

LABORATORIO PER L'ELABORAZIONE  
MULTIMEDIALE  
Esercitazione 5 -  
**Il Restauro dei Segnali Audio**

**Prof. Michele Scarpiniti**

*Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Elettronica e Telecomunicazioni*  
"Sapienza" Università di Roma

<http://ispac.diet.uniroma1.it/scarpiniti/index.htm>  
[michele.scarpiniti@uniroma1.it](mailto:michele.scarpiniti@uniroma1.it)

## Esercitazione 5

## Esercizio 1

Si generi un vettore *aleatorio*  $\mathbf{x}$  di 10000 elementi con distribuzione uniforme nell'intervallo  $[0, 1]$ . Si determini quindi il **valore atteso**, la **mediana** e la **varianza** dei dati, confrontandoli con i **risultati teorici**.

## Esercizio 2

Date le tre osservazioni

$$x_1 = [0.81 \ 0.90 \ 0.12 \ 0.91 \ 0.63 \ 0.09 \ 0.27];$$

$$x_2 = [0.15 \ 0.97 \ 0.95 \ 0.48 \ 0.80 \ 0.15 \ 0.42];$$

$$x_3 = [0.65 \ 0.03 \ 0.84 \ 0.93 \ 0.67 \ 0.75 \ 0.74];$$

si determini la **covarianza** della matrice  $\mathbf{x} = [x_1; x_2; x_3]$ .

## Esercizio 3

Si generi un vettore *aleatorio*  $x$  di 10000 elementi con distribuzione uniforme nell'intervallo  $[0, 1]$ . Si determini quindi la **sequenza di correlazione** su 10 lags, disegnandone il grafico.

### Esercizio 4

Si generino due vettori *aleatori*  $\mathbf{x}$  e  $\mathbf{y}$  di 10000 elementi ciascuno con distribuzione uniforme nell'intervallo  $[0, 1]$ . Si determini quindi la **sequenza di cross-correlazione** normalizzata su 10 lags, disegnandone il grafico.

## Esercizio 5

Si generi un vettore *aleatorio*  $\mathbf{x}$  di 15 elementi con distribuzione uniforme nell'intervallo  $[0, 1]$ . Si determini quindi la **matrice di auto-correlazione** utilizzando tutta la matrice dati.

## Esercizio 6

Si generi un vettore *aleatorio*  $\mathbf{x}$  di 15 elementi con distribuzione uniforme nell'intervallo  $[0, 1]$ . Si determini quindi la **matrice di auto-correlazione** utilizzando solo la parte centrale della matrice dati.



## Esercizio 7

Si calcolino 15 **coefficienti di predizione lineare** per i dati contenuti nel file "radio.wav".

## Esercizio 8

Letto il file “radio.wav” e caricati i campioni in  $x$ , si effettui

```
>> D = 3;  
>> ind = 15000;  
>> x(ind:end) = D*x(ind:end);
```

Provare ad implementare un algoritmo di **soft-limiter** (ad esempio  $\tanh(\beta x)$ ) sul segnale  $x$  per limitare gli effetti del *clipping*.

## Esercizio 9

Ripetere l'esercizio precedente nel caso di **segnale sinusoidale**. Disegnare quindi lo **spettrogramma** del segnale prima e dopo l'operazione di *soft-limiter*:

```
>> spectrogram(x,256,128,1E3,Fs,'yaxis');
```

## Esercizio 10

Provare ad implementare un algoritmo di **hard-limiter**. Si provi ad utilizzarlo nel caso di **segnale sinusoidale**. Disegnare quindi lo **spettrogramma** del segnale prima e dopo l'operazione di *hard-limiter*.

## Esercizio 11

Dato il segnale 'radio.wav' caricato in **x** si comparino gli **spetrogrammi**

```
spectrogram(x, 512, 256, 512, Fs, 'yaxis');
```

e

```
spectrogram(x+1j*eps, 512, 256, 512, Fs, 'yaxis');
```

A cosa è dovuto questo *comportamento*?

## Esercizio 12

Variare i parametri del **composer** illustrato nelle slide, verificandone graficamente gli effetti sul segnale.