

CALIBRAÇÃO DE CÂMERAS USANDO OPENCV

MANOEL VIEIRA COELHO NETO*

*SQS 203 Bloco J
Brasília, DF, Brasil

Email: vieiranetoc@gmail.com

Resumo— Este relatório visa apresentar os resultados obtidos através da calibração da câmera, onde foi usado funções da biblioteca OpenCV apresentadas em sala de aula para estimar os parâmetros intrínsecos e de distorção de uma câmera, usando um padrão de tabuleiro de xadrez tentamos estimar o mais próximo possível tais parâmetros. Sucessivas calibrações são necessárias, e a estimativa dos padrões é feita estatisticamente com base nesses valores.

Palavras-chave— OpenCV, Visão Computacional, Calibração, Tabuleiro de Xadrez

1 Introdução

Uma câmera *pinhole* é um modelo simples, uma variação da câmera escura - primeiro instrumento usado para captação de imagens do mundo em uma superfície - sem lente, com uma pequena abertura e a prova de luz internamente, a luz que passa por esse buraco forma uma imagem invertida no fundo da caixa. Um problema quanto à modelagem do dispositivo utilizado nesse experimento é que no modelo *pinhole* a imagem embaçava por causa do aspecto de onda da luz, assim, na periferia de onde a luz batia a pouca energia das regiões ao redor se somavam e borravam a imagem, para consertar este problema, introduziu-se uma lente esférica à frente do buraco, para que cada ponto no mundo a ser captado estivesse associado a um único ponto na imagem, graças às características dessas lentes (distância focal, foco, abertura) isso foi possível e é assim que modelaremos nosso dispositivo: uma câmera *pinhole* com uma lente esférica à frente do buraco. No presente trabalho usamos a calibração por tabuleiro de xadrez na qual reduzimos o problema do mundo 3D calculando parâmetros 2D, considerando que estamos colocando o plano da imagem no centro da câmera.

Os parâmetros intrínsecos derivam das seguintes três propriedades:

- ✓ Projeção Perspectiva (Distância focal f)
- ✓ Transformação entre frames de câmera e pixel
- ✓ Distorção geométrica introduzida pelo sistema ótico

A relação entre x_{cam} e y_{cam} da câmera e x_{img} e y_{img} da imagem é dado por:

$$\begin{aligned}x_{cam} &= -(x_{img} - o_x)s_x \\ y_{cam} &= -(y_{img} - o_y)s_y\end{aligned}$$

Onde s_x e s_y são os valores dos tamanhos do pixel do dispositivo e o_x e o_y as coordenadas do centro da imagem.

Devido a natureza esférica da lente, a distorção é um deslocamento radial dos pontos na imagem e pode ser calculado como

$$\begin{aligned}x &= x_d(1 + k_1r^2 + k_2r^4) \\ y &= y_d(1 + k_1r^2 + k_2r^4)\end{aligned}$$

Os parâmetros extrínsecos consistem na posição e na orientação do referencial de coordenadas da câmera relativamente a um outro sistema de coordenadas. A determinação dos parâmetros extrínsecos nem sempre é necessária, caso se possa trabalhar exclusivamente com as coordenadas da câmera (coordenadas no sistema referencial da câmera).^[1].

2 Materiais e Metodologia

Para o presente trabalho foi usado:

- ✓ WebCam Logitech C520
- ✓ Tabuleiro de Xadrez (quadrados de 20cm²)

A calibração foi feita usando um tabuleiro de xadrez com quadrados de 28cm² onde o mesmo era apresentado em diferentes posições para a câmera a fim de mapear e retificar a imagem da câmera, foram feitas cinco calibrações com 30 imagens sendo capturadas em cada uma num intervalo de 2 segundos. Ao final foi tirada a média e desvio padrão de cada uma das medidas que seguem apresentadas abaixo.

