

Gràfics i Visualització de Dades

T1: Introducció a la visualització interactiva

Anna Puig

Objectius

- En aquest tema, explorarem què significa la disciplina de **Gràfics per Computador**, la **nomenclatura** utilitzada en els principals elements implicats en una aplicació gràfica
- Així mateix, analitzarem els diferents **components software** utilitzats en la implementació d'una aplicació gràfica

NOTA: En algunes transparències hi trobareu citades les seccions del llibre de referència bàsic de l'assignatura que cal llegir per complementar els conceptes exposats.

[Angel2011] Edward Angel, Dave Shreiner, **Interactive Computer Graphics: A Top-Down Approach with Shader-Based OpenGL, 6/E**, ISBN-10: 0132545233. ISBN-13: 9780132545235, Addison-Wesley, 2011

Índex

1.1. Gràfics per Computador:

- Què és i per a què?
- Aplicacions
- Procés de visualització
- Evolució històrica

1.2. Mètodes per a generar imatges

- Projecció versus Raytracing
- Integració dels mètodes
- Pipeline gràfica

1.3. Arquitectura general

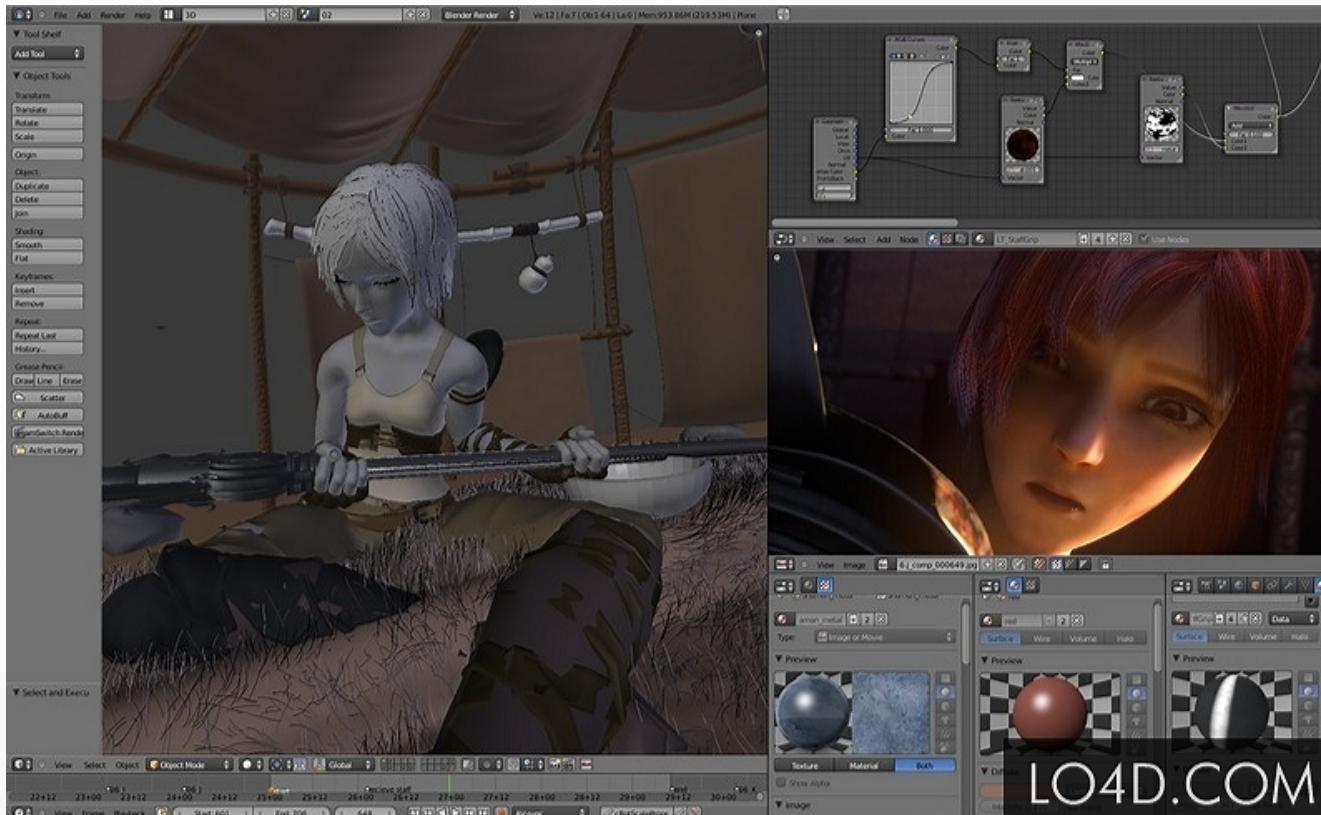
1.4. Components software



Què és?

- **Gràfics per computador:** “descriu qualsevol ús dels computadors per **crear** o manipular imatges”
 - Crear imatges: és representar una imatge d'un món virtual d'objectes gràfics des d'un determinat punt de vista.

<http://blender.en.lo4d.com/screenshots>



Què no és?

- Està relacionada amb:
 - Processat d'imatges
 - Visió per computador
 - Interacció/HCI
 - Realitat virtual
 - Realitat augmentada



www.imageprocessingplace.com/



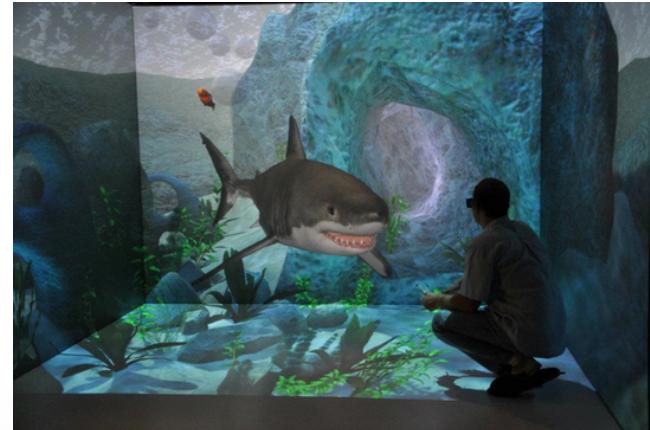
<http://computervision4all.blogspot.com.es>



http://profs.info.uaic.ro/~stefan.negru/hci2012/img/whatis_hci.jpg



<http://hplusmagazine.com/2012/05/16/may-is-virtual-reality-month-at-h-magazine/>



http://www.telepresenceoptions.com/2012/03/virtual_reality_technology_com/

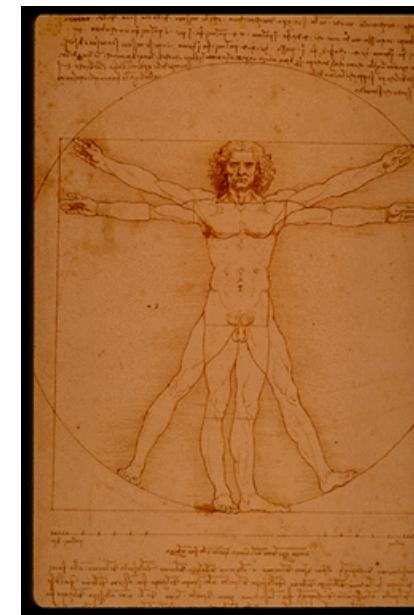


<http://phys.org/news/2011-12-uiuc-team-cant-tell-photo-inserts.html>

Per a què?

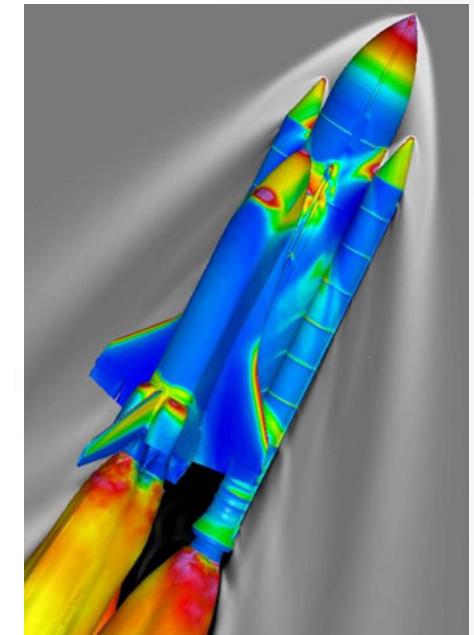
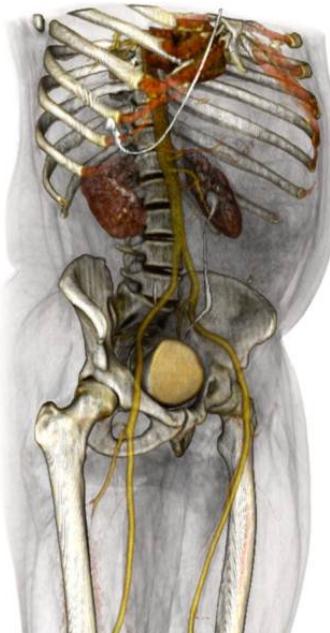
- Formar una visió mental, imatge o foto de coses no visibles o d'una abstracció
- “Una imatge val més que 1000 paraules”

Més d'un 50% de les neurones del cervell humà estan dedicades al processament d'informació visual

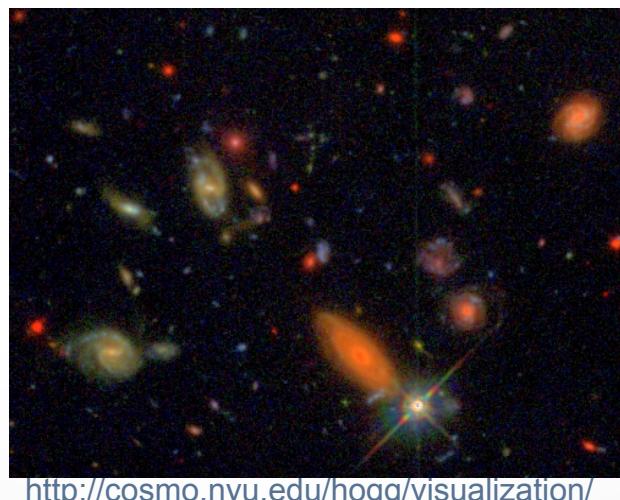


Per a què?

