

南華大學科技學院資訊管理學系

碩士論文

Department of Information Management

College of Science and Technology

Nanhua University

Master Thesis

蔬菜生長過程監控系統之開發

—結合 App 及 Arduino 系統

Development of Vegetable Growth Process Monitoring System

--Combine App and Arduino System

賴永彬

Yung-Pin Lai

指導教授：王昌斌 博士

Advisor: Chang-Bin Wang, Ph.D.

中華民國 108 年 7 月

July 2019

南 華 大 學  
科技學院資訊管理學系  
碩 士 學 位 論 文

蔬菜生長過程監控系統之開發—結合 App 及 Arduino 系統  
Development of Vegetable Growth Process Monitoring System

--Combine App and Arduino System

研究生：賴 永 彬

經考試合格特此證明

口試委員：呂 松 州

蔡 德 海

王 松 州

指導教授：王 松 州

系主任(所長)：陳 景 波

口試日期：中華民國 108 年 7 月 11 日

## 誌 謝

本論文得以完成要感謝指導教授 王昌斌老師的鼓勵與支持，在研究所求學期間適值家逢變故，一度中斷了學業，在老師的關心與協助之下，即使是下著大雨也風雨無阻，終於完成此一論文。感謝呂植圳老師和蔡德謙老師，提供許多寶貴的意見，使得思慮能更加周密。感謝在研究所期間的老師和同學，在這裡除了學到更多的知識之外，也得到了更多的體驗。最後要感謝的是妻子懿玲，在這一段忙碌的期間內，還好有妳默默的支持，終於得以完成學業。



# 蔬菜生長過程監控系統之開發

## — 結合 App 及 Arduino 系統

學生：賴永彬

指導教授：王昌斌

南華大學資訊管理學系碩士班

### 摘 要

近年來食安問題不斷的發生，追求安全的食物成為人們關注的議題；氣候的變遷，極端氣候造成農作供應的不確定性增加，蔬菜的價格常有激烈的波動；人們重新檢視生產與環境生態的關係，食物從生產到餐桌的歷程，更多人決定取回食物的話語權，魚菜共生、陽台農場、屋頂農場等因應而生。

運用智慧行動裝置具有網際網路、藍牙晶片、相機模組的特性，以 App Inventor 2 建立蔬菜種植資訊 app，並結合 Arduino 系統的偵測環境溫、溼度功能，提供使用者查詢適合時令種植的蔬菜、合適的栽培資訊、快速顯示蔬菜生長與環境溫度的關係及紀錄蔬菜生長情況，降低種植蔬菜的學習成本。

關鍵字：App Inventor 2、Arduino、蔬菜生長

# Development of Vegetable Growth Process Monitoring System

## --Combine App and Arduino System

Student: Yung-Pin Lai

Advisor: Chang-Bin Wang, Ph.D.

Department of Information Management  
Nanhua University  
Master Thesis

### ABSTRACT

In recent years, food safety problems have continued to occur, and the pursuit of safe food has become a topic of concern; climate change, extreme climate has increased the uncertainty of agricultural supply, especially the price of vegetables often has fierce fluctuations; people re-examine production The relationship with the environment and ecology, from the generation of food to the table, more people decided to get back the right to speak of food, fish and vegetables symbiosis, balcony farms, roof farms and so on.

Using the smart mobile device with the characteristics of the Internet, Bluetooth chip, camera module, App Inventor 2 to establish a vegetable planting information app, combined with the Arduino system to detect the ambient temperature and humidity functions, to provide users with the query for seasonal planting. Vegetables, suitable cultivation information, rapid display of the relationship between vegetable growth and environmental temperature, and record the growth of vegetables, reducing the learning cost of growing vegetables.

**Keywords:** App Inventor 2, Arduino, Vegetable growth

# 目 錄

誌謝 .....	I
中文摘要 .....	II
ABSTRACT .....	III
目錄 .....	IV
圖目錄 .....	VI
表目錄 .....	X
第一章 緒論 .....	1
第一節 研究的背景與動機 .....	1
第二節 研究目的 .....	4
第三節 論文架構 .....	7
第四節 研究限制 .....	7
第二章 文獻探討 .....	8
第一節 Google Android 平台 .....	8
第二節 MIT App Inventor 2 .....	13
第三節 TinyDB 特性 .....	18
第四節 JSON 資料格式 .....	18
第五節 Arduino 系統 .....	20
第三章 研究方法 .....	22
第一節 研究流程 .....	22
第二節 蔬菜資料蒐集 .....	23
第四章 系統說明 .....	26
第一節 系統架構規畫 .....	26
第二節 蔬菜資料結構規畫 .....	44
第三節 環境參數測量 .....	46
第五章 成效分析 .....	57
第一節 系統展示 .....	57
第二節 相關 App 比較 .....	69
第六章 結論與建議 .....	71
第一節 結論 .....	71
第二節 建議 .....	72
參考文獻 .....	73
中文部份 .....	73
西文部份 .....	75

附錄 ..... 76  
    程式積木 ..... 76



# 圖 目 錄

圖 1	Mobile Operating System Market Share Worldwide Jan 2009 – Apr 2019 .....	11
圖 2	IDC 對智慧型手機系統 2017 年到 2023 市佔率預估 .....	12
圖 3	MIT App Inventor 2 的登入介面 .....	15
圖 4	MIT App Inventor 2 的畫面編排介面 .....	16
圖 5	MIT App Inventor 2 的程式設計介面 .....	17
圖 6	MIT App Inventor 2 的連接測試功能選單 .....	17
圖 7	JSON 物件資料結構 .....	19
圖 8	JSON 陣列資料結構 .....	20
圖 9	研究流程圖 .....	22
圖 10	APP 開發架構 .....	26
圖 11	蔬菜查詢頁面 .....	27
圖 12	全部功能流程圖 .....	28
圖 13	解碼 JSON 語法積木 .....	28
圖 14	將蔬菜適宜種植月份轉成字串積木 .....	29
圖 15	最愛功能流程圖 .....	30
圖 16	分類功能流程圖 .....	31



圖 17	相簿功能流程圖 .....	31
圖 18	月份功能流程圖 .....	32
圖 19	選擇適合種植月份積木 .....	32
圖 20	當月功能流程圖 .....	33
圖 21	以系統時間取得適合種植月份積木 .....	33
圖 22	種植資料頁面 .....	34
圖 23	網路瀏覽器開啟網頁積木 .....	35
圖 24	TinyDB 的元件積木 .....	36
圖 25	新增/移除功能流程圖 .....	36
圖 26	拍照功能流程圖 .....	37
圖 27	點選照相機元件積木 .....	38
圖 28	溫度功能流程圖 .....	38
圖 29	藍牙元件與 Arduino 的藍牙模組連線積木 .....	39
圖 30	接收環境溫度參數積木 .....	39
圖 31	接收環境溼度參數積木 .....	39
圖 32	環境溫度和播種溫度的判斷式積木 .....	40
圖 33	環境溫度和生長溫度的判斷式積木 .....	40
圖 34	返回功能流程圖 .....	41

圖 35	檔案查詢頁面 .....	41
圖 36	畫布元件積木 .....	42
圖 37	檔案查詢流程圖 .....	43
圖 38	顯示照片積木 .....	43
圖 39	刪除功能流程圖 .....	44
圖 40	蔬菜種植資料 JSON 結構 .....	46
圖 41	Arduino Uno Rev3 相容的開發板 .....	48
圖 42	Arduino Uno 的針腳功能 .....	48
圖 43	DHT-22 溫濕度感測模組 .....	50
圖 44	DHT-11 溫濕度感測模組 .....	50
圖 45	LM-35 溫度感測模組 .....	50
圖 46	HC-06 藍牙模組 .....	52
圖 47	環境參數測量配線圖 .....	55
圖 48	環境參數測量模組完成圖 .....	56
圖 49	蔬菜查詢頁面的全部資料 .....	58
圖 50	最愛蔬菜的頁面 .....	59
圖 51	蔬菜品別的分類 .....	60
圖 52	月份功能選單畫面 .....	61

圖 53	種植資料頁面 .....	63
圖 54	將蔬菜加入最愛名單 .....	64
圖 55	將蔬菜從最愛名單中移除.....	64
圖 56	已配對的藍牙裝置清單 .....	65
圖 57	接收環境參數的種植資料頁面 .....	66
圖 58	紀錄查詢預設畫面 .....	68
圖 59	檔案查詢頁面 .....	68



# 表 目 錄

表 1 蔬菜相關 APP.....	5
表 2 Android 歷代版本.....	9
表 3 IDC 對智慧型手機系統 2017 年到 2023 市佔率預估.....	12
表 4 台北市第一、二果菜批發市場一〇八年度公布成交重量前三十種 蔬菜品名別.....	24
表 5 蔬菜種植資料結構.....	45
表 6 常用 Arduino 開發板.....	47
表 7 DHT-22、DHT-11、LM-35 模組比較.....	51
表 8 HC-05 和 HC-06 藍牙模組比較.....	52
表 9 環境參數測量模組配線表.....	55
表 10 環境溫度與播種溫度關係圖示.....	66
表 11 環境溫度與生長溫度關係圖示.....	67
表 12 蔬菜種植相關 App 比較.....	69

# 第一章 緒論

本章旨在說本文的研究基礎，內容如下：研究的背景與動機、研究目的、論文架構、研究限制。

## 第一節 研究的背景與動機

這幾年來，陸陸續續發生食品安全的問題，使得食安的議題一直縈繞在生活的每一天，對於食物從產地到餐桌，人們日益重視安全食物的取得，有機農業的認證、蔬果的生產過程建立生產履歷制度，消費者也能瞭解生產的過程。農委會也從學生的營養午餐推動四章一Q的食材，四章一Q包含了：CAS台灣有機農產品、產銷履歷農產品(TAP)、CAS台灣優良農產品、吉園圃安全蔬果及台灣農產品生產追溯的QR Code。

臺灣的糧食自給率大約3成，在通路業者每年約有3萬多公噸食物，未到達消費者手上，就已經被當成垃圾處理掉。聯合國在2015年，推動永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)中預定在2030年前，將零售業者與消費者的全球糧食浪費率降低50%。在這樣的環境驅使下，從對食品安全的重視，更一進步的關心食物與環境的關係、食物與生產者的關係，甚至是飲食與文化的關係，2010年十月召開的《生物多樣性公約》第十屆締約方大會(COP10)，在日本政府努力下通過了里山倡議(Satoyama Initiative)，重新檢討人類生產和自然生態永續

的關係。

因此「食育」、「食農教育 (Food and farming education)」逐漸為許多先進國家所重視。日本在 2005 年訂定「食育基本法」，由內閣及各級機關，結合社區、農協 (JA) 食品業者、醫療機構、學校等，推動飲食及農業教育政策。韓國在 2009 年制定「飲食生活教育支援法」，政府組織及民間團體共同推動。在臺灣，2014 年行政院農委會辦理「食農教育扎根計畫」，結合學校與民間團體共同推廣食農教育。在立法院第 9 屆第 1 會期會議中，提出食農教育法草案，鼓勵找回本土的飲食文化和農業的體驗教育。

地球的暖化的影響，極端氣候的出現更加頻繁，糧食生產更加的困難；溫度的升高，病蟲害防治所付出的代價相對提高，伴隨而來便是物價劇烈的波動。為了改善農業生產活動對環境所造成的影響，人們重新思考人與土地的關係：在產業面如何減少食物里程以降低碳排放量、農藥與肥料的合理化使用，降低對生態系的污染、農業設施的搭建，降低生產時氣候變化所帶來的風險。在個人生活面，許多人從消費者角色，轉換成生產者的一員，利用閒置土地、陽台、屋頂等空間，發展出多元的生產模式，如市民農園、魚菜共生、垂直農場、屋頂農場等，透過親手栽植，最清楚蔬菜生長的履歷，同時降低了對市場的依賴。

智慧型行動裝置的體積小，相對於桌上型電腦（desktop）和筆記型電腦（notebook）而言，可以隨身攜帶隨時使用。目前臺灣最普及的是第四代（4G）行動網路，美國、中國、歐洲、日本、韓國將在 2019 年提供第五代網路（5G）的服務，臺灣也預定在 2020 年開啟 5G 的紀元，透過次世代的高速行動網路，手機已在生活、社交、工作、娛樂扮演著重要的角色，更是形影不離的配備。

根據國家通信傳播委員會，委託財團法人台灣經濟研究院，在 2018 年的調查報告，家戶智慧型手機擁有率為 92.8%，家中可上網比例達 89.0%。隨著智慧型行動裝置的處理器（CPU）運算功能愈來愈強大，記憶體的容量也隨著成長，除了有傳統手機的語音、簡訊等功能之外，還具備了多媒體影音功能、感測裝置，內建多種通信晶片，如無線網路、藍牙、NFC 等功能，可以用來連結網際網路形成互聯網，也可以連接週遭的固定或行動裝置，在短距離內交換資料，形成個人區域網路（PAN）。智慧型行動裝置也可以透過安裝應用程式（app）或連接週邊設備來擴充功能，藉由這些功改變了現代人生活模式，手機的地圖軟體和 GPS 的定位功能，取代了紙本地圖和旅遊指南，增加我們在旅行的便利性；藉由藍牙和互聯網，便可以在遠端遙控電子設備。

因應愈來愈多人有興趣投入蔬菜的種植，農作物種類繁多，包含了

不同的品系，從繁殖條件、生長季節、合適溫度、生長天數等因素各不盡相同，對於投入蔬果栽培的新手而言，何如快速獲得植物生長資訊和有效率的管理，將可以將低學習成本。智慧型裝置具備了使用的便利性並且可以透過通信晶片連結其它裝置，把它運用在種植蔬菜上，以改善種植和管理的效率。

## 第二節 研究目的

近年來有許多相關的研究和報告，提出改善蔬果生產效率的見解。在生產管理系統於有機蔬菜大棚之應用研究中認為，培養一位「經驗」豐富的農作物種植高手是相當耗時間，生產空間的環境因素無法精準控制，由人工取得資訊準確度低，工作效率也低落。(康荏荃, 2015)農業知識管理平台對農業種植經驗是有正向幫助，利用簡單的資料顯示面，使用者更容易獲取並瞭解蔬菜種植的資訊。(蕭恆嘉, 2017)臺灣正面臨缺乏勞動力與農民高齡化，生產力 4.0 關鍵技術開發，利用感測、智能裝置、物聯網、大數據，達到智慧栽培的目標。(陳駿季, 2015)智慧農業技術可以增加收穫量，並可以降低資源的使用，對於環境更加友善，還能緩解農村勞動力不足，是臺灣農業未來發展極為重要。(黃名揚, 2018)



農業知識入口網站，是農委會為了幫助農民獲得農業生產和管理的知識，用以改善生產、管理與創新，以企業模式促進農業轉型升級，因此建立農業知識庫，結合農試所和改良場專家所提供的專業知識，還包含料理方法與生產年報，內容複雜而專業，除了蔬菜水果的農業之外，還有了林業、漁產、畜牧、其他等主題，使用者在眾多資料中找尋適合季節種植的蔬菜，需要逐一閱讀審視，所費時間成本不貲。

