

Filtragens no domínio espacial e de frequência

NATHÁLIA HARUMI KUROMIYA *

*Engenharia da Computação - Graduação

E-mail: n175188@dac.unicamp.br

Resumo – O trabalho se concentra em comparar diferentes filtros aplicados ao domínio espacial: filtro passa-alta, passa-baixa e Sobel. Além disso, no caso do Sobel, aplicou-se o filtro em partes, sendo um para o eixo vertical e outro horizontal. Também faz parte da análise a aplicação de filtro no domínio de frequências por meio de um filtro Gaussiano. Os algoritmos utilizados estão implementados na biblioteca NumPy e OpenCV e todo o trabalho foi implementado em Python 3. Os resultados evidenciam as diferenças dos filtros e confirmam a teoria que embasa esses filtros, mostrando os resultados em cima de uma mesma imagem-base para facilitar a comparação.

I. INTRODUÇÃO

A comparação dos filtros e seus funcionamentos tem a função de auxiliar a utilização deles e a escolha em cada contexto através de suas particularidades e vantagens. Nesse contexto, foi utilizado filtros passa-alta, passa-baixa, Sobel e gaussiano e ressaltado as diferenças de cada um.

Para a elaboração desse trabalho, foi necessário um estudo maior sobre os métodos de filtragem e domínio de imagens. Para esse fim, utilizou-se o livro[1] e os slides[2][3] disponibilizados pelo professor Hélio Pedrini.

II. SEÇÕES

Esse trabalho está separado em tais seções:

- Trabalho Proposto
- Programas e bibliotecas utilizadas
- Funções implementadas
- Resultados e Discussão
- Conclusões
- Referências

III. TRABALHO PROPOSTO [4]

O desenvolvimento do trabalho foi dividido em duas partes. A primeira é responsável pela aplicação de 4 filtros por convolução no domínio espacial. Os filtros utilizados foram os seguintes:

$$h1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & -2 & -1 & 0 \\ -1 & -2 & 16 & -2 & -1 \\ 0 & -1 & -2 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$h2 = 1/256 \begin{bmatrix} 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \\ 4 & 16 & 24 & 16 & 4 \\ 6 & 24 & 36 & 24 & 6 \\ 4 & 16 & 24 & 16 & 4 \\ 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$h3 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$h4 = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

As imagens geradas por $h3$ e $h4$ também foram combinadas por meio da expressão:

$$\sqrt{(h3)^2 + (h4)^2}.$$

A segunda parte do trabalho foi a aplicação de um filtro Gaussiano numa imagem representada pelo seu espectro de Fourier. Nesse ponto, foram testados diferentes graus de suavização para comparação dos efeitos na imagem.

IV. PROGRAMAS E BIBLIOTECAS UTILIZADAS

A versão de Python utilizada para implementação foi 3.5.4 e as bibliotecas de auxílio foram NumPy 1.11.2 e OpenCV 3.1.0.

V. FUNÇÕES IMPLEMENTADAS

Para a aplicação de filtros no domínio espacial, as imagens para aplicação dos filtros $h1$ e $h2$ não sofreram nenhum pré-processamento, bem como as imagens para os filtros $h3$ e $h4$. Porém, as imagens combinadas de $h3$ e $h4$ tiveram seus pixels alterados para o intervalo $[0,1]$ antes da aplicação dos filtros. Após, foi utilizado o método `cv2.filter2D(image, -1, kernel)`, onde *image* é a imagem em que o filtro será aplicado e *kernel* é o filtro a ser aplicado. Essa função se utiliza de convolução para aplicação desses filtros. Depois da aplicação dos filtros e da combinação das imagens, o resultado da combinação de $h3$ e $h4$ foi normalizado, porém os outros resultados não possuem pós-processamento.

Já para a aplicação do filtro Gaussiano no domínio de frequência, foi utilizado a função `numpy.fft.fft2(image)` para obter o espectro de Fourier da imagem. Uma vez obtida, a componente de frequência 0 foi transladada com a função `numpy.fft.fftshift(image)`. Com esse pré-processamento, aplicou-se filtros Gaussianos com diferentes graus de suavização. Esses filtros foram gerados com a função `cv2.getGaussianKernel(image.shape[0],sigma)`, onde *sigma* representa esses graus de suavização. Para efeitos de validação, os sigmas utilizados foram $[10, 50, 100]$. Após a

filtragem, a imagem foi convertida de volta para o domínio espacial e normalizada.

