

Guia docent

270021 - A - Algorísmia

Última modificació: 06/02/2025

Unitat responsable: Facultat d'Informàtica de Barcelona
Unitat que imparteix: 723 - CS - Departament de Ciències de la Computació.
Titulació: GRAU EN ENGINYERIA INFORMÀTICA (Pla 2010). (Assignatura optativa).
Curs: 2024 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català, Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: MARIA JOSE SERNA IGLESIAS

Altres:

Primer quadrimestre:
MARIA JOSE BLESÀ AGUILERA - 12, 13
AMALIA DUCH BROWN - 11
SANTIAGO MARCO SOLA - 22
CONRADO MARTÍNEZ PARRA - 21, 22
MARIA JOSE SERNA IGLESIAS - 11, 12, 13, 14, 21

Segon quadrimestre:
MARIA JOSE BLESÀ AGUILERA - 11, 13
SANTIAGO MARCO SOLA - 12
CONRADO MARTÍNEZ PARRA - 11, 12, 13, 14

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 (llistes, 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:

CCO1.1. 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.

CCO2.5. Implementar software de cerca d'informació (information retrieval).

CCO3.1. Implementar codi crític seguint criteris de temps d'execució, eficiència i seguretat.

CCO3.2. 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 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 dues hores de teoria i dues 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 mateixa classe per a ser treballats en equips de dos-quatre estudiants o individualment. Els estudiants podran ser requerits a exposar les seves solucions a la resta dels companys. Al llarg del curs caldrà lliurar la solució escrita de 3-4 dels problemes plantejats i corregir algunes de les solucions lliurades per altres estudiants.

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, per exemple 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 algorímic pel disseny d'estructures de dades i conèixer algunes 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 TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	20.00
Hores activitats dirigides	6,0	4.00
Hores grup mitjà	30,0	20.00
Hores aprenentatge autònom	84,0	56.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Conceptes Algorísmics Bàsics

Descripció:

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

Algorismes Golafres

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

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

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

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.

ACTIVITATS

Conceptes Algorísmics Bàsics

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.

Dedicació: 18h

Aprenentatge autònom: 10h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

Algorismes Golafres

Descripció:

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

Objectius específics:

1

Competències relacionades:

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.

Dedicació: 19h

Aprenentatge autònom: 10h

Grup gran/Teoria: 5h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

Programació Dinàmica

Descripció:

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

Objectius específics:

2

Competències relacionades:

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.

Dedicació: 32h

Aprenentatge autònom: 15h

Grup gran/Teoria: 7h

Grup mitjà/Pràctiques: 10h

Fluxos sobre Xarxes

Descripció:

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

Objectius específics:

3

Competències relacionades:

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.

Dedicació: 32h

Aprenentatge autònom: 15h

Grup gran/Teoria: 7h

Grup mitjà/Pràctiques: 10h

Estructures de Dades Avançades

Descripció:

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

Objectius específics:

5, 6

Competències relacionades:

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.

Dedicació: 8h

Aprenentatge autònom: 4h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Projecte d'Aprenentatge Autònom

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.

Objectius específics:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Competències relacionades:

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.

Dedicació: 15h

Aprenentatge autònom: 15h

Examen Final/Segon parcial

Objectius específics:

1, 2, 3, 4, 5, 7

Competències relacionades:

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.

Dedicació: 13h

Aprenentatge autònom: 10h

Activitats dirigides: 3h

Examen parcial

Descripció:

Examen parcial fora d'hores de classe.

Objectius específics:

1, 2, 5, 6, 7

Competències relacionades:

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.

Dedicació: 7h

Aprenentatge autònom: 5h

Activitats dirigides: 2h

Tutorització projecte

Descripció:

Resoldre dubtes, fer el seguiment de l'activitat, etc.

Objectius específics:

6, 7, 8

Competències relacionades:

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.

Dedicació: 6h

Activitats dirigides: 6h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La nota final (NF) es calcula a partir de la nota de la resolució de problemes algorísmics (A); la nota associada als lliuraments i correccions de problemes (E); la de les proves escrites: parcial (M), matèria corresponent a les 6-7 primeres setmanes del curs, i l'examen final (F); i la nota del projecte associat a l'aprenentatge autònom (P).

La nota final es calcula com

$$\text{Si } (M+F)/2 < 3.5, \text{ NF} = (M+F)/2$$

$$\text{Si } (M+F)/2 \geq 3.5, \text{ NF} = 0.5 \max(0.5 M + 0.5 F, F) + 0.2 P + 0.2 E + 0.1 A$$

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) => D, [5,6.5) => C, [6.5,8.5) => B, [8.5,10] => A

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.S. The algorithm design manual. Third edition. Cham: Springer, 2020. ISBN 9783030542559.
- 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 [et al.]. Introduction to algorithms. 4th ed. Cambridge: MIT Press, 2022. ISBN 9780262046305.
- Sedgewick, R.; Wayne, K. Algorithms. 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2011. ISBN 9780321573513.