

中文題目：哮喘音分析之研究

英文題目：Analysis of fourier transform as a new technique for breathing sound

作者：陳冠宏 趙志峰 林進富 江昭皚 謝從閻 房同經

服務單位：國軍松山醫院內科部

前言：

台灣屬於亞熱帶地區，氣候相當潮濕溫熱，每逢春秋之際，早晚的氣溫變化常常令人難以適應，再加上嚴重的空氣汙染，患有呼吸道疾病的人，尤其是氣喘病，更是容易在這種變化多端的季節中發病。患有氣喘的病人發病時，輕則導致呼吸不順暢，重則使人呼吸困難，甚至是死亡。根據統計結果顯示，台灣每十人中就有一人患有氣喘，而且氣喘人口還在逐年增加中。

目前抑制氣喘最常見的方法為噴粉末式的支氣管擴張劑，只要氣喘發作就施予藥劑，病情即可得到暫時性的舒解。因此本研究之目的為研究哮喘音，以期能製作一可攜式的裝置來判斷是否有哮喘音之發生。

材料及方法：

此系統可分為兩部分：即時監測端及電腦分析端。即時監控端使用離散傅利葉轉換(Discrete Fourier transform, DFT)，電腦分析端使用小波轉換(Wavelet transform)做為分析工具。以下為這兩種方法的說明。

1. 離散傅利葉轉換

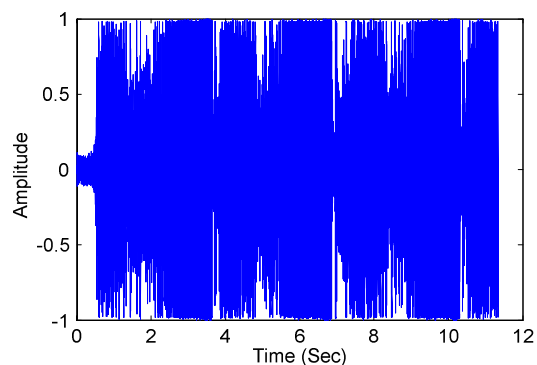
根據取樣定理，取樣頻率需大於信號頻率的兩倍，如此才不會使取樣後的信號失真。因此本研究的取樣頻率為 4410 Hz，並將聲音訊號作正規化後，波形如圖一所示。以此例來看，在 3.3~3.6 秒時有哮喘音發生，不過在時域很難看出頻率變化的表現。因此可透過離散傅利葉轉換，將時域的訊號轉換至頻域上，以得知訊號在頻域上的表現。離散傅利葉轉換的公式如下：

$$X(k) = \sum_{j=1}^N x(j) \omega_N^{(j-1)(k-1)}, \text{ 其中 } \omega_N = e^{(-2\pi i)/N} \quad (1)$$

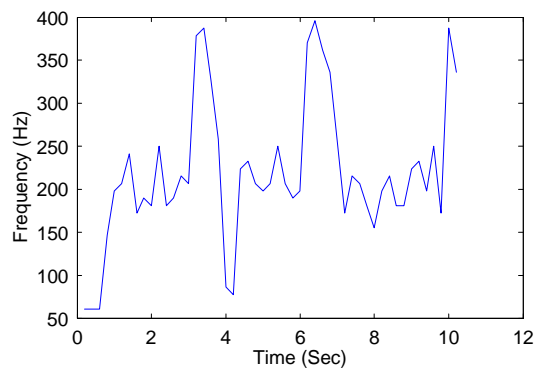
透過此方法，便可將時域訊號轉換至頻域，再觀察能量頻譜圖就可知道一段訊號的頻率變化的表現。

2. 小波轉換

小波轉換是一種多層次解析的分析工具，它能將信號拆解至各個頻



圖一 肺音訊號



圖二 離散傅利葉轉換分析

帶，再重建各頻帶的訊號。因此吾人選用小波轉換分析做為電腦端的分析工具。小波轉換第 j 個分解等級下的主要頻帶範圍約略可以定義為：

$$\frac{f_s}{2^{j+1}} \leq \|\tilde{H}_j\| \leq \frac{f_s}{2^j} \quad (2)$$

因此只要選擇適當的分解等級及小波基底，便可在某些頻帶中看到特定的頻率成份。

結果與討論：

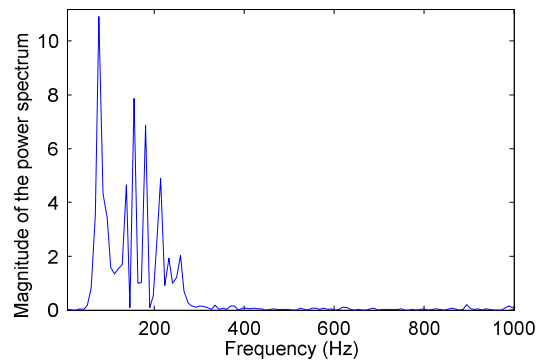
1. 離散傅利葉轉換

吾人使用 MATLAB 的 FFT 指令，將每 0.4 秒(1764 個資料點)的訊號做一次 512 點的快速傅利葉轉換，資料點重疊 0.2 秒，以滑動視窗的方式分析整段聲音訊號。結果如圖二所示，可以看到不同時間的主要頻率成份。

