

# 影像串流網頁監控機器人設計與實現

鄭佳忻\*  
國立虎尾科技大學  
電機工程系  
副教授  
chcheng@nfu.edu.tw

陳禹安  
國立虎尾科技大學  
電機工程系  
大學生  
30425115@gm.nfu.edu.tw

王道平  
國立虎尾科技大學  
電機工程系  
大學生  
40225205@gm.nfu.edu.tw

吳豐承  
國立虎尾科技大學  
電機工程系  
大學生  
40225210@gm.nfu.edu.tw

## 摘要

本專題主要是利用 Android 作業系統的手機的藍芽訊號控制一個機器人，並再機器人身上裝設攝影鏡頭，讓鏡頭持續對機器人前方拍攝畫面，並在機器人身上架設一個網頁伺服器，使其能將拍攝到的畫面透過網頁回傳給電腦端，並附加上一些感測器取得的資訊和藍芽定位的座標，讓使用者不用再現場也能充分的獲得機器人所在地區的特定資訊。

**關鍵詞：** SQL, Robot, Web, Video Streaming

## 1. 前言

隨著科技的發展，機器取代人力的情形越來越普及，但是目前還是有許多人從事得冒著生命危險在惡劣環境下的工作，像是高溫廠房的巡視或是惡劣地形的地理研究等等。而為了能夠減少公安意外的發生，我們計畫開發一套可以取代人類到危險或環境惡劣的場所進行工作的監控系統，它可以利用無線的方式遙控它行進的路線及方向，並能在行徑的途中取得與遙控端的距離，且能在系統上加裝各式感測器，最後藉由無線通訊方式將機器人所在地區周遭的環境數據回傳到遙控端，達到取代人力在不同地區下蒐集資料的目的。

## 2. 系統架構

藍芽 (Bluetooth) 是一種無線技術標準，用來讓固定與行動裝置，在短距離間交換資料，以形成個人區域網路 (PAN)。其使用短波特高頻 (UHF) 無線電波，經由 2.4 至 2.485 GHz 的 ISM 頻段來進行通訊。在這專案負責手機遙控端與機器人端的資料交換。

樹莓派 (Raspberry Pi) 是一款基於 Linux 的單晶片電腦。它由英國的樹莓派基金會所開發，樹莓派配備一枚博通 (Broadcom) 出產的

ARM 架構處理器，以及 1GB 的記憶體，使用 SD 卡當作儲存媒體，且擁有一個 Ethernet、四個 USB 介面、以及 HDMI 和 3.5 立體聲端子輸出支援。在這專案負責拍攝機器人前方畫面與架設影像串流網頁伺服器。

STM32F103C8T6 是一款基於 ARM Cortex-M3 的低功耗的 32bit MCU，其工作頻率為 72MHz，有 64KB 的快閃記憶體 (flash memory)，以及 37Pin 的 GPIO，封裝方式為 LQFP48，製造商為瑞士的意法半導體 (STMicroelectronics)。在這專案負責接收手機訊息、驅動溫溼度感測器、驅動伺服馬達控制板、回傳溫溼度等作業。

### 2.1 遙控機器人

此系統硬體架構如圖 1，主要為利用手機內的藍芽天線，以藍芽訊號無線遙控一台六足機器人的移動，此六足機器人端由 TM32F103C8T6 的 USART0 接上一個藍芽模組，藉此接收手機端的移動命令，並在收到訊號後以 USART1 發出伺服馬達控制訊號給伺服馬達控制板，由伺服馬達控制板產生 PWM 訊號來控制機器人的機構，實現透過手機遙控機器人。另外在機器人身上裝設溫溼度感測器檢測溫度與濕度，並由 STM32F103C8T6 接收溫溼度的封包解碼為數值，之後在透過 USART0 回傳給手機，讓手機控制端能即時監控機器人所在位置的溫度與濕度。

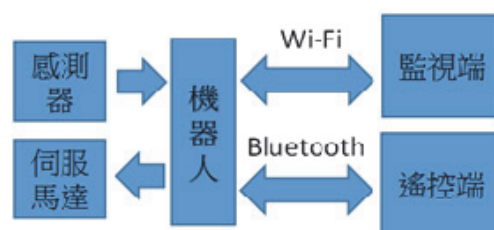


圖 1 硬體架構圖

## 2.2 邊界設定視訊串流網頁

機器人身上除了控制機構整合通訊的 STM32F103C8T6 以外還裝設了一個樹梅派，並使用樹梅派專用相機模組來對著前方攝影。並透過 Python 和一個輕量化的網頁伺服器軟體 Flask 來在樹梅派上架設網頁，其網頁的內容為相機模組拍攝到的畫面，並配合相機模組拍照的速度改變其圖片內容達到視訊串流的功能，如圖 2。



