

全人教育新世代雲端服務與智慧物網

應用計畫書

智慧交通凸面鏡

日期：中華民國112年12月08日

設計者	數學系	409170036	趙偉成
-----	-----	-----------	-----

目 錄

壹、計畫重點摘要.....	2
貳、計畫緣起、動機與目的.....	2
參、應用架構說明.....	2
肆、應用場域與可行性評估.....	6
伍、預計成效.....	8
陸、結論.....	8
附錄 A—參考文獻.....	9

壹、計畫重點摘要(Abstract)

本計畫致力於開發一款創新的智慧交通凸面鏡，結合微型處理器、攝影機和 LED 燈提示系統。這款智慧鏡旨在分析道路上的車輛及障礙物，並透過 LED 燈向駕駛者發出提示。此外，它能連接 5G 網路獲取即時天氣資訊，從而提高影像分析的準確性。該設備還支持遠程監控功能，允許用戶通過網路實時查看攝影機影像，以監測交通狀況。

貳、計畫緣起、動機與目的(Motivation、Introduction)

在當今的道路交通安全設施中，傳統凸面鏡扮演著不可或缺的角色，特別是在視線受限的路段，如彎道、交叉路口等。然而，這些凸面鏡在環境條件不佳時，例如夜間、霧天或雨雪天氣，其效用大打折扣。在這些情況下，凸面鏡的能見度降低，使得駕駛者難以及時發現潛在的危險，如對向來車或路邊障礙物。此外，除了車輛的燈光，其他不發光的障礙物在凸面鏡中往往難以被察覺，這進一步增加了交通事故的風險。

面對這些挑戰，我認識到有必要開發一種新型的道路安全設施，以克服傳統凸面鏡的限制。在政大大學報提到范政揆, et al. [2] 研發的「Light-UP 盲彎壓線感測器」，利用壓線感測器技術和燈光設計結合現有凸面鏡，感測車輛通過，但是在面對其他障礙時就無法偵測到，我想要針對這點進行改良。

本計畫的主要目的是設計並實現一款智慧交通凸面鏡，它能夠在各種環境條件下有效運作，提供比傳統凸面鏡更加清晰、準確的視覺訊息。這款智慧交通凸面鏡將利用內置的攝影機和微型處理器，實時分析道路情況，並透過 LED 燈或其他視覺提示系統向駕駛者發出警告。此外，它還將能夠連接到網路，接收天氣資訊更新，並根據這些訊息調整其性能，以確保在各種天氣條件下都能提供最佳的效能。也支持遠程監控功能，使得用戶能夠透過網路連接，隨時隨地查看攝影機所捕捉的即時影像，從而有效地監控當前的交通情況。通過這項創新，我期望能夠顯著減少交通事故，提高道路使用者的安全性。

參、應用架構說明 (Method)

智慧交通凸面鏡的結構是基於以下關鍵硬體組件：

- 微型處理器 * 2：Raspberry Pi 4 Model B [3]
- 攝影機 * 2：Arducam 5MP OV5647 Camera Module Motorized IR-CUT Filter for Daylight and Night vision for Raspberry Pi [4]
- LED 系統 * 2：Adafruit NeoPixel Digital RGB LED Strip 50cm [5]
- 電池：12V AGM Deep Cycle Battery [6]
- DC-DC 降壓轉換器：LM2596 DC-DC 降壓電源模組 [7]
- 太陽能板及控制器套件：Renogy 100W Solar Panel Starter Kit [8]
- SD 卡 * 2：SanDisk Extreme Pro 32GB microSDHC UHS-I Card [9]
- 電纜 * 2：A8553 643 PowerLine USB-C to USB-C 傳輸充電線 1.8M [10]
- GPIO 擴展板 * 2：Adafruit T-Cobbler Plus [11]
- 5G 網路模組 * 2：Raspberry Pi RM502Q-AE 5G HAT [12]

