

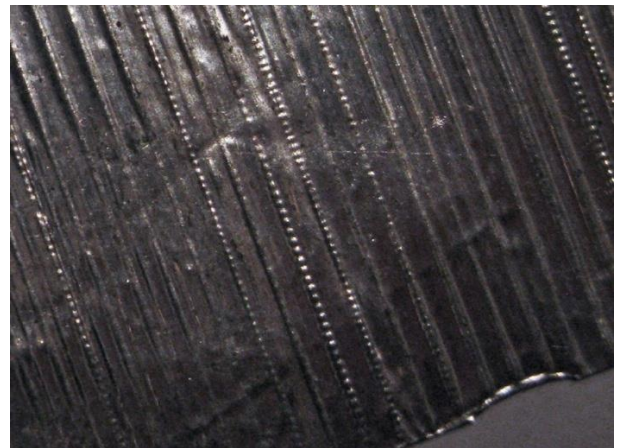
壹、【音樂的錄製與保存】

在短短的 150 年之間，人類對於保存聲音所實驗與創新的方法，是一個可敬的歷史，也讓現在的我們看到人類在科技上的努力與突破，並體會科技與生活的緊密關聯性

人類史上第一個可以把聲音記錄下來的機器是由法國人 Édouard-Léon Scott de Martinville 在 1859 年所發明的「Phonautograph」。這台 Phonautograph 可以把聲音畫到紙上，但沒辦法回播聲音。

一、第一台錄音器

在「Phonautograph」之後，發明大王湯瑪斯·愛迪生(Thomas Edison, 1847-1931)，利用了和 Scott 類似的想法(漏斗、振膜、筆狀物和紙)，於 1877 年做出了一台可錄音也可放音的機器，稱為「留聲機」(Phonograph)。這一台留聲機是用針刺在錫箔紙上面產生凹痕，所以當你把針劃過有凹痕的錫箔紙上，錫箔紙的凹痕就會震動針，帶動與針相連的振膜，再從漏斗處擴大聲音傳出來。但是因為錫箔紙錄音容易破裂，沒有辦法量產，因此後來他們把錄音媒材改成蠟，之後再改成塑膠，就成為我們常在懷舊電影中看到的留聲機了。



Tin Foil Recording (1877)

資料來源：

<https://www.muzik-online.com/tw/article/expert/wiwi/76905f12-a595-5548-c9d6-ac8782ee3318>

1889 年，德國人 Emile Berliner (1851-1929) 發明圓盤狀錄音，一直到現在，依然有愛好者偏好聆聽這一種圓盤狀錄音，我們可以這樣的唱盤說是人類歷史上被使用最久的錄音媒材了。

二、磁帶(卡式錄音帶)

到了 1960 年代，發明了八軌的磁帶(8-track tape)，可儲存八軌聲音，因為播放的卡式錄音機輕巧方便，比唱盤更有利的是它可以洗掉重錄，亦可自行拷貝，於是卡式錄音帶大量盛行，人人都可以自製錄音。此後又出現了迷你錄音卡帶 (compact cassette)，一直到 1990 年代都還有許多人在使用。

三、CD

1980 年，Philips 與 Sony 公司發明了雷射唱片，也就是 compact disc，音樂從此進入用數字來保存的時代。1994 年，又一新的發明~MP3 (MPEG Audio Layer III) 檔案格式來儲存音樂，MP3 將聲音檔案壓縮到原來大小約 12 分之 1，節省更多的儲存空間。

MP3 技術的引進，刺激了一連串娛樂企業與小規模企業家間的激烈鬥爭。1997 年，麥克·羅伯森成立一家名為 MP3.com 的公司，他一開始提供 3000 首歌免費讓大家在網路下載。到了 2000 年，MP3.com 成為全球資訊網(World Wide Web)有史以來最成功的音樂網站，有超過一千萬名註冊會員。就像數位取樣一般，這種新的傳播音樂素材方式，引發了許多棘手的法律問題，其中主要是版權問題。

資料來源：

<https://www.muzik-online.com/tw/article/expert/wiwi/0dfd503e-c1d4-e059-ccb3-54cc02cd962e>

<http://www.lccnet.com.tw/commercial/e-paper/teacher-lecture-first.html>

貳、數位樂器

常見的 keyboard、以及 iPhone 或者是 iPad 上面的音樂軟體都是怎麼發出聲音的呢？為什麼有些電子樂器的聲音，可以聽起來這麼像真實或那麼多的變化？

以數位鋼琴為例，琴身並沒有琴槌與琴弦，那是如何發出真的鋼琴聲音呢？

數位鋼琴的聲音製作是由鋼琴家，在一台高級鋼琴的每一個鍵彈奏一次(保持同樣的力度與音量來彈奏)，並同時透過麥克風收音，錄下來儲存成音樂檔案。因為鋼琴總共有 88 個鍵，所以他要彈 88 次，得到 88 個音樂檔案。再把剛剛錄下來的音樂檔案存到數位鋼琴裡面。當按下每個琴鍵時，就播放對應的聲音檔案，這時就可發出鋼琴聲音了。這是數位鋼琴基本的聲音源，但是若在音量的處理上僅以調整總音量大小的方式來運作，就無法呈現聲音力度的真實差異性，因此有一些低階的數位樂器聽起來會很不自然。若是要求較真實的聲音，就必須在錄製時將每一個鍵從弱到強按下不同力度共 20 次，分別錄下來儲存成音樂檔案。再把這 20(不同力度)x88(鍵)=1760 個音樂檔案全部的檔案存到數位鋼琴裡，當演奏者表現不同的按鍵的力度，就播放對應的聲音檔案，這時就可發出更真實的鋼琴聲音了。

