

# 中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

高級中等學校組 工程學(一)科

佳作

052308

運用物聯網捕蚊燈進行病媒蚊區域分佈研究

學校名稱：臺北市立內湖高級工業職業學校

作者：  職二 鄭郁璇  職二 吳蔚欣  職二 何詠欣	指導老師：  林后鍾
---	------------------

關鍵詞：物聯網、Node-Red、病媒蚊區域統計

## 摘要

本研究主要針對預防病媒蚊發生機率和統計區域分佈，藉由蚊蟲對於不同顏色吸引度之差異，設計出一款新型的吸入式捕蚊燈。除了捕蚊外，本研究結合學校課程所學，使用3D列印設計捕蚊燈外型，透過 ESP8266 模組使捕蚊燈成為物聯網的節點，除了可以控制多臺捕蚊燈燈光顏色誘捕病媒蚊外，再利用小型風扇阻斷蚊蟲飛出，使捕蚊效率提高，整體捕蚊燈的消耗功率也可連續使用。在電路板加裝光敏電阻感測，亦可自動統計病媒蚊吸入數量，再透過網路回傳資料收集至伺服器。在裝置多臺捕蚊燈後，可以同時統計區域病媒蚊的分佈，以利降低疫情發生機率。

## 壹、研究動機

臺灣位屬亞熱帶，夏季氣候炎熱、悶熱，若加上大雨造成積水則蚊蟲引發之相關疫情不可小覷，例如：登革熱、日本腦炎、瘧疾等，在民國93年將登革熱列為第二類傳染病。



圖一 登革熱感染圖表

針對病媒蚊防治問題，除了政府定期投藥外，民眾最常見的防治方法便是透過電擊式捕蚊燈進行捕蚊，但因電擊時易產生火花，且捕蚊燈有高壓裝置，容易造成短路而引起火災。近年來運用 LED 燈及風扇製作的吸入式捕蚊燈產品上市頗受歡迎，且捕蚊效率極高。在學校選修課程中學到物聯網的技術，若可用遠距的中控臺改變多臺捕蚊燈顏色，可以嘗試不同顏色的捕蚊效率，若透過某種光遮斷的方式感測蚊蟲的數量，將每個捕蚊燈的數據收集到中控端進行監控統計，則家常使用的捕蚊燈便可成為病媒蚊統計的利器。本研究在學校課程中學到 LED 及光敏電阻的相關知識，此外程式設計課程提供物聯網相關程式設計的技能。

## 貳、研究目的

- 一、做區域性病媒蚊統計以降低疫情發生機率。
- 二、可以更即時的知道當地捕獲的蚊蟲數量。
- 三、建構具有物聯網的捕蚊燈，透過數據收集進行資訊統計的了解病媒蚊分佈。
- 四、改善疾管署關於台北市及其他區域病媒蚊數量資料並在登革熱發生前提早通知該地居民清掃環境。

## 參、研究設備及器材

### 一、研究設備

研究設備	規格
電腦作業系統	Windows7
程式撰寫系統	Arduino
網頁程式撰寫系統	Node-Red
3D 繪圖系統	SketchUp
3D 列印機器	Finder 3D 印表機
USB 傳輸線	Micro USB

### 二、研究材料

名稱	規格
LED	RGB 4pins
Arduino Wi-Fi 模組	ESP8266
小型抽風扇	KDE1206PHV2 6CM
紅外線感測器	5V 類比 4cm*30cm
光敏電阻	CDS-10mm
列印線材、子母線、杜邦接頭	
紗網、焊接板	

## 肆、研究過程或方法

### 一、研究大綱

目前統計蚊子指數有布氏指數與成蟲指數兩種，其指數的定義與說明如下：

(一) 布氏指數：調查 100 戶住宅，發現有登革熱病媒蚊幼蟲孳生陽性容器數。

**計算方法：陽性容器數 / 調查戶數 × 100**

例如調查 50 戶住宅，發現有埃及斑蚊幼蟲孳生之容器數為 20 個，則埃及斑蚊布氏指數為 40，5 級（5 級以上為警戒區）。

表 1 登革熱病媒蚊指數與級數相關表 (參考衛生福利部)

等級	1	2	3	4	5	6	7	8	9
布氏指數	1-4	5-9	10-19	20-34	35-49	50-74	74-99	100-199	>200
幼蟲指數	1-3	4-10	11-30	31-100	101-300	301-1000	1001-3000	3001-10000	10001

(二) 成蟲指數：每一戶住宅平均登革熱病媒蚊雌性成蟲數

**計算方法：雌性成蟲數 / 調查戶數**

例如調查 50 戶住宅, 總共發現 20 隻斑蚊雌蟲, 則斑蚊成蟲指數為 0.4。

查詢疾管署的調查發現，中南部地區有較明顯指出病媒蚊數據，本實驗計畫以疾管署的調查放置捕蚊燈，但因目前資源有限，因此實驗區域鎖定為臺北市，實驗區域有公園、池塘旁及住家附近。為了統計區域病媒蚊分佈、了解及降低疫情發生機率，將預定設計的捕蚊燈佈建於特定環境。以光敏電阻感測蚊子回傳至 Node-Red，以利收集蚊子數據，當蚊子數量超過警戒數值，對該地發布警報。

目前疾管署統計蚊子指數以布氏指數統計，而本研究主要是以成蟲指數判斷，會比疾管署的統計更早發現蚊子數量的問題，盡早提醒該地居民清理。

表1 疾管署5月登革熱密度調查（採用布氏指數統計）

2019 5月登革熱密度調查(布氏指數統計)					2019 5月登革熱密度調查(布氏指數統計)				
台北市	中山區	龍河里	2019/05/06	1	高雄市	三民區	達明里	2019/05/07	2
台北市	內湖區	五分里	2019/05/22	2	高雄市	三民區	達清里	2019/05/09	1
台北市	內湖區	內湖里	2019/05/16	1	高雄市	三民區	達德里	2019/05/06	1
台北市	內湖區	石潭里	2019/05/15	1	高雄市	三民區	達德里	2019/05/14	2
台北市	內湖區	西邊里	2019/05/10	1	高雄市	三民區	鼎中里	2019/05/30	4
台北市	內湖區	金湖里	2019/05/06	1	高雄市	三民區	鼎西里	2019/05/29	2
台北市	內湖區	金湖里	2019/05/13	0	高雄市	三民區	鼎西里	2019/05/30	3
台北市	內湖區	南湖里	2019/05/14	0	高雄市	三民區	鼎金里	2019/05/29	4
台北市	內湖區	港都里	2019/05/06	0	高雄市	三民區	鼎金里	2019/05/30	3
台北市	內湖區	港富里	2019/05/21	2	高雄市	三民區	鼎金里	2019/05/31	2
台北市	內湖區	港豐里	2019/05/22	0	高雄市	三民區	鼎泰里	2019/05/17	1
台北市	內湖區	紫雲里	2019/05/14	1	高雄市	三民區	鼎德里	2019/05/07	0
台北市	內湖區	紫陽里	2019/05/15	0	高雄市	三民區	鼎德里	2019/05/28	2
台北市	內湖區	湖美里	2019/05/29	2	高雄市	三民區	德德里	2019/05/13	2
台北市	內湖區	瑞光里	2019/05/31	1	高雄市	三民區	豐裕里	2019/05/22	2
					高雄市	三民區	寶中里	2019/05/15	1
臺北市					高雄市				
2019 5月登革熱密度調查(布氏指數統計)					2019 5月登革熱密度調查(布氏指數統計)				
台南市	仁德區	新豐里	2019/05/30	1	台中市	大雅區	六寶里	2019/05/30	1
台南市	仁德區	後壁里	2019/05/07	0	台中市	大雅區	秀山里	2019/05/23	1
台南市	仁德區	後壁里	2019/05/15	1	台中市	大雅區	忠義里	2019/05/30	1
台南市	仁德區	後壁里	2019/05/23	3	台中市	大雅區	橫山里	2019/05/23	1
台南市	仁德區	後壁里	2019/05/27	2	台中市	太平區	宜佳里	2019/05/16	1
台南市	仁德區	新田里	2019/05/07	1	台中市	太平區	宜昌里	2019/05/16	2
台南市	仁德區	新田里	2019/05/15	1	台中市	太平區	新光里	2019/05/16	1
台南市	仁德區	新田里	2019/05/23	5	台中市	太平區	新光里	2019/05/18	3
台南市	仁德區	新田里	2019/05/27	2	台中市	太平區	新光里	2019/05/27	4
台南市	六甲區	七甲里	2019/05/23	1	台中市	太平區	新福里	2019/05/14	1
台南市	六甲區	中社里	2019/05/06	0	台中市	北區	中達里	2019/05/02	1
台南市	六甲區	水林里	2019/05/23	1	台中市	北區	文蔚里	2019/05/02	1
台南市	六甲區	甲南里	2019/05/11	1	台中市	北區	文蔚里	2019/05/02	1
台南市	北區	力行里	2019/05/06	1	台中市	北區	溪溝里	2019/05/02	1
台南市	北區	力行里	2019/05/09	0	台中市	北區	錦祥里	2019/05/08	1
台南市	北區	力行里	2019/05/20	0					
臺南市					臺中市				

本調查主要根據臺北市、臺中市、臺南市及高雄市的布氏指數做比較。根據表1統計結果發現，臺中市新光里、臺南市新田里及高雄市鼎金里為布氏指數最嚴重區域，相對臺北市內湖區則較為安全。透過表1也可同時發現布氏指數都是在病媒蚊幼蟲已經出現後才能發布警告，必須透過調查人員挨家挨戶的查訪記錄，才可以得到數據達到預警的效果，若能自動的獲取病媒蚊數量上升的數據，便可以將預警時間提前。

