

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2502441 Enginyeria Informàtica	OB	3	2
2502441 Enginyeria Informàtica	OT	4	2

Professor de contacte

Nom: Eduardo Cesar Galobardes

Correu electrònic: Eduardo.Cesar@uab.cat

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: No

Grup íntegre en espanyol: No

Equip docent

Anna Bàrbara Sikora

Prerequisits

Encara que no hi ha prerequisits formalment establerts i és responsabilitat de la pròpia assignatura proporcionar als alumnes un mitjà per adquirir els coneixements descrits a l'apartat de continguts de l'assignatura, és recomanable: un bon coneixement de programació, del funcionament d'un computador, dels diferents tipus d'arquitectures, de com funciona un sistema operatiu, de com s'envien missatges per la xarxa (Enginyeria del software, Estructura de computadors, Arquitectura de computadors, Sistemes Operatius, Xarxes, Arquitectures Avançades).

Objectius

L'objectiu d'aquesta assignatura és conèixer els sistemes de còmput d'altres prestacions i paral·lels, sistemes multiprocessador i multicomputador, paradigmes de programació paral·lela, aprendre a desenvolupar les aplicacions amb pas de missatges o memòria compartida i analitzar els prestacions d'execució d'aquestes aplicacions.

Els conceptes teòrics sobre paradigmes de programació, pas de missatges i memòria compartida es reforça amb les sessions de pràctiques en les que els alumnes aprenen a programar utilitzant llenguatges de programació paral·lela.

Tots els components descrits en aquesta assignatura han de permetre a l'alumne comprendre el funcionament dels sistemes d'altres prestacions i paral·lels i, fins a cert punt, ser capaç de realitzar un disseny senzill d'una aplicació paral·lela i avaluar les seves prestacions.

Competències

Enginyeria Informàtica

- Adquirir hàbits de pensament
- Adquirir hàbits de treball personal.

- Capacitat d'analitzar i avaluar arquitectures de computadores, incloent plataformes paral·leles i distribuïdes, així com desenvolupar i optimitzar software per a les mateixes
- Capacitat de dissenyar i implementar software de sistema i de comunicacions
- Capacitat per a analitzar, avaluar, seleccionar i configurar plataformes hardware per al desenvolupament i execució d'aplicacions i serveis informàtics
- Concebre i desenvolupar sistemes o arquitectures informàtiques centralitzades o distribuïdes integrant hardware, software i xarxes
- Treballar en equip

Resultats d'aprenentatge

1. Analitzar els models, paradigmes i llenguatges de programació paral·lela disponibles per a determinar el que millor s'adequa a les necessitats de l'aplicació.
2. Analitzar les característiques de les aplicacions que requereixin d'altres prestacions.
3. Aplicar els conceptes de sistemes operatius i xarxes per a desenvolupar els components software necessaris per a gestionar el sistema de còmput d'altres prestacions i les comunicacions involucrades en aquests sistemes.
4. Avaluar i predir el rendiment de diferents plataformes de còmput d'altres prestacions per a l'execució d'aplicacions.
5. Avaluar la funcionalitat i el rendiment de les aplicacions paral·leles/distribuïts desenvolupades.
6. Avaluar les prestacions de les arquitectures d'altres prestacions, així com la funcionalitat de les aplicacions.
7. Configurar plataformes hardware i entorns de programació per al desenvolupament i execució d'aplicacions d'altres prestacions.
8. Desenvolupar aplicacions paral·leles basades en els paradigmes existents.
9. Desenvolupar la capacitat d'anàlisi, síntesi i prospectiva.
10. Determinar les plataformes més adequades per a cada tipus d'aplicació.
11. Dissenyar, implementar i integrar els mòduls software dels nivells de sistema i comunicacions considerant les prestacions dels mateixos.
12. Identificar els diferents tipus d'arquitectures de còmput d'altres prestacions, incloent sistemes paral·lels i distribuïts.
13. Identificar els nivells de software que ha de comprendre un sistema de còmput d'altres prestacions.
14. Proposar solucions informàtiques basades en sistemes de còmput d'altres prestacions que integrin tant l'arquitectura dels components hardware del sistema, així com la interconnexió dels mateixos, i el disseny del software necessari.
15. Seleccionar el sistema de còmput d'altres prestacions més adequat per a satisfer les necessitats d'un tipus d'aplicació o usuari determinat.
16. Treballar cooperativament.
17. Treballar de manera autònoma.

Continguts

Tema 1: Introducció a sistemes d'altres prestacions.

Introducció als sistemes d'altres prestacions, sistemes paral·lels, multiprocessadors i multicomputadors. Execució d'aplicacions paral·leles en sistemes d'altres prestacions.

Tema 2: Classificació de paral·lisme

SIMD (Single Instruction, Multiple Data), MIMD (Multiple Instruction, Multiple Data). Models d'aplicacions paral·leles.

