

以腦波特徵為基礎之專注力診斷與訓練系統

姜琇森

國立臺中科技大學資訊管理系

hschiang@nutc.edu.tw

蕭國倫

國立臺中科技大學資訊管理系

klhsiao@nutc.edu.tw

吳哲維

國立臺中科技大學資訊管理系

s1801b105@nutc.edu.tw

摘要

閱讀是人們在進行知識的獲取所普遍採用的途徑，人們習慣從閱讀書籍中探索新的知識或尋找心靈上的寄託，但由於資訊科技的發達使工作的方便性以及產能提升，日趨繁重的工作量使得人們在工作壓力的影響之下，產生了不良的影響，長期的壓力影響之下，將使專注力無法的集中，在這樣的影響之下將導致記憶力衰退、理解與學習的能力下滑，以及學習障礙等問題的產生，而這樣的問題對於人們的閱讀將產生不良之影響。從觀察人們的閱讀習慣可以發現，多數人習慣在音樂的情境下進行閱讀任務，但也發現不適當的音樂會影響閱讀的專注力，因此本研究提出一個系統進行個人化歌曲清單的調整，找出較適合的音樂以藉此讓專注力能集中於閱讀上，且不受不喜歡音樂的影響。最後經實驗結果顯示本系統確實可以提供使用者一份個人化的歌曲清單，使其於閱讀的過程中更能專注且持續的進行。

關鍵詞：腦電圖、腦機介面、神念科技、專注力

壹、緒論(Introduction)

近年來，由於資訊科技的進步帶來的工作方便性提升，工作量日趨變繁重，由於工作的多樣性以及複雜度導致生活與工作壓力產生，進而影響到工作時專注力無法集中，造成長時間處於注意力不集中的狀態，將導致記憶力衰退、理解能力下降、學習能力下滑及學習障礙等問題產生。

根據過去研究指出聆聽音樂可以用以紓壓及改善睡眠品質(Chang et. al 2012)，對腦電波的影響則會有 α 波和 θ 波的能量強度變化，而 α 波與 θ 波的增加將有助於專注力的提升；孫光天等學者(2007)研究腦波訊號在不同音樂的情況下的變化，發現 α 波與 θ 波有明顯的變化。音樂治療能使 α 波能量上升，專注力不集中的情況也能獲得改善(詹小秋 2011)。經由上述研究顯示，因為除了做為藝術表演之外，藉由聆聽音樂或營造一個音樂背景的氛圍，不僅能提供治療的效果，也能夠對專注力帶來改善。

從觀察人們的閱讀習慣發現，無論在圖書館或是其他適合閱讀的場合，時常可以發現大多數的人習慣聽著音樂邊進行閱讀，但也因為數位音樂的取得容易，音樂播放器內存放著許多不同的音樂，如果未針對個人的喜好或有效的推薦，可能會因為播放了不喜歡的歌曲，或是不符合當時狀況的音樂，而導致中斷手邊任務來調整音樂，也因此使人們在進行閱讀或其他任務時無法專心於其中，可能會產生了學力下滑，或工作效率低落等負面影響，因此如何找到適合的音樂將是一個值得探討的議題。

過去人們挑選音樂的方式往往是藉由音樂的點播率或他人推薦等其他方式取得，往往忽略哪些音樂較適合自己；在林威志等學者(2005)研究發現，在聆聽不同音樂時的腦波與心率變化發現，音樂的喜好因素會影響 α 波能量的強度；因此本研究將提出一個音樂播放推薦系統，藉由腦波狀態來挑選對使用者專注力有幫助的音樂，使用 NeuroSky 的 MindWave 腦波裝置，再依據 NeuroSky eSense 中的 Attention 與 Mediation 針對受測者的腦波狀態進行分析，根據個人不同的腦波狀態來挑選音樂，最後完成一份個人化的歌曲清單。

本研究設計一套以專注力腦波推薦為基礎的音樂播放系統，經由系統來完成一份個人化歌曲清單，藉由系統推薦的歌曲讓使用者在閱讀的過程中能夠更加專注。

貳、文獻探討

一、腦電圖(Electroencephalogram, EEG) 介紹

大腦的電位活動反映著人的生心理狀態，可藉由量測大腦皮層上的電位活動來觀察記錄，大腦皮質的電流是發生在細胞外的電流，是由細胞群與其他細胞群之間的電位差所形成。然而這些電位活動的變化非常微弱，所以需藉由放大器處理後，在以波形呈現，上述之電位變化即為腦電波，又稱為腦電圖(Electroencephalography，簡稱 EEG)，是大腦重要的生理參數。許多研究證實，可

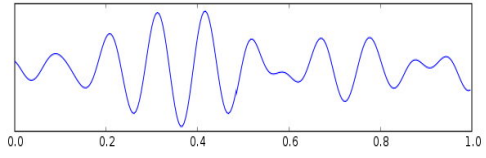
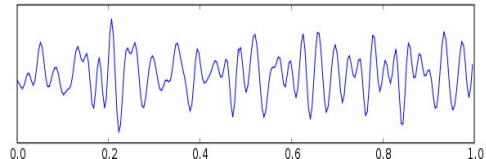
透過腦部各電極點的電位活動測量來檢驗其生心理運作的歷程，包括思想、情緒、慾望等，皆為腦細胞之電位差反應所呈現出來，透過腦電圖(EEG)具有高度的時間解析度，且能夠立即紀錄與直接呈現腦部運作歷程，可用於專注力的檢測與訓練，是一種常見且非侵入式的專注力檢測方式。依據腦電圖儀與臨床生理學會國際聯盟的分類將腦波的頻率由低至高細分為： δ 波(0.5~4Hz)、 θ 波(4~7Hz)、 α 波(8~13Hz)、 β 波(14~30Hz)， α 波代表一個人最清醒、安靜、穩定且專注的狀態； β 波代表情緒涉入工作狀態，是處於緊張、焦慮或興奮、不安等高度思維時的腦波； θ 波(4~7Hz)代表人在一種輕眠、打盹的狀態，正常成人在覺醒狀態下很少出現 θ 波； δ 波代表人的睡眠狀態，正常成人在清醒狀態下沒有 δ 波，詳細說明如表1。

