

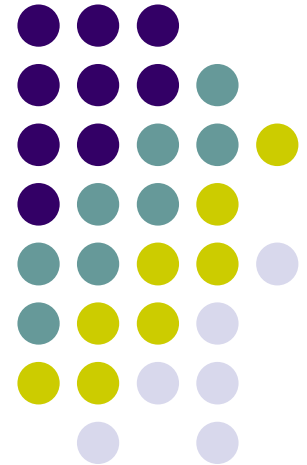


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

# ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

Δ.-Θ. Κακλαμάνη, Καθηγήτρια ΕΜΠ



Web Site: <https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=973>  
<http://mfol.ece.ntua.gr/computational-techniques-for-information-transmission-systems/>

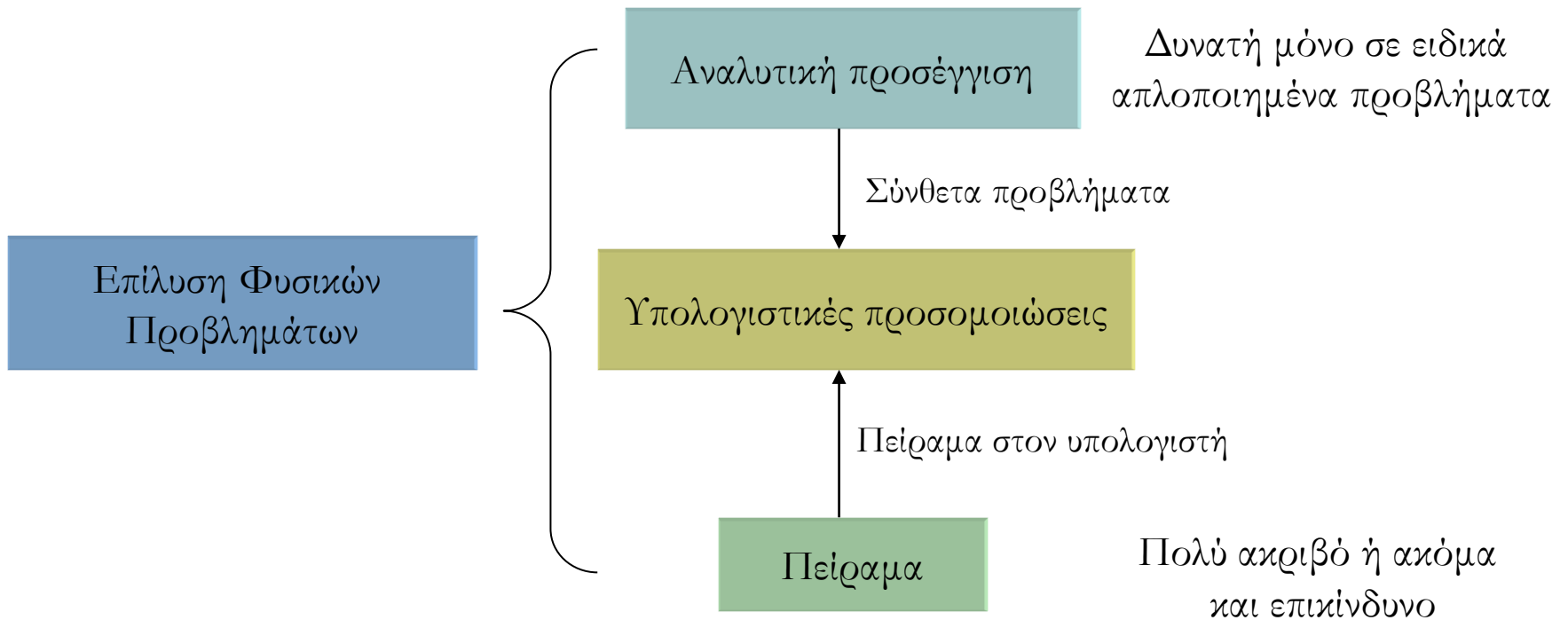


# Συστήματα μετάδοσης πληροφορίας

- Χαρακτηριστικές εφαρμογές
  - Ακτινοβολία
  - Σκέδαση
  - Γραμμές μεταφοράς
  - Οπτικές ίνες
  - Κυματοδηγηση
  - Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα

