
Θεωρία Υπολογισμού

ΕΙΣΑΓΩΓΗ στο μάθημα

Άννα Φιλίππου
annap@cs.ucy.ac.cy

Στοιχεία του μαθήματος

- **Διδάσκουσα:** Άννα Φιλίππου
 - **Γραφείο:** FST-01 105
 - **Τηλέφωνο:** 22-892699
 - **E-mail:** annap@cs.ucy.ac.cy
 - **Ιστοσελίδα του μαθήματος:** <http://www.cs.ucy.ac.cy/~annap/epl211>
- **Βοηθός μαθήματος:** Κυριακή Ψαρά
- **Διαλέξεις**
 - Δευτέρα και Πέμπτη, 9.00-10.30
- **Φροντιστήριο**
 - Τετάρτη: 10.00 – 11.00
- **Προαπαιτούμενα:** ΕΠΛ111, ΜΑΣ012
- **Προαπαιτείται για:** ΕΠΛ429 και ΕΠΛ432

Ποιες είναι οι θεμελιώδεις δυνατότητες
και ποιοι οι εγγενείς περιορισμοί
των υπολογιστών;

Οι υπολογιστές είναι “παντοδύναμοι”!!

- Παίζουν σκάκι



- Διεκπεραιώνουν εγχειρήσεις καρδίας



- Πετούν αεροπλάνα



Υπάρχει κάτι που δεν μπορούν να κάνουν οι υπολογιστές;

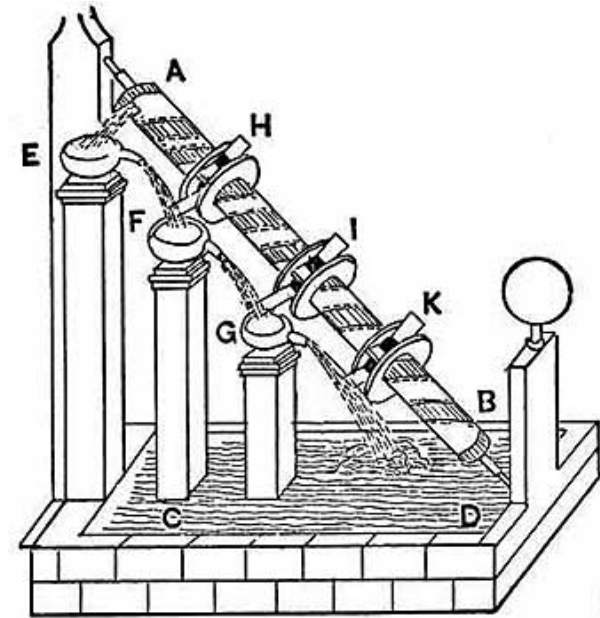
Τα όρια του υπολογισμού

- Γιατί μας ενδιαφέρει να μελετήσουμε τα όρια του υπολογισμού;



Αέναη Κίνηση

- Κατά τον Μεσαίωνα, οι άνθρωποι ήθελαν να δημιουργήσουν μηχανές οι οποίες να εργάζονται χωρίς να καταναλώνουν ενέργεια.
- Αργότερα, ανακαλύψεις στη Φυσική κατέδειξαν ότι η ενέργεια δεν παράγεται από το τίποτα.
- Η αέναη κίνηση είναι κάτι το “αδύνατο”.
- Η αναγνώριση του τι είναι ή όχι εφικτό είναι σημαντική για να μην αποσπούνται δυνάμεις σε ανώφελους στόχους.



Οι Νόμοι του Υπολογισμού

- Όπως οι Νόμοι της Φυσικής, διατυπώνουν τι είναι ή δεν είναι δυνατό στη Φύση...



$$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}$$

$$\nabla \times H = J + \frac{\partial D}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot D = \rho$$

$$\nabla \cdot B = 0$$

- ... έτσι και η Θεωρία Υπολογισμού διατυπώνει τι είναι δυνατό/αδύνατο για τους υπολογιστές.

