



1º Teste de Computação Gráfica

LEIC/LESIM

Prof. Mário Rui Gomes

13 de Abril de 2002

Nº _____ Nome: _____ Sala: _____

Responda às questões seguintes justificando adequadamente todas as respostas. Se necessário utilize o verso da respectiva folha. O Teste tem uma duração máxima, incluindo tolerância, de 1h30m.

I - Introdução e Conceitos Básicos

1. Na taxionomia das Aplicações Gráficas um dos critérios usados é o do tipo de **características dos objectos e modo como são visualizados**. Descreva, sucintamente, 4 desses tipos, dando um exemplo para cada um deles.

Quanto às características dos Objectos e ao modo como são visualizados temos os seguintes sub critérios podendo ser escolhidos 4 dos seguintes:

1. Quanto à **Dimensionalidade dos Objectos** estes podem ser subdivididos consoante o espaço em que estão definidos: espaços 2D e espaços 3D.
2. 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.
3. Quanto ao **Tipo de Imagens** produzidas existe uma dependência relativamente ao espaço em que os objectos estão definidos. Assim uma curva definida num espaço 2D pode ser visualizada como uma linha poligonal ou pelo lugar geométrico dos pontos que pertencem à curva. Pelo outro lado, a curva pode ser representada por um padrão (traço-ponto, por exemplo), com diferentes níveis de cinzento ou a cores. Se considerarmos uma superfície, esta pode ser representada através de linhas poligonais (arames ou wire-frame), as quais podem, além dos atributos que existem em 2D incluir também a remoção linhas ocultas. Se a superfície for definida como uma malha de facetas (polígonos planares) ou como o lugar geométrico dos pontos que lhe pertencem podem ser retirados os elementos ocultos.
4. A **Iluminação** tem também um papel muito importante em CG. No Mundo Real, é necessário iluminar um objecto para que seja possível visualizá-lo. Este conceito de iluminação, aplicável quer a cenas definidas no espaço 2D ou 3D, tem impacte no modo como o objecto é visualizado. Considerando que no Mundo Real não existem objectos 2D, é comum que tais objectos, em CG, tenham uma textura e/ou cor, não sendo necessário iluminá-los para se obter uma sua imagem.
5. 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).

6. 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.
2. Em 1963 o aluno de doutoramento do MIT, Ivan Sutherland, concebe e realiza o primeiro sistema de representação interactiva, o Sistema de Desenho Sketchpad.
 - a. Qual a importância desse trabalho para a área de Computação Gráfica?
 - b. Quais eram as características principais do Sistema?
 - c. O que se entende por caneta óptica? Descreva sucintamente o seu funcionamento.
- a. O aluno de doutoramento do MIT, Ivan Sutherland, concebeu e produziu o que é considerado como o primeiro editor gráfico, o Sistema de Desenho Sketchpad, tendo, desse modo, introduzido os princípios genéricos da Computação Gráfica Interactiva.
- b. Era possível desenhar e editar figuras geométricas desenhadas no ecrã de 9 polegadas do Sketchpad usando uma caneta óptica.
- c. Uma caneta óptica é um dispositivo, anterior ao rato, que permite a introdução de coordenadas 2D. *Não é necessário descrever sucintamente o seu funcionamento uma vez que tal não foi feito nas 3 turmas teóricas.*
3. Nos WYSIWYG é fundamental a operação de *picking*.
 - a. Caracterize os dois conceitos ?
 - b. Justifique a afirmação?
 - c. Como implementaria a operação de *picking*?
- a. *What You See is What You Get* é a designação dada a editores que mostram no ecrã aquilo que se obtém através de uma impressão: *Picking* é a operação que permite seleccionar um objecto apontando para um ponto da sua imagem no ecrã.
- b. Nos Editores WYSIWYG é fundamental a existência de operações de *picking* para permitir a selecção para manipulação (edição, por exemplo) de objectos cujas imagens se encontram no ecrã.
- c. Para implementar a operação basta definir uma pequena janela em torno do ponto e aplicar a operação de recorte a todos os objectos da cena. O primeiro objecto a não ser completamente rejeitado será o primeiro objecto seleccionado. Podem ser seleccionados zero ou mais objectos.

II - Transformações/Projecções

1. Escreva a matriz de transformação resultante da composição de uma rotação em torno do eixo dos YY de 90° seguida de uma translação de 100 unidades segundo XX. Determine as coordenadas homogéneas do ponto [1 1] do espaço 2D quando $w = 5$.

$$MR_y(90^\circ) = \begin{bmatrix} \cos \mathbf{q} & 0 & \sin \mathbf{q} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \mathbf{q} & 0 & \cos \mathbf{q} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$MT(100,0,0) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & dx \\ 0 & 1 & 0 & dy \\ 0 & 0 & 1 & dz \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 100 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$MT(100,0,0) * MRy(90^\circ) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 100 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

As coordenadas homogéneas em 2D são da forma $[wx, wy, w]$, com w diferente de 0. Para $w=5$, teremos as coordenadas homogéneas da forma $[5x, 5y, 5]$. Para o ponto $P=[1, 1]$ ter-se-á $[5, 5, 5]$. Como estamos a utilizar matrizes 4×4 , o ponto a transformar será $[5, 5, 0, 5]$ de que resulta um ponto transformado com as coordenadas $[500, 5, -5, 5]$. Normalizando para $w=1$, teremos $[100, 1, -1, 1]$.

2. Que distingue uma transformação de projecção perspectiva de uma transformação de projecção paralela? Escreva as respectivas Matrizes.

