

Guia didàctica del Tema 2: Anàlisi d'algorismes. Eficiència. Ordenació

Professors de PRG
Departament de Sistemes Informàtics i Computació
Universitat Politècnica de València



1 Continguts

1. Introducció a l'anàlisi d'algorismes. Conceptes
 2. Els costos temporal i espacial dels programes
 3. Complexitat asimptòtica
 4. Anàlisi per casos
 5. Anàlisi d'algorismes iteratius
 6. Anàlisi d'algorismes recursius
 7. Anàlisi d'algorismes d'ordenació: Selecció directa, Inserció directa, Bambolla unidireccional i *MergeSort*
 8. Altres algorismes: Mescla Natural i Cerca Binària
- Pràctiques relacionades: PL3. Mesura empírica de la complexitat computacional (2 sessions)

2 Bibliografia

- "Empezar a programar usando Java (3ª edición)". Professors d'IIP i PRG. Editorial UPV, 2016. **Capítols 11 i 12¹**
- "Introducció a l'anàlisi i disseny d'algorismes". Ferri, F.J., Albert, F.V., Martín, G. Universitat de València, 1998. **Capítol 2, Capítol 3 (excepte els apartats 3.3.2 a 3.3.5) i Capítol 5 (apartats 5.1 a 5.3 i 5.4.1)**
- "Estructuras de datos en Java: compatible con Java 2". Mark Allen Weiss. Ed. Addison Wesley, 2000 - 2006. **Capítol 5 i Capítol 8 (apartats 8.1 a 8.3)**
- "Fundamentos de Algoritmia". G. Brassard y P. Bratley. Pearson – Prentice Hall, 2001. **Capítol 2 (apartats 2.1 a 2.6) i Capítol 4 (apartats 4.1 a 4.4)**
- "Anàlisi Matemàtica. Apunts". Grau en Enginyeria Informàtica - UPV, 2019. **UT 4: Successions de nombres reals**
- https://en.wikipedia.org/wiki/Analysis_of_algorithms
- https://en.wikipedia.org/wiki/Sorting_algorithm

¹Si tens la 2ª edició: **Capítols 12 i 13**, respectivament.

3 Planificació de cada sessió

Duració de les activitats

	En classe	Fora de classe
Previ	–	1h 30'
Sessió 1	1h 30'	2h
Sessió 2	1h 30'	2h
Sessió 3	1h 30'	2h
Sessió 4	1h 30'	2h
Sessió 5	1h 30'	2h 30'
Sessió 6	1h 30'	2h
Sessió 7	1h 30'	2h
	12h	16h

Previ a la sessió 1

- Lectura de la introducció i les seccions 11.1 i 11.2 del capítol 11 del llibre de l'assignatura².

Sessió 1

Activitats de classe (1h 30')

- Introducció a l'anàlisi d'algorismes i definició d'eficiència, cost espacial i temporal, anàlisi teòrica o a priori, anàlisi experimental o a posteriori, factors a tenir en compte per realitzar els dos tipus d'anàlisi.
- Definició de talla o grandària del problema i de cost temporal en funció d'aquesta talla.
- Mesura del cost temporal en funció dels temps de les operacions elementals.
- Definició de pas de programa i mesura del cost temporal en passos de programa.
- Definició d'instrucció crítica i mesura del cost temporal utilitzant-la com a unitat de mesura.
- Complexitat asimptòtica, comparació del cost dels algorismes, ús de la notació asimptòtica i jerarquia de complexitats.

Activitats fora de classe (fins a 2h)

- **T2. Qüestionari: eficiència.** Resolució d'un qüestionari sobre els conceptes vistos en la sessió 1, via Exàmens de PoliformaT.
- Repàs dels continguts vistos fins ara i lectura de les seccions 11.3 a 11.6 del capítol 11 del llibre de l'assignatura².

Sessió 2

Activitats de classe (1h 30')

- Definició d'instància del problema, instàncies significatives, cost en el cas pitjor, en el cas millor i en terme mitjà, instàncies en els algorismes de recorregut i cerca seqüencial sobre arrays.
- Passos a seguir en l'anàlisi del cost dels algorismes.
- Anàlisi d'algorismes iteratius. Exemples: reducció aritmètica i reducció geomètrica de la talla del problema (potencia), bucles niuats (`escriu i escriuCreixent`), bucle que conté una crida a un mètode (`sumaFact`), bucles de cerca (`compleixCondicio` i `trobarX`).

