

淡江大學資訊工程學系

嵌入式系統建置課程(資工三 P)

期中報告

基於 ESP32-S3 嵌入式開發版

實現植物環境數據之推發裝置

授課教授：黃連進 博士

組 員：

蘇品瑒 電資四 408440021

陳冠霖 資工三 A 409411724

謝泫甫 資工英語四 408840444

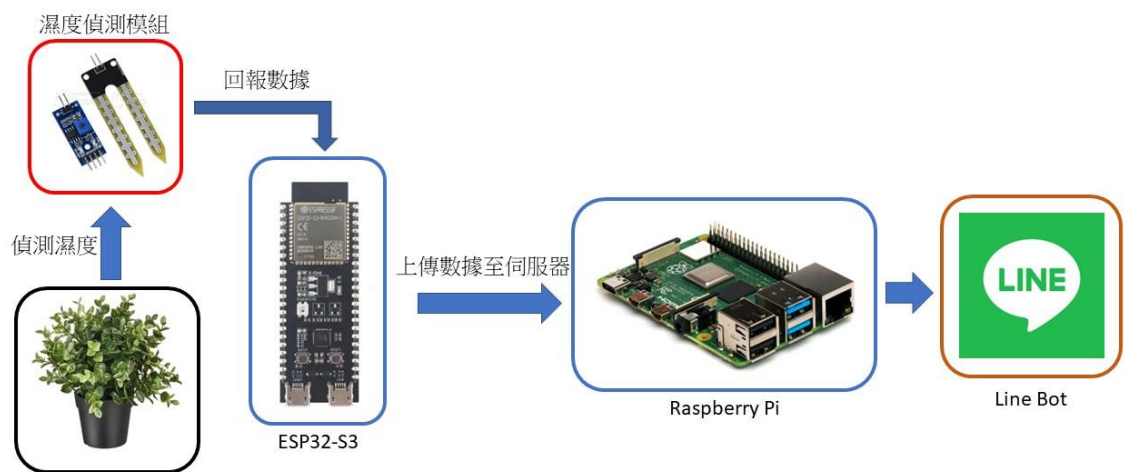
中華民國 112 年 4 月

摘要

由於台灣未來社會將大機率碩士普及化，並且在經過新冠疫情後被迫改變生活模式的我們，已慢慢讓許多人因太久沒與人實際面對面溝通相處，而產生一些心理疾病產生，因此我們預測，將來會有越來越多人開始在自家陽台或辦公室中開始進行一些園藝植物的栽種。

此專題最大的目的在於，希望在越來越多人從事園藝活動的趨勢下，可以透過簡易的 IOT 裝置對植物的飼養環境進行遠端遙測與控制，這樣一來即使在這匆匆忙忙的時代裡，也可以讓每個人透過手機遠端監控自己的植物狀態。

此外，由於一些植物飼者所在環境可能會像淡水一樣，氣溫與濕度不是非常穩定，空氣溫溼度將影響的是植物與土壤兩者水分的蒸發程度與通風程度，如果不好好妥善控制蒸發與通風，將會是影響植物生長最大的因素，因此我們將會針對土壤溼度偵測模組與空氣溫濕度偵測模組此兩功能實現於遙測裝置中，並且讓使用者可透過一些介面(例:網頁、LINE、APP 或其他)，經由中間伺服器將數據呈現出來。



圖表 1. 整體裝置架構概念圖

目錄

摘要.....	I
目錄.....	II
圖表目錄.....	III
第一章 緒論.....	1
1.1 研究動機及目的.....	1
1.2 報告架構.....	2
第二章 技術簡介.....	3
2.1 NodeMCU32s.....	3
2.2 Raspberry Pi 4B.....	5
2.3 Nginx.....	6
2.4 Line Bot.....	8
2.5 感測元件.....	9
第三章 研究過程及方法.....	12
3.1 架構簡介.....	12
第四章 結論與未來展望.....	13
5.1 理想情況.....	13
5.2 未來展望.....	13
參考文獻.....	14

圖表目錄

圖表 1. 整體裝置架構概念圖	I
圖表 2 ESP32-S3 功能圖	3
圖表 3 NODEMCU32S 開發板外觀	4
圖表 4 NODEMCU32S 內部電路設計	4
圖表 5 NODEMCU32S GPIO 接腳圖	5
圖表 6 RASPBERRY PI 4B 簡介圖	6
圖表 7 NGNIX REVERSE PROXY 原理	7
圖表 8 NGNIX LOAD BALANCE 原理	7
圖表 9 NGNIX CACHE 原理	8
圖表 10 LINE BOT 機制示意圖	9
圖表 11 土壤濕度感測器之產品圖	9
圖表 12 模組規格表	10
圖表 13 整流器示意圖	10
圖表 14 DHT11 溫溼度感測器	11
圖表 15 DHT11 模組規格表	11
圖表 16 裝置整體架構說明圖	12

第一章 緒論

1.1 研究動機及目的

根據中國園藝期刊張俊彥先生在 1996 年的論文研究中，針對了國人從事園藝休閒活動目標市場之社會人口特性探討，其利用羅吉特迴歸分析(Logistic Regression) 對樣本 54,573 人進行分析後發現，「年齡愈高從事園藝活動的機率愈高，教育程度為專科及大學程度者，有最高從事園藝活動機率，女性有較高從事園藝活動之機率，未婚者較少從事園藝活動」。

