

非接觸式體溫量測系統

呂明峯¹、何宗穎¹、賴國銘²、蔡汶橙²

¹明新科技大學電子工程系碩士班、²機械工程系精密機電碩士班

30401 新竹縣新豐鄉新興路 1 號 明新科技大學

摘要

在疫情緊繃的時刻，急需建構人員管制的系統，掌握人員防疫配合的情況。但是防疫物資欠缺，或者成本太高，或者系統架構不易，會讓防疫工作出現破口，嚴重影響人民的健康。

本文執行「非接觸式體溫量測系統」之專案，藉由長茂公司的CmorePaas平台建構防疫機器人App，運用簡易開關機器人搭配醫療級額溫槍，利用二維條碼、RFID讀取，來做人員的識別、體溫的量測等防疫工作。結合長茂公司、嘉南藥理大學與明新科技大學多位人員的研究專長，共同致力於研發適用於疫情緊繃的時期，運用現有的防疫設備，架構防疫系統。本計畫優勢為：1.低成本：使用開放源碼的資源來開發系統。使用自由軟體，可以使應用軟體的成本趨近於零。開源硬體以及簡易的機構，讓防疫機器人可快速搭建。2.跨平台：所用的自由軟體，均為跨平台的函式庫，可以輕易地移植到如 Linux、Windows...等作業系統平台上，可做不同的整合應用。

關鍵字：非接觸式體溫量測、物聯網、手指機器人。

Non-contact body temperature measurement system

Ming-Feng Lu¹、Zong-Ying Ho¹、Kuo-Ming Lai²、Wen-Cheng Tsai²

¹Electronic Engineering Department、²Institute of Precision Mechatronics Engineering

Abstract

At the tense epidemic moment, it is urgent to build a personnel control system and grasp

¹ 通訊作者：呂明峯 教授 地址：新竹縣新豐鄉新興路 1 號 Tel：(03)5593142 轉 2383

E-mail:mflu@must.edu.tw

the situation of personnel epidemic prevention cooperation. However, lack of epidemic prevention materials, high cost, or complex system architecture, that will cause breakdown in the epidemic prevention work and seriously affect health of people.

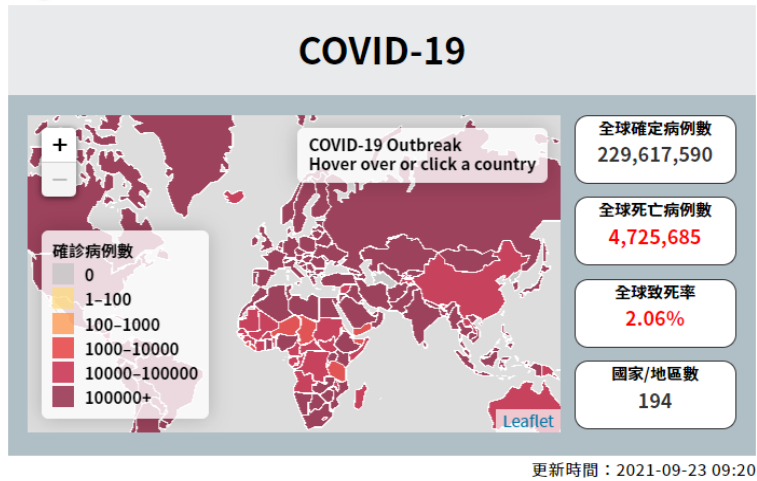
In this research we implemented the project of "Non-contact body temperature measurement system". By using the CmorePaas platform of EVERMORE TECHNOLOGY, the epidemic prevention App was built, which uses simple switch robot with medical grade forehead temperature gun, QR code, RFID reading, to do personnel identification, body temperature measurement and other epidemic prevention work. Combining the research expertise of EVERMORE TECHNOLOGY, Chia Nan University of Pharmacy and Science and Minghsin University of Science and Technology, we jointly committed to the research and development of suitable system for the tense epidemic period.

The benefits of this system are: 1. Low cost: using open source resources to develop the system. Using free software can make the cost of application software closer to zero. Open source hardware and simple construction allow epidemic prevention robots to be built quickly. 2. Cross-platform: the free software used is a cross-platform library, which can be easily ported to such as Linux, Windows... and other operating system platforms.

Keywords: Non-contact body temperature measurement system, Internet of Things, Finger robot.

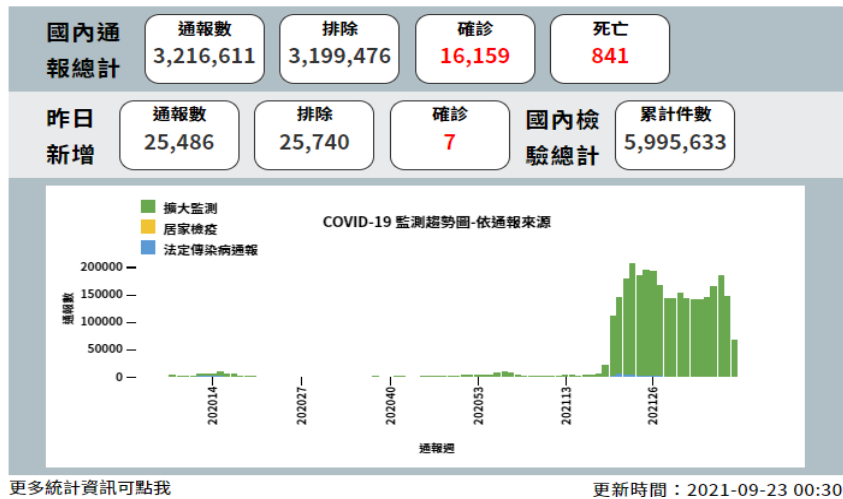
一、前言

新型冠狀病毒肺炎(Coronavirus Disease-2019, COVID-19)，自 2019 年 12 月開始於中國湖北省武漢市散布，快速傳染至中國各省分，進而導致周邊國家甚至全世界的國家/地區受到影響，拉起全球防疫警報，全球確診案例如圖 1 [1]。台灣緊鄰中國大陸且國際交流頻繁，社會互動、人員往來頻繁，疫情爆發後，第一起境外移入個案於 2020 年 1 月 21 日確診，另於 1 月 28 日確診第 1 例本土個案，截至 2021 年 9 月 23 日，台灣確診病例 16,159 人，死亡人數更達到 817 人，台灣確診案例如圖 2 [1]。



