

電工實驗 5

實驗四：Spectrogram & AudioRecord

結報

Date: 2024/12/10

Class: 電機四全英班

Group: Group 9

Name: B103105006 胡庭翊

I. 實驗目的

本次實驗的主要目的是學習如何在 MATLAB 中分析取樣音頻信號的頻率分量。首先，我們了解到取樣信號可以在頻域中表示。其次，我們看到可以使用頻譜圖同時分析信號的時頻特性。這兩種工具在設計和理解無線通信系統時將很有用。

II. 結果分析

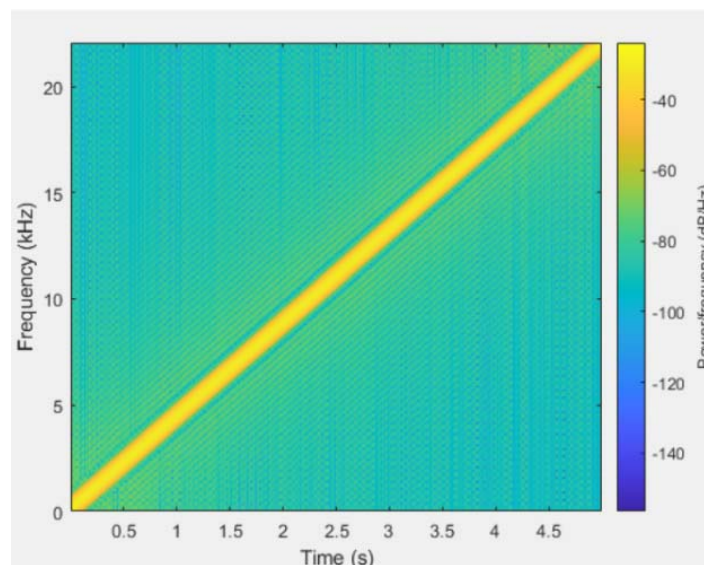
甲、 實驗一

實習16：您能聽到的最高頻率是多少？

在文件chirp-100Hz-to-22050Hz.wav中可視化信號的頻譜圖，該文件包含一個非常高的線性調頻脈衝。您能聽到22,050 Hz以下的所有頻率嗎？您以什麼頻率不能再聽到信號了？設計實驗以識別您再也聽不到的頻率。為此，可以以不同的頻率合成不同的正弦波並進行回放-您已經在前面的模塊中學習瞭如何做到這一點！在某一時刻，您應該再也聽不到它們了...那是什麼頻率？

重要提示：高頻播放測試信號時，請務必謹慎。如果您再也聽不到信號，請勿調高音量！請注意，即使您聽不到高頻信號，信號仍然存在並到達您的耳朵。另外，也許房間裡的其他人也可以聽到它們，狗也可以聽到它們（這就是狗哨的工作方式）。

Result



利用 plot_spectrogram 函式將 chirp-100Hz-to-22050Hz 的 wav 音檔做成上圖之可視化信號頻譜圖。可以觀察到信號時間及頻率的關係：隨著時間增加，音檔的頻率也線性增加。

另外，我們將音頻以 1k 作為間隔逐次觀察音訊經過測試，我們能夠聽到的最高頻率在 18k 附近，且需要仔細聽才可以聽到聲音，而到了 19k 之後，聲音便完全聽不到了。

