

臺北市立大安高級工業職業學校  
綜合高中  
專題報告  
土壤即時智能灌溉系統  
Real-time intelligent irrigation system  
for soil

學生 組長:陳育姍  
組員:呂昇峰  
組員:趙明威

指導老師:陳祈燕 老師

中華民國 111 年 1 月

## 摘要

土壤即時智能灌溉系統是一個輔助大眾參與務農的手機程式。近年來，因各都市工、商業崛起，導致鄉村地區人口嚴重外移，輪耕農業勞動力人口嚴重不足。

透過感測器將讀取到的數值分別放置在網際網路和手機程式中。在手機程式，使用者可點選圖示按鈕，跳轉到不同畫面看感測圖表，紀錄植栽當下的狀態。

關鍵字:智慧植栽、arduino、感測器、手機程式

# 目錄

摘要.....	I
目錄.....	II
表目錄.....	IV
圖目錄.....	V
第一章 前言.....	1
1-1 研究背景.....	1
1-2 研究動機.....	1
1-3 節 研究目的.....	1
第二章 理論探討.....	3
2-1 從事農業人口分析.....	3
2-1-1 歷年農業農戶數.....	3
2-1-2 就業人口減少、高齡化.....	3
2-1-3 教育程度低落.....	4
2-2 ESP32.....	5
2-3 感測器.....	7
2-3-1 土壤溼度傳感器.....	7
2-3-2 溫溼度傳感器(DHT22).....	7
2-4 水泵.....	8
2-5 ESP32-CAM.....	10
2-6 雲端資料庫(ThingSpeak).....	10
2-7 App Inventor2 手機程式設計.....	11
第三章 專題準備(研究方法、過程).....	12
3-1 專題架構.....	12
3-1-1 系統架構.....	12
3-1-2 專題流程.....	12
3-2 硬體.....	14
3-2-1 ESP32.....	14
3-2-2 感測器.....	14
3-2-3 水泵.....	15
3-3 軟體.....	16
3-3-1 程式.....	16
3-1-2 ThingSpeak.....	16
3-3-2 App Inventor2.....	17

第四章 專題成果.....	20
4-1 硬體功能介紹.....	20
4-2 程式介紹.....	20
4-3 App 功能介紹.....	21
4-4 網路攝影機.....	21
第五章 結論與建議.....	23
5-1 結論.....	23
5-2 建議.....	23
5-2-1 大數據，資料收集.....	23
5-2-2 APP 介面優化.....	23
5-2-3 系統普及，客製化應用.....	23
5-2-4 永續經營.....	23
參考文獻.....	24
附錄.....	25

## 表目錄

表 1 勞動力就業總人口(按職業分類).....	1
表 2 農業就業人口之性別年齡變動.....	4
表 3 雲林縣教育程度.....	5
表 4DHT11 及 DHT22 比較.....	15

## 圖目錄

圖 1 雲林縣農業農戶數歷年統計圖.....	3
圖 2 ESP32 開發板正面.....	7
圖 3 ESP32 接腳圖.....	7
圖 4 DHT22 正、反面.....	8
圖 5 三向直流無刷水泵.....	9
圖 6 各式磁力隔離型水泵.....	9
圖 7 ESP32-CAM.....	10
圖 8 系統架構圖.....	12
圖 9 系統流程.....	13
圖 10 硬體架構圖.....	14
圖 11 NodeMCU 32S.....	14
圖 12 直流馬達臥式小潛水泵.....	15
圖 13 程式流程圖.....	16
圖 14 ThingSpeak 介面.....	17
圖 15 建立四個 chart.....	17
圖 16 手機應用程式介面配置.....	18
圖 17 APP Inventor Screen2 程式.....	18
圖 18 APP Inventor Screen3 程式.....	19
圖 19 APP Inventor Screen4 程式.....	19
圖 20 模擬器功能展示.....	19
圖 21 成品澆水功能展示.....	20
圖 22 成品操作影片連結.....	20
圖 23 APP 成品截圖.....	21
圖 24 手機應用程式操作影片連結.....	21
圖 25 網路攝影機影像.....	22

# 第一章 前言

## 1-1 研究背景

鄉村地區目前面臨農業勞動人口短缺、人口老化的趨勢，根據中華民國統計資訊網(如表 1)，從事第一級產業的人口從民國 90 年的六十七萬人，逐年減少，在今年八月時已經下降到四十八萬人。目前台灣農地並無大量減少，從事第一級產業的人口卻大量流失，大量農地無青壯年人口耕植。為了解決此現象，我們將會使用科技來配合農業，透過手機就可以監控植物狀況，並且系統也會協助種植。

表 1 勞動力就業總人口(按職業分類)

年 月 別	總 計	民意代 表、主 管及經 理人員	專業人 員	技術員 及助理 專業人 員	事務支 援人員	服務及 銷售工 作人員	單位：千人	
							農、 林、 漁、牧 業生產 人員	技藝有 關工作 人員、 機械設 備操作 及勞力
9 0 年 平 均	9 383	405	732	1 450	1 001	1 828	675	3 292
9 5 年 平 均	10 111	452	998	1 761	1 094	2 004	522	3 280
1 0 0 年 平 均	10 709	435	1 195	1 957	1 188	2 086	496	3 352
1 0 5 年 平 均	11 267	381	1 389	2 029	1 257	2 200	500	3 506
1 0 6 年 平 均	11 352	383	1 409	2 043	1 271	2 231	500	3 515
1 0 7 年 平 均	11 434	384	1 430	2 051	1 288	2 259	505	3 517
1 0 8 年 平 均	11 500	383	1 445	2 054	1 301	2 282	506	3 529
1 0 9 年 平 均	11 504	374	1 455	2 063	1 306	2 287	496	3 523
1 1 0 年 平 均	11 444	367	1 460	2 052	1 307	2 274	491	3 492
1 1 0 年 8 月	11 399	366	1 460	2 035	1 306	2 267	489	3 476

## 1-2 研究動機

雲林地區的人口老化、不識字率最高，因此，我們專題會針對服務雲林地區的老農民為主。考量到普遍老農民可能無法識字的問題，我們會以圖像化的方式在手機的 APP 上呈現，使他們能輕易了解當下數據資料。研究出一套容易上手，具有開發商業模式的手機植栽監控軟體。

## 1-3 節 研究目的

減少人力成本，克服空間的限制達到降低從事農業門檻的效果。

1. 利用土壤溼度傳感測器和 DHT22 將其收取到的數值傳送至 ESP32 開發板，並且上傳到 ThingSpeak。
2. 取得 API Key 放入程式中，透過程式控制澆水條件。
3. 藉由 App Inventor 製作手機程式，加入中文、時間、圖示等元素，方便農民操作。
4. 透過網路攝影機，使遠端監控植栽系統更完善。

