

## 無線遙控課程設計與製作

柯世勇

陸軍軍官學校電機系

### 摘要

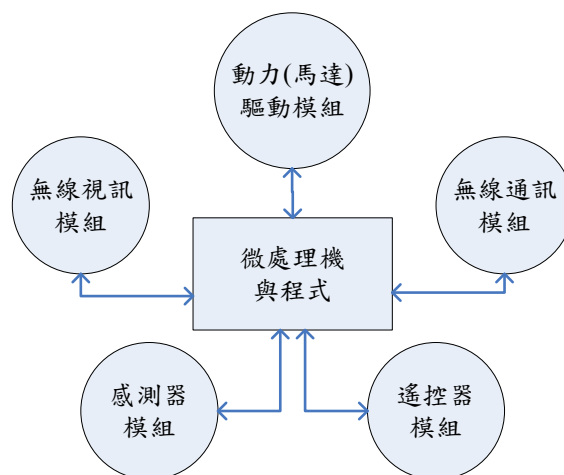
本研究提出 Arduino 控制板搭配無線通訊模組的遙控課程設計與實作。我們利用紅外線、433 MHz 射頻、APC220、NRF24L01、HC05 藍芽、ESP8266 無線網路等模組電路完成無線資料傳輸實驗，並實驗觀察 PS2 遙控器和跳頻通訊遙控器的多通道信號。課程設計包含微處理機、無線通訊模組、和感測器等課題，課程目標是讓陸軍官校學生更有效率地學習無線遙控。此外，研究成果可以提升專題實作(控制組)課程的教學成效。

關鍵詞：Arduino，遙控，無線資料傳輸

### 一、前言

無線遙控載具技術與無線資料鏈傳輸已廣泛應用於軍事用途。例如美國軍方的 MQ-9 收割者無人攻擊機、MUTT 多用途戰術無人車[1-2]。我國中科院也發展了中翔無人機和近程自動化防禦武器系統[3-4]；其中，中翔無人機具有影像傳輸和電子反干擾功能，目前部署於本島，可進行戰場偵蒐、不對稱作戰與提供天然災害救災資訊等任務；而近程自動化防禦武器系統具有無人火炮遠端遙控射擊功能。如上所述，無線遙控載具在現代軍事作戰應用佔有一席之地，因此，如何讓軍校學生建立無線遙控的基礎知識和運用能力，是現代化軍官養成教育中一個值得精進的教學課題。

陸軍軍官學校電機系將無線通訊與機電控制課程列為教學重點之一。本系目前分成兩組專業領域學程：電機與控制、電波與通訊，學生依不同專業分組選修專業課程，並且在大四時必修控制組或通訊組專題課程。由於在分組選課的過程，選修



圖一：無線遙控載具的機電控制系統

控制組的學生大多修習電機與控制相關課程，因而比較缺乏電波與通訊相關專業知識，導致學生實作無線遙控專題時容易遭受通訊專業知識不足的瓶頸；因此，本研究目的在於設計控制與通訊的整合性教學課程，期望提升專題實作控制組教學成效。

無線遙控涉及的機電控制模組如圖一所示，微處理機與程式是整個系統的核心。微處理機可以控制動力驅動模組、接收感測器訊息、處理遙控器指令、收發無

線通訊資訊、或者控制無線視訊運作；動力(馬達)驅動模組部分執行無人遙控載具的運動或機械動作；感測器負責接收周圍環境物理參數(如距離、高度、位置、方向、壓力、溫度等)，感測器的資訊可以使微處理機達成遙控載具的精準操作，或者感測器接收資料可以透過微處理機和無線通訊模組轉傳運用；遙控器是一種人機介面，直接影響無線遙控載具的操控性；無線通訊模組負責發收發無線信號，它的性能直接影響遙控距離與資料傳輸速率；無線視訊部分包括攝影和影像顯示介面，視訊模組性能決定影像畫質。綜合以上說明，可以了解微處理機是無線遙控載具運作的控制中樞，無線通訊模組則扮演了控制信號、感測資訊與視訊信號溝通傳遞的角色。因此，本研究要製作與設計適當的專題實作課程，使學生學習微處理機控制和無線通訊的專業知識，並建立無線遙控載具的基礎理論知識與運用能力。

接著要說明微處理機運用於無線遙控課程設計的研究。控制用途的微處理機又稱為單晶片微電腦或微控制器，主流技術有 8、16、32、與 64 位元 [5]，位元數越高者具有越強的計算或資訊處理能力，但仍應視控制需求來決定最適合的微處理機。目前運用於無線遙控課程常見的 8 位元微處理機部分包括 MCS51、ATmega328、和 PIC16 等系列單晶片；其中，文獻[6]討論 MCS51 搭配紅外線模組的專題設計，文獻[7-9]討論 ATmega328 (Arduino UNO) 搭配無線模組的程式設計，文獻[10]討論 PIC16 的 UART、I2C、與 SPI 通訊協定。由於 Arduino 微處理機系統具有開源 (open source)、支援性強、與周邊配套電路完備的優點，是目前比較風行的 8 位元微控制器。隨著科技進步，近年來 32 或 64 位元的微處理機具備成本

降低和功能強大的優勢，因此運用高位元微處理機於無線遙控設計也是一種趨勢；例如文獻[11]討論 ESP8266 無線網路模組 (32 位元) 在物聯網的運用，文獻[12]討論 Raspberry Pi 微處理機系統 (64 位元) 在智慧家庭和無線網路的運用。

再者是無線通訊模組運用於無線遙控課程設計的研究，目前主要的無線通訊技術有紅外線和無線電兩種方式發射接收信號。紅外線的優點是不受電磁干擾，但是信號傳送接收具有很高的方向性且通訊距離較短；相對地，無線電發射或接收信號容易受電磁干擾，但信號通訊距離較遠，且可依需求採用方向性或全向性電波發射接收以達成無線通訊目的。例如文獻[13]討論紅外線和藍芽無線模組搭配 Arduino 微處理機系統的應用，文獻[14]討論 ZigBee 和 WiFi (ESP8266) 無線通訊模組在物聯網的運用。本研究除了要討論無線模組搭配 Arduino 微處理機系的遙控課程設計外，還要討論 PS2 遙控器和跳頻通訊遙控器在遙控課程的運用。

