

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: $M_v^{-1} \cdot n$	

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.

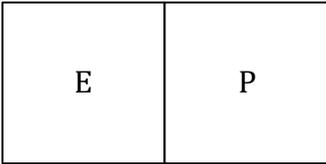
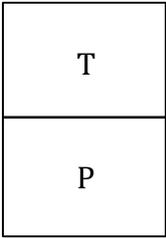
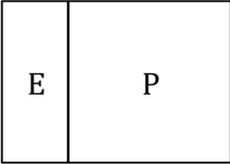
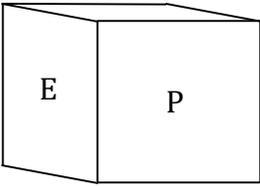
b) Considerando apenas uma face plana desse mesmo objeto, e estando ele a ser iluminado por uma luz direcional (colocada a uma distância infinita), resultaria de tais condições alguma otimização na avaliação da reflexão difusa ao longo dessa face? Justifique!

- 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)

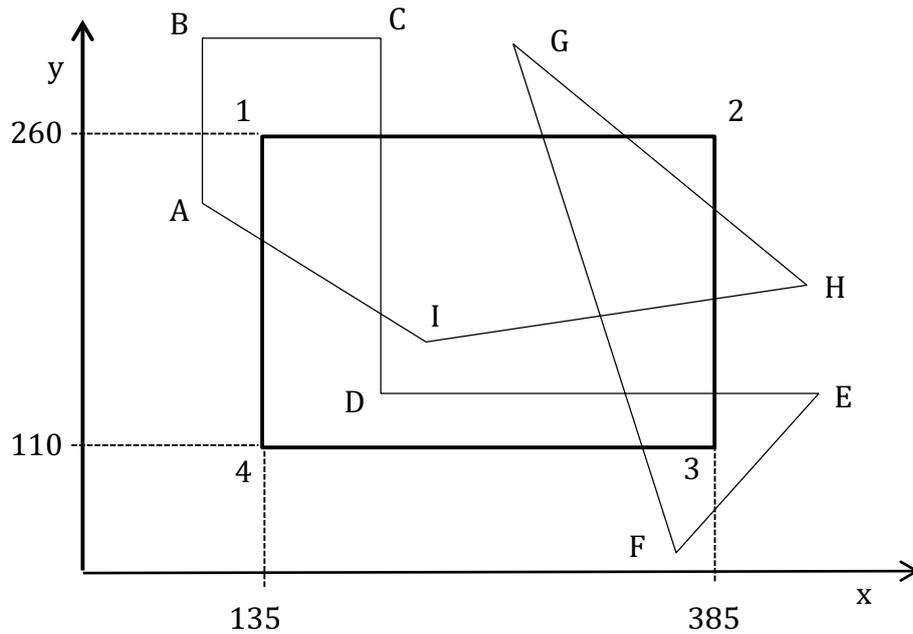
			
Projeção	Projeção	Projeção	Projeção
Parâmetros	Parâmetros	Parâmetros	Parâmetros
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

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 :

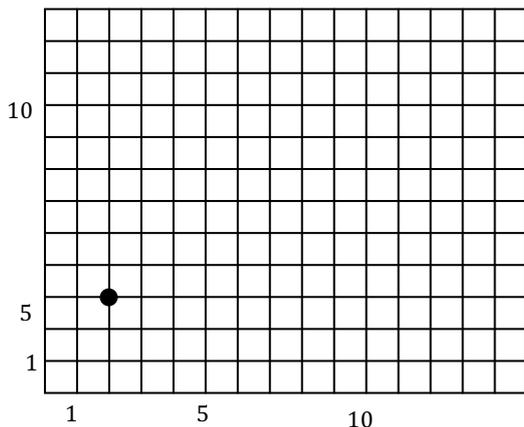
y_A :

- 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!