

使用單板電腦建立



農業物聯網資料戰情室



文・圖/翁一司

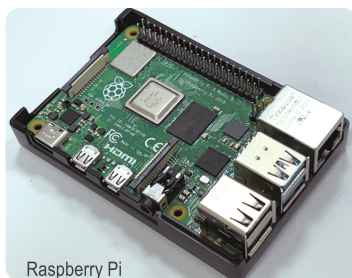
前言

隨著智慧農業的發展，傳統農業逐步導入資訊技術與自動化設備，以提高產量、降低風險並節省人力成本。其中「物聯網」(Internet of Things, IoT) 技術扮演了極為關鍵的角色。透過感測器即時監測環境條件，並將資料傳輸至平台儲存應用，甚至進行遠端控制，使農場管理作業變得更加精準與智慧。而在這個架構中，「單板電腦」(Single Board Computer, SBC) 是一個小巧、低功耗且具備高度彈性的運算平台，非常適合作為農業物聯網現場感測與資料整合的中繼站角色。本篇文章將介紹如何利用單板電腦建構一個「農業物聯網資料戰情室」，整合感測數據、視覺化資訊並提供即時決策支援。

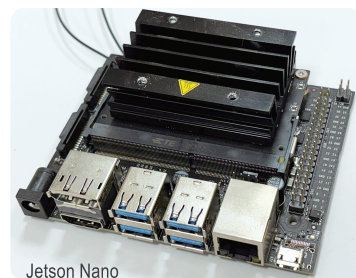
什麼是單板電腦？

單板電腦是一種將中央處理單元 (Central Processing Unit, CPU)、記憶體、儲存裝置及輸入/輸出 (Input/Output, I/O) 接口整合在單一電路板上的電腦。單板電腦具有以下優點，因此在教育、物聯網、智能家居、農業科技、邊緣運算等領域都被廣泛使用。

- 體積小、重量輕，易於部署：可應用於行動裝置、行動工作站、現場監控站等。
- 功耗低，節能環保：相比一般桌上型電腦，SBC的耗電量極低，適合長時間運作，例如24小時不間斷監測系統。
- 成本低廉：如樹莓派 (Raspberry Pi) 或 Jetson Nano (圖1) 等，是開發原型或教育訓練的理想選擇。



Raspberry Pi



Jetson Nano

圖1. 單板電腦Raspberry Pi 4 Model B (左) 及Jetson Nano (右)

- 開源支援豐富：許多SBC平台都有龐大的開發者社群、開源套件與豐富的教學資源，學習與開發門檻低。
- 系統可客製化：多數SBC支援Linux、Android等開源作業系統，可依需求安裝輕量或專用版本的系統，如Raspberry Pi OS、Ubuntu Server，並可執行各式應用程式。
- I/O接腳豐富，擴充性強：多數機板具備GPIO、I2C、SPI、UART等通訊接口，能輕鬆連接感測器、馬達、相機等模組。
- 適用於物聯網與邊緣運算：SBC能本地處理資料、執行人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 模型、即時反應，減少對雲端依賴，提高系統效率與穩定性。

農業物聯網資料戰情室的概念

農業物聯網資料戰情室的概念是結合智慧農業與數據可視化決策系統的核心設計。簡單來說，就是將來自農場各處的感測器與裝置收集的資料，即時傳送至中央系統（通常是單板電腦或伺服器）進行整合與展示，讓管理者能在一個「戰情室」中快速掌握全場狀況、做出即時決策。這個資料戰情室的核心功能包括：

- 感測資料整合：即時接收來自各種感測器的數據，如溫度、濕度、日照、土壤濕度等。
- 資料視覺化：透過網頁或應用程式 (Application, App) 呈現圖表與儀表板，供農民或管理者參考。
- 歷史資料分析：儲存過往數據，進行趨勢分析與決策輔助。
- 遠端控制與自動化：控制灌溉系統、風扇、溫室開窗等設備。
- 異常警示：如感測值異常或設備故障，可發出警告通知。

這樣的系統使農民不必每天親自巡田，也能即時掌握農場狀況，並做出快速反應。

系統架構

一個完整的農業物聯網資料戰情室系統架構（圖2），通常包含以下幾個層面：

1. 感測端：通常包括感測器、微控制器及傳輸模組

- 感測器：如溫濕度、光照、土壤濕度、雨滴感測、酸鹼度 (pH)、電導度 (Electrical Conductivity, EC) 等感測器。

- 微控制器：負責資料採集與初步處理，常見的微控制器開發板如 Arduino、ESP8266、ESP32、Raspberry Pi Pico 及 Realtek Ameba 等。
 - 傳輸方式：負責資料的傳輸與接收，實現設備間通訊，例如透過 WiFi、LoRa 或 NB-IoT 等無線方式傳輸。
2. 資料中繼與處理層：可使用如 Raspberry Pi 4 或 Pi 5 單板電腦
- 收集所有感測器的資料並儲存至本地端資料庫。
 - 資料處理與分析。
 - 自動化控制：系統若需要即時反應（如啟動風扇或灌溉系統），可根據簡單的邏輯判斷（如溫度過高或土壤濕度過低時觸發繼電器），直接控制相應設備。
 - 結合訊息推播工具（如 Telegram Bot），實現異常即時推播通知。
 - 與感測端或用戶端溝通。
3. 視覺化介面
- 使用 Node-RED Dashboard 或自訂的 HTML/JS 頁面展示數據。
 - 可搭配觸控螢幕、大型顯示器或透過遠端桌面連線方式，即時顯示、查詢資料或進行基本設定。

