

利用長短期記憶模型提升嘉義地區能見度預測之準確性 Enhancing Visibility Estimation Accuracy in the Chiayi Region Using a Long Short-Term Memory Model

翁語晨¹(Yu-Chen Weng) 蔡世樵¹(Shih-Chiao Tsai) 陳致穎²(Chih-Ying Chen)

¹國防大學理工學院環境資訊及工程學系 ²中央研究院環境變遷研究中心

¹ Department of Environmental Information and Engineering, National Defense University

² Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica

摘要

嘉義位於臺灣西部嘉南平原，冬季常受輻射冷卻影響，清晨易出現低能見度現象，其發生頻率與持續時間均較其他地區顯著，對飛航安全造成潛在威脅。本研究聚焦於嘉義地區低能見度事件之分析與預報模型建構，目標在提升能見度預測準確性，強化區域航空安全之防護能力。研究內容涵蓋探討氣象與空汙因子對能見度的影響，並比較傳統能見度經驗公式與AI模型在不同預測時距下之表現。觀測資料取自2013至2023年中央氣象署與環境部嘉義測站之逐時氣溫、相對溼度、風速、降雨量、PM2.5與PM10等參數。經相關性分析顯示，氣溫、相對溼度、PM2.5與PM10與能見度相關性較高，故納入作為AI模型之主要輸入特徵參數。

本研究針對2021年1月31日與2月8日兩起能見度驟降事件進行個案分析，兩事件清晨期間皆呈現少雲、風速微弱與濕度高等條件，輔以懸浮微粒堆積，符合典型輻射霧生成機制。進一步評估FSL與SW99等傳統能見度經驗公式的預測表現，顯示其雖能於特定條件下略為提升預測準確度，但整體誤差仍偏高；而基於前述特徵參數建立之多元線性回歸模型，其能見度預測表現為RMSE約5.2公里， R^2 約0.49，具初步應用潛力。接續導入長短期記憶

(LSTM)模型進行深度學習訓練，其中訓練集(90%)與驗證集(10%)資料時間為2013至2020年，測試集則為2021至2023年。結果顯示，LSTM模型能見度預測表現明顯優於經驗公式與回歸模型；當時間步長設定為96小時，在1小時預測時距中表現最佳，RMSE為0.69公里， R^2 為1.0；而當預測時距達12小時，模型仍有RMSE約8.5公里、 R^2 約0.5的表現，展現其在高變異性能見度時序預測上的良好擬合與泛化效果。綜合而言，LSTM模型在特定特徵參數訓練下，對嘉義地區能見度預測之準確性提升具有顯著成效，未來可望藉由進一步優化模型架構，作為區域氣象預報與飛航風險評估之重要工具。

關鍵字：霧、FSL、SW99、多元線性回歸、LSTM