



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# Εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στη διδασκαλία και τη μάθηση

Μάθημα επιλογής Α' εξαμήνου,  
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία,  
Πανεπιστήμιο Πατρών

## Ενότητα 3: Συστήματα Οπτικοποίησης, Περιβάλλοντα Προσομοίωσης & Περιβάλλοντα Μοντελοποίησης

Διδάσκων: Βασίλης Κόμης, Καθηγητής

[komis@upatras.gr](mailto:komis@upatras.gr)

[www.ecedu.upatras.gr/komis/](http://www.ecedu.upatras.gr/komis/)

# Σκοπός

- Η συνοπτική παρουσίαση
  - των συστημάτων οπτικοποίησης, των συστημάτων προσομοίωσης και των περιβαλλόντων μοντελοποίησης
  - και το πως επηρεάζουν την ένταξη των ΤΠΕ στην εκπαίδευση και τη σχεδίαση εκπαιδευτικών εφαρμογών.
- Η έμφαση δίνεται
  - στο πως ο εποικοδομισμός και η γνωστική θεωρία επιδρούν στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη μαθησιακών περιβαλλόντων με τη χρήση υπολογιστικών και δικτυακών τεχνολογιών.

# Έννοιες – Κλειδιά

- Εκπαιδευτικό λογισμικό
- Γνωστική ψυχολογία
- Γνωστικές θεωρίες
- Εποικοδομισμός
- Αλληλεπίδραση
- Διεπιφάνεια
- Επικοινωνία ανθρώπου – υπολογιστή
- Οπτικοποίηση

- Προσομοίωση
- Μοντελοποίηση

# Μοντέλα μάθησης (1)

- Την ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού επιδρούν οι ακόλουθες ψυχολογικές θεωρίες
  - ο **συμπεριφορισμός** (behaviorism)
    - Pavlov, Skinner, Crowder, Gagné
  - η **γνωστική ψυχολογία** (cognitive psychology)
    - Newell, Simon, Anderson
  - ο **εποικοδομισμός** (constructivism)
    - Piaget, Papert, Bruner
  - οι **κοινωνικοπολιτισμικές** (sociocultural) ή **ιστορικοπολιτισμικές** (historicocultural) **προσεγγίσεις**.
    - Vygotsky, Luria, Leontiev, Bruner

Γνωστικές  
θεωρίες

# Μοντέλα μάθησης (2)

Συμπεριφοριστικές θεωρίες	Γνωστικές θεωρίες	Κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες
Γραμμική Οργάνωση Πληροφορίας (Skinner)	Δομικός εποικοδομισμός (Piaget)	Κοινωνικός εποικοδομισμός
Μέθοδος πολλαπλών Επιλογών (Crowder)	Εποικοδομισμός του Papert (constructionism)	Κοινωνικοπολιτισμική θεωρία του Vygotsky
Διδακτικός Σχεδιασμός (Gagné)	Ανακαλυπτική μάθηση (Bruner)	Εγκαθιδρυμένη γνώση (situated cognition)
	Επεξεργασία της πληροφορίας (γνωστικοί ψυχολόγοι)	Κατανεμημένη γνώση (distributed cognition)
	Συνδεσιασμός (Varela, Maturana)	Θεωρία της δραστηριότητας (επίγονοι της θεωρίας του Vygotsky)

# Βασική ορολογία

- Οπτικοποίηση (visualization)
- Προσομοίωση (simulation)
- Μοντελοποίηση (modelling)
  
- Προγραμματισμός (programming)
- Μικρόκοσμοι (microworlds)
- Εννοιολογική χαρτογράφηση (concept mapping)

# Η έννοια της οπτικοποίησης

- Γενικά, με τον όρο οπτικοποίηση εννοούμε την ανάπτυξη και τη χρήση οπτικών μέσων ώστε να καταστήσουμε πιο κατανοητό ένα θέμα
  - Χρήσιμη στην επιστημονική έρευνα και στη μαθησιακή διαδικασία
- Ειδικά, στο χώρο της ψυχολογίας με τον όρο οπτικοποίηση εννοούμε τη δημιουργία νοητικών εικόνων
- Οπτικός εγγραμματισμός

# Παράδειγμα οπτικοποίησης

Το Πανεπιστήμιο Πατρών στο πρόγραμμα GoogleMaps

The screenshot displays the Google Maps interface. At the top, navigation links include Web, Images, Video, News, Maps, Mail, and more. The user's email address, komis@upatras.gr, and links for Saved Locations, Help, Web History, My Account, and Sign out are visible. The search bar contains "Pátra, Achaia Greece" with a "Search Maps" button. Below the search bar are links for "Search the map", "Find businesses", and "Get directions". The "Search Results" and "My Maps" tabs are active. On the right side of the search bar, there are icons for Print, Email, and Link to this page. A green arrow icon points to the location "Pátra, Achaia Greece". The main map area shows a satellite view of the University of Patras campus, with the E55 highway highlighted in yellow. The map includes a navigation control panel on the left with directional arrows and a zoom slider, and a map style selector (Map, Satellite, Hybrid) on the right. A scale bar at the bottom left indicates 1000 ft and 200 m. A small inset map in the bottom right corner shows the location of Patras within the Peloponnese region of Greece. The copyright notice at the bottom of the map area reads: ©2007 Google - Imagery ©2007 DigitalGlobe, Map data ©2007 TeleAtlas - Terms of Use.

