

Guía docente de la asignatura

Realismo e Iluminación Global

Fecha última actualización: 08/07/2021
Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 26/07/2021

Máster

Máster Universitario en Desarrollo del Software

MÓDULO

Módulo 4: Visualización

RAMA

Ingeniería y Arquitectura

CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO

Escuela Internacional de Posgrado

Semestre

Segundo

Créditos

3

Tipo

Optativa

Tipo de enseñanza

Enseñanza Virtual

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Se requiere que los alumnos tengan conocimientos de programación en Javascript y conocimientos básicos de la API OpenGL

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

1. Introducción: Computación visual, informática gráfica y síntesis realista. Aplicaciones. Radiancia y su propagación. Rasterización versus ray-tracing.
2. Métodos de elementos finitos.
3. Métodos basados en ray-tracing y métodos de Monte-Carlo.
4. Implementación de algoritmos de Monte-Carlo.
5. Sistemas software modernos para rendering.

English:

1. Introduction. Visual computing, computer graphics and realistic image synthesis. Applications. Radiance and radiance propagation. Rasterization versus Ray-tracing.
2. Finite element methods.
3. Ray-tracing based methods and Monte-Carlo methods.
4. Monte-Carlo algorithms implementation.
5. Rendering software systems.



COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en 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.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Habilidades cognitivas: conocer los principales problemas o retos tecnológicos planteados en el ámbito de las líneas de investigación del programa de posgrado, conocer los principios de las técnicas o metodologías de solución para dichos problemas propuestas por la comunidad científica, conocer las debilidades y fortalezas de dichas soluciones, así como conocer las aplicaciones que este conocimiento tiene en la sociedad actual.
- CG02 - Destreza para iniciar un trabajo de investigación científica o desarrollo tecnológico original e innovador, en el marco de los problemas descritos en el punto anterior.
- CG03 - Ser capaz de emplear el conocimiento científico existente en la resolución de problemas o mejora de procesos a nivel individual o en el contexto de empresas u organismos públicos.
- CG04 - Capacidades sistémicas para obtener la capacidad de asimilación y adaptación a la evolución futura del estado del arte en el ámbito de las disciplinas científicas del Máster.
- CG05 - Destrezas tecnológicas: capacidad de usar, evaluar, crear, modificar o extender la herramientas informáticas útiles en la resolución de problemas relacionados con las líneas de investigación
- CG06 - Capacidades metodológicas: conocer las principales fuentes bibliográficas que describen los avances científicos en las líneas de investigación del programa de posgrado.
- CG07 - Destrezas lingüísticas: conocer y utilizar la terminología científica especializada, tanto en español como en inglés, relacionada con las líneas de investigación del departamento.
- CG08 - Competencias personales: capacidad de análisis y síntesis en la resolución efectiva de problemas, así como capacidad de toma de decisiones, organización y planificación. Capacidad de comunicación escrita y oral.
- CG09 - Competencias interpersonales: capacidad de trabajo en equipo, incluyendo la toma de decisiones en colectivos o grupos. Habilidades en las relaciones interpersonales. Habilidades para presentar trabajos y mantener debates en grupo.
- CG10 - Destrezas de redacción: ser capaz de expresar los resultados y el desarrollo de las



investigaciones en textos o informes científico-técnicos, conocer los mecanismos de revisión entre pares propios de la ciencia para estos documentos, así como los mecanismos para su difusión en forma de artículos en revistas, libros, sitios web o en aportaciones a congresos.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Ser capaz de llevar a cabo un trabajo de investigación en campos científicos relacionados con el desarrollo del software, teniendo en cuenta los recursos disponibles y sus implicaciones éticas y sociales
- CE05 - Identificar y valorar propiedades software de usabilidad, accesibilidad, seguridad, confiabilidad, rendimiento, y ética informática, entre otras, y analizar cómo afectan a la calidad de un sistema software.
- CE07 - Diseñar y desarrollar sistemas software desde una perspectiva centrada en el usuario.
- CE08 - Diseñar modelos de sistemas software que permitan aplicar mecanismos evolutivos de reflexión, parametrización, refactorización, reutilización y simulación de procesos, entre otros.
- CE09 - Conocer los paradigmas, fundamentos y técnicas específicas de interacción persona-ordenador para el diseño de sistemas software de interacción multimodales (voz, tangibles, gestos)
- CE12 - Comprender y conocer técnicas de representación, interconexión, implementación, despliegue, y reutilización de servicios y componentes software y de negocio para su aplicación en sistemas colaborativos, distribuidos, ubicuos, empotrados y/o de tiempo real.
- CE13 - Aprender, conocer y saber utilizar los fundamentos y métodos matemáticos necesarios para abordar y resolver aplicaciones gráficas, de animación, de visualización, y/o de realidad virtual, entre otras.
- CE14 - Comprender, diseñar, implementar y evaluar algoritmos gráficos, tanto 2D como 3D, para la representación, digitalización, visualización, animación e interacción de modelos con su entorno y su aplicación en interfaces de usuario gráficas.
- CE15 - Conocer y comprender los fundamentos, técnicas y herramientas básicas para la programación eficiente de algoritmos gráficos y en particular en arquitecturas de altas prestaciones como las unidades de procesamiento de gráficos (GPU).

