

# 數位濾波器

Github 網址(內有程式碼):

<https://github.com/ChristopherChen070535/Digital-Filter>

撰寫人:

國立台北大學通訊工程學系三年級陳品鈞

## ➤ 專題簡介

- `imple_filter.c` : 是一個音訊處理工具，用於對立體聲 WAV 檔案進行一系列操作。主要功能包括讀取和儲存 WAV 檔案、建立帶通濾波器和阻波器，進行卷積濾波，最後計算並保存濾波後信號的離散傅立葉變換結果。程式透過命令行參數接收濾波器的階數、檔案名稱等設定，並輸出處理後的 WAV 檔案以及傅立葉變換和濾波器係數的結果。
- `show_data.py` : 此程式利用 Matplotlib 庫，對來自 `.txt` 的脈衝響應和對數頻譜數據進行視覺化。首先，我定義了一個函數，可以從文本文件讀取數據，並以莖圖形式繪製脈衝響應，然後將這些脈衝響應保存為相應的 PNG 文件。接著，我再定義了另外兩個函數，用於讀取頻譜數據，並以對數形式繪製頻譜。
- `run.sh` : 用來將上述程式一鍵執行以得到結果

## ➤ 成果討論

- $M$  的意義: 濾波器的長度 ( $M$ ) 是一個代表濾波器次數的長度，可以由 window method 求出，決定了濾波器的複雜度和頻率響應的銳利度。在 `simple_filter.c` 中， $M$  影響了 `band_pass` 函數和 `high_pass`、`low_pass` 函數的計算以及左聲道和右聲道的濾波器係數。其特性為較大的  $M$  通常會產生較複雜的濾波器，其頻率響應可能更銳利，但也可能導致更多的計算和運算成本。
- impulse responses 的繪製以及改變  $M$  對其之影響:  $M$  對於頻率響應之影響: 較大的  $M$  通常導致頻率響應更為銳利，故濾波器在特定頻率範圍內的通過或阻擋特性更加明確，我們可以從下圖 1-3 觀察，我發現如果  $M$  越大的頻率響應的 sample index 部分越多且越密集，這也就證

