

GIỚI THIỆU KHẢ NĂNG NGHIÊN CỨU VÀ KHAI THÁC SỐ LIỆU GIÓ BỀ MẶT BIỂN QUIKSCAT CHO KHU VỰC ĐÔNG NAM Á.

ThS. Nguyễn Đăng Quang, NCS. Lê Đức
Phòng Nghiên cứu ứng dụng, TTDBKTTV TW

Công nghệ vệ tinh đã đưa một diện mạo mới về cách thức con người quan trắc đại dương từ không gian. Một trong những ứng dụng của công nghệ này là việc xác định gió (hướng và tốc độ) bề mặt đại dương một cách chính xác và nhanh nhất có thể, hỗ trợ hiệu quả cho công tác dự báo Khí tượng biển. Bài báo sẽ trình bày cơ sở của việc xác định gió bề mặt biển, cách thức chuyển đổi định dạng số liệu, bước đầu hiển thị trên hệ thống hiển thị thông tin thời tiết NAWIPS tại Trung tâm Khí tượng Thủy văn Trung ương.

1. Giới thiệu

Gió là nguồn cung cấp động lượng lớn nhất cho bề mặt biển, gió ảnh hưởng tới toàn bộ các chuyển động của đại dương từ sóng bề mặt cho tới toàn bộ hệ thống sóng nói riêng đại dương nói chung. Gió trên bề mặt các đại dương tác động trực tiếp tới trao đổi thông lượng nhiệt, ẩm của khí quyển và đại dương. Một cách gián tiếp, thông qua tương tác biển khơi, gió bề mặt đại dương đã góp phần hình thành chế độ khí hậu khu vực cũng như toàn cầu. Trước đây, số liệu gió bề mặt biển thường được cung cấp từ các trạm phao tự động và hệ thống tàu biển, số liệu này không thường xuyên và có độ tin cậy không cao. Việc đo gió bằng phương pháp đo độ phản hồi của sóng radio gửi đi từ radar, gọi tắt là (scatterometry), được ứng dụng từ năm 1960 đã giải quyết được những hạn chế nêu trên.

Theo dòng lịch sử, Seasat là hệ thống đo gió đầu tiên theo phương pháp scatterometry được gắn vào một vệ tinh do Trung tâm nghiên cứu vũ trụ Châu Âu (ERS) thực hiện vào năm 1978. Seasat đã thử nghiệm thành phương pháp đo đặc gió bề mặt biển từ không gian, với độ phủ của vùng số liệu bị hạn chế trong một lát cắt hình giẻ quạt. Tiếp bước ERS, tháng 8/1996, cơ quan Quản lý Hàng không và

Không gian Hoa Kỳ (NASA) đưa lên vũ trụ hệ thống NSCAT (NASA Scatterometry) theo vệ tinh ADEOS-II của Nhật. Từ tháng 9/1996 đến tháng 6/1997, NSCAT đã cung cấp liên tục và chính xác vector gió bề mặt các đại dương trên thế giới. Với những ưu việt về độ rộng vùng quét, độ phân giải và độ chính xác trong việc xác định hướng và tốc độ gió, số liệu NSCAT đã được ứng dụng rộng rãi trong nghiên cứu và nghiệp vụ dự báo Khí tượng thủy văn biển. Hai năm sau khi NSCAT ngừng hoạt động do gặp sự cố, hệ thống SeaWinds đã được đưa lên vũ trụ bởi vệ tinh QuikSCAT. Từ thời điểm này, tên gọi ngắn gọn "gió Quikscat" được sử dụng phổ biến.

