

Report template

Group

B11202010 韓裕民

1 Introduction

1.1 研究目的與動機

隨著腦機介面 (Brain-Computer Interface, BCI) 技術的不斷演進，腦波訊號作為人機互動的媒介正逐漸從實驗室走向實際應用。BCI 系統能讓使用者不透過傳統輸入裝置（如鍵盤、滑鼠或觸控）即可與外部設備進行互動，對於身心障礙輔具、情緒監控、自適應學習與互動娛樂等領域具備高度潛力。

在眾多可能應用中，「心理狀態的即時辨識」是一項極具發展潛力的方向。透過腦波訊號判斷使用者是否處於放鬆、專注、壓力或記憶負荷等狀態，不僅可提升系統的自適應能力，也能為智慧助理、教育科技與數位心理健康輔助提供關鍵依據。

基於上述動機，我們希望設計一套具備實用性、即時性與互動性的完整 BCI 系統，不僅能準確判斷心理狀態，還能將結果即時應用於遊戲控制與語意回饋之中，實踐從「大腦感知」到「智慧互動」的完整流程。

1.2 相關背景：EEG 與心理狀態分類之應用

腦電圖 (Electroencephalography, EEG) 是目前 BCI 系統中最常見的訊號來源。它以非侵入方式量測大腦皮質表層的電活動，具備高時間解析度，能即時反映使用者的認知與情緒狀態。EEG 訊號中的特定頻段（如 Alpha、Beta、Theta、Gamma 等）常與特定心理狀態相關聯，例如 Alpha 波段與放鬆相關，Beta 波段與專注或壓力相關。

透過適當的訊號前處理、特徵擷取與分類模型訓練，EEG 可被用來進行心理狀態分類。隨著深度學習與模型優化技術的進展，許多研究已成功將腦波訊號分為多個狀態，並應用於控制輪椅、機械手臂、遊戲或情緒輔助系統。然而，將離線模型有效移植至即時互動應用，仍是一項具挑戰性的任務，牽涉到系統延遲、資料品質波動與使用者參與穩定度等問題。

1.3 專案目標與設計概述

本專案分為三個任務 (Task) 進行，目標是建構一個可即時運作的 BCI 系統，並探索其在互動遊戲與智慧助理上的應用可能：

- **Task 1：腦波分類模型訓練**

我們使用多受試者 EEG 資料，訓練一個能辨識四種心理狀態（放鬆 Relax、專注 Focus、壓力 Stress、記憶 Memory）的一維分類模型，並透過 LOSO 驗證與 F1-score 評估模型表現。

- **Task 2：即時腦波遊戲控制系統**

將 Task 1 訓練出的分類模型應用於即時情境，建立一個由 EEG 控制角色移動的迷宮遊戲系統，包含資料擷取、自動化前處理、即時預測與角色控制四個模組，實現真正的 BCI 應用遊戲互動。

- **Task 3：Neuro Chat 專屬腦波分析師**

我們設計一款名為「Neuro Chat」的腦波聊天機器人，結合 EEG 分類模型、GPT 大型語言模型與 LINE Bot 前端，打造一個能夠「讀懂使用者心理狀態並給予即時回應與鼓勵」的智慧聊天助理。使用者只需輸入文字，同時量測腦波訊號，即可讓 Neuro Chat 了解使用者的狀況，完成與 AI 的對話互動，提升人機交流的情感深度與使用便捷性。

本專案不僅展示 BCI 系統在分類與控制層面的技術實現，更進一步探索其與語意生成模型整合的可能性，試圖將腦波應用由功能性操作延伸至情感性互動，為未來 BCI 技術在智慧助理與情緒科技領域開創新方向。