

# 屏東縣第66屆國民中小學科學展覽會

## 作品說明書

科 別：生活與應用科學科(一) (含機械/能源/光電/物理/資訊)

組 別：國小組

作品名稱：運用 micro:bit 打造校園生態池智慧化警示系統之設計與實現

關 鍵 詞：micro:bit、生態池智慧化警示系統、校園安全 (最多3個)

編號：A6022

## 摘要

本研究起因於一則令人心碎的校園意外新聞：一名幼童在老師未察覺的情況下，誤入生態池因未及時發現而不幸溺斃。正好學校生態池也完成建置開放使用，且有許多人下課時會到水池看看小魚或在周圍玩而要，為了建立安全的校園環境，透過「實地觀察」及「模擬實驗」，來探討如何利用 micro:bit 連接相關感測器能最有效提升校園生態池安全的方式。當然，水池周邊的濕滑程度與學童個人安全意識行為，也是影響安全的重要變數，但我們希望能運用現代化科技防範校園意外，期盼校園生態池能成為快樂學習的場所，而不是隱藏危機的地方，也別讓類似的事件再發生。

## 壹、前言

### 一、研究動機

學校新建置的生態池裡有許多小魚、青蛙和水生植物，下課時也有學生都會去那裡觀察自然生態。但是我們發現池子旁邊草地及周圍的石頭會濕滑，有時低年級的學弟妹在水池邊看邊玩時，一不小心就可能掉進水裡，老師們也常常在朝會時提醒大家要注意水域安全。

我們在程式設計社團學到了 **micro:bit** 這塊神奇的小板子，也見識到它外接很多不同的感測器後，會擁有很多種不同的強大功能。我們不禁想到：下課有時大家玩得太開心可能會忘記老師的提醒而忽略了安全性，那我們能不能結合在社團課程學到，利用 **micro:bit** 連結其他感測器模組，如人體紅外線感測器、電磁式蜂鳴器、AI 辨識鏡頭，幫生態池做一個「隱形保全」呢？如果當有人靠水池太近已超過安全界線時，這個裝置就能自動發出警告聲音，就能隨時提醒同學退後，讓校園環境變得更安全，這就是我們決定展開這次研究的原因。

### 二、研究目的

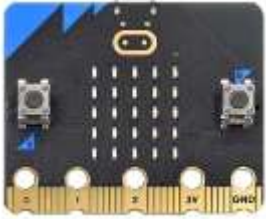
為了成功打造出校園生態池的「隱形保全」，設立了以下四個主要的研究目的，想要測試人體紅外線感測器面向的方位在偵測「有人靠近」是最有效的警示，並找出不會因為動物闖入就亂叫的感測器組合。

- (一) 利用 **micro:bit** 主板，連接 **PIR** 人體紅外線感測器及電磁式蜂鳴器，再寫出判斷程式，來建構生態池周圍的警示系統。當學生進到危險範圍時，裝置就會自動發出響亮的聲音，達到嚇阻和提醒的效果。

- (二) 探討 PIR 感測器偵測角度 (約 100°) 對警示範圍的影響。
- (三) 分析不同感測器位置配置的警示效果。
- (四) 加入 AI 辨識鏡頭，降低動物造成的誤警報。

## 貳、 研究設備及器材

### 一、硬體器材及工具：

|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |    |    |
| Micro:bit                                                                           | ElecFreaks IOT:Bit 物聯網擴展板                                                           | PIR 人體紅外線感測器模組 HC-SR501                                                              | 電磁式蜂鳴器(喇叭)                                                                            |
|   |   |   |   |
| HUSKYLENS 2 AI 辨識鏡頭                                                                 | 3.3 繼電器模組                                                                           | 杜邦線(母對母)                                                                             | 3 號串聯電池盒                                                                              |
|  |  |  |  |
| 網路線                                                                                 | 5V1A USB 充電頭<br>Micro USB 線                                                         | 鱷魚夾連接線                                                                               | 防水免焊熱縮套管                                                                              |
|  |  |  |                                                                                       |
| 防水盒                                                                                 | 剝線鉗                                                                                 | 熱熔槍與膠條                                                                               |                                                                                       |

