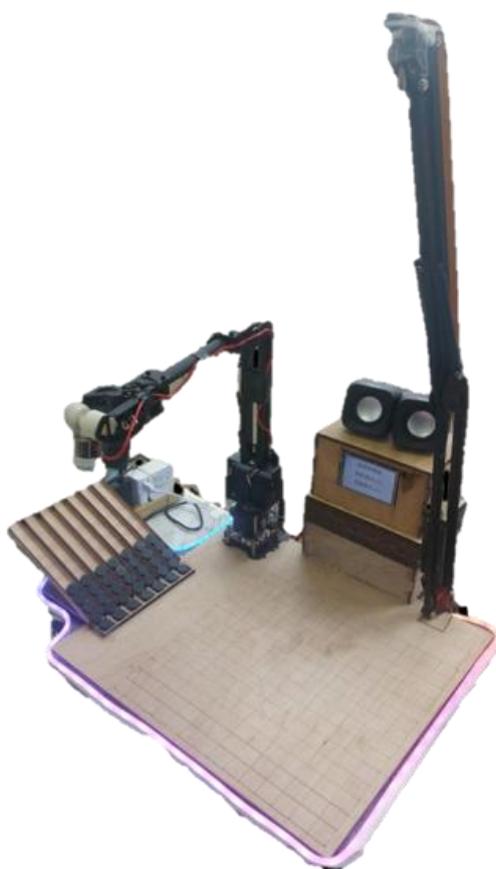


全國高級中等學校專業群科 114 年專題實作及創意競賽

「專題組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：Magic hand for chess

關鍵詞：機械手臂、五子棋、人工智慧(AI)

目錄

壹、摘要.....	1
貳、研究動機.....	1
參、主題與課程之相關性或教學單元之說明	2
一、3D 繪圖與列印.....	2
二、智慧居家監控實習.....	2
三、雷射切割.....	2
肆、研究方法.....	3
一、研究時程.....	3
二、硬體裝置.....	4
三、相關軟體.....	6
四、硬體研究關鍵點.....	9
五、軟體研究過程.....	11
伍、研究結果.....	13
一、硬體結構.....	13
二、成果展示.....	14
陸、討論.....	16
一、更多遊戲類型.....	16
二、聊天功能.....	16
三、教學功能.....	16
柒、結論.....	17
捌、參考資料.....	18
玖、附錄.....	20
一、作品分工表.....	20
二、競賽日誌.....	20

表目錄

表 1 樹莓派	4
表 2 電源供應器	4
表 3 電磁鐵	5
表 4 繼電器模組	5
表 5 Raspberry Pi Camera Module3.....	6
表 6 3.5inch RPI Display.....	6

圖目錄

圖 1 樹梅派.....	4
圖 2 電源供應器.....	4
圖 3 電磁鐵.....	5
圖 4 繼電器模組.....	5
圖 5 Raspberry Pi Camera Module3	6
圖 6 3.5inch RPI Display.....	6
圖 7 python[1].....	6
圖 8 OpenCV[2].....	7
圖 9 MediaPipe[3].....	7
圖 10 YOLO v8[4].....	7
圖 11 Ngrok[5].....	7
圖 12 Cloudflare[6].....	8
圖 13 Visual Studio Code[7].....	8
圖 14 Blender[8].....	8
圖 15 RDWorksV8[9].....	8
圖 16 結合前的棋子與鐵片.....	9
圖 17 結合後的棋子.....	9
圖 18 機械手臂的固定.....	9
圖 19 鏡頭支架的固定.....	9
圖 20 經改裝後電磁鐵.....	10
圖 21 專用夾具.....	10
圖 22 組裝好後的滑梯.....	10
圖 23 放棋子後的滑梯.....	10
圖 24 機構架構.....	13
圖 25 伺服器畫面.....	14
圖 26 使用流程.....	14
圖 27 選擇難度畫面.....	15
圖 28 簡單模式進行.....	15
圖 29 困難模式進行.....	15
圖 30 電腦勝利.....	15
圖 31 玩家勝利.....	15

【Magic hand for chess】

壹、摘要

「Magic Hand for Chess」是一個結合人工智慧 (AI)、圖像處理技術與機械手臂的創新專案，旨在重新定義五子棋的遊玩方式。系統利用 Raspberry Pi 與 YOLO v8 進行棋盤影像偵測，準確捕捉玩家的落子位置，並將棋盤狀態輸入 AI 模型計算最佳策略，再透過數據傳輸轉化為機械手臂的控制指令，實現精確的自動落子操作。整個系統高度自動化，整合了棋盤影像捕捉、透視轉換、棋子座標計算及機械手臂控制等模組，確保運行流暢並兼顧即時性與準確性。玩家僅需完成實體落子動作，即可體驗智能對弈，保留傳統棋盤遊戲的直觀感受，同時享受虛擬與實體技術整合帶來的創新遊戲模式。

貳、研究動機

五子棋作為一種簡單易學但又極具策略性的傳統遊戲，長期以來廣受各年齡層的喜愛。然而，在現代社會中，由於繁重的學業、忙碌的生活節奏以及缺乏合適的對手，越來越多的人逐漸疏遠了這項經典遊戲。這不僅讓許多人錯失了五子棋帶來的樂趣，也削弱了它作為一種訓練邏輯思維與專注力的重要工具的價值。

