

結合 NFC 感應輔助機制與無線感測網路之智慧居家控制系統

廖文淵

德霖技術學院資訊工程系助理教授

中文摘要

本論文提出一個利用 NFC 自動感應，並結合無線感測網路與智慧型手機實現之自動化居家控制系統架構。本研究希望藉由 NFC 自動感應資訊輔助機制的加入，可以讓年長者或行動不便者有一個方便操作日常生活家電的方法。

本系統利用 NFC 感應資訊作為居家照護與家電控制的依據，後端則利用 ZigBee 無線感測網路操控家庭內的家電設備，使用者可透過 Android 手機感應特定 NFC 標籤，並由 WiFi 連線至控制管理子系統，再藉由無線感測網路 ZigBee 模組發送訊號到控制室內的家電作開啟或者關閉。本系統所建立的居家控制系統，是藉由加入感應資訊輔助機制來增進與環境之互動關係，以建立一個友善的生活環境。

關鍵字：NFC、無線感測網路、Android、WiFi。

The Intelligent Home Appliances Control System Combining NFC and Wireless Sensor Networks

Wen-Yuan Liao¹

¹Assistant Professor, Department of Computer Science and Engineering De-Lin Institute of
Technology

Abstract

In this paper, we proposed an intelligent control system combining NFC sensing, mobile devices and wireless sensor networks (WSN). We developed an aided system to help elders or lame people operate the home appliances conveniently.

In our proposed system, NFC technology will be used. According to the information sensed from NFC and mobile phone, the system would send the control signal to control the electrical appliance by the ZigBee. Besides, the user could also control the home appliance by Android phone via the WiFi. With the functions implemented as above, the system can provide a comfortable and safe intelligent living environment for the living and health caring space of elders or cripple person.

Key word:NFC 、 WSN 、 Android 、 WiFi.

I. 前言

智慧型生活空間正不斷且快速的發展中，其中幾個重要研究課題與技術應用，包括有、健康照護、智慧生活、居家安全、環保節能與舒適環境等，在智慧生活空間發展的趨勢上，是希望透過先進技術的引進，讓生活變得更便利、更節能也更舒適安全。

本論文提出一個將 NFC 技術於智慧家庭系統之應用，其原理為發展一個以 ZigBee 無線感測網路為基礎[5-9][11]，結合 NFC 與智慧型手機之情境式居家系統架構，將感應到之 NFC 相關資訊來進行遠端控制家電設備。本系統利用感應器感應 NFC 等資訊，並結合 Android 手機與 ZigBee 無線感測網路，來協助年長者與行動不便者操控家庭內的家電設備。藉此，前端各式設備即可透過手機 NFC 讀取系統予以辨識，再以無線傳輸方式傳至後端處理程式作處理與操控。

此外本系統依據事先設定 NFC 的條件資訊，結合 NFC 與手機，傳送控制信號至 ZigBee 無線感測網路，此模組再傳送訊號給智慧生活空間內的家電，藉以控制門的開/關、電風扇及情境燈的明亮度，依照室內光感測器來感應現有的明暗度，決定室內燈光的明暗度，傍晚時室內陽光照射漸暗，燈光也會跟著增加亮度，白天陽光照進室內，燈光也會跟著減弱亮度，不僅僅是省能源，並建立符合智慧綠能環保科技的智慧生活空間。

本研究藉由感應資訊輔助機制的加入，不僅可以讓年長者找到一個控制日常生活家電的方法，與平常人一樣簡單操作。另外，本系統所建立的智慧生活監控系統，對於人機介面設計而言，建構一套結合 NFC 與無線感測網路實現情境式居家系統，增進與環境之互動關係，建立一個對年長者或殘障人士方便的家庭生活環境。

II. 技術背景

A. NFC 技術簡介

NFC (Near Field Communication)，近距離無線通訊，是一種短距離的高頻無線通訊技術，允許電子設備之間進行非接觸式點對點資料傳輸[9]，它是由非接觸式射頻識別(RFID)演變而來。具有下列特性：

- 感應距離：4 公分以內。
- 運作頻率：13.56MHz。
- 傳輸速度：106 Kbit/秒、212 Kbit/秒或者 424 Kbit/秒三種。

NFC 操作上有三種工作模式：讀寫模式(Reader/writer mode)、卡片模擬模式(Card emulation)、點對點模式(P2P mode)，依不同的應用環境可選擇適當的工作模式，說明如下：

