

利用腦波感測科技改善語言障礙者生活品質的研究

張郁閔¹ *葉生正¹ 黃炳森² 許唐敏³ 陳玉珍³

¹銘傳大學資訊傳播工程學系(所)

²銘傳大學電子工程學系(所)

³國立桃園啟智學校

Email: peteryeh@mail.mcu.edu.tw

摘要

腦波是人類天生就擁有的一項資產，由於腦神經細胞傳遞訊息時是以電位差的波動方式產生，進而稱之為腦波。這幾年 IC 科技快速地進步，許多穿戴式的人體生理徵兆感測裝置應用也趨於成熟且成本低廉；但採用腦波感測科技的關鍵性應用尚在萌芽發展中。本研究主要的目的是希望有效的利用腦波感測科技，幫助語言障礙者或腦性麻痺者改善生活品質。試想若可利用腦波感測科技，讓語言障礙者或腦性麻痺者能表達自己的思緒，使他們更方便與人溝通，這對其人性尊嚴也會有相當大的提升。所以本研究藉由新興的頭戴式腦波儀，結合相關的人機介面系統開發，來達到改善有語言障礙者的生活品質，讓他們可以較容易地去表達自己的想法或需求。且相信本研究成果，對於照護者或家人都能獲得助益。

關鍵詞：腦波，腦波人機介面，腦性麻痺、語言障礙、使用者介面。

Abstract

When humans were born, we have brainwaves this asset. Due to fluctuations in the potential difference is generated when the way brain cells transmit messages, and then called brainwaves. In recent years, IC technology advances quickly. A lot of sensors that can show physiological signs of human are more mature and low prices. But the sensor of brainwave is not very popular. The main purpose of this research is to effectively use brainwave technology to help language disorders or cerebral palsy to improve their life. In case human can use technology of brainwave sensor, language barriers or cerebral palsy who can express their thoughts. They are more convenient to communicate with other people. It is very helpful for improve their human dignity. Therefore, this study use EEG headset device, combined with the man-machine interface systems development. To improve life of language barrier, so they can express their ideals or needs more easily. I believe the results of this study, for caregivers or family members can get more help.

Keywords: EEG, BCI, cerebral palsy, language barrier, UI.

1. 前言

腦性麻痺者和語言障礙人士許多時候無法清

楚地表達自己的想法，對於他們而言，光是要傳達一件簡單的事情，就要花上許多功夫。生活上有許多的不便利，就連一般日常生活的瑣事都有很大的溝通障礙，讓他們與家屬都深受其擾，而本研究目的，就是希望可以改善這種情況；因此人類腦波所提供的 α 波和 β 波，就是能善加利用的資源。本研究可以藉由腦波所提供的數值，配合本研究開發出來的 UI 人機系統，達到讓患者改善生活品質的目的。透過讀取腦部所釋放出來的電波訊號，再結合此研究開發出的工具程式，可以有效地傳達患者所要表達的事情。關於腦波儀，在日新月異的技術下，腦波儀不再只能是大型的機具，現今更開發出了小型、攜帶方便的頭戴式腦波儀，讓患者可以在更舒適的情況下使用，而不會感受到不適，這個工具可以自然的融入使用者的日常生活當中，有效且便利的改善生活。

此研究開發的系統，是藉由實體的頭戴式腦波儀，配合其 Bluetooth 裝置連接到行動裝置上，再判斷使用者專注度、放鬆度以及眨眼等數值，來選取頁面上的資訊，進行確認或否定。透過接收使用者所需要或是想要的事情，來更進一步的減輕照顧者的壓力，並改善他們的日常生活所需溝通的能力。

此研究期望能夠更容易了解他們及語言障礙人士的想法，並加以改善他們的不便，從這個目的出發，此研究設計出這款結合時下方便型的腦波儀，並配合 Bluetooth 接收的輔助型系統，最終達到理解無法清楚表達思想的他們意思的目的。改善日常生活品質，以創造出更好的世界。

