

CWB TC Tracker在NCEP全球系集預報模式之應用： 颱風路徑與生成

蔡孝忠 呂國臣 劉嘉騏 李孟陽
氣象預報中心
中央氣象局

摘要

中央氣象局氣象預報中心於今年開始下載與處理NCEP全球系集預報系統(NCEP global ensemble forecast system; 簡稱NCEP GENS)之預報資料。NCEP GENS模式之水平解析度為 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ ，每天有四次預報(00Z、06Z、12Z、18Z)，提供未來16天的全球預測。NCEP GENS具有21個系集成員(ensemble member)，藉由21組有著些微差距的初始場進行多次預報，可獲得有別於過去只有一組決定性預報(deterministic forecast)的多組預報參考資訊。

本研究採用Tsai et al.(2007)發展之颱風個案客觀辨識方法(稱為CWB TC Tracker)，並針對搜尋邏輯及參數加以修改，以自動偵測追蹤NCEP GENS 21個系集預報成員內的颱風或氣旋路徑。此外，針對資料量龐大的問題，在自動化作業流程之資料下載部分，採用cURL(Client for URLs)技術，進行部份資料擷取下載，以大幅減少資料下載時間。

目前颱風辨識結果之測試網頁已經於六月上旬完成，提供每日四次、每次兩種邏輯(Basic 與 All Criteria)之辨識結果。上線初期有納克莉颱風(Nakri)、風神颱風(Fengshen)和卡玫基颱風(Kalmaegi)通過西北太平洋區域，CWB TC Tracker可於NCEP GENS的系集成員中自動辨識颱風中心位置。未來系統將留存每次CWB TC Tracker辨識過程，做為後續修改辨識邏輯參數的依據，並評估NCEP GENS對於颱風路徑與生成的可預報度。

關鍵字：CWB TC Tracker, NCEP系集預報, 颱風

一、前言

中央氣象局氣象預報中心於今年開始下載與處理NCEP全球系集預報系統(NCEP global ensemble forecast system; 簡稱NCEP GENS; Toth and Kalnay 1997)之預報資料。NCEP GENS每天有四次預報(00Z、06Z、12Z、18Z)，提供未來16天的全球預測。此外，NCEP GENS具有21個系集成員(ensemble member)，藉由21組有著些微差距的初始場進行多次預報，可獲得有別於過去只有一組決定性預報(deterministic forecast)的多組預報參考資訊。

NCEP GENS具有長時間及多成員的預報特性，且模式時空解析度高，因此有潛力成為颱風生成與路徑預報的參考資料。本研究將採用Tsai et al.(2007)發展之颱風個案客觀辨識方法(稱為CWB TC Tracker)，自動偵測追蹤NCEP GENS 21個系集預報成員內的颱風或氣旋路徑，以評估NCEP GENS對於颱風生成與路徑預報的能力，提供做為日後颱風預報作業參考。

二、CWB TC Tracker簡介

本研究主要採用Tsai et al.(2007)發展之颱風路徑客觀辨識方法(稱為CWB TC Tracker)，並針對搜尋邏輯及參數加以修改，以自動偵測追蹤NCEP GENS 21個系集預報成員內的颱風或氣旋個案。根據

Tsai et al.(2007)的研究指出，客觀辨識方法可有效找出數值模式中結構近似颱風的渦旋(TC-like vortex)，並可分辨颱風與溫帶氣旋的差異。

颱風路徑客觀辨識方法主要分為兩個過程(Camargo and Zebiak 2002):

(1) 颱風中心偵測(TC detection):

颱風中心偵測具有下列8個偵測條件：

(i) 相對渦度：850 hPa之相對渦度值 $\geq 3.0 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。

(ii) 近地面風速：近地面風速最大值 $\geq 10.0 \text{ m/s}$ 。

(iii) 海平面氣壓為局部最小值。

(iv) 氣溫距平：300 hPa氣溫距平 ≥ 0 。

(v) 氣溫距平差異：300 hPa氣溫距平 \square 850 hPa氣溫距平。

(vi) 渦流動能(eddy kinetic energy; EKE)差異：850 hPa EKE \square 300 hPa EKE。

(vii) 個案判別：連結符合以上(i)-(vi)偵測條件之網格資料，如果兩者距離在2個網格之內，則視為同一個案。

(viii) 生命期：若個案生命期可至少延續24小時，則將其定義為模式內之“颱風”。

上述偵測邏輯以及對應之門檻值主要是Tsai et al.(2007)應用於NCEP重分析資料(reanalysis data)所使用之參數。目前NCEP GENS資料的收集長度不

