

# 類比法相似路徑颱風自動篩選技術研發

鄭安孺<sup>1</sup> 林秉煜<sup>2</sup> 黃椿喜<sup>2</sup> 黃于盈<sup>2</sup> 陳怡彤<sup>1</sup>  
多采科技有限公司<sup>1</sup> 交通部中央氣象局<sup>2</sup>

## 摘 要

類比法係指利用目前颱風預報路徑，比對歷史颱風路徑，篩選數個類似路徑颱風，並提供此數個過去颱風的風力變化，由人為依照目前颱風路徑的不同時間段，選擇過去颱風風力作為預報參考。目前氣象局WPPS (Wind and Precipitation Prediction System) 系統類比法比對路徑方式需由操作人員在WPPS系統地圖式圖形化介面上，框選所欲搜尋歷史颱風路徑的區域，系統帶出通過此區域的所有歷史颱風路徑圖，然後由操作人員選擇其中最近似路徑者。

本研究建立自動化歷史颱風篩選機制，在類比法應用範圍東經117~130度、北緯18~31度內，針對1980年以後發生的歷史颱風進行路徑比對，自動化篩選出與目前颱風行進方向雷同、強度接近、且有最近距離的歷史颱風個案作為類比法相似颱風。由於颱風行進速度不一，篩選出最佳類比颱風後，進行目前颱風與最佳類比颱風的時間對映，針對最佳類比颱風距離目前颱風預報位置最近距離點，取其坐落路徑時段的整點風力資料，提供小時的平地測站與鄉鎮最大風力預測資訊。

## An Improvement of Automatic Analog Typhoon Screening

Anne Ru Cheng, Ping-Yu Lin, Treng-Shi Huang, Yu-Ying Huang, Yi-Wen Chen  
Manysplendid<sup>1</sup> Central Weather Bureau<sup>2</sup>

### Abstract

The analogy method means of current typhoon forecast track to filter the most similar historical typhoon track, and providing wind data of these similar typhoons, and selecting the best analog typhoon according to the different time periods of the analog typhoon. This search on Central Weather Bureau WPPS (Wind and Precipitation Prediction System) system interface, after manually selecting the area where you want to search for the historical typhoon track, the system lists all the historical typhoon tracks through this area, and then the operator selects the most approximate track of typhoon and provides wind data for analogy method forecasting.

This study establishes an automated historical typhoon screening mechanism. This method can automatically screen the best analog typhoon after 1980 with the same direction as the current typhoon, close to the intensity, and the shortest distance. In the area of 117°E to 130°E and 18°N to 31°N. Due to the different typhoon speeds, the best analog typhoon will be mapped to the current typhoon time, and the maximum hourly wind forecast information of the ground station and the town will be provided.

## 一、前言

類比法係指利用目前颱風預測路徑，比對獲得數個過去颱風，並提供此數個過去颱風的風力變化，由人為依照目前颱風路徑的不同時間段，選擇過去颱風風力作為預報參考。目前氣象局 WPPS 系統 (Wind and Precipitation Prediction System) 中類比法比對路徑方式是為半人工的，需要由操作人員在 WPPS 系統地圖式圖形化介面框選所欲搜尋歷史颱風路徑的區域，系統帶出通過此區域的所有歷史颱風路徑圖，然後由操作人員選擇其中最近似路徑，提供該路徑颱風的風力作為預報參考。

本研究改進類比法相似路徑颱風篩選機制，納入路徑比對機制，以自動化篩選出與目前颱風行進方向雷同、強度接近、且有最近距離的類比颱風個案作為參考。

## 二、自動化歷史颱風篩選機制

類比法的應用範圍是在東經 117~130 度、北緯 18~31 度內。由於早期的颱風觀測資料少，因此本研究設定針對 1980 年以後發生的歷史颱風進行篩選。整體篩選流程包含兩個主要步驟：

### 1、篩選行進方向雷同之歷史颱風

設定颱風行進方向的限制條件，以剔除行進方向差異過大者。以圖 1 之示意圖輔助說明，於歷史颱風路徑記錄上找出與目前颱風最近觀測位置、目前觀測位置、以及未來預報位置最近之對應點。假設距離  $(x_i, y_i)$  最近位置對應點為  $(\xi_i, \psi_i)$ ，則由  $i=1$  開始，依序比對兩連續資料對  $(x_{i-1}, y_{i-1})$  到  $(x_i, y_i)$  的直線行進方向與  $(\xi_{i-1}, \psi_{i-1})$  到  $(\xi_i, \psi_i)$  的直線行進方向之夾角，以  $\theta_i$  表示，如圖所示。若其中有任一  $\theta_i$  超過  $60^\circ$ ，或平均夾角大於  $30^\circ$ ，將該颱風由候選名單上移除。

圖 2 所示為一夾角大於  $60^\circ$  之範例，預報發布時間為 2019 年 11 月 21 日 14 時鳳凰颱風，演算時間為同日 15 時，而 23 日 02 時到 23 日 14 時鳳凰颱風行進方向與蘇拉颱風行進方向夾角高達  $82.9^\circ$ ，因此淘汰蘇拉颱風。由圖中可觀測得知，鳳凰颱風前 24 小時預報路徑與蘇拉颱風接近，但 25 小時後的預報路徑，二颱風分道揚鑣。

