

270021 - A - Algorísmia

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 FÍSICA (Pla 2011). (Unitat docent Optativa)
GRAU EN ENGINYERIA INFORMÀTICA (Pla 2010). (Unitat docent Optativa)
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català, Castellà

Professorat

Responsable: - Maria Jose Serna Iglesias (mjserna@cs.upc.edu)
Altres: - Josep Diaz Cort (diaz@cs.upc.edu)
- M. Jose Blesa Aguilera (mjblesa@cs.upc.edu)

Capacitats prèvies

- Familiaritat amb les tècniques bàsiques de programació i el llenguatge de programació C++: iteracions, alternatives, funcions recursives, pas de paràmetres, punters, referències, memòria dinàmica, classes, objectes, mètodes, ...
- Coneixement de conceptes algorísmics bàsics: eficiència d'algorismes, notació asimptòtica, grafs, recorreguts de grafs, estructures de dades (l·listes, arbres de cerca, hash, heaps, ...)
- Coneixements bàsics de matemàtica discreta, àlgebra lineal i càlcul
- Coneixements bàsics de teoria de probabilitat i estadística
- Coneixements bàsics d'arquitectura de computadors i de la jerarquia de memòria

Requisits

- Pre-requisit EDA
- Pre-Corequisit PE
- Co-requisit PROP

Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

- CC01.1. Avaluar la complexitat computacional d'un problema, conèixer estratègies algorísmiques que puguin dur a la seva resolució, i recomanar, desenvolupar i implementar la que garanteixi el millor rendiment d'acord amb els requisits establerts.
- CC02.5. Implementar software de cerca d'informació (information retrieval).
- CC03.1. Implementar codi crític seguint criteris de temps d'execució, eficiència i seguretat.
- CC03.2. Programar considerant l'arquitectura hardware, tant en assemblador com en alt nivell.
- CT1.2C. Interpretar, seleccionar i valorar conceptes, teories, usos i desenvolupaments tecnològics relacionats amb la informàtica i la seva aplicació a partir dels fonaments matemàtics, estadístics i físics necessaris. CEFB3. Capacitat per a comprendre i dominar els conceptes bàsics de matemàtica discreta, lògica, algorísmica i complexitat computacional, i la seva aplicació per al tractament automàtic de la informació mitjançant sistemes computacionals i la seva aplicació

270021 - A - Algorísmia

per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

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.

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.

Genèriques:

G7. Detectar carències en el coneixement propi i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement. Capacitat per a l'aprenentatge de nous mètodes i tecnologies, i versatilitat per a adaptar-se a noves situacions.

Metodologies docents

Les classes de teoria són d'estil magistral, amb exposició teòrica per part del professor, intercalades amb nombrosos exemples. S'espera que els estudiants participin activament amb les seves preguntes i comentaris al llarg d'aquestes classes. Cada setmana es faran dos hores de teoria i dos hores de problemes. A les classes de problemes es discutiran les solucions proposades pels estudiants d'exercicis plantejats pel professor amb antelació (enunciats més complexos, amb els quals l'estudiant ha pogut treballar durant una setmana, autònomament) o d'exercicis curts plantejats durant la pròpia classe per a ser treballats en equips de dos estudiants o individualment. Els estudiants podran ser requerits a exposar les seves solucions a la resta dels companys.

Complementant l'estudi personal i la resolució d'exercicis pràctics en paper, es proposarà un projecte de programació, en els quals l'estudiant haurà de dissenyar i codificar programes en C++ que resolguin els problemes o tècniques plantejats, p.e. implementar dos (o més) algorismes que resolun un mateix problema i portar a terme experiments que permetin comparar la eficiència dels algorismes, i a la vegada, comparar aquesta eficiència amb les prediccions de l'anàlisi teòrica. Els estudiants hauran de realitzar el projecte en equip (equips de dos o tres persones). Aquest projecte servirà per a avaluar la competència de aprenentatge autònom, doncs requereix l'estudi d'un tema concret, relacionat amb els que es veuen al llarg del curs, però no exposat a classe de teoria.

Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

1. Conèixer l'esquema dels algorismes golafres, identificar quan es pot aplicar i com, conèixer les tècniques més habituals per a demostrar la seva correctesa i familiaritzar-se amb alguns algorismes golafres fonamentals, p.e., els algorismes de Dijkstra, de Kruskal i de Prim.
2. Conèixer l'esquema de programació dinàmica, identificar quan es pot aplicar i com i familiaritzar-se amb alguns algorismes de programació dinàmica fonamentals, p.e., l'algorisme de Floyd o el càlcul de la distància d'edició
3. Conèixer el problema bàsic de càlcul de fluxos òptims sobre xarxes, familiaritzar-se amb un algorisme bàsic (Ford-Fulkerson), entendre el teorema de maxflow-mincut, reconèixer quan un problema es pot formular en termes d'un problema de fluxos
4. Comprendre la importància de l'aleatorització en el disseny d'algorismes i estructures de dades, familiaritzar-se amb algunes tècniques elementals d'anàlisi probabilístic necessàries per estudiar l'eficiència dels algorismes aleatoritzats i familiaritzar-se amb alguns exemples clàssics.
5. Conèixer alguns problemes computacionals específics que sorgeixen en àmbits tant dispars com la cerca en bases de dades documentals, bases de dades proteòmiques i genòmiques, sistemes de informació geogràfica, recuperació d'informació basada en el contingut, compressió de dades, etc. i conèixer algunes estructures de dades avançades per a donar resposta a aquestes necessitats
6. Familiaritzar-se amb l'ús dels principis de disseny algorísmic pel disseny d'estructures de dades i conèixer algunes

