

ỨNG DỤNG SỐ LIỆU VỆ TINH PHONG VÂN TRONG NGHIỆP VỤ DỰ BÁO KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN Ở VIỆT NAM

Nguyễn Vinh Thư

Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương

Công nghệ vệ tinh ngày càng phát triển và thông tin thu nhận từ vệ tinh đã và đang được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Hiện tại Việt Nam đang có một số trạm thu và xử lý ảnh mây vệ tinh đặt tại Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương (TT DBKTTV TU) như: trạm thu ảnh vệ tinh địa tĩnh MTSAT - Nhật Bản, trạm thu ảnh vệ tinh quỹ đạo cực NOAA - Mỹ. Đầu năm 2008, Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia (TT KTTV QG) đã tiếp nhận và tiến hành lắp đặt thành công hệ thống trạm thu mặt đất vệ tinh khí tượng địa tĩnh Phong Vân II (FY-2) do Trung Quốc tài trợ theo chương trình "Hợp tác tự nguyện của Tổ chức Khí tượng thế giới WMO". Vệ tinh Phong Vân 2C và 2D có vị trí rất thuận lợi đối với khu vực Việt Nam (đặt trên kinh tuyến 105 °E và 86.5 °E). Đây là nguồn số liệu quý giá, hỗ trợ tốt trong nghiệp vụ dự báo thời tiết hàng ngày, đặc biệt là trong phân tích các hiện tượng thời tiết nguy hiểm bão, áp thấp nhiệt đới, mưa lớn, lũ,...

1. Mở đầu

Sự phát triển và tăng cường liên tục cả về số lượng và chất lượng các vệ tinh quan trắc môi trường, trái đất trong những năm gần đây đã và đang góp phần không nhỏ trong lĩnh vực dự báo thời tiết, các nghiên cứu khoa học về biến đổi khí hậu và sinh thái môi trường. Các nguồn số liệu thu được từ vệ tinh ngày càng đóng vai trò quan trọng và không thể thiếu được trong các hoạt động khoa học của con người và là nguồn số liệu gần như duy nhất có giá trị trong nghiệp vụ theo dõi, giám sát và dự báo bão, áp thấp nhiệt đới (ATNĐ).

Cùng với sự phát triển về công nghệ vũ trụ trên thế giới, Trung Quốc đã cải tiến và bổ sung nhiều các thế hệ vệ tinh quan trắc trái đất, môi trường quỹ đạo đồng bộ và quỹ đạo không đồng bộ với chuyển động của mặt trời. Vệ tinh quỹ đạo địa tĩnh Phong Vân II cũng đã được tăng cường lên 03 vệ tinh: FY-2C, FY-2D và FY-2E (trước đây là FY-2A và FY-2B). Chính sự phát triển này đã kéo theo những thay đổi về phương thức truyền phát số liệu cũng như khuôn dạng thông tin thu nhận nhằm giúp các nhà khoa

học có thể khai thác tối ưu các thông tin hữu ích này.

Định dạng số liệu S-VISSR phát đi từ vệ tinh Phong Vân II qua hệ thống truyền phát số liệu FengYuncast cũng được cải tiến lên cho phù hợp với các nghiên cứu và khai thác chuyên sâu và hoàn toàn khác với định dạng S-VISSR của vệ tinh GMS, Phong Vân 2A và 2B. Với định dạng mới S-VISSR phiên bản mới 2.0 áp dụng cho các thế hệ địa tĩnh C, D và E giúp người sử dụng có thể đưa ra những tính toán về trường nhiệt bức xạ, trường mây được chính xác hơn, qua đó các sản phẩm ảnh ứng dụng sẽ được tăng cường rất nhiều về chất lượng thông tin.