2. 相關技術與研究

本章節簡介腦波研究的背景知識以及腦波感測所使用到的技術和相關應用。

2.1 關於腦波

人類的大腦由許多神經細胞組成，當大腦進行運作時，大腦的細胞會不斷放電。許多的細胞一起放電的結果，就可以讓研究人員測得電磁波變化，這就是腦波測量的方法。偵測腦神經細胞活動用的是神經電生理的方法，此法可量測到人類大腦在不同狀態下的腦神經細胞的活動變化，以波圖呈現，即稱為腦電波圖(electroencephalogram，簡稱 EEG、腦電圖)[1]。

人類的腦波依頻率範圍大致上可分為 α 、 β 、 θ 和 δ 四種(如表 1 所示)，腦波產的方式當神經細胞受到外界刺激時，細胞膜就會產生反應，這就表示興奮。而當細胞呈現興奮狀態時，細胞膜鉀離子與鈉離子就會發生變化，造成細胞膜的電位會有變化，而腦波即是在頭皮上量測到的電位變化[2]。

α 波之頻率為 8~13Hz，正常成人在清醒、安靜及閉眼狀態下會廣泛出現 α 波，且具規律性，與其他部位相較呈現優越性，振幅在 30~50 μ V 間。

β 波之頻率為 14Hz 以上。正常人在清醒狀態下， β 波振幅在 20 μ V 以下，同時混有 α 波，其程度因人而異。當眼睛張開、疼痛、緊張等興奮狀態時， α 波會下降，而 β 波則上升。

頻率為 3Hz 以下之 θ 波及頻率為 4~7Hz 之 δ 波，其振幅可高可低。大部分屬於異常腦波，但在小孩子清醒時及成人睡眠狀態下，正常時也會出現。

人腦中具有許許多多的功能區域性腦波律動訊號，比較為人所知的有(1) α 波：放鬆但不困倦、平靜；有意識地，頻率範圍 8Hz~12Hz。(2) δ 波：沉睡、非快速動眼睡眠、無意識狀態，頻率範圍 0.1Hz~3Hz。(3) θ 波：直覺的、創造性的、回憶、幻想、想像、淺睡，頻率範圍 4Hz~7Hz。(4) β 波：此波有三種區別，分為低頻、中頻、高頻，但此種波是具有專注狀態下會明顯升高。

表 1 腦波類型

腦波類型	頻率範圍	精神狀態
δ 波	0.1Hz~3Hz	沉睡、非快速動眼睡眠、無意識狀態
θ 波	4Hz~7Hz	直覺的、創造性的、回憶、幻想、想像、淺睡
α 波	8Hz~12Hz	放鬆但不困倦、平靜；有意識地
低頻 β 波	12Hz~15Hz	運動感覺節律、即輕鬆又專注、有協調性
中頻 β 波	16Hz~20Hz	思考、對於自我和周圍環境意識清楚
高頻 β 波	21Hz~30Hz	警覺、激動

2.2 腦波的偵測方法

現今發現的腦波偵測方式大約分成三種，侵入式、部分侵入和非侵入式三種(如圖 1)。侵入式偵測即的優點是可以取得最直接取得高品質的訊號，但缺點是易引發免疫反應導致訊號逐漸衰退或者消失。而部分侵入偵測所接收的訊號較侵入式差，但不會引發大腦的反應。以上兩種方式雖然可以蒐集到細微的信號，可以操控更多更細微精準的動作，但是必須要以手術的方式植入電極到大腦。



圖 1 腦波儀偵測方式示意圖[3]

然而現在的研究有出現非侵入式偵測的方法，在頭皮上接上電極片即可直接接收腦波訊號，此項研究已成為現今發展的趨勢。之前的非侵入式裝置，為了有效的提高接收訊號能力，必須塗上導電膠，在貼上數十片的電極，而且必須在特定無噪音及無干擾信號的地方進行，非常的不方便。目前 NeuroSky 廠商開發的裝置不需要以前複雜的動作就可以偵測出腦波訊號，使其變的更為方便(如圖 2)。另一家瑞典廠商，是第一家將複雜的腦波裝置大眾化的公司，讓其裝置搭配遊戲，讓使用者可訓練自己的專注與放鬆度。

