

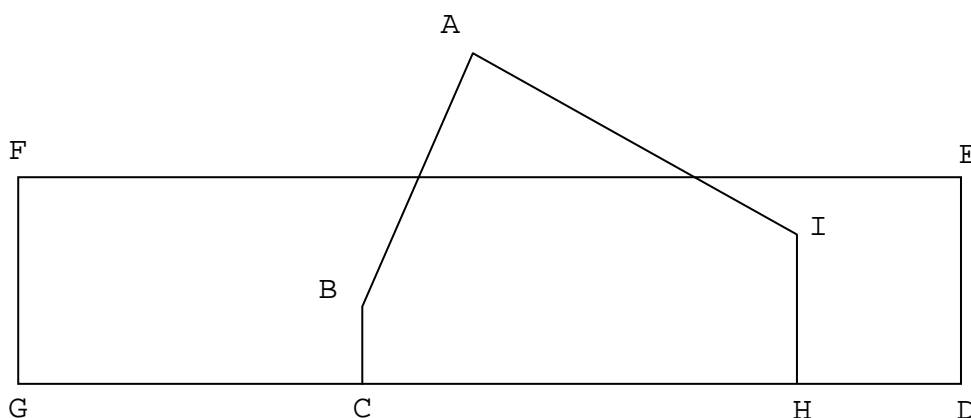
# COMPUTAÇÃO GRÁFICA E INTERFACES

## LEI/FCT/UNL — Ano Lectivo 2008/09 EXAME da ÉPOCA NORMAL — 09.01.12

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. (2,5 valores)

É dado o polígono  $P = [A, B, C, D, E, F, G, H, I]$ , como se mostra na figura:

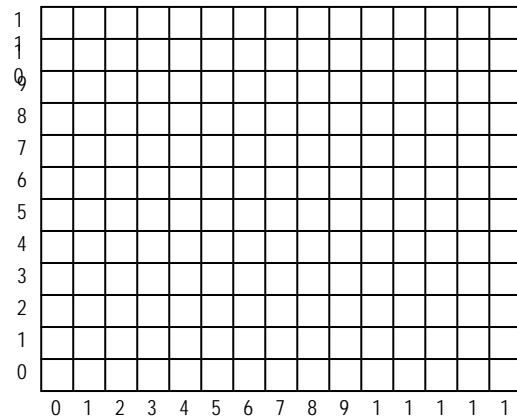
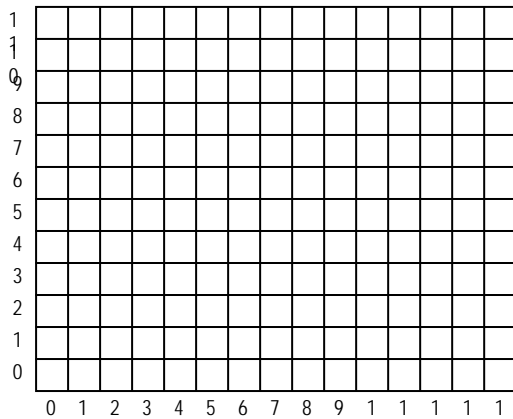


Admita que se pretende aplicar o algoritmo de FILL AREA (*even-odd*) ao polígono  $P$ . Se precisar de referir linhas de varrimento nalgumas das respostas, faça-o indirectamente através dos vértices (p.ex.:  $y_A$  poderá ser a designação da linha de varrimento que passa no ponto  $A$ ). A convenção quanto à orientação dos eixos cartesianos é a que se usou nas aulas.

- Na figura dada, pinte as regiões que ficariam preenchidas após a aplicação do algoritmo a  $P$ .
- De acordo com o algoritmo, com quantas entradas não vazias ficará a **Tabela de Arestas** neste caso? \_\_\_\_\_ Indique o conteúdo de cada uma dessas entradas não vazias:
- Escreva, na forma de listas de arestas e pela ordem de tratamento, todas as configurações não vazias que a **Tabela das Arestas Activas** irá apresentando ao longo da execução do algoritmo:

## 2. (3 valores)

Nas duas figuras seguintes, cada quadrícula pretende representar um pixel controlado por 1 só bit.



a) Pinte, na figura do lado esquerdo, as quadrículas que resultariam da aplicação do algoritmo do Ponto Médio ao segmento de recta cujas extremidades são os pontos (4,2) e (11,9).

b) Descreva o problema que, relacionado com a rasterização efectuada na alínea a), não pode ser minorado por um aumento da resolução da imagem:

---



---



---



---

c) Pinte, na figura do lado direito, as quadrículas que se veriam como resultado de se ter triplicado a espessura da linha obtida na alínea a), utilizando-se um aparo quadrado e em modo XOR. Que cor para a caneta virtual utilizou na resposta a esta questão? \_\_\_\_\_ Porquê?