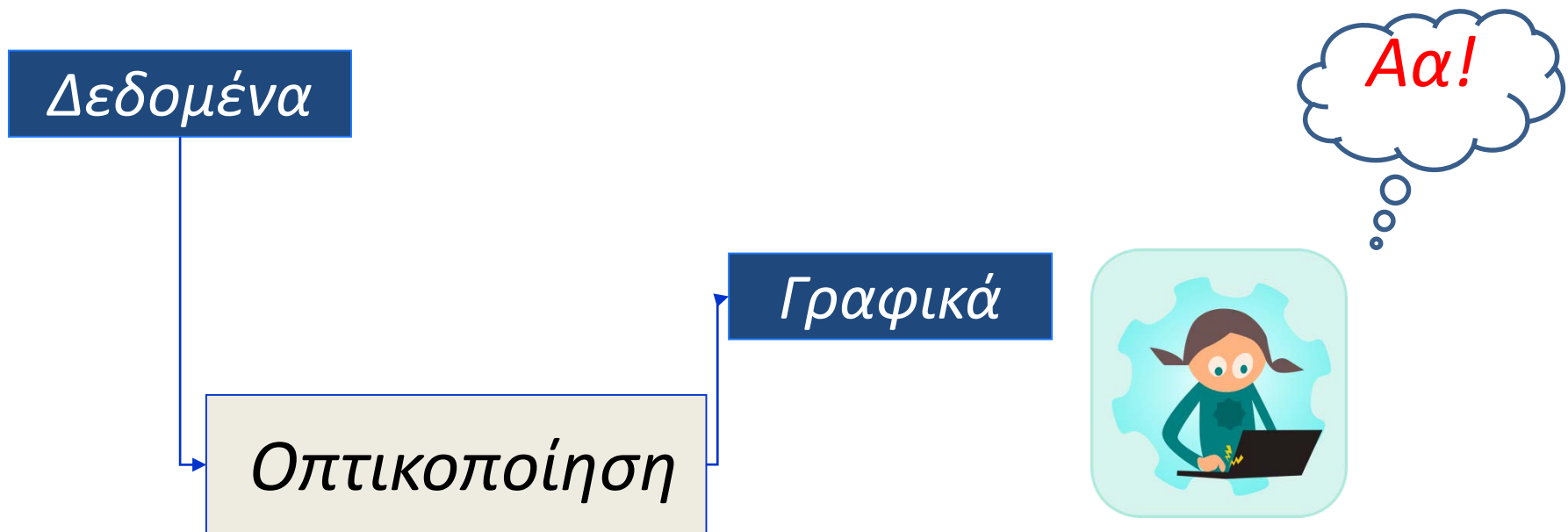


# Οπτικοποίηση και ΤΠΕ (1)

- Με την ανάπτυξη των ΤΠΕ, ο όρος χρησιμοποιείται συνήθως για να αποδώσουμε τη γραφική αναπαράσταση δεδομένων και εννοιών με τη βοήθεια υπολογιστικών συστημάτων
- **Οπτικοποίηση:** η χρήση εικόνων που παράγονται από υπολογιστές και χρησιμοποιούνται για την κατανόηση δεδομένων και εννοιών

# Οπτικοποίηση και ΤΠΕ (2)

**Οπτικοποίηση:** μορφή αναπαράστασης δεδομένων με τη χρήση γραφικών για να καταστούν (τα δεδομένα) πιο κατανοητά



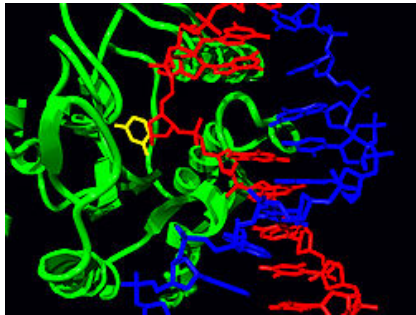
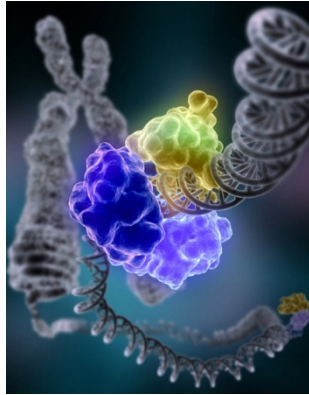
# Οπτικοποίηση και ΤΠΕ (3)

- Οπτικοποίηση είναι η διαδικασία της μετατροπής δεδομένων σε εικόνες
  - Οι ΤΠΕ προσφέρουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε υπολογιστικά γραφικά για να επεξεργαστούμε αριθμητικά δεδομένα και να τα μετατρέψουμε σε στατικές ή δυναμικές εικόνες δύο ή τριών διαστάσεων.
- Οι εικόνες αυτές υποστηρίζουν καλύτερα την κατανόηση των εννοιών

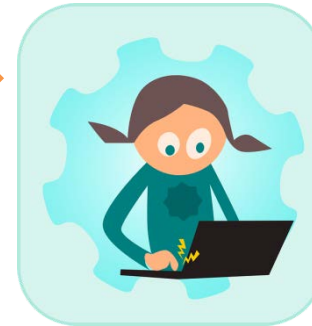


# Από τις Εικόνες στην κατανόηση

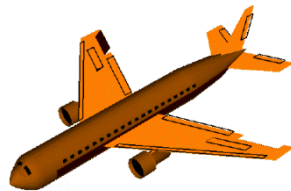
ο  
π  
τ  
ι  
κ  
ο  
π  
ο  
ί  
η  
σ  
η



