

Guía docente

270610 - ADS - Estructuras de Datos Avanzadas

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:	AMALIA DUCH BROWN
Otros:	Segon quadrimestre: AMALIA DUCH BROWN - 10 CONRADO MARTÍNEZ PARRA - 10 SALVADOR ROURA FERRET - 10

CAPACIDADES PREVIAS

Knowledge any programming language (preferably C++).

Basic knowledge of algorithm analysis methods (in particular asymptotic complexity).

Basic knowledge of elementary data structures such as stacks, queues, linked lists, trees, and graphs as well as of sorting methods such as insertion sort, heap sort, merge sort, and quick sort.

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.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

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:

CTR4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información del ámbito de la ingeniería informática y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

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:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

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

The lectures are theoretical/practical merged sessions.
The lecturer will allocate the hours in accordance with the subject matter.

The theory hours take the form of lectures in which the lecturer sets out new concepts or techniques and examples illustrating them.
Sessions will consist of a presentation of the main topics of each content's item, mainly based in selected original research papers.
A high level of students' participation is expected at each session.
Current lines of research in each topic will be discussed at the end of each topics' presentation.

The practical classes are used to explain implementations and show the performance of selected data structures. Students are required to take an active part in the class by discussing the various possible solutions/alternatives in class.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

1. Become acquainted with main and classical data structures of central areas of computer science and with their major properties.
2. Become familiar with the mathematical tools usually used to analyze the performance of data structures.
3. Examine ideas, analysis and implementation details of data structures in order to assess their fitness to different classes of problems.
4. Select, design and implement appropriate data structures to solve given problems.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	42,0	28.00
Horas grupo mediano	12,0	8.00
Horas aprendizaje autónomo	96,0	64.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

Preliminares

Descripción:

Review of required previous knowledge: asymptotic notation, basic algorithm analysis, arrays, linked lists, stacks and queues, basics of hashing, binary search trees, AVL trees, red-black trees, heaps.

Techniques.

Descripción:

Techniques: Experimental algorithmics. Probabilistic analysis of algorithms. Amortized analysis.

Disjoint Sets.

Descripción:

Disjoint Sets: Union-find data structures (a.k.a. merge-find sets). Union by weight. Path compression heuristics. Applications.

Priority Queues.

Descripción:

Priority Queues: Heaps. Binomial queues. Fibonacci heaps.

Data Structures for Strings

Descripción:

Data Structures for Strings: Tries. Patricia tries. Suffix trees and suffix arrays.

Self-adjusting data structures.

Descripción:

Self-adjusting data structures: List updates, Splay trees.

Randomized data structures.

Descripción:

Randomized data structures: randomized BSTs, treaps.

Multidimensional and metric data structures, searching in metric spaces, associative retrieval and object representation.

Descripción:

Multidimensional and metric data structures, searching in metric spaces, associative retrieval and object representation: grid files, kd trees, point quad trees, PR quad trees, octrees.

Geometric and kinetic data structures.

Descripción:

Geometric and kinetic data structures: interval, segment and partition trees, sweep lines.
Data structures for points in motion.

External memory / cache oblivious.

Descripción:

External memory / cache oblivious: models, B-trees, ordered-file maintenance, van Emde-Boas layout.

Succinct Data Structures.

Descripción:

Succinct rank and select operations.

Miscellaneous.**Descripción:**

Miscellaneous: concurrent, distributed, augmented, persistent data structures.

ACTIVIDADES**Development of syllabus topics.****Descripción:**

Development of syllabus topics.

Objetivos específicos:

1, 2, 3, 4

Competencias relacionadas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

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.

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.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

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.

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.

CTR4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información del ámbito de la ingeniería informática y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

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.

Dedicación: 62h

Aprendizaje autónomo: 20h

Grupo grande/Teoría: 42h

Deliverables.

Descripción:

Deliverables.

Objetivos específicos:

1, 2, 3, 4

Competencias relacionadas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

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.

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.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

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.

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.

CTR4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información del ámbito de la ingeniería informática y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

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.

Dedicación: 10h

Aprendizaje autónomo: 10h

Final Work.

Descripción:

Presentation or deliberation of the Final Work (resulting from the Research Assignment).

Objetivos específicos:

1, 2, 3, 4

Competencias relacionadas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

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.

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.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

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.

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.

CTR4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información del ámbito de la ingeniería informática y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

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.

Dedicación: 12h

Aprendizaje autónomo: 10h

Actividades dirigidas: 2h

Assignments.

Descripción:

Assignments.

Objetivos específicos:

1, 2, 3, 4

Competencias relacionadas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

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.

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.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

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.

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.

CTR4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información del ámbito de la ingeniería informática y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

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.

Dedicación: 4h

Aprendizaje autónomo: 4h

Reading of research papers.

Descripción:

Reading of research papers.

Objetivos específicos:

1, 2, 3

Competencias relacionadas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

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.

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.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

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.

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.

CTR4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información del ámbito de la ingeniería informática y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

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.

Dedicación: 14h

Aprendizaje autónomo: 6h

Grupo grande/Teoría: 8h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Grade = Minimum(H + FW + P, 10)

H = 3 tasks (graded from 0 to 2 points each), one for each lecturer, to choose from a list of proposals given by each lecturer.

FW = Final Work (graded from 0 to 4) to choose between (i) two more different tasks from the list of proposals of H or (ii) a project. The project consists of choosing a published research paper (previously authorised by the coordinator) and prepare either an oral presentation or a written document containing concrete explanations of the paper's motivation, topic's background, overview of the key ideas, brief description of the most important details and experimental results obtained through a program that implements the ideas introduced therein.

P = Participation (graded from -1 to 1 points) that valorates, among other things, the student commitment to the course in terms of its attendance to lectures, participation, attendance at classmates' presentations, etc.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Cormen, T.H. [et al.]. Introduction to algorithms. 4th ed. Cambridge: MIT Press, 2022. ISBN 9780262046305.
- Brass, P. Advanced data structures. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. ISBN 9780511436079.
- Gusfield, D. Algorithms on strings, trees, and sequences: computer science and computational biology. First edition.. Cambridge [England] ; New York: Cambridge University Press, 1997. ISBN 0521585198.
- Samet, H. Foundations of multidimensional and metric data structures. Amsterdam: Elsevier : Morgan Kaufmann, 2006. ISBN 0123694469.