

具備自動偵測重量與送貨通知之智慧米缸座

張仲軒^{1,2} 蘇柏仲² 吳亦超^{3*}

摘要

目前市面上所提供的智慧米桶或米缸，僅僅具有防潮、顯示目前米量及可透過按鈕自動調整每次出米量，並無法達到本論文開發之智慧米缸座之米缸內米量自動偵測及自動送貨補給，更無提供對應之 APP 提供相關操作與設定，以針對米量不足提供送出警告訊息以及大數據分析，更無相關雲端資料庫的建置，以儲存相關米量使用與米量送貨的大數據資料。因此本論文結合網路通訊、嵌入式系統及行動應用開發等資訊相關技術，開發一嵌入式系統之智慧米缸座，將家中既有的米缸放置此米缸座上，並設計可達到整體最短送貨時間送貨補暨交貨確認 APP。同時亦由此 APP 完成自動送貨補給，讓合作店家在米缸米重量低於使用者設定的門檻值時，自動發出送貨通知給店家，完成自動送貨。此外亦建立雲端資料庫，將補給資料及米量使用量數據化，並上傳到雲端資料庫，以了解不同使用者對於米的需求，提供商家在米量購買與配置能夠達到客制化與最佳化。

關鍵字：智慧米缸座、雲端資料庫、嵌入式系統、最短送貨時間、交貨確認

^{1,2}張仲軒，國立臺灣師範大學電機工程系研究生，國立臺東大學綠色與資訊科技學士學位學程畢業生，
E-mail : setinsgate@gmail.com

²蘇柏仲，國立臺東大學綠色與資訊科技學士學位學程畢業生，E-mail : keddy8520123@gmail.com

³吳亦超(通訊作者)，國立臺北科技大學電子工程系副教授，E-mail : alanwu@ntut.edu.tw

Smart Rice Jar with Automatic Weight Detection and Delivery Notification

Chung Hsuan Chang^{1,2}, Bo Jhong Su², Yi-Chao Wu^{3,*}

¹ Department of Electrical Engineering, National Taiwan Normal University, ² Interdisciplinary Program of Green and Information Technology, National Taitung University, ³ Department of Electronic Engineering, National Taipei University of Technology

Abstract

The current smart rice buckets and rice jars on the market are only moisture-proof, display the current meter amount, and output the meter amount automatically. Hence, the current smart rice buckets and rice jars cannot be applied for the automatic detection of the amount of rice in the rice vat and automatic delivery and replenishment. In addition, no APP is developed for smart mobile device and no cloud databased is developed for data analysis. Therefore, a smart embedded rice cylinder with automatic weight detection and delivery notification was proposed by combining with network communication, embedded systems and mobile application development in this paper. The APP with shortest overall delivery time and delivery confirmation for our smart embedded rice cylinder is also designed in this paper. While the weight of the rice cylinder is lower than the threshold value, a delivery notification is sent to the store automatically. Moreover, a cloud database was built to record the rice usage understand the needs of rice for different users. The merchants thus could achieve customization and optimization in rice purchase and configuration.

Keywords: Smart Rice Cylinder, Cloud Database, Embedded System, Shortest Overall Delivery Time, Delivery Confirmation

^{1,2}Chung Hsuan Chang, Graduate Student, Department of Electrical Engineering, National Taiwan Normal University. Interdisciplinary Program of Green and Information Technology, National Taitung University, E-mail: M11117033@yuntech.edu.tw

² Bo Jhong Su, Graduate Student, Interdisciplinary Program of Green and Information Technology, National Taitung University, E-mail: F111152133@nkust.edu.tw

³ Yi-Chao Wu (Corresponding Author), Associate Professor, Department of Electronic Engineering, National Taipei University of Technology, E-mail: alanwu@ntut.edu.tw

壹、導論

由於東部交通地理環境位置的差異，尤其是花東地區，其超商、超市、雜貨店，甚至賣場的分布比例並不高，尤其在偏鄉地區，一般民眾每次的日常生活用品補給並無法在家裡附近購買到。有鑑於此，本論文以米缸內米量自動偵測及雲端自動送貨APP為研究動機，希望透過結合網際網路、嵌入式系統、雲端資料庫及行用應用開發，開發一嵌入式系統之智慧米缸座，並設計一可達到整體最短送貨時間之送貨補給APP。

