

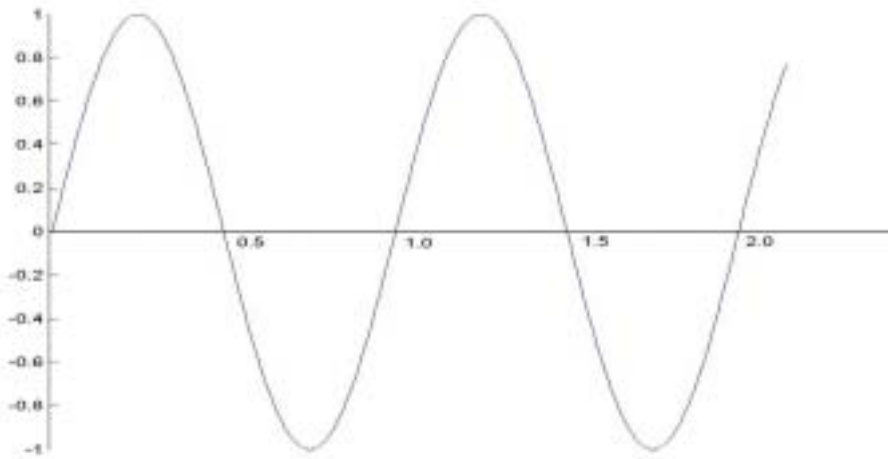
為何高位元率網路又是寬頻網路

李家同

rctlee@ncnu.edu.tw

國立暨南國際大學資訊管理學系

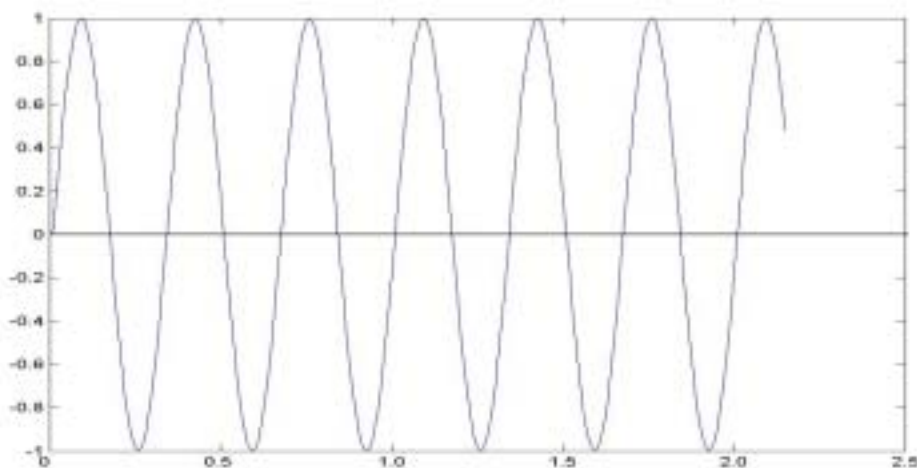
我們常聽到寬頻網路這個名詞，什麼叫做寬頻呢？我們首先要解釋何謂頻率，頻率是 cycle per second，也就是所謂一秒內有幾個週期，請看圖一。



圖一

圖一裡有一個正弦波，這個正弦波的週期是一秒，所以在一秒內，這個正弦波正好有一個週期。

再看圖二



圖二

這個正弦波，週期是 $1/3$ 秒，所以在一秒內，這個正弦波變化了 3 次。

所謂頻率，就是一秒內有多少個週期，圖一內正弦波的頻率是 1，圖二內正弦波的頻率

是 3。一秒鐘有一個週期，叫做一個 Hertz，高頻訊號指的是頻率極高的訊號，低頻訊號乃是指頻率低的訊號，我們的聲音訊號只有 $3K=3000\text{Hertz}$ ，但有時我們無線傳播訊號的頻率高達百萬 (mega) Hertz。

