

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學(一)科

032805

「疫」起守護校園——3A 智能防疫系統

學校名稱：臺南市立復興國民中學

作者： 國二 林承禧 國二 曾苡軒 國二 周楷育	指導老師： 黃吉楠 周建良
---	-----------------------------

關鍵詞：AI、Arduino、防疫

摘要

新冠病毒肆虐全球，也打亂各地人民生活。只有防疫做得好，才能讓生活恢復常軌。而校園正是防疫工作重要一環。我們利用物聯網開發出**智能環境偵測網**，結合**AI 技術**，實施**人臉口罩辨識**；並運用**Arduino** 模組，**自動偵測人員識別證、體溫及手部酒精測量**值。且能寫入資料庫，以取代紙本登錄更方便查詢。並開發專屬**APP** 利於人員操作管理。我們透過**實測驗證**系統的可執行性，結果發現整體檢測準確率約為**90.5%**。而我們持續系統的優化與改良，包括**即時語音提示、直覺化檢測介面、及檢測主機外盒的設計**等。整個檢測系統建置成本僅需**2,400 元**，而全部程式僅要**0.5GB**，利用隨身碟免安裝隨插即用，即可完成一個**3A(AI、Arduino、APP)**智能防疫系統。藉此達到**安全智慧便利有效率**的優質防疫校園。

壹、研究動機

新冠肺炎疫情至 2021 年 3 月為止，全球累積確診病例已經突破 1.23 億人次，造成死亡人數也突破了 271 萬。而其中校園學生屬傳染病高傳播族群，病毒易透過學生帶回家中，感染家中抵抗力低的老年人，因此校園防疫工作顯得更為重要。依據中央流行疫情指揮中心的校園防疫措施，包括：1.入校門須配合**體溫量測**，2.參加校內活動期間要**戴口罩**，3.訪客進入校園仍採**實名登記**。可是我們上學時常發現體溫偵測、實名登入等措施，不僅需要耗費大量人力，而且經常因人為操作因素而大排長龍延誤時間，也容易增加工作人員接觸感染的風險！

我們以此發想，希望將 AI 應用於防疫工作上。利用物聯網開發出「智能環境偵測網」，結合 AI 技術實施**人臉口罩辨識**，並運用 Arduino 模組，自動偵測**人員識別證、體溫及手部酒精測量值**，並寫入資料庫取代紙本登錄以方便查詢管理，藉此達到安全智慧便利有效防疫。

貳、研究目的

為了能建立安全便利的防疫系統，我們將進行系統分析規劃，讓 AI 防疫能結合體溫及酒精偵測器，來確保進出人員都能符合「**噴酒精、戴口罩、量體溫**」的要求。並考量實用性與成本，將相關資料記錄在雲端下，讓**實名登錄**能方便實施與查詢。再將防疫物資進行監測，並結合手機通知與查詢，讓管理更方便有效率。所以我們設定以下的研究目標：

- 一、建構「智能環境偵測網」。
- 二、建立人員登入管制 AI 模組。

三、桌椅設備使用 AI 即時監測。

四、防疫物資監測。

五、開發行動載具 APP。

參、研究設備及器材

一、使用的設備及軟體

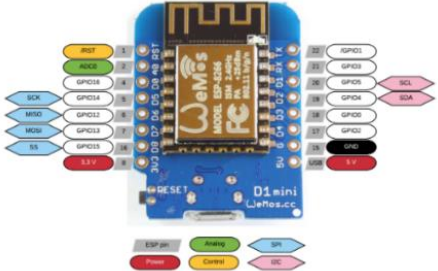
(一)實驗器材：Arduino UNO 板、Wemos D1 mini 開發板、MQ-2(酒精感測器)、超音波感測器、雷射模組、光源感測器、條碼掃描器、自動感應洗手機、Sensor Board、Webcam 等。

(二)實驗工具：麵包版、鉗槍、鉗錫、跳線等。

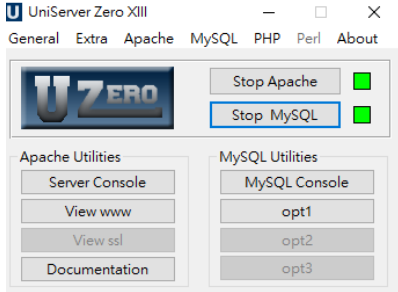
(三)應用程式：PHP、MySQL、Arduino IDE、Notepad++、Uniform Server、Teachable Machine 網站、p5.js、ml5.js 等。

二、設備及軟體說明

1. Wemos D1 mini 介紹

 <p>圖 3-1 Wemos D1 mini 圖</p>	<p>具有 WiFi 功能的 Arduino 開發版，非常適合開接開發 IOT(物聯網) 程式，並可直接用 Arduino IDE 開發，支援程式庫豐富且便宜，一個不到 100 元。</p>
--	---

2. Uniform Server

 <p>圖 3-2 Uniform Server 控制程式</p>	<p>The Uniform Server 是一套可以在 Windows 系統中運作的快速架站程式，內建 Apache 網頁伺服器與 PHP 程式語言、MySQL 資料庫。</p> <p>The Uniform Server 是可以直接解壓縮後直接執行，並快速建立專業級的網頁伺服器環境。</p>
--	--

3. MQ-2 酒精感測器



圖 3-3 MQ-2 酒精感測器

MQ-2 氣體感測器所使用的氣敏材料是在清潔空氣中電導率較低的二氧化錫 (SnO₂)。當感測器所處環境中存在酒精蒸汽時，感測器的電導率隨空氣中酒精氣體濃度的增加而增大。是一款適合多種應用的低成本感測器。

4. 超聲波感測器



圖 3-4 超音波感測器圖

超音波感測器由超音波發射器、接收器和控制電路所組成。當它被觸發時，會發射一連串 40 kHz 的聲波並且從離它最近的物體接收回音。探測的距離為 2 cm ~ 400 cm，精度為 0.3 cm，感應角度為 15 度。

5. 紅外線溫度感測模組(GY-906-BAA)



圖 3-5 紅外線溫度感測模組圖

供電電源：3-5v（內部低壓差穩壓）
 通信方式：標準 IIC 通信協議，校準的溫度範圍很廣：
 -40 ~ 125°C 用於傳感器溫度和
 -70 ~ 380°C 的物體溫度
 具有具有 0.5°C 的高精度高精度，0.02°C 的測量分辨率。

6. Sensor Board

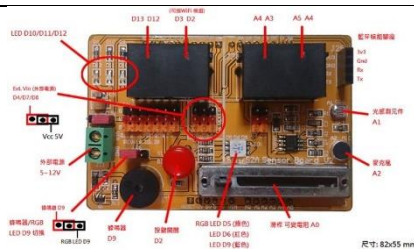


圖 3-6 Sensor Board

Sensor Board，是一款可直接安裝在 Arduino UNO 上的擴充板，此擴充板的特色為其原先便已配置數種感測器(例如光敏、聲音感測器)與輸出裝置(例如 LED、蜂鳴器)亦可支援使用者再利用 RJ11 或杜邦線外接其他的零組件來擴充其功能。

7. 條碼掃描器



圖 3-7 條碼掃描器

支援 1280*800 百萬像素高解析可讀手機或螢幕上的一維及二維條碼，主要功能為讀寫學生證上的條碼，進行人員認證。

8. Linkt 7697 物聯網開發板



肆、研究過程與方法

一、 研究流程

本研究利用物聯網並結合 AI 技術，建構一套**專屬防疫的智能環境偵測網**，能**自動對人員的登入進行管制**。當進入學習活動的密閉空間時，人員須戴口罩、體溫正常、手部酒精消毒後，方能以實名方式刷卡進入。而對於**桌椅設備**的使用，過去只能定時作一般維護消毒。但本研究利用 **AI 技術**，進行使用**人數的即時辨識**，希望達一定使用量之後，可以主動通知給管理人員，以維護設備清潔達到使用人員安全的目標。同時對於防疫物資**酒精存量**，能以 **Arduino 模組進行監測**。若有存量不足時，能主動通知給管理人員進行補充。因此我們開發專屬 **APP 傳訊系統**，並結合 **Line 通訊**，不僅能即時通知管理人員，且更方便操作有效率。

