

Guia docent

270613 - CC - Complexitat Computacional

Última modificació: 04/02/2025

Unitat responsable: Facultat d'Informàtica de Barcelona

Unitat que imparteix: 723 - CS - Departament de Ciències de la Computació.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN INNOVACIÓ I RECERCA EN INFORMÀTICA (Pla 2012). (Assignatura optativa).

Curs: 2024

Crèdits ECTS: 6.0

Idiomes: Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: ALBERT ATSERIAS PERI

Altres: Segon quadrimestre:
ALBERT ATSERIAS PERI - 10
ANTONI LOZANO BOIXADORS - 10

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

CEE3.1. Capacidad para identificar barreras computacionales y analizar la complejidad de problemas computacionales en diversos ámbitos de la ciencia y la tecnología; así como para representar problemas de alta complejidad en estructuras matemáticas que puedan ser tratadas eficientemente con esquemas algorítmicos.

CEE3.3. Capacidad para entender las necesidades computacionales de problemas de disciplinas distintas de la informática y efectuar contribuciones significativas en equipos multidisciplinares que usen la computación.

Genèriques:

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CG3. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y diseño experimental en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación e innovación en todos los ámbitos de la Informática.

Transversals:

CTR6. RAONAMENT: Capacitat de raonament crític, lògic i matemàtic. Capacitat de resoldre problemes en la seva àrea d'estudi. Capacitat d'abstracció: capacitat de crear i utilitzar models que reflecteixin situacions reals. Capacitat de dissenyar i realitzar experiments senzills, i analitzar-ne i interpretar-ne els resultats. Capacitat d'anàlisi, de síntesi i d'avaluació.

Bàsiques:

CB8. Que els estudiants sàpiguen comunicar les seves conclusions i els coneixements i raons darreres que les sustenten- a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats.

CB9. Que els estudiants posseeixin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant d'una manera que haurà de ser en gran mesura autodirigida o autònoma.

METODOLOGIES DOCENTS

Blackboard lectures for theory classes and discussion sessions for the problem classes. The theory classes will follow the main textbook for the class [Arora and Barak] rather closely. Since we plan to cover more topics than is possible in the given time, students will be required to read the details in the textbook as homework (a draft of the book is available on-line for free). The aim of the discussion sessions is to solve some problems from that book and to discuss the reading material.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

HORES TOTS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup mitjà	18,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	96,0	64.00
Hores grup gran	36,0	24.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

(CAT) Computational Models and Complexity Measures

Descripció:

(CAT) Turing machine model. RAM model. Boolean circuit model.
Time complexity. Space complexity. Circuit size. Circuit depth.
Time and space hierarchy theorems.

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

(CAT) P, NP and NP-completeness

Descripció:

(CAT) Polynomial time. Reducibilities. Non-deterministic algorithms and class NP. Cook-Levin Theorem. Many other NP-complete problems.

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

(CAT) Polynomial-time Hierarchy and Alternations

Descripció:

(CAT) Oracle reducibility. NP and co-NP. Levels of the hierarchy. Quantifier alternations. Complete problems.

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

(CAT) Space Complexity

Descripció:

(CAT) Polynomial space. Unbounded alternations. PSPACE-complete problems. Savitch Theorem. Immerman-Szelepcsenyi Theorem. Logarithmic space. NL-complete problems.

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

(CAT) Randomized Computation

Descripció:

(CAT) Bounded-error and zero-error probabilistic polynomial time. Error-reduction. Randomized reductions. Valiant-Vazirani reduction to Unique SAT.

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

(CAT) Counting and Enumeration

Descripció:

(CAT) Some examples: graph reliability, counting matchings and the permanent, partition functions. Counting computation paths in non-deterministic machines. Valiant's Theorem. Random self-reducibility of the permanent.

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

(CAT) Probabilistic Proofs

Descripció:

(CAT) Interaction and randomness in proofs. Probabilistic proofs for graph non-isomorphism. Probabilistic proofs for #P and Shamir's Theorem: $IP = PSPACE$.

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)



(CAT) Circuit Lower Bounds

Descripció:

(CAT) Monotone circuits. Lower bounds for clique and perfect matching.
Bounded-depth circuits. Hastad's switching lemma.
Approximation by polynomials.

Objectius específics:

(CAT)

Activitats vinculades:

(CAT)

ACTIVITATS

Submission first problems sheet

Dedicació: 8h

Aprenentatge autònom: 8h

Submission second problems sheet

Dedicació: 8h

Aprenentatge autònom: 8h

Submission third problems sheet

Dedicació: 8h

Aprenentatge autònom: 8h

Submission forth problems sheet

Dedicació: 8h

Aprenentatge autònom: 8h

Submission fifth problems sheet

Dedicació: 8h

Aprenentatge autònom: 8h

Final exam

Dedicació: 15h

Aprenentatge autònom: 12h

Activitats dirigides: 3h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Students will be required to submit 5 problem/discussion sheets. Each will be given a grade in $[0,1]$ ($P_1, \dots, P_5$).

There will be a final exam graded in $[0,10]$ (E).

The final grade of the course will be $\text{MAX}(P_1+P_2+P_3+P_4+P_5+E/2, E)$.

The problem/discussion sheets will consist of problems from the main textbook [Arora-Barak] and/or multiple choice questions that test if the student understood the material from the theory class (also covered in the main textbook).

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Arora, S.; Barak, B. Computational complexity: a modern approach. Cambridge ; New York: Cambridge University Press, 2009. ISBN 9780521424264.

Complementària:

- Papadimitriou, C.H. Computational complexity. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1994. ISBN 0201530821.

- Goldreich, O. Computational complexity: a conceptual perspective. Cambridge ; New York: Cambridge University Press, 2008. ISBN 9780521884730.