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Mostrar interés por la calidad y la excelencia en la realización de diferentes tareas.
- CT02 - Comprender y defender la importancia que la diversidad de culturas y costumbres tienen en la investigación o práctica profesional.
- CT03 - Tener un compromiso ético y social en la aplicación de los conocimientos adquiridos.
- CT04 - Ser capaz de trabajar en equipos interdisciplinarios para alcanzar objetivos comunes desde campos expertos diferenciados.
- CT05 - Incorporar los principios del Diseño Universal en el desempeño de su profesión.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El alumno sabrá/comprenderá:



- Las aplicaciones actuales de la síntesis de imágenes en la industria, la ingeniería, y los sectores de ocio y entretenimiento.
- Las dificultades del diseño de software eficiente para síntesis de imágenes realistas y visualización científica.
- La literatura científica existente, especializada en el campo de la síntesis de imágenes y la terminología usada en dicha literatura.
- Los principios matemáticos, la eficiencia computacional y las limitaciones de los distintos tipos de algoritmos propuestos en la literatura que solucionen las dificultades descritas en el punto anterior.
- Las fortalezas y debilidades de los algoritmos propuestos en la literatura.

El alumno será capaz de:

- Analizar y diseñar sistemas software de síntesis de imágenes.
- Implementar o extender sistemas software de síntesis de imágenes.
- Conocer las principales características del software comercial o libre existente para síntesis de imágenes realistas.
- Evaluar o usar los aspectos relacionados con síntesis de imágenes realistas del software para síntesis de imágenes existente en la actualidad.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

Tema 1.

- **Módulo 1a.** Introducción: La Computación Visual. Informática Gráfica. Aplicaciones. Síntesis de imágenes realistas. Visión general del curso. Bibliografía.
- **Módulo 1b.** Radiancia y su propagación: Radiancia. Detección de radiancia y formación de imágenes. Reflexión de radiancia. Dispersión en medios participativos.
- **Módulo 1c.** Visualización por rasterización: Visualización: rasterización versus ray-tracing. El cauce gráfico en rasterización. Modelo de Iluminación Local para rasterización.

Tema 2.

- **Módulo 2.** Métodos de elementos finitos: Introducción. Radiosidad. Otros métodos de elementos finitos avanzados.

Tema 3.

- **Módulo 3a.** Ray-tracing simple: Introducción. Modelo de iluminación local sencillo. Esquema del algoritmo. Ejemplos
- **Módulo 3b.** Métodos de Monte-Carlo. Path-Tracing: Introducción. Método de Monte-Carlo básico. Irradiance caching.
- **Módulo 3c.** Métodos de Monte-Carlo. Fotosimulación y medios participativos: Métodos de fotosimulación. El método de Photon-mapping. Dispersión en medios no opacos.

Tema 4.

- **Módulo 4.** Implementación de Algoritmos: Introducción. Indexación espacial de puntos. Árboles k-d. Indexación espacial de objetos 3D. Integración numérica por métodos MC y



QMC.

Tema 5.

- **Módulo 5.** Software de síntesis realista: Introducción. Sistemas software actuales. Instalación. Formato de escenas y parámetros de síntesis. Escenas de ejemplo.

English

Chapter 1.

- Section 1a. Introduction: Visual computing. Computer graphics. Applications. Realistic image synthesis. Overall course view. Bibliography.
- Section 1b. Radiance and radiance propagation: Radiance. Radiance sensors and image formation. Radiance reflection. Scattering in participating media.
- Section 1c. Visualization based on rasterization: Visualization by rasterization versus visualization by ray-tracing. The graphics pipeline in rasterization. A rasterization-oriented simple local illumination method.

Chapter 2.

- Section 2. Finite element methods: Introduction. Radiosity. Other advanced finite element methods.

Chapter 3.

- Section 3a. Simple ray-tracing: Introduction. A simple local illumination model for ray-tracing. Algorithm scheme. Example images.
- Section 3b. Monte-Carlo methods. Path-tracing: Introduction. Basic Monte-Carlo method. Irradiance caching.
- Section 3c. Monte-Carlo methods: Photosimulation and participating media: Photosimulation method. Photon-mapping method. Scattering in non-opaque media.

Chapter 4.

- Section 4. Algorithms implementation: Introduction. Points sets spatial indexing. K-d trees. 3D objects spatial indexing. Numerical integration by using MC and QMC methods.

Chapter 5.

- Section 5. Realistic rendering software: Introduction. Modern software system. Instalation. Scene format and synthesis parameters. Sample scenes.

PRÁCTICO

Seminarios de prácticas:

Seminario de rasterización

- Etapas del cauce gráfico en rasterización.
- Envío de tablas de vértices y atributos a la GPU en modo inmediato y diferido
- Programación de shaders



Seminario de visualización avanzada con Iluminación Global

- Especificación de escenas 3D con orientación al realismo visual
- Parámetros de materiales, texturas, y luminarias.
- Rendering de escenas con software privativo o de fuentes abiertas.

