



# Επικοινωνία Ανθρώπου-Μηχανής και Σχεδίαση Διαδραστικών Συστημάτων

Ενότητα 4: Μοντέλο πληκτρολογήσεων, Γνωστικές  
αρχιτεκτονικές, Νοητικά μοντέλα

Νικόλαος Αβούρης  
Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών &  
Τεχνολογίας Υπολογιστών

## 4.1 Μοντέλο Πληκτρολογήσεων (KLM): Εισαγωγή και επισκόπηση




# Ενότητα #4

- Γνωσιακές αρχιτεκτονικές: KLM-GOMS, ACT-R κλπ
- Νοητικά μοντέλα συσκευών
- Κοινωνικά μοντέλα αλληλεπίδρασης
- Μέθοδοι ανάλυσης γνωσιακών συστημάτων  
(Activity theory, Distributed Cognition, Sociotechnical analysis)



# #4.1 Μοντέλα ανθρώπινης συμπεριφοράς

 Νόμος της εξάσκησης (Power Law of Practice)

 Νόμος του Hick Hyman

- Νόμος του Fitts,

• Μοντέλο πληκτρολογήσεων (Keystroke-Level Model) – GOMS

• ACT-R

Μοντέλα  
ερεθίσματος –  
απόκρισης

Μοντέλα  
γνωστικών  
λειτουργιών με  
βάση το  
μοντέλο HIP

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



# Μοντέλο KLM (Μοντέλο πληκτρολογήσεων)

- **Keystroke Level Model** (Card Moran, Newell, 1983) – βασισμένο στο MHP
- Εμπειρικό Μοντέλο πρόβλεψης χρόνου ακολουθίας ενεργειών του χρήστη που επιτρέπει την πρόβλεψη της απόδοσης ενός συστήματος, απλοποίηση του GOMS.
- Παραδοχή: μέσος έμπειρος και αλάνθαστος χρήστης



# Χρήση Μοντέλου πληκτρολογήσεων

- Ιδιαίτερα χρήσιμη μέθοδος για συγκριτική μελέτη εναλλακτικών σχεδιασμών ενός διαλόγου χρήστη συστήματος
- ή για λεπτομερή ανάλυση συχνά επαναλαμβανόμενων εργασιών (πχ. Σταθμοί εργασίας τηλεφωνητριών).



# Βασικές κατηγορίες ενεργειών

- **K**eystroking  $T_K$
  - **M**ouse button press  $T_B$
  - **P**ointing (typically with mouse)  $T_P$
  - **H**and movement between keyboard and mouse  $T_H$
  - **D**rawing straight line segments  $T_D$
- 
- “**M**ental preparation”  $T_M$
  - System **R**esponse time  $T_R$



# Εφαρμογή του Μοντέλου KLM

- **Φάση Α.** Ανάλυση μιας εργασίας του χρήστη ως ακολουθίας στοιχειωδών ενεργειών (χρήση τελεστών **K,B,P,H,D**) καθώς και **R** (αν είναι γνωστή η συμπεριφορά του συστήματος)
- **Φάση Β.** Τοποθέτηση στην ακολουθία τελεστών νοητικής προετοιμασίας του χρήστη (τελεστής **M**)
- **Φάση Γ.** Εφαρμοσε αρχές νοητικής ομαδοποίησης και προσάρμοσε τους τελεστές **M** κατάλληλα
- **Φάση Δ.** Υπολόγισε τον προσδοκώμενο χρόνο εκτέλεσης της εργασίας με βάση στατιστικούς χρόνους στοιχειωδών ενεργειών



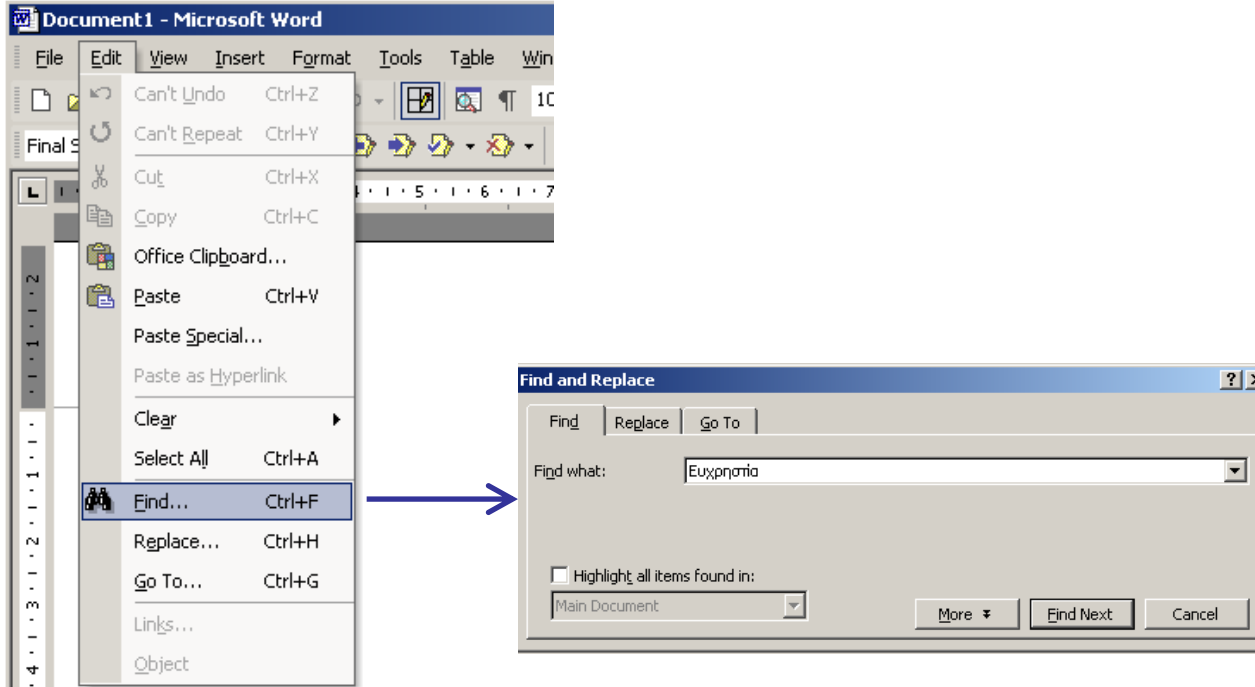


## 4.2 Μοντέλο Πληκτρολογήσεων (KLM): Παράδειγμα μοντελοποίησης εργασιών



# Παράδειγμα χρήσης του μοντέλου πληκτρολογήσεων

- Να βρείτε τον προβλεπόμενο χρόνο που απαιτείται για την εξής εργασία: Με χρήση του μενού στον επεξεργαστή κειμένου MS Word αναζητήστε τη λέξη «ευχρηστία» σε ένα κείμενο που επεξεργάζεστε



