



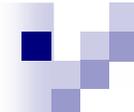
1. Introdução à Computação Gráfica

Antonio L. Bajuelos
Departamento de Matemática
Universidade de Aveiro



Introdução

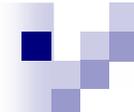
- A *Computação Gráfica* é a área da ciência da computação que estuda a:
 - Geração
 - Manipulação
 - Interpretação de modelos e imagens de objectos utilizando computador.
- Tais modelos vêm de uma variedade de disciplinas, como a física, a matemática, a engenharia, a arquitectura, etc.



Introdução



- Então, pode-se relacionar a *Computação Gráfica (CG)* com 3 sub-áreas:
 - *Síntese de Imagens:*
 - sub-área que se preocupa com a produção de representações visuais a partir das especificações geométrica e visual de seus componentes.
 - as imagens produzidas por esta sub-área são geradas a partir de dados mantidos nos chamados *Display-Files*.
 - *Processamento de Imagens:*
 - envolve as técnicas de transformação de imagens, em que tanto a imagem original quanto a imagem resultado apresentam-se sob uma representação visual (geralmente matricial).
 - estas transformações visam melhorar as características visuais da imagem (aumentar contraste, foco, ou mesmo diminuir ruídos e/ou distorções).
 - as imagens produzidas e utilizadas por esta sub-área são armazenadas/recuperadas dos chamados *Raster-Files*.
 - *Análise de Imagens:*
 - sub-área que procura obter a especificação dos componentes de uma imagem a partir de sua representação visual, i.e. a partir da informação pictórica da imagem (a própria imagem!) produz uma informação não pictórica da imagem (por exemplo, as primitivas geométricas elementares que a compõem).



Introdução



- A área técnico-científica da **CG**, engloba não só componentes algorítmicas mas também componentes de arquitectura de sistemas interactivos (controlo e monitorização de processos, editores gráficos para animação ou para projecto de engenharia).
- A área tem tido um relacionamento particularmente estreito com duas outras áreas do conhecimento: a *Matemática* e o *Processamento de Imagem*.
- A *Matemática*, quer na sua componente de **Geometria Descritiva** quer na componente de **Análise Numérica**, fornece as bases teóricas tanto para a **Computação Gráfica** como para o **Processamento de Imagem**.



Tipos de Aplicações da CG

- Da análise dos tipos mais importantes de aplicações da **CG** é possível definir uma taxionomia baseada num conjunto de critérios de classificação.
- Assim é possível identificar os seguintes critérios:
 - **A** – *Características dos objectos e modo como são visualizados;*
 - **B** – *Tipos de interacção com o utilizador;*
 - **C** – *Papéis desempenhado pela imagem;*
 - **D** – *Modos como as imagens são apresentadas.*

Tipos de Aplicações da CG



- **A** – Quanto às características dos Objectos e ao modo como são visualizados temos os seguintes subcritérios:
 - Quanto à *Dimensionalidade dos Objectos* estes podem ser subdivididos – 2D ou 3D
 - Quanto à *Dimensionalidade do Espaço* em que estão definidos os objectos - podemos definir um ponto num espaço 1D, 2D ou 3D assim como uma curva, uma linha poligonal ou um texto num espaço 2D ou 3D. No entanto não podemos definir uma superfície num espaço 2D.
 - Quanto ao *Tipo de Imagens* produzidas existe uma dependência relativamente ao espaço em que os objectos estão definidos.
 - Exemplo: Assim uma curva definida num espaço 2D, ela pode ser visualizada como uma linha poligonal ou pelo lugar geométrico dos pontos que pertencem à curva.



Tipos de Aplicações da CG

- **A** – Quanto às características dos Objectos e ao modo como são visualizados (continuação):
 - A *Iluminação* tem também um papel muito importante na CG. No Mundo Real para ser possível visualizar um objecto é necessário iluminá-lo. Este conceito de iluminação, aplicável quer a cenas definidas no espaço 2D ou 3D tem impacte no modo como o objecto é visualizado.
 - Quanto à *Variação em Função do Tempo*, no que se designa por Animação por Computador, os objectos podem estar estáticos ou qualquer um dos seus atributos pode variar em função do tempo, quer se trate da geometria, cor, textura ou modo como o objecto é visualizado (câmara em movimento).
 - É ainda possível a estender a área da Computação Gráfica a outros media tais como o **Som**, o **Tacto** ou o **Cheiro**. *Dos 5 sentidos unicamente o Gosto não tem sido considerado.*

Tipos de Aplicações da CG



- **B** – *A interacção pessoa máquina* tem vários níveis de sofisticação quer na perspectiva das ferramentas que o utilizador manipula quer das capacidades dos próprios objectos virtuais:
 - Na *Representação Passiva (off-line)* existe uma descrição dos objectos a visualizar limitando-se o utilizador a mandar desenhar as imagens, quer se trate de uma ferramenta de visualização num ecrã, da impressão num *plotter* ou da sensibilização de um filme, recorrendo a um equipamento apropriado ligado ao computador.
 - Na *Representação Interactiva* o utilizador manipula os objectos, construindo a cena de modo incremental, grava toda a cena, incluindo a sua iluminação, posição das câmaras e, sempre que entender, obtém uma imagem no suporte mais apropriado.

