

分析音樂特徵尋找將情緒引導至正向之音樂
Finding Music for Leading Personal Emotions to
Positive Valence by Analyzing Music Features

研 究 生：史訓綱

Student: Hsun-Kang Shih

指導教授：陳良弼

Advisor: Arbee L.P. Chen

國立政治大學

資訊科學系

碩士論文

A Thesis

submitted to Department of Computer Science
National Chengchi University
in partial fulfillment of the Requirements
for the degree of
Master
in
Computer Science

中華民國九十六年七月

July 2007

誌謝

能夠完成這篇論文，首先要感謝的是我的指導教授陳良弼老師，老師在這兩年來，一步一步的帶著我走入學術研究的大門。從每一次的論文研討中，老師教導了我們研究的態度以及精神，在學術領域上，需要不斷地深入思考問題，用嚴謹的方法去求證假設。而老師每次的提醒以及指導都能讓我有很大進步，不只是在做學問上，對於我將來進入職場也有很大的助益，老師的教誨我一定會牢記。

同時，我也要感謝系上各位教授的教導，除了傳授知識，也幫助我奠定了研究的基礎，讓我能在進行研究時，能夠對於各式各樣的問題都順利解決。非常感謝系上的所有老師。

實驗室的各個同學－志偉、威翰、加元、政勳、京文，在這段時間內麻煩了大家不少事情，很感謝各位都能夠幫助我。希望將來能夠讓我有機會幫忙各位，一同努力，並期望各位在未來都能一帆風順。

感謝政大資科系提供這麼好的研究環境，讓我在研究上不會碰到艱難的阻礙，對於能夠在系上念完學士以及碩士，我感到十分榮幸。

最後也要謝謝我的家人以及幫助我做實驗的同學們，讓我的論文能夠順利完成，也讓我無後顧之憂的完成我的研究。

這兩年來我所學到的，遠遠超出我的想像，非常感謝大家。

史訓綱

2007.7.26

分析音樂特徵尋找將情緒引導至正向之音樂

摘要

過去有許多研究都指出，音樂具有引導人類情緒的功用。在音樂治療的理論中指出，音樂對於人的心理影響，主要在引導情緒的變化。但以往有關音樂情緒或是音樂特徵的實驗及研究，大多在自動找出音樂內容本身的情緒，以及這些情緒跟音樂本身特徵的關聯性。而本論文的目標則是希望能透過分析音樂特徵，找出能引導人的情緒往正向變化的音樂，並且研究這些音樂的特性以及相互之間的關聯性。

所以，當我們要尋找這些能引導情緒的音樂時，我們首先必須要先定義出音樂的特徵，利用這些特徵來簡化並用來表示一首音樂。並且要能讓那些引導出相同變化的音樂，在透過這樣的特徵表示之後，相似度計算出來的結果也會顯現出彼此之間很相似。首先我們就需要透過實驗，找出每首音樂影響人情緒變化的情形。接著分析這些引導情緒至不同方向的音樂，發現到如果音樂特徵是帶有順序性時，當我們要尋找具有類似引導情緒變化的音樂時，會比較準確。

因此，當我們藉由這些透過實驗，已知能使人產生某種情緒變化的歌曲為基準時，如果有其他更多不同的音樂，我們就能夠判斷這些音樂，有可能會使人產生何種的情緒變化。或許這樣就能夠應用在音樂治療上，提供給音樂治療師另一種選擇音樂的方法。

Finding Music for Leading Personal Emotions to Positive Valence by Analyzing Music Features

Abstract

Many studies have indicated that music plays a guiding role of human emotions. In the theory of music therapy, the psychological impact from music is mainly in guiding emotional changes. But, most of the past studies and experiments, which were about the characteristics and features of music, focus on identifying the emotion of music contents. In this paper, our goal is to find music that leads a person's emotion to positive side by analyzing music features; we also hope to find out the characteristics and the relationships among music.

Before analyzing the music, we define the music features, and use these features to express the contents and the characteristics of music. Using these features to express music, we assume that the songs that guide emotion to similar changes should be similar to each other. After analyzing the music, we found out that if the music features are sequential, the searching result will be more accurate when we want to find some songs that guide human emotions to similar changes. This finding can be used in music therapy to provide the music therapists an alternative way of choosing music.

目錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iii
目錄	iv
圖目錄	vi
表目錄	vii
第一章 導論	1
1.1 背景與研究動機	1
1.2 研究目的	2
1.3 論文結構	3
第二章 相關研究	4
2.1 之前音樂檢索方法使用的音樂特徵	4
2.2 情緒研究及分類	7
2.3 情緒音樂檢索系統	14
第三章 音樂特徵值及相似度計算	17
3.1 選取音樂特徵值	17
3.1.1 基本 midi 特徵值	18
3.1.1.1 音量	18

3.1.1.2 音高	18
3.1.2 高階音樂特徵值	18
3.1.2.1 音量變化(VC)	18
3.1.2.2 音高變化(PC)	19
3.1.2.3 合音(HM)	19
3.1.2.4 清晰度(ATC)	19
3.1.2.5 和絃(CHORD)	19
3.2 相似度計算	20
第四章 實驗找出各音樂使人產生的情緒變化情形以及實驗分析	24
4.1 實驗方式及系統實做	24
4.1.1 進行實驗找出能引導情緒至正向的音樂	24
4.1.2 實驗結果	28
4.2 實驗分析	28
4.2.1 兩種音樂表示方法的比較	28
4.2.2 音樂分群的效果	32
4.2.3 各類型音樂影響情緒的情形	33
第五章 結論及未來研究	37
參考資料	40

圖目錄

圖2.1：[5]的系統架構。·····	5
圖2.2：二維情緒分類法－2DES。二維情緒分類法。·····	7
圖2.3：Thayer's mood model·····	8
圖2.4：[12]所提出的階層式音樂架構。·····	9
圖2.5：mASR與vASR對於情緒的關聯。·····	11
圖2.6：mASR、vASR對於情緒的分類。·····	12
圖2.7：音樂特徵與情緒的對應。·····	13
圖2.8：[1]的音樂資料表示法。·····	14
圖3.1：Longest Common Subsequence(L.C.S.)演算法。·····	21
圖3.2：Longest Common Subsequence(L.C.S.)演算法範例。·····	21
圖3.3：相似度矩陣示意圖。·····	23
圖4.1：填寫前測量表。·····	25
圖4.2：撥放音樂。·····	26
圖4.3：填寫後測量表。·····	27
圖4.4： $\delta = 60\%$ 時，兩種方法的成功率比較。·····	30
圖4.5： $\delta = 70\%$ 時，兩種方法的成功率比較。·····	31
圖4.6： $\delta = 80\%$ 時，兩種方法的成功率比較。·····	31
圖4.7：古典音樂引導正向情緒。·····	34
圖4.8：爵士樂引導正向情緒。·····	34
圖4.9：流行音樂引導正向情緒。·····	34
圖4.10：各類音樂(不包含以上三種音樂；有傳統音樂，拉丁音樂，童謠，行進曲等)。···	34

表目錄

表2.1：Juslin' s model of mood.	10
表4.1：不同threshold時，正向音樂之間相似歌曲的數目。	32
表4.2：正向音樂在不同門檻值下，與負向音樂相似的歌曲數目。	33
表4.3：引導情緒至正向且降低arousal的音樂，與各類型負項音樂的相關度。	35



第一章

導論

1.1 背景與研究動機

過去有許多研究都指出，音樂具有引導人類情緒的功用，且也有些研究在探討音樂能帶給人怎麼樣的情緒，並應用在廣告音樂上[15]，或是尋找能令人感受到不同情緒的音樂本身，所具有的特性[1]。另外則是現在最常見的音樂療法[2][4]，利用撥放不同的音樂，影響患者的心理狀態，進而刺激腦部產生影響生理的效果，下面將先介紹一些關於音樂治療的背景以及基礎。

根據台北仁濟療養院的新莊分心理衛生科，謝文傑心理師，在「音樂治療對心理與身心健康的影響」[3]一文中所提到的：「關於所謂的音樂治療，國外的臨床實驗證實，音樂可以消除心中的煩惱，誘導睡眠。但是僅憑音樂不能治癒特定的疾病，還需併用傳統的／現代的醫學療法，才有相輔相成的效果。一般來說，轉換氣氛、恢復精神、化解不安與緊張、集中注意力、紓解壓力、幫助入眠、減緩悲傷、安定情緒、豐富感性、消除身心疲憊等，各種有效利用音樂的方法很多，重點是，聽音樂要依個人的興趣，絕不可勉強聽自己不喜歡的曲子，以免招致反效果，反而造成壓力。」從這裡可以看出，音樂是能影響人的心理狀況的，並且視不同的音樂會有不同的效果。

接著他又提到：「在古典音樂中，融入作曲家的心情及思想的曲子很多。不過，也有部分喜歡表現個人情感的作曲家，如莫札特。至於貝多芬、蕭邦、馬勒等作曲家，則有許多融入自己心情、想法的作品。或許他們並不是刻意在作品中，表現特定的情感訊

息，只是自然而然的將他們人生中的不安、苦惱，表現在作品裡。當我們聽到這樣的曲子時，心理也會產生同樣的共鳴。」這也就是我們為什麼聽到某些曲子，會產生各式各樣不同的情緒變化，主要的原因是作曲者在創作時所融入的情緒，而要能夠讓音樂具有這樣的影響力，依靠的就是一些構成音樂的元素，例如：音高變化、合音、和絃等。

那麼關於音樂是如何對心理情緒產生作用的？他接著提到：「基本上，我們對於所聽的音樂，不是經過『旋律、和聲如何？所使用的樂器如何？．．』這樣的認識分析後，才認為『嗯！這是一首好曲目』。我們對於音樂的喜好，是直接『訴諸心理』而非透過理解這樣『知的行為』。這一點，正是音樂治療法和認知心理治療、自律訓練法等使用語言治療法的差異所在。」這裡面所謂「訴諸心理」，指的是聽者並沒有針對音樂的本身去做思考分析、判斷或是邏輯推理等「知的行為」。因此我們可以把音樂影響人的情緒，假想成是一種類似反射動作的行為。

1.2 研究目的

從上面關於音樂治療的介紹中，有提到關於音樂影響人的情緒，多半是作曲家在曲子中融入了自己的想法以及心情等因素，才使得聽者會有不同的情緒變化產生。而且，音樂對於人的心理影響，並不是藉由所謂「知的行為」去分析後而影響情緒，應該是直接「訴諸心理」，引導人們情緒的變化。但以往有關音樂情緒或是音樂特徵的實驗及研究，大多在自動找出音樂內容本身的情緒，以及這些情緒跟音樂本身特徵的關聯性，或是針對使用者喜好推薦音樂[8][16]。而本論文的目標則是希望能透過分析音樂特徵，找出能引導人的情緒往正向變化的音樂，並且研究這些音樂的特性以及相互之間的關聯性。

