

GIÁM SÁT DIỆN TÍCH CANH TÁC LÚA THEO MÙA VỤ TẠI ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG SỬ DỤNG DỮ LIỆU VIỄN THĂM RADAR SENTINEL-1

Hoàng Phi Phụng^{1,2}, Lâm Đạo Nguyên¹,Nguyễn Văn Anh Vũ¹, Nguyễn Kim Thanh¹, Lê Văn Trung³

TÓM TẮT

Lúa là một trong những loại cây trồng chính đóng vai trò quan trọng trong vấn đề an ninh lương thực, đặc biệt trước bối cảnh biến đổi khí hậu và gia tăng dân số, nên việc xây dựng công cụ giám sát phân bố diện tích vùng trồng lúa và cơ cấu mùa vụ là rất cần thiết. Từ năm 2014, dữ liệu viễn thám radar - SAR (Synthetic Aperture Radar) thu thập bởi vệ tinh Sentinel-1A đã được cung cấp một cách liên tục và miễn phí. Dữ liệu SAR không bị ảnh hưởng bởi điều kiện khí quyển, ánh sáng mặt trời và có thể thu nhận được tín hiệu xuyên qua các đám mây và khô ngay cả trong mùa mưa, vào ban ngày và ban đêm nếu so sánh với dữ liệu viễn thám quang học. Sử dụng dữ liệu SAR đa thời gian có thể cung cấp các giải pháp bền vững cho các thách thức về việc lập bản đồ và giám sát mùa vụ lúa cho các quốc gia nằm trong khu vực gió mùa nhiệt đới như Việt Nam. Trong bài báo này, vùng trồng lúa ở đồng bằng sông Hồng năm 2018 được phân tích bằng cách sử dụng dữ liệu ảnh viễn thám Sentinel-1A đa thời gian với băng tần C, độ phân giải không gian 20 m. Kết quả đánh giá bản đồ lúa năm 2018 so với dữ liệu thực địa có độ chính xác toàn cục và hệ số Kappa cho vụ đông xuân là 92% và 0,81; cho vụ mùa là 94% và 0,87. Kết quả nghiên cứu chứng tỏ ứng dụng tiềm năng của dữ liệu SAR Sentinel-1 đa thời gian cho việc lập bản đồ diện phân bố lúa phục vụ cho quản lý nông nghiệp ở quy mô cấp vùng.

Từ khóa: Bản đồ lúa, đồng bằng sông Hồng, viễn thám, SAR, Sentinel-1.

1. BẮT ĐẦU

Lúa là loại lương thực chủ yếu cho phần lớn dân số trên thế giới, đặc biệt là ở các vùng đang phát triển thuộc châu Á, châu Mỹ La tinh và châu Phi (Dobermann và Fairhurst, 2000). Ngoài ra, biến đổi khí hậu dẫn đến sự gia tăng các hiện tượng thời tiết khắc nghiệt như hạn hán và lũ lụt, có thể phá hủy vụ lúa và tác động đến an ninh lương thực và sinh kế nông dân ở quy mô khu vực. Do đó, việc xác định diện phân bố vùng trồng lúa và lập bản đồ mùa vụ với độ chính xác cao và kịp thời là rất cần thiết, nhằm cung cấp thông tin hữu ích cho công tác quản lý nông nghiệp, hỗ trợ hoạch định chính sách và đảm bảo an ninh lương thực.

Các phương pháp truyền thống trong việc xác định diện tích và phân bố cơ cấu mùa vụ lúa trên một khu vực rộng lớn là bị giới hạn về mặt không gian và bị chi phối bởi các cuộc điều tra tốn kém, tốn nhiều

công sức, thời gian và các phương pháp ước lượng ẩn chứa sai số. Trong khi đó, việc sử dụng các bộ cảm biến từ xa đặt trên vệ tinh có thể hỗ trợ việc thành lập các bản đồ cho các khu vực rộng lớn một cách kịp thời và gần thời gian thực. Trong đó, cảm biến radar có khả năng tạo ảnh bề mặt trái đất ngay cả trong điều kiện mây che phủ, cả ngày và đêm, vì vậy sẽ hiệu quả hơn trong việc giám sát ruộng lúa (Le Toan *et al.*, 1997). Đối với canh tác lúa, lúa được trồng trong đất ngập nước, sự thay đổi các giai đoạn sinh trưởng cây lúa có thể làm thay đổi giá trị tán xạ ngược trên ảnh radar (Li *et al.*, 2016). Dựa vào đặc điểm này của tán xạ ngược radar đối với ruộng lúa có thể thành lập bản đồ vùng trồng lúa và bản đồ cơ cấu mùa vụ lúa.

