

基於物聯網的智慧型衛生紙推送系統之探討與實作

林資超¹ 與林銘泉²

Abstract— 為了減少抽取衛生紙需要花費的精力與時間，本研究為抽取式衛生紙設計一種新型態的抽取裝置，在不破壞抽取式衛生紙便攜性的優點的前提下，結合傳統生活用品與現代資訊科技的優點，發展出劃時代的科技產品。我們的裝置是一個能自動將盒內的衛生紙抽取出來的面紙盒，使用者只需要把普通的抽取式衛生紙放入我們的科技面紙盒，就能享有現代科技帶來的便利與樂趣。

I. 導言

相較於其他種衛生紙，抽取式衛生紙自 1920 年代發明以來 [5]，便未再有所改良，未能因應現代科技的進步而發展出新的形式。以廚房紙巾來說，已經為其設計的自動推送機器出現 [1]，但其要價不菲，且互動方式常侷限於紅外線感應，並缺乏抽取式衛生紙方便的可攜帶性。

為了解決這個問題，我們決定結合近年來跟生活最相關的智慧家庭與物聯網 (Internet of Things) [2] 技術的概念來設計我們的產品。智慧家庭透過整合各種感測器 (sensor)、致動器 (actuator) 及軟體形成智慧家庭服務。除此之外，由於物聯網概念的日漸普及，但物聯網在應用層級上卻沒有廣為採用的統一協定，因此出現了 Web of Things (WoT) 概念 [3]，在 WoT 概念中，家庭裡的智慧家電可以透過 RESTful API[4] 加以存取，讓智慧家庭服務開發更加簡化。本報告書期望以 IoT 為基礎搭配 WoT 概念，改善人們生活中不可或缺的日常用品，更結合機器人科技與智慧生活技術，讓我們省去抽取衛生紙需要的時間與力氣，深入探索每一種裝置的互操作性，為即將到來的物聯網時代做好準備。

II. 系統功能

具體來說，我們的裝置為一個有木蓋的盒子 [12]，在經過我們的改造後，只要掀開木蓋把衛生紙放進去，他就搖身一變變成了智慧型衛生紙推送系統。衛生紙推送的時機與數量則是由網頁控制或是由使用者直接說話告知衛生紙盒他需要的衛生紙數量。如圖所示，此智慧型衛生紙推送系統在接受到推送衛生紙的指示後，輪子會開始轉動並把衛生紙捲出，衛生紙捲出後，使用者只需要伸手輕輕一拿就能取得他所需

要的衛生紙。除此之外，在使用者使用聲控功能時，不論系統是否成功辨識使用者需要的衛生紙數量，系統皆會透過連接的揚聲器告知使用者系統的回應。

III. 技術實現

綜觀整個系統，我們希望製作出具有 Web 控制能力、聲音辨識、人機互動 (Human-Computer Interaction, HCI) 等功能的智慧型衛生紙推送系統 (Fig. 1)。接下來，我們將分別以硬體與軟體方面探討實作。

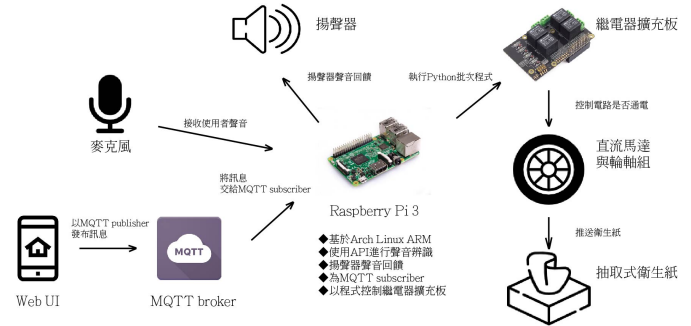


Fig. 1. 系統總覽圖

在硬體架構上，我們希望能夠透過 Web 技術控制衛生紙的推送。因此，比起 Arduino[6]，我們選擇具有更多設計彈性以及計算能力之樹莓派 3 (Raspberry Pi 3) [7] 作為我們系統的核心，此外，我們還利用樹莓派 3 的以下擴充功能：

- 繼電器 (Relay) 擴充板
- 4 個 USB Type A 接口
- 802.11n 無線網路
- 3.5mm TRS 端子

繼電器 (Relay) 擴充板提供我們一個簡單的方式控制推送衛生紙的直流馬達。一個簡易的繼電器電路 (Fig. 2)，以此為例，當左上的開關按下時，連接 3 伏特的電源的 switch 就會向下轉動，讓發光二極體形成通路而啟動。樹莓派 3 的繼電器擴充板工作原理與上例類似，不同之處是不需要以人力控制開關，這部分是可以利用樹莓派 3 Relay Module 以程式控制，並根據馬達轉動的實驗數據，決定多久的轉動秒數會與預期的衛生紙張數相符，達到自動化衛生紙推送的能力。