以及在後新冠疫情時代後，美國佛羅裡達大學 UF/IFAS 環境園藝系名譽教授、首席研究員 Charles Guy 與旗下研究團隊，讓 32 位 26 至 49 歲之間的女性參與了一個關於，園藝可以幫助改善患有現有疾病或挑戰的人的心理健康的研究。研究期間他們讓這些女性其中一半的人分配到每週兩次的園藝課上，而另一半則上美術課，兩個班級每週開會兩次，共計八週。其中園藝課教學生如何比較和播種、移植各種植物、收穫和品嚐可食用的植物，藝術課程涵蓋了繪畫、拼貼、版畫和造紙等技術。透過填寫了一系列測量情緒、焦慮、壓力水平和抑鬱的調查，發現「隨著時間的推移，園藝和藝術組的女性在心理健康方面都有類似的改善。然而，園丁報告的焦慮程度略低於藝術家」。

綜合上述研究結果，由於台灣未來社會將大機率碩士普及化，並且在經過新冠疫情後被迫改變生活模式的我們，已慢慢讓許多人因太久沒與人實際面對面溝通相處，而產生一些心理疾病產生，因此我們可大膽預測，將來會有越來越多人開始在自家陽台或辦公室中開始進行一些園藝植物的栽種。

此專題最大的目的在於，希望在越來越多人從事園藝活動的趨勢下，可以透過簡易的 IoT 裝置對植物的飼養環境進行遠端遙測與控制，這樣一來即使在這匆匆忙忙的時代裡，也可以讓每個人透過手機遠端監控自己的植物狀態。

此外，由於一些植物飼者所在環境可能會像淡水一樣，氣溫與濕度不是非常穩定，空氣溫溼度將影響的是植物與土壤兩者水分的蒸發程度與通風程度，如果不好好妥善控制蒸發與通風，將會是影響植物生長最大的因素，因此我們將會針對土壤溼度偵測模組與空氣溫濕度偵測模組此兩功能實現於遙測裝置中，並且讓使用者可透過一些介面(例:網頁、LINE、APP 或其他)，經由中間伺服器將數據呈現出來。

1.2 報告架構

此報告分為六個章節，結構內容如下：第一章緒論將帶領讀者理解背後動機與當前背景，以理解後續我們所講述的相關觀點；第二章為技術簡介，介紹關於本次專題相關將會用到的知識以及基礎理論；第三章為研究過程及方法，藉由上一章的知識理論去設計我們的裝置功能與軟硬體架構，包括 ESP32 單晶板之使用、裝置電路布局、樹梅派伺服器架設以及前端操作介面設計大概的雛形；第四章為實作過程，在此章節會依照上一章節的研究方法，去初步構思實現本專題的目標，以及實際演示整個操作的情況；第五章則是對本專題方法之總結檢討與未來的展望延伸應用；第六章心得則會把製作此次專題的所有心路歷程與感想，分享給此專題的讀者們。

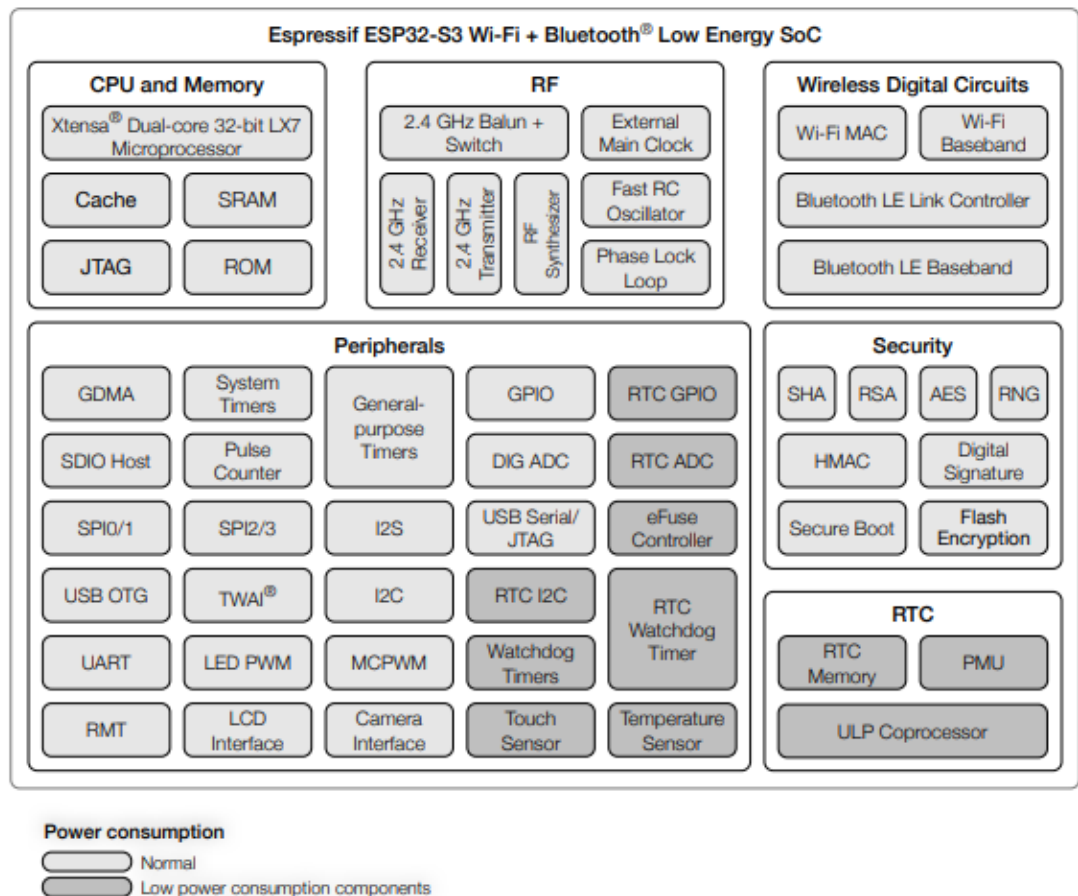
※註：由於此報告內容上未進行實作而非最後版本，因此報告架構之內容在期末報告時將再進行修訂。