Dữ liệu SAR sử dụng phổ biến trong giám sát lúa thông thường là kênh C (Inoue *et al.*, 2014) và kênh X (Rossi và Erten, 2015). Dữ liệu SAR kênh C đặc biệt phù hợp để theo dõi và lập bản đồ lúa (Torres *et al.*, 2012) vì độ nhạy của cảm biến kênh C đối với sinh khối thực vật phụ thuộc vào loại cây trồng (Ferrazzoli, *et al.*, 1997). Từ khi vệ tinh Sentinel-1A và Sentinel-1B (Torres *et al.*, 2012) được phóng lên quỹ đạo lần lượt vào năm 2014 và 2016, cung cấp cho

¹ Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP. HCM, Trung tâm Vũ trụ Việt Nam (VAST)

² Học viện Khoa học và Công nghệ (VAST)

³ Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia TP. HCM

Email: hpphung@vnsc.org.vn

người sử dụng dữ liệu miễn phí, có chu kỳ lặp lại 12 ngày và có các ưu điểm, chẳng hạn như với mode IW (Interferometric Wide Swath) có độ phân giải không gian cao 20 m và dải quét rộng 250 km, cho phép thu được ảnh với chu kỳ lặp lại 6 ngày ở một số khu vực nhất định khi kết hợp cả hai vệ tinh. Chuỗi thời gian dày đặc của dữ liệu Sentinel-1 và khả năng truy cập dữ liệu miễn phí ở độ phân giải không gian cao mang đến cơ hội thuận lợi trong giám sát sự tăng trưởng cây lúa gần thời gian thực ở khu vực nghiên cứu. Mục tiêu của nghiên cứu này là sử dụng dữ liệu SAR Sentinel-1A đa thời gian trong giám sát phân bố diện tích canh tác lúa, thành lập bản đồ cơ cấu mùa vụ lúa cho vùng đồng bằng sông Hồng (ĐBSH) và đánh giá kiểm chứng kết quả bằng dữ liệu thực địa.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu sử dụng

Đồng bằng sông Hồng (hay châu thổ sông Hồng) là một vùng đất rộng lớn nằm quanh khu vực hạ lưu sông Hồng thuộc miền Bắc Việt Nam, vùng đất bao gồm 11 tỉnh và thành phố: Quảng Ninh, Vĩnh Phúc, Hà Nội, Bắc Ninh, Hà Nam, Hưng Yên, Hải Dương, Hải Phòng, Thái Bình, Nam Định, Ninh Bình. Đồng bằng sông Hồng là một trong hai vựa lúa của Việt Nam, có nhiệm vụ cung cấp lương thực cho các tỉnh phía Bắc và một phần dành cho xuất khẩu. Tổng diện tích tự nhiên của ĐBSH là 21.260 km² chiếm 6,4% diện tích tự nhiên của cả nước (Tổng cục Thống kê, 2018).

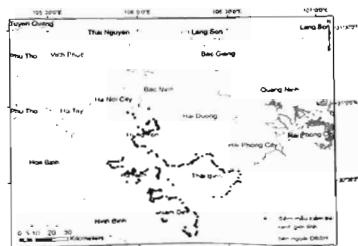
Sentinel-1 là tổ hợp vệ tinh với các mục tiêu chính là giám sát biển và đất liền. Mục tiêu của nhiệm vụ là cung cấp liên tục dữ liệu SAR kênh C sau khi sử mệnh của hai vệ tinh ERS-2 và ENVISAT kết thúc. Để thực hiện điều này, các vệ tinh mang theo một cảm biến C-SAR, cung cấp hình ảnh có độ phân giải trung bình và cao trong mọi điều kiện thời tiết. C-SAR có khả năng thu được hình ảnh ban đêm và phát hiện chuyển động nhỏ trên mặt đất, điều này rất hữu ích cho việc giám sát trên đất liền và biển. Sentinel-1 thu nhận ở các chế độ phân cực: phân cực đơn VV (hoặc HH) và phân cực đôi VV+VH (hoặc HH+HV), với chu kỳ lặp lại 12 ngày, độ phân giải không gian cao. Vệ tinh Sentinel-1A được đưa lên quỹ đạo vào ngày 3/4/2014 và vệ tinh Sentinel-1B vào ngày 25/04/2016. Cảm biến SAR trên vệ tinh thu được hình ảnh ở băng tần C với tần số trung tâm là 5.405 GHz và góc tới có thể dao động từ 20° đến 47°. Góc tới của mode IW nằm trong khoảng từ 29° đến 46° có

độ phân giải hình học là 5 m x 20 m (Sentinel-1 User Handbook, 2013). Nghiên cứu này sử dụng dữ liệu Sentinel-1 chế độ GRD (Ground Range Detected) thu nhận trong năm 2018, từ ngày 01/01/2018 đến ngày 30/12/2018 bao phủ vùng ĐBSH (Hình 1).



