

# 點對點 MP3 音樂傳輸之即時偵測技術

劉志俊 黃郁軒 徐維忻 徐志慧  
中華大學資訊工程學系  
ccliu@chu.edu.tw

## 摘要

近年來隨著 MP3 的誕生趨勢，許多 P2P 平台紛紛崛起，也促進新型數位音樂產業的誕生。像是 Apple 推出的 iPod 風靡全球，但是在這些成功的背後卻隱含相當大的危機-非法 MP3 數位音樂下載氾濫。即使近年來出現了像是 iTunes 這樣的合法付費線上音樂商店，還是一樣無法保證能夠削減非法數位音樂問題的嚴重性。本論文即是針對 MP3 這種利於傳輸的數位音樂格式，如何進行線上即時傳輸偵測的相關技術加以探討，並提出抑制非法 MP3 的流竄來貫徹智慧財產權的理念。在本文中我們提出一套 MP3 音樂下載之偵測系統，藉由網路封包的攔截以及解碼，進而擷取其 MP3 特徵值加以辨識，希望此技術能夠抑制網路上 P2P 非法傳輸的不良風氣。

**關鍵詞：**MP3、數位音樂傳輸偵測 sniffer、MP3 特徵值、MPEG-7

## Abstract

As MP3 is getting more popular, more P2P services have been emerging on the internet recently. It has been sending shock waves through the music industry as well. For example, Apple iPod has initiated a revolution in the music industry by redefining the portable music experience. However, beyond its success, large amounts of cost were paid for the unauthorized digital audio spreading. In recent years, this problem is getting worse due to the easy download facility provided by the P2P systems. In this paper we try to provide certain techniques to solve this problem. First, packet capturing technique is applied to detect possible MP3 transferring among the P2P systems. Then, based on the MP3 features, the identity of the MP3 songs are recognized and the information about the possible unauthorized MP3 delivery is logged.

**Keywords:** MP3, sniffer, MP3 Feature, MPEG-7

## 1. 序論

近年來 P2P 檔案傳輸平台在網際網路上廣泛流行（如：eDonkey、ezPeer、Kuro 等），在此平台上，MP3 數位音樂藉由 MP3 檔案高壓縮、高音質的優點進行傳播。P2P 看似完美的檔案傳播技術，卻嚴重影響音樂市場平衡。2005 年，國內正版唱片銷售

量早已萎縮不到 1997 年的四分之一，即使唱片業者以及 IFPI（國際唱片交流基金會）試圖以法律途徑給予制止，但在網路等技術突飛猛進，加上業者惡意遊走法律邊緣，治標不治本的衝擊下，是否能找到一個因應的對策來制衡現狀？

大多人對於數位音樂版權觀念尚未深植，往往必須調派大量人力搜索，費時費力效果又不彰，而目前國內 P2P 業者所提供的平台，在檔案分享交換時並不能判斷 MP3 音樂檔案是否為已授權之 MP3，況且國內相關法令並不完善，加上付費型態音樂網站在台灣並不普及，因此網路上到處充斥非法 MP3。為了挽救急速萎縮的音樂市場，我們在本文中提出一種點對點 MP3 音樂傳輸之即時偵測技術，此技術主要分成三大部分：第一部分是針對目前 P2P 平台進行反工程瞭解其通訊協定，依此協定在傳輸時攔截其封包，攔截到一定程度進行還原成 MP3 檔案，並紀錄傳輸者與接收者的 IP 位址。第二部份是針對攔截到 MP3 進行擷取其 MDCT 係數，並且依照國際規範 MPEG-7 的音效描述子進行運算獲得特徵值。最後我們將特徵值與現存資料庫所記錄的 MP3 特徵值加以比對，並紀錄雙方 IP 以及所傳輸歌曲，當作而後採取法律依據。我們亦完成此系統之實作，並對實際運作狀況進一步進行實驗說明。

## 2. 系統架構

本節我們分別對系統架構的三項主要技術進行說明：分別是網路 P2P 攔截封包技術、MP3 特徵值之研究、以及 MP3 資料庫與非法傳播的確認及記錄。其系統流程以活動圖（Activity diagram）說明如下：