## 第二章 理論探討

### 2-1 從事農業人口分析

嘉南平原，是全台灣面積最大的平原。其中雲林為全國農業產值最高之縣市，因此我們將以雲林為主，依照當地人文、氣候進行研究，並設計智能灌溉系統。以下我們將從歷年農業農戶數、農業就業人口性別年齡結構變動、教育程度進行分析。

#### 2-1-1 歷年農業農戶數

如圖 1 所示，在縣市改制後，西元 1999 年為最近二十年農戶數最多的一年，總計八萬五千戶。從西元 2007 年開始遞減，到了西元 2020 年(去年)時只剩下七萬二千戶，由此可見農業勞動力外移之嚴重。

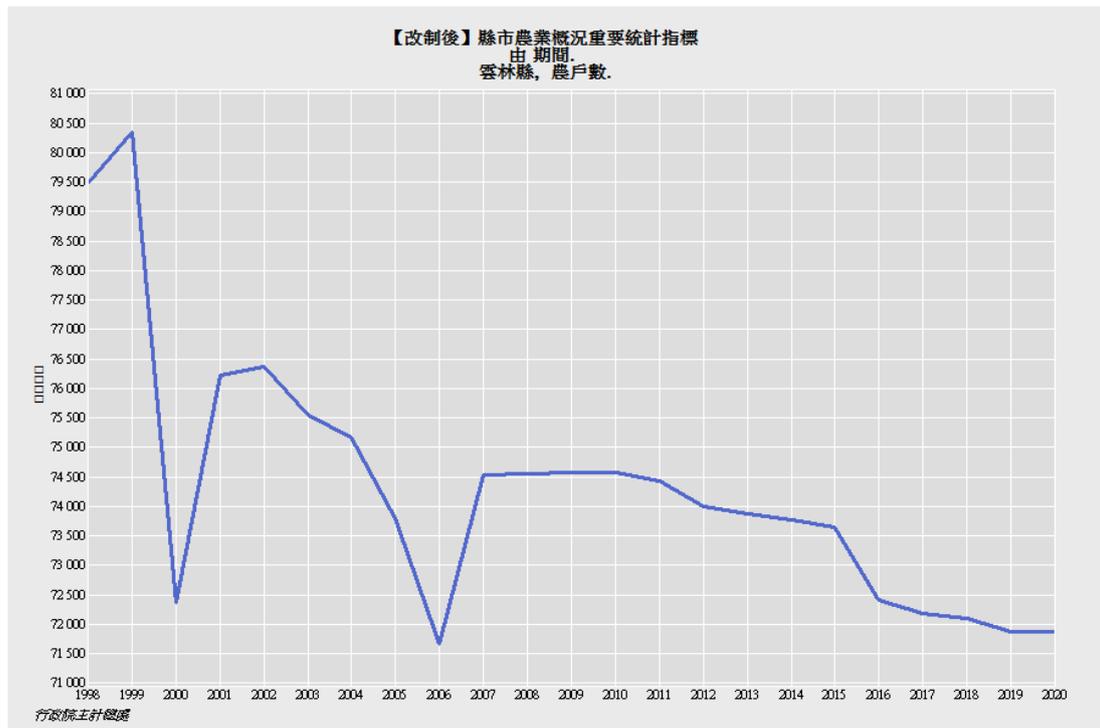


圖 1 雲林縣農業農戶數歷年統計圖

#### 2-1-2 就業人口減少、高齡化

民國 86 年底時全台灣人口中滿 65 歲以上者占 8.0% (CEPD, 1999, P26)，而農業就業人口中滿 60 歲以上者則高占 17.5% (農委會，民國 86 年，19 頁)。老年人口體力相對較差，健康條件相對不良，應對及改善生活的能力相對較低，其可能遭遇的生活困境乃也較大。

透過表 2 可更明顯觀察出兩大農業就業人口趨勢。

1. 從事農業人口減少，在這 25 年間，從事農業人口少了 406(千人)。
2. 男、女 65 歲以上從事農業人口比例皆增加兩到三成，青年比例減少。呈現高齡化趨勢。

表 2 農業就業人口之性別年齡變動

**Agricultural Employed Population by Sex and Age Group** 單位：%  
Unit：%

年 別 Year	農業就業人口 (千人) Agricultural Employed Population (1,000 persons)	男 Male				女 Female			
		小計 Sub-total	15-34歲 15-34 Years Old	35-64歲 35-64 Years Old	65歲以上 Over 65 Years Old	小計 Sub-total	15-34歲 15-34 Years Old	35-64歲 35-64 Years Old	65歲以上 Over 65 Years Old
民國 84 年 1995	954	71.7	15.1	50.4	6.2	28.4	3.9	22.8	1.7
85 1996	918	70.8	14.2	50.8	5.9	29.1	3.5	24.0	1.6
86 1997	878	71.2	13.1	51.5	6.6	28.9	3.1	24.0	1.8
87 1998	822	71.4	12.0	52.2	7.2	28.6	2.9	23.6	2.0
88 1999	774	71.8	12.0	52.6	7.1	28.5	3.1	23.3	2.1
89 2000	738	72.5	11.6	53.2	7.6	27.8	2.8	22.7	2.3
90 2001	706	72.3	11.0	52.8	8.5	27.7	2.8	22.6	2.3
91 2002	709	72.6	10.3	52.6	9.7	27.4	2.5	22.3	2.6
92 2003	696	72.7	9.3	52.6	9.8	28.4	2.3	23.1	3.0
93 2004	642	72.2	8.9	52.5	9.8	28.8	2.6	22.7	3.4
94 2005	590	72.4	8.1	52.9	10.3	28.8	2.7	22.7	3.4
95 2006	554	72.3	7.4	51.6	12.3	28.9	2.3	22.6	4.0
96 2007	543	72.6	7.2	49.4	13.0	30.4	2.5	23.3	4.7
97 2008	535	72.8	7.2	50.3	12.4	30.2	2.6	22.9	4.7
98 2009	543	72.9	7.4	50.0	12.5	30.1	2.8	22.8	4.5
99 2010	550	72.8	7.7	49.6	12.5	30.2	2.8	22.9	4.4
100 2011	542	72.3	7.6	50.9	12.7	28.6	2.6	21.8	4.3
101 2012	544	72.6	7.8	51.8	13.0	27.5	2.7	20.7	4.1
102 2013	544	72.0	7.7	51.4	12.8	28.0	3.0	20.6	4.4
103 2014	548	72.4	7.4	50.7	13.2	28.6	2.9	21.3	4.4
104 2015	555	72.6	7.9	51.5	13.2	27.3	2.9	20.2	4.2
105 2016	557	72.6	8.5	50.9	13.2	27.4	2.8	20.7	3.9
106 2017	557	72.7	7.9	51.4	13.4	27.0	2.7	20.5	3.9
107 2018	561	74.0	7.9	51.9	14.2	26.0	2.3	19.6	4.1
108 2019	559	75.1	9.1	52.6	13.4	25.0	2.3	18.6	4.1
109 2020	548	74.1	8.6	50.9	14.6	25.9	2.4	19.2	4.4

資料來源：行政院主計總處  
Source：DGBAS, Executive Yuan.