Activitats fora de classe (fins a 2h)

- Resolució dels problemes 1, 2, 3 i 7 proposats al capítol 11 del llibre de l'assignatura².
- Visualització del Video-Exercicis següent (en castellà):
 - Complejidad temporal asintótica del algoritmo iterativo para determinar si un array es prefijo de otro (8 minuts)

²Si tens la 2^a edició, capítol 12.

- Resolució dels següents exercicis d'exàmens de cursos anteriors:
 - P1 - Curs 11/12: mètodes `metode1` i `metode2`
 - RecP1 - Curs 17/18: mètode `escriuSense`
 - RecP1 - Curs 15/16: mètode `sumenIgual`
 - P1 - Curs 17/18: mètode `sumes`
- Lectura de la secció 11.7 del llibre de l'assignatura².

Sessió 3

Activitats de classe (1h 30')

- Anàlisi d'algorismes recursius, equacions de recurrència, tècnica de desplegament de recurrències o substitució, exemples.
- Exercicis d'anàlisi d'algorismes recursius: problemes 12 (`maxim`), 13 (`suma`) i 14 (`potencia`) del capítol 11, i altres (`capicua` i `dibuixaTri`).
- T2. Qüestionari: `cost recursiu`. Resolució d'un qüestionari sobre els conceptes vistos en aquesta sessió, via Exàmens de PolíformaT.

Activitats fora de classe (fins a 2h)

- Visualització dels Video-Exercicis següents (en castellà):
 - Complejidad temporal asintótica del algoritmo recursivo para determinar si un array es prefijo de otro (11 minuts)
 - Complejidad temporal asintótica del algoritmo recursivo de cálculo del máximo en un array (13 minuts)
 - Complejidad temporal asintótica del algoritmo recursivo de cálculo de la suma de los elementos de un array (13 minuts)
- Resolució dels següents exercicis d'exàmens de cursos anteriors:
 - P1 - Curs 14/15: mètodes `comptarMenorsX1` i `comptarMenorsX2`
 - P1 - Curs 15/16: mètode `ordenat`
 - RecP1 - Curs 17/18: mètode `senseDivisors`
 - P1 - Curs 16/17: mètode `basePossible`
- Anàlisi de la complexitat temporal dels mètodes recursius `rSquareA` i `rSquareB`, implementats en la *PL1*. *Resolució recursiva del dibuix d'una figura*, suposant de cost constant les crides a `drawCentSquare`.
- Repàs dels continguts vistos fins ara i lectura de les seccions 12.1 a 12.3 del llibre de l'assignatura².

Sessió 4

Activitats de classe (1h 30')

- Implementació i anàlisi d'algorismes d'ordenació "lenta": selecció directa, inserció directa i intercanvi directe o bombolla.
- Exercici: anàlisi de l'algorisme de la bombolla que ordena els m elements més menuts d'un array d'enters.

Activitats fora de classe (fins a 2h)

- Resolució dels problemes proposats al capítol 12 del llibre de l'assignatura³
- Repàs dels continguts vistos fins ara i consulta dels següents enllaços:
 - Sorting Algorithms Animations
 - xSortLab: Info and Instructions
 - Barack Obama - Computer Science Question
 - Introduction to Computer Science using Java. Part 14. Sorting and Searching
- Resolució dels següents exercicis d'exàmens de cursos anteriors:
 - RecP1 - Curs 16/17: mètode `comptarPrimerRepetit`

³Si tens la 2^a edició, capítol 13.

- Repàs dels continguts vistos fins ara i lectura de les seccions 12.4 i 12.5 del llibre de l'assignatura³.

Sessió 5

Activitats de classe (1h 30')

- Anàlisi dels algorismes de mescla natural, ordenació per mescla o *mergesort*, cerca binària i hanoi.
- Exercicis d'anàlisi d'algorismes: problemes 9 (xifres) i 10 (k-minim) del capítol 11.

Activitats fora de classe (fins a 2h 30')

- Repàs dels continguts vistos fins ara i d'exercicis d'exàmens de cursos anteriors de cara a l'entregable de la propera sessió.

Sessió 6

Activitats de classe (1h 30')

- T2. Autoavaluació I i T2. Autoavaluació II. Resolució d'exercicis d'anàlisi d'algorismes (similars als del Parcial 1 de cursos anteriors), via Exàmens de PoliformaT.

