

Universidade de São Paulo  
Escola de Engenharia de São Carlos



## Tarefa 4

**SEL0635 - Visão Computacional em Robótica**

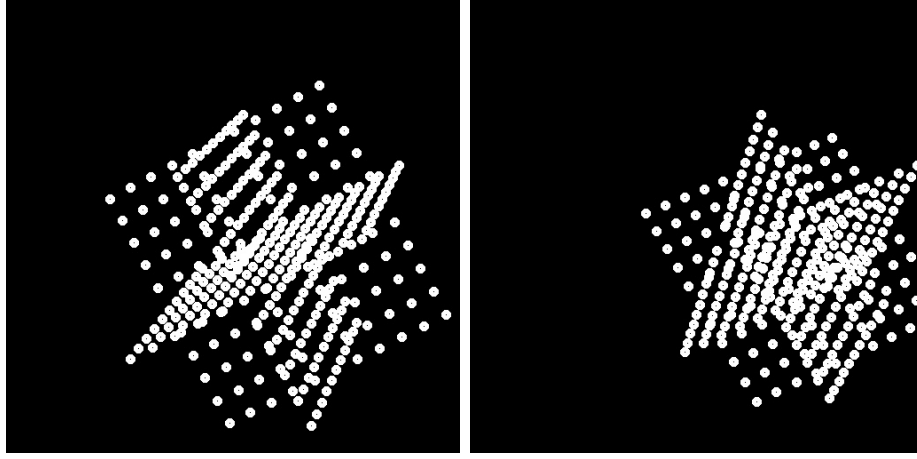
Felipe Aparecido Garcia

São Carlos - SP Novembro de 2018

# 1 Visão Estéreo

## 1.1 Par de Imagens Estéreo

Criando duas câmeras, uma na posição  $[100, 200, 550]^T$ , com ângulos  $[180, 12, 60]^T$  e outra em  $[200, 250, 550]^T$ , com ângulos  $[30, 10, 60]^T$  e usando o padrão de calibração 3D, obtiveram-se as Figuras 1a e 1b. Para ambas as câmeras, usou-se  $f = 16 \text{ mm}$ ,  $s_x = s_y = 0,01 \text{ mm}$ ,  $o_x = 320$  e  $o_y = 240$ .



(a) Câmera esquerda.

(b) Câmera direita.

Figura 1: Padrão de calibração visto pelas câmeras.

Com os parâmetros utilizados, calcularam-se as matrizes  $E$  e  $F$ , exibidas nas Equações 1 e 2.

$$E = \begin{bmatrix} -99,94 & 0 & -3,49 \\ -1,74 & 86,60 & 49,97 \\ -3,02 & -50 & 86,55 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$F = \begin{bmatrix} -3,90 \cdot 10^{-5} & 0 & -2,18 \cdot 10^{-3} \\ -6,82 \cdot 10^{-7} & 3,38 \cdot 10^{-5} & 3,12 \cdot 10^{-2} \\ -1,89 \cdot 10^{-3} & -3,12 \cdot 10^{-2} & 86,5 \end{bmatrix} \quad (2)$$

## 1.2 Estimar a Matriz Fundamental

Escolhendo uma janela de tamanho  $5 \times 5$  no centro da imagem esquerda, usou-se esta janela para encontrar pontos correspondentes na imagem direita, usando a correlação entre as janelas. Assim, encontrando oito pontos correspondentes, estimou-se a matriz  $F$  usando  $SVD$ , obtendo a matriz dada pela Equação 3.

$$F = \begin{bmatrix} -1,12 \cdot 10^{-9} & 8,93 \cdot 10^{-9} & -2,50 \cdot 10^{-6} \\ 4,22 \cdot 10^{-9} & 1,21 \cdot 10^{-8} & 4,55 \cdot 10^{-5} \\ -2,84 \cdot 10^{-4} & -2,13 \cdot 10^{-3} & -0,99 \end{bmatrix} \quad (3)$$

## 1.3 Linhas Epipolares e Epipolos

Usando a matriz  $F$  encontrada com  $SVD$ , estimou-se os epipolos das câmeras usando o  $SVD$  de  $F$  e de  $F^T$ , assim, obtiveram-se os pontos dos epipolos e traçaram-

se as linhas epipolares nas imagens da câmera esquerda e da direita. Obtendo as Figuras 2a e 2b.