檢視 Google Play 種植蔬菜相關的 app，有一大部分是介紹用來作為蔬菜花園的蔬果品種，有的是展示植物生長的畫面，其中有提供植物生長資訊的是 Gardroid - Vegetable Garden App。

表 1 蔬菜相關 APP

App 名稱	提供者	相關資訊
Gardroid - Vegetable Garden	Dimitri De Kerf	採用圖示方式呈現，可以一目瞭然， 但開發單位位於比利時，使用英文名 稱和介面，作物生長季節與臺灣不同。
蔬菜	Kirill Sidorov	提供了形態、產地、食用方法、中醫 學藥效相關條目。

---

蔬菜花園的想法	Muntasir	提供數種適合園藝觀賞的食用植物，以圖片呈現，沒有植物生長資訊。
種子 - 種植	Expert Home Studio	提供從種子種植到成長的過程，以影片的方式呈現，內容為英文。
阳台种菜健康家庭菜园	Ariel Wong	提供將陽台改造成家庭菜園，有解說種植的過程。
植物生長 DIY-教程	MR Studios	以連環圖片展示植物生長的過程，沒有說明栽培的過程。

---

從相關文獻可得知有系統的農業知識、容易操作的介面、自動取得環境參數對於種植蔬菜相關的應用。要如何快速取得合適的蔬菜種植資訊？要如何運用智慧型行動裝置協助取得蔬菜生長的環境資訊？如何紀錄蔬菜的生長過程？本研究檢視相關的網頁和 APP，發現未有整合上述相關功能的系統。因此，本文的研究目的如下：

- 一、以智慧型行動裝置提供快速查詢合適種植的蔬菜生長資訊。
- 二、透過智慧型行動裝置取得環境因素，協助蔬菜生長的管理。
- 三、運用智慧行動裝置，紀錄蔬菜生長的資訊，以圖形為主。

### 第三節 論文架構

第一章：介紹研究的背景與動機、研究目的與貢獻、論文架構、研究限制。

第二章：文獻探討與分析：說明 Google Android 平台、MIT App Inventor 2、TinyDB 特性、JSON 資料結構、Arduino 系統。

第三章：研究方法：研究流程、蔬菜資料蒐集。

第四章：系統說明：系統架構規畫、蔬菜資料結構規畫、環境參數測量。

第五章：成效分析：系統展示、相關 App 比較。

第六章：結論與建議。

### 第四節 研究限制

一、適宜溫度是指蔬菜在此溫度區間會有較良生長狀態。

二、蔬菜適宜種植月份，會依地理區位和海拔高度而有所差異，本研究以臺灣南部氣候為基準。

三、提供不以收成為經濟為考量的使用者蔬菜種植和生長資訊。

## 第二章 文獻探討

本章旨在探討合適的程式開發系統、資料的儲存及傳輸及環境監測介面。

### 第一節 Google Android 平台

#### 壹、Android 命名由來

Android 是以 Linux 核心的開源行動作業系統，由 Google 成立的 Open Handset Alliance (OHA，開放手機聯盟) 主導與開發，主要用於行動裝置。

Android 是 1886 年法國科幻小說未來夏娃 (*L'Ève future*) 中機器人的名字。2003 年 10 月，安迪·魯賓 (Andy Rubin)、利奇·米內爾 (Rich Miner)、尼克·席爾斯 (Nick Sears)、克里斯·懷特 (Chris White) 在美國加州成立 Android 科技公司 (Android Inc.)，成立之初的是為了開發新的數位相機作業系統，不久之後改變目標，努力讓 Android 成為可追上諾基亞 Symbian 及微軟 Windows Mobile 的手機作業系統。

Google 為了進入行動領域市場，在 2005 年 7 月收購了 Android 科技公司，因此所有 Android 的關鍵人物和公司員工，都成為 Google 公司的一部分。2007 年 11 月，Google 領導成立開放手機聯盟，結合裝置

製造商、晶片製造商及電信業者，開發出開放及全面的行動裝置系統，同時也發布第一部 Android 作業系統的智慧型手機，自 Android 1.0 發表以來，每年都逐步修訂錯誤和增加新功能，推出更新的版本，版本的名稱都以甜食命名。由於 Android 作業系統的原始碼是開源的，程式開發人員可以利用開放的特性，為行動裝置或特定用戶打造其專屬的功能，不同的行動裝置製造商也藉此達到商品的差異化。

## 貳、Android 版本歷史

Android 版本從 1.5 版起，都以不同甜點命名，甜點的名稱依字母的順序排列。

表 2 Android 歷代版本

版本編號	版本名稱	發行日期
1.0	Android 1.0	2008 年 9 月 23 日
1.1	Android Petit Four	2009 年 2 月 9 日
1.5	Android Cupcake	2009 年 4 月 27 日
1.6	Android Donut	2009 年 9 月 15 日
2.0 - 2.1	Android Eclair	2009 年 10 月 26 日
2.2 - 2.2.3	Android Froyo	2010 年 5 月 20 日

---

2.3 - 2.3.7	Android Gingerbread	2010 年 12 月 6 日
3.0 - 3.2.6	Android Honeycomb	2011 年 2 月 22 日
4.0 - 4.0.4	Android Ice Cream Sandwich	2011 年 10 月 18 日
4.1 - 4.3.1	Android Jelly Bean	2012 年 7 月 9 日
4.4 - 4.4.4	Android KitKat	2013 年 10 月 31 日
5.0 - 5.11.1	Android Lollipop	2014 年 11 月 12 日
6.0 - 6.0.1	Android Marshmallow	2015 年 10 月 5 日
7.0 - 7.1.2	Android Nougat	2016 年 8 月 22 日
8.0 - 8.1	Android Oreo	2017 年 8 月 21 日
9.0.0	Android Pie	2018 年 8 月 6 日
Beta1	Android Q	2019 年 3 月 13 日

---

### 參、市佔率

行動裝置在市場剛成形之初，各大廠紛紛推出自己的作業系統，主要有諾基亞的 Symbian OS、蘋果公司的 iOS、BlackBerry OS 等，根據網站流量分析工具 Statcounter 調查的數據顯示，Android 作業系統的市佔率在 2012 年陸續超越 iOS 和 Symbian OS，從此便一路領先市場。

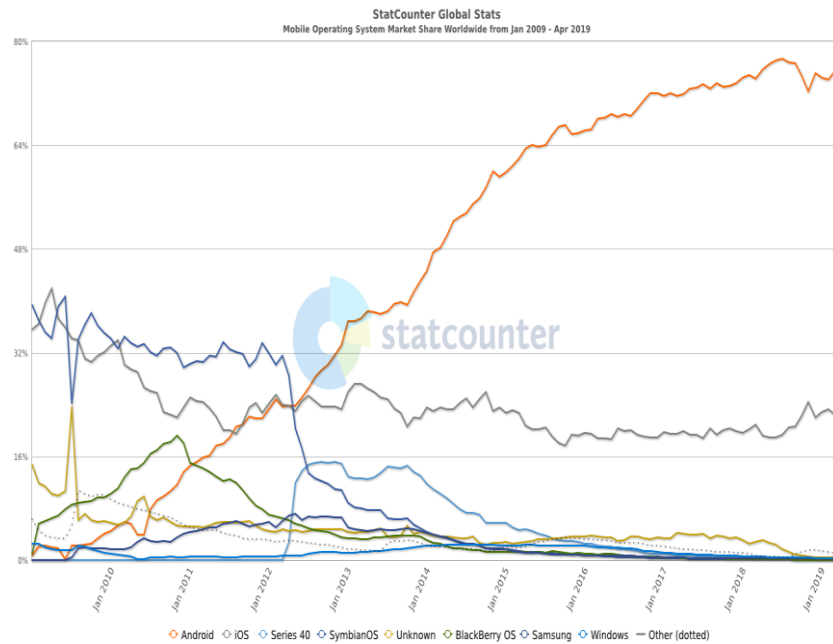


圖 1 Mobile Operating System Market Share Worldwide Jan 2009  
- Apr 2019

依據市場調查機構 IDC 於 2019 年 1 月，對全球智慧型手機市場所做的預測，到 2023 年手機的出貨量可達 15.4 億隻，從 2017 年起預測到 2023 年，智慧型手機所安裝的作業系統均以 iOS 和 Android 為主，其中 Android 作業系統從 2017 年到 2023 年所佔的比率的高達八成五以上，市場的佔有比例最高。

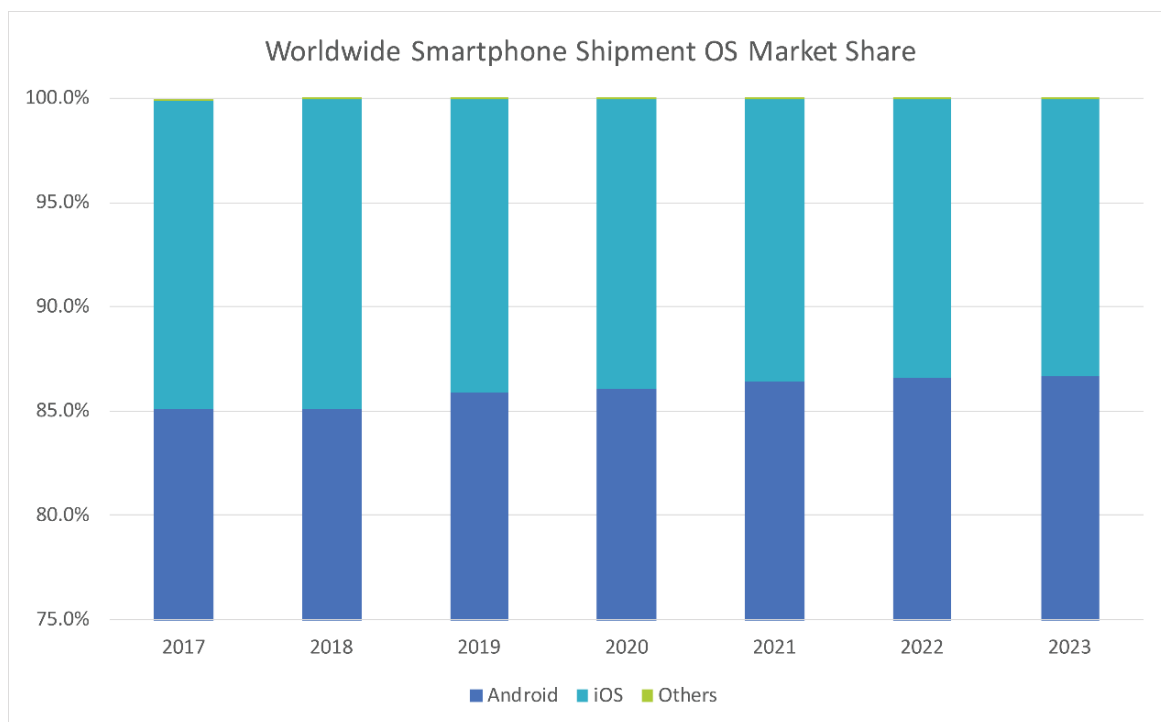


圖 2 IDC 對智慧型手機系統 2017 年到 2023 市佔率預估

表 3 IDC 對智慧型手機系統 2017 年到 2023 市佔率預估

Year \ OS	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Android	85.1%	85.1%	85.9%	86.1%	86.4%	86.6%	86.7%
iOS	14.7%	14.9%	14.1%	13.9%	13.6%	13.4%	13.3%
Others	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
TOTAL	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%



## 第二節 MIT App Inventor 2

### 壹、MIT App Inventor 2 的發展

App Inventor 2 是一款圖形化界面的 Android 應用程式開發軟體，具有雲端運算、社群網路及互聯網等相關功能。它的圖形化界面，與 Scratch 語言和 StarLogoTNG 界面相似，適合在無程式背景下，又想要接觸軟體開發的入門程式。

前身 App Inventor 原本是 Google 公司實驗室中的一個子計畫，由 Hal Abelson 和 Mark Friedman 所帶領的團隊，為了讓更多人在沒有程式設計的基礎下，也可以從事 Android 裝置應用軟體的開發，在 2010 年 12 月推出了 Google App Inventor for Android 工具軟體。Google 公司在 2012 年將 App Inventor 的維護，轉交美國麻省理工學院 (MIT) 的行動學習中心 (MIT Center for Mobile Learning)，由 App Inventor 的開發者 Hal Abelson 和麻省理工學院的教授 Eric Klopfer 和 Mitchel Resnick 繼續研發及進行教育推廣。

麻省理工學院在 2013 年 12 月推出 MIT App Inventor 2 網站，並將原 App Inventor 更名為 App Inventor Classic。MIT App Inventor 2 已經將 Blocks Editor 功能整合在網頁中，使用者省去了下載安裝 Java 及環境設定，即可透過瀏覽器從雲端進行應用程式開發。

## 貳、進入 MIT App Inventor 2 的開發環境

### 一、登入開發平台首頁

要進入 MIT App Inventor 2 的開發環境有兩種方式，一種是下載套件自行安裝開發環境，優點是在做連線處理時，不用擔心網路連線狀況和連線速度，在使用模擬器做程式測試的時候，時間也會和主機所在地的時區同步。而缺點就是在開發之前就得花一筆時間做開發環境的建置。另一種就是用網頁瀏覽器開啟 MIT App Inventor 2 的網站 <http://ai2.appinventor.mit.edu/>，就可以透過瀏覽器進入開發平台，這一種的入門方法最快，要注意的是使用模擬器測試程式時，所有的時間函數都使用麻省理工學院所在的時區，連線的速度也相對較慢。

前身 App Inventor 是由 Google 實驗室所開發，提供使用者開發 Android 系統的 app，所以使用 Google Chrome 瀏覽器的相容性最佳，當連線到 <http://ai2.appinventor.mit.edu/> 時，使用者會需要一個 Gmail 的帳號做為登入的開發者帳號，如果沒有的話，可以點選建立帳戶來建立一個新的 Gmail 帳號；如果有舊帳號，直接輸入帳號密碼即可進到開發平台首頁。

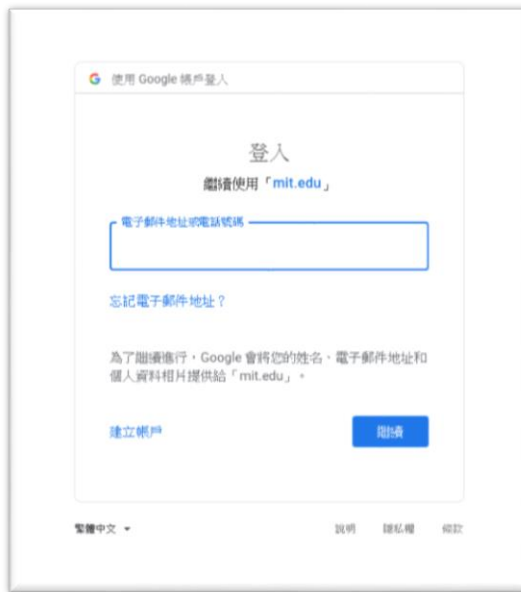


圖 3 MIT App Inventor 2 的登入介面

## 二、開發介面說明：

在 MIT App Inventor 2 主要分成畫面編排介面和程式設計介面。

在畫面編排介面，分成了元件面板、工作面板、元件清單和元件屬性四大區塊。應用程式的介面配置，所使用可視元件、非可視元件都可以用拖曳方式完成，元件的屬性也都在這裡做設定。