## 二、研究方法

本研究提出 Arduino 控制板(微處理機：ATmega328P-PU)搭配無線通訊模組的遙控課程設計與實作。採用 Arduino 開發環境的理由有三個：第一，Arduino 程式為開源環境，而且程式語法簡潔和 C 語言相容，是一種適合學生使用的開發軟體 [15]；第二，Arduino 程式近幾年風行全世界，各地的創客開發出很多應用的開源程式和函式庫，可以作為學生入門學習的參考範例，加快專題製作的程式開發速度 [16]；第三，目前市面上 Arduino 配套使用的各種電路模組相當完備，可以讓專題製作硬體實現更容易。所以我們主要以 ATmega328 (Arduino UNO 使用) 單晶片

為無線遙控課程設計的的研究對象。雖然 Arduino UNO 屬於低階的 8 位元微處理機，但已經能滿足一般控制的要求；透過課程的 Arduino 實作教學，學生可以很快上手並了解微處理機的原理，進而促成無線遙控課程的有效率學習。

本研究方法是基於圖一硬體系統和 Arduino IDE 軟體整合的實作。在硬體研究方面，須掌握微處理機的原理和通訊協定（如 I2C 和 SPI），並了解各種無線通訊模組電路的功能與介面，唯有將微處理機輸入（IO）腳位正確地連接至各通訊模組電路介面並配合程式運作，才能正常動作達到控制目的。在軟體研究方面，初步是運用無線通訊函式庫開發具有遙控功能的基本程式，讓學生學習如何透過微處理機與程式控制無線遙控系統模組。

表一 無線遙控課程實驗程式與函式庫

| 無線資料傳輸實驗程式     | 主要函式庫            |
|----------------|------------------|
| 紅外線模組          | IRremote.h       |
| 433 MHz 射頻通訊模組 | VirtualWire.h    |
| APC220 通訊模組    | ×                |
| NRF24L01 通訊模組  | RF24.h           |
| HC05 藍芽模組      | SoftwareSerial.h |
| ESP8266 無線網路模組 | SoftwareSerial.h |
| PS2 遙控器模組      | PS2X_lib.h       |

以下要提出紅外線、433 MHz 射頻、APC220、NRF24L01、HC05 藍芽、與 ESP8266 等無線通訊模組做無線資料（字串）傳輸實驗設計，撰寫程式所需的主要通訊函式庫如表一所示；另外，我們要討論 PS2 遙控器和跳頻通訊遙控器多通道遙控的信號特性。實務上，只要傳送一個字元資料就可達成無線遙控（例如：遙控 LED 燈或馬達）目的；因此，無線資料串傳輸實驗可以讓學生學習到無線遙控和無線資料

鏈傳遞的基礎知識，有助於學生建立未來運用國軍無人載具的專業能力，並認識戰場資料鏈系統情報傳遞的運作原理。

### 三、結果與討論

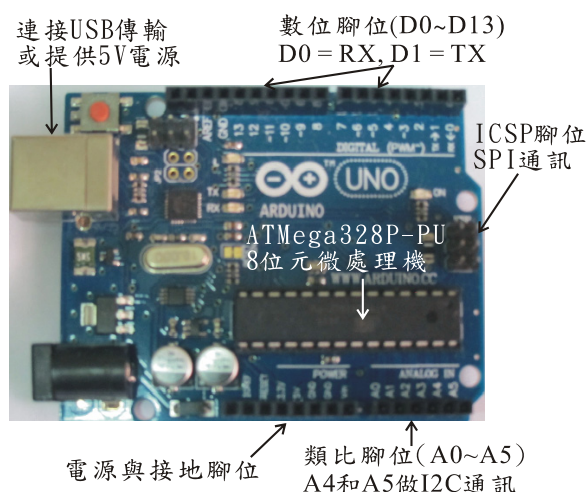
#### 1. 紅外線模組資料傳輸實驗

(a)實驗目標：使用紅外線遙控器發送數字資料信號，並在個人電腦視窗中呈現資料結果。

(b)實驗模組：Arduino UNO（圖二）、紅外線遙控器（圖三）、紅外線接收器（圖四）。

(c)Arduino IDE 函式庫：IRremote.h。

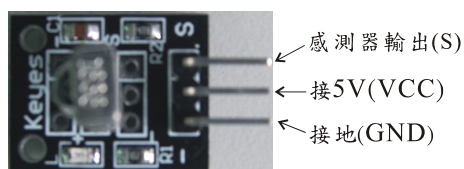
(d)實驗電路接線如圖五所示。



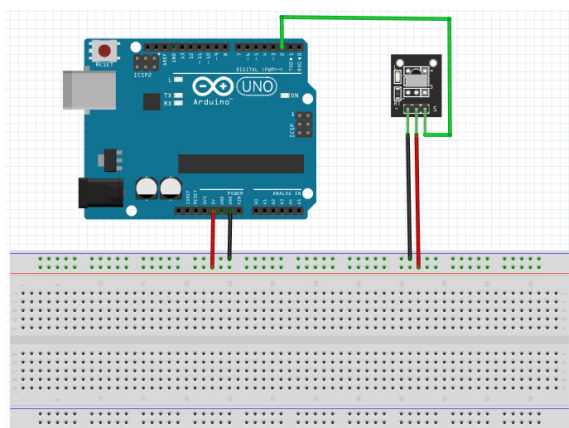
圖二：Arduino UNO 主機板說明



圖三：紅外線遙控器與對應按鍵編碼



圖四：紅外線接收器



圖五：紅外線無線資料傳輸實驗接線

(e)實驗步驟：(1)將 IRremote.h 中的範例程式 IRrecvdemo.ino 上傳至 Arduino 主機板；(2)利用 Arduino IDE 序列埠視窗讀取紅外線遙控器按鍵編碼，結果如圖三所示；(3)利用按鍵編碼自行編寫程式上傳至 Arduino 主機板，進行按鍵實驗。

