

Computação Gráfica

Lista de Exercícios 2

Fernando Gonçalves Campos - 12542352

Configuração da Listade Exercícios:

Variável $D = 7$

Variável $M = 3$

Parte 1 - Viewing 3D (Model, View, Projection)

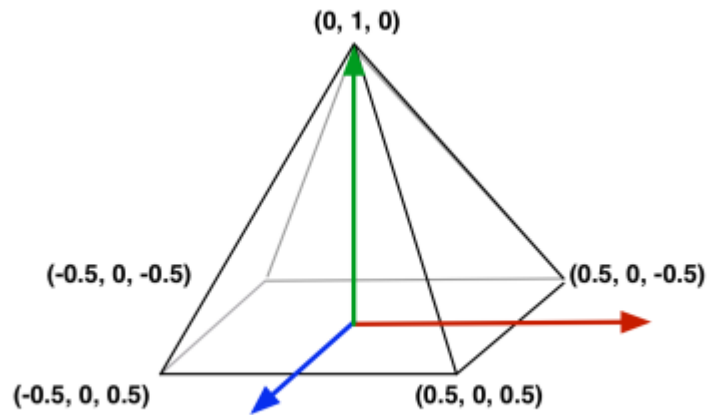
1) As matrizes Model, View e Projection utilizam transformações geométricas 3D para compor as coordenadas de mundo, visão e clip. Esse processo também é chamado de pipeline do Viewing 3D. Escreva, com suas palavras, a função de cada etapa do pipeline.

Model: Manipula a posição de modelos individualmente no espaço.

View: Manipula a posição de todos os modelos simultaneamente, essa manipulação cria a impressão de movimento da câmera.

Projection: Determina como que os pontos do espaço devem ser mapeados (projetados) nos pixels da tela.

Para a resolução dos exercícios 2, 3, 4 e 5 considere a seguinte pirâmide, em seu espaço de coordenadas local.



2) Apresente a matriz Model para transladar a pirâmide $-M$ no eixo z, ou seja, para posicionar a pirâmide mais ao “fundo” no espaço de mundo. Apresente as coordenadas da pirâmide no espaço de mundo.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Coordenadas:

$$P1 = (0, 1, -3)$$

$$P2 = (-0.5, 0, -2.5)$$

$$P3 = (-0.5, 0, -3.5)$$

$$P4 = (0.5, 0, -3.5)$$

$$P5 = (0.5, 0, -2.5)$$

3) Apresente uma matriz View, com parâmetros definidos por você, e as coordenadas da pirâmide no espaço de Visão.

Posição da câmera:

$$P_0 = (0, 0, 0)$$

Para onde a câmera está olhando:

$$look_at = (0, 0, -1)$$

Normal da câmera:

$$N = P_0 - look_at = (0, 0, 1)$$

Direção para cima da câmera:

$$V = (0, 1, 0)$$

Eixo z da câmera:

$$n = \frac{N}{|N|} = (0, 0, 1)$$

Eixo x da câmera:

$$u = \frac{V \times n}{|V \times n|} = (1, 0, 0)$$

Eixo y da câmera:

$$v = n \times u = (0, 1, 0)$$

Matriz view:

$$\begin{bmatrix} u_x & u_y & u_z & -u \cdot P_0 \\ v_x & v_y & v_z & -v \cdot P_0 \\ n_x & n_y & n_z & -n \cdot P_0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Coordenadas:

$$P1 = (0, 1, -3)$$

$$P2 = (-0.5, 0, -2.5)$$

$$P3 = (-0.5, 0, -3.5)$$

$$P4 = (0.5, 0, -3.5)$$

$$P5 = (0.5, 0, -2.5)$$

4) Apresente uma matriz de Projeção Perspective (Projection), com parâmetros definidos por você, e as coordenadas da pirâmide no espaço de Clip.

