

導入 CAN 與 RS-485 於智慧農機共通底盤 通訊架構之規劃

蕭麗雅、黃振康

國立臺灣大學生物機電工程學系

摘要

本研究探討 CAN 與 RS-485 兩種工業通訊協定於智慧農機共通底盤中的應用。研究首先說明共通底盤設計理念，並比較市售工業級自主移動機器人底盤之通訊架構，指出農業情境下 CAN 與 RS-485 的互補性。材料與方法部分，分別建構 CAN 與 RS-485 通訊實驗平台：CAN 平台以 USB-to-CAN dongle 與 Arduino 搭配 MCP2515 模組連接電池管理系統(BMS)，驗證電池電壓、電流、溫度與 SOC 的資料讀取；RS-485 平台則以 Raspberry Pi 連接 LiDAR 感測器，進行資料傳輸與環境感測測試。實驗結果顯示，CAN 平台能正確解析並即時顯示 BMS 資訊，RS-485 平台則穩定接收 LiDAR 的距離與反射強度數據，驗證兩者於農用機器人中的應用可行性。結論指出，若底盤採混合架構設計，以 CAN 作為核心控制通訊骨幹，並整合 RS-485 作為外部感測器介面，將能兼顧系統可靠性、擴展性與模組化需求，並作為後續農機底盤研究的參考方向。

關鍵詞：智慧農機、共通底盤、CAN、RS-485、通訊協定。

緒論

隨著農業逐漸走向自動化與智慧化，農用機器人被視為解決勞動力不足與提升農作效率的重要工具^[1]。為了推動農用機器人的模組化與規模化應用，共通底盤(common platform)設計成為一項關鍵課題，不僅需具備結構相容性，更需在通訊層面整合不同感測器與控制模組。現今農業機具常採用 CAN 與 RS-485 等工業級協定來實現模組間的資訊交換^[1]。其中，CAN 廣泛應用於車輛與農機控制，具備高可靠性、即時性與錯誤檢測能力，並已延伸發展為農機專用的 ISO 11783 (ISOBUS)標準，用以規範不同模組間的資料交換^[2]。相較之下，RS-485 採用差分訊號，具備抗雜訊能力，可在高干擾環境中維持穩定通訊；傳輸距離可達 1200 公尺，速率約 100 kbps；並支援多點拓樸，可連接最多 32 個節點，適合惡劣環境下的感測器網路應用^[3]。因此，若能將 CAN 作為共通底盤的核心通訊骨幹，並以 RS-485 擴展至外部感測器網路，可在控制穩定性與感測整合上取得平衡，提供智慧農機模組化發展的初步依據。

本研究以建構 CAN 與 RS-485 通訊實驗平台為目標，透過 Arduino 搭配 USB dongle 與

MCP2515 讀取 BMS 資料，並以 Raspberry Pi 搭配 RS-485 連接 LiDAR，驗證兩種協定於農用機器人共通底盤應用可行性。

材料與方法

一、農用共通底盤設計理念

圖 1 展示農用機器人共通底盤的設計概念。底盤作為自主移動平台，負責導航、避障、SLAM 與緊急停止等功能，並透過標準化介面與上層模組交換資訊。上層模組包含感測器、相機、噴藥裝置與機械手臂等，專注於農業作業。兩者透過控制指令與狀態回報互動，使底盤與上層模組能解耦設計，提升共通底盤的重複利用性與模組化整合能力。