- Augment de càlcul de còmput i sofisticació de la tecnologia:
 - Dades n-dimensionals
 - Models més complexes



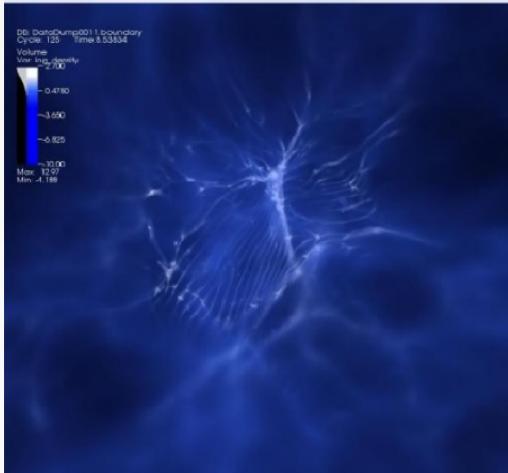
0265540	132304	132732	052601	037224	024721	015013	052226	001662
0265560	025537	064668	054606	043244	074076	124353	152616	1266124
0265720	038453	054315	0484705	0238560	185154	137054	072955	067224
0265740	072451	007735	147620	061064	157435	113657	155355	114603
0266000	073327	116055	155137	134444	157210	041405	147127	050505
0266020	004137	046472	124037	134360	173850	038517	044635	021135
0266030	041023	074017	127113	003214	037026	037640	066171	123424
0266100	057701	037406	140009	165341	072410	100032	125455	056946
0266120	004451	057424	114200	077753	024343	012548	172404	102345
0266130	004451	057424	114200	077753	024343	012548	172404	102345
0266220	117156	030746	154235	125800	151144	163706	136237	164376
0266230	073446	126154	117155	065763	016177	014480	112755	055527
0266300	003767	175387	104755	038436	172172	150750	043643	145410
0266340	068115	014356	015164	067027	120206	070242	030805	131334
0266360	170801	170106	040401	127277	124448	136631	041462	116321
0266380	157504	106307	166380	074251	024520	114433	162723	030635
0266420	157504	106307	166380	074251	024520	114433	162723	030635
0266430	138834	108171	144416	121855	006385	026416	160715	100414
0266450	146206	042647	104475	110537	066718	004754	075547	112254
0266460	146206	042647	104475	110537	066718	004754	075547	112254
0266540	146206	042647	104475	110537	066718	004754	075547	112254
0266560	166410	067251	151610	104406	138770	030516	064740	155412
0266620	075076	015744	044055	102280	110084	033350	082955	172463



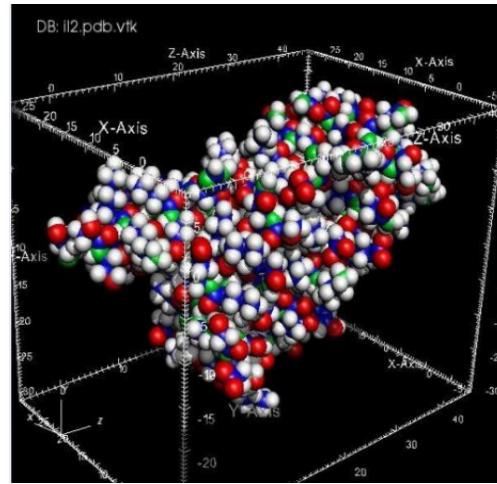
[www.blender3darchitect.com](http://cosmo.nyu.edu/hogg/visualization/)

Aplicaciones

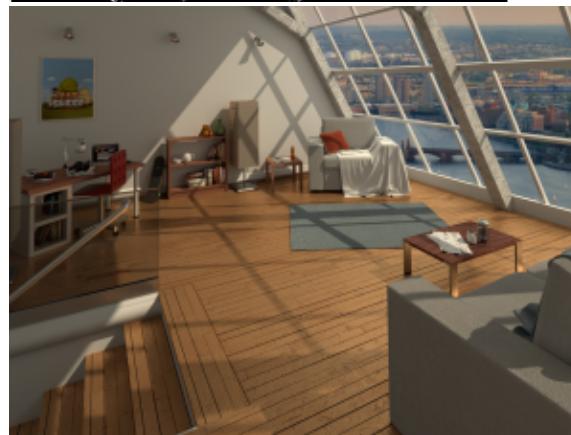
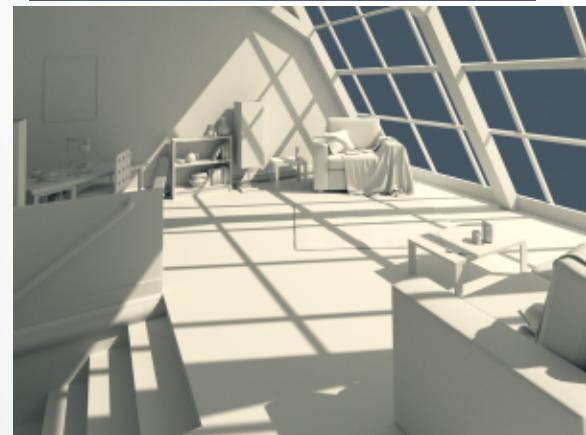
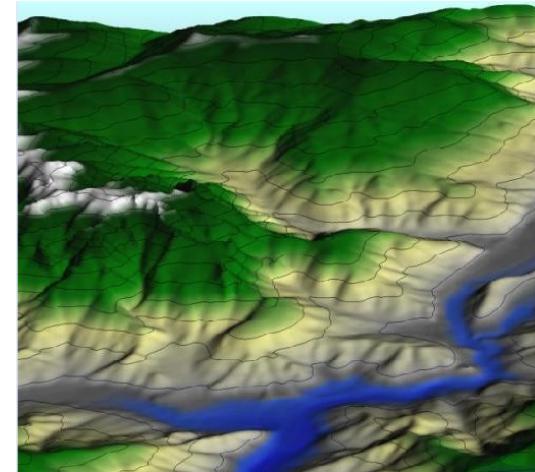
Meteorología



Biología



Geología



Arquitectura

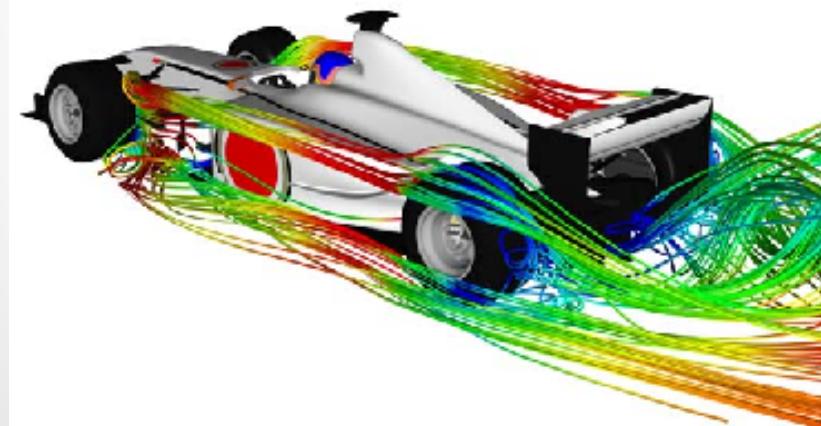
<http://cgcookie.com/blender/cgc-courses/interior-3d-architectural-visualization/>

Aplicacions

Educació



Enginyeria



Grau d'Enginyeria Informàtica
Facultat de Barcelona (UB)

Entreteniment (jocs i pel·lícules)



http://images.businessweek.com/ss/08/01/0130_online_simulations/source/3.htm



<http://www.videogamer.com/>

Semestre Primavera 2014

Aplicacions

- Matemàtiques

$$f(x,y,z) = 8(x^2-t^4y^2)(y^2-x^4z^2)(z^2-t^4x^2)(x^4+y^4+z^4-2x^2y^2-2x^2z^2-2y^2z^2) + (3+5t)(x^2+y^2+z^2-1)^2 (x^2+y^2+z^2-(2-t))^2$$

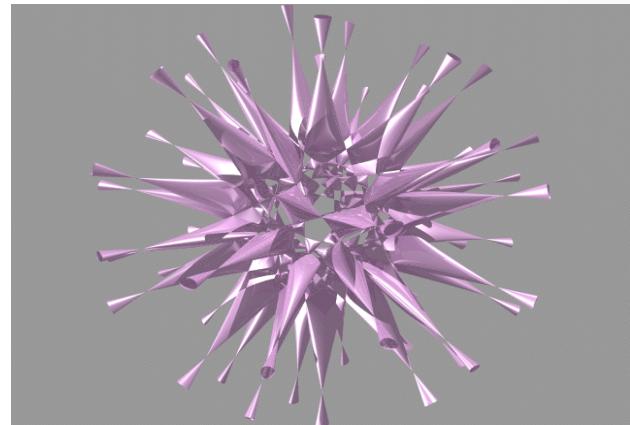
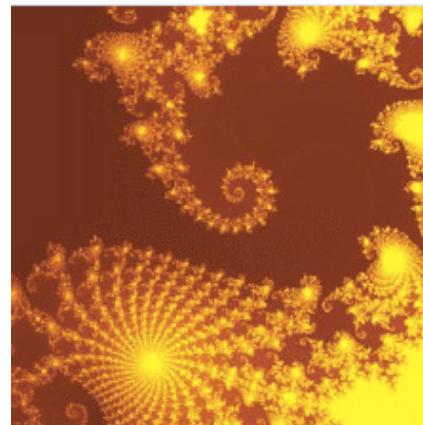
- On són els punts reals de part de la superfície tal que $f(x,y,z)=0$?

$$t = (1+\sqrt{5})/2$$

Punts reals de part de la superfície algebraïca de Barth-decic



<http://www.mathfilm2008.de/>



<http://jalape.no/math/mathgal.htm>

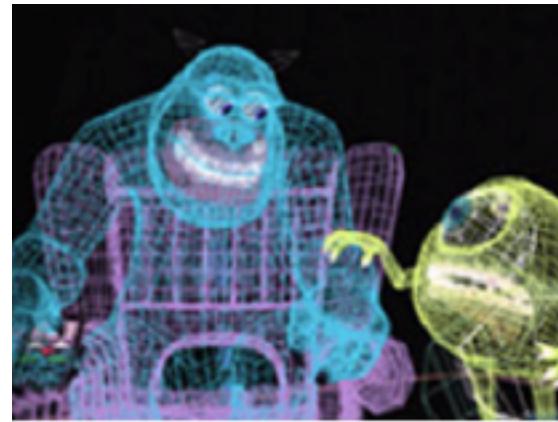
Funcions matemàtiques: paraboloide hiperbòlic, tor degenerat, ampolla de Klein, banda de Möebius, varietat 2D amb dues singularitats, fractals.