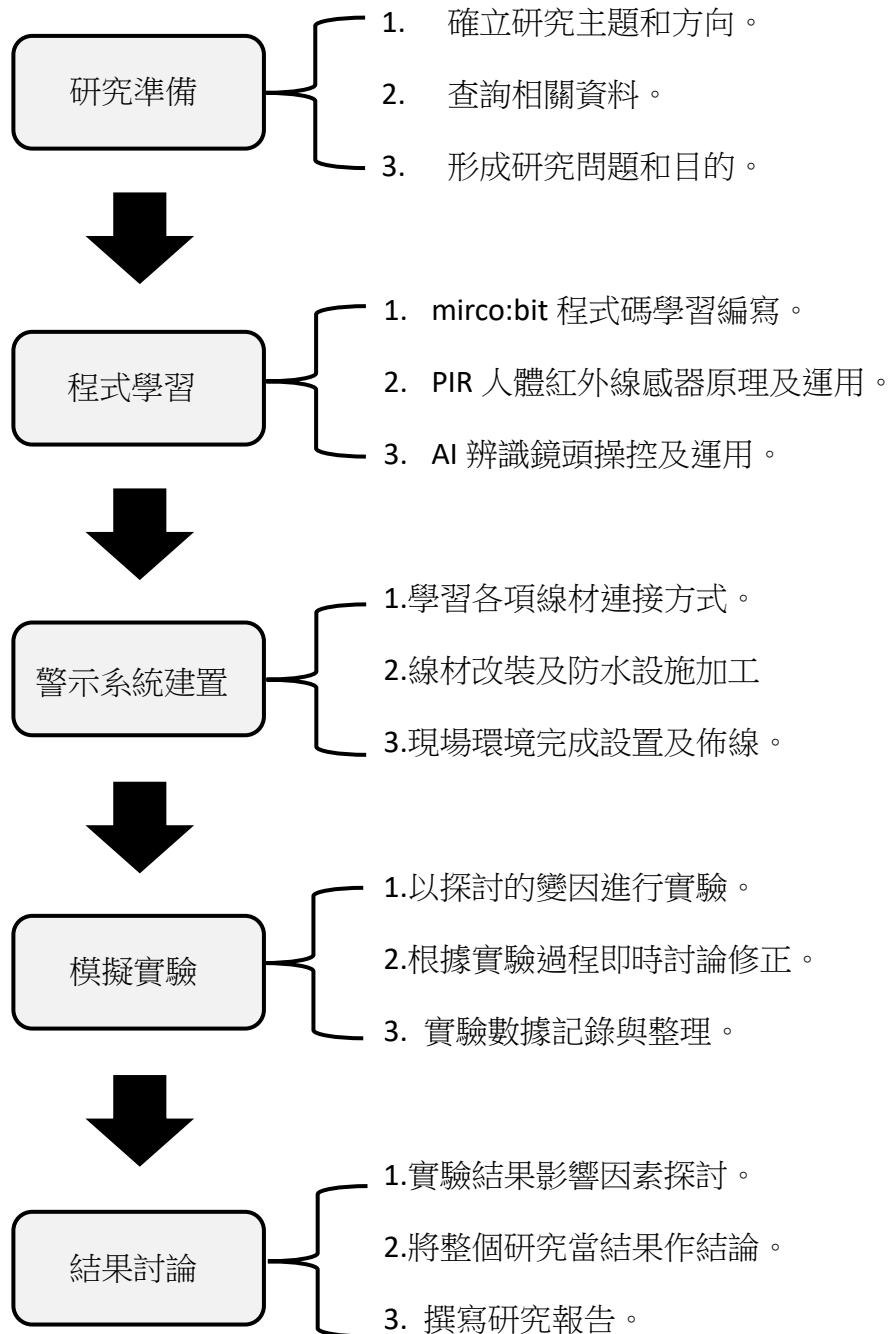
## 二、軟體平台：

(一)Makecode 網站：編輯 micro bit 程式。

(二) Word 文書處理。

## 參、研究過程與方法

### 一、研究流程圖



## 二、生態池周圍感測裝置設立

(一) PIR 人體紅外線感測器設置：使用 micro:bit 主板及擴充板再連接 PIR 人體紅外線感測器與電磁式蜂鳴器。經過討論後的設置條件及數據如下表。

| 設置條件   | 相關數據   |
|--------|--------|
| 感測器數量  | 4 個    |
| 安裝位置   | 池邊 0 m |
| 偵測範圍角度 | 約 100° |
| 安裝高度   | 約 35cm |

(二) 進行線材及設備加工製作及設施安裝建置

|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |   |
| 網路線改為供電及訊號線                                                                         | 進行設備防水加工(一)                                                                         | 進行設備防水加工(二)                                                                           |
|  |  |  |
| 感測器線材及防水完工                                                                          | 相關程式討論編寫                                                                            | 進行現場設備接線                                                                              |
|  |  |  |
| 機板與線路配接盒                                                                            | 人體紅外線感測器設置                                                                          | 感測器設置完成                                                                               |





