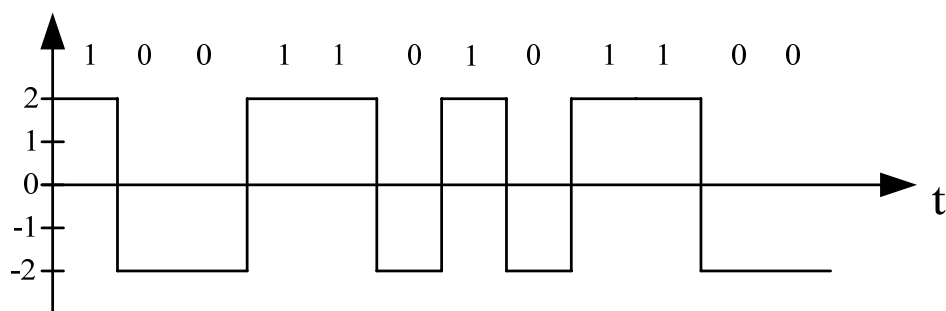


所有的訊號都是類比訊號

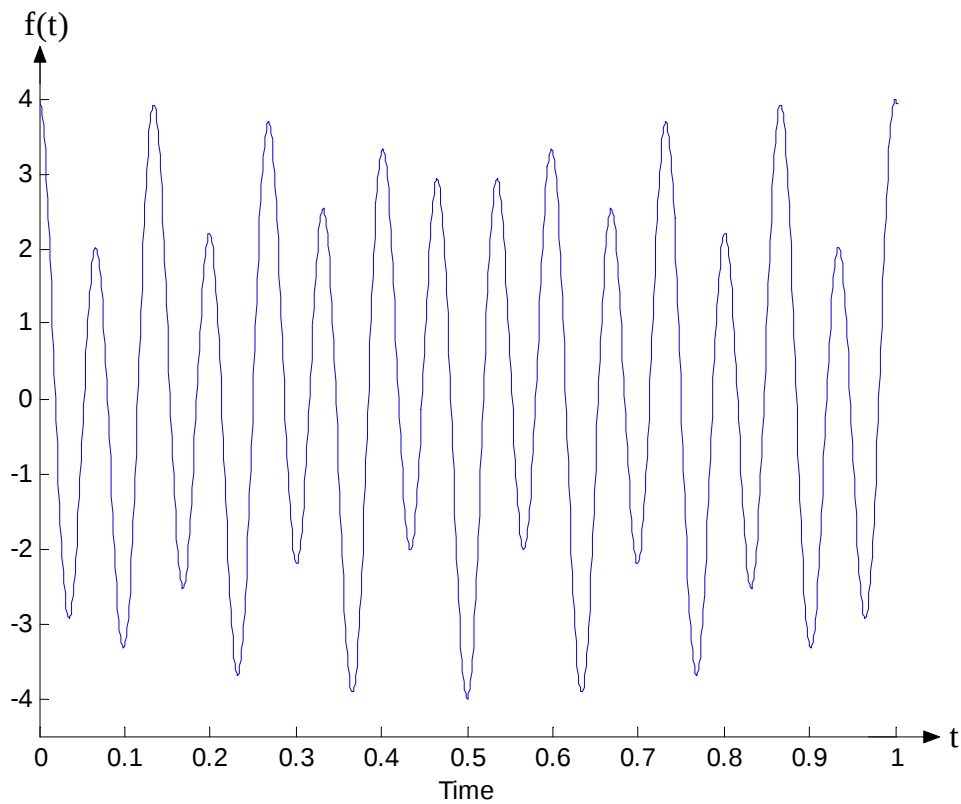
李家同

rctlee@ncnu.edu.tw

一般說來,訊號有兩種:數位訊號(digital signal)和類比訊號(analog signal),圖一的訊號是數位訊號,而圖二的訊號是類比訊號.



