



**2º Exame de
Computação Gráfica**

LEIC/LESIM/LCI

**Prof. Mário Rui Gomes
Prof. João Brisson Lopes**

26 de Julho de 2003

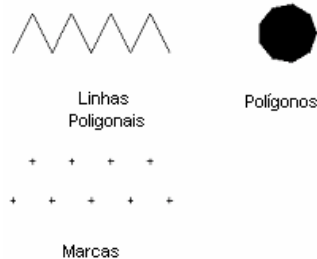
Nº _____ Nome: _____

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

I

1. Uma norma gráfica, como o GKS, *Graphic Kernel System*, permite o cálculo de vistas de primitivas gráficas tais como Linhas Poligonais, Polígonos e Marcas. O que acontece quando se efectua um escalamento isotrópico de valor 2 a instâncias desses tipos de primitivas?

As primitivas do tipo “linha poligonal” e “polígono” são bidimensionais pelo que, ao ser aplicada aplicado um escalamento duplo em X e Y, vão aparecer com uma dimensão em largura e altura dupla. No caso das “marcas”, estas são primitivas unidimensionais pelo que não vão sofrer qualquer alteração.



2. Qual é o maior número de pontos de fuga que podem existir numa transformação de projecção perspectiva? Justifique?

Três. Um ponto de fuga corresponde a uma intersecção de um eixo coordenado pelo plano de projecção.

3. Considere uma transformação composta, no espaço 2D, a qual consiste numa rotação de $+90^\circ$ seguida de uma transformação de escala uniforme cujo factor é de 0,5. Poder-se-ia obter o mesmo resultado procedendo primeiro à transformação de escala e depois à rotação? Justifique.

Uma transformação composta corresponde ao produto das matrizes das respectivas transformações elementares. Um produto de duas matrizes não é, em geral, comutativo e, portanto, a sequência das transformações é importante. Mas neste caso a transformação de escala pode ser representada pelo produto da matriz identidade por uma escalar. Assim, a ordem das transformações é indiferente.

Resposta alternativa: a duas dimensões (não necessitamos do espaço homogêneo porque não se consideram translações) as matrizes das transformações de escala e rotação são

$$M_s = \begin{bmatrix} f & 0 \\ 0 & f \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad e \quad M_r = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

obtemos sempre o mesmo resultado que é $f \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$

II

1. Escreva o código VRML que permite criar um prisma triangular usando extrusões. Os lados da base podem ter uma dimensão qualquer menor que 2, mas a altura deve ser de 5 unidades.

```
Shape {
  geometry Extrusion {
    crossSection [0 0, 0 1, 1 1, 0 0]
    spine [0 0 0, 0 5 0]
  }
}
```

2. Escreva o código VRML que permite criar um novo prisma triangular sem base e sem topo. Os lados do prisma podem ter qualquer valor entre 2 e 3 unidades e a sua altura deve ser de 4. As faces do prisma devem ser visíveis do lado de fora e do lado de dentro do prisma e cada uma ter uma cor diferente.

```
Shape {
  geometry IndexedFaceSet {
    solid FALSE
    coord Coordinate {
      point [0 0 0, 2 0 0, 2 4 0, 0 4 0, 0 0 2, 0 4 2]
    }
    coordIndex [0 3 2 1 -1, 0 4 5 3 -1, 4 1 2 5 -1]
  }
}
```

```
colorPerVertex FALSE
color Color{
    color[ 1 0 0, 0 1 0, 0 0 1 ] }
colorIndex [0 1 2]
}
```

III

1. Compare as primitivas que a modelação segundo a linguagem VRML disponibiliza com as primitivas de um sistema de modelação por instanciação de primitivas. Serão os dois esquemas iguais? Porquê?

Os dois esquemas são diferentes. Em VRML é possível empregar as respectivas primitivas sem quaisquer restrições quanto às respectivas dimensões e associar primitivas também sem restrições, ao passo que as primitivas empregues na modelação por instanciação de primitivas pode restringir estas a dimensões paramétricas discretas (parafusos, por exemplo) e pode não permitir a associação livre de primitivas (que se interpenetrem, por exemplo).

2. A determinação do plano de um polígono de uma malha poligonal empregue na modelação por Descrição da Fronteira, BRep é ou não importante? Porquê?

È uma operação importante porque permite calcular a normal ao plano que é importante para determinar se a face do polígono é ou não frontal (remoção de faces traseiras) e para calcular a iluminação e o sombreamento do polígono.

IV

1. A câmara virtual tem um conjunto de parâmetros entre os quais estão os "planos de recorte". A que se destinam estes parâmetros?