乙、 實驗二

實習20：錄製你的聲音並以不同的採樣率播放

從以前獲取錄製的語音，但通過鍵入以不同的採樣率播放

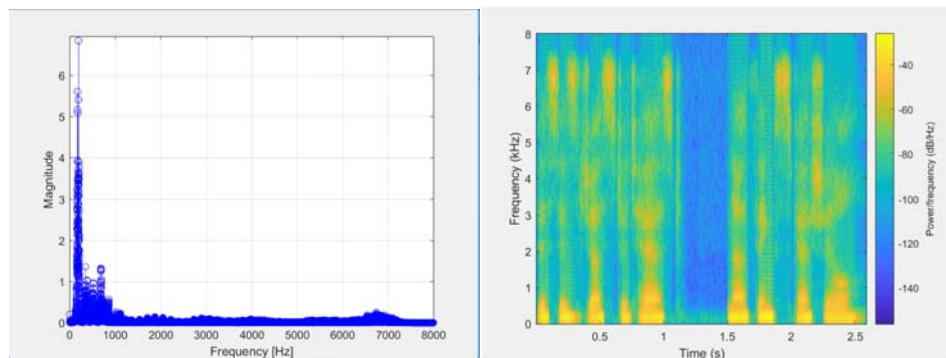
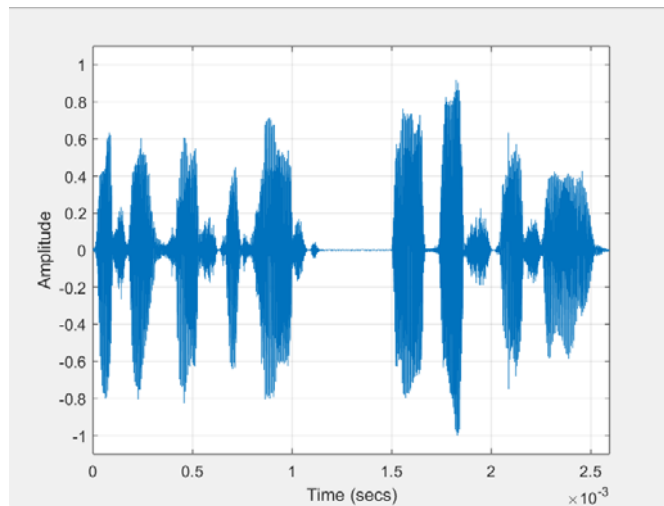
```
play_audio(y,FS*1.5,OutID)
```

此命令使用的採樣率比錄製時使用的採樣率高1.5倍。你的聲音應具有較高的音高（1.5倍）和較短的（1.5倍）。隨時記錄不同的事物，並使用較高和較低的採樣率進行重播。

一個有趣的實驗是使用正常的聲音，但說話速度很慢。然後你可以使用更快的採樣率播放它。如果處理正確，你的聲音速度將是正常的，但頻率會更高。這聽起來幾乎就像你吸入氦氣一樣。實際上，該實驗模仿了音速更快的情況。

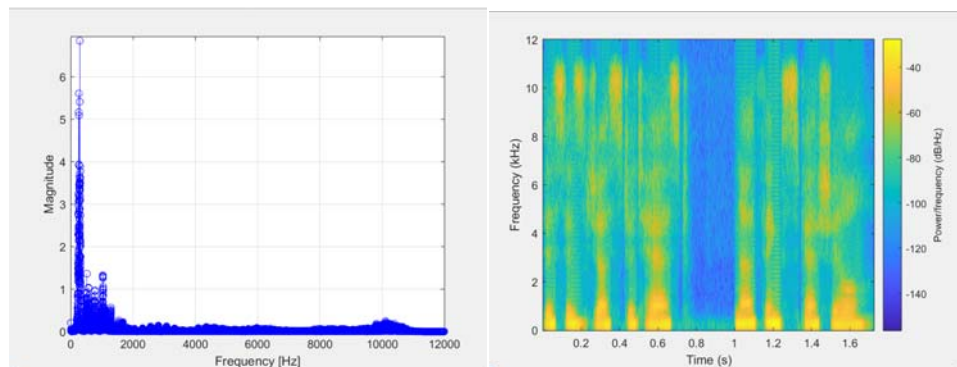
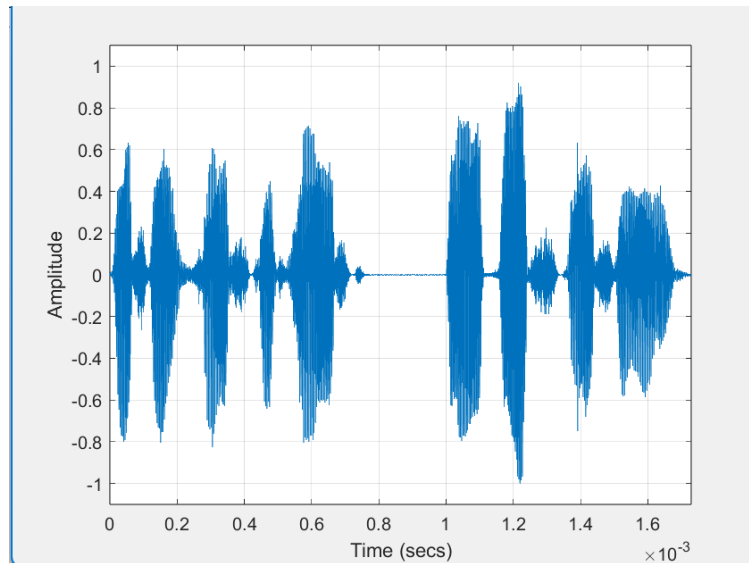
Result