所以，當我們要尋找這些能引導情緒的音樂時，我們首先必須要先定義出音樂的特徵，利用這些特徵來簡化並用來表示一首音樂。但是該怎麼樣定義這些特徵，才能把音

樂內容的特性都完整表現出來？而且還要能讓那些引導出類似情緒變化的音樂，在透過這樣的特徵表示之後，相似度計算出來的結果也會顯現出彼此之間很相似。這些都是本篇論文的研究目標。

接著，我們需要透過實驗，找出每首音樂影響人情緒變化的情形。而本論文分析用的音樂格式為midi，因為從midi中較能取出準確且詳盡的音樂特徵值，例如：節奏，音高，音長等。另外，實驗時將準備相對應的audio音樂，提供給受測者聆聽。而從這些基本特徵值，將會組合成為新的特徵值。最後，則是分析這些引導情緒有類似變化的音樂，具有何種特性。所以，當我們藉由這些透過實驗，已知能使人產生某種情緒變化的歌曲為基準時，如果有其他更多不同的音樂，我們就能夠判斷這些音樂，有可能會使人產生何種的情緒變化。或許這樣就能夠應用在音樂治療上，提供給音樂治療師另一種選擇音樂的方法。

1.3 論文結構

本篇論文首先會在第二章介紹相關的研究。接著在第三章，我們會介紹為了將音樂簡化表示，是如何選取音樂的特徵值，並且將基本的特徵值重新組合成新的特徵值，以完善的表現一首歌曲。在第四章，我們因為需要知道每一首音樂，會對人的情緒產生何種變化情形，便透過實驗的方式，讓受測者填下在聽音樂之前以及之後的情緒狀態，本章將介紹實驗的內容。然後分析我們在實驗中所得到的，能引導情緒產生不同變化的各種音樂，並跟以前採用統計式音樂特徵來表示一首歌曲的方法做比較。在這兩種不同的音樂特徵表示法之下，對於找出能引導情緒產生某一類變化的歌曲，在經過相似度比對之下，把那些歌曲給找出來的準確率有多少。另外，我們也分析了不同型態的音樂，影響情緒變化的情形。而第五章則是本篇論文的結論以及未來研究的方向。

第二章

相關研究

本章節首先將會先介紹，以往的音樂檢索方法所使用的音樂特徵，接著是介紹關於心理學方面，對於情緒的一些研究以及分類。

2.1 之前音樂檢索方法使用的音樂特徵

傳統的音樂檢索或是推薦系統，依賴的是人工去對每一首音樂做描述，例如：歌曲名稱、作者等資料，並且希望使用者能夠明確的定義出他們的喜好。

而在[5]這篇論文中，主要的目的是希望透過電腦分析音樂的特性，並且能透過歷史資料自動學習使用者的喜好，判斷新的音樂是否符合使用者的喜好並做推薦的動作。

圖2.1是[5]的系統架構，大致上跟一般的音樂推薦系統類似，其中的差異在於選用的音樂特徵，以及推薦的方法，接著大致介紹一個音樂推薦系統的運作流程。

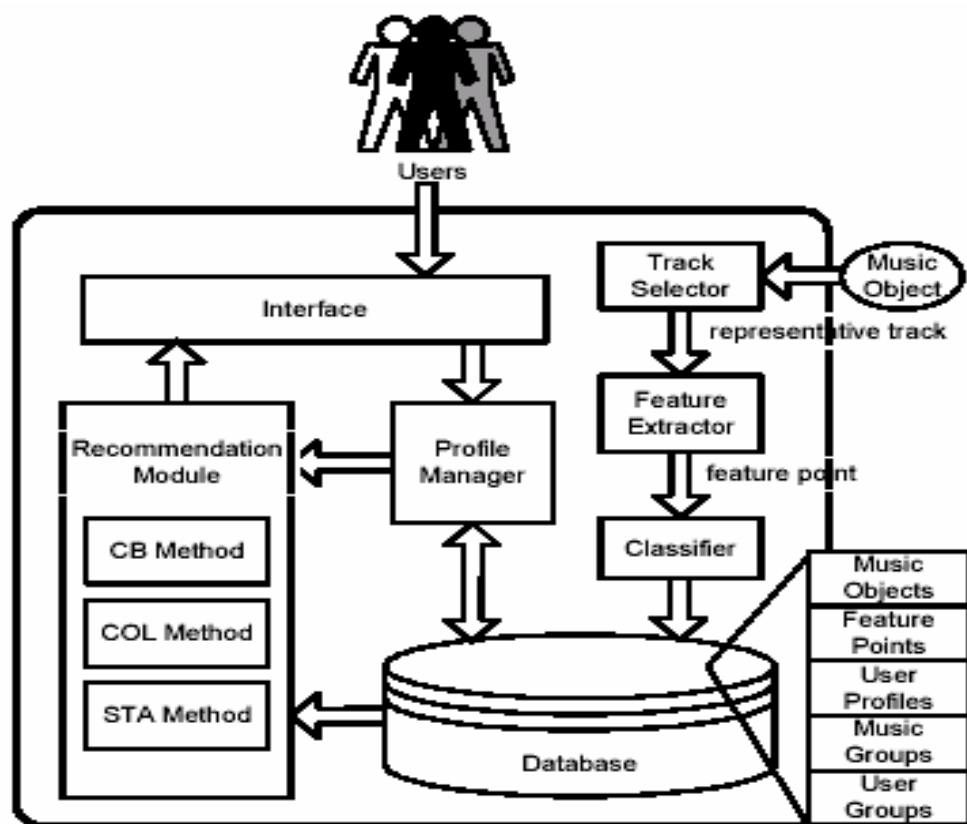


圖2.1：[5]的系統架構。

首先，當一首音樂進入系統要進行分析時，要選出一個最具代表性的部分(通常是旋律)來代表這首歌，而一首音樂之中通常會有很多track，要判斷應該選取的是哪一個track則是利用下面的公式：

$$PitchDensity = \frac{NP}{AP}$$

NP指的是在該TRACK中有幾個不同的音高，AP指的是在一首音樂中最多有幾種不同的音高，而在MIDI中AP等於128。

接著是選擇要使用的音樂特徵，有以下幾樣：

1. MP: : Mean of the pitch values.
2. SP : Standard deviation of the pitch values.
3. PD : Pitch density. 有幾種音高出現，如果一首歌曲音高變化越大，則PD就會越接近1。
4. PE : Pitch entropy. 各個音高的散佈情形，如果一首歌曲中，每個音高的音符數量越接近，那麼PE就會越大。
5. TD : Tempo degree. 這邊首先定義了所謂的 *fast measure*，指的是該小節中，音符的長度小於平均值。而TD就是fast measure佔全部小節數的比例。
6. LD : Loudness. 音符的平均音量值。

依照這些特徵，將音樂利用K-Means的方法分成K群。接著便是分析使用者聽音樂的歷史資料，接著該篇論文提出了三種方法做音樂的推薦：

1. CB：只推薦使用者最近一段期間感興趣的音樂。
2. COL：分析使用者的行為，先將使用者分群之後，假如有一個使用者Mary感興趣的音樂是A、C、D這三類音樂，而跟Mary同一群的使用者Kevin跟Zealotue這兩個人感興趣的音樂是A、B、C這三類音樂，那麼系統就會將B類的音樂也推薦給Mary，並把D類的音樂推薦給Kevin跟Zealotue聽。
3. STA：這種方法是把所以使用者視為同一群，並且觀察所有使用者最近最常聽的音樂，再把這些音樂推薦給使用者。

這篇論文用來選取最具代表性部分的方法，非常簡單且十分有用。選取PD最高的track當作代表，在樂理上也能有合理的解釋，因為音樂家作曲時[24]，通常會把主題用最能夠讓聽者注意到的方式表現，也就是使用豐富的音高變化，而這就代表PD越高越有可能是這首音樂的主題部分，因此本篇論文亦將使用這種方法。

除了分析MIDI音樂來做音樂檢索方法，也有各種分析audio音樂訊號來做音樂檢索的方法[9,14,27]，而本篇論文分析的是MIDI音樂，因此將不在此贅述。

2.2 情緒分類及研究

過去有許多音樂與情緒的研究[12][10]，雖然都是針對音樂本身內容的情緒，而不是人聽過之後所產生的情緒變化情形，引用的情緒model也都各有不同，但是心理情緒的研究上有其參考價值及意義，所以本篇論文最後所將引用的情緒model，則是心理學上最常用的二維(Valence-Arousal)情緒分類法[22]，之後均以 *2DES* 表示該圖(圖2.2)。

