

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

Vantuil José de Oliveira Neto¹ David Menotti Gomes¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
Universidade Federal de Ouro Preto

Seminário de Projeto e Análise de Algoritmos, 2011



- 1 Introdução
- 2 Fluxo Óptico
- 3 Convolução e Derivada
- 4 Lucas & Kanade
- 5 Horn & Schunck
- 6 Resultados
- 7 Conclusão



Sumário

- 1 **Introdução**
- 2 Fluxo Óptico
- 3 Convolução e Derivada
- 4 Lucas & Kanade
- 5 Horn & Schunck
- 6 Resultados
- 7 Conclusão



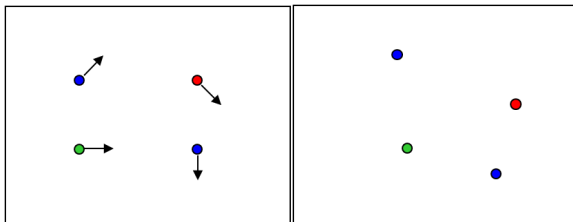
- Ideia sobre fluxo óptico
- Aplicabilidade
- Convolução e Derivada de imagens
- Análise de complexidade e tempo de execução
- Saída da execução dos métodos



Sumário

- 1 Introdução
- 2 Fluxo Óptico**
- 3 Convolução e Derivada
- 4 Lucas & Kanade
- 5 Horn & Schunck
- 6 Resultados
- 7 Conclusão





(a) Imagem original (as setas representam o movimento)

(b) Imagem após movimento

Figura: Exemplo de Fluxo Óptico

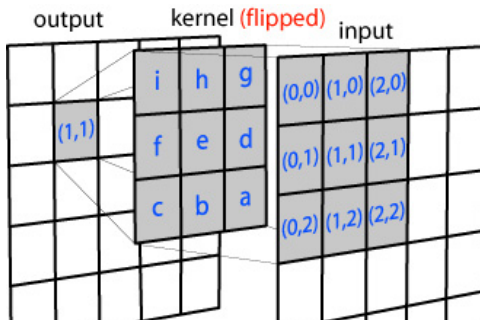
Sumário

- 1 Introdução
- 2 Fluxo Óptico
- 3 Convolução e Derivada**
- 4 Lucas & Kanade
- 5 Horn & Schunck
- 6 Resultados
- 7 Conclusão



Convolução

$$G'(m, n) = \sum_{i=-k}^k \sum_{j=-k}^k G(m+i, n+j) \times M(i, j)$$



Derivada

- São feitas convoluções com as imagens
- As máscaras calculam a variação entre os pixels

$$f(x) = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \quad f(y) = \begin{bmatrix} -1 & -1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$



Sumário

- 1 Introdução
- 2 Fluxo Óptico
- 3 Convolução e Derivada
- 4 Lucas & Kanade**
- 5 Horn & Schunck
- 6 Resultados
- 7 Conclusão



Tipos de listas

- Divide a imagem em janelas
- Compara a derivada da imagem em cada uma das janelas

```
1 function [u, v] = LucasKanade(im1, im2, windowSize);  
2  
3 [fx, fy, ft] = ComputeDerivatives(im1, im2);  
4  
5 for i = halfWindow+1:size(fx,1)-halfWindow  
6     for j = halfWindow+1:size(fx,2)-halfWindow  
7         %...  
8         U = pinv(A'*A)*A'*curFt;  
9     end;  
10 end;
```



- A complexidade da multiplicação e inversa de matrizes é $O(n^3)$
- Os loops executam $(n - w) \times (n - w)$ vezes, onde n é a dimensão de uma imagem quadrada, e w o tamanho da janela escolhida
- A complexidade pode variar de acordo com a escolha da janela (w)
- Mas podemos dizer que a complexidade do algoritmos é $O(n^5)$, uma vez que $w \ll n$



Sumário

- 1 Introdução
- 2 Fluxo Óptico
- 3 Convolução e Derivada
- 4 Lucas & Kanade
- 5 Horn & Schunck**
- 6 Resultados
- 7 Conclusão



O que é?

- Faz diversas convoluções com uma máscara pré-determinada.

$$M = \begin{bmatrix} 1/12 & 1/6 & 1/12 \\ 1/6 & 0 & 1/6 \\ 1/12 & 1/6 & 1/12 \end{bmatrix} \quad M = \begin{bmatrix} 1/12 & 1/6 & 1/12 \\ 1/6 & 0 & 1/6 \\ 1/12 & 1/6 & 1/12 \end{bmatrix}$$

- Compara a derivada da imagem em cada uma das janelas



Trecho de Código

```
1 function [u, v] = HS(im1, im2, alpha, ite, ...  
    displayFlow, displayImg)  
2  
3 for i=1:ite  
4     uAvg=conv2(u, kernel_1, 'same');  
5     vAvg=conv2(v, kernel_1, 'same');  
6  
7     u= uAvg - ( fx .* ( ( fx .* uAvg ) + ( fy .* ...  
        vAvg ) + ft ) ) ./ ( alpha^2 + fx.^2 + fy.^2);  
8     v= vAvg - ( fy .* ( ( fx .* uAvg ) + ( fy .* ...  
        vAvg ) + ft ) ) ./ ( alpha^2 + fx.^2 + fy.^2);  
9 end
```



Sumário

- 1 Introdução
- 2 Fluxo Óptico
- 3 Convolução e Derivada
- 4 Lucas & Kanade
- 5 Horn & Schunck
- 6 Resultados**
- 7 Conclusão



