



Exame de 2ª Época
Computação Gráfica

LEIC/LERCI/LCI

Prof. João Brisson Lopes

Eng. Carlos Martinho

18 de Julho de 2006

Nº _____ Nome: _____

Antes de começar: Identifique todas as folhas com o seu número.

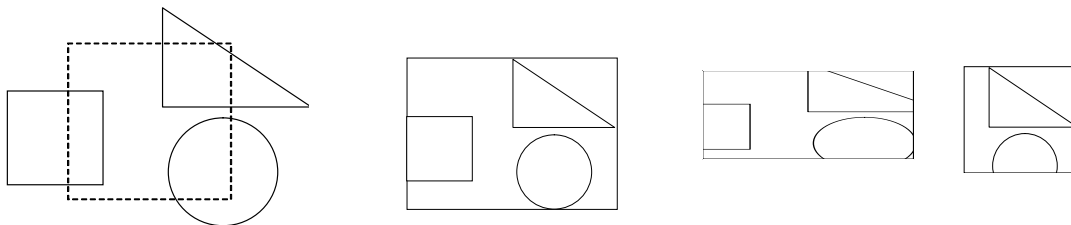
Responda às questões seguintes justificando adequadamente todas as respostas.

Todas as páginas devem conter o número e nome do aluno.

O Exame tem a duração de 2h e 30 min.

I

1. Considere a figura abaixo em que, do lado esquerdo, está representada uma cena. A área a tracejado corresponde à parte da cena que a câmara “vê”. No lado direito encontram-se 3 possíveis representações da vista da câmara no dispositivo de representação gráfica.



Cena

A

B

C

- a) A que conceito corresponde a área limitada pela linha a tracejado?

Janela de visualização.

- b) A que conceito correspondem as áreas das representações A, B e C.

Viewport.

- c) Como classificaria quanto à continuidade os espaços da cena e da unidade de representação gráfica? Justifique.

O espaço de cena é contínuo, enquanto o espaço de representação gráfica pode também ser contínuo no caso de a unidade ser vectorial ou, pelo contrário, ser descontínuo no caso de unidades de quadrícula.

2. Considere a noção de Volumes de Visualização Infinitos.

- a) O que entende por Volumes de Visualização Infinitos?

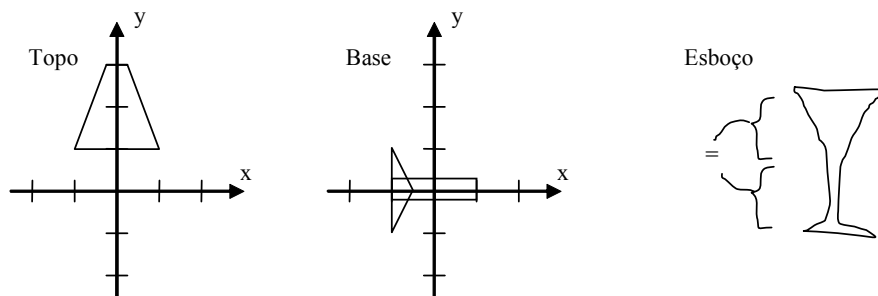
Os volumes de visualização podem ser finitos ou infinitos consoante existam ou não limites sobre as profundidades máxima e mínima de visualização que limitem o volume visto pelo observador.

- b) Indique as principais vantagens e desvantagens deste tipo de volumes, apresentando uma alternativa para as desvantagens que indicar.

A maior vantagem é a simplicidade do modelo. No entanto, os objectos muito afastados, depois de transformados ponto a ponto, podem reduzir-se a uma pequena mancha no ecrã, o que corresponde a um desperdício de tempo de computação. Por outro lado, projecções de objectos demasiado próximos, podem gerar resultados caóticos, impossibilitando deste modo uma correcta visualização da cena. A solução passa por implementar volumes de visualização finitos, que limitem a distância mínima e a distância máxima de visualização.

3. Imagine que faz parte de uma equipa de modeladores, liderada por um famoso realizador polaco, que tem como objectivo fazer um filme de animação inovador, unicamente em 2D, a ser apresentado no próximo programa dedicado a curtas-metragens. A sua tarefa, para já, diz respeito a criar objectos para que os seus colegas possam mais tarde utilizá-los no cenário final, nas mesas e prateleiras de um Bar, com o mínimo de esforço possível. Contratempos logísticos fizeram com que ainda ninguém saiba como vai ser o Bar, pois ainda não está modelado.

