

ỨNG DỤNG TƯ LIỆU VIỄN THÁM VỆ TINH ĐỂ GIÁM SÁT SỰ TĂNG TRƯỞNG CỦA CÂY LÚA RICE CROP MONITORING BY USING REMOTE SENSING DATA

Lâm Đạo Nguyên

Phòng Địa Tin học – Viễn thám, Phân viện Vật lý tại TP. Hồ Chí Minh, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)

BẢN TÓM TẮT

Bài báo đề cập đến việc sử dụng tư liệu viễn thám vệ tinh đã chứng tỏ khả năng ứng dụng để theo dõi sự phát triển mùa vụ lúa, đặc biệt sử dụng tư liệu viễn thám radar ERS2-SAR của Cơ quan Không gian châu Âu (ESA - European Space Agency) cho vùng lúa Đồng bằng sông Cửu Long, nơi có hệ thống cơ cấu mùa vụ rất phức tạp.

ABSTRACT

In this paper, it is proved that using ERS2-SAR data has its effective application in monitoring Rice crop in Mekong river delta, where has a complex cropping system (single, double, even triple rice crops per year).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là một trong những nước sản xuất lúa gạo nhiều nhất thế giới, mà đồng bằng sông Cửu Long là vựa lúa lớn nhất của cả nước. Hiện nay công tác điều tra thống kê và lập bản đồ vùng trồng lúa được thực hiện chủ yếu dựa vào khảo sát thực địa bằng sức người. Do đó, việc nghiên cứu ứng dụng tư liệu viễn thám, đặc biệt là viễn thám radar để theo dõi sự tăng trưởng của cây lúa theo thời gian, lập bản đồ và dự báo năng suất mùa vụ là rất cần thiết cho chương trình an toàn lương thực quốc gia, khu vực và thế giới.

Đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng tư liệu viễn thám trong theo dõi mùa màng nói chung và mùa vụ lúa nói riêng. Các nghiên cứu này sử dụng tư liệu viễn thám quang học như ảnh NOAA/AVHRR hoặc SPOT/Vegetation cần cho việc theo dõi sự tăng trưởng của mùa vụ lúa. Nhưng độ phân giải không gian của chúng (1Km) thì không cho phép để theo dõi từng thửa ruộng. Các tư liệu viễn thám quang học khác như Landsat và SPOT có thể sử dụng cho mục đích này. Nhưng phần lớn thời gian mà mùa vụ lúa trồng ở miền nhiệt đới là vào mùa mưa, thời gian mà hiếm khi có được ảnh quang học không

bị mây che phủ. Để khắc phục hạn chế này, một số nghiên cứu khác đã sử dụng các tư liệu viễn thám radar. Vì chúng cho phép quan sát bề mặt trái đất độc lập với điều kiện thời tiết và sự chiếu sáng của mặt trời, nên thích hợp cho việc giám sát sự tăng trưởng cây lúa, lập bản đồ và dự báo năng suất mùa vụ.

Trong bài báo này chủ yếu tập trung về nghiên cứu ứng dụng tư liệu viễn thám radar ERS2-SAR đa thời gian để tìm hiểu mối quan hệ của chúng với chu kỳ sinh trưởng của cây lúa.

