



Exame de Época Especial de

Computação Gráfica

LEIC/LESIM/LCI

Prof. João Brisson Lopes

13 de Setembro de 2003

Nº _____ Nome: _____

Responda às questões seguintes justificando adequadamente todas as respostas. O exame tem uma duração máxima, incluindo tolerância, de 2h30m.

I

1. Em Computação Gráfica, que diferença conceptual existe entre as coordenadas de um segmento de recta e entidades como a espessura e a cor desse segmento?

As coordenadas dos extremos de um segmento de recta definem o segmento, enquanto propriedades do segmento tais como a espessura e a cor são atributos do segmento.

2. O que é o pipeline de visualização 3D, porque se define e quais são os seus elementos constituintes?

O pipeline de visualização 3D é constituído pela sequência de operações (denominadas andares) que transformam um modelo de uma cena numa vista dessa cena. Define-se (e está normalizado) para, de uma forma sistemática, separar logicamente as diferentes transformações e operações que é necessário realizar, de modo a torná-las independentes umas das outras e dos dispositivos de saída gráfica e, assim, ser mais fácil implementá-las.

Os andares mais importantes são a transformação de visão (câmara virtual), o recorte, a projecção, a remoção das superfícies invisíveis e a discretização (rasterização).

3. Num espaço 2D, uma sequência de transformações é constituída por uma reflexão em torno do eixo dos XX a que se segue uma escala cujos factores são 2 segundo X e -1 (menos um) segundo Y. Construa as matrizes de cada uma das transformações parcelares e, depois, calcule a matriz da transformação composta. O que seria necessário para que a ordem das transformações anteriores fosse comutativa?

A reflexão e a escala são representadas pelas seguintes matrizes:

Nº _____

Nome: _____

$$M_r = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad e \quad M_s = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$$

cujo produto, respeitando a sequência de operações do enunciado, é

$$M_s \times M_r = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Em geral, estas operações são comutativas se o factor de escala for uniforme, o que não é o caso. Porém, neste caso particular, verifica-se que o produto $M_r \cdot M_s$ é o mesmo do que o produto anterior e, portanto, existe comutatividade.

II

1. Explique a diferença que existe entre os atributos *diffuseColor* e *specularColor* de um nó VRML do tipo *material*.

*Ambos os atributos se referem à cor da luz reflectida pelo objecto mas o atributo *diffuseColor* refere-se à cor da luz reflectida difusamente (cor base do objecto) enquanto que o atributo *specularColor* especifica a cor da luz reflectida especularmente pelo objecto (brilho).*

2. Apresente o código VRML necessário para definir o protótipo do conjunto de um cilindro de 1 (uma) unidade de diâmetro e 5 unidades de altura encimado por uma esfera de uma unidade de raio, em que o conjunto do cilindro e da esfera possa ser orientado de um ângulo qualquer mantendo-se o eixo do cilindro no plano XY e em que seja possível especificar cores diferentes para o cilindro e para a esfera.

```
#VRML V2.0 utf8
PROTO exame
[ field SFColor corCilindro 0 1 0
  field SFColor corEsfera 1 1 0
  field SFRotation orientacao 0 0 1 0
]
{
  Transform
  { rotation IS orientacao
    children
    [
      Shape { geometry Cylinder { radius .5 height 5 }
              appearance Appearance { material Material { diffuseColor IS corCilindro } }
      Transform
      { translation 0 2.5 0
        children
        [ Shape { geometry Sphere { radius 1 }
              appearance Appearance { material Material { diffuseColor IS corEsfera } }
        ]
      ]
    ]
  }
}
```

] } }

III

1. A modelação geométrica por partição do espaço pode ser realizada por decomposição em células ou por enumeração da ocupação do espaço. Compare estas duas formas de modelação geométrica quanto às primitivas que empregam e à unicidade das representações que proporcionam.

A enumeração da ocupação do espaço divide TODO O ESPAÇO em células idênticas (normalmente paralelepípedos rectangulares ou, o que é mais comum, cubos) que são assinaladas como estando ocupadas pelos objectos ou como estando vazias. A decomposição em células emprega primitivas com uma ou mais formas geométricas que aplica unicamente ao espaço ocupado pelos objectos.

A modelação por enumeração da ocupação do espaço produz descrições únicas ao passo que, empregando as mesmas primitivas, podem ser definidas descrições diferentes com a modelação por decomposição em células.

2. A partir de uma secção rectangular, podem ser modelados diferentes objectos por modelação por varrimento. Indique dois tipos de varrimento possíveis e que objectos obterá a partir daquela secção.