(f)紅外線無線資料傳輸實驗結果如圖六所示。本實驗以手按紅外線遙控器數字按鍵傳送數字資料，結果顯示數字資料可以無線方式傳送到接收器並且正確地在 Arduino IDE 序列埠視窗中顯示。紅外線遙控與無線電遙控最大的不同是紅外線遙控具有很高的方向性。



圖六：Arduino IDE 序列埠視窗呈現的資料接收結果

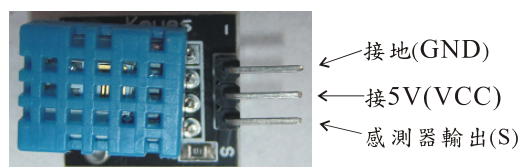
## 2. 433 MHz 射頻模組資料傳輸實驗

(a)實驗目標：使用 433 MHz 射頻模組傳送溫溼度資料信號，並在 LCD 顯示模組中呈現資料結果。

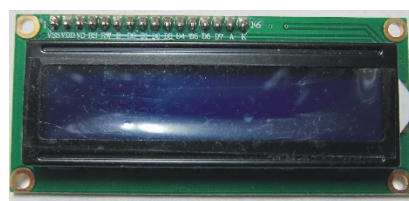
(b)實驗模組：Arduino UNO (圖二)、溫溼度感測模組 (圖七)、LCD1602 顯示模組(圖八)、433 MHz 射頻發射機(TX)模組與接收機(RX)模組(圖九)。

(c)Arduino IDE 函式庫：Wire.h、dht11.h、VirtualWire.h、LiquidCrystal\_I2C.h。

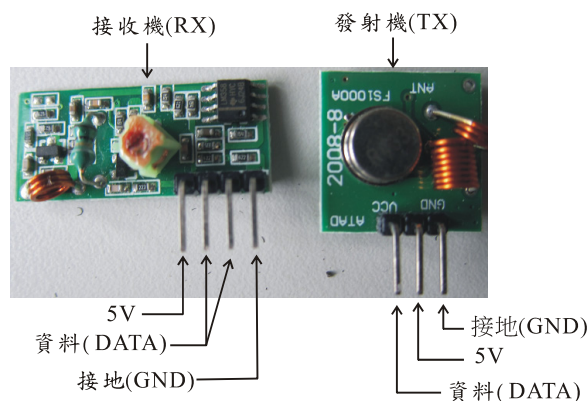
(d)實驗電路接線如圖十所示。



圖七：dht11 溫溼度感測模組

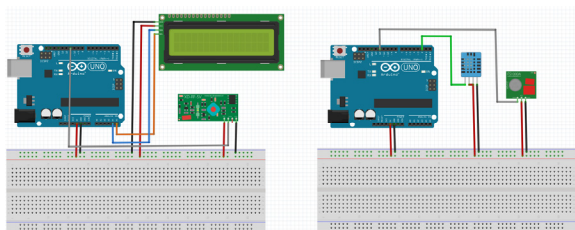
I2C\_LCD1602  
正面圖I2C\_LCD1602  
背面圖

圖八： I2C LCD1602 顯示模組

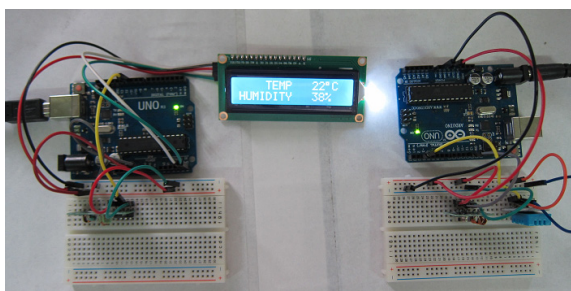


圖九：433 MHz 射頻發射接收模組

- (e)實驗步驟：(1)連接射頻發射機模組與溫溼度感測模組線路到 Arduino 主機板（如圖十所示），並將發射機程式（資料傳輸率設為 2000 bps）上傳到 Arduino 主機板；(2)連接射頻接收機模組與 LCD 顯示模組線路到 Arduino 主機板（如圖十所示），並將接收機程式（資料傳輸率設為 2000 bps）上傳到 Arduino 主機板。



圖十：433 MHz 射頻模組溫溼度資料傳輸實驗接線



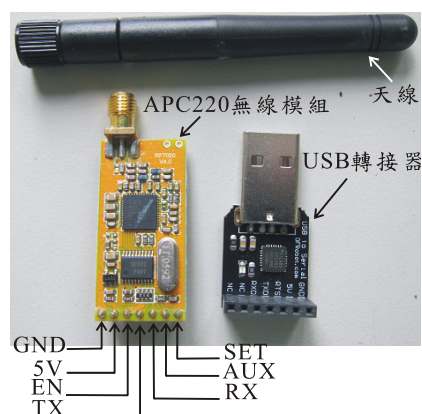
圖十一：433 MHz 射頻無線資料傳輸實驗呈現的溫溼度資料接收結果

- (f) 433 MHz 射頻無線資料傳輸實驗結果如圖十一所示。本實驗發射機模組將 dht11 模組感測的溫溼度資料傳送到接收機模組，接收機端 LCD 模組顯示即時的溫溼度資料分別是攝氏 22 °C 與濕度 38%。本實驗的 433 MHz 射頻模組採取 ASK 數位調變技術，我們並沒有將天線焊接在發射機或接收機模組上，但在短距離內仍然可以維持正常的無線資料收發；依照廠商的技術手冊記載，本射頻模組的有效通信距離約為室

