

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

佳作

082801

「蚊」所遁形 -- 病媒蚊即時通報系統

學校名稱：高雄市私立明誠高級中學

作者：	指導老師：
小六 黃意潔	蘇吉信
小六 李沐涵	陳素玲
小六 黃信嘉	
小六 吳錫勳	
小六 黃子恩	
小六 郭柏寬	

關鍵詞：病媒蚊、物聯網、人工智慧分類辨識

壹、摘要

從問卷調查，發現多數人不知如何辨別病媒蚊，且很需要能**即時觀測與通報的機制**。本研究在校園蚊蟲常聚地點分別放置自製捕蚊瓶，其中發現地下室能捕捉較多蚊子，推測可能是較不通風， CO_2 濃度高。伴隨二氧化碳引蚊裝置實驗中，也證實 CO_2 較高或藍光燈端確實能吸引較多蚊子，依據這兩個實驗觀察，我們的機構設計以 CO_2 誘蚊裝置，結合人工智慧對病媒蚊進行分類辨識，將自行拍攝、網路搜尋和國衛院提供之病媒蚊照片建立資料庫，依“截留確認法”驗證模型辨識成效，若分類效果不佳，刪除模糊不清的資料，再重新訓練模型。最後利用物聯網技術準確且迅速地傳送到相關單位並記錄環境資料。另外製作智能手錶，可隨時進行遠端監控病媒蚊數量，以利後續處置。

貳、研究動機

又到了炎熱的夏天，每天都會聽到垃圾車廣播要如何防治登革熱，記得幼稚園時的老師就是因為得到登革熱，所以無法出席我們的畢業典禮，小小一隻蚊子竟然這麼令人頭痛，因此我們想要製作一款能「即時」提醒附近社區及學校防蚊的智慧系統，讓蚊子無所遁形，並輔助社區或校方有更好的防蚊策略。

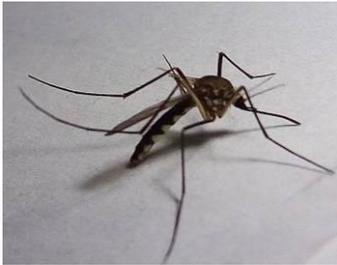
參、文獻探討

一、台灣常見蚊子種類與蚊子習性

台灣常見蚊子種類有三斑家蚊、白線斑蚊、埃及斑蚊、熱帶家蚊、白腹叢蚊，將其整理如下(台灣常見蚊子種類圖鑑)

表 1：台灣常見蚊子種類圖表

<p>三斑家蚊(網路圖片)</p> 	<p>外型特徵為口吻具有黃斑，是臺灣日本腦炎主要病媒，主要孳生於水田、池塘、小溪溝等地方，喜歡在晚上活動。</p>
<p>白線斑蚊(網路圖片)</p> 	<p>胸部背板中間，僅有一條寬而直的銀白線標記，喜歡孳生於廢輪胎或樹洞中。是登革熱重要的病媒蚊。</p>

<p>埃及斑蚊(網路圖片)</p> 	<p>起源於非洲，最明顯的特徵就是腿上有白色標記，孳生於廢輪胎、花瓶、水盤主要分佈在南部，是登革熱重要的病媒蚊。</p>
<p>熱帶家蚊(網路圖片)</p> 	<p>臺灣最常見的蚊子，孳生於任何積水中，特別喜愛水溝、化糞池、汗水池，明顯的特色是「群飛」常在傍晚看到一團蚊子就是他們。狗狗的心絲蟲症主要就是由熱帶家蚊造成。</p>
<p>白腹叢蚊(網路圖片)</p> 	<p>腹節背面黑色，腹面各節前方具白色橫帶，主要孳生於化糞池、尿桶、豬舍等含有機質的廢水中喜歡在傍晚活動。</p>
<p>小黑蚊(網路圖片)</p> 	<p>小黑蚊是一種微小型的吸血昆蟲，成蟲只有1.4 毫米，喜歡生活在有青苔、藍綠藻，或是陰暗潮濕且含有砂質及腐植質的表土層，主要在白天活動，叮咬人體脖子、手、腳等裸露的部位，尤其離地面最近的小腿最常遭殃。</p>

根據泛科學文章提到加州理工學院（California Institute of Technology）的研究團隊利用風洞(wind tunnel)作為研究工具，針對二氧化碳、溫度、氣味以及視覺這些因素進行詳細的測試後發現，如果在十公尺以上的遠距離，蚊子主要是依靠二氧化碳做為主要追蹤的目標，對蚊子來說，遠距離的時候二氧化碳最重要，但是等到距離拉近以後，溫度、氣味以及視覺也對蚊子選擇目標有很重大的影響。根據科學家的實驗發現，人類呼出二氧化碳的濃度約為 4%，比空氣中二氧化碳的濃度高出一百多倍。一般常用的捕蚊手法是「糖罐」，藉由砂糖發酵時產生的「二氧化碳」來吸引蚊子。

二、歷屆科展作品分析

查詢歷屆科展作品，可以看到滅蚊不僅是生活中很多人關注的話題，也是科展研究的熱門主題，我們將這些作品的研究目標與方法整理如表 2。

表 2：歷屆文獻探討

參賽名稱	屆數	組別	作品名稱	得獎	關鍵技術
全國科展	58	生物科	百「蚊」不如一「黏」~滅蚊大作戰	探究精神獎	用自製果蠅膠黏蚊板，每天記錄蚊子沾黏的數量，預期找出最佳果蠅黏蚊膠的使用方式。
全國科展	55	生活與應用科學科	終結登革熱神器	佳作	藍光 LED 可以有效阻止孑孓變成蛹，可阻止孑孓變成蚊子。
全國科展	49	生活與應用科學科	大做「蚊蟑」	無	藉由各種香草精油來測試其驅蟲的功効，希望能在芳香的環境下達到清新怡人又驅蟲的効益。
全國科展	48	生活與應用科學科	太陽能滅蚊燈	無	利用昆蟲的向光性，蚊子喜愛燈光的波長，再加上綠色能源太陽能來進行能量轉換，達到節能的効果，將病媒蚊加以消滅。
全國科展	47	生活與應用科學科	吸血鬼的環保剋星	第三名	避免使用化學殺蟲劑，而是利用各種具有環境保護概念的天然素材。
全國科展	45	生活與應用科學科	環保滅蚊殺手	第一名	利用方便取得的發粉和糖，製作出可以產生二氧化碳的發酵糖水，再加上回收的寶特瓶，設計出一個環保、方便、有效又省錢的「環保滅蚊罐」。

三、環保局監測登革熱方式

我們查詢各地環保局網頁並透過電訪，得知環保局大約於 9 月中開始會在之前曾發生過登革熱的地區(熱區)設置數個誘卵桶，並以每週的誘卵桶陽性率、卵數雙指標呈現登革熱

病媒蚊風險的高低，若誘卵桶陽性率超過 60%且各桶總卵數超過 500 顆時，則屬蚊子聚集的高風險地區，會針對該地區加強清除積水容器避免病媒蚊孳生。

四、問卷分析調查

本研究希望能先了解一般民眾對於病媒蚊的認知與防蚊方法，設計「蚊」所遁形--病媒蚊即時通報系統」問卷。本次問卷以 google 表單方式發送給研究者的親友，發放 200 份，共提交 182 份，回收率 91%。以下是問卷結果。

問題 回覆 182 設定

(一)您知道有那種蚊子會傳播登革熱嗎？(複選題)

表 3：“有那種蚊子會傳播登革熱嗎”調查表：回覆選項共 386 筆

項目	小黑蚊	白線斑蚊	埃及斑蚊	瘧蚊
人數	15	134	163	74
百分比	8.24%	73.63%	89.56%	40.66%

(二)您知道如何分辨病媒蚊嗎？

表 4：“知道如何分辨病媒蚊嗎”調查表

項目	知道	不知道	總計
人數	78	103	182
百分比	43.1%	56.9%	100%

(三)家人常使用的驅蚊、滅蚊、辨蚊方式(複選題)：回覆選項共 458 筆

表 5：“常用驅蚊、滅蚊、辨蚊方式”調查表

項目	傳統蚊香	防蚊液	紫外線滅蚊燈	電蚊拍	電蚊香	超音波滅蚊器	影像辨識辨蚊
人數	42	102	80	164	44	21	5
百分比	9.2%	22.2%	17.5%	35.8%	9.6%	4.6%	1.1%

(四)您認為有一台能夠即時觀測當地病媒蚊病情且通報社區居民、學校和衛生局的偵測裝置重要嗎？

表 6：“有一台能即時觀測當地病媒蚊病情且通報的偵測裝置是否重要”調查表

項目	非常重要	重要	普通	不重要	非常不重要
人數	111	66	5	0	0
百分比	61%	36.3%	2.7%	0%	0%

1. 從這次的問卷調查，我們可以發現受試者有高達 73.63%和 89.56%的人知道登革熱由白線斑蚊和埃及斑蚊傳染，有 56.9%的人不知道如何分辨病媒蚊。由受訪者的回答中，可以觀察出「電蚊拍滅蚊」是民眾最直接的選擇，可以解讀為假如發現蚊子，多數人

們偏好可「立即性滅蚊」效果的裝置。數據中也可看出鮮少的受訪者知道「影像辨識辨蚊」的機制，有高達 97.3%認為能夠即時觀測當地病媒蚊病情且通報社區居民、學校和衛生局的偵測裝置是很重要的。

2. 我們從文獻內容整理了病媒蚊的種類和習性，查詢歷屆科展作品的主題多為利用簡單的材料製作出兼具環保、方便、有效又省錢的作品，但無法即時辨認是否為病媒蚊並迅速通報衛生局相關人員；目前各地環保局的做法多從收集蟲卵後，再加強清除和消滅，亦無法立即通報相關單位。
3. 在「蚊」所遁形--病媒蚊即時通報系統」問卷中，我們看到受訪者有高達 97.3%認為能有一個「即時觀測與通報」的機制很重要。這也激勵我們努力研究此系統，希望能打造一款兼具即時且有效的防治病媒蚊裝置。

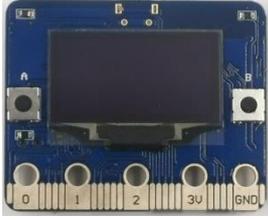
肆、研究問題或目的

- 一、 探討二氧化碳濃度、藍光燈對於蚊蟲的吸引程度。
- 二、 探討環境因素對於校園蚊蟲常聚地點：廁所、草叢、地下室之影響。
- 三、 探討人工智慧應用對病媒蚊分類之成效。
- 四、 建置病媒蚊即時通報系統。

伍、研究設備器材

一、重要電控材料說明：

			
7697:bit breakout	Mbitbot Lite 電池	LinkIt 7697	杜邦線
將 7697 轉換成 micro:bit 的接腳型式，插上 7697:bit 這個轉板後，便能轉插上各種 micro:bit 的擴展板上使用。	連接各種感測器。	聯發科技的家庭物聯網晶片，非常適合家用電器、家庭自動化、小型智能設備、物聯網設備的橋接器。	用於引腳擴展。可牢靠地和插針連接，無需焊接。

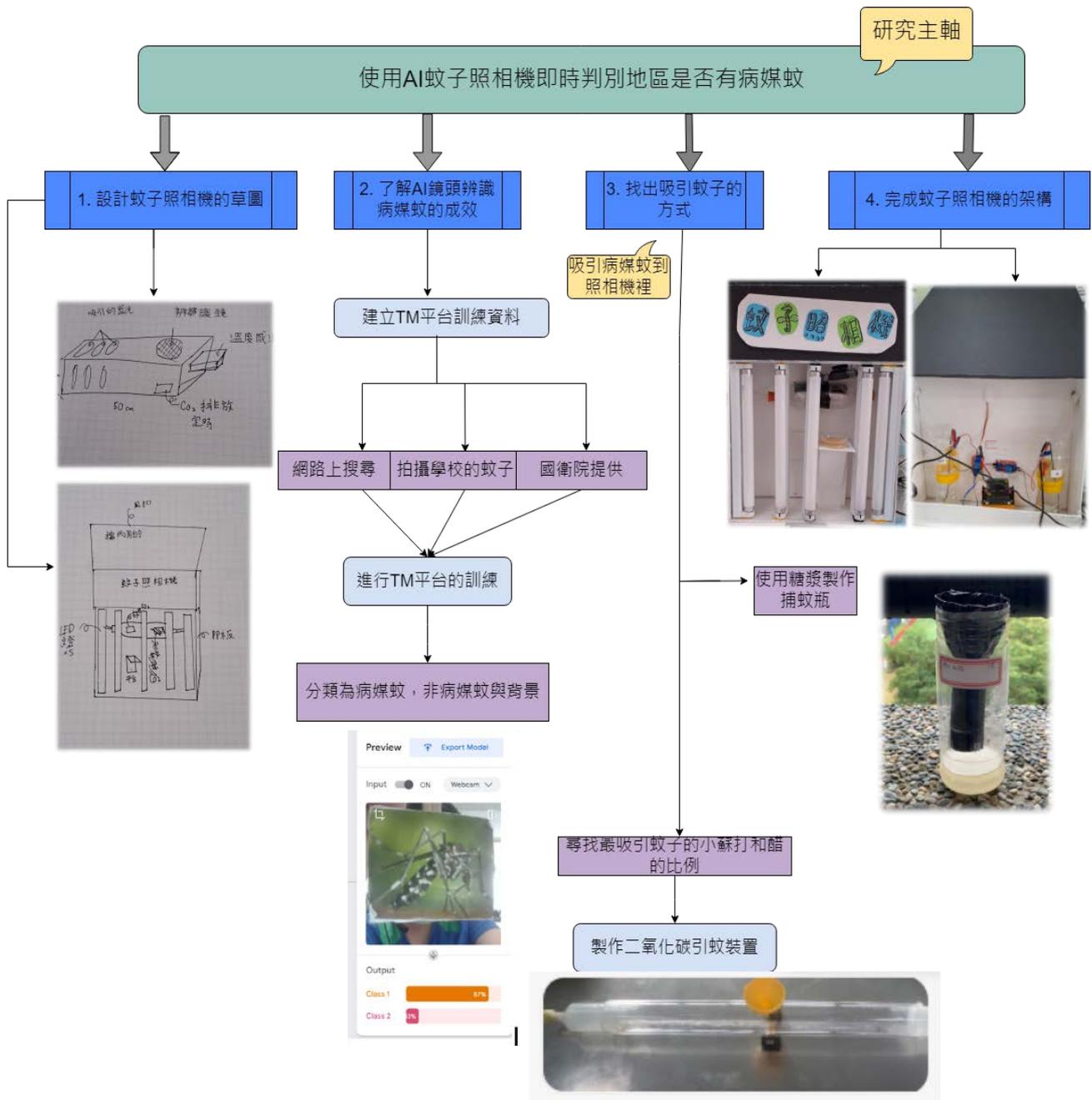
			
水泵	繼電器	Pocket card	視訊鏡頭
抽取小蘇打水與醋來製作二氧化碳	製作智慧開關，小電流控制大電流。	製作此研究的智慧手錶。	當作辨識系統的辨識鏡頭。

