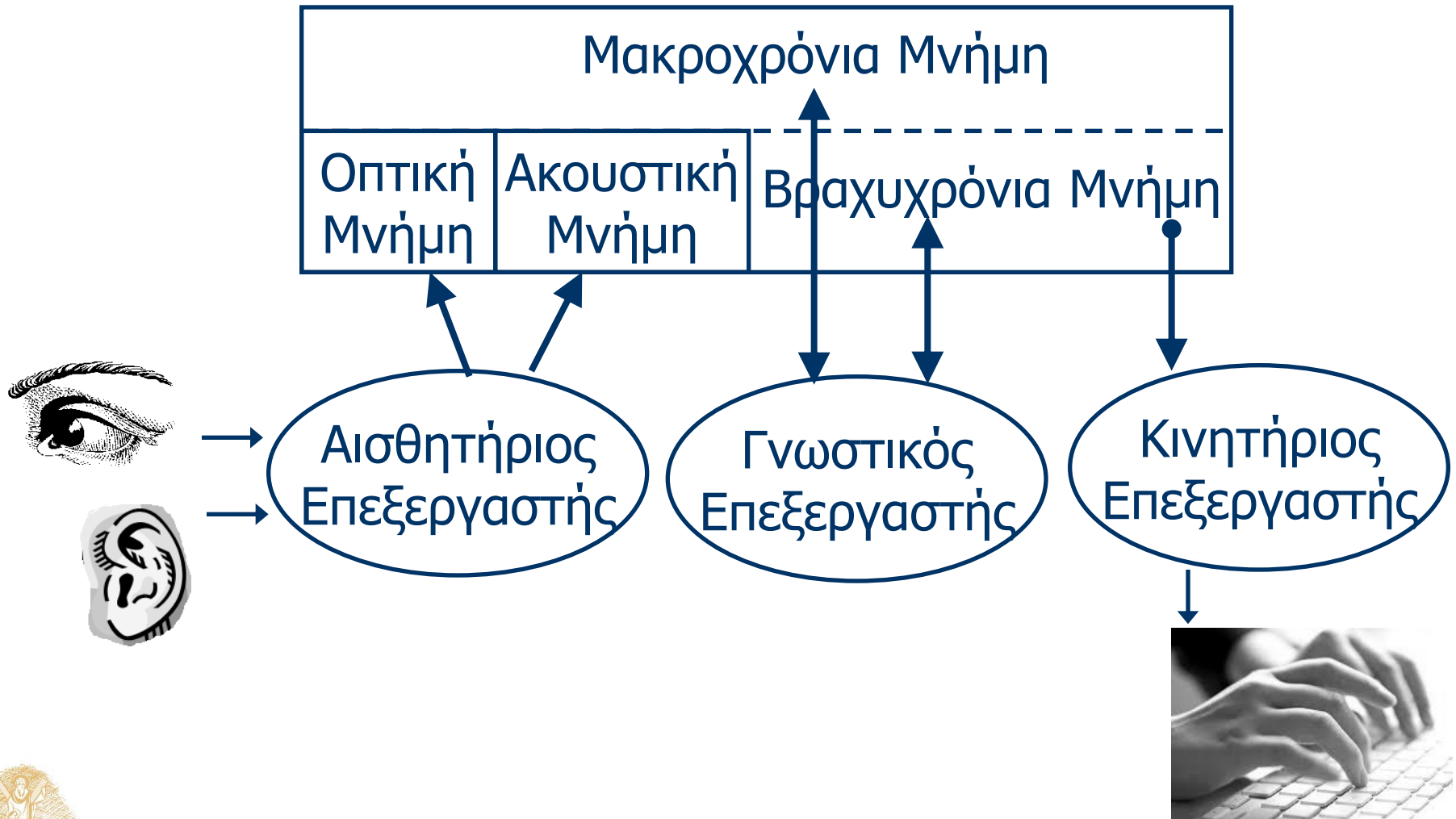


Μοντέλο Ανθρώπινου Επεξεργαστή

- Για ορισμένες εργασίες, τα συστήματα λειτουργούν σειριακά (το πάτημα ενός πλήκτρου ως απόκριση σε ένα ερέθισμα)
- Για άλλες εργασίες, τα συστήματα λειτουργούν παράλληλα (οδήγηση, ενώ ακούμε ραδιόφωνο)
- Κάθε σύστημα έχει τη δική του **μνήμη** και **επεξεργαστή**
- Μνήμη: χωρητικότητα αποθήκευσης και χρονική εξασθένιση
- Επεξεργαστής: χρόνος κύκλου (περιλαμβάνει το χρόνο πρόσβασης)
- Κάθε σύστημα διέπεται από αρχές λειτουργίας



Μοντέλο Ανθρώπινου Επεξεργαστή



Χρησιμότητα του μοντέλου ΜΗΡ

- Χρήση του μοντέλου ΜΗΡ:
 - Πρόβλεψη και σύγκριση ευχρηστίας διαφορετικών σχεδιασμών πριν την υλοποίηση
 - Αποδοτικότητα εκτέλεσης εργασιών, ποσοστά λάθους, ευκολία εκμάθησης
 - Ανάπτυξη σχεδιαστικών οδηγιών για το σχεδιασμό διεπαφών χρήστη
 - Χρώμα, χωρική διάταξη, ανάκληση, τα ποσοστά ανταπόκρισης, κλπ.
- Για να είναι χρήσιμο, ένα μοντέλο πρέπει:
 - Να είναι εύκολο στη χρήση και εκμάθηση και να παράγει ακριβή αποτελέσματα



Περιορισμοί του μοντέλου ΜΗΡ

- Δεν λαμβάνει υπόψη του τον **απτικό επεξεργαστή** και απτική μνήμη
- Δεν λαμβάνει υπόψη του τη μνήμη του κινητήριου συστήματος (**μυϊκή μνήμη**)
- Δεν περιλαμβάνει μηχανισμό εστίασης της **προσοχής**, δηλαδή μηχανισμό ελέγχου εστίασης στην πληροφορία που επεξεργάζεται ο γνωστικός επεξεργαστής
- Η προσοχή είναι ο μηχανισμός εκείνος που επηρεάζει την επεξεργασία των αισθητήριων ερεθισμάτων και φιλτράρει ποια πληροφορία τελικά θα μεταφερθεί από την αισθητήρια μνήμη στη μνήμη εργασίας