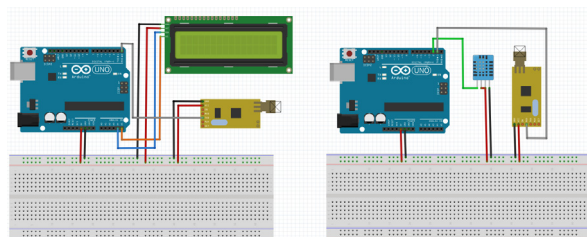
內環境 40 公尺和室外環境 100 公尺（5V 工作電壓，加裝天線）。

### 3. APC220 無線模組資料傳輸實驗

- (a)實驗目標：使用 APC220 無線模組傳送溫溼度資料信號，並在 LCD 顯示模組中呈現資料結果。
- (b)實驗模組：Arduino UNO（圖二）、溫溼度感測模組（圖七）、LCD1602 顯示模組（圖八）、APC220 發射機(TX)模組與接收機 (RX)模組（圖十二）。
- (c)Arduino IDE 函式庫：  
dht11.h、LiquidCrystal\_I2C.h。
- (d)實驗電路接線如圖十三所示。



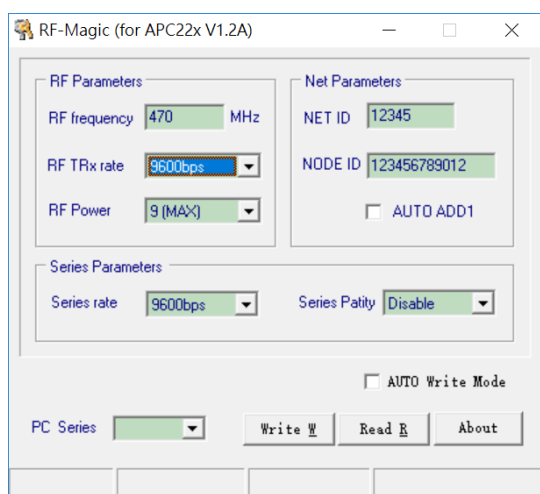
圖十二 APC220 無線模組(TX 和 RX 兩用)



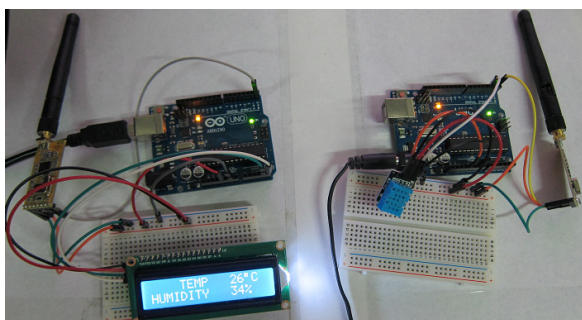
圖十三：PC220 無線模組溫溼度資料傳輸實驗接線

- (e)實驗步驟：(1)利用 USB 轉接器連接 APC220 無線模組到電腦，並透過 RF-Magic 軟體設定 APC220 模組的通訊參數，發射機和接收機除了 NODE ID

設定不同外，其餘發射端和接收端參數應設定相同才能進行通訊，如圖十四所示；(2)連接 APC220 發射機模組與溫溼度感測模組線路到 Arduino 主機板(如圖十三所示)，並將發射機程式（資料傳輸率設為 9600 bps）上傳到 Arduino 主機板；(3)連接 APC220 接收機模組與 LCD 顯示模組線路到 Arduino 主機板（如圖十三所示），並將接收機程式（資料傳輸率設為 9600 bps）上傳到 Arduino 主機板。



圖十四：利用 RF-Magic 軟體設定 APC220 無線模組的通訊參數



圖十五：APC220 無線數據傳輸實驗呈現的溫溼度資料接收結果

(e) APC220 無線數據傳輸實驗結果如圖十五所示。本實驗發射機模組將 dht11 模組感測的溫溼度資料傳送到發射機模

組，LCD 模組顯示即時的溫溼度資料分別是攝氏 26 °C 與濕度 34%。APC220 無線模組採取 GFSK 數位調變技術，廠商的技術手冊記載可調整通訊頻率從 431 MHz 到 478 MHz（頻率間隔 200 kHz），有效通訊距離約 1000 公尺。

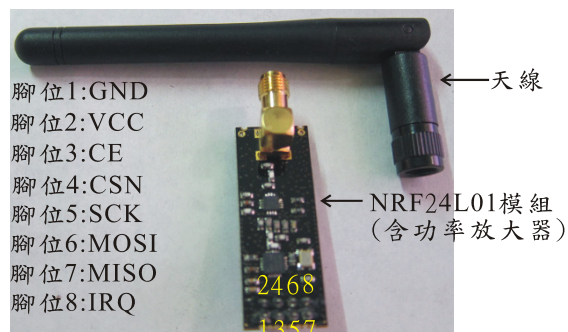
#### 4. NRF24L01 無線模組資料傳輸實驗

(a)實驗目標：使用 NRF24L01 無線模組傳送溫溼度資料信號，並在 LCD 顯示模組中呈現資料結果。

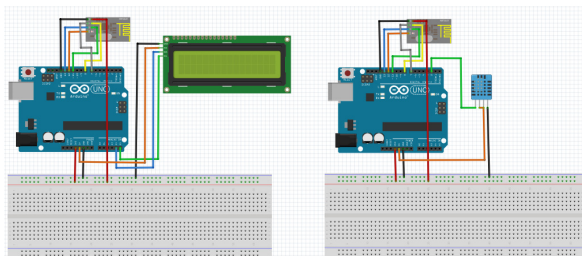
(b)實驗模組：Arduino UNO（圖二）、溫溼度感測模組（圖七）、LCD1602 顯示模組（圖八）、NRF24L01 發射機(TX)模組與接收機 (RX)模組（圖十六）。

(c)Arduino IDE 函式庫：SPI.h、RF24.h、dht11.h、LiquidCrystal\_I2C.h。

(d)實驗電路接線如圖十七所示。



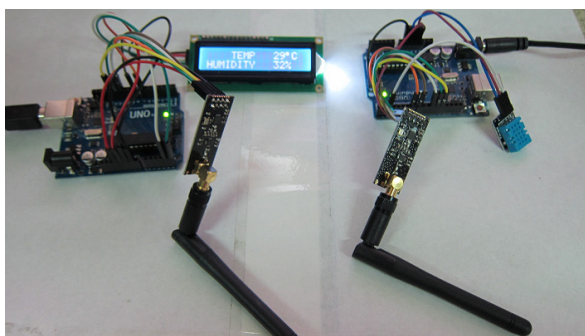
圖十六：NRF24L01 無線模組(TX 和 RX 兩用)