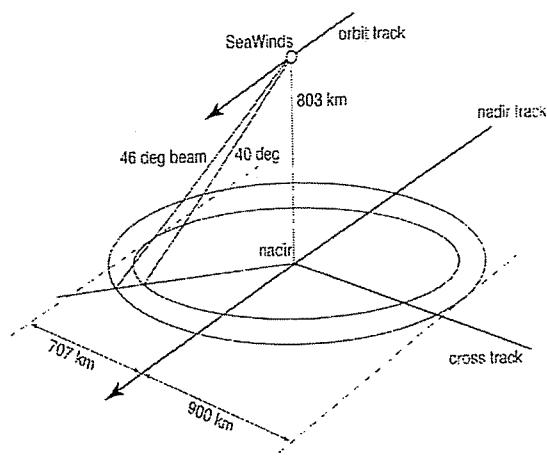
Với thế mạnh cung cấp số liệu gió bề mặt đại dương một cách đều đặn và phân giải cao trong mọi điều kiện thời tiết, gió scatterometry đã và đang đóng vai trò quan trọng trong các nghiên cứu hải dương, khí tượng và khí hậu kể từ những năm 1990.

2. Cơ sở lý thuyết và khả năng ứng dụng

QuikSCAT được lựa chọn trong một chương trình đặc biệt của NASA, đòi hỏi độ ổn định và chính xác cao trong công tác thám sát bề mặt trái đất. SeaWinds, gắn trên QuikSCAT, là một radar vi sóng đặc biệt để đo gió bề mặt biển trong mọi điều kiện thời tiết trên khắp

Người phản biện: ThS. Võ Văn Hòa

các đại dương. SeaWinds sử dụng một ăng-ten quay cho phép thực hiện gửi hai xung tín hiệu cùng một thời điểm (hình 1). ăng-ten phát đi năng lượng vi sóng ở tần số 13.4 GHz, thuộc dải tần số Ku, tới phần lớn các vùng trên bề mặt trái đất. SeaWinds thu thập được một cách liên tục số liệu trên các đại dương và vùng tuyết phủ trong một dải dài 1800km, thực hiện khoảng 400000 phép đo trên một vùng chiếm khoảng 90% diện tích bề mặt trái đất trong vòng một ngày. Về mặt kỹ thuật, hệ thống cho phép đo gió trong khoảng từ 3-30m/s với sai số tốc độ cho phép là nhỏ hơn 2m/s và sai số hướng cho phép là 20 độ trong một vùng bất kỳ rộng 50km.



Hình 1. Minh họa cách thức đo số liệu gió từ vệ tinh Quikscat [4]

Năng lượng vi sóng được truyền tới bề mặt đại dương theo hai góc chiếu như hình 1. Tiếp theo SeaWinds đo năng lượng phản hồi từ bề mặt đại dương tới vệ tinh. Tỷ số giữa năng lượng phát đi và năng lượng nhận lại do phản hồi được gọi là phần chuẩn hóa diện tích phản xạ hiệu dụng, ký hiệu (σ^0) là nhân tố cơ bản xác định chất lượng phép đo và được xác định từ phương trình radar [12]. Các phép ước lượng được tiến hành trên các ô hình vuông hay còn gọi là các ô vector gió (WVC), có kích thước là 25x25km theo phương vuông góc với hướng di chuyển của vệ tinh (hình 1), có tổng cộng 76 WVC được xác định, trong đó gió tại các ô có vị trí từ 11 đến 30 và 47 đến 66 thường đạt độ

chính xác cao hơn về hướng và tốc độ; gió ở các ô còn lại có độ chính xác giảm nhiều do vị trí các ô nằm trên biên của góc quét.

a. Xác định gió

Như đã nêu trên, xác định được nhiều đồng nghĩa với việc thu nhận được nhiều σ^0 WVC tại cùng một vị trí. Bài toán đặt ra là làm thế nào xác định được WVC xác thực nhất trong tập hợp thu được.