---



---



---



---

## 3. (3 valores)

Numa determinada aplicação gráfica 2D pretende-se visualizar, sem distorção nem inversão da imagem, o conteúdo de uma janela num visor centrado horizontalmente e que ocupará a maior área possível da metade superior de um ecrã. Na metade inferior desse ecrã deverá simular-se um efeito de espelho (*Flip* vertical) da imagem superior. Para isso, a implementação da aplicação será feita em dois visores contíguos e de igual dimensão. A janela, em WC, será definida por  $x_1 \leq x \leq x_2$  e  $y_1 \leq y \leq y_2$ . Em DC, a largura do ecrã será expressa por  $w$  e a altura por  $h$ .

Sempre que for solicitada uma transformação de enquadramento, especifique-a por uma matriz  $M$  (para usar na forma  $P' = M \cdot P$ ) deduzida e apresentada em termos da mais simples e natural composição de transformações geométricas elementares ( $S$ ,  $R$ , ou  $T$ ) em 2D, com a apropriada indicação de todos os parâmetros.

a) Qual é a condição, expressa matematicamente, para que os dois visores ocupem toda a altura do ecrã sem, no entanto, ocuparem toda a sua largura?

- b) Verificando-se a condição da alínea a), especifique, em termos dos dados do problema, as correspondentes transformações de enquadramento que teriam que ser aplicadas para se obter cada um dos dois visores (o de cima C e o de baixo B). As respectivas soluções deverão ser o mais idênticas possível!

$M_C =$

$M_B =$

4. (2,5 valores)

Um determinado cubo encontra-se centrado na origem e com as arestas paralelas aos eixos coordenados. Ser-lhe-á aplicada uma Projecção Perspectiva no plano XY e com centro de projecção no ponto  $C(0, 0, d)$ , sendo  $d \neq 0$ .

- a) Quantos pontos de fuga terá a imagem do cubo na projecção indicada? \_\_\_\_\_
- b) Construa uma transformação geométrica concreta M que, aplicada ao cubo, origine o maior número de pontos de fuga possível na projecção em causa. Justifique a resposta.

M =

---

---

---

---

- c) Por simples modificação matemática do ponto C, seria possível converter a projecção em causa numa Projecção Ortogonal? \_\_\_\_\_ Porquê?

---

---

---

- d) E se a primeira pergunta da alínea c) fosse sobre a Projecção Oblíqua em vez da Projecção Ortogonal qual seria a resposta? \_\_\_\_\_ Justifique:

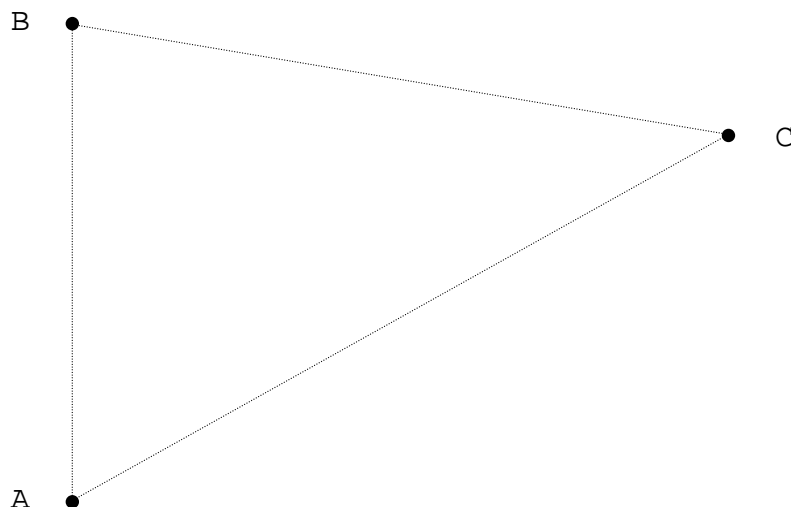
---

---

---

---

5. (3 valores)



