

Processamento Digital de Imagens

IC - UNICAMP

Lista de Exercícios: Parte 1

Prof.: Neucimar J. Leite

1. Comente os conceitos de *paradoxo da conexidade*, *anisotropia* e *isotropia* de uma malha discreta.
2. Escreva (em C ou pseudo-linguagem) um programa que implementa eficientemente a transformação radiométrica de uma imagem f , definindo uma nova imagem g , tal que

$$g(x, y) = \begin{cases} f^2(x, y) & \text{se } 0 \leq f(x, y) < 10 \\ 2f(x, y) & \text{se } 10 \leq f(x, y) < 100 \\ 255 & \text{se } f \geq 100 \end{cases}$$

3. Em que situações deve ser realizada um equalização histográfica de uma imagem digital?
4. Escreva (em C ou pseudo-linguagem) um programa que realiza a convolução de uma imagem f , de dimensão $M \times N$, com uma máscara de convolução h , de dimensão $K \times K$, centrada na origem.

5. Defina a máscara de convolução, h , resultante de $h_1 \otimes h_2$, em que $h_1 = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}$ e $h_2 = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$.

Qual a resposta de h no ponto central da seguinte vizinhança $f = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$.

Qual o resultado da aplicação da seqüência $f \otimes h_1 \otimes h_2$? Comente este resultado.

6. Mostre que o Laplaciano é proporcional à diferença entre a imagem original f e a sua versão suavizada considerando a média no ponto (x, y) e seus quatro vizinhos mais próximos.
7. Dada a imagem

```

          1 1 1
          1 1 1
        1 1 1 1 1 1
          1 1
1         1
          1
          1

```

Compare os resultados da aplicação dos operadores $\nabla^2 f$ e $|\nabla^2 f|$. Analise as respostas em relação à sensibilidade ao ruído, magnitude do operador em diferentes direções, etc.

8. Qual o resultado da convolução da máscara direcional $h = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$ com uma linha vertical de um pixel de espessura? Defina as máscaras de convolução sensíveis a linhas em diferentes direções na vizinhança 3×3 . De posse destas máscaras, defina o algoritmo que indica a direção predominante qualquer em uma determinada vizinhança da imagem.

9. Uma imagem com fdp (função densidade de probabilidade) $p_r(r)$ deve ser transformada de modo a apresentar uma nova fdp $p_z(z)$ (as funções estão apresentadas abaixo). Assumindo valores contínuos, defina a função de transformação, em termos de r e z , que realiza esta operação (sugestão: considere o conceito de equalização histogrâmica).

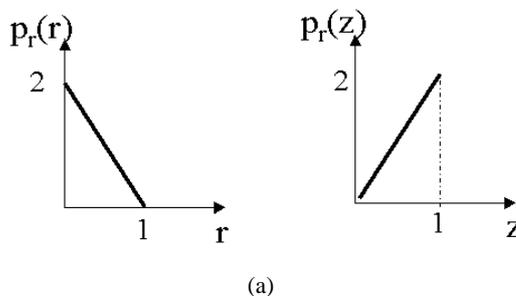


Figura 1: Funções densidade de probabilidade.

10. Quais os efeitos de aplicações sucessivas de um filtro espacial passa-baixas 3×3 sobre uma imagem.
11. Considere o problema de detecção de contornos de uma imagem com ruído. Existe diferença entre se filtrar a imagem usando convolução discreta, visando a eliminação de ruído, e em seguida aplicar o Laplaciano para se detectar os contornos, e se aplicar primeiramente o Laplaciano e em seguida filtrar a imagem resultante? Explique.
12. Mostre que a TF e sua inversa são operações lineares.
13. Qual a Transformada Discreta de Fourier (DFT) dos 9 pontos de uma janela 3×3 do filtro da média?
14. Compare o número de multiplicações necessárias à implementação do filtro da média 3×3 para uma imagem de 256×256 pixels, considerando a filtragem no domínio espacial e da frequência usando a DFT.
15. Plote o gráfico do módulo da TF da seguinte função:

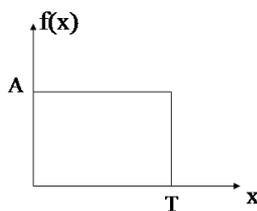


Figura 2: Função $f(x)$.

16. Qual a transformada de Fourier do triângulo definido por

$$f(x) = \begin{cases} 1 + x, & \text{para } -1 \leq x \leq 0 \\ 1 - x, & \text{para } 0 < x \leq 1 \end{cases}$$

(Sugestão: dado o pulso retangular da figura 3, $f(x)$ corresponde à convolução deste pulso com que outra função?)

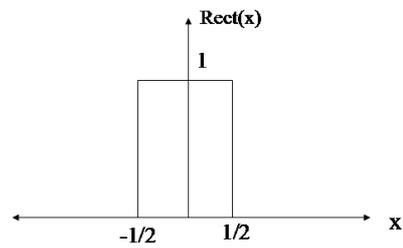


Figura 3: Um pulso retangular

17. Seja $F(u, v)$ a DFT de uma imagem $f(x, y)$. Sabe-se que a multiplicação de $F(u, v)$ pela função $H(u, v)$ e a respectiva transformada inversa de Fourier desta multiplicação gera uma imagem alterada de acordo com as características de $H(u, v)$. Considere $H(u, v) = A$, com $A > 0$. Qual o efeito da filtragem de uma imagem com esta função de transferência? Explique.
18. Considere um filtro passa-baixas que efetua a média dos quatro vizinhos mais próximos, sem levar em conta o pixel na posição central $f(x, y)$.
- Encontre o filtro equivalente $H(u, v)$ no domínio da frequência.
 - Defina a versão $H(u - \frac{M}{2}, v - \frac{N}{2})$ deste filtro e mostre que o mesmo corresponde realmente a uma filtragem passa-baixas.