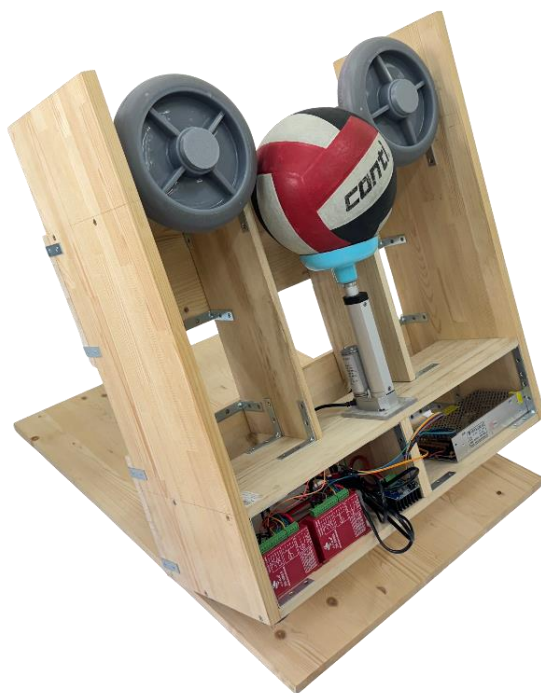


全國高級中等學校專業群科 114 年專題實作及創意競賽
「專題組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：排球舉球機

關鍵詞：系統化訓練、手機遙控、落點分析

目錄

壹、摘要.....	1
貳、研究動機.....	2
參、主題與課程之相關性或教學單元之說明	3
一、 工業配線	3
二、 電工機械	3
三、 創客自造實習	3
四、 居家智慧監控實習	3
肆、研究方法.....	4
一、研究時程.....	4
二、硬體裝置.....	5
(一)、樹莓派 3b+.....	5
(二)、ESP32	5
(三)、BTS7960.....	6
(四)、LiDAR 雷達感測儀.....	6
(五)、電源供應器	7
(六)、L298N.....	7
(七)、推桿馬達	8
(八)、直流無刷馬達	9
三、相關軟體.....	9
(一)、Python.....	9
(二)、App Inventor	9
(三)、Inventor	10
(四)、Blender	10
四、系統架構.....	10
(一)、手機端與雷達偵測的控制.....	10
(二)、手機與 ESP32 連接控制舉球機.....	10
五、軟體重點.....	11
(一)、ESP32 控制	11
(二)、LiDAR M10	11
(三)、LiDAR M10 樹莓派 3b+.....	11
(四)、伺服器建立	12
六、偵測流程.....	13
(一)、LiDAR 原點的定義	13
(二)、球的落點偵測	13
伍、研究結果.....	14
一、手機主控畫面.....	14
(一)、手機介面操作邏輯(如圖 21).....	14
(二)、主選單	15
(三)、落點分析回饋	16

二、雷達偵測流程.....	17
三、成品展示.....	18
(一)、舉球高度、距離.....	18
(二)、成品實體圖.....	19
陸、討論.....	20
一、馬達選用問題.....	20
二、馬達震動問題.....	20
三、主結構材質.....	20
柒、結論.....	21
捌、參考資料及其他書籍.....	22
玖、附錄.....	23
一、工作分配表.....	23
二、競賽日誌.....	23

表目錄

表 1 排球舉球機與市售產品之比較.....	2
表 2 樹莓派 3b+規格	5
表 3 ESP32 規格.....	5
表 4 BTS7960 規格	6
表 5 LiDAR 雷達感測儀規格.....	6
表 6 電源供應器規格.....	7
表 7 L298N 規格	7
表 8 仰角推桿馬達規格.....	8
表 9 送球推桿馬達規格.....	8
表 10 直流無刷馬達規格.....	9

圖目錄

圖 1 研究時程圖.....	4
圖 2 樹莓派.....	5
圖 3 ESP32.....	5
圖 4 BTS7960	6
圖 5 LiDAR 雷達感測儀.....	6
圖 6 電源供應器.....	7
圖 7 L298N	7
圖 8 仰角推桿馬達.....	8
圖 9 送球推桿馬達.....	8
圖 10 直流無刷馬達.....	9
圖 11 Python	9
圖 12 App Inventor	9
圖 13 Inventor	10
圖 14 Blender	10
圖 15 系統架構流程圖.....	10
圖 16 H 橋控制器的腳位.....	11
圖 17 樹莓派 3b+透過 Python 連接	12
圖 18 App Inventor 連接內容	12
圖 19 LiDAR 安裝於排球網柱下方.....	13
圖 20 LiDAR Sensor 啟動偵測功能示意.....	13
圖 21 手機介面操作邏輯.....	14
圖 22 初始介面.....	15
圖 23 主選單.....	15
圖 24 基本球路練習個人模式關閉(尚未選擇擊球點).....	15
圖 25 基本球路練習個人模式開啟已選擇擊球點).....	15
圖 26 自訂球路模式轉速調整前.....	16
圖 27 自訂球路模式轉速調整後.....	16
圖 28 常見球路練習單個藍色落點.....	16
圖 29 落點放大圖.....	16
圖 30 雷達偵測流程.....	17
圖 31 舉球高度、距離.....	18
圖 32 仰角角度變化.....	18
圖 33 成品實體圖正面照.....	19
圖 34 成品實體圖側面照.....	19

【排球舉球機】

壹、摘要

本專題旨在設計一款專門用於提升排球扣球技巧的訓練設備，能夠從舉球到扣球的全過程實現自動化控制與落點分析。該設備透過手機軟體進行遙控，提供多樣化的訓練模式，滿足使用者不同的練習需求，並有效提升練習效率。

此排球舉球機由三大模組組成：發射結構、手機軟體控制模組，以及落點偵測系統。發射結構的核心包括橡膠輪與推桿馬達。橡膠輪由直流無刷馬達（BLDC）驅動，確保球以穩定且低旋轉的方式精準發射；推桿馬達則負責將球從球軌運送至發射端。此外，發射結構底部安裝的推桿馬達可調整發射仰角，以滿足不同訓練需求。