VI. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A. Domínio espacial

Utilizaremos a Figura 1 como referência para visualização dos efeitos dos filtros

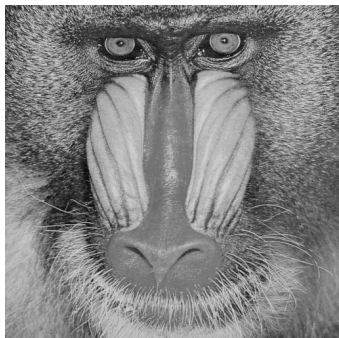


Figura 1. Figura original que servirá de base para comparações.

O primeiro filtro aplicado foi o filtro $h1$. O padrão desse filtro indica um filtro passa-alta, que tem a função de realçar áreas de interesses, como bordas ou linhas. O resultado dessa aplicação gerou a Figura 2. Nessa figura, é possível perceber a evidenciação dos detalhes da imagem 1.

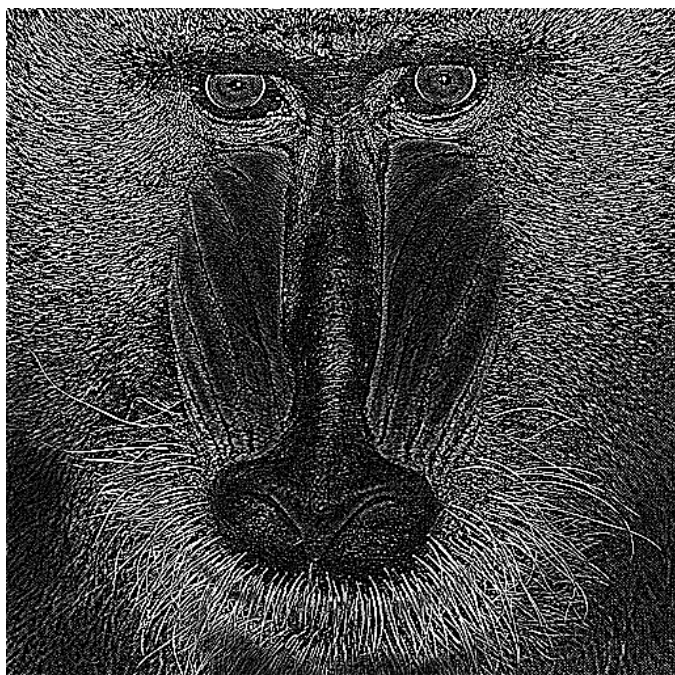


Figura 2. Figura com filtro passa-alta aplicado

O filtro $h2$, por outro lado, apresenta um padrão de um filtro passa-baixa. Esse filtro é utilizado para atenuação de ruídos e suavização da imagem. Porém, uma vez em que seu efeito é

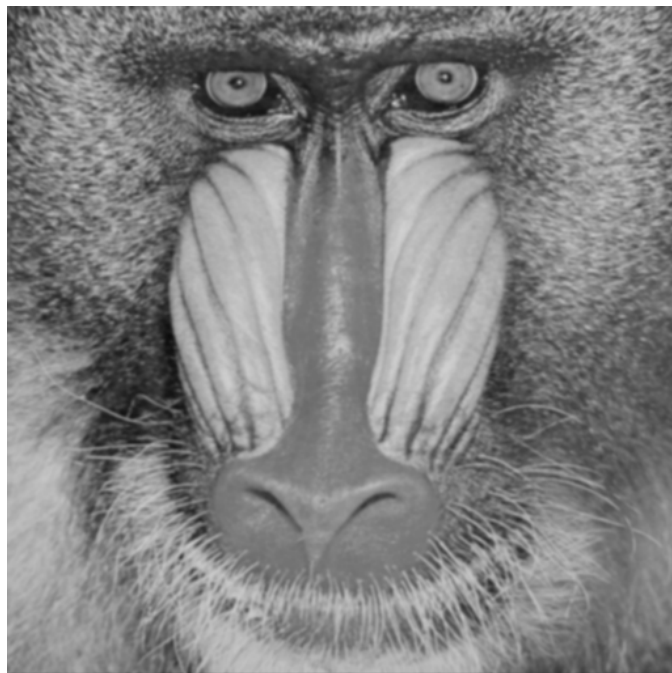


Figura 3. Figura com filtro passa-baixo aplicado

um borramento, pode retirar detalhes. A Figura 3 apresenta os resultados dessa aplicação.

Os filtros $h3$ e $h4$ são filtros Sobel. Esses filtros servem para detectar contornos a partir das transições claro/escuro e a direção dessas transições. O filtro $h3$ faz essa detecção no eixo y , enquanto o filtro $h4$ faz no eixo x . A figura 4 ilustra a aplicação desses filtros separadamente.

