

以智慧型手機之定位功能結合微控裝置實現節能家電控制

程榮祥^{1*} 廖健智² 林家鵬³

崑山科技大學電腦與通訊系

¹rscheng@mail.ksu.edu.tw, {²kenguerrilla, ³n80813203}@gmail.com

摘要

智慧型手機已經取代個人電腦，成為協助使用者處理生活瑣事，提供適地性服務的重要工具。由於現代人與智慧型手機幾乎形影不離，無線感應裝置也變得更加輕巧、無所不在，因此透過智慧型手機，居家連網的概念變得明確可行，但由於聯網家電的應用尚處於起步階段，除了極少數的聯網家電外，大部份的傳統家電仍然不具有網路連線功能，消費者因此無法感受到家電聯網帶來的好處。為解決此一問題，本篇論文在智慧型手機上開發具備網路連線功能並可進行遠端控制的智慧型家電管理系統。

關鍵詞：地理位置服務，智慧型家庭，智慧型手機

Abstract

Recently, smartphones have replaced personal computers becoming an important tool which help users to manage daily things and provide location-based service (LBS). Owing to people nowadays can not live without smartphones, wireless sensors has become light-weighting and popular. Therefore, through smartphones, the concept of home networking is applicable now. However, because home networking appliances are on the starting phase, at present, in addition to few appliances, most traditional home appliances are unable to connect to network. Consumers thus have not felt the advantage of home networking appliances. To solve this issue, this paper developed a smart home appliance management system which can connect to network and allow users to conduct remote control on smartphones.

Keywords: LBS, Smarthome, Smartphone

1. 前言

隨著數位匯流的興起，多樣性與附加功能的通訊產品，讓產品在設計與定位上出現了跨產業整合的市場模式，同時也改變了人們的生活方式，廣播電視、資通訊產業的傳輸管道和服務範圍也日益多樣化，特別是在語音、視訊及數據三

種服務的界限開始逐漸淡化，以整合服務為導向，人們也開始習慣透過網路、電視與電信等多元方式存取多媒體、遊戲、地圖、電子商務及雲端數據傳輸等應用，讓廣大的行動通信用戶能快速且隨時隨地獲取他們需要的資訊和服務[1]。

由於智慧手機可以提供適地性與個人化的行動增值服務，加上近年來智慧生活的概念逐漸受到重視，因此智慧型手機與終於消費電子產品的結合逐漸受到電信業者、內容提供廠商以及終端消費者的關注，並且成為消費性民生電子應用的重要研究議題，透過智慧型手機提供的個人化與適地性服務，居家聯網的概念變的逐漸可行，手機上不斷推陳出新的應用程式與各式各樣的APP也成為居家聯網應用的驅動引擎[2][3]。

雖然透過智慧型手機，居家連網的概念變得明確可行，同時也有愈來愈多的消費性電子產品也開始加入聯網家電的行列，但由於聯網家電的應用還在起步，除了極少數的聯網家電外，大部份的傳統家電仍然不具有網路連線功能；此外家庭設備的電腦自動化控制或是居家連網有時也需要配合建築物或是電器產品進行事先的規劃與設計，消費者因此無法感受到家電聯網帶來的好處。

為了提供使用者更好的智慧生活體驗，本篇論文利用智慧型手機的GPS/藍牙/Wi-Fi功能提供省電控制的適地性服務，當使用者外出時，系統會逐步關閉沒有在使用的家電，當時用者返回時，則分級開啟可能會使用的電器用品，使用者也可以利用預先排程的方式調整電器產品的使用方式，因此控制系統會跟據使用者行為決定是否應該開啟或關閉家電，使得智慧生活與節能省電的目標更容易達成。

本篇論文的組織架構如下：第二節介紹相關Android與Arduino相關背景知識及應用，第三節介紹整體系統架構與功能模組設計，並說明整體系統的運作方式，第四節介紹系統操作介面與功能實測結果，第五節是結論。

