INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Computação Gráfica

Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores
Taguspark / Alameda

2º Exame
15 de Julho de 2010

O exame tem a duração de **2h30**, tolerância incluída. Responda às questões **unicamente** nestas três primeiras folhas, justificando adequadamente as respostas de desenvolvimento. Só estas duas folhas deverão ser entregues, e como tal, serão as únicas avaliadas. As restantes folhas podem ser utilizadas como folhas de rascunho. Durante o exame apenas é permitido o uso de caneta. Não é permitido o uso de calculadoras, telemóveis ou folhas em branco para rascunho. Uma resposta errada nas perguntas de escolha múltipla desconta 1/2 da cotação da respectiva questão.

Respostas:

1. [2.0v] RGB($T_{[6,3]}$) = < ________ , ________ , ________ >

2. a) [1.0v] ____

2. b) [0.5v] ____________________

3. [0.5v] ____________________

4. [1.5v] ____________________

5. [1.0v] HSV(P) = < ________ , ________ , ________ >

Identificação do Aluno	
Número:	Nome:

6. [1.0v]

7. [2.0v]

R_{amb}	R_{dif}	R_{esp}
G_{amb}	G_{dif}	G_{esp}
B_{amb}	B_{dif}	B_{esp}

8. a) [1.0v]

8b) [1.0v]

9. a) [0.5v] ____________________

9. b) [1,5]

	Topo	Base	Esquerda	Direita
T_E				
T_L				

9. c) [1.0v] ____

____

____

____

Identificação do Aluno	
Número:	Nome:

10. a) [1.0v] ____________________

10. b) [1.0v] ____________________

11. [1.0v]

12. a) [0.5v] **Vectorial** ☐ **Quadrícula** ☐

12. b) [1.5v] **d =** ____________________

x = ____________________

y = ____________________

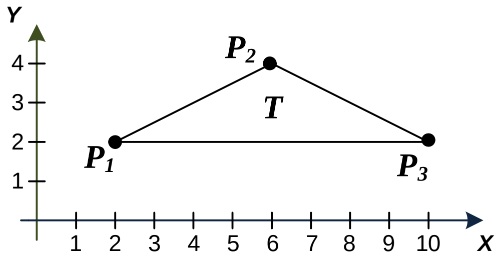
incrE = ____________________

incrNE = ____________________

Identificação do Aluno	
Número:	Nome:

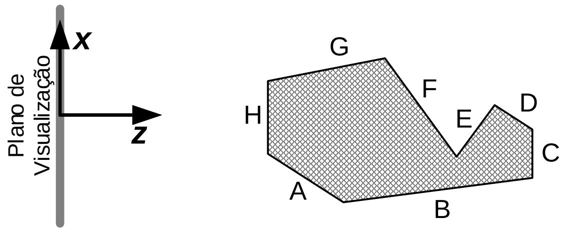
1. **[2.0v]** Está a proceder ao sombreamento do polígono *T*, representado na figura abaixo através da aplicação do método proposto por Gouraud. Neste contexto, calcule a cor da quadrícula com coordenadas [6,3], sabendo que:

   RGB(P_1)=<0.8,0.0,1.0>, RGB(P_2)=<0.8,0.4,0.6> e RGB(P_3)=<0.0,0.8,0.2>



RGB($T_{[6,3]}$) = <0.6, 0.4, 0.6>

2. **[1.5v]** A figura seguinte representa a vista de topo de um objecto já depois de aplicadas as transformações de visualização e projecção.

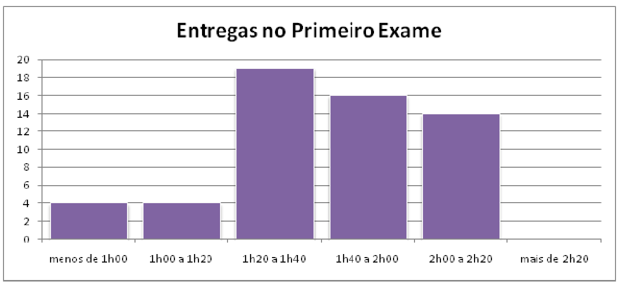


   a) Quais as facetas removidas pelo algoritmo de *back-face culling*.
   F, D, C, B

   b) Indique quantas vezes foi necessário calcular o produto interno na aplicação do algoritmo de *back-face culling* neste caso em particular.

