

CÁC PHƯƠNG PHÁP TẠO NHIỀU ĐỘNG TRONG DỰ BÁO TỔ HỢP QUỸ ĐẠO XOÁY THUẬN NHIỆT ĐỐI

(Phần I: Giới thiệu phương pháp và hướng áp dụng cho điều kiện ở Việt Nam)

ThS. Võ Văn Hòa, ThS. Đỗ ệ Thủy, ThS. Nguyễn Chi Mai

Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương

Dự báo tổ hợp quỹ đạo xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ) đã được nghiên cứu và phát triển mạnh từ những năm 1990 trở lại đây. Để dự báo tổ hợp qui đạo XTNĐ hiệu quả yêu, cần cần tạo ra cho được tập hợp các trạng thái nhiều động ban đầu đưa vào quá trình tích phân mô hình. Có nhiều phương pháp tạo nhiều động trường ban đầu được phát triển ở các trung tâm dự báo thời tiết số trị. Bài báo này trình bày cơ sở lý thuyết và kết quả nghiên cứu của một số phương pháp tạo nhiều động đã được sử dụng trong dự báo tổ hợp XTNĐ. Trên cơ sở đó, phân tích và đưa ra hướng áp dụng vào điều kiện cụ thể ở Việt Nam (Bài báo được hỗ trợ bởi đề tài nghiên cứu khoa học cơ bản, mã số 732904).

1. Mở đầu

Hai hướng phát triển cơ bản của lĩnh vực dự báo thời tiết số trong vài chục năm trở lại đây là cải tiến mô hình và giải quyết vấn đề phi tuyến trong các bài toán khí tượng.

Sự thành công của công nghệ máy tính cho phép tăng độ phân giải của các mô hình số một cách đáng kể, bao gồm mô hình toàn cầu và mô hình khu vực.

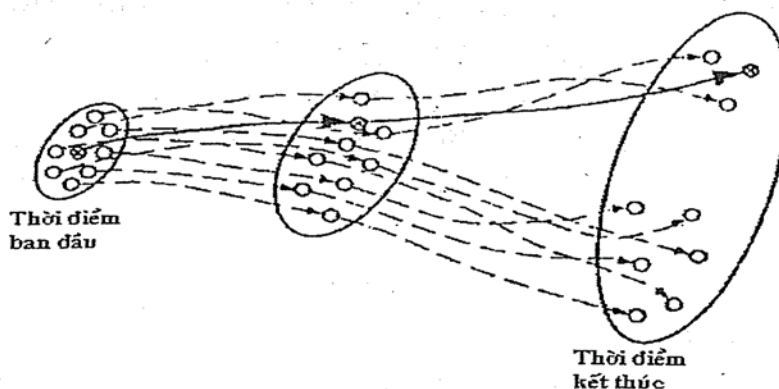
Các nghiên cứu cải tiến về phương pháp số, động lực và vật lý của mô hình vẫn đang được tiếp tục thực hiện.

Tuy nhiên, những nghiên cứu về khả năng dự báo đã chỉ ra rằng những nỗ lực của việc cải tiến phương pháp số, cũng như động lực và vật lý của mô hình chỉ có thể đạt đến một giới hạn nào đó khi việc nâng cao chất lượng do độ nhạy của kết quả dự báo với trường ban đầu. Hay nói cách khác, bài toán dự báo thời tiết là bài toán giá trị ban đầu. Trong khi đó, trạng thái ban đầu của khí quyển

chỉ là gần đúng so với trạng thái thật. Để khắc phục vấn đề này, trong vài thập kỷ trở lại đây phương pháp dự báo tổ hợp (EF-ensemble forecast) đã được sử dụng trong nghiên cứu và nghiệp vụ tại nhiều nơi trên thế giới. Cho đến nay, phương pháp EF đã được sử dụng trong tác nghiệp để tạo ra các sản phẩm dự báo thời tiết ở một số trung tâm dự báo thời tiết toàn cầu.

Ý tưởng cơ bản của phương pháp dự báo tổ hợp là dựa trên lý thuyết rối của Lorenz (1963) với giả thiết rằng các nghiệm số thu được trong quá trình tích phân mô hình theo các điều kiện ban đầu khác nhau (có chứa các sai số quan trắc) có thể phân kỳ theo thời gian (hình 1).

Bằng cách tính trung bình tổ hợp các kết quả dự báo, những sai số dự báo xảy ra do điều kiện ban đầu có thể bị loại bỏ, dẫn đến kết quả dự báo tốt hơn (với điều kiện mô hình là hoàn hảo).



Hình 1. Sự phân kỳ theo thời gian của các thành phần dự báo tổ hợp từ các điều kiện ban đầu khác nhau. Mỗi dự báo được biểu diễn bởi 1 vòng tròn ở thời điểm ban đầu và các đường mũi tên đứt đoạn biểu thị sự tiến triển theo thời gian. Đường mũi tên liền nét mô tả dự báo không có gây nhiễu.

