

# 音樂彈奏的情緒反應偵測系統

林佩儒<sup>1\*</sup> 蔡效儒<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> 南台科技大學 多媒體與電腦娛樂科學系

\* E-mail: pjlin@mail.stut.edu.tw

## 摘要

現代人對於壓力處理隨時代日趨重要，音樂心理學研究隨之而起。本研究透過Thayer提出的情緒模式及Juslin修正Brunswik的透鏡模型，來製作音樂彈奏的情緒反應偵測系統。首先透過先導實驗來探討彈奏鍵盤樂器時，有無聲音回饋了解使用者的行為模式，以提供系統實作上所需的數據資料。本系統實作上透過使用者彈奏鍵盤時所產生的音長(Duration)及力度(Velocity)作為情緒反應的判定因素，並使用模糊理論的歸屬度做為判定的方式，讓系統模擬人的情緒反應並回饋給使用者。藉由本研究提供未來研究者一個可作為情緒判定上的基礎工具。

**關鍵字：**音樂彈奏、情緒反應、模糊理論

## A Music Playing Emotional Reaction Detection System

### Abstract

"Psychology of Music" was discussed in a long time, but still affects people everyday lives in this modern world. This study used the theory of Thayer's emotional patterns and Juslin's lens model to create a music playing emotional reaction detection system. First, we used a pilot experiment study to explore user's behavior through the data gathering from the experiment study that having voice feedback or not. Next we used the determine factors, music duration and music velocity, to allow the system to simulate the emotional reaction and later to feedback to the users. Also this study provided suggestions to the future researchers in the music playing emotional reaction detection system in music psychology.

**Keywords:** music playing, emotional reaction, fuzzy theory

## 壹、緒論

### 一、研究背景

隨著時代的演進，人們除了每天汲汲營營為了生活努力的賺錢之外，也開始重視個人的生活品質及精神層面的生活。有些人透過從事休閒活動來抒解壓力，有些人則透過學習來充實自己，更有些人藉由探索新奇的事物來實現夢想。而現今工作的忙碌，使得自我探尋的時間減少，必須尋求心理醫生的協助來解壓的狀況增加，這也讓各種心理學相關的研究逐漸受到重視。

以往相關的心理學研究當中，研究者經常是使用觀察、實驗、同理心、溝通…等技術，來探討及分析人們的情緒反應及壓力，這些相關技術無論在國內外都受到廣泛的討論。而在現今台灣更有研究者針對「流行音樂對人造成的情緒影響」做實驗，探討流行音樂是否真的能影響人們的心情，透過研究調查後也證實流行音樂具有安撫人們情緒的反應，例如：梁靜茹的「分手快樂」是最適合男女在分手時所聆聽；江蕙的「家後」也因為溫柔的曲調，具有撫平情緒的功能；瑞典 ABBA 合唱團的經典歌曲「Dancing Queen」，更是胡海國在渡過人生低潮時期的指定療傷曲，另外還有加拿大環保音樂家－馬修連恩的作品「狼」，能夠讓人有如置身於大自然中，能夠有效抒解生活中的壓力。（民視、TVBS，2007）

雖然歌曲本身在創作時，作曲者就會在音樂當中添加快樂、悲傷…等元素，不過對於所謂療傷類型的歌曲其定義，目前學者或專家之間尚未出現明確的分類與定義標準。根據以上所述，似乎能夠顯示出音樂對人類情緒的密切影響，也說明了音樂在人們的生理與心理（情緒或情感）上是具有「共鳴」的。也因此近年來針對心理、情緒與音樂之間的研究，無論是在國內或國外都逐漸受到重視與討論。

## 二、 研究動機與目的

目前在台灣音樂心理學的研究尚處於萌芽階段，研究者大部分以「音樂治療」的領域做為探討項目。在台灣音樂治療的相關研究從1980年開始，大多數是針對如何透過音樂治療來改善人們的「情緒反應」、「學習問題」、「行為分析」等。綜觀這些有關音樂治療的相關研究後發現，大多數的研究都是針對音樂的「治療行為」為主要目的，像是透過播放音樂或演奏音樂的方式來醫治病患，其次則是情緒反應及音樂治療方法的探討。而情緒反應方面主要是透過音樂來安撫人類的負面情緒反應；音樂治療方法則為探討新的音樂治療方法或舊有方法的延伸探討或修正等。這些音樂治療相關的研究都是屬於事後的醫療行為或研究，俗話說：「預防勝於治療」。若能在這些疾病發生之前，就能透過偵測的方式，來獲得潛在的隱含資訊，勢必能將此資訊作為心理治療師作為初步診斷及後續醫療的參考。

現階段國內透過音樂的方式來反應使用者情緒是很少被探討的領域，不過在國外這方面的議題已有許多的文獻研究，例如：Yazhong Feng (2003) 提出的“Music Information Retrieval by Detecting Mood via Computational Media Aesthetics”，主要是透過類神經網路來訓練電腦，讓電腦能藉由音樂當中的音樂元素 Tempo 和 Articulation 來做情緒的分類，使得使用者能透過此情緒搜尋的方式來獲得相關以及所需的情緒音樂。

本研究使用 Thayer 所提出的二維情緒模型(Thayer,1989)將情緒做分類，並且藉由 Juslin 修改 Brunswik 的透鏡模型，瞭解到音樂元素可以用來傳遞情緒反應，因此本研究最主要是要讓使用者能透過彈奏鍵盤時所產生的音樂元素，製作一個音樂彈奏的情緒反應偵測系統，並藉由此系統立即地將使用者的情緒反應顯示出來。

本系統透過 Thayer 提出的情緒模式及 Juslin 修正 Brunswik 的透鏡模型來針對彈奏時每個音的音長及彈奏力度作為情緒反應的判定因素，並使用模糊理論讓系統能模擬人的真實情緒反應並回饋給使用者。藉由本研究的結果期望能提供作為在音樂情緒判定上的基礎的工具。

## 貳、文獻探討

### 一、情緒分類模型

要將情緒做分類之前必須先建立一個好的情緒分類模型。Thayer 在 1989 年時提出了二維情緒模型，主要是使用能量(Energy)和壓力(Stress)兩個特徵來做為情緒分類，而其所提出的情緒模型得知能量可使用「有活力(Energetic)」與「平靜(Calm)」來表示情緒程度；壓力則可使用「快樂(Happy)」與「焦慮(Anxious)」來表示情緒的程度(圖 1)。

