



MC920— Trabalho 3

Professor: Hélio Predini

Leonardo Rodrigues Marques RA: 178610

1 Introdução

O propósito deste trabalho é realizar experimentos com abordagens de realce de imagens, mais especificamente, técnicas de meios-tons e técnicas de filtragem no domínio de frequência.

2 Especificação do Problema

2.1 Meios-Tons

Utilizaremos uma imagem colorida RGB de entrada e retornaremos uma imagem pontilhada em 2 níveis para cada camada. Caso o usuário deseje, pode-se retornar uma única camada monocromática com 2 níveis.

Foram utilizados as seguintes abordagens para distribuição de erro e técnicas de pontilhado:

- | | | |
|----------------------|-----------|---------------------------|
| a) Floyd e Steinberg | c) Burkes | e) Stucki |
| b) Stevenson e Arce | d) Sierra | f) Jarvis, Judice e Ninke |

Foram utilizado 2 formas de varredura na imagem, em linha reta e zigue-zague:

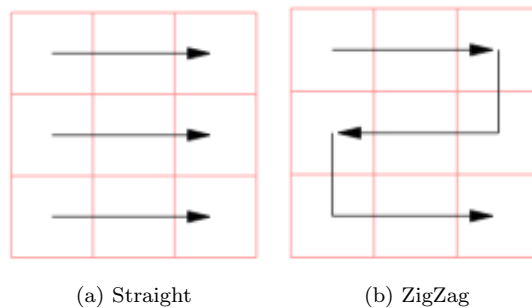


Figura 1: Formas de varredura da imagem.

Durante a varredura, o tom do resultado é definido da seguinte forma:

$$dithered[y][x] = \begin{cases} 1 & \text{se } image[y][x] \geq 128 \\ 0 & \text{se não} \end{cases} \quad (1)$$

Depois é calculado a diferença entre o valor do pixel **dithered** e o valor aproximado **image**. Esse erro é distribuído aos pixels adjacentes em **image** segundo a abordagem de distribuição de erro adotada.

2.2 Filtragem por Frequência

A transformada de Fourier consiste em, essencialmente, representar a mesma informação de uma forma diferente. Em processamento de imagens, a transformada representa a imagem em diversas componentes de frequência, as quais, quando combinadas adequadamente, compõem a mesma imagem que a original. Como estamos tratando imagens, temos que utilizar a transformada de Fourier para duas dimensões. Este processo consiste em aplicar a transformada em todas as colunas e depois sobre as linhas resultantes, gerando, assim, uma matriz de coeficientes de Fourier. Com esta representação da imagem no domínio da frequência, temos uma série de operações que podem ser aplicadas de forma engenhosa. Neste trabalho, focaremos em como utilizar a Fast Fourier Transform (FFT) de imagens para aplicação de filtros e algoritmos de compressão.

Neste trabalho foi utilizado a função `np.fft.fft2` para calcular a transformada das imagens e `npp.fft.fftshift` para descolar o centro para frequência zero. Para analisar o espectro de magnitude, utilizou-se o operador lógico:

$$Q(i, j) = c \times \log(1 + |P(i, j)|) \quad (2)$$

O cálculo de matrizes para os filtros foram feitos com o simples cálculo das distâncias euclidianas entre as células da matriz e o centro da mesma.

3 Implementação

Para gerar as imagens com a técnica do meios tons aplicada, o do processo de transformação de Fourier, a aplicação dos filtro em frequência, e a compressão, bastar executar o comando abaixo.

```
python3 main.py
```

Os valores para os filtros e compressões e a escolha das imagens foram pré-definidas para simplificar o processo de execução do programa. Caso queira adicionar mais figuras, basta inseri-las na pasta **input**, entretanto todas as tarefas serão aplicadas e tempo será demandado. Para os valores de filtragem, deve-se alterar na função **main**. A função de filtragem está em **fft.py**, a técnica de meios-tons em **dithering.py**, e para compressão **compression.py**.

