

中華民國第 65 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學科(一)

032812

人工智慧 A Eye 行人守護星-禮讓行人號誌燈
的探究與實作

學校名稱：花蓮縣立國風國民中學

作者： 國二 李浩宇 國二 吳馥瑄 國二 張芮寧	指導老師： 李漢昌
---	------------------

關鍵詞：號誌燈、AI 偵測、交通安全

摘要

為降低車禍發生率並改善行人穿越馬路的安全問題，我們設計出結合人工智慧影像辨識技術的「禮讓行人號誌燈」系統。透過 Pixel:Bit 開發板的攝像鏡頭進行行人偵測，系統能有效辨識人類與其他物體的差異，當偵測到行人經過斑馬線時，上方的黑色螢幕會亮起警示燈，同時地面斑馬線也會發出燈光提醒，讓駕駛提前注意，主動減速禮讓行人。我們先透過測試不同距離的偵測條件，建立模型，接著模擬實際馬路情境，進一步優化設計。本研究除實作硬體裝置外，也結合 AI 協作程式，實現完整功能的原型系統，期望能應用於未來智慧交通建設中，提升用路人安全與行人通行品質，讓人工智慧 A Eye 禮讓行人號誌燈守護你我安全，讓「行人地獄」的惡名不再有！

壹、前言

一、研究動機

因為近年來車禍發生率逐漸上升，我們想降低車禍的發生率。發生車禍的成因有很多種，其中「未禮讓行人而發生的車禍」是我們想探討並改善的部分，每次過馬路時，有些汽車會禮讓行人，可是也有直接衝過去的車子，而且完全沒有要禮讓行人也沒有減速的意思，還有沒看到人直接轉彎把人輾過去的案例。車子在轉彎時駕駛往往會因為視線死角或是沒注意到行人而發生車禍，釀成悲劇，我們想讓駕駛在轉彎前就知道有沒有行人在斑馬線上，提早讓駕駛注意到行人，可以避免悲劇發生，所以想設計此作品。

二、研究目的

- (一) 瞭解現行交通法規對於駕駛與行人的規範。
- (二) 探究 AI（人工智慧）影像辨識技術偵測行人的方法。
- (三) AI 自動偵測行人裝置的設計與製作。
- (四) 學習如何運用 AI 協作完成創作。

三、回顧現行交通法規規範

(一) 汽機車駕駛未禮讓行人相關法規

依據「道路交通管理處罰條例」（節錄 民國 113 年 05 月 29 日 修正）

- 1.第44條：汽車駕駛人，駕駛汽車行經行人穿越道有行人穿越時，不暫停讓行人先行通過者，處新臺幣一千二百元以上三千六百元以下罰鍰。

2.第48條：汽車駕駛人轉彎時，除禁止行人穿越路段外，不暫停讓行人優先通行者，處新臺幣一千二百元以上三千六百元以下罰鍰。

（二）號誌佈設相關法規

依據「道路交通標誌標線號誌設置規則」（節錄 民國 113 年 10 月 22 日 修正）

第六節 號誌之佈設

1.第 221條行車管制號誌之佈設原則

(1)行車管制號誌至少應有一燈面設於遠端左側，且距近端停止線十公尺以上。

如係以柱立式設置，應有二燈面分設於遠端兩側。但路形特殊時，主管機關得調整設置於其他適當位置。

(2)近端號誌應靠近停止線設置。

(3)號誌佈設以能使各車道駕駛者均能清楚辨認為原則。路幅寬廣之道路，必要時得加設號誌燈面，並採門架式或懸掛式設置。

2.第 222條行人專用號誌應配合行車管制號誌運轉，其佈設原則

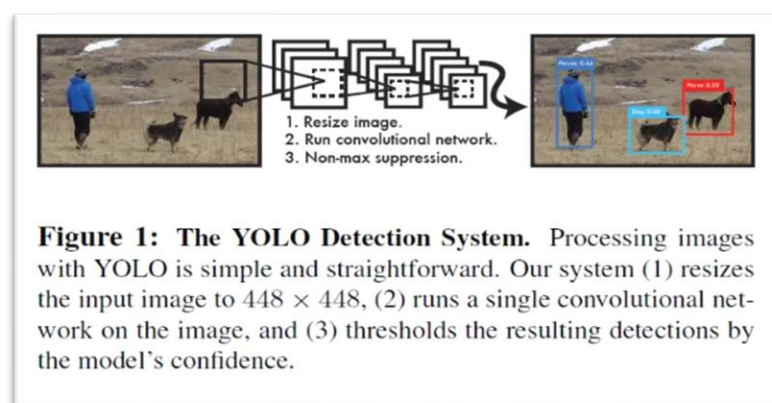
(1)行人專用號誌應設置於行人穿越道兩端之路邊。路幅較寬廣且設有交通島之道路，得視需要於交通島輔設相同之燈面。

(2)行人觸動號誌應指示按鈕位置，並註明使用方法。

四、文獻回顧

（一）AI 深度學習與物件偵測：You Only Look Once（YOLO）影像辨識技術說明

YOLO 這個字是作者取自於 You only live once，YOLO 是 one stage 的物件偵測方法，也就是只需要對圖片作一次 CNN 架構便能夠判斷圖形內的物體位置與類別，因此提升辨識速度。摘錄至 Tommy Huang • Follow（2018）



圖一、YOLO的AI影像辨識技術的方法。摘錄Tommy Huang • Follow（2018）詳如圖表來源三

在上圖一中說明左側是原始影像，中間是 CNN 處理流程，右側則是最終辨識結果（標註了「人」、「狗」、「馬」及其信心分數）。這個流程展示了 YOLO 如何在單一步驟中完成整個物件偵測任務，實現快速又高效的辨識效果。

（二）YOLO 影像辨識技術的原理、方法及其優缺點

1. YOLO 影像辨識概述

YOLO 影像辨識是一種「一階段」的物件偵測方法，意思是整個偵測流程只需一次前向傳播。這使得 YOLO 在偵測速度上有極大優勢，適合實時應用。同時，它還能夠同時預測影像中各物件的位置及類別。

2. 網路架構

卷積神經網路（CNN）：YOLO 採用類似 GoogleNet 的架構，由 24 層卷積層和 2 層全連接層組成。

3. 偵測流程

- (1)圖像分割：將輸入影像分成 $S \times S$ 的網格（grid cells）。每個網格負責預測物件中心落在此區域的物件。
- (2)邊界框預測：每個網格會預測多個邊界框（bounding box），每個邊界框包括中心座標（ x, y ）、寬度（ w ）、高度（ h ）及一個信心分數（confidence score），該分數代表該區域有無物件及預測框與真實物件的重疊程度（IOU）。
- (3)類別預測：每個網格同時預測各類別的條件機率（ $\text{Pr}(\text{Class}|\text{Object})$ ），最後根據信心分數與類別機率結合，確定每個物件的具體類別。

4. 後處理技術

- (1)閾值篩選：先根據信心分數刪除明顯為背景的邊界框。
- (2)非極大值抑制（NMS）：對重疊嚴重的邊界框進行篩選，保留最佳的預測結果，避免重複偵測。

5. 訓練與損失函數

- (1)預先訓練：一般先利用大規模資料集（例如 ImageNet）預先訓練 CNN，再進行物件偵測任務。
- (2)邊界框正規化：所有預測的邊界框數值均依據影像尺寸進行正規化，使得數值落在 0 到 1 之間，有助於訓練穩定性。
- (3)損失函數設計：損失函數包含位置誤差（定位誤差）、信心誤差和分類誤差，並採用不同權重（如 λ_{coord} 與 λ_{noobj} ）調整使得學習更加平衡。

6. 優缺點與發展方向

(1)優點：

高速：一次 CNN 前向傳播即可完成偵測，適合即時應用。

簡化架構：統一預測物件類別與位置。

(2)缺點：

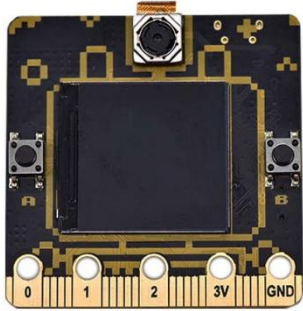

網格限制：每個網格只能偵測有限數量的邊界框，對於密集、重疊的物件偵測效果較差。

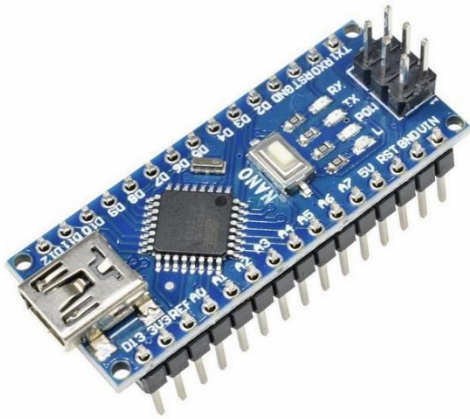
對小物件偵測不足：多層池化可能使得小物件在特徵圖上表現不明顯，定位不夠精準。

後續於 YOLO 新版本的 AI 影像辨識研究上（如 YOLOv2 等等）更進一步平衡了準確度和運算效率，同時更提昇了 AI 模型的效能。

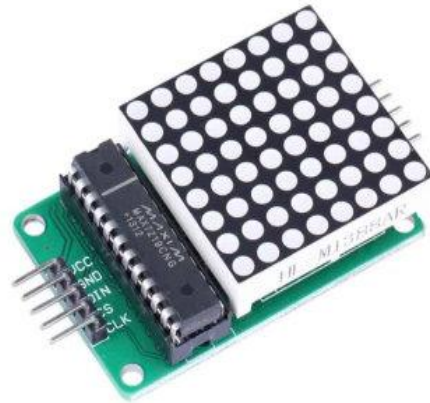
貳、研究設備與材料

研究設備與材料匯總表，如下（出處詳圖表來源一）所示：

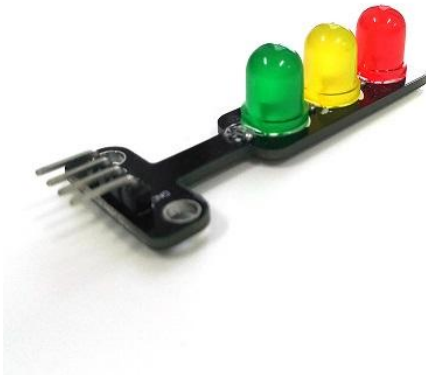
	
加裝攝像鏡頭的 Pixel:Bit 開發板	5V 伺服馬達



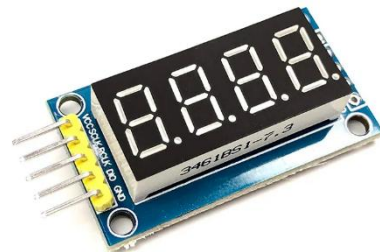
Arduino Nano 開發板



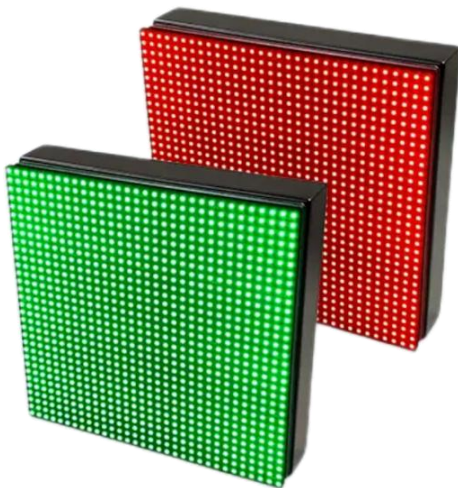
8*8 點矩陣模組



紅黃綠 LED 燈發光模組



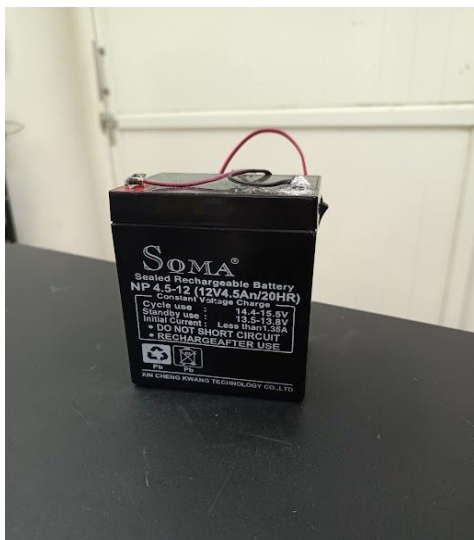
四位數七段顯示器模組



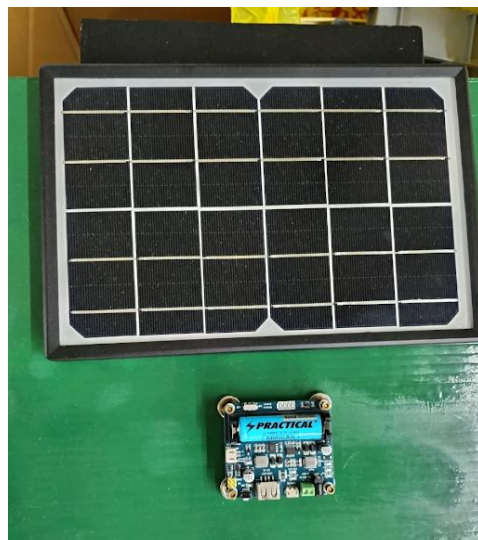
彩色 LED 跑馬燈顯示屏



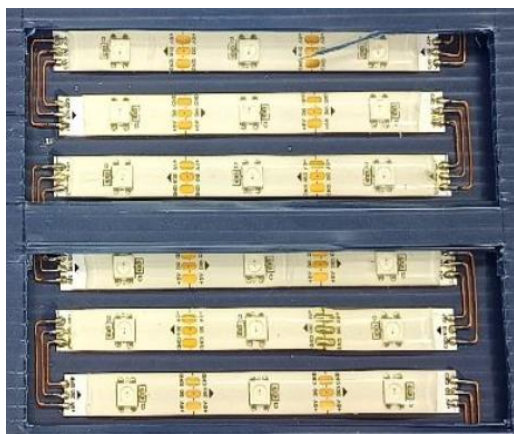
四路 5V 繼電器模組



12V 鉛酸電池



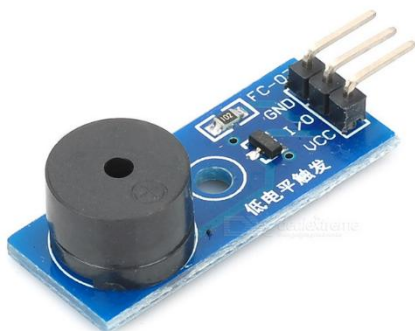
太陽能發電模組



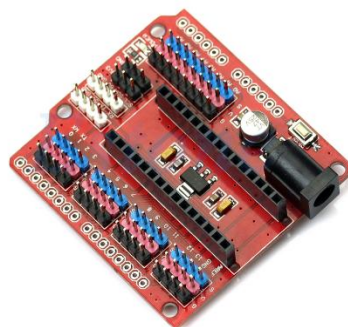
5V RGB LED 燈條



5V 單色 LED 燈珠



蜂鳴器模組



Arduino Nano 擴充板

參、研究過程與方法

一、研究流程圖（出處詳圖表來源一）



二、行車號誌燈（紅綠燈）製作

（一）規劃硬體材料

採用 Arduino Nano ATmega328P 開發板與紅色 LED 接在 D6 腳位、黃色 LED 接在 D5 腳位、綠色 LED 接在 D4 腳位，並且以 TM1637 四位數字7段顯示器時鐘模組顯示倒數時間，MAX7219 8*8 紅光 LED 矩陣模組顯示站立或行走的人形，有源蜂鳴器模組接在 D7 腳位，作為倒數計時的音效。以下是我們提供給 ChatGPT 的 Prompt（提示詞）。

