

應用 decaying average 方法修正 WRF 模式在台灣地區

地面溫度預報

陳怡儒 洪景山

中央氣象局氣象資訊中心

摘要

Decaying average 是一個簡單的數學方法，可用以計算一個時間數列「平均」的特性。使用 decaying average 時，越靠近分析時間的資料權重越大，反之，越遠則權重越小，此一權重的分佈可輕易由一個參數調整。再者，decaying average 方法只需儲存前一個時間的平均以及當下的資料，可以有效節省資料儲存空間。本研究使用 decaying average 方法，將中央氣象局區域模式之地面溫度場，以中央氣象局之 2.5 公里解析度的格點分析場為真值 (ground truth)，進行系統性偏差修正，並分析偏差修正後的預報效能。

一、前言

近年來，中央氣象局在數值天氣預報模式的發展，不論在物理參數法調整及改善資料同化策略對氣象預報都有顯著的改善，但數值模式對中小尺度的天氣預報仍有所限制，因此中央氣象局引進美國氣象局發展的圖形化預報編輯系統 (graphic forecast editor, GFE)，GFE 是將台灣陸地分成 5800 多個 2.5 公里解析度網格，將數值預報、統計預報和預報員人為修正皆納入電腦計算，得到每個網格未來的天氣變化。

模式預報存在系統性偏差，如何計算模式系統性偏差並修正，成為數值天氣預報的重要課題之一。系統性偏差計算方法中，常見的為統計過去一段時間的預報誤差取平均，但此法必須儲存長時間的誤差資料，較耗費儲存空間，在進行誤差修正時必須讀取相當大的資料量增加計算時間。因此本研究使用 decaying average 方法，將中央氣象局區域模式預報之地面溫度場內插至 GFE 2.5 公里解析度的網格，進行地面溫度預報之系統性偏差修正。

二、研究方法及設計

(一)、Decaying average 方法介紹

Decaying average 是一個簡單的數學方法，可用來計算一段隨時間衰減數列「平均」的特性。使用 decaying average 時，越靠近分析時間的資料權重越大，反之，越遠則越小，此一權重的分佈可輕易由一個參數調整。再者，decaying average 方法只需儲存前一個時間的誤差以及當下的資料，可以有效節省資料儲存空間。因此本研究使用 decaying average 方法來計算模式在不同預報時間 (tau) 的系統性偏差，decaying average 偏差修正步驟如下：

1. 計算預報誤差 (b)：模式預報場 (f) 減去當下的分析場 (a)。公式如下：

$$b = f - a_0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

其中 b 和 f 為 i、j (格點)、tau 的函數，a 為 i、j 的函數。

2. 以 decaying average 法計算系統性偏差 (B)：以權重係數控制前一個時間所算得的系統性

偏差 (B_{t-1}) 和當下的預報誤差 (b) 所占的比重，公式如下：

$$B = (1-w)*B_{t-1} + w*b \quad \dots\dots\dots (2)$$

其中， w 為權重係數， B 、 B_{t-1} 和 b 為 i 、 j 、 τ 的函數。

3. 偏差修正：當下的模式預報場 (f) 減去 decaying average 算出的系統性偏差 (B)，得到新的預報場 (F)，公式如下：

$$F = f - B \quad \dots\dots\dots (3)$$

其中 F 、 f 和 B 皆為 i 、 j 、 τ 的函數。

(二)、實驗設計

本研究參考 GFE 網域範圍設定 (圖 1)，將中央氣象局區域模式 5 公里解析度之地面溫度預報場，水平方向先進行線性內插至解析度為 2.5 公里的網格點中，再進行垂直方向的地形高度修正，以此溫度場作為控制組 (簡稱 OP)，將 OP 進行 decaying average 偏差修正，以中央氣象局之格點分析場為真值 (ground truth, GT)，修正後的溫度場做為對照組 (簡稱 BC)，將此兩組實驗與中央氣象局 GFE 經修正後之地面溫度場 (簡稱 GFE) 進行冬、夏兩季的分析及校驗。

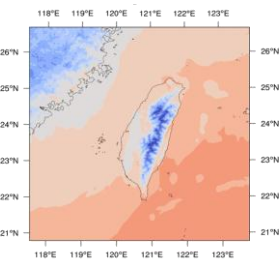


圖 1、GFE 網域範圍。

三、校驗分析

(一)、分析時間

以 2014 年冬、夏兩季進行測試，decaying average 權重設定為 0.07，夏季實驗訓練期為 5 月 4 日 00 UTC 至 6 月 27 日 18 UTC，冬季實驗為 11 月 4 日 00 UTC 至 12 月 28 日 18 UTC，針對夏季 6 月 18 日 00 UTC 至 27 日 18 UTC 及冬季 12 月 19

日 00 UTC 至 28 日 18 UTC，兩季各 40 個個案進行台灣地區之系統性偏差特性分析。模式預報依不同初始時間來選擇相對應的預報時間 (τ)，分別對白天和夜間之地面溫度預報做校驗分析 (圖 2)。

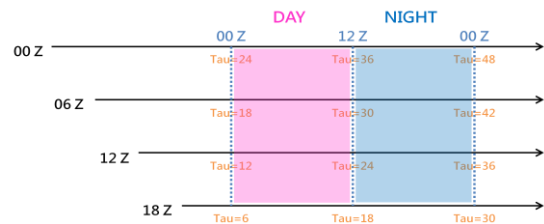


圖 2、校驗時間設計。

(二)、校驗結果

將 40 個個案使用 decaying average 所算得台灣地區地面溫度預報之系統性偏差，如圖 3 所示，夏季實驗中，不同初始時間的地面溫度預報系統性偏差特性差異不大，訓練期前半段有白天預報過高及夜間預報過低的問題，但在後期校驗時間內，日、夜變化的偏差情形較不明顯，推測是由於夏季天氣系統變化較大所造成；在冬季實驗中，不同初始時間皆存在白天地面溫度預報過高及夜間預報過低的問題。

