

應用Decaying Average發展國際都市高低溫預報技術

陳昱璵¹ 馮智勇¹ 黃嘉美² 賈愛玫²
多采科技有限公司¹ 中央氣象局預報中心²

摘要

本研究嘗試藉由國際都市觀測資料應用Decaying Average方法(以下簡稱DCA)校正美國NCEP天氣數值預報模式距地2米高溫度場，發展國際都市高溫與低溫預報技術。高低溫觀測資料為SYNOG的一日24筆逐時溫度資料中最高與最低者，而NCEP高低溫預報則是依都市所在時區的日出時間與正午時間選擇延時預報場。為瞭解DCA方法預報能力，另外與採用NCEP模式包含距地2米高與6個等壓層的溫度預報場所建置的簡化版Model Output Statistics(以下簡稱MOS)策略複線性迴歸模型進行比較。

2016年第一季分析結果顯示MOS與DCA兩者在不同測站的表現互有優劣，MOS具有能修正預報與觀測間相關性的能力，而DCA在這方面則無。若鄰近該測站的格點的預報值無法代表該測站的實際變化，DCA則因可縮減兩者誤差的特性，依然能一定程度上的改善原始預報的誤差值大小。除此之外，DCA雖無法像MOS進行較為複雜的調整，但是在計算資源的使用上，DCA方法在運算資源以及儲存資源的使用上較MOS小，是此方法的另一特色。

關鍵字：Decaying Average，Model Output Statistics

一、前言

近年隨著計算機運算能力的進步，儀器觀測能力的改善，以及眾多人員在模式參數以及數值方法上的精進，使得天氣預報成效有著明顯的改善，除了動力模式的改善之外，對於模式預報的系統性誤差校正方法，也隨著各項技術的發展而有所提升。如何有效率的移除模式預報與真實觀測之間的系統性誤差值，成為正確應用數值模式模擬結果的一項重要課題。

Cui等人(2012)提出Decaying Average修正方式只需要儲存前一刻所留下的預報誤差以及當下的模式預報資料即可進行誤差修正，所使用的數學概念也相當單純，同時包含著時間的權重以及誤差的移動平均的概念。陳與洪(2015)研究指出此方法用於台灣GFE網格點上的WRF預報能有效改善模式對台灣地區的系統性誤差。

本研究將此方式用於NCEP全球尺度的預報上，用以了解Decaying Average用於預報國際都市高低溫的效果，並且與簡化版Model Output Statistics(MOS)進行比較，用以評估利用DCA發展國際都市預報之效益。

二、以Decaying Average實作國際都市高低溫預報

美國NOAA NCEP針對NCEP GEFS模式與CMC GEFS模式輸出包含溫度在內共35個具空間分布均勻特性變數的系統性誤差，發展採簡化形式卡門濾波(Kalman Filter)的Decaying Average校正方式(以下簡稱DCA)，目前已實作於1.0經緯度解析度的

逐6小時模式輸出場作業流程，證實可有效移除系統誤差(Cui 等人, 2012)。步驟如下：

1. 系統誤差估計

以式1估計t時刻格點i, j的 τ 延時場誤差值 $b_{i,j}^{\tau}(t)$ 。其中， $f_{i,j}^{\tau}(t)$ 為t時刻格點i, j的 τ 延時場預報值，而 $a_{i,j}(t)$ 為t時刻格點i, j的分析值/真實值。

$$b_{i,j}^{\tau}(t) = f_{i,j}^{\tau}(t) - a_{i,j}(t) \quad (1)$$

2. 以誤差衰減平均方式更新系統誤差值

以式2與t-1時刻校正結果計算系統誤差值更新值 $B_{i,j}^{\tau}(t)$ 。其中，權重係數w代表該更新值包含幾日的誤差資訊。

$$B_{i,j}^{\tau}(t) = (1-w) \cdot B_{i,j}^{\tau}(t-1) + w \cdot b_{i,j}^{\tau}(t) \quad (2)$$

3. 以系統誤差值更新值修正預報值，完成校正作業。

將t時刻格點i, j的 τ 延時場預報值減去系統誤差值更新值 $B_{i,j}^{\tau}(t)$ ，得到t時刻格點i, j的 τ 延時場校正預報值 $F_{i,j}^{\tau}(t)$ ，即：

$$F_{i,j}^{\tau}(t) = f_{i,j}^{\tau}(t) - B_{i,j}^{\tau}(t) \quad (3)$$

在國際都市的方法實作上，我們以各個都市的當地日期時間為基準，從SYNOG的逐時溫度中選出最高溫與最低溫作為觀測進行DCA校正，模式的部分則是使用NCEP的0.5度解析度預報資料，使用的層場為地面2米高的溫度。在高低溫的選擇部分，選用各都市當地時間當天的最高溫與最低溫預報，並且為了避免系統性偏差在各個延時之間不一致的問題，嘗試以日出時間以及下午