$$\text{Largura} = 1$$

$$\text{Altura} = 1$$

$$\text{proporção} = \frac{\text{largura}}{\text{altura}}$$

$$\theta = 90^\circ$$

$$z \in [1, 2]$$

Matriz de Projeção Perspective

$$\begin{bmatrix} \frac{\cot(\frac{\theta}{2})}{\text{proporção}} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cot(\frac{\theta}{2}) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{z_{\text{near}} + z_{\text{far}}}{z_{\text{near}} - z_{\text{far}}} & -\frac{2 \cdot z_{\text{near}} \cdot z_{\text{far}}}{z_{\text{near}} - z_{\text{far}}} \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -3 & 4 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Coordenadas:

$$P1 = (0, \frac{1}{3}, \frac{13}{3})$$

$$P2 = (-\frac{1}{5}, 0, \frac{23}{5})$$

$$P3 = (-\frac{1}{7}, 0, \frac{29}{7})$$

$$P4 = (\frac{1}{7}, 0, \frac{29}{7})$$

$$P5 = (\frac{1}{5}, 0, \frac{23}{5})$$

5) Apresente uma matriz de Projeção Ortogonal (Projection), com parâmetros definidos por você, e as coordenadas da pirâmide no espaço de Clip.

$$x \in [-1, 1]$$

$$y \in [-1, 1]$$

$$z \in [-1, 1]$$

Matrix de Projeção Ortogonal

$$\begin{bmatrix} \frac{2}{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}} & 0 & 0 & -\frac{x_{\text{max}} + x_{\text{min}}}{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}} \\ 0 & \frac{2}{y_{\text{max}} - y_{\text{min}}} & 0 & -\frac{y_{\text{max}} + y_{\text{min}}}{y_{\text{max}} - y_{\text{min}}} \\ 0 & 0 & \frac{2}{z_{\text{far}} - z_{\text{near}}} & -\frac{z_{\text{far}} + z_{\text{near}}}{z_{\text{far}} - z_{\text{near}}} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Coordenadas:

$$P1 = (0, 1, -3)$$

$$P2 = (-0.5, 0, -2.5)$$

$$P3 = (-0.5, 0, -3.5)$$

$$P4 = (0.5, 0, -3.5)$$

$$P5 = (0.5, 0, -2.5)$$

6) Qual o objetivo dos parâmetros *Near* e *Far* na matriz de projeção?

Determinar qual as distâncias mínima e máxima que um objeto deve estar da câmera para que seja visível.

7) Qual a relação do Frustum com o que será exibido na cena 3D?

Ele representa a porção do mundo que é visível.

8) Explique, com suas palavras, o mapeamento 2D de uma imagem de textura para um objeto 3D (apresente pelo menos 3 tipos de mapeamento).

O mapeamento é a escolha de quais partes da texturam correspondem a cada face do objeto 3D,

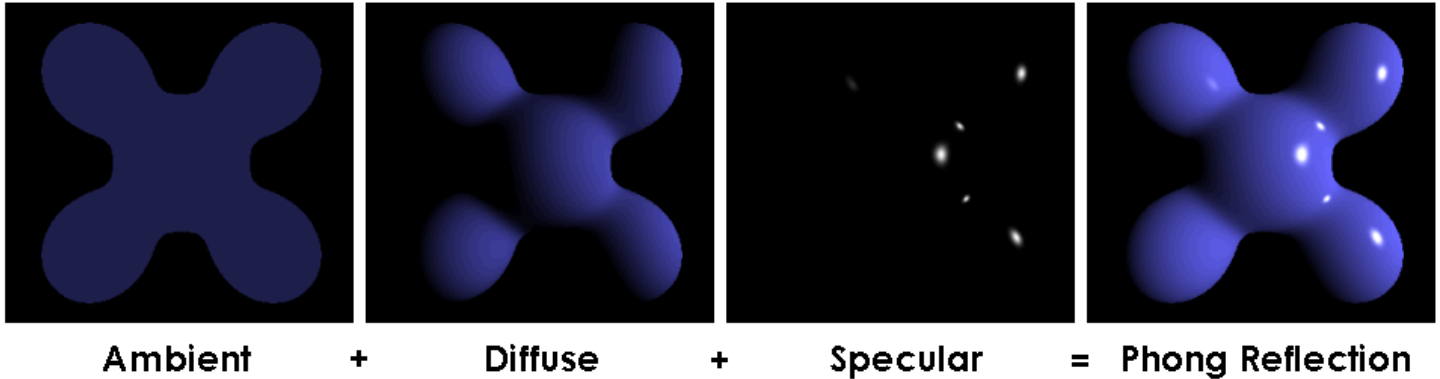
Tipos de mapeamento:

1. Mapeamento planar: Todos os pontos de uma mesma normal do plano escolhido possuem a mesma coordenada de textura.
2. Mapeamento cúbico: O objeto é envolto por um cubo (textura) e a textura é mapeada a partir das normais de cada face do cubo.
3. Mapeamento esférico: O objeto é envolto em uma esfera (textura) e a textura é mapeada com base nas intersecções dos raios da esfera com o objeto.

Parte 2 - Modelos de iluminação

1) Discuta sobre as diferenças entre iluminação ambiente, reflexão difusa e reflexão especular. Apresente um exemplo (figuras diferentes dos slides) do efeito dessas iluminações em algum modelo (pode pesquisar em sites especializados ou construir/programar o seu próprio exemplo).

- Iluminação Ambiente: luz que afeta todo o objeto de forma uniforme, não depende das posições da câmera, do objeto ou das fontes de luz.
- Reflexão difusa: luz parte da fonte de luz e é parcialmente absorvida pelo objeto, não depende da posição da câmera, mas depende das posições do objeto e das fontes de luz.
- Reflexão especular: Luz que parte de uma fonte e ao encontrar com um objeto é refletida principalmente em direção à câmera, depende das posições da câmera, do objeto e das fontes de luz.



2) Pesquise e descreva sobre superfícies que são refletores difusos ideais e superfícies que são refletores especulares ideais e sua conexão com as equações dos modelos de iluminação estudados na disciplina.

- Superfícies refletores difusos ideais: superfícies que são completas de imperfeições a nível microscópico, as imperfeições devem ser maiores que o comprimento da luz, isso faz com que os raios de luz reflitam em várias direções. Isso é simulado pelo modelo de iluminação com reflexão difusa.
- Superfícies refletores especulares ideais: superfícies que não possuem imperfeições, a luz reflete com base no ângulo de incidência da luz em relação à normal do objeto. Isso é simulado pelo modelo de iluminação com reflexão especular.

3) Na equação de iluminação ambiente + reflexão difusa abaixo, descreva o significado dos parâmetros k_a e k_d e explique o que acontece com a reflexão difusa conforme variação de $N \cdot L$.

$$I_{diff} = \begin{cases} k_a I_a + k_d I_l (N \cdot L), & \text{se } N \cdot L > 0 \\ k_a I_a, & \text{se } N \cdot L \leq 0 \end{cases}$$

- k_a : coeficiente de reflexão ambiente, representa quanto um objeto é afetado pela luz ambiente.
- k_d : coeficiente de reflexão difusa, quanto da luz incidente é refletida.

Quanto maior o valor de $N \cdot L$, maior será o efeito de reflexão difusa.

4) Considere uma superfície plana de cor uniforme RGB (0.5, 0.7, 0.2) e os coeficientes $k_a = 1/D$ e $k_d = 1/M$. Apresente três diferentes cenários de iluminação com base na equação de iluminação ambiente + reflexão difusa (Exercício 3). No primeiro cenário, a direção da fonte de luz é perpendicular à superfície. No segundo cenário, a direção está posicionada 90° (em relação a N) da superfície. No terceiro cenário, a direção está posicionada a 45° . Use $I_a = 1$ e $I_l = 1$.

$$k_a = 1/7$$

$$k_d = 1/3$$

- 1º Cenário:

$$N \cdot L = \cos(0^\circ) = 1$$

$$I_{diff} = 1/7 + 1/3 = 10/21$$

$$\text{Cor final RGB: } \left(\frac{5}{21}, \frac{1}{3}, \frac{2}{21} \right)$$

- 2º Cenário:

$$N \cdot L = \cos(90^\circ) = 0$$

$$I_{diff} = 1/7$$

$$\text{Cor final RGB: } \left(\frac{1}{14}, \frac{1}{10}, \frac{1}{35} \right)$$

