



2º Exame de Computação Gráfica

3º Ano

Licenciatura em Eng. Informática e de Computadores

Prof. responsável – João Brisson Lopes

24 de Julho de 2000

Nº _____ Nome: _____ Sala: _____

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

I

1. Qual a diferença entre o que se designa por portabilidade das aplicações e “portabilidade” dos programadores? Qual é a mais importante?

Por portabilidade das aplicações entende-se que uma mesma aplicação pode correr em diferentes plataformas de *hardware* ou sistema operativo.

Por “portabilidade” dos programadores entende-se a capacidade que um ser humano tem em utilizar qualquer hardware, sistema operativo ou *software* de base na construção de uma aplicação. Este último aspecto é o mais importante e denota já uma capacidade de engenharia informática e não de mera programação.

2. Qual é a relação que existe entre as normas Renderman e MPEG? Apresente a utilização típica de cada uma dessas normas?

Essas normas são bastante diferentes quanto à sua utilização típica. Enquanto que a norma Renderman é usada na produção de sequências animadas de filmes, como o Toy Story, a norma MPEG serve para comprimir sequências de imagens sintetizadas ou reais, de modo a ocuparem menos espaço de armazenamento e, conseqüentemente, necessitem de uma menor largura de banda quando são enviadas, por exemplo, através da Internet.

Assim a única relação evidente traduz-se no facto do Renderman ser uma ferramenta para produção de sequências de imagens as quais podem ser comprimidas com um codec de MPEG e enviadas através da Web.

II

1. Considere a matriz de transformação no espaço 2D

$$\begin{bmatrix} -3 & 0 & 4 \\ 0 & -3 & 5 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

e indique quais as transformações elementares que realiza. Indique igualmente a ordem pela qual as transformações elementares são efectuadas.

A matriz de transformação apresentada corresponde a uma transformação de escala uniforme de factor -3 seguida de uma translação que adiciona 4 e 5 unidades aos valores das coordenadas x e y, respectivamente.

2. Descreva as transformações elementares sucessivamente aplicadas (indique a ordem) da transformação composta realizada pela câmara virtual entre as coordenadas do mundo e as coordenadas do espaço canónico.

As transformações realizadas pela câmara virtual são as seguintes que já se encontram ordenadas pela ordem com que são realizadas:

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.

Escalamento em Z e transformação de perspectiva.

III

1. Pretende-se obter uma transformação de perspectiva tal que um quadrado de lado unitário com o respectivo centro em $x=y=0$ e situado num plano perpendicular ao eixo dos ZZ que dista 3,75 unidades do centro de projecção, aparente ser de metade do seu tamanho real quando projectado. Determine a distância do plano de projecção ao centro de projecção e escreva a matriz de transformação de perspectiva correspondente.

Aplicando a lei de semelhança de triângulos, verifica-se que o processo para reduzir para metade o tamanho aparente de um objecto implica que o objecto esteja a uma distância do centro de projecção que é o dobro da distância do centro de projecção ao plano de projecção. Neste caso essa distância será $3,75/2=1,375$.

Como a matriz de projecção genérica é
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/d & 0 \end{bmatrix}$$
 teremos então que a matriz de transformação pretendida é
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/1,375 & 0 \end{bmatrix}.$$

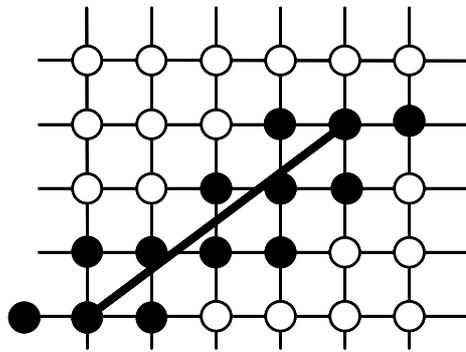
2. Descreva o que se designa por algoritmo de recorte através da Força Bruta.

Testam-se os vértices do segmento com o rectângulo de recorte. Se ambos os vértices estão dentro do rectângulo existe inclusão total. Se não, usa-se a equação paramétrica do segmento de recta para calcular a sua intersecção com cada uma das arestas do rectângulo. Existe intersecção se o valor de t que se obtém em cada caso estiver no intervalo $[0, 1]$.

