

2025仰望盃全國科學 HomeRun 實作大賽

複賽作品說明書

隊伍名稱： 飛天小女警 PLUS

作品名稱： 邊緣人工智慧多功能火警系統

科學概念一：信號處理與數據科學

各傳感器輸出的原始數據經過模擬信號轉數位信號的處理，這些數據會被進一步用於特徵提取和分析作為火災辨識的依據。數據平衡與雜訊處理：確保模型訓練使用的數據具有代表性，並排除環境雜訊干擾。

科學概念二：機器學習與模式辨識

人工智慧（AI）與深度學習：

使用卷積神經網路（CNN）分析圖像數據中的火焰特徵，例如顏色分布、形狀和紋理。用於分析數值傳感器數據的變化模式，如快速升高的溫度和煙霧濃度來藉此辨識的核心技術，確保了其能以高準確率檢測火災並觸發警告。

1. 發想動機：

近期的全聯倉儲大火事件，造成多條生命逝去與重大財產損失，除了廠房的規畫、貨品的安置外，我們認為在現有火災警報系統在快速辨識與精準應對火災方面應該仍有進步的空間，讓火災防範系統更加智能化、高效化，提升在關鍵時刻保護生命與財產安全的功能。

此外，目前坊間多以單一項目作為判斷來作為是否發生火警的依據，我們希望能夠開發成本低廉，結合 Edge Impulse 的人工智慧平台與 ESP32 的高效輕量化的火災辨識裝置，能夠通過多傳感器融合（如溫度、濕度、煙霧和圖像數據），利用機器學習技術快速檢測火災並即時觸發警報系統。同時，裝置還可通過物聯網技術進行聯動，例如啟動灑水系統或遠程通知相關人員，以確保第一時間進行應對。

2. 作品創意性：

(1)多傳感器融合

透過整合多種傳感器（如溫度、濕度、煙霧、圖像等），裝置能夠從多個維度進行火災辨識，而不僅依賴單一數據源。這種多維數據融合的方式有效降低了單一傳感器誤報的可能性，並提升了辨識精度與可靠性。

(2)Edge AI（邊緣人工智慧）應用

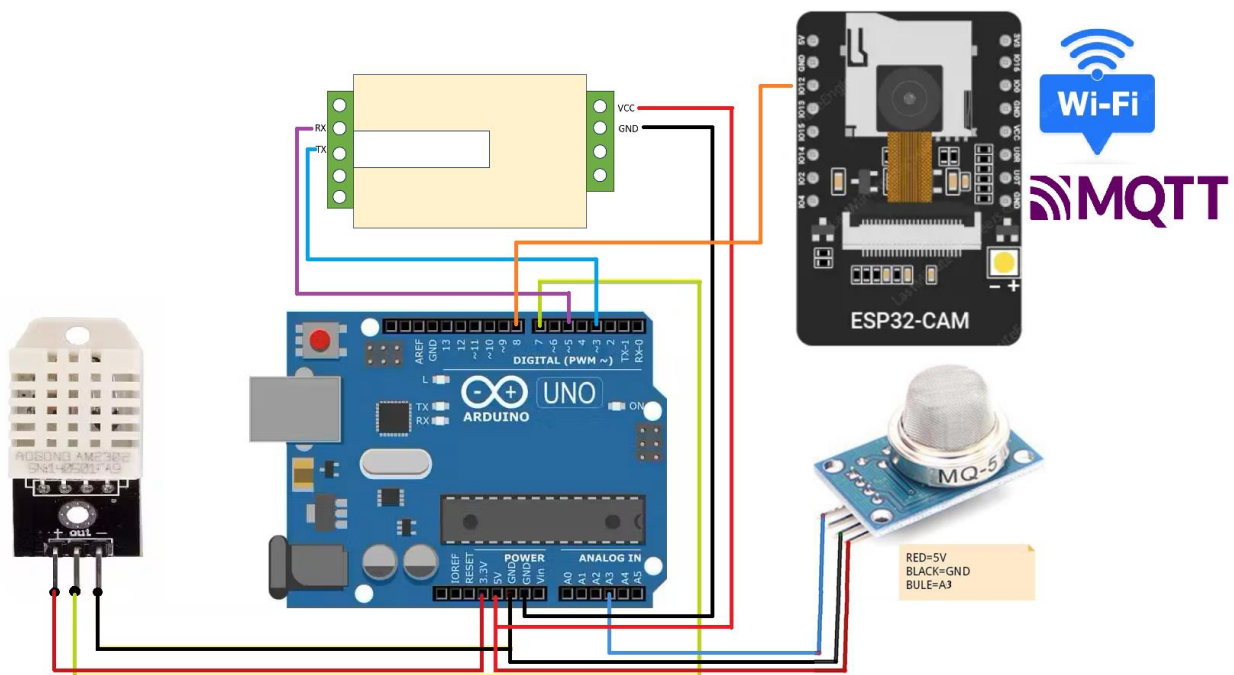
利用 Edge Impulse 平台將 AI 模型部署至 ESP32 這樣的小型硬體設備上，實現了在設備本地進行火災辨識的能力。這避免了依賴雲端處理的延遲問題，確保火災預警系統能夠快速響應。此外，邊緣運算還降低了數據傳輸成本，提升了系統的隱私保護。

