

# 多人腦波遊戲系統架構設計探究

## The Study of Architecture Design about Multi-player Brain Computer Interface Game System

王曉璿 紀明良 林含諭  
國立台中教育大學數位內容科技學系  
hswang@mail.ntcu.edu.tw

### 摘要

近年來，隨著科技的日新月異，在大腦人機介面裝置(Brain Computer Interface, BCI)之應用有不少的突破與進步，惟獨較少研究針對多人腦波遊戲進行探討。為了能達成多人線上腦波遊戲的目標，本研究結合大腦人機介面裝置、多人連線等技術，開發一套基於多人腦波偵測與遊戲的多人腦波遊戲系統，遊戲的模式從基本的「單人練習」模式，擴展出可供多人線上即時互動的「多人練習」與「雙人競賽」模式，並經由實際系統測試，提供相關未來多人腦波遊戲系統開發的參考與建議。

**關鍵字：**大腦人機介面、腦波、多人遊戲、MindSet。

### Abstract

The purpose of this study is using the Brain Computer Interface (BCI) devices to develop a multi-player BCI game system (MBCIGS). The BCI devices in this study uses MindSet as game equipments, Electro Sever as sever platform, and Flash software as client to develop a system. So, in order to achieve multi-player interact each other, the MBCIGS includes two skills that are the multi-user management system and three modes of BCI games.

**Keywords:** Brain Computer Interface, Brainwaves, Multi-player Game, MindSet

### 1.前言

近年來，在資訊科技的蓬勃發展下，大腦人機介面(Brain Computer Interface, BCI)技術有很大的進展與突破。發展至今十餘年的大腦人機介面，隨著科技的進步，在傳統上用來量測腦波的機器不再局限於空間和大小的限制，而是著重於使用的方便性與舒適性。最初，大腦人機介面的主要目的是幫助殘疾人士，使他們透過大腦傳遞指令，不需要依靠周圍神經和肌肉就能與外界溝通[1]；現今已有許多研究將大腦人機介面技術加以應用，將其裝置作為新的輸入設備，並利用 MindSet 腦波意念耳機為研究工具，應用於娛樂或學習用途。因此本研究主要結合腦波偵測設備以及多人技術，開發以腦波偵測為基礎的多人線上互動系統，期能提升此方面的運用經驗與效益。

### 2.文獻探討

#### 2.1 大腦人機介面

大腦人機介面(Brain Computer Interface, BCI)指的是經過大腦的運作，能夠用意念來控制特定裝置。根據第一次國際腦機介面會議的定義為「腦機介面提供使用者一個與外界溝通的替代管道，而不需要依賴周圍神經及肌肉當媒介」[2]。大腦人機介面裝置系統其基本架構有三個部份[3]，分別為訊號的接收(Signal Acquisition)、訊號的處理(Signal Processing)及訊號的輸出(Device Commands)。如圖 1 所示：

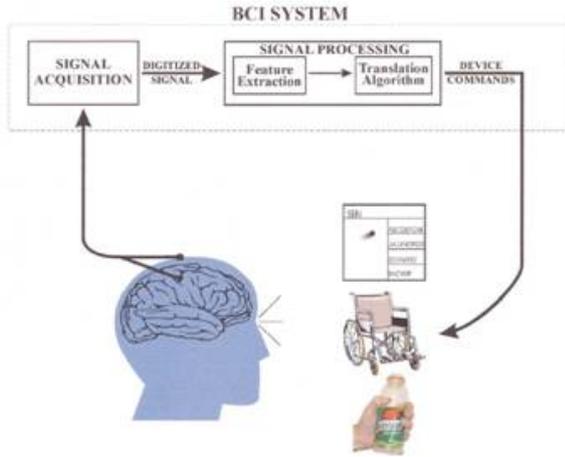


圖 1 腦機介面裝置的基本架構

早期的應用主要為身體不便的人,提供另一種溝通介面,如電子輪椅、電子義肢等,偏向於醫療方面;後期隨著應用領域更加廣泛,目前已有技術運用駕駛汽車中。

## 2.2 MindSet 腦波意念耳機

MindSet 腦波意念耳機是美國 NeuroSky 公司開發的一種腦電波設備,為非侵入性的量測腦波方法,可以測量出人體的專注和放鬆狀態,它的準確度與價值四萬美元的醫療設備 Neuroscan 腦波儀有 96% 的相似度[4]。