表2 疾管署 5月登革熱地理分佈圖

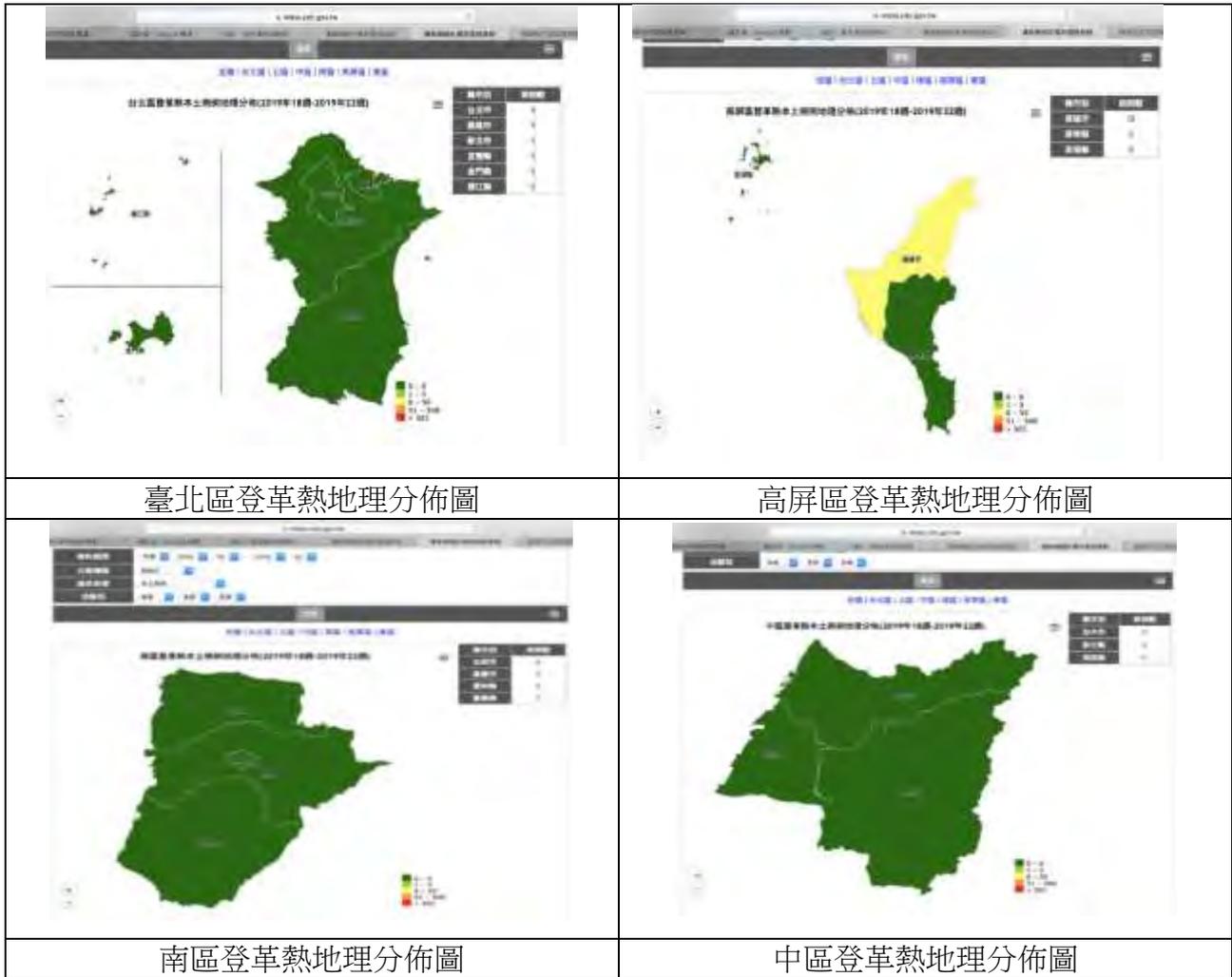


表2 為臺灣各主要縣市的分區登革熱地理分佈圖。由分布圖可明顯發現，高雄市登革熱案件數較其他縣市多，對應到表1布氏指數的調查結果，可以瞭解到登革熱的發生機率與布氏指數成正比關係，透過追蹤布氏指數的變化情形，有利於避免登革熱疫情的發生。

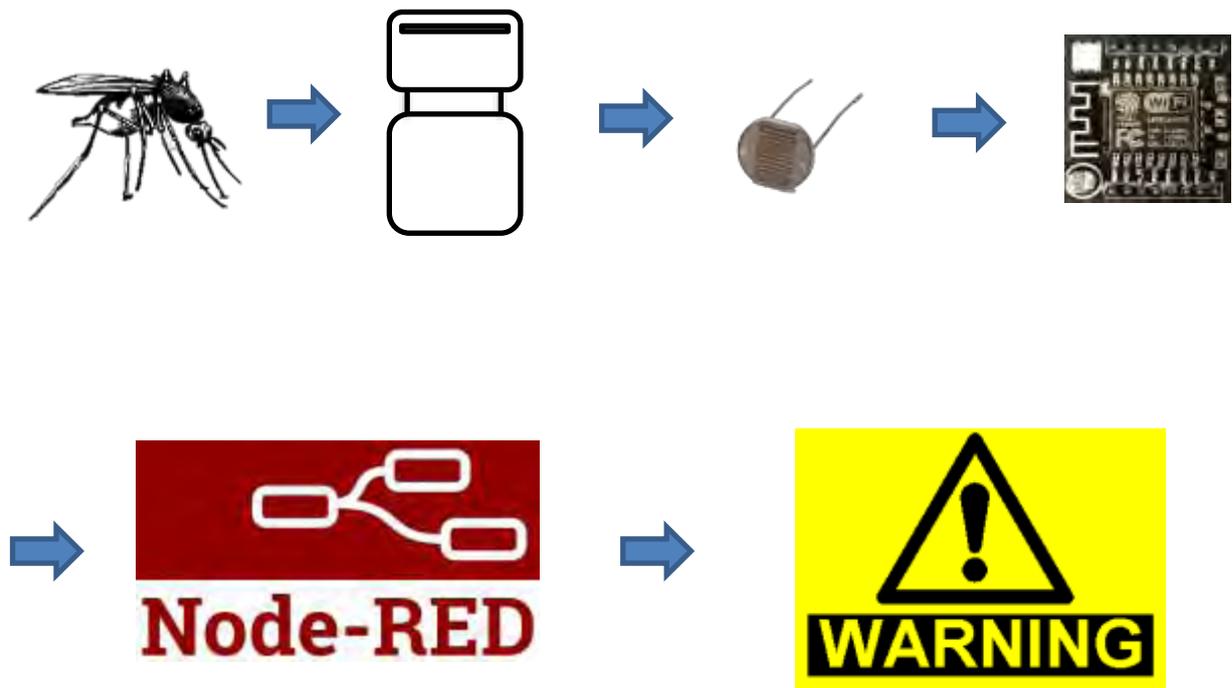
但疾管署統計蚊子的缺點4個：

1. 病媒蚊相關數據必須透過環工人員逐戶訪查收集。
2. 有些數據採用已經發病的數量，如登革熱確診病例。
3. 中南部統計的數據較為即時，北部數據約一個月一次，各地處理方式不同。
4. 這樣的機制通常是在已經發生感染病例後，才可以即時反應

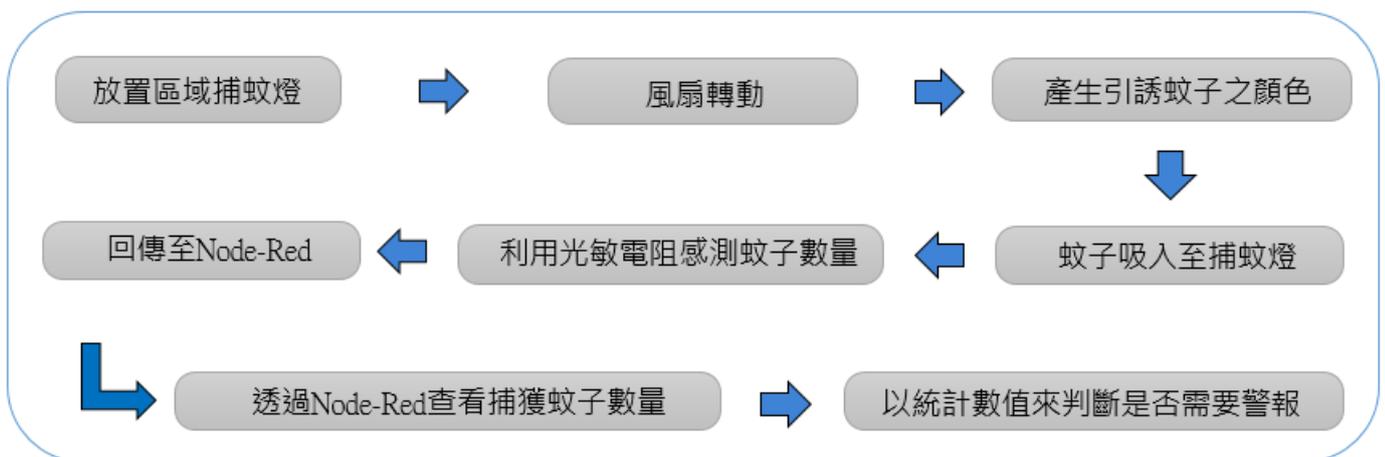
因此採用物聯網感測產生大數據，讓病媒蚊數量上升的時候，便可以加強防範，為了國民健康，建立物聯網的病媒蚊防治系統是一個很迫切的需求。