以上搜尋比對必須限制任何兩連續對應點  $(\xi_i, \psi_i)$  時間不能早於  $(\xi_{i-1}, \psi_{i-1})$ 。若比對發現  $(\xi_i, \psi_i)$  和  $(\xi_{i-1}, \psi_{i-1})$  為同一點且為歷史颱風的最後一個紀錄，表示歷史颱風的生命期較短， $(x_i, y_i)$  以後的預報位置都會對應到同一點，則平均夾角計算應只取  $\theta_{i-1}$  以前的夾角計算。另， $t_{i-1}$  不能少於  $2t_n/3$ ，即類比到的時間長度不能少於預報時間長度的  $2/3$ ，否則，由於歷史颱風資料太短，參考性不足，宜將其移除。

### 2、篩選權重平均最近距離之歷史颱風

此步驟針對經上述步驟篩選出之候選歷史颱風，依照權重平均距離予以排序決定類比順位。以圖 3 示意圖輔助說明，先以線性內插方式估計目前颱風未來逐時位置，如圖之黑色圓點所示，假設第  $j$  小時後的預報位置為  $(a_j, b_j)$ ， $j=0, 1, \dots, t_n$ ，由  $(a_j, b_j)$  向歷史颱風軌跡(路徑連線)做垂線，找出最近之點  $(\alpha_j, \beta_j)$ ，計算  $(a_j, b_j)$  到  $(\alpha_j, \beta_j)$  的距離  $d_j$ ，然後將  $d_j$  加權後取平均得到權重平均距離。考量到預報時間愈長，路徑預測的不確定性愈高，因此對於較長時間的預報給予較小的權重，令 0~24 小時預報權重為 1，第 25~48 小時預報權重為 0.75，第 49~72 小時小時預報權重為 0.5，第 73 小時以後預報權重為 0.25，最後取權重平均距離最小的三名及一組 2000 年之後的颱風為最佳類比颱風。

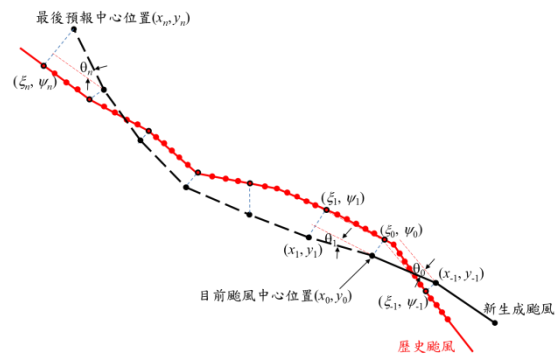


圖 1 目前颱風與歷史颱風行進方向比對示意圖

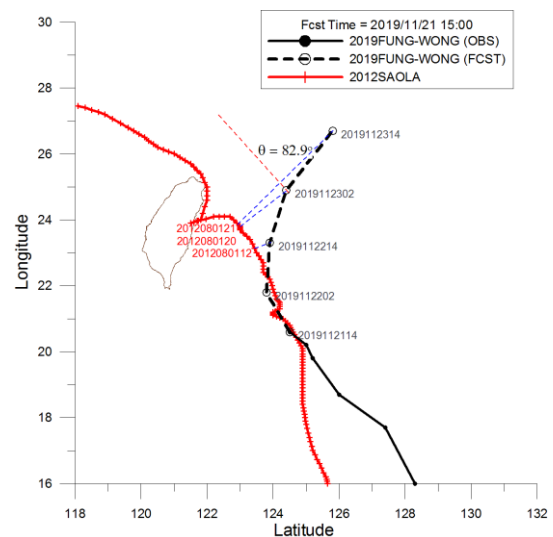


圖 2 風行進方向夾角大於  $60^\circ$  之範例

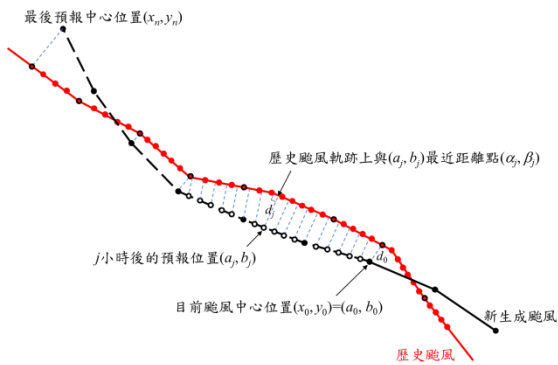


圖 3 目前颱風與歷史颱風行進方向比對示意圖

### 三、類比法風力預報

類比法風速預測是以類比颱風距離目前颱風預報位置 $(a_j, b_j)$ 最近距離點 $(\alpha_j, \beta_j)$ ，查詢該點是坐落於那個路徑時段，取其後整點時間的測站風速紀錄為 $j$ 小時的風速預測(參考圖 3)，例如：類比颱風距離目前颱風預報位置最近距離點坐落在 7-8 點的時段，則取 8 點的測站風速作為該小時的風速預測。鄉鎮的風速預測，則是以鄉鎮內所有測站中之最大風速值為代表。