第二章 技術簡介

2.1 NodeMCU32s

此專題裝置採用由中國安信可(Ai-Thinker)原廠所開發的 MCU 單晶開發板，核心 CPU 為中國上海樂鑫科技(Espressif)所開發之晶片，ESP32-S3。

ESP32-S3 為一款低功耗的 MCU 系統級芯片 (SoC)，支持 2.4 GHz Wi-Fi 和低功耗藍牙 (Bluetooth® LE) 雙模無線通信。晶片集成了高性能的 Xtensa® 32 位 LX7 雙核處理器、超低功耗協處理器、Wi-Fi 基帶、藍牙基帶、RF 模塊以及外設，下方圖 2 為 ESP32-S3 之功能圖。



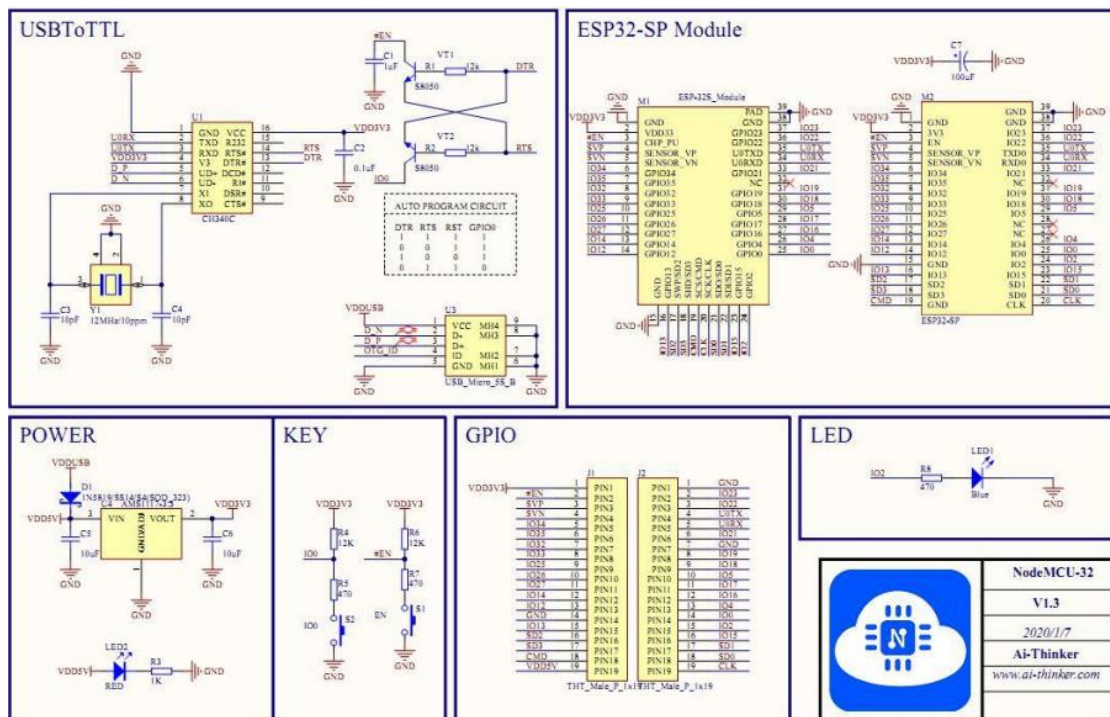
圖表 2 ESP32-S3 功能圖

NodeMCU32s 整體外觀如下方圖 3，從外觀中可以看到，整合單晶片與快閃記憶體之 ESP-WROOM-32 模組，經由 UART 轉 USB 通訊晶片作為電源輸入，並透過直流電壓調節器給予整體電路 3.3V 的工作電壓，至於電路板上其他

