



2º Teste / Exame de 1ª Época

Computação Gráfica

LEIC/LERCI/LCI

Prof. João Brisson Lopes

Eng. Carlos Martinho

27 de Junho 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.

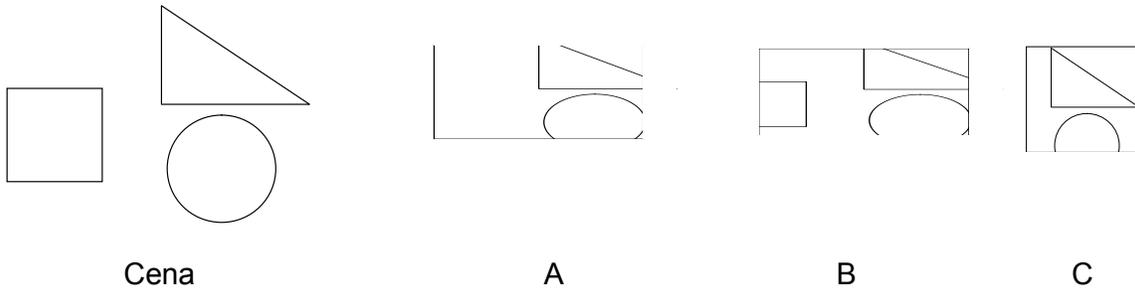
O Teste tem a duração de 1 h e 30 min. O Exame tem a duração de 2h e 30 min.

2º Teste – responda a todas as perguntas dos grupos IV, V e VI.

Exame – responda a todas as perguntas EXCEPTO as assinaladas por [TESTE].

I

1. Considere a figura abaixo. Do lado esquerdo encontra-se o conteúdo de uma cena simples que uma câmara virtual poderá “ver”. A, B e C são, umas sim, outras não, representações candidatas a vistas da cena no dispositivo de representação gráfica.



- a) Que métricas empregam a cena e o dispositivo de saída gráfica?

A cena emprega a métrica do mundo (coordenadas da cena) enquanto o dispositivo de saída gráfica emprega as coordenadas do dispositivo que podem ser quadrículas (dispositivos de quadrícula) ou uma outra qualquer métrica como, por exemplo, comprimento em centímetros, no caso de dispositivos vectoriais.

- b) Que nome designa a área do dispositivo de saída gráfica onde se encontre uma das vistas (A, B ou C)?

Viewport.

- c) Quais das representações (A,B e C) poderão ser representações da cena? Porquê?

B e C. Em A, falta um dos objectos. Note-se que B apresenta deformação enquanto C não apresenta.

2. Considere uma sucessão de duas transformações tridimensionais, A e B, em que A precede B.

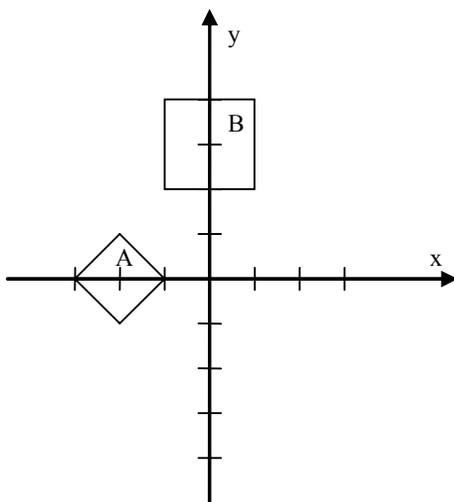
- a) Escreva a expressão matricial que permite calcular a transformação composta como uma única matriz, a matriz C.

$C=BA$

- b) No caso de A e B serem as matrizes das transformações associadas à orientação e localização de uma câmara virtual 3D, identifique A e B a essas transformações. Indique também o tipo de transformação para cada uma delas. Justifique.

A primeira transformação de visão corresponde à deslocação da origem para a posição da câmara. Consequentemente, a matriz A corresponde à transformação de deslocação da origem (translação), enquanto B é a matriz de rotação devida à orientação da câmara.

3. Considere a figura seguinte



Tome em atenção a que o lado de A mede $\sqrt{2}$ e o de B é 2.