圖一：PIR 人體紅外線感測器設置完成（現場圖）



圖二：micro:bit 機板、相關配線及電源設置完成（現場圖）

### 三、 實驗一：以 PIR 人體紅外線感測器進行

(一).一開始在設置 PIR 人體紅外線感測器「位置」及「方向」時，選擇四個感測器一致面向水池外的方向（ $180^\circ$ ）擺設，開始進行模擬實驗時，先以最靠近水池距離開始測試，再再遠離水池，但發現離水池邊還有一段距離時，甚至只是經過也會發出警示的聲響，這個情況就是說不管離水池多遠多近，都會被感應器偵測到而觸發警示。所以經討論後，決定用以下三個感測器擺設的角度來做為探討觸發警示的變因。

1. 角度 A 為  $180^\circ$ ，感測器朝向水池外
2. 角度 B 為  $90^\circ$ ，感測器切齊石頭邊緣
3. 角度 C 為  $0^\circ$ ，即感測器朝向水面



圖一：角度 A 為  $180^\circ$ ，感測器朝向水池外



圖二：角度 B 為  $90^\circ$ ，感測器對齊石頭邊緣





圖三：角度 C 為  $0^\circ$ ，即感測器朝向水面

(二) 以此三個變因實地進行模擬實驗 40 次，並將相關數據及結果記錄下來。

四、 實驗二：在原有的感測器模組下加入 AI 辨識鏡頭，經討論後，決定以「物體識別」及「姿態識別」二個模式作為變因進行模擬實驗來提高警示系統的準確性。



此款 AI 識別鏡頭是適用於連接 micro:bit 應用，內建許多識別模式。



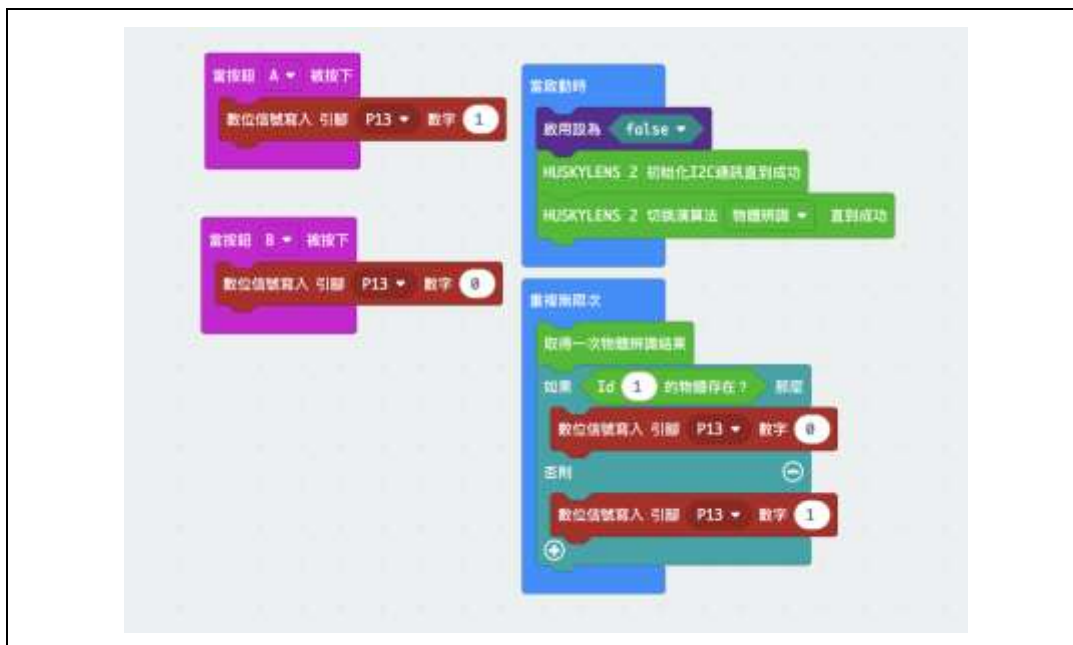
「物體識別」模式



「姿態識別」模式



## (一) 討論編寫 AI 辨識鏡頭之程式



AI 辨識鏡頭之程式設計圖示

(二) 「物體識別」模式：此項模式選定為「人體」辨識，所以只要是人體或是肢體的一個部分，都能成功的辨識出來，而產生警示聲。

(三) 「姿態識別」模式：此模式有姿態學習功能，事先討論在水池旁進行觀察或玩耍可能造成危險的幾個動作姿態，先讓 AI 辨識鏡頭進行學習，以方便進行後續的模擬實驗。

|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| AI 鏡頭操作學習與動作姿態討論                                                                    | 學習姿態一                                                                                |

|                                                                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| 學習姿態二                                                                             | 學習姿態三                                                                              |
|  |  |
| 學習姿態四                                                                             | 學習姿態五                                                                              |