本論文提出的嵌入式系統之智慧米缸座可即時偵測米缸內的米重量，並透過設定門檻值，在米缸內米重量低於此門檻值時，會提醒店家自動送貨。除了嵌入式系統之智慧米缸座的開發，本論文亦開發智慧米缸座專用APP，在智慧米缸座偵測到米缸內米量不足要送貨補給時，店家可透過此APP獲得通知，並利用此APP規劃各送貨員的最短時間送貨路徑。

在完成送貨後，為了確保貨物確實交付使用者身上，送貨員會透過此APP拍照，證明貨物確實交付使用者身上，在完成拍照後，將會發送通知訊息至使用者APP，在使用者按下確認按鈕後，APP將會自動將此照片上傳至雲端資料庫，並自動標記當下拍照的位址、日期與時間。透過此功能，除了確保東西交付到使用者身上外，商家亦可確認貨物是否正確送達。為了符合實際的使用需求，在系統完成後，將透過3D列印方式，完成機構設計與組裝，以讓家中既有的米缸完全不需要做任何更改，只需將空的米缸或米槽放置在本論文所開發的智慧米缸座上，即可達到米缸或米槽內的米量偵測，並在米量有變化時，自動通知店家完成送貨補給。

有鑑於此，本論文提出具備自動偵測重量與送貨通知之智慧米缸座，來解決上述之問題，其系統功能架構如圖1所示。未來亦將藉由智慧米缸座實際建置與APP上架方式，透過使用者的回饋，來持續改善與修正，實際應用至臺東偏鄉部落，以回饋於社會，藉此爭取產學合作的機會，落實理論與實務的結合。



貳、文獻探討

從文獻[1]可得知，台東縣的聯外交通運輸工具的選擇性及利用度遠不及都會型的其它縣市來得便利，而交通上的不便利也間接降低了生活的便利性。說明台東在購物便利方面並沒有達到居民的預期，需要耗費許多人力去進行清點以及補貨的部分，且台東的人力資源其實相當匱乏的，所以在有限的人力資源下，應妥善力分配人力資源。

近年來，更由於疫情因素，外送產業蓬勃發展，政府為防疫需求採取國境封鎖與社交管制措施，衝擊既有日常消費與產業營運模式，包括交通運輸、餐飲服務、觀光旅遊等成長穩健行業，其營業規模縮減60%以上，但同時也為電子商務產業帶來意外成長契機，尤其餐飲外送平台營業額成長將近300%，成為疫情期間最耀眼的產業，各地的外送需求日益增加[2]。

智慧米缸座利用 HX711壓力重量感測模組[3]定時監測米缸上的重量，並利用 Arduino 撰寫程式，以確認米缸量測重量符合使用者要求，並利用程式將重量上傳至雲端數據庫[4]，在重量不足時予以補貨，也會記錄下該次補貨的成果，以便日後的查詢功能，這個過程會透過 Arduino UNO WiFi Rev.2 [5]內建的硬體接收 WiFi [6]訊號，他是基於 Arduino 基礎上，直接將 WiFi 模組焊接在上面的板子，能夠透過其安全的 ECC608 加密芯片加速器將其連接到 WiFi 網路，該 WiFi 訊號可以透過使用者自行選取來連接。

在開發手機 App 上選擇使用 Android Studio [7]，並與嵌入式系統[8]進行連線，讀取資料並將數據上傳至雲端資料庫，在資料庫上選擇了 Google 的 Firebase [9-10]，因為他能夠連帶儲存使用者的個人信息，並能夠把送貨員送達時所拍下來留存的照片儲存下來，利用實時資料庫來傳輸資料與發送通知[11]。

參、研究方法

智慧米缸座包含二大部分，首先是智慧米缸座之開發與實作，這邊包含嵌入式系統設計、嵌入式系統程式撰寫、機構設計及3D 列印。開發智慧米缸座主要以 Arduino 嵌入式系統為主要開發板，整合「重量感測器模組」、「WiFi 通訊模組」及「電池模組」，達到米缸內的重量偵測，並透過 WiFi 無線傳輸方式，讓偵測到的米缸內米量自動上傳至建置的雲端資料庫，以提供 APP 使用，如圖2所示。為了符合實際的使用需求，在系統完成後，將透過3D 列印完成機構設計與組裝，為了讓家中既有的米缸完全不需要做任何更改，只需將空的米缸或米槽放置在本專題所開發的智慧米缸座上，即可達到米缸或米槽內的米量偵測，並在米量有變化時，自動將米量資訊上傳至雲端資料庫。