圖十七：NRF24L01 溫溼度資料傳輸實驗接線

(e)實驗步驟：(1)利用 RF-24.h 的程式指令

設定 NRF24L01 模組的通訊參數，發射機和接收機程式中的頻道編號、通道位址、和傳輸速率必須設定相同，才能進行通訊；(2)連接 NRF24L01 發射機模組與溫溼度感測模組線路到 Arduino 主機板（如圖十七所示），並將發射機程式上傳到 Arduino 主機板，注意 NRF24L01 發射(或接收)機模組接 3.3 V 電源；(3)連接 NRF24L01 接收機模組與 LCD 顯示模組線路到 Arduino 主機板（如圖十七所示），並將接收機程式上傳到 Arduino 主機板。



圖十八：NRF24L01 無線資料傳輸實驗呈現的溫溼度資料接收結果

(f) NRF24L01 無線資料傳輸實驗結果如圖十八所示。本實驗發射機模組將 dht11 模組感測的溫溼度資料傳送發射機模組端，LCD 模組顯示即時的溫溼度資料分別是攝氏 29 °C 與濕度 32%。NRF24L01 無線模組採取 GFSK 數位調變技術，廠商的技術資料記載本模組通訊頻率從 2400 MHz 到 2525 MHz (125 個通道)，可操作於 ISM 公用頻段(通訊頻率從 2400 MHz 到 2483 MHz)，有效通信距離約 1000 公尺。與 APC220 模組比較，NRF24L01 模組具有較高的資料傳輸率和較低的購買成本。NRF24L01 和 APC220 模組的通訊保密和通訊距離均優於 433 MHz 射頻模組。

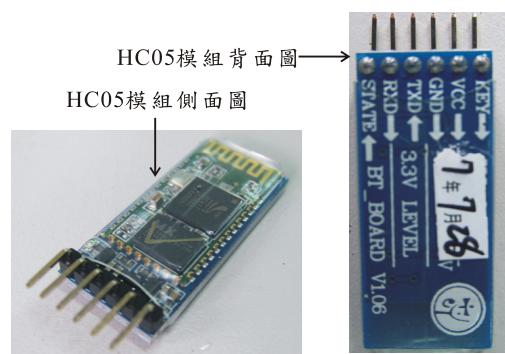
## 5. HC05 藍芽模組資料傳輸實驗

(a)實驗目標：使用 HC05 藍芽模組傳送溫溼度資料信號，並在智慧型手機螢幕中呈現資料結果。

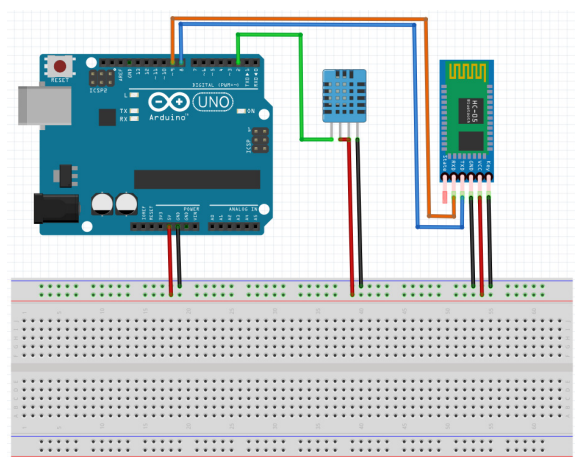
(b)實驗模組：Arduino UNO（圖二）、溫溼度感測模組（圖七）、LCD1602 顯示模組（圖八）、HC05 藍芽模組（圖十九）、智慧型手機。

(c)Arduino IDE 函式庫：SoftwareSerial.h、dht11.h。

(d)實驗電路接線如圖二十所示。



圖十九：HC05 藍芽模組(主從兩用)



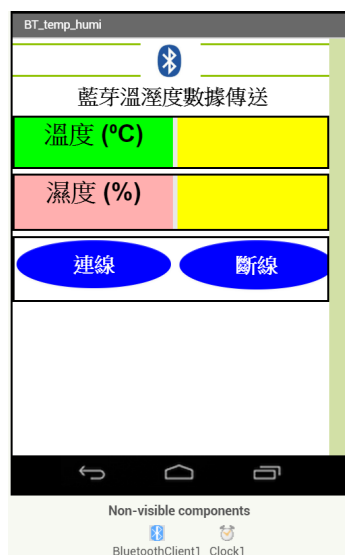
圖二十：HC05 溫溼度資料傳輸實驗接線

(e)實驗步驟：(1)在 Arduino IDE 序列埠視窗中用 AT 指令變更 HC05 藍芽模組（STATE 腳位接 3.3 V 電源）為主端模式，並且和智慧型手機完成配對連線，

如圖二十一所示 [13]；(2)利用 APP Inventor 2 軟體開發手機藍芽溫溼度顯示 APP 程式 [17]，如圖二十二所示；(3)連接 HC05 藍芽模組與溫溼度感測模組線路到 Arduino 主機板(如圖二十)，並將程式(資料傳輸率設為 9600 bps)上傳到 Arduino 主機板；(4)開啟手機藍芽溫溼度顯示 APP 程式，按連線後選取配對裝置，連線手機與 HC05 模組。



