

Αλγόριθμοι και Πολυπλοκότητα

Διδάσκοντες: **Α. Παγουρτζής, Δ. Σούλιου, Π. Γροντάς**

Επιμέλεια διαφανειών: **Δ. Φωτάκης**

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών
και Μηχανικών Υπολογιστών

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο



Οργανωτικά

- Διδάσκοντες: **A. Παγουρτζής, Θ. Σούλιου, Π. Γροντάς**
(και **A. Λιανέας** πρόσθετες διαλέξεις για μεταπτυχιακό)
 - Δευτέρα 15:00 – 17:00 και Πέμπτη 17:00 – 19:00 (Αμφ. 1)
 - Ασκήσεις / επιπλέον διαλέξεις / αναπληρώσεις: Τρίτη 15:30 – 17:30
 - Ιστοσελίδα: <https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=859>
- Βαθμολογία:
 - Γραπτό: τελική εξέταση (ασκήσεις). **Βάση: τουλάχιστον 40%.**
 - Γραπτές: γραπτές ασκήσεις (3 σειρές).
 - Πρόγρ: προγραμματιστικές ασκήσεις (3 σειρές).
 - Βαθμολογία ασκήσεων με **σύντομη παρουσίαση λύσεων** και συζήτηση.
 - Βαθμός = $\text{Γραπτό} \cdot 0.8 + \text{Γραπτές} \cdot 0.2 + \text{Προγρ} \cdot 0.1$, αν **γραπτό $\geq 40\%$.**
 - Βαθμός = **Γραπτό**, αν **γραπτό $< 40\%$.**
 - Βαθμοί ασκήσεων διατηρούνται και για **αμέσως επόμενο** ακαδ. έτος.

Γραπτές Ασκήσεις

□ **Ατομικές** γραπτές ασκήσεις:

- 3 σειρές γραπτών ασκήσεων.
- Περίπου 2 εβδομάδες για κάθε σειρά ασκήσεων.
- Εκφώνηση στο site – υποβολή στο helios.
- 1^η γραπτή: Δευτέρα 19/10 → Πέμπτη 5/11.
- **Λύσεις:** συζήτηση λύσεων στο μάθημα.
- Σημαντικές γιατί οδηγούν σε βαθύτερη κατανόηση, επεκτείνουν γνώσεις και προετοιμάζουν για τις εξετάσεις!
 - Ένα – δύο από τα θέματα των εξετάσεων παρόμοια με γραπτές (ή παλαιότερες λυμένες) ασκήσεις.

Προγραμματιστικές Ασκήσεις

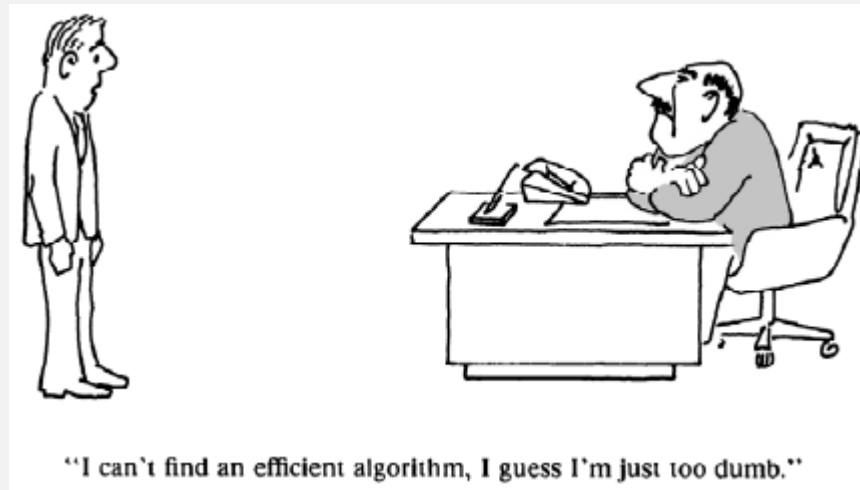
- **Ατομικές** προγραμματιστικές ασκήσεις:
 - 3 σειρές προγραμματιστικών ασκήσεων.
 - Περίπου 2 εβδομάδες για κάθε σειρά ασκήσεων.
 - Παράδοση με **υποβολή** κώδικα στον **grader**.
 - **Εγγραφή** στο **helios** → λογαριασμός **grader**:
 - Παράκληση: **η εγγραφή** στο helios πριν τις **20 Οκτώβρη**.
 - Το **login** στον grader θα είναι της μορφής **el23999**.
 - Το **password** θα είναι **random**, θα το αλλάξετε την πρώτη φορά.
 - 1^η προγραμματ.: **Δευτέρα 26/10 → Πέμπτη 12/11**.