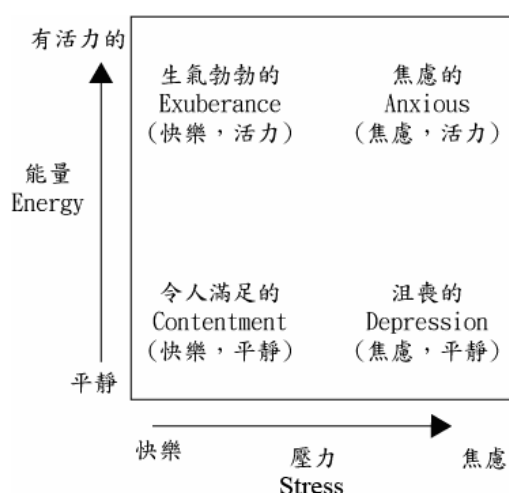


圖 1 Thayer 二維情緒模型

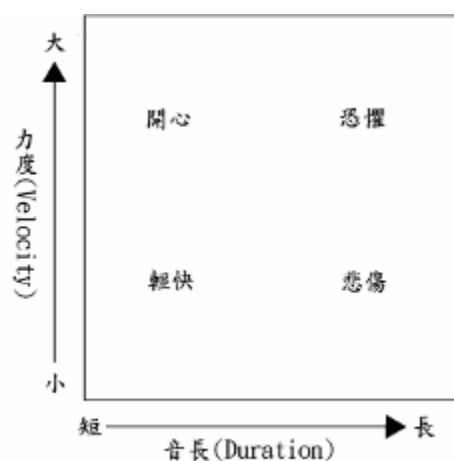


圖 2 本研究二維情緒模型

由於本系統最主要是探討音長(Duration)及力度(Velocity)兩個情緒反應的特徵，與 Thayer 的二維情緒模型相似，因此本研究將修改 Thayer 的情緒模型，改使用音長及力度兩個特徵來做情緒分類(圖 2)，以特徵值的大小作為情緒反應的程度表現，來產生四種不同的情緒反應：開心、輕鬆、恐懼、悲傷(如表 1)。

表 1 本研究的情緒模型

音長 \ 力度	長	短
大	恐懼	開心
小	悲傷	輕鬆

## 二、情緒表達與傳遞理論

本研究採取使用者彈奏樂器做為輸入方式，再透過情緒偵測系統來判斷情緒反應，因此需要瞭解樂器是否能產生情緒傳遞的訊息。本研究利用 Juslin 修改 Brunswik 的透鏡模式(Lens Model)理論，來尋找彈奏樂器時何種音樂元素能傳遞情緒反應，並藉由這些音樂元素來自動檢測彈奏時的情緒反應，使得情緒偵測系統能顯示人們彈奏時所傳達的情緒反應。

### (一) Brunswik 透鏡模型

Brunswik 在 1939 年時，首先提出了關於知覺機能的模型「生物與環境結構模型(The Structure Model of Organism and Environment)」(如圖 3) (1939,1952;Wolf,2000)。1952 年時，Brunswik 將原先的生物與環境結構模型加以修改後成為新的「透鏡模型(The Lens Model) (如圖 4)」。

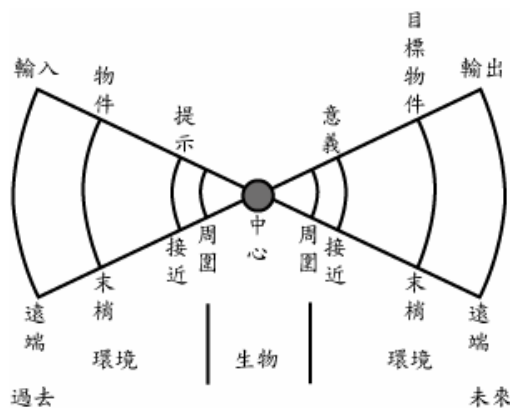


圖 3 Brunswik 生物-環境結構模型

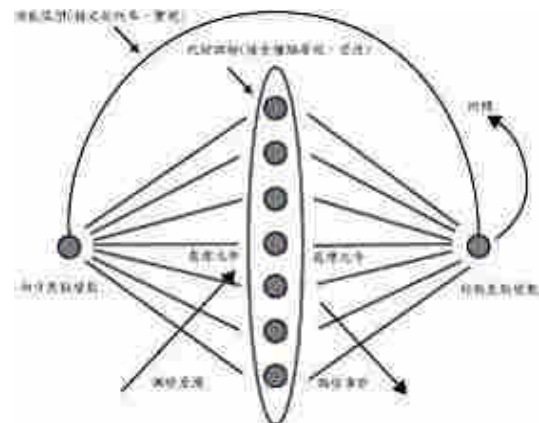


圖 4 Brunswik 最初的透鏡模型

在 Brunswik 最初的透鏡模型當中，包含了兩個子系統：環境與生物（如圖 3），這兩個子系統在近端線索處相交。在環境中分散的線索或可以相互替換的線索，必須在一定程度上能被重組，這樣才能符合客觀環境下的潛在規律。而透鏡模型主要是在闡述知覺者如何利用環境訊息來形成正確的知覺，因此遠端變化量和近端線索之間的關係，能夠用來描述環境中某種特定線索的潛在效度，即是線索的生態效度 (Ecological Validity)；之後則是要建立起線索的功能效度 (Functional Validity)，即知覺者實際利用線索的程度 (Juslin, 1997)。因此透鏡模型有助於對特定的知覺來進行數量的估計，同時也將提供研究者一個有用的分析工具。

## (二) Juslin 透鏡模型

Juslin 將 Brunswik 的透鏡模型加以修改之後，提出用來作為描述音樂演奏時的交談過程（如圖 5）。Juslin 所提出的透鏡模型當中與 Brunswik 的透鏡模型有些微的差異性，Brunswik 認為在兩個透鏡旁邊，應該是生態效度和利用提示的概念，用來表示提示之間的關係（圖 5 中間矩形部份），然而 Juslin 則認為兩個透鏡旁邊為生態效度和功能效度，則用來表示提示的有效性 (Juslin, 1997)。

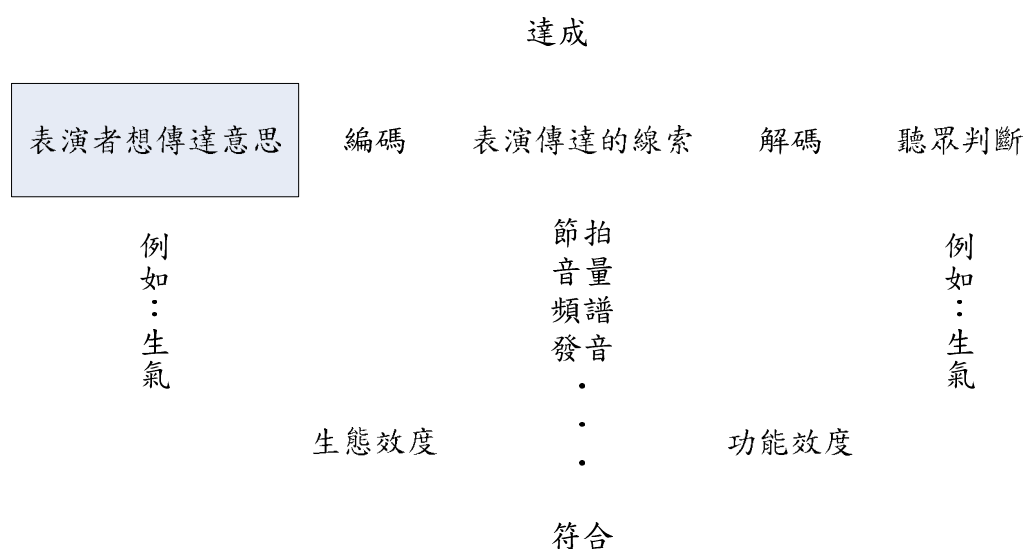


圖 5 Juslin 修改 Brunswik 透鏡模型

Juslin 所提出的新版透鏡模型最主要是用來解釋演奏者與聽眾之

間情緒交流的方式。演奏者方面將會透過許多與音樂相關的線索來對情緒進行編碼的動作(即為表達情緒),聽眾方面則是將這些情緒線索進行解碼的動作(即為辨識功能)(王乃弋、李紅,2003),透過這樣的交談方式,讓聽眾來判斷音樂當中所要傳達的情緒反應。但這些音樂相關的線索並不一定全部會與情緒反應互相呼應。因此聽眾必須以彈性的方式將這些線索結合起來,才能對這個情緒反應做出正確的判斷(Juslin,2000)。

