



Teaching Guide

Identifying Data					2015/16
Subject (*)	Computación Científica e Simulación de Altas Prestacións		Code	614473007	
Study programme	Mestrado Universitario en Computación de Altas Prestacións				
Descriptors					
Cycle	Period	Year	Type	Credits	
Official Master's Degree	2nd four-month period	First	Obligatoria	6	
Language	Spanish				
Teaching method	Face-to-face				
Prerequisites					
Department	Electrónica e Sistemas				
Coordinador	Gonzalez Gomez, Patricia	E-mail	patricia.gonzalez@udc.es		
Lecturers	Gonzalez Gomez, Patricia	E-mail	patricia.gonzalez@udc.es		
Web					
General description	O obxectivo principal do curso é proporcionar unha visión xeral dos esquemas básicos de paralelización usados en álgebra matricial e simulación numérica. Faise unha revisión dos núcleos computacionais máis comúns na maioría das aplicacións científicas, e das súas versións paralelas, usando MPI e/o OpenMP para cada tipo de algoritmo				

Study programme competences / results

Code	Study programme competences / results
A1	Analizar e mellorar o rendemento dunha arquitectura ou un software dado.
A2	Definir, avaliar e seleccionar a arquitectura e o software máis axeitado para a resolución dun problema.
A3	Coñecer o manexo de librerías numéricas HPC, as súas posibilidades e as súas aplicacións nos distintos campos da Enxeñería.
A4	Profundizar no coñecemento das ferramentas de programación e particularmente en entornos Unix e linguaxes C e Fortran.
A6	Analizar, deseñar e implementar algoritmos e aplicacións paralelas eficientes.
A12	Coñecer as tendencias en supercomputación así como a súa utilización práctica nos sectores industrial, académico e público.
B2	Que os estudantes saiban aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en contornas novas ou pouco coñecidas dentro de contextos máis amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo
B3	Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e enfrentarse á complexidade de formular xuízos a partir de unha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas á aplicación dos seus coñecementos e xuízos
B4	Que os estudantes saiban comunicar as súas conclusións e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan a públicos especializados e non especializados dun modo claro e sen ambigüedades
B5	Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun modo que haberá de ser en gran medida autodirixido ou autónomo.
B6	Coñecer e experimentar o método científico de investigación.
B7	Capacidade de análise e síntese.
B10	Buscar e seleccionar a información útil necesaria para resolver problemas complexos, manexando con soltura as fontes bibliográficas do campo.
B11	Manter e estender formulacións teóricas fundados para permitir a introdución e explotación de tecnoloxías novas e avanzadas.
B12	Ser capaz de traballar en un equipo, en especial de carácter interdisciplinar.
B13	Expor, defender e discutir propostas.
C1	Expresarse correctamente, tanto de forma oral coma escrita, nas linguas oficiais da comunidade autónoma.
C2	Dominar a expresión e a comprensión de forma oral e escrita dun idioma estranxeiro.
C3	Utilizar as ferramentas básicas das tecnoloxías da información e as comunicacións (TIC) necesarias para o exercicio da súa profesión e para a aprendizaxe ao longo da súa vida.
C4	Desenvolverse para o exercicio dunha cidadanía aberta, culta, crítica, comprometida, democrática e solidaria, capaz de analizar a realidade, diagnosticar problemas, formular e implantar solucións baseadas no coñecemento e orientadas ao ben común.



C6	Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben enfrontarse.
C7	Asumir como profesional e cidadán a importancia da aprendizaxe ao longo da vida.
C8	Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade.

Learning outcomes			
Learning outcomes	Study programme competences / results		
Desenvolver habilidades para resolver problemas abertos e complexos no campo da Enxeñería e da Investigación utilizando técnicas de Computación Paralela.	AR4 AR6 AR12	BR2 BR3 BR4 BR5 BR6 BR7 BR10	
Estudar os algoritmos secuenciales e paralelos máis utilizados en ciencia computacional, e analizar como se poden desenvolver a partir deles aplicacións.	AR4 AR6	BR7	
Coñecer o manexo das librerías numéricas de altas prestacións, as súas posibilidades e as súas aplicacións en distintos campos da Enxeñería.	AR3	BR7 BR11	CC3 CC6
Saber comparar e avaliar alternativas de deseño ou de implantación de sistemas utilizando a simulación discreta, co fin de que o egresado poida axudar na toma de decisións profesionais e empresariais.	AR1 AR2	BR2 BR3 BR5 BR7 BR10 BR11 BR13	CC3 CC6 CC8
Captar a esencia dos problemas complexos, conseguindo unha capacidade de abstracción que permita construír modelos de simulación en base a uns obxectivos específicos.	AR1 AR2 AR4	BR7	
Capacidade para traballar en equipos de cariz multidisciplinar.		BR12	CC1 CC2 CC4
Llevar a cabo un aprendizaxe autónomo		BR4	CC7 CC8