Tipos de Aplicações da CG



- **B** – *A interação pessoa máquina* (continuação):
 - Nos *Sistemas de Navegação* a cena está pré-definida podendo o utilizador controlar não só o modo de iluminar a cena mas também definir e controlar várias câmaras virtuais e navegar num espaço, normalmente, tridimensional. Estes sistemas designam-se por de Tempo Real, sendo uma das ferramentas mais populares: os navegadores VRML.
 - Nos *Ambiente de Realidade Virtual*, também de Tempo Real é possível não só navegar mas também alterar a cena, incluindo a geometria e restantes atributos dos objectos. Os navegadores VRML suportam também esta funcionalidade.
 - Até agora consideramos que os objectos eram representações gráficas de objectos inanimados. No entanto, com a crescente importância dos *Agentes Autónomos*, em particular nos jogos de computador, devemos considerar um novo tipo de interação pessoa máquina na qual a máquina detém características que convencionamos chamar humanas, tais como inteligência (dita artificial), autonomia, personalidade, emoções e muitas outras.

Tipos de Aplicações da CG



- **C** – O *papel desempenhado pela imagem* é um critério fundamental para avaliar a importância económica da CG no âmbito de um trabalho profissional.
 - Na maioria das aplicações de CG o objectivo final é a *criação de imagens ou sequência de imagens*. Por exemplo: a produção de publicações electrónicas, de pinturas ou de animações são exemplos desta situação. Por outro lado, para um cartógrafo o mais importante é o rigor da informação que é medida no Mundo Real e não a simples produção de mapas.
 - Já para a maioria dos engenheiros o objectivo é a *criação da cena* a qual representa um produto que irá ser produzido quer se trate de um edifício ou de um produto electromecânico.

Tipos de Aplicações da CG



- **D** – Quanto ao *modo como as imagens são apresentadas* (relações lógica e temporal entre objectos e as respectivas imagens) podemos considerar as seguintes situações:
 - Quando existe só *coerência espacial* é apresentada uma imagem de cada vez seja no ecrã, sob a forma de um álbum de fotografias, ou numa impressora, num *plotter* ou sob a forma de uma imagem holográfica.
 - Quando existe também *coerência temporal* entre as imagens elas podem ser apresentadas numa cadência que esteja bem definida (por exemplo 50 imagens /segundo), vulgo animação, ou numa cadência definível, vulgo simulação. A apresentação da sequência de imagem pode ser efectuada no ecrã de um computador ou ser gravada em vídeo e apresentada em cinema, televisão ou no próprio ecrã de um computador.



Breve História da CG

A Pré-História...

- A necessidade de utilizar imagens na comunicação acompanha o homem desde há milhares de anos.
- Factos:
 - Existem representações em cavernas as quais datam do Paleolítico superior (40.000AC).

**Cavernas de Lascaux,
15.000 A.C**

- O desenho técnico mais antigo, a planta de Çatal Hüyük foi desenhada, na Turquia em 6.500 AC e a utilização de perspectiva aparece em vasos gregos já no século 6 AC.
- Com o início do Renascimento, no século XIV que são lançadas as fundações teóricas do desenho técnico:
 - Brunelleschi (1377-1446) inventa o método sistemático para determinar projecções de perspectiva
 - Alberti, em 1435, escreve o 1º Tratado sobre perspectiva.



Breve História da CG

A Pré-História ...

- Alguns momentos importantes...
 - *Euclides* [300-250AC] - formulação inicial da geometria
 - *Descartes* [Séc. XVII] - matemático e filósofo que formulou a geometria analítica e os sistemas de coordenadas 2D e 3D
 - *Sylvester* [Séc. XIX] - matemático que inventou as matrizes e a notação matricial, uma das ferramentas mais comuns da Computação Gráfica
- 1885 – início do processo de desenvolvimento da tecnologia do tubo de raios catódicos, ainda hoje usada em ecrãs de computadores e televisões.
- 1926 - *Baird* constrói a primeira televisão.
- 1927 - a indústria do cinema define os seus regulamentos, entre os quais se inclui a taxa de refrescamento de 24 imagens/segundo.
- 1930 - *P. e W. Mauchly* constróem o primeiro computador ENIAC.
- 1938 - *Valensi* propõe um sistema de televisão a cores.