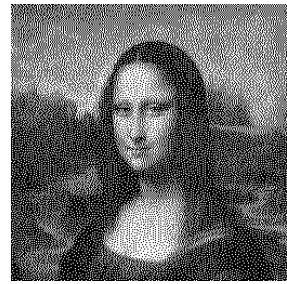
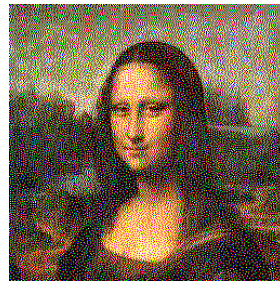
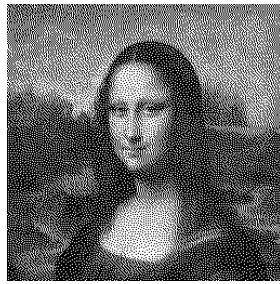
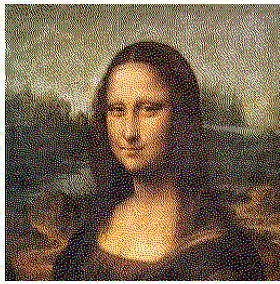
4 Conclusão e Resultados para Meios-Tons

Os resultados comparando a técnica de pontilhado com os diferentes métodos de difusão de erros e modos de varreduras estão apresentados na Figura 2. Analisando-se os resultados obtidos, percebe-se que o método de Floyd-Steinberg é o que fornece um resultado mais suave, e melhor para a imagem Monalisa. Utilizando-se o modo de varredura ZigZag permitiu-se uma distribuição mais fiel do erro, pois reduz a impressão de uma possível direcionalidade na imagem resultante. O método de Stevenson-Arce forneceu o resultado mais distante do original, pois realçou os pontilhados e diminuindo a percepção do usuário em relação à imagem original.

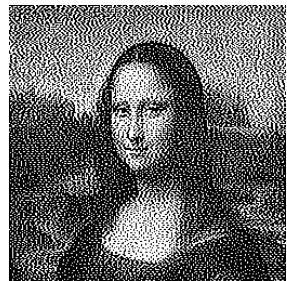
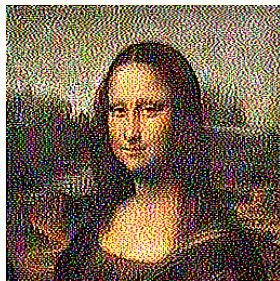
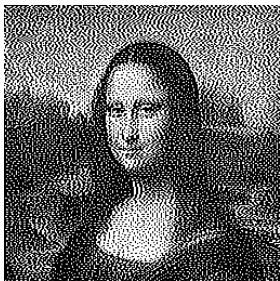
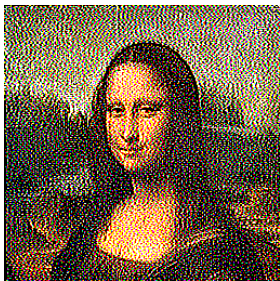
Straight

ZigZag

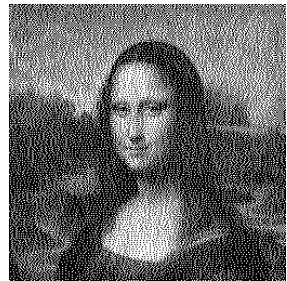
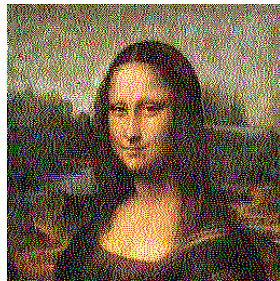
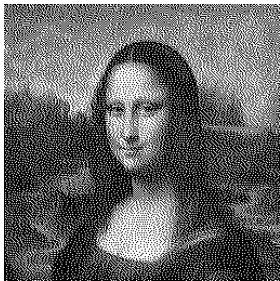
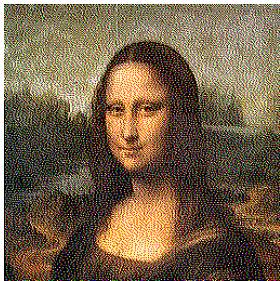
Floyd-Steinberg



