



1º Teste de Computação Gráfica

LEIC/LESIM/LCI

Prof. João Brisson Lopes

Prof. Mário Rui Gomes

15 de Abril de 2003

Nº _____ Nome: _____

Responda às questões seguintes justificando adequadamente todas as respostas. O teste tem uma duração máxima, incluindo tolerância, de 1h30m.

I

1. O que se entende por Computação Gráfica Vectorial e Computação Gráfica em Quadrícula e qual a sua diferença em termos de tecnologia? Em que Sistema de Coordenadas é que esses conceitos se aplicam? Qual foi a evolução histórica destes conceitos e qual deles é dominante na actualidade?

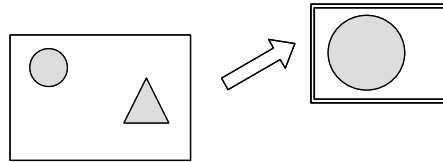
Os conceitos estão associados às tecnologias empregues para apresentar imagens de uma cena em dispositivos de saída gráfica. Os dispositivos vectoriais realizam a representação a partir de primitivas gráficas por meio de linhas desenhadas continuamente (vectores), enquanto os dispositivos de quadrícula transformam tais primitivas em pontos discretos, as quadrículas, necessitando portanto de realizar uma operação adicional, a rasterização.

Os dois tipos de dispositivos empregam Sistemas de Coordenadas de Dispositivo.

Os dispositivos electrónicos iniciais recorriam a tubos de raios catódicos, CRT, tecnologia comum nos osciloscópios, pelo que inicialmente era usada a aproximação vectorial.

Com a diminuição do preço das memórias, a aproximação baseada em quadrículas impôs-se até à actualidade.

2. Considere a figura anexa em cujo lado esquerdo estão representados dois objectos de uma cena e do lado direito o conteúdo de um Enquadramento (Viewport). Diga em que sistemas de coordenadas se encontram o lado esquerdo (cena) e o lado direito da figura (enquadramento) e descreva dois modos alternativos de obter a mesma imagem da direita, um dos quais utilizando *zoom* e *panning*. Em cada uma das soluções só pode alterar um dos andares do pipeline de visualização.



A cena é definida em Coordenadas do Mundo e o Enquadramento em Coordenadas do Dispositivo. O modo como é obtida a imagem do lado direito é através da transformação de Visualização seguida da transformação Janela – Enquadramento pelo que posso obter a mesma imagem através da alteração da posição relativa dos objectos da Cena face à Janela (Transformação de Visualização) ou através transformação Janela – Viewport.

No primeiro caso faria com que o conteúdo da janela fosse unicamente o círculo com o enquadramento correcto e a transformação Janela – Viewport seria muito simples.

No segundo caso na minha janela apareceria o conteúdo da imagem da esquerda e teria que efectuar um zoom seguindo de um panning, na definição da Transformação Janela – Viewport.

II

1. Comente a seguinte frase, justificando: “O resultado da transformação de rotação de 90° após uma transformação de escala uniforme com o factor de escala igual a -1 é independente da ordem dos factores”

Dado que a escala é uniforme, e se trata de uma rotação e de uma escala, podemos tratar as duas transformações sem recorrer a espaços homogêneos. Nessas circunstâncias, uma transformação de escala uniforme pode ser representada por uma matriz identidade multiplicada por um escalar, ou seja $S=Ixf$. Se originalmente tínhamos RxS , podemos escrever $RxIxf$. Como a multiplicação de uma matriz identidade por uma qualquer outra matriz é comutativa, podemos também escrever $IxfxR$ e, portanto, a frase é sempre verdadeira.

2. Indique as transformações elementares realizadas pela matriz seguinte e a ordem pela qual elas são realizadas. Justifique

$$\begin{bmatrix} 0 & -4 & -20 \\ 4 & 0 & 40 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Trata-se de uma escala uniforme com um factor de escala 4, seguida de uma rotação de $+90^\circ$ e, finalmente de uma translação de 20 unidades em x e 40 unidades em y, como se pode ver em

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 20 \\ 0 & 1 & 40 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 4 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

3. A translação é uma transformação conforme? Justifique.

É uma transformação onde os ângulos são conservados.

III

1. Considere a modelação geométrica por partição do espaço segundo a decomposição em células.

a) Este tipo de modelação depende ou não de primitivas? Explique.

Depende de primitivas não interpenetrantes que são escaláveis de forma a que a sua união represente o volume dos objectos modelados.

b) Critique este tipo de modelação em função de duas das propriedades que são desejáveis num sistema de modelação, a unicidade e o rigor.

Unicidade - é fácil apresentar exemplos que demonstram que existe mais do que uma solução para modelar objectos por este tipo de modelação, o que significa que esta propriedade desejável não é obtida com este tipo de modelação.