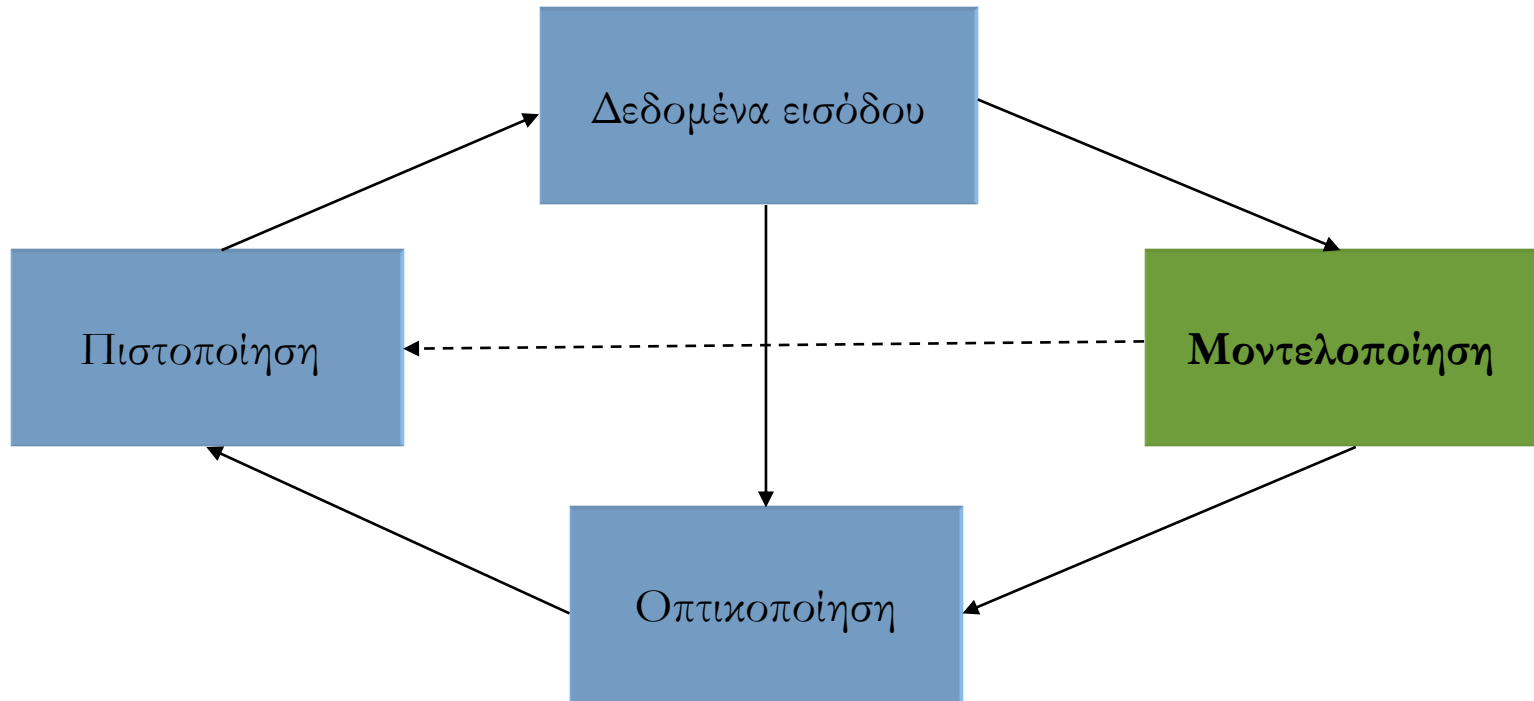


## Η αναγκαιότητα των Υπολογιστικών Τεχνικών





# Υπολογιστική Προσομοίωση Συστημάτων Μετάδοσης Πληροφορίας (1)





# Υπολογιστική Προσομοίωση Συστημάτων Μετάδοσης Πληροφορίας (2)

## ■ Δεδομένα εισόδου

(στόχος η ακριβέστερη και ταυτόχρονα αποδοτικότερη δυνατή περιγραφή του προβλήματος)