許多研究發現腦波特徵的變化與專注力集中程度息息相關， α 波、 β 波、 θ 波的振幅、頻率的變化都可直接呈現不同的專注力程度。Prinzel et al. (2001)發現 α 波減少及 θ 波的增加對工作負荷及專心有明顯的相關；其它研究指出當受測者專心於心算的測驗時，其 α 波的振幅比平時較為減少，且當 θ 波及低頻 β 波的增加，對於專注力集中、記憶力增加有明顯的提升效果(Mecklinger et al. 1992; Kilmesch et al. 1993)。Sauseng et al. 2007提到 θ 波除了與專注、情緒經驗、維持及內化的注意力有關外，也與持續性注意力及資源的分配、本體感覺訊息處理過程、任務複雜性有所關聯。 α 波振幅會因感官刺激、自主動作及認知活動而降低，而 α 波振幅的降低且頻率提升則表示腦部處於激發(專注)狀態(Pfurtscheller & Klimesch 1992)。

根據過去研究指出在腦部各區的活動中，額葉區是主要的思想區，也就是前額頭的部分，與人格、情緒表現、專注力、理性與創意有著極大的關聯。個體執行學習、工作或專注力集中的任務時，額葉區與頂葉區的神經網絡運作扮演重要角色(Chen & Desmond 2005)，且大腦活動隨著任務難度提升而全腦各區域動員愈多，其中額葉區的 θ 波活動隨之活躍(Onton et al. 2005)，同時伴隨大腦前區的高頻 α 波振幅下降(Sauseng et al. 2005)，由此推知執行學習與工作記憶作業時，額葉區為主要活動區域，且區域間的神經網絡運作是執行複雜任務與作業時的指標，其中以額葉區與頂葉區間的神經網絡運作連結最強。

表 1 腦波頻段說明表

波形	說明	波型圖
Delta(δ 波)	慢波，屬「無意識層面」的波。 頻率：0.5~4Hz 臨床表徵：出現於深度睡眠狀態下，亦可能出現於深度麻醉、缺氧、嬰兒或有嚴重器官性疾病病患身上。	
Theta(θ 波)	慢波，屬「潛意識層面」的波。 頻率：4~7Hz 臨床表徵： θ 波除了與專注、情緒經驗、維持及內化的注意力有關	

	外，也與持續性注意力及認知資源的分配、本體感覺訊息處理過程、任務複雜性有所關聯(Sauseng et al. 2007)。	
Alpha(α 波)	<p>快波，屬「意識與潛意識層面」之間的橋樑。</p> <p>頻率：8~13Hz</p> <p>臨床表徵：α 波振幅會因感官刺激、自主動作、以及認知活動而降低，而 α 波振幅的降低、頻率提升則表示腦部處於激發(專注)狀態 (Pfurtscheller & Klimesch 1992)。</p>	
Beta(β 波)	<p>快波，屬「意識層面」的波。</p> <p>頻率：14~30Hz</p> <p>臨床表徵：β 波是小而快的腦波，與人的心理、智力活動和向外專注力相連接，以 ADHD 患者來看，從受到外部的刺激至閒置，其 β 波有較高的振幅，出現的周期較短 (Grunewald-Zuberbier et al. 1975)</p>	

二、音樂療法(Music therapy)介紹(音樂與專注力之相關研究)

音樂與我們的生活息息相關，從新生兒時期聽的搖籃曲開始到現在所聽的流行音樂、古典樂等等，隨著時間的推移，不同種類的音樂總是陪伴著我們；而音樂也經常被用於治療上，音樂治療係透過音調、節奏等方式來針對生理或心理上疾病的患者的一種治療方法。透過聽覺刺激大腦的運作，藉此促使腦波進入到特定的狀態(α 、 β 、 θ 、 δ 波)，以達到治療之成效。

劉倩(2011)探討音樂介入對射擊運動表現之影響發現，聆聽音樂對運動員可產生正向反應，賽前聆聽喜愛的音樂可舒緩緊張，進而改善運動表現。Davis & Thaut (1989)探討輕鬆音樂對生理與心理的反應，結果表明能使焦慮的狀態改善且放鬆。

三、專注力(Attention)介紹

專注力是個人於學習事物上很重要的機制，亦是一種不可或缺的行為。關於專注力一詞，各個學者有不同的解釋。Eysenck & Keane (1995)指出專注力係將精神集中在某一特定事物上；Lewis et al. (1996)認為專注力是一種有限的概括性認知處理資源；Coull (1998)學者認為專注力受到地點、對象或時間上的刺激而有的認知分配處理資源；Dayan (2000)學者認為專注力是一種複雜的神經及心理現象，有著許多不同的形式與涉及到許多不同的大腦結構和機制；Mayer & Moreno (2002)解釋專注

力即是將行為及過程的焦點，放置於單一個或多個刺激上；Zimbardo (1985)學者指出專注力是一種複雜且具多面向的架構，應該以多面向來考慮；然而在面向的部分，許多學者提出各種不同的見解，將專注力分成數多種不同向度，分別有：方向性、選擇性、分散性、持續性、重視性、集中性及交替性(Sohlberg & Mateer 1987; Coull 1998; Moran 2004; David 2005)，基於上述專注力向度研究之論述，各專注力向度之定義分述整理如表 2。

影響學習成效最關鍵的因素在於學習時的專注投入與否，換言之，學習事物的效率與成效會受到專注力的高低而有所影響(Hu & Hui 2012)。而在專注力程度(attention levels)的區分上，許多學者紛紛提出不同的區分方式。Ming et al. (2009)學者設計三種不同實驗狀況，分別為休息(無專注)、打網球(高專注)及思考測驗以外的事物(低專注)，並從實驗中所取得的腦波資訊中提取多尺度熵，經由統計運算進而區分成無專注力、低與高專注力三種評估程度。Asteriadis(2011)學者以頭部的姿勢與眼睛注視角度來計算相關特徵，並定義專注力模糊規則範圍為 3 至 6，最後透過多類神經演算法及模糊邏輯將專注力區分成低、中、高三種評估程度；此外，亦有學者結合多種生理特徵，如生理訊號心跳期間、各個腦波頻段、呼吸速率、眨眼速率及持續時間等，透過高專注力(觀察白色圈顏色變化過程)及低專注力(觀察白色圈顏色變化後的顏色)的實驗設計，並將這些實驗時所測得之數據經由統計運算後，將專注力分成高與低兩種評估程度(Chang & Huang 2012)；Xu et al. (2012)學者則利用腦波各個頻段，並利用放鬆(無專注)、純觀看電腦圖像(低專注)、玩簡單的數學加減計算遊戲(中專注)及複雜的數學乘除計算遊戲(高專注)4 種不同狀態的實驗設計，透過近似熵及模糊熵等方法計算生理參數且將專注力區分成 4 種專注程度，分別為無專注力及低、中、高專注力。基於上述研究，可發現腦波及其它生理參數可以用於不同專注力程度的檢測，整理如表 3。

