



Exame de Época Especial de Computação Gráfica

LEIC-Alameda/LEIC-Taguspark/LERCI/LCI

Prof. João Brisson Lopes

Prof. Mário Rui Gomes

14 de Setembro de 2004

Nº _____ Nome: _____

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

Responda às questões seguintes justificando adequadamente todas as respostas. O exame tem uma duração de 2h e 30m.

I

1. Segundo a Taxionomia das Aplicações Gráficas, as aplicações podem ser distinguidas como sendo de Representação Passiva e Representação Interactiva. Qual é a diferença entre estes dois tipos de representação? Exemplifique, empregando o caso de um segmento de recta.

Na Representação Passiva (offline) existe uma descrição dos objectos a visualizar, limitando-se o utilizador a mandar desenhar as imagens no dispositivo de representação, independentemente de se tratar de uma visualização num ecrã, da impressão num plotter ou da sensibilização de um filme. Estas representações podem ter sido criadas por uma pessoa e enviadas a outra por meio da comunicação pessoa – pessoa assíncrona.

Na Representação Passiva, um segmento de recta é representado tal como foi definido pela aplicação gráfica e nenhum dos seus atributos pode ser alterado, ao passo que em Representação Interactiva, todos os seus atributos, incluindo a própria localização dos seus extremos, podem ser modificados e o segmento pode ser inclusivamente eliminado.

2. Um dos andares do pipeline de visualização é o andar de recorte. Em que consiste a operação realizada por este andar?

O andar de recorte tem por objectivo identificar que parte do Mundo pode ser vista através de uma área poligonal. O recorte consiste em eliminar os elementos que estão fora da janela, em aceitar os que são completamente visíveis e em recortar os que são

parcialmente visíveis, eliminando as partes desses objectos que se encontrem fora da janela.

3. Descreva como opera a modelação por varrimento de extrusão e compare a sua funcionalidade com a do nó Extrusion da linguagem VRML.

A modelação de varrimento por extrusão descreve os objectos pela translação segundo uma linha recta de uma secção. O volume varrido nesta translação corresponde ao volume dos objectos a modelar. Isto é muito diferente do que é permitido pelo nó Extrusion da linguagem VRML que permite que a trajectória da secção seja uma trajectória livre, que o ângulo da secção com a trajectória varie livremente e que a secção possa ser escalada ao longo da trajectória de forma independente segundo x e y.

II

1. Compare o desempenho dos algoritmos de Cohen-Sutherland e Cyrus-Beck numa situação em que todos os segmentos de recta se encontram totalmente dentro do rectângulo de recorte.

- a) Qual dos dois é o algoritmo mais eficiente? Porquê?

O algoritmo de Cohen-Sutherland é o mais eficiente porque necessita apenas de comparar os valores das coordenadas de cada extremo dos segmentos de recta com os valores limites do rectângulo de recorte, enquanto o algoritmo de Cyrus-Beck requer o cálculo do sinal do produto interno entre a normal exterior de cada aresta do rectângulo de recorte e o vector que une o vértice inicial e final do segmento de recta a recortar, o que é computacionalmente mais pesado.

- b) Quais os códigos dos vértices no algoritmo de Cohen-Sutherland? Justifique.