Hình 1. Khung ảnh Sentinel-1A thu nhận ở đồng bằng sông Hồng

Dữ liệu kiểm chứng là những mẫu được thu thập tại thực địa ở ĐBSH của vụ đông xuân (175 mẫu) và vụ mùa (218 mẫu) năm 2018. Mục đích của việc chọn mẫu là để kiểm chứng kết quả phân loại vùng trồng lúa ở các tỉnh đồng bằng sông Hồng, gồm các thông tin được thu thập như: tọa độ vị trí mẫu; thông tin lớp phủ là đất trồng lúa, mặt nước.... Qua xem xét về điều kiện tự nhiên, diện tích trồng lúa của các tỉnh thành ở đồng bằng sông Hồng, nhóm nghiên cứu lựa chọn các tỉnh Hưng Yên, Thái Bình, Nam Định và Hà Nam phục vụ cho việc lấy mẫu kiểm chứng (Hình 2). Việc đánh giá độ chính xác phân loại đã được thực hiện dựa trên việc lấy mẫu ngẫu nhiên bởi các chuyên gia viên tham và điều kiện đi lại tại địa phương.



Hình 2. Vị trí các điểm mẫu thực địa kiểm chứng ở 4 tỉnh thuộc ĐBSH từ 5-12/9/2018

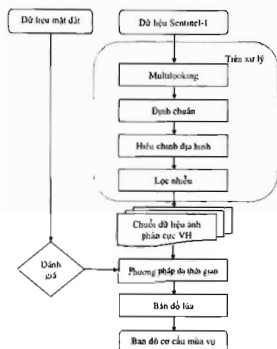
2.2. Phương pháp nghiên cứu

Các bước xử lý theo sơ đồ hình 3, gồm: a) tiền xử lý dữ liệu như multilooking, định chuẩn, liệch chỉnh địa hình, lọc nhiễu; b) lập bản đồ lúa theo mùa vụ bằng phương pháp đa thời gian; c) lập bản đồ cơ cấu mùa vụ lúa. Dữ liệu Sentinel-1 được xử lý để tạo ra ảnh hệ số tán xạ ngược (σ^0 hoặc sigma naught), sử dụng các bước xử lý trong phần mềm SNAP (Sentinel Application Platform). Sau khi định chuẩn dữ liệu và hiệu chỉnh địa hình để loại bỏ các hiệu ứng địa hình bằng cách sử dụng mô hình độ cao số (DEM) của Shuttle Radar Topography Mission với độ phân giải 1 arc second.

Căn cứ vào mô hình tán xạ ngược của phân cực VH theo các giai đoạn sinh trưởng của cây lúa, dữ liệu chuỗi thời gian được sử dụng để xác định đối tượng lúa. Dữ liệu σ^0 được trích xuất từ vùng mẫu của các lớp phủ mặt đất khác nhau như ruộng lúa, cây ăn trái, dân cư, mặt nước. Chuỗi dữ liệu đa thời gian có biên độ thay đổi tán xạ ngược lớn hơn 6 dB đối với các ruộng lúa, còn với các đối tượng khác như mặt nước, cây ăn trái và dân cư có tán xạ ngược tương đối ổn định theo thời gian. Sự thay đổi theo thời gian của σ^0 cho bốn loại lớp phủ được trình bày trong hình 4, cho thấy việc sử dụng dữ liệu Sentinel-1 đa thời gian có thể phân biệt lúa với các loại lớp phủ khác. Kết quả phân tích cho thấy phương pháp đa thời gian có thể được sử dụng để tách biệt giữa các vùng có trồng lúa và không trồng lúa.