Exemple

<http://www.pixar.com/howwedoit/index.html> (outdated)



Idea: esboç



Modelat d'objectes



Animació



Shading

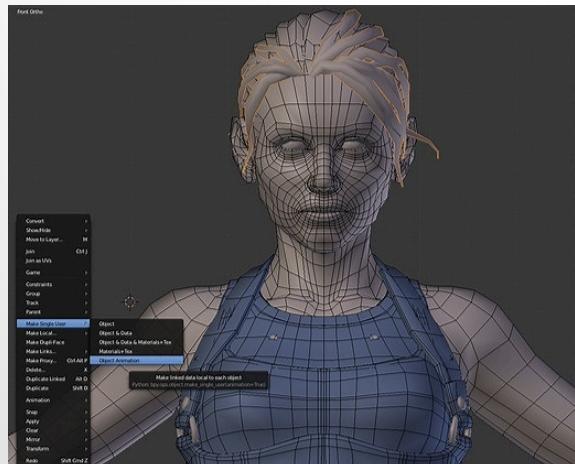


Lighting/Rendering

Gràfics per Computador

- Crear una **imatge** d'un món virtual **d'objectes gràfics** des d'un **punt de vista** específic en un **dispositiu gràfic** (display raster)
 - Aspectes implicats en la creació d'una imatge en el computador i la seva interacció (I):
 - **modelatge** dels objectes, materials i textures
 - tècniques de **visualització** de la imatge

<http://blender.en.lo4d.com/screenshots>



http://en.wikipedia.org/wiki/3D_computer_graphics

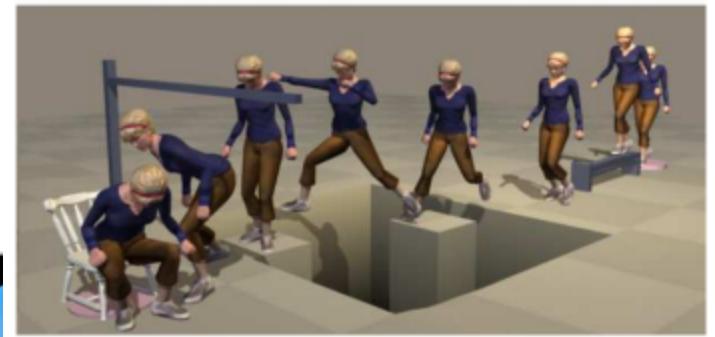
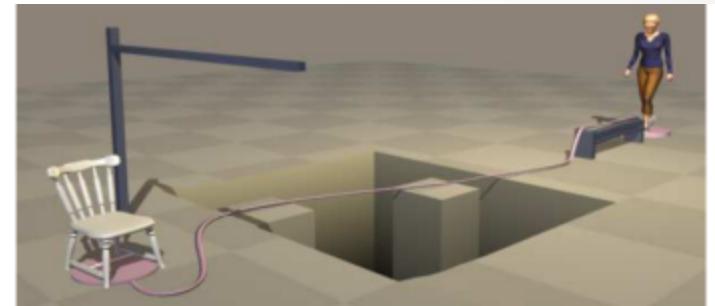


- Grau d'Enginyeria Informàtica
Facultat de Barcelona (UB)

Semestre Primavera 2014

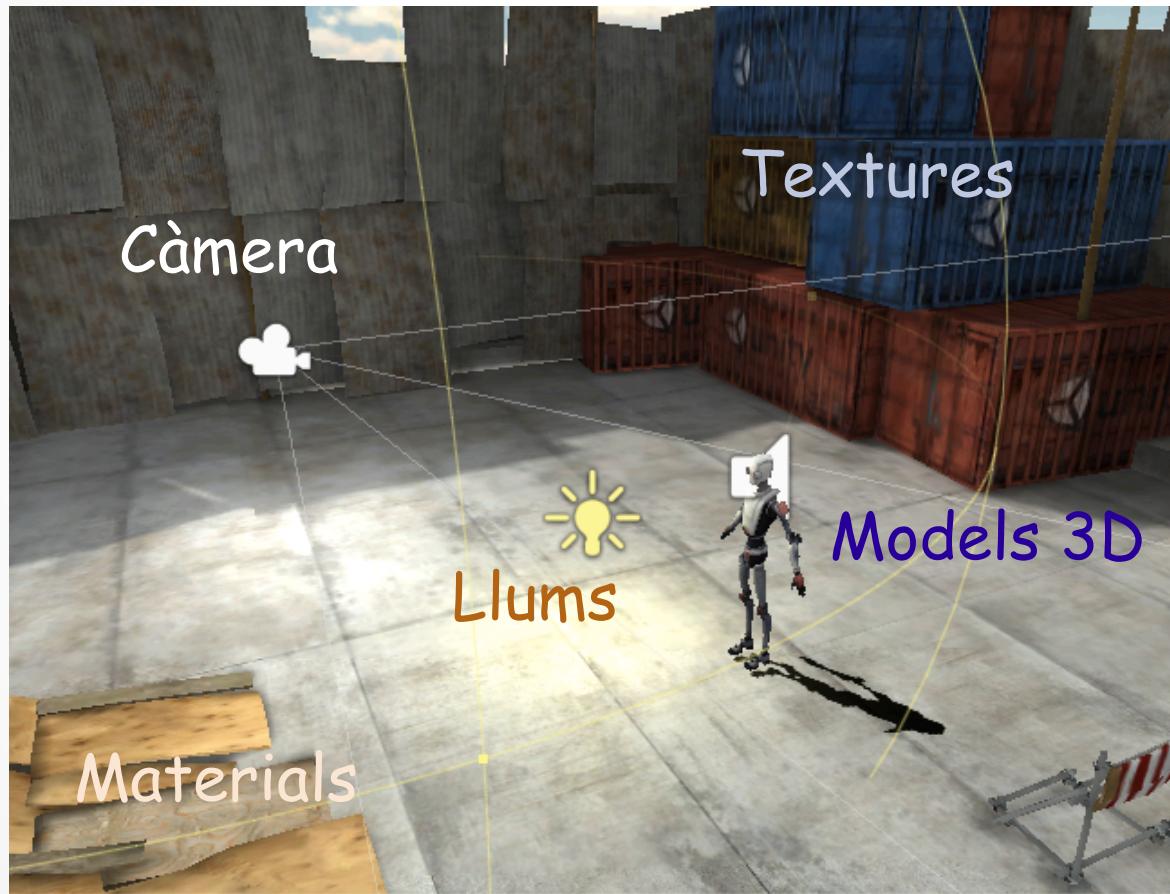
Gràfics per Computador

- Aspectes implicats en la creació d'una imatge en el computador i la seva interacció (II):
 - animació
 - simulació de la física
 - interacció amb els objectes



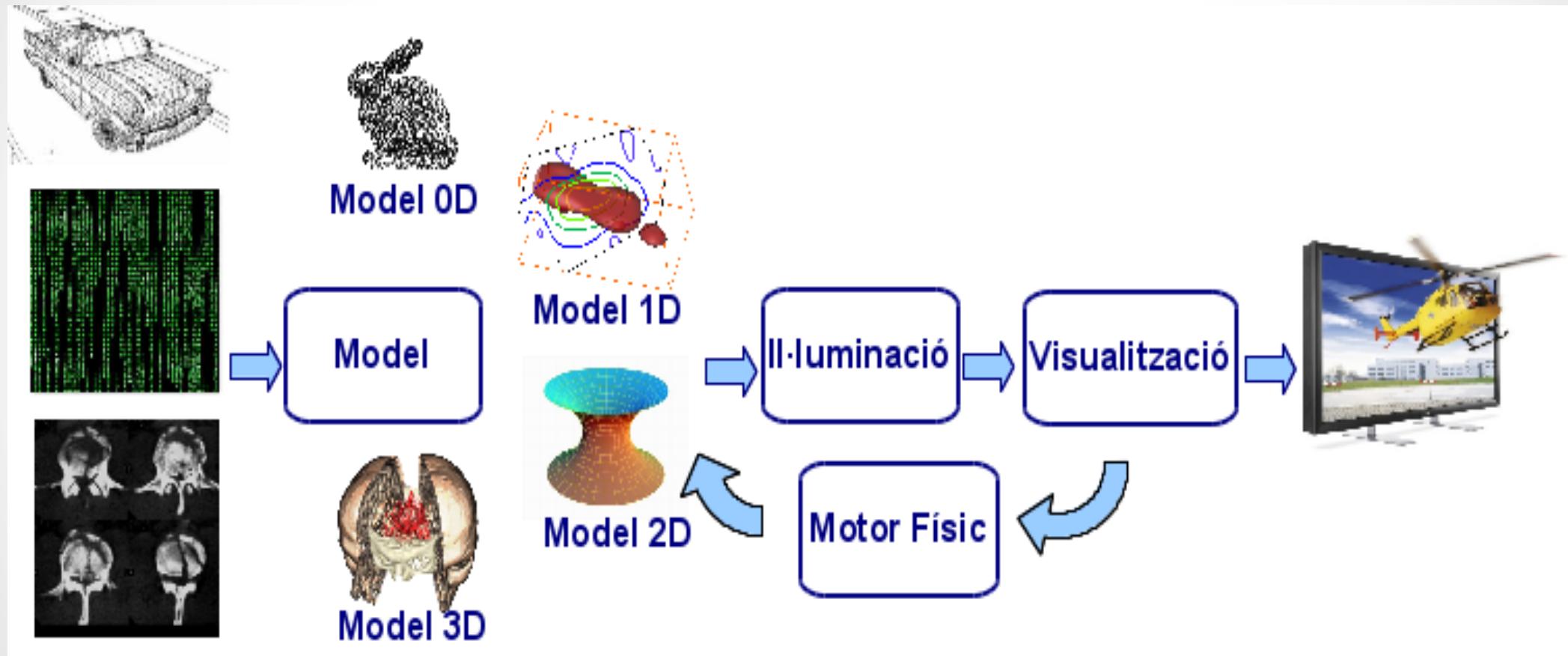
Gràfics per Computador

- Els elements bàsics a modelar són:

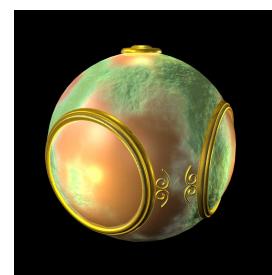
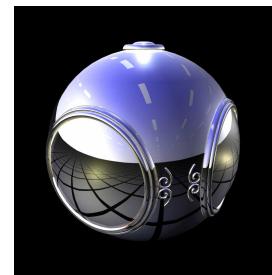
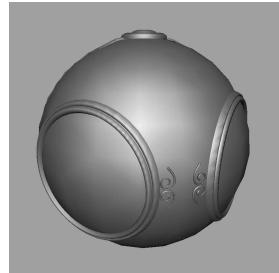
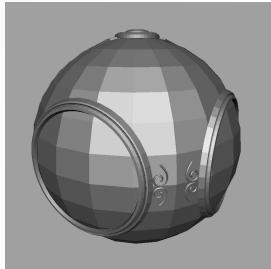
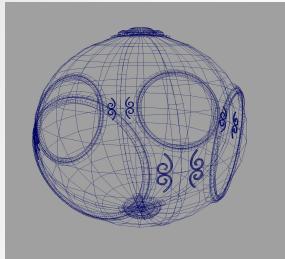


imatge final
(frame buffer)

Procés de visualització 3D



Evolució històrica



<http://youtu.be/J6UAYZxFwLc>



Sketchpad

Gràfics raster

Workstations

OpenGL

Nvidia-ATI

Hardware gràfic

Virtual
Fighter
(SEGA)
NV1

50K triangles/
sec
1M pixel ops/
sec



1995



2003

2006

Dead or Alive
3
(Tecmo)
Xbox (NV2A)
100M triang/
sec
1G pixel ops/
sec



XBOX
www.xbox.com

DEAD OR ALIVE 3
© TECMO LTD., Team NINJA 2001



2011-13



Assassin's Creed 4
Nvidia Gforce 570-780 Ti
480 CUDA cores
2G-5G triang/sec

Dawn
(NVIDIA)
GeForce FX
(NV30)
200M triang/
sec
2G pixel ops/
sec

Metal Gear
Solid 4
(PS3)
RSX Nvidia
275M triang/
sec

Índex

1.1. Gràfics per Computador:

- Què és i per a què?
- Aplicacions
- Procés de visualització
- Evolució històrica

1.2. Mètodes per a generar imatges

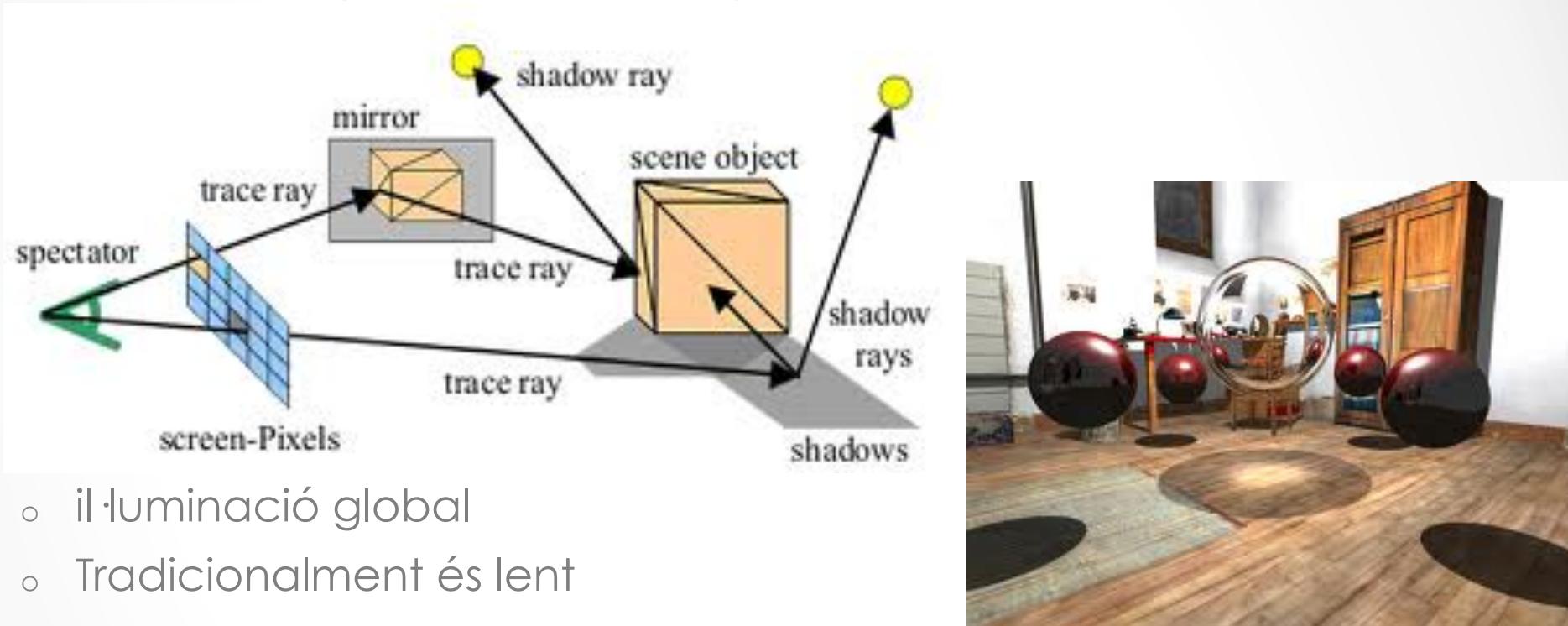
- Projecció versus Raytracing
- Integració dels mètodes
- Pipeline gràfica

1.3. Arquitectura general

1.4. Components software

Generar imatges

RayCasting / Raytracing



- il·luminació global
- Tradicionalment és lent
- Recents implementacions en GPU.

Timothy J. Purcell, Ian Buck, William R. Mark, and Pat Hanrahan. 2002. Ray tracing on programmable graphics hardware. In *Proceedings of the 29th annual conference on Computer graphics and interactive techniques (SIGGRAPH '02)*. ACM, New York, NY, USA, 703-712.