在透鏡模型中,演奏者想傳達的情緒會和演奏當中的一個或多個線索(例如:Tempo)產生關係,透過這樣的關係來描述這個線索的生態效度(Ecological Validity)。所謂的生態效度,是指這線索預期傳達的情緒;而同一個線索的功能效度(Functional Validity)則可以表現出線索與聽眾判斷之間的關係,功能效度是線索預期聽眾能正確判斷的指標。

因此透過分析和綜合音樂的表演,之前的研究者已經證實,演奏者在演奏時,若有融入音樂元素例如:節奏、音高、發音,在表演之中,則能藉由這些元素來表達情感;甚至是4~12歲的小孩子似乎能夠透過使用一些簡單的音樂元素來表達自己的情緒反應(Adachi & Trehub,1998)。

### (三) 小結

由文獻中了解到情緒傳遞的方式,以及音樂元素是具有傳遞人的情緒反應的能力,因此本研究將彈奏樂器時所產生的音樂元素—音長(Duration)及力度(Velocity),做為本研究先導實驗及系統設計的情緒判定因素,讓系統能透過使用者彈奏所產生的訊息來反應人們的情緒反應。

### 叁、先導實驗

首先針對一般使用者在彈奏樂器時，所產生的反應來做一個先導性的實驗，並且從該實驗結果中獲得相關的資訊。此先導實驗架構如圖 6：

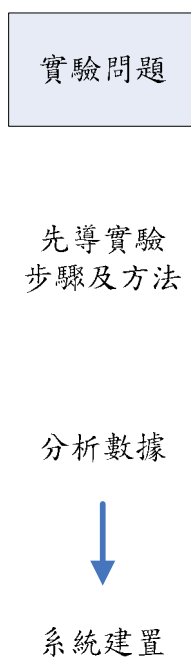


圖 6 先導實驗架構圖

#### 一、實驗問題

本實驗最主要是要探討兩個問題：

- (1) 探討有無聲音回饋的控制，對情緒反應是否有明顯的差異性。
- (2) 透過有無聲音回饋的控制，藉由使用音長及力度這兩個音樂元素做為本實驗的施測及研究因素，並利用這兩個元素來建立一個新的情緒偵測方式。

#### 二、實驗步驟及方法

本實驗依照「是否有一年以上的彈奏經驗」，將受測者分成有經驗



組及無經驗組，並將實驗方式分成「無聲音回饋」及「有聲音回饋」二次實驗及問卷填寫，藉由兩次的實驗來獲取結果分析所需之數據。

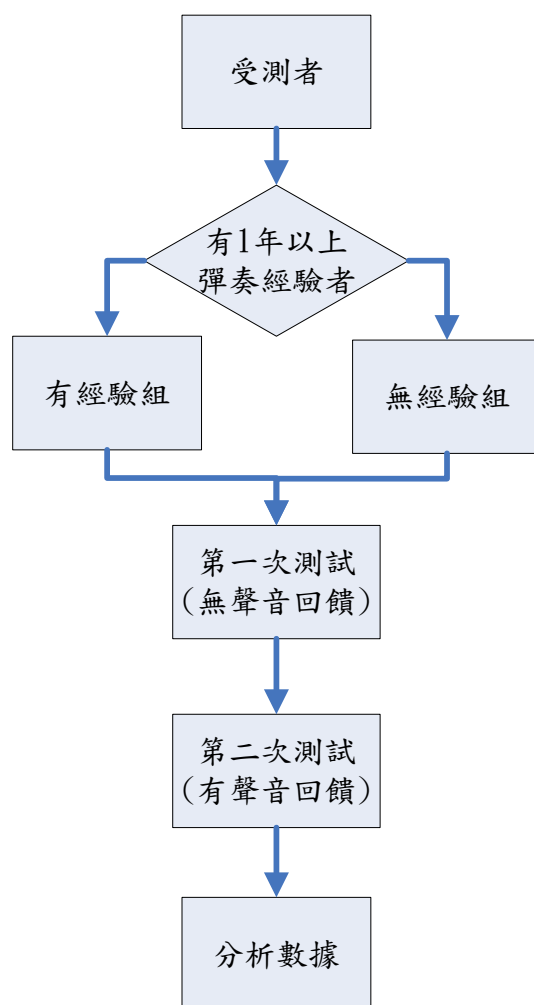


圖 7 先導實驗執行流程圖

先導實驗抽樣 20 名受測者，先讓受測者填寫實驗問卷，並將 20 名受測者分成兩組，各組各 10 位受測者。分組方式為是否有彈奏過 MIDI 鍵盤、鋼琴、電子琴…等樂器的經驗，並且有持續彈奏時間在一年以上者。有經驗組是使用滾雪球抽樣的方式，讓有經驗的受測者能更快速的尋得。無經驗組則使用隨機抽樣的方式，讓樣本更接近母體。

### 三、分析數據

本實驗共發放 20 份問卷，其中有效問卷為 18 份，無效問卷為 2 份。本實驗將分成二部份來分析，第一部分為實驗分析，主要是為了

探討有經驗者與無經驗者之間，在彈奏樂器上是否有所差異。第二部份為實驗數據分析，主要是透過軟體所記錄的數據，經過統計處理之後，求得系統實作上的歸屬函數。

### (一) 實驗分析

#### (1) 受測者分析

本次實驗共實行 20 次，有效實驗為 18 次，無效實驗為 2 次。本次實驗的男女比例(如表 2)為 11:7，無經驗的受測者男女比例為 5:4，有經驗的受測者男女比例為 6:3，而在有經驗的受測者當中，學習過樂器並且持續練習時間為二年以上，占有經驗的受測者當中的 44%，一年左右占 56%。

表 2 受測者男女統計表

	男	女
無經驗的受測者	5 人	4 人
有經驗的受測者	6 人	3 人
總受測者	11 人	7 人

#### (2) 整體實驗時間分析

本次實驗原先預計的實驗時間為 15 分鐘/人，但由於本實驗的情緒反應是受測者自己內心的表現，因此受測者需要花費不同的時間，來針對本實驗所設定的情緒反應產生對應的反應。本實驗的平均實驗時間約為 21.5 分鐘/人，無經驗的受測者平均實驗時間約為 16 分鐘/人，有經驗的受測者平均實驗約為 27 分鐘/人，如表 3 所示。

