

# 修平科技大學

## 資訊管理系

### 庭院蔬果培植監控系統

組長：BF104046 林雨儒

組員：BF104001 徐鈺雯

BF104028 廖祐鈞

BF104048 張嘉峯

BF104905 張哲瑋

指導教師：張兆村

中華民國一百零八年一月

修平科技大學  
資訊管理系  
專題實務報告審定書

本系日間部四技部

組長：BF104046 林雨儒

組員：BF104001 徐鈺雯

BF104028 廖祐鈞

BF104048 張嘉峯

BF104905 張哲瑋

所提報告庭院蔬果培植監控系統

經本委員會評審通過。

口試委員：

---

---

---

指導老師：

---

中華民國一零八年一月

## 摘要

近十年來物聯網的發展日漸進步，商機越來越大，各行各業也都紛紛投入這塊產業，智慧的應用也漸漸的在生活中普及，而台灣農業的研發技術一直有著相對的優勢，農業上的應用更有明顯的成長與應用。在本次的專題裡，我們利用物聯網的技術與設備來實現自動化的培植系統，利用WIFI與資料庫傳輸溝通，考慮到使用者的方便性，我們設計了一套蔬果培植監控畫面，讓使用者不必花費太多的時間及心力去照顧，透過監控畫面即可觀察植物的生長過程以及整個種植過程的環境，溫溼度、光照度等，以達到更有效率的種植方式。

# 目錄

摘要 .....	I
目錄 .....	II
圖目錄 .....	VI
表目錄 .....	VIII
<b>第 1 章 前言 .....</b>	<b>1</b>
1-1 研究動機 .....	2
1-2 研究目的 .....	3
1-3 工作分配 .....	4
1-4 工作進度 .....	5
<b>第 2 章 文獻探討 .....</b>	<b>6</b>
2-1 Arduino 簡介 .....	6
2-2 Visual Basic 2010 簡介 .....	6
2-3 SQL Server 資料庫簡介 .....	6
2-4 光照與植物的生長 .....	7
2-5 相關培植技術 .....	8
2-6 草莓種植簡介 .....	11
<b>第 3 章 系統架構及元件說明 .....</b>	<b>13</b>
3-1 系統架構 .....	13
3-2 系統元件 .....	16
3-3 節點控制流程 .....	25
3-4 Sever 控制流程 .....	26
3-5 資料庫設計 .....	27
<b>第 4 章 系統監控功能及實驗說明 .....</b>	<b>32</b>
4-1 監控功能設計說明 .....	32
4-1-1 紀錄查詢 .....	32

4-1-2 資料統計.....	33
4-1-3 節點控制.....	34
4-1-4 生產過程.....	35
4-1-5 維護管理.....	36
4-1-6 密碼管理.....	37
4-2 架設及種植過程.....	38
4-2-1 培植屋架設過程.....	38
4-2-2 草莓種植過程說明.....	39
<b>第 5 章 問題與討論.....</b>	<b>42</b>
<b>第 6 章 結論.....</b>	<b>45</b>
6-1 研究結論.....	45
6-2 未來發展方向.....	46
<b>參考文獻.....</b>	<b>47</b>

## 圖目錄

圖 1	工作進度圖 .....	5
圖 2	葉綠素對可見光的吸收光譜 .....	7
圖 3	自動澆灌系統 .....	8
圖 4	水耕自動培植設備 .....	8
圖 5	監控植物及遠程澆水控制 .....	9
圖 6	App Inventor 2 設計的監控系統 .....	9
圖 7	arduino 實體魚菜共生系統 .....	9
圖 8	褐斑病 .....	12
圖 9	灰黴病 .....	12
圖 10	白粉病 .....	12
圖 11	系統架構圖 .....	13
圖 12	Arduino UNO .....	16
圖 13	Arduino mega2560 .....	16
圖 14	Wi-Fi 晶片 ESP8266 .....	17
圖 15	Adafruit VC0706 攝影鏡頭 .....	17
圖 16	光感測器 .....	18
圖 17	按鈕 .....	18

圖 18	繼電器 .....	19
圖 19	溫溼度感應器 .....	20
圖 20	超音波感測器 .....	20
圖 21	濕度感測器 .....	21
圖 22	不鏽鋼改良版 .....	21
圖 23	石墨改良版 .....	21
圖 24	LCD 顯示器 .....	22
圖 25	電子註冊 DS2401 .....	22
圖 26	元件盒 .....	23
圖 27	風扇 .....	23
圖 28	噴頭 .....	24
圖 29	馬達 .....	24
圖 30	水桶 .....	24
圖 31	LED 植物燈 .....	24
圖 32	節點流程圖 .....	25
圖 33	Sever 控制流程圖 .....	26
圖 34	資料庫的實體關連圖 .....	27
圖 35	紀錄查詢系統應用圖 .....	32
圖 36	資料統計系統應用圖 .....	33

圖 37	節點控制系統應用圖 .....	34
圖 38	生產過程系統應用圖 .....	35
圖 39	維護管理系統應用圖 .....	36
圖 40	密碼系統應用圖 .....	37
圖 41	智慧農園 .....	38
圖 42	智慧農園種植區 .....	38
圖 43	組裝過程 .....	38
圖 44	完成品 .....	38
圖 45	培植屋改造前 .....	38
圖 46	培植屋改造後 .....	38
圖 47	調種植比例的土(一).....	39
圖 48	調種植比例的土(二).....	39
圖 49	移植草莓苗進盆栽(一).....	39
圖 50	移植草莓苗進盆栽(二).....	39
圖 51	草莓開花照片(一).....	40
圖 52	草莓開花照片(二).....	40
圖 53	三合一園藝檢測儀.....	40
圖 54	防積水斜板(一).....	41
圖 55	防積水斜板(二).....	41



圖 56	草莓結果(一).....	41
圖 57	草莓結果(二).....	41
圖 58	甜度計.....	41

## 表目錄

表 1	工作分配表 .....	4
表 2	智慧型家庭蔬菜培植系統與本專題比較表 .....	10
表 3	Arduino UNO 模組與 Arduino MEGA 模組比較表 .....	16
表 4	感應記錄表(Sen_report) 資料庫表格的規格 .....	29
表 5	影像資料表(Sen_img) 資料庫表格的規格 .....	29
表 6	管理控制表(Mng_cntl) 資料庫表格的規格 .....	29
表 7	節點註冊表(Reg_node) 資料庫表格的規格 .....	30
表 8	區域組織表(Are_org) 資料庫表格的規格 .....	30
表 9	區域節點表(Are_nodes) 資料庫表格的規格 .....	30
表 10	控制參數表(Node_profile)資料庫表格的規格 .....	30
表 11	帳號資料表(Acnt_data)資料庫表格的規格 .....	31
表 12	權限資料表(Auth_data)資料庫表格的規格 .....	31

# 第1章 前言

隨著物聯網及大數據的普及，智慧農業也逐漸步入軌道，配合 Wi-Fi，並透過晶片及App去監控農地溼度、溫度，再視農地溼度及溫度自行灑水等，藉由自動化生產設備，降低農業生產的人力需求，有效提升生產效益[1]。本次專題我們希望透過Arduino來實現農業自動化，並開發監控系統來進行管理，利用低成本來成就家庭式的蔬果自動培植功能，透過監控系統可以用來調閱植物的生長紀錄，從記錄中來判斷植物的需求，並調整植物的生長方式，比如說調節土壤濕度、調整光的照射時間...等，讓人們可以輕鬆照顧蔬菜，並達成穩定地自產健康食物的目的。

## 1-1 研究動機

目前全世界的人口越來越多，氣候變遷的問題也越來越嚴重，IPCC（聯合國跨政府氣候變遷小組）表示，若全球年均溫升高，將減緩全球糧食供給能力，再加上近年來農村人口老化的問題以及少子化的影響，從事農業人力的人口大幅短缺[2]，使得農業生產力受到相當大影響，若要提升農產品的生產量，就必需有一套因應的策略，因此我們想是否可在自家陽台或庭院種植蔬果來自給自足，都只為求安全又健康的飲食，自己吃得安心、健康又能減少部分開銷。但一方面需要工作繁忙，又需要兼顧家庭活動，以致於沒有太多的時間能夠照顧自己種植的蔬菜，許多植物都是放在家裡的陽台後使其自行成長，而因疏於照護，植物通常無法順利生長、開花結果，導致時間、金錢與空間的浪費。

## 1-2 研究目的

現代的人對於食安的問題越來越重視了，自產蔬果漸漸成為主流，為了使人們能更輕易的實現在家中培植蔬果，若我們能夠設計一套低成本的庭院蔬果培植監控系統，透過Arduino控制板及各種感測器來控制何時開燈、何時澆水，更能夠隨時觀察蔬果的生長狀況，使蔬果能夠順利生長。讓一般人可以很輕易的在家中實現自動化的蔬果培植系統，因此本專題以庭院走廊為主要的區域，使植物可以在自動的照顧下順利生長，再來搭配監控系統，讓使用者可以直接透過監測系統畫面來觀察植物的生長過程，就算是出遠門植物也可以在這套系統的照顧下生長的很好，不用擔心植物會因此而枯萎。

### 1-3 工作分配

專題製作個人工作分配表，如表1所示。

表 1 工作分配表

專題成員	負責工作
林雨儒	蒐集資料、紀錄查詢介面設計、生產過程介面設計、密碼管理介面設計、移植草莓及維護、彙整資料、專題撰寫
徐鈺雯	蒐集資料、節點控制介面設計、移植草莓及維護、專題撰寫
廖祐鈞	蒐集資料、規則管理介面設計、移植草莓及維護、專題撰寫
張嘉峯	蒐集資料、資料統計介面設計、移植草莓及維護、專題撰寫
張哲瑋	蒐集資料、維護管理介面設計、移植草莓及維護、專題撰寫