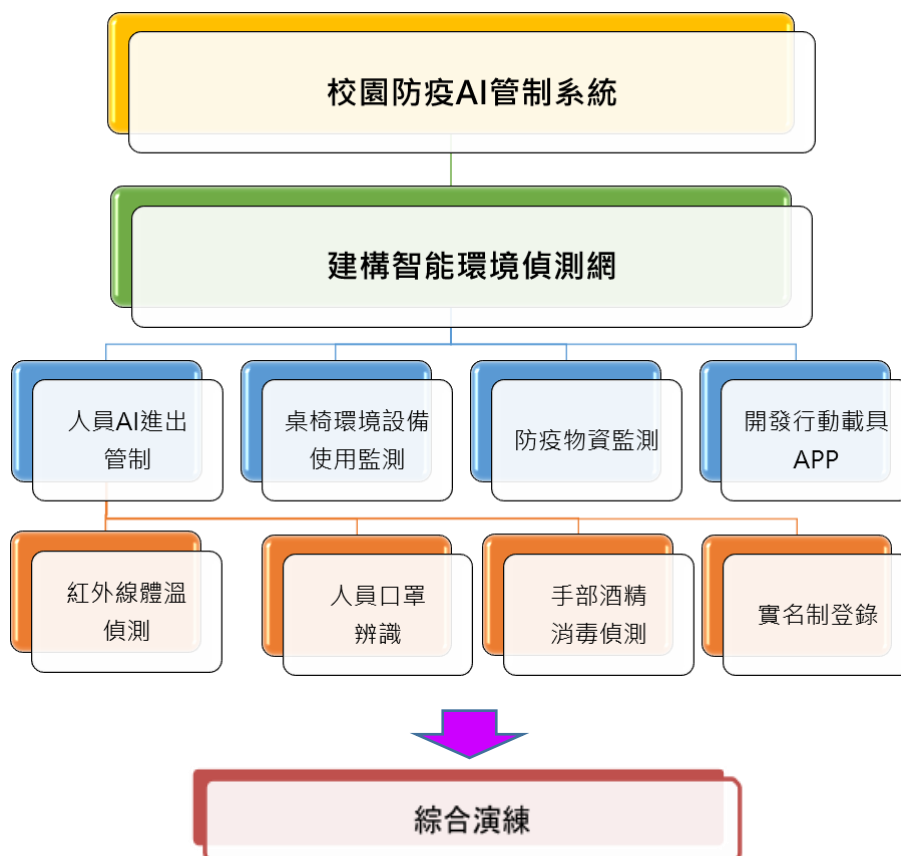


圖 4-1 系統架構圖

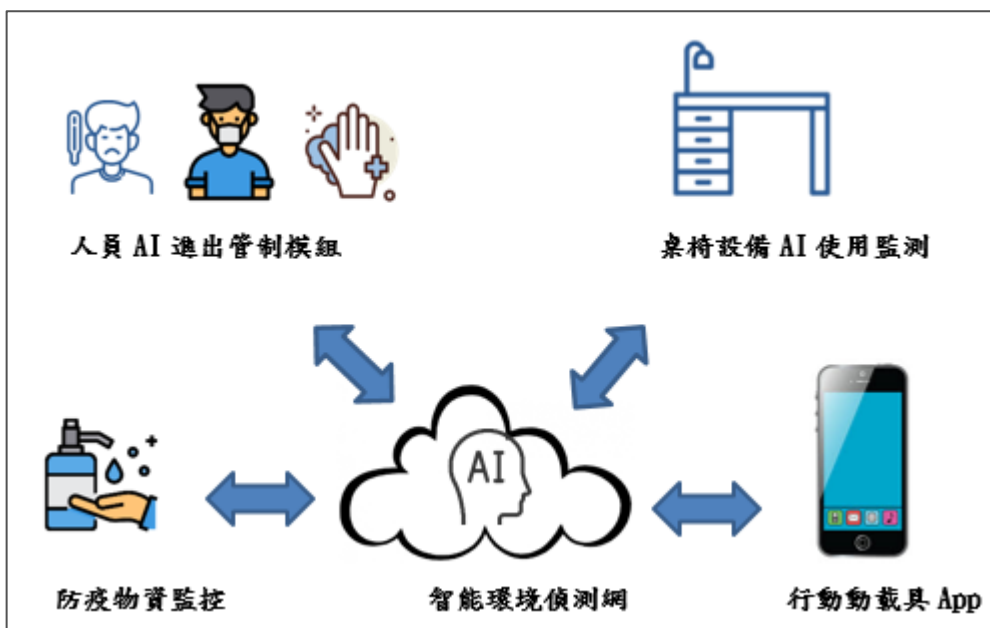


圖 4-2 系統運作圖

表 4-1 建置所需的軟體設備

1. 智能環境偵測網	以 UniServer 為開發平台，利用 PHP+MySQL 建立雲端管理系統。
2. 人員進出管制模組- 酒精偵測、體溫偵測	<p>利用 Arduino 結合不同偵測器，自製多功能偵測模組，結合環境偵測網，進行酒精偵測、體溫偵測。</p>  <p>圖 4-3 多功能偵測模組</p>
3. 人員進出管制模組- 人臉口罩辨識	利用 webcam 在 Teachable Machine 網站，進行影像 AI 辨識 的模型訓練，並結合應用於智能環境偵測網中。
4. 防疫物資監控	<p>利用光敏電阻，偵測雷射光，自製酒精存量感測器，能以 WiFi 與智能環境偵測網連結。</p>  <p>圖 4-4 酒精存量感測器</p>
5. 桌椅環境設備使用 監測	執行 ml5.js 的網頁程式，即可使用 COCO-SSD 訓練完畢的模型來執行即時的物件 AI 偵測 ，利用 web cam 進行即時人數統計，記錄於雲端資料庫中。
6. 行動載具 APP	App Invener2 開發新的 APP ，可讀取環境偵測的即時資訊結合 Line 做 通知 功能。

二、 文獻探討

我們從第 59 屆全國科展國中組，許雲婕、蔡宇翔所發表作品，『**自廢棄腳踏車～重生！人工智慧的應用研究**』一文，發現可以利用**影像辨識引擎**，標示出照片中的特定物體，也能夠辨識文字。他們善用人工智慧軟體工具，以**FB Messenger 結合 AI 評價**系統，提高舉報廢棄腳踏車的處理效率。利用 FB 聊天機器人的互動方式，只要花 3 分鐘，就能輕鬆舉報廢棄腳踏車。充分運用 AI 人工智慧，大幅改善廢棄腳踏車識別及舉報流程。

目前市面上有許多可偵測體溫的紅外線攝影系統，雖可快速查覺人體體溫，但是缺乏實名登錄的功能。而以酒精消毒手，是被認為有效的防疫手段。因此常見許多大賣場，具有自動酒精噴手裝置。但有時酒精用完了卻沒有補充，那這器具就失去了防疫作用。此外，進入校園戴口罩常需不斷的宣導，所以我們構思是否能有更簡單方式，讓校園防疫更有效便利呢？

Google 所釋出了無程式碼機器學習工具 **Teachable Machine**，讓人們可以利用人工智慧功能，以電腦攝影鏡頭辨識圖像。且讓使用者在**不需要專業知識和撰寫程式碼**的情況下，能簡單地為網站和應用程式**訓練機器學習模型**。Google 也提到，Teachable Machine 背後應用了開源 Javascript 機器學習函式庫 Tensorflow.js，可以**整合在其它的專案中進行使用**。我們即利用此網站，開發人臉口罩的辨識模型。而且再藉由結合 COCO 資料集，進行在物件偵測中，利用**單一影像的定位及辨識多個物件 (COCO SSD)**，以達到桌椅使用人數的統計與實作。讓我們整體的智能環境偵測系統，可以在**同一時間內以 AI 技術自動辨識人臉口罩**，以 **Arduino 模組主動偵測人員體溫、手部酒精消毒及識別證刷卡登錄**，達到智能防疫的無接觸管制系統。讓整體校園防疫工作更安全且便利有效率。

p5.js 是以 JavaScript 程式語言研發，能免費自由使用的開源程式庫，可強大並且輕易地應用在網頁作品中，並支援多項函式庫。其中機器學習程式框架 ml5.js，將其整合於框架 p5.js 中，很容易地將 **Teachable Machine 所訓練的模型進行整合**，實作圖像與即時視訊分類、音頻分類，及肢體分類等。

PHP，MySQL 與 Apache 三種免費軟體(free software)架構，是 Web 應用開發的強大組合工具，世界上眾多的網站都使用 PHP 作為他的網站程式語言，世界最大的社群網站 Facebook 即是一例。MySQL 是與 PHP 語言一起使用的最流行的資料庫系統，它是免費提供且易於安裝，更重要的是免費與強大的網路資源。Apache 是世界排名第一的 Web 伺服器，我們所使用 Uniform Server 是一套可以在 Windows 系統中運作的快速架站程式，可支援常見的 Apache 網頁伺服器與 PHP、MySQL 資料，而它另一項特色就是「不用安裝」！下載、解壓縮後直接執行即可馬上產出一個專業級的網頁伺服器環境。

Arduino 或是 link7697 等開發版可以讓你的電腦能夠擁有感應、控制真實世界的能力，使用者只需要用一個 USB 線連接電腦，完成編程和調試。利用一些簡易的感測器與現成的函式庫，輕易地來完成酒精與體溫的偵測。我們結合 PHP 等網頁技術，並使用 Teachable Machine 所訓練出來的模型作整合，就可以達到我們所要求的功能。更重要的是在**軟體的部份是免費的**，而硬體的部份僅需開發版與偵測器即可完成，**造價非常便宜**。

伍、研究結果

我們利用 **UniServer 建構智能環境偵測網**，其主要功能如下。首先在**刷卡登入的同時**，就能進行**體溫偵測、手部酒精消毒偵測及人員口罩辨識**等重要防疫措施，以達到人員 AI 進出管制！而在 AI 智能監測桌椅設備的使用次數部分，系統能利用 **AI 自動辨識及 Arduino 自動監測**，當桌椅使用次數超標時，或檢測酒精剩餘量將用盡時，系統就會即時通知清潔人員進行清潔或補充。我們更自行開發程式，並**結合手機 Line** 做通知的功能，以利方便管理。

為了確認相關功能要達到目標，與驗證感測器與系統整合運作正確，AI 辨識能發揮作用。我們規劃了以下六個實驗，以期系統能發揮效益。詳如表 5-1 所示：

表 5-1 各項實驗功能列表

實驗	功能
【實驗一】建構智能環境偵測網	學生能實名登錄並整合其它功能介面。
【實驗二】人員 AI 進出管制模組	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立人員有無配戴口罩模型，並以人工智慧進行 AI 辨識。 2. 即時偵測人員體溫，與手部酒精偵測。 3. 人員實名登錄檢測。
【實驗三】桌椅環境設備使用監測	以人工智慧進 AI 監測桌椅使用人數，有效提升消毒清潔工作效率。
【實驗四】防疫物資監測與實作	以 Arduino 偵測酒精剩餘量，並藉由智能環境偵測網即可透過 APP 通知人員進行補充。
【實驗五】開發行動載具 APP	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開發專屬 APP 進行查詢。 2. 結合 IFTTT 服務，進行訊息通知。
【實驗六】綜合演練	<ol style="list-style-type: none"> 1. 圖書館與社團課程的實際演練。 2. 系統修正與再優化(檢測界面、語音提示)。 3. 受測者姿態的控制與檢測海報設計。 4. 社團課程再實測與結果分析。

【實驗一】建構智能環境偵測網

(一)實驗目的：紀錄學生基本資料，供學生登入時進行基本資料提取，做到實名登入，並可透過物聯網，與其它模組，整合作業。

(二)實驗步驟：利用 PHP+MySQL 開發了雲端資料庫紀錄系統，首先建立出學生基本資料表(如圖 5-1-1)。我們將資料表的欄位規畫如下：

#	名稱	型態	編碼與排序	屬性	空值	預設值	備註	額外資訊
1	student_id	int(3)			否	無		AUTO_INCREMENT
2	n_class	varchar(3)	utf8_general_ci		否	無	班別	
3	n_number	varchar(2)	utf8_general_ci		否	無	班別座號	
4	s_serial	varchar(12)	utf8_general_ci		否	無	學號	
5	s_class	varchar(3)	utf8_general_ci		否	無	班級	
6	s_number	smallint(2)		UNSIGNED ZEROFILL	否	無	座號	
7	s_name	varchar(20)	utf8_general_ci		否	無	姓名	
8	s_sex	varchar(20)	utf8_general_ci		否	無	性別	
9	s_selfid	varchar(20)	utf8_general_ci		否	無	身份證字號	
10	mk_time	datetime			否	0000-00-00 00:00:00	登錄時間	