270021 - A - Algorísmia

tècniques essencials per a obtenir implementacions d'aquestes que garanteixin la màxima eficiència i treguin partit de les característiques específiques del hardware que ha de suportar aquestes estructures de dades

7. Desenvolupar els hàbits, actituds i habilitats necessàries per a poder estudiar, de manera independent o en equip, un tema específic, fent-ne ús de les fonts d'informació disponibles (bibliografia, Web, ...) i aconseguir el nivell de coneixement i comprensió del tema suficient com per a poder explicar-ho a tercers, escrivint un resum i preparant un material audiovisual complementari

8. Conèixer i comprendre alguns principis bàsics pel disseny d'experiments computacionals i aprendre tècniques bàsiques de recollida de dades, validació i anàlisi estadístic de les dades recollides i com treure'n conclusions; reconèixer la necessitat, la utilitat i les limitacions dels estudis experimentals en el disseny i implementació d'algorismes i estructures de dades

Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 150h	Hores grup gran:	30h	20.00%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	28h	18.67%
	Hores activitats dirigides:	3h	2.00%
	Hores aprenentatge autònom:	89h	59.33%

270021 - A - Algorísmia

Continguts

Conceptes Algorísmics Bàsics

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Anàlisi del cas pitjor. Notació asimptòtica. Dividir per conquerir. Anàlisi d'algorismes recursius. Ordenació lineal. Algoritmes per Grafs. Aleatorització.

Algorismes Golafres

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Esquema dels algorismes golafres. Planificació de tasques. Algorismes de Bellman-Ford i Johnson per als camins mínims. Algorismes de Kruskal i Prim per a arbres d'expansió mínims. Particions (Union-find). Codis de Huffman.

Programació Dinàmica

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Principi d'optimalitat. Memoització. Algorisme de Floyd-Warshall per a camins mínims. Problema del viatjant de comerç. Problema de la motxilla. Altres exemples.

Fluxos sobre Xarxes

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Conceptes bàsics. Teorema del maxflow-mincut. Algorisme de Ford-Fulkerson. Aplicacions: matching i camins sense arestes en comú. Dualitat.

Estructures de Dades i Algorismes Avançats

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Es farà una selecció d'algú dels algorismes i/o estructures de dades següents (o d'altres). Programació lineal. Monticles de Fibonacci. Hashing. Filtres de Bloom. Blockchain. Estructures de dades mètriques. Map Reduce. Grafs aleatoris. PageRank.

270021 - A - Algorísmia

Planificació d'activitats

<p>Conceptes Algorísmics Bàsics</p>	<p>Dedicació: 22h Grup gran/Teoria: 6h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Grup petit/Laboratori: 0h Activitats dirigides: 0h Aprentatge autònom: 10h</p>
<p>Descripció: Recordar conceptes fonamentals apresos a les assignatures prèvies, i familiaritzar-se amb la terminologia i notació que es farà servir al llarg del curs. Aprendre altes tècniques algorítmiques bàsiques.</p>	
<p>Algorismes Golafres</p>	<p>Dedicació: 14h Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 4h Grup petit/Laboratori: 0h Activitats dirigides: 0h Aprentatge autònom: 6h</p>
<p>Descripció: Atendre les classes de teoria i problemes ón es desenvolupa el tema i fer els exercicis proposats pel professor per fer a casa o a classe</p> <p>Objectius específics: 1</p>	
<p>Programació Dinàmica</p>	<p>Dedicació: 20h Grup gran/Teoria: 4h Grup mitjà/Pràctiques: 6h Grup petit/Laboratori: 0h Activitats dirigides: 0h Aprentatge autònom: 10h</p>
<p>Descripció: Atendre les classes de teoria i problemes ón es desenvolupa el tema i fer els exercicis proposats pel professor per fer a casa o a classe</p> <p>Objectius específics: 2</p>	
<p>Fluxos sobre Xarxes</p>	<p>Dedicació: 26h Grup gran/Teoria: 8h Grup mitjà/Pràctiques: 8h Grup petit/Laboratori: 0h Activitats dirigides: 0h Aprentatge autònom: 10h</p>

270021 - A - Algorísmia

Descripció:

Atendre les classes de teoria i problemes ón es desenvolupa el tema i fer els exercicis proposats pel professor per fer a casa o a classe

Objectius específics:

3

Estructures de Dades Avançades

Dedicació: 21h

Grup gran/Teoria: 8h
Grup mitjà/Pràctiques: 6h
Grup petit/Laboratori: 0h
Activitats dirigides: 0h
Aprentatge autònom: 7h

