

## Parte I - Transformações Geométricas, Câmera

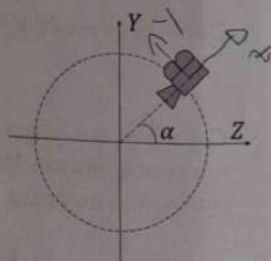
1. Pretende-se colocar uma câmara na circunferência de raio unitário com centro na origem, como ilustrado na figura.

- (a) Escreva os parâmetros da função `gluLookAt`, sabendo que os três primeiros parâmetros representam a posição da câmara, os três seguintes indicam o ponto para onde a câmara aponta, e os três últimos definem o vector "up".

`gluLookAt( _ , _ , _ , _ , _ , _ , _ , _ , _ );`

- (b) Recorrendo somente a rotações e translações, escreva a sequência de transformações geométricas apropriadas para obter exactamente a mesma definição da câmara.

`glTranslate( _ , _ , _ ); glRotate( _ , _ , _ , _ );`



2. Considere um quadrado centrado na origem cujas arestas têm 1 unidade de comprimento e a seguinte matriz de transformação geométrica 2D:

$$\begin{bmatrix} -0.707 & 0.707 & 1 \\ -0.707 & -0.707 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Desenhe o sistema de coordenadas antes e após a transformação, e desenhe o quadrado na sua posição antes e depois da transformação apresentada.

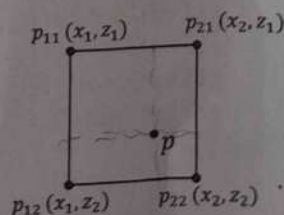
3. Mostre que para cada par  $(T_1, S_1)$  existe um par  $(T_2, S_2)$ , tal que  $T_1 \times S_1 = S_2 \times T_2$

4. Considere o seguinte excerto de código:

```
float x[4] = {1.0, 0.0, 0.0, 1.0};  
glLoadIdentity();  
glRotatef(-90, 0.0, 1.0, 0.0);  
glutSolidSphere(1, 16, 16);  
glRotate(90, 0.0, 1.0, 0.0);  
gluLookAt(2, 0, 2, 0, 0, 2, 0, 1, 0)
```

Considerando o espaço global, onde fica a esfera posicionada? Desenhe um diagrama no plano XZ do espaço global com a posição da câmara, os eixos do seu sistema de coordenadas, e a posição da esfera.

5. Considere que se pretende usar uma grelha para representar um terreno, à semelhança do que foi pedido nas aulas práticas. As coordenadas dos pontos da grelha são números inteiros e a dimensão dos lados de cada quadrícula da grelha é uma unidade. Para obter a altura dos pontos da grelha é disponibilizada a função  $h(p_{ij})$ , sendo  $p_{ij}$  um ponto da grelha. Com base na figura, indique como proceder matematicamente para calcular a altura do ponto  $p$  utilizando interpolação bilinear.

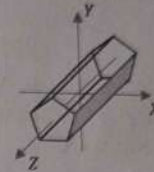


$$\begin{aligned} x_1 &= 4 & y_1 &= 1 \\ x_2 &= x_1 - 1 & y_2 &= y_1 - 1 \\ z &= z_1 \end{aligned}$$

## Parte II - Curvas, Iluminação, Texturas, VFC

6. Utilizando o método de De Casteljau apresente o diagrama para descobrir gráficamente o ponto quando  $t = 0.25$  de uma curva cúbica de Bézier. Considere os seguintes pontos de controlo (em 2D):
- $P_0 (3,3); P_1 (1,0); P_2 (3,0); P_3 (1,3)$
7. Distinga os modelos de Gouraud e Phong em termos do cálculo da cor para os pixels interiores de um triângulo.