### 2-1-3 教育程度低落

經由我們實地探訪雲林地區後，觀察到有許多老農民，因為當時社會經濟不景氣，農村地區有強烈的勞動需求所以多以大家庭為主。在還沒有九年國民義務教育政策、法規的出現，許多農村家庭無法負擔孩童上學所需的費用。

透過表 3 可觀察到雲林縣長者不識字高達一萬四千人，占全縣 2.62%。此外，民國 87 年底時全台灣就業人口中受大專以上教育者占 24.9% (CEPD, 1999, P32)，而農場經營主中受大專以上教育者則僅占 2.6% (農林廳，民國八十八年版，305 頁)。教育程度偏低的農業人口，生活能力通常較低。

表 3 雲林縣教育程度

年齡區間	性別	總計	識字者																												不識字者
			合計	研究所				大學		專科				高級中等				國中		初級		國小		合計							
				碩士		碩士		畢業	肄業	畢業	肄業	畢業	肄業	畢業	肄業	畢業	肄業	畢業	肄業	畢業	肄業	畢業	肄業		畢業	肄業					
				畢業	肄業	畢業	肄業																								
15-19歲	男	20,341	20,339	0	0	0	0	0	4,628	0	243	0	1	323	4,340	1,550	7,206	468	263	1,087	0	0	26	203	1	4,340					
	女	18,290	18,290	0	0	0	0	0	4,560	0	107	0	22	193	4,092	861	4,793	2,313	153	1,015	0	0	18	163	0	0					
	合	38,631	38,629	0	0	0	0	0	9,188	0	350	0	23	516	8,432	2,411	11,999	2,781	416	2,102	0	0	44	366	1	4,340					
20-24歲	男	23,736	23,736	0	4	141	954	5,274	8,958	797	388	204	4	374	112	4,565	1,525	74	305	47	0	0	2	7	1	112					
	女	21,329	21,329	0	3	111	695	6,465	8,078	259	285	1,413	25	220	61	2,584	647	303	151	21	0	0	4	4	0	0					
	合	45,065	45,065	0	7	252	1,649	11,739	17,036	1,056	673	1,617	29	594	173	7,149	2,172	377	456	68	0	0	6	11	1	112					
25-29歲	男	23,048	23,046	8	64	1,945	764	10,508	2,224	859	336	63	4	273	86	4,138	1,314	15	399	42	0	0	3	1	0	86					
	女	20,302	20,302	4	24	1,192	652	12,091	1,281	398	211	507	5	225	65	2,691	642	51	284	49	0	0	27	8	0	0					
	合	43,350	43,348	12	88	3,137	1,416	22,599	3,455	1,252	547	570	9	498	151	6,829	1,956	66	633	91	0	0	30	9	0	86					
30-34歲	男	22,567	22,562	69	97	2,170	515	8,744	1,118	1,156	573	118	6	490	149	4,498	1,759	54	710	289	0	0	20	26	1	149					
	女	20,000	20,014	22	40	1,441	402	9,646	701	919	260	380	3	580	104	3,390	938	62	681	289	0	0	155	51	0	6					
	合	42,567	42,576	91	137	3,611	917	18,390	1,819	2,075	833	498	9	1,070	253	7,888	2,697	116	1,391	578	0	0	175	77	1	155					
35-39歲	男	26,999	26,986	141	94	1,862	504	6,573	765	2,118	832	472	143	655	437	7,603	1,743	40	2,597	220	0	0	101	88	3	437					
	女	25,352	25,330	45	53	1,307	358	7,374	533	2,711	592	516	89	948	372	5,996	947	28	2,226	320	0	0	618	290	7	22					
	合	52,351	52,316	186	147	3,169	862	13,947	1,298	4,829	1,424	988	232	1,603	809	13,599	2,690	68	4,823	540	0	0	719	372	10	459					
40-44歲	男	28,454	28,431	137	95	1,473	384	4,099	364	2,836	484	1,061	121	1,919	436	8,260	1,036	6	4,821	655	0	0	155	96	4	436					
	女	26,507	26,468	56	52	1,283	351	4,613	313	3,778	349	945	84	1,936	276	7,221	496	7	3,403	449	0	0	575	248	33	39					
	合	54,961	54,899	193	147	2,756	735	8,712	677	6,604	833	2,006	205	3,855	712	15,481	1,532	13	8,224	1,104	0	0	730	343	37	475					
45-49歲	男	26,284	26,262	95	80	1,100	266	2,424	170	2,176	244	1,536	122	2,428	485	7,132	915	8	6,220	545	0	0	261	68	7	485					
	女	23,017	22,958	49	38	941	210	2,495	192	2,127	144	1,074	61	2,395	318	6,590	505	4	4,609	399	0	0	636	144	27	59					
	合	49,301	49,220	144	118	2,041	446	4,919	362	4,303	388	2,610	183	4,823	803	13,722	1,420	12	10,829	944	0	0	897	212	34	544					
50-54歲	男	29,370	29,340	113	56	921	220	1,835	144	1,664	195	1,894	116	2,525	415	6,873	996	8	9,735	764	0	0	778	82	6	415					
	女	23,143	23,088	48	28	630	138	1,702	169	1,032	132	977	51	2,370	304	6,075	516	2	6,658	459	0	0	1,624	160	23	55					
	合	52,513	52,428	161	84	1,541	358	3,537	313	2,696	327	2,871	167	4,895	719	12,948	1,512	10	16,393	1,223	0	0	2,402	242	29	470					
55-59歲	男	29,294	29,240	128	35	526	103	1,686	92	1,072	106	1,611	94	2,447	553	5,309	851	7	11,510	952	2	0	2,077	171	8	553					
	女	23,456	23,237	24	11	261	50	1,124	95	650	74	763	54	1,606	291	4,782	437	3	7,500	721	0	1	4,313	428	54	219					
	合	52,750	52,477	152	46	787	153	2,810	187	1,722	180	2,374	148	4,053	844	9,991	1,288	10	19,010	1,673	2	1	6,390	594	62	772					
60-64歲	男	25,000	24,941	98	25	343	45	1,348	67	679	62	1,238	67	2,276	410	3,984	539	6	7,527	1,069	24	18	4,632	440	24	410					
	女	21,836	21,195	9	1	118	21	711	48	385	48	448	22	1,091	134	3,186	277	1	5,007	836	33	8	7,499	1,199	29	641					
	合	46,836	46,136	107	26	461	66	2,059	115	1,064	110	1,706	89	3,367	544	7,170	816	7	12,534	1,895	57	26	12,125	1,639	53	1,051					
65歲以上	男	57,757	56,849	67	13	357	57	2,612	98	1,528	84	1,446	62	2,941	339	4,888	413	4	5,462	1,241	944	317	29,631	4,114	23	339					
	女	68,402	54,734	2	0	85	11	864	46	599	37	472	14	1,247	85	2,549	168	0	3,642	641	485	62	32,583	9,800	1,344	13,668					
	合	126,159	111,583	69	13	442	68	3,476	144	2,122	121	1,918	76	4,188	424	7,437	581	4	9,104	1,882	1,429	379	62,214	13,914	1,578	14,007					