2. Giới thiệu vệ tinh Phong Vân.

Hệ thống quan trắc vệ tinh địa tĩnh khí tượng Phong Vân II (FY-2) được nghiên cứu, phát triển và quản lý bởi Cục Khí tượng Trung Quốc (CMA). Hai vệ tinh đầu tiên là FY-2A và FY-2B được thử nghiệm và phóng vào quỹ đạo ngày 10/6/1997 và 25/6/2000. Tiếp đó, 03 vệ tinh trong hệ thống vệ tinh Phong Vân II là FY-2C/D/E cũng được đưa vào và sẽ hoạt động cho đến 2012. Các kênh phổ của vệ tinh Phong Vân

Hiện nay bao gồm 05 kênh gần với của vệ tinh MTSAT (Visible, Medium Infrared, Water Vapor, Split Window và Longwave Infrared). Tuy nhiên, độ phân

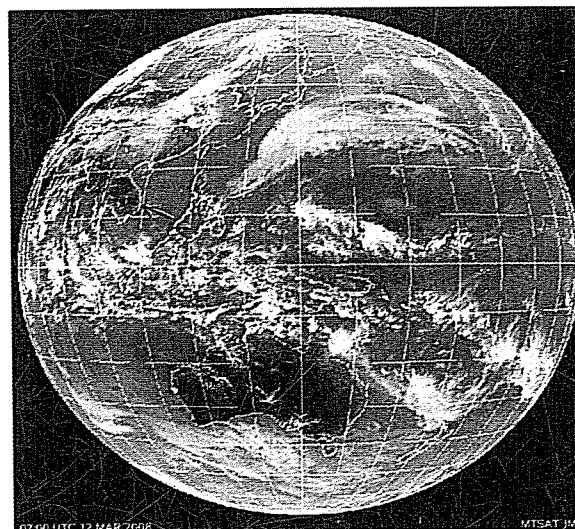
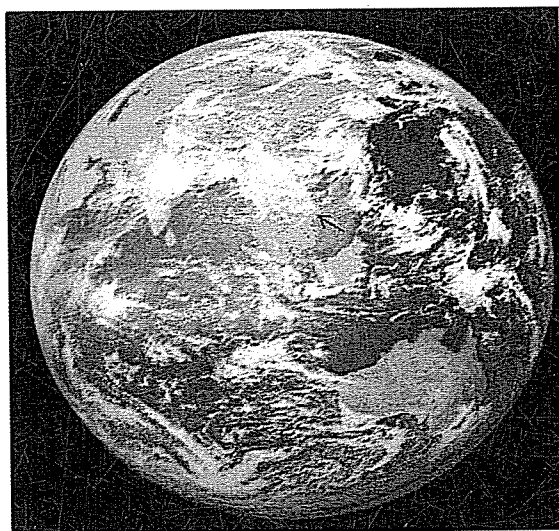
giải không gian của chúng kém hơn (khoảng 05 km tại chân vệ tinh), tương tự như thế hệ vệ tinh GMS-5 trước đây (bảng 1).

Bảng 1. Các kênh phổ quét của vệ tinh Phong Vân

Thứ tự	Tên gọi	Bước sóng (μm)	Độ phân giải không gian (km/pixel)
Kênh 1	VIS	0,73	1,25
Kênh 2	IR1	10,8	5,0
Kênh 3	IR2	12,0	5,0
Kênh 4	IR3	6,7	5,0
Kênh 5	IR4	3,8	5,0

Hiện nay, hệ thống thu ảnh vệ tinh địa tĩnh FengYuncast cho phép chúng ta có thể nhận liên tục các loại số liệu quan trắc mây từ loạt các vệ tinh địa tĩnh của Trung Quốc và các sản phẩm phân tích trên nguồn số liệu ảnh gần thời gian thực, độ ổn định cao và là nguồn bổ sung rất có giá trị cho các quan trắc

vệ tinh còn thiếu hụt trong nghiệp vụ KTTV ở Việt Nam. Sau thế hệ vệ tinh FY-2B, từ thế hệ vệ tinh Phong Vân 2C về sau này (FY-2C, FY-2D, FY-2E và FY-2F), Trung tâm Vệ tinh Khí tượng Trung Quốc đã cải tiến đáng kể phương thức truyền phát cũng như chất lượng thông tin thu nhận.