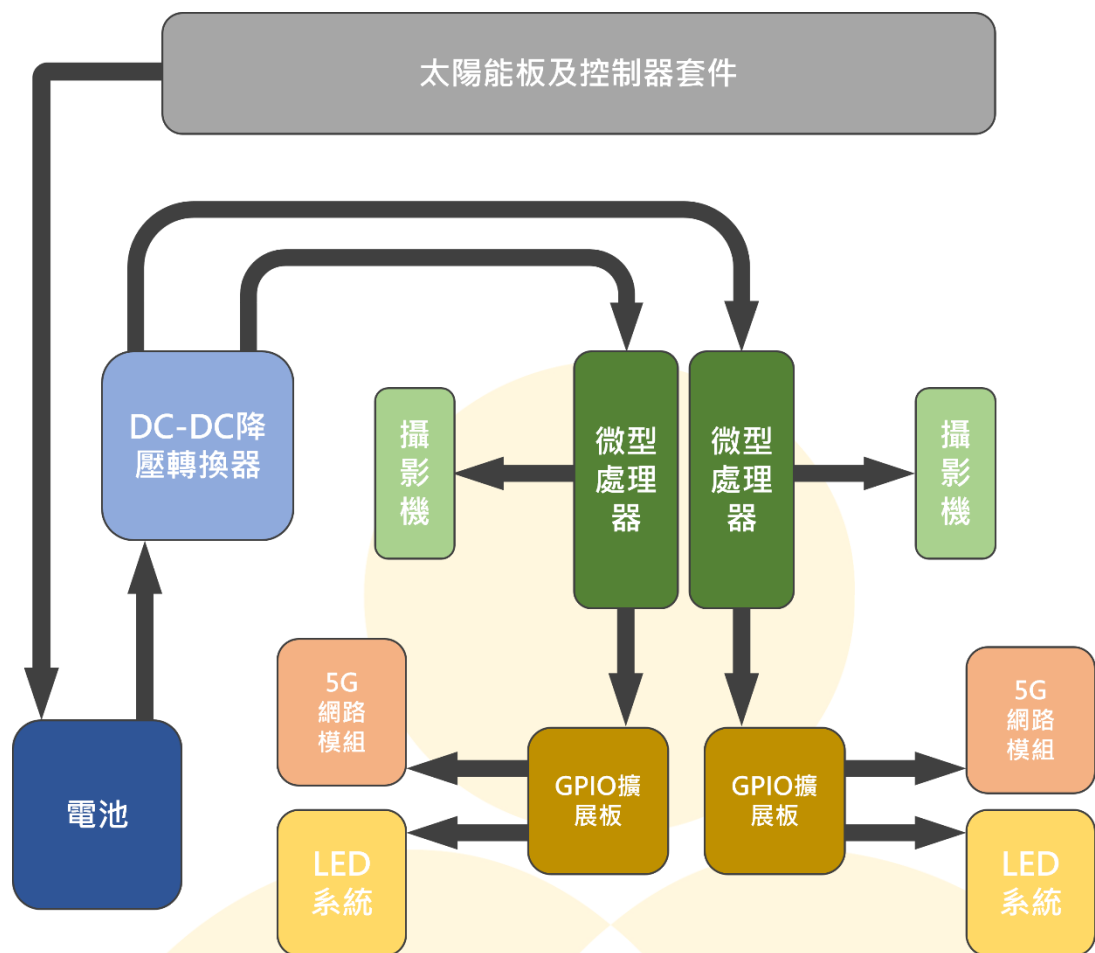


圖 1. 硬體架構圖

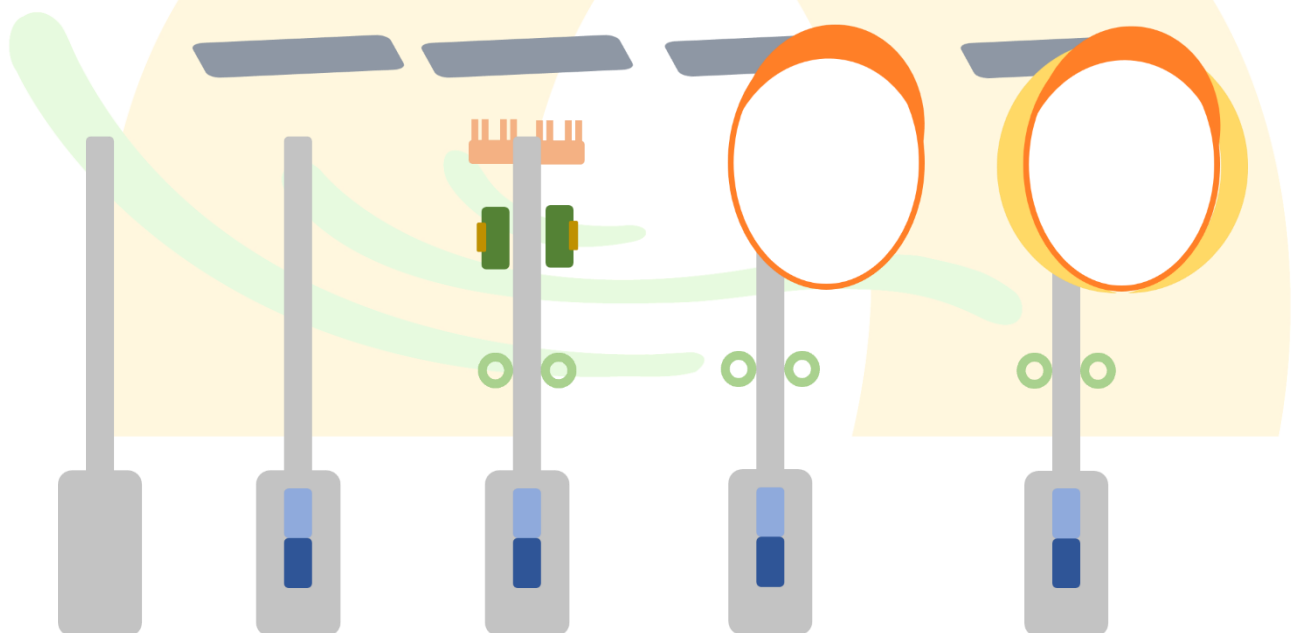


圖 2. 元件位置示意圖

從 Raspberry Pi Foundation [3] 提供的 Raspberry Pi 4 Model B 規格表可知，配備的是 ARM 架構的處理器，其計算能力遠不及標準的桌面或筆記本電腦中的 x86 架構處理器；RAM 容量相對較低例如最高的 8GB。這使我必須在效能限制的情況下，盡可能提升其成效。

由於 Raspberry Pi 4 Model B 的設計限制，每台設備只能直接連接一台攝影機。這一限制對於智慧交通凸面鏡項目來說急需解決，因為系統需要從多個角度同時捕捉影像。為了解決這一問題並提高系統的整體效能，選擇使用兩台 Raspberry Pi 4 Model B，每台連接一台 Arducam 5MP OV5647 Camera Module。這樣的配置不僅允許從不同的視角進行實時監控，還能夠降低單一設備的處理負擔。然而，這種配置也帶來了一些挑戰，尤其是在硬體資源的分配上。由於需要兩台 Raspberry Pi，必須為每台設備配置相同的元件，包括 5G 網路模組、GPIO 擴展板、SD 卡以及電纜。這不僅增加了系統的整體成本，也使得設計和管理變得更為複雜。

V. Kamath, et al. [13] 提到 EfficientDet 模型，在 Raspberry Pi 上進行實時物體檢測是一個很好的選擇，在精確度和其他性能指標上表現良好。但具體數據沒有直接提及。而因為監測交通障礙時需要良好的速度，EfficientDet D0 的移動平均衰減 0.9 和 Adam 優化器是一個不錯的選擇。

