

臺北市立大安高級工業職業學校專題製作競賽  
「專題組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：高科技農場

關鍵詞：自動照顧、結構式農場、遠端監控

## 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、硬體製作 .....	2
二、軟體程式撰寫 .....	2
肆、研究方法 .....	3
一、研究流程 .....	3
(一)、 研究步驟 .....	3
(二)、 操作步驟 .....	3
二、使用材料及工具 .....	10
(一)、 零件介紹 .....	10
三、使用軟體和服務 .....	13
(一)、 Arduino .....	13
(二)、 MIT App Inventor .....	13
(三)、 MIT AI2 Companion .....	14
(四)、 MQTT .....	14
(五)、 Autodesk Inventor .....	14
伍、研究結果 .....	15
一、硬體結構 .....	15
(一)、 機構原理 .....	15
(二)、 上層機構 .....	15
(三)、 下層機構 .....	16
(四)、 肥料槽及外部水源模擬 .....	16
二、軟體通訊架構 .....	17
三、成果展示 .....	18
(一)、APP 介面 .....	18
陸、討論 .....	18
柒、結論 .....	19
捌、參考資料及其他 .....	20
一、書籍資料 .....	20
二、網路資料 .....	20

## 表目錄

表 1 時間分配表.....	3
表 2 Arduino esp32 規格.....	10
表 3 光敏電阻模組 規格.....	11
表 4 esp32 cam 規格.....	11
表 5 LED 全光譜燈 規格.....	11
表 6 SG90 伺服馬達 規格.....	12
表 7 繼電器 規格.....	12
表 8 水滴感測器 規格.....	12
表 9 沉水馬達 規格.....	13

## 圖目錄

圖 1 管子實體圖.....	2
圖 2 Arduion IDE 程式開發.....	2
圖 3 App Inventor 開發實作.....	2
圖 4 研究步驟.....	3
圖 5 隨時確認連接.....	4
圖 6 水循環動作圖.....	4
圖 7 自動排水流程.....	5
圖 8 自動換水模式(進水中).....	6
圖 9 自動進水施肥流程.....	7
圖 10 日照時間控制流程圖.....	8
圖 11 訊息接收流程圖.....	9
圖 12 手機緊急控制演示圖.....	10
圖 13 Arduino esp32.....	10
圖 14 光敏電阻模組.....	11
圖 15 esp32 cam.....	11
圖 16 LED 全光譜燈.....	11
圖 17 SG90 伺服馬達.....	12
圖 18 繼電器.....	12
圖 19 水滴感測器.....	12
圖 20 沉水馬達.....	13
圖 21 Arduino Logo.....	13
圖 22 Arduino 程式撰寫.....	13
圖 23 App Inventor.....	14
圖 24 Designer 介面.....	14
圖 25 Blocks 介面.....	14
圖 26 AI2 Companion.....	14
圖 27 掃 QR code.....	14
圖 28 MQTT logo.....	14
圖 29 Autodesk Inventor 軟體介面.....	15
圖 30 伺服馬達(水循環).....	15
圖 31 伺服馬達下(排水時).....	15
圖 32 上層機構.....	16
圖 33 下層機構.....	16
圖 34 肥料槽.....	17
圖 35 外部水源模擬機.....	17
圖 36 通訊關係圖.....	17
圖 37 APP 主頁.....	18
圖 38 監控畫面.....	18
圖 39 顯示狀態.....	18
圖 40 手控面板.....	18

# 【高科技農場】

## 壹、摘要

為了能減輕現代人照顧植物的負擔，本專題設計出一款從栽種到收成之間，能完全自動照顧的結構式農場。我們不僅使用了網頁進行遠端監控、也設計 APP 讓管理者可以在手邊沒有電腦的情況下，方便地進行遠端操控。此外，在時間模組和溫度感測的控制下，能夠隨著季節的變化去調整光線的照射時間，並讓使用者不用因為季節的變化而導致的光線不足，去一直移動植物，達到減輕照顧植物的麻煩。

科技農場是一個兼具省時和遠距離控制的產品。為了因應現代人繁忙的生活和想種植植物的想法，使用水耕並利用時間系統控制水循環、換水、施肥，以及陽光不足的外加燈源，並配有手機端的 app，能和植物端的鏡頭連線，方便監控及手動控制。

## 貳、研究動機

現在有越來越多人想要在家裡種植，一方面是為了享受種植的體驗，另一方面也能不定時吃到有機的蔬菜，但因為繁忙的生活和工作壓力，導致能照顧植物的時間大幅減少，常常使植物不是被丟棄、枯死，不然就是缺乏營養而死。

為了增加植物被照顧的時間，我們希望以「自動化照顧」和「遠端控制系統」的結構式農場來達成我們的目標，在減輕種植者特別花時間照顧植物的同時，也能讓種植的人能不定時吃到新鮮的有機蔬菜，就此不用再為了如何好好照顧植物而煩惱。

