



## Aula Laboratorial Nº 3

### Sinais Elementares. Convolução 1D e 2D.

#### 1. Sinais elementares

**1.1** Pretende-se definir um degrau unitário para multiplicar por um dado sinal. No entanto, em Matlab nunca poderemos ter um sinal de comprimento infinito. Mas podemos definir uma função anónima (sem nome) com um argumento, por exemplo `nn` (tempo discreto), por exemplo:

```
degrau=@(nn)(nn>=0)*1;
```

De notar que `degrau` é um "function handle" que requer um argumento. Portanto, podemos fazer:

```
n=-10:10; %tempo discreto de n=-10 a n=10; vetor n com 21 pontos.
u = degrau(n);
stem(n,u) % representação de um degrau unitário de -10 a 10
```

a) Represente um degrau adiantado de  $n_0=2$  unidades de tempo.

b) Represente o seguinte sinal:  $x[n] = 3\left(\frac{1}{3}\right)^n u[n-1] = \left(\frac{1}{3}\right)^{n-1} u[n-1]$  para  $n=-5:10$ . Use a função anónima anterior. Verifique que começa em  $n=1$  com o valor 1, e que para  $n=2$  vale  $1/3$ .

c) Identifique o valor de  $x[10]$ .

**1.2** Pretende-se definir um pulso retangular em tempo discreto, desce  $n=2$  até  $n=6$ .

a) Use a função anónima do problema anterior para definir este pulso retangular em  $n=-3:12$ .

b) Represente e confira o pulso retangular. Tem de verificar que em  $n=7$  o valor do pulso é zero.

#### 2. Convolução 1D e 2D

**2.1.** Considere em  $n=-5:40$  um pulso retangular em tempo discreto a começar em  $n=5$  e a terminar em  $n=10$ . Considere um sistema linear e invariante no tempo com resposta a impulso triangular dada por

$$h[n] = \begin{cases} n, & n = 0:20 \\ 40-n, & n = 21:39 \\ 0, & \text{outros valores de } n \end{cases}$$

Defina uma função anónima (por exemplo `fh`) para definir  $h[n]$  e crie `h` para  $n=0:50$ .

a) Determine a saída do sistema usando a função `conv()`. Tome em conta o seguinte:

## Análise e Transformação de Dados - LECD

- 1) a função `conv` gera um vetor do tamanho  $N_y = N_x + N_h - 1$  onde  $N_x$  é o comprimento de  $x$  e vale 46 e  $N_h$  é o comprimento de  $h$  vale 51: `length(x)`, `length(h)`
- 2) a saída está definida desde o valor de  $n = n_{0x} + n_{0h}$  (soma dos inícios) até  $n = n_{1x} + n_{1h}$  (soma dos fins) onde  $n_{0x} = -5, n_{0h} = 0, n_{1x} = 40, n_{1y} = 50$ .
- b) Verifique o atraso na saída de 5 amostras. Confira que `y(1:11)` vale zero e que `y[6]` vale 1.

2.2. Considere a seguinte imagem que se obtém com as seguintes instruções Matlab:

```
x=imread('coins.png');
imagesc(x); colormap(gray); axis image;
```

- a) Verifique qual a dimensão da imagem e a classe dos pixéis que representam os níveis de cinzento. Verifique que nunca existe preto (valor zero) em nenhum dos pixéis da imagem: `min(x(:))` ou `min(min(x))`. Conte o número de pixéis a branco (valor 255 na classe `uint8`).
- b) Convolva esta imagem com a máscara (resposta a impulso)  $h[n,m]$  seguinte:

```
hx=[1,0,-1;
    2,0,-2;
    1,0,-1]
```

Use `gx=conv2(x,hx,'same');` para obter uma imagem da mesma dimensão que a de entrada,  $x$ .

Verifique que `gx(1,1)` é igual a 147. Porquê? Veja `x(1:4,1:4)`.

Mostre a imagem do resultado (com `imagesc()`, tal como fez para a imagem  $x$ ).

Verifique que as arestas oeste-este ficam mais claras e as arestas este-oeste ficam mais escuras. Determine o valor do resultado relativo ao pixel (134,150).

- c) Obtenha outra imagem, agora com a máscara seguinte (rodada de  $90^\circ$ , sentido direto):

```
hy=rot90(hx,-1)
```

Repita a alínea anterior, agora com `gy=conv2(x,hy,'same');`, e verifique o que se passa agora na direção norte-sul.

- d) As filtragens anteriores simulam o gradiente da imagem nas duas direções. O módulo do gradiente pode ser obtido através da seguinte imagem:

$$g_{mag}[m,n] = \sqrt{g_x^2[m,n] + g_y^2[m,n]}$$

ou (código Matlab):

```
gmag=sqrt(gx.^2 + gy.^2);
```

Mostre esta imagem e verifique que os contornos da imagem são reforçados.



## Análise e Transformação de Dados - LECD

---

- e) Crie uma imagem binária a partir de `gmag` comparando-a com um dado limiar (por exemplo metade do valor máximo). Mostre a imagem binária.