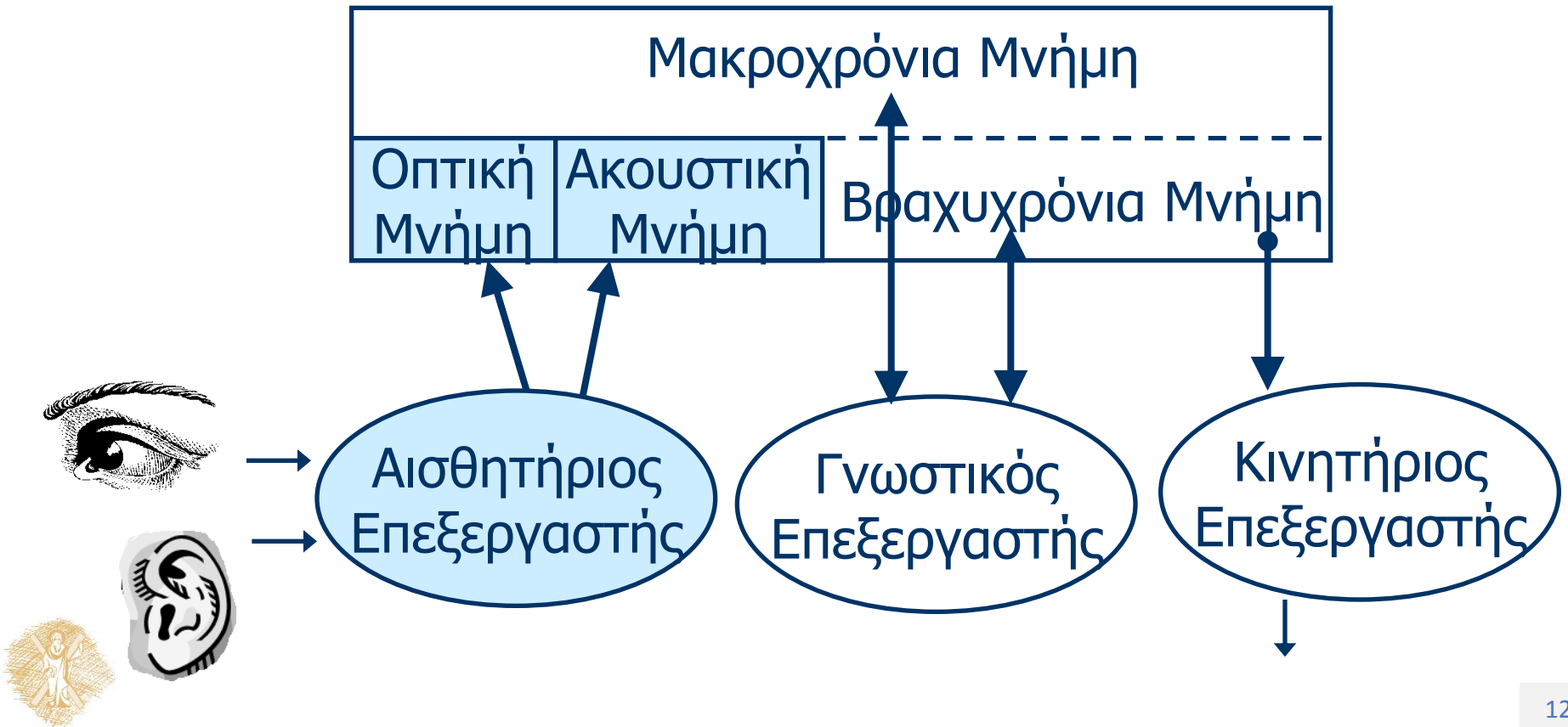


3.2 Μοντέλο Ανθρώπινου Επεξεργαστή: Το αισθητήριο υποσύστημα



Αισθητήριο Σύστημα

- Μετατρέπει ερεθίσματα από το εξωτερικό περιβάλλον σε μορφή κατάλληλη για επεξεργασία από το γνωστικό σύστημα
- Περιλαμβάνει επεξεργαστή και αισθητήριες μνήμες



Αισθητήριες Μνήμες (οπτική- ακουστική)

- Μετά τη δημιουργία ενός ερεθίσματος, η αναπαράσταση του ερεθίσματος εμφανίζεται στην αισθητήρια μνήμη.
- Πρόκειται για φυσική αναπαράσταση όχι για συμβολική, πχ. ο αριθμός 7 είναι μορφή, όχι τιμή, σύγκρινε με αναπαράσταση χαρακτήρων και ακεραίων στις γλώσσες προγραμματισμού.
- Όταν το περιεχόμενο της αισθητήριας μνήμης κωδικοποιηθεί συμβολικά μεταφέρεται στη βραχυχρόνια μνήμη
- Χρόνος εξασθένησης ερεθίσματος:
 - 200 ms για οπτική αισθητήρια μνήμη
 - 1500 ms για ακουστική αισθητήρια μνήμη



Αισθητήριοι Επεξεργαστές

- Υπεύθυνος για την κωδικοποίησης ερεθίσματος στην αισθητήρια μνήμη για περίπου 100 ms και στη συνέχεια ανάσυρση του επόμενου ερεθίσματος (**περίοδος $T_p = 100$ ms**). Περιοχή τιμών 50-200 ms, αιτίες διασποράς οι συνθήκες, (πχ σκοτάδι ή φως), και το φορτίο.
- Ο Επεξεργαστής κάνει επιλογή των ερεθισμάτων που θα κωδικοποιηθούν. Παίζουν ρόλο στην επιλογή:
 - Η **προσοχή** (κατευθύνει την επεξεργασία και φιλτράρει πληροφορία), βλέπει επιλεγμένη προσοχή, περιφερειακή όραση,
 - Οι **αρχές οργάνωσης πληροφορίας**, (νόμοι του Gestalt) που ολοκληρώνουν και κωδικοποιούν τις πληροφορίες



Αρχές λειτουργίας του αισθητήριου συστήματος

- **Νόμοι του Gestalt** ή νόμοι της μορφής, καθορίζουν πώς συνθέτουμε μορφές από επί μέρους ερεθίσματα
- Αρχή **μεταβλητής συχνότητας επεξεργασίας**, ο αισθητήριος επεξεργαστής έχει συχνότητα επεξεργασίας αντιστρόφως ανάλογη της έντασης του ερεθίσματος, κατά συνέπεια σε λαμπερή οθόνη το ερέθισμα επεξεργάζεται πιο αργά
- Αρχή **εξειδίκευσης κωδικοποίησης**, δηλ. η κωδικοποίηση κατά την αντίληψη της πληροφορίας καθορίζει πώς η πληροφορία αποθηκεύεται και ανακαλείται



Αντιληπτική σύνθεση (perceptual fusion)

- Όταν δύο ερεθίσματα προσλαμβάνονται με χρονική απόσταση μικρότερη της περιόδου του αισθητήριου επεξεργαστή (δηλαδή εντός του κύκλου $T_p = 100 \text{ ms}$) εμφανίζονται συνεχόμενα, το φαινόμενο λέγεται αντιληπτική σύνθεση.
- Συνέπεια: η απόκριση του υπολογιστή αν είναι $< T_p$ ο χρήστης την αντιλαμβάνεται ως στιγμιαία και σχετίζεται με την ενέργεια ως αιτία-αιτιατό.



Άσκηση

- Δεδομένου ότι ο κύκλος του αισθητήριου επεξεργαστή είναι 100 ms:
- Πόσους ήχους θα αντιληφθεί ένα υποκείμενο αν το ερέθισμα περιλαμβάνει 20 ήχους το δευτερόλεπτο και είναι διάρκειας 5 δευτερολέπτων;
- Πόσες εικόνες το δευτερόλεπτο (frames per second, fps) πρέπει να έχει ένα σήμα βίντεο για να δώσει την αίσθηση της συνεχούς κίνησης;

