

高彈性智慧物聯網系統

易昶霈/戴育琪/林昀佑/邱靖云/李妍瑄/王鈺婷

國立彰化師範大學資訊工程學系

500 彰化市進德路一號

Email: scyi@cc.ncue.edu.tw

摘要：

我們將所要闡述的內容分為下面幾個部分。首先是簡介，對我們的專題高彈性智慧物聯網系統做一個簡要的概述，簡介之下還細分為我們專題的動機目的以及專題的特色。本專題旨在解決現代社會中存在的一個普遍問題，即老舊裝置無法輕鬆融入智慧物聯網系統，因難以整合，且需要購買專門支援的產品。我們的目標是開發一個高度可配置和易於使用的智慧物聯網系統，使任何人都能將其應用於現有裝置，無需購買專門的智慧家電，提供更靈活且經濟實惠的智慧家居解決方案。之後在第四章中，展現了我們的研究成果，我們用一些圖表的方式來輔助說明，最後兩章則是我們關於這個專題的結論以及相關的參考文獻。

關鍵詞：物聯網、MQTT、系統整合、管理系統

Abstract

This project aims to address a common issue in modern society, where outdated devices struggle to seamlessly integrate into smart IoT systems due to integration challenges and the necessity to purchase specialized supporting products. Our goal is to develop a highly configurable and user-friendly smart IoT system that enables anyone to apply it to existing devices without the need to acquire dedicated smart appliances. This initiative aims to provide a more flexible and cost-effective smart home solution, eliminating the need for consumers to invest in specific products designed solely for smart home integration. By creating an easily adaptable system to various devices, we seek to bridge the gap between traditional appliances and the ever-evolving landscape of the Internet of Things. This innovation not only facilitates a smoother transition to a smart home environment but also contributes to a more accessible and inclusive adoption of IoT technologies in everyday life. Through enhancing the compatibility of existing devices, our solution aims to empower users to transform their homes into smart and connected spaces without the burden of additional expenses or the limitations imposed by proprietary systems.

一、簡介

(一)專題動機

由於我們身處於物聯網急速發展，卻還有大量較為老舊，只能利用紅外線操作，甚至只能使用物理開關的老舊裝置，若要將其作系統化管理，就必須以高昂的價格去設計線路，甚至購買專門支援的產品，並且舊時代的房屋更新較為複雜，改造有一定的難度。雖然網路上有許許多多的搜尋系統，譬如 Amazon、google 等等的智慧物聯網系統。但是對於智慧物聯網系統的整體環境來說，沒有一個可以使用最常見硬體零件的整合式資源，並提供一般使用者簡易的操作環境，必須去購買該公司的系統。也因此，我們希望能夠做出一個人人都能使用，不須購買專門智慧家電的高彈性智慧物聯網系統。

(二)專題目的

本專題的主要目的是設計和開發一個智慧物聯網系統，旨在為老舊裝置提供簡便的整合方式，無需昂貴的硬體更改或專門支援的產品。具體目標包括：

- (1) 創建一個易於使用的軟體平台，允許使用者將其現有的老舊裝置整合到智慧物聯網生態系統中，使用簡單的界面控制它們。
- (2) 使用多種通信協議搭配，包括 Wi-Fi、藍牙、MQTT 等，並適配多種紅外線註冊以用於各式老舊裝置。
- (3) 開發一個開放的硬體標準，允許裝置製造商輕鬆將其設備與我們的系統集成，促進更廣泛的應用。

透過實現這些目標，我們希望為人們提供一個更簡單、更具成本效益的方式，將他們的老舊裝置轉化為智慧物聯網系統的一部分，從而實現更智慧、更便捷的家居體驗。

(三)專題特色

由於需要具有高自由度的檔案系統，所以我們以 micropython 為硬體開發框架，並且利用自己製作的檔案系統來儲存各種機器訊息，同時利用 MQTT 通訊協議配合 json 格式發送及訂閱消息。