## 2-2 ESP32

### 一、概述

ESP32 在單晶片微處理機上是一個整合 Wi-Fi 和雙模藍芽單晶片(BT、BTE)，並具有豐富的周邊裝置，包括觸摸式感測器、霍爾感測器、高速 SDIO/SPI、UART、I<sup>2</sup>S 和 I<sup>2</sup>C。

### 二、優點

- 1.擁有兩個 CPU 核心(主核心、低工耗輔助核心)可被單獨控制。
- 2.內建 Wi-Fi、藍芽及高達 38 隻接腳，除了應付平常工作外，也可切換成低功耗模式，作為長時間的感測器監測用。

### 三、功能

- 1.CPU:雙核心，Xtensa32 位元 LX6 微處理機，工作時脈 160/240MHz。
- 2.記憶體:

主要由程式記憶體 448KB(64KB+384KB)、資料記憶體 520KB SRAM 和即時時鐘(Real-time clock, RTC) 16KB SRAM(分為兩個 8KB，供兩個核心存取)組合而成。

### 3.無線傳輸介面:

(1)Wi-Fi:802.11 b/g/n。

(2)藍芽:4.2 版傳統藍芽(BR/EDR)和低功耗藍芽(Bluetooth Low Energy，BLE)。

### 四、週邊裝置(peripheral):

1.34 個 GPIO。

2.12 位元逐次逼近類比數位轉換器(Successive approximation ADC / SARADC)，多達 18 個通道。

3.2 個 8 位元 D/A 轉換器、10 個觸控感應器(Touch)。

4.4 個 SPI 介面、2 個 I<sup>2</sup>S 介面、2 個 I<sup>2</sup>C 介面、3 個 UART 介面。

5.支援 CAN2.0。

6. PWM，多達 16 個通道。

7.霍爾感應器。

### 五、ESP32 開發板

ESP32 是一個模組(圖 2)，由於不容易接線，因此許多廠商會再進行包裝，加入 USB 介面、電源轉換、常用按鈕引出、接腳引出等，製作成開發板，方便使用者操作。

### 六、不建議使用之接腳(參見圖 3)

1.TX1、RX0(用於和 USB 轉序列晶片連接)。

2.CLK、SD0、SD1、SD2、SD3、CMD(用於上傳程式至晶片)。

3.GPIO 0(於低電位時進入序列啟動載入(bootloader)模式)。

4.GPIO 2(於低電位時程式無法上傳)。

5.GPIO 12(於高電位時程式無法上傳，建議作為輸出)。

6.GPIO 36、GPIO 39、GPIO 34、GPIO 35(只能輸入不能輸出)。



- 1.電熱偶(thermocouple):用來測量鍋子或爐子的溫度。
- 2.熱氣堆(thermopile):由多個熱電偶組成，可用來製作耳溫槍。
- 3.連續串聯多顆，擺放各處逕行測量的 DS18B20。
- 4.DHT 系列，可同時測量環境溫度和濕度。

## 二、DHT22(如圖 4 所示)

原稱 AM2302。濕敏電容數位溫濕度模組是一款含有已校準數位信號輸出的溫濕度複合感測器。它應用專用的數位模組採集技術和溫濕度傳感技術，確保產品具有極高的可靠性與卓越的長期穩定性。



圖 4 DHT22 正、反面

## 2-4 水泵

### 一、概述

水泵是輸送液體或使液體增壓的機械。它將原動機的機械能或其他外部能量傳送給液體，使液體能量增加，主要用來輸送液體包括水、油、酸鹼液、乳化液，也可輸送液體、氣體混合物以及含懸浮固體物的液體。衡量水泵性能的技術參數有流量、吸程、揚程、軸功率、水功率、效率等。

### 二、直流無刷水泵

無刷直流水泵採用了電子組件換向，無需使用碳刷換向，採用高性能耐磨陶瓷軸及陶瓷軸套，軸套通過注塑與磁鐵連成整體也就避免了磨損，因此無刷直流磁力式水泵的壽命較長。



圖 5 三向直流無刷水泵

### 三、磁力隔離式水泵

磁力隔離式水泵的定子部分和轉子部分完全隔離，定子和電路板部分採用環氧樹脂灌封，100%防水，轉子部分採用永磁磁鐵，水泵機身採用環保材料，噪音低，體積小，性能穩定。可以通過定子的繞線調節各種所需的參數，可以寬電壓運行。



圖 6 各式磁力隔離型水泵

其優點包含壽命長、噪音低可達 35dB 以下、可用於熱水循環。電機的定子和電路板部分採用環氧樹脂灌封並與轉子完全隔離，可以水下安裝而且完全防水，水泵的軸心採用高性能陶瓷軸，精度高，抗震性好。

## 2-5 ESP32-CAM

### 一、概述

HK-ESP32-CAM-MB 是弘科為 HK-ESP32-CAM 小型相機模組設計的一款底座。HK-ESP32-CAM-MB 配備 USB 轉接口，方便用戶燒錄程式，因為 ESP32CAM 本身是沒有 USB 轉接口的。此底座可以和 HK-ESP32-CAM 組成一個作為最小系統獨立工作的模組。

### 二、特性

其尺寸為 39.8\*27\* 的小型相機模組，此模組可以作為最小系統獨立工作。且主頻條整範圍 80MHz 到 240Mhz，擁有超低功耗，深度睡眠電流最低可達到 6mA。

HK-ESP32-CAM 採用 DIP 封裝，直接插上 HK-ESP32-CAM-MB 底板即可使用，可靠的連接方式，方便應用於各種物聯網硬體終端場合。



圖 7 ESP32-CAM

## 2-6 雲端資料庫(ThingSpeak)

### 一、概述

ThingSpeak 是用 Ruby 編寫的開源軟件，允許用戶與啟用 Internet 的設備進行通信。它通過為設備和社交網絡網站提供 API 來促進數據訪問，數據檢索和數據記錄。ThingSpeak 最初由 ioBridge 在 2010 年推出，作為支持 IoT 應用程序的服務。

### 二、特性：

ThingSpeak 會每 20 秒接收一次 ESP32 上傳的資料，且會自動整理成一個供使用者可線上查看的圖表。而且除了圖表之外 ThingSpeak 也會自動產生一個可匯出的紀錄檔，讓使用者可以了解每個時段的數值。