## 二、研究架構

透過物聯網收集不同色光的捕蚊數量並即時回傳病媒蚊捕獲的數量，藉此了解該區域病媒蚊分佈的狀況，以了解病媒蚊分佈區域的特性，在孳生源產生前完成預警發布，通知該地居民清掃居家環境，以減少發生機率。實際操作圖如圖二。完整的研究架構如圖三所示。



圖二 系統運作示意圖

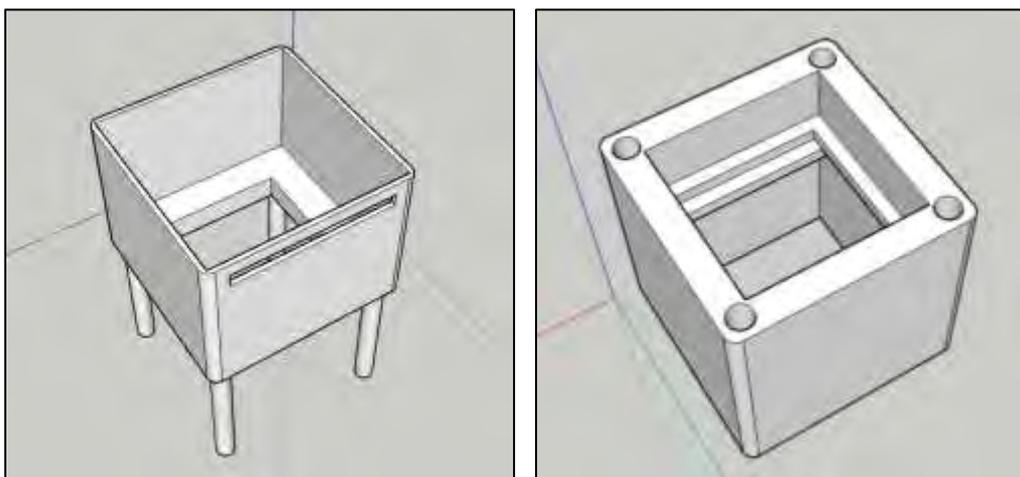


圖三 研究流程圖

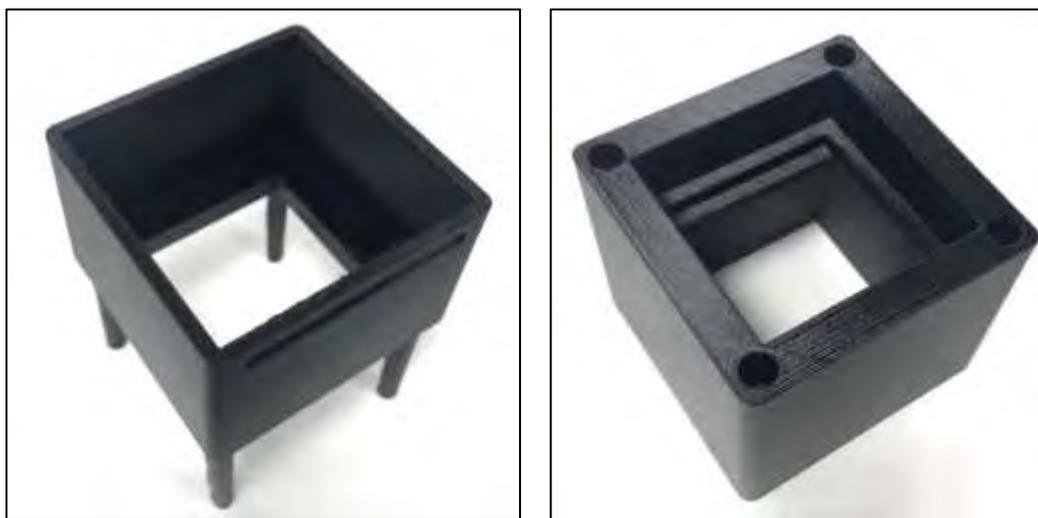
### 三、研究方法及過程

#### (一) 外殼設計與印製成品

使用 SketchUp 設計出智慧捕蚊燈外觀，由於外殼上方須放置小型抽風扇，故設計一個空間放置小型抽風扇，外殼下方為了讓風產生對流、方便拿取蚊子，預留一個空間；上蓋設計的空間用來放置 RGB LED 燈、ESP8266 模組、電池和光敏電阻，如圖五所示，為了避免雨水進入，上蓋將放置一片隔板做隔絕。印製成品如圖五。



圖四 捕蚊燈的 Sketchup 繪製圖

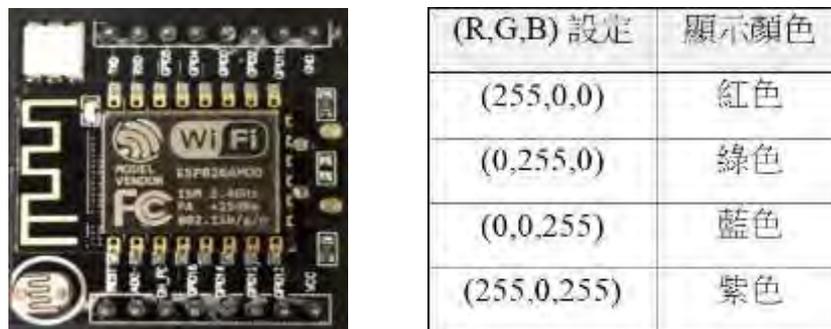


圖五 捕蚊燈的上蓋(左)與下座列印成品

## (二) ESP8266 模組的應用及設定

ESP8266為 Wi-Fi 晶片發展出的開發套件系列，具有體積小、價格便宜等優勢，非常適合用於物聯網的應用中。本作品會應用到 ESP8266內的其中幾個功能，整理如下。

1. Wi-Fi 功能：一般 Arduino 板沒有 Wi-Fi 功能，需要額外加裝 Wi-Fi 模組，而 ESP8266 含有 Wi-Fi 功能，可以讓電路更精簡，使用上更加方便。
2. RGB LED：ESP8266的開發版上提供了一個 RGB LED 燈，紅色（R）對應接腳為15，綠色（G）對應接腳為12，藍色（B）對應接腳為13。透過調整 RGB 的數字比例，即可顯示不同的顏色。

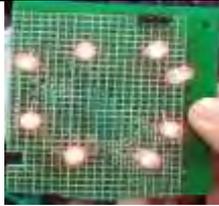
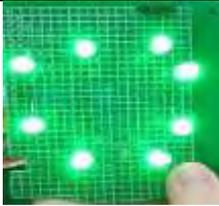


圖六 ESP8266 模組及 RGB LED 顏色設定說明

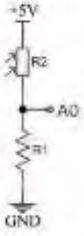
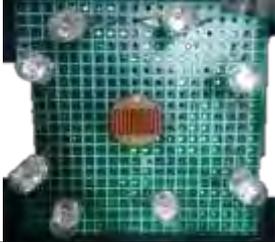
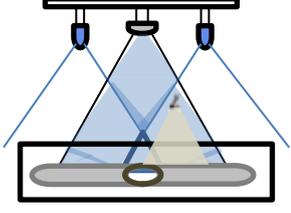
3. 光敏電阻：ESP8266內的光敏電阻是一種利用光電導效應的特殊電阻。電阻與光線的強弱有直接關係。當光的強度增加時，會使電阻值降低；而光的強度減少時，電阻值會增大。

## (三) RGB LED 電路設計

先將8 個並聯4pins LED 依序放入電路板中，並確認接腳是否正確，再使用烙鐵一一由紅、接地、綠、藍並聯後利用4個杜邦接頭連接到 Arduino 開發板上，再利用上述程式使 LED 燈能亮出輸入之 RGB 值所對應出的顏色。測試之圖片如下：

紅	綠	藍	紫
			
(R,G,B)=(255,0,0)	(R,G,B)=(0,255,0)	(R,G,B)=(0,0,255)	(R,G,B)=(255,0,255)

#### (四) 應用光敏電阻感測蚊蟲

			
(a)光敏電阻	(b)光敏電阻電路圖	(c)光敏電阻放置在所有 LED 的中心位置	(d)使用光敏電阻感測蚊子的示意圖

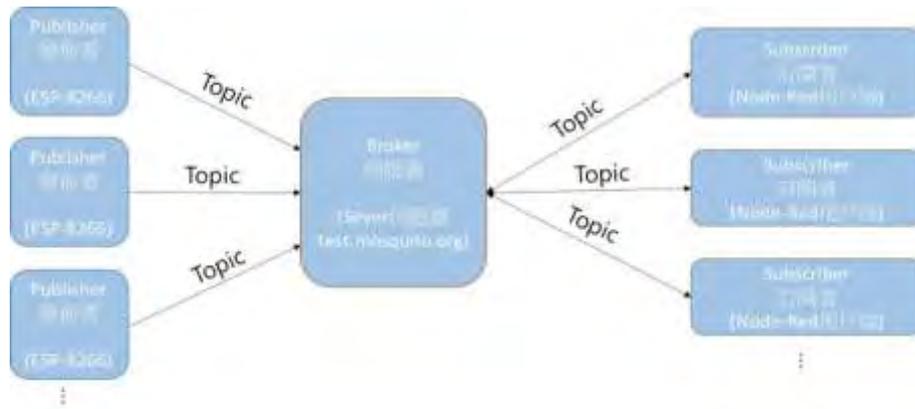
圖七 運用光敏電阻感測病媒蚊的設計

1. 光敏電阻可以針對可見光進行感測，當接收到光線時，電阻會下降。
2. 光敏電阻  $R_2$  與  $R_1$  的分壓為  $A_0$ ，當光線強的時候， $R_2$  電阻變小  $A_0$  變大，反之有光線弱時候  $R_2$  電阻變大， $A_0$  的電壓下降。
3. 將光敏電阻放在 LED 的中心位置，接收 LED 的反射光線。
4. 在蚊子還沒進入捕蚊燈的時候，光敏電阻接收到較大的光亮，當有蚊子經過時，光敏電阻值會因為光線被蚊子阻斷，而使反光量減少電阻上升。
5. 當比較到數值減少，便會將計數量加一，並傳至伺服器收集，可以得知該捕蚊燈已捕獲蚊子的數量。