Tema 3: Algorismes paral·lels

Definició d'algorismes paral·lels. Exemples d'algorismes paral·lels. Desenvolupament d'algorismes paral·lels.

Tema 4: Programació paral·lela

Paradigmes de programació paral·lela. Aplicacions basades en pas de missatges. Estàndard MPI (Message Passing Interface). Aplicacions basades en memòria compartida. Estàndard OpenMP (Open Multiprocessing) i CUDA (Compute Unified Device Architecture). Aplicacions híbrides (MPI+OpenMP). Desenvolupament d'aplicacions utilitzant MPI, OpenMP, CUDA i programació híbrida.

Tema 5: Arquitectura de Supercomputadors

Particularitats de l'arquitectura de supercomputadors. Xarxes d'Interconnexió. Infraestructura física i costos.

Tema 6: Anàlisi de prestacions

Anàlisi de prestacions de sistemes paral·lels. Avaluació de prestacions de sistemes paral·lels. Exemples d'eines d'avaluació de prestacions.

Metodologia

En el desenvolupament de l'assignatura es podran diferenciar tres tipus d'activitats docents:

- **Classes teòriques:** exposició a la pissarra de la part teòrica de cada tema del programa. L'estructura típica d'una classe magistral d'aquest tipus serà la següent: en primer lloc es farà una introducció on es presentaran breument els objectius de l'exposició i els continguts a tractar. A continuació es desgranaran els continguts objecte d'estudi, incloent exposicions narratives, desenvolupaments formals que proporcionin els fonaments teòrics, i intercalant exemples, que il·lustrin l'aplicació dels continguts exposats. Finalment, el professor exposarà les conclusions dels continguts. Durant tot el curs hi hauran avaluacions continuades dels grups de temes.
- **Classes pràctiques.** Tots els temes aniran acompanyats d'una relació de problemes que l'alumne ha d'intentar resoldre. En aquest sentit, i a mida que l'alumne vagi progressant en la profunditat dels seus coneixements, aquests problemes seran poc a poc més complexos. Els seminaris seran el fòrum natural en el qual es podrà discutir en comú el desenvolupament del treball pràctic, aportant els coneixements que li falten a l'estudiant per portar-lo endavant. La missió de les classes pràctiques és fer de pont entre les classes teòriques i classes en laboratori, que promourà la capacitat d'anàlisi i síntesi, el raonament crític, i que entrenarà l'estudiant en la resolució de problemes. Aquells que el professor consideri de major interès o en els que els alumnes trobin major dificultat seran corregits a la pissarra. Abans del començament de cada temari de problemes el professor podrà proposar una llista d'exercicis que els alumnes hauran de resoldre. Al finalitzar el temari, els alumnes hauran d'entregar la solució d'uns problemes proposats pel professor a la classe.
- **Classes al laboratori.** La part pràctica dels temes teòrics quedarà completada amb sessions al laboratori, on l'alumne desenvoluparà uns programes i haurà d'intentar resoldre un problema concret que l'alumne rebrà al començar el temari. Alguns d'aquests exercicis s'hauran d'entregar a la classe al finalitzar el temari. Les pràctiques es desenvoluparan en grups de tres alumnes. Les classes inclouen 6 sessions al laboratori, de 2 hores de durada, on l'alumne realitzarà el desenvolupament dels exercicis.

Aquest plantejament del treball està orientat a promoure un aprenentatge actiu i a desenvolupar les competències de capacitat d'organització i planificació, comunicació oral i escrita, treball en equip i raonament crític. La qualitat dels exercicis realitzats, de la seva presentació i del seu funcionament es valorarà especialment.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Pràctica (Resolució de les pràctiques de laboratori)	10	0,4	1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17
Problemes (Resolució d'exercicis)	9	0,36	1, 2, 5, 9, 14, 17
Teoria	22	0,88	1, 2, 3, 5, 7, 9, 12, 13, 15, 16
Tipus: Autònomes			

Estudi autònom	30	1,2	1, 2, 3, 10, 12, 13, 15, 17
Preparació de pràctiques	40	1,6	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17
Preparació de problemes	15	0,6	1, 2, 5, 9, 14, 17
Recerca	15	0,6	1, 3, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 17

Avaluació

L'objectiu del procés d'avaluació és verificar que l'alumne ha assolit els coneixements i habilitats definits en els objectius de l'assignatura, així com les competències.

S'avaluaran quatre tipus d'activitats de manera independent on la suma ponderada d'elles donarà la nota final. Aquestes tres activitats són:

1. Teoria (T)
2. Resolució d'exercicis proposats (P)
3. Resolució de les pràctiques de laboratori (PL)
4. Anàlisi d'un article de recerca (RA)

La part de Teoria (T) s'avaluarà amb dos controls parcials individuals durant tot el curs. La nota final de Teoria sortirà de la suma ponderada dels dos controls ($0.5 \cdot \text{Control 1} + 0.5 \cdot \text{Control 2}$). Hi haurà una segona oportunitat per recuperar aquesta part el dia que tenim assignat a la setmana de exàmens de juny. Es podran recuperar les parts que no hagin estat superades en els controls parcials de teoria. La nota mínima per aprovar aquesta part es ≥ 4 .