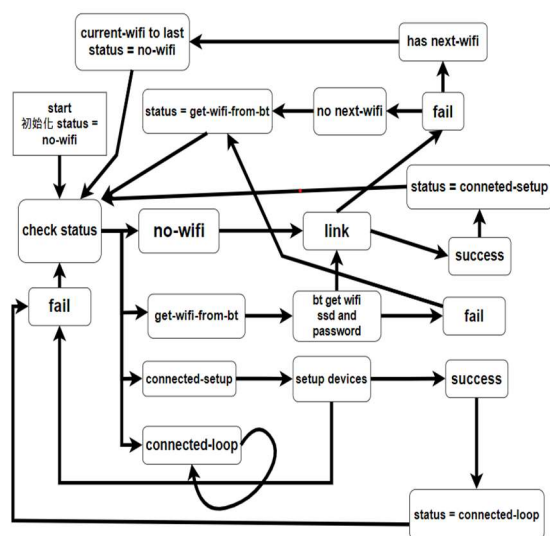
為了讓各個使用者可以隨時在自己的行動裝置上管理各項硬體設備，我們以 flutter 為框架開發了應

用程式，並以 Firebase 資料庫統合使用者、房間、各家電資訊，讓使用者們可以隨時遠端控制任何家電。為了讓各個使用者有一個線上服務系統可以方便管理各項硬體設備，我們架設了一個以 Laravel 與 Vue 框架的管理系統，負責接收硬體端所發送的資料，也可以修改硬體端的狀態。另外這個系統有用到資料庫 (database) 來儲存使用者資料、房間資料與各家電狀態資料，做到即使使用者不在家中也能遠端控制房間內任何家電。

二、研究方法

(一)系統架構圖

(1) 硬體



圖一、硬體架構圖

硬體部分的架構，我們是以狀態機為主構成整體的運行，主要分為四大狀態，分別為

1. 未連線狀態

當處於未連線狀態時，開始從資料庫獲取網路帳號與密碼(存於裝置資料庫)，並照順序連線。若連線成功，則跳至已連線後初始化狀態，連線失敗則用下一組帳號密碼連線，直到沒有帳號密碼時，則跳至藍芽獲取網路連線資料狀態。

2. 藍芽獲取網路連線資料狀態

開啟藍芽模式，並等待 App 連線，當收到連線請求時，確認 App 端 ID 是否相同或是未設定，若符合則開啟接收相關 ID、網路帳號，並寫入資料庫，再跳至為連線狀態。