表 3 整體實驗平均實驗時間表

原先預計時間	15 分鐘/人
無經驗組的平均實驗時間	16 分鐘/人
有經驗組的平均實驗時間	27 分鐘/人
全體受測者的平均實驗時間	21.5 分鐘/人

#### (3) 兩次實驗各別時間分析

本次實驗是依據有無聲音回饋來做兩次實驗測試，因此針對兩次

實驗的輸入時間做一個分析。在無聲音回饋當中，無經驗的受測者輸入時間平均為 4 分鐘／人，有經驗的受測者輸入時間平均為 7 分鐘／人。在有聲音回饋當中，無經驗的受測者輸入時間平均為 7 分鐘／人，有經驗的受測者輸入時間平均為 14 分鐘／人，如表 4 所示。

表 4 兩次實驗平均的輸入時間表

	無聲音回饋	有聲音回饋
無經驗組	4 分鐘／人	7 分鐘／人
有經驗組	7 分鐘／人	14 分鐘／人

#### (4) 實驗測試分析

在本次實驗的測驗一中，有對於受測者做一次實驗測試，本測試主要是針對「無聲音回饋」這一點對於受測者所輸入的情緒反應來做一個對應的比較，如表 5 所示。在所有受測者當中自己彈奏的聲音與比對後的結果完全符合的為 56%，比對結果只答對正向情緒的選項為 11%，只答對負向情緒的選項為 28%，而完全不符合的為 5%。

表 5 實驗測試分析表

完全符合	56%
只答對負向情緒選項	28%
只答對正向情緒的選項	11%
完全不符合	5%

#### (5) 有無聲音的回饋對受測者的影響分析

本實驗是想藉由問卷的方式，來瞭解受測者是否會因為有無聲音的回饋而有不同的影響。如表 6 所示，在無聲音的回饋中，有 89% 的受測者認為，沒有聲音的回饋會造成輸入上的困擾，有 11% 的受測者認為沒意見。在有聲音的回饋中，有 72% 的受測者認為，有聲音的回饋能更真實地表現出情緒反應來，有 17% 的受測者認為沒意見，有 11% 的受測者認為不同意。並且有 61% 的受測者認為有聲音的回饋對情緒反應會產生明顯的影響，有 28% 認為沒意見，有 11% 認為有聲音的回饋對情緒反應不會產生明顯的影響。

表 6 有無聲音的回饋對受測者的影響分析表

	同意	沒意見	不同意
無聲音回饋會造成輸入上的困擾	89%	11%	
有聲音的回饋能更真實地表現出情緒反應來	72%	17%	11%
有聲音的回饋對情緒反應會產生明顯的影響	61%	28%	11%

### (6) 有經驗的受測者音樂內容分析

本次實驗並無限制受測者如何透過彈奏鍵盤來反應情緒，但在有經驗的受測者當中約有 56% 的受測者，是彈奏與本實驗所設定的情緒反應接近的音樂，作為自己的情緒反應表現，而剩餘 44% 的受測者是隨意自由地彈奏，來表現自己的情緒反應，如表 7 所示。

表 7 有經驗的受測者音樂內容分析表

以歌曲方式表現情緒反應	56%
隨意自由地彈奏方式表現情緒反應	44%

### (二) 實驗數據分析

由於本研究的系統設計上，需要先了解使用者彈奏時的行為模式，再依此模式來設計系統，因此在這當中最主要是要找出使用者的行為模式。

由實驗分析當中顯示，有 72% 的受測者認為有聲音的回饋，能更真實地將情緒反應表現出來，因此本實驗數據分析主要是使用有聲音回饋組的數據來做分析。實驗數據分析主要是使用 Cubase 軟體來擷取記錄 MIDI 訊號。Cubase 所能夠記錄的 MIDI 訊號包含了使用者所彈奏每個音的開始、結束、音階、音長(Duration)及力度(Velocity)等項目。但由於本研究並沒有針對音階所產生的聲音來做分析，而主要是針對音長及力度兩因素來探討。圖 8 中紅色菱形代表開心、黃色代表輕鬆，此兩種情緒為正向情緒反應，而藍色三角形代表悲傷、綠色圓形代表恐懼，此兩種情緒為負向情緒反應。

測驗二統計圖表(有聲音回饋)

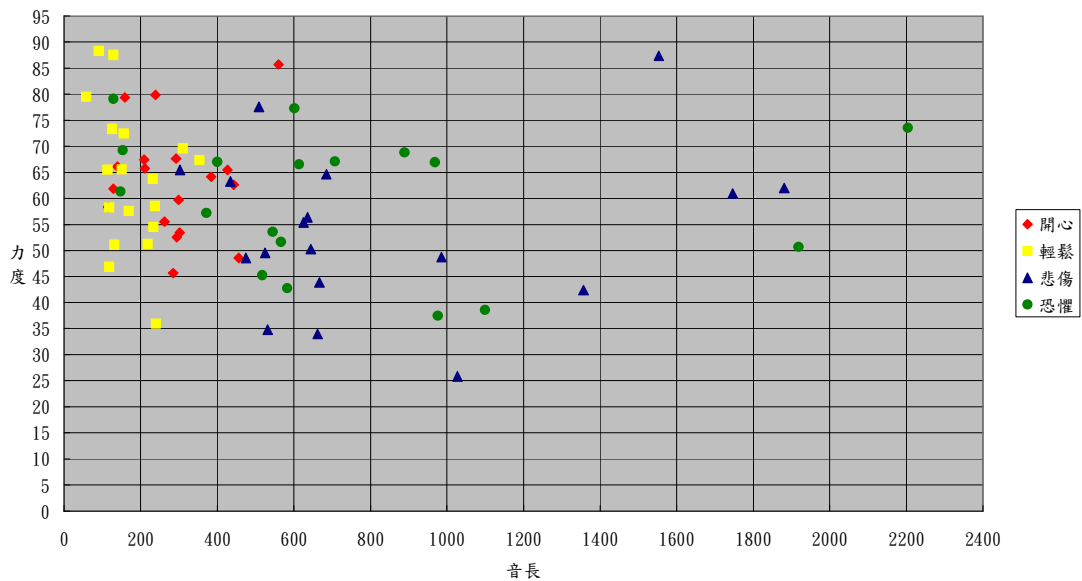


圖 8 測驗二統計圖

由測驗二的統計圖（圖 8）當中發現，若是以音長來看，正、負向情緒的分佈狀況則有明顯的集中趨勢（正向情緒約為 200 左右、負向情緒約為 600 左右），而兩者的模糊區域約為 200~600 之間。若是以力度來看，在測驗二統計圖（圖 8）中，由於正向情緒（紅色菱形及黃色方格）的分佈情況較為重疊，因此在正向情緒的細分上所產生的模糊性較高，模糊區域約為 35~90 之間。但在負向情緒（藍色三角形及綠色圓形）上代表恐懼的力度反應則較高於悲傷的力度反應，因此恐懼及悲傷的模糊性較低，模糊區域約為 45~65 之間。

由實驗的結果顯示，本系統需要能夠產生模糊性的情緒判定方式，因此本系統以模糊理論來求得歸屬函數，並藉由歸屬度來計算使用者的情緒反應為何；本實驗的實驗數據分析步驟如下：

