

題目：基於 AI 影像辨識與物聯網之精準自動化害蟲老鼠驅除與通報系統

指導老師：廖祐梓 資訊組組

yzliao@nehs.hc.edu.tw 聯絡電話：0910239010

學生：曾子瑜、林士庭、范恭哲、楊過

系別：普通科

學校：國立新竹科學園區實驗高級中等學校

riannatseng1491@gmail.com, Shihtingtmps@gmail.com, gzjeremy3@gmail.com,
myali22@yahoo.com.tw

摘要

技術簡介：

本作品以 AI 影像辨識與聯網 (IoT) 技術為核心，開發出一套能「即時偵測、主動驅離、自動通報」的精準自動化害蟲與老鼠驅除系統。結合深度學習模型與遠端控制裝置，能自動識別害蟲類型並採取不同驅除策略，減少人工與化學藥劑使用，兼顧效率與環境永續。

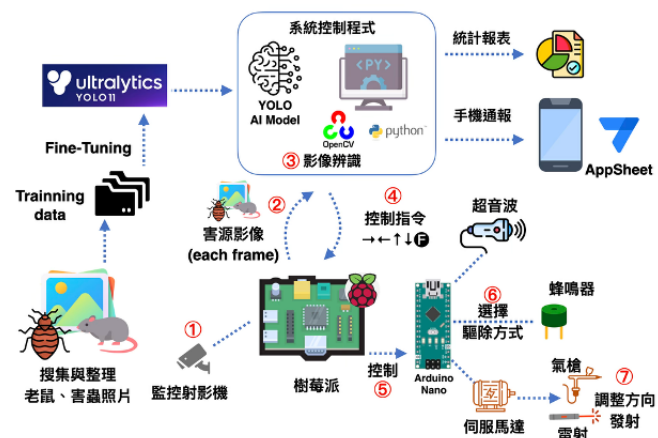


圖 1 系統架構圖

技術說明：

系統採用 Raspberry Pi 作為主控核心，結合 Arduino Nano 控制超音波模組、雷射、蜂鳴器與氣槍等裝置。透過 YOLO11 模型進行影像辨識，Python 程式整合 OpenCV 進行即時監控，並經 USB Serial 傳輸控制指令。偵測到害源後自動驅離並同步上傳至雲端 App 平台 (AppSheet)，生成報表供統計與優化。

創新性說明：

- (1) AI 即時判斷與分級驅除策略 (區分致命 / 非致命方式)
- (2) IoT 多模組協作架構 (AI + Raspberry Pi + Arduino 雙控制)
- (3) 雲端通報與統計報表整合
- (4) 模組化硬體設計，利於維修與擴充
- (5) 對應聯合國 SDGs (健康與福祉、防疫、永續城市、環境永續)



圖 2 聯合國 SDGs

1. 設計原理

本作品以人工智慧（Artificial Intelligence, AI）與物聯網（Internet of Things, IoT）為核心，運用深度學習影像辨識技術結合即時控制架構，實現環境中害蟲與老鼠的自動化監控與精準驅除。系統的運作基於感測、判斷、執行三階段閉迴路控制（Closed-loop Control）原理：

- (1) 感測階段：透過攝影鏡頭與影像擷取模組，持續收集環境畫面。
- (2) 判斷階段：AI 模型（採用 YOLO11 架構）分析影像並辨識老鼠、蟑螂、蚊蟲等害源種類。
- (3) 執行階段：Raspberry Pi 將辨識結果轉換為控制信號，經由 USB 串列通訊傳送至 Arduino Nano，由 Arduino 控制各式驅離元件（氣槍、雷射、蜂鳴器、超音波模組等）執行對應驅除行為。

理論上，該系統可被視為智慧化閉環回饋機制（Smart Feedback System），在偵測到目標後自動反饋並執行對應措施。相較傳統人工巡檢與化學藥劑方式，本設計不僅能自動化運作，還可依據目標種類與環境情況調整行為，兼顧效率與環保。



圖 3 實際執行

此外，本作品導入雲端資料回傳與即時通報機制，透過 Google AppSheet 平台提供遠端監控、統計分析與資料視覺化報表，建立以 AI 為核心的防治生態系。此系統兼具主動防禦、數據決策與永續環境三大理念，符合智慧城市與公共衛生防疫發展方向。



圖 4 APP 通知以及資料報表

2. 作品說明

(1) 系統整體構想

本系統名為「基於 AI 影像辨識與物聯網之精準自動化害蟲老鼠驅除與通報系統」，旨在運用影像辨識與自動化控制技術，達到即時防治與自動通報的智慧解決方案。

透過 AI 模型與 IoT 設備的整合，系統可針對不同類型的害蟲與老鼠進行快速判斷，並以最適驅除方式（致命或非致命）進行處理，提供一個低人力、低污染且高效率的環境防護系統。