圖1.利用無線網路將米缸內重量上傳至資料庫流程圖

在 APP 設計部分，可透過 APP 完成智慧米缸座的相關設定。除此之外，送貨員在完成送貨後，會透過此 APP 中的送貨拍照按鈕，完成拍照，並送出確認是否收到物品的通知至使用者端的 APP 上，在使用者按下確認無誤後，將同步上傳照片，以及拍照當時之地址、日期與時間至雲端資料庫。因此在 APP 使用上，將會依據住戶、店家、送貨員三種不同的角色登入後有不同的使用者操作介面。其角色的訂定將會在一開始註冊填寫資料時，由使用者勾選，確認自己的角色。

本論文所開發之 APP 除了可應用在缺乏超商、超市、雜貨店及賣場的地方外。偏鄉獨居老人由於無法自行去市區補給日常生活用品，主要是由照服員的定期訪視，來了解其日常生活用品需求，再給予補充。然而這樣的方式，在米缸米量不足時，並無法立即的通知照服機構。因此本論文所提出的 APP 亦可應用於偏鄉獨居老人家中的自動米量偵測及自動送貨補給，讓照服員便不用再定期訪視獨居老人，而是依據 APP 的通知，便可知道哪位老人的米不足，即送米過去。以減少人力與物力的成本。依據上述的研究問題，將描述其研究方法與步驟：

- 一、Arduino 板、壓力重量感測模組、通訊模組及電源模組之電路系統整合設計：**透過壓力重量感測模組計算米缸內之米重量，以確認米缸內之米量是否低於使用者自行設定的門檻值。接著，透過無線通訊模組將米缸內米量之數據，自動上傳至雲端資料庫。由於本系統主要採電池供應電源，因此在電路系統整合上亦須整合電池模組。
- 二、機構設計與組裝：**為了符合實際的使用需求，在完成電路系統整合後，將透過3D 列印方式，完成機構設計與組裝，以讓家中既有的米缸完全不需要做任何更改，只需將空的米缸或米槽放置在本專題所開發的智慧米缸座上，即可達到米缸或米槽內的米量偵測，並在米量有變化時，自動通知店家完成送貨補給的動作。
- 三、Arduino C++ 程式設計：**除了硬體設計外，還須透過軟體的程式撰寫，才得以讓硬體功能驅動。
- 四、雲端資料庫規劃與建置：**本雲端資料庫主要儲存剩餘米量歷史資料及送貨米量歷史資料，亦包含完成送貨時之圖片、地址、日期及時間之資料上傳，如圖3的示意圖。此外，亦儲存住戶、店家及送貨員之相關資訊。
- 五、APP 開發：**由於住戶、店家及送貨員所需要的功能需求不同，本專題所開發的

APP 也因應不同的登入角色，分為三種介面，如圖4、圖5、圖6所示。其各角色之功能結果畫面示意圖，如圖7、圖8、圖9所示。

- 六、確認送貨員完成送貨：**在送貨員完成拍照，並在使用者按下確認收到後，將完成送貨時之圖片、地址、日期及時間上傳至雲端資料庫，以確認住戶確實收到送貨員的物品。
- 七、系統實際建置與效能分析：**此系統完成後，除了透過實際測試，確認相關功能正確無誤外，亦會透過使用者實際體驗，確實了解使用者對於本系統的需求及需要改善的地方。