G. Orfanidis, et al. [14] 提到當 EfficientDet0 包含權重錨點 (Weighted Anchors)、Shufflenet 單元、逐步訓練 (Gradual Training) 和加權串接 (Weighted Concatenation) 四項改進時，性能最佳，且在 Pascal Voc 數據集上達到 80.35% 的 mAP，比原始 EfficientDet D0 的 Flops 還少，FPS 則是 56.0。因此選擇經過四項改進的 EfficientDet D0 作為我的物體檢測模型。

在選擇智慧交通凸面鏡的網路協定時，我決定採用與經濟部標準檢驗局的 5G 智慧杆系統技術規範 [15]，是基於以下幾點：

- **技術一致性**：透過採用與 5G 智慧杆系統相同的網路協議，能夠確保技術上的一致性和相容性，特別是在智慧城市的範圍內。
- **高效能網路**：5G 網路以其高速、低延遲和高容量的特點，為智慧交通凸面鏡提供了理想的通訊環境，確保即時、高效的資料傳輸。
- **先進技術應用**：5G 網路支援的先進技術（如邊緣運算和人工智慧）為智慧交通凸面鏡的功能擴展提供了可能，例如即時交通分析和預測。
- **標準化發展趨勢**：隨著 5G 技術在智慧城市中的廣泛應用，遵循此標準化趨勢有助於未來的技術升級和系統整合。
- **參考先進模型**：5G 智慧杆系統技術規範提供了一個成熟的技術模型，可以藉鏡其設計理念和實施策略，以提高智慧交通凸面鏡系統的整體性能和可靠性。

