

Camtrol－基於物品辨識的智慧家庭系統

A Smart Home System Based on Object Recognition Technology

專題組員:陳彥霖、陳君豪、張均豪

專題編號:PRJ-NTPUCSIE-103-001

執行期間:2015 年 07 月 至 2015 年 06 月

1. 摘要

智慧家庭是現今非常熱門的一種應用。透過智慧家庭系統，使用者可以輕易的對家中的電器產品進行控制。提高居家生活品質，使各家電更加人性化。

本系統結合了物品辨識以及智慧家庭，透過物品辨識辨認家電，再利用 Android App 對裝有嵌入式系統的家電進行控制，改善智慧家庭設定的繁複過程，提升智慧家庭系統設定時之使用者體驗。使系統操作更加的直覺。

關鍵詞:智慧家庭、物品辨識、Wi-Fi、Android

2. 簡介

現今的家中電器許多都可是以紅外線的遙控器進行操控。因此家中通常會有各式的遙控器，也為家中收納帶來了麻煩，尤其是不常使用的家電遙控器更是如此。因此，若能夠將這些遙控器整合在同一地方，便可以在控制任何家電時，都只需要使用相同的遙控器。除了可以讓使用上更為方便外，也可以省去電池的成本與收納的麻煩。

目前市面上已經有手機的 App 可以達成類似的功能，但是在進行控制前，往往會需要先進行一連串的設定。使用者可能會因繁複的設定過程，而放棄使用。因此我們藉由物品辨識的方式，透過拍照簡化對各家電進行設定，提升設定時的使用者體驗，使任何使用者都能夠輕鬆的進行設定，使設定不會成為使用者的困擾。

在研究方面，物聯網結合智慧家電是現在熱門的研究主題，例如利 ZigBee 傳輸資料且用手機端控制家電 [1][2]，或是加上 AR 和語音辨識讓操作更加便利[3]，然而這些系統無法同時滿足以下的條件，可擴充性、可通用、操作方便。因此我們希望能設計一個架構能夠滿足以上三個優點。

3. 專題進行方式

本節會對系統進行較詳細的說明。首先介紹整個系統的架構，再對各部分進行較仔細的說明。最後描述在專題製作中所遇到的困難。

3.1 系統概觀

註解 [I1]: 簡要介紹本專題之進行方式, 包括人員配置與職責、時程規劃、合作對象、主要困難與解決之道、系統分析與設計摘要、實作平台與技術上線與測試方式等。

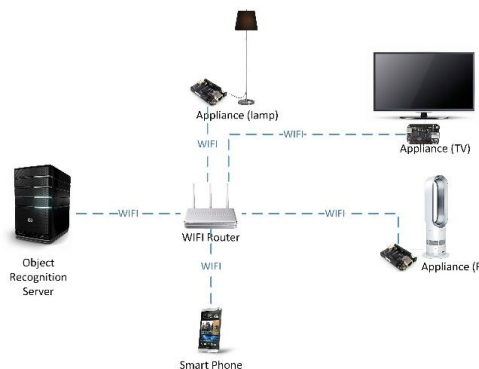


Figure 1 簡易系統架構圖

本系統主要分為三大部分，分別為手機 App、物品辨識系統、以及智慧家電三個部分，後面會有詳細的介紹。而功能主要分為設定及控制兩部分。

設定：設定時首先透過手機的相機拍照，並將拍到的照片上傳至物品辨識的 Server 進行辨識，辨識完後 Server 會將辨識的結果回傳到手機，手機便可藉由辨識的結篩選出網域內的家電裝置。當使用者選定好要控制的裝置後，手機便會產生該家電的控制選項並且儲存在手機端，以後便不需要再一次進設定便可以對該家電進行控制。