Bước xử lý đầu tiên là quá trình nghịch đảo một hàm khách quan [6] - hàm này là tổng các bình phương độ lệch giữa quan trắc và σ^0 - trên một tập hợp các giá trị σ^0 để nhận được tối đa các ước lượng về tốc độ và hướng gió. Điều này tương đương với việc tìm giá trị cực tiểu của hàm khách quan nêu trên tại vị trí WVC đang xét. Do tính chất tự đối xứng, hàm số này thường có vài ba giá trị cực tiểu. Tập các WVC với nhiều cực tiểu là nguyên nhân dẫn đến sự xuất hiện của nhiều hướng gió tại cùng một vị trí. Những khác biệt về hướng gió này được sắp xếp theo thứ hạng, hạng một là một WVC có hàm khách quan đạt giá trị cực tiểu nhỏ nhất, hạng hai là một WVC có hàm khách quan đạt giá trị cực tiểu nhỏ thứ hai [12]. Để dễ hình dung, giả sử ta xét tại ô gió 25. Tại ô 25 ta thu được một tập các σ^0 hay một tập các WVC. Đầu tiên, ta tìm các giá trị cực tiểu của hàm khách quan nêu trên, sau đó sắp xếp theo thứ tự: WVC hạng một là WVC có giá trị cực tiểu nhỏ nhất, WVC hạng hai là WVC có giá trị cực tiểu nhỏ thứ hai. Từ hàng triệu tín hiệu phản hồi và hàng nghìn lần đo đặc số liệu gió thực trên bề mặt biển, Wentz và cộng sự [18], [19] xây dựng một hàm phi tuyến thực nghiệm với σ^0 như sau:

$$\sigma^0 = F(U, X, \Theta, \text{pol}, f) \quad (1)$$

Trong đó U là tốc độ gió, X là góc phương vị tương đối - góc giữa hướng gió và góc chiếu từ vệ tinh tới bề mặt đại dương, Θ là góc tới mặt đại dương (hình 1), pol là hướng (phương) của dòng điện trường (1) trong sóng ánh sáng

và f là tần số 13.4. MHz của radar. Một số nhân tố khác như nhiệt độ, nồng độ muối biển, bọt biển ... cũng ảnh hưởng tới quan hệ gió và σ^0 nhưng chúng được giả thiết là nhỏ và được xem như là nhiễu của hàm số F nêu trên. Phương trình (1) không tính đến ảnh hưởng của các tham số khác, đặc biệt là mưa [16].

b Lọc hướng gió

Sau khi đảo chiều gió, bước thứ hai của quá trình xác định gió là lọc bỏ các hướng gió có khả năng sai. Giả sử tại một điểm nào đấy tồn tại ba hướng gió khác nhau, ta sẽ phải loại bỏ hai trong số ba hướng gió để lấy được hướng gió duy nhất và gần đúng với thực nhất. Thuật toán loại bỏ hướng gió là lọc trung vị [14]. Phép lọc này ban đầu hóa với trường gió lấy từ trường dự báo 6 - 9h của mô hình GFS, Trung tâm Quốc gia Dự báo Môi trường Mỹ (NCEP). Trong một số trường hợp đặc biệt, khi hệ thống không xác định được trường gió dự báo từ mô hình, khi đó phép lọc trung vị được ban đầu hóa với WVC có thứ hạng I. Ban đầu hóa ở đây có thể hiểu theo nghĩa là một tập hợp các giá trị tham chiếu. Thuật toán lọc trung vị được tiến hành trên 7×7 ô gió, ô gió nào trong ma trận 7×7 nêu trên có giá trị gần với giá trị tham chiếu nhất thì sẽ coi ô gió đó là gió thực hay gió thám sát Quikscat tại vị trí đang xét. Theo [9] thuật toán lọc trung vị này cho phép loại bỏ đến 95% sai số về hướng gió.