先錄下一段音後，利用 plot_signal 將此訊號作圖觀察：



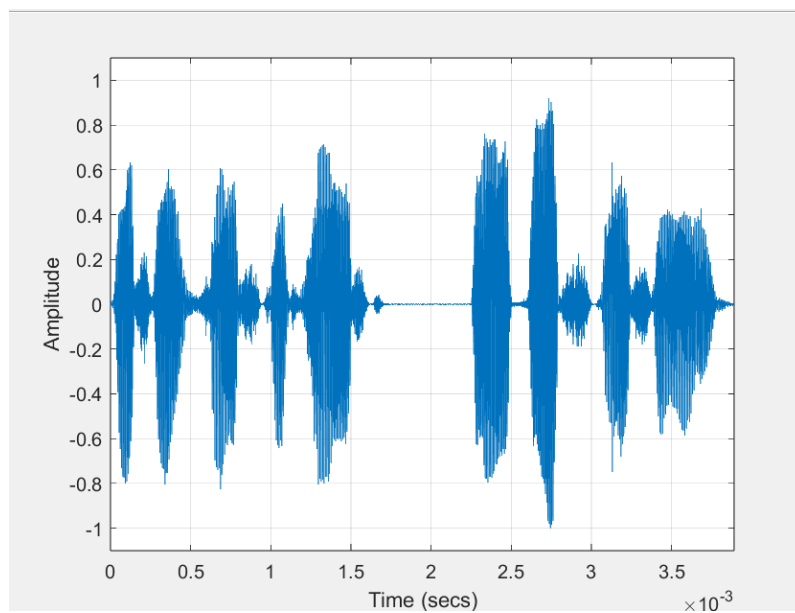
再來，我們將採樣率調高 1.5 倍：

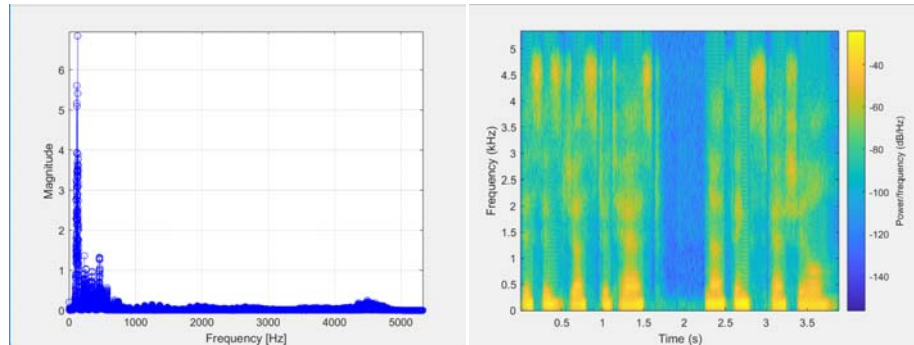
可以發現，採樣率調高後語速會變快，如下圖可以看到時間被縮短為 1.7 秒，音調也變得較為高亢



