

PROCESSAMENTO DE IMAGENS

Exercícios relativos ao Capítulo 7 – Image Enhancement

Livro Texto: *Fundamentals of Digital Image Processing*. A. K. Jain.

I Operações pontuais

1. **Operações de limiar (Thresholding):** Para as imagens TEXT2, POLLENS, INSETO e HARDWARE, (supondo que a sua faixa dinâmica está entre 0 e 255), para $\beta \in \{50, 75, 100, 150, 200\}$, zerar os pixels menores que β e fazer os pixels maiores que β iguais a 255 e observar o resultado.
2. **Expansão de contraste:** Fazer uma transformação de expansão de contraste na imagem HARDWARE (use um modelo linear de 2 partes – ver figura 7.2, pp. 235 no livro texto) de modo que as roscas dos parafusos fiquem visíveis e ao mesmo tempo não se perca nenhum detalhe da imagem.
3. **Modelamento de histogramas:** Observar a imagem original e seu histograma (use a função `imhist`). Em seguida, fazer a equalização de histograma e observar a imagem resultante bem como o seu histograma. Execute este processo para as imagens XRAY, BACTERIA2, GALAXY e HARDWARE. Compare o resultado obtido para a imagem HARDWARE com o obtido em I.2. Explique o resultado, comentando sobre em que casos o processo de equalização de histogramas funciona melhor ou pior que a transformação de expansão de contraste.

II Operações espaciais

1. **Filtragem de ruído:** A partir das imagens ZELDA_S e XRAY, fazer o seguinte:
 - a) Somar ruído gaussiano com variância igual a 0.003 e média igual a zero (sugestão: use a função `imnoise`).
 - b) Filtrar tanto a imagem original como a com ruído adicionado usando cada um dos filtros f_1 , f_2 e f_3 definidos abaixo:
$$\begin{aligned}f_1 &= [1/9, 1/9, 1/9; 1/9, 1/9, 1/9; 1/9, 1/9, 1/9]; \\f_2 &= (4/3)*[0, 1/8, 0; 1/8, 1/4, 1/8; 0, 1/8, 0]; \\h &= \text{conv}([1/2, 1/2], [1/2, 1/2]); \\f_3 &= \text{conv}(h, h)' * \text{conv}(h, h);\end{aligned}$$

Observar as imagens antes e depois da filtragem.

- c) Repetir os itens 1a e 1b para ruído gaussiano de média zero e variância 0.01.
2. **Filtragem por medianas:** A partir das imagens ZELDA_S e XRAY, fazer o seguinte:

- a) Somar ruído binário às imagens acima (sugestão: use a função `imnoise` com a opção `'salt & pepper'` com densidade igual a 0.05).
 - b) Filtrar as imagens originais, as com ruído binário e as com ruído gaussiano (geradas em 1a) usando cada um dos filtros f_2 e f_3 definidos em 1b bem como o filtro por medianas usando uma janela 3×3 (sugestão: use a função `medfilt2`).
 - c) Observe o resultado e indique qual o filtro que se aplica melhor a cada caso. Explique.
3. **“Crispening”:** Para cada uma das imagens ZELDA_S, XRAY e BACTERIA1_CROP e INFLAMACAO, gerar a seguinte imagem: $Z = X + \lambda(X - Y)$, onde X é a imagem original, Y é uma versão passa baixas de X e λ é uma constante. Y deve ser gerado com o filtro f_1 definido em 1b, e λ deve tomar os valores 0.5, 1, 2, 4, 8 e 16. Observar e comentar os resultados.
4. **Filtragem passa-baixas, passa-altas e passa banda:** sejam os pares de vetores (F_1, A_1) , (F_2, A_2) e (F_3, A_3) descritos abaixo:

```

F1 = [0.0 0.4 0.6 1.0];
A1 = [ 1   1   0   0 ];
F2 = [0.0 0.4 0.6 1.0];
A2 = [ 0   0   1   1 ];
F3 = [0.0 0.2 0.3 0.7 0.8 1.0];
A3 = [ 1   1   0   0   1   1 ];

```

Usando a função `remez(10,Fi,Ai)`, gerar para $i = 1, 2, 3$, filtros de 1 dimensão com respostas ao impulso h_i , $i = 1, 2, 3$, de comprimento 11. A partir destas respostas, gerar filtros bi-dimensionais aplicando h_i às linhas e colunas das imagens. Plotar a resposta em frequência bi-dimensional de cada filtro e observar a imagem filtrada correspondente, para as imagens LENA256, BUILDING e HARDWARE.