(2) 軟硬體架構說明

硬體系統主要由以下部分構成：

- 影像擷取與運算模組：Raspberry Pi 4 Model B 作為系統主控核心，負責 AI 模型推論與資料傳輸。
- 驅離控制模組：Arduino Nano 負責接收指令，控制繼電器與各驅離裝置，包括氣槍、超音波模組、蜂鳴器、雷射模組與三軸雲台等。
- 感測攝影模組：使用 USB 攝影機與 OpenCV 進行即時畫面擷取。
- 通訊模組：Raspberry Pi 與 Arduino 之間透過 USB Serial 通訊，以 Python 程式傳送控制命令。
- 雲端連線與資料通報模組：利用 AppSheet 建立雲端資料庫與 App，用於事件通報與報表生成。

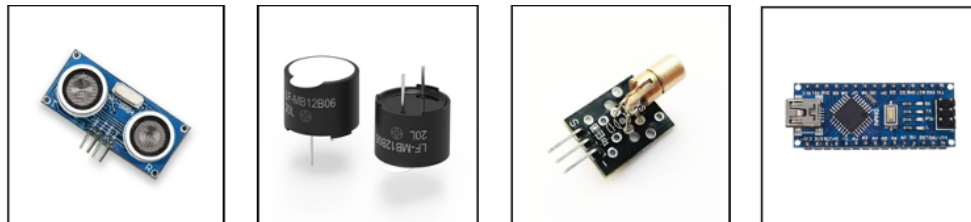


圖 5 超音波模組、無源蜂鳴器、雷射模組、Arduino Nano

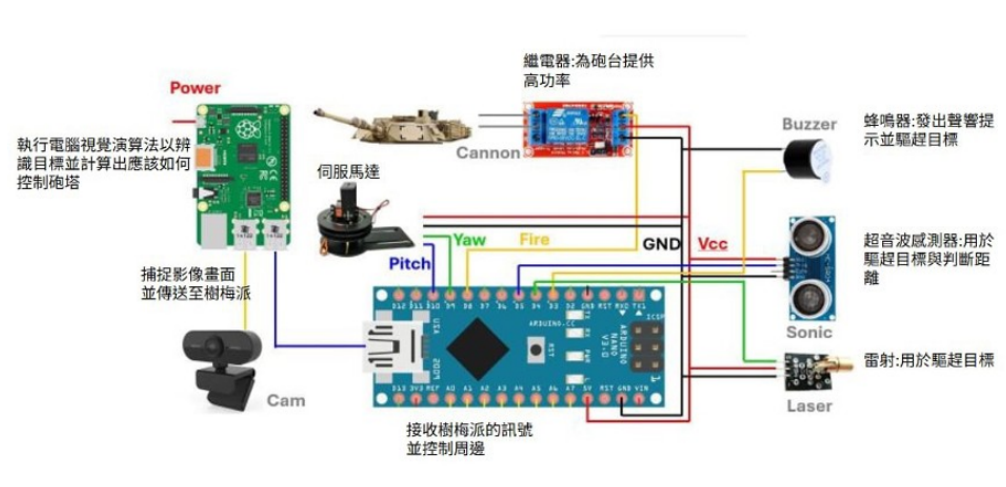


圖 6 系統接線圖與控制流程圖

(3) 系統運作流程

- A. 攝影機持續監控環境畫面。
- B. 影像資料送入 YOLO 型進行分類與定位。
- C. Raspberry Pi 判定為害蟲 / 老鼠後，傳送指令至 Arduino。
- D. Arduino 控制驅離裝置啟動（例如雷射閃爍 + 超音波驅離）。
- E. 系統同步記錄事件資料，並通報至雲端 App。
- F. App 顯示事件時間、地點、類型與驅除方式，供後續統計分析。