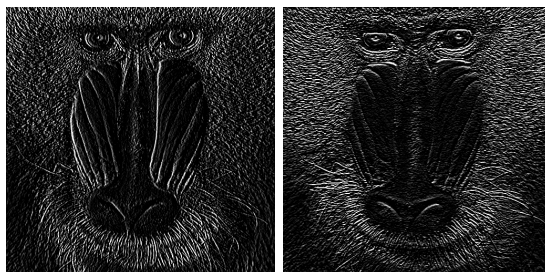


Figura 4. Figuras com filtro Sobel aplicado. À esquerda, o filtro é aplicado verticalmente. À direita, o filtro é aplicado horizontalmente.

Com a combinação das figuras resultantes da aplicação desses filtros, pode-se obter uma terceira imagem que delimita os contornos em ambos os eixos, como mostra a figura 5.

B. Domínio de frequência

Para os filtro Gaussiano no domínio de frequências, obteve-se o espectro de Fourier e foi aplicado o filtro com diferentes níveis de suavização. Os resultados estão descritos nas Figuras 6, 7, 8.

Pode-se perceber que quanto menor o desvio padrão da Gaussiana, σ , maior o borramento. Também nota-se um espectro mais claro e com menos ruído. Já o resultado final

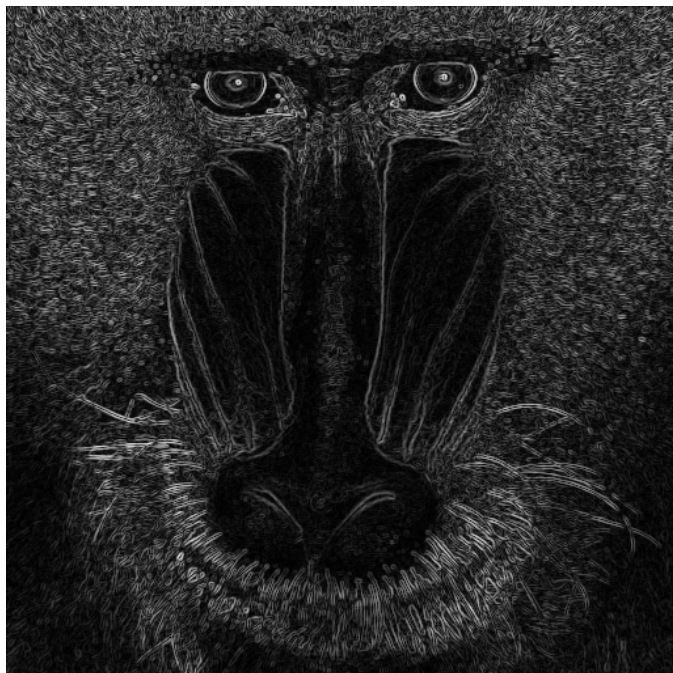


Figura 5. Figura com filtro Sobel aplicado nos dois eixos.

das imagens mostra uma imagem mais borrada. Esse filtro tem grande sucesso para retirar ruídos Gaussianos, mas em imagens nítidas, como a de teste, ela apenas faz um borramento.

VII. CONCLUSÕES

A comparação dos métodos de filtragem evidenciou que as diferenças entre cada filtro. Nesse caminho, pode-se escolher um filtro diferente para cada necessidade: o filtro passa-alta permite uma visualização de detalhes; o passa-baixa retira ruídos, mas perde detalhes; o Sobel determina os contornos da imagem.

Também foi possível analisar a aplicação de filtros no domínio da frequência, que, com a transformada de Fourier e a transladação da componente de frequência-zero, pode-se aplicar filtros da mesma forma como no domínio espacial. A diferença é que a representação da imagem é mais compacta, mas ainda preserva toda a informação contida na imagem de forma reversível.

+—————+

REFERÊNCIAS

- [1] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 4th ed. Pearson, 2017. 1
- [2] H. Pedrini, "Aula: Domínio de frequências." [Online]. Available: https://www.ic.unicamp.br/~helio/disciplinas/MC920/aula_dominio_frequencia.pdf 1
- [3] —, "Aula: Realce." [Online]. Available: https://www.ic.unicamp.br/~helio/disciplinas/MC920/aula_realce.pdf 1
- [4] —, *Projeto 1*. [Online]. Available: <http://www.ic.unicamp.br/~helio/disciplinas/MC920/trabalho1.pdf> 1