Arduino紅綠燈程式設計

我有一組如下材料：

Arduino Nano ATmega328P開發板
紅色LED接在D6、黃色LED接在D5、綠色LED接在D4
TM1637 4位數字7段顯示器時鐘模組
MAX7219 8*8 紅光LED矩陣模組
有源蜂鳴器模組接在D7

請給我一段完整紅綠燈程式

TM1637 4位數字7段顯示器時鐘模組顯示當綠燈時倒數12秒變黃燈3秒在變紅燈，紅燈停留6秒便綠燈

MAX7219 8*8 紅光LED矩陣模組當紅燈時顯示站立人形，綠燈時顯示走路人形

請先一步一步分析各模組功能與接線再進行程式撰寫

請最後檢查看看程式有沒有問題

如果有請修改給出完整的程式碼

圖二、輸入給 ChatGPT 的 Prompt（提示詞）（出處詳圖表來源一）

（二）AI 協作程式編撰

以下是嘗試運用 ChatGPT 完成的行車號誌燈（紅綠燈）程式片段，可參見附錄。

```
cpp 复制
#include <TM1637Display.h>
#include <LedControl.h>
```

圖三、程式呼叫函式庫（出處詳圖表來源一）

```
cpp 复制
#define LED_RED 6
#define LED_YELLOW 5
#define LED_GREEN 4
#define BUZZER 7

#define TM1637_CLK 2
#define TM1637_DIO 3

#define MAX7219_DIN 11
#define MAX7219_CS 10
#define MAX7219_CLK 13

TM1637Display display(TM1637_CLK, TM1637_DIO);
LedControl lc = LedControl(MAX7219_DIN, MAX7219_CLK, MAX7219_CS, 1);

int greenTime = 12;
int yellowTime = 3;
int redTime = 6;

byte standingMan[8] = {
    B00111100,
    B01000010,
    B10000001,
    B10000001,
    B10000001,
    B01000010,
    B00111100,
    B00000000
};
```

圖四、程式依據硬體線路接線先定義其腳位設定（出處詳圖表來源一）

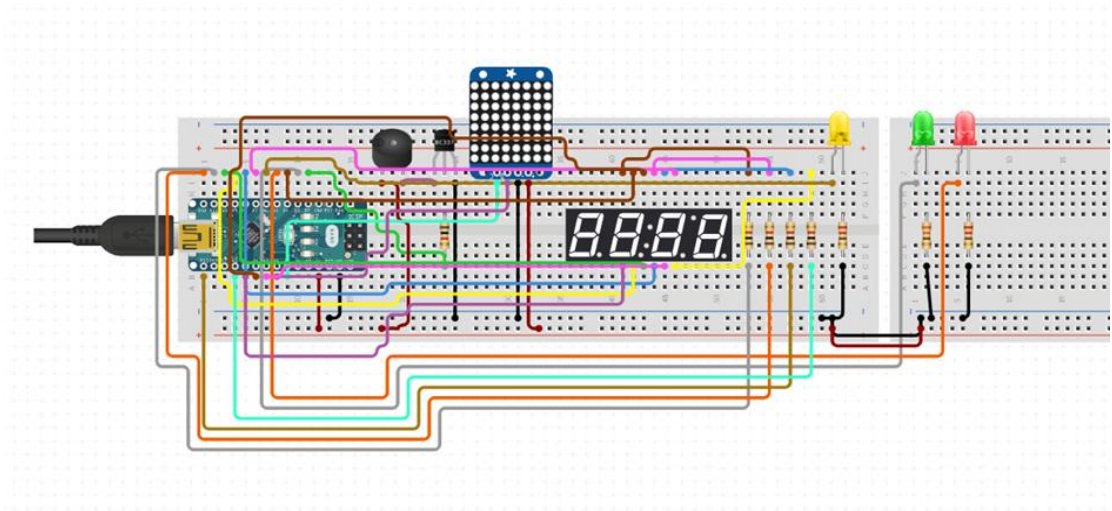
```
byte walkingMan[8] = {
    B00111100,
    B01000010,
    B10000001,
    B10000001,
    B10000001,
    B01000010,
    B00111100,
    B00011000
};
```

圖五、程式設定 8*8 點矩陣顯示模式（出處詳圖表來源一）

（三）行車號誌燈模型設計與製作

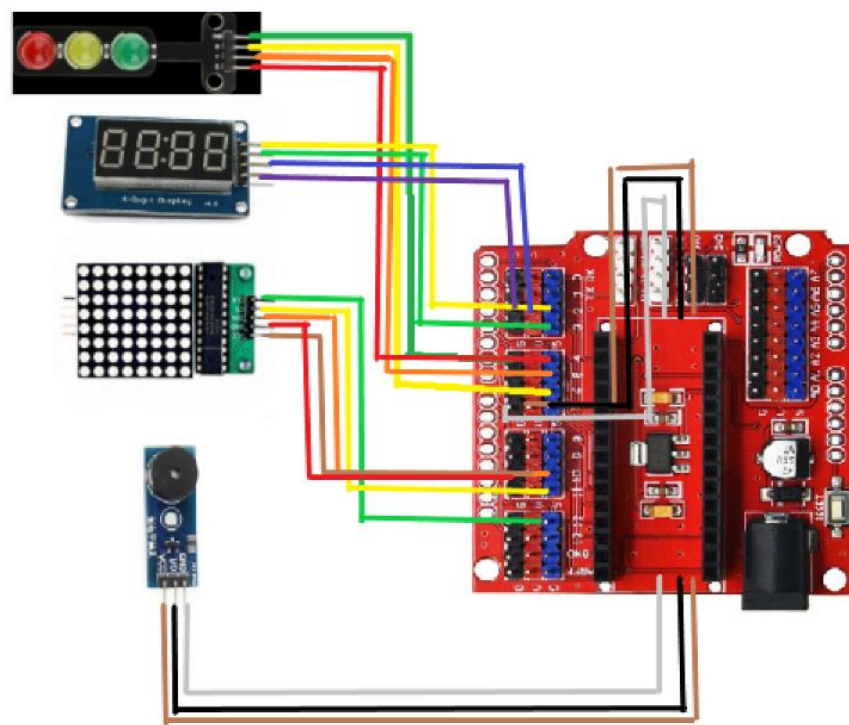
1.線路設計

應用免費電路模擬器網站（連結參考文獻網路資料七）進行初步的接線設計。



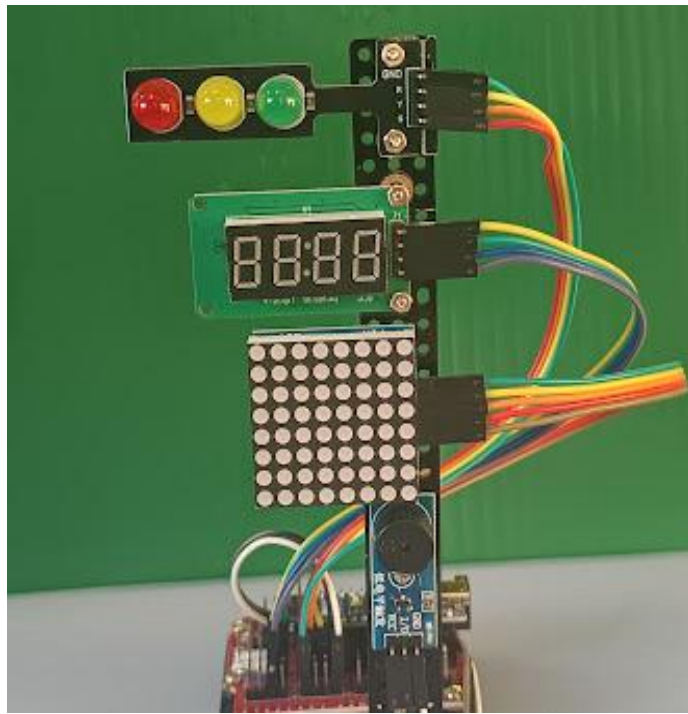
圖六、模擬行車號誌燈模型的接線圖（出處詳圖表來源一）

再以 Arduino Nano ATmega328P 開發板、紅色、黃色、綠色 LED、TM1637 四位數字 7 段顯示器、MAX7219 8*8 紅光 LED 矩陣、有源蜂鳴器等模組完成實際線路的接線工作，如下圖。