元件設計可看下方官方提供之電路圖。

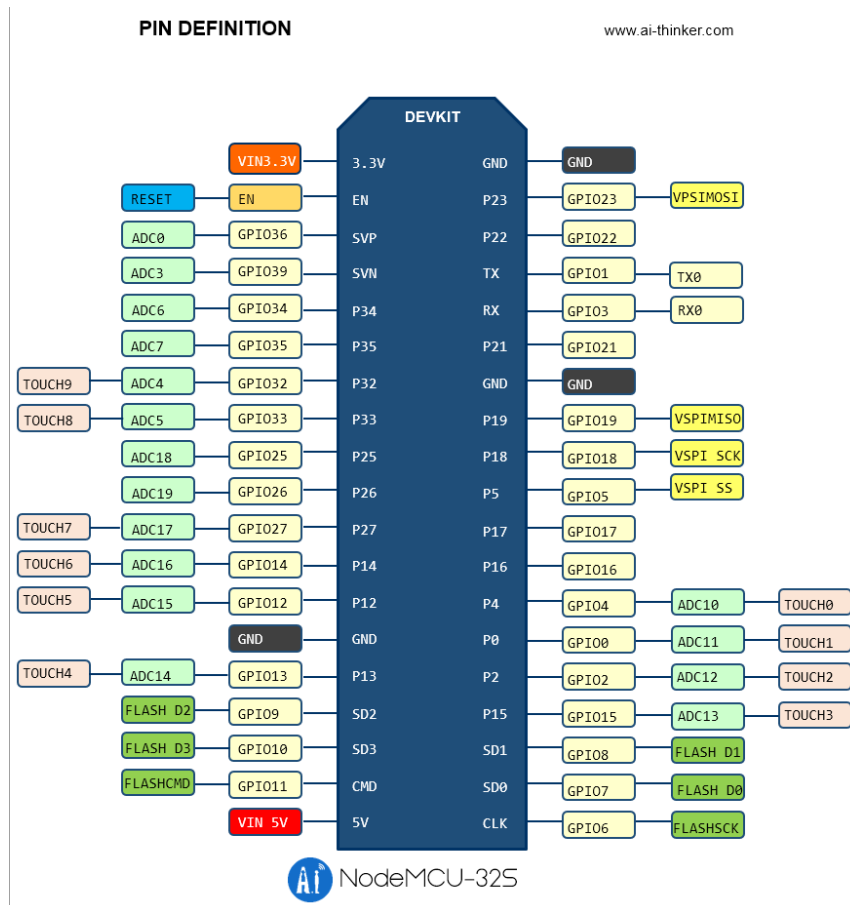


圖表 3 NodeMCU32s 開發板外觀



圖表 4 NodeMCU32s 內部電路設計

最後為了方便此專題之裝置電路設計，下方官方也提供了 GPIO 接腳示意圖如圖 4，並且可以看到許多接腳均個別提供了 ESP32-S3 所擁有的功能，譬如觸控接腳、ADC 接腳、快閃接腳或其他。



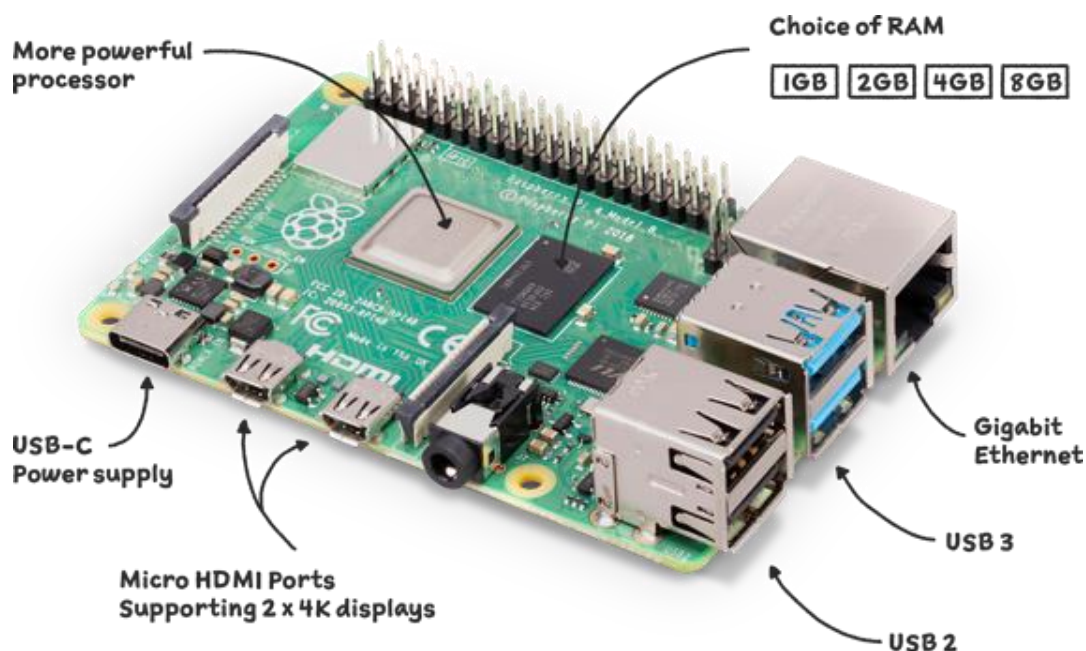
圖表 5 NodeMCU32s GPIO 接腳圖

低功耗芯片 ESP32-S3 專為物聯網 (IoT) 設備而設計，因此應用之領域包括了許多可應用，如：智能家居、工業自動化、醫療保健、消費電子商品、智慧農業、服務機器人、音頻設備、通用低功耗 IoT 傳感集線器或數據紀錄器、攝像頭視頻流傳輸、USB 設備、語音或圖像辨識、Wi-Fi + 藍芽網卡、觸摸和接近感應或更多。

2.2 Raspberry Pi 4B

Raspberry Pi 是 Raspberry Pi Foundation 製造的一系列單板計算機的名稱，Raspberry Pi Foundation 是一家英國慈善機構，Raspberry Pi 系列有很多：從 Pi 1 到 4，也有 Pi 400。大多數系列通常有模型 A 和模型 B。Model A 是為相較便宜的模組，往往有較少的 RAM 和更較少的端口。