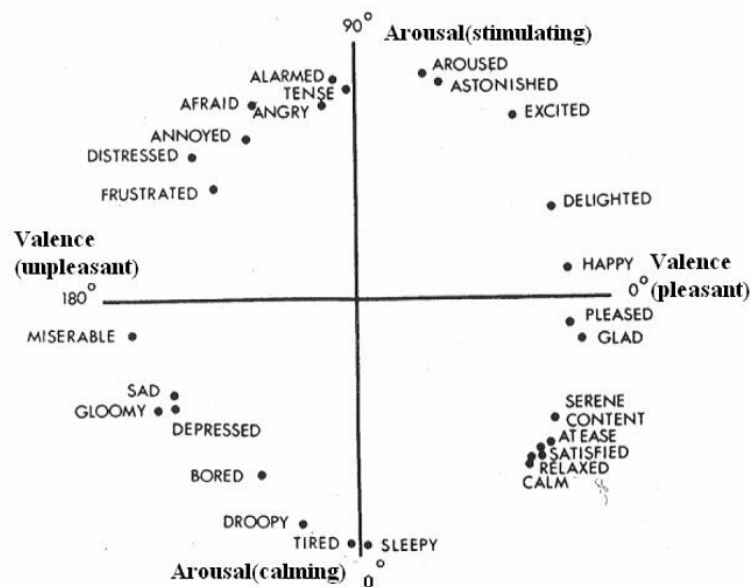


圖2.2：二維情緒分類法－2DES。

上圖中，每個點的意義是，透過Valence以及Arousal這兩個用以表示情緒的座標軸，表示各種人類情緒在這個座標系統中相對應的位置。

在[12]這篇論文中提到的音樂與情緒關係的model如圖2.3：

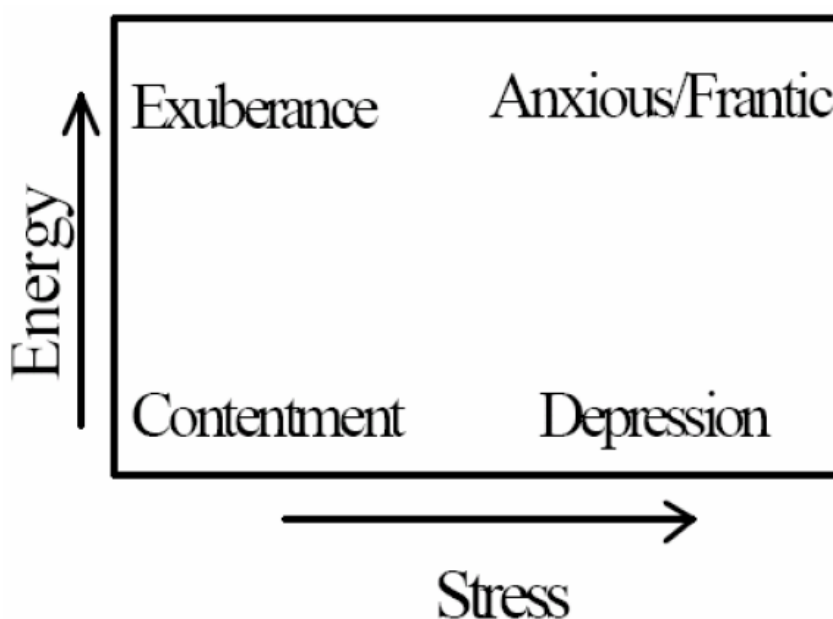


圖2.3：Thayer's mood model.

這是由Thayer於1989年所提出的情緒與音樂關係圖，根據一些可測量到的音樂特徵(intensity、timber、rhythm)分成縱軸的Energy(intensity)以及橫軸的Stress(timber、rhythm)。並將其作了以下階層式的分類架構：

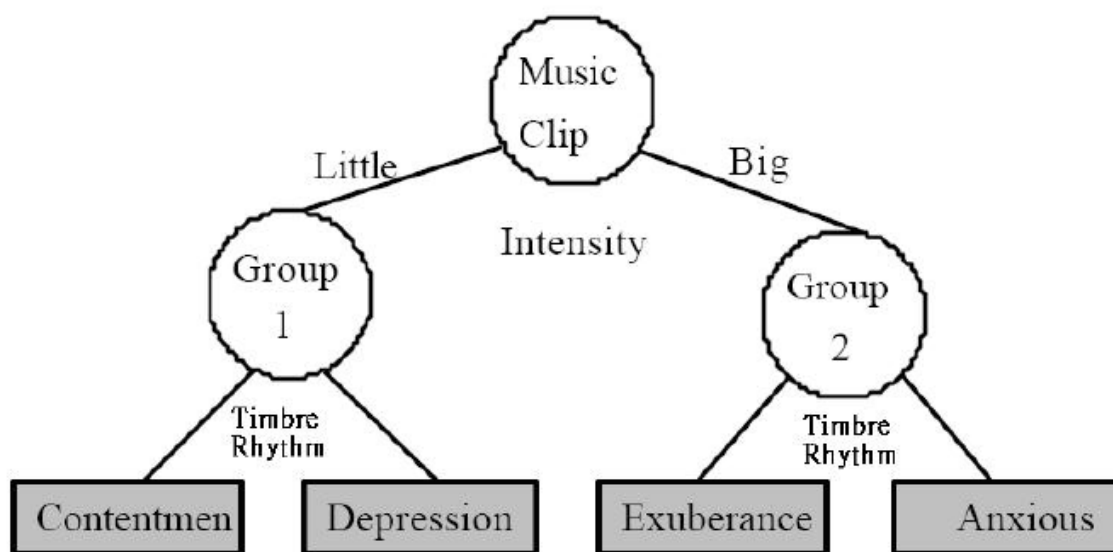


圖2.4：[12]所提出的階層式音樂架構。

作者認為Exuberance跟Anxious這兩種情緒是屬於比較動態的，相對來說，Contentment及Depression是比較平緩沉靜的情緒，因此就以Intensity先做第一層的分類，在這一層的分結果來說，準確度是相當高的。接著來看第二層的分類，在Contentment及Depression這邊，rhythm都是屬於平和緩慢的，而timbre卻有明顯的不同，Contentment的timbre不同於Depression，比較有明亮和諧的感覺；另一邊的Exuberance及Anxious則是相反，在rhythm上比較有明顯的區別，Exuberance是屬於比較平緩的。

但是上面的分類方法都是根據該作者的經驗，且使用的特徵跟情緒的種類較少，不太能夠表現出各種不同音樂以及情緒。

接著看到下面的音樂與情緒關係表，是由Juslin於2000年所提出[10]：

MOOD	TEMPO		ARTICULATION	
	fast	slow	staccato	legato
happiness	yes	no	yes	no
sadness	no	yes	no	yes
anger	yes	no	no	yes
fear	no	yes	yes	no

表2.1：Juslin's model of mood.

Juslin將情緒分成happiness、sadness、anger、fear等四類，並且使用了tempo以及articulation這兩個音樂特徵。其中tempo是一首音樂的快慢節奏，而articulation主要是表示音樂本身的音符連續性。

Articulation的計算方式是，分析audio音樂的訊號，先統計音樂中每一小段的平均振幅，再把這個平均振幅乘上一個係數便得到一個ASR(Average Silence Ratio)。當ASR較小時，音樂聽起來會感覺比較有連續感(legato)，反之則聽起來較清晰且有較多的斷音(staccato)。

因為一首音樂可以得到很多個ASR，接著計算其平均值以及標準差可以得到mASR以及vASR兩個值，最後再觀察這兩個值跟情緒之間的關聯，如下圖2.5：

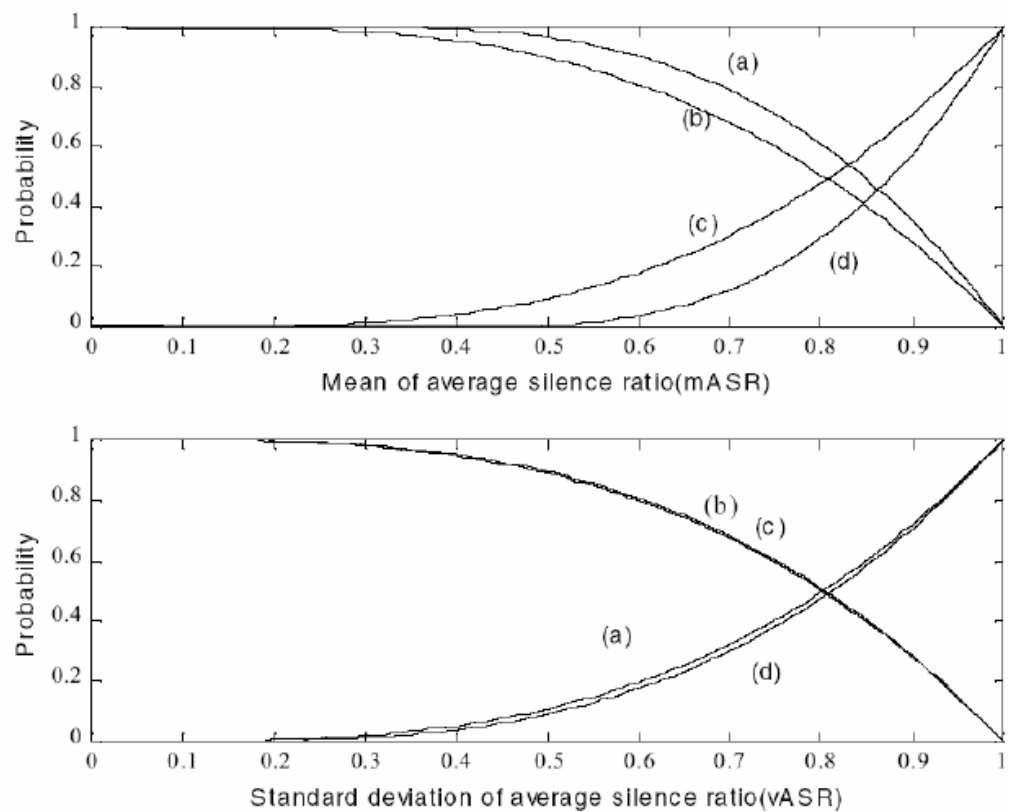


圖2.5：mASR與vASR對於情緒的關聯。

上圖中的(a)(b)(c)(d)分別代表了sadness、anger、happiness、fear。根據該作者的實驗結果，當mASR較小時，情緒偏向sadness、anger，反之則偏向happiness、fear；vASR則跟mASR相反，當vASR較小時，情緒偏向happiness、fear，反之則偏向sadness、fear。因此該作者就依照這樣的結果做了下面的分類：



圖2.6：mASR、vASR對於情緒的分類。

這篇論文所採用的音樂特徵是一般比較少見的，而且不是屬於基本音樂特徵，但是卻能有不錯的分類效果。另外在情緒的部分，也只是粗分成四種情緒，無法表現出人類多樣化的真實情緒。

接著，在[13]這篇論文中，蒐集了各種有關情緒對應到圖2.2的音樂特徵(圖2.7)，圖中橫向的座標軸即相對於圖2.2中的Valence，而縱向的座標軸則是相對於Arousal。

該篇論文提出此圖，是爲了將音樂基本特徵簡化，用以將不同的情緒對應到不同種類的音樂上，但其歸納出的一些音樂特徵卻是重要的參考，而從midi格式的音樂中，取出的基本特徵值，例如pitch，velocity等，將會轉爲下圖中各種特徵。