Prácticas de Laboratorio:

Desarrollo de casos prácticos de desarrollo de software, relacionados con la visualización por rasterización (tema 1).

- Visualización de mallas en modo inmediato o diferido
- Diseño de shaders.

Realización de casos prácticos sencillos de uso de software de rendering (tema 5)

- Creación de archivos de escena.
- Síntesis de imágenes de escenas con diferentes tipos de materiales. Parámetros de configuración.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Pharr, Jakob, Humphreys. **Physically Based Rendering. (3rd. Ed).** Morgan Kauffman, 2016. (accesible sin coste). Web: <http://www.pbrt.org/>
- Shirley. Morley. **Realistic Ray-Tracing. (2nd. Ed).** Ed. A.K. Peters, 2005. Web: <http://www.cs.utah.edu/~shirley/books/>
- Rost, Lincea-Kane, Ginsburg, Kessenich, Lichtenbelt, Malan, and Weiblen. 2009. **OpenGL Shading Language (3rd. ed).**, cubre OpenGL 3.1 - GLSL 1.4). Addison-Wesley Professional. ISBN-13: 978-0321637635. Web: <https://www.oreilly.com/library/view/opengl-shading-language/9780321669247/>

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Jensen. **Realistic Image Synthesis using Photon Mapping.** Ed. A.K.Peters, 2001. Web: <http://graphics.ucsd.edu/~henrik/papers/book/>
- Dutré, Bekaert, Bala. **Advanced Global Illumination.** Ed. A.K. Peters, 2003. Web: <http://www.advancedglobalillumination.com/>
- Glassner. **Principles of Digital Image Synthesis.** Ed. Morgan Kaufmann Publisher, 1995. Web: <http://www.glassner.com/portfolio/principles-of-digital-image-synthesis/>
- Cohen, Wallace. **Radiosity and Realistic Image Synthesis.** Ed. Academic Press, 1993. Web: <http://www.amazon.com/Radiosity-Realistic-Synthesis-Kaufmann-Computer/dp/0121782700>

ENLACES RECOMENDADOS

- Como apoyo a la docencia se usará la Plataforma de Recursos de Apoyo a la Docencia PRADO de la Universidad de Granada: <https://pradoposgrado.ugr.es/moodle/>



- Web con recursos, imágenes, código fuente relacionado con el libro Physically Based Rendering: <http://www.pbrt.org/>
- Web sistema software de rendering Mitsuba: <https://www.mitsuba-renderer.org/>

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD03 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD04 Prácticas de laboratorio o clínicas
- MD07 Análisis de fuentes y documentos
- MD09 Realización de trabajos individuales
- MD11 Desarrollo de foros on-line de debate, de trabajo, de información, de consultas.
- MD12 Material audiovisual editado por el profesor (Presentaciones con audio, capturas de pantalla con video, grabación de clases, páginas web)
- MD14 Cuestionarios de autoevaluación on-line

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

El artículo 18 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

Se realizará una evaluación continua del trabajo del estudiante, valorando tanto los conocimientos adquiridos como las competencias alcanzadas.

Modalidad semipresencial:

Para la evaluación en modalidad semipresencial se tendrá en cuenta:

- Asistencia a clases y talleres
- Participación en clase
- Realización de cuestionarios de forma presencial u on-line
- Entregables asociados a las tareas evaluables

Modalidad virtual:

Para la evaluación en modalidad virtual se tendrá en cuenta:

- Asistencia a clases y talleres on-line
- Participación en clases on-lines
- Realización de cuestionarios on-line
- Entregables asociados a las tareas evaluables

A continuación se especifican las actividades formativas previstas así como su temporalización dependiendo de la modalidad de estudio.



Actividades formativas	Horas lectivas	Modalidad semipresencial: horas presenciales	Modalidad semipresencial: presencialidad	Modalidad virtual: horas virtuales
Clases teóricas	4	12	33.3%	12
Clases prácticas	2	6	33.3%	6
Trabajos tutorizados	1	8	12.5%	8
Tutorías	1	2	50.0%	2
Evaluación	0	2	0.0%	2
Trabajo Autónomo	0	45	0.0%	45
Totales	8	75	-	75

Se llevarán a cabo sesiones orales para el control, evaluación y seguimiento de todos los alumnos. Durante las clases presenciales u on-line, se plantearán cuestiones al alumnado, relativas al temario de la asignatura.

Se realizará el seguimiento de las incidencias y dificultades que tengan los estudiantes en la modalidad presencial y virtual a través de la herramienta PRADO.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria estará basada en los mismos entregables, pruebas y criterios indicados para la evaluación en convocatoria ordinaria, a excepción de las fechas o plazos, que se adaptarán a esta convocatoria.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

La evaluación en la modalidad de evaluación única final estará basada en los mismos entregables, pruebas y criterios indicados para la evaluación en convocatoria ordinaria, a excepción de las fechas y plazos, que se adaptarán a esta modalidad.