更新時間：2021-09-23 09:20

圖 1、COVID-19 全球確診案例[1]



更多統計資訊可點我

更新時間：2021-09-23 00:30

圖 2、COVID-19 台灣確診案例[1]

因應新型冠狀病毒肺炎疫情，行政院 109 年 2 月 20 日核定「製造業紓困及振興輔導措施」[2]及總統 109 年 2 月 25 日核定公布之「嚴重特殊傳染性肺炎防治及紓困振興特別條例」第 9 條規定[3]，針對受影響而發生營運困難產業，提供紓困、補貼及振興輔導措施。藉由產業紓困補助，深耕在地研發、投入防疫科技，以加速產業升級轉型，建立韌性產業，以快速適應目前與未來新型傳染病所造成之產業衝擊，依據「經濟部受嚴重特殊傳染性肺炎影響產業及事業紓困振興辦法」[4]，以補助方式推動「研發固本專案計畫」。

長茂公司與亞旭公司合作聯合提出計畫申請，並獲得通過。長茂公司主要業務為 APP 平台環境的開發，不僅其終端能橫跨電視、手機、平板、筆電、桌機等裝置，其縱向更投入於後端主機的軟體環境、各式應用頻道的技術整合（例如 IFTTT、LINE 群組訂閱、

視頻技術等)。此外，長茂公司多年來更具備了整合各式硬體及 IoT 裝置的豐富經驗 (例如家用保全、農漁業相關 IoT 裝置等)，此有助於快速地與各式的硬體及 IoT 裝置進行整合，達到市場實用的目的。

長茂公司特以本計畫委託明新科技大學執行「非接觸式體溫量測系統」之研究，本計畫希望藉由長茂公司的 CmorePaas 平台建構防疫機器人 App，運用簡易開關機器人搭配額溫槍，利用人工智慧臉部影像讀取、二維條碼、RFID 讀取，來做人員的識別、體溫的量測等防疫工作。

1.1 文獻回顧

不少研究論文介紹了有關於物聯網 (IoT) 的應用[5]，其多樣性的應用舉例有：智能家居、醫療保健和環境監控等；物聯網 (IoT) 在當今的社會中扮演著不可或缺的角色。儘管如此，為開發具有成本效益的智能狀態監測、保護和控制技術仍然是一項具有挑戰性的任務。因本文研究方向與物聯網中的醫療保健相關，並搜索與探討其物聯網中醫療保健的相關論文。

由於 Covid-19 是一種傳染性極強的傳染病，其傳染方式包含接觸式感染，會因接觸某樣物品或人而導致染疫，因此有必要實施一個幾乎沒有接觸的量測系統。而在研究有關於體溫量測的物聯系統論文中[6-9]，使用了 MLX90614 和 LM35 的溫度傳感器設計出具有非接觸式體溫量測系統，雖然這設計擁有非接觸式的優點，但是並沒有經過一些醫療器材相關的專業認證。如台灣醫療器材分級分類，依醫療器材管理辦法第二條，醫療器材依據風險程度分為第一等級(低風險性)第二等級(中風險性)和第三等級(高風險性)，臨床電子體溫計被排列在第二等級(中風險性)[10]，而第二等級是必須經過技術檢驗報告和臨床試驗報告等等專業的醫療級認證，如表 1 [11]。未經過醫療級認證可能產生的疑慮有量測溫度時有誤差的情形或其他因素影響而失去量測時的精準，導致判斷錯誤而提高傳染的風險。

表 1、申請第一至第三等級醫療器材查驗登記時所需之文件[11]

類別	第一等級醫療器材	第二等級醫療器材	第三等級醫療器材
內容	書面申請: 登記申請既切結書(A) 藥商許可執照影本(B) 網路申請: 工商憑證 可免繳納(A)&(B)	製售證明及授權書 技術文件及檢驗報告 臨床試驗報告	製售證明及授權書 技術文件及檢驗報告 臨床試驗報告
補充說明	—	已有類似品核准上市者，免附。 外銷者，免附。	應提供2份

在疫情緊繃的時刻，為了儘快製造出防疫系統，保持非接觸的優點又能確保量測的體溫數據能夠成為正確的參考數據，本文章採用市面上通過醫療級的額溫槍，設計出能夠利用現有的醫療級額溫槍進行自動化量測的物聯網系統。

1.2 研究目的

在疫情緊繃的時刻，急需建構人員管制的系統，掌握人員防疫配合的情況，例如有無戴口罩或體溫讀值，情資需要彙整通報。但是防疫物資欠缺，或者成本太高，或者系統架構不易，會讓防疫工作出現破口，嚴重影響人民的健康。

由於新冠疫情，按政府規定在人潮匯集處如學校、機關、公共場所之入口都需作人體體溫之測量，而目前除少數經費寬裕容許的單位如機場、車站可以採用非接觸式紅外線體溫測量系統之外，其他多數學校/機關都採用人工額溫測量，而這種人工量測有如下缺點：