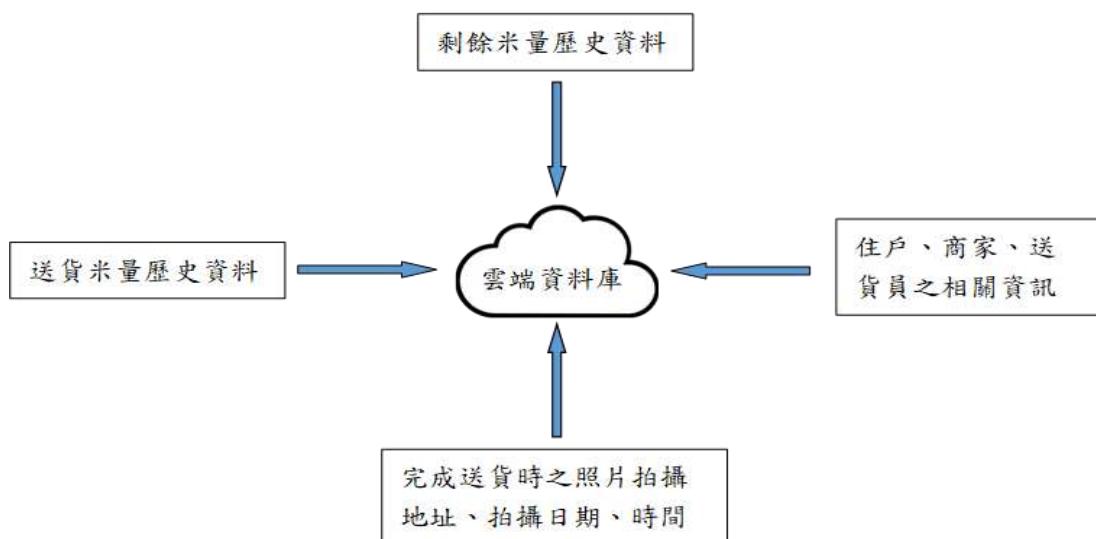


圖3.雲端資料庫儲存



圖4.住戶登入流程



圖 5. 商家登入流程



圖 6. 送貨員登入流程

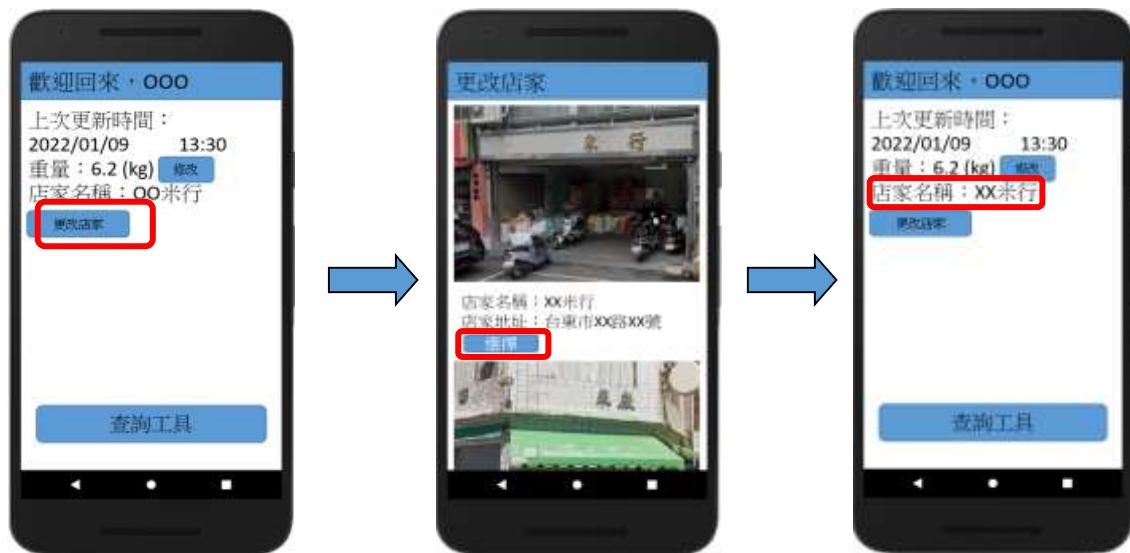


圖7.住戶更改店家流程



圖8.住戶與商家查詢歷史訂單過程



圖 9.商家查看目前送貨員之過程

肆、實驗結果

圖 10 為智慧米缸座所用模組架構，左為 HX711 壓力感測器模組，可以將偵測的重量回傳，右邊則是 Arduino UNO WiFi Rev.2，可以自動收發 WiFi，並利用特定的程式庫來上傳重量跟時間到資料庫。

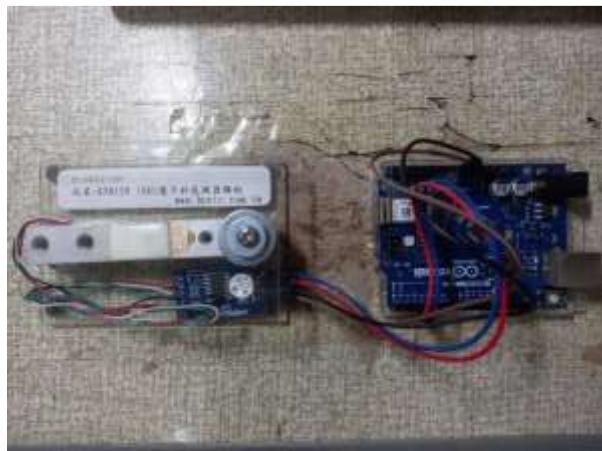


圖10.智慧米缸座所用模組

而 APP 方面，由於角色分成三位，住戶、送貨員、商家，故 APP 需設計三種不同的使用者介面，各角色主介面如圖 11 所示。如果使用者還未擁有登入帳號，可在登入介面中點選註冊，在選擇身分並填完基本資料之後，資料就會自動上傳至資料庫，流程如圖 12。利用 Firebase 資料庫的 Authentication 功能便可記錄並管理所有使用者