一點為準，若是最高溫與最低溫並非發生在該都市的日出與下午一點，則DCA僅以上次的系統性偏差進行修正，不更新系統性偏差(式(2))，並且將誤差權重統一設定為0.07。此外國際都市的誤差修正不以網格點進行而是各個都市的預報與觀測進行一對一修正，即簡化上述式(1)~式(3)中的*i,j*網格點為單一變數，代表各個欲處理的國際都市。

三、討論與結論

在DCA的方法討論上，本研究加入了以Model Output Statistics(以下簡稱MOS)策略採用NCEP模式包含距地2米高與6個等壓層的溫度預報場所建置的簡化版MOS策略複線性迴歸模型進行比較。單就作業的流程以及所需要的計算機運算資源方面，DCA擁有輕便快速的優勢，並且不需要過去的模式預報以及觀測資料進行MOS建模作業，換而言之在各個動力模式改版之初，DCA可以直接延續各個都市點的溫度預報等待系統平均平衡，而MOS系統則需要新版本模式對過去的時間進行事後預報，才能有過去的預報值與觀測值進行建模作業。

圖3所呈現的是各方式用於北京的低溫預報結果，時間為2016/06/01至2016/07/11，其中黑色虛線代表觀測值，而淺藍色虛線代表NCEP的原始預報值，藍線是MOS修正過後的預報結果，DCA修正後的預報結果則是以紅線表示，而圖下的黑框區則是列出了NCEP預報、DCA預報，以及MOS預報的均方根誤差(RMSE)、平均絕對誤差(MAE)、以及相關係數(CORR)。

從圖3所統計的RMSE與CORR中可以看到在誤差的方面是DCA的RMSE比MOS的RMSE來的小，而在相關係數的部分則是MOS得到的結果較佳。在圖6中也能見到同樣的趨勢，但是RMSE則是相對較接近。單就圖3與圖6的特徵可以發現，達平衡狀態的DCA的相關係數會與原始的NCEP預報相近，若是尋找系統性誤差的過程尚未到達平衡則相關係數會比NCEP的預報值相關係數來的低。以DCA的原理而言，此方法僅校正預報與觀測之間的數值差距，並不會對相關係數進行修正，因此相關係數的大小在平衡狀態會相近於原始模式預報值。

至於圖4,5與圖8皆可看到DCA在RMSE上有改善預報的效果，在附圖中(以圖1,2為例)也有例子可以見到DCA的RMSE大於NCEP原始預報值的狀況，通常這種情況會發生於原始模式預報與觀測的相對高低關係剛反轉時，會造成反轉後數日DCA將模式預報向錯誤的方向修正，此現象較易發生於原始預報就表現相當良好的站點，因為預報與觀測線接近，因此預報與觀測的溫度相對關係互換較常發生。而MOS在圖3與圖8則可以見到相較於DCA，MOS有對相關係數改進的能力，而在RMSE表現較差的部份則可能是因為建模時使用的層場較少所導致，考量到附圖中並非每個城市點都是DCA較簡化版的MOS為佳，兩方法在使用上可說是互有優劣。

若是要提升使用的層場數量，則在計算機的儲存空間以及運算量上得繼續提升，相較於DCA只要儲存系統誤差值以及地面上2公尺溫度場，要使用的資源較大。

四、建議

在本研究中，我們將Decaying Average的權重係數設定為0.07，但是實際上在各個位置所該使用的權重係數應該會有所不同，在國際都市的例子中，會碰到各個不同的地理跟氣候環境，當模式對各都市所在的地理與氣候掌握度不同時，就必須使用不同的權重係數才能得到最好的預報結果。因此在接下來的步驟中要讓運作流程先去尋找最佳的權重係數，再將各個不同的權重係數用在不同的測站預報上。

在Decaying Average用於國際都市預報的使用上，本研究使用的高低溫選定策略主要因受限於手邊NCEP資料延時的間隔較長而制定。在前文所提過的Decaying Average在文獻中是用於修正對應延時的系統性誤差。因此較為合適的方法為使用預報延時較為密集的預報資訊，譬如逐時的模式預報資訊，配合逐時的天氣觀測資訊，譬如SYNOPT內的逐時溫度記錄，各個延時各自使用Decaying Average修正各自的系統性誤差，並且選出各日的最高與最低預報作為修正後的高溫與低溫。

五、參考文獻

1. Cui, Bo, Zoltan Toth, Yuejian Zhu, Dingchen Hou, 2012: Bias Correction for Global Ensemble Forecast. *Wea. Forecasting*, 27, 396–410.
2. 陳怡儒, 洪景山 2015: “應用decaying average方法修正WRF模式在台灣地區地面溫度預報”，104年天氣分析與預報研討會。

