



Multimédia I

Media Estáticos – Gráficos Vectoriais

Universidade Fernando Pessoa

Paulo Rurato

2017

Gráficos Vectoriais

Os gráficos (ou desenhos vectoriais) e as imagens *bitmap* (ou imagens) são tipos de *media* constituídos por informação visual que é de natureza não-textual.

Gráficos e imagens *bitmap* são dois tipos de *media* distintos, apesar de ambos gerarem imagens que podem ser apresentadas no ecrã ou impressas.

Fazendo a analogia com os documentos tradicionais, os gráficos correspondem a desenhos, esquemas ou plantas, ao passo que as imagens correspondem a fotografias.

A distinção fundamental entre estes dois tipos de *media* reside na forma como a informação, que constitui a imagem resultante, é representada.

Nas imagens *bitmap*, a informação visual que constitui a imagem é representada sob a forma de uma matriz de pixéis.

Ao invés, nos gráficos, a informação visual que constitui a imagem é representada sob a forma de equações matemáticas que descrevem uma série de elementos, que podem ser bidimensionais (2D), tais como linhas, rectângulos, ovais, polígonos, curvas e outras formas geométricas ou tridimensionais (3D), tais como sólidos ou outros volumes. Estes elementos, no seu conjunto, originam a imagem final.

Gráficos Vectoriais

Podemos dizer que os conteúdos **gráficos** são **corrigíveis**, na medida em que a sua representação retém informação estrutural.



Isto quer dizer que os gráficos representam e armazenam informação sobre os vários elementos (linhas, curvas e outras formas geométricas) que os constituem.

Os gráficos podem ser criados utilizando aplicações de edição gráfica bidimensional e tridimensional, tais como o Corel Draw, o Adobe Illustrator, o Autodesk AutoCAD e o Autodesk 3DStudio.

Os **gráficos** e as imagens são muitas vezes confundidos entre si, mas como foi observado cada um representa a informação visual de forma diferente.



Existe, contudo, um conceito que os diferencia claramente: a noção de **rendering**.



O *rendering* é uma operação que toma dados gráficos e produz dados de imagem. Por outras palavras, o *rendering* é uma operação gráfica que interpreta as equações matemáticas que descrevem os objectos gráficos e que gera os pixéis da imagem *bitmap* correspondente.

Gráficos Vectoriais

Resultado prático desta diferença entre gráficos e imagens → a representação gráfica é muito mais compacta (ocupa menos espaço de armazenamento) do que a representação de imagem.



Contudo, um gráfico demora mais tempo a ser apresentado no ecrã do que uma imagem *bitmap*, pois o gráfico tem que ser convertido pela placa gráfica em imagem antes de ser possível apresentá-lo, ao passo que a imagem *bitmap* pode ser apresentada sem qualquer processamento.

Em síntese, os **gráficos** são constituídos por linhas e curvas definidas matematicamente.

Uma outra vantagem deste tipo de representação gráfica reside na facilidade de manipulação das formas ou objectos desenhados sem perda de informação, sendo indicada para a criação de logótipos, símbolos gráficos, botões para aplicações interactivas e ícones, pois estes requerem uma **boa definição das linhas**, independentemente da sua **escala**.



Representação Gráfica

Os gráficos também se designam por **desenhos vectoriais**, porque na realidade todos os objectos gráficos contidos num gráfico são descritos por **vectores**.



Um **vector** é uma linha com uma dada **direcção** e um dado **sentido**, que se descreve por intermédio da localização dos pontos que constituem os seus limites.

Em termos de representação da informação visual, os conteúdos gráficos designam-se por **modelos**, pois o seu objectivo é modelar a realidade através de expressões matemáticas.



O modelo gráfico contém uma descrição abstracta (ou matemática) de todos os objectos 2D ou 3D que constituem esse modelo gráfico.



Os **objectos gráficos** são, os elementos de uma cena que está a ser modelada. Um dado modelo gráfico contém um conjunto destes objectos gráficos.