圖七、實際完成行車號誌燈模型的接線圖（出處詳圖表來源一）

2. 最後製作完成行車號誌燈模型



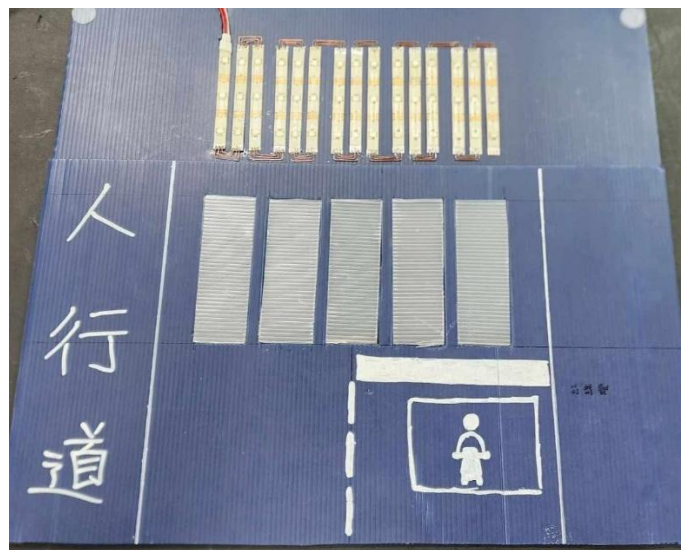
圖八、實作完成的行車號誌燈模型（出處詳圖表來源一）

三、發光斑馬線模型設計與製作

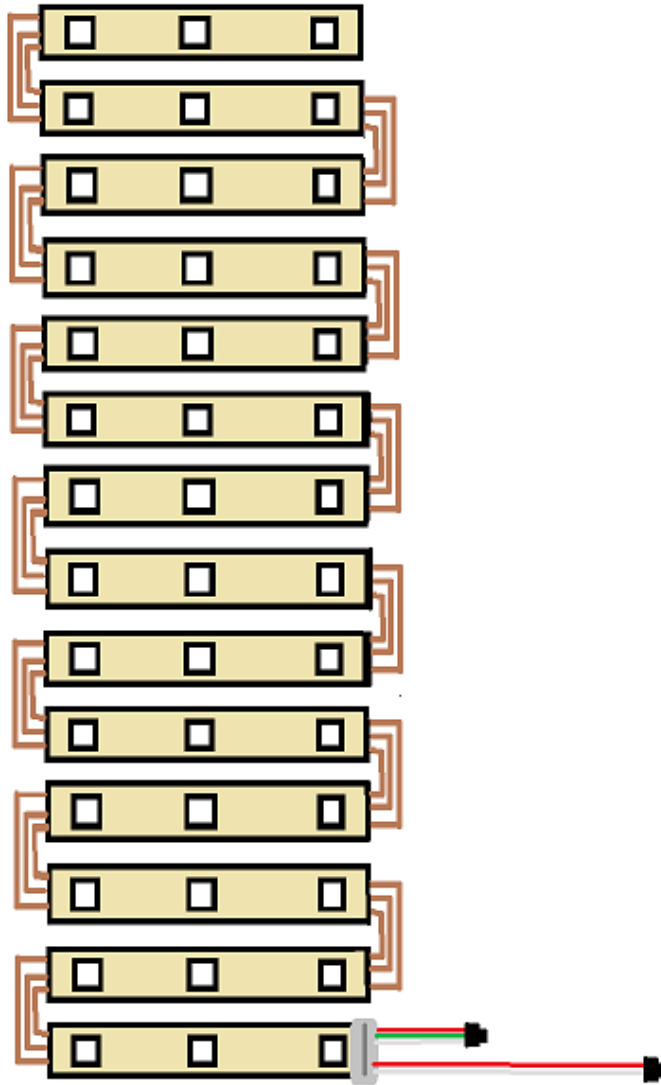
（一）製作斑馬線模型方法

用瓦楞板切出基底，再用 5V RGB LED 燈一條條用銅線焊在一起，製作出可發光的斑馬線。

（二）製作材料與接線圖

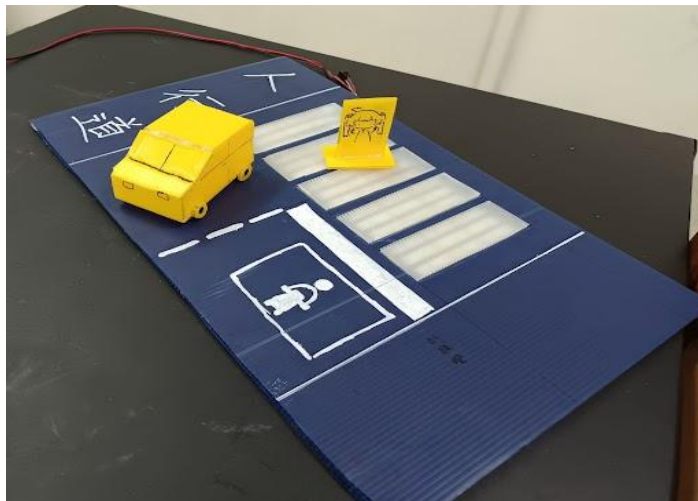


圖九、實際 RGB LED 燈條焊接完成照片（出處詳圖表來源一）



圖十、RGB LED 燈條的接線方法（出處詳圖表來源一）

（三）發光斑馬線製作完成圖



圖十一、發光斑馬線模型完成圖（出處詳圖表來源一）

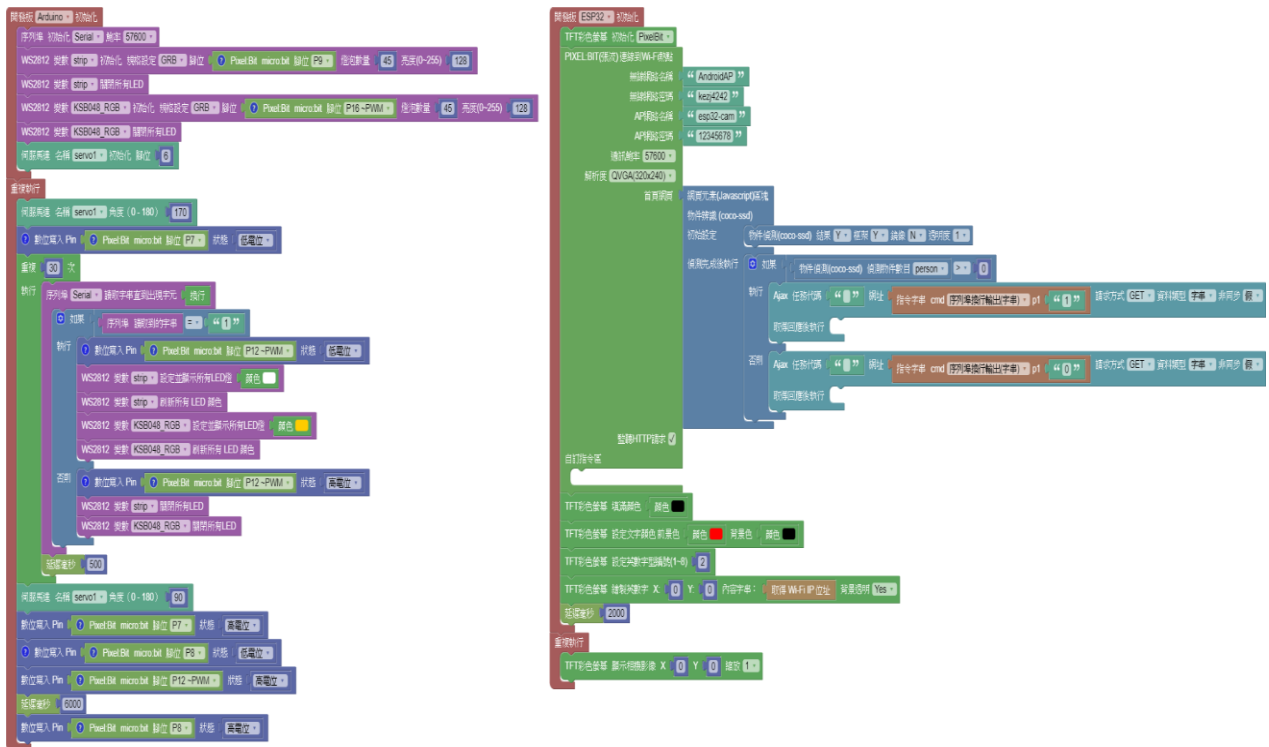
四、禮讓行人號誌燈設計與製作

(一) 規劃硬體材料

我們硬體部份採用加裝攝像鏡頭的 Pixel:Bit 開發板作為主控制板，控制行人號誌燈機器上燈號顯示的作動，其他週邊使用的硬體材料有四路 5V 繼電器模組、彩色 LED 跑馬燈（警示燈）顯示屏、5V RGB LED（斑馬線）燈條、5V 單色 LED（小紅人、小綠人）燈珠、5V 伺服馬達，以及採用 12V 充電的鉛酸電池和太陽能發電模組作為供應我們行人號誌燈系統的環保電力供電，以符合淨零碳排的智慧交通節能裝置的規劃。

(二) 程式編撰

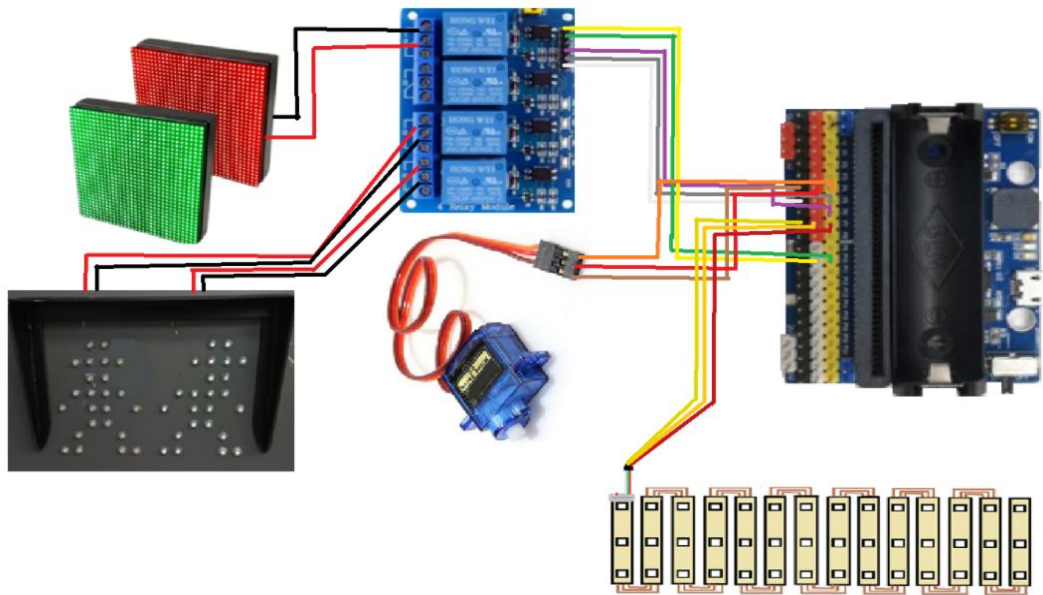
我們採用 BlocklyDuino 編輯主程式，分別編輯 Pixel:Bit 開發板上的 ESP32 處理器及 Arduino 處理器兩組 MCU（微控制器）晶片的 SoC 系統程式，並設定以序列埠作為兩組處理器的資料傳輸使用。ESP32 處理器主要作為影像的擷取，而 Arduino 處理器作為週邊硬體的控制，依照號誌燈機器功能分別控制彩色 LED 跑馬燈顯示屏、5V RGB LED（斑馬線）燈條、5V 單色 LED（小紅人、小綠人）燈珠、5V 伺服馬達開關閉合等功能。



圖十二、禮讓行人號誌燈程式圖（出處詳圖表來源一）

（三）禮讓行人號誌燈硬體線路設計與外觀製作

1. 線路設計



圖十三、禮讓行人號誌燈實際接線圖（出處詳圖表來源一）

2. 最後製作完成的禮讓行人號誌燈機器裝置



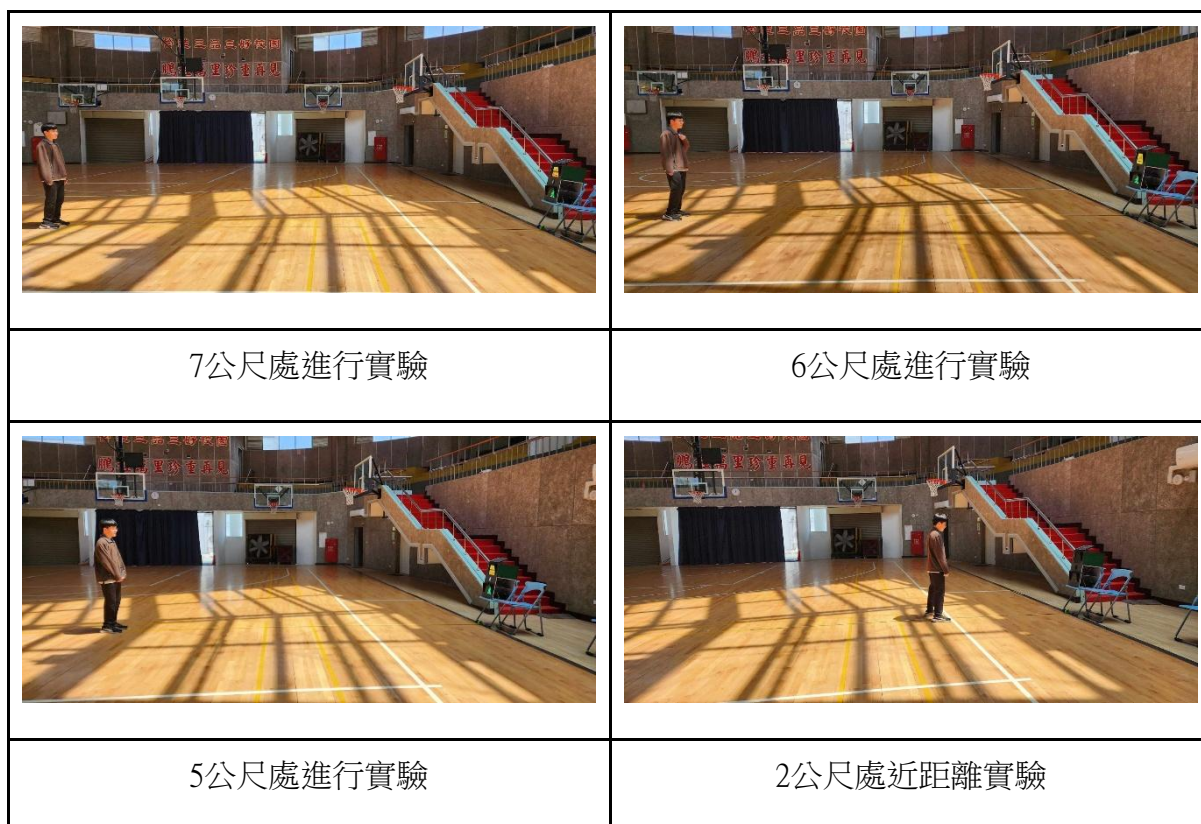
圖十四、禮讓行人號誌燈完成圖（出處詳圖表來源一）

肆、研究實驗與測試結果

一、實驗一：行人號誌燈在室內初步的偵測實驗

（一）行人號誌燈在室內進行影像辨識測試的方法

以捲尺放置地面規劃不同距離，並逐步測試號誌燈在不同距離下成功偵測行人的辨識率。



圖十五、行人號誌燈在室內的偵測實驗照片（出處詳圖表來源二）

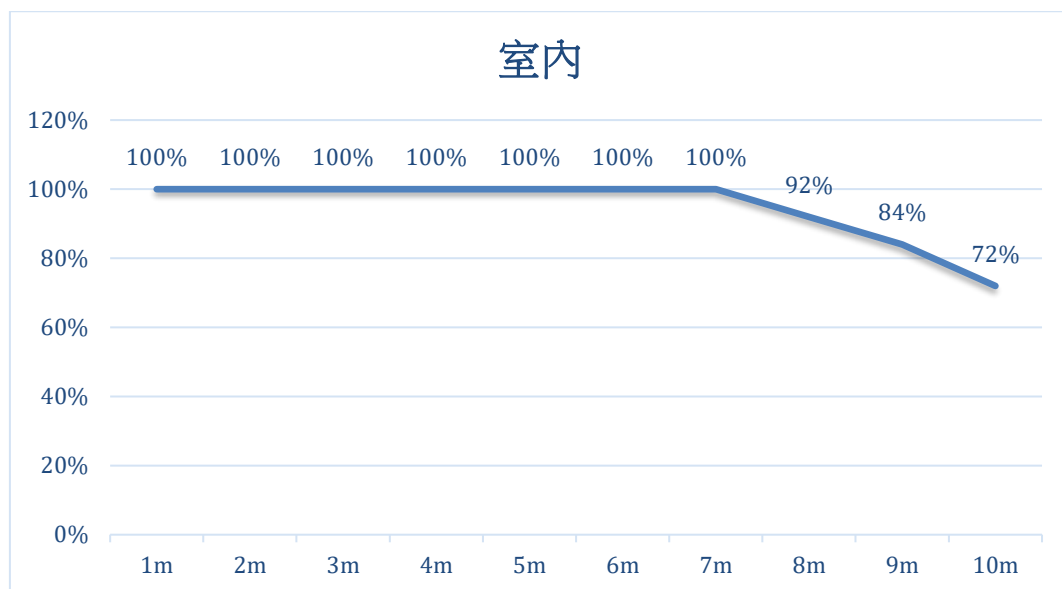
（二）行人號誌燈在室內的測試結果

- 1.各距離測量辨識率如下表。
2. 在室內進行影像辨識測試實驗，分析計算辨識率的方法為在一次偵測內警示燈是否有閃爍，藉此判斷有無偵測到行人，此實驗每公尺各測得五十次。

表一、在室內進行影像辨識率測試實驗的統計數據換算表（出處詳圖表來源一）

公尺	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m
室內	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	92%	84%	72%