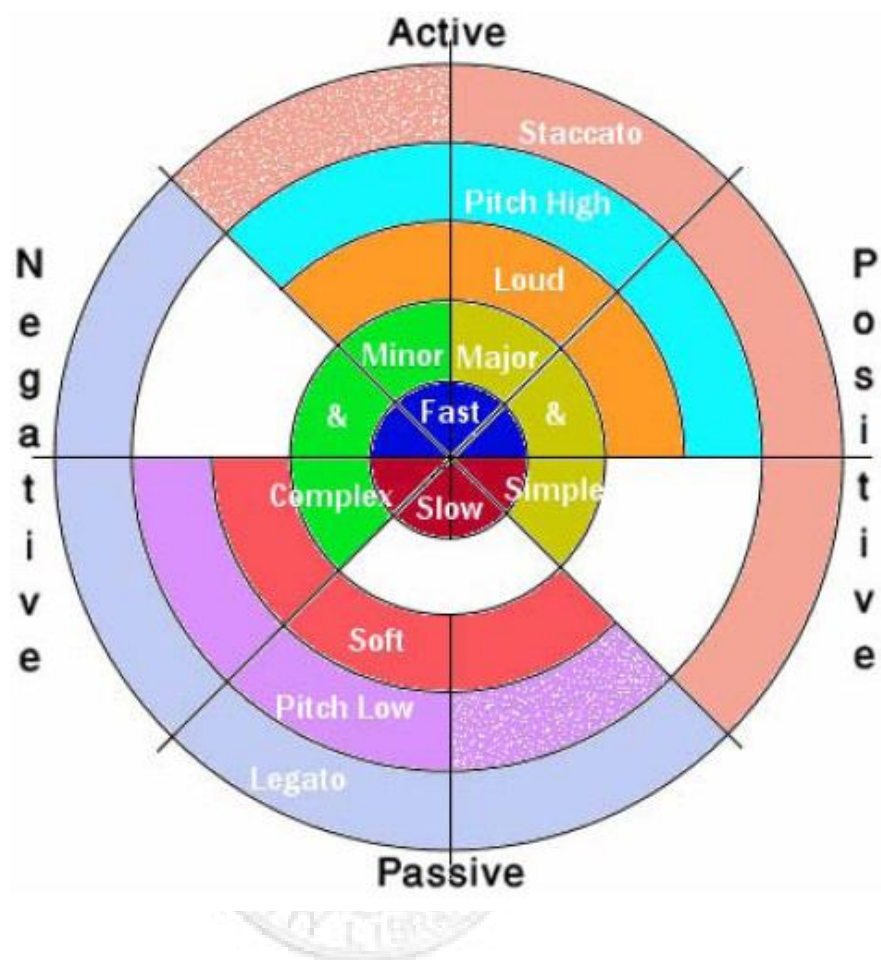


圖2.7：音樂特徵與情緒的對應。

這篇論文所提出的音樂特徵與情緒對應圖，與心理學上最常使用的情緒關係圖正好互相對應，並且，透過這樣的關係圖，我們可以將幾乎所有的人類情緒都對應到這張圖上，而不用自行定義情緒或分類。再者，在二維平面圖上，就能透過向量簡單表示出情緒的變化情形，例如情緒的變化程度以及方向。因此，本論文將選擇以圖2.2的二維情緒分類法當作是情緒的model。

而本論文用來分析音樂的一些特徵值，將會是根據[7,8,11,23]以及上面所提到的論文中，最後歸納出的音量變化、音高變化、合音複雜度、清晰度、和絃等這五種

特徵值，分別先個別定義後，再用來作為音樂相似度的計算準則，因為這五種特徵在上述文獻中都被提出對於情緒的確有其影響力。

2.3 情緒音樂檢索系統[1]

在這一篇論文中提到，其不同於過去的音樂檢索系統在於，過去的音樂檢索系統是，先建立成index後，利用一段旋律等音樂片段來進行相似音樂搜尋。而這篇論文則是利用各種音樂特徵值統計出來的結果，來表示音樂的特性，且期望能更明確表現出音樂的特性，例如在描述某一首音樂的音量時，直接說該首音樂有80%的音，其音量都是屬於比較大聲的，這樣一來就能直接表現出該首音樂的特性。

之後定義了音樂的特徵以及音樂的表示法，包括：pitch，duration，volume，beats per minute，change of pitch，change of volume等六個特徵。最後的兩種特徵表示的是音樂的連續性，觀察的是每個小節之中，音樂的音高以及音量的變化情形，分為：平穩、漸升、漸降、先升後降、先降後升，最後一樣利用統計的方式，算出一首音樂之中，這五種情形分別各佔多少百分比。這些音樂特徵將會代表該首音樂，形成一個music vector，下面是其音樂資料表示法：






	....	vol (L)	vol (M)	vol (S)	CV 	CV 	CV 	CV 	CV	....
M ₁	....	0.1	0.8	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.3	....
M ₂	....	0.1	0.2	0.7	0.1	0.1	0.3	0.3	0.2	....
....										

圖2.8：[1]的音樂資料表示法

接著，因為該篇論文還需要針對不同的使用者做個人化，而每個人對不同的音樂特徵會有著不同程度的喜好情形，因此在不同的情況下，還需要讓特徵值各自乘

上權重，表現出當時各個音樂特徵的鑑別度強弱。而特徵值鑑別度的強弱則是依照其分布情形決定，例如：在快樂的音樂中，針對音量特徵來看，大部分的歌曲中，音符屬於小聲的，所佔比例都不高，而中等跟大聲的則不均，因此可以知道，在快樂的音樂中，音量小這個特徵有比較高的鑑別度，所以它的權重會比另外兩種音量特徵高。另外，假如在音高特徵上，快樂的音樂在三種高、中、低音高分佈的情形較音量更為平均，那麼，音高特徵整體的權重又將會比音量特徵來的低。所以各個特徵值的權重就依照上面的原則產生。

有了各個特徵值以及其權重之後，就能計算兩首音樂之間的相似度。其相似度公式為：

$$Sim_M(M_x, M_y) = \frac{\sum_{i=1}^k w_i * M_x(i) * M_y(j)}{\sqrt{\sum_{i=1}^k w_i * M_x(i)^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^k w_i * M_y(i)^2}}$$

其中x,y代表音樂的編號； $M_x(i)$ 則代表編號 x 的音樂中第 i 個特徵值； w_i 則代表第 i 個特徵值的權重。

從這篇論文所採用的音樂特徵中，我們可以看到，對於一首音樂的表示方法，是統計每一個小節的各種音樂特性之後，得出該小節的特徵值，再去計算每個特徵的各個類別，佔了該首歌曲多少比例。而這樣的表示方法，便無法很完善的表現出音樂特徵的連續性。

以往也有許多研究，是在探討如何計算音樂的相似度，計算的方式就是直接取出旋律之後，做相似字串的比對，這樣的方式的確能保有音樂連續性的特質，但是卻忽略了其他重要的音樂特性，例如：合音、和絃等，因此本篇論文並不會只擷取旋律的音樂特徵，來作為一首歌曲的代表。

所以本篇論文將採用的音樂特徵，是整理之前跟音樂以及情緒相關研究中，所

提到五個重要的音樂特性。我們用音樂中取出的特徵值，把這五個特性表示成字串的序列，以保有音樂特徵的連續性，而不是採用統計的方式表示歌曲。如此一來，當我們能夠利用定義好的特徵，來完整的表示一首歌曲時，就可以在分析那些能引導人的情緒，產生不同變化的音樂中，找出具有相同性質的歌曲。且這些歌曲，是能夠讓人的情緒產生類似變化情形的。因此，當我們經過實驗，找出各種具有不同性質的歌曲後，就可以藉由這些歌曲為基準，去比對更多的音樂，幫助我們了解每一首音樂，有可能會使人產生何種的情緒變化。



第三章

音樂特徵值及相似度計算

當人處於某種情緒時，視程度與否，如果要利用音樂影響原始的情緒，根據音樂療法理論，必須先能將此人的注意力轉移至音樂，讓注意力放在音樂上，因為若不能將注意力轉移，大腦會將音樂視為雜訊，而無法對情緒產生影響，甚至當雜訊過強時，反而會引發反效果，例如使人煩躁等情形。

爲了將音樂簡化表示，我們利用音樂的基本特徵值來表示一首歌，但是這些基本特徵值不足以代表一首音樂的特性，因此我們之後將其組合成一般越理常用來描述音樂的高階特徵。有了新的特徵值之後，接下來便定義如何用這些新的特徵，來計算兩首音樂之間的相似度。

在樂理上[24]，音樂特徵的順序性是有其重要性的，如果只是單純利用統計的方式計算各個特徵，用來表現一首音樂似乎是不夠的。因此本篇論文將會在音樂特徵的順序性上著手，重新設計新的音樂特徵表示法，並重新定義相似度，跟統計特徵值的方式做比較，看看是否當情緒與音樂做結合時，檢索的過程中音樂特徵的順序性真的有其重要度。

3.1 選取音樂特徵值

爲了研究音樂對於人的情緒產生的影響，我們必須先將音樂簡化，因此選用了幾個特徵

值來代表一首音樂，而以下便是特徵值的產生過程。

3.1.1 基本midi特徵值

取出每個音符的音量(Volume)、音高(Pitch)、音符出現時間(BeginTime)及結束時間(EndTime)。先取出這些基本特徵後，對音量以及音高各自做分群。

1.1.1.1 音量

由midi取出的值在0-127之間，分群的方法是使用K-means(K=3)，將音量分為L、M、S三群，將所有音符的音量值取出做分群之後發現以下結果，S(67以下)、M(68-96)、L(97以上)。

1.1.1.2 音高

音高方面較特別，一樣分為三群，值也是在0-127之間，但是直接定義H(73以上)、M(61-72)、L(60以下)，M所代表的意義就是從樂理上的中央C開始的第一個八度音，樂理上來說屬於中等的音高範圍。

3.1.2 高階音樂特徵值

將上面的基本特徵，配合音符的開始及結束時間，組合成新的高階特徵。這些新的特徵將包括前文所提到的：音量變化、音高變化、合音、清晰度、和絃，並將以小節為單位，產生各自的序列。

而本篇論文選用這五種特徵的原因是，在許多樂理以及音樂作曲的文獻中提到，這些是作曲者在表現個人情感，以及音樂主題時，可以分類出的五種重要元素。

在這邊，本篇論文對這些特徵做了以下定義：

3.1.2.1 音量變化(VC)

前一步所分群出來的音量，將代表每一個小節，假如該小節音符的音量屬於L的較多，則該小節就表示為L，若是發生數量相同的情形，則取值較高者(L跟M則取L)，因此一首歌的音量變化將成為一個由L、M、S組成的序列。

3.1.2.2 音高變化(PC)

類似音量變化的定義，一樣以小節為單位產生由H、M、L組合成的音高序列。

3.1.2.3 合音(HM)

根據midi所取出的音符出現時間以及結束時間，可以知道某一個時間同時有幾個音符在作用。而此處要找出，在一小節同時出現的音符數量，以三個音符為界限，三個以下則標示為S，四個以上則標示為C。同音量變化的定義，以小節為單位找出各小節的HM形成一個序列。

3.1.2.4 清晰度(ATC)

當一音符與下一個音符之間的間隔超過該音符持續時間的一半時，或是音符本身的彈奏時間小於等於該首音樂1/4拍的長度，就定義為急促音(S)，否則稱為平緩音(L)。同樣以小節為單位，定義該小節的清晰度，產生清晰度的序列。

