

應用深度學習建構智慧型校園交通警示系統

黃昇鴻、黎桐鳴、陳樟淞、林俊男*

摘要

因道路設計不良、用路人觀念不足等原因，造成臺灣交通事故頻傳，亦產生人民死亡與受傷等事故。為提升臺灣交通的安全性，降低民眾受傷等事故，再者因人工智慧等資訊科技與技術的興起，智慧交通理念逐漸興起。目前臺灣多以凸面鏡被動地提醒用路人道路另一方向的交通現況，往往因用路人無心之忽略而無法達成提醒效果，本研究藉由深度學習技術進行交通機具的影像訓練與辨識，透過 LED 面板等自動化物聯網設備主動提醒用路人對向來車的交通情況，並進行是否有車禍事件的判斷。亦結合網頁技術進行即時系統的監控工作，當系統例外事件發生時，可透過 LINE 等行動通訊應用程式提醒維護人員；此外，本研究亦考量環保議題，透過太陽能作為主要供電來源，期望取得科技與環境的平衡，達到環境永續的目標；最後亦遵循智慧製造的概念，透過機器學習技術進行系統設備的即時分析，主動介入設備維護工作，期望提升系統穩定度與降低維護成本。

關鍵字：智慧交通、機器學習、物聯網、永續環境

黃昇鴻，國立臺東大學資訊管理學系碩士班。E-mail: 11001303@gm.nttu.edu.tw

黎桐鳴，國立臺東大學資訊管理學系。E-mail: 10812172@gm.nttu.edu.tw

陳樟淞，國立臺東大學資訊管理學系。E-mail: 10812181@gm.nttu.edu.tw

林俊男(通訊作者)，國立臺東大學資訊管理學系副教授。E-mail: cnlin@nttu.edu.tw

Applying Deep Learning to Build an Intelligent College Traffic Alert System

Sheng-Hong Huang & Tong-Ming Li & Wei-Song Chen & Chun-Nan Lin*

Abstract

Because of the poor road design and the lack of road user concepts, traffic accidents often occur in Taiwan, causing injuries and deaths. To improve the safety of Taiwan's traffic and reduce accidents such as injuries, and because of the rise of information technology and techniques such as artificial intelligence, the concept of intelligent transportation is gradually emerging. In Taiwan, convex mirrors are often used to passively alert passersby of traffic conditions in the other direction of the road, which is often inadvertently ignored by passersby. This study applied deep learning technology to train and recognize the images of traffic devices, and through automated Internet of Things devices such as LED panels to actively alert passersby to the traffic conditions of oncoming vehicles and to determine whether there is a car accident. This study also used web technology for real-time system monitoring and control, and can alert maintenance personnel when system exceptions occur through mobile communication applications such as LINE. In addition, the study also considered the issue of environmental protection by using solar energy as the main source of power supply, hoping to achieve a balance between technology and the environment and to achieve the goal of environmental sustainability.

Keywords: Intelligent Transportation, Machine Learning, Internet of Things, Sustainability Environment.

Sheng-Hong Huang, Graduate Student, Department of Information Science and Management Systems, National Taitung University. E-mail: 11001303@gm.nttu.edu.tw

Tong-Ming Li, Undergraduate Student, Department of Information Science and Management Systems, National Taitung University. E-mail: 10812172@gm.nttu.edu.tw

Wei-Song Chen, Undergraduate Student, Department of Information Science and Management Systems, National Taitung University. E-mail: 10812181@gm.nttu.edu.tw

Chun-Nan Lin (Corresponding Author), Associate Professor, Department of Information Science and Management Systems, National Taitung University. E-mail: cnlin@nttu.edu.tw

壹、前言

伴隨著經濟的高速成長和城市化的加速，人們對於交通運輸的依賴不斷提升，汽、機車成為了不少臺灣人必備的交通工具。根據交通部統計查詢網的資訊顯示(如圖 1)，臺灣近八年的汽、機車總數持續增加，平均每年增加大約 13 萬輛汽、機車，可見臺灣人在交通需求上對汽、機車的依賴程度極高，因此導致「交通壅塞」問題一直是民眾嚴重關切的課題之一。



圖 1 交通部統計汽機車總數
資料來源：道安資訊查詢網

根據交通部統計，2021 年 1 至 11 月死亡 2,704 人，機車騎士死亡 1,655 人，路口事故死亡 1,195 人，受傷人數高達 427,009 人，事故總件數高達 321,148 人，以全國歷年趨勢事故總件數可以看出臺灣事故率也是逐年升高(如圖 2)。若深入看車禍致死的原因，「未依規定讓車」占 14.23%為死亡原因之首。「未依規定讓車」的情況最常發生在十字路口(如圖 3)，尤其是在無號誌的路口機率特別高，顯示出臺灣人的行車禮儀實在是有待加強。

綜合上述，本研究期望透過深度學習與 AIoT 等資通訊技術為基礎，建置一套智慧型校園交通警示系統，期望由校園做起，降低交通事件的發生率。另亦考量永續環保議題，本系統採用環保能源—太陽能作為主要電力提供來源，兼具交通安全與環保永續等多重議題之解決方案。



圖 2 全國歷年事故總件數
資料來源：道安資訊查詢網



圖 3 110 年全國事故位置發生統計
資料來源：道安資訊查詢網

貳、文獻探討

一、智慧運輸系統

智慧運輸系統(Intelligent Transportation System, ITS), 根據交通部運輸研究所的定義, ITS 係藉由先進之電腦、資訊、電子、通訊與感測等科技的應用, 透過所提供即時資訊的溝通與連結, 以改善人、車、路等運輸次系統間的互動關係, 進而增進運輸系統之安全、效率與舒適, 同時減少交通環境衝擊之有效整合型運輸系統(交通部高速公路局, 2020)。

二、人工智慧

人工智慧(Artificial Intelligence, AI)這名詞正式出現在 1956 年, 美國達特茅斯學院召開的第一次人工智慧會議。「人工」及由人設計、創造、製造之物。至於什麼是「智慧」, 較有爭議性。一般而言, 人工智慧是指由人製造出來的機器所表現出來的智慧, 通常是指透過普通電腦程式來呈現人類智慧的技術(鄧文淵與文淵閣工作室, 2020)。AI 發展至今, 已經具備豐沛的研究表現, 許多領域皆有應用 AI 進行研究的成果(Ahmed et al., 2022; Gao et al., 2021; Huang et al., 2021; Zeba et al., 2021; Zhang & Lu, 2021)。

