

Gràfics per Computador 2

Codi	1	Curs/semestre	Crèdits
25011	<ul style="list-style-type: none"> • Optativa • Semestral 	4rt curs / 8è semestre	5

Professorat

Nom	Dpt/Unitat	Despatx	Adreça d'e-mail	Telèfon
Enric Martí	Ciències de la Computació	QC/1032	enric.marti@uab.cat	
Marc Vivet	Ciències de la Computació	QC/1076	marc.vivet@uab.es	

Objectius

Les tècniques de Gràfics per Computador, 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 modeli la forma el personatge i defineixi les equacions dinàmiques dels moviments així com que els generi pròpiament.

En aquest curs es pretén ampliar els conceptes impartits en l'assignatura de *Gràfics per Computador 1* aprofundint en els diferents processos i algorismes que s'han d'utilitzar per obtenir una imatge realista. No es pretén que es coneixin aquests algorismes per a que els implementeu (molts d'ells ja estan implementats en llibreries gràfiques), sino 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 MFC, GLUT o GLUI.

Es recomana haver cursat l'assignatura de *Gràfics per Computador 1* per tenir els coneixements bàsics de Gràfics i tenir coneixements de programació en C.

Coneixements:

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

- Conèixer i comprendre les principals tècniques per a 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 en crear deformacions espectaculars de visualització.
- Conèixer i comprendre la llibreria gràfica *Open Graphics Library* (OpenGL), que s'utilitza molt en la visualització gràfica tant en plataformes PC (Windows, Linux) 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 un objecte rigid 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.
- Capacitat d'anàlisi i síntesi.
- Raonament crític.
- Capacitat de resolució de problemes.
- Capacitat d'organització i planificació.
- Aprenentatge autònom.

Capacitats prèvies

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

- Programació en llenguatges de tercera generació (C, PASCAL, etc.)
- Estructures bàsiques de dades.
- Conceptes bàsics de Gràfics per Computador.

Aquests conceptes corresponen a continguts de les assignatures:

- Algorismes i programació
- Llenguatges de programació
- Estructures de dades
- Gràfics per Computador 1

Continguts

(T:teoria, S: problemes o seminaris, PS:preparació de problemes o seminaris, L:laboratoris, PP:preparació pràctiques, E:estudi, AA:altres activitats; totes aquestes activitats s'especifiquen en hores)

1. Gràfics 3D	T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
	2			2,5	2	2'5		9
<ul style="list-style-type: none">• Sistemes d'eixos 3D• Transformacions Geomètriques.• Transformacions de Visualització.								

2. Introducció al realisme	T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
	2				2			4
<ul style="list-style-type: none">• Introducció• Història i camps d'aplicació• Àrees relacionades• Realisme (<i>rendering</i>) Arquitectura ANSI-SPARC								

3. Modelatge	T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
	4	3	3	2'5	6	5		23'5
<ul style="list-style-type: none">• Conceptes bàsics de modelatge• Tipus de models• Models<ul style="list-style-type: none">○ <i>Sweep Representations</i>○ Enumeració espacial○ BSP (<i>Binary Space Partitioning</i>)○ Arbres octals (<i>Octrees</i>)○ CSG (<i>Constructive Solid Geometry</i>)○ Models híbrids○ Geometria fractal								

4. Ocultacions	T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
	2				2			4
<ul style="list-style-type: none">• Conceptes bàsics• Algorismes d'espai objecte• Algorismes de prioritat per llista• Algorismes d'espai imatge								

5. Il·luminació	T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
	8	5	5	2'5	10	5		35'5

- Introducció
- Models d'iluminació
- Algorismes incrementals d'iluminació local
- Textura
- Transparència
- Ombres (*Shadowing*)
- Algorismes d'iluminació global

5. Nivells de gris i color	T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
	4				4			8

- Llum acromàtica. Nivells de gris
- Llum cromàtica. Color
 - Colorimetria
 - Models de color

