

中華民國生物醫學工程學會

「全國大專院校生物醫學工程創意設計、製作競賽」

2010 年專題計畫申請書

專題名稱	(中文) 應用眨眼控制結合電腦遊戲、科技輔具與環境控制之人機界面			
	(英文) The designs and applications of a human-machine interface with blink control, computer games, assistive devices, and environment control			
歸屬領域	<input type="checkbox"/> 生醫材料與力學 <input checked="" type="checkbox"/> 醫學電子與資訊 <input type="checkbox"/> 醫工創新領域			
團隊聯絡方式				
團隊負責人	隊長：楊士緯		指導老師：林宸生	
通訊地址	407 台中市西屯區文華路 100 號 微影與光電實驗室			
團隊成員基本資料填寫				
名稱	姓名	學校/系所	手機	Email
指導老師(一)	林宸生	逢甲大學/自動控制工程學系	0922-262-740	lincs@fcu.edu.tw
指導老師(二)				
團隊成員(一)隊長	楊士緯	逢甲大學/電機工程所光電組	0939-885-898	max_zerg@yahoo.com.tw
團隊成員(二)	羅國豪	逢甲大學/自動控制工程所	0937-528-004	carrot_hao@hotmail.com
團隊成員(三)	葉柏廷	逢甲大學/自動控制工程所	0910-976-700	mummy808180@hotmail.com
團隊成員(四)	鄭智聰	逢甲大學/自動控制工程所	0912-720-798	gene70288@hotmail.com
團隊成員(五)				
指導老師(一)簽章：			日期：	
指導老師(二)簽章：			日期：	

請記得同時繳交書面報告(郵寄)及電子檔上傳至<http://www.isu.edu.tw/interface/survey.php?id=1293>

一、計畫內容

(一) 中文摘要 (限 300 字,自訂關鍵字)

本專題研究以眨眼(腦波)控制為主軸，身障者及重症患者為適用對象，並結合環境控制，發展了多種人機介面。其內容涵蓋科技輔具及電腦遊戲，分別為「眨眼式掃描鍵盤」、「眨眼式叫人鈴」、「眨眼式 PLC 環境控制」以及「打磚塊遊戲」。即使使用者四肢行動不便，甚至是全身癱瘓的情況，也能經由眨眼(腦波)控制來使用本團隊之設計。透過使用者「有意識眨眼」之動作，促使腦波訊號產生一明顯且即時的變化，此變化量有可能為正亦有可能為負。系統將藉由偵測到此變化量的發生，來觸發輔具或遊戲中之功能。此外本研究也利用眨眼(腦波)控制 PLC 對家電、叫人鈴作開啟或關閉的動作，以實現環境控制之目的，提升身障者生活之便利性與安全性。

關鍵字：眨眼控制、環境控制、人機介面、輔具

(二) 英文摘要(限 300 字,自訂關鍵字)

In this project, a variety of human-machine interfaces with the main concept of “blink control” and combined with environment control are proposed . These human-machine interfaces include three kinds of assistive devices and one computer game ,namely “ blink scanning keyboard” , “ blink calling bell” , “ blink PLC environment control system” and “ Arkanoid game” , that are designed specifically for the physically disabled and the severely handicapped. Through the consciously blinking of our system users, it will cause a clear and immediate variation in the users’ brain signals. By the detection of the occurrence of this variation in brain signals, the physically disabled users then can operate our designs with their eyes. In addition, we also implement the PLC environment control system with the blink control method. The physically disabled users can turn the appliances on and off by simply blinking their eyes, in order to improve the safety and facility of their life.

Keywords: blink control, human-machine interface, environment control, assistive device

專題實作計畫緣由與目的

現今科技的發展日新月異。為了因應人們的各種需求，用於食衣住行育樂等相關科技產品便應運而生，功能性與實用性也已非常完善。但是在使用者的四肢功能並不健全，甚至是全身癱瘓的情況下，這些產品將變得非常難以使用，甚至根本無法使用。在生活週遭及新聞媒體上，便常常見證到這樣的困境：許多病友由於罹患運動神經元疾病或是其他重症的緣故，雖然不是植物人，但是全身漸漸無法移動，最後只剩下眼睛或四肢當中的某個部位能夠動作。無法說話使他們喪失了跟外界溝通的機會，封閉的心靈便如同潛水鐘一樣被禁錮著，很有可能便這樣終其一生。加上輔具若為國外進口，操作語言與介面對於病友而言往往不合適，且輔具價格偏高，許多病友更是負擔不起，種種因素使得病友們生活情況無法改善。

因此，本團隊以提升身障者及其他重症患者之生活品質，並創造一無障礙之生活環境為目標，在兼具實用性與低成本的前提下，研發出下列幾項以「眨眼控制」為主軸之人機介面[2-7]，內容涵蓋科技輔具與電腦遊戲，分別為「眨眼式叫人鈴」、「眨眼式掃描鍵盤」、「眨眼式 PLC 環境控制」及「打磚塊遊戲」。