本系統利用捕蚊燈本身的光源，運用一個簡單的光敏電阻便可計數，效果明顯又可降低成本。但缺點是無法判斷遮斷的是否為蚊子或其他昆蟲，也無法知道蚊子的種類。未來可考慮運用影像辨識，可以判斷是否為蚊子與蚊子種類。

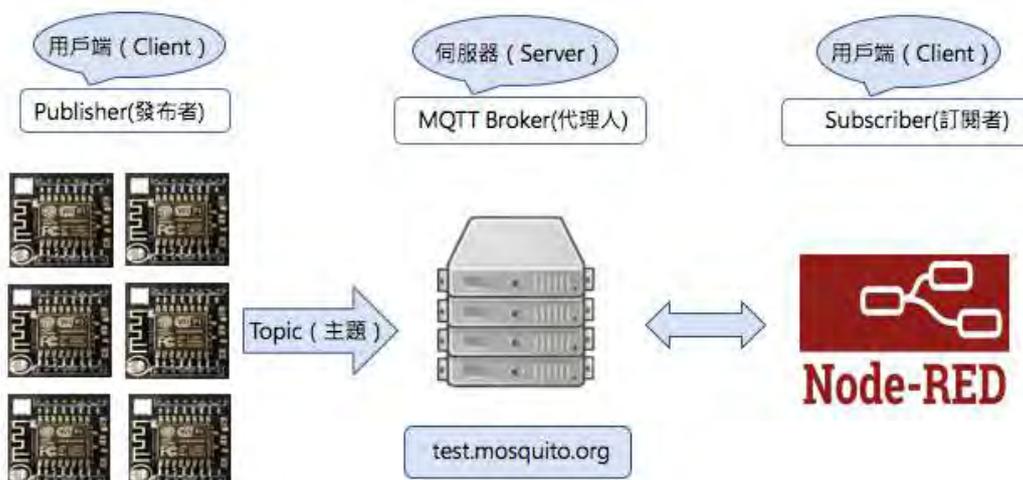
#### (五) MQTT 介紹

MQTT 是一種物聯網常用的通訊協定，其訊息內容很精簡，非常適合用於物聯網裝置，可以頻繁的傳送與接收訊息，也可以任意的發送及接收。訊息內容可以運用 Topic 區分。MQTT 通訊協定有三個重要的角色，分別是 Publisher（發布者）、Subscriber（訂閱者）、Broker（代理人），三者間都是透過 Topic 交換訊息，系統基本架構圖如圖八所示：



圖八 MQTT 的基本架構圖

1. **Publisher**：訊息的發佈者，其訊息內容可以是溫度、濕度及數量...或各種數字、文字的數據。所有的訊息發送都會定義一個 Topic。
2. **Subscriber**：訊息的訂閱者，可以訂閱任何 Topic，當訂閱之後該 Topic 的訊息被發佈者送出後，會立即收到該 Topic 的數據。
3. **Broker**：Subscriber 及 Publisher 的仲介裝置，Broker 會依照 Topic，傳送給訂閱該 Topic 的 Subscriber，例如：Publisher 發佈一則 Topic 為” temperature” 的訊息，只要有對 Broker 訂閱 Topic 為” temperature” 的 Subscriber 都能接收到此溫度訊息。
4. **Topic**：MQTT 主題名稱是 UTF-8（萬國碼）編碼的字串，我們可以自行決定主題名稱，例如：temperature、humidity 和 count。假設有多個感測器，我們可依照測器所在位置，規劃如下名稱。



圖九 本系統採用的 MQTT 架構

## (六) 利用 Node-Red 進行 IoT 連結

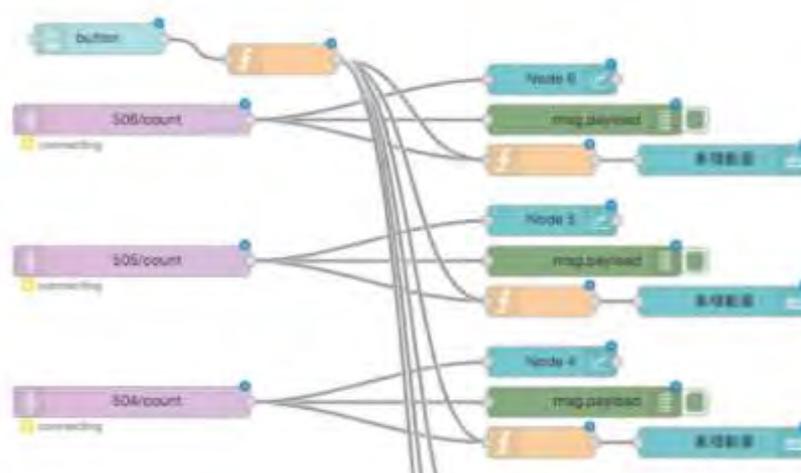
以 ESP8266 為基底，使多臺捕蚊燈透過雲端連結至 Node-Red，達到遠端控制及集中回傳數據，我們所設計的 Node-Red 系統程式，將會把捕蚊燈所在地的溫度、濕度及蚊蟲數量，一致傳送至本系統中心，再以本系統進行病情預報，以達到預防的效果。

HTTP 的缺點：

1. 因 HTTP 不具有加密功能，內容可能會被竊聽。
2. 在不確定通信方的身份前，發布者和訂閱者有可能遭遇偽裝。

MQTT 的優點：

1. Publisher 與 Subscriber 模式，方便消息在伺服器之間傳遞。
2. Publisher 與 Subscriber 不必了解彼此，只要認識同一個消息代理即可。
3. 相較於 HTTP，安全性較高。



圖十 運用 MQTT 進行 IoT 連結

系統採用 MQTT 通訊協定可以將捕蚊燈訊息傳送至 Node-Red，即時將捕蚊燈訊息回傳。首先放置各捕蚊燈於實驗區域，分別利用506/count、505/count....等不同的 Topic 訊息傳送給 Subscriber 有關捕獲蚊蟲的數量，作法以每五秒上傳一次蚊蟲數量的數據，且透過 Node-Red 的圖表查看統計結果。

為了在實際應用時建構統計模式，每個使用 esp8266製作的物聯網節點，撰寫模擬主程式如下：

```
void loop () {
//確認連線狀況
if ( !client.connected () ) {
    reconnect();
}
client.loop();

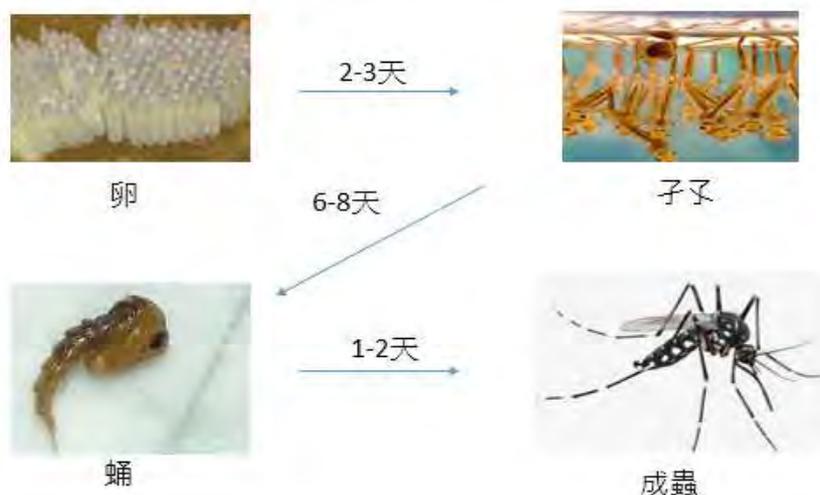
    long now = millis(); // 以毫秒為單位取得時間

    // 模擬蚊子飛入
    // 隨機時間介於1~100
    if ( now - lastMsg100 > 100) {
        lastMsg = now;
        if( random (100 <=80) { // 假設蚊子飛過光敏電阻( 數值低於80 )
            mosquito_count++;
            //Serial.println ("1" );
        }
    }
    // 5秒後顯示蚊子數量
    if (now - lastMsg > 5000) {
        lastMsg = now;
        char buff [80] ;
        sprintf( buff,"%d",mosquito_count );
        client.publish( " temperature ", buff );
        mosquito_count = 0; }
}
```

### (七) 蚊子生命週期的介紹

蚊子四個型態分別是，卵、幼蟲(孑孓)、蛹、成蟲。從卵到成蟲，需要10~15天，依照溫度不同，越高溫速度越快，如果能定期清除積水容器，都能阻礙蚊子的生長過程。

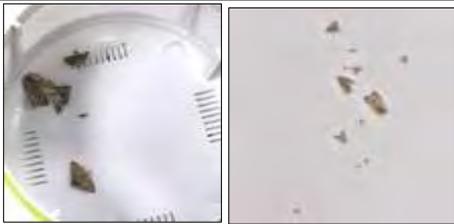
蚊子的生命週期



圖十二 蚊子生命週期

### (八) 與他牌比較捕蚊效果

為了能確認捕蚊燈是否具有捕蚊效果，與他牌捕蚊燈用了十天時間分別做了兩次實驗。根據實驗結果可得知，本研究所製作的捕蚊燈確實具有捕蚊功效並與他牌比較時可以發現捕蚊功效與市售捕蚊燈相同。

