DCA – CT – UFRN

COMPUTAÇÃO GRÁFICA

Lista de Exercícios 02

https://www.dca.ufrn.br/~lmarcos/courses/compgraf/exercicios/ex2.html

Questão 1: Nossos olhos colapsam o mundo (3D) em imagens na retina, que pode ser considerada como uma superfície (2D). O cérebro tem então que reconstruir em (3D). A simulação deste processo em síntese de imagens, num computador, tem duas partes: transformação de **visualização** (posição de câmera e orientação) e transformação de **projeção** (reduz 3D para 2D). Ambas usam transformações **homogêneas** que formam a raiz da hierarquia de transformações.

Questão 2: O que voce entende por camera pin-hole? Qual o principal problema da camera pin-hole e como resolve-lo?

R: A câmera pinhole é um dispositivo no qual apenas um raio de luz de cada ponto entra, resultando em uma imagem mais nítida. O principal problema está relacionado ao tempo de exposição longo e à exigência de uma quantidade mínima de luz, pois a abertura não pode ser muito grande nem muito pequena. A solução para essa questão é a utilização de lentes, onde os raios convergem para um único ponto, permitindo uma captação mais eficiente da luz.

Questão 3: Qual a principal diferenca entre projecao ortográfica e projeção perspectiva? Sugestão: defina as duas.

R: A principal diferença entre projeção ortográfica e projeção perspectiva reside em suas definições. Na projeção ortográfica, o ponto focal está no infinito, os raios são paralelos e perpendiculares ao plano de projeção. Enquanto isso, na projeção perspectiva, a câmera está posicionada ao longo do eixo z, com o ponto focal na origem e o plano da imagem paralelo ao plano (x, y) a uma distância d (considerando a câmera na origem).

Questão 4: Descreva detalhadamente o modelo (approach) mais popular para implementar a transformacao de visualizacao (frustum, viewing, look_from, look_at, vup, etc). Use desenhos graficos para ilustrar a sequencia de transformacoes e coloque as equações e matrizes dessas operações.

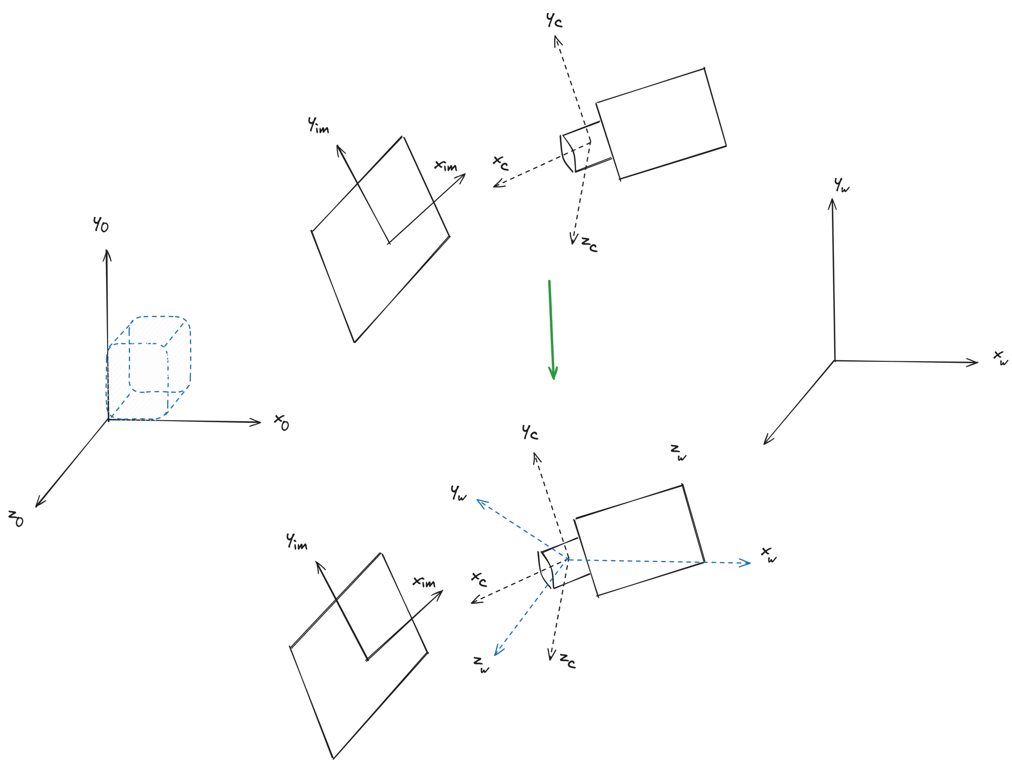
R: No modelo mais popular para implementar a transformação de visualização, é essencial especificar a distância focal, o tamanho e a forma da imagem, bem como o plano de corte, todos definidos na projeção perspectiva. Além disso, são necessários os seguintes parâmetros:

- *lookfrom:* onde está o ponto focal (camera);
- *lookat:* o ponto no mundo centrado na imagem;
- orientação da camera: *lookfrom-lookat* (vetor);
- v_{up}: vetor no mundo indicando "acima" da imagem (norte da camera).

As transformações podem ser realizadas da seguinte maneira:

- Posicionamento da câmera: é realizada uma transformação de translação para posicionar a camera no ponto especificado por *look-from*.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -lf_x \\ 0 & 1 & 0 & -lf_y \\ 0 & 0 & 1 & -lf_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

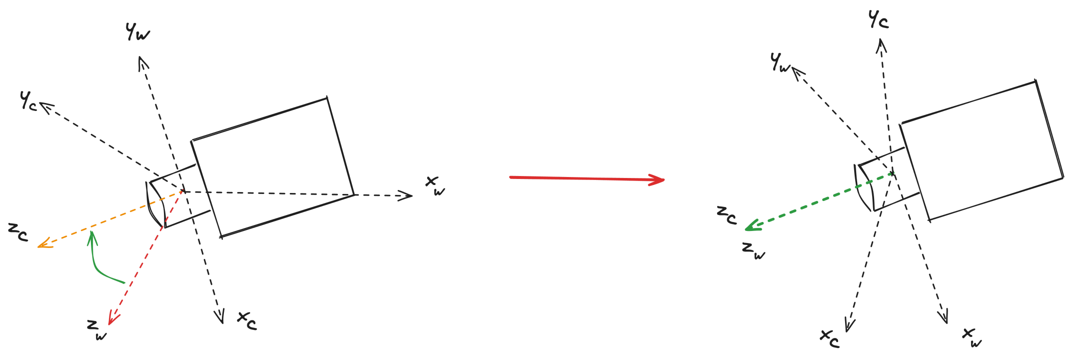


- Orientação da câmera: é realizada uma rotação para alinhar o eixo da câmera com o vetor que vai de *look-from* para *look-at*.
  - $v = (lookat - lookfrom)$ normalizada e $z = (0, 0, 1)$
  - O eixo de rotação é dado por $a = \dfrac{(v \times z)}{|(v \times z)|}$ e ângulo $cos(\theta) = v \cdot z$ e $sin(\theta) = |(v \times z)|$.
  - A matriz de toração é dada por:

$$R = a \cdot a^2 + (v \cdot z)\left(I - a \cdot a^2\right) + |(v \times z)\ | \ \cdot a'$$

onde

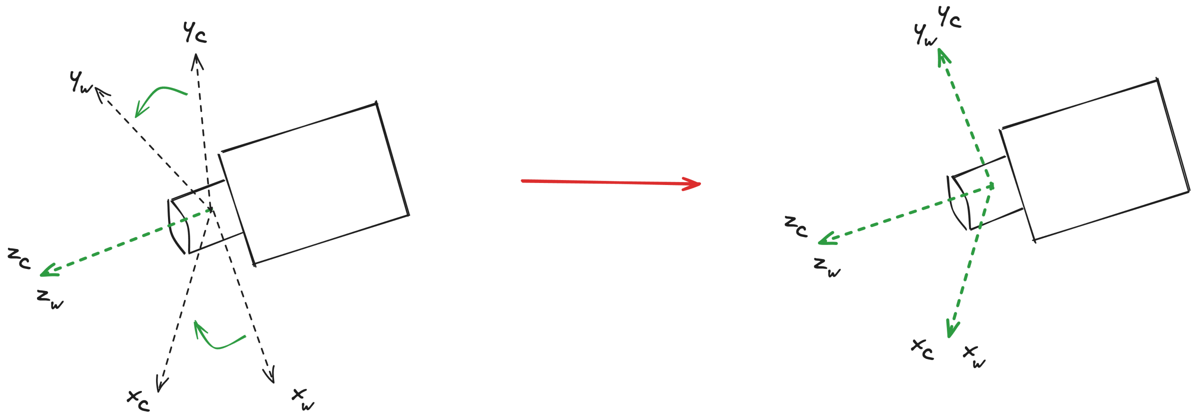
$$a' = \begin{bmatrix} 0 & -a_z & a_y \\ a_z & 0 & -a_x \\ -a_z & a & 0 \end{bmatrix}$$