手機軟體內建兩種訓練模式：基礎球路模式與客製化模式。在基礎球路模式中，系統預設五種常見球路，使用者只需選擇目標位置，設備即能發射對應的球路。在客製化模式中，使用者可透過調控發射仰角與橡膠輪轉速，自行設定特定球路與落點。設定完成後，指令透過藍牙傳輸至 ESP32 控制模組，ESP32 利用 PWM 信號精確控制馬達轉速與推桿馬達的仰角，確保球準確投射至目標區。

落點偵測系統以 LiDAR（光達）為主要感測器，安裝於球柱旁，能在每次發射後即時偵測球的落點。樹莓派將偵測到的座標數據轉換為落點圖，並透過 Wi-Fi 傳輸至伺服器。使用者可透過手機軟體連接伺服器檢視落點圖，進一步分析扣球效果。

本設備將硬體設計與軟體控制相結合，實現了排球訓練的高度自動化與數據化分析。其提供的精準訓練功能，不僅提升了練習效率，亦為訓練者創造了一個智能化且高效的學習環境。

貳、研究動機

扣球是排球場上最帥氣的動作之一，有許多人是因為想扣球才加入排球這項運動，但在完成這個動作的背後，舉球也扮演著相當重要的角色，兩人的搭配也相當重要。排球是一項多人運動，選手站位在場上會不停輪替，每個人都會有攻擊的機會，不過在剛開始練習時，很難找到一個能與你配合，且精準傳球的舉球員，而在市面上也少有自動化的舉球裝置，大多都是一個固定架將球固定，使人跳起來將其扣出，很難模擬真實的舉球情況，如有自動化的裝置，大多售價介於 20 至 30 萬元，對於一般學校與球隊都是一筆不少的金額。為了實行更高效的訓練，在受到了大聯盟棒球訓練儀器 Rapsodo 的啟發，它可以將訓練後的數據透過平板顯示出來，因此我們決定設計一款可以自動舉球的機器，除了成本親民外還具備了更精密且自動化的運作，讓排球的扣球的這項訓練能夠更普及，讓更多人能愛上排球這項運動。

表 1 排球舉球機與市售產品之比較

	排球舉球機	市售排球排球發球機
結構	有發射器、位置&仰角調整器及結果分析	僅有發射器
發射精準度	高(含有推桿馬達運送球至發射器)	低(由球自行滾向發射器)
控制方式	用手機遠端遙控	到排球舉球機旁設定
舉球位置	含有 3 個位置可選擇	只包含一種方向
靈活性	一個循環可以選擇發射到多個位置	一個循環只有一個位置可選
結果分析	使用 LiDAR 技術結合分析球的落點	用肉眼觀察，無法掌握到準確落點
價格	實惠	昂貴

比較我們和市售產品的不同(如表 1)，可以得知我們的專題在多方面皆勝過市面上他牌裝置，無論是在技術創新、使用準確性還是成本效益上。我們的目標是將這款裝置製作成高精度且自動化的控制系統，並持續優化其性能，以提供更有效率的扣球訓練，讓扣球技術可以不斷的成長。

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、工業配線

在此結構中最重要的是規劃配線的路徑，用以連接直流無刷馬達控制器與推桿馬達於電源和 pc 板，我們利用高一電工實習到的配線知識與經驗，選擇了距離最近且有固定空間的部分進行配線，在配完線時，將線用束線帶整理並固定於支架等結構上，不僅可以防止電線互相纏繞，也不容易因為機器的震動而脫落，而在配線的過程中，也嚴格遵守電工法規的配線原則，並採用合適的電線規格加以使用，確保使用時的安全性。

二、電工機械

在選用馬達上，考慮到用途的特殊性以及適切性，我們參照了電工機械特殊電機的單元的說明選用的馬達，在摩擦輪結構中，由於需要進行轉速頻繁的調整與長時間穩定的特性，因此我們選擇以直流無刷馬達，可以用控制器方便控速與減少運轉時的火花產生的安全性問題。

三、創客自造實習

此課程教授了 App Inventor 的手機軟體設計與 Inventor 的 3D 建模設計與列印，App Inventor 的上課讓我們在設計自己的手機軟體與連接藍牙和 WiFi 上有了基礎，在 Inventor 3D 課程中也學習從建模到動畫設計都提供了教學，在設計完成品後，將 Inventor 的程式轉換成.stl 檔後將其匯入 Cura，並以.gcode 的 3D 列印檔輸出 SD 卡後進行列印。

四、居家智慧監控實習

我們利用在高二智慧居家監控課程中得到的能力，將其運用在了本次的專題中，特別是關於樹莓派和 Python 的知識。有足夠的基本知識支持，我們在過程中大大加快了程式編寫速度，也成功使用上述兩者控制這套軟、硬體系統，實現從 App 到實體機構的運作。通過這次機會，我們最終順利的做出這項專題，讓使用者能夠大幅提升訓練效率。

肆、研究方法

一、研究時程

以下是研究時程(如圖 1)6、7 月開始討論主題以及做好購買元件前的資料蒐集，接著 8 月、9 月開始在網路上購買元件，到木材行挑選木板，9 月中便開始著手組裝木板，10 月初元件陸續到貨後把元件置於主體中並固定，到了 10 月中軟體開始，也先利用很簡單的小程式先進行馬達轉速及仰角測試，測試是否高度、距離足夠球員訓練，確定元件都不需做變更後便全力投入包含雷達、手機 App 製作，經過無數次測驗及更改後，最後成功將軟硬體整合在一起，兩者皆能順利同步運作。



圖 1 研究時程圖

二、硬體裝置

(一)、樹莓派 3b+

為樹莓派中較早的型號(如圖 2)，其運算速度具有一定的強度(如表 2)，負責接收和處理來自雷達的數據，並利用 Python 將數據轉為座標，接著再進一步轉成圖片。規格請參照下表(如表 2)。