c. Một số ứng dụng

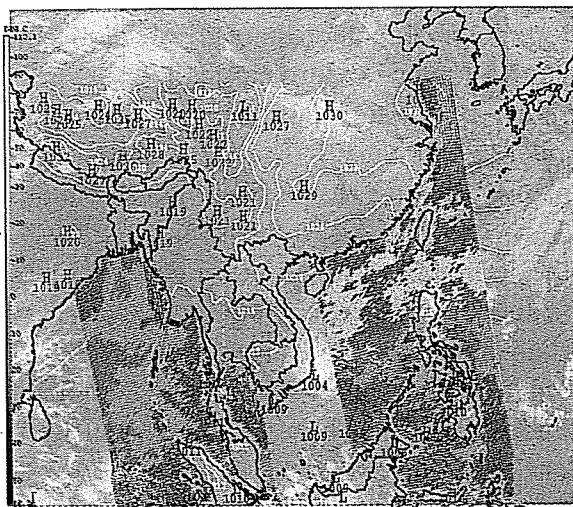
Số liệu gió Quikscat được ứng dụng cho nhiều lĩnh vực khác nhau. Trong khí tượng, Quikscat giúp phát hiện và xác định vị trí một cách chính xác các xoáy thuận nhiệt đới (TC) [17] và các xoáy ngoại nhiệt đới ngoài ra, Quikscat còn có khả năng phát hiện sớm các áp thấp nhiệt đới [8]. Phương pháp của Sharp xác định TC [15] dựa vào việc tính xoáy tương đối có kết hợp với một ngưỡng giá trị tối hạn. Zierden [20] sử dụng NSCAT nghiên cứu trường khí áp bề mặt của xoáy ngoại nhiệt đới và hệ thống front lạnh vĩ độ trung bình. Gió

scatterometer cũng được dùng để xác định bán kính ảnh hưởng của vùng gió mạnh trong bão [3] và trong công tác phân tích và dự báo thời tiết biển nghiệp vụ [2]. Tháng 1/2002, cả hai cơ quan Khí tượng Hoa Kỳ và Trung tâm dự báo hạn vịnh Châu Âu đã đưa số liệu Quikscat vào hệ thống đồng hóa số liệu cho mô hình toàn cầu [13]. Số liệu này cũng giúp ích việc xác định độ phủ băng trên biển, giám sát băng trôi [5],[10]. Trong lĩnh vực kinh tế, khai thác dầu mỏ, thủy sản cũng đặc biệt cần số liệu Quikscat tựa thời gian thực.

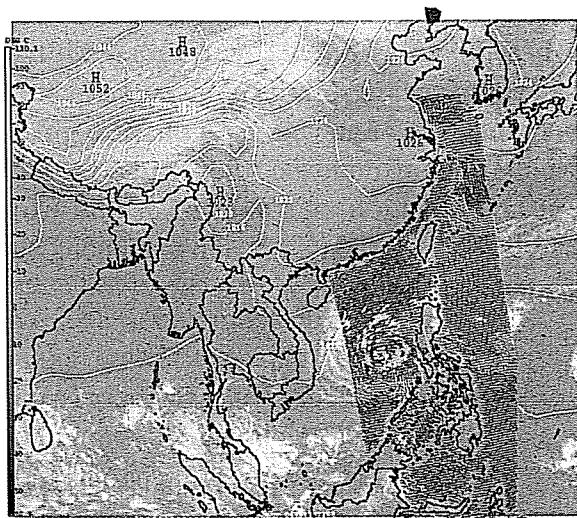
3. Gió Quikscat trong công tác nghiệp vụ Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương.

Theo [7] Quikscat được hiển thị một cách tự động mười khu vực trên hệ thống NAWIPS (National Centers Advanced Weather Interactive Processing System) (bảng 1). Tuy nhiên, Việt Nam không thuộc một trong mười khu vực ưu tiên nêu trên nên nhiệm vụ đặt ra là khai thác sử dụng loại số liệu này tại Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương (DBKTTVTW). Đối với số liệu đầu vào, tác giả khai thác từ Viện Công Nghệ California, Hoa Kỳ theo địa chỉ (<http://winds.jpl.nasa.gov/>). Đây là một trong hai địa chỉ có quyền chính thức thay mặt NASA cung cấp số liệu toàn cầu cho cộng đồng theo thời gian tựa thực. Để sử dụng số liệu Quikscat tại Trung tâm DBKTTVTW hệ thống được xây dựng bao gồm các modules: truyền nhận số liệu từ JPL, Phân tách và lưu trữ số liệu cho khu vực Đông nam Á, chuyển đổi format thích hợp từ HDF sang BUFR để hiển thị trên hệ thống NAWIPS.