帳號，而其他資料包含姓名、聯絡資訊、住址等用戶資料將記錄在實時資料庫。



圖 11.各使用者註冊畫面，由左至右依序為住戶、送貨員、商家



圖 12.使用者註冊流程圖

在登入介面輸入帳號密碼後，系統會將所輸入帳號轉為字串，如果此字串與資料庫上帳號節點名稱相同，便可讀取該帳號資訊，再確認密碼與所輸入之密碼相同及該帳號身分後即可進入該身分之主介面，如圖 13。

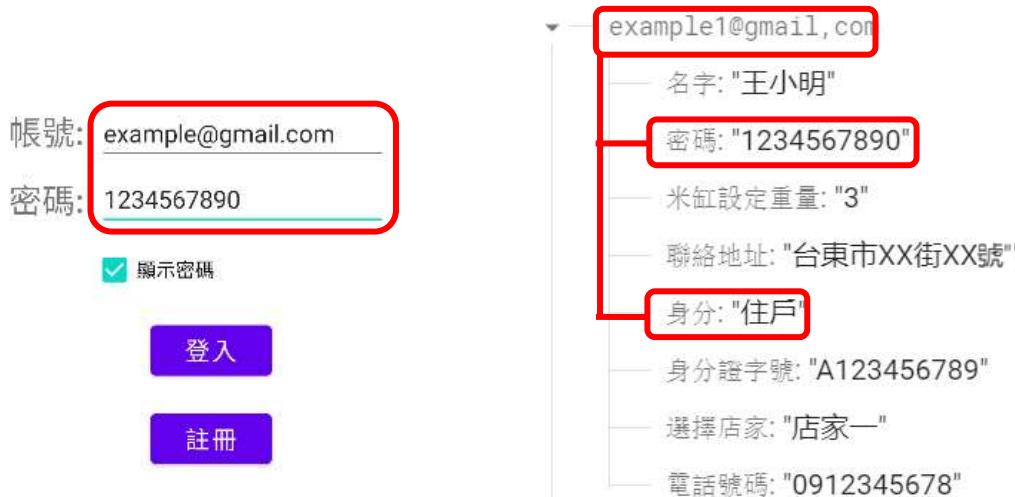


圖 13.判斷帳號密碼及身分之方式

Firebase 資料庫的 Authentication 功能除了能夠方便管理帳號，還能利用其函式庫所提供之方法來確認用戶註冊帳號是否有重複，以及告知用戶其密碼長度是否足夠，如果註冊時發現帳號已被使用，或是密碼長度小於 6，系統將會顯示快顯訊息告知使用者，使用者必須修改才可繼續註冊，如圖 14。



圖 14.帳號已被使用與密碼過短警告

住戶、送貨員皆可以隨時利用「更改店家」按鈕來變更當前所選擇商家，住戶可以利用此功能向不同商家傳送配送需求；送貨員則可利用此功能成為所選商家的送貨員，並在變更成功後立即更新資料庫，如圖 15、圖 16。