2. 背景知識與相關應用

隨著智慧型手持式裝置性能的提升，允許使用者自行下載軟體做應用擴充，使其於近幾年在全球市場上迅速發展，配合上各家手機製造廠商

推出各具特色的客製化軟體與系統，現在智慧型手持裝置已普及於人們的生活當中，其功能已經可以完全取代 MP3、數位相機與 PDA，甚至能夠取代個人電腦處理特定的工作，讓使用者不管是瀏覽網頁或者收發電子郵件都不再需要透過特定的裝置便可完成工作。

作為目前市面上行動裝置主流的作業系統之一，Android 是一個以 Linux Kernel 為核心的開放式手持裝置作業系統，應用蹤跡遍佈智慧型手機、平板電腦、數位隨身聽等裝置平台，開放原始碼的授權方式使廠商與開發者不須負擔昂貴的授權費，降低開發時採購軟體的成本。Android 使用 Java 語言進行開發，但與一般 Java 程式不同的是，Android 使用的是 Dalvik 虛擬機器 (Dalvik virtual machine, Dalvik VM)，並非以往的 Java 虛擬機器 (Java virtual machine, JVM)。此外 Android 擁有齊全的開發套件、模擬器、SDK 與官方開發文件，程式開發人員可以利用下載的方式免費取得，降低開發時的技術成本與時間。

Android 系統具有完整的硬體支援，如觸控螢幕、Wi-Fi、藍牙、NFC、GPS、陀螺儀、重力加速度感測器 (G-Sensor) 等，加上無線網路的技術蓬勃發展，並搭配上特定的 App 即可實現多元化的功能。因此智慧型手機除了可以上網瀏覽網頁或收 E-mail 外，也可以利用 GPS 定位結合 Google 地圖提供使用者地域性的服務，根據使用者的地理位置與個人化的設定提供比傳統網路服務更具智慧的使用者體驗情境服務，國際研究調查機構 Gartner 認為一個成功的 App 必須專門為行動環境量身打造，並預測 2012 年十大行動應用趨勢時，使用個人化的地理位置服務 (LBS) 的人數將達到 14 億以上，目前各大手機廠商皆提供豐富且完整的相關地圖資訊與定位服務 [4]。

Arduino 是一個開源的微控制器板，其特色是開放源碼與公開的硬體電路設計圖，開發者可從網路下載免費開發軟體的 IDE，使用類似 C 語言的程式語言進行開發，特色在於簡單明瞭的程式架構，只要有基礎的程式、電子電路的概念即可輕鬆上手。基於開放的硬體，Arduino 的電路設計圖可從網路上下載，因此廠商與設計者可以根據電路設計圖設計出各類自製版本的 Arduino，如 Motoduino、Seeeduino 或 Roboduino。另外 Arduino 擁有許多符合特殊功能的擴充板，如感測器擴充板、麵包板擴充板、馬達擴充板與 Wi-Fi 擴充板，只需要將擴充板堆疊上去，再配合相關的函式庫即可使用，節省繪製電路圖與撰寫相關程式的時間。

目前已有利用網頁或手機 App 程式操控智慧家電系統，實現遠端智慧型家電控制，但系統的運作無法配合使用者的生活作息判斷使用者的地理位置進行條件式的智慧控制，因此無法有效的利用能源達到省電的效果。本篇論文利用手