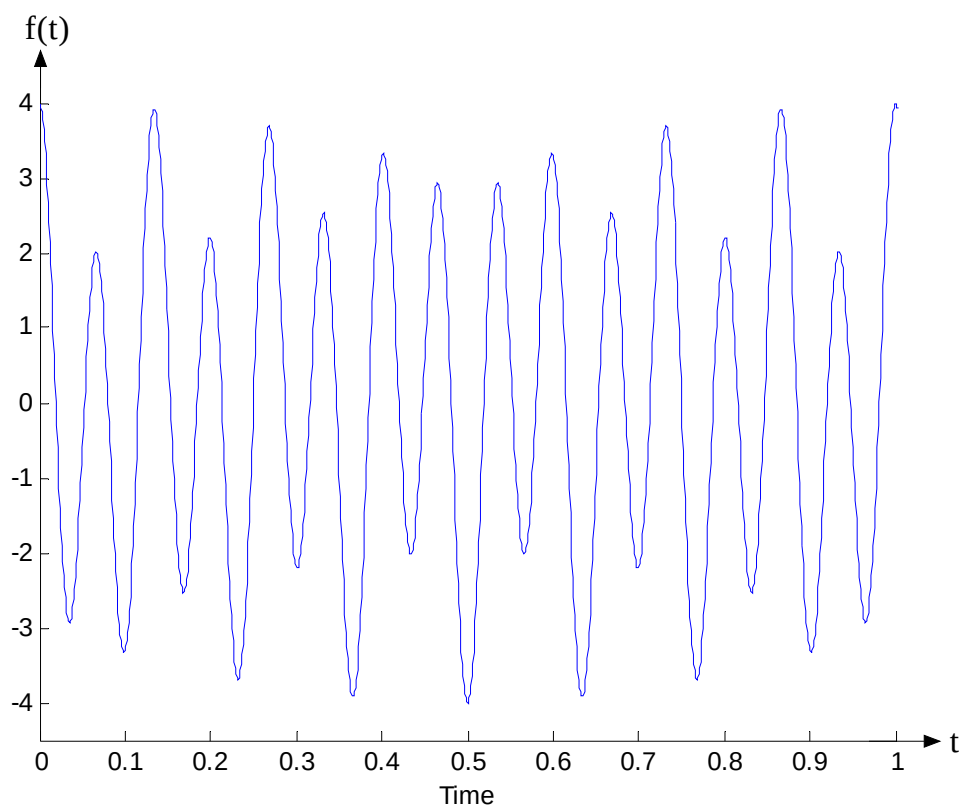
對於一條通訊系統而言，它所能應付的頻率有其一定的範圍，關於這一點，我們不妨想到我們家裡的音響設備，音響設備所能播放的音域總有一個範圍，頻率非常低的聲音和頻率非常高的聲音是很難全部原音重現的，昂貴的音響設備所能播放的頻率一定非常之廣，可以被稱為寬頻系統，便宜的系統，就不算是寬頻系統了。

通訊系統如果能應付很多種頻率的訊號，就是寬頻系統，我們也應該知道，寬頻系統一定是非常昂貴的，要設計出一個對低頻訊號和高頻反應都良好的線路，絕非易事。

大家應該知道，寬頻網路假設的是我們在送類比訊號 (analog signal)，可是我們目前常常送的是數位訊號 (digital signal)，也就是說，我們送的往往是位元 (bits)，數位訊號不談頻率，而談位元率 (bits per second)，也就是每一秒鐘要送多少個位元，如果我們要有高效率的網路，我們當然希望每一秒所能送走的位元數目越多越好，我們所要的是一個高位元率的網路。