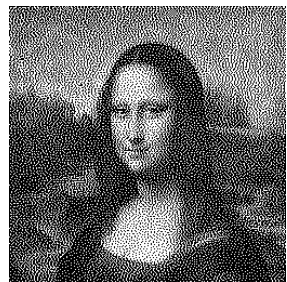
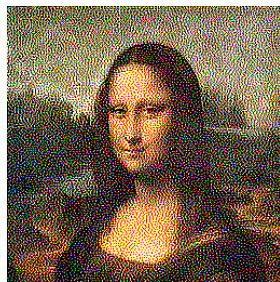
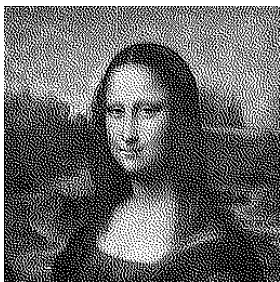
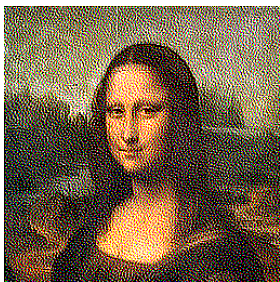
Stevenson-Arce



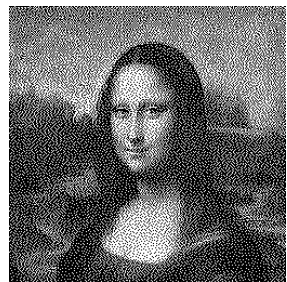
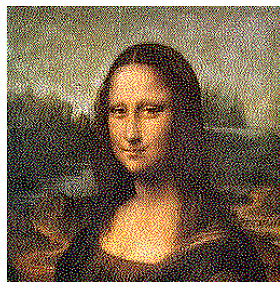
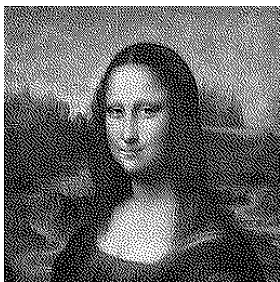
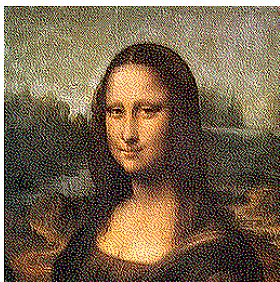
Burkes



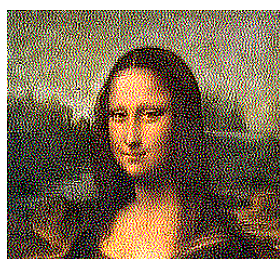
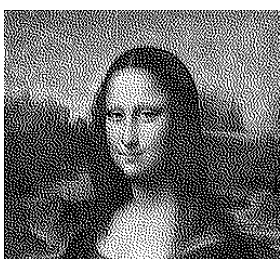
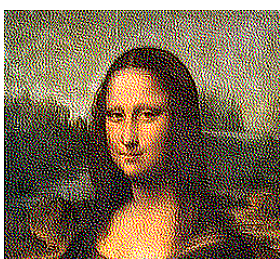
Sierra