# Παράδειγμα KLM: Φάση A

**H** (μετακίνηση στη συσκευή mouse)

**P** (Edit)

**B** (πληκτρολόγηση στο mouse button -  
press/release)

**P** (Find)

**B** (πληκτρολόγηση στο mouse button)

**H** (μετακίνηση στο πληκτρολόγιο)

**10K** (πληκτρολόγηση της λέξης «ευχρηστία» στο  
πεδίο διαλόγου Find/Replace)

**K** (πληκτρολόγηση του Enter για να αρχίσει η  
πληκτρολόγηση)



# Παράδειγμα KLM: Φάση Β

Τοποθέτηση στην ακολουθία τελεστών νοητικής προετοιμασίας του χρήστη (τελεστής **M** )

- Κανόνες

*B1.* Νοητική προετοιμασία πριν από **K** που δεν αποτελούν τμήμα μιας συμβολοσειράς

*B2.* Νοητική προετοιμασία πριν από επιλογή μεταξύ εναλλακτικών επιλογών **P**



# Παράδειγμα KLM: - Φάση Β

Κανόνας B2: P  
selects command

- **H** (Home on mouse)
- **MP** (Edit)
- **B** (click on mouse button)

Κανόνας B2: P  
selects command

- **MP** (Find)
- **B** (click on mouse button)
- **H** (Home on keyboard)
- **M10K** (Type «ευχρηστία»)

Κανόνας B1: K  
is argument

- **MK** (ENTER key on dialogue box starts the find)



# Παράδειγμα KLM: Φάση Γ

Εφάρμοσε τις αρχές νοητικής ομαδοποίησης και προσάρμοσε τους νοητικούς τελεστές **M** κατάλληλα **Κανόνες**

Γ1. Ομαδοποίηση λόγω προηγούμενης ενέργειας

**PMB** -> **PB** (επιλογή και πληκτρολόγηση είναι ομάδα)

Γ2. Εάν η ακολουθία από **MKs** είναι τμήμα νοητικής ενότητας (πχ το όνομα μιας εντολής), βάλε νοητικό τελεστή μόνο στην αρχή

**MKMKMK** -> **M3K** ( “run *rtn* είναι νοητική ενότητα)

Γ3. Ακολουθία τερματισμών,) ή *rtn rtn χωρίς M*

Γ4. Αν **K** τερματίζει μια εντολή, τότε δεν χρειάζεται **M** για την ενέργεια τερματισμού **M2K(ls)MK(rtn)** -> **M2K(ls)K(rtn)** (πληκτρολόγηση της εντολής “ls” στο Unix ακολουθούμενο από το πλήκτρο *rtn*)



# Παράδειγμα KLM: Φάση Γ

- **H** (Home on mouse)
- **MP** (Edit)
- **B** (click on mouse button)
- **MP** (Find)
- **B** (click on mouse button)
- **H** (Home on keyboard)
- **M10K** (Type «ευχρηστία»)
- **MK** (ENTER key on dialogue box starts the find)

Κανον. Γ4



# Μοντέλο KLM: Φάση Δ

## Εμπειρικοί μέσοι χρόνοι ενεργειών

- **K:** 0.08 sec πεπειραμένη δακτυλογράφος, 0.28 δακτυλογράφος μέσης ικανότητας, 1.2 άπειρος δακτυλογράφος
- **B:** down / up - 0.1 secs; κλικ - 0.2 secs
- **P:** 1.1 secs
- **H:** 0.4 secs
- **M:** 1.35 secs
- **R:** Εξαρτάται από το σύστημα, συχνά οι τιμές του είναι κάτω από 1 sec ( $\sim 0.05$  secs)





# Παράδειγμα KLM: Φάση Δ

- **H** (Home on mouse)
- **MP** (Edit)
- **B** (click on mouse button - press/release)
- **MP** (Find)
- **B** (click on mouse button)
- **H** (Home on keyboard)
- **M10K** (Type «ευχρηστία» στο Find dialogue box)
- **K** (**Enter** key on dialogue box starts the find)
- Χρόνοι
  - $H = 0.40, P = 1.10, B = 0.20, M = 1.35, K = 0.28$
  - $T = 2H + 2P + 2B + 3M + 10K =$   
 $2*0,4+2*1,1+2*0,2+3*1,35+10*0,28 =$
- Προβλεπόμενος χρόνος = **10,05 secs**



# Άσκηση

- Εναλλακτικός τρόπος αναζήτησης της λέξης «ευχρηστία» με πλήκτρο συντόμευσης <Ctrl-F>. Προσοχή αν είναι στο Ελληνικό πληκτρολόγιο η εντολή <Ctrl-F> ενεργοποιείται; Δοκιμάστε την ακολουθία.
- Γενικότερο ερώτημα είναι οι συντομεύσεις πάντα γρηγορότερες από τις επιλογές μέσω μενού; Από τι εξαρτάται;



## 4.3 Γνωσιακές θεωρίες, μοντέλα και αρχιτεκτονικές



# Γνωστικά Μοντέλα

- Ιεραρχικά
  - GOMS - Goals, Operators, Methods, Selectors
  - CCT - Cognitive Complexity Theory
- Γλωσσολογικά
  - TAG - Task Action Grammar
  - CLG - Command Language Grammar
- Αρχιτεκτονικές γνωστικών συστημάτων
  - SOAR, ACT-R

