

# 以無線射頻為基礎的智慧居家安全系統

## Radio Frequency Based Smart Home Safety System

指導老師：蔡丕裕教授

學生：杜柏龍、林叡弘、王仁勇

國立聯合大學 資訊工程學系

苗栗市恭敬里聯大一號

{ U0224040,U0224030,U0224038 }@smail.nuu.edu.tw

pytsai@nuu.edu.tw

### 摘要

隨著移動型裝置和網際網路的發展，能與網路連線的智慧型手機已是人人必備的物品，若是能使用手機便能控制家裡大大小小的事務，生活便能更加方便，如果有一套系統能監控家裡各個安全設施，如門窗戶等，居家安全便更有保障，若是家裡發生什麼立即的危險能告知使用者，甚至是有自動迴避的能力，居家生活會更加的安全，如果能夠使用手機便看出家裡用電的消耗量，便能以此制定出適合自己家的節能且省錢計畫；我們目標是以省錢且容易操作為目標做出一個能以手機做到上述功能的系統。

**關鍵字：**智慧家庭、居家安全、遠端控制。

### 一、前言

智慧型家庭是現今人們越來越去重視的一塊領域，但現今市面上販售的系統價格皆居高不下，原因不外乎硬體成本過高，因此我們以極為便宜的嵌入式裝置作為主機來達成便宜且好上手的智慧型家庭監控系統。

### 二、專題內容及理論

#### (一) 專題內容

我們是承接學長所製作的居家安全系統使其更加完善，當時學長將此系統分類兩大類，

分別為 居家安全 和 生活周遭的環境監控，但我們認為若是以整個智慧家庭而言只分這兩類是絕對不夠的，因此我們又多分出了幾個項目，分別是：

1. 遠端監控家電與電量統計
2. 遠端門禁管控
3. 及時防災系統

並以此為基礎實作出：

1. 智慧型插座(監控開關與電流量)
2. 人臉辨識之門禁管控
3. 瓦斯爐遠端關閉之防災系統。

若是能知道每個時刻的電流量便可推算出哪個電器平時較為浪費電需在不用時拔除或少用，以達成省電省錢的目的，遠端控制瓦斯爐的功能可以避免在全家出門時，卻忘記關瓦斯爐的危險，配合一些感測器便能做到防災的功能，人臉辨識則是讓整個系統更具智慧化，有了這個功能系統便有自行判斷是否開門的能力而非都要由使用者來判斷開門與否。

#### (二) 開發工具、軟體及硬體介紹

本專題是以樹莓派為核心並以智慧型手機為操作介面，實體的部分以 Arduino 接收樹莓派傳來的訊號，其中所用到的軟硬體及開發所用到的環境以下表示：

- 一、Raspberry Pi<sup>[1]</sup>：Raspberry Pi 是一款基於 Linux 系統的只有信用卡大小的單板機電腦。它由英國的樹莓派基金會所開發，