三、機器學習

機器學習(Machine Learning)是當今發展最快的技術領域之一, 主要在解決如何讓電腦能自動化的透過經驗來改善問題; 發展至今, 在醫療保健、製造、教育、金融建模、警務和營銷等領域都能做出更多基於證據的決策(Jordan & Mitchell, 2015)。此外, 機器學習能做的遠不止這些, 資料分析、影像識別、資料採擷、自然語言處理、語音辨識等都是以其為基礎的, 也可以說人工智慧的各種應用都需要機器學習來支撐(Chaudhari & Pawar, 2022; Zeng et al., 2022; Ziyadinov & Tereshonok, 2022)。現在各大公司越來越注重資料的價值, 人工成本也是越來越高, 所以機器學習模型來解決也就變得不可或缺(唐宇迪, 2020)。

參、研究方法

一、國立臺東大學校本部交通現況

圖 4 為說明本校校本部機車道視線視角的現況。當從圖 4 這個方向要左轉時, 會因為視線死角容易造成車會的情形發生。我們要解決的事情就是可以讓用路人更早的知道對象有來車, 這樣用路人將有更多的時間去反應突如其來的狀況。

二、系統架構

此設備不限制只用在十字路口而已, 也可類推 T 字路口等其他有視野盲區的路口。以圖 5 為例, 當有汽車行經路口時, 攝影鏡頭抓取影像到 raspberry 辨識, 如果辨識為車輛則傳送高電位到 LED 面板三秒、低電位兩秒進行零秒差的交替, 此時機車駕駛人看到面板資訊在閃爍時, 就可以知道即將有車輛要駛來的。在未觸發條件時, 平常也會透過 arduino 傳遞溫度、濕度、電瓶電壓、太陽能供電的即是電壓傳到資料

庫。整個系統以太陽能為備用電力供電來源，當一般的實體線路電力停電時，太陽能能把平常收集的電儲存在電瓶，並在需要時提供電力。



圖 4 校園內視線死角路段

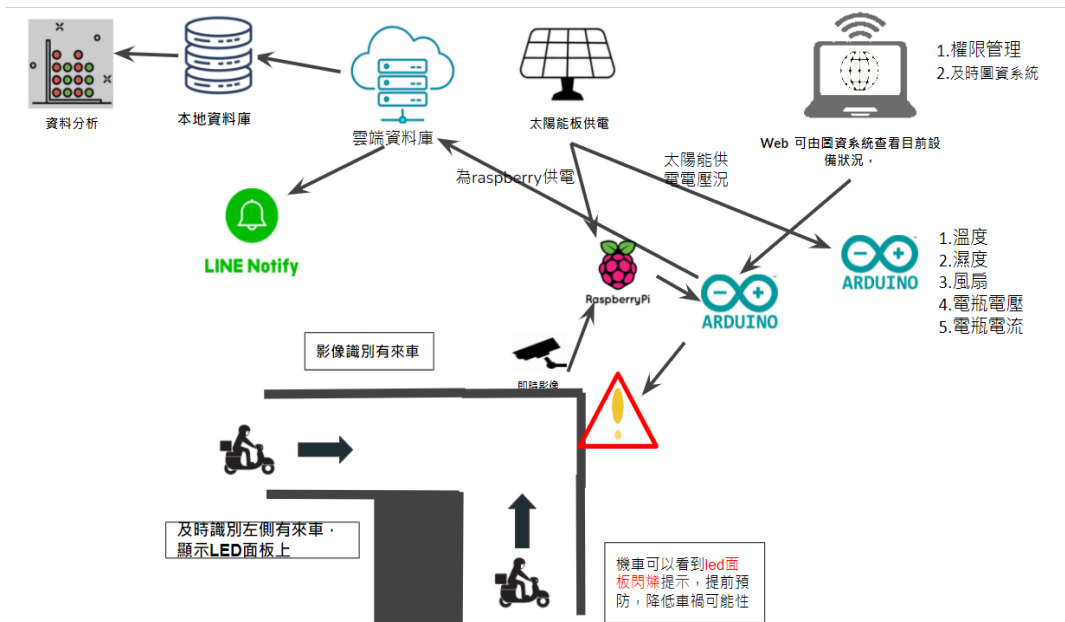


圖 5 系統架構圖

三、開發工具

- (一) Python：版本 3.10.4，用來做影像辨識程式。
- (二) Dlib：版本 19.23，用來做機器機器學習。
- (三) Opencv：版本 4.5.5，用來做圖像處理，圖像抓取。
- (四) 單晶矽太陽能：太陽能規格如表 1 所示。
- (五) PHP：版本 8.1.4，用來做與後端資料庫的溝通。
- (六) Open stree map：地圖圖資。
- (七) Bootstrap：版本:5.1.3。
- (八) ThingSpeak：ThingSpeak 為雲端資料庫，用來放本設備第一時間的資料。
- (九) Arduino：使用相關的感測設備，例如：ESP-01S、DHT11、MAX471。
- (十) Raspberry：上面運行的版本是 RASPBERRY PI OS(32-BIT)。

表 1.太陽能板規格

額定最大功率(Pmax)	50W
最大功率誤差	-3% ~ + 3%
最大電壓	18.2V
最大電流	2.72A
開路電壓	21.85
短路電流	2.85
重量	4.2KG
尺寸	670*640*25MM

四、提取圖像特徵

Dlib 使用 HOG (Histograms of Oriented Gradients)用於目標偵測，HOG 是 2005 年由 Navneet Dalal 與 Bill Triggs 兩位法國國家技術和控制研究所的研究員所提出(Dalal & Triggs, 2005)。HOG 的算法是針對 Horizontal 方向的梯度方向計算(公式 1)與 Vertical 方向的梯度計算(公式 2)(數盟社區，2015)。

$$d_h(x, y) = I(x + 1, y) - I(x - 1, y) \quad (\text{公式 1})$$

$$d_v(x, y) = I(x, y + 1) - I(x, y - 1) \quad (\text{公式 2})$$

並把 Horizontal 方向的梯度與 Vertical 方向的梯度放在一起，即得到一的特徵向量。針對這特徵向量做長度與角度的計算，如 Magnitude 公式(公式 3)、Anagle 公式(公式 4)所示(鄧文淵，2020)。

$$\text{Magnitude}(x, y) = \sqrt{d_h(x, y)^2 + d_v(x, y)^2} \quad (\text{公式 3})$$

$$\theta(x, y) = \tan^{-1}\left(\frac{d_v(x, y)}{d_h(x, y)}\right) \quad (\text{公式 4})$$

公式中 θ 為 Angle。其中 Angle 的角度是一個範圍，0 至 360 度的弧度值，為了計算上的處理，我們可以將範圍約束在 0 至 180 度，如公式 5 所示。

$$\theta'(x, y) = \{if((\theta(x, y) < 180)) \rightarrow \theta(x, y), if(\theta(x, y) > 180 \rightarrow \theta(x, y) - 180\} \text{ (公式 5)}$$