Um dos objectos, a utilizar num cenário do Bar, é um copo de cocktail, formado um trapézio e uma outra primitiva composta baseada num triângulo e num cilindro (representando respectivamente o topo e a base do copo). As "peças" são as seguintes



- a) Monte um copo a seu gosto, não muito diferente do esboço apresentado. Escolha a solução que mais facilite a reutilização do copo na cena, justificando todas as suas opções.

Empregue a seguinte sintaxe para expressar a modelação de objectos e a composição de transformações:

- Copo = { ... } modelação de um objecto com o nome “Copo”
- T (4, 6) { ... } translação de +4 unidades segundo X, e +6 unidades em Y
- R (-45) { ... } rotação de 45 graus, no sentido dos ponteiros do relógio
- E (2, 3) {...} escala de factor 2 em x e factor 3 em y

Entre chavetas pode colocar uma lista de objectos ou outras transformações. A ordem das transformações é de dentro para fora. Por exemplo, no segmento de código seguinte o objecto ObjB sofre primeiro uma translação e só depois é rodado

ObjA = { R(30) { T(1,1) {ObjB} } }

Pode mudar de linha quando quiser.

```
Copo = {
    R(90){
        T(1, 0){Base}
    }
    T(0, 2){
        R(180){
            T(0, -3){Topo}
        }
    }
}
```

Note que a base do copo ficou em (0,0), facilitando qualquer tentativa de colocação do copo em cima da mesa. Além disso, como não se sabe qual o tamanho do cenário, qualquer tentativa de escala do copo fará com que a base se mantenha no mesmo sítio

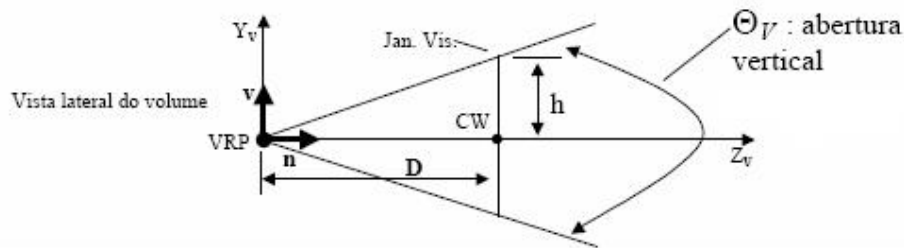
- b) Escolha uma das partes do copo que usou na alínea anterior, e escreva (sob a forma de multiplicação de matrizes) todas as matrizes correspondentes às transformações que essa peça sofreu nessa alínea, pela ordem correcta.

Para a Base

$$\begin{bmatrix} \cos 90^\circ & -\sin 90^\circ & 0 \\ \sin 90^\circ & \cos 90^\circ & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

II

1. Considere a figura seguinte:



- a) Relacione os ângulos de abertura da câmara virtual com as dimensões reais da janela de visualização.

Os ângulos de abertura, Θ_h e Θ_v estão relacionados com as (semi) dimensões da janela (h e w) e com a distância do centro de projecção ao plano de projecção (D) através das seguintes expressões

$$tg(\Theta_h/2) = w/D \quad e \quad tg(\Theta_v/2) = h/D$$

- b) Triplicando o valor da relação de aspecto janela de visualização sem alterar a sua largura, que valor de Θ_v se obtém?

$$\Theta_v' = 2 \arctg(3h/D)$$

2. Considere uma fonte de luz pontual vermelha cuja luz incide sobre uma superfície segundo uma direcção que faz um ângulo de 60° com a normal à superfície. Esta é também iluminada por luz ambiente de cor azul. Preveja o que acontece à cor visualizada da superfície se a posição da luz pontual for alterada, admitindo que as características do material se mantêm?

Se o ângulo entre a normal da superfície e o vector de direcção da luz aumentar, a componente difusa diminui e, por isso, a intensidade percebida diminui e a cor percebida será mais próxima da cor da luz ambiente. Se o ângulo diminuir verifica-se o contrário (a intensidade da cor aumenta e a cor percebida aproxima-se da cor da luz pontual).

3. Para melhorar o realismo de imagem, pode utilizar-se uma extensão ao modelo de Phong para introduzir atenuação atmosférica no modelo de iluminação. Para que serve esta

extensão e que alteração se tem que fazer na expressão matemática do modelo de Phong para a realizar?