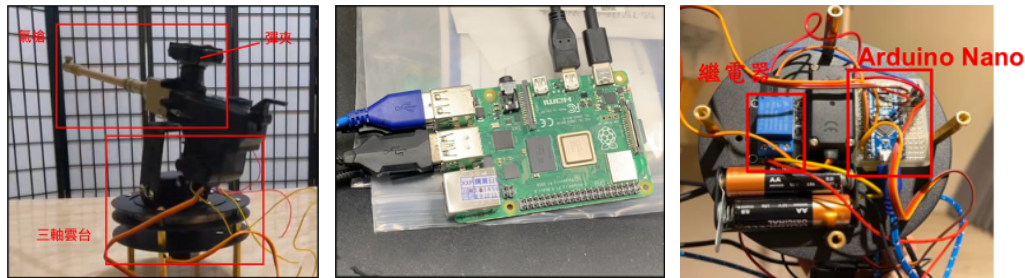


圖 7 作品結構圖一

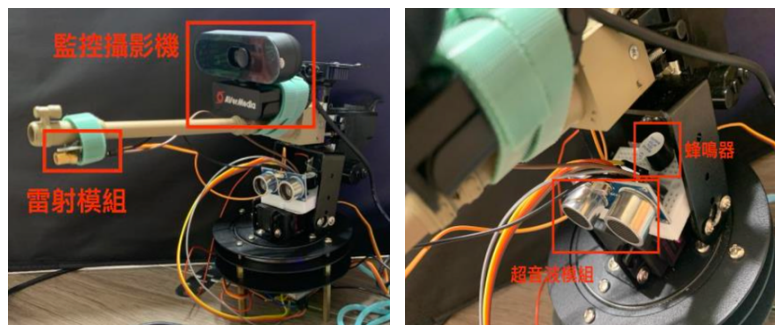


圖 8 作品結構圖二

(4) 預期效用

- 公共衛生維護：能有效降低蟲鼠帶來的疾病風險，如漢他病毒、沙門氏菌、登革熱等。
- 智慧防治與監控：全自動化運作，減少人工巡檢與藥劑施用。
- 環境友善：採非化學方式驅離，符合綠色科技理念。
- 節省人力成本：醫療機構、養老設施等人力有限場所可長期使用。
- 數據化管理：通報與報表可作為後續政策優化依據。

3. 作品優勢

- (1) AI 驅動的高精準防治技術：採用 YOLO11 深度學習模型，辨識準確度高，反應速度快，能有效減少誤判與漏判。
- (2) 多模組 IoT 協作架構：結合 Raspberry Pi 與 Arduino，實現軟硬體協同控制，兼具彈性與穩定性。
- (3) 主動防禦與即時通報機制：系統可主動偵測與驅離，同時通報手機 App 並紀錄資料，用於長期監測與分析。
- (4) 可擴充與模組化設計：硬體與軟體皆採模組化設計，可依環境需求擴充更多感測元件，或增設控制端。
- (5) 環境永續與社會價值：以非化學方式防治蟲鼠，符合 SDG3、SDG11、MDG6、MDG7 之全球目標。
- (6) 應用範圍廣泛：適用於家庭、餐廳、醫療機構、農場與工廠等場所，任何受害蟲侵擾的環境皆可安裝。
- (7) 資料視覺化與決策支援：系統內建統計報表功能，能清楚呈現害源出現頻率、種類、地點與驅除效果，協助決策者優化防治策略。

4. 結論

隨著都市化進程與氣候變遷，蟑螂、老鼠等害蟲問題日益嚴重，對人類健康、食安與公共環境造成威脅。傳統防治方式依賴人工巡檢與化學藥劑，存在成本高、污染重、效果有限等缺點。

圖 7 聯合國 SDGs

本作品透過 AI 影像辨識 + IoT 自動控制 的創新整合，建立出一套具備高精準度、即時性與環境友善的防治系統。它能自動監測、主動驅離、雲端通報並統計分析，實現真正的智慧化防治流程。

未來，我們將進一步：

- 強化模型訓練以辨識更多害蟲類別（如蚊子、白蟻等）；
- 結合更多感測器以提升判斷準確度；
- 開發手機端互動介面，實現遠端控制與 AI 回饋學習；
- 將系統擴展至農業病蟲害監控、食品工廠防護、城市衛生監測等領域。

本系統不僅能改善環境衛生問題，也能成為推動智慧城市與永續社會的關鍵技術。

5. 參考文獻

- (1) Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). *YOLOv3: An Incremental Improvement*.
- (2) Raspberry Pi Foundation. (2024). *Raspberry Pi 4 Model B Technical Documentation*.
- (3) Arduino Official Docs. (2024). *Arduino Nano Board Overview*.
- (4) OpenCV Development Team. (2024). *Real-time Computer Vision with Python*.
- (5) 國家衛生研究院 (2023), 《都市病媒防治研究報告》。
- (6) 環保署 (2024), 《非化學防治技術應用指南》。
- (7) 聯合國永續發展目標 (SDGs), <https://sdgs.un.org/goals>
- (8) 陳建宏、黃柏翰 (2022), 〈AI 辨識技術於環境監控之應用研究〉, 《智慧系統期刊》。
- (9) 李宸安 (2023), 〈物聯網結合 AI 於環境控制之研究〉, 《科技應用研究季刊》。
- (10) 王庭維 (2024), 〈基於深度學習之害蟲影像辨識系統設計〉, 《人工智慧學報》。