

COMPUTAÇÃO GRÁFICA E INTERFACES

LEI/FCT/UNL — Ano Lectivo 2008/09 EXAME da ÉPOCA de RECURSO — 09.02.02

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. (3,5 valores)

a) Qual o modelo de cor cujo sub-espaço se pode definir como uma pirâmide hexagonal?

Todas as cores correspondentes aos vértices do cubo RGB também podem ser encontradas nos vértices dessa pirâmide? _____ Justifique a resposta:

b) O modelo de reflexão difusa, em RGB, pode ser caracterizado pelas seguintes expressões:

$$I_r = I_{pr} K_{dr} \cos \theta$$

$$I_g = I_{pg} K_{dg} \cos \theta$$

$$I_b = I_{pb} K_{db} \cos \theta$$

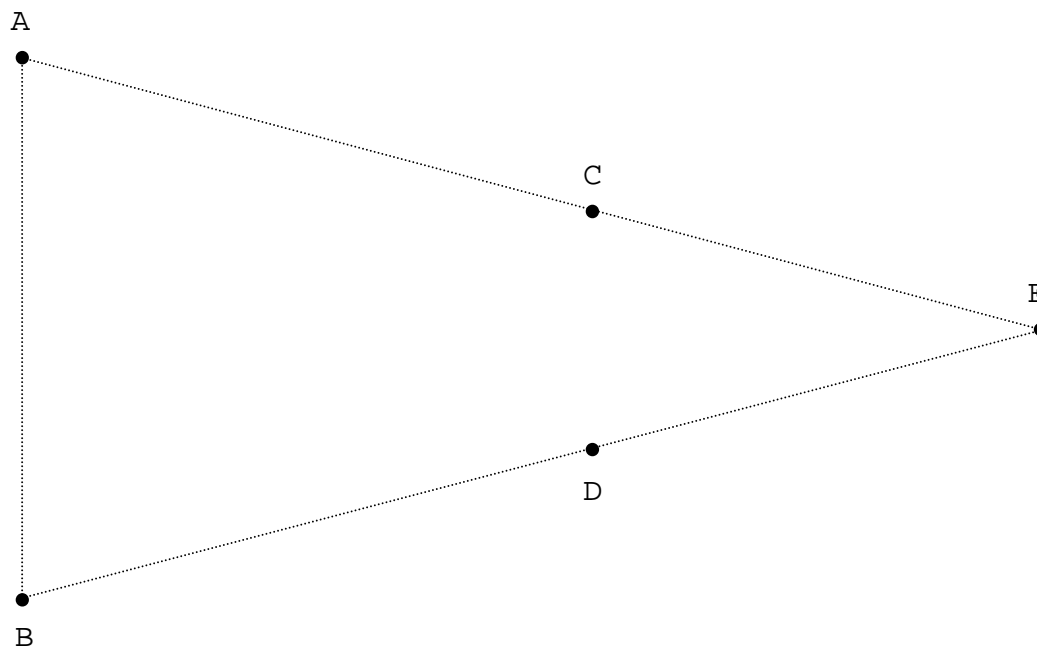
b.1) Se o objecto a iluminar for um retalho (*patch*) bicúbico $Q(s,t)$ de Bézier, qual o grau do polinómio que dará, num certo ponto $Q(s_0, t_0)$, o vector que, em conjunto com a direcção da luz, é necessário para obtenção do ângulo θ ?

E como é que se calculará matematicamente o módulo desse vector?

b.2) Apresente duas situações diferentes em que, no ponto $Q(s_0, t_0)$ da alínea b.1), se possa obter a cor magenta $(1, 0, 1)$ por aplicação do modelo. Para cada situação, indique os valores numéricos dos parâmetros, interpretando-os segundo os conceitos do modelo.

2. (3,5 valores)

- a) Os cinco pontos, e só esses, assinalados na figura abaixo, serão tomados como pontos de controlo de curvas cúbicas de Bézier. Pretende-se, assim, construir uma curva complexa que seja geometricamente fechada e o mais suave possível, tanto geométrica como parametricamente. Esboce essa curva, identificando claramente todos os troços constituintes, e explicitando, no espaço livre abaixo da figura, os vectores de geometria que lhes correspondam. Para que o desenho se aproxime o mais possível da curva real, marque o ponto médio de cada troço com auxílio da construção geométrica do algoritmo de De Casteljau.