(1) 尋找正、負向情緒的算術平均數

由於圖 8 顯示在音長的數據中，能較明確地切割出正、負向情緒及其模糊區域，因此本實驗數據分析先由音長來做為正、負向情緒分析的主要項目。由於要先求得歸屬度為 1 的值，因此計算正、負向情緒音長的算術平均數（此處已扣除極大值），透過算術平均數來找出正、負向情緒的頂峰，並將頂峰的值設為歸屬度為 1 的值。正向情緒

的算術平均數約為 250 毫秒，負向情緒的算術平均數約為 616 毫秒。

## (2) 正、負向情緒模糊設定

當確定歸屬度為 1 的值之後，則要找出歸屬度為 0 的值，因此本階段由先導實驗的音長數據當中，找出所有的受測者當中正、負向情緒數的極大值及極小值，並且將極大值及極小值設為歸屬度為 0 的值。正向情緒的極大值為 753 毫秒、極小值為 57 毫秒，負向情緒的極大值為 1919 毫秒、極小值為 95 毫秒，再與正、負向情緒音長的算術平均數(正向 250 毫秒、負向 616 毫秒)，找到四個利用音長來切割正、負向情緒的歸屬函數(如圖 9、10 所示)，以提供之後系統實作上分類正、負向情緒使用。

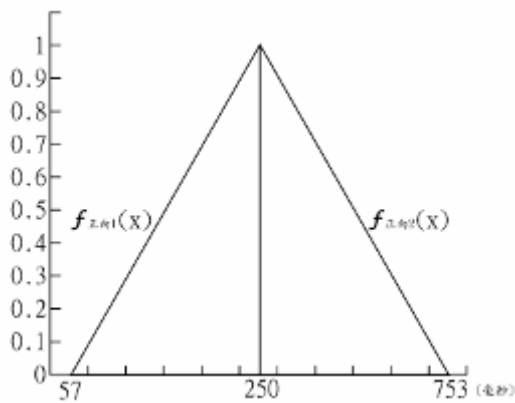


圖 9 正向情緒歸屬函數

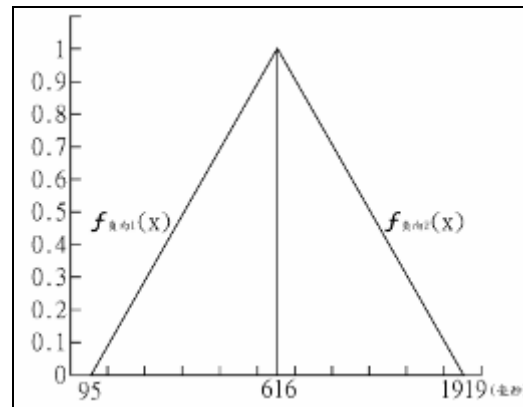


圖 10 負向情緒歸屬函數

## (3) 切割細部情緒模糊設定

由圖 8 所示，使用力度的方式來分析並無法將正、負向情緒做明確的切割，只能做分正、負向情緒的細部情緒切割，因此力度主要是用來將正、負向情緒做細部的情緒分割，並且將情緒反應細分成開心、輕鬆、恐懼、悲傷。

首先要先求得歸屬度為 1 的值，因此由先導實驗的力度數據中，求得四個情緒在先導實驗中的算術平均數，並將求得的算術平均數設為歸屬度為 1 的值，四個情緒的算術平均數分別為：開心的算術平均數為 65、輕鬆的算術平均數為 63、恐懼的算術平均數為 61、悲傷的算術平均數為 55。

之後求得歸屬度為 0 的值，因此找出各個情緒的極大值及極小值，

並將求得的極大值及極小值設為歸屬度為 0 的值，分別為：開心的極大值 86、極小值 46、輕鬆的極大值 97、極小值 36、恐懼的極大值 79、極小值 37、悲傷的極大值 87、極小值 26。將算術平均數（歸屬度為 1）與極大、極小值（歸屬度為 0）做模糊運算，來產生八個以力度為分類情緒反應的歸屬函數（圖 11~14 所示），以提供之後系統實作上分類細部情緒使用。

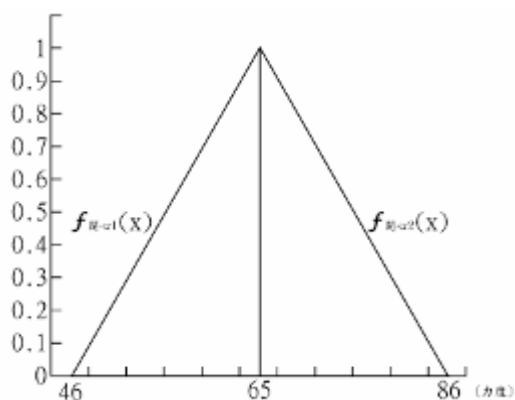


圖 11 開心的歸屬函數

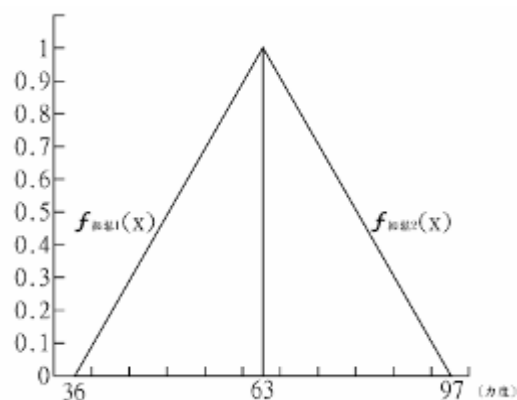


圖 12 輕鬆的歸屬函數

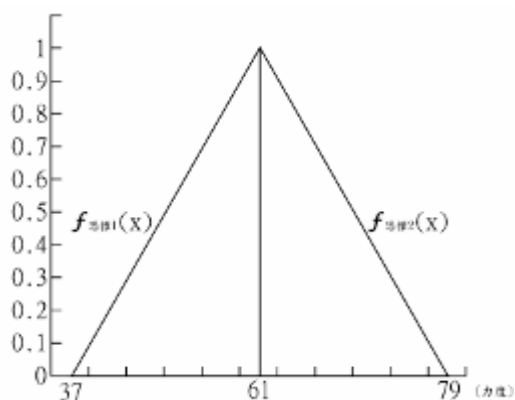


圖 13 恐懼的歸屬函數

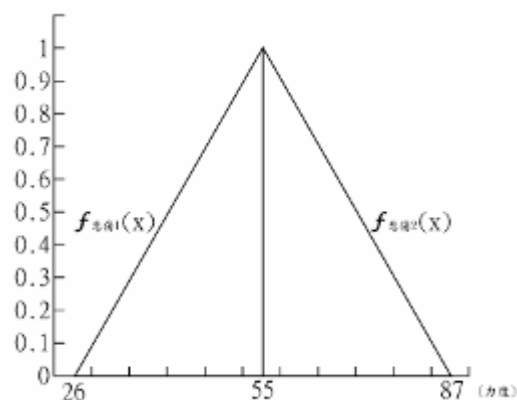


圖 14 悲傷的歸屬函數

## 肆、系統實作

經由先導實驗及相關的數據分析後，則可開始建立音樂彈奏的情緒反應偵測系統。

### 一、系統架構

系統架構中主要將分成硬體架構及系統架構二項。硬體架構指的是硬體與硬體之間是如何連接與關係的解釋。系統架構為本系統設計上的製作架構與數據傳遞的架構。

#### (1) 硬體架構圖

圖 15 為本系統的硬體架構圖，是利用 MIDI 鍵盤做為輸入裝置，當使用者開始彈奏樂器時，MIDI 鍵盤開始透過 MIDI out 傳遞 MIDI 訊號至電腦的 MIDI in，彈奏音樂之情緒反應偵測系統收到這些 MIDI 訊號時，透過分析處理後將情緒反應顯示出來。

