

## SỬ DỤNG KHAI TRIỂN HÀM TRỰC GIAO TỰ NHIÊN DỰ BÁO MƯA CHO KHU VỰC TRUNG BỘ

Trần Tân Tiến, Đặng Việt Hà

*Khoa Khí tượng-Thủy văn và Hải dương học  
Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG Hà Nội*

Mưa là một yếu tố khí tượng được nhiều người quan tâm vì mưa gắn liền với đời sống sinh hoạt và sản xuất của con người. Nhưng dự báo mưa không phải là một vấn đề đơn giản. Hiện nay, các nhà dự báo trên thế giới đang tìm kiếm những phương pháp dự báo mưa hiệu quả nhất nhờ sử dụng và phát triển các bài toán thống kê và dự báo số. Trong nước, tác giả Nguyễn Ngọc Thục đã tổng kết được 7 hình thể gây mưa lớn trong 24 giờ ở Nghệ An - Thừa Thiên Huế, tác giả Nguyễn Văn Tuyên đã thiết lập được phương trình dự báo lượng mưa trung bình ngày trong 24 giờ ở Hà Nội. Nói chung, dự báo hạn ngắn đã có kết quả khả quan song dự báo hạn vừa và hạn dài vẫn chưa có một công trình cụ thể nào được chính thức công bố ở nước ta. Tham gia tìm hiểu lĩnh vực còn bỏ trống này, bài báo này trình bày phương pháp thống kê dự báo mưa với thời hạn từ 3 đến 5 ngày từ số liệu độ cao địa thế vị mực 850mb có sử dụng kỹ thuật khai triển một trường thành chuỗi hàm trực giao tự nhiên (viết tắt là EOF). Sau đây sẽ trình bày cụ thể phương pháp này

### 1. Kỹ thuật phân tích EOF

Kỹ thuật EOF đã được ứng dụng trong nhiều công trình khoa học trên thế giới. Bản chất của kỹ thuật này là phân tích lại bộ số liệu dựa trên biến đổi Fourier trong đó có vector được phân tích ra trực giao với nhau. Chỉ với một số vector riêng đầu tiên đã chứa khoảng 80 - 90 % lượng thông tin của trường ban đầu.

Giả sử ta có một trường yếu tố khí tượng,  $F$ , nào đó được xem như hàm phụ thuộc vào không gian,  $x$ , và thời gian,  $t$ , thì nó có thể được phân tích thành:

$$F(x,t) = X(x).T(t). \quad (1)$$

Trong đó:  $X(x)$  là hàm phụ thuộc không gian.

$T(t)$  là hàm phụ thuộc thời gian.

Vấn đề đặt ra là cần xác định  $X(x)$  và  $T(t)$  từ chuỗi số liệu mưa ngày. Phương pháp xác định các hàm  $X(x)$  và  $T(t)$  dựa vào tổng bình phương sai số phân tích (1) ở tất cả các thời điểm sao cho đạt giá trị cực tiểu. Tức là:

$$\delta = \sum_{x=1}^N \sum_{j=1}^M [F(x,t) - X(x)T(t)]^2, \quad (2)$$

trong đó:  $\delta$  là sai số.

$N$ : số điểm quan trắc.

$M$ : thời điểm.

Ta ký hiệu  $F(x_i, t_j)$  là  $F_{ij}$ ,  $X(x_i)$  là  $X_i$ ,  $T(t_j)$  là  $T_j$ . Khi đó (2) trở thành:

$$\delta = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \left[ F_{ij} - X_i T_j \right]^2.$$

hay 
$$\delta = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M F_{ij}^2 - 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M F_{ij} X_i T_j + \sum_{i=1}^N X_i^2 \sum_{j=1}^M T_j^2$$

Điều kiện cực tiểu của  $\delta$  là:

$$\begin{cases} \frac{\partial \delta}{\partial X_i} = -2 \sum_{j=1}^M F_{ij} T_j + 2 X_i \sum_{j=1}^M T_j^2 = 0 \\ \frac{\partial \delta}{\partial T_j} = -2 \sum_{i=1}^N F_{ij} X_i + 2 T_j \sum_{i=1}^N X_i^2 = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Từ phương trình thứ hai của (3) ta có:

$$T_j = \frac{\sum_{i=1}^N F_{ij} X_i}{\sum_{i=1}^N X_i^2} = \frac{\sum_{k=1}^N F_{ij} X_k}{\sum_{k=1}^N X_k^2} \quad (4)$$

