

全國高級中等學校專業群科 108 年專題及創意製作競賽

「專題組」作品說明書

群別：電機與電子群

作品名稱：羽毛球步伐練習器

關鍵詞：Arduino、單人訓練、超音波感測器

目錄

壹、摘要.....	1
貳、研究動機.....	1
參、主題與課程之相關性或教學單元之說明.....	2
肆、研究方法.....	3
一、研究流程.....	3
二、使用軟體及硬體.....	4
伍、研究結果.....	12
陸、討論.....	14
柒、結論.....	15
捌、參考資料及其他.....	16

圖目錄

圖 1	場景示意圖.....	1
圖 2	價格比較.....	2
圖 3	甘特圖.....	3
圖 4	研究步驟.....	3
圖 5	Arduino Logo.....	4
圖 6	Altium Designer.....	4
圖 7	HC-SR04.....	5
圖 8	NRF24L01	6
圖 9	ATMega328P	7
圖 10	MT3608.....	7
圖 11	Arduino Mega2560	8
圖 12	主控顯示板電路.....	8
圖 13	感應端電路.....	9
圖 14	遙控器電路.....	10
圖 15	七段顯示器.....	10
圖 16	主控顯示板.....	12

羽毛球步伐練習器

壹、摘要

在一個人的情況下，沒辦法實現雙打練習，但是又想要訓練運動時的反應速度，此時本專題可以幫助到你。我們將顯示板裝設在球網前方，再把感應端設置在羽球場四周的八個定點，以超音波感測器 HC-SR04 偵測腳步後回傳給主控顯示板，且設有練習模式及實戰模式兩種，皆可用遙控器來選擇特定位置，相較於市售的步伐練習器，本專題各裝置皆採用無線射頻通訊，方便攜帶及收納，另外因零件消耗功率低，可連續使用長達 20 小時。

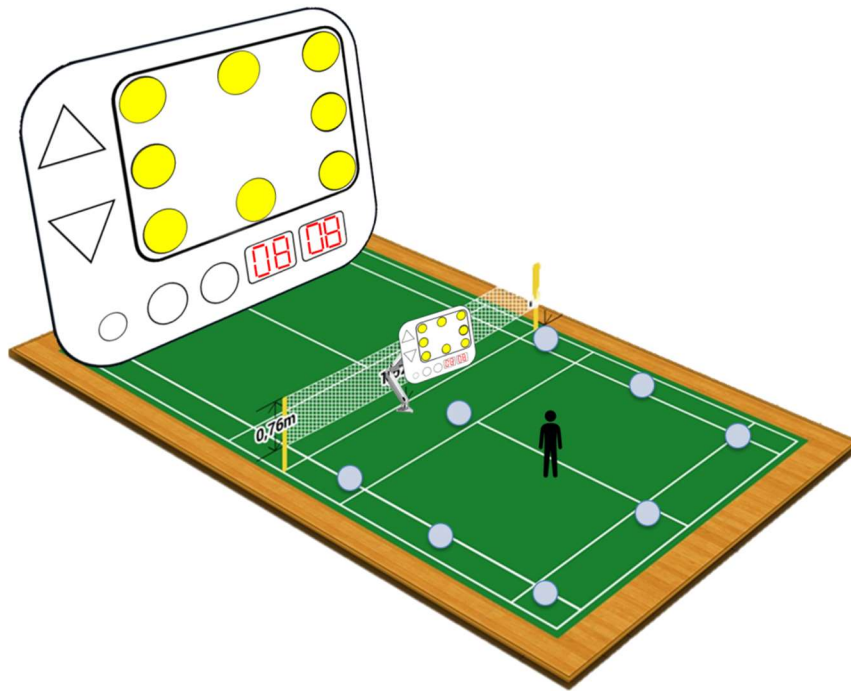


圖 1 場景示意圖

貳、研究動機

就如各位所知，羽毛球是一項最少需雙人的運動，但如果想要在一個人時也

能做自我訓練的話，往往有些困難，像是沒辦法知道自己到底有沒有進步，再來，在運動過程中的動作是否可以再更簡潔呢？只要多加練習的話，熟能生巧，不僅動作能更加流暢，連反應速度也會提升。