圖 2 視訊串流網頁截圖

## 2.3 溫溼度感測

此機器人主要功能為去到特定地區將蒐集到的環境數據回傳，而這裡我們選用 DHT11 這顆溫溼度感測器測量該地區的溫度與濕度來當作環境數據，圖 3 為 DHT11 感測器之電路圖。

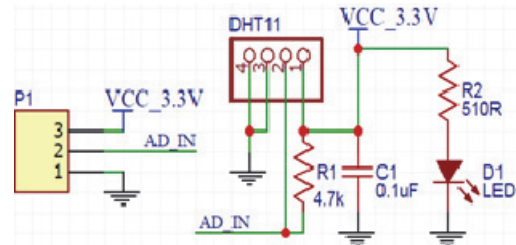


圖 3 溫溼度感測器電路圖

由手機端發送採取樣本命令後透過藍芽訊號傳至機器人上的 STM32F103C8T6 的 USART0 上裝的藍芽模組，STM32F103C8T6 收到採集環境數據的命令後驅動 DHT11 取得回傳的溫溼度。

DHT11 在驅動時要先將 Data Pin 設為輸出並拉為低電位 18ms，再拉高 Data Pin 的電位 20~40us，並把 Data Pin 設為輸入開始接收溫溼度的封包。封包一開始會傳回一個低電位 80us 和高電位 80us 表示 DHT11 確認收到要求，已經準備開始回傳溫溼度的值，如圖 4(a)。

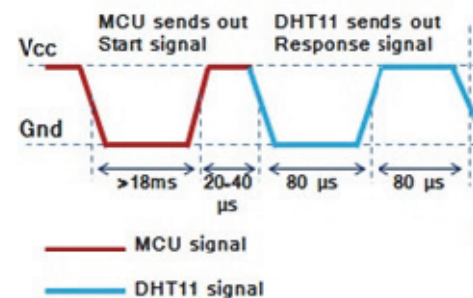


圖 4(a) 溫溼度感測器封包時序圖 1

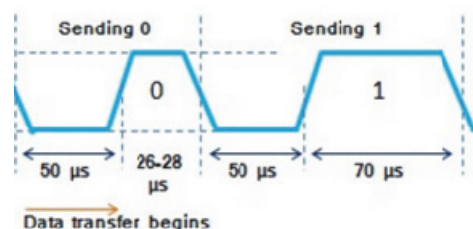


圖 4(b) 溫溼度感測器封包時序圖 2

之後每一個低電位 50us 和一個高電位 27us 代表一個 bit 其值為 0，而一個低電位 50us 和一

個高電位 70us 代表一個 bit 其值為 1，如圖 4(b)。

DHT11 開始發送數據後一共會回溫度整數、溫度小數、溼度整數、溼度小數、確認封包等資料。再由 STM32F103C8T6 將資料組合成單精度浮點數後送至 USART0，並經由 USART0 接上的藍芽模組將資料轉為藍芽訊號，藍芽訊號由手機端接收到後會再做進一步的處理，如此便完成一次的採取樣本動作。

## 2.4 機器人機構

此機器人為一個仿昆蟲的六足機器人，其每一隻腳有兩個自由度，整體用到了 12 個伺服馬達，此機構為提供免費 STL 模型的網站 - thingiverse 上由 86Duino 發佈的開源模型，我們將其模型的圖檔透過 3D 列印機輸出為實體的機構並組裝完成，如圖 5。

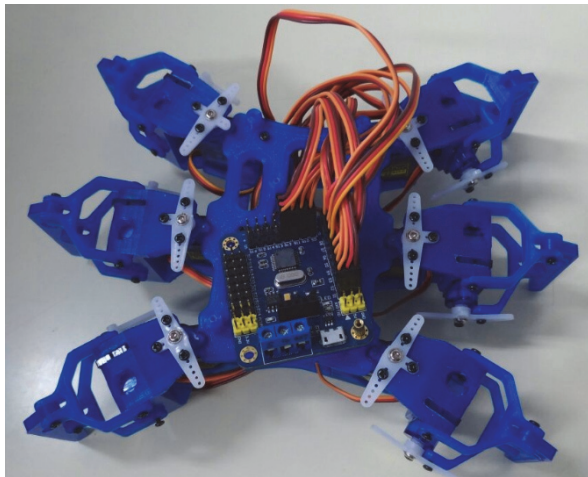


圖 5 六足機器人機構圖

## 3. 使用者介面與 SQL 資料庫

圖 6 為手機遙控端應用程式的畫面，使用上要先在藍芽設定視窗配對完成後再開啟控制端應用程式，一開始先按檢查配對鈕來確認是否有配對，若配對完成並按下與機器人連線後即可與機器人建立藍芽連線，之後就能以左轉、右轉、前進、關機、啟動、大幅左轉、大幅右轉以及大幅前進等等按鈕來傳送控制封包，來命令機器人行動。