Breve História da CG

> 1939 ...

- A 2ª Grande Guerra, iniciada em 1939, introduz um conjunto de necessidades quer ao nível do controle dos espaços aéreos quer ao nível da codificação de mensagens secretas
 - Whirlwind - construção de um simulador de voo
 - SAGE - sistema de defesa aéreo contra ataques nucleares



Projecto Whirlwind



Projecto SAGE

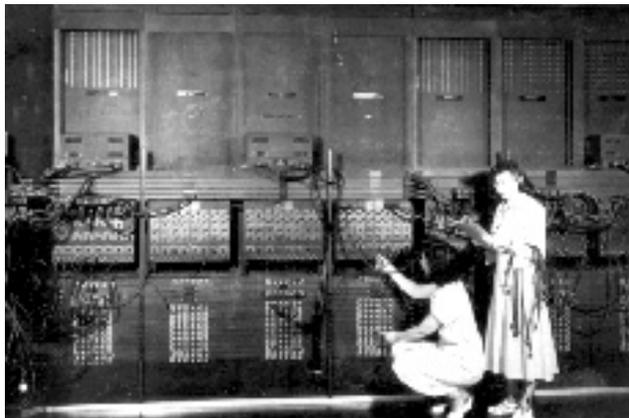
- Em 1943 é criada primeira calculadora controlada por um programa (Universidade de Harvard)
- O primeiro computador electrónico universal, o ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer*) foi criado em 1946



Breve História da CG



ENIAC





Breve História da CG

Entre os anos 40 e 50....

- 1941 iniciam-se as emissões regulares de TV nos EUA
- 1947
 - nos Bell Labs inventam o transístor
 - é criada a Associação Americana de Informática, ACM, *Association for Computing Machinery*, ainda hoje a maior associação da especialidade a nível mundial com cerca de 80 mil membros efectivos e estudantes.
- 1950
 - Wiener publica o livro “*Cybernetics and Society*”, no qual se especulava sobre os efeitos dos computadores na sociedade
 - Laposky cria as primeiras obras de arte com raiz tecnológica, usando para esse efeito um osciloscópio
- 1956 - no *MIT* constrói-se o primeiro computador totalmente transistorizado
- 1957 - é fundada a empresa de computadores *Digital Equipment Corporation* (vulgarmente conhecida por *DEC*)



Breve História da CG

Nos anos 60....

- ❑ Os computadores da época possuem alguns kbytes de memória, não existem sistemas operativos nem dispositivos gráficos de saída
- ❑ 1960 é lançado o computador comercial *DEC PDP-1*
- ❑ Em 1961 no *MIT* é criado o primeiro jogo de computador (*Spacewars*) para o computador *DEC PDP-1*
- ❑ Whitney Sr. cria efeitos especiais para o filme *Vertigo* (*Hitchcock*)



Computador
DEC PDP-1



Breve História da CG

O ano 1963....

- O ano de 1963 representa o início da Computação Gráfica tal como foi entendida por mais 3 décadas.
- O aluno de doutoramento do MIT, *Ivan Sutherland*, concebe e realiza o primeiro sistema de representação interactiva: *Sistema de Desenho Sketchpad*, introduzindo os princípios genéricos da Computação Gráfica Interactiva.
- Usando uma *caneta óptica* e o *Sketchpad* era possível desenhar e editar figuras geométricas desenhadas no ecrã de 9 polegadas.



A sua dissertação tinha como título:
"*Sketchpad: A Man-machine
Graphical Communications System*".

Breve História da CG

O Sketchpad:



Breve História da CG

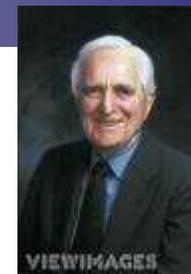
□ Entre os anos 1963 e 1967

□ 1963

- *Englebart* inventa o dispositivo de interacção “rato”, o qual só passou a ser popular ao ser adoptado, pela *Apple* em 1983 e pela *IBM* em 1987, duas décadas depois da sua invenção.
- *Edward Zajac* produz nos *Bell Labs* o primeiro filme (4 minutos) gerado por computador (imagens formadas de linhas e texto).
- *Michael Noll* produz em 1965 nos *Bells Labs* o filme “Computer-Generated Ballet” (1965)
- Surge o primeiro sistema comercial de *CAD* (*DAC-1*).