捕捉日期	溫度	LED 吸入式捕蚊燈	UV 紫光吸入式捕蚊燈
5/29-6/2	24 °C ~ 30 °C	 <p>蛾捕獲數量共2隻 小蟲捕獲數量共4隻 蚊子捕獲數量共5隻</p>	 <p>蛾捕獲數量共6隻 小蟲捕獲數量共6隻 蚊子捕獲數量共0隻</p>
6/3~6/7	28 °C ~ 31 °C	 <p>蛾捕獲數量共4隻 小蟲捕獲數量共9隻 蚊子捕獲數量共6隻</p>	 <p>蛾捕獲數量共9隻 小蟲捕獲數量共5隻 蚊子捕獲數量共5隻</p>

## 伍、研究結果

經由實驗結果得出，燈光變化具有吸引蚊子效果，但因小型風扇風力較小，以至於蚊子需極靠近時才會吸入並阻斷飛出，故我們需再針對風力大小進行調整，達到我們所要的實驗目的，可以從更換風扇的型號、把紗布更換成紗網，以讓捕蚊效果提升。

### 一、與市售捕蚊燈比較

捕蚊燈種類比較	傳統型捕蚊燈	LED 捕蚊燈	UV 紫光吸入式捕蚊燈	風扇型捕蚊燈
				
捕蚊燈效果	無風扇和紫光蚊蟲不易靠近	風扇加上藍色紫色 LED 燈對蚊蟲吸引力佳	UV 紫光亮度低不易吸引蚊子	使用白光對蚊蟲無吸引力
燈泡比較	舊型燈管壽命極短電擊時產生火花	LED 燈省電發光溫度低壽命持久	UV 紫光對人體皮膚易造成老化現象	白光過量耗電高易耗損 壽命短
清潔度	清潔不易污漬殘留	易拆解清潔換紗網	不易拆解污漬殘留	不易拆解污漬殘留
安全度	間隙大手指穿過易造成觸電	使用上無危險性低電流 USB 插頭	造成電光性眼炎和皮膚損傷	空隙較大內建風扇可能導致割傷
方便性	體積過大笨重為傳統式插頭外出不便使用	外出方便攜帶 USB 插頭可使用行動電源、筆電或有 USB 裝置之設備	形狀不利收納為傳統式插頭外出不便使用	形狀不利收納為傳統式插頭外出不便使用

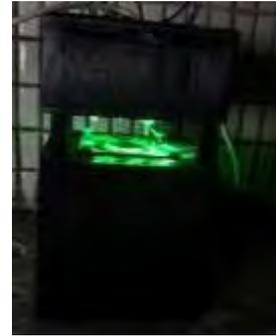
## 二、整合測試



輸入 R=225 , G=0 , B=0

LED 燈為紅色，其測試結果：

蚊蟲數量:0隻



輸入 R=0 , G=225 , B=0

LED 燈為綠色，其測試結果：

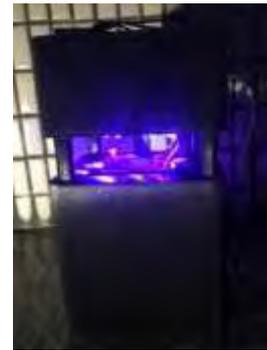
蚊蟲數量:1~2隻



輸入 R=0 , G=0 , B=225

LED 燈為藍色，其測試結果：

蚊蟲數量:3隻



輸入 R=225 , G=0 , B=255

LED 燈為紫色，其測試結果：

蚊蟲數量:3隻

### 三、顏色對蚊子吸引分析

從實驗結果發現，不管我們放捕蚊燈的地點放於何處，藍色與紫色的燈光皆比紅色與綠色吸引到的蚊子多，因此可以得知蚊子所喜歡的顏色為冷色系，所以在物聯網的設計上要使用冷色系以達到最好的捕蚊效果，以在預報系統上得到更準確的預報資料來防止病媒蚊疫情發生。

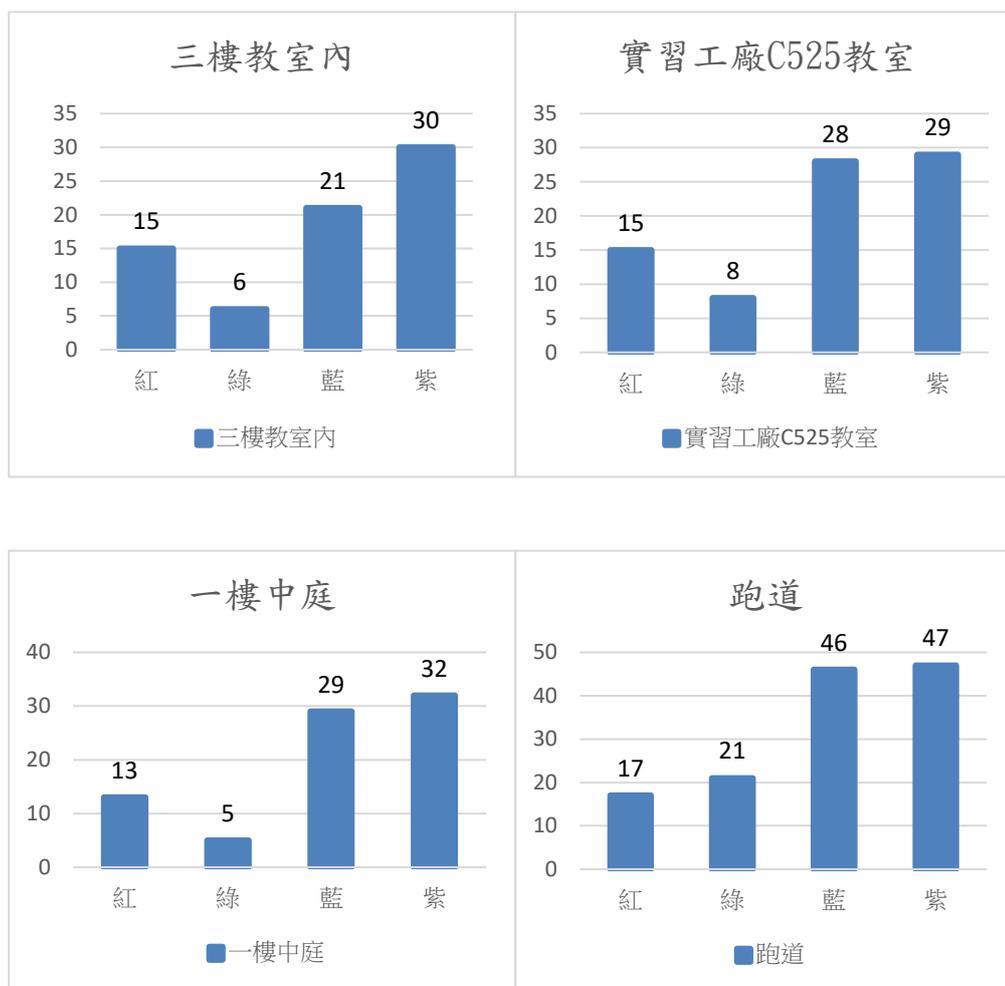


表3 顏色對蚊子吸引結果

日期	條件	捕蚊燈編號	地點	時間	使用燈光顏色	DAY 1	DAY 2	DAY 3	DAY 4	DAY 5	DAY 6	DAY 7
1/10		1號	三樓教室內	7天	紅	5	5	3	1	0	1	0
					綠	3	2	0	1	0	0	0
					藍	6	4	2	2	2	3	2
					紫	8	6	4	4	3	4	1
1/17		2號	實習工廠 C525 教室	7天	紅	2	3	3	1	1	3	2
					綠	1	2	2	0	0	2	1
					藍	5	7	6	1	4	3	2
					紫	4	6	5	2	3	5	4
1/24		3號	一樓中庭	7天	紅	2	4	0	1	1	2	3
					綠	0	1	0	0	3	0	1
					藍	5	5	1	4	2	5	7
					紫	3	6	2	3	5	4	9
1/31		4號	跑道	7天	紅	4	1	2	3	1	4	2
					綠	2	3	4	1	2	5	4
					藍	7	6	6	1	11	10	5
					紫	6	4	5	2	10	13	7

#### 四、使用光敏電阻感測蚊子的實驗

在晚間的時候，光敏電阻偵測到 LED 的光源時數值落在433~414之間，此時使用一支針加上一個與蚊子大小相仿的小黑球深入捕蚊燈模擬蚊子飛過，此時光敏電阻的數值下降至 403~393之間，經過多次測試均有這樣的結果。接著將數據以 MQTT 的通訊協定，使用 /502/test 的 Topic 傳送到 Broker，供給訂閱者接收，之後便可以由這些數據分析捕獲蚊子的數量。



(a) 實驗測試

18:23:20.797	-> Publish message:	#55	
18:23:21.246	-> Message arrived [	/502/test]	#55
18:23:22.813	-> [433]		
18:23:22.813	-> Publish message:	#56	
18:23:23.261	-> Message arrived [	/502/test]	#56
18:23:24.823	-> [414]		
18:23:24.823	-> Publish message:	#57	
18:23:25.107	-> Message arrived [	/502/test]	#57
18:23:26.795	-> [403]		
18:23:26.795	-> Publish message:	#58	
18:23:27.152	-> Message arrived [	/502/test]	#58
18:23:28.798	-> [393]		
18:23:28.798	-> Publish message:	#59	
18:23:29.285	-> Message arrived [	/502/test]	#59
18:23:30.810	-> [414]		