表 2 專注力向度分類表

專注力向度	說明	作者
方向性	特定關注於某個方向的刺激。	Coull (1998)
選擇性	個體從多項刺激中優先選擇其中一項較吸引人的訊息加以關注。	Sohlberg & Mateer (1987); Coull (1998); Moran (2004)
分散性	個體能同時分散關注於多項刺激中，不會互相干擾。	Sohlberg & Mateer (1987); Coull (1998); Moran (2004)
持續性	個體對於某一項刺激進行持續一段時間上的關注。	Sohlberg & Mateer (1987); Robertson et al. (1997); Coull (1998); David (2005)
集中性	個體完全關注於某一刺激中。	Sohlberg & Mateer (1987); Moran (2004)
交替性	轉移關注焦點時，能同時在不同認知需求間移動心智。	Sohlberg & Mateer (1987)

表 3 專注力程度區分表

分類方法	區分等級方式	作者
統計方法	以 3 種不同狀態的實驗設計來區分無專注、低專注力及高專注力。	Ming (2009)

類神經演算法及模糊邏輯	模糊規則設定範圍 3~6 來區分專注力低、中、高等級。	Asteriadis (2011)
統計方法	以低與高專注力實驗設計來區分專注力低與高程度。	Chang & Huang (2012)
近似熵及模糊熵	以 4 種不同狀態的實驗設計來區分無專注力及低、中、高專注力。	Xu et al. (2012)

Reif (2008)指出專注力是學習行為上的一個關鍵角色，其會影響訊息處理的深度及學習的成效。許多研究也指出，人類於學習行為中，選擇性、持續性與集中性的專注力對於學習成效上的影響有非常顯著效果(陳玟池 2010)。由上述研究之論述可知，若要有良好的學習成效，在學習任何事物上必須保有選擇性、持續性及集中性專注力。因此，本研究欲利用腦波特徵來輔助檢測閱讀時的專注程度，進行專注力的評估與檢測。

四、 NeuroSky MindWave 腦波耳機與腦波量測介紹

NeuroSky 近年來致力於發展輕量化的腦機介面(Brain Computer Interface; BCI)裝置，MindWave 為其發展之腦波耳機(如圖 1)，藉由單一乾式電極傳感器，置於前額葉 FP₁ 處，採集大腦產生之生物訊號，其參考電極和電路接地系統連接於左耳垂，採樣頻率為 512Hz。其獨家技術 ThinkGear™ 晶片整合了對原始腦電訊號進行採集、濾波、放大、轉換、分析等數位訊號處理功能，通過 eSense™ 演算法將個人之心理狀態以數字化作一個呈現的方式，並且可區分為專注度(Attention)與冥想度(Meditation)，該精神狀態以 0 到 100 表示。本研究將採用此裝置以及 eSense™ 演算法進行系統的建置與開發。



圖 1 NeuroSky MindWave 腦波耳機

參、個人化專注力音樂推薦系統

由於目前的音樂推薦系統大多數基於點擊率、音樂類型及專家推薦，鮮少是針對個人化推薦，但由於每個人對於音樂的喜好類型不同，相同的音樂對於不同的使用者，會產生不同的反應，因此本研究提出一個基於腦波回饋的行動式裝置，依據

腦波回饋之狀態測量專注力程度，藉此判斷音樂對個人的專注力影響，建議使用者一份對專注力有幫助的歌曲清單，幫助習慣在音樂環境下閱讀的使用者能有較佳的學習情境，本章節將詳細說明我們如何運用腦波診斷對專注力有幫助的音樂推薦系統。

一、系統架構介紹

個人化專注力音樂推薦系統架構如圖 2，主要分成三個部分，包括腦波參數截取及回饋、個人化專注力輔助測量系統及資料庫。使用者戴上且透過 NeuroSky MindWave 腦波耳機傳遞腦波參數到 Android 行動裝置，根據使用者預設之歌曲清單逐一播放後，保留對使用者專注力較有幫助之歌曲，達到個人化的需求。

