

ỨNG DỤNG KẾT HỢP ẢNH SENTINEL-1 VÀ TỶ SỐ RADAR CHANGE RATIO TRONG NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỘNG DIỆN TÍCH RỪNG VỚI KHU VỰC THỬ NGHIỆM TẠI XÃ QUẢNG SƠN HUYỆN ĐẮK GLONG - TỈNH ĐẮK NÔNG

NGÔ ĐỨC ANH⁽¹⁾, VŨ ANH TUÂN⁽¹⁾, NGUYỄN THU HÀNG⁽²⁾, NGUYỄN THANH BÌNH⁽³⁾

⁽¹⁾Trung tâm Vũ trụ Việt Nam, Việt Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

⁽²⁾Trung tâm Nông nghiệp nhiệt đới quốc tế

⁽³⁾Viện Địa lý, Việt Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Tóm tắt:

Trong những năm gần đây, tình hình phá rừng ở Đắk Nông có nhiều diễn biến phức tạp, việc theo dõi rừng thường xuyên, liên tục luôn là vấn đề cấp thiết. Việc sử dụng dữ liệu viễn thám quang học cho hiệu quả thấp trong việc giám sát rừng thường xuyên do bị ảnh hưởng của điều kiện khí hậu nhiệt đới, mây che phủ. Để giải quyết nhu cầu thông tin kịp thời về các khu vực rừng mất, tăng cao tần suất theo dõi, sử dụng ảnh radar độ mở tổng hợp SAR (Synthetic Aperture Radar) đa thời gian có thể giúp theo dõi rừng với tuần suất hàng tháng. Ảnh Sentinel-1 (S1) chu kỳ 12 ngày/một ảnh với hai quỹ đạo đi lên (Ascending) và đi xuống (Descending) cách nhau 1 ngày đáp ứng yêu cầu về tính liên tục của dữ liệu cũng như không phụ thuộc vào điều kiện thời tiết. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã phân tích giá trị tán xạ phân hồi từ chuỗi ảnh Sentinel-1, sử dụng tỉ số thay đổi radar RCR (Radar Change Ratio) để phát hiện sự thay đổi bất thường đối với lớp phủ rừng, kết quả được tính từ hai quỹ đạo đi lên và đi xuống giúp tăng độ chính xác, từ đó lập bản đồ điểm nóng các khu vực mất rừng với chu kỳ hàng tháng.

1. Đặt vấn đề

Ảnh vệ tinh là công cụ chính để cung cấp thông tin về các khu rừng bị chặt phá tại các khu vực rộng lớn và khó tiếp cận (Quéré và *ctv.*, 2018), với hầu hết các phương pháp giám sát chủ yếu dựa vào viễn thám quang học. Các loại ảnh vệ tinh quang học do bản chất được thu nhận chủ yếu ở các vùng sóng nhìn thấy và cận hồng ngoại hoàn toàn phù hợp với cảm nhận của con người, cho hình ảnh rõ nét, dễ sử dụng nên đã trở nên quen thuộc và đang được áp dụng một cách rộng rãi trong nước cũng như trên thế giới. Đặc biệt, với việc hiện nay ảnh Landsat đã cung cấp miễn phí các sản phẩm đã tiền xử lý, dẫn đến những nghiên cứu gần đây đã chuyển hướng sang việc xây dựng các hệ thống giám sát phá rừng quy mô lớn dựa trên chuỗi thời gian ảnh với quy mô hàng năm (Hansen và *ctv.*, 2013), (Souza và *ctv.*, 2013), hoặc thậm chí là gần thời gian thực (Near Real Time) (Hansen và *ctv.*, 2016). Hansen đã

chứng minh những tiềm năng và hạn chế của hệ thống cảnh báo mất rừng dựa trên ảnh Landsat cho các vùng nhiệt đới (Hansen và *ctv.*, 2016). Do đặc điểm của hệ thống chụp ảnh quang học là hệ thống thụ động, phụ thuộc vào nguồn năng lượng mặt trời nên ảnh quang học chịu nhiều ảnh hưởng của thời tiết, trên ảnh thường có nhiều mây, mù làm ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng thông tin trên ảnh (Souza và *ctv.*, 2013), (Hansen và *ctv.*, 2016), (Verbesselt, Zeileis and Herold, 2012), (Sannier và *ctv.*, 2014). Đây là một trong những hạn chế cơ bản của ảnh quang học, nhất là đối với những nước nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa như Việt Nam.