## 參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

### 一、硬體製作

我們使用高一室內配線學的彎管，彎出一根管子(如圖 1)擺放 esp32 cam。



圖 1 管子實體圖

### 二、軟體程式撰寫

我們應用高二「智慧居家監控實習」所學到的 Arduino IDE 開發環境(如圖 2)，來開發控制程式；使用 ESP32 開發板來進行整合控制；應用行動裝置智慧監控、電腦智慧監控的課程單元知識，來發想應用程式。並應用在高二製作「小專題」時自學的 App Inventor (如圖 3)來設計手機介面及設定傳輸協定來傳送與接收資料；應用在高二「單晶片微處理機實習」所學到的 C 語言程式知識，來編寫及整合控制程式。

```
water1234
264 //Serial.println(" ");
265 //////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
266 // If disconnected, try to reconnect every 30 seconds.
267 if ((wifi.status() != WL_CONNECTED) && (millis() > wait30)) {
268     Serial.println("Trying to reconnect WiFi...");
269     WiFi.disconnect();
270     WiFi.begin(ssid, password);
271     wait30 = millis() + 30000;
272 }
273 // Check if a client has connected..
274 WiFiClient client = server.available();
275 if (server.available() > 0) {
276     Serial.println("New client!");
277     Serial.println(client.remoteIP());
278 }
279 }
280 if (!client) {
281     return;
282 }
283 String req = client.readStringUntil('\n');
284 Serial.println(req);
285 // Make the client's request.
286 //Fastion
287 if (req.indexOf("2") != -1) {
288     count1 = count2;
289     task = 0;
290     mission = 0;
291 }
292 if (req.indexOf("3") != -1) {
293     //rtc.adjust(DateTime(2014, 1, 21, 9, 3, 0));
294     if (countex > 120000) {
295         unsigned long y = countex - 120000;
296         count1 = count1 + y;
297     }
298     if (countex < 120000) {
299         unsigned long z = 120000 - countex;
300         count1 = count1 - z;
301     }
302 }
303 task = 1;
304 mission = 0;
```

圖 2 ArduionIDE 程式開發

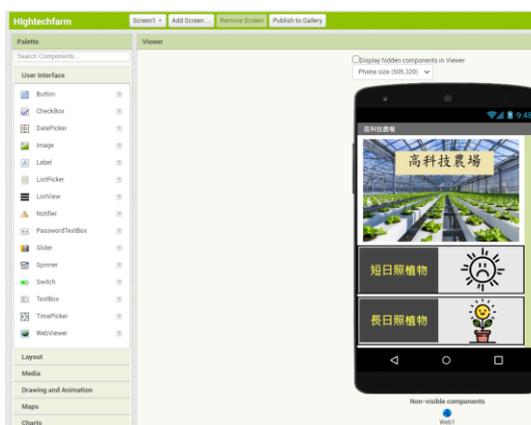


圖 3 App Inventor 開發實作

## 肆、研究方法

### 一、研究流程

#### (一)、研究步驟

七月初決定專題題目後，便著手開始蒐集資料、討論產品需要的功能與大致結構。構想決定後，分工合作進行機構、程式的製作，在水耕和土耕的比較下，我們決定選擇優點比較多的水耕，時間分配如表 1，研究步驟如圖 4。

表 1 時間分配表

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
1.資料收集							
2.元件採購							
3.外殼設計							
4.程式撰寫							
5.通訊連接							
6.成品測試							

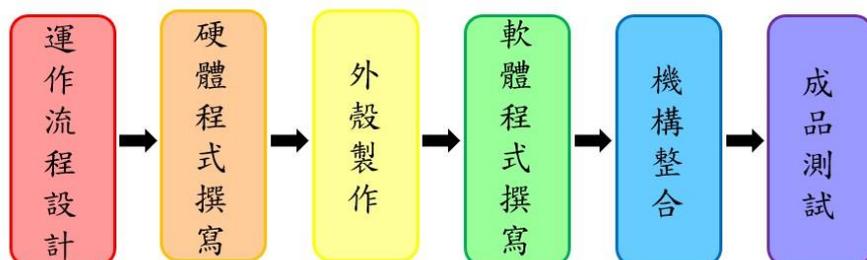


圖 4 研究步驟

#### (二)、操作步驟

##### 1、確認當前狀態(如圖 5)

在插上電源後，沉水馬達便會依照當前狀態動作，但是若此時 Wifi 斷線或 ds3231 時間模組斷開連接時程式會跳出迴圈等待重新連線，確保沉水馬達在正常狀態下工作。

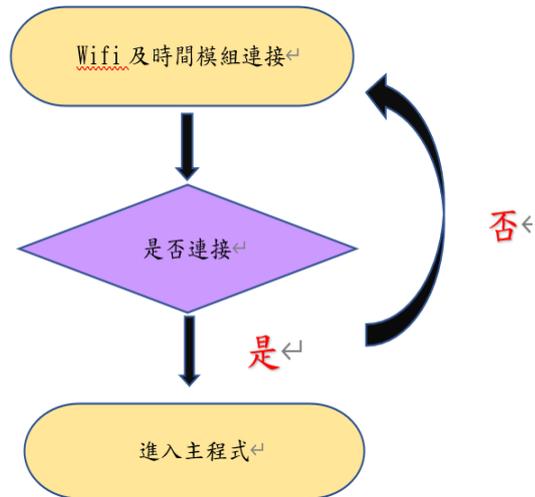


圖 5 隨時確認連接

## 2、水循環模式(如圖 6)

若目前時間未到一週換水時間時，將執行以下動作：

- (1) 手機顯示: 目前狀態: 水循環。
- (2) 水循環下層沉水馬達動作，將下層水抽上來達到水循環。
- (3) 水循環上層伺服馬達動作，將伺服馬達控制的排水管孔洞上升，以保持足夠水位。

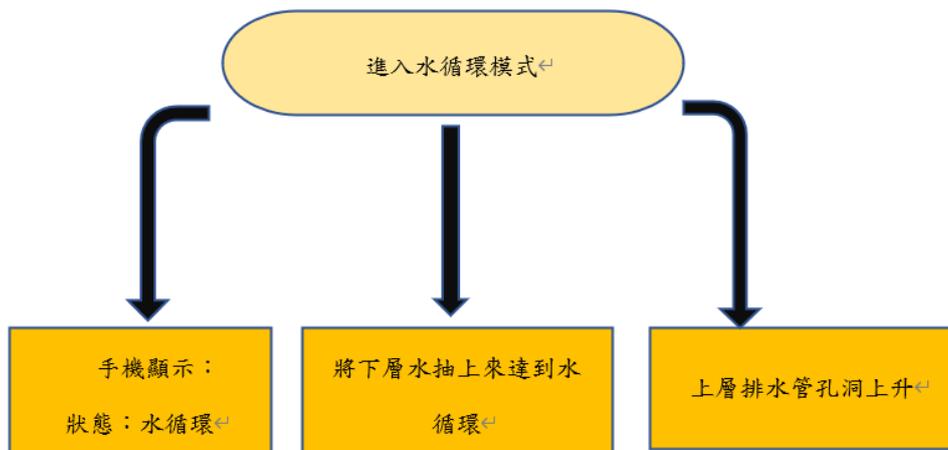


圖 6 水循環動作圖

## 3、自動換水模式(排水中) (如圖 7)

當目前時間到達一週換水時，將執行以下動作：

- (1) 水循環上層伺服馬達動作，將伺服馬達控制的排水管孔洞下降，使上層水全部排掉。
- (2) 水循環下層沉水馬達停止。
- (3) 手機顯示: 目前狀態: 排水中
- (4) 排水馬達動作，將水循環下層的水排到外部排水孔。