- a) Enumere pela ordem correcta as transformações elementares necessárias de aplicar ao polígono A para que este se transforme no polígono B. Não esqueça de indicar os valores que caracterizam cada uma das transformações.

Translação (2, 0)

Rotação (45°)

Escala (1,4142, 1,4142)

Translação (0, 3)

- b) Escreva as matrizes correspondentes a cada uma das transformações mencionadas na alínea a).

<i>Translação</i>	<i>Rotação</i>	<i>Escala</i>	<i>Translação</i>
<i>1 0 2</i>	<i>cos(45°) -sen(45°) 0</i>	<i>1,4142 0 0</i>	<i>1 0 0</i>
<i>0 1 0</i>	<i>sen(45°) cos(45°) 0</i>	<i>0 1,4142 0</i>	<i>0 1 3</i>
<i>0 0 1</i>	<i>0 0 1</i>	<i>0 0 1</i>	<i>0 0 1</i>

II

1. Considere a janela de visualização do modelo de câmara virtual simples abordado nas aulas, com os parâmetros 2h (altura) e 2w (largura).

- a) Indique o que entende por *Relação de Aspecto* e apresente a sua expressão.

Relação de Aspecto é o quociente entre a altura e a largura de uma janela de visualização. Neste caso a relação de aspecto é igual a h/w.

- b) Que acontece à representação dos objectos da cena quando se diminui o valor da relação de aspecto para metade?

O aspecto dos objectos da cena permanece inalterado. Um aumento da relação de aspecto para a metade apenas terá um efeito de redução horizontal na representação da cena.

- c) Que alterações se teriam de efectuar à relação de aspecto para triplicar a altura dos objectos da representação da cena? Que implicações é que essas alterações teriam na janela de visualização?

Para triplicar a altura dos objectos da representação da cena seria necessário triplicar a altura da janela de visualização, ou seja $3 \cdot 2h = 6h$. Como consequência teríamos uma janela de visualização com dimensões 6h por 2w, e uma relação de aspecto igual a 3h/w.

2. Considere uma cena com uma superfície iluminada por uma fonte de luz pontual amarela (RGB <1,1,0>) e uma luz ambiente azul (RGB <0,0.5,1>). Sabendo que as componentes do material da superfície são $k_a=0.5$, $k_d=0.8$ e $O_d=RGB <0.8,0.5,0>$, que cor será visualizada se o ângulo de incidência da luz pontual for de 60° em relação à normal da superfície.

Nota: utilize a expressão (não simplificada) do modelo de iluminação de Phong, ignore a componente especular do modelo e recorde que $\cos(60^\circ) = 0,5$.

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

$$\langle R, G, B \rangle = 0.5 * \langle 0.8, 0.5, 0 \rangle * \langle 0, 0.5, 1 \rangle + 0.8 * \langle 0.8, 0.5, 0 \rangle * \langle 1, 1, 0 \rangle * 0.5$$

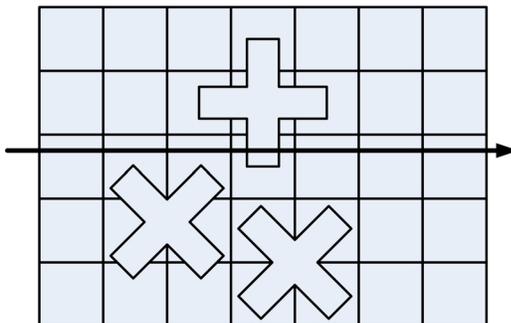
$$R = 0.5 * 0.8 * 0 + 0.8 * 0.8 * 1 * 0.5 = 0 + 0.32$$

$$G = 0.5 * 0.5 * 0.5 + 0.8 * 0.5 * 1 * 0.5 = 0.125 + 0.2$$

$$B = 0.5 * 0 * 1 + 0.8 * 0 * 0 * 0.5 = 0$$

III

1. A Sara continua a estudar as optimizações possíveis em ray-tracing. Como se chama o método de optimização utilizado na figura seguinte? No caso deste raio em particular, valeu a pena a optimização? Justifique.



A optimização representada na figura chama-se optimização por “partição do espaço”.