3. 已連線後初始化狀態

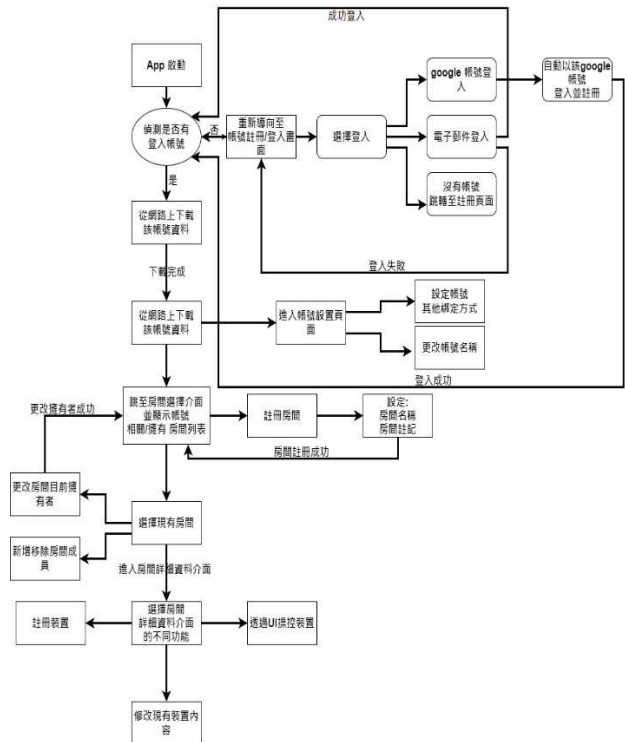
初始化所有需要網路連線功能的部分，還有其他相

關的硬體初始化，成功後則跳至運行迴圈狀態

4. 運行迴圈狀態

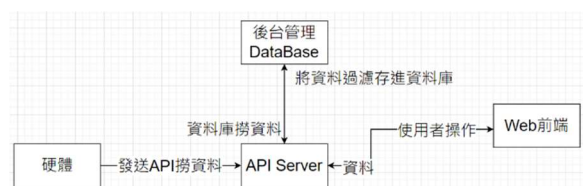
若出現錯誤則跳回未連線狀態，初始狀態設定為未連線。

(2) APP

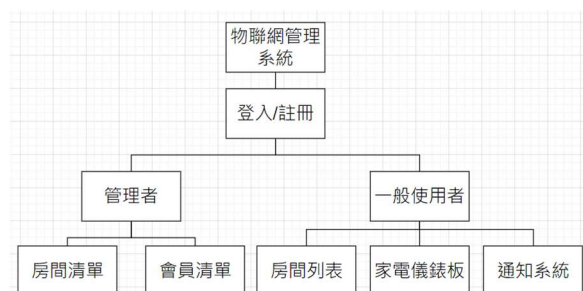


圖二、APP 系統架構圖

(3)網頁



圖三、硬體串接網頁架構圖



圖四、網頁系統架構圖

(二)技術難題

(1) 硬體

1. 組織架構時，物件之間的關係無法直接對接，例如房間與擁有者在相互尋找關聯資料時，如何利用整體資料架構的設計，使時間複雜度降低，達到效能最大化，因此架構需要隨著功能的增加而改變。

2. 為 APP 增添藍芽功能時，引用 flutter_blue_plus 模組，其僅支援低功率藍芽，而一般藍芽無法被偵測到。

(2) 網頁

1. 利用 frp 打穿內網，讓外網能直接連接伺服器

2. 接硬體時，資料對接、網路連接

3. 前後端設計簡約，讓使用者方便清楚，嘗試讓使用者可以多方向使用

三、研究成果

(一)開發環境

(1) 硬體

硬體部分: esp32 NodeMCU 32-s

使用語言: python

整合開發環境: Thonny、Vscode(Pymakr)

資料庫管理工具: 自製 File System Library

溝通協定: MQTT

韌體框架: esp32 OTA v 1.21.0

(2) APP

使用語言: dart(flutter 架構)

