



Guía docente

804232 - FIS2VJ - Física II

Última modificación: 25/04/2024

Unidad responsable: Centro de la Imagen y la Tecnología Multimedia
Unidad que imparte: 804 - CITM - Centro de la Imagen y la Tecnología Multimedia.

Titulación: GRADO EN DISEÑO Y DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS (Plan 2014). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2024 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Catalán, Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Marc Melgosa

Otros: Marc Melgosa
Carles Pizarro

CAPACIDADES PREVIAS

Conocimientos de Física y programación en C++

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Genéricas:

CGFC1VJ. Diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos de o para videojuegos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente.

CGFB2VJ. Interpretar y dominar los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, la termodinámica, los campos y las ondas y el electromagnetismo; y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

CGFB1VJ. Resolver los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; cálculo diferencial e integral; métodos numéricos; estadística.

Transversales:

05 TEQ N1. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 1: Participar en el trabajo en equipo y colaborar, una vez identificados los objetivos y las responsabilidades colectivas e individuales, y decidir conjuntamente la estrategia que se debe seguir.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Las clases de teoría semanales consisten en sesiones de dos horas (1 sesión de dos horas)

- Exposición de conceptos de física, ejemplos de aplicación a videojuegos, live gameplays.
- Ejercicios de desarrollo y análisis de motores de física.
- Desarrollo de los proyectos.

Las clases de práctica semanales consisten en sesiones de dos horas (1 sesión de dos horas)

- Ejercicios de entrenamiento de las APIs del curso (Box2D, Bullet).
- Desarrollo de los proyectos.

Los tiempos de actividad se modularán en función de la complejidad de los ejercicios y los contenidos correspondientes. Se utilizará material de soporte que se pondrá a disposición de los estudiantes mediante el campus virtual.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

- Capacidad para crear juegos basados en simulaciones físicas en 2D y 3D.
- Ser capaz de aplicar los modelos físicos a los videojuegos y simulaciones tanto en 2D como en 3D.
- Entender la estructura de las librerías Box2D y Bullet.



HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	34,0	22.67
Horas grupo mediano	16,0	10.67
Horas actividades dirigidas	10,0	6.67
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

Repaso de Física

Descripción:

Repaso de conceptos físicos correspondientes a Física I, y métodos numéricos básicos:

- Resumen de cálculo vectorial y diferencial.
- Sistemas de coordenadas. Posición relativa de objetos en el espacio 3D y colisiones.
- Cinemática 1D, 2D y 3D.
- Dinámica: movimiento bajo fuerzas. Sistemas friccionales y no-friccionales.
- Conservación de momento y colisiones 1D y 2D (elástico, inelástico y rotura).

Dedicación: 8h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Aprendizaje autónomo: 4h

Mecànica del Sólido Rígido

Descripción:

Descripción de la cinemática y dinámica del sólido:

- Repaso de cálculo matricial.
- Conservación de momento. Momento Angular.
- Centro de masa. Inercia.
- Movimiento rotacional en 2D y 3D: Traslación pura y rotación pura.
- Dinámica rotacional en 2D y 3D: fuerzas y torsos.
- Transformación del sólido rígido: desplazamiento y rotación en 2D y 3D, deformación.

Dedicación: 8h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Aprendizaje autónomo: 4h

Integrador y Framerate

Descripción:

Métodos de integración numérica:

- Euler implícito.
- Euler Simpléctico.
- Velocity-Verlet & Störmer-Verlet.
- Runge-Kutta de alto orden.

Métodos de control de framerate:

- Tipos: fijo, variable, híbrido.
- Sub-stepping y métodos avanzados.
- Sincronismo en multijugador.

Actividades vinculadas:

Proyecto Teoría

Dedicación: 16h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo mediano/Prácticas: 4h

Aprendizaje autónomo: 8h

Colisiones

Descripción:

- Elástico vs amortiguamiento.
- Métodos de resolución de colisiones.
- Raycasting.