2. PHƯƠNG PHÁP

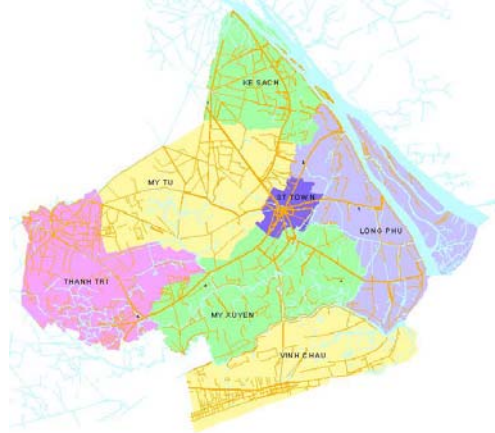
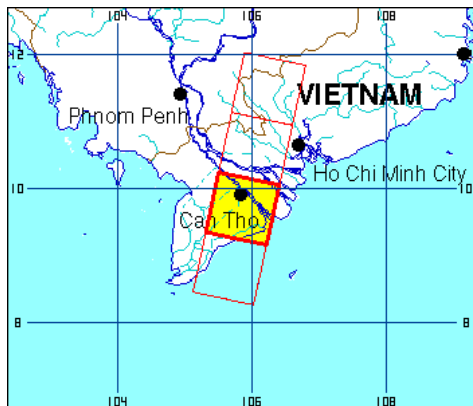
Dải phổ sóng siêu cao tần thường dùng trong viễn thám quan sát bề mặt đất có bước sóng từ 1cm đến 1m. So với sóng khả kiến và hồng ngoại thì sóng siêu cao tần, do có bước sóng dài hơn, có những đặc tính đặc biệt quan trọng trong viễn thám như:

- Phụ thuộc rất ít vào điều kiện khí quyển;
- Điều khiển bức xạ điện từ phát và nhận (đối với viễn thám chủ động): năng lượng, tần số, phân cực;

- Có khả năng chọn góc tới và góc phương vị đáp ứng theo mục đích nghiên cứu.

2.1 Vùng nghiên cứu

Vùng nghiên cứu được chọn là địa bàn tỉnh Sóc Trăng với diện tích toàn tỉnh là 3.223km². Vùng này đặc trưng cho tính phức tạp của hệ thống mùa vụ lúa ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) và thuộc trọn trong một scene ảnh ERS2-SAR (xem hình 1).



Hình 1: Khu vực nghiên cứu

2.2 Chu kỳ sinh trưởng của cây lúa

Sự hiểu biết về tán xạ radar của vùng lúa ở các giai đoạn tăng trưởng khác nhau là rất quan trọng. Đối với vùng canh tác lúa nước, có ba thời kỳ phân biệt của mùa vụ lúa: thời kỳ sạ-cấy, thời kỳ tăng trưởng và thời kỳ sau thu hoạch.

- Thời kỳ sạ-cấy: cánh đồng bị ngập nước với lớp nước dày từ 2 - 15 cm;

- Thời kỳ tăng trưởng: cây lúa phát triển qua ba giai đoạn: giai đoạn sinh trưởng; giai đoạn sinh sản và giai đoạn lúa chín;
- Thời kỳ sau thu hoạch: cánh đồng tro trụi và khô cằn (trừ khi có mưa).



Hình 2: Hình ảnh về các giai đoạn phát triển của lúa (trước khi sạ; gđ. sinh trưởng; gđ. sinh sản; gđ. lúa chín)

2.3 Hệ thống mùa vụ lúa ở đồng bằng sông Cửu Long

Hệ thống mùa vụ	Vụ lúa
Lúa một vụ - nước mưa	Mùa (M)
Lúa hai vụ - nước mưa - nước thủy lợi	Hè Thu (HT) - Thu Đông (TĐ) Đông Xuân (ĐX) - Hè Thu (HT)
Lúa ba vụ - nước thủy lợi	Đông Xuân (ĐX) - Hè Thu (HT) - Thu Đông (TĐ)
Hệ thống lúa - tôm	Mùa (M)

Hệ thống mùa vụ lúa ở ĐBSCL tương đối phức tạp, thể hiện qua những đặc trưng sau:

- Kích thước thửa ruộng không đồng đều từ nhỏ (0,5 ha) đến lớn;
- Ngày gieo sạ ở các thửa ruộng trong cùng một vùng thì khác nhau (có thể là vài tuần);
- Hệ thống mùa vụ khác nhau (một, hai hoặc ba vụ);
- Tập quán canh tác (sạ, cấy);
- Giống lúa.

2.4 Tư liệu ảnh viễn thám sử dụng

Chín scene ảnh viễn thám radar ERS2-SAR PRI thuộc vùng nghiên cứu với chu kỳ thu nhận 35 ngày từ tháng 05/1997 đến 04/1998 được thu thập. Ngoài ra, bốn scene ảnh ERS2-SAR PRI trong khoảng thời gian 07/1996 - 10/1996 cũng được dùng cho nghiên cứu.