3.1.2.5 和絃(CHORD)

使用MIDCHORD[9]這個工具，可以找出每個小節的代表和絃，產生一個和絃的序列。而和絃的判斷方法則不贅述[5][22][26]。但是在找出各小節代表和絃之後，為了因應不同首歌曲之間，可能會有調性不相同的問題，因此再將和絃屬性做以下變化：

Step 1. 和絃取出後會有兩個部分，一個是根音的部分，一個是大小調的部分，例如：Cm，前面的「C」代表的是這個和絃的基本音在C這個音，

後面的「m」代表的是這個和絃是屬於小調，如果後面是「M」或是兩者皆無，則代表這個和絃是大調。

Step 2. 將和絃的根音C、C#、D、D#、E、F、F#、G、G#、A、A#、B分別定義為1至12，再將兩相鄰和絃的根音值相減取絕對值，另外再判斷兩和絃的大小調特性，如果前者大調後者小調，則用X表示；前者小調後者大調則用Y表示；如果前後均相同就用Z表示。例如：有一和絃序列Dm A，則我們用7X表示這兩個和絃的差距。

Step 3. 但是，因為音階是不斷的循環，所以當和絃根音相減的差值大於7時，我們要再做一次轉換，以求得兩根音最小的差距，也就是實際上的差距。例如C A這個序列，雖然依照上面的方式相減差值是9，但是對於高八度的C而言，樂理上這兩個音符的差距其實可以用4表示。

Step 4. 最後定義：當差值(diff.) ≥ 7 時，新差值 = diff. - (diff. - 6) x 2。由上面的定義便可以將和絃的真實差距問題解決。因此，我們最後會得到類似下面這樣的和絃特徵值序列：

原曲的和絃序列	C	F	G	Am	C
重新定義後的和絃序列		5Z	2Z	2X	3Y

3.2 相似度計算

得到了這些特徵值之後，我們還必須要注意的是這些特徵的順序性。因此我們根據上面過程得到的五個高階特徵之後，接下來就要定義兩首音樂的相似度，以便計算歌曲之間

的相似程度：

Step 1. 將要計算相似度的兩首音樂，轉換成由上面五種特徵值表示。

Step 2. 針對每一個特徵值序列，我們利用 *Longest Common Subsequence*[6]計算兩個字串間的距離。以下是演算法，目的在找出兩個序列中，順序相同且文字也相同的最長子序列。而最後算出的結果就是這兩個序列中，最長子序列的長度：

```
function LCSLength(X[1..m], Y[1..n])
  C = array(0..m, 0..n)
  for i := 0..m
    C[i,0] = 0
  for j := 0..n
    C[0,j] = 0
  for i := 1..m
    for j := 1..n
      if X[i] = Y[j]
        C[i,j] := C[i-1,j-1] + 1
      else:
        C[i,j] := max(C[i,j-1], C[i-1,j])
  return C[m,n]
```

圖3.1：Longest Common Subsequence(L.C.S.)演算法。

		0	1	2	3	4	5	6	7
			M	Z	J	A	W	X	U
0		0	0	0	0	0	0	0	0
1	X	0	0	0	0	0	0	1	1
2	M	0	1	1	1	1	1	1	1
3	J	0	1	1	2	2	2	2	2
4	Y	0	1	1	2	2	2	2	2
5	A	0	1	1	2	3	3	3	3
6	U	0	1	1	2	3	3	3	4
7	Z	0	1	2	2	3	3	3	4

圖3.2：Longest Common Subsequence(L.C.S.)演算法範例。

Step 3. 再將上面算出的距離除以兩個維度之中，較長一維的長度，便是這兩首歌該維度的相似度。

Step 4. 定義單維的相似度，以VC為例：

$$S_{VC_{i,j}} = \frac{L.C.S.(i,j)}{Max[Length(i), Length(j)]} \dots\dots\dots(1)$$

Length指的是該維度的長度；音樂的長度則定義是該首音樂VC維度的長度，算出來的值越接近1就表示兩首歌曲越像。

Step 5. 最後再將五個維度的相似度平均，便是這兩首歌的相似度。以下是相似度公式：

$$Similarity_{i,j} = \frac{S_{PC_{i,j}} + S_{VC_{i,j}} + S_{HM_{i,j}} + S_{ATC_{i,j}} + S_{CHORD_{i,j}}}{5} \dots\dots\dots(2)$$

Step 6. 我們額外將所有的歌曲，其兩兩之間的相似度，利用 $Similarity$ $Matrix[25]$ 的方式紀錄下來，下面為示意圖：

歌曲編號	1	2	...	n
1	1.0	$Similarity_{1,2}$	...	$Similarity_{1,n}$
2	$Similarity_{2,1}$	1.0	...	$Similarity_{2,n}$
⋮	⋮	⋮	1.0	⋮
n	$Similarity_{n,1}$	$Similarity_{n,2}$		1.0

圖3.3：相似度矩陣示意圖。

我們透過這樣的相似度矩陣，便可以直接利用查表的方式，找出任意組合的兩首歌曲相似度，因此在分析的時候會比較快也比較方便。當我們對所有組合的相似度都做過分析之後，就能夠提升我們所得到結果的準確度。

第四章

實驗找出各音樂使人產生的情緒變化情形以及實驗分析

4.1 實驗方式及系統實做

在實驗方面，我們找 45 位受測者，每人做七次實驗。實驗用的音樂，則是採用日本 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)所製作的 RWC Music Database[17]，且使用其中的 POP、CLASSICAL、JAZZ 以及 GENRE 這四種音樂。實驗的進行則是在設計好的網頁上，只要受測者連上網頁便能夠開始進行實驗。

4.1.1 進行實驗找出能引導情緒至正向的音樂

讓受測者模擬當他處於非正向情緒時，哪些歌曲能將他的情緒引導至正向。而實驗時，會透過前測與後測量表(圖4.1,圖4.3)的方式，讓受測者填寫當時的自身的情緒狀態，且量表上將配合文字敘述以及數值，提示受測者該量表的意義及填寫目的，以下是實驗流程：

Step 1. 受測者填寫第一次量表

無標題文件 - KKMAn

檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 選項(O) 我的最愛(A) 說明(H)

Windows Windows Media 自訂連結 免費的 Hotmail

Google 歌詞搜尋

http://ruby.cs.nccu.edu.tw/exp/

301

請告訴我，您現在的情緒如何？

10 0

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

5 0 -5

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

確定

1.plum.cs.nccu.ed... 2.Similarity metri... 3.無標題文件

完成

圖4.1：填寫前測量表。

首先，受測者先透過量表填入他目前的情緒狀態。

Step 2. 撥放音樂

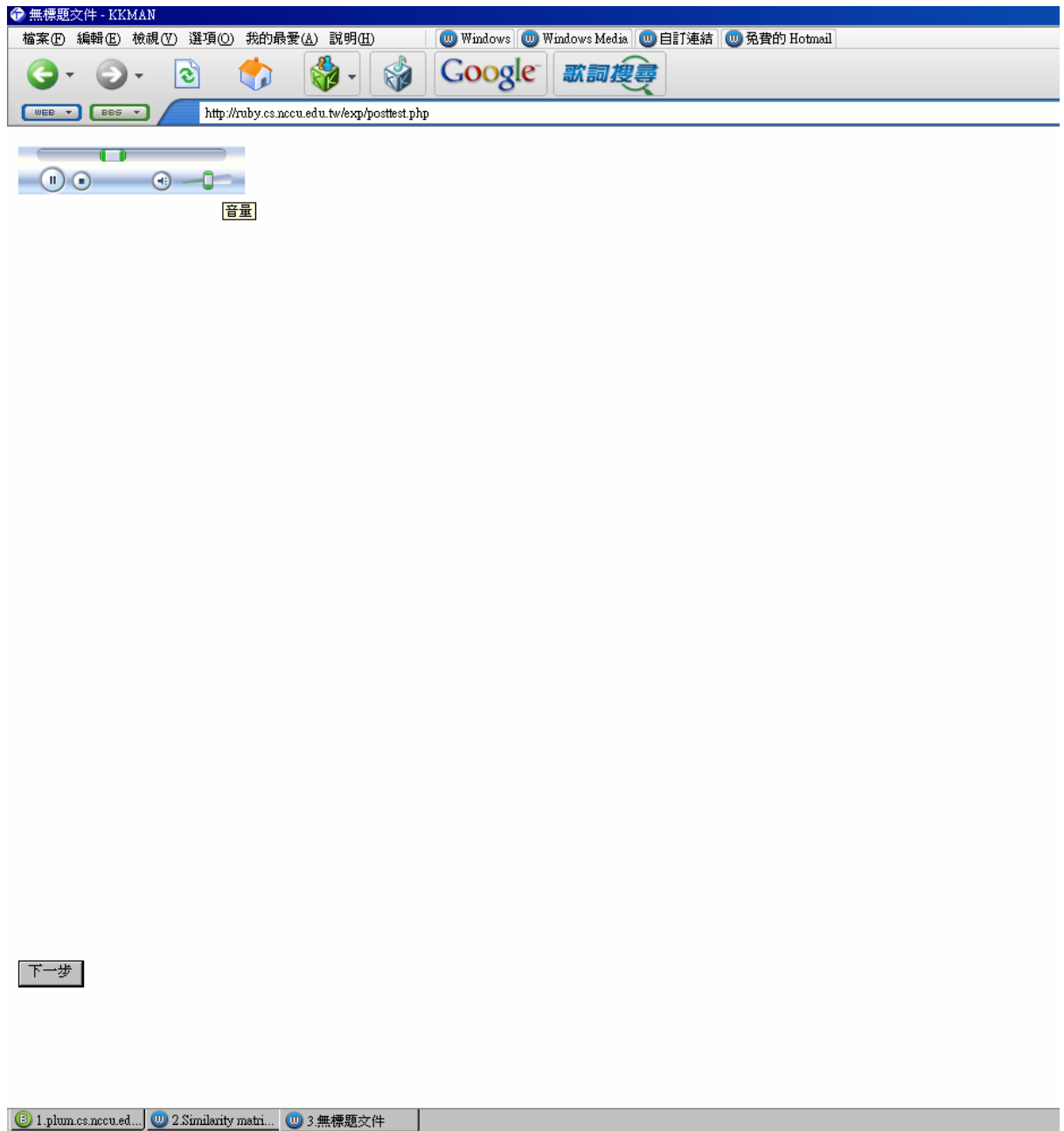


圖4.2：撥放音樂。

接著，當使用者按下確定後，便開始撥放音樂。

Step 3. 受測者填寫第二次量表

無標題文件 - KKMAN

檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 選項(O) 我的最愛(A) 說明(H) Windows Windows Media 自訂連結 免費的 Hotmail