Actividades vinculadas:

Proyecto Teoría

Dedicación: 8h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Aprendizaje autónomo: 4h

Fuerzas de Física

Descripción:

Fuerzas principales de física aplicadas a los videojuegos:

- Gravedad: constante, escalado, lineal, gravitación universal.
- Aerodinámica: sustentación, drag.
- Hidrodinámica: flotación, drag, sustentación.
- Oscilaciones: movimiento armónico, muelles.

Actividades vinculadas:

Proyecto Teoría

Dedicación: 32h

Grupo grande/Teoría: 8h

Grupo mediano/Prácticas: 8h

Aprendizaje autónomo: 16h



Sistemas Complejos

Descripción:

- Cuerdas/cables.
- Ropa/textiles.
- Soft bodies.
- Fluidos.
- Ragdolls.

Dedicación: 6h

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 4h

Realidad Virtual

Descripción:

- Física en videojuegos VR/AR.
- Interficie usuario-juego.
- Motion sickness.

Dedicación: 6h

Grupo grande/Teoría: 2h

Aprendizaje autónomo: 4h

Integración de Box2D

Descripción:

- Análisis de la API de Box2D.
- Plan de integración.
- Creación de los bindings en C++.
- Detección de colisiones.
- Simulación física.

Actividades vinculadas:

Proyecto Box2D

Dedicación: 15h

Grupo grande/Teoría: 6h

Aprendizaje autónomo: 9h

Integración de Bullet

Descripción:

- Análisis de la API de Bullet 3D.
- Plan de integración.
- Creación de los bindings en C++.
- Detección de colisiones.
- Simulación física.

Actividades vinculadas:

Proyecto Bullet

Dedicación: 15h

Grupo grande/Teoría: 6h

Aprendizaje autónomo: 9h

ACTIVIDADES

Proyecto Teoría (Física 2D)

Descripción:

El objetivo es crear un motor de física desde cero y aplicarlo a un videojuego funcional.

- Los estudiantes tendrán que usar todos los conceptos explicados en clase para construir su propio motor de física.
- Dicho motor deberá ser implementado en el contexto de un videojuego simple pero funcional. Se permitirá un cierto grado de libertad para decidir la temática y contenido del juego.
- El objetivo principal es poder analizar el funcionamiento de un motor de física, por lo tanto poder configurar y "jugar" con los parámetros del motor será requisito indispensable.

Actividades:

- Definición de objetivos y limitaciones.
- Creación de un nivel para simulaciones.
- Programación de los elementos interactivos.
- Condiciones de victoria.

Objetivos específicos:

- Entender los principios de física: leyes de Newton, fuerzas vs impulsos, inercia, dinámica lineal vs angular, gravedad, aerodinámica, hidrodinámica, movimiento armónico, colisiones.
- Entender cómo aplicar lo anterior a los videojuegos: precisión vs rendimiento computacional, simplificaciones.

Material:

- Los estudiantes dispondrán de un código barebones al inicio del proyecto. Este código ya se encarga del pre-procesado, el bucle principal del juego y el motor de gráficos. Los estudiantes únicamente tendrán que implementar el motor de física y cualquier lógica que se requiera para el juego.
- Las clases de teoría proporcionarán todos los conceptos y algoritmos necesarios para construir un motor de física funcional.
- Bibliografía (libros, recursos de vídeo, etc.) estará disponible como material de soporte.

Entregable:

La entrega de esta tarea incluye:

- Una copia funcional del ejecutable del juego.
- El código fuente del juego.
- Documentación (Readme, Manual, Guía, etc.)

Competencias relacionadas:

CGFB1VJ. Resolver los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; cálculo diferencial e integral; métodos numéricos; estadística.

CGFC1VJ. Diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos de o para videojuegos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente.

CGFB2VJ. Interpretar y dominar los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, la termodinámica, los campos y las ondas y el electromagnetismo; y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

05 TEQ N1. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 1: Participar en el trabajo en equipo y colaborar, una vez identificados los objetivos y las responsabilidades colectivas e individuales, y decidir conjuntamente la estrategia que se debe seguir.

