

1. Dades descriptives de l'assignatura

Nom de l'assignatura: 21438 Anàlisi i Disseny d'Algoritmes

Estudi: Grau en Enginyeria en Informàtica

Tipus d'assignatura: Optativa

Temporalització: Tercer curs, segon trimestre

Nombre de crèdits ECTS: 4

Curs: 2011-2012

2. Presentació de l'assignatura

L'assignatura Disseny i Anàlisi d'algorismes és una assignatura optativa, de 4 crèdits, que s'ofereix el segon trimestre del tercer curs del Grau en Enginyeria en Informàtica.

En aquest curs, s'estudien tècniques per al disseny i anàlisi d'algorismes. Hi ha moltes aplicacions practiques que requereixen solucionar tasques complexes. Per exemple, biòlegs necessiten emmagatzemar informació sobre centenars de milers de gens i sobre milers de milions de parells de bases en bases de dades i necessiten eines per analitzar la similitud entre gens i altres tasques. Totes aquestes tasques requereixen sofisticats algorismes. En l'àmbit d'internet també es necessiten algorismes sofisticats per trobar rutes eficients per on enviar informació o en el disseny de buscadors, per citar nomes un parell d'exemples. El disseny d'algorismes eficients també juga un paper molt important en l'àmbit de les finances, el comerç electrònic, intel·ligència articular, visió per ordinador, mineria de dades, investigació operativa i molts altres. Molt sovint una petita millora en un algorisme té un impacte molt major en la nostra capacitat per resoldre un problema que 10 anys de millores en la velocitat de CPU.

Molts cops, però, els problemes algorítmics no ens arriben clarament plantejats. Els trobem barrejats amb detalls tècnics que depenen de l'aplicació, alguns essencials i d'altres no. En aquest curs aprendrem a identificar el nucli algorítmic d'un problema (eliminant detalls que son superflus) i veurem tot un conjunt de tècniques que podem utilitzar per a disseny i anàlisi d'algorismes per a tasques complexes. El material vist durant el curs cobreix els següent temes: anàlisi asimptòtic (incloent acotació i recurrències), la tècnica de dividir i vèncer, algorismes voraçs, programació dinàmica, algorismes randomitzats, tornada enrere (backtracking), ramificació i poda (branch-and-bound), aproximació, cerca local i programació lineal. S'emfatitzarà el rigor en l'anàlisi dels algorismes.

En el present Pla Docent es detallaran les competències i capacitats a

que condueix l'aprenentatge de l'assignatura, on paral·lelament al desenvolupament i estudi dels blocs de continguts teòrics en que està organitzada l'assignatura, juguen un paper fonamental els mòduls pràctics i activitats associades, que estan basats en exercicis i problemes, on es pretén consolidar la comprensió dels conceptes i tècniques adquirides.

En aquesta assignatura es pretén aportar formació algorítmica i una major maduresa en la capacitat de raonament de l'estudiant, potenciant la seva capacitat d'abstracció.

Prerequisits per al seguiment de l'itinerari formatiu

Els requisits previs fonamentals per al seguiment de l'assignatura són els següents:

Coneixements i habilitats bàsics de programació que l'estudiant hauria d'haver adquirit al cursar l'assignatura "Fonaments de la Programació". En particular, es necessària certa familiaritat amb la notació asimptòtica.

Coneixements bàsics sobre grafs que l'estudiant hauria d'haver adquirit al cursar el segon bloc de l'assignatura "Àlgebra lineal i Matemàtica discreta" del primer curs dels estudis.

Una base matemàtica mínima que l'estudiant hauria d'haver adquirit durant l'Ensenyament Secundari Obligatori o al cursar l'assignatura "Càlcul i Mètodes Numèrics". De les habilitats i continguts tractats a l'assignatura "Càlcul i Mètodes Numèrics" només ens cal una destresa mínima a l'hora de manipular expressions algebraïques i familiaritat amb les funcions més importants, com ara l'exponencial o el logaritme, que l'estudiant hauria d'haver vist a les primeres sessions del curs. No es necessari en absolut nocions sobre continuïtat, derivació de funcions, desenvolupaments de Taylor, anàlisi en varies variables ni mètodes numèrics.

