



1º Teste

Computação Gráfica

LEIC/LERCI/LCI

Prof. João Brisson Lopes

Eng. Carlos Martinho

8 de Abril de 2006

Nº _____ Nome: _____

Antes de começar: Identifique todas as folhas com o seu número.

Responda às questões seguintes justificando adequadamente todas as respostas.

Todas as páginas devem conter o número e nome do aluno.

O teste tem a duração de 1h e 30m.

I

1. Considere uma janela a que correspondem dois viewports (A e B) numa impressora por pontos. Um dos viewports (A) apresenta uma relação de aspecto idêntica à da janela e o outro (B) uma relação que é dupla da relação de aspecto da janela.

a) O que entende por “relação de aspecto”? (0,5 Valores)

Relação de aspecto é o quociente entre a altura e a largura de uma janela ou um viewport.

b) Em que sistemas de coordenadas se encontram a janela e os viewports e qual é a continuidade dos respectivos espaços ? (0,5 Valores)

A janela encontra-se no espaço de projecção que é um espaço contínuo bidimensional. Quanto aos viewports, encontram-se num espaço bidimensional que, dependendo de considerar que se encontram no espaço da unidade de saída gráfica ou no espaço adimensional imediatamente antes da transformação para a unidade de saída gráfica, será ou um espaço descontínuo ou um espaço contínuo, respectivamente.

c) Que métricas são empregues nos espaços da janela e dos dois viewports? (0,5 Valores)

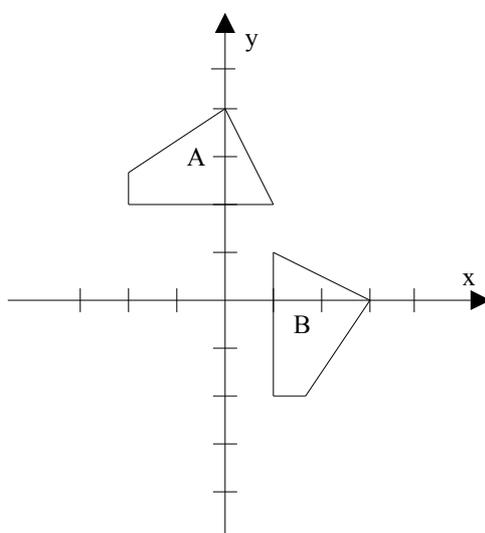
A métrica do espaço onde se encontra a janela é a métrica do espaço dos objectos, ou seja, as unidades de medida são as empregues na construção da cena, enquanto que a métrica empregue na impressora de pontos tem por unidade a quadrícula.

Nº _____ Nome: _____

2. No contexto da visualização de uma cena, que sucede ao tamanho dos objectos na cena e na representação da cena quando se aumentam as dimensões do viewport mantendo as dimensões da janela? (2 Valores)

Se aumentarmos as dimensões do viewport, o tamanho real dos objectos não é afectado pois a acção só afectou a unidade de saída gráfica. Nesta, o tamanho dos objectos aumentará na proporção do aumento das dimensões do viewport, podendo dar lugar à distorção da representação dos objectos se as proporções de aumento da altura e largura do viewport não forem iguais.

3. Considere a figura seguinte:



- a) Enumere pela ordem correcta as transformações elementares necessárias a aplicar ao polígono A para que este se transforme no polígono B. (1,5 Valores)

Translação (0,-2)

Rotação (-90)

Escala (1,-1)

Translação (1,0)

ou

Rotação(-90)

Escala(1, -1)

Translação(-1,0)

- b) Escreva as matrizes correspondentes a cada uma das transformações mencionadas na alínea a). (1,5 Valores)

As matrizes das transformações elementares são (pela ordem da resposta à alínea a)

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \cos(-90^\circ) & -\text{sen}(-90^\circ) & 0 \\ \text{sen}(-90^\circ) & \cos(-90^\circ) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

ou

$$\begin{bmatrix} \cos(-90^\circ) & -\text{sen}(-90^\circ) & 0 \\ \text{sen}(-90^\circ) & \cos(-90^\circ) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

II

1. Sabendo que o ângulo de abertura vertical de uma câmara virtual é de 90° , e que a altura total da janela de visualização é de 100 unidades de comprimento, calcule a distância do centro de projecção (VRP) à janela de visualização. (1,5 Valores)

Se a altura total da janela vale 100 unidades de comprimento, significa que o valor do parâmetro h da câmara virtual será metade deste valor, ou seja, 50 unidades de comprimento. Como a relação entre o ângulo de abertura virtual, o parâmetro h e a distância do plano de projecção ao centro de projecção (D) é

$$tg(\text{ang}/2) = h / D$$

$$\text{será } D = h / tg(\text{ang}/2) = 50 / tg(45^\circ) = 50 / 1 = 50$$

2. O modelo de Phong inclui uma componente de reflexão especular caracterizada por um coeficiente de brilho.
 - a) Apresente a razão para a existência deste coeficiente. (1 Valor)

Este coeficiente permite modelar a dispersão do feixe luminoso reflectido especularmente por superfícies especulares imperfeitas, adaptando a dispersão a cada tipo de superfície.