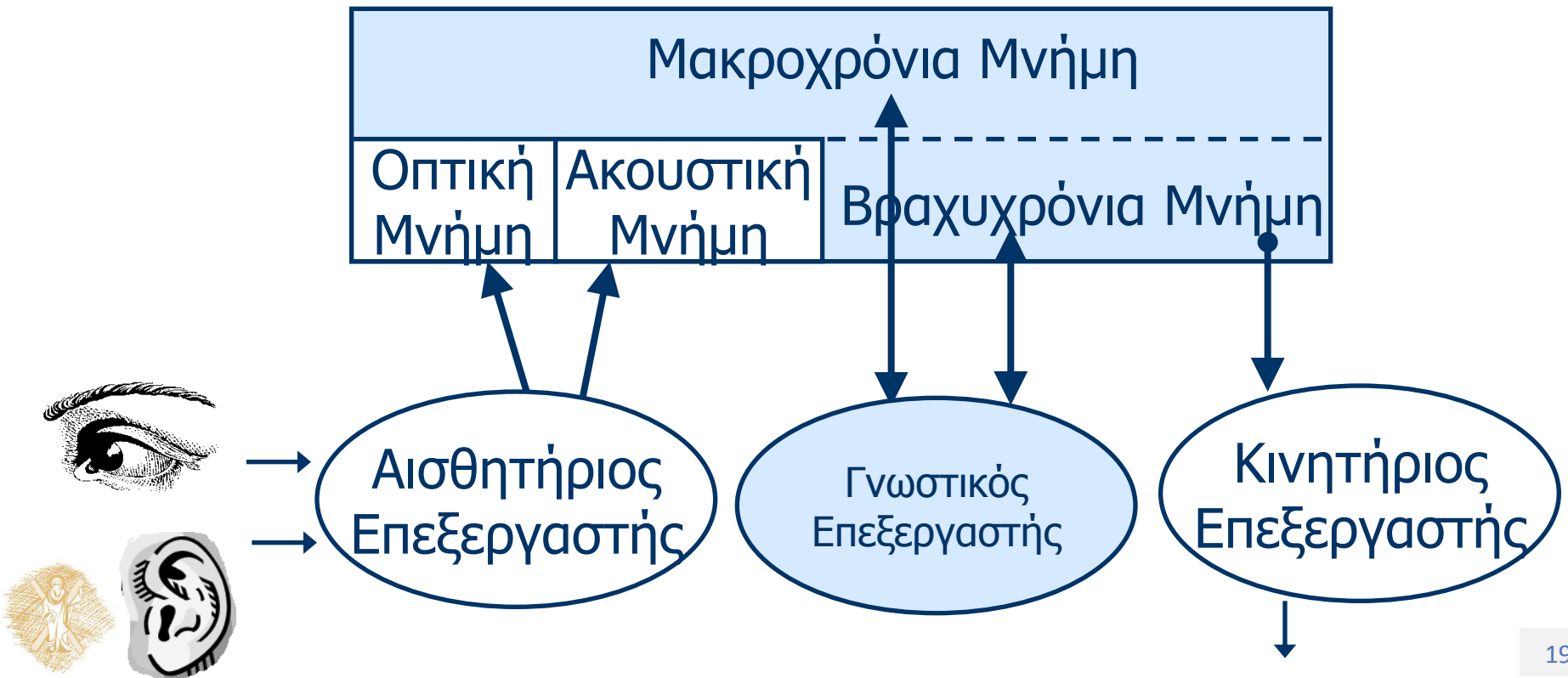


3.3 Μοντέλο Ανθρώπινου Επεξεργαστή: Το γνωστικό υποσύστημα



Γνωστικό Σύστημα

- Χρησιμοποιεί το περιεχόμενο της Μακροχρόνιας Μνήμης και της Βραχυχρόνιας Μνήμης ώστε να πάρει αποφάσεις και να προγραμματίσει δράσεις του κινητήριου συστήματος
- Περιλαμβάνει επεξεργαστή και δύο μνήμες



Βραχύχρονη Μνήμη

- Περιλαμβάνει ενδιάμεσα αποτελέσματα συλλογισμών και κωδικοποιημένες αναπαραστάσεις του αισθητήριου συστήματος
- Στην ουσία πρόκειται για ενεργοποιημένα τμήματα πληροφορίας της μακροχρόνιας μνήμης
- Οι ενότητες αυτές είναι δομημένες ιεραρχικά
- 7 ± 2 ενότητες είναι ενεργές ανά πάσα στιγμή



Θυμηθείτε τις εικόνες



Θυμηθείτε τα γράμματα

A E A Y G T M K S S R

S K Y M E G A S T A R



Βραχύχρονη Μνήμη

- Εξασθένηση περιεχομένου:
 - Περίπου 7 sec για 3 ενότητες πληροφορίας, μεταβλητή παράμετρος
 - Παρεμβολές: δυσκολότερο να θυμάται κανείς μια πληροφορία αν υπάρχουν άλλες ενεργές πληροφορίες στη βραχυχρόνια μνήμη
- Η αρχή της διάκρισης
 - Η δυσκολία ανάσυρσης εξαρτάται από τη σχετικότητα άλλων υποψήφιων πληροφοριών



Μακροχρόνια Μνήμη

- Περιέχει μεγάλο πλήθος γνώσης, διαδικασιών, γεγονότων
- Περιλαμβάνει δίκτυο σχετιζόμενων ενοτήτων πληροφορίας, με ακμές τις σχέσεις μεταξύ τους
- Γρήγορη πρόσβαση, αργή αποθήκευση
- Απεριόριστη χωρητικότητα, όμως η πληροφορία μπορεί να εξασθενίζει :
 - Λόγω ασθενών υποδείξεων ανάκτησης
 - Λόγω παρόμοιων συσχετίσεων με άλλες υποψήφιας πληροφορίες (αρχή της διάκρισης)



Γνωστικός Επεξεργαστής

- Βασίζεται στον κύκλο αναγνώρισης-δράσης
 - Αναγνώριση: ενεργοποίηση συσχετιζόμενα τμήματα πληροφορίας στη μακροχρόνια μνήμη
 - Δράση: Τροποποίηση του περιεχόμενου της Βραχύχρονης Μνήμης
 - (περίοδος κύκλου: περίπου 70 ms)



Γνωστικός Επεξεργαστής

- Γνωστικές λειτουργίες αποφάσεις/ συγκρίσεις με βάση:
 - **Δεξιότητες** (αυτόματες λειτουργίες που είναι αποτέλεσμα εμπειρίας, ανάγνωση, οδήγηση, πληκτρολόγηση, κλπ)
 - **Κανόνες** (συνειδητή χρήση κανόνων τύπου ΑΝ x ΤΟΤΕ γ)
 - **Γνώσεις** (χρήση γνώσεων για αντιμετώπιση νέων προβλημάτων)



Γνωστικός Επεξεργαστής

- Η αρχή της **αβεβαιότητας** λόγω λήψης απόφασης (περισσότεροι κύκλοι του γνωστικού επεξεργαστή αν υπάρχουν περισσότερες επιλογές), νόμος Hick-Hyman.
- Η αρχή του **μεταβλητής περιόδου**: η αύξηση του πληροφοριακού φορτίου ή της εργασίας αυξάνει την περίοδο του κύκλου
- Η αρχή της **εκμάθησης**, ο χρόνος μειώνεται με την εμπειρία $T_n = T_1 * n^{-\alpha}$
(α σταθερά εκμάθησης)



Νόμος Hick-Hyman (νόμος της απόφασης)

Ο χρόνος που απαιτείται για την απόφαση επιλογής μιας από n εναλλακτικές επιλογές ίσης πιθανότητας

$$T = I_c \log_2(n+1)$$

Όπου $I_c \sim 150$ msec

Στην περίπτωση που οι επιλογές είναι διαφορετικής

πιθανότητας $T = \beta H$, όπου
$$H = \sum_i^n p_i \log_2(1/p_i + 1)$$



Εφαρμογές του νόμου επιλογής



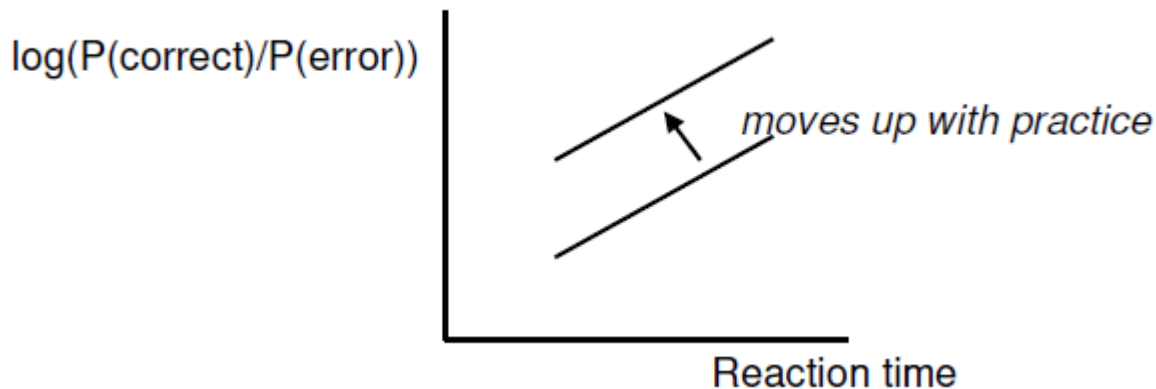
Αν είχαμε 64 αντικείμενα από τα οποία θα πρέπει ο χρήστης να επιλέξει ένα,

