

Guía docente

270613 - CC - Complejidad Computacional

Última modificación: 04/02/2025

Unidad responsable: Facultad de Informática de Barcelona
Unidad que imparte: 723 - CS - Departamento de Ciencias de la Computación.
Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN INFORMÁTICA (Plan 2012). (Asignatura optativa).
Curso: 2024 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: ALBERT ATSERIAS PERI
Otros: Segon quadrimestre:
ALBERT ATSERIAS PERI - 10
ANTONI LOZANO BOIXADORS - 10

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

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.

Genéricas:

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.

Transversales:

CTR6. RAZONAMIENTO: Capacidad de razonamiento crítico, lógico y matemático. Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio. Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales. Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos, y analizar e interpretar sus resultados. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Básicas:

CB8. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB9. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

METODOLOGÍAS DOCENTES

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.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	96,0	64.00
Horas grupo mediano	18,0	12.00
Horas grupo grande	36,0	24.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

(CAST) Computational Models and Complexity Measures

Descripción:

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

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

(CAST) P, NP and NP-completeness

Descripción:

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

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

(CAST) Polynomial-time Hierarchy and Alternations

Descripción:

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

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

(CAST) Space Complexity

Descripción:

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

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

(CAST) Randomized Computation

Descripción:

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

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

(CAST) Counting and Enumeration

Descripción:

(CAST) 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.

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

(CAST) Probabilistic Proofs

Descripción:

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

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)



(CAST) Circuit Lower Bounds

Descripción:

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

Objetivos específicos:

(CAST)

Actividades vinculadas:

(CAST)

ACTIVIDADES

Submission first problems sheet

Dedicación: 8h

Aprendizaje autónomo: 8h

Submission second problems sheet

Dedicación: 8h

Aprendizaje autónomo: 8h

Submission third problems sheet

Dedicación: 8h

Aprendizaje autónomo: 8h

Submission forth problems sheet

Dedicación: 8h

Aprendizaje autónomo: 8h

Submission fifth problems sheet

Dedicación: 8h

Aprendizaje autónomo: 8h

Final exam

Dedicación: 15h

Aprendizaje autónomo: 12h

Actividades dirigidas: 3h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

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).

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

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

Complementaria:

- 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.