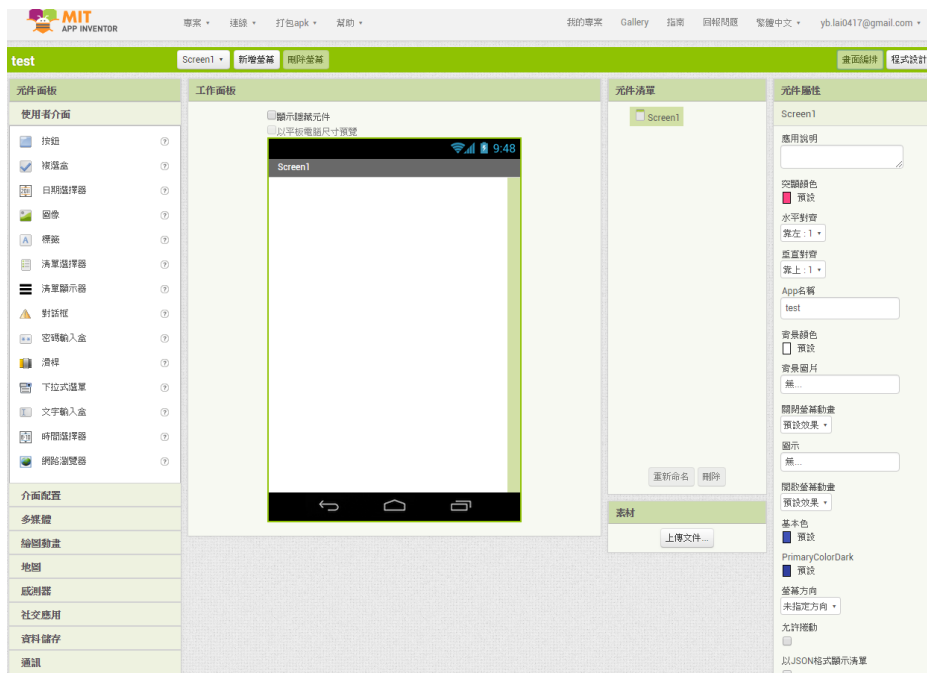


圖 4 MIT App Inventor 2 的畫面編排介面

當應用程式的介面配置完成，就可以點選程式設計介面，在這個介面分成了元件面板和工作面板兩個區塊，在工作面板的背包可以自行存放積木模組，供不同專案使用。要進程式設計時，點選元件面板中的元件，即可取得元件相對應的程式積木，只要將所需要積木拖曳到工作面板，用拼接的方式就可以完成設計。

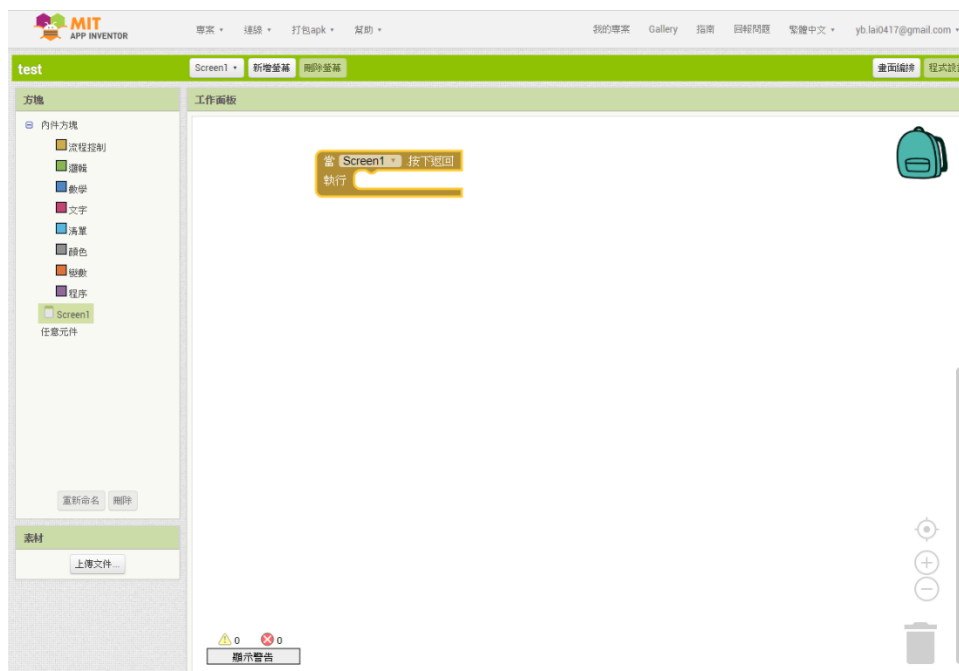


圖 5 MIT App Inventor 2 的程式設計介面

### 三、程式測試與打包：

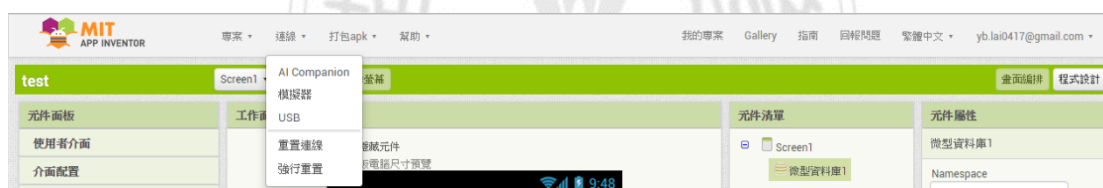


圖 6 MIT App Inventor 2 的連接測試功能選單

要測試程式執行成果，可以使用連線功能中的 AI Companion、模擬器、USB 三種方式。以 AI Companion 方式連線，必須先在 Android 系統的手機中，從 Google Play 下載並安裝 MIT AI2 Companion app，手機和電腦必須在同一個網段，就可以透過描 QR code 的方式快速連線，好處是可以即時更新，並且可測試手機上的感測器、相機、藍牙等功能。如果要使用模擬器和 USB 連線手機的方式來測試執行結果，必須要

裝 App Inventor 2 的開發套件，並事先啟動 aiStarter 檔案。

當程式完成之後，利用打包 apk 的功能，將程式封裝成 apk 的檔案，就可以安裝到 Android 系統的行動裝置執行。

### 第三節 TinyDB 特性

資料庫是在電腦中以特定格式的資料集合，可以新增、查詢、刪除、更新等功能，也可供不同程式使用。在執行行動裝置的應用程式時，執行的資料會隨著程式的關閉而從記憶體中釋放出來，如果要在下次開啟時能夠繼續使用，則需要把資料儲存在檔案或資料庫，MIT App Inventor 2 所使用的 TinyDB 資料庫類型是屬於非關係型資料庫（NoSQL）裡的鍵值（key-value）資料庫。在 TinyDB 儲存資料時，要先設定對應的標籤（tag），再存入相對應的值（value），這個值可以是數字、字元、字串和陣列（Array）。

### 第四節 JSON 資料格式

JSON（JavaScript Object Notation）是一種用來儲存和交換的純文字資料結構，有著輕巧和容易閱讀的特性，原屬於 JavaScript 的一個子集，獨立的語法又接近 C 語言家族，JSON 便成理想的資料交換語法，

目前有很多程式語言都支援 JSON。

JSON 的料資結構有兩個，一個是物件(object)一個是陣列 (array)。

物件的表示語法，是以 { 為開始，並且以 } 為結束，例如：{ 開始，結束 }。

在每個物件中包含了一組或多組名稱/值 (pair)，名稱是一個字串，字串資料格式要以 " 括起來，值的部分包含了字串、數值、物件、布林值、陣列和 null 值。在名稱和值之間用 : 做為分隔，若有多組名稱/值，每組名稱/值之間就用 , 分開。例如：{ "名稱" : "字串", "名稱" : 數值, "名稱" : {物件} , "名稱" : 布林值, "名稱" : [陣列], "名稱" : null 值 }。

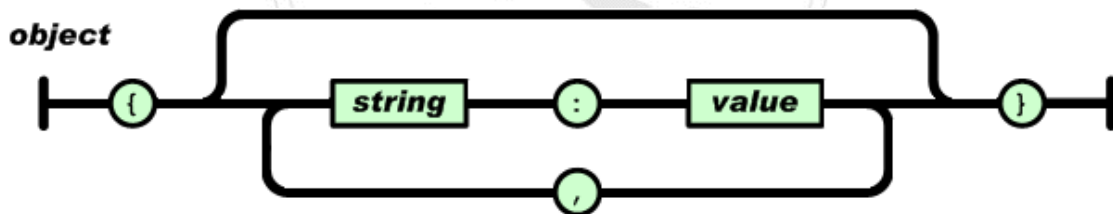


圖 7 JSON 物件資料結構

在陣列的表示語法是以 [ 為開始，並且以 ] 為結束，包含了一個或多個值，每個值之間用 , 分隔。例如：[ "字串", 數值, {物件}, 布林值, [陣列], null 值 ]。

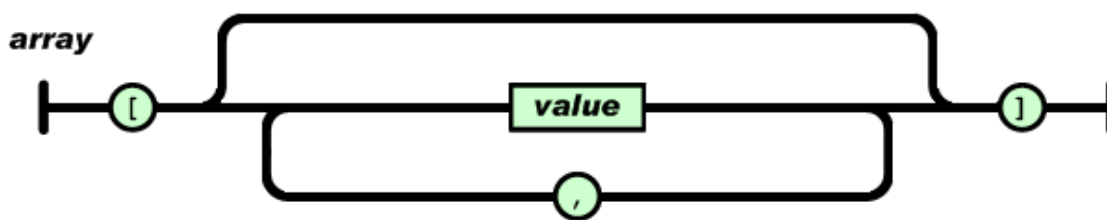


圖 8 JSON 陣列資料結構

JSON 和 XML (eXtensible Markup Language) 都被廣泛的使用在資料的交換,XML 對於程式而言具有容易判讀、擴充和檢索的優勢,但 JSON 有著輕巧的特性,更適合於網路的傳輸。

## 第五節 Arduino 系統

Arduino 這個名字來自義大利的一家酒吧,創始人常在此聚會便以此為命名。專案起因是為了要提供學生們便宜好用的微型控制器,2005 年便決定自行設計電路板,核心開發團隊成員有馬西莫·班齊 (Massimo Banzi)、贊布羅塔·馬提諾 (Gianluca Martino)、大衛·奎提耶斯 (David Cuartielles)、大衛·梅理斯 (David Mellis) 以及湯姆·伊果 (Tom Igor)。

Arduino 電路板設計使用各種微處理器和控制器,配有數位和類比 I/O 針腳,用來連接擴充板、麵包板和其他電路,也可從個人電腦將程式燒錄入控制晶片。微控制器以 C 或 C++ 程式語言為主,專案還提供了



整合式開發環境。

Arduino 的產品是按照 GNU 較寬鬆通用公共許可證 (LGPL) 或 GNU 通用公共許可證 (GPL) 許可的開源硬體和軟體的發行，因此 Arduino 允許他人重製電路板，還能重新設計和發行。



## 第三章 研究方法

本章旨在說明本文研究方法和流程，先做範圍的選定，再做系統、資料規畫，然後進行設計與測試。

### 第一節 研究流程

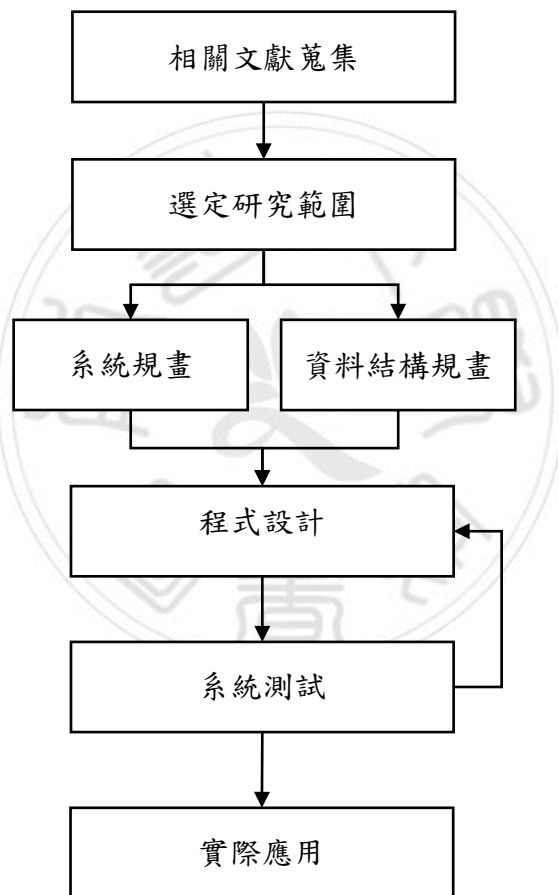


圖 9 研究流程圖

一、相關文獻蒐集：蒐集研究中所需要的文獻、適合的作業系統、感測

系統和蔬菜知識相關資訊。

二、選定研究範圍：從台北農產運銷公司的公開資料及蔬菜種植的書籍中，選定蔬菜的種類和生長資訊。

三、系統規劃：根據文獻探討時所發現的問題，系統必須有快速查詢、監測環境資訊及生長紀錄功能。

四、資料結構規畫：配合系統所需功能，將蔬菜的資料正規化。

五、程式設計：以 MIT App Inventor 2 和 Arduino Uno Rev3 進行程式和環境因素監測的設計。

六、系統測試：在 Android 手機，以 AI Companion 和 Arduino Uno Rev3 實際連線測試，如果有問題則回程式設計修正，如果運作正常則進入應用。

## 第二節 蔬菜資料蒐集

蔬菜的種類數量繁多，台北農產運銷公司每年會統計蔬菜、水果交易量，本資料來源台北市第一、二果菜批發市場一〇八年度公布蔬菜品名別批發成交量中，以成交重量最多的前三十種蔬果，成交量大相對的在日常生活出現頻率也較高，配合坊間蔬菜種植的書籍所推薦的蔬菜種類，選出適合的種類，建立成蔬菜資料檔案。

表 4 台北市第一、二果菜批發市場一〇八年度公布成交重量前三十種

蔬菜品名別

名稱	重量 kg	%
甘藍	21,359,515	17.63
蘿蔔	9,016,137	7.44
包心白菜	7,300,472	6.02
萵苣菜	4,763,039	3.93
蕃茄	4,554,253	3.76
玉米	4,167,448	3.44
菠菜	4,019,197	3.32
胡蘿蔔	3,864,575	3.19
青蔥	3,187,927	2.63
花椰菜	3,047,766	2.52
青花苔	2,816,865	2.32
南瓜	2,434,053	2.01
小白菜	2,396,626	1.98
花胡瓜	2,357,560	1.95
絲瓜	2,305,990	1.90
甘藷	1,980,679	1.63
芥菜	1,953,704	1.61
苦瓜	1,811,814	1.50
大蒜	1,805,059	1.49
茄子	1,757,343	1.45
甜椒	1,704,652	1.41
洋蔥	1,680,076	1.39
甘藷葉	1,674,250	1.38
青江白菜	1,527,750	1.26
芹菜	1,521,912	1.26
敏豆	1,406,933	1.16
胡瓜	1,317,561	1.09
馬鈴薯	993,923	0.82
茼蒿	961,736	0.79
油菜	951,966	0.79