Generar imatges

RayCasting / Raytracing

<http://www.povray.org>



Generar imatges

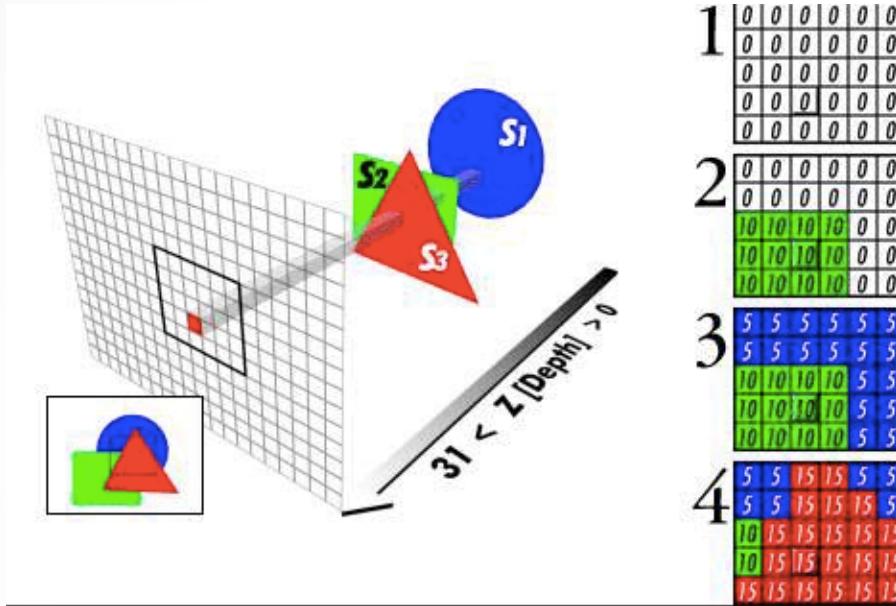
RayCasting / Raytracing

<http://www.povray.org>



Generar imatges

Mètodes projectius



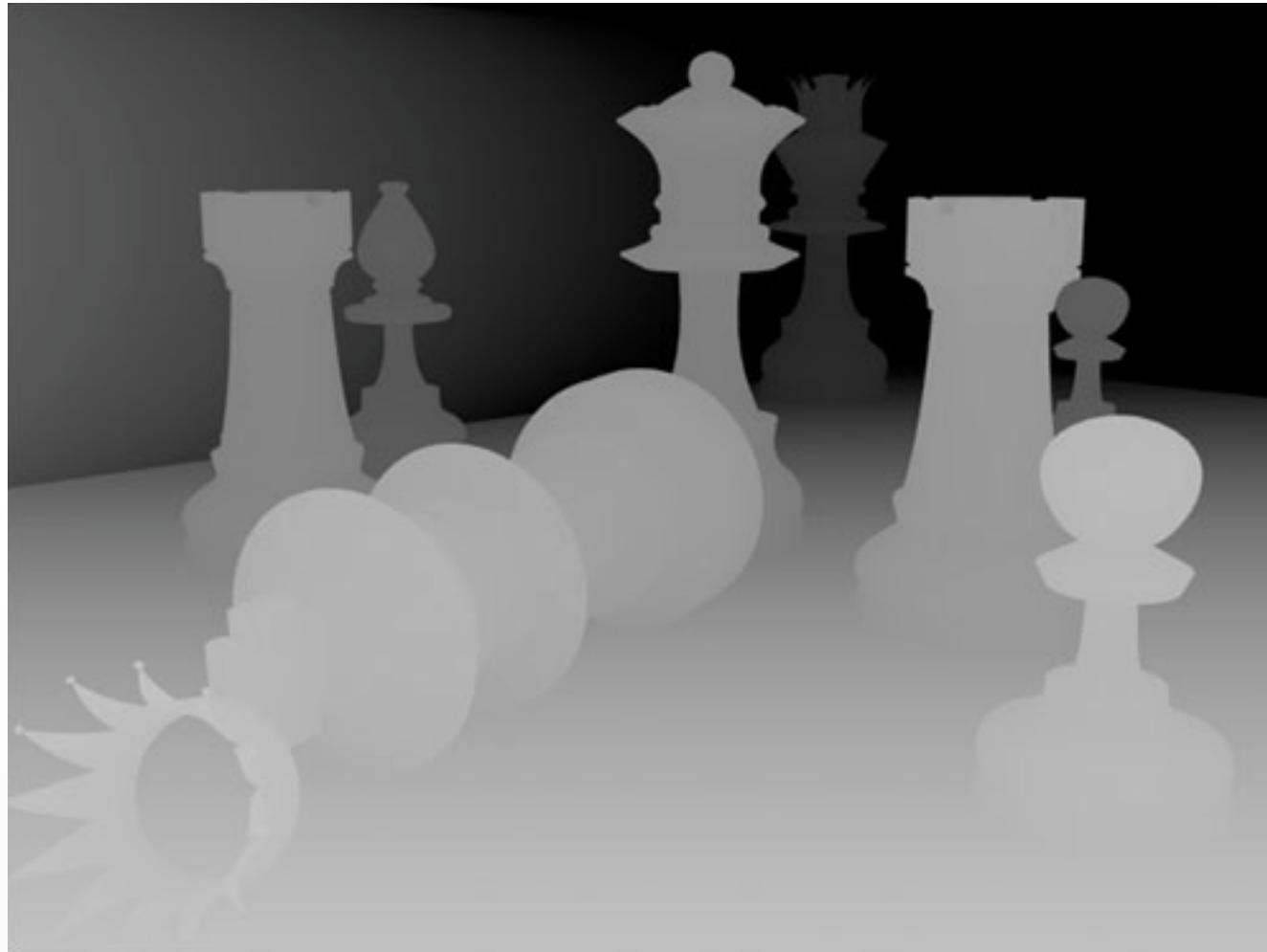
- Més ràpid (basat en hardware)
- Menys realista
- OpenGL



Generar imatges

Mètodes projectius

http://pctuning.tyden.cz/hardware/graficke-karty/8721-polopate-rendering_3d_sceny_a_jak_to_priblizne_funguje?start=4



Generar imatges

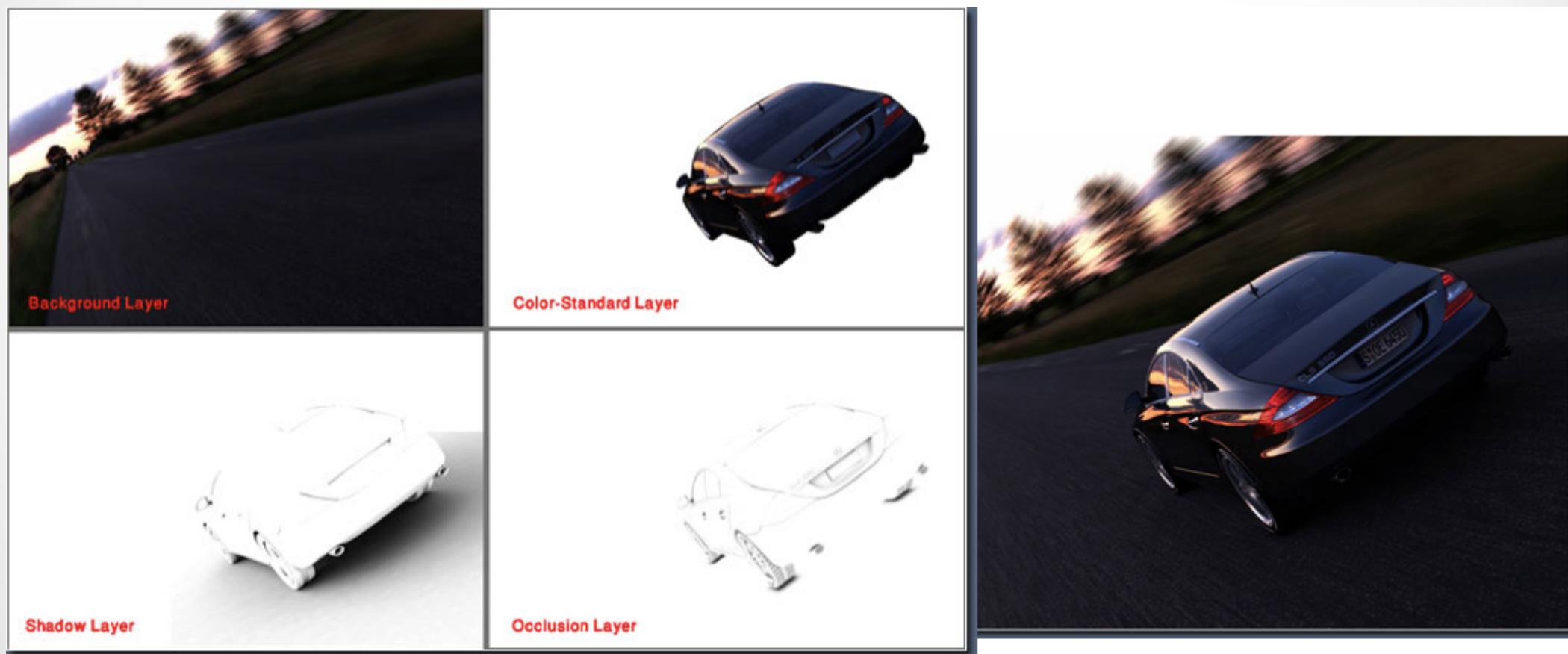
Mètodes projectius

http://pctuning.tyden.cz/hardware/graficke-karty/8721-polopate-rendering_3d_sceny_a_jak_to_priblizne_funguje?start=4



Generar imatges

Mètodes projectius



Generar imatges

Mètodes projectius versus Raytracing



<http://users.softlab.ntua.gr/~ttsiod/renderer.html>

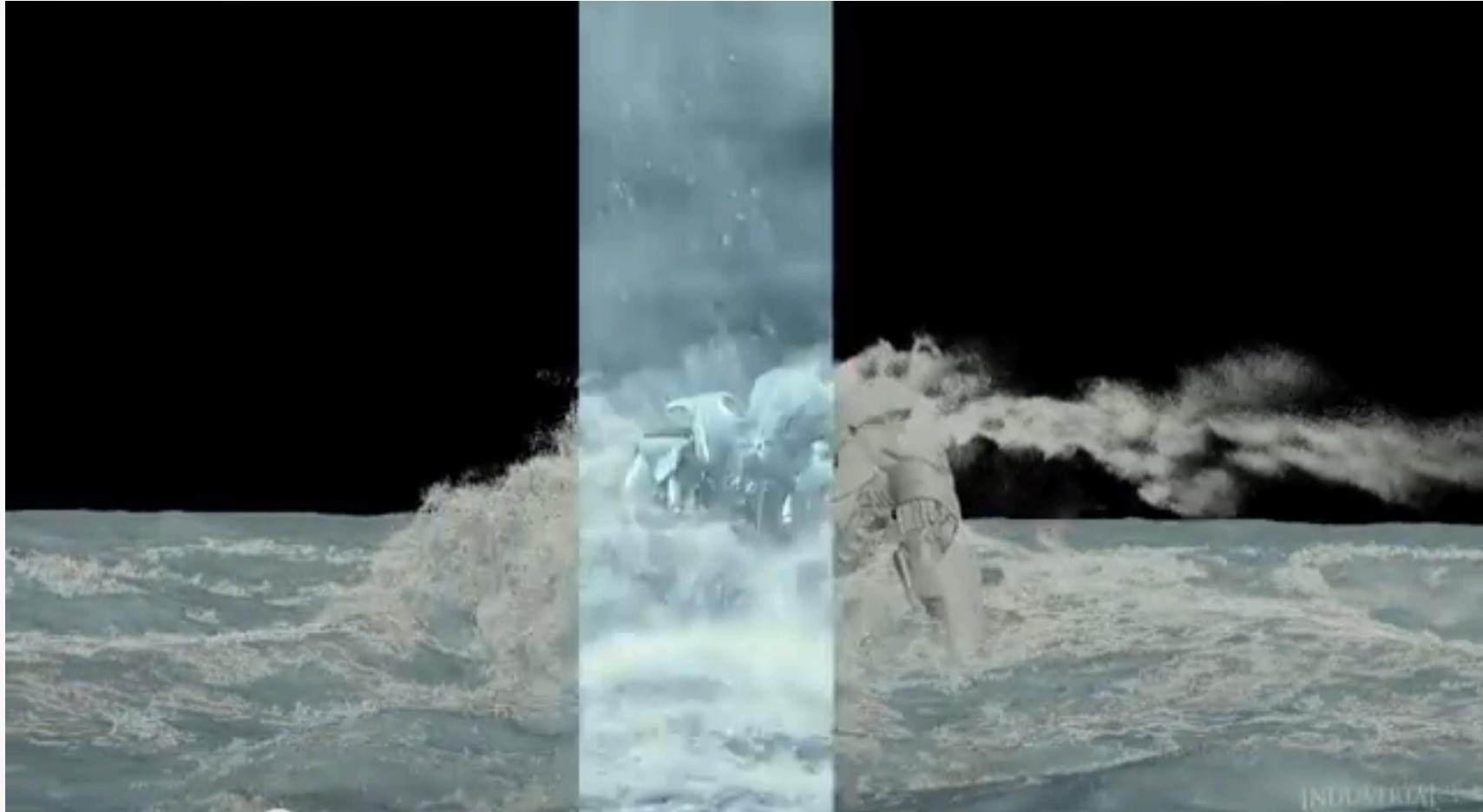
Integració dels mètodes



Behind the Magic: The Visual Effects of "The Avengers" (2:42-3:00)