(3)即時聯動與通知功能

裝置不僅能觸發本地警報（如蜂鳴器或 LED 燈），還能通過 Wi-Fi 與其他設備聯動。並通過 MQTT 協議或 Line Notify 向遠端設備傳遞訊息，實現智能化的多層防護。

3. 硬體及電路架構圖：

- (1)ESP32-CAM：一款帶有 Wi-Fi 和藍牙功能的微控制器，內建攝影模組，用於影像捕捉與處理。適合邊緣運算與物聯網應用。
- (2)Arduino UNO：基於 ATmega328P 的微控制器開發板，具有 14 個數位輸入/輸出（6 個 PWM）、6 個類比輸入，我們在作品中用其整合下列三項感測器功能。
- (2)MHZ19B 感測器：一款基於非分散式紅外線（NDIR）技術的二氧化碳（CO₂）感測器，能精確檢測環境中的 CO₂ 濃度。
- (3)MQ2感測器：一款檢測氣體濃度的感測器，可感應煙霧、易燃氣體（如甲烷、丁烷、丙烷）的存在。
- (4)DHT22感測器：一款高精度的溫濕度感測器，可測量環境溫度和濕度，提供穩定的數據輸出。



4. 作品成果說明

火災影像視覺辨識

ESP32cam開發板
Edge Impulse平台

可燃氣體分析

MQ2
感測器

溫溼度監控

DHT22
感測器

二氧化碳偵測

MHZ19B
感測器



(1) 多模態環境數據監測

MH-Z19B：檢測二氧化碳濃度，判斷是否有不尋常的燃燒反應。

DHT22：測量溫濕度，捕捉異常升溫的情況。

MQ2：檢測可燃氣體濃度，快速反映火災或氣體洩漏。

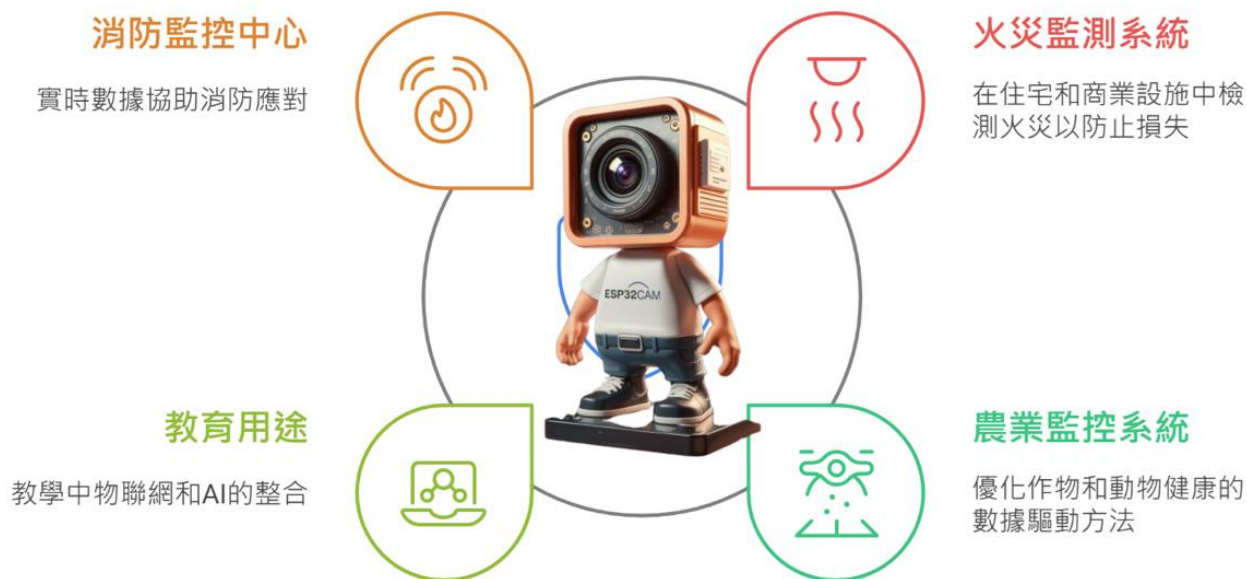
(2) 機器學習模型分析

利用 Edge Impulse 訓練模型，結合多感測器數據，精準區分火災、氣體洩漏或正常情況，降低誤報率。

(3) 火災影像辨識

ESP32-CAM：通過 WiFi 實現遠端監控。提供現場視覺證據（火焰或煙霧）並啟動即時通知（如 Email、MQTT、或 Line Notify 平台）。

(4)延伸應用



a. 住宅、辦公場所或工廠倉儲安全

提供成本低廉的多維度的火災監測，有效防止火災損失。

b. 智能農業與畜牧業

用於溫室、養殖場所，監控並記錄環境品質與動植物生長狀況。

c. 教育與研究用途

作為物聯網和人工智慧教學案例，展示整合感測器與機器學習。

d. 消防監控中心

成為城市智慧消防網絡的一部分，協助消防人員快速反應。

5. 參考文獻

(1) 超圖解 ESP32 深度實作 趙英傑 民國110年 旗標出版社

(2) <https://ithelp.ithome.com.tw/articles/10276788>

tinyML 開發好幫手—雲端一站式平台 Edge Impulse 簡介

(3) https://www.youtube.com/watch?v=Q_mVeZu3x9M

TinyML 微型機器學習小教室】Ep4 Edge Impulse 訓練神經網路與相關最佳化工具 / Train NN model and optimization tricks