行政院農業委員會農糧署每年都會統計臺灣種植蔬菜耕地及產量，並編製臺灣地區蔬菜生產概況並公開資料，在統計時會依蔬菜類型做分類統計，共分為葉菜類、果菜類、根菜類、莖菜類四類。



## 第四章 系統說明

本章說明系統架構規畫、資料結構規畫和環境參數測量模組設計。

### 第一節 系統架構規畫

本系統是以 MIT App Inventor 2 的程式設計，為了減少場景的切換，大量運用清單選擇器和清單顯示器的特性，將其設計成為功能鍵和選單，並可在同一場景中顯示或隱藏，降低場景切換的頻率，使程式介面更方便使用。程式場景設計部份，分成蔬菜查詢頁面、種植資料頁面、檔案查詢頁面，共三大頁面，每個頁面並整合數個功能鍵。

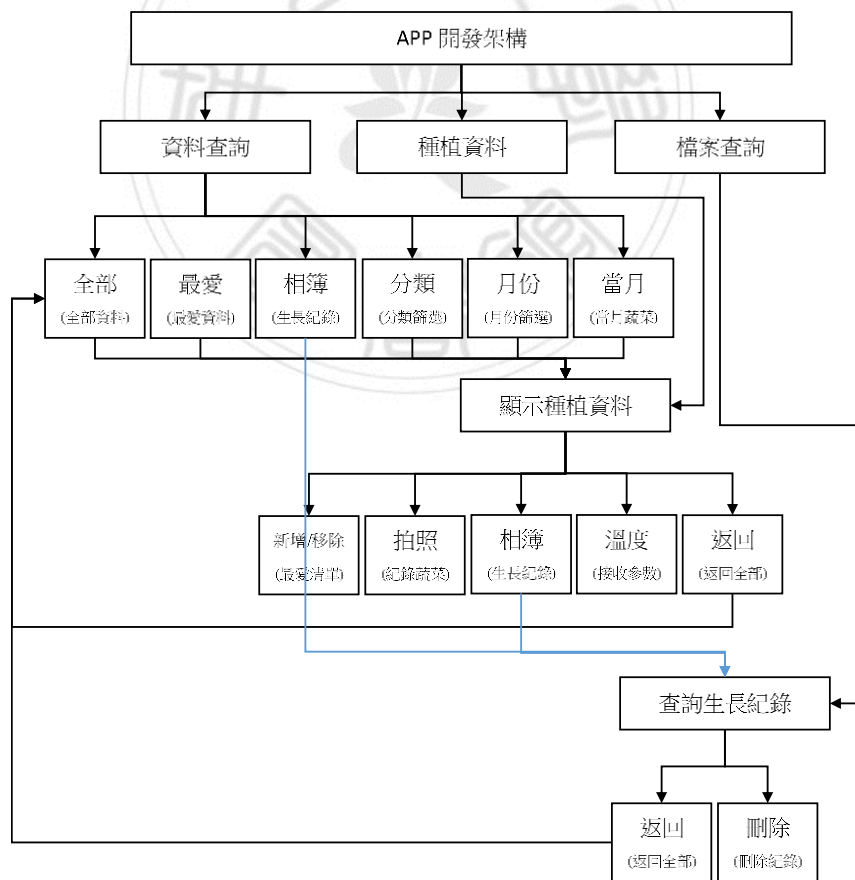


圖 10 APP 開發架構

壹、蔬菜查詢頁面：本頁是程式的主頁面，設有全部、最愛、相簿、分類、月份、當月，共六個功能鍵，功能說明如下。

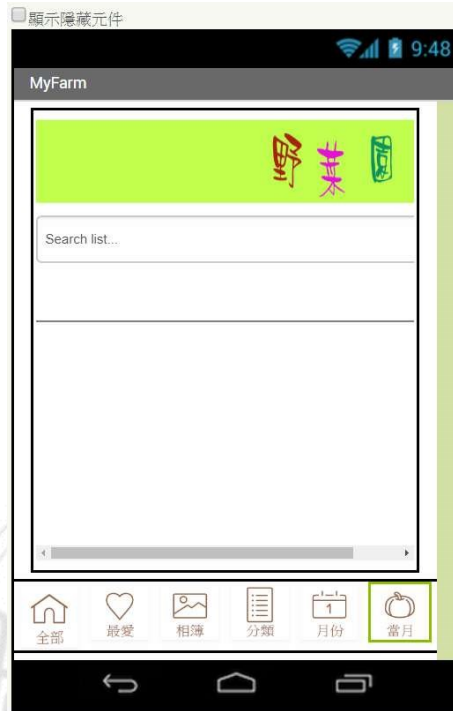


圖 11 蔬菜查詢頁面

全部：用來顯示所有的蔬菜種類，搜尋列可以輸入想要尋找的蔬菜名稱。

最愛：顯示最愛的蔬菜資料。

相簿：查詢蔬菜生長記錄。

分類：以蔬菜品名別方式來搜尋蔬菜。

月份：以月份搜尋適合種植的蔬菜。

當月：顯示當月適合種植的蔬菜。

#### 一、全部功能鍵

蔬菜的生長資料以 JSON 的語法建置，資料量較為輕巧，可以將低網路傳輸的流量，也減少傳輸的時間，本程式的蔬菜生長資料放置在雲端硬碟中，只要在雲端硬碟中新增蔬菜的種類，程式便可同時新增蔬菜的種類，不必再更新 APP。在 MIT App Inventor 2 內建程式積木，可以透過 WEB 元件接收生長資料，再解碼 JSON 語法。

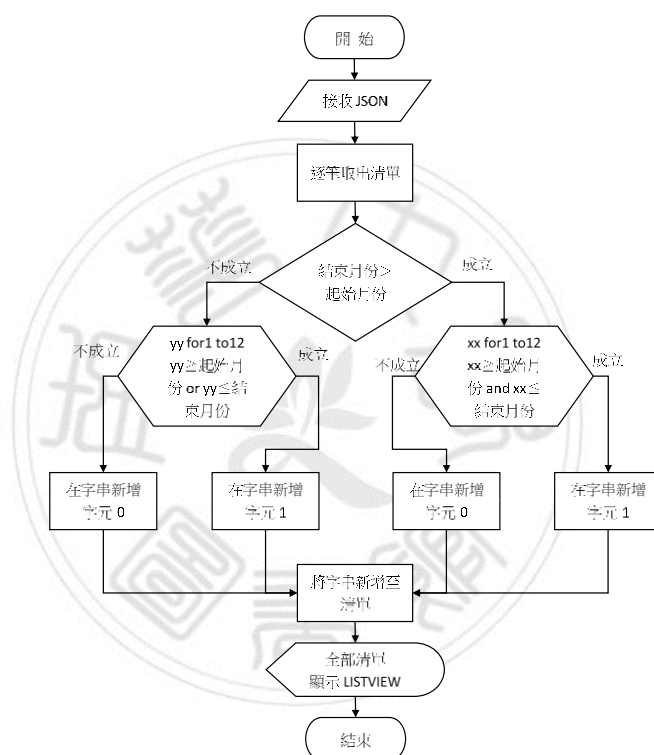


圖 12 全部功能流程圖



圖 13 解碼 JSON 語法積木

為了要建立以月份搜尋適合種植的蔬菜功能和顯示當月適合種植的



蔬菜功能，原始的合適種植月份資料是不足以應付，原始資料為了要容易建立並簡化資料結構，因此只設計了起始月份欄位和結束月份欄位。

當程式接受到資料後便從蔬菜資料清單逐筆取出，以判斷式在清單的第十項清單項新增一組十二字元的字串，每一個字元以 0 和 1 表示，字元在字串中的位置依序代表了一月到十二月。適合種植的月份以 1 的字元表示，不適合種植的月份以 0 的字元表示，以白蘿蔔為例，種植的起始月份為十月，種植的結束月份為十二月，就會形成一組十二個字元的字串「000000000111」。

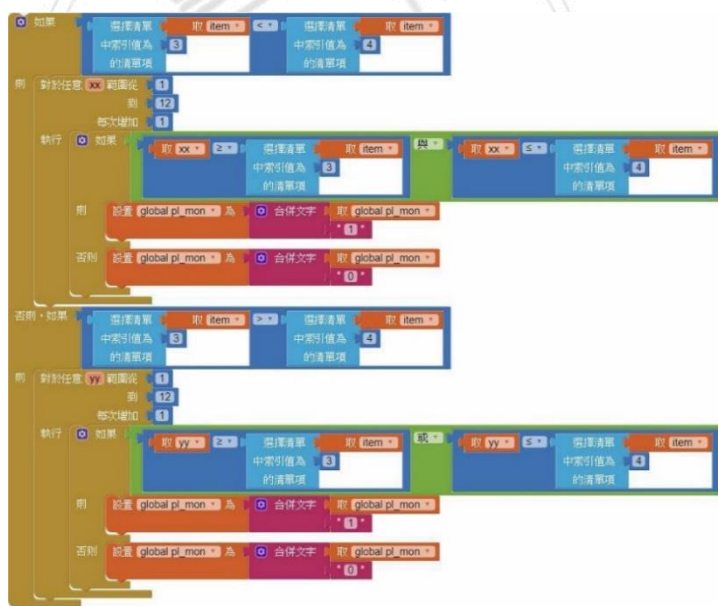


圖 14 將蔬菜適宜種植月份轉成字串積木

## 二、最愛功能鍵

最愛功能的按鍵是提供使用者收藏蔬菜資料，快速找尋蔬菜資料。

當使用者對於某一種蔬菜有興趣，想要持續追蹤相關訊息，或是目前已

經種植的蔬菜，要持續紀錄觀察，便可透過最愛功能達成。最愛功能的資料儲存在 TinyDB，經由對 TinyDB 的讀取，再顯示在清單顯示器元件。

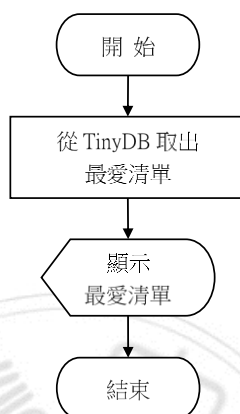


圖 15 最愛功能流程圖

### 三、分類功能鍵

分類功能的按鍵是要將蔬菜品名別方式篩選，先依蔬菜種類建立選擇清單，再利用點選清單取得選中項來篩選符合的蔬菜清單，再將蔬菜名稱顯示在清單顯示器元件。

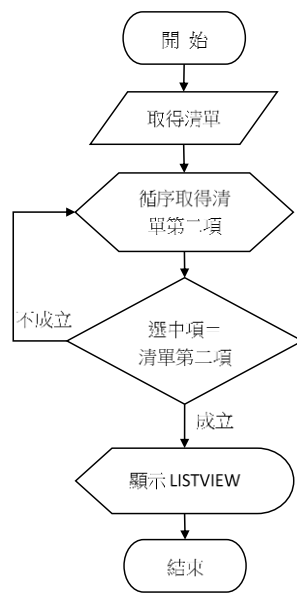


圖 16 分類功能流程圖

#### 四、相簿功能鍵

相簿功能的按鍵是要切換到檔案查詢頁面，在點選之後會切換到檔案查詢頁面所在的 Screen3。

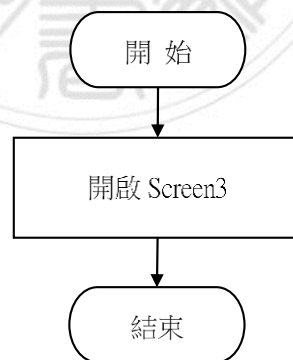


圖 17 相簿功能流程圖

#### 五、月份功能鍵

月份功能的按鍵是以清單選擇器元件來建立，依序從一月到十二

月，利用清單選項的索引值，來比對字串中相對應位置的數字，如果數字為 1，則符合搜尋的條件，便會顯示在清單顯示器上。

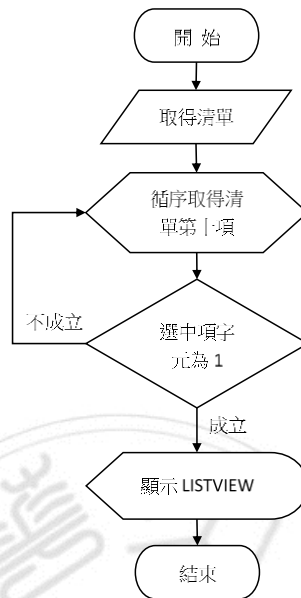


圖 18 月份功能流程圖



圖 19 選擇適合種植月份積木

## 六、當月功能鍵

當月功能的按鍵則是使用計時器功能，取得系統當時的月份函數，比對字串中相對應位置的數字，如果數字為 1，則符合適合當月種植的條件，便會將蔬菜名稱顯示在清單顯示器。

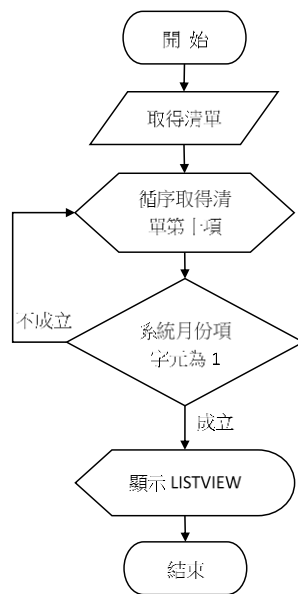


圖 20 當月功能流程圖



圖 21 以系統時間取得適合種植月份積木

貳、種植資料頁面：本頁面顯示蔬菜的種植資料、測量環境參數、紀錄生長情況，設有新增/移除、拍照、相簿、溫度、返回，共五個功能鍵，功能鍵說明如下。

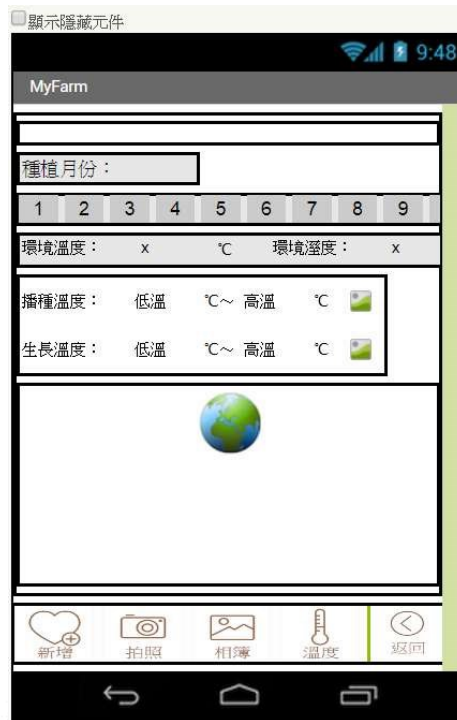


圖 22 種植資料頁面

新增/移除：將選擇的蔬菜新增最愛或移除最愛。

拍照：拍攝蔬菜的生長情形，同時紀錄環境參數。

相簿：查詢蔬菜生長記錄。

溫度：用藍牙連接 Arduino 接收環境溫溼度，並顯示溫度與蔬菜生長的關係。

返回：回到蔬菜查詢頁面。

本頁面在初始化將會出現蔬菜名稱、種植月份、播種的高低溫、種植的高低溫，蔬菜栽培要點，並預留環境溫度、環境溼度、播種溫度圖

示、生長溫度圖示的欄位。

在蔬菜名稱、種植月份、播種的高低溫、種植的高低溫、環境溫度、環境溼度的部份是以標籤的方法呈現。播種溫度圖示、生長溫度圖的部分是用圖示來顯示環境溫度與播種溫度、生長溫度的關係。在種植月份的呈現是以十二個標籤元件來表示十二個月份，利用種植月份所形成的字串，來控制標籤的顏色，以圖形化的方式來呈現，有利於快速閱讀。