Thay (4) vào phương trình thứ nhất của (3) ta được:

$$\sum_{k=1}^N X_k \sum_{j=1}^M F_{kj} F_{ij} = X_i \sum_{j=1}^M T_j^2 \sum_{k=1}^N X_k^2 \quad (5)$$

Ký hiệu:

$$\lambda = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M T_j^2 \sum_{k=1}^N X_k^2$$

và 
$$A_{ki} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M F_{kj} F_{ij}$$

$A_{ki}$  chính là các mômen tương quan của các trường giữa 2 trạm  $X_i$  và  $X_k$ , các mômen này sẽ tạo ra một ma trận vuông:

$$A = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & \dots & A_{1N} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & \dots & A_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{N1} & A_{N2} & \dots & \dots & A_{NN} \end{pmatrix}$$

Với các ký hiệu trên, (5) có thể được viết lại như sau:

$$\sum_{k=1}^N A_{ik} X_k = \lambda X_i \quad (6)$$

Ta có thể viết (6) về dạng:

$$(A - \lambda.E).X = 0 \quad (7)$$

Trong đó E là ma trận đơn vị. Hệ phương trình (7) có nghiệm không tầm thường khi và chỉ khi:

$$\det(A - \lambda.E) = 0 \quad (8)$$

Phương trình (8) là phương trình đặc trưng của ma trận A và là phương trình đại số bậc N đối với  $\lambda$ :

$$\lambda^N - P_{N-1}.\lambda^{N-1} - \dots - P_1.\lambda - P_0 = 0 \quad (9)$$

Các nghiệm của phương trình (9),  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N$ , gọi là các trị riêng của ma trận A. Vì ma trận A là ma trận vuông đối xứng thực nên các giá trị riêng là khác biệt, dương, thực.

Tương ứng với mỗi  $\lambda_i$  ta tìm được từ (7) các vector riêng  $X_{hi}$  của ma trận A.

Đối với mỗi vector riêng  $X_{hi}(x)$ , theo công thức (5) ta có thể xác định được hàm thời gian  $T_{hi}(t)$ :

$$T_{hi} = \frac{\sum_{k=1}^N F_{ki} \cdot X_{hk}}{\sum_{k=1}^N X_{hk}^2} \quad (10)$$

Thay các giá trị  $X_{hi}$  và  $T_{hi}$  vào (1) ta tìm được:

$$F(x,t) = \sum_{h=1}^N X_{hi}(x) \cdot T_{hi}(t) \quad (11)$$

Sự biến đổi theo thời gian của  $F(x,t)$  theo thời gian chỉ phụ thuộc vào hàm  $T(t)$ . Chính vì vậy mà muốn dự báo trường  $F(x,t)$  nào đó ta chỉ cần dự báo hàm  $T(t)$ , sau đó thay vào công thức (11) ta tìm được trường  $F(x,t)$  tại các trạm ở thời điểm cần dự báo.

## 2. Ứng dụng kỹ thuật phân tích EOF dự báo mưa cho khu vực trung bộ

Muốn chọn được nhân tố dự báo hiệu quả nhất phải tìm hiểu chế độ mưa và các nhân tố có tác động mạnh đến chế độ mưa ở Trung Bộ. Mùa mưa ở Trung Bộ thường bắt đầu từ tháng VII, VIII và kết thúc vào khoảng tháng X, XI; mùa mưa có thể xảy ra sớm hơn hoặc muộn hơn theo chiều từ Bắc và Nam dọc theo lãnh thổ Việt Nam. Chế độ mưa của khu vực chịu ảnh hưởng của một số nhân tố chính bao gồm: bão, dải hội tụ nhiệt đới, front lạnh và địa hình. Khi

các nhân tố này đồng thời tác động có thể gây nên những đợt mưa lớn trên diện rộng làm tăng đáng kể lượng mưa ngày. Trong các nhân tố đó, ngoài nhân tố địa hình là nhân tố tác động có tính địa phương thì các nhân tố còn lại đều thể hiện rõ trên hoàn lưu chung khí quyển. Do đó, độ cao địa thế vị có thể trở thành một trong những nhân tố dự báo được lựa chọn để dự báo lượng mưa. Bài toán này chọn trường địa thế vị mực 850mb khu vực Âu-Á làm nhân tố dự báo. Yếu tố dự báo là lượng mưa ngày các tháng VII, VIII, IX, X tại 12 trạm khu vực Trung Bộ gồm: 1. Đà Nẵng, 2. Đồng Hà, 3. Đồng Hới, 4. Hà Tĩnh, 5. Huế, 6. Kỳ Anh, 7. Nha Trang, 8. Quảng Ngãi, 9. Quy Nhơn, 10. Thanh Hoá, 11. Tuy Hoà, và 12. Vinh.