「眨眼式叫人鈴」分為軟體版及硬體版，皆以眨眼控制叫人鈴。其功能在當病友需要照顧或發生緊急危難時，可以發出聲響來通知較遠處的護理人員或家屬前來協助，降低危險發生之風險。使用者可利用軟體版直接透過個人電腦達成叫人鈴功能，而硬體版則是透過 PLC（可編程序控制器）來觸發實體叫人鈴。其中 PLC 亦可連接其他硬體設備如電扇、電腦等等，運用眨眼控制來選擇欲開啟之目標，實現環境控制的理念。「眨眼式掃描鍵盤」為一掃描式虛擬鍵盤，使病友能透過眨眼控制來選擇鍵盤上欲輸入之注音，達到對外溝通之目的。希望藉由這樣的溝通方式，讓我們能更進一步了解病友的需求和心聲，也使他們能藉此宣洩心中的苦悶，以及減少病友與看護人員因溝通困難所造成的誤解，增進生活之便利性。「打磚塊遊戲」則是一款除了一般人之外，病友們亦能輕鬆體驗遊戲樂趣之遊戲小品。透過簡單的眨眼控制方式來進行遊戲，進而縮短病友與一般人之間的差距，達成生理及心理上的無障礙，並增添其生活樂趣，獲得身心上的放鬆與歡愉。

專題實作計畫參考文獻

1. 華梵大學設計研究所碩士論文"小型通訊產品之中文注音輸入模式研究-以行動電話為例" p.22-p.30
2. D.S. Robertson, The percussion reactions involved in brain function, *Medical Hypotheses* 59-6(12) (2002) 682-695.
3. N. Valanides, C. Angeli, Learning and teaching about scientific models with a computer-modeling tool. *Computers in Human Behavior*, 24(2) (2008) 220-233.
4. Z. Weinberger, E.D. Richter, Cellular telephones and effects on the brain: The head as an antenna and brain tissue as a radio receiver. *Medical Hypotheses*. 59-6(12) (2002) 703-705.
5. J. Wood, Can software support children's vocabulary development? *Language Learning & Technology*, 5 (2001) 166-201.
6. C.S. Lin, C.C. Chien, N.J. Lin & C.H. Lin, The method of diagonal-box checker search for measuring one's blink in eyeball tracking device. *Optics And Lasers Technology*, 30 (1998) 295-301.
7. C.S. Lin, An eye behavior measuring device for V.R. system. *Optics And Lasers in Engineering*, 38 (2002) 13-39.
8. C.S. Lin, K.C. Chang & Y.J. Jain. A new data processing and calibration method for an eye-tracking device pronunciation system. *Optics And Lasers Technology*, 34 (2002) 405-413.

圖片部分：

圖片4.2、4.3、4.4節錄自NeuroSky官方網站，特此申明。

其他圖片皆為逢甲大學 微影與光電實驗室原創。

(四) 專題實作計畫研究方法與進行步驟 (如篇幅不足, 另紙繕附)

4-1 本專題之架構

本競賽之專題架構如圖 4.1 所示：

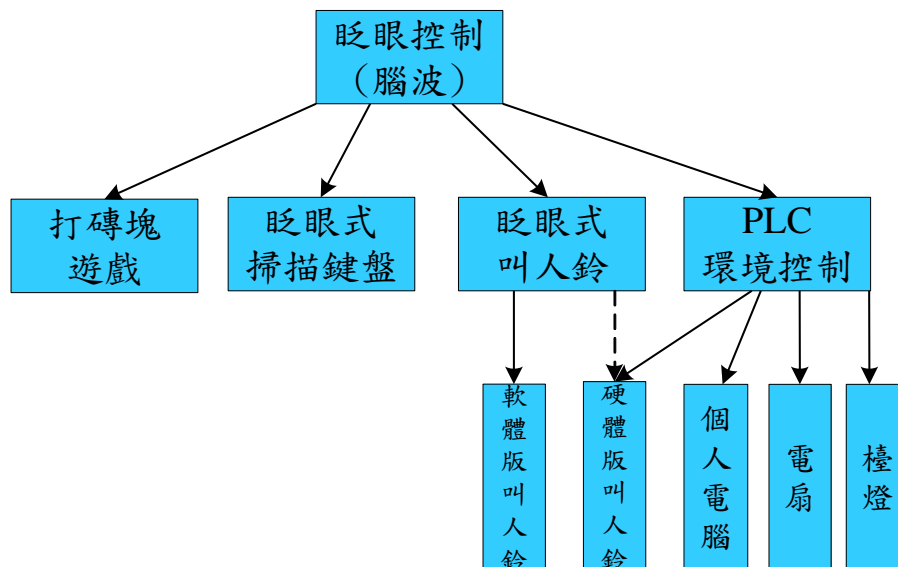


圖 4.1:本專題之架構圖

以下將本專題分為「眨眼控制」、「眨眼式掃描鍵盤」、「眨眼式叫人鈴與 PLC 環境控制」及「打磚塊遊戲」等四個部份，分別在本章節與下個章節逐一說明其設計原理與實做成果。