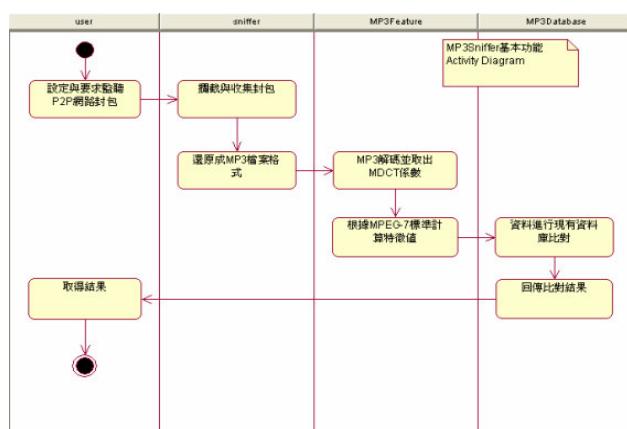


圖 1 系統流程之活動圖 (Activity diagram)

圖 1 主要說明使用者與系統之互動流程：首先使用者將要求 sniffer 模組監聽並攔截收集 P2P 封包，而 sniffer 模組將收集定量的封包以串流方式轉成 MP3 檔案並交由 MP3Feature 模組擷取特徵值，擷取到的特徵值再交由 MP3database 模組進行收搜尋比對，最後再將此比對結果傳出並記錄之。

## 2.1 網路 P2P 攔截封包技術

我們以往曾對 ftp 提出 MP3 下載偵測技術[5]，而本文主要是針對網路上 P2P 平台的非法 MP3 傳輸偵測進行探討，而網路封包的攔截與分析就成為了首當其衝的主要關鍵。由於我們的作業環境是 Microsoft Windows 下，因此我們選擇了開放函式庫 Winpcap 來進行攔截與分析的工作，藉由這個函式庫直接對網路卡進行控制的權力，獲取網路卡所接收到的原始資料進行分析。當我們從網路上攔截到一個封包之後，便分析此封包是否為經由 P2P 平台所傳送的 MP3 的封包。目前網路上的架構如圖 2 所示，而 P2P 平台就是在應用層此層結構上運作：

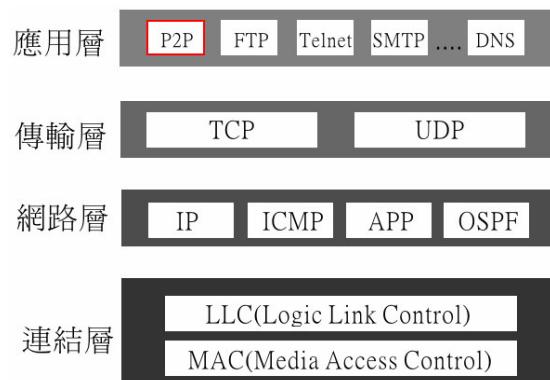


圖 2 TCP/IP 的封包種類及結構

Analyzer 是一個 Network Sniffer 自由軟體 (<http://analyzer.polito.it/>)。其封包捕捉技術核心來自於 Winpcap。圖 3 為使用 Analyzer 捕捉 P2P 平台封包後的結果，將捕捉到的封包進行解析，以便破解其通訊協定，圖 3 中框出來的部份就是待反向工程解析之 P2P MP3 封包資料格式。

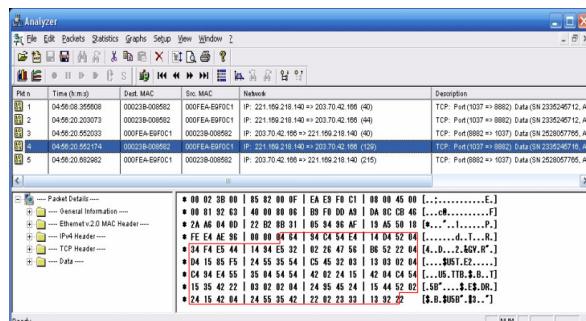


圖 3 以 Analyzer 捕捉 MP3 P2P 平台封包範例

而經過反工程封包解析研究，我們發現 P2P 平台的運作流程可以分為以下幾個步驟：

步驟 1. 用戶端登入 P2P 平台伺服器端：此步驟為用戶開啟 P2P 平台後登入至 P2P 平台伺服器的動作。

步驟 2. 搜尋曲目以及取得目錄列表：此步驟用戶端登入 P2P 平台後，經由 P2P 平台用戶端介面搜尋歌曲，並將欲搜尋之歌曲送至伺服器查詢，然後伺服器將查詢結果回傳至客戶端，並由用戶單介面顯示分享歌曲列表。

