

Segnali a tempo discreto - Esercitazione 1

Rappresentazione, energia e potenza.

Esercizio 1

Dato il seguente segnale discreto

$$x[n] = \begin{cases} 0 & n < 0 \\ n & 0 \leq n \leq 10 \\ 0 & n > 10 \end{cases}$$

rappresentare graficamente i seguenti segnali:

- a) $y[n] = x[n + 5]$
- b) $y[n] = x[-n + 5]$
- c) $y[n] = x[2n]$
- d) $y[n] = x[n + 10] + x[-n + 10] - 10\delta[n]$
- e) scomporre $x[n]$ nella somma di un segnale pari e uno dispari e rappresentare graficamente i due segnali

Si scriva un codice Matlab per rappresentare graficamente i segnali dell'esercizio.

Esercizio 2

Si considerino le seguenti sequenze e si calcoli la convoluzione lineare discreta:

- $x_1[n] = \delta[n] + 2\delta[n - 1] + \delta[n - 2]$
- $x_2[n] = 3\delta[n] + 2\delta[n - 1] + \delta[n - 2]$

Verificare il risultato ottenuto attraverso un codice matlab (utilizzare la funzione `conv(a,b)`)

Esercizio 3

Determinare se le seguenti sequenze sono a energia finita o a potenza finita e calcolarne energia e potenza.

a) $x[n] = \begin{cases} e^{-n} & n \geq 0 \\ 0 & n < 0 \end{cases}$

b) $x[n] = A$

Segnali a tempo discreto - Esercitazione 1

Rappresentazione, energia e potenza.

c) $x[n] = Ae^{-j2\pi n/N}$

d) $x[n] = \begin{cases} A & n \geq 0 \\ 0 & n < 0 \end{cases}$

e) $x[n] = \begin{cases} A & |n - n_0| \leq N \\ 0 & |n - n_0| > N \end{cases}$

Verificare il risultato ottenuto attraverso un codice Matlab

Esercizio 4

Un sistema di riconoscimento vocale deve determinare quale tra i segnali a durata finita

$$x_1[n] = -\delta[n] + 4\delta[n-1] + 5\delta[n-2] - 2\delta[n-3] - 3\delta[n-4]$$

e

$$x_2[n] = -2\delta[n] + 3\delta[n-1] + 5\delta[n-2] + 4\delta[n-3] - \delta[n-4]$$

è più simile ad un segnale di riferimento

$$x_{ref}[n] = -\delta[n] + 2\delta[n-2] - \delta[n-4]$$

utilizzando due diversi metodi:

1. Si considerino i segnali differenza

$$e_1[n] = \hat{x}_1[n] - x_{ref}[n] \quad e_2[n] = \hat{x}_2[n] - x_{ref}[n]$$

dove $\hat{x}_1[n] = \alpha_1 x_1[n]$, $\hat{x}_2[n] = \alpha_2 x_2[n]$ sono due segnali normalizzati affinché la loro energia sia pari all'energia di $x_{ref}[n]$ (α_1 e α_2 sono due coefficienti reali). Si calcoli quale tra $e_1[n]$ e $e_2[n]$ ha minore energia.

2. Si calcoli la funzione di correlazione $R_{ref}[k]$ di $x_{ref}[n]$ e le cross-correlazioni $R_{c1}[k]$ tra $x_{ref}[n]$ e $x_1[n]$ e $R_{c2}[k]$ tra $x_{ref}[n]$ e $x_2[n]$. Si normalizzino le funzioni $R_{c1}[k]$ e $R_{c2}[k]$ affinché abbiano la stessa energia di $R_{ref}[k]$ e si calcoli l'energia del segnale differenza per entrambi i casi.

Si ripeta l'esercizio utilizzando Matlab e caricando i segnali audio disponibili sul portale `three_ref.wav`, `four_noise.wav`, `three_noise.wav` come segnali $x_{ref}[n]$, $x_1[n]$, $x_2[n]$. Essi sono ottenuti campionando segnali analogici con una frequenza di campionamento $f_s = 44100$ Hz.

(Nota: In Matlab è possibile caricare il file audio attraverso il comando `audioread('filename.wav')` e riprodurre il segnale sonoro attraverso il comando `sound('filename', f_s)`. Per il calcolo della correlazione si utilizzi `xcorr(a,b)`)

Segnali a tempo discreto - Esercitazione 1

Rappresentazione, energia e potenza.

Esercizio 5

Si consideri il segnale a tempo discreto $x[n] = 5 \cos\left(\frac{5\pi n}{3}\right)$. Il periodo di $x[n]$ vale

- a) 3
- b) $6/5$
- c) $5/6$
- d) 6

Verificare il risultato ottenuto generando il segnale a tempo discreto con un codice Matlab.