表 2 樹莓派 3b+規格

電壓/電流	DC 5V/2.5A
功耗	12.5W
CPU	Broadcom BCM2837
容量	1GB



圖 2 樹莓派

(二)、ESP32

ESP32(如圖 3)，連接手機藍牙同時也作為大腦控制其他元件運作(包括 L298N、直流無刷馬達控制器、BTS7960)。規格請參照下表(如表 3)。

表 3 ESP32 規格

電壓/電流	3.3V/160 mA
功率	528mW
最大時脈	240 MHz
CPU	xtensa lx6

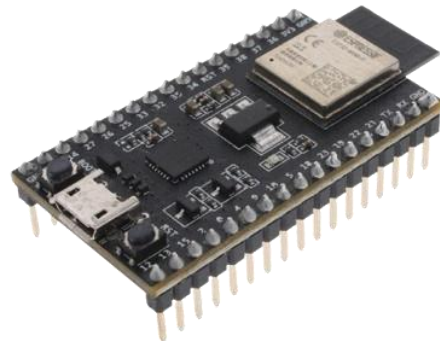


圖 3 ESP32

(三)、BTS7960

BTS7960(如圖 4)用於控制整體機構的仰角，實現排球場上從左到右前排全方面進攻練習。規格請參照下表(如表 4)。

表 4 BTS7960 規格

輸入電壓	DC 6~27V
最大輸入電流	43A
功耗	500~1000W
PWM容量	25KHz

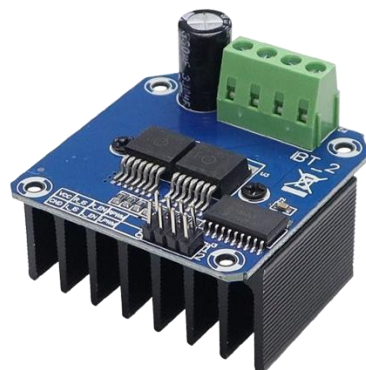


圖 4 BTS7960

(四)、LiDAR 雷達感測儀

LiDAR 光學雷達(如圖 5)是一種光學遙感技術，功能為測量目標的距離等參數。在我們專題中用於測量扣球後球的落點之量測，再與樹莓派 3b+ 連接其伺服器回傳資料。規格請參照下表(如表 5)。

表 5 LiDAR 雷達感測儀規格

量測範圍	25m
掃描頻率	10 KHz
取樣頻率	10/20 Hz
測量精度	± 3cm
輸入電壓	5V
雷射功率消耗	Typical:2w Max:2.4w



圖 5 LiDAR 雷達感測儀

(五)、電源供應器

電源供應器(如圖 6)為系統提供電力。這是系統順利運作的前提，一個變壓器將市電 110V 轉換成直流 24V，用於連接直流無刷馬達之控制器、BTS7960；另一個變壓器則變壓成 12V 並連接 ESP32、L298N，確保所有組件都有電能可以正常工作。除了提供電力，電源供應器還具有保護作用，可以防止電路過載或短路。規格請參照下表(如表 6)

表 6 電源供應器規格

輸入電壓	AC110-220V
輸出電壓/電流	DC24V/20A
電壓調整	24V±15%
功率	480W



圖 6 電源供應器

(六)、L298N

電源供應器(如圖 7)為系統提供電力。這是系統順利運作的前提，一個變壓器將市電 110V 轉換成直流 24V，用於連接直流無刷馬達之控制器、BTS7960；另一個變壓器則變壓成 12V 並連接 ESP32、L298N，確保所有組件都有電能可以正常工作。除了提供電力，電源供應器還具有保護作用，可以防止電路過載或短路。規格請參照下表(如表 7)

表 7 L298N 規格

輸入電壓	DC5V~35V
額定電流	0mA~36mA
工作溫度	-20°C~135°C
最大功率	25W

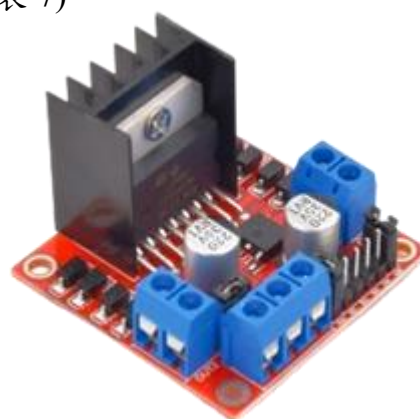


圖 7 L298N

(七)、推桿馬達

1.仰角推桿馬達(如圖 8)。由於其大推力的特性，因此用於控制整個扣舉點的仰角。規格請參照下表(如表 8)

表 8 仰角推桿馬達規格

輸入電壓	DC 24V
額定轉速	20mm/s
行程	200mm
額定推力	1500N
額定功率	120W



圖 8 仰角推桿馬達

2.送球推桿馬達(如圖 9)。由上述提到的 L298N 控制，使球能夠保持穩定且適當的速度送出，完成反覆的送球動作。規格請參照下表(如表 9)

表 9 送球推桿馬達規格

輸入電壓	DC 12V
額定轉速	65mm/s
行程	900mm
額定轉矩	150N-M
額定功率	25W



圖 9 送球推桿馬達

(八)、直流無刷馬達

摩擦輪結構之中用以帶動輪子旋轉的馬達(如圖 10)，用兩顆直流無刷搭配左右一正、一反之轉向與 PWM 的轉速控制，以精準的將球射出。規格請參照下表(如表 10)。

表 10 直流無刷馬達規格

輸入電壓	DC 24V
額定電流	5.6A
額定轉速	2500RPM
額定轉矩	3.2N-M
額定功率	100W



圖 10 直流無刷馬達

三、相關軟體

(一)、Python

軟體 Python(如圖 11)程式語言為我們主要製作專題的編寫軟體，運用其來撰寫樹莓派，將雷達資訊轉換成座標並更進一步生成圖片的軟體。



圖 11 Python

(二)、App Inventor

App Inventor (如圖 12) 為一款專門用於的 Android 智慧型手機軟體的開發軟體，用於做人機界面的控制和 樹莓派 伺服器回傳資料的顯示。



圖 12 App Inventor

(三)、Inventor

Inventor (如圖 13)是一款用於 3D 輔助製圖的軟體，應用於繪製 AI 智能排球訓練儀的結構與部件的組裝。



圖 13 Inventor

(四)、Blender

Blender (如圖 14)是我們用於演示機構爆炸圖、整體操作介紹的軟體。



圖 14 Blender

四、系統架構

主體結構分為兩個路徑(如圖 15)包含路徑：一手機端與雷達偵測的控制；路徑二：手機與 ESP32 連接控制舉球機。

(一)、手機端與雷達偵測的控制

手機端與雷達皆同時作為伺服器的客戶端，皆會發送請求給伺服器。軟體執行之初，手機會發送請求給伺服器，透過伺服器來使的雷達可以同步偵測。而在扣球結束之後，偵測端的樹莓派 3b+此時也將發送請求給伺服器端，使其接收到樹莓派 3b+所送出的圖片，並還給手機。