4-2 眨眼控制

由於本專題設計之輔具與遊戲其使用者為身障者與重症患者，考量其四肢行動不便，甚至是全身癱瘓等因素，故採用眨眼(腦波)控制作為這些輔具與遊戲的控制方式。主要概念為透過「有意識眨眼」的方式，使腦波訊號產生即時且明顯的變化，一旦偵測到此訊號變化，便觸發欲執行之輔具功能。如此，即使是全身癱瘓的使用者，只要眼睛還能夠動作，也能透過本團隊的設計與外界溝通、表達自我、體驗遊戲樂趣。

4-2-1 腦波基本介紹

人類的大腦會不時地產生「電流脈衝」，這些由大腦發出的脈衝便稱為腦波，又稱為腦電波 (EEG, Electroencephalography)。主要透過擷取頭皮上電位之變化，以觀察腦部意念之活動行為。若將時域 (Time Domain) 中的腦波訊號，透過快速傅立葉轉換 (Fast Fourier Transfer, FFT) 與卡曼濾波器 (Kalman Filter)，如公式(1)：

聯絡窗口：

義守大學生物醫學工程學系

聯絡電話：07-6577711#6701~3

傳真電話：07-6577056

$$\begin{aligned}
 r_a(x) &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} u_a(\tau) f_a(\tau-t) d\tau = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} [u(\tau)+a] [f(\tau-t)+a] d\tau \\
 &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \left\{ \int_{-T/2}^{T/2} \{[u(\tau) \times f(\tau-t)]\} d\tau + \int_{-T/2}^{T/2} \{[u(\tau) \times a] + [f(\tau-t) \times a] + a^2\} d\tau \right\} \quad (1)
 \end{aligned}$$

其中 r_a 代表帶有雜訊 $u_a(t)$ 之輸入， $f_a(t)$ 則為腦波訊號且 a 為 D.C. Term

便可得到頻域 (Frequency domain) 中的腦波訊號。依頻率高低又可將腦波分為下列幾種：

1. β 波 (14Hz以上)：在神經系統活動「清醒思考」時，可出現這種腦波。適度的 β 波，對積極的注意力提升、認知行為的發展有關鍵性的助益。
2. α 波 (8-14Hz)： α 為優勢腦波時，人的意識清醒、身體放鬆，是意識與潛意識的橋樑，大腦的活動頻繁，是學習與思考的最佳腦波狀態。
3. θ 波 (4-8Hz)： θ 波為優勢腦波時，意識中斷將呈現所謂的「入定狀態」。對於觸發深層記憶、強化長期記憶等幫助極大。
4. δ 波 (0.4-4Hz)： δ 波為優勢腦波時，深度熟睡，無意識狀態。睡眠品質好壞與 δ 波有非常直接關聯。

本專題中所使用的腦波訊號為時域中的原生腦波 (Raw Brain Wave)，透過硬體設備及程式撰寫的自定義函數，將此訊號濾波並放大，以觀察其在「有意識眨眼」時的暫態變化，作為控制輔具及遊戲之判斷機制。

4-2-2 讀取腦波之硬體設備

本專題使用 Neuro Sky 公司所生產之 MindSet 整合型耳機(以下簡稱 MindSet) 來作為讀取腦波訊號之工具，其外觀如圖 4.2 所示。MindSet 之訊號擷取點共有四個，分別為左耳處三個及左前額處一個，分別如圖 4.3、4.4 所示。



圖 4.2 :Neuro Sky-MindSet 耳機外觀

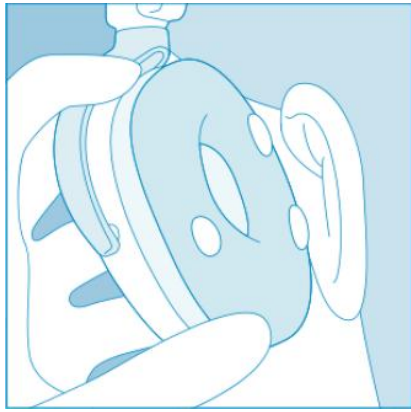


圖 4.3:左耳訊號擷取點

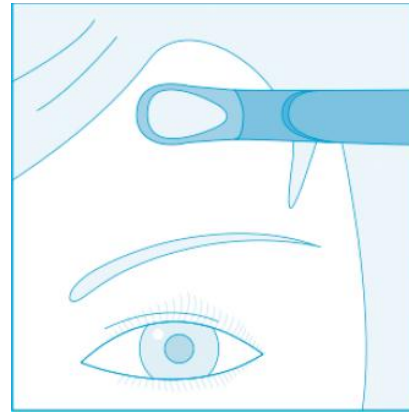


圖 4.4:左前額訊號擷取點

4-2-3 讀取腦波之軟體介面

為了能夠使用 MindSet 來讀取腦波訊號，本團隊根據其 API (Application Programming Interface)，利用 Borland C++ Builder 6.0 編譯器來撰寫實現 MindSet 藍牙連線及讀取腦波訊號等功能之軟體程式。透過自訂連接埠 (PORT)，使用藍牙連接個人電腦，並利用自定義函數來優化讀取的腦波數據，降低訊號雜訊成份。圖 4.5 為此程式介面，圖 4.6 則為有意識眨眼時的腦波波形變化。