Đánh giá độ chính xác

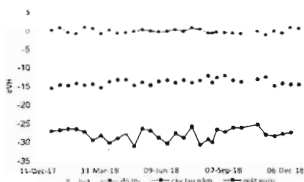
Các điểm mẫu thực địa được phân chia thành hai loại (lúa và không phải lúa), loại lúa có ghi nhận là lúa một vụ hay hai vụ. Mỗi loại được chọn có số mẫu tối thiểu là 50 mẫu (Congalton và Green, 2009). Tập dữ liệu kiểm chứng được sử dụng để đánh giá kết quả phân loại mùa vụ lúa thể hiện bởi ma trận sai số, độ chính xác toàn cục và hệ số Kappa (Congalton và Green, 2009). Việc áp dụng ma trận sai số phân loại để đánh giá thống kê kết quả phân loại, có ưu điểm là cho phép thấy rõ độ chính xác toàn cục và mức độ phân loại nhầm đối với từng loại. Độ chính xác toàn cục (có giá trị từ 0 đến 100%) nói lên mức độ tin cậy chung của ảnh sau khi được phân loại, còn hệ số Kappa (có giá trị từ 0 đến 1) được sử dụng nhằm thống kê, kiểm tra và đánh giá sự phù hợp giữa những nguồn dữ liệu khác nhau hoặc khi áp dụng các thuật toán phân loại khác nhau (Lê Văn Trung, 2015).



Hình 3. Các bước xử lý để lập bản đồ lúa và cơ cấu mùa vụ lúa

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Bài báo trình bày kết quả lập bản đồ các vùng trồng lúa với chuỗi dữ liệu Sentinel-1 bằng cách sử dụng phương pháp đa thời gian dựa trên hành vi tán xạ ngược theo giai đoạn sinh trưởng lúa (Hình 4). Dữ liệu SAR được thực hiện lọc nhiễu đa thời gian đã giúp làm giảm ảnh hưởng của nhiễu đốm trước khi được phân loại bằng thuật toán cây quyết định dựa trên giai đoạn sinh trưởng (phenology-based decision tree). Phương pháp này có thể lập bản đồ các vùng trồng lúa cho vùng trồng lúa ĐBSH, thể hiện tiềm năng ứng dụng hiệu quả của phương pháp.



Hình 4. Diễn biến tán xạ ngược theo thời gian của dữ liệu Sentinel-1 phân cực VH cho bốn loại lớp phủ ở tỉnh Thái Bình

3.1. Bản đồ mùa vụ lúa năm 2018

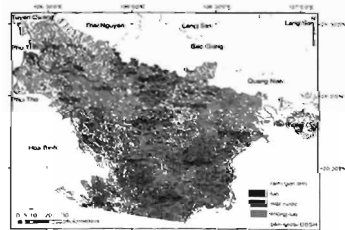
Bản đồ vùng trồng lúa được thành lập từ chuỗi dữ liệu Sentinel-1 thu nhận trong khoảng thời gian vụ

đông xuân và vụ mùa năm 2018 ở ĐBSH. Kết quả các bản đồ phân bố vùng trồng lúa được trình bày ở hình 5 và 6. Bản đồ lúa vụ đông xuân (Hình 5) và vụ mùa năm 2018 (Hình 6) được thành lập từ dữ liệu ảnh Sentinel-1A thu nhận từ ngày 01/01/2018 đến 30/6/2018 và từ ngày 01/6/2018 đến 30/12/2018 tương ứng.

Để đánh giá kết quả phân loại vùng trồng lúa vụ đông xuân và vụ mùa năm 2018 thu được từ dữ liệu ảnh Sentinel-1, đã sử dụng bộ dữ liệu kiểm chứng được khảo sát tại thực địa gồm những điểm có lúa và không lúa được phân bố khắp 4 tỉnh thuộc ĐBSH. Bộ dữ liệu kiểm chứng cho vụ lúa đông xuân năm 2018 gồm 175 điểm mẫu, khảo sát từ ngày 18-23/4/2018. Kết quả phân loại vụ lúa đông xuân 2018 được đánh giá và trình bày dưới dạng ma trận sai số (Bảng 1) với độ chính xác toàn cục là 92% và hệ số Kappa là 0,81. Bộ dữ liệu kiểm chứng cho vụ mùa 2018 gồm 218 điểm mẫu được khảo sát từ ngày 5-12/9/2018. Độ chính xác toàn cục của kết quả phân loại vụ lúa mùa năm 2018 là 94% và hệ số Kappa là 0,87, được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 1. Ma trận sai số phân loại cho kết quả phân loại vùng trồng lúa vụ đông xuân 2018

		Dữ liệu mặt đất		
		Lúa	Không lúa	Tổng
Dữ liệu phân loại	Lúa	113	7	120
	Không lúa	7	48	55
	Tổng	120	55	175
Độ chính xác toàn cục (%)		92		
Hệ số Kappa		0,81		