### 三、優點

- 1.用在非商業用途的專案沒有時間限制。
- 2.每一年可以上傳 300 萬筆資料，一天約 8200 筆。
- 3.限制在 4 個 Channel。
- 4.每一次更新訊息的間隔必須要 15 秒以上。

## 2-7 App Inventor2 手機程式設計

App Inventor 2 簡稱 ai，為了和人工智慧（Artificial Intelligence）區別，簡稱用小寫。ai 起先為 google 所發布，後來 google 將 ai 移交給 MIT 媒體實驗室維護後，MIT 中心手機學習部門支持營運此軟體，將名字改為「MIT 應用開發者」，其為穩定版本 ai2，ai1 成為歷史不再使用。

ai2 是一款圖形界面的 Android 智慧型手機應用程式開發軟體。它使用的是圖形化的界面且積木所代表的意思在積木上就會顯示、用法在積木上就會用缺口的的方式表示，只有符合缺口（語法）的積木才可以拼在一起，程式開發者在編寫程式時只需要拖放各種顏色的程式積木，相較於要去理解程式語法、指令，只需要拖動積木就可以更輕鬆的創造一個運行在安卓系統上的應用，讓不熟悉程式設計的人可以輕易的編寫程式。

在 App 程式開發過程中，使用者可以使用模擬器或 Android 裝置，來測試應用程式執行的狀況，待完成相關開發作業後，更可以將應用程式上傳到 Google Play 商店提供大眾下載安裝。

## 第三章專題準備(研究方法、過程)

### 3-1 專題架構

#### 3-1-1 系統架構

土壤即時智能灌溉系統可分為硬體及軟體兩大部分(如圖 8)。首先硬體的部份，我們會透過各式感測器將數值傳送至 ESP32 開發板。接著，由繼電器提供電源給開發板和水泵，使水泵能夠抽取植栽所需要的水分。而軟體(ThingSpeak、App Inventor)的應用主要是協助資料上傳以及讀取。

