

高畫質數位電視

今年是台灣進入「高畫質數位電視」的週年，可是你對「高畫質數位電視」有多少的認知呢？怎麼在高畫質電視裡，有時人物反而變胖了呢？

賴昭正

經過多次及多年的拖延，美國已於 2009 年 6 月 12 日正式取消無線類比電視廣播，全面改用數位電視。就筆者所知，台灣也已於 2012 年 7 月全面廢除無線類比電視廣播，為我國電視傳播歷史開啟了新的一頁：定 2012 年為「台灣高畫質數位電視元年」。在慶祝「台灣高畫質數位電視」誕生周年的此時，讀者除了知道舊有之陰極射線管電視機，除非接上一稱為「數位機上盒」的信號轉換器，再也無法使用外，你對所謂的「高畫質數位電視」的認知，又有多少呢？如果你也像筆者一樣，「被迫」將好好的舊有電視機棄之如敝屣，買了個平面高畫質電視機，心中一定存了不少疑問，到底做了一個怎麼樣的「投資」呢？怎麼在高畫質數位電視裡，有時人都變胖了呢？

類比電視

與類比電視相比，數位電視確實是有些優點（例如干擾及

錯誤訊息之偵測與修正等，註一）；可是如果讀者認為類比電視無法做到「高畫質」，那可是大錯特錯了！因為事實上早在 1981 年，在數位電視還沒影子時，美國就已展示了高畫質類比電視的可行性。到了 1987 年，此一可行性突破臨界點，58 個廣播組織及公司聯合向美國通訊委員會（Federal Communication Commission）提出探討高檔電視技術，並成立了高檔電視系統委員會（Advanced Television System Committee, ATSC）來去腐存菁 25 個當時被提出的體系。可是到了 1993 年，由於數位技術軟、硬體成本的急速下降，以及容量的飛快增加，ATSC 終於改變主意，正式提出新的高畫質電視系統應為數位的建議：為類比電視的將來注定了被淘汰的命運〔註二〕。

數位電視的畫面是由一點又一點的畫素（pixel）組成的，一般的類比電視則是用電子槍連續掃描塗有螢光粉之畫面來顯像

的；因此類比電視的「解析度」（resolution）原則上是可以達到數位電視的解析度的！傳統的陰極射線管電視之所以為「低畫質」，完全是受制於 1941 年電視剛出現時所訂之「規格」的人為關係，而不是技術上的問題〔註三〕。

當年美國通訊委員會授權國家廣播公司（NBC）及哥倫比亞廣播公司（CBC），以每秒 30 次，每次 525 條水平線掃描的「標準」，開始商業電視的廣播。這 525 條水平掃描線中，事實上只有大約 480 條是「看得見」的——即用於顯示影像。這些掃描線如果每秒出現 30 次，則我們的視覺將可察覺到中間的「空白」（暗），讓我們感覺到螢幕在閃耀。要避免此一閃耀，每秒出現的次數必須在 40 以上，可是如此一來則需要增加傳播的頻寬〔註四〕。在無法兩全其美下，美國通訊委員會決定採用隔行交叉（interlace）的掃描方式。當然，天下沒有白吃

的飯，這每秒 60 次，但每次只有 262.5 條的平行掃描線，雖然解決了螢幕閃耀的問題，卻犧牲了「解析度」！平行掃描線的線數，事實上正是代表了垂直方向的解析度（垂直方向的「畫素數」）。我們現在稱此一七十多年前的電視規格為「標準畫質電視」（standard-definition TV, SDTV）：螢幕寬高之比為 4:3，（垂直）解析度為 480i（i 代表隔行交叉）。

高畫質數位電視

如果讀者也升級買了個高畫質數位電視機，相信你首先注意到的是體積變小及寬度加大了！體積變小了是因為新的電視機都已不再使用陰極射線管的原因〔註五〕；螢幕變寬則是新的電視機規格標準：寬與高的比為 16:9。前面提過數位電視機的畫面是由一點又一點的畫素組

