

COMPUTAÇÃO GRÁFICA E INTERFACES

LEI/FCT/UNL — Ano Letivo 2011/12
EXAME da ÉPOCA NORMAL — 2012/01/12

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 valores em 18)

Uma janela encontra-se definida, em coordenadas do mundo real (WC), por $x_1 \leq x \leq x_2$ e $y_1 \leq y \leq y_2$ e deverá ser totalmente mapeada, sem distorção, num determinado visor de um ecrã com largura W e altura H , expressas em pixels. Também se sabe que o formato (*aspect ratio*) do ecrã é de **5:3**. A origem do sistema de coordenadas localiza-se no canto superior esquerdo do ecrã, como é característica comum a este tipo de equipamentos.

a) Exprima matematicamente a condição adicional que as coordenadas da janela terão de satisfazer para que a imagem possa ser visualizada ocupando toda a largura do ecrã mas não necessariamente toda a altura do mesmo.

b) Pretende-se que o visor tenha o seu canto superior esquerdo no centro do ecrã, ocupando a maior área possível (desde que não cause distorção). 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 duas situações seguintes, devendo ter soluções o mais idênticas possível.

b.1) Quando o formato da janela for **4:3** :

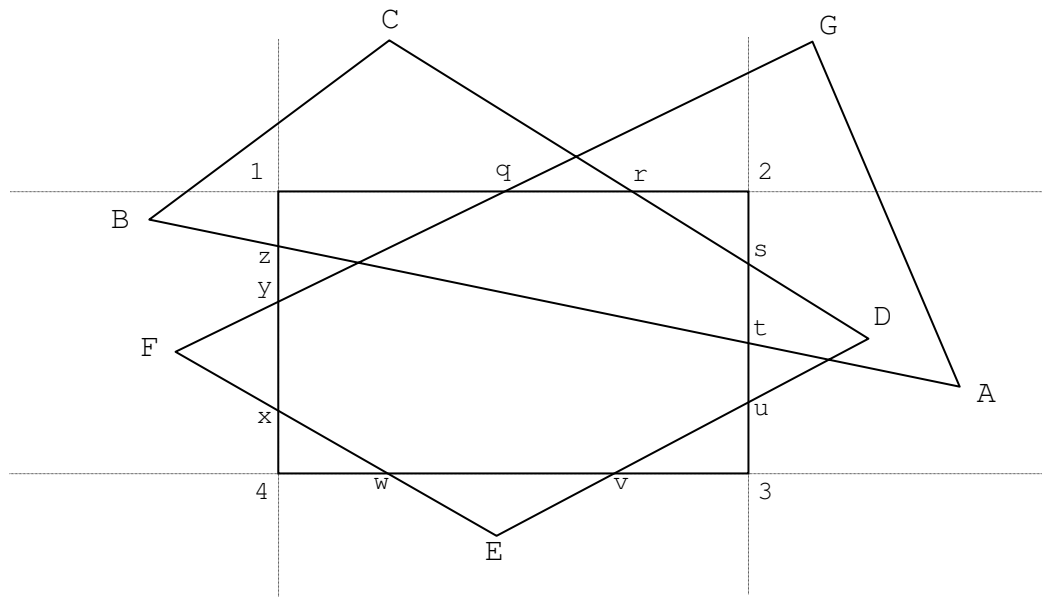
$M =$

b.2) Quando o formato da janela for **16:9** :

$M =$

2. (3,5 valores em 18)

É dado o polígono $P = [A, B, C, D, E, F, G]$, ao qual 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!

