COMPARAÇÃO DE ALGORITMOS DE DETECÇÃO DE BORDAS

Manoel Vieira Coelho Neto*

*SQS 203 Bloco J Brasília, DF, Brasil

Email: vieiranetoc@gmail.com

Objetivos

Este relatório tem como objetivo apresentar os resultados para comparação de diferentes algoritmos de detecção de bordas em relação com um um $ground\ truth$ de referência. Assim, aplicamos o método de Solbel, Laplace e Canny para detecção de bordas e comparamos a porcentagem de igualdade entre a saída do algoritmo e o ground truth.

Introdução

Três algoritmos foram usados para detecção de bordas: Sobel, Laplace e Canny.

Para o operador de Sobel, calculamos as derivadas horizontais e verticais dos pixeis da imagem e então tiramos o gradiente G dado por $G = |G_{\mathbf{x}}| + |G_{\mathbf{y}}|$ em que:

$$G_{\mathbf{x}} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & -0 & +1 \end{vmatrix} * I.$$

$$G_{\mathbf{x}} = \begin{vmatrix} 1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{vmatrix} * I.$$

Onde I é a imagem a ser operada e G_xG_y são matrizes de convolução

De fato o operador de Sobel é um operador de diferenciação discreta, simplesmente computa a aproximação do gradiente de uma imagem, combinando borramento gaussiano e diferenciação.

O operador de Laplace se refere à segunda derivada dos pixeis de uma imagem e é um operador de segunda ordem, assim nos pontos de máximos do operador de primeira ordem, a segunda derivada é igual a zero. Então o que deve ocorrer é:

$$G' = 0$$

Ou usamos o laplaciano do pixel, dado pela sua derivada em x e y.

$$Laplace(f) = \frac{\delta^2 f}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 f}{\delta y^2}$$

 $Laplace(f) = \frac{\delta^2 f}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 f}{\delta y^2}$ Mas ambos os anteriores apesar de fazer um bom trabalho não tem retorno satisfatório em termos de porcentagem de bordas achadas, porque ambos dependem de achar a derivada máxima de um pixel e há um erro associado ao cálculo pois, às vezes acaba-se por achar um máximo local ao invés de um global. Então Canny propôs seu método objetivando três critérios principais:

- Baixa taxa de erro: Boa detecção somente em bordas existentes
- Boa localização: a distância entre pixeis de bordas detectados e os reais tem de ser minimizadas.
- Resposta Mínima: Somente uma resposta de detector por borda.

O primeiro passo é usar um filtro gaussiano para reduzir o ruído da imagem

Achar o gradiente da imagem, usando um método análogo ao de Sobel, após calcular as matrizes de convolução, após isso, tira-se a magnitude de G, e sua direção θ , onde:

 $\theta = \arctan(\frac{G_y}{G_x})$ E a direção é dada em 4 possíveis ângulos: 0°, 45°, 90° ou 135°.

Aplica-se a supressão de não-máximos, removendo todos os pixeis que não são considerados parte de uma borda, assim, somente as linhas finas, que são nesse caso as linhas de interesse borda - restarão na imagem.

E o passo final é chamado de histerese, onde são aplicados dois thresholds, o primeiro verifica se o pixel está acima do valor de threshold, se sim, é aceito como uma borda, se não é rejeitado e o segundo verifica se os pixeis que estão entre os dois valores estão conectados a uma borda, se sim são bordas, se não, são rejeitados.

3 Metodologia

Os algoritmos de Sobel, Operador de Laplace e Canny usados foram os que estão implementados no site de tutoriais do OpenCV e podem ser verificados nas urls abaixo.

http://docs.opencv.org/doc/tutorials/ imgproc/imgtrans/sobel_derivatives/sobel_ derivatives.html

http://docs.opencv.org/doc/tutorials/ imgproc/imgtrans/canny_detector/canny_ detector.html

http://docs.opencv.org/doc/tutorials/ imgproc/imgtrans/laplace_operator/ laplace_operator.html

E aplicando-se cada um dos filtros a imagens de exemplo e por fim comparando pixel a pixel a saída com sua ground truth, fazemos uma porcentagem de pixeis correspondentes entre as duas, para que se possa analisar qual o melhor método de detecção de bordas.

4 Resultados

Para a imagem de entrada:



Temos as seguintes saídas:



Sobel

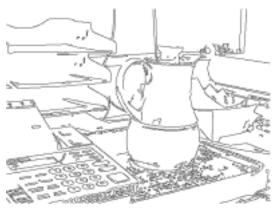


Laplace



Canny

Nossa imagem de $ground\ truth$ que nos da as bordas "reais" da imagem é:



Fazendo a comparação 1-1 de cada uma das saídas com o *ground truth* para todas as imagens de exemplo temos a seguinte tabela de porcentagem de correspondência:

Tabela 1: Precisão dos algortimos						
Precis	ão 46	140	208	$\bar{2}12$	217	221
Sobel	0.2	0.006	0.01	0.006	0.01	0.10
Lapla	ce = 0.3	0.07	0.05	0.11	0.09	0.20
Canny	7 0.9	0.75	0.76	0.76	0.72	0.88

5 Conclusão e Discussões

Assim foi constatado a maior precisão do operador de Canny. De fato há mais cuidado sobre os resultados do gradiente e a suavização de ruídos que possam atrapalhar. Para imagens com uma variação muito alta de cor entre duas regiões é possível perceber que até mesmo Canny tem um certo nível de falha, uma vez que todos os operadores aplicados no presente processo dependem do gradiente, que nada mais é que a derivada do pixel em x e y. Então, caso haja uma variação brusca, o filtro tende a ser impreciso naquela região de variação.

(?)

http://docs.opencv.org/doc/tutorials/
imgproc/imgtrans/sobel_derivatives/sobel_
derivatives.html
http://docs.opencv.org/doc/tutorials/
imgproc/imgtrans/canny_detector/canny_
detector.html
http://docs.opencv.org/doc/tutorials/
imgproc/imgtrans/laplace_operator/
laplace_operator.html