圖 5-1-1 學生基本資料-資料表結構

其系統運作，可透過物聯網，與其它模組，協同作業，共同進行校園防疫工作。



圖 5-1-2 防疫系統架構圖

(三)實驗結果與討論：

1. 經過許多次的實測，系統運作正常，皆能達到預期目標。
2. 檢測的介面亦不斷地修正與進化，讓受測者的介面更符合人性化。

【實驗二】人員 AI 進出管制模組

一、 建立口罩辨識 AI 模型

(一)實驗目的：利用人工智慧，建立人員有無配戴口罩等的辨識模型。

(二)實驗步驟：我們利用 **Teachable Machine** 網站，進行影像辨識的模型訓練，模型的圖片取樣方式：

1. 建立三個不同的圖庫分別是有**攜帶口罩**、**無攜帶口罩**和**背景**。
2. 並依照各個圖庫所需要相對應的圖片進行訓練。
3. 最後訓練好便能分辨影像中的狀況是否符合。
4. 為了驗證模擬訓練成果，並由不同性別的學生建立模型，並分別戴不同顏色的口罩進行測試。

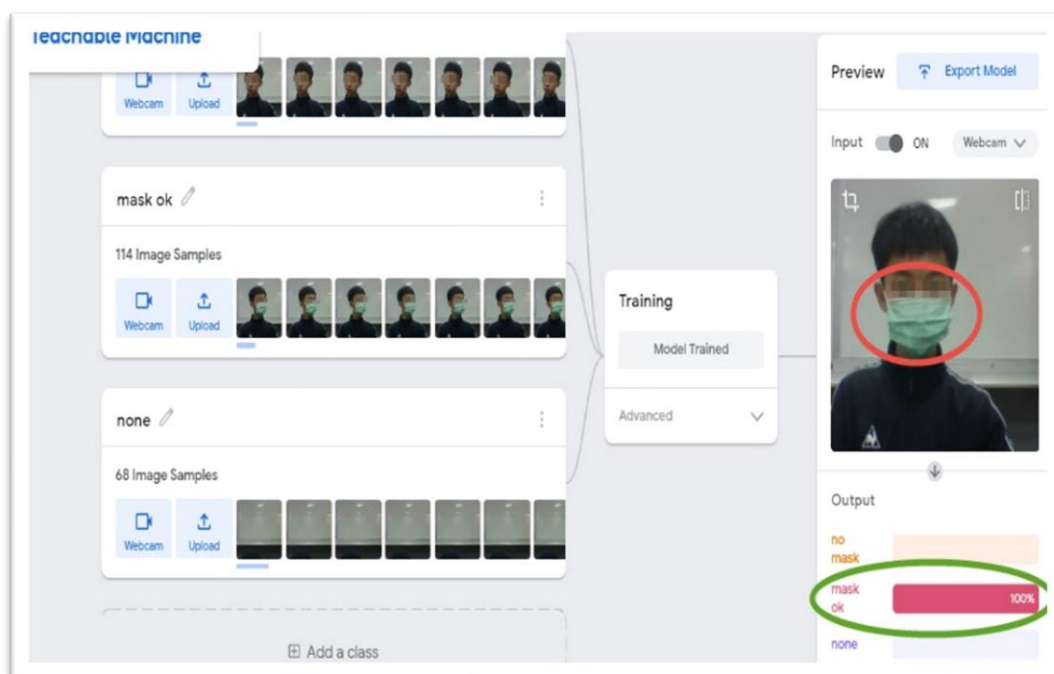


圖 5-2-1 口罩辨識模型的訓練

(三)實驗結果與討論：

1. 以男生建置模型，檢測結果如表 5-2-1：

表 5-2-1 檢測結果

全部:58 人次	有戴口罩 29 人	無戴口罩 29 人
檢測有口罩	28	5*
檢測無口罩	1*	24
檢測準確率： $[(58-6)/58]*100%=89.6\%$		

*代表檢測錯誤

2. 以女生建置模型，檢測結果如表 5-2-2：

表 5-2-2 檢測結果

全部:60 人次	有戴口罩 30 人	無戴口罩 30 人
檢測有口罩	25	1*
檢測無口罩	5*	29
檢測準確率： $[(60-6)/60]*100\%=90\%$		

*代表檢測錯誤

3. 不管是男生或是女生去建立模型，我們發現皆有效檢測出，故性別及口罩顏色與檢測無關。

4. 我們分析檢測有錯部份，當受檢人員其頭髮遮住了臉，AI 會將其辨識錯誤，其中有一人因配戴變色鏡片，照光之後變成墨鏡，造成系統的誤判。

二、 多功能登入偵測模組

(一)實驗目的：利用紅外線溫度感測模組與 MQ2 酒精感測模組結合 Arduino，即時偵測人員體溫是否正常，並完成手部酒精偵測。

(二)實驗步驟：

1. 規劃設計登入流程，如圖 5-2-2 所示。
2. 依圖 5-2-3 完成多功能偵測模組，利用 Arduino 自行開發的紅外線體溫偵測模組，當人員要進入校園圖書館時，自動檢測體溫。
3. 紅外線體溫偵測模組的有效測量距離為 2 cm，因此我們利用超聲波感測器搭配蜂鳴器，當人與感測器的距離小於 2 cm 時，蜂鳴器會發出聲音代表可以正確測量體溫。
4. 利用 MQ2 酒精感測模組，在刷卡登入的同時，靠近感測器，檢測手部酒精的數值。
5. 如(圖 5-2-3)，我們利用資料表相關欄位設計如下(如圖 5-2-4)，當人員要進入校園、活動空間如教室、圖書館時，利用電腦刷卡取得學號。
6. 當人員進入時要先進行手部酒精消毒，再經過多功能偵測模組及 AI 口罩辨識，檢測合格登入成功後，系統將人員資料傳送到資料庫，方便日後進行查詢。

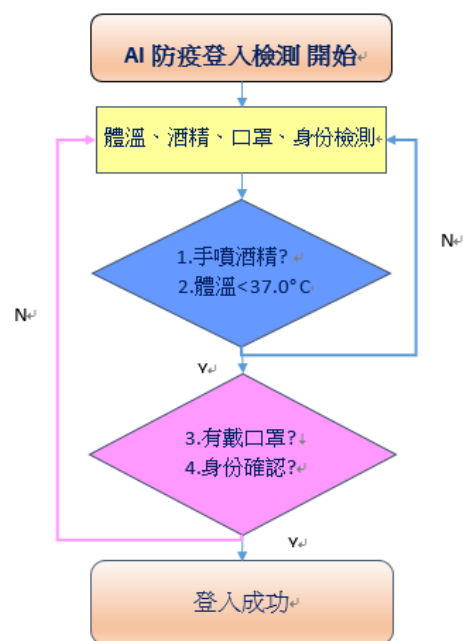


圖 5-2-2 登入流程圖

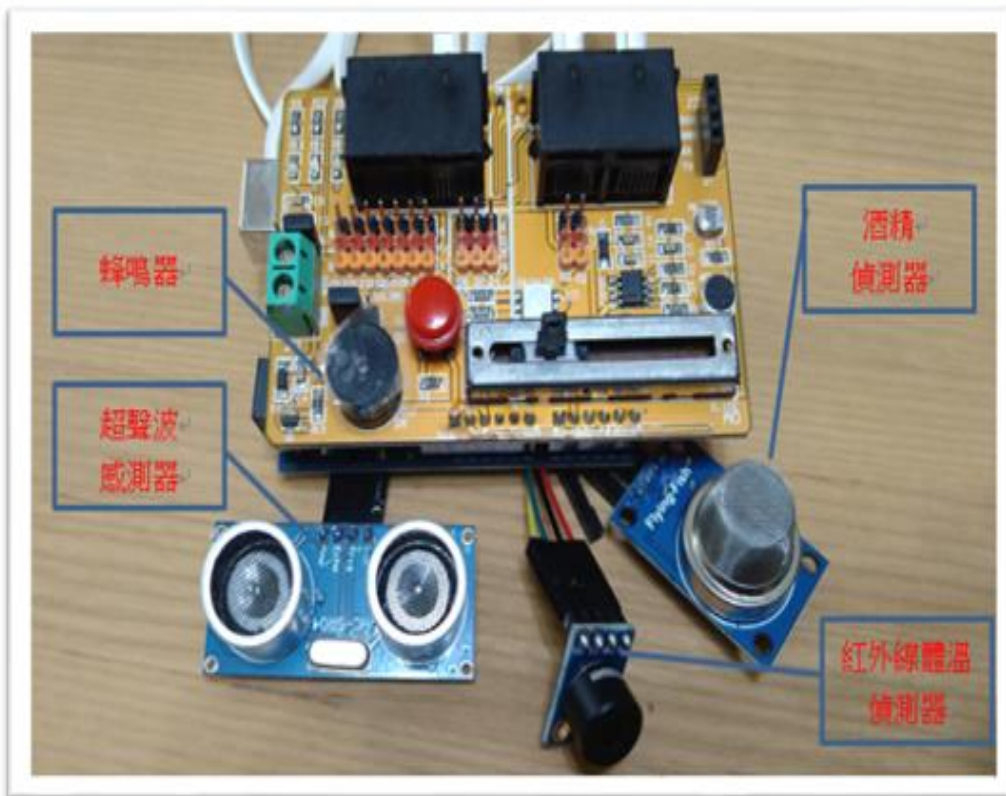


圖 5-2-3 多功能偵測模組(第一代)

#	名稱	型態	編碼與排序	屬性	空值	預設值	備註	額外資訊
1	signin_id	int(5)			否	無		AUTO_INCREMENT
2	n_class	varchar(3)	utf8_general_ci		否	無	班別	
3	n_number	varchar(2)	utf8_general_ci		否	無	班別座號	
4	s_serial	varchar(12)	utf8_general_ci		否	無	學號	
5	s_selfid	varchar(20)	utf8_general_ci		否	無	身份證字號	
6	s_class	varchar(3)	utf8_general_ci		否	無	班級	
7	s_number	smallint(2)		UNSIGNED ZEROFILL	否	無	座號	
8	s_name	varchar(20)	utf8_general_ci		否	無	姓名	
9	tempature	varchar(5)	utf8_general_ci		否	無	體溫測量值	
10	alcohol	varchar(5)	utf8_general_ci		否	無	酒精測量值	
11	mask	varchar(20)	utf8_general_ci		否	無	口罩測量	
12	mk_time	datetime			否	無	記錄時間	
13	mk_date	date			否	無	測量日期	
14	com_str1	varchar(20)	utf8_general_ci		否	無		
15	com_str2	datetime			否	無		

圖 5-2-4 登錄檢測資料-資料表結構

(三)實驗結果

檢測運作如圖 5-2-5 到圖 5-2-9 所示，皆能有效運作且判別正常。但是我們發現所有的線材都是裸露，容易因為檢測設備進行架設時，造成線路脫落或短路等情形。因此我們利用學校雷切設備，進行多功能偵測主機外盒設計。希望將其相關配線進行整理收納，就可避免線路脫落短路等問題。