IV

1. Que alterações teria que fazer ao algoritmo de Bresenham de modo a suportar segmentos de recta com espessura maior do que uma quadrícula?

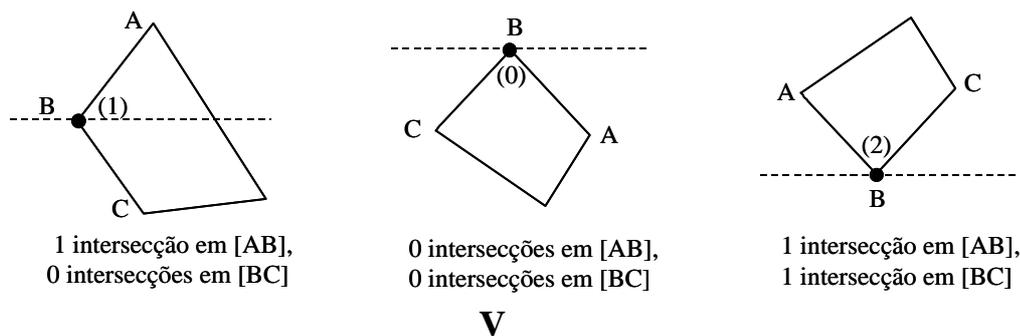
Podia usar uma de duas aproximações alternativas. A primeira, menos sofisticada, baseava-se na aplicação do algoritmo na sua forma convencional e, caso a espessura fosse um número ímpar de quadrículas em cada passo do algoritmo, desenhava também a quadrícula anterior e posterior. Neste caso estaria a trabalhar no que se designa por Espaço Imagem.



Uma alternativa seria considerar que o objecto era realmente um quadrilátero e aplicava o algoritmo a cada uma das suas arestas e, seguidamente, preenchia o seu interior. Neste caso estaria a trabalhar no que se designa por Espaço Objecto.

- Quando se contabiliza a intersecção de um segmento de recta com um polígono surge um problema quando essa intersecção coincide com um dos vértices do polígono. Como resolve o problema no contexto do cálculo de inclusão de um vértice e no contexto de um algoritmo de preenchimento de polígonos do tipo “linha de varrimento”?

No primeiro caso podemos sempre escolher uma direcção tal que não ocorra intersecção com qualquer vértice. No segundo caso se a linha de varrimento passar por um vértice, contabiliza-se a intersecção na aresta intersectada em Ymin e não na aresta intersectada em Ymax.



- Escreva o código VRML que permita simular uma luz alternadamente azul e vermelha (não se preocupe com o tempo que leva a completar um ciclo).

Resposta descritiva:

O essencial da resposta está em criar um Timer, funcionando em ciclo, que envie eventos para um interpolador de cor que, por sua vez enviará a cor interpolada para uma fonte de luz. Deve notar-se que a cor não pode ser interpolada continuamente mas deve mudar abruptamente entre o azul e o vermelho.

Resposta incluindo código:

```

DEF TS TimeSensor { loop TRUE }
DEF CI ColorInterpolator {
  key [ 0 .499 .5 .999 1 ]
  keyValue [ 0 0 1, 0 0 1, 1 0 0, 1 0 0, 0 0 1 ]
}
DEF LUZ PointLight { color 0 0 1 }
ROUTE TS.fraction_changed TO CI.set_fraction
ROUTE CI.value_changed TO LUZ.set_color

```

- Escreva o código VRML que força o ponto de vista a estar permanentemente a cerca de 2,5 unidades do chão.

Uma solução simples é definir o ponto de vista

Viewpoint { position 0 2.5 0 description "Default" }

Outra solução mais elaborada baseia-se no avatar e é

NavigationInfo { type ["Walk"] avatarSize [0.25 2.5 0.75] }

VI

1. Caracterize os algoritmos de Ordenação em Profundidade, Linha de Varrimento, Warnock e Z-Buffer quanto ao tipo de ordenação. Diga, justificando, qual será o algoritmo mais eficiente nos casos de uma cena com 10 facetas e de outra com 10.000 facetas.

Ordenação em Profundidade: Z seguido de X e Y -> ZXY

Linha de Varrimento: Y seguido de X e procura em Z -> YXZ

Warnock: X,Y em paralelo e procura em Z -> (XY)Z

Z-Buffer :sem ordenação explícita -> (XYZ)

É expectável que o algoritmo de Ordenação em Profundidade seja o melhor quando o nº de facetas é pequeno uma vez que é provável que existam poucas sobreposições. Quando o nº de facetas é grande é provável que o algoritmo de Z-Buffer seja o melhor uma vez que depende principalmente do nº de quadrículas e não do nº de facetas da cena.