在栽培要點欄位上，蔬菜栽培要點資料量多，考量版面的空間有限，及整個程式打包之後的容量大小，選擇以網路瀏覽器元件的方式來呈現，利用網際網路接收網頁資料，在本程式將以 Google 的雲端硬碟空間，安裝網頁代理程式 UPDOG 建立網頁伺服器，再以 HTML 語言建立相對應的網頁，文件及圖檔放置到雲端硬碟空間，蔬菜栽培要點網址就是網域名稱+蔬菜名稱.htm。



圖 23 網路瀏覽器開啟網頁積木

#### 一、新增/移除功能鍵

當 App 程式在關閉之後，系統為了要釋放記憶的空間，會將程式的內部的變數清除，在切換頁面的時，變數的資料也會被釋放，要讓資料方便在頁面之間使用，為建立新增/移除最愛蔬菜種類的功能，就需要將資料儲存在行動裝置，等下次使用的時候，就可以重新取得相關資料，本系統是以 MIT App Inventor 2 的 TinyDB 元件，來做程式的儲存元件。在清單顯示器所點選的該筆蔬菜種植資料會儲存在 TinyDB 內，以供切換到種植資料頁面時使用。



圖 24 TinyDB 的元件積木

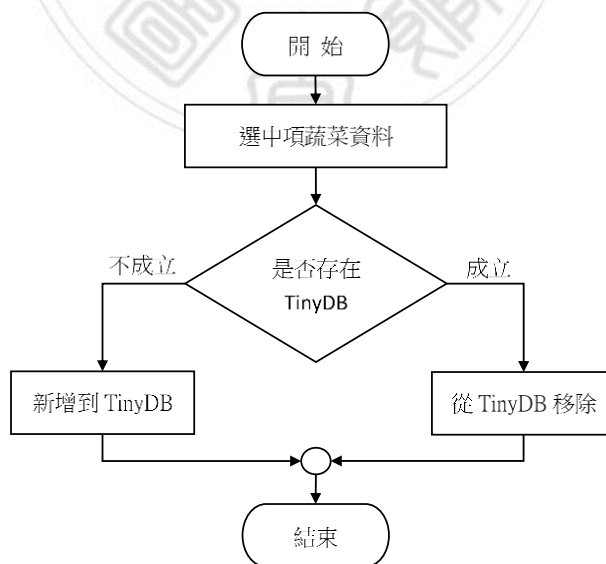


圖 25 新增/移除功能流程圖



## 二、拍照功能鍵

要紀錄蔬菜生長的情形，必需要用到拍照的功能，在 MIT App Inventor 2 有建立照相機元件，透過 API 可以啟動行動裝置的相機功能，就可以拍攝蔬菜生長的照片。在拍攝完成的同時，將蔬菜名稱、日期、時間、環境溫度、環境溼度、照片路徑合併成一筆清單，儲存在 TinyDB 中。

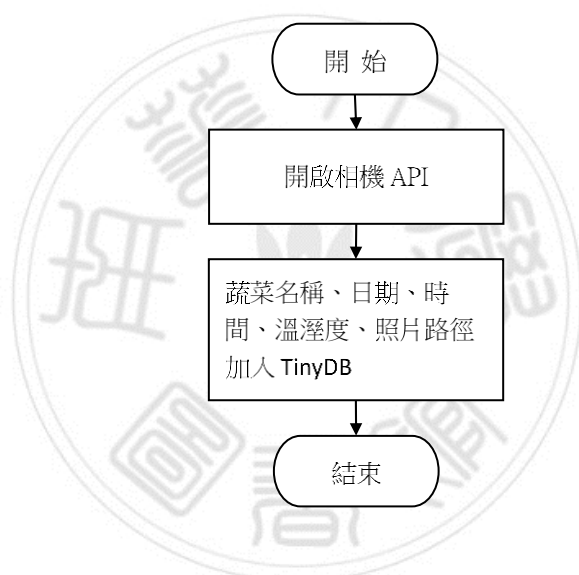


圖 26 拍照功能流程圖

在 MIT App Inventor 2 原本有圖片選擇器元件，可以快速呈現照片，但元件的限制是最多只能在 SD 卡上儲存十張照片，超過的部分就以時間先後順序做刪除，一方面能儲存的照片數量有限，另一面無法同時儲存生長記錄，因此以 TinyDB 的方式儲存。



圖 27 點選照相機元件積木

### 三、相簿功能鍵

功能設計與資料查詢頁面的相簿功能相同。

### 四、溫度功能鍵：

在接收環境溫溼度，會使用到藍牙元件的功能，藍牙可以與周邊裝置形成個人區域網路來傳送資料。透過手機的藍牙功能與 Arduino 中藍牙模組配對，再由手機的配對清單中，選出正確的藍牙位址和名稱來連線，達到傳送與接收資料的功能。

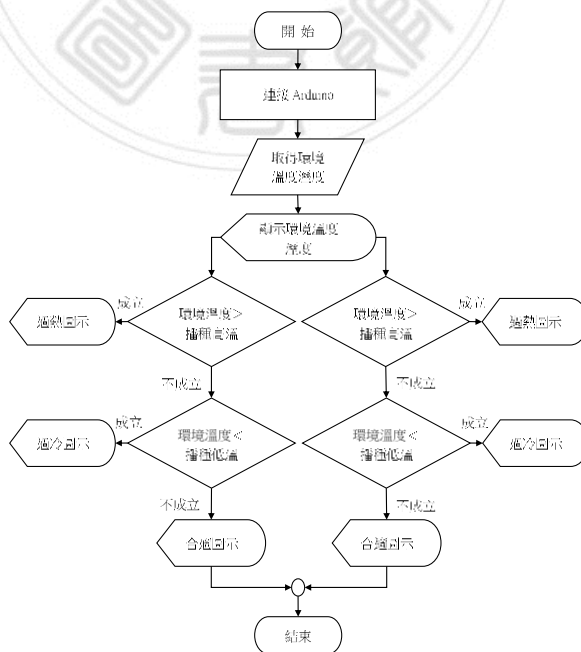


圖 28 溫度功能流程圖



圖 29 藍牙元件與 Arduino 的藍牙模組連線積木

藍牙完成連線後，開始接收 Arduino 模組傳送過來的環境溫度參數和環境溼度參數，再分別將數字顯示在預設的欄位，使用者就可以從畫面觀看到環境溫度和環境溼度。



圖 30 接收環境溫度參數積木



圖 31 接收環境溼度參數積木

當透過藍牙接收到環境參數之後，為了要讓使用者能更快速清楚的瞭解目前的環境溫度和蔬菜播種溫度之間的關係，在程式的部分設計的判斷式，將環境溫度和播種溫度分成溫度過高、溫度過低和溫度適合三個條件，以圖示搭配顏色來呈現。



圖 32 環境溫度和播種溫度的判斷式積木

在環境溫度和蔬菜生長溫度之間的關係，一樣是在程式的部分設計判斷式，將環境溫度和播種溫度分成溫度過高、溫度過低和溫度適合三個條件，以圖示搭配顏色來呈現。



圖 33 環境溫度和生長溫度的判斷式積木

## 五、返回功能鍵

返回功能鍵可以切換到資料查詢頁面。

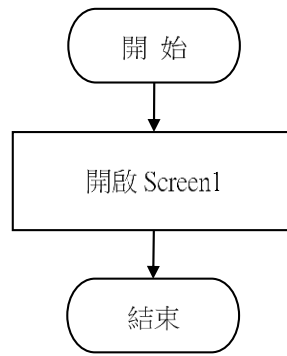


圖 34 返回功能流程圖

參、檔案查詢頁面：本頁面用來顯示蔬菜生長的照片和環境資料。本頁面設有返回和刪除兩個功能鍵，功能鍵說明如下。

返回：回到蔬菜查詢頁面。

刪除：刪除當筆蔬菜生長記錄。



圖 35 檔案查詢頁面

本頁面的功能在呈現蔬菜的生長記錄，包含了蔬菜生長的照片和記錄當時的植物名稱、日期、時間、環境溫溼度。



圖 36 畫布元件積木

在呈現照片的部分是用畫布元件，畫布元件的特色是可以偵測到行動裝置螢幕的碰觸、拖曳、滑動等事件。在程式設計方面，利用螢幕偵測到向右滑動的事件，以設定背景圖案的方式，來顯示下一張照片並同時將對應的蔬菜名稱、日期、時間、環境溫溼度，顯示在照片下方的標籤中，到了最後一筆資料時，則跳到第一筆資料。反之，螢幕偵測到向左滑動的事件，則顯示上一張照片和資料，到了第一筆資料時，則跳到最後一筆資料。

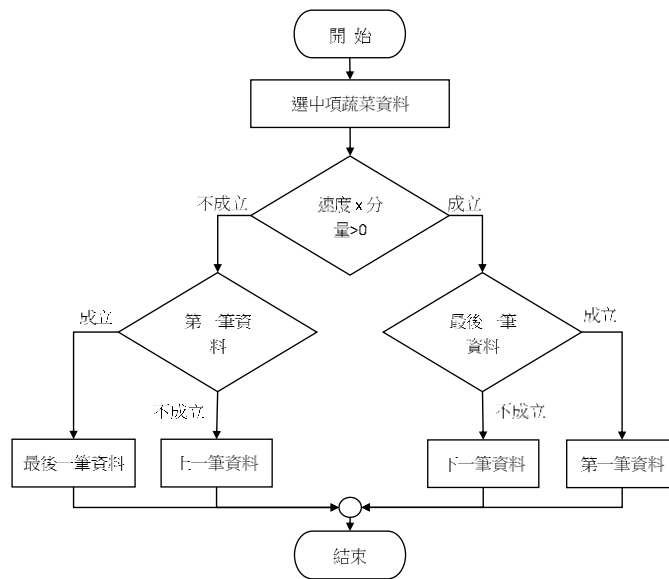


圖 37 檔案查詢流程圖

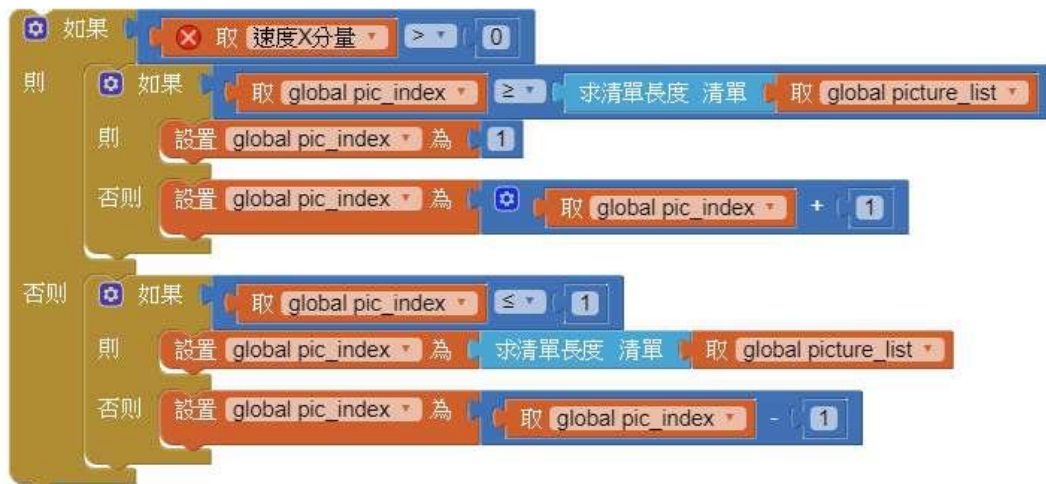


圖 38 顯示照片積木

### 一、返回功能鍵

返回功能鍵是要切換到資料查詢頁面。

## 二、刪除功能鍵

刪除功能鍵是供使用者需要刪除資料時，在點選之後，就會從 TinyDB 中，將該項記錄移除。

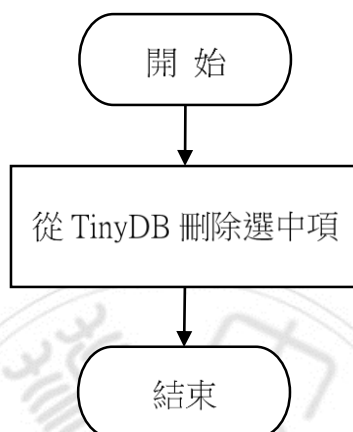


圖 39 刪除功能流程圖

## 第二節 蔬菜資料結構規畫

程式中的蔬菜種類來源是由台北市第一、二果菜批發市場一〇八年度公布成交重量最多的蔬菜，並參考比較蔬菜栽培書籍推薦適合個人栽種的種類和種植資料，做為程式的資料結構。

其中包含了蔬菜名稱、蔬菜品別分類、種植起始月份、種植結束月份、適合播種高低溫、適合生長高低溫、生長天數、蔬菜栽培要點。在蔬菜品別分類依行政院農業委員會對臺灣地區蔬菜生產概況統計的分類



方式分成四類：葉菜類、莖菜類、果菜類及根菜類。在種植起始月份和結束月份是適合該種蔬菜種植的時段，因此用了開始月份、結束月份兩個欄位來放置資料，如果同一種類蔬菜在一年之中有兩個適合的時段，則在蔬菜名稱加上季節作為區分，例如甜玉米在春季和秋季都適合種植，則名稱分成甜玉米春和甜玉米秋兩筆資料。在溫度的部分，在播種階段和生長階段各有不同的適合溫度區間，為了配合環境參數來判斷溫度是否適合、過高或太低，因此分成播種低溫、播種高溫、生長低溫和生長高溫四個欄位。生長天數是用來表示該蔬菜在種植之後大約多少天後可以收成。蔬菜栽培要點的部分，包含了圖片和蔬菜特性、栽培要點和用途的資料。