步驟 3. 與分享者建立連線並傳送檔案：此步驟用戶端由第二步驟取得的分享曲目列表，並選取欲下載的檔案，選取後可從 P2P 平台伺服器獲得分享者的位址與檔案路徑，接著與分享者建立連線並開始下載檔案。

圖 4 為 P2P 平台之 Peer 端與 Server 端連線時之循序圖 (sequence diagram)。而在每一階段其傳送封包格式說明如下：

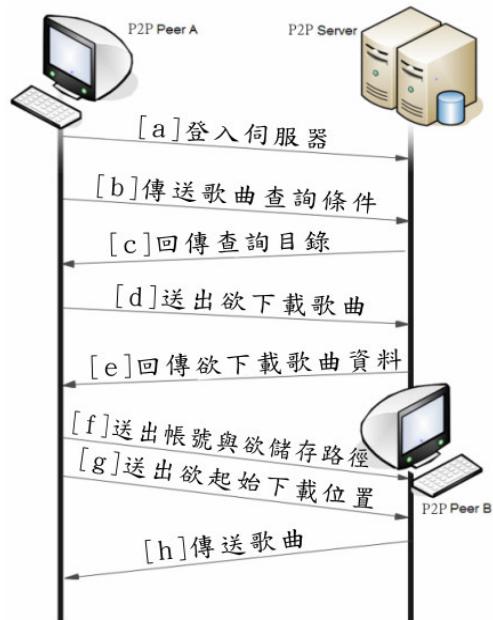


圖 4 P2P 平台運作分析 sequence diagram

(a) Peer 端與伺服器建立連線進行登入認證，其封包格式如下：

0	帳 號	20	密 碼	20	PORT	20	版 本	20	31	2
---	--------	----	--------	----	------	----	--------	----	----	---

(b) Peer 端向 Server 送出歌曲搜尋字串，其封包格式如下：

0	FILENAME	20	CONTAINS	20	搜尋 字串	20
---	----------	----	----------	----	----------	----

MAX_RESULTS	20	100	LINESPEED	20
"AT LEAST"	20	30	BITRATE	20
20	"319"	2		

(c) Server 回傳分享目錄，封包格式如下：

93 00 0C 90 4	歌曲路徑	20	驗證碼	20	檔案大小
20	壓縮比	20	音訊頻率	20	未知
20	分享者帳號	20	未知	20	未知
20	未知	20	未知	3	