整合開發環境: Android Studio、Vscode

資料庫管理工具: flutter firebase api

資料庫系統: Firebase

伺服器管理工具: Firebase

(3) 網頁

使用語言: Vue、Laravel、PHP

整合開發環境: Docker

資料庫系統: MySQL

伺服器管理工具: dnmp

溝通協定: HTTP API server

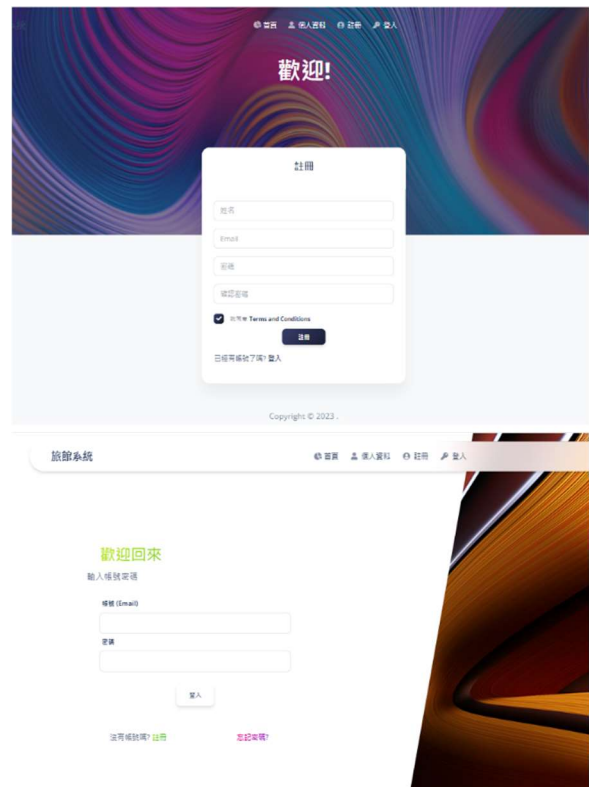
運用技術: FRP、Docker

(二)系統介面

使用者介面主要參考人因介面設計，以及小組成員齊力美化。

(1) 網頁介面

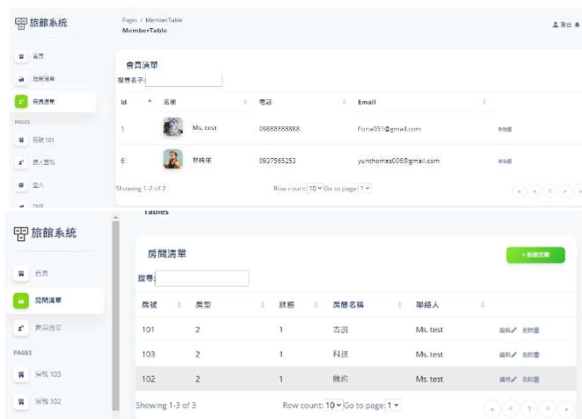
當使用者註冊完畢並登入後可選擇房間進入並操控開關。



▲上圖為註冊下圖為登錄



▲上圖為選擇房間下圖是控制房間家電
使用者也可管理房間與會員提供修改刪除與編輯。

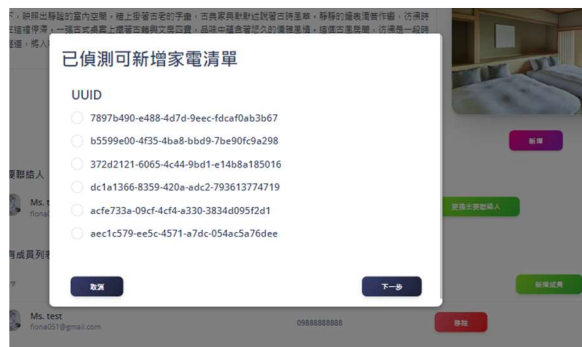


▲上圖為房間清單下圖為成員清單

建立房間需至少新增房號、房型人數和名稱即可建立，建立完後可以開始新增偵測到的物件，透過選擇 UUID 以及選擇對應的 control_cmd 來做對應，已新增的元件會顯示在清單供修改刪除。



▲上圖為房間建立下圖為編輯房間的畫面



▲圖為選擇 UUID

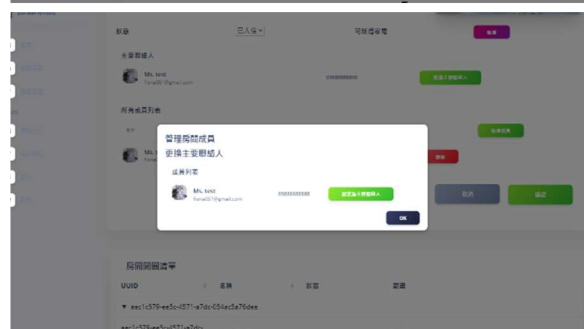
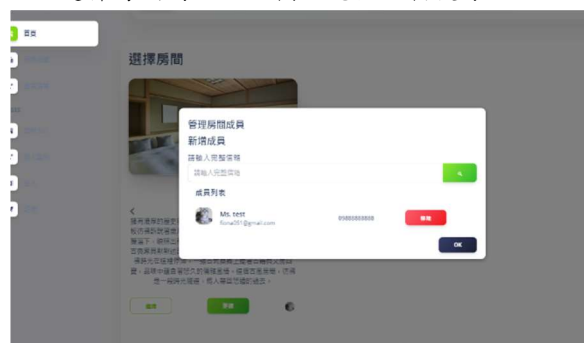


