

INSTITUTO
SUPERIOR
TÉCNICO

Computação Gráfica

Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores
Alameda / Taguspark

Segundo Teste

18 de Abril de 2013

O teste tem a duração de **1h00**, tolerância incluída. Responda às questões **unicamente** nestas duas primeiras folhas, justificando adequadamente as respostas de desenvolvimento. Só estas duas folhas deverão ser entregues, e como tal, serão as únicas avaliadas. **Identifique ambas as folhas.** 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 ou telemóveis. Uma resposta errada nas perguntas de escolha múltipla desconta 1/3 da cotação da respectiva questão.

Respostas:

1.a) [1.0v] _____ 1.b) [1.5v] _____

2.a) [1.0v]  2.b) [1.0v] _____

2.c) [1.5v] _____

3.a) [0.5v] _____ 3.b) [1.0v] _____

3.c) [1.0v] _____

4.a) [0.5v] _____

4.b) [2.0v] (_____) (_____) (_____) (_____)

Identificação do Aluno

Nome:

Número:

5. [1.0v] _____

6. [2.0v]:

	Normal	Face Eliminada	Face Mantida
1	[0; 0; -1]		
2	[0,5; -0,5; -0,5]		
3	[0,5; -1; -1]		

7.a) [0.5v] $\alpha_1 =$ _____ $\alpha_2 =$ _____

7.b) [1.0v] $I =$ _____

7.c) [1.0v] _____

8.a) [1.0v] $I_{red} =$ _____

8.b) [1.0v] $I_{green} =$ _____

8.c) [1.0v] $I_{blue} =$ _____

8.d) [0.5v] $f =$ _____

Identificação do Aluno

Nome:

Número:

	30°	45°	60°
<i>sin</i>	0,5	0,707	0,866
<i>cos</i>	0,866	0,707	0,5

	30°	45°	60°
<i>sin</i>	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
<i>cos</i>	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$

```

void glutInitWindowSize(int width, int height);
void glutInitWindowPosition(int x, int y);
void glViewport(GLint x, GLint y, GLsizei width, GLsizei height);
void glOrtho( GLdouble left, GLdouble right,
              GLdouble bottom, GLdouble top,
              GLdouble nearVal, GLdouble farVal);
void gluLookAt(GLdouble eyeX, GLdouble eyeY, GLdouble eyeZ,
               GLdouble centerX, GLdouble centerY, GLdouble centerZ,
               GLdouble upX, GLdouble upY, GLdouble upZ);
void gluPerspective( GLdouble fovy, GLdouble aspect,
                    GLdouble zNear, GLdouble zFar);

```

1. [2.5v] Considere uma janela de visualização com largura $L = 1440$ e altura $A = 1200$.

a) Qual das seguintes projeções perspectiva é a correta assumindo que o plano de visualização está a uma distância $D = 600$?

(escolha múltipla: indique a opção correta na página de respostas)

A: `gluPerspective(90.0f, 1.2f, 200.0f, 1200.0f)`

B: `gluPerspective(90.0f, 2.0f, 200.0f, 1440.0f)`

C: `gluPerspective(45.0f, 1.2f, 200.0f, 1440.0f)`

D: `gluPerspective(45.0f, 2.0f, 200.0f, 1200.0f)`

E: Nenhuma das anteriores

Resposta correta: A

b) Indique qual seria a nova instrução `gluPerspective` se a largura da janela fosse aumentada para $L = 3600$?

`gluPerspective (90.0f, 3.0f, 200.0f, 1200.0f)`

2. [3.5v] Considere as seguintes instruções OpenGL:

```
glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
glLoadIdentity();
gluLookAt(0.0f, -8.0f, 0.0f, centerX, centerY, centerZ, 0.0, 0.0, 1.0);
```

Tendo em conta que a matriz `GL_MODELVIEW` resulta de um produto de uma Rotação e de uma Translação em que $M = R * T$:

a) Escreva a matriz T que representa a Translação.

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 8 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

b) Quais os valores de `centerX`, `centerY` e `centerZ` se o vetor normal ao plano de visualização for $VPN = [0 \ 10 \ 0]$?

`centerX = 0` `centerY = 2` `centerZ = 0`

c) Indique qual é a matriz R que representa a Rotação.

