

Projeto Demonstrativo 2 - Calibração de Câmeras

Frederico Guth (18/0081641)
Tópicos em Sistemas de Computação, ,
Turma TC - Visão Computacional (PPGI)
Universidade de Brasília
Brasília, Brasil
fredguth@fredguth.com

Resumo—descrição curta do trabalho e do relatório, possivelmente indicando conclusões.

I. INTRODUÇÃO

Uma câmera é um instrumento de aquisição de imagens. Conhecendo seus parâmetros intrínsecos, como distância focal e distorção da lente, e extrínsecos, sua rotação e translação no sistema de coordenadas do mundo real, é possível estimar a posição 3D de um objeto a partir de sua imagem [1], o que possibilita diversas aplicações: por exemplo, a mensuração da altura de pessoas registradas em vídeos de câmeras de segurança ou a estimativas de posições de atletas em campo, entre outras.

A. Objetivos

Os objetivos deste projeto são a aplicação prática da teoria de calibração de câmeras e o desenvolvimento de uma "régua visual", capaz de medir um objeto através da sua imagem.

II. REVISÃO TEÓRICA

Os objetivos deste projeto são a aplicação prática da teoria de calibração de câmeras e o desenvolvimento de uma "régua visual", capaz de medir um objeto através da sua imagem.

A. Modelo de Câmera com Coordenadas Homogêneas

O modelo de câmera estenopeica (pinhole) faz um mapeamento geométrico do mundo 3D para o plano da imagem 2D. [2] imagem, f , α , p_x , p_y [Qut]

Se os pontos do mundo (X) e da imagem (x) são representados por coordenadas homogêneas, podemos expressar matematicamente a projeção da câmera como uma matriz [1]:
$$\lambda x = P X,$$

onde λ é um fator de escala e P é a matriz 3×4 de projeção, também chamada matriz de calibração.

Sendo X coordenadas euclidianas, P pode ser decomposto em duas entidades geométricas: os parâmetros intrínsecos e extrínsecos de calibração [tese]

$$P = K(Rt), \text{ onde } t \text{ é } -R \cdot C \quad (2) \quad [3]$$

Os parâmetros intrínsecos de calibração descrevem a transformação entre a imagem ideal e a imagem em pixels

$$K = (f|p_o);$$

e os extrínsecos são a rotação e translação que transformam pontos no espaço do objeto para pontos no espaço da imagem e vice-versa. [tese]

Como há 6 graus de liberdade nos parâmetros extrínsecos e 5 nos intrínsecos, é necessário pelo menos 6 correspondências $x_i \leftrightarrow X_i$ do mesmo ponto no espaço da imagem e no espaço do objeto para obter P [tese].

Como há um erro inerente nas medidas experimentais, para melhorar a qualidade da estimativa é preciso usar $n > 6$ correspondências (como será visto na seção ..., usaremos 48). Como não há uma única matriz P que resolve esse sistema de equações é adicionar restrições.

Um método comum é adicionar a restrição $p_3^2 = 0$ [3][tese], mas essa abordagem não garante que não existam configurações em que o resultado com a restrição adicional é degenerado. Uma melhor abordagem [tese] é fazer: $P = \arg \min \dots$ onde $d(x_i, P'X_i)$ é a distância euclidiana entre o ponto observado e o estimado.

A biblioteca OpenCV usa essa última abordagem e aplica o método Levenberg-Marquand para resolver a minimização.

B. Distorções

O modelo até aqui descrito descreve uma câmera ideal, mas as lentes das câmeras reais podem gerar distorções. Essas distorções também são parâmetros intrínsecos que precisam ser considerados.

A distorção radial causa uma curvatura no mapeamento de retas [2]. imagem curva \rightarrow reta

A correção dessa distorção pode ser modelada da seguinte maneira: .. math::

Outra distorção comum é a tangencial, que ocorre quando o plano da lente não está alinhado perfeitamente em paralelo ao plano da imagem. Para corrigir:

Esses cinco parâmetros são conhecidos como coeficientes de distorção:

[opencv-câmera calibration]

III. METODOLOGIA

O modelo da câmera estenopeica e seus parâmetros foram descritos na seção . Nesta seção, descrevem-se como estimá-los experimentalmente.

A. Materiais

Foram utilizados os seguintes materiais: Uma tábua de compensado de $WW \times HH$; Papel contact Um padrão de calibração xadrez impresso em papel A4 Uma trena Uma régua Computador MacBook Pro (Retina, 13-inch, Early 2015),

Processador Intel Core i5 2,7 GHz, 8GB de RAM - Python 3.6.3 :: Anaconda custom (64-bit) - OpenCV 3.4.0

B. Mensuração de segmentos de pixels em imagens

Desenvolveu-se um programa que simplesmente abre uma imagem jpg e captura cliques do mouse formando uma linha entre o primeiro e o segundo clique.

Calcula-se também a distância:

onde p_1 e p_2 são vetores que representam os pontos obtidos. A norma L2 é calculada usando a função `np.linalg.norm`.

IV. RESULTADOS

OA discussão visa comparar os resultados obtidos e os previstos pela teoria. Deve se justificar eventuais discrepâncias observadas. As conclusões resumem a atividade de laboratório e destacam os principais resultados e aplicações dos conceitos vistos.

V. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

OA discussão visa comparar os resultados obtidos e os previstos pela teoria. Deve se justificar eventuais discrepâncias observadas. As conclusões resumem a atividade de laboratório e destacam os principais resultados e aplicações dos conceitos vistos. Nenhuma dessas ideias, entretanto, faziam parte do escopo do projeto e ficam como sugestão para novas pesquisas.

REFERÊNCIAS

- [1] T. de Campos, “3d visual tracking of articulated objects and hands,” Ph.D. dissertation, University of Oxford, 2014.
- [2] M. Santos, “Revisão de Conceitos em Projeção, Homografia, Calibração de Câmera, Geometria Epipolar, Mapas de Profundidade e Varredura de Planos,” Unicamp, Tech. Rep., 2012.
- [3] R. I. Hartley and A. Zisserman, *Multiple View Geometry in Computer Vision*, 2nd ed. Cambridge University Press, ISBN: 0521540518, 2004.