(b) 實驗結果

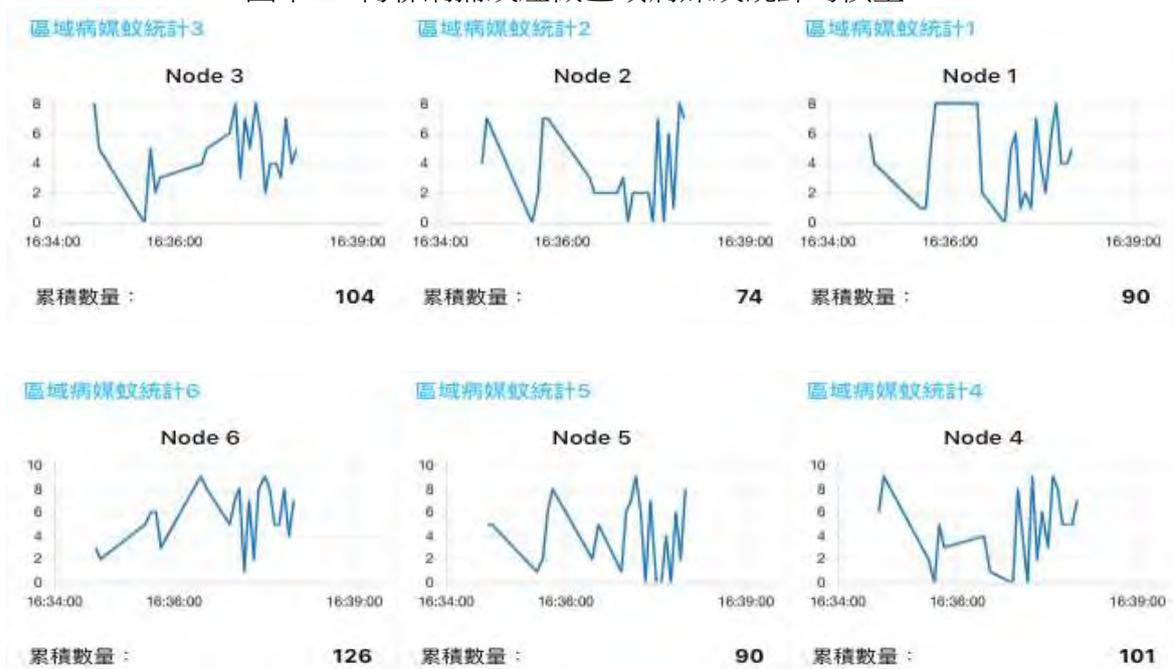
圖十三 實驗數據

## 五、模擬模型的設計及實驗

在初步證實捕蚊燈可以捕捉蚊蟲，並回傳數據到中控端之後，為了模擬大量收集數據和呈現計數蚊蟲數量並集中回傳數據至伺服器，我們設計出一個具有公園、池塘和住家的模型，實驗過程主要在六個位置放置 ESP8266 模擬成一臺捕蚊燈，圖九為模型實體圖。經 ESP8266 模組上的光敏電阻感測是否有蚊子掉入，並集中回傳至伺服器。圖十五為自動計數實驗紀錄。



圖十四 物聯網捕蚊燈做區域病媒蚊統計的模型



圖十五 自動計數實驗

## 陸、討論

**Q1：**若光敏電阻偵測到非蚊蟲，導致研究結果有誤時該如何解決？

**Ans：**未來我們可以加入影像辨識，以判斷是否為蚊子。

**Q2：**Arduino 程式設計出 RGB LED 燈光變化出現的問題？

**Ans：**燈光維持單一顏色無法改變。經過程式修改後，可以透過 ESP8266 智能控制燈光顏色變化，使得 RGB LED 可以呈現各種色彩的變化。

**Q3：**將 Arduino Uno 板換成 ESP8266 模組的原因？

**Ans：**因 Arduino Uno 板需外加 Wi-Fi 模組功能且體積較大，故改成 ESP8266 模組。

**Q4：**增加光敏電阻裝置會對此研究有何影響？

**Ans：**若以人員親自計算，可能導致蚊蟲病菌散發，使用光敏電阻裝置可減少病菌散發的可能性，以及有自動計數功能。

**Q5：**為何你們設計吸入式捕蚊燈而不設計市售電擊式捕蚊燈？

**Ans：**若使用電擊式捕蚊燈容易在捕捉病媒蚊時產生火花，嚴重易引發火災。

**Q6：**你們的判斷標準和疾管署是一致的嗎

**Ans：**因為疾管署主要是由布氏指數、住宅指數和容器指數來判斷警戒線，但由於這些指數皆有牽涉到幼蟲，而我們的捕蚊燈主要是以成蟲數量判斷是否需要發布警報，將來可以建立一個預測公式，加強捕蚊燈與政府官方數據的轉換與對照。

## 柒、結論

在防治登革熱、日本腦炎…等疾病上，傳統作法都以災情發生時才進行投藥作業，此時疫情可能已發展一段時間，要做到完全根除可能需要消耗更多的人力與資源。本研究製作的物聯網架構的捕蚊燈，透過 MQTT 通訊協定可以將捕蚊燈訊息傳送至 Node-Red，可以即時將捕蚊燈訊息回傳，並且以視覺化方式呈現結果，提高數據的可讀性。對比於傳統防疫做法，可以提早發布警告訊息，降低疫情發生機率。

經過實測本研究所製作的捕蚊燈，與市售捕蚊燈效果不相上下，而且十分省電，另外 LED 的壽命也十分長，所以可以持續作業有效降低蚊蟲數量，來阻礙蚊蟲繁殖率。另外捕蚊燈具有低成本的物聯網特性，透過適當的推廣，若可以家家戶戶使用，每臺捕蚊燈成為一個物聯網的節點，隨時提供捕蚊數據，便可以成為有效的一個物聯網的防護網，全面即時監控該區域的蚊蟲數量，防止蚊蟲導致相關疫情的發生。

## 未來展望

- 一、針對風力大小進行調整，可從更換風扇的型號、更改主體捕蚊燈的設計。
- 二、移動 LED 燈的位置，使更有效率的捕蚊蟲。
- 三、在下蓋架設攝影機，一旦有物體被捕捉，則可以透過視覺了解物體是病媒蚊種類或其他昆蟲，讓系統會統計數據會更趨近於正確。
- 四、本裝置十分省電，若能使用太陽能發電儲存於電池，在晚上時供電，則可以永續的置放在野地的空間，持續進行病媒蚊的防治。

## 捌、參考資料及其他

王盈憲、蔡佳昇、游竣宇(2013)。解讀蚊子色光的影響。國立桃園農工高級職業學校

張俊雄，林后鍾(2017)。程式設計實習使用 C 語言附範例程式檔。出版社:臺科大圖書

烏諾，施麥爾(2015)。Arduino 微控器好好玩。出版社: 新文京

陳維鈞(1997年9月20日)。環境、蚊子、傳染病。取自

<http://www.ihp.sinica.edu.tw/~medicine/active/years/chenwjdoc.html>

新竹市消防局(2010)。電捕蚊燈使用安全及注意事項。取自

[https://www.hcfd.gov.tw/board/fireInvestigation\\_more.asp?wyubse](https://www.hcfd.gov.tw/board/fireInvestigation_more.asp?wyubse)

衛生福利部疾病管制署。傳染病統計資料查詢系統。取自

<https://nidss.cdc.gov.tw/ch/Default.aspx?op=4>

登革熱感染圖表(2018年12月10日)。取自

<https://nidss.cdc.gov.tw/ch/SingleDisease.aspx?dc=1&dt=4&disease=061&position=1>

陳建仁院士專訪(2015)。中央研究院。取自

<https://investigator.tw/1727/%E9%99%B3%E5%BB%BA%E4%BB%81%E9%99%A2%E5%A3%AB%E5%B0%88%E8%A8%AA%E2%94%82%E4%B8%AD%E5%A4%AE%E7%A0%94%E7%A9%B6%E9%99%A2/>

潘潔瑩 陳傳霆 張夢熊(2018年04月21日)。24小時開捕蚊燈! 短路起火燒死婦。華視新聞。取自 <https://news.cts.com.tw/cts/general/201804/201804211921816.html>

小狐狸事務所 (2017年9月25日)。使用 Arduino IDE 開發 ESP8266 應用 (一): 環境設定與韌體上傳。取自 <http://yhhuang1966.blogspot.com/2017/09/arduino-ide-esp8266.html>

小狐狸事務所 (2015 年 10 月 7 日)。Arduino 光敏電阻測試。取自

<http://yhhuang1966.blogspot.com/2015/10/arduino.html>

Cooper Maa(2011 年 3 月 28 日)。紅外線物體偵測 (2)。取自

<http://coopermaa2nd.blogspot.com/2011/03/2.html>

婚嫁百科 (2017年05月16日)。滅蚊燈對人體有害嗎 對人體有三大危害。取自

<https://kknews.cc/zh-tw/health/lpzmmnz.html>

桂林國小。病媒蚊調查與指數。取自 [http://ftp.klps.kh.edu.tw/topic/91\\_03/me.htm](http://ftp.klps.kh.edu.tw/topic/91_03/me.htm)

衛生福利部疾病管制署。傳染病統計資料查詢系統。取自

[https://nidss.cdc.gov.tw/ch/NIDSS\\_DiseaseMap.aspx?dc=1&dt=2&disease=061](https://nidss.cdc.gov.tw/ch/NIDSS_DiseaseMap.aspx?dc=1&dt=2&disease=061)

衛生福利部疾病管制署。108年05月份登革熱病媒蚊密度調查結果。取自

[https://www.cdc.gov.tw/File/Get/0y2Mf\\_F2L0AtrtiUPyda1g](https://www.cdc.gov.tw/File/Get/0y2Mf_F2L0AtrtiUPyda1g)

彼得潘。iOS x IoT (2)—MQTT 簡 (2018年6月25日)。取自

<https://medium.com/%E5%BD%BC%E5%BE%97%E6%BD%98%E7%9A%84-swift-ios-app-%E9%96%8B%E7%99%BC%E6%95%99%E5%AE%A4/ios-x-iot-2-mqtt%E7%B0%A1%E4%BB%8B-e750aa420162>