Hình 1. So sánh vùng phủ của vệ tinh Phong Vân (trái) và MTSAT (phải)

3. Khai thác số liệu Phong Vân tại Việt Nam

a. Khuôn dạng số liệu SVISSR

Số liệu vệ tinh Phong Vân nhận qua hệ thống trạm thu FengYuncast là loại thuộc hệ thống trạm qui mô trung bình (Medium Data Utilization Station - MDUS) theo phương thức Stretch Visible Infrared Spin Scan Radiometers (S-VISSR 2.0) với các thông tin dữ liệu thay đổi từ mã đồng bộ khung,

khuôn dạng số liệu, khối thông tin hiệu chỉnh, thông tin quỹ đạo,...

Mã đồng bộ được truyền để đồng bộ bit và khung bởi bộ tách tín hiệu gồm có 104 bits trong chuỗi Pseudo-Random Noise (PN) phát sinh bởi một chuỗi 15 số thay đổi (bắt đầu bằng một chuỗi cố định 011001110011111 và kết thúc là chuỗi 111111111111111). Với mỗi lần quét ảnh của vệ tinh sẽ cho 1 đường số liệu IR1, IR2, IR3, IR4 và 4

đường số liệu VIS. Từ phần 2 đến 4 là số liệu ảnh IR1~IR3 lớn hơn 8 bits. Phần 5 đến 8 là phần số liệu ảnh thị phố (VIS1~VIS4). Phần 9 đến 11 là ảnh IR1~IR3 thấp hơn 2 bits. Phần 12 là ảnh IR4. Đoạn đầu của mỗi phần thông tin đều có mã phân biệt

riêng (ID code), sau đó là nội dung của thông tin và mã CRC 16bits và cuối cùng 2048 bits logic zeros. Mã CRC là 16 bits error/detection data được tạo ra bởi hàm sau:

$$G(X) = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$$

Bảng 2. Thông tin luồng dữ liệu ảnh của vệ tinh FY-2D

IR1~IR3 Upper 8-bit data			VIS1~VIS4 6-bit data				IR1~IR3 Lower 2-bit data			IR4 10-bit data
IR1	IR2	IR3	VIS1	VIS2	VIS3	VIS4	IR1	IR2	IR3	IR4

Sector 2~4 và 9~12 là các sector số liệu ảnh hồng ngoại. Mỗi sector gồm có 2291 pixel trên 1 dòng số liệu hình ảnh. Độ phân giải theo không gian của điểm ảnh hồng ngoại là 5 km tại sub satellite point. Lượng tử hóa của kênh hồng ngoại được biểu diễn bằng 10 bits nhưng số liệu IR1~IR3 lớn hơn 8 bits được ghi trong sector 2~4 để duy trì sự tương thích với số liệu FY-2B. Số liệu IR1~IR3 nhỏ hơn 2 bits được đưa vào phần sector 9~11.

b. Các bước chuyển đổi số liệu

Số liệu thô của vệ tinh Phong Vân sau khi nhận về với định dạng S-VISSR 2.0 khuôn dạng 10 bits được chuyển đổi sang các định dạng phổ biến, phù hợp với các chương trình khai thác hiện đang sử dụng nhằm mục đích đưa ra các sản phẩm phục vụ cho phân tích mây, mưa, bão,... Dưới đây là một số nghiên cứu chuyển đổi đã thực hiện để đưa số liệu Phong Vân từ dạng số liệu gốc ban đầu về các dạng phù hợp và các sản phẩm theo yêu cầu của nghiệp vụ dự báo KTTV.

i). Chuyển đổi phép chiếu tọa độ địa tĩnh của số liệu vệ tinh Phong Vân về các phép chiếu thông dụng hiện nay: Mercator, Decac, Geosat, Lambert,....

ii). Chuyển đổi mức lượng tử 10bits về 8bits cho một số ứng dụng

iii). Chuyển đổi bức xạ nhiệt thành các giá trị nhiệt độ đỉnh mây (Cloud top temperature), lượng hơi nước (Water Vapor) và độ dày mây (Albedo).

