

Visualización Gráfica Interactiva

Código: 102753
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2502441 Ingeniería Informática	OB	3	1
2502441 Ingeniería Informática	OT	4	1

La metodología docente y la evaluación propuestas en la guía pueden experimentar alguna modificación en función de las restricciones a la presencialidad que impongan las autoridades sanitarias.

Contacto

Nombre: Enric Martí Godia
Correo electrónico: Enric.Marti@uab.cat

Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: catalán (cat)
Algún grupo íntegramente en inglés: No
Algún grupo íntegramente en catalán: Sí
Algún grupo íntegramente en español: No

Prerequisitos

Se recomienda que el alumno tenga o repase conocimientos y conceptos de:

- Programación en lenguajes de programación orientada a objeto (C++, etc.)
- Estructuras básicas de datos.
- Conceptos básicos en geometría 3D (planos, rectas, vectores y matrices).

Objetivos y contextualización

Las técnicas de Gráficos por Computador y Visualización Gráfica, en especial las de realismo (*rendering*) y de animación por Computador (*Computer Animation*) són presentes en muchos ámbitos, fundamentalmente en el entretenimiento (cine, televisión, videojuegos, etc.) però también en otros como visualización científica, visualización de imágenes médicas, cartografía, diseño industrial (realización y simulación tanto estática como dinámica de productos) y otros.

El hecho de ver de forma usual estas imágenes generadas per computador no ha de minimizar la complejidad en que han estado diseñadas y generadas. En muchos casos (fundamentalmente el entretenimiento) ha d'haber un diseñador gráfico que diseñe el personaje, unos guionistas, pero también un informático que modele la forma del personatge y defina les equaciones dinámicas de los movimientos así como su propia generación.

En esta asignatura se pretende presentar los conceptos relaciondos con los diferentes procesos y algoritmos que se han de utilizar para obtener una imagen realista. No se pretende que se conozcan estos algoritmos para que los implementéis (muchos de ellos ya estan implementados en librerías gráficas), sino para conocer las posibilidades de cada algoritmo y los parámetros que se utilizan para configurarlos.

Se introducen también conceptos básicos y avanzados de animación por computador tanto de trayectorias (rotación y traslación) como de objetos articulados a fin de saber definir modelos de cinemática y generar movimientos de estos objetos.

De forma más aplicada se pretende que el alumno adquiera habilidades en la librería gráfica OpenGL (*Open Graphics Library*) en un entorno gráfico Visual Studio C++ con interficie MFC o entorno Qt.

CONOCIMIENTOS: Al finalizar el curs el alumne ha de ser capaz de:

- Comprender y saber aplicar las principales técnicas para generar y visualizar escenas tridimensionales por computador.
- Comprender los modelos volumétricos y modelos fractales para representar objetos tridimensionales, muy utilizados para la generación de imágenes realistas.
- Comprender tanto los conceptos básicos como los principales algoritmos de realismo (*rendering*): algoritmos de eliminación de caras ocultas, modelos y tipos de iluminación de una escena, modelos de sombreado y transparencia así como modelos para representar y visualizar texturas. Las texturas permiten aumentar significativamente el grado de realismo de la escena.
- Comprender y saber aplicar los principales modelos cinemáticos (el de sólidos rígidos y los de objetos articulados), muy utilizados en técnicas de animación por computador.
- Comprender y saber aplicar la librería gráfica OpenGL (*Open Graphics Library*), que se utiliza en la visualización gráfica tanto en plataformas Windows como Linux y Mac OS.
- Comprender y saber aplicar la programación de shaders (lenguajes GLSL, HLSL) para sacar máximo partido a la capacidad de procesamiento de las GPU (Graphic Processing Unit) de las tarjetas gráficas actuales.