## 1-4 工作進度

107年工作進度圖，如圖1所示。

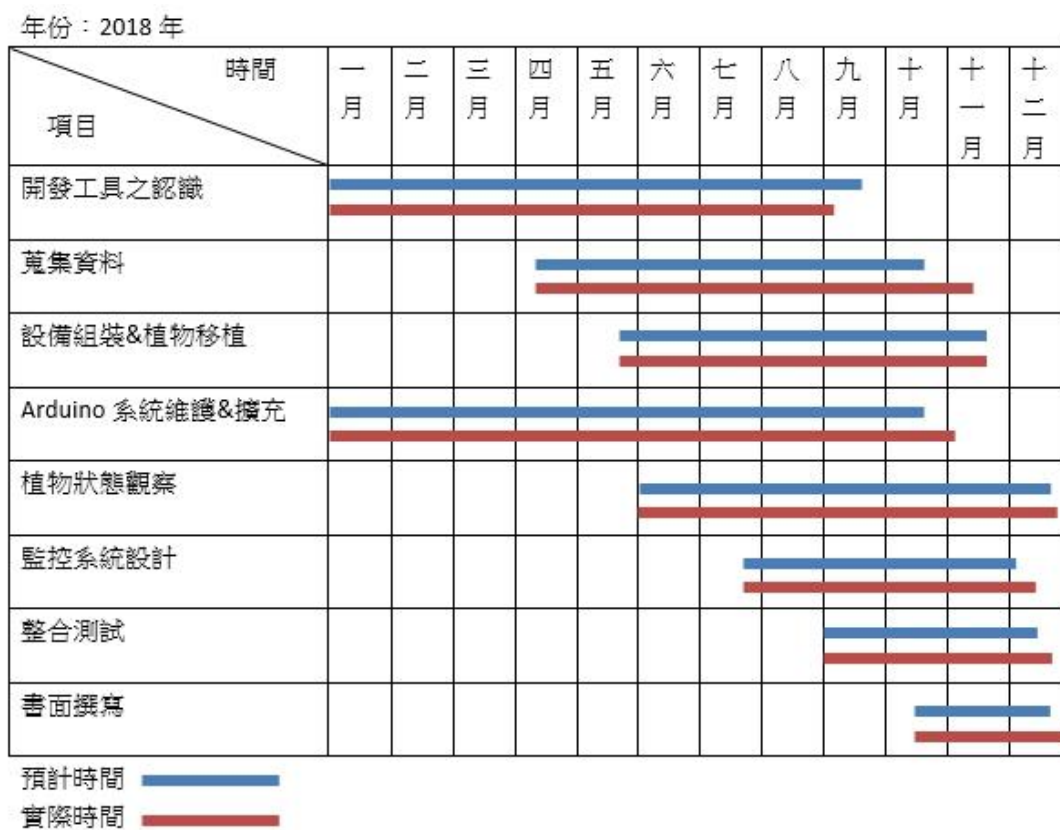


圖 1 工作進度圖

## 第2章 文獻探討

### 2-1 Arduino 簡介

Arduino是一種開放授權的互動環境開發技術[3]，可用於類似Java、C語言等語言的開發環境，因應現代的智慧家電等等的需求而開發，Arduino分別為Arduino硬體、Arduino軟體及Arduino擴充元件，此三大類相互合作使使用者運作更加流暢且簡易。

### 2-2 Visual Basic 2010 簡介

本專題以 VB 2010 為程式撰寫工具，VB 是由微軟公司所研發的程式語言軟體，也加入強大的圖形設計界面，讓初學者也能容易上手。

### 2-3 SQL Server 資料庫簡介

可以存放大量資料集合的地方，比起Access更加安全及配合VB 2010而選擇為本專題上使用，在本專題中SQL主要就是負責蒐集資料，把資料彙整起來，傳送到VB裡，讓使用者可以直接透過所寫之VB程式來了解到植物生長過程的紀錄。



## 2-4 光照與植物的生長

一般的植物葉綠體色素吸收光譜在 450 nm 的藍光區及 660 nm 的紅光區上，如圖2所示，針對不同的植物給予不同的紅光及藍光的比例，例如：葉菜類光源紅光 / 藍光配置使用4:1為最佳化狀態，果實類如草莓或是類似果實經濟作物，則使用5:1紅 / 藍混光為優先，若是一般通用植物助長輔助，則可選7:1或8:1紅 / 藍光比例配置[4]。

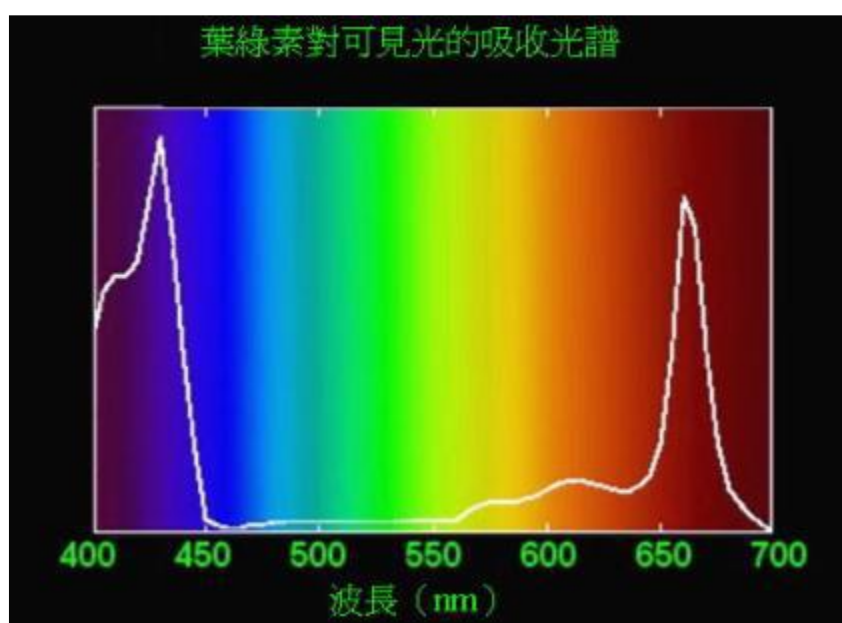


圖 2 葉綠素對可見光的吸收光譜

## 2-5 相關培植技術

1.自動澆灌系統[5]:此類系統的滴灌方式容易造成水分灌溉不均勻、光線補充、溫濕度偵測與調節、防蟲、及無法自動蒐集培植數據等問題，如圖3所示。



圖 3 自動澆灌系統

2.水耕自動培植系統[6]:利用 arduino 感測模組來使用水耕自動培植農作物。

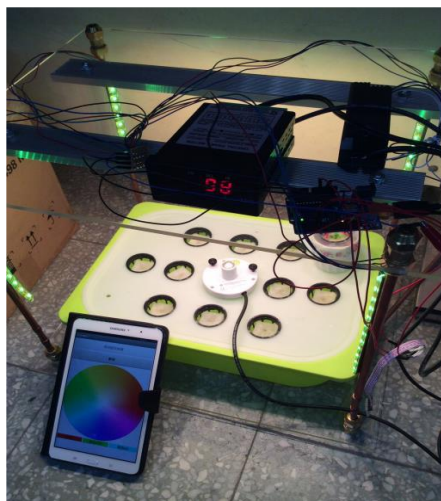


圖 4 水耕自動培植設備

3. 監控植物及遠程澆水控制[7]: 如圖五所示, Fliwer 設備雖可以監控土壤水分、光照、溫度、空氣濕度和肥料是否充足這些指標。系統並結合雲端的植物數據和天氣預報, 能夠自動決定什麼時候給植物澆水, 甚至提醒何時施肥、修剪、觀摩開花期和收穫果實。但此系統仍存在水分灌溉不均勻、光線補充、溫濕度調節及防蟲等問題。



圖 5 監控植物及遠程澆水控制

4. 遠端監控複合式綠能魚菜共生系統[8]: 使用 arduino 感測模組的結合成為自動的魚菜共生系統(如圖 7), 在設計 App Inventor 2 監控系統, 讓使用者在手機上就能控制(如圖 6)。



圖 6 App Inventor 2 設計的監控系統



圖 7 arduino 實體魚菜共生系統

## 5.智慧型家庭蔬菜培植系統與本專題比較表[9]

表 2 智慧型家庭蔬菜培植系統與本專題比較表

主題 項目	智慧型家庭蔬菜培植系統	本專題
噴水系統	✓	✓ (增加超音波感測，避免馬達 因水桶缺水空轉燒毀)
土壤溫溼度感測	✓	✓ (因感測器經常受損，改良成 石磨的溫溼度感測器)
無線傳輸	✓ (使用 XBee，為單向傳輸)	✓ (使用 WI-FI，可雙向傳輸)
攝影機	✗	✓
電子註冊功能	✗	✓
主動對時	✗	✓
可調節光照強度	✗	✓
監控系統	✗	✓

## 2-6 草莓種植簡介

草莓又名苗條果，原產地位於南美洲和歐洲，植物的高度大約在10-40公分，果實略呈心形，肉純白，萼片和苞片展開鮮紅多汁，質地柔軟，酸甜適中，氣味芳香[10]。

最適合種植草莓的季節為春季及秋季，喜好陽光充足且涼爽的氣候，氣溫高於30度並且強日照時，就必須採取遮蔭措施才不會使植物過度曝曬[11]。植物一般紮根大約在20-25公分，土壤保持中性或微酸性、土壤濕潤及排水性佳的環境較適合生長。

根據觀察及農夫建議肥料須三種元素:氮、磷、鉀 [12]，氮:使枝葉更加茂盛，磷:強健根部、使開花率提高，鉀:提升果實甜度、肥美，根據本專題的觀察，大約在前1-2個禮拜施鉀肥對於提升果實甜度較佳。