基於大腦人機介面技術, MindSet 帶有一個乾電極傳感器放在頭部的前額處,參考電極和電路接地系統放在左耳處,用來採集大腦產生的生物電信號( $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ 、 $\theta$  波),並將這些信號送入至 ThinkGear™ 晶片,使混雜在信號中的噪音進行濾除,最後,透過 NeuroSky eSense™ 專利演算法解讀出使用者專注及放鬆狀態的 eSense™ 參數,再經由藍芽輸出到電腦、手機等裝置[5],完成腦波訊號的偵測。如圖 2 所示:

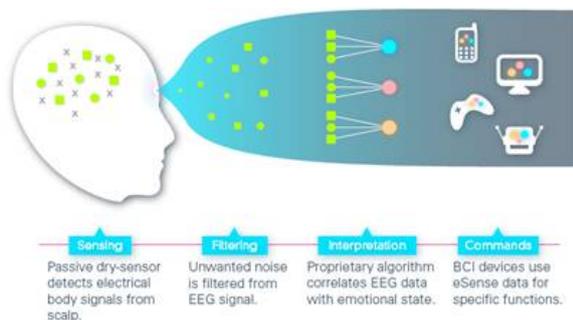


圖 2 MindSet 腦波意念耳機運作機制

## 2.3 多人遊戲

多人遊戲為玩家透過伺服器及通訊協定,在遊戲中直接和其他玩家進行互動[6]。在網路連線中,用戶彼此間主要可以藉由點對點架構(Peer to peer, 簡稱 P2P)及主從式架構(Client-Server)兩種方式來達到互動與同步。點對點架構在任何一個用戶端都是其他用戶端的伺服器,不僅用戶可以互相傳遞訊息,也不需要透過特定伺服器來傳遞資料,但用戶數過多時,此架構很可能讓子網路超載。主從式架構則是區分用戶端和伺服器端,屬於集中管理的網路連線架構,單一用戶傳送資料至伺服器,再經由伺服器傳送資料至各個用戶。此種架構又可分為輪詢(Polling)和持續性的伺服器連結兩種方式,前者為不斷地詢問伺服器有無更新資料,會很佔頻寬;後者則有 Socket 伺服器,用戶端與 Socket 伺服器建立連結後,會形成一個持續性的連結,但當無事件發生時,不會佔任何的頻寬。

Socket 伺服器是一台存在於遠端的實體伺服器,此伺服器會等待用戶端連結請求,伺服器接受請求後,就能在用戶之間傳遞訊息[7]。常見的 Socket 伺服器有 ElectroServer、SmartfoxServer、Red5、Union 和 Adobe Flash Interactive Server 等。在開發多人遊戲時,必須要考量到採用哪種方式去決定遊戲的決策權,否則便會影響遊戲的結果。遊戲的決策權分成用戶主控型(Authoritative Client)及伺服器主控型(Authoritative Server)兩種。

## 2.4 總結

回顧過去的文獻發展,大腦人機介面技術從醫學方面發展至電玩遊戲應用,在近幾年新的技術加值下,已有許多研究案例將 MindSet 裝置作為遊戲的設備,使用腦波意念訊息與使用端系統進行互動,有別於用滑鼠、鍵盤或是搖桿控制,帶給使用者新奇的體驗。同時配合多人遊戲設計環境的成