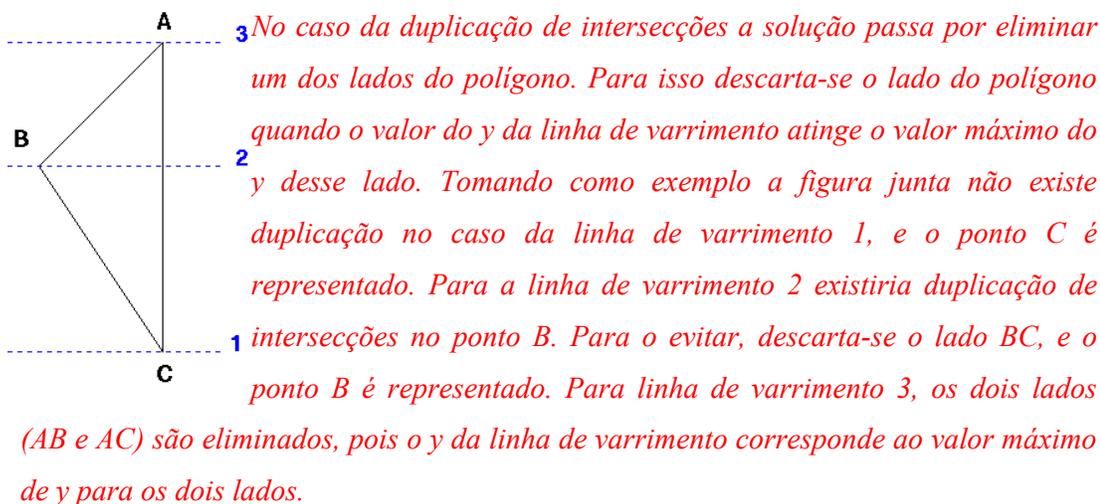
Como todos os vértices se encontram dentro do rectângulo de recorte, os seus códigos serão 0000.

- c) Para os segmentos de recta desta pergunta, quais seriam os valores do parâmetro t da expressão paramétrica de cada um dos segmentos de recta ($P(t) = P_0 + t(P_1 - P_0)$) nos pontos de intersecção da recta que suporta cada segmento com a recta que suporta cada uma das arestas do rectângulo de intersecção? Justifique.

Como todos os segmentos de recta estão dentro do rectângulo de recorte, não existem pontos de intersecção dos segmentos de recta com os limites da área de recorte, pelo que os valores do parâmetro t serão inferiores a 0 ou superiores a 1.

2. Na rasterização de um polígono por varrimento (scan-line) é necessário evitar a duplicação de intersecções de uma linha de varrimento com os lados do polígono.

- a) Explique como resolve este caso, ilustrando com um exemplo.



- b) Indique o inconveniente desta solução.

Os vértices superiores dos polígonos, como o ponto A da figura, não são representados. No entanto, como normalmente existem vários polígonos adjacentes, este vértice corresponderá a um vértice não superior de outro polígono e, portanto, virá a ser representado quando tal polígono for rasterizado.

III

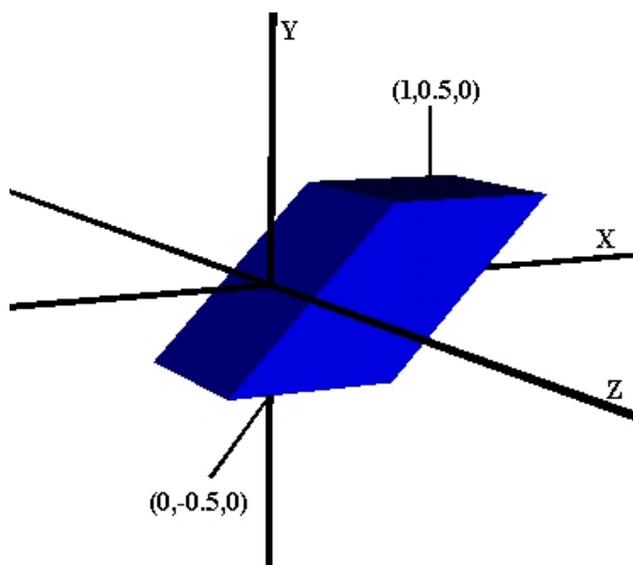
1. O nó Transform é um dos nós mais importantes da linguagem VRML pois permite aplicar transformações às formas geométricas para que estas se apresentem com o aspecto e atitude correctas nos locais da cena que devem ocupar.

Que transformações são estas, por que ordem são aplicadas no âmbito de um único nó Transform e como resolve o problema de ter que aplicar uma sequência inversa dessa ordem?

Um nó Transform pode aplicar uma escala, uma rotação e uma translação. Quando estas três transformações estão presentes num dado nó, a ordem pela qual são aplicadas é: escala, rotação, translação.

Quando a ordem de aplicação é inversa da anterior, é necessário construir um ninho de 3 nós Transform que, sucessivamente e de dentro para fora, aplicam, cada uma delas, a translação, a rotação e a escala.