- Γεωμετρικά χαρακτηριστικά (π.χ. διαστάσεις, συμμετρίες, περιοδικότητα)
- Υλικά (π.χ. αγωγιμα, διηλεκτρικά, μαγνητικά, ανισοτροπικά)
- Συχνότητα(ες) λειτουργίας
- Δεδομένα σχετικά με την εκάστοτε αριθμητική τεχνική (π.χ. αριθμός αγνώστων, πλήθος συναρτήσεων βάσης κ.τ.λ.)
- Αποτελέσματα άλλου προβλήματος → πιστοποίηση



# Υπολογιστική Προσομοίωση Συστημάτων Μετάδοσης Πληροφορίας (3)

## ■ Μοντελοποίηση

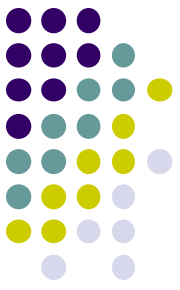
(στόχος η αποτελεσματικότερη επίλυση του προβλήματος)

### ■ Επιλογή αριθμητικής τεχνικής

- Φύση του προβλήματος (κλειστό/ανοικτό, συνθετότητα γεωμετρίας, είδος υλικών, χρονική εξάρτηση, μέγεθος προβλήματος)
- Διαθέσιμοι υπολογιστικοί πόροι (επεξεργαστής(ες), μνήμη)
- Ταχύτητα επίλυσης και επιθυμητή ακρίβεια

### ■ Θέματα υλοποίησης

- Πλεγματοποίηση
- Αριθμητική ολοκλήρωση
- Αλγόριθμοι επίλυσης γραμμικών συστημάτων

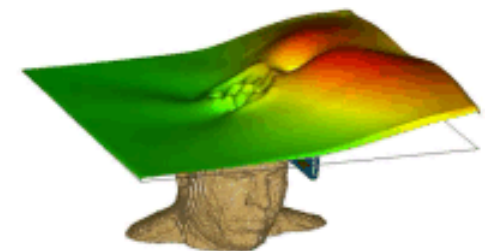
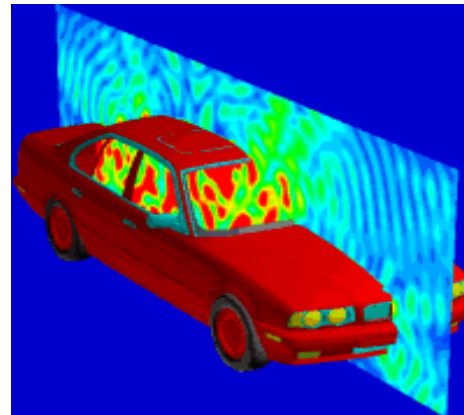
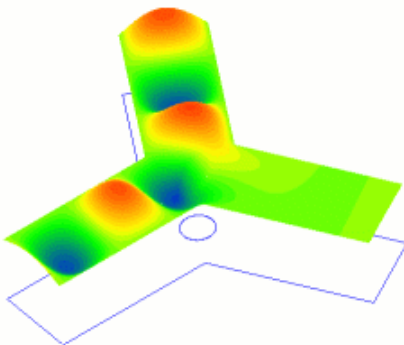
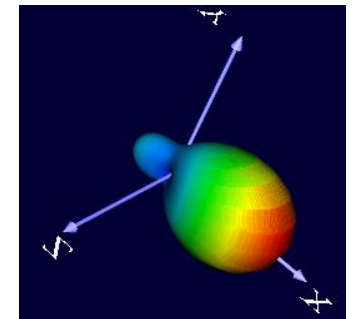
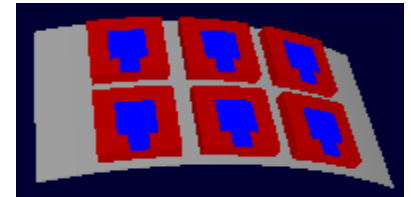
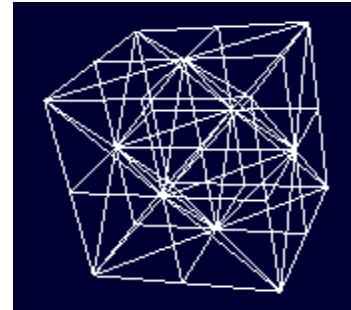