目的是以低價硬體及自由軟體刺激在學校的基本電腦科學教育。

- 二、Arduino<sup>[2]</sup>: Arduino, 是一個開放原始碼的單晶片微控制器, 它使用了 Atmel AVR 單片機, 採用了開放原始碼的軟硬體平台, 建構於簡易輸出/輸入 (simple I/O) 介面, 並且具有使用類似 Java、C 語言的 Processing/Wiring 開發環境; 此系統中使用的為更加小且美觀的 Arduino pro mini。
- 三、步進馬達<sup>[3]</sup>: 步進馬達是直流無刷馬達的一種, 為具有如齒輪狀突起 (小齒) 相銜的定子和轉子, 可藉由切換流向定子線圈中的電流, 以一定角度逐步轉動的馬達。
- 四、Java<sup>[4]</sup>: Java 是一種電腦程式設計語言, 擁有跨平台、物件導向、泛型程式設計的特性, 廣泛應用於企業級 Web 應用開發和行動應用開發。
- 五、Python<sup>[5]</sup>: Python 是一種物件導向、直譯式的電腦程式語言, 具有近二十年的發展歷史。它包含了一組功能完備的標準庫, 能夠輕鬆完成很多常見的任務。它的語法簡單, 與其它大多數程式設計語言使用大括弧不一樣, 它使用縮進來定義語句塊。
- 六、C<sup>[6]</sup>: C 是一種通用的程式語言, 廣泛用於系統軟體與應用軟體的開發。於 1969 年至 1973 年間, 為了移植與開發 UNIX 作業系統, 由丹尼斯·里奇與肯·湯普遜, 以 B 語言為基礎, 在貝爾實驗室設計、開發出來。C 語言具有高效、靈活、功能豐富、表達力強和較高的可移植性等特點, 在程式設計師中備受青睞, 成為最近 25 年使用最為廣泛的程式語言[2]。目前, C 語言編譯器普遍存在於各種不同的作業系統中, 例如 Microsoft Windows, Mac OS X, Linux, Unix 等。C 語言的設計影響了眾多後來的程式語言, 例如 C++、Objective-C、Java、C# 等。
- 七、Motion JPEG<sup>[7]</sup>: 是一種視訊壓縮格式, 其中每一影格圖像都分別使用 JPEG 編碼。M-JPEG 常用在數位相機和網路攝影機之類的圖像採集裝置上, 非線性剪輯系統也常用這種格式。M-JPEG 只使用影格內壓縮, 它只單獨的對某一影格進行壓縮, 而不考慮視訊流中不同影格之間的變化。因此壓縮效率比較低, M-JPEG 的編解碼在對運算能力和記憶體的要求較低。
- 八、MySQL 資料庫系統<sup>[8]</sup>: MySQL 在過去由於效能高、成本低、可靠性好, 已經成為最流行的開源資料庫, 因此被廣泛地應用在 Internet 上的中小型網站中。目前 Internet 上流行的網站構架方式是 LAMP (Linux Apache MySQL PHP), 即是用 Linux 作為操作系統, Apache 作為 Web 服務器, MySQL 作為資料庫, PHP (部分網站也使用 Perl 或 Python) 作為服務器端腳本解釋器。
- 九、無線射頻傳送接收模組 (RFID)<sup>[9]</sup>: 無線射頻辨識 (RFID) 是一種無線通訊技術, 可以通過無線電訊號識別特定目標並讀寫相關數據, 而無需識別系統與特定目標之間建立機械或者光學接觸。
- 十、OpenCV<sup>[10]</sup>: OpenCV 的全稱是 Open Source Computer Vision Library, 是一個跨平台的電腦視覺庫。OpenCV 是由英特爾公司發起並參與開發, 以 BSD 授權條款授權發行, 可以在商業和研究領域中免費使用。OpenCV 可用於開發實時的圖像處理、電腦視覺以及模式識別程式。該程式庫也可以使用英特爾公司的 IPP 進行加速處理。
- 十一、ACS712 模組: ACS712 為基於霍爾效應量測電流的電流檢測模組, 具有體積輕巧、價格便宜、操作容易的優點。

### (三) 整體架構

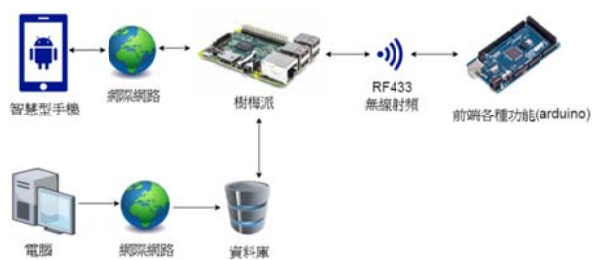


圖 1 系統架構圖

#### 一、Raspberry pi：

樹莓派使用官方提供的 Raspbian Linux 作業系統：

1. 伺服器方面，安裝 Apache 作為網頁廣播，PHP 執行環境以及 MySQL 作為資料庫系統，另外安裝 phpMyAdmin 作為資料庫管理工具。
2. 程式處理方面，安裝 Python、連接 MySQL 函式庫。

#### 二、C & Python 程式：

樹莓派分幾支 C 和 Python 處理程式如下：

1. 門鈴感測：處理是否有人按下門鈴按鈕，啟動音樂門鈴，拍下照片並寄送 gmail 到使用者的信箱。
2. 無線射頻(RF315)收送訊號：傳送端傳送一組訊號給接收端，接收端判斷此訊號來驅動某物件。
3. 排程：讀取手機端設定好的排程資料，根據排程執行某個程式。