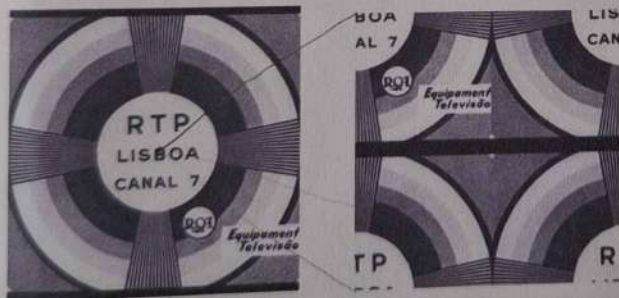
8. Considere um prisma pentagonal. Sabendo que os ângulos internos de um pentágono são 108 graus, defina a expressão do vector normal da face sombreada na figura. Pode utilizar as funções *sin* e *cos*.



9. Considere a imagem representativa da mira técnica utilizada pela RTP em 1956 aplicada como uma textura a um quad (polígono com 4 vértices). Um exemplo da definição das coordenadas de textura, tendo como resultado a imagem esquerda, pode ser representado com o seguinte código:

```
glBegin(GL_QUADS);
    glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(-1.0f, -1.0f, 0.0f);
    glTexCoord2f(1.0, 0.0); glVertex3f( 1.0f, -1.0f, 0.0f);
    glTexCoord2f(1.0, 1.0); glVertex3f( 1.0f,  1.0f, 0.0f);
    glTexCoord2f(0.0, 1.0); glVertex3f(-1.0f,  1.0f, 0.0f);
glEnd();
```

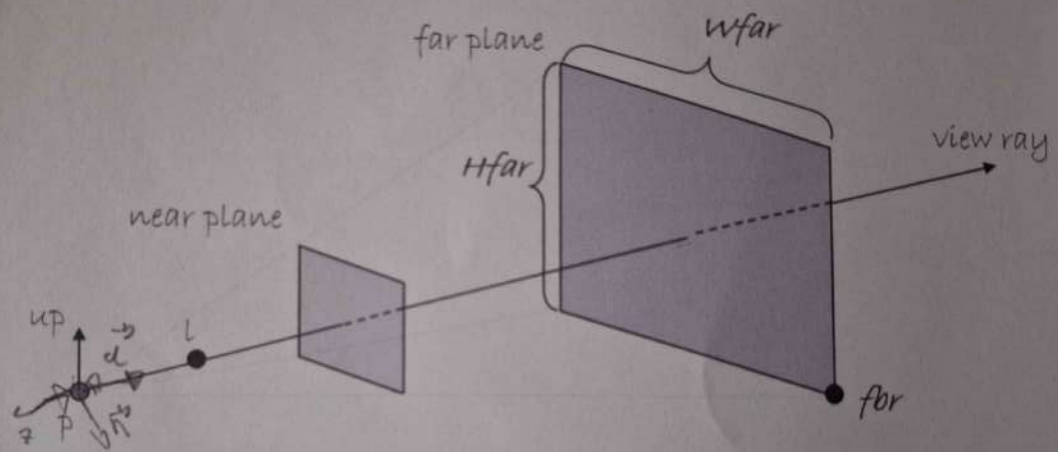
No código que se segue, defina as coordenadas de textura em falta de modo a obter como resultado a imagem direita.



```
glBegin(GL_QUADS);
    glTexCoord2f(____, ____); glVertex3f(-1.0f, -1.0f, 0.0f);
    glTexCoord2f(____, ____); glVertex3f( 1.0f, -1.0f, 0.0f);
    glTexCoord2f(____, ____); glVertex3f( 1.0f,  1.0f, 0.0f);
    glTexCoord2f(____, ____); glVertex3f(-1.0f,  1.0f, 0.0f);
glEnd();
```

10. Assuma as seguintes instruções OpenGL:

```
gluPerspective(fov, ratio, nearDist, farDist);
gluLookAt(px,py,pz, lx,ly,lz, upx,upy,upz)
```



Considerando a figura que ilustra um frustum, indique como calcular:

- os valores  $W_{far}$  e  $H_{far}$
- assumindo que os valores da alínea anterior estão calculados, calcule o ponto  $fbr$