- b) Se o valor deste coeficiente aumentar, o que acontece à zona de brilho de uma superfície reflectora especular se as restantes características do material se mantiverem? (1 Valor)

A zona de brilho diminui porque diminui a dispersão do feixe luminoso.

3. Considere uma cena com uma superfície iluminada por uma fonte de luz branca pontual e uma luz ambiente verde (RGB $\langle 0,1,0 \rangle$). Se o ângulo de incidência da luz pontual com uma dada superfície for de 60° em relação à normal, quais serão as características do material, segundo o modelo de Phong simplificado, para que a cor visualizada seja um Verde de componente RGB $\langle 0.4,0.8,0.2 \rangle$? (2 Valores)

Nota 1: Empregue o modelo simplificado de Phong, ignorando a componente especular, isto é, definindo o material em termos dos coeficientes ambiente, K_a (K_{aR} , K_{aG} , K_{aB}), e coeficiente difuso, K_d (K_{dR} , K_{dG} , K_{dB}): Recorde que $\cos(60^\circ) = 0,5$.

Nota 2: Recorde também que as constantes K (maiúsculo) empregues pelo modelo simplificado são o produto das constantes k (minúsculo) pela cor (O) das superfícies no modelo de iluminação de Phong mais detalhado.

$$I_t = k_a * O_d * I_a + k_d * O_d * I_d * (N.V)$$

$$\text{Assumindo a simplificação } K_a = k_a * O_d \text{ e } K_d = k_d * O_d$$

$$\langle 0.4, 0.8, 0.2 \rangle = K_a * \langle 0,1,0 \rangle + K_d * \langle 1,1,1 \rangle * 0,5$$

$$K_{aR} * 0 + K_{dR} * 0,5 * 1 = 0.4$$

$$K_{aG} * 1 + K_{dG} * 0,5 * 1 = 0.8$$

$$K_{aB} * 0 + K_{dB} * 0,5 * 1 = 0.2$$

$$\text{Uma solução possível é: } K_a = \langle 0,0.5,0 \rangle \text{ e } K_d = \langle 0.8,0.6,0.4 \rangle$$

Sem assumir a simplificação

$$\langle 0.4, 0.8, 0.2 \rangle = \langle k_{aOr}, k_{aOg}, k_{aOb} \rangle * \langle 0,1,0 \rangle + \langle 0.5 * k_{dOr}, 0.5 * k_{dOg}, 0.5 * k_{dOb} \rangle * \langle 1,1,1 \rangle$$

$$(k_a * 0 + k_d * 0.5 * 1) * O_r = 0.4$$

$$(k_a * 1 + k_d * 0.5 * 1) * O_g = 0.8$$

$$(k_a * 0 + k_d * 0.5 * 1) * O_b = 0.2$$

e

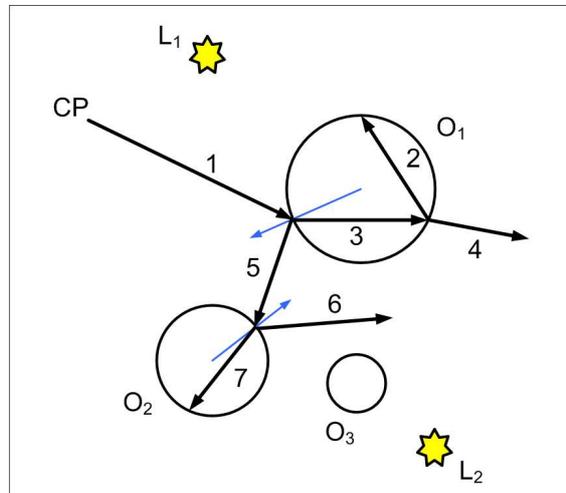
$$O_r = 0.8 / k_d$$

$$O_g = 0.8 / (k_a + k_d * 0.5)$$

$$O_b = 0.4 / k_d$$

$$\text{Uma possível solução é: } k_d = 1, k_a = 0.5 \text{ e } O = \langle 0.8,0.8,0.4 \rangle$$

1. A figura junta apresenta o esquema de determinação da cor de uma quadrícula de uma imagem gerada pelo método do ray-tracing. A cena é composta por 3 objectos (O_1 , O_2 e O_3) e iluminada por 2 fontes de luz (pontuais): L_1 e L_2 .



a) Comente a seguinte frase:

“Na figura encontram-se representados todos os raios secundários até um nível de profundidade 3.” (1 Valor)

Falso. Faltam os raios de iluminação (também designados por “shadow feelers”), que são usado para calcular a contribuição local em cada ponto de intersecção com uma superfície.

b) Indique quais os raios representados na figura que entram no cálculo dos seguintes casos:

Caso 1: Grau de recursividade 3. O_1 é opaco e não reflector, O_2 e O_3 são semi-transparentes e reflectores. (0,5 Valores)

Dos raios desenhados, apenas o raio primário (1) é considerado.