(5) 開始計時 4 分鐘。



圖 7 自動排水流程

#### 4、自動換水模式(進水中) (如圖 8)

排水 4 分鐘後將執行以下動作：

- (1) 手機顯示: 目前狀態: 進水中。
- (2) 手機顯示: 目前狀態: 進水中。
- (3) 進水馬達動作, 將外部水源抽入水循環下層。
- (4) 水循環下層水位感測計等待進水到達感測點。  
若水位感測計感測到水位, 將執行以下動作:
- (5) 進水馬達停止。
- (6) 完成換水。
- (7) 手機顯示: 這禮拜已完成換水。

#### 5、自動施肥模式(如圖 9)

當換水完成時, 將執行以下動作：

- (1) 手機顯示: 目前狀態: 施肥中。
- (2) 施肥馬達動作, 從肥料箱抽取液態肥料。
- (3) 施肥 10 秒。
- (4) 施肥馬達停止。
- (5) 回歸水循環模式。

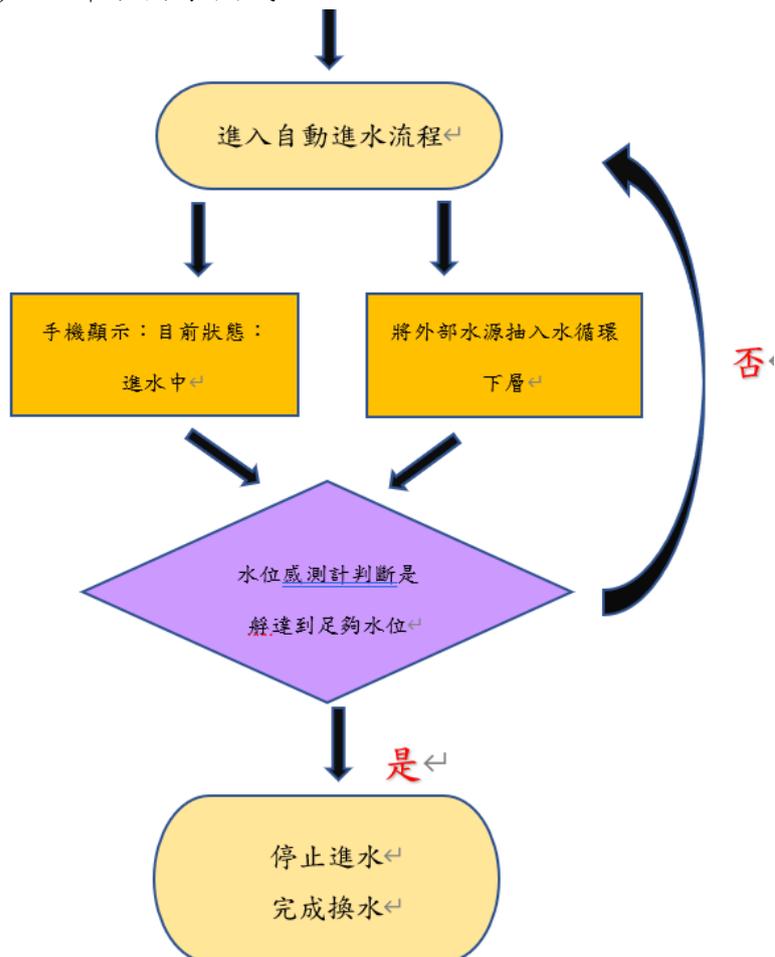


圖 8 自動換水模式(進水中)

