

## TAREFA-3A

### Filtragem no domínio da frequência

No domínio espacial a filtragem pode ser realizada pela utilização de máscaras (ou *kernels*) cujos coeficientes determinam o processamento. Para o processamento no domínio da frequência, por outro lado, é necessário realizar uma transformação para o domínio no qual os sinais são descritos pelas frequências que apresentem. Uma dessas transformações é a de Fourier.

Existem algoritmos rápidos para realizar este tipo de transformação disponibilizando um conjunto de informações importantes que caracterizam as imagens de forma peculiar e mais direta. Esses dados são bastante úteis, especialmente o espectro de frequências, o ângulo e fase da função analisada (elementos de uma imagem, no caso), bem como o espectro de potência desta função.

Além disso, pelo teorema da convolução<sup>1</sup>, é possível processar as imagens convertidas ao domínio da frequência utilizando o produto do operador (exemplo: filtro) com a imagem transformada. Aqui falamos em um produto do arranjo matricial, ponto-a-ponto, diferente do produto convencional entre matrizes (Seção 2.6.1 do Gonzalez & Woods, 2010).



Figura 1: Etapas para a filtragem no domínio da frequência. O operador shift é utilizado para centralizar o espectro obtido.

Uma outra informação muito importante fornecida pelo espectro de Fourier é o espectro de potência (seção 4.6.5 do Gonzalez & Woods, 2010), neste espectro é possível analisar a “força da imagem” a partir do seu centro no espectro de Fourier, para onde foram deslocadas as componentes de baixas frequências.

A Figura 3 exibe vários círculos concêntricos de diferentes raios. Cada círculo compreende uma quantidade de informação representada no espectro da imagem. A partir dessa análise é possível delimitar filtros binários. A Figura 2 exibe um filtro passa baixa, note-se região branca correspondente a valores em 1 e a escura a zeros. O resultado do produto (ponto-a-ponto) desse filtro com a matriz de magnitude do espectro de frequências, resulta em uma matriz M com a supressão das frequências externas à área do círculo. A imagem filtrada é recuperada para o domínio espacial a partir dessa matriz M. Na Figura 3 é exibida a matriz M e sua imagem recuperada.

A Figura 4 exibe uma operação de filtragem passa-alta. Nesse caso, o filtro corresponde a uma matriz binária com zeros no círculo central e uns na região externa ao círculo.

---

<sup>1</sup> A convolução uma imagem por um operador no domínio espacial equivale, no domínio da frequência, ao produto do arranjo matricial da imagem transformada com um operador/filtro

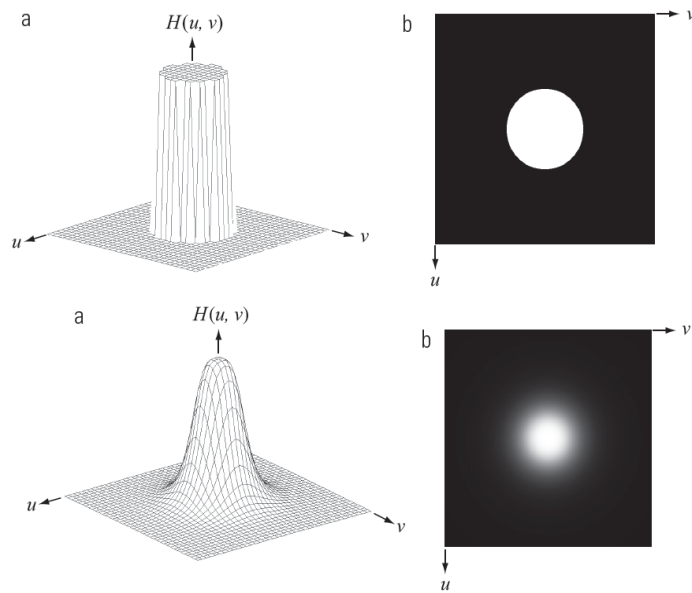


Figura 2: Acima: filtro passa-baixa ideal (devido às transições abruptas é de difícil implementação no nível eletrônico). Abaixo: filtro passa-baixa Butterworth.

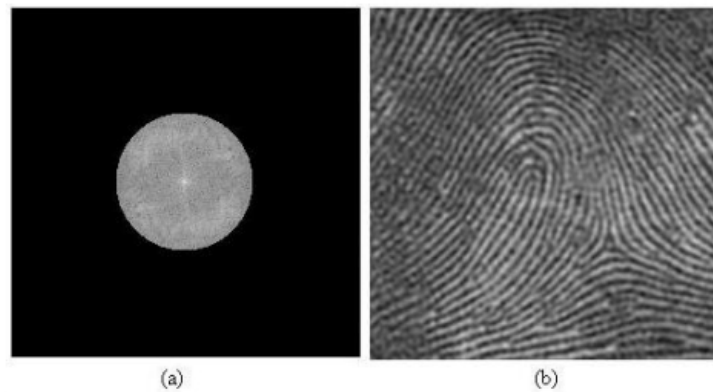


Figura 3: Resultado da filtragem passa baixa. Fonte: <http://www.ic.uff.br/~aconci/filtragemdominiofrequencia.pdf>