Mặc dù dự báo tổ hợp đã được nghiên cứu và ứng dụng từ vài thập kỷ trước đây trong dự báo thời tiết, nhưng chỉ từ giữa thập kỷ 90 của thế kỷ trước, kỹ thuật EF mới được nghiên cứu cho bài toán dự báo XTND, đặc biệt là dự báo quỹ đạo chuyển động XNTĐ. Việc ứng dụng EF trong dự báo XTND xuất phát từ thực tế là trường phân tích và dự báo từ các mô hình toàn cầu thường không mô tả đúng vị trí, cấu trúc và cường độ của XTND (do mạng lưới quan trắc tại các vùng biển nhiệt đới còn ít và chưa đủ theo yêu cầu). Do đó, những sai số trong các trường ban đầu này sẽ ảnh hưởng đến kết quả của các mô hình dự báo XTND. Để giảm bớt tác động của những sai số ban đầu này, bên cạnh việc sử dụng các sơ đồ cài xoáy nhân tạo, kỹ thuật EF cũng đã được ứng dụng. Vì vậy, chìa khoá dự báo tổ hợp có giá trị (giảm được đáng kể sai số dự báo) là phải tạo ra được một tập hợp các trạng thái ban đầu khác nhau từ phân tích ban đầu. Cho đến nay, có nhiều phương pháp nhiễu động trường ban đầu được phát triển cho cả mục đích nghiên cứu lẫn nghiệp vụ trong bài toán dự báo XTND. Một cách khái quát, các

phương pháp nhiễu động này bao gồm:

1) Phương pháp Monte-Carlo (MCF): trong phương pháp này các nhiễu động ngẫu nhiên nằm trong phạm vi sai số cho phép (được ước lượng thông qua các mô hình lý thuyết và thống kê) được cộng thêm vào các biến mô hình tại tất cả các nút lưới. Sau đó, các trường này thường được phân tích để loại bỏ những sóng trọng trường (loại bỏ những sóng ngắn có bước sóng lớn hơn một bước sóng nhất định nào đó). Gần đây phương pháp MCF đã được sửa đổi, trong đó các nhiễu động ngẫu nhiên vẫn được cộng vào trường ban đầu, nhưng sau đó sẽ được phân tích lại để phát sinh các trạng thái ban đầu được gây nhiễu.

2) Tiếp cận quan trắc được gây nhiễu (perturbed observation): về cơ bản dựa trên MCF nhưng áp dụng cho các số liệu quan trắc.

3) Phương pháp dự báo trung bình trễ (LAF-Lagged Average Forecast): do Trung tâm Quốc gia Dự báo Môi trường Hoa Kỳ NCEP (National Centers for Environment Prediction) đề xuất. Về cơ bản LAF dựa trên chuỗi các dự báo từ

các thời điểm ban đầu khác nhau trong quá khứ và phân tích hiện tại để tìm ra các nhiễu động.

4) Phương pháp phân tích vec tơ kỳ dị (SVD - Singular Vector Decomposition): được phát triển tại Trung tâm Dự báo thời tiết hạn vừa châu Âu (ECMWF) và dựa trên sự phân tích SVD để tìm ra các mode (hay là các sóng ngắn) phát triển nhanh trong trường ban đầu và sử dụng các mode này như là các nhiễu động.

5) Phương pháp cấy các mode đang phát triển (BGM-Breeding of Growing Modes): cũng được áp dụng tại NCEP và coi đó là một phương pháp cải tiến so với phương pháp LAF. Tương tự như các phương pháp SVD, BGM cũng cố gắng tìm ra các mode phát triển nhanh, sau đó cấy vào trường ban đầu.

6) Phương pháp sử dụng các phân tích từ nhiễu mô hình khác nhau làm điều kiện ban đầu cho một mô hình dự báo.

7) Phương pháp nhiễu động giá trị/vec tơ riêng dựa trên phân tích hàm trực giao tự nhiên (EOF- Empirical Othogonal Function) được phát triển tại trường đại học Florida. Đây là cách tiếp cận đặc biệt được sử dụng trong dự báo XTND.

Phần tiếp theo sẽ trình bày cơ sở phương pháp luận và những kết quả nghiên cứu đã được công bố (theo lịch sử của dự báo tổ hợp) của một số phương pháp nhiễu động nói trên.

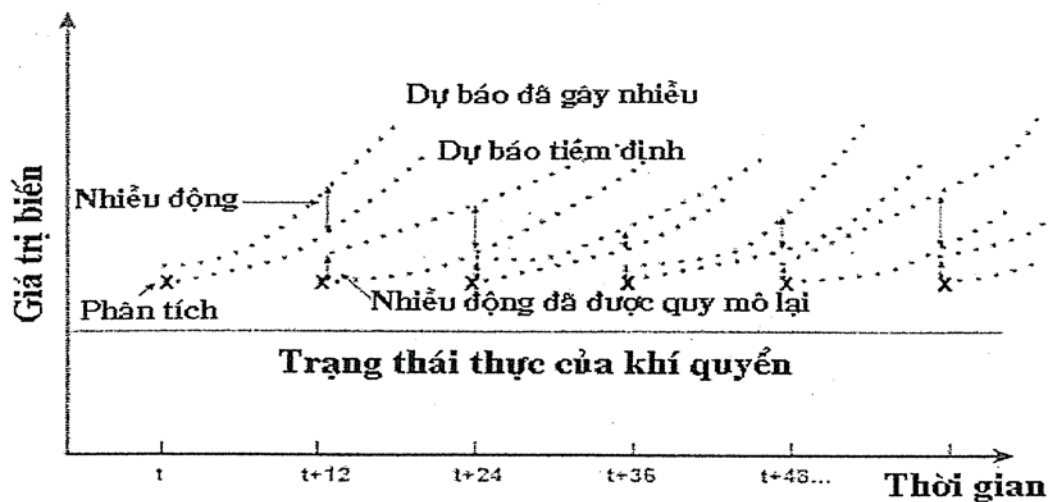
2. Các phương pháp tạo nhiễu động

Về mặt lịch sử, có thể nói Aberson (1995) [1] là người đầu tiên ứng dụng kỹ thuật nhiễu động vào bài toán dự báo tổ hợp chuyển động của XTND. Aberson và các đồng nghiệp đã sử dụng một mô hình chính áp với các trường ban đầu đã được gây nhiễu khác nhau