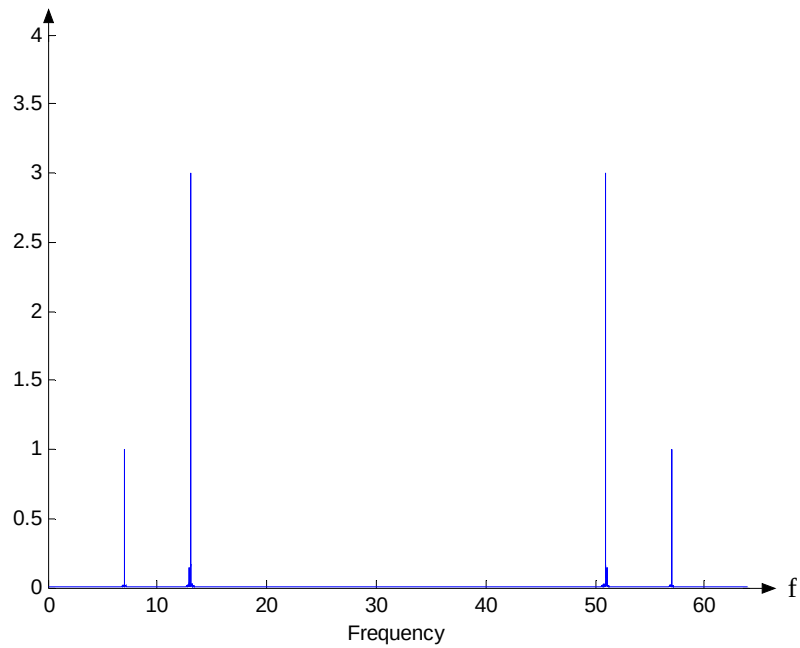
但是我們很少談到高位元率網路，我們只提寬頻網路，難道高位元率就等於寬頻嗎？初看，這兩個觀念完全不同的，為什麼相通呢？這就要借用傅立葉轉換 (Fourier transform) 了。

