

TRANSFORMADA DE FOURIER - PROCESSAMENTO DE IMAGENS

MATHEUS MORAES PEREIRA SALES DE AEZEVEDO - 99892

E-mails: joão.rossi@ufv.br, thiago.m.avila@ufv.br

Resumo: Este relatório fundamenta-se em realizar um estudo de comandos, funções e aplicações, utilizando o software interativo MATLAB, com enfoque nas operações de cuja finalidade consistem no estudo introdutório acerca da transformada de Fourier aplicada ao processamento de imagem.

Palavras-chave: MATLAB, Fourier e imagem.

Introdução

Em análise de sinais, o termo no domínio da frequência, designa-se à análise de funções matemáticas com respeito à frequência, em contraste com a análise do domínio do tempo. Um osciloscópio, por exemplo, é uma ferramenta utilizada para visualizar sinais do mundo real no domínio do tempo. Já um analisador de espectro é uma ferramenta usada para visualizar sinais no domínio da frequência[1].

Um gráfico no domínio do tempo mostra como um sinal varia ao longo do tempo. Já um gráfico no domínio da frequência mostra quanto do sinal reside em cada faixa de frequência. Uma função pode ser convertida do domínio do tempo para o da frequência através de um operador matemático chamado de transformada integral [2].

Em processamento de sinais, filtragem no domínio da frequência de um sinal consiste em transformar a representação do sinal no espaço para o domínio da frequência, aplicando, por exemplo, a transformada de Fourier no sinal, realizando-se em seguida a filtragem desejada e depois calculando-se a transformada inversa de Fourier para obter o resultado do sinal filtrado[3]. González e Woods definem a filtragem no domínio da frequência como a multiplicação de uma função filtro, definida por $H(u,v)$ pela função $F(u,v)$, que é a transformada de Fourier do sinal que se deseja filtrar. A utilização da transformada de Fourier em sinais facilita alguns processos de definição de filtros, reconhecimento de texturas e compressão dos mesmos. Exemplos de filtros são os passa-baixa e passa alta [4], os quais serão estudados nessa prática com enfoque em processamento de imagens.

Materiais e métodos

Magnitude e fase na formação de imagens: Em primeira análise, foi realizada a média pixel a pixel para obter-se as imagens em tons de cinza, visto que, as mesmas eram coloridas. Consequentemente, foram realizadas as visualizações das imagens aludidas.

Por conseguinte, com o auxílio do comando `fft`, foi processada a transformada de Fourier bidimensional sob

cada gravura, obtendo como resposta um valor de magnitude e de fase para cada figura.

Isto posto, primeiramente utilizou-se a magnitude de X_A , mantendo a fase da mesma igual a zero e calculando assim, a transformada inversa. Além disso, foi efetuado o respectivo plot.

De forma semelhante, foi utilizada a fase de X_A , mantendo a magnitude constante e igual a 1. Assim, foi elaborado o cálculo da transformada inversa e o seu respectivo plot.

Ademais, foi obtido uma imagem utilizando as fases de X_A e os módulos de X_B . Por fim, foi realizada uma análise em cima das figuras supracitadas.

Filtragem de imagens no domínio da frequência: O realce de uma imagem no domínio da frequência é realizado pela multiplicação da transformada de Fourier da imagem com a função de transferência do filtro.

Dessa forma, foi efetuado o realce nas imagens *lua.jpg* e *texto.jpg* no domínio da frequência. Para tal, foi necessário o uso dos comandos *meshgrid* e *exp* juntamente com o comando *fftshift* para centralizar o espectro da imagem antes de multiplicar pelo filtro.

Por fim, foi obtida apenas a parte real da transformada inversa de Fourier. Dessa forma, com os ajustes necessário foi possível visualizar o resultado obtido com o comando *imshow*.

Aplicação de filtros: Nessa parte da prática, foram escolhidas duas imagens distintas com o intuito de verificar o efeito causado ao aplicar-se a filtragem das mesmas com filtros do tipo passa-alta e passa-baixa.

Dessarte, foi realizado um processo semelhante ao já demonstrado anteriormente nas imagens selecionadas, ou seja, as mesmas foram submetidas às filtrações supracitadas. Por fim, foi feita uma análise acerca dos resultados obtidos após a filtragem, com o intuito de determinar as melhores aplicações para cada tipo de filtro e a respeito do significado de frequência para uma imagem.