(1) 讀寫模式：作為非接觸式讀卡機使用讀寫標籤內容，對 NFC 標籤進行讀取和寫入數據，主要作為讀取資訊用，可作為 POS 機使用。

(2) 卡片模擬模式：卡片模擬模式下 NFC 功能裝置相當於一張採用 RFID 技術的 IC 卡，模擬實體卡片功能可供其它設備進行訪問，卡片透過非接觸式讀卡機供電。其應用包括信用卡、悠遊卡、門禁卡、及以 NFC 為基礎的行動支付，必須具備安全元件。主要用於行動支付。

(3) 點對點模式：點對點模式主要用於近距離的資料傳輸交換，將兩個具備有 NFC 功能之裝置連接實現點對點數據傳輸，主要用於檔案傳輸，包括下載音樂、交換圖片、交換名片等均為點對點模式的主要用途。

NFC 標籤是被動式裝置，可用來與主動式 NFC 裝置（主動式 NFC 讀寫器）通信。標籤可用於僅需要儲存少量資料的許多應用，例如海報資訊讀取、以及其他儲存小量數據並傳輸到主動式 NFC 裝置的場合。

NFC 標籤所含儲存的數據可為任何形式，但一般是用來儲存網址以供 NFC 裝置找到進一步的訊息，因所需資料量較少，故可使用 NFC 標籤。NFC 標籤如圖 1 所示。



圖 1：NFC 標籤

B. Android 平台與手持式雲端運算

本系統是利用手機或平板裝置設計 NFC Tag 偵測辨識系統。在手機平台選擇上，現今手機市場上最大三家為 Apple (iOS)、Windows Mobile(Windows CE)以及 Android，其中又為 Android 的開放程度最高，故本系統使用 Android 來做為開發平台。

Android 是基於 Linux 核心的軟體平台和作業系統[4]，是 Google 在 2007 年 11 月 5 日公佈的手持電話系統平台，早期由 Google 開發，後由開放手機聯盟(Open Handset Alliance)開發。2008 年，Patrick Brady 於 Google 提出的 Android HAL (Hardware Abstraction Layer) 架構，HAL 以 *.so 檔的形式存在，可以把 Android Framework 與 Linux kernel 分開。2010 年 2 月 3 日，Linux 核心開發將 Android 的驅動程式從 Linux 核心上移除，Android 從此與 Linux 核心開發分道揚鑣。

Android 作業系統平台是以 Linux 作業系統為基礎，擴充 Android 執行作業環境(Android Runtime)和應用程式開發平台(Application Platform)，Android 作業系統架構圖包含有四層架構：

- 應用程式
- 應用程式開發平台
- Android 執行作業環境(Runtime)和各類程式庫(Libraries)
- LINUX 作業系統(OS Kernel)和各類驅動程式(Drivers)

本系統基於便利操作者使用，開發 Android 系統手機之 NFC 應用程式[9][12]，此程式用來感應並讀取 NFC Tag 之資訊，以無線區網 WiFi 連線至主控制端，接著傳送控制信號至無線感測模組的控制管理子系統端，控制管理子系統再傳送控制信號至無線感測模組的 Client 端再傳送訊號給智慧生活空間內的家電，此時家電會回傳資料至 Server 端並加以記錄。如此，就能夠遠端控制家庭生活空間，並透過手機感應 NFC 來自動操控燈光與其他設備，如門的開啟/關閉、風扇的強弱程度等情境。

III. 系統架構

本研究提出一個利用感應與 ZigBee 無線感測網路，並結合智慧型手機之年長者照護與智慧居家生活監控系統架構。本系統利用手機或平板感應 NFC 代表之情境資訊，包括家電種類、控制狀況(開/關、強/弱)等資訊，作為居家照護與家電控制的依據，運用之傳輸技術包括 RF 射頻及 WiFi，後端則利用 ZigBee 無線感測網路操控家庭內的家電設備，並將狀態資料回傳到手機或瀏覽器，告知使用者目前家電的開啟狀況。藉此，前端各式感應設備即可透過手機與主控系統以無線傳輸方式傳至後端處理程式作處理與操控。因此本系統在前端主要是透過 Android 手機裝置製作出一套可以偵測 NFC Tag 的辨識系統；在控制家電操作系統方面，則運用嵌入式伺服器進行後端控制處理，並經由 ZigBee 無線感測網路以無線的方式傳送控制指令至遠端的各個家電。本系統架構圖如圖 2 所示：

