

# 中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學(一)科

**第二名**

082806

**Do It Myself-智能棒球訓練系統**

學校名稱：彰化縣芬園鄉同安國民小學

作者： 小四 楊淳閔 小四 鄭茗紘	指導老師： 許弘叡 吳映慧
-------------------------	---------------------

關鍵詞：棒球、準度、測速

## 摘要

「智能棒球訓練系統」是協助棒球初學者自主完成打擊與投球訓練的系統。訪問棒球教練需要哪些輔助訓練工具與文獻探討後，先以九宮格板自動回復元件製作**投球準度訓練模組**；再改良成輕巧的三宮格板**好球帶訓練模組**。在靈敏度偵測實驗中發現**雷射光加光敏電阻**靈敏度高於超音波與雷射測距感測器，以此製作**揮棒速度訓練模組**，實際使用時發現雷射光與光敏電阻模組在戶外易受陽光干擾，故以各色吸管進行**光敏電阻抗陽光干擾實驗**，發現6公分以上的黑色吸管可有效降低陽光干擾。最後加入**跨步步伐偵測模組**以提升投球穩定度。本系統還能透過IoT的功能，讓使用者掌握練習數據。**實測後**，本系統可**提升練習者的揮棒速度以及投球的準度和穩定度**。

## 壹、研究動機

去年暑假參加棒球夏令營後，我們和同學愛上打棒球，常利用下課練習，有幾次校長的一位朋友來學校拜訪，他曾指導過全國棒球比賽隊伍，教練看到我們在玩棒球就熱心的指導我們棒球投球與打擊姿勢。有一次教練說他訓練選手投球速度會用測速槍來偵測速度，以了解選手投的球速有沒有達到標準，我們也很想要用測速槍來檢視投球，但教練說測速槍要十多萬元，因為價格過高，所以擁有的學校不多，因想要更進一步訓練我們自己的投球與打擊，所以想用木工與創客課學到的技能來製作智能棒球訓練系統，藉由模擬投球準度與穩定度、打擊速度的訓練，用最經濟自主的方式來協助我們提升棒球投球與打擊能力。

## 貳、研究目的

- 一、了解棒球投擲與打擊訓練中，哪些訓練方式或器材可以輔助提升選手投球與打擊能力。
- 二、製作自主訓練棒球投球準度的九宮格機器模組。
- 三、改良九宮格成方便移動與固定的投球三宮格好球帶機器模組。
- 四、測試出靈敏度最佳的測速感測模組。
- 五、製作偵測棒球揮棒速度的機器模組。

六、製作偵測投球跨步距離的機器模組。

七、製作 IoT 雲端紀錄回傳系統。

## 參、研究設備及器材

一、材料:木板、PP 板、環形強力磁鐵、杜邦線、鐵片、MG90S 伺服馬達、micro:bit 電路板、螺絲、棒球、竹筷、喇叭、鐵架、墊片、鉸鍊、雷射光模組、MG995 伺服馬達、球棒、VL53L0X 雷射測距感測器、超音波、乒乓球、光敏電阻、棒球、TM1637 七段顯示器、透明吸管、噴漆、球棒。

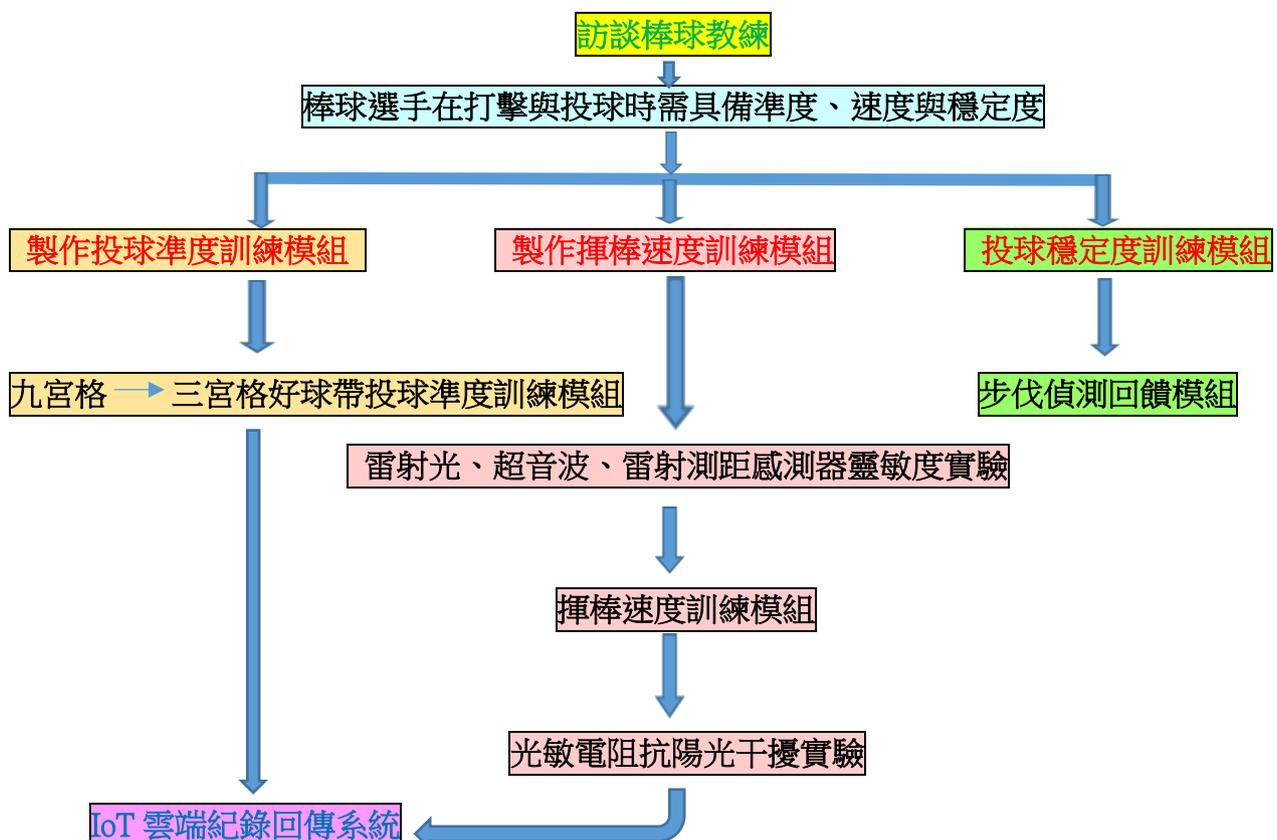
二、工具:電鑽、線鋸、螺絲起子、榔頭、熱熔槍。

三、機具:帶鋸機、線鋸機、鋸台、砂帶機、電鑽、手持砂輪機、雷切機、鑽台。

四、應用程式: MakeCode、ThingSpeak、Ifttt、Line。

## 肆、研究過程或方法

### 「Do It Myself-智能棒球訓練系統」研究流程



## 一、訪談與探究

### (一)訪談棒球教練:



圖 1. 棒球教練示範打擊訓練方式



圖 2. 棒球教練說明投球訓練方式

#### 1. 棒球選手在打擊與投球時需具備的能力有哪些？

棒球選手在打擊與投球時需具備**準度**、**速度**與**穩定度**。

#### 2. 如何增加投球穩定度？

選手可以多練習投球並找出自己最適合的**跨步距離**，這樣可以增加投球穩定度。

#### 3. 打擊速度如何偵測？

目前可以用**測速槍**來測量，當球通過本壘板前後測量速度(在好球帶區域面)，但因為測速槍價格往往要數十萬元，所以目前並不**普及**。

#### 4. 訓練時有何種道具提升準度？

可以跨步機輔助，有時也用拉力繩(磅數)來訓練。

#### 5. 訓練時有何種道具提升速度？

可以測速槍計算速度，讓選手調整自己的投球與打擊。

### (二)探究生活中常見測速儀器

表 1. 生活中常見測速儀器與應用原理

生活中常見測速儀器	交通警察測速儀器	風速測速儀器	球運動測速儀器
測速儀器應用原理	雷射光與雷達	超音波等	雷射光

## 二、文獻探討

「投、跑、打」的技術、速度、力量，可以說是棒球的三大要素(熊育彬，2011)，可見投球與打擊能力的訓練是提升棒球能力的關鍵要素。

投手的表現影響著球隊的勝敗(熊育彬，2011)，因此在棒球訓練時，需要提升投手投球的技術與準度；而揮棒速度為影響打擊成效的關鍵要素之一(黃昭銘、游育豪、鄭文玄、宋順亨，2015)，因為揮棒時間越短，可以讓打擊者有更多的思考與做判斷時間，所以提升打擊速度也是棒球訓練要點。

打擊棒球時，腳與地面會有反作用力發生(莊博堯，2011)，所以跨步距離與運動表現有關(洪玉山，2008)，打擊時，跨步距離因人而異，但適當的站法可以讓打擊力發揮至最佳狀態(陳幸莘、涂瑞洪，2008)。

從文獻探討中發現投手的投球準度與適當跨步距離、揮棒速度會影響棒球選手的表現，所以藉由製作訓練準度與跨步距離的投球模組以提升投球能力；再藉由製作偵測揮棒速度的練習模組來提升揮棒速度。

在科技日新月異的時代，藉由行動科技器具的輔助可以讓教練蒐集球員訓練資料以進行分析或進行個別化計畫。(黃昭銘、游育豪、鄭文玄、宋順亨，2015)因此在整個智能棒球訓練系統完成後，利用 IoT 雲端紀錄回傳投球與揮棒成效給使用者，藉此紀錄與分析數據，用科技化、系統化的方式來輔助棒球訓練。

## 三、實驗一-製作投球準度訓練模組【九宮格自動回復設計】

### 1. 待解問題：

- (1) 以何種方式製作投球準度訓練模組?
- (2) 如何解決九宮格訓練機構的撿板耗時問題?
- (3) 九宮格板要自動回復的過程中，需要有哪些條件？
- (4) 回復過程中，如何驅動推力？

### 2. 製作步驟：

- (1) 打造「九宮格自動回復機構」

因為我們是棒球初學者，為了增進投球精準度，決定以九宮格投球訓練機來做準度訓練，我們設計一個機器人外型的九宮格機構，利用木板、鐵架來打造機器人支架，再利用 PP 板製作九宮格板。但在機構完成初步練習時，每投完一局就要去撿九宮格板，耗時耗力，所以討論後決定將九宮格板升級成可以自動回復原位，利用木作、PP 板、伺服馬達、竹筷、環形強力磁鐵、鐵片、鉸鍊等為材料，先打造三格板木支架，再來用鉸鍊鎖上 PP 板，當 PP 板被遊戲者擊中後，利用伺服馬達連接竹筷將落下板子推回，推回原位過程中接近木作支架時，透過 PP 板上的環形強力磁鐵與支架上鐵片產生磁力，使板子自動吸附回原位。

表 2.「九宮格自動回復機構」 作品發想與做法

九宮格機構發想	做法
打造機器人外型	木板、鐵架製作機器人支架
九宮格板的自動回復原位	利用木作、PP 板、伺服馬達、竹筷、強力磁鐵、鐵片、鉸鍊為材料，當 PP 板被擊中後，利用伺服馬達接竹筷將落下板子推回，推回過程中，接近木架時，利用 PP 板上磁鐵與支架上鐵片產生磁力，使板子自動吸附回原位

