

Filtro Laplaciano - PDI 2022/2

Ivan Duarte Calvo
790739

Eduardo Lopes Freire
759025

Ingrid Lira dos Santos
790888

Vinícius Borges de Lima
795316

RESUMO

Este trabalho mostra a implementação e estudo do filtro laplaciano, apresentado em aula, utilizando diferença de gaussianas a fim de examinar seu funcionamento e utilidade. Foi avaliado o desempenho do filtro para a demarcação do contorno (bordas) da imagem usada. Os resultados obtidos foram satisfatórios na demarcação da borda dos elementos presentes na imagem, entretanto para que o resultado seja o esperado pelo usuário, é preciso que ele altere o parâmetro c .

INTRODUÇÃO

O filtro Laplaciano é um filtro de realce cuja função é de implementar uma derivada de segunda ordem da imagem, dessa forma é possível detectar as bordas da mesma, pois ele encontra regiões de alta variação de cor. De modo geral, é recomendado utilizá-lo após a aplicação de um filtro suavizante para eliminar possíveis ruídos na imagem.

OBJETIVOS

Nesse artigo, o principal objetivo será a aplicação do filtro laplaciano utilizando a diferença de gaussianas, e como o parâmetro c influencia diretamente o resultado alcançado. Também será explicado porções do código que foram consideradas relevantes para o entendimento de como funciona o filtro para a detecção de bordas.

METODOLOGIA

Por se tratar de um filtro de detecção de bordas que utiliza derivadas, o filtro laplaciano muitas vezes não se dá bem com imagens que possuem um alto índice de ruído, para isso é usado a diferença das gaussianas para que a imagem fique mais suave, e então o filtro é aplicado. A maneira que a diferença gaussiana funciona, é que uma versão desfocada de uma imagem (utilizando o desvio padrão) é subtraída pela mesma imagem com um maior nível de desfoque (este é controlado por um escalar que multiplica o desvio padrão), o resultado da subtração faz com que áreas de alto contraste sejam mantidas, que geralmente representam as bordas.



Figure 1. Exemplo de funcionamento de uma diferença de gaussiana, note que Low Sigma e High Sigma denotam o desvio padrão, e consequentemente, o desfoque da imagem

Como dito anteriormente, após esse processo, é aplicado o filtro laplaciano, este utiliza de um conceito chamado **zero crossing**, que nesse caso, após a imagem ser uma derivação dupla ser aplicada na imagem, os pontos que cruzarem o zero (isto é, terem seus sinais trocados) serão considerados bordas.

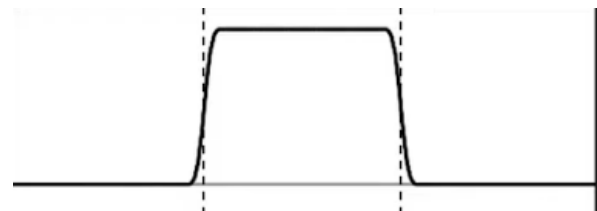


Figure 2. $F(X)$

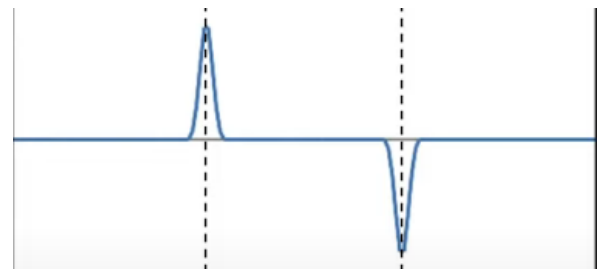


Figure 3. Derivada de $F(x)$ - Note que os extremos indicariam bordas

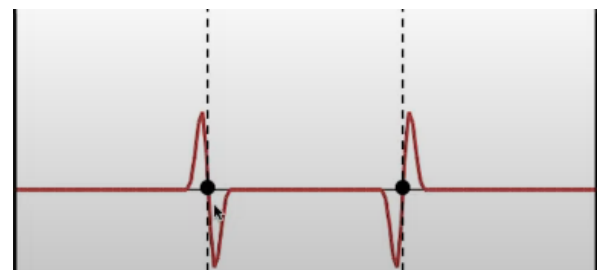


Figure 4. Segunda derivada de $F(x)$ - Note que os locais em que o zero é cruzado indicariam a presença de bordas.

CÓDIGO

A função padrão para a criação do filtro é chamada de *filtro_laplaciano(c)*, e recebe como parâmetro a variável *c* que será utilizada nos cálculos. Inicialmente, a função determina a variável *filter_size* com o valor 10, fixando o filtro com o tamanho 10x10. Após isso, são calculados os valores das variáveis *sigma1* e *sigma2*, onde *sigma2* recebe o valor de 1/6 do *filter_size* e *sigma1* recebe $c \cdot \sigma2$ como estava previsto na fórmula matemática para o cálculo do filtro. Após isso são criados dois vetores para compor os valores iniciais de *x* e *y* na matriz inicial do filtro, e a partir disso são percorridos dois laços preenchendo individualmente cada valor da matriz a partir da fórmula para o cálculo do filtro. Por fim, na matriz final do filtro, é subtraída a média dela mesma para que a soma resultante seja igual a zero. Foi criada também a função *filtro_laplaciano_size(filter_size)*, essa função possui o mesmo funcionamento da anterior, mas recebe como parâmetro o tamanho do filtro e deixa a variável *c* com o valor fixo em 0.7. Dessa maneira, a função permite executar com facilidade uma comparação das aplicações do filtro a partir de diferentes tamanhos. Por fim, para observar os resultados foram criados *grids* para comparação, onde o primeiro compara as mudanças na variável *c* e o segundo compara as mudanças no tamanho do filtro.