Resultados

Atendendo aos requerimentos da primeira parte do roteiro, foram plotadas as imagens A e B, ambas em tons de cinza, efeito o qual foi obtido através da média pixel a pixel das figuras.



Figura 1: Imagens A e B em tons de cinza.

Em seguida, após aplicar-se a transformada de Fourier na imagem A, calculou-se e plotou-se a inversa do sinal utilizando a magnitude de X_a , mantendo a fase nula. Observando a figura 2, pode-se inferir que ao desconsiderar o efeito causado pela fase, a imagem perde os detalhes de contorno, impossibilitando a visualização das nuances da mesma.

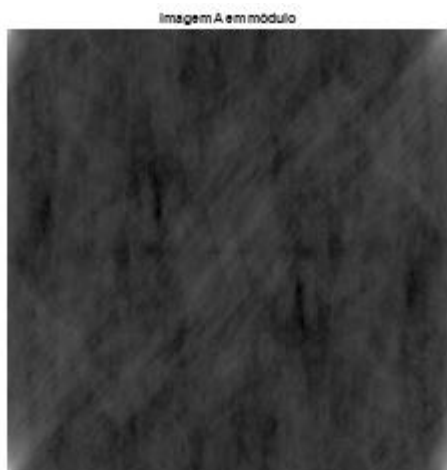


Figura 2: Imagem A em módulo

Com a finalidade de obter-se a comparação entre os efeitos gerados pelo módulo e fase das figuras, plotou-se a inversa de Fourier da imagem A utilizando-se magnitude constante. Através da observação do gráfico a seguir, é possível concluir que os traços que delimitam a face da modelo ficaram mais nítidos em relação ao primeiro caso.

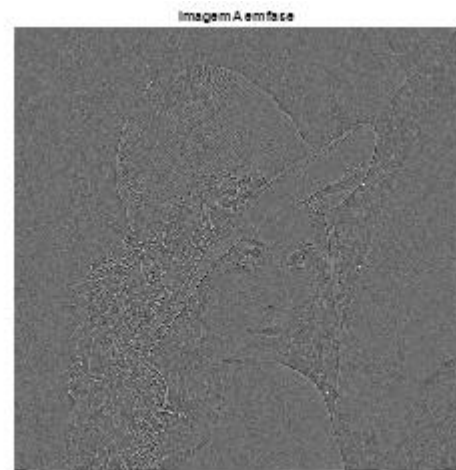


Figura 3: Imagem A em fase.

Por fim, a fim de gerar uma terceira imagem partindo-se das duas carregadas anteriormente, plotou-se a fase de A em conjunto com módulo de B. Sendo assim, obteve-se o rosto da atriz vista na imagem B com os tons de A.



Figura 4: Imagem gerada a partir da fase de A com o módulo de B.

Na segunda parte do roteiro, implementou-se um filtro Gaussiano, o qual comporta-se como um passa-baixa, a fim de enaltecer os detalhes de uma imagem da superfície lunar. Sendo assim, pode-se destacar que ao ajustar-se os parâmetros a e b , obteve-se mais destaque para os contornos da lua, característica comum de filtros passa-altas, como mostram as figuras 5 e 6.



Figura 5: Imagem da superfície lunar original.



Figura 6: Imagem da superfície lunar filtrada.

Em face às filtrações aplicadas na imagem referente à superfície lunar, implementou-se o mesmo processo em uma figura contendo um trecho de um texto, porém utilizando um filtro passa-baixa. Desta maneira, após a observação do espectro, definiram-se os parâmetros a e b , que representam as frequências de corte, e aplicou-se a filtração, obtendo uma figura mais nítida em relação à original e possibilitando uma leitura mais precisa, como mostram as figuras 7 e 8.

Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.

Figura 7: Imagem de texto original.

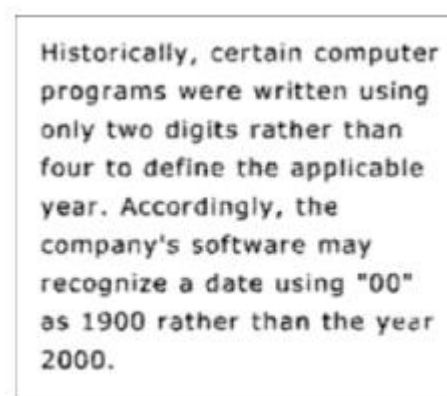


Figura 8: Imagem de texto após aplicação do filtro

Por fim, foram escolhidas duas imagens aleatórias, nas quais, aplicou-se os filtros passa-alta e passa-baixa, como mostram as figuras 9, 10, 11 e 12. Observando as imagens, nota-se que a filtração passa-alta é a mais indicada quando o objetivo é suavizar a imagem, diminuindo o efeito de borramento, o filtro é capaz de produzir este efeito devido à atenuação das altas frequências.

