

# Esercitazione 5

## DFT (seconda parte)

11 Aprile 2022

### 1. Rappresentazione di un segnale nel dominio della frequenza

- (a) Leggere il file `frequencyRepresentation.mat` (scaricabile dalla cartella del corso) utilizzando il comando:

```
np.squeeze(sio.loadmat('frequencyRepresentation.mat')['x'])
```

della libreria `scipy.io`. Il segnale  $x$  contenuto nel file è una somma di sinusoidi, ovvero un suono composto da diversi toni.

- (b) Fare un plot dei primi 500 campioni del segnale  $x$ .

- (c) Utilizzando il comando

```
scipy.io.wavfile.write('sound1.wav',8000,x),
```

salvare il segnale  $x$  come file audio e provare ad ascoltarlo.

- (d) Calcolare la DFT del segnale  $x$  e fare un plot del suo valore assoluto. In quale dei tre modi utilizzati è più facile capire da quante sinusoidi è composto il segnale?

### 2. Proiezione su una base di sinusoidi complesse e successive approssimazioni

- (a) Considerare il segnale  $y$  di lunghezza 128 in cui la prima metà dei campioni vale 1 e la seconda metà vale 0 e fare un plot di  $x$ . Calcolare la DFT di  $y$ .

- (b) Usando la DFT abbiamo proiettato il segnale  $y$  su una base di 128 sinusoidi complesse, adesso vogliamo vedere cosa succede se diminuiamo la dimensione della base. Considerare i seguenti vettori di lunghezza 128:

$$Y^{(0)} = [Y_0, 0, \dots, 0];$$

$$Y^{(1)} = [Y_0, Y_1, 0, \dots, 0];$$

...

$$Y^{(9)} = [Y_0, Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8, Y_9, 0, \dots, 0],$$

dove  $Y_i$  è l' $i$ -esimo coefficiente della DFT di  $y$ . Calcolare la DFT inversa dei vettori e fare il plot del risultato (tutti in una sola figura).

3. (a) Considerare i seguenti segnali di lunghezza  $N = 1000$ :

- $z_1 = \sin\left(\frac{80\pi t}{N}\right)$ ;
- $z_2 = \sin\left(\frac{160\pi t}{N}\right)$ ;
- $z_3 = \sin\left(\frac{320\pi t}{N}\right)$ ;

dove  $t$  è un vettore equispaziato di 1000 punti compresi tra 0 e 999.

(b) Unire i segnali  $z_1$ ,  $z_2$  e  $z_3$  in unico vettore  $z$  di lunghezza 5000 inserendo un vettore di zeri di lunghezza 1000 tra una sinusoide e l'altra. Salvare il segnale ottenuto in un file audio utilizzando il comando:

```
scipy.io.wavfile.write('sound2.wav', 5000, z)
```

e provare ad ascoltarlo.

(c) Calcolare la DFT di  $z$  e fare un plot del valore assoluto.

(d) Considerare il seguente vettore

$$Z_{\text{approx}} = [Z_0, Z_1, \dots, Z_{599}, 0, \dots, 0, Z_{4399}, Z_{4400}, \dots, Z_{4999}],$$

dove  $Z_i$  è l' $i$ -esimo coefficiente della DFT di  $z$ . Fare un plot del valore assoluto di  $Z_{\text{approx}}$ . Calcolare la DFT inversa di  $Z_{\text{approx}}$ . Salvare il segnale ottenuto in un file audio utilizzando il comando:

```
scipy.io.wavfile.write('sound3.wav', 5000, zapprox)
```

e provare ad ascoltarlo. Qual è la differenza tra il segnale originale  $z$  e quello ottenuto con  $Z_{\text{approx}}$ ? A cosa è dovuta?