市售的步伐練習不僅價格高昂、維修不易、零件稀有且需要有線，因此本專題的為動機作出一個成本低、零件更換容易、且是用無線射頻通訊的步伐練習器。

Sure Step步法訓練師
MODEL 6PLCDS D

狀況 新產品

6個位置步法訓練。羽毛球比賽模擬。

包裝包含：1個控制面板，6個按鈕盒，1個電池座，2套10英尺長的電線，2套20英尺長的電線和12套30英尺長的電線。有線裝置

電池和三腳架不包括在內。

Tweet Share

Google+ Pinterest

打印

AUD\$1,509.03
=NT\$33361

數量 1

添加到購物車

Mastercard VISA PayPal

圖 2 價格比較

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

肆、研究方法

一、研究流程

(一)、研究進程

專題研究之甘特圖如圖 3 所示。

	8月	9月	10月	11月	12月	1月
討論功能	■	■	■	■	■	■
購買零件			■	■	■	■
程式設計	■	■	■	■	■	■
電路設計					■	■
面板設計	■	■			■	■
報告設計	■	■	■	■	■	■

圖 3 甘特圖

(二)、研究步驟

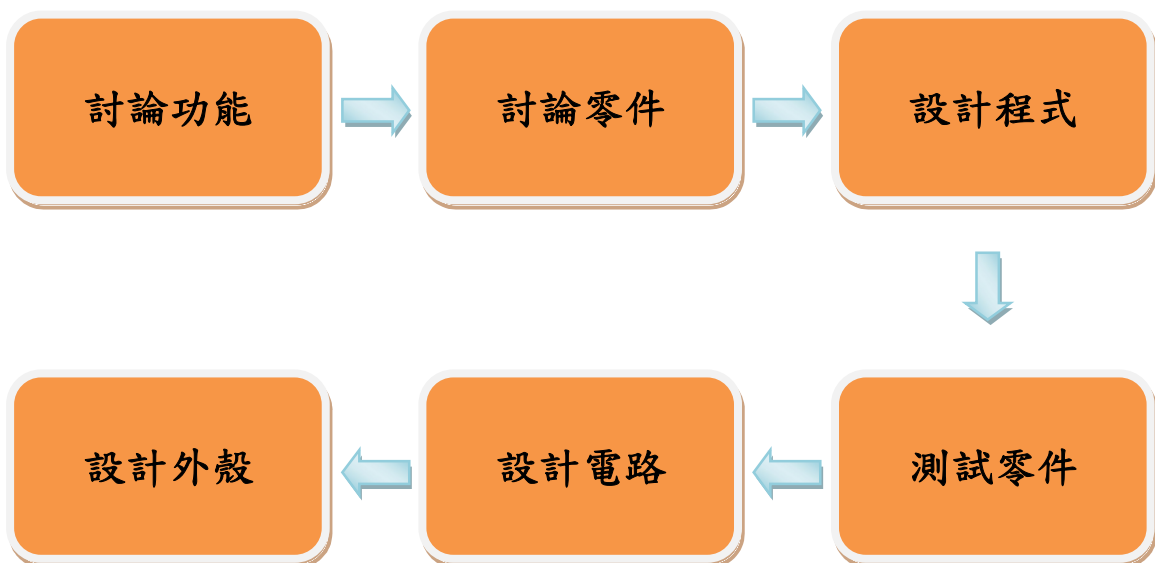


圖 4 研究步驟

二、使用軟體及硬體

(一)、軟體介紹

1. Arduino

Arduino 是一種開放授權的互動環境開發技術，不僅軟體開放源碼，硬體也是開放的。軟體的開發環境可在網上免費下載，而 Arduino 的電路設計圖也可從官方網站自行下載，依據自身之需求進行修改。