- (1) 人工額溫測量時，檢測者與被測者距離太近，無法保證法定之1~1.5m距離，容易有感染風險。
- (2) 測量時間太長，有時會造成被測者大排長龍。
- (3) 在許多學校/機關入口處，測量體溫的同時還需於紙本表單填寫個人資料，這樣若有疫情，容易有紙筆接觸而形成疫情擴散。
- (4) 測量的體溫數據大多無法和被測者之ID及各式數據有效整合，所以無法用於後續體溫測量資訊系統之大數據分析。

本研究「非接觸式體溫量測系統」藉由長茂公司的CmorePaas平台建構防疫機器人App，運用簡易開關機器人搭配醫療級額溫槍，利用二維條碼、RFID讀取，來做人員的識別、體溫的量測等防疫工作。致力於研發適用於疫情緊縮的時期，運用現有的防疫設備，架構防疫系統。本計畫優勢為：1.低成本：使用開放源碼的資源來開發系統。使用自由軟體(如OpenCV)，可以使應用軟體的成本趨近於零。開源硬體(如Raspberry Pi)以及簡易的機構，讓防疫機器人可快速搭建。2.跨平台：所用的自由軟體，均為跨平台的函式庫，可以輕易地移植到如Linux、Windows...等作業系統平台上，可做不同的整合應用。

2. 產品設計架構

本計畫結合長茂公司、嘉南藥理大學的黃煒盛博士與本校的機械工程系和電子工程系多位人員的研究專長，共同致力於研發適用於疫情緊縮時期的防疫系統。後端的系統、雲端資料庫與AI人臉辨識由長茂公司與嘉南藥理大學設計，本校負責設計使用者在前端量測體溫的環境系統，由校內機械工程系賴國銘老師指導學生設計本計畫的機構，和本實驗室負責設計的前端物聯系統結合，共同整合完成的成果。研發設計架構如圖3所示，分為3個步驟：

Step 1 系統的人員資訊輸入有3種方式：

1. 原有RFID識別證者，直接以RFID讀取器獲得人員的資訊。
2. 採用本系統建置的影像辨識功能，以人臉作為人員資訊的輸入。
3. 對於臨時人員，則產生條碼或二維碼之識別證，影像讀取器讀取條碼或二維碼，自動解譯人員資訊。

Step 2 透過手指機器人(Finger Robot)自動量測體溫。

Step 3 將人員資訊以及量測的體溫上傳至資料庫，並透過CmorePaas傳送至App，讓管理人員開啟防疫登錄資料庫，即時掌握系統的狀況。

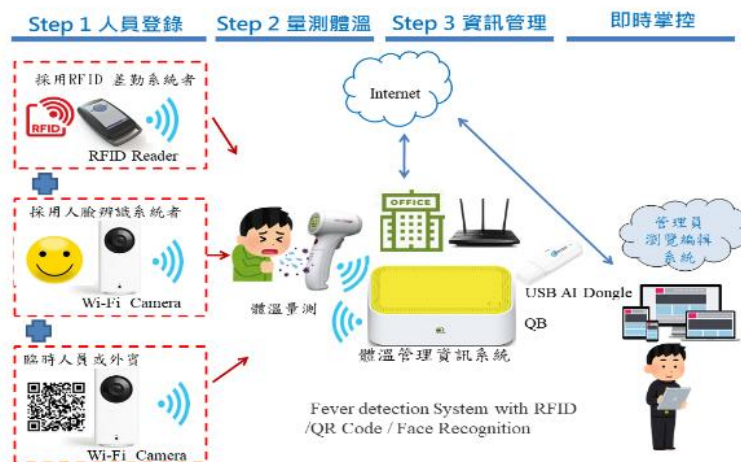


圖 3、研發架構圖

2.1 系統硬體配置

本研究的系統硬體配置所需有微步進馬達、馬達驅動器(DRV8834)、微控制器MCU(Node-ESP32)、藍芽額溫槍(FORA-IR21)以及系統整體的機構。

2.2 微型步進馬達

系統的需求選用的微型步進馬達體積要夠小，供電為 DC 5V，2 相 4 線式的無刷馬達，符合需求的有馳海電機之 CHS-GM1024-10BY 微型馬達。

2.3 馬達驅動器

馬達驅動器可使用 TI 的 DRV8829 或 DRV8834 馬達驅動器，DRV8829 可提供 5A 的驅動電流，有點 over design，所以採用 DRV8834，可提供 3A 的驅動電流。

2.4 微控制器

主控制器採用樂鑫系統(Espressif Systems)的 ESP32，係因集成了傳統藍牙、低功耗藍牙和 Wi-Fi，具有廣泛的用途，ESP32 的設計類似於 Arduino 硬件輸入輸出 (IO)。

在研究論文中分析[12]，市場上有各種微控制器單元，廣泛用於嵌入式系統 (Embedded System) 的設計和開發，Arduino 是用於原型設計嵌入式系統最廣泛使用的低成本開源板之一。雖然市面上最為普遍常見為 Arduino，周邊產品的感測器眾多，也易於取得，但 Arduino 與 ESP32 比較，本身缺少網路與藍芽元件等等其他的通訊界面，導致須另外增加和設計通訊硬體與周邊的電路。如圖 4 Arduino 模擬感測器的數值放入雲端的示意圖[13]，Arduino 需準備串行數據與 HC-06 或 nRF8001 BLE 通信和傳輸。