## 肆、研究結果

### 一、實驗一：PIR 人體紅外線感測器設置角度為變因

#### (一) 得到模擬實驗數據 (進行 40 次)

| PIR 感測器安裝角度      | 成功警示<br>次 數 | 誤報次數<br>(太早叫) | 漏報次數<br>(太晚叫沒叫) | 成 功<br>警示率 |
|------------------|-------------|---------------|-----------------|------------|
| 角度 A<br>(朝向水池外)  | 22          | 18            | 0               | 55%        |
| 角度 B<br>(對齊石頭邊緣) | 35          | 3             | 2               | 87.5%      |
| 角度 C<br>(朝向水面)   | 8           | 0             | 32              | 20%        |

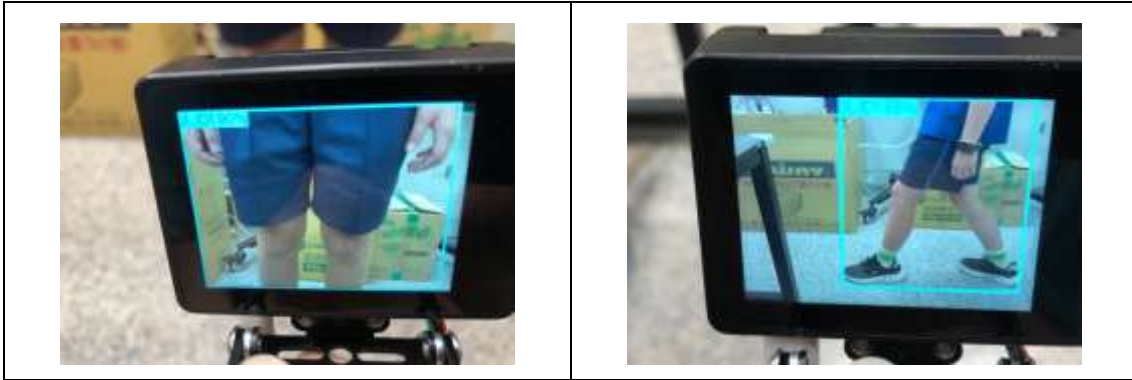
(二) 根據模擬測試數據，可以推得以下三個結論：

1. 角度 A(朝向水池外)可能會變成「擾民裝置」：雖然它的漏報率是 0（只要有人靠近一定會感應到），但是因為偵測角度太向外了，導致同學只是經過生態池旁邊的小路，蜂鳴器就會一直叫。時間久了大家不僅會覺得很吵，還可能會忽略了真正的危險警示。
2. 角度 B（對齊石頭邊緣）是最佳防護員：當我們利用 PIR 感測器 偵測角度範圍 100 度的特性，把它們擺在四個 90 度的角落並對齊石頭邊緣時，它的防護網剛好沿著水池外圍形成一圈。它的成功率最高（87.5%），只有偶爾因為風吹草動產生幾次誤差。這證明了「調整感測器角度」是影響警示系統成敗的關鍵變因。
3. 角度 C（朝向水面）超不靈敏很危險：發現把感測器朝向水池中心是最糟糕的設計！因為 PIR 感測器有效偵測角度的視角都被侷限在水面上，導致同學腳都已經踩到水池邊了，感測器才偵測到有人進入（漏報次數高達 32 次），完全來不及阻止危險發生。

## 二、 實驗二：加入 AI 辨識鏡頭的實驗結果

(一)「物體識別」模式：以下面人體的各個部分圖示進行辨識，都能被 AI 辨識鏡頭以高準確率的辨識出來而觸發警示聲響。





(二)「姿態識別」模式：符合五種設定給 AI 辨識鏡頭學習的姿態都能成功的辨識，且當只有手掌或腳掌不小心進入了感測器的偵測範圍內，也不會任意的觸發警示，比較建議採用此種模式來進行增強感測器

