

Curso Académico: 2021/22

69154 - Programming and Architecture of Computing Systems

Información del Plan Docente

Año académico: 2021/22

Asignatura: 69154 - Programming and Architecture of Computing Systems

Centro académico: 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

Titulación: 615 - Máster Universitario en Robótica, Gráficos y Visión por Computador/Robotics, Graphics and Computer Vision

Créditos: 6.0

Curso: 1

Periodo de impartición: Primer semestre

Clase de asignatura: Obligatoria

Materia:

1. Información Básica

1.1. Objetivos de la asignatura

El objetivo principal de la asignatura es dotar al alumnado de conocimientos acerca de sistemas informáticos desde el hardware hasta el software, haciendo especial énfasis en los aspectos más destacados para aplicaciones de robótica, gráficos y visión por computador. En concreto, se estudiarán los distintos niveles de abstracción incluyendo las aplicaciones, bibliotecas y runtimes, sistemas operativos, y algunas notas sobre diseño hardware, incluyendo las diferencias entre dispositivos como CPUs, GPUs, FPGAs, o aceleradores ASICs. También se presentarán modelos analíticos de las métricas más relevantes en computación y cómo se pueden utilizar para analizar el rendimiento o el consumo energético, entre otros aspectos fundamentales. Otro objetivo importante es capacitar a los alumnos para saber emplear de manera eficiente distintos modelos de programación de acuerdo a sus necesidades y de nociones de paralelismo y de computación heterogénea, además de conocer distintas técnicas de optimización software y hardware así como las herramientas de análisis requeridas.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos
 - Meta 7.3: De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética
- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras
 - Meta 9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países
 - Meta 9.c Aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones

1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura permitirá al alumno poder abordar el diseño e implementación de aplicaciones sabiendo realizar la elección del lenguaje y modelo de programación, así como el dispositivo de cómputo de acuerdo a los requisitos de las mismas y las limitaciones impuestas por el entorno o por el propio sistema elegido. Por tanto, esta asignatura será de gran utilidad a la hora de realizar prácticas y trabajos en el resto de asignaturas del máster así como en el trabajo final.

1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda tener nociones de programación y preferiblemente también conocimientos básicos de arquitectura de computadores y de modelos de programación, aunque no es imprescindible.

2. Competencias y resultados de aprendizaje

2.1. Competencias

En esta asignatura, el estudiante adquirirá las siguientes competencias básicas y generales:

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - 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 sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - 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.
- CB10 - 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.
- CG02 - Capacidad para aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.
- CG03 - Capacidad para evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.
- CG04 - Capacidad para predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.
- CG05 - Capacidad para transmitir en inglés, de manera oral y escrita, de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan.
- CG06 - Haber desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento.
- CG07 - Capacidad para asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.
- CG08 - Poseer las aptitudes, destrezas y métodos necesarios para la realización de un trabajo de investigación y/o desarrollo de tipo multidisciplinar en los ámbitos de la Robótica, Gráficos y/o Visión por Computador.
- CG09 - Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la resolución de problemas de los ámbitos de la Robótica, Gráficos y/o Visión por Computador.
- CG11 - Capacidad para gestionar y utilizar bibliografía, documentación, bases de datos, software y hardware específicos de los ámbitos de la Robótica, Gráficos y/o Visión por Computador.
- CG12 - Capacidad para trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe.

Además, el estudiante adquirirá las siguientes competencias específicas:

- CE07 - Capacidad para desarrollar y evaluar software para problemas de Robótica, Gráficos y Visión por Computador, que pueda utilizar arquitecturas de propósito general y/o específico.
- CE10 - Capacidad para comprender el funcionamiento de los distintos dispositivos de cómputo.

- CE11 - Capacidad para aplicar métodos matemáticos para modelar, diseñar, desarrollar y analizar sistemas de cómputo orientados a prestaciones
- CE12 - Capacidad para comprender y aplicar modelos de programación y lenguajes de propósito específico a aplicaciones de robótica, gráficos o visión por computador.

2.2. Resultados de aprendizaje

Al completar la asignatura, el alumnado deberá ser capaz de:

- Conocer las características principales de los distintos dispositivos de cómputo
- Conocer los modelos principales de programación en sistemas heterogéneos
- Evaluar las prestaciones de un sistema informático en términos de rendimiento y energía
- Comprender soluciones informáticas (hardware y software) para problemas con grandes requerimientos de cómputo, latencia, energía, ...
- Elegir el dispositivo y modelo de programación más adecuado para distintos tipos de problemas en aplicaciones de visión, robótica y gráficos
- Diseñar algoritmos conscientes de los dispositivos de cómputo, del rendimiento y del consumo energético

2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Para desarrollar su labor durante el máster y posteriormente es vital que el alumnado sea capaz de conocer tanto los posibles dispositivos computacionales como los respectivos modelos de programación para analizar, diseñar e implementar soluciones correctas y eficientes. Dichos resultados se alcanzarán una vez adquiridas las competencias de la asignatura.