機 GPS 定位加上利用 Arduino 微控板與無線傳輸模組實現智慧家電控制，並將系統模組化，便於使用者安裝建置，降低使用者安裝與使用上的負擔。

3. 系統架構與功能模組設計

為了能夠即時控制電源狀態，本文建構一套 Android 手持式行動裝置為平台的 APP 系統，搭配無線網路環境下達指令給 Arduino 板控制電源插座的狀態，並使用資料庫紀錄系統狀態，用於整體系統的同步與資訊更新，避免系統各裝置狀態混亂而發生錯誤的情況。使用者可以自行設定專屬的情境模式，其中分別利用 GPS 定位資訊與時間定時作為判斷依據。GPS 情境判斷是利用使用者手持裝置的 GPS 與一個預先設定好的固定 GPS 位址，配合一定的公式運算藉此作距離判斷，當條件成立時微型伺服器便會依照使用者設定的情境設定作電源插座的狀態改變；定時控制則是使用者自行設定該情境模式啟動或關閉的時間，配合以上控制與判斷方式構成一個完整的系統。

3.1 系統架構

本文實作之系統架構由智慧型手機、微型伺服器、資料庫與 Arduino 微控板四個功能模組所組成。使用者可利用智慧型手機做相關設定或下達指令，微型伺服器則依據使用者的設定對 Arduino 微控板上的繼電器模組進行控制。目前可以使用的情境控制功能有兩種，一為定時控制，二為與定位控制，使用者可以使用上述兩方法設定電器的運作方式。

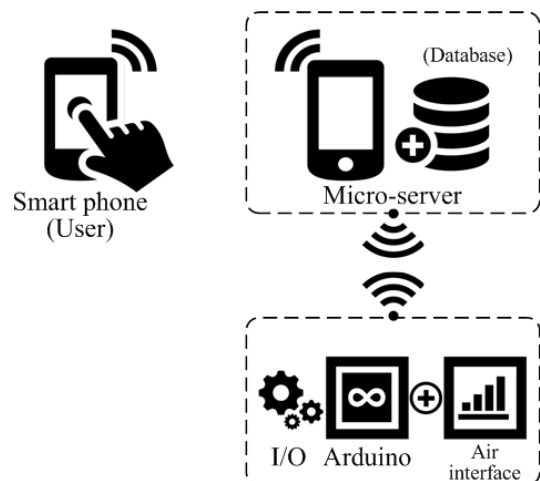


圖 1 系統架構

圖 1 中的微型伺服器是由智慧型手機與資料庫系統結合而成，其中資料庫可內建於智慧型手機或是設置於區域網路中；在這個系統中，資

料庫系統最主要的功能是紀錄系統狀態，提供資訊或推送參數給 Arduino 微控介面。當其接收到來自微型伺服器的指令時，Arduino 微控介面會解析指令內容，並送出指令改變腳位(Pin)狀態，進而觸發繼電器的運作而達到控制電器的目的，其電路示意圖如圖 2 所示：

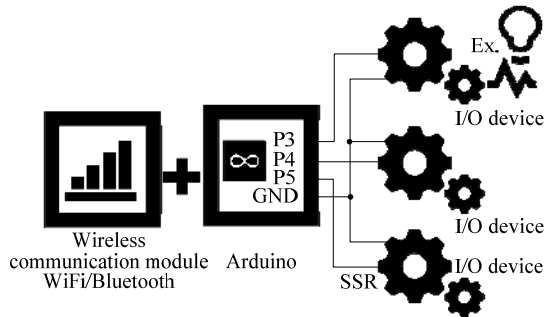


圖 2 Arduino 週邊簡易電路圖

3.2 定時控制功能

使用者開啟定時控制功能時，可以將時間作為情境設定條件，微型伺服器便會啟動定時功能，解析是否開啟電器裝置的控制條件。使用者可以進一步設定家電裝置的運作時間與運作方法，微型伺服器會依據設定的條件對 Arduino 控制介面的腳位進行定時控制；為了保持操作上的彈性，提供更佳的使用者體驗，使用者也可以利用網路對周邊裝置進行即時性的遠端遙控。定時控制的情境示意圖如圖 3 所示。

