



Grado en Ingeniería Informática 30237 - Multiprocesadores

Guía docente para el curso 2013 - 2014

Curso: 3, Semestre: 2, Créditos: 6.0

Información básica

Profesores

- **Jesús Alastruey Benedé** jalastru@unizar.es
- **Pablo Enrique Ibáñez Marín** imarin@unizar.es
- **Marta Ortín Obón** ortin@unizar.es
- **Víctor Viñals Yufera** victor@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Para cursar esta asignatura se recomienda haber cursado la asignatura Arquitectura y Organización de Computadores 2.

Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se compone de clases magistrales, clases de problemas, prácticas de laboratorio y trabajo práctico no presencial.

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

- 1:** Conoce las familias de multiprocesadores, identifica los componentes principales de un multiprocesador y sus funciones. Entiende los problemas de coherencia y consistencia y sus soluciones básicas. Conoce la teoría y la práctica la extracción automática de paralelismo.
- 2:** Conoce la organización de multiprocesadores comerciales, tanto los integrados en un chip como los formados por varios módulos o placas, especialmente en lo relativo a la memoria y la red de interconexión.
- 3:** Programa algoritmos sencillos, pero conscientes de la organización del multiprocesador, mediante algún

estándar de programación para multiprocesadores.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

En esta asignatura se continúa la línea iniciada con las asignaturas “Arquitectura y Organización I y II”, buscando aumentar y profundizar los conocimientos teóricos y prácticos sobre organización del computador, arquitectura del procesador y su relación con el compilador, en lo relativo a la ejecución de múltiples flujos de instrucciones. Esta asignatura se complementa con la asignatura Procesadores Comerciales, pero pueden cursarse en cualquier orden.

Un sistema multiprocesador ofrece varios beneficios, tales como disminuir el tiempo de ejecución de una aplicación, aumentar la productividad o mejorar la disponibilidad.

Partiendo de las limitaciones de un procesador individual para aumentar el rendimiento, se explica en esta asignatura cómo aprovechar el creciente número de transistores disponibles en un chip para construir multiprocesadores, mediante la replicación de procesadores.

Para entender el diseño y el funcionamiento de un multiprocesador se abordan varios conceptos de su arquitectura y de su organización.

En relación a la arquitectura (lenguaje máquina) se estudia el modelo de consistencia de memoria, la comunicación y la sincronización.

En relación a la organización (estructura, función y control) se estudian los elementos de un sistema multiprocesador: cache privadas y gestión de la coherencia, red de interconexión, y soporte de a la consistencia, a la comunicación y a la sincronización. Este estudio se extiende a varias escalas de multiprocesadores: desde los multiprocesadores en chip a los sistemas escalables. Finalmente, desde el punto de vista del usuario del multiprocesador, se exponen métricas de rendimiento, el papel del compilador y del programador de aplicaciones críticas, la existencia de librerías de sincronización, comunicación y creación de threads, y estándares de programación paralela (p.e. OpenMP).

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

Alcanzar los resultados de aprendizaje.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura completa los conocimientos en Ingeniería Informática relativos a la organización y arquitectura de computadores en el contexto de la ingeniería de computadores.

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1:** Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- 2:** Usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma.
- 3:** Diseñar y construir sistemas digitales, incluyendo computadores, sistemas basados en microprocesador y sistemas de comunicaciones.

- 4:** Desarrollar procesadores específicos y sistemas empuotrados, así como desarrollar y optimizar el software de dichos sistemas.
- 5:** Analizar y evaluar arquitecturas de computadores, incluyendo plataformas paralelas y distribuidas, así como desarrollar y optimizar software para las mismas.
- 6:** Analizar, evaluar y seleccionar las plataformas hardware y software más adecuadas para el soporte de aplicaciones empuotradas y de tiempo real.
- 7:** Analizar, evaluar, seleccionar y configurar plataformas hardware para el desarrollo y ejecución de aplicaciones y servicios informáticos.

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

Está claro que desde las primeras etapas de análisis y diseño de software va a ser necesario incorporar capacidades de ejecución paralela y/o distribuida. Para ello va a ser muy importante conocer con cierto grado de detalle las posibilidades y limitaciones de las tecnologías de base.

Esta asignatura permite comprender el panorama actual y futuro de las plataformas de procesamiento de información con ejecución paralela. Los multiprocesadores de memoria compartida son un ejemplo claro de esta tecnología. Su penetración en el mercado es y va a ser muy grande, ya que prácticamente todos los chips comerciales, para casi todos los segmentos, tienen versiones con múltiples procesadores en un solo chip. En muchos casos estos chips se pueden conectar entre sí para formar multiprocesadores de gran escala.

Programar de forma eficiente, comprar o vender multiprocesadores, por ejemplo, va a tener una importancia creciente en la actividad de un ingeniero informático, y esta asignatura va a ofrecer los conocimientos necesarios para desarrollar mejor estas actividades.