CUBIE。MQTT 教學 (一)：認識 MQTT (2017年3月27日)。取自

<https://swf.com.tw/?p=100>

oliveteco。蚊風喪膽！你一定要知道的58個蚊子和登革熱小常識 (2015年9月3日)。取自

<http://oliveteco.pixnet.net/blog/post/369745981%E8%9A%8A%E9%A2%A8%E5%96%AA%E8%86%BD%EF%BC%81%E4%BD%A0%E4%B8%80%E5%AE%9A%E8%A6%81%E7%9F%A5%E9%81%93%E7%9A%8458%E5%80%8B%E8%9A%8A%E5%AD%90%E5%92%8C%E7%99%BB%E9%9D%A9%E7%86%B1>

傑哥侃物聯網。想入行物聯網 XMPP、MQTT、CoAP 等物聯網協議不可不知 (2017年4月13日)。取自 <https://kknews.cc/zh-tw/tech/gvpk5mm.html>

WeiZhao\_111。聊聊 HTTP 的缺點 (2018年07月01)。取自

<https://juejin.im/post/5b38db3951882574c020d97e>

## 【評語】 052308

1. 本作品從生活體驗和需求出發，探索蚊蟲病蟲害問題，開發解決方案，值得鼓勵。
2. 技術導入物聯網，收集病媒蚊大數據，整體概念具備創新性，議題本身題目有趣，也具有學術探討及極高的實際應用價值。
3. 作品各部分的技術細節、論述、與邏輯推演，可以進一步強化與優化。
4. 建議作品應進行質化與量化驗證，如計算蚊蟲飛入數目的計數結果等。
5. 光源對蚊蟲的吸引度應具有許多文獻，除實測外，建議收集相關資訊，交叉比對實驗結果與文獻結果。
6. 除光源波段外（UV 和各色可見光等），光源閃爍頻率也為另一個變因，可考慮加入討論。

# 壹、摘要

本研究針對降低病媒蚊發生機率及統計區域分佈，設計出一款吸入式捕蚊燈。透過 ESP8266 模組使捕蚊燈成為物聯網的節點，除了可控制多臺捕蚊燈燈光顏色誘捕病媒蚊，整體捕蚊燈的消耗功率也可連續使用。在電路板加裝光敏電阻感測，亦可自動統計病媒蚊吸入數量，再透過網路回傳資料收集至伺服器。在裝置多臺捕蚊燈後，可以同時統計區域病媒蚊的分佈，以利降低疫情發生機率。

# 貳、研究動機

臺灣位屬亞熱帶，夏季氣候炎熱、悶熱，若加上大雨造成積水則蚊蟲引發之相關疫情不可小覷，例如：登革熱、日本腦炎、瘧疾等，在民國93年將登革熱列為第二類傳染病。

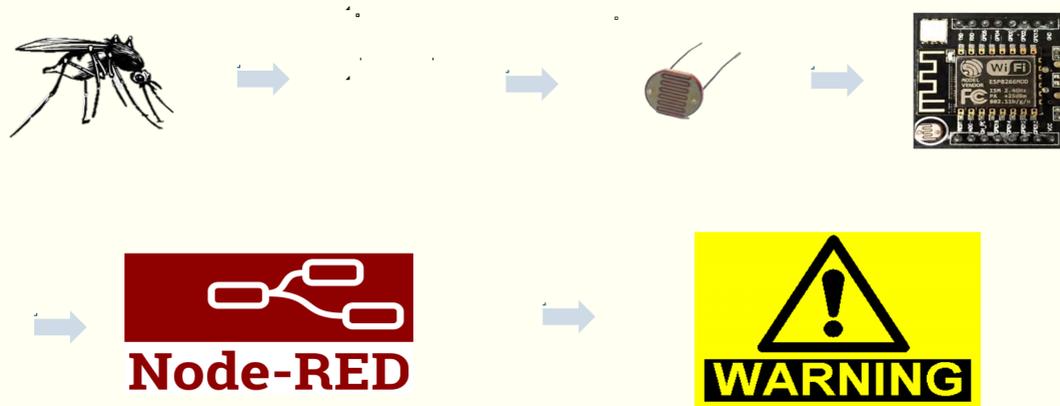


圖一 登革熱感染圖表



圖二 叮咬傷口

針對病媒蚊防治問題，除了政府定期投藥外，民眾最常見的防治方法便是透過電擊式捕蚊燈進行捕蚊。若可用遠距的中控臺改變多臺捕蚊燈顏色，透過某種光遮斷的方式感測蚊蟲的數量，將每個捕蚊燈的數據收集到中控端進行監控統計，則家常使用的捕蚊燈便可成為病媒蚊統計的利器。



圖三 實際操作圖

# 參、研究過程與方法

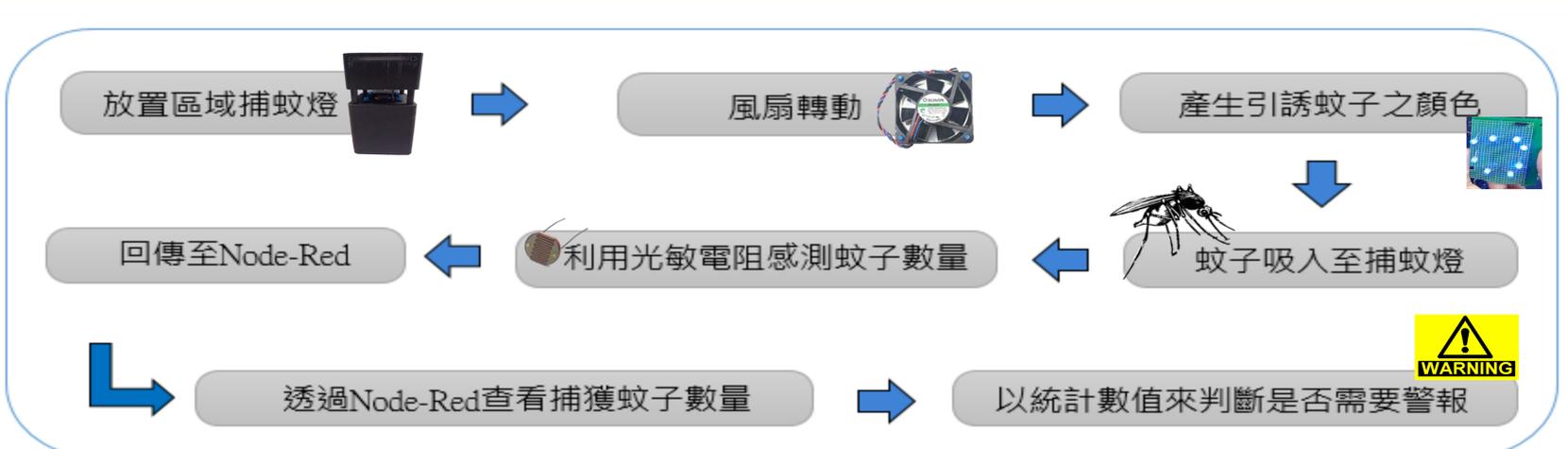
## (一) 外殼設計與印製成品

- 放置擋板防止雨水進入
- 上蓋放置電子電路板、ESP8266 模組、光敏電阻
- 小型風扇放置處
- 紗布



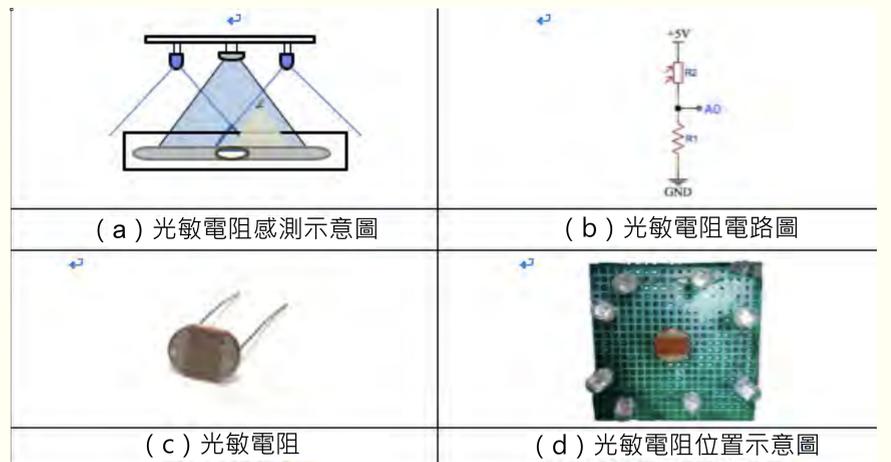
## (二) ESP8266 介紹

具備 Wi-Fi 功能，體積小，本研究利用 Wi-Fi 遠端接收控制參數，改變 LED 的顏色。可手機網路來改變顏色。



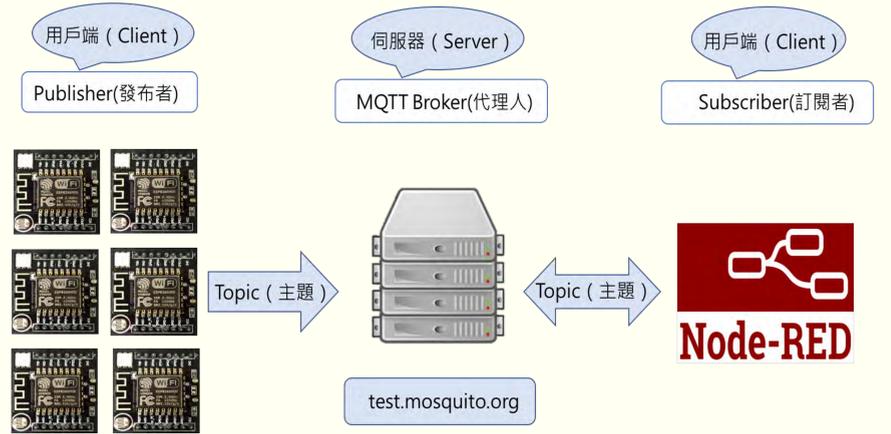
### (三) 光敏電阻應用設計

ESP8266內的光敏電阻是利用光電導效應的特殊電阻。電阻與光線的強弱成反比關係，當光強度增加，電阻減小；光強度減小，電阻增大。有蚊子經過時，光敏電阻會因光線受到阻擋使電阻值上升，此時可透過電壓值進行蚊子的數量統計。