二、**化學實驗材料**：白醋、小蘇打粉、打火機、膠帶、空瓶、塑膠管、燒杯。

三、**軟體平台**：BlocklyDuino：編輯 Linklit7697、Esp32 程式。

陸、研究方式與結果

本研究架構分為辨蚊裝置與引蚊裝置兩大系統，如圖一。



圖一：研究架構圖

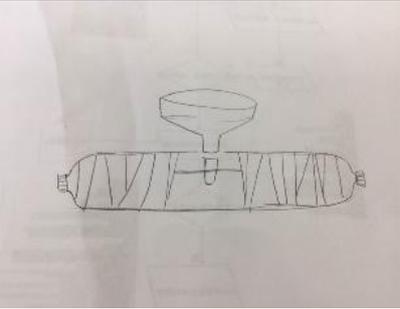
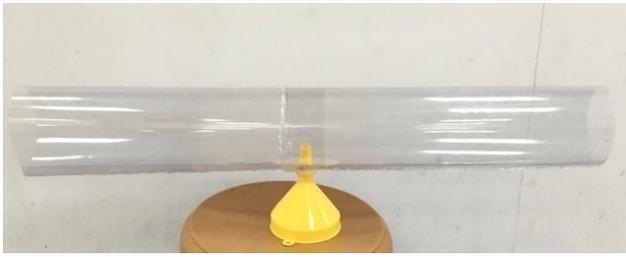
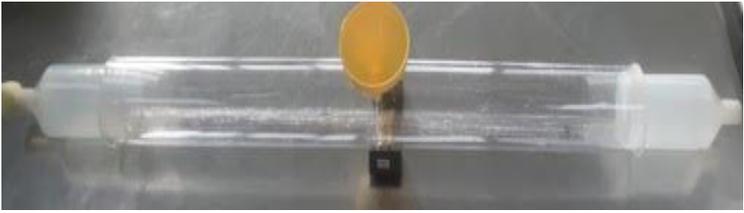
一、探討二氧化碳濃度、藍光燈對於蚊子的吸引程度

(一)理論探究：

1. 對於蚊子來說，聞到 CO_2 氣味是附近有潛在食物的跡象。“我們的呼吸中充滿了 CO_2 ”
通訊作者、華盛頓大學生物學教授 Jeffrey Riffell 說“這是一種遠距離引誘劑，蚊子用它來定位可能超過 100 英尺的潛在宿主。
2. MG811 CO_2 氣體傳感器電壓型：濃度愈高，感測訊號值愈低。

(二)製作二氧化碳引蚊裝置

1. 準備材料：賽璐璐×2片，乾淨寶特瓶 ×2，漏斗。
2. 製作步驟：

	
<p>(1)手繪設計圖</p>	<p>(2)把兩片賽璐璐捲成圓柱形 用熱溶膠固定 兩端重疊處：2cm。</p>
	
<p>(3)用熱溶膠把兩個管子黏在一起 重疊處：5cm。</p>	<p>(4)在重疊處鑽一顆洞 把漏斗用熱溶膠固定。</p>
	
<p>(5)用美工刀把兩個保特瓶的底切除 (切不下去可以用酒精燈加熱刀片)。</p>	<p>(6)成品圖。</p>

3. 進行二氧化碳引蚊實驗：

(1) 實驗器材：CO₂感測器、藍光燈、二氧化碳引蚊裝置、小蘇打、醋、茶匙、量杯。

(2) 實驗樣本：蚊子 30 隻。(每次 10 隻，不重複)

(3) 實驗過程：

(i) 首先把小蘇打粉放到瓶子一端滴入食用白醋。

(ii) 量測二氧化碳濃度。

(iii) 靜置 1 分鐘，由漏斗處把蚊子倒進管子。

(iv) 靜置 5 分鐘，觀察蚊子在管中的位置分布。

(v) 實驗數據：如表 7。

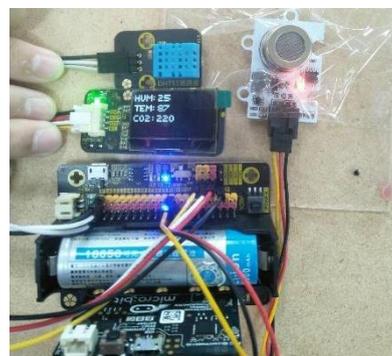


表 7：二氧化碳引蚊裝置測試表 圖二：二氧化碳感測器

醋：小蘇打比例	10ml : 3 平匙	20ml : 3 平匙	30ml : 3 平匙
二氧化碳濃度(電性號值)	153(濃度低)	128	107(濃度高)
引蚊效果	5 隻	8 隻	10 隻

4. 進行藍光燈引蚊實驗：

(1) 實驗過程：引蚊裝置一端開啟藍光燈，另一端為自然光，靜置 15 分鐘，觀察 30 之蚊蟲最終飛行落點處。如圖三。

(2) 實驗數據：如表 8。



圖三：藍光燈引蚊實驗

表 8：藍光燈引蚊裝置測試表

	藍光燈端	自然光端
最終蚊蟲停留數量	26 隻	4 隻

(三) 問題討論與結果

1. 發現問題：

(1) 在自然課本中，測試是否有二氧化碳的方式是用線香或澄清石灰水，但無法非常精準判斷濃度。

(2) 二氧化碳會快速散播到裝置的另一端，影響實驗結果。

2. 解決問題：

(1) 利用程式結合 MG811 CO₂ 氣體傳感器。

(2) 改裝成上方的設計，讓兩端之間加長，從原本設計 75 公分延伸至 110 公分長，如成品圖。

3. 結果：藍光燈端或二氧化碳濃度愈高引蚊效果愈好，如圖四。



圖四：二氧化碳引蚊裝置蚊蟲近照放大圖

二、探討環境因素對於校園蚊蟲常聚地點：廁所、草叢、地下室之影響

(一) 製作捕蚊瓶

1. 製作原理：蚊蟲靠著人類呼出的二氧化碳，尋找「食物」來源，可以藉著砂糖發酵時所產生的「二氧化碳」來吸引蚊子。

2. 材料：寶特瓶、黑紙、黑塑膠袋、雙面膠、透明膠帶、水與適量糖水。

(二) 製作步驟：

1. 將寶特瓶接近瓶口上半圓部分剪下。

2. 將黑紙用雙面膠貼在其中一側，再捲成與瓶口大小之圓柱形，瓶口與紙捲交接處以膠帶加強固定。

3. 將水與砂糖混合調製成糖水(比例：糖：小蘇打：水調配比=5：1：2)，並將其放入桶子中，於寶特瓶交接處以黑膠帶固定。



圖五：捕蚊瓶成品圖

(三) 誘蚊並記錄

我們分四天進行，將捕蚊瓶放置在三個地點，固定三個時段記錄當時當地的溫溼度，及二氧化碳濃度，並計數捕捉的蚊子隻數，每次觀測完會將蚊子清除，方便下次觀測

計數，二氧化碳濃度以電信號值表示，數值越小表示濃度越高。

1. 放置地點：地下室陰暗處、操場邊草叢、一樓男廁
2. 觀測時間： 8:50、13:00、 16:00
3. 實驗數據：如表 9~12。

表 9：第一天觀測結果 (前一天 16:00 分別在三個地點放置捕蚊瓶)

時間 2/7	地下室陰暗處 	操場邊草叢 	一樓男廁 
8:50	溫度:24 濕度:78 CO ₂ 電信號值:1380 蚊子隻數:16	溫度:26 濕度:79 CO ₂ 電信號值:1546 蚊子隻數:10	溫度:25 濕度:80 CO ₂ 電信號值:1420 蚊子隻數:12
13:00	溫度:25 濕度:81 CO ₂ 電信號值:1947 蚊子隻數:5	溫度:28 濕度:80 CO ₂ 電信號值:2056 蚊子隻數:4	溫度:30 濕度:76 CO ₂ 電信號值:2164 蚊子隻數:2
16:00	溫度:23 濕度:80 CO ₂ 電信號值：1223 蚊子隻數:4	溫度:24 濕度:82 CO ₂ 電信號值:1560 蚊子隻數:3	溫度:24 濕度:80 CO ₂ 電信號值:1322 蚊子隻數:2
蚊子總數	25	17	16

表 10：第二天觀測結果

時間 2/8	地下室陰暗處	操場邊草叢	一樓男廁
8:50	溫度:22 濕度:72 CO ₂ 電信號值:1223 蚊子隻數:15	溫度:23 濕度:63 CO ₂ 電信號值:1349 蚊子隻數:12	溫度:23 濕度:64 CO ₂ 電信號值:1552 蚊子隻數:10

13:00	溫度:25 濕度:62 CO ₂ 電信號值:1980 蚊子隻數:4	溫度:26 濕度:60 CO ₂ 電信號值:2001 蚊子隻數:2	溫度:26 濕度:62 CO ₂ 電信號值:2026 蚊子隻數:1
16:00	溫度:24 濕度:66 CO ₂ 電信號值:1324 蚊子隻數:3	溫度:23 濕度:66 CO ₂ 電信號值:1987 蚊子隻數:1	溫度:24 濕度:65 CO ₂ 電信號值:1960 蚊子隻數:0
蚊子總數	22	15	11

表 11：第三天觀測結果

時間 2/9	地下室陰暗處	操場邊草叢	一樓男廁
8:50	溫度:25 濕度:64 CO ₂ 電信號值:1462 蚊子隻數:9	溫度:25 濕度:64 CO ₂ 電信號值:1964 蚊子隻數:6	溫度:26 濕度:63 CO ₂ 電信號值:1800 蚊子隻數:4
13:00	溫度:25 濕度:63 CO ₂ 電信號值:1950 蚊子隻數:3	溫度:27 濕度:62 CO ₂ 電信號值:2036 蚊子隻數:3	溫度:27 濕度:64 CO ₂ 電信號值:2017 蚊子隻數:1
16:00	溫度:23 濕度:62 CO ₂ 電信號值:1206 蚊子隻數:5	溫度:25 濕度:62 CO ₂ 電信號值:1985 蚊子隻數:0	溫度:25 濕度:63 CO ₂ 電信號值:1864 蚊子隻數:1
蚊子總數	17	9	6

表 12：第四天觀測結果

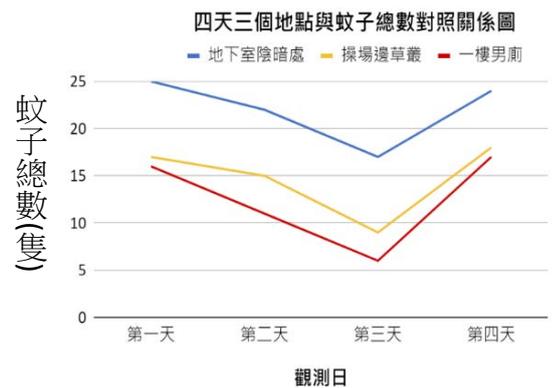
時間 2/9	地下室陰暗處	操場邊草叢	一樓男廁
8:50	溫度:20 濕度:63 CO ₂ 電信號值:1562	溫度:20 濕度:60 CO ₂ 電信號值:1984	溫度:22 濕度:60 CO ₂ 電信號值:1600

	蚊子隻數:11	蚊子隻數:9	蚊子隻數:8
13:00	溫度:23 濕度:60 CO ₂ 電信號值:1950 蚊子隻數:6	溫度:22 濕度:59 CO ₂ 電信號值:2136 蚊子隻數:4	溫度:23 濕度:59 CO ₂ 電信號值:2050 蚊子隻數:5
16:00	溫度:22 濕度:62 CO ₂ 電信號值:1206 蚊子隻數:7	溫度:19 濕度:62 CO ₂ 電信號值:1955 蚊子隻數:5	溫度:20 濕度:63 CO ₂ 電信號值:1464 蚊子隻數:4
蚊子總數	24	18	17