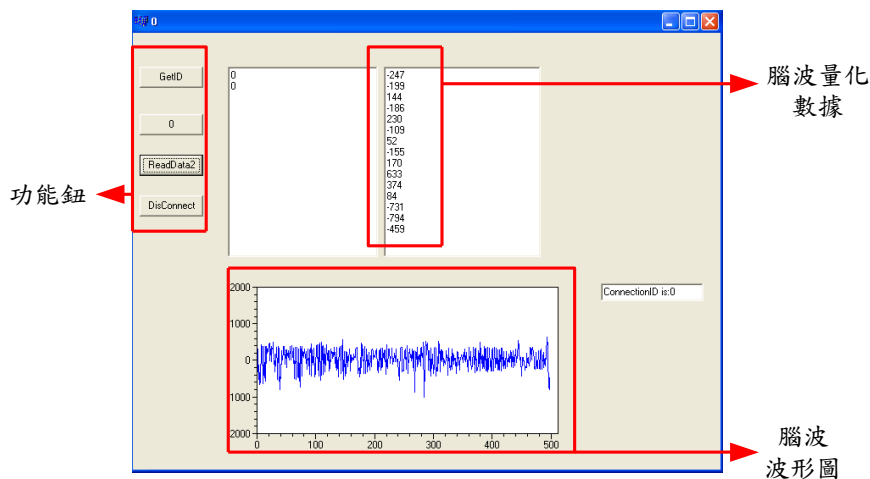


圖 4.5:自行研發讀取腦波之程式介面

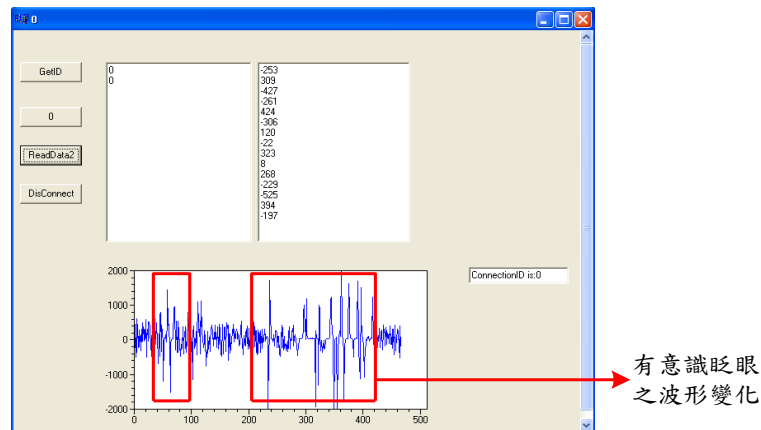


圖 4.6:有意識眨眼時的腦波波形變化

F3：增加掃描間隔 0.1 sec

F4：關閉掃描鍵盤

F5：開啟連線/腦波讀取視窗

F7：發音開啓 / 發音關閉

其中發音功能，能讓視力欠佳的使用者，根據鍵盤掃描時的發音來輔助選擇輸入鍵，增加使用上的方便性。惟需要注意的是，快捷鍵要鎖定在此程式視窗時才有效。

4-3-3 眨眼式掃描鍵盤操作流程

將眨眼式掃描鍵盤之操作流程整理為以下流程圖，如圖 4.9 所示：

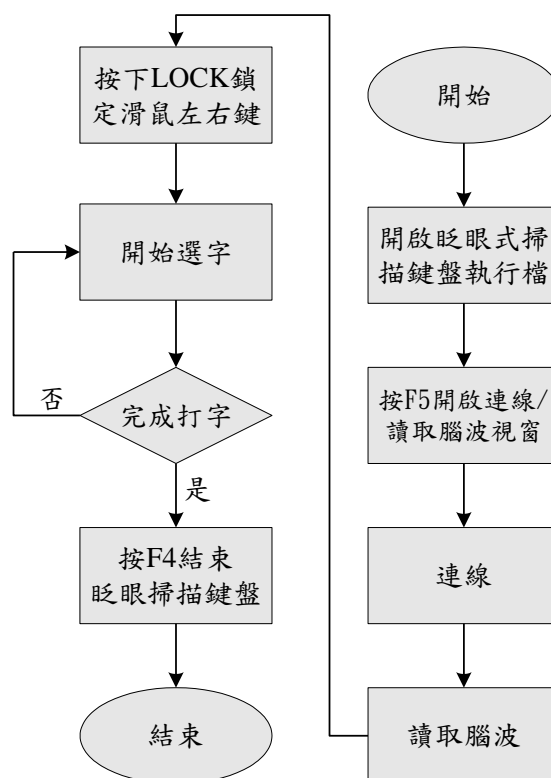


圖 4.9: 眨眼式掃描鍵盤操作流程圖

程式執行後會自動開啟記事本，提高便利性。眨眼式掃描鍵盤中的腦波讀取視窗，特別設置了一按鍵 LOCK，其功能為取消滑鼠左右鍵功能，避免以眨眼控制選字時，選取 Enter 鍵後造成視窗間的切換。

