

270012 - EDA - Estructures de Dades i Algorismes

Unitat responsable: 270 - FIB - Facultat d'Informàtica de Barcelona
Unitat que imparteix: 723 - CS - Departament de Ciències de la Computació
Curs: 2019
Titulació: GRAU EN ENGINYERIA INFORMÀTICA (Pla 2010). (Unitat docent Obligatòria)
GRAU EN ENGINYERIA FÍSICA (Pla 2011). (Unitat docent Optativa)
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català, Castellà, Anglès

Professorat

Responsable: - Enric Rodriguez Carbonell (erodri@cs.upc.edu)
Altres: - Albert Oliveras Llunell (oliveras@cs.upc.edu)
- Antoni Lozano Bojados (antoni@cs.upc.edu)
- Conrado Martínez Parra (conrado@cs.upc.edu)
- Pilar Nivelá Alos (nivelá@cs.upc.edu)
- Salvador Roura Ferret (roura@cs.upc.edu)

Capacitats prèvies

S'espera que els estudiants estiguin familiaritzats amb les tècniques de programació imperativa basada en objectes:

- pas de paràmetres,
- classes,
- objectes,
- mètodes,
- punters,
- memòria dinàmica,
- genericitat,
- recursivitat,
- ús de classes estàndard,
- iteradors.

També s'espera que coneguin bé almenys un llenguatge imperatiu orientat a objectes, preferentment C++.

Són també requisits la capacitat crítica i la maduresa matemàtica.

Requisits

- Pre-requisit PRO1
- Pre-requisit PRO2

Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

- CT2.3. Dissenyar, desenvolupar, seleccionar i avaluar aplicacions, sistemes i serveis informàtics i, al mateix temps, assegurar-ne la fiabilitat, la seguretat i la qualitat en funció de principis ètics i de la legislació i la normativa vigents.
- CT2.4. Demostrar coneixement i capacitat per a aplicar les eines necessàries a l'emmagatzematge, el processament i l'accés als sistemes d'informació, fins i tot els que es basen en la web.
- CT4.1. Identificar les solucions algorísmiques més adequades per a resoldre problemes de dificultat mitjana.
- CT4.2. Raonar sobre la correcció i l'eficiència d'una solució algorísmica.

270012 - EDA - Estructures de Dades i Algorismes

CT4.3. Demostrar coneixement i capacitat d'aplicació dels principis fonamentals i de les tècniques bàsiques dels sistemes intel·ligents i de la seva aplicació pràctica.

CT5.1. Triar, combinar i explotar diferents paradigmes de programació, en el moment de construir software, tenint en compte criteris com la facilitat de desenvolupament, l'eficiència, la portabilitat i la mantenibilitat.

CT5.2. Conèixer, dissenyar i utilitzar de forma eficient els tipus i les estructures de dades més adients per a la resolució d'un problema.

CT5.3. Dissenyar, escriure, provar, depurar, documentar i mantenir codi en un llenguatge d'alt nivell per a resoldre problemes de programació aplicant esquemes algorísmics i utilitzant estructures de dades.

CT5.4. Dissenyar l'arquitectura dels programes utilitzant tècniques d'orientació a objectes, de modularització i d'especificació i implementació de tipus abstractes de dades.

CT5.5. Usar les eines d'un entorn de desenvolupament de software per a crear i desenvolupar aplicacions.

CT8.6. Demostrar comprensió de la importància de la negociació, dels hàbits de treball efectius, del lideratge i de les habilitats de comunicació en tots els entorns de desenvolupament de software.

CT8.7. Controlar versions i configuracions del projecte.

Genèriques:

G6. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i d'informació de l'àmbit de l'enginyeria informàtica, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

Metodologies docents

El temari s'exposa de forma molt pràctica, a través de la presentació de molts exemples.

Les classes de teoria introdueixen tots els conceptes i tècniques necessaris, els quals es posen en pràctica en les classes de problemes i de laboratori mitjançant una col·lecció de problemes i exercicis en un jutge automàtic.

Les dues hores de classes de teoria es fan setmanalment. Les dues hores de classes de laboratori es fan quinzenalment. Les dues hores de classes de problemes es fan quinzenalment.