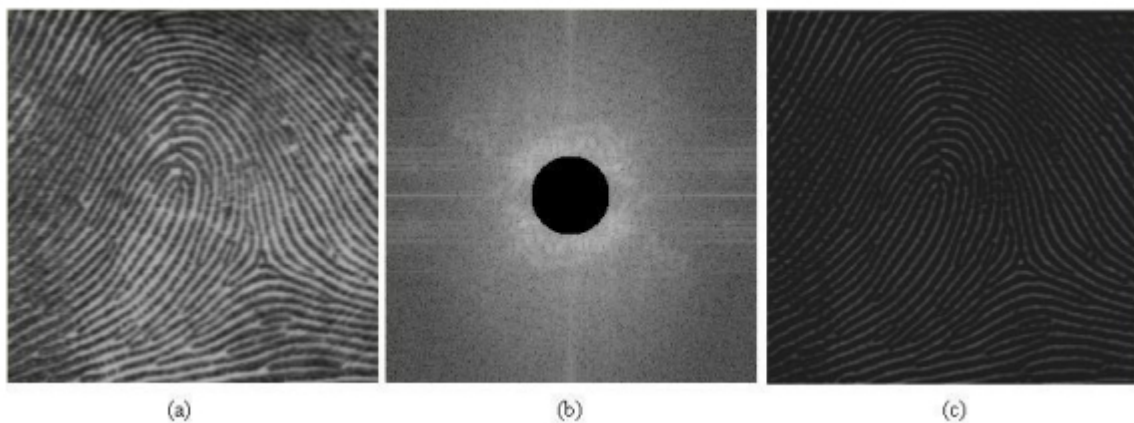


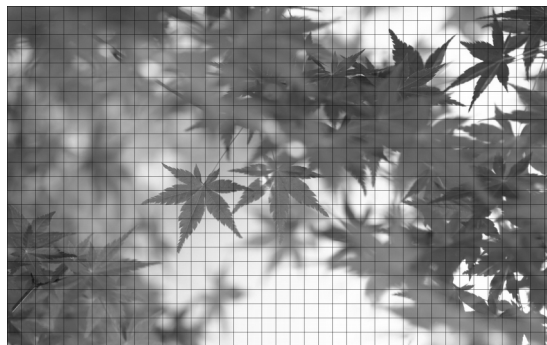
Figura 4: Filtragem passa-alta. Fonte: <http://www.ic.uff.br/~aconci/filtragemdominiofrequencia.pdf>

Tarefa (entrega de códigos e relatório):

- As imagens encontram-se no site (Moodle) da disciplina PIM.
- Soluções implementadas em Python (terminação “.py”).
- Entregue os fontes dos scripts, não um link para os fontes.
- Grupos de no máximo 2 membros.
- Faça um relatório a respeito dos experimentos contendo identificação, introdução, fundamentação, etapa experimental, análise de resultados, conclusão.
- Upload, de todo o material desenvolvido, pelo Moodle (exclusivamente).



ORIGINAL: folhas1.jpg



folhas1\_Reticulada.jpg

Execute o tutorial no link [Image Processing with Python — Application of Fourier Transformation | by Tonichi Edeza | Towards Data Science](https://towardsdatascience.com/image-classification-using-ssim-34e549ec6e12#:~:text=MSE will calculate the mean,have similar pixel density values)

Com os *insights* adquiridos no exercício anterior, implemente no domínio da frequência o melhor filtro para tratamento (remoção) do reticulado na imagem *folhas1\_Reticulada.jpg*.

A imagem original *folhas1.jpg* e sua versão reticulada *folhas1\_Reticulada.jpg* estão no diretório de imagens para testes no site Moodle da disciplina.

Utilize o teste de similaridade estrutural (SSIM) e o teste de Erro Médio Quadrado (MSE) para determinar o nível de semelhança entre a imagem original e a recuperada. Ambos encontram-se implementados no Python *Skimage.metrics* (você **pode aplicar** esses métodos da Skimage):

```
from skimage.metrics import structural_similarity as ssim
from skimage.metrics import mean_squared_error
```

Exemplos em: [https://scikit-image.org/docs/dev/auto\\_examples/transform/plot\\_ssim.html](https://scikit-image.org/docs/dev/auto_examples/transform/plot_ssim.html) e <https://towardsdatascience.com/image-classification-using-ssim-34e549ec6e12#:~:text=MSE will calculate the mean,have similar pixel density values>.

Procure realizar testes e encontrar uma configuração/desenho de filtro no domínio da frequência de maneira a promover um equilíbrio entre a remoção do reticulado e a preservação das feições da cena capturada na imagem.

É bem-vinda a utilização de outras imagens adquiridas por você e tratadas por o processo similar (remoção de estrutura via operação no domínio da frequência).