草莓為喜光植物，但不太久曬。花芽形成期，要求10~12個小時的短日照和較低溫度；在開花結果期和旺盛生長期卻需要12~15個小時左右較長時間之日照，根據觀察草莓適合使用5:1紅 / 藍混光較為適合生長。

常見的草莓病害有：褐斑病(如圖8)、灰黴病(如圖9)、白粉病(如圖10)，褐斑病初期在葉上產生紫紅色小斑點，後擴大為中間灰褐色或白色，邊緣褐色，外圍有紫紅色或棕紅色，灰黴病因成熟果實遇到高濕而使軟化呈現褐色發霉的感覺，白粉病可以根據葉子為上捲湯匙狀且果實不大不膨較硬來判斷，整株都有可能發病。



圖 8 褐斑病 [13]



圖 9 灰黴病 [14]



圖 10 白粉病 [15]

## 第3章 系統架構及元件說明

### 3-1 系統架構

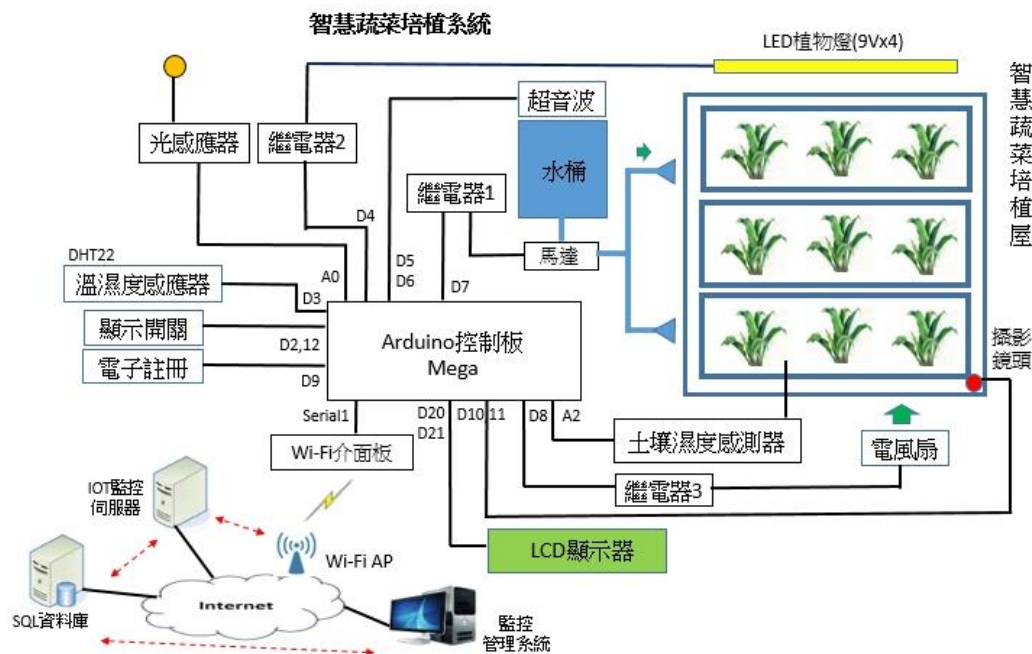


圖 11 系統架構圖

圖11為我們的系統架構圖。我們利用各種元件監控培植屋，其架構我們分為四大部分：

1. 培植屋：我們使用市面上販售的植物栽培箱，其架構有支撐架、網片蓋、栽培箱、過濾網、排水孔等，特色為[16]：
  - (1) 防蟲害、室內室外皆宜。
  - (2) 四面活動式滑軌，拆卸方便。
  - (3) 可架設 LED 燈管，能幫助催生、防寒。

LED燈我們使用紅、藍兩種顏色的燈光來輔助植物生長，但由於光的強度不夠，使植物的照射光不足，所以我們將栽培屋的頂蓋做了改造，使其變為可活動式，讓我們能配合植物的高度來調整燈管的位置。

2. 灌溉系統：我們使用黑色的水桶，並在水桶裡面架設了超音波感測器，用途為檢測水位，其中也配合了土壤溼度感測器，如果土壤濕度不足，超音波就會檢測水桶裡的水位是否足夠澆水，如果足夠則會啟動澆水器馬達，反之則不啟動。而超音波及土壤溼度感測器檢測的結果也會回傳到資料庫供使用者參考。

3. 感測元件：我們使用各種感測元件來進行偵測，使用溫溼度感測器來檢測室外的溫溼度，風扇是配合溫溼度感應器所偵測的溫度高低來使用。攝影鏡頭能設定時間來定期拍攝植物的生長狀況。光感應器是用來偵測光度是否足夠，如果不足則啟動LED燈來補足光度。以上元件所感測到的資料都會透過Wi-Fi回傳至IoT伺服器保存。我們還使用了電子註冊給予每個培植箱唯一的ID碼使管理上更加方便。



4. 存取系統：最主要的功用就是儲存來自各個感測器的感測資料，資料庫同時也連結著IoT伺服器與管理端，使用Wi-Fi做連結，使管理者能在管理系統調閱這些資料，進行統整以及後續的管理。此部分為我們本次專題的重要部分，可分為三大部分：

(1) 資料庫：用來保存來自感測元件的資料，同時也記錄著來自監控系統的節點規則以及各項控制參數。

(2) IoT伺服器：我們的伺服器是以軟體為主，其功用為Client與資料庫溝通的橋樑，管理者對Client下達的指令會存入資料庫，伺服器則會從資料庫中抓取指令到Client。相對的，Client傳送資訊的時候也會經過伺服器，再由伺服器傳入對應的資料庫中。

(3) 監控系統：本次專題的開發核心，不僅能調閱資料庫的資料，給使用者做為後續管理的參考，也能夠改變節點的規則，因應不同的狀況。

## 3-2 系統元件

本節將逐一介紹專題系統所採用的控制器與感應元件。

### (1)Arduino UNO & mega2560



圖 12 Arduino UNO



圖 13 Arduino mega2560

圖12的Arduino UNO為本專題初期使用的微控制器板，但因實現自動培植系統的需求增加了許多感測器元件(例如：WIFI感測器、攝影鏡頭、超音波感測器...等等)，需要增加多個腳位但原控制板腳位較少，因此改為腳位較多的圖13的Arduino mega2560。

表 3 Arduino UNO 模組與 Arduino MEGA 模組比較表

規格 \ 模組名稱	Arduino UNO 模組	Arduino MEGA 模組
微控制器	ATmega328	ATmega2560.
工作電壓	5V	5V
建議輸入電壓	7-12V	7-12V
限制輸入電壓	6-20V	6-20V
數位 I/O 腳位	14 支(其中有 6 支腳位可提供 PWM 輸出)	54 支(其中 15 支腳位可提供 PWM 輸出)
類比輸入腳位	6 支	16 支
I/O 腳位直流電流	20mA	20 mA
3.3V 腳位直流電流	50mA	50 mA
Flash 記憶體	32KB	256KB
SRAM	2KB	8 KB
EEPROM	1KB	4 KB
時脈	16MHz	16 MHz

## (2)Wi-Fi 晶片 ESP8266

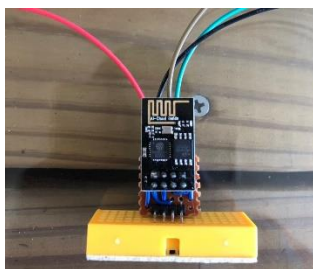


圖 14 Wi-Fi 晶片 ESP8266

感測元件與Server端還有資料庫連結的橋樑。透過Wi-Fi，感測元件所收集的資料能傳送到資料庫保存，並透過Server查閱資料。

## (3)Adafruit VC0706 攝影鏡頭



圖 15 Adafruit VC0706 攝影鏡頭

利用此鏡頭拍攝的照片可以觀察植物生長情形，管理者可以不必到現場即可知道植物生長狀況，本專題預設為每天早上九點定時拍照，讓使用者能利用生長過程應用介面中看到植物生長的變化。

此感測器照片的尺寸有640x480、320x240還有160x120，此專題使用640x480 JPEG格式作為照片存放。

#### (4)光感測器

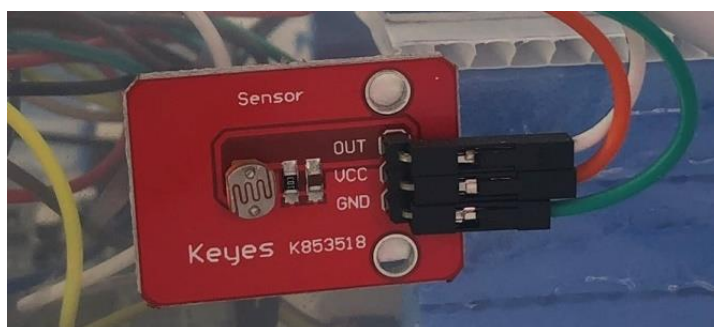


圖 16 光感測器

光線感應器可以偵測光線強弱，藉由類比腳位得到數值；利用此感應器數值的高低推測燈光是否充足而了解現在是否補光，利用對時來設定白天時燈光不足才需要補光，以進行必要的光合作用。