3. Evaluación

3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

La evaluación constará de múltiples partes y varias de estas se evaluarán de manera continua. En concreto, se evaluarán:

- Pruebas escritas teórico-prácticas (ponderación 60%)
- Entrega de trabajos dirigidos (ponderación 30%)
- Presentaciones y debates (ponderación 10%)

Superar la asignatura requiere obtener una calificación global igual o mayor de 5 sobre 10 puntos en la suma de las partes y una calificación igual o mayor de 4.5 en cada una de las partes individuales. El no cumplimiento de estos requisitos supone una calificación global máxima menor o igual a 4.5.

4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

4.1. Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje seguido en esta asignatura está dirigido hacia alcanzar los objetivos de aprendizaje. Para ello se emplean varias estrategias de enseñanza y aprendizaje que se detallan a continuación.

Actividades con profesorado:

- Clase magistral: El instructor presenta y explica el contenido de la clase, incluyendo ejemplos de teoría y de prácticas
- Aprendizaje basado en problemas: Los estudiantes abordan problemas concretos sobre la temática de la asignatura en grupos pequeños bajo la supervisión del profesor
- Aprendizaje basado en proyectos: Los estudiantes se enfrentan a proyectos de cierta envergadura y duración en grupos pequeños bajo la supervisión del profesor
- Sesiones prácticas: Cualquier actividad práctica realizada mediante la colaboración o individualmente en clase
- Sesiones de laboratorio: Actividad realizada con equipamiento específico como pueden ser

computadoras con hardware específico

- Tutorías: Los estudiantes discuten y revisan materiales junto al profesorado
- Actividades de evaluación: El conjunto de pruebas escritas y orales necesarias para la evaluación

Trabajo autónomo:

- Tareas: preparación de seminarios, lectura de artículos científicos, pequeños proyectos de investigación, documentos y presentaciones para defender en clase o con el profesor
- Laboratorios: preparación de actividades presentadas o evaluadas en las sesiones prácticas
- Estudio de teoría y casos prácticos: preparación de las pruebas de evaluación, bibliotecas, lecturas, resolución de problemas, etc.
- Actividades complementarias: Actividades opcionales y voluntarias como visualización de vídeos, asistencia a seminarios, talleres, etc.

4.2. Actividades de aprendizaje

El curso incluye las siguientes actividades formativas:

- Clase magistral, 30 horas
- Resolución de problemas y casos, 6 horas
- Prácticas de laboratorio, 12 horas
- Prácticas especiales, 2 horas
- Trabajos de aplicación o investigación prácticos, 40 horas
- Tutela personalizada profesor-alumno, 5 horas
- Estudio, 50 horas
- Pruebas de evaluación, 5 horas

4.3. Programa

El curso cubrirá los siguientes temas:

1. Sistemas Informáticos
 1. Elementos principales (Aplicación, Bibliotecas, Sistema Operativo, Hardware...)
 2. Herramientas básicas (compilador, depurador...)
2. Arquitectura de procesadores de propósito general, procesadores gráficos (rendering y cómputo), dispositivos programables (FPGAs) y aceleradores específicos (ASICs)
3. Análisis y métricas de eficiencia en sistemas heterogéneos (rendimiento y energía)
4. Programación orientada a la eficiencia
5. Programación de sistemas heterogéneos (CUDA, OpenCL...) y síntesis de alto nivel para FPGAs
6. Domain Specific Languages para Visión, Robótica y Gráficos

4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

La asignatura se planifica siguiendo el siguiente esquema:

- Clases teoría, 2h/semana
- Clases problemas y casos prácticos, 1h/semana
- Sesiones de laboratorio/prácticas, 2h/bi-semanales

Los horarios exactos se anunciarán en las páginas web de la escuela y en la del curso, incluyendo las fechas de entregas, presentaciones de los proyectos, pruebas de evaluación y resto de hitos de la asignatura.

4.5. Bibliografía y recursos recomendados

1. Ben Gaster et al., Heterogeneous Computing with OpenCL, Morgan Kaufmann, 2011
2. J. Hennessy and D. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach (The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design), Morgan Kaufmann, 2017