(d) 跟伺服器要求欲下載的檔案之資料，封包格式如下：

6	檔案驗證碼	20	檔案大小(未完整)	3
---	-------	----	-----------	---

(e) Server 回傳欲下載檔案之資料，封包格式如下：

CE 00 0D 80 0	分享者帳號	未知	PORT	分享者分享的 檔案路徑
檔案驗證 碼	檔案大小	31	3	

(f) 向分享者送出使用者帳號與儲存路徑，封包格式如下：

30 B0	未知	使用者帳號	20	檔案儲存路徑
-------	----	-------	----	--------

(g) 向分享者送出下載啟始位元，封包格式如下：

50 B0	未知	30	20	起始位元	20	31	3
-------	----	----	----	------	----	----	---

(h) 分享者開始傳送 MP3 歌曲，封包格式如下：

40 B0	08 04 ?	資料啟 始位置	20	未知	20	MP3 資料
-------	---------	------------	----	----	----	-----------

程式一開始會把網路卡設定為「錯亂模式」(promiscuous mode)，進入錯亂模式後的網路卡不會像平常一般模式時只接收傳送給它的封包，而會接受網路上所有通過此網路節點的封包。如此一來程式便可以監聽並攔截通過該網路區域之所有封包。封包攔下之後將依照 Ethernet、TCP/IP 協定將封包上的標頭部分與實際傳送的資料部份做分析。傳送封包與接受封包的 IP 與 PORT 將會從標頭部分解析出來。接下來必須對資料部分作第二層的解析，檢查其中是否有標頭代表 P2P 平台自訂的指令格式。一旦發現其中含有 P2P 平台的標頭，便對該連線進行鎖定，在鎖定連線後將對該連線之後的封包進行擷取，並且檢查其中是否含有 MP3 檔案，若發現為 MP3 檔案便進行封包存取。此外，藉由核心路由器所普遍提供的埠鏡射(port mirroring)功能，亦可取得通過此路由器之所有封包。

## 2.2 MP3 特徵值計算與歌曲身分鑑別技術

MP3 是由 MPEG ( Motion Picture Experts Group )組織所制定的多媒體影音標準[1]。在 MPEG 1 的 Audio 標準中分為三層，分別是 Layer 1、Layer 2、以及 Layer 3，其中以 Layer 3 的壓縮比最高。而 MP3 利用人耳聽覺模型 ( Psychoacoustic Model )，頻率軸(Frequency Domain)的遮罩效應以及時間軸 (Time Domain)遮罩效應達到降低資料量，也是 MP3 最成功的地方。MP3 的格式分成 Header、CRC 碼、Side Information 以及 Main data，如圖 5 所示：



圖 5 MPEG 1/Audio Layer 3 格式

一般來說，MP3 資料是放置於 Main data 區，以霍夫曼編碼進行壓縮。由於我們之前提到的利用聽覺遮蔽來降低資料量，所以 MP3 編碼較為複雜。圖 6 為 MP3 編碼流程。MP3 音訊的最小位元流單位稱為一個框架，進行 MP3 編碼時，首先將 1152 個聲音取樣，16 位元 PCM，經由濾波器組(filter bank)分析，切割成等寬的 32 個子頻帶訊號(subband signals)，此時訊號也同時傳入人體聽覺模型 (Psychoacoustic Model) 中，這個模組會決定資料中有那些資料是因為人耳聽不到，而不需要被記載的。

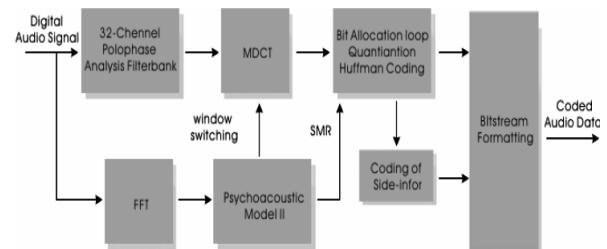


圖 6 MPEG-1/Audio Layer-3 編碼流程圖[1]

接著便將資訊傳至位元/雜訊配置模組(Bit/Noise Allocation)。而此模組會根據聽覺心理模型所傳來的資訊及濾波器組所分出的 32 個子帶訊號，做適當的資料配置及量化。接著透過改良式離散餘弦轉換 (MDCT，Modified Discrete Cosine Transform)，將每個子頻帶再細分至 18 個次頻帶，並根據聽覺心理模型 (Psychoacoustic Model)，對每個頻帶進行編碼，最後將編碼結果輸出為標準的 MPEG-1 編碼格式。而解碼只不過是編碼的逆向動作，而我們就是擷取解碼時輸出 576 維 MDCT 係數，如圖 7 所示。

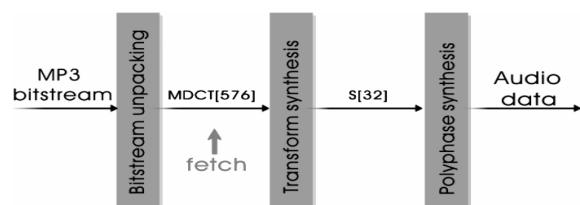


圖 7 MPEG-1/ Audio Layer-3 解碼流程圖[1]