#### 三、手機端 Android：

1. 讀取資料：APP 利用 Link Url 方式，向樹莓派發送讀取的訊號，回傳後的資料 Show 在手機介面上。
2. 驅動 Raspberry Pi 程式/物件：APP 利用 Link Url 方式，向樹莓派發送驅動的訊號，樹莓派收到將判斷送來的訊號，然而驅動某支 Python 或者物件腳位。

### 3.1 人臉辨識

OpenCV 在處理電腦視覺圖形上是一個很簡易閱讀的語言，因為其可以在各種軟硬體上執行的高相容性，因此我選擇以此搭配著 C 的相關語言來製作此人臉辨識系統。

#### 3.1.1 特徵點抓取

人臉辨識是以 OpenCV 作為影像偵測的語言，並在 CodeBlocks 中以 C++ 實作，在 OpenCV 中有內建特徵點搜尋的函式，因此我們使用其中偵測 臉 眼睛 鼻子 嘴巴 的函式，因為判斷出來的結果是以正方形顯示的，正方形對於接下來的判斷不利，因此將除了臉部偵測以外的點都寫成以線的方式呈現(圖 2)。

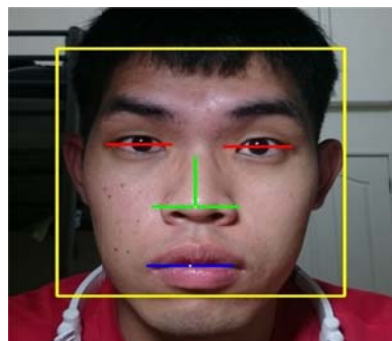


圖 2 特徵點結果

#### 3.1.2 正規化

找到每張人臉的資訊後便要開始將每張照片的條件都改成與資料庫中的一樣，正規化的標準為將每個臉的左上角到右下角的距離算出來後(圖 3)以 700 除之得出來的數值再去乘每個數值後便可得出正規化後的數據(圖 4)。

```
面部大小 :634
左眼寬度 :100
右眼寬度 :106
鼻子寬度 :133
嘴巴寬度 :132
兩眼距離 :185
眼睛到鼻子距離 :111
鼻子到嘴巴距離 :106
```

圖 3 特徵點資訊

```
*****
與700的偏差值 :0.867508
右眼正規化 :91.9558
左眼正規化 :86.7508
鼻子正規化 :115.379
兩眼距離正規化 :160.489
眼睛到鼻子距離正規化 :96.2934
鼻子到嘴巴距離正規化 :91.9558
*****
```

圖 4 正規化後資訊

### 3.1.3 人臉辨識

將得出來的數值分為 6 組可用數據，分別為 左眼寬度 右眼寬度 鼻子寬度 兩眼距離 眼睛與鼻子距離 鼻子與嘴巴距離(嘴巴因每張照片皆不同因此不列入計算)，因為眼睛寬度與鼻子寬度變化較大，因此權重只設置 1/2，其餘數值不變，將此 6 數值與資料庫比對後除於 5 若誤差值小於 6 則為正確人臉，若否則為非正確人臉(圖 5)。

```
*****start*****
now error :2.88164
now error :5.90935
now error :10.0139
now error :21.0158
now error :37.6996
now error :46.2216
ANS :5.13574
error : 5.13574
true face
*****
```

圖 5 與標準的偏差值

### 3.1.4 新增使用者臉譜

現在電腦使用者還是占大多數，因此將製作臉譜的程式放在電腦中執行，原理與人臉識別相同步驟，最後將正規化後的值傳往資料庫存放，因為純程式介面使用者會覺得複雜且難用，外表也不好看，因此特別以 C# 寫出視窗化界面改善此問題(圖 6)。



圖 6 新增使用者介面

## 3.2 瓦斯爐遠端開關控制

此部分實作瓦斯爐的開關控制，開關控制的部份我們使用控制精準度較高的步進馬達，與一般馬達相比，步進馬達可以自由控制轉速以及轉動的角度，所以比較適合用來控制瓦斯爐的開關；馬達驅動的部分是將步進馬達連接一塊 ULN2003 驅動模組做為反向器，讓電壓提高以驅動馬達(圖 7)。