Stucki



Marvis-Judice-Ninke

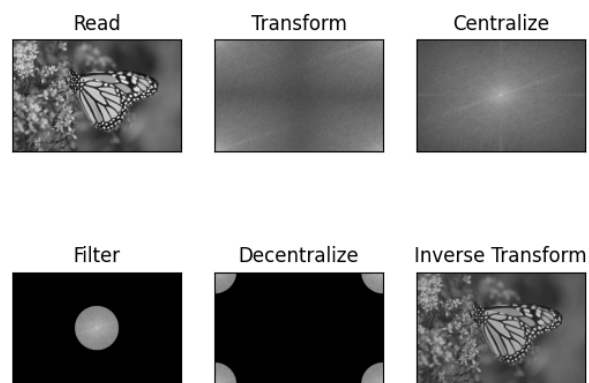


5 Conclusão e Resultados para Filtragem por Frequência

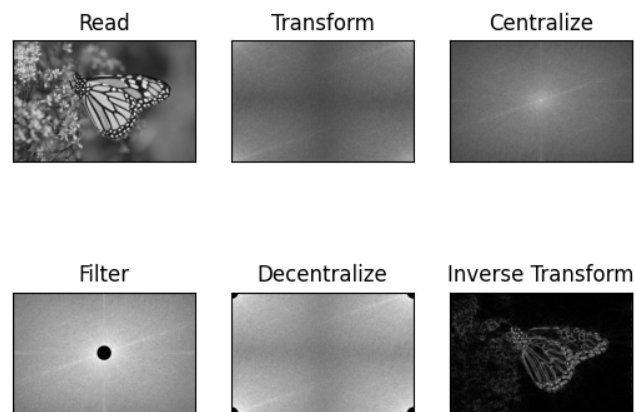
5.1 Análise do Espectro em Frequência.

Nas figuras abaixo, observaremos o comportamento do espectro dos filtros em frequência.

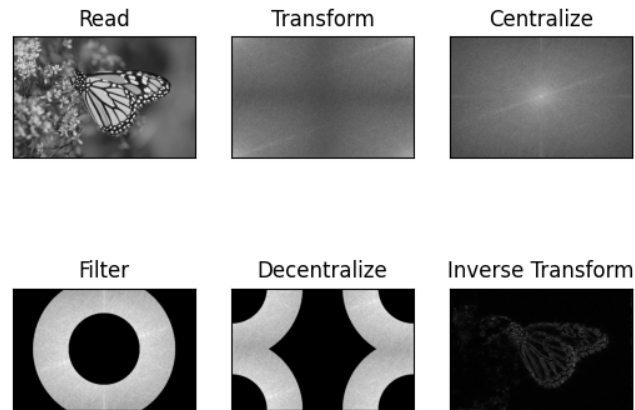
No primeiro plot, nota-se que se trata de um filtro passa-baixas, pois em frequências menores (próximas ao centro), ainda restam informações da figura enquanto no restante do quadro, os dados foram apagados (espaço preto).



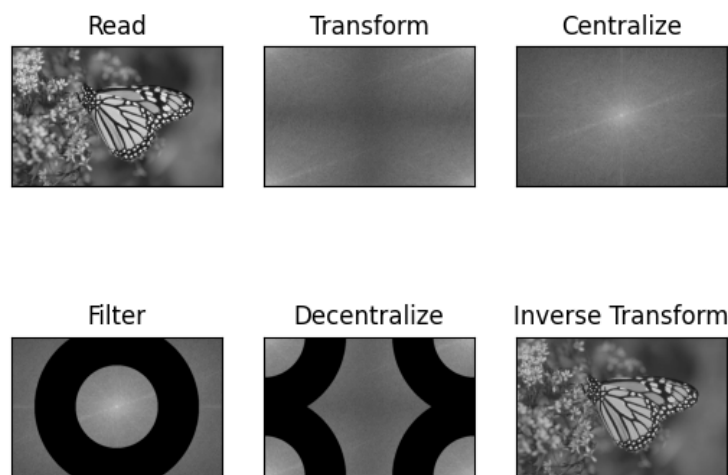
No segundo plot, trata-se de um filtro passa-altas, pois no centro, onde moram as frequências baixas, os dados foram apagados enquanto no restante do quadro, eles permanecem.



No terceiro plot, trata-se um filtro passa-bandas, pois existem faixas circulares onde é possível coletar informações sobre a imagem enquanto fora das faixas, os dados foram apagados.



No último plot, trata-se um filtro rejeita-bandas, pois ao contrário do passa-bandas, as faixas circulares rejeitam informações enquanto o restante é mantido.



