



INFORMATICA MUSICALE

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA
DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E INFORMATICA
LAUREA TRIENNALE IN INFORMATICA
A.A. 2018/19
Prof. Filippo L.M. Milotta

ID PROGETTO: 18

TITOLO PROGETTO: RISPOSTA IN FREQUENZA DI SEGNALI AUDIO IN PYTHON

AUTORE 1: Baiomazzola Samuele

AUTORE 2: Bongiovanni Giusy Agata

AUTORE 3: Esposito Ferrara Chiara

Indice

1. Obiettivi del progetto	2
2. Metodo Proposto/Riferimenti Bibliografici	3
3. Risultati Attesi	5

1. Obiettivi del progetto

Gli obiettivi di questo progetto sono:

1. realizzazione dei filtri audio passa-basso, passa-alto, passa-banda
2. misura della variazione del range dinamico nel dominio delle frequenze e dello spazio

Un filtro è un sistema che realizza delle funzioni di trasformazione o elaborazione (signal processing) di segnali posti al suo ingresso, in questo caso dei segnali audio. Ad esempio una sua funzione può essere quella di eliminare determinate bande di frequenza lasciando passare tutte le altre o quelle comprese in un intervallo prestabilito.

In particolare:

- **Filtro passa-basso:** è un sistema che permette il passaggio di frequenze al di sotto di una data soglia, detta frequenza di taglio, bloccando le alte frequenze.
- **Filtro passa-alto:** è un sistema che permette il passaggio di frequenze al di sopra di una data soglia, detta frequenza di taglio, bloccando le basse frequenze.
- **Filtro passa-banda:** è un sistema che permette il passaggio di frequenze all'interno di un dato intervallo, la cosiddetta *banda passante*, ed attenua le frequenze al di fuori di esso. Tra la frequenza di taglio inferiore f_1 e quella superiore f_2 di una banda passante, si trova la frequenza di risonanza, in corrispondenza della quale il guadagno del filtro è massimo. La banda passante del filtro è semplicemente la differenza tra f_2 e f_1 .

Il **range dinamico** (o *intervallo dinamico*) è l'intervallo tra il valore massimo possibile e quello minimo di una grandezza variabile. È un tipo di misura che viene utilizzato in molti campi, dall'elettronica alla musica, dall'acustica alla fotografia, alla chimica.

2. Metodo Proposto/Riferimenti Bibliografici

Per realizzare i *filtri passa-basso, passa-alto, passa-banda* abbiamo seguito questi passaggi:

1. Scegliere l'ordine del filtro
2. Ricavare la frequenza di campionamento (in Hz)
3. Inserire la frequenza di taglio (input da tastiera)
4. Implementare le funzioni utili al filtraggio del segnale audio
5. Eseguire il plotting della risposta finale del filtro

Nello specifico, per filtrare i segnali, abbiamo utilizzato la funzione *"butter"* presente nella libreria *scipy.signal*.

La funzione richiede in ingresso i seguenti parametri:

- *order*: ordine del filtro (larghezza della banda)
- *normal_cutoff*: frequenza di taglio
- *btype*: tipo di filtraggio ("low" nel caso del passa-basso, "high" nel caso del passa-alto, "band" nel caso del passa-banda)
- *analog=false* perché stiamo filtrando un segnale digitale

```
def butter_lowpass(cutoff, fs, order):  
    nyq = 0.5 * fs  
    normal_cutoff = cutoff / nyq  
    b, a = butter(order, normal_cutoff, btype='low', analog=False)  
    return b, a
```

Funzione *butter* per filtro passa-basso.

```
def butter_highpass(cutoff, fs, order):  
    nyq = 0.5 * fs  
    normal_cutoff = cutoff / nyq  
    b, a = butter(order, normal_cutoff, btype='high', analog=False)  
    return b, a
```

Funzione *butter* per filtro passa-alto.

```
def butter_bandpass(lowcut, highcut, fs, order):
    nyq = 0.5 * fs
    low = lowcut / nyq
    high = highcut / nyq
    b, a = butter(order, [low, high], btype='band')
    return b, a
```

Funzione *butter* per filtro passa-banda.

