

# 以 NFC 為驅動的智慧居家系統架構：並將無線感測網路、社群網路和雲端計算整合進入系統架構之研究

## An NFC-driven Home Automation Framework: an Integration of WSN, Social Networks and Cloud Computing

Zheng-Xun Jiang(江政勳), Yue-Liang Chen(陳岳良),

Wen-Tai Wu(吳文泰)

Jen-Jee Chen (陳建志)

國立清華大學通訊工程所

國立臺南大學電機工程學系

difficult73@gmail.com

prozxjiang@gmail.com, moon80362@gmail.com, jj-

chen@mail.nutn.edu.tw

### 摘要

本篇文章中，我們提出一種物聯網 (Internet of Things, IoT) 的架構，此架構整合三種網路，包括無線感測網路 (Wireless Sensor Network, WSN)、社群網路 (Social Network) 與雲端計算 (Cloud Computing)，並且使用近場通訊 (Near Field Communication, NFC) 來作為系統的驅動，透過近場通訊技術，用戶能直覺地將自己的需求或活動資訊輸入到系統作為觸發，驅動系統於不同的控制模式間作切換，提供給用戶最舒適的環境與監控資訊。此系統架構可應用在智能居家 (Home Automation) 與老人照護 (Elderly Care) 上，本篇文章中，我們會以智能居家做為主要的應用來作探討。系統實作部分，除系統平台建構之外，我們將展示家庭自動化、保全監控與社群網路分享和整合等應用，我們的系統讓用戶利用 NFC 作身份辨識及系統控制模式的切換，用戶可以使用我們基於 HTML5 所設計的 Smart Life 介面調控與設定整個系統，感測網路所接收的物理資訊經過數位化後會集中到後端的雲端計算平台作紀錄與分析，判斷是否對環境中的家電或 3C 產品做出控制，或傳遞通知訊息到用戶的手持裝置上，我們的平台與社群網路整合，這

些訊息與資訊紀錄後用戶可以於社群網路分享，或協助進行家庭安全、監控與照護等功能之用。總而言之，我們提出了一整合無線感測網路、社群網路和雲端計算的物聯網平台架構，使用者利用進場通訊可以簡便地與系統互動；以智能居家為例，此系統可讓使用者享受到更人性化的智慧生活及安全居家環境，不僅具實用性且具備技術探討價值，還擁有延續性能夠提供使用者許多相關的客製化服務。

**關鍵詞：**近場通訊、無線感測網路、社群網路、雲端計算、智能居家

### 動機及目的

物聯網是一個新興的議題，意指透過無線感測器網路，將我們的日常用品彼此互相連結並且連接上網的網路架構。智能居家 [1] 是一個具有吸引力的物聯網實踐方式，它將推動助長未來居家環境的嵌入式感測器和執行器 (例如，電子產品及系統) 能支援自動設定和自動調控，並可以透過網際網路進行遠端控制，從而實現各種監控和控制應用 [2]；這些設備感測和紀錄用戶的活動，預測其未來行為，然後根據用戶的喜好或需求，早一步準備好所有的一切，給他/她最方便、舒適、有效率和安全性的生活環境空間。人們在不同時間與進行不同活動的時候，需求會有所不同，因此有人提出

可以讓使用者設定自己的喜好，系統則依此喜好調控環境[3]，但是這個方式忽略使用者活動相關資訊，對智能家居的完全實現仍有不足，關於這個部分，有研究提出可以依使用者開關電器的次序，判斷現在正在進行的活動[4]，依此對環境進行調控，可是這個方式難免發生活動誤判，所以本文提出以 NFC 為媒介的智能家居架構，利用近場通訊讓使用者主動提供其行為/活動資訊給系統；透過近場通訊，使用者可以利用簡單的指令來達到許多控制應用，並且擁有感測後能夠立即做出調變的高效率特性，所以我們提出的架構讓使用者能以更直覺的方式與系統和環境作互動，並且能提供使用者許多客製化的相關服務。