Khác với ảnh quang học, do được chụp ở vùng sóng micro có bước sóng dài hơn (cỡ cm) ảnh vệ tinh radar cho phép cung cấp các thông tin về độ gồ ghề, đặc điểm cấu trúc của các đối tượng trên bề mặt đất. Hơn nữa, các sóng radar có khả năng đâm xuyên qua mây nên việc

Ngày nhận bài: 05/8/2019, ngày chuyển phản biện: 09/8/2019, ngày chấp nhận phản biện: 15/8/2019, ngày chấp nhận đăng: 19/8/2019

chụp ảnh radar không phụ thuộc vào thời tiết, có thể chụp cả ban ngày lẫn ban đêm nên có tính chủ động và khả năng thành công rất cao trong việc chụp ảnh. Chuỗi dữ liệu SAR băng C đã chứng minh khả năng phát hiện các thay đổi đối với độ che phủ rừng (Antropov và *ctv.*, 2016). Ngoài ra, để tránh nhầm lẫn với sự thay đổi của các lớp phủ khác, những phát hiện thay đổi rừng được áp dụng trên các diện tích rừng đã được xác định trước (ví dụ như sử dụng bản đồ rừng). Sentinel-1A và 1B (được phóng thành công vào năm 2014 và 2016) là các vệ tinh viễn thám chụp ảnh SAR băng C, cung cấp các quan sát hàng năm của tất cả các khu vực trên toàn cầu, với tần suất quan sát cao, dữ liệu từ Sentinel-1 đang được phân phối với chính sách mở và miễn phí, khiến nó trở thành một lựa chọn hấp dẫn trong giám sát các hoạt động của rừng ở vùng nhiệt đới. Dữ liệu này có thể được truy cập thông qua trung tâm dữ liệu của Copernicus hoặc Alaska SAR Facility (<https://www.asf.alaska.edu/sentinel/>).

Mặc dù có những ưu điểm không thể phủ nhận nói trên, nhưng ảnh radar cũng có những nhược điểm như bị ảnh hưởng bởi các hiệu ứng địa hình (Small, 2011), mức độ nhiễu lớn và hình ảnh các đối tượng trên ảnh radar nhiều khi không hoàn toàn giống với nhận thức thông thường của con người. Vì vậy việc xử lý hình học, xử lý nhiễu và khai thác các thông tin trên ảnh radar khó khăn hơn rất nhiều so với ảnh quang học truyền thống dẫn đến hạn chế việc ứng dụng ảnh radar. SAR bước sóng ngắn hơn (băng C, ~5,6cm) nói chung ít hữu dụng hơn trong việc theo dõi biến động rừng bởi khả năng đâm xuyên kém hơn, các tín hiệu nhanh bão hòa tại khu vực rừng (Woodhouse, 2006). Tuy nhiên, độ nhạy của tín hiệu chưa phải là tất cả, bởi trong công tác theo dõi rừng thì tần suất lấy mẫu theo thời gian đóng vai trò rất lớn. Với dữ liệu chuỗi thời gian ảnh SAR băng C, (Antropov và *ctv.*, 2016) đã sử dụng để giám sát các hoạt động khai thác, chặt phá gỗ tại Mê-hi-cô.

Hiện nay, vấn đề sử dụng dữ liệu SAR trong giám sát rừng ở Việt Nam vẫn còn mới mẻ, một

số nghiên cứu điển hình như các nghiên cứu về sinh khối của Nguyễn Viết Lương (Luong và *ctv.*, 2019), cấu trúc rừng nhiệt đới (Viet Nguyen và *ctv.*, 2016) hay phân loại rừng ngập mặn (Hoàng, Lâm và Phạm, 2016).

Mục tiêu của nghiên cứu này là chứng minh khả năng của ảnh Sentinel-1 trong việc phát hiện mất rừng ở khu vực có địa hình đồi núi, sử dụng tỉ số thay đổi radar – RCR (Radar Change Ratio) từ chuỗi dữ liệu ảnh Sentinel-1A năm 2018 (từ tháng 1 đến tháng 12) nhằm phát hiện những sự thay đổi về lớp phủ. Ngoài ra, để tìm được ngưỡng “mất rừng”, các góc tới địa phương cũng được tính đến, cụ thể với mỗi khoảng góc tới địa phương khác nhau sẽ có ngưỡng “mất rừng” khác nhau, điều này sẽ hạn chế được phần nào ảnh hưởng của địa hình lên ảnh SAR giúp nâng cao độ chính xác của kết quả.