#### (5)按鈕

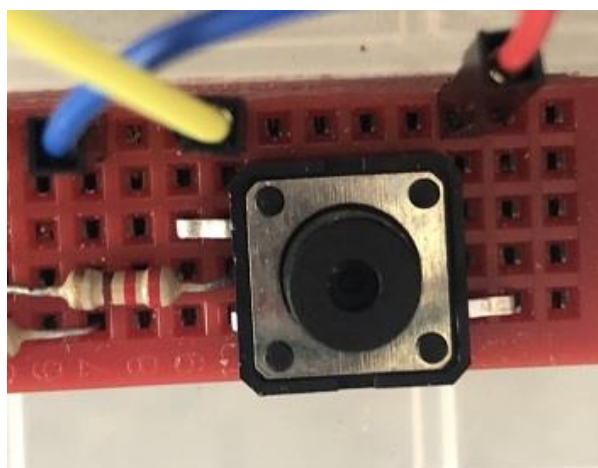


圖 17 按鈕

當按鈕啟用時將會使LCD顯示器顯示當時的光度、土壤濕度、空氣溫濕度、水位高等數值。

## (6)繼電器

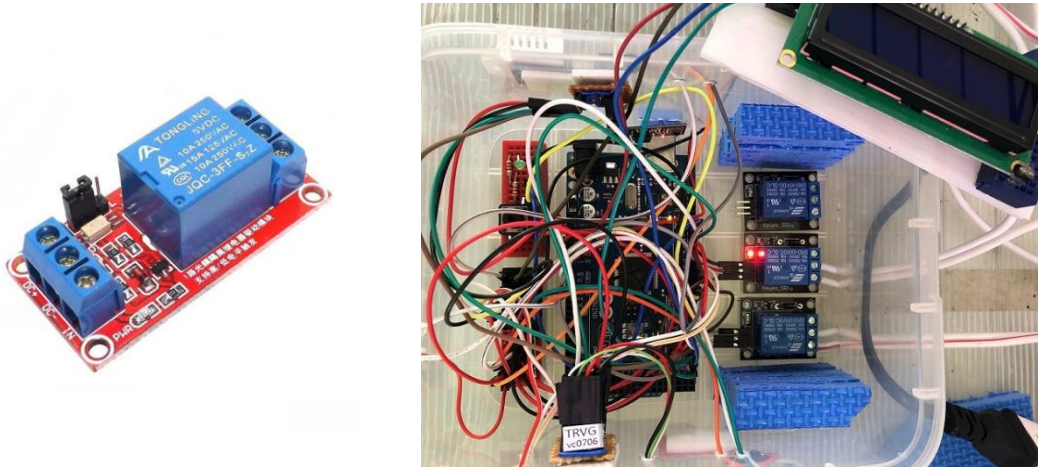


圖 18 繼電器

本專題使用了三個繼電器，分別使用在馬達、植物燈與風扇。

## (7)馬達

當植物缺水時，會優先偵測水桶內的水是否足夠，若足夠將啟動繼電器使馬達運轉澆水，偵測水桶內的水是否足夠是為了避免馬達空轉燒壞而設定。

## (8)植物燈

當植物在白天缺乏光線的時候，將啟動繼電器使LED燈通電，給予植物所需的日照。

## (9)風扇

天氣過於炎熱時，植物箱內通風更是不足，配合溫溼度感測器確認目前溫度若超過基本值即開啟繼電器使風扇轉動散熱。

## (10)溫溼度感測器

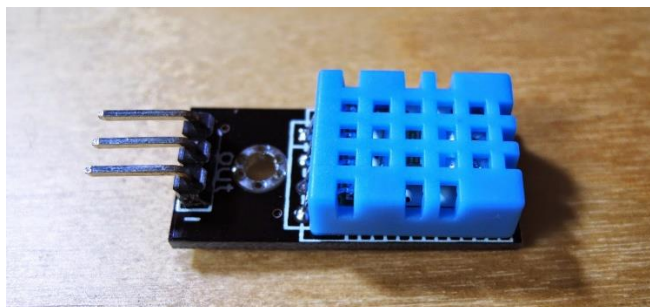


圖 19 溫溼度感應器

使用此元件判斷現在目前的溫度及濕度，若溫度大於預設值代表目前植物箱內過於悶熱需要啟動風扇達到通風的效果。

## (11)超音波感測器



圖 20 超音波感測器

超音波感測器是由超音波發射器、接收器和控制電路所組成。當它被觸發的時候，會發射一連串 40 kHz 的聲波並且從離它最近的物體接收回音。在專題中使用此裝置偵測水位，當水位不足時將不會啟動馬達澆花，預防馬達空轉燒壞。

## (12)土壤溼度感測器



圖 21 濕度感測器



圖 22 不鏽鋼改良版



圖 23 石墨改良版

本專題嘗試過多種的濕度感測器的改良，因長期通電又埋在泥土裡，日積月累泥電解及泥土中的水分使圖 21 的初期感測器一個月左右就鏽蝕損壞，為了防止這問題發生我們嘗試使用不鏽鋼來防止鏽蝕（如圖22），使用了將近兩到三個月因不鏽鋼發化學變化而破了一個大洞，使數據偏差，最終是以石墨來解決此問題(如圖23)，因石墨與土壤不會發生化學變化，目前尚未出現問題。

### (13)LCD 顯示器



圖 24 LCD 顯示器

顯示光度、土壤濕度、水位高空、氣溫濕度等數值，讓使用者來參觀時能夠啟動按鈕就能在培植屋旁看到數據。

### (14)電子註冊 DS2401

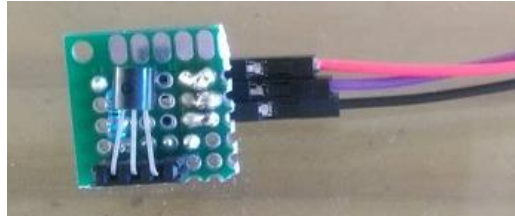


圖 25 電子註冊DS2401

DS2401為低成本的電子註冊碼，以最少的電介面提供絕對、唯一的識別功能。

本專題為每個培植屋都裝上電子註冊，就像人類擁有身分證一樣為每個培植屋自動註冊一個獨一無二的編號，讓使用者能方便查詢每個培植屋的資訊，且在恢復電力時能夠自動對比資料庫編號及數據喚醒，預防自動培植系統突然斷電。



## (15)元件盒

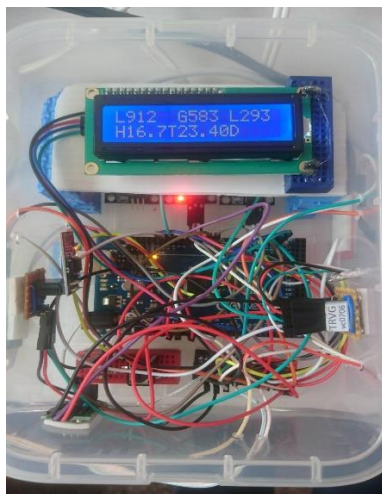


圖 26 元件盒

為了防止下雨天雨水會潑進來影響元件的運作，也為了不要讓元件都散落一堆，因此我們就找了一個盒子，把所有元件放在盒子裡，這樣比較便於收納、也可防止雨水淋壞元件，LCD放在最上面也比較便於使用者觀看。

## (16)風扇



圖 27 風扇

配合溫濕度感測器，預設為若30度以上就會啟動繼電器通電使風扇排除悶熱，使用者可以依據應用介面觀察、設定溫度上限。

## (17)澆花系統



圖 28 噴頭



圖 29 馬達



圖 30 水桶

配合土壤濕度感測器及超音波感測器，若偵測到土壤溼度不足時，超音波會先偵測水位高度，水位充足繼電器就會通電，馬達就會把水桶裡的水抽起來，透過噴頭把水澆到植物上，但若水桶水量不足時，就算偵測到要澆水，馬達也不會運轉，這樣可以預防沒水時馬達空轉燒壞。

## (18)LED 植物燈



圖 31 LED 植物燈

光感測器檢測現在光線若不足時啟動繼電器補足植物在室內缺少的陽光，使植物能夠充分的行光合作用。

### 3-3 節點控制流程

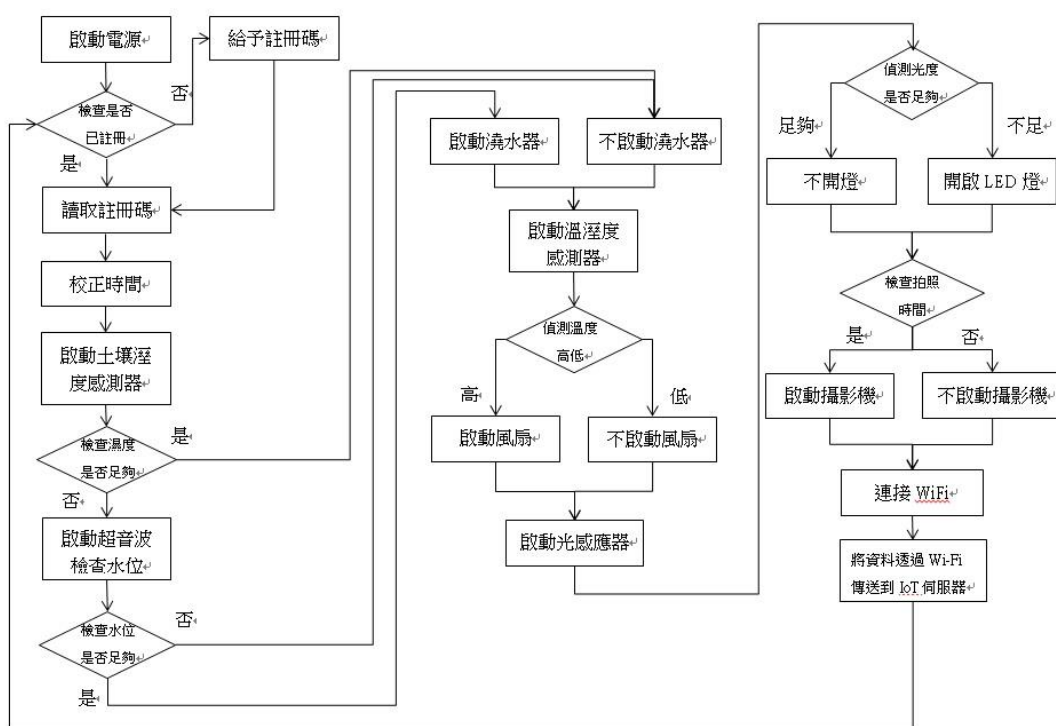


圖 32 節點流程圖

圖32為我們各項元件的控制流程，如圖32所示，啟動電源後將啟動各個元件，而元件也將依序執行相關的指令，並將資料存入至資料庫供使用者查閱。

各項元件在啟動並偵測時，會依據設定好的條件式執行程序，其結果會存到資料庫中，並且不斷的循環。中途即使斷電也沒關係，因為節點控制器的關係，它會依據節點來重新讀取原本該有的條件式，並不需要再重新進行設定。