取得 MDCT 係數後，由於 576 維的係數解析度已經夠高，本身其實已經可以當作 MP3 特徵值的依據。不過若是能降低其維度並保留原有的代表度，會讓整個鑑別技術更有效而可靠。所以我們使用 MPEG-7 定義的特徵值描述子加以計算 [4]。而根據國際規範 MPEG-7 的音效描述子可得到 24 條計算公式，其中除了平均頻譜通量不採用外，其他均採用並進行運算。不用平均頻譜通量的原因是因為它的資訊已經包含在總平均頻譜通量之中，加上該公式是屬於高維度特徵值，有違背降低維度目的，故不採用。

雖然有了 23 組 MPEG-7 音訊特徵值，並不表示這就可以直接拿來當作一首歌的特徵值，我們希望一首歌的特徵值必須滿足下列條件：

1.強固度：樣本在不同條件編碼（如：不同位元率、不同編碼器、有雜訊干擾之時）影響下能維持住原有的識別性。

2.識別度：不同樣本之間，當樣本增加時仍能成功辨識出來。

我們需特別注意的是，代表度並不等於識別度或是強固度，然而若是識別度高但強固度低，那對於辨識一樣是毫無幫助，所以我們針對這 23 組 MPEG-7 特徵值進行剖析，並依照強固度，識別度，分別進行實驗與分析。

## 2.2.1 位元速率問題

所謂的位元速率(Bit Rate)，就是每秒的資料量，單位是 bps(bit per sec)，而就以固定位元速率 CBR 來說。一般我們常見的 MP3 編碼大概多為 128kbps、192kbps。當然也偶而發現 256 kbps 以上的高位元速率，不過若是以一般流行音樂來說，其實 128 kbps 到 192 kbps 就已經相當接近 CD 品質了。本文我們針對幾種常見位元速率來進行 MPEG-7 強固度比較實驗。這個實驗我們做出三個假設：

1.由於大多 MP3 取樣頻率為 44.1kHz，所有的樣本皆固定為 44.1kHz。

2.P2P 分享的 MP3 大多為 192 kbps，而低於 96 kbps 的編碼將不予考慮，理由是音質太差。

3.鑑於大多網路分享的 MP3 為 192 kbps，192 kbps 將設定成標準比較參考樣本。

我們將針對資料庫中樣本 167 歌曲進行兩兩組合運算(14028 組合)，資料庫中皆以 192 kbps，取樣頻率為 44.1kHz，將所有不同歌曲之 MPEG-7 特徵值以歐基里德距離公式計算兩兩差距，統計結果

於表 1 所示。

表 1 167 首相異歌曲 MPEG-7 描述子差距統計表

	平均	最大值	最小值
平均頻譜質量中心	32.82462177	200.9394873	0.000000
平均頻譜偏斜	0.51431180	2.68161508	0.000000
總平均頻譜通量	0.00007854	0.00030083	0.000000
平均非零頻譜通量	0.00000000	0.00000000	0.000000
平均均方根	0.00000000	0.00000000	0.000000
平均特徵變動量	0.00013840	0.00102217	0.000000
平均負能量比	0.00000000	0.00000000	0.000000
平均絕對能量強度	0.05582283	2.12949889	0.000000
平均絕對能量	0.60413096	3.15191115	0.000000
平均低能量比	2.55516791	9.83142315	0.000000
平均中能量比	0.12799597	0.57951692	0.000000
平均高能量比	1.36146637	15.47655532	0.000000
平均能量序列	0.00000000	0.00000000	0.000000
平均低能量框架比	10.36983177	348.0000000	0.000000
平均靜音比	0.09094215	0.45987379	0.000000
平均頻寬	2.11997539	9.32483818	0.000000
平均頻率	15.95875473	71.11241167	0.000000
平均最大能量頻率	0.05537895	0.24358761	0.000000
平均低頻能量比	0.10904453	0.51239199	0.000000
平均中低頻能量比	0.15506759	0.60635443	0.000000
平均中頻能量比	0.10545215	0.53833401	0.000000
平均中高頻能量比	0.08850914	0.61958879	0.000000
平均高頻能量比	0.19231992	0.87797320	0.000000
平均差距	2.92560917	29.00376889	0.000000

首先我們可以得到一項資訊，所有的單一 MPEG-7 特徵值在樣本數提高時會有同值的可能。為了降低一個特徵值卻找到 2 首歌以上的機率，對於差異門檻值 (threshold) 的選取也將要特別的小心。