- ποιος είναι ο καλύτερος συνδυασμός τους σε μενού;
- ποιος είναι ο καλύτερος αριθμός υπερσυνδέσμων σε μια ιεραρχία ιστοσελίδων ενός ιστοτόπου;



Γνωστικός Επεξεργαστής: η σχέση ακρίβειας /ταχύτητας

- Η ακρίβεια (αριθμός σωστών προσπαθειών προς εσφαλμένες) είναι ανάλογη του χρόνου που απαιτείται για.
- Βελτίωση της καμπύλης με εξάσκηση

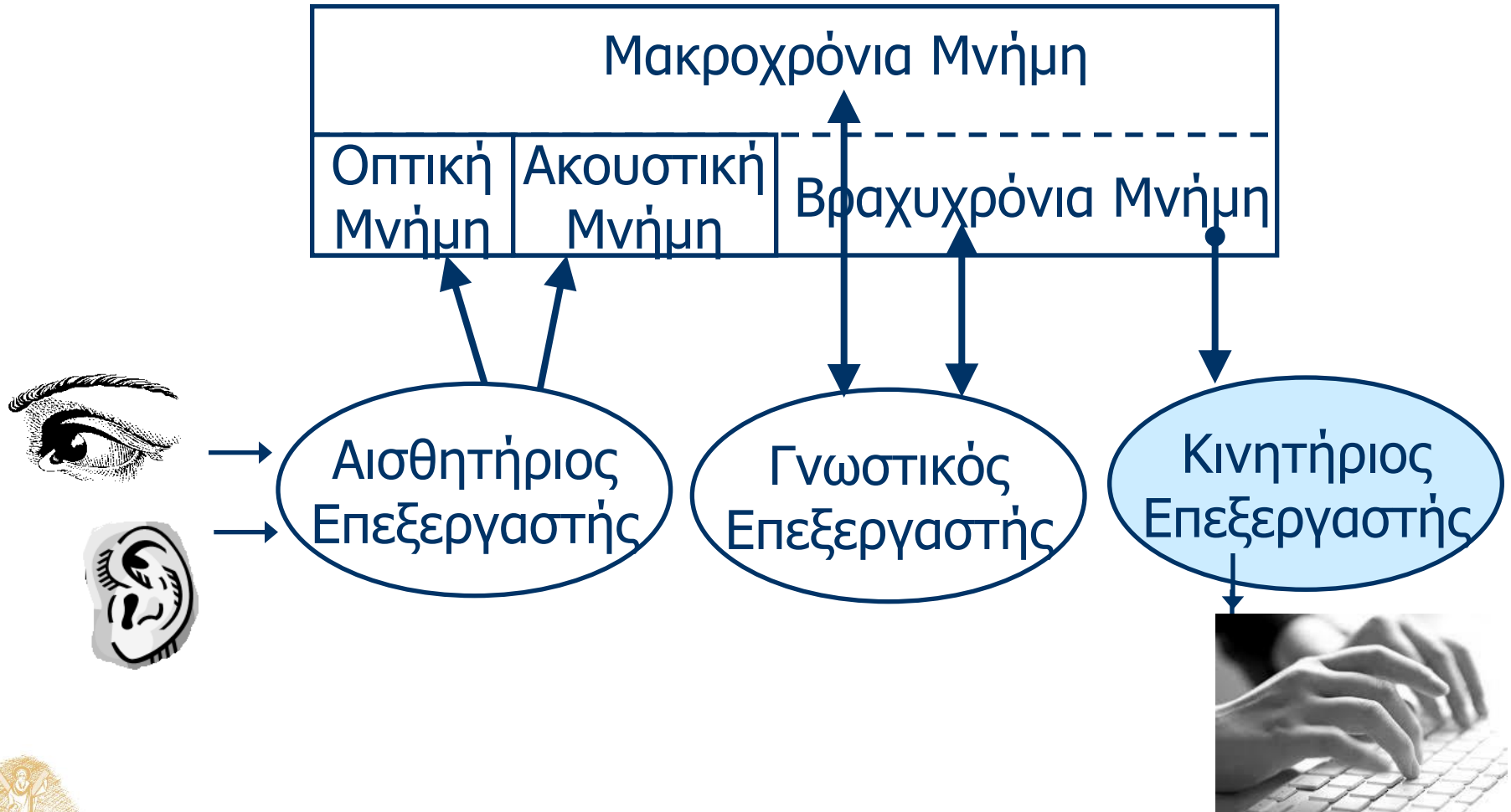


3.4 Μοντέλο Ανθρώπινου Επεξεργαστή: Το κινητήριο υποσύστημα και ο κύκλος αντίληψη-αναγνώριση-δράση



Κινητήριο Σύστημα

- Μετατρέπει αποφάσεις σε ενέργειες



Κινητήριοις Επεξεργαστής

- Ελέγχει τις κινήσεις του σώματος
 - Κινήσεις αποτελούνται από διακριτές μικρο-κινήσεις
 - Οι μικρο-κινήσεις διαρκούν περίπου 70ms
 - Χρόνος κύκλου του κινητήριου επεξεργαστή είναι 70ms
- Αυτοματισμοί αναπτύσσονται για επαναλαμβανόμενες εργασίες, όπως πληκτρολόγηση, ομιλία, κλπ.
 - Το μοντέλο δεν λαμβάνει υπόψη αυτούς τους αυτοματισμούς



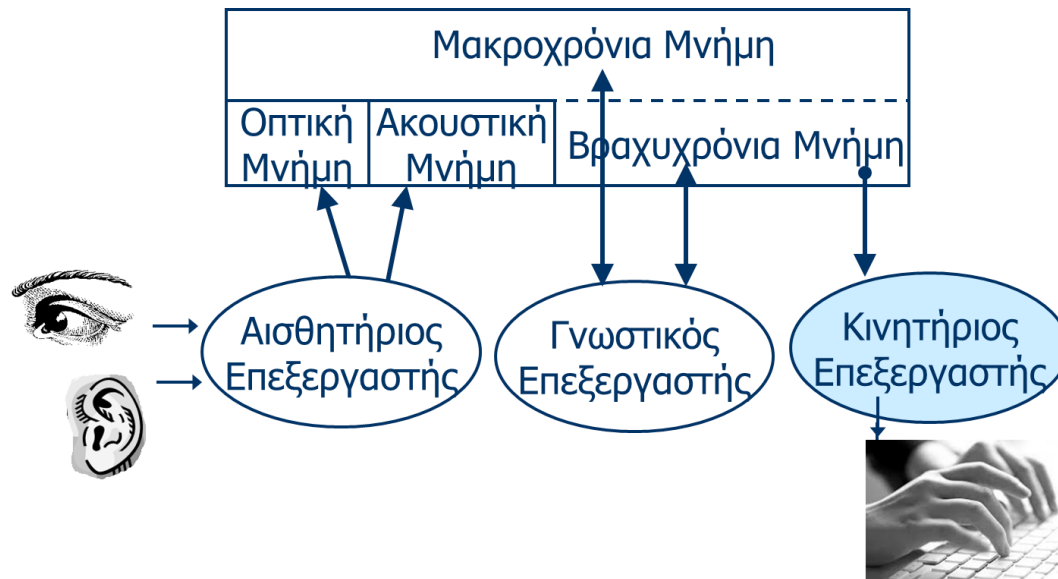
Κινητήριο Επεξεργαστής

- **Ανοικτός βρόχος ελέγχου** (χωρίς έλεγχο της κίνησης) με επαναλαμβανόμενους κύκλους περιόδου $T_m \sim 70ms$
- **Κλειστός βρόχος ελέγχου**, (με έλεγχο της κίνησης, πχ όταν επιλέγουμε στόχο) με κύκλο περιόδου τουλάχιστον $T_p + T_c + T_m \sim 240ms$