圖一



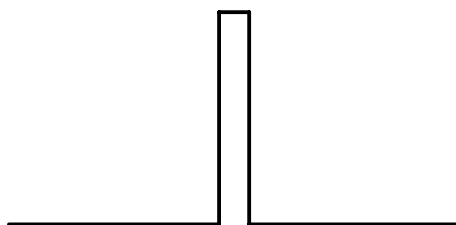
圖二

在過去,訊號往往是類比訊號,自從電腦問世以後,我們常會將類比訊號轉換成數位訊號.舉例來說,我們講話的聲音訊號當然是類比訊號,但是我們一定會將類比訊號轉換成數位訊號.處理影像,情形相似,我們也都會將類比訊號轉換成數位訊號.

幾乎所有的資訊電機科系的學生都學過數位訊號處理,因此大家都認為我們只要學數位訊號就可以了.再加上學資訊的同學反正都只懂數位系統,他們所設計的線路裡全是所謂 0 與 1 的線路,他們當然就不理類比訊號了.

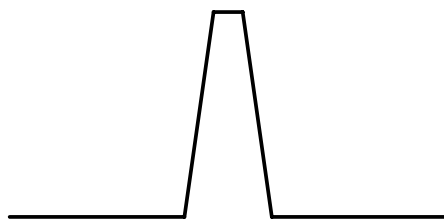
但是,我們事實上是不能忽略類比訊號的,理由如下:

1. 數位訊號很單純,全部都是脈衝.一個基本的脈衝如下圖所示:



圖三

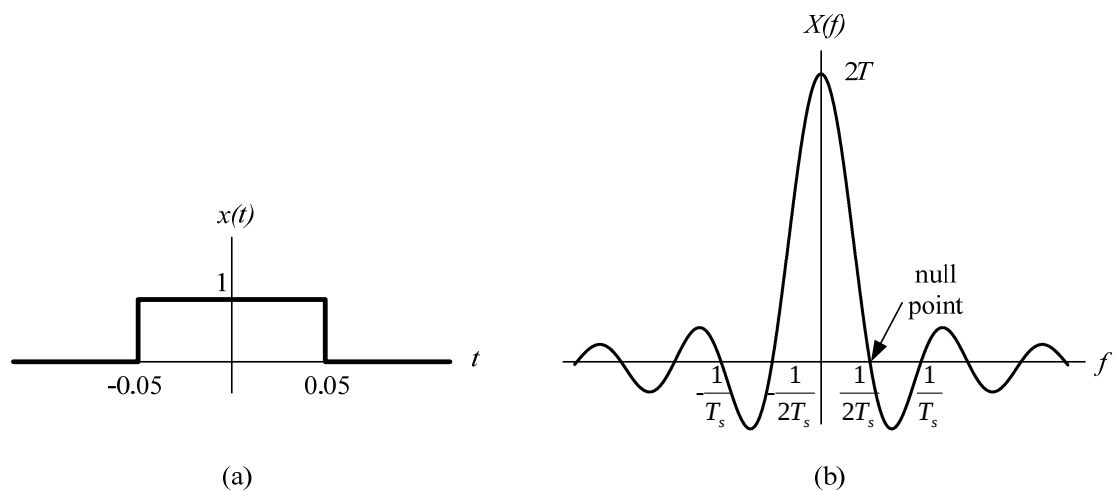
一個脈衝當然是一個類比訊號,而且在高頻率的狀況之下,產生一個脈衝是很困難的事.假設我們的訊號是每一秒內要有 1G 個,那麼每一個脈衝的寬度是 $\frac{1}{10^9}$ 秒.試想要產生這樣的脈衝有多大的困難.我們一定要知道,脈衝的上昇必須是非常陡的,一斜就不行了,如圖四所示,如果你要一個菜鳥工程師去產生這種訊號,他一定投降.