本專案採 Raspberry Pi 4 B 具 1.5Ghz 運行的 64 位四核處理器，最高支援 60fps 速度刷新的 4K 解析度的雙顯示屏，高達 4GB RAM (可根據型號選擇 1GB、2GB、4GB)，2.4/5.0 Ghz 雙頻無線 LAN，藍牙 5.0/BLE，千兆乙太網，USB3.0，和 PoE 功能。



圖表 6 Raspberry Pi 4B 簡介圖

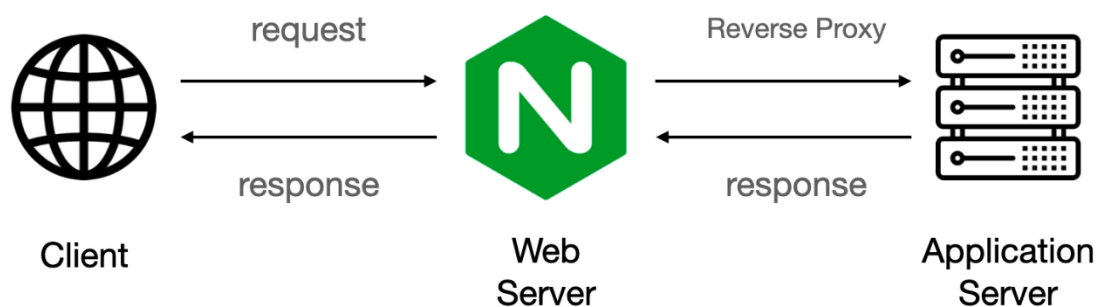
Raspberry Pi 的應用層面廣泛，如：教育用途、學習編碼、伺服器、遊戲、家居自動化、天氣監測、機器人手臂、無人機等，只要你想的到的都可用樹梅派實現。

2.3 Nginx

Nginx 是一個非同步框架的網頁伺服器，可以做到：反向代理、負載均衡、http 快取，Nginx 比起 Apache 屬於輕量級且高併發、處理靜態檔案的效率較高、耗費的記憶體較少、負載效能好，很適合做前端伺服器使用，以下為各功能簡單的介紹。

- 反向代理 (Reverse Proxy)：

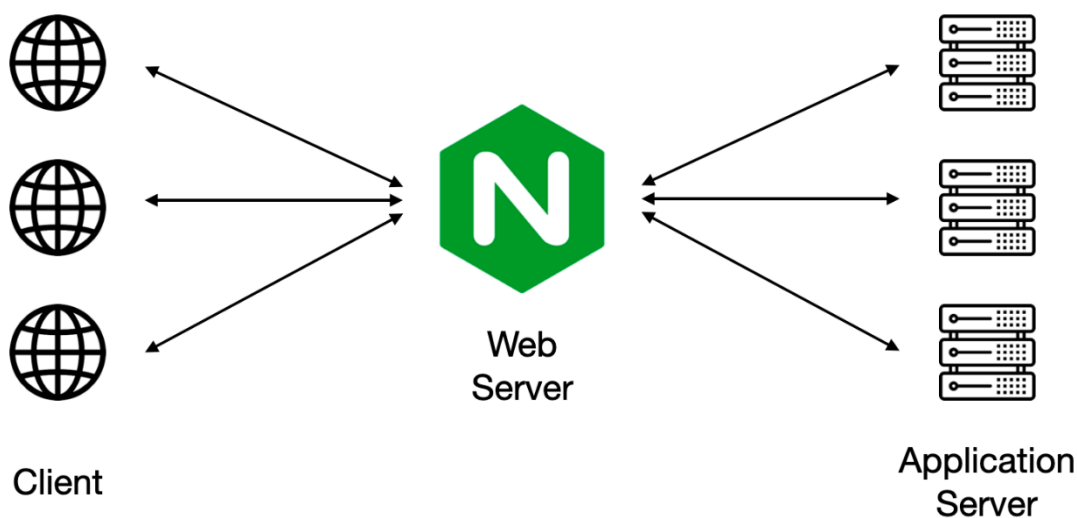
其優點在於能讓 Client 在不需知道 Application Server 的真實位置的情況下，僅需要透過 Nginx 反向代理的方式就能夠向後方的 Application Server 發送請求，而 Application Server 也不需要知道是哪一個 Client 的 Request，僅需回傳 Response 即可。



圖表 7 Nginx Reverse Proxy 原理

- 負載均衡 (Load Balance)：

當使用流量大時一台 Application Server 是無法應付的，因此需要同時開多個 Application Server。而 Nginx 能自動的將 Client 的 Request 分送到不同 Application Server 上，而分送的演算法可以自己設計，最常使用的是 Round Robin 演算法，而其他的演算法也包含 Least Connections、Least Time、IPHash 等。