2. O que se entende pelo conceito de “faces traseiras”, que vantagem apresenta a sua remoção e qual a pré-condição que tem que ser satisfeita para se possa aplicar correctamente o cálculo dessas facetas?

A identificação das faces traseiras, isto é, daquelas que não são vão ser visíveis, permite diminuir o número de facetas activas de uma cena e assim aumentar o desempenho do cálculo da imagem. Para ser aplicado considera-se que o objecto é um poliedro sólido (faces poligonais envolvem o volume) e que o interior não é exposto pelo recorte.

VII

1. Considere a modelação geométrica por meio de instanciação de primitivas e por enumeração da ocupação do espaço de um objecto com um furo cilíndrico onde deve girar um outro objecto de forma cilíndrica. Se tivesse que escolher entre estes dois tipos de modelação geométrica, qual dos dois tipos escolheria para este caso e porquê?

A modelação geométrica por enumeração da ocupação do espaço necessitaria de primitivas de muito pequena dimensão e, portanto, um grande número de primitivas, para descrever o objecto pretendido uma vez que seria necessária uma descrição muito fina do orifício que permitisse uma descrição correcta da supeefície cilíndrica e a consequente rotação livre do cilindro no seu interior. Por seu lado, a modelação por instanciação de primitivas não apresenta este problema e consegue realizar a modelação pretendida à custa de uma única primitiva. Po e esta razão seria este último tipo de modelação o tipo escolhido.

2. Represente, de modo genérico, uma curva paramétrica na forma algébrica e na forma geométrica e descreva 2 vantagens / inconvenientes de cada uma dessas representações

Na forma algébrica a curva é representada do seguinte modo

$$\begin{aligned}x(u) &= a_{3x} u^3 + a_{2x} u^2 + a_{1x} u + a_{0x} \quad 0 \leq u \leq 1 \\y(u) &= a_{3y} u^3 + a_{2y} u^2 + a_{1y} u + a_{0y}\end{aligned}$$

Desvantagens:

- Para definir um segmento de curva é necessário definir 12 coeficientes numéricos, sem significado geométrico directo.

- Uma transformação geométrica da curva, mesmo elementar, (uma translação por exemplo) pode conduzir à alteração de todos os coeficientes algébricos.

Na forma geométrica a curva é representada do seguinte modo

$$p(u) = a_3 u^3 + a_2 u^2 + a_1 u + a_0 \quad 0 \leq u \leq 1$$

Vantagens:

- A definição natural de uma curva é feita através da imposição de condições de posição, tangencia, curvatura, etc.
 - A forma de uma curva depende apenas da posição relativa dos pontos que determinam os seus vectores característicos (pontos de controlo) e não da posição desse conjunto no sistema de coordenadas utilizado (representação intrínseca).
 - Derivando tem-se a expressão vectorial do vector tangente em cada ponto da curva:
3. Utilizando o conceito de multiplicidade, como pode representar recorrendo a uma curva de grau 3 um quadrado com o vértice inferior esquerdo com coordenada [0, 0] e o superior esquerdo com coordenada [1, 1]? Caracterize esse conceito.

O conceito de multiplicidade significa que existe um nº de pontos de controlo com as mesmas coordenadas igual ao factor de multiplicidade. Assim trata-se de um atributo numérico inteiro de qualquer ponto de controlo de uma B-Spline.

Ao aumentarmos a multiplicidade de um ponto de controlo, a curva aproxima-se desse ponto. Se for atribuída a multiplicidade 3 a um ponto de uma curva cúbica, ela passa por esse ponto. Esta propriedade contorna a dificuldade de modelação inerente ao facto de uma curva B-Spline não passar nos extremos do respectivo polígono de controlo. Se o ponto de multiplicidade 3 for intermédio, consegue-se gerar um ângulo vivo. Assim basta definir que o factor de multiplicidade dos pontos de controlo [0, 0], [0, 1], [1, 1] e [0,1] têm todos multiplicidade 3.