Por sua vez, os objectos gráficos correspondem a expressões matemáticas que traduzem a sua forma e outros atributos.

Essa descrição tem que ser interpretada antes de ser possível visualizar o gráfico, ou seja, o gráfico que se visualiza no ecrã é uma imagem que resulta sempre da aplicação de uma operação de *rendering* ao conjunto de objectos que constituem o modelo gráfico.

Modelos Gráficos

Um **gráfico** é, pois, um **modelo**.

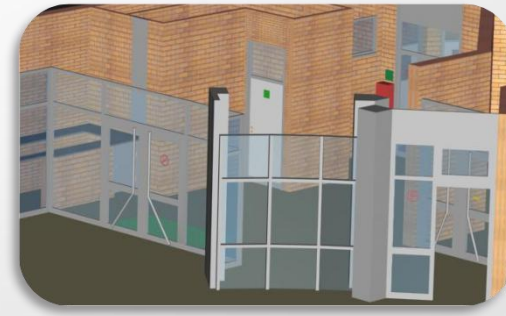
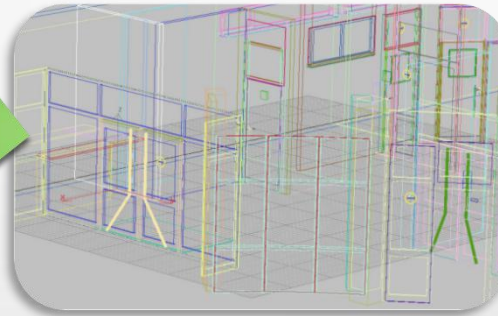
É possível desenvolver vários **tipos de modelos gráficos**, incluindo:

Os **modelos geométricos** constituem o tipo de modelo gráfico mais comum e também o mais simples de desenvolver.

Modelos geométricos.
Modelos sólidos.
Modelos físicos.
Modelos empíricos.
Modelos de desenho.

Os modelos geométricos são desenvolvidos à custa de formas geométricas 2D e 3D básicas que se designam por **primitivas gráficas**.

De facto, muitos dos objectos do mundo real são realmente combinações de formas tridimensionais simples, como estas. Por exemplo, uma mesa pode ser modelada por intermédio de quatro cilindros (pernas da mesa) e um prisma rectangular (base da mesa).



A modelação geométrica constitui a base de um grande número de bibliotecas de primitivas gráficas normalizadas. Os exemplos mais comuns, destas bibliotecas incluem o OpenGL (*Open Graphics Library*), o Direct3D da Microsoft, o GKS (*Graphic Kernel System*) da ISO.

Modelos Gráficos

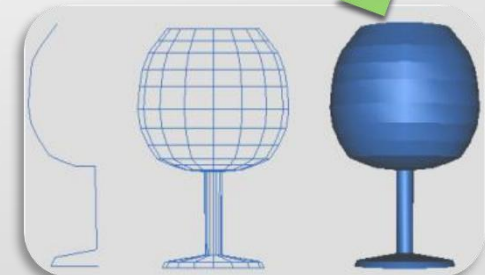
Os **modelos sólidos** descrevem os objectos tridimensionais por meio de **técnicas específicas** que foram desenvolvidas para permitir a modelação de sólidos complexos.



Por exemplo, a **técnica** CSG (*Constructive Solid Geometry*) permite combinar sólidos através de operações de união, intersecção e diferença. Esta técnica permite, por exemplo, modelar um cilindro oco, utilizando como base um cilindro sólido e subtraindo-lhe um outro cilindro sólido com um diâmetro menor.

A **técnica** das superfícies de revolução é outro exemplo de uma técnica desenvolvida para criar um modelo sólido complexo. Esta técnica permite criar sólidos através da rotação de uma curva 2D em torno de um eixo no espaço 3D, isto é, esta técnica consiste na criação de objectos 3D a partir de contornos bidimensionais (2D).

A **técnica** da extrusão permite criar sólidos complexos através do prolongamento de um contorno 2D no espaço 3D ao longo de um caminho arbitrário.