La programació del joc integra els coneixements i les competències de tot el curs.

El curs utilitza el llenguatge de programació C++.

Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

1. Comprendre les definicions de les notacions asimptòtiques O gran, Ω i Θ i el seu ús per caracteritzar l'eficiència en temps i espai dels algorismes.
2. Calcular l'eficiència d'algorismes iteratius aplicant les regles de càlcul adients.
3. Descriure l'eficiència dels algorismes recursius utilitzant recurrències i comprendre i aplicar els teoremes mestres per resoldre-les.
4. Dissenyar algorismes per resoldre problemes diversos de dificultat mitjana amb restriccions tant de temps com d'espai.
5. Comparar l'eficiència de diferents algorismes per resoldre un mateix problema i seleccionar el més adient.
6. Conèixer, explicar, dissenyar, analitzar, comparar i implementar algorismes (com poden ser mergesort, quicksort, Karatsuba i Strassen, entre d'altres) fent servir la tècnica de dividir i vèncer.
7. Conèixer, explicar, dissenyar, analitzar, comparar i implementar les principals estructures de dades que es poden fer servir per implementar diccionaris (taules, taules ordenades, llistes, llistes ordenades, taules de dispersió, arbres binaris de cerca, arbres AVL).
8. Conèixer, explicar, dissenyar, analitzar, comparar i implementar les principals estructures de dades que es poden fer servir per implementar cues de prioritat (arbres, heaps).
9. Conèixer, explicar, dissenyar, analitzar, comparar i implementar algorismes que resolguin problemes clàssics en grafs com recorreguts, ordenació topològica i camins mínims entre d'altres.

270012 - EDA - Estructures de Dades i Algorismes

10. Conèixer, explicar, dissenyar, analitzar, comparar i implementar algorismes de cerca exhaustiva fent servir la tècnica de backtracking.

11. Prendre consciència dels límits de la computació: comprendre les implicacions de la pregunta "P=NP?", entendre l'enunciat del Teorema de Cook-Levin, reconèixer i identificar diversos problemes NP-complets clàssics.

12. Completar i modificar implementacions, en llenguatge de programació C++, de diversos algorismes per resoldre problemes de dificultat mitjana.

13. Identificar i proposar solucions per problemes d'eficiència d'algorismes i de programes escrits en llenguatge de programació C++.

14. Analitzar un joc estratègic per dissenyar i programar un jugador eficaç, eficient, col·laboratiu i competitiu que maximitzi les possibilitats de guanyar al joc i que sigui capaç d'establir aliances i de coordinar-se amb altres jugadors.

15. Executar estratègies de recerca d'informació (referències bibliogràfiques, articles científics, patents, recursos web de qualitat...) per elaborar un document que descrigui, per a un problema donat, un algorisme ben conegut que el resolgui, tot estructurant-lo correctament, citant adequadament les fonts usades i fent un ús ètic de la informació recopilada.

16. Calcular el cost d'un algorisme en els casos pitjor, millor i mitjà.

Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 150h	Hores grup gran:	30h	20.00%
	Hores grup mitjà:	15h	10.00%
	Hores grup petit:	15h	10.00%
	Hores activitats dirigides:	6h	4.00%
	Hores aprenentatge autònom:	84h	56.00%

270012 - EDA - Estructures de Dades i Algorismes

Continguts

Anàlisi d'Algorismes

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Cost en temps i espai. Cas pitjor, millor i mitjà. Notació asimptòtica. Anàlisi del cost d'algorismes iteratius i recursius.

Dividir i Vèncer

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Principis: partició en subproblemes, recombinació de solucions. Exemples: mergesort, quicksort, algorisme de Karatsuba per multiplicar nombres grans, algorisme de Strassen per multiplicar matrius.

Diccionaris

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Operacions de diccionaris i diccionaris ordenats. Implementacions bàsiques: taules i llistes. Implementacions avançades: taules de dispersió, arbres binaris de cerca, arbres AVL.

Cues amb Prioritats

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Operacions de cues amb prioritats. Implementacions amb heaps. Heapsort.