Google 歌詞搜尋

http://ruby.cs.nccu.edu.tw/exp/posttest.php

請問聽完這首音樂後，您現在的情緒變得如何？

10 0

5 0 -5

下一步

1.plum.cs.nccu.ed... 2.Similarity mati... 3.無標題文件

完成

圖4.3：填寫後測量表。

當音樂結束或使用者按下停止後，再次填寫情緒量表紀錄聽完音樂後的情緒狀態。

4.1.2 實驗結果

最後，總共在 300 首歌曲之中，有 185 首歌曲讓受測者的情緒導引至正向，64 首歌曲讓受測者的情緒導引至負向，剩下的 59 首歌曲則是只影響受測者情緒的 Arousal，並沒有在情緒的正負向上面起作用。

這樣的結果顯示，當人在聽音樂時，只有在少數情況下，音樂才會使人的情緒產生負向的變化，例如：受測者多次實驗之後產生倦怠，或是受測者個人對於音樂的喜好關係影響，而大部分還是會讓情緒產生正向的變化。

4.2 實驗分析

首先要比較的是，之前用來做情緒音樂檢索的方法[1]，以及本篇論文所提出的方法，在尋找引導情緒的音樂上，效果的好壞。接著觀察的是利用本篇論文的方法，是否真的能夠將導引至正向以及負向情緒的音樂分類出來。最後是觀察不同類型的音樂，影響情緒變化的情形。

4.2.1 兩種音樂表示方法的比較

在[2]這篇論文的情緒音樂檢索方法中，在選擇音樂特徵上，所選用的是音高、音量、音符長度以及速度等，基本的音樂特徵，並且直接做統計上的分析後，用來代表一首音樂的特性。而本篇論文選用的特徵則是音高變化，音量變化，合音，清晰度以及和絃等，在音樂家作曲上用來表現個人情感以及音樂主題的元件，且這些特徵在許多相關的文獻中也有被提到，是影響人們聽音樂時情緒變化的重要因素。因此本論文在選用這些特徵之後，特別針對了樂理上提到，關於音樂特徵的順序性，把這

些特徵重新定義了表示法。

接著，對於這兩種計算音樂相似度的方法，做了評估，我們利用10times 10-fold cross-validation的方法[26]，即每次從300首歌之中，選取不重複的30首歌曲當作test data，總共做10次。假設某次試驗中，這30首歌中導引至正向的音樂有a首，接著讓這a首音樂在剩下的270首音樂中，各自去找到與其最相似的 λ 首歌，並設定一門檻條件為：「 λ 首歌之中，要有超過 δ 個百分比的歌曲是導引至正向的音樂。」假如

這a首歌曲中符合條件的有b首，我們就定義該次試驗的成功率為： $\frac{b}{a}$ 。

舉例來說，我們假定 $\lambda=5$ ， $\delta=80\%$ 的情況下，在一次validation時，有15首音樂是會引導情緒至正向的。若這15首歌曲中的其中一首音樂M1，跟資料庫中最相似的5首歌曲裡面有80%以上，也就是4首歌曲，也同樣是屬於會引導情緒至正向的音樂，就可將成功次數加1。如果最後成功的次數為10，那麼成功率就是66%。

最後，在使用本論文的相似度計算方法以及音樂特徵定義下，以及用以前的方法訂定音樂特徵以及相似度計算方法來做比較，兩者之間成功率隨著 δ 值的升高，差距越來越明顯，同時本篇論文的方法其成功率並沒有太明顯的下降趨勢，而另外一種方法就顯的成功率越來越低。此處的成功率也可以想成是音樂檢索時的準確率。另外，從實驗結果中可以發現，當 δ 值提高之後，兩種方法的成功率都會有下降的趨勢，這是因為即便是引導至相同情緒的歌曲，彼此之間也會有些許的差異性在，當我們在資料庫中找到最相似的一部分歌曲時，其中必定會包含一些不是我們所要的答案，也就是 δ 越高，就代表這些最相似的歌曲中，有越高的比例要跟測試的歌曲一樣能引導情緒有相同的變化。同樣的， λ 值的提高也是因為相同的原因，所以產生一樣的效果。

以下便是針對不同的 λ 及 δ 值所做的實驗結果：(圖中「最相似歌曲數目」即為 λ)