Sistema comercial de *CAD* *DAC-1* da *General Motors*





Breve História da CG

□ Entre os anos 1963 e 1967

□ 1964

- É lançada a consola IBM 2250 (125.000 USD)
- É lançado o Grafacon
(vendida com as DEC workstations, 18.000 USD)



□ 1965

- Bresenham propõe uma técnica eficiente para o desenho de segmentos de recta no computador
- Roberts introduz o sistema de coordenadas homogéneas

□ 1966

- É lançada no mercado a consola caseira de jogos *Odissey*
- É criada a empresa *MAGI*, pioneira na produção computacional de animação e efeitos especiais.





Breve História da CG

□ Entre os anos 1963 e 1967

- Em 1964, *Tektronix*, consegue resolver o problema do preço do equipamento com a descoberta de um novo tipo de fósforo o qual, após ser sensibilizado, continuava a emitir energia luminosa durante muito tempo.
- Aparecem os Terminais de Armazenamento da Imagem no Ecrã, DVST's (*Direct View Storage Tubes*) os quais não requerem qualquer memória adicional.
- *No entanto, com esta nova tecnologia aparece uma nova limitação!!!*
 - *Para que uma imagem aparecer estável num ecrã é necessário o seu desenho 50 vezes por segundo, mas isto está muito limitado pela velocidade dos processadores*

Breve História da CG

□ Resumo Científico dos Anos 60

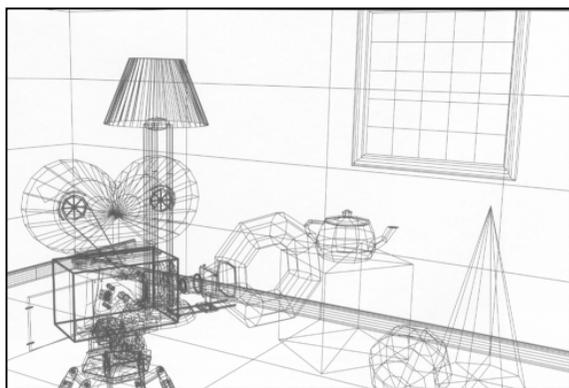
- *Coons* - teoria de representação de superfícies curvas
- *Roberts* - algoritmo de remoção de partes invisíveis de segmentos de recta e introduz a noção de coordenadas homogéneas na representação geométrica de objectos
- *Bresenham* - algoritmos eficientes para o desenho de primitivas geométricas 2D (algoritmos incrementais de varrimento)
- A Universidade do *Utah* - cria-se o Departamento de Ciências da Computação
- *Appel* - algoritmos de cálculo de visibilidade, sombras e visualização 3D
- *Bell Labs* - constrói-se a primeira matriz de pixels (cada pixel representado por 3 bits)
- *Xerox PARC* desenvolve o primeiro interface gráfico (GUI) com o utilizador
- Aparece a ARPANET (futura INTERNET)





Breve História da CG

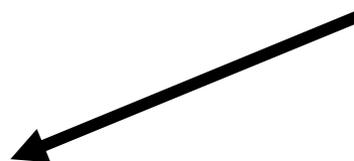
□ Progressos Obtidos nos Anos 60



Visualização “malha de arame”



Cálculo de linhas visíveis



Iluminação ambiente



Iluminação difusa



Breve História da CG

- *Os anos 70...*
- 1970
 - A SRI International - *Robot Shakey*, o primeiro a ser controlado por Inteligência Artificial (2m/horas!)
 - Aparecem os seguintes dispositivos:
 - **as mesas digitalizadoras,**
 - **os ecrãs sensíveis ao tacto,**
 - **o rato, etc.**
 - Alan Kay inventa o conceito de Manipulação Directa (os objectos da ecrã devem ser manipulados como no Mundo Real)
 - **Exemplo: Delete – arrastar o ficheiro para a área do ecrã onde estava desenhado um caixote do lixo.**