Caso 2: Grau de recursividade 2. O_2 é semi-transparente e reflector, O_1 e O_3 são opacos e reflectores perfeitos. (0,5 Valores)

Dos raios desenhados, apenas os raios (1) e (5) são considerados.

Caso 3: Grau de recursividade 3. O_1 é semi-transparente e reflector, O_2 e O_3 são opacos e reflectores perfeitos. (0,5 Valores)

Dos raios desenhados, apenas o raio (7) não é considerado.

2. No método de ray-tracing, o cálculo de intersecções representa mais de 90% do peso computacional. Após pesquisar sobre possíveis otimizações do método, a Sara decidiu implementar duas otimizações, num caso bem específico.

a) A figura A representa uma cena composta por um conjunto de 18 planetas, sobre a qual um raio é disparado. Quantas intersecções são calculadas neste caso particular (não otimizado)? Justifique. (1 Valor)

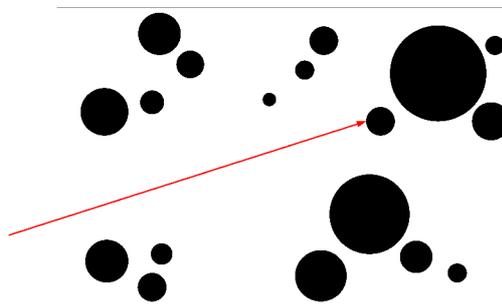


Figura A

18 cálculos de intersecção. O raio é testado com cada um dos objectos da cena.

b) A figura B mostra a primeira optimização que a Sara implementou, designada por “partição do espaço”. Quantas intersecções são calculadas para este raio particular? Justifique. (1 Valor)

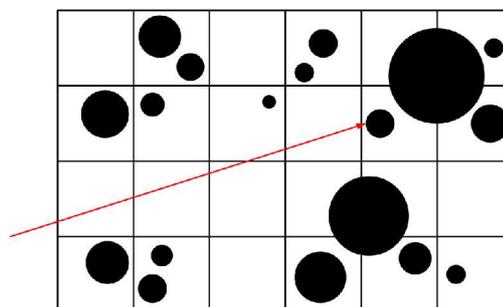


Figura B

9 cálculos de intersecção (6 partições + 3 objectos). O raio é testado com cada partição no seu caminho e todos os objectos contidos nas mesmas.

c) A figura C apresenta a segunda optimização implementada pela Sara, designada por “hierarquia de volumes envolventes”. Quantas intersecções são calculadas para este raio particular? Justifique. (1 Valor)

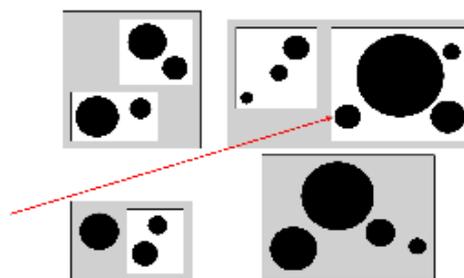


Figura C

10 cálculos de intersecção. Primeiro são verificadas as intersecções entre o raio e os volumes mais altos na hierarquia (4). Seguidamente, caso um volume seja intersectado (o nosso caso), os volumes abaixo na hierarquia são verificados (2). Finalmente, ao chegar ao último nível de volume envolvente hierárquico, verifica-se a intersecção com cada objecto deste volume (4).

Nº _____ Nome: _____

- d) No caso particular deste raio, qual das três alternativas foi a mais eficiente? Justifique.
(0,5 Valores)

A partição do espaço apresentou o melhor desempenho para este raio particular: diminuindo para metade o número de cálculos de intersecções. A hierarquia de volumes envolventes foi também eficiente, mas não tanto como a partição do espaço.

3. O que entende por radiosidade progressiva por dispersão ordenada? Qual é a vantagem ou desvantagem do emprego de um termo ambiente por esta forma de cálculo de imagens sintéticas pelo método da radiosidade? (2 Valores)

A radiosidade progressiva por dispersão corresponde à forma de resolver os sistemas de equações lineares resultantes da discretização das cenas por colunas em vez de por linhas pelo método comum de Gauss-Seidel. Isto corresponde a distribuir pelas superfícies da cena a radiosidade de uma das superfícies, uma de cada vez e, tratando-se de dispersão ordenada, começando pelas superfícies com maior radiosidade. O termo ambiente corresponde a, para proporcionar um realismo visual mais precoce, mas não apressar a convergência, distribuir de forma proporcional às superfícies a radiosidade total que se encontre ainda por dispersar num dado momento.