No caso não optimizado, é necessário calcular 3 intersecções, uma com cada objecto da cena (cada qual contendo as intersecções com os sub-objectos).

No caso deste raio em particular, apenas 2 intersecções com objectos foram calculadas (os objectos são marcados para evitar a repetição de cálculos com um mesmo objecto em sub-espacos distintos) e 4 intersecções com sub-espacos (o cálculo pára quando o raio intersecta um objecto).

Se considerarmos as intersecções com os objectos muito mais pesadas do que com os sub-espacos, podemos desprezar estas últimas e afirmar que a optimização valeu a pena: calculamos a intersecção com 2 objectos em vez de 3.

Se considerarmos que o peso do cálculo das intersecções com os sub-espacos não pode ser desprezado (apesar de ser claramente menos pesado do que o cálculo de intersecção com um objecto), podemos argumentar que a optimização pode não ter tido um efeito benéfico, bastando para tal que o cálculo das intersecções do raio com os 4 sub-espacos for mais pesado do que o cálculo da intersecção do raio com um objecto.

2. No método de geração de imagens sintéticas por radiosidade, que problemas pretende resolver a técnica do hemicubo? Como?

Os dois principais problemas do método da radiosidade são a solução do sistema de equações lineares resultante dos balanços de radiosidade e a determinação dos coeficientes desse sistema em que entram em jogo os factores de forma. A determinação destes factores de forma é complexa e, por vezes, quase impossível de realizar. A técnica do hemicubo substitui o cálculo de um factor de forma pelo cálculo de vários factores mais simples para os quais, em geral, são conhecidas expressões, somando esses valores de seguida.

IV

1. Madalena pertence a uma equipa que está a desenvolver uma nova consola móvel miniatura. Esta consola possui um modo de poupança de energia em que é possível aumentar a autonomia do dispositivo passando a imagem a ser apresentada em tons de cinzento. Indique um modelo de cor adequado para garantir que funciona sem problemas tanto a cores como em tons de cinza. Justifique.

Qualquer dos modelos utilizados pelos sistemas de televisão compatíveis com o preto e branco pode ser utilizado: YIQ do sistema NTSC, ou YCbCr/YUV dos sistemas PAL e SECAM. Estes sistemas caracterizam-se por possuir um canal relativo a luminosidade (Y), calculado de acordo com a fisiologia do olho humano ($Y = 0.299 R + 0.587 G + 0.114 B$), e dois canais contendo a informação sobre a cromaticidade ou diferença de cor. Quando funciona a cores, o sistema recorre aos três canais; quando funciona a preto e branco, usa apenas o canal de luminância, ignorando os outros.

2. Indique 3 objectivos pretendidos com as representações geométricas, referindo o significado de cada um.

Universalidade - a representação deveria representar todos os objectos, mas não sendo isto possível, deve representar o maior número de objectos possível.

Fidelidade - inexistência de ambiguidades na representação.

Unicidade - a representação deve ser única.

Precisão - a representação deve ser a mais precisa possível, aproximando-se o máximo do objecto original.

3. [TESTE] Martim está a desenvolver um jogo policial para uma consola da próxima geração. Nesse jogo, o utilizador controla um detective e vê o mundo virtual através dos olhos do detective (i.e. usa uma perspectiva na primeira pessoa). Decidido a produzir algo novo, Martim quer que quando o detective está ferido, vá progressivamente perdendo a percepção das cores, tornando-se tudo cinzento. Descreva qual será o modelo de cor mais adequado para utilizar, assumindo que a consola em questão pode suportar em hardware qualquer modelo existente. Justifique.

Os modelos HSV ou HLS são exemplos adequados. Tanto um como o outro permitem tornar a imagem progressivamente mais cinzenta apenas manipulando o valor de saturação (S) e de luminância (V ou L, respectivamente).

V

1. O pipeline de visualização tridimensional empregue em computação gráfica tem como andares, por ordem alfabética: a Câmara Virtual, o andar de Rasterização, o andar de Recorte e o andar de Remoção de Elementos Ocultos.