圖 5 Arduino Logo

2. Altium Designer

Altium Designer 是 Altium 公司開發的一款電子設計自動化軟體，用於原理圖、PCB、FPGA 設計。結合了板級設計與 FPGA 設計。



圖 6 Altium Designer

(二)、零件介紹

1. HC-SR04 超音波感測器

我們使用 8 個超音波感測器裝設在羽球場四周並設定在__公分內使其動作，來確認使用者是否有精確地抵達設置點，元件如圖 7 所示。

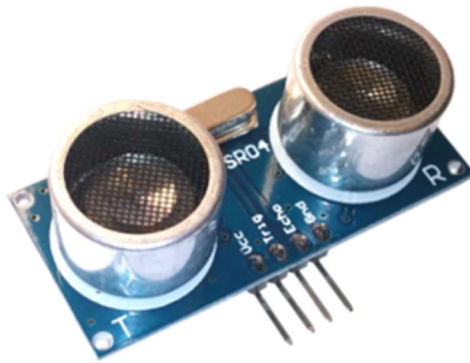


圖 7 HC-SR04

2. NRF24L01

NRF24L01 是一款工作在 2.4-2.5GHz 世界通用 ISM 頻段的收發晶片模組，NRF24L01 無線收發器包括：頻率發生器增強型 ShockBurst™ 模式控制器、功率放大器、晶體放大器、調製器、解調器、輸出功率頻道選擇和協定的設置可以通過 SPI 介面進行設置極低的電流消耗，當工作在發射模式下發射功率為 6dBm 時，電流消耗為 9.0mA，接受模式為 12.3mA 掉電模式和待機模式下電流消耗模式更低。NRF24L01 是一款工作在 2.4-2.5GHz 區段，採用全球開放 ISM 頻段，最大 0dBm 發射功率，免許可證(NCC 認證)使用。在空曠的地方傳輸可達 100 米傳輸的距離，並支援每條頻道六路通道的資料接收，而這就是本專題使用他的原因，且通過切換頻道，通道的資料接收可達到我們所需要的 8 個通道，元件如圖 8 所示。

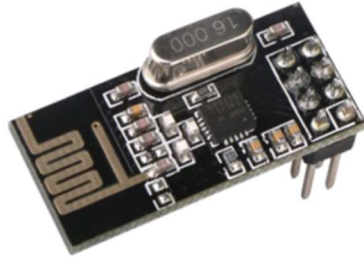


圖 8 NRF24L01

3. ATmega328P

這是一顆八位元 AVR 精簡指令型微控制器，擁有 32KB ISP 具備寫入同時讀取能力的閃存記憶體。1KB 的電氣可抹除唯讀記憶體。2KB 隨機存取記憶體。23 個通用輸出輸入線。32 個通用工作暫存器。三個具備比對能力的計時計數器。內部與外部中斷。可程式化的通用非同步收發串列介面。一組位元組導向的兩線式串列介面。一組 SPI 串列埠。6 通道 10 位元類比數位轉換器(TQFP 及 QFN/MLF 包裝中只有 8 通道)。一組具有內部震盪器的可程式化看門狗計時器。五組可選擇的功率節約模式。這個單晶片的工作電壓運作在 1.8V-5.5V 之間。這個單晶片運作效能達到每百萬赫茲(Hz)有 1 MIPS,且體積小，可以大量生產，運用在本專題的 8 個 SENSOR 和無線傳輸器控制上十分適合，元件如圖 9 所示。

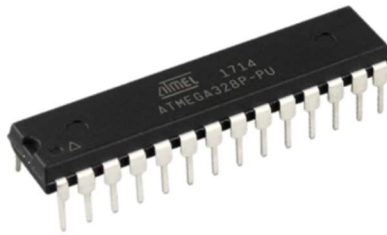


圖 9 ATMega328P

4. MT3608

MT3608 是一個恆定頻率，6 針 SOT23 電流模式的升壓轉換器，用於小型，低功耗應用。MT3608 開關在 1.2MHz 和允許使用小，低成本電容器和電感 2mm 或更低的高度。MT608 的特點是在光負載下自動切換到脈衝調頻模式。MT3608 包括電流限制和熱過載保護，以防輸出過載時損壞，且價格便宜，可以大量使用，元件如圖 10 所示。



圖 10 MT3608

5. Arduino Mega2560

Arduino Mega 2560 為使用 C 語言作為開發環境的微控制器，本身具有 54 組數位 I/O、input/output 端（其中 14 組可做 PWM 輸出），16 組類比 I/O，4 組 UART（hardware serial ports），32 組數位 I/O，使用 16 MHz 的晶體震盪器，且