(二)、手機與 ESP32 連接控制舉球機

手機端會透過藍牙連接 ESP32，並且用手機軟體控制並將控制資訊傳給 ESP32，以控制舉球機的仰角和轉速。

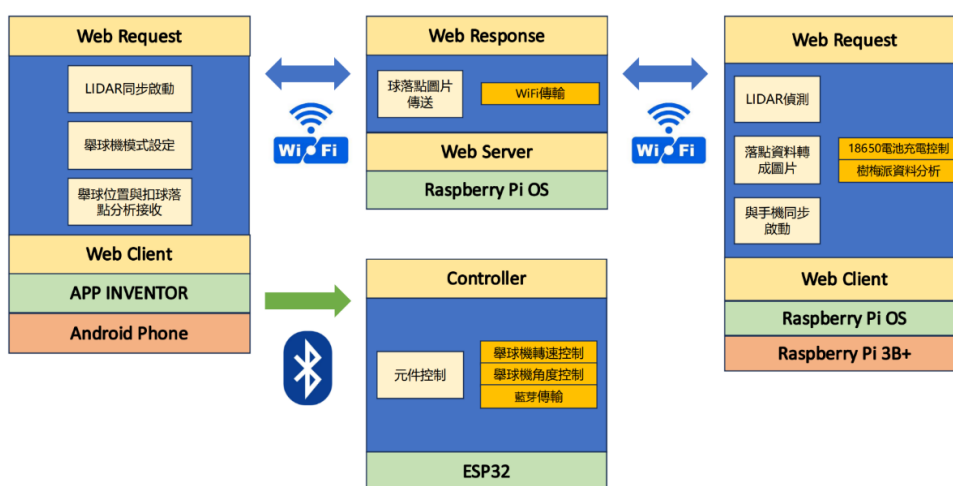


圖 15 系統架構流程圖

五、軟體重點

(一)、ESP32 控制

1.PWM 控制

利用調整數位方波的頻率與高準位寬度來模擬類比信號的技術，常用於資料傳輸與通訊。由於 PWM 實際上是指定頻率下高低位準交替的方波，比使用真實的類比信號傳輸具有抗雜訊與增加傳輸距離之優點。將 ESP32 的腳位輸出脈波信號給推桿馬達進行位置之控制。

2.正反轉控制

使用 H 橋控制器控制推桿馬達之仰角以及送球的功能。在 ESP32 中，使其改變其輸出信號的狀態，另控制器將其轉換為控制信號對推桿馬達進行控制。ESP32 輸出的信號連接 H 橋控制器的腳位為(如圖 16)。

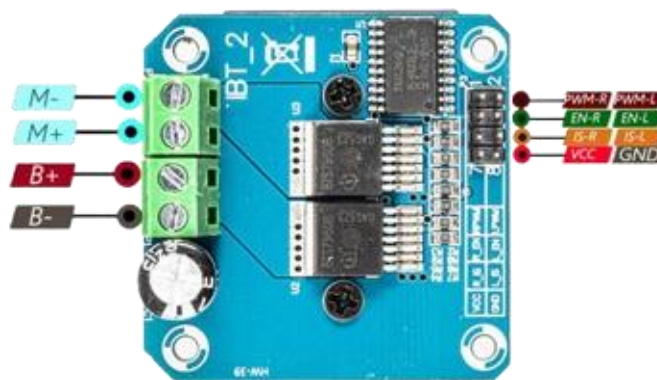


圖 16 H 橋控制器的腳位

(二)、LiDAR M10

LiDAR 是 Light Detection And Ranging (雷射探測與測距) 的縮寫，是一種感測技術，可發射低功率、人眼安全的激光進行脈衝測量，並測量激光完成感測器與目標之間往返所需的時間。利用 LiDAR 偵測的角度與距離可以對物體的位置進行定位 LiDAR 可以 10kHz 掃描前方空間是否有物體存在與其座標位置,本研究是以每 0.01 秒匯集空間掃描的位置數據傳送到樹莓派 3b+進行判讀以及分析。

(三)、LiDAR M10 樹莓派 3b+

一請求一回應模式：當要求 LiDAR M10 執行掃描操作時，使用此模式。當主機系統發送開始掃描請求後，LiDAR 將連續進行距離掃描測量。一旦檢索到掃描測量樣本，其相關結果資料（距離、角度值）將作為單獨的回應資料包發送出去。

樹莓派作為其處理資訊的功能，將傳送回的資料透過 Python 程式轉為圖片傳給伺服器。

(四)、伺服器建立

本專題使用 flask 技術進行伺服器之建立，樹莓派 3b+為伺服器的 host；偵測端與手機端作為 client，將資料與請求等透過此伺服器進行傳遞偵測端是與樹莓派 3b+進行連結，而手機端是與 App Inventor 之軟體進行連結。以下是與樹莓派 3b+透過 Python 連接如圖(17)與 App Inventor 連接的內容如圖(18)。

```
python

from flask import Flask, request, jsonify

app = Flask(__name__)

@app.route('/')
def home():
    return "Hello, Flask!"

@app.route('/data', methods=['POST'])
def receive_data():
    data = request.json
    return jsonify({"message": "收到的數據", "data": data})

if __name__ == '__main__':
    app.run(debug=True)
```

