



Guia docent

804232 - FIS2VJ - Física II

Última modificació: 25/04/2024

Unitat responsable: Centre de la Imatge i Tecnologia Multimèdia
Unitat que imparteix: 804 - CITM - Centre de la Imatge i Tecnologia Multimèdia.

Titulació: GRAU EN DISSENY I DESENVOLUPAMENT DE VIDEOJOC (Pla 2014). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2024 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català, Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: Marc Melgosa

Altres: Marc Melgosa
Carles Pizarro

CAPACITATS PRÈVIES

Coneixements de Física i programació en C++

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Genèriques:

CGFC1VJ. Dissenyar, desenvolupar, seleccionar i avaluar aplicacions i sistemes informàtics d'o per a videojocs, assegurant la seva fiabilitat, seguretat i qualitat, d'acord amb principis ètics i la legislació i normativa vigent.

CGFB2VJ. Interpretar i dominar els conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, la termodinàmica, els camps i les ones i l'electromagnetisme; i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

CGFB1VJ. Resoldre els problemes matemàtics que puguin plantejar-se en l'enginyeria. Aplicar els coneixements sobre: àlgebra lineal; geometria; càlcul diferencial i integral; mètodes numèrics; estadística.

Transversals:

05 TEQ N1. TREBALL EN EQUIP - Nivell 1: Participar en el treball en equip i col·laborar-hi, un cop identificats els objectius i les responsabilitats col·lectives i individuals, i decidir conjuntament l'estratègia que s'ha de seguir.

METODOLOGIES DOCENTS

Les classes de teoria setmanals consisteixen en sessions de 2 h (1 sessió de dues hores).

- Exposició de conceptes de física, exemples d'aplicació a videojocs, live gameplays.
- Exercicis de desenvolupament i anàlisi de motors de física.
- Desenvolupament dels projectes.

Les classes de pràctica setmanals consisteixen en sessions de 2 h (1 sessió de dues hores).

- Exercicis d'entrenament de les APIs del curs (Box2D, Bullet).
- Desenvolupament dels projectes

Les franges d'activitat es modularan en funció de la complexitat dels exercicis i els continguts corresponents.

Es fa servir material de suport que es posa a disposició dels estudiants mitjançant el campus virtual.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

- Capacitat de crear jocs que facin servir les simulacions físiques en 2D i 3D.
- Ser capaç d'aplicar els models físics als videojocs i simulacions tant en 2D com en 3D.
- Entendre l'estructura de les llibreries Box2D i Bullet.



HORES TOTS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores activitats dirigides	10,0	6.67
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup gran	34,0	22.67
Hores grup mitjà	16,0	10.67

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Repàs de Física

Descripció:

Repàs de conceptes físics donats a Física I i de mètodes numèrics bàsics:

- Resum de càlcul vectorial i diferencial.
- Sistemes de coordenades. Posició relativa de objectes a l'espai 3D i col·lisions.
- Cinemàtica 1D, 2D i 3D.
- Dinàmica: moviment sota forces. Sistemes amb i sense fricció.
- Conservació de moment i col·lisions 1D i 2D (elàstic, inelàstic i trencament).

Dedicació: 8h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 4h

Mecànica del sòlid rígid

Descripció:

Descripció de la cinemàtica i dinàmica del sòlid rígid:

- Repàs de càlcul matricial.
- Conservació de moment. Moment Angular.
- Centre de massa. Inèrcia.
- Moviment rotacional en 2D i 3D: Translació pura i rotació pura.
- Dinàmica rotacional en 2D i 3D: forces i torsors.
- Transformació del sòlid rígid: desplaçament i rotació en 2D i 3D, deformació.

Dedicació: 8h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 4h



Integrador i Framerate

Descripció:

Mètodes de integració numèrica:

- Euler implícit.
- Euler Simplèctic.
- Velocity-Verlet & Störmer-Verlet.
- Runge-Kutta d'alt ordre.

Mètodes de control de framerate:

- Tipus: fixe, variable, híbrid.
- Sub-stepping i mètodes avançats.
- Sincronisme en multijugador.

Activitats vinculades:

Projecte Teoria

Dedicació: 16h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

Aprenentatge autònom: 8h

Col·lisions

Descripció:

- Elàstic vs esmorteïment.
- Mètodes de resolució de col·lisions.
- Raycasting.

Activitats vinculades:

Projecte Teoria

Dedicació: 8h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 4h

Forces de Física

Descripció:

Forces principals de física aplicades a videojocs:

- Gravetat: constant, escalat, lineal, gravitació universal.
- Aerodinàmica: sustentació, drag.
- Hidrodinàmica: flotació, drag, sustentació.
- Oscil·lacions: moviment harmònic, molles.

Activitats vinculades:

Projecte Teoria

Dedicació: 32h

Grup gran/Teoria: 8h

Grup mitjà/Pràctiques: 8h

Aprenentatge autònom: 16h



Sistemes Complexos

Descripció:

- Cordes/cables.
- Roba/tèxtils.
- Soft bodies.
- Fluids.
- Ragdolls.

Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 4h

Realitat Virtual

Descripció:

- Física en videojocs VR/AR.
- Interfície usuari-joc.
- Motion sickness.

Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 4h

Integració de Box2D

Descripció:

- Anàlisi de la API de Box2D.
- Pla d'integració.
- Creació del bindings amb C++.
- Detecció de col·lisions.
- Simulació física.

Activitats vinculades:

Projecte Box2D

Dedicació: 15h

Grup gran/Teoria: 6h

Aprenentatge autònom: 9h

Integració de Bullet

Descripció:

- Anàlisi de la API de Bullet 3D.
- Pla d'integració.
- Creació del bindings amb C++.
- Detecció de col·lisions.
- Simulació física.

Activitats vinculades:

Projecte Bullet

Dedicació: 15h

Grup gran/Teoria: 6h

Aprenentatge autònom: 9h

ACTIVITATS

Projecte Teoria (Física 2D)

Descripció:

L'objectiu és crear un motor de física des de zero i aplicar-lo a un videojoc funcional.

- Els estudiants hauran d'usar tots els conceptes explicats a classe per construir el seu propi motor de física.
- Aquest motor s'haurà d'implementar en el context d'un videojoc simple però funcional. Serà permesa una certa llibertat a l'hora de decidir la temàtica i contingut del joc.
- L'objectiu principal és poder analitzar el funcionament d'un motor de física, per tant poder configurar i "jugar" amb els paràmetres del motor serà requisit indispensable.

Activitats:

- Definició d'objectius i limitacions.
- Creació de nivell per la simulacions.
- Programació dels elements interactius.
- Condicions de victòria.

Objectius específics:

- Entendre principis de física: lleis de Newton, forces vs impulsos, inèrcia, dinàmica lineal vs angular, gravetat, aerodinàmica, hidrodinàmica, moviment harmònic, col·lisions.
- Entendre com aplicar lo anterior als videojocs: precisió vs rendiment computacional, simplificacions.

Material:

- Els estudiants disposaran d'un codi barebones a l'inici del projecte. Aquest codi ja s'encarrega del pre-processat, el bucle principal del joc i el motor de gràfics. Els estudiants només hauran d'implementar el motor de física i qualsevol lògica que es necessiti pel joc.
- Les classes de teoria proporcionaran tots els conceptes i algoritmes necessaris per construir un motor de física funcional.
- Bibliografia (llibres, recursos de vídeo, etc.) estarà disponible com a material de suport.

Lliurament:

L'entrega d'aquesta tasca inclourà:

- Una còpia funcional del executable del joc.
- El codi font del joc.
- Documentació (Readme, Manual, Guia, etc.)

Competències relacionades:

CGFB1VJ. Resoldre els problemes matemàtics que puguin plantejar-se en l'enginyeria. Aplicar els coneixements sobre: àlgebra lineal; geometria; càlcul diferencial i integral; mètodes numèrics; estadística.

CGFC1VJ. Dissenyar, desenvolupar, seleccionar i avaluar aplicacions i sistemes informàtics d'o per a videojocs, assegurant la seva fiabilitat, seguretat i qualitat, d'acord amb principis ètics i la legislació i normativa vigent.

CGFB2VJ. Interpretar i dominar els conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, la termodinàmica, els camps i les ones i l'electromagnetisme; i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

05 TEQ N1. TREBALL EN EQUIP - Nivell 1: Participar en el treball en equip i col·laborar-hi, un cop identificats els objectius i les responsabilitats col·lectives i individuals, i decidir conjuntament l'estratègia que s'ha de seguir.

Dedicació: 11h

Activitats dirigides: 3h

Aprenentatge autònom: 8h



Projecte Box2D (Física 2D)

Descripció:

L'objectiu és aprendre a utilitzar la llibreria Box2D de física.

- Els estudiants hauran de usar Box2D com a motor de física per crear un videojoc de Pinball.

Activitats:

- Definició d'objectius i limitacions.
- Creació de nivell per la simulacions.
- Programació dels elements interactius.
- Condicions de victòria.

Objectius específics:

- Aprendre a utilitzar el motor de física Box2D.
- Entendre principis de física: lleis de Newton, forces vs impulsos, inèrcia, dinàmica lineal vs angular, gravetat, aerodinàmica, hidrodinàmica, moviment harmònic, col·lisions.
- Entendre com aplicar lo anterior als videojocs: precisió vs rendiment computacional, simplificacions.

Material:

- Els estudiants disposaran d'un codi barebones a l'inici del projecte. Aquest codi ja s'encarrega del pre-processat, el bucle principal del joc i el motor de gràfics. Els estudiants només hauran d'implementar el motor de física i qualsevol lògica que es necessiti pel joc.
- Les classes de pràctica (i en menor mesura, les de teoria) proporcionaran tots els conceptes i algorismes necessaris per treballar amb la llibreria de Box2D.
- La documentació principal de Box2D serà la font primària de referències tècniques.
- Bibliografia (llibres, recursos de vídeo, etc.) també estarà disponible com a material de suport.