*106 第一學期，機器人系統程式設計與應用期末專題

¹ 國立政治大學資訊科學系 104703042@nccu.edu.tw

² 國立政治大學資訊科學系 104703008@nccu.edu.tw

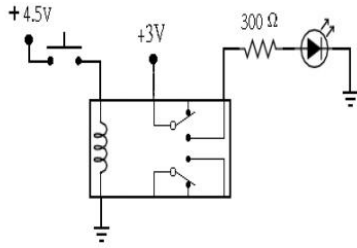


Fig. 2.

USB Type A 接口讓我們得以外接麥克風，對使用者的聲音進行搜集，再對聲音進行辨識，決定衛生紙推送的數量。

802.11n 無線網路在一般家庭可說是最常見使用網路的方式，雖然樹莓派 3 也支援乙太網介面，但考慮可攜性與便利性，我們選擇使用無線網路。

3.5mm TRS 端子讓我們得以外接喇叭，並在使用者對本系統以語音下指令時，給予聽覺上的反饋，包含「請用舒適的衛生紙」，以及「不好意思，請講清楚一些」等，提昇系統的可用性與用戶友好性。

在軟體方面，主要可分為：

- Arch Linux ARM [8]
- Raspberry Pi Sseed Relay [9]
- MQTT Publisher/Broker/Subscriber [10]
- Web UI
- Google Speech Recognition API

Arch Linux 與一般的 linux 發行版不同，此發行版提供 ARM 架構的預編譯程式。此專案由 Arch Linux ARM 專案維護，功能上與一般的 Arch Linux 並沒有太大的差異，它將作為我們樹莓派的作業系統。

Raspberry Pi Sseed Relay 是上述所提及，繼電器擴充板利用程式控制的模組，並支援由 I^2C [11] 介面控制，是我們自動化推送衛生紙的關鍵。

MQTT 是一個基於「發布/訂閱」機制的訊息傳輸協定 (Fig. 3)，代理人 (Broker) 是個伺服器軟體，向伺服器發送主題的一方是發布者 (Publisher)，從伺服器獲取主題的一方則是訂閱者 (Subscriber)。由於 MQTT 的訊息內容十分精簡，非常適合用於處理器資源與網路頻寬有限的物聯網裝置。在我們的系統中，將以使用者所見的互動網站作為發布者，暫時以學校伺服器作為代理人 (實際情境應為使用者家中的電腦)，並以樹莓派作為訂閱者。當使用者與網站進行互動時，將會發送以 tissue 為主題的訊息，樹莓派經由代理人接收到訊息時，將會啟動與推動相關的批次程式，讓使用者能夠進行遠端控制，一回到家便能立即享用舒適的衛生

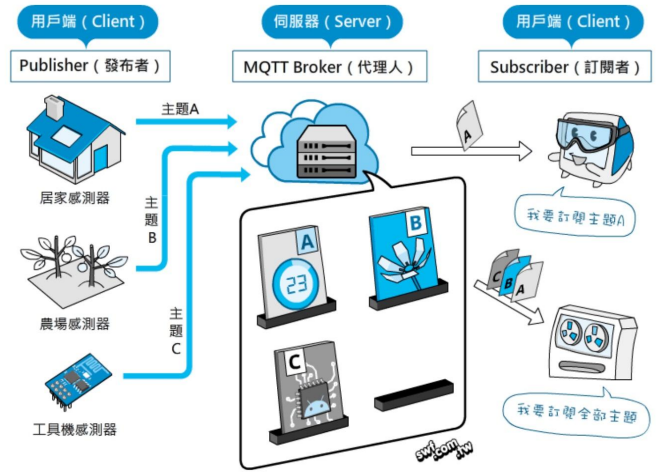


Fig. 3.

紙。使用者互動網站提供使用者透過行動裝置控制衛生紙推送系統，Fig. 4 為手機上觀察到的使用者介面。網站能夠透過 Javascript 來取得手機陀螺儀的資訊，當進行搖一下的動作就會自動發送訊息給代理人，提供最直覺操作給使用者。



Fig. 4.