我們發現，線上五子棋雖然為玩家提供了便利，但缺乏實體棋盤的觸感與對弈時的臨場感。而傳統的實體對弈，則需要準備棋具並找到合適的對手，往往受到時間和空間的限制。這兩種形式都未能同時滿足玩家對便利性和真實體驗的需求。

因此，我們希望設計一種全新的五子棋遊玩方式，將傳統棋盤的真實感與現代遊戲的便捷性相結合，讓玩家無需因準備繁瑣或對手不足而放棄遊戲，隨時隨地享受五子棋的樂趣。我們的目標是重新激發人們對五子棋的興趣，讓這項遊戲在現代社會中重現活力。

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、3D 繪圖與列印

在我們的「Magic hand for chess」製作過程中，我們使用了 3D 列印技術來設計和製造關鍵部件，例如機械手臂的棋子夾具、棋子以及鏡頭安裝的定位模組。3D 列印技術為我們提供了高靈活性，讓我們能快速實現高度客製化的設計，並確保複雜幾何結構的精確性與穩定性。透過 CAD 軟體設計後，3D 列印將數位模型高效轉化為實體，不僅縮短了製造時間，也降低了成本。同時，這些部件的應用大幅提升了系統的運行效率與可靠性，使我們的專題設計更具創新性與實用性。

二、智慧居家監控實習

在「Magic hand for chess」的製作過程中，我們巧妙地應用了高二智慧居家監控實習中學到的知識，尤其是關於樹莓派和繼電器模組的運用。我們首先對樹莓派進行了基本的配置和程式設置，確保它能夠有效地控制繼電器模組，實現精確地控制位於機械手臂上的電磁鐵之吸與放。

通過這次實習，我們成功地將理論與實踐結合，不僅增強了「Magic hand for chess」的技術層面，也使其操作更加靈活和智能化，為使用者帶來更佳的下棋體驗。

三、雷射切割

在「Magic hand for chess」的製作過程中，我們應用了學校高二教授的雷射切割技術來製造和組裝系統的關鍵部件。此技術的應用不僅提升了滑梯與棋盤結構的穩定性，也顯著提高了設計與製作的精確度。我們選擇木板作為主要材料，用於製作棋盤、棋子滑梯及磁鐵安裝模組，這種材料既具有良好的美觀性，也易於加工。而在需要承受較高壓力的部位（如棋子滑梯的支架與固定件），我們使用了強度更高的壓克力材料來確保耐用性與穩定性。

透過雷射切割技術的應用，我們能夠精確製作出棋盤的棋格、滑梯的導軌與磁鐵安裝孔等複雜結構，不僅提高了製作效率，還確保了組件的質量和外觀的整體美感。這項技術對於「Magic hand for chess」的成功製作和系統運行發揮了至關重要的作用。

肆、研究方法

一、研究時程

本專題「Magic hand for chess」自六月中旬確定專題目標後，便進入了緊湊且有條不紊的製作與開發過程。以下是詳細的研究時程：

(一)、六月下旬至九月初：

確定所需元件並完成採購，包括 Raspberry Pi、ESP32、伺服馬達、電源供應器等關鍵零件。此期間，我們完成了棋盤和滑梯模組的初步設計，並使用雷射切割與 3D 列印技術製作出初版實體部件。同時，我們完成了基於 OpenCV 和 YOLO 的影像處理程序的開發，並初步設計了 AI 模型的運算框架。

(二)、九月初至十月初：

完成棋盤與滑梯的組裝，並將磁鐵安裝至棋盤底部以穩定棋子位置。進一步優化影像檢測程式，確保棋盤座標的準確性，並開發控制機械手臂的核心程式。此階段，我們完成了棋盤影像檢測模組與機械手臂控制模組的整合測試。

(三)、十月初至十二月中旬：

將機械手臂與滑梯結構組裝到整體系統中，並完成硬體的全面整合，包括電源供應器、Raspberry Pi 和螢幕等部件。此階段，我們完成了系統的全面聯調與詳細測試，對影像處理、AI 策略運算和機械手臂操作進行了多輪優化，確保系統在展示和實際應用中的穩定性與最佳表現。

二、硬體裝置

(一)、樹莓派

樹莓派 5(如圖 1) 是一款高效能且多用途的單板電腦，具備強大處理能力和豐富連接性。在中，樹莓派 5 作為中樞，負責處理棋盤影像數據，運行 YOLO v8 模型偵測棋子位置，並傳遞棋步資訊至 AI 模型計算策略。同時，它控制螢幕顯示系統狀態，實現硬體與軟體的高效整合，是系統穩定運行的關鍵。



圖 1 樹莓派

表 1 樹莓派

樹莓派	
電壓	5V
功耗	15W
處理器	Broadcom BCM2712
內存	8GB

(二)、電源供應器

在我們的「Magic hand for chess」中，電源供應器(如圖 2)負責為樹莓派、電磁鐵、繼電器模組等核心組件提供穩定的電力，確保整個系統的穩定運行。其多路輸出設計滿足了不同組件的功率需求，是支持各功能模組高效工作的基礎。