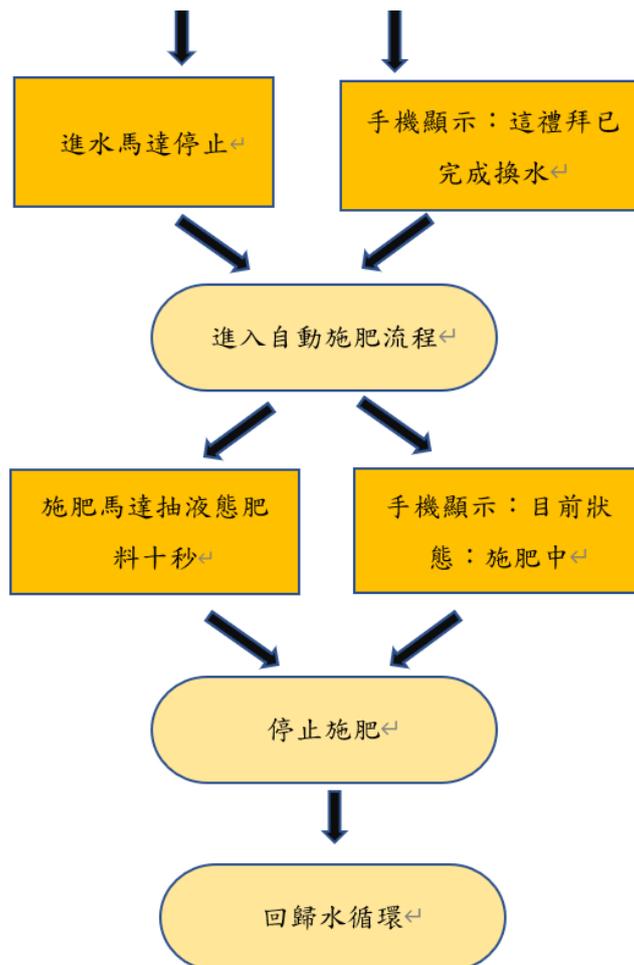


圖 9 自動進水施肥流程

## 6、植物日照時間控制 (如圖 10)

- (1) 手機藉由網路 IP 將是長日照植物還是短日照植物的訊息傳給 ESP32。
- (2) ESP32 從網路 IP 上接收資料後判斷若接收到是長日照植物的訊息則執行：
- (3) 由 ds3231 時間模組的內建溫度感測來感測溫度。
- (4) 並由 ESP32 內的程式來判斷季節以及天氣好壞。
- (5) ESP32 回傳判斷狀態給手機。
- (6) 改變觸發 LED 燈管的參數調整開燈時間，使四季不同的日照時間能有相同的日照，以及補足太陽強度不夠的問題若接收到是短日照植物的訊息則執行：
- (7) 關閉 LED 燈。

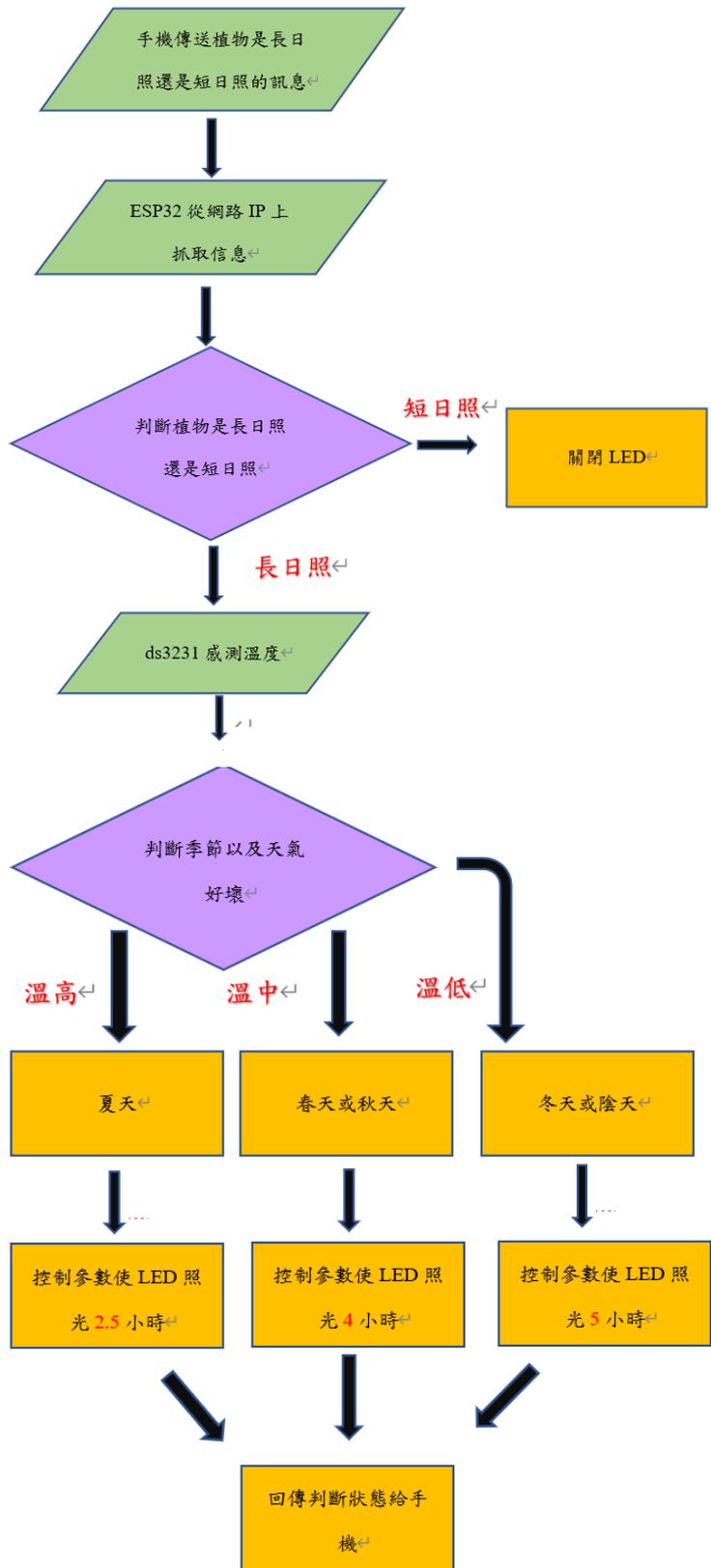


圖 10 日照時間控制流程圖

## 7、手機鏡頭監控

- (1) 按下監控按鈕。
- (2) 按下 Screen ON 按鈕。
- (3) ESP32 cam 開啟，顯示植物畫面顯示於手機。

## 8、手機訊息接收(如圖 11)

- (1) 按下資料接收按鈕。
- (2) 按下更新最新狀態按鈕。
- (3) ESP32 將所有狀態資料傳給手機。
- (4) 手機透過 WebViewer 顯示在畫面上。