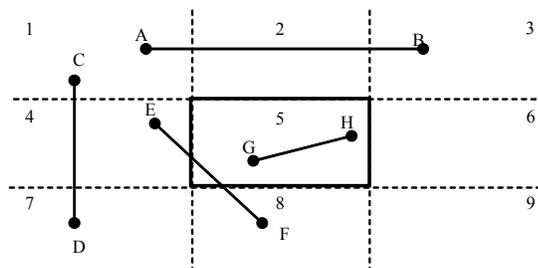
a) Reordene a lista de andares acima por ordem sucessiva de processamento de dados gráficos.

O primeiro andar é a Câmara virtual, seguindo-se, sucessivamente, o andar de recorte, o andar de remoção de elementos ocultos e o andar de rasterização.

b) Esta ordem pode depender do tipo de dispositivo de representação gráfica e dos algoritmos empregues? Justifique.

Pode. No caso de dispositivos de quadrícula, o emprego do algoritmo de Z-buffer é posterior à rasterização, por exemplo.

2. Considere o Algoritmo Cohen-Sutherland de recorte de linhas. A figura seguinte representa a partição do espaço delimitado por um rectângulo de recorte que rodeia a área 5.



- a) Para que servem os códigos (outcodes) correspondentes a cada um dos 9 sub espaços numerados de 1 a 9 na figura?

Segundo o algoritmo de Cohen-Sutherland, a cada subespaço é atribuído um código de 4 bits (outcodes), ABCD, em que cada um dos bits define a posição do subespaço relativamente a uma das arestas do polígono de recorte. Supondo que A corresponde a $y > y_{max}$, B a $y < y_{min}$, C a $x > x_{max}$ e D a $x < x_{min}$, os códigos serão os seguintes:

1001	1000	1010
0001	0000	0010
0101	0100	0110

- b) Qual o resultado da execução do algoritmo para cada um dos segmentos de recta (AB,CD,EF,GH) indicando se este é aceite, rejeitado ou subdivido? Justifique, de acordo com as operações executadas pelo algoritmo. No caso de um segmento ser subdividido, mencione apenas o facto.

AB = 1000 \neq 0, Rejeitado

CD = 0001 \neq 0, Rejeitado

EF = 0000 = 0, Subdividido

GH = 0, Aceite

3. [TESTE] Considere os seguintes polígonos.

$$P1 = \{(2,1,5), (5,3,5), (8,0,5)\}$$

$$P2 = \{(2,3,2), (2,5,3), (2,4,1)\}$$

$$P3 = \{(2,4,0), (2,5,3), (6,6,8)\}$$

a) Descreva o que entende por remoção de polígonos traseiros?

A remoção de polígonos traseiros permite identificar os polígonos que pertencem às faces dos objectos que não estão orientadas para a câmara e excluí-los do algoritmo de rasterização

b) Como é que o algoritmo permite distinguir entre faces traseiras, faces frontais e faces de topo?

O produto interno da normal a cada polígono com o vector da direcção de visão apresentará um valor positivo se a face for traseira, nulo se for de topo e negativo se for frontal.

c) Quais dos polígonos acima removeria, aplicando o algoritmo que acabou de enunciar, se o vector de visualização da câmara for (0, 0, -1).

Formulário:

$$[x_1 \ y_1 \ z_1] \bullet [x_2 \ y_2 \ z_2] = x_1 \times x_2 + y_1 \times y_2 + z_1 \times z_2$$

$$[x_1 \ y_1 \ z_1] \times [x_2 \ y_2 \ z_2] = \begin{bmatrix} y_1 \times z_2 - z_1 \times y_2 \\ z_1 \times x_2 - x_1 \times z_2 \\ x_1 \times y_2 - y_1 \times x_2 \end{bmatrix}$$

O cálculo da normal de P1 pode efectuar-se através do produto externo dos vectores definidos por duas arestas. Por exemplo,

$$a1 = (5,3,5)-(2,1,5) = (3,2,0)$$

$$a2 = (8,0,5) - (2,1,5) = (6,-1,0)$$

$$a1 \times a2 = (0, 0, -15)$$

Para verificar se o polígono é traseiro calcula-se o produto interno da normal com o vector de visualização da câmara. Se este produto for maior que zero, os dois vectores "estão na mesma direcção", ou seja o polígono é traseiro.