表 2 電源供應器

電源供應器	
輸入電壓	110、220V
輸出電壓	5V、24V
額定電流	4A、1.4A

圖 2 電源供應器

(三)、電磁鐵

電磁鐵（如圖 3）用於精確地驅動棋子的拾取與放置。它們能產生穩定的磁力，確保在夾取和移動棋子時具有良好的控制效果。系統中的電磁鐵被巧妙地整合至機械手臂結構中，能準確操作每個棋子的位置，實現穩定且高效的棋步執行。

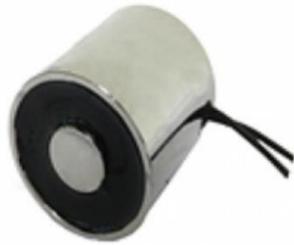


圖 3 電磁鐵

表 3 電磁鐵

電磁鐵	
驅動電壓	24v
工作電流	0.24A
功率	6W
吸力	12kg

(四)、繼電器模組

繼電器模組（如圖 4）作為一種高效的開關控制設備，透過 GPIO 接口與樹莓派相連，只需少量接腳即可控制多個電磁鐵的啟動與關閉。每個繼電器可以獨立運作，根據所需的動作精確控制電磁鐵的通電時間與頻率。繼電器模組支持多路擴展，這意味著在需要更多電磁鐵以實現更複雜的棋步操作時，系統可以輕鬆升級，保持穩定運行。

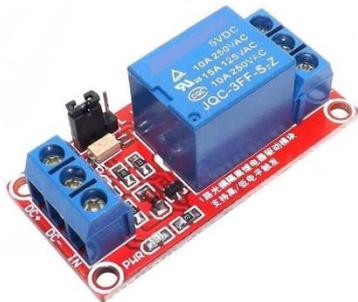


圖 4 繼電器模組

表 4 繼電器模組

繼電器模組	
觸發電壓	5V
靜態電流	5mA
最大電流	190mA
觸發電流	2~4mA

(五)、Raspberry Pi Camera Module3

在我們的「Magic hand for chess」中，Camera Module 3 (如圖 5) 負責即時監測棋盤狀態，準確捕捉玩家落子的影像數據。其高解析度影像使 YOLO 模型能更準確地辨識棋子的座標位置，為後續的棋步計算與機械手臂操作提供精準數據。體積小巧、連接便捷的設計，讓其能輕鬆整合進系統中，是整個棋盤監測模組的重要組成部分。



圖 5 raspberry pi camera module3

表 5 Raspberry Pi Camera Module3

Camera Module3	
解析度	1200 萬像素
鏡頭視角	120 度
對焦功能	自動對焦

(六)、3.5inch RPI Display

在我們的「Magic hand for chess」中，3.5 英吋顯示屏(如圖 6)負責展示棋盤的即時狀態、棋步決策結果以及系統運行提示，讓玩家直觀了解遊戲進程。其小巧設計與即插即用特性，方便與樹莓派整合，為系統提供了直觀的交互介面與更好的用戶體驗。



圖 6 3.5inch RPI Display

表 6 3.5inch RPI Display

3.5inch RPI Display	
解析度	480*320
接口類型	SPI 接口

三、相關軟體

(一)、Python

Python (如圖 7) 是系統的主要編程語言，用於控制 Raspberry Pi 的核心功能。它負責解析玩家落子座標並生成機械手臂操作指令，同時控制螢幕實時顯示棋盤狀態，確保系統高效運行和用戶操作的直觀性。

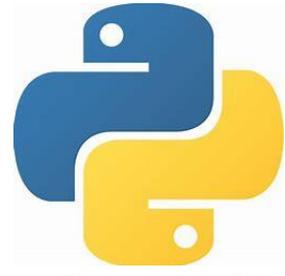


圖 7 python[1]

(二)、OpenCV

OpenCV (如圖 8) 是一個強大的 Python 函式庫，用於處理影像數據。在我們的「Magic hand for chess」中，OpenCV 負責對棋盤影像進行透視轉換和座標計算，將棋盤的實際影像轉換為標準化的棋盤座標系統。這使系統能準確識別玩家落子位置，並為後續的 AI 模型運算提供基礎數據。



圖 8 OpenCV[2]

(三)、MediaPipe

MediaPipe (如圖 9) 是一個多用途的 Python 函式庫，用於即時手勢和物體追蹤。在我們的「Magic hand for chess」中，MediaPipe 負責檢測玩家手部動作，判斷手是否移開棋盤以觸發拍攝流程。其高效追蹤功能確保系統能準確識別玩家操作並進行後續處理。



圖 9 MediaPipe[3]

(四)、YOLO v8

YOLO v8 (如圖 10) 是一款高效的物件偵測模型。在我們的「Magic hand for chess」中，YOLO v8 負責精準偵測棋盤上的棋子位置，並輸出其像素座標。這些座標經過轉換後用於後續的棋步計算與機械手臂操作，確保整體系統的準確性和高效運行。



圖 10 YOLO v8[3]

(五)、Ngrok

Ngrok (如圖 11) 是一個簡便的網路隧道工具。在我們的「Magic hand for chess」中，Ngrok 用於建立 Raspberry Pi 與遠端設備之間的即時通訊，生成公開 URL，讓棋步數據能快速傳輸到電腦進行處理。它的應用確保了系統的高效連接性與數據傳輸的穩定性。



圖 11 Ngrok[4]

