1º Teste de Computação Gráfica 3º Ano

Licenciatura em Eng. Informática e de Computadores

Prof. responsável – Brisson Lopes

5 de Maio de 2000

Nº «Número» Nome: «Nome» Sala: «Sala»

Responda às questões seguintes justificando adequadamente todas as respostas. Se necessário utilize o verso da respectiva folha.

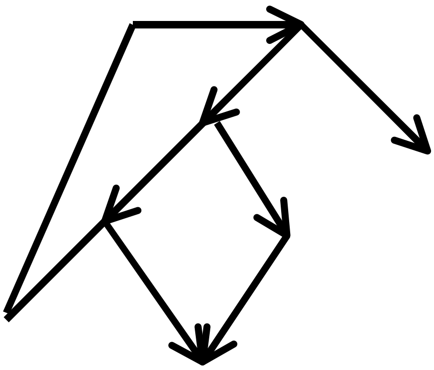
I

1. Qual a relação entre a norma **Phigs** e **VRML**?

A norma ISO PHIGS, Programmer´s Hierarchical Graphics Systems especifica a realização de um modelador e visualizador 3D. Define uma Interface Aplicacional de Programação, API, a ser usada no contexto de várias linguagens de programação,. A norma do VRML97, *Virtual Reality Markup Language* (ISO/IEC 14772-1:1998), é uma linguagem de especificação da componente estática e dinâmica de uma cena 3D.

2. O que é um DAG, *Direct Acyclic Graph* e para que serve no contexto da Computação Gráfica.

Um DAG, *Direct Acyclic Graph*, como se pode induzir pelo seu nome é um grafo em que os ramos têm associados uma direcção, não existindo qualquer ciclo direccionado como o que aparece na figura seguinte:



Este tipo de grafos é usado, em Computação Gráfica para definir, de um modo hierárquico uma cena, por exemplo, tridimensional.

3. Descreva o que entende por Janela e por *Viewport*. O que acontece se as relações de aspecto forem diferentes? Dê um exemplo de uma janela no contexto na Web.

Uma janela é um polígono, normalmente planar, definido no espaço das coordenadas do Mundo através do qual se pode visualizar uma cena. Essa imagem é, posteriormente desenhada numa área poligonal do ecrã a qual se designa por *Viewport*.

Se as relações de aspecto forem diferentes ou a imagem é desenhada, no ecrã com distorção do tipo escalamento em X ou Y ou não é usada toda a largura (ou altura) do *viewport*.

Quando usamos um CosmoPlayer estamos a definir uma janela através do qual podemos visualizar uma cena 3D.

II

1. Escreva a matriz de transformação 2D em coordenadas homogéneas correspondente a uma translação da origem para o ponto [1 -1] seguida de uma rotação de -45º. Note que sen(-45º)=-0,707 e cos(-45º)=0,707.

A matriz de translação da origem para [1 –1] é

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Por seu lado a matriz de rotação para uma rotação de –45º é

$$R = \begin{bmatrix} os b & -\sin b & 0 \\ \sin b & \cos b & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0{,}707 & 0{,}707 & 0 \\ -0{,}707 & 0{,}707 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Assim a transformação total será

$$R \times T = \begin{bmatrix} 0{,}707 & 0{,}707 & 0 \\ -0{,}707 & 0{,}707 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0{,}707 & 0{,}707 & 0 \\ -0{,}707 & 0{,}707 & 1{,}414 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2. Um ponto do espaço homogéneo tem as coordenadas [-1 6 2]. Em que espaço (2D ou 3D) existe este ponto? Determine as coordenadas deste ponto no espaço cartesiano.

O ponto existe no espaço 2D pois apresenta 3 coordenadas no espaço homogéneo. As suas coordenadas são [-1/2 6/2] = [-0,5 3].

III

1. 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 90º, enquanto o modelo geral de câmara virtual não restringe este ângulo e ele poderá ser oblíquo.

2. Que tipos de transformações têm lugar quando se transforma uma cena do sistema de coordenadas do mundo para o sistema de coordenadas da câmara virtual? Indique a ordem pela qual essas transformações são realizadas.

A primeira transformação aplicada é uma translação que desloca a origem do espaço do mundo para a posição da câmara virtual. Segue-se uma rotação cujo objectivo é fazer coincidir as direcções do espaço de visão com as direcções de vista em que, nomeadamente, o eixo dos zz tem a direcção do view vector e o eixo dos yy a do up vector. O eixo dos xx é definido a partir dos dois outros eixos tendo em conta que o referencial do espaço de visão é um referencial esquerdo.