Cálculo da normal de P2

$$a1 = (0, 2, 1)$$

$$a2 = (0, 1, -1)$$

$$a1 \times a2 = (-3, 0, 0)$$

Cálculo da normal de P3

$$a1 = (0, 1, 3)$$

$$a2 = (4, 2, 8)$$

$$a1 \times a2 = (2, 12, -4)$$

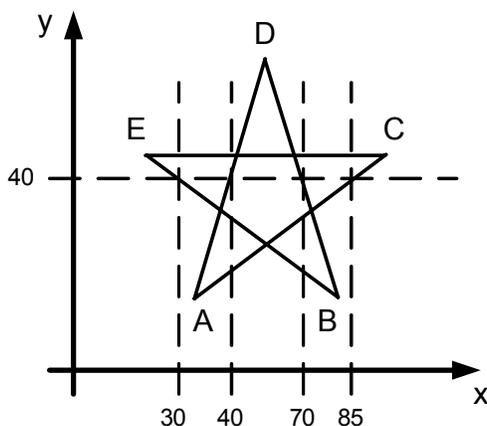
Todos os polígonos são removidos. P1 e P3 são traseiros. P2 está perpendicular ao plano de projecção da câmara.

d) E se o vector de visualização da câmara for (1, 1, 1)

Apenas P3 é removido.

VI

1. Considere a aplicação do algoritmo de preenchimento ao seguinte polígono:



a) De acordo com o algoritmo de preenchimento de polígonos, apresente o conteúdo da lista de arestas activas para $Y=40$. Cada aresta deverá ter os campos que achar necessário com valores aproximados (para declives diferentes de 0 indique apenas “ d ” ou “ $-d$ ” conforme o valor seja positivo ou negativo).

Aresta EB, $y_{Max}=50$, $dec=-d$, $x=30$

Aresta AD, $y_{Max}=100$, $dec=d$, $x=40$

Aresta BD, $y_{Max}=100$, $dec=-d$, $x=70$

Aresta AC, $y_{Max}=50$, $dec=d$, $x=85$

b) Para todas as arestas que não figurem na sua resposta anterior, identifique a razão pela qual não se encontram na lista de arestas activas.

Aresta EC que, por ser horizontal, nem sequer foi incluída na lista de arestas porque o primeiro passo do algoritmo de preenchimento a excluiu liminarmente para evitar a indeterminação gerada pelo facto de a intersecção de uma linha de varrimento com uma aresta horizontal redundar num número infinito de pontos de intersecção.

c) Desenhe a figura anterior preenchida após o algoritmo de rasterização. Explique porque se obteve esse resultado.



O centro da figura não fica preenchido porque a regra de preenchimento, para que possa ser aplicada a polígonos côncavos, prevê que o preenchimento se efectua entre duas intersecções consecutivas das arestas com a linha de varrimento. Existindo 4 arestas, esta regra implica que o espaço entre a segunda e a terceira intersecções não seja preenchido.

2. Considere os métodos de Sombreamento de Gouraud e de Phong. Por que são métodos interpolados? Descreva sucintamente os dois métodos e indique, justificando, o que apresenta melhor desempenho.

Ambos os métodos recorrem às normais a cada vértice do polígono. No método de sombreamento de Gouraud esta normal é utilizada no cálculo da cor em cada vértice, sendo esta interpolada ao longo de cada aresta. No método de sombreamento de Phong, a partir das normais aos vértices, é calculada a normal a cada quadrícula através da interpolação das normais. A normal calculada para cada quadrícula é então usada no modelo de iluminação de Phong para calcular a intensidade da energia luminosa reflectida.

O método de sombreamento de Phong é computacionalmente mais pesado uma vez que é necessário calcular a cor, por aplicação do modelo de sombreamento de Phong a todas as quadrículas da faceta.

Cotação do Exame de 1ª Época

	I	II	III	IV	V	VI
1	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1,5
2	1	2	1,5	1,5	2	1,5
3	2					

Cotação do 2º Teste

	IV	V	VI
1	2	2	3
2	2	3	2
3	2	4	