- 3º Cenário:

$$N \cdot L = \cos(45^\circ) = \sqrt{2}/2$$

$$I_{diff} = 1/7 + \sqrt{2}/6$$

$$\text{Cor final RGB: } \left(\frac{1}{14} + \frac{7\sqrt{2}}{12}, \frac{1}{10} + \frac{7\sqrt{2}}{60}, \frac{1}{35} + \frac{\sqrt{2}}{30} \right)$$

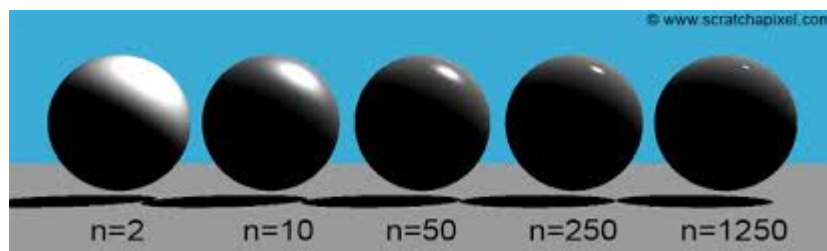
5) Na equação de iluminação de Phong, qual é o componente que permite manipular a reflexão especular? Como esse componente pode ser manipulado?

O expoente de reflexão especular n_s , ele determina quão concentrada é a reflexão.

6) Apresente o modelo de iluminação de Phong e descreva o significado de cada um dos parâmetros da equação, incluindo o efeito (pode ser descrição textual / imagens para exemplificar são opcionais) na aparência final de um modelo.

$$I_{spec} \begin{cases} k_s I_l (V \cdot R)^{n_s}, & \text{se } V \cdot R > 0 \\ 0.0, & \text{se } V \cdot R \leq 0 \end{cases}$$

- Coeficiente de reflexão especular k_s : quanto um modelo é afetado por iluminação especular.
- Expoente de reflexão especular n_s : quão reflexivo a superfície é, ou seja, quão concentrado é a reflexão.
- Direção do raio de luz após a reflexão R .
- Direção do raio de luz refletido em direção à câmera.



7) Descreva com suas palavras as etapas para computar os vetores N , L e H .

- N é o vetor da normal do objeto, ele já é "entregue" pelo objeto.
- L é o vetor da fonte de luz, ele é calculado com base nas posições do objeto e da fonte de luz.
- H é o vetor que fica entre o raio de luz incidente e o raio de luz que chega na câmera. Ele representa qual seria a normal da superfície para que o raio de luz seja refletido dessa maneira.

8) Dado o modelo de Phong (eq. do Exercício 6), compare e discorra sobre o que pode acontecer com a aparência final de um objeto quando (a) $n_s = 2M$ e (b) $n_s = 2D$.

- a) $n_s = 6$: A área de reflexão especular será maior.
b) $n_s = 14$: A área de reflexão especular será menor.

9) Como o modelo de Phong pode ser alterado para considerar múltiplas fontes de luz? Em seguida, apresente uma equação para calcular o modelo de Phong para duas fontes de luz.