有如此多的 I/O 端可用於我們顯示燈的接腳及 7 段顯示器，由於具有 bootloader，因此能夠通過 USB 直接下載程式而不需經過其他外部燒入器，供電部份可選擇由 USB 直接提供電源，或者使用變壓器及電池作為外部供電，而我們是使用可充電的行動電源，元件如圖 11 所示。

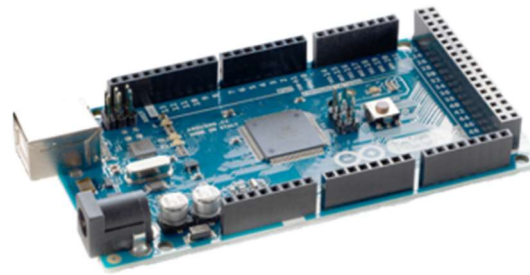


圖 11 Arduino Mega2560

(三)、硬體電路介紹

主控顯示板電路板是本專題的核心，用來焊上限流電阻並使接線更為方便。包含 1.處理器:ArduinoMega2560, 2.顯示燈及七段顯示器, 3.射頻通訊:NRF24L01, 4.紅外線接收端，其電路圖如圖 12 所示。

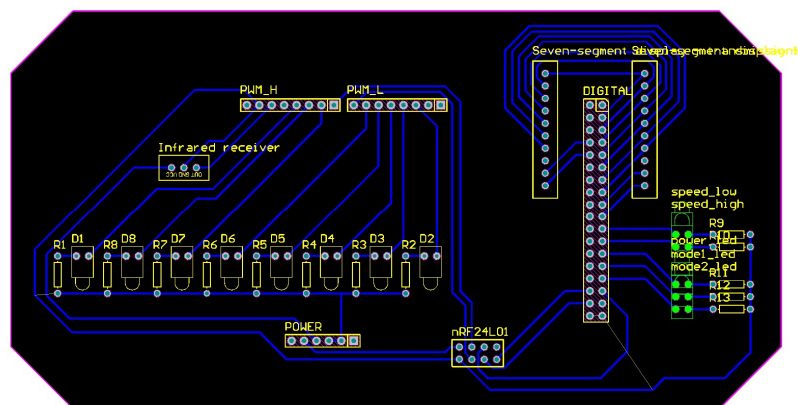


圖 12 主控顯示板電路

本專題的感應裝置，裝設在羽球場半場四周，用於監測使用者的位置是否有

進入感應器設定的範圍內，如有偵測到動作，則會觸發高態並使控制裝置讓無線傳輸元件傳遞訊息給主控顯示板，其電路如圖 13 所示

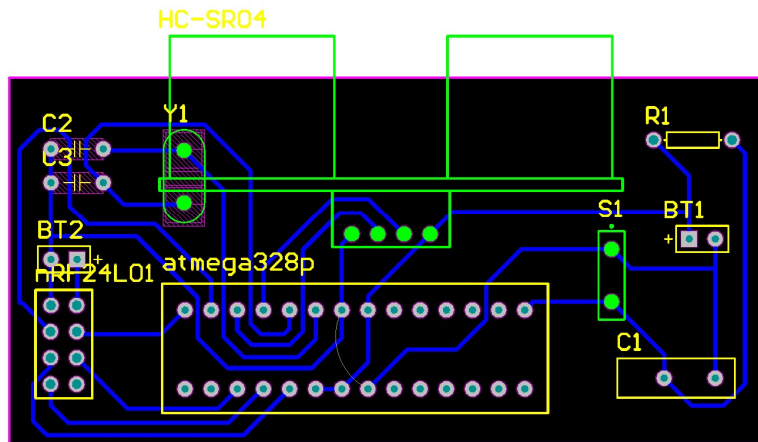


圖 13 感應端電路

遙控器上 S1~S8 按鈕，其功能是選擇使用者所喜好的定點位置，下方側 D+5 按鈕是設定目標(按一次目標+5)，因使用完後必須要清除資料以重新設定模式，所以必須有一個 RESET 鍵，右側的 MODE1 及 MODE2 則是練習模式與實戰模式的選擇鍵，上方 D1 是紅外線 LED，ATMega328P 用來解讀按鈕信號並使 D1 送出訊號，其電路如圖 14 所示。

