

PIM

Prof. Gilmário

Trabalho Prático – aplicação do operador gradiente na detecção de bordas
Salvo recomendação alguma explícita, não utilize operadores já prontos do
(bibliotecas de OpenCv, Python, por exemplo)

Implemente as convoluções necessárias.

Entrega acompanhada de relatório

Fase 1

I) Objetivo

Estudo da aplicação de filtro passa baixa e o filtro diferencial (Sobel, Prewitt e Scharr) na composição do operador gradiente na detecção de borda (pontos de intensidade máxima local).

Aplicação de Python-SSIM e OpenCV.

II) Descrição do problema

Uma imagem em tons de cinza é uma função bidimensional $f(x,y)$ que pode ser interpretada como uma superfície contendo aclives e declives correspondentes às transições, mais ou menos acentuadas, de intensidades de brilho. Essas transições podem ser úteis, por exemplo, como fonte de informação para configurar um descritor da imagem ou para uma operação de realce de bordas de elementos da imagem.

A taxa de variação pela transição de regiões de brilho na imagem pode ser detectada, em cada coordenada de pixel, pela magnitude do vetor $|\nabla(f)|$ obtido a partir da aplicação do operador gradiente $\nabla(f)$. Como o gradiente é um vetor, a sua determinação depende dos componentes horizontal e vertical (G_x, G_y) que o compõem em cada coordenada da imagem,

$$G_x = \frac{\partial f}{\partial x}$$

$$G_y = \frac{\partial f}{\partial y}$$

$$\nabla(f) = \begin{pmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{pmatrix}$$

O cálculo dos componentes equivale à aplicação de derivadas direcionais no domínio discreto, as quais podem ser realizadas por filtros derivativos adequados tais como Sobel, Prewitt e Scharr.

Além da aplicação de filtros derivativos existem algumas operações adicionais que podem ser necessárias. Filtros derivativos são muito sensíveis a ruídos na imagem. Se imagem de entrada estiver “ruidosa”, será necessário aplicar um filtro adequado para atenuação desse ruído.

As etapas básicas da aplicação do operador gradiente constam abaixo, na Figura 1.

OBSERVAÇÃO: caso a imagem de teste esteja em RGB, antes de qualquer operação, a converta para tons de cinza.

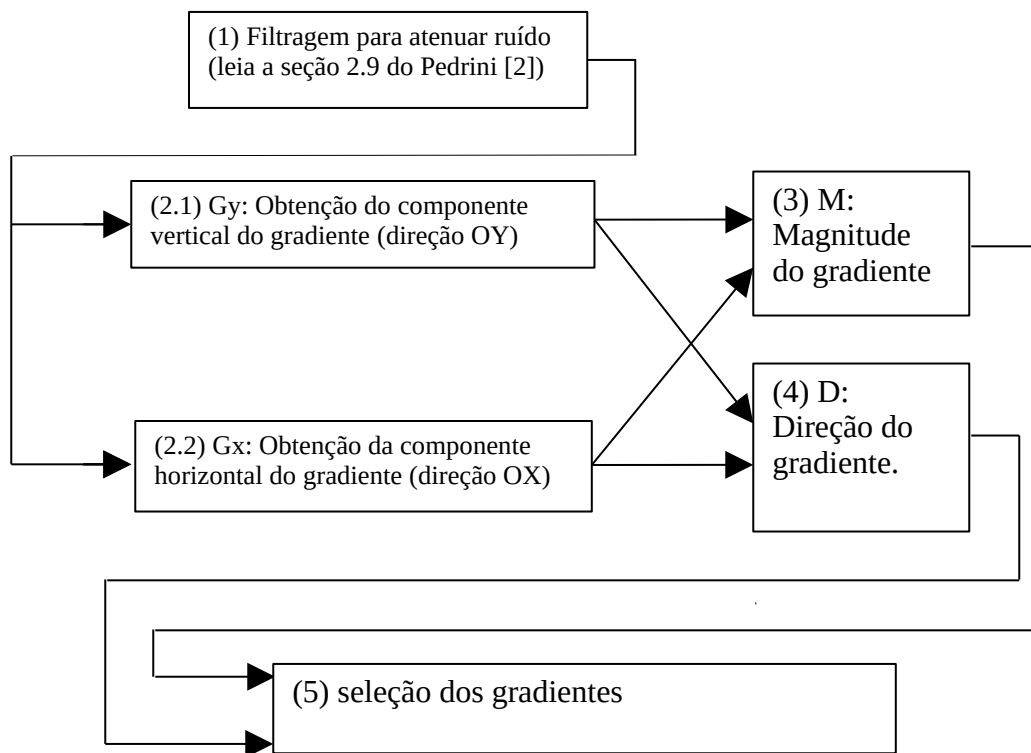


Figura 1: Fluxograma do cálculo do gradiente de uma imagem em tons de cinza.

1) Pré-filtragem

As etapas 2.1 e 2.2 são realizadas por filtros (h) baseados em derivadas, os quais são sensíveis às componentes de alta frequência. Por conta disso, a aplicação destes filtros normalmente é precedida por uma atenuação dos ruídos (leia a seção 2.9 do Pedrini [2]) na imagem a ser tratada. Esta atenuação pode ser realizada por meio de filtro implementado por você. No caso de filtro gaussiano, utilize a descrição feita sobre a determinação do kernel gaussiano e a implementação da janela de convolução já discutida.

2) Aplicação do filtro derivativo

2.1) Determinação das componentes horizontais (G_x) utilizando máscara adequada (Sobel, Prewitt e Scharr) para a direção OX (taxa de variação entre colunas da imagem);

2.2) Determinação das componentes verticais (G_y) utilizando máscara adequada (Sobel, Prewitt e Scharr) para a direção OY (taxa de variação entre linhas da imagem);

Atenção: você não pode misturar operadores, por exemplo: aplicar G_x por Sobel e G_y por Prewitt.

