

# Ανάλυση Απόδοσης Πληροφοριακών Συστημάτων

---

Γιάννης Γαροφαλάκης

# Πληροφορίες μαθήματος

---

- Διαλέξεις: Τετάρτη 5 – 7 μμ, online  
(η τρίτη ώρα, μόνο αν χρειαστεί)
- Διδάσκων: Γιάννης Γαροφαλάκης, [garofala@ceid.upatras.gr](mailto:garofala@ceid.upatras.gr)
- Υλικό, Ανακοινώσεις, κ.α.:  
Eclass: <https://eclass.upatras.gr/courses/CEID1094/>  
(γραφτείτε!)
- Αξιολόγηση:  
Γραπτή Εξέταση με ανοικτές σημειώσεις

# Επιστημονική Περιοχή

- Στόχος του μαθήματος είναι η **μελέτη** των βασικότερων εργαλείων ανάλυσης της **απόδοσης πληροφοριακών συστημάτων**, αρχίζοντας από βασικούς λειτουργικούς νόμους για την εξεύρεση αδρών χαρακτηριστικών απόδοσης (operational προσέγγιση) και συνεχίζοντας με την αυστηρότερη μαθηματική μοντελοποίηση και στοχαστική μελέτη πτυχών της συμπεριφοράς τους
- Τα αντικείμενα του μαθήματος εντάσσονται στην ευρύτερη επιστημονική περιοχή της **Επιχειρησιακής Έρευνας** (Operations Research), η οποία ορίζεται ως:

*Επιστημονική προσέγγιση στη λήψη αποφάσεων με τη χρήση αναλυτικών μεθόδων.*

# Επιστημονική Περιοχή (2)

---

- Τα συστήματα που μελετά και μοντελοποιεί η Επιχειρησιακή Έρευνα, είναι ντετερμινιστικά ή **πιθανοτικά**, προερχόμενα από προβλήματα της πραγματικής ζωής.
- Οι αναλυτικές μέθοδοι που χρησιμοποιεί, είναι πολλές και διαφορετικές:

Γραμμικός Προγραμματισμός, Δυναμικός Προγραμματισμός, Θεωρία Παιγνίων, Διαδικασίες Markov, Θεωρία Αναμονής, Προσομοίωση, Αρχή Μεγιστοποίησης Εντροπίας, κ.α.

# Μελέτη Απόδοσης Πληροφοριακών Συστημάτων

---

- **Τεχνικές Μελέτης**
  - Μέτρηση
  - Προσομοίωση
  - Αναλυτικά μοντέλα
- **Κριτήρια** επιλογής τεχνικής μελέτης
  - Πολυπλοκότητα μοντέλου
  - Διαθέσιμοι πόροι
  - Επιθυμητό επίπεδο ακρίβειας
  - Χρονικοί περιορισμοί

# Συνήθεις μετρικές απόδοσης (I)

---

- **Χρόνος απόκρισης (Response time):** το χρονικό διάστημα μεταξύ της αίτησης του χρήστη προς το σύστημα και της απόκρισης του συστήματος
  - Πρακτικά, σε interactive σύστημα, είναι ο χρόνος από την πληκτρολόγηση του τελευταίου Enter της αίτησης, μέχρι την εμφάνιση του τελευταίου χαρακτήρα της απάντησης στην οθόνη του χρήστη
- **Χρόνος ολοκλήρωσης (Turnaround time):** Για batch συστήματα, ο χρόνος μεταξύ της υποβολής της batch εργασίας και της ολοκλήρωσης της απάντησης του συστήματος

# Συνήθεις μετρικές απόδοσης (2)

- **Χρόνος αντίδρασης (Reaction time):** ο χρόνος μεταξύ της υποβολής της αίτησης και της αρχής εκτέλεσής της από το σύστημα.
  - Πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα παρακολούθησης και καταγραφής των εσωτερικών λειτουργιών του συστήματος
- **Συντελεστής επιμήκυνσης (Stretch factor):** Ο λόγος του χρόνου απόκρισης με ένα συγκεκριμένο φορτίο προς το χρόνο απόκρισης με το ελάχιστο φορτίο
  - Γενικά ο χρόνος απόκρισης αυξάνεται όσο αυξάνεται το φορτίο στο σύστημα
  - Σε ένα interactive σύστημα, ο συντελεστής επιμήκυνσης μπορεί να είναι ο λόγος του χρόνου απόκρισης με πολλούς χρήστες, προς το χρόνο απόκρισης με ένα χρήστη

# Συνήθεις μετρικές απόδοσης (3)

---

- Ρυθμαπόδοση (Throughput): ο ρυθμός (αιτήσεις ανά μονάδα χρόνου) με τον οποίο οι αιτήσεις μπορούν να ικανοποιούνται από το σύστημα.
  - *Batch συστήματα*: Εργασίες/sec
  - *Interactive συστήματα*: Αιτήσεις/sec
  - *CPU*: MIPS (Million Instructions Per Second) ή MFLOPS (Million Floating point Operations Per Second)
  - *Δίκτυα*: bps (bits per second)
  - *Συστήματα Επεξεργασίας Διεργασιών*: TPS (Transactions per second)