iv). Chuyển đổi định dạng S-VISSR 2.0 sang

các dạng HRIT, xPIF, BMP, GMSLPD (Z).

v). Tạo các sản phẩm ảnh tổ hợp bằng phương pháp đa phổ để phân loại mây và ước lượng mưa (Multi Spectral Analysis).

vi). Truyền phát các ảnh mây và các sản phẩm của vệ tinh Phong Vân II cho các phòng nghiệp vụ có liên quan tại Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương, các Đài Khí tượng Thủy văn Khu vực, Đài Truyền hình Việt Nam, Ban Chỉ đạo Phòng chống lụt bão Trung ương, Website,....

c. Ứng dụng trong nghiệp vụ dự báo

1) Phân tích xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ)

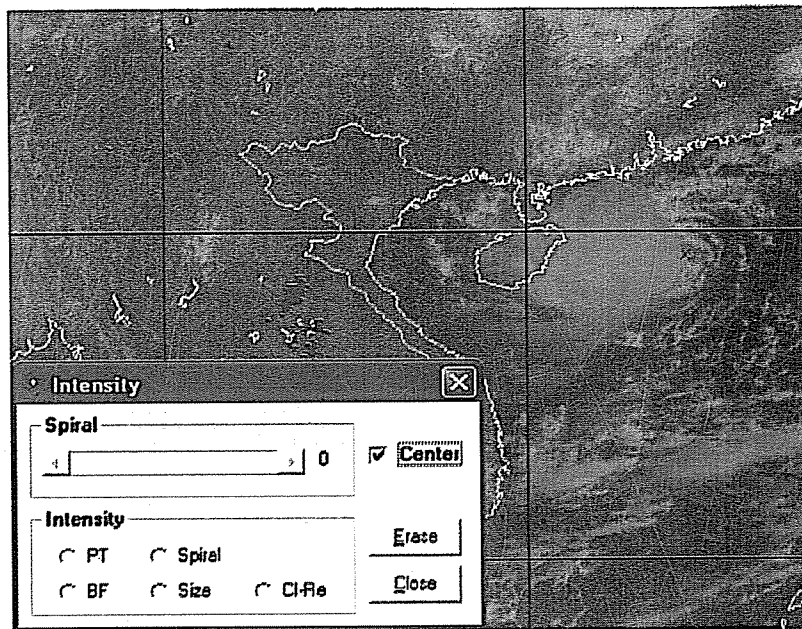
Một trong những ứng dụng quan trọng của thông tin số liệu vệ tinh quan trắc đó là phân tích bão, áp thấp nhiệt đới. Đây là hiện tượng thời tiết nguy hiểm thường hình thành và phát triển ngay trên đại dương, nơi có rất ít các số liệu quan trắc truyền thống để theo dõi và dự báo. Vì vậy, khai thác, ứng dụng số liệu vệ tinh Phong Vân để giám sát, theo dõi và dự báo diễn biến của bão, áp thấp nhiệt đới là rất hiệu quả và cần thiết.

Trường hợp nghiên cứu lúc 03:00 UTC, ngày 10 tháng 9 năm 2009 (hình 2) diễn tả việc nghiên cứu sử dụng ảnh Phong Vân để xác định vị trí tâm của cơn bão tên quốc tế MUIGAE. Trong trường hợp này, hệ thống mây bão có dạng xoắn mây tầng thấp (Low Cloud Vortex) với mây đối lưu phát triển ở phía bên trái của tâm hệ thống mây. Sử dụng ảnh tổ hợp giữa hai kênh hồng ngoại và thị phố có thể dễ dàng xác định được vị trí tâm của hệ thống mây. Trên sản

