

# 森林大火監控與應對系統之開發—以作品 「茂林守護者」為例

## Development of the Wildfire Monitoring and Response System — A Case Study on "Forest Guardian"

吳尚緯<sup>1</sup> 邱慕昀<sup>2</sup> 黃嫻晴<sup>3</sup> 周佳弘<sup>4</sup>

WU, SHANG WEI<sup>1</sup> CHIU, MU YUN<sup>2</sup> HUANG, CHIN CHING<sup>3</sup> JHOU, JIA HONG<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 國立屏東高級中學 學生

<sup>1</sup>National Pingtung Senior High School Student

E-mail: [kkakk970729@gmail.com](mailto:kkakk970729@gmail.com)

<sup>2</sup> 國立屏東高級中學 學生

<sup>2</sup>National Pingtung Senior High School Student

E-mail: [samuel0574work@gmail.com](mailto:samuel0574work@gmail.com)

<sup>3</sup> 國立鳳新高級中學 學生

<sup>3</sup>National Feng-Hsin Senior High School Student

E-mail: [moz551155@gmail.com](mailto:moz551155@gmail.com)

<sup>4</sup> 義守大學電子工程學系 博士

<sup>4</sup>Ph.D. in Department of Electrical Engineering, I-Shou University

E-mail: [topjpos@gmail.com](mailto:topjpos@gmail.com)

### 摘要

現今，世界各地的森林大火對環境造成的危害不勝枚舉，野火不僅會破壞生態，也會影響當地的經濟與人們的安全。為了預防並減少野火所帶來的傷害，我們設計了「茂林守護者」系統，透過火災偵測器、無人機與多功能巡邏車的合作，以及基地的監控，可以達到火災前預防、火災時應對與火災後復育的目的，以協助森林生態的永續發展。

**關鍵字：**野火應對、森林監控、數據傳輸

### Abstract

In recent years, wildfires around the world have caused countless environmental damages, severely impacting ecosystems, local economies, and public safety. To prevent and mitigate the harm caused by forest fires, we have developed the “Forest Guardian” system. This integrated approach utilizes fire detection sensors, unmanned aerial vehicles (UAVs), and multifunctional patrol vehicles, coordinated through a central monitoring base. The system is designed to provide comprehensive wildfire

management, including early prevention, active response, and post-fire ecological restoration. By combining technology and strategy, the Forest Guardian system aims to support the sustainable development of forest ecosystems.

**Keywords: Wildfire Response, Forest Monitoring, Data Transmission**

## 壹、前言

### 一、研究動機

近年來，全球的森林大火頻繁發生，對生態環境、經濟發展及人類安全造成嚴重威脅。在查閱相關資料時，我們發現美國加州、澳洲及台灣的森林大火事件屢見不鮮，顯示目前對野火的應對能力較為不足。因此，我們決定以「森林大火」為主題，探討有效預防野火的方法與應對措施。

### 二、研究目的

- (一) 設計一個森林大火監控與應對系統，包含野火偵測、數據傳輸和處理應對等功能
- (二) 預防森林大火發生的風險
- (三) 及時提供森林大火發生時的應對策略
- (四) 協助森林大火後的環境復育工作
- (五) 取代較危險的森林工作，減少勞力負擔
- (六) 促進森林生態的永續發展

## 貳、文獻探討

### 一、台灣的森林火災

台灣地區的森林火災具有季節性特徵，主要發生在冬初至春末，且多為小型火災。根據林務局統計，2018 至 2022 年間，台灣每年平均發生約 52.6 起森林火災，平均每年造成約 45.1 公頃的森林被害面積。

### 二、火災監控

目前森林火災的監控多依賴人工巡查與簡易感測器，缺乏即時性與準確性，容易錯過最佳應變時機，且相關的研究([1])多集中於單一裝置的應用，缺乏整合性的系統設計。

### 三、AI 技術在火災識別領域的應用

人工智慧技術被廣泛應用於火災識別領域，如[2]利用卷積神經網絡（CNN）對火災影像進行分類，達到高準確率的識別效果。此外，NVIDIA 的 Jetson Orin 平台結合生成式 AI，可實現更智慧的火災檢測與應急響應。

## 參、研究實施與設計

### 一、系統構思

研究初期，我們先構思系統的架構。要偵測火災的發生，我們想到可以用偵測器來測量溫濕度或感測煙霧，但森林面積很大，密集裝設偵測器的話不僅成本高昂還可能導致訊號干擾，因此，我們決定使用無人機在偵測器之間巡航並收集感測資料，便能增加偵測器之間的放置距離。無人機需要一個休息站，所以我們認為要有個基地來負則充電、維修，並接收彙整無人機帶回來的數據資料。

考量到火災警報發出後，專業救援往往需要一定的時間抵達現場，因此我們覺得可以部署巡邏車作為第一時間的應變單位，在等待支援的過程中可進行初步處理與管控，防止火勢迅速擴散。

至於系統的模擬，我們決定使用 micro:bit 作為數據傳輸的晶片，因其程式有廣播積木的功能；結構部分則採用堅固的 VEX V5、VEX IQ 與 EV3 積木來組裝。

### 二、結構設計

偵測器使用 EV3 積木搭建框架，並裝上配有多個感測器的 micro:bit 晶片。巡邏車則是採用 VEX V5 材質，四輪驅動底盤，並添加齒輪結構、紅外線感測器及攝影機等功能。系統部分結構如圖一、二。



圖一、二：火災偵測器、多功能巡邏車（作者自行拍攝）

## 肆、結果與討論

完成作品後，我們進行巡邏車的功能測試，包括挖掘防火溝、閃避障礙物、偵測濕度、噴灑阻燃劑、清除灰燼以及播撒種子和營養素等。測試結果顯示，巡邏車的功能均能正常運作，如下圖三，表示巡邏車在災前、災時與災後工作方面的完整性。

接著，我們測試整個系統的運作流程。結果顯示，火災偵測器能夠收集環境數據，並通過無線電將信息傳輸至無人機的 micro:bit，無人機則可將資料回傳至基地進行分析與監控，如下圖四。基地在接收到數據後，也能指派多功能巡邏車前往火災現場進行初步處理，整個系統流程運行得十分良好。



圖三、四：系統運作流程測試、多功能巡邏車功能測試（作者自行拍攝）

## 伍、未來展望

### 一、功能新增與強化

偵測器目前僅用於野火感測，未來可拓展至洪水、土石流等災害；無人機具數據傳輸與拍攝功能，未來可執行滅火和運送物資；巡邏車和基地可結合 AI 技術，實現自動化監測與警報，以減少人力投入。

### 二、教育結合

可設計教育遊戲給學生遊玩，透過互動與答題的方式讓他們了解森林功能、火災預防和復育等知識，寓教於樂的同時，也提升他們對森林永續與防災的認知。

## 參考文獻

- [1] Ahmad A. A. Alkhatib. (2014). A Review on Forest Fire Detection Techniques.
- [2] NIDHI BORHADE (2024)。使用 SegNet 對無人機影像進行高效能野火偵測之研究。
- [3] 林音孜 (2019)。以層級分析法探討臺中市大肚台地野火防治管理之研究。