Projecção Paralela:

- Determinada pela direcção de projecção;
- Distância infinita do centro de projecção ao plano de projecção;
- Os raios projectores paralelos entre si.

$$M_{ort} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Projecção Perspectiva:

- Determinada pelo centro de projecção (CDP);
- Distância finita (d) do CDP ao plano de projecção;
- Os raios projectores são convergentes.

$$M_{p.} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/d & 0 \end{bmatrix}$$

3. Construa a matriz de transformação de projecção perspectiva correspondente a uma situação em que o plano de projecção dista de 10 unidades do centro de projecção e mostre através dela que a transformação pode não manter os ângulos entre linhas.

$$M_{p.} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/10 & 0 \end{bmatrix}$$

Considere-se dois segmentos de recta cujos vértices se encontra em dois planos paralelos. Devido à dependência da dimensão da imagem com a distância ao Centro de Projecção os vértices mais próximos do observador vão aparecer mais distanciados entre si do que os vértices mais afastados. Assim, dois segmentos de recta paralelos deixam de o ser quando projectados.

III - VRML

1. Escreva o código VRML que permita simular uma lâmpada de forma circular que só emita luz para um dos lados do círculo.

Entre os vários tipos de fontes de luz deve ser usado um `SpotLight`:

```
SpotLight {cutOffAngle .785}
```

Para se obter a iluminação pretendida deve ser usado o campo `cutOffAngle`, podendo os restantes campos ser omitidos, situação em que o interpretador de VRML assume os valores por omissão.

2. Considere o nó **Material**. Descreva de 4 dos seus campos, dando exemplo do modo como usou cada um deles no contexto dos seus trabalhos de laboratório.

Os campos do nó **Material** são (escolher 4 deles):

- `diffuseColor`: determina a cor que o objecto mostra ao reflectir a luz incidente;
- `emissiveColor`: indica a cor que o objecto emite (ex.º : marcador fluorescente);
- `specularColor`: explicita a cor dos "brilhos" do objecto;
- `shininess`: especifica o grau de brilho do objecto;
- `transparency`: indica o grau de transparência do objecto;
- `ambientIntensity`: define a percentagem de luz ambiente que o objecto reflecte.

A resposta completa depende do contexto em que foram usados os campos nas aulas de laboratório.

3. Considere o nó **TextureTransform**. Desenhe, justificando, o resultado de aplicação desse nó com, pelo menos 2, dos seus campos, ao logótipo do IST.

Os campos são:

- `center`
- `rotation`
- `scale`
- `translation`

Podia aplicar uma escala de 4 na horizontal e de 1 na vertical seguida de uma rotação de 90º e obter-se-ia o seguinte logo que poderia ser aplicado a um objecto:



IV - Modelação

1. Será que todos os tipos de modelação geométrica permitem a descrição de um objecto composto pela união de dois objectos? Justifique e indique o tipo de modelação geométrica em que é mais fácil produzir a descrição do objecto composto.

Sendo a união de dois objectos uma das operações fundamentais na modelação geométrica é natural que a maioria dos esquemas de representação a suportem com maior ou menor facilidade.

Entre os esquemas de representação:

- Instanciação de Primitivas
- Representação por Varrimento (Sweep)
- Representação de Fronteira (Boundary Representation)
- Representação por Partição do Espaço

podem encontrar-se argumentos, desde que convenientemente justificados, em defesa de vários dos esquemas. O mais difícil de defender será o Varrimento, dado o modo como são definidos os objectos. O mais fácil de defender é o da partição no espaço, uma vez que o próprio modo de descrever a ocupação do espaço pode, na construção do modelo, considerar a união dos dois objectos.

2. Apresente, justificando, as vantagens da modelação por meio de árvore de partição binária sobre a modelação geométrica por árvore de octantes e desta sobre a enumeração da ocupação do espaço.

Na modelação por meio de árvore de partição binária é utilizada informação sobre a geometria e localização espacial do objecto para a criação da árvore colocando planos de partição do espaço nas posições que se afigurarem mais convenientes (segundo faces dos objectos, por exemplo). Assim apesar do processo de criação ser mais complexo, a árvore resultante inclui informação sobre o conteúdo da cena.

Na modelação geométrica por árvore de octantes não é utilizada essa informação pelo que o processo de construção é independente do conteúdo da cena. No entanto tem ainda a vantagem de identificar sub-octantes ou completamente vazios ou completamente ocupados por um objecto da cena.

Na enumeração da ocupação do espaço, este é considerado ocupado por volumes de dimensão e geometria única, correspondendo cada um deles a um espaço vazio ou a um espaço ocupado por um objecto. Como se conclui facilmente, a quantidade de informação que é necessário gerar para representar uma cena é muito elevada.

3. Apresente 3 critérios que devem ser aplicados em todas as verificações da consistência de malhas poligonais, justificando a razão de cada um dos que apresentar.

Podem ser usados 3 dos seguintes critérios:

Verificar se:

- todos os polígonos fecham, para garantir que são mesmo polígonos;
- todas as arestas são usadas uma vez e não mais do que n vezes, para garantir a não existência de arestas órfãs;
- cada vértice deve pertencer a um polígono (no mínimo), para garantir a não existência de vértices órfãos;
- cada vértice é referido por 2 arestas, pelo menos, para garantir a continuidade ao nível das arestas;
- qualquer vértice seja alcançável a partir de outro, percorrendo as arestas, para garantir a continuidade ao nível das arestas;
- existe uma única fronteira, para garantir a não existência de buracos;
- nenhuma aresta tem comprimento nulo

Cotação

| | I | II | III | IV |
|--------------|----------|-----------|------------|-----------|
| 1. | 2 | 1.5 | 1.5 | 2 |
| 2. | 2 | 1 | 1.5 | 2 |
| 3. | 2 | 1.5 | 1 | 2 |
| Total | 6 | 4 | 4 | 6 |