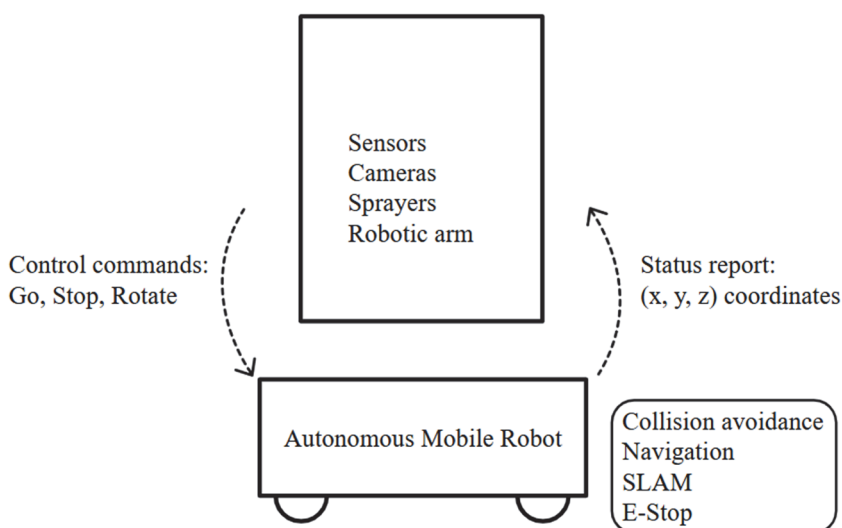


圖 1、農用機器人共通底盤概念圖

二、市售工業級自走機器人通訊架構

圖 2 為市售工業級自主移動機器人(AMR)底盤範例^[4]，具備 CAN BUS、RS-232、RS-422 與 RS-485 等多種通訊介面，可連接 LiDAR、陀螺儀、警報器與緊急停止裝置，上層感測器則透過 USB/PoE 與控制器相連，並整合運動控制與 BMS，支援自動充電。此設計展現工業底盤的多樣化，但應用於農業時，RS-232 與高速影像需求相對較低，CAN BUS 仍適合車載控制與電池管理，而 RS-485 則因長距離與抗干擾特性，更適合連接農業感測器，顯示農用共通底盤應依情境調整，著重可靠控制與遠距感測整合。

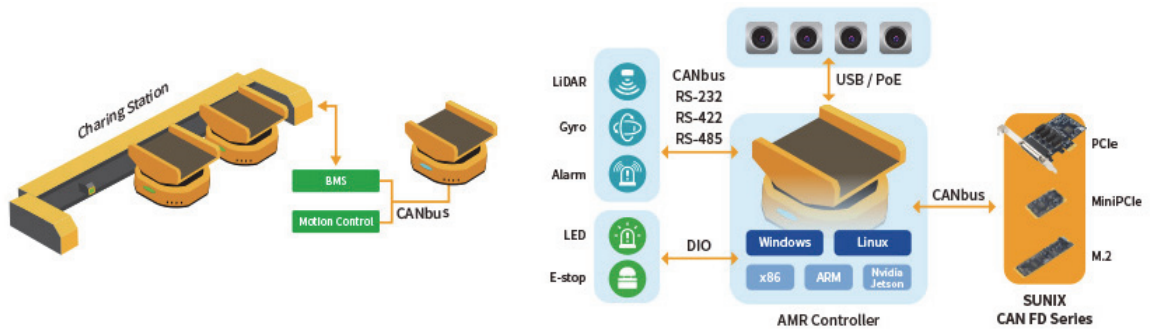


圖 2、自主移動機器人通訊架構^[4]

三、通訊協定與規格描述

在通訊協定與規格方面，CAN 與 RS-485 兩者各自具備不同的特性與應用範疇。CAN 通訊支援 125 kbps 至 500 kbps 的常用位元速率，並提供標準識別碼(11 位元)與擴展識別碼(29 位元)兩種訊框格式，以滿足不同層級的網路架構需求。此外，CAN 具備內建錯誤檢測機制，例如循環冗餘檢查(CRC)與仲裁機制，可確保多節點通訊時的可靠性與資料一致性，因此廣泛應用於電池管理系統與車載控制網路。

相較之下，RS-485 則採用差分傳輸原理，能有效抵抗電磁干擾，並支援長達約 1200 公尺的傳輸距離，同時具備多點拓樸架構，可允許多達 32 個節點共用同一匯流排。此特性使 RS-485 則適合用於農業環境下的感測器資料收集與長距離傳輸，能兼顧穩定性與擴充性。

