

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2502441 Enginyeria Informàtica	OB	3	1
2502441 Enginyeria Informàtica	OT	4	1

Professor de contacte

Nom: Enric Martí Godia

Correu electrònic: Enric.Marti@uab.cat

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: Sí

Grup íntegre en espanyol: No

Prerequisits

Es recomana que l'alumne tingui coneixements i capacitats de:

- Programació en llenguatges de programació orientat a objecte (C++, etc.)
- Estructures bàsiques de dades.

Aquests conceptes corresponen a continguts de l'assignatura "Laboratori de programació".

Objectius

Les tècniques de Gràfics per Computador i Visualització Gràfica, en especial les de realisme (rendering) i d'animació per Computador (Computer Animation) són presents en molts àmbits, fonamentalment en l'entreteniment (cinema, televisió, videojocs, etc.) però també en altres com visualització científica, visualització d'imatges mèdiques, cartografia, disseny industrial (realització i simulació tant estàtica com dinàmica de productes) i d'altres.

El fet de veure de forma usual aquestes imatges generades per computador no ha de treure ni minimitzar la complexitat en què han estat dissenyades i generades. En molts casos (fonamentalment l'entreteniment) hi ha d'haver un dissenyador gràfic que dissenyi el personatge, uns guionistes, però també un informàtic que model·li la forma del personatge i defineixi les equacions dinàmiques dels moviments així com que els generi pròpiament.

En aquest curs es pretén ampliar els conceptes relacionats amb els diferents processos i algorismes que s'han d'utilitzar per obtenir una imatge realista. No es pretén que es coneguin aquests algorismes per a que els implementeu (molts d'ells ja estan implementats en llibreries gràfiques), sinó per a conèixer les possibilitats de cada algorisme i els paràmetres que s'utilitzen per configurar-los.

S'introdueixen també conceptes importants d'animació per computador tant de trajectòries (rotació i traslació) com d'objectes articulats a fi de saber definir models de cinemàtica i generar moviments d'aquests objectes.

De forma més aplicada es pretén que l'alumne adquireixi habilitats en la llibreria gràfica OpenGL (Open Graphics Library) dins un entorn gràfic Visual C++, utilitzant interfícies Qt, GLUT o Web GL.

CONEIXEMENTS: Al finalitzar el curs l'alumne ha de ser capaç de:

- Conèixer i comprendre les principals tècniques per a generar i visualitzar escenes tridimensionals en ordinador.
- Conèixer els models volumètrics i models fractals per a representar objectes tridimensionals, força utilitzats per a la generació d'imatges realistes.
- Conèixer i comprendre tant els conceptes bàsics com els principals algorismes de realisme (rendering): algorismes d'eliminació de cares ocultes, models i tipus d'il·luminació d'una escena, models d'ombrejat i transparència així com a models per a representar i visualitzar textures. Les textures permeten augmentar significativament el grau de realisme de l'escena.
- Conèixer i comprendre els principals models cinemàtics (el de sòlids rígids i els d'objectes articulats), molt utilitzats en tècniques d'animació per computador.
- Conèixer i comprendre els principals algorismes de deformació elàstica d'objectes (morphing), molt utilitzats per crear deformacions espectaculars de visualització.
- Conèixer i comprendre la llibreria gràfica OpenGL (Open Graphics Library), que s'utilitza en la visualització gràfica tant en plataformes Windows, Linux i Mac OS com en estacions de treball (Sun, Silicon Graphics).

HABILITATS: Es pretén que els alumnes adquireixin les següents habilitats:

- Tenir un grau de coneixement i pràctica en OpenGL per a:
 - Ser capaços de modelar un objecte a partir de primitives bàsiques OpenGL.
 - Saber modelar diferents fonts de llum i definir clarament els seus paràmetres per a visualitzar l'escena que es desitgi.
 - Assignar textures a un objecte per a donar-li un millor grau de realisme.
- Definir el model cinemàtic d'un objecte mòbil a partir de transformacions geomètriques (traslació, rotació i escalat), sigui d'un objecte rígid o articulats. Saber representar-lo, renderitzar-lo i moure'l en OpenGL.

COMPETÈNCIES: Es pretén que els alumnes adquireixin les següents competències:

- Treball en equip.
- Treball autònom
- Capacitat d'anàlisi, síntesi i prospectiva.
- Raonament crític.
- Capacitat de resolució de problemes.