圖 17 樹莓派 3b+透過 Python 連接



圖 18 App Inventor 連接內容

六、偵測流程

(一)、LiDAR 原點的定義

LiDAR 是以感測器前方以角度與待測物距離感測器的距離予以定位(如圖 19)，由於 2 個感測器裝於排球網柱下方因此座標必須予以校正，以定義出共同的位置座標系。

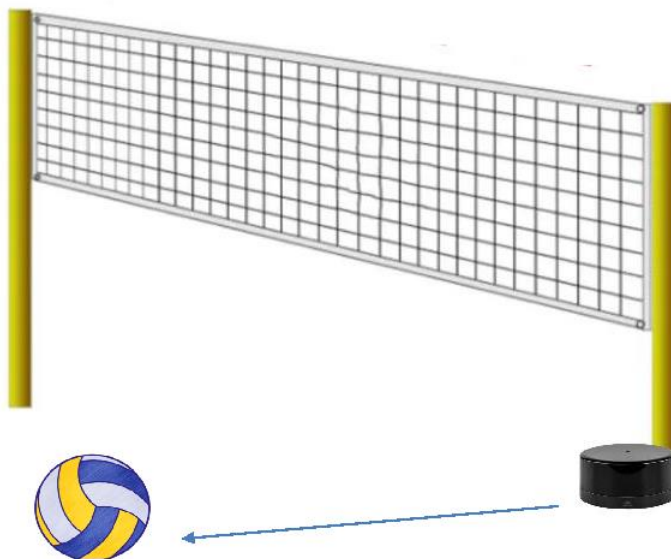


圖 19 LiDAR 安裝於排球網柱下方

(二)、球的落點偵測

當手機按下「發射」按鍵，LiDAR Sensor 啟動偵測功能(如圖 20)，針對雷達掃描得到的每個時間點，當掃描到物體落地的第一個時間點時，並以每 0.01 秒將角度及距離資料傳輸到 樹莓派 3b+。

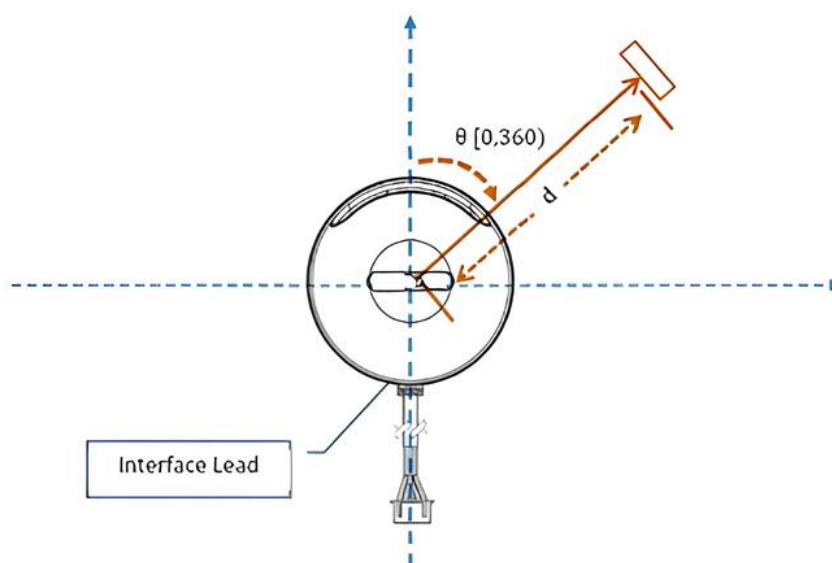


圖 20 LiDAR Sensor 啟動偵測功能示意

伍、研究結果

一、手機主控畫面

(一)、手機介面操作邏輯(如圖 21)