   Nenhuma, pois o algoritmo de back face culling não necessita de calcular o produto interno. Limita-se a considerar o sinal da componente *Z* da normal.

3. **[0.5v]** Imagine que lhe pediram para criar o gráfico de barras ilustrado na figura abaixo e publicá-lo na internet como complemento visual à informação textual existente numa página. Que formato considera mais apropriado para o efeito?



A: BMP
B: XLS
C: JPEG
D: TIF
E: PNG

E : PNG

4. **[1.5v]** Quantos bytes são necessários para armazenar uma imagem com 200x300 quadrículas, com profundidade de cor 24 bits e canal alfa com 256 níveis, usando a representação directa?

   200*300 = 12000 quadrículas
   24+8 = 32bits = 4 Bytes
   12000*4 = 4**8000 Bytes**

5. **[1.0v]** Considere a cor do vértice P representada no modelo HSV pelo tuplo HSV(P)=<120, 0.3, 0.8>. Se pretendesse alterar a pureza da cor do vértice P, tornando-a completamente pura, que valores que iria atribuir ao tuplo HSV(P)?

   HSV(P)=<160, 1.0, 1.0>
   Nota: HSV(P)=<160, 1.0, 0.7> também é aceite como correcto

6. **[1.5v]** Considere a seguinte transformação descrita no espaço cartesiano:

   x' = -x, y' = y e z' = -z

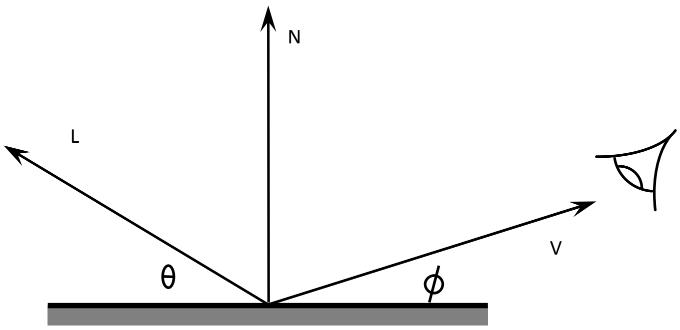
   Determine a matriz correspondente a esta transformação em coordenadas homogéneas.

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

7. **[2.0v]** Considere uma cena muito simples constituída por uma fonte de luz e uma superfície plana. As características de iluminação e de reflexão desta cena são descritas pelas seguintes funções OpenGL:

```
GLfloat ambient[] = { 0.1, 0.1, 0.1, 1.0 };
GLfloat diffuse[] = { 0.0, 0.5, 0.05, 1.0 };
GLfloat specular[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_AMBIENT, ambient);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, diffuse);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_SPECULAR, specular);

GLfloat mat_ambient[] = { 0.5, 0.5, 0.5, 1.0 };
GLfloat mat_diffuse[] = { 0.6, 0.6, 0.0, 1.0 };
GLfloat mat_specular[] = { 0.8, 0.8, 0.8, 1.0 };
glMaterialfv (GL_FRONT_AND_BACK, GL_AMBIENT, mat_ambient);
glMaterialfv (GL_FRONT_AND_BACK, GL_DIFFUSE, mat_diffuse);
glMaterialfv (GL_FRONT_AND_BACK, GL_SPECULAR, mat_specular);
glMaterialf (GL_FRONT, GL_SHININESS, 100.0);
```



Na figura acima, considere ainda que a fonte de luz está apontada à superfície de modo a realizar um ângulo θ de 45º com o plano; e que o observador olha para a superfície segundo um ângulo ø de 15º também com o plano. Calcule as componentes de cor - ambiente, difusa e especular - no ponto da superfície para onde a câmara aponta segundo o modelo de reflexão de Phong.