接著會將角度分割為 9 個方向，每個方向 20 度，再將約束後的角度除以 20，則現在的梯度方向角度值就變為範圍在 [0,9]，在將每個小 cell 裡面的梯度幅值按照這 9 個方向進行統計，計算完後之後，將會產生一個橫坐標 X 為梯度方向，縱坐標 Y 為梯度幅值的方向梯度直方圖，最後可根據每個 cell 劃出不同像星星發功的形狀(程序員小新人學習，2015)，如下面圖 6、圖 7 兩張圖片所示。

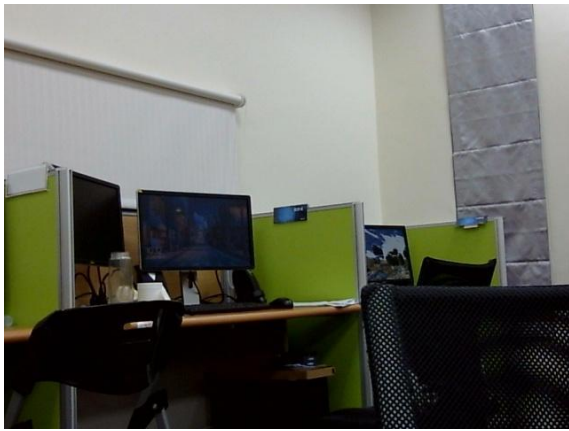


圖 6 原始圖片



圖 7 使用 HOG 演算法的圖片

最後 HOG 特徵加上以先前分類的 SVM 下去做分類。SVM (Support Vector Machine) 是由 Boser, Guyon 和 Vapnik 根據統計計算理論所提出的一種機器學習演算法，是一種監督式學習。主要目的為找出一個超平面將多維度的資料進行分類，當我們給予一群已分類完成的資料，SVM 可經由訓練得到一組模型，之後當有新的未分類資料進入時，SVM 便可以依根據已先前已訓練好的模型預測此筆資料所屬的分類。此判斷是否有無汽車就是利用 HOG 萃取出特徵加以利用 SVM 來判斷滑動視窗內是不是有汽車(Boser et al., 1992)。

肆、系統實作與結果

一、設備的完整狀況

本設備呈現樣子如圖 8 所示(正面)，反面如圖 9 所示。在圖 8、圖 9 中標示的一、二、三、四，分別是太陽能板、本設備的工作平臺(其中包含了樹梅派、arduino、樹梅派的不斷電的系統控制板、風扇等多種感測設備)、LED 顯示區；反面有 IoT 設備，以及電瓶等。



圖 8 設備正面



圖 9 設備反面

本設備結合了太陽能系統，並搭配太陽能與電瓶的交換器(solar charge counter roller)。太陽能會將收集到的電力儲存於電瓶中，電瓶會再供電給 IoT 的元件。本設備還搭配樹梅派的 UPS 擴充版 V3P。電源的電路設計示意圖如圖 10 所示。

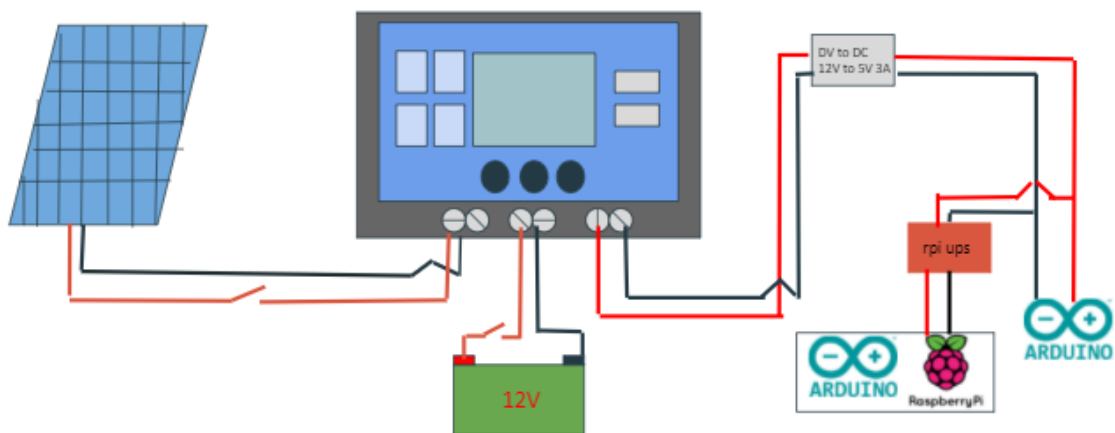


圖 10 主要電源的電路圖

二、感測設備成像與相關電路

在第二層，本設備 IoT 的核心擺放位子請參閱圖 8。感測器包含溫/濕度、電壓/流、ESP-O1S、一路繼電器、風扇等。在第三層為驅動 LED 閃爍的 IoT 設備，感測器包含 Arduino 等。

- (一) **溫度與濕度**：使用 arduino_DHT11 模組，當溫度過高於 29 度時或是濕度高過感測器的值 100 時，會自動開啟風扇，再來要是當溫度小於 27 度時且濕度要小於 95 才會關閉風扇。

- (二) **電壓與電流**：電壓與電流的檢測是使用 arduino 的 MAX471 模組。電壓檢測使用電阻分壓原理設計，能使端子介面輸入的電壓所小 5 倍，而 arduino 類比輸入訊號最大為 5 伏特，所以檢測電壓模組的輸入電壓不能大於五伏特乘五伏特等於二十五伏特。MAX471 模組的電路接線圖如圖 11 所示，在電瓶的電壓測量，需並聯電瓶所連接的線路。
- (三) **ESP-01S**：ESP-01S 是 WIFI 模組，它可以連接 2.4GHz 的網路訊號，本設備用它將 IoT 數據傳送至雲端資料庫。
- (四) **風扇與繼電器**：當溫度過高時會自動開啟風扇，而風散的電壓為 12V，arduino 最大電壓是 5V，故我們搭配繼電器去外接一個 12V 的電路，達成了小電壓驅動大電壓的任務。在電路上我們亦多外接一個開關，用意是如果今天巡檢人員要檢查風扇是否有異常時，不須刻意的把溫度調高，而是僅按下按鈕就可以知道風扇是否正常。圖 12 為風扇的實體圖、圖 13 為此部分完整接線圖。在圖 12 中，1 指的是風扇，2 指的是繼電器，3 指的是可以直接開關的按鈕，4 指的是外接 12V 電源給風扇的外接電源，5 指的是可以自動控制開關的溫溼度感測器。