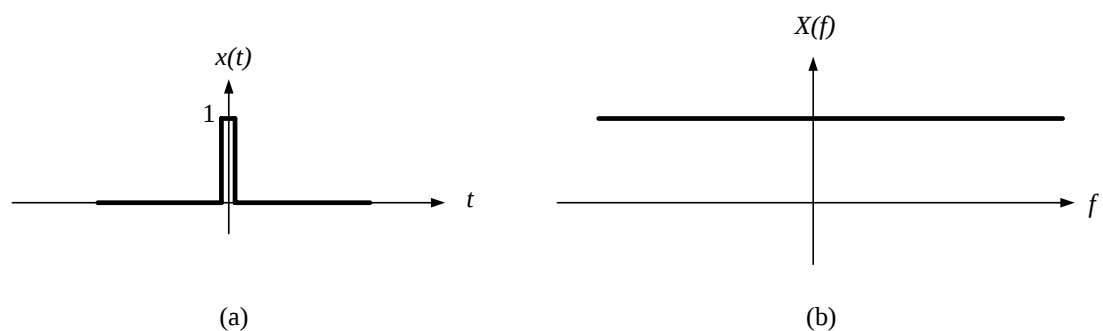
圖四

2. 基本的類比訊號是正弦訊號(sine signal),不要以為一個脈衝就與一個正弦訊號無關.其實一個脈衝是由無數正弦訊號所組成的.這源至傅葉爾轉換(Fourier Transform)的理論.而且脈衝寬度越小,所含有的正弦波就越多.圖五(a)的脈衝寬

度是 0.1 秒,圖五(b)是傅葉爾頻譜.圖六(a)的脈衝寬度只有 $\frac{1}{10^9}$ 秒,圖六(b)內充分表示這個脈衝含有相當多的正弦波.



圖五(a and b)

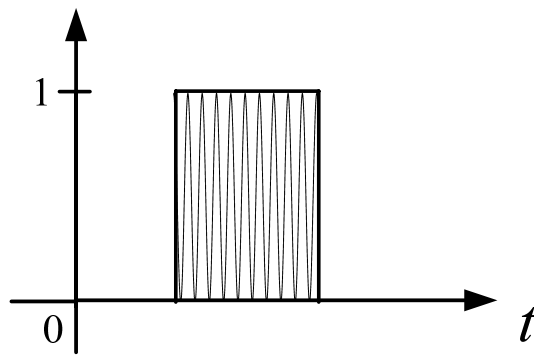


圖六(a and b)

因此,當我們在傳輸任何一個脈衝的時候,我們都是在傳輸無數個類比訊號,當我們在接受一個脈衝的時候,也是在接受無數個類比訊號.我們的通訊系統必須能應付這些類比訊號.一不小心,就會出嚴重差錯.比方說,你想送一個脈衝,但接收器所收到的卻是一個完全被扭曲的脈衝,那你就完了.

如果你貪得無厭,一秒鐘要送好多脈衝,每個脈衝的寬度也就越小,你所遭遇的困難也就越大.如果你不懂類比訊號,你是不可能處理高速數位訊號的.

3. 如果你要經由無線方式送一個脈衝,麻煩又來了.因為在空氣中,我們只能傳送正弦波.所以我們通常會將一個脈衝配上一個正弦波,如圖七所示.讀者不難看出,我們送的仍然是類比訊號.



圖七

在手機內,我們如果要將資料送出去,必須借助所謂的 RF 訊號.RF 是指 radio frequency,RF 訊號當然是類比訊號.

4. 我們有時要將兩個位元(bit)混合起來送走.對於資訊系的學生而言,這當然是很困難的.所以我們必須求助於類比訊號的觀念.比方說,第一個位元可以用 $a_1 \cos(2\pi f_c t)$ 來代表,第二個位元可以用 $a_2 \sin(2\pi f_c t)$ 來代表.混合以後的訊號乃是 $a_1 \cos(2\pi f_c t) + a_2 \sin(2\pi f_c t)$. a_1 和 a_2 分別表示第一和第二位元送的是 1 或 0.至於接收器如何判斷 a_1 和 a_2 的值,有點複雜,不可能在此解釋清楚的.

以 ADSL 為例,我們將 256 個位元一齊送走,動用了 256 個 cosine 訊號,頻率當然都不同.

希望大家能在看了這篇文章,能夠瞭解類比訊號的重要性.