將採樣率調低 1.5 倍：

可以發現，若 FS 除以大於 1 的數(1.5)，則語速會變慢，如下圖可以看到時間被拉長為 4 秒，音調也變得較為低沉





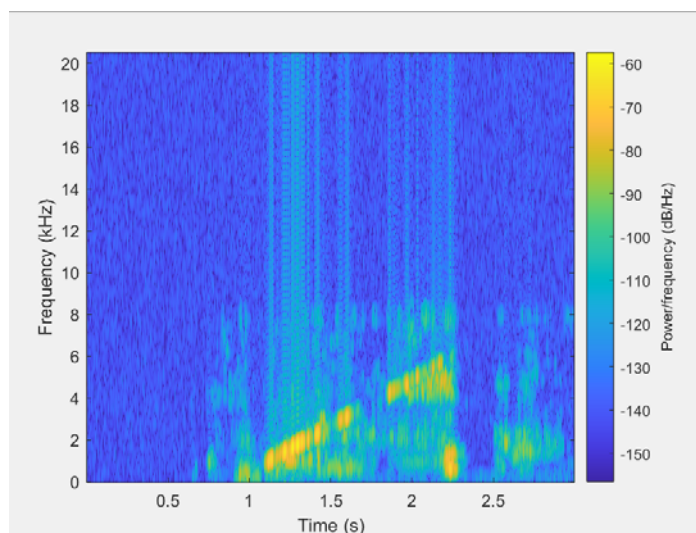
丙、 實驗三

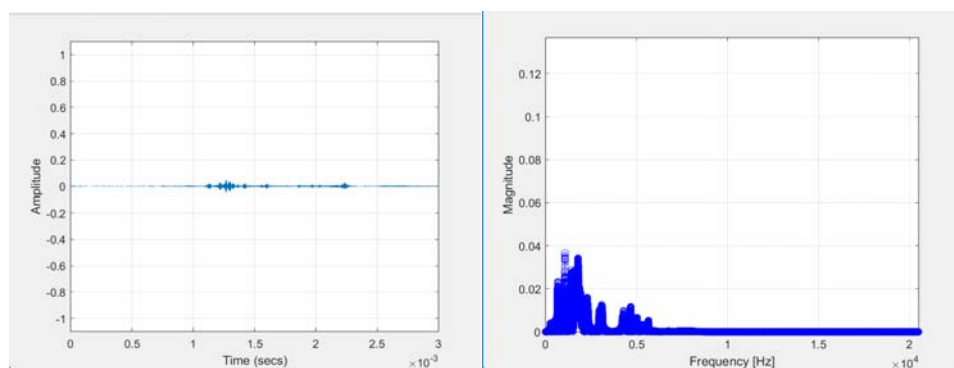
實習22：播放並錄製從 100 Hz 到 22050 Hz 的 chirp 聲

修改你的MATLAB程式以播放和記錄從100 Hz到22050 Hz的頻率的chirp。請注意，examples檔夾已經包含這樣的wav檔，因此你只需要在MATLAB程式中更改一行即可。你對我們之前從未發射過的新頻率有何看法？通過增加揚聲器和麥克風之間的距離來重複相同的實驗。與我們討論你的意見！

這是實驗一中 chirp 訊號（100Hz 到 22050Hz）錄製後的音檔，並將其轉換成頻譜圖的結果。從中可以發現兩個跟實驗一不太一樣的地方：

1. 訊號強度不同：實驗一的原始訊號強度大約在-40dB，但錄製後的音檔（實驗三）訊號強度最高只有-60dB。這是因為聲音在傳輸的過程中會自然產生一些衰減，導致強度變弱。
2. 訊號頻率上限有落差：原本的訊號最高頻率是 22050Hz，但在錄製後的音檔中，大約到 10kHz 就沒了。這主要是因為市面上一般的麥克風頻率響應範圍大多只有 10kHz 左右，錄不到更高的頻率。





III. 心得

這次實驗的主要目的是學習如何利用 MATLAB 分析音頻信號的頻率特性，並透過實際操作更深入地理解取樣信號在頻域上的表現。過程中，我發現 MATLAB 不僅可以播放音頻，還能錄製聲音並進行各種處理，比如加速、減速、甚至反轉，功能相當多樣化，讓我感到很驚艷。

實驗中，透過頻譜圖的分析，我能夠同時觀察到訊號在時間與頻率上的變化，這對於理解信號處理與通訊系統設計非常有幫助。以前學通訊理論時，數學計算過於繁瑣，導致我對觀察頻譜圖感到很頭痛。但這次借助 MATLAB 的工具輕鬆完成計算與繪圖後，才發現頻譜圖能提供很多有趣且關鍵的資訊，讓我對這個概念有了更直觀的理解。

特別是在錄製 100Hz 到 22050Hz 的 chirp 訊號實驗中，結果竟然顯示我的麥克風只能錄到約 10kHz，這也間接證實了設備的頻率響應範圍。這樣的發現讓我覺得非常有趣，透過簡單的工具和實驗，就能觀察到這些現象，真的是收穫滿滿！