## 伍、討論

一、PIR 人體紅外線感測器設置角度為何影響警示的準確率？

(一) 角度 A：朝向水池外（防護範圍涵蓋到周邊步道及草地）

感測器的正面朝向水池外側的走道，100 度的偵測範圍完全沒有對準水池邊緣，而是向外輻射。造成的影響（「太早叫 / 誤報」）：因為防護網張開在距離水池還有一段距離的步道上，只要有同學正常路過、或是微風吹過帶來熱空氣變化，感測器就會被觸發。會讓警報器變成「擾民裝置」，失去真正的警告意義。

(二) 角度 B：對齊石頭邊緣（完美貼合池邊）

感測器裝在角落，正面朝向對角線（大約 45 度角），讓 100 度的視角均勻分在兩側。水池角落大約接近 90 度，而感測器有 100 度。當我們把它對齊邊緣時，100 度的範圍剛好可以包覆住 90 度的水池邊角，而且在兩條邊的外側還各多出了一小塊的「緩衝安全區」。同學在安全距離外活動時就不會觸發警示系統；但只要腳一踏進這條隱形的邊界，系統就能立刻精準抓到，達到最高的「成功防護率」。

(三) 角度 C：朝向水面（防護網落入水中）

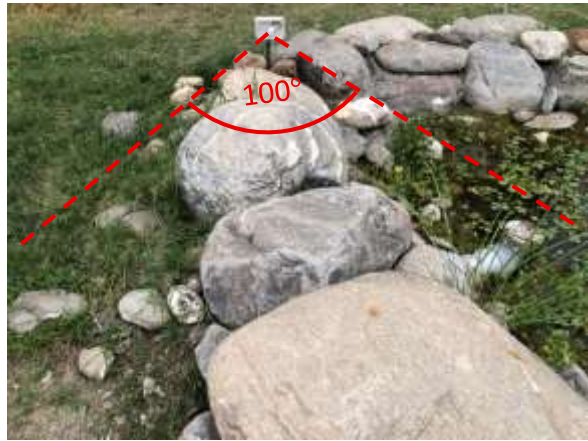
感測器朝向水池的正中央，甚至稍微往下看著水面，這 100 度的偵測扇形全部投射在水面上，完全沒有涵蓋到同學站立的岸邊石頭或水泥地。如果感測器只



朝水面，當同學站在岸邊快滑倒時，感測器根本感測不到他。必須要等同學真的跌進水裡、進入感測器的視角範圍內，它才會響，這就完全失去了「預警」的作用。



圖一：角度 A（朝向水池外）涵蓋範圍



圖二：角度 B（對齊石頭邊緣）涵蓋範圍



圖三：角度 C（朝向水面）涵蓋範圍

二、加入 AI 辨識鏡頭，選擇哪種辨識模式來改善感測器不足較好？

經實驗結果得知「物體識別」模式的靈敏度太高，只是手掌、手肘或身體其他一個部位進入有效偵測範圍內，就會產生警示的聲音，所以選擇採用「姿態識別」模式能更有效的辨識並正確的發出警示聲。

## 陸、結論

- 一、 建置於生態池的四個角落的 PIR 人體紅外線感測器可以形成基本安全警示範圍。
- 二、 調整 PIR 人體紅外線感測器「角度」可以提升偵測覆蓋率，能更有效的警示。

- 三、 PIR 人體紅外線感測器容易受到動物闖入影響誤發警報。
- 四、 加入 AI 辨識鏡頭後可以降低誤發警報率。
- 五、 將 PIR 人體感測器再結合 AI 辨識鏡頭可以建立更智慧的安全警示系統。
- 六、 這類的安全警示系統經實驗研究後確實可行，也可應用在公園水池、河岸安全等。

## 柒、參考資料及其他

- 一、 廖雪茹（2025 年 10 月 16 日）。2 歲女童溺斃竹縣托嬰中心生態池／隔壁園學童圍觀師才知出事了。自由時報。取自  
<https://news.ltn.com.tw/news/society/paper/1728259>
- 二、 micro:bit 教學。STEAM 教育學習網。  
<https://steam.oxxostudio.tw/category/microbit/info/hardware.html>
- 三、 人體紅外線感測器 ( PIR Motion Sensor )HC-SR501 簡單實作。傑森創工-教學網。  
[https://blog.imaker.com.tw/hc\\_hr501/](https://blog.imaker.com.tw/hc_hr501/)
- 四、 micro:bit 能源創客實作教案教材。能源教育資訊網。  
[https://energy.mt.ntnu.edu.tw/knowledge\\_teach\\_promote.php](https://energy.mt.ntnu.edu.tw/knowledge_teach_promote.php)
- 五、 光學感測警報器。micro:bit Educational Foundation website。  
<https://microbit.org/zh-tw/projects/make-it-code-it/pir-movement-alarm/>