Rigor - O rigor deste tipo de primitivas é absoluto porque, desde que se disponha de um conjunto de primitivas suficiente, é possível adaptar tais primitivas à forma exacta dos objectos modelados dada a sua escalabilidade que é contínua.

2. Explique em que consiste a modelação geométrica por descrição de fronteira através de malhas poligonais empregando lista de vértices, apresentando uma operação que seja imediatamente possível e duas operações que este tipo de malhas não suporta directamente.

A modelação geométrica por descrição da fronteira através de malhas poligonais empregando lista de vértices consiste em construir uma lista contendo todos os vértices da malha, em que cada vértice ocorre uma única vez, evitando assim duplicações de vértices. Os polígonos de uma malha assim construída referem os vértices existentes na lista de vértices.

Este tipo de malha poligonal permite que a alteração das coordenadas de um vértice seja imediata dado que é apenas necessário alterar as coordenadas de um só vértice e não as coordenadas das várias cópias de um mesmo vértice.

Como exemplo de operações não imediatas pode-se apresentar a operação de determinar que polígonos partilham um vértice e o traçado não duplicado das arestas.

IV

1. Considere a câmara virtual simplificada.

a) Quantos e quais são os parâmetros da câmara virtual simplificada? Descreva as respectivas funções?

A câmara virtual simplificada tem seis (6) parâmetros que são a posição da câmara, a direcção para onde a câmara aponta (look vector), a orientação vertical da câmara (up vector), o ângulo de abertura da câmara, a relação de aspecto e os planos de recorte anterior e posterior

b) Em que consiste a diferença principal entre o modelo simplificado de câmara virtual adoptado na disciplina e o modelo mais geral da câmara virtual?

O modelo simplificado de câmara virtual restringe as projecções perspectivas a projecções ortogonais, isto é, o ângulo do view vector com o plano de projecção é de 90° , enquanto o modelo geral de câmara virtual não restringe este ângulo e ele poderá ser oblíquo.

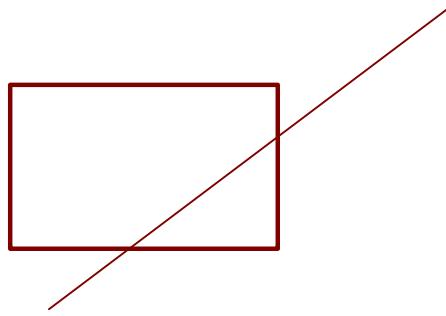
2. Descreva as transformações elementares pela ordem de aplicação da transformação composta realizada pela câmara virtual entre as coordenadas do mundo e as coordenadas do espaço canónico.

As transformações realizadas pela câmara virtual pela sequência de aplicação são:

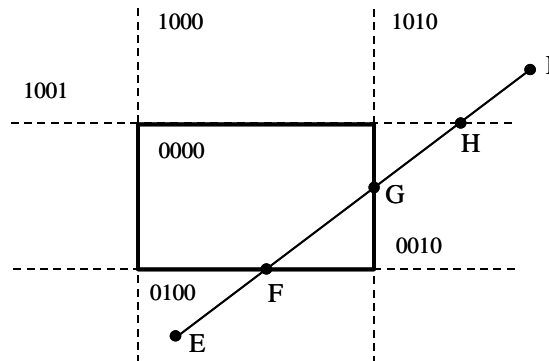
Mudança da origem do referencial para a posição da câmara (translação), orientação do referencial segundo a orientação da câmara (rotação), escalamento em x e y , e escalamento em Z .

V

1. Aplique o algoritmo de Cohen-Sutherland à linha da figura, tendo em conta que o rectângulo nela representado é o rectângulo de recorte. Inclua não só o valor dos outcodes mas também o critério adoptado na escolha de quais as intersecções que é necessário calcular.



Considere-se a figura na qual é possível verificar que os outcodes são. E-0100, F-0000, G-0000, H-0010 e I-1010:

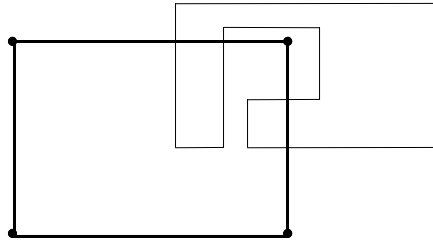


Como ambos os vértices estão fora do polígono de recorte usa-se o 1º vértice, E. Utilizando o primeiro bit a 1 do seu outcode efectua-se o recorte com a respectiva recta (inferior horizontal). Descarta-se EF. Como o outcode de F é 0000 vai utilizar-se o outcode do 2º vértice, I para escolher a nova recta a recortar. Como primeiro bit é 0 1, então o recorte será efectuado com a recta superior horizontal do qual resulta o ponto H (outcode-0010) como resultado da intersecção. É descartado o segmento de recta HI.

