

嘉義縣空品感測物聯網於大數據分析之應用研究

張根穆，嘉義縣環境保護局局長

林春如，嘉義縣環境保護局空氣噪音防制科科長

洪慎程，嘉義縣環境保護局空氣噪音防制科約用人員

林怡岑，嘉義縣環境保護局空氣噪音防制科技佐

黃致霖，思維環境科技有限公司副總經理

劉栩彤，思維環境科技有限公司協理

長摘要

一、前言

嘉義縣位於臺灣本島西南部，地處嘉南平原，為重要農業產區。縣內水利建設堪稱完備，土地肥沃，以農產聞名，沿海地區為重要漁業產區，為國內重要產地。轄內有 2 市、2 鎮、14 鄉，共有 18 個鄉鎮市，統計至 110 年 8 月嘉義縣人數共為 495,662 人，全市土地面積為 1,903.6 km²，占全臺灣地區面積 5.28%，人口密度約為 260 人/km²。

隨著感測物聯網的普及與技術日漸成熟，應用層面相當廣泛，包含智慧城市、智慧醫療、智慧物流、智慧交通、智慧家居以及智慧綠能等多種與民生息息相關之領域。近年民眾對空污問題越來越重視，行政院環境保護署（以下簡稱環保署）自 106 年開始推動「環境品質感測物聯網發展建置及執法應用」，於各縣市大量布建環境感測點，並蒐集環境感測資料數據，結合大數據分析等智慧應用，以時刻掌握污染熱區。故本研究藉由嘉義縣空品戰情室平臺進行大數據分析之相關應用，針對 AI 告警機制勸導取締露燃行為，以及運用 CPF 模式模擬鑑別縣邊境污染來源兩部分探討應用成效。

嘉義縣內主要有六大工業區分別為民雄工業區、頭橋工業區、嘉太工業區、朴子工業區、義竹工業區以及大埔美機械精密園區，環保署於 107 年起開始設置空氣品質感測器，故初步設置 100 臺於民雄、頭橋工業區中，於 108 年至 109 年再新增 200 臺於鄰近雲林、臺南兩縣市交界處、4 處工業區與鄰近社區、民眾陳情熱區及近年露燃好發區（如民雄鄉、新港鄉）等，總計共 300 臺；分別為工業區及鄰近社區 187 臺、一般社區 59 臺、鄰近縣市周界 40 臺、輔助區 14 臺，如圖 1 所示。



圖 1、嘉義縣空品感測器分布現況圖

二、研究方法

本研究所使用之既有微型感測器設置位置為離地 3 公尺高，內部電池採夜間儲電，日間供電以確保 24 小時供應電源，監測項目包含溫溼度、懸浮微粒等環境數據，而溫度量測範圍為 $0^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ ，準確度為 0.1°C ，此微型感測器具有通風、防潑水、通電、防墜落以及通訊等功能，並以每 1 分鐘偵測 1 筆數據之時間間隔進行紀錄。

嘉義縣環保局建置空品戰情室系統，主要接收空品感測器每分鐘之監測數據，並輔以匯入環保署測站資料、中央氣象局監測資料、風向風速計資料以及污染源資料，判斷污染源以及產生污染事件告警，並在告警系統功能導入 AI 演算法進行運算，發送污染告警通知，鎖定污染熱區縮短蒐證及稽查時間。本研究運用告警機制，利用露天燃燒的時空特性，輔以第一時間執行稽查工作，至現場勸導或取締違法行為之成效。另外，針對嘉義縣新港、朴子空品測站及鄰近空品感測器 PM_{10} 數據，建立 PM_{10} 監測網如圖 2，使用模式模擬分析可疑污染來源，以鑑別是否為縣邊境傳輸污染來源，俾利後續擬訂相關之管制策略。



圖 2、嘉義縣新港、朴子空品測站及鄰近空品感測器

本研究針對已設置之空品感測器，透過大數據分析、結合空品戰情室系統設定告警條件，設定基準為背景基線、峰值特性、持續時間及排除低值之 4 大條件，並依據嘉義縣空品現況作為告警條件。當空品感測器監測數據屬於污染異常數值，且符合告警條件，則視為疑似污染事件，系統即刻發送告警通知，顯示污染最大值、地點位置、鄰近氣象資料、發生時間以及結束時間，並派員至現場執行稽查作業。此外，彙整新港、朴子空品測站及鄰近空品感測器 PM_{10} 數據，使用條件機率函數(Conditional probability function, CPF)評估污染來源因子及 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 之 ratio 分析，研析縣邊境內外污染情形。

三、研究成果

(一) 透過告警機制取締露天燃燒

透過感測器數據及污染告警系統結合，於 LINE 進行「污染發生空品感測器編號、污染發生時間、初步判斷污染源、產生污染事件警告、污染持續時間、事件平均值、事件最高值」，分析該次告警可疑污染源，並通報稽查之流程如圖 3。本研究統計 111 年 5 月 1 日至 6 月 30 日期間經告警通知判斷可疑污染源為露燃案件 8 件，執行現場巡查中確實有露燃行為或燃燒痕跡有 6 件，顯示告警系統功能導入 AI 演算法進行運算，可有效提升稽查效能。