để tiến hành dự báo quỹ đạo tổ hợp đối với các cơn bão ở vùng Đại Tây Dương. Trong nghiên cứu này, phương pháp cấy các mode đang phát triển nhanh BGM được sử dụng với trường đầu vào từ mô hình toàn cầu của Trung tâm Dự báo Môi trường Hoa Kỳ (NCEP). Để bắt đầu một chu trình cấy, các nhiễu động ngẫu nhiên được cộng thêm vào các trường phân tích ban đầu của mô hình (hình 2).

Sự khác biệt giữa trường dự báo tiềm định (control forecast) với trường dự báo đã được gây nhiễu được coi là các nhiễu động và sẽ được điều chỉnh lại (rescale) trong phạm vi sai số quan trắc. Sau đó, các nhiễu động mới này sẽ được cấy vào trường phân tích tại thời điểm kế tiếp và chu trình cấy lại được lặp lại. Sau một khoảng thời gian cấy, thường là 1 cho đến 2 ngày sau, sự khác biệt giữa dự báo tiềm định và các dự báo được gây nhiễu trở nên ổn định, khi đó có thể coi các nhiễu phát triển nhanh đã được cấy thành công. Sau khi hiệu chỉnh lại nhiễu động này, các nhiễu động lại được cộng hoặc trừ vào trường phân tích ban đầu của dự báo tiềm định và tạo nên một cặp nhiễu động ban đầu đã được cấy.

Các trường ban đầu đã được cấy này sẽ được sử dụng trong quá trình tích phân mô hình tạo ra các dự báo tổ hợp thành phần. Nói chung, trong một hệ thống dự báo tổ hợp, về nguyên tắc số lượng cặp nhiễu động cấy là có thể tùy ý. Tuy nhiên, do những hạn chế về khả năng tính toán, nên thông thường các trung tâm dự báo lớn chỉ sử dụng khoảng 5 cặp nhiễu động (một dương một âm) với chu trình cấy bắt đầu từ 24 giờ trước và bước thời gian cấy là 6 giờ.



Hình 2. Ví dụ minh họa sơ đồ cây BGM sử dụng trong dự báo tổ hợp tại Trung tâm Dự báo NCEP

Từ những kết quả nghiên cứu có tính khả quan này, Aberson (1998) [2] đã áp dụng phương pháp BGM cho mô hình lưới lồng GFDL (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory) để dự báo cho mùa bão giai đoạn 1996-1997 trong vùng Đại Tây Dương. Trong nghiên cứu này dự báo tổ hợp là trung bình cộng của các dự báo tổ hợp thành phần. Đối với dự báo tổ hợp quỹ đạo XTND, các kết quả cho thấy trung bình tổ hợp nói chung có sai số dự báo nhỏ hơn so với dự báo tiềm định, đặc biệt là đối với hạn dự báo 72 giờ.

Tuy nhiên, các kết quả dự báo tổ hợp đối với cường độ XTND lại không cho nhiều kết quả tốt. Một lý do có thể giải thích cho kết quả không tốt này là do các thành phần tổ hợp được phát sinh (dựa trên phương pháp cấy BGM) từ các trường của một mô hình toàn cầu có cấu trúc động lực và vật lý khác so với mô hình GFDL. Điều này dẫn đến bản chất sai số và sự tiến triển của sai số dự báo trong hai mô hình là không giống nhau.

Do đó, các trường nhiễu động từ mô

hình toàn cầu không thể mô tả chính xác được bản chất (hoặc phân bố) sai số trong mô hình GFDL.

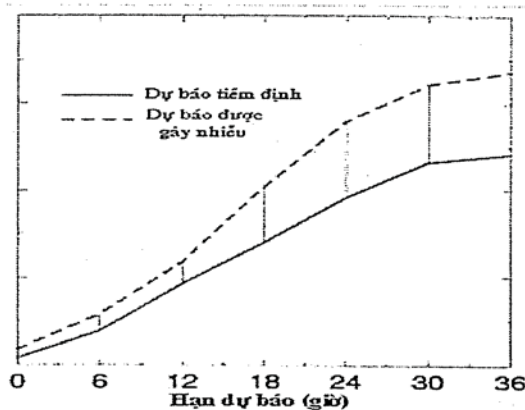
Để khắc phục nhược điểm này, trong quá trình tạo các trường nhiễu động ban đầu và xuất phát từ quan niệm bão chuyển động theo dòng dẫn đường môi trường (steering flow), Zhang và Krishnamurti (1997, 1999) [8], [9] áp dụng phương pháp phân tích hàm trực giao kinh nghiệm EOF để ước lượng xu thế phát triển sai số đặc trưng trong các vùng XTND. Trong nghiên cứu này, sự khác biệt trong các trường gió và nhiệt giữa dự báo tiềm định và dự báo đã được gây nhiễu ngẫu nhiên theo một chuỗi thời gian được đưa vào một sơ đồ phân tích EOF ba chiều phức tạp (hình 3). Các vectơ riêng với các hệ số EOF tăng nhanh theo thời gian thu được từ phân tích EOF được coi như là các mode phát triển nhanh và sẽ được sử dụng như là các nhiễu động cho trường môi trường ban đầu. Về cơ bản, các bước thực hiện của phương pháp tạo

nhiều động dựa trên EOF bao gồm:

- Cộng các nhiễu động ngẫu nhiên với biên độ có thể so với sai số quan trắc vào trường phân tích ban đầu của dự báo tiềm định.

- Tích phân mô hình (tối hạn 36 giờ hoặc 48 giờ) với đầy đủ các tham số hoá vật lý và kết quả dự báo được lưu trữ 3 giờ một đối với cả dự báo tiềm định và dự báo đã được gây nhiễu.

- Tính sự khác biệt giữa dự báo tiềm định và dự báo đã được gây nhiễu tại các thời điểm tương ứng.



Hình 3. Giải đồ minh họa quá trình phát sinh nhiễu động dựa trên phân tích hàm trực giao kinh nghiệm EOF XTND

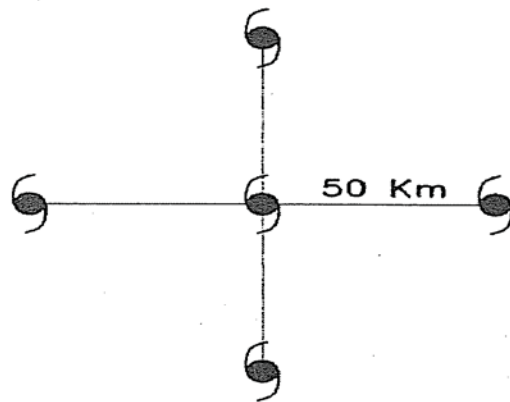
Trong nghiên cứu của Zhang và Krishnamurti [8], [9], chỉ có mode phát triển nhanh nhất được giữ lại để xây dựng các trường nhiễu động. Mặt khác, vị trí tâm XTND trong các trường phân tích thường không được mô tả chính xác. Vì vậy, để loại bỏ ảnh hưởng của sai số vị trí lên kết quả dự báo, vị trí tâm XTND được gây nhiễu bằng cách thay đổi vị trí phân tích đi một khoảng cách 50km theo 4 hướng đông, tây, nam và bắc (hình 4). Giá trị 50km được chọn ở đây là giá trị sai số trung bình trong việc xác định tâm XTND từ 3 thiết bị hiện

- Xây dựng một ma trận số liệu trong đó chỉ số hàng biểu diễn phân bố không gian và chỉ số cột biểu diễn phân bố thời gian.

- Thực hiện một phép phân tích EOF đối với ma trận số liệu nói trên để tìm ra các sóng (mode) có hệ số EOF tăng nhanh theo thời gian.

- Lựa chọn các sóng có hệ số EOF lớn nhất để tạo ra các trường nhiễu động.

- Một tổ hợp các trường ban đầu sẽ thu được bằng cách lấy hiệu hoặc tổng các trường nhiễu động này với trường phân tích ban đầu.



Hình 4. Giải đồ minh họa nhiễu động vị trí tâm

đại nhất hiện nay là từ máy bay (~20km), ra đa (~20-55km) và ảnh mây vệ tinh (~110km). Như vậy, 5 thành phần tổ hợp sẽ được tạo ra từ phương pháp nhiễu động vị trí (bao gồm cả dự báo tiềm định). Dựa trên phương pháp nhiễu động vị trí, các nhiễu động được tạo ra từ phân tích EOF sau đó sẽ được áp dụng cho từng vị trí tâm XTND. Do đó, sẽ có 10 thành phần dự báo tổ hợp được tạo nên. Hay nói cách khác, trong hệ thống EF của Zhang và Krishnamurti sẽ có 15 dự báo thành phần. Các kết quả đánh giá cho thấy dự báo tổ hợp có

sai số nhỏ hơn so với dự báo tiềm định và cấu trúc ổ hợp của XTND cũng là một cấu trúc hợp lý.

Với mục đích đánh giá hiệu quả của một số phương pháp nhiễu động đang được sử dụng trong dự báo tổ hợp các hệ thống thời tiết vùng vĩ độ trung bình đối với bài toán dự báo tổ hợp quỹ đạo XTND, Cheung và Chan (1999) [4], [5] đã sử dụng 3 phương pháp nhiễu động là phương pháp MCF, LAF và BGM để tạo ra các dự báo tổ hợp dựa trên một mô hình chính áp. Để đánh giá vai trò của trường dòng dẫn và hoàn lưu xoáy tới kết quả dự báo, các nhiễu động được phát sinh từ 3 phương pháp nói trên được áp dụng riêng rẽ cho trường dòng dẫn và hoàn lưu xoáy.