6. Animació per Computador	T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
	6	7	7	2'5	8	5		35'5

- Introducció
- Animació convencional
- Animació per computador
- Tècniques d'animació per computador
 - Animació d'objectes rígids
 - Animació d'objectes articulats
 - Simulació dinàmica
 - Animació de partícules
 - Animació de comportament
- Conclusions
- Bibliografia i referències

7. Morphing	T	S	PS	L	E	PP	AA	Total
	2				3,5			5,5

- Introducció
- Morphing sobre imatges 2D
- Interpolació de vistes
- Morphing en l'espai 3D
- Morphing sobre seqüències d'animació
- Morphing en imatge mèdica
- Bibliografia i referències

Metodologia docent

Aquest any s'ofereix a l'alumne dos itineraris per cursar l'assignatura dels quals n'ha triar un. Els itineraris són: el de **TPPE (Teoria, Problemes, Pràctiques i Examen)** i el d'**ABP (Aprentatge Basat en Projectes)**. A continuació s'expliquen les activitats a realitzar per cada itinerari.

El procés d'aprenentatge de l'alumne per a cada itinerari es fonamentarà en aquests tres tipus d'activitats: teoria, seminaris i pràctiques.

Itinerari TPPE:

- **TEORIA:** La metodologia docent de la part teòrica es basa en un temari del qual es subministren apunts, però que **no s'impartirà en classes magistrals**. L'alumne estudia de les transparències i de la bibliografia recomenada. Les transparències són accessibles en format electrònic i els alumnes les poden tenir des del primer dia de curs en la pàgina web de l'assignatura (<http://dcc.uab.es/teach/a25011/c25011.htm>), en el gestor documental Caront (<http://caronte.uab.es>, assignatura *TPPE GC2*). El professor resoldrà dubtes de la matèria en hores de tutoria. L'alumne farà un examen de teoria i problemes, segons els models que es mostren en la pàgina web de l'assignatura.
- **PROBLEMES:** La part de problemes pot ser seguida pels alumnes dels dos itineraris. Es basa en la impartició de classes magistrals utilitzant transparències per introduir conceptes de la llibreria gràfica OpenGL i plantejant problemes a resoldre per part dels alumnes per a agafar certa destresa en aquesta llibreria. Aquestes classes són molt recomenables en aquest itinerari (en l'examen hi haurà una part de problemes). L'alumne disposa de les transparències d'OpenGL en format electrònic (PDF) en la pàgina web de l'assignatura, a Caront, en el Campus Virtual o en fotocòpies prèviament a la impartició de la classe.
- **PRÀCTIQUES:** Les classes s'imparteixen en sessions de laboratori tancat en aula informàtica tutelades pel professor. Les pràctiques es faran en grups de **2 persones** i es realitzaran sobre un entorn Visual C++ que integra les llibreries gràfiques OpenGL. Aquest entorn es pot obtenir en la pàgina web (veure l'apartat fitxers d'aquesta secció) o en Caront.

Per a realitzar les pràctiques l'alumne ha de triar un dels quatre entorns oferts: dos d'ells utilitzen com interfície les **MFC de Windows**, un amb entorn monofinestra i l'altra multifinestra, (ambdós s'utilitzaran en les sessions de pràctiques amb professor), un tercer que utilitza com a interfície en la **llibreria GLUT** i el quart que utilitza la llibreria GLUI (*GLut User Interface*) Aquests dos últims entorns el poden utilitzar les persones que s'apunten a grups de treball (que no assistiran a les sessions de pràctiques amb professor). En la taula d'utilitats de la pàgina web de l'assignatura i a Caront es poden obtenir els entorns i l'enunciat de la primera pràctica corresponent a cada entorn.

Per utilitzar qualsevol dels quatre entorns cal comprovar que les llibreries GLUT i GLAUX estiguin instal·lades. En la taula d'enunciats de la pàgina web de l'assignatura o en Caront s'ofereixen els fitxers i manuals d'aquestes llibreries.