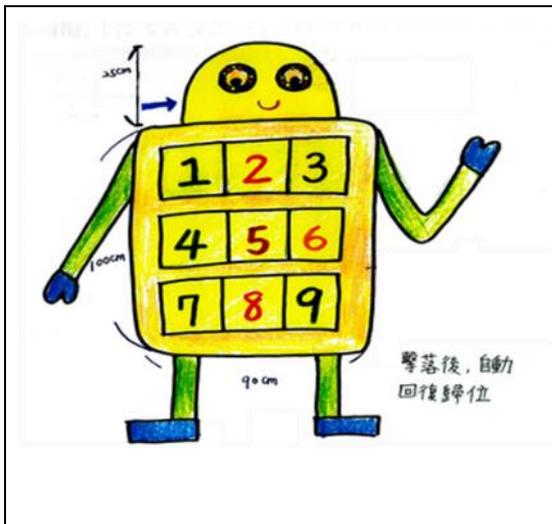


圖 3.九宮格自動回復機構設計手繪稿



圖 4.九宮格自動回復機構照片

(2) 編寫 Micro:bit 控制程式，控制 PP 板自動回復。

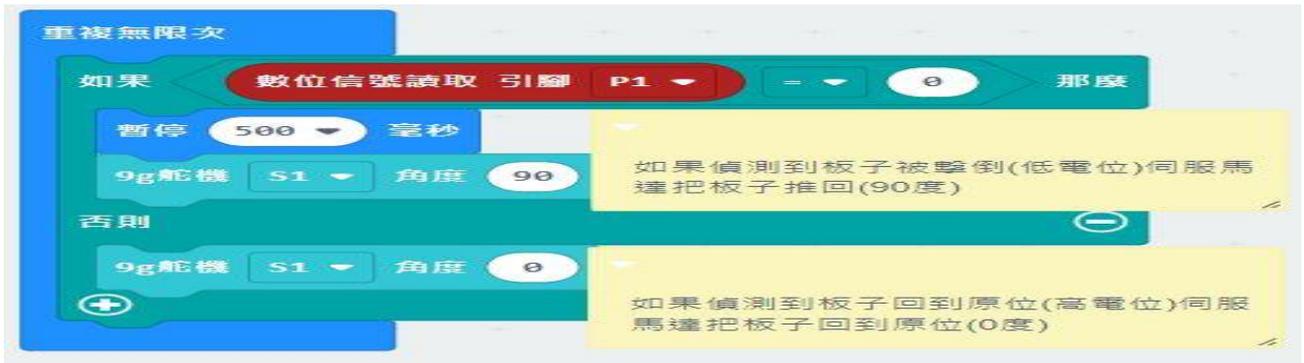


圖 5. PP 板自動回復程式

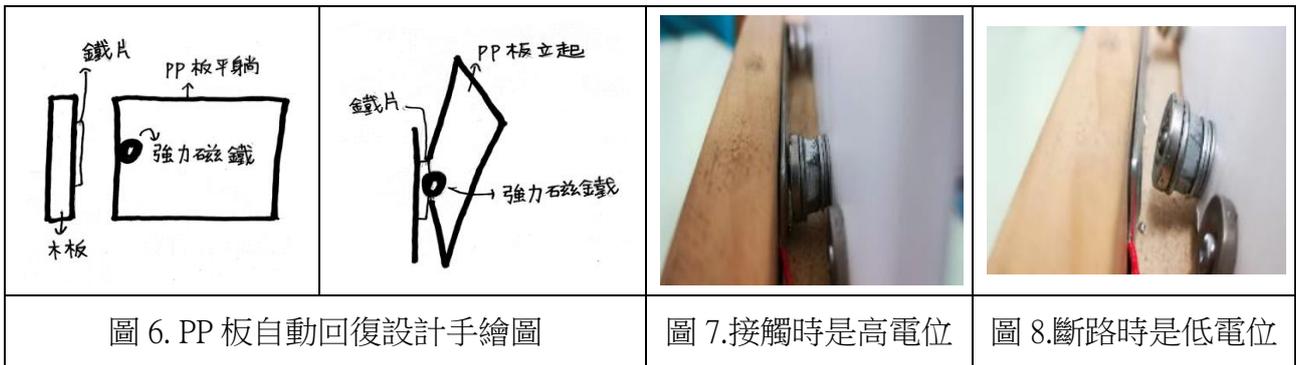


圖 9. 九宮格機構中 PP 板自動回復運作說明圖

說明:利用鐵片與強力磁鐵接觸的結構製作感應開關，如果 micro:bit 偵測到低電位(板子被打下) 控制伺服馬達帶動竹筷將板子推回。

#### 四、實驗二-改良版三宮格好球帶投球準度訓練模組【三宮格自動回復設計】

1. 待解問題：

- (1)如何簡化九宮格模組以便於移動？
- (2)如何偵測與統計分數以計算準度？

2.製作步驟：【九宮格自動回復設計，改良成簡易化-三格一組設計】

- (1) 裁切一塊木頭作為底座。
- (2) 將三塊 PP 板以鐵片與鉸鍊鎖在底座上。
- (3) 將環形強力磁鐵黏在 PP 板上，另外將鐵片黏在底座上。
- (4) 將伺服馬達用螺絲固定在在每一個 PP 板下方，將竹筷放入吸管中，並用熱熔膠黏著於伺服馬達上，並在底座正面鎖上兩個固定鎖。
- (5) 將三個馬達接線連接到 micro:bit 擴充板上。
- (6) 利用鐵片與強力磁鐵接觸的結構製作感應開關，如果 micro:bit 偵測到低電位(板子被打下) 控制伺服馬達帶動竹筷將板子推回。
- (7) 做出直式與橫式兩組三宮格板。
- (8) 編寫 Micro:bit 控制程式。

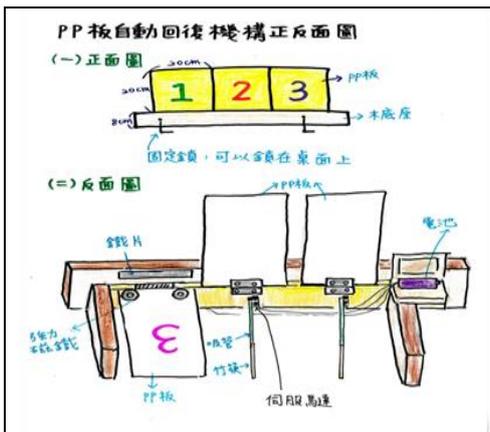


圖 10.PP 板自動回復機構正反面圖

圖 11.橫式擺放三宮格好球帶訓練模組(20\*60 公分)

圖 12.直式擺放三宮格好球帶訓練模組(60\*42 公分)



圖 13.三宮格板程式圖

## 五、實驗三-測速模組-以乒乓球測試

1.待解問題：

- (1) HC-SR04 超音波、VL53L0X 雷射測距感測器、雷射加光敏電阻在測速模組實驗中的靈敏度實驗表現如何？
- (2) 測試 HC-SR04 超音波、VL53L0X 雷射測距感測器、雷射加光敏電阻用在此測速機構中，哪一種能靈敏測速？

2.測速模組實驗【HC-SR04 超音波、VL53L0X 雷射測距感測器、雷射加光敏電阻】

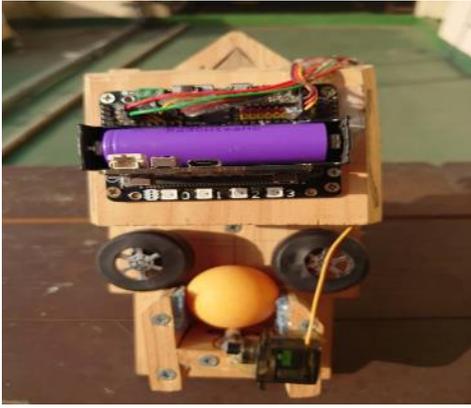
表 3. 測速模組實驗-以乒乓球測試

距離 \ 測速方式	0-10 公分	10-20 公分	20-30 公分	30-40 公分	40-50 公分	50-60 公分
HC-SR04 超音波	0	0	0	0	0	0
VL53L0X 雷射測距感測器	1	1	0	0	0	0
雷射光與光敏電阻	10	10	10	10	10	10

說明:每個距離組距投 10 球做測試，記錄下 10 球中成功測試球數



圖 14. 測速模組實驗-以乒乓球測試

 <p>速度:40km/hr</p>	 <p>速度:8km/hr</p> <p>MG995 伺服馬達</p>
<p>圖 15. 靈敏度測試發球機</p>	<p>圖 16.測速實驗-模擬球棒測試機構</p>

## 六、實驗四-測速模組-以模擬球棒測試

### 1.待解問題：

- (1) 超音波、雷射測距感測器、雷射加光敏電阻在測速模組實驗中的靈敏度實驗表現如何?
- (2) 測試 HC-SR04 超音波、VL53L0X 雷射測距感測器、雷射加光敏電阻用在此測速機構中，哪一種能靈敏測速？

### 2.測速模組實驗【HC-SR04 超音波、VL53L0X 雷射測距感測器、雷射加光敏電阻】

表 4. 測速模組實驗-以模擬球棒測試

距離 測速方式	0-10 公分	10-20 公分	20-30 公分	30-40 公分	40-50 公分	50-60 公分
HC-SR04 超音波	4	4	3	2	2	2
VL53L0X 雷射測距感測器	9	9	8	8	7	7
雷射光與光敏電阻	10	10	10	10	10	10

說明:每個距離模擬球棒揮棒十次做測試，記錄下 10 次揮棒成功感應的次數

## 七、實驗五-製作揮棒測速訓練模組

### 1.待解問題:

- (1)如何計算出揮棒速度?
- (2)如何即時顯示速度數據?

2.製作揮棒測速機構步驟:

(1)畫出機構設計圖

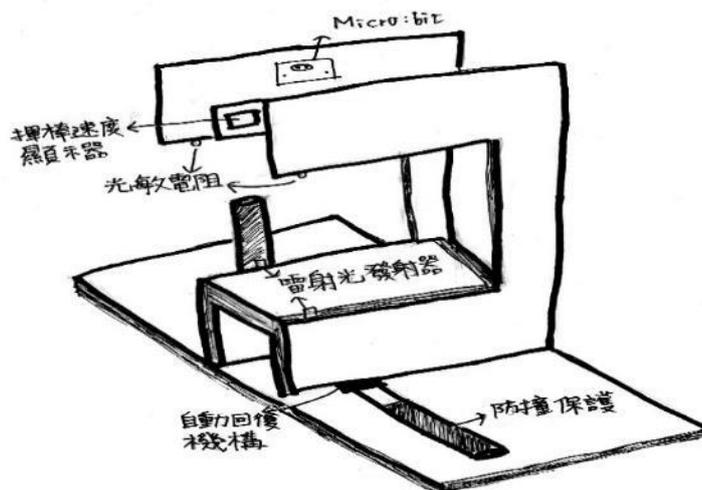


圖 17. 揮棒測速機構設計手繪圖

(2)機構製作



圖 18. 裁木頭造測速訓練模組



圖 19. 量測測速訓練機構



圖 20. 打造測速訓練機構



圖 21. 加強測速機構



圖 22. 揮棒測速訓練模組(打完可以自動回復)

(3)以 TM1637 七段顯示器顯示數據



圖 23. 七段顯示器圖

(4)編寫程式

## 八、實驗六- 光敏電阻抗陽光干擾實驗

### 1.待解問題：

- (1)如何設計光敏電阻抗陽光干擾實驗，以降低機構在戶外陽光下，陽光對光敏電阻的干擾？
- (2)若以吸管做遮光實驗，何種顏色的吸管抗陽光表現最佳？
- (3)若固定顏色，以黑色吸管、不同長度吸管做實驗，何種長度抗陽光表現最佳？

### 2. 實驗六之一:以各色吸管進行光敏電阻抗陽光干擾實驗

- (1)控制變因: 時間 5/29、正午 12:00-12:04、無雲、吸管長度 5 公分
- (2)操縱變因:吸管顏色



圖 24. 吸管噴漆顏色

以鐵樂士噴漆將透明吸管噴色:分別噴上紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫、白、黑色號(紅)101 洋紅、(橙)115 橙紅、(黃)108 純黃、(綠)137 彩綠、(藍)148 鮮藍、(靛)103 浪漫藍、(紫)133 紫色



圖 25. 將各色吸管裁切成五公分一段

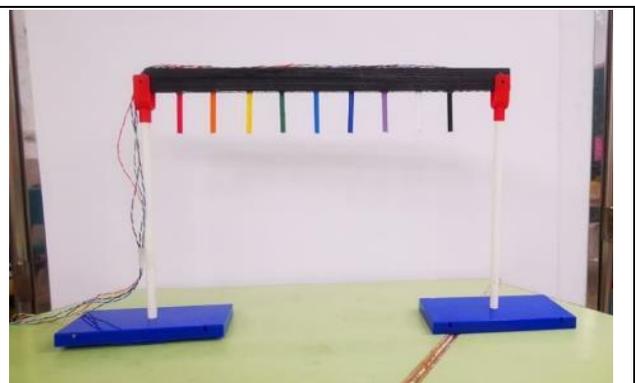


圖 26. 裁切好的五公分各色吸管

(3)實驗六之一: 以各色吸管進行光敏電阻抗陽光干擾實驗

選擇正午來進行光敏電阻抗陽光干擾實驗，進行同日三次的實驗取平均值以找出何種顏色的吸管抗陽光表現最佳。

表 5. 各色吸管進行光敏電阻抗陽光干擾實驗結果

日期 吸管顏色	5/29 12:00	5/29 12:02	5/29 12:04
紅	1003	1005	1007
橙	1008	1010	1009
黃	1011	1011	1014
綠	940	936	935
藍	947	944	944
靛	922	924	926
紫	976	971	975
黑	903	906	906
白	1019	1018	1017

3. 實驗六之二:光敏電阻抗陽光干擾實驗-何種長度的黑色吸管抗陽光表現最佳?