四、系統架構

研究分別建構 CAN 通訊實驗平台與 RS-485 通訊實驗平台：

(一) CAN 通訊 - USB-to-CAN dongle

本研究首先採用 USB-to-CAN dongle 與個人電腦連接，建立 CAN 匯流排與 PC 端之間的資料傳輸通道，用以測試 CAN 通訊在電腦端訊息交換的可行性，並進一步解析與顯示電池內部資訊。

(二) CAN 通訊 - MCP2515

在另一組 CAN 平台中，本研究以 Arduino 搭配 MCP2515 CAN 控制晶片與收發模組，透過 SPI 介面完成匯流排連線。系統依訊框格式傳送指令並接收 BMS 回覆的電壓、電流、溫度與 SOC 等資料，經 Arduino 解析後即時輸出至顯示器或序列監控，模擬控制器與電池之間的 CAN 通訊，並展示本地端即時監控的應用。

(三) RS-485 通訊 - LiDAR

本研究建構之 RS-485 通訊平台以 Raspberry Pi 4B 為主控單元，並透過 RS-485 轉換模組

連接 TF02-i LiDAR 感測器，建立資料傳輸通道。系統啟動後，Raspberry Pi 透過 UART 介面傳輸資料並接收回傳的距離與反射強度，成功完成資料解析與顯示。此平台可模擬農用機器人在田間作業時的遠端感測情境，驗證 RS-485 於感測器資料傳輸上的應用可行性。

結果與討論

本研究完成 CAN 與 RS-485 兩種通訊平台的實作，並透過實驗驗證其在電池資訊與感測器資料傳輸上的可行性。

在 CAN 通訊部分，透過 USB-to-CAN dongle 與 BMS Monitor 軟體可正確讀本身配有 BMS 保護板以及 CAN 通訊的電池組，如總電壓 53.3 V、電流 0 A 與 SOC 97.9%，同時各單體電壓與溫度亦能被正確顯示(圖 3)。此外，利用 Arduino 搭配 MCP2515 所建構的控制器平台，也透過特定編碼成功接收並解析 BMS 的回傳訊息，並將電壓與 SOC 以即時方式顯示於 LCD 螢幕上(圖 4(a)、圖 4(b))。此結果驗證了嵌入式控制器能透過 CAN 匯流排獲取電池狀態，具備未來應用於智慧農機電池監控的潛力。