Ο νόμος του Fitts αφορά τη δεύτερη περίπτωση



Περίοδος κύκλου: αισθητήρια αντίληψη, αναγνώριση, δράση



Κύκλος Perceive-Recognize-Act έχει περίοδο

$$T_p + T_c + T_m =$$

$$100 \text{ ms} + 70 \text{ ms} + 70 \text{ ms} = 240 \text{ ms}$$



Ασκήσεις

- Ο χρήστης παρατηρεί την οθόνη, όταν εμφανίζεται συγκεκριμένο σύμβολο πατάει το πλήκτρο 'space' Ποιος ο χρόνος καθυστέρησης;
- Ο χρήστης παρατηρεί στην οθόνη ακολουθίες συμβόλων, όταν το επόμενο σύμβολο είναι ίδιο με το προηγούμενο τότε πατάει 'Y' αλλιώς 'N' Ποιος ο χρόνος καθυστέρησης;



ΜΗΡ: Ανασκόπηση ποσοτικών παραμέτρων



R = Representation
 D = Decay Time
S = Size
 C = Cycle Time [Range]

Eye movement (Saccade) = 230 [70-700] ms



Σύνδεση του μοντέλου ανθρώπινου επεξεργαστή με στόχους/εργασίες χρήστη

- Το μοντέλο ΜΗΡ έχει ως τώρα χρησιμοποιηθεί για πρόβλεψη απλών ενεργειών.
- Όμως χρειάζεται και η αντίστροφη φορά ανάλυσης: από στόχους-εργασίες του χρήστη να καταλήξουμε στις απλές ενέργειες:
- Ανάλυση στόχων (goals) χρήστη
 - Ανάλυση ενεργειών (κινητήριο σύστημα)
 - Ανάλυση αντίληψης (αισθητήριο σύστημα)
 - Ανάλυση νοητικών λειτουργιών για να μεταβεί από αισθητήρια αντίληψη σε δράση (γνωστικό σύστημα)



3.5 Το μοντέλο GOMS



Μοντέλο GOMS

- Μοντέλο δομής εργασιών (στόχων χρηστών) και των ενεργειών (χειρισμοί, μέθοδοι, κανόνες επιλογής)
 - **Goals:** στόχοι για εκτέλεση της εργασίας
 - **Operators:** Χειρισμοί που αλλάζουν το περιβάλλον εργασίας
 - **Methods:** ακολουθίες από στόχους-ενέργειες που επιτρέπουν την επίτευξη ενός στόχου
 - **Selection:** Κανόνες επιλογής μεθόδων
- Υποθέτουμε ιδανικό αλάνθαστο χρήστη



GOMS: παράδειγμα

- Επεξεργασία κειμένου: μετακίνηση φράσης από κάποια θέση σε άλλη (προτείνετε διαφορετικούς τρόπους)

The fox jumps over the lazy quick brown dog.

Από B.E. John, Information Processing and Skilled Behavior, in J.M. Carroll, HCI Models Theories, (2003), pp. 55-102



GOMS παράδειγμα: Goals, Methods, Operators

- Top-level **goal**: Επεξεργασία κειμένου (μετακίνηση φράσης)
- **Subgoal**: επιλογή κειμένου
- **Operators**:
 - Μετακίνηση ποντικιού
 - Κλικ στο κουμπί του ποντικιού
 - Πληκτρολόγησε χαρακτήρες
- **Method** για τον στόχο επεξεργασίας:
 - 1. Διαγραφή-λέξης-και-Επαναπληκτρολόγηση (μέθοδος ξαναγράψε)
 - 2. Cut-paste-με-πληκτρολόγιο
 - 3. Cut-paste-με-μενού
- **Method** για το στόχο επιλογής κειμένου:
 - 1. Drag-κειμένου
 - 2. 2-κλικ στο πρώτο-Shift-κλικ στο τέλος (μέθοδος all-κλικ)



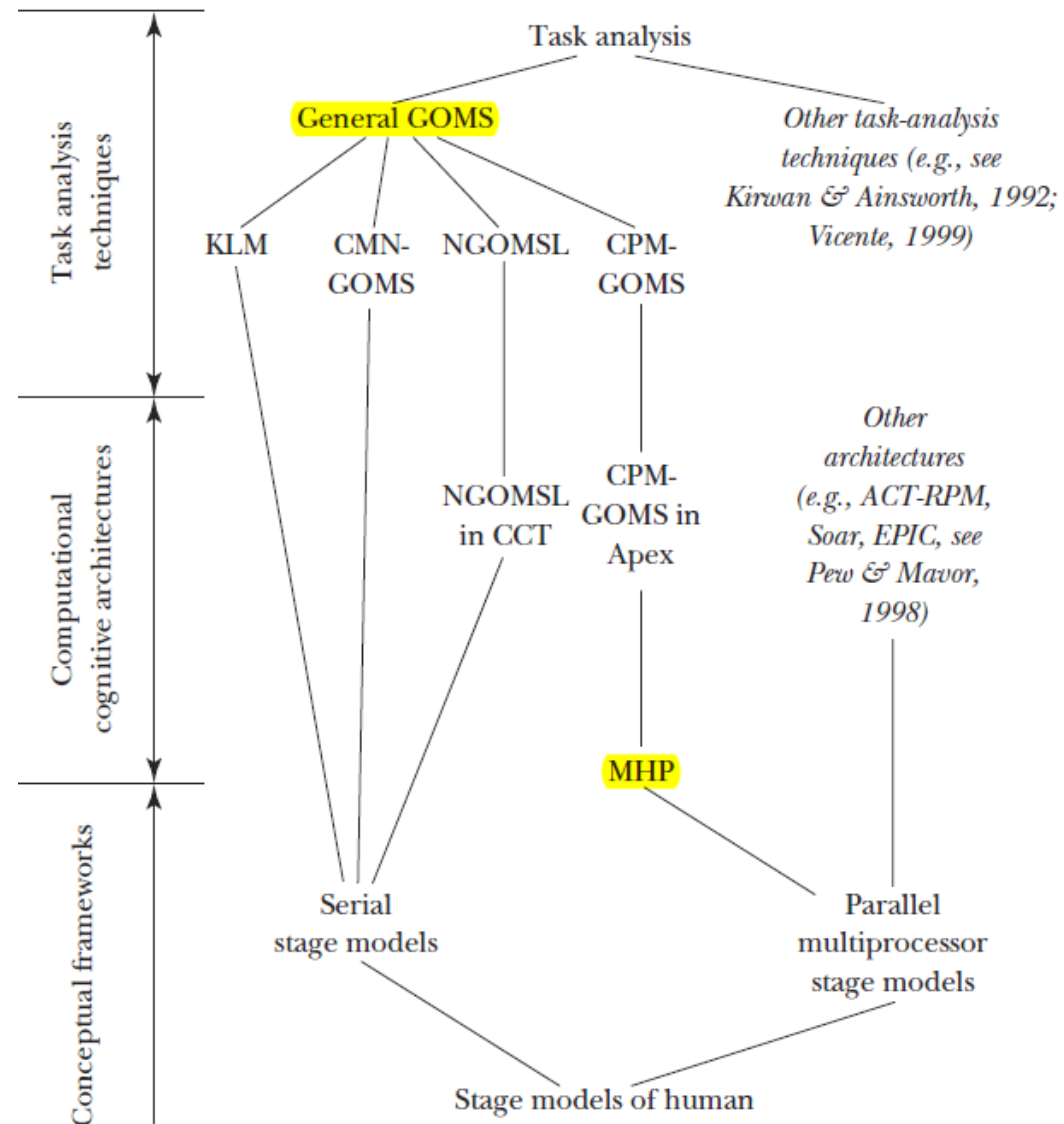
GOMS παράδειγμα: Selection

- **Selection rules** για το στόχο επεξεργασίας:
 - Αν το κείμενο που πρόκειται να μετακινηθεί είναι ένας ή δύο χαρακτήρες, χρησιμοποιήστε τη μέθοδο **ξαναγράψε**
 - Αλλιώς, αν θυμάστε τις συντομεύσεις, χρησιμοποιήστε μέθοδο **Cut-paste-με-πληκτρολόγιο**
 - Αλλιώς, χρησιμοποιήστε τη μέθοδο **Cut-paste-με-μενού**
- **Selection rules** για το στόχο επιλογής:
 - Αν το κείμενο που πρόκειται να μετακινηθεί δεν είναι ολόκληρες λέξεις, χρησιμοποιήστε τη μέθοδο **drag**
 - Αλλιώς, χρησιμοποιούν τη μέθοδο **all-κλικ**