(四)問題討論與結果

1. 我們將四天三個地點的蚊子總數製作關係圖如圖六。觀測時間是寒假冬天，那四天的天氣概況均為晴天無雨，從圖六我們可以看出地下室陰暗處蚊子最多，其次是操場草叢邊，蚊子最少為一樓男廁。對照文獻中提到，蚊子主要是依靠二氧化碳作為主要追蹤的目標，我們測量到的二氧化碳濃度，每次都是地下室最高，推測地下室空間較不通風，空氣擴散較慢，較容易吸引蚊子。操場邊草叢處於室外開放空間，空氣較流通，二氧化碳濃度低，不易吸引蚊子。一樓男廁因為有抽風機，再加上常清洗，所以蚊子不多。

2. 由表 9~12 實驗可看出蚊蟲喜愛溫暖、潮濕又可以躲避強光(蚊子喜歡弱光或陰暗處)或天敵的地方。



圖六：四天三夜蚊蟲統計圖

(2)國衛院國家蚊媒中心：國衛院醫奈所廖倫德教授提供病媒蚊與非病媒蚊不同視角的照片。建立各類別蚊蟲資料庫非病媒蚊 15 張、病媒蚊 30 張。

表 14：各視角(非)病媒蚊蟲圖

	0°	60°	120°	180°
Culex 家蚊				
Aedes albopictus 白線斑蚊				
Aedes aegypti 埃及斑蚊				

(3)自行眷養或校園捕捉，利用手機搭配影像放大 APP，拍攝校園蚊蟲，實體樣本數百隻研究是否為病媒蚊並觀察其特徵。發現主要特徵：全黑；體型：大約 5 到 1.5 毫米。對照文獻表 1，我們推測校園中的蚊子可能屬於白腹叢蚊。並且以非病媒蚊建立 15 張圖庫。

表 15：蚊蟲標本



總共建立訓練資料共 120 張，其中病媒蚊 50 張、非病媒蚊 50 張、環境背景(白底)20 張。

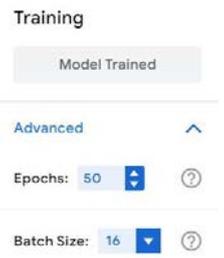
(二)分類辨識模型效能評估

1. 實驗過程：參考人工智慧文獻，監督式機器學習的測試其一評估方法，**截留確認法 (Holdout Validation)**，通常是取 K 等份的資料用來訓練，剩下的資料用來測試。測試常用方式分為 **9:1**、**8:2**、**7:3**。

其中①Epochs：迭代(iteration)學習的次數皆設定為 50。

②Batch Size：批次匯入訓練的資料樣本數皆設定為 16。

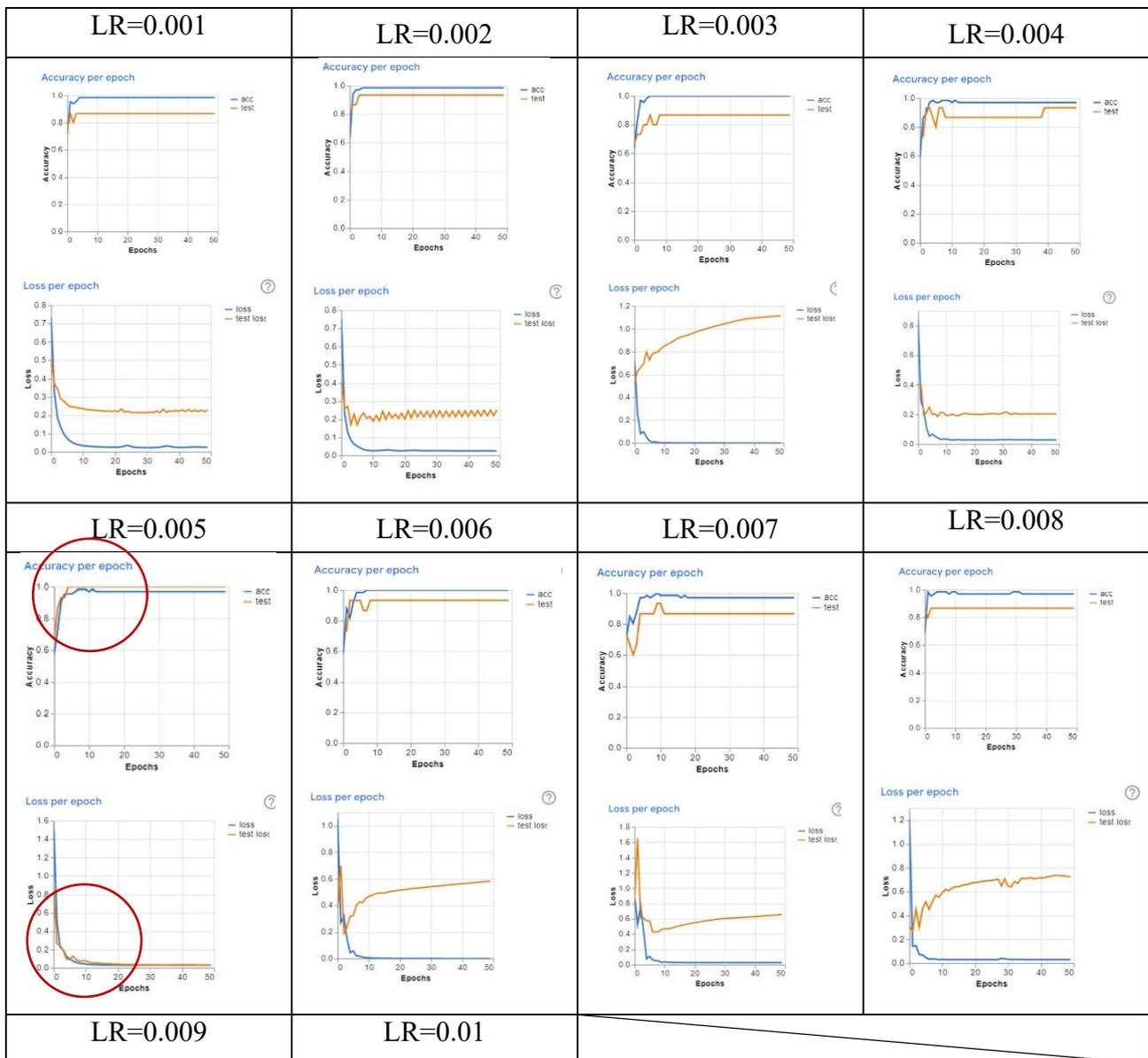
③Learning Rate：學習率，是一種超參數，足以影響模型學習到的預測答案與標準答案之間的差距，收斂到最小值。