2.5 Phương pháp

Phương pháp sử dụng trong nghiên cứu này dựa trên các kết quả nghiên cứu trước đây [2] và sử dụng thành quả của module phần mềm RISAR được phát triển trên nền phần mềm xử lý ảnh MULTISCOPE.

Các kết quả nghiên cứu về mặt lý thuyết và thực nghiệm cho thấy các vùng lúa có sự biến đổi lớn về tán xạ radar theo thời gian. Do đó, để xác định vùng trồng lúa cần sử dụng ít nhất hai ảnh thu nhận trong cùng chu kỳ mùa vụ hoặc giữa ảnh cuối mùa vụ trước và đầu mùa vụ sau.

Sự biến đổi theo thời gian của tán xạ radar được đánh giá bởi tỉ số cường độ tán xạ của mỗi pixel giữa hai thời điểm của ảnh. Để làm tối đa tỉ số cường độ, giá trị biến đổi theo thời gian (MTC - Maximum Temporal Change) được tính theo phương trình sau:

$$MTC_{i,j} = \frac{\text{Max}(I_{i,j,k})}{\text{Min}(I_{i,j,k})}$$

Trong đó:

i và j = tọa độ dòng cột của pixel;

k = số hiệu ảnh

Theo nguyên tắc, để sản xuất bản đồ vùng lúa, cần phải xác định những pixel mà có giá trị $MTC_{i,j}$ lớn hơn giá trị ngưỡng (dB) nào đó.

3. PHÂN TÍCH

3.1 Giải đoán ảnh SAR đa thời gian

Đối với dữ liệu SAR, sự biến đổi theo thời gian của tán xạ của lúa là duy nhất. Màu sắc thể hiện trên ảnh SAR đa thời gian liên quan đến sự phát triển của cây lúa trên các cánh đồng trong suốt chu kỳ mùa vụ do sự gia tăng sinh khối.

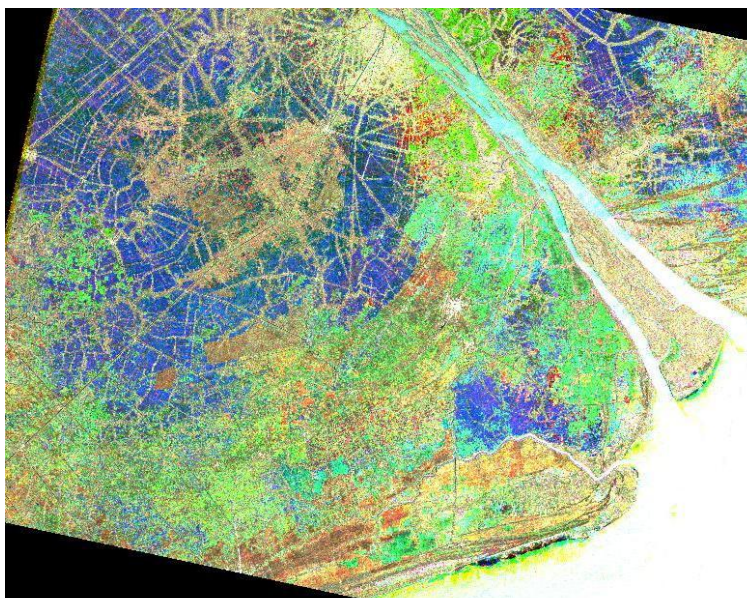
Ảnh ERS2-SAR tổ hợp màu (hình 3) thể hiện sự biến đổi hệ số tán xạ ngược (σ^0) của vùng lúa vụ ĐX theo thời gian giữa ba ngày ảnh (21/12/97, 25/01/98, 01/03/98). Vùng thị xã Sóc Trăng với khu dân cư tập trung thể hiện tone màu sáng trên ảnh. Trong khi đó vùng có màu xanh dương thể hiện vùng trồng lúa ba vụ (ĐX - HT - TĐ), vùng có màu xanh lục dọc theo phía bờ phải sông Hậu thể hiện vùng trồng lúa hai vụ (ĐX - HT).