Algunes nocions sobre estructures de dades que l'estudiant hauria d'haver adquirit al cursar l'assignatura "Estructures de Dades i Algorismes".

També s'utilitza, encara que en menor mesura, alguns conceptes que son tractats a les assignatura "Probabilitat i Processos Estocàstics" del segon curs. Amb tot i això, els estudiants que, al no haver superat amb èxit aquesta assignatura, no estiguin familiaritzats amb aquests conceptes, també podran superar sense problemes l'assignatura, dedicant-hi més d'esforç.

3. Competències a assolir a l'assignatura

Competències¹ a treballar a l'assignatura segons l'indicat en el pla d'estudis del grau.

Competències transversals	Competències específiques
<i>Instrumentals</i>	
G1. Capacidad de análisis y síntesis	H1. Capacidad de concebir y llevar a cabo proyectos informáticos utilizando los principios y metodologías propios de la ingeniería.
G2. Capacidad de organización y planificación	H3. Capacidad para la redacción y desarrollo de proyectos en el ámbito de su especialidad.
G3. Capacidad para aplicar los conocimientos al análisis de situaciones y la resolución de problemas	H4. Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas informáticos.
G4. Habilidad en la búsqueda y la gestión de la información	
G5. Habilidad en la toma de decisiones	E1. Poseer familiaridad con las técnicas principales de diseño y análisis de algoritmos eficientes: divide-y-vencerás, algoritmos
G6. Capacidad de comunicarse con propiedad de forma oral y escrita en catalán y en castellano, tanto ante audiencias	

¹ **Competències transversals:** Aquelles que es requereixen en l'exercici de qualsevol titulació o carrera (comunicació verbal i escrita, pensament analític i sistèmic, resolució de problemes, creativitat, etc.). Es classifiquen en:

- **Instrumentals:** Inclouen habilitats cognitives, metodològiques, tecnològiques i lingüístiques. (Ex: capacitat d'organitzar i planificar, capacitat de comunicar-se amb propietat de forma oral i escrita en català, castellà i/o anglès, tant davant d'audiències expertes com inexpertes).
- **Interpersonals:** Es defineixen com habilitats que tendeixen a facilitar els processos d'interacció social i cooperació. (Ex: capacitat per a treballar en grup, expressió del compromís ètic/social).
- **Sistèmiques o integradores:** Suposen una combinació de comprensió, sensibilitat i coneixement que permeten veure com s'agrupen i s'estableixen relacions entre les parts d'un tot. Aquestes competències requereixen, com a base, l'adquisició prèvia de competències instrumentals i interpersonals. (Ex: capacitat d'adaptar-se a nous contextos d'aprenentatge)

Competències específiques: Es relacionen amb els coneixements i pràctiques concretes del grau. (Ex: capacitat de descriure, programar, validar i optimitzar protocols i interfaces de comunicació en els diferents nivell d'una arquitectura de xarxes)

expertas como inexpertas <i>Interpersonals</i> G8. Capacidad de trabajo en equipo <i>Sistèmiques</i> G11. Capacidad de aplicar con flexibilidad y creatividad los conocimientos adquiridos y de adaptarlos a contextos y situaciones nuevas G12. Capacidad para progresar en los procesos de formación y aprendizaje de manera autónoma y continua G14. Capacidad de motivación por la calidad y por el logro G15. Capacidad de generación de nuevas ideas	voraces, algoritmos randomizados, programación dinámica y lineal. E2. Poseer familiaridad con las técnicas principales de diseño de algoritmos para problemas NP-difíciles: la tècnica de vuelta atrás (backtracking), ramificación y poda (branch and bound), aproximación y búsqueda local.
--	---

4. Continguts

L'assignatura es divideix en quatre unitats didàctiques.

1.- Algorismes dividir-i-vèncer.

Algorisme Mergesort. Algorismes recursius per multiplicació. Com calcular la mitjana amb temps lineal.