除了 NFC 之外，本系統整合無線感測網路、社群網路與雲端計算來實現智能家居，感測網路感測接收家中每一個空間與角落的環境資訊並定期作回報，雲端伺服器會依據使用者的活動與喜好來調控電器與 3C 產品，在此針對不具備嵌入式微晶片的傳統家電與 3C 設備部分，我們設計有感控電路與智慧插座，將感控電路嵌入家電與 3C 設備或串接智慧插座，即可令這些設備智能化，並可加入家中的感控網路，使得家中電器與電子設備均能納入我們的智能家居架構下；另外，利用物聯網中已存在的紅外線感測器與無線訊號，本系統提供家庭安全監控功能，感知是否有不明人士入侵家中，並即時通知用戶，用戶可在外主動使用家中的網路攝影裝置在網路上查看家中動靜，提升居家安全品質。而與社群網路結合(目前使用 Facebook，簡稱 FB)，令本系統可以被視為是一個信息物理融合系統 [5](cyber-physical system)，在此系統中，感測網路紀錄家中環境的物理狀態，雲端主機紀錄家電開關狀態與耗電量，使用者均可選擇將這些物理資訊使用定期或手控方式分享到虛擬的社群網路上，不僅增加生活上可與人交流或分享的資訊量，還使得生活的交流更加真實，

並且也能回顧自己的生活狀態，或瞭解其他人的資訊，協助自己來改善生活上的習慣，藉此減少許多不必要的浪費。本系統將來可以延伸到老人居家照護應用[6]，在高齡化的社會中，家人或朋友可以使用遠端或透過社群網路中分享的資訊查看獨自生活的長者的狀況，並表達關心。

## 智慧居家系統架構

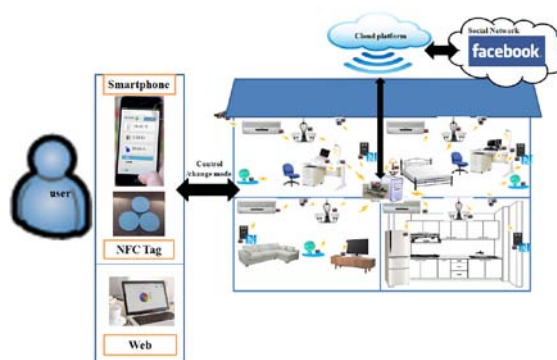


圖 1. 智慧居家系統使用情境圖

智慧居家使用情境圖如圖 1 所示，本系統由以下幾個部分所構成：(1) 家庭自動化，將我們設計好的感控電路板嵌入於家電或 3C 產品上，並利用使用者設定好的參數，自動地調控環境到使用者想要的環境狀態；(2) NFC 驅動系統架構，分為身分辨識及系統控制模式的切換功能，在身份辨識方面，我們在家中主要出入處設置有系統讀取用的 NFC 裝置(後面稱其為 NFC Reader)，利用對應的 NFC 標籤或具備 NFC 功能的個人智慧手機去觸碰 NFC Reader，系統就可以辨識使用者的身分，緊接著為該使用者提供相對的應用服務。在系統控制模式切換上，系統可依據使用者用 NFC 標籤或智慧手機輸入的資訊作辨識及系統模式的切換，模式種類如“外出”、“回家”、“居家安全”等，系統會依據當下的模式對環境進行相對應的控制；(3) 無線感測網路，感測網路是由感測電路板支援的 Zigbee 傳輸所建立而成的網路架構，透過此網路架構來傳輸/接收從

各個感測電路板所讀到的環境中物理資訊(例如：溫度、濕度、光度等)，這些資訊在之後可以在我們設計的介面作相關的應用；(4) 雲端計算服務，在此使用我們建立的雲端平台可以紀錄及分析從無線感測網路中得到的數位化物理資訊，這些資訊可以給予我們的介面判斷、調控環境中的家電或 3C 產品或是用作照護居家老人的身體狀況上；(5) 社群網路的分享及整合，社群網路我們目前以FB作為系統帳號，此功能除了可以讓用戶利用手持裝置(如：智慧手機)來傳遞訊息及分享自己在雲端平台資料外，將來還可結合FB上的好友資料作為往後的決策判斷使用；(6) 家庭安全的監控，這邊我們使用紅外線感測器偵測或無線感測網路的無線訊號變化來偵測家中是否有入侵者，假使判斷出有入侵者，系統會透過雲端平台通知用戶，用戶得知消息後可以透過無線網路攝像機在手持裝置上或個人電腦上透過介面查看家中現況。