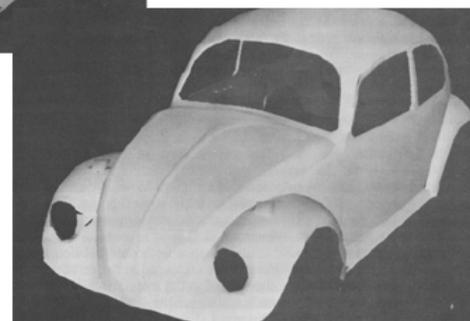
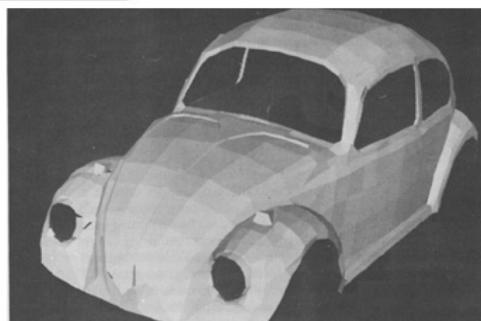
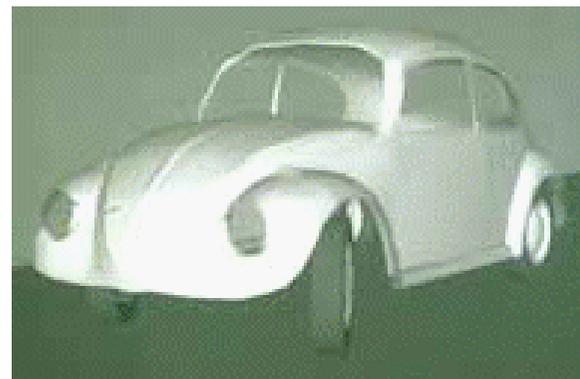
Breve História da CG

□ *Os anos 70...*

- Ivan Sutherland digitaliza o seu carro..



A Volkswagen Beetle becomes the subject of a 1970 simulation project. Ivan Sutherland (left) and assistants plot coordinates for digitizing the car.





Breve História da CG

■ *Os anos 70...(continuação)*

- ❑ *A Computação Pessoal*
- ❑ **Em 1971 Intel lança o circuito integrado 4004 (60K instruções/segundo)**
- ❑ **Em 1974 fica operacional a Estação de Trabalho Altos (da Xerox) , *a primeira a usar um rato embutido e ligada a uma rede local.***

- ❑ **Em 1973, Robert Metcalfe, desenvolve a **Ethernet** (protocolo de redes)**
- ❑ **Em 1978, Andy Lippman do MIT (hoje MediaLab) produz o primeiro vídeo disco hipermedia.**

Breve História da CG

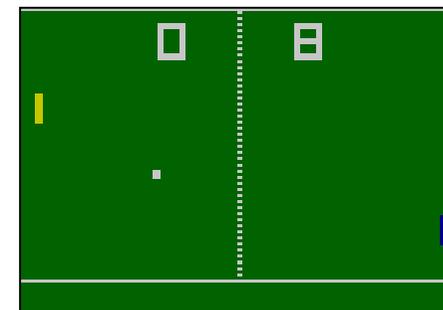


□ Os anos 70...(continuação)

- *Bushnell* lança o vídeo jogo *Pong* (*ATARI*)
- É exibido o filme *Westworld* (com imagens 2D produzidos por computador)
- 1974 é desenvolvido o programa *Superpaint*
- É exibido o filme *Futureworld* (com imagens 3D simples)
- Em 1977 a Academia cria a categoria de Óscar de Efeitos Especiais
- Em 1978 a DEC lança o DEC VAX 11/780
- Em 1979 a *Disney* exhibe o filme comercial *Black Hole*, cuja sequência de abertura é totalmente produzida por computador



VAX 11/780



Vídeo jogo *Pong*

Breve História da CG

□ Resumo Científico dos Anos 70

- *Bézier* - novas formas de representação de superfícies 3D generalizadas.
- *Gouraud* - um método de coloração de faces 3D
- Na *Xerox PARC* - a primeira matriz de pixels com 8 bits/pixel
- *Newell, Newell e Sancha* - algoritmos de cálculo de visibilidade de superfícies 3D, baseados em técnicas de ordenação.
- Em 1973 realiza-se a primeira conferência SIGGRAPH
- *Mandelbrot* - a teoria dos fractais
- *Newell* - bule de chá de *Utah*, muito usado em testes e que viria a tornar-se mundialmente famoso
- Aparece o GKS (*Graphical Kernel System - ANSI*)



Breve História da CG



Avanços (anos 70)

- Criam-se curtas animações 3D para fins didáticos e publicitários
- A indústria cinematográfica “olha com interesse” para a Computação Gráfica e promoveu a caça aos talentos
- O hardware gráfico limitado prometia novos desenvolvimentos