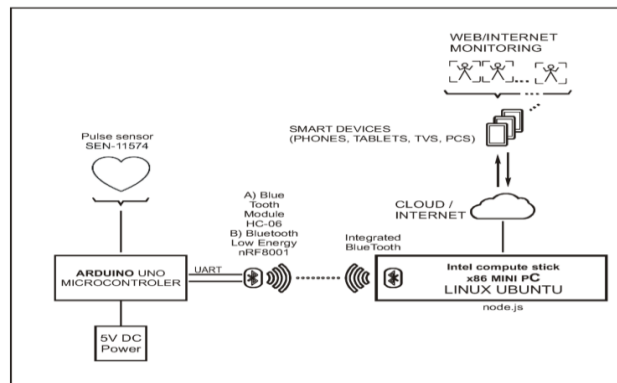


圖 4、利用 Arduino 模擬感測器的數值放入雲端的示意圖[13]

而 ESP32 可以通過兩種主要方式與外界進行通信：有線通信和無線通信。無線通信基於：Wi-Fi 和藍牙。ESP32 包含完整的 802.11 b/g/n/e/i WLAN MAC 和 Wi-Fi Direct 規範，還支持符合最新 Wi-Fi P2P 協議的 P2P 群組操作，因此 ESP32 可以作為一個站點，因此它可以作為一個站點運行並連接到互聯網或服務器和接入點，以便為運行移動應用程序的智能手機提供用戶界面。關於藍牙提供標準的 v4.2 BR/EDR 和低功耗藍牙 (BLE)，並且能夠以高達 4 Mbps 的速度運行。[12]。

茲因本身集成了藍牙和 Wi-Fi，所以無需增加任何通訊硬體與周邊電路，如圖 5 利用 ESP32 模擬感測器放入雲端的示意圖[13]，在設計產品上，減少許多的使用空間。

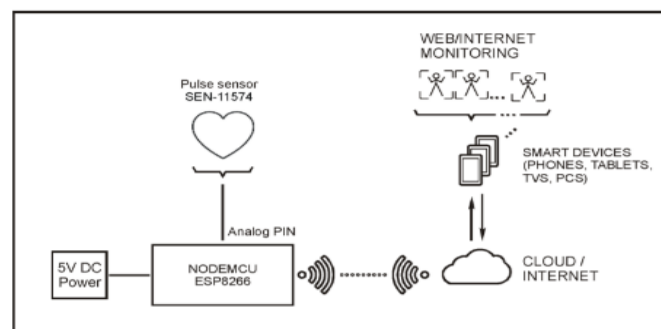


圖 5、利用 ESP32 模擬感測器放入雲端的示意圖[13]

ESP32 支持與 Arduino 板相同的有線通信協議 (ISP、UART 和 I²C)。但是，ESP32 板提供了額外的選項，例如控制區域網絡總線 (CAN) 和 I²S 串行接口。為 ESP32 開發板提供額外優勢的另一個特性是它已經包含不同的傳感器：溫度傳感器、觸摸傳感器和霍爾傳感器。

2.5 藍芽額溫槍

台灣福爾 FORA 的紅外額溫槍 IR21，有衛生署醫療儀器製造字號，規格如所附的使用說明。其額溫量測範圍為 23~44°C、耳溫量測範圍為 32~43°C，符合技術檢核之量測溫度 34~42.2°C 範圍。另準確度在 36~39°C 時誤差是 $\pm 0.2^\circ\text{C}$ ，其他溫度時是 $\pm 0.3^\circ\text{C}$ ，符合技術檢核之量測溫度誤差 $\pm 0.3^\circ\text{C}$ 之要求。[14]

2.6 機構

本系統機構示意圖如圖 6 和圖 7，圖 6 為系統機構，內置額溫槍、手指機器人、電源電池、蜂鳴器。圖 7 為手指機器人的機構，馬達作動後，會驅動手指結構按壓額溫槍。

