



Exame de 1ª Época
Computação Gráfica

LEIC/MEIC

Ano Lectivo de 2008/2009

Prof. João Brisson Lopes

Prof. Mário Rui Gomes

2 de Julho 2009

Nº _____ Nome: _____

Responda o mais completamente às seguintes questões justificando adequadamente todas as respostas.

O exame tem uma duração de 2h30m.

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

I

1. Janelas e Viewports são dois conceitos comuns à maioria dos sistemas gráficos.

a) O que é uma Janela?

É a área do plano de projecção na qual são projectadas todos os elementos de cena visíveis.

b) O que é um Viewport?

É a área do dispositivo de saída gráfica para onde é mapeado o conteúdo de uma janela.

c) Que sistemas de coordenadas são empregues, respectivamente, em janelas e viewports?

Nas janelas empregam-se os sistemas de coordenadas tridimensionais do mundo referidos ao referencial da câmara virtual, enquanto em viewports temos sistemas bidimensionais com a métrica das coordenadas do dispositivo de saída (quadrículas no caso de unidades deste tipo).

2. O pipeline de OpenGL possui um estado.

a) Os objectos geométricos são ou não afectados pelo estado do pipeline? Porquê?

O estado do pipeline de visualização afecta os objectos geométricos de uma cena durante a construção de tais objectos e na sua colocação e escalamento na cena. Em geral, nos outros andares do pipeline, o estado do pipeline só afecta o processamento dos objectos geométricos e não os próprios objectos.

- b) Apresente três componentes do estado do pipeline de OpenGL que não envolvam transformações e explique a sua função.

A cor corrente do estado do pipeline de OpenGL afecta todas as primitivas geométricas que são traçadas com essa cor corrente. Um segundo exemplo é modo de operação que pode ser imediato (as primitivas são imediatamente desenhadas no dispositivo de saída) ou de retenção (as primitivas são armazenadas numa lista de comandos a ser posteriormente invocada). Finalmente, um outro componente do estado será o tipo de traçado de linhas (contínuas, a tracejado, traço ponto, etc.)

- c) O modo matricial do estado do pipeline de OpenGL pode ser o de vista do modelo (model view) ou de projecção. A cada um destes modos está associada uma transformação e a correspondente matriz de transformação. Quais são os objectivos de cada uma destas transformações?

As transformações aplicadas aos objectos geométricos são de duas naturezas diferentes. A transformação de vista de modelo é realizada para colocar, orientar e escalar os objectos de cena, enquanto a transformação de projecção se destina a realizar a vista da cena de acordo com o posicionamento, orientação e demais parâmetros da câmara virtual e o tipo de projecção que efectua.

3. Um pipeline de visualização tridimensional tem determinados objectivos, sendo implementado como uma sucessão de vários andares que realizam operações bem determinadas.

- a) Que andares são estes e qual o seu objectivo?

Pela ordem de execução clássica, temos a câmara virtual, projecção, recorte, remoção de elementos ocultos e a discretização. A câmara virtual tem por objectivo transformar as cenas em vistas do observador, a projecção projectar tais vistas na superfície de projecção, o recorte eliminar tudo o que se encontre fora do volume de visualização, a remoção de elementos ocultos remove todas as partes dos objectos que não são visíveis (faces traseiras ou faces dianteiras ocluídas por outras mais próximas do centro de visão) e a discretização desenha as primitivas processadas nos dispositivos de saída gráfica na cor correcta.

- b) A geração de imagens fotorrealistas faz ou não parte dos objectivos de um pipeline de visualização? Explique as razões da sua resposta.

Não, um pipeline de visualização destina-se a produzir imagens minimamente credíveis o mais rapidamente possível sem que sejam correctas mas sim que aparentem ser correctas porque o objectivo essencial é produzir uma sequência de imagens em tempo real. Para isso emprega modelos de iluminação local que não têm em conta, por exemplo, a reflexão múltipla, seja ela difusa ou especular, e a determinação de sombras é posta de parte ou mesmo simulada. No foto realismo não existe o constrangimento do tempo, pretende-se que as imagens apresentem uma iluminação correcta e transições suaves entre claro e escuro com, por exemplo, zonas de penumbra. Para isso emprega modelos globais de iluminação que, entre outras características, têm em conta as reflexões múltiplas da luz nas superfícies dos objectos de cena.

II

1. Considere a visualização de uma cena através de uma aplicação empregando OpenGL.

- a) Que tipos de projecção são possíveis de realizar com este sistema gráfico?

É possível realizar projecções paralelas e de perspectiva, além de projecções em geral através das chamadas mais elementares.

- b) Para obter estas projecções é necessário conhecer alguns parâmetros. Que parâmetros são esses? Agrupe-os consoante sejam comuns aos dois tipos de projecção mais comuns e explique a sua função.

A localização ou posicionamento da câmara é comum aos dois tipos de projecção, bem como a sua orientação dada pelo vector definidor da direcção em que a câmara é focada e pelo vector vertical da câmara (up vector). A distância da câmara ao plano de projecção ainda é comum, tal como a semi-largura e semi-altura da janela de visualização ou um destes e a relação de aspecto da janela de visualização. Porém, se a projecção é de perspectiva, estes dois últimos parâmetros podem ser substituídos quer pelos dois semi-ângulos de abertura (vertical e horizontal) ou por um destes ângulos e pela relação de aspecto da janela de visualização.