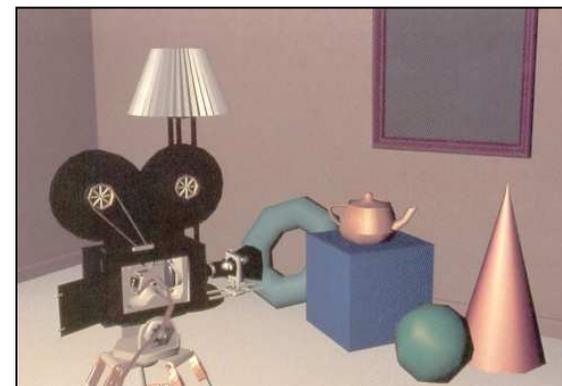
Breve História da CG



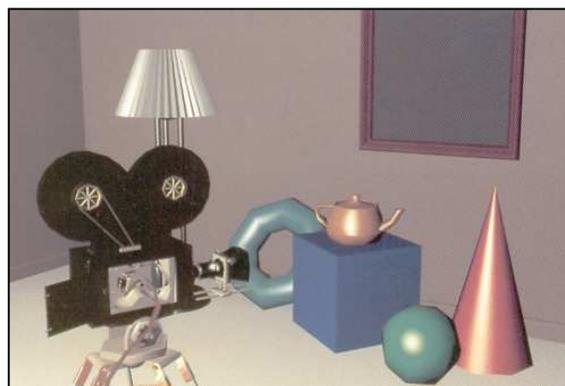
□ Progressos Obtidos nos Anos 70



Coloração *Gouraud* difusa



Coloração *Gouraud* especular

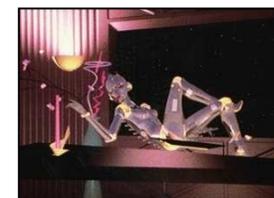


Coloração *Phong*



Superf. curvas e col. *Phong*

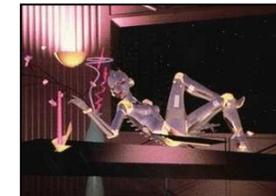
Breve História da CG



□ Os anos 80...

- A IBM introduz o PC (1981, processador Intel 8088 a 4.77, MS-DOS)
- James Clark cria em 1981 a SGI, *Silicon Graphics Incorporated* - especializada em equipamentos para Computação Gráfica.
- Em 1981 a Triple I lança o vídeo filme de animação *Adam Power, the Juggler.*
- Em 1984 *Robert Abel & Assoc.* cria um *anúncio comercial* (Super Bowl) por computador
- Em 1985, *Robert Abel & Assoc.* cria o anúncio *High Fidelity* para divulgar a computação gráfica
- Em 1985, LucasFilm lança o filme de animação *The Adventures of Andre and Wally B.* utilizando um computador Cray X-MP/48 e um cluster de 10 VAX 11/750s

Breve História da CG



□ Os anos 80...

- Em 1988 a *Pixar* lança o filme *Luxo Jr.* nomeado para um Óscar
- Em 1988 a *Pixar* lança o filme *Tin Toy*, que ganhou um Óscar.
- Outros projectos:
 - Stanley and Stella in: Breaking the ice
 - Hard Woman (video de uma canção de Mick Jagger), Digital Productions
 - Tony del Petrie
- Em 1982 são fundadas as empresas *SGI* e *Adobe*
- A *Autodesk* lança uma aplicação de *CAD* designada *AutoCAD*

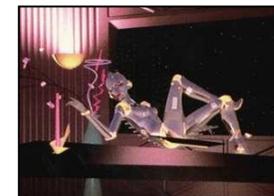
Breve História da CG

■ Anos 80 (cont.)

□ Animação *Luxo Jr.* produzida pela *Pixar*



Breve História da CG



Avanços (anos 80)

- Em 1984 *Porter e Duff* inventam algoritmos sofisticados de composição criativa de imagens 2D (aplicáveis ao cinema)
- Em 1986 *Kajiya* descreve a equação matemática que governa os fenômenos de transporte da luz, na base da iluminação global

Breve História da CG

■ Progressos Obtidos nos Anos 80



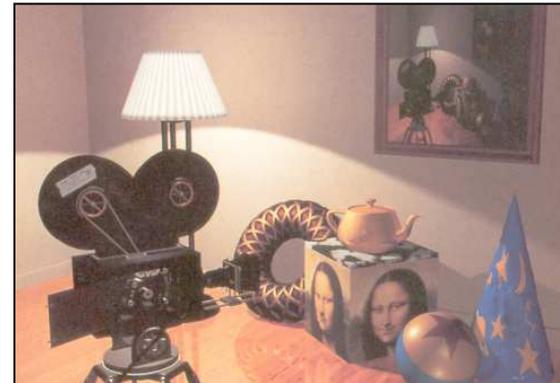
Modelos de iluminação



Mapeamento de texturas



Iluminação através de texturas



Reflexões através de texturas

Breve História da CG



Os anos 90...