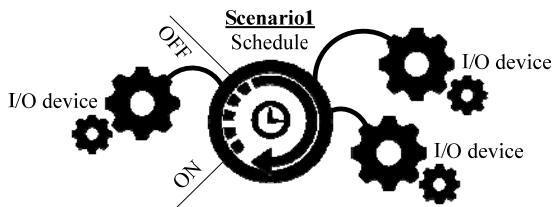


圖 3 情境 1：以排程的方法控制週邊電器的運作時間

3.3 定位控制功能

定位控制功能使用的是兩組 GPS 參數，微型伺服器配合特定的演算法計算出兩點距離後判斷是否改變 Arduino 腳位的狀態，使用定位控制功能時，微型伺服器會定時讀取使用者的智慧型手機所回傳之定位資訊，並以此資訊作為控制周邊 I/O 裝置之依據；這項功能主要是用在無法事先預知時間或是突發性、臨時發生的情境用，例如，使用者下班返回家中，或是臨時外出購物等，透過定位控制功能，使用者可設定外出即關閉客廳電燈或是在返家途中即開啟除濕機或空調設施等電器設備，使情境控制的功能更具備人

性化。

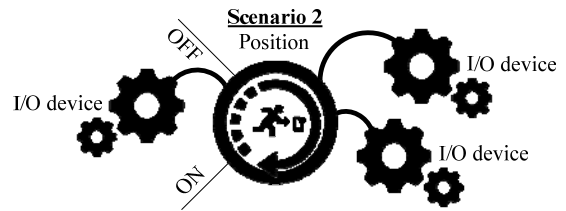


圖 4 情境 2：利用定位資訊作為開啟/關閉電器之依據

圖 4 為利用定位資訊作為開啟/關閉電器依據的情境示意圖；當使用定位模式時，微型伺服器會將指定的固定位置(例如使用者的家)與使用者隨意移動的 GPS 定位資訊做計算與比較，並依據使用者的設定執行家電控制之動作，其資訊格式如表 1 所示：

表 1. GPS 資訊資料表欄位示意表

Position	經度	緯度
Fixed	XX.XX	XX.XX
Mobile	XX.XX	XX.XX

使用者可以設定啟動定位控制之距離範圍，其計算公式如下，其中 $Lat1$ 表示起始點經緯度， $Lat2$ 表示目的地經緯度， a 、 b 分別代表兩點之緯度差與經度差：

$$S = 2 \arcsin \sqrt{\sin^2 \frac{a}{2} + \cos(Lat1) \times \cos(Lat2) \times \sin^2 \frac{b}{2}} \times 6378.137$$

3.4 微型伺服器的狀態更新與控制

為確保系統中各裝置的狀態一致，避免系統中的裝置狀態不一致而造成系統的混亂，使用者利用 APP 對系統下達命令與設定時，並不是直接對微型伺服器下達指令，而是先將設定參數推送至資料庫中，接著才由發微型伺服器將資料庫中的參數值取出解析後進行狀態更新，最後才將指令透過網路傳送到 Arduino 微控板對其 I/O 裝置進行控制。

如先前所述，使用者可以選擇使用定時功能或是定位功能透過微型伺服器對 Arduino 微控 I/O 裝置進行設定，微型伺服器會定期更新系統狀態，撈取資料庫的系統狀態及參數，解析後執行相對應的工作。Port 的狀態資訊如表 2 所示：

表 2. Port 狀態資料表欄位表(示意圖)

Device	Status	Watt	Port
Light1	ON	--	1

Light2	ON	--	2
Charger	OFF	--	3

4. 操作介面與功能實測

本章介紹系統操作介面與實測結果。由於微型伺服器和使用者的都是利用同一個 App 進行控制，因此第一次啟動時，App 會要求使用者進行行動運算裝置的模式設定，設定畫面如圖 5 所示：

