

PHƯƠNG PHÁP NỘI SUY SONG TUYẾN TÍNH

ThS. Đỗ Ngọc Thắng
Trung tâm quốc gia dự báo KTTV

1. Mở đầu

Chúng ta đã quen thuộc với phương pháp nội suy tuyến tính, mà thực chất là giả thiết trên một đoạn thẳng khá nhỏ, giữa hai đại lượng X và Y quan hệ với nhau theo quy luật tuyến tính. Trong trường hợp này Y là hàm 1 biến:

$$Y = F(X) \quad (1)$$

$$Y^* = Y_1 + P(X^* - X_1) \quad (2)$$

Về mặt hình học, nội suy tuyến tính tính toán giá trị của điểm trung gian bằng cách kẻ đoạn thẳng nối 2 điểm cho trước.

$$Y^* = Y_1 + (Y_2 - Y_1) \cdot (X^* - X_1) / (X_2 - X_1) \quad (3)$$

Như vậy hệ số P chính là tỷ số $(Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1)$

Nội suy song tuyến tính (bilinear interpolation) là thủ thuật tìm giá trị của trường vật lý tại tọa độ của một điểm trung gian khi cho trước các giá trị của 1 hàm 2 biến:

$$H = H(X, Y) \quad (4)$$

trên một lưới chữ nhật. Như vậy H phải là một trường vật lý (ví dụ: áp suất tại mực nước biển, độ cao địa thế vị tại một mực chuẩn 1000, 850, 700, 500 mb ...). Trường vật lý H này được cho bởi một mảng 2 chiều:

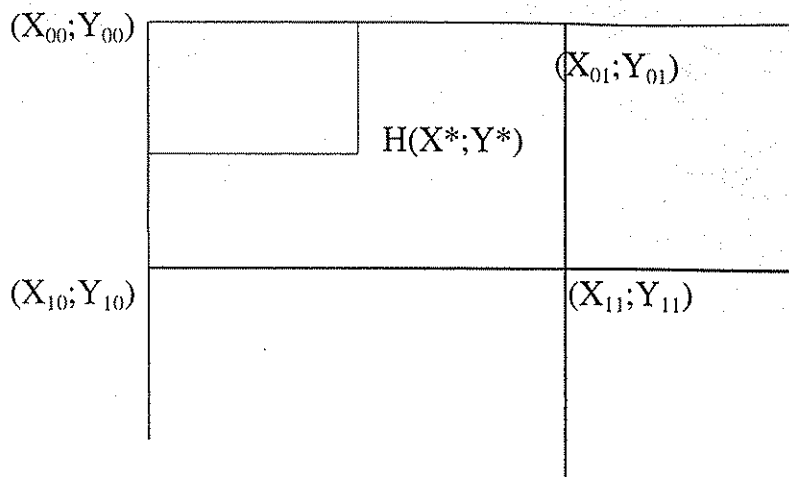
$$H(I, J); I=1, n; J=1, m \quad (5)$$

Bài toán như vậy rất thường gặp trong nghiên cứu khoa học của Ngành KTTV, cũng như trong lĩnh vực dự báo số trị (DBST) nghiệp vụ.

2. Các công thức nội suy

Đặc điểm của phương pháp nội suy song tuyến tính (NS STT) là chỉ xét ảnh hưởng của 4 nút lưới lân cận nhất lên điểm có tọa độ trung gian, tương tự như phương pháp nội suy tuyến tính chỉ xét ảnh hưởng của 2 điểm lân cận nhất của điểm trung gian. Vì vậy ta sẽ xét 1 hệ trục tọa độ vuông góc có trục hoành phát triển theo hướng vĩ tuyến từ tây sang đông; còn trục tung phát triển theo hướng kinh tuyến từ bắc xuống nam như hình 1.

Gốc của hệ trục tọa độ cố định là điểm tận cùng trái trên, ứng với giá trị H (1,1). Gốc của hệ trục tọa độ di chuyển là điểm trái trên của hình chữ nhật chứa điểm trung gian H^* cần nội suy.



Hình 1. Hệ trục tọa độ khi NS STT

Gọi $(X_{00}; Y_{00})$ - tọa độ của điểm lưới gốc di chuyển,
 $(X_{10}; Y_{10})$ - tọa độ của điểm lưới phía nam so với gốc,
 $(X_{01}; Y_{01})$ - tọa độ của điểm lưới phía đông so với gốc,
 $(X_{11}; Y_{11})$ - tọa độ của điểm lưới phía đông-nam so với gốc.