### 3-4 Sever 控制流程

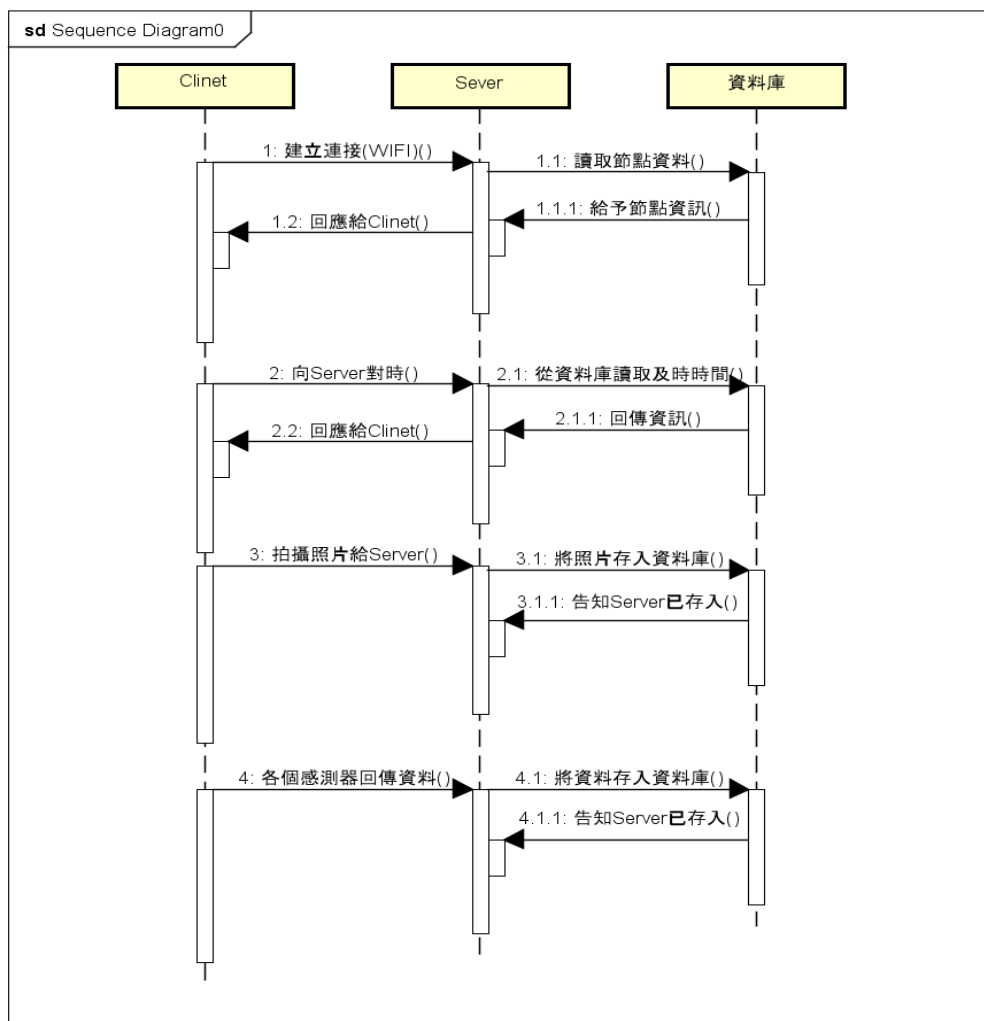


圖 33 Sever 控制流程圖

圖33為我們的Server流程圖，顯示Client與Server到資料庫之間的關係。Client端是我們的元件部分，Server則是監控部分。

Client端會定期回報給Server資訊，而Server則視情況從資料庫讀取或存入資料，Server的角色就像是構築Client與資料庫之間的橋樑。

### 3-5 資料庫設計

資料庫採用關連式模型，並考量庭院蔬果培植監控系統的可能資料量、預期資料成長速度，以及各種資料庫管理系統的效能與負荷承受力，預設採用SQL Server 2008 這一套關連式資料庫管理系統。

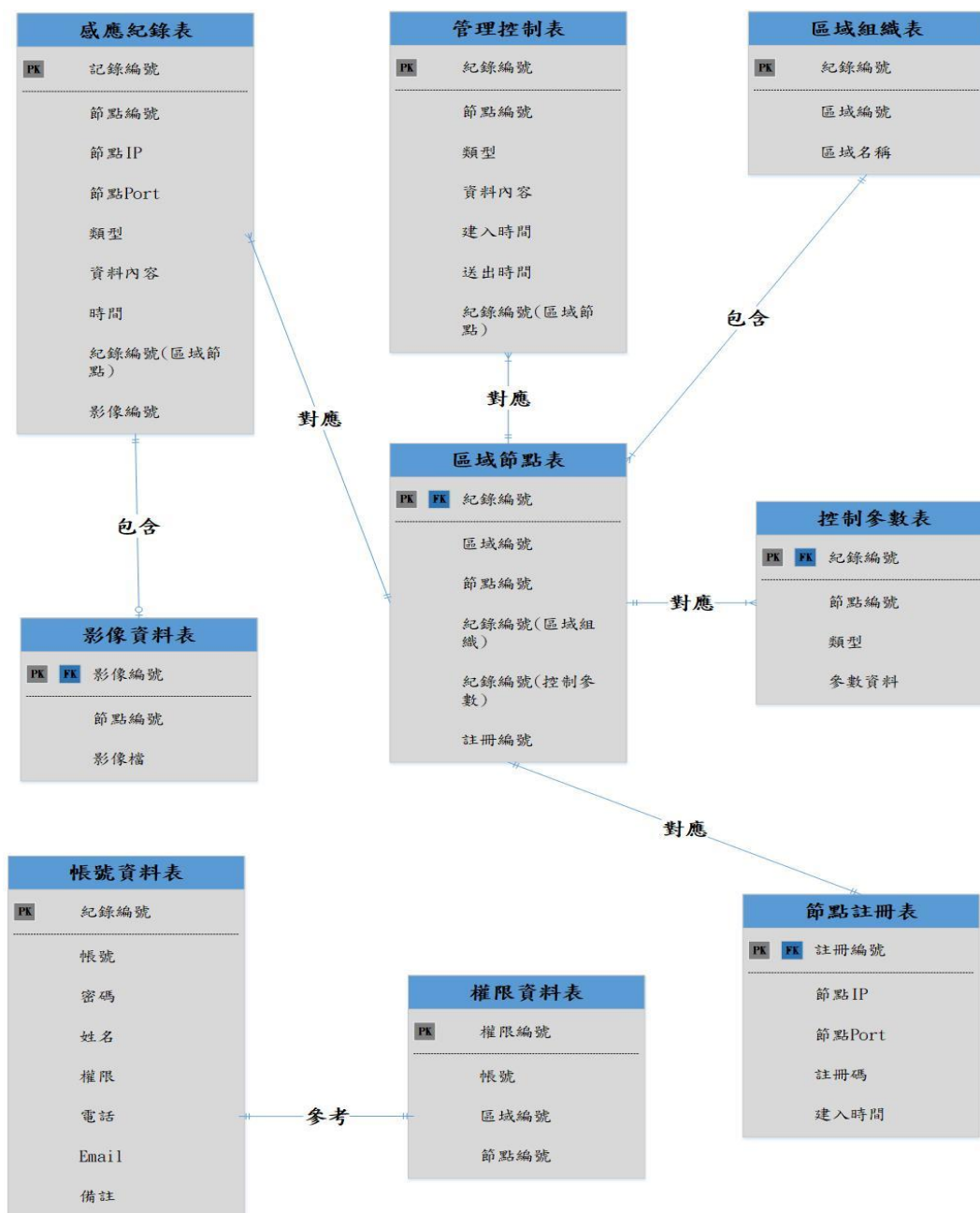


圖 34 資料庫的實體關連圖

本專題資料表總共有九張，以下將介紹各資料表用途：

1. 感應紀錄表

存取各節點感應器的詳細資料。

2. 影像資料表

存取攝影鏡頭元件所拍攝的資料。

3. 管理控制表

配合監控系統-節點控制，若使用者更改數據送出後在此保存。

4. 節點註冊表

當電子註冊碼通電時，將自動註冊存放此表。

5. 區域組織表

若以後規模擴大時，可以利用此表歸類種植區域及紀載詳細地點。

6. 區域節點表

歸類區域中的各培植屋，每個培植屋都配一個節點。

7. 控制參數表

存取各節點的規則控制，若系統突然斷電後復電即可透過此表恢復斷電前的規則。

8. 帳號資料表

存放帳號資料作為統一管理。

9. 權限資料表

存放帳號權限資料，能做權限控管。

表 4 感應記錄表(Sen\_report) 資料庫表格的規格

欄位	名稱	型態	主鍵	not null	說明
記錄編號	<u>Rec_id</u>	int	●		自動編號
節點編號	Nid	Varchar(20)		●	節點編號
節點 IP	Ndip	Varchar(128)		●	感應節點 IP, 如: xx.xx.xx.xx (IPv4)
節點 Port	Ndport	int		●	如: 1234
類型	Dclass	Varchar(10)		●	感應資料類型, 如: "HMD"表濕度
資料內容	Sdata	Varchar(512)		●	感應資料內容, 如: Dclass ="HMD"時, Sdata="56.3", 當 Dclass ="IMG"時, Sdata 為影像編號 Img_id
時間	Rdate	datetime		●	感應資料回報時間