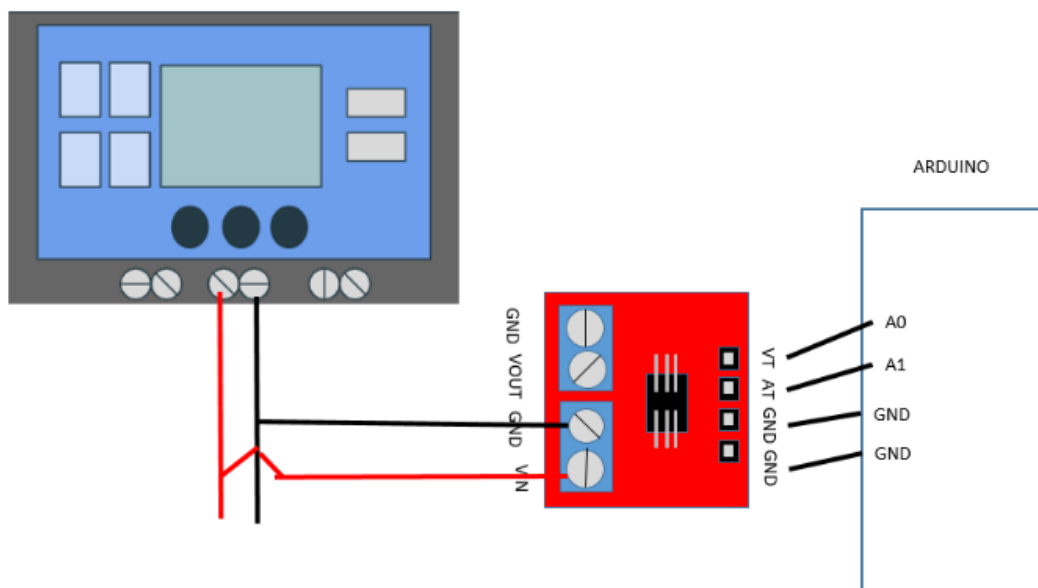


圖 11 MAX471 的接線圖

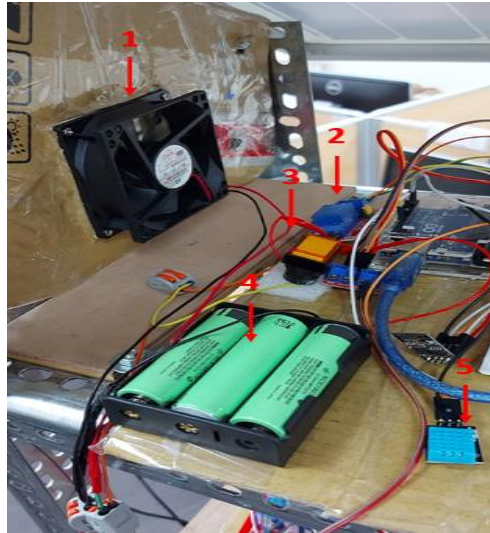


圖 12 風扇與繼電器實體

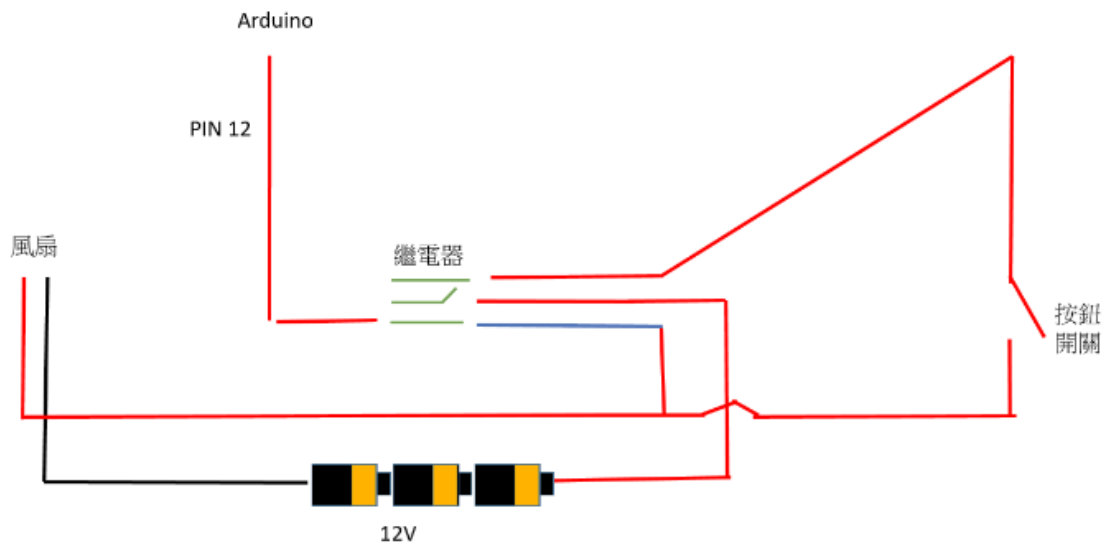


圖 13 風扇與繼電器電路圖

(五) 觸發 LED 的 ARDUINO：當 raspberry 偵測到車輛時，會傳遞訊號到下方的 arduino，當初不直接用 raspberry 直接做為控制 LED 的開關是因為我們要降低 raspberry 的負荷，並減少他的延遲時間，這樣做的做法另一個好處是可以增加影像識別監視器與 LED 顯示器的長度。圖 14 為偵測到物件(以手掌圖像為範例進行模型訓練)、圖 15 為燈泡亮起之畫面。

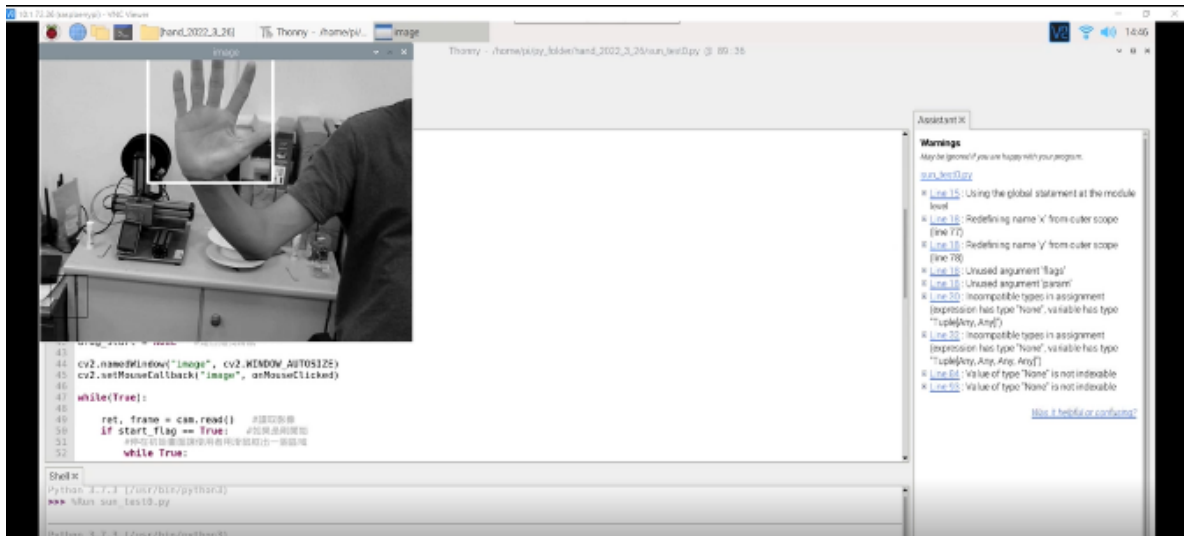


圖 14 偵測物件範例(手掌)