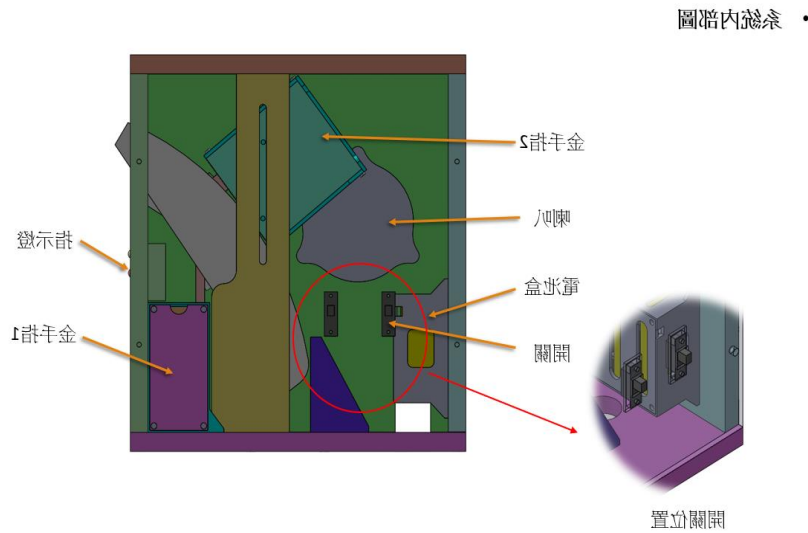


圖 6、系統機構示意圖

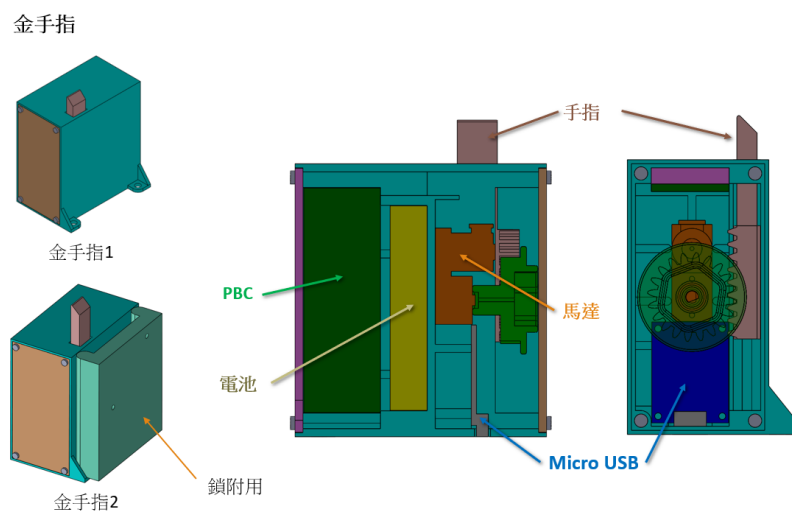


圖 7、手指機器機構示意圖

3. 實驗過程與成果

3.1 系統設計與架構

系統整體的設計架構如圖 8 方塊圖所示，本系統主要是要建構一個物聯網，當有人員接近時，辨識完人員的資訊後，控制手指機器人自動按壓紅外線額溫槍，量測的體溫上傳至後端的資料系統，完成自動體溫感測系統。

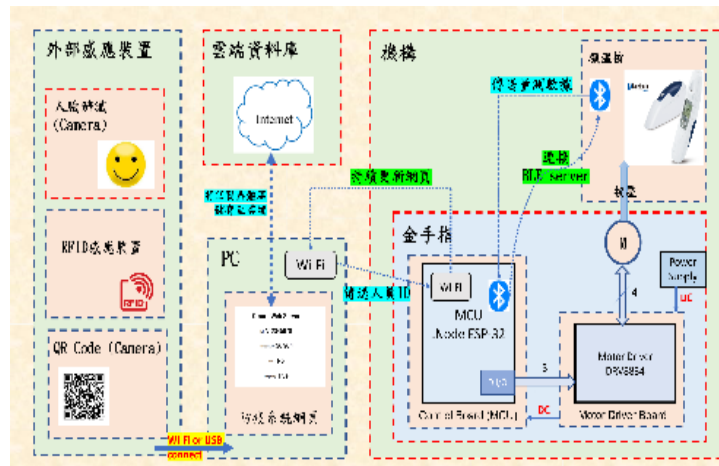


圖 8、系統架構方塊圖

本系統的情境如圖 9 的流程圖所示，使用者透過外部裝置進行人臉辨識、QR code 或 RFID 感應進行人員登錄後，透過 Wi-Fi 通知 MCU 有人員靠近需進行量測。MCU 收到通知後會啟動手指機器人去觸發額溫槍的量測按鈕，額溫槍量測完畢的數據會透過藍芽傳送至 MCU 做資料整理，MCU 將資料整理完畢後，會將數據更新在防疫系統的網頁上，並同步將量測人員的資訊和體溫上傳至雲端資料庫。管理人員的手機或電腦只要透過 Wi-Fi 連接到防疫系統的網頁上，即可同步觀看目前使用者的基本資訊與量測到的體溫數據，若是當前使用者有超過 37.5°C 的情況，機構端蜂鳴器會發出警報聲而網頁也會同時顯示有人員發燒狀況，管理人員就須到現場排除狀況，而管理人員也可至系統的雲端資料庫下載所有量測過的人員資料與量測數據。

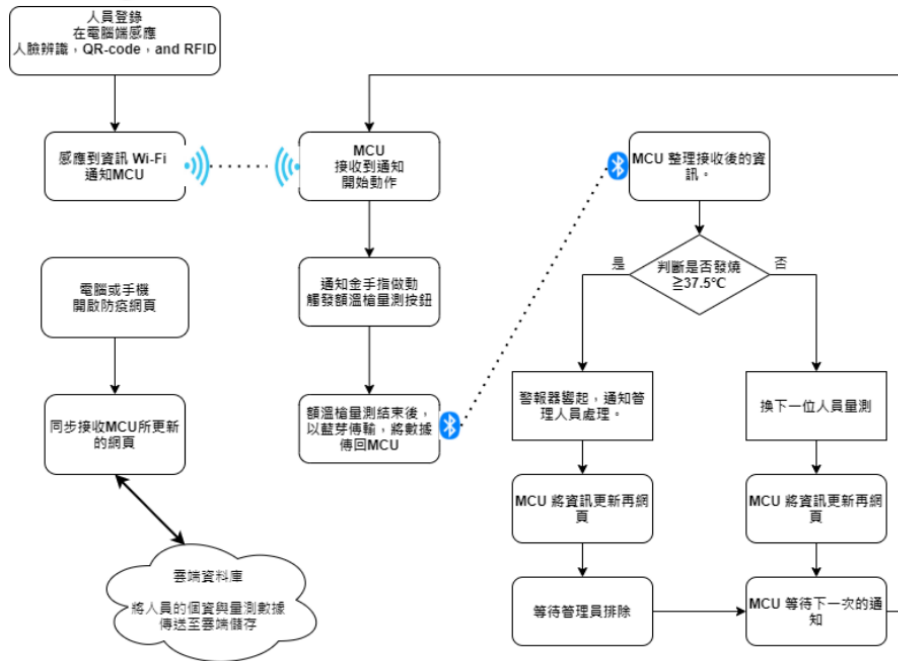


圖 9、系統使用情境流程圖

3.2 馬達驅動電路設計

馬達驅動電路設計如圖 10 所示，利用一個 DRV8834 控制手指祭器人內部的馬達運轉，達到模擬手指按壓的動作。設計成品的電路板與 3D 模擬圖，如圖 11 所示。