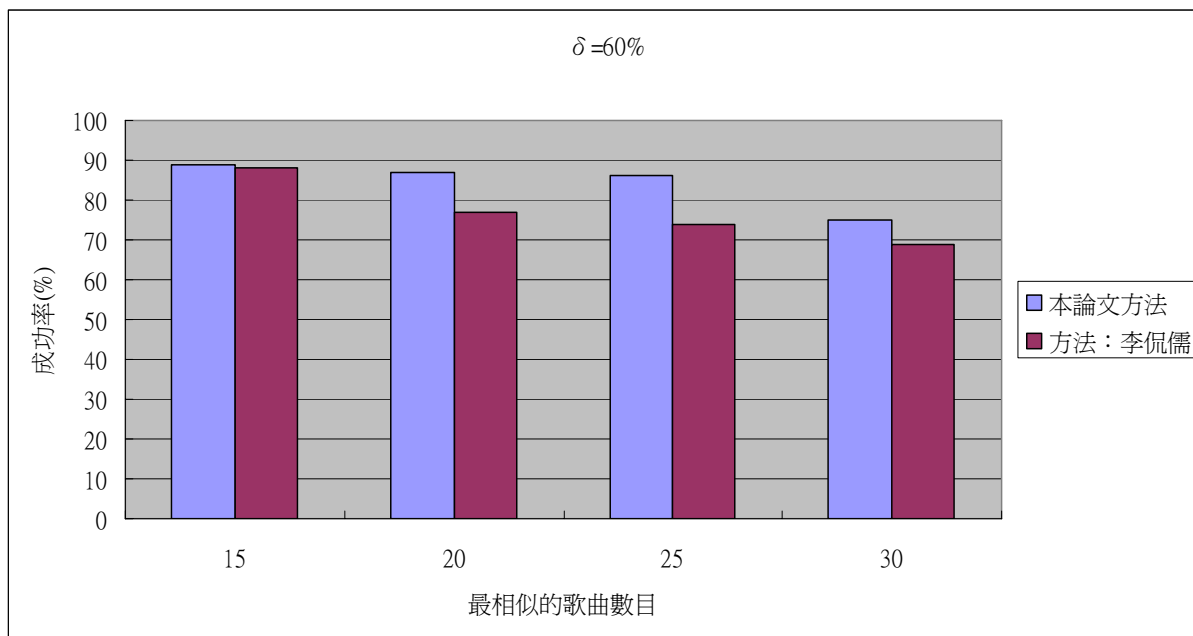


圖4.4： $\delta = 60\%$ 時，兩種方法的成功率比較。

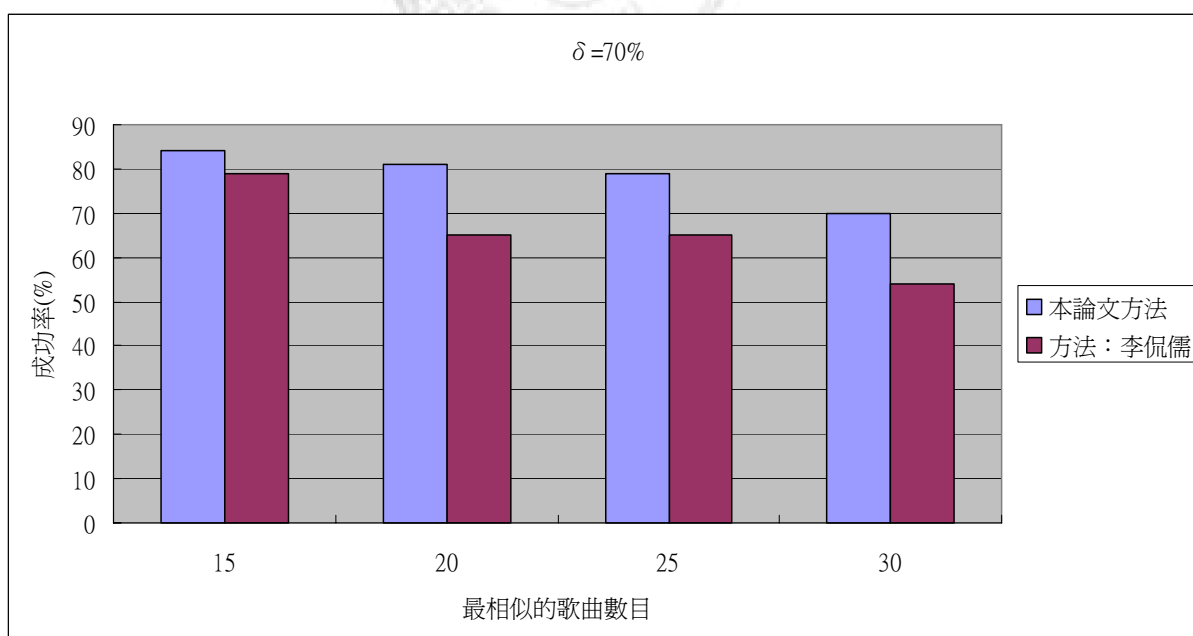


圖4.5： $\delta = 70\%$ 時，兩種方法的成功率比較。

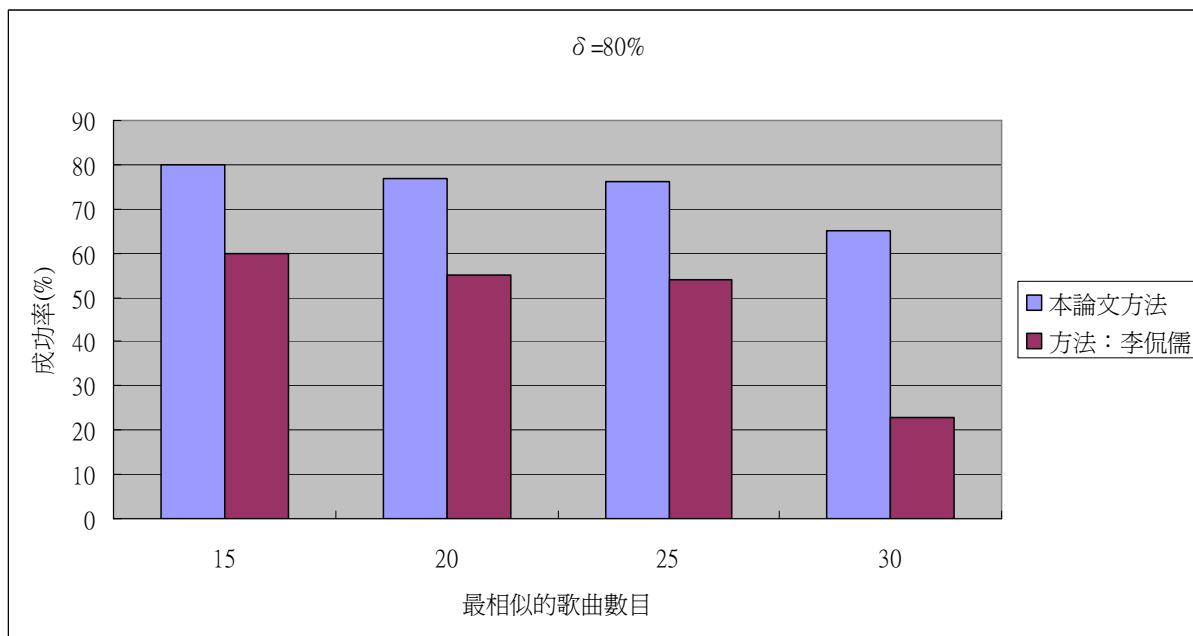


圖4.6： $\delta = 80\%$ 時，兩種方法的成功率比較。

從上面的結果來看，音樂特徵的順序性在表現一首音樂時，是頗為重要的一項特性，如果只利用統計的方式來處理音樂的特徵，再去做音樂之間的相似度計算，當要進行跟情緒有相關的音樂檢索時，效果便會有所差別。

舉個例子來說，當我們有一首歌曲，它的音高根據每個小節來看是：高 高 中 中 低 低，這樣子的順序。如果我們利用統計的方式表現這首歌的音高特徵值，就會變成：高音1/2、中音1/2、低音1/2。但是這樣子表示最大的缺點就在於，如果有另外一首歌曲的音高是：低 中 高 中 高 低，雖然用統計的方式表示出來會是一樣的，但是前一首歌曲聽的人會感覺到音高不斷降低，而後一首曲子的音高會是，由低轉為中高音變化之後再回到低音，也因此這兩首歌給人的感覺就會有所差異，但是卻無法用統計特徵的表示法顯現出這樣的差別。所以當我們要利用音樂特徵來簡化的表示一首歌曲時，就必須先把這些音樂特徵轉變成序列化的形式，也就是本

篇論文所採用的方法，再去做音樂相似度的計算時，就能夠將這些順序上的特性也表現出來，並且反應在這些歌曲的相似度上。

4.2.2 音樂分群的效果

我們觀察導引情緒至正向的音樂之間，任兩首歌曲的相似度大於給定threshold時各有多少首，其中每一首音樂都跟其他的每一首音樂互相比較，例如編號1號的正向音樂，就要跟編號2至185號的音樂做相似度比較，假如編號100號跟1號的音樂，其相似度大於threshold值，就認定這兩首歌曲相似：

Threshold	75%	80%	85%	90%
正向音樂之間 相似歌曲的數目 (共185首)	185	176	125	75

表4.1：不同threshold時，正向音樂之間相似歌曲的數目。

接著觀察導引情緒至正向與負向的兩種音樂之間，任意兩首正向與負向音樂的相似度大於給定threshold時各有多少首，我們將每一首正向音樂都對負向音樂的每一首音樂做比較：

Threshold	75%	80%	85%	90%
正、負向音樂之間 相似的歌曲數 (共185首)	155	109	60	21

表4.2：正向音樂在不同門檻值下，與負向音樂相似的歌曲數目。

從上面兩個表格中可以看出，當我們設定任兩首音樂相似度門檻大於85%，即認定兩首音樂是相似時，就可以明顯的透過本篇論文的方法來區分出，導引至正向以及導引至負向這兩種音樂。這也就代表了這兩種音樂在經過特徵轉換後，一樣是能夠透過相似度的計算表現出兩者的差異性。

4.2.3 各類型音樂影響情緒的情形

下面圖中的向量箭頭表示使用者情緒的變化情形；箭頭之後的數值後則是表示該種變化情形共佔該類音樂的百分比；虛線的箭頭則表示，該種變化情形佔該類音樂中的比例屬於非常少數的情況；橫軸代表的是Valence，縱軸代表的是Arousal，因此箭頭指向右半邊就代表情緒是往正向的方向變化。

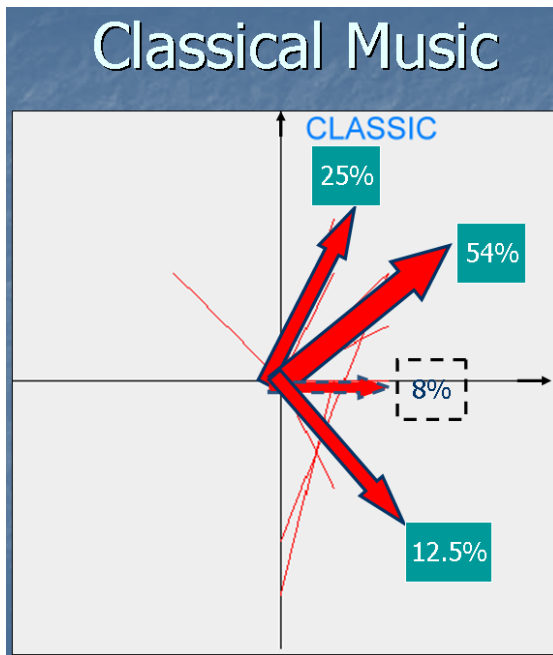


圖4.4：古典音樂引導正向情緒。

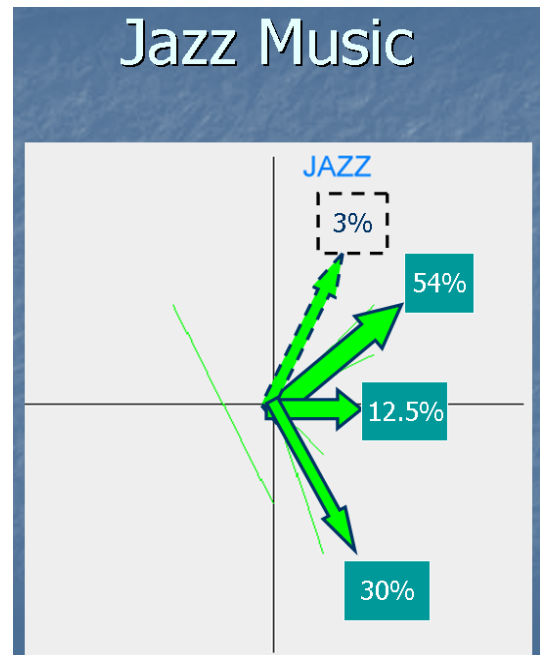


圖4.5：爵士樂引導正向情緒。

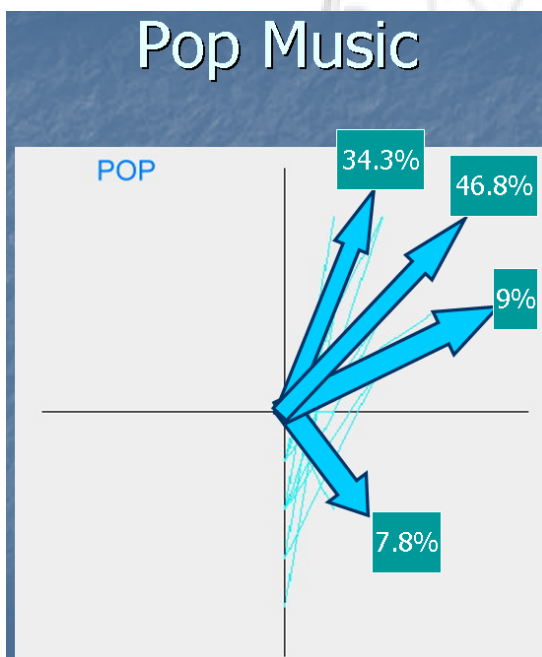


圖4.6：流行音樂引導正向情緒。

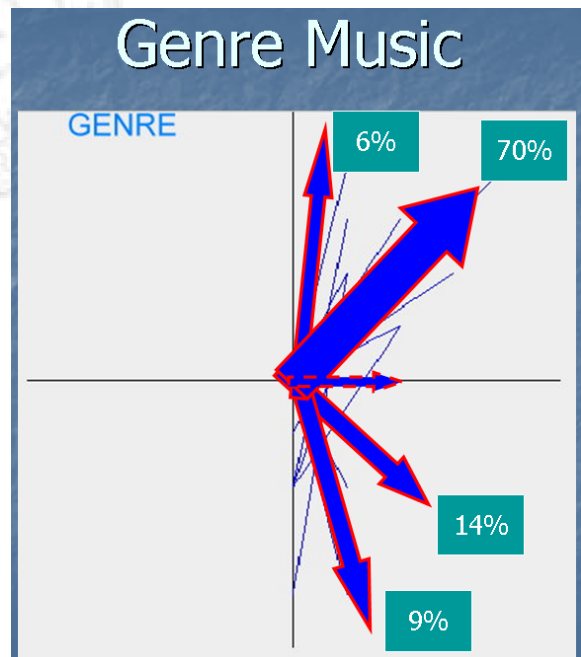


圖4.7：各類音樂(不包含以上三種音樂；有傳統音樂，拉丁音樂，童謠，行進曲等)。

從上面的圖來看，我們可以發現，大部分能引導情緒至正向的音樂，影響的方式是使得Arousal與Valence兩者成正比的關係，且極少數的音樂是只會影響Valence至正向，但對Arousal幾乎不產生影響。再來是Valence與Arousal呈現反比關係的音樂，這些音樂則是在特定(JAZZ)的音樂型態中才出現的比較多，不如正比關係的音樂那樣一般性較高。

根據前面的結果，當我們碰到需要讓情緒的Arousal與Valence呈現正比且正向的變化時，我們只要找到是屬於引導情緒至正向的音樂，大部分都可以達到這樣的效果。因此，在影響情緒至正向的音樂中，不管是哪一種類型的音樂，都會引導情緒往2DES情緒象限的右上方變化，也就是大部分引導情緒至正向的音樂，很容易會讓情緒呈現比較高亢的狀態。但是我們發現，引導情緒至正向且會降低arousal的音樂，也就是情緒變化是往2DES右下方的情形，為什麼在數量上會比較少，所以針對這個情形做了以下的分析，對於引導情緒至正向且會降低arousal的音樂，以及會引導情緒至負向的音樂做了相似度的比較：