Grafs

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Representacions: matrius d'adjacència, llistes d'adjacència i implícita. Cerca en profunditat (DFS). Cerca en amplada (BFS). Ordenació topològica. Algorisme de Dijkstra per camins mínims. Algorisme de Prim per arbres d'expansió mínims.

Generació i Cerca Exhaustiva

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

270012 - EDA - Estructures de Dades i Algorismes

Descripció:

Principis: espai de solucions, solucions parcials, poda. Generació de subconjunts i permutacions. Exemples: motxilla, viatjant de comerç.

Nocions d'Intractabilitat

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Introducció bàsica a les classes P i NP, al Teorema de Cook-Levin, a les reduccions i a la NP-completesa.

270012 - EDA - Estructures de Dades i Algorismes

Planificació d'activitats

<p>Anàlisi d'Algorismes</p>	<p>Dedicació: 16h Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Grup petit/Laboratori: 2h Activitats dirigides: 0h Aprenentatge autònom: 8h</p>
<p>Descripció: Desenvolupament del tema 1 de l'assignatura.</p> <p>Objectius específics: 1, 2, 3, 4, 5, 16</p>	
<p>Dividir i Vèncer</p>	<p>Dedicació: 16h Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Grup petit/Laboratori: 2h Activitats dirigides: 0h Aprenentatge autònom: 8h</p>
<p>Descripció: Desenvolupament del tema 2 de l'assignatura.</p> <p>Objectius específics: 3, 4, 5, 6, 12, 13</p>	
<p>Diccionaris</p>	<p>Dedicació: 16h Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Grup petit/Laboratori: 2h Activitats dirigides: 0h Aprenentatge autònom: 8h</p>
<p>Descripció: Desenvolupament del tema 3 de l'assignatura.</p> <p>Objectius específics: 4, 5, 7, 12, 13</p>	
<p>Examen parcial de paper</p>	<p>Dedicació: 6h Activitats dirigides: 2h Aprenentatge autònom: 4h</p>
<p>Descripció: S'avalua dels objectius corresponents als continguts 1 i 2.</p> <p>Objectius específics: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12</p>	

270012 - EDA - Estructures de Dades i Algorismes

<p>Cues amb Prioritats</p>	<p>Dedicació: 8h Grup gran/Teoria: 2h Grup mitjà/Pràctiques: 1h Grup petit/Laboratori: 1h Activitats dirigides: 0h Aprenentatge autònom: 4h</p>
<p>Descripció: Desenvolupament del tema 4 de l'assignatura.</p> <p>Objectius específics: 4, 5, 8, 12, 13</p>	
<p>Grafs</p>	<p>Dedicació: 16h Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Grup petit/Laboratori: 2h Activitats dirigides: 0h Aprenentatge autònom: 8h</p>
<p>Descripció: Desenvolupament del tema 5 de l'assignatura.</p> <p>Objectius específics: 4, 5, 9, 12, 13</p>	
<p>Joc</p>	<p>Dedicació: 8h Activitats dirigides: 0h Aprenentatge autònom: 8h</p>
<p>Descripció: S'avalua dels objectius corresponents al objectiu específic 15.</p> <p>Es publicarà un enunciat que consistirà en la descripció d'un joc d'estratègia. Els estudiants hauran de programar un jugador per aquest joc (és a dir, implementar una estratègia per intentar guanyar el joc).</p> <p>Es durà a terme una competició en què els estudiants competiran els uns contra els altres, de la que s'obtindrà una classificació. Per participar en aquesta competició, els jugadors dels estudiants hauran de superar un test de qualificació.</p> <p>La nota corresponent a aquesta part es calcularà a partir de la posició a la classificació de forma proporcional, garantint que el campió tingui un 10 i que tots els participants que tinguin un jugador qualificat tinguin una nota mínima de 5. Els estudiants que no hagin aconseguit cap jugador qualificat tindran una nota de 0.</p> <p>Objectius específics: 14</p>	