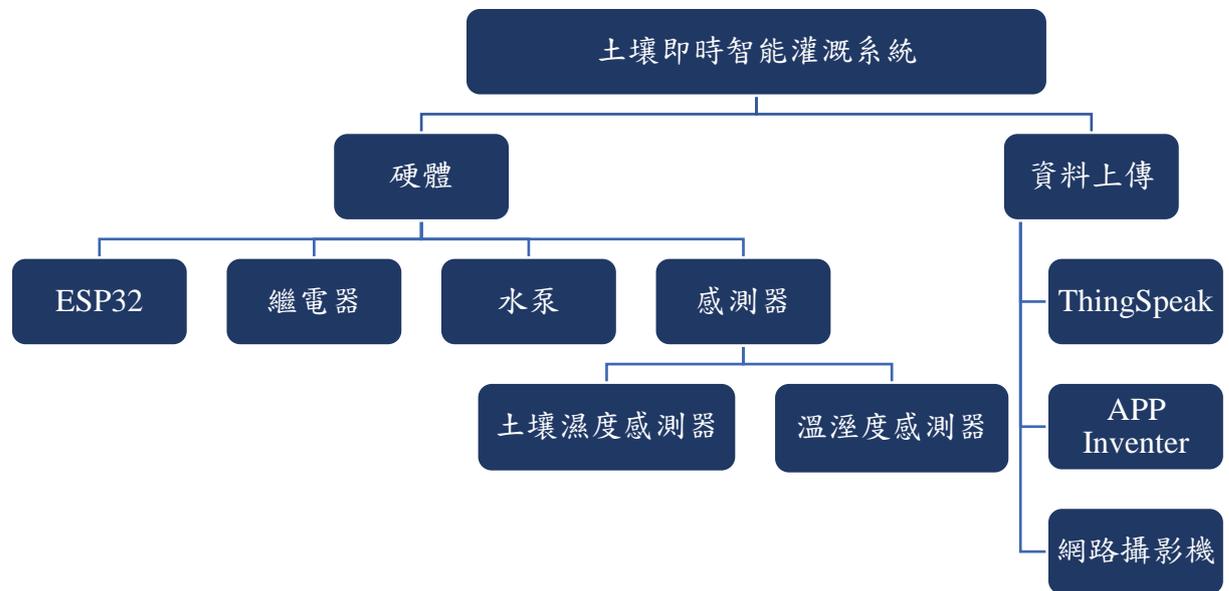


圖 8 系統架構圖

#### 3-1-2 專題流程

如圖 8 專題流程圖所示，我們專題在八、九月時以資料收集，理論整理為主。而後，我們將分別以軟體(arduino 程式、AI2)、硬體進行，最終在進行整合測試。

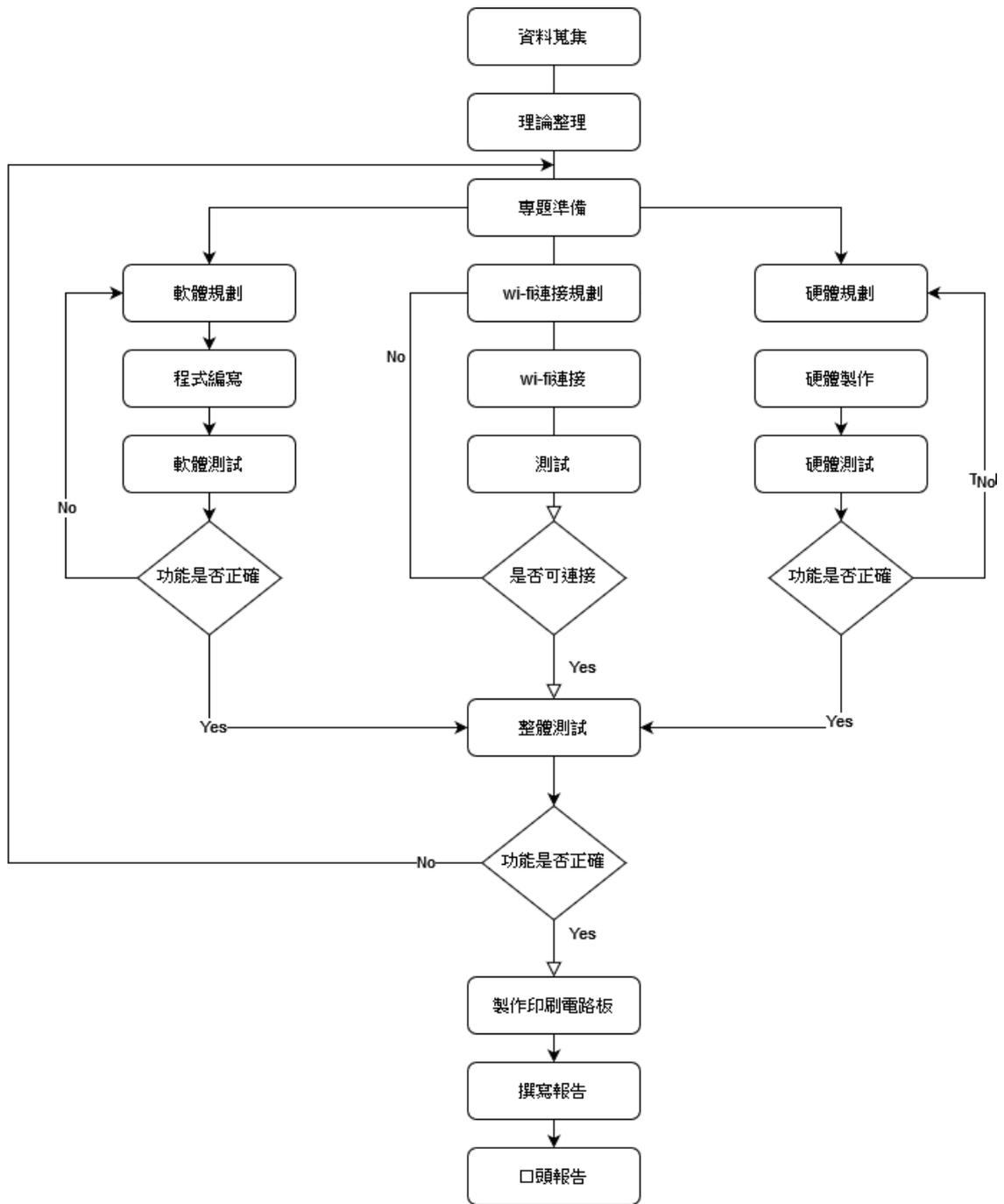


圖 9 系統流程

## 3-2 硬體

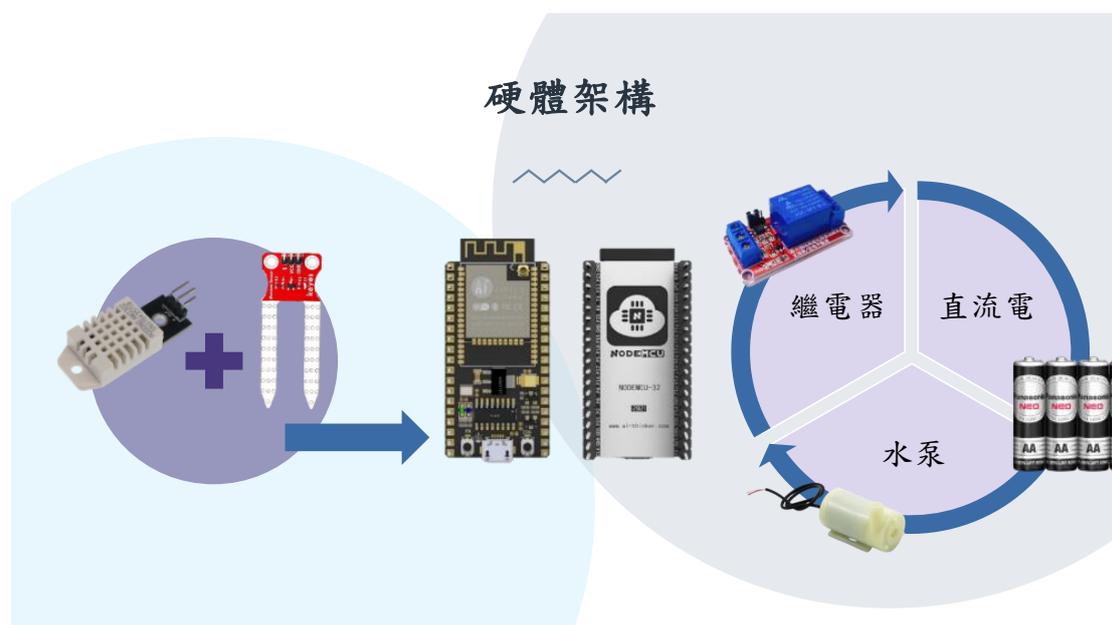


圖 10 硬體架構圖

### 3-2-1 ESP32

ESP32 開發板，此類硬體開發商眾多，最有名的為美國的 Adafruit 及 sparkfun，市面上常見的模組通常是由這兩家公司推出，並公開函式庫、教學及範例程式後，其他廠商也陸續製作出更便宜的產品。

由於上述兩家位於美國的公司產品不易購得，且價格昂貴，因此我們使用功能幾乎相同，擁有 38 隻接腳的 NodeMCU 32S。



圖 11 NodeMCU 32S

### 3-2-2 感測器

#### 一、DHT11 及 DHT22 比較

DHT 系列產品可同時測量環境溫度及濕度，下表 4 為 DHT11 及 DHT22 的比較。在相同的工作電壓下，DHT22 的溫度量程、濕度量程、輸出數值和取樣頻率皆優於 DHT11，因此，我們專題會以 DHT22 作為溫濕度感測元件。

表 4DHT11 及 DHT22 比較

型號	DHT11	DHT22(又稱 AM2302B)
工作電壓	3~5V	
溫度量程	攝氏 0~50 度 誤差正負攝氏兩度	攝氏-40~80 度 誤差正負攝氏 0.5 度
濕度量程	20~80%RH, 誤差 5%	0~100%RH, 誤差 2~5%
輸出數值	整數	浮點數, 達小數第一位
取樣頻率	1 秒取樣一次	2 秒取樣一次

## 二、DHT22 接腳說明

1. 第 1 腳, V<sub>CC</sub>: 用於接 5V
2. 第 2 腳, Data: 信號輸出, 連接到 ESP32
3. 第 3 腳, 沒用到, 空接即可
4. 第 4 腳, 接地

## 三、函式庫安裝

由於 DHT11/22 感測器通訊方式較為複雜, 可使用現成的函式庫, 簡化操作的複雜性。首先, 進入程式庫管理員, 使用「dht esp」進行搜尋, 找到「DHT sensor library for ESPx」函式庫, 並安裝於電腦中。

### 3-2-3 水泵

為了配合繼電器規格, 我們使用體積較小的直流微型水泵。直流微型水泵具體種類, 可依據電機內換向器形式分為有刷以及無刷, 也可用是否放入水中做為判斷標準, 分為潛水泵和非潛水水泵。而我們使用的是無刷直流磁力水泵。



圖 12 直流馬達臥式小潛水泵

## 3-3 軟體

### 3-3-1 程式

#### 一、程式流程圖

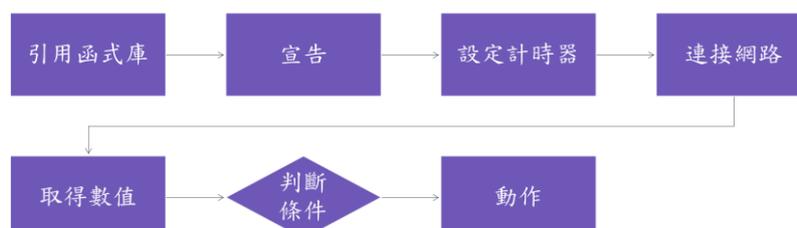


圖 13 程式流程圖

#### 二、引用的函示庫:

在程式中我們引用下列四個函示庫協助與感測器的溝通，網路連接以及資料上傳。

- 1.#include "DHTesp.h" //空氣溫溼度感測器
- 2.#include "Timer.h" //計時器
- 3.#include <WiFi.h> //網路模式
- 4.#include <HTTPClient.h> //網路服務