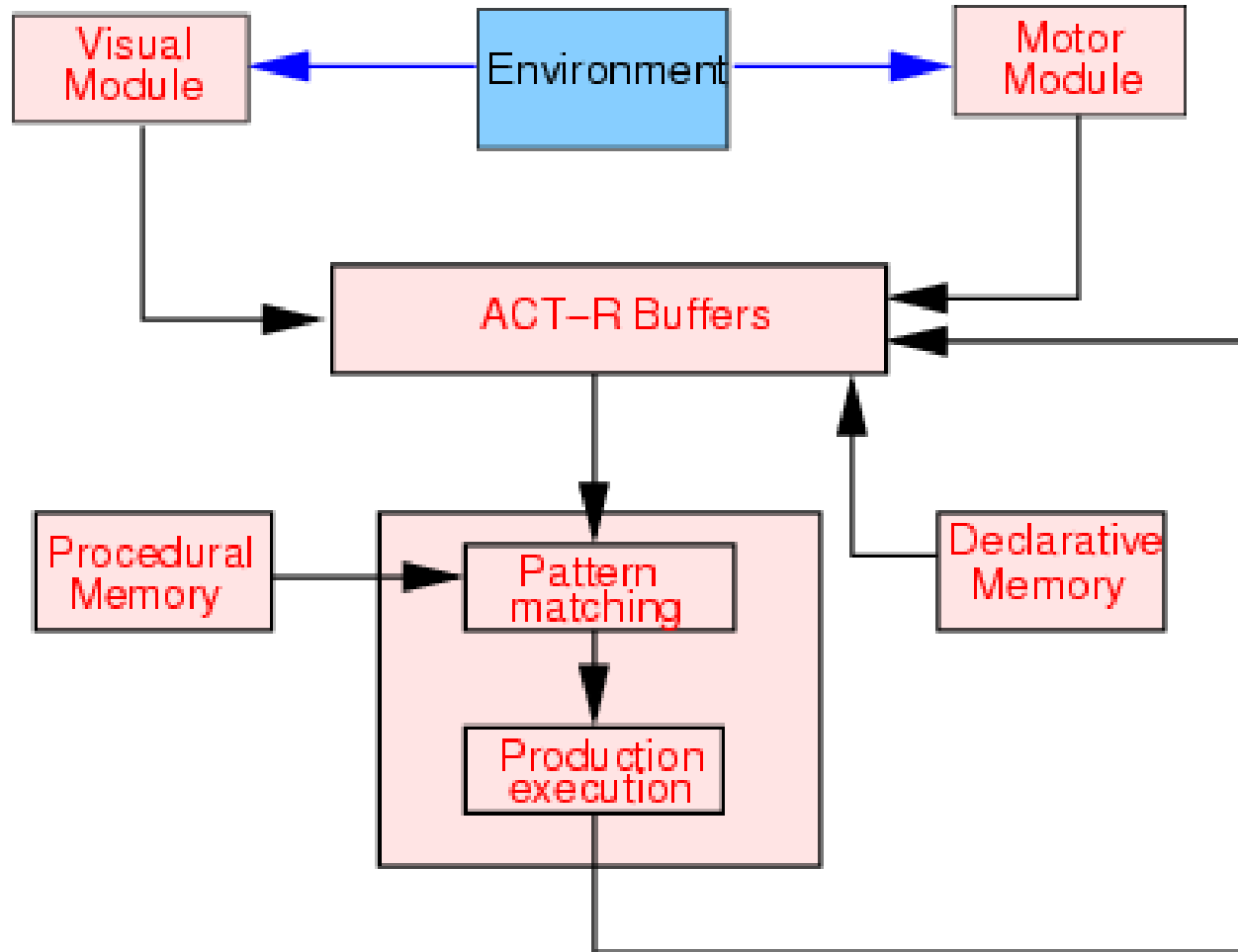


# Γνωστικές Αρχιτεκτονικές

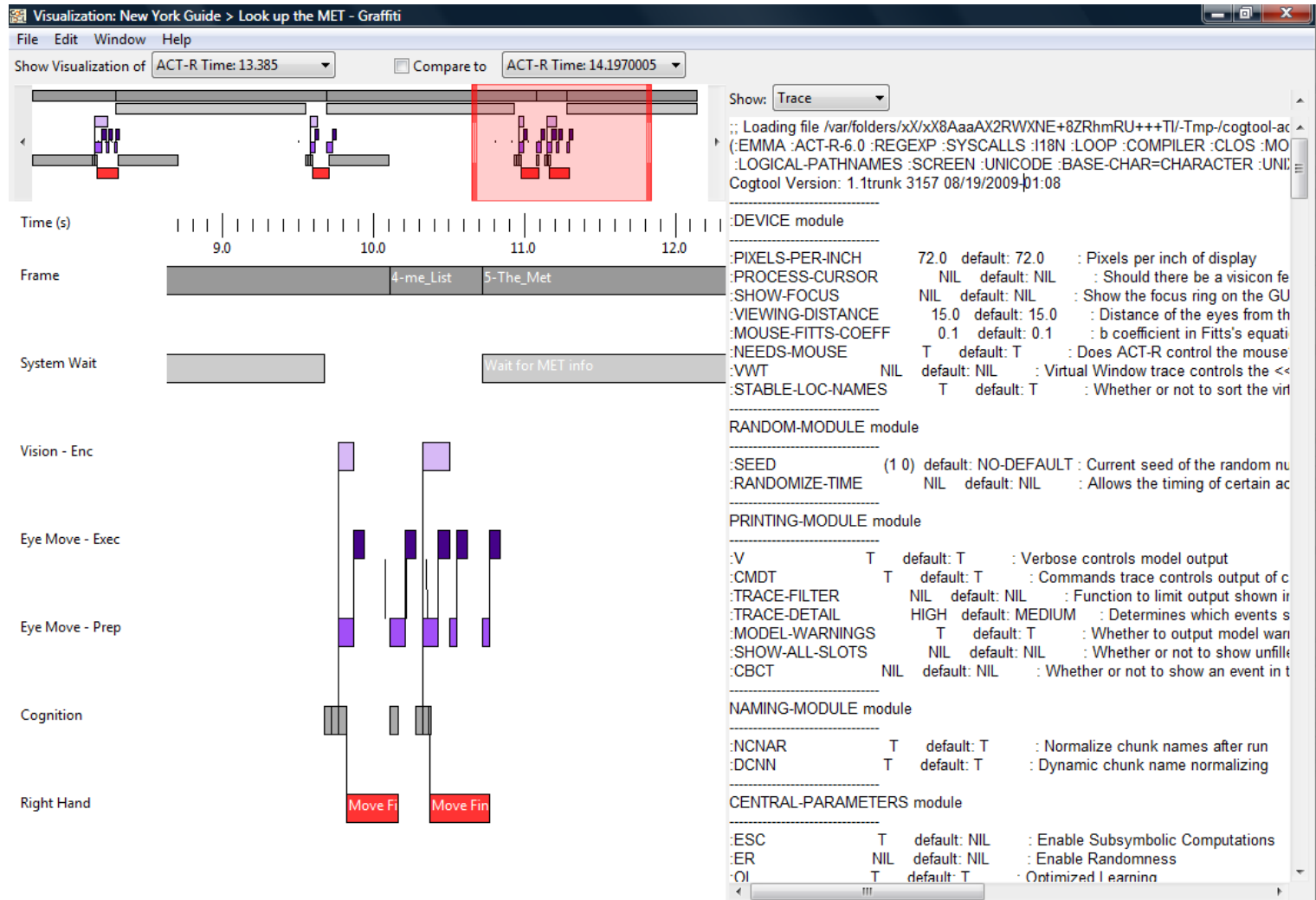
- SOAR