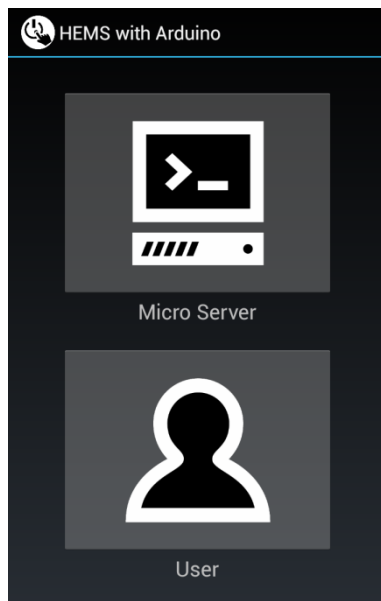


圖 5 裝置選擇頁面

若將行動運算裝置的運行模式設為「微型伺服器 (Micro Server)」的話，App 就會常駐在系統中，進行控制周邊裝置、擷取資料與分析資料等工作；因此只有在將行動運算裝置作為微型伺服器使用時，才會選擇此一模式，一般情況下，App 的運行模式預設為「使用者(User)」模式。

4.1 使用者模式之設定

若將 App 的運行模式設為「User」，第一次使用時，App 會要求使用者指定一個固定經緯度(地點)，作為和微型伺服器之間計算定位距離的依據，在操作時，使用者可以直接在 Google Map 用手指直接點選自家或者公司位置，完成後點選返回功能鍵便可儲存指定的經緯度，完成定位設定，畫面如圖 6 所示：

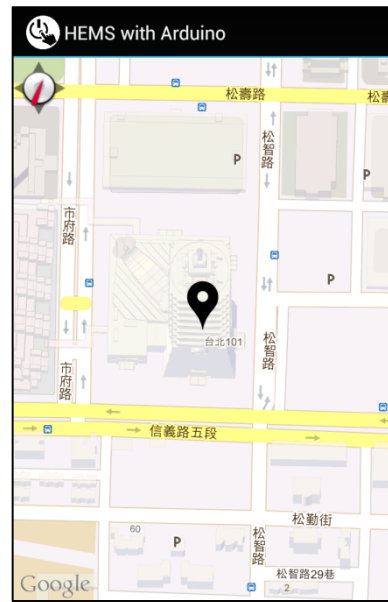


圖 6 指定固定位置

如圖 7 所示，完成定位後，App 的畫面便會顯示裝置控制頁面，此頁面右上角有三個功能按鈕，分別為(1)新增裝置、(2)設定固定位置以及(3)情境管理設定。此時 App 會立即更新頁面上的資訊並顯示各電源的狀況、耗費瓦數與使用的插座編號，電源狀態以字體明暗表示，白色字體的欄位表示該裝置之狀態為開啟，灰色字體則為關閉，使用者可直接點擊畫面欄位對電源狀態進行控制。

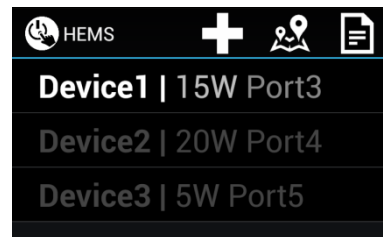


圖 7 裝置控制介面(含狀態)

如圖 8 所示，若使用者點選新增裝置，App 便會跳出編輯對話框，要求輸入新加入之裝置名稱、耗電量(瓦數)與電器連接點，使用者可以編輯該裝置標籤之相關資訊，以作為設定定時排程或定位功能時的參考依據：

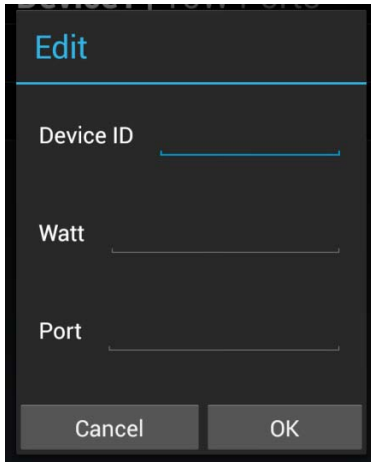


圖 8 新增裝置之畫面

如圖 7 所示，當使用者以"長按"的方式點選標籤欄位時，App 便會跳出一個可以編輯該欄位的對話視窗(請參見圖 9)，此時使用者可以選擇編輯或是刪除該欄位之相關資訊。