(1)控制變因: 時間 6/2、正午 12:00-12:04、無雲、黑色吸管

(2)操縱變因: 黑色吸管長度，從 1 公分到 10 公分



圖 27.將黑色吸管裁切，從 1 公分到 10 公分

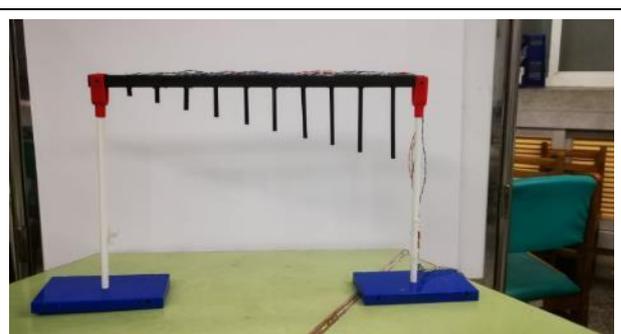


圖 28.裁切好的五公分黑色吸管

(3) 實驗六之二: 以 1-10 公分的黑色吸管進行光敏電阻抗陽光干擾實驗

選擇正午來進行光敏電阻抗陽光干擾實驗，進行同日三次的實驗取平均值以找出何種長度的黑色吸管抗陽光表現最佳。

表 6. 以不同長度黑色吸管進行光敏電阻抗陽光干擾實驗結果

日期 黑色吸管長度	6/2 12:00	6/2 12:02	6/2 12:04
1 公分	1014	1016	1015
2 公分	976	986	987
3 公分	947	957	952
4 公分	923	926	929
5 公分	908	905	902
6 公分	896	894	898
7 公分	891	890	886
8 公分	881	884	878
9 公分	874	873	869
10 公分	861	865	863

### 九、驗實驗七-投球穩定度訓練模組-跨步機

#### 1.待解問題：

- (1) 如何提醒選手思考自己是否站在適當距離投球以維持最佳穩定度?
- (2) 如何設計互動式機構與音調來提醒選手所站距離為適當距離?

#### 2.投球跨步測距偵測提醒機構製作步驟

- (1)裁切一塊長寬高 20\*9.5\*5 公分的木塊作為底座。
- (2)在底座上黏上 micro:bit 板。
- (3)黏上雷射測距感測器。

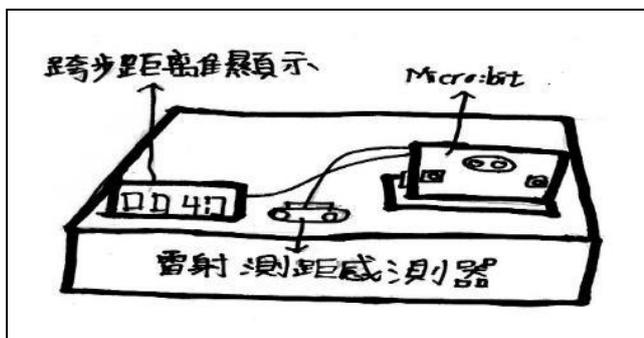


圖 29. 投球跨步測距偵測提醒機構設計圖

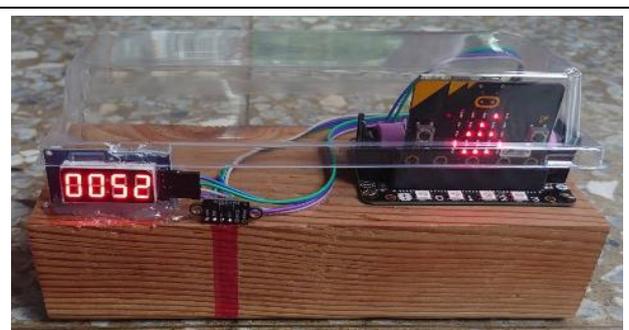


圖 30. 投球跨步測距偵測提醒機構

3.編寫程式-當步伐跨到不同距離，機構會發出不同提示音調

表 7.跨步模組距離與音調對照圖

步伐距離	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
	公分						
顯示音樂	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si

## 十、實驗八-IoT 雲端紀錄回傳系統

### 1.待解問題：

如何將投球與揮棒練習結果作紀錄並回傳?

### 2. 雲端記錄回傳系統:

在三宮格好球帶投球練習機構中，利用 Micro:bit 做偵測，把投中球數數據利用 ThingSpeak 系統將練習者投球與揮棒練習結果做統計，並將紀錄回傳雲端。



圖 31. ThingSpeak 回傳投球練習結果

## 伍、研究結果

### 一、訪談棒球教練:

#### (一)訪談重點摘要

1. 棒球選手在打擊與投球時需具備準度、速度與穩定度。
2. 投球穩定度訓練: 選手可以多練習投球並找出自己最適合的跨步距離，這樣可以增加投球穩定度。

3. 測速訓練:目前可以用測速槍來測量，當球通過本壘板前後測量速度(在好球帶區域面)，但因為測槍價格往往要數十萬元，所以目前並不普及。

4. 準度訓練:訓練提升準度可以跨步機輔助，有時也用拉力繩(磅數)來訓練。

## (二)探究生活中常見測速儀器

生活中常見的測速儀器有交通警察測速儀器、風速測速儀器、棒球運動測速儀器等，風速測速的方式有很多，如超聲波風速感測器等。而棒球運動測速方式與交通警察測速方式類似，均是利用雷射光。

生活中常見測速儀器	交通警察測速儀器	風速測速儀器	球運動測速儀器
測速儀器應用原理	雷射光與雷達	超音波等	雷射光



圖 32.交通警察測速槍(附註 1)



圖 33.超音波測速儀器(附註 2)



圖 34.棒球測速槍(附註 3)

## 二、準度訓練機-實驗一【九宮格投球訓練機構】

1.設計一個機器人外型的九宮格機構來訓練投球準度，透過 PP 板上的環形強力磁鐵與支架上，鐵片產生磁力，使板子自動吸附回原位或可以自動回復原位，另外編寫 Micro:bit 控制程式，利用 Micro:bit 來進行總得分的統計。