5. **Escalamento estatístico e mapeamento inverso de contraste:** Carregar as imagens HARDWARE e BACTERIA2, e aplicar nela um filtro não linear da seguinte forma: substituir cada pixel $x(m, n)$ da imagem por $x(m, n)/\sigma(m, n)$, onde $\sigma(m, n)$ é o desvio padrão do bloco 3×3 centrado no pixel $x(m, n)$ (Sugestão: crie uma função que calcula a variância de uma matriz qualquer e use a função `nlfilter`). O que você observa?

III Operações no domínio das transformadas

1. **Filtragem linear generalizada:** Para as imagens ZELDA_S e TEXT, repetir o item II.1a. Para cada uma das imagens resultantes, bem como para as originais, fazer o seguinte:
 - a) Achar a DCT da imagem inteira (usar `dct2`).
 - b) Zerar os coeficientes da DCT que não estejam acima e à esquerda da diagonal que une os elementos $(1, k)$ a $(k, 1)$, para $k = 96$ e $k = 128$.
 - c) Achar a DCT inversa (use `idct2`) e observar o resultado.

Em termos de qualidade de imagem, como este tipo de filtragem se compara à filtragem linear no domínio espacial (item II.4)? Explique porque. Sugira formas de minimizar os problemas que este tipo de filtragem apresenta.

2. **Filtragem por raiz:** Para as imagens ZELDA_S, INSETO e POLLENS, fazer o seguinte:

- Achar a transformada de Fourier bi-dimensional (use `fft2`).
- Se o elemento $y(m, n)$ da transformada de Fourier é da forma $M(m, n)e^{j\theta(m, n)}$, gerar uma matriz cujos elementos são $z(m, n) = (M(m, n))^\alpha e^{j\theta(m, n)}$, e achar a sua transformada inversa W .
- Dar o display em W para $\alpha = 0, 0.5$ e 0.7 (como as imagens resultantes podem não possuir a faixa dinâmica entre 0 e 1, podendo inclusive possuir elementos negativos, usar para dar o display nas imagens resultantes o comando `imagesc(W+0.5)`). O que voce pode concluir sobre o efeito do valor de α na imagem resultante?

3. **Processamento homomórfico - Cepstrum:** Para as imagens ZELDA_S, INSETO e POLLENS, fazer o seguinte:

- Achar a transformada de Fourier bi-dimensional (use `fft2`).
- Se o elemento $y(m, n)$ da transformada de Fourier é da forma $M(m, n)e^{j\theta(m, n)}$, gerar uma matriz cujos elementos são $z(m, n) = \log(1 + M(m, n))e^{j\theta(m, n)}$, e achar a sua transformada inversa W .
- Dar o display em W (como em 2c, usar para dar o display nas imagens resultantes o comando `imagesc(W+0.5)`). O que voce pode dizer a respeito da imagem resultante? W é chamado de “cepstrum” da imagem (anagrama de “spectrum”).

4. **Pseudo-cor:** Dar o display nas imagens XRAY, EOSINOFILO, BACTERIA1_CROP, POLLENS e GALAXY. Mostrar a “colorbar” junto (dar o comando `colorbar` logo após o `imshow`). Não converter a imagem para “grayscale”! Observe o efeito com os colormaps `jet`, `hot`, `flag`, `prism`, variando o número de níveis entre 10 e 256, à vontade. O que você pode concluir a respeito das vantagens e desvantagens do uso da pseudo-cor?