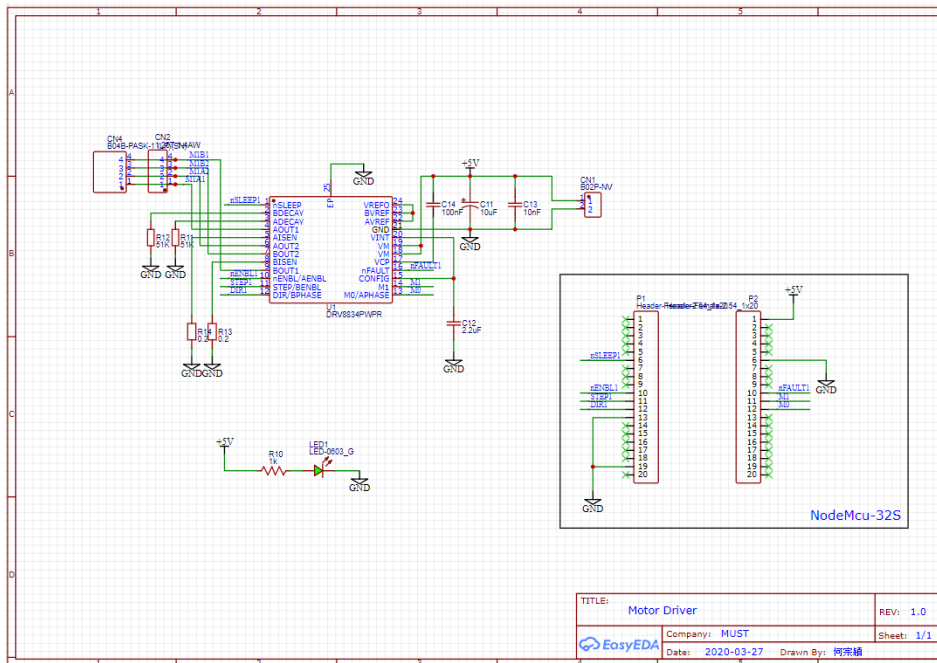


圖 10、馬達驅動電路設計



圖 11、3D 圖與實際馬達驅動電路板

3.3 系統軟體架構

本系統軟體分兩大類進行設計：

- (1)、藍芽連結設置與量測數據解析。
- (2)、系統網頁架設與系統聯動設定。

3.3.1 藍芽連結設置與量測數據解析

本系統最重要的前端體溫量測是使用具有藍芽設備的台灣福爾 FORA 的紅外線額溫槍 IR21，利用藍芽功能使前端量測到的數據傳送至 MCU 進行解析。而在藍牙設備中包含一個稱為屬性表的數據表，其他連接的設備可以通過各種可能的方式訪問該表。該數據表及其利用方式簡稱為“通用屬性配置文件表”(Generic Attribute Profile, GATT)[15]。屬性表包含類似一系列各種類型的記錄的內容。主要類型稱為服務(Service)、特徵(Characteristic)和描述(Descriptor)。服務 Service、特徵 Characteristic 和描述 Descriptor 按層次結構組織。服務 Service 包含至少一個或多個特徵 Characteristic，特徵 Characteristic 擁有零個或多個描述 Descriptor。特徵中包含 Type、Value、某些屬性 Property 和某些權限 Permission。類型 Type 是一個 UUID 值，該值指示屬性是哪種特定類型的特性。Value 是關聯狀態數據項的值。屬性 Property 定義了另一台設備可以通過藍牙使用該特性做什麼(例如讀取 READ、寫入 WRITE、通知 NOTIFY 或指示 INDICATE)。在手機安裝 nRF Connect for Mobile 應用程式，連接至有藍芽傳輸功能的額溫槍。以本系統額溫槍 IR21 為例，讀取到的 GATT 訊息如下圖 12，藍牙標準協定裡規定體溫服務 Health Thermometer 的正式 16 bit UUID 識別碼是 0x1809 [16];還有 Temperature Measurement 特徵 UUID 識別碼是 0x2A1C [16]。特徵包含 Property 屬性為 INDICATE... 等等資訊。

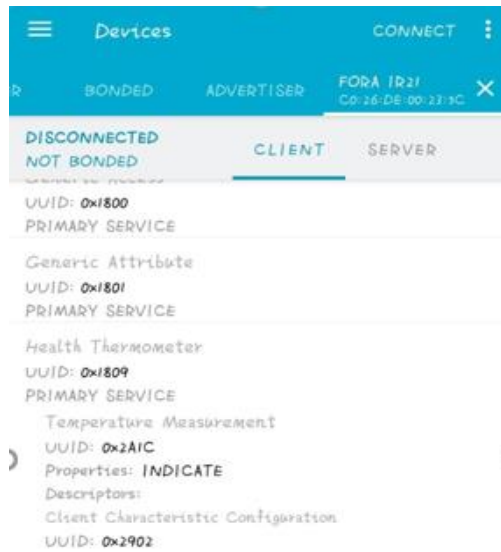


圖 12、額溫槍 IR21 的 GATT 資訊

BLE 標準定義了兩種將服務器數據傳輸到客戶端的方式：通知 NOTIFY 和指示 INDICATE。它們的差異如圖 13 所示，通知 NOTIFY 無需確認，因此它們是更快，更高效的連續讀取數據的方式。因此，服務器不知道消息是否到達客戶端；而指示 INDICATE 需要確認才能進行通信，客戶端將確認消息發送回服務器，這樣服務器便知道該消息已到達客戶端。