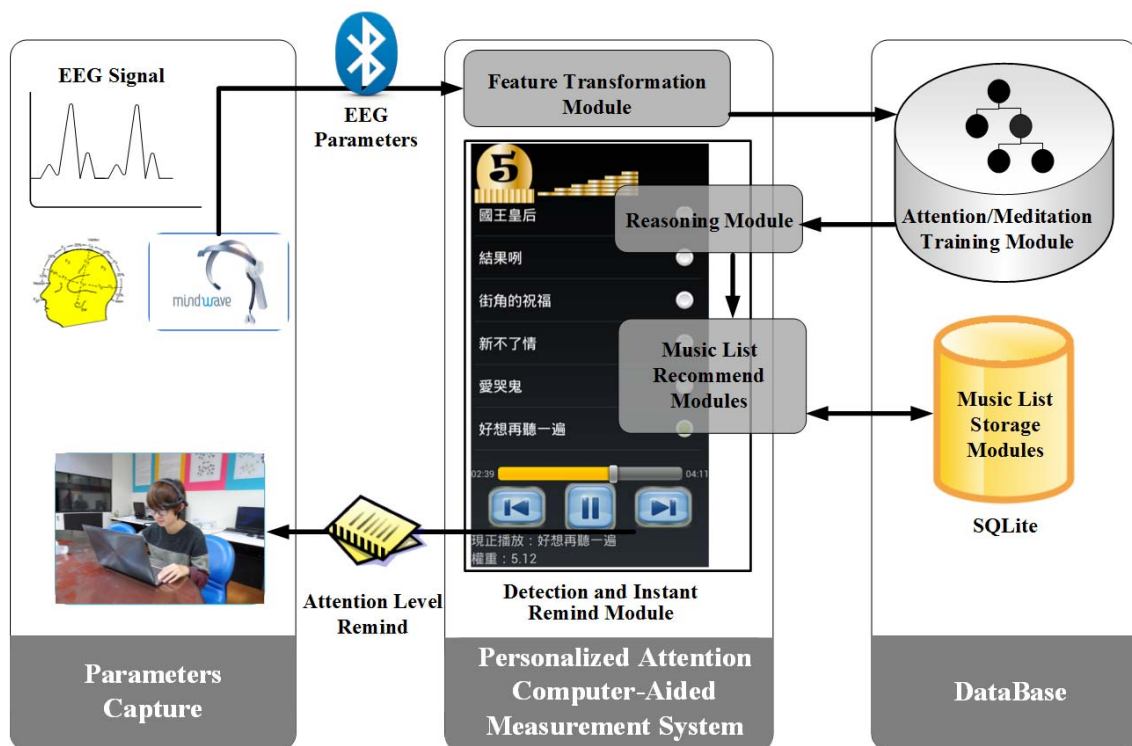


圖 2 個人化專注力音樂推薦系統架構

二、系統模組介紹

個人化專注力音樂推薦系統架構包含三個部分，包括(一)腦波參數截取、(二)個人化專注力輔助測量系統及(三)資料庫，每部分包含不同的子模組，每個子模組之間有不同的功能，後續將詳細描述模組之間的關係和運作方式，各部分之子模組敘述如下：

(一) 腦波參數截取：使用者介面及專注力程度回饋。

腦波參數截取是經由 NeuroSky 所開發的 MindWave 腦波耳機，將所截取到的腦波參數經由藍芽傳遞到 Android 行動裝置上，使用者預先於行動裝置上建立一份歌曲清單後，經由系統推論檢測模組推薦較適合的歌曲清單。

(二) 個人化專注力輔助測量系統：腦波特徵轉換模組、檢測及提醒模組。

個人化專注力輔助測量系統包含特徵轉換模組與檢測及提醒模組，其中檢測及提醒模組又包含專注度及冥想度檢測模組與推論模組，以下將針對上述模組一一介紹。

1. 特徵轉換模組：特徵轉換模組是擷取到腦波訊號後，先將腦波訊號進行雜訊濾除，在透過傅立葉轉換將時域(Time Domain)訊號轉換成頻域(Frequency Domain)訊號，最後在擷取出腦波的特徵頻段(α 、 β 、 θ 、 δ 波)。
2. 檢測與提醒模組：將腦波訊號轉換成專注度(Attention)與冥想度(Meditation)後，經由推論模組分析其專注程度。
 - (1) 推論模組：取得初始值及音樂中的專注度及冥想度後，使用歐式距離公式進行計算，根據計算出的值來判斷音樂對專注力的影響。
 - (2) 音樂清單推薦模組：根據推論模組計算出來的值對音樂的權重進行調整，專注程度上升，則權重增加，反之則降，當音樂權重值低於門檻值後，音樂將於清單之中移除。

(三) 資料庫：專注力/冥想度特徵訓練模組及音樂清單存放模組。

本研究透過專注度及冥想度訓練模組評量音樂對個人專注度之影響，建構出一份個人化的專注力歌曲清單，使用者預先建立一份歌曲清單後，系統儲存歌曲於資料庫中並且於每首歌曲中賦予權重指標，音樂播放過程中經由系統檢測判斷音樂對腦波專注力之影響來調整歌曲權重，當音樂權重值低於門檻值後，將自動於清單之中移除。資料庫之中包含專注力/冥想度特徵訓練模組及音樂清單存放模組：

1. 專注力/冥想度特徵訓練模組：腦波訊號經處理轉換成特徵頻段後，使用 NeuroSky's eSense 根據其不同頻段的能量特徵轉換成專注度與冥想度兩個部分。
2. 音樂清單存放模組：此部分存放使用者建立之歌曲清單，以及個人專注力輔助測量系統所計算出的歌曲權重及使用者的個人腦波資訊。

三、系統運作流程

本節介紹系統運作流程，如圖 3 所示。使用者配戴上 MindWave 及進入系統後，必須先建立一份歌單，當歌單建立完成之後，點擊歌單後進入主程式，當主程式啟動後開始接受腦波生理參數，再根據使用者目前的專注力狀態進行分析並取得初始狀態，系統完成初始化後遂開始播放音樂，播放音樂的過程中將持續測量使用者的

專注度，當專注度上升，當前聆聽的音樂權重值將增加，反之則減，當系統判斷出某首音樂權重低於門檻值後，便從歌單中移除，藉此保留對使用者專注度較佳的音樂清單，達到個人化之目的。

使用者進入系統之後，先根據個人喜好建立歌曲清單，歌曲清單建立儲存時，系統將對清單中每首歌曲給予一個權重值，如此便完成一歌曲清單之建立；點擊音樂清單項目進入到播放器主系統，根據系統要求佩戴上 MindWave 腦波耳機進行系統初始化之動作後，將經由腦波耳機傳送生理參數到手持裝置上，並且完成專注度基準值的設置；音樂播放的過程中，系統持續計算使用者在聽音樂過程中腦波的變化，將其計算出音樂中的專注度做為比較值，比較值會持續與基準值進行比對，藉此來調整歌曲權重，當比較值高於基準值時，權重值上升，否則下降，每當權重完成一次調整後，系統將自動判斷音樂權重是否低於門檻值，如是變自歌曲清單移除，藉此保留對使用者專注度較佳的音樂清單，達到個人化之目的。