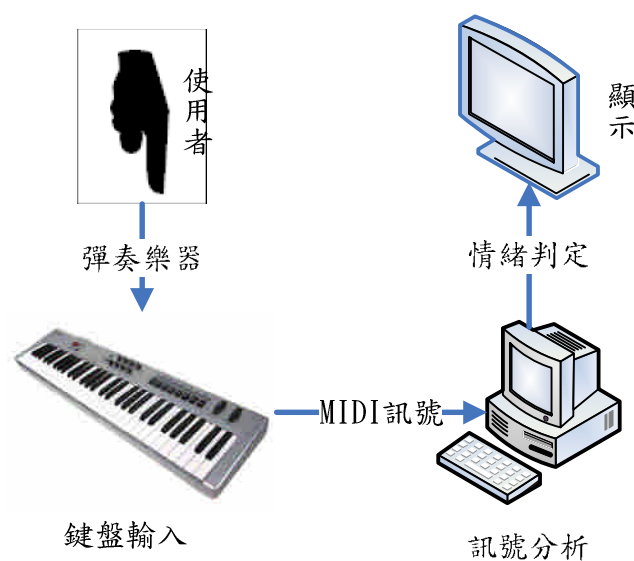


圖 15 硬體架構圖



## (2) 系統架構圖

本系統主要的系統架構（如圖 16）共分成三個判斷層面，第一階段為輸入辨識，主要是為了分析 MIDI 訊號並將系統當中所需要的元素區分出來，分別記錄了每個音的音長(Duration)及力度(Velocity)。第二階段為正負情緒分析，主要是使用模糊理論依照音長做分類，將情緒粗略地區分成三個部份，分別為正向情緒、負向情緒、正負向情緒的模糊地帶。第三階段為細部情緒分析，主要是將第二階段所分類的項目再依力度的高低做分類，將情緒更細分成開心、輕鬆、恐懼、悲傷等四個情緒反應。

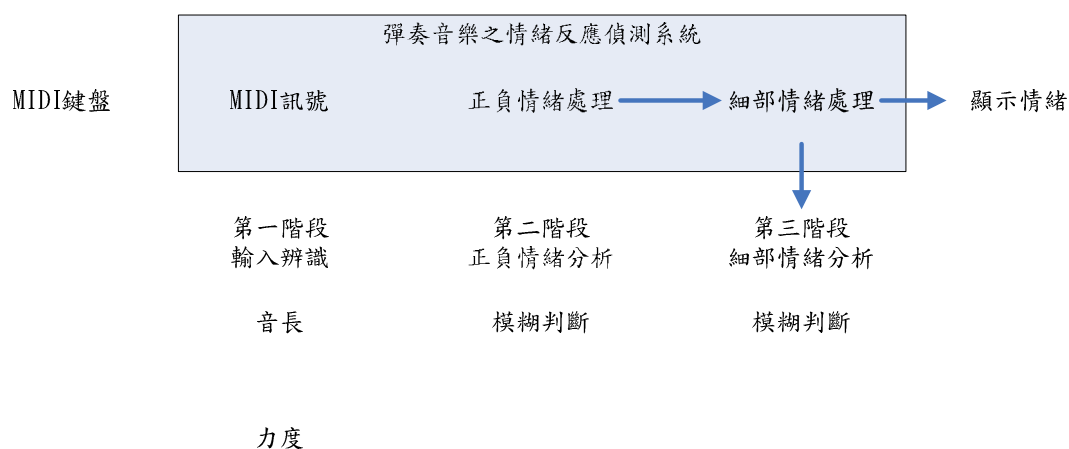


圖 16 系統架構圖

### 系統架構說明

#### 第一階段—輸入辨識

第一階段為 MIDI 訊號的辨識階段（如圖 17），主要是將 MIDI 鍵盤中所傳遞的 MIDI 訊號做第一步的處理。當使用者開始彈奏 MIDI 鍵盤時，MIDI 鍵盤會由 MIDI out 傳送 MIDI 訊號至電腦的 MIDI in；這部份主要是記錄使用者彈奏每個音的音長及力度大小，由於 MIDI 的力度值可以透過 MIDI 鍵盤直接回傳，因此在力度方面並不需要轉換處理，但音長上由於 MIDI 訊號只會傳送開始值又結束值，因此音長的記錄則需自行計算，本系統是以結束時間減開始時間的方式來記錄，以提供之後的情緒分析處理。