Contents	
Topic	Sub-topic
Aritmética con precisión finita. Errores	a. Representación dos números nun computador b. Aritmética no computador c. Errores numéricos no computador
Álgebra matricial densa	a. Introducción ao álgebra con matrices b. Xerarquía de memoria e álgebra matricial c. Introducción aos métodos numéricos do álgebra matricial d. Bibliotecas de álgebra lineal para computación e. Contornas de execución para procesadores multinúcleo e sistemas multi-GPU
Algebra matricial dispersa	a. Introducción ao álgebra matricial dispersa b. Núcleos computacionais c. Métodos de resolución iterativos d. Librerías



Algoritmos paralelos Matriciais en Enxeñería	<ul style="list-style-type: none"> a. Modelados de problemas en Enxeñería. b. Problemas lineais e no lineais. c. Computación secuencial e paralela de descomposicións matriciais (LU, QR, valores propios e singulares). d. Problemas de optimización.
Técnicas de resolución numérica de Ecuacións Diferenciais	<ul style="list-style-type: none"> a. Diferencias finitas e elementos finitos. b. Implementacións paralelas. c. Métodos multimalla d. Métodos de descomposición en dominios. e. Librerías/software para HPC
Outros métodos/algoritmos adecuados para sistemas HPC	<ul style="list-style-type: none"> a. Monte Carlo. b. N-body c. Optimización combinatoria: algoritmos xenéticos e evolutivos.

Planning				
Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student?s personal work hours	Total hours
Guest lecture / keynote speech	A1 A2 A3 A4 A6 A12 B2 B3 B4 B6 B7 B10 C4 C6 C8	18	36	54
Seminar	A12 B5 C7	3	0	3
Laboratory practice	A1 A2 A3 A4 A6 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B10 B11 B12 B13 C1 C2 C3	24	60	84
Personalized attention		9	0	9

(*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

Methodologies	
Methodologies	Description
Guest lecture / keynote speech	Exposición oral complementada co uso de medios audiovisuais e a introdución de fases de debate cos estudantes. Todo iso coa finalidade de transmitir coñecementos e facilitar a aprendizaxe. Realizaranse sesións maxistras sobre gran parte dos contidos do temario, normalmente como punto de partida para o resto de actividades previstas para cada punto.
Seminar	Técnica de traballo en grupo que ten como finalidade o estudo intensivo dun tema. Caracterízase pola discusión, a participación, a elaboración de documentos e as conclusións ás que teñen que chegar todos os compoñentes do seminario. Nesta materia utilizaranse seminarios para a aprendizaxe de certos contidos que, sendo básicos para o desenvolvemento de gran parte do temario, son en certo xeito transversais ou independentes do resto da materia, como visualización científica.
Laboratory practice	Actividade que permite aos estudantes aprender e afianzar os coñecementos xa adquiridos mediante a realización de sesións prácticas en computadores. As prácticas realizaranse usando os recursos computacionais do CESGA e os clusters da USC e UDC.

Personalized attention	
Methodologies	Description



Seminar Laboratory practice	<p>A atención personalizada na realización das prácticas de laboratorio faise imprescindible para dirixir os alumnos no desenvolvemento do traballo. Ademais, esta atención servirá para validar e avaliar o traballo que vai sendo realizado polos alumnos en distintas fases do seu desenvolvemento ata chegar á súa finalización.</p> <p>Doutra banda, recomendarase aos alumnos a asistencia a tutorías como método de axuda.</p>
--------------------------------	---

Assessment			
Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification
Laboratory practice	A1 A2 A3 A4 A6 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B10 B11 B12 B13 C1 C2 C3	Entrega de prácticas individuais e defensa das mesmas.	100

Assessment comments
<p>ALUMNOS A TEMPO PARCIAL</p> <p>A avaliación será igual que a dos alumnos a tempo completo.</p>

Sources of information	
Basic	<ul style="list-style-type: none"> - R. W. Hockney (1988). Computer simulation using particles. - C. T. Kelley (1987). Iterative Methods for Linear and Nonlinear Equations. Siam - Y. Saad (2003). Iterative Methods for Sparse Linear Systems. Siam - G. Golub, C.F. Van Loan (1996). Matrix Computations. The Johns Hopkins University Press - L. N. Trefethen (1997). Numerical Linear Algebra. Siam - S. J. Farlow (1993). Partial Differential Equations for Scientists and Engineers. Dover Publications - D.P. O'Leary (2009). Scientific Computing with Case Studies. Siam - D. Knuth (1997). The Art of Computer Programming. Addison-Wesley
Complementary	

Recommendations
Subjects that it is recommended to have taken before
Programación Paralela/614473004 Técnicas de Optimización e Paralelización/614473005
Subjects that are recommended to be taken simultaneously
Taller de Proxectos/614473013
Subjects that continue the syllabus
Other comments
Para os fundamentos básicos da materia recoméndase cingirse ao material recomendado polos profesores (textos, apuntes, artigos, etc.), co fin de que o alumno non se disperse ante a gran profusión de recursos bibliográficos existentes. Con todo, para a realización de traballos prácticos recoméndase a procura e selección de recursos en Internet, para maior riqueza nas fontes de aprendizaxe.

(*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.