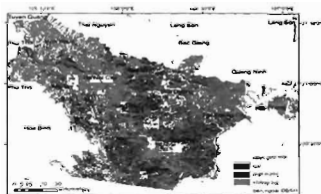
Hình 5. Bản đồ lúa vụ đông xuân năm 2018 ở đồng bằng sông Hồng

Bảng 2. Ma trận sai số phân loại cho kết quả phân loại vùng trồng lúa vụ mùa 2018

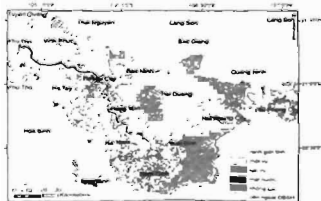
		Dữ liệu mặt đất		
		Lúa	Không lúa	Tổng
Dữ liệu phân loại	Lúa	139	1	140
	Không lúa	12	66	78
	Tổng	151	67	218
Độ chính xác toàn cục (%)		94		
Hệ số Kappa		0,87		

3.2. Bản đồ cơ cấu mùa vụ lúa

Sau khi thành lập bản đồ vùng trồng lúa cho hai mùa vụ trong năm 2018, bản đồ cơ cấu mùa vụ lúa (Hình 7) được thành lập bằng cách kết hợp hai bản đồ lúa vụ đông xuân và vụ mùa. Kết quả bản đồ cơ cấu mùa vụ lúa năm 2018 ở ĐBSH từ dữ liệu ảnh Sentinel-1 gồm bốn lớp phân loại là lúa một vụ, lúa hai vụ, đất không trồng lúa và mặt nước. Kết quả phân loại cho thấy hầu hết các tỉnh ở ĐBSH trồng lúa một hoặc hai vụ, trong đó phổ biến là các vùng trồng lúa hai vụ, đông xuân và mùa trong năm 2018.



Hình 6. Bản đồ lúa vụ mùa năm 2018 ở đồng bằng sông Hồng



Hình 7. Bản đồ cơ cấu mùa vụ lúa năm 2018 ở đồng bằng sông Hồng

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã chứng tỏ rằng dữ liệu Sentinel-1A được sử dụng để thành lập bản đồ mùa vụ lúa năm 2018 ở ĐBSH một cách chính xác và chi tiết. Kết quả đánh giá độ chính xác phân loại so với dữ liệu thực địa có độ chính xác toàn cục và hệ số Kappa của vụ lúa đông xuân 2018 là 92% và 0,81 và của vụ mùa 2018 là 94% và 0,87. Từ hai bản đồ vụ lúa đông xuân và mùa năm 2018, bản đồ cơ cấu mùa vụ lúa năm 2018 của đồng bằng sông Hồng được thành lập. Phương pháp phân loại được sử dụng trong nghiên cứu này đã cung cấp một trong những giải pháp sử dụng hiệu quả bộ dữ liệu Sentinel-1A nhằm mục đích lập bản đồ phân bố diện tích vùng canh tác lúa và cơ cấu mùa vụ năm 2018 ở ĐBSH với độ phân giải không gian cao 20 m. Thông tin được cung cấp một cách chính xác và kịp thời về các vùng trồng lúa là rất quan trọng đối với các vấn đề về quản lý nông nghiệp, tài nguyên nước và an ninh lương thực.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo này trình bày một phần kết quả nghiên cứu của đề tài: "Nghiên cứu ứng dụng tư liệu viễn thám radar và quang học đa thời gian, đa độ phân giải để theo dõi diễn biến diện tích và ước tính năng suất, sản lượng lúa vùng đồng bằng sông Cửu Long và đồng bằng sông Hồng", (VT-UD.08/17-20), thuộc Chương trình KH&CN cấp Quốc gia về công nghệ vũ trụ GB 2016-2020.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bouvet, A. *et al.*, (2009). Monitoring of the rice cropping system in the Mekong delta using ENVISAT/ASAR dual polarization data. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 47, p. 517-526.
2. Chen, J., Lin, H., Pei, Z. (2007). Application of ENVISAT ASAR data in mapping rice crop growth in Southern China. *IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.* 4, p. 431-435.
3. Congalton, R. G., and K. Green. (2009). *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data - Principles and Practices*. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group.
4. Dobermann, A., and T. Fairhurst. (2000). *Rice - Nutrient Disorders and Nutrient Management*. Manila: International Rice Research Institute.