# Υπολογιστική Προσομοίωση Συστημάτων Μετάδοσης Πληροφορίας (4)

## ■ Οπτικοποίηση

(στόχος η αποτελεσματική απόδοση σύνθετων φαινομένων μέσα από γραφήματα)

- Γεωμετρική διάταξη
- Διακριτοποίηση του υπολογιστικού χώρου
- Ρευματικές κατανομές
- Πεδιακές κατανομές στο χώρο
- Διαγράμματα ακτινοβολίας
- Animations





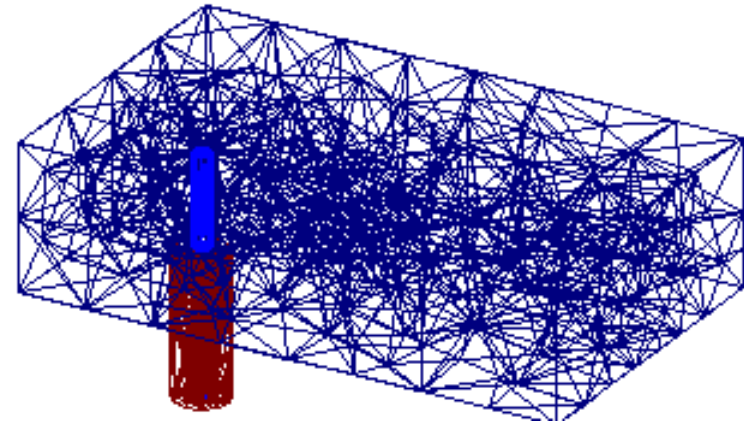
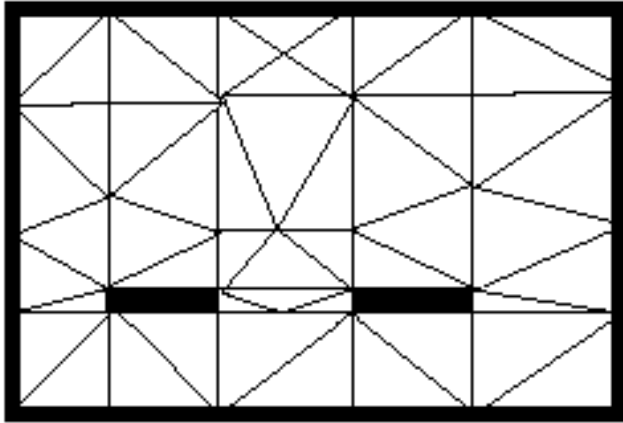
# Υπολογιστική Προσομοίωση Συστημάτων Μετάδοσης Πληροφορίας (5)

- **Πιστοποίηση**  
(στόχος ο έλεγχος της εγκυρότητας των αποτελεσμάτων)
  
- **Σύγκλιση - Ευστάθεια**
- Έλεγχος φυσικών νόμων που διέπουν το πρόβλημα:
  - ικανοποίηση οριακών συνθηκών
  - αρχή διατήρησης ενέργειας
  - αρχή αμοιβαιότητας
  - παρατήρηση φαινομένων μέσω οπτικοποίησης (π.χ. συμμετρίες)
  
- ✓ Σύγκριση με αναλυτικές λύσεις (όπου υπάρχουν)
- ✓ Σύγκριση με άλλες αριθμητικές λύσεις αναφοράς
- ✓ Σύγκριση με πειραματικές μετρήσεις





## Υπολογιστικοί πόροι



Πρόβλημα 2 διαστάσεων:

- Σημεία πλέγματος:  $1000 \times 1000 = 1e6$
- 1 σημείο = 8 bytes
- 1 διάνυσμα από  $1e6$  στοιχεία  $\sim 8$  MB
- 100 τέτοια διανύσματα  $\sim 800$  MB

