

## AULA PRÁTICA 4: CONVOLUÇÃO 2D

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

CENTRO DE CIÊNCIA EXATAS E TECNOLÓGICAS, UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

## 1 Roteiro

## 1.1 Exercício 1: Resposta ao impulso

A resposta de um sistema discreto pode ser obtida através da filtragem do sinal de entrada pelo sistema. Dessa forma, para o sistema  $y[n] - 0,6y[n-1] - 0,16y[n-2] = 5x[n]$ , a resposta ao impulso pode ser obtida pelo código abaixo:

*⇒ Acesse o `help` das funções e comente todas as linhas de código!*

```
clear all; close all;
n = 0:19;
x = @(n) n==0;
a = [1 -0.6 -0.16];
b = [5 0 0];
h = filter(b,a,x(n));
stem(n,h)
```

Obtenha a expressão da resposta ao impulso e compare com o resultado obtido.

Obtenha agora a resposta para as entradas  $u[n]$  e  $\frac{\sin[n]}{n}$  (use o comando `eps`). Obtenha a expressão da resposta do sistema a cada uma das entradas e compare com os resultados obtidos.

## 1.2 Exercício 2: Implementação da convolução discreta

De posse da resposta ao impulso do sistema discreto é possível simular a resposta para qualquer entrada, desde que um algoritmo que implemente a convolução esteja disponível. Portanto, implemente uma função (escreva `help function` no prompt) no Matlab que receba dois vetores como entrada e retorne a convolução entre eles. Compare a resposta de sua função com os resultados obtidos no exercício anterior.

Além disso, use os comandos `tic` e `toc` para verificar o tempo de processamento de sua função conforme o número de pontos dos sinais aumenta. Compare com o tempo de processamento do comando `conv`.

## 1.3 Exercício 3: Implementação da convolução discreta bidimensional

Sabe-se que uma imagem representa um sinal bidimensional. A Figura 1 mostra o processo de formação e representação de uma imagem digital de um objeto qualquer na cena de observação. Em suma, uma imagem após discretizada passa a ser representada sob a forma matricial  $f \in \mathbb{R}^{M \times N}$ , onde  $f(m, n)$  indica um pixel específico na imagem e  $M \times N$  especifica a resolução da mesma.

A literatura descreve que a filtragem de um sinal tem como objetivo atenuar ou realçar características pré-definidas deste sinal, como por exemplo, projetar um filtro passa-baixas para atenuar os efeitos de ruídos de alta frequência. Uma operação de filtragem pode ser considerada uma operação de convolução, sendo que uma das funções apresenta algumas características especiais, de forma que esta passa a ser considerada um filtro.

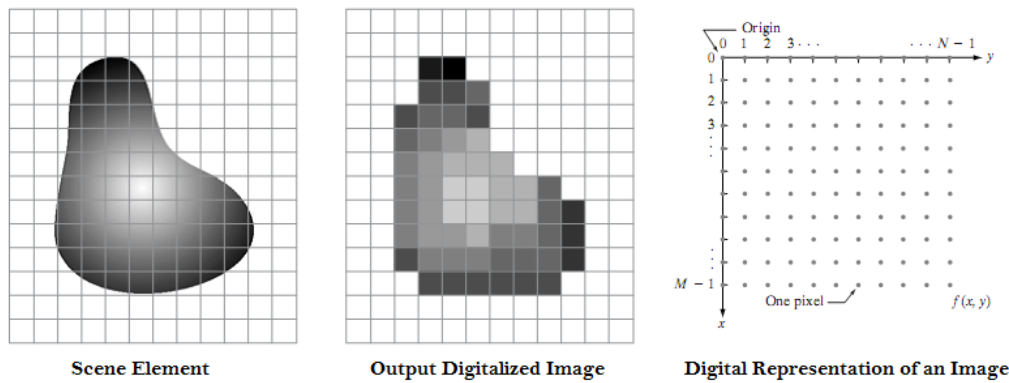


Figura 1: Processo de formação e de representação de uma imagem discreta.

Neste contexto, projete uma função que realize a convolução bidimensional de dois sinais. Tal função **deve** ser nomeada `convolucao2D`. Esta função deverá receber duas matrizes de entrada, i.e.,  $I$  que é o sinal (imagem) de entrada e  $F$  que é o sistema.

Faça o *download* da imagem “lua.jpg” no PVAnet e carregue no matlab utilizando o comando `I = imread('lua.jpg')` e exiba a imagem usando `imshow(I, [0 255])`.

Em um arquivo a parte, escreva a rotina que irá chamar a função `convolucao2D` criada. Para a imagem, faça um realce nos detalhes da imagem, para isto utilize o sistema (descrito por um filtro de Laplace) dado por

$$F = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix},$$

faça a convolução com a imagem  $I$ . Por fim, faça a soma do sinal (imagem) resultante com a imagem original.

A rotina desenvolvida para realçar a imagem **deve** conter a linha de código:

```
If = uint8( double(I) + imresize(convolucao2D(F,I),size(I)));
```

Discuta os resultados de cada etapa do processamento da imagem lunar.

Agora crie o seguinte filtro

$$F1 = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

e faça a convolução com a imagem. Como a imagem filtrada se compara com a original? Tente outros filtros. Crie um filtro  $F2$  que multiplica a intensidade da imagem por 2, e um  $F3$ , um filtro que realça a imagem (defina  $F3$  em termos de  $F1$  e  $F2$ ). Aplique-os a uma imagem de sua escolha e discuta os resultados.

Tente o seguinte filtro

$$F4 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & 0 \\ -1 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

em “lua.jpg”. O que ocorreu? Isso ocorre pois as entradas do filtro somam 0. Tente adicionar 0.5 à imagem resultante.

Na sequência, faça o *download* da imagem “texto.jpg” no PVAnet, carregue-a e utilize um sistema  $F$  com características de um filtro passa-baixas para melhorar a qualidade visual

de leitura do texto. Utilize o sistema dado por

$$F = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

A rotina desenvolvida para realçar a imagem **deve** conter a linha de código:

```
If = uint8(imresize(convolucao2D(F,I),size(I)));
```

Discuta os resultados de cada etapa do processamento da imagem do texto falhado.

Descreva a função `imresize` e explique o motivo pelo qual foi utilizada.