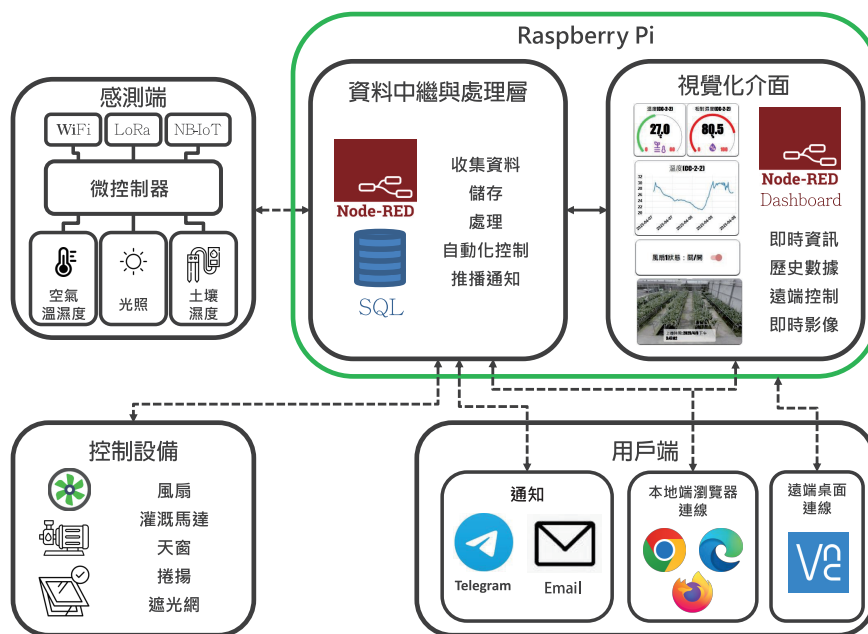


圖2. 農業物聯網資料戰情室系統架構圖

智慧溫室監控應用場景

以一個小型溫室為例，使用溫度、濕度及光照度感測設備（圖3）對現場環境進行監測，感測數據以訊息佇列遙測傳輸（Message Queuing Telemetry Transport, MQTT）方式透過WiFi傳送至MQTT代理伺服器（Broker），戰情室系統再從MQTT Broker取得訊息後，將資料儲存至本機資料庫供後續資料處理與分析。視覺化平台使用Node-RED Dashboard製作儀表板，展示各項環境數據（圖4）。通知功能則透過Telegram Bot推播訊息給使用者。控制部分可安裝繼電器控制模組（圖5），透過戰情室系統進行邏輯判斷後，以MQTT方式傳送訊息給繼電器控制模組，驅動現場風扇或灌溉馬達的開關，即可對溫室進行環境監測與控制，達成智慧化管理的目的。



圖3. 結合溫度、濕度與光照感測器的物聯網感測設備。



圖4. 戰情室儀表板即時顯示現場狀況

結語

單板電腦結合物聯網感測與控制設備是智慧農業發展的重要助力，透過其輕巧、高度彈性與資料處理能力，可建構一個整合感測、視覺化與自動化的農業物聯網資料戰情室，不論是小型農場或企業農，都能以低成本方式建立自己的資料戰情室，提升農場管理效率並減少風險。隨著人工智慧與邊緣運算的興起，單板電腦不僅能蒐集與展示數據，還能進行智慧預測與即時決策，例如分析天氣趨勢、預測病蟲害風險、判斷是否需要施肥或灌溉、利用影像辨識分析作物生長狀況等。未來，隨著技術持續發展，農業戰情室將成為每個現代農場不可或缺的智慧核心。

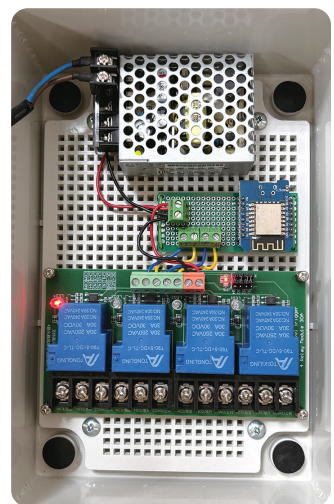


圖5. 物聯網繼電器控制模組