κατανόηση

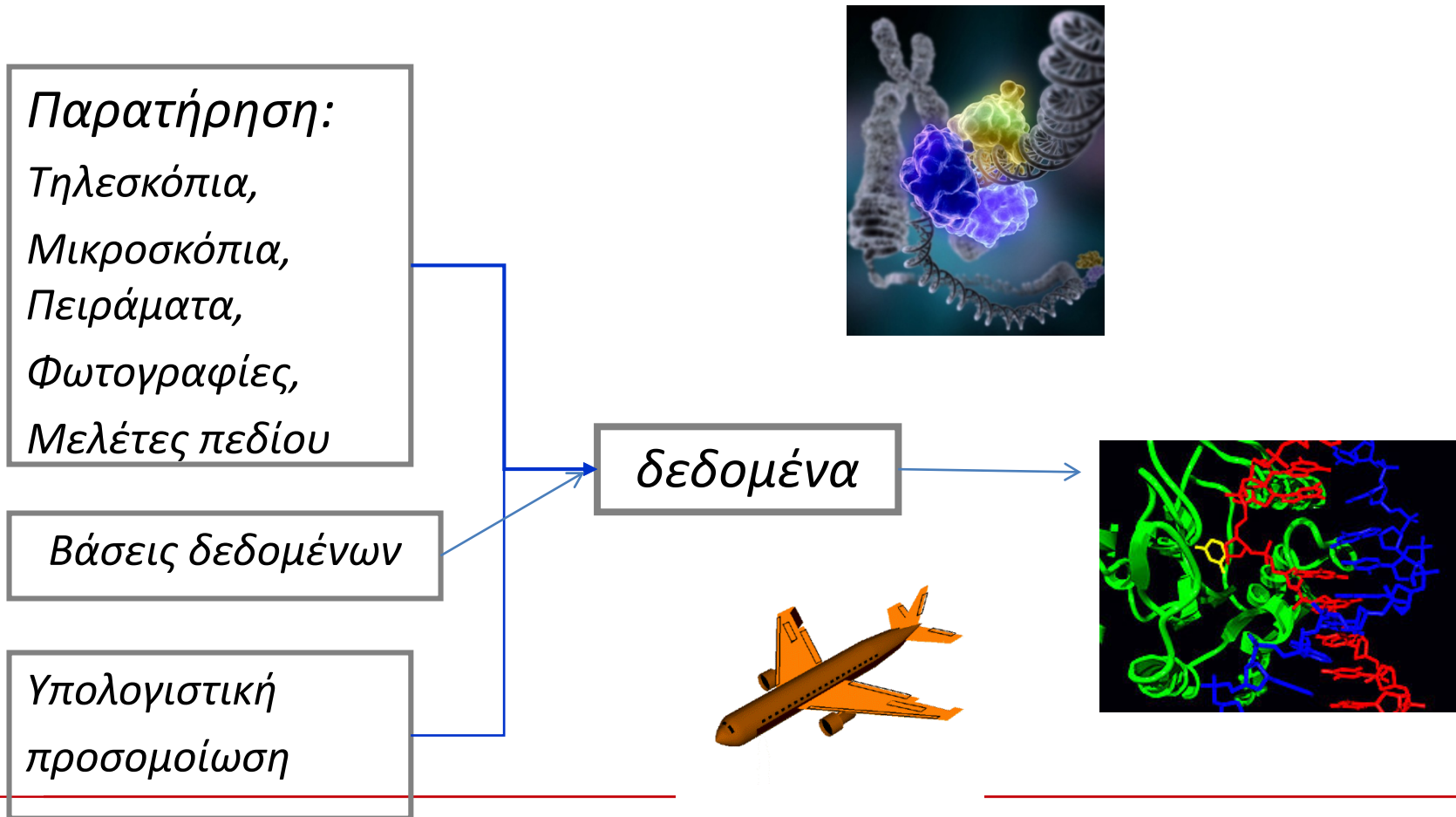


Αα!



# Πηγές δεδομένων οπτικοποίησης

- Τα δεδομένα προέρχονται από πολλές πηγές



# Επιστημονική Οπτικοποίηση

- *Επιστημονική Οπτικοποίηση:*
- η χρήση γραφικών παραγόμενων από υπολογιστή που χρησιμοποιούνται για τη διερεύνηση και την κατανόηση δεδομένων και εννοιών που αφορούν εφαρμογές της επιστήμης και της τεχνολογίας

# Εκπαιδευτικές χρήσεις της οπτικοποίησης

- Τα υπολογιστικά συστήματα οπτικοποίησης είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στη διδασκαλία
  - των φυσικών επιστημών με χρήση πολλαπλών τύπων οπτικών αναπαραστάσεων (χημεία, βιολογία, φυσική, περιβαλλοντική εκπαίδευση),
  - των μαθηματικών (γραφικές αναπαραστάσεις),
  - της γεωγραφίας (χάρτες, άτλαντες)
  - και της ιστορίας (ιστορικοί χάρτες).



# Δυνατότητες της οπτικοποίησης (1)

- Ταυτόχρονη οπτική παρουσίαση μεγάλου όγκου δεδομένων ώστε να είναι εφικτή η ερμηνεία και η κατανόησή τους.
- Προβολή νέων μη αναμενόμενων δεδομένων, πληροφοριών, ιδιοτήτων και ερωτημάτων τα οποία χρησιμοποιούνται για ανακάλυψη, κατανόηση, επικοινωνία και διδασκαλία.
- Δυνατότητα κατάλληλων αναπαραστάσεων σχετικών με προβλήματα που δεν γίνονται εύκολα αντιληπτά ως αριθμητικά ή συμβολικά δεδομένα ώστε να καταστεί δυνατός ο έλεγχος κατά την επίλυση προβλημάτων.