以上的蔬菜資料，將以 JSON 資料和網頁的方法呈現，可以保持資料在新增和維護的彈性。

表 5 蔬菜種植資料結構

蔬菜名稱	品別分類	起始月份	結束月份	播種低溫	播種高溫	生長低溫	生長高溫	生長天數
白蘿蔔	根菜類	10	12	20	25	15	20	70-80

```
1 {
2   "farmer": {
3     "001": {
4       "pl_name": "白蘿蔔",
5       "cl_ifica": "根菜類",
6       "pm_start": "10",
7       "pm_end": "12",
8       "pl_templ": "20",
9       "pl_temph": "25",
10      "gr_templ": "15",
11      "gr_temph": "20",
12      "gr_day": "70~80"
13    },
14    "002": {
15      "pl_name": "小白菜",
16      "cl_ifica": "葉菜類",
17      "pm_start": "8",
18      "pm_end": "3",
19      "pl_templ": "20",
20      "pl_temph": "25",
21      "gr_templ": "18",
22      "gr_temph": "20",
23      "gr_day": "10~20"
24    },
25    "003": {
26      "pl_name": "苦瓜",
27      "cl_ifica": "果菜類",
28      "pm_start": "1",
29      "pm_end": "12",
30      "pl_templ": "25",
31      "pl_temph": "30",
```

圖 40 蔬菜種植資料 JSON 結構

### 第三節 環境參數測量

#### 壹、Arduino 開發板

Arduino 開發板具有控制晶片、記憶體、電源接頭、數位和類比針腳、連接埠等所組成的微處理器，可以將寫好的程式儲存在記憶體中，透過處理器來控制動作器模組或是傳感器模組。開發板的種類眾多，以官方網站大致分為入門級、功能增強板、物聯網、教育套件和穿戴式等類型。常見的開發板型號有 Arduino Uno Rev3、Arduino Leonardo、Arduino Mega 2560 Rev3 等。

表 6 常用 Arduino 開發板

開發板	Arduino Uno Rev3	Arduino Leonardo	Arduino Mega 2560 Rev3
Microcontroller	ATmega328P	ATmega32u4	ATmega2560
Operating Voltage	5V	5V	5V
Input Voltage	7-12V	7-12V	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V	6-20V	6-20V
Digital I/O Pins	14	20	54
PWM Digital I/O Pins	6	7	15
Analog Input Pins	6	12	16
DC Current per I/O Pin	20 mA	40 mA	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA	50 mA	50 mA
Flash Memory	32 KB	32 KB	256 KB
Bootloader	0.5 KB	4 KB	8 KB
SRAM	2 KB	2.5 KB	8 KB
EEPROM	1 KB	1 KB	4 KB
Clock Speed	16 MHz	16 MHz	16 MHz
LED_BUILTIN	13		13

Arduino 的產品是按照 GNU 較寬鬆通用公共許可證或 GNU 通用公共許可證許可的開源硬體和軟體的發行，允許他人生產電路板的複製品，

在這幾種常見的開發板中，Arduino Uno Rev3 開發板的生產數量最普及，相關的資源也較豐富，因此本研究所使用的開發板為 Arduino Uno Rev3

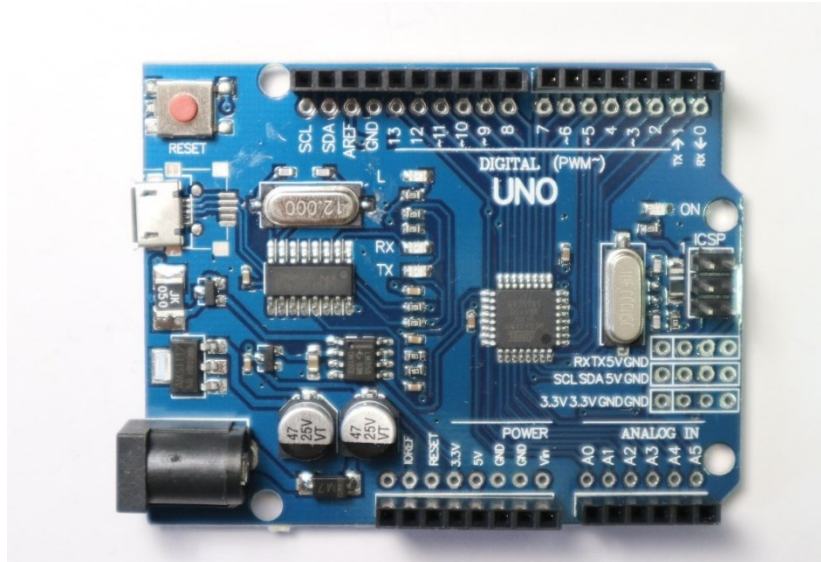


圖 41 Arduino Uno Rev3 相容的開發板

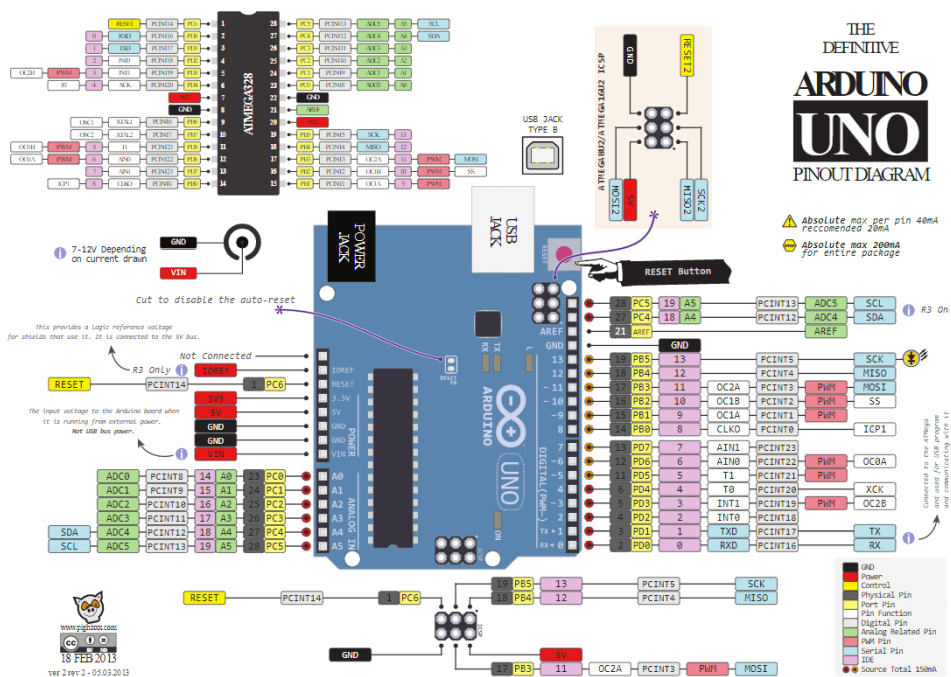


圖 42 Arduino Uno 的針腳功能

## 貳、溫度模組

感測溫度變化模組的類型很多，最常見的有 LM35、DHT-11、DHT-22... 等，LM35 溫度感測模組是屬於電壓變化型的感測器，輸出電壓是與攝氏溫度呈線性關係，要透過類比介面將讀取的值轉換成實際溫度，由於以攝氏溫度的表示與日常使用習慣相同，因此成為常用的溫度感測器之一。

DHT-11 溫濕度感測模組，同時具備了溫度感測器和溼度感測器的功能，可以同時測得環境溫度和空氣中的溼度，是最便宜的溫濕度感測模組，溫度測量範圍： $0\sim 50^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，溼度測量範圍： $20\sim 95\% \text{RH}$  ( $0\sim 50 \text{RH}$ )  $\pm 5\%$ ，測量的範圍較小、誤差值較大。

DHT-22 是更專業的溫濕度感測模組，也同時具備了溫度感測器和溼度感測器的功能，溫度測量範圍可達： $-40\sim 80^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，溼度測量範圍： $0\sim 100\% \text{RH}\pm 2\% \text{RH}$ 。因為 DHT-22 同時具備溫溼度感測功能，溫度和溼度的測量範圍、誤差值，都較 DHT-11 溫濕度感測模組為佳，本研究選用 DHT-22 溫濕度感測模組。



圖 43 DHT-22 溫濕度感測模組

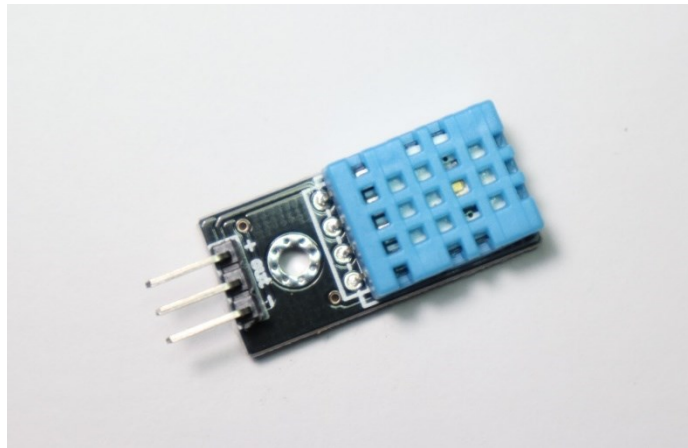


圖 44 DHT-11 溫濕度感測模組

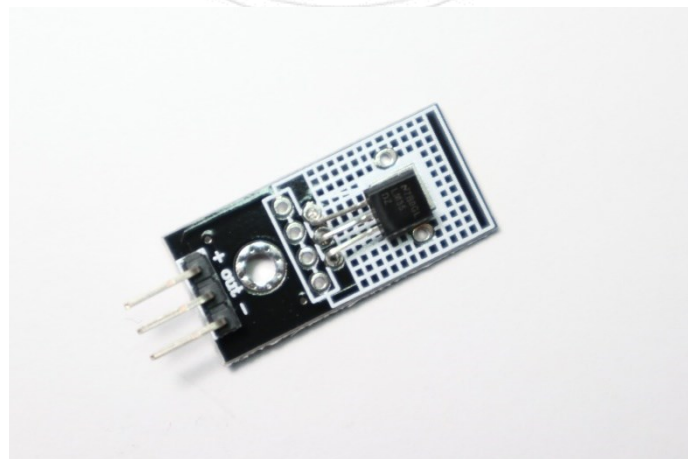


圖 45 LM-35 溫度感測模組

表 7 DHT-22、DHT-11、LM-35 模組比較

型號	DHT-22	DHT-11	LM-35
工作電壓	3.3~5V	3.3~5V	5V
濕度測量範圍	0~100%RH±2%RH	20~95% RH (0~50 RH) ±5%	無
溫度測量範圍	-40~80°C±0.5°C	0~50°C±2°C	-50°C~+150°C ±0.5°C
輸出型	數位輸出	數位輸出	類比輸出
VCC	外接 3.3~5V	外接 3.3~5V	外接 5V
GND	外接 GND	外接 GND	外接 GND
DATA	數位資料輸出	數位資料輸出	線性模擬電壓
線性變化係數	無	無	+10 mV /°C

#### 參、藍牙模組

要將 DHT-22 溫濕度感測模組所測量的溫度和溼度數據傳送到行動裝置上，變成可以判讀的數字和判斷環境溫度是否適合蔬菜播種、生長的參數，採用藍牙的傳輸方式，可以透過無線傳輸技術，形成個人的區域網路 (PAN)，又能夠連結多個裝置，可以增加使用者的方便性。

在 Arduino 常用的藍牙模組有 HC-05、HC-06、低功耗藍牙 BLE CC2451...等，HC-05 和 HC-06 都是採用 CSR 公司的 BC417143 晶片，硬體相同但韌體的部份不同，都支援藍牙 2.1+EDR，HC-05 藍牙模組可以支援的 AT 指令集較多，並可以透過指令切換成為 Master 端或 Slave 端。HC-06 藍牙模組支援的 AT 指令集少，出廠時就設定為 Slave 端無法切換。低功耗藍牙 BLE CC2451 是採用德儀 (TI) CC2541 的晶片支援藍牙 4.0，



具有較低功耗的特性，Android 系統要在 4.3 以上的版本才能支援。

HC-05、HC-06、BLE CC2451 三種藍牙模組的功能相近，依本研究所需功能 HC-06 藍牙模組便已足夠，因此使用 HC-06 藍牙模組。

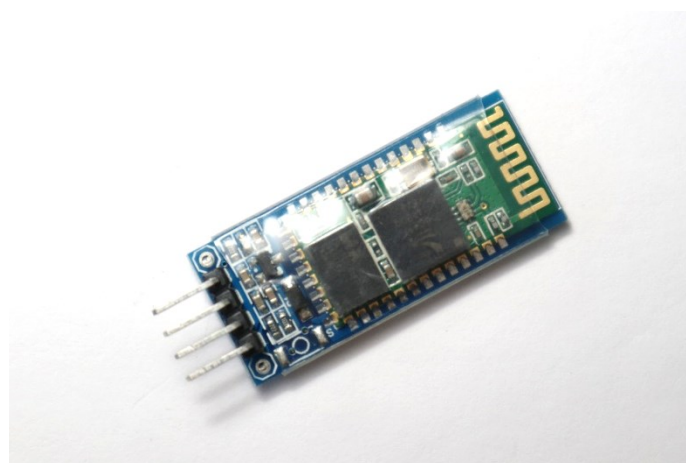


圖 46 HC-06 藍牙模組

表 8 HC-05 和 HC-06 藍牙模組比較

藍牙模組	HC-05 藍牙模組	HC-06 藍牙模組
晶片	BC417143 晶片	BC417143 晶片
功率等級	Class2 (+ 6dBm)	Class2 (+ 6dBm)
頻帶 band	2.40GHz-2.48GHz，ISM 頻段	2.40GHz-2.48GHz，ISM 頻段
接收靈敏度：	-85dBm	-85dBm
USB 協議	USB v1.1 / 2.0	USB v1.1 / 2.0
工作電壓	3.6V ~ 6V	3.6V ~ 6V
工作電流	配對中 30 ~ 40mA，通訊 8mA	配對中 30 ~ 40mA，通訊 8mA
工作溫度	-25 至 +75 度 C	-25 至 +75 度 C
發射功率	3dBm	3dBm
尺寸	27mm(H) x 13mm(W) x 2mm(D)	27mm(H) x 13mm(W) x 2mm(D)



藍牙協議	藍牙 2.0 + EDR, 2Mbps ~ 3Mbps 調變深度	藍牙 2.0 + EDR, 2Mbps ~ 3Mbps 調變深度
Baud Rate	4800、9600、19200、38400、57600、115200、23400、460800、921600、1382400	4800、9600、19200、38400、57600、115200、23400、460800、921600、1382400
傳輸距離：	10M(無阻隔)	10M(無阻隔)
Master/Slave	AT Command 切換 Master 或 Slave	Slave
NAME：	HC-05/ linvor	HC-06
UART：	9600, 0, 0 (鮑率, 停止位元, 同位位元)	9600, 0, 0 (鮑率, 停止位元, 同位位元)
ROLE：	0 (藍牙角色：0=從/1=主)	0
CMODE：	1 (配對模式：0=指定配對/1=任意配對)	0
PSWD：	1234	1234

#### 肆、配線圖

本設計共包含了 Arduino Uno Rev3 開發板、DHT-22 溫溼度模組、HC-06 藍牙模組三個元件，必需要將 DHT-22 溫溼度模組和 HC-06 藍牙模組連接到開發板才能運作，配線方式如下：