不同於一般的 **Google Speech Recognition API**，我們使用 Uberi 在 Github 的專案，它會負責呼叫 Google 聲音辨識的 API。我們將專案佈署在樹莓派中，為我們處理聲音辨識，並將接收到的聲音轉換成字串，讓我們能夠判斷需要推送的衛生紙張數。

IV. 實驗

本節我們將就我們實際製作出的產品進行簡單的效能評估。

A. 實驗設計與數據

為了呼應本研究的主要目標，節省抽取衛生紙所需要的精力與時間，我們將實際運行本產品並紀錄其衛生紙推送效率，以及具有未經特別訓練的普通人抽取衛生紙時的效率，前者為實驗組，後者為對照組，我們將比較這兩種抽取衛生

紙的方式在效能上是否具有統計上的顯著差異，進而評估我們的產品是否能成功地節省日常生活所需要花費的瑣碎時間。

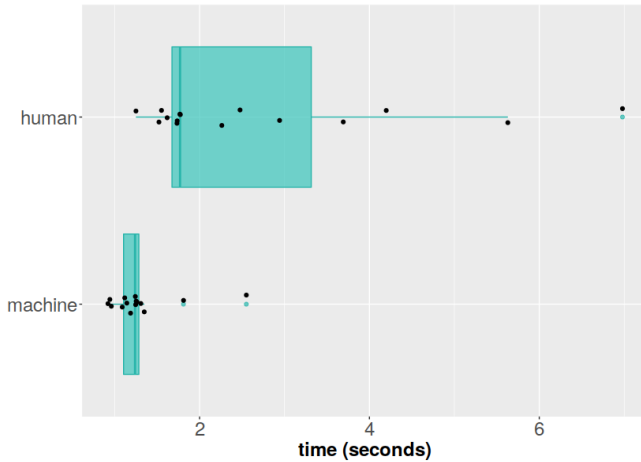


Fig. 5. 衛生紙抽取所需時間之比較

B. 討論

我們實驗使用我們手邊平常在使用的抽取式衛生紙進行，各別抽取 15 張衛生紙並紀錄抽取每張衛生紙所花費的秒數，Fig. 5 中 X 軸為抽取方式，左半邊為機器抽取右半邊為人類抽取，機器抽取每張衛生紙所花費的平均時間為 1.3 秒，人類抽取每張衛生紙所花費的平均時間則為 2.7 秒，可見得由機器抽取衛生紙具有較高的效率。

此外，由 Fig. 5 中上半部的資料點的分佈和下半部的資料點的分佈可以觀察到，我們的裝置可以用相對於人類抽取者穩定的速度抽取出衛生紙，其樣本標準差為另一組的四分之一以下。我們觀察到的人類抽取速度較不穩定的主要原因為，人類在抽取衛生紙時，常常下一張衛生紙沒有跟著被抽出來，此時需要把手伸進紙盒裡面捏著下一張衛生紙拉出來，並且此過程不一定能一次成功，造成抽取時間最久的一張衛生紙花了將近 7 秒鐘才成功被抽出來。我們設計的推送系統因為是透過輪子的旋轉把衛生紙抽出來，又因為第一張衛生紙的後半段與第二張衛生紙的前半張是重疊的，因此不會有下一張衛生紙沒有成功被抽出紙盒的狀況發生。

V. 結論與未來展望

我們成功達到利用 Web 技術操作衛生紙推送系統 (Fig. 6)，此外，還結合聲音辨識，在操作上更加符合人性，同時解決不同裝置間的相容性問題，學習到裝置間的互操作性。在應用上，這還只是我們對智慧家庭簡單的發想，希望能達到拋磚引玉的效果，期望我們系統的各部分未來都能被模組化、再組合成新的服務，讓智慧家庭的應用更加廣泛。



Fig. 6. 實作外觀

REFERENCES

- [1] <https://www.amazon.com/Innovia-WB2-159S-Automatic-Dispenser-Silver/dp/B008HDREZ6>
- [2] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions," IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS 28 Future Gener. Comput. Syst., vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, Sep. 2013.
- [3] D. Guinard, V. Trifa, F. Mattern, E. Wilde, "From the Internet of Things to the Web of Things: Resource Oriented Architecture and Best Practices"
- [4] Fielding, R., "Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures", Ph.D. Dissertation, University of California, Irvine, 2000
- [5] Shared values: A history of Kimberly-Clark, ISBN-13: 978-0944641170
- [6] Arduino - introduction. <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>
- [7] Raspberry Pi 3 Model B, <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- [8] <https://archlinuxarm.org/>
- [9] http://wiki.seeed.cc/Raspberry_Pi_Relay_Board_v1.0
- [10] "Mq telemetry transport", <http://mqtt.org>.
- [11] Official I2C specification, <https://www.nxp.com/docs/en/user-guide/UM10204.pdf>
- [12] <http://24h.pchome.com.tw/prod/DEAZLB-A900883D8>