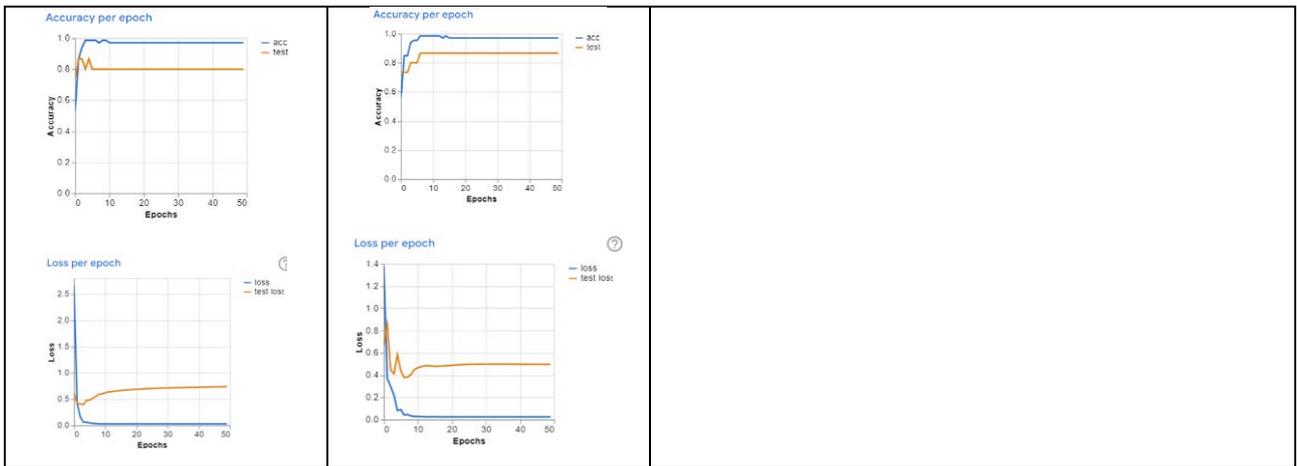


圖九：參數設定

(1) 實驗一：依照 9:1 方式切割為 9 等份當作訓練資料；1 等份當作驗證測試集。

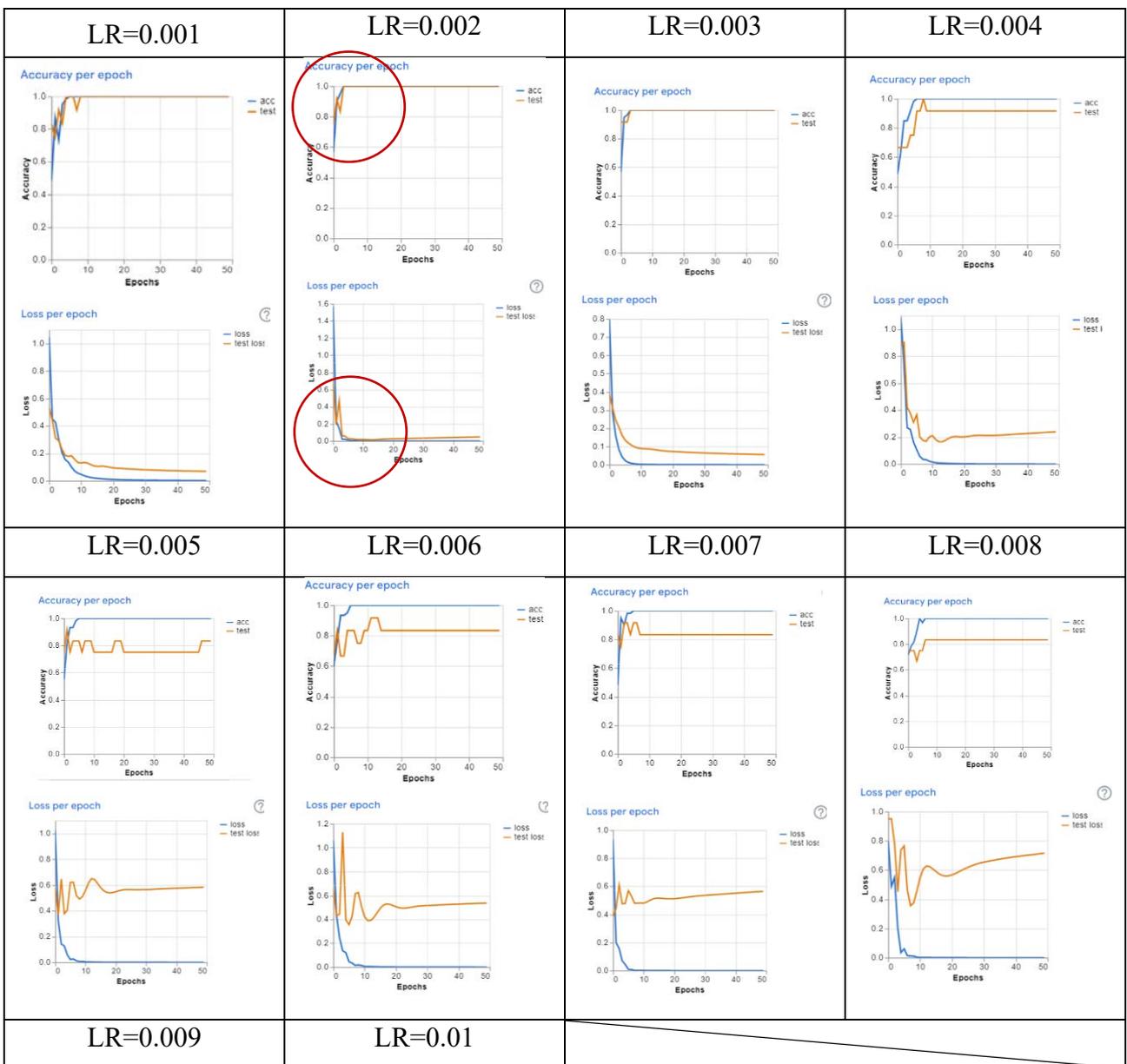
表 16：探討不同的學習率(LR)辨識效能的影響

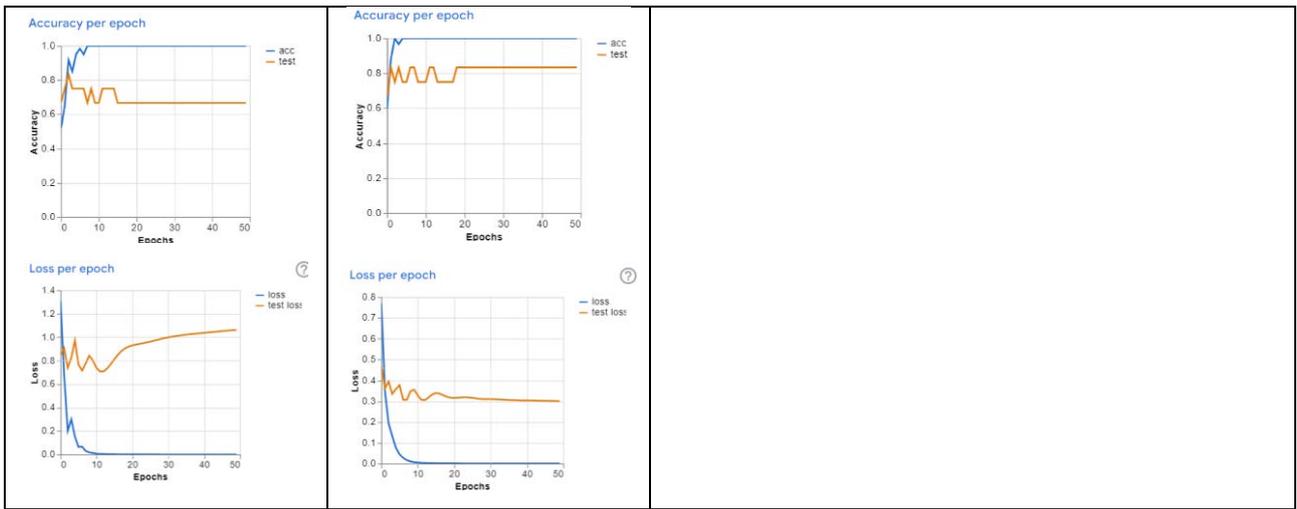




(2) 實驗二：依照 8：2 方式切割為 8 等份當作訓練資料；2 等份當作驗證測試集。

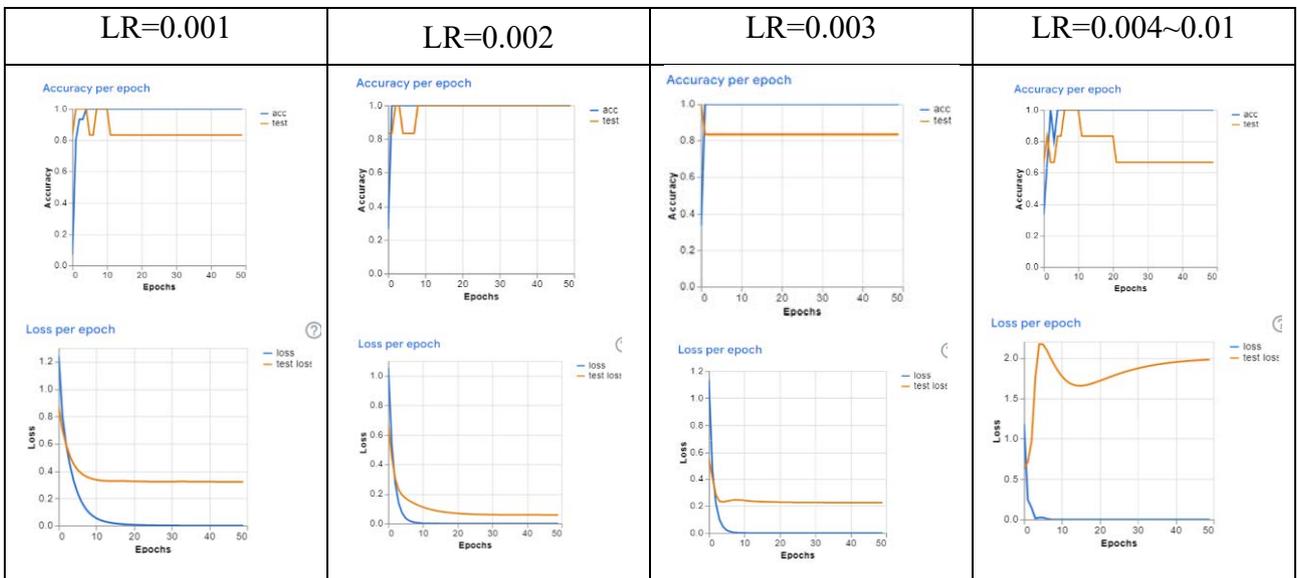
表 17：探討不同的學習率(LR)辨識效能的影響





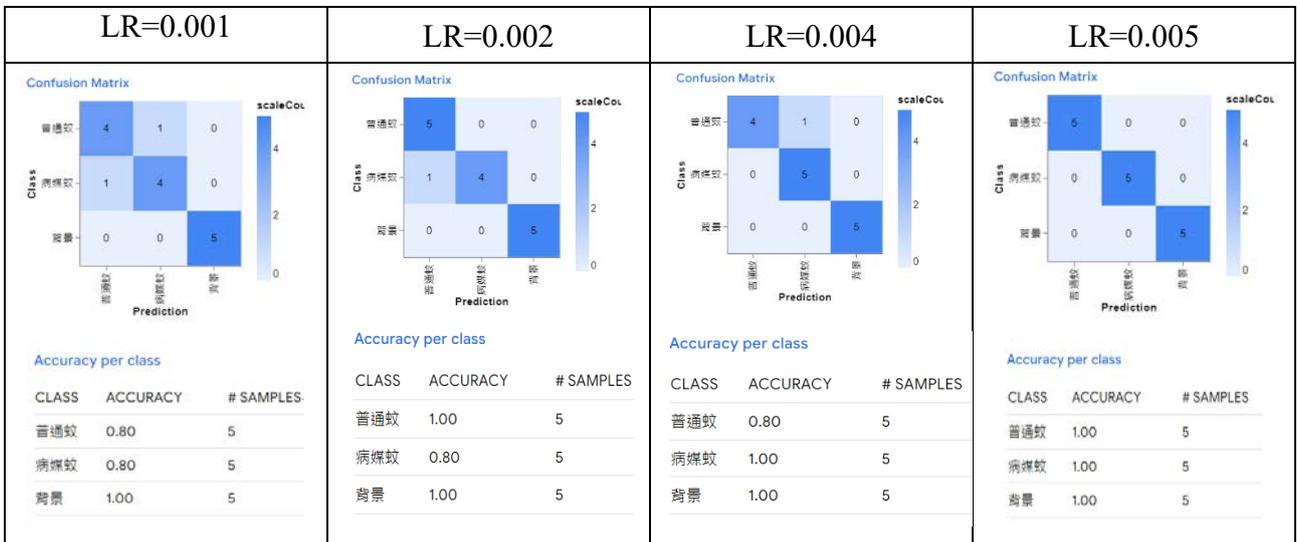
(3) 實驗三：依照 7 : 3 方式切割為 7 等份當作訓練資料；3 等份當作驗證測試集。

表 18：探討不同的學習率(LR)辨識效能的影響



(4) 實驗四：依照 9 : 1 方式切割，取“Loss per epoch”較佳的前四名比較不同 LR 對於準確率的影響。

表 19：比較不同 LR 對於準確率的影響



(三)問題討論與結果

1. 問題討論：

- (1)網路收集的蚊蟲圖片，若未去背處理，訓練端執行卷積運算時會將背景顏色當作是蚊蟲的一部分，當作是此特徵，這樣會影響辨識端的結果。
- (2)對於監督式學習的訓練端若沒有各種視角的蚊蟲圖片在辨識效果評估時成效不彰。除了自行拍攝非病媒蚊以外，在校園無法捕捉的病媒蚊，我們請國衛院廖教授支援提供，幫助我們建立更豐富的資料庫。
- (3)由 Batch_Size 設越大，資料分成的堆數變少，即 Iteration 就比例減少，機器把所有資料學完一個 Epoch 的時間大約成比例縮小。因為 TM 平台的 Batch_Size 值為 2 的冪次方，最小值為 16，為避免沒有足夠的梯度下降讓損失函數到平穩的低點，所以必須加大 Epoch 數值，但這樣訓練時間又變長，因為我們的資料筆數不算多，所以觀察得設定 Epoch=50、Batch_Size=16 效果較佳。
- (4)每次重新調整參數，記得全部要關掉且重新訓練，不然模型更新要數小時，實驗結果會看不出變化。

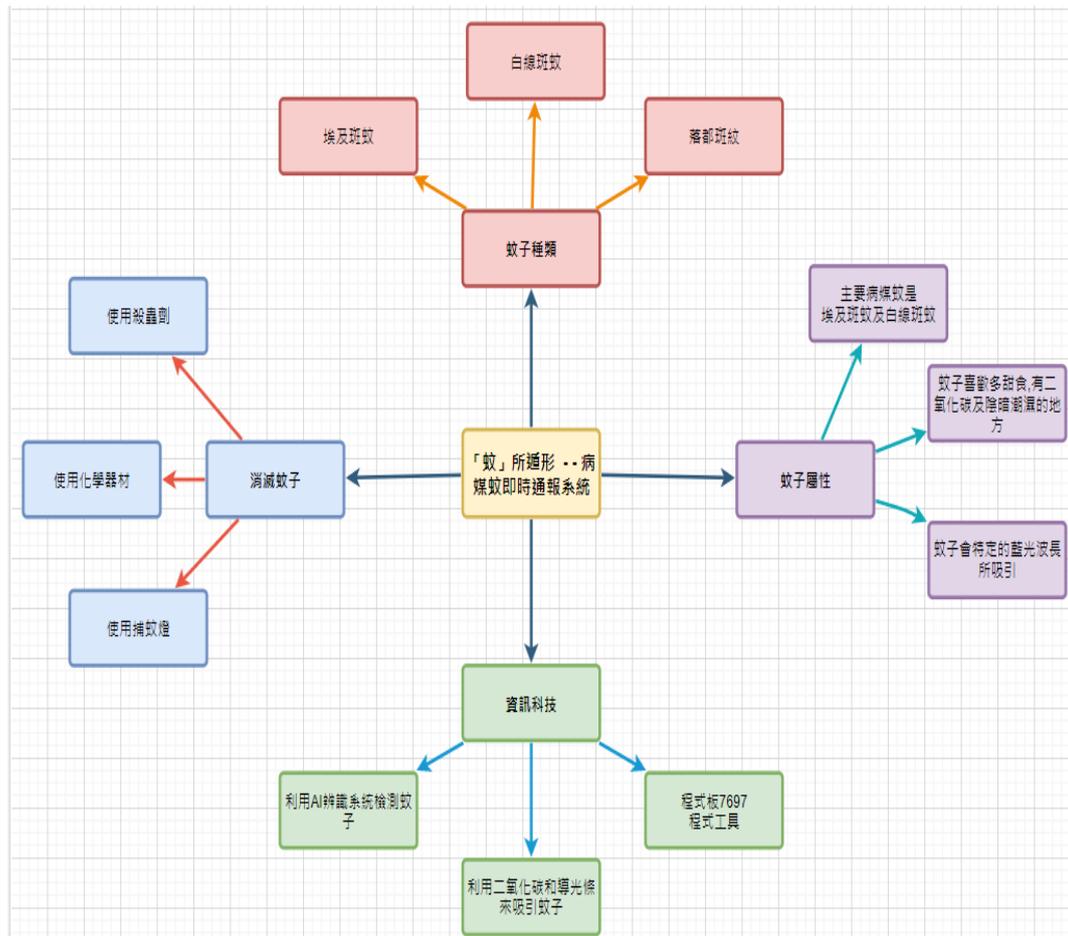
2. 結果：

- (1)資料以 9:1 方式測試辨識成效時，LR 設定為 0.005 的狀態反應的“Accuracy per epoch”及“Loss per epoch”最佳。每回測試的損失都非常快速的收斂。
- (2)資料以 8:2 方式測試辨識成效時，LR 設定為 0.002 的狀態反應的“Accuracy per epoch”及“Loss per epoch”最佳。每回測試的損失都非常快速的收斂。
- (3)資料以 7:3 方式測試辨識成效時，LR 設定為 0.002 的狀態反應的“Accuracy per epoch”及“Loss per epoch”最佳。但是 LR=0.004 以上觀察出 test loss 急速上升。
- (4)實驗四中，訓練資料量為 120 張屬於小量。若切割太細的話會造成訓練量不足(如表20，test loss 太高)，而參數LR值就會影響錯誤辨識的情形發生。