足，故適合NCEP GENS使用之參數必須留待後續累積較長資料後再評估。為了讓目前產品較具有彈性，本研究將偵測結果分為兩種：

(1)基本條件(basic criteria)：可符合上述(i)-(iv)和(vii)-(viii)條件的個案。

(2)所有條件(all criteria)：可符合上述(i)-(viii)所有條件的個案。

當颱風中心偵測過程完成之後，即可分別針對兩組偵測結果進行颱風路徑追蹤。

(2)颱風路徑追蹤(TC tracking)：

(i)定義個案成熟期。以先前所定義之颱風個案為基礎，找出海面氣壓為最小值的時間點，將此一時間定義為“成熟階段”(mature stage)。

(ii)以個案成熟期之時間和中心位置為基準，進行向前和向後搜尋，若渦度值門檻值 $2.0 \times 10^{-5} s^{-1}$ ，即停止路徑搜尋。

(iii)判別是否為轉變為溫帶氣旋。由Klein et al.(2000)之研究可知，熱帶氣旋在變性為溫帶氣旋的過程中，強度會先減弱，隨後可能會明顯增強，因此僅使用渦度或是中心低壓做為參考指標可能會產生誤判。本研究採用計算300 hPa之氣溫標準偏差，若連續兩個時間間隔之300 hPa 氣溫標準偏差大於 1.5° ，亦停止颱風路徑搜尋，並認定該個案已變性為溫帶氣旋。

(iv)去除相同的個案。上述偵測邏輯可能會將相同颱風個案分割為2個以上，若再依此結果進行成熟期的前後搜尋及中心連結，可能會產生多個相同的個案，故將重複的案例去除。

三、資料與作業化處理

NCEP GENS模式之水平解析度為 $1^\circ \times 1^\circ$ ，每天有四次預報(00Z、06 Z、12Z、18Z)，提供未來16天的全球預測。此外，NCEP GENS具有21個系集成員(ensemble member)，CWB TC Tracker方法所需之變數場有：平均海面氣壓、風場(近地面、300 hPa、850 hPa)、氣溫(300 hPa、850 hPa)等資料。

然而，NCEP GENS之系集成員多、空間解析度高、預報時間長，即使NCEP已採用GRIB-2(General Regularly-distributed Information in Binary form Edition 2)之檔案格式儲存模式預報資料，已可有效減小檔案容量，但每次所需存取的檔案仍有數十億位元組(gigabyte)，如果沒有經過特別處理，欲直接下載完整資料並進行後續轉檔工作，將會耗費大量時間，無法符合實際預報作業需求。針對此一問題，在自動化作業流程之資料下載部分，採用cURL (Client for URLs)技術，配合GRIB資料清單(inventory file)，進行部份資料擷取下載(partial-http downloading 或 Fast Downloading of GRIB Files)，直接由各個GRIB-2檔案擷取CWB TC Tracker所需之變數場，以大幅減少資料下載時間。

除了資料下載的部分之外，自動化的流程中尚有資料轉檔、執行TC Tracker程式、繪圖及資料壓縮備份等工作，以產生網頁所需之圖檔，並將原始資料及計算結果備份，供後續校驗工作使用。

四、初步結果

NCEP GENS颱風辨識之測試網頁已經於六月上旬完成，提供每日四次、每次兩種邏輯(Basic 與 All Criteria)之辨識結果。上線初期納克莉颱風(Nakri)、風神颱風(Fengshen；圖1)和卡玫基颱風(Kalmaegi；圖2)通過西北太平洋區域，CWB TC Tracker可於NCEP GENS的系集成員中自動辨識颱風中心位置，可提供做為颱風路徑預報之參考依據。由圖2和圖3可知，相較於僅採用基本條件(basic criteria)的結果，當偵測邏輯增加氣溫距平差異和渦流動能差異時(即所有條件；all criteria)，可被偵測的個案僅會剩下數個特徵較明顯的個案。此外，由圖可知CWB TC Tracker亦可辨識模式資料內的溫帶氣旋活動。