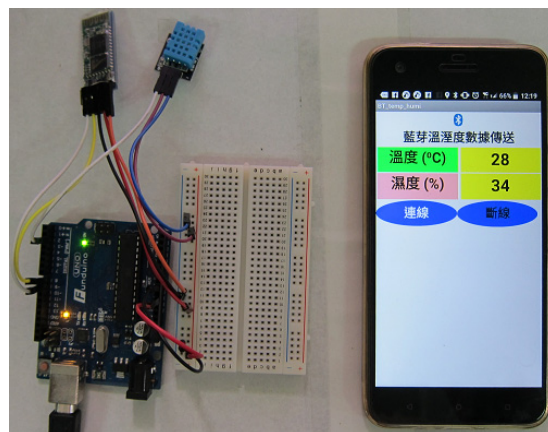
圖二十一：HC05 藍芽模組與智慧型手機完成配對連線



圖二十二：手機藍芽溫溼度顯示 APP

(f)HC05 藍芽模組無線數據傳輸實驗結果如圖二十三所示。本實驗 HC05 藍芽模

組將 dht11 模組感測的溫溼度資料傳送到智慧型手機端，手機 APP 螢幕顯示即時的溫溼度資料分別是攝氏 28 °C 與濕度 34%。本實驗的 HC05 藍芽模組採取跳頻數位調變技術，通信頻率在 2.4 GHz ISM 通訊頻段，有效通信距離約 10 公尺。



圖二十三：HC05 藍芽模組無線資料傳輸實驗呈現的溫溼度接收結果

## 6.ESP8266 無線模組資料傳輸實驗

(a)實驗目標：使用 ESP8266 無線網路擴展板模組傳送溫溼度資料信號到網路雲端上，並在 ThingSpeak 網站的網頁中呈現資料結果。

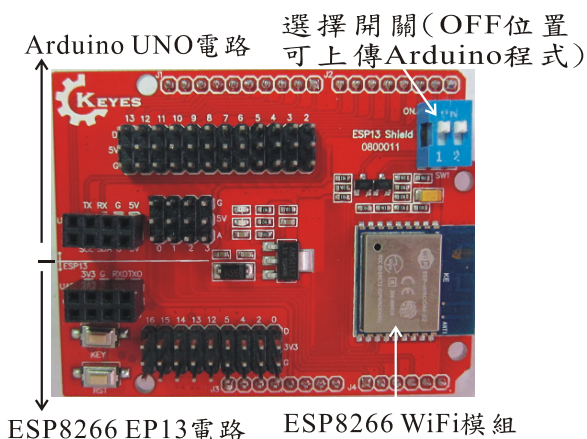
(b)實驗模組：Arduino UNO (圖二)、溫溼度感測模組 (圖七)、LCD1602 顯示模組 (圖八)、ESP8266 無線網路擴展板模組 (圖二十四)。

(c)Arduino IDE 函式庫：SoftwareSerial.h、dht11.h、LiquidCrystal\_I2C.h。

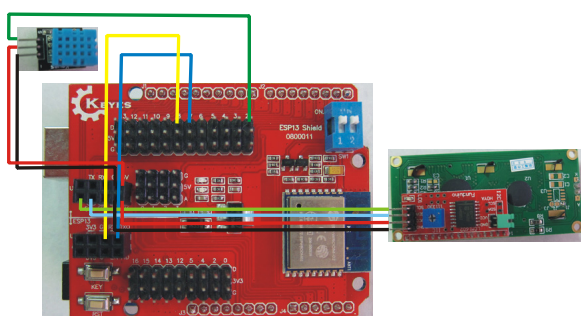
(d)實驗電路接線如圖二十五所示。

(e)實驗步驟：(1)在 Arduino IDE 序列埠視窗中用 AT 指令設定 ESP8266 (STA 模式) 與智慧型手機 (AP 模式) 連線，並取得 ESP8266 無線模組的本地 IP 位址；然後將本地 IP 位址輸入電腦(或筆記型電腦)內 PuTTY 視窗，確定

ESP8266 無線模組與 PuTTY 可以連線 (telnet) 傳輸數據資料 [14]; (2) 上網申請 ThingSpeak 帳號, 然後建立溫溼度數據通道網頁, 並取得 API Key; (3) 連接 ESP8266 無線網路擴展板與溫溼度感測模組線路到 Arduino 主機板 (如圖二十五所示), 並將 AP 名稱、AP 密碼、ThingSpeak 網站位址、API Key 等資訊寫入程式 (資料傳輸率設為 9600 bps) 中並上傳到 Arduino 主機板; (4) 開啟智慧型手機 WiFi 連線, 將實驗電路以無線方式連線手機, 開始透過手機將溫溼度感測資料傳送到 ThingSpeak 網站的溫溼度數據通道網頁。



圖二十四：ESP8266 無線網路擴展板模組



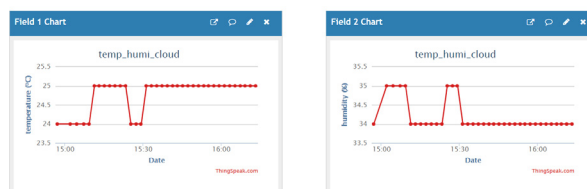
圖二十五：ESP8266 無線網路溫溼度資料傳輸實驗接線 (擴展板連接在 Arduino 主機板上)

(f) ESP8266 模組無線資料傳輸實驗結果如圖二十六所示。本實驗 ESP8266 模組

將 dht11 模組感測的溫溼度資料透過上網的手機傳送到 ThingSpeak 網站, 網站溫溼度數據通道網頁顯示如圖二十七所示, 只要實驗電路在開機狀態, 溫溼度資料會持續上傳至 ThingSpeak 網站。ESP8266 模組採取 SPI 通訊協定與 WiFi 無線網路通訊技術, 對照同樣是採取 SPI 通信協定的 NRF24L01 無線模組 (圖十六) 而言, ESP8266 模組有更好的通訊抗干擾性能; 另外, 擴展板設計可以簡化人工接線。由於 ESP8266 模組本身就是一種無線網路通訊的產品, 所以可以輕易地使用在物聯網 (IoT) 應用。