Evaluación

Actividades de evaluación

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

- 1:** La evaluación constará de tres partes:

1. Defensa de las prácticas de laboratorio (20 puntos).
2. Presentación de resultados sobre trabajo práctico no presencial (20 puntos).
3. Examen de teoría y problemas (60 puntos).

Para superar la asignatura el alumno deberá obtener al menos 50 puntos sobre el total y al menos 24 puntos sobre 60, es decir, un 4 sobre 10, en el examen. En el caso de no alcanzar un 4 sobre 10 en el examen, la nota del alumno en la convocatoria coincidirá con la obtenida en dicho examen.

La entrega de resultados de prácticas de laboratorio y trabajo práctico no presencial se realizará coincidiendo con las fechas programadas para examen en cada convocatoria.

Las notas obtenidas en cada parte en la primera convocatoria se mantendrán para la segunda convocatoria del mismo año, pero no para convocatorias de años distintos.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

Seguimiento de las actividades de aprendizaje programadas en la asignatura.

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

- 1:**
- Clases magistrales.
 - Clases de resolución de problemas.
 - Prácticas de laboratorio asistidas.
 - Trabajo práctico no presencial.
 - Estudio y trabajo personal.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Se concretará cuando se apruebe el calendario académico.

Programa

Programa de la asignatura

- Multiprocesadores de memoria compartida: subsistemas de memoria y de interconexión. Consistencia de memoria y coherencia de caches. Multiprocesadores de pequeña escala en chip. Implementación de primitivas de sincronización. Multiprocesadores escalables de gran escala. Directorio de coherencia. Ejemplos comerciales.
- Multiprocesadores de paso de mensajes: subsistema de interconexión y controlador de mensajes. Ejemplos comerciales.
- Extracción automática de paralelismo: análisis de dependencias. Programación paralela orientada a la eficiencia con control de los recursos de bajo nivel.

Trabajo

Trabajo del estudiante

- | | |
|-----------------------------------|----------|
| • clases magistrales: | 30 horas |
| • clases de problemas: | 15 horas |
| • clases de prácticas: | 15 horas |
| • trabajo práctico no presencial: | 12 horas |
| • estudio personal: | 73 horas |
| • evaluación: | 5 horas |

Bibliografía

Bibliografía recomendada

- **Computer organization and design. The hardware/software interface**, fourth edition. David A. Patterson and John L. Hennessy. Morgan Kaufmann, 2009.
- **Computer architecture, a quantitative approach**, fourth edition. John L. Hennessy and David A. Patterson. Morgan

Kaufmann, 2007.

- **Parallel Computer Architecture: a Hardware/Software approach**, D.E. CULLER, J.P. SINGH y A. GUPTA, Morgan Kaufmann Publishers, 1998.
- **Principles and Practices of Interconnection Networks**, W. DALLY and B. TOWLES, Morgan Kaufmann, 2004.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

Escuela Politécnica Superior

- Culler, David E.. Parallel Computer Architecture : A Hardware-Software Approach / David E. Culler, Jaswinder Pal Singh ; with Anoop Gupta . - [1st ed.] San Francisco : Morgan Kaufmann, cop. 1999
- Dally, William James. Principles and practices of interconnection networks / William James Dally, Brian Towles San Francisco : Morgan Kaufmann, cop. 2004
- Hennessy, John L.. Arquitectura de computadores : un enfoque cuantitativo / John L. Hennessy, David A. Patterson ; traducción, Juan Manuel Sánchez ; revisión técnica, Antonio González, Mateo Valero, Antonio Vaquero . - [1ª ed., reimp.] Madrid [etc.] : McGraw-Hill, D. L. 2002
- Patterson, David A.. Estructura y diseño de computadores : la interfaz software/hardware / David A. Patterson, John L. Hennessy ; con contribuciones de Perry Alexander ... [et al. ; versión española por, Javier Díaz Bruguera] Barcelona : Reverté, D.L. 2011

Escuela Universitaria Politécnica

- Computer architecture : a quantitative approach / John Hennessy, David A. Patterson ; with contributions by Andrea C. Arpaci-Dusseau ... [et al.] . 4th ed. San Francisco : Morgan Kaufmann, 2007
- Culler, David E.. Parallel Computer Architecture : A Hardware-Software Approach / David E. Culler, Jaswinder Pal Singh ; with Anoop Gupta . [1st ed.] San Francisco : Morgan Kaufmann, cop. 1999
- Dally, William James. Principles and practices of interconnection networks / William James Dally, Brian Towles. San Francisco : Morgan Kaufmann, cop. 2004
- Patterson, David A.. Computer organization and desing : the hardware, software interface / David A. Patterson, John L. Hennessy ; with contributions by Perry Alexander ... [et al.] . 4th ed. Amsterdam : Elsevier : Morgan Kaufmann, cop. 2009