2. Dữ liệu, quy trình và phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Đắk Nông là một trong năm tỉnh Tây Nguyên, tính đến hết năm 2015, tỉnh có diện tích tự nhiên 651.561,5 ha, trong đó diện tích và đất lâm nghiệp 343.127,7ha (chiếm 52,6%) (Nguyễn và *ctv.*, 2016). Theo quyết định số 1111/QĐ-UBND ngày 04/7/2016 của UBND tỉnh Đắk Nông, trong tổng số diện tích rừng và đất lâm nghiệp, có 254.955,8 ha diện tích có rừng, tỷ lệ che phủ là 39,1%. Với diện tích rừng và đất lâm nghiệp chiếm tỷ lệ lớn so với tổng diện tích tự nhiên nên rừng có vai trò lớn trong phát triển bền vững kinh tế - xã hội tỉnh Đắk Nông.

Theo (Nguyễn và *ctv.*, 2016), sau 10 năm (từ 2005 – 2015), diện tích rừng và đất lâm nghiệp giảm 54.630 ha. Sự biến động này là do các nguyên nhân trực tiếp như: chuyển và xâm lấn rừng tự nhiên sang đất nông nghiệp và đất khác; chuyển từ rừng tự nhiên nghèo sang rừng trồng, cao su, điều; suy thoái rừng tự nhiên do khai thác; cháy rừng. Các nguyên nhân trực tiếp trên là hậu quả của tình trạng tăng dân số dẫn tới đòi hỏi nhiều đất sản xuất nông nghiệp hơn, giá nông sản tăng tạo động lực cho việc chuyển đổi đất

rừng thành đất canh tác, quản lý yếu kém của các công ty lâm nghiệp, địa phương...

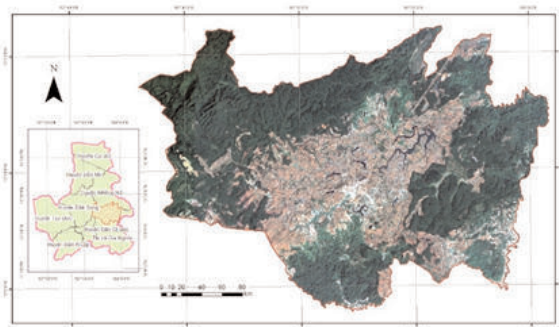
Nghiên cứu này không đi sâu vào các nguyên nhân gây mất rừng, tuy nhiên cũng có thể nhận xét rằng các điểm mất rừng được phát hiện chủ yếu là do phá rừng tự nhiên để trồng các cây công nghiệp, nông nghiệp có giá trị cao từ các quan sát trên thực địa. Trạng thái lớp phủ bề mặt biến động trong quá trình này là: chặt cây – đốt – canh tác. Sự thay đổi của lớp phủ bề mặt nói trên khiến cho giá trị tán xạ ngược thu được trên ảnh SAR thay đổi, nhờ đó có thể nhận biết được các khu vực rừng bị phá bằng chuỗi thời gian ảnh SAR.

Xã Quảng Sơn, huyện Đắk Glong, tỉnh Đắk Nông, một xã trọng điểm về mất rừng trong năm 2018 của tỉnh với số vụ và tổng diện tích rừng bị mất đứng đầu huyện (theo Chi cục Kiểm lâm Đắk Nông – Bảng 1) được lựa chọn làm khu vực nghiên cứu.

Bảng 1: Thống kê tổng diện tích rừng bị phá năm 2018

Xã	Tổng diện tích (ha)	Số vụ
Xã Quảng Sơn	78,28	333
Xã Quảng Hòa	12,82	68
Xã Đắk Ha	2,73	10
Xã Đắk Plao	3,36	10
Xã Đắk R'Mông	26,65	58
Xã Đắk Som	1,27	5

Nguồn: Chi cục Kiểm lâm Đắk Nông



Hình 1: Sơ đồ vị trí xã Quảng Sơn, huyện Đắk Glong, tỉnh Đắk Nông. Nền ảnh vệ tinh Sentinel-2 chụp tháng 2 năm 2019