Trong nghiên cứu này, các kiểm nghiệm được thực hiện dựa trên 66 trường hợp nằm trong bộ số liệu kiểm nghiệm chuyển động XTND TCM90. Có thể nói cho đến nay, công trình nghiên cứu của Cheung và Chan là toàn diện nhất về việc áp dụng các phương pháp nhiễu động trong dự báo tổ hợp quỹ đạo XTND.

Để gây nhiễu trường dòng dẫn bằng phương pháp MCF, các nhiễu động ngẫu nhiên có biên độ sai số bình phương trung bình nằm trong phạm vi 3m/s (tương đương với độ lệch chuẩn của sai số trường gió tại mực giữa tầng đối lưu trong một mô hình dự báo số đặc trưng) được cộng tới các thành phần gió kinh hướng và vĩ hướng môi trường (sau khi đã loại bỏ xoáy).

Về nguyên tắc, số dự báo thành phần được phát sinh dựa trên các nhiễu động MCF là khá tùy ý, nhưng nghiên cứu của Cheung và Chan đã cho thấy trong

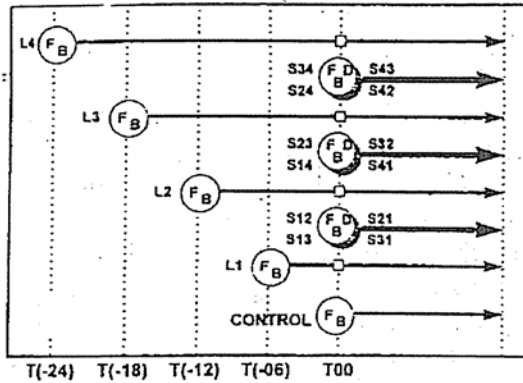
trường hợp này, độ tán của dự báo tổ hợp gần như ít thay đổi khi số thành phần tổ hợp lớn hơn 50. Trong phương pháp LAF, các nhiễu động sẽ được phát sinh dựa trên các dự báo từ 4 thời điểm sớm hơn thời điểm ban đầu (T_0), cụ thể là tại các thời điểm $T_0(-06)$, $T_0(-12)$, $T_0(-18)$, và $T_0(-24)$ (hình 5) và có cài xoáy nhân tạo (ký hiệu bằng chữ cái B).

Các dự báo này được gọi là các dự báo trễ và được ký hiệu từ L1-L4. Để tạo nên các trường nhiễu động, xoáy phân tích và xoáy dự báo tương ứng tại thời điểm T_0 của 4 dự báo trễ được lọc đi (ký hiệu bằng hình vuông nhỏ). Sau đó, sự khác biệt giữa trường dòng dẫn tại T_0 và các dòng dẫn dự báo tương ứng được sử dụng như là các nhiễu động. Do đó trường ban đầu sẽ là tổng của nhiễu động vừa được phát sinh, trường môi trường đã được lọc xoáy và xoáy nhân tạo.

Như vậy, đã có 4 thành phần tổ hợp LAF được tạo nên. Mặt khác, để bổ sung thêm thành phần cho dự báo tổ hợp, sự khác biệt trong dự báo hạn ngắn SRFD (Short - Range Forecast Difference) giữa các trường môi trường được dự báo từ 4 dự báo trễ (ký hiệu bằng chữ cái D) được đưa vào.

Như vậy, sẽ có 12 thành phần tổ hợp nữa được phát sinh (ký hiệu là S12, S21, S13, S31, ...). Sơ đồ cài xoáy nhân tạo sử dụng cho 16 thành phần tổ hợp này là tương tự với dự báo tiềm định.

Tóm lại, một dự báo tổ hợp dựa trên phương pháp nhiễu động LAF trong nghiên cứu của Cheung và Chan bao gồm 17 thành phần (kể cả dự báo tiềm định).

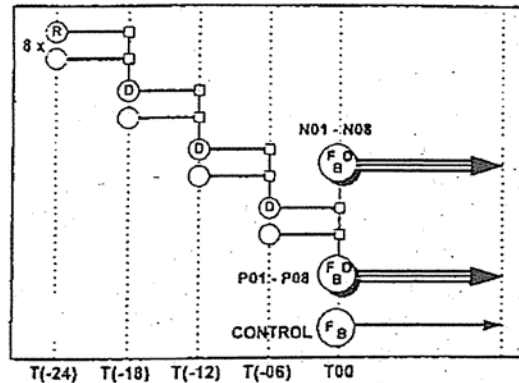


Hình 5. Sơ đồ phát sinh các nhiễu động dựa trên dự báo trễ LAF đối với trường dòng dẫn

Để cấy các mode phát triển nhanh vào trường dòng dẫn, Cheung và Chan sử dụng sơ đồ BGM được thiết kế bởi Toth và Kalnay (1993) [6], [7] và đang được phát triển tại Trung tâm Quốc gia Dự báo Môi trường quốc gia của Hoa Kỳ (NCEP). Toàn bộ chu trình cấy nhiễu động trong phương pháp BGM được minh họa trên hình 6. Các thời điểm cấy bắt đầu từ 24 giờ trước thời điểm dự báo T0 với sai số cấy được cập nhật 6 giờ một lần.