<http://www.youtube.com/watch?v=MnQLjZSX7xM>

Integració dels mètodes



Behind the Magic: The Visual Effects of "Pacific Rim"

<http://www.youtube.com/watch?v=zwU7io8Q7xo>

Índex

1.1. Gràfics per Computador:

- Què és i per a què?
- Aplicacions
- Procés de visualització
- Evolució històrica

1.2. Mètodes per a generar imatges

- Projecció versus Raytracing
- Integració dels mètodes
- Pipeline gràfica

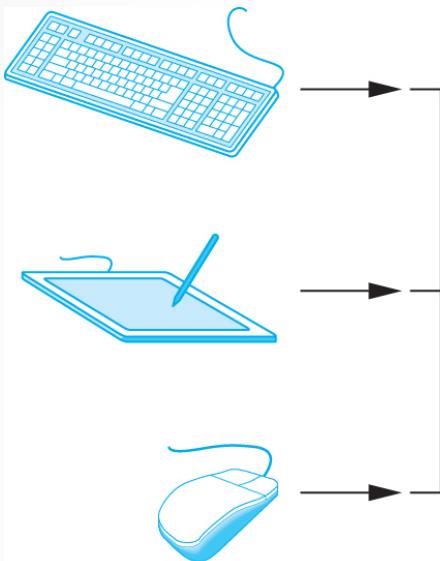
1.3. Arquitectura general

1.4. Components software

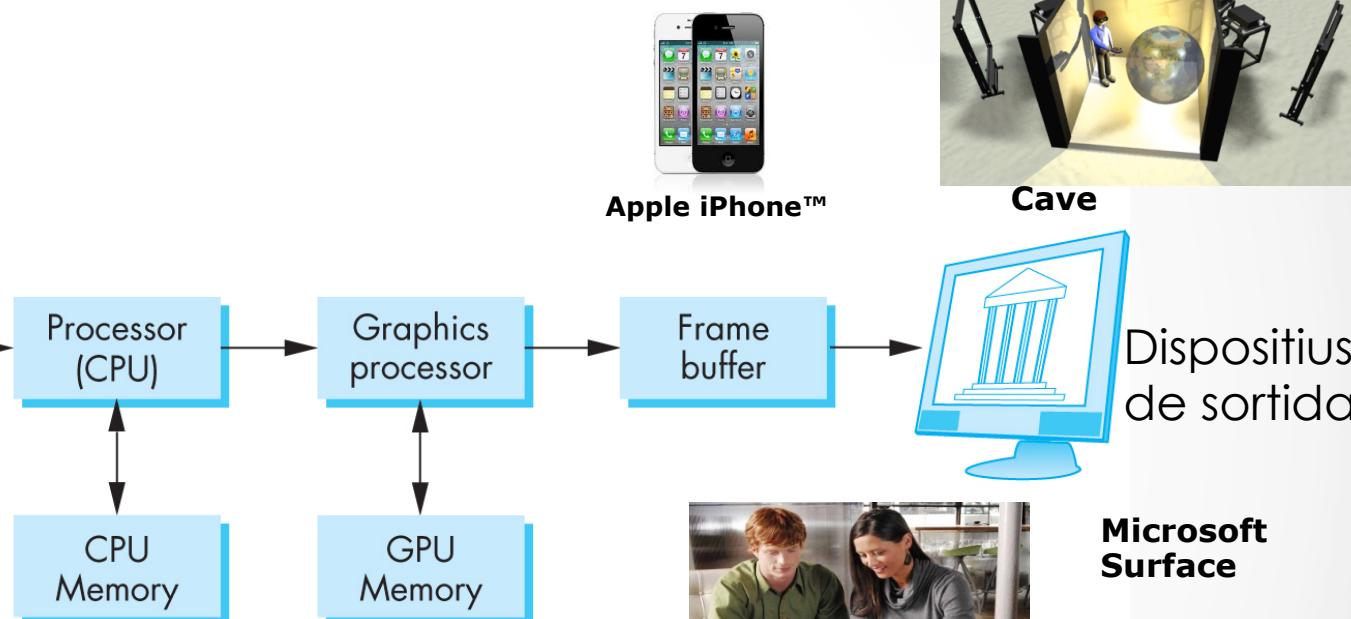
Arquitectura general

- Arquitectura general d'un sistema gràfic [1]

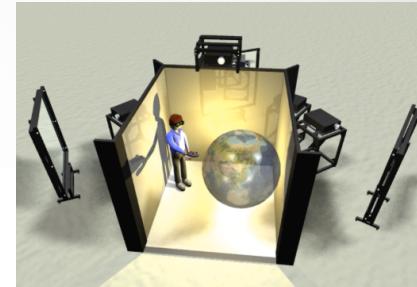
Dispositius d'entrada



<http://www.xbox.com/kinect>



Apple iPhone™



Cave



Dispositiu
de sortida



Microsoft
Surface



Microsoft
PPI
display

[1] secció 1.2 del llibre [Angel2011]

Interacció

Control dels events per l'aplicació:

- Les aplicacions que utilitzen **events** per a realitzar l'entrada, necessiten realitzar un “loop” d'espera per:
 - Consultar la cua d'events
 - En el cas que no sigui buida, tractar l'event
- En sistemes com **Xlib**, aquest “loop” es programa explícitament en codi.
- En llibreries com **Qt**, el “loop” s'encapsula amb una crida a la llibreria a partir de la qual es deixa el control principal de l'aplicació a Qt fins a que arriba un event del qual hem definit un callback.

Interacció



Control dels events per l'aplicació:

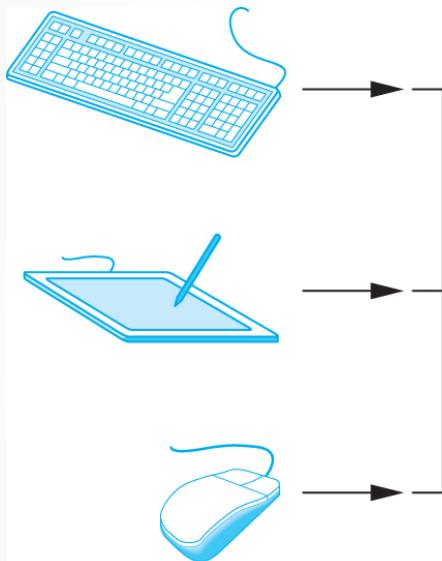
- Qt:

```
#include <QtGui/QApplication>
#include "mainwindow.h"
int main(int argc, char *argv[])
{
    // Definició de l'aplicació Qt
    QApplication a(argc, argv);
    MainWindow w;
    w.show();
    // Crida al loop de control d'events
    return a.exec();
}
```

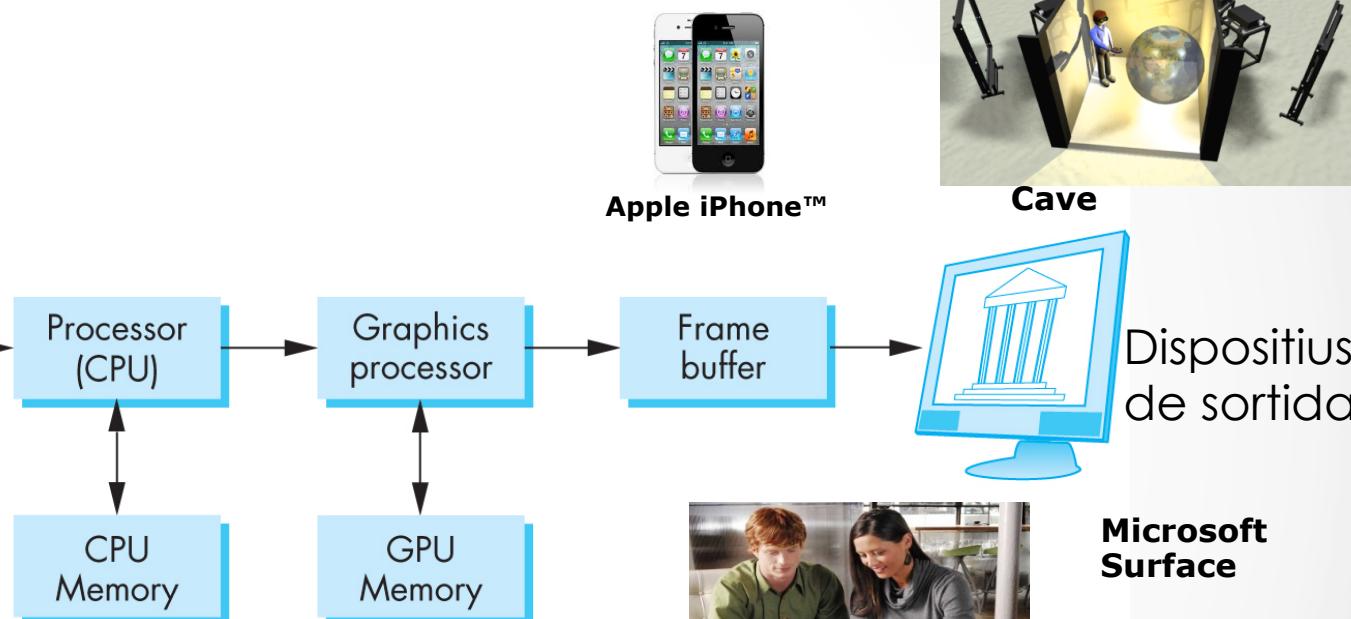
Arquitectura general

- Arquitectura general d'un sistema gràfic [1]