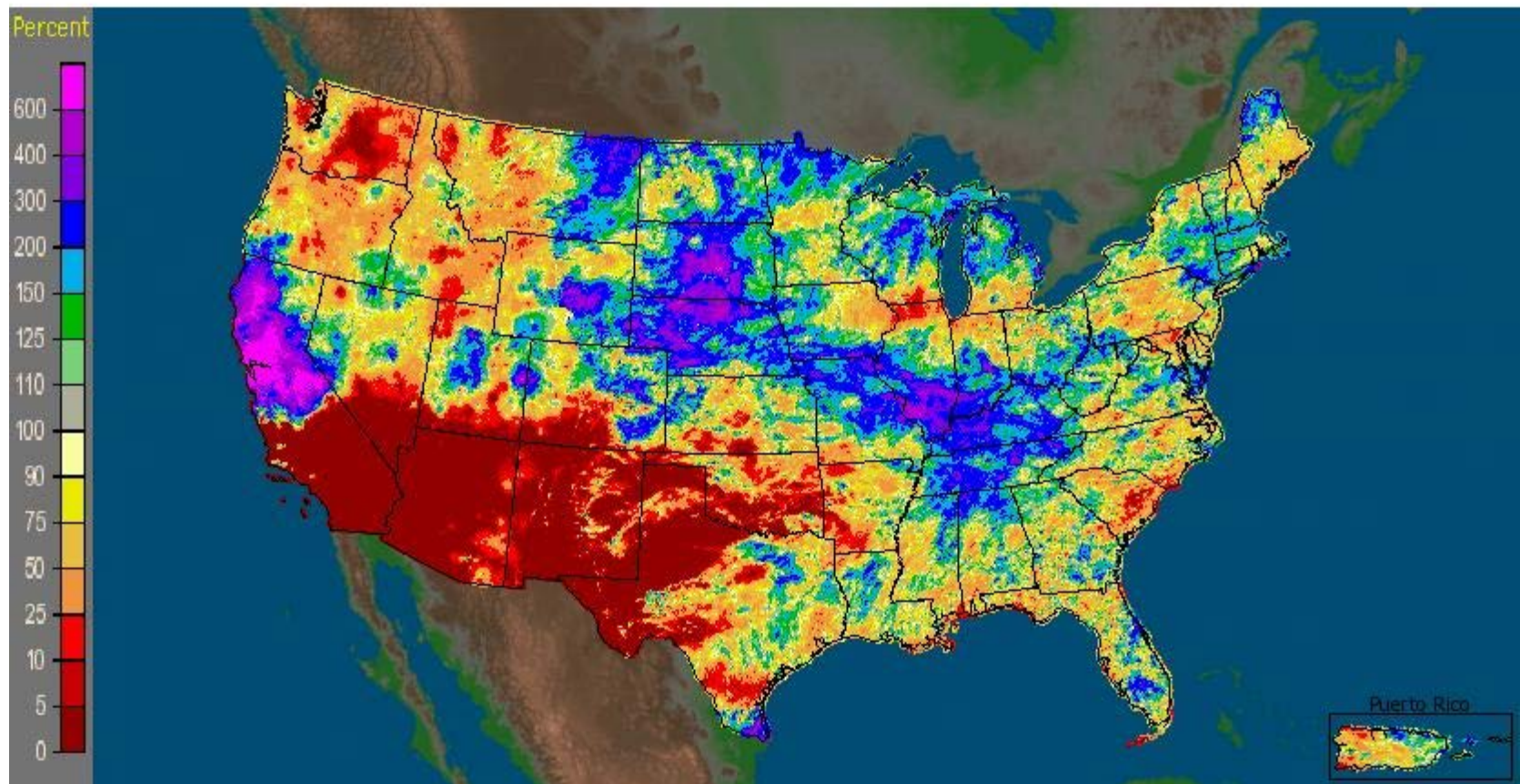
# Δυνατότητες της οπτικοποίησης (2)

- Παρουσίαση φαινομένων και χαρακτηριστικών που συμβαίνουν σε πολύ μικρές ή πολύ μεγάλες χωρικές ή χρονικές κλίμακες.
- Δυνατότητα δυναμικών οπτικοποιήσεων με άμεσο χειρισμό των δεδομένων.
- Προβολή στοιχείων χωρίς χρήση συμβολισμών ώστε να καταστεί δυνατή η διαμόρφωση υποθέσεων και ερευνητικών ερωτημάτων για φαινόμενα και καταστάσεις.

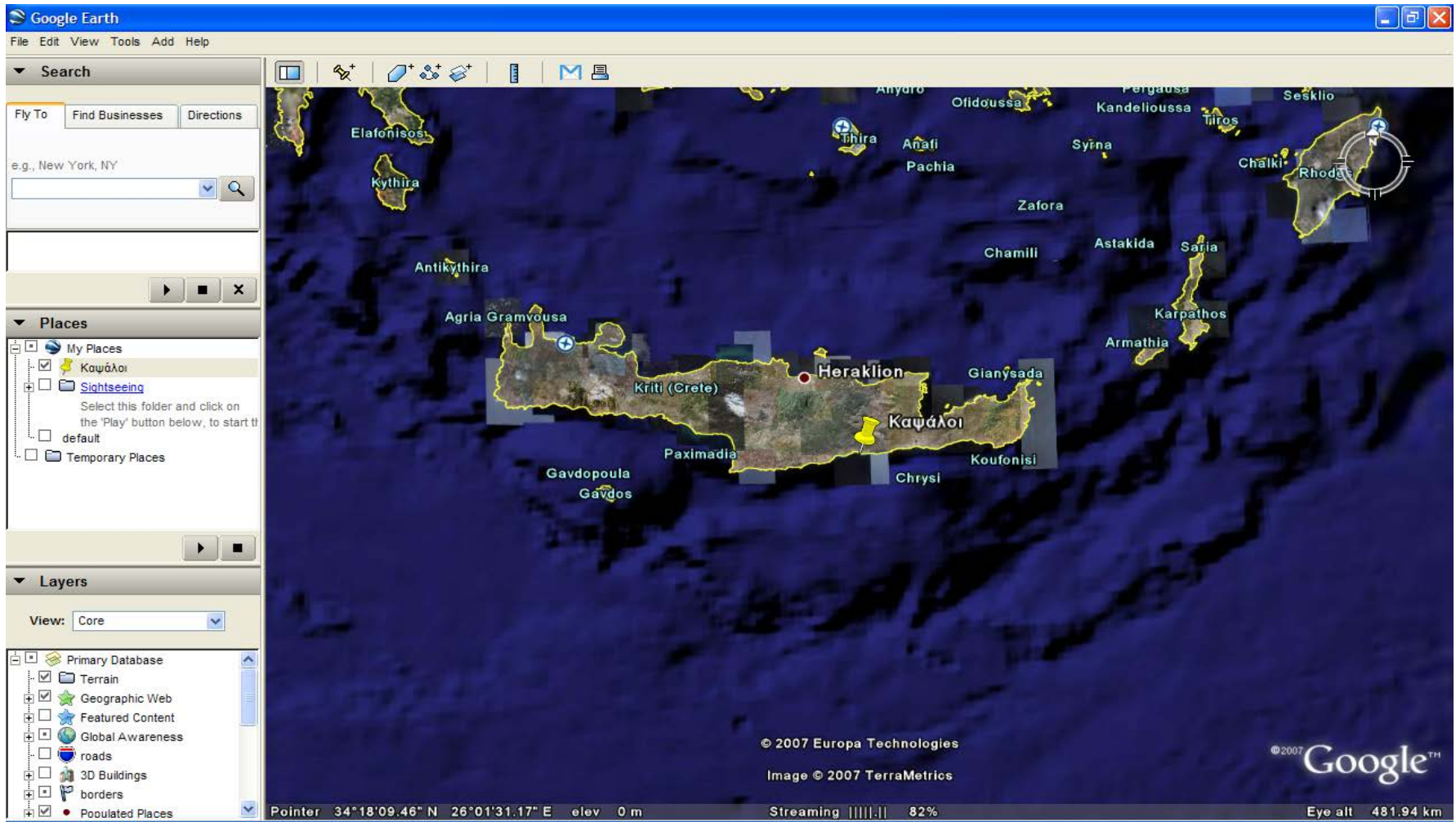
# Μετεωρολογικός χάρτης

## A) Χάρτης καιρού επιφάνειας (<http://www.hnms.gr>)

CONUS + Puerto Rico: Current 14-Day Percent of Normal Precipitation  
Valid at 6/30/2011 1200 UTC- Created 6/30/11 23:38 UTC