3.2 Phân tích tư liệu SAR

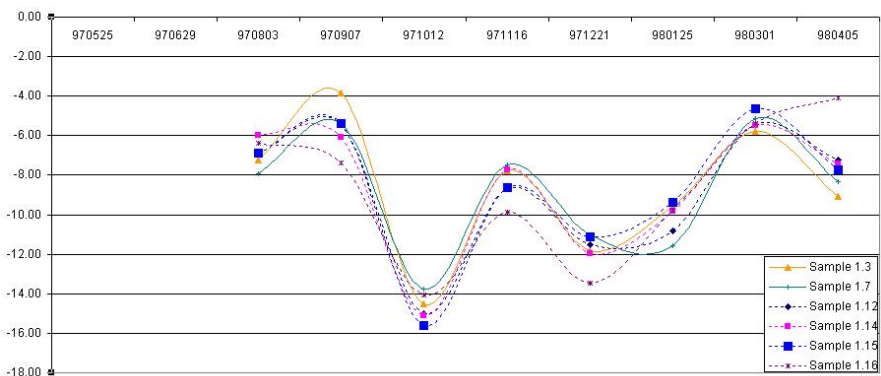
Phân tích sự biến đổi σ^0 theo chu kỳ một năm (05/1997 - 04/1998) của các vùng mẫu và vẽ đường đồ thị thể hiện sự biến đổi này. Kích thước của mỗi mẫu là 14x14 pixels, các vùng mẫu được chọn đại diện cho các hệ thống mùa vụ khác nhau (một, hai và ba vụ).

Giá trị tán xạ ngược σ^0 của vùng lúa trên ảnh radar thay đổi từ -18 đến -2dB trong suốt một năm quan sát. Trong trường hợp một mùa vụ lúa, giá trị biến đổi lớn nhất được quan sát là 12dB. Đối với loại hình sử dụng đất khác như: khu dân cư; vườn cây ăn quả; ruộng mía; rừng,

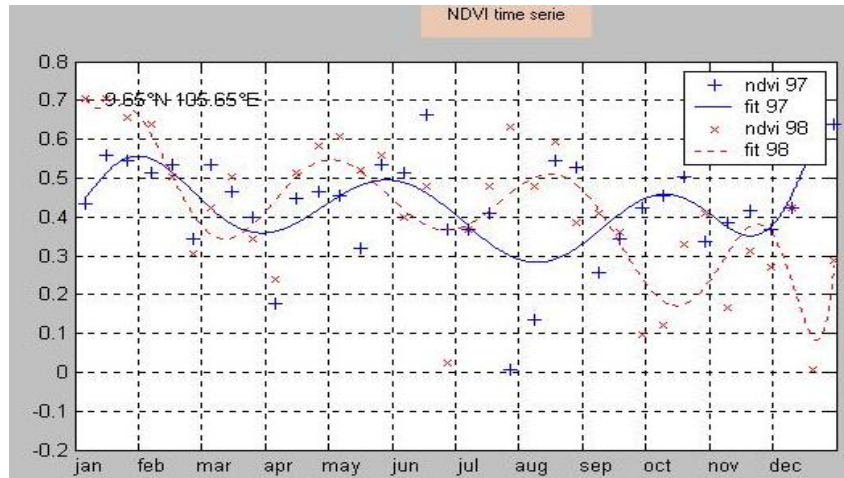
quan sát cho thấy giá trị tán xạ ngược rất ổn định với giá trị biến đổi lớn nhất của σ^0 là 2dB. Ngoài ra, tư liệu viễn thám quang học NOAA-AVHRR cũng được thu thập để phân tích mối quan hệ của chỉ số NDVI với sự tăng trưởng của cây lúa.