Nel caso di filtro passa-banda, le frequenze di taglio sono due: *low*, *high*.

Per la misura della variazione del range dinamico abbiamo seguito questi passaggi:

1. Leggere il file wave attraverso la funzione *read* di *scipy.io.wavfile*
2. Trasformare il segnale analogico in array di float tramite la funzione *array* di *numpy*
3. Poiché è un segnale stereo, per semplicità considerare solo il *canale right* lavorando in mono
4. Fissare una finestra su cui effettuare le misure (nel nostro caso *WINDOW=4*) e successivamente calcolare la variazione per ogni range nella finestra e inserirlo nella *range_list* che conterrà tutte le misurazioni
5. Stampare il risultato

Fonti:

<https://stackoverflow.com/questions/25191620/creating-lowpass-filter-in-scipy-understanding-methods-and-units>

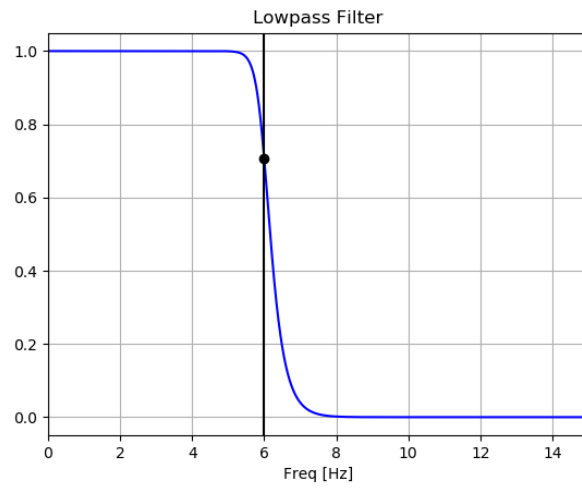
3. Risultati Ottenuti

Filtro passa-basso

order=15

fs=30.0

normal_cutoff=6

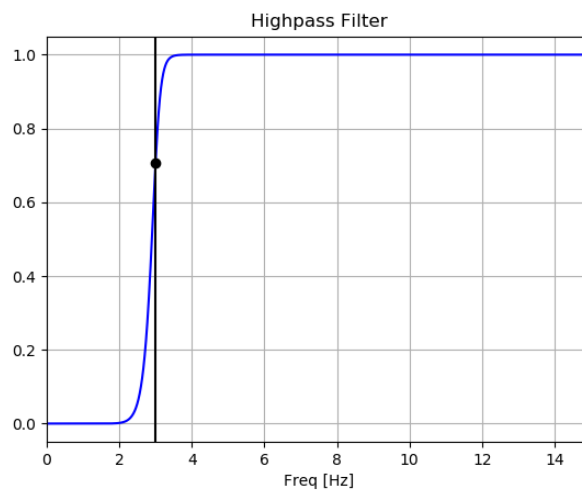


Filtro passa-alto

order=15

fs=30.0

normal_cutoff=3



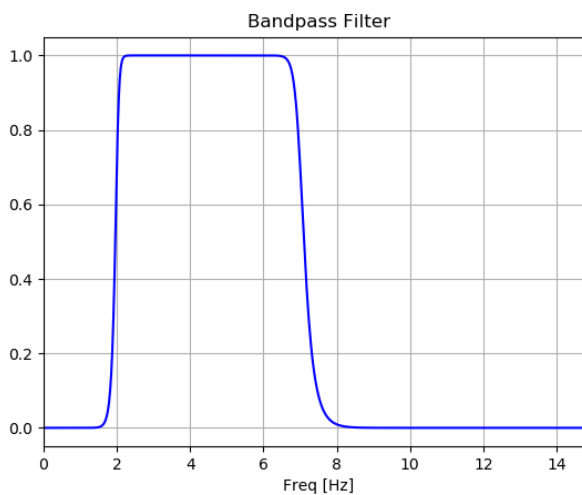
Filtro passa-banda

order=15

fs=30.0

low=2

high=7



Variazioni del range dinamico relativo al file wave *"guitar_loop"*

Testando il codice relativo al file *range_dinamico.py* visualizzeremo a video l'array contenente le variazioni con il seguente grafico.