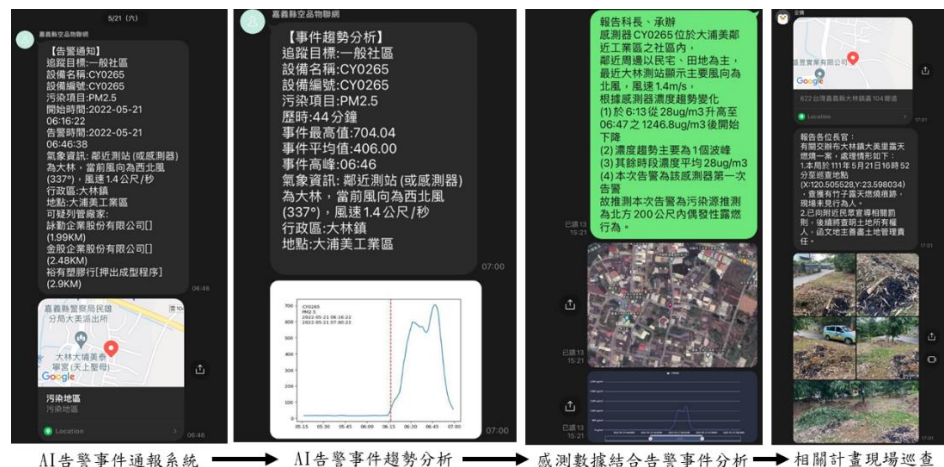


圖 3、AI 告警事件分析流程

(二) 模式模擬分析以鑑別縣邊境之污染來源

本研究利用 110 年 11 月 1 日至 11 月 31 日嘉義縣新港、朴子空品測站及鄰近空品感測器 PM₁₀ 監測數據，使用條件機率函數(Conditional probability function, CPF)分析結果顯示如圖 4，朴子監測網與新港監測網之 PM₁₀ 濃度高於閾值(75th)機率較高之方向皆為西北到北北西間與北北東到東北，推測污染貢獻來源於 2 座空品測站之西北方及東北方。

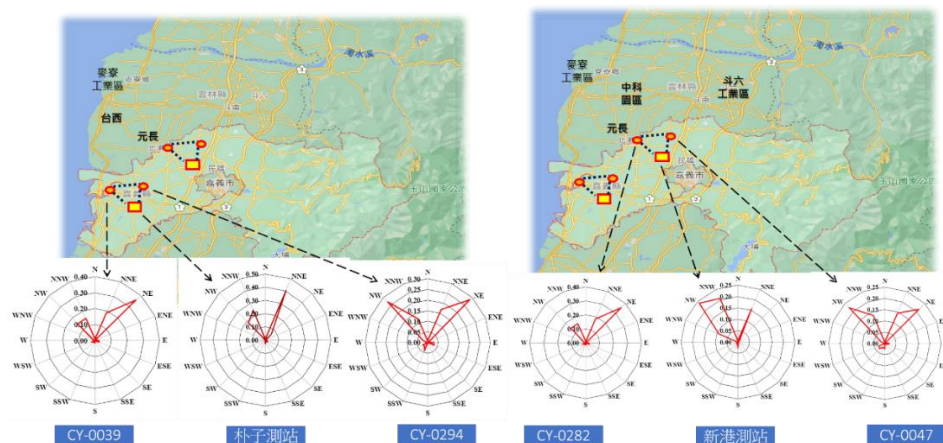


圖 4、朴子、新港空品測站與鄰近空品感測器 PM₁₀ 之 CPF 分析結果

統計斗六、朴子及新港空品測站以及本縣南、北邊 2 台空品感測器(相距 25 公里)，於 111 年 3 月 15 日之污染事件日前後 2 天之 PM_{2.5}、PM₁₀ 繪製濃度趨勢如圖 5，顯示 111 年 3 月 15 日有來自縣外污染，當時環境風場為東北風，而嘉義縣位於下風處易形成污染物累積，故導致縣內 PM_{2.5} 及 PM₁₀ 濃度明顯升高。

斗六、朴子及新港測站的 PM_{2.5} 及 PM₁₀ 濃度時間序列顯示，斗六測站在 3 月 15 日之 15:00 受境外污染影響 PM 濃度上升；朴子及新港測站則在 3 月 15 日之 18:00 後 PM 濃度才升高，圖中綠色較紫色區間先受縣外污染源影響，由此可知，當受縣外污染時會由縣內北邊逐漸往南影響。

而本縣南、北邊 2 台空品感測器之 PM_{2.5} 及 PM₁₀ 濃度時間序列顯示，北邊空品感測器 CY0147 在 3 月 15 日之 18:00 受縣外污染影響 PM 濃度上升；而南邊空品感測器 CY0073 則在 3 月 15 日之 19:00 後 PM 濃度才升高，圖中綠色較紫色區間先受縣外影響，藉由 2 台空品感測器距離 25 公里可知

