

COMPUTAÇÃO GRÁFICA E INTERFACES

MIEI/FCT/UNL – Ano letivo 2015/2016

Exame de Recurso – 2016.01.06

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 **2H30**, é **sem consulta**!

1. (3.0 valores)

Assinale com V (Verdadeiro) ou F (Falso) as afirmações abaixo. Cada resposta errada desconta 50% da sua cotação.

As variáveis de tipo varying do <i>fragment shader</i> e do <i>vertex shader</i> podem ser independentes entre si.	
No pipeline gráfico, a execução do <i>fragment shader</i> precede sempre a execução do <i>vertex shader</i> .	
Embora a composição de transformações geométricas não seja comutativa, por vezes a mudança de escala e a rotação podem sê-lo.	
A aplicação de texturas no hardware gráfico 3D atual é baseada no método de <i>texture scanning</i> .	
Na técnica de <i>ray tracing</i> , o trajeto da luz é simulado iniciando-se na fonte e terminando no dispositivo de captura.	
A técnica de <i>ray tracing</i> não permite processar os objetos de forma independente, sem necessidade de ter acesso ao conteúdo total da cena.	
Em <i>ray tracing</i> , os raios primários têm sempre a posição da câmara num extremo e uma interseção com uma primitiva no outro extremo.	
A variável <code>gl_Position</code> contém a localização dum fragmento no ecrã.	
A função <code>drawElements()</code> usa índices para especificar os atributos passados aos <i>shaders</i> .	
A implementação da operação de <i>picking</i> requer sempre a transformação de coordenadas do ecrã para o referencial do mundo (WC).	
Se M_v for a matriz que transforma um ponto do referencial do mundo (WC) para o referencial da câmara, então um vetor normal pode ser transformado do referencial da câmara para o referencial do mundo, usando a formula: $M_v^{-1}.n$	

2. (3.0 valores)

Considere o modelo de reflexão difusa $I_{rgb} = I_p K_d$. (N.L) estudado nas aulas.

- a) De que cor será realmente um objeto quando, ao ser iluminado por uma luz de cor RGB(0.6, 1.0, 0.8), aparenta ter a cor RGB(0.5, 0.8, 0.8)? Resolva o problema admitindo que a reflexão está maximizada e indique em que condições tal acontece.
- b) Considerando apenas uma face plana desse mesmo objeto, e estando ele a ser iluminado por uma luz direcional (colocada a uma distância infinita), resultaria de tais condições alguma otimização na avaliação da reflexão difusa ao longo dessa face? Justifique!

- c) Repita o exercício da alínea anterior, mas agora para uma face curva, não se esquecendo da respetiva justificação.
- d) Se o modelo de iluminação referido fosse aplicado num programa WebGL ao nível do *vertex shader*, no mínimo, quantas variáveis de tipo **varying** seriam necessárias declarar nesse mesmo *vertex shader* e para que efeito(s)? Justifique!

3. (2.5 valores)

- a) Um cubo foi projetado recorrendo a diferentes projeções, obtendo-se o resultado abaixo indicado. Para cada projeção indique o seu nome, bem como o nome e valores aproximados dos seus parâmetros, caso estes existam. **Nota:** as faces correspondentes aos alçados principal, topo e alçado lateral esquerdo estão assinaladas com as letras P, T e E, respetivamente.

b)

E

P

Projeção

Parâmetros

T

P

Projeção

Parâmetros

E

P

Projeção

Parâmetros

E

P

Projeção

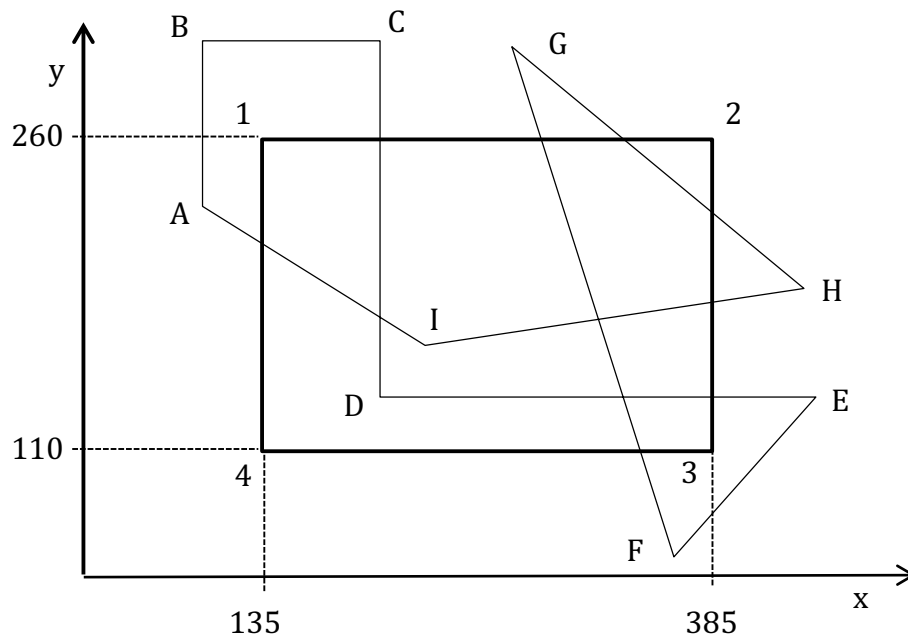
Parâmetros

- c) Uma projeção axonométrica pode ser caracterizada de três formas distintas. Diga quais são sem se esquecer de indicar os respectivos valores necessários em cada um dos casos.