4-4 眨眼式叫人鈴與 PLC 環境控制

爲了能讓失去行動能力的病患有更多的自主權，自身可對周遭環境進行基本的控制，本團隊專注於利用腦波訊號結合 PLC 來作為使用者的輸入訊號，對欲控制的設備作輸出。值得一提的是，除了能對一般家電如電扇、電燈、電腦作開關

控制之外，也可對叫人鈴進行控制。

叫人鈴為患者需要幫助或身體不適時通知看護人員的管道，對於患者而言十分重要。一般所見的叫人鈴皆為按鈕式，對於四肢不便或是全身癱瘓的使用者來說並無法使用。故本團隊克服了這方面的限制，硬體版叫人鈴結合了 PLC 讓患者可以利用眨眼控制的方式來觸發遠在病房外的叫人鈴，以通知他人給予及時的援助。亦可使用軟體版叫人鈴，透過個人電腦模擬叫人鈴發出音效來呼叫他人。

設計原理與操作介面

軟體版叫人鈴

設定一標準值 T ，若有意識眨眼所產生腦波振幅之值為 T_b ，則可根據以下判斷式進行叫人動作：

$$\begin{cases} |T_b| \geq T \Rightarrow \text{觸發音效叫人} \\ |T_b| < T \Rightarrow \text{不動作} \end{cases} \quad (3)$$

若與眨眼式掃描鍵盤相比，掃描鍵盤講求的是眨眼控制的準確度，而叫人鈴則是著重抵抗雜訊干擾之發生，避免發生誤判觸發叫人鈴的情況，造成看護人員及患者本身之困擾。故設定於時間區間 Δt 內，判定眨眼兩次，才觸發叫人鈴，杜絕誤判情況發生。操作介面如圖 4.10 所示，時間區間 Δt 長短可依個人狀況調整：

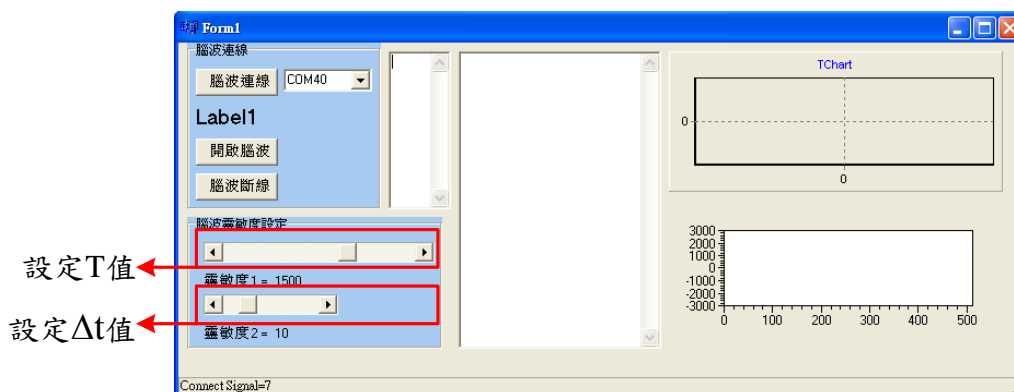


圖 4.10: 軟體版叫人鈴操作介面

PLC 環境控制

PLC (可編程序控制器) 其內部單元包括 CPU、輸入模組、輸出模組三大單元。PLC 的 CPU 會經由輸入模組取得輸入元件所產生的訊號，再從記憶體中逐一取出本團隊預設好的控制指令，經由運算部門邏輯演算後，再將結果透過輸出模組加以驅動外在的輸出元件。將其原理應用於本團隊之設計，其架構如圖 4.11 所示，使用者利用 MindSet 把腦波控制訊號送出，經過藍牙傳輸至系統 (個人電腦) 接收。透過本團隊撰寫之程式將輸入的訊號進行分析，接著經過 RS232 的傳輸界面，至 MITSUBISHI FX2N 16MR PLC 對分析結果進行輸出選擇，以控制週遭電器及叫人鈴。

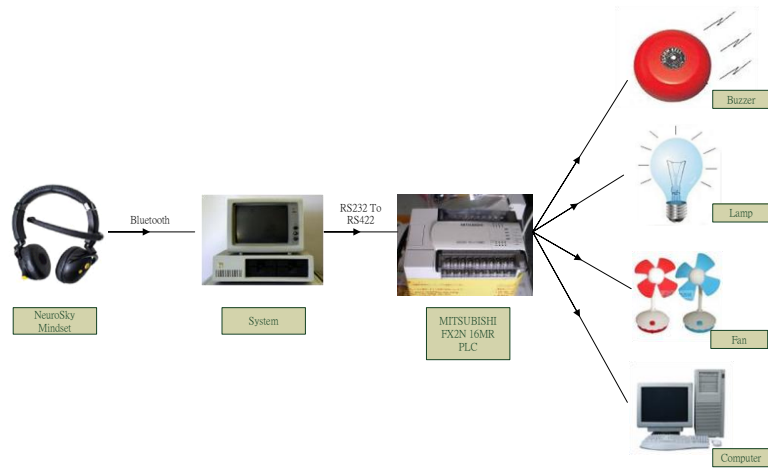


圖 4.11: 眨眼控制結合 PLC 之系統架構圖

PLC 環境控制軟體介面，如圖 4.12 所示。配合眨眼控制的方式，選擇方框會在桌燈、電扇、電腦及叫人鈴 ON 的位子跳動，當眨眼選擇目標開啟後，則選擇方框將改在各設備 OFF 的位子跳動，以便眨眼選擇使目標關閉。