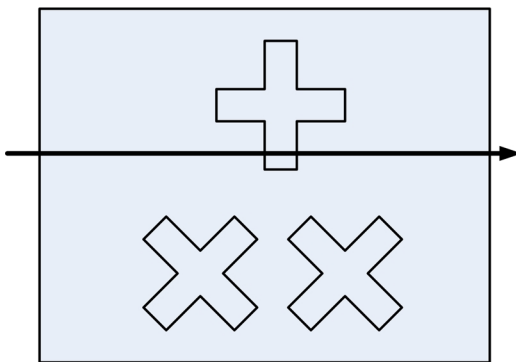
O fundamento desta extensão é considerar a absorção em profundidade da energia luminosa pelo meio óptico atravessado no percurso efectuado entre o objecto e o ponto de vista. Este efeito permite representar com menor intensidade luminosa os objectos que se encontrem mais afastados do ponto de vista.

Para realizar esta extensão basta dividir as componentes de luz difusa e especular por um factor $(r + K)$, em que r é a distância ao ponto de vista e K é uma constante.

III

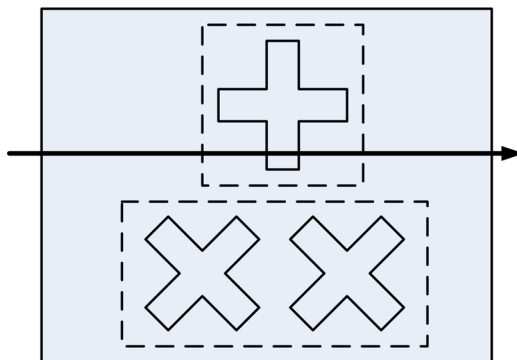
1. A Sara continua interessada nas optimizações possíveis ao algoritmo de ray-tracing. Na figura abaixo, desenhe uma optimização por hierarquia de volumes envolventes (use só rectângulos) que seja mais eficiente do que o caso não optimizado. Considere que o cálculo da intersecção de um raio com um objecto é 10 vezes mais pesado do que o cálculo da intersecção de um raio com um volume envolvente.

Comente, à luz deste exemplo, a afirmação da Sara: “a optimização por hierarquia de volumes envolventes não faz sentido em cenas com poucos objectos”.



No caso não optimizado, é necessário calcular a intersecção com cada objecto da cena. Considerando o peso computacional do cálculo de intersecção com um volume envolvente a nossa unidade, o peso computacional será $3 \times 10 = 30$ para o caso não optimizado.

Considere-se agora a seguinte solução composta por 2 volumes envolventes:



Neste caso, o algoritmo calcula a intersecção com 2 volumes envolventes e depois com 1 objecto interior (peso computacional: $2 + 1 \times 10 = 12$. Assim sendo, esta solução é mais eficiente do que a solução não otimizada.

Consequentemente, a afirmação da Sara é falsa. Devido ao facto do cálculo de intersecção com um volume envolvente ser geralmente menos pesado do que o cálculo de intersecção com um objecto, esta solução pode fazer sentido, mesmo com um número pequeno de objectos.

2. Comente, justificando, a seguinte frase

“O método de geração de imagens sintéticas por radiosidade é o método ideal para gerar imagens realistas tanto em interiores como em exteriores”.

A frase não é verdadeira. O método da radiosidade é essencial para o realismo de imagens sintéticas em que a reflexão difusa predomine ou tenha peso apreciável. Em cenas exteriores é mais comum que isto não aconteça, enquanto o contrário é verdade para cenas interiores. Mas também existem cenas interiores em que a reflexão difusa é pouco relevante. A razão para tal é que as propriedades de reflexão das superfícies são quem determina esta importância e não o facto de a cena poder ser interior ou exterior.

IV

1. Matilde gostaria de converter uma imagem para tonalidades de cinzento. No entanto, o editor gráfico que está a usar não contém nenhuma função explícita para este tipo de conversão. Apenas permite dividir uma imagem nos diferentes canais do modelo de cores. Qual deverá ser o modelo de cores a escolher de forma a realizar a operação pretendida com melhor qualidade? Será possível? Justifique.

Deverá aproveitar o canal Y (luminância) do modelo YIQ ou YCbCr, pois este é o que melhor se adapta à operação pretendida de acordo com a fisiologia do olho humano ($Y = 0.299 R + 0.587 G + 0.114 B$). Os modelos HLS e HSV produzem resultados de qualidade inferior.