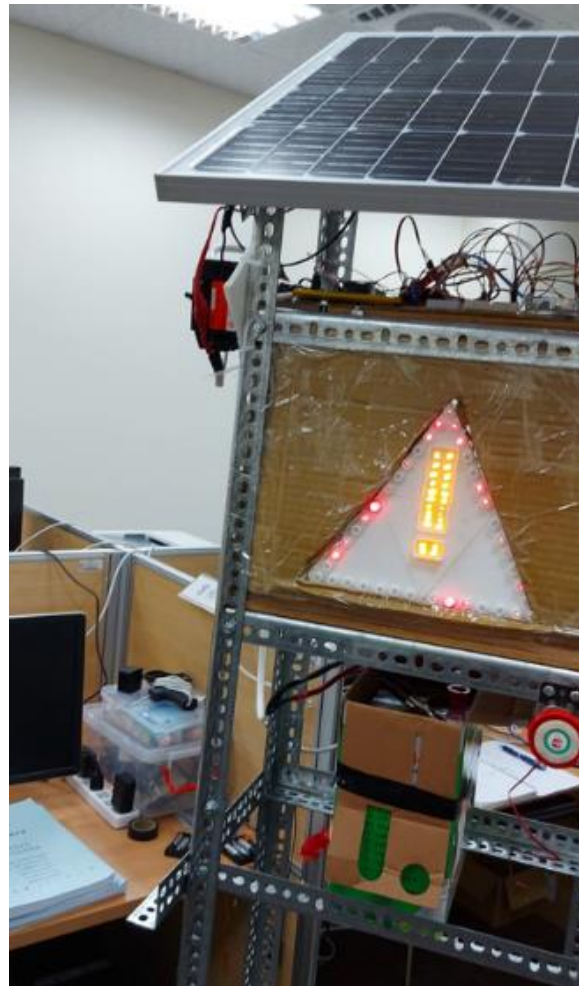


圖 15 LED 燈順利動作

三、車禍偵測

本設備偵測車禍的方式有兩種，第一種為判斷兩物件之間的距離，正常距離下，兩物件之間的距離連是青白色的狀態，當距離太近時(即是將要產生碰撞時)，系統將進行圖片拍攝。第二種狀況為碰撞聲音的判斷，當聲音大於預設值時，系統也會進行圖片的拍攝。