IV

1. Em que consiste a lei dos triângulos semelhantes e qual é a sua utilidade nas transformações de projecção perspectiva?

A lei dos triângulos semelhantes expressa a relação existente entre as coordenadas x e y de um ponto antes e depois do ponto ser projectado segundo uma projecção de perspectiva. Assim, a proporcionalidade entre o valor da coordenada x (ou y) do ponto projectado e o valor da coordenada x (ou y) do ponto antes da projecção é igual à proporcionalidade entre a distância do centro de projecção ao plano de projecção e a profundidade do ponto (valor da coordenada z do ponto, a sua distância ao centro de projecção). A consequência desta lei é fazer aumentar o tamanho aparente dos objectos situados entre o centro de projecção e o plano de projecção, enqaunto os objectos situados para lá do plano de projecção diminuem de tamanho aparente.

2. Determine as coordenadas dos pontos a que correspondem os pontos de coordenadas homogéneas [-3 2 0 0,5] e [4 3 0 2] quando o plano de projecção dista 10 (dez) unidades do centro de projecção. Determine igualmente as coordenadas reais desses pontos sobre o plano de projecção.

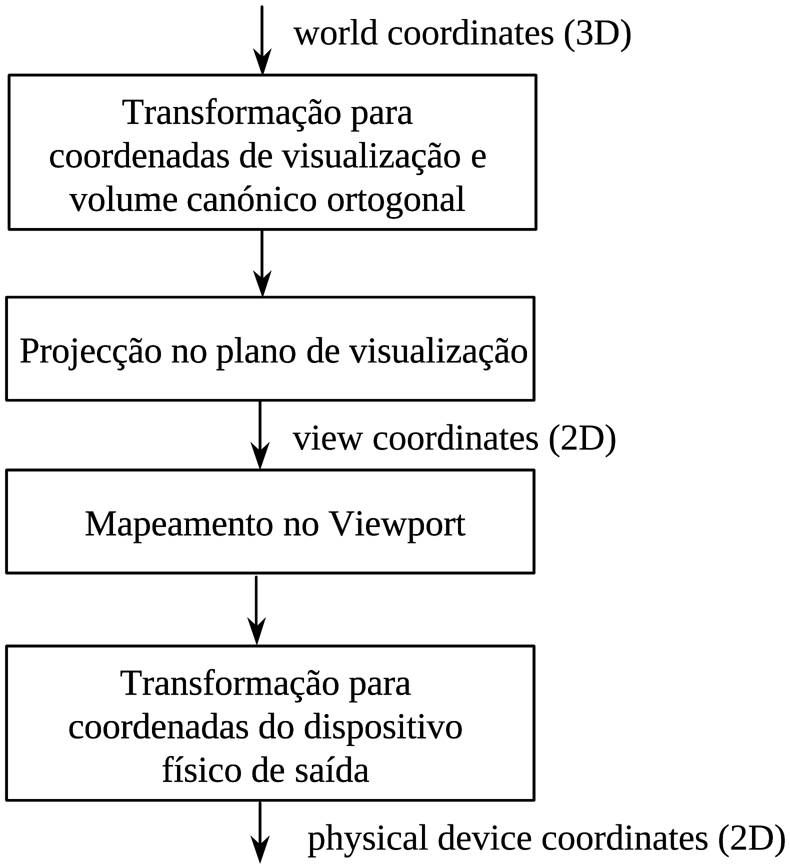
Da transformação de projecção de perspectiva de um ponto de coordenadas homogéneas [x y z 1] resulta um novo ponto de coordenadas homogéneas [x y 0 z/d]. Para o primeiro ponto temos z/d=0,5 o que, tendo em conta que d=10, significa que z=5. Para o segundo ponto z/d=2 e, portanto, z=20. Os pontos antes de projectados tinham as coordenadas [-3 2 2] e [4 3 20], respectivamente.
Os pontos dados já se encontram projectados faltando apenas determinar as suas coordenadas sobre o plano de projecção o que se obtem pela normalização das coordenadas homogéneas. Estas serão:

[-3/0,5 2/0,5] = [-6 4] e
[4/2 3/2] = [2 1,5]

V

1. Desenhe um pipeline de visualização e descreva as várias maneiras de efectuar o recorte.

Considere-se o seguinte pipeline de visualização simplificado:



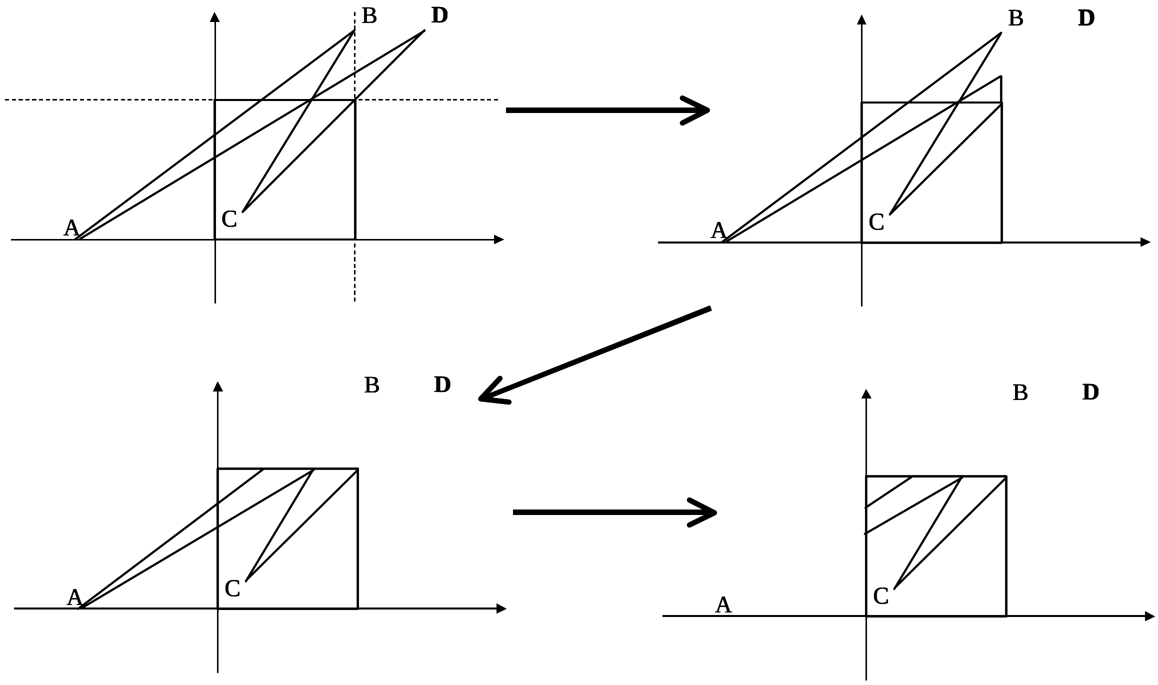
O Recorte pode ser efectuado quer em coordenadas do Mundo quer em coordenadas de view quer em coordenadas da unidade física. Os algoritmos que são usados podem também sub-dividir-se em algoritmos que funcionam em espaços contínuos (vectoriais) ou discretos (voxels (3D) ou quadrículas (2D)).

2. A que tipos de polígonos se pode aplicar o algoritmo de Sutherland – Hodgman? Aplique o recorte recorte sobre uma janela com vértices cujas coordenadas são [0, 0], [1, 0],

[1, 1], [0, 1] ao polígono cujos segmentos de recta têm as seguintes coordenadas: [-1, 0] [1, 1.5] [0.2, 0.2] [1.5, 1.5].

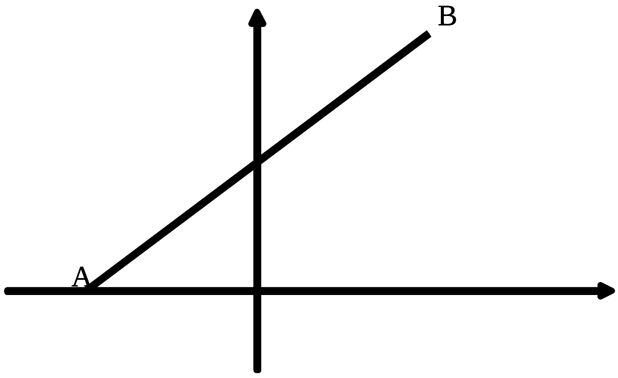
O algoritmo de Sutherland – Hodgman aplica-se a qualquer tipo de polígonos projectados no espaço 2D e implementa uma estratégia de “dividir para reinar” a qual consiste em aplicar 4 recortes sucessivos do polígono por uma aresta infinita (arestas da janela de recorte). Do recorte podem resultar mais do que um polígono não ligados. Para este algoritmo a circulação e fundamental. Consoante o modo como é efectuada são criados novos pontos do seguinte modo: do interior para o interior: insere ponto de destino; do interior para o exterior: insere ponto de intersecção com a aresta infinita da janela; do exterior para o exterior: não faz nada; do exterior para o interior: insere ponto de intersecção com a aresta infinita da janela e, em seguida, o ponto de destino. Este algoritmo tem uma fase final de eliminação de arestas falsas.