表 5 影像資料表(Sen\_img) 資料庫表格的規格

欄位	名稱	型態	主鍵	not null	說明
影像編號	<u>Img_id</u>	int	●		自動編號
節點編號	Nid	Varchar(20)		●	節點編號
影像檔	Pic	Image		●	不可 NULL

表 6 管理控制表(Mng\_cntl) 資料庫表格的規格

欄位	名稱	型態	主鍵	not null	說明
記錄編號	<u>Mng_id</u>	int	●		自動編號
節點編號	Nid	Varchar(20)		●	節點編號
類型	Dclass	Varchar(10)		●	感應資料類型, 如: "HMD"表濕度
資料內容	Sdata	Varchar(512)		●	感應資料內容, 如: Dclass ="HMD"時, Sdata="56.3", 當 Dclass ="IMG"時, Sdata 為影像編號
建入時間	datein	datetime		●	控制資料建入時間
送出時間	datesent	datetime		●	控制資料送出時間

表 7 節點註冊表(Reg\_node) 資料庫表格的規格

欄位	名稱	型態	主鍵	not null	說明
註冊編號	Reg_id	int	●		自動編號
節點 IP	Ndip	Varchar(128)		●	感應節點 IP, 如: xx.xx.xx.xx (IPv4)
節點 Port	Ndport	int		●	如: 1234
註冊碼	Uid	Varchar(50)		●	註冊碼
建入時間	datein	datetime		●	節點註冊時間

表 8 區域組織表(Are\_org) 資料庫表格的規格

欄位	名稱	型態	主鍵	not null	說明
記錄編號	Are_id	int	●		自動編號
區域編號	Aid	int		●	區域編號
區域名稱	name	Varchar(50)		●	區域地點描述

表 9 區域節點表(Are\_nodes) 資料庫表格的規格

欄位	名稱	型態	主鍵	not null	說明
記錄編號	And_id	int	●		自動編號
區域編號	Aid	int		●	區域編號
節點編號	Nid	Varchar(20)		●	節點編號, 內定註冊碼為節點編號, 允許後續客製化更動

表 10 控制參數表(Node\_profile)資料庫表格的規格

欄位	名稱	型態	主鍵	not null	說明
記錄編號	Ctrl_id	int	●		自動編號
節點編號	Nid	Varchar(20)		●	節點編號
類型	Dclass	Varchar(10)		●	感應資料類型, 如: "HMD"表濕度
參數資料	Prof_data	Varchar(10)		●	節點控制參數



表 11 帳號資料表(Acnt\_data)資料庫表格的規格

欄位	名稱	型態	主鍵	not null	說明
記錄編號	Act_id	int	●		自動編號
帳號	Acunt	Varchar(20)		●	帳號名稱
密碼	Paswd	Varchar(255)		●	可預設與帳號欄相同
姓名	name	Varchar(20)		●	
權限	auth	int		●	=0 表系統管理者, =1 表區域管理, =2 表節點管理
電話	Tel	Varchar(20)		●	
Email	Email	Varchar(20)		●	
備註	Note	Varchar(255)		●	

表 12 權限資料表(Auth\_data)資料庫表格的規格

欄位	名稱	型態	主鍵	not null	說明
權限編號	Aut_id	int	●		自動編號
帳號	Acunt	Varchar(20)		●	帳號名稱
區域編號	Aid	int		●	區域編號
節點編號	Nid	Varchar(10)		●	節點編號, 內定註冊碼為節點編號, 允許後續客製化更動

## 第4章 系統監控功能及實驗說明

### 4-1 監控功能設計說明

本章節將詳細介紹監控管理系統裡分為紀錄查詢，資料統計，節點控制，規則管理，生產管理，維護管理，密碼管理的設計說明及操作方式。

#### 4-1-1 紀錄查詢

編號	節點IP	Port	節點Id	類型	資料內容	時間
11848	163.17.82.13	8819	1	NID	1	2018/12/23
11849	163.17.82.13	8819	1	SYN	1	2018/12/23
11850	163.17.82.13	8819	1	TMP	26.20	2018/12/23
11851	163.17.82.13	8819	1	HMD	24.60	2018/12/23
11852	163.17.82.13	8819	1	LGH	576	2018/12/23
11853	163.17.82.13	8819	1	EHM	570	2018/12/23
11854	163.17.82.13	8819	1	LFT	2018/12/23 7:11:28	2018/12/23
11855	163.17.82.13	8819	1	LOT	2018/12/23 7:11:31	2018/12/23
11856	163.17.82.13	8819	1	CLS	1	2018/12/23
11875	163.17.82.13	45477	1	NID	1	2018/12/23
11876	163.17.82.13	45477	1	SYN	1	2018/12/23
11877	163.17.82.13	45477	1	TMP	26.40	2018/12/23
11878	163.17.82.13	45477	1	HMD	25.90	2018/12/23
11879	163.17.82.13	45477	1	LGH	598	2018/12/23
11880	163.17.82.13	45477	1	EHM	570	2018/12/23
11881	163.17.82.13	45477	1	LFT	2018/12/23 7:19:25	2018/12/23
11882	163.17.82.13	45477	1	LOT	2018/12/23 7:19:28	2018/12/23
11883	163.17.82.13	45477	1	CLS	1	2018/12/23

圖 35 紀錄查詢系統應用圖

每個使用者都會配置一個密碼，要先登入需要連線到SQL資料庫才能夠使用各項功能，第一個功能介面紀錄查詢，記錄所有感測器的使用，為較初期的察看資料的介面，讓使用者能根據上述的篩選快速找到需要的資料並且在後面幾個應用介面做更詳細的分析。

## 4-1-2 資料統計

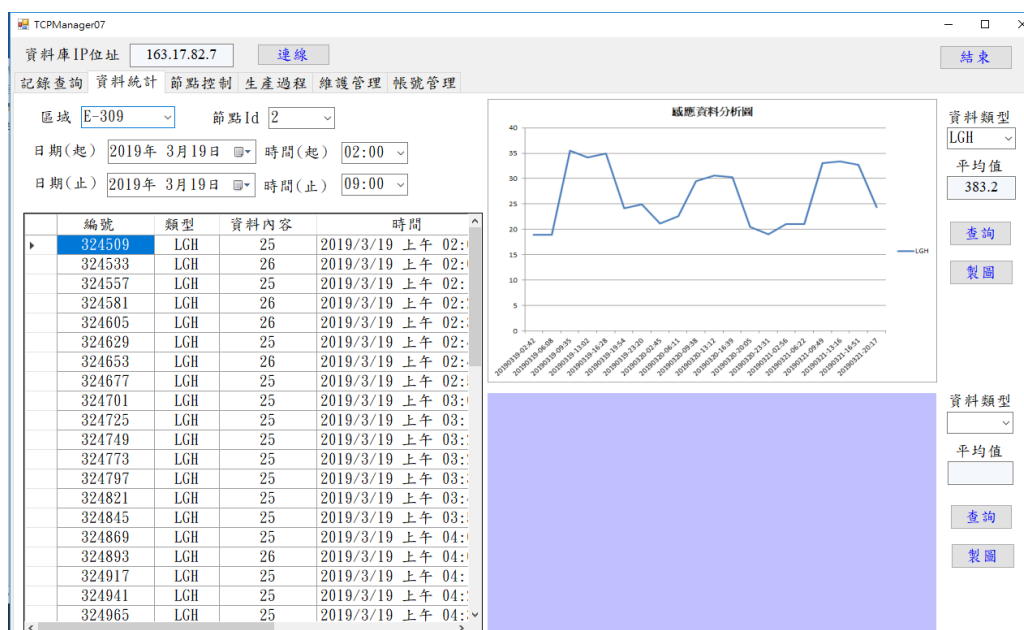


圖 36 資料統計系統應用圖

圖36為資料統計的介面，此介面結合了Excel來製作統計圖表，能讓使用者用統計圖觀察在不同的時間點，各方面數值會有多少變化。左半邊為簡單的資料查詢，右半邊為圖表的製作。使用者可以先在左半邊選擇想看哪部分的資料，然後再到右手邊選擇圖表要顯示的資料類型並進行製圖，統計圖會顯示在紫色的框架裡。

