

# Detecção de bordas

Bruno Fernandes Carvalho - 15/0007159

Dep. Ciência da Computação - Universidade de Brasília (UnB)

Princípios de Visão Computacional - Turma A

Data de realização: 20/05/2017

brunofcarvalho1996@gmail.com

## Abstract

*Image's edge detection is an essential process in computer vision, allowing to be made many applications, as object segmentation in an image. In this work, it was analyzed three detection techniques (Sobel, Laplacian and Canny), enabling understand how they are implemented, which are its advantages and disadvantages and which has the best detection precision.*

## Abstract

*Detectar bordas em uma imagem é um processo essencial em visão computacional, permitindo que diversas aplicações sejam feitas, como segmentar objetos na imagem. Nesse trabalho foi analisado três técnicas de detecção (Sobel, Laplaciano e Canny), entendendo como são implementadas, quais são suas vantagens e desvantagens e quais apresentam a melhor precisão de detecção.*

## 1. Objetivos

Essa atividade tem como base entender e implementar um algoritmo para detecção de bordas, assim como comparar as diversas técnicas responsáveis por isso.

## 2. Introdução

Para detectar bordas em uma imagem, é necessário observar as regiões em que os pixels mudam rapidamente de intensidade. Isso pode ser captado fazendo o gradiente em X e Y na imagem, sinalizando os lugares em que o pixel vizinho varia muito em relação ao pixel avaliado. Esse processo de derivação é feito usando convolução com máscaras variadas, dependendo da técnica empregada. Apesar dessa diferença, todas buscam obter informação sobre a variação de um pixel em relação aos vizinhos. Além disso, para que esse processo seja menos sensível ao ruído, é aplicado antes na imagem filtros de borramento, para que seja detectado

contraste somente em bordas. Na figura 1 é mostrado um exemplo do gradiente aplicado.



Figura 1. Gradiente aplicado sobre a imagem após o filtro de borramento

O método Sobel simplesmente calcula a derivada em X e Y e depois calcula a derivada resultante a partir desses dois vetores. Para simplificar os cálculos, essa última operação é simplificada por uma soma. Se um limiar for determinado, é possível que seja definido regiões de borda na imagem após o operador Sobel ter sido aplicado, isto é, todos pixels com valores de derivada acima de um limiar são consideradas bordas.

Outra técnica muito utilizada é o Laplaciano, que consiste em realizar a derivada de segunda ordem em X e Y e somar os resultados, como feito em Sobel. Nesse caso, é possível filtrar as regiões mais prováveis de borda escolhendo as que tem derivada de segunda ordem igual a zero, ou seja, quando a derivada de primeira ordem é máxima.

Apesar das técnicas acima acharem regiões de contraste, elas ainda são muito vagas para detectar bordas precisamente. Usando o algoritmo de Canny, é possível mi-

nimizar esses erros e achar linhas de bordas que mais se aproximam do resultado esperado. Esse algoritmo aplica primeiro as derivadas em X e Y (Sobel) e depois filtra os pixels com derivada alta para que apenas as bordas fortes realmente sejam o resultado final.

### 3. Materiais e Metodologia

Esse projeto consiste em implementar as técnicas de detecção de bordas descritas na seção anterior e comparar seus resultados com um Ground Truth. Antes de realizar a detecção, em todos os casos, é aplicado um filtro de borrramento para minimizar que os ruídos sejam reconhecidos como alguma borda da imagem. Vale deixar claro que dependendo do tamanho da máscara do filtro, mais borda ou menos borda é detectada, já que o borramento influencia também os pixels que realmente são bordas.

Além disso, as técnicas que calculam as derivadas (Laplaciano e Sobel) não retornam uma imagem binária, necessária para a comparar os resultados. Assim, é preciso determinar um limiar que indique se o pixel faz parte da borda ou não, ou seja, se a derivada dele for maior ou igual ao limiar, ele é considerado parte da borda. Para o limiar ser determinado dinamicamente (depende da luminosidade e contraste), foi usado o limiar de Otsu, que procura por dois picos no histograma da imagem e acha um valor que os separa. Esse valor achado é o limiar usado para determinar quais pixels são borda ou não. Na técnica de Canny, uma imagem binária já é retornada, com as melhores bordas detectadas.

A comparação das imagens binárias com seu Ground Truth é feita comparando a similaridade pixel a pixel. Depois é feito um somatório dos acertos sobre o total de pixels, indicando a precisão do método aplicado. Após essa comparação, ainda é salvo no mesmo diretório a imagem binária contendo as bordas, para que o usuário analise.

Para esse experimento, foram utilizadas imagens de teste disponibilizadas no Moodle, assim como o Ground Truth de cada uma delas. Como essas imagens estão em formato .gif, foi realizado uma conversão no próprio código para que essas imagens fossem tratadas corretamente.

Vale deixar claro que, para o desenvolvimento dos algoritmos, foi utilizado a linguagem de programação C++, assim como técnicas de orientação a objetos. Na hora de execução do código no terminal, é preciso inserir primeiro a imagem a ser analisada e depois seu Ground Truth (gt). Durante a execução do programa, é perguntado ao usuário qual das técnicas ele deseja aplicar à imagem, sendo retornado a precisão da comparação com o gt e a imagem com as bordas detectadas salva no mesmo diretório.

### 4. Resultados

Usando as imagens de teste (representadas por números nas tabelas) e aplicando o algoritmo feito para cada uma das técnicas já mencionadas, foi possível criar a tabela abaixo, relacionando o método e a precisão de cada um em comparação com o Ground Truth.