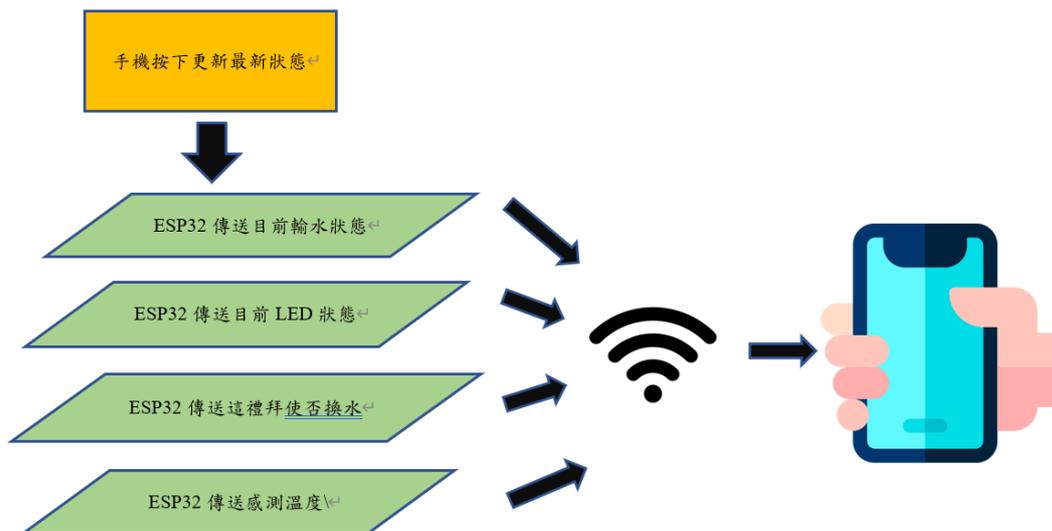


圖 11 訊息接收流程圖

## 9、手機緊急控制(如圖 12)

按下緊急控制後若按下特定按鈕將執行以下動作:

- (1) 若按下水循環或進水 OFF 按鈕，手機傳送訊息到 Wifi。
- (2) ESP32 從 Wifi 上讀取訊息，停止動作後執行水循環。
- (3) 自動換水時間重新計時。
- (4) 若按下自動換水按鈕，手機傳送訊息到 Wifi。
- (5) ESP32 從 Wifi 上讀取訊息，執行自動換水及施肥。
- (6) 若按下自動施肥按鈕，手機傳送訊息到 Wifi。
- (7) ESP32 從 Wifi 上讀取訊息，只執行自動施肥。
- (8) 若按下 LED 開關按鈕，手機傳送訊息到 Wifi。
- (9) ESP32 從 Wifi 上讀取訊息，跳出日照控制迴圈，使 LED 開關。

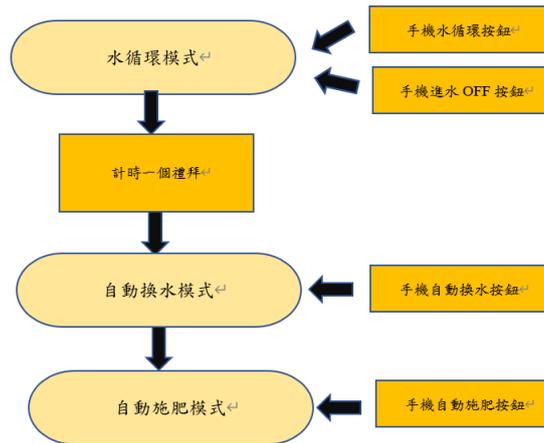


圖 12 手機緊急控制演示圖

## 二、使用材料及工具

### (一)、零件介紹

#### 1、Arduino esp32

我們使用 esp32 作為整個專題控制中樞(如圖 13)，其規格如表 2，擁有 wifi 功能，能與手機端進行遠端連線，在程式撰寫方面容易入門，在網路上擁有大量的學習資源，對初學者來說相對容易。