Tại thời điểm $T_0(-24)$ hai dự báo được thực hiện, một dự báo không gây nhiễu (dự báo tiềm định) và một dự báo được gây nhiễu một cách ngẫu nhiên (ký hiệu R trên hình vẽ). Tương tự như phương pháp LAF, sự khác biệt trong dự báo hạn ngắn SRFD được sử dụng ở đây (chữ cái D trên hình vẽ). Sau 6 giờ dự báo từ thời điểm $T_0(-24)$, 2 giá trị SRFD thu được từ hai trường dự báo đã lọc xoáy.

Hai giá trị SRFD này lại được sử dụng cho chu kỳ cấy tiếp theo. Phụ thuộc vào dấu của nhiễu động nói trên, dự báo từ trường được gây nhiễu động trừ đi dự báo từ phân tích (ký hiệu bằng chữ cái N) hoặc ngược lại (chữ cái P) mà từng cặp nhiễu động cấy được phát sinh (như là N01 và P01). Như vậy, 4



Hình 6. Sơ đồ phát sinh các nhiễu động dựa trên phương pháp cấy BGM đối với trường dòng dẫn

chu kỳ cấy liên tiếp được thực hiện cho tới thời điểm T_0 . Tại mỗi một chu kỳ, sai số cấy (hay chính là giá trị của nhiễu động) được điều chỉnh lại sao cho nằm trong phạm vi cho phép là 3m/s như trong phương pháp LAF. Cuối cùng trường ban đầu sẽ là tổng của nhiễu động vừa được phát sinh, trường môi trường đã được lọc xoáy và xoáy nhân tạo (ký hiệu bằng chữ cái B). Chu kỳ cấy hay “ươm” theo cách gọi của một số tác giả được chọn là 24 giờ để tránh sự dập tắt quá trình phát triển sai số trong khi tích phân.

Các kết quả dự báo tổ hợp dựa trên gây nhiễu động trường dòng dẫn cho thấy phương pháp MCF đưa ra trung bình tổ hợp gần tương tự với dự báo tiềm định. Hay nói cách khác, kỹ thuật MCF không thể cải thiện được chất lượng dự báo. Kết quả này là tương tự với kết quả của Toth và Kalnay (1993) [6], [7] khi áp dụng phương pháp MCF cho các hệ thống vĩ độ trung bình. Ngược lại, hai phương pháp LAF và BGM lại cho dự báo trung bình tổ hợp có sai số dự báo nhỏ hơn dự báo tiềm định với khoảng 40% số trường hợp.

Dựa trên việc phân loại hình thể synop của Carr (1997), Cheung và Chan đã nhận thấy một vài hình thể mà

dự báo tổ hợp cho sự cải thiện chất lượng dự báo. Đó là các hình thể như có sự dịch chuyển từ vùng synop này sang vùng synop khác, có chuyển hướng, có tương tác giữa các cơn bão, có sự gãy đứt hoặc thay đổi nhanh cường độ của một sóng cận nhiệt đới. Tất cả những hình thể synop này đều có liên quan tới sự thay đổi theo thời gian của trường môi trường quy mô lớn. Do đó, nếu hoàn lưu môi trường được gây nhiễu chính xác, thì quỹ đạo trung bình tổ hợp sẽ phát triển gần với thực tế, từ đó đưa đến sự cải thiện chất lượng dự báo.

Để gây nhiễu hoàn lưu xoáy, Cheung và Chan sử dụng 2 phương án kiểm nghiệm, đó là có và không có cài xoáy nhân tạo. Đối với phương án không cài xoáy nhân tạo, 3 phương pháp gây nhiễu MCF, LAF và BGM được áp dụng (ký hiệu lần lượt là MCFV, LAFV và BGMV). Nguyên tắc gây của ba phương pháp này hoàn toàn tương tự như trong trường hợp áp dụng cho trường dòng dẫn.

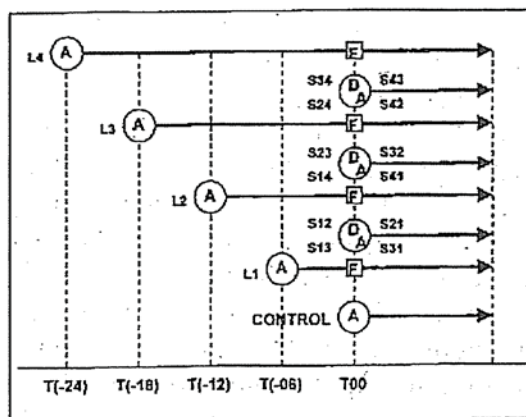
Trong phương pháp MCFV, các nhiễu động ngẫu nhiên được cộng tới các thành phần gió kinh hướng và vĩ hướng trong phạm vi hoàn lưu xoáy tại thời điểm phân tích ban đầu thay vì cộng trên toàn bộ miền quy mô lớn như trong phương pháp MCF. Tuy nhiên, có một điểm khác biệt là trong MCFV, giá trị của nhiễu động ngẫu nhiên này không bị kiểm soát bởi giá trị biên 3m/s. Tương tự với LAF, LAFV sử dụng sai số trễ để gây các nhiễu động ban đầu cho trường xoáy. Hình 7, minh họa quá trình phát sinh các nhiễu động cho trường xoáy phân tích với một chu kỳ dự báo trễ 24 giờ được sử dụng. Tổng cộng sẽ có 16 nhiễu động được phát sinh, trong đó có 4 nhiễu động được tính toán trực tiếp từ 4 dự báo trễ (ký hiệu từ L1 đến L4) tại các thời điểm $T_0(-24)$, $T_0(-18)$, $T_0(-12)$ và $T_0(-06)$. Các nhiễu động này chính là sự khác biệt giữa xoáy được dự báo (ký hiệu bằng chữ cái F) với xoáy

phân tích tại thời điểm T_0 (ký hiệu bằng chữ cái A).