四、建置病媒蚊即時通報系統

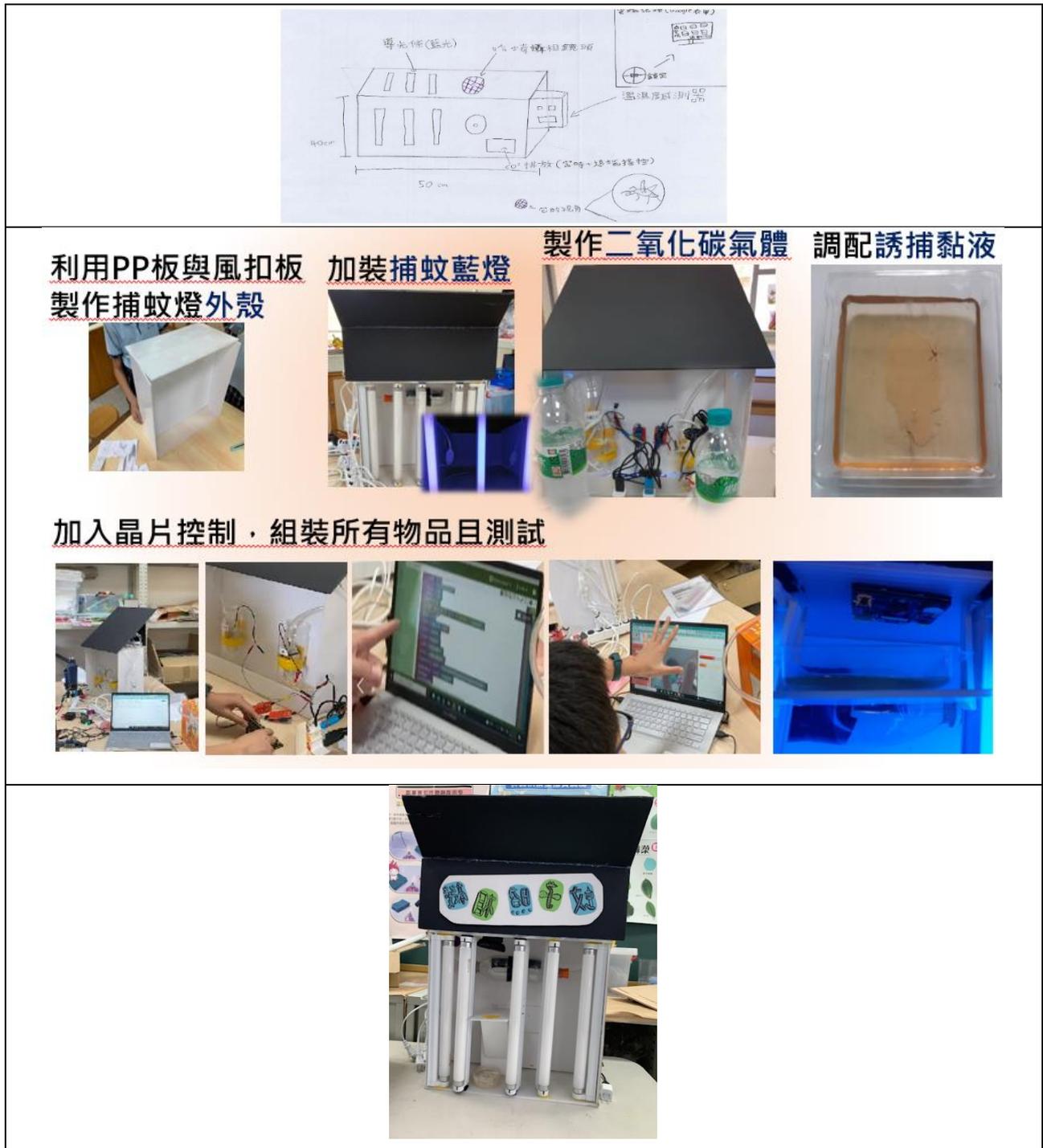
(一) 架構發想

從文獻探討中，我們發現一般人對於蚊子的習性與如何辨識病媒蚊仍一知半解，且熱切期望有一套能即時通報且有效的防蚊系統。於是我們針對蚊子種類、蚊子屬性、滅蚊方式、可用資訊科技，製作心智圖(圖十)。



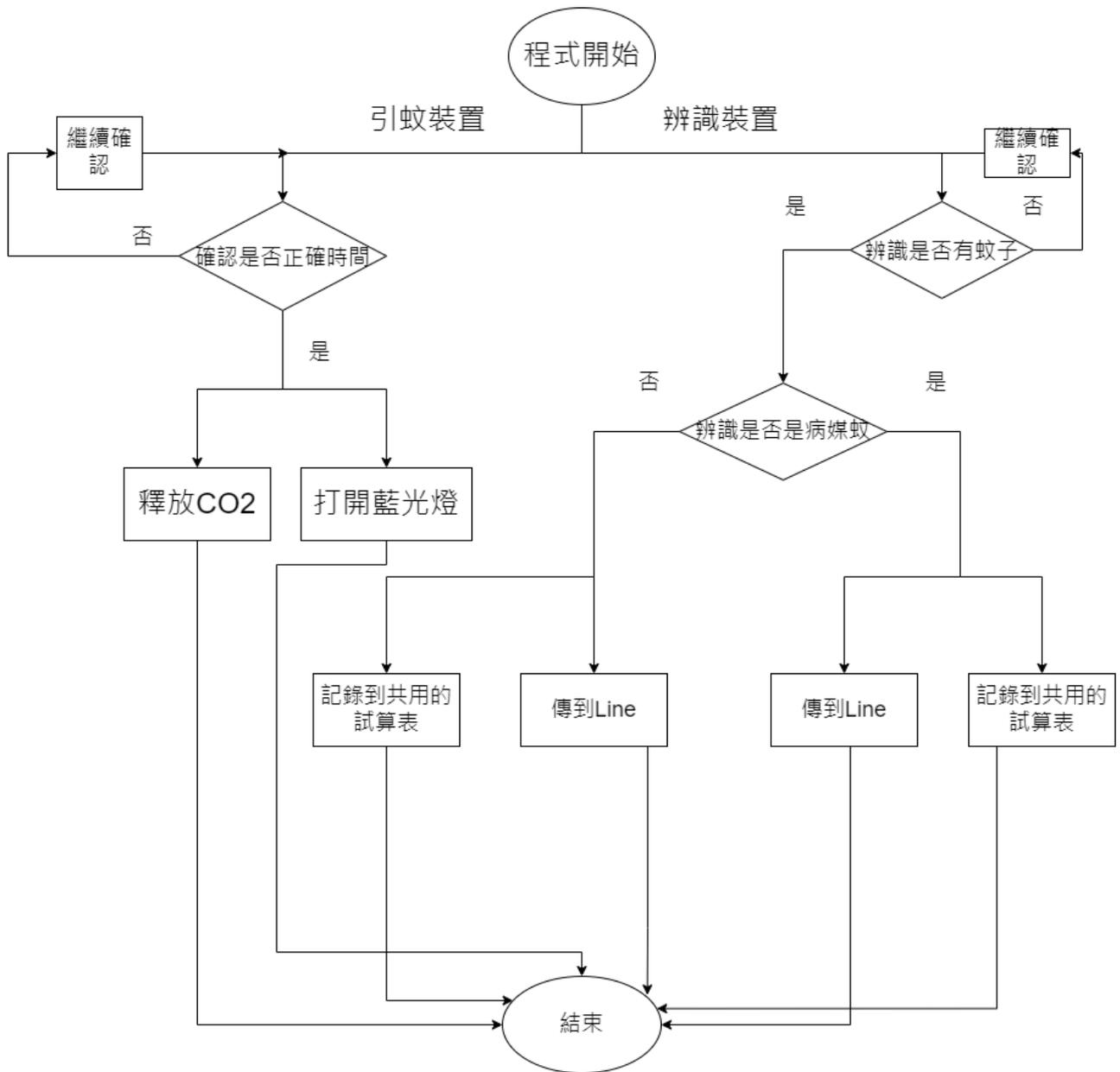
圖十：「蚊」所遁形—病媒蚊即時通報系統心智圖

(二)機構製作過程：依照心智圖的分析，設計草圖→裝置實作→成品圖。



圖十一：製作過程

(三)系統主架構程式流程



圖十二：系統主架構程式流程圖

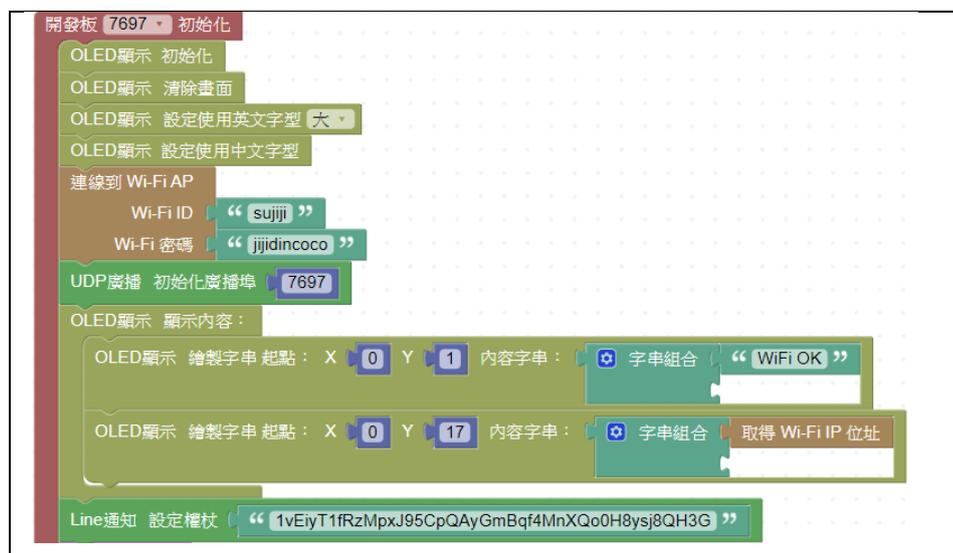
(四)理論探究：

1. 藍光燈引蚊：燈管所散發的光屬於紫外線 A (UVA)，波長在 355-370 奈米。
2. 如何產生二氧化碳：使用小蘇打水和醋混合。
3. 糖漿用處：用來吸引喜愛甜味的蚊子並把利用糖漿的黏性黏住蚊蟲，藉此來觀察。
4. MQTT 原理：MQTT 通訊協定(Message Queuing Telemetry Transport)，是為硬體性能較低的遠程設備以及網絡狀況糟糕的情況下而設計的發布/訂閱型消息協議，因此，它對網路頻寬與硬體需求非常少，是極為輕便的通訊協議，許多 IoT 的裝置都是走 MQTT 的協定。
5. Line Notify：「訊息推播」服務，LINE 官方會提供你一個 Line Notify 帳號，只要使用者有訂閱你的 LINE Notify 推播服務，當你發送訊息的時候，使用者就會透過這個 Line Notify 帳號收到通知。



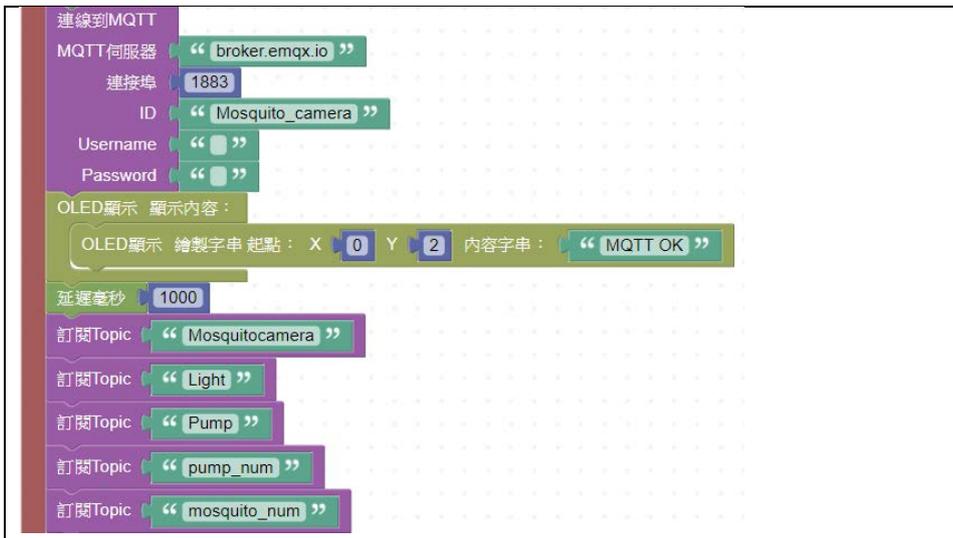
圖十三：Line Notify 訊息通知

(五)辨識系統設計：程式區塊說明



步驟一：外接的設備首先初始化，且設定 WIFI 環境。

步驟二：登入個人 Line 帳號設定 Notify 且取得發行的權杖。

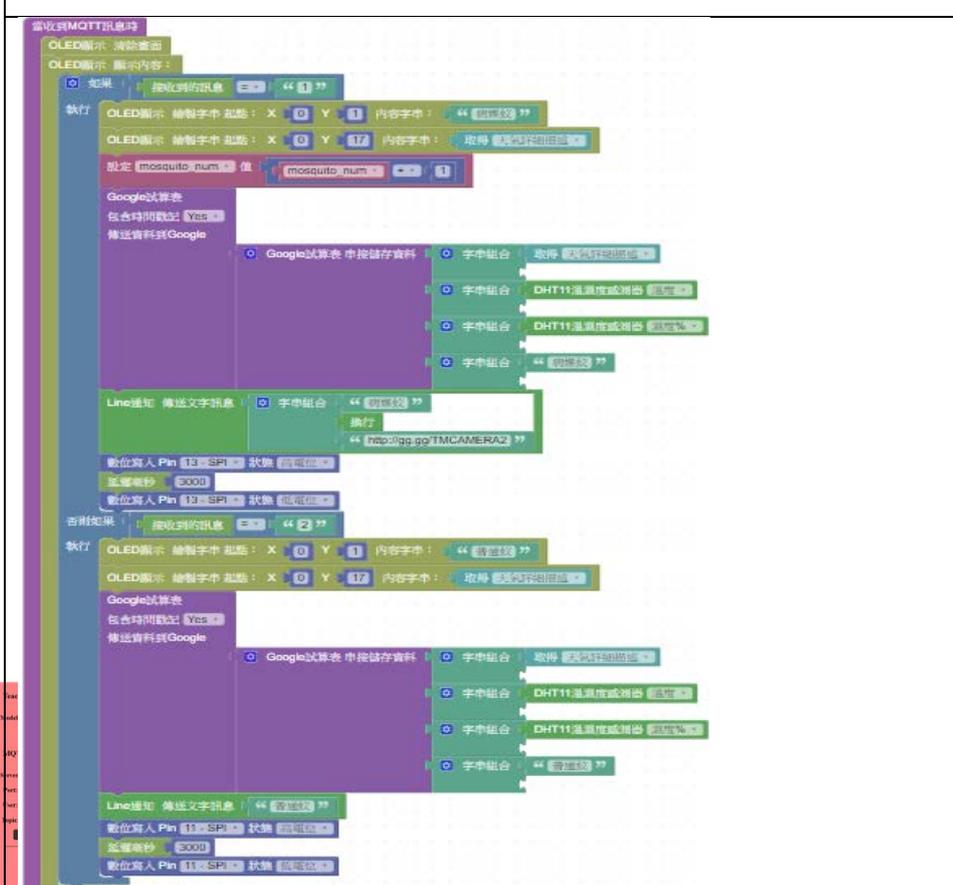


步驟三：選定 MQTT 伺服器，且設定相關訂閱 Topic。



步驟四：設定試算表可編輯程度且取得 ID。

步驟五：透過網路取得所在地天氣資訊。



步驟六：

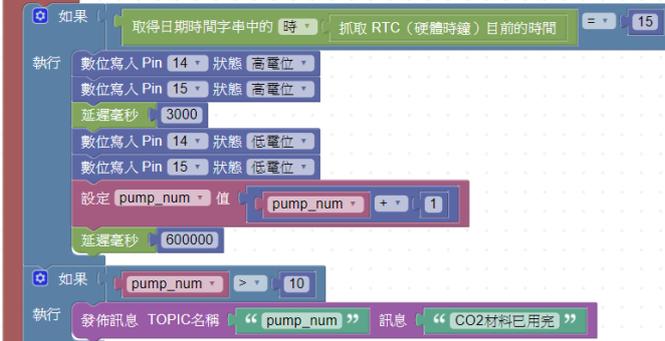
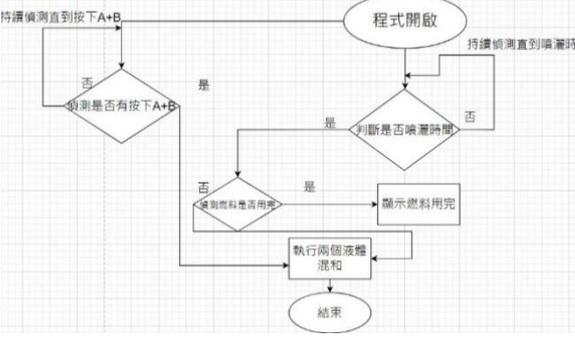
- (1) 從 Teachable machine 訓練資料，建立辨識模型。
- (2) 透過 MQTT 將辨識模型的結果和當時環境溫濕度分別記錄在雲端試算表。
- (3) 利用 Line Notify 功能達到即時通知的效用，告知是否為病媒蚊。