圖二十六：ESP8266 模組無線資料傳輸實驗呈現的溫溼度接收結果



圖二十七：ESP8266 無線資料傳輸實驗即時溫溼度資料上傳到 TThingSpeak 網站網頁

## 7. PS2 遙控器多通道實驗

(a) 實驗目標：利用 Arduino IDE 序列埠視窗觀察 PS2 遙控器按鍵與左右搖桿的控制通道信號。

(b) 實驗模組：Arduino UNO (圖二)、PS2 遙控器與接收器 (如圖二十八所示)、Arduino UNO 感測器擴展板。

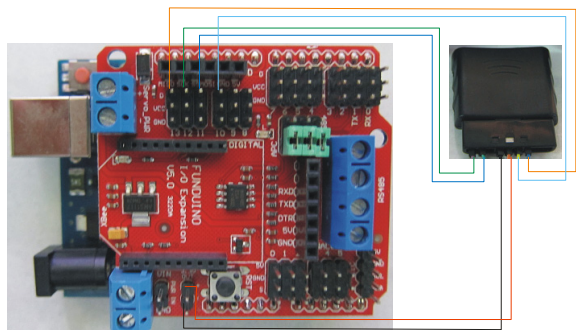
(c)Arduino IDE 函式庫：PS2X\_lib.h。

(d)實驗電路接線如圖二十九所示。

(e)實驗步驟：(1)將測試程式上傳到 Arduino 主機板；(2)按壓 PS2 遙控器各按鈕，並測試 PS2 遙控器搖桿，在 Arduino IDE 序列埠視窗中觀察結果。

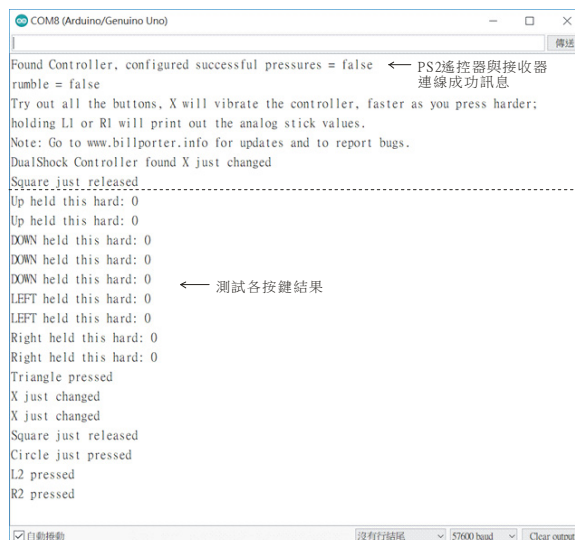


圖二十八：PS2 遙控器與接收器模組

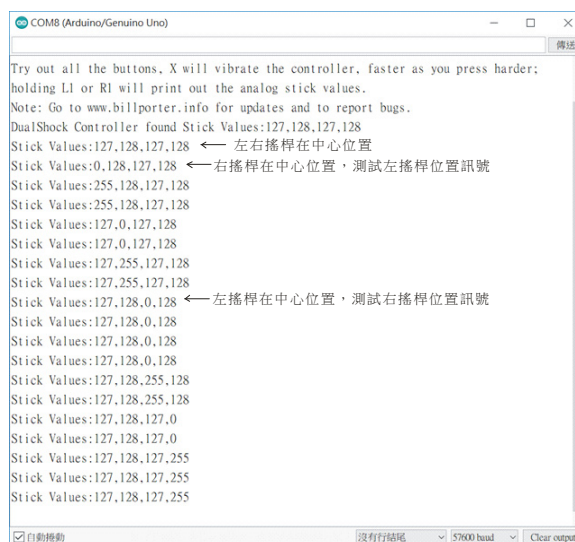


圖二十九：PS2 遙控器多通道實驗接線（擴展板連接在 Arduino 主機板上）

(f) PS2 遙控器多通道控制實驗結果如圖三十與圖三十一所示。圖三十表示按下 PS2 遙控器按鈕（共有 10 個：UP、DOWN、LEFT、RIGHT、Triangle、Square、Circle、X、R2、L2）後在 Arduino IDE 序列埠視窗顯示的結果，這表示



圖三十：PS2 遙控器多通道控制實驗-按鈕顯示



圖三十一：PS2 遙控器多通道控制實驗-搖桿顯示

PS2 遙控器的按鈕開關至少可以提供 10 種控制指令需求。圖三十一表示操作 PS2 遙控器左右搖桿（需搭配按住 R1、L1 按鍵才能動作）後在 Arduino IDE 序列埠視窗顯示的結果，且搖桿提供的方法是 PWM 控制。從圖三十與圖三十一所示，操作按鍵或搖桿有時會出現開關信號的彈跳問題 [8]，例如在圖三十中按一次 DOWN 按鍵卻讀出三次回應，在圖三十一中操作一次左搖桿卻讀出二

次回應。以一般遙控器通道定義，左右搖桿代表 4 個控制通道，因此 PS2 總共可以提供 14 個通道控制(12 個按鈕加上搖桿，但扣除 R1 和 L1 按鈕)。雖然 PS2 具有多通道控制優點，但不具備對頻或對碼功能，因此通訊保密性較差；另外，遙控距離在 25 公尺左右(實測)，適合短距離無線遙控。

## 8. 跳頻通訊遙控器多通道實驗

(a)實驗目標：利用 Arduino 控制板與示波器觀察跳頻遙控器左右搖桿、指撥開關、與旋鈕的控制通道信號。

(b)實驗模組：Arduino UNO (圖二)、跳頻遙控器與接收器(圖三十二)、示波器。

(c)實驗電路接線如圖三十三所示。

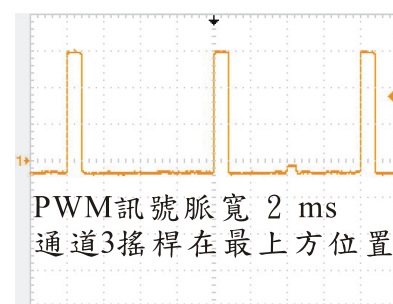
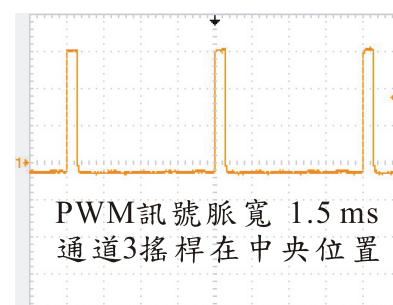
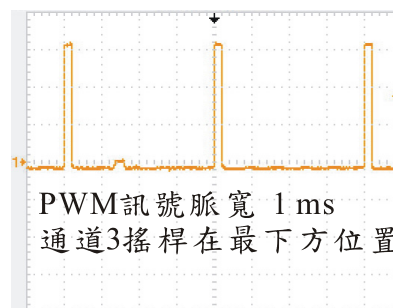