(一) 以距離兩物件的距離作為判斷

當距離很正常時時，如圖 16，圖片的連線是呈現青白色。當距離異常時(有就是很靠近時)，兩物件的連線呈現黑色，如圖 17。

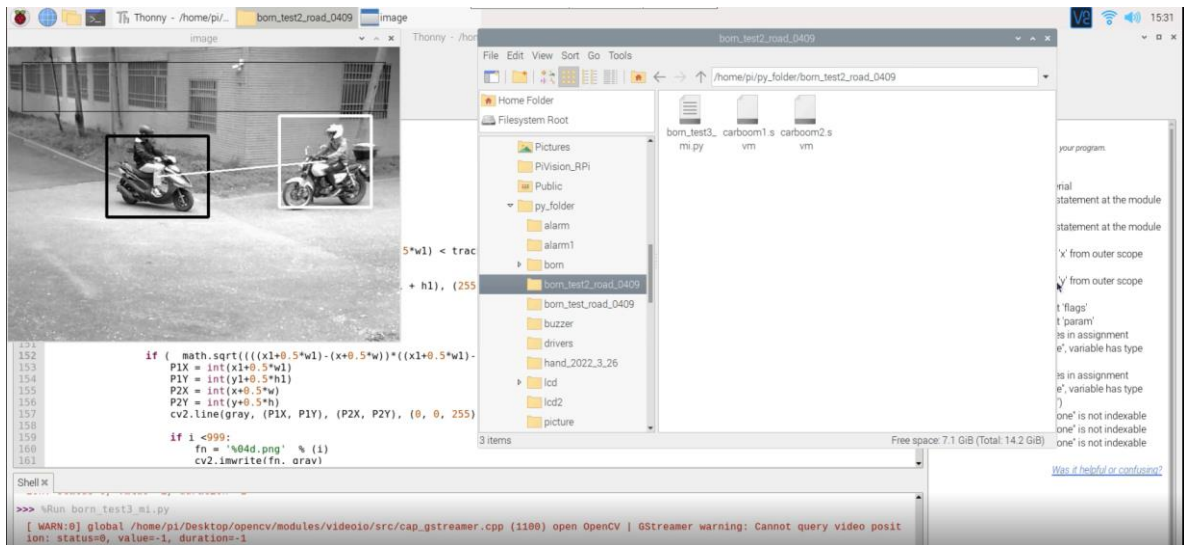


圖 16 車禍判斷不成立的情況

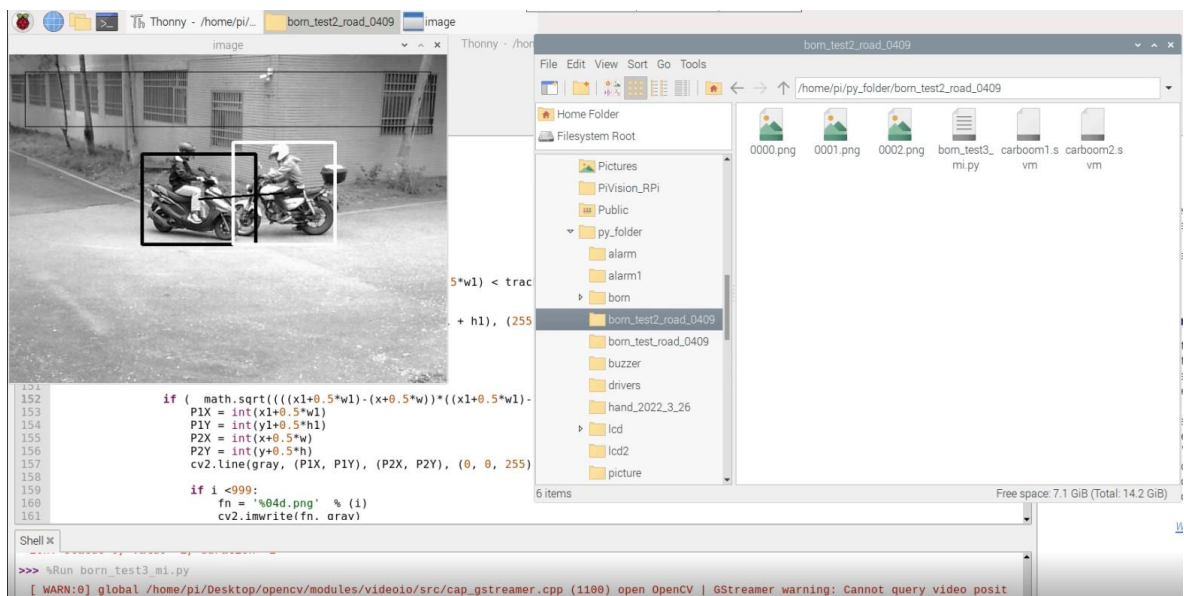


圖 17 車禍判斷成立的情況

(二) 以碰撞聲音下去做判斷

本研究使用工業級噪音分貝感測器實體與接線。首先是由 arduino 接感測器去偵測，再透過 raspberry 的 USB 接口直接讀取 arduino 的噪音分貝值，正常情況如圖 18，當噪音分貝值過大時，raspberry 驅動相機拍照，如圖 19 所示。

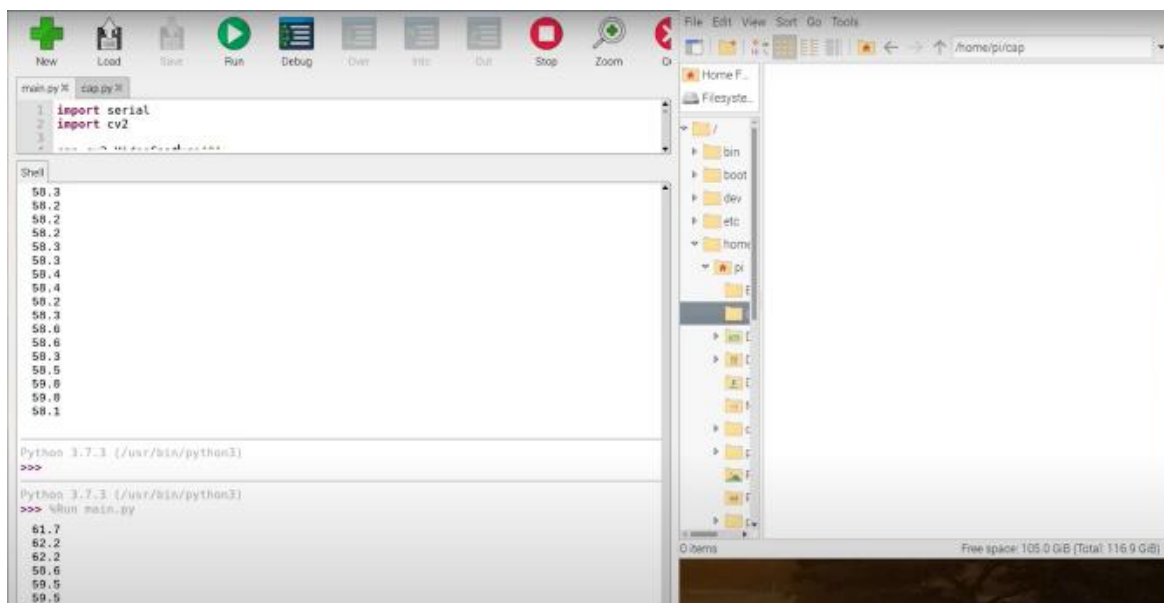


圖 18 正常情況下並未拍照畫片

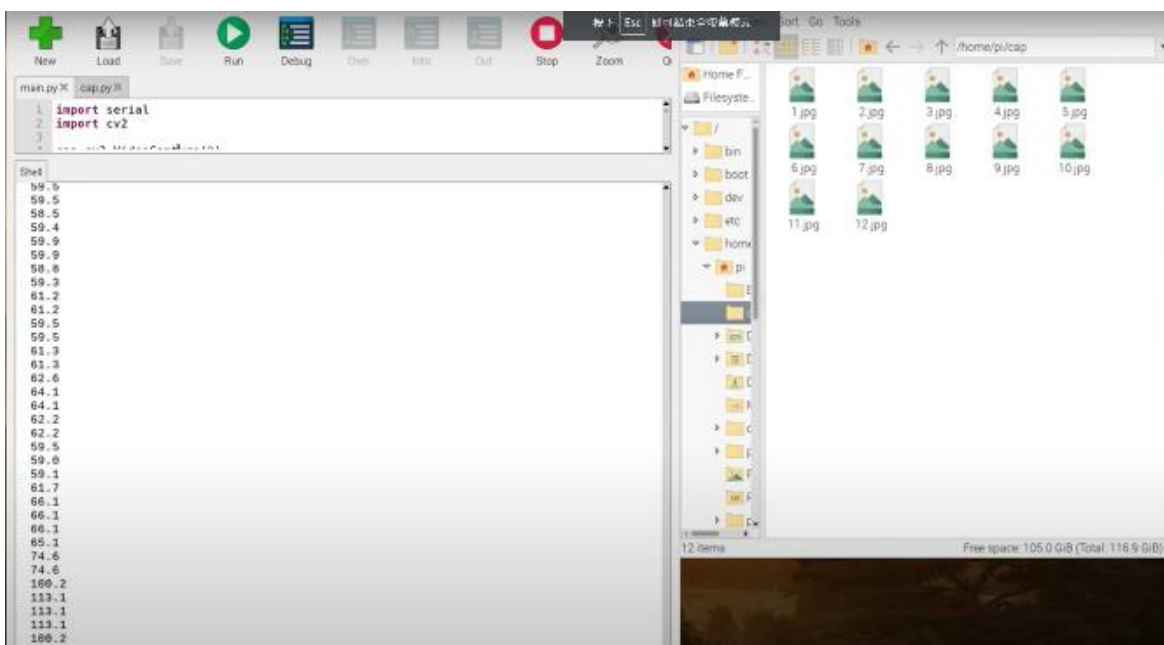


圖 19 分貝過大開始進行拍攝

四、前後端網頁

在網頁設計面，我們考量系統化管理之構想，故在帳號管控機制採用兩種角色。

1. root：為最高管理者，當有問題要責任歸屬時，可以從 root 去調閱相關資料。
2. 次接管理者：次接管理者主要為查看目前設備狀況，當有問題時可以即時做反應與相關的排除，後端資料庫則使用 MYSQL。