熟，如何將腦波訊號互動介面、使用者遊戲學習內容與多人互動環境進行結合應用，將是預期可提供學習者或使用者的新學習體驗與學習效益，因此，本研究嘗試發展多人腦波遊戲系統，以提供未來多人互動娛樂與學習的應用參考。

### 3.系統架構與設計

#### 3.1 系統目標

針對文獻探討，本研究主要設計多人腦波遊戲系統，提供使用者即時觀測自己腦波狀態，並能進行線上多人腦波訊息偵測，以及多人腦波互動遊戲功能，以達成結合腦波訊號偵測與多人互動遊戲介面設計功能。本系統在腦波互動遊戲規劃中設計為「單人腦波互動練習」、「多人腦波互動練習」和「雙人腦波互動遊戲競賽」三種模式，供使用者進行腦波互動練習與多人競賽遊戲進行。在遊戲進行中，透過點選遊戲中的物件，系統就會依據玩家當時腦波專注(attention)或放鬆(meditation)的數值而產生不同的變化效果。除了即時偵測和即時互動的功能之外，本系統也使操作環境更簡單易懂，並提供文字傳遞訊息，使得多人互動性連結更為快速有效。

#### 3.2 系統運作模式

本系統運作流程為主要先啟動使用者配戴的 MindSet 腦波意念耳機、藍芽與 ThinkGear Connector 連線設定，然後透過 MindSet 傳感器擷取使用者的腦波訊號，並利用藍芽連線將腦波訊號數位化及傳送到個人及多人互動遊戲系統。當使用者進入多人腦波互動遊戲系統後，Client 端會與 Server 端進行遠端連線登入，之後所有的訊息交換與同步動作都將透過 Client 端與 Server 端將網路訊息封包傳給各個用戶，使得每個用戶能透過本系統進行多人腦波遊戲和觀測多人腦波即時動態。

#### 3.3 系統架構

本系統採用 NeuroSky 公司提供的 API，將 MindSet 腦波意念耳機與互動遊戲軟體連結，平台連線技術採用主從式架構(Client-Server)；後端伺服器使用 ElectroServer 5，目前使用可同時連線 25 位使用者的版本；用戶端平台使用 Flash CS6 ActionScript 3 的程式語言撰寫；遊戲的決策權則屬於用戶主控型，作為遊戲系統的平台。

其多人系統架構可分為區域(Zone)、房間(Rooms)與使用者(Users)。區域是房間的集合，「多人腦波遊戲區」為本系統唯一的區域，區域內主要又分成「大廳」及「遊戲大廳」兩個房間，遊戲大廳內有三個房間可讓玩家進行遊戲，即遊戲規劃中的三種模式，同個房間內的玩家可以互相交談聊天，而各個房間內則會有一群使用者。如圖 3 所示：

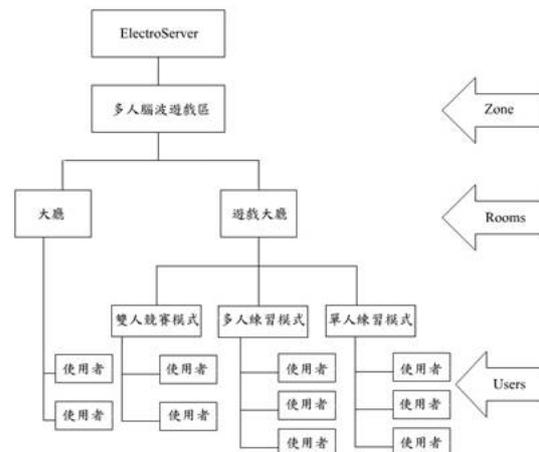


圖 3 系統架構圖

#### 3.4 系統功能設計

本系統建置的功能主要規劃成「使用者登入介面」、「大廳」與「遊戲大廳」三個部分。在使用者登入介面中，分為「輸入帳號區」與「使用者登入訊息區」，分別用為提供使用者登入本系統，其帳號可自行輸入喜愛的名稱，限制 7 個字元，無須經過註冊；以及顯示目前使用者與系統連線的狀況。本系統也加以運用 Electro Server 內建過濾功能，在伺服器端進行帳號過濾設定，直接排除不雅的帳