Tabela 1: Parâmetros de distorção

K1	K2
-13,47 ± 12,44	2015 ± 1834,6
P1	P2
0,047985 ± 0,076289	-0,098994 ± 0,098237

Tabela 2: Matriz de Parâmetros Intrínsecos

$6,9e^3 \pm 3,1e^3$	0	$2,9e^2 \pm 3,9e^1$
0	$9,8e^3 \pm 5,3e^3$	$2,4e^2 \pm 2,9e^1$
0	0	1

É possível observar as discrepâncias nos valores, isso ocorre porque uma vez que a calibração é humana e manual, não podemos assegurar a invariância de alguns parâmetros como o eixo z por exemplo, por outras vezes, entortou-se o tabuleiro em uma angulação não desejada, entre outros erros aleatórios.

A etapa final do projeto consiste em medir um objeto em cada uma das células do *grid*. Podemos perceber que a distorção é maior nas bordas, segue a tabela para as distâncias de 0.2m, 0.8m, e 1.5m:

Tabela 3: Tabela da tela distorcida

Distância	0.20m	0.8m	1.5m
Célula 1	-	85	22
Célula 2	-	82	26
Célula 3	-	88	27
Célula 4	-	-	36
Célula 5	290	83	36
Célula 6	288	85	37
Célula 7	271	85	33
Célula 8	259	85	31
Célula 9	267	70	31
Célula 10	268	88	33
Célula 11	258	94	36
Célula 12	272	96	32
Célula 13	-	98	35
Célula 14	-	95	39
Célula 15	-	99	40
Célula 16	-	85	41

Tabela 4: Tabela da Tela Não-Distorcida

Distância	0.20m	0.8m	1.5m
Célula 1	-	87	26
Célula 2	-	89	27
Célula 3	-	90	27
Célula 4	-	-	35
Célula 5	297	81	35
Célula 6	290	79	32
Célula 7	272	79	27
Célula 8	273	79	33
Célula 9	270	82	39
Célula 10	267	89	33
Célula 11	265	96	37
Célula 12	279	95	31
Célula 13	-	91	34
Célula 14	-	90	42
Célula 15	-	92	40
Célula 16	-	92	42

Considerando um pixel quadrado e que cada pixel da câmera está associado ao pixel da imagem no computador -ambos são modelos ideais, mas não é o que acontece na prática- esse é o tamanho do nosso objeto em pixels na imagem.

Onde '-' representam as células que não puderam ser medidas.

3 Resultados

Foi possível constatar a dificuldade de calibrar a câmera, primeiramente em razão de não ser possível manter a distância Z da câmera ao tabuleiro constante, há também a correção de lentes do próprio dispositivo a qual atrapalha o processo de calibração. É visível também como a calibração e distorção nas bordas da imagem é muito mais difícil de corrigir e calibrar, e que a cada calibração os valores flutuam muito por causa da variação alta dos parâmetros. Novamente: como não se pode assegurar a angulação do tabuleiro, a distância Z, a iluminação constante durante as horas que passam enquanto é feita a calibragem, tudo isso afeta a medição e a estimativa dos valores, os quais também são obtidos por métodos numéricos e carregam consigo uma certa imprecisão.

Mesmo com os erros altos e sua propagação sobre todo o experimento, foi possível obter bons valores para nossas matrizes e boas aproximações não-distorcidas, como se pode ver nas tabelas acima, em quase todos os casos, o objeto não-distorcido foi menor que o objeto "puro".

Assim, não foi possível obter resultados muito satisfatórios sobre o experimento, apenas uma boa análise do método o que serviu de grande aprendizado para experiências futuras, onde erros como os citados acima serão conhecidos e evitados.

Referências

Chessboard detection (2016). https://en.wikipedia.org/wiki/Chessboard_detection.

Miranda, R. (2002). Interface com computador por controlo visual de cursores. http://paginas.fe.up.pt/~ee97107/Relatorio_de_Projecto_FINAL_PARTE_2.pdf

^[1](Miranda, 2002) (*Chessboard detection*, 2016)