# Google Earth





# Από τις οπτικοποιήσεις στις προσομοιώσεις

- Σε ένα περιβάλλον οπτικοποίησης ο χρήστης μπορεί να αναπαραστήσει δεδομένα με τη μορφή εικόνων αλλά δεν έχει τη δυνατότητα να τα χειριστεί σε μεγάλο βαθμό
- Δεν μπορεί για παράδειγμα να μεταβάλει κάποιες από τις μεταβλητές ή τις παραμέτρους που τα αφορούν
- Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται συνήθως μέσω των περιβαλλόντων προσομοίωσης

# Η έννοια της προσομοίωσης (1)

- **Προσομοίωση:** μέθοδος μελέτης ενός συστήματος (ενός αντικειμένου, ενός φαινομένου, μιας δραστηριότητας, μιας διαδικασίας) με τη βοήθεια ενός άλλου συστήματος
- Η προσομοίωση είναι μία αναπαράσταση ή ένα μοντέλο που έχει κατασκευαστεί για να αναπαραστήσει και να επιτρέψει την κατανόηση της λειτουργίας ενός συστήματος

# Η έννοια της προσομοίωσης (2)

- Το σύστημα προσομοίωσης «μιμείται» τη συμπεριφορά αυτού που αναπαριστά και συνεπώς επιτρέπει
  - Εξοικείωση με τα χαρακτηριστικά του,
  - Κατανόηση των λειτουργιών του

*το σύστημα προσομοίωσης στις περισσότερες περιπτώσεις σήμερα είναι ένα μοντέλο που 'εκτελείται' σε έναν υπολογιστή*

# Η έννοια της προσομοίωσης (3)

- Η έννοια της προσομοίωσης εμφανίστηκε αρχικά στο χώρο της επιστημονικής έρευνας ως τεχνική μελέτης των αποτελεσμάτων μιας δράσης πάνω σε ένα φαινόμενο χωρίς να απαιτείται παρέμβαση στο ίδιο το φαινόμενο
- Οι προσομοιώσεις χρησιμοποιούνται για τη μελέτη και την κατανόηση αρχών λειτουργίας πολλών φυσικών, βιολογικών και κοινωνικών διαδικασιών
  - Αποφυγή διακοπής λειτουργίας ή καταστροφής του πραγματικού συστήματος



# Προσομοίωση οχήματος



# Προσομοίωση με υπολογιστές

- Μια προσομοίωση με υπολογιστές είναι υπολογιστικό μοντέλο που χρησιμοποιείται για να πειραματιστούμε πάνω σε ένα πραγματικό σύστημα χωρίς να έχουμε άμεση επαφή μαζί του
- **Στόχος:** η μελέτη, η κατανόηση και ο πειραματισμός με πολύπλοκα συστήματα (στα οποία συνήθως δεν έχουμε απευθείας πρόσβαση)
- Οι χρήστες χειρίζονται τα συστατικά του συστήματος με πλήρως αλληλεπιδραστικό τρόπο
- **Παράδειγμα:** προσομοίωση χειρισμού πολεμικού αεροπλάνου

# Τέσσερις τύποι προσομοίωσης (1)

- *Αυτές που προσομοιώνουν κάτι*
- α) φυσική προσομοίωση, στην οποία ένα φυσικό φαινόμενο ή κατάσταση αναπαρίσταται από το υπολογιστικό σύστημα στην οθόνη επιτρέποντας στον χρήστη να μάθει κάτι για αυτό όταν χειρίζεται κάποια ή κάποιες μεταβλητές
- β) επαναληπτική προσομοίωση, στην οποία ο χρήστης εκτελεί διαδοχικές φορές την προσομοίωση επιλέγοντας τιμές για τις διάφορες παραμέτρους

# Τέσσερις τύποι προσομοίωσης (2)

- *Αυτές που δείχνουν πώς να γίνει κάτι*
- γ) διαδικαστική προσομοίωση, η οποία στοχεύει να διδάξει μια αλληλουχία ενεργειών για την επίτευξη κάποιου στόχου
- δ) προσομοίωση κατάστασης, κατά την οποία ο χρήστης εξερευνά εναλλακτικές διαδρομές σε ένα σύστημα για να μελετήσει τις επιπτώσεις τους.

# Εκπαιδευτική προσομοίωση (1)

- Μια εκπαιδευτική προσομοίωση βασίζεται στο μοντέλο ενός φαινομένου, μιας συσκευής ή μιας διαδικασίας τα οποία ο μαθητής μαθαίνει να χειρίζεται αλληλεπιδρώντας με το σύστημα προσομοίωσης.