Khi đó giá trị nội suy được tính theo công thức sau đây:

$$H(X^*; Y^*) = H(X_{00}; Y_{00}) + P \cdot (H(X_{01}; Y_{01}) - H(X_{00}; Y_{00})) + Q \cdot (H(X_{10}; Y_{10}) - H(X_{00}; Y_{00})) + P \cdot Q \cdot (H(X_{11}; Y_{11}) - H(X_{01}; Y_{01}) - H(X_{10}; Y_{10}) + H(X_{00}; Y_{00})) \quad (6)$$

Trong công thức (6) P và Q là các hệ số tỷ lệ (tuyến tính) theo vĩ hướng và kinh hướng.

Tại các điểm biên của lưới tính theo công thức nội suy tuyến tính.

3. Các kết quả tính toán

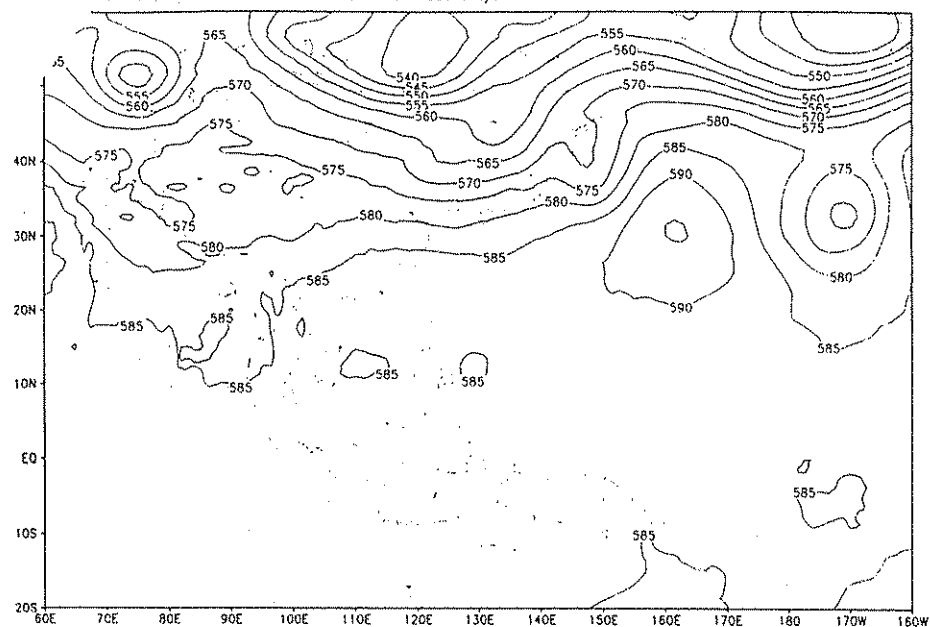
Các kết quả tính toán sau đây được tính cho trường hợp chuyển từ một lưới vuông này về một lưới vuông khác :

- Bản đồ 1: NSSTT bản đồ địa thế vĩ mức 500 mb của JMA (Nhật) với độ phân giải $1,25 \times 1,25$ độ kinh vĩ đưa về độ phân giải $0,5 \times 0,5$ là dạng số liệu của ECMWF (Trung tâm dự báo thời tiết hạn vừa châu Âu).
- Bản đồ 2: Bản đồ địa thế vĩ 500 nguyên dạng của JMA với độ phân giải $1,25 \times 1,25$ in ra để kiểm chứng.
- Bản đồ 3: NSSTT bản đồ gió mức 500 mb của JMA (Nhật) với độ phân giải $1,25 \times 1,25$ độ kinh vĩ đưa về độ phân giải $0,5 \times 0,5$ là dạng số liệu của ECMWF.