圖 3、BMS Monitor 軟體監控介面

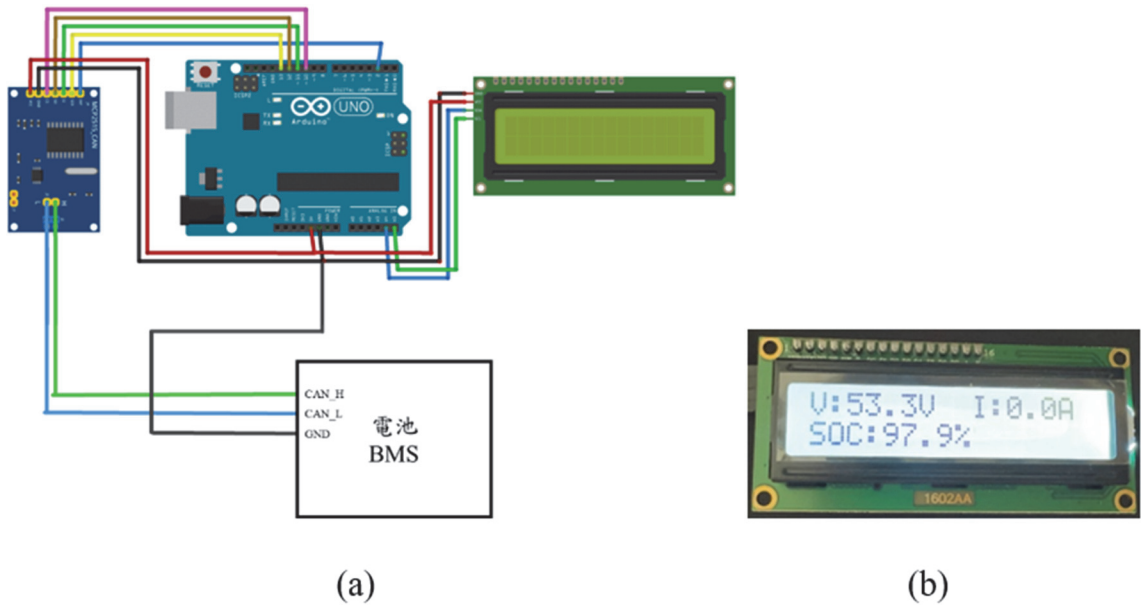


圖 4、(a) Arduino 與 MCP2515 接線圖 (b) LCD 顯示結果

在 RS-485 通訊部分，Raspberry Pi 搭配 RS-485 擴展模組成功與 LiDAR 感測器建立連線 (圖 5)。實驗結果顯示，系統能持續接收並紀錄距離與反射強度資料，並將其轉換為曲線圖與數值列表 (圖 6)。不同目標物及環境條件下，感測器量測距離會隨時間變化，反射強度亦呈現不同幅度的波動，驗證 RS-485 平台能穩定進行感測器資料傳輸與顯示。