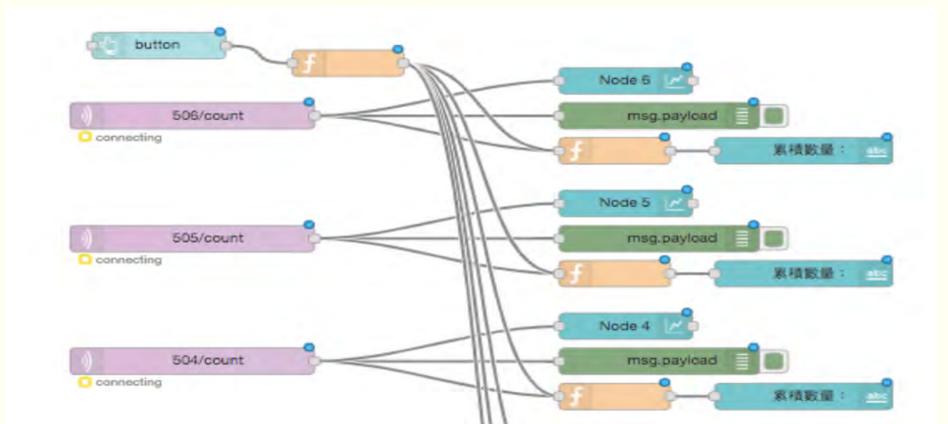
### (四) MQTT介紹

MQTT是一種常用的通訊協定，適合用於物聯網裝置，可頻繁傳送與接收訊息，也可任意發送及接收。MQTT通訊協定有三個重要的角色，分別是Publisher（發布者）、Subscriber（訂閱者）、Broker（代理人），三者間都是透過Topic交換訊息，系統基本架構圖如圖所示：



### (五) 運用MQTT進行IoT連結

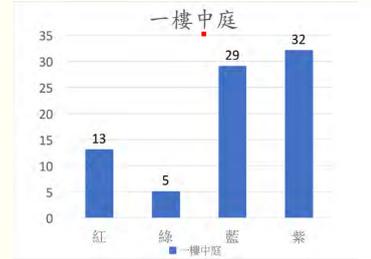
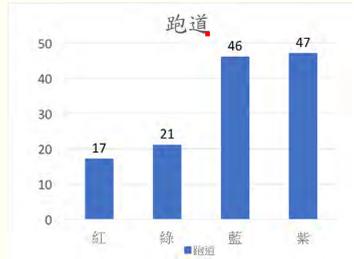
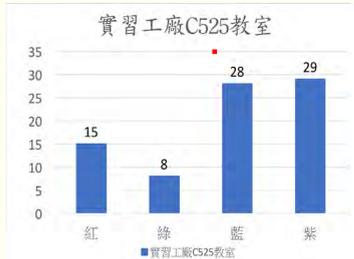
系統採用MQTT通訊協定將捕蚊燈訊息傳送至Node-Red並回傳。首先放置各捕蚊燈於實驗區域，分別用506/count...等不同Topic傳送給Subscriber有關捕獲蚊蟲的數量，以每五秒上傳一次數據，且透過Node-Red的圖表查看統計結果。



## 肆、研究結果

### (一) 顏色對蚊子吸引分析

在各個參考點放置捕蚊燈，並以7天為單位進行實驗。從實驗結果發現，藍色與紫色的燈光吸引到的蚊子較多，因此在物聯網的設計上以蚊子所喜歡的藍色與紫色以達到最好的捕蚊效果，並在預報系統上得到更準確的預報資料來防止病媒蚊疫情發生。



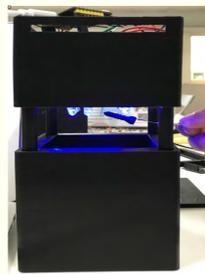
### (二) 與他牌比較捕蚊效果

為了測試捕蚊燈的捕蚊效果，與他牌捕蚊燈用了十天時間分別做了兩次實驗。根據實驗結果可得知，本研究所製作的捕蚊燈確實具有捕蚊功效並與他牌比較時可以發現捕蚊功效與市售捕蚊燈相同。

捕捉日期	溫度	LED吸入式捕蚊燈	UV紫光吸入式捕蚊燈
5/29 ~ 6/2	24°C~30°C	 蛾捕獲數量共2隻 小蟲捕獲數量共4隻 蚊子捕獲數量共5隻	 蛾捕獲數量共6隻 小蟲捕獲數量共6隻 蚊子捕獲數量共0隻
6/3 ~ 6/7	28°C~31°C	 蛾捕獲數量共4隻 小蟲捕獲數量共9隻 蚊子捕獲數量共6隻	 蛾捕獲數量共9隻 小蟲捕獲數量共5隻 蚊子捕獲數量共5隻

### (三) 使用光敏電阻感測蚊子實驗

光敏電阻偵測到LED的光源時數值落在414，用針加上與蚊子大小相仿的小黑球模擬蚊子飛過，此時電阻值下降至403~393之間，經多次測試結果均相同。接著將數據以MQTT使用/502/test的Topic傳送到Broker，供給Subscriber接收，便可由數據分析捕獲蚊子數量。



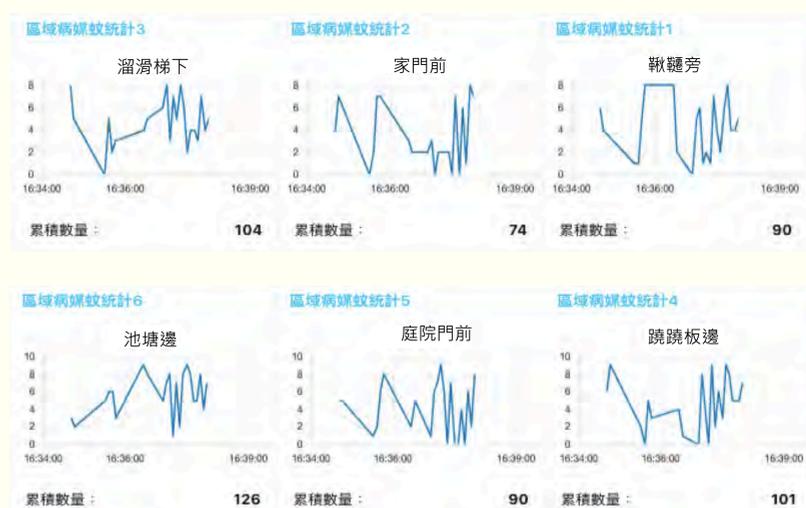
```
18:23:24.823 -> 414
18:23:24.823 -> Publish message: #57
18:23:25.107 -> Message arrived [ /502/test]
18:23:26.795 -> 403
18:23:26.795 -> Publish message: #58
18:23:27.152 -> Message arrived [ /502/test]
18:23:28.798 -> 393
18:23:28.798 -> Publish message: #59
18:23:29.285 -> Message arrived [ /502/test]
18:23:30.810 -> 414
```

(a) 實驗測試

(b) 實驗結果

### (四) 模擬模型的設計及實驗

為了模擬大量收集數據和呈現計數蚊蟲數量並集中回傳至伺服器，設計出一個具有公園、池塘和住家的模型，實驗過程主要在六個位置放置ESP8266 模擬成一臺捕蚊燈，經ESP8266模組上的光敏電阻感測是否有蚊子掉入，並集中回傳至伺服器。



圖四 物聯網捕蚊燈做區域病媒蚊統計的模型

圖五 自動計數實驗紀錄

### (五) 警報系統實驗

為了讓統計數據更有意義，在每個捕蚊燈加裝警報系統，並設定各個區域的名稱，可以更方便的了解是哪個地區的數值已到達所製定的警戒值，當數值超過警戒，本系統會發出警告，提醒該地居民應清掃附近環境，若能家家戶戶使用，不僅有捕蚊功效，也能隨時提供捕蚊數據，可以有效的降低病媒蚊疫情發生機率。



## 伍、結論

在防治登革熱等疾病上，傳統作法都以災情發生後才進行投藥，要做到完全根除需消耗更多人力與資源。本研究製作物聯網架構的捕蚊燈，透過MQTT通訊協定可將捕蚊燈訊息傳送至Node-Red並即時回傳，不但可以提早發布警告還能降低疫情發生機率。另外捕蚊燈具有低成本的物聯網特性，透過適當的推廣，每臺捕蚊燈可成為一個物聯網的節點，隨時提供捕蚊數據，即時監控該區域的蚊蟲數量以降低疫情發生機率。

## 未來展望

- 一、在下蓋架設攝影機，一旦有物體被捕捉，則可以透過視覺了解物體是病媒蚊種類或其他昆蟲，讓系統會統計數據會更趨近於正確。
- 二、本裝置十分省電，若能使用太陽能發電儲存於電池，在晚上時供電，則可以永續的置放在野地的空間，持續進行病媒蚊的防治。
- 三、在比較本研究的數據及衛福部的數據時發現，兩者並沒有固定的關聯性，所以我們先製作出警報系統，未來再更準確的找出兩者的相關性。