Σχέση GOMS με ΜΗΡ

- Το μοντέλο KLM είναι το πιο απλό από τα μοντέλα της οικογένειας GOMS



3.6 Μοντέλα ερεθίσματος απόκρισης



Εμπειρικά μοντέλα ανθρώπινης συμπεριφοράς

- Νόμος της εξάσκησης (Power Law of Practice)
- Νόμος της επιλογής (του Hick Hyman)
- Νόμος χρόνου δείξης στόχου (Fitts),

Μοντέλα
ερεθίσματος –
απόκρισης

- Μοντέλο πληκτρολογήσεων (Keystroke-Level Model)
- GOMS

Μοντέλα
γνωστικών
λειτουργιών με
βάση το
μοντέλο ΜΗΡ

Προβλεπτικά μοντέλα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αξιολόγηση σχεδίασης χωρίς χρήση πρωτοτύπων



Νόμος της εξάσκησης

- Εάν επαναλάβουμε την ίδια εργασία n φορές ο χρόνος ολοκλήρωσης της κατά την n επανάληψη T_n δίδεται από τον τύπο

$$T_n = T_1 n^{-a}$$

- T_1 ο χρόνος της πρώτης επανάληψης και $a = 0.4$, (μεταξύ 0.2 και 0.6)
- Παραδοχή: Δεν εμπλέκονται σύνθετες νοητικές λειτουργίες, αφορά κυρίως εργασίας ρουτίνας (πχ ταχύτητα πληκτρολογήσεων, απόκτηση δεξιοτήτας στη χρήση του ποντικιού, πληκτρολόγηση ως απόκριση σε ερεθίσματα). Δεν αφορά μάθηση, αλλά ανάπτυξη αυτοματισμών



Εφαρμογές του νόμου της εξάσκησης

- Σκεφτείτε ένα πείραμα επιβεβαίωσης του νόμου της εξάσκησης
- Τι σχέση μπορεί να έχει ο νόμος της εξάσκησης σε σχέση με στόχους ευχρηστίας μιας συσκευής (προσδοκώμενος χρόνος εκτέλεσης εργασίας μετά από κ προσπάθειες ή πόσες προσπάθειες χρειάζονται για την επίτευξη ενός στόχου)



Νόμος Fitts

- Ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσουμε ένα στόχο που βρίσκεται σε απόσταση d και είναι εύρους w . Βασικός νόμος που διέπει το αισθητηριο-κινητικό μας σύστημα (ισχύει είτε δείχνουμε με το χέρι, είτε με ποντίκι, γραφίδα, κλπ).

$$T = k_1 + k_2 * \log_2 (d/w + 1.0)$$

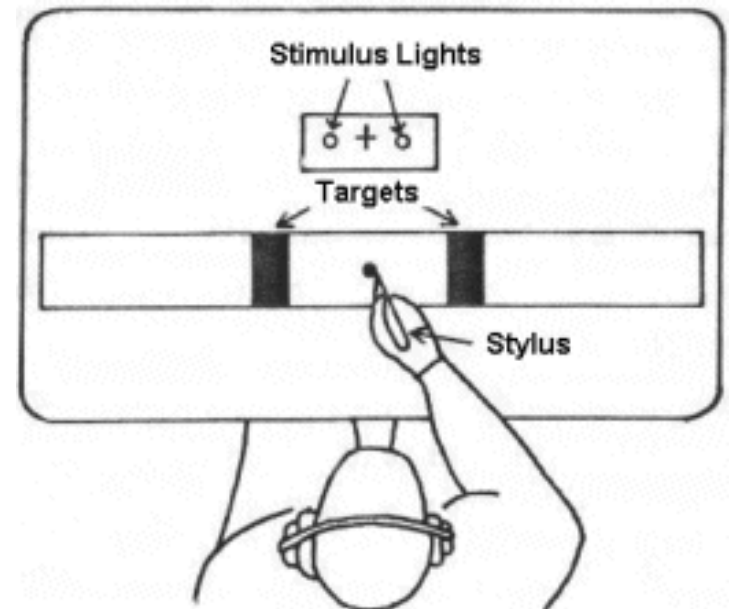
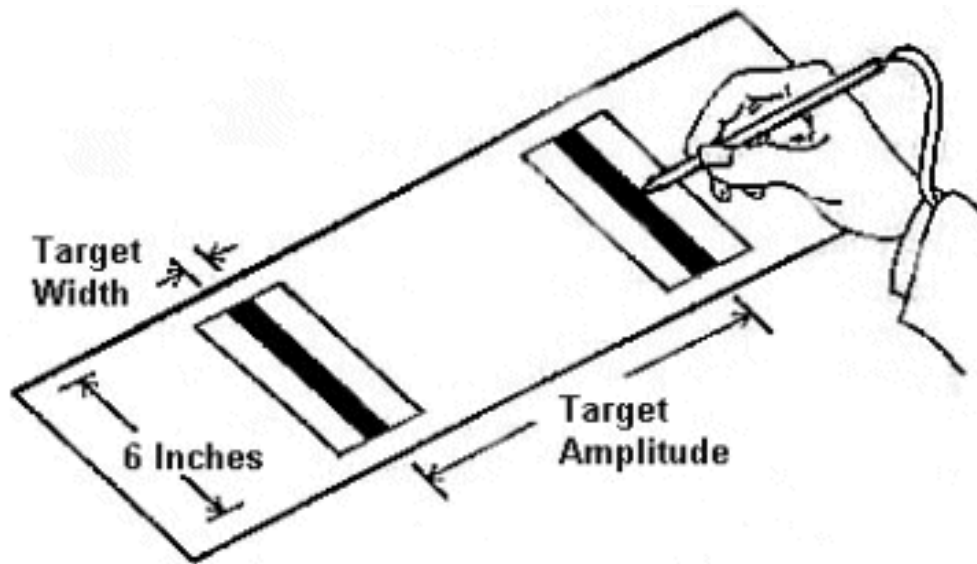
$$ID = \log_2 (d/w + 1.0)$$