Αλγόριθμοι και ...

- Γιατί κάποια **υπολογιστικά προβλήματα** είναι **εύκολο** και κάποια άλλα είναι **δύσκολο** να λυθούν από **υπολογιστικές μηχανές**.
 - Βασικοί αλγόριθμοι (BFS, DFS, εφαρμογές τους, αλγόριθμοι MST) και βασικές δομές δεδομένων (ουρές προτεραιότητας, union find, λεξικό) **θεωρούνται γνωστά!**
 - Βασικές αρχές δομών δεδομένων, σύντομη επανάληψη, επιπλέον παραδείγματα.
 - «**Εύκολα**» προβλήματα: επιλύονται από **αλγόριθμους** που απαιτούν **εύλογη ποσότητα υπολογιστικών πόρων** (χρόνος, μνήμη, επικοινωνία).
 - Βασικές **τεχνικές** σχεδιασμού και ανάλυσης αλγορίθμων:
 - Διαίρει-και-Βασίλευε (εν συντομία), απληστία, δυναμικός προγραμματισμός
 - Εφαρμογή: **αλγόριθμοι γραφημάτων**
 - Συντομότερα μονοπάτια, μέγιστη ροή – ελάχιστη τομή, ταιριάσματα, ροή ελάχιστου κόστους.
 - Σύντομη εισαγωγή σε **πιθανοτικούς** αλγόριθμους.

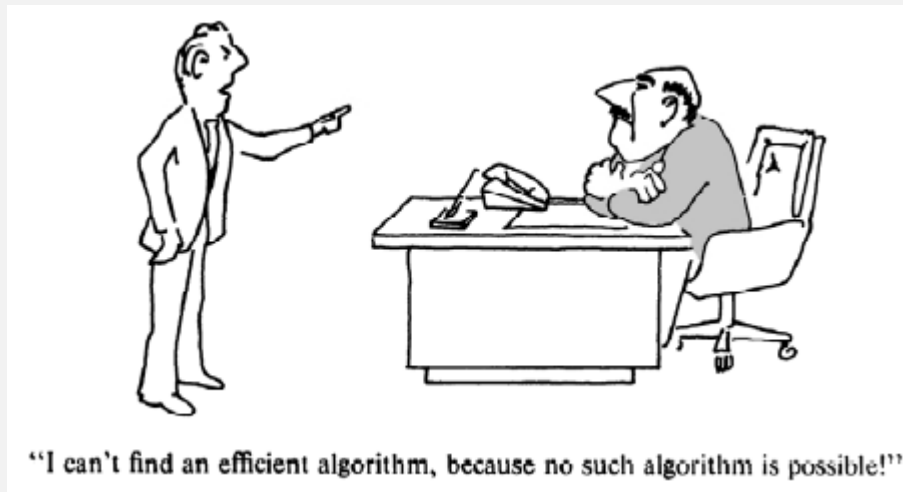
«Δύσκολα» Προβλήματα

- Τι κάνουμε όταν ένα πρόβλημα φαίνεται **«δύσκολο»**;
 - **«Δύσκολο»**: μετά από μεγάλη προσπάθεια, δεν βρίσκουμε αποδοτικό αλγόριθμο (πολυωνυμικού χρόνου).