Sử dụng kỹ thuật EOF phân tích trường trường H850 ở 171 trạm từ năm 1991 đến năm 1998 thành các hàm trực giao tự nhiên, ta nhận được các vector riêng,  $XH_j$ , và các hệ số thời gian (HSTG),  $TH_j$ . Từ kết quả nhận được, 20 vector đầu tiên của ma trận HSTG trường H850 đã chiếm xấp xỉ 90% thông tin của trường này của 171 trạm.

Chúng tôi đã chọn các hệ số  $TH_i$  làm nhân tố dự báo lượng mưa ngày,  $LM_i$ , ở các trạm,  $i=1, \dots, 12$ . Chúng tôi thực hiện hồi quy tuyến tính từng bước lượng mưa của các trạm với các hệ số  $TH_j$  với các thời hạn dự báo khác nhau từ 3 đến 5 ngày. Các phương trình hồi quy nhận được tương ứng như sau:

### ***2.1. Phương Trình Hồi Quy Dự Báo Lượng Mưa Thời Hạn 3 Ngày Cho 12 Trạm Khu Vực Trung Bộ:***

- $LM_1 = - 44,776 + 0,189.TH_1 - 0,135.TH_2 - 0,221.TH_7 - 0,408.TH_{14}$
- $LM_2 = - 24,346 + 0,163.TH_1 - 0,107.TH_2 + 0,104.TH_3 - 0,256.TH_7$
- $LM_3 = - 194,249 + 0,177.TH_1 - 0,279.TH_8$
- $LM_4 = - 209,155 + 0,164.TH_1 + 0,414.TH_{10}$
- $LM_5 = - 35,917 + 0,196.TH_1 - 0,134.TH_2 + 0,108.TH_3 - 0,234.TH_7 - 0,394.TH_{14}$
- $LM_6 = - 186,291 + 0,221.TH_1 - 0,266.TH_6$
- $LM_7 = - 0,899 + 0,077.TH_1 - 0,056.TH_2 + 0,068.TH_4 - 0,098.TH_7 - 0,206.TH_{14} + 0,162.TH_{15} + 0,218.TH_{19}$
- $LM_8 = - 73,604 + 0,186.TH_1 - 0,099.TH_2 + 0,149.TH_5 - 0,344.TH_7 - 0,325.TH_{17}$
- $LM_9 = 30,613 + 0,142.TH_1 - 0,141.TH_2 + 0,132.TH_3 - 0,224.TH_7 + 0,168.TH_{10} - 0,423.TH_{17} + 0,485.TH_{19}$
- $LM_{10} = - 4,211 - 0,154.TH_8 + 0,300.TH_{17} - 0,405.TH_{19}$
- $LM_{11} = 159,023 + 0,215.TH_1 - 0,161.TH_2 - 0,266.TH_6 - 0,279.TH_7 - 0,427.TH_{16} - 0,588.TH_{17} + 0,637.TH_{19}$
- $LM_{12} = - 91,690 + 0,075.TH_1 - 0,166.TH_7 + 0,247.TH_{10} + 0,368.TH_{17} - 0,362.TH_{19}$

**2.2. Phương Trình Hồi Quy Dự Báo Lượng Mưa Thời Hạn 4 Ngày Cho 12 Trạm Khu Vực Trung Bộ:**

- $LM_1 = - 42,148 + 0,189.TH_1 - 0,137.TH_2 - 0,219.TH_7 - 0,410.TH_{14}$
- $LM_2 = - 20,666 + 0,161.TH_1 - 0,109.TH_2 + 0,106.TH_3 - 0,254.TH_7$
- $LM_3 = - 194,826 + 0,176.TH_1 - 0,280.TH_8$
- $LM_4 = - 208,287 + 0,164.TH_1 + 0,416.TH_{10}$
- $LM_5 = - 34,970 + 0,195.TH_1 - 0,134.TH_2 + 0,109.TH_3 - 0,234.TH_7 - 0,394.TH_{14}$
- $LM_6 = - 185,804 + 0,220.TH_1 - 0,265.TH_6$
- $LM_7 = 3,351 + 0,076.TH_1 - 0,058.TH_2 + 0,069.TH_4 - 0,097.TH_7 - 0,205.TH_{14} + 0,161.TH_{15} + 0,219.TH_{19}$
- $LM_8 = - 71,075 + 0,185.TH_1 - 0,100.TH_2 + 0,148.TH_5 - 0,343.TH_7 - 0,329.TH_{17}$
- $LM_9 = 33,838 + 0,141.TH_1 - 0,143.TH_2 + 0,132.TH_5 - 0,223.TH_7 + 0,169.TH_{10} - 0,427.TH_{17} + 0,488.TH_{19}$
- $LM_{10} = - 3,655 - 0,156.TH_8 + 0,298.TH_{17} - 0,405.TH_{19}$
- $LM_{11} = 161,325 + 0,215.TH_1 - 0,162.TH_2 - 0,266.TH_6 - 0,279.TH_7 - 0,426.TH_{16} - 0,593.TH_{17} + 0,638.TH_{19}$
- $LM_{12} = - 91,048 + 0,074.TH_1 - 0,165.TH_7 + 0,248.TH_{10} + 0,370.TH_{17} - 0,364.TH_{19}$

