

Transformada de Fourier: Processamento de Imagens

Alexandre Gomes Caldeira - 96701
Departamento de Engenharia Elétrica,
Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG
E-mail: alexandre.caldeira@ufv.br

Abstract—Neste relatório são apresentadas intuições e ferramentas introdutórias diante da análise de imagens no domínio da frequência através da aplicação da Transformada direta e inversa de Fourier bidimensional.

I. INTRODUÇÃO

Na disciplina Sinais e Sistemas, as atividades executadas até o momento foram discutiram diversas facetas [1] e aplicações da Transformada de Fourier no context de análise e processamento digital de sinais digitais unidimensionais (ondas quadradas, senoidais, sinais de áudio). Entretanto, com o crescimento do poder de processamento de computadores, tem se tornado cada vez mais comum o processamento de imagens no domínio da frequência, até mesmo em aplicações de Inteligência Artificial para detecção de padrões.

II. OBJETIVOS

Este trabalho busca introduzir o estudo e análise de imagens através da Transformada Rápida de Fourier (TRF) bidimensional [2]. Em termos específicos, carregadas e apresentadas imagens de domínio público cujo espectro na frequência em termos de magnitude e fase serão analisados e transformados, demonstrando os rudimentos empregados por aplicações mais avançadas em processamento de imagens.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

Uma imagem pode ser representada no domínio da frequência como um sinal $X(j\omega_1, j\omega_2)$, considerando que o "tempo discreto" são os pixels no eixo X e Y que convencionou-se posicionar no canto superior esquerdo deste sinal digital bidimensional. Especificamente, imagens em escala de cinza tem como representação apenas uma intensidade em nível digital inteiro de 0 a 255, ao passo que imagens coloridas possuem três camadas referentes às suas cores componentes vermelho, azul e verde (RGB).

Vale ressaltar que existem outras representações, denominadas espaços de cores, em que as camadas e intensidades das imagens são descritas através de outras metodologias matemáticas, algumas polares, outras cartesianas, dentre várias outras. Neste trabalho, serão utilizadas imagens em escala de cinza provenientes do repositório de imagens públicas dado no roteiro [2] da prática. Vale também destacar a seguir comandos pertinentes empregados em *MATLAB* para execução das atividades requisitadas:

- `imread`, importa imagem de um arquivo;
- `imshow`, plota imagem;
- `fft2`, transformada de Fourier bi-dimensional;
- `ifft2`, transformada de Fourier bi-dimensional inversa;
- `angle`, extrai a fase;
- `abs`, módulo.

Mediante atividades do roteiro, serão carregadas duas imagens diferentes A e B, de tal forma a apresentar a informação de magnitude $|Xa|$, de fase $\angle Xa$, seguidas de transformação inversa $|Xa| \angle 0$ (utilizando somente informação de magnitude), seguida da inversa de $1 + \angle Xa$ (informação de fase com todas as magnitudes unitárias) e finalmente uma imagem gerada utilizando as fases de A com os módulos de B.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para execução deste trabalho, foram escolhidas as imagens A e B como uma imagem de quadrados em escala gradiente de branco a preto e uma imagem de um barco em uma doca (em escala de cinza), conforme mostrado na Figura 1.

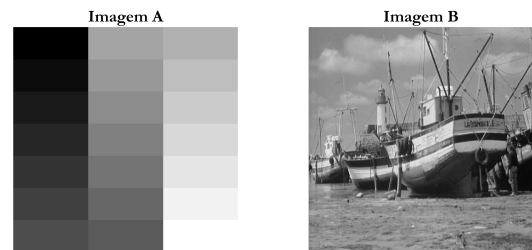


Fig. 1. Imagens selecionadas para o trabalho.

Aplicando transformada de Fourier, são construídas e apresentadas então as imagens das Figuras 2 e 3. Nota-se que a fase de imagens no domínio da frequência é responsável pela informação de texturas da imagem, delimitando o barco da Imagem B, por exemplo. Similarmente, contrastes entre diferentes partes de uma imagem podem ser facilmente observando linhas da Imagem A na imagem de módulo da Figura 2.