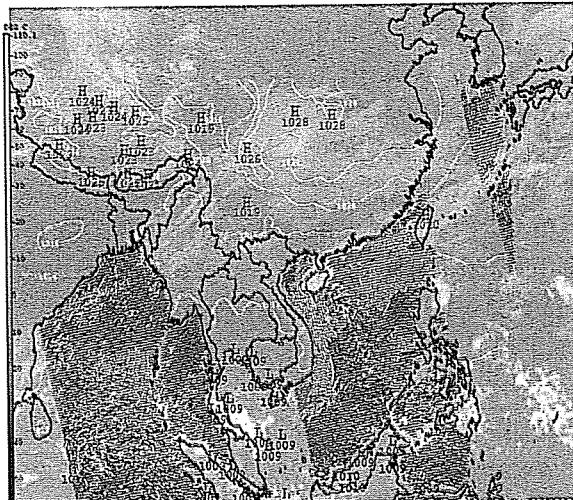
Hình minh họa (2, 3, 4, 5) thể hiện khả năng bổ xung thông tin cho việc dự báo, cảnh báo các hiện tượng thời tiết nguy hiểm cũng như thời tiết hàng ngày tại Việt Nam. Trên các hình này, gió Quikscat, ảnh mây vệ tinh và trường dự báo từ mô hình số được kết hợp với nhau.



Hình 2. Bão Durian 3h10 UTC 04/12/2006



Hình 3. Bão Utor 02h50 UTC 12/12/2006



4. Kết luận và đề xuất một số hướng nghiên cứu tiếp theo.

Số liệu gió Quikscat tựa thời gian thực đã được đưa vào hệ thống nghiệp vụ tại Phòng Nghiên cứu Ứng dụng, TTDBKTTV TW từ tháng 6 năm 2007. Một hệ thống tự động từ khâu thu nhận số liệu, giải mã, lưu trữ đến hiển thị trên hệ thống NAWIPS đã hoàn thành. Hệ thống này trở thành hệ hỗ trợ thông tin hữu ích cho dự báo Khí tượng hạn ngắt tại Trung tâm DBKTTVTW.

Để nâng cao chất lượng sản phẩm dự báo từ mô hình số và khai thác tối ưu số liệu gió Quikscat, bổ xung số liệu này làm giàu trường ban đầu là điều cần thiết. Do đó, đưa số liệu Quikscat vào hệ thống đồng hóa được xem là hướng đi tiếp theo của nghiên cứu này. Phục vụ công tác nghiệp vụ dự báo, việc xác định bán kính gió ảnh hưởng trong vùng xuất hiện xoáy thuận nhiệt đới cũng nên được đầu tư nghiên cứu tại Trung tâm DBKTTVTW.

Tài liệu tham khảo

1. *Atlas, R., S. C. Bloom, R. N. Hoffman, E. Brin, J. Ardizzone, J. Terry, D. Bungato, and J. C. Jusem, 1999: Geophysical validation of NSCAT winds using atmospheric data and analy-*