Competències

Enginyeria Informàtica

- Adquirir hàbits de pensament
- Adquirir hàbits de treball personal.
- Capacitat per a desenvolupar i avaluar sistemes interactius i de presentació d'informació complexa i la seva aplicació a la resolució de problemes de disseny d'interacció persona computadora.
- Capacitat per dissenyar, desenvolupar, avaluar i assegurar l'accessibilitat, l'ergonomia, la usabilitat i la seguretat dels sistemes, serveis i aplicacions informàtiques, així com de la informació que gestionen
- Treballar en equip

Resultats d'aprenentatge

1. Aplicar mètodes bàsics d'animació al modelatge de formes 3D.
2. Conèixer les bases teòriques i el funcionament dels diferents algorismes d'il·luminació d'escenes renderitzades.
3. Desenvolupar la capacitat d'anàlisi, síntesi i prospectiva.
4. Desenvolupar un mode de pensament i raonament crítics.
5. Implementar algorismes bàsics de transformacions i modelatge geomètric (2D i 3D).
6. Treballar cooperativament.
7. Treballar de manera autònoma.

Continguts

BLOC 1. SISTEMES I DISPOSITIUS GRÀFICS

1. Introducció (1 hora)

- Definicions
- Història i aplicacions
- Tendències futures

2. Hardware gràfic (1 hores)

- Sistema, dispositius i controlador de visualització
- Dispositius de sortida gràfica
- Dispositius de sortida gràfica
- Tècniques interactives d'entrada

BLOC 2. GRÀFICS 2D. Transformacions i modelat

3. Transformacions 2D (1 hora)

- Transformacions geomètriques
- Transformacions BitBlt
- Transformacions de visualització

4. Modelat 2D (1 hora)

- Primitives bàsiques
- Aplicació CAD

BLOC 3. GRÀFICS 3D. TRANSFORMACIONS I MODELAT

5. Transformacions 3D (2 hores)

- Sistemes de coordenades
- Transformacions geomètriques
- Transformacions de visualització

6. Modelat (4 hores)

- Conceptes bàsics
- Models geomètrics
- Models procedurals
- Models espaials
- Fractals

BLOC 4. REALISME

7. Introducció i tècniques d'antialiasing (1 hora)

- Introducció
- Aliasing

8. Ocultacions (1 hora)

- Conceptes bàsics
- Algorismes espai objecte
- Algorismes d'espai imatge

9. Il·luminació (6 hores)

- Conceptes bàsics
- Models d'il·luminació
- Algorismes d'il·luminació local
- Textures
- Transparències
- Ombres
- Algorismes d'il·luminació global

BLOC 5. ANIMACIÓ PER COMPUTADOR

10. Animació per Computador (4 hores)

- Conceptes bàsics
- Animació assistida per Computador
- Animació per Computador
- Tècniques d'animació per Computador
- Morphing

BLOC 6. SISTEMES INTERACTIUS I REALITAT VIRTUAL

11. Tècniques interactives d'entrada i visualització gràfica (1 hora)

- Dispositius
- Tècniques interactives d'entrada gràfica 3D
- Tècniques interactives de visualització gràfica 3D

12. Realitat Virtual i Augmentada (3 hores)

- Conceptes bàsics
- Sistemes
- Aplicacions

Metodologia

El procés d'aprenentatge de l'alumne es fonamentarà en aquests tres tipus d'activitats: classes de teoria, problemes i pràctiques.

TEORIA:

Les classes de teoria s'imparteixen mitjançant classes magistrals amb transparències. Aquestes són accessibles i els alumnes les poden tenir des del primer dia de curs en el gestor documental Cerbero (<http://cerbero.uab.cat>).

PROBLEMES:

En les classes de problemes s'explicarà la llibreria gràfica OpenGL, realitzant exercicis de modelat d'objectes 3D, visualització i il·luminació.

En 2 dies concrets hi haurà dues entregues lliures de problemes realitzats en horari de seminaris que es puntuaran, podent obtenir en cada entrega, un màxim de 0'5 punts (en total 1 punt) que seran les notes NPrb1 i NPrb2 que es sumaran a la Nota de Teoria.

Tota la documentació (enunciats, scripts de BD, resultats dels problemes) són disponibles a la pàgina web de l'assignatura i al gestor documental Cerbero (<http://cerbero.uab.cat>).