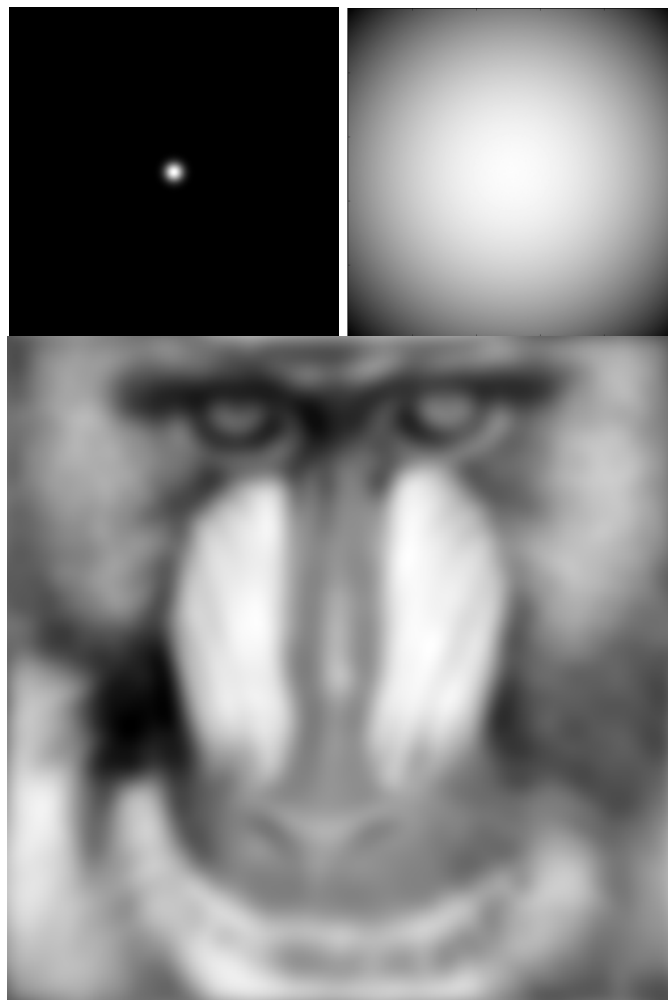


Figura 6. Figura com desvio padrão da Gaussiana = 10. À esquerda superior, o filtro Gaussiano aplicado. À direita superior, o espectro da imagem filtrada. Abaixo, a imagem resultante.



Figura 7. Figura com desvio padrão da Gaussiana = 50. À esquerda superior, o filtro Gaussiano aplicado. À direita superior, o espectro da imagem filtrada. Abaixo, a imagem resultante.

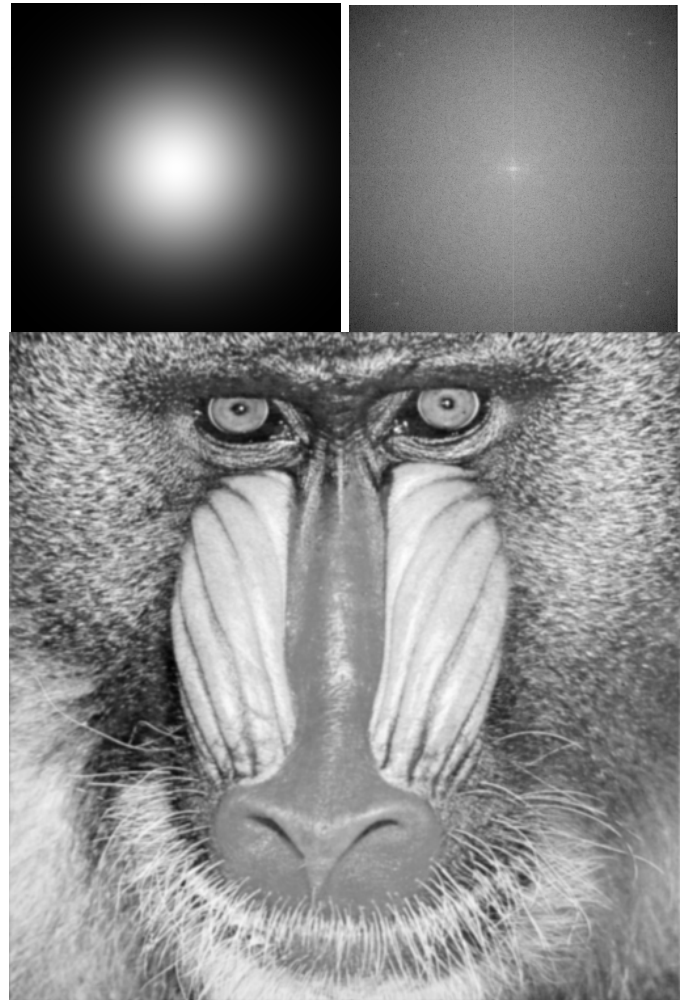


Figura 8. Figura com desvio padrão da Gaussiana = 100. À esquerda superior, o filtro Gaussiano aplicado. À direita superior, o espectro da imagem filtrada. Abaixo, a imagem resultante.