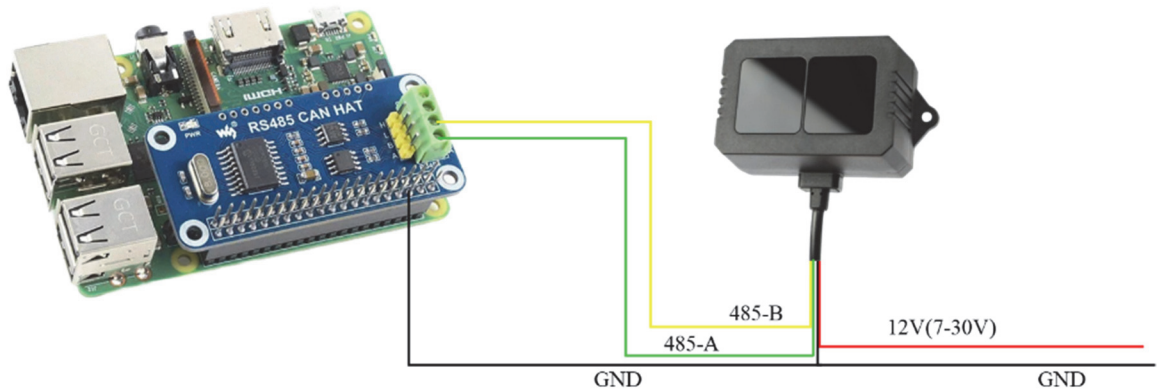


圖 5、RS-485 與 LiDAR 實驗接線

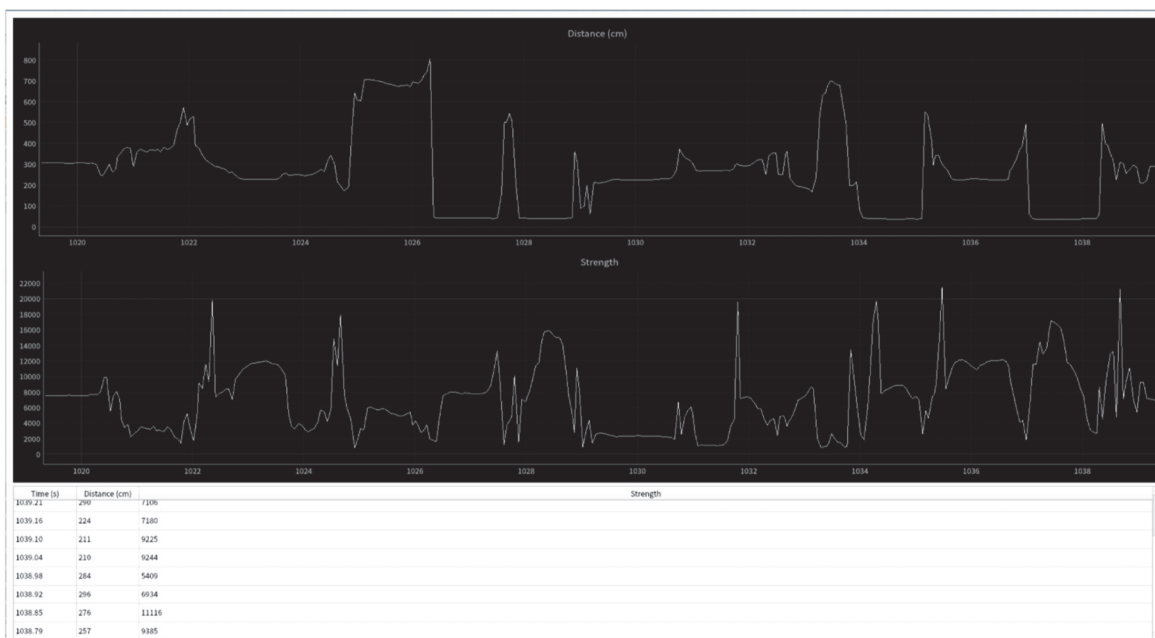


圖 6、LiDAR 距離與強度結果

綜合以上實驗結果，CAN 平台能正確讀取電池管理系統資訊，驗證其在智慧農機監控上的可靠性與即時性；RS-485 平台則穩定接收 LiDAR 數據，適合農業場域的長距離感測。雖然兩者連接裝置不同，無法直接比較效能，但結果顯示兩協定在共通底盤中具互補性：CAN 適合核心控制與電池交換，RS-485 則適合外部感測延伸。未來可在多節點、延遲與抗干擾方面進一步測試，以更全面評估系統效能。

結 論

本研究完成 CAN 與 RS-485 兩種通訊平台的建構與驗證，並探討其於農用機器人底盤中的應用可行性。實驗結果顯示，CAN 平台能穩定傳輸電池管理系統(BMS)的電壓、電流、溫度與 SOC 等資訊，具備即時控制與模組間可靠資料交換的特性；而 RS-485 平台則成功讀取 LiDAR 感測器的距離與反射強度數據。整體而言，若農用機器人底盤採用混合架構設計，以 CAN 作為核心控制通訊骨幹，並整合 RS-485 作為外部感測器介面，則可同時兼顧系統的可靠性、擴展性與模組化發展需求。

誌 謝

感謝農業部(計畫編號:112 農科-14.2.2-科-a1(2), 113 農科-12.2.2-科-01(2), 114 農科-11.2.2-科-01(2))對本研究的支持。

參考文獻

1. Cui, L., Le, F., Xue, X., Sun, T., and Jiao, Y. (2024). Design and Experiment of an Agricultural Field Management Robot and Its Navigation Control System. *Agronomy*, 14(4), 654.
2. Soosaar, G., and Lillerand, T. (2025). An energy-efficient battery monitoring and logging system for agricultural robotics with CAN bus integration. *Environmental and Climate Technologies*, 29(1), 156–170.
3. Hung, P. D., Chin, V. V., Chinh, N. T. and Tung, T. D. (2020). A Flexible Platform for Industrial Applications Based on RS-485 Networks. *Journal of Communications*, 15(3), 245–255.
4. AMR 自主移動機器人主機通訊控制:
https://www.sunix.com/tw/solutions_show.php?id=184&case_id=23