Calculando em seguida a transformada inversa especificada no roteiro, obtemos as imagens da Figura 4. Nota-se que ao calcular a inversa das fases de X_a com magnitude unitária, perde-se a informação de contrastes e são gerados artefatos.

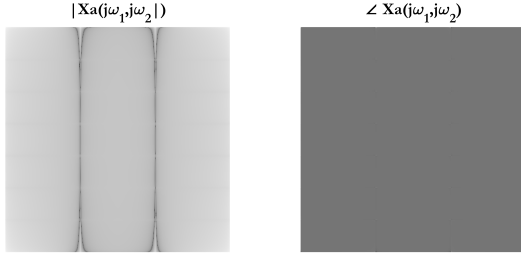


Fig. 2. Conteúdo de módulo e de fase da Imagem A.

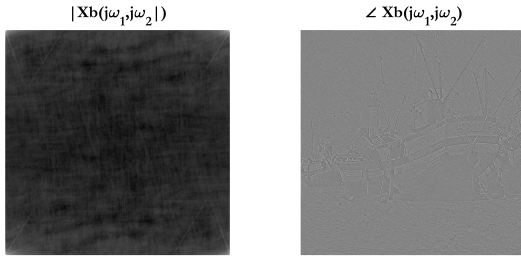


Fig. 3. Conteúdo de módulo e de fase da Imagem B.

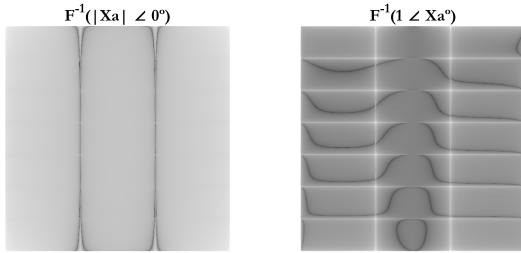


Fig. 4. Transformada inversa de Fourier do conteúdo de módulo e fase de X_a .

Finalmente, são construídas as imagens compostas empregando magnitude de uma imagem mas fase de outra, resultando na Figura 5. Conforme descrito, a informação de posição e contrastes contidas na fase resulta na replicação das texturas contidas nas imagens originais que foram

recompostas. De fato, na imagem com fases de A e módulo de B, observam-se o contorno do barco reconstruído apenas com retas pretas ou brancas (textura da imagem A, contorno da imagem B). Analogamente, na imagem com fases de B e módulo de A, observam-se os quadrados da Imagem A reconstruídos com informações de contorno do barco da Imagem B.

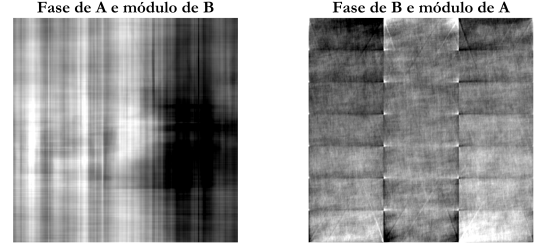


Fig. 5. Transformada inversa de Fourier do conteúdo de módulo e fase de X_a .

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste relatório, foram apresentados alguns comandos MATLAB, métodos e intuições essenciais para a análise de imagens no domínio da frequência. Nota-se que a informação percebida de maneira automática pelo cérebro humano está disposta de forma separada em módulo e fase no domínio da frequência, respectivamente informações de posição, contraste, contornos, sombras, profundidade e outras percepções implícitas que podem ser inferidas matematicamente e trabalhadas de maneira objetiva. Ainda, vale destacar que a filtragem no domínio da frequência, conforme estudado anteriormente, aplica-se também no contexto bidimensional, podendo-se portanto processar imagens digitalmente reforçando, atenuando ou suavizando as informações de fase e magnitude resultando em novas imagens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. V. Oppenheim, *Sinais e sistemas*. Prentice-Hall, 2010.
- [2] L. B. Felix, *Roteiro da Aula Prática 7: Transformada de Fourier - Processamento de Imagens*. Departamento de Engenharia Elétrica Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal de Viçosa Universidade, 2022.