

# COMPUTAÇÃO GRÁFICA E INTERFACES

MIEI/FCT/UNL – Ano letivo 2015/2016

Teste 1 – 2015.11.02

## Atenção

Responda no próprio enunciado, que entregará.  
Em caso de engano e se o espaço para as respostas não for suficiente poderá usar o verso das folhas desde que feitas as devidas referências.

Não desagrafe as folhas!

A prova, com duração de **1H30**, é **sem consulta**!

## 1. (3 valores)

Assinale com V (Verdadeiro) ou F (Falso) as afirmações abaixo. Cada resposta errada desconta 25% da sua cotação.

A introdução de dispositivos raster permitiu a visualização de modelos representados em malha de arame, o que até essa altura não era possível nos dispositivos vetoriais.	F
A técnica de buffer único (single buffer) evita que se visualize parcialmente um quadro.	F
O algoritmo de remoção de superfícies ocultas denominado por <i>culling</i> de faces só produz o resultado pretendido quando aplicado a um único poliedro convexo.	V
Num programa WebGL, o fragment shader é responsável por determinar a cor final do pixel a escrever no framebuffer.	V
Num programa WebGL, o vertex shader tem acesso a todos os vértices da primitiva que está a ser gerada.	F
Uma variável dum programa GLSL, declarada com o modificador <b>attribute</b> representa uma variável que varia em cada vértice.	V
Uma variável dum programa GLSL, declarada com o modificador <b>varying</b> representa uma variável que varia em cada vértice	F
Uma variável declarada como <b>uniform</b> representa uma constante local ao programa, e desconhecida da aplicação javascript.	F

## 2. (4 valores)

Num determinado sistema gráfico 2D, o programador especifica em World Coordinates (WC) os limites da área retangular que pretende visualizar, aqui designada por janela, alinhada com os eixos, invocando a função `setWindow(xmin, xmax, ymin, ymax)`. Para além da chamada dessa função, nesse mesmo sistema, está disponível a função `setViewport(x0, y0, width, height)`, para definir qual a região do ecrã, aqui designada por visor, alinhada com os eixos do mesmo, onde se pretende visualizar o conteúdo gráfico delimitado pela primeira função. O canto inferior esquerdo do visor está localizado no ponto  $(x0, y0)$  e a tem de dimensões  $width \times height$ . Admita que o referencial do ecrã tem a sua origem no canto inferior esquerdo do mesmo.

- a) Indique, usando a notação seguida nas aulas ( $P'=M.P$ ), a composição de transformações geométricas 2D elementares (S,R ou T), que efetua a transformação M pretendida, de WC para coordenadas do ecrã. Não se esqueça de instanciar todos os respetivos parâmetros.

$$M = T(x_0, y_0) \cdot S(width/(x_{max}-x_{min}), height/(y_{max}-y_{min})) \cdot T(-x_{min}, -y_{min})$$

- b) Imagine que, no mesmo sistema, ainda existe a possibilidade de definir a orientação final do visor, por indicação dum ângulo,  $\theta$ , que a base do visor fará com o eixo horizontal do dispositivo. Note que em nada se altera a janela definida em WC. Indique, de forma análoga à de a), a transformação necessária neste caso:

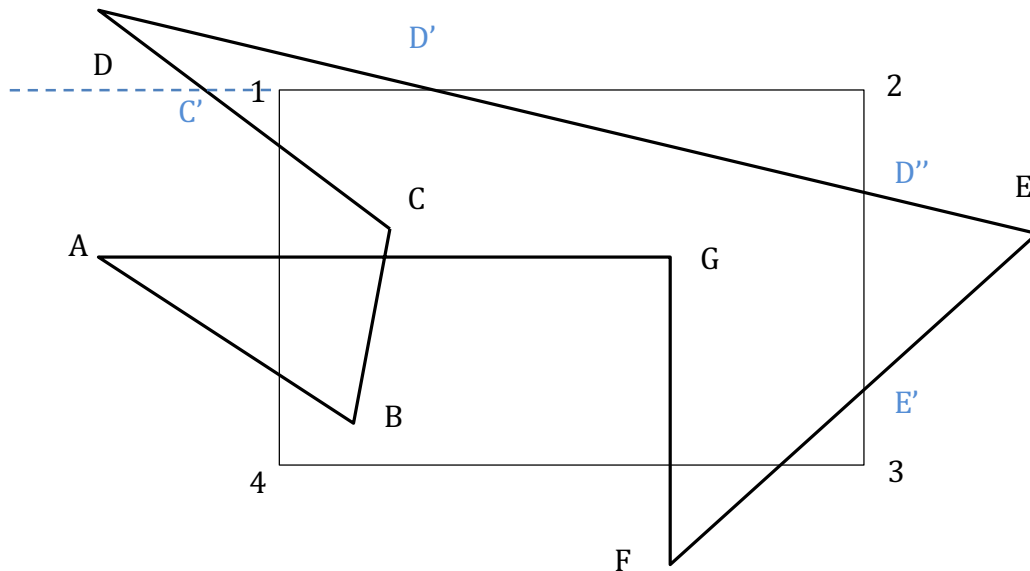
$$M = T(x_0, y_0) \cdot R(\theta) \cdot S(\text{width}/(x_{\max}-x_{\min}), \text{height}/(y_{\max}-y_{\min})) \cdot T(-x_{\min}, -y_{\min})$$