控制：以進行設定之家電物品，之後便可以直接透過手機進行控制，而不需要再進行設定的動作。

3.2 手機 App

手機 App 分為設定即控制兩個主要部分。其流程如下二圖所示：

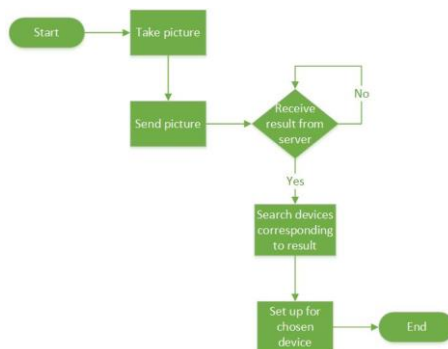


Figure 2 設定流程圖

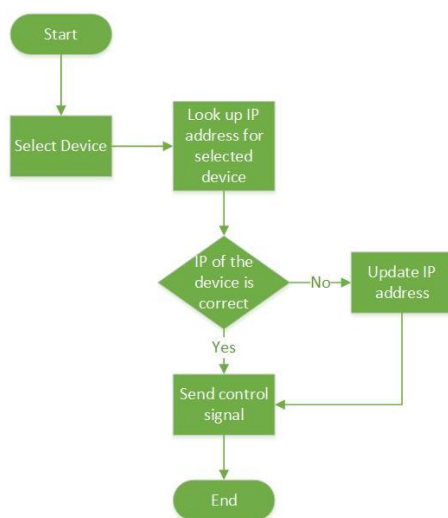


Figure 3 控制流程圖

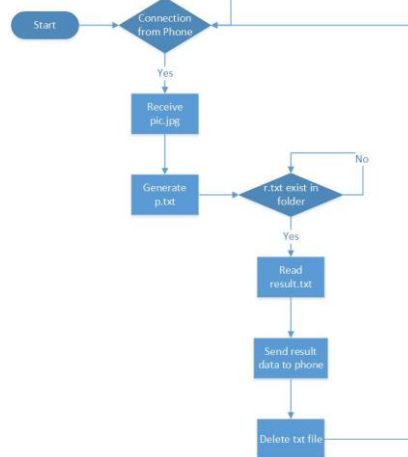
因為使用 DNS 伺服器，因此會有浮動 IP 問題，所以第一次儲存裝置時會將實體 IP 資訊紀錄下來，下一次要使用時使用實體 IP 搜尋和比對來更新浮動 IP。

3.3 物品辨識系統

物品辨識系統是使用由柏克萊大學 Berkeley Vision and Learning Center(BLVC)所開發的深度學習 Framework-Caffe 搭配 Regions with CNN features(R-CNN)[4]進行物品辨識。由於物品辨識需要搭配 MATLAB 使用，因此在物品辨識端的部分，分別

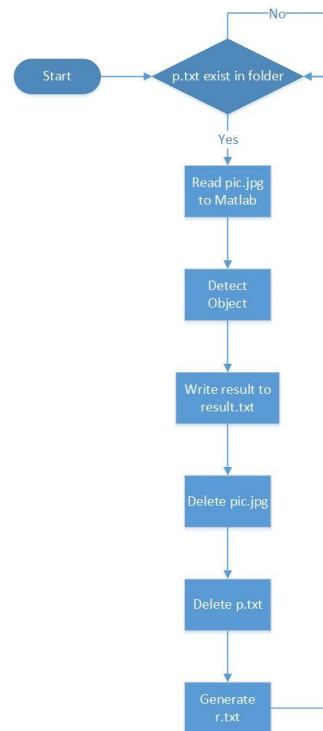
在 MATLAB 以及系統上使用了兩個程式執行不同的工作。

接收程式：接收程式為一 JAVA 程式，負責接收手機端的照片以及傳送辨識結果至手機端。流程如下圖所示：



在程式開始執行後，便會開始等待手機傳送圖片，當手機傳送圖片後，程式產生 p.txt 告知 MATLAB 讀取圖片。也是預防 MATLAB 在圖片還未傳送完成便開始進行讀取而產生錯誤。當 p.txt 產生後，程式便會改為等待 MATLAB 所產生的結果 result.txt 及 r.txt，最後程是會讀取 result.txt 中的內容傳送回手機端，並刪除兩個結果檔，回到等待手機的狀態。

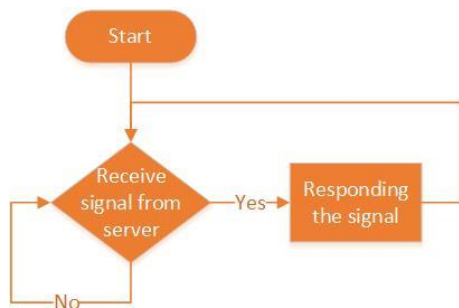
MATLAB 程式：MATLAB 程式負責物品辨識的工作。當 MATLAB 收到圖片後便會開始進行分析，再將結果寫成 txt。其流程如下圖所示：