3D 3D 3D

Modelos Gráficos

Os **modelos físicos** são em essência modelos com um grau muito elevado de precisão. Por isso, produz uma imagem com muito realismo. Incluem descrições das forças, tensões e esforços aplicados aos objectos que constituem uma determinada cena.

Os **modelos empíricos** descrevem os fenómenos naturais complexos, tais como as nuvens, as ondas, o fogo e as plantas, e obtêm-se sobretudo por meio da observação da natureza, já que é muito difícil descrever tais fenómenos de uma forma realista por meio da modelação geométrica ou da modelação sólida.

Os ex. mais comuns de técnicas utilizadas para a modelação empírica incluem as fractais e os sistemas de partículas.

utilizam-se, p.ex., para modelar os recortes de montanhas e outras características do terreno, bem como para modelar as formas assumidas pelas nuvens.

Os **modelos de desenho** descrevem um objecto gráfico em termos de acções de desenho (ou de pintura). A descrição dos objectos pode conter condições, ciclos e outras construções típicas das linguagens de programação, e pode ser entendida como um conjunto de instruções ou comandos que são interpretados por um dispositivo de desenho imaginário.

Os **formatos externos para modelos** permitem exportar e importar modelos desenvolvidos em ferramentas de edição gráfica diferentes, permitindo que os modelos gráficos sejam gravados num formato normalizado que pode ser lido e interpretado por várias aplicações diferentes daquela na qual o modelo foi criado.

Ex: CGM (*Computer Graphics Metafile*) da ISO; formatos utilizados pelo software AutoCAD; PS (*Postscript*); PDF (*Portable Document Format*).

Os sistemas de partículas têm sido utilizados com sucesso na modelação de fogos e explosões.

Operações Gráficas

Apesar da multiplicidade de representações gráficas existentes, isto é, da multiplicidade de modelos diferentes que podem ser criados e da consequente multiplicidade de operações válidas para a manipulação desses modelos, é possível definir um conjunto de **operações** que são comuns à maior parte desses modelos:



Edição de primitivas.

Operações de **edição estrutural**.


Operações de **aplicação de materiais**.

Operações de **iluminação**.

Operações de **visualização**.

Operações de **sombreamento e rendering**.

As **operações de edição estrutural** são operações de criação e modificação dos conjuntos de primitivas que constituem um modelo.



Estas operações incluem ainda as operações que permitem estabelecer relações espaciais entre as primitivas. As transformações que se aplicam a conjuntos de objectos gráficos, tais como a translação e a rotação, são exemplos de operações estruturais.

A classe de **edição de primitivas** inclui as operações mais básicas que lidam com a especificação e a modificação dos parâmetros associados às primitivas geométricas utilizadas num determinado modelo gráfico.

Operações Gráficas

Tendo ultrapassado a fase de construção da geometria do modelo gráfico, o passo seguinte consiste da **aplicação de materiais** aos objectos contidos na cena modelada. P. ex., atribuir o aspecto de mármore ao tampo de uma mesa ou o aspecto de madeira de carvalho a uma cadeira.



Por vezes, o objectivo principal é fazer com que a cena pareça tão real quanto possível, um objectivo designado por **fotorrealismo**, ao passo que, em outras situações, o objectivo não é tanto fazer com que a cena tenha um aspecto realista, mas torná-la fantástica ou mais interessante.

A forma mais simples de especificar um material é especificando as suas **propriedades de cor**, isto é, a forma como a luz interage ou é reflectida pela superfície do objecto.



Especificadas por intermédio de três **propriedades** ou **componentes da luz**:



A componente **difusão** é a **própria cor** do objecto. Esta componente representa a cor reflectida pelo objecto quando este é iluminado. Geralmente, a componente difusão representa a parte do objecto que possui mais iluminação.

Difusão (*diffuse*).
Especular/Reflexão (*specular*).
Ambiente (*ambient*).

A componente **especular**, ou de **reflexão**, corresponde ao **brilho** que se nota na superfície do objecto.