La normativa d'entrega i avaluació de pràctiques la podeu trobar en el portfoli de pràctiques disponible en la pàgina web de l'assignatura i a Caront.

Els enunciats de les pràctiques estan disponibles en el portfoli de pràctiques disponible en la pàgina web de l'assignatura i en Caront en format PDF. També són al servei de fotocòpies de l'ETSE en paper.

Itinerari ABP:

- **TEORIA:** En aquest itinerari s'ofereix una metodologia docent anomenada *Aprentatge Basat en Projectes (ABP)* com alternativa a la metodologia clàssica de l'itinerari TPPE. La metodologia ABP pretén potenciar i motivar a l'alumne en l'aprenentatge. Les normes de funcionament i avaluació dels alumnes que segueixin aquest itinerari es detallen en el document de **FUNCIONAMENT**, accessible a la pàgina web de l'assignatura i en Caront (assignatura ABP GC2). El professor dedicarà les classes de teoria de l'assignatura als alumnes que vulguin seguir aquesta metodologia.
- **PROBLEMES:** La part de problemes és la mateixa que en l'itinerari TPPE. Aquestes classes són molt recomenades també en aquest itinerari.

- **PRÀCTIQUES:** No han de realitzar ni entregar pràctiques. Es recomana assistir a la primera sessió de pràctiques per a conèixer l'entorn gràfic Visual C++ que s'ofereix, si es vol utilitzar aquest entorn. La resta de sessions s'hi pot anar per a treballar en el projecte.

Avaluació

Hi ha dos tipus d'avaluació, un per a cada itinerari, TPPE o ABP.

Itinerari TPPE:

1ª Convocatòria (juliol)		2ª Convocatòria (setembre)
Avaluació continuada: Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> no n'hi ha
Avaluació grupal	Avaluació individual	<input checked="" type="checkbox"/> si n'hi ha
Avaluació dels treballs de pràctiques en grups de dues persones.	Realització de dos exàmens: un de teoria i problemes i un de pràctiques	1. Realització d'examen, cas de que no s'hagi fet a la primera convocatòria o s'hagi suspès
	Hi ha examen final (calendari oficial) Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	2. Es pot recuperar el 100% de la nota en segona convocatòria. Per les parts o entregues aprovades en primera convocatòria es guarda la nota en segona convocatòria.
		3. No es guarda cap nota aprovada d'una part de l'assignatura pel curs vinent.
No presentat: En cas de que no s'hagi realitzat una o més entregues de pràctiques o no s'hagi presentat a examen.		No presentat: En cas de que no s'hagi realitzat una o més entregues de pràctiques o no s'hagi presentat a examen.

Per a l'avaluació de l'itinerari d'examen s'utilitzaran els següents INSTRUMENTS i ACTIVITATS:

- Examen de teoria a final del semestre, on s'avaluen els conceptes teòrics i les habilitats en modelar objectes utilitzant primitives i transformacions geomètriques en OpenGL (**NE**, amb un màxim de 10 punts).
- Entrega de la versió final de les quatre pràctiques de l'assignatura (**NPr1, NPr2, NPr3, NPr4** amb un màxim de 10 punts per a cadascun), on s'avalua el treball previ realitzat pels alumnes, l'aplicació realitzada i la presentació de la memòria escrita de cada pràctica. Es té en compte treball que el grup hagi realitzat per iniciativa pròpia, promocionant que això es faci.

INDICADORS DE QUALIFICACIÓ:

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

$$\text{Nota Pràctiques} = 0'5 * (NPr1 + NPr2) + 0'5 * (NPr3 + NPr4)$$

$$\text{Nota Teoria} = NE$$

$$\text{NOTA FINAL ASSIGNATURA} = 0'6 * \text{Nota Teoria} + 0'4 * \text{Nota Pràctiques}$$

CRITERIS D'AVUACIÓ:

- Per a considerar aprovades qualsevol de les dues parts (teoria i pràctiques) ha d'obtenir-se un mínim de 5.
- **IMPORTANT PER A TOTS ELS ALUMNES:** Cal que us doneu d'alta (si no us hi heu donat) en Caront i us inscriviu en l'assignatura *TPPE GC2* dins de Gràfics per Computador 2 (password TPPE25011) apuntar-vos a un grup de pràctiques (1 a 3 per a grups presencials, 4 i 5 per a gent que treballa). Per donar-vos d'alta a Caront us demana, entre altres dades, nom i cognoms, e-mail i una foto carnet en format JPG. En la pàgina web de l'assignatura hi han les instruccions per a fer la inscripció.