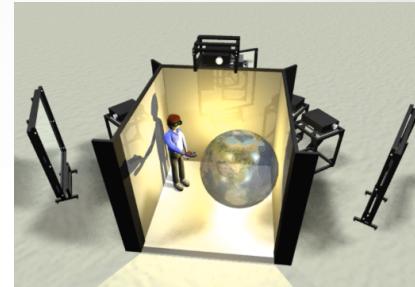
Dispositius d'entrada



<http://www.xbox.com/kinect>



Apple iPhone™



Cave



Dispositiu de sortida



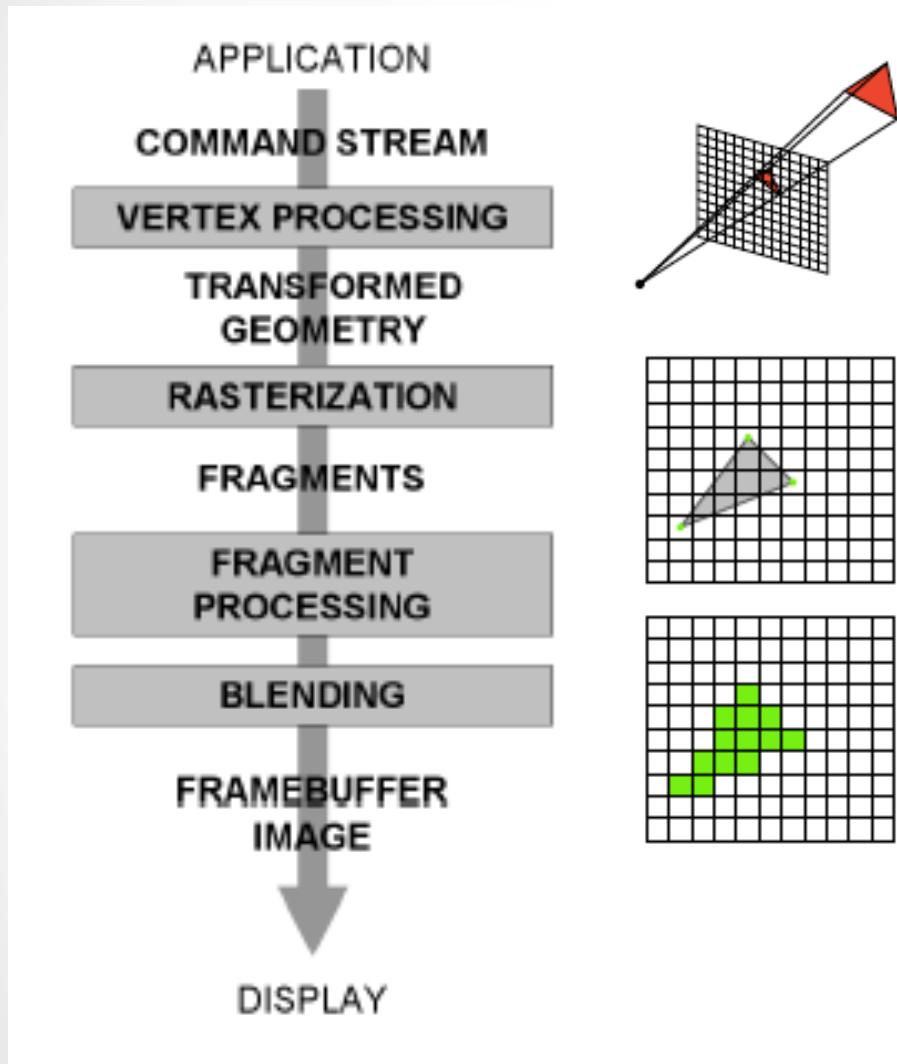
Microsoft Surface



Microsoft PPI display

[1] secció 1.2 del llibre [Angel2011]

Pipeline gràfica



Aplicació:

- Calcula la geomatria 3D i crida a la llibreria gràfica, que normalment suporta primitives bàsiques (triangles)

• Vertex processing:

- Transformació de la geometria 3D a 2D

• Rasterization:

- De la geometria 2D a fragments

• Fragment processing i blending:

- Processat de segments i combinacions a nivells de píxels

Índex

1.1. Gràfics per Computador:

- Què és i per a què?
- Aplicacions
- Procés de visualització
- Evolució històrica

1.2. Mètodes per a generar imatges

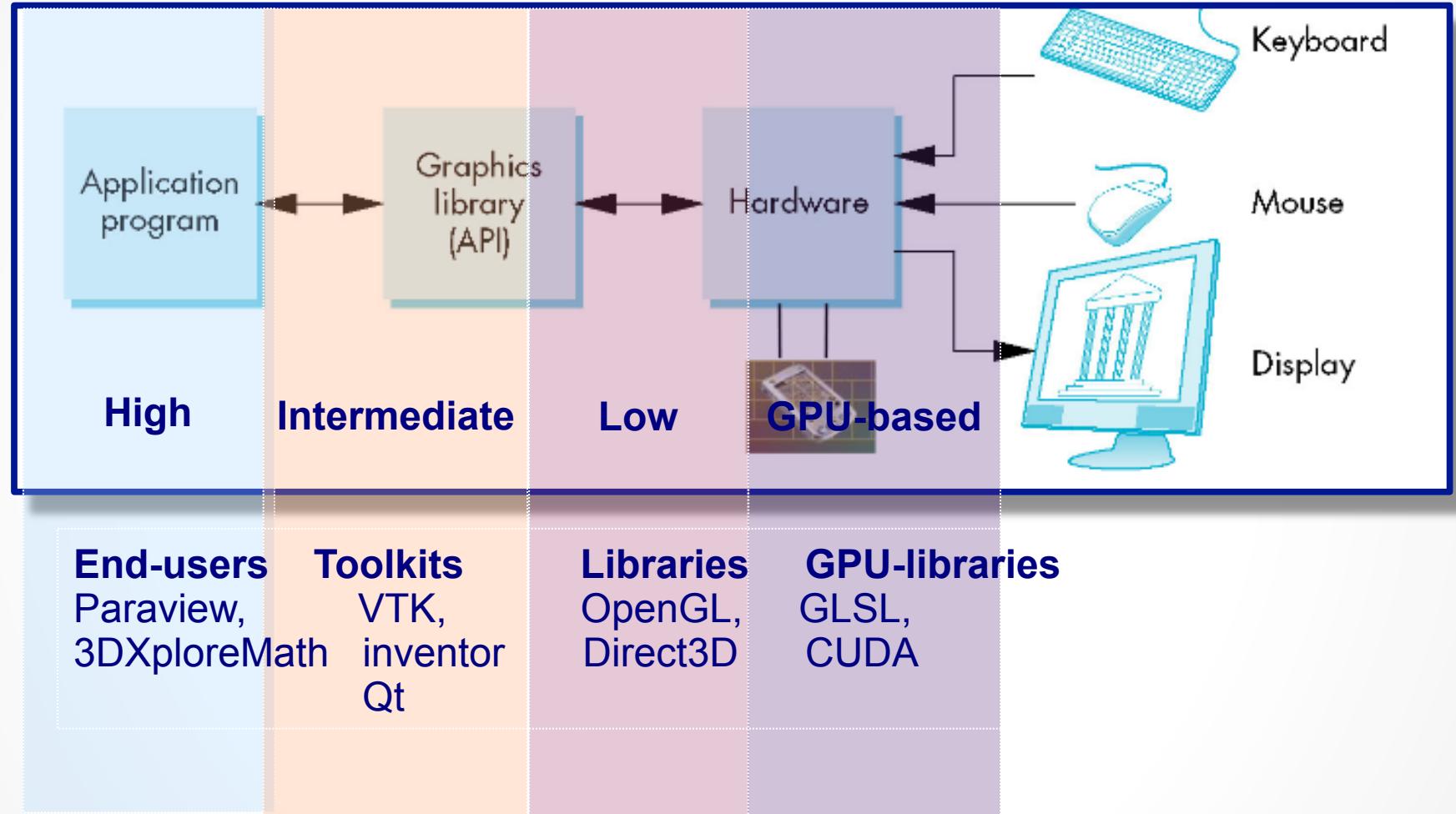
- Projecció versus Raytracing
- Integració dels mètodes
- Pipeline gràfica

1.3. Arquitectura general

1.4. Components software



Components software



Components software

Nivells de programació:

- **Alt**: són aplicacions per ser executades per un usuari final (Maya, blender, 3DStudioMax, **paraview**, etc), sense coneixements de programació i els motors de gràfics 3D (Irrllich, Unity3D, Ogre3D, etc.)
- **Mitjà**: són els anomenats *toolkits* o llibreries per desenvolupar interfícies gràfiques o llibreries gràfiques a més alt nivell (**Qt**, tcl/tk, **vtk**, glut, etc)
- **Baix**: són les llibreries gràfiques (**OpenGL**, DirectX)
- **Centrats en la GPU**: són programes que s'executen directament a la GPU (codificats amb **GLSL**, CUDA, OpenCL)

Addicionalment, es disposen d'IDEs o entorns de programació que permeten el desenvolupament de programes gràfics de forma més senzilla: Pluggins per eclipse, netbeans, **QtCreator**