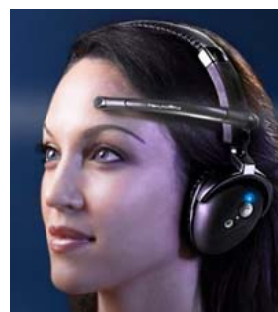


圖 2 NeuroSky 之非侵入式讀取腦波裝置[4]

2.3 腦波儀的應用

臨床上存在許多病症會破壞神經肌肉傳導，使大腦不能支配語言或肢體與外界環境聯繫。這類的病症像是肌肉萎縮硬化症、腦幹中風、大腦或脊髓受傷、腦性麻痺、多發性硬化症和其他會削弱中樞神經控制肌肉或削弱肌肉的一些病症。這類喪失自主肌肉控制的病人，只能夠動眼睛與呼吸，喪失了與外界環境溝通的能力。為了改善這些行動及語言有困難的人，使他們能夠自由移動，利用腦部訊號直接控制電腦，以達到與外界溝通的目的，稱為大腦人機界面(Brain Computer Interface, BCI)，透過這個大腦人機界面，就可以讓這些脊髓損傷患者與外部世界傳遞訊息以及傳遞控制命令。近年來更有研究出使患者使用腦波來控制輪椅的成果(如圖 3)，其成果豐碩，雖然以腦波來控制輪椅比手控方式來的慢，但是經過腦波的訓練之後，可大大改善其使用的純熟度。



圖 3 腦波儀與輪椅的結合[5]

在歐美的研發人員，更是使用腦波來控制滑板(如圖 4)，以專注及放鬆來使滑板加速和煞車，更利用腦波來控制其方向。同時和平板電腦同步，以想像的方式來控制滑板和目的地。其最快時速可以達到時速 50 公里，考驗使用這的專注力也考驗其平衡感。



圖 4 使用腦波控制滑板[6]

3. 系統設計

本章節將詳細介紹本系統架構系統、研究方法與腦波儀使用方式。

3.1 系統架構

如圖 5 所示，本系統使用一組頭戴式腦波儀及一台 PC 作為應用程式的載具，讓使用者戴上 Mindset 頭戴式腦波儀，再利用 Bluetooth 做為連線溝通的媒介，使得腦波數值經由 Bluetooth 進入裝置中給予系統最為後端程式的使用。

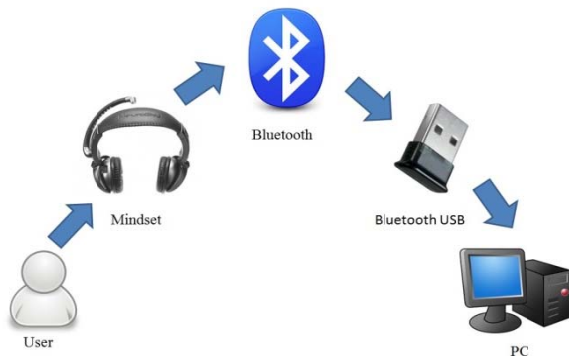


圖 5 系統架構示意圖

使用者配戴上由 NeruroSky 公司的其中之一的產品 Mindset，其內部具有 ThinkGear 技術，ThinkGear 技術通過放置在前額的一個感測器以及放置在耳部的參考電極觸點進行腦電波信號測量，並通過晶片對這些信號進行處理。包括原始腦電波資料以及 eSense 參數（專注度和放鬆度）。eSense 是 NeuroSky 用於以數位化指數方式對人的當前精神狀態進行度量的專利演算法。ThinkGear 技術首先對原始腦電波信號進行放大並過濾了環境噪音及肌肉組織運動產生的干擾，然後通過對處理後的信號應用 eSense 演算法進行計算，得到了量化的 eSense 指數值。而本研究將透過使用專注度和放鬆度進行後續的研究、使用[1]。

3.2 研究方法

本系統彙整分析將服務的特定族群的腦波數值，了解這些族群的腦波數值，並觀察專注度及放鬆度數值的腦波變化量，再討論出最佳的、最適當的數值做為預設的腦波門檻，但有鑑於每個人的腦波數值還是有著差異性，本研究將於使用者使用本系統前先進進行數分鐘的測試，測出該使用者腦波的數值與預設門檻做運算後再將該門檻設定為該使用者最佳的門檻，以提升程式判斷的精準度，讓使用者用起來更加的便利。

