

深度學習於颱風暴潮模式化風場與壓力場之應用

林雨謙¹、吳祚任²

(1)國立中央大學地球科學學院學士班、(2)國立中央大學水文與海洋研究所

台灣颱風肆虐，因此對風暴潮之預報是災防重點。風暴潮驅動力為低氣壓與強烈風速，因此如何準確描述氣象力為風暴潮模擬之關鍵。本研究以COMCOT-SS風暴潮模式為基礎，該模式為氣象局風暴潮預報之核心，除可提供西太平洋之球座標計算域，亦可平行處理以大幅提高計算效率。在氣象力方面主要有二：一為國際普遍使用之理想颱風模式Holland Model，其在大洋上之表現尚佳，然對於擁有高聳中央山脈的台灣會有較大之誤差；另一氣象場為大氣模式 TWRP。然中央氣象局所公布之颱風預報路徑，為綜合多個TWRP結果得來，因此需要由參數化風場提供完整之氣象力。

為改進模式對於中央山脈影響之呈現，本研究以深度學習為核心建立一氣象場模型，其基礎為Rumelhart (1985) 等人發展之多層感知器 (multilayer perceptron, MLP) 架構，包含輸入層、隱藏層以及輸出層。原理為將輸入資料作加權總和後，利用激活函數 (activation function) 使各層之間產生非線性之關係，再由倒傳遞誤差法 (backpropagation, BP) 將誤差訊號反向傳遞回各個神經元，最後透過梯度下降法 (gradient descent) 調整權重以得到最佳解。本研究模型使用Nair and Hinton於2010年提出之線性整流函式 (Rectified Linear Unit Function, ReLU) 作為激活函數，在壓力場與風場部分，則分別選用梯度下降法優化後之RMSProp (Geoff Hinton) 與Nadam (Dozat, 2016) 演算法來調整權重。

此模型選用中央氣象局2003-2020年之颱風警報單作為輸入資料，共包含53場颱風、1042筆紀錄。此外，本研究亦選用歐洲中期天氣預報中心 (ECMWF) 所發布之ERA5再分析資料 (解析度為0.25度) 作為模型學習目標 (target)。該資料包括十米風場及平均海平面氣壓。本研究將同場颱風之不同筆資料視為互相獨立，以考慮空間上之特性。為了展現與颱風中心距離之影響，將單筆資料依據不同網格點進行拆分，並加入距離、象限等特徵值 (feature)。模型結果顯示，訓練資料之平均平方根誤差在壓力場上可收斂至約2百帕 (hPa)，風速場部分則可收斂至約2.5公尺每秒左右 (m/s)。

由模擬結果可見，上述之模型可建構並預報未來颱風路徑上之氣壓與風速場，其適切展現了中央山脈對氣象場之影響，並兼具機器學習之時效性，為風暴潮之預報提供了新之研究方向。

中文關鍵詞：風暴潮、深度學習、人工智慧