運用 App Inventor 設計初始界面(如圖 22)，加入排球圖示以及簡單明瞭的提示文字帶領使用者進入我們的 App。

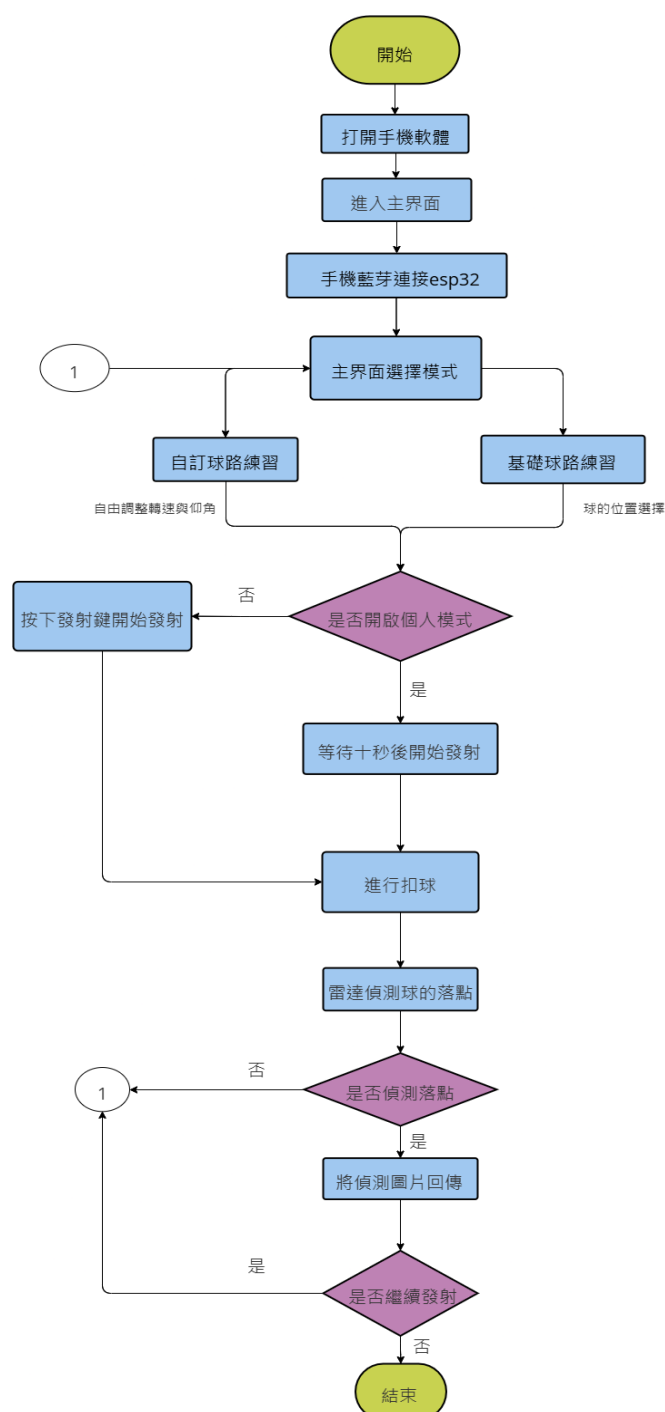


圖 21 手機介面操作邏輯

(二)、主選單

打 App 後進入初始介面，點擊排球後開始連接裝置及選擇練習方式(如圖 23)。

選擇你的裝置：選擇連接藍牙的裝置(ESP32)。

基本球路練習：進入基本模式，其中有常見的五個常見打擊點提供練習。

自訂球路練習：進入自訂模式，可以由使用者自由調整打擊點上下左右不同的變化。

中斷連線：使用完畢後即可中斷與裝置的藍牙連線。



圖 22 初始介面



圖 23 主選單

1.基本球路練習

(1)有五個常見點讓使用者做進攻練習，選擇打擊點後同時硬體會調整仰角及轉速，按下發射後硬體會發出提示音，隨後將球發射至定點。

(2)在個人模式關閉時(如圖 24)，需要教練或另一名球員在旁使用手機按下發射，反之個人模式開啟時(如圖 25)，每隔十秒會自動發射，讓使用者有時間緩衝並回到預備區等待下一顆球。

(3)不論個人模式開關與否，只要選擇擊球點後皆有顏色變化作提示，未選擇時(如圖 24)、選擇後(如圖 25)。

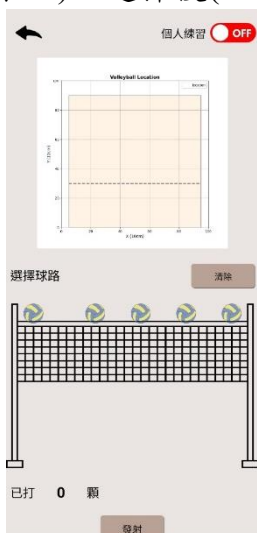


圖 24 基本球路練習個人模式關閉
(尚未選擇擊球點)

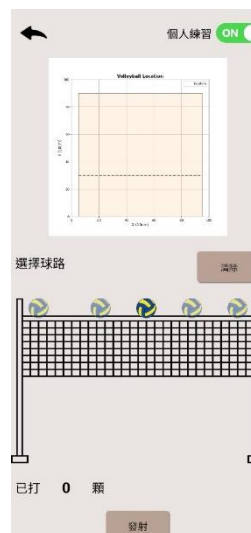


圖 25 基本球路練習個人模式開啟
(已選擇擊球點)

2. 自訂球路練習

使用者可以透過調整仰角及轉速調整打擊點，調整前(如圖 26)，調整後(如圖 27)，並同樣保有個人模式開關，幫助使用者創造更高效的練習環境。

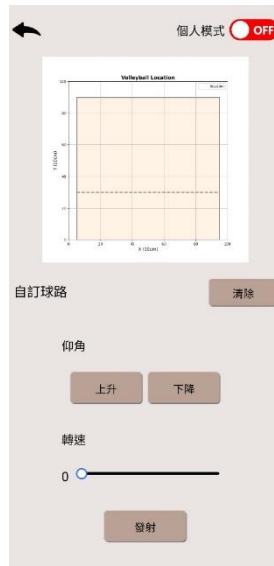


圖 26 自訂球路模式轉速調整前

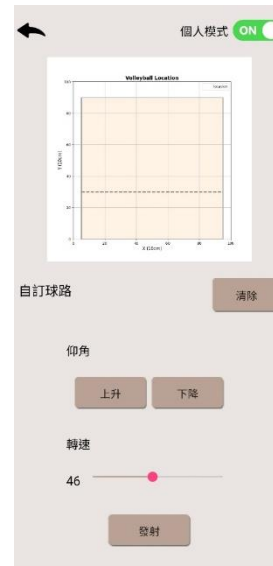


圖 27 自訂球路模式轉速調整後

(三)、落點分析回饋

以上兩個模式皆有落點回饋(如圖 28)，並且能夠累計，藍色落點用於提供使用者回顧落點，能幫助球員了解自己的進攻習慣，以及確認各區域命中率，是否符合訓練標準，如要重新計算時只需按下清除建即可清空圖片。

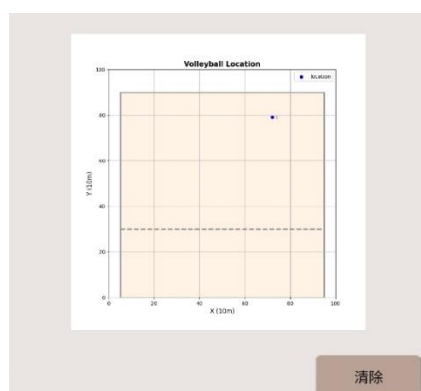


圖 28 常見球路練習單個藍色落點

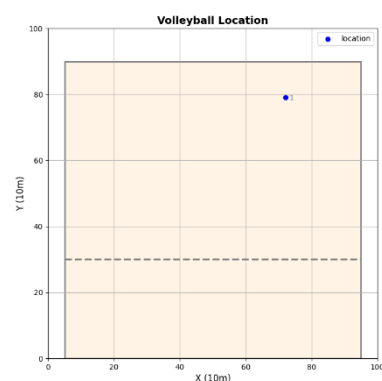


圖 29 落點放大圖

若殺球出界範圍在左右邊線外 0.5 公尺以及底線外 1 公尺依然會顯示落點(即有預留空間同樣可作落點判斷)，偵測範圍外的便不會納入計算，完全不影響繼續練習。落點之放大圖請參考下圖(如圖 29)