Hình 3: Ảnh ERS2-SAR tổ hợp màu (RGB: 21/12/97, 25/01/98, 01/03/98)



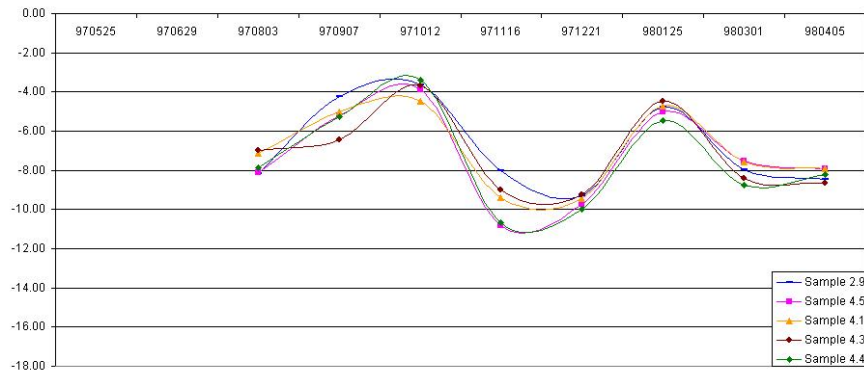
Hình 4: Biến đổi theo thời gian của σ^0 của dữ liệu SAR trong các vùng lúa ba vụ



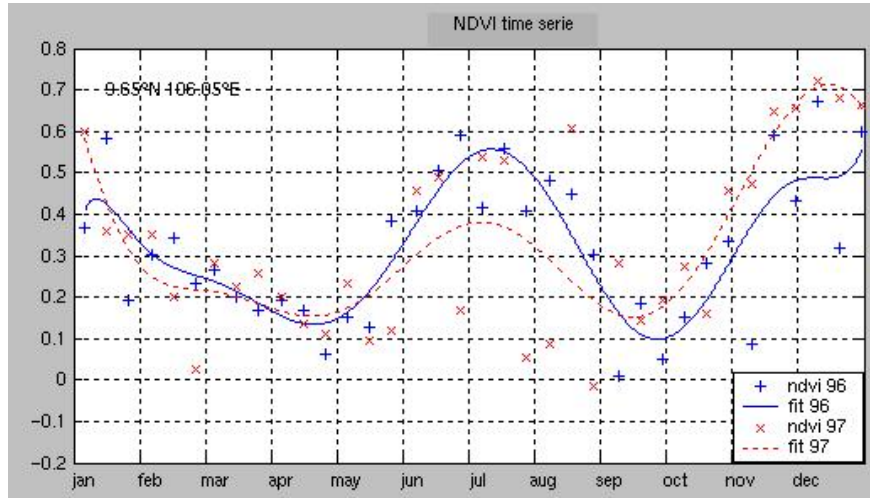
Hình 5: Biến đổi theo thời gian của NDVI (dữ liệu NOAA-AVHRR) trong các vùng lúa ba vụ

Trong hình 4 và 5 thể hiện ba đỉnh của đường cong đại diện cho ba mùa vụ trong thời gian quan sát một năm của tư liệu ERS2-SAR và NOAA-AVHRR. Đỉnh thứ hai của đường cong (xem hình 4) thấp hơn hai đỉnh kia. Điều

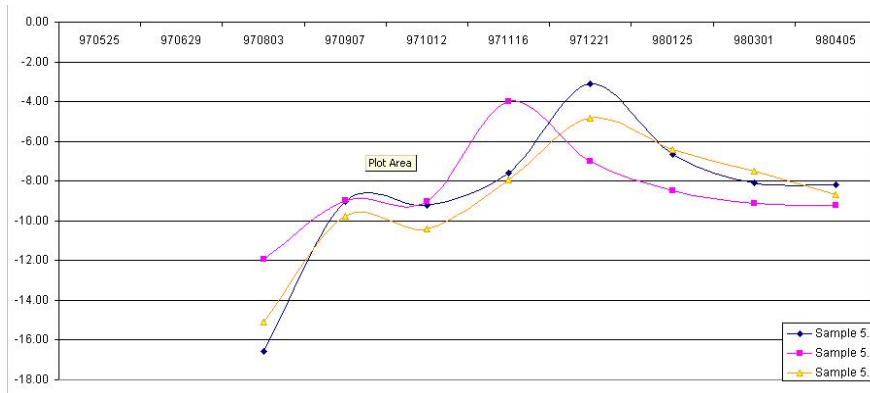
này có thể được giải thích là do đỉnh thực sự không quan sát được do chu kỳ thu ảnh của bộ cảm ERS2-SAR là 35 ngày. Đối với chu kỳ thu ảnh này, chỉ có hai ảnh được thu nhận cho vụ lúa sử dụng giống ngắn ngày.