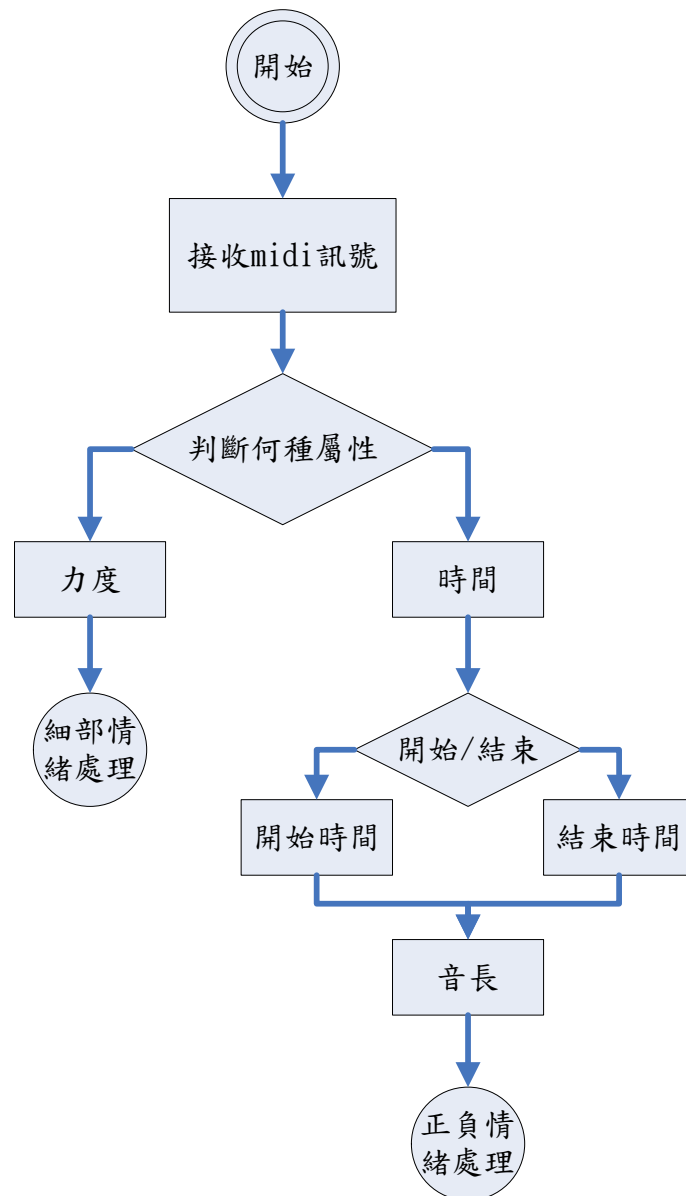


圖 17 第一階段—輸入辨識流程圖

### 第二階段—正負情緒處理

第二階段為正負情緒處理（如圖 18）主要是透過實驗測驗當中所分析出來的結果，將人的情緒依照彈奏每個音的音長做一個粗略的分類，將情緒區分成二大類：正向情緒（例如：開心、輕鬆…）及負向情緒（害怕、恐懼…）等。本系統是使用彈奏的音長來作為分類項目，透過音長模糊運算的歸屬函數將正負情緒分類在三個部份，分別為正向情緒、負向情緒及正負情緒的模糊地帶，之後再交由第三部份做細部分類。

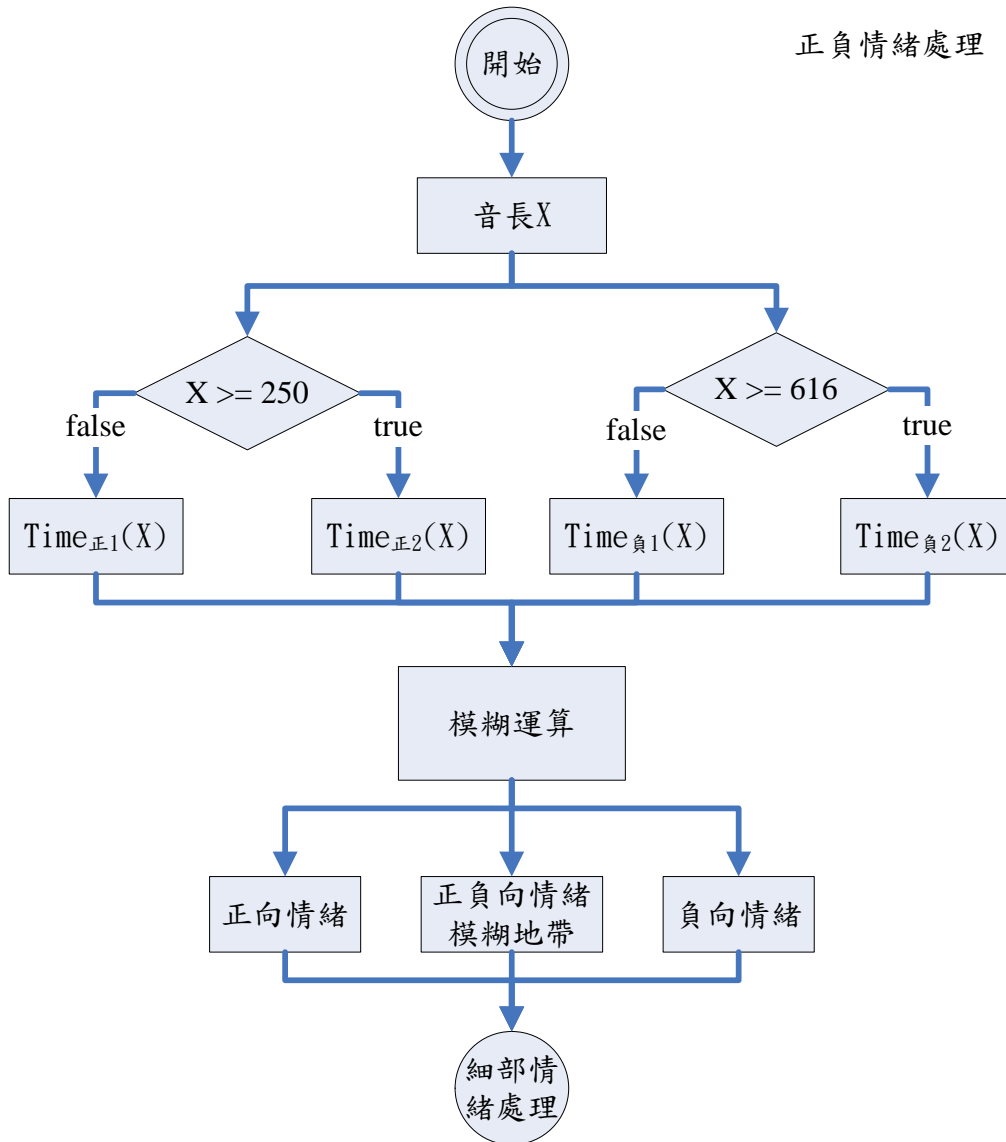


圖 18 第二階段—正負情緒處理流程圖

### 第三階段—細部情緒分析

第三階段為細部情緒處理（如圖 19）主要是將第二階段當中，透過音長所區分出來的正、負向情緒及正負向情緒模糊地帶，再透過本階段使用力度模糊運算的歸屬函數將正負向情緒再次細分切割，讓人的情緒反應能更多元化。此階段所使用的控制因素為力度，將原先只有正負情緒二大類，再細分成四大類分別為：開心、輕鬆、恐懼、悲傷，最後以百分比的方式將使用者所彈奏出來的情緒反應顯示在畫面上。



力度V

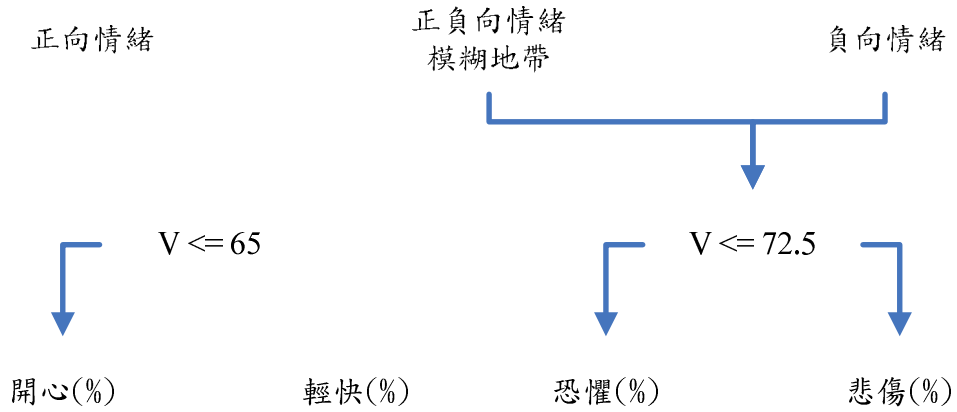


圖 19 第三階段—細部情緒分析流程圖

## 伍、 結論與未來工作

### 一、 先導實驗的發現

在測驗中，主要是探討有經驗的彈奏者與無經驗的彈奏者之間，對於是否有聲音的回饋，在情緒反應上是否有所差異。而在實驗中發現到以下幾點問題：

- (1) 整體的平均實驗時間，無經驗者較容易在短時間內表現自己的情緒。

由實驗分析當中得知，無經驗的受測者在實驗整體的平均輸入時間(16分鐘／人)較有經驗的受測者(27分鐘／人)短，由於經驗不同，因此對於音符的組合並非十分了解，故有經驗的受測者則會受到原先彈奏鍵盤的經驗影響，使得有經驗的受測者會需要較長的時間來構想情緒反應要如何表現。