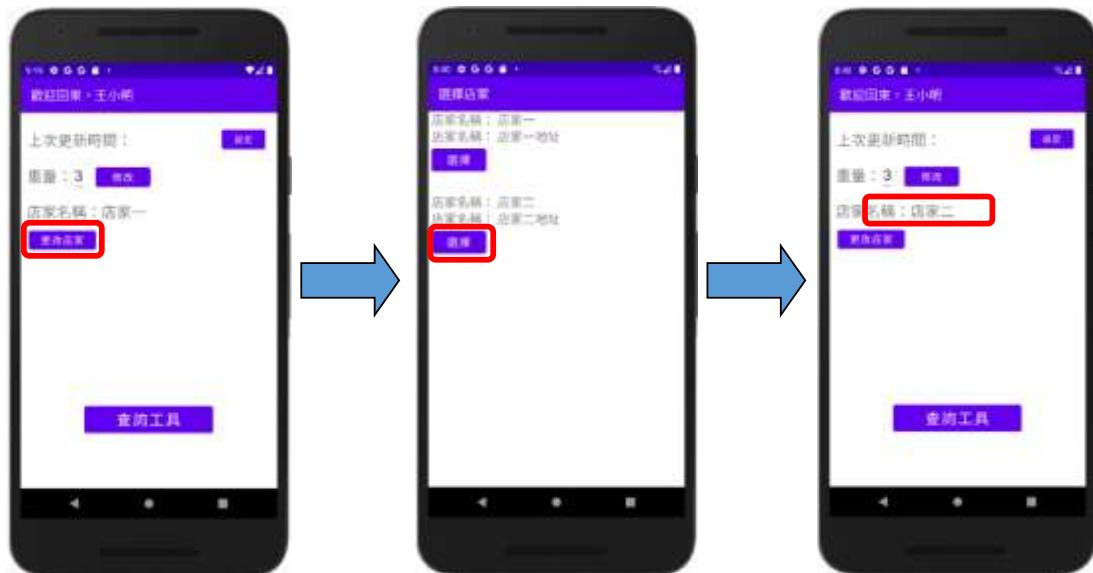


圖15.住戶更改店家實機圖

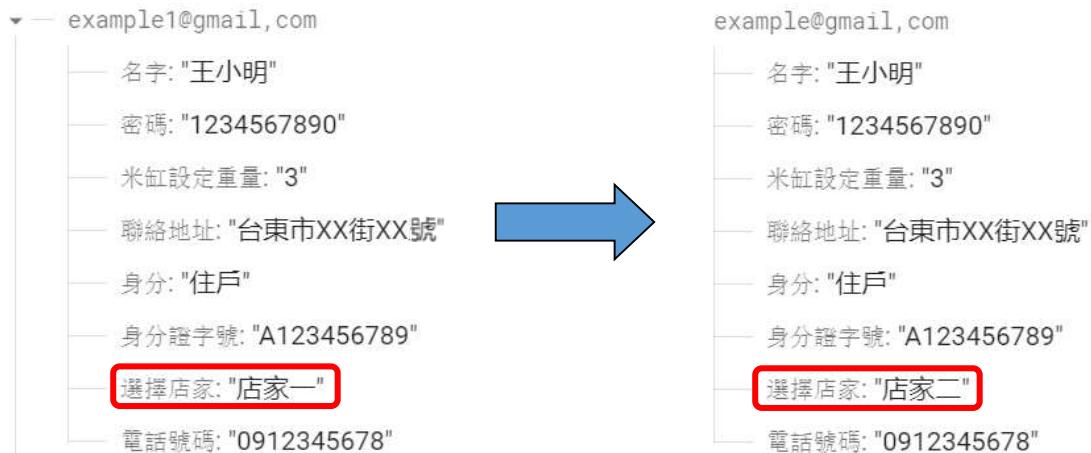


圖16.更改店家成功後資料庫變化

當住戶的米缸重量低於所設定的重量，住戶會發送通知給選擇的商家，店家可在主介面看見各住戶所缺少的米量，按下「開始外送」即可將訂單依照順序分給每個送貨員，如果訂單數多於送貨員數量，那送貨員將被分配到多筆訂單，訂單分配會回到第一位送貨員繼續分配，如圖 17。