- Estação SGI com 16 Mbytes de memória, matriz de pixels com 24 bits/pixel
- Em 1991 Berners-Lee cria no *CERN* a *World Wide Web*
- São introduzidos os formatos gráficos JPEG e MPEG
- O filme *Terminator 2* (ILM) inclui uma personagem computadorizada
- Em 1993 é produzido o filme *Jurassic Park*
- Em 1995 a *Pixar* produz o filme animado comercial *Toy Story*
- A *Sony* lança a consola de jogos *Playstation*
- Em 1998 a *Pixar* produz o filme *A Bug's Life* e em 1999 *Toy Story 2*



Breve História da CG

10th ANNIVERSARY Remembrance of Machines Past

What \$10,000 Bought in 1993, 1998, and 2002

1993		1998		2002	
Mac Workstation					
33 MHz Quadra 800/8 MB RAM	\$4676.00	300 MHz Power Mac 9600/64 MB RAM	\$4600.00	Dual 1.25 GHz Power Mac G4/2 GB RAM*	\$4360.00
52 MB additional RAM	\$2000.00	64 MB additional RAM	\$230.00	Additional RAM	Don't need any
17-inch RGB monitor	\$1500.00	20-inch RGB monitor	\$1600.00	23-inch Cinema HD Display	\$3499.00
2 GB AV hard drive	\$2800.00	18 GB Ultra SCSI array (external)	\$2800.00	140 GB Ultra 160 SCSI array (internal)	\$1650.00
One year of <i>DTVW</i> (6 issues)	\$15.97	One year of <i>DV</i> magazine (12 issues)	\$19.97	One year of <i>DV</i> magazine (12 issues)	\$19.97
Total	\$10,991.97	Total	\$9249.97	Total	\$9528.97
PC Workstation					
486/66 PC Clone/8 MB RAM	\$3500.00	Dual 300 MHz PII Polywell 7300TD2	\$6295.00	Dual 3.2 GHz P4 Dell Precision 530/2 GB RAM*	\$5860.00
52 MB additional RAM	\$1800.00	128 MB RAM	Included	Additional RAM	Don't need any
17-inch RGB monitor	\$1500.00	20-inch RGB monitor	\$1600.00	Two 20-inch flat-panel monitors	\$2798.00
2 GB AV hard drive & SCSI card	\$3200.00	18 GB Ultra SCSI array (external)	\$2800.00	140 GB Ultra SCSI array (internal)	\$1720.00
One year of <i>DTVW</i> (6 issues)	\$15.97	One year of <i>DV</i> magazine (12 issues)	\$19.97	One year of <i>DV</i> magazine (12 issues)	\$19.97
Total	\$10,015.97	Total	\$10,714.97	Total	\$10,397.97

*Each of the 2002 workstations includes a DVD-R drive, a 120 GB boot drive, and a modern operating system, none of which were available five and 10 years ago.

What You Got for Your Money in 1993, 1998, and 2002

Computer	Year	Computer	Premiere	AE	Photoshop	Photoshop	Photoshop	LightWave
		(Times in h:mm:ss.0)	Make Movie	Render File	Resize File	Save as TIFF	Apply Filter	Render Scene
Mac OS Computers		Mac OS Computers						
Apple Quadra 800	1993	33 MHz 68040/44 MB RAM	1:36:52	9:26:00	2:41	1:13	0:52:34	Incompatible
Apple Power Mac 9600/350	1998	350 MHz 604e/128 MB RAM	2:20	16:58	00:09.2	0:08	1:39	16:04
Apple Power Mac G4	2002	Dual 1.25 GHz G4/2 GB RAM	0:30	2:03	Too fast to time	Too fast to time	0:20	1:39
Windows Computers		Windows Computers						
HP Vectra VL2 4/66	1993	66 MHz 486/32 MB RAM	0:30:00	Crashed	2:23	1:56	20:05	2:50:08
Polywell 7300TD2	1998	Two 300 MHz PII/128 MB RAM	4:58	15:46	00:05.5	00:05.9	1:57	8:15
Dell Precision 530	2002	Dual 2.2 GHz P4/2 GB RAM	0:25	1:58	Too fast to time	Too fast to time	0:34	3:40