一般管理者主要的內容為判斷機臺是否有異常，正常時系統 icon 呈現綠色，如圖 20 所示；當有異常時，icon 呈現紅色，如圖 21 所示；當設備呈現斷線時，icon 是呈現紫色的，如圖 22 所示。

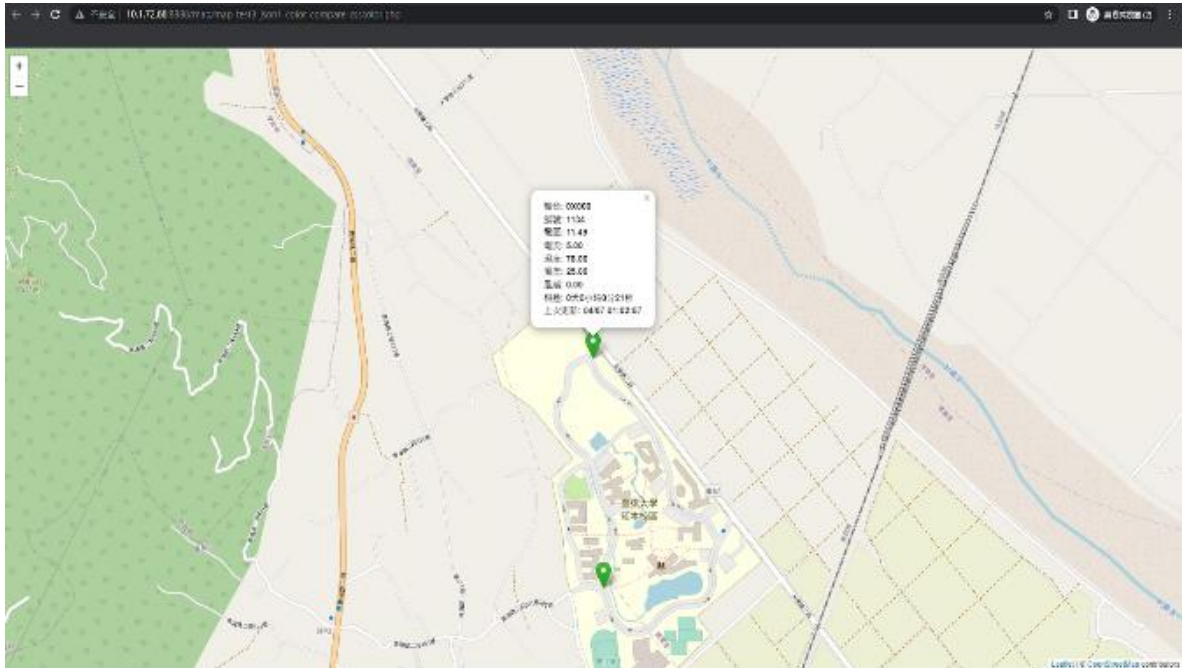


圖 20 設備正常時之系統畫面

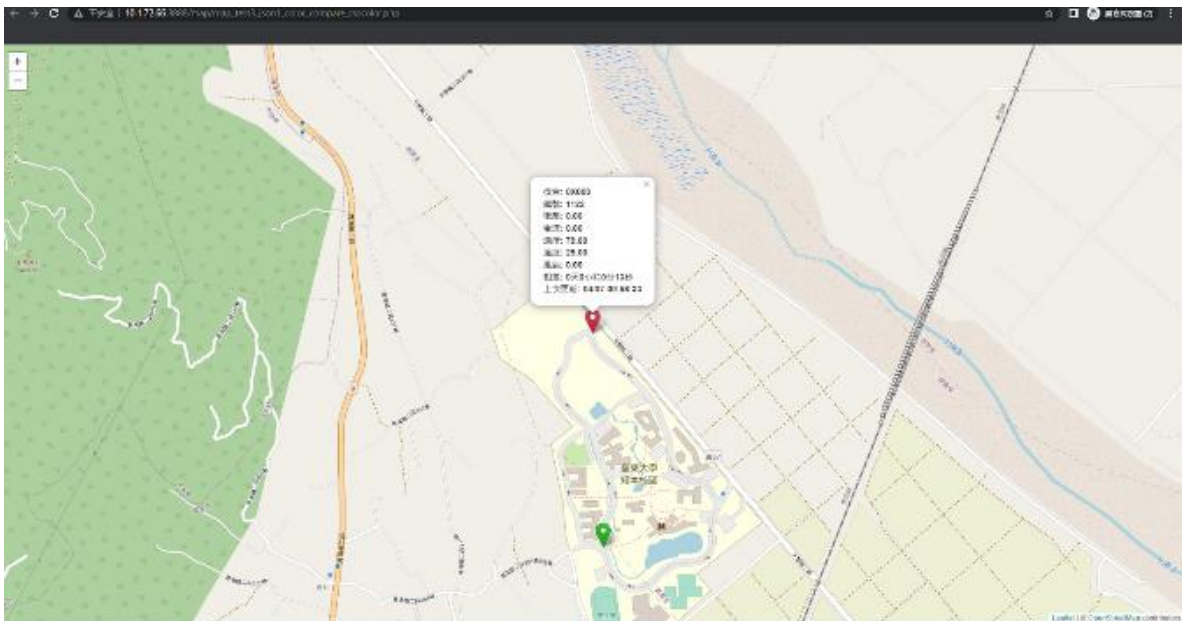


圖 21 設備異常時之系統畫面

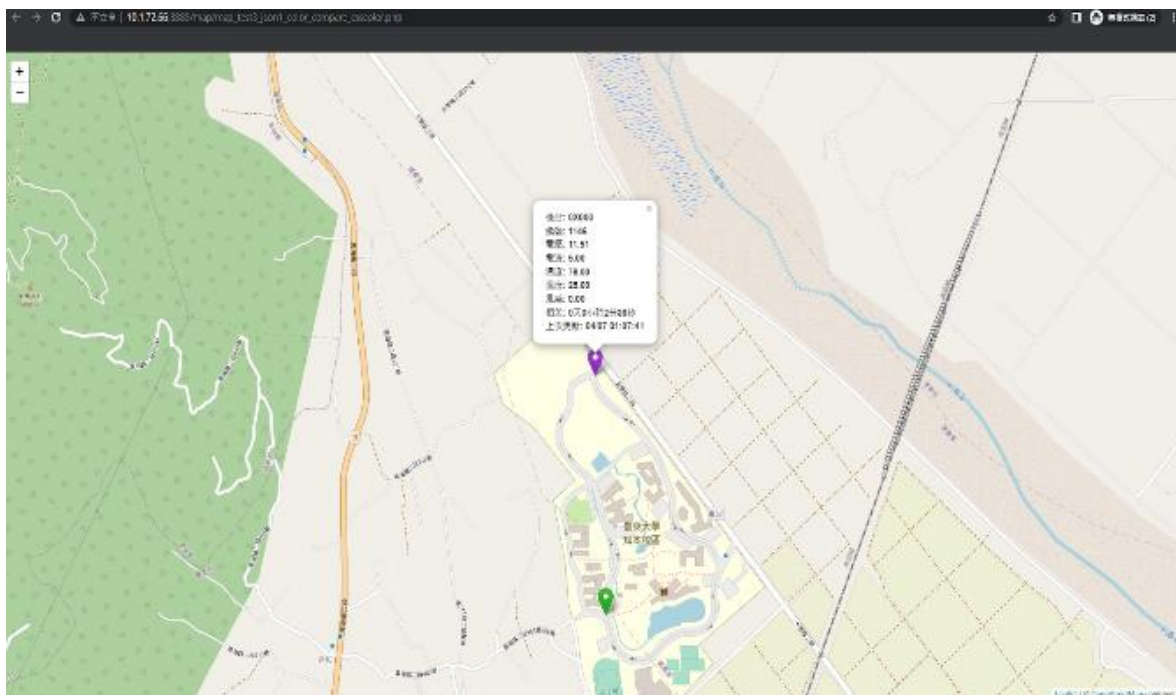


圖 22 設備斷線時之系統畫面

伍、結論

一、研究成果

本研究建置實體設施「路況輔助系統」並架設於視線不佳、易產生死角的路口，方便車輛經過時，能透過設施提前了解死角來車等問題，以降低車禍的發生。若不幸發生車禍時，也能透過設施的偵測，並立即拍攝照片，將照片提供給相關單位，以最快的速度排除事故，避免二次撞擊發生。

本研究也搭配感測器的應用，並結合網頁來呈現，大幅降低了維運、維護成本，增加了管理的便利性與快速性。

二、研究限制

目前偵測來車裝置只適合在視線良好等地方作用，若遇到夜晚會因為光線問題而無法偵測到來車，以業界作法是裝設紅外線鏡頭，但因為成本考量，目前無法排除此狀況。此偵測來車裝置亦受地理環境的影響，架設裝置需一定的空間以及極佳的位置，才可發揮裝置的功能，若位置及空間不佳可能造成死角、無法偵測等問題發生。

要怎麼降低成本，能不受地理環境、天氣因素，一直是本研究的限制，最大的限制則是交通法規，能不能真正到現實生活執行，需要有政府及各機關單位的支持，成為此研究最大的限制。

三、未來研究建議

目前只能偵測來車、車禍，未來若能增加車牌辨識、偵測速度、隨時監控及錄影等功能，並在發生時立即提供給緊急單位，能降低緊急單位的時間成本(警察需要調閱

監視器、車禍發生時需打 110、119)。

當然，路況輔助系統的應用相當廣泛，像是在隧道裡，車輛之間的行車距離相當重要，若能偵測來車車輛、速度，並利用 AI 廣播提醒用路人，想必一定能降低車禍的可能性，不僅僅是車禍，車輛改裝的噪音一直都是民眾所困擾的，若能偵測來車噪音，並經過單位核可，給予罰單，相信能大幅降低車輛改裝，提高此區域的生活品質。

引用文獻

一、中文部分

交通部高速公路局(2020)。進化交通新時代-智慧運輸系統。<https://transport-curation.nat.gov.tw/museum-ITS2020/ITS.html>

唐宇迪(2020)。大師帶你立即上手：機器學習+人工智慧一點也不難。深智數位。

程序員小新人學習(2015)。方向梯度直方圖 HOG—從理論到實踐—附帶積分圖像的解析。<https://kknews.cc/invest/4x13mxv.html>

道安資訊查詢網(無日期)。交通事故統計快覽。
<https://roadsafety.tw/Dashboard/Custom?type=%E7%B5%B1%E8%A8%88%E5%BF%AB%E8%A6%BD>

數盟社區(2015)。圖像特徵提取三大法寶：HOG 特徵，LBP 特徵，Haar 特徵。
<https://kknews.cc/tech/46ggxx.html>

鄧文淵、文淵閣工作室(2020)。Python 機器學習超進化：AI 影像辨識跨界應用實戰。碁峰資訊。

二、外文部分

Ahmed, I., Jeon, G., & Piccialli, F. (2022). From artificial intelligence to explainable artificial intelligence in industry 4.0: A survey on what, how, and where. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 18(8), 5031-5042. <https://doi.org/10.1109/TII.2022.3146552>

Boser, B. E., Guyon, I. M., & Vapnik, V. N. (1992, July). A training algorithm for optimal margin classifiers. In *Proceedings of the fifth annual workshop on Computational learning theory* (pp. 144-152).