- EPIC
- ACT-R
- Snif-Act
- ColiDES
- MESA



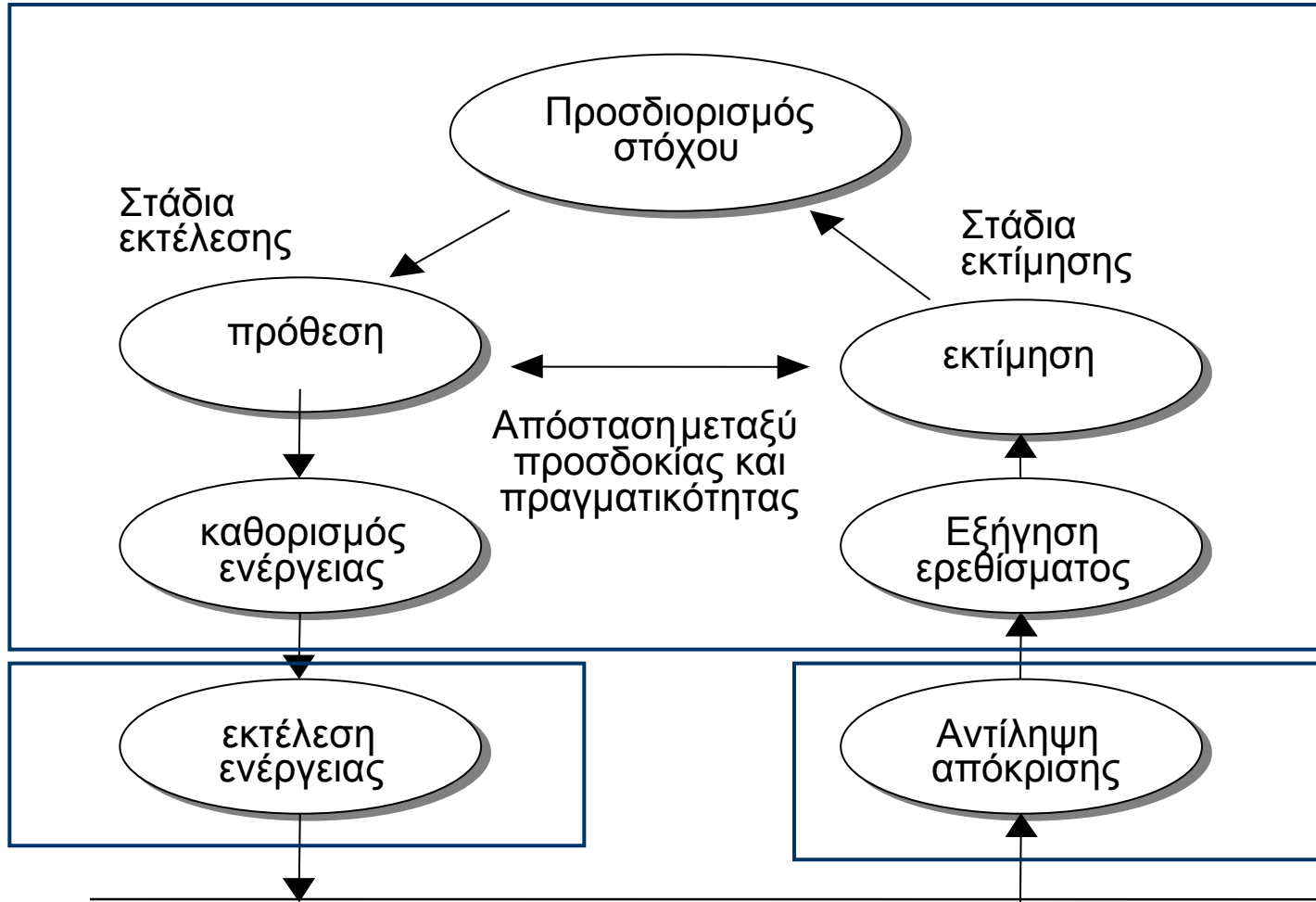
# ACT-R (J. R. Anderson, CMU)