受縣外污染時，PM 濃度亦會由縣內北邊往南影響。

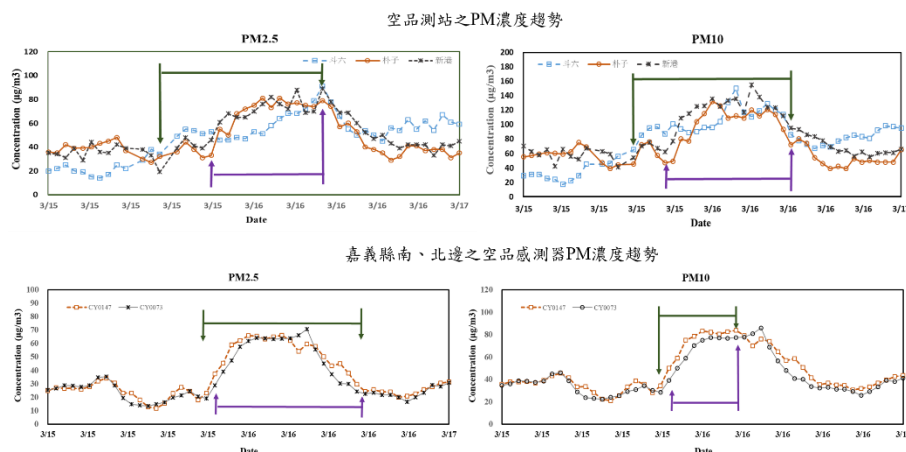


圖 5、朴子、新港空品測站與縣內南、北邊空品感測器 PM 於事件日濃度趨勢

此外，分析朴子、新港空品測站於 111 年 3 月份 PM_{2.5}/PM₁₀ 之 ratio 分布如圖 6，根據 Ho et al. (2003) 研究顯示，當 PM_{2.5}/PM₁₀ 比值為 0.61、0.79 及 0.53，分別為工業區、交通源旁及背景地區。111 年 3 月在朴子及新港測站的 PM_{2.5}/PM₁₀ 平均比值分別為 0.67±0.20 及 0.63±0.18，皆屬工業污染的細懸浮微粒。

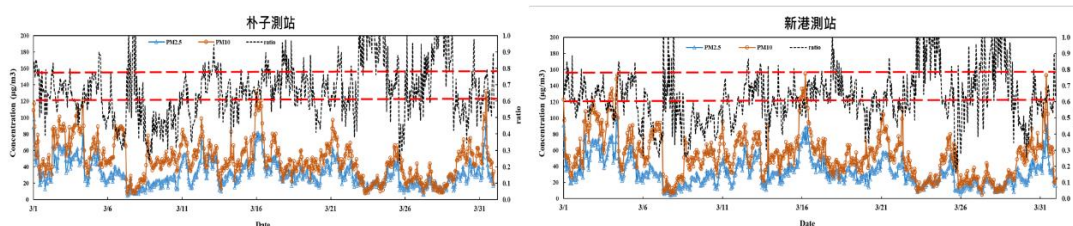


圖 6、朴子、新港空品測站於 111 年 3 月份 PM_{2.5}/PM₁₀ 之 ratio 分布

四、結論

空品感測物聯網於大數據分析之應用成果，針對露燃行為透過 AI 告警機制分析，派員至現場取締勸導，可提升稽查行動之準確性並提供相關計畫擬定管制策略。CPF 分析結果顯示嘉義縣 110 年 PM₁₀ 污染來源較可能貢獻來源之方向為西北到北北西間，及東北到北北東方向。以 111 年 3 月 15 日污染事件日為例，當受縣外污染時，PM 濃度會由縣內北邊逐漸往南影響，且朴子、新港空品測站 PM_{2.5}/PM₁₀ 平均比值皆屬工業污染的細懸浮微粒。因此，推估縣內 PM 濃度上升之貢獻來源，為上風處鄰近縣市之工業區所產生工業污染源。

五、參考文獻

1. Wang, J., Hu, Z., Chen, Y., Chen, Z., & Xu, S. J. A. E. Contamination characteristics and possible sources of PM₁₀ and PM_{2.5} in different functional areas of Shanghai, China. 68, 221-229. (2013).
2. Viana, M., López, J. M., Querol, X., Alastuey, A., García-Gacio, D., Blanco-Heras, G., . . . Maenhaut, W., Tracers and impact of open burning of rice straw residues on PM in Eastern Spain. Atmospheric Environment, 42(8), 1941-1957. (2008).
3. K.F. Ho, S.C. Lee,*, Chak K. Chan, Jimmy C. Yu, Judith C. Chow, X.H. Yao. Characterization of chemical species in PM_{2.5} and PM₁₀ aerosols in Hong Kong. Atmospheric Environment, 37 (2003).