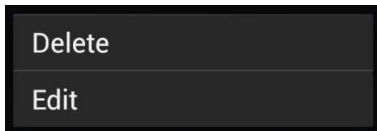


圖 9 編輯與刪除

情境設定頁面可提供使用者個人化的情境設定方式，其功能可分為定時設定與定位設定兩種；如圖 10 所示，使用者可以在操作介面中進行新增、編輯或刪除之設定，當設定之情境被啟動時，事件欄位會以比較顯眼的白色字體顯示，灰色則代表關閉狀態，使用者可點選右上角之按鈕進行使用情境之新增：

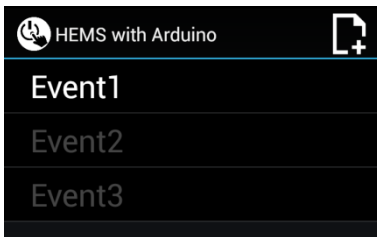


圖 10 情境管理欄位介面

如圖 11 所示，新增一個使用情境時後，使用者就可以對指定的周邊裝置進行設定，若使用者選用定時功能時，微型伺服器會依據參數之設定值，在指定的時間內對周邊裝置進行開關控制，並更新儲存在資料庫中的系統狀態；若未選擇啟動定時設定，則 App 預設會使用定位控制功能，同時微型伺服器會定期到資料庫中讀取使用者所在的隨意位置，並與指定的固定位置進行比較、分析與控制運算。

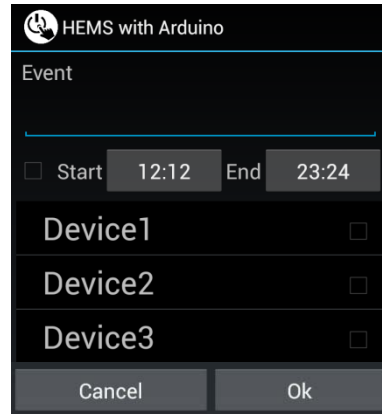


圖 11 情境模式編輯介面

4.2 微型伺服器模式之設定

若將手機的用途作為微型伺服器使用者時，在開始運作前，App 會要求輸入 Arduino 微控板的 IP 位址，以便對透過 Arduino 微控板對周邊 I/O 裝置下達控制指令，操作介面如圖 12 所示：

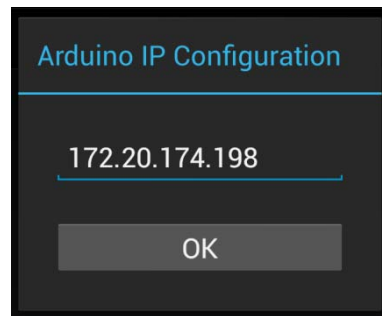


圖 12 微型伺服器 IP 位址之設定畫面

微型伺服器的主要工作是解析資料庫之各項參數資料，並作相對應的判斷與控制，再下達指令給 Arduino 微控板對周邊電路開關(例如固態繼電器)進行控制，由於微型伺服器最主要的功能為監控系統狀態並執行使用者設定之指令，因此微型伺服器的介面僅提供各裝置的運作狀態，而不提供操作與設定介面，微型伺服器各裝置狀態介面如圖 13 所示。