此系統將日常生活中所常用元素進行歸類及分項(如圖 6、7、8、9)，再討論出適合使用者的介面，並圖形化結果，在對使用者調查訪問，檢討介面是否有缺失，再加以改良，創作出適合使用者操作之使用者介面，讓使用者使用起來具有方便且人性化的操控，更進一步地讓使用者在生活品質上可以大大的改善並帶給使用者相當的便利性。

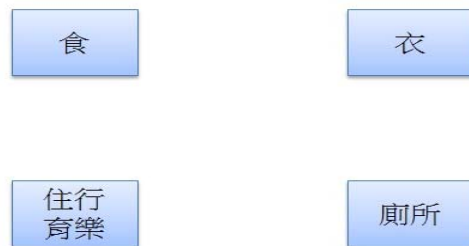


圖 6 日常元素分類-總類

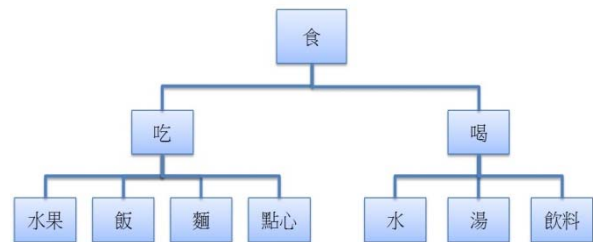


圖 7 常元素分類-食

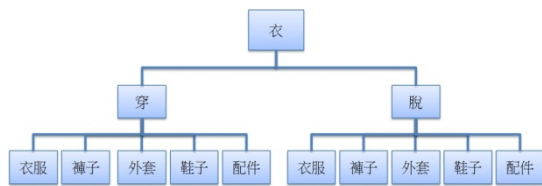


圖 8 日常元素分類-衣

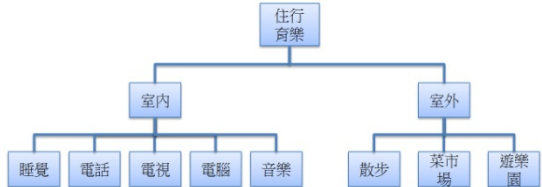


圖 9 日常元素分類-住行育樂

本研究將使用 Microsoft Visual Studio C# 做為開發環境，將腦波儀所取得的數值，並加上本研究所設計出的使用者介面，持續的更新系統所讀取到的腦波數值，使程式能夠正常執行並能在設計出來的介面上做運用，並檢查是否有錯誤或不合常理的區域。首先設計 UI 人機介面，檢視是否具有以人為本的操作方式，並以本研究人員自身測試後，初步優化介面以及程式。接著再給予一般使用測試使用以廣納使用者建議，最後，再對於特殊族群的使用者是否能夠接受，以階層式選擇達成最終目的。

3.3 訓練腦波

由於本系統的設定為須達到一定門檻值，而門檻值對於人機介面的操控相當重要，因此在使用前須先設定一個恰當的門檻，然而過低的門檻勢必對於判讀上會造成錯誤，因此在使用前仍然必須提升使用者使用攜帶式腦波儀的控制能力。

圖 10 為使用者對於專注度的訓練，該程式以需要長時間保持專注度為目標，若目標達成則畫面中的木桶會爆炸，反之若未能達成任務則木桶則未能爆炸，表示在使用過程可能有因素干擾使用者使用，下方的長條為顯示專注度的數值高低，左上方為顯示已進行幾秒，以及最佳達成任務的秒數。



圖 10 使用者訓練專注度

圖 11 為使用者對於放鬆度的練習，該程式以需要長時間保持放鬆度為目標，若目標達成則畫面中

的可以漂浮，反之若未能達成任務則球仍然會在地板上，下方的長條為顯示放鬆度的數值高低，左上方為顯示進行幾秒、漂浮高度，以及最佳成績。



圖 11 使用者訓練放鬆度

圖 12 為程式判讀接收到的腦波頻率，再將這些頻率區分為 θ 波、低頻 α 波、低頻 β 波、高頻 β 波 4 種波形，而右下角則顯示 Attention(專注度)、Meditation(放鬆度)兩項數值的指數。