### 3.1 藍芽測距

目前 Android 手機的藍芽規格以藍牙 3.0 標準為主，故本專題將以藍牙 3.0 標準為主。使用者按下開始測量按鈕即可進行藍芽的測距，一開始先掃描周遭的藍芽設備，在掃描時會陸續得到設備清單與對應的信號強度，借由判斷設備的名稱取得相應定位點的信號強度，再由信號強度加上事先測量的通道模型換

算為距離，並顯示在畫面上。

此功能無法跟遙控機器人的功能同時使用，若要測距遙控機器人必須等待測距結束才能繼續遙控機器人。通常測距所花費的時間與距離成正比，實際測量此功能約在 1 到 5 秒內完成測距。



圖 6 手機端應用程式介面截圖

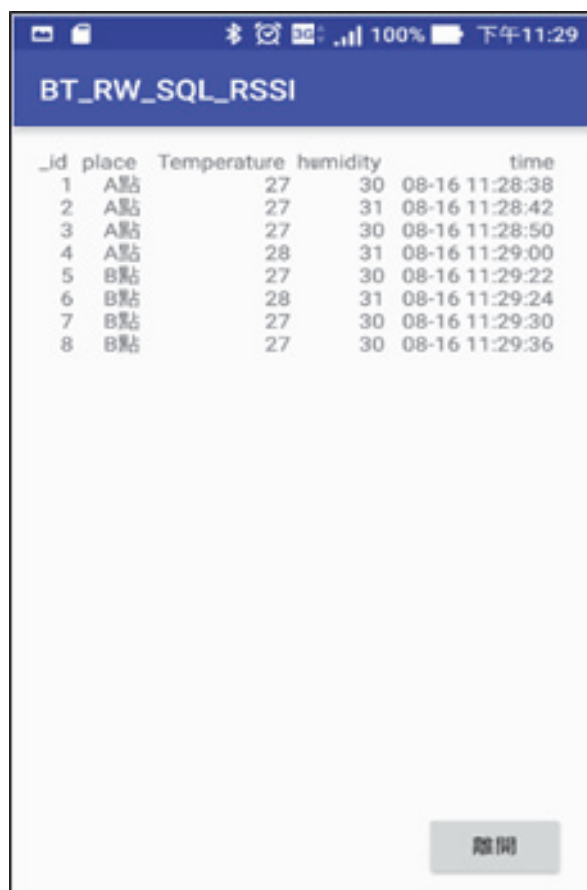
### 3.2 SQL 資料庫

本專題的資料庫是用 Android 作業系統內建的 SQLite 資料庫，它是一個開放的小型資料庫，它跟一般商用的大型資料庫有類似的架構與用法，例如 MySQL 資料庫。在此專題中的資料庫是用來存放機器人所在位置的地區資訊、時間與地點等等紀錄的資料表，如表 1 所舉例的是一個採集了兩筆資料的資料庫，其中 \_id 欄為唯一識別流水號，具有不可重複屬性，place 欄為記錄此筆資料採集的地點，temperature 欄為記錄採集到的溫度資料，humidity 欄為記錄採集到的溼度資料，time 欄為記錄採集的時間等等。使用上機器人再移動時就會回傳這些資訊，按下顯示資料庫按鈕會由另一個頁面顯示資料如圖 7，按下離開按鈕

可以回到主畫面，按下清理資料庫按鈕可以清除所有資料。

表 1 SQLite 資料庫範例表

| _id | place | temperature | humidity | time       |
|-----|-------|-------------|----------|------------|
| 1   | A 點   | 28°C        | 31%      | 10/2-06:00 |
| 2   | B 點   | 15°C        | 23%      | 10/2-06:10 |



| _id | place | Temperature | humidity | time           |
|-----|-------|-------------|----------|----------------|
| 1   | A點    | 27          | 30       | 08-16 11:28:38 |
| 2   | A點    | 27          | 31       | 08-16 11:28:42 |
| 3   | A點    | 27          | 30       | 08-16 11:28:50 |
| 4   | A點    | 28          | 31       | 08-16 11:29:00 |
| 5   | B點    | 27          | 30       | 08-16 11:29:22 |
| 6   | B點    | 28          | 31       | 08-16 11:29:24 |
| 7   | B點    | 27          | 30       | 08-16 11:29:30 |
| 8   | B點    | 27          | 30       | 08-16 11:29:36 |