所謂傅立葉轉換，其實是一種分析的工具，對於任何一個訊號，我們都可以利用傅立葉轉換來看看這個訊號裡有多少個餘弦波。舉例來說，請看圖三。



圖三

如果我們用傅立葉轉換來分析，我們就可以得到圖四。

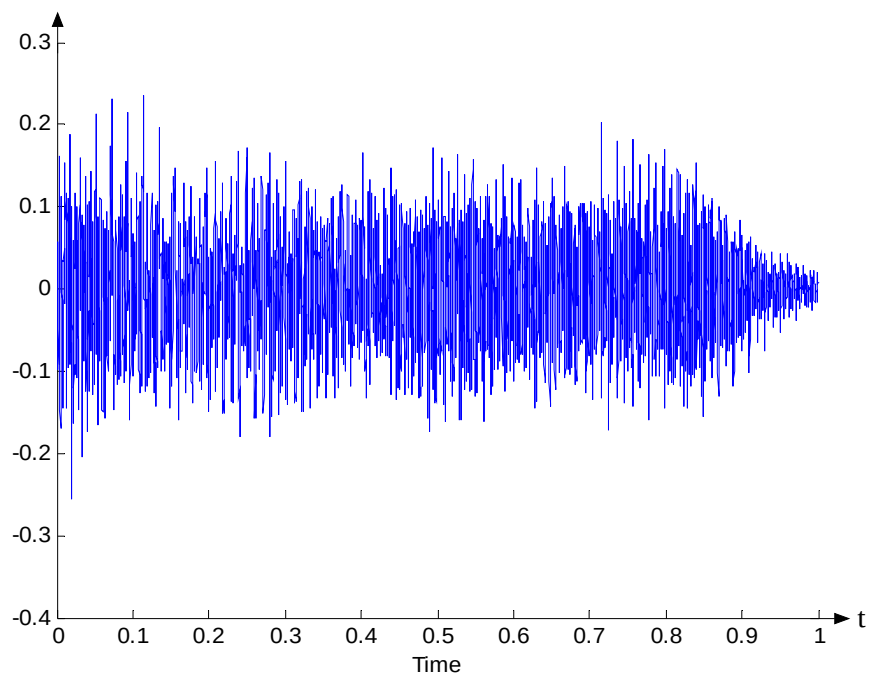


圖四

圖四顯示圖三內的訊號裡，含有兩個餘弦訊號，一個頻率是 7，另一個頻率是 13，圖三內的訊號是

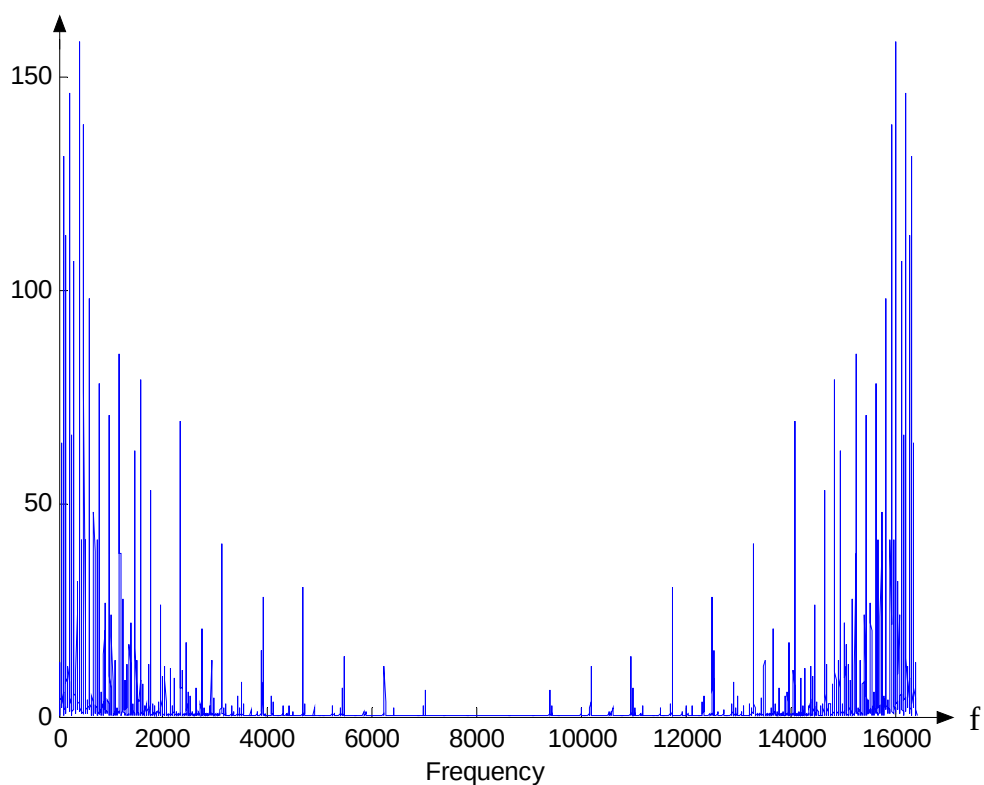
$$x(t) = \cos(2\pi(7)t) + 3\cos(2\pi(13)t)$$

