

Auto-Calibração de Câmeras em Visão Estéreo

Disciplina de Projeto e Análise de Algoritmos

Israel de Moraes Madalena, David Menotti
PPGCC - Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto
Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil
email: israellmoraes@yahoo.com.br, menottid@gmail.com

Resumo—Este trabalho visa estudar e comparar três métodos de calibração automática de câmeras utilizadas em um sistema de Visão Estéreo. Esta auto-calibração tem a finalidade de reconstruir tridimensionalmente uma cena. Propõe-se investigar a ordem de complexidade destes métodos, bem como realizar experimentos com imagens reais para validar as implementações realizadas. A calibração de câmeras é necessário para se obter parâmetros que tornarão possível mapear coordenadas tridimensionais do mundo em coordenadas bidimensionais de imagens.

Keywords-Auto-Calibração, Stéreo Visão, Multi-Câmeras.

I. INTRODUÇÃO

Visão estereo é o ramo da visão computacional que analisa o problema da reconstrução da informação tridimensional de objetos a partir de um par de imagens capturadas simultaneamente, mas com um pequeno deslocamento, conforme [1]. O primeiro passo da visão estereo é extrair características das imagens observadas por um par de câmeras e após isso, efetuar a fusão binocular das características observadas pelas duas câmeras. Após isso, utiliza-se a informação do estágio anterior juntamente com os dados geométricos do sistema estereo para recuperar a posição tridimensional do ponto no mundo, ou seja, a reconstrução da imagem 3D.

Este sistema envolvendo múltiplas câmeras com sobreposição na área de observação está sendo utilizado em diversas aplicações de monitoramento de ambientes devido a sua confiabilidade e exatidão na contagem e identificação de objetos, além do barateamento de câmeras digitais e de toda a tecnologia que envolve a área.

Ao inicializar tais sistemas, faz-se necessário a calibração das câmeras para reconstruções precisas, visando por exemplo, a contagem de objetos. Na auto-calibração, não são usados objetos conhecidos previamente, pois é realizada apenas capturando-se diferentes imagens com uma câmera, de uma cena estática, sem alteração dos parâmetros intrínsecos desta câmera. Após a captura, é feito a correspondência entre pontos presentes nestas imagens.

O artigo está organizado da seguinte forma: na Seção II são apresentadas as justificativas em se desenvolver este sistema. Já na seção seguinte, apresenta-se os objetivos que

se pretende alcançar ao desenvolver o trabalho. Na Seção IV será definida a metodologia a ser utilizada. E na última Seção, divulga-se os resultados esperados.

II. JUSTIFICATIVAS

Um sistema de visão inconstante e que gere resultados imprecisos não é relevante. Portanto, há uma necessidade clara de se obter um melhor desempenho das câmeras, bem como a utilização e exploração de todos os seus recursos de forma a retirar toda a interferência externa que se possa ter sobre a mesma, como efeitos naturais, modificação do ambiente, projeção de luzes, sujeira e outros.

Então, a necessidade de se efetuar a calibração das câmeras antes de usar os seus dados para análises diversas é evidente, pois aumenta-se a confiabilidade e precisão do sistema, uma vez que se qualquer tipo de interferência sobre as câmeras existir, pode-se gerar números incorretos do que se deseja controlar e medir.

III. OBJETIVOS

Pretende-se efetuar a análise teórica de complexidade de três métodos de calibração automática de câmeras para trabalhos em sistemas de visão estereo. Através do estudo de três métodos, almeja-se definir se um é melhor do que o outro e se há uma viabilidade e ganho em implementar este método. Dessa forma, deseja-se certificar de que o método é independente de qualquer interação do operador, é preciso e eficiente, além de ser versátil, utilizando câmeras e lentes comuns.

Com isso, mostrar as características básicas que um método de calibração de câmeras deve possuir, os quais são:

- Ter um formato simples que permita o reconhecimento e extração de parâmetros a partir das imagens capturadas pelas câmeras.
- Ser nitidamente visíveis em diferentes perspectivas em relação a posição de duas ou mais câmeras.
- Permitir uma fácil manipulação e liberdade de movimento.