圖 5-2-5 未戴口罩



圖 5-2-6 體溫過高



圖 5-2-7 非校內學生



圖 5-2-8 酒精不合格

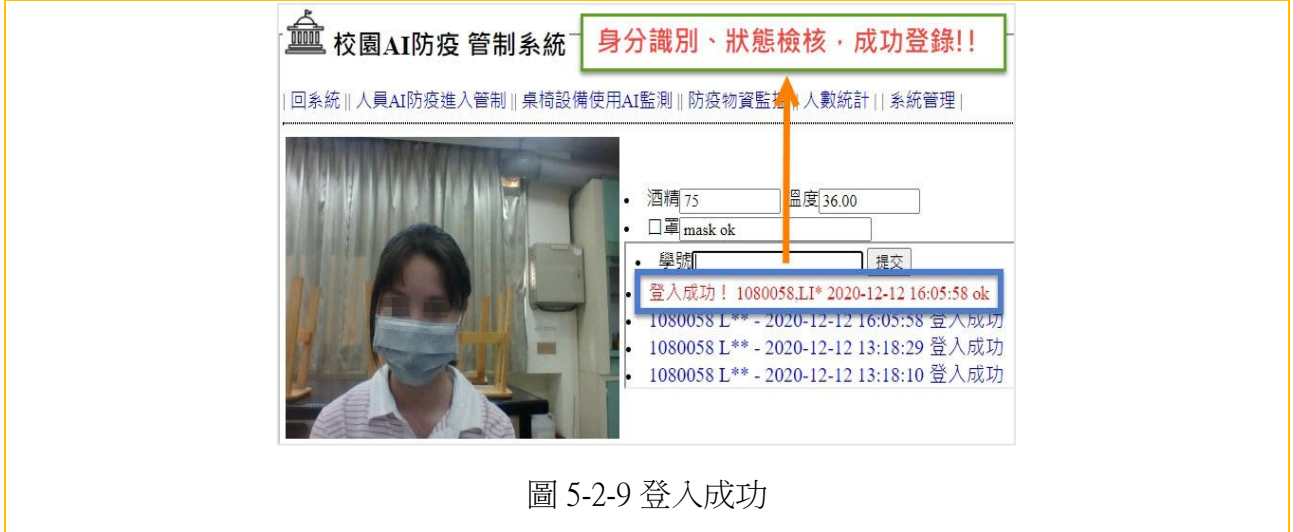


圖 5-2-9 登入成功

【實驗三】桌椅環境設備使用監測

一、實驗目的：監測桌椅使用人數，準確提升消毒清潔效率。

二、實驗步驟：

1. 利用 ml5.js 即可使用 COCO-SSD 訓練完畢的模型來執行即時的物件偵測，利用程式當辨識值為「person」時，進行累加，即可達到設備即時使用人數的統計，每隔 5 分鐘統計一次，即可得到該設備的使用人數。
2. 並利用物聯網，將資料同步雲端，當累積到一定人數，立即通知相關人員，進行整理消毒。
3. 我們所規劃得資料表如圖 5-3-1，再依圖 5-3-2 監測流程圖進行程式設計，執行的結果如圖 5-3-3 桌椅境設備人數即時辨識。

#	名稱	型態	編碼與排序	屬性	空值	預設值	備註	額外資訊
1	place_id	int(10)		UNSIGNED	否	無		AUTO_INCREMENT
2	place_name	varchar(30)	utf8_general_ci		否	無	桌號名稱	
3	sensor_id	varchar(10)	utf8_general_ci		否	無	偵測器編號	
4	person_count	int(5)			否	無	人數	
5	ps	varchar(40)	utf8_general_ci		否	無	備註	
6	mkdatetime	datetime			是	NULL	日期時間	

圖 5-3-1 閱讀桌使用人數 -資料表結構

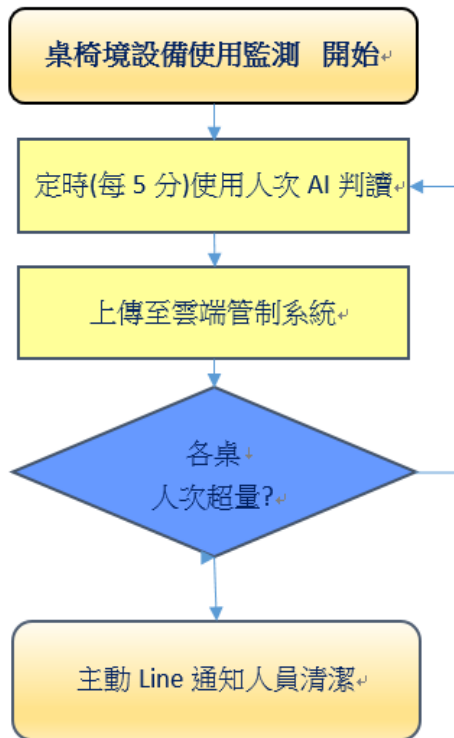


圖 5-3-2 監測流程圖



圖 5-3-3 桌椅境設備人數即時辨識

```

13 function preload() {
14   detector = ml5.objectDetector('cocossd');
15 }
16 function setup() {
17   createCanvas(400, 300);
18   video = createCapture(VIDEO);
19   video.size(400, 300);
20   video.hide();
21   detector.detect(video, gotDetections);
22 }
23
24 function draw() {
25   image(video, 0, 0);
26   let num = 0;
27   for (let i = 0; i < detections.length; i++) {
28     let object = detections[i];
29     if (object.label=='person'){
30       num++;
31       stroke(0, 255, 0);
32       strokeWeight(4);
33       noFill();
34       rect(object.x, object.y, object.width, object.height);
35       noStroke();
36       fill(255);
37       textSize(24);
38       text(object.label, object.x + 10, object.y + 24);
39     }
40   }
41   stroke(110, 255, 100);
42   textSize(24);
43   text("人數="+num , width/2, 24);
44 }
45
  
```

圖 5-3-4 即時辨識程式碼

三、實驗結果與討論：

我們利用教室進行實測：



圖 5-3-5 偵測範圍示意圖

圖 5-3-6 教室實測圖

圖 5-3-7 IFTTT 通知圖

1. 圖 5-3-5 為偵測範圍示意圖，紅色箭頭代表偵測視角範圍。
2. 可偵測範圍內共有學生 14 人，而實測得人數為 5~7 人，如圖 5-3-6。但因為人員會在空間內活動走動，因此偵測數值也會跟著變動。
3. 此班級人數為 30 人，我們設定當教室內活動人次達到 300 人次時，系統需進行通知。
4. 以每 10 秒鐘測量一次，連續測量 20 分鐘，共得 306 人次。此時系統會立即通知，代表系統運作順利正常，如圖 5-3-7。

【實驗四】防疫物資監測與實作

一、實驗目的：隨時偵測酒精剩餘量，智能環境偵測網即可透過 APP 通知人員進行補充

二、實驗步驟：

1. 利用 Arduino 控制雷射光，通過裝有酒精的瓶內，並照射在光敏電阻上，每 5 分鐘測量一次。
2. 當酒精即將用盡時，當酒精的存量不足時，因為光折射造成光敏電阻訊號發生改變。透過 Wifi 傳送到智能環境偵測網，再經由 APP 結合 Line 通知人員適時添加所缺酒精。

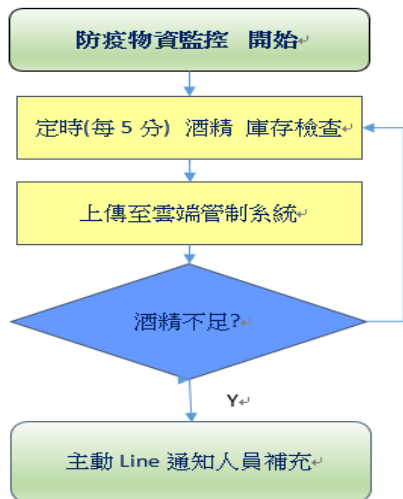


圖 5-4-1 監控流程圖

校園AI防疫 管制系統			
回系統 人員AI防疫進入管制 桌椅設備使用AI監測 防疫物資監控 人數統計 系統管理			
全部列表 共 4 筆			
設備名稱	偵測器編號	庫存狀況	通知時間
噴霧器4號	4	ok	2020-12-04 23:18:30
噴霧器3號	3	ok	2020-12-04 23:18:25
噴霧器2號	2	ok	2020-12-04 23:17:47
噴霧器1號	1	error	2020-12-04 17:16:31

圖 5-4-2 防疫物資監控即時辨識



圖 5-4-3 酒精存量感測圖(第一代)

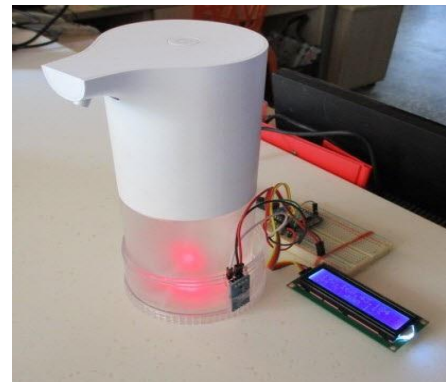


圖 5-4-4 酒精存量感測圖(第二代)

三、實驗結果：

如圖 5-4-5~圖 5-4-7，因為光度越強，光敏電阻所測得數值越小，當瓶內有酒精時為 137，而如果用完了酒精則變成了 117。故我們可以利用數值的變化，將資料送至雲端，再由系統啟動通知，讓人員能即時掌握防疫物資訊息，如圖 5-4-8。系統皆能順利且正確運作。

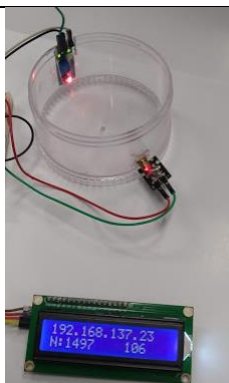


圖 5-4-5 無物品，
測量值 106
設備的 IP 是
192.168.137.23



圖 5-4-6 瓶內有酒
精，測量值 137



圖 5-4-7 瓶內無酒
精，測量值 117

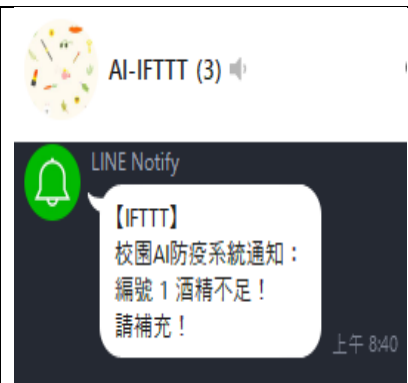


圖 5-4-8 IFTTT 通知

【實驗五】開發行動載具 APP

一、實驗目的：開發專屬 APP，利用系統將結合 IFTTT 服務，發送 Line 通知功能，即可通知管理人員進行清潔消毒和補充添加酒精，可對防疫管制系統進行查詢。

