

COMPUTAÇÃO GRÁFICA E INTERFACES

LEI FCT/UNL — Ano Letivo 2012/13 EXAME da ÉPOCA de RECURSO — 2013/01/08

Atenção: Responda no próprio enunciado, que entregará. Em caso de engano, e se o espaço para a resposta já não for suficiente, poderá usar o verso das folhas desde que feitas as devidas referências.
Não desagrafe as folhas! A prova de exame, com duração de 2H, é sem consulta.

1. (3,3 valores)

Como resultado da aplicação do algoritmo do ponto médio na rasterização de cada um dos lados do triângulo [A,B,C] obtiveram-se, entre outras, as coordenadas A(200,100), B(200,600) e C(700,600).

- a) Do ponto de vista da qualidade da imagem, que efeitos negativos da rasterização se poderão esperar nas linhas que formam os lados do triângulo, ainda que a resolução do hardware possa ser elevada? Justifique:

- b) Suponha que se pretende dar uma grossura de 3 pixels às linhas que formam os lados do triângulo [A,B,C]. Se apenas estiver em causa a qualidade da imagem, optaria pelo método da replicação de pixels ou pela forma do aparo? Justifique:

- c) Considere que, após a rasterização do triângulo, se vai aplicar ao resultado um filtro 3x3 para *antialiasing*. Comparando o caso em que a grossura dos lados do triângulo é de 1 pixel com o caso em que é de 3, para além deste próprio valor que outra diferença poderia ser visualmente notória na hipótese de todos esses lados terem a mesma cor (distinta da cor do fundo) antes da aplicação do referido filtro? Justifique:

- d) Imagine um cubo de arestas paralelas aos eixos coordenados. Os segmentos AB e BC poderiam ser imagem de arestas desse cubo, no plano XY, segundo uma Projeção...

d.1) ... Oblíqua? _____ Porquê? _____

d.2) ... Axonométrica? _____ Porquê? _____

d.3) ... Perspectiva? _____ Porquê? _____

2. (3,3 valores)

No centro de um ecrã de 1800 por 1200 pixels pretende-se colocar o canto inferior esquerdo de um visor que recebe o mapeamento total de uma janela que se encontra definida, em coordenadas do mundo real (WC), por $x_1 \leq x \leq x_2$ e $y_1 \leq y \leq y_2$. A área do visor deverá ser a maior possível e sem que haja distorção da imagem no enquadramento. A origem do sistema de coordenadas do dispositivo (DC) localiza-se no canto superior esquerdo do ecrã, como é característica comum a este tipo de equipamentos.

a) Mantendo os considerandos anteriores, exprima matematicamente a condição adicional que as coordenadas da janela terão de satisfazer para que a imagem possa ser visualizada ocupando a máxima largura possível mas não necessariamente toda a altura disponível:

b) Especifique a necessária transformação de enquadramento janela–visor por uma matriz M (para usar na forma $P'=M.P$) deduzida e apresentada em termos da mais simples composição de transformações geométricas elementares (S, R, ou T) em 2D, com a instanciação apropriada de todos os parâmetros. Para tal, considere separadamente as três situações seguintes, devendo ter soluções o mais idênticas possível.

b.1) Quando a janela tiver o formato **2:1** :

M =

b.2) Quando a janela tiver o formato **16:9** :