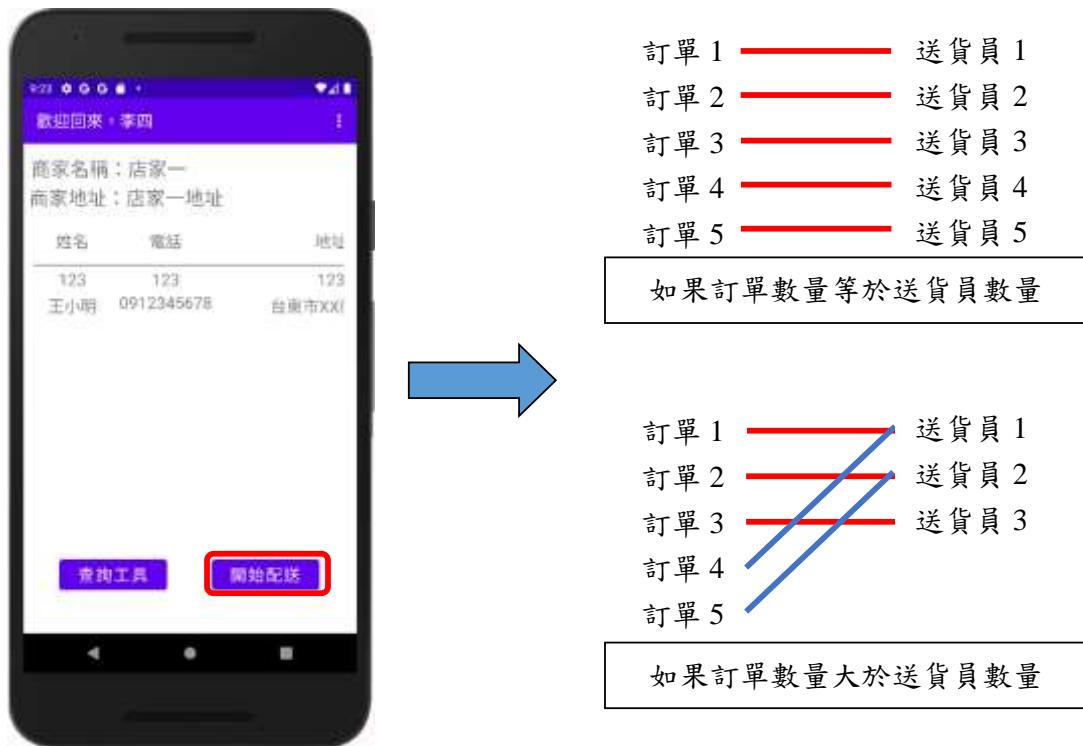


圖17.商家分配訂單給送貨員方法

店家可在主介面檢視選擇該店家的住戶資訊與該配送的米量，如果商家認為某一送貨員不適合為該店家服務，可從介面右上角選單點擊「查看外送員」，選擇不適合的送貨員後可將其剔除，而送貨員被剔除後則會再下次登入時看到所選店家為空字串，送貨員只要重新選擇其他店家即可，該功能如圖 18 所示。



圖 18.店家剔除送貨員之方法

當商家選擇開始配送後，便會將住戶資訊分配給選擇該店家的送貨員們，送貨員則可在主介面看到住戶的配送資訊，包含姓名、住址與該配送重量。住戶與商家可以點擊「查詢工具」搜尋所設定時間內的所有訂單資訊，設定完日期後，系統會從資料庫中讀取資料，並將該時段內所有訂單資料顯示於介面，如圖 19 所示。



圖19.使用查詢功能搜尋訂單

送貨員在確認住戶資訊後可開啟 Google 地圖來規劃送貨路線，並在送貨完成後拍照傳送給住戶並上傳拍攝照片的時間、日期與地址至資料庫儲存，如圖 20 所示。

考量台東等偏鄉地區住戶的生活便利性不完整，缺少如信用卡支付、電子支付等多元支付方式，本專題設計之服務規定商家、送貨員、住戶三方皆以現金進行交易。當外送員成功將貨物送至住戶處時，住戶需以現金支付所需費用，外送員取得對應金額後再將金額轉交至商家，或是外送員在取貨同時先代替住戶方進行支付，待完成送貨任務後再與住戶收取款項。

