

# VISÃO COMPUTACIONAL

## Lista de Exercícios 07

### Visão Estereoscópica

I - Sejam os conjuntos de pontos no mundo real `world.txt` e pontos correspondentes na imagem `image.txt`, obtenha a matriz de projeção  $P$ , e implemente a decomposição RQ para obter as matrizes  $K$ ,  $R$  e  $t$ .

Para a decomposição RQ, com

$$K = \begin{pmatrix} a & b & c \\ 0 & d & e \\ 0 & 0 & f \end{pmatrix}$$

Resolva

$$KR = \begin{pmatrix} aR_1^T + bR_2^T + cR_3^T \\ dR_2^T + eR_3^T \\ fR_3^T \end{pmatrix}, \text{ onde } R = \begin{pmatrix} R_1^T \\ R_2^T \\ R_3^T \end{pmatrix}$$

Sendo  $R_1 \perp R_2 \perp R_3$  e  $\|R_1\| = \|R_2\| = \|R_3\| = 1$ .

II - Sejam as matrizes  $P1$  e  $P2$ :

$$P1 = \begin{pmatrix} \frac{800}{\sqrt{2}} & 0 & \frac{2400}{\sqrt{2}} & 4000 \\ -\frac{700}{\sqrt{2}} & 1400 & \frac{700}{\sqrt{2}} & 4900 \\ -\frac{1}{\sqrt{2}} & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} & 3 \end{pmatrix}$$

$$P2 = \begin{pmatrix} 1000 & -250 & 250\sqrt{3} & 500 \\ 0 & 500(\sqrt{3} - \frac{1}{2}) & 500(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}) & 500 \\ 0 & -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & 1 \end{pmatrix}$$

1. Implemente a decomposição RQ e obtenha as matrizes  $K$ ,  $R$  e  $t$  de ambas.
2. Normalize as matrizes  $P1$  e  $P2$ .

III - Dadas as duas matrizes de câmera do exercício anterior, compute a matriz fundamental que as relaciona.

IV - Dados os conjuntos de imagens `ex-12-F-eins.jpg` e `ex-12-F-zwei.jpg`, `chapel00.png` e `chapel01.png`, `keble000.png` e `keble003.png`, e `bt000.png` e `bt006.png`, determine a matriz fundamental para cada par de imagens usando o algoritmo de 8 pontos.

1. Sem forçar a condição de posto 2. Visualize os resultados, desenhando as retas epipolares nas imagens.
2. Forçando a condição de posto 2. Visualize os resultados, desenhando as retas epipolares nas imagens.
3. Comente sobre a importância da condição tratada acima.

V - Determine a matriz fundamental, dado o mesmo conjunto de imagens do exercício anterior, desta vez implementando o algoritmo de 7 pontos (a solução pode não ser única). Visualize os resultados, desenhando as retas epipolares nas imagens.

VI - Carregue o arquivo `kronandata.mat`, que contém pontos de interesse correspondentes referentes às imagens `kronan1.jpg` e `kronan2.jpg`. Com base nestes pontos, calcule a matriz fundamental referente a estas duas imagens. Em seguida, plote 10 retas epipolares selecionadas aleatoriamente nas imagens dadas.

VII - O arquivo `pontos_mesa_de_trabalho.mat` contém pares de pontos  $\{\mathbf{x}_i \leftrightarrow \mathbf{x}'_i\}$  relacionados com as imagens `mesaTrabalho_esquerda.jpg` e `mesaTrabalho_direita.jpg`.

1. Mostre as imagens plotando os pontos correspondentes.
2. Normalize os pontos através das matrizes de transformação de similaridade  $T$  e  $T'$ , que consistem em uma translação e escalamento de acordo com as relações  $\hat{\mathbf{x}}_i = T\mathbf{x}_i$  e  $\hat{\mathbf{x}}'_i = T'\mathbf{x}'_i$ . Mostre as matrizes  $T$  e  $T'$ .
3. Encontre a matriz fundamental  $F$  tal que  $\mathbf{x}_i'^T F \mathbf{x}_i = 0$  utilizando o **Algoritmo dos 8 Pontos Normalizados**. Utilize apenas os 8 primeiros pares de pontos para encontrar a matriz  $\mathbf{A}$  de modo que  $\mathbf{A}\mathbf{f} = \mathbf{0}$ . Mostre a matriz  $\mathbf{F}$  encontrada.
4. Plote as imagens com os 8 primeiros pares de pontos e suas respectivas linhas epipolares em ambas imagens seguindo as relações  $\mathbf{l}' = \mathbf{F}\mathbf{x}$  e  $\mathbf{l} = \mathbf{F}^T\mathbf{x}'$ . Comente o que você observa.
5. Para cada imagem, calcule seu epipolo utilizando as relações  $\mathbf{F}\mathbf{e} = \mathbf{0}$  e  $\mathbf{F}^T\mathbf{e}' = \mathbf{0}$ . Nas mesmas imagens mostradas no item anterior, plote de maneira visível seus respectivos epipolos.
6. Implemente o algoritmo **Gold Standard** e encontre a matriz fundamental  $\mathbf{F}$  utilizando todos os pares de pontos. Mostre a matriz  $\mathbf{F}$  encontrada.
7. Utilizando a matriz obtida com o algoritmo **Gold Standard**, plote as imagens com os 8 primeiros pares de pontos e suas respectivas linhas epipolares em ambas imagens. Comente o que você observa.
8. Na mesma imagem que você mostrou as linhas epipolares, plote seus respectivos epipolos.

VIII - A partir do arquivo `data_sphere.mat`, contendo pontos 3D no mundo sintéticos, e das matrizes  $K1$  e  $K2$  relativas a estes pontos fornecidas (basta rodar o arquivo `generate_synthetic.m`, que também fornece os dois conjuntos de pontos 2D sintéticos a partir dos pontos 3D):

1. Compute a matriz fundamental  $F$ .
2. Compute a matriz essencial  $E$ .
3. Compute as matrizes de câmera para os dois conjuntos de pontos, a partir da matriz essencial.
4. A partir do que foi calculado, reconstrua o objeto 3D (isto é, gere um novo conjunto de pontos 3D a partir dos pontos 2D fornecidos).
5. A partir dos pontos 3D obtidos no item anterior, obtenha novos pontos 2D nos planos das imagens, a partir das matrizes  $P$  anteriormente calculadas.
6. Plote os pontos sintéticos fornecidos e os pontos 3D e os dois conjuntos de pontos 2D calculados para visualizar os resultados.