Arduino Uno Rev3 開發板需要由外部提供電源才能運作，提供電源的方式可從 DC 接頭連接電池盒或變壓器供電，工作電壓範圍在 7~12V 之間，最常用的是電池盒和 9V 的方型電池來供電。另一種方式則透過 USB 埠提供電源，工作電壓是 5V，有幾種常用的方法，首先是連接電腦的 USB 埠供電，優點是可以同時傳送資料和供電，缺點就是受限在與電腦的距離；第二是用手機充電器，充電能力要 1A 以上較佳，優點是可

以長時間提供穩定的電源，缺點就是供電的位置受限；第三種則用行動電源，優點是可以攜帶方便、隨時移動，缺點是行動電源的容量有限。本程式因為需要在戶外實際操作，在實測部分便使用行動電源供電。

在 DHT-22 溫溼度模組上有三個針腳，分別標示 + (VCC)、- (GND)、out (DATA)，因為 DHT-22 溫溼度模組的工作電壓範圍是 3.3~5V，用紅色的杜邦線，連接 DHT-22 的 VCC 針腳和 Arduino 開發板 3.3V 電源；用黑色的杜邦線，連接 DHT-22 的 GND 針腳和 Arduino 開發板 GND 針腳；用橘色的杜邦線，連接 DHT-22 的 DATA 針腳和 Arduino 開發板 D3 針腳，接收溫溼度數據。

在 HC-06 藍牙模組上有四個針腳，分別標示 VCC、GND、TXD、RXD，因為 HC-06 藍牙模組的工作電壓範圍是 3.6V~6V，用紅色的杜邦線，連接 HC-06 的 VCC 針腳和 Arduino 開發板 5V 電源；用黑色的杜邦線，連接 HC-06 的 GND 針腳和 Arduino 開發板 GND 針腳；用藍色的杜邦線，連接 HC-06 的 TXD 針腳和 Arduino 開發板 D10 針腳，用黃色的杜邦線，連接 HC-06 的 RXD 針腳和 Arduino 開發板 D11 針腳，傳送和接收數據。

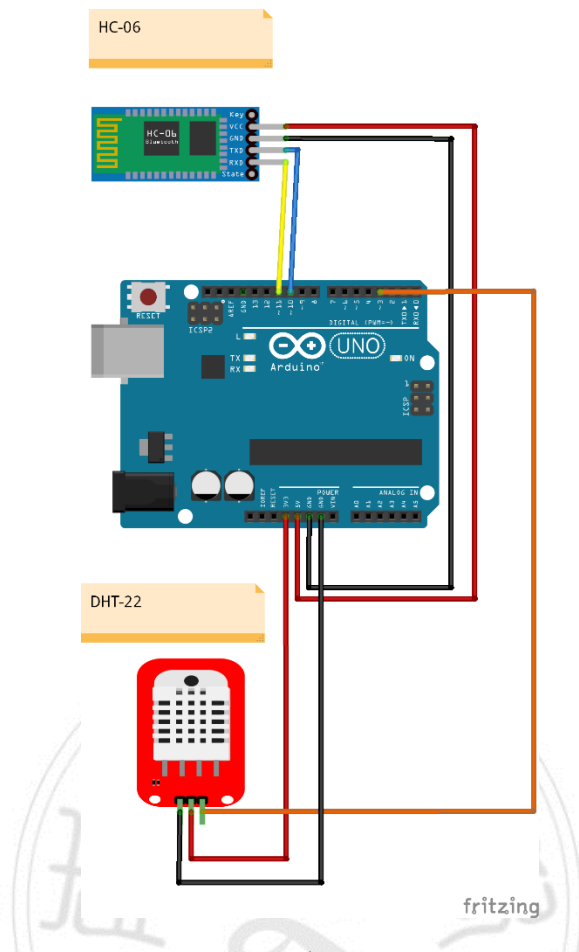


圖 47 環境參數測量配線圖

表 9 環境參數測量模組配線表

模組	針腳	開發板接腳	杜邦線顏色
DHT_22	VCC	3.3V	紅
DHT_22	GND	GND	黑
DHT_22	DATA	D3	橘
HC_06	VCC	5V	紅
HC_06	GND	GND	黑
HC_06	TXD	D10	藍
HC_06	RXD	D11	黃

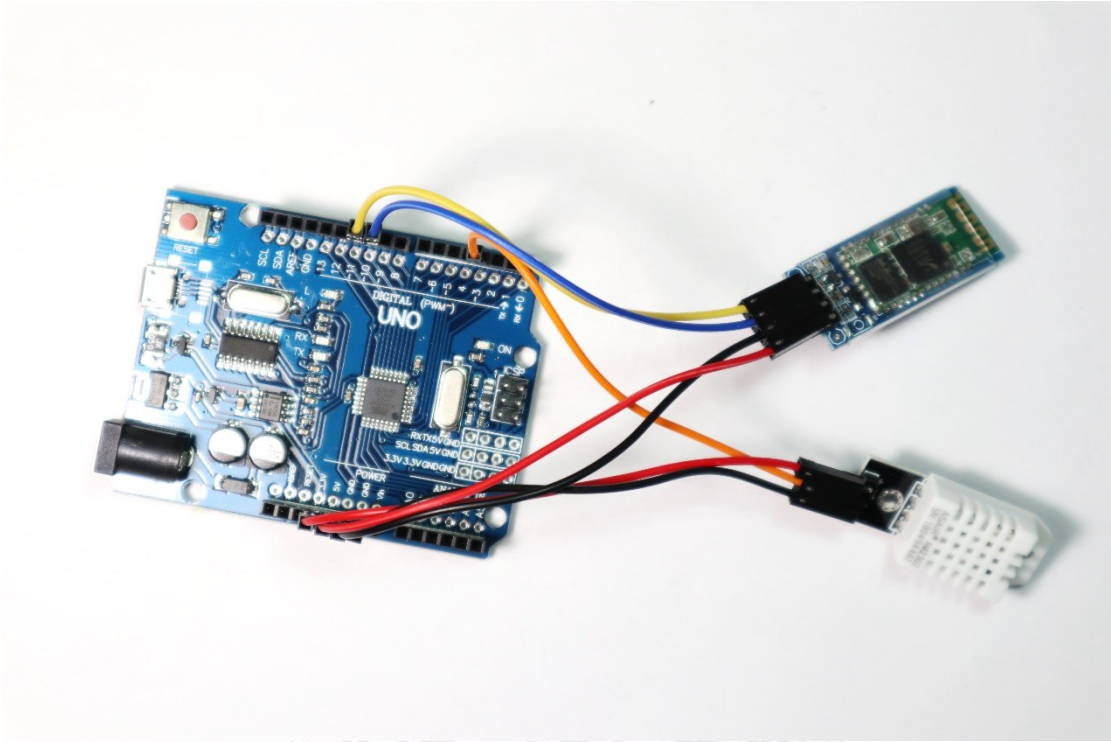


圖 48 環境參數測量模組完成圖

## 第五章 成效分析

本章節會展示 App 的頁面功能，以及透過手機藍牙介面與 Arduino 連接，用來判斷環境參數的結果。

### 第一節 系統展示

本程式包含了蔬菜查詢頁面、種植資料頁面、檔案查詢頁面共三個頁面。

#### 壹、蔬菜查詢頁面

進入程式的首頁畫面就是蔬菜查詢頁面，本頁面包含的六個功能鍵：全部、最愛、相簿、分類、月份、當月，功能展示如下。

##### 一、全部功能鍵

資料頁面是先從 JSON 接收資料後，將所有蔬菜的名單以清單顯示器的元件顯示，可以利用上下滑動方式尋找想要蔬菜種類。透過上方的搜尋欄 (Search list) 輸入蔬菜名稱，也可以快速比對蔬菜的名稱，如果沒有相符的資料則顯示空白頁。從清單顯示中找到合適的蔬菜種類，透過點選蔬菜名稱之後便可以顯示該蔬菜種植資料頁面。



圖 49 蔬菜查詢頁面的全部資料

## 二、最愛功能鍵

本功能鍵是用來顯示被使用者新增到最愛的蔬菜種類，如果目前尚無新增入最愛的蔬菜，則本頁面顯示空白頁。



圖 50 最愛蔬菜的頁面

### 三、相簿功能鍵

本功能鍵是用來切換到檔案查詢頁面，會從 TinyDB 中取得拍攝清單，顯示已經儲存的照片、日期、時間和溫溼度參數。如果尚未儲存任何資料，則會呈現預設圖示。

### 四、分類功能鍵

本功能鍵是以清單選擇器建置而成，依序有葉菜類、果菜類、根菜類、莖菜類四個選項，當分類功能鍵被點選後，會跳出選單功能，點選之後會自動關閉選單，以清單顯示器顯示符合選項的蔬菜種類。



葉菜類
果菜類
根菜類
莖菜類




圖 51 蔬菜品別的分類

## 五、月份功能鍵

本功能鍵是以清單選擇器建置而成，依序為一月、二月、三月、四月、五月、六月、七月、八月、九月、十月、十一月、十二月，共十二個選項，當月份功能鍵被點選後，會跳出選單功能，點選所需月份之後會自動關閉選單，以選中項的值再和適合種植月份字串比對，清單顯示器元件會顯示符合選項的蔬菜種類。



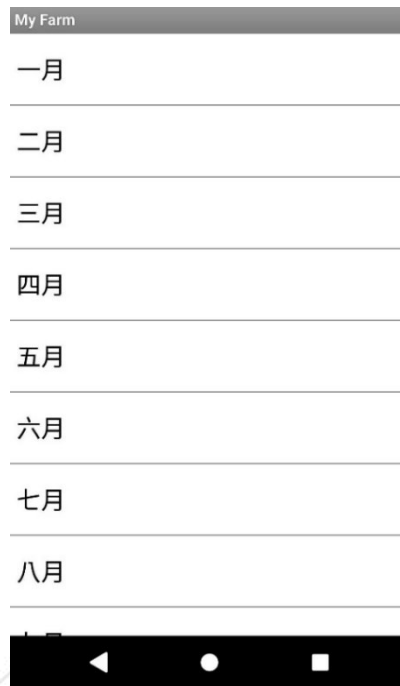


圖 52 月份功能選單畫面

## 六、當月功能鍵

本功能鍵是用來顯示符合當月適合種植的蔬菜種類，透過手機取得系統時間，並自動篩選出符合蔬菜種類，以清單顯示器顯示符合選項的蔬菜種類。

## 貳、種植資料頁面

程式的第二個頁面就是種植資料頁面，當在蔬菜查詢頁面點選蔬菜種類時，即切換到本頁面，並呈現該項蔬菜的種植資料，並包含五個功能鍵：新增/移除、拍照、相簿、溫度、返回，功能說明如下。

種植資料頁面包含了蔬菜名稱、種植月份、生長天數、環境溫度、環境溼度、播種溫度、生長溫度、栽培要點。在種植月份的部分以是燈號的方式表示適宜的種植月份，綠色部分表適宜的月份，灰色的部分表示不適宜的月份，以圖型的方式來增加易讀性。在環境溫度和環境溼度的部分，當透過藍牙裝置與 Arduino 連接後，會顯示所種蔬菜的環境溫度和環境溼度，在未連線的情況則預設為x符號。在播種溫度和生長溫度部分，前面數據為適種最低溫，後面數據為適種最高溫，當取得環境參數時，會與環境溫度比較並顯示溫度過高、溫度適中、溫度太低等三個圖示，未取得環境參數時預設為空白。在栽培要點部分是以網路瀏覽器元件建置，網頁可以容納多樣媒體，可以包含圖片、文字、影音和超連結，頁面呈現更完整的蔬菜栽種內容，將資料以網頁方式呈現的另一個特點，就是可以精簡程式打包之後的容量。



圖 53 種植資料頁面

### 一、新增/移除功能鍵

本功能鍵是用來將蔬菜種植資料加入最愛，或是將已經加入最愛的蔬菜資料移除。被點選的蔬菜種類如果還沒有被加入最愛的資料當中，本按鍵會呈現新增的圖示，點選本按鍵之後，該蔬菜的名稱便加入最愛名單，要觀看最愛的蔬菜清單，可從資料查詢頁面的點選最愛按鍵查詢；如果該筆蔬菜名稱已經被加入最愛名單中，本按鍵則呈現移除圖示，點選移除圖示就會將該筆蔬菜名稱從最愛名單中從移除。



圖 54 將蔬菜加入最愛名單



圖 55 將蔬菜從最愛名單中移除

## 二、拍照功能鍵

本功能鍵是拍攝蔬菜的生長記錄。當點選拍照功能鍵時，會啟動手機裝置的相機功能，就可以拍攝蔬菜的生長情況，當完成拍攝時，程式會同時會將蔬菜名稱、拍攝日期、時間、環境溫度、環境溼度、照片路徑等資訊，同步儲存在 TinyDB 中。

## 三、相簿功能鍵

本功能鍵是用來切換到檔案查詢頁面，從 TinyDB 中取拍攝清單，顯示已經儲存的照片、日期、時間和溫溼度參數。如果還未儲存任何之資料，則會呈現預設圖示。

## 四、溫度功能鍵

本功能鍵是用來測量環境中的溫度和溼度。在使用本功能鍵之前要先開啟手機的藍牙連線功能，同時 Arduino 裝置也必需要接上電源，處於開啟狀態，再進行藍牙配對，在本次測試的 Arduino 裝置中的藍牙模組型號為 HC-06，因此點選 HC-06 之後再輸入密碼完成配對工作。

完成藍牙配對工作後，點選溫度功能鍵後，會跳出目前和手機配對完成的所有藍牙裝置清單，清單上會顯示藍牙裝置的名稱或是 MAC address 加名稱，在清單上點選 HC-06 之後便完成連線，藍牙清單也會自行隱藏。

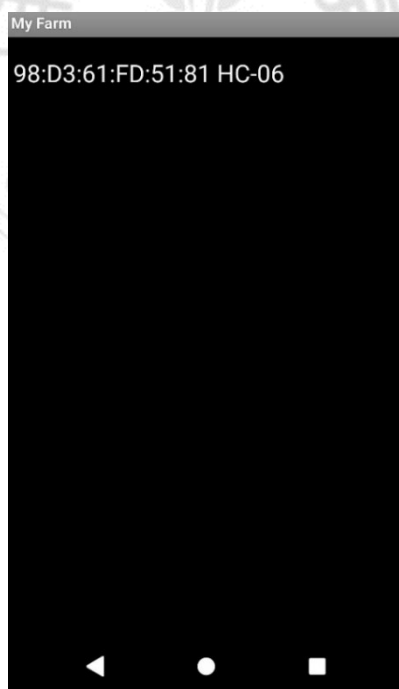


圖 56 已配對的藍牙裝置清單

當連線完成之後，Arduino 便會透過 DHT-22 溫溼度模組，偵測蔬菜生長的環境溫度和環境溼度，再經由藍牙模組將參數傳送到手機，並將溫度參數顯示在環境溫度的欄位，溼度參數顯示在環境溼度的欄位。同時環境溫度的參數會與適宜播種溫度的最低溫及最高溫、生長溫度的最低溫及最高溫做比較，如果環境溫度低於最低溫時會顯示溫度過低圖示；如果環境溫度高於最高溫時會顯示溫度過高圖示；環境溫度落在最低溫 and 最高溫之間的適合區間時會顯示溫度適合圖示。