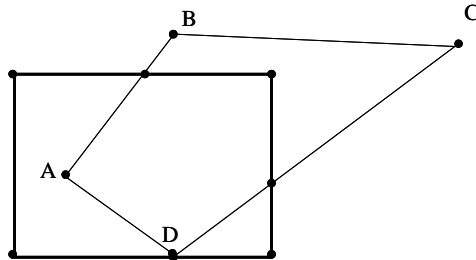
Os planos de recorte da câmara virtual destinam-se a delimitar em profundidade (Z) que parte da cena é visível. É assim possível retirar objectos entre o centro de projecção e o plano anterior de recorte e todos os objectos existentes para lá do plano posterior de recorte, simplificando computacionalmente o processamento.

2. O que se entende por Base de Dados de Objectos Activos? Qual a importância desse conceito no contexto de um pipeline de visualização.

Base de dados de objectos activos é a colecção de objectos que no seu todo ou em parte pertencem ao espaço canónico e serão processados para dar origem à imagem final resultado

do processamento pelo pipeline. Se não fosse usado esse conceito seriam efectuados os cálculos com todos os objectos da cena o que diminuiria o desempenho do cálculo da respectiva imagem.

3. Considere o caso da figura à qual se vai utilizar o algoritmo de Cohen-Sutherland no recorte da linha poligonal ABCD pelo rectângulo. Calcule os códigos dos vértices. Qual o significado de um 1 no OP código do ponto C? Como aplicaria esse algoritmo no recorte do polígono ABCD?



Os códigos são: A – 0000; B – 1000; C – 1010 e D – 0000.

Um bit a 1 num código define qual a posição do ponto num dos semi-planos definidos pela recta sobre a qual está definida uma das arestas da fronteira de recorte.

No caso do código de C o facto do 1º bit ser 1 define que o ponto se encontra no semi-plano superior à recta sobre a qual assenta o lado superior do rectângulo de recorte.

Este algoritmo só se aplica ao recorte de segmentos de recta pelo que devia ser usado um algoritmo específico para recorte de polígonos, neste caso, convexos.

V

1. A discretização de segmentos de recta pode ser efectuada através do algoritmo de Incremental Básico, ou Digital Differential Analyzer (DDA). Considerando que o segmento de recta tem um declive entre 0 e 1, deduza a fórmula que permite o cálculo, incremental, do valor de Y de cada quadrícula. Quais as principais limitações deste algoritmo?

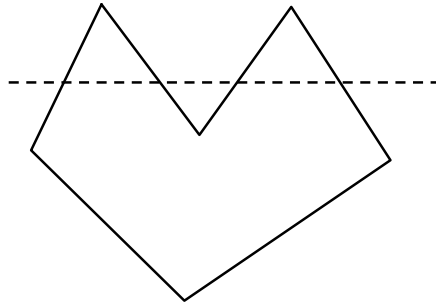
Considere-se que a expressão do segmento de recta é: $Y=mX+b$. Então em cada passo do algoritmo teremos

$$Y_{i+1} = mX_{i+1}+b; \quad Y_{i+1} = m(X_i+\Delta X)+b; \quad Y_{i+1}=(mX_i+b)+m\Delta X;$$

$$Y_{i+1} = Y_i+m\Delta X; \quad \Delta X=1 \Rightarrow Y_{i+1} = \text{Round}(Y_i+m)$$

O algoritmo tem como principais limitações o facto de requerer o cálculo de um arredondamento em cada passo e de, conseqüentemente, ocorrer a acumulação de erros.

2. Considere o polígono côncavo da figura. Descreva os passos principais necessários para efectuar a sua discretização usando coerência de linha de varrimento.



- 1) Calcular intersecção entre a linha de varrimento e as arestas da fronteira do polígono, arredondando os valores para interior do polígono.
- 2) Ordenar os pontos por abcissa crescente.
- 3) Preencher cadeias de quadrículas (“spans”) entre pares de pontos.

VI

1. Considere a remoção de faces posteriores de um poliedro sólido côncavo cuja fronteira é composta por uma malha de facetas. O que se entende por um poliedro sólido côncavo? Descreva, sucintamente, o funcionamento de um algoritmo que suporte essa remoção.

Um poliedro ser sólido tem uma fronteira que separa o seu interior do seu exterior. Os poliedros côncavos possuem ângulos internos entre faces superiores a 180° .

Para remover as faces traseiras tem, em primeiro lugar, que calcular-se a normal a cada uma das faceta que compõem a fronteira do poliedro (assume-se que a fronteira é composta por uma malha de facetas). Seguidamente calcula-se o produto interno entre as normais às faces e o vector de visualização com origem no centro da projecção e terminando em qualquer ponto do polígono. Caso o valor for superior a 0 teremos uma faceta traseira a qual pode ser eliminada.

2. Descreva a estratégia seguida pelo algoritmo de cálculo de elementos visíveis por “Ordenação em Profundidade”. Dê um exemplo de um caso particular desse algoritmo.

O Algoritmo de “Ordenação em Profundidade” segue a seguinte estratégia de desenhar os polígonos na ordem decrescente da distância ao observador. Assim:

1º Ordena todos os polígonos constituintes da cena por ordem crescente da sua menor coordenada z.