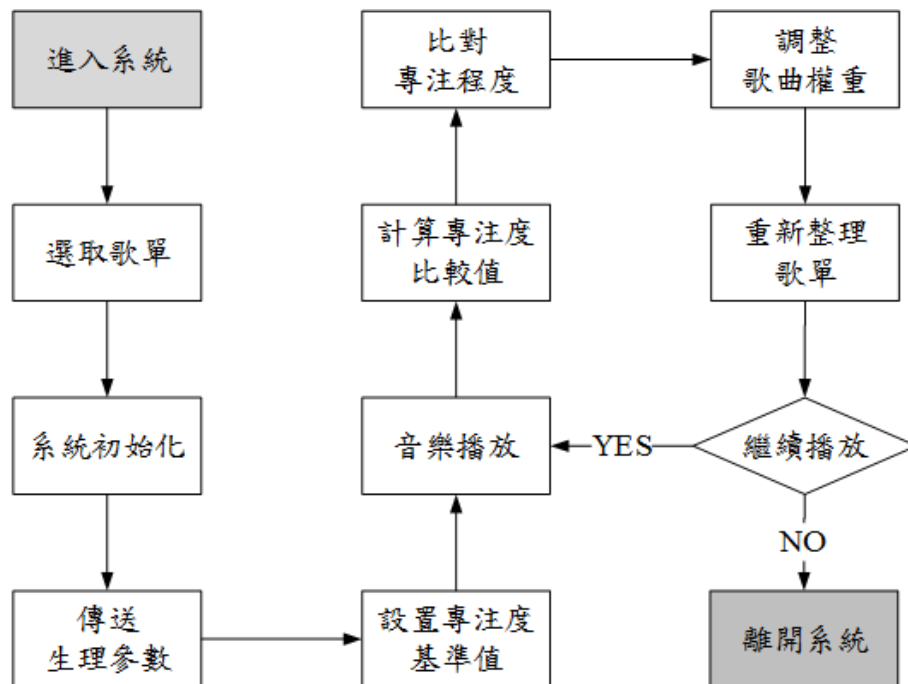


圖 3 系統運作流程

四、系統畫面

本章節進行系統畫面之介紹，圖 4 為系統登入畫面，為確保使用者之歌單為個人所使用，此系統採用帳戶管理的方式管理個人音樂清單，以避免因他人使用而導致紀錄到他人的腦波資訊；圖 5 為個人音樂清單的建立點選+音樂之按鈕可進入畫面 6 進行歌曲清單之編輯，編輯完畢後，點擊儲存按鈕即可完成音樂清單之建立；最後圖 7 為音樂播放器介面，最上方左側圖示為專注度基準值，右側圖式表示當前專注程度。



圖 4 系統畫面 1



圖 5 系統畫面 2



圖 6 系統畫面 3



圖 7 系統畫面 4

肆、實驗結果與討論

本章節將介紹專注程度推論的過程及結果展示，一、實驗方法；二、實驗過程；三、實驗結果；四、討論。相關說明如下：

一、實驗方法

(一) 推論方法

系統於初始化完畢後，先取得使用者的腦波狀態將其設為基準值，於音樂播放過程中取得比較值，根據其專注度及冥想度的值投射在一個二維空間，如圖 8 所示，接著將檢測值與基準值利用歐式距離公式計算取得距離 d 值，如公式 1 所示：

$$d(A, M) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i - M_i)^2} \quad (1)$$

再以基準值為起點劃分成四個象限，接著判斷檢測值的象限所在，依據不同的象限進行音樂權重調整，公式如下：

$$\text{第一象限：} W = w + (1.0 + d) \quad (2)$$

$$\text{第二象限：} W = w - (0.5 + d) \quad (3)$$

$$\text{第三象限：} W = w - (1.0 + d) \quad (4)$$

$$\text{第四象限：} W = w + (0.5 + d) \quad (5)$$

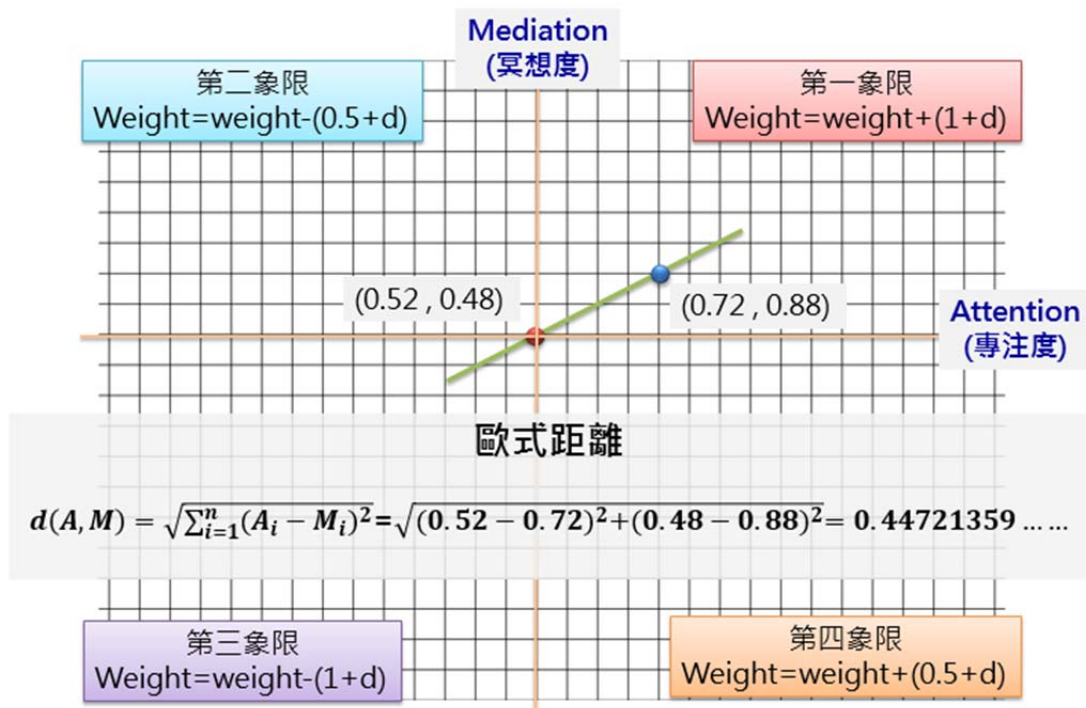


圖 8 推論模組的二維空間示意圖

假設系統取得基準值 A_0 值為 0.52, M_0 值為 0.48, 比較值 A_1 值 0.72, M_1 值 0.88 根據公式(1)計算取得 d 值約為 0.45; 在以基準值為原點判斷出比較值位於第一象限, 則該首音樂權重上升 1.45。