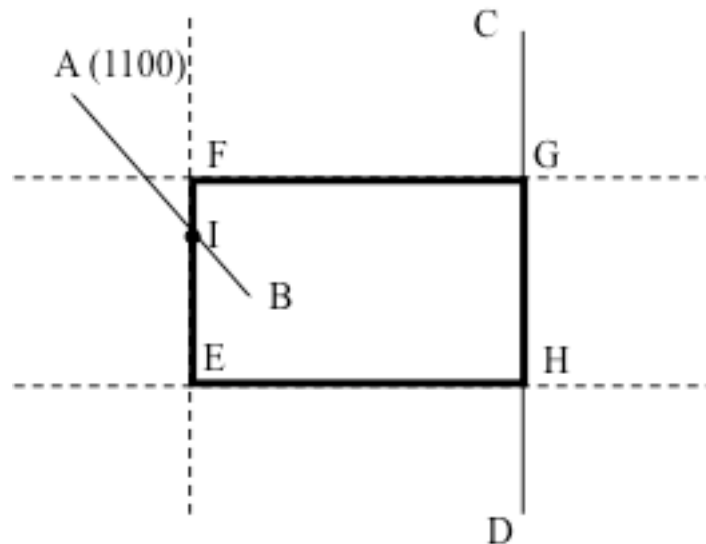
(escolha múltipla: indique a opção correta na página de respostas)

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad E = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Resposta correta: D

3. [2.5v] Considere o seguinte rectângulo de recorte e os 2 segmentos de recta AB e CD:



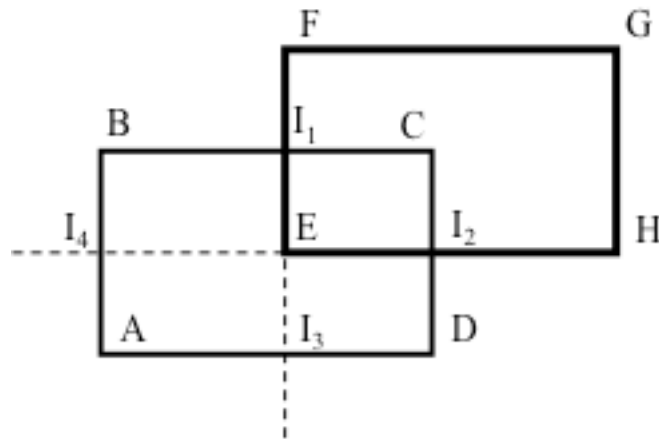
- Qual são os *outcode* do pontos I e B?
- Qual o significado de cada bit do *outcode* do ponto A?
- Aplice o algoritmo de **Cohen-Sutherland** ao segmento de recta CD. Não se esqueça de escrever os códigos de todos os pontos relevantes.

a) I – 0000, B – 0000

b) 1º - FE, 2º -FG 3º - GH 4ª - HE

c) *Outcodes*: C – 0100 D – 0001, and=0 é recortado pelo lado correspondente ao 2 bit do vértice C isto é FG. Calcula a intersecção, isto é G com código 0000 resulta GD. Recorte de GD com o lado correspondente ao 4 bit do vértice D isto é HE. É calculado o vértice H com código 0000. Códigos de G e H iguais a 0000 pelo que é trivialmente aceite.

4. [2.5v] Considere que o polígono EFGH é de recorte e o polígono ABCD é o recortado:



- a) Qual o nome do algoritmo que estudou e que permite efectuar o recorte de polígonos?
- b) Usando como recorte respectivamente as arestas EF, FG, GH, HE escreva o conteúdo de cada lista de vértices após cada fase.

a) Sutherland-Hodgman

b) Recta EF \rightarrow (I₁, C, D, I₃), Recta FG \rightarrow (I₁, C, D, I₃), Recta GH \rightarrow (I₁, C, D, I₃), Recta HE \rightarrow (I₁, C, I₂, E)

5. [1.0v] A aplicação do algoritmo de *back-face culling*:
(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

