

# Comparação de métodos para localização de fluxo óptico em sequências de imagens

Vantuil José de Oliveira Neto, David Menotti Gomes  
PPGCC - Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação  
UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto  
Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil  
email: vantuiljose@gmail.com, menottid@gmail.com

**Resumo**—O fluxo óptico descreve o movimento aparente em uma sequência de imagens digitais. O Movimento nessa sequência pode ser utilizado em diversas aplicações, como acompanhamento de objetos em vídeos e estimação de tempo de colisão entre elementos de uma cena. Este trabalho sugere o estudo, implementação e análise de alguns dos principais métodos para computação do fluxo óptico, *a priori* os métodos Lucas-Kanade e Horn-Schunck. Será feita a análise de complexidade do algoritmo e do seu tempo de execução, bem como avaliação do resultado sobre alguns vídeos. Espera-se traçar um paralelo entre os principais métodos, a complexidade dos algoritmos, tempo de execução e sua aplicabilidade na solução de problemas reais em que possa ser utilizado o fluxo óptico.

**Keywords**-fluxo óptico, análise de complexidade, Lucas-Kanade, Horn-Schunck

## I. INTRODUÇÃO

Uma importante técnica para estimar movimento em sequência de imagens é o chamado *Optical Flow* (Fluxo Óptico). Fluxo óptico é a distribuição da velocidade aparente do movimento dos padrões de intensidade em uma imagem. Pode surgir de um movimento relativo de objetos e vistas, consequentemente, fluxo óptico pode dar uma informação importante sobre o arranjo dos objetos vistos e a taxa de mudança destes mesmos arranjos. Assim como a descontinuidade no Fluxo Óptico pode ajudar em segmentação de imagens em regiões que correspondem a diferentes objetos [1].

A Figura 1 exemplifica o fluxo óptico. Um ponto  $P$  na cena projeta um ponto  $p[x,y]$  no sistema de coordenadas do plano de imagem da câmera centrada na origem do sistema de coordenadas da câmera  $[X,Y,Z]$ , que é o eixo óptico apontando da direção de  $Z$ . O movimento da câmera é descrito por sua translação  $[T_x, T_y, T_z]$  e rotação  $[\Omega_x, \Omega_y, \Omega_z]$  [1] [2].

Fluxo Óptico ainda pode ser definido como a representação do movimento aparente do mundo projetado no plano de imagem. Fluxo Óptico é o campo de velocidade 2D, descrevendo o movimento aparente na imagem, que resulta de movimentos independentes de objetos na cena ou de um observador em movimento. Considere a 1 que ilustra como a translação e rotação da câmera causa a localização projetada  $p$  de um ponto  $P$  na cena em movimento [1]. Da mesma forma, se o ponto  $P$  esta se movendo independentemente, sua projeção no plano de imagem irá mudar, mesmo

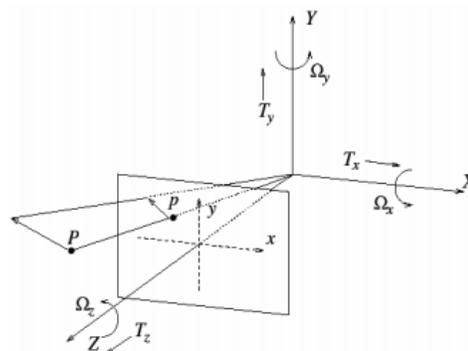


Figura 1. Fluxo Óptico [2]

quando a câmera estiver estacionária. É o vetor de campo,  $u(x,y)=[u(x,y), v(x,y)]$ , descrevendo o movimento horizontal e vertical, que será recoberto em cada ponto da cena [3].

O artigo está organizado da seguinte forma. A Seção II apresenta as motivações para a realização deste trabalho. Os objetivos são apresentados na Seção III. A Seção IV mostra os métodos e ferramentas que serão utilizados no desenvolvimento do trabalho e os resultados esperados finalizam essa proposta na Seção V.

## II. JUSTIFICATIVAS

O fluxo óptico será sempre interessante quando o movimento dos objetos contidos em uma cena tiver relevância. O fluxo óptico pode ser utilizado com diferentes aplicações no processamento e análise de imagens digitais. Entre as aplicações podemos destacar algumas: interpretação de cena, navegação exploratória, acompanhamento de objetos, avaliação de tempo de um corpo contra o outro e segmentação de objetos [4]. Mas sua aplicabilidade é ainda mais extensa e também pode ser utilizado em diversos outros campos, tais como visão robótica e aplicações de vigilância.

## III. OBJETIVOS

Este trabalho consiste em pesquisar, implementar e testar alguns dos principais métodos para fluxo óptico. Inicialmente pretende-se implementar os métodos Lucas e Kanade proposto em [5] e Horn e Schunck proposto em [6]. Outros métodos que mostrem-se interessantes ou tenham grandes

vantagens sobre os citados anteriormente também poderão ser implementados.