(六)、Cloudflare

Cloudflare (如圖 12) 是一個功能強大的網絡服務平台。在我們的「Magic hand for chess」中，Cloudflare 用於存儲和管理 Ngrok 生成的公開 URL，確保 Raspberry Pi 與遠端設備之間的連接穩定可靠。它的應用有效提升了數據傳輸的安全性與系統的即時性。



圖 12 Cloudflare[5]

(七)、Visual Studio Code

Visual Studio Code (如圖 13) 是一款輕量化且功能強大的編輯器。在我們的「Magic hand for chess」中，Visual Studio Code 是主要的開發環境，用於編寫和調試系統的 Python 程式碼，包括影像處理、AI 模型運算及機械手臂控制的核心邏輯。它的豐富插件和直觀界面大幅提升了開發效率和程式碼品質。



圖 13 Visual Studio Code[6]

(八)、Blender

Blender(如圖 14)是一款受歡迎的開源 3D 建模渲染引擎。它在我們專題中被用於製作機構的 3D 模型，以及輔助設計，讓我們能精確地評估專案的可行性。以及提升報告的精美度。



圖 14 Blender[7]

(九)、RD Works V8

RD Works V8(如圖 15)是一款功能強大的雷射切割軟體，支持從簡單到複雜的切割任務。軟體提供直觀的設計界面，允許我們精確地繪製和布局切割圖形，並設定合適的切割參數，如切割速度、功率和精確度。我們利用 RD Works V8 進行零件的設計和佈局，並精確地控制雷射切割機的操作，以確保零件的質量和一致性。

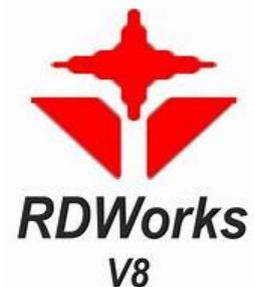


圖 15 RDWorksV8[8]

四、硬體研究關鍵點

(一)、棋子的製作

為了減少機械手臂的誤差對放棋子的影響，我們便想到了在棋盤的每個點下方皆放入磁鐵，並且在棋子內部置入鐵片(如圖 16、17)，這樣子只要機械手臂放棋子的時候離棋盤還有一定高度，便可靠棋盤下方的磁鐵吸到正確的位置



圖 16 結合前的棋子與鐵片



圖 17 結合後的棋子

(二)、機械手臂、鏡頭支架與棋盤間的定位

機械手臂、鏡頭支架和棋盤的相對定位對於樹莓派準確判讀玩家座標及機械手臂精準放置黑棋至關重要。為此，我們在棋盤上設置了固定鏡頭支架和機械手臂的洞，並製作了兩塊分別負責固定鏡頭支架與固定機械手臂的定位板(如圖 18、19)，以確保它們與棋盤穩定固定，避免放置誤差並免去每次使用前的校正麻煩。

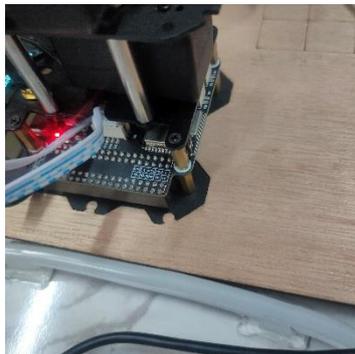


圖 18 機械手臂的固定

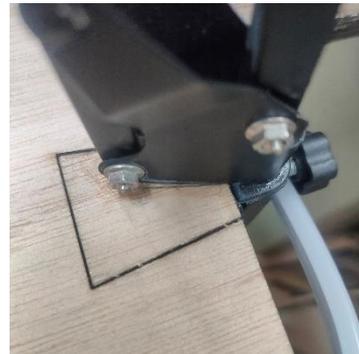


圖 19 鏡頭支架的固定

(三)、把棋子吸起來的方式

為了讓機械手臂能順利地拾取棋子，我們採用了電磁鐵(如圖 20)與專用夾具(如圖 21)相結合的設計來吸起棋子。電磁鐵產生穩定磁力吸附棋子內部鐵片，並由夾具提供物理支持，防止棋子在移動過程中晃動或掉落，再透過繼電器模組來控制電磁鐵的激磁時機。這種設計在保證穩定性的同時，兼顧了效率與靈活性。

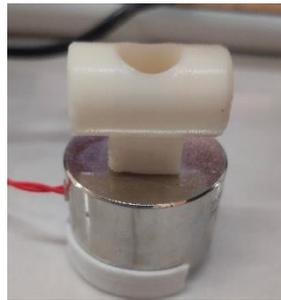


圖 20 經改裝後的電磁鐵



圖 21 專用夾具

(四)、黑棋存放與滑梯結構設計

我們設計了一個結合滑梯(如圖 22、23)與緩衝區的黑棋存放模組，以確保棋子能平穩集中與有序輸送。滑梯的傾斜角度經過多次測試，確保棋子能順暢滑動且不會過快導致卡住或脫軌。此外，滑梯前端延伸出一個加長緩衝區，用於穩定棋子位置，為機械手臂的取棋操作提供可靠支持。這一設計提升了黑棋存放與傳輸的效率和穩定性。