表 2 Arduino esp32 規格

產品尺寸	55x27mm
重量	10 g
主控芯片	ESP32-D0WD
工作電壓	DC 5 V
USB 接口	Micro-USB



圖 13 Arduino esp32

#### 2、光敏電阻模組

光敏電阻模組(如圖 14)控制 LED 燈的開關，其規格如表 3。在陰天時補足光照不足的問題。

表 3 光敏電阻模組 規格

產品尺寸	24x24x10 mm
工作電壓	DC 2.7~5.5 V
額定電流	0.5mA
重量	3 g



圖 14 光敏電阻模組

### 3、esp32 cam

esp32 cam(如圖 15)用於讓種植者即使不在家的時候也能遠端觀測植物生長狀態，其規格如表 4。

表 4 esp32 cam 規格

產品尺寸	27.2x39.8 mm
工作電壓	DC 5 V
額定電流	6 mA
重量	8 g



圖 15 esp32 cam

### 4、LED 全光譜燈

LED 全光譜燈(如圖 16)用於平常日照不足時，提供給植物額外的光源，其規格如表 5。

表 5 LED 全光譜燈 規格

產品尺寸	長度 650mm
重量	356 g
工作電壓	DC 5 V

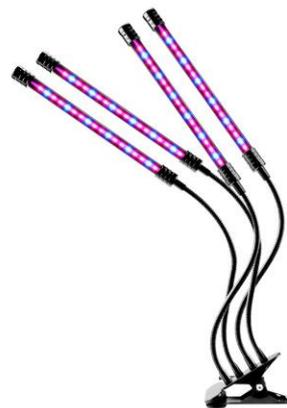


圖 16 LED 全光譜燈

### 5、SG90 伺服馬達

SG90 伺服馬達(如圖 17)連接一根管子，控制上層水位，其規格如表 6。

表 6 SG90 伺服馬達 規格

產品尺寸	23×12.2×29mm
工作電壓	DC 5 V
額定電流	6 mA
重量	8 g



圖 17 SG90 伺服馬達

### 6、繼電器(F6-3)

繼電器用來控制沉水馬達與 LED 全光譜燈的開、關(如圖 18)，其規格如表 7。

表 7 繼電器 規格

尺寸	78×54 mm
工作電壓	DC 5 V
最大電流	10A
控制接口	4 個



圖 18 繼電器

### 7、水滴感測器

水滴感測器(如圖 19)用來偵測外部水源進水的水位，到達預定高度時，會停止馬達的運作，其規格如表 8

表 8 水滴感測器 規格

感測面積	50×40 mm
重量	3.6 g
工作電壓	DC 3.3 V~5 V



圖 19 水滴感測器

## 8、沉水馬達

沉水馬達(如圖 20)分成四類，水循環、抽廢水、抽外部水、

產品尺寸	43x2.3 mm
重量	28 g
工作電壓	DC 3V~5 V

抽肥料，其規格如表 9。



表 9 沉水馬達規格

圖 20 沉水馬達

## 三、使用軟體和服務

### (一)、Arduino

Arduino(如圖 21)，是一個免費的整合式開發環境，不僅在市面上有許多元件、模組，在網路上也有大量的函式庫、範例程式供使用者學習、運用，其另一個特點是編寫程式容易，主要使用類似 C/C++的語法編寫，但功能更多樣化，且這也是我們在高二時主要學習的軟體，所以最終選用 Arduino 作為我們編寫程式的軟體。(如圖 22)



圖 21 Arduino Logo



圖 22 Arduino 程式撰寫

### (二)、MIT App Inventor

MIT App Inventor(如圖 23) 在 App Inventor 使用者可以在網站上拖拉積木和 GUI 圖形化介面的方式來開發 Android

App，我們可以先於 Designer 來設計手機頁面(如圖 24)，並於 Blocks 來設計我們的程式(如圖 25)，且裡面附有與 Wifi、藍芽溝通等功能，方便我們與 ESP32 溝通。

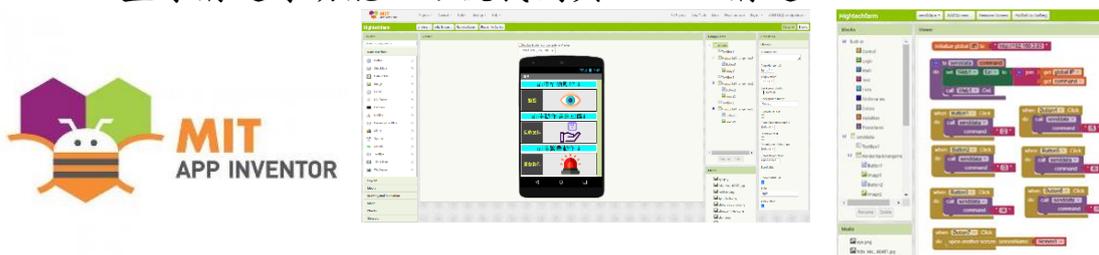


圖 23 App Inventor

圖 24 Designer 介面

圖 25 Blocks 介面

### (三)、MIT AI2 Companion

MIT AI2 Companion 是一個可以在手機上下載的應用程式(圖 26)，下載完之後我們可以藉由他掃 QR code(圖 27)後把 apk 檔轉換成我們手機的 app。

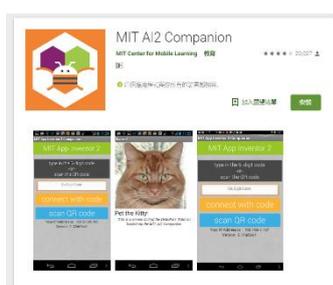


圖 26 AI2 Companion

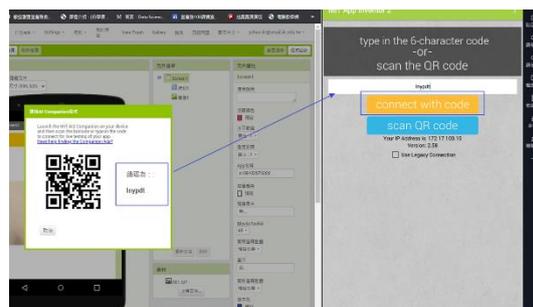


圖 27 掃 QR code

### (四)、MQTT

MQTT(如圖 28)是 Message Queuing Telemetry Transport 的縮寫，是由 IBM 公司所制定的傳輸模式，透過 TCP/IP 協定進行資料傳輸，具有低功耗、低傳輸流量、非同步傳輸的特性，非常適合用在分散式的物聯網裝置，作為 WiFi 傳輸資料協定使用。

我們透過 IP 協定使 ESP32、ESP32 cam 以及手機溝通。



圖 28 MQTT logo

### (五)、Autodesk Inventor

Autodesk Inventor (圖 29)是一款用於 3D 建模的軟體，可以實現腦中的構圖，用於在作品初期模擬機構和設計外型，並在發表時讓觀眾們能夠更容易且充分的了解機構與使用元件。

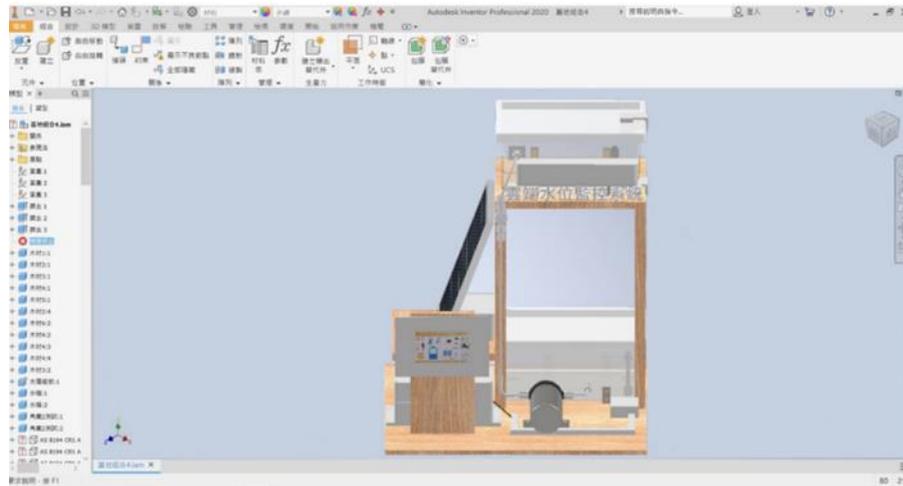


圖 29 Autodesk Inventor 軟體介面

## 伍、研究結果

### 一、硬體結構

高科技農場，主體結構由兩個箱子切割組合而成，分為上、下兩部分。上半部作為種植區，下半部為循環水回收區，說明如下。

#### (一)、機構原理

我們將伺服馬達連接一根打洞的管子(如圖 30 圖 31)置於上層，藉由伺服馬達的上下移動，進而控制上層水位。



圖 30 伺服馬達(水循環)