二、實驗步驟：

1. 利用 App Inventor2 開發新的 APP，可讀取環境偵測的即時資訊，並利用 IFTTT 服務結合 Line 做通知功能。
2. 當酒精用盡或桌子使用人數超過時，即可通知人員清潔消毒和添加酒精。



圖 5-5-1 清潔 Line 通知



圖 5-5-2 補充 Line 通知



圖 5-5-3 App 運作圖

三、實驗結果：

檢測運作如圖 5-5-1 到圖 5-5-3 所示，進行實用性的測試，結果顯示系統皆能正確運作。

【實驗六】綜合演練

一、圖書館實際裝置演練：

為了驗證裝置有效運作，我們將此 AI 防疫系統如圖 5-6-1，裝設在本校圖書館中，依圖 5-6-2 進行實作檢測，並從當中發掘問題，以利系統的改進。

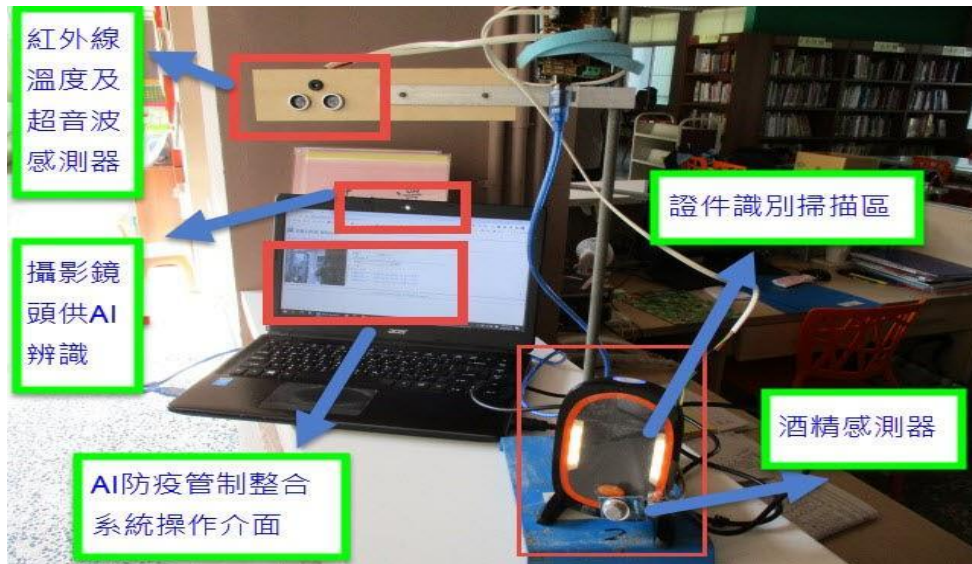


圖 5-6-1 多功能偵測模組整合實物圖(第二代)



圖 5-6-2 AI 防疫檢測流程圖

現行防疫措施需要有人量測體溫、並進行酒精消毒，且需要紙本登錄實名制，這些過程不僅花時間也耗人力，也增添工作人員染疫風險，如圖 5-6-3。而利用我們所開發的系統，不僅 **AI 防疫、省人力、零接觸更安全**，而在桌椅設備使用人數監測及防疫物資控管上，皆能有效運作，讓整體防疫工作更有效率。如圖 5-6-4~圖 5-6-8。



圖 5-6-3 現行防疫措施圖



圖 5-6-4 零接觸 AI 防疫圖

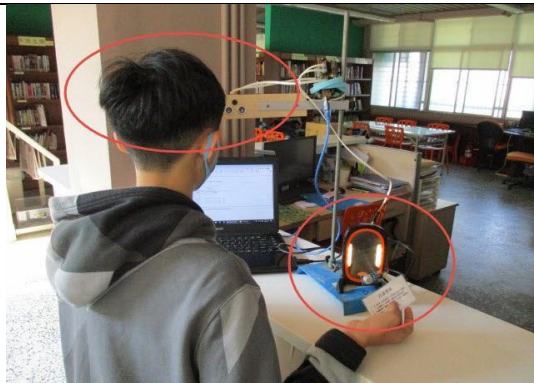


圖 5-6-5 AI 防疫檢測圖



圖 5-6-5 AI 防疫檢測圖



圖 5-6-7 桌椅設備使用 AI 監測圖

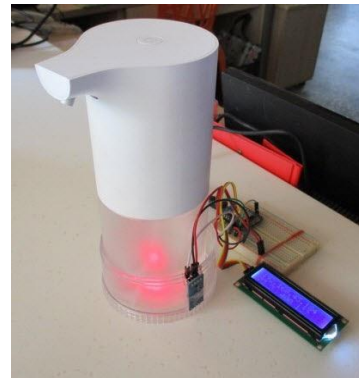


圖 5-6-8 酒精存量感測圖(第二代)

二、系統修正與再優化

當我們做完圖書館的實作之後，仔細檢討後，我們再進行系統優化，包括有：

(一)檢測的介面以顏色提示是否通過：

利用**圖形顯示**檢測項目及結果，直覺顯示且好用。所我們設計共有 3 個正方形，分別檢測**酒精**、**額溫**、及**口罩是否戴上**。綠色代表正常，紅色代表失敗。也就是要能順利通過系統的檢測，需要三個都是綠色，才能合格通過，讓**檢測結果，一目了然**。



圖 5-6-9 檢測的介面優化

(二)系統即時語音的提示：

利用語音的提示，可以讓**受檢測的人更容易獲得系統的回饋**。我們先設計相關的語料，再利用 **google 文字轉語音**線上工具(<https://soundoftext.com/>) 完成了相關語音的 mp3 下載，並整合於系統中。而語音包括有 (1)手請用酒精消毒！(2)體溫不正常！(3)請戴上口罩！(4)請輸入學號！(5)登入失敗！查無此人資料！(6)登入成功！等，如果未來有需要，可以**立即轉成台語或英語來播放**，讓系統更親民，**符合與 AI 的人性化互動！**

(三)多功能偵測主機外盒設計：

當我們確定偵測主機其相關功能後，進行外盒設計，並用雷射切割外盒，不僅美觀，更能讓線路進行收納，改善原本線材因為拉扯，造成短路，並增加使用便利性。

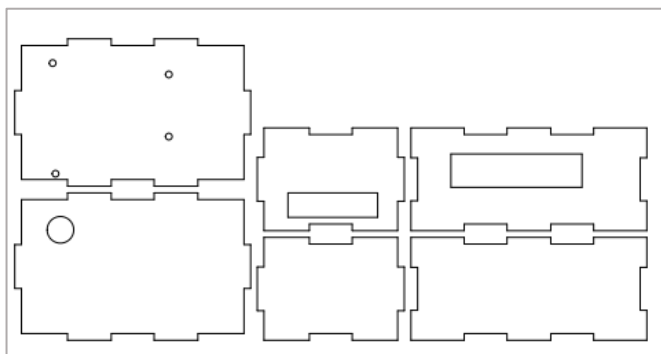
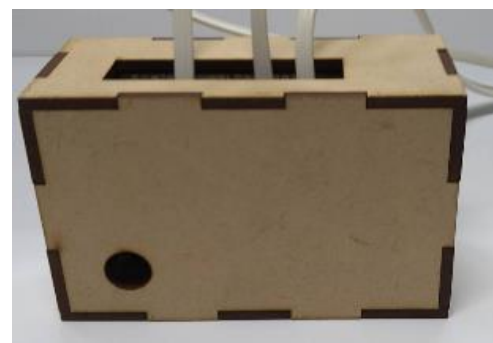


圖 5-6-11 外盒雷射設計圖圖



5-6-12 實物組裝圖

(四)受測者姿態的控制：

為了有效測量額溫，我們設計了超聲波感測器來讓待測人員需與紅外線感測器的距為 2 cm，並發出聲音來提示！同時測量值必需為 34 ~37 度，避免有人沒有測量額溫，而系統認為待測人員並沒有體溫過高不正常情形，而予以通過登錄。

(五)受測人員的海報設計：

系統是否能有效率地運作順暢，適當的引導操作是關鍵。故我們設計說明看板，讓受檢人員能迅速到達定位，進行檢測。並設計簡單操作口訣「一噴、二量、三刷」，以達快速有效檢測的目標。



圖 5-6-11 第一代(左)與第二代(右)檢測說明海報

三、社團課程再實測

為了再次驗證及優化本系統，我們利用週六的社團課程時間來進行實測，並且全程都以 2 部攝影機進行同步錄影，如圖 5-6-11。在檢測時間內共有 129 人，但其中有 3 個學生沒有帶學生證，因此實際有 126 人進行檢測，其中男生有 81 人、女生有 45 人。檢測結果如下表 5-6-1~表 5-6-3，整體檢測準確率為 90.5%。



圖 5-6-11 實際檢測圖(照片已變色處理)

表 5-6-1 男生檢測分析表

男生共 81 人	有戴口罩 72 人	無戴口罩 9 人
系統檢測有口罩	66	3*
系統檢測無口罩	6*	6
男生檢測準確率： $\frac{81-6-3}{81} * 100\% = 88.9\%$		

*紅色代表檢測錯誤

表 5-6-2 女生檢測分析表

女生共 45 人	有戴口罩 44 人	無戴口罩 1 人
系統檢測有口罩	42	1*
系統檢測無口罩	2*	0
女生檢測準確率： $\frac{45-2-1}{45} * 100\% = 93.3\%$		

*紅色代表檢測錯誤

表 5-6-3 全部檢測分析表

學生共 126 人	有戴口罩 116 人	無戴口罩 10 人
系統檢測有口罩	108	4*
系統檢測無口罩	8*	6
檢測準確率： $\frac{126-4-8}{126} * 100\% = 90.5\%$		

*紅色代表檢測錯誤

我們在進行實測後，也收集受測者和管理人員的回饋建議。許多同學表示，利用這個系統來驗證是否有戴口罩與手噴酒精，是件有趣的事情。也有同學表示，在進行檢測時，**不容易看到自己檢測的畫面**，可以再作改善。而相關管理的行政人員表示，若能推廣此系統，必可節省許多人力及物資。更建議能增加**校外人士條碼的申請登錄**，以利校外人員管制使用。