VIII

1. O monitor de um equipamento apresenta um valor de gama de 2,35 e o subsistema de controlo do monitor realiza uma correcção gama empregando um valor pré-definido de 1,9. Que consequências têm estes valores na apresentação de imagens que não tenham sido sujeitas a quaisquer correcções e qual deverá ser o valor da correcção gama a aplicar para que as imagens sejam correctamente apresentadas no monitor?

Se não se realizar uma correcção gama, as imagens a apresentar apresentarão níveis de intensidade de luz inferiores aos seus níveis reais e, portanto, serão apresentadas mais escuras do que na realidade são. A forma de evitar isto nos equipamentos em causa é realizar uma correcção gama de expoente $2,35 - 1,9 = 0,45$ adicional.

2. Compare os Modelos de Sombreamento não Interpolados e Interpolados. Dê um exemplo do último tipo.

No Modelo de Sombreamento não Interpolado também designado por Método Directo é aplicado o Modelo de Reflexão de Phong a cada ponto (normal) do polígono para o cálculo da intensidade luminosa.

Nos Modelo de Sombreamento Interpolados, como o de Gouraud o Modelo de Reflexão de Phong é aplicado a um número limitado de pontos. Neste caso é efectuado cálculo aproximado das normais nos vértices dos polígonos e só nesses pontos é que é aplicado o Modelo de Reflexão de Pong. A intensidade da cor de todos os restantes pontos é obtida por interpolação.

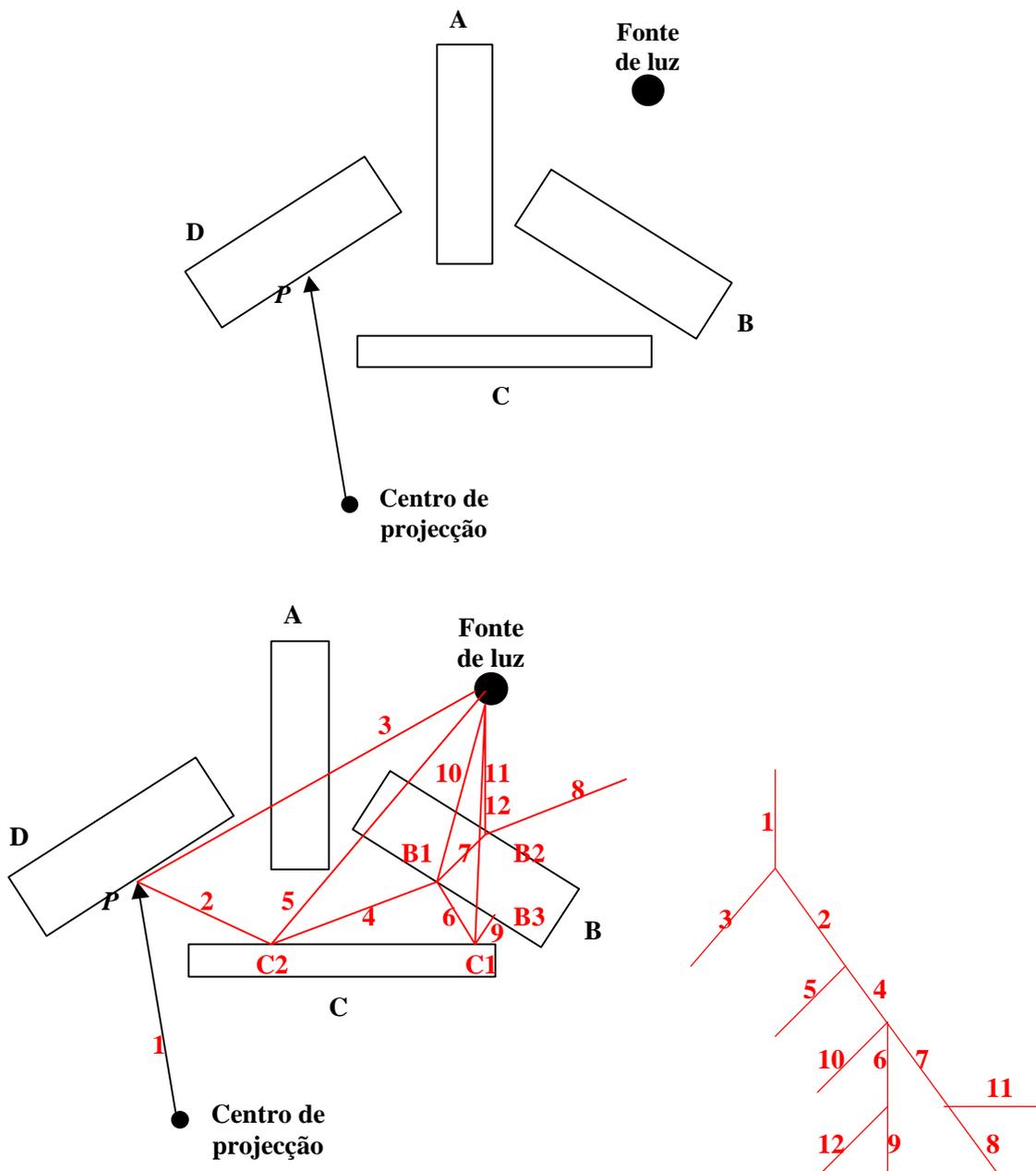
3. O Modelo de Sombreamento de Gouraud só deve ser aplicado a zonas de malhas poligonais que não apresentam brilho. Qual a razão para que tal seja efectuado e por que é que o Modelo de Sombreamento de Phong é apropriado para esse tipo de situação?