Tabela 1. Relação entre método e precisão de detecção de borda

Precisão	46	140	208	212	217	221
Sobel	90%	81%	82%	81%	89%	89%
Canny	95%	86%	83%	84%	92%	92%
Laplaciano	87%	75%	73%	76%	86%	86%

Conforme visto na tabela, é possível dizer que o método Canny é o mais preciso e eficiente. Como já dito anteriormente, ele é o único método que procura por regiões de alta probabilidade de serem bordas e suprime as bordas fracas, a partir do gradiente de uma imagem.

Já Sobel, que realiza derivada de primeira ordem, apresentou resultados melhores em comparação com o Laplaciano. Isso ocorre pois o Laplaciano busca por pixels que têm derivada de segunda ordem igual a zero, ou seja, indica que é borda apenas os pixels que têm máximo gradiente. Essa análise permite que a detecção seja mais minuciosa em comparação com Sobel (detecta linhas mais finas e precisas), porém isso implica que mais ruídos sejam reconhecidos. Ao comparar Laplaciano com o Ground Truth, a precisão da menor devido a isso, porém observando as imagens salvas é possível ver que nas regiões reais de borda há um detalhamento melhor em relação à Sobel.

Dessa forma, entende-se que a vantagem de Sobel é detectar regiões de contraste sem muitos detalhes (observar figura 3). Outro fator que influencia bastante a precisão de Sobel e Laplaciano é a aplicação do limiar de Otsu, que as vezes não consegue separar o histograma da imagem em dois picos, resultando em uma precisão menor comparada à Canny.

Nas imagens a seguir é possível comparar a detecção dos três métodos em relação ao Ground Truth.

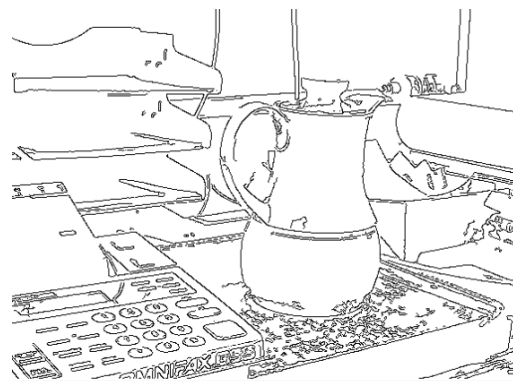


Figura 2. Ground Truth

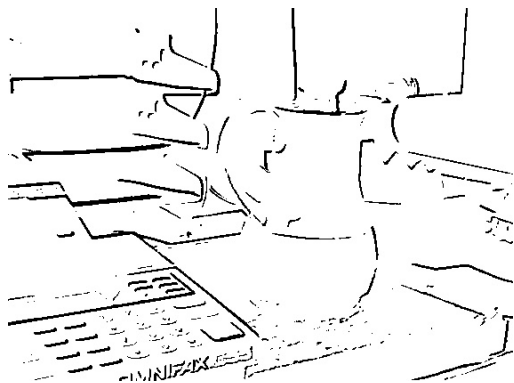


Figura 3. Sobel

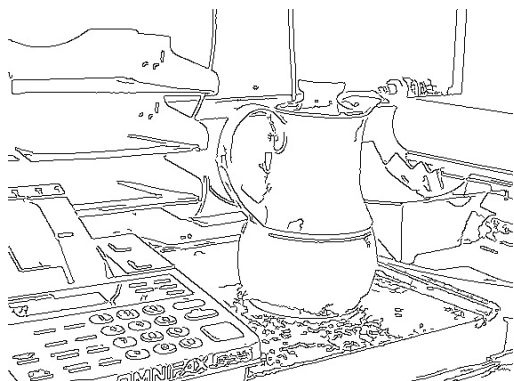


Figura 4. Canny

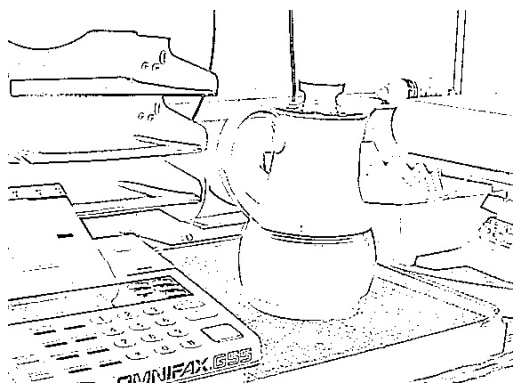


Figura 5. Laplaciano

binárias geradas a partir do limiar de Otsu, fator resultante na precisão encontrada.

## Referências

- [1] G. Bradski and A. Kaehler, *Learning OpenCV*, 1st ed. O'Reilly.
- [2] Forsyth and Ponce, *Computer Vision - A Modern Approach*, 1st ed. Pearson.
- [3] OpenCV API Reference. (2017, 31 Março). [Online]. Available: <http://docs.opencv.org/2.4/modules/refman.html>

[1] [2] [3]

## 5. Conclusão

Ficou claro como são implementadas as três principais técnicas de detecção de bordas (Sobel, Canny e Laplaciano), assim como a precisão de cada uma delas em relação ao Ground Truth. Além disso, concluiu-se que o melhor método é o Canny, que é responsável por filtrar as regiões de gradiente elevado, procurando os pixels que melhor representam a borda real. Ainda, foi possível entender as diferenças entre Laplaciano e Sobel, que têm suas imagens