二、雷達偵測流程

雷達偵測流程(如圖 30)，可得知即使球出界了也能繼續偵測。

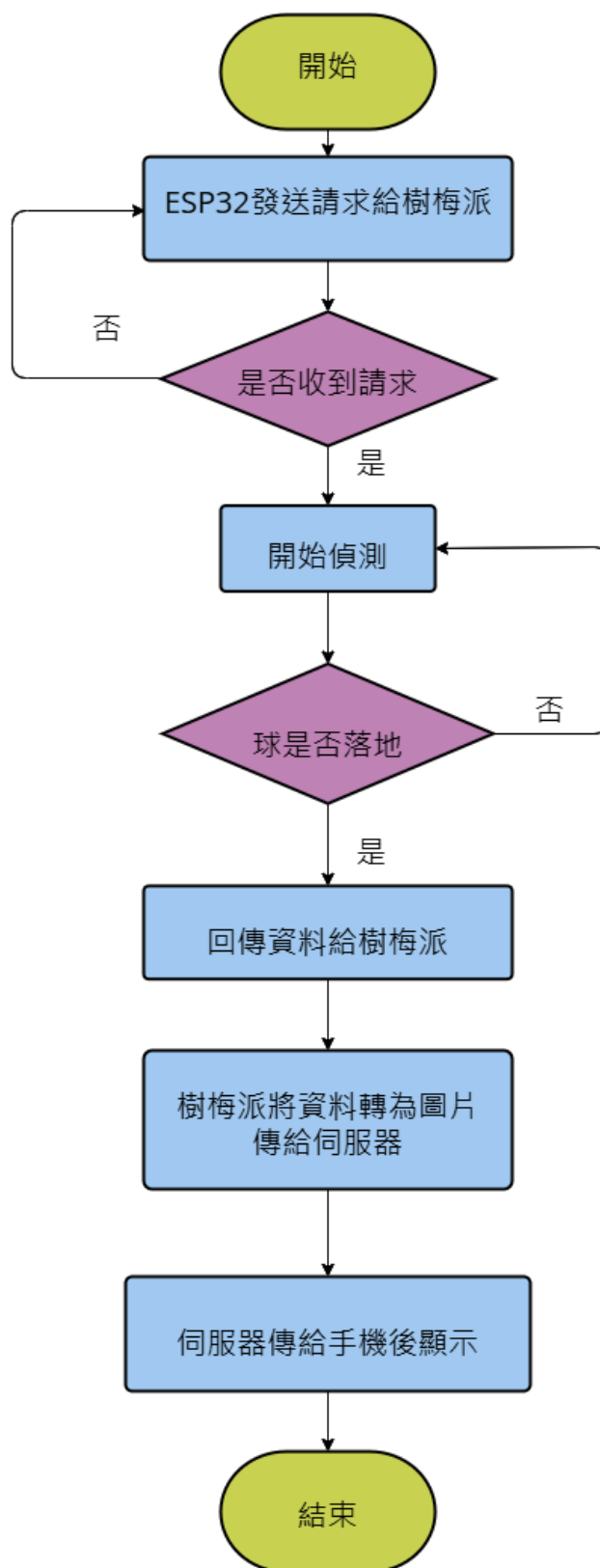


圖 30 雷達偵測流程

三、成品展示

(一)、舉球高度、距離

帶著專題實際操作，先測試我們的馬達轉速是否足夠，將機構至於圖片右下角，得出的結果(如圖 31)表現十分優異，在後續也利用軟體限制最高轉速，不會有不合理的擊球高度。

仰角角度(如圖 32)可無段微調 80 度到 50 度之間的仰角，讓使用者可自由調整，且經過上述測試與可得知這樣的的角度可以橫跨排球場兩側。



圖 31 舉球高度、距離



圖 32 仰角角度變化

(二)、成品實體圖

成品實體圖正面照(如圖 33)、成品實體圖側面照(如圖 34)。



圖 33 成品實體圖正面照



圖 34 成品實體圖側面照

陸、討論

一、馬達選用問題

在初期選擇馬達時，我們不確定應優先考慮高轉矩還是高轉速的馬達。為了了解這兩種選項的影響，我們以乒乓球進行模擬測試，分別觀察不同馬達的性能表現。結果顯示，轉速對於發射高度和距離的影響更為顯著。因此，我們最終選用能夠精準控制轉速的直流無刷馬達（BLDC），以便更好地調整球的發射角度與速度。

二、馬達震動問題

完成硬體組裝後，我們在通電測試中發現馬達於高轉速運行時會產生明顯振動。經檢查，這是由於所使用的輪子精度不高，導致重心不均，進而引發旋轉時的劇烈晃動，對木製結構造成損壞。為了解決此問題，我們採用了簡單且有效的方法：增加更多螺絲固定點與額外木板，強化整體結構，成功減少振動影響並提高穩定性。

三、主結構材質

在設計階段，我們最初考慮使用角鋼作為主要結構材質，因其具有更高的強度。然而，由於設計初期尚未確定各部件的最終尺寸，且角鋼在需要修改時加工較為困難，我們最終選擇了易於切割且支撐力足夠的木板作為主要材質。這一決策提升了製作靈活性，並在結構穩固性與加工便利性之間取得了良好的平衡。

柒、結論

此專題以提供初學者更高效的訓練環境為出發點，手機軟體介面上簡潔的設計也能讓使用者一目瞭然，基本球路練習模式提供初學者練習常見位子殺球練習，自訂球路練習模式則透過自由調整轉速和距離讓使用者在球場前排各個位置都能練習殺球，再加上特別的個人模式功能，球員就算隻身一人也不用一直手動點擊發射，配合我們特有的技術落點分析，將落點轉換成圖片並回傳於使用者手機端，真正做到高效率的殺球環境。