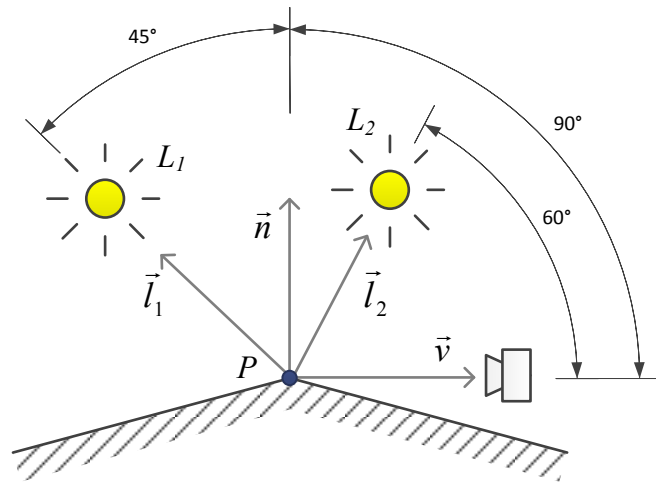
- A: elimina todas as faces invisíveis
B: elimina exactamente metade das faces
C: mantém todas as faces, assinalando quais são as traseiras
D: elimina apenas as faces vistas de perfil
E: elimina todas as faces traseiras
F: nenhuma das anteriores

Resposta: E

6. [2.0v] Se, em coordenadas do mundo, o vector VPN (*View Plane Normal*) for $[-0,5; -1; 0,5]$, assinale se as faces cujas normais a seguir se apresentam são eliminadas ou mantidas pelo algoritmo de *back-face culling*.

	Normal	Face Eliminada	Face Mantida
1	$[0; 0; -1]$		X
2	$[0,5; -0,5; -0,5]$		X
3	$[0,5; -1; -1]$	X	

7. [2.5v] Considere a cena ilustrada na figura abaixo, com duas fontes de luz e uma superfície composta por polígonos planares.



Não existe atenuação atmosférica nem luz ambiente global e as fontes de luz são pontuais. As características de iluminação e de reflexão das fontes de luz e do material que compõem esta cena são as seguintes:

Fonte de luz L_1	Fonte de luz L_2	Material
$I_{amb} = [0.1 \ 0.0 \ 0.1]$	$I_{amb} = [0.0 \ 0.1 \ 1.0]$	$k_{amb} = [0.5 \ 0.5 \ 1.0]$
$I_{dif} = [1.0 \ 0.0 \ 0.0]$	$I_{dif} = [0.0 \ 1.0 \ 0.0]$	$k_{dif} = [1.0 \ 1.0 \ 1.0]$
$I_{spe} = [0.0 \ 0.0 \ 1.0]$	$I_{spe} = [0.0 \ 0.5 \ 0.0]$	$k_{spe} = [0.8 \ 0.0 \ 0.0]$
Shininess = 10.0		

- a) Calcule, de acordo com a aproximação de **Blinn**, os ângulos α_1 e α_2 entre os *halfway vectors* (h_1 e h_2) de ambas as fontes de luz L_1 e L_2 , respectivamente, e o vector de visualização (v).

$$\alpha_1 = \frac{45^\circ + 90^\circ}{2} = 67.5^\circ$$

$$\alpha_2 = \frac{60^\circ}{2} = 30.0^\circ$$

- b) Calcule a cor do ponto P , segundo o modelo de **Blinn-Phong**.

$$I_{red} = 0.1 * 0.5 + 1.0 * 1.0 * \cos(45) + 0.0 = 0.05 + \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0.757$$

$$I_{green} = 0.1 * 0.5 + 1.0 * 1.0 * \cos(30) + 0.0 = 0.05 + \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0.916$$

$$I_{blue} = (0.1 + 1.0) * 1.0 + 0.0 + 0.0 = 1.1$$

$$I = [0.757 \ 0.916 \ 1.0]$$

- c) Assumindo $k_{spe} = [0.8 \ 0.6 \ 0.4]$, indique qual das seguintes afirmações é verdadeira:

(escolha múltipla: indique a opção correcta na página de respostas)

- A:** Como $\vec{l} \cdot \vec{v} = 0$, o ponto P é uma face traseira.
B: As fontes de luz L_1 e L_2 têm, por omissão, $shininess = 0.0$.
C: A cor do ponto P é invariável relativamente à posição da câmara.
D: O ângulo entre o vector de reflexão perfeita (r_1) de L_1 e o vector v é de 30° .
E: O factor de atenuação atmosférica é $f = 0.0$.
F: Nenhuma das anteriores