2.2. Dữ liệu

2.2.1. Ảnh vệ tinh Sentinel-1

Để tăng tần suất quan sát, loạt 76 ảnh Sentinel-1A thu được từ ngày 02/01/2018 đến ngày 22/3/2019 với hai quỹ đạo đi lên (ascending) và đi xuống (descending) được sử dụng trong đánh giá biến động rừng ở khu vực nghiên cứu. Các ảnh thu được ở chế độ IW (Interferometric Wideswath), sản phẩm Level-1 GRD (Ground Range Detected), khoảng thời gian giữa hai cảnh ảnh liên tiếp cùng quỹ đạo là 12 ngày, khác quỹ đạo là 3 ngày (ảnh quỹ đạo đi lên thu được ba ngày sau ảnh quỹ đạo đi xuống), chế độ phân cực kép VV và VH. Dữ liệu tại vị trí cặp ảnh đi lên và đi xuống được tính toán riêng biệt và kết quả được gộp lại sau khi tính toán. Thông số cụ thể về dữ liệu ảnh vệ tinh được trình bày ở Bảng 2. Thống kê dữ liệu ảnh vệ tinh

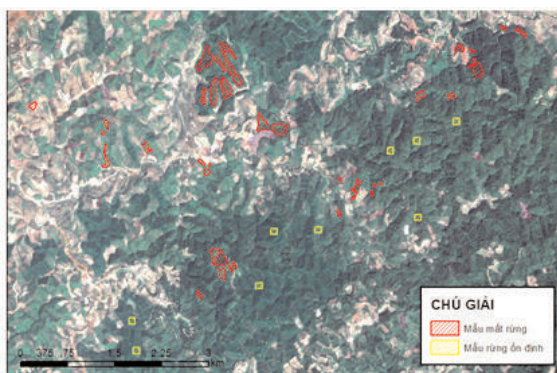
Để tiền xử lý một lượng lớn dữ liệu ảnh SAR, một công cụ tiền xử lý được lập trình (ngôn ngữ Python) để tải và đưa ảnh gốc về ảnh ARD (Analysis Ready Data). Ngoài ra các công đoạn tính toán khác như lọc nhiễu, hiệu chỉnh hình học, đưa giá trị DN (digital number) trên ảnh về giá trị gamma nought (γ^0) được tiến hành trên công cụ Orfeo ToolBox (OTB) (<https://www.orfeo-toolbox.org/>). Trong đó gamma là hệ số tán xạ ngược được chuẩn hóa bởi cosin góc tới, có đơn vị là decibel (dB) (O'Grady và ctv., 2013).

2.2.2. Dữ liệu tham chiếu

Để lấy mẫu và kiểm chứng kết quả, tác giả sử dụng ảnh quang học Sentinel-2 (không mây) nhiều thời điểm, các ảnh trong năm 2018 được sử dụng để lấy mẫu phá rừng, các ảnh năm 2019 kết hợp với dữ liệu thực địa được dùng để kiểm chứng kết quả. Ngoài ra còn có dữ liệu bản đồ diễn biến rừng năm 2018 của tỉnh Đắk Nông (Chi cục Kiểm lâm Đắk Nông cung cấp). Chi tiết về dữ liệu ảnh trong Bảng 2, vị trí các polygon mẫu được thể hiện ở Hình 2.

Bảng 2: Thống kê dữ liệu ảnh vệ tinh

Loại ảnh vệ tinh/ID	Thời gian chụp	Đặc điểm
Sentinel-1A	Từ tháng 1 đến tháng 03/2019	Độ phân giải 10 m, băng C, phân cực VH
Sentinel-2 /48PZU	07/02/2018, 09/03/2018, 24/03/2018, 03/04/2018	Độ phân giải 10 m, tổ hợp màu thực
Sentinel-2 /48PZU	08/01/2019, 22/02/2019, 19/03/2019	Độ phân giải 10 m, tổ hợp màu thực

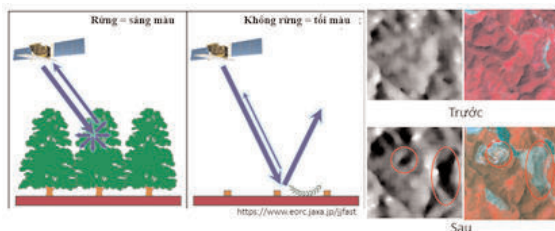


Hình 2: Lấy mẫu trên khu vực nghiên cứu: màu đỏ là các mẫu mất rừng, màu vàng là mẫu rừng ổn định (không mất rừng) trong khoảng thời gian có ảnh (từ 07/02/2018 đến 03/04/2018)