# CogTool (εφαρμογή του ACT-R)



# Αλληλεπίδραση με υπολογιστή: μοντέλο 7 φάσεων ( D.Norman )

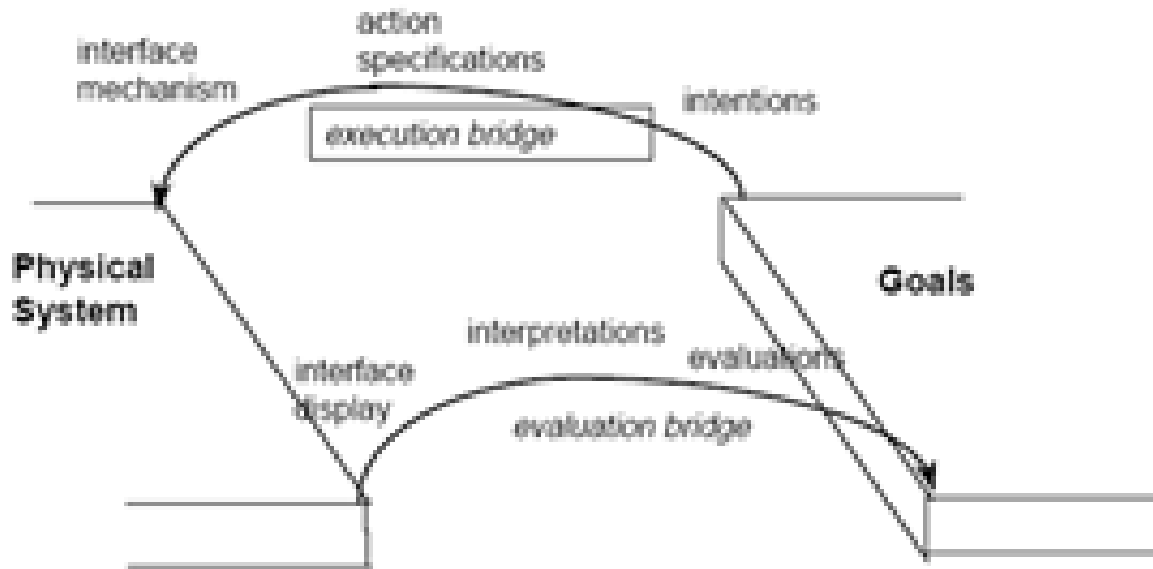


Ο φυσικός κόσμος : ο υπολογιστής





# Διερευνητική αλληλεπίδραση



- Χάσμα εκτίμησης
- Χάσμα εκτέλεσης



# Αρχές σχεδίασης

- use both the knowledge in the world and the knowledge in the head
- simplify the structure of tasks
- make things visible: bridge the gulfs of Execution and Evaluation
- get the mappings right
- exploit the power of constraints, both natural and artificial
- design for error
- when all else fails, standardise
- hide critical components: make things invisible
- use unnatural mappings for the execution side of the action cycle, so that the relationship of the controls to the things being controlled is inappropriate or haphazard
- make the action physically impossible to do
- require precise timing and physical manipulation
- do not give any feedback
- use unnatural mappings for the evaluation side of the action cycle, so that the system state is difficult to interpret



# Άσκηση:σενάριο διάδρασης

Να εξηγήσετε τη συμπεριφορά του χρήστη σύμφωνα με το μοντέλο Norman

Ένας νέος πελάτης προσπαθεί να κάνει ανάληψη ενός ποσού 200 ευρώ από ΑΤΜ.

- Επιλέγει το πλήκτρο "ΑΝΑΛΗΨΗ", αφού μελετά τις επιλογές,
- Λαμβάνει το μήνυμα ότι μπορούν να γίνουν αναλήψεις ποσών μόνο πολλαπλασίων των 50 ευρώ και του ζητείται να εισάγει το ποσόν της ανάληψης.
- εισάγει τον αριθμό 4 και λαμβάνει το μήνυμα λάθους, οπότε διορθώνει την ενέργεια του.



# Μνήμη- Νοητικά μοντέλα

- Θεωρίες Μνήμης
- Περιεχόμενο μνήμης: οργάνωση γνώσης
- Νοητικά μοντέλα



# Μοντέλο ανθρώπινης Μνήμης [Atkinson68]

- **Αισθητήρια μνήμη**, διαφορετική για κάθε αισθητήριο αγωγό (ακουστική μνήμη, οπτική μνήμη κλπ), η οποία συντηρεί την πληροφορία της μερικά δέκατα του δευτερολέπτου.
- **Βραχύβια μνήμη ή εργαζόμενη μνήμη**, στην οποία συντηρείται η πληροφορία για μερικά δευτερόλεπτα. Σχετικά πειράματα [Miller56], έχουν αποδείξει ότι τα αντικείμενα που μπορούν να παραμείνουν στην βραχύβια μνήμη είναι  $7 \pm 2$ .
- **Μακροχρόνια μνήμη**, στην οποία συντηρείται η πληροφορία για μεγάλο χρονικό διάστημα και στην οποία φυλάσσονται οι γνώσεις εμπειρίες μας κλπ.



# Περιορισμοί Μνήμης

- Ενθύμηση
- Θεωρία Βάθους Επεξεργασίας
- Εικονικό περιεχόμενο ερεθίσματος
- Σχέση με το ιδίωμα χρήστη (τις γνώσεις του, περιεχόμενο μακροχρόνιας μνήμης)



# Μνήμη : Θεωρία βάθους επεξεργασίας

Κάθε ερέθισμα που αντιλαμβανόμαστε μπορεί να το επεξεργαστούμε σε διαφορετικό επίπεδο, π.χ. στο *επίπεδο των αισθητήρων* όπως γίνεται όταν προσπαθούμε να αναγνωρίσουμε έναν ήχο μέχρι το πιο βαθύ *σημασιολογικό επίπεδο*, όπου προσπαθούμε να καταλάβουμε το νόημα που συνοδεύει το ερέθισμα.