號名稱。

當使用者經過登入認證後，就會進入到本系統的「大廳」房間，此房間規劃分成「房間資訊區」、「使用者資訊區」、「輸入聊天訊息區」、「系統訊息與玩家聊天區」和「進入遊戲大廳」五個區塊。房間資訊區是用來顯示伺服器上所有使用者目前所存在的房間資訊；使用者資訊區是所有線上使用者的資訊清單，包含帳號、專注值、放鬆值及意念耳機的訊號值；輸入聊天訊息區是線上使用者互相交談的管道；系統訊息與玩家聊天區是系統和使用者的互動與使用者彼此間的互動，包含使用者登入系統的問候語、使用者進出房間狀況和使用者的討論聊天的文字內容訊息；進入遊戲大廳則是協助玩家進入遊戲練習與競賽的地方。

當使用者進入遊戲大廳，即能選擇「單人練習」、「多人練習」與「雙人競賽」這三種遊戲模式進入遊戲。在進入遊戲之前，會有遊戲說明影片以及介紹操作方法，玩家如果不進行遊戲，點選「離開遊戲大廳」即可返回至大廳。

在「單人練習」的遊戲模式中，主要訓練單一個玩家的專注與放鬆的控制情形，將其規劃成「紅色球」、「藍色球」、「專注數值條」及「放鬆數值條」。當玩家進入遊戲後，專注和放鬆的數值條分別會顯示玩家當下的狀態，玩家可以使用滑鼠點選紅色球與藍色球，這兩顆球便會隨著玩家當前的專注和放鬆進行漂浮，再點選一次球後則會停止漂浮。

在「多人練習」的遊戲模式中，主要訓練多個玩家的專注與放鬆的控制情形，將其規劃成「木桶」、「藍色球」、「專注數值條」及「放鬆數值條」。在遊戲的設定規劃中，可進行多人遊戲互動，當玩家進入遊戲後，玩家可以使用滑鼠點選木桶與藍色球，木桶會隨著玩家當前的專注進行著火燃燒，而藍色球則隨著玩家當前的放鬆進行漂浮，再點選一次球後便會停止。

在「雙人競賽」的遊戲模式中，主要規劃為雙人專注力競賽遊戲。當玩家進入遊戲後，可以開始蹺蹺板遊戲，點選人物後便隨著玩家當前的專注與對手的專注進行比較，在比賽過程中，人物會隨著專注高低進而升起或下降。

當進入任意一個遊戲模式之中，每個模式裡都會有使用者資訊區、輸入聊天訊息區、離開遊戲這三項功能。使用者資訊區會顯示目前同樣在該模式中的所有玩家；輸入聊天訊息區可以和同樣在該模式中的玩家進行交談；離開遊戲則是返回至大廳。

## 4.系統展示

本系統架構分成7個區塊，分別為「系統登入運作模式」、「使用者列表運作模式」、「房間資訊列表運作模式」、「系統訊息與玩家聊天區運作模式」、「單人練習運作模式」、「多人練習運作模式」及「雙人競賽運作模式」。各個模式皆有其分工合作的運行方式，使本系統能夠順利運作。

本研究發展的多人腦波遊戲系統中，操作流程為使用者進入登入頁面後，經過系統驗證後便來到大廳，之後進入遊戲大廳選擇遊戲模式即可進入遊戲，當遊戲結束後，則會返回至大廳。

### 4.1 大廳展示

初次進入大廳，將會顯示歡迎字幕迎接使用者，此後使用者進出房間都會在此區顯示訊息；而利用多人連線技術，Client端將資料傳送給Server端，Server端再將資料傳給每位使用者，使得透過「使用者列表區」，所有使用者皆可觀測到線上其他人的專注與放鬆的即時狀態，進而達到多人腦波即時觀測之目的。如圖4所示：