圖 4.12: PLC 環境控制軟體介面

4-5 打磚塊遊戲

本團隊結合眨眼控制與電腦遊戲，讓使用者只需透過眨眼動作，即可操作經典遊戲「打磚塊」中的毛毛蟲，令一般使用者有全新享受的感官刺激，也可讓身障使用者藉此體驗到遊戲的樂趣。

4-5-1 設計原理

毛毛蟲的左右位移

利用眨眼控制毛毛蟲位移時，偵測眨眼所造成腦波振幅放大或縮小，僅能使

毛毛蟲進行單方向的移動。亦即設定一標準值 T ，若有意識眨眼所產生腦波振幅之值為 T_b ，則可根據以下判斷式觸發毛毛蟲移動：

$$\begin{cases} |T_b| \geq T \Rightarrow \text{毛毛蟲向右 或 向左} \\ |T_b| < T \Rightarrow \text{毛毛蟲不移動} \end{cases} \quad (4)$$

為了讓毛毛蟲能夠左移及右移，本團隊在遊戲中設置一滑軌，透過滑軌不斷向左來完成毛毛蟲向左移動之功能，如圖 4.13 所示。因此使用者只要利用眨眼控制毛毛蟲向右移動，便可進行遊戲。

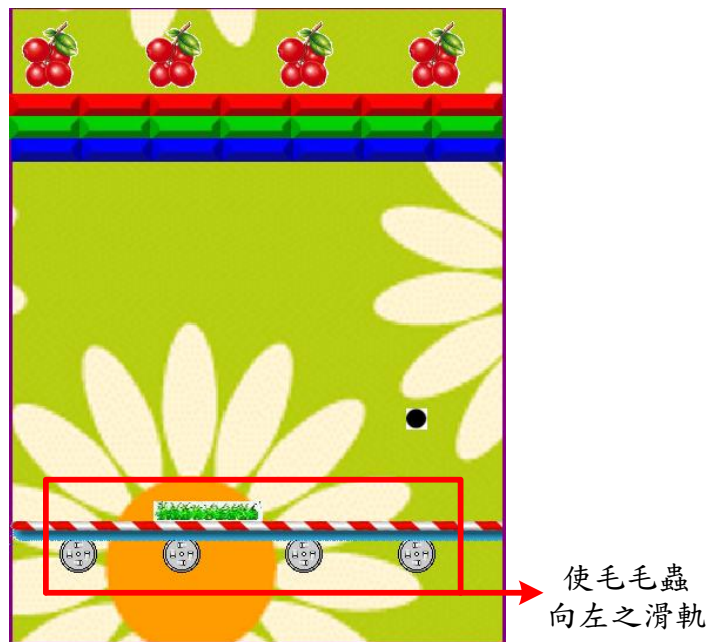


圖 4.13:毛毛蟲透過滑軌向左移動

觸發叫人鈴

在遊戲結束時，程式會自動判斷目前的遊戲狀態，不論是耗盡所有球數或是破關，此時只要在預設時間間隔 Δt 內眨眼兩次，便可觸發軟體版叫人鈴。身障使用者在進行遊戲期間，可透過此功能來通知旁人協助。

4-5-2 遊戲功能與執行流程

本團隊在遊戲中配置了活潑有趣的音效及配樂，以便增加遊戲的刺激感及耐玩度。遊戲本身也設計了毛毛蟲移動速度及滑軌速度的調整欄，如圖 4.14 所示。所以當使用者覺得遊戲節奏太快或太慢時，都可以進行微調，以達最佳的娛樂感受，打造專屬於您的腦波測試反應小遊戲。遊戲執行流程則如圖 4.15 所示。