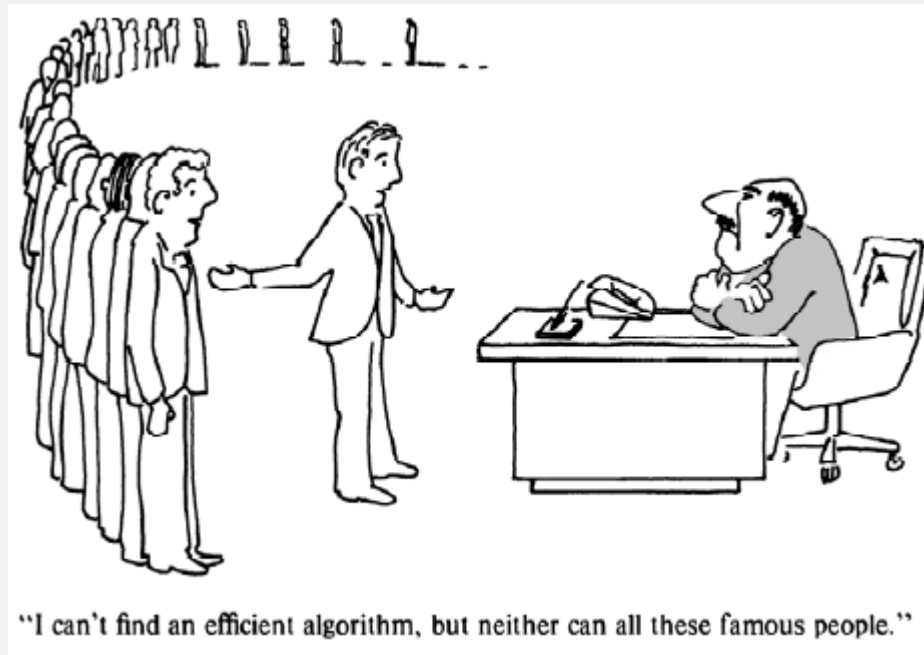
«Δύσκολα» Προβλήματα

- Τι κάνουμε όταν ένα πρόβλημα φαίνεται «δύσκολο»;
 - «Δύσκολο»: μετά από μεγάλη προσπάθεια, δεν βρίσκουμε αποδοτικό αλγόριθμο (πολυωνυμικού χρόνου).



«Δύσκολα» Προβλήματα

- Τι κάνουμε όταν ένα πρόβλημα φαίνεται «δύσκολο»;
 - «Δύσκολο»: μετά από μεγάλη προσπάθεια, δεν βρίσκουμε αποδοτικό αλγόριθμο (πολυωνυμικού χρόνου).



«Δύσκολα» Προβλήματα

- Τι κάνουμε όταν ένα **πρόβλημα** φαίνεται «**δύσκολο**»;
 - «**Δύσκολο**»: μετά από μεγάλη προσπάθεια, δεν βρίσκουμε αποδοτικό αλγόριθμο (πολυωνυμικού χρόνου).
- Θεωρία **NP-πληρότητας**.
 - **NP-πλήρη**: κλάση εξαιρετικά **σημαντικών προβλημάτων** που είτε όλα επιλύονται σε πολυωνυμικό χρόνο είτε κανένα.

... και Πολυπλοκότητα

- Υπολογιστική (Χρονική) Πολυπλοκότητα:
 - Κλάσεις πολυπλοκότητας, **αναγωγή, πληρότητα**.
 - Χρονική Πολυπλοκότητα και **κλάση P** («εύκολα» προβλήματα).
 - Μη-ντετερμινιστικές μηχανές Turing και **κλάση NP**.
 - Πολυωνυμική αναγωγή και **NP-πληρότητα** («δύσκολα» προβλήματα)
 - Σχέση κλάσεων **P** και **NP**.
 - Άλλες κλάσεις πολυπλοκότητας (space complexity, counting, total functions)
- **Προσεγγιστικοί** αλγόριθμοι για NP-δύσκολα προβλήματα.

Βιβλιογραφία

- ❑ Ε. Ζάχος. **Αλγόριθμοι και Πολυπλοκότητα**. Σημειώσεις ΕΜΠ.
- ❑ Δ. Φωτάκης. **Αλγόριθμοι και Πολυπλοκότητα**. Σημειώσεις <http://www.softlab.ntua.gr/~fotakis/data/algorithms.pdf>
- ❑ Cormen, Leiserson, Rivest, Stein. **Introduction to Algorithms**. MIT, 2001.
- ❑ Kleinberg, Tardos. **Algorithm Design**. Add.-Wesl., 2006.
- ❑ Dasgupta, Papadimitriou, Vazirani. **Algorithms**. McGraw-Hill, 2008.
- ❑ J. Edmonds. **How to Think About Algorithms**. Cambridge, 2008.
- ❑ J. Erickson. **Algorithms**. <http://jeffe.cs.illinois.edu/teaching/algorithms/>
- ❑ Papadimitriou. **Computational Complexity**. Add.-Wesl., 1994.
- ❑ Πολλά-πολλά άλλα βιβλία και ιστοσελίδες μαθημάτων.