▲圖為設定開關



▲圖為房間已建立的元件清單

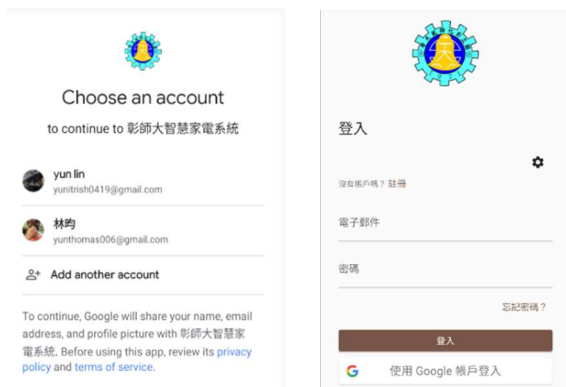
此外可設定房間聯絡人為房間管理者以及加入其他使用者一同操控房間。可從編輯房間時加入，也可從選擇房間時加入，輸入完整信箱搜尋。



▲上圖為新增成員建立下圖為設定主要聯絡人

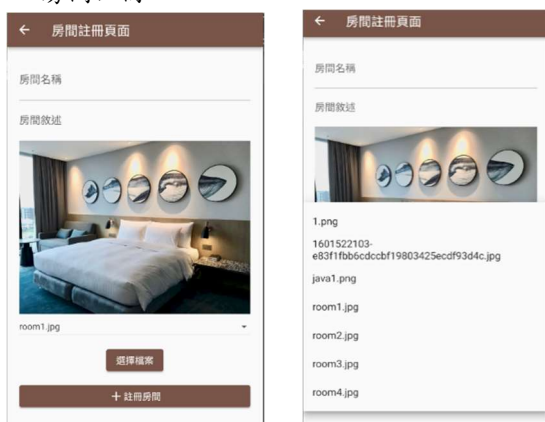
(2) APP 介面

1. 帳號



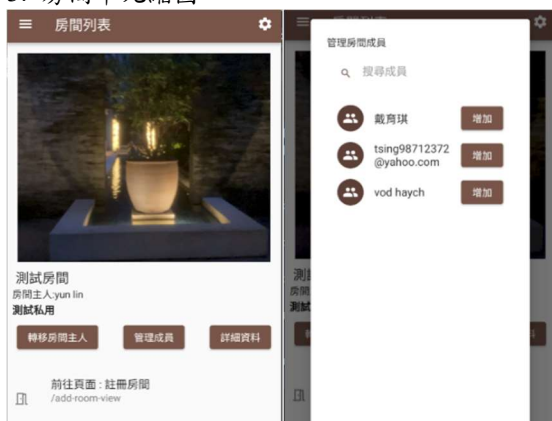
▲右圖為帳號註冊的頁面，可以分別用 Google 直接登入(左圖)。或以電子郵件註冊並登入，並且提供忘記密碼的郵件恢復功能，以及 google 及電子郵件帳號合併功能。

2. 房間註冊

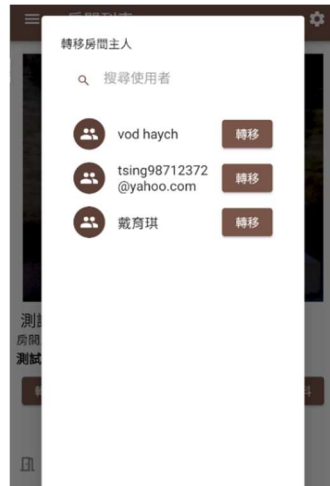


▲左圖為房間註冊的頁面，可以自行設定房間名稱及敘述。並且可以自行上傳該房間圖片，並自行選擇(如右圖所示)，所有設定都填好後即可按下註冊房間按鈕，完成註冊。

3. 房間單元縮圖



▲左圖為房間預覽的頁面，會根據房間的數量做動態顯示，可以上下滑動以選擇房間，另外有管理房間成員與轉移主人兩個功能，可以新增成員以使其能裡用 APP 進入房間操控畫面，但是只有擁有者可以做成員管理(右圖)