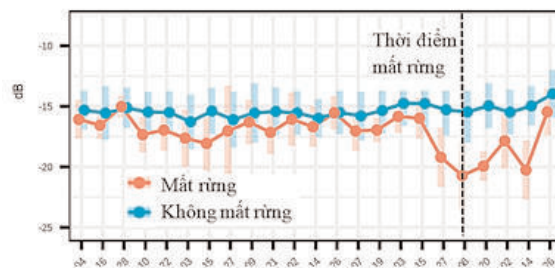
2.3. Phương pháp nghiên cứu

Giá trị tán xạ ngược (backscatter) trên ảnh SAR đặc trưng cho các đối tượng trên ảnh, các vùng sáng trên ảnh tương ứng với giá trị tán xạ phản hồi cao, tức là tại các pixel có lớp phủ thực vật tốt ảnh càng sáng và ngược lại, khi thực vật bị mất, giá trị tán xạ phản hồi thu được thấp, khi đó các vùng tối (đen) trên ảnh SAR sẽ xuất hiện (Hình 3).

Tuy nhiên với một hoặc hai cảnh ảnh, sự thay đổi đó là khó nhận biết, do đó việc phân tích và xử lý chuỗi thời gian các ảnh SAR giúp cho việc nhận biết sự thay đổi thực vật được dễ dàng hơn. Hình 4 cho thấy, trong một chuỗi ảnh SAR, khi không có sự thay đổi về lớp phủ, giá trị tán xạ ngược ổn định trong khoảng -15 dB, nhưng khi có sự thay đổi đột ngột về lớp phủ, giá trị này giảm xuống còn khoảng -20 dB, điều đó làm cơ sở để xác định được thời điểm xảy ra sự thay đổi về lớp phủ.



Hình 3: Nguyên lý về sự thay đổi giá trị tán xạ ngược trên ảnh SAR. So sánh ảnh SAR và ảnh quang học tại khu vực xảy ra mất rừng.



Hình 4: Sự thay đổi của giá trị tán xạ ngược gamma (dB) theo thời gian của đối tượng “mất rừng” và “không mất rừng”.

Cách tiếp cận tỉ số RCR (là tỷ lệ giữa tán xạ ngược trung bình sau và trước khi mất rừng) được lựa chọn. So với tỷ lệ hai thời điểm đơn giản, RCR có lợi thế là ít nhạy cảm hơn với nhiễu và để đảm bảo rằng sự thay đổi vẫn tồn tại trong một khoảng thời gian nhất định (Tanase và ctv., 2015), (Tanase và ctv., 2018), áp dụng công thức:

$$RCR_{xy} = Post_{event} \bar{\gamma}_{xy} - Pre_{event} \bar{\gamma}_{xy} \quad (1)$$

Trong đó: xy đại diện cho phân cực radar (VH), $\bar{\gamma}$ đại diện cho hệ số tán xạ trung bình đa thời gian.

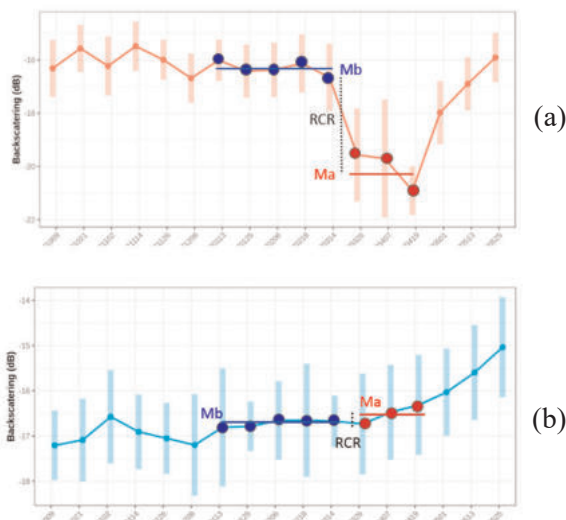
Với điều kiện cụ thể ở Đắc Nông, số ảnh được phân tích trong chuỗi là 8, tỉ số RCR được áp dụng với tham số xy sau biến động là ảnh thứ sáu đến thứ tám (màu đỏ), xy trước biến động là ảnh thứ ba đến thứ năm (màu xanh) trong Hình 5

Từ (1), trong trường hợp cụ thể, có thể được viết lại thành:

$$RCR_t = \frac{M_a}{M_b} \quad (2)$$

Trong đó:

M_b là giá trị trung bình của b ảnh X_b , M_a là giá trị trung bình của a ảnh X_a .