2º Resolve situações ambíguas, nalguns casos em que os intervalos de ocupação dos polígonos segundo z' se sobrepõem. Por vezes, a resolução dessas ambiguidades passa pela fragmentação dos polígonos.

3º Rasteriza os polígonos (originais e resultantes da fragmentação) por ordem crescente da sua menor coordenada (desenhar os polígonos por ordem decrescente de profundidade).

Um caso particular deste algoritmo é conhecido pela designação de Algoritmo do Pintor o qual assume que todos os polígonos pertencem a planos com Z constante (2.5D).

3. Descreva duas alternativas à aplicação do Algoritmo de Remoção de Elementos Invisíveis por Linha de Varrimento a polígonos que se interpenetram. Como classificaria este algoritmo quanto ao tipo de ordenação?

No caso dos algoritmos de polígonos que se interpenetram é necessário identificar, numa quadrícula, qual qual o polígono que é visível, por comparação dos respectivos valores de Z ou garantir que os polígonos não se interpenetram.

A primeira alternativa, a qual não permite usar a coerência de linha de varrimento baseia-se na comparação, para cada quadrícula, dos valores de Z , de todos os polígonos activos, isto é, aqueles que vão ser discretizados na linha de varrimento que está a ser processada.

A segunda alternativa baseia-se na subdivisão dos polígonos. Em primeiro lugar calcula-se a intersecção entre os dois polígonos e seguidamente usa-se essa intersecção para subdividir um dos polígonos. Assim a cena deixa de ter polígonos que se interpenetram.

Neste algoritmo a ordenação é do tipo YXZ o que significa que ocorre uma primeira ordenação em Y seguidamente uma ordenação em X e, finalmente uma procura em Z .

VII

1. Quais as simplificações geométricas que são assumidas pelo Modelo de Iluminação de Phong?

As simplificações são as seguinte:

- *Fontes de Luz no infinito (a distribuição da intensidade dos raios luminosos é ignorada).*
 - *A geometria, excepto a normal à superfície, é ignorada.*
2. Considere os métodos de Sombreamento de Gouraud e de Phong. Por que são métodos interpolados? Descreva sucintamente os dois métodos e indique, justificando, qual o que apresenta melhor desempenho.

O sombreamento devia ser aplicado a cada quadrícula devendo ser calculada a respectiva normal ao polígono. Como esse cálculo é computacionalmente pesado opta-se por efectuar a interpolação ou das normais (Phong) ou do próprio sombreamento (Gouraud). Em ambos os casos é, inicialmente, calculada a normal a cada vértice e no caso do Gouraud é calculada a respectiva cor a qual será interpolada preenchendo todo o polígono. No caso do Phong são interpoladas as normais nas arestas e, seguidamente, em cada linha de varrimento.

O método de Phong tem menor desempenho uma vez que são interpolados vectores e não escalares.

3. Uma imagem de quadrícula contendo um gráfico de linhas a preto e branco encontra-se armazenado num ficheiro de imagem segundo o formato BMP e acusa a existência de apenas 2 (duas) cores. Quando o ficheiro é convertido para o formato JFIF, passa a acusar a existência de 6 (seis) cores únicas. Explique a razão para este aumento de número de cores únicas verificado.

O formato de imagem JFIF emprega a compressão JPEG baseada no cálculo de transformadas inversas do co-seno aplicadas a conjuntos de quadrículas vizinhos. Na reconstrução da imagem, estas aproximações eliminam as descontinuidades de cor entre quadrículas vizinhos, substituindo-as por variações contínuas, o que leva ao aparecimento de tons intermédios que originalmente não existiam na imagem.

VIII

1. Explique em que consistem os 3 (três) critérios de paragem empregues para terminar o processo recursivo de exploração de uma cena por meio de raios secundários no algoritmo do método de Ray Tracing.

Os três critérios de paragem no algoritmo do método de ray tracing são:

- *Número máximo de níveis de recursão atingido.*
 - *O raio (primário ou secundário) sai da cena.*
 - *A contribuição de um dado raio secundário para a iluminação do ponto em que tem origem torna-se inferior a um dado valor pré definido.*
2. É comum afirmar-se que o algoritmo do método de Ray Tracing combina num só algoritmo as funções de projecção, remoção de elementos ocultos e iluminação normalmente desempenhadas por andares diferentes do pipeline de visualização. Explique a razão ou razões desta afirmação.

Ao, por meio de um raio primário, unir o ponto de vista (centro de projecção) com o ponto representativo de uma quadrícula que se encontra localizado sobre a janela de visualização, o algoritmo de Ray Tracing realiza a operação de projecção.

Simultaneamente, ao reter apenas a intersecção desse raio com o objecto mais próximo para determinar a cor e intensidade de uma dada quadrícula, o algoritmo ignora os objectos mais afastados e, conseqüentemente, “esconde-os”, o que equivale à remoção de elementos ocultos.

Finalmente, a determinação da cor da quadrícula é realizada por cálculos de iluminação.

Cotação

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