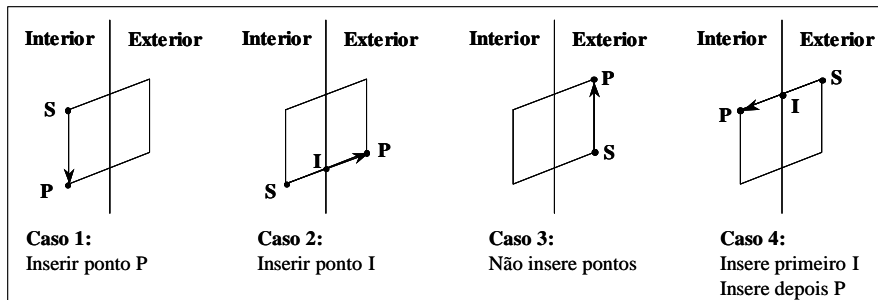
Seguidamente utiliza-se o mesmo critério e recorta-se com a recta vertical direita, do que resulta G como ponto de intersecção, o qual tem outcode-0000 pelo que o segmento de recta FG é trivialmente aceite e a execução do algoritmo termina.

- Um dos problemas do recorte de polígonos côncavos relaciona-se com a geração de lados falsos. Desenhe um polígono côncavo, escolha um algoritmo adequado e mostre, através da aplicação do algoritmo o aparecimento desses lados falsos.

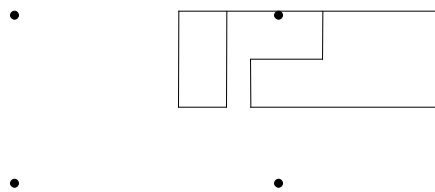
Deve ser escolhido um polígono côncavo simples que envolva um dos vértices do polígono de recorte o qual, por simplicidade também deverá ser rectangular, por exemplo o seguinte:



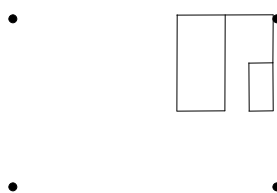
Neste caso aplica-se o algoritmo de Sutherland – Hodgman só às rectas que sobre as quais existem as arestas superiores e direita do rectângulo de recorte. Aplicando o algoritmo de acordo com as regras da figura seguinte:



Obtemos



e, seguidamente, obtemos



VI

1. Responda à pergunta seguinte, apresentando o código VRML pedido.
 - a) Crie um protótipo para um míssil, composto por um cilindro de raio 0.5 e comprimento 5 e um cone de altura 2. Por omissão, o míssil deve ser criado com a base na origem e na posição horizontal (paralelo ao eixo dos xx) apontando no sentido

crescente dos xx. Deve ainda ser possível instanciar mísseis cuja localização da base e inclinação são arbitrarias.

```
PROTO missil [
  field SFVec3f posicao 0 0 0
  field SFRotation rotacao 0 0 0 ]
{
  Transform {
    translation IS posicao
    rotation IS      rotacao
    children [
  Transform {
    rotation 0 0 -1 1.57
    translation 2.5 0 0
    children [
      Shape {geometry Cylinder {radius .5 height 5}}
      Transform {
        translation 0 3.5 0
        children Shape {
          geometry Cone {bottomRadius 0.5 height 2}
        }
      }
    ]
  }
]
}
}
```

- b) Escreva o código VRML necessário para criar um míssil com a base na posição por omissão e outro com a base na posição (5, 2, 3) e uma inclinação de 45 graus, assumindo que o protótipo está guardado no ficheiro `missil.wrl`.

```
EXTERNPROTO missil [
  field SFVec3f posicao
  field SFRotation rotacao
] "missil.wrl"

missil {}
missil {posicao 5 2 3 rotacao 0 0 1.786}
```

2. Considere que pretende inserir numa cena uma luz com o comportamento da luz solar. Escreva o código VRML necessário, admitindo que o objecto que simula o sol foi criado do seguinte modo:

```
Transform {
  translation -5 20 10
  children Shape { geometry Sphere {}}
}
```

Justifique todas as opções que tomar.

A luz solar é branca, e com os raios paralelos. Sendo assim, temos que usar uma DirectionalLight, mas que respeite o local onde está o objecto sol.

```
DirectionalLight {  
    color 1 1 1  
    direction .5 -2 -1  
    intensity 1  
}
```

Cotação

	I	II	III	IV	V	VI	Total
1.	2	1	1,5	1,5	1,5	2	
2.	1,5	1	2	2	1,5	1,5	
3.		1					
Total	3,5	3	3,5	3,5	3	3,5	20 Valores