六、附圖

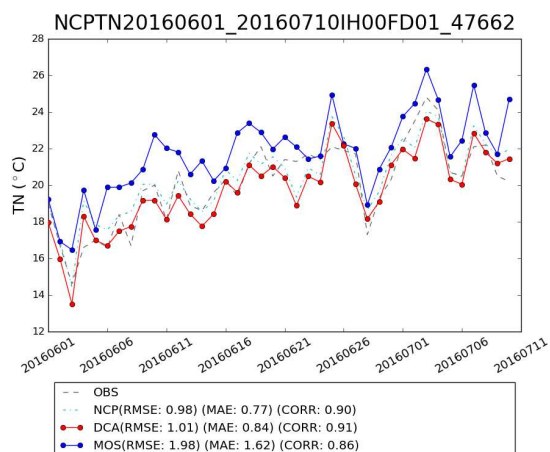


圖1 東京1日後低溫預報比較圖

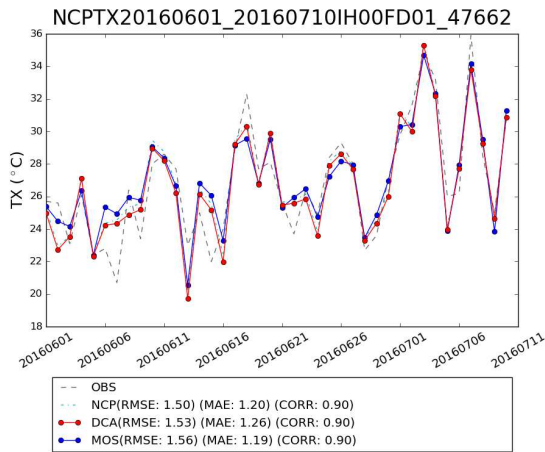


圖2 東京1日後高溫預報比較圖

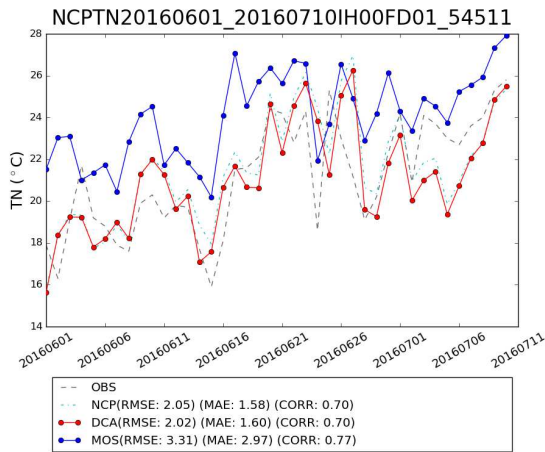


圖3 北京1日後低溫預報比較圖

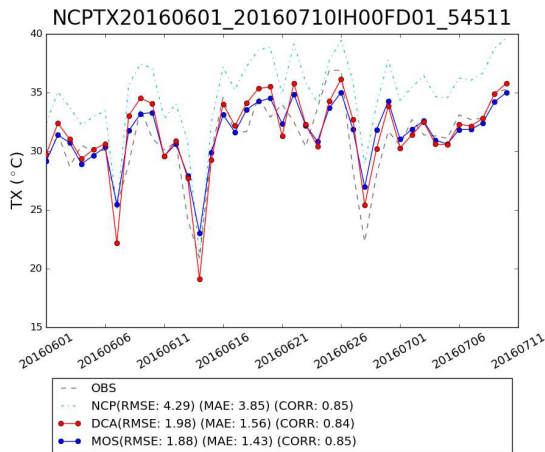


圖4 北京1日後高溫預報比較圖

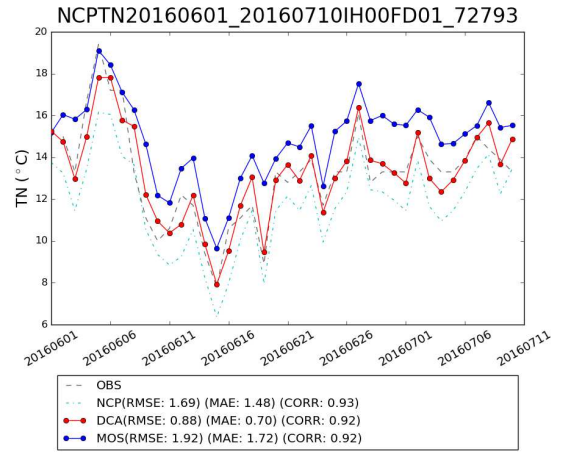


圖5 西雅圖1日後低溫預報比較圖