Hình 6: Biến đổi theo thời gian của σ^0 của dữ liệu SAR trong các vùng lúa hai vụ (ĐX-HT)



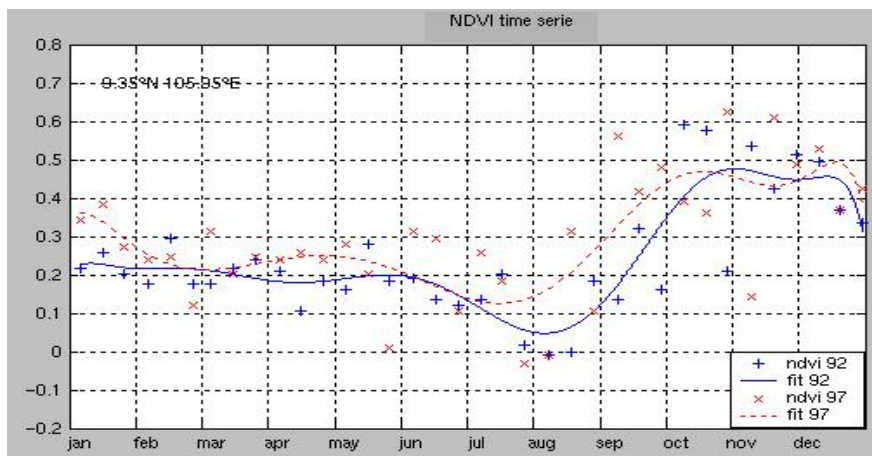
Hình 7: Biến đổi theo thời gian của NDVI (dữ liệu NOAA-AVHRR) trong vùng lúa hai vụ (ĐX-HT)



Hình 8: Biến đổi theo thời gian của σ^0 của dữ liệu SAR trong các vùng lúa một vụ (M)

Hình 6 và 7 thể hiện sự biến đổi về tán xạ ngược và NDVI của vùng trồng lúa hai vụ (ĐX-HT). Đường cong tán xạ ngược và NDVI

được quan sát như trong hình 8 và 9 đại diện cho những vùng trồng lúa một vụ gần biển.



Hình 9: Biến đổi theo thời gian của NDVI (dữ liệu NOAA-AVHRR) trong vùng lúa một vụ (M)

4. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu ứng dụng tư liệu viễn thám ERS2-SAR đã chứng tỏ khả năng áp dụng để theo dõi sự tăng trưởng của cây lúa cho vùng ĐBSCL, nơi có hệ thống mùa vụ lúa khá phức tạp. Tư liệu viễn thám quang học NOAA-AVHRR cùng thời gian quan sát cũng được xem xét mối quan hệ giữa NDVI với sự tăng trưởng của cây lúa.

Các nghiên cứu cần được tiếp tục trong thời gian tới là thử nghiệm cho các vùng trồng lúa khác và sử dụng các loại tư liệu SAR khác như ENVISAT-ASAR, với bộ cảm có khả năng cung cấp tư liệu đa góc tới và đa phân cực giúp tăng thêm lượng thông tin.