陸、討論

- 一、紅外線體溫感測器，有效測量距離為 2 cm。因此本研究以**超聲波模組**作為**測距**工具，當人與感測器距離小於 2 cm 時，用蜂鳴器發聲代表正確量測，不僅有效又方便。
- 二、人臉口罩 **AI 辨識**有無戴上口罩**效果佳**，但有時會受姿勢或背景造成誤判，我們利用海報的檢測進行說明，並加強背景的 AI 模型訓練，以提升辨識效果。
- 三、進行桌椅設備使用 AI 監測時，由於模型檔較為複雜，造成辨識人數較不準確。辨識人數時，容易因人體姿勢、光線、或背景等問題，造成辨識度較低。
- 四、我們使用「桌椅環境設備使用監測」時，發現現場人數為 14 人，但是實際偵測人員僅有 7~8 人，推估可能原因為有些人被其他遮住了，或剛好是在移動，但是系統無法辨別。但是以其此為基準，可進行合理推估。
- 五、在實驗六中，我們根據錄影的影片去進行觀察，發現有戴口罩的人卻被判別是無，共有 8 人。我們進行這些錯誤樣態分析如下。

(一)男生的部份：有戴口罩卻被測無，共6人，其中口罩的顏色分別為：黑色3人，白色1人，藍色1人、橘色1人。其中有三人因為姿態過高，結果判斷錯誤。

(二)女生的部份：有戴口罩卻被測無，共2人，口罩的顏色為白色1人，藍色1人。其中有一人站的過高，造成判斷錯誤。無戴口罩卻被測有，可能原因為測量姿態錯誤！

六、在實驗六中，我們根據錄影的影片去進行觀察，發現無戴口罩的人卻被判別是有，共有5人，為檢測時沒有全部人臉入鏡，造成誤判。

七、經過實際測量，傳統的量測額溫+實名登錄+噴酒精，平均每個人要耗時 15 秒鐘。但是本系統在 27 分即可完成 129 檢測人次的檢測，每人約需要 13 秒。因為系統是採雲端化設計，若多增設測量點，其效益立即浮現。

八、經過實作我們發現，檢測前的教育訓練，特別是海報說明流程，可以加快檢測速度，且會影響 AI 的口罩辨識。若將測量流程標準化，相信檢測準確性與效率必可提升。

九、為了更能有效協助受測者，我們不斷精進使用者介面與流程，進行系統再優化。

(一)AI 檢測畫面繪出受測區，讓受測者**人臉完整露出**，提升檢測正確率，如圖 6-1①。

(二)能即時設定酒精低限值、體溫合格值，方便系統**即時校正**，如圖 6-1 中②③④。

(三)原本程式流程為酒精感測、體溫感測、口罩 AI 辨識及刷卡登錄，須同時進行，造成**受測者受檢時「太忙」**！故修正流程為，「**一刷、二噴、三量**」，先刷卡後，在時間計次內(約 7 秒)，如果能成功完成體溫、口罩、及酒精檢測，成功計次滿 5 次者，即可登錄成功，否則登錄失敗，並都能以播放**語音進行互動提示**。如圖 6-1 中⑤⑥、圖 6-2 操作說明及圖 6-3 檢測結果圖。



圖 6-1 系統優化界面再優化



圖 6-2 操作說明海報(第二版)

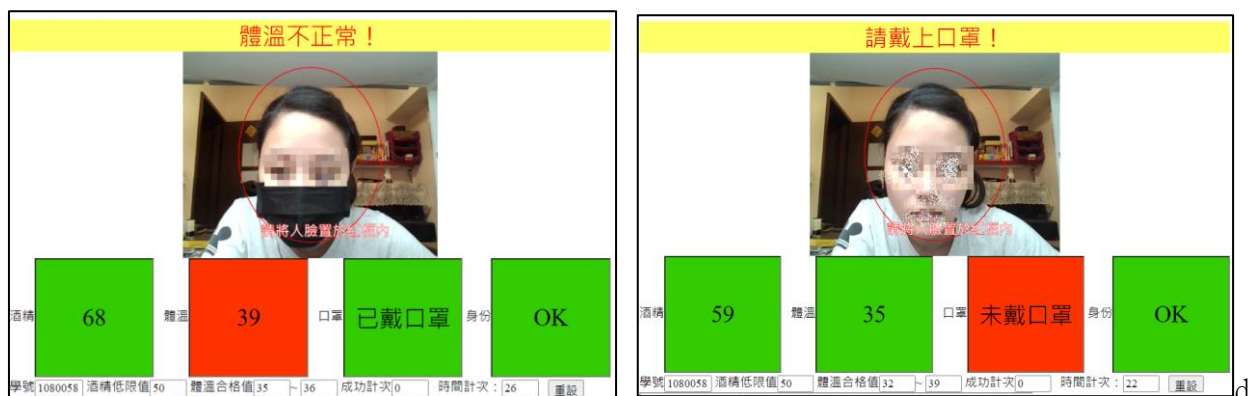


圖 6-3 檢測結果圖(左圖體溫過高、右圖未戴口罩)

十、 系統程式所需要的程式皆為**免安裝的綠色軟體**，經計算主程式及相關附屬程式，**僅需約 500MB (0.5GB)**，配合所需要的感測器可以立即使用，能有效立即快速佈署，完成多點偵測系統。

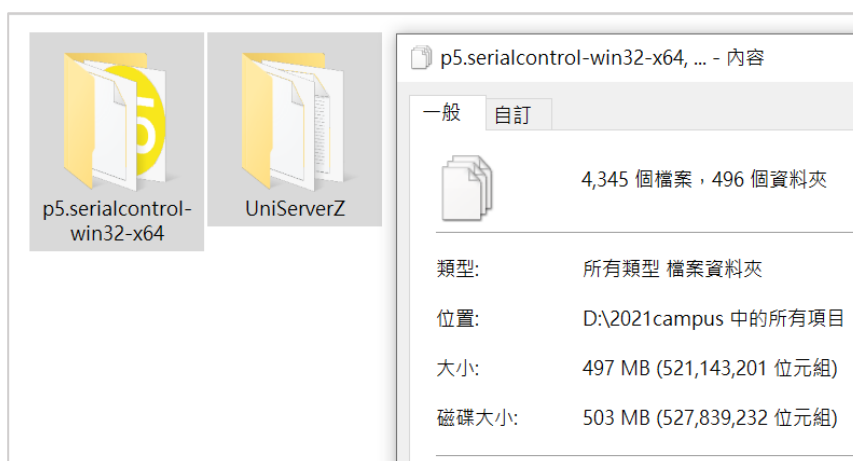


圖 6-3 程式大小說明圖

十一、 校外人士實名登錄，也是校園安全的一環，故訪客可以直接上系統，完成基本資料的填寫後，增加了進行**線上申請模組**，系統立即給予一個**通行條碼**，點選下載圖片後，利用本圖片可以進行刷卡登入。

校園AI防疫2 管制系統		校園AI防疫2 管制系統	
回系統 人員AI防疫進入管制 桌椅設備使用 人數統計 新增訪客資料		回系統 人員AI防疫進入管制 桌椅設備使用 人數統計 新增訪客資料	
新增訪客條碼		新增訪客條碼	
姓名	王防疫 [*必填]	姓名	王防疫 [*必填]
身份證字號或連絡電話	0987754321 [*必填]	身份證字號或連絡電話	0987754321 [*必填]
重新填寫 確定送出		重新填寫 確定送出	
Created by 2020campus All Rights		 20210602165132 下載圖片	

圖 6-4 實名登錄申請圖

柒、結論

本系統在歷經 10 月個研究與實測，系統運作良好。並不斷進行功能擴充與優化，以期能達到智能防疫的目標。具體的結論如下：

- 一、本研究開發出智能環境偵測網，藉由 **Arduino 模組**，結合 **AI 技術**，實施身分識別、體溫量測、人臉口罩及手部酒精消毒偵測。讓**防疫工作一次到位**，更**安全又有效率**。
- 二、本系統進行偵測後相關數據能即時寫入資料庫，不僅節省人力物資，更方便查詢管理，達到**無紙化的環保防疫新趨勢**。
- 三、開發 **APP 並結合 Line** 通訊，將偵測桌椅環境使用及酒精存量狀態，能**自動即時通知**清潔人員適合進行環境消毒和防疫物資補給作業，以利維持安全無虞的學習環境。
- 四、本研究藉由校園社團課程實際人員簽到管制時，進行實測演練驗證系統，結果發現整體**檢測準確率約為 90.5%**。整體系統運作上，不管是受測的人，或是門禁管理人員，回饋建議都有不錯的滿意度。
- 五、目前人臉口罩 AI 辨識效果良好，但在桌椅設備的使用人數辨識統計上，亦有不錯的效率，人員辨識統計**易受人員走動或是遮擋的影響**，可調整偵測鏡頭視角與模組訓練，進行人員推算，以提升效率。
- 六、本系統建置成本分析如下：不含筆電，**僅 2400 元即可執行**。與坊間類似可進行體溫感測、口罩辨識及實名登錄的相關設備相比，其一套主機就動輒二、三十萬元起。我們的系統設備不僅**低成本**，而且系統程式都是**自由軟體**，更適合推廣應用於校園防疫。

品項	單價	合計
1. Arduino 開發板	120 元	共 2400 元
2. 紅外線感測器	500 元	
3. MQ2 感測器	40 元	
4. 超聲波感測器	40 元	
5. Sensor Board	300 元	
6. RJ11 連接線	20*2=40 元	
7. 防疫物資感測模組	160 元	
8. 刷卡機	1200 元	

*利用 2014 年所生產的 **i5-4210U 雙核筆電(2.4 GHz、記憶體：4 GB、win10)**即可執行。

- 七、本系統所採設計為**模組化設計**，不管是 AI 口罩辨識，及多功能的登入管制模組，皆能彈性應用與擴充。而在登入資料的雲端化，可有效掌握進入校園人士，為校園防疫把關，方便教師掌握學生狀況，萬一以後需要配合疫調，亦可立即掌握人員移動軌跡。

八、目前(110年6月16日)台灣因 COVID-19 疫情擴大，行政院布延長全國三級警戒管制至 6月28日，人民活動受到的限制。未來校園如果解封後，面對新冠病毒不斷冒出的變種，校園有效的防疫仍是不容忽視的一環，未來系統可增加實際應用面，如**疫苗注射記錄(護照)**，並整合於本系統中，有**打過疫苗的人才能進入校園**，必能讓校園防疫更**安全智能便利有效**率。