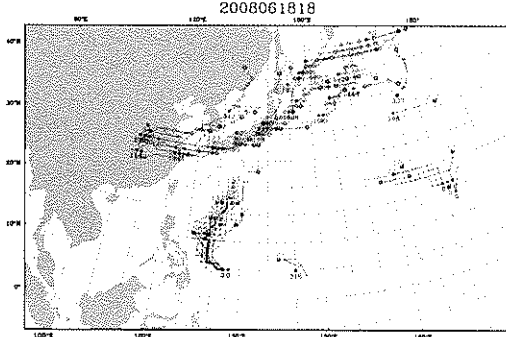
初步評估發現，部分沒有被偵測到的個案，多為無法持續24小時皆通過颱風中心偵測邏輯的個案，以致於無法進行後續颱風路徑追蹤的步驟。另外一部分的個案則是模式對於颱風中尺度特徵掌握不佳，導致自動偵測邏輯無法辨識個案的存在。

目前偵測邏輯係參考Tsai et al.(2007)針對NCEP Reanalysis-1資料所使用之門檻值，未來系統將持續留存每次CWB TC Tracker辨識過程，做為後續修改辨識邏輯參數的依據，並於颱風季之後評估NCEP GENS對於颱風路徑與生成的可預報度。

參考文獻

- Camargo, S. J., and S. E. Zebiak, 2002: Improving the detection and tracking of tropical cyclones in atmospheric general circulation models. *Wea. Forecasting*, 17, 1152–1162.
- Klein, P. M., P. A. Harr and R. L. Elsberry, 2000: Extratropical transition of Western North Pacific tropical cyclones: An overview and conceptual model of the transformation stage. *Wea. Forecasting*, 15, 373-39.
- Toth, Z., and E. Kalnay, 1997: Ensemble forecasting at NCEP and the breeding method. *Mon. Wea. Rev.*, 125, 3297-3319.
- Tsai, Hsiao-Chung, Kuo-Chen Lu, Mong-Ming Lu, 2007: Development of a Detection and Tracking Algorithm for Tropical Cyclones in Atmospheric General Circulation Models: Preliminary Results. International Conference on Mesoscale Meteorology and Typhoon in East Asia (ICMCS-VI).

(a) CWB TC Tracker for NCEP GENS (Basic)



(b) CWB TC Tracker for NCEP GENS (AllCriteria)

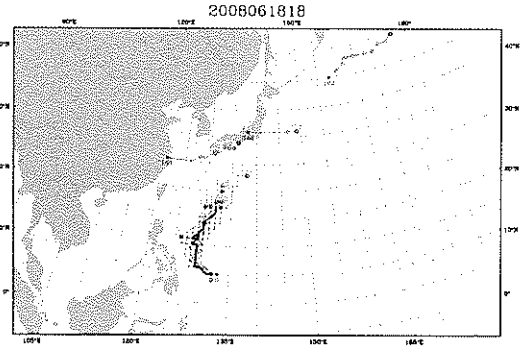
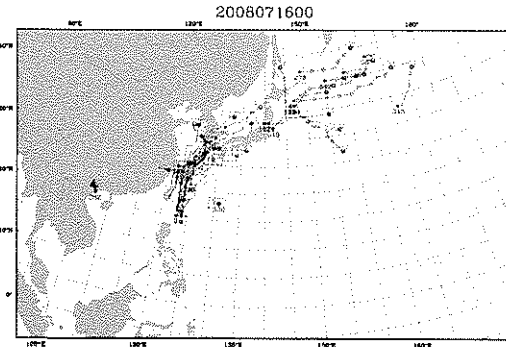


圖1. 民國97年6月18日1800UTC之颱風辨識結果。偵測邏輯：(a) basic；(b) all criteria。

(a) CWB TC Tracker for NCEP GENS (Basic)



(b) CWB TC Tracker for NCEP GENS (AllCriteria)

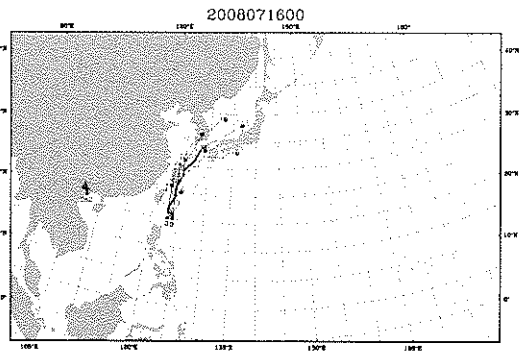


圖2. 民國97年7月16日00UTC之颱風辨識結果。偵測邏輯：(a) basic；(b) all criteria。

