

Guía docente

270649 - SA - Arquitectura de Supercomputadores

Última modificación: 29/07/2025

Unidad responsable: Facultad de Informática de Barcelona
Unidad que imparte: 701 - DAC - Departamento de Arquitectura de Computadores.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN INFORMÁTICA (Plan 2012). (Asignatura optativa).

Curso: 2025 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JORDI TORRES VIÑALS

Otros: Primer quadrimestre:
JORDI TORRES VIÑALS - 10

CAPACIDADES PREVIAS

Programming in C and Linux basics will be expected in the course. In addition, prior exposure to parallel programming constructions, Python language, experience with linear algebra/matrices, or machine learning knowledge will be helpful.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

- CEE4.1. Capacidad de analizar, evaluar y diseñar computadores y proponer nuevas técnicas de mejora en su arquitectura.
- CEE4.2. Capacidad de analizar, evaluar, diseñar y optimizar software considerando la arquitectura y de proponer nuevas técnicas de optimización.
- CEE4.3. Capacidad de analizar, evaluar, diseñar y administrar software de sistema en entornos de supercomputación.

Genéricas:

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

Transversales:

CTR3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo, ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

Básicas:

- CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB9. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Class attendance and participation: Regular attendance is expected, and is required to be able to discuss concepts that will be covered during class.

Lab activities: Some exercises will be conducted as hands-on sessions during the course using supercomputing facilities. The student's own laptop will be required to access these resources during the theory class. Each hands-on session will involve writing a lab report with all the results. There are no days for theory classes and days for laboratory classes. Theoretical and practical activities will be interspersed during the same session to facilitate the learning process.

Reading/presentation assignments: Some exercise assignments will consist of reading documentation/papers that expand the concepts introduced during lectures. Some exercises will involve student presentations (randomly chosen).

Assessment: There will be one midterm exam in the middle of the course. The student is allowed to use any type of documentation (also digital via the student's laptop).

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

1.Capacitar a los estudiantes para que sigan por sí mismos el desarrollo continuo de los sistemas de supercomputación que permiten el avance de algoritmos analíticos avanzados o la inteligencia artificial.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	24,0	16.00
Horas aprendizaje autónomo	96,0	64.00
Horas grupo grande	24,0	16.00
Horas actividades dirigidas	6,0	4.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

00. Bienvenida: Contenido del curso y motivación

01. Conceptos básicos de supercomputación

02. Heterogeneous supercomputers

03. Supercomputer management and storage systems

04. Benchmarking supercomputers

05. Data center infrastructures



06. Parallel programming models

07. Parallel performance models

08. Parallel programming languages for heterogeneous platforms

09. Artificial Intelligence is a computing problem

10. Deep Learning essential concepts

11. Using Supercomputers for DL training

12. Accelerate the learning with parallel training on multi-GPUs

13. Accelerate the learning with distributed training on multiple parallel servers

14. How to speed up the training of Transformers-based models

ACTIVIDADES

00. Welcome

Objetivos específicos:

1

Competencias relacionadas:

CB9. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB8. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CEE4.1. Capacidad de analizar, evaluar y diseñar computadores y proponer nuevas técnicas de mejora en su arquitectura.

CEE4.3. Capacidad de analizar, evaluar, diseñar y administrar software de sistema en entornos de supercomputación.

CEE4.2. Capacidad de analizar, evaluar, diseñar y optimizar software considerando la arquitectura y de proponer nuevas técnicas de optimización.

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CTR3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo, ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