表 2 相異位元速率之 MPEG-7 描述子差距統計表

	192->256	192->128	192->96
平均頻譜質量中心	0.84022926	1.07292468	4.04211928
平均頻譜偏斜	0.00325724	0.02282654	0.00752290
總平均頻譜通量	0.00000117	0.00002599	0.00000630
平均非零頻譜通量	0.00000000	0.00000000	0.00000000
平均均方根	0.00000000	0.00000000	0.00000000
平均特徵變動量	0.00000347	0.00000379	0.00000211
平均負能量比	0.00000000	0.00000000	0.00000000
平均絕對能量強度	0.00005089	0.00275373	0.00013416
平均絕對能量	0.00382283	0.02678538	0.00900094
平均低能量比	0.04264087	0.11210098	0.13431404
平均中能量比	0.00951384	0.03318629	0.02776553
平均高能量比	0.01074636	0.04961683	0.06949020
平均能量序列	0.00000000	0.00000000	0.00000000
平均低能量框架比	0.30000000	0.80000000	1.70000000
平均靜音比	0.00386849	0.01615226	0.01972982
平均頻寬	0.00550167	0.10733850	0.01081637
平均頻率	5.84121321	6.28211490	19.7025155
平均最大能量頻率	0.00014372	0.00280394	0.00028255
平均低頻能量比	0.00426775	0.00401429	0.00139736
平均中低頻能量比	0.00263882	0.00375782	0.00520520
平均中頻能量比	0.00174519	0.00460004	0.00376639
平均中高頻能量比	0.00090106	0.00398031	0.00233307
平均高頻能量比	0.00357968	0.00574438	0.01190307
平均差距	0.30757067	0.37177090	1.11949151

我們以 TANK Fighting 生存之道一共 10 首歌

進行實驗將每一首歌壓成 96、128、192、256 四種不同 Bit Rate，並以 192 kpbs 為基準計算差距，經過實驗，我們可以由表 2 得到結果；其中 192->256 是指將 10 首 192kpbs 與 10 首 256kpbs，相同歌曲作歐基里德距離公式計算差距後得 10 首歌(192->256)的差距，再將各 MPEG-7 描述子給予平均，其他以此類推。

我們統計這 10 歌，在與表 1 比較，選取時，表 2 的 MPEG-7 描述子“至少”也要比平均低，最佳理想時是應該要比最小值小，但由於樣本集合的提升會造成重複機率提高導致值為 0，所以挑選原則可由上列描述剔除平均非零頻譜通量、平均均方根、平均能量序列以及平均負能量比。

此外，我們亦進行 6000 首 MP3 歌曲辨識特性的深入研究，結果另文詳述。

### 2.2.2 不同壓縮軟體問題

現在無論是市售音樂壓縮軟體或是免費音樂壓縮軟體，其中最為著名大概就是開放軟體 Lame(Ain't an MP3 Encode)。由於 Lame 為免費的 MP3 編碼器也被公認為最佳的編碼器，而我們實驗所使用的幾家主流 MP3 編碼器也大多是繼承 Lame 進行修改與包裝。

同樣的我們一貫維持位元速率 192 kpbs，取樣頻率為 44.1 kHz，針對專輯 TANK Fighting 生存之道進行實驗，並將不同壓縮軟體壓出的 10 首歌，相同歌曲進行歐基里德距離公式計算 19 組 MPEG-7 描述子差距，並且再給予平均，結果於表 3 所示。