Lliurament:

L'entrega d'aquesta tasca inclourà:

- Una còpia funcional del executable del joc.
- El codi font del joc.
- Documentació (Readme, Manuel, Guia, etc.)

Competències relacionades:

CGFB1VJ. Resoldre els problemes matemàtics que puguin plantejar-se en l'enginyeria. Aplicar els coneixements sobre: àlgebra lineal; geometria; càlcul diferencial i integral; mètodes numèrics; estadística.

CGFB2VJ. Interpretar i dominar els conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, la termodinàmica, els camps i les ones i l'electromagnetisme; i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

CGFC1VJ. Dissenyar, desenvolupar, seleccionar i avaluar aplicacions i sistemes informàtics d'o per a videojocs, assegurant la seva fiabilitat, seguretat i qualitat, d'acord amb principis ètics ia la legislació i normativa vigent.

05 TEQ N1. TREBALL EN EQUIP - Nivell 1: Participar en el treball en equip i col·laborar-hi, un cop identificats els objectius i les responsabilitats col·lectives i individuals, i decidir conjuntament l'estratègia que s'ha de seguir.

Dedicació: 11h

Activitats dirigides: 3h

Aprenentatge autònom: 8h



Projecte Bullet (Física 3D)

Descripció:

L'objectiu és aprendre a utilitzar la llibreria Bullet de física.

- Els estudiants hauran de usar Bullet com a motor de física per crear un videojoc de racing car (o similar).

Activitats:

- Definició d'objectius i limitacions dels jocs de carreres.
- Creació de nivell per la simulacions.
- Creació dels cotxes.
- Condicions de victòria.

Objectius específics:

- Aprendre a utilitzar el motor de física Bullet.
- Entendre els principis de física: lleis de Newton, forces vs impulsos, inèrcia, dinàmica lineal vs angular, gravetat, aerodinàmica, hidrodinàmica, moviment harmònic, col·lisions.
- Entendre com aplicar lo anterior als videojocs: precisió vs rendiment computacional, simplificacions.

Material:

- Els estudiants disposaran d'un codi barebones a l'inici del projecte. Aquest codi ja s'encarrega del pre-processat, el bucle principal del joc i el motor de gràfics. Els estudiants només hauran d'implementar el motor de física i qualsevol lògica que es necessiti pel joc.
- Les classes de pràctica (i en menor mesura, les de teoria) proporcionaran tots els conceptes i algorismes necessaris per treballar amb la llibreria de Bullet.
- La documentació principal de Bullet serà la font primària de referències tècniques.
- Bibliografia (llibres, recursos de vídeo, etc.) també estarà disponible com a material de suport.

Lliurament:

L'entrega d'aquesta tasca inclourà:

- Una còpia funcional del executable del joc.
- El codi font del joc.
- Documentació (Readme, Manuel, Guia, etc.)

Competències relacionades:

CGFB2VJ. Interpretar i dominar els conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, la termodinàmica, els camps i les ones i l'electromagnetisme; i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

CGFC1VJ. Dissenyar, desenvolupar, seleccionar i avaluar aplicacions i sistemes informàtics d'o per a videojocs, assegurant la seva fiabilitat, seguretat i qualitat, d'acord amb principis ètics i la legislació i normativa vigent.

CGFB1VJ. Resoldre els problemes matemàtics que puguin plantejar-se en l'enginyeria. Aplicar els coneixements sobre: àlgebra lineal; geometria; càlcul diferencial i integral; mètodes numèrics; estadística.

05 TEQ N1. TREBALL EN EQUIP - Nivell 1: Participar en el treball en equip i col·laborar-hi, un cop identificats els objectius i les responsabilitats col·lectives i individuals, i decidir conjuntament l'estratègia que s'ha de seguir.

Dedicació: 16h

Activitats dirigides: 4h

Aprenentatge autònom: 12h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La qualificació de l'assignatura s'obtindrà seguint un sistema d'avaluació continuada. El pes de cada part és el següent:

- Projecte Teoria: 25%
- Projecte Box2D: 15%
- Projecte Bullet: 30%
- Examen Final: 20%
- Participació i actitud: 10%

L'aprovat s'obté en assolir una nota de 5 en la qualificació final ponderada segons el criteri anterior. Si no es presenta un examen o exercici pràctic, aquest obtindrà una nota de 0.

Si no es supera l'assignatura, hi ha la possibilitat de presentar-se a un examen de reavaluació. Aquesta prova només reavaluarà la part teòrica. En cas d'aprovar l'assignatura, la nota màxima final serà un 5.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Exercicis a classe:

durant les classes, els alumnes realitzaran problemes que es discutiran i es resoldran a la mateixa classe. Aquests exercicis serviran com a pràctica per a la realització dels projectes.

Projectes:

Els projectes es realitzaran en grups i s'entregaran abans del deadline establert. L'entrega inclou el codi desenvolupat (C++, Matlab, Phyton, etc.), una release funcional del joc, i un informe tècnic si s'escau.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- 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.

Complementària:

- 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

Enllaç 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>