

Esercitazione 10

Campionamento di segnali

26 Maggio 2022

1. Sampling, Down-sampling, Aliasing

- (a) Considerare il seguente segnale

$$x(t) = \text{sinc}^2(t),$$

dove t è un vettore di 1000 punti equispaziati da -25 a 25. Fare un plot di $x(t)$.

- (b) Calcolare la DFT di $x(t)$ e fare un plot del valore assoluto dei coefficienti ottenuti. Che tipo di filtro è $x(t)$?
- (c) Sottocampionare il segnale $x(t)$ di un fattore 5. Calcolare la DFT del segnale sottocampionato e fare un plot del valore assoluto dei coefficienti ottenuti.
- (d) Ripetere il punto precedente utilizzando prima un fattore 10 e poi un fattore 20. Che differenze si possono notare?
- (e) Ricostruire il segnale $x(t)$ a partire dallo spettro del segnale sottocampionato di un fattore 5. Per ricostruire il segnale, utilizzare lo zero padding nel dominio delle frequenze (NB: applicare lo zero padding nel centro dello spettro). Fare un plot del segnale ricostruito e confrontarlo con il segnale originale.
- (f) Ripetere il punto precedente utilizzando prima il segnale sottocampionato di un fattore 10 e poi di un fattore 20. Che differenze si possono notare?

2. Ascoltare l'aliasing

- (a) Considerare il segnale $y = [y_1 \ z \ y_2 \ z \ y_3]$, dove z è un vettore di zeri di lunghezza 1000 e y_1 , y_2 e y_3 sono definiti nel modo seguente:
- $y_1 = \sin\left(\frac{80\pi t}{1000}\right)$;
 - $y_2 = \sin\left(\frac{160\pi t}{1000}\right)$;

- $y_3 = \sin\left(\frac{320\pi t}{1000}\right);$

dove t è un vettore di 1000 punti equispaziati da 0 a 999. Salvare il segnale y come file audio utilizzando una frequenza di campionamento di 9000 Hz.

- (b) Calcolare la DFT di y e fare un plot del valore assoluto dei coefficienti ottenuti.
- (c) Sottocampionare il segnale y di un fattore 2 e calcolare la DFT del segnale sottocampionato. Fare un plot del valore assoluto dei coefficienti ottenuti. Ricostruire il segnale utilizzando lo zero padding. Salvare il segnale ricostruito come file audio e provare ad ascoltarlo.
- (d) Ripetere il punto precedente sottocampionando il segnale di un fattore 10. Che differenze si possono notare?

3. Down-sampling and the sampling theorem:

- (a) Leggere il file `jingle.mat` (scaricabile dalla cartella del corso nel portale della didattica) utilizzando il comando `np.squeeze(sio.loadmat('jingle.mat')['jingle'])`. Il file contiene un breve segnale audio. Salvare il segnale audio come file audio utilizzando una frequenza di campionamento di 44000 Hz e provare ad ascoltarlo. Calcolare la DFT del segnale e fare il plot del valore assoluto dei coefficienti.
- (b) Sottocampionare il segnale di un fattore 2 e calcolare la DFT del segnale sottocampionato. Fare un plot del valore assoluto dei coefficienti ottenuti. Ricostruire il segnale utilizzando lo zero padding. Salvare il segnale ricostruito come file audio e provare ad ascoltarlo.
- (c) Ripetere il punto precedente sottocampionando il segnale di un fattore 10. Che differenze si possono notare?
- (d) Per ridurre l'effetto di aliasing quando si sottocampiona di un fattore 10, possiamo ridurre l'informazione iniziale utilizzando un filtro passa basso prima di effettuare il sottocampionamento. Provare ad applicare il seguente filtro passa basso

$$h(t) = \frac{100\pi}{1000} \operatorname{sinc}\left(\frac{100t}{1000}\right)$$

In questo caso come cambia la qualità del segnale ricostruito?