HABILIDADES: Se pretende que los alumnos adquieran las siguientes habilidades:

- Tener un grado de conocimiento y práctica en la librería gráfica OpenGL para:
 - Ser capaces de modelar un objeto a partir de primitivas básicas OpenGL.
 - Saber modelar diferentes fuentes de luz y definir claramente sus parámetros para visualizar la escena que se quiera.
 - Asignar texturas a un objeto para darle un mayor grado de realismo.
- Definir el modelo cinemático de un objeto móvil a partir de transformaciones geométricas (traslación, rotación y escalado), sea de un objeto rígido o articulado. Saber representarlo, renderizarlo y moverlo en OpenGL.

COMPETÈNCIAS: Se pretende que los alumnos adquieran las siguientes competencias:

- Trabajo en equipo.
- Trabajo autónom
- Capacidad de análisis, síntesis y prospectiva.
- Razonamiento crítico.
- Capacidad de resolución de problemas.

Competencias

Ingeniería Informática

- Adquirir hábitos de trabajo personal.
- Capacidad para desarrollar y evaluar sistemas interactivos y de presentación de información compleja y su aplicación a la resolución de problemas de diseño de interacción persona computadora.
- Capacidad para diseñar, desarrollar, evaluar y asegurar la accesibilidad, ergonomía, usabilidad y seguridad de los sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, así como de la información que gestionan.

Resultados de aprendizaje

1. Aplicar métodos básicos de animación al modelado de formas 3D.
2. Conocer las bases teóricas y el funcionamiento de los diferentes algoritmos de iluminación de escenas renderizadas.
3. Implementar algoritmos básicos de transformaciones y modelado geométrico (2d y 3D).
4. Trabajar de forma autónoma.

Contenido

BLOQUE 1. SISTEMAS y DISPOSITIVOS GRÁFICOS

1. Introducción (1 hora)

- Definiciones
- Historia y aplicaciones
- Tendencias futuras

2. Hardware gráfico (1 hora)

- Sistema, dispositivos y controlador de visualización
- Dispositivos de entrada gráfica
- Dispositivos de salida gráfica
- Técnicas interactivas de entrada

BLOQUE 2. GRÁFICOS 2D. TRANSFORMACIONES Y MODELADO

3. Transformaciones 2D (1 hora)

- Transformaciones geométricas
- Transformaciones BitBlt
- Transformaciones de visualización

4. Modelado 2D (1 hora)

- Primitivas básicas
- Aplicación CAD

BLOQUE 3. GRÁFICOS 3D. TRANSFORMACIONES Y MODELADO

5. Transformaciones 3D (2 horas)

- Sistemas de coordenadas
- Transformaciones geométricas
- Transformaciones de visualización

6. Modelado (4 horas)

- Conceptos básicos
- Modelos geométricos
- Modelos procedurales
- Modelos espaciales
- Fractales

BLOQUE 4. REALISMO

7. Introducción y técnicas de antialiasing (1 hora)

- Introducción
- Aliasing

8. Ocultaciones (1 hora)

- Conceptes básicos
- Algorismes de espacio objeto
- Algorismes de espacio imagen

9. Iluminación (6 horas)

- Conceptes bàsics
- Models de il·luminació
- Algoritmes de il·luminació local
- Texturas
- Transparencies
- Sombras
- Algoritmes de il·luminació global

BLOQUE 5. ANIMACIÓN POR COMPUTADOR

10. Animación por Computador (4 horas)

- Conceptos básicos
- Animación Asistida por Computador
- Animación por Computador
- Técnicas de Animación por Computador

BLOQUE 6. PROGRAMACION DE SHADERS

11. Shaders (4 horas)

- Pipeline gràfic
- Definiciones
- Lenguaje GLSL
- Ejemplos pràctics

Metodología

PLATAFORMA VIRTUAL: Caronte (<https://caronte.uab.cat>) asignatura *Visualització Gràfica Interactiva*, curso *VGI Curs 2020-21*).

El proceso de aprendizaje del alumno se fundamentará en estos tres tipos de actividades: clases de teoría, problemas y prácticas.