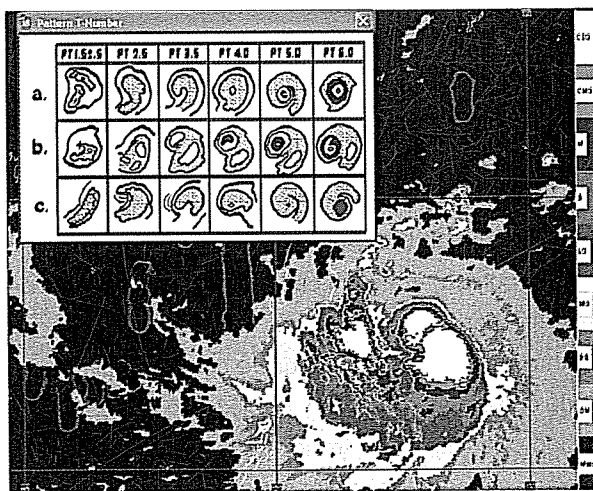
phẩm tổ hợp IR-VIS này, các dải mây tầng thấp có màu vàng và vùng mây đối lưu có màu xanh nhạt. Mũi tên chỉ vùng mây Cb hình thành ngay sát vị trí tâm của các xoăn mây tầng thấp (vị trí tâm được đánh dấu bởi dấu X đỏ).

Hình 3 là trường hợp nghiên cứu sử dụng ảnh hồng ngoại tăng cường EIR (FY-2D) để phân tích XTND theo phương pháp Dvorak. Hình bên trái là ảnh EIR chụp lúc 01:30UTC ngày 2 tháng 10 năm 2009 và hình bên phải là ảnh EIR chụp lúc 15:30 UTC ngày 1 tháng 10 năm 2009 cơn bão PARMA.

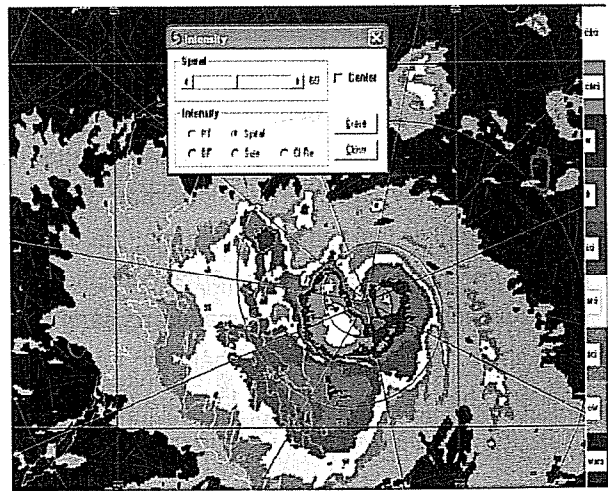
Các hệ thống mây dễ dàng được nhận dạng theo bảng màu tăng cường (EIR) và hỗ trợ rất tốt đo đặc các đặc trưng mây (dạng băng cuốn - Banding Pattern) theo xoắn Logarit. Trong trường hợp này, hệ thống mây (bên trái) không rõ ràng, cần xác định XTND theo chỉ số PT (Pattern T-number) nhờ định bằng "PT" của phương pháp; trong khi hệ thống mây bão (hình phải) có dạng băng cuốn, cường độ bão PARMA được xác định theo dải mây xoắn nhất có màu W (White) bằng đo đặc các đặc trưng xoắn Logarit.