# Θεωρία βάθους επεξεργασίας

- Σύμφωνα με τη ΘΒΕ [ Craik Lockhart 72], όσο **μεγαλύτερο βάθος επεξεργασίας** απαιτείται για την αναγνώριση ενός αντικειμένου, τόσο περισσότερο νόημα φέρει και συνεπώς είναι **πιο εύκολο να το θυμόμαστε** για μεγαλύτερο διάστημα.
- Παράγοντες που επηρεάζουν ενθύμηση:
- Εικονικό περιεχόμενο - Σημασιολογικό περιεχόμενο - Οικειότητα με ερέθισμα





# Άσκηση

- Δίδονται οι εξής εντολές UNIX
  - kill
  - grep
  - bc
  - passwd
- ποιές από αυτές είναι πιο εύκολες να θυμάται κανείς σύμφωνα με τη θεωρία βάθους επεξεργασίας;



# Αυτόματες και Ελεγχόμενες Διεργασίες

- Αυτόματες διεργασίες:
  - αισθητηριοκινητικού χαρακτήρα
  - δεν είναι εύκολο να αλλάξουν
  - οι έμπειροι χρήστες αναπτύσσουν αυτοματισμούς - προσοχή για καταστροφικές συνέπειες



# Αυτόματες διεργασίες: Φαινόμενο Stroop (ξανά)

**βιβλίο**

**πράσινο**

**δένδρο**

**μπλέ**

**σπίτι**

**κίτρινο**

**κουτί**

**κόκκινο**

**νύχτα**

**μαύρο**



## 4.4 Οργάνωση γνώσης: Νοητικά μοντέλα



# Περιεχόμενο Μνήμης: Οργάνωση Γνώσης

- Η αναπαράσταση γνώσης έχει **αναλογική** μορφή,
- Είναι **προτασιακού** χαρακτήρα με μορφή δηλώσεων
- **Κατανεμημένη** αναπαράσταση
- **Σημασιολογικά δίκτυα** (semantic networks)

- **Σχήματα** (schemata)

- Scripts



***Νοητικά  
Μοντέλα  
Συσκευών***



# Νοητικά Μοντέλα (αναπαραστάσεις στη μακροχρόνια μνήμη του χρήστη)

Νοητικό Μοντέλο  
Συσκευής ATM



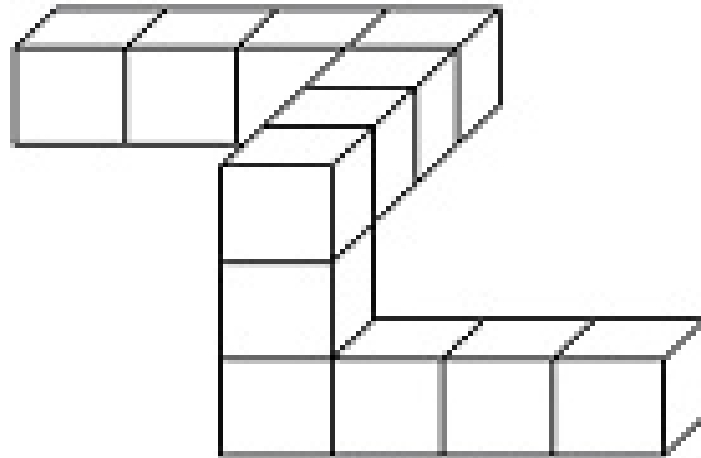
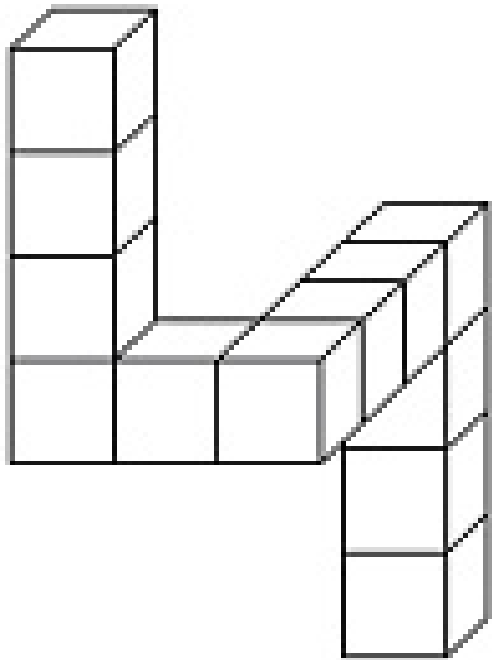
# Νοητικά Μοντέλα-Mental Models

- Είναι δυναμικά σχήματα γνώσης που αφορούν χρήση συσκευών ή διατάξεων ή τρόπους αντιμετώπισης προβλημάτων.
- Είναι νοητικές αναπαραστάσεις της πραγματικότητας μέσω των οποίων μπορούμε να προβλέψουμε έκτακτα περιστατικά ή να δοκιμάσουμε εναλλακτικές λύσεις



# Νοητικό μοντέλο: φυσικές ιδιότητες γνωσιακής αναπαράστασης

- Νοητική περιστροφή Mental Rotation Task (Shepard & Metzlar)



Illustrated by Jennifer L. O'Keefe





# Mental Rotation: Canonical Orientations

Η Νοητική περιστροφή μπορεί να αναλυθεί στις παρακάτω γνωσιακές φάσεις (Johnson 1990):

- Δημιουργία νοητικής απεικόνισης του αντικειμένου
- Περιστροφή του αντικειμένου μέχρι να είναι δυνατή η σύγκριση.
- Σύγκριση
- Απόφαση αν τα αντικείμενα είναι ίδια
- Ανακοίνωση της απόφασης



# Νοητικά μοντέλα συσκευών

- **Δομικά μοντέλα** (structured or surrogate models)
- **Λειτουργικά μοντέλα** (functional models)