Πρόβλημα 3 διαστάσεων:

- Σημεία πλέγματος:  $1000 \times 1000 \times 1000 = 1e9$
- 1 σημείο = 8 bytes
- $1e9$  άγνωστοι = 8 GB
- 100 τέτοια διανύσματα  $\sim$  **800 GB !!!**

➡ απαίτηση για **κατανεμημένη επεξεργασία**



## ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ – ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ – ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

## ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Μέθοδος Βοηθητικών Πηγών (MAS)

Αρχές μοντελοποίησης  
Μέθοδος Galerkin – Μεταβολική κατάσταση  
(χωρητικότητα μικροταινίας)

Μέθοδοι ολοκληρωτικών εξισώσεων –  
Μέθοδος ροπών (MoM) (κυλινδρική κεραία)  
Σύγκριση MoM και MAS  
Αριθμητική ολοκλήρωση  
Τεχνικές επίλυσης γραμμικών συστημάτων

Μέθοδος Πεπερασμένων Διαφορών στο  
Πεδίο του Χρόνου (FDTD)

Αντικειμενοστραφής προγραμματισμός  
Αντικειμενοστραφής κώδικας MAS –  
*Πρώτη Εργασία*

Κατανεμημένη επεξεργασία  
CORBA – Web Services – κινητοί πράκτορες

Πράκτορες Λογισμικού – Εφαρμογές στην  
μοντελοποίηση συστημάτων μετάδοσης πληροφορίας  
Πλατφόρμα πρακτόρων JADE  
*Δεύτερη Εργασία*

Συστήματα Κινητού και Διάχυτου Υπολογισμού  
Συστήματα με επίγνωση κατάστασης  
Τεχνολογίες Mobile και Edge Computing (MEC)  
Παραδείγματα και Εφαρμογές σε κυψελωτά δίκτυα

Υλοποίηση FDTD με πράκτορες λογισμικού

## Προγραμματισμός Διαλέξεων



1	Εισαγωγή - Μέθοδος Βοηθητικών Πηγών	14/10/2021	
2	Μέθοδος Βοηθητικών Πηγών	21/10/2021	Συνέχεια προηγούμενου μαθήματος
3	<b>Αργία</b>	<b>28/10/2021</b>	
4	Αντικειμενοστραφής προγραμματισμός - 2D πρόβλημα σκέδασης από αγώγιμο κύλινδρο απείρου μήκους	4/11/2021	<b>1η εργασία</b>
5	Αντικειμενοστραφής προγραμματισμός - 2D πρόβλημα σκέδασης από αγώγιμο κύλινδρο απείρου μήκους	11/11/2021	Συνέχεια προηγούμενου μαθήματος
6	Αριθμητική μέθοδος επίλυσης της εξίσωσης της μικροταινίας	18/11/2021	
7	Τεχνολογίες κατανεμημένων αντικειμένων	25/11/2021	
8	Πλατφόρμα JADE (εισαγωγή)	2/12/2021	<b>2η εργασία</b>
9	Πλατφόρμα JADE (συνέχεια)	9/12/2021	Συνέχεια προηγούμενου μαθήματος
10	Μοντελοποίηση Κυλινδρικής Κεραίας - Ολοκληρωτικές Εξισώσεις - Σύγκριση MoM-MAS - Αριθμητική Ολοκλήρωση, Τεχνικές Επίλυσης Γραμμικών Συστημάτων	16/12/2021	
11	Μέθοδος Πεπερασμένων Διαφορών στο Πεδίο του Χρόνου (FDTD)	23/12/2021	
	<b>Διακοπές Χριστουγέννων</b>	<b>30/12/2021</b>	
	<b>Διακοπές Χριστουγέννων</b>	<b>6/1/2022</b>	
12	Μέθοδος Πεπερασμένων Διαφορών στο Πεδίο του Χρόνου (FDTD)	13/1/2022	Συνέχεια προηγούμενου μαθήματος
13	Τεχνολογίες Mobile και Edge Computing (MEC) - Παραδείγματα και Εφαρμογές σε κυψελωτά δίκτυα	20/1/2022	