Complexidade dos métodos

Tabela: Resumo da ordem de complexidade dos métodos de detecção de fluxo óptico

Método	Complexidade
Lukas-Kanade	$O(n^2 \times w^5)$
Horn-Schunck	$O(n^2)$



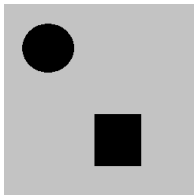
Tempo de Execução

Tabela: Tempo de execução dos métodos de fluxo óptico (em ms)

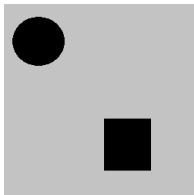
Tamanho da imagem	Lukas-Kanade	Horn-Schunck
16	0,029407	0,00817
32	0,191916	0,024754
64	0,740171	0,060697
128	2,536055	0,177277
256	9,603240	1,066800
512	35,715323	2,996775
1024	133,563754	12,640983



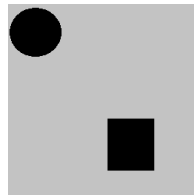
Imagens Artificiais



(a) Imagem original



(b) Primeira imagem após movimento

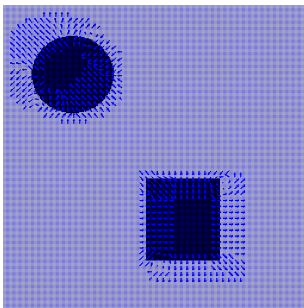


(c) Segunda imagem após movimento

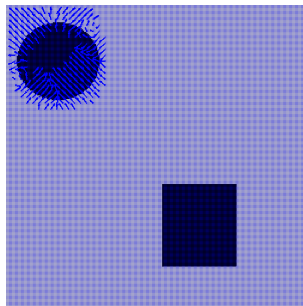
Figura: Imagens utilizadas para teste do fluxo óptico



Imagens Artificiais - Lucas & Kanade



(a) Fluxo óptico entre as duas primeiras imagens

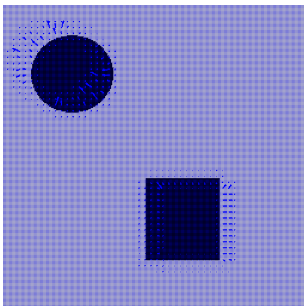


(b) Fluxo óptico entre as duas últimas imagens

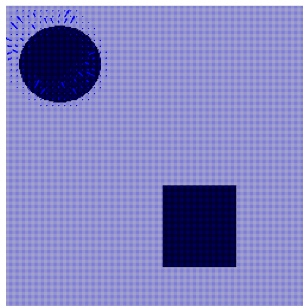
Figura: Resultado com método Lucas & Kanade - Fluxo óptico



Imagens Artificiais - Horn & Schunck



(a) Fluxo óptico entre as duas primeiras imagens

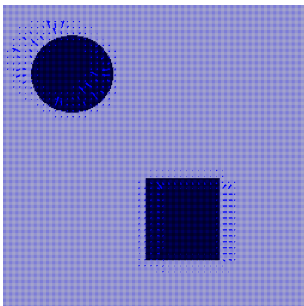


(b) Fluxo óptico entre as duas últimas imagens

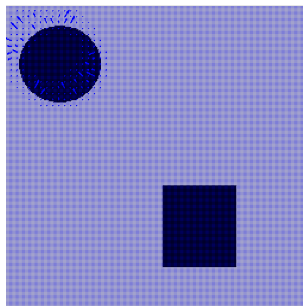
Figura: Resultado com método Horn & Schunck - Fluxo óptico



Imagens Artificiais - Horn & Schunck



(a) Fluxo óptico entre as duas primeiras imagens

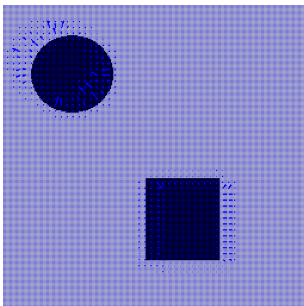


(b) Fluxo óptico entre as duas últimas imagens

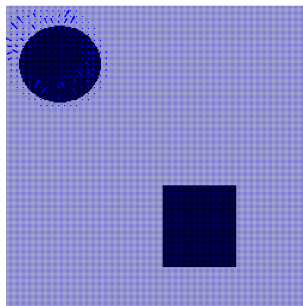
Figura: Resultado com método Horn & Schunck - Fluxo óptico



Imagens Artificiais - Horn & Schunck



(a) Fluxo óptico entre as duas primeiras imagens

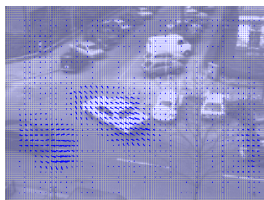
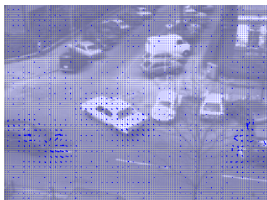


(b) Fluxo óptico entre as duas últimas imagens

Figura: Resultado com método Horn & Schunck - Fluxo óptico



Imagens Reais



Sumário

- 1 Introdução
- 2 Fluxo Óptico
- 3 Convolução e Derivada
- 4 Lucas & Kanade
- 5 Horn & Schunck
- 6 Resultados
- 7 Conclusão**



- Complexidade e tempo de execução
- Resultado dos métodos
- Limitação dos métodos e do fluxo óptico
- Trabalhos Futuros