- b) Apresente, ordenadamente, os vectores de geometria de uma curva cúbica B-spline fechada que, utilizando apenas os referidos cinco pontos, interpole exactamente os mesmos pontos que a curva de Bézier anterior e seja o mais suave possível:

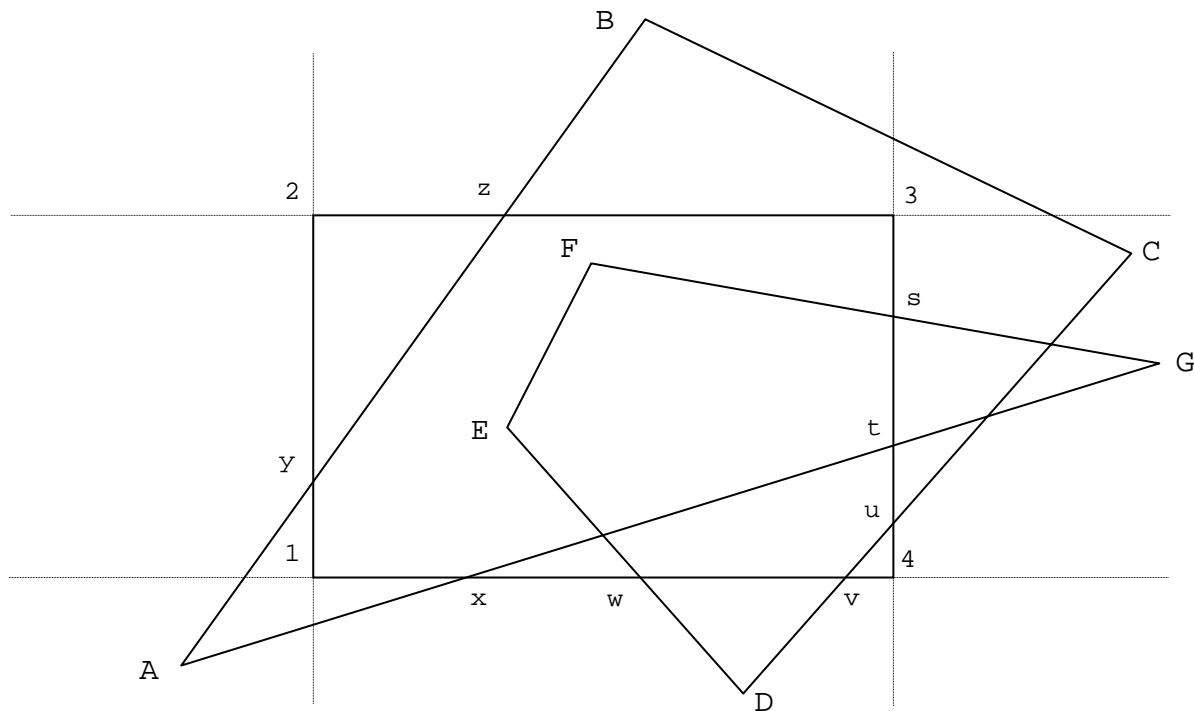
- c) Quais as classes paramétrica e geométrica a que pertence a curva complexa obtida na alínea a)?

_____ E na alínea b)? _____

- d) Refira, justificadamente, uma característica comum às curvas cúbicas B-spline e de Catmull-Rom que as tornam numa melhor opção para edição interactiva do que os chamados Splines naturais.

3. (3,5 valores)

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 ? _____
- Qual 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 \longrightarrow Clip Top \longrightarrow Clip Left \longrightarrow Clip Bottom

E, no final, qual será a especificação do polígono P' , sabendo que se inicia com o ponto v :

$P' = [v,$

- Na figura dada, pinte as regiões que ficariam preenchidas pela aplicação do algoritmo de FILL AREA (par-ímpar) ao polígono P' .
- Suponha que se vai aplicar o algoritmo de Cyrus-Beck (Liang-Barsky) às arestas do polígono P . Para cada aresta, a inicialização dos vértices como pontos PE (*potentially entering*) e PL

(*potentially leaving*) far-se-á pela ordem em que aparecem na especificação de P (p.ex. E será um ponto PL para a aresta DE mas já o não será para a aresta EF).

Que aresta(s) de P poderá este algoritmo tratar sem ter necessidade de efectuar todas as intersecções com os limites da janela de recorte? _____

Justifique a resposta dada:

- e) Escreva a lista de vértices que especificará o polígono P'' que se obtém, não pelo algoritmo de Sutherland-Hodgman, mas sim pelo recorte sequencial das arestas de P segundo o processo indicado na alínea d):

$P'' =$

Com base neste resultado, discorra sobre a correcção deste processo como recorte de um polígono genérico, seja ele convexo ou não:

4. (3,5 valores)

Uma janela, definida em coordenadas do mundo real (WC) por $x_1 \leq x \leq x_2$ e $y_1 \leq y \leq y_2$, deverá ser mapeada, sem distorção, num visor com o canto inferior esquerdo no pixel $P(700,600)$ de um ecrã cuja resolução é de 1280×800 pixels. Satisfeitas todas as restantes condições, o visor deverá ocupar a maior área possível no ecrã. A origem do sistema de coordenadas localiza-se no canto superior esquerdo do ecrã, como é característica deste tipo de equipamentos.