由於各颱風行進速度不一，因此目前颱風與類比颱風的時間對映關係不必然為一對一，若目前颱風行進速度較慢，則可能連續幾個預報時間會對映到同一歷史時段，得到持續的預測結果。

### 四、結果與討論

利用前述方法篩選 2020 年黃蜂颱風、2019 利奇馬颱風、及 2019 年米塔颱風的類比颱風。圖 4 為 2020 年黃蜂颱風 5 月 16 日 2 時預報路徑所搜尋到的類比颱風路徑圖，圖中黑色圓點為黃蜂颱風歷史路徑、黑色空心圓為預報路徑，不同顏色符號為以此路徑篩選出之類比颱風，其中最佳類比颱風以紅色十字標示，其篩選出的最佳類比颱風為 1982 年費依颱風。

圖 5 為 2019 年利奇馬颱風 8 月 9 日 2 時預報路徑所搜尋到的類比颱風路徑圖圖中黑色圓點為利奇馬颱風歷史路徑、黑色空心圓為預報路徑，不同顏色符號為以此路徑篩選出之類比颱風，其中最佳類比颱風以紅色十字標示，其篩選出的最佳類比颱風為 2005 年卡努颱風。

圖 6 為 2019 年米塔颱風 9 月 30 日 14 時預報路徑所搜尋到的類比颱風路徑圖，圖中黑色圓點為米塔颱風歷史路徑、黑色空心圓為預報路徑，不同顏色符號為以此路徑篩選出之類比颱風，其中最佳類比颱風以紅色十字標示，其篩選出的最佳類比颱風為 1994 年道格颱風。

以上範例可知，本研究提出的自動化相似路徑

颱風篩選技術可快速且有效的挑選出適合的相似颱風個案提供類比法進行風力預報。

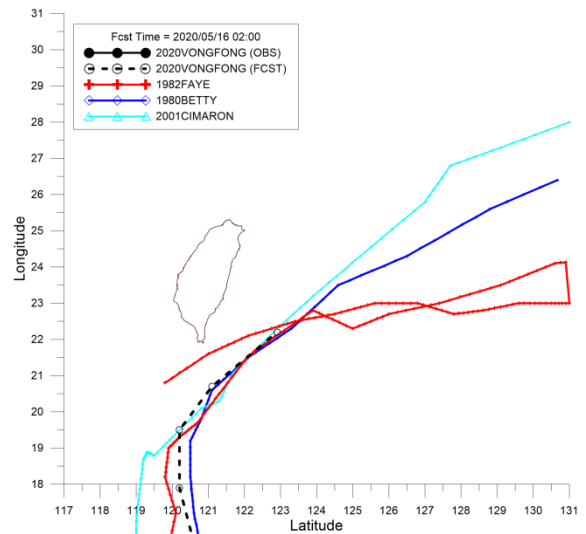


圖 4 2020 年黃蜂颱風 5 月 16 日 2 時預報路徑所搜尋到的類比颱風路徑圖

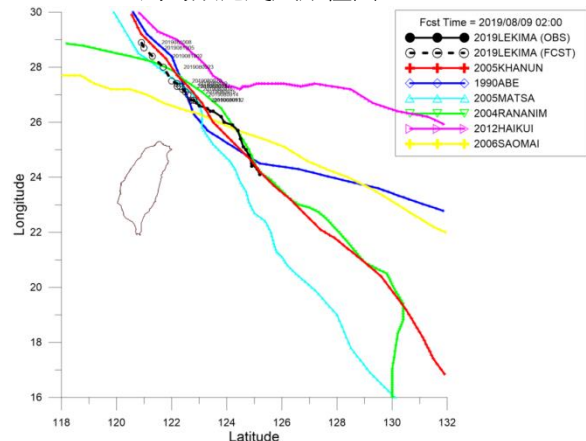


圖 5 2019 年利奇馬颱風 8 月 9 日 2 時預報路徑所搜尋到的類比颱風路徑圖

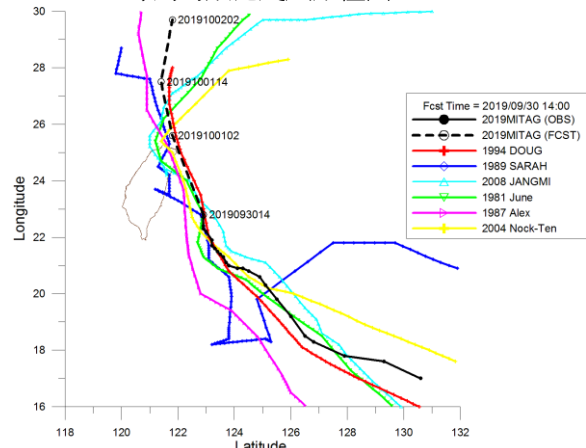


圖 6 2019 年米塔颱風 9 月 30 日 14 時預報路徑所搜尋到的類比颱風路徑圖