圖表 8 Nginx Load Balance 原理

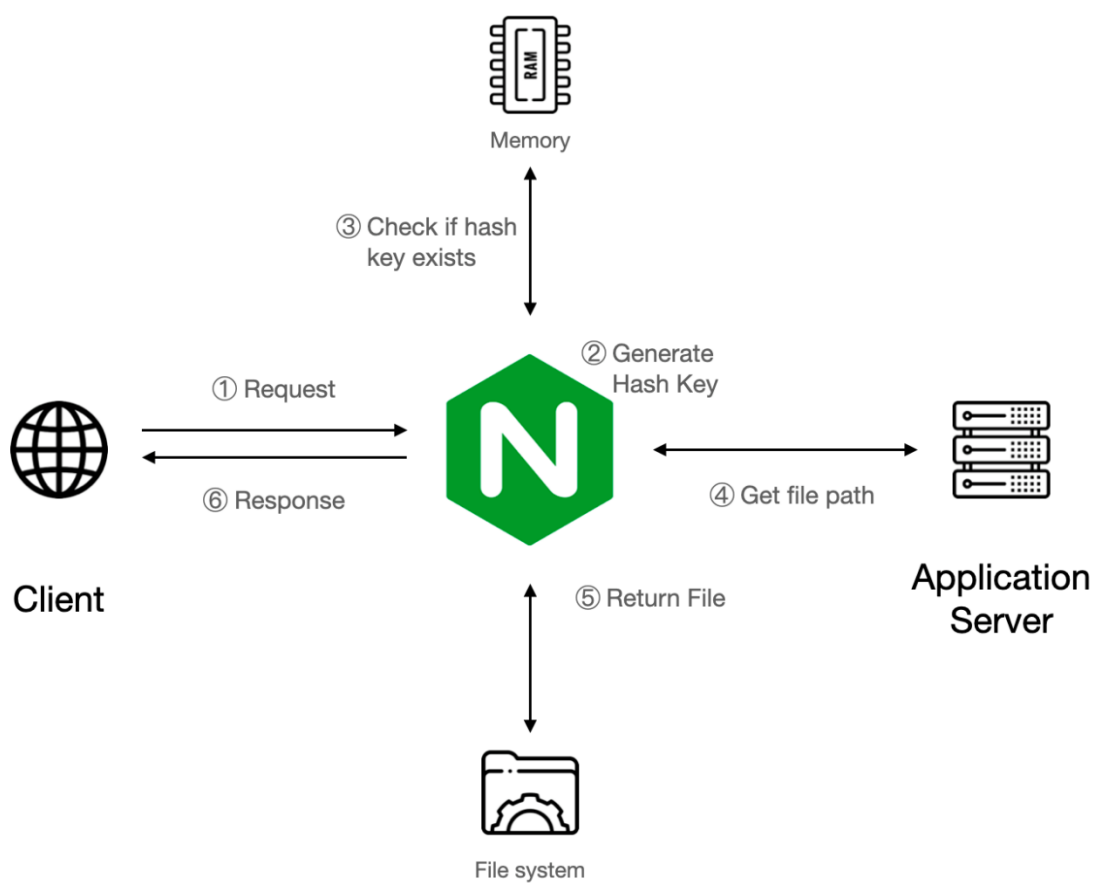
- HTTP 快取 (Cache)：

為了提高效能，Nginx 利用 http 快取的機制做優化。流程如下：

1. Client 發出 Request，Nginx 會將 Request 的資訊做 hash，並判斷 hash key 是否存在於記憶體中：① → ②
 - i. 若 hash key 不存在於記憶體中：Nginx 會向 Application Serve 索取檔案位置，再去索取檔案。③ → ④ → ⑤