Nota: cos 15º ≈ 0,967, cos 30º ≈ 0,866, cos 45º ≈ 0,707 e cos 60º = 0,5

*VertexColor = ambient light * ambient material + (max {L . N, 0}) * diffuse light * diffuse material + (max {R . V, 0}) exp shininess * specular light * specular material*

R: $0{,}1*0{,}5 + 0*0{,}6*\cos 45^o+1{,}0*0{,}8*(\cos 30^o)^{100}$

G: $0{,}1*0{,}5 +1*0{,}6*\cos 45^o+1{,}0*0{,}8*(\cos 30^o)^{100}$

B: $0{,}1*0{,}5 + 1*0{,}0*\cos 45^o+1{,}0*0{,}8*(\cos 30^o)^{100}$

8. [2.0v] Suponha que escreveu a seguinte linha de código, no contexto OpenGL:

```
gluLookAt(0.0, 1.0, -2.0, -2.0, 1.0, -2.0, 0.0, 0.0, -1.0);
```

Nota: Assinatura da função:

```
void gluLookAt( Gldouble eyex,
                    Gldouble eyey,
                    Gldouble eyez,
                    Gldouble centerx,
                    Gldouble centery,
                    Gldouble centerz,
                    Gldouble upx,
                    Gldouble upy,
                    Gldouble upz)
```

a) Indique a matriz de translação em coordenadas homogéneas referente à transformação de visualização realizada internamente pelo pipeline OpenGL de modo a colocar os objectos da cena no referencial da câmara.

b) Calcule a matriz de rotação em coordenadas homogéneas realizada internamente pelo pipeline OpenGL na transformação de visualização.

A transformação de visualização implica uma mudança de referencial do Mundo para o referencial da Câmara. Assim, em termos de mudança de referencial, esta transformação equivale a fazer coincidir o referencial da câmara com o referencial do

Mundo. Isso implica efectuar uma translação seguida de uma rotação. A matriz de translação é definida pelo vector de translacção [-VRPx –VRPy –VRPz]. A matriz de rotação é dada em termos de linhas, respectivamente, pelas componentes dos versores u,v e -n.

VRP (1º argumento) é o (0 1 -2) e o observador está olhar para (-2 1 -2) (2º argumento) logo VPN [-2 0 0] => n [-1 0 0]

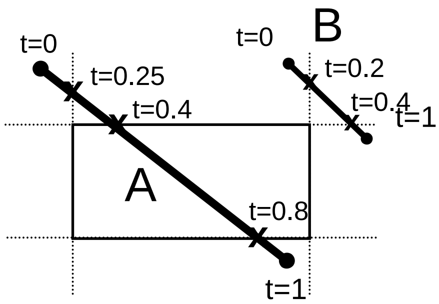
View-up [0 0 -1] (3º argumento) => v [0 0 -1] e portanto u [0 -1 0] (referencial mão esquerda: u = n x v)

Internamente efectuam-se uma translação seguida de uma rotação:

RESPOSTA:

$$\text{Translacção} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{Rotação} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ +1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

9. **[3.0v]** Considere o Algoritmo Paramétrico de recorte com a seguinte ordem de recorte ao nível das fronteiras de recorte: topo, base, esquerda e direita.



a) O objectivo do Algoritmo Paramétrico é:

A: Calcular os OUTCODES dos pontos extremos
B: Calcular o menor valor de t para T_E e o maior valor de t para T_L
C: Calcular as intersecções nas fronteiras de recorte
D: Calcular os valores do parâmetro t na janela de recorte
E: Calcular o maior valor de t para T_E e o menor valor de t para T_L

Resposta E: *encontrar o maior Te e o menor Tl (se não ocorrer rejeição trivial)*

b) Tendo em conta a ordem de recorte acima explicitada, determine o par de valores (T_E, T_L), no recorte do segmento de recta A face a cada uma das fronteiras de recorte.