Dois tipos de modelação por varrimento possíveis são a extrusão (deslocação da secção geradora segundo uma trajectória linear) e a rotação (deslocação da secção geradora segundo uma trajectória circular fechada). Se a trajectória for localmente perpendicular à secção obteremos, respectivamente, uma barra e um toro, ambos com secção rectangular.

IV

1. Existe ou não redundância se forem especificados como parâmetros da Câmara Virtual Simplex a relação de aspecto, a distância do centro de projecção ao plano de projecção e os ângulos de abertura vertical e horizontal? Justifique adequadamente.

Existe porque empregar a relação de aspecto da janela de visualização e a distância desta ao centro de projecção equivale a empregar os dois ângulos de abertura conjuntamente com a distância ao centro de projecção.

Nº _____ Nome: _____

2. Que tipo de malha poligonal deverá ser empregue quando, ao processar cada um dos vértices de um polígono de uma malha poligonal, for necessário conhecer quais os outros polígonos que partilham esse vértice? Justifique.

Em princípio, nenhum dos tipos de malhas mais comuns (lista explícita de polígonos, lista de vértices e lista de arestas) satisfaz os requisitos. Porém, o último destes tipos, permite que esta operação possa ser realizada mais rapidamente, especialmente se for modificado para que cada vértice referencie as arestas a que pertence.

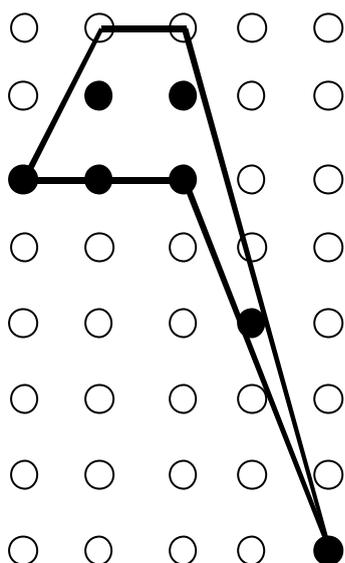
3. Como combinaria a aplicação dos algoritmos de recorte de Cohen-Sutherland e de Cyrus-Beck?

O algoritmo de Cohen-Sutherland é eficaz na determinação da aceitação ou eliminação de casos triviais (segmentos totalmente fora ou totalmente dentro do rectângulo de recorte) mas pouco eficaz quando é necessário recortar um segmento pois poderá ter que proceder à separação entre a parte interior e a exterior (ao rectângulo de recorte) por, no máximo, 4 vezes.

É aqui que o algoritmo de Cyrus-Beck apresenta melhor desempenho e, portanto, a aplicação combinada destes dois algoritmos deverá começar por empregar o algoritmo de Cohen-Sutherland para eliminar ou aceitar os casos triviais. Para os casos não triviais será então aplicado o algoritmo de Cyrus-Beck.

V

1. Indique o conjunto completo das regras que é necessário implementar para que, ao discretizar o polígono da figura, resulte que as quadriculas a cheio na figura sejam coloridas com a cor do polígono.



As regras a aplicar deverão ser as seguintes:

- *Eliminar os lados horizontais dos polígonos*
- *Preencher os conjuntos de pontos entre duas intersecções sucessivas da linha de varrimento com os lados do polígono, arredondando para o pixel à direita nas intersecções ímpares e para a esquerda nas intersecções pares.*
- *Descartar um lado do polígono logo que o valor do y da linha de varrimento se tornar igual ao y máximo do lado.*

2. Qual é a relação existente entre o algoritmo do ponto médio e o algoritmo de Bresenham para a discretização de segmentos de recta? Indique as diferenças e as semelhanças.

Os dois algoritmos são idênticos pois, para dois pixéis (na vertical) entre os quais passa o segmento de recta a discretizar, determinam se o ponto médio entre os dois pixéis se encontra acima ou abaixo do segmento de recta e, assim, escolhe para acender o pixel inferior ou o superior, respectivamente.

Os dois algoritmos diferem na respectiva implementação e desempenho. O algoritmo de Bresenham emprega unicamente aritmética de inteiros e, por isso, tem melhor desempenho que o algoritmo básico do ponto médio que utiliza aritmética real e emprega operações de arredondamento.

VI

1. O andar responsável pela remoção de superfícies ocultas num pipeline de visualização 3D recebe como entrada uma malha poligonal e remove as superfícies ocultas pelo algoritmo de varrimento de Watkins. Para uma dada linha de varrimento, quais são os polígonos que o algoritmo deve considerar?

