為台灣加油打氣專欄(133)如何利用投射型電容

李家同

我們的手機螢幕是所謂觸控式的，也就是說我們的手指碰到哪一個地方，就會有我們所要的反應，因此我們可以想見手機螢幕內部一定有一個機制使它知道我們手指所碰的地方，請看圖一。



圖一

從圖一，我們可以看到面板的裡面有一排一排的電容，每一個電容都有一個位置。C(i,j)代表第C排第j個電容。

普通的電容如圖二。



圖二

這種電容都是由兩片金屬板所構成的，刺激電極如果加了電壓，就會有電力線，如圖二所示。電力線都是直的，從刺激電極射到感測電極。

可是面板所用的電容是很特別的，這就是所謂的投射型電容，如圖三。



圖三

我們從圖三可以看出電力線不是直的，而會轉彎。這種電容有什麼好處呢?請看圖四。



圖四

假設我們的手指套進了這個投射型電容，很多電力線就被擋住了，也就是說，我們的電容變小了，這就是觸控式面板之所以能夠辨別手指位置的原理。

請看圖五。



圖五

我們現在考慮面板上的一橫排投射型電容，如圖五所示。為了簡化討論起見，電容的兩極是對齊了，但其實是錯開的。重要的是，感測電極全部連起來了。用電機的俗語來說，這些電容是並聯起來的。假設一個電容量是C，並聯以後的電容是加起來的，假設有100個電容並聯，並聯以後的電容量就是100C。注意，刺激電極上沒有任何的電壓，所以感測電極也沒有任何的電壓。

請看圖六。



圖六

在圖六，我們在t=1的時候，在第一個電容的刺激電極上加了一個18伏特的電壓，在t=2的時候，我們在第二個電容的刺激電極上加了一個18伏特的電壓，如圖七所示。



圖七

每次加上18伏特的電容，就和其他的電容情況不一樣。以電路而言，其他的電容就仍然並聯在一起，成為一個電容，我們稱它為Cp。加上18伏特的電容，我們稱它為Cs，如圖八所示。



圖八

我們可以重新畫圖八的線路，如圖九所示。



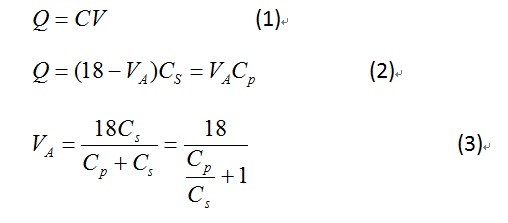
圖九

如果我們的手指碰到某一個電容，我們人身體就是一個電容，而且一頭接地，所以我們可以說我們人所造成的電容和Cp是並聯的，如圖十所示。也就是說，Cp會比原來的大一點，可是因為Cp本來就很大，所以我們身體所造成的電容對於Cp的影響是很少。



圖十

我們現在要問的問題是，A點的電壓是多少?這當然牽涉到一些電機的學問，學電機的人應該看得懂以下這三個公式。對於沒有學電機的人，我可以稍微解釋一下，所謂Q是電量，C是電容量，V是電壓。第二式的Q是A點的電量。最重要的是第三式，你只要看第三式就可以了。



現在我們有兩種情形:

情形(1):手指按到某一個電容，但這個電容的下面沒有加18伏特，所以Cs沒有變。Cp雖然有一點增加，但是增加得很少，我們令這時候的VA為VA0。

情形(2):手指按到某一個電容，而這個電容下面正好加上了18伏特，請記得電容式投射型電容，所以Cs會變小。如果我們把這個變小的Cs代入第三式，我們就會發現VA會小於VA0。

要知道，我們的18伏特是會加到每一個投射型電容的，而且加得非常之快，在0.01秒鐘內，每一個電容都被加一次18伏特，所以總有一次情形(2)會發生。也就是說，在0.01秒內我們就偵測到手指按在哪一個位置。

投射型電容是用半導體技術完成的，我們的工程師要替工業界電腦服務，在一個工廠裡會有電磁波，雖然電磁波不一定很強，但是它們是一種雜訊，換言之，即使我們的手指沒有碰到電腦螢幕，也可能使我們誤判，以為某一個位置有手指碰到了螢幕，所以我們必須要有一種方法來去除電磁波雜訊對電容的影響。

電磁波總是一種正弦波，如圖十一所示。



圖十一

任何一個正弦波都有一個頻率，所謂頻率就是一秒鐘內波震動的次數。我們將18伏特加到電容上，也可以說有一個頻率，這個頻率就是一秒鐘內加了多少次18伏特。加18伏特的動作可以想成是一種取樣的動作，如果我們運氣不好，雜訊的頻率和取樣的頻率相同，有可能發生如圖十二的情形。



圖十二

圖十二的情形是最壞的情形，因為我們每一次取樣的時候，正好都碰到雜訊最大的時候，這時候我們一定會誤判，所以我們的機制是將測量位置分成兩個步驟。

步驟(1):看有沒有雜訊，如果發現有雜訊，我們就會用一種叫做變頻的技術。當然我們不能改變雜訊的頻率，可是我們可以改變取樣的頻率。假設我們將取樣的頻率改變了，有可能取樣的結果如圖十三所示。



圖十三

各位可以想像的到，只要改變頻率，圖十二的情形就不再發生，雜訊對我們的影響也就會減少了，步驟(1)就大功告成。

步驟(2)就是我們前面所說的用取樣來判斷手指有沒有碰到螢幕以及碰到的位置。

如果我們沒有這種機制，電容式的面板是不能用在工業界的，因為工業界的要求比較高。但是工業用的零組件單價會比較高，而且有長尾效應，也就是一旦被某某公司使用了，通常這家公司會使用很久。

希望大家知道，我們要做好一個觸控式面板，電容是很重要的。很多人不知道電容的重要性，也只有少數的人知道何謂投射型電容。我本人一再地強調我們國家社會應該重視基本的學問，當年觸控式面板能夠問世，很多人認為這是因為工程師有創意，其實我們應該知道，那些工程師是對物理很了解的人。大學教育也真是應該注意最基本的學問。

在上面我們提到了變頻的技術，大多人以為變頻是用在通訊上的，現在我們應該知道這種技術也是可以應付雜訊，所以我們的工程師也真不容易做，因為他們要懂得很多的學問，虧得我們國家有不少很專業的工程師，我們應該鼓勵他們繼續地努力。