3.行人號誌燈在室內的 AI 影像辨識率折線圖



圖十六、室內實驗的 AI 影像辨識率折線圖（出處詳圖表來源一）

二、實驗二：行人號誌燈在戶外白天的實地偵測實驗

（一）行人號誌燈在戶外白天進行影像辨識測試的方法

以捲尺放置地面規劃不同距離，並逐步測試號誌燈在不同距離下成功偵測行人的辨識率。



圖十七、行人號誌燈在戶外白天的偵測實驗照片（出處詳圖表來源二）

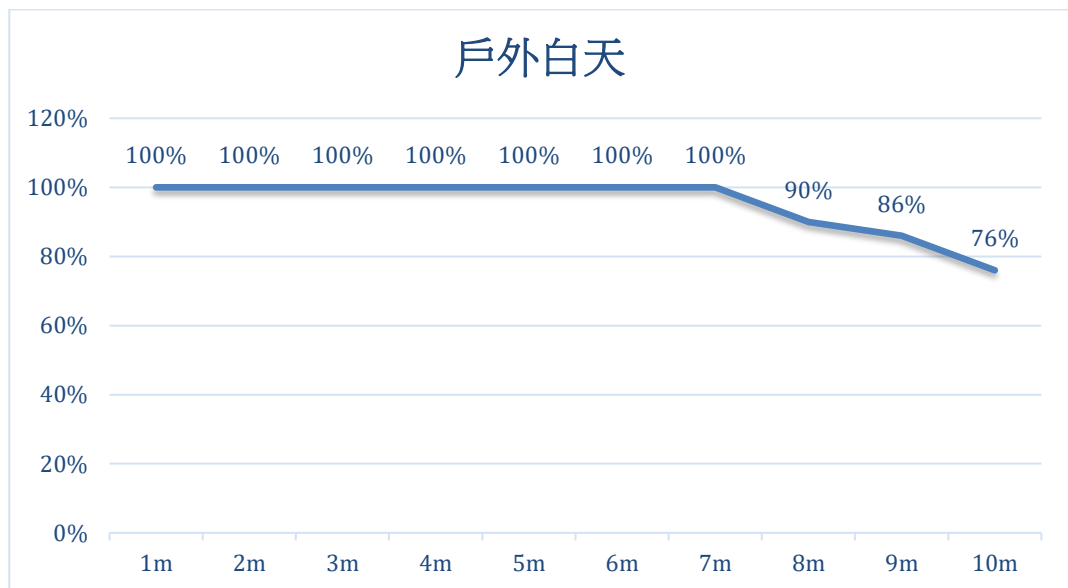
（二）行人號誌燈在戶外白天的測試結果

1. 各距離測量辨識率如下表。
2. 在戶外白天進行影像辨識測試實驗，分析計算辨識率的方法為在一次偵測內警示燈是否有閃爍，藉此判斷有無偵測到行人，此實驗每公尺各測得五十次。

表二、在戶外白天進行影像辨識率測試實驗的統計數據換算表（出處詳圖表來源一）

公尺	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m
戶外	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	86%	76%

3. 行人號誌燈在戶外白天的 AI 影像辨識率折線圖



圖十八、戶外白天實驗的 AI 影像辨識率折線圖（出處詳圖表來源一）



圖十九、將行人號誌燈實地在戶外10公尺路寬斑馬線上進行實驗測試（出處詳圖表來源二）



圖二十、行人號誌燈機器裝置的燈號作動顯示狀態（出處詳圖表來源二）

三、實驗三：行人號誌燈在戶外夜間的實地偵測實驗

（一）行人號誌燈在戶外夜間進行影像辨識測試的方法

以捲尺放置地面規劃不同距離，並逐步測試號誌燈在不同距離下成功偵測行人的辨識率。

	
偵測到斑馬線上有一個人	偵測到斑馬線上有兩個人
	
多個人卻只偵測到斑馬線上只有一個人的情形	夜間距離過遠偵測失敗的情形

圖二十一、行人號誌燈在戶外夜間的偵測實驗照片（出處詳圖表來源二）

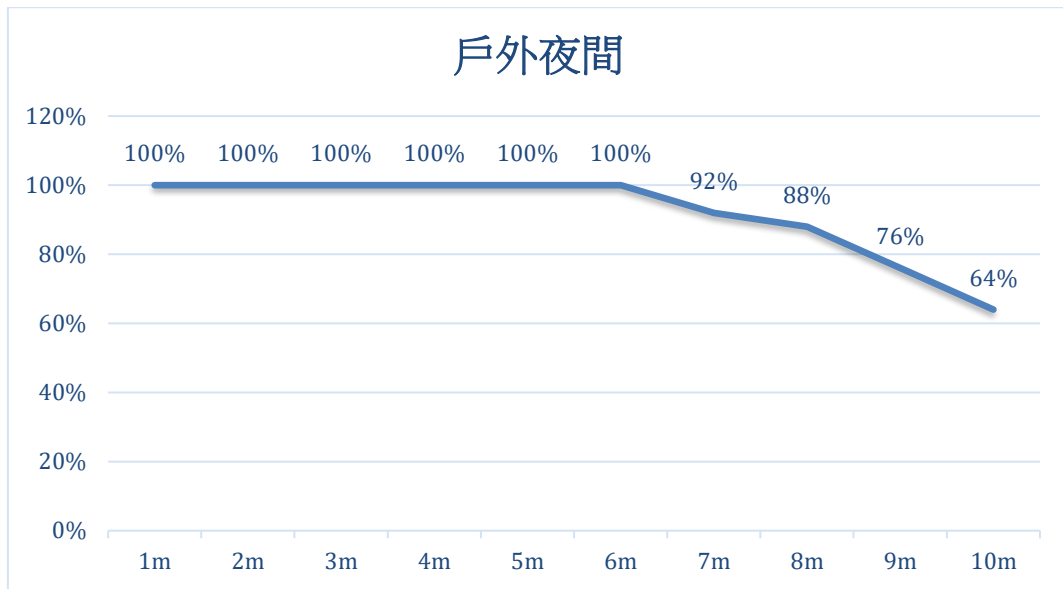
（二）行人號誌燈在戶外夜間的測試結果

1. 各距離測量辨識率如下表。
2. 在戶外夜間進行影像辨識測試實驗，分析計算辨識率的方法為在一次偵測內警示燈是否有閃爍，藉此判斷有無偵測到行人，此實驗每公尺各測得五十次。

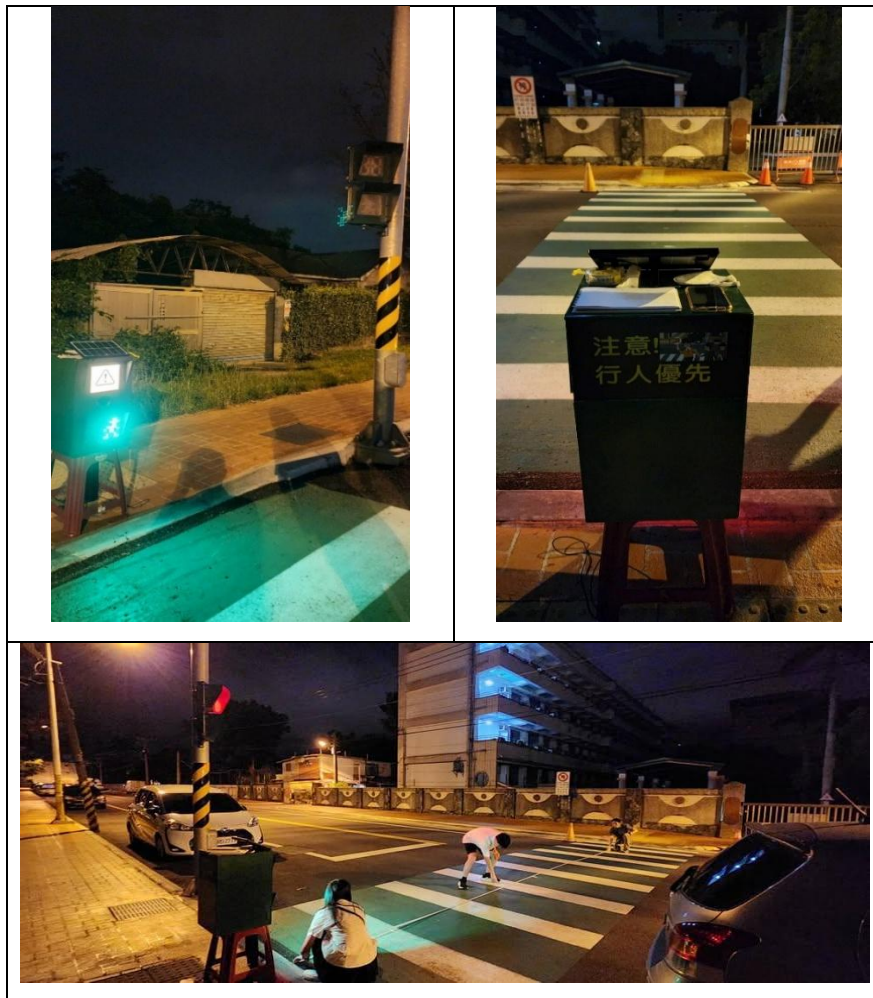
表三、在戶外夜間進行影像辨識率測試實驗的統計數據換算表（出處詳圖表來源一）

公尺	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m
夜間	100%	100%	100%	100%	100%	100%	92%	84%	76%	64%

3. 行人號誌燈在戶外夜間的 AI 影像辨識率折線圖



圖二十二、戶外夜間實驗的 AI 影像辨識率折線圖（出處詳圖表來源一）



圖二十三、將行人號誌燈實地在戶外夜間斑馬線上進行實驗測試（出處詳圖表來源一）

伍、研究討論

一、實驗後的結果

（一）實驗一（室內初步）的測試結果顯示

- 1.當行人位於7公尺以內時，行人號誌燈 AI 系統能夠100%準確偵測到行人。
- 2.當距離超過7公尺後，辨識率逐漸下降，顯示偵測距離與辨識率呈負相關。

（二）實驗二（戶外白天）的測試結果顯示

1. 與室內實驗一致，7公尺以內的範圍內，行人號誌燈 AI 系統可達100%偵測準確率。
2. 當距離超過7公尺時，辨識率逐漸下降，顯示偵測距離與辨識率呈負相關。比室內環境下的下降幅度略少一些，顯示在自然光源充足下系統表現更好。

（三）實驗三（戶外夜晚）的測試結果顯示

- 1.當行人位於6公尺以內時，行人號誌燈 AI 系統能夠100%準確偵測到行人。
- 2.當距離超過6公尺後，辨識率逐漸下降，顯示偵測距離與辨識率呈負相關。

二、實驗後的比較

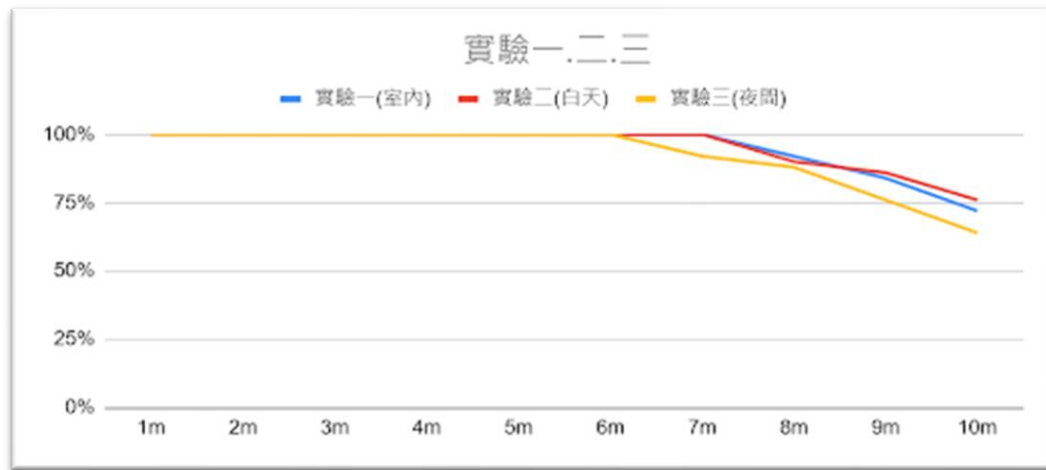
（一）綜合三項實驗結果可發現（詳如下表四及圖二十四中所示），當行人距離系統在6公尺以內時，AI 行人號誌燈均能達到100%準確偵測；但當距離超過6公尺後，辨識率開始下降，且不同環境下的影響程度有所差異。白天環境因自然光充足，系統表現最穩定；室內環境次之；而夜間因光源不足，辨識準確率下降最為明顯，顯示光線條件與偵測距離皆為影響系統效能的關鍵因素。

（二）夜間環境辨識率下降判斷主要原因與攝像機有關，這也是我們裝置的限制，所以夜間環境辨識率的改善可以透過加大攝像機的光圈以及攝像機影像解析度來提高夜間環境的影像辨識率。

（三）實驗結果，此行人號誌燈裝置可用於至少10公尺路寬的斑馬線使用，對斑馬線上行人的偵測有很好的辨識效果，若路口過寬仍可以在斑馬線兩側同時加裝此裝置並同步聯動偵測，即能有效運用我們禮讓行人號誌燈來保障斑馬線上行人穿越時的安全預警。

表四、各情境下影像辨識率測試實驗的統計數據換算比較表（出處詳圖表來源一）

公尺	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m
室內	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	92%	84%	72%
白天	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	86%	76%
夜間	100%	100%	100%	100%	100%	100%	92%	84%	76%	64%



圖二十四、各情境測試實驗的 AI 影像辨識率折線比較圖（出處詳圖表來源一）

陸、結論與展望

在這次的科展中，我們以提升行人穿越斑馬線的安全、降低車禍發生為出發點，完成了四項主要研究目的。首先，我們深入了解現行交通法規中對駕駛與行人的規範。接著，我們探究YOLO影像辨識技術，了解如何有效分辨行人與其他物體，並應用在我們自製的「禮讓行人號誌燈」上。我們運用 Pixel:Bit 開發板與鏡頭模組實現AI功能並進行實驗，設計出能在偵測到行人時，同步亮起警示燈與地面斑馬線警示的裝置，提醒駕駛提前減速禮讓。同時，我們也學習如何透過 AI 協作工具進行系統程式設計與團隊間的合作，共同完成這項創新的應用。本研究不僅實作了硬體裝置，更結合 AI 技術，展現人工智慧在智慧交通上的實際應用潛力，期望未來能改善行人安全，讓「行人地獄」成為過去式。

綜觀以上我們的作品實現和探究實驗，我們構想的生活應用具有以下優勢及貢獻：

- 一、提升行人穿越安全：我們的禮讓行人號誌燈能即時提醒駕駛，減少行人於斑馬線上發生事故的風險，並降低車禍發生率，透過燈光與警示提醒，有效提升駕駛的注意力，降低車輛碰撞行人的意外。
- 二、推動智慧交通應用：結合 AI 技術與交通裝置，展現智慧城市中交通科技的實踐可能，強化 AI 影像辨識技術應用，以實際專案應用展示人工智慧在公共安全領域的實用價值。
- 三、創新交通號誌設計：突破傳統紅綠燈形式，加入互動燈光與視覺提醒，讓駕駛與行人都能更直覺感知交通狀況。打造更具擴充性的應用模組，此行人號誌燈裝置具備延伸能力，未來可加入救護車辨識等功能，持續強化交通安全與應變能力。
- 四、對禮讓行人號誌燈的未來展望如下：