為了提高模型在不同天氣條件下的準確性和可靠性，根據不同的天氣情況（如晴天、雨天、霧天等）訓練了多個版本的 EfficientDet D0 模型。每個模型都針對特定的天氣條件進行了強化，以確保在該條件下達到最佳的檢測效果。

當系統通過 5G 網路獲取到來自中央氣象局的天氣資訊 [16] 發生變化時，智慧交通凸

面鏡系統會自動切換到最適合當前天氣條件的 EfficientDet D0 模型。這樣，無論在何種天氣狀況下，系統都能夠保持高效和精確的物體檢測能力，從而提升道路安全和監控效率。

而在允許用戶通過網路實時查看攝影機影像方面，選擇了 Amazon Web Services (AWS) 作為此系統的雲端伺服器，其 AWS Elemental MediaLive [17] 功能非常符合實時查看攝影機影像需要的條件，以下是幾點原因：

- **多相機輸入：**AWS Elemental MediaLive 支援多個視訊輸入，適合您從不同攝影機收集的大量視訊資料。
- **廣播級即時影片處理：**能夠處理來自多個來源的即時視訊串流，並將其轉換為高品質的串流，適合交付到無線電視和網路連接的設備。
- **自動部署頻道：**可使用 AWS Cloud Development Kit (CDK) 建立媒體基礎設施，透過 .mp4 檔案產生頻道和循環。