Hình 2. Xác định tâm bão MUIGAE lúc 03 giờ 00UTC ngày 10 tháng 9 năm 2009



01 giờ 30 UTC ngày 2 tháng 10 năm 2009



15 giờ 30 UTC ngày 1 tháng 10 năm 2009

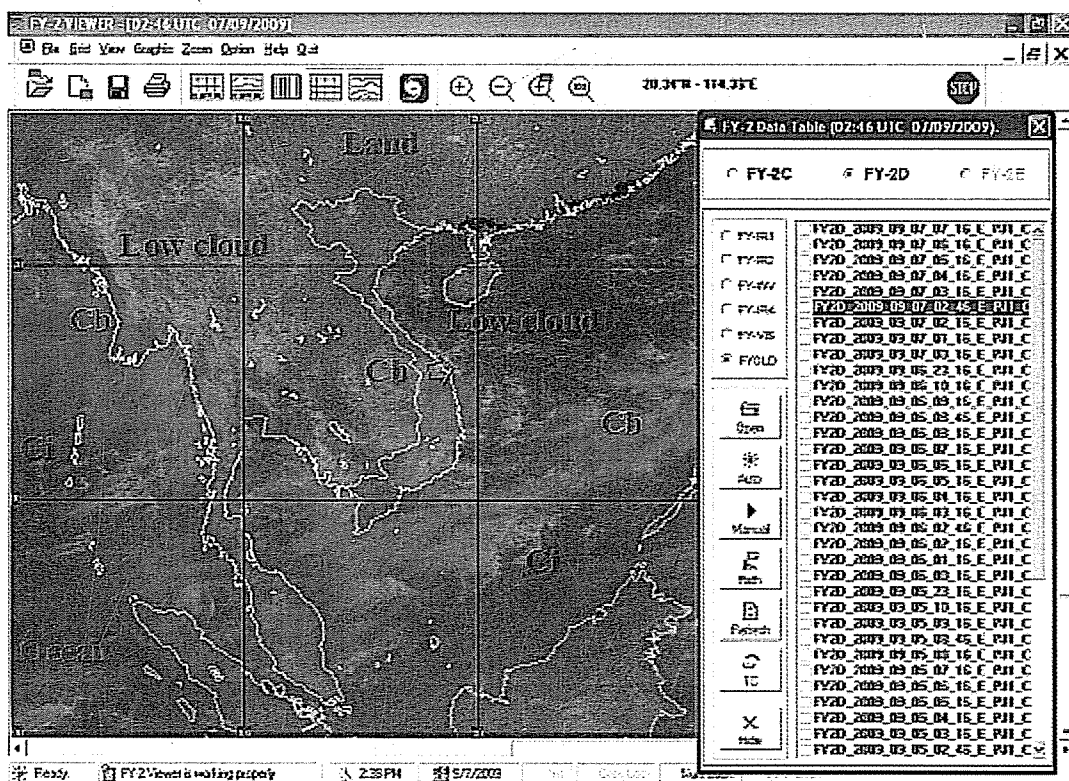
Hình 3. Phân tích cường độ bão PARMA năm 2009

Nghiên cứu & Trao đổi

2) Nhận dạng mây

Dải bước sóng thị phổ, hồng ngoại và hơi nước có vai trò quan trọng trong phân biệt và nhận dạng mây cũng như tính toán sự phát triển của mây trong thời gian gần. Trên hình 4, khối mây Cb trên khu vực tỉnh Quảng Ngãi và Thanh Hóa được nhận dạng bởi đặc điểm có màu trắng sáng và có rìa sắc nét và

phía tây trên cao có mây Ci tỏa ra. Mây Ci trên sản phẩm này thường có màu xanh nhạt. Sương mù và mây tầng thấp có màu vàng, tùy thuộc độ dày của mây mà màu sắc của chúng có thể thay đổi từ vàng nhạt đến vàng đậm. Bề mặt đất liền, hải đảo, đại dương và các vùng nước dễ dàng phân biệt được trên ảnh này do độ tương phản rất khác nhau.