### 2.自動回復設計程式邏輯圖

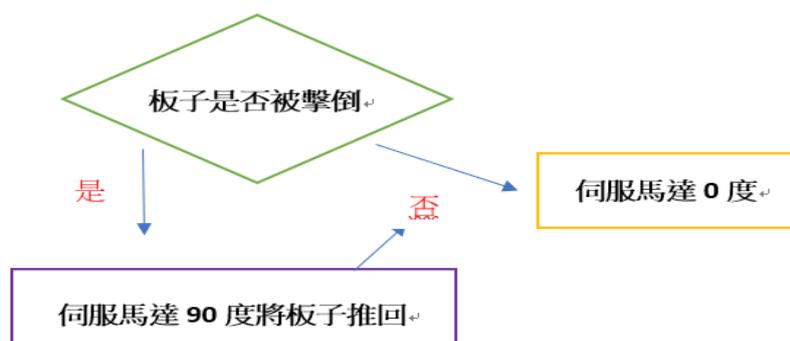


圖 35.自動回復設計程式邏輯圖

### 三、實驗二-改良版三宮格好球帶投球準度訓練模組【九宮格自動回復設計改良成簡易化三格一組設計】

簡化九宮格板成為便於移動的訓練機構，也可以隨意以固定器鎖在桌上，讓訓練者可以根據不同場地與訓練需要調整訓練機構，可以成為三格好球帶訓練器。

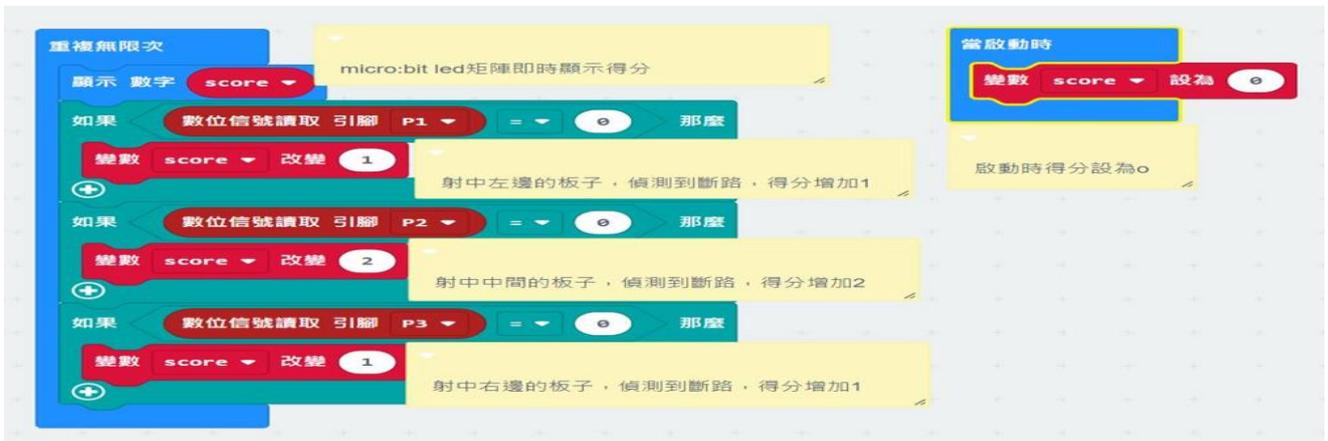


圖 36. 三宮格好球帶訓練模組程式設計圖

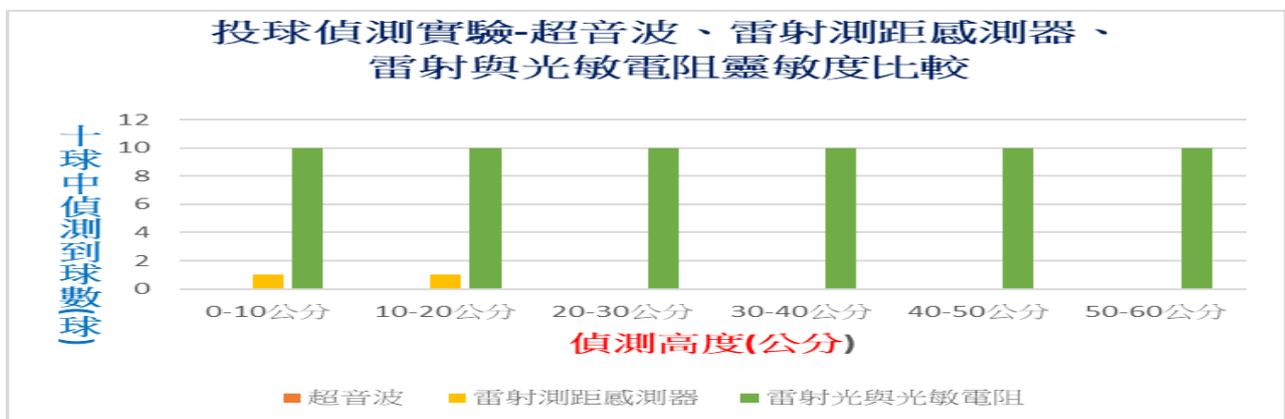
### 四、實驗三-測速模組-以乒乓球測試

1. 測試 HC-SR04 超音波、VL53L0X 雷射測距感測器、雷射加光敏電阻用在此測速機構中，發現雷射光加光敏電阻較為靈敏。

2. 投球測速模組實驗結果-以乒乓球測試

說明:每個距離組距投 10 球做測試，記錄下 10 球中成功感應球數

表 8. 投球偵測實驗結果長條圖



### 3.測速模組程式

#### (1) HC-SR04 超音波靈敏度測試實驗程式



圖 37.HC-SR04 超音波靈敏度測試實驗程式

#### (2)雷射光與光敏電阻靈敏度測試實驗程式

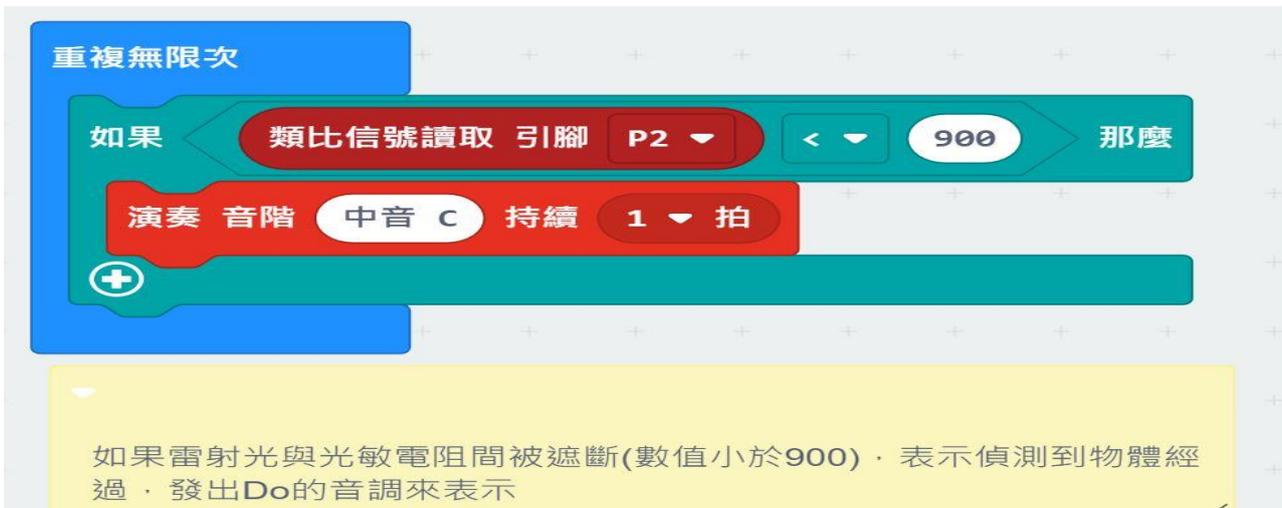


圖 38. 雷射光與光敏電阻靈敏度測試實驗程式

### (3) VL53L0X 雷射測距感測器靈敏度測試實驗程式



圖 39. VL53L0X 雷射測距感測器靈敏度測試實驗程式

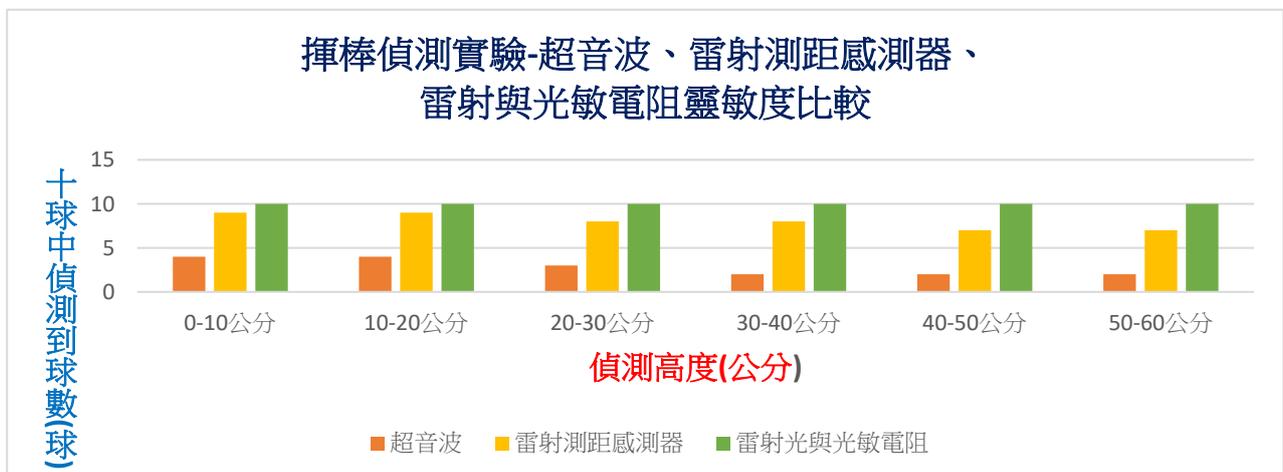
### 五、實驗四-測速模組-以模擬球棒測試

1. 因發現雷射光加光敏電阻對球類偵測較為靈敏，所以繼續測試對球棒的偵測，發現一樣是雷射光加光敏電阻較為靈敏。

2. 投球測速模組-以模擬球棒測試

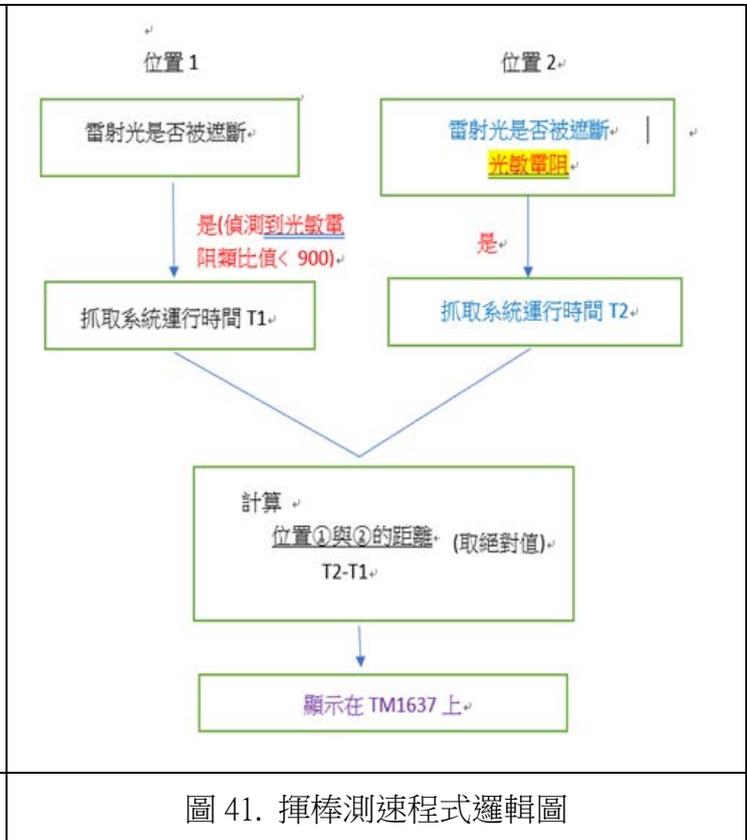
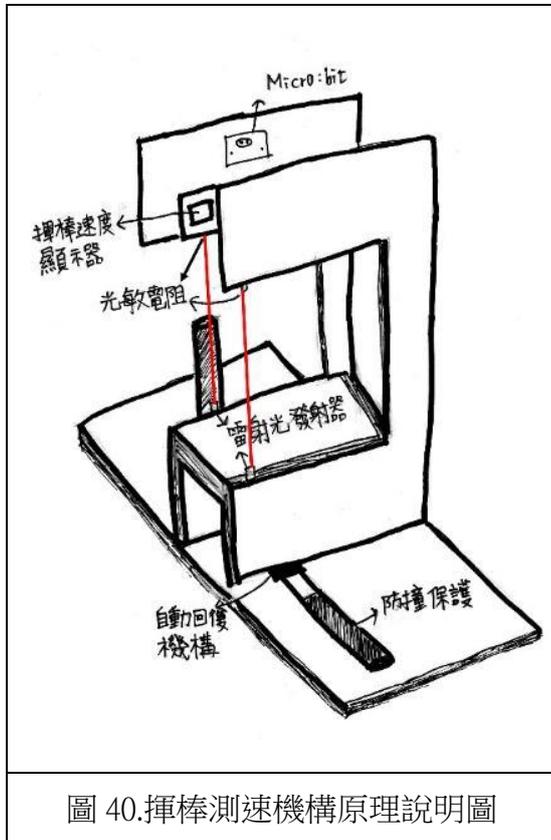
說明:每個距離模擬球棒揮棒十次做測試，記錄下 10 次揮棒成功感應的次數

表 9. 揮棒偵測實驗結果長條圖



## 六、實驗五-製作揮棒測速訓練模組

- 揮棒速度的計算方式:  $V \text{ 速度} = D(\text{兩組雷射光與光敏電阻間的距離}) / \Delta T \text{ 時間}(\text{穿越兩組雷射光與光敏電阻間的時間})$ 。
- 揮棒測速機構原理: 當球棒遮斷兩組雷射光時，螢幕會顯示揮棒速度。



### 3. 揮棒測速訓練模組程式



## 七、實驗六-光敏電阻抗陽光干擾實驗

光敏電阻接收到不同的光強度時，電阻值改變，電壓也會改變，類比腳位也就讀到不同的電壓資料。在陽光下，光強度最高時為高電位顯示 1023，遮光(光強度減弱)時，光敏電阻的電阻值減少，數值變小。

### 1. 實驗六之一:以不同顏色吸管進行光敏電阻抗陽光干擾實驗

(1)控制變因: 時間 5/29、正午 12:00-12:04、無雲、吸管長度 5 公分

(2)操縱變因:吸管顏色

(3)光敏電阻抗陽光干擾實驗-各色吸管偵測數值

選擇正午來進行光敏電阻抗陽光干擾實驗，進行同日三次的實驗取平均值以找出何種顏色的吸管抗陽光表現最佳。

表 10.光敏電阻抗陽光干擾實驗-不同顏色吸管偵測數值平均值

日期 吸管顏色	5/29	5/29	5/29	平均值
紅	1003	1005	1007	1005
橙	1008	1010	1009	1009
黃	1011	1011	1014	1012
綠	940	936	935	937
藍	947	944	944	945
靛	922	924	926	924
紫	976	971	975	974
黑	903	906	906	905
白	1019	1018	1017	1018

