

# MC920 - Trabalho 1: Filtragem

Naomi Takemoto  
RA 184849  
n184849@dac.unicamp.br

## I. INTRODUÇÃO

O processamento digital de imagens pode ser dividido em várias subáreas, como captura, representação, transformação, etc. A filtragem é uma transformação que pode ser utilizada para diversas finalidades, como por exemplo atenuar ruídos ou extrair bordas. Essa atividade é essencial para aumentar a qualidade das imagens que serão utilizadas em outras etapas do processamento, como segmentação e classificação por exemplo, ou simplesmente para torná-las mais visíveis para o ser humano.

## II. OBJETIVOS

Neste trabalho, aplicamos algumas técnicas de filtragem. Na primeira parte, analisamos o efeito de alguns filtros de convolução. Na segunda, estudamos a filtragem no domínio da frequência, com o uso da transformada de *Fourier*.

## III. TEORIA

Os filtros de maneira geral podem ser divididos em 3 grandes grupos:

- 1) Passa baixa: cortam as frequências maiores. No caso de imagens, podem ser utilizadas para atenuar ruídos ou suavizar grades variações.
- 2) Passa banda: cortam frequências que não pertencem à determinada faixa. Para utilizar esse tipo de filtro, o operador deve ter um maior conhecimento do domínio do problema em que está trabalhando, ou seja seu uso é bastante específico.
- 3) Passa alta: cortam frequências baixas. Geralmente capturam detalhes (que estão relacionadas a frequências maiores), por outro lado costumam ser sensíveis a ruído.

O processo de filtragem pode acontecer tanto no domínio espacial quanto no domínio da frequência, como será visto a seguir.

### A. Filtragem espacial

A filtragem espacial ocorre na imagem tal qual ela é usualmente representada em termos das dimensões espaciais  $x$  e  $y$ , no caso 2D.

### B. Filtragem no domínio da frequência

A filtragem no domínio da frequência ocorre sobre uma imagem sobre a qual foi aplicada a transformada de Fourier. Esta busca expressar funções contínuas como integrais (somas, no domínio discreto) de senos e cossenos com seus devidos coeficientes. Esse tipo de filtragem apresenta algumas vantagens em relação à espacial, uma vez que algumas operações

custosas como a convolução, no domínio da frequência de reduzem a multiplicações por exemplo.

Essa técnica é usada em diversas áreas, uma delas o processamento sísmico, em que se usa um filtro  $f - k$  ou filtro de mergulho para atenuar um tipo específico de ruído conhecido como *ground roll*. Isso é possível porque no domínio da frequência para este problema, ruído e conteúdo se tornam mais distinguíveis.

## IV. EXPERIMENTOS

### A. Filtros convolucionais

Na especificação do trabalho [1] foram definidos 4 filtros, cuja representação matricial se encontra a seguir:

$$h_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & -2 & -1 & 0 \\ -1 & -2 & 16 & -2 & -1 \\ 0 & -1 & -2 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$h_2 = \frac{1}{256} \begin{bmatrix} 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \\ 4 & 16 & 24 & 16 & 4 \\ 6 & 24 & 36 & 24 & 6 \\ 4 & 16 & 24 & 16 & 4 \\ 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

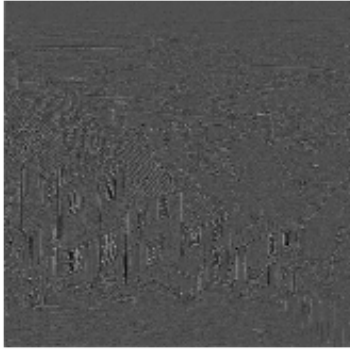
$$h_3 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$h_4 = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Observando os filtros, é possível inferir seu tipo, por exemplo, no caso de  $h_1$ , percebe-se que a soma de seus pesos é zero, *i.e.*, quando aplicado tende a suprimir regiões homogêneas, enquanto ressalta regiões de alta variação, como bordas ou ruído. Na figura 1 vemos esses efeitos, pois tanto bordas quanto ruído estão presentes e as regiões homogêneas perderam intensidade.



(a) Original



(b)  $h_1$

Figura 1: Imagem "City" original e com o filtro  $h_1$  respectivamente.



(a) Original



(b)  $h_2$

Figura 2: Imagem "House" com atenuação de ruídos obtida a partir do filtro  $h_2$ .

$h_3$  e  $h_4$  são os filtros de Sobel muito utilizados para detecção de bordas verticais e horizontais respectivamente (uma descrição de como chegamos a esta conclusão na parte 3). A detecção se faz possível porque esses filtros implementam a ideia de gradiente que, quando em regiões homogêneas deve ser zero (estando aí a importância da soma dos pesos ser nula) e deve ser máximo em regiões de alta variabilidade.