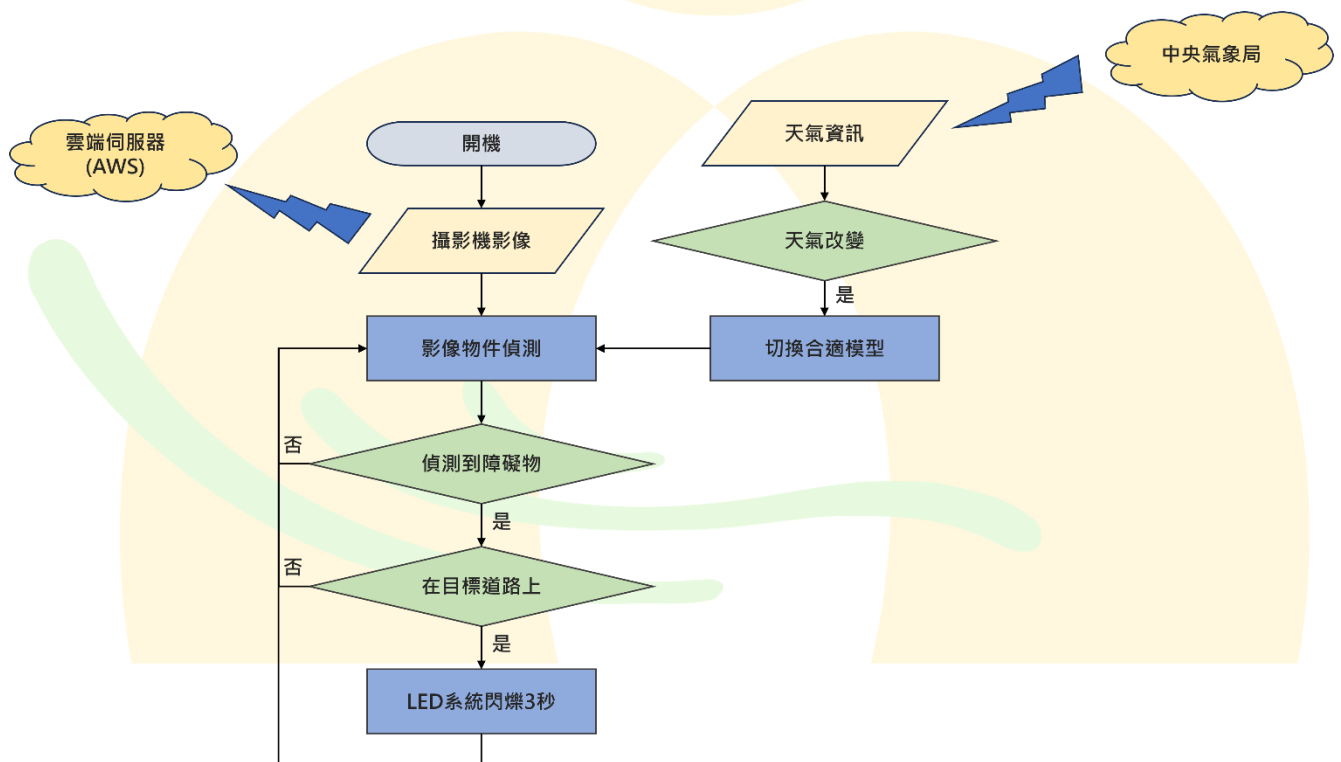


圖 3. 系統流程圖

肆、應用場域與可行性評估(Evaluation)

智慧交通凸面鏡系統設計為一種公共設施，旨在提升城市狹窄巷弄的交通安全和監控效率。在這些地區，傳統的交通鏡面對多種天氣條件和障礙物，如對向來車、行人、非發光或高速移動之物件，往往效果有限。系統利用實時數據分析來識別安全風險。

以下為三個模擬場景(示意物件來源於 Microsoft 創意內容庫 [18]):