表 11. 不同顏色吸管進行光敏電阻抗陽光干擾實驗結果長條圖



2. 實驗六之二: 以不同長度的黑色吸管進行光敏電阻抗陽光干擾實驗

(1)控制變因: 時間 6/2、正午 12:00-12:04、無雲、黑色吸管

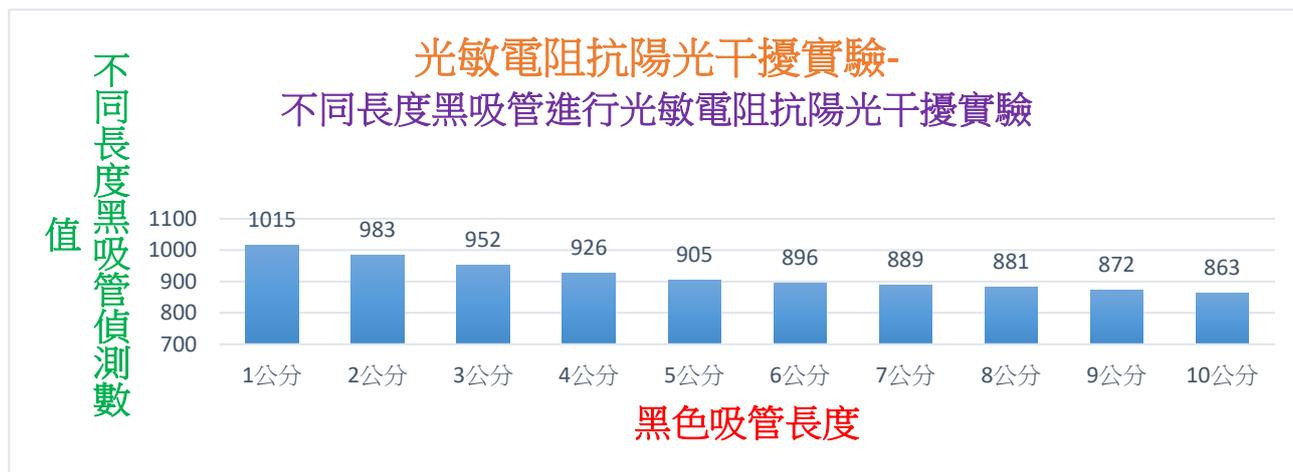
(2)操縱變因: 黑色吸管長度, 從 1 公分到 10 公分

(3)選擇正午來進行光敏電阻抗陽光干擾實驗, 進行同日三次的實驗取平均值以找出何種長度的黑色吸管抗陽光表現最佳。

表 12.光敏電阻抗陽光干擾實驗-不同長度的黑色吸管偵測數值平均值

日期 黑色吸管長度	6/2 12:00	6/2 12:02	6/2 12:04	平均值
1 公分	1014	1016	1015	1015
2 公分	976	986	987	983
3 公分	947	957	952	952
4 公分	923	926	929	926
5 公分	908	905	902	905
6 公分	896	894	898	896
7 公分	891	890	886	889
8 公分	881	884	878	881
9 公分	874	873	869	872
10 公分	861	865	863	863

表 13. 光敏電阻抗陽光干擾實驗-不同長度的黑色吸管偵測數值結果長條圖



#### 八、實驗七-投球穩定度訓練模組-跨步機

- 1.測量模組可以測量學生在投球時，跨步是否在適合範圍。
- 2.跨步模組可即時回饋是否站在適當距離，幫訓練者及時矯正步伐距離以提升投球穩定度
- 3.以程式操控雷射測距感測器，不同步伐距離會產生不同聲音，選手不用低頭，聽聲音就可以分辨自己的步伐距離是否正確。
- 4.投球穩定度訓練模組使用說明。



圖 43 投球穩定度訓練模組使用說明圖

## 5. 投球跨步測距音調整程式



圖 44. 投球跨步測距音調整程式圖

## 九、實驗八-IoT 雲端紀錄回傳系統

### 1. IoT 雲端記錄回傳系統:

利用 [Micro:bit](#) 做偵測，把投中球數數據利用 [ThingSpeak](#) 雲端服務系統將練習者投球與揮棒練習結果做統計並即時顯示數據。

表 14. IoT 數據雲端服務紀錄統計與回傳系統說明圖

投球	打擊
1. 總投中球數	1. 總揮棒次數
2. 各板子投中次數	2. 揮棒平均速度
3. 投中球次數達標訊息傳送	3. 揮棒次數達標訊息傳送
4. 投中球次數超標訊息傳送	4. 揮棒次數超標訊息傳送

說明:IoT 數據雲端服務紀錄統計與回傳系統可以偵測並統計練習者投球與揮棒資料，也可以設定練習者目標，當達標後傳送提醒訊息。

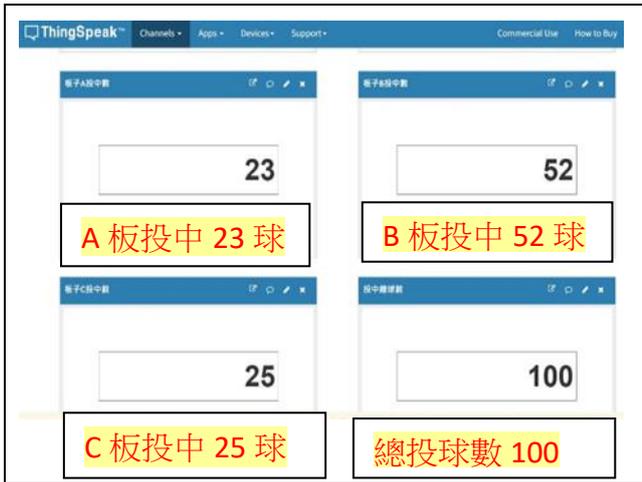


圖 45.ThingSpeak 傳送投球訊息



圖 46.ThingSpeak 傳送揮棒訊息

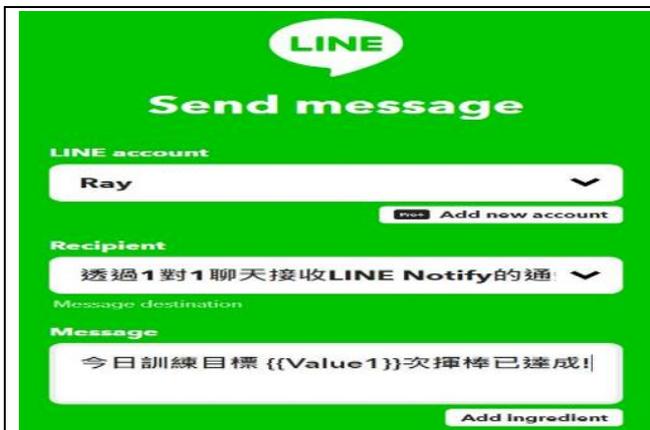


圖 47.揮棒目標達成 Line 訊息傳送圖  
在 IFTTT 網站中設定，當揮棒次數達成目標值，傳送 Line 訊息



圖 48.揮棒超量 Line 訊息傳送圖  
在 IFTTT 網站中設定，當揮棒次超過負荷，傳送 Line 訊息

### 十、智能棒球訓練系統配置圖

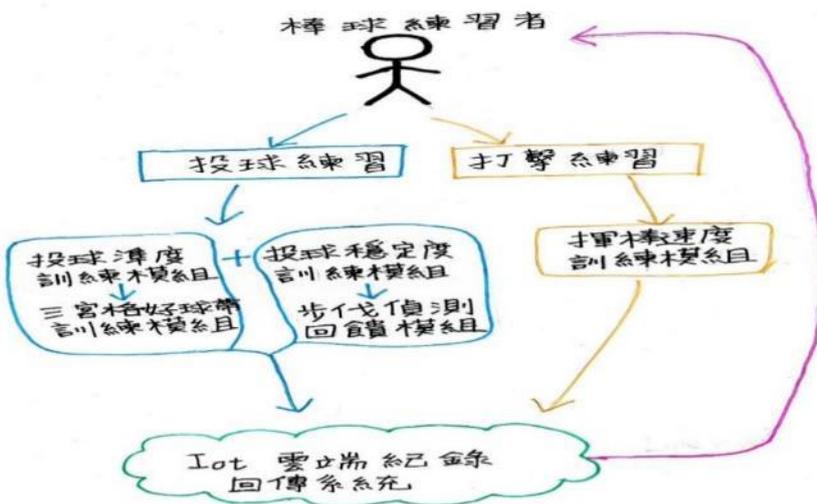


圖 49 智能棒球訓練系統配置

## 陸、討論

### 一、訪談棒球教練:

#### (一)訪談與探究

1. 棒球選手在打擊與投球時需訓練**準度、速度與穩定度**。
2. 目前國小棒球訓練在準度與穩定度訓練上並沒有輔助測量選手練習結果機器，而測速雖可用**測速槍**，但測速槍價格多在十萬元之上，**價格過於高昂**，所以藉由**製作棒球訓練系統**來協助訓練可以輔助訓練，讓棒球初學者在沒有教練指導時，可以**自主練習**，另一方面，也可以節省購買高額測速機的經費，是極為**經濟實用**的方式。

#### (二)探究生活中常見測速類型並模擬

1. 生活中常見的測速儀器有交通警察測速儀器、風速測速儀器、棒球運動測速儀器等，風速測速的方式有很多，如超音波風速感測器等。而**棒球運動測速方式**與交通警察測速方式類似，均是利用**雷射光**。
2. 我們認為可以模擬測速槍的雷射光與風速測量的超音波測量方式，所以用實驗來比較**雷射光加光敏電阻、超音波、雷射測距感測器靈敏度**測速程式運用在自製的測速機上的靈敏度，在模擬投球與揮棒實驗中**雷射光加光敏電阻**的偵測靈敏度高於超音波，所以選定**雷射光加光敏電阻**來做為本機構測速方式。

### 二、實驗一-準度訓練機-【**九宮格投球訓練機構**】

設計一個機器人外型的九宮格機構可以**自動回復原位**，並有語音可以和訓練者互動，可以節省訓練時間與及時得到練習結果回饋，練習者可以隨時調整練習姿勢，**提升投球準度**。

三、實驗二中改良版投球準度訓練模組【**九宮格自動回復設計，改良成簡易化-三宮格好球帶設計**】簡化九宮格板成為便於移動的模擬好球帶訓練機構，也可以鎖在桌上固定訓練，讓訓練者可以根據不同場地與訓練需要調整訓練機構，讓準度訓練機構可以**因地制宜**。模擬國小學生好球帶範圍的三宮格投球設計，有橫式與直式擺放練習方式，可根據練習者好球帶範圍調整。

#### 四、實驗三-測速模組-以乒乓球測試

1. 因為要測試 HC-SR04 超音波、VL53L0X 雷射測距感測器、雷射加光敏電阻用在此測速機構中，哪一種能靈敏測速？所以設計投球靈敏度實驗，讓球通過不同高度由 0-60 公分，10 公分為一個組距，測試超音波、雷射測距感測器或雷射加光敏電阻何者較能準確偵測到球，雷射加光敏電阻在各個距離組距幾乎都偵測得到，VL53L0X 雷射測距感測器與超音波偵測率較低外，距離越遠偵測率越低。
2. 從實驗中得知雷射加光敏電阻較適合用來偵測球或球棒。

#### 五、實驗四-測速模組-以模擬球棒測試

1. 因發現雷射加光敏電阻對球類偵測較為靈敏，所以繼續測試對揮棒的偵測實驗，發現一樣是雷射加光敏電阻較為靈敏。
2. 實驗推論得知雷射加光敏電阻對揮棒與球類偵測較超音波與雷射測距感測器適合。
3. 實驗三與實驗四中，揮棒實驗比球實驗的偵測效果佳，推論是用發射器乒乓球球速很快，所以偵測到機率很低，而揮棒因球棒面積大且伺服馬達速度較慢，此外模擬球棒的珍珠板是平面，球是曲面，所以珍珠板的觸發率稍高。

#### 六、實驗五-製作揮棒測速訓練模組

1. 揮棒速度的計算方式，以球棒穿過兩組雷射光與光敏電阻間的距離去除以穿越兩組雷射光與光敏電阻間的時間做計算。 $V \text{ 速度} = D \text{ 距離(兩組雷射光與光敏電阻間的距離)} / \Delta T \text{ 時間(穿越兩組雷射光與光敏電阻間的時間)}$ 。
2. 當球棒通過機構兩端雷射光時，會遮斷雷射光，機構計算出速度(公里/小時)並回傳顯示在顯示器上，可以給予練習者即時回饋。
3. 目前揮棒測速機構可以偵測揮棒速度，而投球速度偵測機構因投球位置的偵測目前在技術上還無法克服，所以未來再研究投球測速機構。