- d) Indique quais as principais características da projeção axonométrica em termos de preservação de ângulos, paralelismo e medições de distâncias ao longo dos 3 eixos principais.

4. (6 valores)

São dados os polígonos $P=[A, B, C, D, E, F, G, H, I]$ e $Q=[1, 2, 3, 4]$, sendo este último considerado a janela de recorte, com as respectivas coordenadas indicadas na figura.



- a) O polígono P vai ser recortado pela janela Q aplicando o algoritmo de Sutherland-Hodgeman, para o qual se estipulou a seguinte ordem: Clip Top -> Clip Bottom -> Clip Left -> Clip Right. Indique os polígonos resultantes de cada uma das fases de recorte:

Clip Top:

Clip Bottom:

Clip Left:

Clip Right:

- b) Quantas arestas possui o polígono final recortado? _____
- c) O mesmo algoritmo de recorte poderia ser usado caso a janela de recorte fosse um polígono não retangular? Justifique a sua resposta!
- d) Preencha a tabela seguinte com a decisão do algoritmo para os segmentos de reta indicados (aceitação/rejeição trivial ou interseção com reta limite da janela). No caso de haver alguma interseção a determinar, indique apenas a equação da primeira interseção, admitindo que os bits são atribuídos da esquerda para a direita, usando a mesma ordem que a definida na alínea a), ou seja, Top, Bottom, Left, Right.

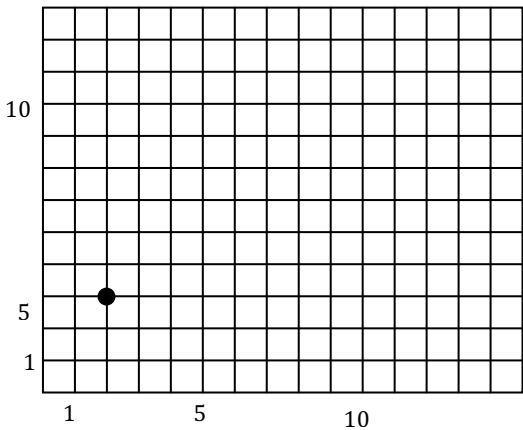
Aresta	Decisão	Equação da reta correspondente à 1ª interseção
AB		
BC		
CD		
DE		
EF		
FG		
GH		
HI		
IA		

- e) Pinte, na figura, a área que seria preenchida por aplicação do algoritmo FILL AREA ao polígono **inicial** P!
- f) Quantas entradas não vazias teria a tabela de arestas (TA)? Justifique indicando os índices de cada uma dessas entradas, bem como as arestas nelas constantes. **Nota:** para identificar uma entrada poderá indicar o seu índice recorrendo à ordenada dum ponto (p.ex. y_B):

- g) Apresente o conteúdo da Tabela de Arestas Ativas (TAA), imediatamente antes do preenchimento da linha de varrimento corrente, para cada uma das seguintes linhas de varrimento:
- y_3 :
- y_D :
- y_H :
- y_A :
- h) Explique detalhadamente como poderia, de forma alternativa, pintar apenas o polígono recortado referido na alínea a), sem recorrer a qualquer algoritmo de recorte!
- i) E se, em vez de se pretender pintar o interior desse polígono, se quisesse desenhar apenas a sua fronteira, a solução referida na resposta à alínea h) seria viável?

5. (2,5 valores)

Nas duas figuras seguintes, cada cruzamento de linhas horizontas com linhas verticais pretende representar um pixel num sistema monocromático. A cor branca, do fundo, é representada pelo valor 255, enquanto a cor preta, a qual será usada para desenhar as primitivas, é representada pelo valor 0.



1/32	4/32	1/32
4/32	12/32	4/32
1/32	4/32	1/32

- a) Assinale com um círculo preenchido (tal como o ponto já assinalado), na figura do lado esquerdo, os pixels que resultariam da aplicação do algoritmo do Ponto Médio ao segmento de reta cujas extremidades são os pontos (2,3) e (12,5).
- b) Ao resultado obtido em a) aplicou-se um filtro (apresentado no lado direito da mesma figura) para suavizar os efeitos provocados pelo *aliasing*. Qual a cor final do ponto de coordenadas (7,4) após a aplicação do referido filtro?
- c) Indique uma vantagem e uma desvantagem do método de *anti-aliasing* referido em b). Justifique!

6. (3.0 valores)

O programa WebGL abaixo apresentado já se encontra otimizado em termos de operações Push e Pop.

```
1.  multRotX(30);
2.  multScale([1,3,1]);
3.  PushMatrix();
4.  multScale([1,2,2]);
5.  glTranslated([2,0,1]);
6.  PushMatrix();
7.  multScale([0.5,1,2]);
8.  P1();
9.  PopMatrix();
10. multRotY(30);
11. P2();
12. PopMatrix();
13. PushMatrix();
14. multScale([3,1,3]);
15. multRotY(90);
16. P3();
17. PopMatrix();
18. multTranslation([0,1,0]);
19. PushMatrix();
20. multTranslation([2,2,1]);
21. multTranslation([4,1,0]);
22. multRotZ(90);
23. P4();
24. PopMatrix();
25. multScale([1,0.5,2]);
26. P5();
```

- a) Indique qual a maior composição de transformações geométricas calculada durante a execução do programa e a primitiva a que diz respeito:
- b) Indique o(s) par(es) de linhas de códigos que poderiam ser trocadas entre si sem que o resultado final do programa se alterasse:
-

- c) Desenhe o grafo de cena correspondente ao programa apresentado, sem proceder a qualquer possível simplificação:

Boa sorte!