- Oferecer uma informação implícita a seu formato que permita levar adiante um preciso processo de calibração das câmeras.

IV. METODOLOGIA

Pretende-se estudar com mais profundidade alguns trabalhos, [2], [3], [4], [5], [6], [7]. O método proposto em [7] utiliza um algoritmo para achar e resolver um sistema de equações e conseguir achar a matriz de transformação que converta pontos do mundo real em pontos do mundo da câmera. Já [2] propõe-se a calibração de câmeras com base em pontos identificados em uma série de imagens por uma câmera em movimento, o qual resulta na reconstrução euclidiana desta série. [4] desenvolveu um método que se inicia com a calibração projetiva, utilizando homografia do plano no infinito para obter a calibração afim e então obtém a calibração euclidiana a partir de três imagens. Em [6] propõe minimizar a recuperação do quadrado absoluto, que consiste em um quadrado degenerado, formado por planos tangentes ao cone absoluto e possui a propriedade de que sua projeção da imagem coincide com a imagem dual do cone absoluto. Já [5] promove uma análise da movimentação das câmeras para permitir a auto-calibração, onde identifica os movimentos críticos para parâmetros constantes e identifica falhas em alguns algoritmos. Em [3] os autores propõe uma investigação das restrições sobre os parâmetros intrínsecos que são necessários para reconstruir uma cena, ou seja, quais parâmetros são necessários para fazer a reconstrução euclidiana. Após este estudo, pretende-se analisar a complexidade de tais métodos, definir três métodos para serem comparados e implementados. Com isso, obteremos também a complexidade de cada método e a sua viabilidade de implantação, além de uma base precisa e coerente para defender a importância da auto-calibração de multi-câmeras em sistemas estéreo visão.

Para um processo de auto-calibração de multi-câmeras o necessário é calcular os parâmetros intrínsecos (exprimem a geometria interna da câmera bem como suas características ópticas) e extrínsecos (fornecem a posição da origem do sistema de coordenadas da câmera em relação à origem das coordenadas do mundo). Para realizar este cálculo precisa-se de uma amostra de pontos visíveis e corretamente correspondidos no espaço de interseção dos diferentes campos de visão definidos pela posição e orientação das câmeras.

As etapas para definir os parâmetros para auto-calibração são:

- Aquisição de dados
- Calibração inicial
- Otimização da Calibração

V. RESULTADOS ESPERADOS

Verificar qual método torna-se mais eficiente e os seus pontos positivos e negativos, além de mostrar as contribuições que a auto-calibração das câmeras antes da utilização

do sistema pode oferecer, aproveitando cada característica dos métodos a serem desenvolvidos. São resultados que se espera obter com a realização deste trabalho. Com isso, aumenta-se o nível de precisão e confiabilidade do sistema. Espera-se obter através dos métodos implementados um desempenho satisfatório para calibração automática das câmeras.

REFERÊNCIAS

- [1] A. V. E. Trucco, *Introductory Techniques for 3D Computer Vision*. Prentice Hall, 1998.
- [2] R. Hartley, "Euclidean reconstruction from uncalibrated views," *Applications of Invariance in Computer Vision - Lecture Notes on Computer Science*, 1994, vol. 825, Springer-Verlag, pp. 237-256.
- [3] K. A. A. Heyden, "Euclidean reconstruction from constant intrinsic parameters," *IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1996, pp. 339-343.
- [4] A. O. M. Pollefeys, L. Vangool, "The modulus constraint: A new constraint for self-calibration," *13th IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1996, pp. 349-353.
- [5] P. Sturm, "Critical motion sequences for monocular self-calibration and uncalibrated euclidean reconstruction," *IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1997, pp. 1100-1105.
- [6] B. Triggs, "The absolute quadric," *IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1997, pp. 609-614.
- [7] R. Y. Tsai, "A versatile camera calibration technique for high-accuracy 3d machine vision metrology using off-the-shelf tv cameras and lenses," *IEEE International Journal Robotics and Automation*, 1987, vol 3, pp. 323-344.