Dedicación: 11h

Actividades dirigidas: 3h

Aprendizaje autónomo: 8h



Proyecto Box2D (Física 2D)

Descripción:

El objetivo es aprender a usar la librería Box2D de física.

- Los estudiantes deberán usar Box2D como motor de física para crear un videojuego de Pinball.

Actividades:

- Definición de objetivos y limitaciones.
- Creación de un nivel para simulaciones.
- Programación de los elementos interactivos.
- Condiciones de victoria.

Objetivos específicos:

- Aprender a usar el motor de física Box2D.
- Entender los principios de física: leyes de Newton, fuerzas vs impulsos, inercia, dinámica lineal vs angular, gravedad, aerodinámica, hidrodinámica, movimiento armónico, colisiones.
- Entender cómo aplicar lo anterior a los videojuegos: precisión vs rendimiento computacional, simplificaciones.

Material:

- Los estudiantes dispondrán de un código barebones al inicio del proyecto. Este código ya se encarga del pre-procesado, el bucle principal del juego y el motor de gráficos. Los estudiantes únicamente tendrán que implementar el motor de física y cualquier lógica que se requiera para el juego.
- Las clases de práctica (y en menor medida, las de teoría) proporcionarán todos los conceptos y algoritmos necesarios para trabajar con la librería de Box2D.
- La documentación principal de Box2D será la fuente primaria de referencias técnicas.
- Bibliografía (libros, recursos de vídeo, etc.) también estará disponible como material de soporte.

Entregable:

La entrega de esta tarea incluye:

- Una copia funcional del ejecutable del juego.
- El código fuente del juego.
- Documentación (Readme, Manual, Guía, etc.)

Competencias relacionadas:

CGFB1VJ. Resolver los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; cálculo diferencial e integral; métodos numéricos; estadística.

CGFB2VJ. Interpretar y dominar los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, la termodinámica, los campos y las ondas y el electromagnetismo; y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

CGFC1VJ. Diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos de o para videojuegos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente.

05 TEQ N1. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 1: Participar en el trabajo en equipo y colaborar, una vez identificados los objetivos y las responsabilidades colectivas e individuales, y decidir conjuntamente la estrategia que se debe seguir.

Dedicación: 11h

Actividades dirigidas: 3h

Aprendizaje autónomo: 8h



Proyecto Bullet (Física 3D)

Descripción:

El objetivo es aprender a usar la librería Bullet de física.

- Los estudiantes deberán usar Bullet como motor de física para crear un videojuego de racing car (o similar).

Actividades:

- Definición de objetivos y limitaciones de los juegos de carreras.
- Creación de un nivel para las simulaciones.
- Creación de los coches.
- Condiciones de victoria.

Objetivos específicos:

- Aprender a usar el motor de física Bullet.
- Entender los principios de física: leyes de Newton, fuerzas vs impulsos, inercia, dinámica lineal vs angular, gravedad, aerodinámica, hidrodinámica, movimiento armónico, colisiones.
- Entender cómo aplicar lo anterior a los videojuegos: precisión vs rendimiento computacional, simplificaciones.

Material:

- Los estudiantes dispondrán de un código barebones al inicio del proyecto. Este código ya se encarga del pre-procesado, el bucle principal del juego y el motor de gráficos. Los estudiantes únicamente tendrán que implementar el motor de física y cualquier lógica que se requiera para el juego.
- Las clases de práctica (y en menor medida, las de teoría) proporcionarán todos los conceptos y algoritmos necesarios para trabajar con la librería de Bullet.
- La documentación principal de Bullet será la fuente primaria de referencias técnicas.
- Bibliografía (libros, recursos de vídeo, etc.) también estará disponible como material de soporte.

Entregable:

La entrega de esta tarea incluye:

- Una copia funcional del ejecutable del juego.
- El código fuente del juego.
- Documentación (Readme, Manual, Guía, etc.)