圖 22 組裝好後的滑梯



圖 23 放好棋子後的滑梯

五、軟體研究過程

(一)、五子棋模型的選擇

為了讓任何人，不管他們的五子棋程度如何，都可以遊玩我們的「Magic hand for chess」，我們設計了兩種難度的五子棋模型供玩家選擇，讓玩家可以依自身的程度來選擇適合自己的遊戲難度。

以下是分別對兩種模型的介紹：

1、簡單模型：

採用基於靜態權重的計算方式，透過判斷棋盤上可能形成連線的位置來進行策略決策，例如阻止對手連線或完成自己的連線。該模型運算速度快，適合基礎玩家或快速測試使用，提供輕鬆的遊戲體驗。

2、困難模型：

採用了 MiniMax 演算法並配合 Alpha-Beta 剪枝，結合深度搜索技術，能模擬多步棋局的發展，計算出最優的策略路徑。這種模型更注重策略性，適合進階玩家挑戰和對弈，帶來更具競爭力的遊戲體驗。

(二)、獲得玩家座標

玩家落子後，我們通過 Raspberry Pi Camera Module 3 拍攝棋盤影像，並使用 MediaPipe 偵測玩家手部動作。當手部離開棋盤時，系統啟動影像處理，首先通過 OpenCV 進行透視轉換，修正角度偏差，生成標準化的棋盤視圖，接著由 YOLO v8 模型分析影像，準確偵測棋子位置並輸出像素座標。系統將這些座標與記憶中的棋盤狀態進行對比，確定新增棋子的具體位置，並轉換為標準棋盤座標，作為後續 AI 模型計算的輸入，驅動策略決策和機械手臂操作。這一流程確保系統能快速、準確地獲取玩家的落子座標，為智能對弈提供穩定支撐。

(三)、機械手臂

機械手臂的主要任務是抓取與放置棋子，根據 AI 模型計算的最佳步驟完成智能對弈。透過與伺服器和硬體的雙向通訊，實現高度自動化的操作，確保運行過程平穩、高效。

機械手臂的操作可以分成以下部分討論：

1、軟硬體整合流程：

使機械手臂首先接收伺服器傳來的 AI 落子座標指令，接著將標準棋盤座標轉換為其工作空間座標，最後根據轉換後的座標沿預定路徑完成取子與放子的動作，確保整體操作的準確性與流暢性。

2、動作實現：

機械手臂首先移動至棋子位置，下降到棋子高度並啟動夾具完成抓取，隨後移動至目標位置放置棋子，最後回歸初始位置。分步控制與適當延遲設計確保整個動作過程的穩定性與精準性。

3、緊急停止與多執行緒設計：

系統具備緊急停止功能，可隨時中斷手臂動作以避免硬體損壞或操作錯誤。同時採用多執行緒架構，將手臂控制與主要邏輯分離，提升整體運行效率。

4、位置參數與運動規劃：

程式內定義了棋盤上所有棋位的對應空間座標，並使用標準化參數（如 T 和 t）控制運動的平滑度與速度。此外，設置了 7 個固定取子位置，系統根據狀況自動循環選取，提高操作效率。

(四)、繼電器

繼電器模組負責控制電磁鐵的通斷，以實現對棋子的精確操控。當系統需要機械手臂拾取或放置棋子時，樹莓派會發送信號至繼電器模組，啟動相應的電磁鐵。繼電器的應用確保了電磁鐵的穩定運行，並提供了對高電壓設備的安全控制。

(五)、觸控螢幕

觸控螢幕主要用於顯示系統的即時狀態和操作資訊。透過 Python 程式的控制，螢幕呈現玩家的操作選項與系統指示，並提供直觀的交互界面以便操作設定。這些功能不僅提升了使用者體驗，還使系統操作更加簡單與高效，確保玩家能流暢地與系統互動。

(六)、音檔播放

為了提升玩家的操作體驗，讓玩家更了解此時棋局的狀態，我們的「Magic hand for chess」在許多時候都會播放音檔，以提示玩家。會撥放音檔的時機包括了：選擇難度、選擇簡單或困難、棋局結束、每當玩家下三顆棋和錯誤提示的時候。

伍、研究結果

一、硬體結構

我們的「Magic hand for chess」硬體結構以棋盤為核心，整合機械手臂、滑梯、電磁鐵和鏡頭支架等部件。棋盤底部安裝電磁鐵，用於穩定棋子位置，並通過雷射切割技術製作固定支架，確保鏡頭和機械手臂的位置準確。滑梯結構經過傾斜角度的優化，確保黑棋集中輸送流暢。整體設計注重穩定性與精確性，為智能對弈提供可靠的硬體支持。(如圖 24)

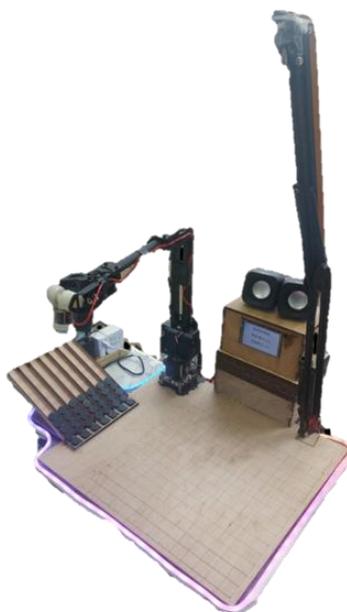


圖 24 機構架構

二、成果展示

一開始，筆電得先連上伺服器，讓筆電上的模型與機械手臂有辦法與樹梅派做通訊。(如圖 25)