(六)引蚊裝置系統：

1. 藍光燈控制機制：利用蚊子會被藍光燈吸引的特性，引蚊到辨識鏡頭底下，加以辨識。
2. 程式區塊說明：設計兩種控制機制：MQTT 與 UDP 廣播。透過雙機制傳訊開關燈訊號，避免失誤。

 <p>當收到MQTT訊息時</p> <ul style="list-style-type: none"> 如果 接收到訊息的TOPIC名稱 = "Light" 執行 如果 接收到的訊息 = "ON" <ul style="list-style-type: none"> 執行 數位寫入 Pin 15 狀態 高電位 OLED顯示 顯示內容: OLED顯示 繪製字串 起點: X 15 Y 5 內容字串: "MQTT Light ON" 否則如果 接收到的訊息 = "OFF" <ul style="list-style-type: none"> 執行 數位寫入 Pin 15 狀態 低電位 OLED顯示 顯示內容: OLED顯示 繪製字串 起點: X 15 Y 5 內容字串: "MQTT Light OFF" 	<p>MQTT 控制:與辨識系統訂閱相同的 Topic，當收到主程式發佈開關燈訊息時可同步啟動藍光燈系統。也可透過網路實現遠端控制機制。</p>
 <p>UDP廣播 當接收到訊息時</p> <ul style="list-style-type: none"> 如果 UDP廣播 接收到的訊息 = "LightON" 執行 數位寫入 Pin 15 狀態 高電位 OLED顯示 顯示內容: OLED顯示 繪製字串 起點: X 30 Y 5 內容字串: "UDP Light ON" 否則如果 UDP廣播 接收到的訊息 = "LightOFF" 執行 數位寫入 Pin 15 狀態 低電位 OLED顯示 顯示內容: OLED顯示 繪製字串 起點: X 30 Y 5 內容字串: "UDP Light OFF" 	<p>UDP 廣播:類藍芽的傳訊方式。當收到主程式廣播開關燈訊息時，自動執行藍光系統的動作。</p>

(七)引蚊裝置系統：二氧化碳產生器 -- 利用蚊子會被二氧化碳所吸引的特性來製作的。

 <ul style="list-style-type: none"> 如果 取得日期時間字串中的 時 抓取 RTC (硬體時鐘) 目前的時間 = 15 執行 數位寫入 Pin 14 狀態 高電位 執行 數位寫入 Pin 15 狀態 高電位 延遲毫秒 3000 執行 數位寫入 Pin 14 狀態 低電位 執行 數位寫入 Pin 15 狀態 低電位 設定 pump_num 值 (pump_num + 1) 延遲毫秒 600000 如果 pump_num > 10 執行 發佈訊息 TOPIC名稱 "pump_num" 訊息 "CO2材料已用完" 	 <pre> graph TD Start([程式開啟]) --> Wait([持續偵測直到按下A+B]) Wait -- 否 --> Wait Wait -- 是 --> CheckFuel{判斷是否燃料用完} CheckFuel -- 是 --> FuelOut([顯示燃料用完]) CheckFuel -- 否 --> Mix([執行兩個液體混合]) FuelOut --> Mix Mix --> End([結束]) </pre>
---	--

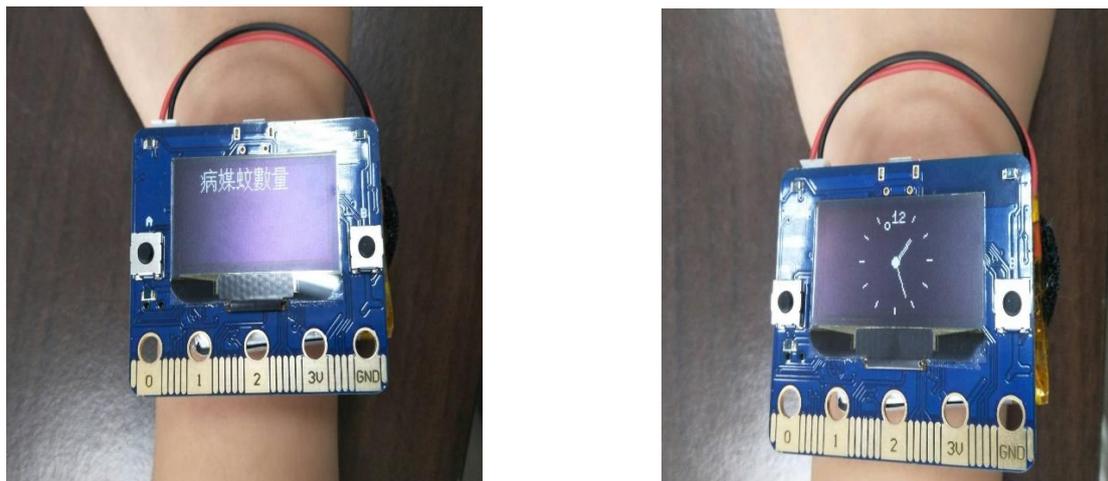
- (1) 使用網路時間設定每天的下午三點(蚊蟲大量出沒)時兩邊的水泵就會把兩邊的液體混合起來製造出二氧化碳。
- (2) 亦可手動按 A 加 B 來開啟兩邊水泵抽取液體混合產生二氧化碳。

(八)智能手錶：主要目的是可以隨時遠端操控。

1.程式說明

<p>The screenshot shows a sequence of code blocks in a programming environment. It includes logic for checking MPU9250 rotation angles (Roll, Pitch, Yaw) and triggering actions like clearing the display, updating coordinates, and displaying specific data. It also features event-driven code for button presses (A, B, A+B) on a PocketCard, which triggers UDP messages and updates the OLED display with information like mosquito counts, time, temperature/humidity, and pump status.</p>	<pre> graph TD Start([開始程式]) --> MQTT{MQTT連線?} MQTT -- 否 --> WiFi{WiFi連線?} WiFi -- 否 --> Roll{是否翻滾(右)} Roll -- 是 --> Mosquito[病媒蚊之數] Roll -- 否 --> Pitch{是否翻滾(左)} Pitch -- 是 --> Time[顯示時鐘] Pitch -- 否 --> Yaw{是否俯仰} Yaw -- 是 --> Temp[顯示溫度和濕度] Yaw -- 否 --> A{A是否按下} A -- 是 --> LightOn[燈光打開] A -- 否 --> A_Continue[持續偵測值倒A按下] A_Continue --> A LightOn --> B{B是否按下} B -- 是 --> LightOff[燈光關閉] B -- 否 --> AB{A+B是否按下} AB -- 是 --> Pump[Pump打開] AB -- 否 --> End([結束]) </pre>
<p>(1)利用翻轉來顯示時間，當地當時的溫濕度。 (2)按 A 是開燈，按 B 是關燈，按 A 加 B 是混和液體。 (3)程式主要有開關燈光顯示時間溫濕度及控制幫浦。</p>	

2.實作成品圖



圖十四：智能手錶

(九)系統特色

- 1.「誘」(預防): 環境場景的設備, 透過物聯網, 記錄當下的地點、環境狀態, 建立大數據。
- 2.「判」(分析): AI 辨識鏡頭判定為是否具有登革熱傳染力的斑蚊。
- 3.「防」(預防): Line即時通知, 發布訊息。可立即採取化學防治。
- 4.「滅」(消滅&減少): 簡易噴灑滅蚊藥且記錄噴藥時間點, 以利後續監測參考。



圖十五：作品特色

(十)問題討論與結果

1.發現問題：

- (1)繼電器選擇必須注意可容許電流量與直交流電的耐壓程度。
- (2)舊版晶片 7697 的 WIFI 在多人同時使用時, 易受到干擾。

2.解決問題：

- (1)詢問專業電工師傅且上網查詢各類型的繼電器加以比較之後再決定。

(2)改採用新版 7697D 晶片，特別增加連接 5Ghz Wi-Fi 頻段的功能，相較於 2.4Ghz 擁有**干擾較少、速度更快**的優點，即可克服此問題。

3.結 論：

(1)焊接接合處必須用熱縮套或纏繞電工膠帶，避免電線不當拉扯造成短路而引起電線走火。

柒、 結論

- 一、(一)使用二氧化碳引蚊裝置實驗發現二氧化碳濃度愈高引蚊效果愈好，且相較於自然光燈，藍光燈的引蚊效果較好。
- (二)將自製補蚊瓶放在校園蚊蟲常聚地點(廁所、草叢、地下室)，發現地下室二氧化碳濃度最高，每次捉到的蚊子數量也最多，可見二氧化碳確實有引蚊效果，與文獻和前面實驗結果相符。
- 二、人工智慧分類辨識實驗，在LR變大條件下，發現測試效果不佳。根據我們查詢資料後，發現小量資料如果學習率太高，易造成梯度下降太快，反而找不到最佳解。
- 三、人工智慧分類辨識實驗，可觀察Confusion矩陣呈現出誤判的情況，重新調整訓練資料。
- 四、結合物聯網功能，居民、學校或衛生單位皆可透過MQTT訂閱相關主題，或者加入Line Noitfy，我們的系統若發現病媒蚊可立即通知，避免有時間差的問題。
- 五、病媒蚊資訊、環境狀態、簡易噴灑滅藥時間皆同步記錄在Google試算表，相關單位針對此數據採取相關因應措施。
- 六、智能手錶遠端控制功能的便利性，不須透過電腦，可即時操控裝置，亦即同步獲取病媒蚊數量資訊。
- 七、未來若想要動態捕捉蚊子之姿態或者利用蚊子翅膀振動發出的聲響，則可利用TM平台的動態捕捉、語音辨識理應可以實現，這也是我們未來要努力研究的方向。

捌、參考資料

一、新聞類(網路資源)

(一) 為什麼藍色的光可以吸引蚊子?