實了前面的理論。

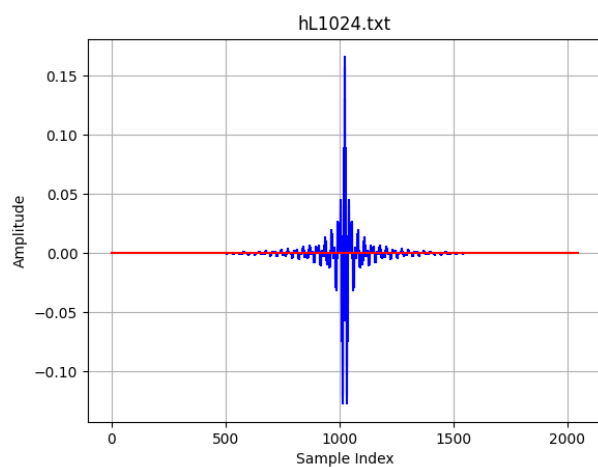


圖 1:M 為 1024 左聲道之脈衝響應

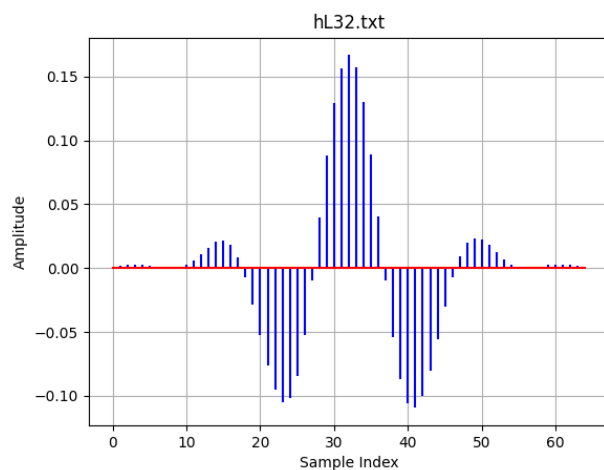


圖 2:M 為 32 左聲道之脈衝響應

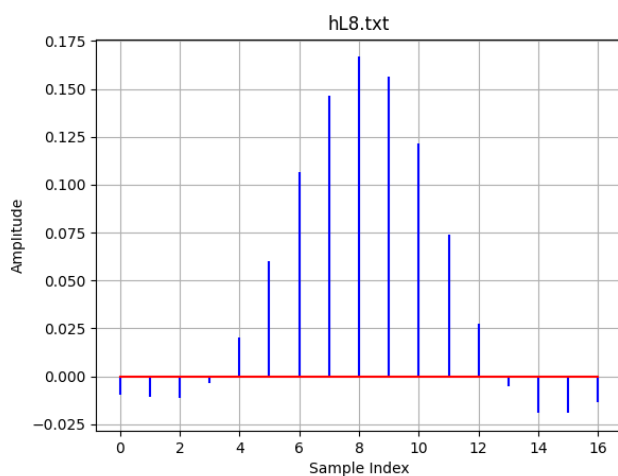


圖 3:M 為 8 左聲道之脈衝響應

- log spectrum 的繪製以及改變 M 對其之影響：

在這個程式中，M 影響了 log spectrum 的計算，我們對 convolution 後的資料進行傅立葉轉換，再將每個頻率成分的振幅轉換為對數（log）後再乘以 20，而 M 又會根據上述所示影響到濾波器的寬度，所以 M 也會因此影響到 log spectrum，所以從下結果圖 4-6 中可以發現當 M 愈大時，呈現出來的濾波效果愈接近理想的 bandpass 以及 bandstop 濾波器(如下圖 7 濾波器示意圖)

在觀察 log spectrum 時，可以發現對數操作可以將幅度的大範圍變化轉換為較小的範圍，使得小信號的變化更容易觀察，因此和頻譜圖(如下圖 8oceaudio 顯示的頻譜圖)進行比較時，我們可以發現其結果會相似，在波型上的形狀相似尤其是某些突出點，這也代表濾波及阻波效果相似，但不會完全相同，因此也可以根據 oceaudio 顯示的頻譜圖推論我們產生之 log spectrum 正確(下圖 4-6)。