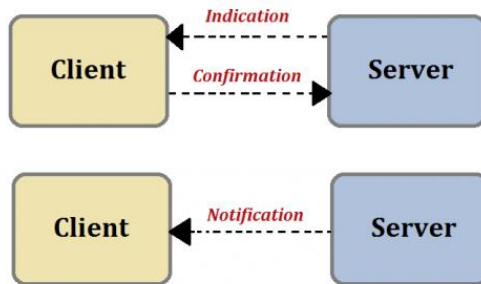


圖 13、NOTIFY 與 INDICATE 的差異[17]

服務器無法在通信開始時發送指示 INDICATE 或通知 NOTIFY。首先，客戶端必須在服務器端啟用通知和指示權限，允許服務器發送指示或通知。此過程涉及編寫客戶端特性配置描述符（Client Characteristic Configuration Descriptor, CCCD）要通知/指示的特性，CCCD 的預設值為 0x00，只需將預設值更改為 0x03 即可同時開啟通知 NOTIFY 與指示 INDICATE 的功能。

以下是開發工具環境設定與撰寫讀取藍芽額溫槍溫度的流程圖。

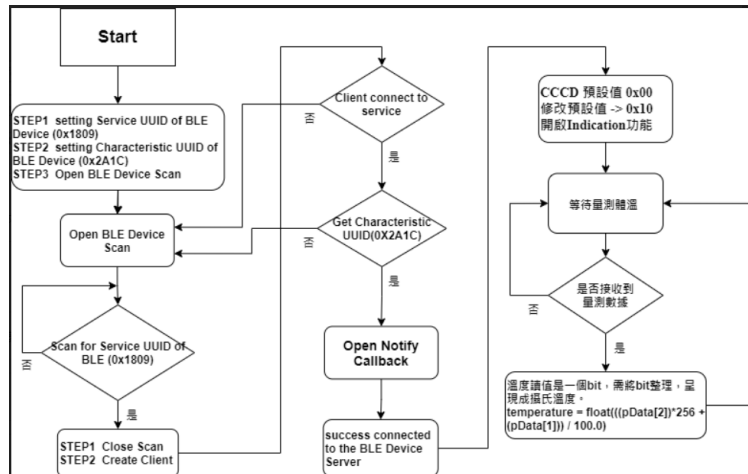


圖 14、設定藍芽動作流程圖

3.3.2 系統網頁架設與系統聯動設定

本系統的網頁架設，是利用 MCU 建立 Web server 架設好 HTML 的防疫網頁，架設完網頁後，藉由路由器建構起區域無線網路的環境，利用 MCU 的 Wi-Fi 功能連上區域網，即可獲得系統網頁的 IP 地址，而電腦或手機只要連線至指定的區域無線網，輸入系統網頁的 IP 地址，即可進入本系統所架設的網頁。為避免每次都需讀取浮動 IP，才能連結進入防疫網頁，本研究在 AP 端給予本系統固定的 IP，如此只要開機，即可自動連結防疫的 Web Server。

網頁架設與系統聯動動作流程如圖 15 的流程圖所示，利用 QR-CODE 或 RFID 進行人員辨識，將人員辨識的 ID 利用 HTML POST 方式將 ID 送回 MCU 端，MCU 接收到 ID 後會啟動手指機器人，以按壓方式觸發額溫槍量測的開關，量測到體溫後以藍芽傳輸至 MCU 進行數據解析，然後將整理好的數據以 GET 方式更新到系統網頁，這樣手機或電腦端就無須重新整理頁面，即可同步得到最新的數據。而為了讓外部裝置接收到已量測完畢可以換下一位人員量測的資訊，我們將在 MCU 端設置 server.on 的指令，使外部裝置的電腦當 GET 到量測完畢的數據後，代表人員已量測完畢，即可換下一位人員量測。

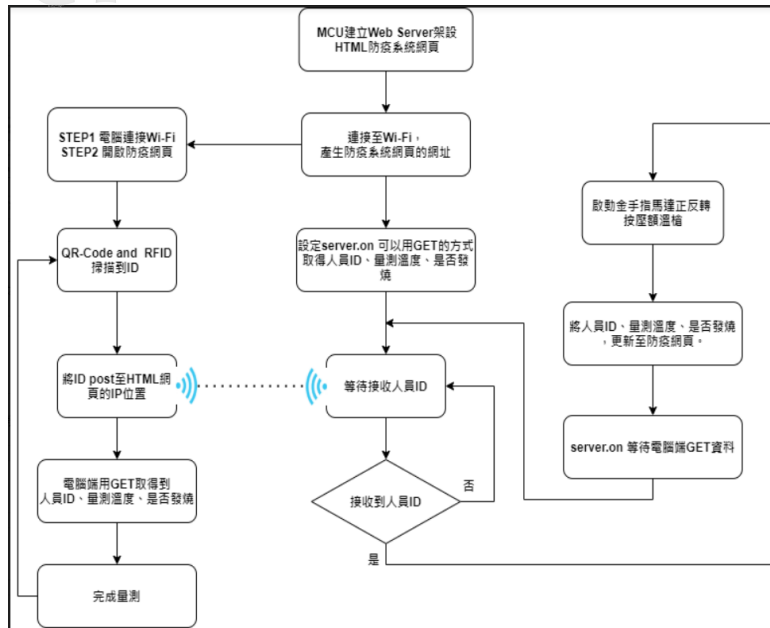


圖 15、網頁架設與系統聯動動作流程圖

3.4 系統實驗成果

實測整體系統的架構如圖 16，第一步先掃描 QR-CODE，第二步確認感應到 ID 能正常啟動手指機器人按壓到額溫槍，第三步查看額溫槍量測的溫度是否和 MCU 解析的數據相同。如圖 16 所示是額溫槍量測到的體溫與 MCU 解析整理後的溫度相符(36.5°C)，接著再確認外部感應裝置是否可以 GET 到量測數據，第四步確認系統網頁能自動同步更新數據。