**2.3. Phương Trình Hồi Quy Dự Báo Lượng Mưa Thời Hạn 5 Ngày Cho 12 Trạm Khu Vực Trung Bộ:**

- $LM_1 = - 38,980 + 0,188.TH_1 - 0,138.TH_2 - 0,223.TH_7 - 0,416.TH_{14}$
- $LM_2 = - 17,025 + 0,160.TH_1 - 0,111.TH_2 + 0,107.TH_3 - 0,255.TH_7$
- $LM_3 = - 194,088 + 0,176.TH_1 - 0,281.TH_8$
- $LM_4 = - 206,784 + 0,163.TH_1 + 0,417.TH_{10}$
- $LM_5 = - 30,685 + 0,194.TH_1 - 0,136.TH_2 + 0,111.TH_3 - 0,234.TH_7 - 0,399.TH_{14}$
- $LM_6 = - 184,605 + 0,219.TH_1 - 0,265.TH_6$
- $LM_7 = 3,432 + 0,076.TH_1 - 0,058.TH_2 + 0,071.TH_3 - 0,095.TH_7 - 0,206.TH_{14} + 0,159.TH_{15} + 0,219.TH_{19}$
- $LM_8 = - 68,117 + 0,184.TH_1 - 0,101.TH_2 + 0,148.TH_5 - 0,346.TH_7 - 0,332.TH_{17}$
- $LM_9 = 35,389 + 0,141.TH_1 - 0,143.TH_2 + 0,133.TH_5 - 0,225.TH_7 + 0,169.TH_{10} - 0,430.TH_{17} + 0,490.TH_{19}$
- $LM_{10} = - 3,165 - 0,167.TH_8 + 0,309.TH_{17} - 0,416.TH_{19}$
- $LM_{11} = 142,051 + 0,215.TH_1 - 0,162.TH_2 - 0,268.TH_6 - 0,285.TH_7 - 0,599.TH_{17} + 0,642.TH_{19}$
- $LM_{12} = - 89,396 + 0,073.TH_1 - 0,165.TH_7 + 0,246.TH_{10} + 0,371.TH_{17} - 0,366.TH_{19}$

### 3. Đánh giá kết quả dự báo 2 pha

Để đánh giá kết quả dự báo 2 pha, có-mưa và không-có-mưa, ta chọn ngưỡng dự báo cho từng trạm riêng biệt theo phương pháp là nếu lượng mưa dự báo của trạm nào đó lớn hơn ngưỡng của trạm đó thì dự báo là có-mưa; ngược lại, dự báo là không-có-mưa. Phần trăm dự báo đúng,  $p_i$ , ở mỗi trạm được tính theo công thức sau:

$$p_i = \frac{\sum_{j=1}^M F(i,j)}{M} \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad (12)$$

Trong đó: M - Tổng số ngày dự báo.

N - Tổng số trạm.

$$F(i,j) = \begin{cases} 1 & \text{nếu dự báo đúng} \\ 0 & \text{nếu dự báo sai} \end{cases} \quad (13)$$

Để xác định dự báo là đúng hay sai trong công thức (13), ta phải xác định ngưỡng dự báo cho từng trạm riêng biệt bằng phương pháp tối ưu hoá kết quả dự báo.