Dedicación: 0h 30m

Grupo grande/Teoría: 0h 30m

01. Supercomputing basics

Dedicación: 4h 30m

Aprendizaje autónomo: 3h 30m

Grupo grande/Teoría: 1h

Exercise 01: Supercomputing impact

Dedicación: 3h

Aprendizaje autónomo: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

02. Heterogeneous supercomputers

Dedicación: 5h

Aprendizaje autónomo: 4h

Grupo grande/Teoría: 1h

Exercise 02: Getting started with storage and management systems

Dedicación: 3h

Aprendizaje autónomo: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

03. Supercomputer management and storage systems

Dedicación: 4h

Aprendizaje autónomo: 2h

Grupo grande/Teoría: 2h

Exercise 03: Exascale computers challenge

Dedicación: 4h

Aprendizaje autónomo: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

04. Benchmarking supercomputers

Dedicación: 6h

Aprendizaje autónomo: 4h

Grupo grande/Teoría: 2h

Exercise 04: Getting started with parallel programming models

Dedicación: 5h

Aprendizaje autónomo: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

05. Data centers infrastructures

Dedicación: 5h

Aprendizaje autónomo: 4h

Grupo grande/Teoría: 1h

Exercise 05: Getting started with parallel performance metrics

Dedicación: 4h

Aprendizaje autónomo: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

06. Parallel programming models

Dedicación: 9h

Aprendizaje autónomo: 3h

Grupo grande/Teoría: 6h

Exercise 06: Getting started with parallel performance models

Dedicación: 4h

Aprendizaje autónomo: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

07. Parallel performance models

Dedicación: 3h

Aprendizaje autónomo: 2h

Grupo grande/Teoría: 1h

Exercise 07: Emerging trends in supercomputing

Dedicación: 6h

Aprendizaje autónomo: 5h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

08. Parallel programming languages for heterogeneous platforms

Dedicación: 2h

Aprendizaje autónomo: 1h

Grupo grande/Teoría: 1h

Exercise 08: Getting started with CUDA

Dedicación: 6h 30m

Aprendizaje autónomo: 3h

Grupo grande/Teoría: 0h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Midterm

Dedicación: 12h 30m

Aprendizaje autónomo: 10h 30m

Grupo grande/Teoría: 2h

09. Artificial Intelligence is a Supercomputing problem

Dedicación: 5h

Aprendizaje autónomo: 3h

Grupo grande/Teoría: 2h

Exercise 09: First contact with Deep Learning and Supercomputing

Dedicación: 6h

Aprendizaje autónomo: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

10. Deep Learning essential concepts

Dedicación: 2h

Aprendizaje autónomo: 1h

Grupo grande/Teoría: 1h

Exercise 10: The new edition of the TOP500

Dedicación: 5h

Aprendizaje autónomo: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

11. Using Supercomputers for DL training

Dedicación: 3h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Exercise 11: Using a supercomputer for Deep Learning training

Dedicación: 7h

Aprendizaje autónomo: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

12. Accelerate the learning with parallel training using a multi-GPU parallel server

Dedicación: 4h

Aprendizaje autónomo: 3h

Grupo grande/Teoría: 1h

Exercise 12: Accelerate the learning with parallel training using a multi-GPU parallel server

Dedicación: 7h

Aprendizaje autónomo: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

13. Accelerate the learning with distributed training using multiple parallel servers

Dedicación: 2h

Aprendizaje autónomo: 1h

Grupo grande/Teoría: 1h

Exercise 13: Accelerate the learning with distributed training using multiple parallel server

Dedicación: 11h

Aprendizaje autónomo: 8h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h



14. How to speed up the training of Transformers-based models

Dedicación: 1h

Grupo grande/Teoría: 1h

Exercise 14: How to speed up the training of Transformers-based models

Dedicación: 7h

Aprendizaje autónomo: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Final remarks

Dedicación: 2h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h

Grupo grande/Teoría: 0h 30m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

The evaluation of this course can be obtained by continuous assessment. This assessment will take into account the following:

20% Attendance + participation

10% Midterm exam

70% Exercises (+ exercise presentations) and Lab exercises (+ Lab reports)

Students who have not benefited from continuous assessment have the opportunity to take a final Course Exam. This exam includes evaluating the knowledge of the entire course (practical part, theoretical part, and self-learning part). During this course exam, the student is not allowed to use any documentation (neither on paper nor digital).

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Torres, Jordi. Supercomputing for Artificial Intelligence: Foundations, Architectures, and Scaling Deep Learning. Barcelona: WATCH THIS SPACE Book Series - Barcelona. Amazon KDP, 2025. ISBN 9798319328359.