- c) Como se determina o volume de visualização numa projecção paralela?

Numa projecção paralela, o volume de visualização é determinado pelas semi-altura e semi-largura da janela de visualização que limitam o volume em X e Y e pelos planos de recorte anterior e posterior que limitam o volume em profundidade (segundo Z).

2. As quatro sequências de código VRML seguintes definem as transformações T1, T2, T3 e T4:

```

DEF T1 Transform {
  translation 1 -2 4
  scale 2 1 .5
  rotation 0 1 0 0.785
  children USE Objecto
}

DEF T2 Transform {
  rotation 0 1 0 0.785
  scale 2 1 .5
  translation 1 -2 4
  children USE Objecto
}

DEF T3 Transform {
  rotation 0 1 0 0.785
  children Transform {
    scale 2 1 .5
    children Transform {
      translation 1 -2 4
      children USE Objecto
    }
  }
}

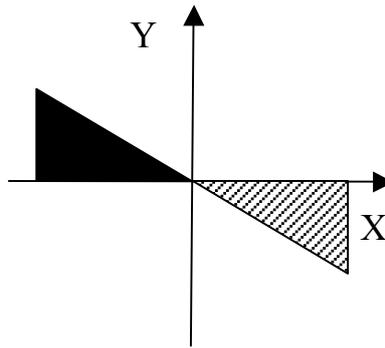
DEF T4 Transform {
  translation 1 -2 4
  children Transform {
    rotation 0 1 0 0.785
    children Transform {
      scale 2 1 .5
      children USE Objecto
    }
  }
}

```

- a) Quais destas transformações produzem o mesmo resultado final? Justifique, indicando a sequência de transformações.

As transformações T1, T2 e T4. T1 e T2 porque as transformações em VRML são sempre executadas pela mesma ordem, Escala, Rotação e Translação, independentemente da ordem pela qual aparecem no nó de transformação. T4 pois realiza as operações por esta mesma ordem, mas de uma forma composta.

- b) A figura seguinte apresenta do lado esquerdo um triângulo e, do lado direito, o mesmo triângulo depois de transformado. Apresente duas transformações elementares de tipo diferente capazes de, cada uma delas, transformar o triângulo original no triângulo transformado.



As duas transformações são uma rotação de 180° (positiva ou negativa) e uma escala com um factor de escala uniforme e igual a -1 .

3. Enumere e explique as diferenças e semelhanças entre as primitivas empregues na modelação por instanciação de primitivas e as primitivas empregues na modelação por partição do espaço por decomposição em células.

Ambas têm formas geométricas características que são escaláveis. As primitivas empregues em instanciação de primitivas têm à partida definidas dimensões e relações fixas entre dimensões e as dimensões são, na maior parte dos casos, discretas, não permitindo a sua variação contínua (ex: não existe o parafuso 6,534). Estes constrangimentos não existem para as primitivas empregues na decomposição em células cujas dimensões podem variar livremente, adaptando-se a cada caso

III

1. Descreva como poderia empregar o algoritmo de recorte de Cohen-Sutherland para tornar mais eficiente o algoritmo de Cyrus-Beck (recorte paramétrico).

O algoritmo de Cohen-Sutherland, baseado em outcodes, é muito eficiente na detecção de casos triviais de aceitação (segmento totalmente no interior do rectângulo de recorte) e de rejeição (segmento totalmente abaixo ou acima ou à esquerda ou à direita do rectângulo de recorte). Nos restantes casos implica que, em função dos bits acesos nos outcodes, se proceda à determinação da intersecção do segmento com o limite do rectângulo assinalado pelo outcode e à substituição do extremo exterior pelo ponto de intersecção, repetindo-se esta operação até que todos os bits do outcode do extremo estejam apagados.

O algoritmo de recorte paramétrico de Cyrus-Beck é pesado para os casos triviais acima, relativamente ao algoritmo de Cohen-Sutherland, mas é muito mais eficiente para os casos não triviais pois tem forma de, nestes casos, calcular muito rapidamente os pontos de intersecção de um segmento com os limites do rectângulo de recorte.

Assim a solução passa por começar pelo emprego do algoritmo de Cohen-Sutherland seguido do emprego do algoritmo de Cyrus-Beck nos casos não triviais detectados.

2. Considere o algoritmo de linha de varrimento (scan-line) para a remoção de elementos ocultos.

a) Em que espaço opera este algoritmo?

Espaço da imagem.

b) Considere a seguinte lista de operações do pipeline de visualização: projecção, remoção de faces traseiras, remoção de elementos ocultos, e rasterização. Que operações desta lista são executadas pelo algoritmo da linha de varrimento? Explique.