Index of difficulty,
δείκτης δυσκολίας



Ο νόμος του Fitts

- Αρχική πειραματική διάταξη

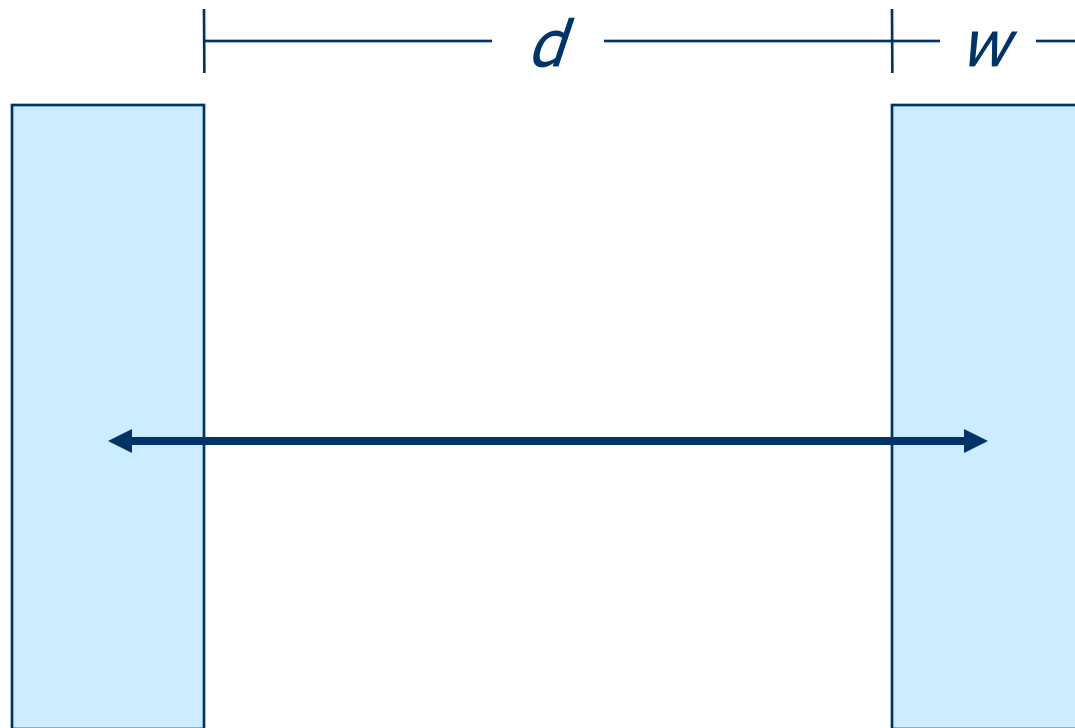


Πειραματική διάταξη για (a) συνεχή αλληλεπίδραση (a) serial task (Fitts, 1954) (b) διακριτές εργασίες (Fitts & Peterson, 1964).



Πειραματική διάταξη

- -μονοδιάστατη κίνηση

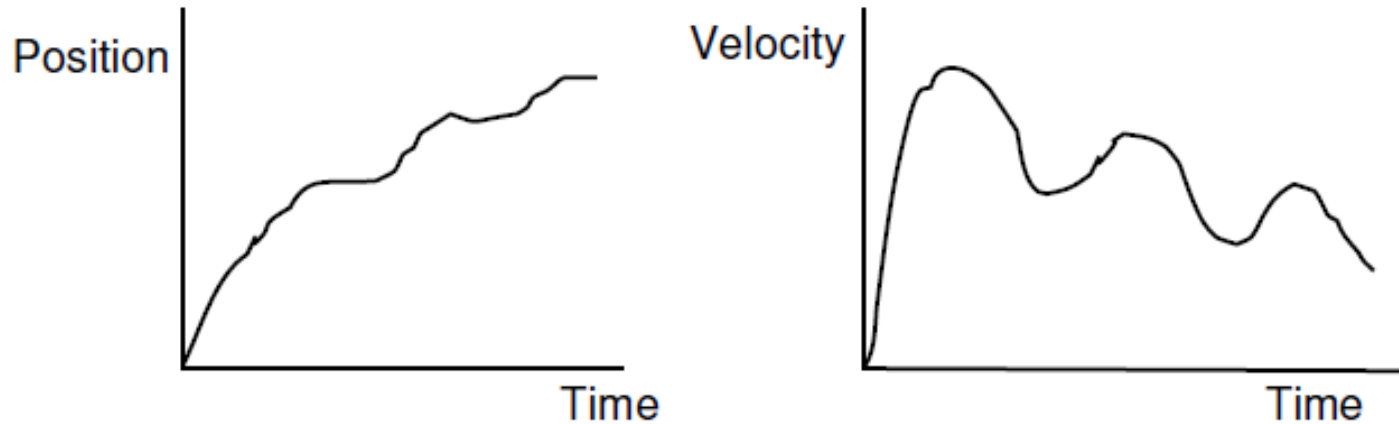


Νόμος Fitts

- **Κλειστός βρόχος ελέγχου** (αισθητήρια αντίληψη, γνωστική επεξεργασία, κίνηση)
- Σε κάθε κύκλο γίνεται έλεγχος της προόδου της απόστασης που καλύφθηκε D και του σφάλματος ϵD , μετά n επαναλήψεις έχει $\epsilon^n D \leq S/2$ και $T = n(T_p + T_c + T_m)$ και τελικά $T = a + b \log(2D/S)$, όπου $b = -(T_p + T_c + T_m) / \log \epsilon$, όπου ϵ το σφάλμα κάθε επανάληψης και a ο χρόνος αντίδρασης για την αρχική κίνηση του χεριού.



Νόμος Fitts



- Το διάγραμμα της θέσης με τον χρόνο
- Το διάγραμμα της ταχύτητας με το χρόνο



Συγκρίνετε το Νόμο του Fitts με θεωρία πληροφορίας

Το θεώρημα του Shannon

.. expressing the effective information capacity C (in bits/s) of a communications channel of bandwidth B (in s^{-1} or Hz) as

$$C = B \log_2(S / N + 1)$$

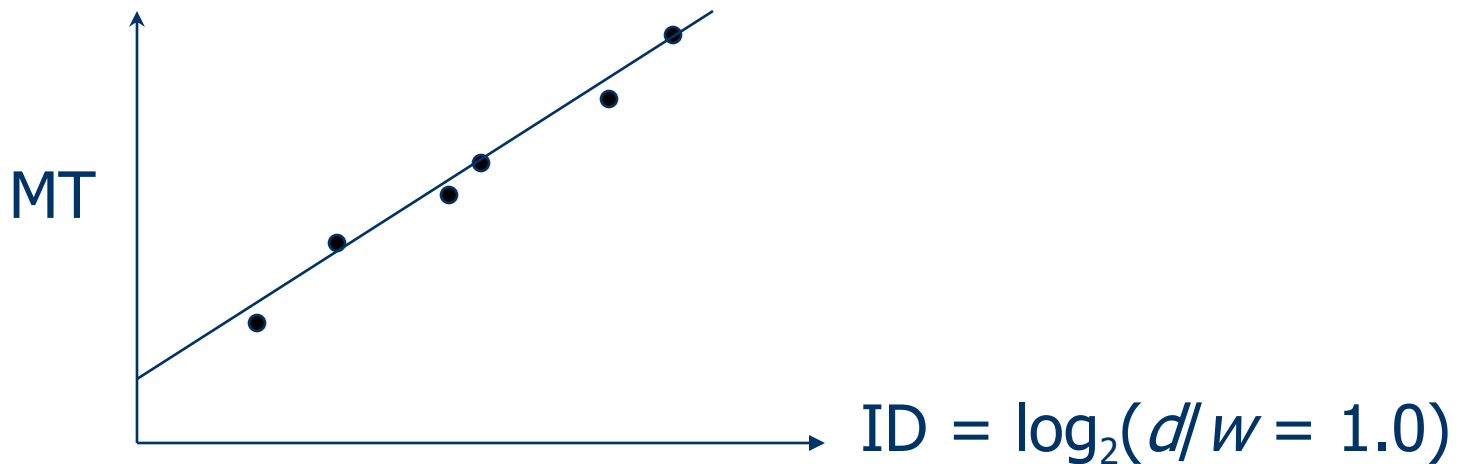
where S is the signal power and N is the noise power. **(Shannon & Weaver, 1949, pp. 100-103)**

Τι αναλογία παρατηρείτε στις παραμέτρους, πώς το εξηγείτε;