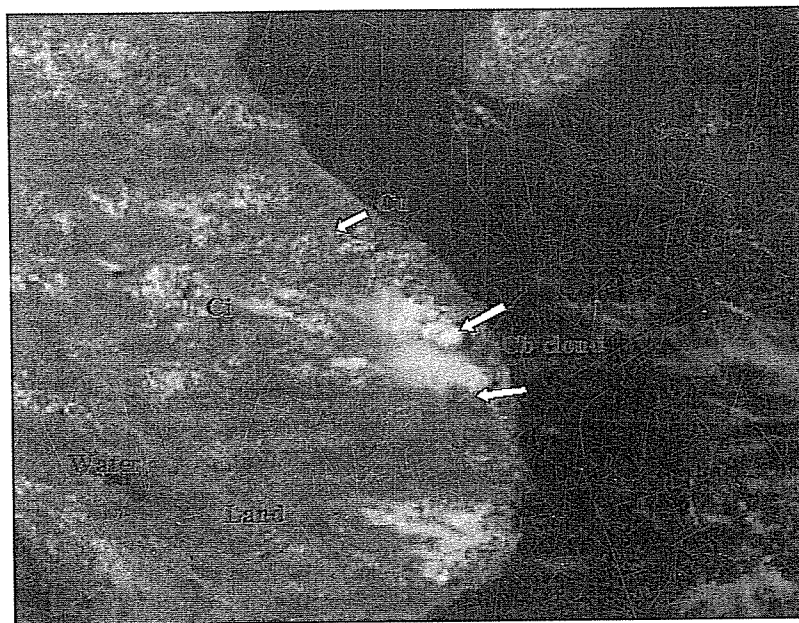


Hình 4. Phân tích mây trên ảnh vệ tinh Phong Vân II lúc 02 giờ 45 UTC ngày 7 tháng 9 năm 2009

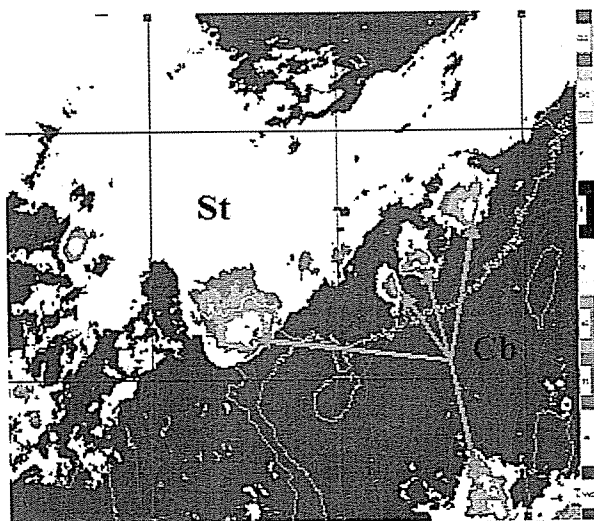
Thông tin hình ảnh từ các mức xám khác nhau của kênh ảnh thị phổ chụp lúc 08:00 UTC ngày 9 tháng 7 năm 2009 (hình 5) có thể nhận dạng được nhiều loại mây khác nhau như mây Cb, Cu, Sc... Mây đối lưu với nhiệt độ đỉnh mây rất thấp có thể dễ dàng nhận dạng được trên ảnh thị phổ cũng như ảnh hồng ngoại nhiệt với màu trắng sáng chói. Tuy nhiên, cần phải kết hợp phân tích trên cả hai loại ảnh, bởi vẫn có sự nhầm lẫn giữa mây đối lưu (Cb), mây Cu dày với mây Ci tầng cao.

Kết hợp phân tích đa phổ giữa kênh hơi nước ($6.7 \mu m$) và kênh hồng ngoại nhiệt ($11 \mu m$) của vệ