O algoritmo executa obviamente a remoção de elementos ocultos. Executa também a discretização e poderia executar a remoção de faces traseiras se esta, executada previamente, não permitisse reduzir muito consideravelmente o esforço do algoritmo da linha de varrimento.

c) Descreva a função desempenhada pela tabela de polígonos deste algoritmo

Esta tabela contém, para cada polígono, a informação sobre a equação do plano do polígono para que seja possível calcular a respectiva profundidade num dado ponto, a informação necessária ao cálculo da cor local e uma etiqueta que assinala se o algoritmo está correntemente a considerar pontos do interior do polígono.

3. Apresente as vantagens do algoritmo de Bresenham sobre o algoritmo incremental (DDA) para traçado de segmentos de recta em dispositivos de quadrícula.

O algoritmo de Bresenham é incremental tal como o algoritmo incremental, mas emprega apenas operações com inteiros ao contrário do algoritmo incremental que se baseia em aritmética de reais e, conseqüentemente, é mais lento e está sujeito a erros devidos a truncaturas e arredondamentos.

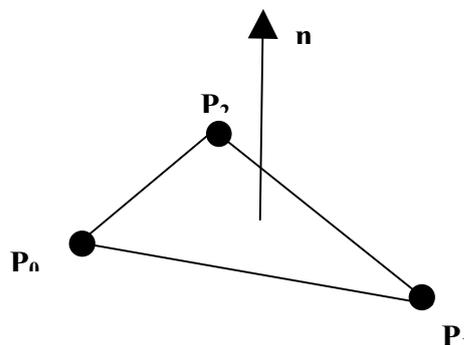
IV

1. Apresente os dois modelos de cor RGB e CMY, descrevendo as suas diferenças, semelhanças e relação e mencionando os tipos de dispositivos em que são empregues e a sua relação com o modelo CIE.

Ambos os modelos consideram três parâmetros (como todos os modelos de cor) que, usualmente, partilham uma mesma escala, seja de 0 a 1 ou de 0 a 255, criando espaços de cor cúbicos. O modelo RGB tem como parâmetros as três cores primárias aditivas (vermelho, verde e azul), aplica-se em dispositivos de saída gráfica que emitem luz (CRTs, LCDs, etc.) e tem por base a adição de cores ao negro para obter uma dada cor. O modelo CMY tem como parâmetros as três cores primárias substractivas (ciano, magenta e amarelo). Aplica-se a dispositivos de saída gráfica que reflectem a luz e não a emitem e tem por base a subtracção das suas cores da cor branca. A relação entre os dois modelos é que um deles é complementar do outro, ou seja, $[CMY]=[111]-[RGB]$.

Os modelos RGB e CMY apenas descrevem parte do espaço de cor do modelo CIE pois as intensidades das componentes estão limitadas, o que não sucede com o modelo CIE.

2. Para que seja possível aplicar os algoritmos de sombreamento de Phong e de Gouraud a uma malha poligonal é necessário calcular a normal em cada vértice da malha.
 - a) Indique a expressão para calcular a normal n correspondente ao plano definido pelos pontos P_0 , P_1 e P_2 , conforme a figura junta. (Nota: tenha especial atenção à direcção da normal)

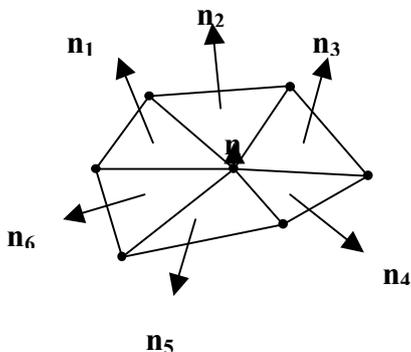


$$n = \frac{(P_1 - P_0) \times (P_2 - P_0)}{\|(P_1 - P_0) \times (P_2 - P_0)\|}$$

- b) Indique um método simples para determinar a normal a um vértice de uma malha poligonal a partir das normais dos polígonos que partilham esse vértice.

A normal em cada vértice é igual à média das normais de todos os polígonos que lhe são adjacentes.

$$n = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6}{\|n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6\|}$$



3. Explique como o método de geração de imagens sintéticas por ray-tracing permite realizar a projecção, a remoção de elementos ocultos e a iluminação, descrevendo que meios são empregues pelo algoritmo para realizar cada uma destas três operações.

A projecção é realizada através dos raios primários que unem o centro de vista ao ponto da área representando o pixel da imagem na janela tal como linhas projectantes. A remoção de elementos ocultos ocorre porque dos objectos intersectados por um raio primário apenas se retém a intersecção mais próxima, descartando-se todas as intersecções com objectos mais distantes, ou seja, os objectos que se encontram por detrás e estão ocultos pelo objecto mais próximo. Finalmente, a iluminação é calculada ao determinar a cor do ponto do objecto intersectado por um raio primário através de raios secundários de iluminação (para a iluminação directa) e raios secundários de reflexão e refacção (para as contribuições para a cor do ponto que são provenientes de outros objectos e atingem o ponto por reflexão especular ou por transparência dos objectos).

Cotações

	I	II	III	IV	
1.	1,4	2	1,5	1,5	
2.	1,5	2	2	1,5	
3.	1,6	1,5	1,5	2	Total
Grupo	4,5	5,5	5	5	20 Valores