Bản đồ Nr 1

GEOP 500 converted from JMA grid to ECMWF grid

Đồ thị về 500 chuyển đổi từ lưới JMA về lưới ECMWF 02/06/1999



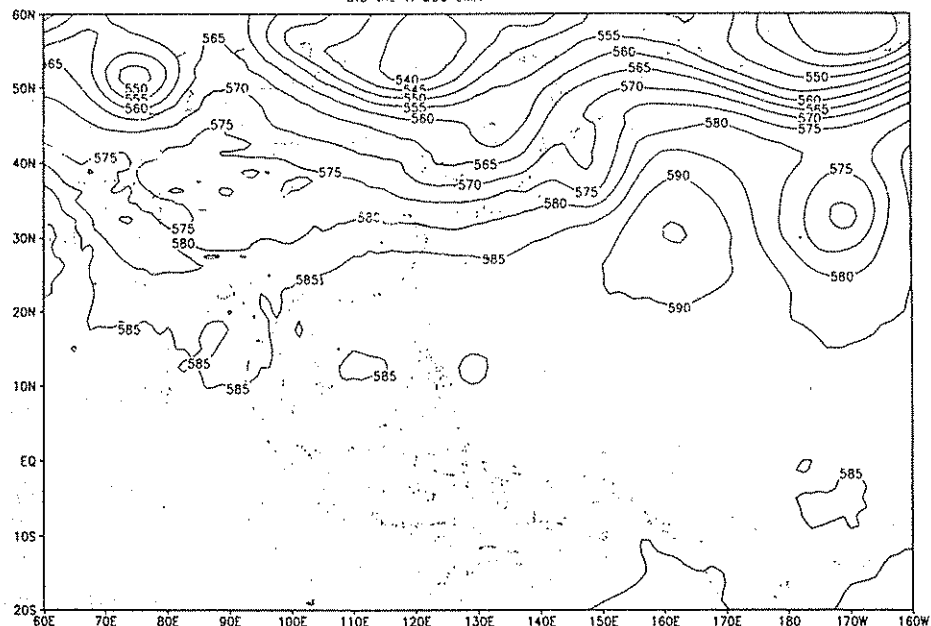
GRADS: COLA/IGES

2001-12-13-13:59

Bản đồ Nr 2

GEOP 500mb JMA 02/06/1999

Đồ thị về 500 JMA



GRADS: COLA/IGES

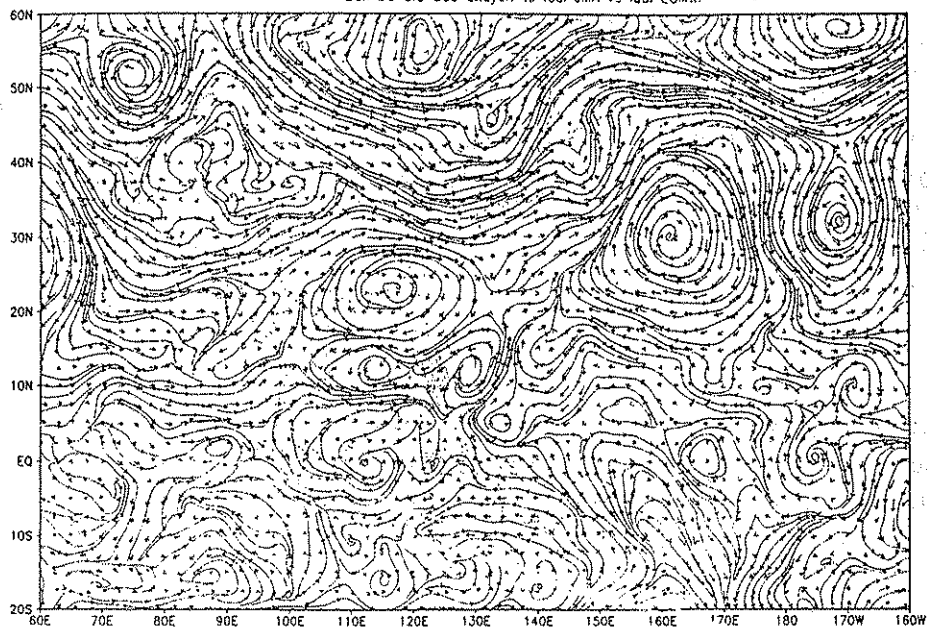
2001-12-13-13:49

Bcư đố Nr 3

WIND 500mb converted from JMA grid to ECMWF grid

Ban Da GIO 500 chuyen tu luoi JMA ve luoi ECMWF

02/06/1999



GRADS: COLA/IGES

40

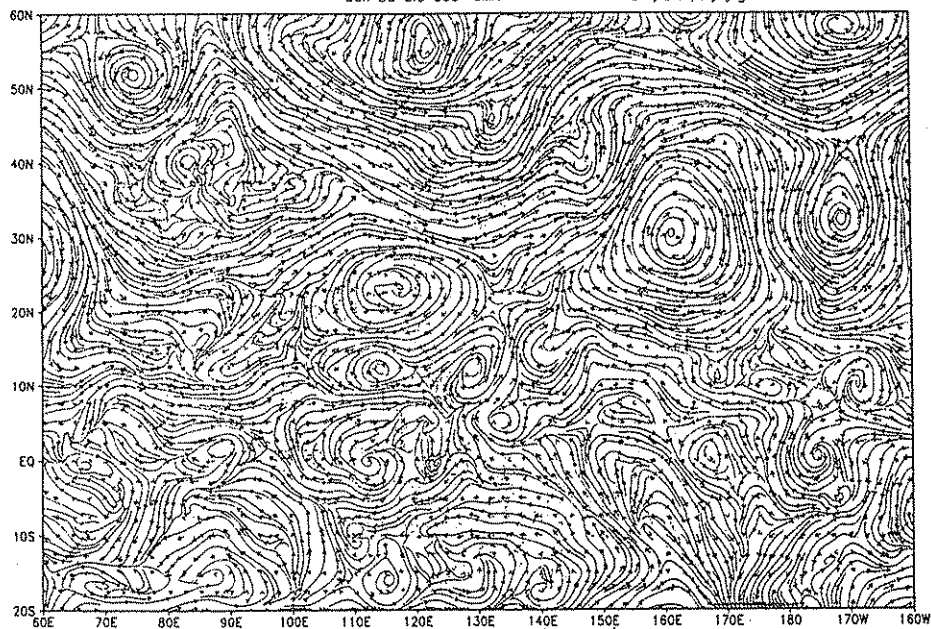
2001-12-13-09:33

Bcư đố Nr 4

WIND 500mb JMA

Ban Da GIO 500 JMA

02/06/1999



GRADS: COLA/IGES

40

2001-12-13-10:04

Kết quả đối chiếu cho thấy phương pháp NSSTT đã nêu trên cho kết quả có thể nói là tốt.

4. Kết luận

Hiện nay trong việc nghiên cứu và ứng dụng các mô hình DBST của các nước và của các trung tâm khác nhau, ta nhận thấy mỗi nước có thể sử dụng lưới với hình dạng và độ phân giải khác nhau. Khi cần trao đổi số liệu, phương pháp NSSTT cho phép chuyển đổi một cách đáng tin cậy với sự bảo toàn hình thể vật lý cũng như hình dạng của các đường đẳng trị. NSSTT trước hết là phương pháp sử dụng trong mô hình số trị, khi có sự thay đổi hệ trục tọa độ. Ngoài ra nó cũng có ứng dụng trong các lĩnh vực khác./.

Tài liệu tham khảo