圖 4 系統大廳介面展示

#### 4.2 遊戲大廳展示

當使用者從大廳點選進入到遊戲大廳，遊戲大廳將提供三種遊戲模式給玩家選擇。如圖 5 所示：



圖 5 遊戲大廳介面展示

#### 4.3 單人練習模式展示

當使用者進入單人練習模式遊戲中，會有一段遊戲操作說明影片，介紹相關知識後，即可進入單人練習模式遊戲。如圖 6 所示：



圖 6 單人練習介面展示

#### 4.4 多人練習模式展示

當使用者進入多人練習模式遊戲中，會有一段遊戲操作說明影片，介紹相關知識後，即可進入多人練習模式遊戲。如圖 7 所示：



圖 7 多人練習介面展示

#### 4.5 雙人競賽模式展示

當使用者進入雙人競賽模式遊戲中，會有一段遊戲操作說明影片，介紹相關知識後，即可進入雙人競賽模式遊戲。如圖 8 所示：



圖 8 雙人競賽介面展示

### 5. 結論與建議

#### 5.1 結論

本研究整合 MindSet 腦波意念耳機、Flash 遊戲系統與 Electro server 伺服器於系統平台，建構一套多人腦波遊戲系統，主要特色為能夠即時偵測個人與多人腦波訊號，並進行多人腦波訊號與遊戲介面系統互動與遊戲競賽。經由使用者實際系統使用發現，對於新介面應用的體驗具有新奇性，同時經由本研究設計的腦波互動遊戲中，讓使用著能依據自身的腦波狀態，調整自我的專注度與放鬆度，對

未來學生使用著的學習專注力具有潛在的發展應用效益。

## 5.2 建議

依據本系統的實際測試發現，未來可針對使用者的特性發展多人腦波互動學習遊戲，以系統化提升學習者的學習專注力。同時記錄不同環境下使用者的腦波資料變化狀況，以作為數位遊戲領域的內容發展規畫修正參考。

配合行動載具的快速發展與使用，後續研究建議朝向不同媒介平台發展，例如：手機即時腦波互動遊戲、個別化適性腦波學習系統、以及多人行動腦波互動遊戲，以提升腦波介面與行動載具連結應用效益。

## 參考文獻

- [1] Pfurtscheller,G, Guger,C., Müller,G, Krausz, G., & Neuper,C., “Brain oscillations control hand orthosis in a tetraplegic,” Neuroscience letters, vol. 292, pp.211-214, 2000.
- [2] Wolpaw, J. R., Birbaumer, N., Heetderks, W. J., McFarland, D. J., Peckham, P. H., Schalk, G., Donchin, E., Quatrano, L. A., Robinson, C. J., & Vaughn, T. M., “Brain-computer interface technology : A review of the first international meeting,” IEEE transactions on rehabilitation engineering, vol. 8(2), pp.164-173, 2000.
- [3] Wolpaw, J. R., Birbaumer, N., McFarland, D. J., Pfurtscheller G., & Vaughan, T. M., “Brain-computer interface for communication and control,” Clinical Neurophysiology, vol. 113, pp.767-791, 2002.
- [4] NeuroSky, Research, 2011 Retrieved from <http://neurosky.com/Academics/Research.aspx>
- [5] NeuroSky, Thinkgear Chipsets, 2011 Retrieved from <http://neurosky.com/Business/ThinkGearChipset.aspx>

[ts.aspx](#)

- [6] Kim, K.H., Park, J.Y., Kim, D.Y., Moon, H.I., and Chun, H.C., “E-lifestyle and Motives to Use Online Games,” Irish Marketing Review, vol. 15(2), pp.71-77, 2002.
- [7] 陳亦慧譯, 2010, ActionScript多人互動遊戲與虛擬世界製作, 台北市, 上奇資訊股份有限公司。