再通過系統架構流程圖(如圖2)我們可以更清楚表達系統之間的互動關係，以下分成感測網路、雲端計算與社群網路三個層面作更詳細說明：無線感測網路層面，由Coordinator以及End Device組成，並可透過Router來擴大網路的規模。其無線通訊採用Zigbee來溝通。其中Coordinator負責從End Device收集資料，並且透過serial port傳送給雲端平台或從雲端平台接收指令，再透過Zigbee發送給End Device。而End device則將感測環境的資料發送給Coordinator，並根據Coordinator傳送來的指令調控家電運作模式。雲端計算層面，雲端平台採用node.js程式語言，並透過以下各種套件來達到我們所需要的功能。Express讓使用者方便瀏覽器或手機使用服務。Web API介面讓瀏覽器或手機存取訊息，其中Appliances and environment settings提供讓使用者新增或是編輯家電資訊以及新增或是編輯環境設定，Personal preferences 提供讓

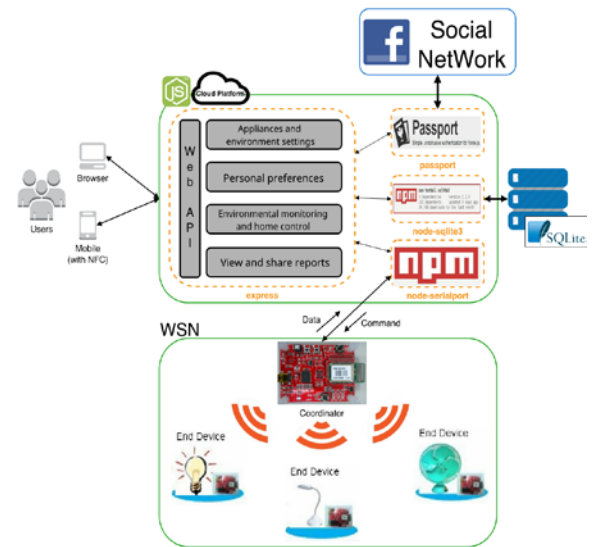
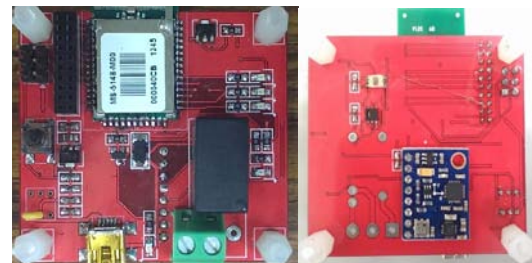


圖 2. 智慧居家系統架構流程圖



(a)

(b)

圖 3.感控電路板：(a)正面圖 (b)背面圖

使用者自行調控個人喜好設定，Environment monitoring and home control讓使用者得知目前環境資訊，包含：溫度、濕度以及光度、控制家電，像是打開或是關閉電扇及查看網路攝像機的即時影像，View and share reports中可以查看家電的使用狀態，並且可以依照家電或是月份分類，相關資訊會儲存於SQLite資料庫，然後可以分享紀錄在社群網站上。社群網路層面，Passport 負責與FB溝通，並且將訊息發布至FB。以上三個層面就構成我們現在的智慧居家系統架構。

### 智慧居家系統應用

在本系統的製作包含了硬體電路設計到軟體的使用者介面開發及後端網路介面之連接，我們將本文章分成四個應用層面來分別研究及實作：(1) 智慧居家應用，在此部份設計



圖 4. 智慧插頭

有我們的感控電路板(使用到 Jennic5148[7])如圖 3 所示，上面搭配有感光度 sensor(TSL2561)、溫濕度 sensor(SHT21)，感測資料使用 I<sup>2</sup>C(Inter-Integrated Circuit)方式傳給 Jennic5148 晶片作分析及運算，其結果能用於改變 DIO(Digital Input and Output)腳位電位高低，藉此嵌入至家電或 3C 產品可以作開關、段數或強度上調變的控制。內部程式使用 Jennic 提供的 SDK (Software Development Kit) 以及 Libraries 來開發，並以 eclipse 為開發環境。Jennic5148 晶片支援 IEEE 802.15 低速短距傳輸無線網路協定，底層採用 IEEE 802.15.4 標準規範，即 Zigbee 傳輸。透過我們將家裡面嵌入感控電路板的電器藉由 Zigbee 傳輸建立起整個系統網路架構，在此網路架構下，多個感控電路會傳資料給 Coordinator，而各感控電路板有各自負責的工作，如有的電路板負責環境資料感測，有的電路版則負責根據命令控制電器，當感測資料發生變化時，系統會下命令給電路，Coordinator 與感控電路會開始執行各自的資料讀取及執行等指令。依據傳統電器加入整個系統網路的部分，我們設計出附有感控電路板的智慧插頭[8](如圖 4)，將傳統家電的插頭插在此智慧插頭的插座上，我們就可以利用智慧插頭感測電路板的繼電器 (relay) 部份來控制傳統家電的開/關，藉此也可以透過 Zigbee 傳輸將家電加入到整個系統網路的架構中，來達到智慧居家需求；(2) NFC