- 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 do processamento de recorte de P , admitindo que a ordem dessas fases é a seguinte: Clip Left \rightarrow Clip Bottom \rightarrow Clip Right \rightarrow Clip Top

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

$P' = [$

- Este problema particular de recorte poderá ilustrar o inconveniente que usualmente se atribui ao algoritmo de Sutherland-Hodgman? _____ Justifique:

- Na figura dada, pinte as regiões que ficariam preenchidas pela aplicação do algoritmo de FILL AREA (par-ímpar) ao polígono P' .
- Indicando como referência pontos já marcados na figura, entre que linhas de varrimento se verificará o menor comprimento da Tabela de Arestas Activas (quando não vazia) na execução do algoritmo de FILL AREA? _____

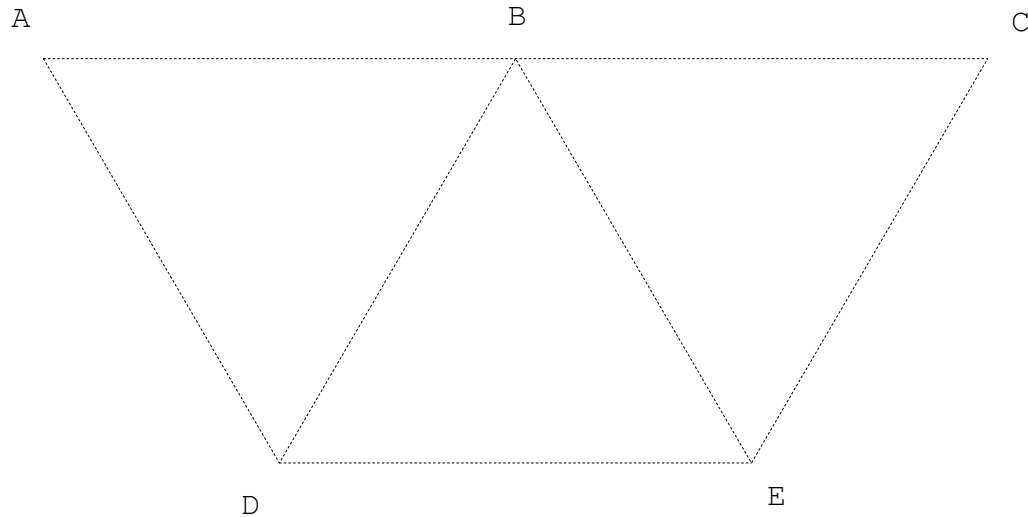
Qual é esse valor? _____

E entre que linhas se verificará o maior comprimento da TAA? _____

Com que valor? _____

3. (3 valores em 18)

- a) Na figura seguinte encontram-se três triângulos equiláteros cujos vértices deverão ser todos usados para pontos de controlo de uma curva cúbica $Q(t)$ de Catmull-Rom que, não apresentando nenhuma auto-intersecção, será uma curva fechada e o mais suave possível. Esboce essa curva e identifique claramente todos os troços constituintes. Para cada troço i , escreva, no espaço abaixo da figura, o vetor de geometria G_i que lhe corresponda.



- b) Para cada ponto de junção de troços da curva anterior indique, com rigor matemático, a direção do vetor $dQ(t)/dt$:

- c) A curva $Q(t)$ apresenta controlo local ou global? _____ Justifique: _____

- d) Em termos de interpolação de pontos, como se comportaria uma curva B-spline que fosse gerada com os mesmos vetores de geometria da alínea a)? Justifique a resposta: _____

- e) Indique uma propriedade geométrica que se verifique tanto para curvas B-spline como de Bézier mas que não se verifique para a curva $Q(t)$ da alínea a) e exponha, por palavras e não por fórmulas, as condições matemáticas de que resulta necessariamente tal propriedade.