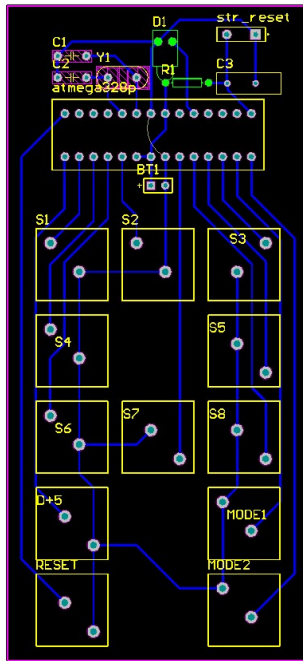


圖 14 遙控器電路

七段顯示器電路，作用於顯示使用者所設定的目標及達成的次數，由於將資料線連接到主控顯示板上所以數值由 ArduinoMega2560 經由各感應端及遙控器來整理資訊後進行控制及更新，其電路如圖 15 所示。

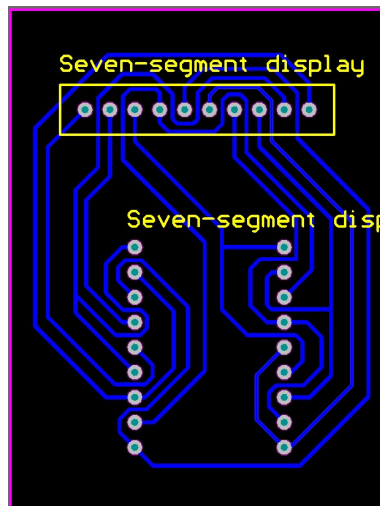


圖 15 七段顯示器

(四)、功能介紹

1. 模式一(練習模式)

模式一的設計初衷為讓使用者依其步調來練習步伐，所以本專題將程式設定為當使用者看到主控顯示板上的燈亮起時，使用者必須去相對應的感應端觸發訊號使感應端回傳訊息給主控顯示板，主控顯示板如有接收到訊號便會使下一個燈隨機亮起，但如果跑錯位置的話，該顯示燈則會持續亮著直到被觸發。

2. 模式二(實戰模式)

模式二的設定初衷為模擬實際打球時的狀況，在瞬息萬變的比賽中，每個球的路徑與速度皆不同，因此我們將顯示燈的出現時間設定為兩種，時間較快的等效成比賽中會有的殺球(快球)，較慢的則為高飛球(慢球)，為了使用者練習上的流暢度，本專題將快球的出現位置限制在前面五個點，慢球則全場皆有，因模式二在使用上必須要設定一個出現的總數，並有一個記錄達成次數的裝置，才能判斷使用者到底有幾個點沒有在時間達成，因此模式二使用前必須先設定目標後方可開始。

3. 主控顯示板

本專題的主控顯示板，其八個點代表的是球場上裝設感應點的位置，且如果沒有選擇定點的話，八個定點都會有動作，右下的設定目標需要使用遙控器來設定，模式一(練習模式)如果沒有設定目標的話，就會持續動作直到關閉裝置，模式二(實戰模式)如果沒有設定目標的話便無法開始，當模式一的達成次數與設定目標一致時，主控顯示板便會出現結束動畫，此時必須先按遙控器上的 RESET 鍵才能選擇下一個模式，當模式二顯示的次數與設定目標一致時，便會出現結束動畫，此時也必須透過 RESET 鍵來重設，快慢球指示燈則是配合模式二的 2 種時間所做的指示，可以讓使用者依其速度做出不同的動作來因應，如圖 16 所示。