- (一) 新增多項物件辨識系統

目前系統僅辨識行人，未來可加入腳踏車、輪椅、嬰兒車等辨識功能，提升系統對多樣用路人的保護力，讓交通警示更加全面。

- (二) 偵測救護車自動變燈

若能辨識到救護車並自動調整號誌燈，有助於加快送醫速度，爭取黃金時間，也讓交通更具彈性與智慧。

- (三) 提升行人與駕駛警覺性

思考再如何透過其他燈光或警示方式，讓駕駛可提前注意；使行人更安心，減少因不注意而發生的車禍，提高整體交通安全。

柒、參考文獻資料

一、研究報告

- (一) 林哲正 (2014)。感應式紅綠燈。國立高雄應用科技大學電機工程系博碩士班。載點<https://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gswweb.cgi?o=dnclcdr&s=id=%22103KUAS0442008%22.&searchmode=basic&extralimit=asc=%22%E5%9C%8B%E7%AB%8B%E9%AB%98%E9%9B%84%E6%87%89%E7%94%A8%E7%A7%91%E6%8A%80%E5%A4%A7%E5%AD%B8%22&extralimitunit=%E5%9C%8B%E7%AB%8B%E9%AB%98%E9%9B%84%E6%87%89%E7%94%A8%E7%A7%91%E6%8A%80%E5%A4%A7%E5%AD%B8%22>

- (二) 陳韻筑、卓映霆、孟祥祖（中華民國第60屆中小學科學展覽會）。正義魔人-專用停車位警示系統。國中組 生活與應用科學（一）科。載點<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/60/pdf/NPHSF2020-032801.pdf?743>

二、網路資料

- (一) Tommy Huang • Follow (Sep 4, 2018)。深度學習-物件偵測:You Only Look Once (YOLO)。檢自<https://chih-sheng-huang821.medium.com/%E6%B7%B1%E5%BA%A6%E5%AD%B8%E7%BF%92-%E7%89%A9%E4%BB%B6%E5%81%B5%E6%B8%AC-you-only-look-once-yolo-4fb9cf49453c> (Feb 3, 2025)
- (二) 全國法規資料庫（民國 113 年 05 月 29 日）。道路交通管理處罰條例。檢自<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0040012&kw=%e9%81%93%e8%b7%af%e4%ba%a4%e9%80%9a%e7%ae%a1%e7%90%86%e8%99%95%e7%bd%b0%e6%a2%9d%e4%be%8b>
- (三) 全國法規資料庫（民國 113 年 10 月 22 日）。道路交通標誌標線號誌設置規則。檢自<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0040014>
- (四) 內政部警政署統計室（民國 110 年 3 月 10 日）。警政統計通報-109 年行人肇事概況及死傷分析。檢自<https://www.npa.gov.tw/ch/app/data/doc?module=wg057&detailNo=823439707571490816&type=s>
- (五) 李中豪（2024-09-12）。風傳網-行人地獄難逃？2024上半年行人死亡數上升5.8% 交通部長喊9月加強執法，網諷刺：換個部長繼續演！檢自https://www.storm.mg/lifestyle/5236062?fbclid=PAY2xjawIwrDRleHRuA2FlbQIxMAABphlvVUa_OBF Ej6cf g64SRzb_W9u6Kk-6jmB0PU0zYgoB-7oYPWe8LoAjDQ_aem_iqFZXoWtPM6X3u9_uMy4Pw
- (六) 台視新聞 TTV NEWS 熱線追蹤（2024.10.28）。YouTube-救護車靠近中！AI科技先幫你示警。檢自<https://www.youtube.com/watch?v=2HJz-mVZ0oY>
- (七) Circuit Design App for Makers- circuito.io。檢自<https://www.circuito.io/>

捌、圖表來源

一、圖、表由作者親自拍攝或製作。

二、圖片由指導教師拍攝。

三、圖片引自Tommy Huang • Follow (Sep 4, 2018)。深度學習-物件偵測:You Only Look Once (YOLO)。檢自<https://chih-sheng-huang821.medium.com/%E6%B7%B1%E5%BA%A6%E5%AD%B8%E7%BF%92-%E7%89%A9%E4%BB%B6%E5%81%B5%E6%B8%AC-you-only-look-once-yolo-4fb9cf49453c> (Feb 3, 2025)

玖、附錄

附錄一、提供給 ChatGPT 行車號誌燈(紅綠燈) AI 協作程式設計的 Prompt 提示詞。

(以下出處詳圖表來源一)

Arduino紅綠燈程式設計

我有一組如下材料：

Arduino Nano ATmega328P開發板

紅色LED接在D6、黃色LED接在D5、綠色LED接在D4

TM1637 4位數字7段顯示器時鐘模組

MAX7219 8*8 紅光LED矩陣模組

有源蜂鳴器模組接在D7

請給我一段完整紅綠燈程式

TM1637 4位數字7段顯示器時鐘模組顯示當綠燈時倒數12秒變黃燈3秒在變紅燈，紅燈停留6秒便綠燈

MAX7219 8*8 紅光LED矩陣模組當紅燈時顯示站立人形，綠燈時顯示走路人形

請先一步一步分析各模組功能與接線再進行程式撰寫

請最後檢查看程式有沒有問題

如果有請修改給出完整的程式碼



附錄二、行車號誌燈(紅綠燈) AI 協作的完整程式。(以下出處詳圖表來源一)

cpp

复制

```
#include <TM1637Display.h>
#include <LedControl.h>
```

cpp

复制

```
#define LED_RED 6
#define LED_YELLOW 5
#define LED_GREEN 4
#define BUZZER 7

#define TM1637_CLK 2
#define TM1637_DIO 3

#define MAX7219_DIN 11
#define MAX7219_CS 10
#define MAX7219_CLK 13

TM1637Display display(TM1637_CLK, TM1637_DIO);
LedControl lc = LedControl(MAX7219_DIN, MAX7219_CLK, MAX7219_CS, 1);

int greenTime = 12;
int yellowTime = 3;
int redTime = 6;

byte standingMan[8] = {
    B00111100,
    B01000010,
    B10000001,
    B10000001,
    B10000001,
    B10000001,
    B01000010,
    B00111100,
    B00000000
};
```

```
byte walkingMan[8] = {
    B00111100,
    B01000010,
    B10000001,
    B10000001,
    B10000001,
    B01000010,
    B00111100,
    B00011000
};
```

cpp

复制

```
void setup() {
    pinMode(LED_RED, OUTPUT);
    pinMode(LED_YELLOW, OUTPUT);
    pinMode(LED_GREEN, OUTPUT);
    pinMode(BUZZER, OUTPUT);

    display.setBrightness(0x0f);
    lc.shutdown(0, false);
    lc.setIntensity(0, 8);
    lc.clearDisplay(0);
}
```


cpp

复制

```
void loop() {
    // 綠燈階段
    digitalWrite(LED_GREEN, HIGH);
    digitalWrite(LED_YELLOW, LOW);
    digitalWrite(LED_RED, LOW);
    displayNumber(greenTime);
    displayMatrix(walkingMan);
    delayWithBuzzer(greenTime * 1000);

    // 黃燈階段
    digitalWrite(LED_GREEN, LOW);
    digitalWrite(LED_YELLOW, HIGH);
    digitalWrite(LED_RED, LOW);
    displayNumber(yellowTime);
    delayWithBuzzer(yellowTime * 1000);
```

```
    // 紅燈階段
    digitalWrite(LED_GREEN, LOW);
    digitalWrite(LED_YELLOW, LOW);
    digitalWrite(LED_RED, HIGH);
    displayNumber(redTime);
    displayMatrix(standingMan);
    delayWithBuzzer(redTime * 1000);
}

void displayNumber(int number) {
    display.showNumberDec(number, true);
}

void displayMatrix(byte* data) {
    for (int i = 0; i < 8; i++) {
        lc.setRow(0, i, data[i]);
    }
}

void delayWithBuzzer(int duration) {
    digitalWrite(BUZZER, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(BUZZER, LOW);
    delay(duration - 100);
}
```



【評語】 032812

1. 本作品聚焦於行人安全與 AI 技術的結合，展現良好的實用性與應用潛力，值得肯定。儘管現今已有類似科技應用（如智慧號誌燈），仍鼓勵持續努力，朝著技術創新與突破方向邁進。
2. 建議未來可將天色、天候等可能影響影像辨識準確度的因素納入考量，並積極探索相應的解決方式，將有助於進一步提升系統的穩定性與辨識效能。

作品海報



人工智慧 A Eye 行人守護星
禮讓行人號誌燈 的 探究與實作



摘要

為降低車禍發生率並改善行人穿越馬路的安全問題，我們設計出結合人工智慧影像辨識技術的「禮讓行人號誌燈」系統。透過 Pixel:Bit 開發板的攝像鏡頭進行行人偵測，系統能有效辨識人類與其他物體的差異，當偵測到行人經過斑馬線時，上方的黑色螢幕會亮起警示燈，同時地面斑馬線也會發出燈光提醒，讓駕駛提前注意，主動減速禮讓行人。我們先透過測試不同距離的偵測條件，建立模型，接著模擬實際馬路情境，進一步優化設計。本研究除實作硬體裝置外，也結合 AI 協作程式，實現完整功能的原型系統，期望能應用於未來智慧交通建設中，提升用路人安全與行人通行品質，讓人工智慧 A Eye 禮讓行人號誌燈守護你我安全，讓「行人地獄」的惡名不再有！

壹、前言

一、研究動機

因為近年來車禍發生率逐漸上升，我們想降低車禍的發生率。發生車禍的成因有很多種，其中「未禮讓行人而發生的車禍」是我們想探討並改善的部分，每次過馬路時，有些汽車會禮讓行人，可是也有直接衝過去的車子，而且完全沒有要禮讓行人也沒有減速的意思，還有沒看到人直接轉彎把人輾過去的案例。車子在轉彎時駕駛往往會因為視線死角或是沒注意到行人而發生車禍，釀成悲劇，我們想讓駕駛在轉彎前就知道有沒有行人在斑馬線上，提早讓駕駛注意到行人，可以避免悲劇發生，所以想設計此作品。

三、回顧現行交通法規規範

（一）汽機車駕駛未禮讓行人相關法規

依據「道路交通管理處罰條例」（節錄 民國 113 年 05 月 29 日 修正）
汽車駕駛人，駕駛汽車行經行人穿越道有行人穿越時，不暫停讓行人先行通過者。或汽車駕駛人轉彎時，除禁止行人穿越路段外，不暫停讓行人優先通行者，都處新臺幣一千二百元以上三千六百元以下罰鍰。

（二）號誌佈設相關法規

依據「道路交通標誌標線號誌設置規則」（節錄 民國 113 年 10 月 22 日 修正）

第六節 號誌之佈設

1. 行車管制號誌之佈設原則

距近端停止線十公尺以上至少應有一燈面設於遠端左側。如係以柱立式設置，應有二燈面分設於遠端兩側。近端號誌應靠近停止線設置。號誌佈設以能使各車道駕駛者均能清楚辨認為原則。路幅寬廣之道路，必要時得加設號誌燈面，並採門架式或懸掛式設置。

2. 行人專用號行誌應配合行車管制號誌運轉，其佈設原則

行人專用號誌應設置於行人穿越道兩端之路邊。路幅較寬廣且設有交通島之道路，得視需要於交通島輔設相同之燈面。人觸動號誌應指示按鈕位置，並註明使用方法。

四、文獻回顧

You Only Look Once (YOLO) 影像辨識技術是一種運用人工智慧於物件偵測及辨識的一種 AI 演算法，此演算法訓練出來的 AI 模型 (Model) 能做到看一次影像 (one stage) 即能辨識出物件 (人、動物、物品... 等等) 的能力，也就是它只需要對影像進行一次的識別，便能夠精準的判斷影像內的物體位置與其類別 (物件名稱) 屬性，且 YOLO 已被公認是 AI 影像辨識中最佳的模型，也已有被廣泛運用在學術研究及工業應用上，像是交通車流量的偵測、物件影像辨識等等運用。

我們作品採用的影像辨識技術原理、方法及優缺點：

1. YOLO 影像辨識概述

如前文所述 YOLO 影像辨識是一種「一階段 (one stage)」的物件偵測方法，意思是整個偵測過程只需一次前向傳播 (Forward Propagation) 演算即可辨識出物件。這使得 YOLO 在偵測速度上有極大優勢，適合即時影像辨識的應用。同時，它還能夠同時預測影像中所有偵測到物件的位置及類別。

2. 網路架構

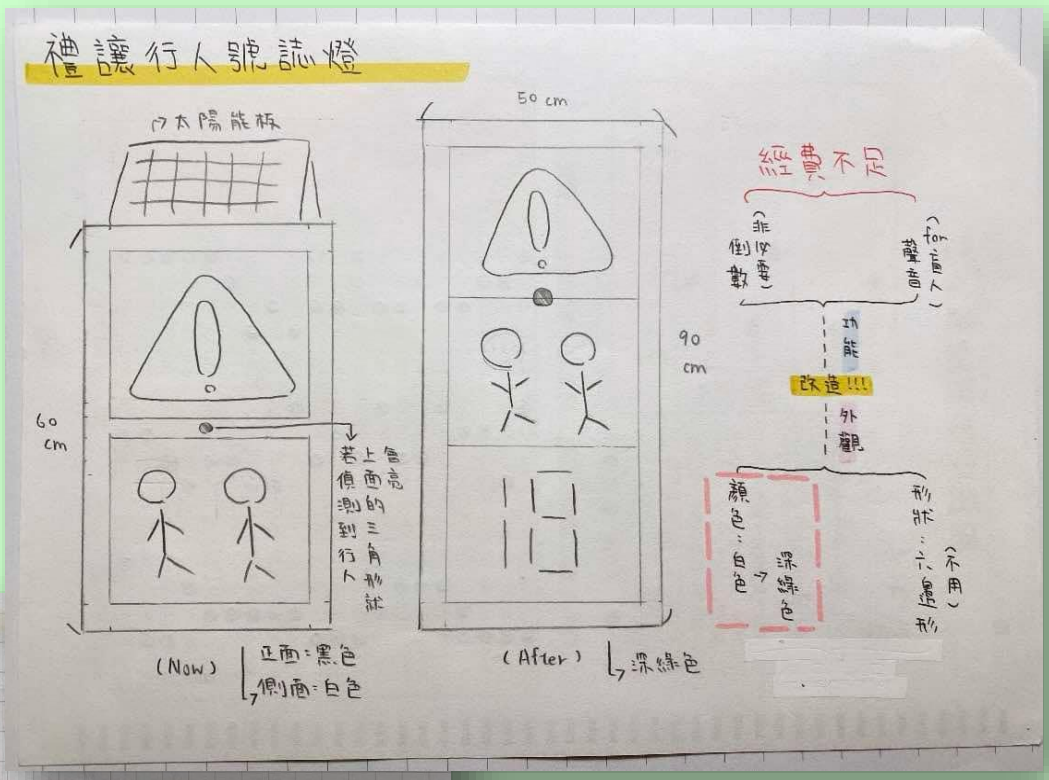
採用卷積神經網路 (CNN)：YOLO 採用類似 GoogleNet 的架構，由 24 層卷積層和 2 層全連接層組成。

