

Reconstrução geométrica a partir de múltiplos pontos de vista

Eduardo Schumacher¹

Curso de Licenciatura em Matemática, UTFPR, Curitiba, PR

Francisco Ganacim²

Departamento de Matemática, UTFPR, Curitiba, PR

1 Introdução

O problema de reconstrução geométrica de uma cena pode ser abordada de diferentes formas, dependendo das ferramentas e materiais disponíveis para o processamento da reconstrução. A relação entre pontos em comum em dois pontos de vista é suficiente para que a reconstrução geométrica de uma cena ocorra a menos de uma transformação projetiva. A calibração da câmera utilizada para registrar os pontos de vista contribui para a reconstrução, de forma que esta seja dada a menos de um fator de escala, o que já permite a identificação dos elementos da cena registrada. É através da geometria epipolar [2], que esta reconstrução a partir de dois pontos de vista é possível de ser realizada, e a expansão para um número arbitrário de pontos de vista tem como base esta teoria.

2 Desenvolvimento do trabalho

A partir da biblioteca *OpenCV* é possível processar as imagens e conseguir todos as variáveis necessárias para a reconstrução geométrica da cena. O primeiro passo é calibrar a câmera utilizada para registrar a cena. Com um padrão geométrico de fácil reconhecimento pelas ferramentas do *OpenCV* fornecido pela própria biblioteca, e com o registro de um número de imagens deste padrão é possível retirar as distorções aplicadas pela lente da câmera. Além disso, este processo de calibração nos permite estimar a matriz de calibração K , que é composta pelos parâmetros intrínsecos da câmera, como distância focal e coordenadas do ponto principal, em pixels [1].

A biblioteca *OpenCV* também fornece o algoritmo SIFT [3] como forma de registrar os pontos chave de cada uma das imagens, para que possamos associá-los e encontrar a matriz essencial E , responsável por encapsular completamente a geometria projetiva entre o par de câmeras no caso calibrado. Esta matriz é a responsável por nos fornecer as matrizes dos parâmetros extrínsecos de cada uma das câmeras. Dado o ponto x na primeira imagem, e o ponto x' na segunda que representam o mesmo ponto do espaço temos a seguinte relação:

$$x'^T E x = 0 \tag{1}$$

Através da relação (1) é possível estimar a matriz essencial, utilizando o RANSAC como método iterativo. Com as matrizes de parâmetros extrínsecos computados através da matriz E , em conjunto com a matriz K , é possível obter as matrizes projetivas das câmeras P e P' . Com o ponto X do

¹eduardo.schumacher99@gmail.com

²ganacim@utfpr.edu.br

espaço, que quando projetado nos planos de projeção de cada uma das câmeras origina os pontos x e x' , temos a relação:

$$PX = \lambda_1 x, P'X = \lambda_2 x', \quad (2)$$

onde λ_1 e λ_2 são o fator de escala submetido à reconstrução. É a partir de (2) que podemos montar o seguinte sistema (3) que resolvemos de forma aproximada através de mínimos quadrados, usando SVD. Assim, conseguimos triangular os pontos X [4].

$$\begin{bmatrix} P & -x & 0 \\ P' & 0 & -x' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ \lambda_1 \\ \lambda_2 \end{bmatrix} = 0 \quad (3)$$

A Figura 1 mostra o processo de reconstrução.

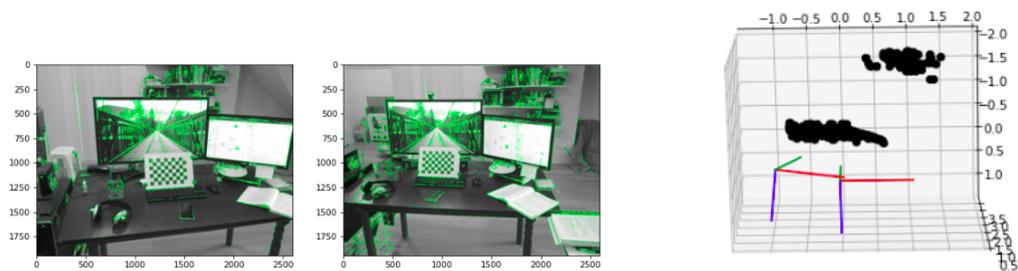


Figura 1: A esquerda estão as imagens utilizadas para a reconstrução com seus pontos chaves destacados. A direita temos a reconstrução da cena capturada pelas imagens, onde as linhas coloridas representam a orientação e posição da câmera na captura das fotografias, além dos pontos reconstruídos em preto.

3 Conclusão e próximos passos

O processo de reconstrução com dois pontos de vista se mostra como um bom exercício para a compreensão dos entes envolvidos na reconstrução com um número arbitrário de vistas. Como é um processo que trabalha com erros ao estimar as matrizes citadas anteriormente, é necessário em seguida estudar métodos de minimização destes erros. Após isso, se tem uma base sólida para que se possam adicionar novos pontos de vista, inicialmente através do processo de *bundle adjustment*, que utiliza dos pontos triangulados e os pontos correspondidos entre pontos de vista para estimar a matriz das câmeras subsequentes, e conseqüentemente, suas posições e orientações.

Referências

- [1] Carvalho, P. and C. Velho, L. *Fotografia 3D*. IMPA, Rio de Janeiro, 2005.
- [2] Hartley, R. and Zisserman, A. *Multiple View Geometry, 2a. edição*. Cambridge University Press, Cambridge, 2004.
- [3] Lowe, D. G. Distinctive image features from scale-invariant keypoints, *International Journal of Computer Vision*, 60:91-110, 2004, DOI:10.1023/B:VISI.0000029664.99615.94
- [4] Solem, J. E. *Programming Computer Vision with Python, 1a edição*. O'Reilly Media, Sebastopol, 2012.