Descripció:

Atendre les classes de teoria i problemes ón es desenvolupa el tema i fer els exercicis proposats pel professor per fer a casa o a classe

Objectius específics:

5, 6

Resolució de problemes

Dedicació: 14h

Grup gran/Teoria: 0h
Grup mitjà/Pràctiques: 0h
Grup petit/Laboratori: 0h
Activitats dirigides: 3h
Aprentatge autònom: 11h

Descripció:

L'objectiu és la resolució dels problemes proposats pel professor, amb caràcter col·lectiu. Es disposarà de com a mínim 4 dies entre la data en la qual el enunciat s'assigna i la classe de problemes en la que s'ha de fer la presentació i una setmana més per entregar per escrit la resolució del problema. Al llarg del curs es preveuen la assignació de un o dos problemes per setmana per a cada grup.

Objectius específics:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 8

Treball d'Aprentatge Autònom

Dedicació: 15h

Activitats dirigides: 0h
Aprentatge autònom: 15h

Descripció:

El professor assignarà un projecte de programació de mitjana envergadura que involucra l'estudi autònom d'un tema concret incloent alguna component que no s'ha vist a classe. A final del curs podrà entrevistar a l'equip per complementar la informació de cara a l'avaluació d'aquesta activitat

Els estudiants formaran equips de dos o tres persones per desenvolupar un programa juntament amb la documentació escrita i material adicional.

270021 - A - Algorísmia

Objectius específics:
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Examen Final/Segon parcial

Dedicació: 13h
Activitats dirigides: 3h
Aprentatge autònom: 10h

Objectius específics:
1, 2, 3, 4, 5, 7

Examen parcial

Dedicació: 7h
Activitats dirigides: 2h
Aprentatge autònom: 5h

Descripció:
Examen parcial fora d'hores de classe.

Objectius específics:
1, 2, 5, 6, 7

Sistema de qualificació

La nota final (NF) es calcula a partir de la nota de la resolució de problemes algorísmics (A), la de les proves escrites: primer parcial (M), matèria corresponent a les 6 -7 primeres setmanes del curs; segon parcial (N), matèria corresponent a les 6 -7 últimes setmanes del curs; examen final (F); i la nota del projecte associat a l'aprenentatge autònom (P) segons les fórmules:

$$NF1 = 0.7 \cdot 0.5 (M + N) + 0.1 A + 0.2 P$$

$$NF2 = 0.7 F + 0.1 A + 0.2 P$$

Una setmana abans de la finalització del quadrimestre cada alumne amb nota $M >= 3$ ha d'optar per fer el segon parcial o l'examen final (al dia assignat per a l'examen final de l'assignatura en el calendari acadèmic). En el primer cas $NF = NF1$ i en el segon $NF = NF2$. Si $M < 3$, $NF = NF2$.

El professorat avaluarà el grau d'adquisició de la competència d'aprenentatge autònom a partir de la nota obtinguda en un exercici de programació que involucra un treball d'aprenentatge autònom per part dels alumnes. La nota P s'avaluarà en una escala numèrica de 0 a 10.

La nota qualitativa de la competència transversal es determina a partir de la nota numèrica P obtinguda per l'alumne per trams: $[0,5) \Rightarrow D$, $[5,6.5) \Rightarrow C$, $[6.5,8.5) \Rightarrow B$, $[8.5,10] \Rightarrow A$

270021 - A - Algorísmia

Bibliografia

Bàsica:

Kleinberg, J.; Tardos, E. Algorithm design. Pearson, 2014. ISBN 9781292023946.

Dasgupta, S.; Papadimitriou, C.; Vazirani, U. Algorithms. McGraw-Hill, 2008. ISBN 9780073523408.

Moore, C.; Mertens, S. The Nature of computation. Oxford University press, 2011. ISBN 9780199233212.

Complementària:

Brassard, G.; Bratley, P. Fundamentals of algorithmics. Prentice-Hall International, 1996. ISBN 013073487X.

Skiena, S. The algorithm design manual. 2nd ed. Springer, 2008. ISBN 9781848000698.

Mehta, D.P.; Sahni, S. (eds.). Handbook of data structures and applications. Chapman & Hall/CRC, 2005. ISBN 1584884355.

Lamport, L. LaTeX: a document preparation system: user's guide and reference manual. 2nd ed. Addison-Wesley, 1994. ISBN 0201529831.

Motwani, R.; Raghavan, P. Randomized Algorithms. Cambridge University Press, 1995. ISBN 0521474655.

Mitzenmacher, M.; Upfal, E. Probability and computing: randomized algorithms and probabilistic analysis. Cambridge University Press, 2005. ISBN 0521835402.

Easley, D.; Kleinberg, J. Networks, crowds, and markets: reasoning about a highly connected world. Cambridge University Press, 2010. ISBN 9780521195331.

Cormen, T.H. Introduction to algorithms. 3rd ed. MIT Press, 2009. ISBN 9780262033848.

Sedgewick, R. Algorithms in C++. 3rd ed. Addison-Wesley, 1998-2002. ISBN 9780201350883.