#### 七、實驗六-光敏電阻抗陽光干擾實驗

1. 光敏電阻接收到不同的光強度時，電阻值跟電壓會改變，類比腳位就讀到不同的電壓資料。在戶外陽光下，光強度最高時為高電位顯示 1023，遮光(光強度減弱)時，光敏電阻的電阻值減少，數值會變小；在室內雷射光直射時，光敏電阻數值最高為

900。

2. 揮棒測速機構在室內時，光敏電阻可偵測電壓變化，顯示數值；但在戶外因陽光亮度高於雷射光，會干擾光敏電阻的偵測，使數值看不出變化，因此進一步進行光敏電阻抗陽光干擾實驗。

3. 實驗六之一:光敏電阻抗陽光干擾實驗-以不同顏色吸管進行實驗。

(1)當控制變因為: 使用 5MM 光敏電阻串接 10k 電阻，同一時間 5/29、正午 12:00-12:04、無雲、吸管長度 5 公分;操縱變因為吸管顏色。

(2)抗陽光干擾的吸管效果為: 黑色 > 靛色 > 綠色 > 藍色 > 紫色 > 紅色 > 橙色 > 黃色 > 白色。

(3)抗陽光干擾的效果黑色吸管最佳。

4. 實驗六之二:光敏電阻抗陽光干擾實驗-以 1-10 公分長度的黑色吸管進行實驗。

(1)當控制變因為: 使用 5MM 光敏電阻串接 10k 電阻，同一時間 6/2、正午 12:00-12:04、無雲、黑色吸管;操縱變因:黑色吸管長度，從 1 公分到 10 公分。

(2)抗陽光干擾的吸管效果是越長越好。

(3)因在室內雷射光直射光敏電阻的值為 900;所以若將棒球測速模組放置在陽光下，吸管遮斷陽光後數值也能等於或低於 900，就可以判斷該長度吸管有效阻隔陽光的影響，故在本實驗中 6 公分以上的黑色吸管能有效阻隔陽光影響。

#### 八、實驗七-投球測速模組-跨步實驗

1. 跨步模組可即時回饋是否站在適當距離，協助訓練者及時矯正步伐距離，提升投球穩定度。

2. 投球跨步模組透過 VL53L0X 雷射測距感測器感測練習者兩腳步伐距離，依據不同距離發出不同音調，因測量本校學生跨步距離長度約在 30-100 公分之間，每 10 公分為一個組距，發出一個對應的提示音，藉此學生不用低頭就可以知道自己此時站的位置是否是正確位置，藉以調整以提升投球穩定度。

#### 九、實驗八- IoT 雲端記錄回傳系統:

利用 Micro:bit 做偵測投球數與揮棒速度，把投中球數數據回傳並利用 ThingSpeak 系

統將練習者投球與揮棒練習結果做統計，回傳數據給練習者，藉由此方式可以記錄每次練習結果，可以據此分析每次練習狀況與不同時期的進步情形，練習者隨時可以修正做改進。當達到當日設定目標時，也可以傳送 Line 訊息給使用者。

#### 十、智能棒球訓練系統試用與回饋

在完成智能棒球訓練系統後，請棒球隊教練與學生試用與給予回饋：



圖 50. 棒球隊教練與選手試用智能棒球訓練系統

1. 揮棒測速模組可以協助練習者及時了解自己揮棒速度，協助檢視揮棒力度與姿勢是否正確。
2. 投球準度練習模組根據國小學生平均身高的好球帶範圍去模擬製作，可以讓練習者練習不同投球位置與精準度。
3. 步伐偵測回饋模組，練習者需站在正確直線上才能發出聲調，可以讓練習者藉由不斷練習，身體去記憶正確跨步位置，找出最適合自己投球穩定度的跨步距離。
4. IoT 雲端記錄回傳系統，讓練習者或是教練知道練習者練習狀況，如是否達到預設投打目標或是投球量是否超標等，教練與練習者可即時得到投打統計回饋，據此教練可以為練習者訂定個人化練習計畫與目標，練習者可以隨時修正自己練習姿勢或練習次數。
5. 用木頭打造機身較容易晃動，建議未來改為金屬結構。

## 柒、結論

一、訪問國小棒球隊教練得知棒球選手在打擊與投球時需訓練準度、速度與穩定度。目前國

小棒球訓練在準度與力度訓練上並沒有輔助測量選手練習結果機器，而測速槍價格多高於十萬元過於高昂，所以藉由製作**棒球訓練系統**來協助訓練可以輔助棒球初學自主練習，隨時修正，同時也可以節省購買高額測速機的經費，可以達成更為有效率的棒球投球與揮棒練習。

- 二、製作能**自主訓練棒球投球準度**的機器模組，可打造**九宮格機器模組**來訓練投球準度，機構可以自動計分、記分板可以自動歸位，為了讓訓練器可以方便移動與調整，可以將九宮格製作成便於三個一組拆卸的**三宮格好球帶訓練模組**，便於依個人練習狀況調整。
- 三、製作能**偵測揮棒速度**與即時顯示數據的機器模組。以生活中常見的測速方式超音波、雷射光加光敏電阻與雷射測距感測器做實驗，發現投球與揮棒實驗中**雷射光加光敏電阻**測速在此機構中的靈敏度高於超音波與雷射測距感測器，故以雷射光加光敏電阻為測速方式打造機構。本研究製作出**揮棒測速機構**，希望未來能克服技術上問題，進一步再製作出投球測速機構。
- 四、製作能**自主訓練棒球揮棒速度**的機器模組。投球速度的計算方式， $V \text{ 速度} = D \text{ 距離} / \Delta T \text{ 時間}$  (兩組雷射光與光敏電阻間的距離) / (穿越兩組雷射光與光敏電阻間的時間)。
- 五、以**光敏電阻抗陽光干擾實驗**中，以不同顏色吸管進行光敏電阻抗陽光干擾實驗中，抗陽光干擾的吸管效果為：**黑色** > 靛色 > 綠色 > 藍色 > 紫色 > 紅色 > 橙色 > 黃色 > 白色；在黑色吸管中 1-10 公分的不同長度抗陽光干擾實驗中，**6 公分以上的黑色吸管**能有效阻隔陽光干擾。
- 六、**跨步模組**以**雷射測距感測器感應測距**，機構能以**音調的高低**，讓選手聽音辨位，清楚了解自己的跨步距離，進而提升跨步的穩定度與投球的力量。
- 七、**IoT 雲端記錄回傳系統**可以記錄投球準度與揮棒速度，將數據回傳給練習者，**實測**發現練習者透過數據自我監控練習狀態，**練習成果可以有效提升**。
- 八、經棒球教練與選手**實測**，本系統可**提升**練習者的**揮棒速度**以及**投球的準度和穩定度**。
- 九、未來可改用金屬等材質打造更穩固智能棒球訓練機構。

## 捌、參考資料及其他

1. 黃昭銘、游育豪、鄭文玄、宋順亨(2015)。行動科技輔助國小球隊訓練之研究:以棒球揮棒

分析為例。教育科技與學習，3:2，125-140。

2. 莊博堯(2011)。大專棒球選手在不同擊球高度下之揮棒動作分析。國立台灣師範大學體育學系。
  3. 陳幸苹、涂瑞洪(2008)。影響棒球打擊表現因素之探討。屏東教大體育，12，340-374。
  4. 洪玉山(2008)。棒球投手不同跨步距離之生物力學分析。國立臺北教育大學體育學系。
  5. 熊育彬(2011)。最大力量、快速力量組合與速度訓練對大專甲組棒球投手球速之影響。國立體育大學教練研究所。
  6. 【3D 解密】雷射測速槍，一秒揪出超速駕駛。引用自  
<https://tw.appledaily.com/local/20180213/6RRXA7OUI2FEGMJOMW72S3FJPM/>
  7. 超聲波風速風向傳感器測速原理及其應用。引用自  
<https://read01.com/Azdd7nO.html#.YhcAvOhBwdU>
  8. 風速感測器和風向感測器的應用及原理解析。引用自  
<https://www.getit01.com/p2018090943903212/>
  9. 風速感測器分類及工作原理。引用自  
<https://www.daytime.cool/tech/2343552.html>
  10. 中職快知識》每場比賽立雙槍 只認定場方那把。引用自  
<https://sports.ltn.com.tw/news/paper/1306789>
  11. 國道警科技利器！雷射測速槍一秒揪出超速車  
<https://news.ebc.net.tw/news/society/105754>
- 註 1 照片引用自國道警科技利器！雷射測速槍一秒揪出超速車  
<https://news.ebc.net.tw/news/society/105754>
- 註 2 照片引用自  
<https://www.itsfun.com.tw/%E9%A2%A8%E9%80%9F%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%99%A8/wiki-3727673-9952853>
- 註 3 照片引用自中職快知識》每場比賽立雙槍 只認定場方那把。  
<https://sports.ltn.com.tw/news/paper/1306789>

## 【評語】 082806

本作品以科技輔助棒球技能訓練，以低成本的材料取代高價的器材，利用簡單的原理估計揮棒速度，並配合實驗的結果決定使用的材料與感測器，具有科學的依據，設計的想法有創意，作品融入生活具實用性。

## 作品簡報

# Do It Myself- 智能棒球訓練系統

科別:生活與應用科學(一) 組別:國小組



# 研究動機與目的

## 研究動機

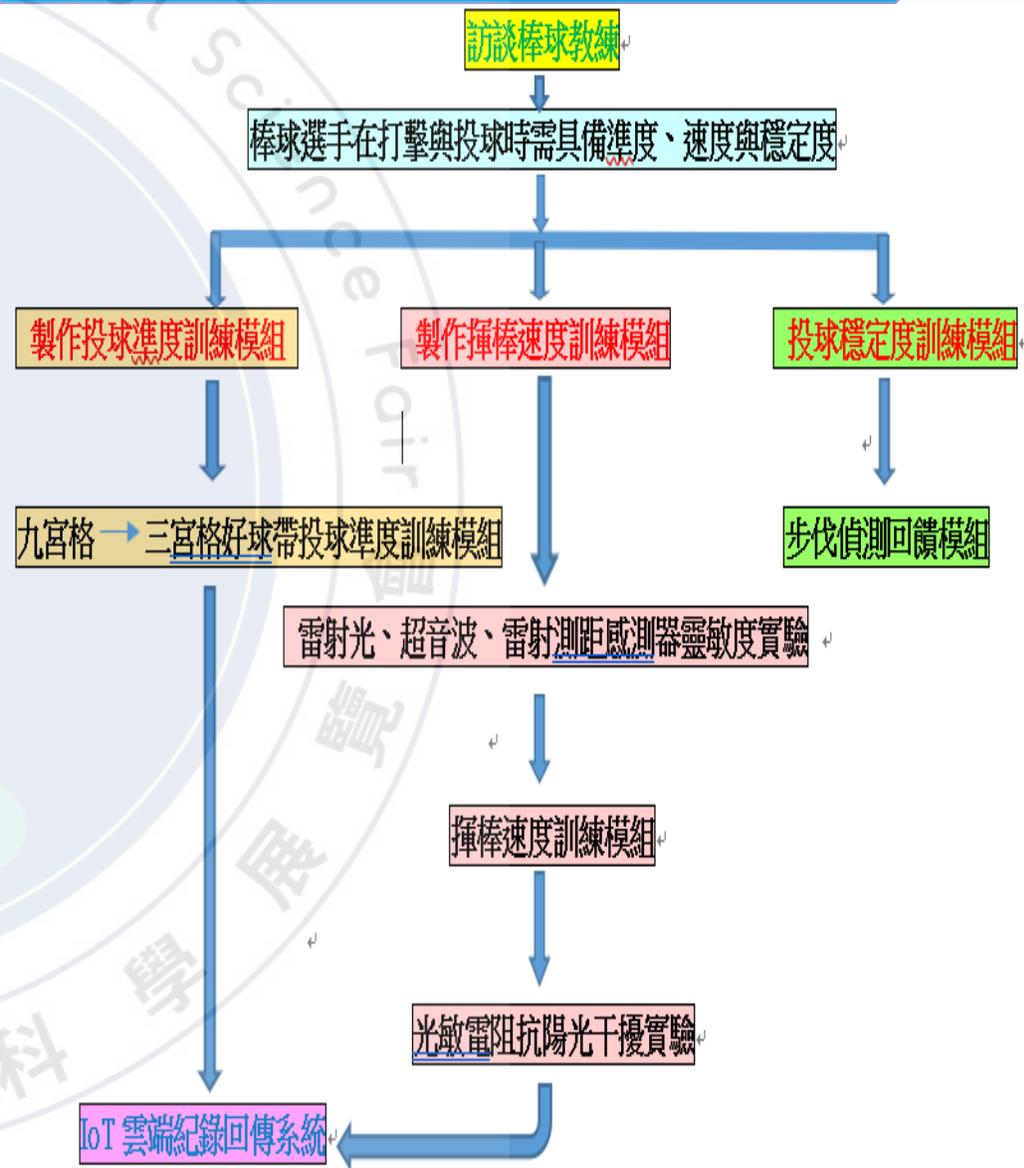
我們愛打棒球，想訓練投球與打擊，但教練沒辦法每天在校指導且設備昂貴，所以想用木工與創客課程學到的技能來製作智能棒球訓練系統，用最**經濟自主**的方式來提升棒球投球與打擊能力。