表 3 不同編碼器之 MPEG-7 描述子差距統計表

	相異壓縮軟體之總平均差距	資料庫平均值	變異百分比
平均頻譜質量中心	0.0268783	32.8246218	0.08%
平均頻譜偏斜	0.0001598	0.5143118	0.03%
總平均頻譜通量	0.0000009	0.0000785	1.16%
平均特徵變動量	0.0000002	0.0001384	0.17%
平均絕對能量強度	0.0000227	0.0558228	0.04%
平均絕對能量	0.0002215	0.6041310	0.04%
平均低能量比	0.0034257	2.5551679	0.13%
平均中能量比	0.0048507	0.1279960	3.79%
平均高能量比	0.0020643	1.3614664	0.15%
平均低能量框架比	0.0000000	10.3698318	0.00%
平均靜音比	0.0005139	0.0909426	0.57%
平均頻寬	0.0013221	2.1199754	0.06%
平均頻率	0.1161225	15.958755	0.73%
平均最大能量之頻率	0.0000345	0.0553790	0.06%
平均低頻能量比	0.0000389	0.1090445	0.04%
平均中低頻能量比	0.0000798	0.1550676	0.05%
平均中頻能量比	0.0001301	0.1054522	0.12%
平均中高頻能量比	0.0001235	0.0885091	0.14%
平均高頻能量比	0.0001136	0.1923199	0.06%
平均	0.0021103	2.7117146	0.08%

最後我們獲得變異百分比約為 0.08%，可以說是穩固性相當強。再來對於同一首歌我們會希望他

的變異百分比要愈低愈好，然而我們卻發現的平均中能量比在此實驗的變異百分比卻高於其他MPEG-7 描述子，所以最後決定再剔除平均中能量比，所以最後獲得 18 組 MPEG-7 描述子。

### 2.2.3 MP3 識別度問題

目前我們已經選取出 18 組 MPEG-7 描述子，而依照之前實驗可知，在任何情況下，這些 MPEG-7 描述子有一定的強固度。而下一步的工作是，這些描述子是否能如我們所願的準確的在大量的樣本中挑出正確的答案，我們也在之前實驗可得到，即使是相同樂曲的 MP3，在不同的 MP3 編碼器多少略有差異，那麼門檻值到底該設多少就是一個很難的問題。由之前兩項實驗可知，不同位元速率相同歌曲差異平均在 0.59961103 左右，而不同壓縮軟體相同歌曲差異平均在 0.00211022，在這區段間我們期望找到最佳解使得找到樣本數唯一，但不能為空集合，在此我們針對該區間進行實驗。

由圖 8 可以知道，當愈近  $0.00211022$  命中率故然會提升，但因為不同壓縮問題導致值過小時無法正確命重，但大致上命中率已經可以到達 85% 之上，所以我們選擇第一次達到命中率最高峰的  $0.06186030$  為門檻值，再者。

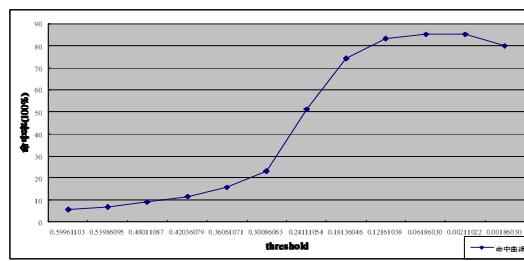


圖 8 命中率與門檻值關係

## 2.3 MP3 資料庫

MP3 歌曲基本資料來源和搜尋主要來自 ISRC- 國際標國際錄音錄影資料代碼，因為 MP3 特徵值是由歌曲所擷取出來的，而歌曲需要一個特別的編號來代表，與其自己編號，不如用國家標準比較有可信度。ISRC 編號為錄音錄影資料，如同 ISBN 為圖書編號一樣，可以協助資訊交換、管理和傳播，更重要的是保護者著作人的智慧財產權。MP3 資料庫之類別圖如圖 9 表示。

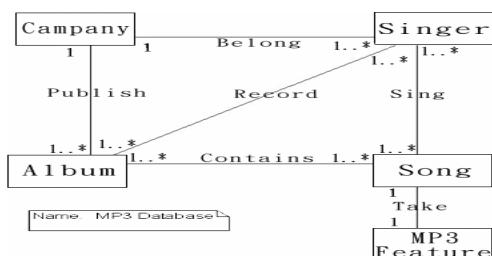


圖 9 資料庫類別圖

### 3. 實作

#### 3.1 實作環境

本次專題使用 Microsoft Visual Studio 2005 C# 語言實作，並使用 Microsoft SQL Server 2005 進行 MP3 特徵值資料庫之儲存。