# «Τρέξιμο» νοητικού μοντέλου

**Άσκηση:**

**Πόσες πόρτες υπάρχουν στον διάδρομο του Α ορόφου του κτηρίου του Τμήματος?**



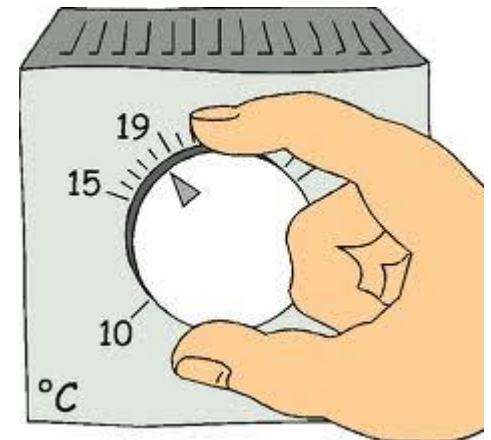
# Άσκηση

- Επιστρέφει κάποιος στο σπίτι μετά από μέρες μια κρύα νύχτα του Χειμώνα και το βρίσκει εντελώς παγωμένο. Ενεργοποιεί το θερμοστάτη (αυτόνομη θέρμανση). Σκεφτείτε σε τι θερμοκρασία θα το βάλει κατά τη γνώμη σας:

(α) 18 βαθμούς

(β) MAX

Εξηγήσετε τη συμπεριφορά του με βάση το **νοητικό μοντέλο του θερμοστάτη**



# Νοητικά μοντέλα...

- Να καταγράψετε το δικό σας νοητικό μοντέλο που αφορά τη μηχανή **ΑΤΜ της Τράπεζας** που χρησιμοποιείτε.
- Σχετικές ερωτήσεις:
  - Τι υπάρχει στην κάρτα σας ;
  - Τι συμβαίνει όταν εισάγετε λάθος κωδικό PIN;
  - Γιατί υπάρχουν καθυστερήσεις κατά τη διαδικασία;
  - Γιατί κατά τη διαδικασία η κάρτα παραμένει στη μηχανή;
  - Μετράτε τα χρήματα στο τέλος, γιατί;



# Εννοιολογικά μοντέλα συστήματος (Conceptual Models)/2

- Τα **μοντέλα σχεδιαστή** ή μοντέλα συστήματος είναι τα νοητικά μοντέλα που οι σχεδιαστές αναπτύσσουν για το σύστημα και την αλληλεπίδραση του μελλοντικού χρήστη με αυτό (δομικά και λειτουργικά μοντέλα).
- Τα **μοντέλα χρήστη** είναι τα νοητικά μοντέλα που ο χρήστης τελικά αναπτύσσει κατά την εκμάθηση και χρήση του συστήματος (λειτουργικά μοντέλα)

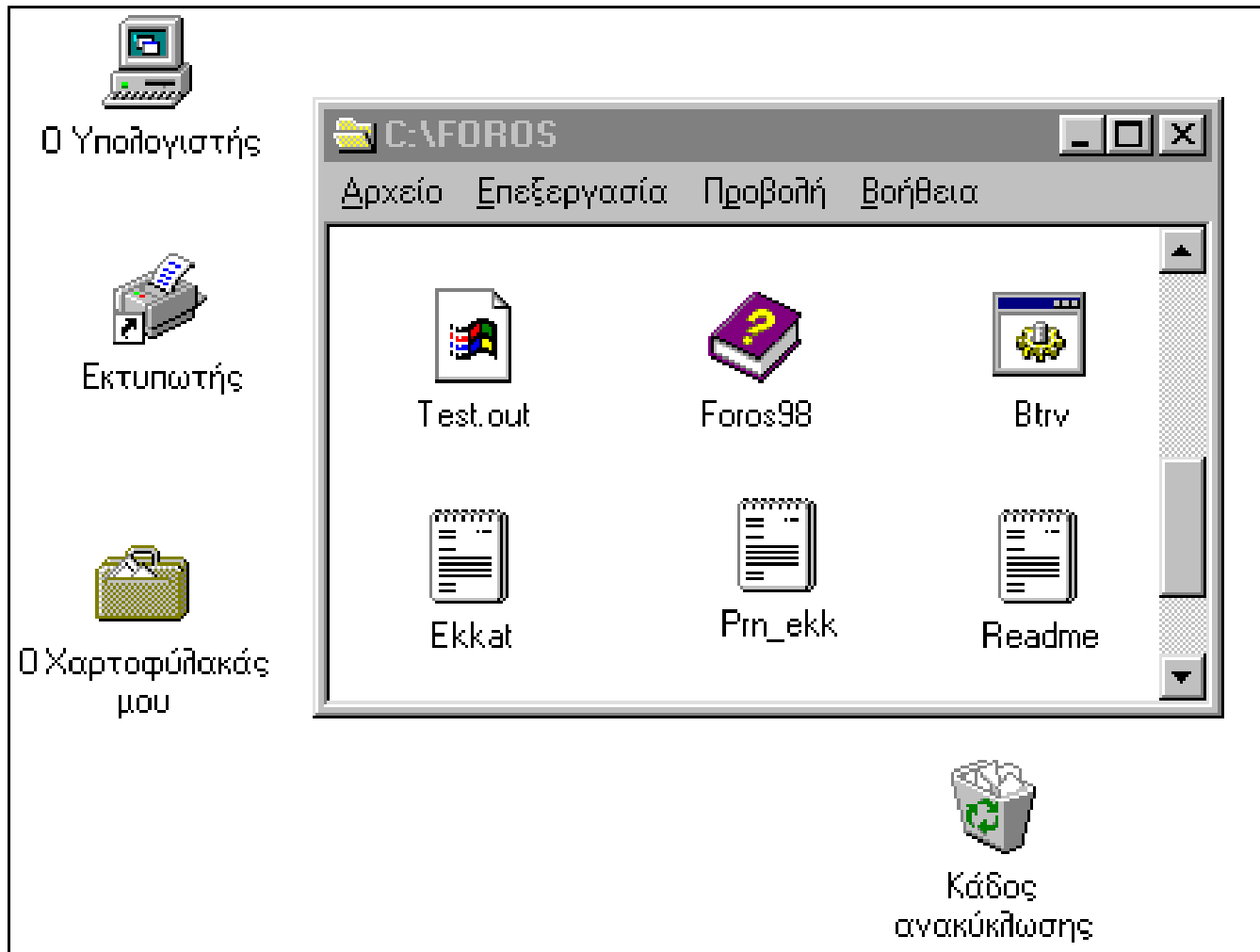


# Πώς υποστηρίζεται η δημιουργία κατάλληλου νοητικού μοντέλου;

- Η χρήση προηγούμενης γνώσης και εμπειρίας
- Η χρήση μεταφορών για την επιτάχυνση της χρήσης προηγούμενης γνώσης