1. Documentation of the UB/NMC (University of Belgrade and National Meteorological Centre , Washington) ETA MODEL. Lazar Lazic, Bosko Talenta - 1990. University of Belgrade , Federal Hydrometeorological Institute (Yugoslavia).

(tiếp theo trang 33)

- Bete effect. *J. Atmos. Sci.*, 40, 328-341.
7. Landsea C. W. Climate Variability of Tropical Cyclones: Past, Present and Future.- *Climate variability of tropical cyclones: Past, Present and Future. Storms, 2000* edited by R. A. Pielke, Sr. and R. A Pielke, Jr, Routledge, New York, 220-241.
 8. Phan Văn Tân, Kiều Thị Xin, Nguyễn Văn Sáng, Nguyễn Văn Hiệp, 2002. Kỹ thuật phân tích xoáy tạo trường ban đầu cho mô hình chính áp dự báo quỹ đạo bão.- *Tạp chí KTTV*, 1(493), 2002, tr. 13-22.
 9. Reeder M. J., Smith R. K., and Lord S. J., 1991. The detection of flow asymmetries in the tropical cyclone environment.- *Mon. Wea. Rev.*, 119, 848-854.
 10. Smith, R. K., and W. Ulrich, 1990. An analytical theory of tropical cyclone motion using a barotropic model. *J. Atmos. Sci.*, 47, 1973-1986.
 11. Weber, H. C., 2001. Hurricane track prediction with a new barotropic model. *Mon. Wea. Rev.*, 129, 1834-1858.
 12. Weber, H. C., and R. K. Smith, 1995. Data sparsity and the tropical cyclone analysis and prediction problem: some simulation experiments with a barotropic model. *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, 121, 631-654.