Περιγραφή Μαθήματος

- Η Θεωρία Υπολογισμού πραγματεύεται τις θεμελιώδεις μαθηματικές ιδιότητες του υλικού και του λογισμικού των υπολογιστών καθώς και κάποιες εφαρμογές τους.
 - Ποια προβλήματα μπορούν να λυθούν υπολογιστικά και ποια όχι;
 - Πόσο γρήγορα; Με πόση μνήμη;
 - Σε τι είδους υπολογιστικό μοντέλο;
- Άμεση σχέση με πρακτικά προβλήματα
 - Μεταγλωττιστές – γραμματικές
 - Αναγνώριση συμβολοσειρών (DNA, grep) – Κανονικές Εκφράσεις
 - Ανάλυση πολυπλοκότητας προβλημάτων – NP-πληρότητα
- Αποκαλύπτει την απλότητα και κομψότητα των υπολογιστικών μηχανών
- Ωριμάζει την αναλυτική σκέψη και εξοικειώνει με θεμελιώδεις τεχνικές απόδειξης και μαθηματικής επιχειρηματολογίας
- Διαχρονική Αξία

Βασικά Θέματα

- Αυτόματα
- Υπολογισιμότητα
- Πολυπλοκότητα

Ποιες είναι οι θεμελιώδεις δυνατότητες
και ποιοι οι εγγενείς περιορισμοί
των υπολογιστών;

Πολυπλοκότητα

- Ταξινόμηση των προβλημάτων με βάση τη δυσκολία τους.
- Για παράδειγμα
 - Εύκολο: Ταξινόμηση αριθμών
 - Δύσκολο: Χρονοπρογραμματισμός Μαθημάτων για Ωρολόγιο Πρόγραμμα
- Τι κάνει τα προβλήματα εύκολα ή δύσκολα;
 - Άγνωστο μέχρι σήμερα
- Σύστημα ταξινόμησης προβλημάτων με βάση την υπολογιστική τους δυσκολία.
- Ακόμα και τα δύσκολα προβλήματα έχουν πρακτικό ενδιαφέρον.
 - Κρυπτογραφία

Υπολογισιμότητα

- Μελετά κατά πόσο ένα πρόβλημα είναι ή όχι επιλύσιμο
- Kurt Godel, Alan Turing, Alonzo Church
- Ανεπίλυτα Προβλήματα
 - Πρόβλημα Τερματισμού
 - Απόδειξη ή Κατάρριψη μιας μαθηματικής πρότασης
- Ανάπτυξη θεωρητικών μοντέλων υπολογισμού που συνέβαλαν στην κατασκευή των υπολογιστών.



David Hilbert (1862-1943)



Alan Turing (1912-1954)



Alonzo Church (1903-1995)

Θεωρία Αυτομάτων

- Πραγματεύεται μαθηματικά μοντέλα της υπολογιστικής επιστήμης.
- Πρακτικές Εφαρμογές:
 - Επεξεργασία κειμένου (πεπερασμένα αυτόματα)
 - Σχεδίαση γλωσσών προγραμματισμού (γραμματική χωρίς συμφραζόμενα)
- Προσφέρει σαφή ορισμό του υπολογιστή

Περιεχόμενα

- Κανονικές Γλώσσες
 - Ντετερμινιστικά και Μη-Ντετερμινιστικά Αυτόματα
 - Κανονικές εκφράσεις
 - Μη-Κανονικές γλώσσες (Λήμμα Άντλησης)
- Κατηγορηματικές Γραμματικές (Χωρίς Συμφραζόμενα)
 - Αυτόματα με στοίβα
 - Μη-Κατηγορηματικές Γραμματικές (Λήμμα Άντλησης)
- Μηχανές Turing
 - Γενικές Γραμματικές
 - Υπολογισιμότητα
- Πολυπλοκότητα Προβλημάτων
- NP-Πληρότητα

Βιβλιογραφία

- Υποχρεωτικό βιβλίο μαθήματος:
 - Michael Sipser, *Introduction to the Theory of Computation*, PWS Publishing Company, 1997
 - Michael Sipser, *Εισαγωγή στην θεωρία υπολογισμού*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2007
- Άλλα βιβλία:
 - H. R. Lewis και X. X. Παπαδημητρίου, *Στοιχεία Θεωρίας Υπολογισμού*, Εκδόσεις Κριτική, Επιστημονική Βιβλιοθήκη, 2005.
 - M. Μαυρονικόλας, *Θεωρία Υπολογισμού*, προσχέδιο βιβλίου, Αύγουστος 2005.

Αξιολόγηση

5 σειρές ασκήσεων	20%
Ενδιάμεση Εξέταση	30%
Τελική εξέταση	50%

Γενικές Οδηγίες

- Εξασκηθείτε μέσω της επίλυση όσο το δυνατόν περισσότερων προβλημάτων
- Προμηθευτείτε το βιβλίο
- Σεβαστείτε τους κανόνες συνεργασίας
- Σεβαστείτε τους κανόνες πνευματικής ιδιοκτησίας