4. (2,5 valores em 18)

- a) À luz do modelo de reflexão difusa em RGB ($I_{r,g,b} = I_{pr,g,b} k_{dr,g,b} \cos \theta$), indique quais das seguintes cores poderão ser percebidas ao olhar-se para um objeto amarelo claro (1,1,0.5):

☐ Cinzento (0.5,0.5,0.5) ☐ Laranja (1,0.5,0) ☐ Vermelho (1,0,0) ☐ Ciano claro (0.5,1,1)

Justifique completamente a resposta dada, interpretando-a também do ponto de vista físico:

- b) Complete o quadro seguinte com a especificação das cores A e B nas células em branco:

| Modelo | Cor A | Cor B |
|--------|---------|---------|
| RGB | (1,0,1) | (0,1,0) |
| CMY | | |
| HSV | | |

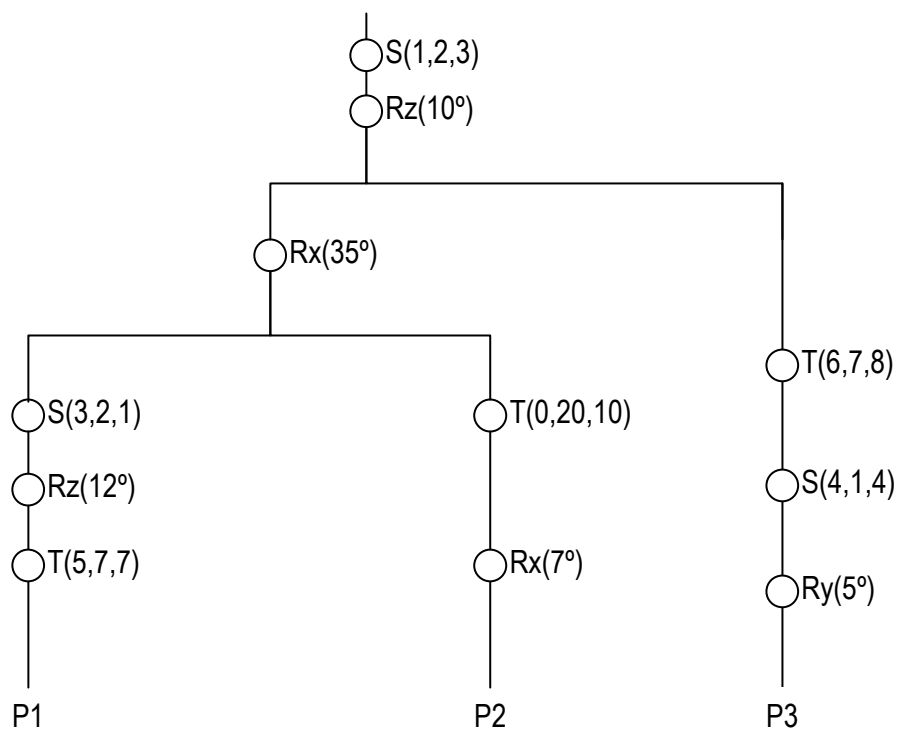
Qual o resultado da interpolação linear das cores A e B no modelo RGB? _____ E em HSV? _____ Justificando a resposta com base nos atributos psicológicos da cor, qual dessas interpolações tem um resultado mais natural?

5. (3 valores em 18)

Considere o modelo de um cubo, opaco e sujeito a uma projeção geométrica.

- a) Ao aplicar-se o algoritmo de Z-buffer a esse objeto, no máximo quantas vezes poderá ser escrito um determinado pixel no *frame buffer* se se utilizar previamente o método do produto interno (*culling* de faces)? _____. E no caso de não se utilizar? _____. Justifique as respostas:

- b) Admita que a projeção geométrica possa ser a oblíqua, a axonométrica ou a perspectiva, a que se seguirá a aplicação do algoritmo de Z-buffer. Na vista correspondente a cada uma das referidas projeções, qual o número máximo possível de faces visualizadas exatamente como quadrados? Explique porquê:

6. (3 valores em 18)

Para servir de suporte à programação em OpenGL e em X3D, a figura anterior é um grafo de cena no qual os diversos P_i representam sólidos primitivos em cuja implementação se admite não terem sido usadas transformações geométricas. Recorda-se que, em X3D, a ordem de execução das transformações geométricas num nó *Transform* é S-R-T.
