

再生能源系統智慧預測與分析技術

本篇文章由國立成功大學電機系電力與能源系統實驗室提供

台灣近年來大力推動再生能源發展與能源轉型政策，大量再生能源併入電網後，因其間歇供電的特性，將對電力系統造成衝擊，故準確的預測模型建構於其中將扮演至關重要的角色。

相關再生能源預測數值模型尚存在許多不確定性，包含初始資料誤差或模型缺陷，都可能影響預測精準度。隨著再生能源數值大氣預測模型複雜度增加及時間解析度提升，模型的可預報度亦隨之提升，但因受限於觀測資料及氣象預報資料準確度影響，使得模型本身即存在系統性誤差。若可經由統計方法將其整合，將可改善預測結果。

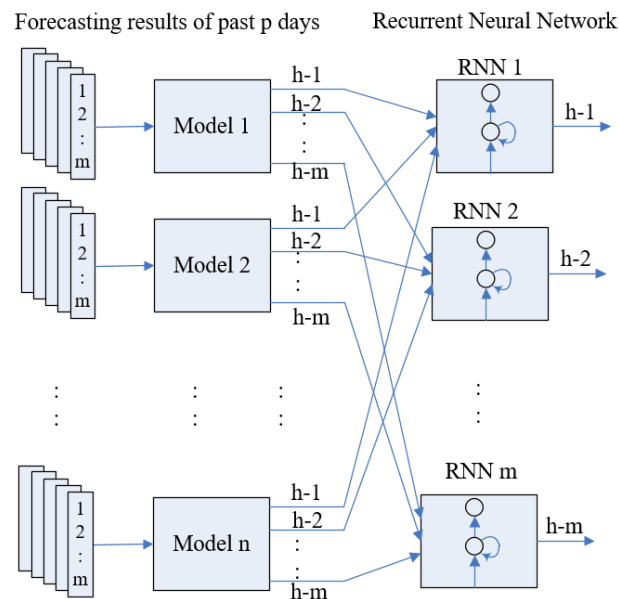
此外，若僅透過單一模型進行預測，將無法完全掌握預測過程中之變因。為突破當前預測技術的瓶頸，本研究團隊提出新的架構與方法，進一步證明系集方法可有效提升預測準確度與降低誤差。因系集預測模型的導入將彌補單一模型不足，藉由廣納多個預測模型的預測成果，將能更有效將單一模型中之不確定性量化，以提供更準確之預測數據。

研究團隊所取得的太陽能發電原始資料，主要來自友基工業區，其中包含發電資料、溫度、降雨機率、風速、風向、相對濕度以及累積輻射量等；風力發電原始資料則是取自彰濱工業區，其中包含發電資料、溫度、風速與風向等。

研究團隊透過建構五種不同類神經網路模型架構進行預測分析，包括：Long Short Term Memory (LSTM)、Support Vector Regression (SVR)、Deep Neural Network (DNN)、Feedforward Neural Network (FFNN)、Convolutional Neural Network (CNN)，並使用 Recurrent Neural Networks (RNN)模型建構系集預測模型。其中，使用上述五種不同類神經網路有以下優點，包括：可建構非線性模型，進而處理複雜的非線性與最佳化問題、可接受不同種類的輸入變數，適應力高、可根據

新輸入的資料調整已學習的規則及模式且具有平行處理能力。使用 RNN 系集預測模型則有以下優點，包括：可根據多種模型對歷史資料的訓練誤差來決定各模型的權值、可建構每小時的訓練模型 (Hourly mapping model)、可對短期分配權重具有記憶能力。

透過前述系集預測模型建構，研究團隊已於太陽能發電預測部分獲得顯著成果。透過將原始資料進行前處理，使用三次樣條插植 (Cubic spline interpolation) 方法補齊缺漏數值，再使用模糊聚類的方法 (Fuzzy c-means) 進行五種天氣型態的分類，包含 sunny day、light cloudy、cloudy、heavy cloudy 及 rainy day。另有關預測時間區間，目前分為一日前 (one day ahead) 及三日前 (three days ahead) 進行每小時預測。研究成果指出，RNN 模型可有效提升五種天氣型態之預測結果，且可將預測誤差維持於 10% 以下。



RNN 系集預測模型示意圖