5.2 Aplicação do Filtro Passa-Baixas.

O filtro se comporta como esperado. A 50px, o filtro consegue manter bastante informação da foto. A 10px, a imagem fica borrada.



(a) $r1 = 100$



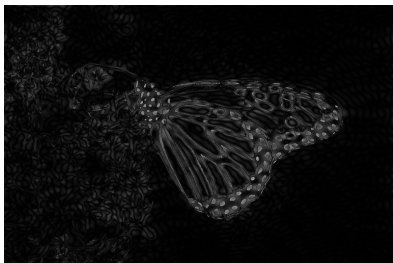
(b) $r1 = 50$



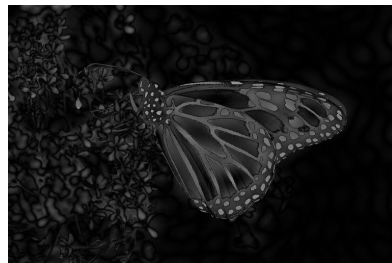
(c) $r1 = 10$

5.3 Aplicação do Filtro Passa-Altas.

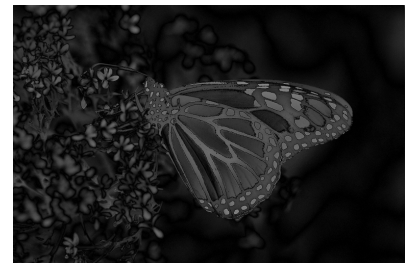
Um raio pequeno consegue manter os detalhes da imagem. Um raio grande já é possível perder contornos da imagem.



(d) $r1 = 30$



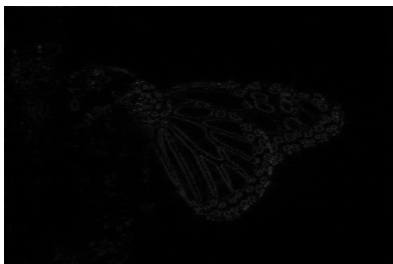
(e) $r1 = 10$



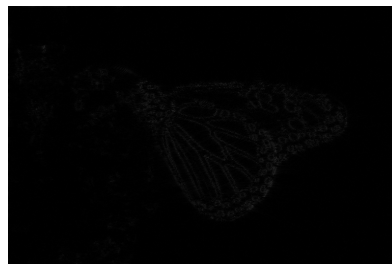
(f) $r1 = 3$

5.4 Aplicação do Filtro Passa-Bandas.

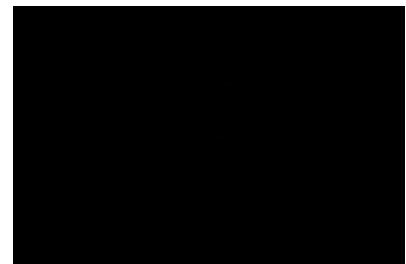
Como a imagem foi filtrada em altos valores, é possível ver poucas diferenças entre elas. A partir de um raio r , passa-altas e passa-bandas se assimilam bastante.



(g) $r1 = 150, r2 = 300$



(h) $r1 = 200, r2 = 400$



(i) $r1 = 400, r2 = 500$

5.5 Aplicação do Filtro Rejeita-Bandas.

O filtro rejeita bandas consegue manter a qualidades das fotos menos com faixas de rejeição grandes.



(j) $r1 = 300, r2 = 150$



(k) $r1 = 300, r2 = 50$



(l) $r1 = 500, r2 = 400$

5.6 Compressão

Aplicando a FFT sobre imagens, nota-se que muitas destas são frequências de pequena magnitude, ou seja, refletem pouco a composição final da imagem. Com isso, podemos aplicar uma técnica de compressão na FFT de uma imagem onde truncamos para zero as frequências de magnitude abaixo de um limiar.



(m) $c = 40\%$



(n) $c = 60\%$



(o) $c = 70\%$

Observa-se que a compressão é bastante eficiente, pois é possível ver a imagem com 60 % de compressão.