### 3-1-2 ThingSpeak

#### 一、概述

ThingSpeak 可提供使用者用來免費資料上傳下載的雲端資料庫平台，也是目前我們 ESP32 主要收集數據的平台。

#### 二、操作步驟

- (1) 進入 ThingSpeak 網站(如圖 14)，建立自己的 Channel
- (2) 建立 4 個 Field(如圖 15)，分別為土壤濕度感測器、空氣濕度、空氣溫度、監控螢幕。在 TingSpeak 中最多可建立 8 個 Field
- (3) 取得 API Key 放入自己的程式中，便可取得數值
- (4) 藉由網路下載的功能將資料傳到 App Inventor 上做出更細緻的資料顯示



圖 14 ThingSpeak 介面

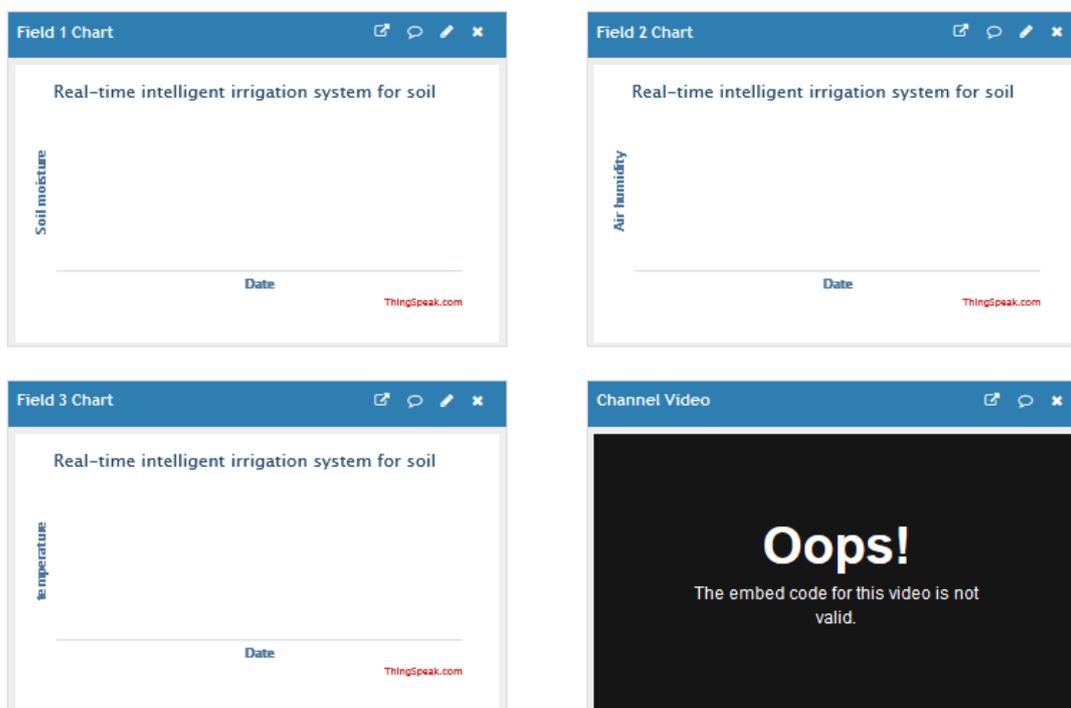


圖 15 建立四個 chart

### 3-3-2 App Inventor2

#### 一、畫面編排

在介面的配置上將標題、連接介面、時間、功能區做區分。由於 ai2 會受到不同手機的尺寸而在顯示部分受到影響，因此，我們在功能區加上垂直捲動配置。



圖 16 手機應用程式介面配置

## 二、程式設計

在 ai2 的城市設機方面，其主要的程式為透過點選按鈕進行畫面的跳轉，並在打開新頁面時，透過網路瀏覽器打開 ThingSpeak 上所記錄的圖表，如下圖 17、18、19 所示。



圖 17 APP Inventor Screen2 程式



圖 18 APP Inventor Screen3 程式



圖 19 APP Inventor Screen4 程式

### 三、功能展示



圖 20 模擬器功能展示

## 第四章 專題成果

### 4-1 硬體功能介紹

如圖 21 成品澆水功能展示，當我們將土壤濕度感測器抽離時，土壤濕度為 0，此時 ESP32 會傳送控制訊號，經由繼電器，傳送訊號給由電池提供電源的水泵，進行澆水動作。當土壤感測器放回水分充足的土裡時，便會停止澆水。



圖 21 成品澆水功能展示



圖 22 成品操作影片連結

### 4-2 程式介紹

#### 1. 判斷條件

我們在程式設計上所設定的判斷條件為，當土壤濕度低於 40% 時，則會進行澆水的動作。

#### 2. 執行動作

而程式計數器會分別在每兩秒進行一次土壤濕度感測，判斷其是否需要澆水。以及六秒進行一次讀值的動作，並且進行將其值上傳至 ThingSpeak。

### 4-3 App 功能介紹

1. 當開啟手機 App 時會先從雲端資料庫下載系統設定值與最近一次的測驗數據，並將檢測數據顯示於主畫面。
2. 當點選溫度、空氣濕度、土壤濕度圖示時，會進入折線圖網頁顯示畫面，APP 會從雲端資料庫下載最近三十分鐘的數據所繪製出的折線圖，以提供使用者了解目前植栽狀態。