- Definição de $\mathbf{v}_{up}$: outra rotação é aplicada para ajustar $\mathbf{v}_{up}$.

$$cos(\theta) = \mathbf{v}_{up} \cdot y$$
$$sin(\theta) = |\mathbf{v}_{up} \times y|$$

$$rot(\mathbf{z},\ \theta) = \begin{bmatrix} cos(\theta) & -sin(\theta) & 0 \\ sin(\theta) & cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Questão 5: Uma câmera fotográfica digital com distância focal de 100 mm e ângulo de abertura de 90 graus em ambas as direções (vertical e horizontal) encontra-se no ponto (2,3,2), sistema MKS, direcionada (com sua lente apontando) para o ponto (2,2,0), orientada de modo que o eixo x da câmera esteja na horizontal. Dê o que se pede:

- Qual a quantidade de pixels no plano imagem (dimensões da imagem), sabendo que cada pixel tem dimensão de 1x1 mm na imagem e que a janela de exibição guarda as mesmas proporções que o Frustum (toda a cena vista no Frustum cabe na imagem)?

R:

$$\alpha = \frac{\theta}{2} = \frac{90°}{2} = 45° \implies tan(\alpha) = tan(45°) = 1$$

Então, se a distância focal é de $100\ mm$, a metade do tamanho do Frustum é $100\ mm$. Assim, o tamanho total do Frustum em ambas as direções (horizontal e vertical) é de $200\ mm$. Ou seja,

$$Q_{pixels} = 200\ mm \times 200\ mm\ =\ 40000\ pixels.$$

- Sabendo que a origem do sistema de coordenadas da imagem (no monitor, seria a origem da janela de exibição) encontra-se no canto inferior esquerdo, como no OpenGL, quais as coordenadas de imagem (em pixels) dos vértices do triângulo formado pelos pontos (1,1,0), (3,1,0), (2,3,0)? Faça um desenho gráfico (em escala) mostrando a imagem com o triângulo desenhado nela (2D). Obs: não desenhar partes do triângulo fora da imagem, se isto ocorrer.

R:

...

Questão 6: Considerando uma câmera na origem do sistema de coordenadas (MKS), olhando para a direção (1, 1, 1), calcule o ponto de interseção (mais proximo do observador) do seu eixo visual com a esfera centrada em (4,2,2) e de raio igual a 2, ou seja, o ponto visível na esfera.

$$\mathbf{v}\ =\ \left(\frac{1}{\sqrt{3}}, \frac{1}{\sqrt{3}}, \frac{1}{\sqrt{3}}\right) \implies k\mathbf{v} = \left(\frac{k}{\sqrt{3}}, \frac{k}{\sqrt{3}}, \frac{k}{\sqrt{3}}\right) \implies \left(2\sqrt{3}\right)\mathbf{v} = (2,\ 2,\ 2)$$

Portanto o ponto mais próximo seria $(2,\ 2,\ 2)$.

$$(x-4)^2 + (y-2)^2 + (z-2)^2 = 2^2$$

$$\implies \left(\frac{k}{\sqrt{3}} - 4\right)^2 + \left(\frac{k}{\sqrt{3}} - 2\right)^2 + \left(\frac{k}{\sqrt{3}} - 2\right)^2 = 4 \implies \left(\frac{k}{\sqrt{3}} - 4\right)^2 + 2 \cdot \left(\frac{k}{\sqrt{3}} - 2\right) = 4$$

$$\implies \frac{k^2}{3} - \frac{8 \cdot k}{\sqrt{3}} + 16 + 2 \cdot \left(\frac{k}{3} - \frac{4 \cdot k}{\sqrt{3}} + 4\right) = 4 \implies \frac{k^2}{3} - \frac{8 \cdot k}{\sqrt{3}} + 16 + \frac{2 \cdot k^2}{3} + \frac{8 \cdot k}{\sqrt{3}} + 8 = 4$$

$$\implies k^2 - \frac{16 \cdot k}{\sqrt{3}} + 20 = 0$$

$$\therefore\ x' = \frac{10}{\sqrt{3}} \approx 5,773\ ;\ x'' = 2\sqrt{3} \approx 3,46\ (mais\ próximo)$$