請注意頻譜是對稱的，各位讀者可以不要理會右邊的頻率，只要看右邊的即可。請再看圖五，圖五的訊號是一段音樂的訊號。



圖五

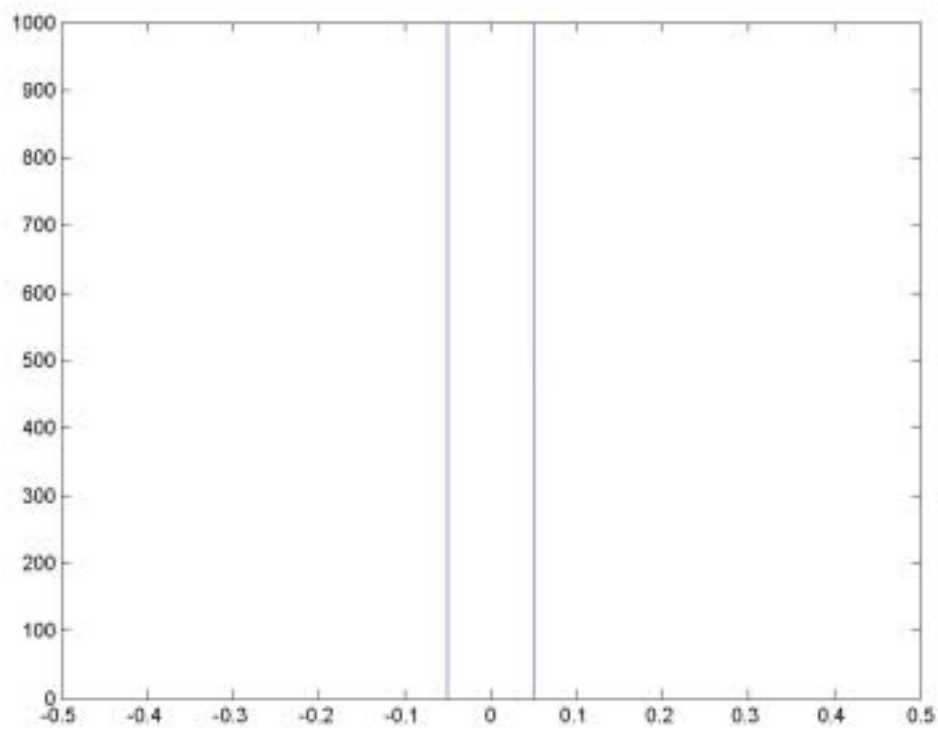
如果利用傅立葉轉換，我們可以得到圖六的頻譜。



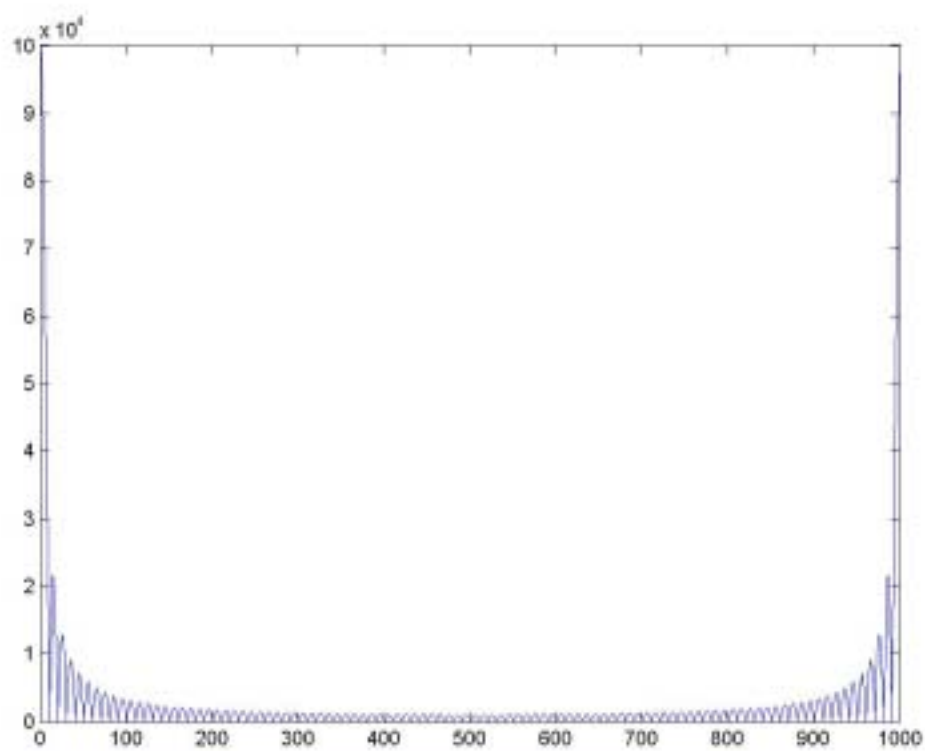
圖六

從圖六我們可以看出圖五的音樂訊號內有很多不同頻率的訊號，大都集中在低頻部分，到了 3K Hertz 左右，訊號強度就很弱了，過了 4K Hertz，訊號就微不足道矣。