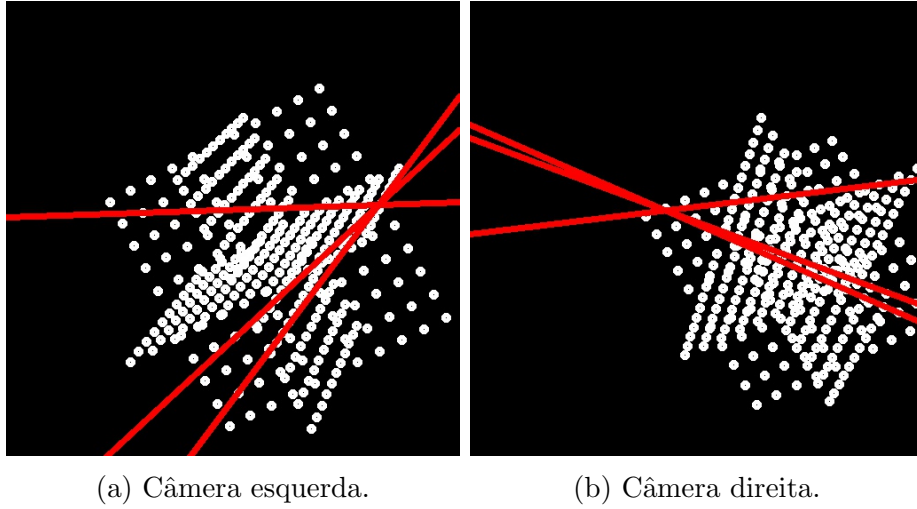


Figura 2: Linhas epipolares das câmeras.

## 1.4 Reconstrução 3D

Por fim, conhecendo os parâmetros intrínsecos e extrínsecos das câmeras, calculou-se a matriz homogênea das duas usando triangulação, além disso, normalizou-se  $T$  usando a matriz essencial. Com isso, transformou-se os pontos da câmera para as coordenadas do mundo usando a matriz  $H$  obtida e observou-se esses pontos usando a câmera esquerda, obtendo a Figura 3b, que, quando comparada com os pontos originais dados pela Figura 3a, observa-se que estão próximos em termos de rotação e translação, se diferindo apenas por uma rotação em um dos eixos.

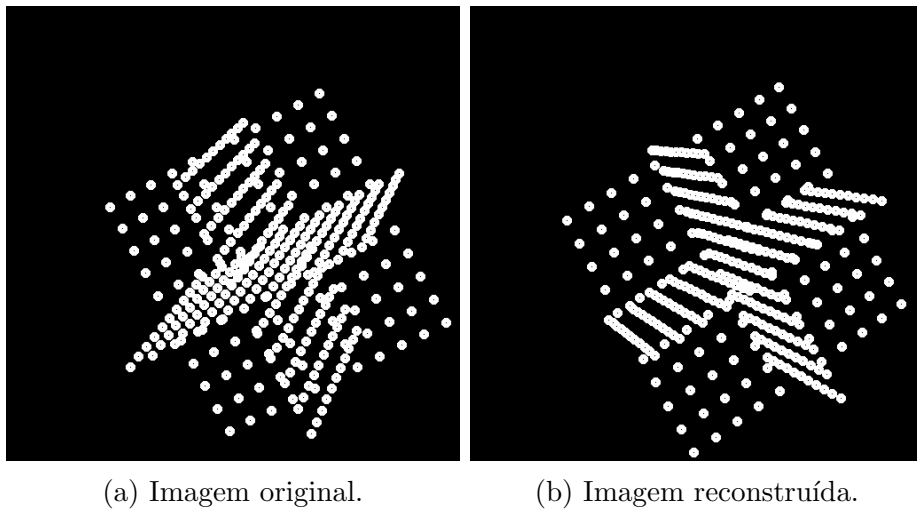


Figura 3: Pontos de calibração reconstruídos usando triangulação.