Competencias relacionadas:

CGFB2VJ. Interpretar y dominar los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, la termodinámica, los campos y las ondas y el electromagnetismo; y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

CGFC1VJ. Diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos de o para videojuegos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente.

CGFB1VJ. Resolver los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; cálculo diferencial e integral; métodos numéricos; estadística.

05 TEQ N1. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 1: Participar en el trabajo en equipo y colaborar, una vez identificados los objetivos y las responsabilidades colectivas e individuales, y decidir conjuntamente la estrategia que se debe seguir.

Dedicación: 16h

Actividades dirigidas: 4h

Aprendizaje autónomo: 12h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La calificación de la asignatura se obtendrá siguiendo un sistema de evaluación continua. El peso de cada parte es el siguiente:

- Proyecto Teoría: 25%
- Proyecto Box2D: 15%
- Proyecto Bullet: 30%
- Examen Final: 20%
- Participación y actitud 10%

El aprobado se obtiene al alcanzar una nota de 5 en la calificación final ponderada según el criterio anterior. Si no se presenta un examen o ejercicio práctico, este obtendrá una nota de 0.

Si no se supera la asignatura, existe la posibilidad de presentarse a un examen de reevaluación. Dicha prueba solo reevaluará la parte teórica. En caso de aprobar la asignatura, la nota máxima final será un 5.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Ejercicios en clase:

Durante las clases, los alumnos realizarán problemas que se discutirán y se resolverán en la misma clase. Estos ejercicios servirán de como práctica para realizar los proyectos.

Proyectos:

Los proyectos se realizarán en grupos y se entregaran antes del deadline establecido. La entrega incluye el código desarrollado (C++, Matlab, Python, etc.), una release funcional del juego, y un informe técnico si procede.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Eberly, David H. Game Physics. 2nd ed. Morgan Kaufmann, 2010. ISBN 978-0123749031.
- Bourg, David M. Physics for game developers . 2nd ed. Beijing: O'Reilly, 2013. ISBN 978-1449392512.
- Palmer, Grant. Physics For Game Programmers. 1st ed. Apress, 2005. ISBN 978-1590594728.
- Millington, Ian. Game Physics Engine Development. 2nd ed. CRC Press, 2017. ISBN 1138403121.
- Parberry, I. Introduction to game physics with Box2D. 1st ed. Boca Raton: CRC Press, 2013. ISBN 9781466565760.
- Dickinson, Chris. Learning Game Physics with Bullet Physics and OpenGL. 1st ed. Packt Publishing Ltd., 2013. ISBN 978-1-78328-187-9.

Complementaria:

- Szauer, Gabor. Game Physics Cookbook. 1st ed. Packt Publishing, 2017. ISBN 978-1787123663.
- van den Bergen, Gino. Game Physics Pearls. 1st ed. CRC Press, 2010. ISBN 978-1-56881-474-2.
- Ericson, Christer. Real-Time Collision Detection. 1st ed. Morgan Kaufmann, 2005. ISBN 978-0080474144.
- Feronato, Emanuele. Box2D for Flash Games. 1st ed. Packt Publishing, 2012. ISBN 978-1849519625.
- Emperore, K; Sherry, D. Unreal Engine Physics Essentials. 1st ed. Packt Publishing, 2015. ISBN 978-1-78439-490-5.
- Harbour, Jonathan S. Multi-Threaded Game Engine Design. 1st ed. Course Technology PTR, 2010. ISBN 1435454170.
- Sanglard, Fabien. Game Engine Black Book: Doom. Version 1.1. Independently published, 2019. ISBN 978-1099819773.
- Sanglard, Fabien. Game Engine Black Book: Wolfenstein 3D. Version 2.1. Independently published, 2019. ISBN 978-1070515847.

RECURSOS

Enlace web:

- GDC (Game Developer's Conference). <https://www.youtube.com/c/Gdconf>- SIGGRAPH (Association for Computing Machinery's (ACM) Special Interest Group on Computer Graphics and Interactive Techniques). <https://www.youtube.com/user/ACMSIGGRAPH>