PRÀCTIQUES:

Les pràctiques pretenen capacitar a l'alumne a definir entorns gràfics en C++ i la llibreria gràfica multi plataforma OpenGL (Open Graphics Library) utilitzant la interfície multi plataforma Qt. L'entorn gràfic es basa en menús de persianes, botons de menú i comandes de teclat i mouse que es van afegint a mida que es van

realitzant les pràctiques fins obtenir un entorn que les inclogui totes. Es realitzaran pràctiques de visualització 3D, animació 3D, i il·luminació amb shaders GLSL.

Els enunciats de les pràctiques estan disponibles en el portfoli de pràctiques disponible al Cerbero en format PDF.

L'assignatura consta de 4 pràctiques distribuïdes en 6 sessions en règim tancat:

1. Creació d'un entorn de visualització OpenGL amb Qt o MFC - setmanes 1
2. Volum de Visualització i muntatge d'escenes - setmana 2
3. Paissatge fractal i il·luminació - setmana 3,4
4. Modelatge i animació d'una cama, robot o atracció articulada de fira - setmanes 5,6

Es realitzaran en grups de DUES persones i per a cada alumne es requerirà una dedicació de 30 hores de treball per preparar la pràctica i redactar la memòria, 12 hores a l'aula de PC's tutelades pel professor i 6 hores de treball de l'alumne a l'aula d'informàtica sense professor.

Cada grup de pràctiques ha d'apuntar-se a un horari de sessions de 10 hores per realitzar les pràctiques tutelades pel professor. Per a apuntar-se als grups de pràctiques s'utilitzarà el gestor Cerbero (<http://cerbero.uab.cat>).

L'assistència a les sessions de pràctiques **ÉS OBLIGATÒRIA**. L'alumne prepara el treball de pràctiques explicat en l'enunciat de pràctiques. Aquesta preparació ha de ser prèvia a la sessió de pràctiques corresponent. El treball es realitza assistint a les sessions de pràctiques tutelades pel professor en els horaris (grups 1) i finalment s'escriu l'informe final de pràctiques.

La normativa d'entrega i avaluació de pràctiques la podeu trobar en el document de normativa disponible en Cerbero (<http://cerbero.uab.cat>). S'avaluarà el treball de pràctiques i es farà una prova individual en l'entrega de cada pràctica.

Els enunciats de les pràctiques estan disponibles en Cerbero (<http://cerbero.uab.cat>).

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes magistrals	26	1,04	2, 3, 4
Explicació i resolució de problemes	12	0,48	1, 5, 7
Resolució d'exercicis pràctics	12	0,48	1, 5, 6
Tipus: Autònomes			
Estudi individual	36	1,44	2, 3, 4, 7
Resolució de problemes de manera individual o grupal	20	0,8	1, 5, 7
Resolució d'exercicis pràctics de manera individual o grupal	32	1,28	1, 5, 6, 7

Avaluació

L'avaluació es farà de forma continuada. Hi haurà dues proves teòric-pràctiques individuals per escrit, amb un pes del 50% cadascuna sobre la nota final. La primera prova (Par1) es farà aproximadament a la meitat del

semestre i avaluarà els conceptes teòrics sobre transformacions 2D i 3D, visualització 2D i 3D, modelat i rendering. La segona prova (Par2) es realitzarà al final del semestre i avaluarà els conceptes teòrics i les habilitats adquirits en animació per computador i tècniques interactives.

Examen de recuperació: En cas de que la nota de teoria no arribi a l'aprobat, els estudiants es podran presentar a un examen de recuperació sobre els continguts de l'examen parcial suspès.

Hi ha dues entregues de problemes en sessió de problemes. La primera d'exercicis de modelat en OpenGL, on s'avalua les habilitats de l'alumne en la definició de comandes de dibuix OpenGL i transformacions geomètriques per a construir objectes 3D. La segona consta d'un exercici per a obtenir models cinemàtics d'objectes articulats o un exercici d'il·luminació d'escenes 3D, on s'avalua l'habilitat de l'alumne en obtenir models de moviment, tant d'objectes com de propietats de les fonts de llum (NPrb2).

L'avaluació de les pràctiques es fa mitjançant l'avaluació del treball de pràctiques fet pels alumnes dins els laboratoris (Pr1, Pr2, Pr3, Pr4).