捌、參考資料及其他

- 一、許雲婕、蔡宇翔(2019)。廢棄腳踏車～重生！人工智慧的應用研究。中華民國第 59 屆中小學科學展覽會國中組生活與應用科學科(一)。
- 二、柯博文(2017)。Arduino 互動設計專題與實戰。基峰出版社。
- 三、蔡炎龍，成為 Python AI 深度學習達人的第一堂課。
<http://moocs.nccu.edu.tw/course/172/intro>
- 四、康軒出版社(2020年)。國中自然課本第三冊 第4章 光學(P98~P137)。
- 五、App Inventor 中文學習網，<http://www.appinventor.tw/>
- 六、Code! Programming with p5.js。 <https://thecodingtrain.com/beginners/p5.js/>
- 七、PHP 學習網，https://www.w3school.com.cn/php/php_datatypes.asp
- 八、Teachable Machine 執行網站，<https://teachablemachine.withgoogle.com/train>

【評語】 032805

1. 本作品切合目前生活面相關問題，所需經費也不高。
2. 作品整合 AI、Arduino、APP 等技術，應用在校園中的防疫作為，如測體溫、戴口罩檢核、酒精存量監測、消毒提醒執行等。
3. 裝置的實測結果顯示，相對於傳統作法，此作品有某種程度實用性。
4. 現在許多在噴酒精當下也同時量測溫度；如何讓使用者不會覺得受干擾是開發此設施的一個重要目標。
5. 需要強化敘明 AI 部分所做的貢獻；包括如何透過擷取資料後的學習，機器學習工具的使用及其效能也可以強化說明。

作品簡報

「疫」起守護校園-3A智能防疫系統

科別：生活與應用科學(一)科-資訊與電機

組別：國中組

編號：032805

壹、前言

新冠病毒肆虐全球，防疫做得好才能有正常生活。但如何讓**校園防疫更安全**並減少人力、物資呢？本研究開發出**3A(AI、Arduino、APP)** 智能防疫系統，利用物聯網結合AI技術，實施**人臉口罩辨識**；並運用Arduino模組，自動偵測**人員識別證**、**體溫**及手部**酒精**測量值，並開發**APP結合Line即時通訊**，讓清潔人員可以**適時環境清消及酒精補充**，藉此達到安全有效的校園防疫。



圖1 實際檢測圖

貳、研究方法



圖2系統架構圖

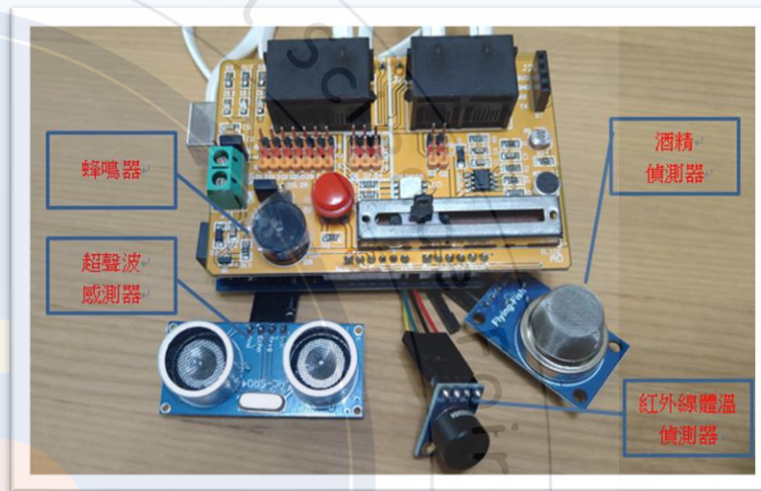


圖3 多功能登入偵測模組(第一代)



圖4 酒精存量感測模組(第一代)

參、研究結果：

一、「智能雲端環境偵測網」設計與實作

我們利用UniServer 建構智能環境偵測網，建立**學生基本資料**，供學生登入時進行基本資料提取，做到實名登入，其系統運作，可透過物聯網，協同**人員AI進出管制**、**防疫物資監控**、**桌椅設備AI監控**、**行動載具APP**等模組，共同進行校園防疫工作。



圖5 系統執行功能圖

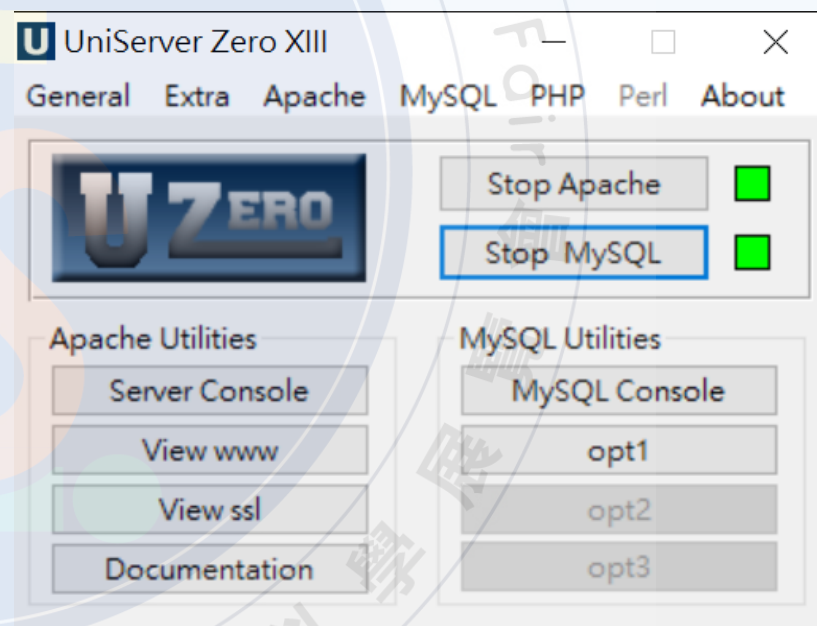


圖6 UniServer執行圖

二、人員AI進出管制模組

(一) 建立口罩辨識AI模型

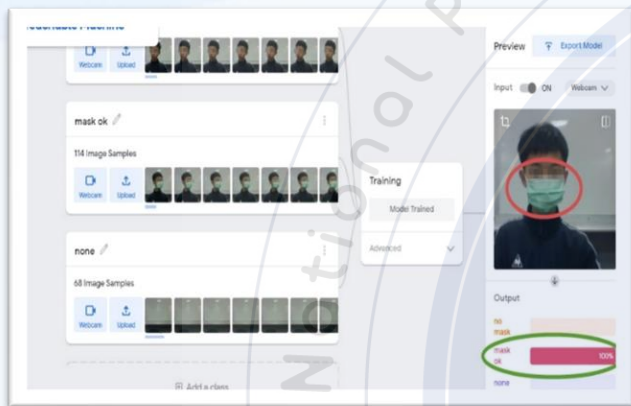


圖7 口罩辨識模型的訓練

(三) AI防疫管制系統整合介面

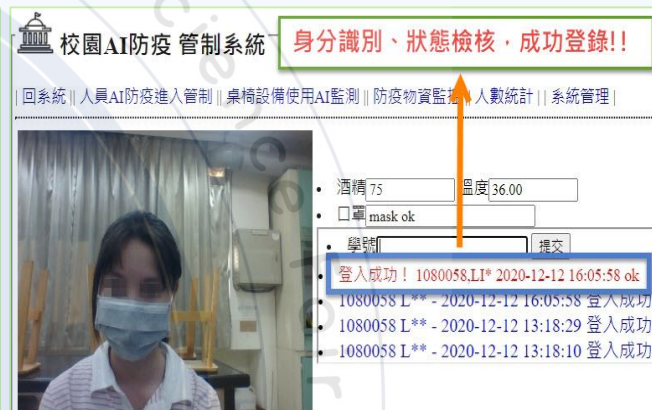


圖9 系統執行圖

(二) 程式流程



圖8 程式流程圖

(四) 檢測結果

表1 分別以男女生建模檢測結果

項目	以男生建模 58人次		以女生建模 60人次	
	有戴口罩 29人	無戴口罩 29人	無戴口罩 30人	無戴口罩 30人
檢測有口罩	28	5*	1*	1*
檢測無口罩	1*	24	29	29
檢測準確率	[(58-6)/58] *100%=89.6%		[(60-6)/60] *100%=90%	

三、桌椅設備使用AI監測

(一) 程式流程

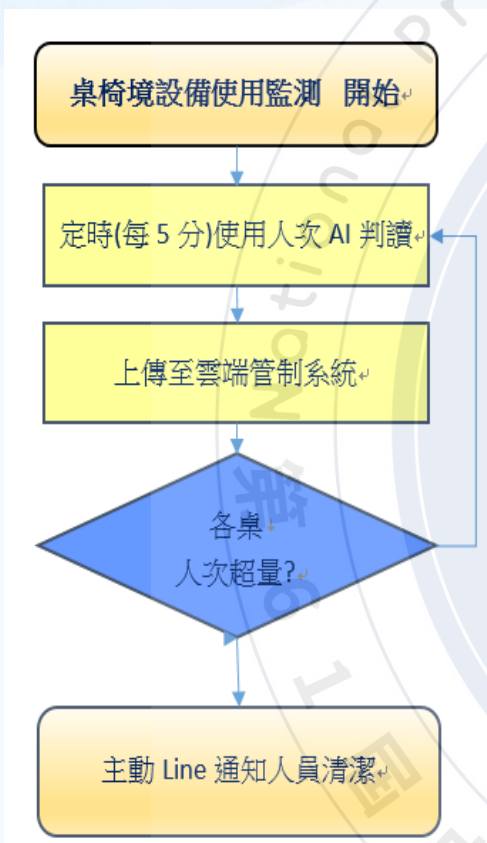


圖10 監測流程圖

(二) 教室實測結果與討論

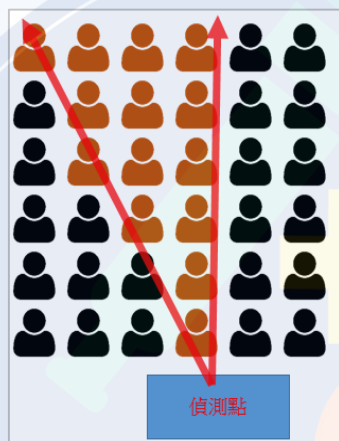


圖11 偵測範圍示意圖



圖12 教室實測圖



圖13 IFTTT通知圖

1. 使用COCO-SSD 訓練的模型來執行即時的人員偵測，利用程式當辨識值為「**person**」時，進行累加，可達到設備即時使用人數的統計。
2. 偵測範圍內共有學生14人，而實測得人數為5~7人。
3. 以每10秒鐘測量一次，連續測量20分鐘，共得306人次。此時立即發送LINE通知，代表系統運作順利正常。