a) Tomando os pontos A, B e C, e só esses, como pontos de controlo, pretende-se obter uma curva cúbica B-spline que seja fechada e apresente a maior suavidade (*smoothness*) possível. Para além disso, a curva deverá passar no ponto médio do segmento AB. Esboce essa curva na figura acima, identificando claramente todos os troços constituintes. Para cada troço  $i$ , escreva o vector de geometria  $G_i$  que lhe corresponda:

b) Que classes de continuidade paramétrica e geométrica possuirá a curva pretendida como resposta à alínea a)? \_\_\_\_\_ Justifique, de forma sucinta:

---

---

---

---

6. (3 valores)

Suponha a seguinte ordem para os bits de código no algoritmo de Cohen-Sutherland, em relação à janela de recorte e à progressão do algoritmo: para cima, para a esquerda, para a direita e para baixo. A convenção quanto à orientação dos eixos cartesianos é a que se usou nas aulas.

A especificação de uma determinada janela é dada por  $80 \leq x \leq 300$  e  $60 \leq y \leq 200$ . Seja PQ um segmento de recta. Para cada uma das seis combinações de coordenadas de P e Q abaixo apresentadas, escreva o código desses pontos e indique, na coluna “Resposta”, se o algoritmo

- **aceita** trivialmente o segmento PQ;
- **rejeita** trivialmente o segmento PQ;
- precisa de efectuar intersecções com PQ (se assim for, escreva apenas a **equação da recta** de recorte para a primeira intersecção obrigatória, por exemplo:  $x=300$ ).

		Código de P	Código de Q	Resposta
<b>1</b>	P(0,140)    Q(120,0)			
<b>2</b>	P(440,320)    Q(60,240)			
<b>3</b>	P(420,40)    Q(40,260)			
<b>4</b>	P(320,140)    Q(400,220)			
<b>5</b>	P(320,180)    Q(260,20)			
<b>6</b>	P(140,100)    Q(260,180)			

a) Independentemente de ser ou não necessário efectuar qualquer dos respectivos cálculos, quantas intersecções com as rectas da janela de recorte existem para o caso...

... do segmento 1 ? \_\_\_\_\_ ... do segmento 2 ? \_\_\_\_\_ ... do segmento 3 ? \_\_\_\_\_

Explique como, de forma genérica, se chega a tais conclusões por observação dos códigos:

---



---



---



---

b) De entre os segmentos de recta dados, quais os que serão tratados mais eficientemente pelo algoritmo de Cohen-Sutherland do que pelo de Cyrus-Beck (Liang-Barsky)?

---

Porquê?

---



---



---

## 7. (3 valores)

```
S(2,3,2); T(5,7,6);
glPushMatrix();
    S(2,1,2); P1();
glPopMatrix();
glPushMatrix();
    Rz(-10°); S(1,1,5);
    glPushMatrix();
        T(4,2,0); S(5,2,1); P2();
    glPopMatrix();
    glPushMatrix();
        P3();
    glPopMatrix();
    glPushMatrix();
        Rx(7°); P4();
    glPopMatrix();
glPopMatrix();
glPushMatrix();
    P5();
glPopMatrix();
glPushMatrix();
    T(2,0,2);
    glPushMatrix();
        S(1,3,3); Ry(-5°); P6();
    glPopMatrix();
    Rz(20°);
    glPushMatrix();
        P7();
    glPopMatrix();
    glPushMatrix();
        T(3,2,5); P8();
    glPopMatrix();
glPopMatrix();
```

A listagem anterior é um pseudo-código que implementa, em OpenGL, o grafo de uma cena no qual os diversos  $P_i()$  representam as chamadas das primitivas gráficas utilizadas. Sabe-se que o código destas chamadas não contém transformações geométricas.

- a) Escreva a maior composição de transformações geométricas que será calculada durante a execução do programa e indique a primitiva  $P_i$  sobre a qual ela incidirá:
- 
- b) O código acima apresentado não se encontra otimizado. Risque, nessa listagem, as instruções que possam ser dispensadas.
- c) Construa o grafo de cena orientado para VRML que resulta da listagem anterior. O número de nós do grafo deverá ser o menor possível. Recordar-se que, em VRML, a ordem de execução das transformações geométricas num nó Transform é S-R-T.