Activitats fora de classe (fins a 2h)

- Repàs dels continguts vistos fins ara i resolució dels problemes 4, 5, 6, 8, 11, 15, 16 i 17 proposats al capítol 11 del llibre de l'assignatura².
- Consulta de la guia didàctica del següent tema per veure quines activitats prèvies hi ha planificades abans de la primera sessió.

Sessió 7

Activitats de classe (1h 30')

- Resolució d'exercicis d'exàmens de cursos anteriors i dubtes relatius als continguts del primer parcial.

Activitats fora de classe (fins a 2h)

- Repàs dels continguts vistos fins ara i d'exercicis d'exàmens de cursos anteriors de cara al primer parcial.

4 Problemes a resoldre

- Anàlisi d'algorismes de recorregut.
- Anàlisi d'algorismes de cerca (presenten instàncies significatives per realitzar l'anàlisi per casos).
- Anàlisi d'algorismes recursius, i en els que siga possible comparar amb la versió iterativa.
- Anàlisi de l'algorisme de mescla natural per fusionar arrays ordenats.
- Implementació i anàlisi dels algorismes d'ordenació: *selecció directa*, *inserció directa*, *bambolla unidireccional* i *mergesort*.
- Anàlisi de l'algorisme de cerca binària.

5 Resultats d'aprenentatge: en finalitzar aquest tema l'alumne ha de ser capaç de ...

1. enumerar les diferències entre anàlisi teòric o a priori i anàlisi experimental o a posteriori i els factors a tenir en compte per realitzar els dos tipus d'anàlisi. (Coneixement)
2. identificar la talla d'un problema a partir de la seua especificació completa mitjançant un enunciat i a partir del codi font del programa que el resol. (Comprensió)
3. definir el concepte de pas de programa i instrucció crítica. (Coneixement)

4. assenyalar les possibles instruccions crítiques del codi font a analitzar. (Comprensió)
5. detectar quan un programa presenta instàncies significatives, i en el seu cas, identificar els casos pitjor i millor. (Comprensió)
6. obtenir l'expressió que representa el cost temporal en funció de la talla del problema. Si el programa presenta instàncies significatives, obtenir dues funcions de cost temporal, una per al cas millor i un altra per al cas pitjor. (Aplicació)
7. expressar, fent ús de la notació asimptòtica, en l'ordre de quina funció típica es classifica una funció de cost temporal, distingint casos millor i pitjor quan el problema presente instàncies significatives. (Aplicació)
8. obtenir la funció de cost temporal d'un mètode iteratiu després dels següents 3 passos: 1) identificar la talla del problema, 2) determinar si existeixen o no instàncies significatives, i 3) assenyalar, al menys, una instrucció crítica que servisca com referent de pas de programa. (Aplicació)
9. obtenir la funció de cost temporal d'un mètode recursiu després de realitzar els mateixos passos 1 i 2 de l'objectiu anterior, i deduir la relació de recurrència que permetrà obtenir la funció de cost temporal. (Aplicació)
10. implementar i analitzar un algorisme d'ordenació no ràpid (selecció directa, inserció directa o bombolla) i un algorisme d'ordenació ràpid (*mergesort*) sobre un array unidimensional d'elements de tipus bàsic o elemental. (Aplicació)
11. escollir l'algorisme d'ordenació que més convinga segons la distribució de les dades en l'array a ordenar. Per exemple, si es pretén ordenar un array quasi ordenat convé un algorisme, si està ordenat en sentit contrari convenen altres. (Aplicació)
12. implementar i analitzar l'algorisme de mescla natural per obtenir un nou array ordenat a partir de dos arrays existents ja ordenats. (Aplicació)
13. analitzar l'algorisme de cerca binària o dicotòmica per cercar en un array unidimensional ordenat. (Aplicació)
14. decidir entre implementar un algorisme de cerca seqüencial o un de cerca dicotòmica prèvia ordenació segons la quantitat prevista de cerques sobre un array, coneixent que al segon cas el cost de l'ordenació prèvia ha de sumar-se al de les cerques previstes. (Aplicació)
15. analitzar experimentalment algorismes en un entorn real de programació, preparar diferents casos de prova, inferir funcions aproximades per definir el comportament temporal d'un algorisme, representar gràficament el creixement dels recursos temporals emprats per confirmar els resultats teòrics i usar els resultats empírics per fer comparacions i prediccions. (Aplicació)