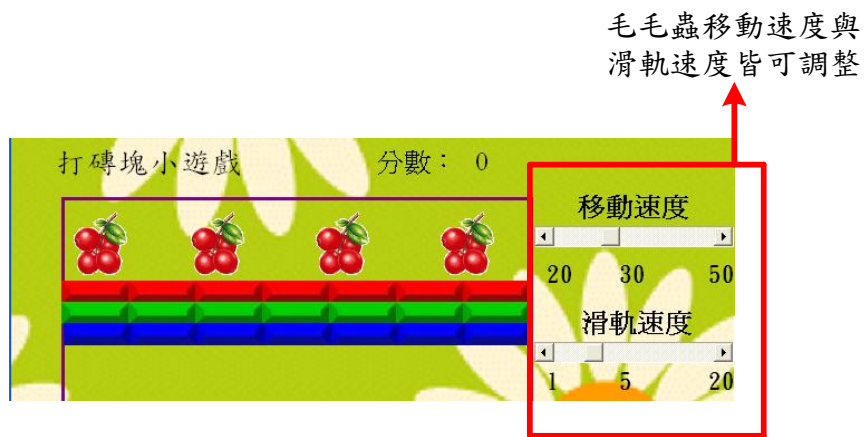


圖 4.14:打磚塊遊戲特殊功能

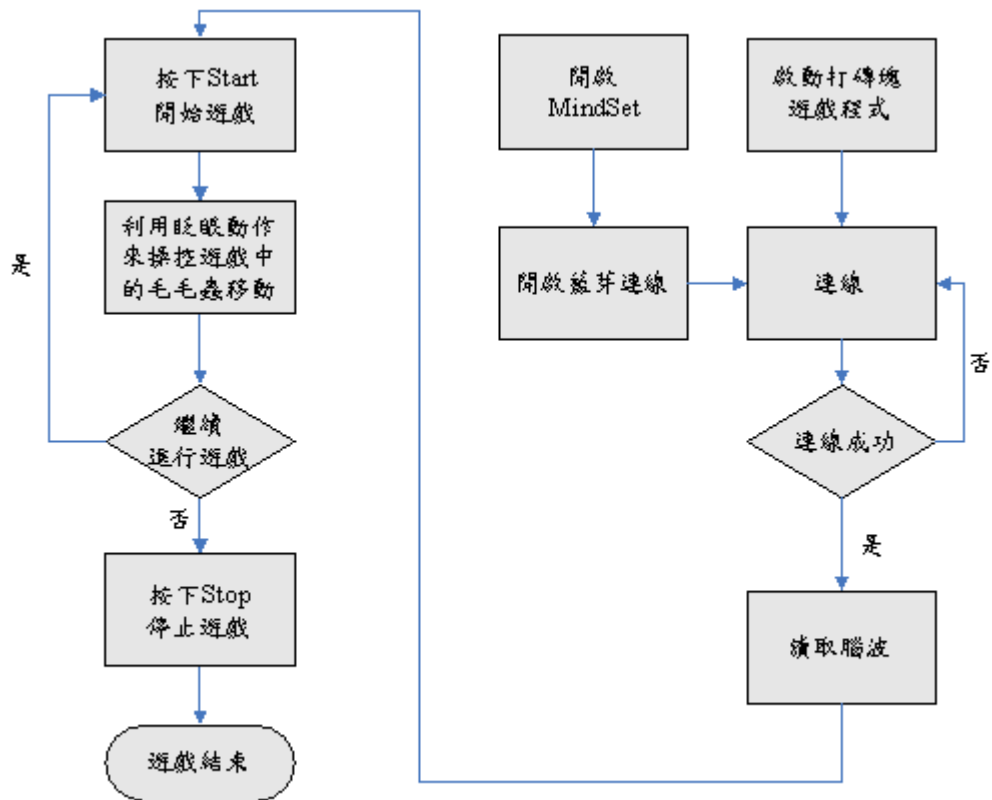


圖 4.15:打磚塊遊戲執行流程圖

經測試打出「微影光電實驗室」字串需費時約 2 分 9 秒。

5.2 眨眼式叫人鈴與 PLC 環境控制預期成果

輔具之實用性與創新性

1. 軟體版叫人鈴與硬體版叫人鈴可自由依狀況切換使用。
2. 傳統叫人鈴多為按鈕式，並不適合身障者使用。本團隊設計之眨眼式叫人鈴則非常適合四肢不便或全身癱瘓者使用。
3. 透過眨眼控制結合環境控制之功能，提升患者生活上的安全性與便利性。
4. 眨眼式叫人鈴與眨眼 PLC 環境控制系統，其操作介面簡單易懂。
5. 成本較低，且製作簡單，使用上也非常安全。

輔具規格需求

適用於搭載 Windows 作業系統之個人電腦。

PLC 需接於 110V 交流電源。

輔具實機操作與測試

在 PLC 環境控制系統方面，針對腦波訊號的偵測穩定度及傳輸穩定度進行加強，並且在系統程式裏的訊號處理及判斷作調整，減少指令誤判的可能性。具有個人化模式功能，會根據使用者在開始操作前的個人設定測試，予以記錄及修正，來達到個人化模式的效果。對於叫人鈴方面，則會設定成最高優先權，不論在執行任何動作期間，皆可啟動叫人鈴。圖 5.2、5.3 為 PLC 家電控制測試，圖 5.4 則為叫人鈴測試，因雜訊而發出聲音之機率非常低。

