

### Degradação e Restauração de Imagens

1) Considere uma das imagens de dimensão quadrada disponibilizada no *moodle* (lena.jpg ou relógio.jpg) com  $M \times M$  *pixels*. Para fins desse exercício observe que quanto maior a dimensão da imagem, maior será o tempo de processamento.

a) Estenda a imagem escolhida  $f(x,y)$  por dois em ambas as direções considerando a abordagem de “zero-padding”, isto é, se a imagem escolhida for a Lena com  $512 \times 512$  *pixels*, a nova imagem deverá ter  $1024 \times 1024$  *pixels*, onde a imagem original deverá ficar centralizada, contendo 256 colunas de zeros à esquerda, 256 colunas de zeros à direita e 256 linhas de zeros respectivamente acima e abaixo da imagem original.

b) Construa uma função de espalhamento pontual  $h(x,y)$  – que nada mais é do que outra imagem –, com mesma dimensão da imagem escolhida no item acima. Exemplo, se a imagem escolhida for a Lena, a nova imagem  $h(x,y)$  deverá ter  $512 \times 512$  *pixels*. Cada entrada da nova matriz é dada por

$$h(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp - \frac{\left(x - \frac{M}{2}\right)^2 + \left(y - \frac{M}{2}\right)^2}{2\sigma^2},$$

onde  $M$  é a dimensão da imagem e a variância um parâmetro escolhido pelo usuário.

c) Verifique se a soma de todos os elementos da função  $h(x,y)$  é igual a unidade. Se não for, normalize adequadamente a nova matriz de forma que ela preserve o nível DC, uma vez que esta será utilizada em uma operação de convolução.

d) Estenda a função  $h(x,y)$  com o procedimento “zero-padding”, da mesma forma como foi feito no primeiro item.

e) Faça a convolução das imagens estendidas (de  $1024 \times 1024$  *pixels*)  $f(x,y)$  e  $h(x,y)$ . Explique por que é necessário estender as imagens com zeros para realizar esse procedimento.

f) Após a convolução, utilize a função *rand* do Octave para incorporar ruído na imagem borrada pela função de espalhamento pontual. Observe que essa função gera um ruído uniforme no intervalo  $[0,1]$  e dessa forma busque um procedimento para incorporar o ruído de forma adequada na imagem borrada.

O objetivo dos itens acima é gerar uma imagem degradada  $g(x,y)$  modelada pela equação

$$g(x, y) = f(x, y) * h(x, y) + n(x, y),$$

onde  $f(x,y)$  é a imagem original escolhida (Lena ou Relógio),  $h(x,y)$  é a função de espalhamento pontual dada por uma gaussiana isotrópica e  $n(x,y)$  uma componente de ruído, criada pela função *rand* do Octave.

2) Após a geração da imagem  $g(x,y)$ , calcule:

- uma estimativa para  $f(x,y)$  dada pelo filtro de mínima norma sem restrições;
- uma estimativa para a imagem original dada pelo filtro de Wiener;
- uma estimativa dada pelo filtro algébrico regularizado de Tikhonov.