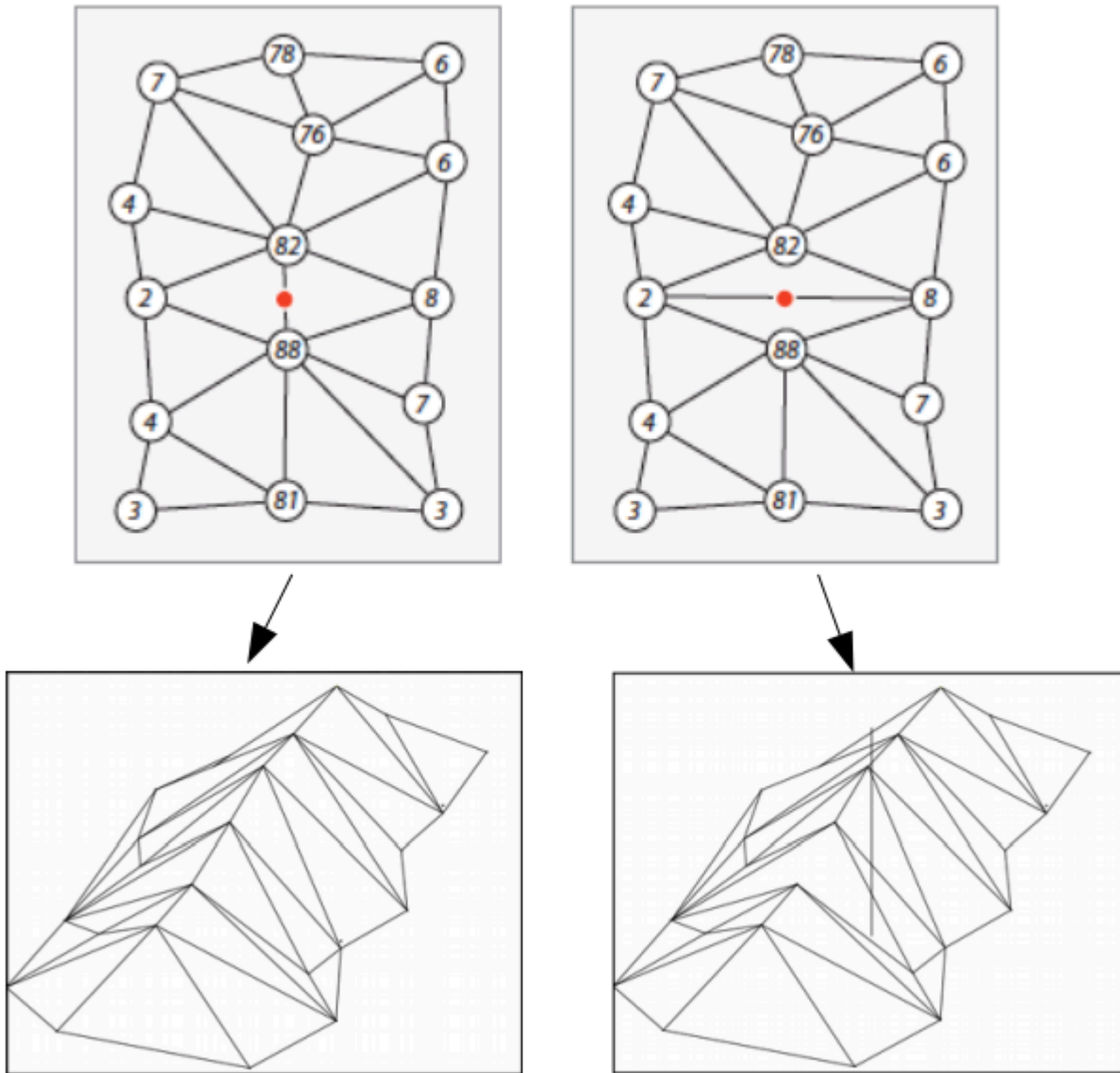
As fontes de luz podem ser somadas para conseguir o valor resultante.

$$I = I_a + \sum_{l=1}^2 I_{l,diff} + I_{l,spec}$$

10) Em relação à triangulação, mostre quais as vantagens na triangulação de Delaunay. Como isso pode impactar na superfície de terrenos? Dê um exemplo de como diferentes triangulações podem inclusive afetar a iluminação da superfície.

Reduz a quantidade de triângulos com ângulos obtusos.

Pode criar/escoder vales em um terreno



Isso pode afetar a iluminação, já que as normais calculadas podem não se aplicar para uma das triangulações, o que pode gerar afetar a iluminação de forma errada.

11) Na Figura abaixo são apresentados 12 pontos/vértices. O eixo x indica a variável M e o eixo y indica a variável D . Aplique a triangulação de delaunay (algoritmo incremental). No entanto, a escolha do primeiro ponto/vértice deve ser o ponto/vértice mais próximo de seus valores M e D (e não aleatoriamente). Apresente os principais passos da triangulação. Não é necessário apresentar os testes para legalizar as arestas (que podem ser feitas por inspeção visual na maioria dos casos).