- (2) 當無聲音回饋時，兩組實驗受測者皆可在較短的時間之內，表現出自己的情緒反應。

由於實驗的第一階段是無聲音的回饋，因此由實驗分析中顯示，當兩組受測者在無聲音回饋時其平均的輸入時間(無經驗組 4 分鐘／人、有經驗組 7 分鐘／人)較有聲音回饋(無經驗組 7 分鐘／、有經驗組 14 分鐘／人)快，由此顯示可以知道兩組的受測者皆能在很短的時間之內，單純地透過彈奏鍵盤的方式來表現出自己的情緒反應，即使彈奏出來的聲音與他們預期的聲音有些微的差異。

- (3) 有聲音的回饋對情緒反應是有所影響。

由實驗中瞭解到受測者確實會因是否有聲音的回饋，而對情緒反應產生影響，有 89% 的受測者認為無聲音回饋對於

情緒的輸入上會產生輸入的困擾，並且有 72% 的受測者認為有聲音的回饋，能讓情緒反應更真實地表現出來。而有 61% 的受測者也認為有聲音的回饋對表現自己的情緒反應是有明顯的影響。由此可知有聲音的回饋是對使用者來說是會影響其情緒反應的表現。

(4) 有經驗的受測者較容易產生依照自己印象中的樂譜來表現自己的情緒。

在實驗進行過程當中發現，有 56% 有經驗的受測者會彈奏與本實驗所設定的情緒反應接近的音樂用以作為情緒反應之表現，多數人藉由歌曲化的方式來表達自己的情緒時，則較容易受到其他的音樂元素所影響，使得在本系統上測試時會有些微的誤差產生。

## 二、本系統的發現及問題

由於本系統目前並無考量聲音的回饋部份及其他音樂元素，因此目前是只能將使用者的情緒反應做一個粗略的分類。以下為本系統製作中的發現及問題：

(1) 正向情緒較難切割成細部情緒

由於使用者的正向情緒與負向情緒是一個相對的情緒分界限，因此可以透過模糊理論進行切割，但是細部切割時，由於並非相對之情緒反應，因此無法明確切割出明顯的細部情緒。

(2) 加入聲音的回饋能讓情緒反應更明顯

本研究中的 72% 受測者認為，在彈奏時是需要有聲音的回饋才能有效地表現情緒反應，因此在系統設計上需要再加入聲音的回饋，讓系統能更加地反應出使用者的情緒。

(3) 顯示情緒的圖示其差異性能更明顯

由於情緒反應並沒有一定的表現方式，因此圖示的情緒反應應該做明顯的差異性，才不會造成使用者的錯覺。

### 三、 未來工作

雖然說目前大多數的聲音辨識方式都是透過聲波分析來處理，但希望能藉由本研究的實驗，能讓更多的研究者能一同探討如何使用數位音樂的方式來分析使用者的情緒。以下為未來研究方向：

#### (1) 系統校正及學習功能

由於本系統目前並無自動校正及學習的功能，因此在系統校正上需要透過人工校正的方式來達成。但由於人工校正的步驟過於繁雜，再加上人的情緒反應具有內在性，會隨著不同的使用者及時間產生出不同的結果，因此為了讓系統能完整地將情緒反應出來，希望未來系統能夠自動地校正及學習情緒反應的偵測。

#### (2) 使用更多的音樂元素來判定情緒反應

由於音樂所包含的元素相當多，而本研究目前只選用了其中二個元素來做判定，因此未來還可以增加使用其他相關的音樂元素來做情緒的判別，並且本研究也發現有聲音的回饋對於情緒反應的表現是有明顯的影響，因此未來也將聲音的因素加入情緒辨識的項目之一，以提升系統的辨識能力及應用範圍。

#### (3) 增加情緒反應的辨識項目

由於情緒反應並沒有一個特定的表現，而本研究目前只針對四種情緒反應來做實驗及設計，但在透過實驗發現，並沒有辦法將情緒反應做一個明顯的切割，因此希望未來可以提供更多能確實代表情緒反應的選項，讓使用者在彈奏時能更有效地將各種不同的情緒反應表現出來，如此才能提供更正確的情緒反應資料給未來的研究者或音樂心理治療師，並且用在判定使用者的情緒反應上。

#### (4) 使用不同的輸入設備來表現情緒

由於目前本研究是採取 MIDI 鍵盤來做輸入，其應用只適合那些不排斥彈奏鍵盤的使用者，因此應用的範圍較小，

所以未來希望可以使用更多不同的樂器來做輸入裝置，以提供更直接的輸入方式，讓情緒偵測系統能更多元化的發展。

### 參考文獻

- [1] 王乃弋、李紅，“音樂情感交流研究中的透鏡模型”，*心理科學發展*，Vol.11, No.5, pp. 505-510, 2003.
- [2] 李允中、王小藩、蘇木春，“模糊理論及其應用”，*全華科技圖書有限公司*，台北，2004。
- [3] TVBS(2007)。歌曲能療傷「分手快樂」、「家後」上榜。2007年11月3日，<http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/071103/8/njh9.html>.
- [4] K.T. Strongman 著，游恆山(譯)，“情緒心理學”，*五南書局*，台北，2003。
- [5] Adachi, M., & Trehub, S. E, “Children's expression of emotion in song.” *Psychology of Music*, Vol.26, pp.133-153, 1998.
- [6] Brunswik, E., “The conceptual framework of psychology.” *International Encyclopedia of Unified Science*, Vol.1, No.10, Chicago: The University of Chicago Press, 1952.
- [7] Brunswik, E., “The conceptual focus of some psychological systems.” *Journal of Unified Science (Erkenntnis)*, Vol.8, pp.36-49, 1939.
- [8] Juslin, P.N, “Emotional communication in music performance: a functionalist perspective and some data.” *Music Perception*, Vol. 14, pp. 383-418, 1997.
- [9] Juslin, P. N, “Cue utilization in communication of emotion in music performance: Relating performance to perception.” *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol.26, pp.1797-1813, 2000.



- [10] Thayer, R.E, “The biopsychology of mood and arousal”, New York: Oxford University Press, 1989.
- [11] Yazhong Feng, Yueting Zhuang, Yunhe Pan, “Music Information Retrieval by Detecting Mood via Computational Media Aesthetics.” *Proceedings of the IEEE/WIC International Conference on Web Intelligence (WI’03)*, 2003.
- [12] Wolf, B., Fundamental Principles of Brunswik’s Representative Design. <http://www.brunswik.org>. Notes and essays, 2005.