操作流程為手機端 APP 按下一個 button

遠端將瓦斯爐的開關關閉，我們使用 RF 模組以射頻方式做傳送與接收，將 Arduino pro mini 連接一個接收端，樹莓派連接一個發送端，當我們在手機端按下 button，便會呼叫樹莓派執行發送 RF 訊號的程式，Arduino 收到訊號後則會啟動馬達將開關關閉。

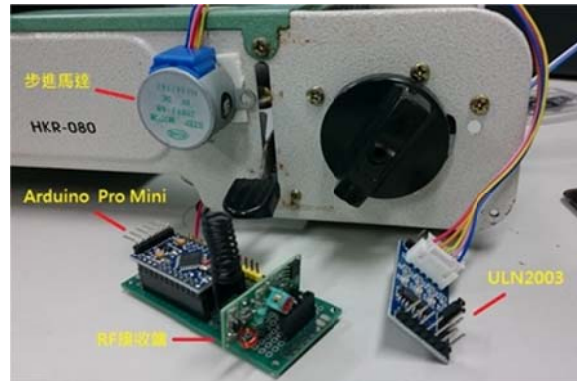


圖 7 瓦斯爐部分

## 3.3 智慧插座

此部份目的為獲取用電度數，而欲量出電度數，能以功率乘上時間區間獲得，然而台灣市面上找不到現成零件能直接測量電度數或功率，因此由功率=電流×電壓，轉向尋找能量測電流或電壓的組件，再因台灣電源大多為 110 伏特電壓，故最後選擇使用能量測電流數值的 ACS712 電流傳感器模組，此模組具有體積輕巧、價格便宜、操作容易的優點，對比其他能量測電流的組件而言是最適合的選擇。

另外，本部分也有用到無線傳輸，使用的是 RF 無線射頻收發模組，確實在市面上有許多功能更為優異且價格合宜的無線傳輸產品，但本作品是承接並延伸上屆學長成果，而他們使用的無線傳輸組件便是 RF 無線射頻發送模組，因此為了整體作品的一致性，決定在無線傳輸的功能上繼續使用 RF 無線射頻發送模組。

本部分的操作方法是將 ACS712 模組串接在電源線路中，並使用 Arduino pro mini 控制 ACS712 取得有效電流數據，接著將收到的數據乘上電壓數值得到功率瓦數，再透過 RF 發送模組將功率數據傳送到 Raspberry Pi，當

Raspberry Pi 收到功率數據的同時，便會抓取當下的系統時間，並且將功率數據及時間數據上傳到資料庫保存。而當使用者想知道某段時間的用電狀況，在行動裝置 app 上選取一段時間間隔時，app 端會從資料庫將該時段中全部的功率及時間數據取出，藉由將功率與時間相乘，而得到該時段用電度數。(圖 8)。



圖 8 智慧插座部分

### 三、專題實作部分

#### 1. 門禁系統

當門外有人按門鈴時，webcam 會將按下門鈴那一刻的影像拍起來傳至資料庫儲存，並寄一封信內包括剛剛拍的那張圖寄到使用者的 gmail(圖 10)，app 的部分也會告知有人正在按門鈴，這時樹莓派會自動判斷這張照片中的臉是否為資料庫中存放的臉型，若是，則門無須使用者點擊開門鈕(圖 11)便可自動解鎖(圖 14)，若非則門不會自動開啟(圖 13)，但使用者仍然可使用開關門鈕控制門鎖開關。



圖 10 GMAIL 收到的信



圖 11 開門鈕



圖 12 關門鈕



圖 13 門鎖鎖上(關門)



圖 14 門鎖打開(開門)

電腦程式的部分是為了將使用者的臉譜加入至資料庫，首先先將 10 張使用者的照片放入指定資料夾(圖 15)，照片最好將眼鏡等外加物拔除，放入後開啟程式，點擊壓縮圖片可將圖片解析度壓縮至 1280x720，於姓名欄輸入姓名後點擊新增使用者便能將使用者的臉譜存入資料庫中(圖 16)。



圖 15 新增使用者範例

name	righteye	lefteye	nose	eyetoeye	eyetonose	nosetomouth
bob	89.0742	89.7785	111.274	154.988	87.9515	87.6948