Vista humana é sensível a variações de intensidade luminosa até à segunda derivada, apreende descontinuidades junto das fronteiras poligonais (faixas brilhantes). Nas zonas de brilho, em que a componente especular é preponderante esse efeito é mais perceptível. Por esse facto ao aplicar-se o Modelo de Sombreamento de Phong surge o efeito de *Mach Banding*, isto é ocorre a percepção parcial da malha poligonal de base.

Para minimizar este problema no Modelo de Sombreamento de Phong é efectuada a interpolação não de intensidades mas sim de normais.

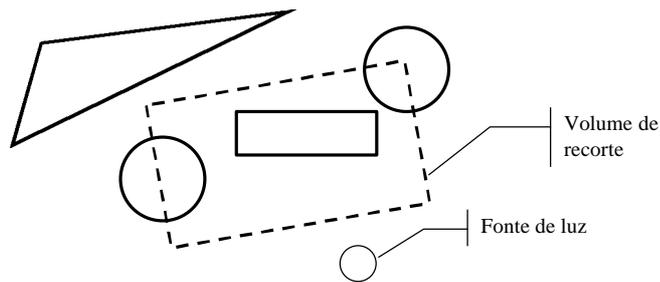
IX

1. Na figura anexa, o objecto A é opaco, o objecto B é translúcido (reflete e transmite) e os objectos C e D são espelhados. Desenhe na figura os raios necessários para calcular a cor do ponto P, explicando todos os raios de que necessitar e todas as simplificações que ache por bem introduzir. Apresente também a árvore de raios correspondente aos raios que considerou.



Nesta solução considerou-se um nível máximo de 5 para a recursividade dos raios e empregou-se a aproximação de não considerar as alterações de direcção dos de iluminação quando estes atravessam corpos onde sofreriam refrações. Também se consideraram todos os raios de iluminação entre a fonte de luz e os pontos que permitem depois verificar se o ponto é ou não iluminado pela fonte de luz (não o é se o raio intersectar um objecto opaco entre a fonte e o ponto).

2. A figura anexa apresenta a planta de uma cena de que irá ser gerada uma imagem por meio do cálculo das radiosidades da cena. Na planta encontra-se também representado a tracejado o volume de recorte a empregar. Será possível calcular as radiosidades recortando a cena de modo a manter apenas os objectos contidos dentro do volume de recorte e só depois realizar os cálculos das radiosidades? Explique porquê.



Não, isto não pode ser realizado. Os cálculos de radiosidade têm que envolver toda a cena e, só depois é que a cena pode ser introduzida no pipeline de visualização no andar correspondente à câmara virtual, andar este que precede o andar onde é realizado o recorte.

No caso em apreço, se recortássemos a cena antes de calcular as radiosidades presentes, estaríamos a eliminar a fonte de luz e o objecto triangular o que nos levaria a uma cena totalmente escura.

Cotação do 2º Exame										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Total
1.	1.5	1	1	1	1.5	1.5	1	1	1.5	
2.	1	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	
3.							1	1		
Total	2.5	2	2	2	2.5	2	2.5	2.5	2	20 Valores