270012 - EDA - Estructures de Dades i Algorismes

<p>Generació i Cerca Exhaustiva</p>	<p>Dedicació: 18h Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Grup petit/Laboratori: 4h Activitats dirigides: 0h Aprenentatge autònom: 8h</p>
<p>Descripció: Desenvolupament del tema 6 de l'assignatura.</p> <p>Objectius específics: 4, 5, 10, 12, 13</p>	
<p>Nocions d'Intractabilitat i Indecidibilitat</p>	<p>Dedicació: 10h Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Grup petit/Laboratori: 0h Activitats dirigides: 0h Aprenentatge autònom: 4h</p>
<p>Descripció: Desenvolupament del tema 7 de l'assignatura.</p> <p>Objectius específics: 11</p>	
<p>Examen parcial d'ordinador</p>	<p>Dedicació: 6h 30m Activitats dirigides: 2h 30m Aprenentatge autònom: 4h</p>
<p>Descripció: S'avalua la seva vessant de laboratori, és a dir, d'implementació, dels continguts tractats fins la data de l'examen.</p> <p>Davant de l'ordinador, els estudiants reben dos o tres problemes. Un problema es defineix amb un enunciat, un o més jocs de proves públics i, potser, cert codi ja implementat. Quan un estudiant vulgui lliurar la seva solució per algun dels problemes, l'enviarà a un jutge automàtic que, en poc segons, li retornarà el veredict sobre el comportament del seu programa. L'estudiant pot reenviar fins a 10 solucions per al mateix problema. Els professors corregiran el darrer enviament realitzat per cada problema.</p> <p>Objectius específics: 7, 8, 9, 10</p>	

270012 - EDA - Estructures de Dades i Algorismes

<p>Consolidació.</p>	<p>Dedicació: 12h 30m Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 2h Grup petit/Laboratori: 2h Activitats dirigides: 0h Aprenentatge autònom: 4h 30m</p>
<p>Descripció: Repàs.</p> <p>Objectius específics: 1, 2, 3, 4, 5, 12, 13</p>	
<p>Tutorials Bibliotècnica-BRGF.</p>	<p>Dedicació: 2h 30m Grup gran/Teoria: 0h Grup mitjà/Pràctiques: 0h Grup petit/Laboratori: 0h Activitats dirigides: 0h Aprenentatge autònom: 2h 30m</p>
<p>Descripció: Autoaprenentatge mitjançant tutorials de la Bibliotècnica de la BRGF sobre: la propietat intel·lectual, l'ús ètic de la informació i l'ús de software de gestió de referències bibliogràfiques.</p> <p>Objectius específics: 15</p>	
<p>Pràctica d'ús solvent de recursos d'informació.</p>	<p>Dedicació: 3h Activitats dirigides: 0h Aprenentatge autònom: 3h</p>
<p>Descripció: S'avalua dels objectius corresponents al objectiu específic 16.</p> <p>Es publicarà un enunciat que consistirà en la descripció d'un problema computacional i el nom d'un algorisme que el resol. Els estudiants hauran de cercar (a la biblioteca, a la web, ...) informació sobre el problema i l'algorisme i elaborar un document breu i ben estructurat que inclogui correctament les fonts consultades.</p> <p>El document s'haurà de lliurar el dia de l'examen final.</p> <p>La competència transversal s'avalua a través d'aquest document.</p> <p>Objectius específics: 15</p>	

270012 - EDA - Estructures de Dades i Algorismes

Examen final	Dedicació: 13h Activitats dirigides: 3h Aprentatge autònom: 10h
Descripció: S'avalua dels objectius corresponents als continguts 1 a 7. Objectius específics: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	

Sistema de qualificació

NPP = nota de l'examen parcial de paper (entre 0 i 10)

NPO = nota de l'examen parcial d'ordinador (entre 0 i 10)

NF = nota de l'examen final (entre 0 i 10)

NJ = nota del joc (entre 0 i 10)

NOTA = $\min(10, \max(30\%NPP + 30\%NPO + 30\%NF + 20\%NJ, 30\%NPO + 60\%NF + 20\%NJ))$

270012 - EDA - Estructures de Dades i Algorismes

Bibliografia

Bàsica:

Cormen, T.H.; Leiserson, C.E.; Rivest, R.L.; Stein, C. Introduction to algorithms [en línia]. 3rd ed. Cambridge: MIT Press, 2009 [Consulta: 22/07/2019]. Disponible a: <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=3339142>>. ISBN 9780262033848.