Ao se combinar os resultados de  $h_3$  e  $h_4$  segundo a equação:

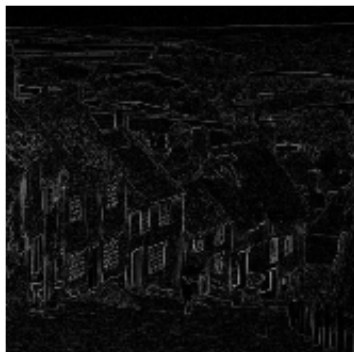
$$output = \sqrt{h_{3,output}^2 + h_{4,output}^2}. \quad (1)$$

O filtro  $h_2$  pode ser interpretado como uma média ponderada, fazendo parte do conjunto de "filtros da média" que atuam como passa baixa. Este caso em particular consiste em uma máscara Gaussiana. Ela pode ser utilizada para retirar ruídos conforme mostra a figura 2, em que a imagem original conta com uma contaminação e após o tratamento, é possível perceber a sua suavização. O desempenho desse tipo de filtro é especialmente bom quando se está tratando um dado contaminado com ruído Gaussiano, que comumente modela o tipo de interferências sofridas por aparelhos de medição, tais quais sensores.

Geramos um mapa de bordas, ilustrado na figura 3. Ao contrário do filtro  $h_1$ , observa-se uma menor presença de ruídos, com bordas mais finas e regiões homogêneas mais suprimidas.

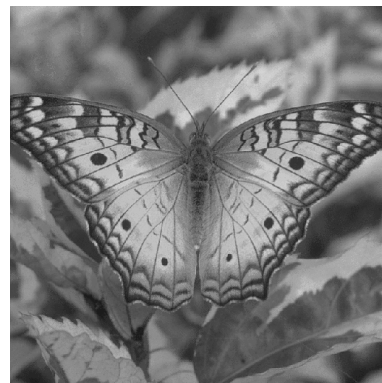


(a) Mapa de bordas para a imagem "House"

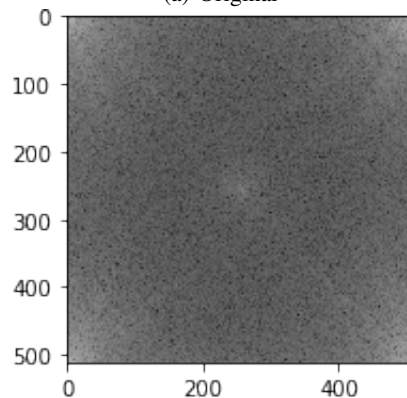


(b) Mapa de bordas para a imagem "City"

Figura 3: Resultados da combinação das respostas dos filtros  $h_3$  e  $h_4$



(a) Original



(b) Magnitude

Figura 4: Magnitude do espectro de Fourier para a imagem "Butterfly".

### B. Filtragem no domínio da frequência

Para esta parte utilizamos funções prontas da biblioteca *scipy*.

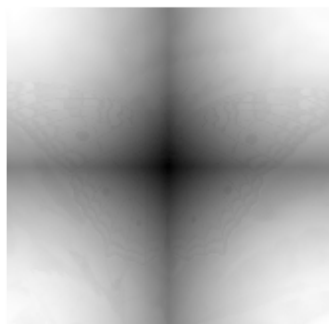
Variamos o valor de  $\sigma$  e verificamos quanto maior o esse desvio, maior o grau de suavização da imagem. Conforme mostra a figura 5. O espectro de Fourier é composto pela fase e pela componente de magnitude. Na figura abaixo mostramos uma imagem e sua magnitude. A interpretação do espectro de frequência ocorre da seguinte maneira, ao imaginarmos uma série de círculos com mesmo centro, a presença de componentes em regiões mais claras indica a existência de frequências mais baixas enquanto componentes mais escuras indicam a existência de frequências mais altas. [2]



(a)  $\sigma = 0.1$



(b)  $\sigma = 0.5$



(c)  $\sigma = 2$



(d)  $\sigma = 10$

Figura 5: Resultado da aplicação de filtro Gaussiano sobre a imagem "Butterfly" no domínio da frequência.

### C. Extras

Para podermos analisar as propriedades básicas de cada filtro, criamos uma imagem simples, 6. Ela é composta por duas cores, preto (fundo) e branco (cruz). O objetivo inicial era analisar o efeito de cada filtro quando convolvido com a imagem. Aplicamos o filtro e analisamos os resultados.