# Μεταφορές στην επιφάνεια χρήσης





# Απόλυτες μεταφορές

**Συγκρίνετε!**



# Τα νοητικά μοντέλα κατά τη σχεδίαση συστημάτων

- Εννοιολογική σχεδίαση - > εννοιολογικά μοντέλα κατά τη σχεδίαση
- Τι σχέση έχουν τα εννοιολογικά μοντέλα κατά τη σχεδίαση του συστήματος με τα νοητικά μοντέλα που θα αναπτύξουν οι χρήστες του συστήματος αργότερα με αυτό;

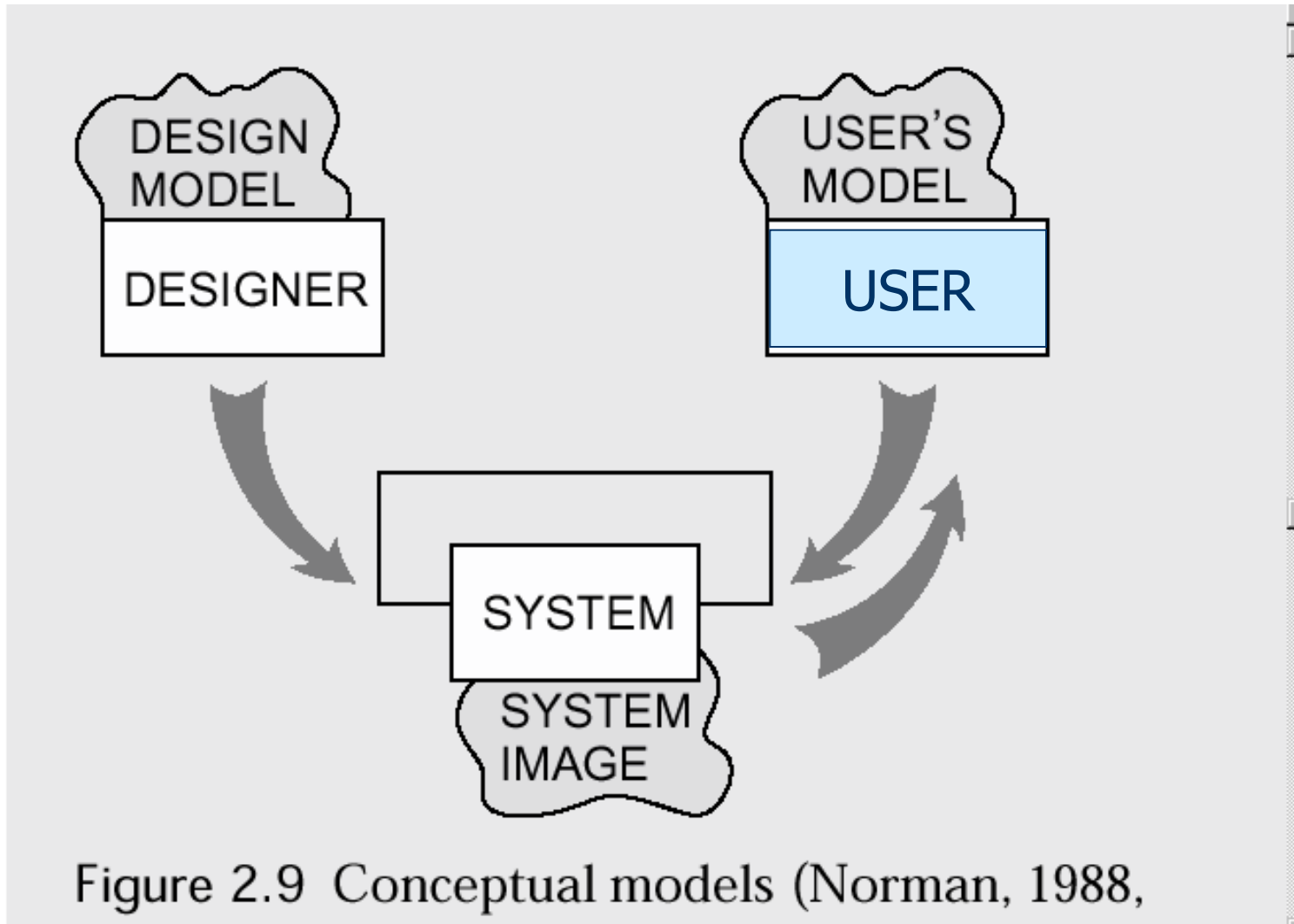


# Conceptual Models (εννοιολογικά μοντέλα)

- **Conceptual Models (εννοιολογικά μοντέλα):** Γενικός όρος που περιγράφει όλα τα **νοητικά μοντέλα** που εμπλέκονται κατά τις φάσεις σχεδίασης ανάπτυξης και λειτουργίας ενός υπολογιστικού συστήματος, δηλαδή τους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους το σύστημα γίνεται αντιληπτό από τους σχεδιαστές και τους χρήστες του.
- Στόχος των μεθοδολογιών σχεδίασης είναι η προσέγγιση των μοντέλων σχεδιαστή και των μοντέλων χρήστη.



# Conceptual models



# 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 πληκτρολογήσεων, Γνωστικές αρχιτεκτονικές, Νοητικά μοντέλα». 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.