圖 57 接收環境參數的種植資料頁面

表 10 環境溫度與播種溫度關係圖示

環境溫度與播種溫度關係	圖示
環境溫度 < 播種最低溫	
環境溫度 > 播種最高溫	



播種最低溫 ≤ 環境溫度 ≤ 播種最高溫	
----------------------	---

表 11 環境溫度與生長溫度關係圖示

環境溫度與生長溫度關係	圖示
環境溫度 < 生長最低溫	
環境溫度 > 生長最高溫	
生長最低溫 ≤ 環境溫度 ≤ 生長最高溫	

## 五、返回功能鍵

本功能鍵是用來返回蔬菜查詢頁面。

## 參、檔案查詢頁面

程式的第三個頁面就是檔案查詢頁面，本頁面的功能用來呈現蔬菜的生長記錄。畫面的上方是用來顯示蔬菜生長的照片，畫面下半是用來顯示拍攝蔬菜時的環境資料。進到頁面的預設圖片是手指左右滑動樣子，當手指在螢幕上向右滑動時，便會開啟第一筆生長記錄的照片、蔬菜名

稱和紀錄當時的日期、時間、環境溫度、環境溼度。當再向右滑動時會開啟下一筆資料，到了最後一筆資料之後，接著會開啟第一筆資料。如果手指向左滑動時則會回到上一筆，到了第一筆資料之後，接著會開啟最後一筆資料。

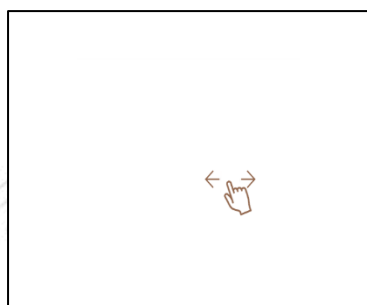


圖 58 紀錄查詢預設畫面



圖 59 檔案查詢頁面



## 一、返回功能鍵

本功能鍵是用來返回蔬菜查詢頁面。

## 二、刪除功能鍵

本功能鍵是用來刪除照片和蔬菜生長資料。當點選刪除功能鍵時，會從 TinyDB 中刪除該筆資料。

## 第二節 相關 App 比較

在 Google play 商店內，以蔬菜種植、菜園、野菜種植等關鍵字搜尋相關 App，就以語言、臺灣氣候、月份篩選、分類篩選、加入最愛、測量溫度、照相功能、栽培要點等項目與本研究比較，顯示本研究的功能較多樣化。

表 12 蔬菜種植相關 App 比較

名稱	語言	臺灣氣候	月份篩選	分類篩選	加入最愛	測量溫度	照相功能	栽培要點
Gardroid - Vegetable Garden	英文	X	○	○	○	X	X	○
蔬菜	中文	X	X	X	X	X	X	○
蔬菜花園的想法	英文	X	X	X	○	X	X	X
種子 - 種植	英文	X	X	X	X	X	X	○

阳台种菜健康 家庭菜园	中文	X	X	X	○	X	X	○
植物生長DIY- 教程	英文	X	X	X	X	X	X	X
本文 APP	中文	○	○	○	○	○	○	○



## 第六章 結論與建議

### 第一節 結論

為了追求食的安心、食的健康，除了選擇購買認證的蔬菜，有人選擇投入自己生產的行列。人們對食農教育日益重視，也有更多學校和組織帶領更多人接觸蔬菜種植的體驗。

對於初次接觸到種植蔬菜的新手而言，對於什麼季節適合種什麼蔬菜的選擇，不同品種蔬菜的管理技巧，病蟲害的預防和處置，都是一連串的未知；對於曾經體驗過的人，在種植不同品種的蔬菜情況下，也會產生新管理知識的需求。本程式可以提供使用者以中文的介面，使用者可以快速查詢適合節令種植的品種。程式透過 Arduino 系統偵測環境溫度，再加上圖形介面的輔助，可以快速的判讀出適合蔬菜播種或生長溫度和環境溫度之間的關係。

蔬菜在生長過程的生長情況、病蟲害的產生和防治，都可利用內建的相機功能建立起蔬菜的生長記錄，透過持續生長記錄，可以讓使用者有系統的建立起完整的蔬菜生長歷程。對使用者而言，這些蔬菜生長歷程又可以成為下次種植的經驗。

## 第二節 建議

本系統著重提供使用者對適合時令種植蔬菜的查詢、栽培的資訊、紀錄蔬菜生長的影像和環境溫溼度，協助使用者提高種植的成功率，同時累積種植知識，未來可以運用 MIT App Inventor 2 和 Arduino 系統的功能再延伸。

MIT App Inventor 2 有社群元件，可以將蔬菜的生長情形、病蟲害的照片分享到社群網站，透過網站上的專家或有驗經人士，提供使用者協助。藍牙模組傳輸距離較短，可以使用 WIFI 模組來增長距離，並將資訊儲存在網路資料庫中。Arduino 系統除了感測模組之外還有作動模組，可以結合土壤溼度感測器、電磁閥開關、風扇，形成一個自動控制蔬菜生長系統。同時可將感測模組所測得的環境溫度和溼度上傳雲端資料庫，建立長期資料，分析溫度、溼度與蔬菜生長模型。

# 參 考 文 獻

## 中文部份

1. 康荏荃.(2015). 生產管理系統於有機蔬菜大棚之應用. (頁 19).
2. 蕭恆嘉.(2017). 建立農業知識平台-以蔬菜類短期作物為例. (頁 56~57).
3. 陳駿季.(2015). 行政院第 3475 次會議 生產力 4.0-農業.
4. 黃名揚.(2018). 智慧農業技術對香蕉之成本效益分析：以無人機應用為例. (頁 51).
5. 鄧文淵 (主編). (2016). 手機應用程式設計超簡單：App Inventor 2 資料庫專題特訓班. 臺北市：基峰資訊.
6. 藍永興.(2017). Ardublock+App Inventor 2 輕鬆學：玩積木寫程式, 輕鬆進入 Arduino 的創意世界. 新北市：博碩文化.
7. 李春雄.(2018). 手機程式設計 App:使用 AppInventor2 中文版介面輕鬆學. 臺北市：深石數位.
8. 林素惠.(107 年 11 月 6 日). 食農教育推動之研析. 擷取自 立法院：  
<https://www.ly.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=6590&pid=176370>
9. 孫光聞.(2017). 零失敗的蔬果栽培圖解：自己種最安心! 台北市：深石數位.
10. 蔣榮利、蔣宜成. (2016). 空中菜園!用種菜箱實現城市田園樂. 臺北市：麥浩斯出版.
11. 曹永忠、許智誠、蔡英德.(2016). Arduino 程式教學(溫溼度模組篇). 彰化縣：渥瑪數位.
12. 聯合行銷股份有限公司(民 107). 107 年持有手機民眾數位機會調查報告. 國家發展委員會.
13. Android.(2019 年 3 月 14 日). 擷取自 維基百科：  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/Android>
14. 運銷統計年報. 擷取自 台北農產運銷公司：  
<http://www.tapmc.com.taipei/Pages/Trans/RptY>
15. JSON. (2017 年 5 月 11 日). 擷取自 維基百科：  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/JSON>
16. 石致和.Arduino 基本介紹. 擷取自 IT's 通訊：  
[http://newsletter.ascc.sinica.edu.tw/news/read\\_news.php?nid=278](http://newsletter.ascc.sinica.edu.tw/news/read_news.php?nid=278)

17. HC-05 與 HC-06 藍牙模組補充說明. (2014 年 11 月 1 日). 擷取自 互聯網 + 自造: <https://swf.com.tw/?p=693>
18. 手機 APP 透過藍牙讀取 Arduino 上的溫濕度. (2018 年 6 月 9 日). 擷取自 中文資訊科普教育網:  
<http://drho.club/2018/06/arduino-bluetooth-read-sensor-value/>
19. HC-06 藍牙模組. (2014 年 7 月 4 日). 擷取自 Raspberry Pi 台灣樹莓派:  
<https://www.raspberrypi.com.tw/tag/hc-06/>
20. An Introduction To Arduion Uno Pinout. (2018 年 4 月 22 日). 擷取自 circuito.io blog:  
<https://www.circuito.io/blog/arduino-uno-pinout/>

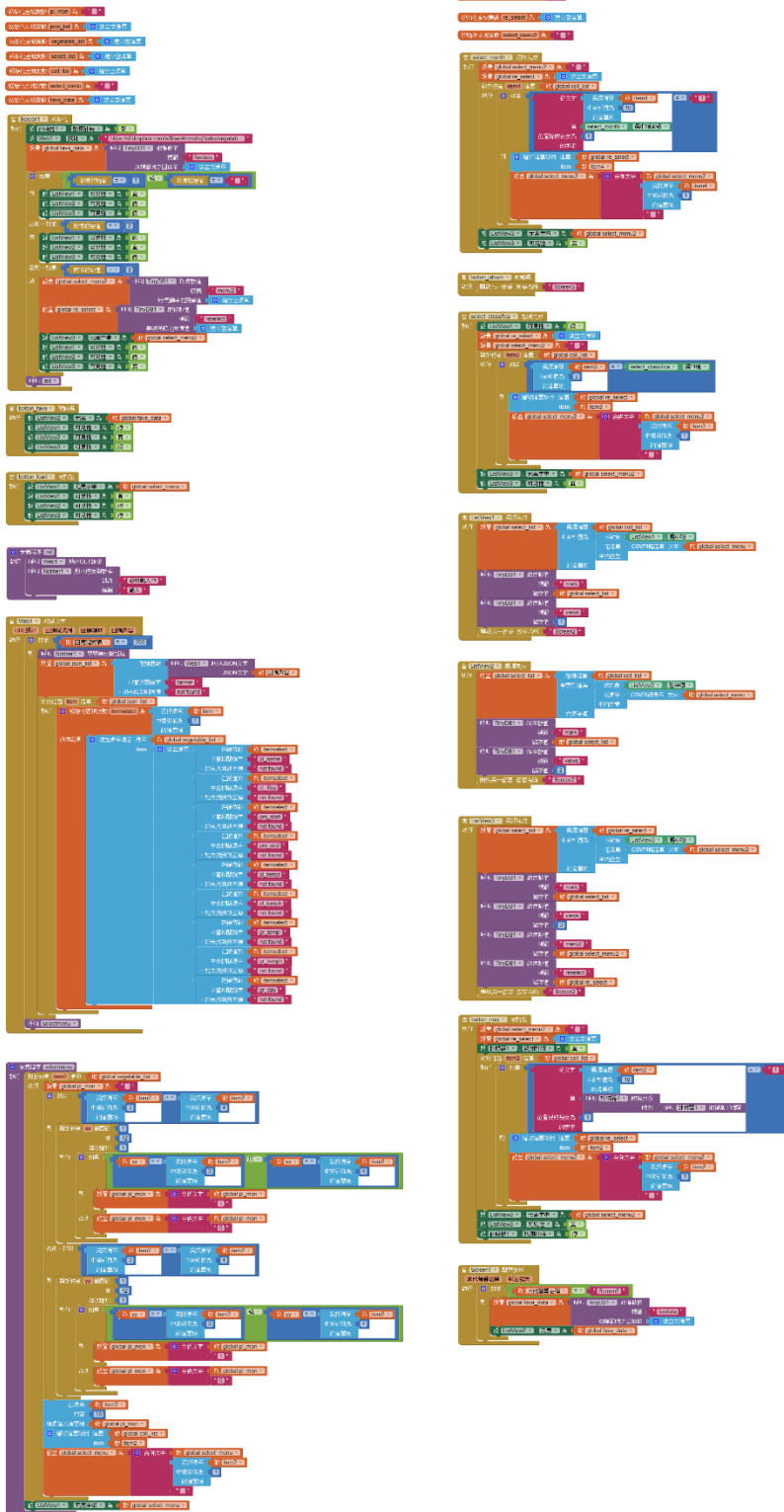


## 西文部份

1. An Introduction To Arduion Uno Pinout. (2018 年 4 月 22 日 ). 擷取自 circuito.io blog: <https://www.circuito.io/blog/arduino-uno-pinout/>
2. Arduino Products. 擷取自 Arduino: <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>
3. Ios Line Networking Icons. 擷取自 icons shock: [https://www.icons shock.com/line-icons/networkingicons/connection icon/](https://www.icons shock.com/line-icons/networkingicons/connection-icon/)
4. JSON. 擷取自 Introducing JSON: <https://www.json.org/index.html>
5. Mobile Operating System Market Share Worldwide. (2019 年 5 月). 擷取自 Statcounter: [http://gs.statcounter.com/os-marketshare/mobile/worldwide/%20 --%20monthly 200901 201904](http://gs.statcounter.com/os-marketshare/mobile/worldwide/%20--%20monthly-200901-201904)
6. Smartphone Market Share. (2019 年 1 月). 擷取自 IDC: [https://www.idc.com/promo/smartphone market share/os](https://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/os)
7. Arduino. (2019 年 4 月 ). 擷取自 Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>

# 附 錄

## 程式積木







初始化全域變數 (picture\_list) 為 建立空清單

初始化全域變數 (picture\_addr) 為 建立空清單

初始化全域變數 (pic\_index) 為 1

當 Screen3 初始化  
執行  
設 標籤1 . 文字 為 取 global pic\_index  
設置 global picture\_list 為 呼叫 TinyDB1 取得數值  
標籤 picturedata  
無權暫時之回傳值 建立空清單  
如果 清單是否為空? 清單 取 global picture\_list  
則 設 畫布1 . 可見性 為 假  
設 畫布1 . 可見性 為 真

當 botton\_off 被點選  
執行 開啟其他畫面並傳值 螢幕名稱 Screen1  
初始值 1

當 botton\_delete 被點選  
執行 刪除清單 取 global picture\_list  
中第 取 global pic\_index  
項  
呼叫 TinyDB1 儲存數值  
標籤 picturedata  
儲存值 取 global picture\_list

當 畫布1 被滑過  
x座標 y座標 速度 方向 速度X分量 速度Y分量 被滑過的精靈  
執行  
如果 取 速度X分量 > 0  
則  
如果 取 global pic\_index ≥ 求清單長度 清單 取 global picture\_list  
則 設置 global pic\_index 為 1  
否則 設置 global pic\_index 為 取 global pic\_index + 1  
否則  
如果 取 global pic\_index ≤ 1  
則 設置 global pic\_index 為 求清單長度 清單 取 global picture\_list  
否則 設置 global pic\_index 為 取 global pic\_index - 1  
設置 global picture\_addr 為 選擇清單 取 global picture\_list  
中索引值為 的清單項  
設 畫布1 . 背景圖片 為 選擇清單 取 global picture\_addr  
中索引值為 的清單項  
設 標籤1 . 文字 為 合併文字 取 global pic\_index  
求清單長度 清單 取 global picture\_list  
選擇清單 取 global picture\_addr  
中索引值為 1 的清單項  
選擇清單 取 global picture\_addr  
中索引值為 2 的清單項  
選擇清單 取 global picture\_addr  
中索引值為 3 的清單項  
選擇清單 取 global picture\_addr  
中索引值為 4 的清單項