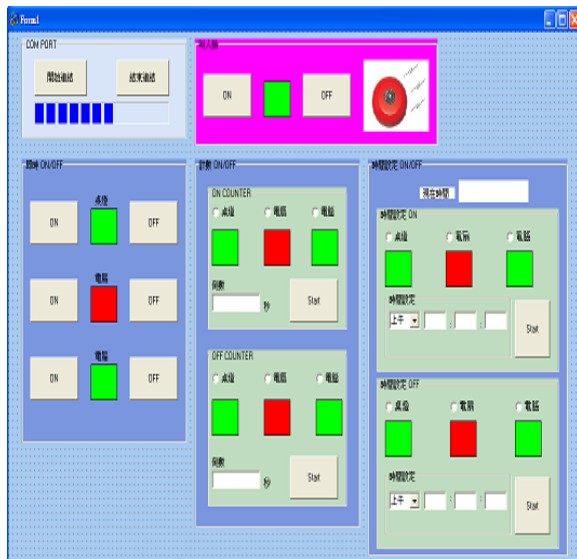


圖 5.2: 眨眼控制 PLC 程式介面



圖 5.3: 眨眼控制 PLC 開啟家電設備

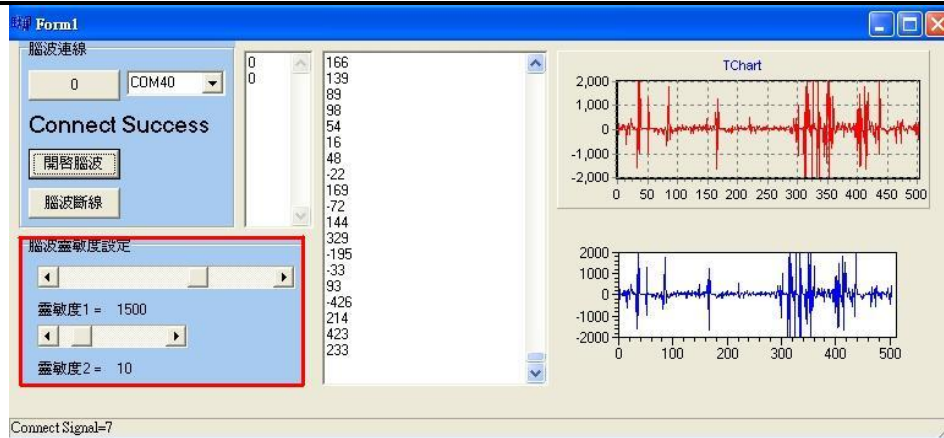


圖 5.4:軟體版叫人鈴測試畫面

5.3 打磚塊遊戲預期成果

遊戲之創新性

- 1.玩遊戲動腦不動手，利用眨眼控制毛毛蟲向右移動來進行遊戲。
- 2.本遊戲對象除了一般使用者之外，身障使用者同樣可以享受遊戲樂趣。
- 3.具有叫人鈴功能，保障身障/重症使用者遊戲時的安全。

遊戲規格需求

適用於搭載 Windows 作業系統之個人電腦。

遊戲實機操作與測試

遊戲實際操作畫面，如圖 5.5 所示。經本團隊測試，費時約 12 分鐘可順利過關，且操作上非常輕鬆簡單。



圖 5.5: 打磚塊遊戲實際操作畫面

(六) 專題實作計畫執行進度與甘梯圖(Gantt Chart)：

1. 本表作為進度控制及檢討之依據。
2. 工作項目：請視計畫性質及需要自行訂定。預定進度以粗線標示其起迄月份，每月分三旬，如因農業或其他受季節性限制之計畫必需配合一定之月份者，請在(月次)欄下註明實際月份，以利審查。
3. 預定進度累計百分比：係為配合追蹤考核作業所需，請視工作性質就以下因素擇一估計訂定：(1)工作天數(2)經費之分配(3)工作量之比重(4)擬達成目標之具體數字。

工作項目	月次										備註
	第一月	第二月	第三月	第四月	第五月	第六月	第七月	第八月	第九月	第十月至今	
閱讀相關文獻與收集資料	■	■	■								
撰寫硬體連線、量測腦波之程式		■	■								
腦波連線、量測程式修改及模擬叫人鈴				■							
撰寫電腦遊戲-「打磚塊」程式		■	■	■	■	■					
測試、修改遊戲-「打磚塊」程式					■	■	■				
撰寫輔具-「掃描鍵盤」程式			■	■	■	■	■	■	■		
測試、修改輔具-「掃描鍵盤」程式							■	■	■	■	
撰寫腦波控制 PLC 開關之程式								■	■		
各程式修正改善及 PLC 控制周邊設備									■	■	
預定進度累進百分比	5%	15%	30%	40%	50%	65%	80%	85%	90%	100%	

二、經費概算: 限實作材料與加工費

項 目 名 稱	說 明	單 位	數 量	單 價	金 額	備 註
1. NeuroSky MindSet 整合型耳機之周邊耗材	NeuroSky MindSet 為本研究主要硬體設備，本項目用來作為讀取人體腦波之周邊耗材。	組	1	1250	1250	
2. MITSUBISHI-FX2N 16MR-PLC 電性連接材料	可編程序控制器。用來作為腦波耳機與欲控制之設備的溝通媒介，可視為一開關。	個	1	3600	3600	
3. 叫人鈴	為病患用來呼叫醫護人員、看護人員及親友之警示裝置，觸發時將發出音效，以達叫人之目的。	個	1	150	150	
合				計	5000	