### 4. Kết quả

Kết quả dự báo theo các phương trình hồi quy đã đưa ra ở mục 2 trên bộ số liệu phụ thuộc

Bảng 1: Kết quả dự báo pha trên số liệu phụ thuộc

STT	Tên trạm	Thời hạn dự báo					
		3 ngày		4 ngày		5 ngày	
		Ngưỡng (mm)	P(%)	Ngưỡng (mm)	P(%)	Ngưỡng (mm)	P(%)
1	Đà Nẵng	20	74.79	20	75.11	20	74.89
2	Đông Hà	25	75.42	25	75.63	25	75.52
3	Đồng Hới	30	74.17	30	74.47	30	74.37
4	Hà Tĩnh	35	76.04	35	76.37	35	76.27
5	Huế	25	74.69	35	74.89	35	74.98
6	Kỳ Anh	35	75.42	35	75.53	35	75.23
7	Nha Trang	15	79.69	15	79.62	15	79.66
8	Quảng Ngãi	20	75.42	25	75.52	25	75.64
9	Quy Nhơn	20	78.75	20	78.99	20	79.13
10	Thanh Hoá	15	73.44	15	73.53	15	73.41
11	Tuy Hoà	25	77.81	30	78.05	25	78.28
12	Vinh	30	77.40	30	77.73	30	77.54

Để có được sự đánh giá chính xác và khách quan các phương trình hồi quy, chúng tôi đã tiến hành thử nghiệm trên bộ số liệu độc lập năm 1999. Chúng tôi nhận được kết quả trong bảng 2:

**Bảng 2 : Kết quả dự báo pha theo số liệu độc lập**

STT	Tên trạm	Thời hạn dự báo		
		3 (ngày)	4 (ngày)	5 (ngày)
1	Đà Nẵng	75	71	70
2	Đông Hà	74	73	73
3	Đồng Hới	79	79	79
4	Hà Tĩnh	80	80	80
5	Huế	73	72	72
6	Kỳ Anh	80	80	80
7	Nha Trang	81	82	82
8	Quảng Ngãi	65	65	66
9	Quy Nhơn	73	76	76
10	Thanh Hoá	73	73	73
11	Tuy Hoà	76	73	72
12	Vinh	78	78	78

Qua bảng kết quả nhận được, chúng tôi nhận thấy có thể áp dụng phương pháp dự báo này vào thực tế để dự báo lượng mưa ngày với thời hạn dự báo từ 3 đến 5 ngày cho khu vực Trung Bộ. Công trình đã được hoàn thành là kết quả của đề tài khoa học mã số 736901 thuộc chương trình nghiên cứu khoa học cơ bản.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tiếng Việt

1. Phan Văn Tân, *Phương pháp thống kê trong khí hậu*.
2. Trần Tân Tiến, Nguyễn Đăng Quế, *Các phương pháp xử lý số liệu trong thống kê khí hậu*.
3. Phạm Ngọc Toàn, Phan Tất Đắc, *Khí hậu Việt Nam*.

### Tiếng Anh

4. Ho, Chang-Hoi, In-Sik Kang, *The Variability of Precipitation in Korea. J.Ko. Meteo.Soc., 24(1987), 38-48.*

5. Kang, I. -S., C.-H. Ho, Y.-K. Lim, and K.-M. Lau, *Principal modes of Climatological Seasonal and Intraseasonal variations of the Asian Summer Monsoon*, *Mon. Wea. Rev.* **127**(1999), 322-340.
6. Kang, I.-S., Dong-II Lee and Kyung-Duck Min, *Seasonal Evolution of Summer Precipitation and Moisture Transport in Asian Monsoon Region Estimated from the ECMWF Data*, *J. Kor. Meteo. Soc.*, **27**(1991), 241-255.
7. Kang, In-Silk, Soon-II An, Chang Hi Joung, Soon-Chang Yoon and Seung-Mean Lee, *30-60 Day Oscillation Appearing in Climatological Variation of Outgoing Long wave Radiation around East Asia during Summer*, *J. Kor. Meteo. Soc.*, **25**(1989), 221-232.
8. Lim Y.-K. *Characteristic features and spatial structures of the synoptic fields associated with Changma*. Seoul National University, Master Paper, 1997, p77.

VNU. JOURNAL OF SCIENCE, Nat., Sci., & Tech., T.XIX, N<sub>0</sub>1, 2003

---

## USING EOF ANALYSES FOR FORECAST OF RAIN IN CENTRAL AREA OF VIETNAM

Tran Tan Tien, Dang Viet Ha

*Faculty of HydroMeteorology and Oceanology  
College of Science, VNU*

Using 8 year data of geopotential of 850 mb leave on 171 aero stations for EOF analyses, time coefficients of these analyses are chosen for predictors of daily rainfall forecast in meteorological stations in Central areas of Vietnam. The regression equations are found down for every station. The evaluation of the equations with dependent and independent data shows that they may be used for forecast rain in the Central area of Vietnam in advance from 3 until 5 days.