



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών  
Τομέας Τεχνολογίας Πληροφορικής και Υπολογιστών  
Εργαστήριο Λογικής και Επιστήμης Υπολογισμών

## Θεωρητική Πληροφορική Ι (ΣΗΜΜΥ) Αλγόριθμοι & Πολυπλοκότητα ΙΙ (ΜΠΛΑ)

Διδάσκοντες:	Στάθης Ζάχος, Καθηγητής (zachos@cs.ntua.gr) Άρης Παγουρτζής, Επ. Καθηγητής (pagour@cs.ntua.gr)
Βοηθός Διδασκαλίας:	Αντώνης Αντωνόπουλος (antony.ant1985@gmail.com)
Διαλέξεις:	Δευτέρα 17:00-18:15 (Παλιά Κτίρια Ηλεκτρολόγων ΕΜΠ, Αίθουσα 1.1.29) Πέμπτη 15:00-17:00 (Παλιά Κτίρια Ηλεκτρολόγων ΕΜΠ, Αίθουσα 1.1.29)
Ώρες Γραφείου:	Δευτέρα/Πέμπτη μετά το μάθημα Παρασκευή 12:00-16:00, στο Εργαστήριο Λογικής και Επιστήμης Υπολογισμών (CoReLab), Αίθουσα 1.1.3, Παλιά Κτίρια ΗΜΜΥ, ΕΜΠ.
Σελίδα Μαθήματος:	<a href="http://www.corelab.ntua.gr/courses/grad-algo/">www.corelab.ntua.gr/courses/grad-algo/</a>

### Βαθμολόγηση

- ✓ Διαγώνισμα: 6 μονάδες
- ✓ Ασκήσεις: 2 μονάδες
- ✓ Ομιλία: 2 μονάδες
- ✓ Quizzes: 1 μονάδα

### Περιεχόμενο Μαθήματος

- *Computational Model-Turing Machines*: Problems, Algorithms and Languages. Equivalence of Computational Models, Turing Machines, Time and Space bounds, multiple strings, linear speedup, non-determinism.
- *Computability & Undecidability*: The Universal Turing Machine, Simulation, Diagonalization, The Halting Problem, Recursive and Recursive Enumerable Sets. Rice's Theorem, Recursive Unseparability, Second-Order Logic, Undecidability-Incompleteness, Fagin's Theorem.
- *Complexity Classes*: Complexity measures, time and space classes, Hierarchy Theorems, Gap Theorem.
- *Space Computation*: The classes **L** and **NL**, Savitch's Theorem, Immerman-Szelepcényi Theorem (**NL** = **coNL**), Reingold's Theorem: **L** = **SL** (*without proof*) & Undirected **REACHABILITY**.
- *Reductions & NP-Completeness*: Different types of reductions (Karp, Cook, Cook[1], tt), and relations among them, **NP**-completeness, Cook's Theorem, **NP**-complete problems (**SAT** variants, graph-theoretic problems, sets and numbers), pseudopolynomial algorithms, Ladner's Theorem, density, sparse sets, The "Berman-Hartmanis" conjecture, **NP**-isomorphism, padding.
- *Function Problems*: The classes **coNP** and **ΔNP**, Function classes (**FL**, **FP**, **FNP** etc) and reductions, the classes **PLS** and **PPAD**.

- *Randomized Computation*: Randomized Algorithms, **BPP**, **RP**, **coRP**, **ZPP** classes, Quantifier notation ( $\exists^+$ ) and related results, semantic and syntactic classes, the “**P** vs **BPP**” question.
- *Non-Uniform Complexity*: Boolean circuits, the class  $\mathbf{P}_{/poly}$ , Turing Machines with advice, Parallel computation (classes **NC**, **RNC**, **AC**, **TC**), circuit lower bounds, natural proofs.
- *Oracles & The Polynomial Hierarchy*: Oracles and oracle classes, the polynomial-time hierarchy and related theorems, The **BPP** Theorem, Swapping quantifiers ( $\oplus \cdot \mathbf{BP}$ ), Operator-defined classes.
- *Interactive Proofs*: **IPs**, **AMs**, **PCPs**, Shamir’s Theorem
- Alternation
- Quantum Computation
- *Counting Complexity*:  $\#\mathbf{P}$ ,  $\#\mathbf{P}$ -completeness, Toda’s Theorem, Gaps, **TotP**
- Inapproximability, Approximation Schemes
- *Extra Topics*: Complexity Classes above **PSPACE**, etc

## Βιβλιογραφία

1. Christos Papadimitriou, *Computational Complexity*, Addison Wesley, 1994
  2. Sanjeev Arora, Boaz Barak, *Computational Complexity: A Modern Approach*, Cambridge University Press, 2009
  3. Oded Goldreich, *Computational Complexity: A Conceptual Perspective*, Cambridge University Press, 2008
- (Lecture Notes:)
4. L. Trevisan, *Lecture Notes in Computational Complexity*, 2002, UC Berkeley.
  5. E. Allender, M. Loui, and K. Regan, Three chapters for the *CRC Handbook on Algorithms and Theory of Computation* (M.J. Atallah, ed.), (Boca Raton: CRC Press, 1998).
    - Chapter 27: Complexity Classes
    - Chapter 28: Reducibility and Completeness
    - Chapter 29: Other Complexity Classes and Measures
  6. Johan Håstad, *Lecture Notes on Complexity Theory*, 2009