INDICADORS DE QUALIFICACIÓ:

La nota final de l'assignatura es calcula de la següent manera:

- Nota Parcial 1 = Par1 + NPrb1
- Nota Parcial 2 = Par2 + NPrb2
- Nota Teoria = 0'5 * Nota Parcial 1 + 0'5 * Nota Parcial 2
- Nota Pràctiques = 0'2*Pr1+0'2*Pr2+0'3*Pr3+0'3*Pr4
- NOTA FINAL ASSIGNATURA = 0'5 *Nota Teoria + 0'5 * Nota Pràctiques

CRITERIS D'AVALUACIÓ

- Per a que comptabilitzin les notes de seminaris (NPrb1 i Nrb2) cal obtenir un mínim de 4'5 en la nota de l'examen (Nota Examen).
- Per a considerar aprovades qualsevol de les dues parts (Nota Teoria i Nota Pràctiques) ha d'obtenir-se un mínim de 5.
- Per a fer mitja cal obtenir un mínim de 5.
- **NO AVALUABLE:** Si no es presenta a cap activitat d'avaluació.
- En el cas de no arribar al mínim exigint en alguna de les activitats d'avaluació, si el càlcul de la nota final és igual o superior a 5, es posarà un 4 de nota a l'expedient.
- **REPETIDORS:** No es convalida cap part aprovada per separat (teoria, problemes, pràctiques) d'un curs acadèmic a un altre.
- **IMPORTANT PER A TOTS ELS ALUMNES:** És important inscriure's a Cerbero, doncs s'hi publiquen els materials de l'assignatura, es fan les entregues de pràctiques i es publiquen les notes finals de l'assignatura.
- Podran obtenir una MH els estudiants que tinguin una nota igual o superior als 9 punts, a criteri del professor. Com que el nombre de MH no pot superar el 5% dels estudiants matriculats, es concediran als estudiants que tinguin les notes finals més altes, a criteri del professor.

CALENDARI D'AVALUACIÓ:

- Exàmens Parcial: hores de teoria anunciades amb antelació.
- Examen de Recuperació: segons calendari acadèmic de l'Escola d'Enginyeria.
- Entregues en les sessions de seminaris: no s'avisarà amb antelació, doncs al ser una activitat voluntària es pretén fomentar l'assistència als seminaris durant tot el semestre.
- Entrega de les pràctiques via Caronte:
 - Entrega pràctica 1: Setmana 2 de pràctiques.
 - Entrega pràctica 2: Setmana 3 de pràctiques,
 - Entrega pràctica 3: Setmana 5 de pràctiques.
 - Entrega pràctica 4: 8 dies després de la setmana 6,

L'entrega de notes es farà mitjançant Cerbero (<http://cerbero.uab.cat>). A l'inici de curs cal inscriure's a Cerbero a l'assignatura de "Visualització Gràfica Interactiva", donant les vostres dades personals i una foto carnet en format JPG.

Les dates d'avaluació continuada i lliurament de treballs es publicaran a Cerbero (<http://cerbero.uab.cat>) i poden estar subjectes a canvis de programació per motius d'adaptació a possibles incidències. S'informarà a Cerbero sobre aquests canvis ja que s'entén que és el mecanisme habitual d'intercanvi d'informació entre professor i estudiants.

Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que s'estimin oportunes, i d'acord amb la normativa acadèmica vigent, les irregularitats comeses per un estudiant que puguin conduir a una variació de la qualificació es qualificaran amb un zero (0). Les activitats d'avaluació qualificades d'aquesta forma i per aquest procediment no seran recuperables. Si és necessari superar qualsevol d'aquestes activitats d'avaluació per aprovar l'assignatura, aquesta assignatura quedarà suspesa directament, sense oportunitat de recuperar-la en el mateix curs. Aquestes irregularitats inclouen, entre d'altres:

- la còpia total o parcial d'una pràctica, informe, o qualsevol altra activitat d'avaluació;
- deixar copiar;
- presentar un treball de grup no fet íntegrament pels membres del grup;
- presentar com a propis materials elaborats per un tercer, encara que siguin traduccions o adaptacions, i en general treballs amb elements no originals i exclusius de l'estudiant;
- tenir dispositius de comunicació (com telèfons mòbils, smart watches, etc.) accessibles durant les proves d'avaluació teórico-pràctiques individuals (exàmens).