- ses. *J. Geophys. Res.*, 104, 11405–11424.
2. *Atlas, R. N. Hoffman, S. M. Leidner, J. Sienkiewicz, T.-W. Yu, S. C. Bloom, E. Brin, J. Ardizzone, J. Terry, D. Bungato, and J. C. Jusem, 2001: The effects of marine winds from scatterometer data on weather analysis and forecasting. Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 82, 1965–1990.
 3. *Edson, R. T. and J.-D. Hawkins, 2000: A comparison of scatterometer-derived wind data over tropical cyclones as determined from ERS-2 and QuikSCAT data. 24th Conference on Hurricane and Tropical Meteorology, Fort Lauderdale, FL, Amer. Meteor. Soc.*, 195–196.
 4. *Freilich, M. H., 2000: Seawinds: Algorithm theoretical basis document. Technical report, Oregon State University, Corvallis, 56 pp.*
 5. *Gohin, F., A. Cavanie, and R. Ezraty, 1998: Evolution of the passive and active microwave signatures of a large sea ice feature during its 2.5 year drift through the Arctic Ocean. J. Geophys. Res.*, 103, 8177–8189
 6. *Hoffman, R. N., and S. Mark Leidner, 2005: An introduction to the near real-time Quikscat data. Wea. Forecasting*, 20, 476–493.
 7. *Jeffrey M. A., and Raymond W. L., Gene L, 2004: Seawinds near-real-time scatterometer winds for AWIPS. 20th International Conference on Interactive Information and Processing Systems (IIPS) for Meteorology, Oceanography, and Hydrology.*
 8. *Katsaros, K. B., E. B. Forde, P. Chang, and W. T. Liu, 2001: QuikSCATs SeaWinds facilitates early identification of tropical depressions in 1999 hurricane season. Geophys. Res. Lett.*, 28, 1043–1046.
 9. *Long, D. G., 2002 : High Resolution Wind Retrieval from SeaWinds. International Geoscience and Remote Sensing Symposium, vol. 2, pp. 751–753.*
 10. *Long, D. G., 2001: High Resolution Wind Retrieval from SeaWinds. International Geoscience and Remote Sensing Symposium, pp. 2187–2189.*
 11. *Lungu, T. Ed., 2006: QuickSCAT Science Data Product Users Manual. Jet Propulsion Laboratory, Ver. 3, D-18053-REV A., California Institute of Technology.*
 12. *Naderi, F., M. H. Freilich, and D. G. Long, 1991: Spaceborne Radar Measurement of Wind Velocity Over The Ocean – An Overview of the NSCAT scatterometer System. Proceedings of the IEEE*, vol. 79, pp. 850–866.
 13. *NOAA 2006: Operational Ocean Surface Vector Winds Requirements Workshop, National Hurricane Center, Miami, Florida.*
 14. *Shaffer, S. J., R. S. Dunbar, S. V. Hsiao, and D. G. Long, 1991: A median-filter-based ambiguity removal algorithm for NSCAT. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 29, 167–174.
 15. *Sharp, R. J., M. A. Bourassa, and J. J. OBrien, 2002: Early detection of tropical cyclones using SeaWinds-derived vorticity. Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 83, 879–889.
 16. *Sobieski, P. W., C. Craeye, and L. F. Bliven, 1999: Scatterometric signatures of multivariate drop impacts on fresh and salt water surfaces. Int. J. Remote Sens.*, 20, 2149–2166.
 17. *Veldon, C., K. Bruske, C. Kummerow, W. T. Liu, J. Simpson, S. Braun, and R. Anthes, 2002: The burgeoning role of weather satellites. Coping with Hurricanes, R. Simpson, M. Garstang, and R. Anthes, eds., American Geophysical Society, Washington, DC, pp. 217–218.*
 18. *Wentz, F. J., S. Peteherych, and L. A. Thomas, 1984: A model function for ocean radar cross sections at 14.6 GHz. J. Geophys. Res.*, vol. 89, pp. 3689–3704.
 19. *Wentz, F. J., L. A. Mattox, and S. Peteherych, 1986: New Algorithms for microwave measurements of ocean winds: Applications to SEASAT and the Special Sensor microwave imager. J. Geophys. Res.*, vol. 91, pp. 2289–2307, 1986.
 20. *Zierden, D. F., M. A. Bourassa, and J. J. OBrien, 2000: Cyclone surface pressure fields and frontogenesis from NASA Scatterometer (NSCAT). J. Geophys. Res.*, 105, 23967–23981.