圖 23 APP 成品截圖



圖 24 手機應用程式操作影片連結

### 4-4 網路攝影機

為了使監控系統能更加完善，我們在最後增設了網路攝影機(ESP32-CAM)，將其用束線帶作固定於鐵架望框上，使用者可以輸入其專用 IP，透過網路監控植物的現狀。

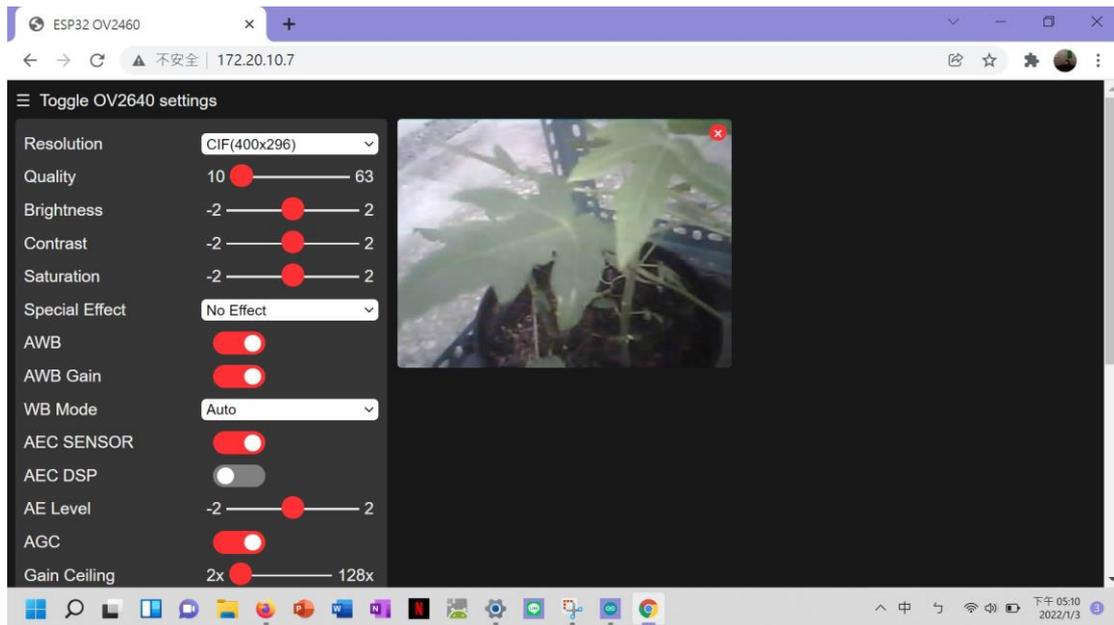


圖 25 網路攝影機影像

## 第五章 結論與建議

### 5-1 結論

在完成專題時，有達到原先期望自動澆水的功能，並且製作出可以協助觀看圖表的手機應用程式。

原先以為這份專題只要撰寫簡單的判斷迴圈即可有成果，但實際操作後才發現不管是硬體接腳的配置、網路的設定，都有許多要注意的地方。

### 5-2 建議

#### 5-2-1 大數據，資料收集

程式部分的優化。當未來感測器收集到更多筆資料時，可以在手機監控程式輸入該植栽名稱，手機應用程式便會提供種植注意事項、建議，並且將資料進行建檔的工作。將來大數據世代，資料的蒐集必會成為不可或缺的一環。

#### 5-2-2 APP 介面優化

目前只有觀看圖表的功能，並沒有好好運用 ThingSpeak 上傳送警語 mail 的資源，也許未來可以搭配氣象預報傳送訊息給使用者，將隔日的降雨機率、未來是否有颱風以及豪雨緊報，都由我們的程式進行發送。

#### 5-2-3 系統普及，客製化應用

這套系統除了可以應用在農地協助種植，如果有些人只是想要體驗自己動手種植的樂趣，使用者可以從手機應用程式自行設定系統將澆水功能關閉，而手機應用程式轉為協助提醒澆水。

目前受到區域網路的限制，程式的撰寫是以我們手機作為熱點，使系統進行網路的連接，必須由工程師從後台進行修改，而如果有新的使用者就必須重新寫一份新的程式，如何將系統優化，使一般民眾可以自行設定澆水條件以及更改網路位置，系統還有許多可能性等著我們開發。

#### 5-2-4 永續經營

台灣正在面臨電力不足的問題，目前我們是以行動充電器和電池作為主要電源，然而將來運用在農業時，台灣南部地區夏季日照充足，農業又有太陽能所需大面積的土地，如何將系統與綠能做結合，更是值得我們深思的議題。

## 參考文獻

1. 劉正鑫、莊凱喬，台科大圖書股份有限公司，(民國 109 年九月初版)，ESP32 微處理機實習與物聯網應用。
2. 楊仁元、張顯盛、林家德，台科大圖書股份有限公司，(民國 110)，專題實作理論與呈現技巧。
3. 台灣省政府農林廳，(1999 年，民國 88 年版)，台灣農業年報。
4. 行政院農業委員會，民國 86 年，農業統計要覽。
5. Council for Economic Planning and Development (CEPD)，(1999)，Taiwan Statistical Data Book 1999。
6. 中華民國統計資訊網，農業相關圖表
7. 瘋狂創課，(2021-08-08)，ESP32 資料上傳 ThingSpeak  
<https://crazymaker.com.tw/esp32-upload-data-to-thingspeak/>

## 附錄

附錄一 設備清單

類別	設備、軟體名稱	應用說明
硬體	個人電腦	1.進行殼繪圖 2.報告撰寫
硬體	智慧型手機	1.紀錄團隊討論情形 2.紀錄專題製作過程 3.紀錄專題成果
軟體	Arduino	程式撰寫
軟體	MS Word	1.計劃書撰寫 2.期中報告與期末報告撰寫
軟體	MS PowerPoint	簡報製作

附錄二 材料清單

類別名稱	材料名稱	單位	數量	應用說明	備註
1	植栽	盆	1	模擬栽種	
2	ESP32 芯片	片	1	主控制板	
3	繼電器	個	4	作為直流開關，保護電路	
4	土壤溼度傳感器	個	4	土壤偵測	
5	溫溼度傳感器 (DHT22)	個	4	空氣溫濕度偵測	
6	小型水泵	個	4	提供土壤水分使用	
7	導線	束	1	傳輸線	
8	發光二極體	個	2	提示燈源	
9	ESP32 CAM	個	1	遠端監控	
10	行動充電器	個	1	提供 ESP32 電源	
11	電池	顆	3	提供水泵電源	

附錄三 研究成員簡歷

姓 名	陳育姍	班 級	綜三愛	
曾修習專業科目	基本電學 電子學 數位邏輯 微處理機 程式設計			
參與專題工作項目	手機應用程式製作、資料上傳介面設置、水利系統設置 工作紀錄、文書處理、資料收集、彙整、理論整理、植栽照顧			
經歷簡介	高二上:實習工廠安全與衛生 高二下:實習工廠廠長 高三上:學藝股長 108 學年度第一學期衛生評分隊隊長 108 學年度第一學期管樂團法國號手 108 學年度第二學期青藤使者-司儀 108 學年度第二學期衛生評分隊隊長 大安班級聯合自治會三十六屆主席			
姓 名	呂昇峰	班 級	綜三愛	
曾修習專業科目	基本電學 電子學 數位邏輯 微處理機 程式設計			照 片
參與專題工作項目	硬體規劃、焊接、硬體測試、線路規劃、攝影機程式撰寫			
經歷簡介	高一上:體育股長			

姓 名	趙明威	班 級	綜三愛	照 片
曾 修 習 專 業 科 目	基本電學 電子學 數位邏輯 微處理機 程式設計			
參 與 專 題 工 作 項 目	程式設計(感測器、水泵)、程式測試			
經 歷 簡 介	高一上:衛生股長			