ii. 若存在於記憶體中：Nginx 會直接索取檔案。 ③ → ⑤

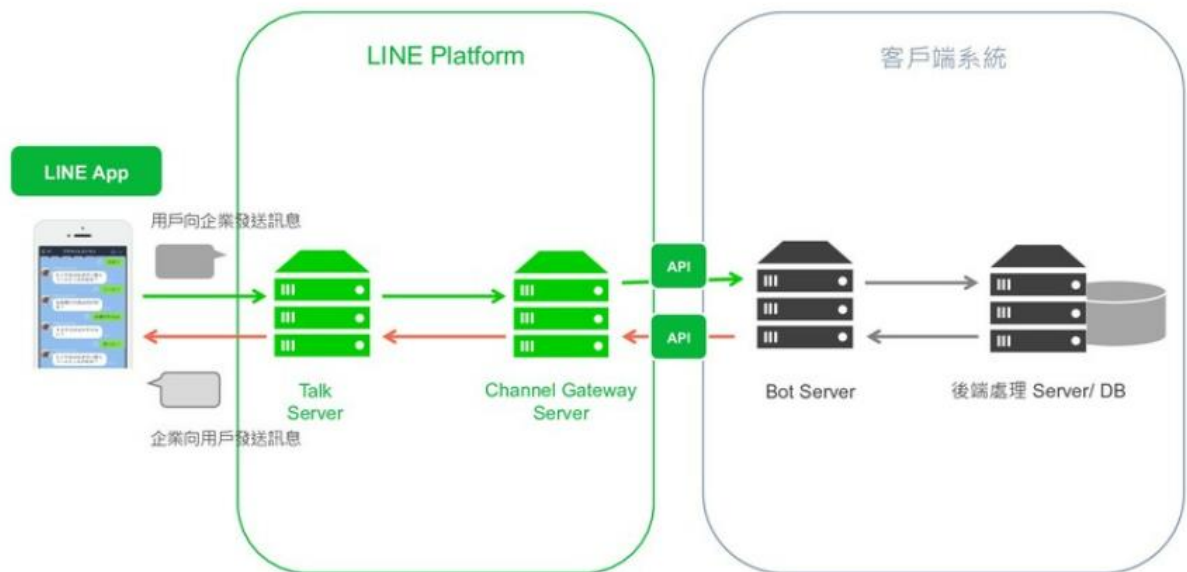
2. 將檔案回傳給 Client



圖表 9 Nginx Cache 原理

2.4 Line Bot

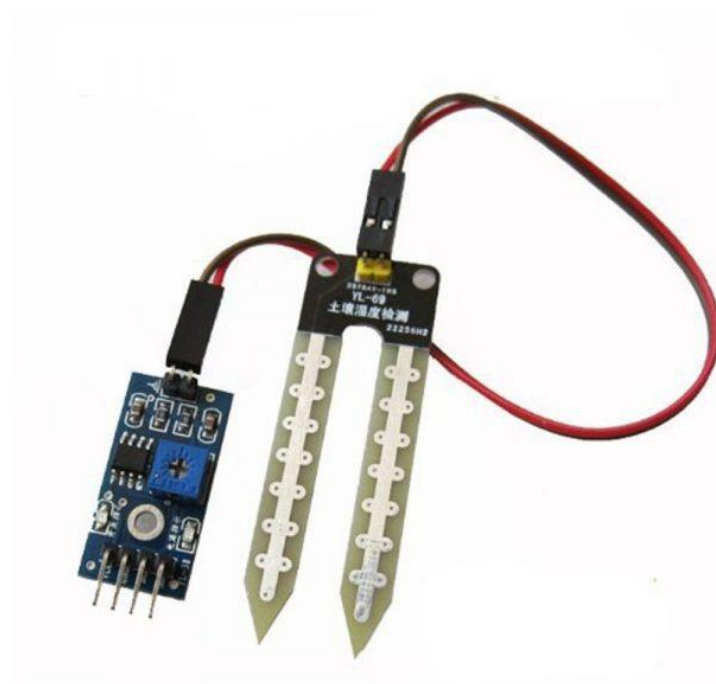
Line Bot 是一種透過 Channel Gateway Severy，載客玉端系統的 Bot Sever 與 LINE APP 之間，發送和接收資訊的機制。使用發送和街紹 JSON 格式數據的 API，來發出請求。



圖表 10 LINE Bot 機制示意圖

2.5 感測元件

本次專案將使用土壤濕度感測器作為感測土壤濕度的感測元件，將藉由土壤濕度感測器與整流器的結合達成本次專案所需功能，下方圖 11 即為元件整體架構，其中黃色部分為土壤濕度感測器，藍色部分為整流器。



圖表 11 土壤濕度感測器之產品圖

土壤濕度感測器的規格如下：

工作電壓	3.3V ~ 5V
輸出訊號	VCC - 接 3.3V~5V 電源 GND - 接接地孔位 D0 - 啟動或關閉整流器 A0 - 輸出數位訊號及濕度數據
整流器尺寸(PCB)	1.4cm X 3.2cm

圖表 12 模組規格表

土壤濕度感測器有以下數種特點：

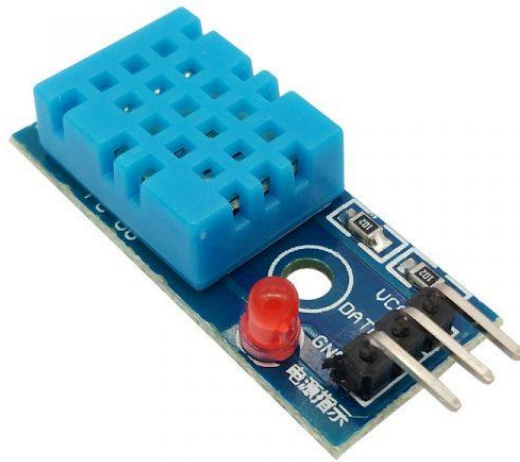
1. 土壤感測器表面採用鍍鎳處理，可以有效預防元件與土壤長期接觸進而導致感測器生鏽，並且鍍鎳可以增加感測器的導電性能。
2. 整流器中比較器採用 LM393 晶片，可以使得元件運作較為穩定
3. 整流器具有閥值控制輸出電壓，當土壤溼度高於閥值時 D0 輸出低電壓，而當土壤濕度低於閥值時 D0 輸出高電壓。

在整流器上方藍色方塊區域即為閥值調整器，順時鐘旋轉可以使整流器閥值增加，逆時鐘旋轉可以使整流器閥值降低，該藍色方塊區域即為下方圖 13 紅框處。



圖表 13 整流器示意圖

空氣溫濕度是使用 DHT11 溫濕度感測器作為使用模組，可以用於感測周遭的溫度與濕度，下方圖 14 為 DHT11 本體。



圖表 14 DHT11 溫溼度感測器

DHT11 溫溼度感測器規格如下：

工作電壓	3.3V~5V
輸出訊號	VCC - 接 3.3V~5V 電源 GND - 接接地孔位 DATA - 輸出數位訊號
電路板尺寸(PCB)	3.2cm X 1.4cm
感測濕度範圍	20% ~ 90% (誤差範圍: +5%)
感測溫度範圍	0° ~ 50° (誤差範圍: 2°)