主控顯示板

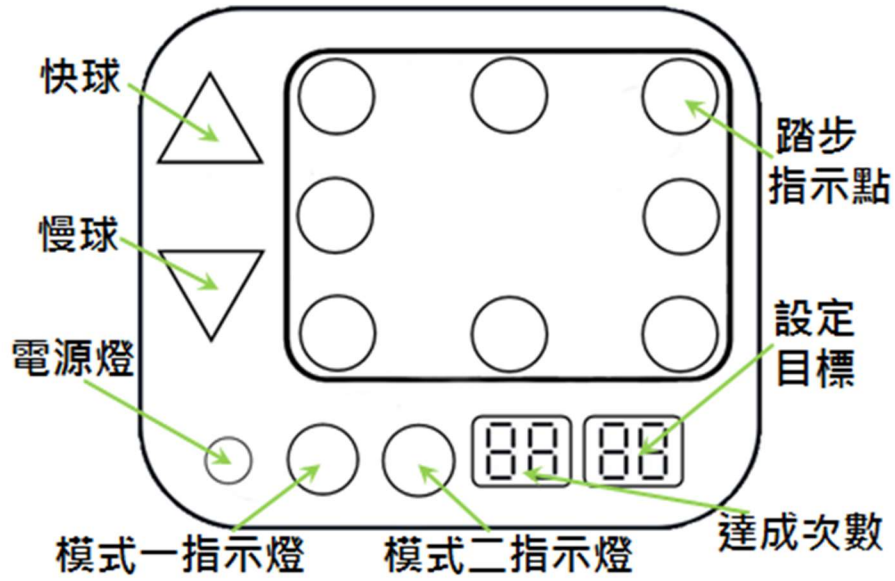
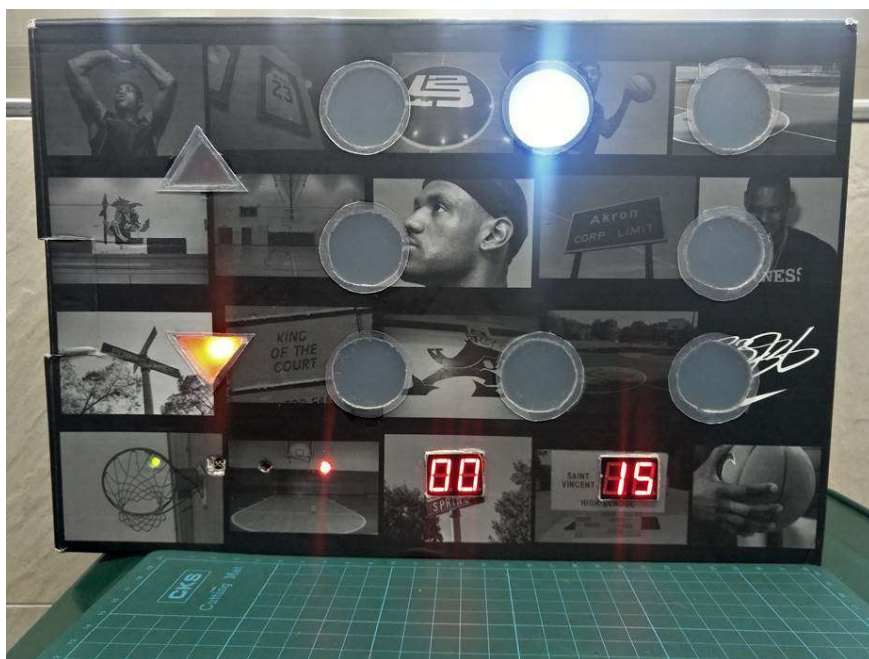


圖 16 主控顯示板

伍、研究結果

一、主控顯示板結構.

上方的八個圓點是本專題的感應端位置，下方顯示 15 的是設定目標，顯示 00 是達成次數，綠燈是電源指示燈，其旁邊依序是紅外線接收器、模式一指示燈、模式二指示燈，而上下燈則是代表模式二的快球與慢球。