圖 12 使用者腦波分類

4. 研究成果與實驗分析

開始執行程式後，需先點擊按鈕進行與攜帶式腦波儀的連結，當連結失敗系統會自動導回原先介面，連結成功後首先花費數分鐘蒐集該名使用者專注度的數值並用模糊理論建立出一個最恰當該使用者的門檻值。門檻值的設定對於本研究具有相當大的影響，若是太高則使用者並無法如自己所想的選取到自己所要的選項，若門檻值過低則系統容易跳至非該名使用者所想的選項，因此門檻值的設定是關鍵，否則易造成使用上的不便利。當取得適合該名使用者適合的門檻值後，進入系統的主要 UI 介面中，當進入第一成選單時，會有主要的分類，而使用者專注於選項中，若到達門檻值一定的次數以上時，則進入下一層選單。反之，則該層選單中的選項以輪轉形式呈現給使用者。在第二層選單後，會於選項中放置倒退的選項，讓使用者選取到非自己所想的選項後仍然可以回到上一層並重新開始，

而當一層層地選取後，最終可得到一個使用者最想要的選項(如圖 13)。

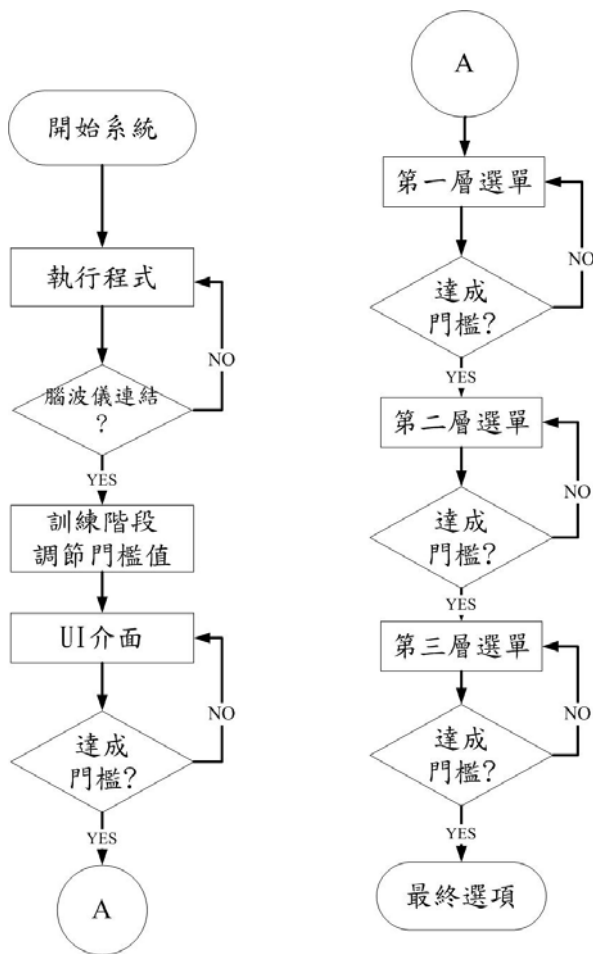


圖 13 程式流程圖

圖 14 為進入本程式後的第一個畫面，在該畫面中需點擊 Connect 按鈕以進行與攜帶式腦波儀的連結，完成連結後開始接收腦波的數值，再進一步區分為 Attention、Meditation 兩項數值。



圖 14 程式開始畫面

當程式與腦波儀成功連接，此程式會每 5 秒轉跳圖 11 的圖片，程式以判讀 Attention 數值到達一定門檻並累積到一定次數後則做切換圖片的動作，到達門檻以表示使用者對於該項目有興趣，而之所以設定累積一定次數在動做原因為預防短暫性的專注而進行誤判作的行為。

由前面的動作取得一個最恰當的門檻值後進入主程式中，在第一層的清單中列出食、衣、住、行、廁所等四項，選項將以輪轉的方式轉至上方的大框框中，使用者只需注視一個地點，關注該地點若有興趣時，達到門檻值並累積一定次數後然後進入下一層，以輪轉並放大選項的方式，當使用者對於正醒目的選項有興趣時應當會提升專注度，以觸發設計的程序。在本層也加入了返回的選項，以防止程式在上層替使用者做了錯誤的選擇。

