

69151 - Computer Vision

Información del Plan Docente

Año académico: 2022/23

Asignatura: 69151 - Computer Vision

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 de la asignatura es el procesamiento computacional de imágenes o secuencias de vídeo digital para la inferencia de propiedades geométricas, tanto de la escena 3D observada, como de la trayectoria que sigue la cámara durante la filmación de las imágenes cubriendo:

1. Los principios físicos y modelos de la formación de imágenes en cámara.
2. Los fundamentos matemáticos y probabilistas del manejo de información geométrica y de su incertidumbre.
3. Los fundamentos de procesamiento de imágenes.
4. Las técnicas algorítmicas y computacionales habituales en visión por computador

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 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, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo

1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Asignatura obligatoria de 6 ECTS impartida en el primer semestre. Aporta conocimientos fundamentales para el tratamiento de imágenes y secuencias de imágenes digitales.

1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Programación en Python.

2. Competencias y resultados de aprendizaje

2.1. Competencias

El estudiante adquirirá las siguientes competencias básicas y generales:

- 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.
- 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.
- CG01 - Haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en los ámbitos de la Robótica, Gráficos y/o Visión por Computador, que les permitan ser innovadores en un contexto de investigación, desarrollo e innovación.
- 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
- 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 método 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.
- 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

El estudiante adquirirá la siguientes competencias específicas:

- CE01 - Capacidad para aplicar métodos matemáticos y de inteligencia artificial para modelar, diseñar y desarrollar sistemas y aplicaciones de Robótica, Gráficos y Visión por Computador.
- CE02 - Capacidad para diseñar y desarrollar nuevos métodos y algoritmos aplicables a sistemas autónomos o de realidad virtual y aumentada.
- CE06 - Capacidad para concebir, diseñar y desarrollar software, productos y sistemas en el ámbito de la visión por computador.
- CE09 - Capacidad para desarrollar de forma autónoma un trabajo de iniciación a la investigación y/o desarrollo en el ámbito de la robótica, gráficos, o visión por computador, en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en la titulación.

2.2. Resultados de aprendizaje

1. Conocer la parametrización y los modelos matemáticos de la formación de imágenes con cámara proyectiva en 3D tanto en sus aspectos geométricos como fotométricos.
2. Conocer los algoritmos de procesamiento de imágenes y detección de características en las imágenes.
3. Conocer la formulación de la geometría multi-vista y de la estimación de información 3D a partir de imágenes proyectivas

4. Conocer la formulación de la correspondencia estéreo y del flujo óptico.
5. Conocer modelos y algoritmos específicos para visión omnidireccional
6. Diseñar y desarrollar sistemas que hagan inferencias de la estructura 3D de la escena a partir de imágenes.
7. Evaluar las prestaciones de sistemas de visión por computador en operación.
8. Proponer nuevos algoritmos que aborden aspectos no resueltos de la operación de un sistema de visión 3D y la evaluación de sus prestaciones.
9. Construcción de software que procese imágenes reales empleando las bibliotecas más populares de visión por computador, operaciones matemáticas y optimización no lineal.

2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

La visión por computador se fundamenta en una combinación de informática, procesamiento de imagen, geometría y probabilidad. La asignatura proporciona el soporte teórico para poderla comprender, también proporciona las destrezas de programación para poder valorar y explotar sus resultados. La información visual es básica para los sistemas robotizados. La visión por computador tiene una relación muy estrecha con la fotografía computacional, la realidad virtual y la realidad aumentada porque comparte los mismos modelos físicos y matemáticos.

3. Evaluación

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

La evaluación de la asignatura es continua y consta de las siguientes componentes programadas a lo largo del curso:

1. E01 - Prueba laboratorio en la que se evalúa cada práctica (25 30 %). Se valorará la comprensión de los fundamentos teóricos, la capacidad de producir una implementación eficiente y la validación experimental.
2. E02 - Trabajo dirigido, que combina de forma global los contenidos de la asignatura (70 %).- El estudiante se enfrenta a un problema nuevo valorándose:
 1. Capacidad de abordar nuevas situaciones apoyándose en los contenidos teóricos y los algoritmos estudiados en la asignatura.
 2. Eficiencia de la implementación.
 3. Validación experimental.
 4. Exposición de los resultados en presentación oral y/o memoria escrita.