2.- Algorismes voraços

El problema de la planificació d'interval·ls. Algorisme de Dijkstra. Implementació mitjançant heaps. Algorisme de Kruskal. Implementació mitjançant l'estructura union-find.

3.- Programació dinàmica

El problema de la planificació d'interval amb pesos. Com solucionar el problema de la motxilla i el problema de l'alineació de seqüències utilitzant programació dinàmica.

4.- Algorismes randomitzats

Algoritmes randomitzats per als problemes del tall mínim d'un graf i del càlcul de la mitjana.

5.- Que fer davant un problema NP-difícil.

Subcasos tractables. Técnica de tornar enrere (backtracking). Ramificació i poda (backtracking). Algorismes d'aproximació. Cerca local. Programació lineal.

5. Avaluació del nivell d'assoliment de les competències

Els mecanismes d'avaluació són els següents:

1.- Exercicis lliurats durant el curs. Durant el curs, els estudiants hauran de lliurar en format electrònic i en paper una col·lecció d'exercicis (resolts prèviament) que apareixeran amb anterioritat a l'espai dedicat a l'assignatura en l'aula Moodle. L'estudiant resoldrà els exercicis durant el període d'estudi dedicat a l'assignatura sol o en col·laboració amb un altre estudiant (s'admetran grups de dos estudiants com a màxim). Plagi entre diferents grups comportarà suspendre automàticament l'assignatura. Un subconjunt dels exercicis entregats serà avaluat després de cada lliurament. Es calcularà la mitja de la nota dels lliuraments que serà una nota, L (entre 0 i 10).

2.- Examen parcial. Consistirà en un examen obligatori amb preguntes de teoria i problemes que es farà al mig del trimestre. El resultat serà una nota, EP (entre 0 i 10).

3.- Examen final (en primera convocatòria). Consistirà en un examen obligatori amb preguntes de teoria i problemes que es realitzarà durant el període d'exàmens del segon trimestre. El resultat de l'examen final en primera convocatòria serà una nota, EF1 (entre 0 i 10).

4.- Examen final (en segona convocatòria). Consistirà en un examen obligatori amb preguntes de teoria i problemes que realitzaran, durant

el període d'exàmens de setembre, aquells estudiants que es presenten a la convocatòria de setembre. El resultat de l'examen final en segona convocatòria serà una nota, EF2 (entre 0 i 10).

La nota és calcularà de la següent manera:

-Primera convocatòria. Per a aprovar la primera convocatòria és necessari que la nota del examen de març, EF1, sigui com a mínim 5. En aquest cas la nota de la convocatòria serà $0.25*L+0.25*EP+0.5*EF1$. És a dir, en aquest cas la nota de les entregues i la nota de l'examen parcial contribueixen en un 25% a la nota mentre que la nota del examen final contribueix en un 50% a la nota. Si la nota del examen final no supera el 5 aleshores la nota de la convocatòria serà la del examen final.

- Convocatòria de setembre. Per aprovar la convocatòria de setembre és necessari que la nota del examen de setembre, EF2, sigui com a mínim 5. En aquest cas la nota final serà el màxim entre, EF2, i el resultat de $0.25*L+0.25*EP+0.5*EF2$. Per tant, tot estudiant en té prou amb aprovar l'examen de setembre per superar l'assignatura, encara que les notes del examen parcial i dels lliuraments siguin baixes.

Concreció de l'avaluació per competències.

Totes les competències (tant generals com específiques) s'avaluen mitjançant els mecanismes 1,2,3 i 4 de la secció anterior.

L'indicador d'assoliment consisteix en respondre correctament a les qüestions plantejades.

6. Bibliografia i recursos didàctics

Recursos didàctics. Material docent de l'assignatura

- Problemes de Disseny i Anàlisis d'Algorismes. Suport electrònic. Accessible a l'espai Moodle dedicat a l'assignatura abans de cada sessió de seminari.

Bibliografia bàsica

-J. Kleinberg, E. Tardos. Algorithm Design. Addison-Wesley 2006.

-S. Dagupta, C.H. Papadimitriou, U.V. Vazirani. Algorithms. Accessible a la url <http://www.cs.berkeley.edu/~vazirani/algorithms.html>

Bibliografia complementària

T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein. Introduction to Algorithms. MIT Press i McGraw-Hill 2001.