Ambos os métodos são técnicas diferenciais, onde a hipótese inicial para a computação do fluxo óptico é a de que a intensidade entre quadros diferentes em uma seqüência de imagens é aproximadamente constante [1]. A partir dessa premissa, através de equações diferenciais é possível calcular o fluxo óptico, entretanto esse cálculo não é suficiente para determinar o fluxo óptico. Dessa forma são necessários os diferentes métodos, o Lucas e Kanade propõe um método onde para achar o fluxo óptico outro conjunto de equações é necessário. A solução dada por Lucas e Kanade é um método não iterativo que assume um fluxo óptico constante local [5]. Já no método Horn Schunk, a velocidade da imagem é computada a partir das derivadas espaço-temporal das intensidades na imagem [6]. Os métodos serão melhor descritos e analisados durante a implementação do trabalho, a intenção foi descrevê-los brevemente para que o leitor tenha uma pequena idéia de como os métodos funcionam.

Serão analisados a ordem de complexidade e o tempo de execução desses métodos. Eles serão implementados e testados, dessa forma será possível mostrar onde e como esses métodos podem ser aplicados, de acordo com o resultado esperado e os recursos computacionais disponíveis, usando seqüências de imagens que descrevem vários tipos de movimentos. Serão levadas em consideração apenas seqüências de imagens que possuam apenas um movimento entre a câmera e o objeto observado, e que as condições de iluminação não mudem, assim como proposto em [7].

#### IV. METODOLOGIA

Primeiramente será feito um levantamento bibliográfico sobre o tema, a fim de refinar melhor os métodos para cálculo do fluxo óptico, a fim conhecer as utilidade e as restrições dos métodos clássicos, bem como conhecer novas técnicas e adaptações dos métodos originais.

A partir desses métodos serão feitas algumas análises, como a análise teórica do algoritmo, ou seja sua ordem de complexidade, tanto de tempo quanto de espaço. Além disso os métodos serão implementados em uma linguagem ainda a definir, entre as possibilidades estão Java, C e MatLab, a fim de medir o tempo de execução dos algoritmos, avaliar seu desempenho e os resultados que gerarão.

Com esses dados em mãos, será realizada uma correlação entre as vantagens e desvantagens dos métodos com sua ordem de complexidade e seu tempo de execução, e também com o resultado que eles são capazes de produzir. A fim de apontar quais os melhores métodos para determinadas situações, bem como o custo computacional que os mesmo possuem.

#### V. RESULTADOS ESPERADOS

Além da análise de complexidade e tempo de execução dos métodos utilizados para a computação do fluxo óptico,

espera-se também, assim como dito na Seção IV, que seja possível apontar qual método se encaixará melhor para determinada solução em tempo e espaço computacional. Conhecendo-se melhor os métodos pode ser possível propor melhorias, tanto na ordem de complexidade, quanto no tempo de execução.

É difícil diminuir a complexidade de um algoritmo e ainda melhorar o resultado obtido com a aplicação dele. Este não deixa de ser um objetivo neste trabalho, mas qualquer um dos dois objetivos que forem alcançados serão considerados satisfatórios: tanto uma melhora no tempo de execução e/ou ordem de complexidade, como melhora no resultado obtido com os métodos estudados. Ao fim deste trabalho haverá uma forma de descobrir qual método se encaixa melhor para determinados problemas.

#### REFERÊNCIAS

- [1] A. W. C. Faria, "Fluxo Óptico," 2007. [Online]. Available: [http://www.verlab.dcc.ufmg.br/\\_media/cursos/visao/2007-1/alunos/alexandrewagner/optical\\_flow\\_article.pdf](http://www.verlab.dcc.ufmg.br/_media/cursos/visao/2007-1/alunos/alexandrewagner/optical_flow_article.pdf)
- [2] J. L. Barron and N. A. Thacker, "Tutorial: Computing 2d and 3d optical flow," 2004. [Online]. Available: <http://www.tina-vision.net/docs/memos/2004-012.pdf>
- [3] M. J. Black, "Robust incremental optical flow," Ph.D. dissertation, Yale University, 1992. [Online]. Available: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.68.6628&rep=rep1&type=pdf>
- [4] A. Mitiche and A. reza Mansouri, "On convergence of the horn and schunck optical-flow estimation method," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 13, pp. 848–852, 2004.
- [5] B. Lucas and T. Kanade, "An iterative image registration technique with an application to stereo vision (ijcai)," in *Proceedings of the 7th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI '81)*, April 1981, pp. 674–679.
- [6] B. K. P. Horn and B. G. Schunk, "Determining Optical Flow," *Artificial Intelligence*, vol. 17, pp. 185–203, 1981. [Online]. Available: <http://scholar.google.co.uk/scholar?hl=en&lr=&cluster=3403283953958129603>
- [7] E. Trucco and A. Verri, *Introductory Techniques for 3-D Computer Vision*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall PTR, 1998.