

## Calibração de sistemas ópticos para uso em visão computacional

Mileski, Y.R.<sup>1</sup>, Kopacek, M.C.M.<sup>2</sup>, Amorim, H.J.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> yachel.mileski@gmail.com, Bolsista PROBIC – FAPERGS

<sup>2</sup> macristinamk@gmail.com, Bolsista FAURGS

<sup>3</sup> amorim@mecanica.ufrgs.br, DEMEC/UFRGS

### 1 – INTRODUÇÃO

Sistemas de visão computacional são elementos de uso crescente em ambiente industrial. Aplicações de sistemas de visão ocorrem em diferentes áreas do conhecimento, tais como astronomia, medicina, sensoriamento remoto, entretenimento e perícias. Em ambientes industriais, sua utilização costuma envolver avaliações dimensionais, com requisitos de exatidão e produtividade. Para tanto, é necessário um sistema robusto e eficiente, o que só é possível com o conhecimento dos parâmetros envolvidos. Desse modo, o desenvolvimento de procedimentos de calibração e rotinas para correção de erros é um elemento fundamental na determinação de localizações e posições de elementos no plano da imagem. A calibração pode ser definida como o processo de determinação de características geométricas e ópticas internas da câmera assim como sua orientação e posição em relação a um certo sistema de coordenadas do mundo (Marques, 2007).

### 2 – MATERIAIS E MÉTODOS

A calibração é dividida em três etapas básicas: aquisição da imagem de calibração, processo de calibração e otimização.

A aquisição da imagem de calibração está relacionada com a obtenção de um conjunto de dados de entrada. Para a obtenção das imagens, foram utilizados dois dispositivos: uma câmera *Basler*, acompanhada de um sistema de visão *NI CVS-1450 Series*, e uma câmera *GoPro Hero 3 Silver* (Figura 1). Enquanto a primeira apresenta baixa distorção, a câmera *GoPro* apresenta uma lente do tipo grande angular, responsável pelo efeito conhecido como 'olho de peixe' e desta forma, é essencial a sua calibração. Para desenvolvimento das rotinas computacionais, utilizou-se o pacote computacional *Matlab*.



Figura 1 – Câmera *Basler* e sistema *NI CVS-1450 Series* (a), *GoPro Hero 3 Silver* (b)

Os métodos estudados permitem a calibração do sistema óptico através da comparação de um conjunto de pontos de um padrão de calibração, com geometria conhecida. Os padrões mais utilizados são o tabuleiro de xadrez e a matriz de pontos.

A correspondência é o passo que precede a aquisição da imagem do padrão. Métodos de correspondência determinam a relação entre os pontos do padrão e suas respectivas projeções nas imagens. A partir dessa relação é possível determinar pares de pontos correspondentes entre o padrão e a imagem.

A especificação dos pontos pode ser feita de forma manual (o usuário escolhe os pontos que serão utilizados pela calibração), automática (o método de correspondência identifica automaticamente os pontos utilizando técnicas de processamento de imagem) e semi-automática, (o usuário seleciona alguns pontos e o método faz uma interpolação para obter os demais pontos). Para este trabalho, foi utilizado a especificação de pontos semi-automática.

Após a aquisição e correspondência são aplicados os métodos de calibração, cujos objetivos principais incluem a obtenção dos parâmetros intrínsecos e extrínsecos da câmera. Enquanto os primeiros correspondem às características ópticas e geométricas internas da câmera, como distância focal, fatores de escala, posição (em pixel) da projeção ortogonal do centro óptico no plano de projeções e os coeficientes de distorção, os parâmetros extrínsecos informam a posição e orientação da câmera em relação a um sistema de coordenadas global. Obtendo os parâmetros da câmera, é possível realizar a correção das imagens obtidas e a localização dos elementos presentes nela.

### 3 – RESULTADOS

Uma vez que a câmera *GoPro Hero3 Silver* apresenta grande distorção, é necessária a correção das imagens através dos parâmetros intrínsecos obtidos em sua calibração. O resultado deste procedimento é apresentado na Figura 2. A calibração planifica uma imagem que apresenta o efeito de 'olho de peixe'. Com esta planificação, pode haver distorção nas regiões próximas às bordas da imagem, motivo pelo qual é indicado que o objeto de interesse se localize próximo ao centro do plano da imagem.