En cas de no superar l'assignatura degut a que alguna de les activitats d'avaluació no arriba a la nota mínima requerida, la nota numèrica de l'expedient serà el valor menor entre 4 i la mitjana ponderada de les notes. Amb les excepcions de que s'atorgarà la qualificació de "no avaluable" als estudiants que no participin en cap de les activitats d'avaluació, i de que la nota numèrica de l'expedient serà el valor menor entre 3.0 i la mitjana ponderada de les notes en cas que l'estudiant hagi comès irregularitats en un acte d'avaluació (i per tant no serà possible l'aprobat per compensació).

En resum: copiar, deixar copiar o plagiar en qualsevol de les activitats d'avaluació equival a un SUSPENS amb nota inferior a 3,5.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Entrega de pràctiques	0,5	6	0,24	1, 5, 6, 7
Entrega de problemes	0,1	2	0,08	1, 5, 7
Primer parcial en classe de teoria	0,25	2	0,08	2, 3, 4
Segon parcial en classe de teoria	0,25	2	0,08	2, 3, 4

Bibliografia

MATERIAL DE L'ASSIGNATURA: <http://caronte.uab.cat>, assignatura Visualització Gràfics Interactiva.

BIBLIOGRAFIA Bàsica:

- A. Watt, **3D Computer Graphics**, 3rd edition, Addison-Wesley, 2000.
- P. Shirley, **Fundamentals of Computer Graphics**, 3rd ed., AK Peters, 2002.
- F.D. Foley, A. van Dam, S.K. Feiner, J.F. Hughes, **Computer Graphics. Principles and Practice**, second edition in C, Addison-Wesley, 1995.
- D. Hearn, P. Baker, **Computer Graphics**, 2nd edition, C version Prentice Hall, 1997.

BIBLIOGRAFIA Complementària:

- H. Nguyen, **GPU Gems 3**, Addison-Wesley, 2008.

- M. Pharr, **GPU Gems 2**, Addison-Wesley, 2005.
- D. Shreiner, M. Woo, J. Neider, T. Davis, **OpenGL Programming Guide, 4th Edition** Addison-Wesley Developers Press, 2004.
- E. Lengyel, **Mathematic for 3D game programming & Computer Graphics**, Charles River Media, 2004.
- E. Lengyel, **The OpenGL extensions guide**, Charles River Media, 2003.
- R. Fernando, M.J. Kilgard **Cg. The Cg Tutorial**, Addison-Wesley, 2003.
- A. Watt, F. Policarpo **3D Games. Animation and Advanced Real-time Rendering. Volume 2**, Addison-Wesley, 2003.
- A. Watt, F. Policarpo **3D Games. Real Time Rendering and Software Technology. Volume 1**, Addison-Wesley, 2001.
- E. Angel, **Interactive Computer Graphics. A top-down approach with OpenGL**, Addison-Wesley, 2000.
- A. Watt, F. Policarpo, **The Computer Image**, Addison-Wesley, 1998.
- A. Watt, M. Watt, **Advanced Animation and Rendering Techniques. Theory and Practice**, Addison-Wesley, 1992.
- R.S. Wright Jr., B. Lipchak, **Programación en OpenGL**, Anaya Multimedia, 2005.
- D. Shreiner, M. Woo, J. Neider, T. Davis, **OpenGL Programming Guide, 4th Edition** Addison-Wesley Developers Press, 2004.
- R. Kempf, C. Frazier, **OpenGL Reference Manual, 2nd Edition**, Addison-Wesley Developers Press, 1997.

ENLLAÇOS WEB:

- [Computer Graphics \(MIT\)](#). Curs de Gràfics per Computador del MIT amb transparències que toca molts dels temes de l'assignatura.
- [EUROGRAPHICS s.e.](#) Secció espanyola de l'associació europea de Gràfics per Computador, que organitza el congrés anual CEIG (Congreso Español de Informática Gráfica).
- [Centre de Realitat Virtual \(UPC-GEDAS\)](#). Centre de R+D en Realitat Virtual.
- [The OpenGL Utility Toolkit \(GLUT\)](#).
- [OpenGL.org](#). Actualitzacions de software sobre llibreries OpenGL que no son de Silicon Graphics.
- The [Visualization Toolkit \(VTK\)](#) 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.