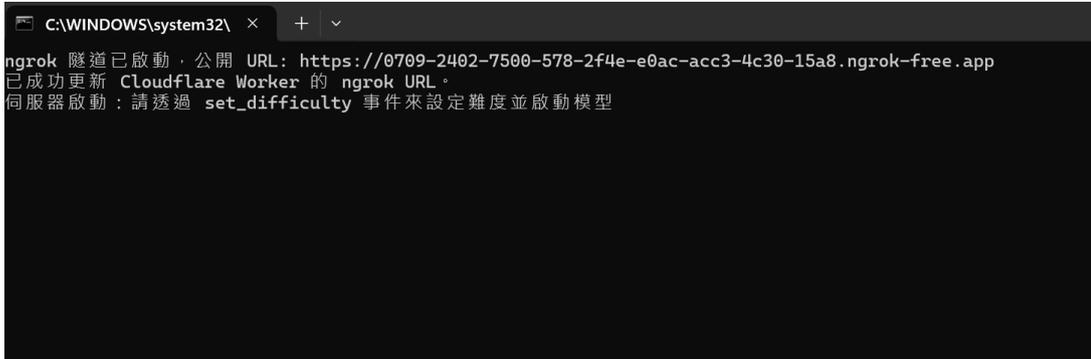


圖 25 伺服器畫面

伺服器開始後，筆電裡的模型、機械手臂代碼與樹梅派裡的代碼便會自動連上伺服器，是它們彼此間能做通訊，之後便可進入遊玩畫面開始遊玩，遊玩流程(如圖 26)