A última propriedade ou componente designa-se por **ambiente** e representa a cor da luz circundante ou luz ambiente, presente em toda a cena modelada. Geralmente, representa a parte do objecto que fica na sombra.


Operações Gráficas

Como vimos, o realismo de um modelo gráfico pode ser aumentado através da especificação da forma como a luz interage com os objectos.



Contudo, para que se inclua essa informação num modelo, é necessário especificar quais são as fontes de luz utilizadas para iluminar os objectos do modelo, e que tipo de luz é que estas produzem.


As **operações de iluminação** são técnicas que permitem iluminar uma cena constituída por objectos gráficos a partir de várias fontes de luz. Os tipos fundamentais de fontes de luz incluem:




Luz ambiente – tipo de iluminação constituída por luz de fundo, que provém de todas as direcções com uma intensidade constante. A luz ambiente é o nível básico de cor da luz presente em toda a cena.



Pontos de luz – tipo de iluminação constituída por luz que provém de pontos específicos do espaço e que se atenua à medida que a distância aumenta.



Luzes direccionais – tipo de iluminação constituída por fontes de luz localizadas no infinito que produzem raios de luz numa determinada direcção com intensidade constante.



Spotlights – tipo de iluminação constituído por fontes de luz que, a partir de um dado ponto, produzem um raio de luz cónico, sendo utilizados para enviar um cone de luz numa direcção particular. O autor pode escolher e definir a dimensão do cone e os alvos da luz, isto é, os objectos para os quais a luz aponta.

Operações Gráficas

As **operações de visualização** consistem, pois, na especificação da projecção pretendida, bem como do volume de visualização, atributos que podem ser especificados através da colocação de câmaras no modelo.



Por exemplo, é possível especificar projecções paralelas ou em perspectiva através da colocação de uma câmara directamente em frente do objecto ou fornecendo uma perspectiva do objecto. As ferramentas de edição gráfica 3D mais completas, tais como o 3D Studio, permitem ainda especificar os parâmetros das câmaras colocadas num modelo, tais como a distância focal e a profundidade de campo.

Na modelação gráfica, existe uma distinção clara entre a **forma** e a **sombra**. As formas podem ser definidas por intermédio das técnicas discutidas acima, por exemplo, para a modelação geométrica e sólida. Contudo, para se produzir uma imagem realista de um modelo gráfico é necessário incluir informação adicional de sombreamento, que descreve o modo como a luz interage com os objectos de um dado modelo.



As **operações de sombreamento** permitem aumentar o realismo de um modelo gráfico já que especificam a forma como a luz interage com os objectos do modelo. Estas operações incluem ainda informação sobre a cor do objecto (quais são as frequências de luz reflectidas pelo objecto), bem como o modo como a luz é reflectida pelo objecto (por exemplo, os objectos espelhados reflectem a luz de forma diferente dos objectos com superfícies rugosas).



Operações Gráficas

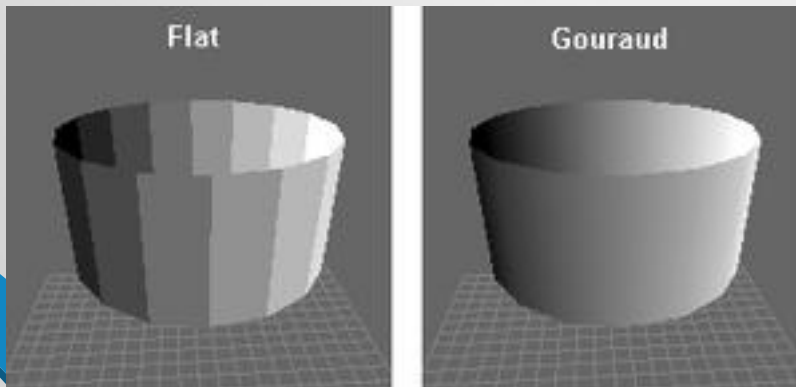
Existem vários níveis de *rendering* que correspondem aos métodos ou operações de "sombreamento" (*shading methods*) que se utilizam.