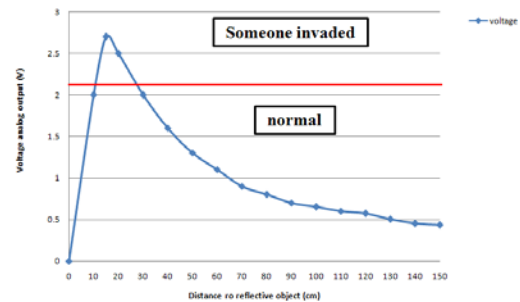


圖 5. 紅外線距離與電壓之間的變化及判斷居家環境有無入侵者入侵之取樣範圍

作系統狀態模式的切換應用，我們定義不同的 NFC 標籤代表不同的系統模式，分別為“外出”、“回家”、“居家安全”模式，然後我們撰寫有 Android App 程式來聯絡系統作狀態的切換，每個模式有各自會採取系統調控模式，像是當切換到“外出”模式可以幫助我們統一關閉家中所有啟動中的電器，“回家”模式則可以依據用戶的喜好設定在回家前將有需要的家電或 3C 產品開啟並調整至用戶覺得最佳的狀態，而“居家安全”模式是當使用者使用“外出”後或睡眼前來驅動，此模式可以開啟家中監控攝影裝置外的其他監控(如：紅外線感測裝置、Zigbee 傳輸訊號變化)來對居家環境進行監控。NFC 的驅動讓用戶能夠更直覺、快速的調控整個系統狀態，之後我們還可以針對“老人照護”的 NFC 標籤模式作實作，依據系統從環境得到的資訊，我們可以提供對獨自在家的長者作身體狀況及安全上面的居家照顧；(3) 監控應用，在此我們實作有紅外線測距的監視裝置，利用我們所觀測到的紅外線距離與電壓之間的變化，並依據 Jennic 的 API 及觀測結果我們取其最適當的區間當來作判定居家環境中有無入侵者入侵(如圖 5)使用。此外，系統無線感測網路的 Zigbee 傳輸訊號的變動，也可以當作一個判斷是否有入侵者入侵的方式，理論上，只要有不明人士入侵訊號即會發生相對應的改變，但實際上訊號還是會漂移故還需要多次的實測，來評估實際狀況，進而有效濾掉可能的誤判，增加正確性的效果，而這

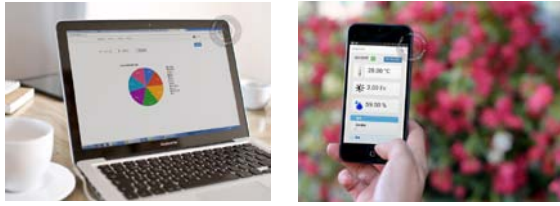


圖 6. Smart Life 介面圖

部分也是我們值得去鑽研及探討的部分。當判斷有入侵者入侵時，系統利用建置在居家環境中無線網路攝影來察看當下家中的狀態，藉此能夠使用戶可以早一步掌握家中的狀況，並依據現況去做處理；(4) 雲端計算的應用，我們建置有一個雲端平台，並透過 Web 將感測網路得到地數位化物理資訊傳給網際網路的雲端平台作紀錄及分析，再將這些資料儲存起來。在實作中，前端採用 HTML5、CSS3，後端採用 node.js 程式來設計出 Smart Life 的 Web 介面(如圖 6)，使用者可以利用個人電腦或手持裝置來開啟介面，利用這個 Smart Life 介面，我們可以對智慧居家系統進行調控或調閱雲端平台儲存的資料查看，還可以連接至社群網路，並由雲端平台取得所需的分析數據進行使用及分享(如圖 7)，這些記錄、分析後的數據還可以用來檢討使用者在近年來的各家店的耗電量趨勢，並提供方法給使用者來減少不必要消耗和優化系統使用狀態，或者可以用在醫療照顧的方面下去討論，像是患有痛風的人需要在適當的溫濕度下才比較不會感到身體不適，因此我們利用收集到的一年四季室內溫濕度及當下室內溫濕度環境變化資訊比對並作適當的調控，給予病患最舒適的環境幫助病情的緩解。當用戶在 NFC 標籤切換到“居家安全”模式時，如果居家環境發現有入侵者，則 Smart Life 介面將會得到資訊並寄發通知信件告知用戶(如圖 8)，並透過與介面連結無線網路攝影讓使用者察看(如圖 9)。