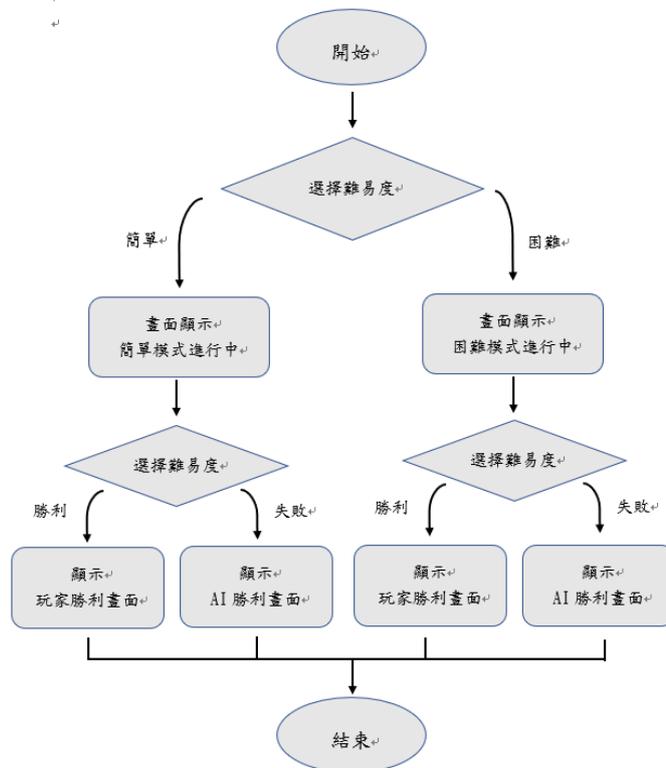


圖 26 使用流程

此為遊玩畫面：

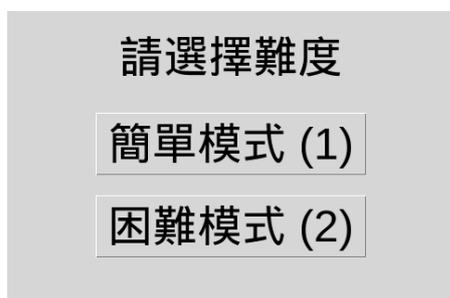


圖 27 選擇難度畫面

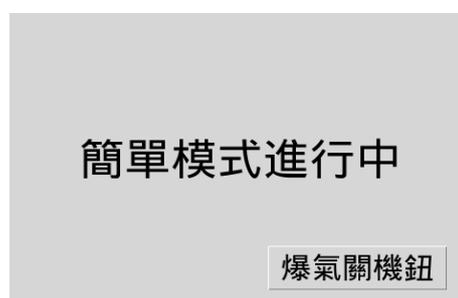


圖 28 簡單模式進行

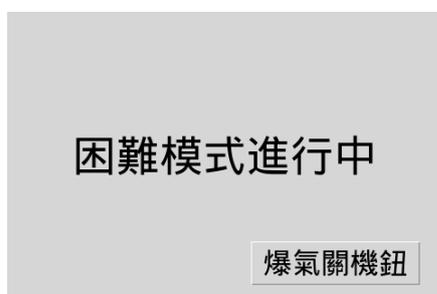


圖 29 困難模式進行

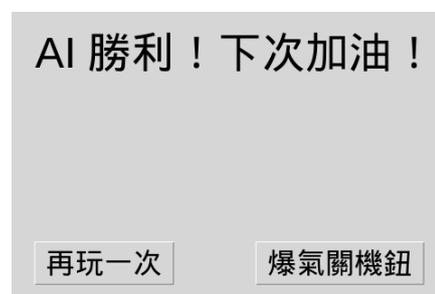


圖 30 電腦勝利

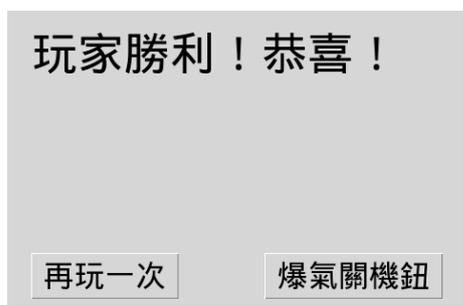


圖 31 玩家勝利

陸、討論

一、更多遊戲類型

在我們的「Magic hand for chess」系統中，雖然已成功實現五子棋的智能對弈，但擴展至圍棋、西洋棋和中國象棋等更多遊戲類型是未來發展的重要方向。這需要對 YOLO 模型進行針對性優化，以適應不同棋類的棋盤佈局與棋子特性，並改進機械手臂的夾具設計與棋盤模組化結構，確保硬體的靈活性與兼容性。此外，整合專業棋類 AI 引擎，如 AlphaZero 或 Stockfish，可提升系統的策略計算能力，應對更高複雜度的遊戲需求。透過這些技術升級，我們期望系統能提供更豐富的遊戲體驗，成為一個多功能的智能對弈平台。

二、聊天功能

目前，我們的「Magic hand for chess」系統在提供智能對弈功能的同時，也實現了基本的音效播放功能，但僅能播放固定的預設音檔，缺乏即時互動性。未來引入聊天功能將是一個重要的改進方向，不僅能讓玩家與系統進行語音或文字交流，還能根據對局進程動態生成音效或提示，提升用戶體驗。這需要整合語音識別和自然語言處理技術，讓系統能夠理解玩家需求並做出實時回應。同時，聊天功能的實現也能解決固定音檔播放的單調性，為系統增加更多的趣味性和沉浸感，讓玩家在與 AI 對弈時獲得更加真實且豐富的互動體驗。

三、教學功能

目前，我們的「Magic hand for chess」系統雖已實現智能對弈，但尚未能有效指導玩家提升棋技，這是系統功能的一大局限。未來，我們計劃加入教學功能，讓系統能根據玩家的每一步操作給出實時建議，或解釋最佳棋步的邏輯與策略。這將需要結合強大的 AI 策略模型和自然語言生成技術，以提供易於理解的教學提示。與此同時，教學模式的實現還能解決目前系統僅限對弈而無法指導的局限，讓玩家在遊戲過程中不僅能享受對弈樂趣，還能學習與提升，進一步拓展「Magic hand for chess」的應用價值。

柒、結論

本專題「Magic hand for chess」的完成，不僅是技術成就的展現，更是團隊合作和學習成長的見證。在這個過程中，我們每位組員都學到了許多新的知識和技能，從硬體結構的設計到軟體程式的開發，每一步都充滿了挑戰與創新。

合作對於本專題的成功至關重要。我們通過集體討論解決問題、分工合作進行研究，並互相支持，共同克服了許多技術與設計上的難題。這不僅增強了我們的團隊合作能力，也加深了我們對人工智慧、機械手臂控制和影像處理等領域的理解。

完成這個專題給我們帶來了巨大的成就感。從最初的構想到最終的實現，「Magic hand for chess」不僅是一個智能對弈系統，更是我們努力、智慧和創造力的結晶。看到它能夠精準運作，並提供一種全新的棋類遊戲體驗，我們感到無比自豪。

此外，這個專題的前景非常廣闊。在技術不斷進步的今天，結合人工智慧與機械自動化的應用潛力巨大，無論是在教育、娛樂還是棋類教學領域，我們相信，隨著進一步的改進和創新，「Magic hand for chess」可以帶來更多可能性，開啟棋類遊戲與智能科技融合的新篇章。

這次專題製作不僅使我們在技術上有所提升，更加深了我們對團隊協作與創造力重要性的認識。我們期待將這些寶貴的經驗應用到未來的學習與創新中，繼續探索科技與棋類遊戲的無限可能。

捌、參考資料

1. 樹梅派
<https://shonlineimg.com/602c938c7bc9170010fba49f/676e5801253e66000a6b8f49/800x.png?>
2. 電磁鐵
<https://doson.com.tw/UserFiles/goods/236/b/b7c61865eb71d1d89207c2b30ed5af6d.jpg>
3. 繼電器模組
https://www.taiwaniot.com.tw/wp-content/uploads/2016/05/1_RELAY.jpg
4. 3.5inch RPI Display.
<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSgWWm1lANT69sidVn37aBEU8Bcikk99iEFPg&s>
5. python. <https://zh.m.wikipedia.org/wiki/File:Python-logo-notext.svg>
6. OpenCV. <https://steam.oxxostudio.tw/webp/python/ai/opencv-01.webp>
7. MediaPipe.
https://miro.medium.com/v2/resize:fit:1400/0*uMb2M-O9fLtRKmOo.png
8. YOLO v8.
https://miro.medium.com/v2/resize:fit:1400/1*RUEV3Kbx18_vF0KumHSZkA.png
9. Ngrok.
https://assets-global.website-files.com/63ed707844acb1ccf1ccb700/6580a95b2f96f31aeeb7bac9_ngrok-author-bio.png
10. Cloudflare.
https://boostmypresta.com/109-thickbox_default/cloudflare-installation-configuration.jpg

