



◆ A24-147 ◆

邊緣運算技術應用於智慧化營建工地監控

Edge Computing Technology Applied to Smart Construction Site Monitoring

隊伍名稱 | 矽塵器 Silicon Cleaner

隊長 | 鐘家凱 / 雲林科技大學資訊管理系

隊員 | 王疏頁 / 雲林科技大學電子工程系

劉韋汝 / 雲林科技大學資訊管理系

◆ 指導教授 ◆



王斯弘 | 雲林科技大學電子工程系

高雄第一科技大學工程科技研究所博士，現為雲林科技大學電子工程系助理教授。曾服務於信億科技股份有限公司、合盈光電科技股份有限公司。曾主導研發作品獲傑出光電產品獎、雲林科技大學教學優良獎等獎項。

研究領域

數位晶片設計、嵌入式系統設計、視訊/影像處理等應用為主，近年研究以Edge AI、AIoT技術跨領域至環保應用，成功協助學生校園創業，以及AI應用技術來解決空污問題。

◆ 作品摘要 ◆

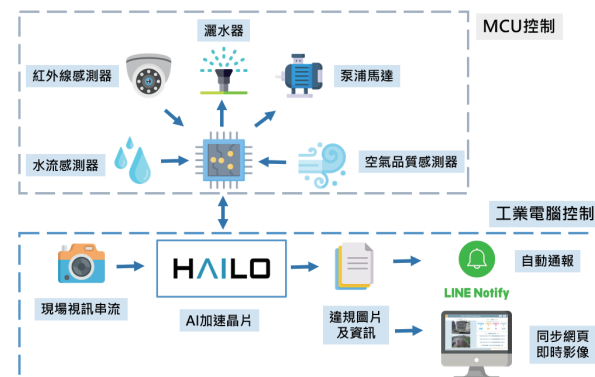
本作品利用人工智慧、感測器、邊緣運算與物聯網技術來實現智慧營建工地。系統結合AI與影像處理技術，24小時自動監測砂石車覆蓋防塵網情況及工地揚塵，並即時啟動灑水裝置，有效降低PM10、PM2.5排放，提升污染防治效率，有效降低營建工程造成的污染，改善空氣品質。

本作品主要透過Intel嵌入式處理器搭配Hailo-8 AI加速晶片組成的邊緣運算裝置，來做為開發平台。雖雲端運算具有較低前期架設成本以及較大的彈性擴充能力，但依賴通訊設備的網路傳輸回到雲端設備中，有著通訊品質與無法即時反應（約1~3秒），甚至會有無法回傳現場影像等缺點，同時，邊緣運算裝置所消耗的功耗約10~30瓦，較雲端伺服器所需要的功耗300瓦以上，明顯邊緣運算方式可以達到省電低耗的特色具有永續環保特色。

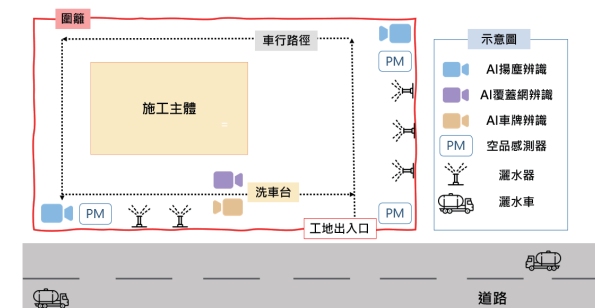
圖一為智慧營建工地場域圖，施工場地周圍依照法規設有圍籬、出入口和洗車台。系統包含AI辨識攝影機，搭配多個空氣品質感測器監測PM10和PM2.5濃度，監控施工場域內的揚塵現象，發現揚塵時，發出警告並自動控制鄰近區域的灑水器進行噴灑。洗車台智慧化利用AI辨識攝影機檢測砂石車的防塵網覆蓋情況，結合車牌辨識管理車輛出入。

圖二為系統架構圖，作品整合了AI深度學習、物聯網、光學字元辨識、即時實例分割和物件偵測技術，並使用邊緣運算裝置實現即時運算，確保24小時即時辨識，避免傳輸延遲。MCU接收感測器信號，控制泵浦馬達，管理洗車台噴水量和車輛清洗時間。邊緣運算裝置處理影像辨識，包括揚塵偵測、防塵網辨識和車牌辨識，實現準確、自動、零延遲的監控功能。

本研究之應用場域由臺南市環保局提供，相關設備、材料經費由環境部空氣污染防治基金科技研究計畫、教育部特色領域研究中心—智慧辨識產業服務研究中心支援，在此誌謝。



圖一 智慧營建工地場域圖。



圖二 系統架構圖。

◆ Abstract ◆

This project utilizes AI, sensors, edge computing and IoT technologies to realize smart construction sites. The system combines AI and image processing technology to automatically monitor the situation of gravel trucks covering dust nets and construction site dust 24 hours a day, and immediately activate sprinklers to effectively reduce PM10 and PM2.5 emissions, enhance pollution prevention efficiency, effectively reduce pollution caused by construction works, and improve air quality.

Fig. 3 is an edge computing device composed of Intel embedded processor and Hailo-8 AI accelerator chip. Fig. 4 show compare with edge and cloud AI, Edge computing is chosen over cloud computing for development due to its lower power consumption (10-30 watts) and reduced reliance on communication quality, minimizing delays and transmission issues, thus supporting sustainable environmental practices.

The system includes AI cameras with air quality sensors to monitor the concentration of PM10 and PM2.5, suppress dust in the construction site, issue warnings when dust is detected, and automatically control water spreaders in neighboring areas. Intelligent use of AI cameras to check the coverage of dust nets on gravel trucks and combine with license plate recognition to manage vehicle access.

The system integrates AI deep learning, IoT, OCR, and uses an edge computing device to realize real-time computation and avoid transmission delay. The MCU receives the sensor signals and controls the water volume of the car wash station. The edge computing device handles image recognition, including dust detection, dust screen recognition and license plate recognition, for accurate, automatic, real-time monitoring.

Acknowledgement: The application site was provided by the Environmental Protection Bureau of Tainan City Government, and the related equipment and materials were supported by the Air

Pollution Prevention and Control Fund of the Ministry of the Environment (MOE), and the Intelligent Recognition Industry Service Research Center (IRIS) of the Ministry of Education (MOE).



Fig. 3 Edge computing.

	Edge ★	Edge	Cloud Sever
AI accelerator	Hailo-8	Jetson AGX Xavier	GeForce RTX4090
Delay	Low	Low	High
Dust detection (FPS)	35	25	210
Power wastage (W)	2.5	3.3	50
FPS/W	14.0	7.57	4.2
Cost	\$20,000	\$50,000	\$80,000 up

Fig. 4 Edge AI vs. Cloud AI.