TEORIA:

Las clases de teoría se imparte mediante clases magistrales con transparencias. Estas son accesibles y los alumnos las pueden tener desde el primer día de curso en la Plataforma Virtual.

En estas sesiones se trabajarán las competencias transversales:

- Desarrollar la capacidad de análisis, síntesis y prospectiva.
- Desarrollar un modo de pensamiento y razonamiento críticos.

PROBLEMAS:

En las clases de problemas se explicará la librería gráfica OpenGL, realizando ejercicios de modelado de objetos 3D, visualización e iluminación, así como shaders en GLSL.

En 2 sesiones concretas habrá dos entregas libres de problemas que se puntuarán, pudiendo obtener en cada entrega un máximo de 0'5 puntos (en total 1 punto) que serán las notas NPrb1 i NPrb2 que se sumarán a la Nota de Teoría.

Los enunciados de problemas y documentación sobre OpenGL están disponibles en el gestor documental Caronte.

En estas sesiones se trabajarán las competencias transversales:

- Desarrollar la capacidad de análisis, síntesis y prospectiva.

- Trabajar de manera autónoma

PRÁCTICAS:

Las prácticas pretenden capacitar al alumno a definir i desarrollar aplicaciones gráficas entornos gráficos en C++ amb la llibreria gràfica OpenGL (*Open Graphics Library*) utilitzando la interfície MFC de Windows ola interfície multiplataforma Qt. La aplicación gràfica se basa en menús de persianas, diálogos y comandos de teclado y mouse que se van añadiendo a la aplicación a medida que es realizan las prácticas hasta obtener una aplicación que incluya todas las funcionalidades. Se realizarán prácticas de visualización 3D y animación 3D.

Los enunciados de las prácticas estan disponibles en Caronte en formato PDF.

Esta parte consta de 3 prácticas distribuidas en 6 sesiones en régimen cerrado con tutorización de profesor:

- Creación de un entorno de visualizació OpenGL y Visual Studio 17 o Qt - sesión 1
- Volumen de visualización y montaje de escenas - sesión 2
- Práctica realizada en las sesiones 3, 4, 5, y 6 a escoger entre:
 - Paisaje fractal e iluminación
 - Modelado y animación de una pierna, un robot o atracción articulada de feria,
 - Visualizar el recorrido de un objeto móvil por splines
 - Implementar el juego de las Torres de Hanoi u otro similar

Se realizarán en grupos de TRES personas y para cada alumno se requerirá una dedicación de 30 horas de trabajo para preparar la práctica y pensar en las preguntas que se formulan, 12 hores en 6 sesiones en aula de PC's tuteladas por el profesor y 6 horas de trabajo del alumno en l'aula informàtica sin professor.

Cada grupo de prácticas ha d'apuntarse aun horari de sesionesde 12 hores pararealizar las prácticas tutelades por el profesor. Para apuntarse a los grupos de prácticas se utilizarà la Plataforma Virtual

La asistencia a las sesiones de prácticas online tuteladas por el profesor ES OBLIGATORIA. Se estudiaran casos de ausencia a las sesiones de prácticas degbidamente justificados.

El alumne prepara el trabajo de prácticues introducido en el enunciado de prácticas. Esta preparación ha de ser previa a la assistència a la sesión de prácticas correspondiente. El trabajo se realiza asistiendo a las sesiones de prácticas en los horarios establecidos.

La normativa d'entrega y evaluación de prácticas se puede encontrar en el documento de normativa disponible en Caronte. Se evaluarà el trabajo de prácticas realizado a nivel grupal i se realizará un examen escrito individual en la entrega de cada práctica.

En estas sesiones se trabajarán las competencias transversales:

- Desarrollar la capacidad de análisis, síntesis y prospectiva.
- Trabajar cooperativamente.
- Capacidad de resolución de problemas.

Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases magistrales	26	1,04	2
Explicación y resolución de problemas	12	0,48	1, 3, 4
Resolución de ejercicios prácticos	12	0,48	1, 3

Estudio individual	36	1,44	2, 4
Resolución de ejercicios prácticos de manera individual o grupal	32	1,28	1, 3, 4
Resolución de problemas de manera individual o grupal	20	0,8	1, 3, 4

Evaluación

La evaluación se realizará de forma continuada. Habrá dos exámenes teórico-prácticos individuales por escrito, con un peso del 50% cada uno sobre la nota final. La primera prueba (Par1) se hará aproximadamente en la mitad del semestre y evaluará los conceptos teóricos y su aplicación en problemas sobre transformaciones 2D y 3D, visualización 2D y 3D, y modelado.

La segunda prueba (Par2) se realizará al final del semestre y evaluará los conceptos teóricos y las habilidades adquiridas en rendering y animación por computador.

Examen de recuperación: En caso de que la nota de teoría no llegue al aprobado, los estudiantes se podrán presentar a un examen de recuperación sobre los contenidos del examen parcial suspendido.

Hay dos entregas de problemas en sesiones de problemas valoradas cada una con 0'5 puntos a sumar a la nota del examen parcial (Par1 o Par2). La primera de ejercicios de modelado en OpenGL, donde se evalúa las habilidades del alumno en la definición de comandos de dibujo OpenGL y transformaciones geométricas para construir objetos 3D (NPrb1). La segunda consta de un ejercicio para obtener modelos cinemáticos de objetos articulados o un ejercicio de iluminación de escenas 3D, donde se evalúa la habilidad del alumno en obtener modelos de movimiento, tanto de objetos como de propiedades de las fuentes de luz (NPrb2).

La evaluación de las prácticas (notas Pr1, Pr2, Pr3, Pr4) se realiza mediante dos actividades:

- Evaluación de la demo de la aplicación, en que se muestra el trabajo realizado a la práctica (notas D1, D2, D3), nota grupal.
- Examen individual escrito con preguntas relacionadas sobre la práctica (notas E1, E2, E3).

INDICADORES DE CALIFICACIÓN:

La nota final de la asignatura se calcula de la siguiente manera (entre paréntesis cuadrado las notas mínimas para hacer media):

- $Nota\ Parcial\ 1 = (Par1 + NPrb1) [Par1 \geq 4,5]$
- $Nota\ Parcial\ 2 = (Par2 + NPrb2) [Par2 \geq 4,5]$
- $Nota\ Teoría = 0'5 * (Nota\ Parcial_1) + 0'5 * (Nota\ Parcial_2) [Nota\ Parcial_i \geq 5]$
- $Nota\ Pr_i = Di * 0'5 + Ei * 0'5 (i=1..3) [Di \geq 5, Ei \geq 2]$
- $Nota\ Prácticas = 0'25 * Pr_1 + 0'25 * Pr_2 + 0'5 * Pr_3 + [Pr_i \geq 5, i=1..3]$
- $NOTA\ FINAL\ ASIGNATURA = 0'5 * Nota\ Teoría + 0'5 * Nota\ Prácticas$

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Para que contabilicen las notas de problemas (NPrb1 i NPrb2) a los exámenes parciales hay que obtener un mínimo de 4,5 en la nota del examen parcial correspondiente (Par1 o Par2).
- Para considerar aprobadas cualquiera de las partes (teoría y prácticas) se ha de obtener un mínimo de 5, es decir Nota Teoría ≥ 5 y Nota Prácticas ≥ 5 .
- Para calcular la nota final de la asignatura hay que tener aprobadas la teoría y las prácticas.
- NO EVALUABLE: El alumnado se considera No Avaluable (NA) únicamente si no ha realizado ninguna actividad de evaluación. Recordamos que la nota No Avaluable también corre convocatoria.
- SUSPENSO: En el caso de no llegar al mínimo exigido en alguna de las actividades de evaluación, si el cálculo de la nota final es igual o superior a 5, se pondrá un 4 de nota en el expediente.
- MATRÍCULA DE HONOR: Podrán obtener una MH los estudiantes que tengan una nota igual o superior a los 9 puntos. Como que el número de MH no puede superar el 5% de los estudiantes

matriculados, se concederán a los estudiantes que tengan las notas finales más altas, a criterio del profesor.