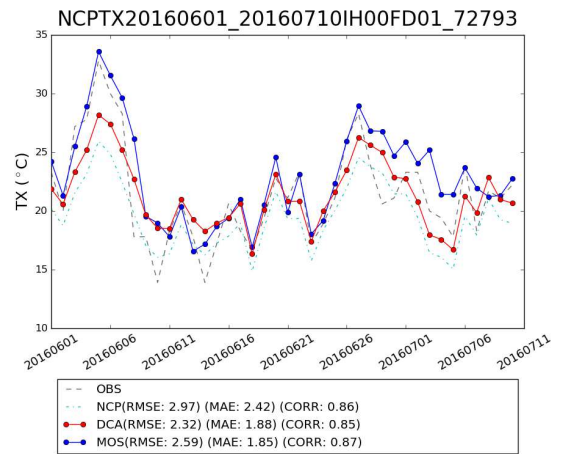


圖6 西雅圖1日後高溫預報比較圖

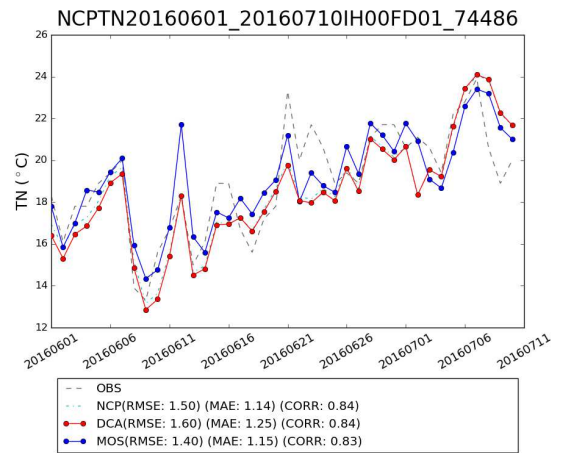


圖7 紐約1日後低溫預報比較圖

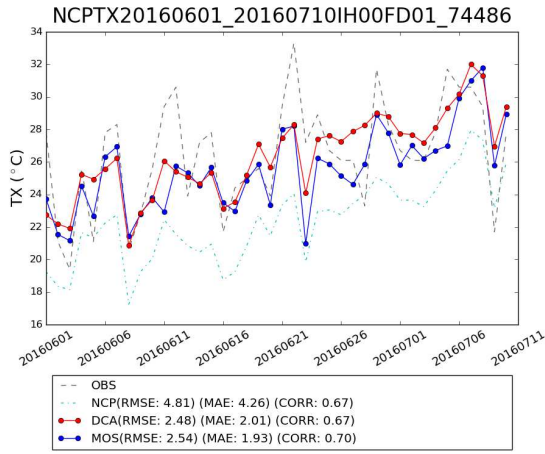


圖8 紐約1日後高溫預報比較圖

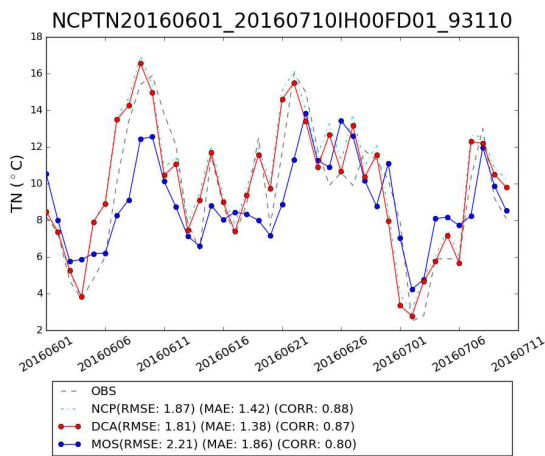


圖9 奧克蘭1日後低溫預報比較圖

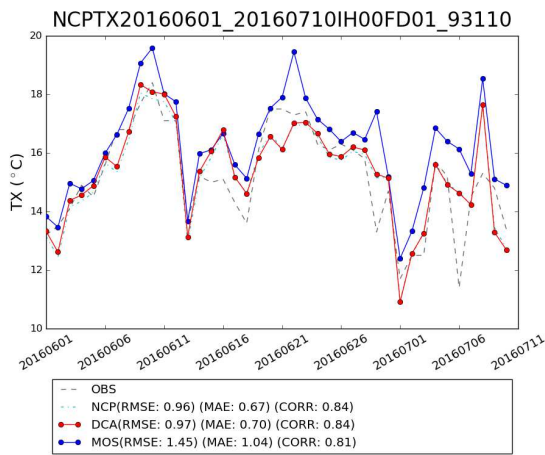


圖10 奧克蘭1日後高溫預報比較圖