5. Ferrazzoli, P., Paloscia, S., Pampaloni, P., Schiavon, G., Sigismondi, S., Solimini, D. (1997). The potential of multifrequency polarimetric SAR in assessing agricultural and arboreal biomass. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 35, p. 5-17.
6. Inoue, Y., Sakaiya, E., Wang, C. (2014). Capability of C-band backscattering coefficients from high-resolution satellite SAR sensors to assess biophysical variables in paddy rice. *Remote Sens. Environ.* 140, p. 257-266.
7. Kurosu, T., Fujita, M., Chiba, K. (1995). Monitoring of rice crop growth from space using the ERS-1 C-band SAR. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 33, p. 1092-1096.
8. Le Toan, T., Ribbes, F., Wang, L. F., Floury, N., Ding, K. H., Kong, J.A., Fujita, M., Kurosu, T. (1997). Rice crop mapping and monitoring using ERS-1 data based on experiment and modeling results. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 35, p. 41-56.
9. Lê Văn Trung (2015). *Giáo trình viễn thám*. NXB Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.
10. Li, K.; Brisco, B.; Yun, S.; Touzi, R. (2012). Polarimetric decomposition with RADARSAT-2 for rice mapping and monitoring. *Can. J. Remote Sens.* 38, p. 169-179.
11. Li, S., Ni, P., Cui, G., He, P., Liu, H., Li, L., Liang, Z. (2016). Estimation of rice biophysical parameters using multitemporal RADARSAT-2 images. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*; IOP Publishing: Bristol, UK, Volume 34, p. 012019.
12. Ndikumana, E., D. Ho Tong Minh, H. Thu Dang Nguyen, N. Baghdadi, D. Courault, L. Hossard and I. E. Moussawi. (2018). Estimation of Rice Height and Biomass Using Multitemporal SAR Sentinel-1 for Camargue, Southern France. *Remote Sensing*. 10, p. 1394; doi:10.3390/rs10091394.
13. Rossi, C.; Erten, E. (2015). Paddy-rice monitoring using TanDEM-X. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 53, p. 900-910.
14. Sentinel-1 User Handbook (2013). *Sentinel-1 User Handbook GMES-S10P-EOPG-TN-13-0001*. Technical report. European Space Agency. https://sentinel.esa.int/documents/247904/685163/Sentinel-1_User_Handbook.

15. Torres, R., Snoeij, P., Geudtner, D., Bibby, D., Flourey, N., Brown, M., *et al.* (2012). GMES Sentinel-1 Davidson, M., Attema, E., Potin, P., Ronmen, B., mission. *Remote Sens. Environ.* 120, p. 9–24.

MONITORING CULTIVATED AREA OF RICE CROP IN THE RED RIVER DELTA, VIETNAM USING SENTINEL-1 RADAR REMOTE SENSING DATA

Hoang Phi Phung^{1,2}, Lam Dao Nguyen¹,

Nguyen Van Anh Vu¹, Nguyen Kim Thanh¹, Le Van Trung¹

¹*HCMC Space Technology Application Center, Vietnam National Space Center, VAST*

²*Graduate University of Science and Technology, VAST*

³*University of Technology, VNUHCM*

Summary

Rice is one of the main agricultural crops that plays an important role in food security, especially in the context of climate change and population growth. Therefore, building a tool for monitoring changes of rice cultivated area and rice cropping system is essential. From 2014, Sentinel-1A satellite have been providing continuously and free SAR (Synthetic Aperture Radar) data that is not affected by atmospheric, sunlight conditions and clouds even in rainy season, in day or night if comparing with optical remote sensing data. Using SAR data can provide sustainable solutions to the challenges on rice mapping and monitoring in Vietnam, the country located within tropical monsoon. In the paper, rice planted areas in the Red river delta in 2018 were detected by using multi-temporal Sentinel-1A images with C-band and 20 m spatial resolution. When comparing to the ground data, the rice mapping overall accuracy and Kappa are 92%, 0.81 for winter-spring crop and 94%, 0.87 for mua crop, respectively. The study showed the potential application of time-series SAR data Sentinel-1 for rice crop mapping serving for agricultural management at regional scale.

Keywords: *Rice mapping, Red river delta, remote sensing, SAR, Sentinel-1.*

Người phản biện: PGS.TS. Trần Minh Tiến

Ngày nhận bài: 21/01/2020

Ngày thông qua phản biện: 24/02/2020

Ngày duyệt đăng: 02/3/2020