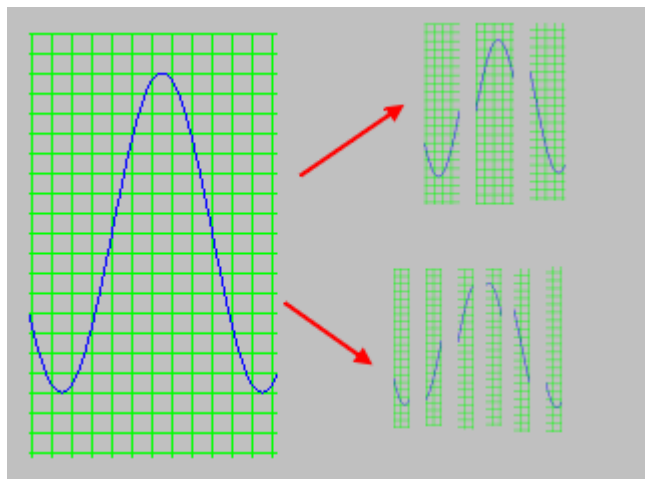
我們把每個琴鍵所儲存的音樂檔案數量分為「取樣層次」或「力度層次」，理論上取樣層次越高，就越能完整表現真實樂器的各種力度變化。若想要做出超級擬真的鋼琴音色的話，還須考慮更多鋼琴的其他的情況，例如：鋼琴有右踏板和左踏板，踩或者是不踩的差異；真實的鋼琴踏板在踩放之間都會有雜音，採放速度的不同則雜音也會不同；鋼琴琴蓋可全開、半開、或者是不開……。

參、數位錄音

近幾年來，人們最常使用的保存聲音方式就是「聲音檔案」(Audio File)，我們在網路上聽到的所有聲音，例如 YouTube 影片的聲音部分，都是使用某種聲音檔案格式來儲存的。

我們所聽到的音樂(或聲音)在物理上稱為聲波，簡單來說，用數位訊號記載聲波訊息的這個過程，稱為數位取樣。

取樣頻率(sample rate)



所謂取樣頻率，指的是在一秒之中對聲波做記錄的次數，也就是將一秒鐘的聲波分割成幾個點來加以數位化，換句話說，也就是一秒鐘要取樣的次數。如：CD 音質的取樣頻率是 44.1KHz，也就是每秒鐘記錄 441000 次。這數字看起來很大，但因人類的聽力極限約為 20KHz，也就是只要超過人耳能分辨的極限，聲音聽起來就很自然了，而聲音播出時的品質常常只能達到取樣頻率的一半，所以用 44.1KHz 的頻率作為 CD 音樂取樣率的標準就可以。當然取樣頻率越高，所記錄下來的音質就越清晰，而越高的取樣所記錄下來的檔案也就越大，如 DVD 的標準是 96KHz，聲音播放時會較 CD 更為細膩。

肆、各種儲存聲音的檔案格式：

雖然處理聲音的原理相同，但不同公司研發出的檔案格式不相同，因此從各處取得的聲音檔有時需要加以轉換，列舉幾種常見的聲波檔格式：

聲音檔格式	代表廠商
.WAV	Microsoft
.au 或 .snd	Sun 與 NeXT
.voc	Ad Lib/Creative Labs 聲霸卡
.aiff	Apple/Silicon Graphics(SGI)
.afc	Apple
.iff	Amiga
.mat	Matlab

聲音檔壓縮格式

在個人電腦上最常用的數位音效(digital audio file)格式 .WAV 檔，就是記錄聲波依照時間演變時振幅的大小。WAV 檔可以當成物件使用在各種文件中，Word, Excel, Power Point 中都可以插入聲音檔物件。

聲音壓縮之後，聲音的品質，除了由壓縮的方式決定之外，往往以位元傳輸率來表達其所展現出的品質，位元傳輸率是指資料流中每秒的資訊量，例如音訊檔可能為「128 Kbps MP3」或「64 Kbps WMA」。Kbps 是「kilobytes per second」(每秒千位元組)的縮寫，所以數字愈大表示資料愈多，佔用的空間也越大。

雖然這兩個檔案的資料量不同，但是聽起來卻大致相同。為什麼？這是因為有些檔案格式使用資料的壓縮效率高於其他檔案格式，因此 64 Kbps WMA 音效檔的音效品質和 128 Kbps MP3 音效檔的音效品質是差不多的。一般來說，位元傳輸率愈高，資訊量就愈多，因此資訊解碼也愈費力，檔案需要的空間也愈多。

參考資料

<http://www.ait.org.tw/infousa/zhtw/PUBS/AmPopMusic/technology.html>

<https://www.muzik-online.com/tw/article/expert/wiwi/7facc764-0d78-2dc5-a0fb-aede4627932a>

<http://youtu.be/345o3Wu95Qo>

<https://www.muzik-online.com/tw/article/expert/wiwi/f7dfb74c-8a88-6435-8548-5cbf46bd3904>

<http://dict.revised.moe.edu.tw/cgi-bin/newDict/dict.sh?cond=%BC%D6%BE%B9&pieceLen=50&fld=1&cat=&ukey=-1579106000&serial=4&recNo=20&op=f&imgFont=1>

<http://youtu.be/HkFhjQRelmQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=JAtxHQEGreM>

<http://youtu.be/sFJ4GAbKDVk>

<https://www.muzik-online.com/tw/article/expert/wiwi/76905f12-a595-5548-c9d6-ac8782ee3318>

<http://youtu.be/g3qPT30LejM>

<https://www.muzik-online.com/tw/article/expert/wiwi/0dfd503e-c1d4-e059-ccb3-54cc02cd962e>

<http://www.lccnet.com.tw/commercial/e-paper/teacher-lecture-first.html>