5. 結論及未來工作

本研究已建構出初步的系統，並可以藉由集中專注度進行換頁以及選取的動作；然而每個人的專注度都不同(如圖 15)，此次研究請三位不同的使用者戴上腦波儀並收集腦波數據，很明顯發現不同使用者起始專注度都不同，所以使用同一基準的話，會使與基準差異較大的使用者無法方便使用這個系統。於是會利用模糊理論來設定專注度門檻質，使系統可以更精確的偵測不同使用者的門檻質，讓此系統更具有個人化的特質，如此一來不同專注度的使用者也可以順利的使用本研究的系統。但這也出現了一個問題，就是如何去替這些使用者在模糊理論中規劃較為適合他們的分類，因此，想到可以再做數值收集的系統，讓使用者在使用本研究主要的系統前先做一個檢測。這個系統的作用是在模糊理論中規劃出該使用者的類別，然後測出其平均專注度，然後以那數值降低一定的百分點當作門檻，這樣做可以替他們找出適合的分類。且在未來完成上述所說的步驟，先請普通使用者來做為數據測量及統計的結果，當系統數據差異不大，再找尋腦性麻痺者或語言障礙人使用此系統。

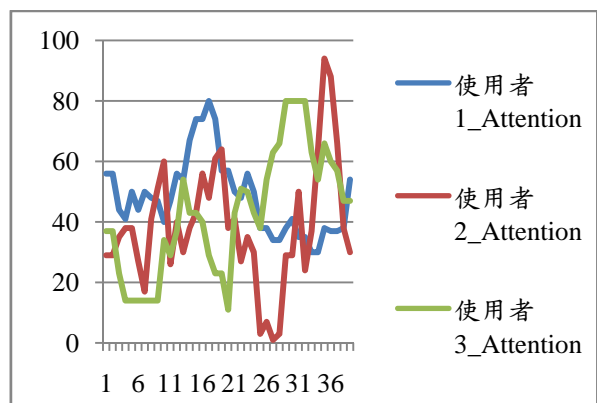


圖 15 腦波數據圖

腦性麻痺或是其他身體上有不方便、不好表達

的使用者，配戴著本研究的腦波儀，連結至電腦或是其他行動裝置，讀取使用者的腦波數值，並結合本研究開發之 UI 系統去執行操作過程。藉由使用者介面上的分類，使用者透過「想」的方式，集中專注度在於要選取的分類上，最後即可以選取所要表達的事情。使用者可以完全不用動，也不需要開口，就可以表達自己所想的事物。本研究希望可以改善他們的生活品質，並希望可以推廣至醫療照護上，讓更多有此需要的人之生活變得更便利，生活品質也獲得改善。

參考文獻

- [1] 數位典藏與學習電子報第十一卷第十一期，<http://newsletter.teldap.tw/news/InsightReportContent.php?nid=6121&lid=706>。
- [2] 林景福等編著，圖解腦波入門，合記圖書出版社，1985年4月。
- [3] 吳顯東，腦波控制的世界-腦機介面發展趨勢分析，http://mic.iii.org.tw/aisp/reports/reportdetail_register.asp?docid=3024&rtype=freereport，2013。
- [4] 神念科技，<http://www.neurosky.com.tw/>。
- [5] 科學人雜誌 2002年11月，<http://applepig.idv.tw/gomi/91city/control.htm>。
- [6] ETtoday 東森新聞雲 2012年2月27日，<http://www.ettoday.net/news/20120227/27747.htm>。
- [7] 黃上銘，”以腦波為基礎之無線醫療輔助系統”，國立勤益科技大學 資訊工程系研究所碩士論文，2012年7月。
- [8] 林佳賢，”腦波打電玩癱瘓者復健”，聯合新聞網，<http://udn.com/NEWS/WORLD/WOR4/8196188.shtml>，2013。
- [9] 林三永，”何謂腦波？”，科學人雜誌，<http://sa.ylib.com/MagCont.aspx?Unit=easylearn&id=1820>，2011。