A escolha de um determinado nível de *rendering* consiste em chegar a uma solução de compromisso entre a qualidade do *rendering* e a sua velocidade.

Existem vários métodos que permitem calcular a cor resultante de um determinado objecto, dada informação sobre o tipo de material aplicado na sua superfície e sobre os focos de luz que iluminam a cena que foi modelada.

O método mais simples designa-se por **flat shading** e produz objectos com uma cor uniforme. Este é o método de *rendering* mais simples e mais rápido, mas não produz um aspecto muito impressionante.

Em termos de qualidade final, o nível que se segue ao *flat shading* corresponde ao **gouraud shading** e produz um aspecto mais suave, sendo por isso designado por **smooth shading**. Este tipo de *rendering* elimina a aparência facetada, característica do *flat shading*, mas demora mais tempo a ser calculado.

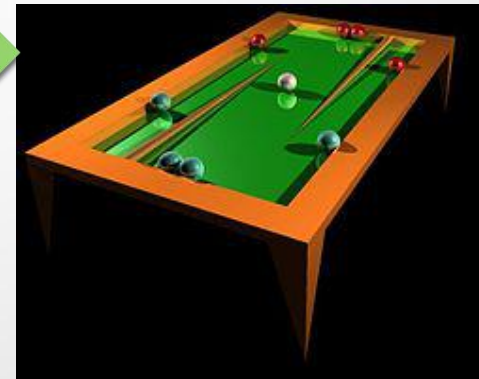
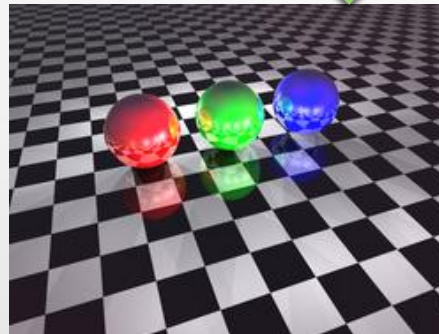


Outros métodos ou níveis de rendering mais sofisticados.

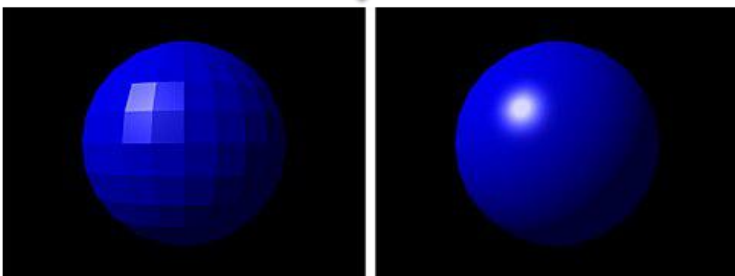
No nível acima do *smooth shading* encontramos o **phong shading**, ainda mais realista, já que adiciona reflexos especulares (*highlights*) aos objectos ou elementos de uma cena. Apesar do *rendering* respectivo ter uma duração ainda maior, a presença destes reflexos produz um resultado muito mais convincente: bastará imaginar o *rendering* de uma bola de bilhar com e sem a presença de reflexos especulares.

As técnicas mais sofisticadas, tais como o **ray tracing** e a **radiosity**, baseiam-se em modelos físicos do comportamento da luz e produzem imagens com o maior realismo possível.

ray tracing



radiosity




FLAT SHADING

PHONG SHADING

Operações Gráficas

A **operação de *rendering*** converte, pois, um modelo gráfico numa imagem *bitmap*, incluindo toda a informação de sombreamento, mapeamento, iluminação e visualização.

De uma forma geral, a operação de *rendering* é um processo que demora algum tempo a produzir a imagem *bitmap* correspondente ao modelo, visto ser necessário calcular os atributos dos *pixeis* da imagem que resultam da combinação das formas dos objectos com a informação de sombreamento, mapeamento, iluminação e visualização.



As ferramentas de autoria gráfica permitem realizar ajustes, para além do método de sombreamento, em outros parâmetros de controlo do *rendering*.