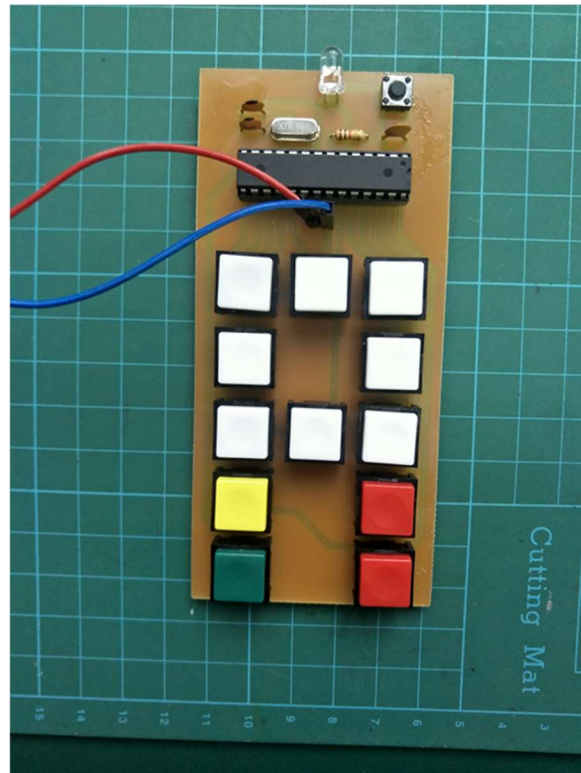
二、感應端結構

本專題感應端分為上下兩層，上層為裝設感應器，下層為裝設電池，下層的構造目的是為了更換電池方便，上層也是，當零件損毀時可直接拿出更換之。



三、遙控器結構

遙控器上八個白色按鈕，其功能是選擇使用者所喜好的定點位置，下方黃色按鈕是設定目標(按一次目標+5)，右側的紅色按鈕，上面的是練習模式的選擇鍵，下面的是實戰模式的選擇鍵。



陸、討論

一、遭遇瓶頸

本專題在選用感應器方面曾考慮了 HC-SR501、HC-SR505(被動式紅外線感測器)及 RCWL-0516(波普勒微波雷達感測器),前兩者普遍應用於省電照明設備,但本身的延遲時間及封鎖時間過長且靈敏度過低,以至於不符合能快速重複觸發同一個點。RCWL-0516 靈敏度高,感測範圍廣且遠,本身的延遲時間及封鎖時間可在不影響功能的情況調整時間長短,但由於相關資料少,本身電路結構不完整,使每次使用時輸出情況不一樣,且易受環境(風)干擾,以至於會產生很多的錯誤觸發,最後採用 HC-SR04 超音波感測器的原因為高靈敏度,感應狀態穩定且已被廣泛使用,價格較為便宜。在遙控器的設計上,原是以做成羽球拍外型為目標,可用來讓使用者有更貼近實戰的感覺,但由於需要的按鈕過多及重量與真

實球拍不符，怕影響使用者的不適應，於是才將其作成一般的遙控器外型。

二、未來展望

(一)、功能增設

1. 設定目標平均分配

如果讓模式設定目標的數目可以平均地分配在各個定點上，則使用者運用時不會感到一直在重複的點上動作，在練習上的感受會更好。

2. 記錄習慣

將使用者習慣存取並統計數據，則使用者除了可以針對自己較弱的方位進行加強外，也可以判斷是否有把弱點改善。

3. 自行更改快慢球時間

每個人對速度的感覺上各有不同，如果只是固定兩種速度，並無法針對個人進行加強訓練，且會因習慣這兩種固定速度而在真實的競技上無法調適，這方面希望可在遙控器上新增數字鍵來調整。

(二)、運用方向

就本專題而言，反應速度快、位移小的運動應是主要的發展方向，除了羽毛球外，網球也是本專題推展的方向。

(三)、外殼材質改良

目前本專題使用在主控顯示板與感應端外殼上的是厚紙板，但畢竟紙板會因吸收水氣而變軟甚至發黃，且堅固程度不如其他材質，所以將會採用如壓克力板或木板等較堅硬的材質來取代之。

柒、結論

就目前為止，本專題已完成了基本的程式架構及硬體構造，發展方向也有了明確的目標，在收納上由於使用的是無線射頻通訊，可達到體積小攜帶方便且使用時間長等優點且可由使用者自行擺設位置及用途，因使用零件皆可在各大電子

零件行購買，所以零件更換容易且價格便宜。

捌、參考資料及其他

1. 個人部落格 小狐狸事務所關於 newping.h 函式庫的介紹與使用
<http://yhhuang1966.blogspot.com/2017/11/arduino-newping.html>
2. 網昱多媒體- Arduino 電子互動媒體設計製作_nrf24L01 無線收發器模組介紹與使用
<https://swf.com.tw/?p=1039>、<https://swf.com.tw/?p=1044>
3. Arduino 官方網站_random()函數的說明與使用
<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/random-numbers/random/>
4. 國外介紹 nrf24L01 的文章與 youtube 影片
<https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-wireless-communication-nrf24l01-tutorial/>