# Εκπαιδευτική προσομοίωση (2)

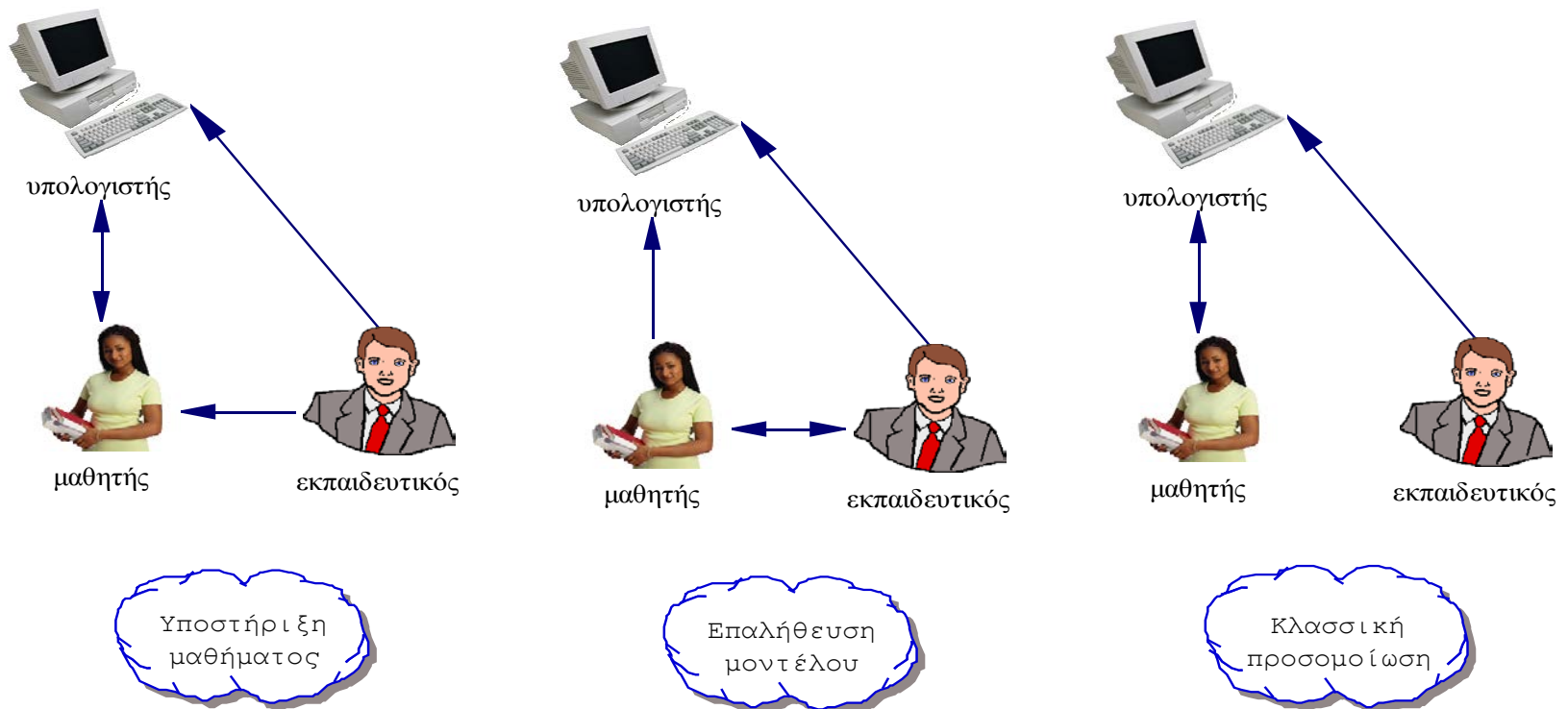
- Σε μια παιδαγωγική κατάσταση προσομοίωσης, ο μαθητής
- αλλάζει κατά βούληση ορισμένες – κύριες κατά κανόνα - μεταβλητές του προς μελέτη φαινομένου,
- έχει στα χέρια του την πρωτοβουλία εξέλιξής του
- και δεν οφείλει να απαντά απλώς σε ερωτήσεις που έχουν προβλεφθεί από τους δημιουργούς του λογισμικού

# Εκπαιδευτικές χρήσεις προσομοίωσης (1)

- Α) υποστήριξη του μαθήματος με τη βοήθεια αλληλεπιδραστικής προσομοίωσης (διδασκαλία από τον εκπαιδευτικό που χρησιμοποιεί την προσομοίωση ως εποπτικό μέσο),
- Β) επαλήθευση ενός μοντέλου (χρήση προσομοίωσης από τον μαθητή και αλληλεπίδραση με τον εκπαιδευτικό για συμπληρωματική ανατροφοδότηση),
- Γ) κλασική προσομοίωση (ατομική ή συλλογική χρήση ενός μοντέλου από μαθητές).

# Εκπαιδευτικές χρήσεις προσομοίωσης (2)

Οι τρεις τύποι προσομοίωσης





# Πλεονεκτήματα προσομοίωσης

- Μπορεί να αποτελεί την μόνη προσέγγιση για την επίλυση κάποιων προβλημάτων (π.χ. μελέτη λειτουργίας ενός απροσπέλαστου συστήματος)
- Μπορεί να κοστίζει λιγότερο από το χειρισμό του πραγματικού συστήματος
- Παρουσιάζει μεγαλύτερη ευαισθησία στην αντίληψη των σχέσεων μεταξύ των προβλημάτων (αφού οι μεταβλητές που μπορούμε να χειριστούμε είναι εμφανείς)
- Είναι ασφαλής μέθοδος (π.χ. χειρισμός αεροπλάνου)
- Δίνει τη δυνατότητα επανάληψης του ιδίου φαινομένου
- Δίνει τη δυνατότητα πλήρους ενόρασης του συστήματος που εξετάζεται από όλες τις πλευρές