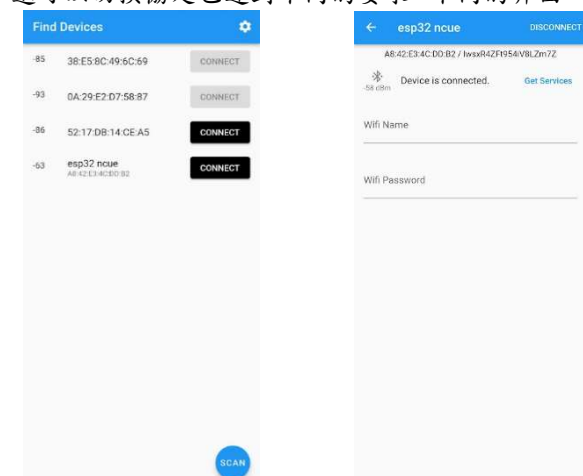


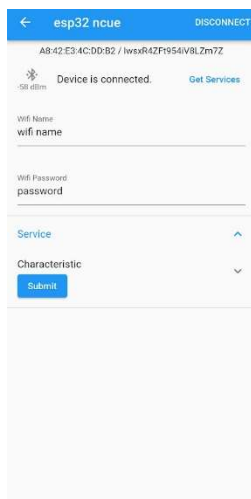
▲以及擁有者轉移，剩下的詳細資料按鈕則是可以註冊/操縱裝置及其相關資料。

4. 房間詳細內容



▲左圖為房間詳細內容頁面，顯示房間 id、名稱，並根據裝置的數量做動態顯示，裝置有生物鎖/開放兩種選項，還有遙控器、開關、調控、感應器幾種不同種類型。右圖為冷氣的遙控介面，由控介面還可以切換協定已達到不同的要求、不同的介面。





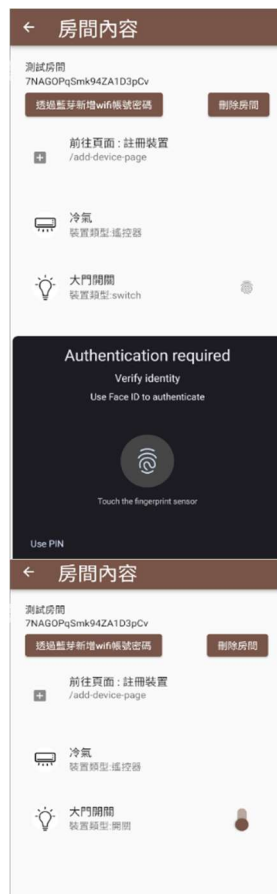
▲為了達到房間初始化，我們可以透過藍芽按鈕進入並搜尋裝置介面(左上圖)，找到裝置後按下連接按鈕就可以進入相關介面，便可以進裝置相關的網路初始化連接設定(右上圖)，如 wifi 帳號密碼、房間 ID 等等。等書如完相關資料後，按下 get service 並提交資料即可。

5. 註冊裝置



▲在房間詳細資料頁面中，你可以為房間註冊裝置，可以設定裝置類型、圖像、生物鎖、裝置名稱，若選擇的是紅外線遙控器，則還有相關的 UI 類型可供選擇，按下註冊裝置並完成藍芽註冊後，即可正常使用。

6. 生物驗證



▲在對於有生物驗證的裝置，可以防止重要裝置被盜用，通過生物驗證後即可正常使用該裝置。

四、結論

此系統允許使用者輕鬆將現有的老舊裝置整合進智能家居生態系統中，無需昂貴的硬體改造或專門支援的產品。不僅在技術上具有挑戰性，也為現代家居帶來了全新的可能性。透過提供一個易於操作的軟件平台，我們為用戶提供了更靈活、更經濟實惠的智慧家居解決方案。這不僅為老舊裝置注入了新的價值，也為整個智慧物聯網領域開啟了更廣闊的應用前景。

在此次研究中，我們的設計理念旨在高系統自由度並提高系統穩定性，同時為用戶提供隨時遠端控制家居裝置的方便性。透過持續的技術革新和使用者體驗的不斷優化，我們對於智慧家居系統的發展做出了有益的貢獻。

這個專案的成功成果代表著對於未來智能家居發展的重要一步，同時也提供了開發者和製造商一個開放的硬體標準，促進更廣泛的應用和整合。我們期待這個系統能夠在未來的家居智能化領域中發揮更大的作用，為用戶帶來更智慧、更便捷的生活體驗。