Hình 5: Thay đổi giá trị tán xạ ngược (dB) trong khu vực phát hiện mất rừng và minh họa tỉ số RCR trong trường hợp mất rừng (a) và không mất rừng (b)

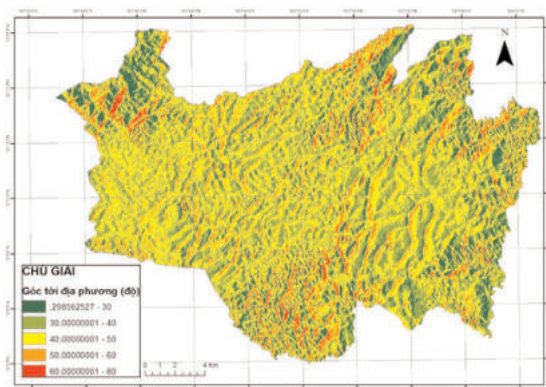
Trên Hình 5: M_b là trung bình của 5 ảnh trước, M_a là trung bình của 3 ảnh sau biến động. Kết quả cho thấy RCR trên hình 5a lớn hơn RCR hình 5b → hình 5a có biến động.

Điều kiện để phát hiện mất rừng:

$$RCR_i < Y (dB) \quad (3)$$

Trong đó: $Y (dB)$ là giá trị ngưỡng cụ thể, phụ thuộc vào phân cực (VH hoặc VV), góc tới địa phương (địa hình) và đặc tính khu vực nghiên cứu (loại lớp phủ). Trong nghiên cứu này chỉ xác định hai loại lớp phủ rừng chính là rừng tự nhiên và rừng trồng, trường hợp mất rừng trồng được loại bỏ vì nguyên nhân mất rừng có thể do khai thác có chủ đích.

Góc tới địa phương được tính từ ảnh Sentinel-1A gốc, trong khu vực nghiên cứu được chia thành các nhóm: $<30^\circ$, $30-40^\circ$, $40-50^\circ$, $>50^\circ$ (Hình 6)



Hình 6: Bản đồ góc tới địa phương xã Quảng Sơn tỉnh từ ảnh Sentinel-1

Theo cách tiếp cận đã mô tả trong Mục 2.3, một bảng giá trị các ngưỡng $Y (dB)$ theo các góc tới khác nhau được xác định, ngưỡng này được tính cho rừng tự nhiên (Bảng), ngưỡng mất rừng ở đây là giá trị ngưỡng để phát hiện ra sự thay đổi (giảm) về giá trị tán xạ ngược trên ảnh SAR, tùy theo các góc tới địa phương khác nhau mà ngưỡng này có giá trị khác nhau.

Bảng 3: Giá trị ngưỡng mất rừng theo góc tới địa phương

Giá trị	Góc tới địa phương (độ)			
	<30	30-40	40-50	>50
$Y(dB)$	-2	-2	-2,5	-3

3. Kết quả và thảo luận

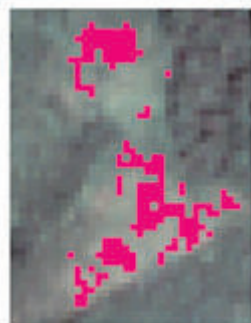
3.1. Kết quả

Áp dụng ngưỡng trên Bảng, qua các bước phân tích và tính toán tự động, một bản đồ dạng raster các khu vực “biến động” lớp phủ đã được thiết lập từ các ảnh Sentinel-1 (tính cho cả quỹ đạo đi lên và đi xuống), kết quả cuối cùng được gộp lại từ hai kết quả của hai quỹ đạo (Hình 7), kết hợp với các thông tin từ bản đồ diễn biến rừng đã thu thập (mục 2.2.2), qua các phân tích GIS, bản đồ raster đã được đưa về vector dạng điểm với các thông tin về loại rừng, ranh giới hành chính, ranh giới đơn vị quản lý trong lâm nghiệp, thời điểm phát hiện mất rừng. Bản đồ các điểm mất rừng được thể hiện trong Hình 8,

các thông tin về các điểm mất rừng được thể hiện trong Hình 9



(a)