圖表 15 DHT11 模組規格表

第三章 研究過程及方法

3.1 架構簡介

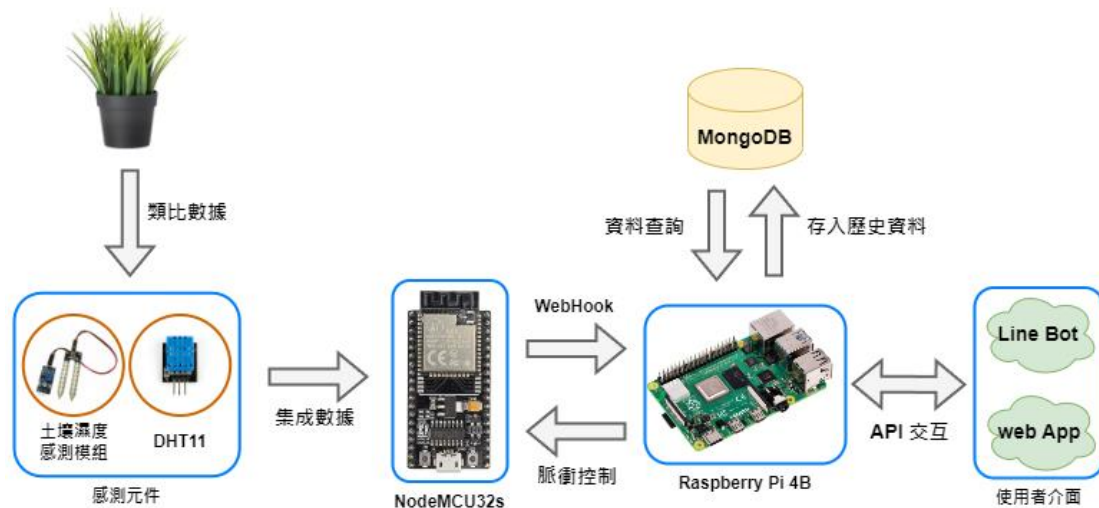
整體架構分為前後端分離工作區塊，讓不管是設計維護或是操作上，均能達到最大的效益。

前端主要利用 NodeMCU32s 單晶板作為數據推送伺服器，此伺服器最大的作用除了透過感測元件將真實數據收集，更重要的是將這些數據打包成所要的形式後，利用 Webhook Api 將這些數據透過 HTTP 協定送回後端中，此外，由於 NodeMCU32s 本身強大的處理器，往後更能擴展出更多額外的功能。

後端我們則使用了 Raspberry Pi 4B 作為站台伺服器，主要目的是除了利用 NginX 服務建立本地伺服器，更利用了 NodeJS 框架來負責接收來自前端推送的封包資料，並且串接 Line Bot 服務，可直接透過手機 LINE APP 介面來遠端遙測當前植物的環境數據。

此外為了提供使用者觀察環境對植物的生長紀錄影響研究，我們也採納了快速即成的無關聯式資料庫（NoSQL）服務 MongoDB，將當前不管是後端收集到的數據或是當前前端伺服器的狀態資料，均可透過後端來串接。

綜合上述規劃與架構，可整理出如下圖圖 16 之裝置架構圖。



圖表 16 裝置整體架構說明圖

第四章 結論與未來展望

5.1 理想情況

可以成功的實現土壤濕度分析以及空氣溫溼度分析的功能，將可以提供使用者針對植物澆水的部分進行合理的判斷，並使得植物的生長情形獲得一定的幫助，並且透過伺服器的資料庫可以進行過往土壤濕度數據的保存，並提供給使用者更加有效的紀錄植物的生長日誌，並適當的調整未來在植物澆水上的份量。

5.2 未來展望

現階段成果仍只有提供使用者土壤濕度數據的展現，在未來技術更加成熟時，希望可以配合水閥，並依據土壤濕度、氣溫、植物特性...等其他數據進行自動澆水的作業，甚至在未來人工智慧更加優化的條件下，可以結合人工智慧進行植物種類的辨識、過往土壤濕度與植物成長情形的數據分析、周遭環境與植物生長情形的數據分析...等更加自動化的功能。

參考文獻

- [1] 張俊彥, “台灣家庭園藝植物目標市場之社會人口分析,” 中國園藝, 1996.
- [2] J. Anderer, “Green thumb, less blues: Study finds gardening benefits mental health,” Study Finds, 7 7 2022. [線上]. Available: <https://studyfinds.org/gardening-benefits-mental-health/>.
- [3] 乐鑫信息科技, “ESP32-S3 系列芯片技术规格书,” 2023. [線上]. Available: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-s3_datasheet_cn.pdf.
- [4] 安信可科技, “NodeMCU-32 规格书,” 22 4 2020. [線上]. Available: https://docs.ai-thinker.com/_media/esp32/docs/nodemcu-32_v1.3%E8%A7%84%E6%A0%BC%E4%B9%A6_.pdf.
- [5] RedHat, “What is a Raspberry Pi?,” RedHat, [線上]. Available: <https://opensource.com/resources/raspberry-pi>.
- [6] icShopping, “Raspberry Pi 4 Model B (8GB) 開發板,” icShopping, [線上]. Available: <https://www.icshop.com.tw/product-page.php?27903>.
- [7] E. This, “Nginx 是什麼？有哪些用途？,” Explain This, [線上]. Available: <https://www.explainthis.io/zh-hant/interview-guides/backend/why-nginx>.
- [8] E. Lin, “LINE Bot 開發者指南詳解 – 3 發送 API 請求時的注意事項,” LINE Engineering, 11 6 2021. [線上]. Available: <https://engineering.linecorp.com/zh-hant/blog/line-bot-guideline-3>.
- [9] icShopping, “土壤濕度感測器,” icShopping, [線上]. Available: <https://www.icshop.com.tw/product-page.php?26227>.