Los estudiantes también podrán superar la asignatura mediante una prueba global realizada el día señalado por el centro, superando las mismas pruebas, que en la evaluación continua.

4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

4.1. Presentación metodológica general

La metodología está orientada hacia el logro de los objetivos de aprendizaje. Se implementa una amplia gama de tareas de enseñanza y aprendizaje. Se espera que los estudiantes participen activamente en clase durante todo el semestre. Se fomentará la interacción de los estudiantes con el profesorado mediante las tutorías.

Los materiales del aula estarán disponibles a través de Moodle. Estos incluyen un repositorio de las notas de clase utilizadas en la clase, el programa del curso, así como otros materiales de aprendizaje específicos del curso, incluido un foro de discusión.

Se proporcionará más información sobre el curso el primer día de clase.

4.2. Actividades de aprendizaje

A01 Clases magistrales (30 horas)

Sesiones expositivas de contenidos teóricos. Se presentarán los conceptos y fundamentos. Se fomentará la participación del estudiante a través de preguntas y breves debates.

A02 Clases de problemas (6 horas) Pequeños programas en Python para ejercitar los conceptos básicos de la asignatura.

A03 Prácticas de laboratorio (16 horas). Ejercicios de complejidad media. Requieren de la combinación de los conceptos teóricos con las bibliotecas estándar en visión por computador para procesar secuencias reales de imágenes y evaluar prestaciones. Se han programado 6 sesiones.

A05 Trabajos de aplicación (32 horas). Ejercicio de alta complejidad enfrentándose a un problema abierto. Deben combinar todos los conocimientos y algoritmos desarrollados en la asignatura.

A07 Estudio y trabajo personal (60 horas).- El trabajo autónomo del estudiante en esta asignatura se dedicará a:

1. Profundización en los contenidos y lecturas previas a las clases magistrales, usando la bibliografía.
2. Compleción de los ejercicios planteados en las clases de problemas.
3. Preparación y compleción del trabajo desarrollado en las sesiones de prácticas de laboratorio.
4. Lectura de artículos científicos relacionados con los conceptos de la asignatura.

A08 Evaluación (6 horas) Esta es el tiempo dedicado a las pruebas de evaluación continua, en la que el alumno expone al profesor el trabajo realizado.

4.3. Programa

1. Formación de imagen, modelos geométricos y fotométricos
2. Procesamiento de imagen y características locales (local features)
3. Alineación y calibración basada en características locales
4. *Structure from motion*
5. Geometría multi-vista
6. Estimación de movimiento densa. Flujo óptico y correspondencia estéreo.
7. Visión Omnidireccional

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

Las clases magistrales se imparten según horario establecido por el centro, y publicado en su web.

La relación y fecha de las diversas actividades y tutorías, junto con todo tipo de información y documentación sobre la asignatura, se publicará en <http://moodle.unizar.es/>

4.5. Bibliografía y recursos recomendados

1. Szeliski, Richard. Computer vision: algorithms and applications. Second Edition. Springer, Nature. 2022.
2. Hartley, Richard and Zisserman, Andrew. Multiple view geometry in computer vision. 2nd ed. Cambridge. Cambridge University Press, 2003.
3. Kaehler A and Bradski Gary. Learning OpenCV 3: Computer Vision in C++ with the OpenCV. O'Reilly Media. 2017.
4. Robert Johansson. Numerical Python: Scientific Computing and Data Science Applications with Numpy, SciPy and Matplotlib, Apress; Edición: 2nd ed. 2018.
5. Howse Joseph, Minichino, Joe. Learning OpenCV 4 Computer Vision with Python 3: Get to

grips with tools, techniques, and algorithms for computer vision and machine learning, 3rd Edition, Packt Publishing. 2020.