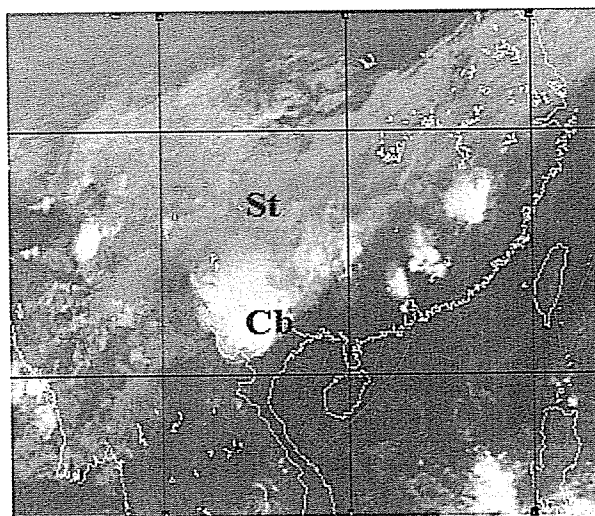
tình Phong Vân giúp nhận dạng được mây đối lưu, mây tầng thấp, mây tầng cao và thậm chí là mức độ đối lưu một cách khả quan. Sử dụng sản phẩm này sẽ loại bỏ được mây mỏng tầng cao và mây tầng thấp. Màu đỏ trên hình 6 (trái) là khu vực không có mây đối lưu, trong khi các vùng có màu từ xám đến xám nhạt là các vùng mây đối lưu. Các mức xám khác nhau thể hiện mức độ về độ cao và giá trị nhiệt độ của đỉnh mây đối lưu. Khối không khí lạnh ở phía bắc của Việt Nam trong trường hợp này có màu trắng, dễ dàng phân biệt được với vùng mây đối lưu phát triển có màu xám phân biệt.



Hình 5. Phân tích mây trên ảnh vệ tinh Phong Vân II lúc 08 giờ 00 UTC ngày 9 tháng 7 năm 2009



IR1-WV



IR1 Channel

Hình 6. Phân tích mây đối lưu lúc 00 UTC ngày 21 tháng 9 năm 2009 trên ảnh vệ tinh Phong Vân II. Tổ hợp IR-WV (trái) và IR1 (phải)

4. Kết luận

Nghiên cứu, tìm hiểu chi tiết thông tin số liệu nhận được dạng S-VISSR phiên bản 2.0 mà hệ thống thu mặt đất FengYunCast do Trung Quốc tài trợ thu được có ý nghĩa rất lớn trong việc đưa nguồn số liệu vệ tinh Phong Vân II vào khai thác ứng dụng. Với mục đích nhằm giải mã, chuyển đổi và xử lý tất cả các thông tin chứa trong nguồn số liệu Phong Vân 2C/D/E, do vậy nghiên cứu này đóng vai trò là

nghiên cứu tiên phong, có tính chất quyết định cho thành công của việc khai thác ứng dụng nguồn số liệu này vào lĩnh vực KTTV ở nước ta.

Hoàn chỉnh xử lý thông tin vệ tinh Phong Vân II còn giúp chúng ta có thể chiết xuất ra được những sản phẩm ảnh vệ tinh từ các kênh hữu ích nhằm phục vụ cho các chương trình nghiệp vụ dự báo hiện có tại các đơn vị trong Trung tâm KTTV Quốc gia, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi

trường và cung cấp cho các Cơ quan quản lý phòng chống thiên tai.

Ngoài ra, với tần suất quan trắc dày đặc, hoạt động ổn định của các chuỗi vệ tinh Phong Vân II sẽ góp phần nâng cao chất lượng dự báo và dần là cơ sở quan trọng hình thành phương pháp khả thi trong

ứng dụng nguồn số liệu vệ tinh này kết hợp với số liệu vệ tinh MTSAT (Nhật Bản), NOAA (Mỹ), COM-SAT (Hàn Quốc) kết hợp với mạng lưới Radar thời tiết và quan trắc tự động trong nghiệp vụ dự báo hạn cực ngắn (Nowcasting) cho khu vực Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

1. *The User Guide of FengYunCast Geo-System for User Station. Beijing ShineeTek Satellite Application Engineering Co., Ltd November 2007.*
2. *S-VISSR Data Transmission, Meteorological Satellite Center, Japan Meteorological Agency, Japan April 1998.*
3. *Navigation Facility Reference Manual, VCS, iX-SAT/B, 1994.*
4. *LRIT/HRIT Global Specification. CGMS, Issue 2.6, 1999. Navigation Facility Reference Manual, VCS, iX-SAT/B, 1994.*
5. *Dvorak, 1984: Tropical cyclone intensity analysis using satellite data. NOAA Tech. Rep. NESDIS 11, Washington, DC, 47 pp. Olander T. L., 2004: The Advanced Objective Dvorak.*