- a) Exprima matematicamente a condição que os dados terão que satisfazer para que a área do visor acima referido seja máxima:
- 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, quer literais, quer numéricos. Para além da observação dos dados iniciais, considere as duas situações seguintes, mas devendo ter soluções o mais idênticas possível.

- b.1) Quando o formato de aspecto (*aspect ratio*) da janela for superior ao do visor que satisfaz as condições da alínea a):

M =

- b.2) Quando o formato de aspecto (*aspect ratio*) da janela for inferior ao do visor que satisfaz as condições da alínea a):

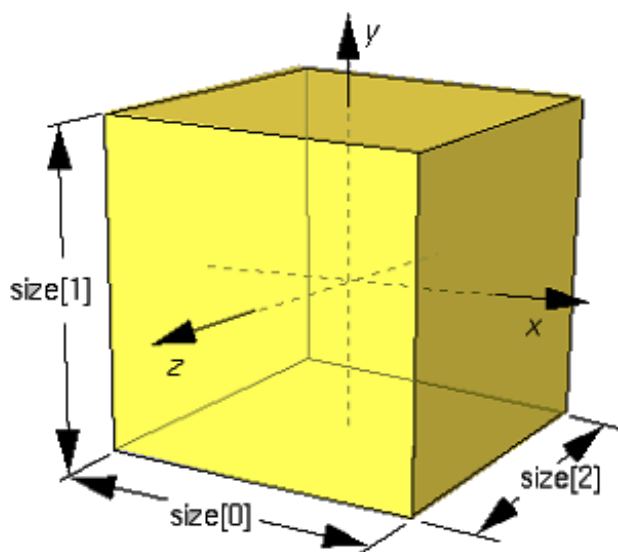
M =

- c) Considere uma janela que se encontre nas condições da alínea b.1). Que alteração deverá fazer-se na geometria dessa janela se pretendermos satisfazer a condição da alínea a) mas sem que se modifiquem as coordenadas WC do seu canto inferior esquerdo nem se corra o risco de desaparecimento (por recorte) de qualquer gráfico anteriormente visível. Explicite essa alteração matematicamente, acompanhada de uma curta descrição textual:

5. (3,5 valores)

A figura abaixo foi retirada da especificação oficial do nó **Box** em VRML, mostrando a descrição do campo **size** com a indicação dos valores por omissão:

```
Box {
  field      SFVec3f size 2 2 2      # (0, ∞)
}
```



- a) Que tipo de projecção geométrica terá sido usada para desenhar a figura?

Justifique:

- b) Tomando esta primitiva Box tal como se encontra definida por omissão, pretende-se fazer variar a sua escala, por um factor arbitrário K , segundo a direcção da diagonal principal que passa no vértice em que todas as coordenadas cartesianas têm valor positivo. Simultaneamente, também se requer que o objecto possa ser rodado de um ângulo arbitrário α em torno da mesma diagonal. Desenhe o Grafo de Cena que mais claramente descreve a solução deste problema, tendo o cuidado de instanciar todos os parâmetros das transformações geométricas elementares.

- c) Discuta a possibilidade de, não causando alteração ao resultado final, se comutarem algumas das transformações apresentadas no grafo de cena da alínea b).

Nota: a avaliação desta alínea requer uma resposta correcta em b).

- d) Supondo que se vai programar o grafo de cena da alínea b), que classe de dispositivos lógicos seria preferível utilizar-se para controlar, interactivamente e de forma contínua, a rotação expressa pelo ângulo α ? _____ Porquê?

6. (2,5 valores)

O contexto das alíneas seguintes é o das texturas por mapeamento.

a) Indique, para o método de perscrutação inversa (*inverse scanning*), uma vantagem significativa...

... e uma clara desvantagem

b) Imagine um sólido, com a forma de cilindro de revolução, ao qual se irá aplicar uma textura em xadrez de pequenas dimensões. Para cada um dos tipos de mapeamento abaixo indicados, refira uma característica observável na textura da superfície do sólido que possa fazer a distinção com os outros dois tipos:

Mapeamento ortogonal: _____

Mapeamento cilíndrico: _____

Mapeamento esférico: _____