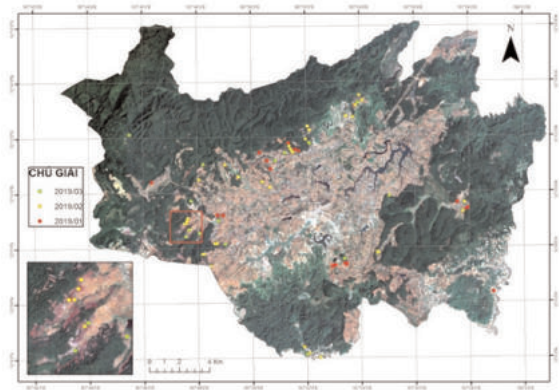


(b)



(c)

Hình 7: Kết quả tính từ quỹ đạo đi lên (a), đi xuống (b) và kết quả sau khi gộp (c)



Hình 8: Bản đồ các điểm mất rừng xã Quảng Sơn các thời điểm tháng 1-2-3 năm 2019 (mỗi màu tương ứng các điểm mất rừng của từng tháng)

Field	Value
Location:	801.905,570 1.346.948,217 Meters
FID	42
ID	43
KHOANH	8
LDLR	Rừng lá rộng thường xanh trung bình
LDLR_VT	TXB
NGAY	2019-01-09
OBJECTID	43
Shape	Point
TEN_DVHC_X	Xã Quảng Sơn
TEN_HUYEN	Huyện Đắk Glông
TEN_TINH	Tỉnh Đắk Nông
TENCOR	UBND
TIEUKHU	1643

Hình 9: Thông tin các điểm mất rừng

Kết quả trên Hình 8 cho thấy các khu vực mất rừng phân bố chủ yếu ở phần ranh giới giữa rừng tự nhiên với dân cư, đất nông nghiệp, điều này chứng tỏ một phần nguyên nhân mất rừng là do phá rừng để canh tác. Điều này hoàn toàn phù hợp với kết luận về những nguyên nhân mất rừng tại Đắk Nông như tác giả (Nguyễn và *ctv.*, 2016) đã trình bày.

3.2. Kết luận và kiến nghị

Kết quả thử nghiệm ban đầu cho thấy, phương pháp phân tích chuỗi thời gian ảnh Sentinel-1 sử dụng tỉ số RCR cho phép xác định một cách nhanh chóng, tự động và liên tục các khu vực mất rừng. Từ các điểm mất rừng phát

hiện được có thể giúp cho địa phương nhanh chóng đưa ra các biện pháp cũng như phương án quản lý và bảo vệ rừng tốt hơn. Việc sử dụng ảnh SAR giúp khắc phục được nhược điểm của ảnh quang học là khó quan sát liên tục, nhất là trong điều kiện khí hậu nhiệt đới, mây che phủ. Ngoài ra, sử dụng phương pháp đa ngưỡng (multi-threshold) áp dụng đối với các góc tới địa phương khác nhau đã giúp giảm thiểu ảnh hưởng của địa hình (đồi núi cao, độ dốc lớn) ở khu vực nghiên cứu lên ảnh SAR.

Ảnh Sentinel-1 có nhiều thuận lợi khi nguồn dữ liệu luôn cập nhật và miễn phí, giúp cho việc tăng tần suất theo dõi rừng và không bị hạn chế bởi kinh phí. Các công đoạn tính toán được lập trình và xử lý tự động, không đòi hỏi cao về cấu hình máy tính, cũng như kiến thức chuyên gia giúp nâng cao khả năng ứng dụng của phương pháp, có thể áp dụng tại địa phương.

Mặc dù vậy, việc sử dụng đơn thuần ảnh SAR cũng có những hạn chế nhất định, như bị ảnh hưởng của địa hình, độ ẩm đất, kết quả các khu vực mất rừng tính từ ảnh SAR chưa phản ánh đúng hiện trạng thực tế về không gian (cụ thể là diện tích) do đó trong bài báo này, các khu vực bị mất rừng chỉ được thể hiện dưới dạng điểm, chưa thống kê được chính xác diện tích rừng bị mất. Điều này có thể được khắc phục khi sử dụng kết hợp ảnh quang học và ảnh SAR trong giám sát rừng trong các nghiên cứu sau. ○

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện với sự giúp đỡ của Đề tài “Nghiên cứu xây dựng một số mô hình ứng dụng chuẩn hóa phục vụ thúc đẩy khai thác và nâng cao hiệu quả sử dụng dữ liệu vệ tinh LOTUSat”, mã số VT-UD.12/17-20, thuộc chương trình Khoa học và Công nghệ vũ trụ.