二、實驗過程

(一) 實驗對象

在實驗的過程中, 實驗的對象一共為六名大學學生, 三男三女, 平均年齡為 21.33, 標準差為 1.11, 受測對象平時已有閱讀之習慣, 並且習慣在閱讀的過程中聆聽音樂。

(二) 實驗設計

實驗分成三天進行, 一共分成三個階段, 如圖 9 所示。第一階段進行前測; 第二階段進行閱讀任務, 任務進行的過程中, 受測者必須在圖書館進行, 並且是在一個有音樂的情境之下, 閱讀的書籍採用英語雜誌『大家說英語』; 第三階段為後測的進行, 相關說明如下:

1. 前測: 施測日為第一日, 受測者填寫同意書與個人基本資料, 並且請受測者平心靜氣休息 5 分鐘後填寫閱讀專注力量表。
2. 控制組: 施測日為第一日到第三日, 受測者在受測的過程中使用一般音樂播放系統進行書籍閱讀, 每日一次, 一次進行 40 分鐘, 每次施測過程中將紀錄受測者的腦波狀態。

3. 實驗組：施測日為第一日到第三日，受測者在受測的過程中使用腦波控制音樂播放系統進行書籍閱讀，每日一次，一次進行 40 分鐘，每次施測過程中將紀錄受測者的腦波狀態。
4. 後測：施測日為第三日，受測者於最後一次實驗紀錄後，先平心靜氣休息 5 分鐘，接著填寫閱讀專注力量表以及系統使用成效問卷調查。

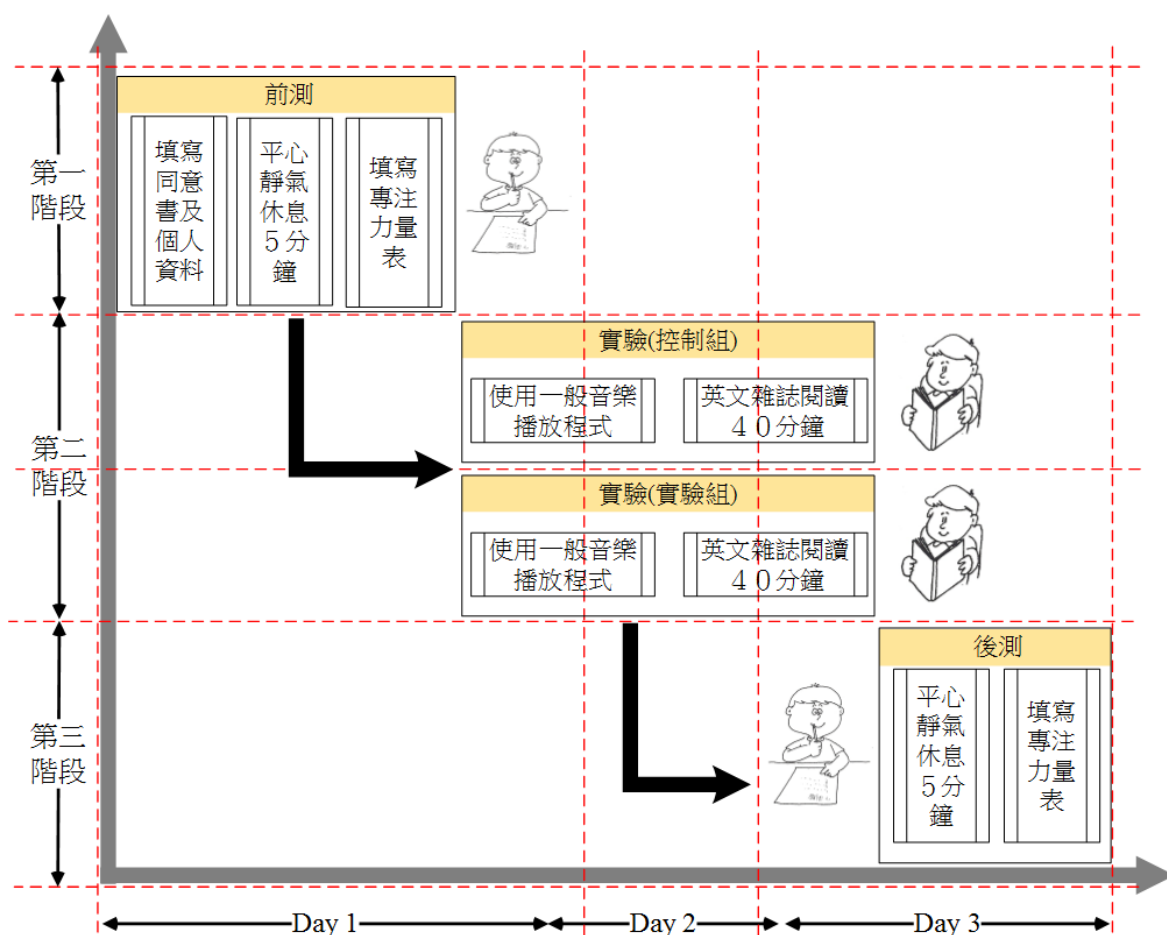


圖 9 實驗流程圖

三、 實驗結果

本章節進行實驗數據分析，第一部分為 EEG 專注度分析，根據施測過程中的腦波數據進行分析；第二部分為閱讀專注度量表分析，探討兩組之間的閱讀專注度差異；第三部分為系統使用成效滿意度分析，經由實驗組施測後，對於系統成效之相關調查。

(一) EEG 專注度分析

實驗數據如表 4 所示，採用 T 檢定進行分析，藉此探討使用本研究所開發之系統進行閱讀時，對於專注力是否有明顯差異；實驗進行第一天兩

組專注力狀況並無顯著差異；第二天從專注度平均值可以發現實驗組已略優於控制組，且也較第一天表現要來的好；實驗進行最後一天時，實驗組不但專注度平均值優於控制組，且已達顯著水準 $p < 0.05$ ，根據實驗的差異顯示，實驗組優於控制組代表經由系統所篩選過的音樂是能夠幫助使用者更加專心。