我們團隊從一張白紙和筆開始設想，最後做出一個能夠運作，並且讓校隊成員都驚嘆的專題，過程實屬不易，不論是硬體鎖螺絲、軟體程式、雷達偵測編寫或簡報製做，都是大家一步一腳印走過來的痕跡，少了任何一個人我們的專題就不完整了，過程中不乏有卡關，但只要大家集思廣益便沒有解決不了的問題。

經過這個專題的機會我們不僅僅學到專業技術，也漸漸學會了如何與人溝通，在意見分歧時又該如何面對並加以解決，四個人都發揮自己的長才補足他人的短處，最後終於如願開發一套能有效幫助球員的成品。

捌、參考資料及其他書籍

Bluetooth Difference between blocks at receive text from bluetooth。2021 年/02 月。取自

<https://community.appinventor.mit.edu/t/difference-between-blocks-at-receive-text-from-bluetooth/26949>

Lidar。取自

<https://en.wikipedia.org/wiki/Lidar>

什麼是光學雷達？取自

<https://www.ansys.com/zh-tw/simulation-topics/what-is-lidar>

Volleyball Setting。取自

<https://www.volleyballwaikato.org.nz/setting>

Python Flask 入門指南：輕量級網頁框架教學。Enoxs。2022 年。取自

<https://devs.tw/post/448>

DIY 省錢發球機。國立員林農工職業學校的洪承瑋。取自

<https://student.hlc.edu.tw/action/file/29/20211007200453348.pdf>

Fundamentals of Animation in Blender。Wayne Dixon。取自

<https://cgcookie.com/courses/fundamentals-of-animation-in-blender>

看美國大聯盟棒球如何運用運動科學，十二項驚人的運用值得分享！。運動創客 HomeGym Base。2024 年。取自

<https://www.spotonfitness.com.tw/blog/how-to-use-vald-on-baseball->

[%E6%A3%92%E7%90%83%E5%A6%82%E4%BD%95%E9%81%8B%E7%94%A8%E9%81%8B%E5%8B%95%E7%A7%91%E5%AD%B8](https://www.spotonfitness.com.tw/blog/how-to-use-vald-on-baseball-%E6%A3%92%E7%90%83%E5%A6%82%E4%BD%95%E9%81%8B%E7%94%A8%E9%81%8B%E5%8B%95%E7%A7%91%E5%AD%B8)

劉長龍(2022/03)。Python 網頁框架超集合在

DjangoXTornadoXFlaskXTwisted 全面應用。深智數位股份有限公司。

趙英傑(2023/01)。超圖解 ESP32 深度實作。旗標科技股份有限公司。

玖、附錄

一、工作分配表

參賽學生	工作任務
A	3D 建模、動畫製作、作品說明書
B	程式撰寫、影片剪輯、機構製作
C	報告、影片拍攝、海報製作
D	程式撰寫、架設網站、PPT 製作

二、競賽日誌

年	月	日	進度	紀錄	工作分配
113	7	30	資料蒐集	地點：咖啡廳 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
113	8	1	討論主題	地點：科辦 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
113	8	8	結構討論 功能討論	地點：咖啡廳 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
113	8	25	擬定方向	地點：咖啡廳 時數：3 小時	同學 A：規劃方向 同學 B：提出問題 同學 C：提出問題 同學 D：紀錄內容
113	9	2	材料購買	地點：網路商城 器材：手機、記事本 時數：1 小時	同學 A：挑選商品 同學 B：挑選商品 同學 C：挑選商品 同學 D：挑選商品
113	9	7	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
113	9	14	程式撰寫 機構製作	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：3D 列印 同學 B：機構製作 同學 C：3D 列印 同學 D：程式撰寫

年	月	日	進度	紀錄	工作分配
113	9	21	馬達測試 3D 列印 機構製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、3D 列印機 時間：3 小時	同學 A：3D 列印 同學 B：機構製作 同學 C：3D 列印 同學 D：程式撰寫
113	9	28	軟體測試 發射器製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆、3D 列印機 時間：3 小時	同學 A：機構測試 同學 B：機構測試 同學 C：機構測試 同學 D：機構測試
113	10	5	軟體測試 3D 模型 發射器測試	地點：操場 器材：手機、筆電、螺絲起子 時間：4 小時	同學 A：3D 建模 同學 B：機構製作 同學 C：3D 列印 同學 D：簡報製作
113	10	12	3D 模型 發射器測試	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：4 小時	同學 A：3D 建模 同學 B：簡報製作 同學 C：擬定報告 同學 D：簡報製作
113	10	19	程式撰寫 發射器製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：4 小時	同學 A：3D 建模 同學 B：簡報製作 同學 C：硬體整合 同學 D：程式撰寫
113	10	26	摩擦輪結構 推桿機構整合	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、螺絲起子 時間：3 小時	同學 A：硬體整合 同學 B：硬體整合 同學 C：硬體整合 同學 D：網站架設
113	11	2	發射器測試	地點：排球場 器材：手機、筆電 時間：4 小時	同學 A：機構測試 同學 B：機構測試 同學 C：機構測試 同學 D：機構測試
113	11	7	材料購買	地點：特力屋 器材：手機 時間：4 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
113	11	9	仰角機構製作 程式撰寫	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：程式撰寫

年	月	日	進度	紀錄	工作分配
113	11	17	仰角機構製作	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、螺絲起子 時間：4 小時	同學 A：接線討論 同學 B：硬體整合 同學 C：硬體整合 同學 D：硬體整合
113	11	23	雷達程式撰寫 整體機構整合	地點：實習工廠 器材：手機、筆電、螺絲起子 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：程式撰寫
113	11	30	硬軟體整合	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：程式撰寫
113	12	1	影片構思	地點：實習工廠 器材：手機、筆電 時間：4 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
113	12	14	影片拍攝	地點：操場 器材：手機、筆電 時間：4 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
113	12	21	影片拍攝	地點：操場 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
113	12	26	報告練習 簡報製作 影片修改	地點：實習工廠 器材：筆電 時間：3 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
113	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：提出問題 同學 B：提出問題 同學 C：報告練習 同學 D：影片修改
113	1	5	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：3 小時	同學 A：影片修改 同學 B：最終測試 同學 C：報告練習 同學 D：最終測試