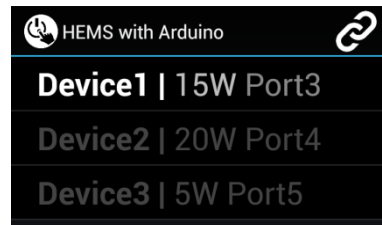


圖 13 微型伺服器狀態檢視畫面

圖 14 為實作之電源控制模組，其包含 Arduino 微控板、12V 電源供應器、繼電器模組板與一組埋入式插座，圖 15 為實作之 Arduino

微控模組，此模組包含 Arduino 微控介面以及一個 Wi-Fi 無線網路通訊介面；兩者串接後，微型伺服器便可透過此微控模組對週邊設備下達指令，當 Arduino 接收到指令時，透過改變腳位的電位狀態控制繼電器的運作，當繼電器為開路狀態時，便能控制電器的電源，達到電器設備控制之目的。

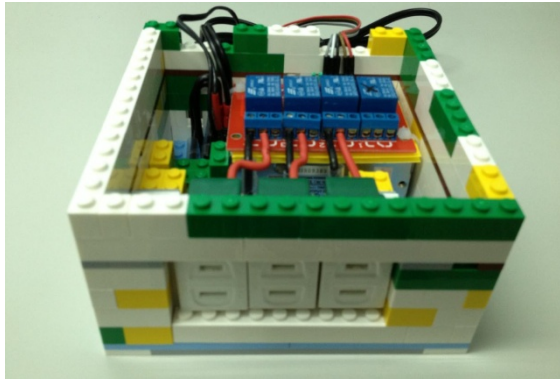


圖 14 電源控制模組

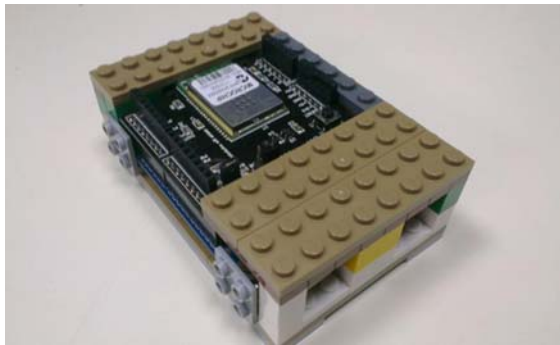


圖 15 Arduino 微控模組

5. 結論

以往的智慧家電控制目前的智慧手機都具有優異的運算能力，能夠完全替代 MP3、數位相機與 PDA，取代個人電腦執行大部分的事物，並支援 GPS、Wi-Fi、Bluetooth 等無線通訊功能。因此本篇論文利用手持式行動裝置作為家中的微型伺服器，使用智慧型手機將數據透過無線網路推送給微型伺服器，微型伺服器將訊息解析運算後依據使用者的設定對 Arduino 微控板下達指令，因此當使用者進入/離開系統當中設定的區域範圍或到達指定時段時，便會觸發情境模式透過繼電器控制插座電源的狀態，達到人性化的智慧型控制效果。

參考文獻

- [1] 程榮祥, 洪偉峻, 林家鵬, 在 Android 上以電話聯絡資料為基礎實作具備資訊分級功能的朋友定位器, 2013 Conference on Information Technology and Applications in Outlying Islands (ITAOI'13), Quemoy, Taiwan, May 24-26, 2013.
- [2] 徐椿樑, 許藤耀, 吳維彬, 鄭金林, 以嵌入式系統實現 3C 智慧家電, Conference on Information Technology and Applications in Outlying Islands (ITAOI'09), May 22-24, 2009.
- [3] 石貴平, 李俊志, 洪可珈, 李竑豫, 陳功傑, 陳耀峰, 以物聯網促進生活便利性-以智慧型冰箱為例, Taiwan Academic Network Conference (TANET2012), Taoyuan, Taiwan, Oct. 23-25, 2012.
- [4] Rung-Shiang Cheng, Chun-Yu Ke, Chung-Ying Tsai, and Chien-Jen Wang, "A Mobile Homecare Application Combining with Alarm Clock and GPS Positioning Function", CCIS 223 (SUCoS 2011), Springer, ISBN: 978-3-642-23948-9, Sep, 2011 (EI).