成的，因此每台電視機均有其內建的畫素點。要成為「高畫質」，則垂直點數不但要在 720 點以上，其「掃描」方式也必須是逐行（progressive），不能隔行交叉——我們稱此一解析度為 720p。因新規格電視的寬、高比為 16:9，故我們可以輕易地算出其水平畫素應有 1280 點。

較高檔點、且已非常普遍化的高畫質數位電視之垂直解析度為 1080p。索尼最近推出一款稱為 4K 的電視，其垂直解析度高達 2160 畫素！這些較高檔的電視均有向下的可容性——例如內建 1080p 的電視機，可以毫無問題地播放 1080i、720p、480p 及 480i 的影視。此一向下的可容性雖然是必要的——否則許多舊的 DVD 或 VCR 均要變成廢物，但也造成許多迷惑。例如某些電視台雖然也改用數位傳播（詳後），但其解析度還是 480i

的規格；在此情況下，如果你使用 16:9 之全螢幕去看它，則所有的事物——包括人——均將變胖：因為需要將 4:3 的影像左、右拉寬到 16:9 之故！

因影視 DVD（DVD-video）的規格是用於標準畫質電視上播放的（因制定此規格時，高畫質電視尚未普及），所以如果使用高畫質數位電視之寬螢幕來欣賞，有些——尤其是非電影的——也會有人物變胖的問題。但那些註有「寬螢幕」或「16:9」等的 DVD，則無此問題：因為它們在製作過程中，原來寬螢幕的影視（寬高比一般為 1.85 或 2.35）已先被左、右壓縮到 720×480 的 DVD 解析度後再儲存，然後於播放時再將它們拉回到原來的寬度——當然，天下沒有白吃的飯，壓縮時我們得丟失一些訊息。

杜比數位

隨著高畫質數位電視的普及，家庭電影院也如雨後春筍地在家中出現！一個家庭電影院除了須具備一大螢幕之高畫質數位電視外，尚須擁有一套具播放環場音效（surround sound）之高級音響，來達到如同電影院之觀賞享受。現今環場音效的播放大部分都是採用杜比數位（Dolby Digital，又稱 AC-3）。杜比數位是透過壓縮技術來傳送高達 6 個分離之聲道（簡稱為 5.1）：前左、前中、前右、後左及後右 5 個聲道均傳送頻率在 20~20000 赫（Hz）之間的「位置」聲音，另一聲道則只傳送頻率在 120 赫以下之低頻（base）效果（low frequency effect, LFE）——因低頻較無方向性，故喇叭放置地方較自由。

杜比實驗室（Dolby Laboratories）由雷·杜比（Ray Dolby）於 1965 年在英國創立，1976 年移至美國舊金山。當初創辦之主要目標是研究如何去掉或減低磁帶錄音中之背景「希」聲，年紀較大點的讀者應該都聽過或使用過其降噪系統（noise-reduction systems，如 Dolby B）；但到了 70 年代初，他開始將其降噪系統用於 35 釐米電影膠片上，並致力發展與推廣其數位環場音效壓縮技術，終於使其佔上今日音響世界之龍頭地位！杜比本人除了獲得許多專利與獎章外，也創造了 23 億美金的財富。杜比於 2013 年 9 月 12 日逝世，享年 80 歲。

壓縮

在「錯誤訊息的偵測與修正」〔註一〕一文裡，筆者曾談到數位訊息的一個優點（與傳統類比訊息比）是：容易偵測及修正在傳遞及接受後所發生的錯誤。事實上數位訊息的優點當然不只此一個。在類比電視已被完全淘汰的今天，我們不妨在此再來談談數位訊息的另一優點：壓縮或偷工減料；如果沒有此一優點，我們今天應該還是在用類比電視！