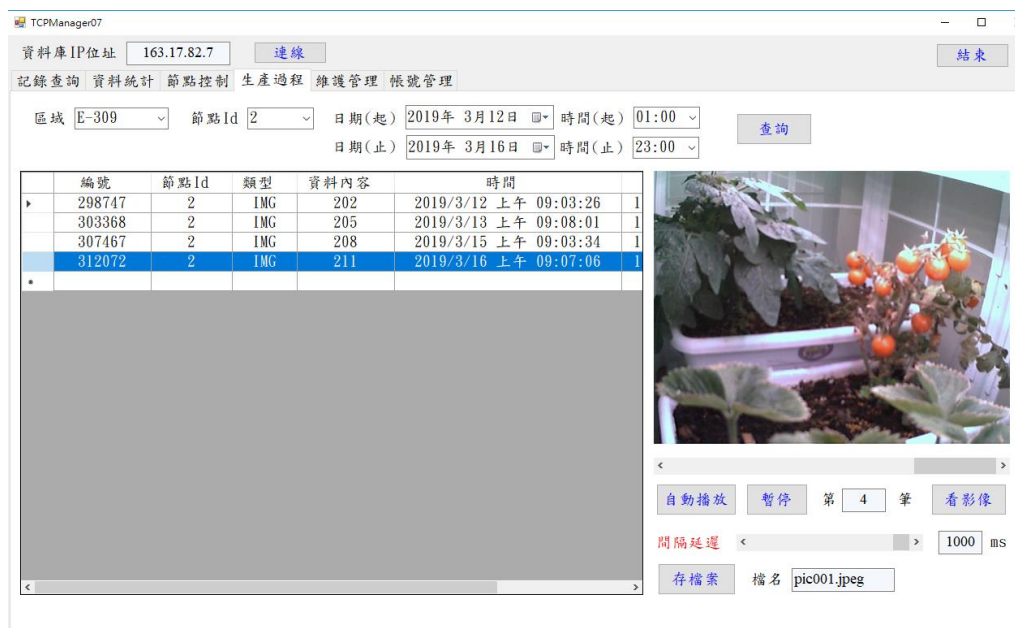
### 4-1-3 節點控制

編號	節點Id	類型	資料內容	建立時間	送出時間
6519	3	IMG	1	2019/1/2 下午 11:45:42	NC
6274	2	SYN	2019/01/02 12:57:58	2019/1/2 下午 12:57:58	2019/1/2 下午 12:57:58
6273	3	SYN	2019/01/02 12:57:24	2019/1/2 下午 12:57:24	2019/1/2 下午 12:57:24
6272	1	SYN	2019/01/02 12:55:46	2019/1/2 下午 12:55:46	2019/1/2 下午 12:55:46
6271	2	SYN	2019/01/02 12:50:00	2019/1/2 下午 12:50:00	2019/1/2 下午 12:50:00
6270	3	SYN	2019/01/02 12:49:29	2019/1/2 下午 12:49:29	2019/1/2 下午 12:49:29
6269	1	SYN	2019/01/02 12:47:51	2019/1/2 下午 12:47:51	2019/1/2 下午 12:47:51
6268	2	SYN	2019/01/02 12:42:05	2019/1/2 下午 12:42:05	2019/1/2 下午 12:42:05
6267	3	SYN	2019/01/02 12:41:33	2019/1/2 下午 12:41:33	2019/1/2 下午 12:41:33
6266	1	SYN	2019/01/02 12:39:55	2019/1/2 下午 12:39:55	2019/1/2 下午 12:39:55
6265	2	SYN	2019/01/02 12:34:07	2019/1/2 下午 12:34:07	2019/1/2 下午 12:34:07
6264	3	SYN	2019/01/02 12:33:36	2019/1/2 下午 12:33:36	2019/1/2 下午 12:33:36
6263	1	SYN	2019/01/02 12:32:00	2019/1/2 下午 12:32:00	2019/1/2 下午 12:32:00
6262	2	SYN	2019/01/02 12:26:10	2019/1/2 下午 12:26:10	2019/1/2 下午 12:26:10
6261	3	SYN	2019/01/02 12:25:38	2019/1/2 下午 12:25:38	2019/1/2 下午 12:25:38
6260	1	SYN	2019/01/02 12:24:02	2019/1/2 下午 12:24:02	2019/1/2 下午 12:24:02
6259	2	SYN	2019/01/02 12:18:10	2019/1/2 下午 12:18:10	2019/1/2 下午 12:18:10
6258	3	SYN	2019/01/02 12:17:40	2019/1/2 下午 12:17:40	2019/1/2 下午 12:17:40
6257	1	SYN	2019/01/02 12:16:05	2019/1/2 下午 12:16:05	2019/1/2 下午 12:16:05

圖 37 節點控制系統應用圖

節點控制這個畫面主要就是如果使用者對於原本所設定控制元件的參數想要調整，可以使用這個畫面來手動修改哪一個節點元件的參數，以達到使用者的需求，使用者也可以透過這個畫面來查詢以前曾修改過哪一個元件的參數。

## 4-1-4 生產過程



The screenshot shows the TCPManager07 application window. At the top, there is a search bar with the IP address 163.17.82.7 and a '連線' (Connect) button. Below the search bar, there are tabs for '記錄查詢', '資料統計', '節點控制', '生產過程', '維護管理', and '帳號管理'. The '生產過程' (Production Process) tab is active. It contains a search area with dropdown menus for '區域' (E-309) and '節點Id' (2), and date/time pickers for '日期(起)' (2019年 3月12日) and '日期(止)' (2019年 3月16日). A '查詢' (Search) button is present. Below the search area is a table with the following data:

編號	節點Id	類型	資料內容	時間	
298747	2	IMG	202	2019/3/12 上午 09:03:26	1
303368	2	IMG	205	2019/3/13 上午 09:08:01	1
307467	2	IMG	208	2019/3/15 上午 09:03:34	1
312072	2	IMG	211	2019/3/16 上午 09:07:06	1

To the right of the table is a video player showing a tomato plant in a greenhouse. Below the video player are controls: '自動播放' (Auto Play), '暫停' (Pause), '第 4 筆' (Page 4 of 4), '看影像' (View Image), '間隔延遲' (Interval Delay) set to 1000 ms, and a '存檔案' (Save File) button with the filename 'pic001.jpeg'.

圖 38 生產過程系統應用圖

生產管理是用每日所拍攝的照片來觀看植物的生長過程，觀察植物是否有正常生長，查詢時可以輸入節點ID及日期區間，按下查詢之後，可點擊自動撥放影像或按上一張及下一張來觀看影像，也可存取查詢到的照片。

## 4-1-5 維護管理

編號	節點IP	Port	節點Id	類型	資料內容	時間
226052	163.17.82.13	46513	3	LGH	586	2019/2/24 下午 12:50:57
226079	163.17.82.13	12025	3	LGH	589	2019/2/24 下午 12:58:53
257858	163.17.82.13	19160	3	LGH	595	2019/3/3 上午 11:05:55
257912	163.17.82.13	45104	3	LGH	567	2019/3/3 上午 11:21:46
257939	163.17.82.13	46219	3	LGH	579	2019/3/3 上午 11:29:42
257966	163.17.82.13	48063	3	LGH	584	2019/3/3 上午 11:37:41
258020	163.17.82.13	10746	3	LGH	595	2019/3/3 上午 11:53:38
258074	163.17.82.13	45568	3	LGH	571	2019/3/3 下午 12:09:31
258101	163.17.82.13	20654	3	LGH	547	2019/3/3 下午 12:17:27
258119	163.17.82.13	31930	1	LGH	569	2019/3/3 下午 12:19:48
258128	163.17.82.13	8721	3	LGH	531	2019/3/3 下午 12:25:22
258146	163.17.82.13	31944	1	LGH	586	2019/3/3 下午 12:27:43
258155	163.17.82.13	47645	3	LGH	585	2019/3/3 下午 12:33:20
276018	163.17.82.13	29460	1	LGH	552	2019/3/7 上午 10:03:53
276027	163.17.82.13	2106	3	LGH	513	2019/3/7 上午 10:07:34
276046	163.17.82.13	28905	1	LGH	562	2019/3/7 上午 10:11:52
276055	163.17.82.13	49041	3	LGH	509	2019/3/7 上午 10:16:03
276073	163.17.82.13	45882	1	LGH	575	2019/3/7 上午 10:19:50
276082	163.17.82.13	15309	3	LGH	574	2019/3/7 上午 10:24:00
276109	163.17.82.13	10478	3	LGH	511	2019/3/7 上午 10:31:56

圖 39 維護管理系統應用圖

維護管理是用來查看各控制器是否正常運作或是有異常狀態，查詢時需選擇失誤狀況、培植區域、節點ID、日期及時間，以方便快捷查詢控制器是否有損壞或異常，以方便找出各控制器問題。

## 4-1-6 密碼管理



The screenshot shows the TCPManager05 application window. At the top, there is a title bar with the text 'TCPManager05'. Below the title bar, there is a navigation bar with several tabs: '記錄查詢', '資料統計', '節點控制', '規則管理', '生產過程', '維護管理', and '密碼管理'. The '密碼管理' tab is currently selected. In the main area, there are two input fields: '舊密碼輸入' (Old Password Input) and '新密碼輸入' (New Password Input). To the right of the '新密碼輸入' field is a button labeled '確認送出' (Confirm and Submit). At the top of the window, there are several controls: a '密碼' (Password) field with asterisks, '登入' (Login) and '登出' (Logout) buttons, a '資料庫IP位址' (Database IP Address) field with the value '163.17.82.7', and '連線' (Connect) and '結束' (End) buttons.

圖 40 密碼系統應用圖

密碼管理是用來修改登入密碼，修改時必須先輸入舊密碼再輸入新密碼，若舊密碼輸入錯誤或新密碼有空白未打，將無法修改新密碼。

。

## 4-2 架設及種植過程

本章節將詳細介紹培植屋的架設過程及草莓的種植過程。



圖 41 智慧農園

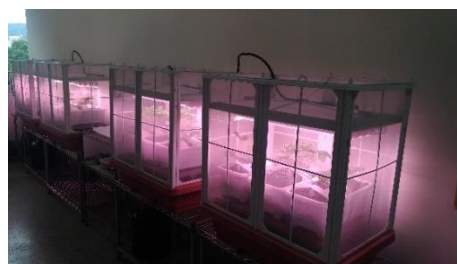


圖 42 智慧農園種植區

### 4-2-1 培植屋架設過程

本次專題最主要是使用市售的培植屋作為基本環境，可以有效的隔絕蟲子的入侵，原本只有三個培植屋，我們又多增加了三個，另外我們為了要讓植物可以充分的照射到植物燈，所以我們把培植屋的蓋子割開，再用3D列印機印了四個L型架子裝在培植屋的四個角落，把他改造成可調整光照度的培植箱，這樣更有利於植物的生長。



圖 43 組裝過程



圖 44 完成品



圖 45 培植屋改造前



圖 46 培植屋改造後



## 4-2-2 草莓種植過程說明

本次的專題是種植草莓觀察它的生長過程並做紀錄，我們將買來的草莓苗種在使用培養土、陽明山泥炭土、發泡煉石、椰纖、肥料所調好的土裡，一盆一株，再把草莓移進培植屋內觀察成長的過程。



圖 47 調種植比例的土(一)



圖 48 調種植比例的土(二)



圖 49 移植草莓苗進盆栽(一)



圖 50 移植草莓苗進盆栽(二)