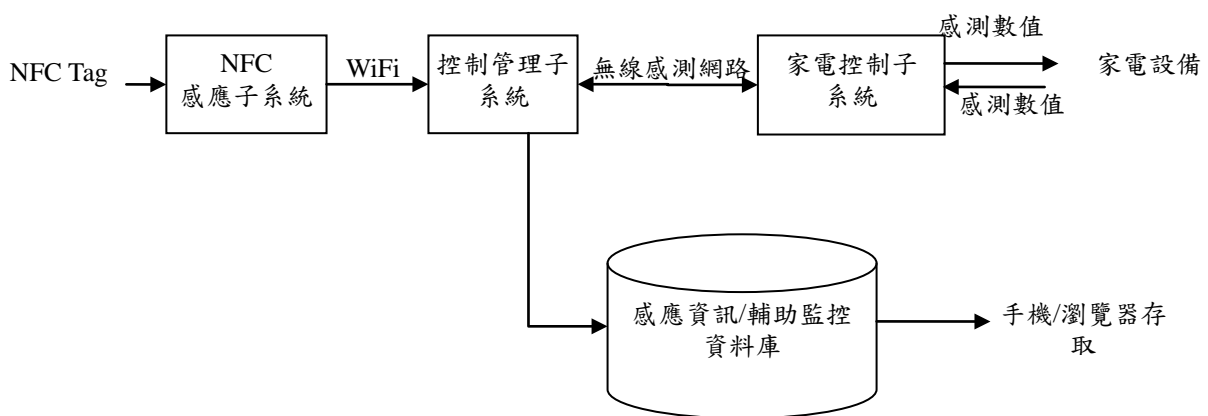


圖 2：NFC 感應資訊控制系統架構圖

A. 系統設計

本系統透過 NFC 感應與 ZigBee 無線感測網路建立無線智慧生活步驟包括：

- (1) 開發 Android 手機端 NFC 程式
- (2) 開發 ZigBee 家電控制子系統
- (3) ZigBee 無線感測模組與 Android 程式作連結，用以將訊號發送給 ZigBee 無線感測模組，藉以遠端控制家電。

因此，我們在門禁系統、燈光系統、風扇系統、情境燈光系統均安裝有 ZigBee 模組，並可使用智慧型手機做為操作介面，透過感測 NFC Tag，連線至智慧生活空間的區域網路，經由 Wi-Fi 接收器、轉接器，直接下達操作命令至 ZigBee，再傳遞控制訊號給各個室內家電。系統流程圖與子系統間之架構如圖 2 所示。

B. 系統流程

1. NFC 感測子系統:

本子系統主要由 Android 手機辨識 NFC Tag，首先系統將偵測 NFC Tag 之資訊，子系統利用手機端程式之操作介面經由自動感應到特定 NFC Tag 後，讀取內部之序號，程式會依不同序號代表的情境指令來開啟遠端之電器，並將開啟狀況顯示於畫面上，可以控制的家電有電燈、門鎖、電扇等家電子系統。完成感測 NFC 之 Android 子系統畫面如圖 3 所示，顯示由手機感應到電扇 NFC Tag，並以無線方式控制電扇的開啟。

2. 控制管理子系統:

本子系統主要利用 Arduino 平台[1-3]來開發 ZigBee 主控制端電路，主要功能為自 Android 感測辨識 NFC 後經由 WiFi 網路接收包含控制指令的封包，將封包內之控制指令經由本主控制子系統處理分析送出至 ZigBee 發射器，再為發射器經由 ZigBee 無線傳送至遠端家電控制子系統上。

控制家電子系統使用嵌入式 Web Server 接收手機傳來的指令，將控制家電的指令經由動態網頁寫入資料內，再由主控端模組讀取，以作進一步的處理。

相關模組包括：Web Server 網路模組、Arduino 主控端模組說明如下:

(1)網路模組主要功能為自 TCP/IP 網路取得使用之命令，Web Server 網路模組將控制家電的指令直接輸出至 Arduino 主控端模組。

(2)主控端模組包含 XBee，首先 Arduino 接收自 Web Server 之訊號後，判斷並將控制家電之命令，經由 XBee 無線模組傳送到控制家電 Client 端。



圖 3：Android 感測 NFC 子系統

3. 家電控制子系統:

本子系統設計的可受控制之模組包括門禁模組、燈光模組及風扇模組，相同計設原理可擴充至其他家電，已實作完成之模組功能介紹如下：

(1)門禁模組是利用 ZigBee 接收命令後，透過 Arduino 模組控制門禁的開與關動作。

(2)情境燈/光感模組用以控制燈光，設計有兩種控制方式：一種為手動模式，主要受使用者控制開關的動作；另一種則為自動情境控制模式，依據模組上的光感測器測得的亮度值，決定燈光的明暗，並可進一步的進行多段的明亮度設定。

(3)風扇模組亦利用 ZigBee 無線通訊技術發送開關的控制封包，當風扇控制模組接收到控制封包，控制遠端風扇的開啟與關閉。完成之 ZigBee 控制家電子系統如圖 4 所示。



圖 4：ZigBee 控制家電子系統

IV. 系統實作

A. 實驗方法與硬體配置

本系統可讓使用者透過 Android 手機感測 NFCTag，並與 Server 連線，再連線至無線感測網路 ZigBee 模組，並發送訊號到控制室內的家電作開啟或者關閉。首先使用無線網路與室內 Server 連線完成後，開啟本程式，傳送控制信號至 Server，Server 在傳送控制信號至智慧生活空間內的家電，此時家電會回傳資料經由 Server，再傳回手機，告知使用者目前家電的開啟狀況，或者家電的其他狀況，例如：燈光開啟狀況、風扇的強弱程度。

系統測試結果顯示，Android 手機端能依據讀取到的 NFC 標籤內容，正確有效地將指令資訊成功傳至控制管理子系統，並透過 I/O 模組進行家電的控制，同時會把操作記錄寫入資料庫，以供日後查詢追蹤。

1. NFC 感應子系統:

本子系統設計與開發工具包含 Android SDK，子系統由手機之 NFC 感應程式讀取 NFC 標籤，透過網路連線至控制管理子系統。

首先啟動手機上的 NFC 辨識程式，並將讀取到的結果呈現在畫面上，當感測到打開電燈的資訊時，畫面上的選項會變成電燈之 NFC 感應。如圖 5 所示。



圖 5：Android 感測 NFC 子系統：感應到電燈 NFC Tag

2. 控制管理子系統與家電控制子系統:

本系統控制的電器包含門禁系統、燈光系統及風扇系統，因此在每一個家電加裝一個家電控制子系統模組，控制管理子系統接者透過 ZigBee 無線網路將控制訊號傳送給各個家電控制子系統，實作之控制管理子系統如圖 6 所示。已完並且成能夠操作的家電控制模組包括：

(1) 門禁控制模組：包含 ZigBee 收發模組，接收命令後透過門禁控制模組控制門的開關。實作完成作品如圖 7(a)所示。

(2) 情境燈/光感控制模組：除了 ZigBee 收發模組，亦包含一亮度感測模組，當 ZigBee 接收到命令後，透過家電控制模組控制燈光，另外可設定感測器自動模式，依環境亮度來自動控制燈光的明暗，實作完成作品如圖 7(b)所示。