圖 16、系統測試結果

圖 17 為系統內手指機器人作動按壓額溫槍的實體圖，圖 18 的系統成品圖是整體的硬體及軟體系統組裝整合完成的成品樣式圖，圖 19 為系統使用模擬情境，模擬使用者在使用本文所開發完成的成品。

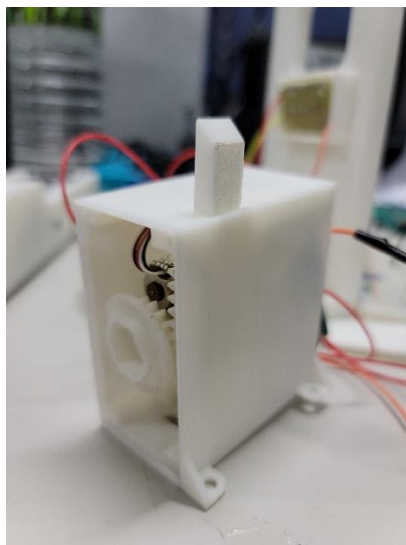


圖 17、手指機器人作動實體

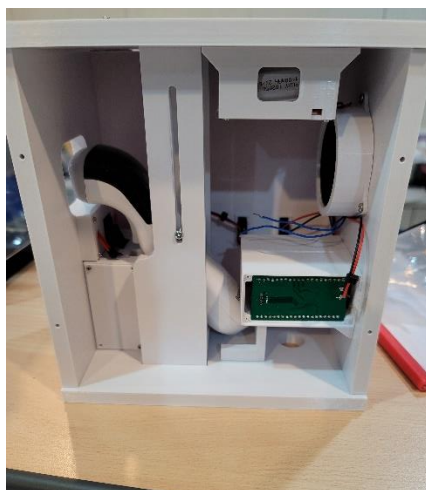


圖 18、系統成品圖



圖 19、系統使用模擬情境

4. 結論

本文研究完成了一套「非接觸式體溫量測系統」，系統主要功能是利用手指機器人自動量測體溫並傳送至後端儲存至雲端，使有符合醫療器材規範的體溫計，能夠準確且即時檢測使用者的體溫，也將整體量測的數據做整合管理，提供日後大數據的分析。除此之外，本研究論文中的手指機器人，除了可以適用本文所研究的系統外，它還能夠個別獨立出來，應用其他情況的使用，例如：可以利用在窗簾或百葉窗上，透過光線感應，來自動開、關上窗簾或百葉窗，或是使用在電燈的開關上等等其他作用。

參考文獻

[1] 衛生福利部疾病管制署

<https://www.cdc.gov.tw/>。

[2] 行政院-院會議案-製造業紓困及振興輔導措施

<https://www.ey.gov.tw/Page/448DE008087A1971/98d9c88f-975e-4fea-ba2d-b36c52fce996>。

[3] 全國法規資料庫 <https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=L005003>。

[4] 中華民國經濟部-主管法規查詢系統

<https://law.moea.gov.tw/LawContentSource.aspx?id=GL000971>。

[5] S. N. Swamy and S. R. Kota, "An Empirical Study on System Level Aspects of Internet of Things (IoT)," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 188082-188134, 2020.

[6] H. Tang and K. Hung, "Design of a non-contact body temperature measurement system for smart campus," 2016 IEEE International Conference on Consumer Electronics-China (ICCE-China), pp. 1-4, 2016.

[7] H. N. Saha, D. Paul, S. Chaudhury, S. Halder and R. Mukherjee, "Internet of Thing based healthcare monitoring system," 2017 8th IEEE Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON), pp. 531-535, 2017.

[8] H. Mansor, M. H. A. Shukor, S. S. Meskam, N. Q. A. M. Rusli and N. S. Zamery, "Body temperature measurement for remote health monitoring system," 2013 IEEE International Conference on Smart Instrumentation, Measurement and Applications (ICSIMA), pp. 1-5, 2013.

[9] A. K. R. Anand, S. D. Prabhu and G. R. S., "IoT based Smart Healthcare System to Detect and Alert Covid Symptom," 2021 6th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES), pp. 685-692, 2021.

- [10] 全國法規資料庫 醫療器材管理辦法:
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=L0030054>。
- [11] 如何申請醫療器材查驗登記及許可證?申請查驗登記流程介紹:
<https://msn.sgs.com/Article.aspx?n=5994&d=HIS>。
- [12] H. Kareem and D. Dunaev, "The Working Principles of ESP32 and Analytical Comparison of using Low-Cost Microcontroller Modules in Embedded Systems Design," 2021 4th International Conference on Circuits, Systems and Simulation (ICCSS), pp. 130-135, 2021.
- [13] A. Škraba, A. Koložvari, D. Kofjač, R. Stojanović, V. Stanovov and E. Semenkin, "Streaming pulse data to the cloud with bluetooth LE or NODEMCU ESP8266," 2016 5th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), pp. 428-431, 2016.
- [14] FORA 福爾額溫槍
<http://www.foracare.com.tw/ir21/>。
- [15] 通用屬性配置文件表”(Generic Attribute Profile,GATT)
<https://www.bluetooth.com/specifications/specs/>。
- [16] BLE 16-bit UUID Numbers Document.pdf
<https://btprodspecificationrefs.blob.core.windows.net/assigned-values/16-bit%20UUID%20Numbers%20Document.pdf>。
- [17] BLE notify on ESP32 controller
<https://openlabpro.com/guide/ble-notify-on-esp32-controller/>。