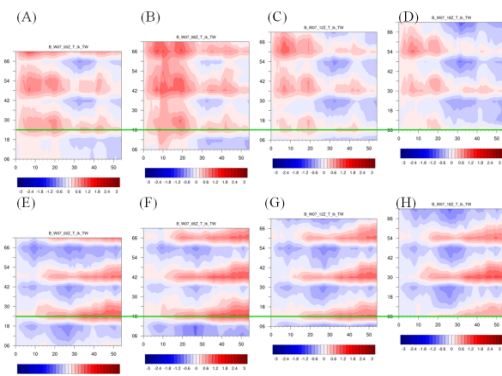


圖 3、地面溫度預報之系統性偏差。圖中橫軸為個案時間，縱軸為模式預報時間，夏季(A)至(D)及冬季(E)至(H)依序為初始時間 00、06、12 和 18 UTC。

因不同模式初始時間對系統性偏差差異不大，因此校驗結果只針對初始時間為 00 UTC 共 40 個個案做進一步分析。在溫度趨勢上，將 OP、BC、GFE 預報與對應時間的觀測比較，結果顯示，在夏季實

驗中，經 decaying average 修正後的結果與 GFE 相比，無論白天或夜晚的溫度趨勢都更接近觀測（圖 4）；而在冬季實驗中，OP 經修正後有顯著的改善，但與 GFE 差異不大。

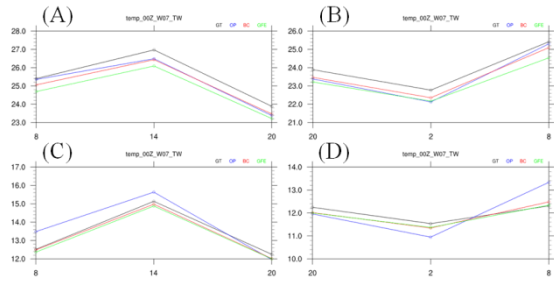


圖 4、地面溫度趨勢圖。(A)、(B)為夏季，(C)、(D)為冬季模式初始時間為 00 UTC 之日、夜間溫度變化，圖中黑線為觀測，藍線為 OP，紅線為 BC，綠線為 GFE。

將日間溫度最高的下午兩點及夜間溫度最低的凌晨兩點做進一步的二維診斷分析，夏季結果顯示，OP 在台灣地區地面溫度預報不論日、夜皆有冷偏差的情形，經修正後都有所改善，與 GFE 相比，整體偏差值也較小（圖 4）。而在冬季實驗中，OP 在白天地面溫度預報的暖偏差及夜間預報的冷偏差情形經修正後皆有明顯的改善，修正後的偏差分布與 GFE 相似，溫度差值略低於 GFE。

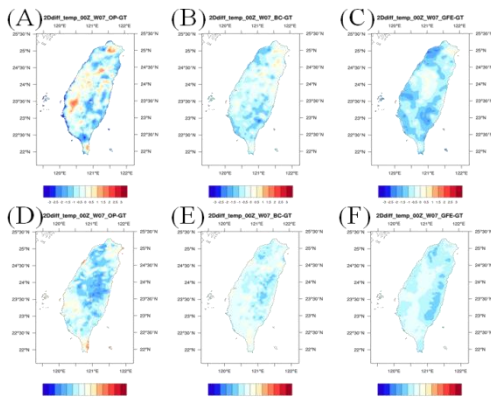


圖 5、夏季地面溫度預報與觀測之差異。(A)至(C)及(D)至(F)依序為 14 LST 及 02 LST，OP、BC 及 GFE 預報與觀測之差異場。

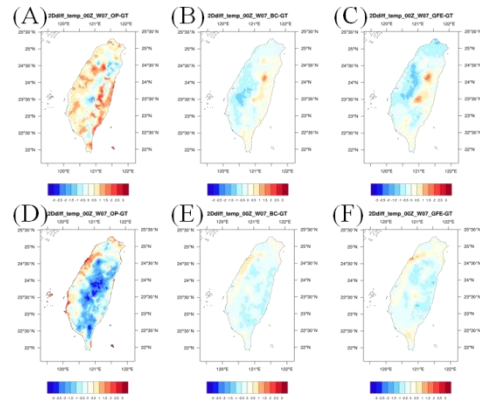


圖 6、冬季地面溫度預報與觀測之差異（圖順序同圖 5）。

四、結論

本研究以 decaying average 方法，針對中央氣象局區域模式之台灣地區地面溫度預報進行系統性偏差修正，以中央氣象局 GFE 之 2.5 公里解析度的格點分析場為真值，進行系統性偏差修正。結果顯示：夏季台灣地區地面溫度預報經過 decaying 修正後，可改善預報過冷的趨勢，其誤差比 GFE 的分析結果還小；冬季地面溫度預報白天的暖偏差及夜間的冷偏差情形，經修正後也有非常顯著的改善，誤差也比 GFE 來得小。Decaying average 為一個簡單且快速的數學方法，期望能應用此法以提升模式對台灣地區的地面預報能力。

五、參考文獻

- Cui, Bo, Zoltan Toth, Yuejian Zhu, Dingchen Hou, 2012: Bias Correction for Global Ensemble Forecast. *Wea. Forecasting*, 27, 396–410.
- 李名揚，2012：天氣預報走入鄉鎮。《科學人雜誌》，124。