RESULTADOS

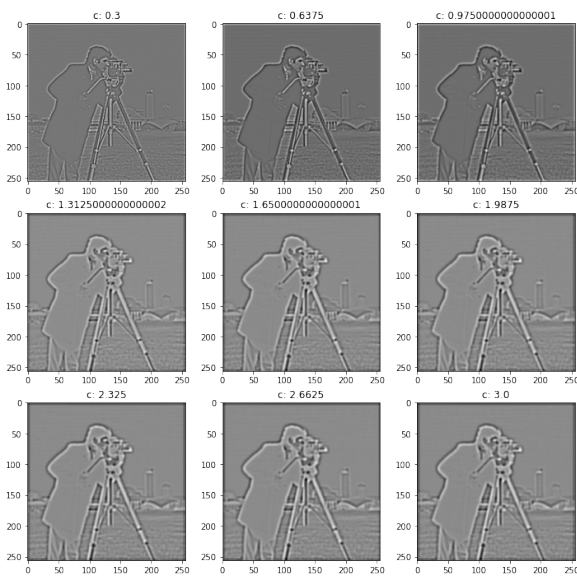


Figure 5. Resultados obtidos aplicando o filtro de diferença gaussiana variando o valor *c*

Pode-se observar que variando o coeficiente do desvio padrão *c* enquanto se mantém um tamanho de filtro igual a 10, as bordas da imagem a ser subtraída variam. Para tal coeficiente menor do que 1, a imagem a ser subtraída da imagem comum a todas elas, que é uma imagem à qual já está aplicada um filtro gaussiano, é menos borrada, se aproximando mais da imagem original conforme o parâmetro *c* diminui. O resultado da subtração destas duas imagens filtradas é a borda da imagem original, onde a imagem final é mais borrada conforme o valor

de *c* se distancia de 1. Quando esse valor é maior do que 1, a imagem com o parâmetro aplicado é mais borrada e, portanto, o resultado final da subtração é uma imagem em negativo, causando as mudanças de cor observadas em elementos como o casaco do fotógrafo, enquanto o contraste das bordas dos elementos da imagem continuam aumentando, as tornando ainda mais nítidas. Tanto para valores muito grandes de *c* quanto para valores muito pequenos há a perda de qualidade nos detalhes, sendo ideal valores próximos de 1.

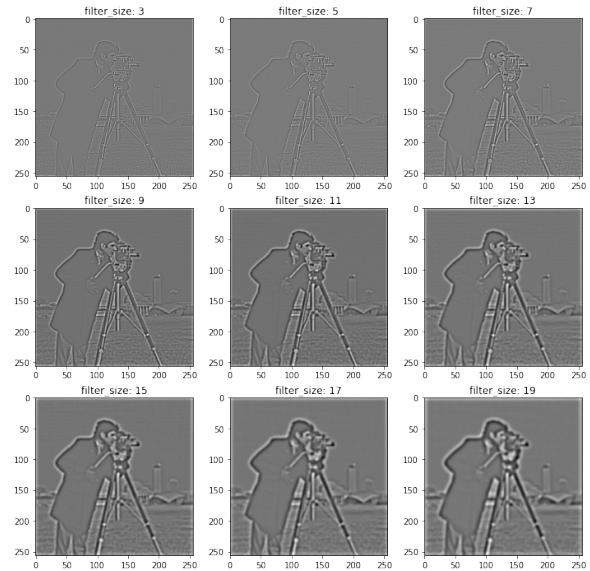


Figure 6. Resultados obtidos aumentando o tamanho do filtro

Isso implica em uma gaussiana maior, porém o valor *c* é mantido causando a sensação de que a imagem obtida é mais borrada. Nota-se também que, pelo valor de *c* ser mantido em $c = 0.7$, não há uma imagem resultado em negativo, assim, elementos como o casaco do fotógrafo se mantêm na mesma cor em todas as variações de tamanho de filtro. Perdem-se detalhes em tamanhos de filtros muito grandes, sendo suficiente um valor próximo de 11, garantindo a nitidez da imagem com uma visualização nítida das bordas.

CONCLUSÃO

Pode-se observar que a utilização do filtro gaussiano produziu resultados satisfatórios em demarcar as bordas dos elementos presentes na imagem teste. Importante ressaltar que aumentando o valor *c*, correspondente ao desvio padrão, a imagem ganha mais contraste e chega a perder determinados detalhes como é possível observar no elemento da câmera. Caso o usuário de tal filtro não deseje obter imagens em negativo, é fundamental manter os valores próximos à 1, mas sempre menores para riqueza de detalhes sem a inversão da imagem. Quando o tamanho do filtro é aumentado, nota-se um aumento no contraste até valores próximos a 10. A partir disso, a imagem começa a perder detalhes, pois o filtro aplicado é muito grande fazendo com que a resolução seja perdida, havendo o borramento.