- Observe a figura seguinte e escreva o código VRML para criar o objecto representado (de cor azul) recorrendo ao nó geométrico *Extrusion*. Admita que a *crossSection* é definida pelos seguintes pontos no plano XZ: (0.5, 0.5), (0.5, -0.5), (-0.5, -0.5), (-0.5, 0.5). A “coluna vertebral” da extrusão tem início no ponto (0,-0.5,0) e termina no ponto (1,0.5,0).



```

Shape
{
  geometry Extrusion
  {
    crossSection [0.5 0.5, 0.5 -0.5, -0.5 -0.5, -0.5 0.5, 0.5 0.5]
    spine [0 -0.5 0, 0.5 0 0, 1 0.5 0]
    orientation 0 0 1 0.78
  }
  appearance Appearance { material Material { diffuseColor 0 0 1 } }
}

```

IV

- Uma possível classificação dos algoritmos de Remoção de Superfícies Ocultas distingue entre algoritmos de precisão de imagem e algoritmos de precisão do objecto. Apresente o critério que deve ser estabelecido para realizar esta distinção, citando um algoritmo de cada um destes tipos. Que tipo de algoritmo deveria aplicar quando o dispositivo de saída gráfica fosse do tipo vectorial para obter o melhor desempenho?

A distinção entre algoritmos de remoção de superfícies ocultas de precisão de imagem e de precisão do objecto baseia-se no momento em que, no pipeline de visualização, é aplicada a remoção das superfícies ocultas e a que tipo de objectos gráficos é aplicada a remoção.

Na precisão do objecto, a remoção ocorre depois do recorte e aplica-se às facetas, removendo as que estão totalmente ocultas por outras ou fraccionando-as em partes ocultas e partes visíveis, retendo apenas estas últimas, como é o caso do algoritmo de ordenação em profundidade ou o algoritmo de Watkins.

Na precisão de imagem, a remoção ocorre durante a rasterização e é aplicada ao nível de cada pixel, retendo apenas os pixéis correspondentes aos objectos mais próximos. Nesta categoria encontram-se o algoritmo de linha de varrimento e o algoritmo de Catmull (Z-buffer).

Como num dispositivo vectorial de saída gráfica as operações ao nível do pixel estão muito dificultadas ou são mesmo impossíveis, deve ser adoptado um algoritmo de precisão do objecto.

2. Descreva muito sucintamente o algoritmo de Remoção de Superfícies Ocultas por Linha de Varrimento e identifique se se trata de um algoritmo de precisão de imagem ou de precisão do objecto.

O algoritmo proposto é um algoritmo do tipo de precisão de imagem. Neste algoritmo, a imagem é calculada pela consideração de linhas de varrimento, normalmente horizontais, que varrem toda a imagem (usualmente de baixo para cima). Em cada linha de varrimento, cada um dos pixéis da linha é calculado em função das facetas que a linha intersecta, atribuindo-se a cada pixel a cor do pixel da faceta mais próxima do ponto de observação.

V

1. O modelo de iluminação de Phong considera dois tipos de reflexão da luz pelas superfícies. Que tipos de reflexão são esses e quais são os parâmetros necessários para o cálculo dos respectivos termos.

Reflexão difusiva e reflexão especular. Para a reflexão difusa é necessário conhecer a normal à superfície e os vectores (e respectivas intensidades) correspondendo à direcção das fontes de luz que iluminam a superfície. Para a reflexão especular é ainda

necessário conhecer o vector correspondendo ao raio de visualização que une a superfície com o ponto de vista e, se a superfície apresentar reflexão especular imperfeita, o grau de decaimento da reflexão especular imperfeita.

2. Em que diferem o sombreado de Gouraud e o sombreado de Phong quando aplicados a uma faceta?

O sombreado de uma faceta destina-se a determinar a cor de cada pixel da representação da faceta. O sombreado de Gouraud só faz cálculos de iluminação para os vértices da faceta. O sombreado de Phong faz cálculos de iluminação para todos os pixels interiores da faceta, além dos vértices, o que permite a obtenção de zonas de brilho quando este existe, mesmo no caso de facetas de grande dimensão.