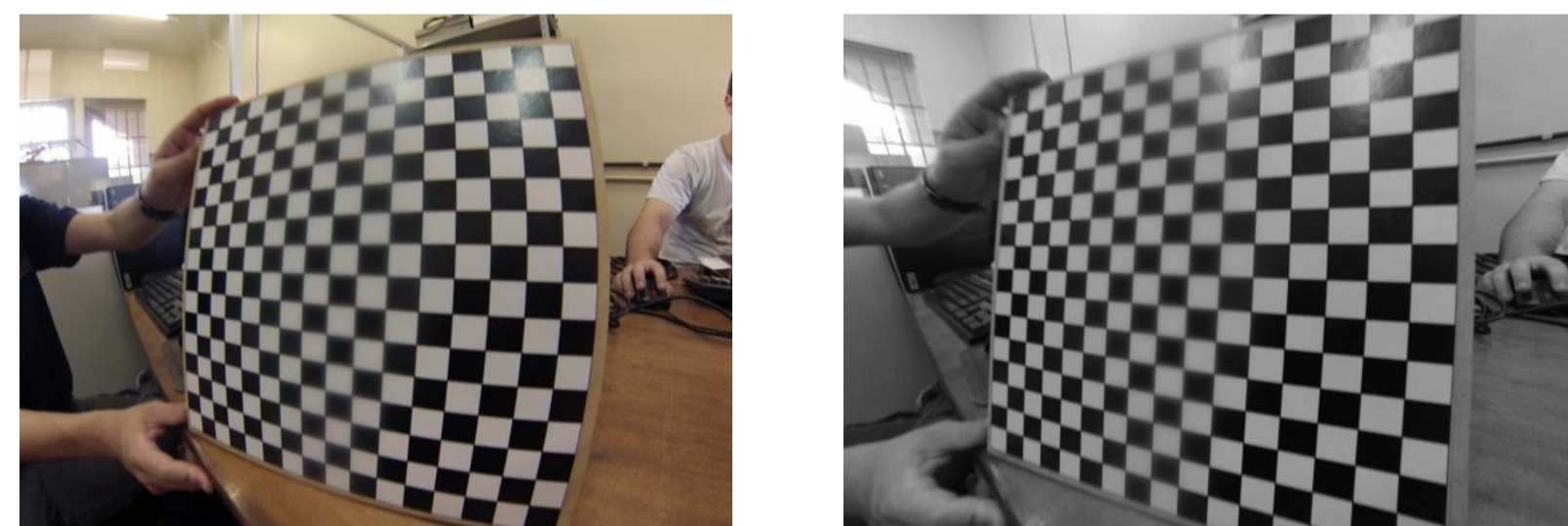


Figura 2 – Imagens *GoPro Hero 3 Silver*: Padrão xadrez original (esquerda) e com correção da distorção (direita)

A câmera *Basler* não apresenta distorção significativa (Figura 3).

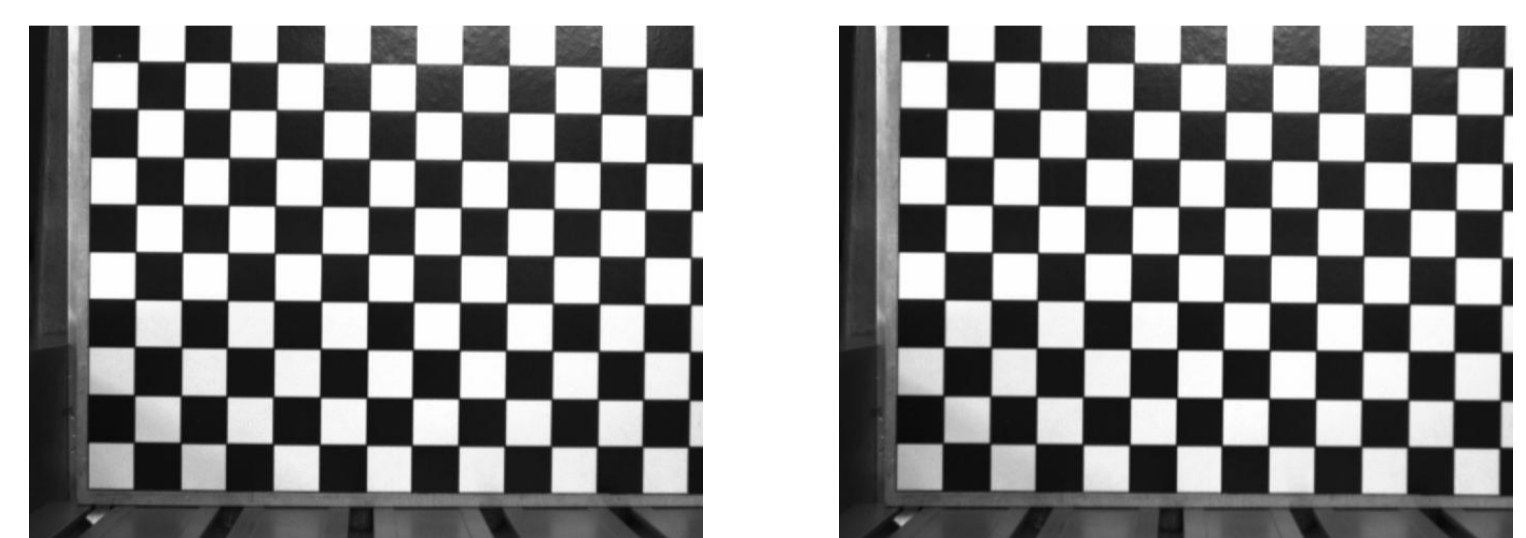


Figura 3 – Imagens *Basler*: Padrão xadrez original (esquerda) e com correção da distorção (direita)

### 3 – CONCLUSÕES

Neste trabalho foram apresentados alguns resultados da calibração de câmeras. Com base nos resultados obtidos, é possível estabelecer uma comparação entre as câmeras. A câmera *GoPro Hero 3 Silver* apresenta alta resolução e não necessita de ajuste de foco. No entanto, é necessária a sua calibração, devido à grande distorção causada pela lente 'olho de peixe'. Em contrapartida, apesar de possuir menor resolução, a câmera *Basler* não apresenta distorção significativa.

### 4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Marques, C.C.S.C., 2007. "Um Sistema de Calibração de Câmera". Dissertação de mestrado. UFAL, Maceió.
- Fu, K.S., Gonzalez, R.C., Lee, C.S.G., 1987. "Robotics: Control, Sensing, Vision and Intelligence", McGraw-Hill, New York.
- Groover, M., 2008. "Automation, Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing – Third Edition". Prentice-Hall, New Jersey.