(二) 再也不怕蚊子！蚊子追蹤器「Bzigo」開賣，雷射光輕鬆定位殺蚊，消滅蚊子更有效率！

(三) 衛生福利部疾病管制署

二、書籍類

(一) 曾希哲(2019)•電腦科學 LinkIt 設計物聯網應用•翰吉文化

三、論文、報告類

(一) 全國科展第 55 屆，終結登革熱神器。

(二) 全國科展第 47 屆，吸血鬼的環保剋星。

【評語】 082801

本作品以辨識登革熱病媒蚊為主題，結合人工智慧的技術，製作病媒蚊辨識與通報系統，選材貼近生活，具有應用價值，作品進行多項實驗比較 CO₂ 與藍光對蚊子的吸引程度，具實驗精神，建議在視覺辨識部分與系統設計上再詳盡說明，可提高作品的實用性與實驗的參考價值。

作品簡報

摘要

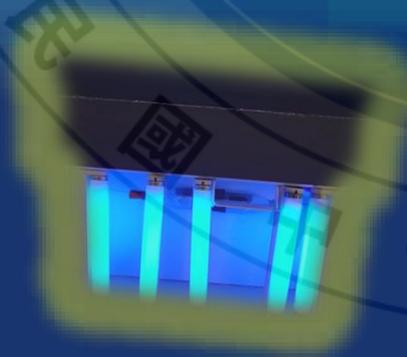


病媒蚊即時通報系統

科(類)別: 生活與應用科學科
(機電與資訊)

組 別: 國小組

1. 問卷調查，發現多數人不知如何辨別病媒蚊，且需要能即時觀測與通報的機制。
2. 在校園蚊蟲常聚地點放置自製捕蚊瓶，發現地下室能捕捉較多蚊子，推測可能是較不通風， CO_2 濃度高。
3. 二氧化碳引蚊裝置實驗中，證實 CO_2 較高或藍光燈端確實能吸引較多蚊子。
4. 設計以 CO_2 誘蚊裝置，結合AI對病媒蚊進行分類辨識，將自行拍攝、網路搜尋和國衛院提供之病媒蚊照片建立資料庫，依“截留確認法”驗證模型辨識成效，若分類效果不佳，刪除模糊不清的資料，再重新訓練模型。
5. 利用物聯網技術準確且迅速地傳送到相關單位並記錄環境資料。
6. 製作智能手錶，隨時進行遠端監控環境是否有病媒蚊，以利後續處置。



研究動機

炎熱的夏天，常聽到垃圾車廣播如何防治登革熱。
幼稚園時的老師因為得到登革熱，所以無法出席畢業典禮
小小一隻蚊子真令人頭痛，
我們想製作一款能「即時」提醒附近社區及學校防蚊的智慧系統
讓蚊子無所遁形，輔助社區或校方有更好的防蚊策略。

文獻探討

台灣常見蚊子種類與蚊子習性

遠距離時蚊子主要是依靠二氧化碳做為主要追蹤目標，
近距離時溫度、氣味及視覺都會有影響，一般捕蚊手
法是「糖罐」，藉由砂糖發酵產生的 CO_2 吸引蚊子

歷屆科展作品分析

多為利用簡單材料製作出兼具環保、方便、有效又省錢的
作品，但無法即時辨認是否為病媒蚊並迅速通報衛生單位

問卷分析調查

問題 回覆 182 設定

- 1.有56.9%的人不知道如何分辨病媒蚊。
- 2.多數人們偏好可「立即性滅蚊」效果的裝置如電蚊拍。
- 3.高達97.3%認為能有一個「即時觀測與通報」的機制很重要。

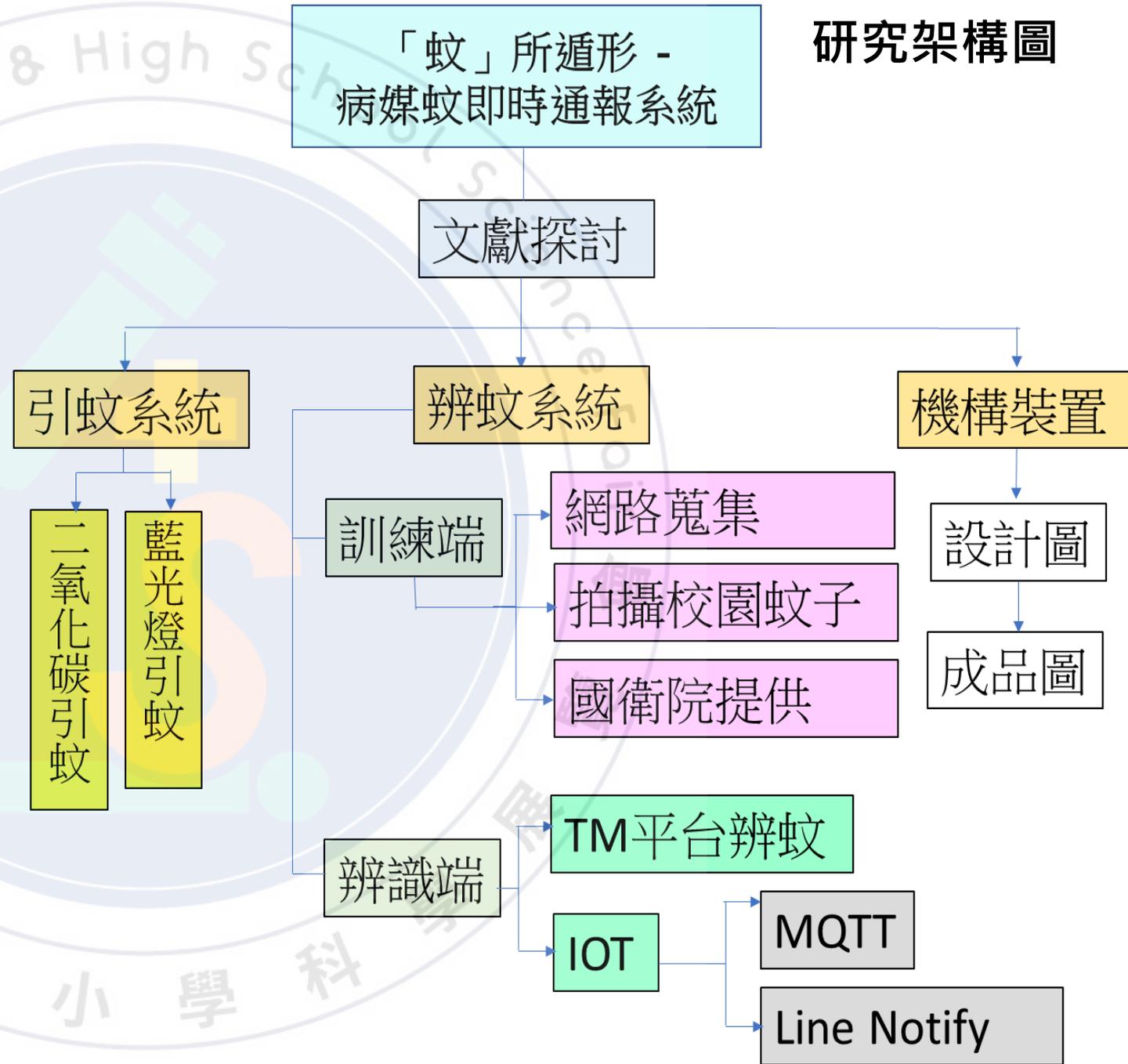
環保局監測登革熱方式

觀測誘卵桶陽性率、卵數雙指標，再加強清除和消滅，無法立即通報
相關單位。

研究問題或目的

1. 探討二氧化碳濃度、藍光燈對於蚊蟲的吸引程度。
2. 探討環境因素對於校園蚊蟲常聚地點：廁所、草叢、地下室之影響。
3. 探討人工智慧應用對病媒蚊分類之成效。
4. 建置病媒蚊即時通報系統。

研究架構圖



研究方法與討論

一、探討二氧化碳濃度、藍光燈對於蚊子的吸引程度

二氧化碳引蚊實驗

二氧化碳引蚊裝置

每次放10隻，不重複

醋：小蘇打比例	10ml : 3 平匙	20ml : 3 平匙	30ml : 3 平匙
二氧化碳濃度 (電性號值)	153(濃度低)	128	107(濃度高)
引蚊效果	5 隻	8 隻	10 隻



二氧化碳感測器

一端開啟藍光燈，另一端為自然光，靜置15分鐘，觀察30隻蚊蟲最終飛行落點處。

燈色	藍光燈端	自然光端
最終蚊蟲停留數量	26 隻	4 隻

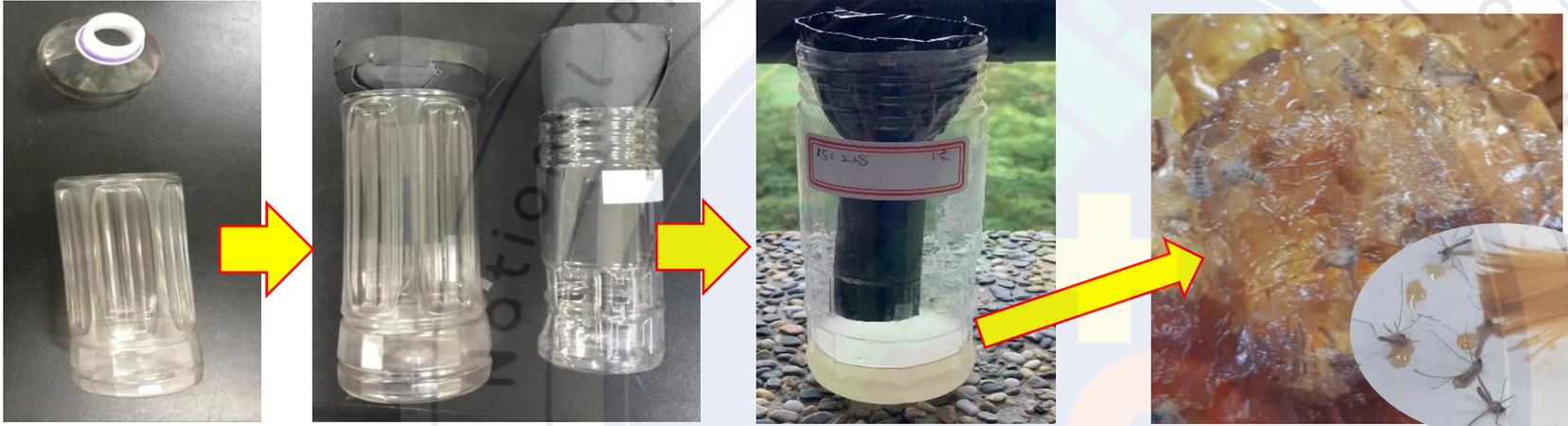


結論：二氧化碳濃度愈高與藍光燈端引蚊效果愈好

藍光引蚊實驗

二、探討環境因素對於校園蚊蟲常聚地點：廁所、草叢、地下室之影響

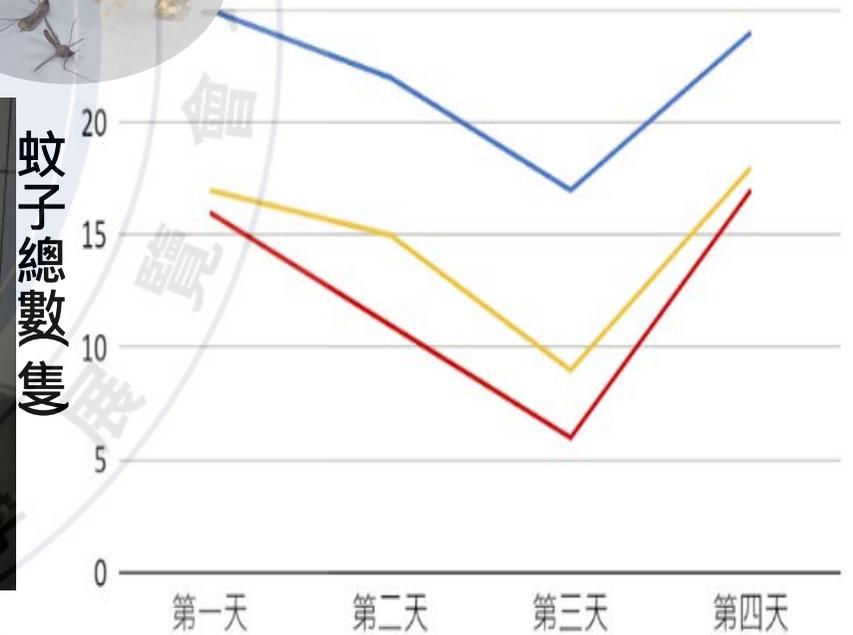
製作捕蚊瓶： 藉著砂糖發酵時所產生的「二氧化碳」來引蚊。



糖：小蘇打：水
= 5：1：2

四天三個地點與蚊子總數對照關係圖

■ 地下室陰暗處 ■ 操場邊草叢 ■ 一樓男廁



地下室陰暗處



操場邊草叢



一樓男廁

結論:蚊蟲喜愛溫暖、潮濕可躲避強光處

四天三夜蚊蟲統計圖

三、探討人工智慧應用對病媒蚊分類之成效

(一) Teachable Machine(TM平台)操作流程與建立分類模型

1. 影像辨識五步驟



Image Project

Teach based on images, from files or your webcam.

The screenshot shows the Teachable Machine interface. On the left, there are three sections for adding image samples: '10 Image Samples', '11 Image Samples', and '4 Image Samples'. A red circle highlights two mosquito images in the first section, and a blue circle highlights two mosquito images in the second section. Arrows point from these circles to the 'Training' section. The 'Training' section has a 'Model Trained' status and parameters: Epochs: 50, Batch Size: 16, Learning Rate: 0.005. On the right, the 'Output' section shows a mosquito image and classification results: '蚊蟲' (Mosquito) at 100% and '非蚊蟲' (Not Mosquito) at 0%.