-C. More, E. Mertens. The Nature of Computation. Oxford University Press, 2011.

7. Metodologia

L'aprenentatge d'una unitat didàctica conté les següents activitats.

-Sessió de teoria. Es realitza amb un grup gran d'estudiants. El professor introdueix els conceptes teòrics de la unitat didàctica. Es realitzaran 11 sessions de teoria. El contingut tractat a cada sessió de teoria serà el següent:

T1. Presentació de l'assignatura. Introducció del problema de l'alineació de seqüències. Introducció a la tècnica dividir-i-vèncer. Algorisme Mergesort.

T2. Teorema mestre per recurrències. Algorismes recursius per multiplicació. Com calcular la mitjana amb temps lineal.

T3. Introducció als algorismes voraços. El problema de la planificació d'interval.

T4. Algorisme de Dijkstra. Implementació mitjançant heaps. Algorisme de Kruskal. Implementació mitjançant union-find.

T5. Introducció a la programació dinàmica. El problema de la planificació d'interval amb pesos.

T6. Com solucionar el problema de la motxilla i el problema de l'alineació de seqüències utilitzant programació dinàmica.

T7. Introducció als algorismes randomitzats. Algorismes randomitzats per als problemes del tall mínim i del càlcul de la mitjana.

T8. Com afrontar problemes NP-complets. Subcasos tractables. Algorismes d'aproximació.

T9. Tècnica de tornar enrere (backtracking). Tècnica de ramificació i poda (backtracking).

T10. Introducció a la cerca local i exemples.

T11. Introducció a la programació lineal i exemples. Ús de la programació lineal en algorismes d'aproximació i en algorismes de ramificació i poda.

-Treball personal de l'estudiant després de la sessió de teoria.
L'estudiant revisa els apunts de classe de teoria, tot resolvent dubtes i memoritzant els conceptes més importants.

-Treball personal de l'estudiant abans de cada sessió de seminari.
Abans de cada sessió de seminari el professor farà públic un llistat d'exercicis que posen en pràctica els conceptes vistos a la classe de teoria. Abans de la sessió de seminari, l'estudiant ha de resoldre els exercicis de la llista (o al menys intentar-ho) individualment o amb un altre company.

-Sessió de seminari. Aquesta activitat es durà a terme en grups petits (d'uns 15) d'estudiants. El professor en col·laboració amb els estudiants resoldrà exercicis de la llista. Es realitzaran 6 sessions de seminari.

S1. Es resoldran exercicis sobre algorismes dividir-i-vèncer.

S2. Es resoldran exercicis sobre algorismes voraços.

S3. Es resoldran exercicis sobre programació dinàmica.

S4. Es resoldran exercicis sobre algorismes randomitzats. També es treballaran exercicis sobre l'exploració de subcasos tractables d'un problema difícil.

S5. Es resoldran exercicis sobre algorismes d'aproximació, la tècnica de la tornada enrere, ramificació i poda.

S6. Es resoldran exercicis sobre cerca local i programació lineal.

Distribució de la dedicació dels estudiants.

Unitat didàctica	Activitat	Hores a l'aula	Hores fora de l'aula
1.-Algorismes dividir-i-vèncer	T1	2	2
	T2	2	2
	S1	2	5
2.- Algorismes voraços	T3	2	2
	T4	2	2
	S2	2	5
3.-Programació dinàmica	T5	2	2
	T6	2	2
	S3	2	5
4.- Algorismes randomitzats	T7	2	2
	S4	2	5
5.-Afrontament de problemes NP-difícils	T8	2	2
	T9	2	2
	T10	2	2
	T11	2	2
	S5	2	5
	S6	2	5
Examen parcial		2	5
Examen final		2	5
Total		36	64

8. Programació d'activitats

Els horaris de classe, i el detall sobre si cada sessió serà de teoria de pràctiques o seminaris es troba publicat a l'apartat "Calendari i Horaris" de la web de l'ESUP <http://www.upf.edu/esup>