四、防疫物資監測

(一) 程式流程

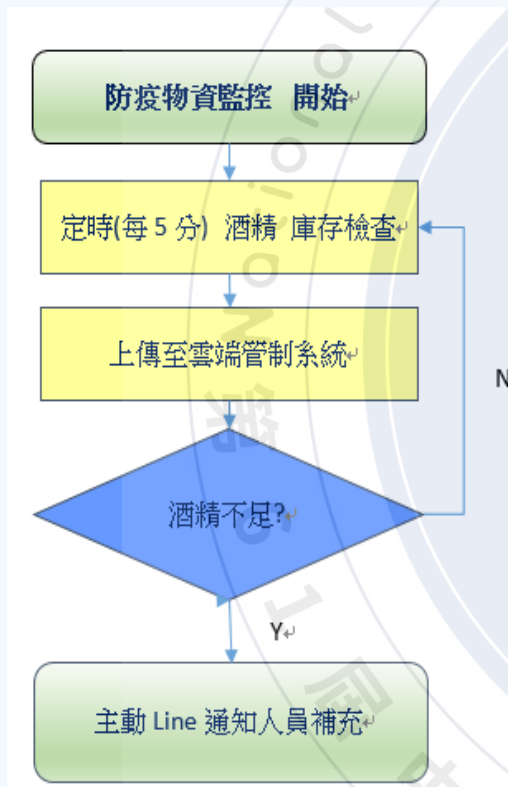


圖14 監測流程圖



圖15 測量值圖(左:106 中:137 右:117)



圖16 LINE通知圖



圖17 酒精存量感測 (第二代)

(二) 結果與討論

1. 將雷射光打在**光敏電阻**上，因介質的不同，造成數值的變化，並以WiFi將資料送至雲端，再由系統啟動LINE通知。
2. 經實作後，系統皆能順利且正確運作。

五、開發行動載具 APP

開發專屬APP，利用系統將結合IFTTT服務，發送Line通知功能，即可通知管理人員進行清潔消毒和補充添加酒精，對防疫管制系統進行查詢。經實作後，系統皆能順利且正確運作。



圖18 APP執行圖



圖19 防疫物資補充通知



圖20 桌椅清潔通知

六、綜合演練

一、圖書館實測

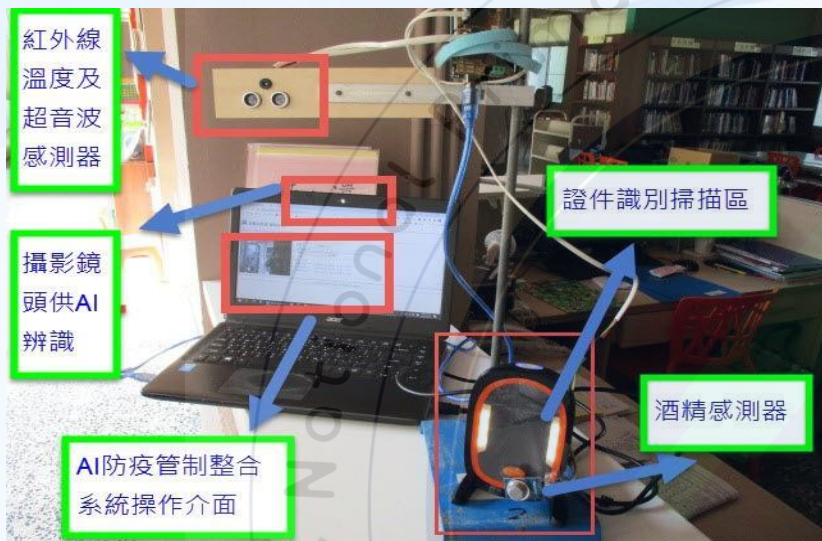


圖21 多功能偵測模組整合實物圖(第2代)

二、系統的再優化

1. 檢測的介面以**顏色提示**是否通過。
2. 系統**即時語音**的提示。
3. 多功能偵測主機外盒設計。
4. 設計簡單操作口訣「一噴、二量、三刷」，以達**快速有效**檢測的目標。



圖24 檢測的介面優化(第2代)

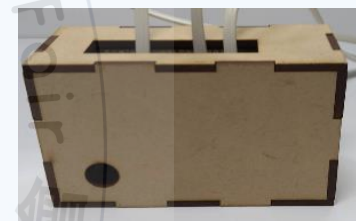


圖25 雷射主機外盒

三、社團課程再實測

表2 社團實測結果

學生共126人	有戴口罩116人	無戴口罩10人
系統檢測有口罩	108	4*
系統檢測無口罩	8*	6
檢測準確率： $\frac{126-4-8}{126} \times 100\% = 90.5\%$		



圖22 現行防疫措施圖



圖23 AI防疫檢測圖

討論

一. 簡化檢測流程，與**人性化界面再優化**，包括：

1. AI檢測畫面**繪出受測區**，讓受測者**人臉完整露出**，提升檢測正確率。
2. 能即時設定**酒精低限值**、**體溫合格值**，方便系統**即時校正**。
3. 原本程式流程為酒精感測、體溫感測、口罩AI辨識及刷卡登錄，須同時進行，會造成受測者受檢時「太忙」！故修正流程為**先刷卡，再測量**。步驟為「**一刷、二噴、三量**」。

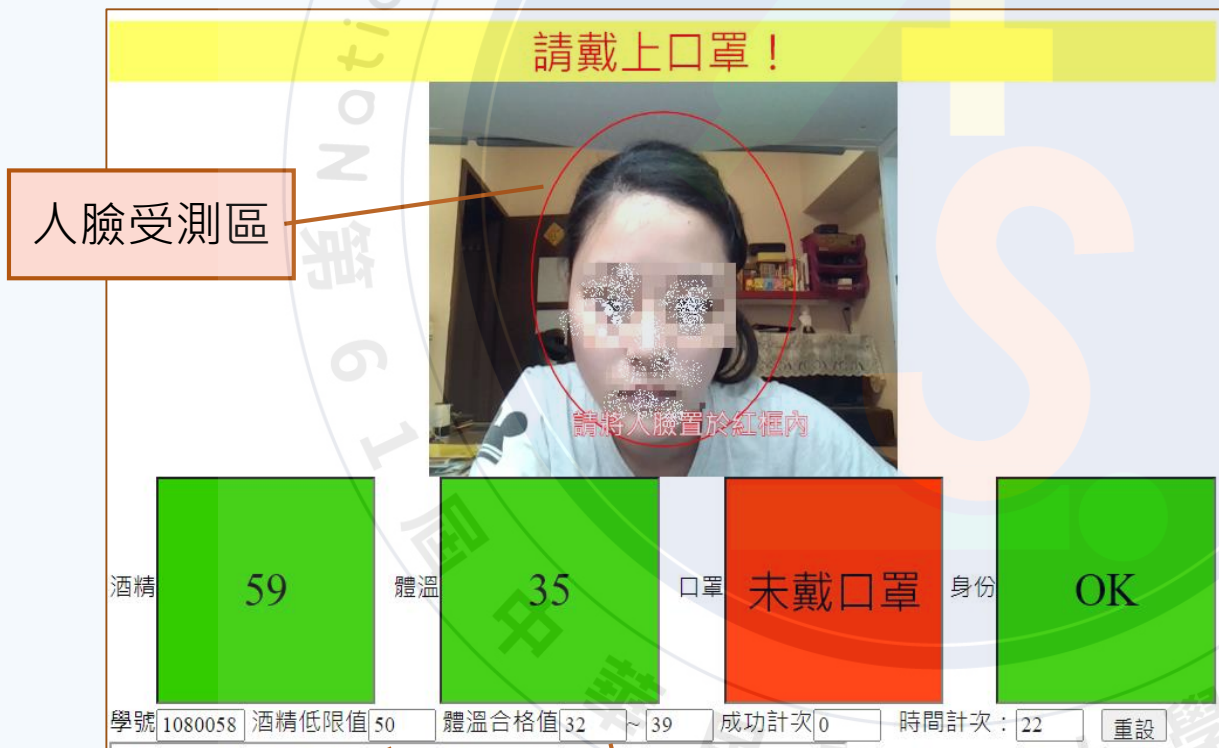


圖26 系統與界面再優化(第3代)

圖27 檢測流程說明圖

討論

- 二. 經過實際測量，每人約只需要**13秒**。比傳統的量測額溫+實名登錄+噴酒精，平均每個人要耗時**15秒**，免接觸，更安全！
- 三. 本系統程式為**免安裝的綠色軟體**，大小僅需約**500MB (0.5GB)**，配合所需要的感測器可以立即使用，能有效立即**快速佈署**，完成**多點偵測系統**。
- 四. 增加可進行線上**訪客申請模組**，系統立即給予一個**通行條碼**圖片後，就可利用本圖片進行刷卡實名登入，落實讓校外人士實名登錄，確保校園防疫。

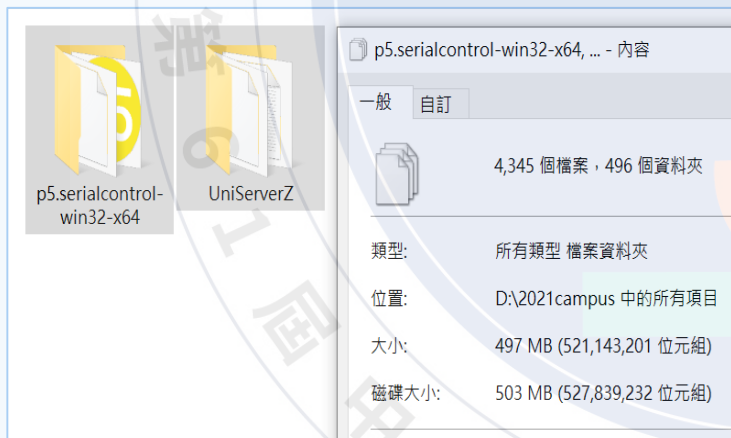


圖28 程式大小說明圖



圖29 實名登錄申請圖

結 論

- 一. 本研究開發出**3A智能防疫系統**，讓實名制、口罩、體溫、酒精檢測一次到位，更達到**無紙化環保防疫**新趨勢。
- 二. 歷經實測，已驗證系統的可行性，而AI自動辨識口罩的準確率更高達**90%以上**。
- 三. 本系統建置**成本低**(不含筆電)，**僅2400元**即可執行，更適合推廣應用於校園防疫。
- 四. 本系統所採設計為**模組化設計**，可彈性擴充。未來系統可增加**疫苗注射記錄(護照)模組**，必能讓校園防疫更加**安全智能便利有效率**。



圖30 實際檢測圖

參考資料

- 一. 許雲婕、蔡宇翔(2019)。廢棄腳踏車～重生！人工智慧的應用研究。中華民國第59屆中小學科學展覽會國中組生活與應用科學科(一)。
- 二. Code! Programming with p5.js。 <https://thecodingtrain.com/beginners/p5js/>