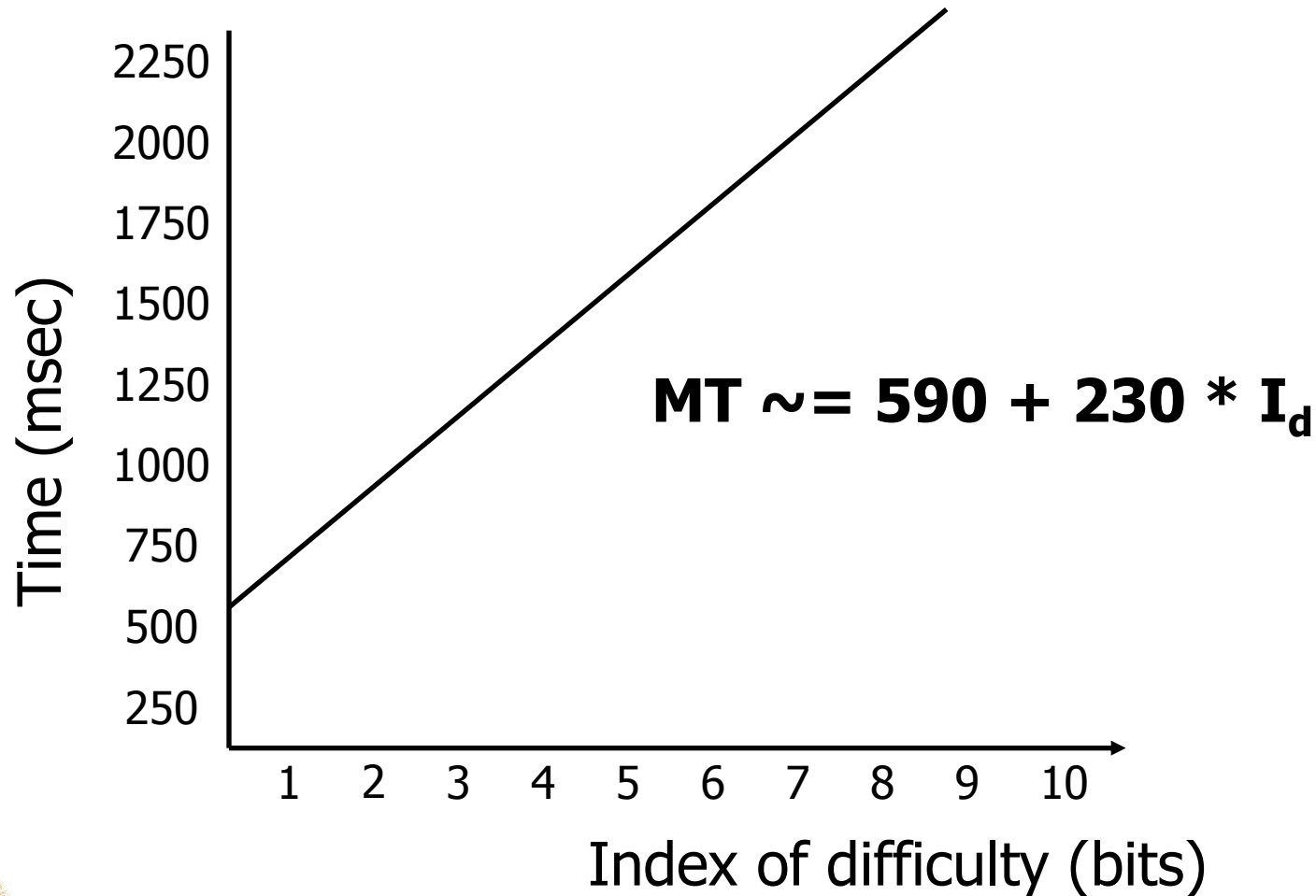


Νόμος Fitts: Υπολογισμός των k_1 , k_2

- Σχεδιάσετε ένα πείραμα υπολογισμού των k_1 και k_2 του τύπου $T = k_1 + k_2 * ID$
- Εξαρτώνται από τη συγκεκριμένη συσκευή
- Σκεφτείτε σχεδίαση για επιλογή σε δισδιάστο χώρο



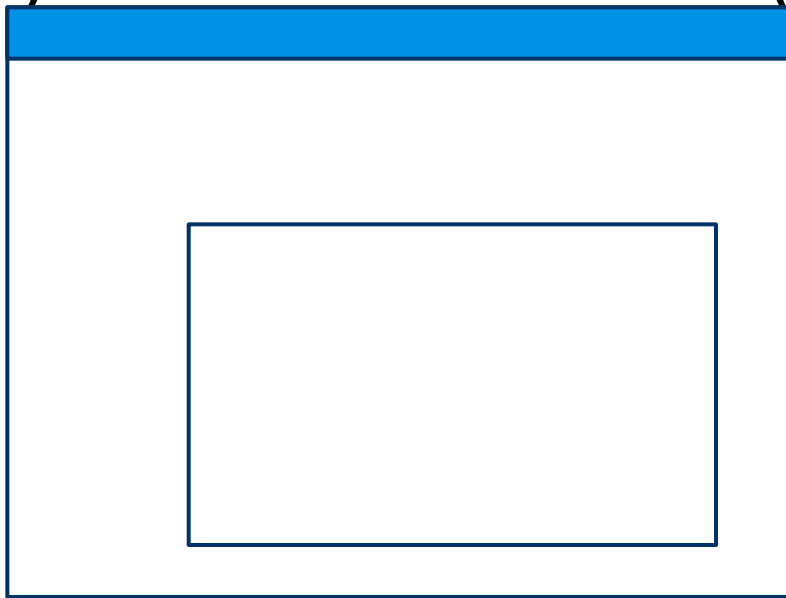
Συνήθεις τιμές των k_1 , k_2



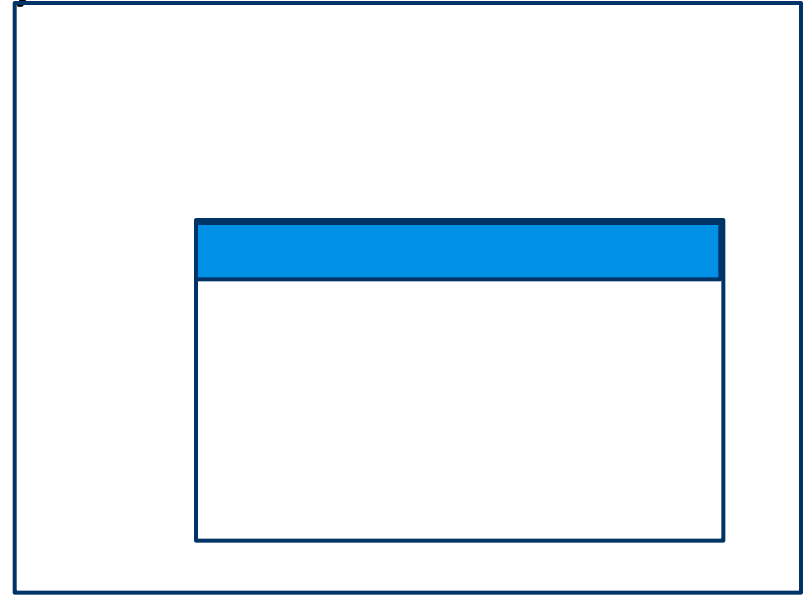
Άσκηση

- Εξηγήστε με βάση το νόμο του Fitts ποια είναι καλύτερη επιλογή για το μενού μιας διεργασίας: (α) στην κορυφή της οθόνης, (β) στην πάνω πλευρά του παράθυρου:

(α)



(β)



Τέλος Ενότητας



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την 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.



Σημειώματα



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **1.0**.

Έχουν προηγηθεί οι κάτωθι εκδόσεις:

- Έκδοση **1.0** διαθέσιμη [εδώ](#).



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Αβούρης Νικόλαος, Κωνσταντίνος Μουστάκας, Χρήστος Κατσάνος. «Επικοινωνία Ανθρώπου-Μηχανής και Σχεδίαση Διαδραστικών Συστημάτων, Μοντέλο Ανθρώπινου Επεξεργαστή, GOMS, Νόμος Fitts, Νόμος Hick Hyman». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2014.
Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<https://eclass.upatras.gr/courses/EE760/index.php>



Σημείωμα Αδειοδότησης

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



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

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

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

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

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

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

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