圖 16 資料庫結果

## 2. 危險排除及預防(關閉瓦斯)

當外出的時候忘記將瓦斯爐火關閉時(圖 17),透過手機 app 按下遠端關閉瓦斯的按鈕,便能啟動馬達轉動瓦斯爐開關及時將爐火關閉(圖 18)。

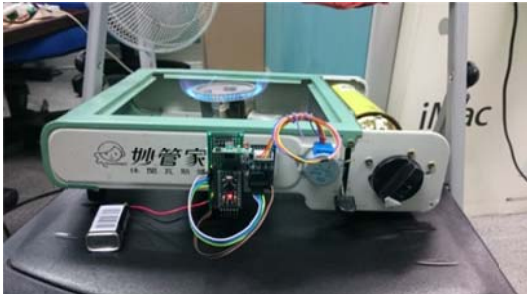


圖 17 瓦斯爐開火



圖 18 瓦斯爐關閉

## 3. 智慧插座

在 App 上選取起始日期及結尾日期,按下「總共耗電」按鈕後(圖 19),便會在按鈕下方顯示這段時間內插座的總用電度數(圖 20)。



圖 19 按下按鈕



圖 20 顯示結果

## 4. 排程

按下排程的按鈕會切到另一分頁,按下設定日期,可設定要開/關電源的日期,啟動時間(圖 21) 和關閉時間則分別為設定電源開啟和關閉的按鈕,設定完後按下 set 鍵設定好的開始和關閉時間便會出現在螢幕上(圖 22)。

排程日期可切換要查看的日期,當輸入的兩個時段有重複到時,系統會自動將兩個時段合併為一個時段,當時間到達排程所設定的時間時,電源便會自動開啟,排程結束後電源會自動關閉。

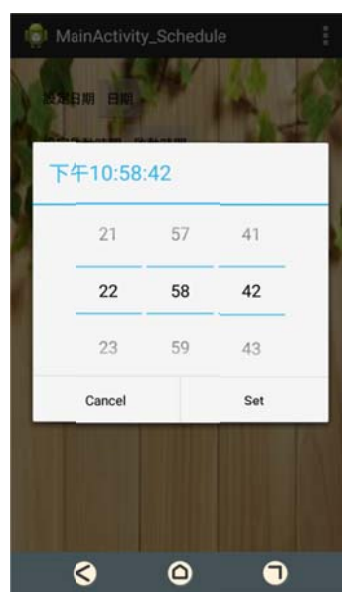


圖 21 設定啟動時間



圖 22 顯示畫面

#### 四、結論

如開頭所說的，此專題是為了要將既有學長們的專題更加豐富且深入而設計的，因此為了達成目的我們新增了幾個功能作為範例，但還是需要遵守著系統一開始訂定的原則，便宜且容易操作，但我們開始實作後卻發現有些功能若是使用市面上現成的產品會有價格過高的問題，如人臉辨識的部分大多為各公司握在手中的機密，幸好學校有開數位影像處理的課程，在結合一些上網查到的資料後便可以自行實作出一個人臉辨識的系統，雖然讀取速度和準度都較差卻完全沒有價格的問題，瓦斯爐開關和電量偵測也使用了這類的想法，與其花大錢買市面上生產的東西不如自己實作一個或許功能略遜價格卻極低的元件出來，且配合著樹莓派的特性，使用者可以依據需求自行新增或縮減上面的功能，使這個系統更加人性化。

#### 五、參考文獻

- [1]: <https://zh.wikipedia.org/wiki/树莓派>
- [2]: <https://zh.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- [3]: <https://zh.wikipedia.org/wiki/步進馬達>
- [4]: <https://zh.wikipedia.org/wiki/Java>
- [5]: <https://zh.wikipedia.org/wiki/Python>
- [6]: <https://zh.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>
- [7]: [https://zh.wikipedia.org/wiki/Motion\\_JPEG](https://zh.wikipedia.org/wiki/Motion_JPEG)
- [8]: <https://zh.wikipedia.org/wiki/MySQL>
- [9]: <https://zh.wikipedia.org/wiki/射頻识别>
- [10]: <https://zh.wikipedia.org/wiki/OpenCV>