2. Comente a seguinte afirmação

“Uma representação de modelação por instanciação de primitivas, pode ser vista como uma representação de partição do espaço por decomposição em células, mas o contrário já não é verdade, porque a instanciação de primitivas é uma que é única (respeita a unicidade das representações).”

A frase é falsa. A versão correcta seria a oposta (Uma representação de partição do espaço por decomposição em células pode ser vista como uma representação de modelação por instanciação de primitivas, mas o contrário já não é verdade.) Isto deve-se ao facto de a representação por decomposição em células não permitir ambiguidade (ou seja, não permite intersecção de formas que definem a representação, que é possível na representação por instanciação de primitivas). Quanto à unicidade da representação por instanciação de primitivas, também é outra falsidade, já que um cilindro pode ser representado com base em 2 ou mais cilindros.

V

1. Explique a vantagem de, no pipeline de visualização tridimensional, reduzir todos os volumes de visualização ao volume canónico paralelepipedico independentemente do tipo de projecção realizado. Mencione a operação do pipeline que mais beneficia desta redução de volumes e porquê.

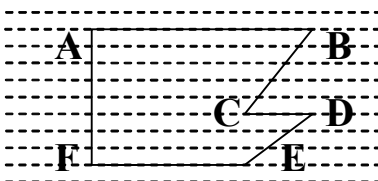
A redução ao volume canónico paralelepipedico tem a vantagem de tratar o resultado de qualquer projecção da mesma forma independentemente das particularidades de cada tipo de projecção e dos volumes de visualização que geram. Assim, os andares do pipeline de visualização que se seguem tratarão os dados gráficos que recebem da mesma maneira sem ter que conhecer de que tipo de projecção resultaram nem os respectivos parâmetros. O andar principalmente beneficiado é o andar de recorte.

2. Quais as diferenças entre o algoritmo de Cohen-Sutherland e o algoritmo de Cyrus-Beck? Qual a sua aplicação?

O algoritmo de Cohen-Sutherland permite a determinação rápida de segmentos que se encontram totalmente dentro do polígono de recorte ou fora do mesmo, mas que não contempla a determinação da intersecção do segmento com o recorte. Por isso, está normalmente associado ao algoritmo de Cyrus-Beck que é um algoritmo de recorte paramétrico, tendo como objectivo a determinação do recorte resultante, podendo igualmente determinar segmentos externos (fora do polígono de recorte).

VI

1. Considere a aplicação do algoritmo de preenchimento de polígonos ao polígono seguinte:



- a) Quantas linhas de varrimento são necessárias para desenhar o polígono? Porquê?

8 porque o algoritmo de preenchimento de polígonos descarta as arestas quando o valor do y da linha de varrimento é igual ao valor do seu y máximo, o que acontece com as arestas FA e Cd, e, não havendo mais arestas, o algoritmo termina.

b) Apresente o conteúdo da estrutura criada pelo algoritmo no seu passo inicial.

A estrutura criada corresponde a uma lista de “alcatruzes” (bucket list) de listas de arestas. Numerando as linhas de varrimento a partir de 0 correspondendo ao nível da aresta EF, a lista de “alcatruzes” terá apenas duas entradas com ponteiros não nulos aos níveis 0 (lista constituída pelas arestas FA e ED) e 3 (lista contendo unicamente a aresta CB).

2. Compare os Modelos de Sombreamento não Interpolados e Interpolados. Dê um exemplo do último tipo.

No Modelo de Sombreamento não Interpolado também designado por Método Directo é aplicado o Modelo de Reflexão de Phong a cada ponto (normal) do polígono para o cálculo da sua intensidade luminosa.

Nos Modelos de Sombreamento Interpolados, como o de Gouraud ou de Phong, o Modelo de Reflexão de Phong é aplicado a um número limitado de pontos. No caso do Sombreamento de Gouraud, por exemplo, é efectuado o cálculo aproximado das normais nos vértices dos polígonos e só nesses pontos é que é aplicado o Modelo de Reflexão de Phong. A intensidade da cor de todos os restantes pontos é obtida por interpolação.

Cotação

	I	II	III	IV	V	VI
1	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5
2	1	1,5	1,5	1	1,5	1,5
3	2,5	1				