草莓經過幾周的培養之後漸漸的開花了，如圖所示，只靠原本加的肥料是不夠的，這時我們就使用市售的液體肥料加水稀釋過後來澆在草莓苗上，讓草莓長的更好，長出來果實也會更甜，但肥料加的太多也會使土壤變成鹼性的，因此我們買了三合一園藝檢測儀來測試土壤的酸鹼度，但發現測出來的結果太偏向於鹼性，於是我們就買了新鮮的檸檬汁加水稀釋後澆在植物上，讓植物不會營養過剩。



圖 51 草莓開花照片(一)



圖 52 草莓開花照片(二)



圖 53 三合一園藝檢測儀

開花過後一個月，草莓的果實已經漸漸長大了，如圖56所示，這時為了怕澆水草莓會爛掉，所以我們就使用紙板斜立起來放在土上面，再把板子上挖幾個洞，這樣澆水時水就會順著洞流下去，草莓也不會直接接觸到潮濕的土，就可以有效的預防草莓爛掉。



圖 54 防積水斜板(一)

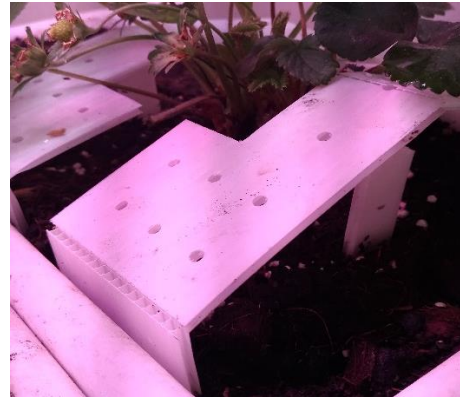


圖 55 防積水斜板(二)



圖 56 草莓結果(一)



圖 57 草莓結果(二)

等待草莓的果實都成熟後，因為有充足的養分，所以長出來的草莓果實又大又甜，結的果也很多，採收後透過甜度計的測試，我們種出來的草莓達到11度，本次的自動化培植實驗也告一段落了。



圖 58 甜度計

## 第5章 問題與討論

本章將討論製作庭院蔬果培植監控系統的過程中，遇到的相關問題及其解決的方法。

**問題一**、土壤溼度感測器長期使用，造成鏽蝕的現象使得感測器損壞，應如何解決？

**解決方法**：本專題因應成本考量，嘗試自己改裝濕度感器第一次使用不鏽鋼來防止鏽蝕，使用了約兩個月因不鏽鋼發化學變化而破了一個大洞，使數據偏差，最終是以石墨來解決此問題，因石墨與土壤不會發生化學變化，目前工作達數個月，尚未出現問題。

**問題二**、根據一段時間的觀察，水量不足時馬達還是會因程式的設定持續空轉，使得馬達容易燒壞，應如何解決？

**解決方法**：根據上學期觀摩學長姊的期末專題報告，他們利用超音波感測器偵測水位達到換水的功能，使我們發現原來也能利用此方法來防止水位不足而造成馬達空轉的問題。

**問題三**、原先使用的微控制器板UNO，因本專題增加一些感測器而腳位不足，應如何解決？

**解決方法**：因為UNO板子腳位不足，但又需要使自動培植系統更加完善，因此使用另一種相似的微控制板Mega來解決此問題。

**問題四**、根據一段時間的觀察，多個感測器因頻繁使用導致耗損率提高，應如何解決？

**解決方法**：根據觀察，許多感測器不需密集偵測，因此我們修改了Arduino程式，使部分感測器隔一段時間偵測以減少耗損率，並達到節能的目的。

**問題五**、原先使用的土壤為培養土，根據觀察因培養土過於鬆軟，使得土壤變硬植物無法紮根及排水不良的情況，應如何解決？

**解決方法**：我們與許多從事農業相關人員討教過後，決定使用培養土、陽明山泥炭土、椰纖、古早肥、發泡煉石，經過調配過後嘗試種植發現植物生長的非常良好，也改善了紮根與排水不良的問題。

**問題六**、在種植草莓前，嘗試種植青江菜，但因光線及營養不足，導致有徒長的現象，應如何解決光線不足的問題？

**解決方法**：植物幼苗時較矮距離植物燈較遠燈照的強度較微弱，本來使用保麗龍磚墊高來解決此問題，但每次抽換或清潔較繁瑣，因此利用櫃子的原理在培植屋四邊打洞並使用3D列印技術列印支架，使得天花板能夠自由升降，如此LED燈就能因應植物的生長調整照射的高度，光照的強度大約從原本的200流明提升到約600流明。

**問題七**、在學校做實驗培植，每逢連假學校因應環保則全校斷電，造成培植系統復電時會恢復預設導致監控端的控制參數錯誤，應如何解決？

**解決方法**：我們尋找到一種感測器，通電就能自動註冊獨一無二的電子註冊碼，我們拿來當作此控制端的節點，在資料庫中儲存數據，在資料庫中也特別新建了「控制參數表」來儲存每箱的照顧規則，當系統斷電後復電時電子註冊碼會對應資料庫節點比對後，再取回控制參數表中的規則參數。

**問題八**、培植系統已漸漸成熟，考慮到現實須種植大量且不同種類經濟作物，本專題擴建了培植屋，導致各節點有資料傳輸時因相衝而遺失或錯亂，應如何解決？

**解決方法**：在 IOT 伺服器的設計方面，必須改用執行緒來進行節點的控制，尤其是對資料庫存取時，亦必須以執行緒來控制程式的執行，當 Client 端發生衝突時，可以利用 Exception Handling 機制來避開可能的系統錯誤而中斷，目前多個節點同時運作已達兩個月，運作正常。

## 第6章 結論

### 6-1 研究結論

本專題探討一種設計及實現簡單且低成本之智慧型庭院式蔬果培植監控系統，不需要花費過多的時間與金錢即可在自家庭院或走廊上自動培植蔬果。系統架構包含蔬果培植屋、培植節點、IOT監控伺服器、及監控管理系統等四部份，經實際培植草莓實證，可達90%的培植成功率。此外，透過本次專題的實作經驗，順利印證所學的許多物聯網技術與系統整合實務，包含嵌入式系統設計、系統分析與設計、伺服器與多執行緒的程式設計、物聯網感應器的應用、無線通訊的傳收控制、及資料庫的應用等。目前實現的雛型系統成本約為8000元，相較於現有產品更具實用性與競爭性，後續將朝增加區域及節點數與降低成本方向研改，以提升系統的規模擴充性(Scalability)及降低維護成本性，使系統達到市場化價值之目標。

## 6-2 未來發展方向

本專題目前已經實現了自動種植及監控種植過程數據的功能，在未來我們希望可以增加以下幾項功能，讓我們的系統能夠更加的完整。

### (1) 大數據：

近年來大數據已經變成一個熱門的詞彙了，我們希望可以把大數據應用在此系統上，紀錄作物的種植過程，藉此分析在什麼樣的環境下所種植出的作物會比較好，以便於調整下次種植的依據。

### (2) 多區域管理：

目前本專題種植的區域只有一個地方而已，希望未來能夠發展到不限於同一個地方種植，也可以分區域種植不同種的植物。

### (3) 多種植物管理：

本專題目前僅限於種植一種植物，希望未來能夠同時種植多種植物，Arduino控制板也能夠針對不同種的植物來給予不同的需求，讓植物能夠在符合他們需求的環境下正常生長。

### (4) 無線感測器：

目前我們的感測器都是接在Mega的板子上，能夠延伸的長度也有限，況且有的線拉太長訊號也會不好，希望未來能夠把超音波感測器、土壤感測器和拍照都改成無線的，這樣操作上也比較方便。



## 參考文獻

- [1] 智慧農業：<http://farm.ksi.com.tw/>
- [2] 氣候變遷下台灣糧食生產因應對策：  
<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=18969>
- [3] Arduino介紹：  
[http://newsletter.ascc.sinica.edu.tw/news/read\\_news.php?nid=2782](http://newsletter.ascc.sinica.edu.tw/news/read_news.php?nid=2782)
- [4] 植物燈：  
[https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=130&cat1=45&cat2=30&id=0000498253\\_1st30rxs4z9c164bke58h](https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=130&cat1=45&cat2=30&id=0000498253_1st30rxs4z9c164bke58h)
- [5] 自動澆灌系統：<https://read01.com/KoD07.html>
- [6] 親愛的!我們來種菜吧!：  
<http://www.shs.edu.tw/works/essay/2016/03/2016032419151721.pdf>
- [7] 監控植物及遠程澆水控制：  
<https://www.hksilicon.com/articles/%20273962>
- [8] 遠端監控複合式綠能魚菜共生系統：  
<https://www.ntsec.edu.tw/FileAtt.ashx?id=10994>
- [9] 陳星硯,陳立恆,孫德利,“智慧型家庭蔬菜培植系統”,修平科技大學  
資管系專題報告,Taiwan,Jan,2018.
- [10] 草莓介紹：<http://m.aihuhua.com/huahui/caomei-jieshao.html>
- [11] 草莓種植方式：  
<http://m.aihuhua.com/huahui/caomei-yangzhifangfa.html>
- [12] 肥料的調配：  
<https://tw.answers.yahoo.com/question/index?qid=20110407000010KK02301>

[13]褐斑病：<https://kknews.cc/agriculture/gbaojrm.html>

[14]灰黴病：<http://www.twoeggz.com/news/12844601.html>

[15]白粉病：<https://kknews.cc/agriculture/b4jemym.html>

[16]培植屋介紹：<http://www.nobug.com.tw/about.html>

資 修  
訊 平  
管 科  
理 技  
系 大  
專 學  
題 專  
實 題  
務 實  
報 務  
告 報  
告

庭  
院  
蔬  
果  
培  
植  
監  
控  
系  
統

徐 廖  
鈺 祐  
雯 鈞

林 張  
雨 嘉  
儒 峯

張  
哲  
瑋

指  
導  
老  
師  
張  
兆  
村

108