(1) 定義問題

(2) 蒐集資料

(3) 資料前處理
(去背處理)

(4) 訓練模型
(先參數設定)

(5) 推論與預測

參數設定:由於蚊蟲訓練資料量120張不算多，避免Batch_Size過大沒有足夠的梯度下降讓損失函數達到平穩的低點，最後觀察得設定Epoch=50、Batch_Size=16效果較佳。

2. 分類效果不佳，刪除模糊資料，重新訓練

3. 資料集

(1) 在網路上搜尋病媒蚊(白線斑蚊、埃及斑蚊)與非病媒蚊(小黑蚊、瘧蚊)的圖片。建立各類別蚊蟲資料庫各20張。

類別1:非病媒蚊資料(僅呈現2張)

類別2:病媒蚊資料(僅呈現2張)



(1) 國衛院國家蚊媒中心廖倫德教授提供病媒蚊與非病媒蚊不同視角的照片。建立各類別蚊蟲資料庫非病媒蚊15張、病媒蚊30張。

	0°	60°	120°	180°
Culex 家蚊				
Aedes albopictus 白線斑蚊				
Aedes aegypti 埃及斑蚊				

(2) 利用手機搭配影像放大APP，拍攝校園蚊蟲15張



總共建立訓練資料共120張，
其中非病媒蚊50張(20+15+15)、病媒蚊50張(20+30)、
環境背景(白底)20張

(二)分類辨識模型效能評估

採用截留確認法驗證

實驗一：依照9：1方式切割

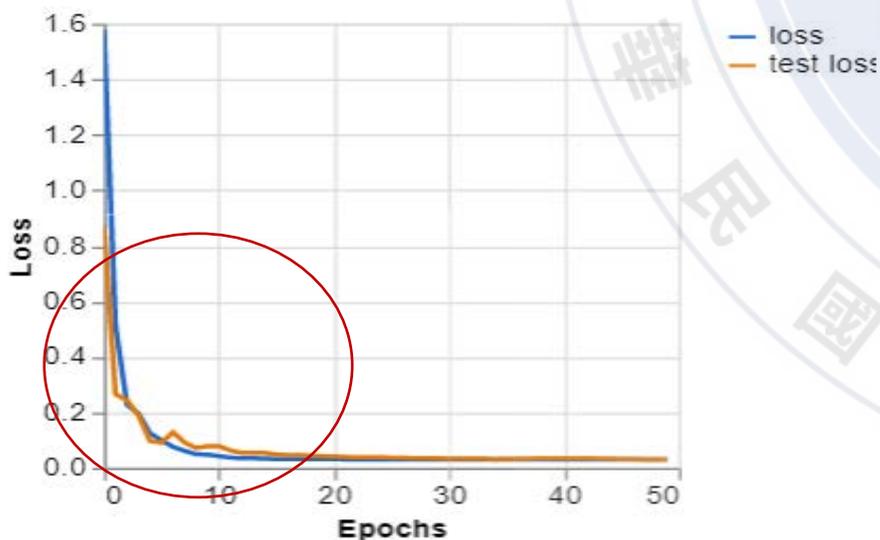
實驗二：依照8：2方式切割

實驗三：依照7：3方式切割

Accuracy per epoch LR=0.005



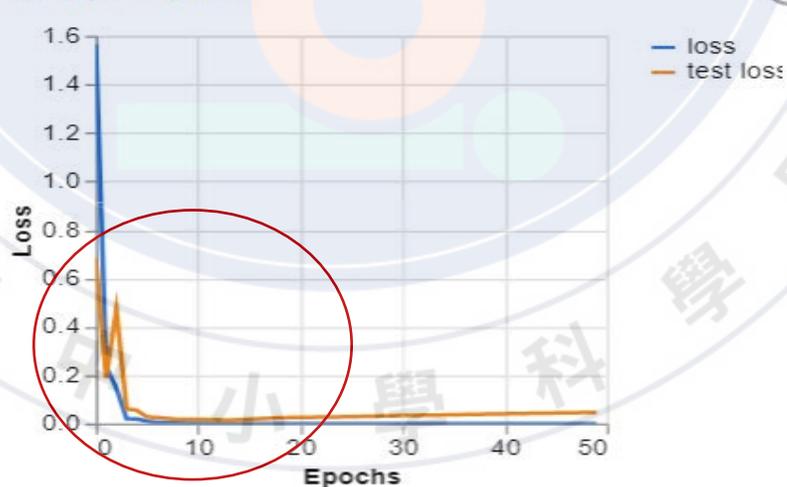
Loss per epoch



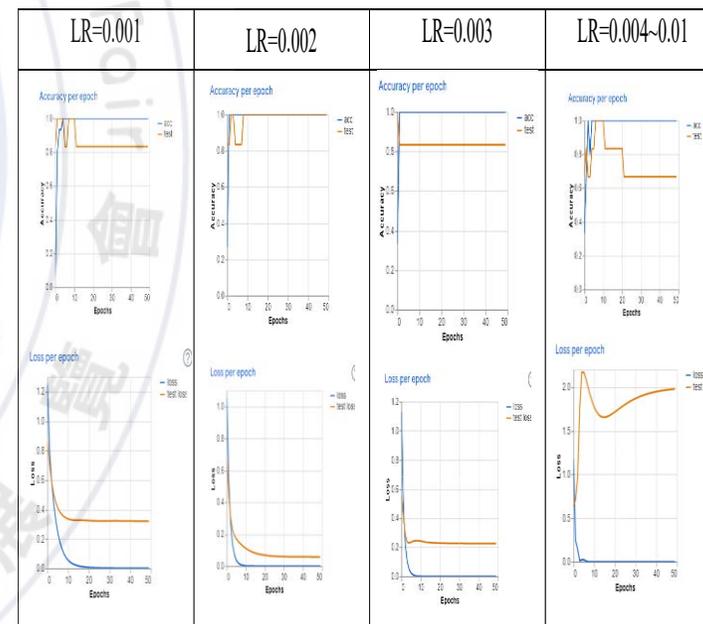
Accuracy per epoch LR=0.002



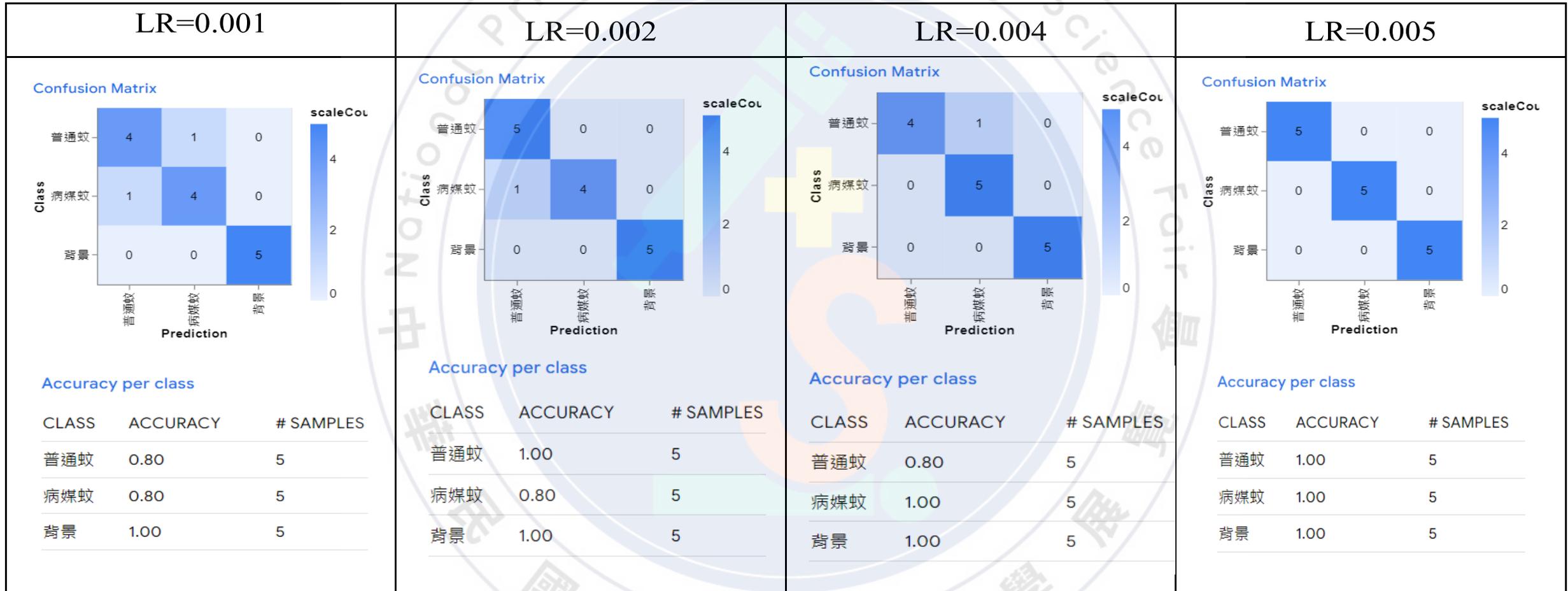
Loss per epoch



LR=0.004以上觀察出 test loss 急速上升，無法收斂。



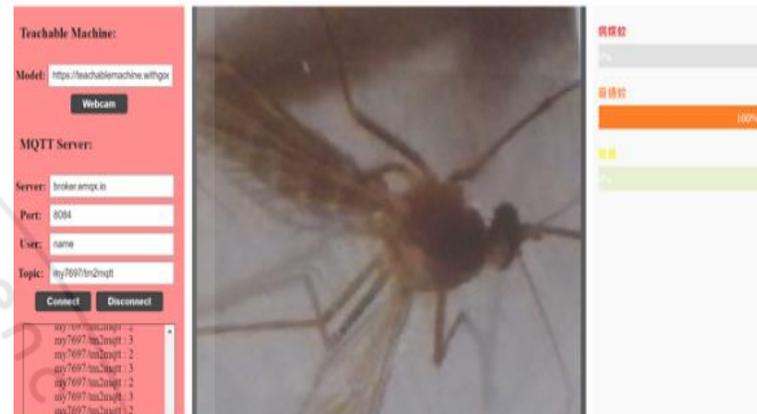
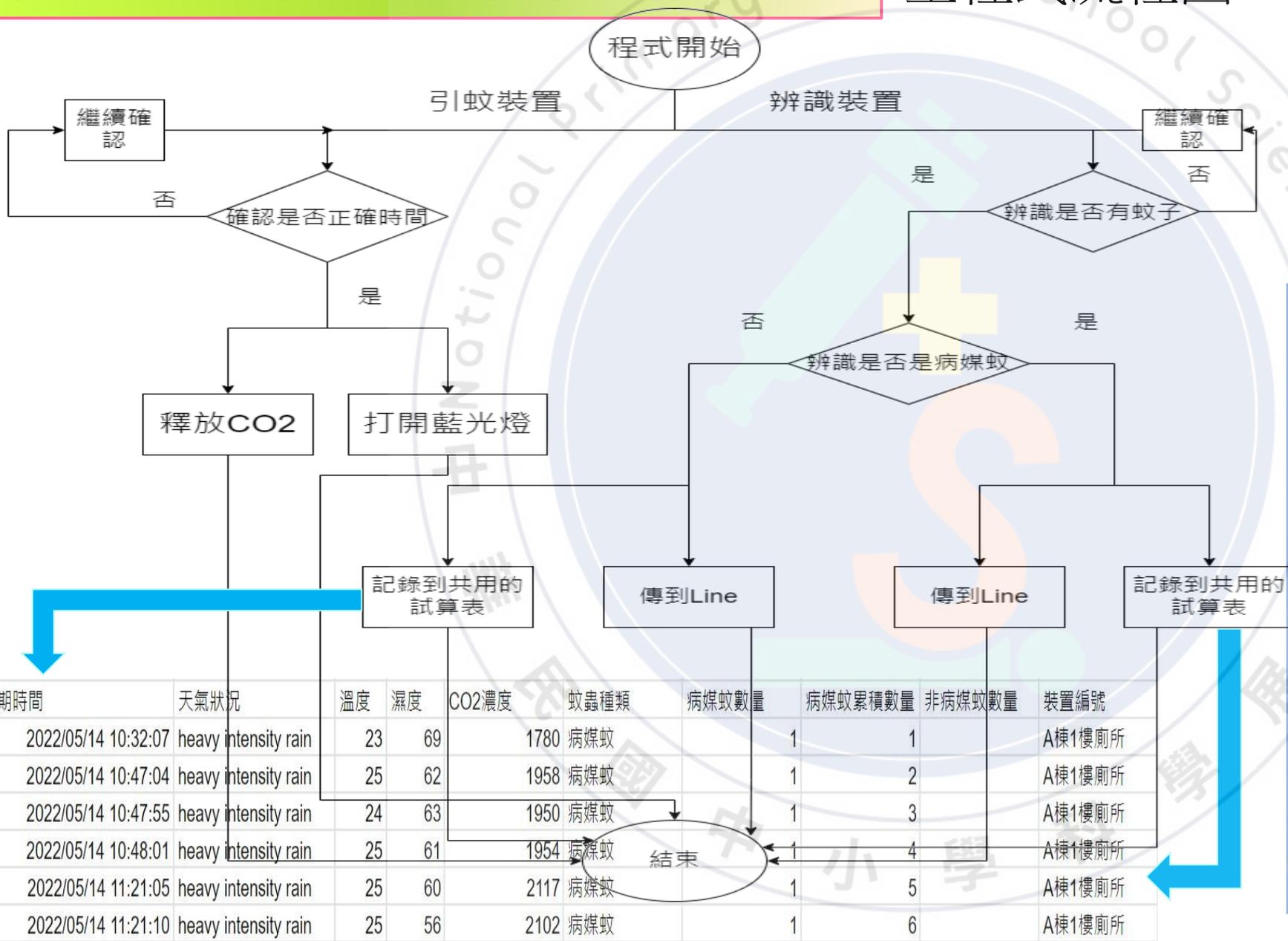
實驗四：依照9：1方式切割，Loss per epoch較佳的前四名比較不同LR對於準確率的影響。



訓練資料量為120張屬於小量，若切割太細的話會造成訓練量不足，而參數LR值就會影響錯誤辨識的情形發生。

四、建置病媒蚊即時通報系統

主程式流程圖



結論

蚊所遁形



引蚊系統

1. 實驗測試發現二氧化碳濃度愈高與藍光燈端引蚊效果愈好。

辨蚊系統

1. 人工智慧分類辨識實驗，在LR變大條件下，發現測試效果不佳。

2. AI分類辨識實驗，可觀察Confusion矩陣呈現的誤判情況，重新訓練資料。

即時通報系統

1. 結合物聯網功能，居民、學校或衛生單位皆可透過MQTT訂閱相關主題，同時透過Line Noitfy立即通知，避免有時間差的問題。

2. 病媒蚊資訊、環境狀態、簡易噴藥時間同步記錄在Google試算表，相關單位可針對此數據採取因應措施。

3. 智能手錶可遠端控制，即時通知，亦可同步獲取病媒蚊數量資訊。

未來展望

未來若想要動態捕捉蚊子姿態或利用蚊子翅膀振動發出的聲響，可利用TM平台的動態捕捉、語音辨識理應可以實現，這也是我們未來要努力研究的方向。