圖 7 顯示資料庫頁面截圖

#### 4. 專題成品

圖 8 及圖 9 為本專題完成品之正面圖以及側面圖，將 3D 列印的機器人機構以及十二顆伺服馬達組裝完成，並整合 STM32F103C8T6 微控制器、藍芽模組、Raspberry Pi、DHT11 溫濕度感測器、相機模組、伺服馬達控制板等，實現一個可定位的影像串流網頁監控系統。

#### 5. 實作成果

而本計劃能針對機器人所在的地區進行環境數據的監測，使用者能夠將機器人帶到需要監測的地點，並遙控機器人來採集不同地區的環境數據，可以比定點蒐集的監測站取得小範圍更精確的污染資訊，並且能將機器人移到危險區域或是狹小的空間採集數據，利用各種感測器可以感測不同的環境的狀況，並隨時可以給正在操作的人員與後端管理人員即時的環

境資訊與相機模組拍攝的影像，成為攜帶型的監測系統，有助於研究團隊或是環保團體隨時部屬監測站使用上的需要。

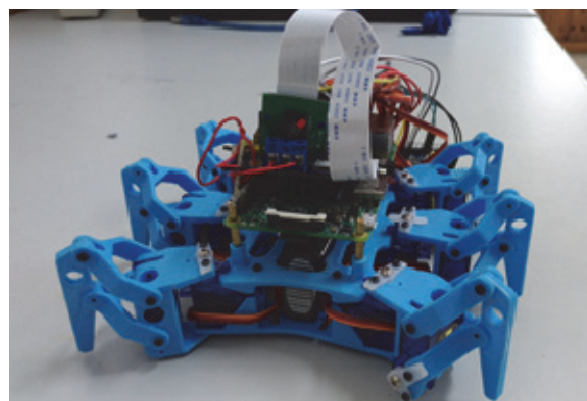


圖 8 專題成品正面圖

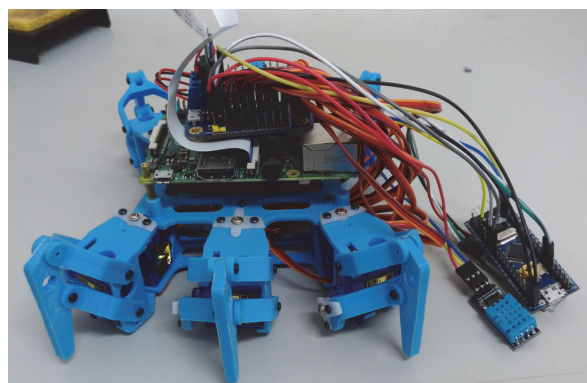


圖 9 專題成品側面圖

#### 6. 結論與未來展望

本專題中結合 Cortex-M3 架構的 MCU 和 Raspberry Pi 等平台，實現了一個可定位的影像串流網頁監控系統，此系統可用於危險區域或是狹小的空間探測以及採集數據，甚至能依照環境及使用需求更改系統的載具以及配戴的感測器，像是在平滑的路面上可以更換成四輪的車型機構，以加快移動的速度，在路面無法穿越時可用四軸飛行器來進行空中拍攝等等。在感測器方面除了溫濕度以外還可以加裝各種不同的感測器，像是有毒氣體感測器、人體感測器、懸浮微粒感測器等等，實現一機多功能的監控系統。

#### 參考文獻

- [1] 林信良，“Java SE 8 技術手冊”， 慕峰， Aug. 2014。
- [2] 陳啟軍，余有靈，張偉，潘登，周偉，“嵌入式系統及其應用--基於 Cortex-M3 內核和

STM32F 系列微控制器的系統設計與開發”，同濟大學出版社， Dec. 2015。

- [3]Marko Gargenta，“Android 學習手冊：為 Android Market 開發應用程式”，歐萊禮出版社，Jul.2011。
- [4]Efficient Android Threading，“Android 高效能多執行緒”，歐萊禮出版社，May.2015。
- [5]Ben Frain，“HTML5 與 CSS3 響應式網頁設計(第二版)”，基峰出版社，Jul.2016。
- [6]柯博文，“Raspberry Pi 最佳入門與實戰應用(第二版)”，基峰出版社，Dec.2015
- [7]86Duino，“86Hexapod (12-Axis Hexapod Robot) ”，<http://www.thingiverse.com/thing:964149>，Aug 11, 2015