(3) 風扇控制模組：ZigBee 接收命令後，透過家電控制模組來控制風扇的開關。

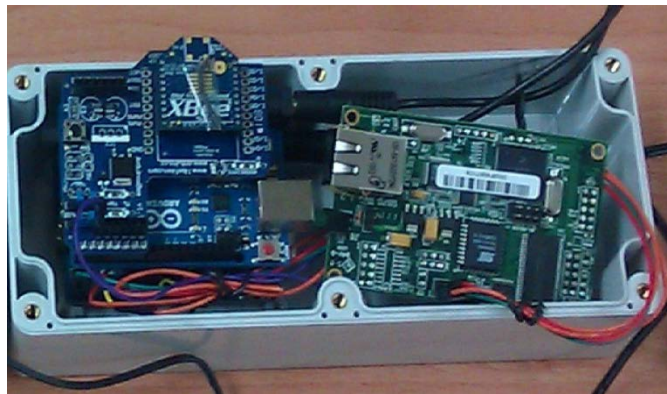
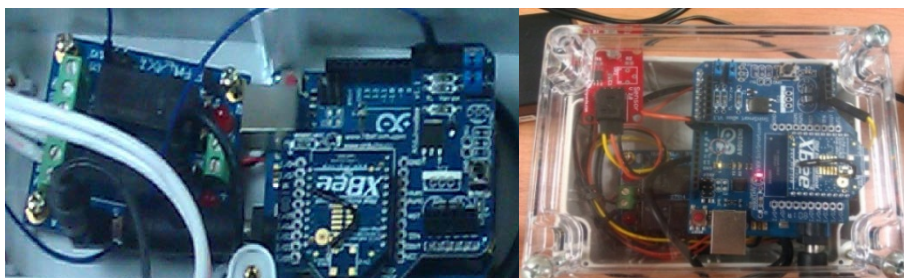


圖 6：控制管理子系統



(a)

(b)

圖 7：家電控制子系統(a)一般家電控制模組 (b)情境燈控制模組

B. 控制流程

本系統整個流程從偵測 NFCTag 開始，透過手機來感器 Tag 資訊後，再利用控制管理子系統將控制指令經由 ZigBee 無線感測網路傳輸至家電控制子系統，來控制門禁、電燈及電扇等設備。

本子系統將每個家電都使用對應的參數名稱予以辨識，只要從 NFCTag 讀到正確的參數值，即可控制相對應的家電，包含：(1)門鎖開關、(2)電扇開關、(3)電燈開關、(4)電燈自動感應開關。系統操作之展示如圖 8 所示。



圖 8：感測電燈 NFC Tag，電燈開啟

V. 結論

本研究實作一個完整的系統，我們設計出一個結合 NFC 與無線感測網路實現智慧居家控制系統，後端系統會自動或讓年長者或行動不便者透過 Android 手機與控制管理 Server 進行連線，再經由無線感測網路 ZigBee 模組發送訊號到控制室內的家電作開關動作或其他控制。此時家電會回傳資料經由主控制系統再傳回控制系統，並寫入資料庫，以供後續的查詢追蹤。

本研究還可以延伸操作其他家電，且進一步擴充功能，將情境式生活應用融入進來，當手機感應到特定 NFC Tag，可以自動將設定好之情境狀況-如陽光燦爛、溫馨家庭、羅曼蒂克等情境，將指定之電燈、電扇等家電依特定情境進行亮度與強度上的調整，讓自動化情境控制的功能更完整、完善。

VI. 參考文獻

- [1] 林致宇，Android 程式設計入門與應用(第二版)，全華，2015。
- [2] 許郁文，Prototyping Lab「邊做邊學」，Arduino 的運用實例，馥林文化，2012。
- [3] 孫駿榮、吳明展、盧聰勇，最簡單的互動設計-Arduino 一試就上手 2/e，基峰，2012。
- [4] 張嘉巖，” Android 網路傳輸之介面實現” ，南台科技大學電子工程系，2010。
- [5] 陳朝陽，“ZigBee 無線感測網路結合紅外線遙控之網際網路端控制系統” ，僑光科技大學，2010 年碩士論文。
- [6] 劉明誌，“基於 ZigBee 家庭自動化系統設計與實作” ，國立台北科技大學，2010 年碩士論文。
- [7] 黃凱聖，“數位家庭中的智慧型控制機制” ，大同大學，2009 年碩士論文。
- [8] 黃鴻翔，「支援跳頻之 IEEE 802.15.4 ZIGBEE 無線隨身網路機制設計與實現」，國立中央大學，2007 年碩士論文。
- [9] 趙波，一手掌握：Android NFC 開發技術，佳魁資訊，2014
- [10] Robert Faludi 原著，林義翔、劉士達譯，建置無線感測網路，基峰，民國 101 年。
- [11] A. A. A. Ari, A. Gueroui, N. Labraoui and B. O. Yenke, “Concepts And Evolution of Research In The Field of Wireless Sensor Networks, International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC) Vol.7, No.1, January 2015
- [12] S. R. Khan and F. S. Dristy, “Android Based SsecurityAnd Home Automation System”, International Journal of Ambient Systems and Applications (IJASA) Vol.3, No.1, March 2015.