Nota-se que para a geração das imagens a seguir, calculamos o valor absoluto das respostas de cada filtro e depois utilizamos um *clip* para o intervalo de  $[0 - 255]$ . Este método pode não ser adequado para todos os tipos de tratamento de imagens, já que pode perder informações de escala, mas para este caso, ele gerou os melhores resultados em termos de visualização.

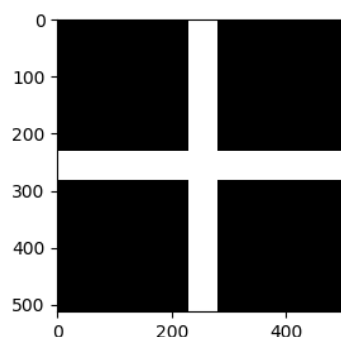
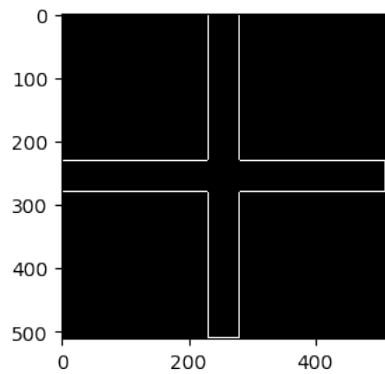


Figura 6: Imagem simples gerada com o intuito de analisar o comportamento básico de cada filtro com relação à detecção de bordas.

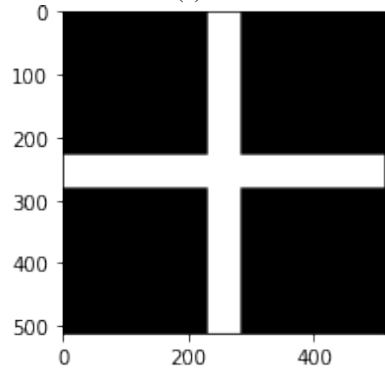
Como vemos na figura 6 o filtro  $h_1$  realiza a detecção de bordas tanto horizontais quanto verticais.

A máscara  $h_2$  gerou um pequeno efeito de borrimento nas bordas, alterando pouco a imagem original.

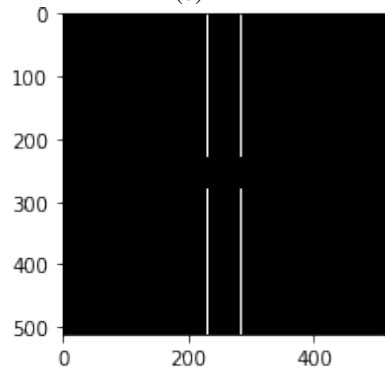
A máscara  $h_3$  detectou bordas verticais e  $h_4$  as horizontais. Assim, como visto na parte 1 deste trabalho, percebe-se que basta combinar estes dois filtros para fazer o mapa de bordas.



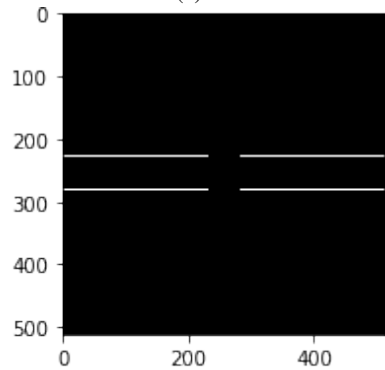
(a)  $h_1$



(b)  $h_2$



(c)  $h_3$



(d)  $h_4$

Figura 6: Resultado da aplicação de filtros convolucionais em uma imagem simples (6)

## V. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho foi possível analisar os efeitos da aplicação de filtros, tanto no domínio do espaço quanto no da frequência. Uma das maiores dificuldades ocorreu na escolha do como tratar os dados para a melhor visualização, que requeria que estes fossem de alguma forma convertidos para o intervalo usual de [0-255].

Um experimento que poderia ter sido realizado neste relatório é analisar o efeito da aplicação de filtro passa alta, tal qual  $h_1$  depois de se fazer uma suavização, por exemplo com  $h_2$  ou com o filtro Gaussiano no domínio da frequência.

## REFERÊNCIAS

- [1] Trabalho 1. Disponível em: <http://www.ic.unicamp.br/~helio/disciplinas/MC920/trabalho1.pdf>. Acesso em 17 de abril de 2019.
- [2] Filtragem no Domínio da Frequência. Disponível em: [http://www.ic.unicamp.br/~helio/disciplinas/MC920/aula\\_dominio\\_frequencia.pdf](http://www.ic.unicamp.br/~helio/disciplinas/MC920/aula_dominio_frequencia.pdf). Acesso em 17 de abril de 2019.