Brassard, G.; Bratley, P. Fundamentos de algoritmia. Madrid: Prentice Hall, 1997. ISBN 848966000X.

Weiss, M.A. Data structures and algorithm analysis in C++. 4th ed int. Boston: Pearson, 2014. ISBN 0273769383.

Garey, M.R.; Johnson, D.S. Computers and intractability: a guide to the theory of NP-Completeness. New York, NY: W.H. Freeman, 1979. ISBN 0716710447.

Kreher, D.L.; Stinson, D.R. Combinatorial algorithms: generation, enumeration and search. Boca Raton: CRC Press, 1999. ISBN 084933988X.

Stroustrup, B. The C++ programming language. 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2013. ISBN 9780321563842.

Neapolitan, R.E. Foundations of algorithms. 5th ed. Burlington, MA: Jones and Bartlett Learning, 2015. ISBN 9781284049190.

Complementària:

Manber, U. Introduction to algorithms: a creative approach. Repr. with corr. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1989. ISBN 0201120372.

Harel, D.; Feldman, Y. Algorithmics: the spirit of computing. 3rd ed. Berlin: Springer, 2012. ISBN 9783642441356.

Dasgupta, S.; Papadimitriou, C.; Vazirani, U. Algorithms. Boston: Mc Graw Hill Higher Education, 2008. ISBN 9780073523408.

Sedgewick, R. Algorithms in C++. 3rd ed. Boston: Addison-Wesley, 1998-2002. ISBN 0201350882.

Altres recursos:

Enllaç web

<http://ocw.mit.edu/courses/#electrical-engineering-and-computer-science>

MIT OpenCourseWare: és una publicació gratuïta dels materials dels cursos del Massachusetts Institute of Technology (MIT) que mostra la majoria de temes que s'ensenyen en el MIT. Conté apunts, exercicis, exercicis resolts, exàmens i vídeos de classes.

MIT OpenCourseWare: es una publicación gratuita de los materiales de los cursos del Massachusetts Institute of Technology (MIT) que muestra la mayoría de temas que se enseñan en el MIT. Contiene apuntes, ejercicios, ejercicios resueltos, exámenes y vídeos de clases.

MIT OpenCourseWare: it is a free publication of the materials of the courses of the Massachusetts Institute of Technology (MIT) that shows most of the topics that are taught in MIT. Contains notes, exercises, solved exercises, exams and videos of classes.

<https://www.jutge.org/>

Jutge (The Virtual Learning Environment for Computer Programming)

<http://uva.onlinejudge.org/>

UVa Online Judge

<http://www.topcoder.com>

TopCoder

270012 - EDA - Estructures de Dades i Algorismes

<https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall12/cos226/lectures.php>

Transparències de K. Wayne per al curs "Algorithms and Data Structures" de la Princeton University

<http://www.cs.pitt.edu/~kirk/algorithmcourses/index.html>

Algorithms Courses on the WWW: és un llistat exhaustiu d'enllaços a portals web relacionats amb algorísmia i complexitat: cursos de diverses universitats, software, aplicacions gràfiques, pàgines personals d'investigadors coneguts, entre d'altres coses.

Algorithms Courses on the WWW: es un listado exhaustivo de enlaces a portales web relacionados con la algoritmia y complejidad: cursos de varias universidades, software, aplicaciones gráficas, páginas personales de investigadores conocidos, entre otras cosas.

Algorithms Courses on the WWW: it is an exhaustive listing of links to web sites related to algorithms and complexity: courses of several universities, software, graphic applications, personal pages of well-known researchers, among other things.

<http://www.cs.sunysb.edu/~algorithm/>

The Stony Brook Algorithm Repository: és un portal web amb una col·lecció d'implementacions de més de setanta algorismes fonamentals d'optimització combinatòria.

The Stony Brook Algorithm Repository: es un portal web con una colección de implementaciones de más de setenta algoritmos fundamentales de optimización combinatoria.

The Stony Brook Algorithm Repository: it is a web site with a collection of implementations of more than seventy fundamental algorithms of combinatorial optimization.