Breve História da CG

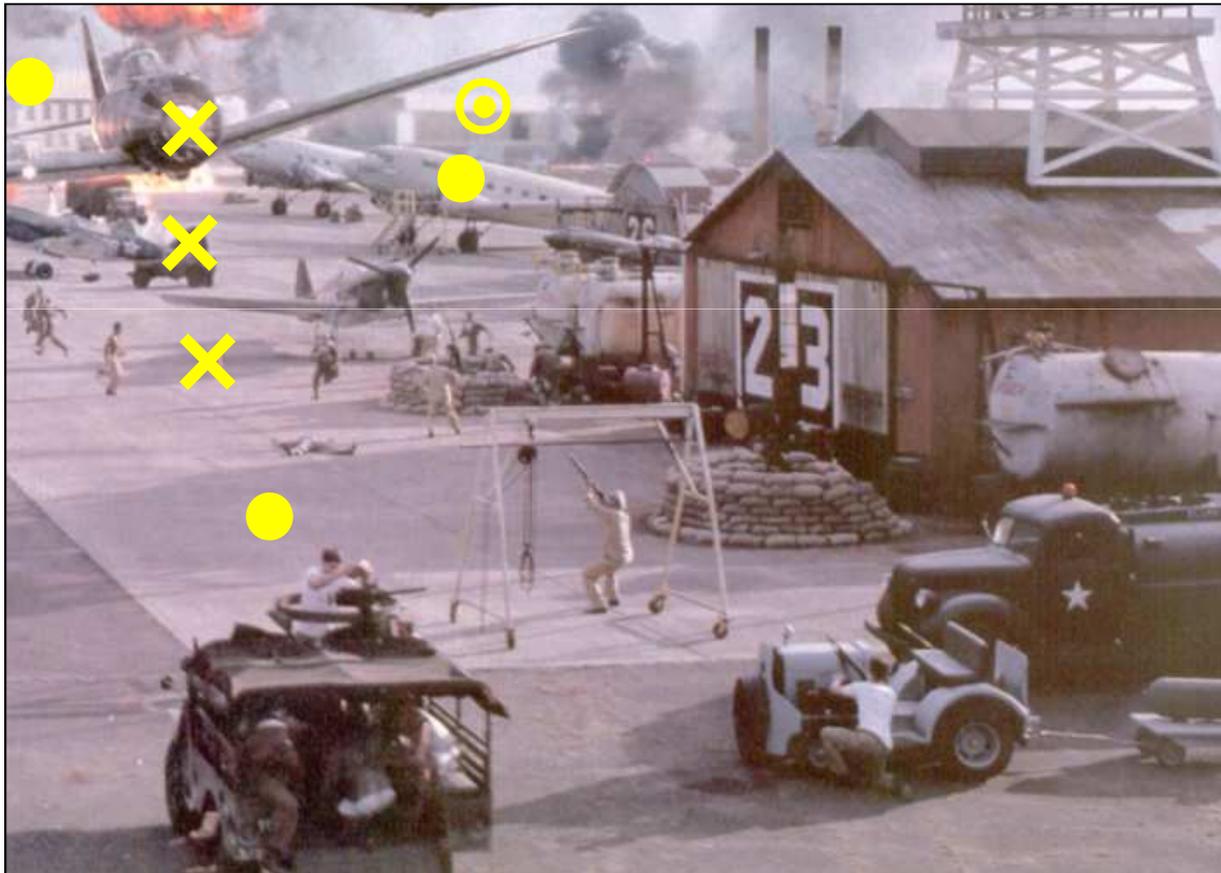
□ Avanços dos anos 90....

- Viragem da indústria de cinema em relação à Computação Gráfica
- Em 1992 surge o standard gráfico de programação *OpenGL (SGI)*
- Em 1995 *M. Pesce* introduz o conceito *VRML*
- Surgem empresas dedicadas ao fabrico de hardware gráfico 3D para computadores pessoais *IBM PC* e *Apple*
- A investigação e desenvolvimento em Computação Gráfica migra para os computadores pessoais *IBM PC (Windows e Linux)*, o que facilita enormemente a sua disseminação mundial e a põe ao alcance de qualquer pessoa

Breve História da CG

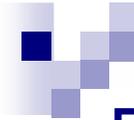
□ O passado “recente” da CG....

■ O filme *Pearl Harbor*



Legenda:

-  - sintético
-  - retocado
-  - real



Breve História da CG



□ Algumas estatísticas e tendências futuras....

- Em 2000 as vendas de bilhetes do cinema americano > de 8.000 milhões de euros e as vendas de vídeo jogos > 7.000 milhões
- Aproximadamente 60% dos americanos (> 6 anos) jogam vídeo jogos
- A indústria de vídeo jogos cresce a um ritmo 3 vezes superior aos das indústrias do cinema e do hardware
- Uso intensivo da computação distribuída na Computação Gráfica
- No cinema, utilização de actores virtuais indistinguíveis de actores reais (por exemplo, “ressuscitando” actores já mortos!)

Breve História da CG



□ Mais informação em:

■ Computer Graphics Timeline:

http://sophia.javeriana.edu.co/~ochavarr/computer_graphics_history/historia/

■ Computer Graphic World:

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

■ Video Game History

<http://www.pong-story.com/intro.htm>

■ Revista WIRED:

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