圖 31 伺服馬達下(排水時)

#### (二)、上層機構

我們用兩條隔板黏在底部，增加植物的高度，在底部打洞、增加液流管以及控制水位的伺服馬達，上方再加上 LED 燈(如圖 32)。



圖 32 上層機構

### (三)、下層機構

黏兩顆伺服馬達，一顆負責將上層流下來的水抽回上層，以進行水循環，另一顆在換水時，將廢水抽出，裝有水位感測器，感測外部進水水位，並掛一個用壓克力板作出的接線盒(如圖 33)。

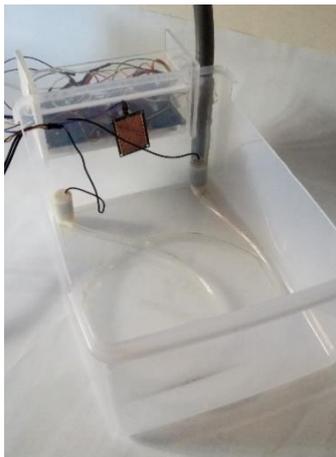


圖 33 下層機構

### (四)、肥料槽及外部水源模擬

肥料槽及外部水源模擬槽裡(如圖 34)，我們各裝一顆沉水馬達，配合定期施肥、換水時間從中抽取液態肥料、清水來供給植物(如圖 35)。

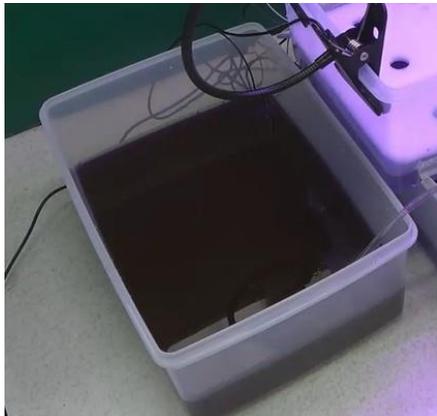


圖 34 肥料槽



圖 35 外部水源模擬機構

## 二、軟體通訊架構

手機是現代人日常生活中幾乎人手一機，所以我們結合 wifi 和鏡頭，再利用 MQTT 的設定 ip，來達成遠端監控的目的，即使種植者不在植物身邊，也能隨時隨地照顧。(如圖 36)

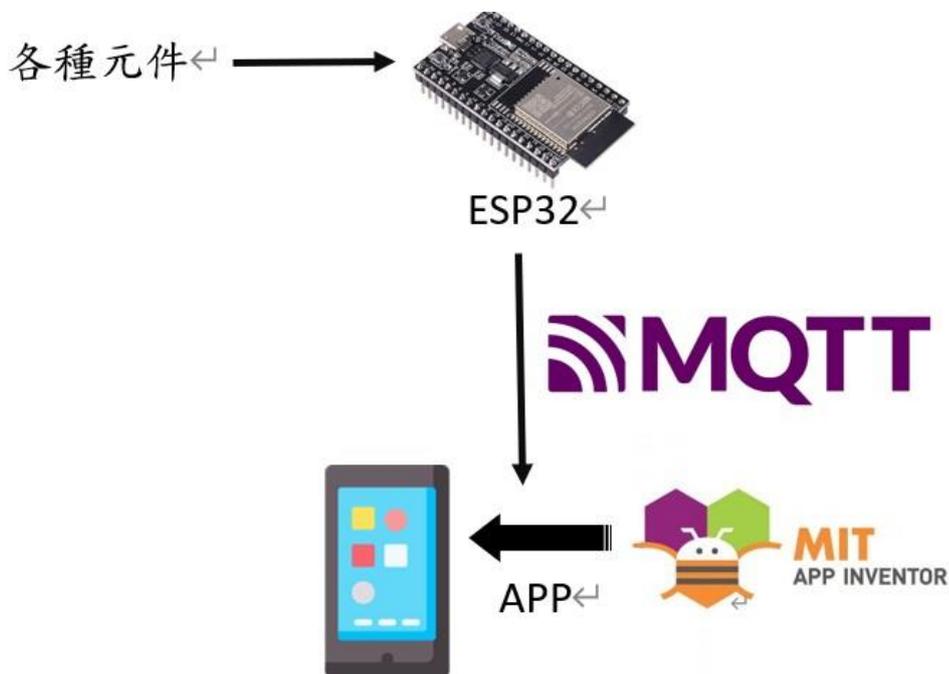


圖 36 通訊關係圖

## (一)、MQTT 通訊協定

我們使用 Mosquitto 作為 WIFI 的傳輸，把固定 IP 透過分享器設定，實現不限距離的無線傳輸。只要在撰寫程式時，定義好網頁端和硬體端的通訊協定，就可以達成利用網頁來監控系統，並且在未來更新時，擁有良好的擴充性。

## 三、成果展示

### (一)、APP 介面

APP 分為四部分，下方為切換頁面，(圖 37)為主頁面，按下監控，則會跳到(圖 38)監控畫面。按下接收資料，則會跳到(圖 39)顯示狀態。按下緊急動作，則會跳到(圖 40)手控面板。