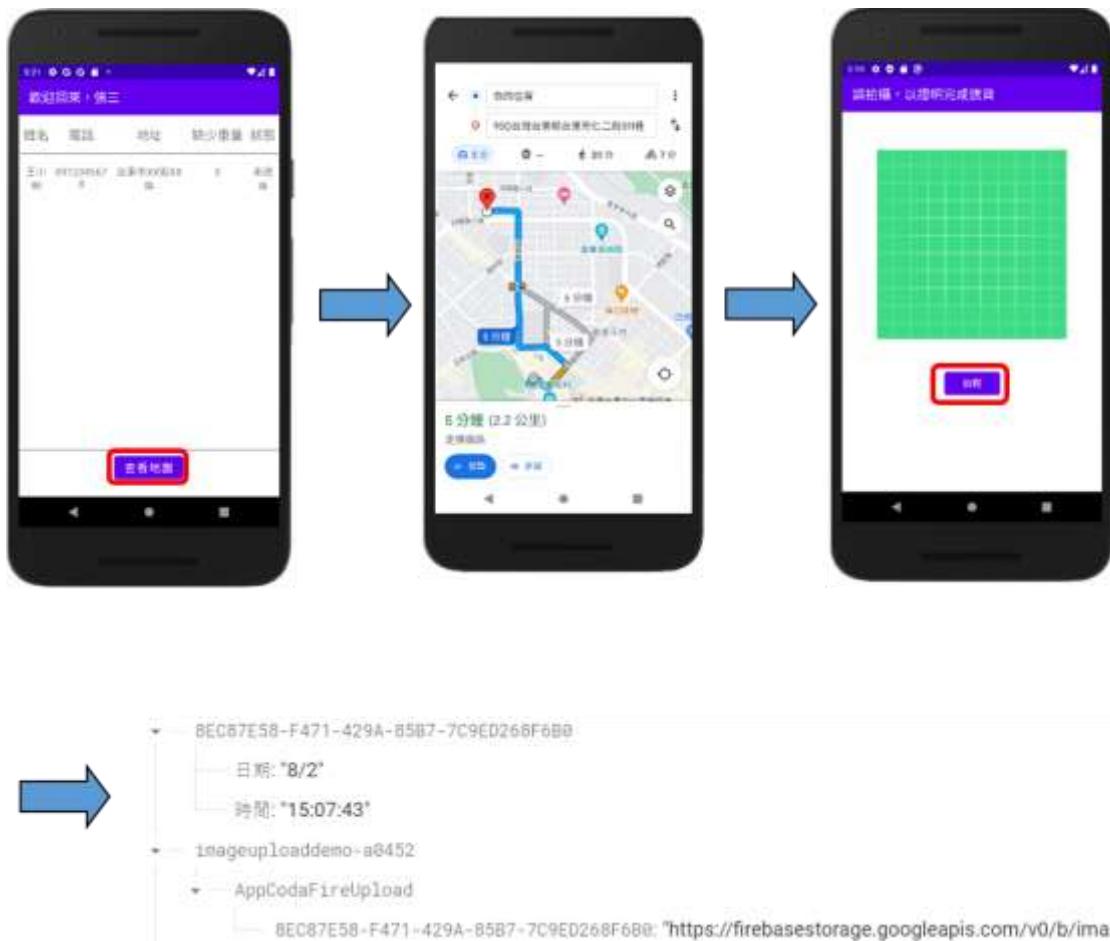


圖 20.外送員完成訂單後上傳照片至資料庫之流程

伍、結論

本研究開發了一款具備自動偵測重量與送貨通知功能的智慧米缸座，透過嵌入式系統、雲端資料庫與行動應用技術，實現米量即時監測與自動補貨通知。系統能提升偏鄉地區的生活便利性，優化送貨流程，並透過數據分析協助商家進行更精確的庫存管理。同時，專屬 APP 提供三種角色介面，使住戶、店家與送貨員能夠高效互動，確保補貨流程順暢且可追蹤。

未來本系統可進一步擴展至其他食品管理，並透過人工智慧優化補貨預測，提升智能管理能力。此外，整合電子支付與擴展商業應用模式，將使該技術在更廣泛的場域發揮效益。本研究為智慧家庭與供應鏈管理提供創新方案，為偏鄉居民帶來更便捷的生活體驗。

參考文獻

- [1] 莊晨 (2009), 台東移居鄉村者生活型態與生活調適之研究, 國立臺東大學身心整合與運動休閒管理學系碩士論文。
- [2] 李昶德(2021), 台灣民眾在新冠疫情期間使用餐飲外送平台意向之研究, 亞洲大學經營管理學系碩士論文。
- [3] W.-J. Li, C. Yen, Y.-S. Lin, S.-C. Tung, and S. Huang, "JustIoT Internet of Things based on the Firebase Real-time Database", in *Proceedings of the IEEE International Conference on Smart Manufacturing, Industrial and Logistics Engineering*, Hsinchu, Taiwan, 08-09 February 2018.
- [4] 廖文淵、何翊、張啟祥, 以 Arduino 發展平台為基礎之智慧生活監控系統, 德霖學報, 第 27 期, 2014。
- [5] 林君翰 (2015), 基於 Arduino 之感測器量測資料擷取裝置, 國立中央大學土木工程系碩士論文。
- [6] 洪若偉 (2016), Android 智慧型裝置於 Wi-Fi 區域網路之實作, 朝陽科技大學資訊工程系碩士論文。
- [7] 陳俞君 (2016), 多功能動態 NFC 廣告系統之研究, 國立臺灣師範大學資訊工程系碩士論文。
- [8] 林致任 (2012), 嵌入式 Android 系統之 App 開發與應用, 清雲科技大學電機工程系碩士論文。
- [9] 黃柏森 (2018), 以 Firebase 實現物聯網智能監控系統, 國立臺灣海洋大學機械與機電工程學系碩士論文。
- [10] 陳信介 (2019), 基於聊天機器人之校園自動化客服設計與實作, 國立中央大學資訊工程學系在職專班碩士論文。
- [11] 范謹驛 (2019), MQTT 推播通知應用, 中原大學電子工程系碩士論文。