Nota: relembre-se que os valores de T_E e T_L são inicializados a 0 e 1, respectivamente.

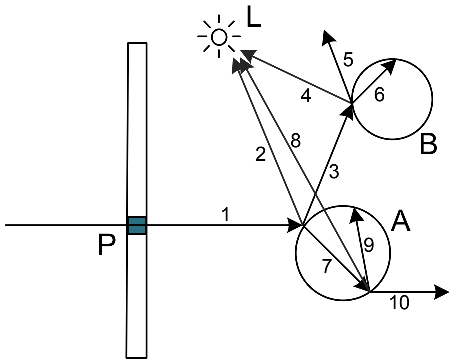
Te Tl

0 1 inicial
0.4 1 / topo: o t de intersecção é maior que o Te logo este assume o novo valor*
0.4 0,8 / base: o t de intersecção é menor que o Tl logo este assume o novo valor*
0.4 0,8 / esq.: o t de intersecção é menor que o Te logo mantém-se*
0.4 0.8 / direita: t de intersecção é maior que o Tl logo este mantém-se*

c) Explique como é que o algoritmo rejeita o segmento de recta B

Inicialmente T_3=0 e tL=1
Na fronteira de topo fica com tE= 0,4 e tl=1

10. [2.0v] Considere a seguinte cena, constituída por uma fonte de luz pontual L e duas esferas A e B. Ao recorrer ao algoritmo de *ray-tracing* para a rasterização desta cena definiu-se 2 como número máximo de reflexões.



a) Considere que a esfera A é reflectora e B translúcida e reflectora. De todos os raios representados na figura quais são calculados para determinar a cor da quadrícula P?

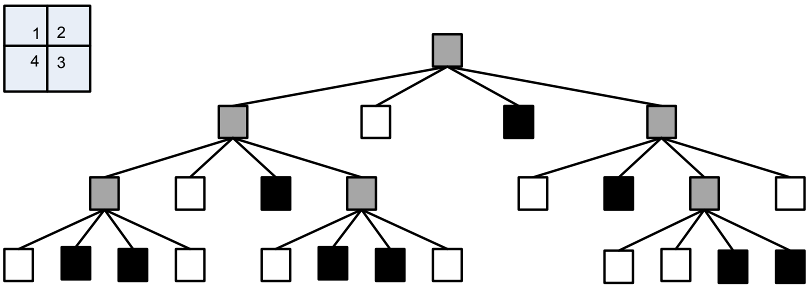
1, 2, 3, 4, 5, 6

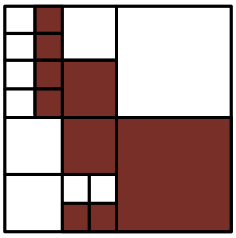
b) Indique qual o tipo do raio **10**:

A: Primário
B: *Shadow Feeler*
C: Reflectido
D: Refractado
E: Direccionado

D: Refractado

11. [1.0] Considere a representação por *quadtree* ilustrada na árvore seguinte, onde os quadrantes aparecem da esquerda para a direita. Desenhe na **folha de respostas** a representação no espaço 2D correspondente a esta árvore, assumindo a ordem de identificação de partições indicada.





12. [2.0v] Considere que se pretende representar uma linha [AB] num dispositivo gráfico, sendo A=<10,10> e B=<14,13>. O método mais indicado para o fazer neste dispositivo é através da aplicação do algoritmo de Bresenham.

a) Na sua opinião este dispositivo gráfico é vectorial ou de quadrícula?

Quadrícula

b) Diga quais os valores iniciais para este caso, no algoritmo de Bresenham, das variáveis `d`, `x`, `y`, `incrE` e `incrNE`.

```
d = 2*dy – dx = 6 – 4 = 2
x = 10
y = 10
incrE = 2*dy = 6
incrNE = 2*(dy - dx) =  -2
```