# Συνήθεις μετρικές απόδοσης (4)

---

- Χωρητικότητα (Capacity): η μέγιστη δυνατή ρυθμαπόδοση υπό ιδανικές συνθήκες φορτίου
  - Η ρυθμαπόδοση ενός συστήματος γενικά αυξάνεται όταν αυξάνεται αρχικά το φορτίο
  - Μετά από ένα κατώφλι, σταματάει να αυξάνεται και σε πολλές περιπτώσεις αρχίζει να μειώνεται
  - Σε δίκτυα η χωρητικότητα ονομάζεται επίσης *εύρος ζώνης* (bandwidth) και μετράται συνήθως σε bps.

# Συνήθεις μετρικές απόδοσης (5)

---

- Χρησιμοποίηση (Utilization): το ποσοστό του χρόνου που ένας πόρος του συστήματος είναι απασχολημένος στην εξυπηρέτηση των αιτήσεων
  - Βασική καθολική μετρική
  - Οι ιδιοκτήτες/διαχειριστές συστημάτων θέλουν μεγιστοποίηση της χρησιμοποίησης
  - Αντίθεση με ατομικές μετρικές (π.χ. χρόνος απόκρισης). Βελτιστοποίηση απόδοσης (?)
  - Σε σύνθετο σύστημα, ο πόρος με τη μεγαλύτερη χρησιμοποίηση είναι **bottleneck**. Θέλουμε εξισορρόπηση, δηλαδή ίδιες χρησιμοποιήσεις σε όλους τους πόρους του συστήματος (Βέλτιστη απόδοση)

# Συνήθεις μετρικές απόδοσης (6)

---

- **Αξιοπιστία (Reliability)**: πιθανότητα λάθους ή μέσος χρόνος μεταξύ λαθών.
- **Διαθεσιμότητα (Availability)**: το ποσοστό του χρόνου στο οποίο το σύστημα είναι διαθέσιμο για την εξυπηρέτηση των αιτήσεων των **χρηστών**.

Το σύστημα μπορεί να μην είναι διαθέσιμο πάντα στους χρήστες, λόγω:

- Βλάβης
- Εξυπηρέτησης διεργασιών συστήματος
- Διαμοίρασης χρόνου σε περισσότερες ομάδες χρηστών

# Συνήθεις μετρικές απόδοσης (7)

---

- **Λόγος Κόστους/Απόδοσης (Cost/Performance Ratio):** μετρική για τη σύγκριση δύο ή περισσότερων συστημάτων όταν πρόκειται να γίνει προμήθεια ενός συστήματος ή διαγωνισμός.
  - *Κόστος Συστήματος:*
    - Αγορά H/W και S/W
    - Εγκατάσταση
    - Συντήρηση για ορισμένα χρόνια (συνήθως 3 – 5)
  - *Απόδοση:* Ρυθμαπόδοση υπό σταθερό χρόνο απόκρισης.
  - Π.χ. δύο συστήματα επεξεργασίας διεργασιών μπορούν να συγκριθούν με το μέγεθος “Ευρώ ανά TPS”

# Αντικείμενα Μαθήματος

---

- Λειτουργική Ανάλυση (Operational Analysis) και Ανάλυση Μέσης Τιμής (Mean Value Analysis – MVA)
- Εισαγωγή στα Μαθηματικά Εργαλεία Ανάλυσης Απόδοσης
  - Στοχαστική Διαδικασία Bernoulli
  - Στοχαστικές Διαδικασίες Markov
  - Εισαγωγή στην Ουρά M/G/I
  - Δίκτυα Συστημάτων Αναμονής (Markov ανάλυση)
- Βελτιστοποίηση Εντροπίας

# Βιβλιογραφία

---

- M.Balter, "*Performance Modeling and Design of Computer Systems: Queueing Theory in Action*", Cambridge Press, 2013.
- Kobayashi and Mark, "*System Modeling and Analysis: Foundations of System Performance Evaluation*", Prentice Hall, 2008
- William J. Stewart, "*Probability, Markov Chains, Queues, and Simulation: The Mathematical Basis of Performance Modeling*", Princeton Press, 2009

# Βιβλιογραφία

---

Παλαιότερα Συγγράμματα (Υπάρχουν στη Βιβλιοθήκη)

- Raj Jain, *"The Art of Computer Systems Performance Analysis: Techniques for Experimental Design, Measurement, Simulation, and Modeling"*, John Wiley & Sons, 1991.
- K. Kant, *"Introduction to Computer System Performance Evaluation"*, McGraw-Hill, 1992.
- R.Nelson , *"Probability, Stochastic Processes, and Queueing Theory : The Mathematics of Computer Performance Modeling"*, Springer, 1995.