

PROCESSAMENTO DE IMAGENS

Exercícios relativos ao Capítulo 3 – Image Perception

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

I Luz, luminância, brilho e contraste

1. *Contraste simultâneo:* Observe lado a lado as imagens geradas pelas seguintes matrizes:

$$\begin{aligned}
 X = & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & .5 & .5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & .5 & .5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} & Y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & .5 & .5 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & .5 & .5 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

(usar o comando `subplot`). O que você observa? Ajuste o valor dos 4 termos centrais da matriz Y de modo que os brilhos dos 2 quadrados centrais pareçam iguais. Qual o novo valor dos termos centrais? Executem também as funções `checkershadow` e `cont_sim2`, disponíveis em <ftp://ftp.lps.ufrj.br/pub/profs/eduardo/matlabimages>, verificando os valores dos pixels. Comente.

2. *Bandas de Mach:*

- a) Gerar uma matriz X, de dimensões 256×256, composta de 7 barras verticais de nível de cinza constante. Este nível de cinza aumenta com passo constante à medida que nos deslocamos da esquerda para a direita na imagem. A barra mais da esquerda possui valor 0 e a mais da direita possui valor 1. Mostrar a imagem correspondente com 256 níveis de cinza. O que você observa? Explique.
- b) Gere uma imagem I, de tamanho 128 × 128, cujas colunas possuem um valor constante que decresce uniformemente de 164 até 141 à medida que se vai da esquerda para a direita da imagem. Gere uma outra imagem colocando a imagem I ao lado dela mesma, e dê o display. O que você observa? Comente. Sugestão: use o comando `meshgrid`.
- c) Gere uma imagem formada por uma sequência de quadrados, cada um de nível de cinza constante, um dentro do outro. À medida que seu tamanho decresce, o seu nível de cinza cresce. Os níveis de cinza deverão variar de zero a 255, com passo 16. O comprimento do lado dos quadrados decresce com passo 16. O que você observa? Interprete. Sugestão: use o comando `meshgrid`.

3. *Função de transferência do sistema visual:*

- a. Gerar uma matriz X, $M \times M$ com o elemento x_{mn} da seguinte forma:

$$x_{mn} = 256^{-\frac{M-m}{M-1}} \cos \left[(M-1)\beta\pi \frac{(49\beta)^{-\frac{M-n}{M-1}}}{\log(49\beta)} \right]$$

Se o monitor do seu computador for 800×600 , faça $M = 400$. Se a resolução do seu terminal for menor, faça $M = 256$. β é um fator entre 0 e 1. Faça-o igual a 0.6. Importante: certifique-se de que cada pixel da imagem corresponde a um pixel da tela.

- b. Olhe a imagem correspondente a uma distância de 2 metros do monitor. O que você observa? Varie a distância e faça outras observações.
- c. Calcule a frequência horizontal instantânea (entre 0 e π) para $n = 1$ e $n = M$. Quais os correspondentes em ciclos/grau para uma distância de observação igual a 20 vezes a altura da imagem?
- d. Com base no item anterior, explique o que você observou no item 3b.
- e. Faça $\beta = 1$ e repita o item 3b. Idem para $\beta = 2$. Explique o comportamento anômalo.

4. *Mascaramento*: Gere uma matriz Z de acordo com o seguinte procedimento:

```
msize = 14;
fsize = 2*msize*msize;
A = ones(fsize,1);
b0 = zeros(1,msize);
b1 = ones(1,msize);
B = kron(b1,[b0,b1]);
X = A*B/2;
c = zeros(1,fsize);
for i=1:msize
    c(2*msize*(i-1)+i) = 1;
end
y = [1:fsize];
z = exp(-(log(256)/(2.5*fsize))*(fsize-y));
Y = z'*c;
Z = X+Y;
```

Mostre a matriz Z resultante com 256 níveis de cinza. Observe a imagem de diversas distâncias. O que você pode concluir do observado?

II Imagens coloridas

1. *Sistemas de Cor*

- a. Gere uma imagem, de dimensões 401×401 , representando as cores geradas por pares $(B - Y, R - Y)$, para um dado valor fixo de luminância Y . O par $(0, 0)$ corresponde ao centro da imagem e a $R = G = B = Y$; a 1ª coluna da imagem corresponde a cores com $B = B_{\min}$, isto é, com o menor valor da componente azul B ; a última coluna da imagem corresponde a cores com $B = B_{\max}$, isto é, com o maior valor de B ; a 1ª linha da imagem corresponde a cores com $R = R_{\min}$, isto é, com o menor valor da componente vermelha R ; a última linha da imagem corresponde a cores com $R = R_{\max}$, isto é, com o maior valor de R . Note que os valores de $B - Y$ e $R - Y$ devem ser proporcionais às suas coordenadas, e, desta forma, $(B_{\min} - Y) = -(B_{\max} - Y)$ e $(R_{\min} - Y) = -(R_{\max} - Y)$. Observe a imagem para vários valores de luminância, isto é, para o pixel do centro da

imagem sendo desde branco até cinza escuro. Note que, para cada valor de luminância, os valores de B_{\min} , B_{\max} , R_{\min} e R_{\max} devem ser ajustados para que os valores de R, G e B estejam sempre entre zero e um.

Dica: $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$

2. *Resposta do sistema visual à informação de cor:* Para a imagem MANDRILL fazer o seguinte:

- a) Carregá-la e visualizá-la.
- b) Transformá-la, ou de RGB para YIQ (usando o comando `rgb2ntsc`), ou para YCbCr (usando o comando `rgb2ycbcr`).
- c) Gerar o filtro gaussiano com a seguinte resposta ao impulso:

$$h(m, n) = \alpha e^{-\frac{m^2+n^2}{2\sigma^2}}, \quad -N \leq m, n \leq N$$

onde α é tal que $h(m, n)$ não altera a média da imagem filtrada. Repita os passos a seguir para $N = 9$ e para $\sigma^2 = 1, 10$ e 100 .

- (i) Filtre apenas a luminância da imagem (use a função `filter2` com a opção '`same`') e visualize o resultado (use `imshow(RGB)`, onde `RGB` é um array tridimensional contendo R, G e B, isto é `RGB(:, :, 1)=R`; `RGB(:, :, 2)=G`; `RGB(:, :, 3)=B`).
- (ii) Filtre apenas as crominâncias (ou I e Q ou Cb e Cr) e visualize o resultado (usando as funções `ntsc2rgb` ou `ycbcr2rgb`).

Explique o fenômeno observado. Discuta também de que forma ele influencia o projeto de sistemas de visualização de imagens, como, por exemplo, a televisão.

3. Para cada uma das imagens CAPE, MANDRILL, CLOWN e TREES, com o auxílio dos comandos `subplot` e `rgb2ycbcr`, mostrar as matrizes de R, G e B juntamente com as de Y, Cb e Cr, como se cada uma fosse uma imagem em níveis de cinza (notar que os elementos de Cb e Cr podem assumir valores negativos). O que você conclui? Discuta as vantagens e desvantagens de cada representação. Faça o mesmo para as componentes Y, I e Q (use a função `rgb2ntsc`).