Tuy nhiên, trên thực tế do tâm dự báo là không trùng với tâm phân tích nên xoáy dự báo sẽ được tách ra và dịch chuyển tới tâm quan trắc T_0 trước khi tiến hành tích phân. Tương tự, dựa vào sự khác biệt trong dự báo hạn ngắn SRFD (ký hiệu bằng chữ cái D) của 4 dự báo trễ L1-L4 mà 12 nhiễu động xoáy có thể được phát sinh (ký hiệu từ S12, S21, ..., S43). Một đặc điểm quan trọng cần chú ý ở đây là tất cả các nhiễu động được tạo ra ở đây chỉ được cộng tới các nút lưới nằm trong phạm vi của xoáy phân tích tại thời điểm T_0 . Cuối cùng, trường ban đầu của mỗi một thành phần dự báo tổ hợp sẽ là tổng của trường quy mô lớn đã lọc xoáy, xoáy phân tích và nhiễu động xoáy.

Để cấy các mode đang phát triển nhanh theo phương pháp BGMV, một chu kỳ cấy 24 giờ được sử dụng và chu kỳ cấy này hoàn toàn tương tự như trong phương pháp BGM.

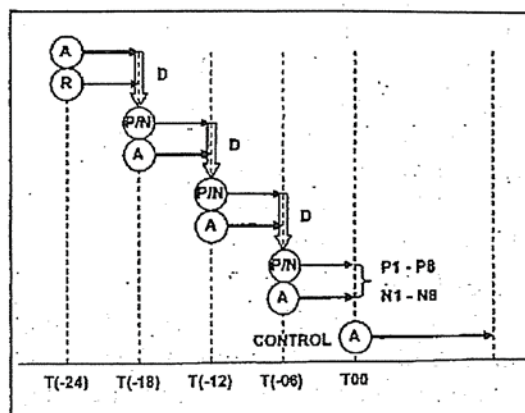
Trong đó sai số cấy được cập nhập 6 giờ một lần (hình 8). Hai dự báo được thực hiện tại thời điểm bắt đầu của chu kỳ, một từ trường phân tích (ký hiệu bằng chữ cái A) và một từ phân tích đã bị gây nhiễu một cách ngẫu nhiên (ký hiệu bằng chữ cái R) trong phạm vi miền xoáy xem xét. Sự khác biệt giữa 2 xoáy (ký hiệu bằng chữ cái D) sau 6 giờ dự báo được cộng tới hoặc trừ đi (ký hiệu bằng chữ cái P hoặc N) từ xoáy phân tích tại thời điểm tương ứng để tạo ra 2 nhiễu động cho chu kỳ cấy tiếp theo. Tương tự như BGM, 4 chu kỳ cấy liên tiếp được thực hiện cho đến thời điểm T_0 và tạo ra 16 thành phần của một dự báo tổ hợp BGMV trong đó có 8 thành phần "dương" (nhiễu cộng tới phân tích và được ký hiệu từ P1-P8) và 8 thành phần "âm" (phân tích trừ đi nhiễu và được ký hiệu từ N1-N8). Cộng với dự báo điều khiển, tổng cộng sẽ có 17 thành phần trong một dự báo tổ hợp BGMV.



Hình 7. Sơ đồ phát sinh các nhiễu động dựa trên dư báo trễ LAFV

Đối với phương án có cài xoáy nhân tạo, Cheung và Chan tiến hành gây nhiễu động vị trí và cấu trúc của xoáy nhân tạo với các nhiễu động là các nhiễu Gauss ngẫu nhiên (tuân theo phân bố chuẩn và có kỳ vọng bằng không). Trong nhiễu động cấu trúc xoáy nhân tạo, giá trị độ lệch chuẩn của các nhiễu Gauss được cộng thêm vào giá trị của ba tham số đặc trưng cho profin gió tiếp tuyến đối xứng. Các tham số này bao gồm vận tốc gió cực đại, bán kính gió cực đại và kích thước xoáy nhân tạo. Các kết quả cho thấy đối với cả hai phương án thử nghiệm, phương pháp MCFV không có bất cứ sự cải thiện nào, trong khi các phương pháp LAFV và BGMV cho sự cải thiện trong một vài hình thức cụ thể. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, xoáy được dự báo quá sai lệch so với thực tế.

Trong phương án có cài xoay nhân tạo, các kết quả cho thấy sự cải thiện đáng kể trong chất lượng dự báo. Nói chung sự cải thiện trong chất lượng dự báo của dự báo tổ hợp được phát sinh từ việc gây nhiễu động hoàn lưu XTND là nhỏ hơn so với sự cải thiện thu được từ việc gây nhiễu trường dòng dẫn. Hay nói cách khác, trường dòng dẫn đóng một vai trò chủ yếu trong chuyển động của XTND.