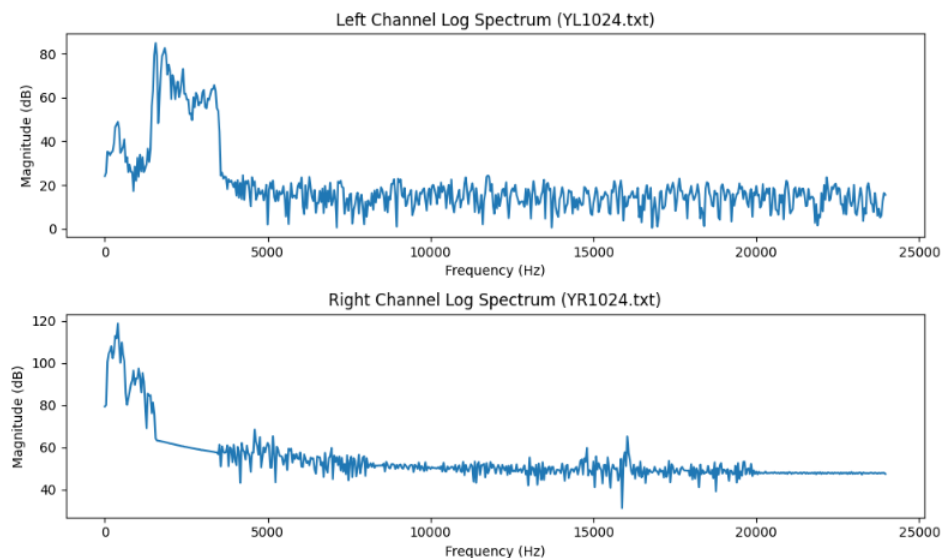


圖 4:M 為 1024 時之 logspectrum

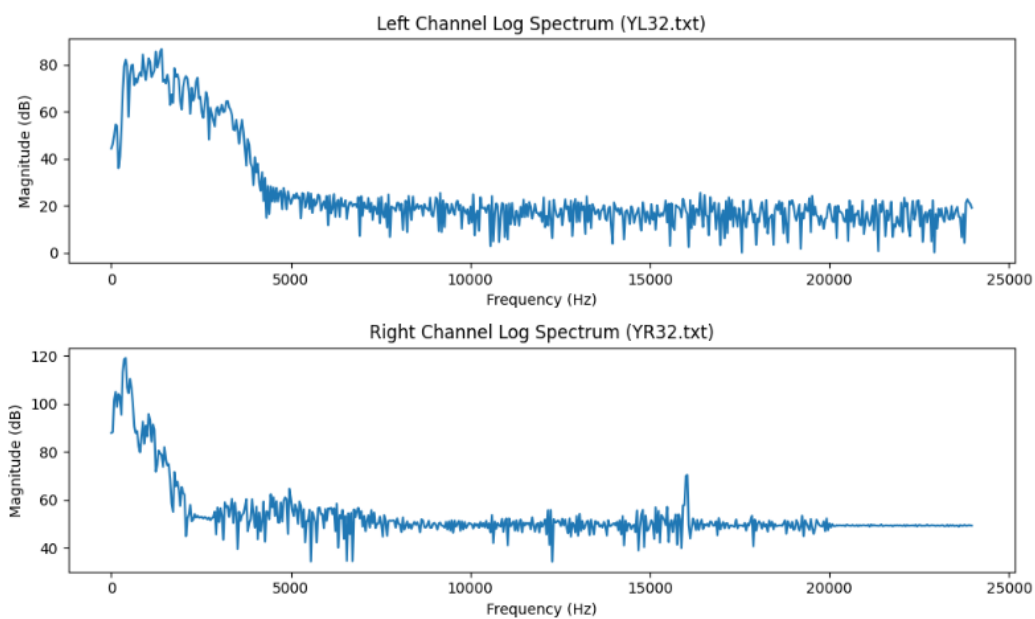


圖 5:M 為 32 時之 logspectrum

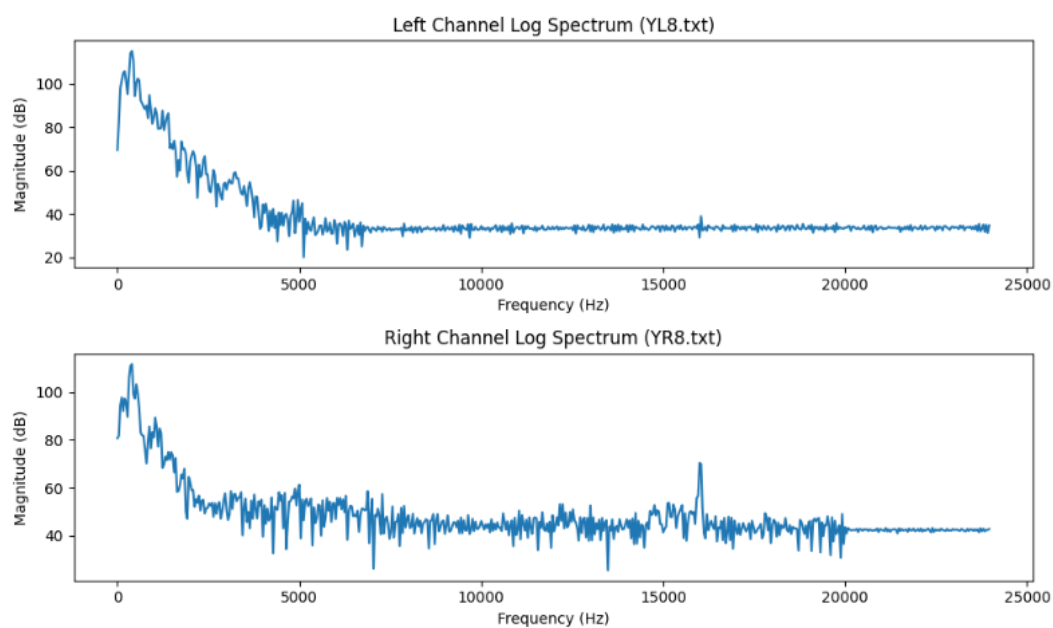