影視是由一張張單影片所構成的。這些單影片事實上充滿了許多「可去掉」之重覆資訊：大部份的影像都具有許多變化不大或沒變化的局部（例如具藍天之背景的影像）。還有就是連續影片間的變化，也大都是非常有限的（例如只有一隻狗在跑）。在類比的影視裡，我們不知道怎麼去掉這些「不需要」或「多餘」的訊息；因此傳統的電影帶永遠是那麼一大卷（或更多）。但將影片數位化後，我們就可以透過數位處理的方式來去掉這些「不需要」或「多餘」的重覆訊息。

例如以 720×480 畫素點及每點 12 位元〔註六〕來掃描一張影片，每張得用 415 萬 (4.15×10^6) 位元來儲存它。要以 480i 來放映此一 DVD 影視，每秒至少得播放 30 畫面，因此

一部一小時半的電影，須用 0.67 兆 (0.67×10^{12}) 位元來儲存它。但是透過壓縮，我們可以將這 0.67 兆位元的影片資訊，輕輕鬆鬆地儲存到一個容量僅 376 億 (3.76×10^{10}) 位元的單層 DVD 上！

如果沒有壓縮，事實上播放也是一個問題。上面談到為了避免跳動，我們必須以每秒 30 畫面以上的速率來播放 415 萬位元的影片；也就是說，幾乎是每秒 1.24 億 (1.24×10^8) 位元的速率：13 倍 DVD 規格的最高速率，6 倍高畫質電視的最高規格速率，10~100 倍一般家庭的上網速率！當然，隨著技術不斷的飛速進展，這絕不是不能克服的。但因壓縮技術的發展，這不但不是不必要，而且我們現在就可享受到不須全部下載，就可在家中直接看網路影視了〔註七〕。

壓縮並不只用在數位影視上。大家所熟悉並成為許多人日常生活中不可或缺的 MP3 音樂，事實上也是透過壓縮來達成的：一片只能儲存十多首音樂的 CD 片，可儲存上百首的 MP3 音樂！

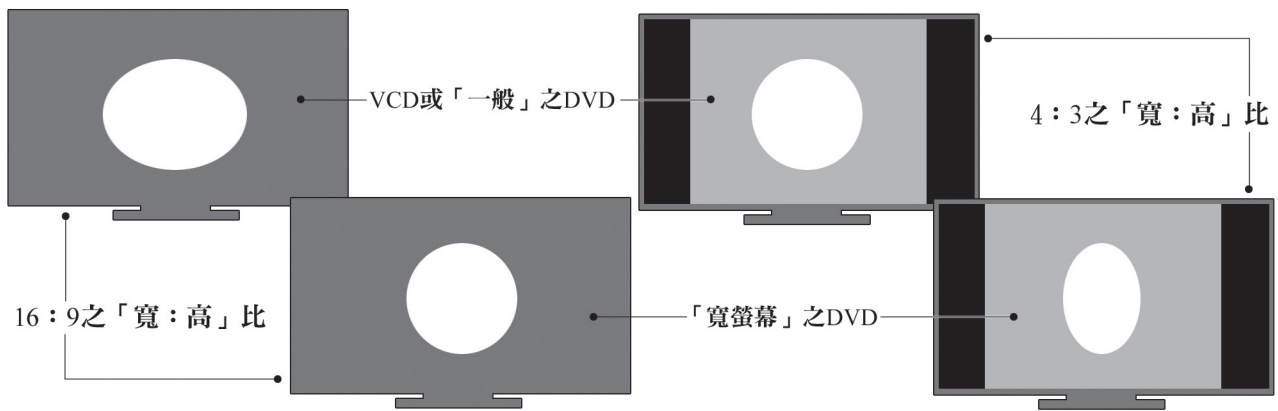
「敏感」的讀者或許立即想到：音樂也有「多餘」或「不必要」的成份嗎？其答案就看讀者怎麼想了：例如將音調強度增加一倍（可以用儀器量出來的），但人耳卻不是如此敏感。MP3 就是利用許多這種心理反應來「壓

縮」原來的數位訊息的。事實上在影視的壓縮上，我們也可以同樣地考慮人類大腦及眼睛對顏色的反應來達到更高之壓縮比的〔註六〕。這類壓縮均因此「失真」，某些追求完美的專家可能因此不屑聽 MP3 音樂，或看 DVD 電影！讀完此文後，讀者你呢？