表 4 腦波專注度分析

	Group	Count	Mean	S.D.	c-e	t-value	p-value
Day1	C	3	51.0467	1.50444	2.9633	1.280	.270
	E	3	48.0833	3.71729			
Day2	C	3	49.9567	2.24754	-1.0833	-.655	.548
	E	3	51.0400	1.77502			
Day3	C	3	48.8933	.52539	-6.6300	-5.616	.005*
	E	3	55.5233	1.97627			

* $p < 0.05$ 備註： a) C : Control Group 控制組
** $P < 0.01$ b) E : Experimental Group 實驗組
*** $p < 0.001$

(二) 閱讀專注度量表分析

表 5 顯示兩組間的專注度平均值，從問卷分析的結果可以發現，控制組在閱讀的過程中，易受不喜歡的歌曲而影響閱讀的專注度；另外也發現兩組受測者對於書籍內容的較難的部分於理解上，並無太大的差異，使用系統與否，對於使用者的學習成效，可能沒有顯著的幫助，相關的成因，可提供未來研究進行深入的探討；就整體分析而言，可以發現音樂是可以提供使用者一個專注且放鬆的的心境於閱讀的過程中，尤其在於經由系統篩選後的歌曲清單，對於使用者有相對較佳的表現。

表 5 閱讀專注度量表分析

No.	問項	C. Group Mean	E. Group Mean
1	進行閱讀的時候，我無法集中精神在我認為無趣或困難的內容上	2.33	2.00
2	在閱讀的過程中，我不會被外來的聲音所干擾	3.33	4.00
3	某些部分需要專注的細節較多，我還是清楚的明白內容	3.00	3.33
4	在閱讀的過程中，我能夠充分理解重要概念	3.33	3.33
5	就算是累了，我還是能夠專心的閱讀	3.67	4.00
6	無論內容是否看得懂，我還是能夠繼續閱讀下去	3.67	3.67

7	閱讀時我會清楚知道內容與重點	3.33	3.33
8	在閱讀的過程中，我會積極認真而不會想做其他事情	3.67	4.00
9	我可以忘掉所有煩惱的事情，集中精神閱讀	3.67	4.00

(三) 系統使用成效滿意度分析

問卷收集來自於實驗組之受測者，於施測結束後進行系統使用滿意度之問卷調查，相關結果如表 6 所示；從問卷結果資料顯示，使用者對於系統對於他們的閱讀專注度影響有正面的幫助，能有效地提升閱讀過程中的專注力表現；於系統能否快速移除使用者不喜歡的音樂部分，並沒有正向的回應，未來於權重值之調整以及歌單調整的部分將進行調整改善，加強於負面影響之歌曲的移除；功能性的部分在流暢度上的表現有正向的回應，未來將進行更多的播放器功能開發，已達使用者之需求；最後就整體而言，使用者對於系統的滿意度及繼續使用的意願表示相對的贊同。

表 6 系統使用成效滿意度分析

No.	問項	Mean
1	使用本系統可以改善我閱讀時的專注力	4.33
2	我覺得這個系統可以提供給我喜歡的音樂	4.33
3	我覺得透過這個系統在閱讀時聽音樂我能更加專心	4.33
4	我覺得這個系統可以很快的將不喜歡的音樂移除	3.00
5	我覺得這個系統操作起來很簡單	4.67
6	我覺得這個系統的使用方式清楚且容易了解	4.33
7	我覺得要熟悉這個系統的功能是容易的	4.67
8	這個系統在使用上相當快速且流暢	4.00
9	這個系統的功能相當齊全	3.00
10	整體而言，我使用這個系統的意願相當高	4.33

四、 討論

從實驗結果在此分三個部分進行探討，第一部分為 EEG 專注度分析，根據實驗結果顯示歌曲清單經過幾次反覆的聆聽後，不適合的歌曲被篩選掉後，對使用者有顯著的影響；第二部分為專注度量表分析，從量表結果實驗組在閱讀的任務中較不易被音樂影響打斷閱讀任務，雖然於閱讀的過程中遇到較艱深的部分，還是能專注在上面，不容易因此而分心，但就理解內容而言並無顯示明顯的幫助，但是對於使用者在進行閱讀任務的同時，是能夠提供一個專注且放鬆的心境，讓使用者可以

持續專注於閱讀中；第三部份為系統使用成效滿意度分析，此部分受訪者為實驗組的三名使用者，根據問券內容發現使用者對於個人化的歌曲清單能夠為他們帶來更佳的閱讀專注力，且系統的使用與設定上也易於上手，雖然就負面影響歌曲移除的速度以及音樂播放器的功能(如等化器的音場調整或系統界面的美觀)並沒有較佳的滿意度，但就於整體系統的評量仍給予正面的評價。

伍、結論

本研究提出一個以專注力腦波推薦的音樂播放系統，藉此系統提供給習慣於在閱讀或其他任務時習慣聽音樂的使用者，經由使用者在聽音樂過程中的腦波狀態，分析出使用者的專注力程度，根據不同音樂對腦波的影響來決定是否保留歌曲，藉此產生針對不同使用者的個人化歌曲清單；另外本研究也採用了為期三天的實驗，在一個適合個人閱讀的圖書館環境下，讓受測者使用本系統，並且與另一組受測者使用一般的音樂播放系統進行比較，在腦波專注力的表現以及使用者的滿意度皆有顯著的成效。