Resposta: F

8. [3.5v] Considere uma cena composta apenas por um triângulo e uma fonte de luz definida pelo seguinte código OpenGL:

```
GLfloat global_ambient[] = { 0.1, 0.1, 0.1, 1.0 };
GLfloat ambient[] = { 0.1, 0.2, 0.1, 1.0 };
GLfloat diffuse[] = { 0.8, 0.4, 0.2, 1.0 };
GLfloat specular[] = { 0.4, 0.6, 0.3, 1.0 };
GLfloat position[] = { 0.0, 3.0, 0.0, 1.0 };

GLfloat mat_ambient[] = { 0.5, 0.0, 1.0, 1.0 };
GLfloat mat_diffuse[] = { 0.0, 0.5, 0.0, 1.0 };
GLfloat mat_specular[] = { 0.0, 0.0, 0.5, 1.0 };
GLfloat mat_emissive[] = { 0.0, 0.0, 0.0, 1.0 };

glLoadIdentity();
gluLookAt(0.0, 2.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0 );

glLightModelfv(GL_LIGHT_MODEL_AMBIENT, global_ambient)
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_AMBIENT, ambient);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, diffuse);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_SPECULAR, specular);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, position );
glLightf(GL_LIGHT0, GL_SPOT_CUTOFF, 180.0);
glLightf(GL_LIGHT0, GL_CONSTANT_ATTENUATION, 1.0);
glLightf(GL_LIGHT0, GL_LINEAR_ATTENUATION, 0.0);
glLightf(GL_LIGHT0, GL_QUADRATIC_ATTENUATION, 0.0);

glMaterialfv (GL_FRONT, GL_AMBIENT, mat_ambient);
glMaterialfv (GL_FRONT, GL_DIFFUSE, mat_diffuse);
glMaterialfv (GL_FRONT, GL_SPECULAR, mat_specular);
glMaterialfv (GL_FRONT, GL_EMISSION, mat_emissive);
glMaterialf (GL_FRONT, GL_SHININESS, 24.0);

glBegin(GL_TRIANGLE);
glNormal3f(0.0, 1.0, 0.0);
glVertex3f(0.0, 0.0, 0.0); // Ponto A
glVertex3f(1.0, 0.0, 0.0); // Ponto B
glVertex3f(0.0, 0.0, 1.0); // Ponto C
glEnd();
```

- a) Indique qual o valor da componente R da cor do ponto A.

$$I_{red} = 0.1 * 0.5 + 0.1 * 0.5 = \mathbf{0.1}$$

b) Indique qual o valor da componente G da cor do ponto A.

$$\begin{aligned}
 n &= [0 \quad 1 \quad 0]^T \\
 l &= \frac{[0 \quad 3 \quad 0]^T - [0 \quad 0 \quad 0]^T}{|[0 \quad 3 \quad 0]^T - [0 \quad 0 \quad 0]^T|} = [0 \quad 1 \quad 0]^T \\
 l \cdot n &= [0 \quad 1 \quad 0]^T \cdot [0 \quad 1 \quad 0]^T = 1.0 \\
 I_{green} &= 0.4 * 0.5 * 1.0 = \mathbf{0.2}
 \end{aligned}$$

c) Indique qual o valor da componente B da cor do ponto A.

$$\begin{aligned}
 n &= [0 \quad 1 \quad 0]^T \\
 v &= \frac{[0 \quad 2 \quad 0]^T - [0 \quad 0 \quad 0]^T}{|[0 \quad 2 \quad 0]^T - [0 \quad 0 \quad 0]^T|} = [0 \quad 1 \quad 0]^T \\
 h &= \frac{l + v}{|l + v|} = \frac{[0 \quad 1 \quad 0]^T + [0 \quad 1 \quad 0]^T}{|[0 \quad 1 \quad 0]^T + [0 \quad 1 \quad 0]^T|} = \frac{[0 \quad 2 \quad 0]^T}{2} = [0 \quad 1 \quad 0]^T \\
 n \cdot h &= [0 \quad 1 \quad 0]^T \cdot [0 \quad 1 \quad 0]^T = 1.0 \\
 I_{blue} &= 0.1 * 1.0 + 0.1 * 1.0 + 0.3 * 0.5 * 1.0^{24} = \mathbf{0.35}
 \end{aligned}$$

d) Calcule o factor de atenuação atmosférica no ponto B.

$$f = \frac{1}{1 + 0 + 0} = \mathbf{1.0}$$