Dựa trên mối quan hệ của σ^0 của dữ liệu SAR với sinh khối cây lúa, cần nghiên cứu thiết lập qui trình thành lập bản đồ cơ cấu mùa vụ lúa và dự báo năng suất mùa vụ cho vùng lúa ĐBSCL.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. S. C. Liew, S. P. Kam, T. P. Tuong, P. Chen, V. Q. Minh, and H. Lim, "Application of multitemporal ERS-2 synthetic aperture radar in delineating rice cropping systems in the Mekong River Delta, Vietnam" *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, vol. 36, pp. 1412-1420, Sept. 1998.
2. T. Le Toan, F. Ribbes, L. F. Wang, N. Floury, K. H. Ding, J. A. Kong, M. Fujita, and T. Kurosu, "Rice crop mapping and monitoring using ERS-1 data based on experiment and modelling results" *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, vol. 35, pp. 41-56, Jan. 1997.
3. S. B. Kim, B. W. Kim, Y. K. Kong, and Y. S. Kim, "Radar backscattering measurements of rice crop using X-band scatterometer" *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, vol. 38, pp. 1467-1471, May 2000.
4. T. Kurosu, M. Fujita, and K. Chiba, "Monitoring of rice crop growth from space using the ERS-1 C-band SAR" *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, vol. 33, pp. 1092-1096, July 1995.
5. S. Ogawa, Y. Inoue, N. Mino, and A. Tomita, "Monitoring of rice field using SAR data and optical data" *Proc. of the 2nd International Workshop on Retrieval of Bio- and Geo-physical Parameters from SAR Data for Land Applications*, pp. 155-159, Oct. 1998.
6. G. C. Staples and J. Hurley, "Rice crop monitoring in Zhaoqing, China using RADARSAT SAR - initial results" *The 17th Asian Conference on Remote Sensing*, Nov. 1996.
7. Y. Shao, H. Liu, X. Fan, J. Xiao, Q. Dong, X. Wang, S. Ross, B. Brisco, R. Brown, and G. Staples, "Radarsat data for operational rice monitoring and its potential for yield estimation" *The 20th Asian Conference on Remote Sensing*, Nov. 1999.
8. N. Ishitsuka, G. Saito, S. Ogawa, and A. Fukuo, "Rice paddy monitoring using Radarsat data" *Proc. of the 22nd Asian Conference on Remote Sensing*, Nov. 2001, Vol. 1, pp. 13-18.
9. MATRA SYSTEMS and CESBIO, "Rice mapping and yield prediction with SAR" *RISAR project, Technical data package*, 1999.
10. Radar imagery: Theory and interpretation, lecture notes, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1993.
11. Yun Shao, Hao Liu, and Xiangtao Fan, "SAR technology for operational rice monitoring" *IEEE Geosci. and Remote Sensing symposium proceedings, IGARSS 2000 vol. 4*, pp. 1486-1488, 2000.
12. Yun Shao, Jingjuan Liao, Xiangtao Fan, and Yonghong Wang, "Analysis of temporal backscatter of rice: A comparison of RADARSAT observations with modelling results" *IEEE Geosci. and Remote Sensing symposium proceedings, IGARSS '02 vol. 1*, pp. 478-480, 2002.
13. Thuy Le Toan, Denis Feurer and Galdine Florsch "RISAR Validation report - Rice mapping in the Mekong delta", *ESA contract No 13201/98/NL/SB CCN 002*, 2003.
14. H. Laur, P. Bally, P. Meadows, J. Sanchez, B. Schaettler, E. Lopinto and D. Esteban, "Derivation of the backscattering coefficient σ^0 in ESA ERS SAR PRI products" *Document No: ES-TN-RS-PM-HL09, issue 2, Rev. 5d*, 2002.

15. MATRA SYSTEMS and INFORMATION "RISAR processing - reference manual, version 3.1", 2000
16. Lam Dao Nguyen, "The use of SAR data for rice crop monitoring, A case study of Mekong river delta, Vietnam", ESTEC Working paper, EWP - 2223, Sep. 2003.
17. "Rice monitoring in the Mekong River Delta, Vietnam" CRISP's research (CRISP: Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing), 2001.
18. T. Le Toan, H. Laur, E. Mougin, and A. Lopes, "Multitemporal and dual-polarization observations of agriculture vegetation covers by X-band SAR images" IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, Vol. 27, pp. 709-717, Nov. 1989.