參考文獻

1. 林威志、邱安煒、徐建業、邱泓文，2005，『聆聽音樂時腦波及心率變異性之變化』，醫療資訊雜誌，第十四卷·第二期：27~36頁。
2. 孫光天、許家彰、李耀全、孫嘉臨，2007，『不同音樂對大腦腦波影響變化之研究』，Proceeding of International Medical Informatics Symposium，Taiwan。
3. 陳玟池，2011，運用數位遊戲輔具 Wii 於注意力缺陷過動症學童之注意力提升成效，國立臺南大學數位學習科技學系碩士論文。
4. 詹小秋，2011，音樂治療對重度智能障礙學童行為成效之研究，中臺科技大學護理研究所碩士論文。
5. 劉倩，2011，音樂介入對射擊運動表現之影響，國立臺灣師範大學體育學系碩士論文。
6. Asteriadis, S. "The importance of Eye Gaze and Head Pose to estimating levels of Attention," *International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications*, Greece, 2011.
7. Chen, J., Hung, T., Lin, J., Lo, L., Kao, J., Hung, C., Chen, Y., and Lai, Z. "Effects of anxiety on EEG coherence during dart throw," *The 2005 World Congress of the International Society for Sport Psychology*, Sydney, Australia, 2005.
8. Chang, Y. C., and Huang, S. L. "The influence of attention levels on psychophysiological responses," *International Journal of Psychophysiology* (86), 2012, pp. 39-47.
9. Coull, J. T. "Neural correlates of attention and arousal: Insights from electrophysiology, functional neuroimaging and psychopharmacology," *Progress in Neurobiology* (55), 1998, pp. 343-361.
10. David, L. "Sustained attention and apical dendrite activity in recurrent circuits," *Brain Res. Rev* (50), 2005, pp. 86-99.
11. Dayan, P., Kakade, S., Montague, P. R. "Learning and selective attention," *Nat. Neurosci* (3), 2000, pp. 1218-1223.
12. Eysenck, M. W., and Keane, M. T. *Cognitive Psychology: A Student's Handbook*. Lawrence Erlbaum Associates, East Sussex, UK, 1995.
13. Grunewald-Zuberbier, E., Grunewald, G., and Raske, A. "Hyperactive behavior and EEG arousal reactions in childhood," *EEG and Clinical Neurophysiology* (38), 1975, pp. 149-159.
14. Hu, P. J. H., and Hui, W. "Examining the role of learning engagement in technology-mediated learning and its effects on learning effectiveness and satisfaction," *Decision Support Systems* (53:4), 2012, pp. 782-792.
15. Kilmesch, W., Schimke, H., and Pfurtscheller, G. "Alpha frequency, cognitive load and memory performance," *Brain Topography* (5), 1993, pp. 241-251.
16. Mayer, R. E., and Moreno, R. "Aids to computer-based multimedia learning," *Learning and Instruction* (12), 2002, pp. 107-119.
17. Mecklinger, A., Kramer, A. F., and Strayer, D. L. "Event related potentials and EEG components in a semantic memory search task," *Psychophysiology* (29), 1992, pp. 104-119.

18. Ming, D., Xi, Y., Zhang, M., Qi, H., Cheng, L., Wan, B., and Li, L. "Electroencephalograph (EEG) Signal Processing Method of Motor Imaginary Potential for Attention Level Classification," *International Conference of the IEEE on Engineering in Medicine and Biology Society*, 2009, pp. 4347-4351.
19. Moran, A. "Attention and Concentration Training in Sport," *Encyclopedia of Applied Psychology*, 2004, pp. 209-214.
20. Onton, J., Delorme, A., and Makeig, S. "Frontal midline EEG dynamics during working memory," *NeuroImage* (27), 2005, pp. 341-356.
21. Pfurtscheller, G., and Klimesch, W. "Functional topography during a visuoverbal judgment task studied with event-related desynchronization mapping," *Journal of Clinical Neurophysiology* (9:1), 1992, pp. 120-131.
22. Prinzel, L. J., Pope, A. T., Freeman, F. G., Scerbo, M. W., and Mikulka, P. J. "Empirical analysis of EEG and ERPs for psychophysiological adaptive task allocation," *NASA Technical Report*, 2001.
23. Reif F. *Applying Cognitive Science to Education: Thinking and Learning in Scientific Or Other Complex Domains*, MIT Pres, Cambridge, MA, 2008.
24. Sauseng, P., Hoppe, J., Klimesch, W., Gerloff, C., and Hummel, F. "Dissociation of sustained attention from central executive functions: Local activity and interregional connectivity in the theta range," *European Journal of Neuroscience* (25), 2007, pp. 587-593.
25. Sauseng, P., Klimesch, W., Schabus, M., and Doppelmayr, M. "Fronto-parietal EEG coherence in theta and upper alpha reflect central executive functions of working memory," *International Journal of Psychophysiology* (57), 2005, pp. 97-103.
26. Sohlberg, M. M., and Mateer, C. A. "Effectiveness of an attention training program," *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* (9), 1987, pp. 117-130.
27. Thaut Michael, H., and Davis Willim, B. "The Influence of Preferred Relaxing Music on Measures of State Anxiety, Relaxation, and Physiological Responses," *Journal of Music Therapy* (26:4), 1989, pp 168-187.
28. Xu, L., Liu, J., Xiao, G., and Jin, W. "Characterization and Classification of EEG Attention Based on Fuzzy Entropy," *International Conference on Digital Manufacturing and Automation*, 2012, pp. 277-280.
29. Zimbardo, P. *Psychology and life*, Scott Foresman and Co, Boston, 1985.

Based on EEG characteristics attention diagnosis and training system

Siou-Sen, Jiang

National Taichung University of Science and Technology Information Management
hschiang@nutc.edu.tw

Guo-Lun, Siao

National Taichung University of Science and Technology Information Management
klhsiao@nutc.edu.tw

Zhe-Wei, Wu

National Taichung University of Science and Technology Information Management
s1801b105@nutc.edu.tw

Abstract

Reading is a commonly way where people can learn the knowledge. Normally, people used to explore new knowledge or find spiritual sustenance by reading. Although the highly developing of information technology makes work more convenience and increasing the production. People who working with growingly heavy work and pressure makes detrimental effect. Under circumstances, attention will not be concentrated, memory loss with decreased ability, declining learning and understanding which will cause the problem of learning disability even bad influence in reading. From observing people's reading habits, most people are used to read with music, but inappropriate type of music affect the focus of reading. Therefore, this study proposes a system for the adjustment of personalized music list to find more suitable music in order to get concentrate on reading, and will not be affected by dislike music. Finally the experimental results show that the system can certainly provide users a personalized music list to make more focused and continuously in reading.

Keyword : Electroencephalography 、 Brain-Computer Interface 、 NeuroSky 、 Attention