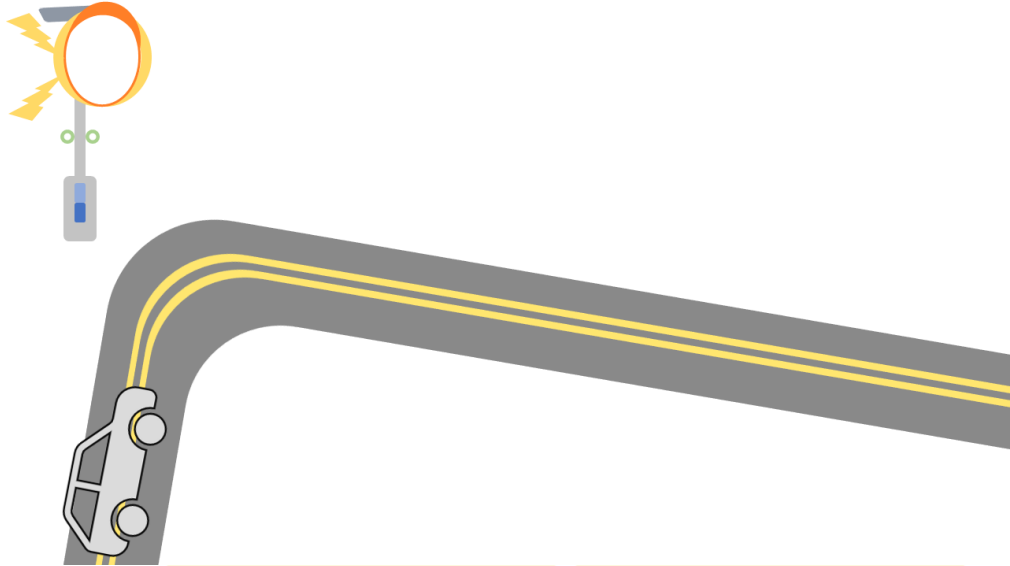


圖 4. 模擬場景 1

在模擬場景 1 中，只有使用者的車輛駛過，由於對於對向車道來說，使用者的車輛為來車，故使用者車道方向的警示燈開始閃爍。

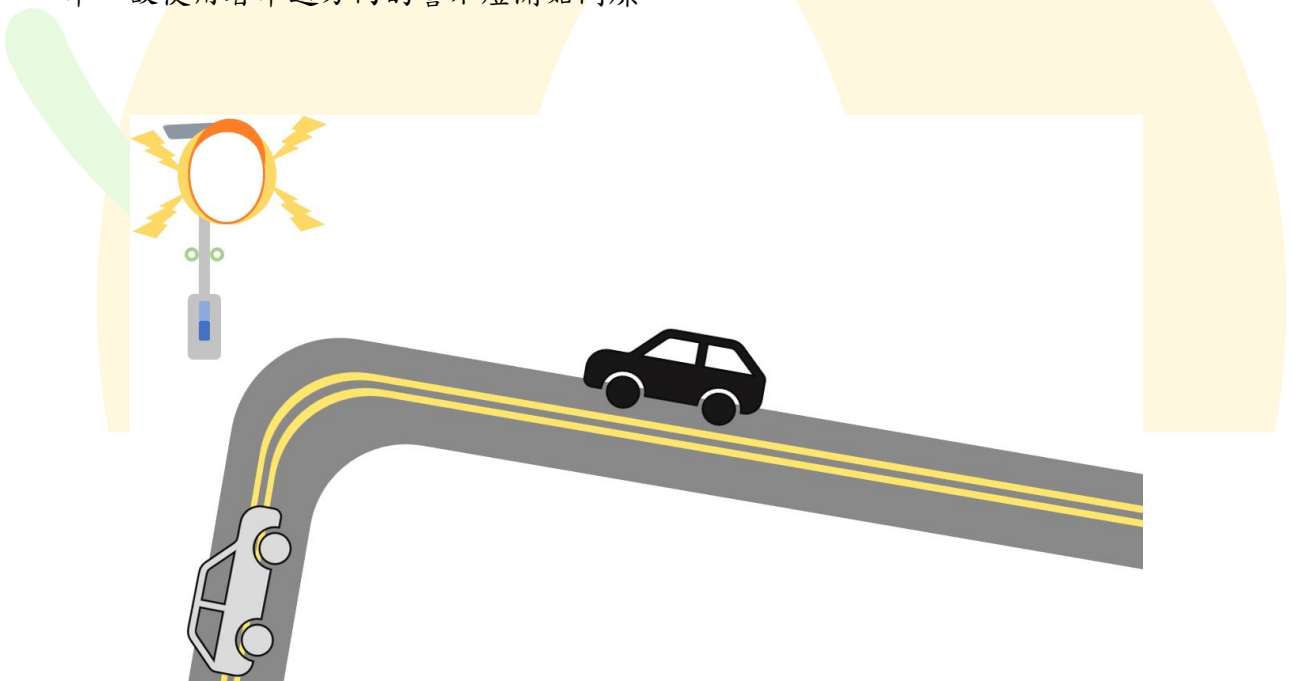


圖 5. 模擬場景 2

在模擬場景 2 中，雙向車道皆有車輛駛過，故雙方車道方向的警示燈開始閃爍。

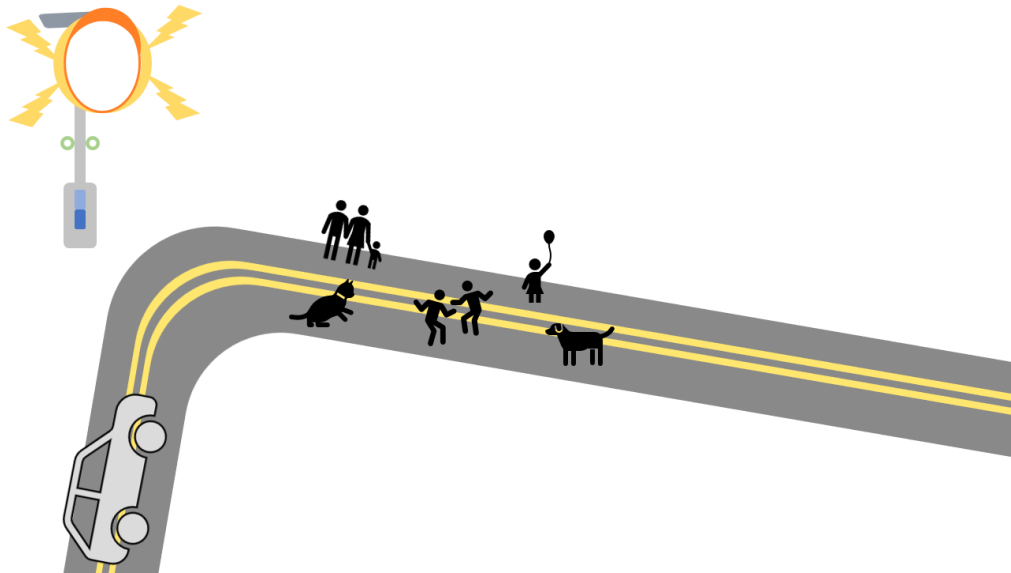


圖 6. 模擬場景 3

在模擬場景 3 中，使用者的車輛駛過，而對向有許多行人或動物經過，故雙方車道方向的警示燈開始閃爍。

優勢

- **實時監控：**智慧交通凸面鏡透過內置的攝影機實時捕捉街道情況，並通過 5G 網絡將影像數據傳輸到雲端系統。
- **預警系統：**當檢測到不僅限於識別對向來車，行人、自行車等多種障礙物時，系統會通過 LED 顯示或其他警示方式提醒行人和駕駛。
- **多天氣適應性：**適用於多種天氣條件，包括雨天、霧天等，確保物件仍可被分析。
- **技術整合：**結合 5G 高速網絡和先進的影像分析技術，提高數據傳輸和處理速度。