無線數位電視的廣播

如果沒有壓縮，因為電台間頻寬的限制〔註四〕，無線數位電視的廣播將是不可能的（除非重新換廣播頻道及減少電台）！但在經過壓縮後，舊有之 6 百萬赫 (6 MHz) 的頻寬不但夠用，幾乎所有電台都已將多餘的頻寬拿來做其他節目的廣播。因此類比電台 S，在改用數位廣播後，均變成了 S-1、S-2、……等。很多高科技公司（如微軟及谷歌等）也都垂涎這些所謂多餘的「白色空間」(white spaces)，希望能拿來做其他的無線通訊之用。

我們在前面幾次提到了「數位傳播」，如果讀者誤以為它像網路一樣，直接傳播數位訊息，那就大錯特錯了！在無線通訊的應用上（電視廣播、衛星定位系統、電話手機等），訊息透過空間的傳達是脫離不了類比之電磁波的！在數位化前端之信息後，我們得用載波〔註四〕將它



一般數位電視機都可讓使用者調「寬:高」比。本應是圓形之事物可能因調錯觀賞比例而變形（未依實際比例繪製）。

們「調」(modulate)到不同之高頻率的廣播頻道上。台灣以前的無線類比電視廣播是採用美國之NTSC標準的(其頻寬為6MHz,見註四);但此次全面數位化後,則改採廣為歐洲國家所用之DVB-T標準(支持頻寬為6、7、及8MHz,採用上千的副載波),不同於美國之ATSC標準(喜歡到美國採購之讀者可得小心了)。

結論

黑白電視於1941年正式出現,彩色電視則遲至1953年才出籠;此後的半個世紀,除了電視機螢幕慢慢變大及變平外,電視的軟、硬體可以說是心靜如水,沒什麼大變化。高畫質數位電視的出現可以說是電視史上的一個大革命!在硬體上,以前之32吋陰極射線管電視是一般家庭中的「大」電視機;但在革命後,32吋的高畫質平面數位電視機已是屬於「小」電視機了!在軟體上,看過高畫質影視後,

你將毫無疑問地感嘆其影像之清晰與逼真!如此巨大的革命,我們所付出的代價卻是負的:1995年時索尼32吋陰極射線管電視機一台須850美元,現在其32吋的液晶平面高畫質電視一台只須350美元!

為了避免舊有影視被丟到垃圾筒的命運,高畫質數位電視機均配有調變影像寬與高之比的控制鈕。在收視4:3之電視廣播或看未註有「寬螢幕」之DVD時,我們如果使用寬螢幕來欣賞,則人物均將變胖——也許讀者不覺得怎樣,但筆者覺得有失「高畫質」之意境!同樣地,如果使用4:3之舊螢幕來欣賞寬螢幕之影視,則人物均將變修長——也許美女看起來將更加苗條標緻,但筆者卻同樣不能忍受那「錯誤的高畫質美」!你呢?🌀

註一:賴昭正,〈錯誤信息的偵測與修正〉,《科學月刊》,2009年3月。

註二:日本及歐洲分別於1991年及1994年,前後推出取代傳統電視之「高畫質」類比電視,均未成功。

註三:早在1939年美國國家廣播公司(NBC)就已在紐約市及洛杉磯,每週做兩小時的類比「高畫質」電視轉播。

註四:賴昭正,〈無線電頻道〉,《科學月刊》,1981年10月。

註五:賴昭正,〈日常生活中的物理與化學〉,《科學月刊》,2010年12月。

註六:由於人眼對亮度及色彩的敏感度不同,在掃描時工程師就已開始偷工減料:用8位元來描述亮度,4位元及0位元來描述色度。不偷工減料的話應是8:8:8,共24位元。

註七:筆者家中的上網速率每秒僅7百萬位元,已可欣賞網路中之高畫質影片了。

賴昭正:前清大化學系教授