當 MATLAB 執行後，便會開始等待 p.txt 的產生，當 p.txt 產生之後，MATLAB 便會將圖片讀入並且進行分析，分析後會將結果寫入 result.txt，當全部分析完畢後，MATLAB 會先刪除圖片及 p.txt，並且產生 r.txt，告知接收程式，預防接收程式在 result.txt 還沒寫入完成便進行讀取。MATLAB 產生 r.txt 後便會回到等待的狀態，等待下一張圖片。

3.4 智慧家電

智慧家電端的工作為接收由手機發出的控制訊號，並且做出相對應的動作。其流程如下圖所示：



硬體部分，我們選用 Beaglebone black 作為家電的嵌入式系統，搭配 Wi-Fi 使用。

3.5 控制訊號

控制訊號是由手機發送給家電，要求家電進行相對應動作時使用的訊號。其由 3 個英文字母以及 2 個數字組成。例如：FAN00，前 3 個英文字母用來防止若封包傳送過程中發生錯誤，導致錯誤的家電收到該訊號並作出動作時使用。一旦家電產品收到非該家電所使用的訊號時，家電便會忽略該訊號，繼續等待訊號。後 2 個數字為控制的訊號，每個家電所接收到訊號後所進行的動作並不完全相同，這部分每一種家電的訊號視家電而定。

3.6 遭遇困難

在專題製作的過程中，遭遇到的困難主要是物辨識問題。

物品辨識的速度在一開始非常緩慢，由於物辨識是利用 CNN 計算，計算量較為龐大，若只用 CPU 進行計算，運算的時間會非常久。最後我們利用 Caffe 設定了 GPU 加速，有效地提升了物品辨識的速度。在辨識率的部分，目前辨識率如下：

物品	辨識率
檯燈	9.1%
電扇	35.0%

電視	41.7%
----	-------

Table 1 物品及其辨識率

由表格可以發現目前的辨識率並不算高，但如果時間允許，增加 training 的圖片並重新訓練類神經網路，辨識率便可以再提升。

4. 主要成果與評估

本系統目前實做了 3 種家電，分別為檯燈、電風扇及電視。App 成果如下所示：



5. 結語與展望

本系統在設定部分成功的改善了使用者體驗，利用較為直覺的拍照取代較為繁複的手動設定，解決一般智慧家庭設定過程繁複的問題。

系統速度的部分，因為目前使用的物品辨識 Server 端為一般的筆記型電腦，因此 Nvidia CUDA 的 GPU 加速

註解 [I2]: 簡要介紹本專題研製成果，包括完成之系統規模、測試上線情形與其它具體成效說明。簡要評估本專題之研製過程，包括預期與實際成效之差距、未來可能之擴展方向、學生學習心得、與其他客觀之評估等

部分較為緩慢，若將來取得更好的硬體改善 Server，例如 Nvidia 加速器，或是利用雲端的 GPU Cluster 便可以大幅改善便是速度較為緩慢的問題。

在系統改進的部分，目前我們初步的成果為控制家電，若是將來能夠導入更多智會家庭的功能及特點，如家電的連動，本系統的使用方式便可以更加多元。

6. 銘謝

首先感謝指導老師這一年來的指導，從我們開始選題目時，老師便鼓勵我們自由得發揮，也才因此可以發想出這麼有趣的應用。老師也時常在我們遇到問題時給我們建議及鼓勵，我們才可以完成這麼有趣且實用的系統。也謝謝其他在專題製作中曾經協助過我們的人，讓我們可以順利的完成這次的專題製作。

7. 參考文獻

- [1] B. Ghazal, M. Kherfan, K. Chahine, K. Elkhatab "Multi Control Chandelier Operations Using XBee for Home Automation," 2015 IEEE.
- [2] L. Yongen, W. Shiming "The Design of Smart Home Control System," 2014 IEEE.
- [3] T. Leroy Zi Wei, A. Kian Sin, A. Mohamad, Y. Maricar Bin Mohamed, T. Chee Keong, A. Muhammad Danial Bin Mohamed, L. Joo Ghee, K. Phyoe "Augmented Reality Control Home (ARCH) for Disabled and Elderlies," 2014 IEEE.
- Kyaw, F. Fachmin

- [4] R. Girshick, J. Donahue, T. Darrell and J. Malik, " Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation, " UC Berkeley, 2014.