La part de Resolució d'exercicis (P) es realitzarà en avaluació parcial i grupal durant tot el curs. N'hi haurà tres lliuraments parcials de cada grup de temes. La nota final sortirà de la suma ponderada dels tres lliuraments fixats que es demanin ($0.333 \cdot \text{Entrega 1} + 0.333 \cdot \text{Entrega 2} + 0.333 \cdot \text{Entrega 3}$). Només hi ha una única oportunitat (no es pot recuperar aquesta part). En conseqüència, en cas de que un alumne no tingui nota de problemes, no podrà optar a l'excel·lent en la recuperació.

La part de Resolució de pràctiques de laboratori (PL) s'avaluarà de manera grupal. Té tres lliuraments. La nota final sortirà de la suma ponderada dels tres lliuraments ($0.333 \cdot \text{Entrega 1} + 0.333 \cdot \text{Entrega 2} + 0.333 \cdot \text{Entrega 3}$). Per aprovar les PL la nota mínima haurà de ser ≥ 4 . Només hi ha una única oportunitat (no es pot recuperar aquesta part).

La part d'Anàlisi d'un article de recerca (RA) s'avaluarà de manera grupal. Cada grup tindrà un article de recerca assignat (en anglès) sobre el que haurà de fer una revisió crítica en un màxim de 1000 paraules. Aquesta revisió es lliurarà al responsable de l'assignatura i posteriorment es discutirà amb els membres del grup en hores de tutoria. La nota de cada membre del grup es determinarà per la qualitat de la revisió i participació en la discussió. Només hi ha una única oportunitat (no es pot recuperar aquesta part). En conseqüència, en cas de que un alumne no tingui nota de revisió de l'article, no podrà optar a l'excel·lent en la recuperació.

La nota final de la assignatura serà la suma ponderada de les notes de cadascuna de les quatre activitats: 40% de Teoria, 15% de Resolució d'exercicis, 15% de l'Anàlisi d'un Article de Recerca i 30% de Resolució de pràctiques de laboratori. El resultat haurà de ser ≥ 5 .

En cas de no superar l'assignatura per no arribar a la puntuació mínima en algun dels apartats (Teoria o Pràctiques de Laboratori), tot i que al fer la mitja la nota final fos igual o superior a 5 la nota que es posarà a l'expedient serà de 4,5.

En cas de que la mitjana arribi a 5 la nota que figurarà a l'expedient serà la nota mitja obtinguda numèricament.

Si el alumne entrega qualsevol activitat, s'entén que es presenta a la assignatura i hi serà avaluat. Si no entrega cap activitat, llavors es pot considerar No evaluable.

* §

Quadre de qualificació final

Le

RE

	TEORIA			Si
				NF
PRÀCTIQUES	Aprovat	Suspès	NA	Si
	Aprovat	A *	S	Sir
	Suspès	S	S	Sir
	NA	S	NA	Es
				Nc
				Se

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Analisi d'un article de recerca	15%	0,5	0,02	1, 2, 6, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17
Control individual parcial 1	20%	2	0,08	1, 2, 9, 12, 17
Control individual parcial 2	20%	2	0,08	1, 3, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 17
Entrega de pràctica 1	10%	1	0,04	1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 16
Entrega de pràctica 2	10%	1	0,04	1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 17
Entrega de pràctica 3	10%	1	0,04	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 16
Resolució d'exercicis 1	5%	0,5	0,02	1, 2, 9, 12, 16
Resolució d'exercicis 2	5%	0,5	0,02	1, 3, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16
Resolució d'exercicis 3	5%	0,5	0,02	1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16

Bibliografia

- An Introduction to Parallel Programming. Peter S. Pacheco. Morgan Kaufmann. 2011
- Programming Massively Parallel Processors, A Hands-on Approach. David B. Kirk, Wen-mei W. Hwu. Morgan Kaufmann. 2nd Edition. 2013
- Computer Architecture. A quantitative approach. John L. Hennessy, David A. Patterson. Morgan Kaufmann. 5a edició. 2012
- Introduction to Parallel Computing. A. Grama et al. Addison Wesley, Second Edition, 2003.
- Parallel Program Development For Cluster Computing: Methodology, Tools and Integrated Environments. Edited by J. C. Cunha, P. Kacsuk, S. C. Winter. Nova Science Publishers, Inc., 2001.
- Parallel Programming with MPI, Peter Pacheco, Morgan Kaufman, 1996
- Using MPI-2, William Gropp, Ewing Lusk and Rajeev Thakur, MIT Press, 1999.