

資工系實務專題研究計畫成果報告

《MP3 和弦自動辨識》

專題編號：099CSIE-S001

執行期限：98 年 1 學期至 99 年 1 學期

指導教授：楊士萱 教授

專題計劃參與人員：郭佩盈、胡毓丞、江嘉哲

一、中文摘要

網路上流傳很多伴奏歌曲，若想自行學習自彈自唱，則該曲和弦資訊就要有一定的認知。

本專題核心為音訊分析處理。利用 MP3 〈MPEG-1 Audio Layer 3〉解碼過程中已存在的 MDCT 〈Modified Discrete Cosine Transform〉係數，當作音樂特徵值 〈Audio Descriptor〉，將樂音之基頻與泛音結構所對應的 MDCT 子頻帶進行能量運算，最後套用和弦基本模型，判斷所屬的和弦家族。成功的辨識出常用的三和弦種類，並且能讓使用者自行套入歌詞，系統自動判別每一句歌詞所對應的和弦，供使用者自彈自唱之需求。

關鍵詞：

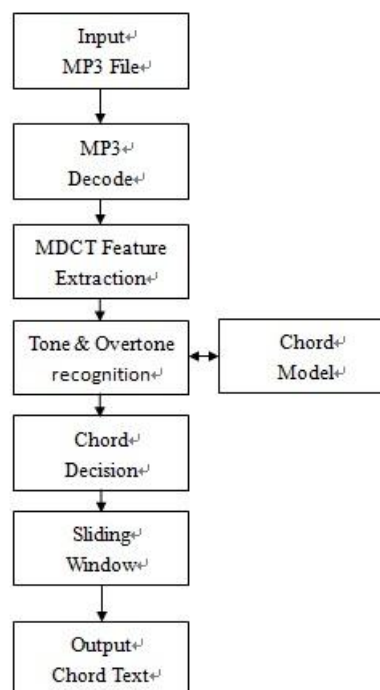
MDCT、MP3、Chord、Audio Descriptor

二、緣由與目的

很多自修伴奏樂器的人，對於初次抓譜自彈自唱，無不仰賴市面上由專人所編的和弦譜。往往一本譜裡面只有喜歡幾首歌曲，但還是需要買下整本工具書回去學習，久而久之，花的錢越來越多，家裡書架上所占的空間也越來越大，實在不符合經濟效益。為此，本專題將開發一款可以輔助初學者自動抓和弦譜的軟體，讓使用者可以自行取得欲學習之歌曲的和弦譜並加以改良彈唱。

三、系統架構與技術說明

本專題核心結構可分為「MP3 解碼」、「MDCT 特徵擷取」、「基頻與泛音結構辨識」、「和弦模型套用」、「滑動窗框」這些項目。



〈圖一、系統架構流程圖〉

「MP3 解碼」的部分，由於不屬於主要研究方向，所以我們參考 ISO 的開放原始碼，並將原本 C 語言環境，透過動態連結資料庫 〈Dynamic Link Library〉，整合至 C# 環境使用。

「MDCT 特徵擷取」的部分，是利用 MP3 解碼的時候，取得需要的子頻帶所對應的 MDCT 係數，首先取幾個子頻帶的依據是其音樂訊號在編碼過程中，每一個 Frame 會被濾波器分成 32 個子頻帶，每個子頻帶又經過 MDCT 細分為 18 條音頻訊

號，以取樣頻率為 44100Hz 的情況下，每一條係數所涵蓋的音頻範圍是 $(44100 / (32 * 18)) / 2 \text{ channel} = 38.28125$ ，考量樂器實際音域與泛音明顯程度，本專題在判斷和弦時採用第一至第六個子頻帶，涵蓋的音域最大值為 $38.28 * 18 * 6 = 4134 \text{ Hz}$ 。而係數(X_k)的取法，是依據 MDCT 轉換公式，如下所示：

$$y_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X_k \cos \left[\frac{\pi}{N} \left(n + \frac{1}{2} + \frac{N}{2} \right) \left(k + \frac{1}{2} \right) \right]$$

〈圖二、MDCT 公式〉

「基頻與泛音結構」的部分，若以鋼琴中央八度，其頻率範圍以【國際標準音調】定義約 260~494Hz，每一個音的範圍是 $(494-260) / 12 = 19.5$ ，以 MDCT 係數來分析確切樂音時，解析度明顯不夠，故利用樂器彈奏泛音倍頻特性，增強判斷的條件。

「和弦模型套用」為實作「三和弦」之結構，也就是根據樂理上分為根音、第一組成音、第二組成音之結構，判斷出目前這個時間點的和弦類型。此子系統會依照之前統計出的 12 樂音家族之能量，選出最大能量的三個家族，當作是和弦組成音，藉以判斷所屬之三和弦格式。「滑動視窗」，即採多數決的方式平均化，維持和弦出現的時間。

四、研究結果

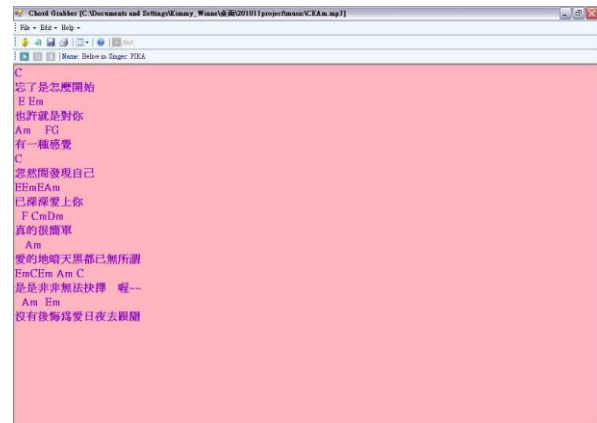
〈表一、和弦分析〉

輸入和弦音訊檔	分析結果
C	C
Cm	Cm
D	D
Dm	Dm
E	E
Em	Em
F	F
Fm	Fm
G	G
Gm	Gm
A	A
Am	Am
B	B

Bm	Bm
----	----

已可以精確判斷輸入為單一和弦伴奏的音源〈表一〉。

若輸入為和弦伴奏之曲子，其辨識結果也能讓使用者自行套入歌詞，讓系統自動產生伴奏簡譜〈圖三〉。倘若輸入音訊為分解和弦伴奏模式，則系統會發生誤判的情況，此部分值得後續進一步討論。



〈圖三、輸出介面〉

五、結論與未來發展

成功的辨識出常用的三和弦種類，最後搭配 Sliding Window 把和弦依據時間性均勻化，輸出和弦轉換時的秒數與對應到的和弦，印成和弦譜的格式，讓使用者知道輸入系統的歌曲在什麼時間，該彈什麼和弦來伴奏。

在和弦種類的判斷，希望不只判斷基本三和弦，可以增廣至七和弦結構與九和弦結構。更進一步判斷目前時間點是否為和弦伴奏或是純粹是單音〈分解和弦〉伴奏，若為後者，系統須輸出所屬之單音，而不是和弦輸出。

六、參考文獻

- [1] 劉志俊、黃群菴，中華大學論文「G-6 MP3 數位音樂資料的自動化分類」。
- [2] 劉志俊，中華大學論文「數位音樂的和弦特徵分析技術」。
- [3] Source Forge
<http://sourceforge.net/>
- [4] MP3 解碼原始碼
<http://www.mp3-tech.org/>