End-user systems

- A alt nivell, existeixen:
 1. Aplicacions per usuaris no experts
 2. Motors gràfics 3D per a desenvolupar jocs amb visualitzacions

1. Llistat no exhaustiu d'aplicacions gràfiques per a modelar i visualitzar:

	Name	Modeling	Visual.	File Formats	Languages	License	
	AVS /Express	Constructive	Yes	DXF, X3D,etc.		Commercial	http://www.avs.com/
	blender	Constructive	Yes	X3D, 3DS, VRML, RAW, etc	C++, Phy- ton, etc.	Open source	http://www.blender.org/
	Ayam	Constructive	No	DXF, X3D, etc.	C, C++, Tcl/tk	Free	http://www.ayam3d.org/
	Rhinoceros	Construc- tive**	Yes	DXF, X3D, etc.		Commercial	http://www.rhino3d.com/

End-user systems

	Name	Modeling	Visual.	File Formats	Languages	License	
	blender	Yes	Yes	VRML2, iv, obj, vtk	Python, C++	Free	http://www.blender.org/
	K3DSurf	Generator	Yes	VRML2, OBJ, Povscript, etc.		Free	http://k3dsurf.sourceforge.net/index_fr.html
	3D-XplorMath	Generator	Yes		Pascal	Free	http://3d-xplormath.org/j/index.html
	Paraview	Predefined Forms	Yes	VTK, PLOT3D, VRML, HDF5, raw, etc.	C++, Java, Tcl, Python, VTK	Free	http://paraview.org://
	Mayavi	Predefined Forms	Yes	PLOT3D, VRML, 3DS	Python, VTK	BSD	http://mayavi.sourceforge.net/

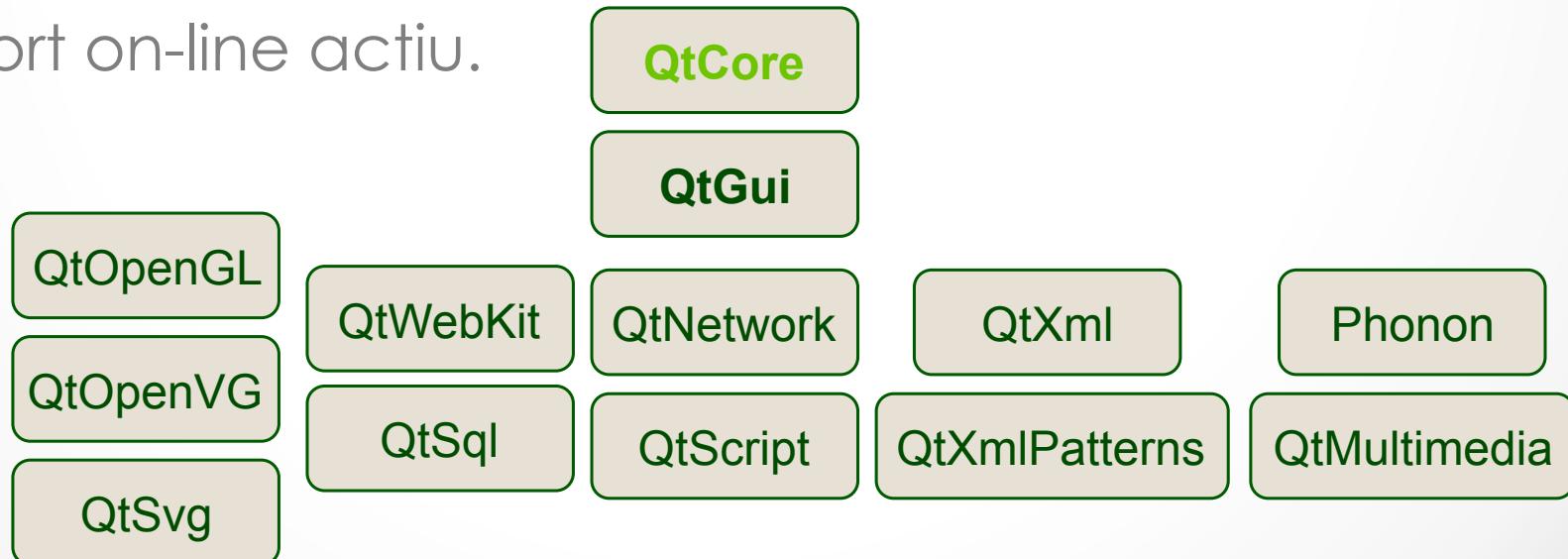
A l'assignatura de GiVD, de tots aquests, només usarem el programari de paraview per a modelar i visualitzar models de volums

Toolkits



Llibreria Qt:

- Basada en C++, orientada a objectes
- Es poden construir interfícies usant llenguatges com Tcl, Python, Ruby, C#, Java, etc.
- Eines de desenvolupament fàcil d'interfícies gràfiques
- S'usa per altres aplicacions com bases de dades, XML, WebKits, networking, OpenGL, etc.
- Suport on-line actiu.



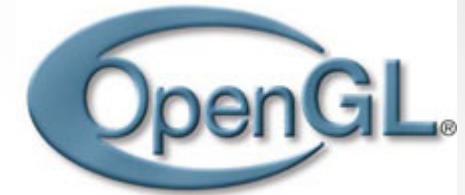
Toolkits



Els elements gràfics en Qt s'anomenen **widgets**:

- Els widgets es poden comunicar entre sí mitjançant el mecanisme de **signal-slot**
- Existeix un *widget* especial anomenat **QGLWidget**
 - Per visualitzar escenes amb OpenGL en un *widget*
 - Per controlar els events que es produixin sobre aquest *widget*
- Mètodes principals a sobrecarregar són:
 - **initializeGL()**: mètode que es crida quan es crea el *widget*
 - **displayGL()**: mètode que es crida a cada refresh del *widget*
 - **resizeGL()**: mètode que es crida quan el *widget* canvia de mida

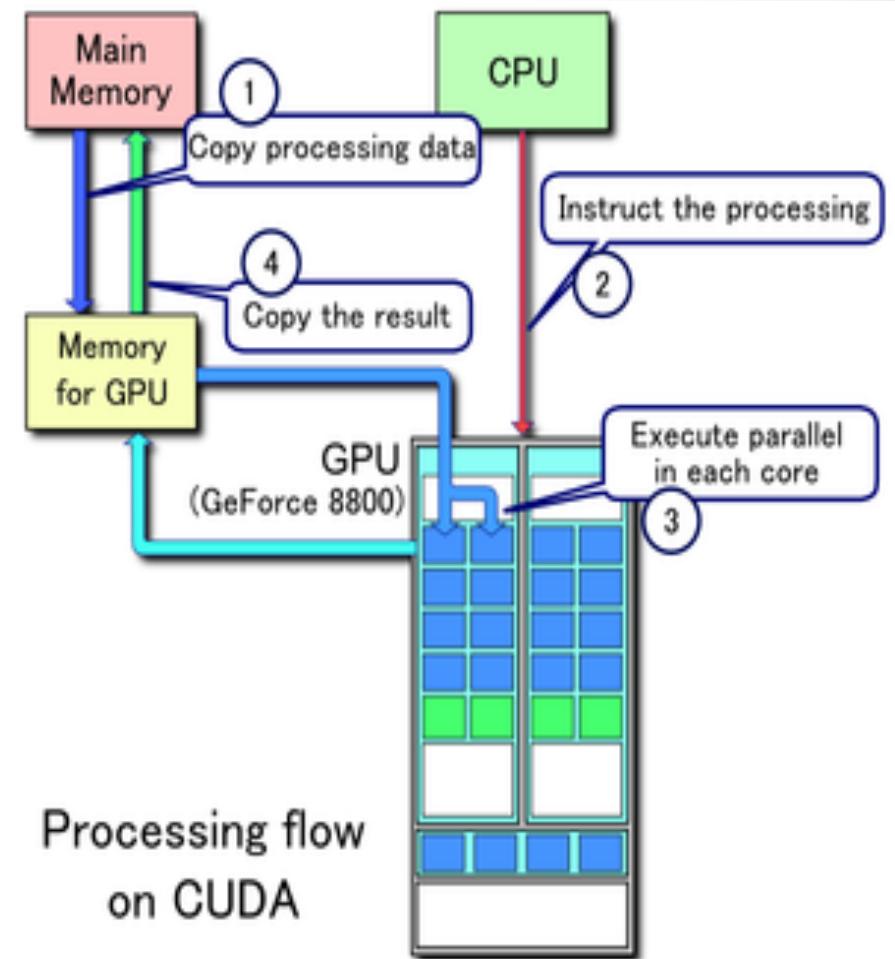
Llibreries de baix nivell



- **OpenGL:** OpenGL (libGL)
 - S'aconsegueix l'eficiència usant la GPU tant com la CPU
 - Es controla la GPU via els programes anomenats shaders
 - Les noves versions permeten programar mòbils (OpenGL ES), Web (WebGL), OpenGL 4.1 i 4.2 permeten geometry-shaders
- **Direct3D:** Només per Windows.
 - Té millor control del recursos
 - Accés a funcionalitats d'alt nivell
 - Les noves versions no son backward compatibles
 - Recentment, els shaders o programes de la GPU, són compatibles amb OpenGL

Llenguatges GPU

- Exploten en paral·lel les capacitats de la GPU
- Per visualitzar:
 - **GSL**
- Per paral·lelitzar programes de propòsit general (General Purpose Computation on Graphics Hardware (GPGPU)) :
 - **CUDA, OpenCL**



Tema 1: Conclusions

- Al final d'aquest capítol i de llegir les seccions del llibre bàsic, hauràs après:
 - Els principals elements implicats en un sistema de visualització
 - Els modes d'entrada i d'interacció gràfica
 - Els tipus de components software usats en el desenvolupament d'aplicacions gràfiques
 - Emmarcar el programari que faràs servir a les classes de laboratori.