## 研究目的

- 一、了解哪些訓練方式或器材可以提升**投球與打擊**能力。
- 二、製作自主訓練**棒球投球準度**的**九宮格**訓練模組。
- 三、改良九宮格成方便移動與固定的**三宮格好球帶**模組。
- 四、測試出**靈敏度最佳**的**測速感測**模組。
- 五、製作**偵測棒球揮棒速度**的機器模組。
- 六、製作**偵測投球跨步距離**的機器模組。
- 七、製作**IoT雲端紀錄回傳**系統。

# 研究流程



# 智能棒球訓練系統配置



# 研究方法與結果

## 一、製作投球準度訓練模組【九宮格訓練模組】

1. 以何種方式製作投球準度訓練模組?

→ 打造「九宮格投球準度訓練機構」



九宮格自動回復機構設計手繪稿



九宮格自動回復機構照片

# 一、製作投球準度訓練模組【九宮格自動回復設計】

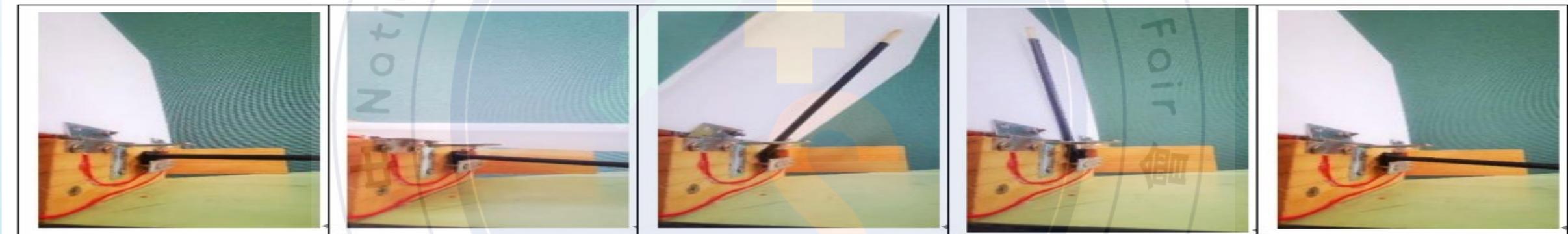
2. 九宮格板要自動回復的過程中，如何驅動推力？  
→ 利用鐵片與強力磁鐵接觸的結構製作感應開關，如果Micro:bit偵測到低電位(板子被打下)控制伺服馬達帶動竹筷將板子推回。



接觸時是高電位



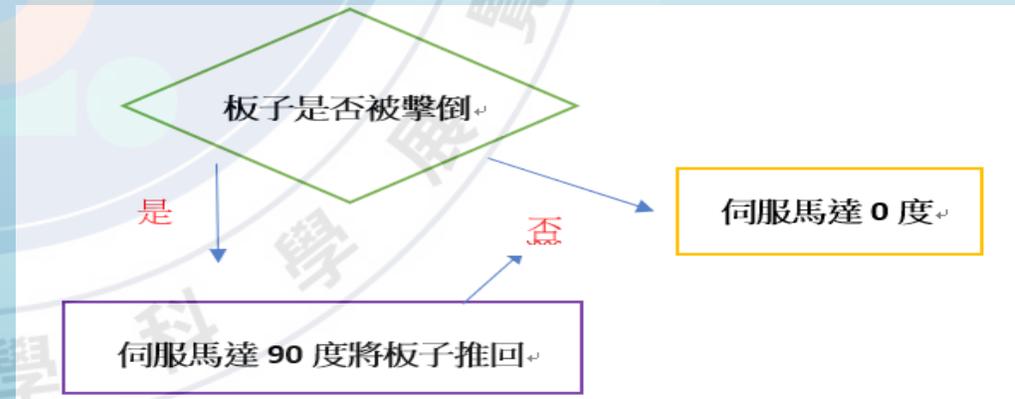
斷路時是低電位



九宮格機構中PP板自動回復運作說明圖



編寫Micro:bit控制程式，控制PP板自動回復



自動回復設計程式邏輯圖

## 二、製作投球準度訓練模組【三宮格好球帶訓練模組】

1. 如何簡化九宮格模組以便於移動？

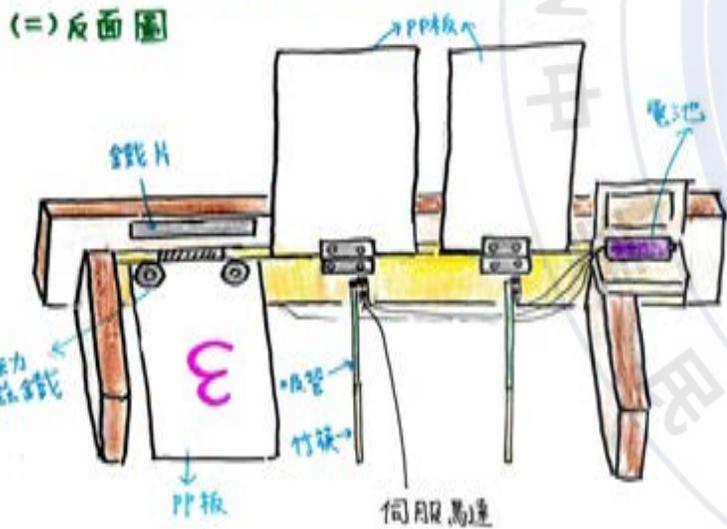
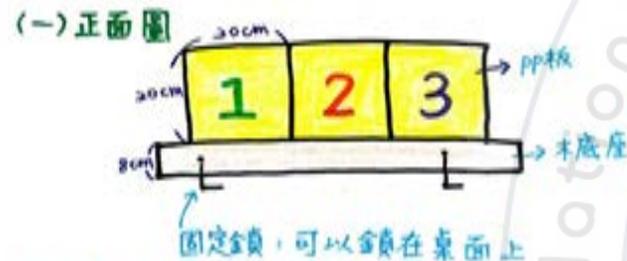
→ 模擬國小學生好球帶範圍，  
打造「三宮格投球準度訓練機構」



橫式擺放三宮格好球帶訓練模組  
(20\*60公分)



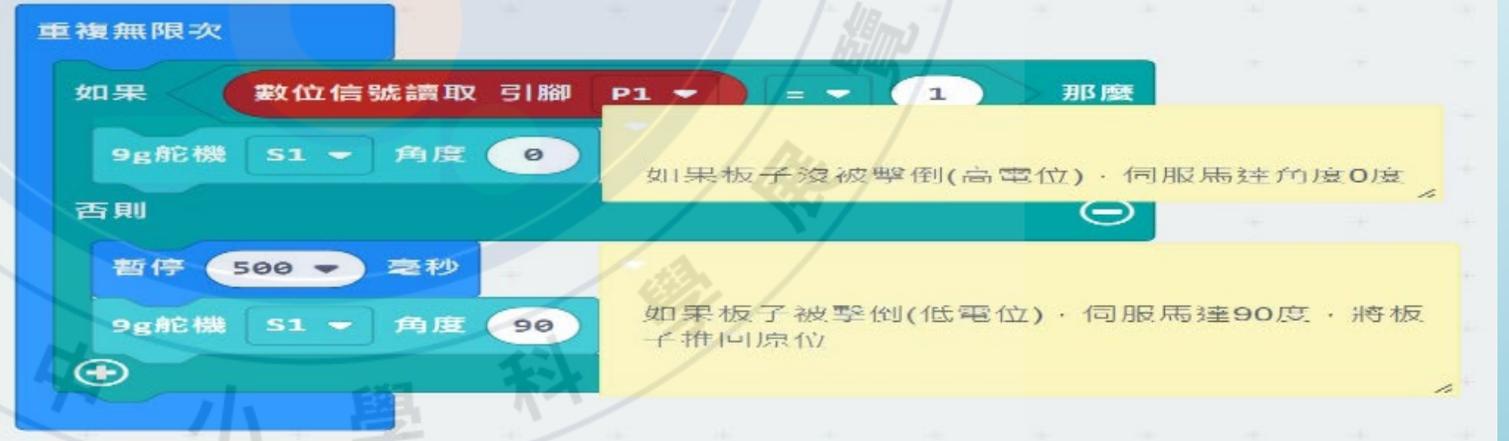
直式擺放三宮格好球帶訓練模組  
(60\*42公分)



三宮格自動回復機構正反面設計圖

2. 如何偵測與統計分數以計算準度？

→ Micro:bit偵測並統計得分，並顯示在螢幕上



三宮格自動回復機構程式圖

## 三-1 找出靈敏度最佳的測速 模組-【乒乓球測試】

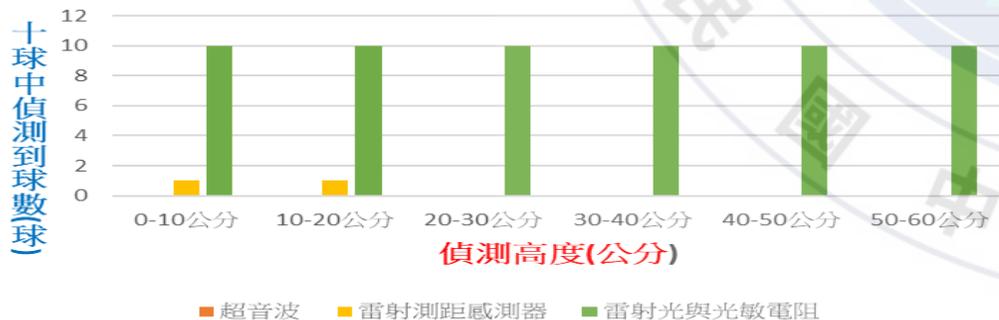
測試HC-SR04超音波、VL53L0X雷射測距感測器、雷射加光敏電阻用在此揮棒測速機構中，哪一種能靈敏測速？