CALENDARI D'AVUACIÓ:

- Examen de teoria i pràctiques: segons calendari acadèmic de l'ETSE.
- Entrega de les versions finals de les pràctiques:
 - Entrega prèvia de les pràctiques 1 i 2: 16 Abril 2007, Q5/1012.
 - Entrega Juny de totes les pràctiques: 5 Juny 2007, Q5/1012.
 - Entrega Setembre de totes les pràctiques: 3 Setembre 2007, Q5/1012.

Itinerari ABP:

1ª Convocatòria (juliol)		2ª Convocatòria (setembre)
Avaluació Continuada: Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> no n'hi ha
Avaluació grupal	Avaluació individual	<input checked="" type="checkbox"/> si n'hi ha
Avaluació dels controls periòdics.	Seguiment de l'alumne durant les sessions tutoritzades.	Entrega del portfoli.
Avaluació portfoli.	Autoavaluació.	Entrega aplicació gràfica.
Avaluació aplicació gràfica.	Hi ha examen final (calendari oficial) Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Presentació oral.
Avaluació presentació oral.		
No presentat: No s'ha fet l'entrega del portfoli ni la presentació oral.		No presentat: No s'ha fet l'entrega del portfoli ni la presentació oral.

Per a l'avaluació de l'itinerari d'ABP s'utilitzaran els següents INSTRUMENTS i ACTIVITATS:

- Seguiment de l'activitat dels grups de treball durant les hores lectives de teoria (controls periòdics).
- **PORTFOLI DE L'ALUMNE:** Document on s'explica el desenvolupament de la feina feta: plantejament del projecte, [actes de reunions](#), informació buscada, explicació de l'aplicació implementada amb un petit manual d'usuari i proves realitzades.
- **PRESENTACIÓ:** Presentació en 10-14 transparències sobre el projecte desenvolupat i resultats obtinguts.
- **APLICACIÓ:** Versió font i executable (*Debug* i *Release*) de l'aplicació desenvolupada.

INDICADORS DE QUALIFICACIÓ:

La nota final de l'assignatura es calcula de forma ponderada i global tenint en compte les activitats anteriors i el grau d'implicació de cada membre del grup.

CRITERIS D'AVALUACIÓ:

- Per a considerar aprovada l'assignatura ha d'obtenir-se un mínim de 5 en la nota final.
- **IMPORTANT PER A TOTS ELS ALUMNES:** Cal que us doneu d'alta (si no us hi heu donat) en Caront i us inscriviu en l'assignatura *ABP GC2* dins de Gràfics per Computador 2 (password ABP25011). Per donar-vos d'alta a Caront us demana, entre altres dades, nom i cognoms, e-mail i una foto carnet en format JPG. En la pàgina web de l'assignatura hi han les instruccions per a fer la inscripció.

CALENDARI D'AVALUACIÓ:

- Seguiment dels grups i controls: durant el curs.
- Entrega del portfoli, presentació i aplicació, així com exposició del treball per part dels alumnes: La darrera setmana de classe de teoria.

Bibliografia bàsica

- A. Watt, **3D Computer Graphics**, 3rd edition, *Addison-Wesley*, 2000.
- 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

- 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.
- [CEIG'2007](#). X Congreso Espanyol de Informàtica Gràfica. Congrés científic de Gràfics per Computador a Espanya. Aquest any es celebra del 11 al 14 de Setembre a Zaragoza.
- [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.