

Visão Computacional

Aula 05

Calibração de Câmeras (Cont.)

Método direto (livro do Trucco)

- Considere um ponto \mathbf{P} no mundo (3D) definido pelas suas coordenadas (X_w, Y_w, Z_w)
- Supomos o frame de mundo conhecido
- Sejam (X_c, Y_c, Z_c) as coordenadas de câmera do ponto P ;
- Origem do frame de câmera é o centro de projeção e o seu eixo Z é o eixo ótico.
- Posição e orientação do frame de câmera são desconhecidas
- Procura-se parâmetros de \mathbf{T} (3x1) e \mathbf{R} (3x3)

Método direto

- Seja $x = x_{im}$ e $y = y_{im}$
- As equações anteriores dependem dos 5 parâmetros internos, não independentes entre si: f , s_x , s_y , o_x e o_y .
- Seja $f_x = f / s_x$ e $\alpha = s_y / s_x$, novos parâmetros independentes entre si: f_x , α , o_x e o_y
- f_x é a distância focal em pixels horizontal
- α é a razão de aspecto, ou a deformação introduzida pelo sistema de aquisição

Método direto

- Determinando f_y
- $f_x = f / s_x \Rightarrow f = f_x s_x$; $\alpha = s_y / s_x \Rightarrow s_y = \alpha s_x$
- então $f / s_y = f_x s_x / \alpha s_x = f_x / \alpha = f_y$

Método direto

- Estamos procurando
 - Parâmetros intrínsecos:
 - o_x (origem em x);
 - o_y (origem em y);
 - $f_x = f / s_x$ (comprimento em unidades do tamanho de pixel horizontal)
 - $\alpha = s_y / s_x$ (razão de aspecto)
 - Parâmetros extrínsecos:
 R e T

Método direto

- Se $N \geq 7$ e os pontos não são coplanares, então o sistema tem uma solução não trivial (pode ser obtida pelos mínimos quadrados)

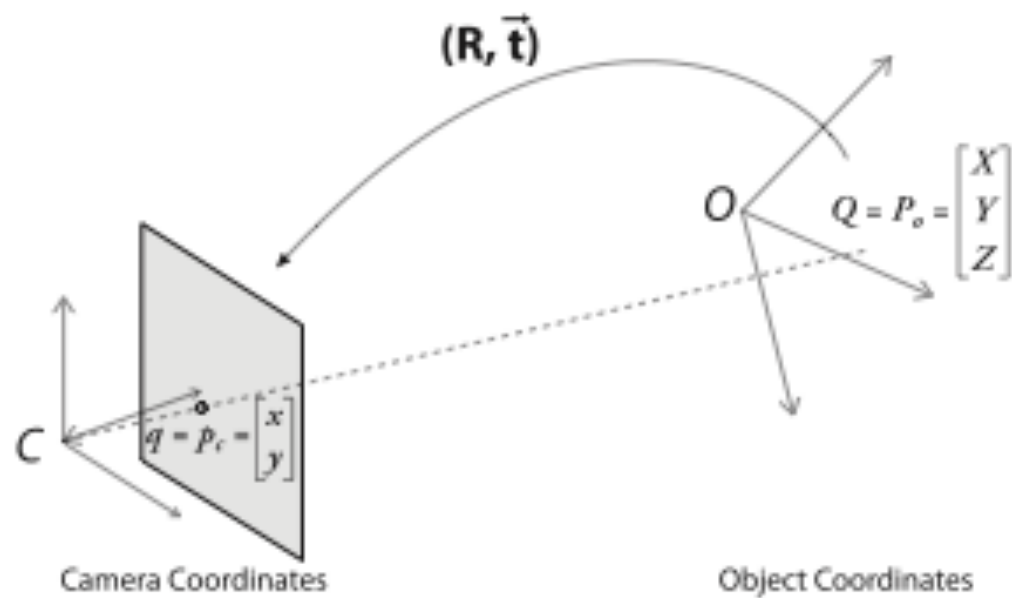
Calibrando Uma Câmera

- Método do apresentado pelo livro da Orilley
 - [Learning Opencv](#)
- Método desenvolvido por Bougnet
 - Maiores detalhes no Site oficial: http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib_doc/
- Método desenvolvido pelo Zhang (Microsoft)
 - <http://research.microsoft.com/en-us/um/people/zhang/calib/>

Calibrando com OpenCV

- Idéia básica é a mesma
 - Estimar os parâmetros Intrínsecos e Distorções
- Os parâmetros Extrínsecos podem ser obtidos aplicando as técnicas de cinemática de corpos rígidos para obter as transformações e rotações necessárias.

Calibrando com OpenCV



Calibrando com OpenCV

- As matrizes de Rotação em x, y e z:

$$R_x(\psi) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \psi & \sin \psi \\ 0 & -\sin \psi & \cos \psi \end{bmatrix}$$

$$R_y(\varphi) = \begin{bmatrix} \cos \varphi & 0 & -\sin \varphi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \varphi & 0 & \cos \varphi \end{bmatrix}$$

$$R_z(\theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Calibrando com OpenCV

- A Matriz M :

$$M = \begin{bmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Calibrando com OpenCV

- O relacionamento entre os pontos podem ser obtidos por (com distorção):

$$\begin{bmatrix} x_p \\ y_p \end{bmatrix} = (1 + k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6) \begin{bmatrix} x_d \\ y_d \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2p_1 x_d y_d + p_2 (r^2 + 2x_d^2) \\ p_1 (r^2 + 2y_d^2) + 2p_2 x_d y_d \end{bmatrix}$$

- Os índices d são os pontos na imagem distorcida e os índices p são os pontos do objeto em relação ao eixo da câmera.

Generalidades

- As diversas soluções para o problema utilizam-se de equações e formas adotadas em fotogrametria, obtendo-se medidas ou estabelecendo-se relações entre objetos na cena e sua imagem correspondente, desde que a obtenção das imagens tenha sido feita de modo controlado.

Generalidades

- O problema de calibração de câmera é típico de visão computacional, muito abordado na última década e nesta. Como vimos, em síntese, refere-se à determinação dos parâmetros intrínsecos e extrínsecos de câmeras, a partir de imagens e é um pré-processamento para as diversas aplicações de visão computacional.

Generalidades

- Note que o método dos mínimos quadrados é sugerido como ferramenta para resolução do sistema sobredeterminado, dado pela formulação do problema de calibração, ou seja, têm-se mais equações (pontos conhecidos nas imagens) do que incógnitas.

Generalidades

- Uma vez resolvido o problema de calibração e determinados os parâmetros das equações, pode-se usar estes por exemplo para localização de um robô em um determinado ambiente ou para determinação da posição de um dado objeto cujo modelo é conhecido, a partir de sua projeção nas imagens.



Próxima aula...

- Geometria para Múltiplas Vistas