靈敏度測試發球機  
球度:40km/hr

### 測速模組實驗照片

投球偵測實驗-超音波、雷射測距感測器、雷射與光敏電阻靈敏度比較



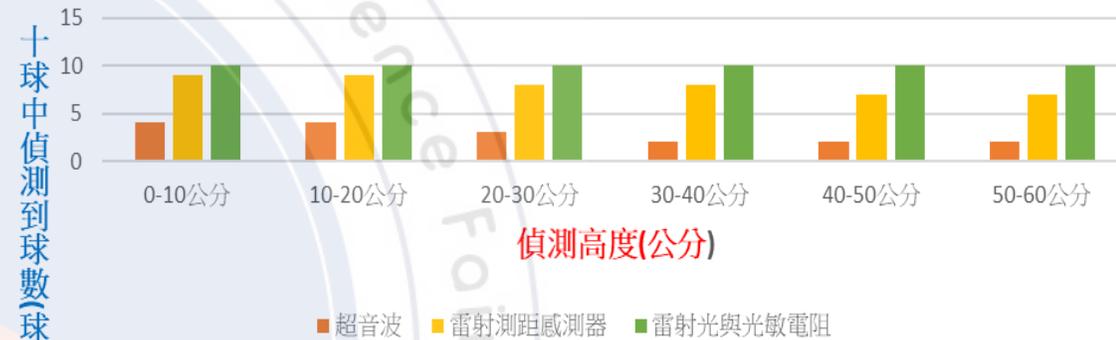
## 三-2 找出靈敏度最佳的測速 模組-【模擬球棒測試】

揮棒偵測實驗-超音波、雷射測距感測器、雷射與光敏電阻靈敏度比較



速度:8km/hr

模擬球棒



在投球與揮棒實驗中，雷射光加光敏電阻最為靈敏。

重複無限次

如果

類比信號讀取 引腳 P2

900

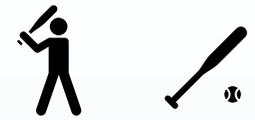
那麼

演奏 音階 中音 C 持續 1 拍

如果雷射光與光敏電阻間被遮斷(數值小於900)，表示偵測到物體經過，發出Do的音調來表示

雷射光加光敏電阻程式圖

# 四、製作揮棒測速訓練模組

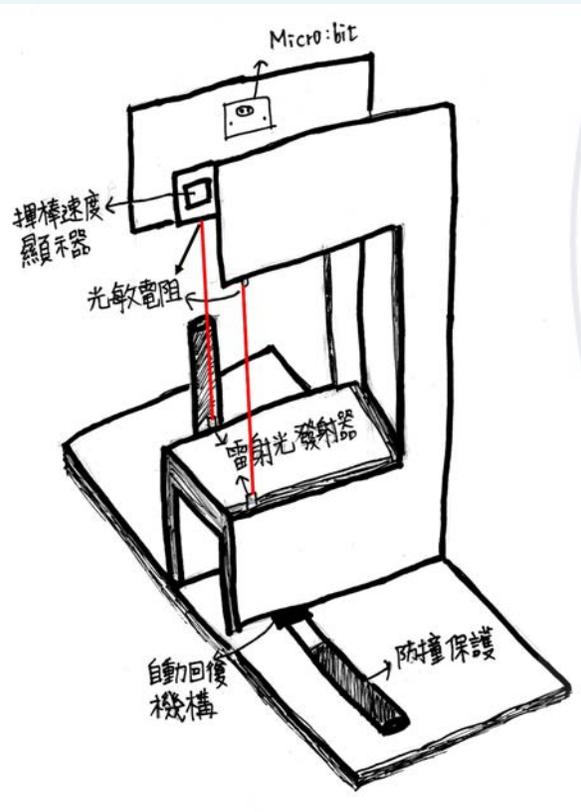


## 1. 如何計算出揮棒速度?

$$V(\text{速度}) = \frac{D(\text{兩組雷射光與光敏電阻間的距離})}{\Delta T(\text{穿越兩組雷射光與光敏電阻間的時間})}$$

## 2. 如何即時顯示速度數據?

當球棒遮斷兩組雷射光時，螢幕TM1637會顯示揮棒速度。



揮棒測速模組設計圖

揮棒測速程式邏輯圖

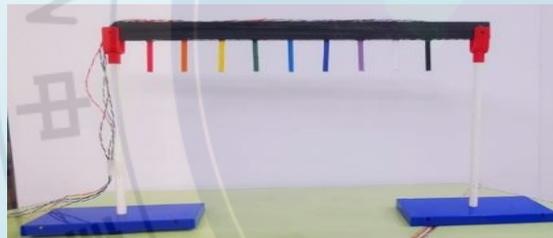
揮棒測速訓練模組製作過程

# 五-1 光敏電阻抗陽光干擾實驗 - 【各色吸管實驗】

1.如何設計光敏電阻抗陽光干擾實驗，以**降低**機構在戶外陽光對光敏電阻的干擾？

(1)**控制變因**: 時間5/29、正午12:00-12:04、無雲、  
吸管長度5公分

(2)**操縱變因**:**吸管顏色**



光敏電阻抗陽光干擾實驗-  
不同顏色吸管進行光敏電阻抗陽光干擾實驗



# 五-2 光敏電阻抗陽光干擾實驗 - 【不同長度黑吸管實驗】

(1)**控制變因**: 時間6/2、正午12:00-12:04、無雲、  
黑色吸管

(2)**操縱變因**: 黑色吸管長度，從1公分到10公分



光敏電阻抗陽光干擾實驗-  
不同長度黑吸管進行光敏電阻抗陽光干擾實驗



本實驗中，黑色吸管**6公分以上**就可以有效抗陽光干擾

# 六、投球穩定度訓練模組-【跨步測距機】



1.跨步距離會影響**投球穩定度**，如何設計**互動式機構**，提醒投手所站距離為適當距離？

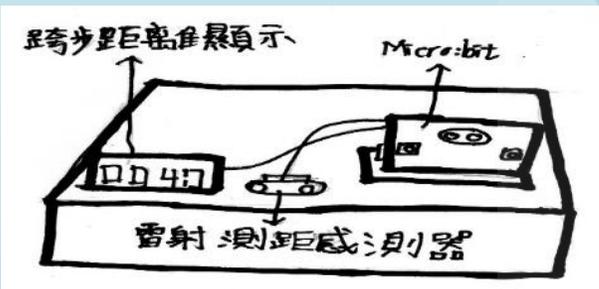
(1)**音調提醒**:

以**雷射測距感測器**偵測距離，不同步伐會發出不同音調，選手不用低頭，聽聲音就可以分辨自己的步伐距離是否正確。

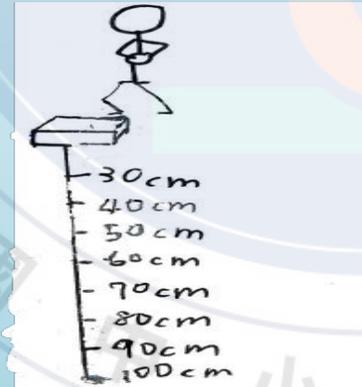
步伐距離	<b>30-40</b>	<b>40-50</b>	<b>50-60</b>	<b>60-70</b>	<b>70-80</b>	<b>80-90</b>	<b>90-100</b>
	公分						
顯示音樂	<b>Do</b>	<b>Re</b>	<b>Mi</b>	<b>Fa</b>	<b>Sol</b>	<b>La</b>	<b>Si</b>

(2)**顯示器顯示距離**:

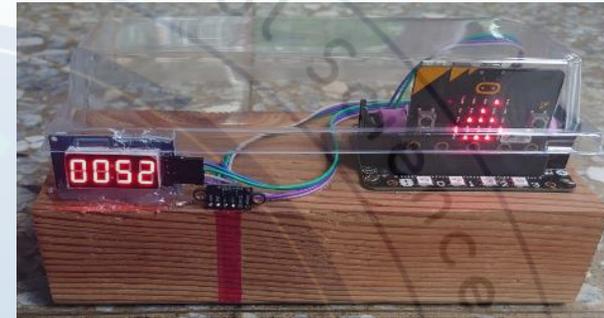
以**程式操控雷射測距感測器**，在TM1637顯示器上顯示距離，觀看數字了解自己的步伐距離是否正確。



跨步測距機設計圖



機構與站立位置示意圖



跨步測距機



球隊訓練情形

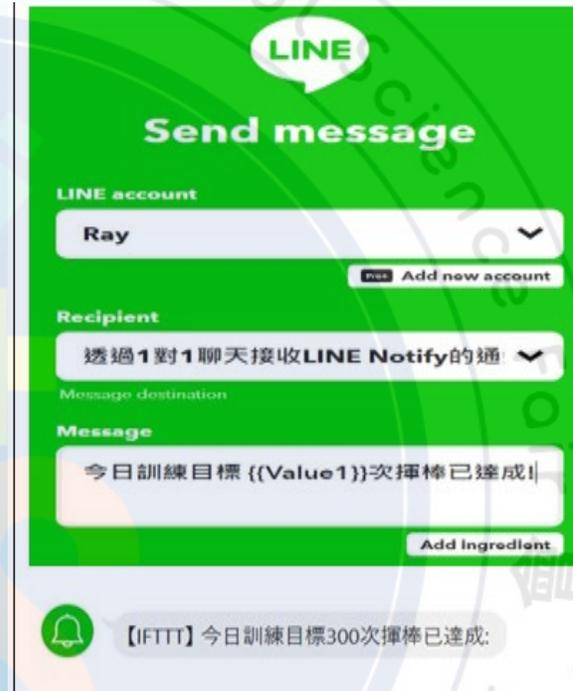
2.跨步測距機的提醒，可以讓投者**迅速判斷與調整**自己的跨步距離，增加**投球穩定度**。

# 七、IoT雲端紀錄回傳系統



利用Micro:bit做偵測，把投中球數數據利用ThingSpeak雲端服務系統將練習者投球與揮棒練習結果做統計並即時顯示數據。也可以設定練習者目標，當達標後傳送提醒訊息。

投球	打擊
1. 總投中球數	1. 總揮棒次數
2. 各板子投中次數	2. 揮棒平均速度
3. 投中球次數達標訊息傳送	3. 揮棒次數達標訊息傳送
4. 投中球次數超標訊息傳送	4. 揮棒次數超標訊息傳送



揮棒目標達成Line訊息傳送圖在IFTTT網站中設定，當揮棒次數達成目標值，傳送Line訊息



揮棒超量Line訊息傳送圖在IFTTT網站中設定，當揮棒次數超過負荷，傳送Line訊息

讓教練與練習者知道練習狀況，可以得到即時回饋，練習者進而修正，可協助訂定個別化訓練目標。

ThingSpeak 傳送投球訊息    ThingSpeak 傳送揮棒訊息

## 八、智能棒球訓練系統試用與回饋【教練與棒球隊隊員】

1. 協助使用者自主訓練，**及時知道揮棒速度**。
2. **投球準度練習模組**根據國小學生平均身高的**好球帶範圍**去模擬製作，可以練習**不同投球位置與精準度**。
3. **步伐偵測回饋模組**，需站在**正確直線**上才能發出聲調，身體可**記憶適合跨步距離**。
4. **IoT雲端記錄回傳系統**，教練與練習者可**即時得到投打統計回饋**，可訂定**個別化練習計畫與目標**。
5. 用木頭打造機身較易晃動，建議未來改為**金屬結構**。



教練與球隊隊員試用智能棒球訓練系統



# 研究結論

- 一、**智能棒球訓練系統**可達成更經濟有效率的自主練習。本次研究使用學校的教具Micro:bit電路板，日後若改為arduino電路板可以節省更多製作費用。
- 二、製作**訓練棒球投球準度**的機器模組，打造第一代**九宮格機器模組**可自動計分與歸位，第二代改進成易於移動與調整的**三宮格好球帶訓練模組**，便於個別化練習。
- 三、製作能**偵測揮棒速度**與即時顯示數據的機器模組。以**雷射光加光敏電阻**打造機構。從**光敏電阻抗陽光干擾實驗**中，取6公分的黑色吸管作為抗陽光干擾的方式。本研究製作出**揮棒測速機構**，希望未來能克服技術問題，再製作出投球測速機構。
- 四、**步伐偵測回饋模組**以**雷射測距感測器**感應測距，機構能以**音調的高低**，讓選手聽音辨位，了解自己的跨步距離，提升跨步的穩定度與投球的力量。
- 五、**IoT雲端記錄回傳系統**記錄投中次數與揮棒速度，並將數據回傳，**實測**發現練習者透過數據，可以自我監控練習狀態。
- 六、經棒球教練與選手**實測**，本系統可**提升**練習者的**揮棒速度**以及**投球的準度和穩定度**。
- 七、未來可改用**金屬**等材質打造更穩固的機構。



數據回傳球隊教練與練習者