Chaudhari, D. D., & Pawar, A. V. (2022). A Systematic Comparison of Machine Learning and NLP Techniques to Unveil Propaganda in Social Media. *Journal of Information Technology Research*, 15(1), 1-14. <https://doi.org/10.4018/JITR.299384>

Dalal, N., & Triggs, B. (2005, June). Histograms of oriented gradients for human detection. In *2005 IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition (CVPR'05)* (Vol. 1, pp. 886-893). IEEE.

Gao, P., Li, J., & Liu, S. (2021). An introduction to key technology in artificial intelligence and big data driven e-learning and e-education. *Mobile Networks and Applications*, 26(5), 2123-2126. <https://doi.org/10.1007/s11036-021-01777-7>

- Huang, S., Yang, J., Fong, S., & Zhao, Q. (2021). Artificial intelligence in the diagnosis of COVID-19: Challenges and perspectives. *International Journal of Biological Sciences*, 17(6), 1581. <https://doi.org/10.7150/ijbs.58855>
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>
- Zeba, G., Dabić, M., Čičak, M., Daim, T., & Yalcin, H. (2021). Technology mining: Artificial intelligence in manufacturing. *Technological Forecasting and Social Change*, 171, 120971. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120971>
- Zhang, C., & Lu, Y. (2021). Study on artificial intelligence: The state of the art and future prospects. *Journal of Industrial Information Integration*, 23, 100224. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100224>
- Zeng, Z., Li, Y., Li, Y., & Luo, Y. (2022). Statistical and machine learning methods for spatially resolved transcriptomics data analysis. *Genome Biology*, 23(1), 1-23. <https://doi.org/10.1186/s13059-022-02653-7>
- Ziyadinov, V., & Tereshonok, M. (2022). Noise immunity and robustness study of image recognition using a convolutional neural network. *Sensors*, 22(3), 1241. <https://doi.org/10.3390/s22031241>