Já o outro tipo de filtro de filtro, o passa-baixa, produz um efeito de destaque para as regiões de transição de tons, dando destaque aos contornos das imagens, ou seja, é indicado em casos nos quais existe a finalidade de delimitar os contornos de um rosto. Vale destacar que tal efeito é gerado partindo-se da atenuação de baixas frequências.

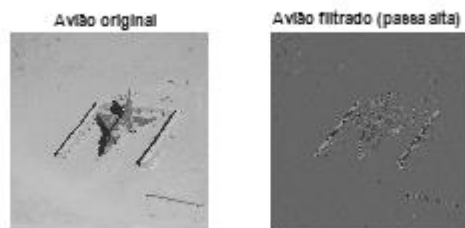


Figura 9: Imagem de um avião de guerra com filtragem passa-alta.

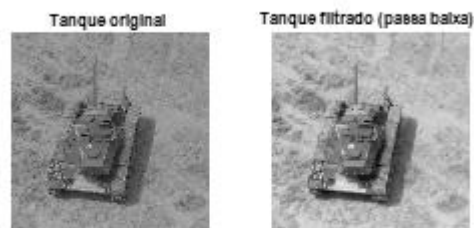


Figura 12: Imagem de um tanque de guerra com filtragem passa-baixa.

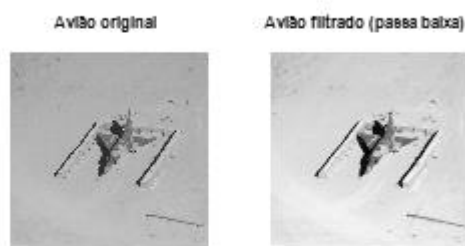


Figura 10: Imagem de um avião de guerra com filtragem passa-baixa.

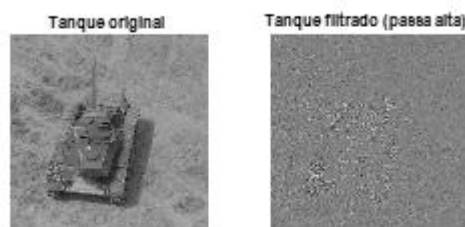


Figura 11: Imagem de um tanque de guerra com filtragem passa-alta.

Discussão

Em primeira análise é necessário destacar a aplicabilidade da transformada de Fourier como uma ferramenta para manipulação de sinais gráficos, em que a mesma se mostrou muito útil em tais operações, possibilitando ao usuário o uso do mecanismo como um meio para estudar o comportamento de um sinal no domínio da frequência.

Ademais, é necessário afirmar que os trabalhos envolvendo a resposta em frequência de determinados sinais foram úteis nesta prática, haja visto que esta ferramenta é a base de aplicações envolvendo filtros, os quais constituem uma gama de operações no contexto do processamento de sinais.

Além disso, pode-se inferir que as filtrações realizadas com arquivos de imagem apresentaram um nível de eficiência satisfatório, uma vez que, em muitos casos, é possível manipular uma determinada característica do sinal, a fim de promover maior destaque a um contorno, ou alterar a nitidez da figura.

Conclusão

Após realizar as manipulações dos sinais, pode-se inferir que as filtrações realizadas permitem um vasto campo de aplicações no contexto da Engenharia Elétrica. Em face à esta ideia, uma ferramenta muito útil trabalhada nesta prática foram as alterações aplicadas nas imagens, uma vez que, através da compreensão da influência de grandezas como módulo e fase de um determinado sinal, é possível aplicar algumas filtrações e provocar alterações nas imagens.

Referências

- [1] A.V.OPPENHEIM, Sinais e sistemas lineares
- [2] AZEVEDO, Eduardo; Aura (2003). Computação Gráfica: Teoria e Prática. Rio de Janeiro: CONCI
- [3] B.P.LATHI, Sinais e sistemas lineares.
- [4] GONZALEZ, Rafael C. WOODS, Richard C. Processamento Digital de Imagens. 3ªed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010