O algoritmo de Watkins realiza em simultâneo a remoção de superfícies ocultas e a discretização, obedecendo às regras impostas para esta última. Para uma dada linha de varrimento, o algoritmo considera todos os polígonos cuja projecção intersecta. Assim, para uma dada linha de varrimento, o algoritmo deve considerar os polígonos cujo valor mínimo de y

Nº _____ Nome: _____

é igual ou inferior ao valor do y da linha e cujo valor de y máximo é superior ao valor de y da linha.

2. Explique a conveniência em proceder à remoção das faces traseiras dos objectos antes de realizar a remoção das suas faces ocultas e apresente como é que determinaria se uma face é ou não uma face traseira.

A remoção das faces traseiras permite, em teoria, eliminar cerca de 50% das faces de uma malha poligonal antes de proceder à remoção total ou parcial das faces ocultas, o que é significativo dado que a carga computacional desta última operação é elevada.

Para determinar se uma face é ou não uma face traseira, basta determinar o sinal do produto interno da normal exterior à face com o vector que une o centro de projecção com a face. Se este produto interno for negativo, os dois vectores apontam no mesmo sentido e, portanto, a face é traseira visto que a sua normal exterior aponta no sentido da linha de visão.

VII

1. Considere os modelos de cor RGB e CMY. Qual destes modelos aplicaria para modelar a cor de objectos reflectores de luz? E qual empregaria no caso de objectos emissores? Justifique.

O modelo de cor RGB é um modelo de cor aditivo e, conseqüentemente, deverá ser empregue para objectos com superfícies emissoras de luz, ao passo que o modelo CMY, que é subtractivo, modela a reflexão da luz em superfícies não emissoras ao ter em conta como a luz é por estas absorvida.

2. O que distingue o modelo de iluminação de Phong do método de sombreamento de Phong?

São dois conceitos absolutamente distintos. O modelo de iluminação de Phong destina-se a determinar a luz reflectida por um ponto de uma superfície ao considerar a luz que esta reflecte nas suas componentes especular e difusa. O método de sombreamento de Phong destina-se a realizar o sombreamento de uma superfície, interpolando a normal para cada ponto desta e, a partir do seu conhecimento, calcular então a cor de cada um dos pontos da superfície através de um modelo de iluminação.

Nº _____ Nome: _____

3. O formato de imagem GIF emprega mapa de cores, ao passo que o formato JFIF não. Porquê?

O formato GIF emprega mapa de cores pois limita o número destas a 256, o que permite reduzir significativamente o tamanho dos ficheiros das imagens pois a informação RGB de cada pixel é substituída pelo índice da cor do pixel (número de ordem da cor no respectivo mapa).

O formato JFIF considera que as imagens possuirão um número muito elevado de cores que originariam, se tal fosse possível, um mapa de cores de maior tamanho que a própria imagem. Mas a razão principal para o não emprego de mapa de cores no caso de imagens no formato JFIF prende-se com o facto deste formato guardar não as cores mas uma aproximação por expansão em séries de co-senos o que implica que, para um dado pixel, a cor reproduzida possa não ser idêntica à cor original.

VIII

1. Diga como poderia obter zonas de brilho em imagens geradas pelo método da radiosidade.

O método da radiosidade não contempla a geração de zonas de brilho porque apenas tem em conta a reflexão difusa. Porém, se for aplicada uma técnica de determinação da reflexão especular das superfícies (ray-tracing, por exemplo) conjuntamente com o cálculo da radiosidade, passa então a ser possível apresentar zonas com brilho nas imagens geradas.

Deve notar-se que, ao contrário da radiosidade, o cálculo do brilho depende do posicionamento e orientação do observador.

2. Numa cena existem duas zonas do espaço com, em cada uma delas, um conjunto de 75 cubos densamente agrupados. No resto da cena não existem quaisquer objectos. A imagem a gerar pelo método de ray-tracing tem a resolução de 1000×800 quadrículas. Calcule o número de intersecções de raios primários com os objectos da cena que é necessário testar para gerar a imagem.

Na cena existem então 150 objectos e são gerados 800.000 raios primários (um por cada quadrícula da imagem) o que, na ausência de optimizações, obriga a testar a possível existência de intersecção de cada um dos raios com todos os objectos da cena, o que implica o teste de $150 \cdot 800.000 = 120.000.000$ intersecções.

Nº _____

Nome: _____

Cotação

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Total
1.	1	1	1	1	1	0,5	1,5	1	
2.	11	1	1	1	1	1,5	0,5	1,5	
3.	1			1			1,5		
Total	3	2	2	3	2	2	3,5	2,5	20 Valores