#### 3.2 執行狀況

我們說明系統實際執行狀況，主畫面如圖 10 所示，不過使用前必須注意先設定網路卡、MP3 解碼資料夾位置以及 amp11 所在位置。設定完成後就可以開始監聽 P2P 封包，封包監聽器常駐程式啟動畫面如圖 11 所示。



圖 10 系統主畫面



圖 11 封包監聽器常駐程式畫面

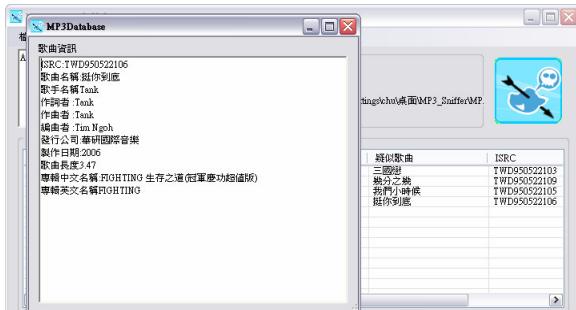


圖 12 顯示疑似非法傳輸的歌曲詳細資訊

監聽到的 MP3 檔案經過擷取特徵值以及相似度比對後，其資訊將顯示於主畫面正下方，由於本系統辨識是以相似度最高作為選取目標。而實驗證明相同 MP3 訊號訊雜比(SNR)大於 26 時 precision rate 皆等於 100%，網路流竄的 MP3 訊雜比幾乎都遠高於 26 以上，所以在一般情況下 precision rate 會等於

recall rate。本系統可以針對監聽到的 MP3 檔案作進一步的了解。如圖 12 所示。

#### 4. 展望

本文之研究成果不但有學術上的價值，更具有宣導數位音樂智權之正面的實質意義，而我們也將預期下列幾項因這項研究所帶來的衝擊。

##### 一、嚇止不法 P2P 業者

台灣目前對於相關法律還是相當不完備，而眾家 P2P 業者也藉由法律漏洞，向消費者收取費用，從中賺取暴利，如此嚴重的罪行，不該把責任推給消費者，也不應該變向誤導民眾使用，藉由這次系統開發，必能減少非法使用者。

##### 二、有效提升音樂產業

隨著 MP3 非法交換，台灣音樂產業逐漸落沒，可預知未來音樂市場的窘景。這樣情況若是不加以改善，以後好歌沒人在唱，民眾再也沒有耳福，這是一個雙輸的局面，所以希望藉由這次研究挽救音樂產業，促進音樂市場產值，重新帶給新位市場新的風貌。

##### 三、有效抑制校園 MP3 非法下載風氣

鑑於「成大 MP3 事件」，影響所及不僅僅是幾位學生的過失，甚至是整體學校的校譽影響，所帶來的衝擊不容小覷，學校應該正視這樣的品德教育問題，相信在此項的研究下，並會帶來更多的相關研究朝此方向前進，並發展一套對於校園非法 MP3 下載系統，有效阻止非法下載流入校園。

#### 參考文獻

- [1] ISO/IEC 11172-3, "Information Technology : Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media at up to about 1.5 Mbit/s, Part 3: Audio," 1993.
- [2] Chih-Chin Liu and Chuan-Sung Huang, "A Singer Identification Technique for Content-Based Classification of MP3 Music Objects," in Proc. of the ACM Intl. Conf. on Information and Knowledge Management (CIKM 2002), pp.438-445, 2002, McLean,VA, USA.
- [3] Joyce Van de Vugte, "Fundamentals of digital signal processing," 2002.
- [4] ISO/IEC 15938-4, "Information Technology - Multimedia Content Description Interface , Part 4: Audio," July. 2002.
- [5] 劉志俊、吳智偉、鄭煒平、許肇凌, "MP3 Sniffer: MP3 音樂非法傳輸偵測系統的設計與實作," Communications of IICM, Vol. 7, No. 1, 2004.
- [6] 劉謙易、歐陽儒、江彥志、林秋旺、劉志俊, "點對點 MP3 音樂分享系統歌曲傳輸之偵測技術, "第三屆數位典藏技術研討會, 2004.
- [7] 游弘明、劉志俊, "以哼唱方式查詢 MP3 音樂資料庫," 中華民國九十年全國計算機會議, 2001.