O sombreado de Gouraud calcula as normais à faceta nos seus vértices e, com elas, calcula a cor dos vértices aplicando um modelo de iluminação. A cor dos pixels interiores da faceta é então obtida interpolando a cor dos vértices. Por seu lado, o sombreado de Phong parte das normais calculadas nos vértices e, para os pontos interiores, interpola essas normais para obter as normais locais. De seguida, aplica o modelo de iluminação a cada um dos vértices e pontos interiores da faceta para determinar a respectiva cor.

VI

1. Descreva o modelo de cor RGB, indicando 2 exemplos de dispositivos físicos onde este modelo é utilizado.

O modelo de cor RGB foi concebido com base nos dispositivos de saída gráfica com três cores primárias: o vermelho (Red), verde (Green) e azul (Blue). Este modelo descreve as cores como o resultado da adição das três componentes de cor, em que cada uma delas apresenta uma intensidade que pode variar entre 0 e 1. 1 corresponde à intensidade máxima que pode ser apresentada no dispositivo de saída e 0 à mínima. A cor branca corresponde a todas as componentes com intensidade máxima e a cor preta a todas as componentes com intensidade mínima.

Este modelo está intrinsecamente ligado às superfícies emissoras de luz. É por esta razão que é utilizada nos equipamentos que emitem luz, tais como: televisores a cores, monitores a cores, filme fotográficos, filmes cinematográfico e registos de vídeo.

2. Indique o que é e o que não é definido pela norma internacional JPEG.

A norma internacional JPEG (ISO 10918-1) define uma família de algoritmos de compressão e descompressão, com e sem perda, para imagens de qualidade fotográfica, também designadas por imagens de tons contínuos.

A norma JPEG não define um formato para os ficheiros contendo imagens comprimidas segundo os algoritmos definidos pela norma.

VII

1. Explique porque é que, em ray-tracing, é necessário limitar a recursão e apresente os critérios limitativos da recursão que são normalmente aplicados em ray-tracing.

Se não se estabelecesse quaisquer limites à recursão, o algoritmo de ray-tracing nunca pararia ao calcular um pixel no caso de existirem muitos objectos reflectores na cena e os raios sucessivos nunca saíssem da cena ou só saíssem após o cálculo de um elevado número de raios. Para evitar isto pode-se estabelecer o seguinte: limitar o nível de recursão, terminando esta quando for atingido o valor máximo e, simultaneamente, parar a recursão quando a contribuição do ramo da árvore respectiva para a cor do pixel que estamos a determinar se tornar inferior a um valor pré-fixado.

2. O que se entende por Analogia de Nusselt? Qual é a importância desta analogia para a técnica do hemicubo no método da radiosidade para geração de imagens fotorealísticas?

Uma parte complexa dos cálculos requeridos pelo método da radiosidade está relacionada com a determinação dos factores de forma das superfícies (fracção do ângulo sólido de uma superfície ocupado por outra superfície). Esta determinação é difícil e morosa e, muitas vezes, não existem expressões analíticas para os factores de forma, mesmo que sejam extremamente complicadas.

A Analogia de Nusselt exprime que, se duas superfícies diferentes ocuparem a mesma porção do horizonte visual de uma terceira superfície, os factores de forma desta última para cada uma daquelas duas são iguais. Assim, se uma geometria em que é difícil calcular o factor de forma for substituída por outra equivalente em que este cálculo é mais fácil, ficará mais simples e leve o cálculo do factor de forma em questão.

O método do hemicubo emprega a analogia de Nusselt que, ao substituir o cálculo de uma factor de forma por um outro idêntico mas mais fácil de calcular (superfícies planas paralelas ou perpendiculares), simplifica o cálculo para um número reduzido de

Nº _____ Nome: _____

geometrias de mais fácil determinação, o que contribui para a diminuição do esforço de cálculo.

Cotação

	I	II	III	IV	V	VI	VII	Total
1.	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
2.	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1	
3.	1							
Total	3	3	3	3	3	2,5	2,5	20 Valores