11. Visual Studio Code.

https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Visual_Studio_Code_1.35_icon.svg

12. Blender.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blender_logo_no_text.svg

13. RD WoksV8. <https://www.print3dd.com/product/rdworks-v8/>

玖、附錄

一、作品分工表

參賽學生	工作任務
A	3D 建模、動畫製作、影片拍攝
B	報告、影片剪輯、PPT 製作
C	機構設計、硬體組裝、海報製作
D	程式撰寫、架設網站、書面報告製作

二、競賽日誌

年	月	日	進度	紀錄	工作分配
112	7	30	資料蒐集	地點：線上語音軟體 器材：手機、電腦 時數：3 小時	同學 A：資料查詢 同學 B：資料查詢 同學 C：資料查詢 同學 D：資料查詢
112	8	3	討論主題	地點：線上語音軟體 器材：手機、筆電、紙 時數：3 小時	同學 A：討論主題 同學 B：討論主題 同學 C：討論主題 同學 D：討論主題
112	8	10	結構討論 功能討論	地點：線上語音軟體 器材：手機、筆電、紙 時數：3 小時	同學 A：功能討論 同學 B：功能討論 同學 C：結構討論 同學 D：結構討論
112	8	25	材料購買	地點：光華商場 時數：3 小時	同學 A：材料購買 同學 B：材料購買 同學 C：材料購買 同學 D：材料購買
112	9	2	討論專題細節	地點：科辦 器材：手機、紙 時數：1 小時	同學 A：功能討論 同學 B：功能討論 同學 C：結構討論 同學 D：結構討論
112	9	6	討論專題細節	地點：科辦 器材：手機、紙 時數：1 小時	同學 A：功能討論 同學 B：功能討論 同學 C：結構討論 同學 D：結構討論

112	9	14	結構設計 簡報製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、雷射切割機 時間：3 小時	同學 A：簡報製作 同學 B：雷射切割 同學 C：雷射切割 同學 D：程式撰寫
112	9	20	馬達測試 雷射切割	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、雷射切割機、 時間：4 小時	同學 A：簡報製作 同學 B：簡報製作 同學 C：雷射切割 同學 D：雷射切割
112	9	28	雷射切割 馬達校正 軟體測試	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、雷射切割機 時間：3 小時	同學 A：3D 建模 同學 B：簡報製作 同學 C：雷射切割 同學 D：程式撰寫
112	10	3	雷射切割 3D 模型	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、雷射切割機、 時間：7 小時	同學 A：3D 建模 同學 B：簡報製作 同學 C：雷射切割 同學 D：程式撰寫
112	10	10	雷射切割 硬體製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、雷射切割機、螺絲起子 時間：7 小時	同學 A：3D 建模 同學 B：簡報製作 同學 C：雷射切割 同學 D：程式撰寫
112	10	12	馬達校正 報告製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：3 小時	同學 A：簡報製作 同學 B：簡報製作 同學 C：硬體整合 同學 D：程式撰寫
112	10	22	馬達校正 機構修改 簡報製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：7 小時	同學 A：報告製作 同學 B：硬體整合 同學 C：硬體整合 同學 D：程式撰寫
112	10	28	黑白鍵整合 3D 建模	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、雷射切割機 時間：4 小時	同學 A：LOGO 設計 同學 B：硬體整合 同學 C：硬體整合 同學 D：網站架設
112	11	2	黑白鍵整合 3D 建模	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、雷射切割機、螺絲起子 時間：7 小時	同學 A：LOGO 設計 同學 B：硬體整合 同學 C：硬體整合 同學 D：硬體整合

112	11	6	桌板改裝	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：4 小時	同學 A：3D 模型 同學 B：硬體整合 同學 C：硬體整合 同學 D：功能測試
112	11	11	桌板改裝	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：7 小時	同學 A：3D 模型 同學 B：硬體整合 同學 C：硬體整合 同學 D：接線討論
112	11	20	線路整理	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、 時間：7 小時	同學 A：3D 模型 同學 B：硬體整合 同學 C：接線討論 同學 D：接線討論
112	12	3	影片構思	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：7 小時	同學 A：影片構思 同學 B：影片構思 同學 C：影片構思 同學 D：影片構思
112	12	10	影片拍攝	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：7 小時	同學 A：影片拍攝 同學 B：影片拍攝 同學 C：影片拍攝 同學 D：影片拍攝
112	12	17	影片拍攝	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：3 小時	同學 A：影片拍攝 同學 B：影片拍攝 同學 C：影片拍攝 同學 D：影片拍攝
112	12	24	報告練習 簡報製作 影片修改	地點：實習工廠 器材：筆電 時間：7 小時	同學 A：影片剪接 同學 B：影片剪接 同學 C：影片剪接 同學 D：影片剪接
112	1	1	報告練習 影片修改	地點：實習工廠 器材：筆電 時間：3 小時	同學 A：影片修改 同學 B：報告練習 同學 C：看他報告 同學 D：看他報告
112	1	7	影片字幕修 改 海報製作 最終測試	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：7 小時	同學 A：影片修改 同學 B：報告練習 同學 C：最終測試 同學 D：最終測試