Aplicando o algoritmo ao polígono cujas coordenadas são [-1, 0] [1, 1.5] [0.2, 0.2] [1.5, 1.5], obtemos os seguintes resultados sucessivos:

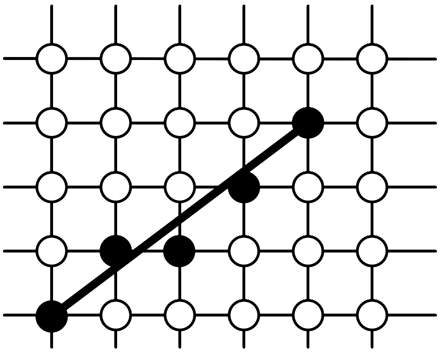


VI

3. Aplique o algoritmo de Bresenham a um segmento de recta cujos vértices têm como coordenadas: [-1, 0] e [1, 1.5].



Em primeiro lugar teria que ser definida a transformação para o espaço de coordenadas de ecrã. Assim assume-se, por exemplo, que o ponto A passava a ser o canto inferior esquerdo do ecrã e o ponto B teria as coordenadas [4, 3].



Uma vez que o declive da recta 3/4 é menor do que 1 posso aplicar directamente o algoritmo de Bresenham do seguinte modo:

A equação da recta é: y=mx + b, no caso y=3/4x. Transformando para a forma implícita: F(x, y) = a.x + b.y + c teremos F(x, y) = 3x –4y.

Para o ponto inicial teremos F(0, 0) = 0 pelo que a primeira quadrícula é desenhada. Em seguida tem que se utilizar a comparação com o ponto médio F(1, 0.5) = 3 – 2 > 0 pelo que escolhe-se o ponto NE. Em seguida calcula-se respectivamente F(2, 1.5)=0 pelo que se escolhe o ponto E e assim sucessivamente obtendo-se as duas quadrículas restantes como intuitivamente se pode observar na figura.

4. Descreva o Algoritmo Incremental Básico e justifique a principal razão para ele ter deixado de ser adoptado.

Utiliza-se a equação da recta e obtem-se o valor da coordenada Yi+1 a partir da coordenada Xi+1 do seguinte modo Yi+1 = m . Xi+1 + b. Fazendo DX = 1 teremos Y1+1 = Yi + m. Obtem-se assim Y1+1 por arredondamento de Yi + m.

Uma vez que se trata de um algoritmo incremental existe acumulação de erros em cada iteração a qual será visível quando se discretiza um segmento de recta que ocupe todo um ecrã. Te também a desvantagem, face ao algoritmo anterior de as operações serem efectuadas em vírgula flutuante e obrigar a um arredondamento.

VII

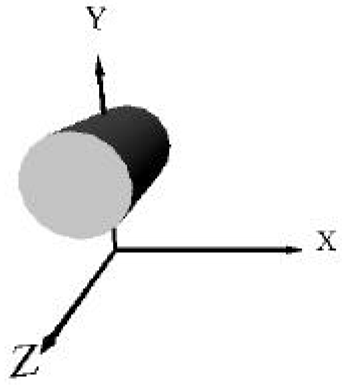
1. Apresente um nó VRML do tipo "material" que permita que uma esfera castanha possa ser vista com todas as luzes da cena apagadas.

material Material { emissiveColor 0.5 0.2 0.0}

2. Explique qual é o resultado do seguinte código VRML, fazendo um esboço se necessário:

```
Transform
 { rotation    1 0 0 1.57
   translation 0 2 0
   children
     [ Shape
         { appearance Appearance { material Material{} }
           geometry Cylinder { height 4
                               radius 1
                             }
         }
     ]
 }
```

O nó cria um cilindro com uma altura de 4 unidades e um raio das bases de 1 unidade com o centro geométrico na origem do espaço e cujo eixo está orientado segundo o eixo dos yy. A seguir sofre uma rotação seguida de uma translação dado que é esta a ordem pela qual as operações de escala, rotação e translação de um nó do tipo Transform são realizadas. Portanto o cilindro é primeiramente rodado de +90º (1,57 radianos) em torno do eixo dos xx. Daqui resulta que o seu eixo fica agora orientado segundo o eixo dos zz, mantendo-se o seu centro geométrico na origem do espaço. Finalmente, o cilindro é transladado de 2 unidades no sentido positivo do eixo dos yy.



Cotação

	I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**
1.	1	2	1	1	1	2	1
2.	1	1	1	2	2	1	2
3.	1						
Total	3	3	2	3	3	3	3