### 結論

本篇論文中，我們製作的智慧居家系統



(a)



(b)

圖 7.在社群網站上分享的數據：(a) FB 社群網站分享連結圖 (b) 分享的數據資訊



圖 8. 入侵者通知信件

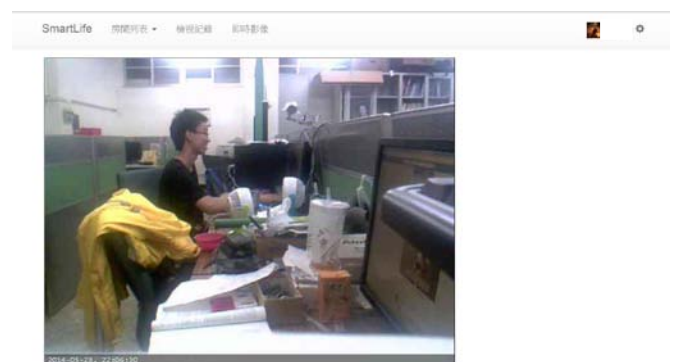


圖 9. Smart Life 介面連結至無線網路攝影提供使用者察看家中狀況

整合無線感測網路、社群網路和雲端計算的物聯網平台架構，使用者利用進場通訊技術可以簡便地與系統作互動，整個系統的架構相當完整；智能家居可讓使用者享受到更人性化的智慧生活及安全居家環境，不僅具實用性且具備技術探討價值，還擁有延續性能夠提供使用者許多相關的客製化服務。更進一步，可以加入老人照護方面的服務系統中，透過各種醫療方面、居家安全方面的問題下去探討及研究，並

能夠給予這個高齡化的社會一套完善的系統提供老年人有舒適方便的居家生活空間。系統在未來還可以進而延伸至整個城市的智慧聯網(smart city)，甚至以跟世界作連結為目標發展智慧聯網(smart planet)。

### 致謝

This research is co-sponsored by NSC grants 100-2218-E-024-001-MY3、103-2221-E-024-005 與 103-2815-C-024-013-E 補助。

### 參考文獻

- [1] J. Huang and X. Ye, "A framework for Cloud-based Smart Home," in *Proc. Int. Conf. on Computer Science and Network Technology (ICCSNT)*, vol. 2, pp. 894-897, Dec. 2011.
- [2] J.-Y. Son, J.-H. Park, K.-D. Moon, and Y.-H. Lee, "Resource-aware smart home management system by constructing resource relation graph," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 57, no. 3, pp. 1112-1119, Aug. 2011.
- [3] M.-S. Pan, L.-W. Yeh, Y.-A. Chen, Y.-H. Lin, and Y.-C. Tseng, "Design and Implementation of a WSN-Based Intelligent Light Control System," in *Proc. 28th Int. Conf. on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCS)*, pp. 321-326, Jun. 2008.
- [4] Y.-C. Chen, C.-M. Chu, S.-L. Tsao, and T.-C. Tsai, "Detecting Users' Behaviors based on Nonintrusive Load Monitoring Technologies," in *Proc. 10th IEEE Int. Conf. on Networking, Sensing and Control (ICNSC)*, pp. 804-809, Apr. 2013.
- [5] X. Li, R. Lu, X. Shen, J. Chen, and X. Lin, "Smart Community : An Internet of Things Application," *IEEE Communication Magazine*, vol. 49, no. 11, pp. 68-75, Nov. 2011.
- [6] G. Yang, L. Xie, M. Mäntysalo, X. Zhou, Z. Pang, L. Xu, S. Kao-Walter, Q. Chen, and L. Zheng, "A Health-IoT Platform Based on the Integration of Intelligent Packaging, Unobtrusive Bio-Sensor and Intelligent Medicine Box," *IEEE Trans. on Ind. Inform.*, vol. PP, no. 99, Feb. 2013.
- [7] Jennic jn5148 wireless microcontroller modules [Online]. Available: [http://www.jennic.com/products/protocol\\_stacks/selection\\_guide](http://www.jennic.com/products/protocol_stacks/selection_guide)
- [8] HomePlug[Online]. Available: [www.homeplug.org](http://www.homeplug.org)