更進一步地分析，可以看到哮喘音的頻譜圖如圖三所示，其最大的能量成份在 400 Hz 的地方，而沒有哮喘音的頻譜圖如圖四所示，其能量成份都在 400 Hz 以下，這都符合哮喘音的定義。

2. 小波轉換

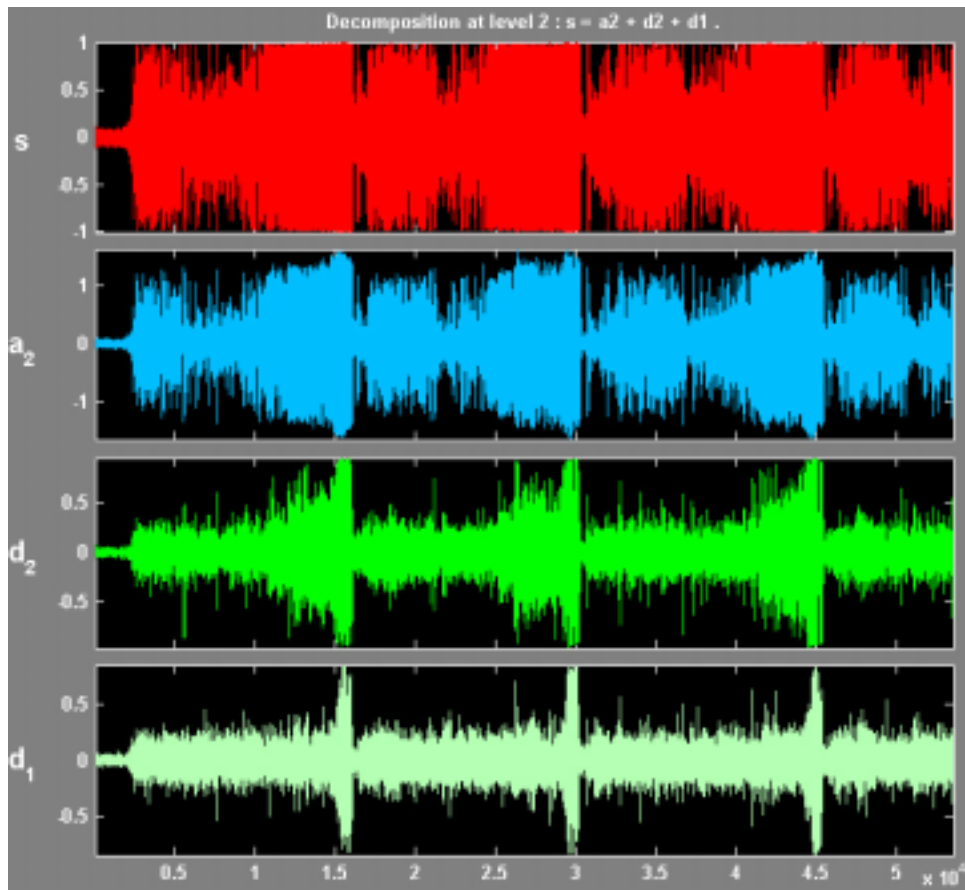
圖五為利用 MATLAB 的 WAVELET TOOLBOX 所產生的圖，將原始訊號 s 作二階的小波轉換，再將訊號還原。原始訊號被拆解至三個頻帶： a_2 、 d_2 及 d_1 ，各頻帶的約略主要頻率分別為 0~500 Hz、500~1000 Hz 及 1000~2000 Hz。在高頻的頻帶中(d_1)有一突出的部分，這便是哮喘音發生的期間。



圖四 非哮喘音頻譜圖

未來的工作與展望：

吾人已發展出整個系統的主要架構，未來的主要工作除了驗證本系統的實用性及準確性外，還會對系統進行參數微調，使系統更加的可靠。同時還會擴充系統的功能，如結合 GPRS，將聲音傳送給遠端的醫師作為診斷的參考依據，這將使系統更具有實用價值。



圖五 小波轉換分析