M =

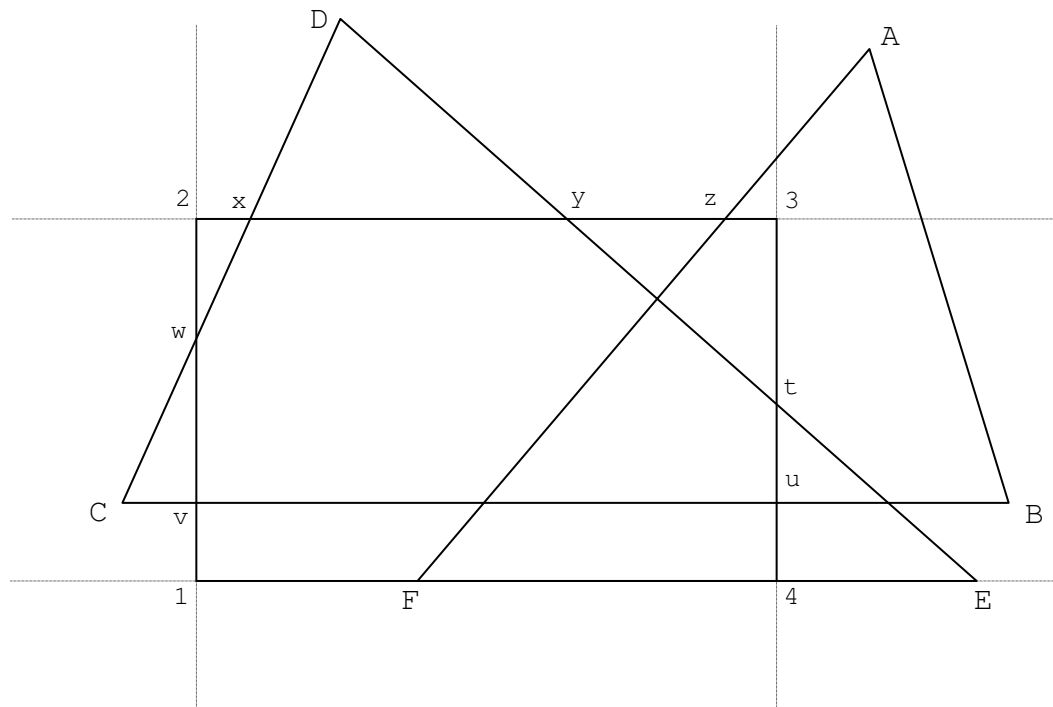
b.3) Quando a janela tiver o formato **4:3** :

M =

c) Usando expressões matemáticas em termos dos dados do problema nas condições da alínea b.3), redefina novos valores x_1' , x_2' , y_1' e y_2' para as coordenadas WC mínimas e máximas que especificariam completamente uma outra janela que, mantendo o mapeamento do mesmo ponto WC no centro do ecrã, originaria a maior imagem possível e sem distorção. O número de coordenadas WC a modificar deverá ser o menor possível.

3. (3,5 valores)

Ao polígono $P=[A, B, C, D, E, F]$, apresentando duas arestas horizontais, irá ser aplicado o algoritmo de recorte de Sutherland-Hodgman no polígono $Q=[1, 2, 3, 4]$. As convenções quanto à orientação dos eixos cartesianos são as mesmas que se usaram nas aulas teóricas.



Não renomeie pontos que já estejam identificados na figura, inclusive os vértices do polígono Q !

- Quantas arestas irá ter o polígono, denotado por P' , que será o resultado final do recorte de P em Q ? _____.
- Escreva o resultado obtido ao terminar a primeira fase de processamento do recorte de P , admitindo que a ordem dessas fases é a seguinte: Clip Right \rightarrow Clip Top \rightarrow Clip Bottom \rightarrow Clip Left

Indique qual será, no final do processamento, a especificação do polígono recortado P' :

$P' = [$

- Nas alíneas que se seguem, considere a aplicação do algoritmo de FILL AREA (par-ímpar) ao polígono recortado P' .
 - Pinte, na figura dada, as regiões que ficariam preenchidas por essa aplicação a P' .
 - De acordo com o algoritmo, com quantas entradas não vazias ficará a **Tabela de Arestas** na referida aplicação a P' ? _____. Indique o conteúdo de cada uma dessas entradas não vazias: (Nota: denote uma determinada linha de varrimento referindo a identificação de qualquer vértice que a ela pertença, como seja "linha w")

- c.3) Escreva, por ordem de ocorrência e na forma de listas ordenadas de arestas, todas as configurações distintas, não vazias, que a **Tabela das Arestas Ativas** irá apresentando ao longo da execução do algoritmo: (Nota: também se consideram distintas duas configurações que apenas difiram na ordem pela qual nelas se apresentem as arestas constituintes)

4. (3,3 valores)

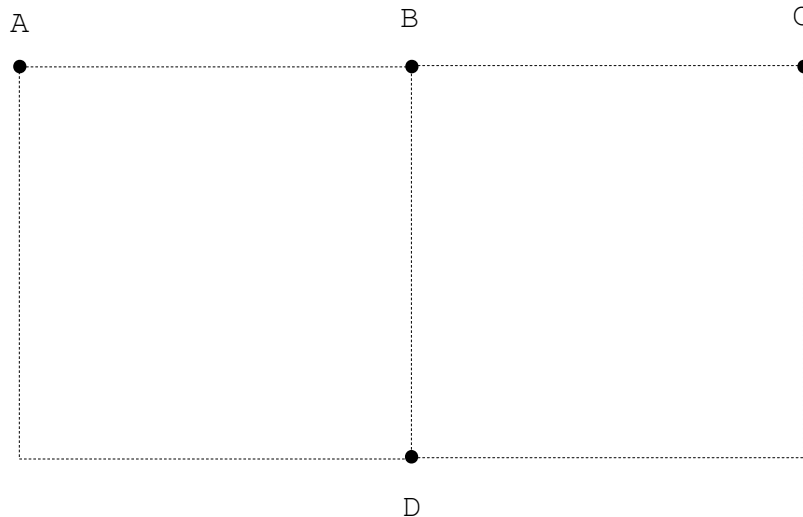
- a) De entre os modelos de cor apresentados nas aulas, refira um em que o verde puro possa ser obtido à custa da combinação de duas outras cores: _____. Diga quais são essas cores e explique pormenorizadamente, com base no exemplo, se o modelo é aditivo ou subtrativo:

- b) São dadas duas cores **A** e **B**, expressas por $RGB_A = (0.7, 0.3, 1)$ e $RGB_B = (0.6, 1, 0.8)$. À luz do modelo de reflexão difusa ($I_{r,g,b} = I_{pr,g,b} k_{dr,g,b} \cos \theta$), explique em que situação seria possível ver-se como cinzento médio $RGB = (0.5, 0.5, 0.5)$ alguma dessas duas cores **A** e **B**:

- c) A chamada Projeção de Gabinete é um caso particular da Projeção _____. Imagine o modelo do cubo RGB, suposto opaco, num sistema de eixos X, Y e Z coincidentes com R, G e B, respetivamente. Quais deverão ser os intervalos de variação dos parâmetros da projeção que referiu para se obter, no plano XY, uma Projeção de Gabinete do cubo RGB em que fiquem simultaneamente visíveis as cores vermelho e amarelo após a aplicação do algoritmo de Z-buffer?

5. (3,3 valores)

- a) A figura abaixo representa dois quadrados, estando identificados quatro vértices. Esses (e só esses) vão servir como pontos de controlo que terão todos de ser usados para se obter uma curva B-spline cúbica fechada que, para além de não interpolar nenhum dos pontos de controlo, deverá ter o menor número de troços e a maior suavidade (*smoothness*) possíveis. Esboce essa curva na figura e identifique claramente todos os troços constituintes. No espaço livre abaixo, e para cada troço i , escreva o vetor de geometria G_i que lhe corresponda.



- b) Quais as classes de continuidade paramétrica e geométrica da curva da alínea a)? _____
- c) De entre os vetores de geometria da resposta à alínea a), indique um que vá gerar uma curva cúbica de Catmull-Rom que possa ter, como *screen extent*, o quadrado mais à esquerda na figura (ou seja, o que contém o vértice A):

- d) No âmbito do design interativo de curvas, refira...

d.1) ... uma nítida vantagem dos Splines naturais sobre a interpolação de Lagrange:

d.2) ... uma nítida vantagem das curvas de Catmull-Rom sobre os Splines naturais:

6. (3,3 valores)

```

glRotated(20,1,0,0);
glScaled(3,2,3);
glPushMatrix();
    glRotated(50,0,1,0);
    glScaled(3,1,2);
    glTranslated(5,0,4);
    glPushMatrix();
        glTranslated(7,5,5);
        glScaled(2,2,1);
        P1();
    glPopMatrix();
glPushMatrix();
    glTranslated(3,2,1);
    glPushMatrix();
        glRotated(5,0,0,1);
        glScaled(1,2,2);
        P2();
    glPopMatrix();
    glPushMatrix();
        glTranslated(0,1,4);
        P3();
    glPopMatrix();
glPopMatrix();
glPopMatrix();
glPushMatrix();
    glRotated(17,0,1,0);
    glScaled(3,2,1);
    glTranslated(0,7,8);
    P4();
glPopMatrix();

```

A listagem OpenGL anterior implementa o grafo de uma cena no qual os diversos P_i representam as primitivas gráficas utilizadas. Use, nas alíneas seguintes, a notação para transformações ($R_i()$, $S()$, $T()$) indicada nas aulas teóricas.

- a) Escreva, multiplicada pela respetiva primitiva P_i , a maior composição de transformações geométricas que será calculada durante a execução do programa:

- b) O código apresentado não se encontra simplificado em termos de manipulação da pilha de transformações geométricas. Assinale claramente, nessa listagem, as instruções que possam ser dispensadas.

- c) Desenhe o correspondente grafo de cena orientado para X3D. O número de nós do grafo deverá ser o menor possível. Recordar-se que, em X3D, a ordem de execução das transformações geométricas num nó Transform é S-R-T.