- REPETIDORES: No se convalida ninguna parte aprobada (teoría, problemas, prácticas) de un curso académico a otro.
- EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS: Las prácticas presentadas en el calendario normal se evaluarán sobre 10 puntos. Las presentadas en periodos de recuperación se evaluarán sobre 8 puntos. Los exámenes de prácticas siempre se evaluarán sobre 10 puntos. Se establece como nota mínima para el examen de prácticas de 3.
- IMPORTANTE PARA TODOS LOS ALUMNOS: Es importante inscribirse a Caronte, pues se publican los materiales de la asignatura, se realizan entregas y se publican las notas de la asignatura. También es necesario apuntarse a los grupos de prácticas. Al inicio de curso hay que inscribirse en la Plataforma Virtual. Si es la primera vez que entráis en Caronte debéis proporcionar vuestro NIU, contraseña, nombre y apellidos y una foto carnet en formato JPG. Caronte es un gestor distinto al Campus Virtual de la UAB, con lo que no hace falta que las contraseñas sean la misma.

CALENDARIO DE EVALUACIÓN:

- Exámenes Parciales: Fechas al final de la guía docente que se publicará en la Plataforma Virtual i que se proporciona al alumnado el primer día de clase.
- Examen de Recuperación: Según calendario académico de la Escuela de Ingeniería.
- Entregas de ejercicios voluntarios en las sesiones de problemas: no se avisará con antelación, pues se pretende fomentar la asistencia a las clases durante todo el semestre.
- Demo y examen individual de cada práctica:
 - Práctica 1 i 2: Semana 3 de prácticas.
 - Práctica 3: Semana 6 de prácticas,

La entrega de notas también se hará mediante la Plataforma Virtual.

Sin perjuicio de otras medidas disciplinarias que se estimen oportunas, y de acuerdo con la normativa académica vigente, las irregularidades cometidas por un estudiante que puedan conducir a una variación de la calificación se calificarán con un cero (0). Las actividades de evaluación calificadas de esta forma y por este procedimiento no serán recuperables. Si es necesario superar cualquiera de estas actividades de evaluación para aprobar la asignatura, esta asignatura quedará suspendida directamente, sin oportunidad de recuperarla en el mismo año académico. Estas irregularidades incluyen, entre otras:

- La copia total o parcial de una práctica, informe, o cualquier otra actividad de evaluación
- Dejar copiar.
- Presentar un trabajo en grupo no hecho íntegramente por los miembros del grupo.
- Presentar como propios materiales elaborados por un tercero, aunque sean traducciones o adaptaciones, y en general trabajos con elementos no originales y exclusivos del estudiante.
- Tener dispositivos de comunicación (com teléfonos móviles, *smart watches*, etc.) accesibles durante las pruebas de evaluación teórico-prácticas individuales (exámenes).

En caso de no superar la asignatura debido a que alguna de las actividades de evaluación no llega a la nota mínima requerida, la nota numérica del expediente será el valor menor entre 4 i la media ponderada de las notas. Con las excepciones de que se otorgará la calificación de "no evaluable" a los estudiantes que no participen en ninguna de las actividades de evaluación, y de que la nota numérica del expediente será el valor menor entre 3.0 y la media ponderada de las notas en caso que el estudiante haya cometido irregularidades en un acto de evaluación (y por tanto no será posible el aprobado por compensación).

EN RESUMEN: copiar, dejar copiar o plagiar en cualquiera de las actividades de evaluación equivale a un SUSPENSO con nota inferior a 3,5.