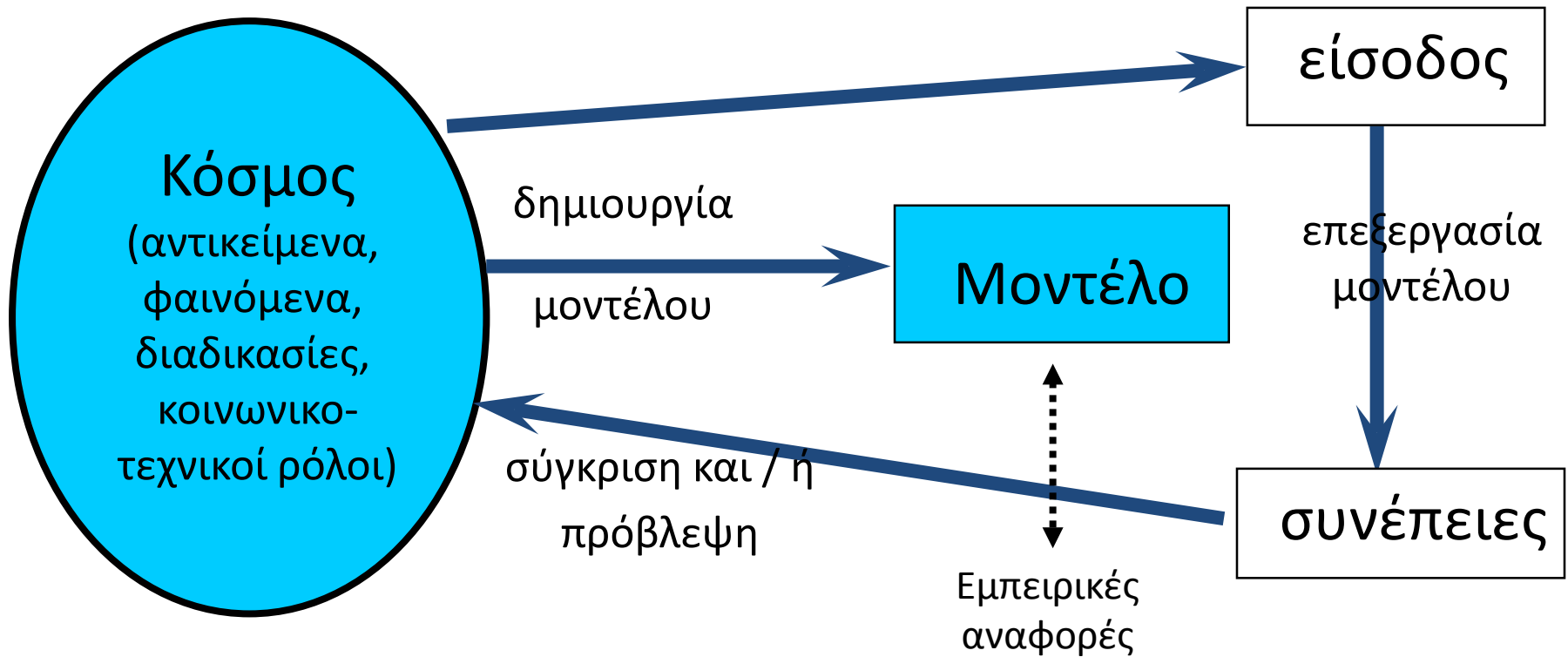
# Μειονεκτήματα προσομοίωσης

- Κάποιες φορές απαιτεί σημαντικό χρόνο και κόστος
- Μπορεί να μην είναι η πιο κατάλληλη μέθοδος επίλυσης του προβλήματος
- Δεν εγγυάται ότι θα οδηγήσει στην καλύτερη δυνατή λύση
- Μπορεί να μην αντανακλά με ακρίβεια την υπό μελέτη κατάσταση
- Βασίζεται καθοριστικά στην τυχαιότητα (στοχαστικές κατανομές, τυχαίοι αριθμοί).
  
- Σε μια προσομοίωση το μοντέλο που την διέπει έχει ήδη δημιουργηθεί από κάποιον άλλο
- Ανάγκη για περιβάλλοντα που επιτρέπουν τη δημιουργία μοντέλων

# Η έννοια του μοντέλου

- Οι άνθρωποι στην προσπάθειά τους
  - να κατανοήσουν τον κόσμο,
  - να ερμηνεύσουν τα διάφορα φαινόμενα,
  - να κάνουν προβλέψεις για τη συμπεριφορά διαφόρων συστημάτων
  - αλλά και για να ενεργήσουν πάνω σε αυτά,
- επιστρατεύουν
  - τις συμβολικές, παραστατικές και δημιουργικές τους ικανότητες δημιουργώντας πραγματικά ή συμβολικά κατασκευάσματα που μιμούνται ή αναπαριστούν – σε μια ιδεατή μορφή – στοιχεία ή πτυχές της πραγματικότητας
- Τα κατασκευάσματα αυτά ονομάζονται μοντέλα

# Η διαδικασία μοντελοποίησης



# Λειτουργίες των μοντέλων

- Ένα μοντέλο είναι ένα νέο αντικείμενο (συγκεκριμένο ή συμβολικό)
  - που δημιουργείται κατά κανόνα για να αναπαραστήσει ένα αντικείμενο που δεν είναι άμεσα προσβάσιμο.
- Τα μοντέλα
  - έχουν λειτουργίες επεξηγηματικές και αναπαραστασιακές καθώς και λειτουργίες πρόβλεψης
  - χρησιμοποιούνται στην αναζήτηση παραμέτρων και καταστάσεων και για την εξήγηση φαινομένων.

# Λειτουργία της μοντελοποίησης

- Η μοντελοποίηση συνίσταται
  - στην οικοδόμηση ερμηνειών που έχουν αυτόνομη λειτουργία
  - με στόχο την πρόβλεψη μιας εξελικτικής διαδικασίας και μεταβολής ενός συστήματος
  - χωρίς να υπάρχει ανάγκη να παρατηρείται άμεσα η πραγματικότητα.