圖 6:M 為 8 時之 logspectrum

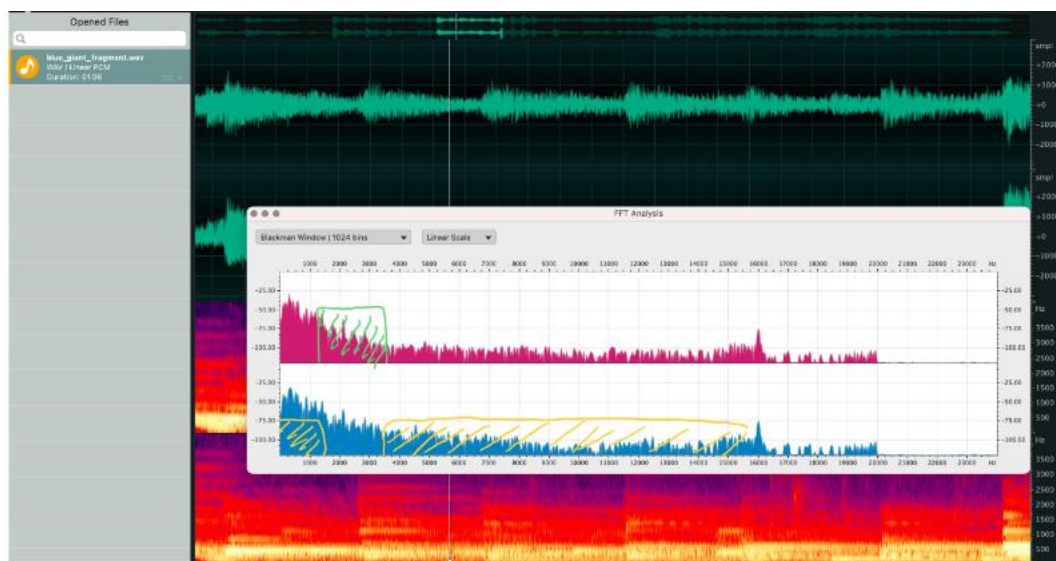


圖 7: 濾波器示意圖(綠色部分表示經過 bandpass 所剩之頻譜，橘色表示經過 bandstop 所剩之頻譜)

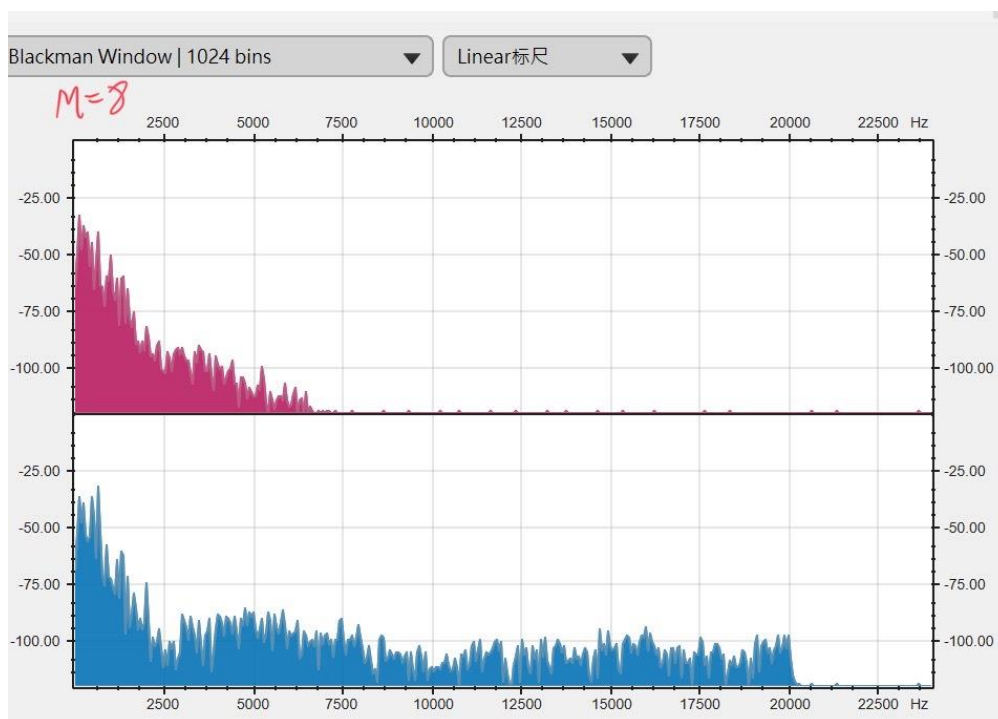


圖 8: ocaudio 顯示的頻譜圖