可行性評估

● 造價考量

成本：智慧交通凸面鏡系統的建立成本相對較高，主要由於先進的硬體設備（如 5G 模組、高解析度攝影機）所致。

投資回報：雖然初期投資較大，但從長遠來看，這種系統能夠提升交通安全，減少事故，並提高城市管理效率，具有潛在的正面社會影響和經濟效益。

● 5G 網路發展

技術進步：隨著 5G 技術的日益成熟和普及，智慧交通凸面鏡系統的連接速度和可靠性將得到保障。

未來擴展：5G 網路的發展為系統未來的升級和擴展提供了技術基礎。

● 電池和能源管理

電力自給自足：系統設計中包括 12V AGM Deep Cycle Battery 和太陽能板，能在無陽光條件下支撐至少 3 天的運行，確保系統的持續運作。

能源效率：透過有效的能源管理和強化，系統能夠在不同環境條件下保持穩定運行。

● 政府政策配合

政策支持：政府的政策支持和資金投入對於智慧交通凸面鏡系統的實施至關重要。

公共安全優先：作為提升公共安全和智慧城市建設的一部分，政府可能會更願意投資這類技術。

評估結果

可執行性：綜合考慮成本、技術進步、能源管理和政策支持，智慧交通凸面鏡系統的實施是可行的。

長期規劃：可將此系統視為長期投資，並在規劃階段考慮未來的技術升級和擴展可能性。

持續評估：隨著技術的發展和市場的變化，持續對系統進行評估和調整，以確保其效益最大化。

伍、預計成效(Expected results)

本計畫旨在透過先進技術提升交通安全，特別是在狹窄街道和交叉口這些視線受限的地區。智慧交通凸面鏡系統的核心功能在於其能夠有效提高這些區域的實時監控與分析的能力，從而減少交通事故的發生。這不僅提升了城市交通管理的效率，也為應對突發情況提供了重要的資訊支持。此外，作為智慧城市基礎設施的一部分，本系統的實施有助於推動城市管理向現代化和數位化轉型，為建設更智慧、更安全的城市環境奠定基礎。

可改良與未來發展

- **整合雙 Raspberry Pi 系統：**未來可探索將兩台 Raspberry Pi 整合為單一裝置的可能性，以降低成本和降低硬體重複率。
- **加強抗惡劣天氣能力：**進一步提升系統對極端天氣的耐受度，確保在各種環境下都能穩定運作。
- **WiFi 分享功能：**加入 WiFi 分享器功能，使智慧交通凸面鏡可提供公共無線網路。
- **無網路版本開發：**開發無需依賴網路的版本，使系統更適合於偏遠或山區地區的應用。

陸、結論(Conclusion)

本計畫結合了先進的 5G 技術、影像分析和物聯網元素，目標是提升城市交通安全和管理效率。通過實時監控和數據分析，本系統不僅能夠減少交通事故，還能作為智慧城市建設的重要組成部分。雖然目前的設計中存在一些挑戰，如成本和技術整合，但這些都是未來改良和發展的方向。我們期望通過不斷的創新和改進，使智慧交通凸面鏡系統成為提升公共安全和城市生活品質的關鍵工具。