Hình 8. Sơ đồ phát sinh các nhiễu động dựa trên dư báo trễ BGMV

Gần đây, nhóm tác giả này [5] đã tiến hành một vài kiểm nghiệm, trong đó hoàn lưu xoáy và môi trường được gây nhiễu một cách riêng biệt, sau đó được kết hợp lại để tạo ra các trường ban đầu khác nhau. Các kết quả ban đầu đã cho thấy trong một vài trường hợp, sự kết hợp nhiễu động này cho những dự báo tốt hơn so với dự báo phát sinh từ việc gây nhiễu từng trường một.

Xuất phát từ sự thành công khi áp dụng các kỹ thuật nhiễu động khác nhau trong dự báo chuyển động của XTND dựa trên một mô hình chính áp, Cheung đã áp dụng phương pháp BGM cho một mô hình tả áp đầy đủ, đó là phiên bản thứ 4 của mô hình quy mô vừa do trường đại học Pennsylvania phát triển, viết tắt là MM4.

Các nhiễu động phát sinh từ phương pháp BGM được áp dụng cho trường nhiệt và gió quy mô lớn. Trong một trường hợp nghiên cứu cụ thể (case-study), dự báo tổ hợp thu được có sai số nhỏ hơn nhiều so với dự báo tổ hợp từ một mô hình chính áp. Các kết quả tương tự cũng được tìm thấy khi áp dụng cho phiên bản mới MM5.

Tuy nhiên, các kiểm nghiệm này mới chỉ thực hiện trên một số ít trường hợp nghiên cứu. Do đó cần thiết phải tăng cường thêm nữa không chỉ các

trường hợp nghiên cứu mà bao gồm cả nhiều mô hình tã áp nghiệp vụ khác trong đó có thể tính đến sự ảnh hưởng của điều kiện biên, sự cân bằng động lực và nhiệt động lực học giữa các biển, đặc biệt là các nhiễu động nên áp dụng cho các sơ đồ tham số hóa.

3. Kết luận

Những phân tích nói trên đã tổng quát các phương pháp nhiễu động trong dự báo tổ hợp XTND. Các phương pháp này đều có ưu điểm và nhược điểm, nhưng nói chung các kết quả nghiên cứu đều cho thấy dự báo tổ hợp dựa trên phương pháp gây nhiễu trường ban đầu đã cho những có cải thiện lớn trong chất lượng dự báo quỹ đạo XTND. Theo nhóm tác giả, việc nắm bắt và tận dụng những tiến bộ khoa học trong dự báo tổ hợp là hết sức cần thiết.

Đối với điều kiện hiện tại của Việt

Nam (khả năng mô hình và tiềm năng tính toán còn nhiều hạn chế), phương án sử dụng thống kê tập hợp các dự báo quỹ đạo thu từ nhiều nguồn khác nhau (các trung tâm dự báo và các mô hình nghiệp vụ) và gây nhiễu động trường đầu vào cho mô hình chính áp là hoàn toàn thích hợp và khả thi.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi chỉ áp dụng các phương pháp gây nhiễu ngẫu nhiên MCF, nhiễu động vị trí tâm bão ban đầu, thay đổi các tùy chọn đầu vào cho sơ đồ cài xoáy nhân tạo, mực dòng dẫn và dạng profin xoáy đối xứng giả để tạo ra các trường đầu vào khác nhau cho mô hình chính áp WBAR. Các kết quả nghiên cứu thử nghiệm và đánh giá cho 118 trường hợp của 17 cơn bão hoạt động trên vùng Tây Bắc Thái Bình Dương từ năm 2003-2005 sẽ được trình bày trong phần tiếp theo của bài báo.

Tài liệu tham khảo

1. Aberson, S.D., S.L. Lord, M. DeMaria and M.S. Tracton, Short-range ensemble forecasting of hurricane tracks, Preprints, 21st Conf Hurr. Trop. Meteor., Miami, Amer. Meteor. Soc, 494-496, 1995.
2. Aberson, S.D., M.A. Bender, R.E. Tuleya. Ensemble forecasting of tropical cyclone tracks, Preprints, 12th Conf on Numerical Weather prediction, Phoenix, Amer. Meteor. Soc., 290-292, 1998.
3. Cheung, K. K. W., and J. C. L. Chan, Ensemble forecasting of Tropical cyclone motion using a barotropic model. Part I: Perturbations of the environment. *Mon. Wea. Rev.*, 127, 1229-1243, 1999.
4. Cheung, K. K. W., and J. C. L. Chan, Ensemble forecasting of Tropical cyclone motion using a barotropic model. Part II: Perturbations of the Vortex. *Mon. Wea. Rev.*, 127, 2617-2640, 1999.
5. Cheung, K. K. W., A review of ensemble forecasting techniques with a focus on tropical cyclone forecasting. *Meteor. Appl.*, 8, 315-332, 2001.
6. Toth Z. and Eugenia Kalnay, Ensemble Forecasting at NMC: the generation of perturbations. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 73, , 2317-2330, 1993.
7. Toth Z. and Eugenia Kalnay. Ensemble Forecasting at NCEP and the Breeding Method. *Mon. Wea. Rev.* 125, 3297-3319, 1997.
8. Z. Zhang and T. N. Krisnamurti. Ensemble Forecasting of Hurricane Tracks. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 78, 2785-2795, 1997.
9. Z. Zhang and T. N. Krisnamurti. A Perturbation Method for Hurricane Ensemble Predictions. *Mon. Wea. Rev.* 127, 447-469, 1999.