負向音樂類別 相似度	引導情緒至負向且降低arousal(↙)	引導情緒至負向且提升arousal(↖)
引導情緒至正向且降低arousal(↘)	67.33%	25.46%

表4.3：引導情緒至正向且降低arousal的音樂，與兩種負向音樂的相似度。

表4.3中的相似度，是把兩種類型的音樂，兩兩之間計算相似度之後平均的結果。我們可以看到，在引導情緒的變化上，會使情緒往2DES右下方變化的音樂，在對於那些往左上方變化的音樂，彼此之間的相似程度的確是很低，但是跟往2DES左下方變化的音樂卻有67%的相似度在。這表示，那些會降低arousal的音樂，在影響valence至正向或是負向的效果是不容易區別的。

而的確，當受測者在實際聽到這類的音樂時，也表示會容易有模糊的感覺，因此在填寫情緒量表時，就比較不容易分辨出到底情緒的變化是往正向或是負向，只能明確知道 arousal 的確是降低了，但是在填寫 valence 的時候比較沒辦法做出準確的結果。所以，當我們在尋找引導情緒至正向的音樂時，判斷一首影響情緒至 2DES 右上方的歌曲，會比判斷一首影響情緒至 2DES 右下方的歌曲，有更高的信心度。



第五章

結論及未來研究

在本篇論文中，先透過了之前的各種研究，選出了五個適合表示一首音樂的特徵值：音量變化、音高變化、清晰度、合音、和絃。並重新定義了這些特徵的表示法，使其能夠表現出音樂內容的順序性，以跟之前利用統計的方法表示音樂特徵來做比較。

接著利用實驗，將音樂影響情緒變化的情形，透過二維向量表示出來，以分析這些音樂引導情緒變化的關係。我們發現到，引導情緒至正向的音樂彼此之間都有一定的相似程度，並且和那些不會影響情緒至正向的音樂有明顯的區分。另外，當我們要做跟情緒有關的音樂檢索時，音樂特徵的順序性就顯得十分重要，透過跟之前表示音樂的方法比較，可以看出兩種不同的音樂特徵表示法在檢索效果上的差別。

本篇論文所使用的音樂特徵序列表示方法，因為能表現出音樂的順序性，所以在做跟情緒有關的音樂檢索上，效果會比以往的音樂表示法來的好。以前在做音樂檢索通常在表現一首音樂時是把音樂本身的內容，轉換成幾個經由統計方式運算得到的數值，但是在樂理上，這樣的方式就完全忽略掉了。

由於一首音樂的內容本身是具有順序性的，如果把音樂中的特徵做任意順序的調動，那麼人聽起來的感覺就會不相同，自然影響的情緒變化也會不同。所以本篇論文才會採用把音樂特徵序列化的方式，用來代表一首音樂，並用來計算音樂之間的相似度。

經過實驗之後發現，果然符合預期的效果：當我們要找尋引導情緒至正向的音樂時，比較以序列化特徵表示的音樂，和使用統計特徵值表示的音樂，在計算相似度之後，明顯的發現使用本篇論文的方式表示音樂特徵，較可以區別出引導情緒至正向及非正向的音樂，也就是在準確率上表現出的效果更好。而這樣的現象在樂理上的解釋則是因

為，這些音樂的元素(如：音高、音量、音符長短等)是作曲家在創作音樂時，會利用各種不同的編排方式，將作曲家的情感，以及作曲家希望聽者聽完音樂之後的情緒，都表現在其中，而不同的編排方式所引導出的情緒也會有所不同。這也就是當我們需要尋找能引導情緒有某些變化的音樂時，假若使用的音樂特徵能夠保有原來音樂內容的順序性，便可以有較好效果的原因。

各類型影響情緒至正向的音樂中，大部分都會使 Arousal 也同時上升，也就是讓人的情緒進入比較高亢的狀態。而使 Arousal 下降的音樂，通常就會在引導情緒至正向及負向上，顯得比較模糊不容易判斷。所以當我們在尋找引導情緒至正向的音樂時，判斷一首影響情緒至 2DES 右上方的歌曲，會比判斷一首影響情緒至 2DES 右下方的歌曲，有更高的信心度。至於為什麼會有這樣的狀況？

根據[4]之中所提到的，讓人產生不同情緒變化的音樂所具有的特性，以及人們情緒變化的因素。關於那些會影響 Arousal 下降的音樂，通常可以歸納出幾個特性，主要是節奏緩慢、音量變化不大、音高變化平緩、旋律不明顯等特徵。而音樂會影響人的情緒變化至什麼樣的方向，最重要的因素會在於當時的情緒，以及個人對這類型音樂的喜好程度這兩方面，即外在因素的影響會比音樂的內容本身影響大，所以才會在這類型的音樂判斷正負向上，出現比較模糊的結果。相對的，因為影響情緒至 2DES 右上方的音樂本身內容上，就具有強烈的特性(指的是變化較大的音高、節奏感強、鮮明的旋律等)會讓 Arousal 提升，而這些特性同時更能夠讓人更專注在音樂之中，自然讓人的情緒會更容易被音樂的內容所引導，至於最後是影響至正向或是負向，則視作曲者希望這首音樂表達出何種情緒，但是這樣的音樂會讓大部分人的情緒都產生類似的變化。

所以，當我們藉由這些透過實驗，已知能使人產生某種情緒變化的歌曲為基準時，如果有其他更多不同的音樂，我們就能夠判斷這些音樂，有可能會使人產生何種的情緒變化。由於目前的音樂治療在選擇音樂上，都是要依靠音樂治療師本身的感覺，去對音樂的特性以及可能產生的效果去做判斷。例如：當音樂治療師，需要讓患者進行情緒調

節時，選擇曲目上，會希望音樂是低沈、輕緩、婉約、悠揚的，以安定精神、幫助入眠；或選擇節奏快、旋律佳、音色美的樂曲，以提振精神。但是這些都是很抽象且主觀的判定，而本篇論文能夠針對一些情緒變化的情形，來找出能引導情緒有該變化情形的音樂。當我們收集了足夠量的實驗資料後，對於音樂能夠引導情緒產生的變化情形，就可以更加的了解，在音樂比對上自然會更加精確。而可以提供給音樂治療師，有另一個較為客觀的方式來選擇音樂。這也是在未來的研究上，希望能達到的目標。



參考資料

- [1] 李侃儒, “個人化情緒／情境音樂檢索系統,” 第五屆數位典藏技術研討會, 2006.
- [2] 陳美如主譯, 篠田知璋、加藤美知子主編, “標準音樂治療入門,” 台北市：五南圖書公司, 2005.
- [3] 謝文傑, “音樂治療對心理與身心健康的影響,”
<http://www.psychpark.org/psy/music.asp> , 2002.
- [4] 謝俊逢, “音樂療法-理論與方法,” 台北市：大陸書局, 2003。
- [5] H.C. Chen and A. L. P. Chen, “A music recommendation system based on music data grouping and user interests,” *ACM Conference on Information and Knowledge Management*, 2001.
- [6] T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, and C. Stein, “Introduction to Algorithms 2nd ed. page 350-356,” *Massachusetts Institute of Technology*, 2003.
- [7] A. Gabrielsson and P.N. Juslin, “Emotional Expression in Music,” *in Handbook of Affective Sciences*, Oxford University Press, 2003.
- [8] A. Gabrielsson and E. Lindstrom, “The Influence of Musical Structure on Emotional Expression,” *in Music and Emotion, theory and research*, 2001.
- [9] J.S.R. Jang and H.R. Lee, “Hierarchical Filtering Method for Content-based Music Retrieval via Acoustic Input,” *ACM Conference on Multimedia*, 2001.
- [10] P.N. Juslin, “Cue utilization in communication of emotion in music performance: Relating performance to perception”, *J.Experimental Psychology*, 26, pp. 1797-1813, 2000.

- [11] P.N. Juslin and P. Laukka, "Communication of Emotions in Vocal Expression and Music Performance: Different Channels, Same Code?," *Psychological Bulletin*, 129 (5), pp. 770-814, 2003.
- [12] D. Liu, L. Lu, and H.J. Zhang, "Automatic Mood Detection from Acoustic Music Data," *International Symposium on Music Information Retrieval*, 2003.
- [13] S.R. Livingstone and A.R. Brown, "Dynamic Response: Real-Time Adaptation for Music Emotion," *Proceedings of the second Australasian conference on Interactive entertainment*, 2005.
- [14] N.C. Maddage, C.S. Xu, M.S. Kankanhalli, and X. Shao, "Content-based Music Structure Analysis with Applications to Music Semantics Understanding," *ACM Conference on Multimedia*, 2004.
- [15] J.D. Morris and M.A. Boone, "The effects of music on emotional response, Brand Attitude, and Purchase Intent In an Emotional Advertising Condition," *Attitude Self-Assessment Manikin, adsam.com*, 1998.
- [16] G. Nagler, "Guess chords from midi binaries," <http://www.gnmidi.com/utls/midchord.zip> , 1998/1999.
- [17] National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), "RWC Music Database," <http://staff.aist.go.jp/m.goto/RWC-MDB/> , 2002.
- [18] N. Oliver and F. Flores-Mangas, "MPTrain_a mobile music and physiology-based personal trainer," *ACM Human-Computer Interaction with Mobile devices and services*, 2006.

- [19] B. Pardo and W. Birmingham, "Chordal analysis of tonal music," *Technical Report CSETR43901*, Electrical Engineering and Computer Science Department, University of Michigan, 2001.
- [20] J. Pickens and T. Crawford, "Harmonic Models for Polyphonic Music Retrieval," *ACM Conference on Information and Knowledge Management*, 2002.
- [21] J. Pickens and C. Iliopoulos, "Markov Random Fields and Maximum Entropy Modeling for Music," *International Symposium on Music Information Retrieval*, 2005.
- [22] J. Russell, "A circumplex model of affect," *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, pp. 1161-1178, 1980.
- [23] E. Schubert, "Measurement and Time Series Analysis of Emotion in Music," *University of New South Wales*, 1999.
- [24] S. Stanley and L. Alison, "The Cambridge Music Guide," *Cambridge University Press*, 1990.
- [25] M. Steinbach, G. Karypis, and V. Kumar, "A Comparison of Document Clustering Techniques," *Knowledge Discovery in Data Workshop on Text Mining*, 2000.
- [26] I.H. Witten and E. Frank, "Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Technioques," 2nd ed., *Morgan Kaufmann*, 2005.
- [27] Y.W. Zhu and M.S. Kankanhalli, "Music Scale Modeling for Melody Matching," *ACM Conference on Multimedia*, 2003.