# Διαφορές

Διαφορές ανάμεσα σε οπτικοποίηση, προσομοίωση και μοντελοποίηση

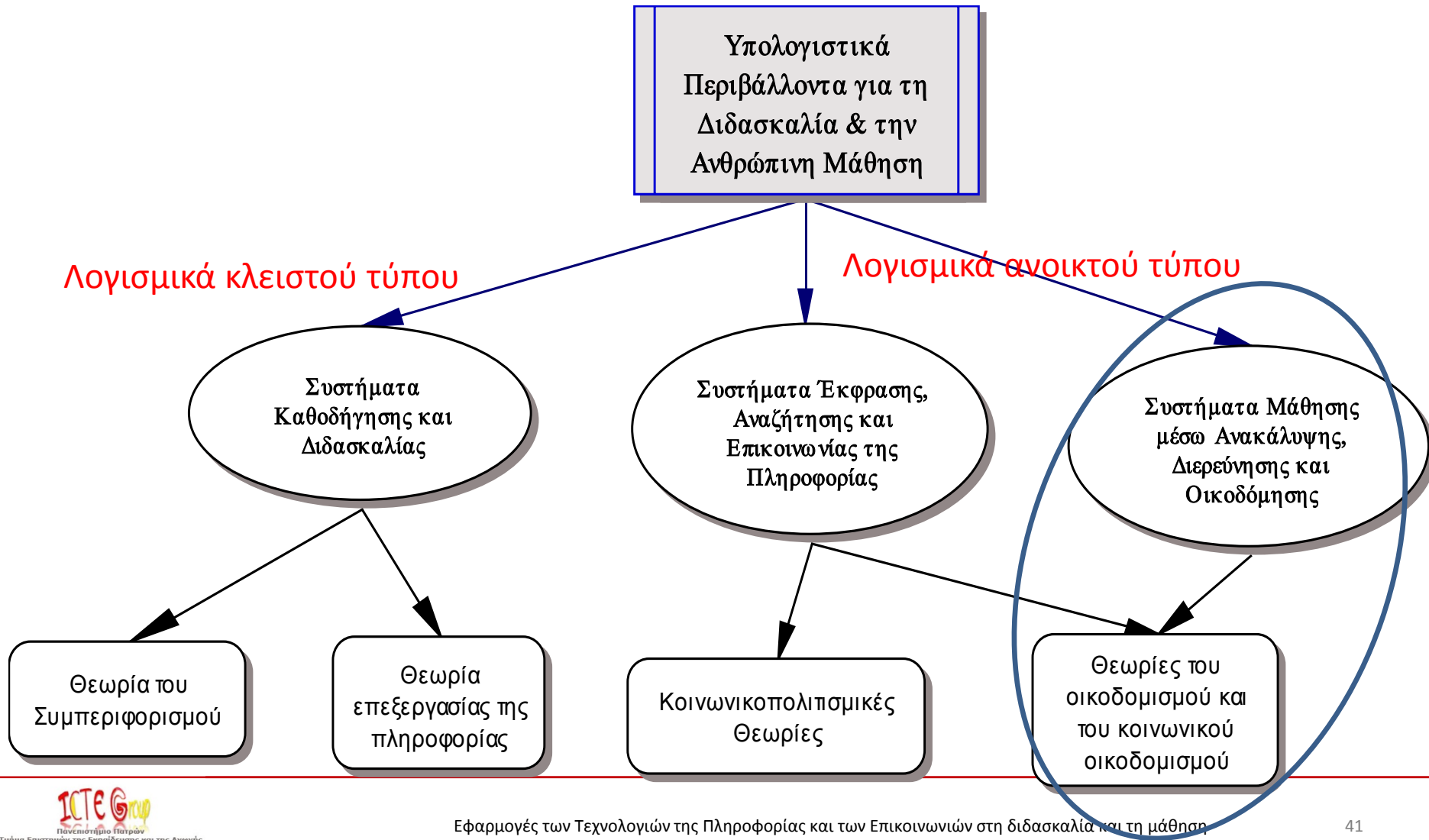
- Στην οπτικοποίηση αναπαριστώ απλώς δεδομένα ενός έτοιμου μοντέλου
- Στην προσομοίωση χειρίζομαι μεταβλητές ενός έτοιμου μοντέλου
- Στην μοντελοποίηση δημιουργώ το μοντέλο

# Παράδειγμα διαφοροποίησης

- Σύστημα αναπαράστασης καιρού (οπτικοποίηση)
  - Αναπαριστώ τον καιρό
- Σύστημα πρόβλεψης καιρού (προσομοίωση)
  - Αλλάζω τιμές σε μεταβλητές και αναπαριστώ τον καιρό
- Σύστημα δημιουργίας μοντέλων καιρού (μοντελοποίηση)
  - δημιουργώ μετεωρολογικά μοντέλα



# Γενικές κατηγορίες εκπαιδευτικού λογισμικού & Θεωρίες Μάθησης



# Χρηματοδότηση

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



# ΣΗΜΕΙΩΜΑΤΑ

# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

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

# Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Κόμης Βασίλης, 2015. Βασίλης Κόμης. «Εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στη διδασκαλία και τη μάθηση, **Ενότητα 3: Συστήματα Οπτικοποίησης, Περιβάλλοντα Προσομοίωσης & Περιβάλλοντα Μοντελοποίησης**». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/PN1441>.

# 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.

# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 1/2

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- Διαφάνεια 10
- Εικόνα 1: [http://all-free-download.com/free-vector/download/kablam\\_numu\\_laptop\\_clip\\_art\\_23620.html](http://all-free-download.com/free-vector/download/kablam_numu_laptop_clip_art_23620.html)
- Διαφάνεια 12
- Εικόνα 1: [https://en.wikipedia.org/wiki/Multiple\\_sequence\\_alignment](https://en.wikipedia.org/wiki/Multiple_sequence_alignment)
- Εικόνα 2: [http://en.wikipedia.org/wiki/DNA\\_repair](http://en.wikipedia.org/wiki/DNA_repair)
- Εικόνα 3: [http://en.wikipedia.org/wiki/DNA\\_repair](http://en.wikipedia.org/wiki/DNA_repair)
- Εικόνα 4: <http://en.wikipedia.org/wiki/Flight>
- Διαφάνεια 13
- Εικόνα 1: [http://en.wikipedia.org/wiki/DNA\\_repair](http://en.wikipedia.org/wiki/DNA_repair)
- Εικόνα 3: [http://en.wikipedia.org/wiki/DNA\\_repair](http://en.wikipedia.org/wiki/DNA_repair)
- Εικόνα 3: <http://en.wikipedia.org/wiki/Flight>
- Εικόνα 4: : [http://all-free-download.com/free-vector/download/kablam\\_numu\\_laptop\\_clip\\_art\\_23620.html](http://all-free-download.com/free-vector/download/kablam_numu_laptop_clip_art_23620.html)
- Διαφάνεια 14
- Εικόνα 1: [http://en.wikipedia.org/wiki/DNA\\_repair](http://en.wikipedia.org/wiki/DNA_repair)
- Εικόνα 3: [http://en.wikipedia.org/wiki/DNA\\_repair](http://en.wikipedia.org/wiki/DNA_repair)
- Εικόνα 3: <http://en.wikipedia.org/wiki/Flight>



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 2/2

- Διαφάνεια 19
- Εικόνα 1: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:June-2011-weather-map.jpg>
- Διαφάνεια 25
- Εικόνα 1: <http://en.wikipedia.org/wiki/Simulation>

## Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Οποιασδήποτε μορφής υλικό περιλαμβάνεται στο ανωτέρω έργο και δεν αναφέρεται σε ξεχωριστή πηγή αναφοράς, τότε αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του διδάσκοντα Καθηγητή, Βασίλη Κόμη.