3) Determinação da magnitude do gradiente (M)

As matrizes/imagens G_x e G_y são utilizadas para a construção da matriz/imagem M , a qual representa as magnitudes dos pixels de f .

$$M(i, j) = \sqrt{(G_y(i, j))^2 + (G_x(i, j))^2}$$

4) Determinação da direção do gradiente (D)

As matrizes/imagens G_x e G_y são utilizadas para a construção da matriz/imagem D , a qual representa as direções dos gradientes cujas magnitudes foram calculadas em $M(i, j)$:

$$D(i, j) = \arctan \frac{G_y(i, j)}{G_x(i, j) + \varepsilon}$$

Computacionalmente, o denominador precisa ser somado a um epsilon igual a um valor próximo de zero, por exemplo, $\varepsilon = 10^{-8}$.

Sugere-se a utilização da função `math.atan2` do Python ([AQUI](#)).

5) Seleção dos máximos locais (supressão dos não máximos)

5.1) Máximos locais simples:

A magnitude $M(i, j)$ será máximo local (pertence a uma borda) se for maior que K ($K \geq 1$) vezes as magnitudes dos gradientes dos seus dois vizinhos colineares adjacentes na direção $D(i, j)$ do gradiente. Veja na Figura 1. Varie o valor de K .

Caso a intensidade de $M(i,j)$ seja confirmada como um máximo local em relação às duas intensidades vizinhas na mesma direção, a intensidade $M(i,j)$ identificará um pixel de borda $imagemSaída(i,j)=1$.

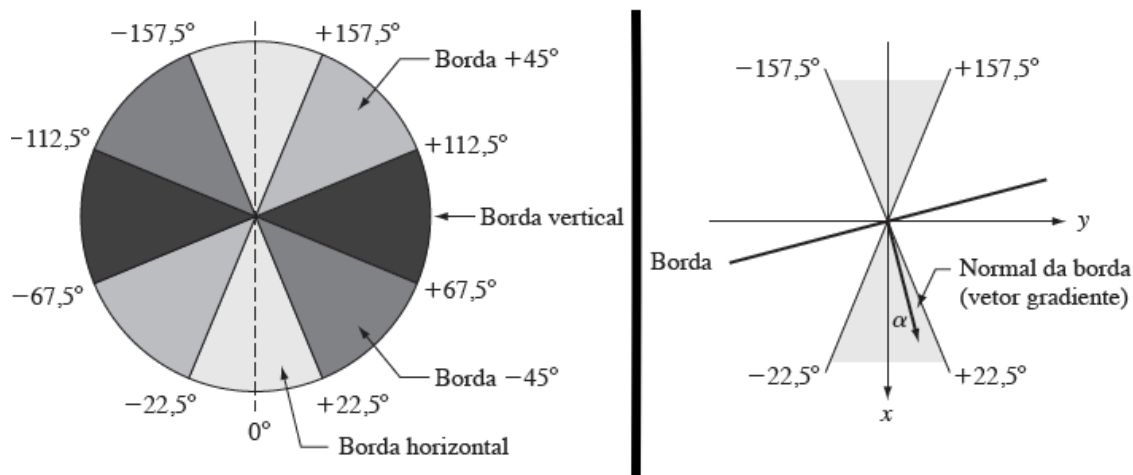


Figura 1: (esq) Intervalos de Direções possíveis e respectivas bordas a serem consideradas. (dir) Exemplo de uma borda e sua direção (alfa) do gradiente, esta borda será considerada horizontal e a direção (alfa) será simplificada para uma direção vertical.

III) Tarefa

Utilize as imagens `moedas.png`, `Lua1_gray.jpg`, `chessboard_inv.png` e `img2.jpg` disponíveis no site da disciplina no Moodle (você pode utilizar outras adicionalmente, mas não em substituição a essas imagens citadas).

Implemente o operador gradiente de acordo com o que foi especificado anteriormente (não utilize funções de gradiente prontas): aplicando máscaras de Sobel, Prewitt e Scharr. Compare os resultados obtidos pelos três operadores.

Operadores de Prewitt:

$$Pw_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -1 & 0 & +1 \\ -1 & 0 & +1 \end{pmatrix} \quad Pw_y = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +1 & +1 \end{pmatrix}$$

Operadores de Sobel:

$$Sb_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{pmatrix} \quad Sb_y = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{pmatrix}$$

Operadores de Scharr:

$$Sc_x = \begin{pmatrix} -3 & 0 & +3 \\ -10 & 0 & +10 \\ -3 & 0 & +3 \end{pmatrix} Sc_y = \begin{pmatrix} -3 & -10 & -3 \\ 0 & 0 & 0 \\ +3 & +10 & +3 \end{pmatrix}$$

IV) Comparativo com OPENCV

Aplice Opencv ([AQUI](#)) sobre as mesmas imagens e utilize SSIM ([AQUI](#)) para comparar os resultados obtidos pelo seu método com os resultados via OpenCV.

Discuta os resultados. Analise o impacto da variação do parâmetro K.

Compare os resultados das soluções, por exemplo, analise quais resultados apresentaram bordas mais bem definidas e quais apresentaram bordas mais coerentes com a respectiva imagem original.

Bibliografia

[1] Gonzalez, R. e Woods, R. "Processamento digital de Imagens", 3a ed. Ed. Pearson, 2010.

[2] Pedrini, Hélio. Livros Análise de Imagens Digitais - Princípios, Algoritmos e Aplicações. Editora Thomson Learning, 2007.