柒、附錄 A—參考文獻

- [1]. OpenAI. (n.d.). "ChatGPT" [Online]. Available: <https://chat.openai.com/> [Accessed: Dec. 9, 2023].
- [2]. 政大大學報, “北科大創盲彎壓線感測器 提前警示改善道路死角,” [Online]. Available: <https://unews.nccu.edu.tw/unews/%ef%bc%88%ef%bd%86%ef%bc%89%e5%8c%97%e7%a7%91%e5%a4%a7%ef%bc%bf%e7%9b%b2%e5%bd%8e%e5%a3%93%e7%b7%9a%e6%84%9f%e6%b8%ac%e5%99%a8%ef%bc%88%e5%8c%97%e7%a7%91%e5%a4%a7%e5%89%b5%e7%9b%b2%e5%bd%8e%e5%a3%93/>. [Accessed: Dec. 9, 2023].
- [3]. Raspberry Pi Foundation, "Raspberry Pi 4 Model B specifications," [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/specifications/>. [Accessed: Dec. 16, 2023].
- [4]. Arducam, “Arducam 5MP OV5647 Camera Module Motorized IR-CUT Filter for Daylight and Night vision for Raspberry Pi,” [Online]. Available: <https://www.arducam.com/product/arducam-for-raspberry-pi-noir-5mp-ov5647-camera-module-motorized-ir-cut-filter-for-daylight-and-night-vision-support-pi-4-zero-pi-3/>. [Accessed: Dec. 16, 2023].
- [5]. Adafruit, “Adafruit NeoPixel Digital RGB LED Strip - White 60 LED,” [Online]. Available: <https://www.adafruit.com/product/1138>. [Accessed: Dec. 16, 2023].
- [6]. Go Power, “12 Volt Sun Cycle AGM Solar Battery,” [Online]. Available: <https://gopowersolar.com/products/12-volt-sun-cycle-agm-solar-battery/>. [Accessed: Dec. 16, 2023].
- [7]. Texas Instruments, “LM2596 產品規格表、產品資訊與支援,” [Online]. Available: <https://www.ti.com/product/zh-tw/LM2596>. [Accessed: Dec. 16, 2023].
- [8]. Renogy, “100W 12V Monocrystalline Solar Starter Kit w/Wanderer 30A Charge Controller,” [Online]. Available: <https://www.renogy.com/renogy-100w-12v/starter-kit/>. [Accessed: Dec. 16, 2023].
- [9]. Western Digital, “SanDisk Extreme Pro 32GB microSDHC UHS-I Card,” [Online]. Available: <https://www.westerndigital.com/zh-tw/products/memory-cards/sandisk-extreme-pro-uhs-i-microsd?sku=SDSQXCG-032G-GN6MA>. [Accessed: Dec. 17, 2023].
- [10]. Anker, “A8553 643 PowerLine USB-C to USB-C 傳輸充電線 1.8M,” [Online]. Available: https://www.anker.tw/ANKER/moreinfo_177596.htm. [Accessed: Dec. 17, 2023].
- [11]. Adafruit, “Assembled Pi T-Cobbler Plus - GPIO Breakout,” [Online]. Available: <https://www.adafruit.com/product/2028>. [Accessed: Dec. 17, 2023].
- [12]. Waveshare, “Raspberry Pi RM502Q-AE 5G HAT,” [Online]. Available: <https://www.waveshare.net/shop/RM502Q-AE-5G-HAT-with-case.htm>. [Accessed: Dec. 17, 2023].

- [13]. V. Kamath and R. A., "Performance Analysis of the Pretrained EfficientDet for Real-time Object Detection on Raspberry Pi," 2021 International Conference on Circuits, Controls and Communications (CCUBE), Bangalore, India, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/CCUBE53681.2021.9702741.
- [14]. G. Orfanidis, K. Ioannidis, A. Tefas, S. Vrochidis, and I. Kompatsiaris, "Tweaking EfficientDet for frugal training," in Proceedings of ICMR2023, Thessaloniki, Greece, 2023, pp. 1-5. [Online]. Available: https://m4d.itl.gr/wp-content/uploads/2023/06/ICMR2023_Tweaking-EfficientDet-for-frugal-training_Orfanidis-1.pdf. [Accessed: Dec. 17, 2023].
- [15]. 經濟部標準檢驗局, "5G 智慧杆系統技術規範," [Online]. Available: <https://www.bsmi.gov.tw/wSite/public/Data/f1663640792260.pdf>. [Accessed: Dec. 17, 2023].
- [16]. 中央氣象署, "中央氣象署全球資訊網," [Online]. Available: <https://www.cwa.gov.tw/V8/C/>. [Accessed: Dec. 17, 2023].
- [17]. AWS, "AWS Elemental MediaLive," [Online]. Available: <https://aws.amazon.com/tw/medialive/>. [Accessed: Dec. 17, 2023].
- [18]. Microsoft Corporation, "創意內容庫," in Microsoft PowerPoint, [Software]. Available through Microsoft 365 subscription. [Accessed: Dec. 17, 2023].