3. 偵測流程

- (1)圖像分割： 將輸入影像分成448x448格的網格 (grid cells)。每個網格負責預測物件中心落在此區域的物件。
- (2)邊界框預測： 每個網格會先預測多個邊界框 (bounding box)，每個邊界框包括：中心座標 (x, y)、寬度 (w)、高度 (h) 及一個信心分數 (confidence score)，該分數代表該區域有無物件及預測框與真實物件的重疊程度。
- (3)類別預測： 每個網格同時預測各類別的條件機率，最後根據信心分數與類別機率結合，確定每個物件的具體類別。

二、研究目的

- (一) 瞭解現行交通法規對於駕駛與行人的規範
- (二) 探究 AI 影像辨識技術偵測行人的方法
- (三) AI 自動偵測行人裝置的設計與製作
- (四) 學習如何運用 AI 協作完成創作



(圖片由作者繪製)



(照片由指導教師拍攝)



4. YOLO 影像辨識優缺點與發展方向

(1)優點：

- 辨識快速：一次前向傳播運算即可完成偵測並識別出是何種物件？很適合應用於即時影像辨識。
- 功能強大：能夠同時預測出物件的類別與其位置。

(2)缺點：

- 網格限制：每個網格只能偵測有限數量的邊界框，因此對於密集或重疊的物件偵測效果較差。
- 對小物件難以偵測：多層池化可能使得小物件在特徵圖上表現不明顯，定位不夠精準。

後續 YOLO 的新版本在 AI 影像辨識研究上，更進一步平衡了辨識率和運算效率，同時更提昇了 AI 模型的整體效能。

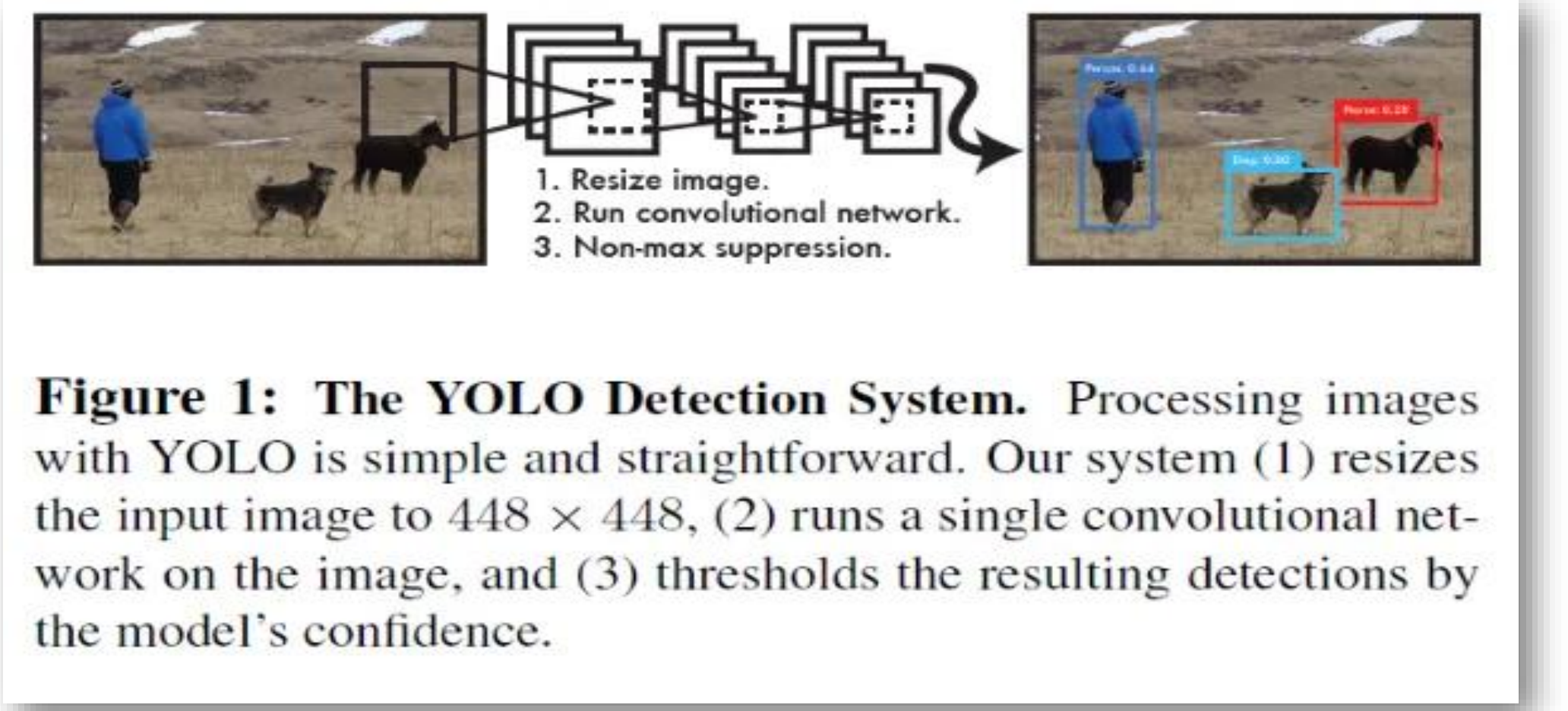
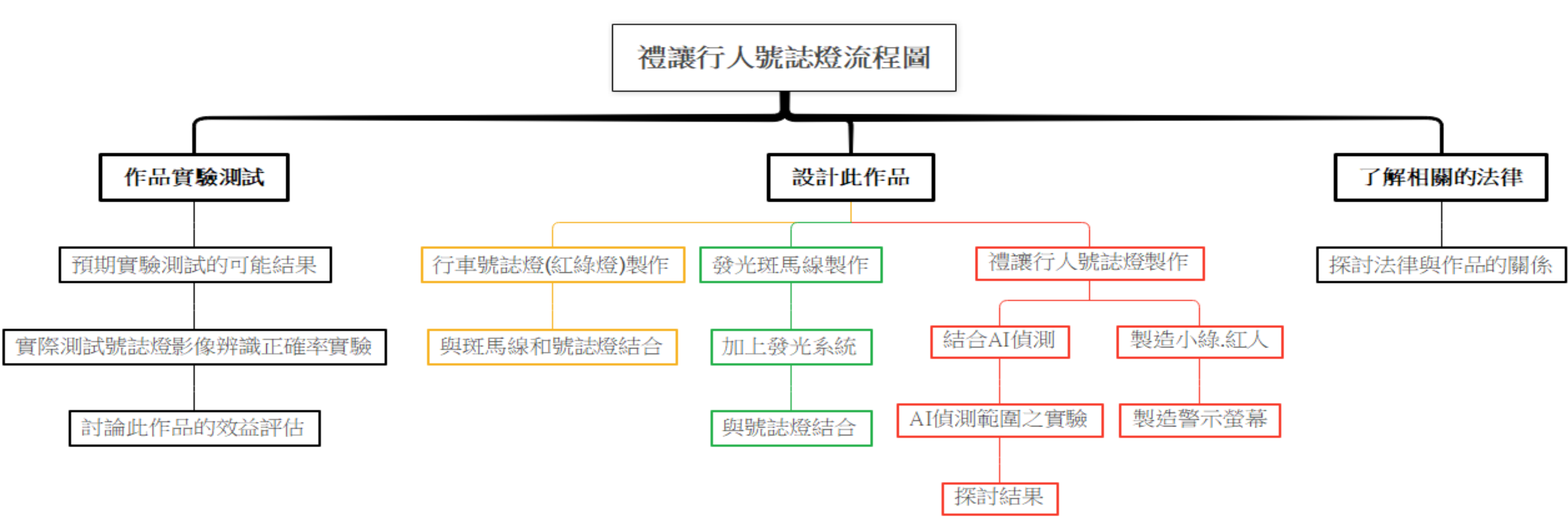


Figure 1: The YOLO Detection System. Processing images with YOLO is simple and straightforward. Our system (1) resizes the input image to 448×448 , (2) runs a single convolutional network on the image, and (3) thresholds the resulting detections by the model's confidence.

貳、研究過程與方法

一、研究流程圖



圖二、研究流程圖（圖片由作者繪製）

三、行車號誌燈（紅綠燈）設計與製作

（一）規劃硬體材料

採用 Arduino Nano ATmega328P 開發板與紅色 LED 接在 D6 腳位、黃色 LED 接在 D5 腳位、綠色 LED 接在 D4 腳位，並且以 TM1637 四位數字7段顯示器時鐘模組顯示倒數時間，MAX7219 8*8 紅光 LED 矩陣模組顯示站立或行走的人形，有源蜂鳴器模組接在 D7 腳位，作為倒數計時的音效。