現在我們要看一個脈衝的傅立葉轉換。圖七有一個寬度為 0.1 秒的脈衝，它的傅立葉轉換在圖八。

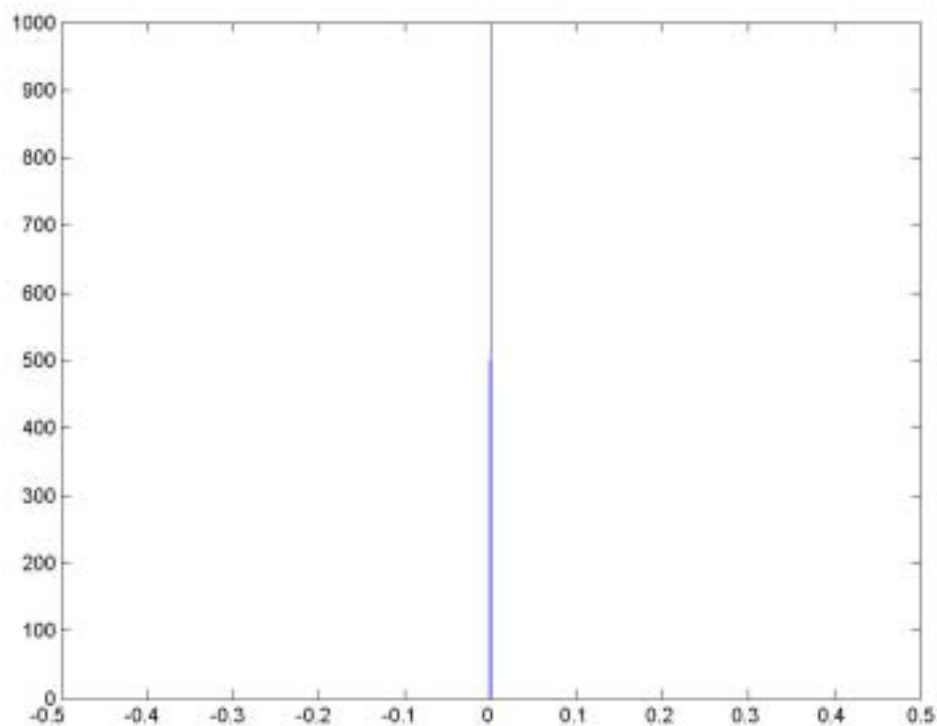


圖七



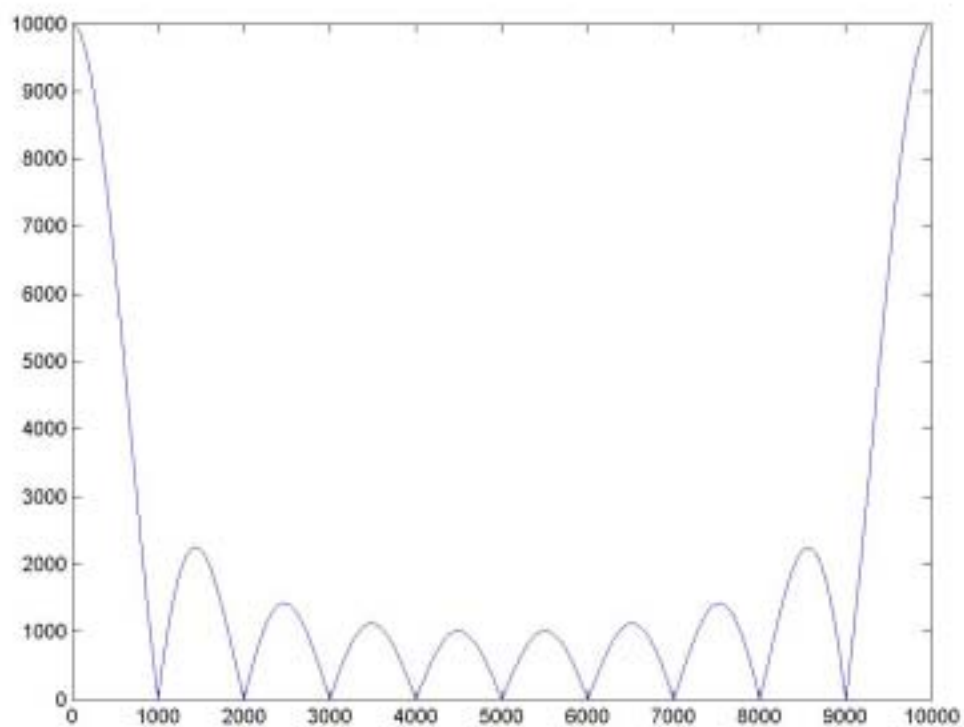
圖八

從圖八，我們可以看出圖七脈衝中含有的頻率大概集中在低頻部分。
我們再看圖九，圖九的脈衝的時間只有 0.001 秒，



圖九

也就是說，這是一個時間非常短的脈衝，它的傅立葉轉換在圖十，



圖十

從圖十，我們可以看出一個非常特殊的現象，那就是，脈衝越窄，頻寬越廣。也就是說，

一旦脈衝變短了，它所含有的頻率就很多了，從低頻到寬頻，都有。

一個高位元率的系統，每一個脈衝的時間都非常之短，假如你要一秒鐘送一百萬個元位，試問你的位元寬度會窄到什麼程度，但這個系統也就必須應付非常寬的頻寬，這就是高位元率系統也是寬頻系統的原因。