Las fechas de evaluación continuada y entrega de trabajos se publicarán en Caronte y pueden estar sujetos a posibles cambios de programación por motivos de adaptación a posibles incidencias; siempre se informará en Caronte sobre estos cambios ya que se entiende que el Campus Virtual o lugares equivalentes como Caronte son el mecanismo habitual de intercambio de información entre profesor y estudiante.

Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Entrega de problemas	0,1	2	0,08	1, 3, 4
Entrega de prácticas	0,5	6	0,24	1, 3, 4
Examen primer parcial	0,25	2	0,08	2
Examen segundo parcial	0,25	2	0,08	2

Bibliografía

MATERIAL DE LA ASIGNATURA: <http://caronte.uab.cat>, asignatura "Visualització Gràfica Interactiva".

BIBLIOGRAFIA BÁSICA:

- J.F. Hughes, A. van Dam, M. McGuire, D.F.Sklar, F.D. Foley, S.K. Feiner, K. Akeley, Computer Graphics. Principles and Practice, third edition in C, *Addison-Wesley*, 2014.
- D. Hearn, P. Baker, Computer Graphics with OpenGL, 4th edition, *Pearson*, 2014.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA:

- J. de Vries, Learn OpenGL (an offline transcript of learnopengl.com), 2015
- D. Shreiner, G. Sellers, J. Kessenich, B. Licea-Kane, OpenGL Programming Guide, 8th Edition, 2013, Addison-Wesley, (red book).
- M. Bailey, S. Cunningham, Graphic Shaders. Theory and Practice, 2nd Edition, CRC Press, 2012.
- G. Sellers, R.S. Wright Jr., N. Haemel, OpenGL Superbible - Comprehensive Tutorial and Reference, 7th eds, Addison-Wesley, 2016 (blue book).
- Edward Angel and David Shreiner "Interactive Computer Graphics - A top-down approach using OpenGL", 6th ed, Pearson Education, 2012.
Good undergraduate text book on Computer Graphics.
- JungHyun Han, 3D Graphics for Game Programming", CRCPress, 2011.
Good and simple explanation for the Graphics Renderer Pipeline and the various transforms, with many nice diagrams.
- E. Lengyel, Mathematic for 3D game programming & Computer Graphics, 3rd edition, Course Technology, 2011.

ENLACES WEB:

- OpenGL mother site, www.opengl.org (data darrer accés: juliol 2020).
- Learn OpenGL (J. De Vries) <http://learnopengl.com> (data darrer accés: juliol 2020).
- Nehe OpenGL Tutorials, <http://nehe.gamedev.net>, one of the best sites on OpenGL (data darrer accés: juliol 2020).
- Nate Robin's OpenGL Tutor @ <http://www.xmission.com/~nate/opengl.html>.
one of the best sites on OpenGL. Provides a few animated programs to illustrate OpenGL functions, such as gluLookAt. Nate Robin also provide the original GLUT library,(data darrer accés: juliol 2020).
- Visualization Toolkit (VTK), <https://vtk.org/>, is an open-source, freely available software system for 3D computer graphics, image processing and visualization. VTK consists of a C++ class library and several interpreted interface layers including Tcl/Tk, Java, and Python.

- Computer Graphics (MIT), <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-837-computer-graphics>, curs de Gràfics per Computador del MIT amb transparències que toca molts dels temes de l'assignatura, (data darrer accés: juliol 2020).
- EUROGRAPHICS, <https://www.eg.org/wp/>, associació europea de Gràfics per Computador, que agrupa els principals centres de recerca europeus en Computer Graphics i organitza el congrés anual d'Eurographics, (data darrer accés: juliol 2020).
- ViRVIG: Visualització, Realitat Virtual i Interacció Gràfica (UPC-UdG), <https://www.virvig.eu/equipment.php>, Grup de R+D en Realitat Virtual més important de Catalunya, (data darrer accés: juliol 2020).