- c) Nas condições da alínea a), qual seria a transformação necessária para implementar uma operação de picking de primitivas gráficas por parte do utilizador?

$$M_{\text{pick}} = T(x_{\min}, y_{\min}) \cdot S((x_{\max}-x_{\min})/\text{width}, (y_{\max}-y_{\min})/\text{height}) \cdot T(-x_0, -y_0)$$

### 3. (5 valores)

Ao polígono  $P=[A,B,C,D,E,F,G]$  vai aplicar-se o recorte pela janela  $Q=[1,2,3,4]$ , através do algoritmo de Sutherland-Hodgeman. Considere que a ordem de progressão do algoritmo é Clip Top  $\rightarrow$  Clip Right  $\rightarrow$  Clip Left  $\rightarrow$  Clip Bottom. Nas respostas às questões abaixo **não renomeie** os pontos já identificados na figura e não se esqueça de nela indicar os pontos adicionais de que vier a necessitar.



- a) Indique os polígonos resultantes das fases de recorte:

Clip Top: [ B, C, C', D', E, F, G, A ]

Clip Right: [ C, C', D', D'', E', F, G, A, B ]

- b) Quantas arestas irá ter o polígono recortado  $P'$ , no final do processamento? 12 arestas

c) Considere agora o algoritmo de recorte de segmentos de reta Cohen-Sutherland, assumindo a seguinte ordem para a atribuição dos bits de código: Top, Right, Left, Bottom. Preencha a tabela abaixo, com base na aplicação deste algoritmo a algumas das arestas individuais do polígono P.

Aresta (XY)	Código X	Código Y	Decisão/Reta correspondente à 1ª interseção
BC	0000	0000	Aceite
DE	1010	0100	Interseção com a reta de suporte ao segmento 12
FG	0001	0000	Interseção com a reta de suporte ao segmento 43

#### 4. (5 valores)

a) Considere um ponto P, em 3D, cujas coordenadas homogêneas são (2,4,3,1). Preencha a tabela abaixo com as coordenadas 3D da imagem do respectivo ponto, após a projeção indicada:

Alçado Principal	Planta	Alçado Lat. Esquerdo	Perspetiva – plano proj. em z=0 e C=(0,0,4)
(2,4,0)	(2,0,3)	(0,4,3)	(8,16,0)

b) Considere os seguintes pontos adicionais Q=(4,8,0,2), R=(3,4,0,1) e S=(2,0,0,1), para além do ponto P da alínea a). Preencha a tabela abaixo, indicando os comprimento e orientação (ângulo formado com o eixo horizontal do plano de projeção) para cada um dos segmentos de reta indicados, após uma projeção oblíqua com os seguintes parâmetros: l=0.5, ângulo de fuga  $\alpha=45^\circ$ :

Segmento	Comprimento	Orientação
PQ	$3 \times 0.5 = 1.5$	45 graus
QR	1	0 graus
QS	4	90 graus

c) O que pode dizer relativamente à preservação dos ângulos e distâncias para a projeção referida em b)?

Os ângulos e as distâncias não são, no geral, preservados. Apenas os ângulos medidos em planos perpendiculares a Z e as distâncias nesses mesmos planos (ao longo de x ou de y) são preservados.

## 5. (3 valores)

Numa determinada aplicação, o programador usa a função `lookAt(eye, at, up)` para posicionar e orientar a câmara com a qual pretende captar a cena. Seja essa matriz designada por `Mview`.

- a) Indique como essa transformação se pode decompor em outras transformações, mais simples e elementares, indicando a sua ordem de aplicação e objetivo de cada uma delas.

A matrix `Mview` é o produto de duas matrizes de transformação que correspondem a uma translação e uma rotação, compostas por esta ordem.

Ou seja:

$$Mview = R \cdot T$$

T- Matriz que efetua uma translação do ponto dado por `eye` para a origem do referencial.

R- Matriz que efetua uma rotação por forma a alinhar os eixos da câmara com os eixos do referencial WC.

- b) A aplicação faz parte dum jogo onde o jogador pode fazer disparar uma arma. A arma encontra-se localizada 0.5 unidades abaixo da câmara e 0,3 unidades para a sua direita. Indique a expressão que permite obter as coordenadas iniciais dos projéteis em coordenadas do mundo:

Seja `P` o ponto em WC pretendido. A função da matriz `Mview` é a de transformar pontos do referencial do mundo para o referencial da câmara. Neste caso, estamos perante a situação inversa, onde conhecemos as coordenadas do ponto inicial dos projéteis no referencial da câmara:

$$(0.3, -0.5, 0)$$

pelo que teremos que multiplicar esse vetor pela matriz inversa de `Mview`.

$$P = (Mview)^{-1} [0.3 \ -0.5 \ 0 \ 1]^T.$$