圖三十二：跳頻遙控器與接收器模組



圖三十三：跳頻遙控器多通道實驗接線

(d)實驗步驟：(1)進行遙控器和接收器間的對頻。將接收器通道腳位連接示波器；(2)操作遙控器左右搖桿、指撥開關、與旋鈕開關，觀察示波器的 PWM 信號。



圖三十四：跳頻遙控器左搖桿在不同位置時通道3的 PWM 信號。

(e)本實驗遙控器預設有六通道，其中通道1和2在右搖桿，通道3和4在左搖桿，油門控制在左搖桿通道3(通常油門控制在左搖桿位置的遙控器稱為美國手遙控，油門控制在右搖桿位置的遙控器稱為日本手遙控)；另外通道5和6預設在旋鈕開關 RA 和 RB，如圖三十二所示；要注意的是可藉由面板設定改變通道5和6在指撥開關(SWA~SWD)位

置，方便做混控使用。每個通道的 PWM 均類似通道 3 信號，依照搖桿、指撥開關、與旋鈕位於不同位置，信號脈寬在 1 ms 到 2 ms 間變化（週期  $T = 20$  ms）。脈寬為 1 ms 時，量測信號電壓約為 0.18 V；脈寬為 1.5 ms 時，量測信號電壓約為 0.26 V；脈寬為 2 ms 時，量測信號電壓約為 0.34 V，如圖三十四所示。一般六通道遙控器就可以控制四軸旋翼飛行器，但如果需要多樣性的控制（例如攝影機雲台或其他伺服機構），則需要採用更多通道的遙控器才能滿足需求。跳頻通訊遙控器的抗干擾性和通訊保密性優於 PS2 遙控器，通訊距離也遠大於 PS2 遙控器。

#### 四、結論

本研究運用 Arduino 控制板和無線通訊模組實作無線資料傳輸實驗，目的是設計專題實作無線遙控課程，期望提升專題實作控制組的教學成效。我們共設計 8 項教學實驗課目：利用紅外線、433 MHz 射頻、APC220、NRF24L01、HC05 藍芽、ESP8266 無線網路等通訊模組完成無線資料傳輸實驗，並實作觀察 PS2 和跳頻通訊遙控器的多通道信號。在硬體研究成果方面，已建立感測器、無線通訊模組、與遙控器等硬體介面教材，可供無線遙控課程教學使用；在軟體研究成果方面，已開發無線資料傳輸實驗教學所需的基本 Arduino 程式。透過正確的實驗步驟和軟硬體結合，使學生能夠快速有效率的進行專題實作課程。預期本實驗課程教學可以訓練學生開發微處理機控制程式，並可以讓學生建立未來運用國軍無人遙控載具的基礎能力。

#### 參考文獻：

- [1] [https://en.wikipedia.org/wiki/General\\_Atomics\\_MQ-9\\_Reaper](https://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-9_Reaper)
- [2] <http://www.precisionremotes.com/vehicle-mounted-rows/general-dynamics-mutt/>
- [3] 石家豪、陳煥庭，”運用無人載具對提升國軍災害防救效能之研究” 黃埔學報，第六十九期：pp. 35-46, 2015
- [4] [http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/catalogs.aspx?catalog\\_Id=1](http://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/catalogs.aspx?catalog_Id=1)
- [5] <https://en.wikipedia.org/wiki/Microcontroller>
- [6] 陳明瑩，8051 KEIL C：紅外線介面專題製作入門篇，台北：松崗，2014
- [7] 曹永忠，Arduino 程式教學（無線通訊篇），渥瑪數位，2015
- [8] 趙英傑，超圖解 Arduino 互動設計入門，台北：旗標，2018
- [9] 楊明豐，Arduino 自走車最佳入門與應用—打造輪型機器人輕鬆學，台北：基峰，2016
- [10] 洪正端，詳細解析 PIC16F877 原理與應用，新北市：台科大圖書，2009
- [11] 趙英傑，超圖解 Python 物聯網實作入門，台北：旗標，2018
- [12] 柯博文，Raspberry Pi 超炫專案與完全實戰，台北：基峰，2016
- [13] 施士文，ARDUINO 微電腦應用實習，新北市：台科大圖書，2015
- [14] 楊明豐，ARDUINO 物聯網最佳入門與應用—打造智慧家庭輕鬆學，台北：基峰，2018
- [15] <http://www.arduino.cc/>
- [16] <https://github.com/>
- [17] <http://ai2.appinventor.mit.edu/>

# **The design and Implementation of Wireless Remote Control Course**

**Shyh-Yeong Ke**

**Department of Electrical Engineering, ROC Military Academy**

## **Abstract**

This study proposes the design and implementation of the remote control course using the Arduino control board with wireless communication modules. Infrared, 433 MHz RF, APC220, NRF24L01, HC05 Bluetooth, and ESP8266 modules are utilized to achieve the wireless data transmission experiments. The multi-channel signals of the PS2 remote controller and the frequency hopping communication remote controller are also experimentally observed in the study. The course design involves the topics such as microprocessors, sensors, and wireless communication modules. The objective of the course is to enable the cadets at the ROC Military Academy to learn wireless remote control more efficiently. Furthermore, the research outcomes can be used to improve the teaching effectiveness of the special project implementation (control group) course.

Key words : Arduino, remote control, wireless data transmission