圖 37 APP 主頁



圖 38 監控畫面



圖 39 顯示狀態



圖 40 手控面板

## 陸、討論

### 一、感測計供電問題

在剛開始製作專題時，我們在進行元件測試時把所有的電源的正端接到 ESP32 上的 5v 進行供電，然而每當沉水馬達動作時感測計的數值便會錯亂，後來經過詢問指導老師之後發現是因為電源供電不足的問題，於是我們後來就嘗試使用一塊市售的 5v 供電模組，然而還是有問題，最後我們發現這塊模組可能還是無法對馬達進行供電，因此最後我們使用了繼電器來把電路隔離，並連接外部電源，以此來成功供電。

### 二、ESP32 類比與 Wifi 衝突問題

在一開始學習 ESP32 這塊板子時網路上的文章便有提到 ESP32 幾

乎所有接腳都可以用來當作類比輸入，也確實沒錯，然而當我把 Wifi 與我原本寫得主程式做整合時便發現原本使用的類比接收腳位不能使用了，有衝突，這是一個很嚴重的問題，因此當時我花了蠻長的時間上網查了很多文章，雖然又找到一兩篇文章有提到此內容，然而他提供能腳位也不完全正確，於是最後我便在使用 Wifi 程式時對所有接腳燒錄類比接收，並且用光敏電阻做測試，最後測試出在並用 Wifi 後只有、32、33、34、35、36、39 能夠作為類比輸入腳位，解決了這個問題。

### 三、ESP32 不支援問題

我們一開始在測試元件時主要都是使用 Arduino Uno 做測試，所使用的程式庫也都是網路上提供的，然而當我們把所有的接線轉移到 ESP32 時便會出現伺服馬達不支援，感測計的程式庫不支援等問題，這部分我後來一樣搜尋別人提供支援 ESP32 的程式庫，解決了這個問題，只是大多都是外國網站所提供的程式庫，比較不好找，因此也可以看出 ESP32 是一塊不一定會支援所有元件的板子。

## 柒、結論

經過我們的種種討論，以及老師的建議下，我們最後決定用水耕來作為我們專題種植植物的方式，去除了許多土耕的麻煩之處。內部水循環的部分，使用抽水馬達和伺服馬達來控制水位，進而達成內部水的流動，避免水變成死水。光源的控制則用光敏電阻和溫度感測，來針對不同季節和溫度的差異，進行光照時間的調整，使植物獲得充足的光照。而在監視方面，我們選用 ESP32cam 作為鏡頭讓種植者即使身在遠方，也能即時看到植物。

而遠端操控的方面，則使用 App Inventor 進行製作，考慮到有些使用者的手機是用 iOS 系統的，所以我們也能使用網頁進行遠端監控。傳輸的部分，則用 MQTT 設置 WI-FI 的 IP 位置。但還是有些許的問題需改善，例如輸入訊號不能直接輸入類比訊號，只能藉由改接腳改善。

我們的專題，把想法化為真實，每個人都用心付出，其中不管是程式設計和撰寫，又或者是機構的設計，每個人都把專題所需的各項專業技能展現出來，逐漸地結合出最後的成品，完整的去運用我們所學的技术。組員之間雖然有些許的摩擦產生，但也願意接納各種不同的想法，同心協力和團隊合作是我們完成專題最重要的精神。在製作的過程中也詢問了許多的專業人士，去排除製作遇到的問題和改變不足的地方，讓專題變得更完整。

## 捌、參考資料及其他

### 一、書籍資料

1. 民視新聞網報導(2021/01/22)。水耕、苔球比土耕乾淨？「觀葉植物」種植方式優缺點比較。新北市：民視新聞。
2. 劉志原(2018/08/15)。【科技種菜吸金】傳統土耕、科技水耕哪種好 美女營養師告訴你。台北市：Mirror Media。
3. 陳兆麟(2013/07/03)。水耕土種營格鬥 嚴選靚菜。台北市：漁農自然護理署農業
4. 雅翠堡(2021/10/01)。水耕栽培與傳統土耕比較。香港：香港文匯報
5. 江欣樺(2021/10/05)。水耕蔬菜和一般蔬菜哪裡不一樣？讓江欣樺營養師告訴你！高雄市：營養師輕食

### 二、網路資料

1. ESP32 影像。取自：<https://www.taiwansensor.com.tw/wp-content/uploads/2020/04/EDB-006621.jpg>
2. 光敏電阻影像。取自：  
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.ruten.com.tw%2Fitem%2Fshow%3F21826267406431&psig=AOvVaw0ajJonC7m-ASb-ryxfS07&ust=1673757700499000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjRxqFwoTCLip65WfxvwCFQAAAAAdAAAAABAG>
3. Esp32 cam。取自：  
[https://shopee.tw/product/405745673/16238311015?gclid=EAiaIQobChMIu4v82ZPH\\_AIVVbeWChlabwPCEAQYASABEgKHYvD\\_BwE](https://shopee.tw/product/405745673/16238311015?gclid=EAiaIQobChMIu4v82ZPH_AIVVbeWChlabwPCEAQYASABEgKHYvD_BwE)
4. LED 全光譜燈。取自：  
[https://shopee.tw/product/23817/17823824756?d\\_id=b83e8&utm\\_content=25DXPBD6JbPa2dGQufXDi9hLvHkB](https://shopee.tw/product/23817/17823824756?d_id=b83e8&utm_content=25DXPBD6JbPa2dGQufXDi9hLvHkB)
5. SG90 伺服馬達圖。取自：  
<https://ithelp.ithome.com.tw/upload/images/20201013/20120093fhmP69Pcq8.jpg>
6. 水滴感測器圖。取自：  
<https://www.ruten.com.tw/item/show?22012362373775>
7. 沉水馬達圖。取自：  
[https://robotkingdom.com.tw/wp-content/uploads/2020/12/%E6%B2%89%E6%B0%B4%E9%A6%AC%E9%81%94\\_2.jpg](https://robotkingdom.com.tw/wp-content/uploads/2020/12/%E6%B2%89%E6%B0%B4%E9%A6%AC%E9%81%94_2.jpg)