（二）AI程式編撰



圖三、輸入給 ChatGPT 的 Prompt（提示詞）



圖四、AI 生成程式碼

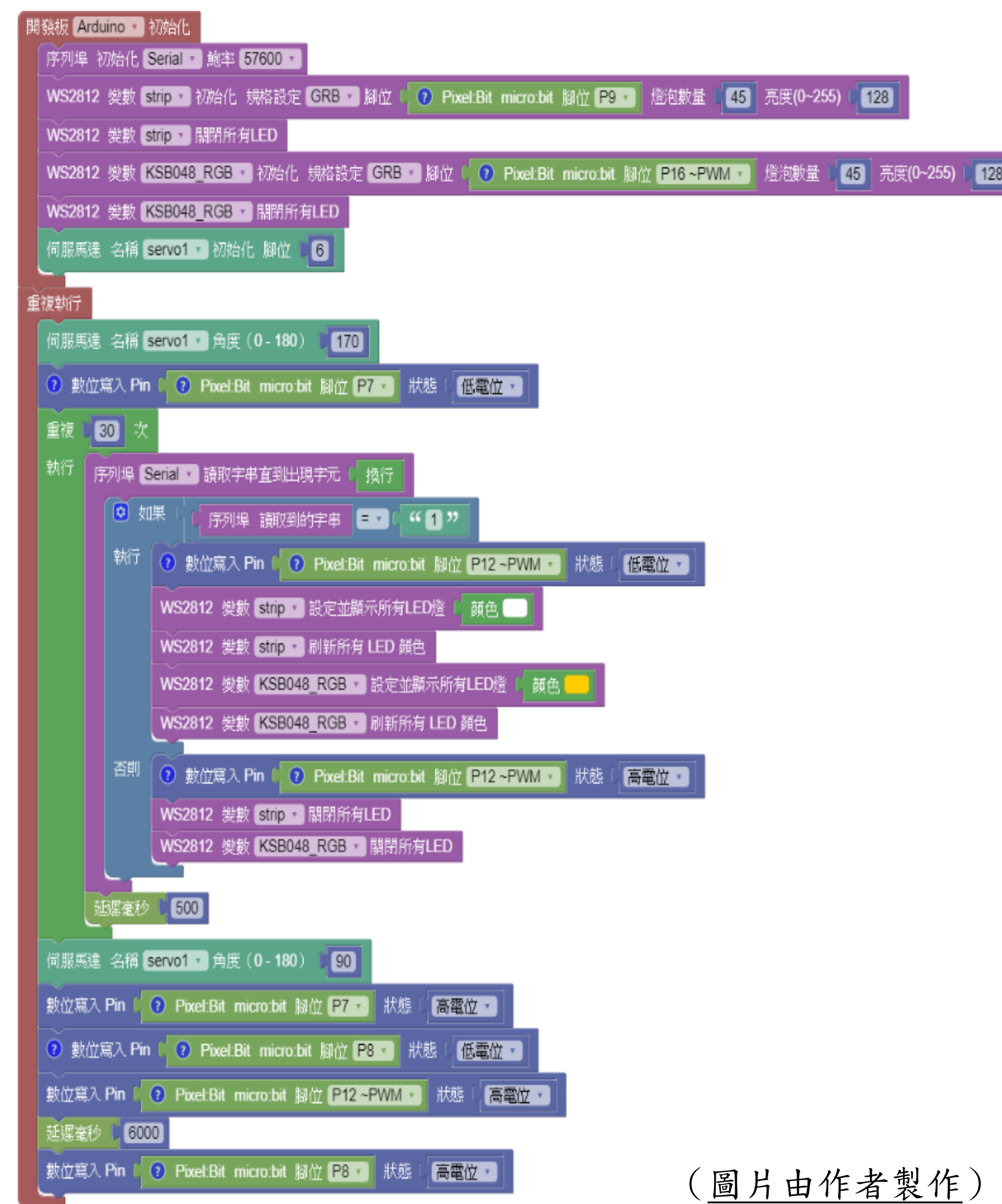
五、禮讓行人號誌燈設計與製作

（一）規劃硬體材料

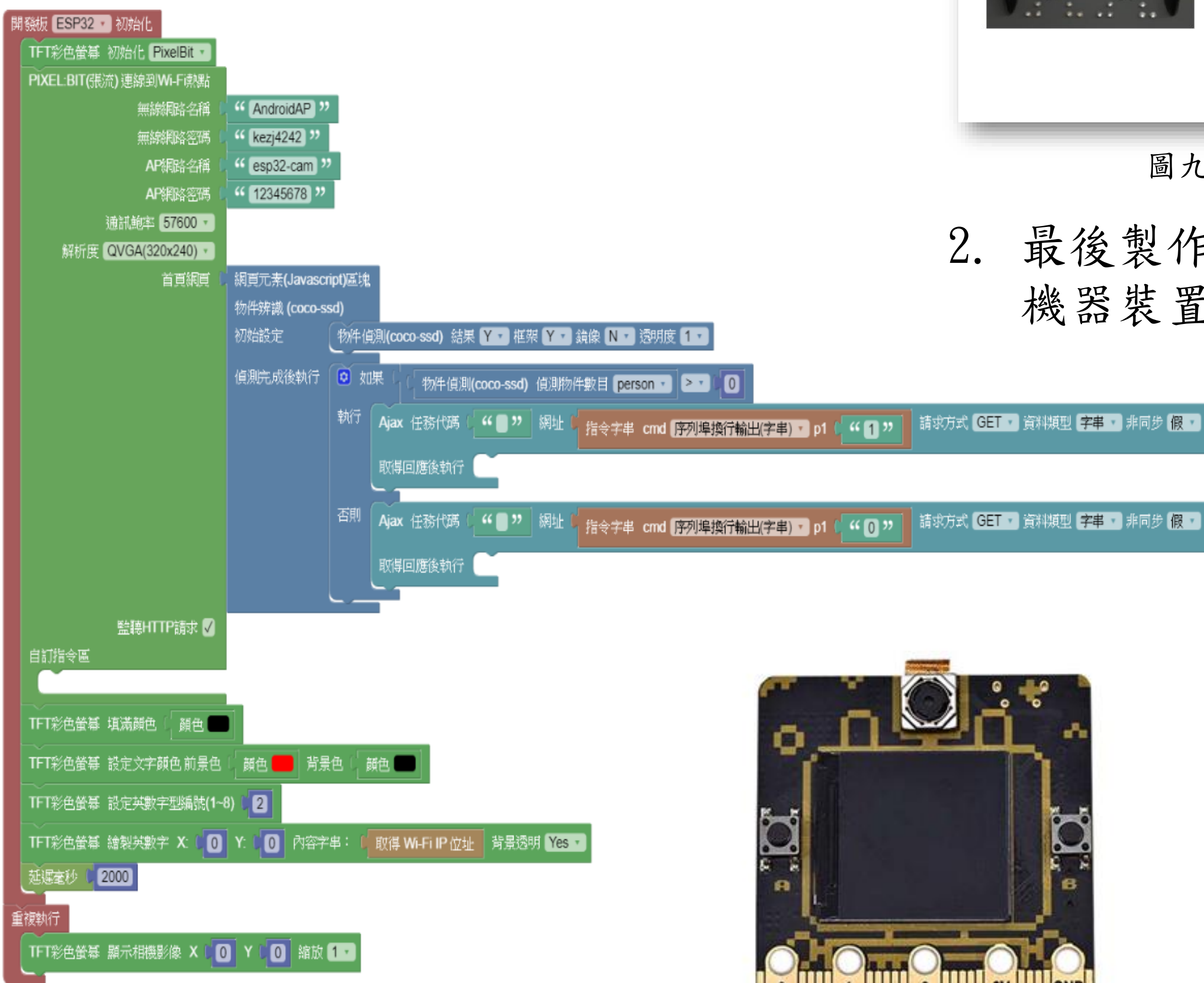
我們硬體部份採用加裝攝像鏡頭的 Pixel:Bit 開發板作為主控制板，控制行人號誌燈機器上燈號顯示的作動，其他週邊使用的硬體材料有四路 5V 繼電器模組、彩色 LED 跑馬燈（警示燈）顯示屏、5V RGB LED（斑馬線）燈條、5V 單色 LED（小紅人、小綠人）燈珠、5V 伺服馬達，以及採用 12V 充電的鉛酸電池和太陽能發電模組作為供應我們行人號誌燈系統的環保電力供電，以符合淨零碳排的智慧城市節能裝置的規劃。

（二）程式編撰

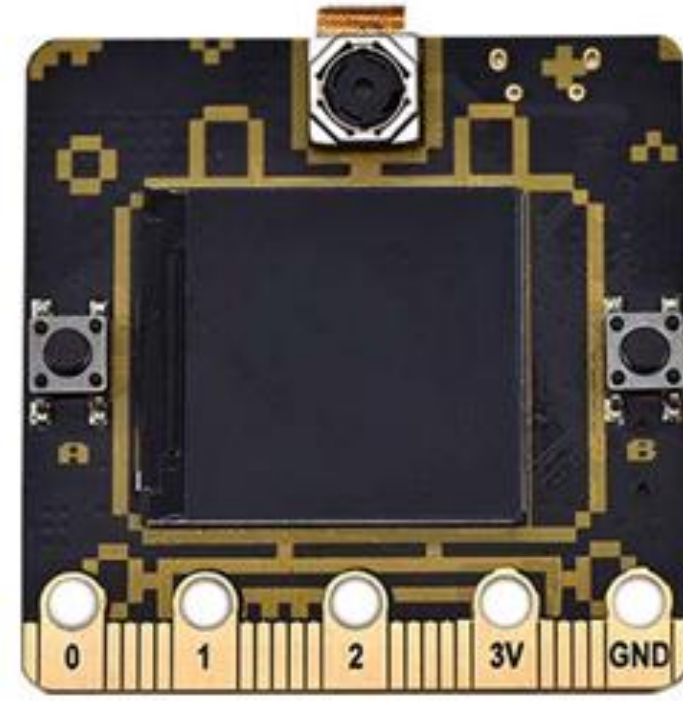
我們採用 BlocklyDuino 編輯主程式，分別編輯 Pixel:Bit 開發板上的 ESP32 處理器及 Arduino 處理器兩組 MCU（微控制器）晶片的 SoC 系統程式，並設定以序列埠作為兩組處理器的資料傳輸使用。ESP32 處理器主要作為影像的擷取，而 Arduino 處理器作為週邊硬體的 control，依照號誌燈機器功能分別控制彩色 LED 跑馬燈顯示屏、5V RGB LED（斑馬線）燈條、5V 單色 LED（小紅人、小綠人）燈珠、5V 伺服馬達開關閉合等功能。



（圖片由作者製作）



圖八、禮讓行人號誌燈程式圖



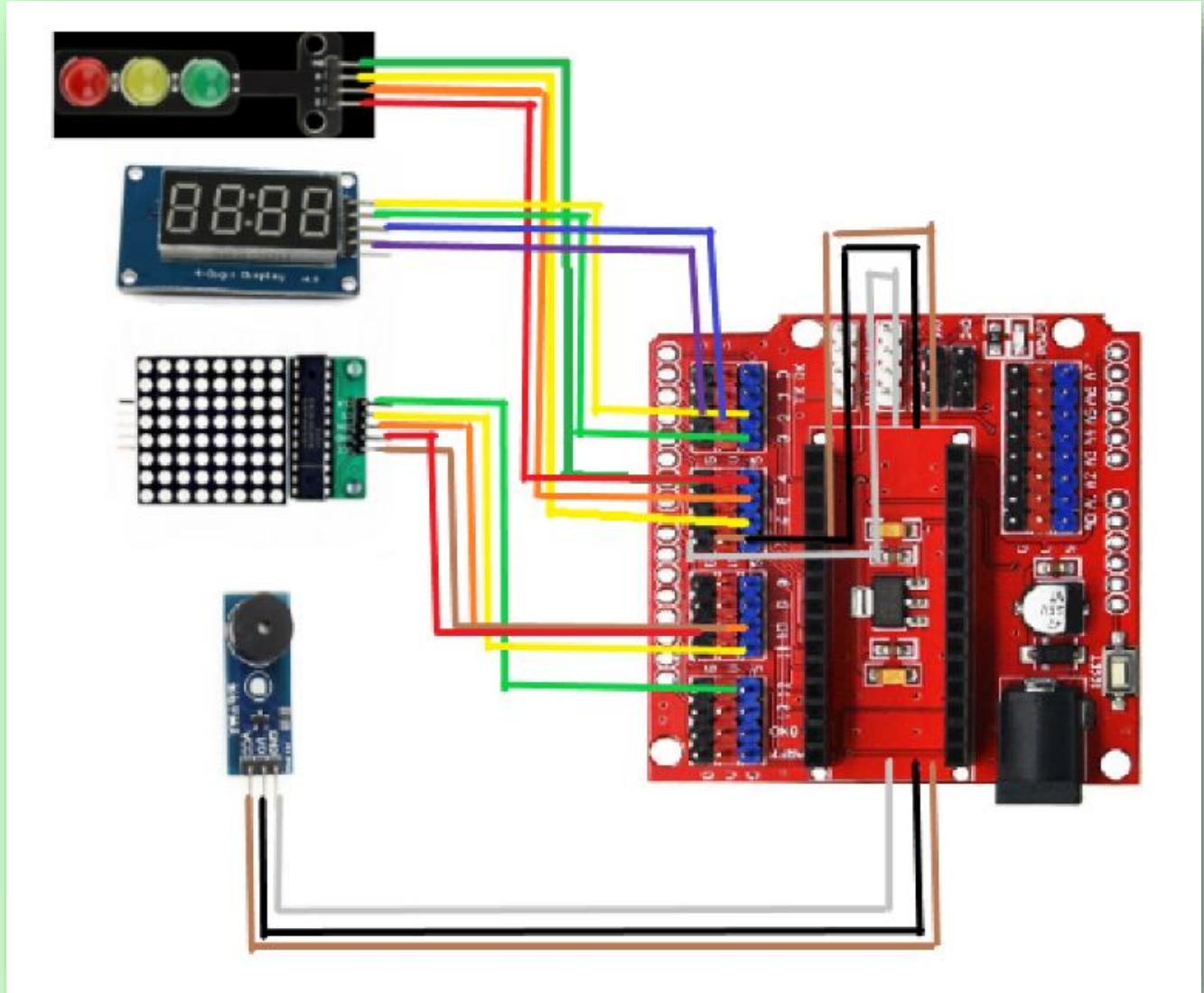
圖十、Pixel:Bit 開發板

二、研究設備與材料

（一）禮讓行人號誌燈：加裝攝像鏡頭的 Pixel:Bit 開發板、5V 伺服馬達、彩色 LED 跑馬燈顯示屏、12V 鉛酸電池、太陽能發電模組、5V 單色 LED 燈珠、四路 5V 繼電器模組。

（二）行車號誌燈：Arduino Nano 開發板、8*8 點矩陣模組、紅黃綠 LED 燈發光模組、四位數七段顯示器模組、蜂鳴器模組、Arduino Nano 擴充板。

（三）發光斑馬線：5V RGB LED 燈條。



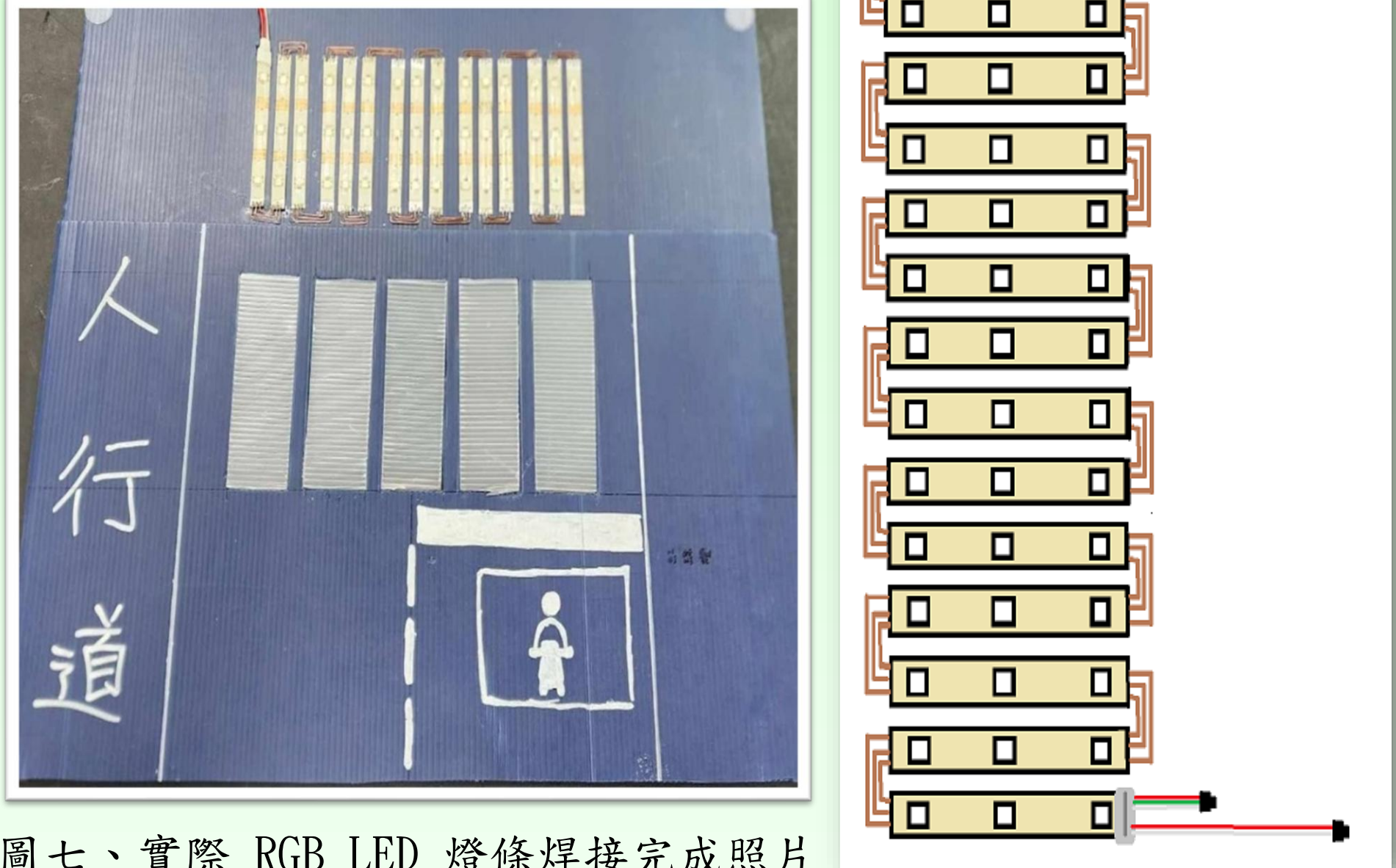
圖五、實際完成行車號誌燈模型的接線圖（圖片由作者拍攝及繪製）

四、發光斑馬線模型設計與製作

（一）製作斑馬線模型方法

用瓦楞板切出基底，再用 5V RGB LED 燈一條條用銅線焊在一起，製作出可發光的斑馬線。

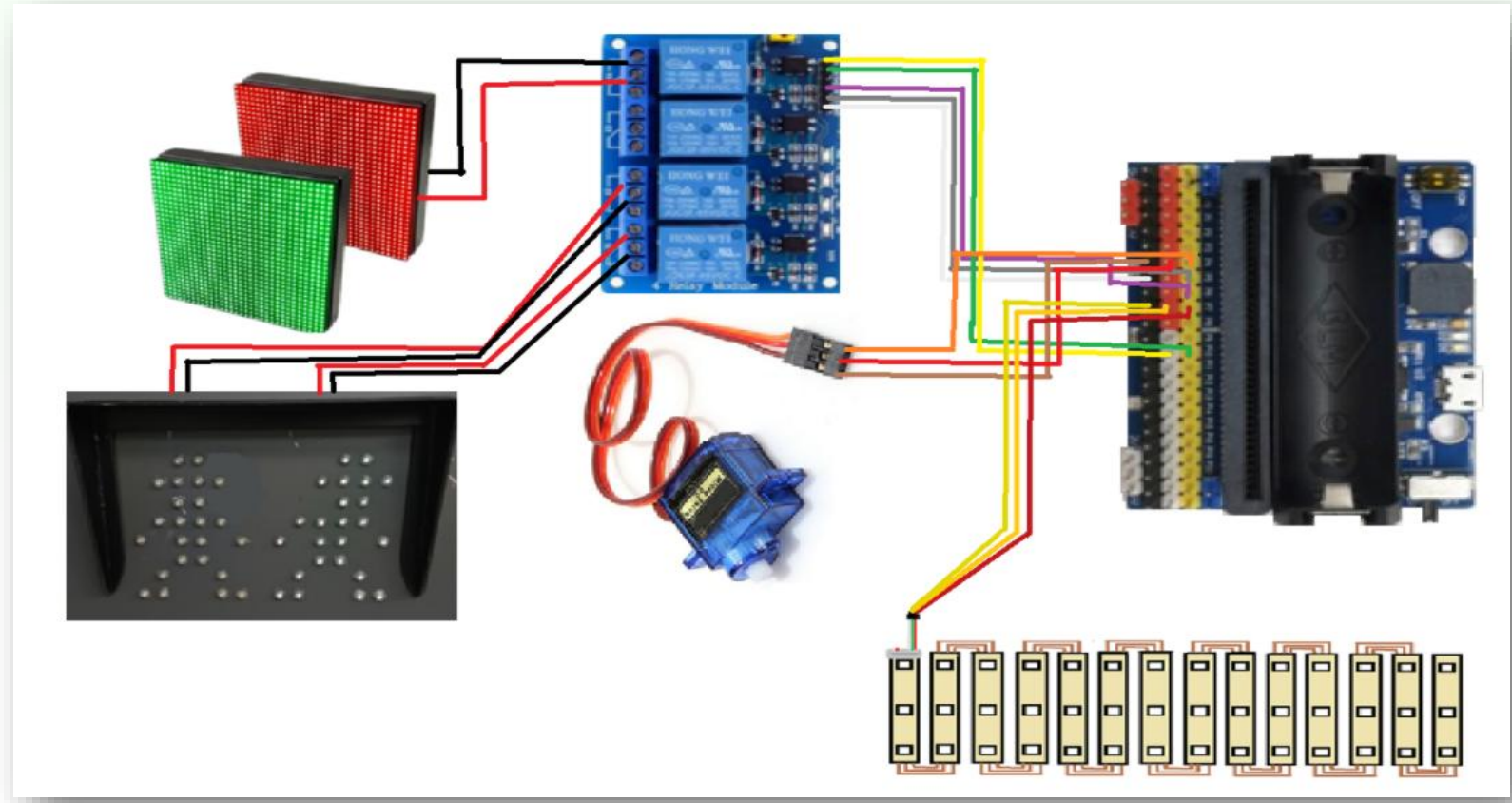
（二）製作材料與接線



圖七、實際 RGB LED 燈條焊接完成照片（圖片由作者拍攝及繪製）

（三）禮讓行人號誌燈硬體線路設計與外觀製作

1. 線路設計



圖九、禮讓行人號誌燈接線圖（圖片由作者拍攝及繪製）

2. 最後製作完成的禮讓行人號誌燈機器裝置



（照片皆由作者拍攝） 圖十一、禮讓行人號誌燈完成圖

參、研究實驗與測試結果（註：本頁所有實驗探究照片與圖表皆由作者自行拍攝和製作）

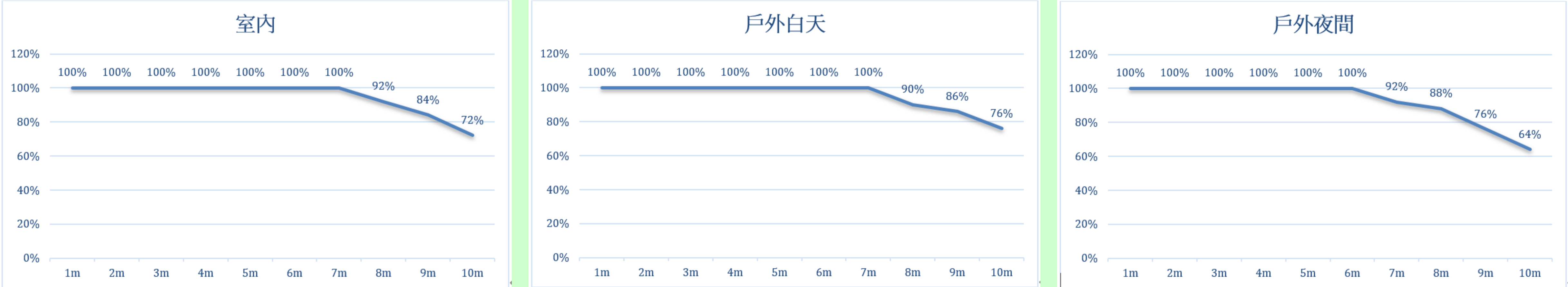
一、行人號誌燈測試實驗：以捲尺放置地面規劃好測試的距離，實測行人號誌燈在不同距離下是否能成功偵測行人。

實驗一：在室內進行的初步測試實驗 實驗二：實地在白天的道路上實驗 實驗三：實地在夜間的道路上實驗

					
7公尺處進行實驗	6公尺處進行實驗	十公尺路寬斑馬線上沒有人	偵測到斑馬線上有一個人	偵測到斑馬線上有一個人	偵測到斑馬线上有兩個人
					
5公尺處進行實驗	2公尺處近距離實驗	偵測到斑馬线上有兩個人	偵測到斑馬线上有多個人行進中	多個人卻只偵測到斑馬线上只有一個人的情形	夜間距離過遠偵測失敗的情形

二、影像辨識實測效能的實驗結果：計算行人號誌燈辨識率的方法為每公尺各測得50次，在每一次偵測都觀察警示燈號是否有閃爍，藉此判斷有無偵測到行人，再將各實驗換算成辨識率百分比的結果。

實驗一：在室內初步測試的實驗結果 實驗二：實地於白天測試的實驗結果 實驗三：實地於夜間測試的實驗結果



肆、研究討論

一、實驗後的結果

（一）實驗一（室內初步測試）的結果顯示：

1. 當行人位於7公尺以內時，辨識系統能夠100%準確偵測到行人。
2. 距離超過7公尺後，辨識率逐漸下降。距離與辨識率呈負相關。

（二）實驗二（白天於戶外實地測試）的結果顯示：

1. 與室內實驗一致，7公尺以內辨識系統可達100%準確偵測。
2. 當距離超過7公尺時，辨識率逐漸下降，比室內環境下的下降幅度略少，顯示在自然光源充足下系統表現更好。

（三）實驗三（夜間於戶外實地測試）的結果顯示：

1. 當行人位於6公尺以內時，辨識系統能夠100%準確偵測到行人。
2. 距離超過6公尺以後，辨識率逐漸下降，但仍有64%以上辨識率。

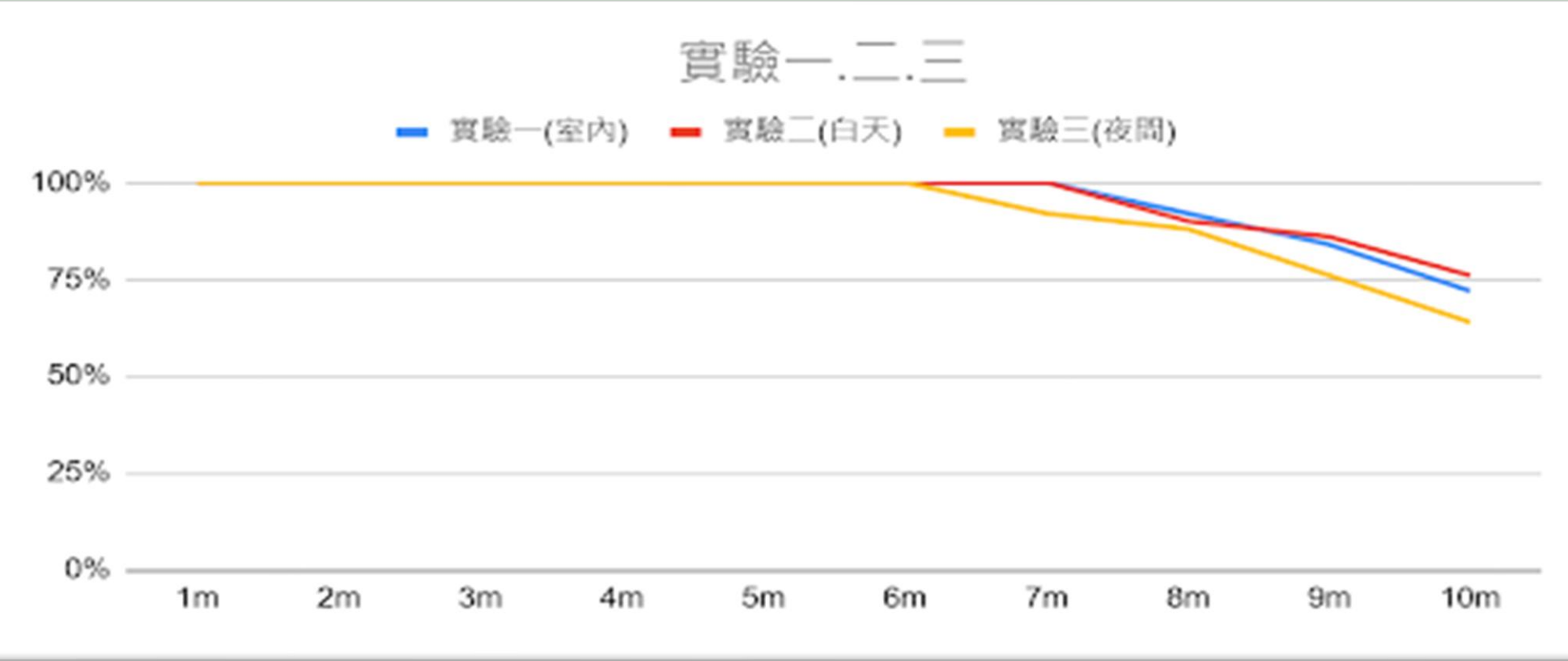
二、實驗後的比較

（一）綜合實驗結果顯示，當行人距離辨識系統在6公尺範圍，AI行人號誌燈均能達到100%辨識率；但當距離超過6公尺以後辨識率下降，且不同環境下的影響程度會有差異。白天環境因自然光充足，系統表現最穩定；而夜間因光源不足，辨識準確率下降較為明顯，顯示光線條件與偵測距離皆為影響系統效能的關鍵因素。

（二）夜間環境AI辨識率下降判斷主要原因與攝像機有關，這也是我們裝置目前的限制，不過，夜間環境辨識率的改善可以透過加大攝像機的光圈以及提升攝像機影像解析度來提高夜間環境時的影像辨識能力。

（三）實驗結果證明，我們的AI行人號誌燈裝置可用於至少10公尺路寬使用，若路口過寬仍可以在斑馬線兩側同時安置AI行人號誌燈並同步偵測，即能有效運用我們禮讓行人號誌燈來保障斑馬線上行人穿越時的安全預警。

公尺	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m
室內	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	92%	84%	72%
白天	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	86%	76%
夜間	100%	100%	100%	100%	100%	100%	92%	84%	76%	64%



伍、結論與展望

在這次的探究過程中，我們思考如何能保障行人可以更安全的穿越斑馬線並降低因駕駛視線死角而不小心造成車禍意外發生的憾事作為我們的探究目標，我們逐步地設計、製作出具有AI影像辨識功能的禮讓行人號誌燈模組裝置，且我們絕對是首次將AI技術結合到行人號誌燈的創新研究團隊。綜觀以上我們探究「禮讓行人號誌燈」的實踐過程，我們作品的實現具有以下具體的社會貢獻及未來優勢：

一、能有效保障行人穿越道路時的安全：透過醒目的號誌燈燈光與斑馬線閃光的警示提醒，可以有效提醒駕駛留意路上行人。

二、創新交通號誌設計並推動未來智慧交通應用：結合AI技術與交通設施的應用，展現智慧城市中交通科技的實踐，以實際的專案應用，展示人工智慧在公共安全領域的實用價值。

三、我們製作實現的「禮讓行人號誌燈」作品已具有不錯的AI影像辨識能力，對其未來更好的設計展望如下：

（一）可新增多項物件辨識功能：未來可加入腳踏車、殘障輪椅、嬰兒車等辨識功能，提升系統對多樣用路人的保護力，讓交通號誌的警示功能更加全面。

（二）偵測救護車自動調整號誌：未來若能偵測救護車鳴笛聲並自動調整改變號誌燈，當有助於加快救護車送醫速度，爭取黃金時間，也讓交通更具彈性與智慧。

陸、參考文獻資料

一、Tommy Huang・Follow（Sep 4, 2018）。深度學習-物件偵測:You Only Look Once (YOLO)。詳列於參考文獻網路資料（一）。

二、全國法規資料庫（民國 113 年 05 月 29 日）。道路交通管理處罰條例。詳列於參考文獻網路資料（二）。

三、全國法規資料庫（民國 113 年 10 月 22 日）。道路交通標誌標線號誌設置規則。詳列於參考文獻網路資料（三）。