Tài liệu tham khảo

[1]. Antropov, O. và ctv. (2016) ‘Mapping forest disturbance using long time series of Sentinel-1 data: Case studies over boreal and tropical forests’, in *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*. doi:

10.1109/IGARSS.2016.7730014.

[2]. Hansen, M. C. và ctv. (2013) ‘High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change’, *Science*, 342, pp. 850–853. doi: 10.1126/science.1244693.

[3]. Hansen, M. C. và ctv. (2016) ‘Humid tropical forest disturbance alerts using Landsat data’, *Environmental Research Letters*, 11(3). doi: 10.1088/1748-9326/11/3/034008.

[4]. Hoàng, P. P., Lâm, Đ. N. and Phạm, B. V. (2016) ‘Sử dụng dữ liệu viễn thám radar trong xác định rừng ngập mặn’, *Tạp chí phát triển KH&CN*, tập 19, pp. 113–121.

[5]. Luong, V. N. và ctv. (2019) ‘Biomass estimation and mapping of can gio mangrove biosphere reserve in south of Vietnam using alos-2 palsar-2 data’, *Applied Ecology and Environmental Research*. Corvinus University of Budapest, 17(1), pp. 15–31. doi: 10.15666/aeer/1701_015031.

[6]. Nguyễn, T. M. D. và ctv. (2016) ‘Phân tích nguyên nhân mất rừng, suy thoái rừng làm cơ sở đề xuất giải pháp quản lý bảo vệ rừng tỉnh Đắk Nông’, *KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ LÂM NGHIỆP*, 6.

[7]. O’Grady, D. và ctv. (2013) ‘Relationship of local incidence angle with satellite radar backscatter for different surface conditions’, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, (24), pp. 42–53. doi: 10.1016/j.jag.2013.02.005.

[8]. Quéré, C. và ctv. (2018) ‘Global Carbon Budget 2018’, *Earth System Science Data*, 10(4), pp. 2141–2194. doi: 10.5194/essd-10-2141-2018.

[9]. Sannier, C. và ctv. (2014) ‘Using the regression estimator with landsat data to estimate proportion forest cover and net proportion deforestation in gabon’, *Remote Sensing of Environment*. doi: 10.1016/j.rse.2013.09.015.

[10]. Small, D. (2011) ‘Flattening gamma: Radiometric terrain correction for SAR

- imagery', *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 49(8), pp. 3081–3093. doi: 10.1109/TGRS.2011.2120616.
- [11]. Souza, C. M. và ctv. (2013) 'Ten-year landsat classification of deforestation and forest degradation in the brazilian amazon', *Remote Sensing*, 5(11), pp. 5493–5513. doi: 10.3390/rs5115493.
- [12]. Tanase, M. A. và ctv. (2015) 'Detecting and Quantifying Forest Change: The Potential of Existing C- and X- Band Radar Datasets', *PLoS ONE*. Public Library of Science, 10(6), p. e0131079. doi: 10.1371/journal.pone.0131079.
- [13]. Tanase, M. A. và ctv. (2018) 'Detection of windthrows and insect outbreaks by L-band SAR: A case study in the Bavarian Forest National Park', *Remote Sensing of Environment*. Elsevier, 209(February), pp. 700–711. doi: 10.1016/j.rse.2018.03.009.
- [14]. Verbesselt, J., Zeileis, A. and Herold, M. (2012) 'Near real-time disturbance detection using satellite image time series', *Remote Sensing of Environment*, 123, pp. 98–108. doi: 10.1016/j.rse.2012.02.022.
- [15]. Viet Nguyen, L. và ctv. (2016) 'Estimation of Tropical Forest Structural Characteristics Using ALOS-2 SAR Data', *Advances in Remote Sensing*. Scientific Research Publishing, Inc, 05(02), pp. 131–144. doi: 10.4236/ars.2016.52011.
- [16]. Woodhouse, I. H. (2006) *Introduction to Remote Sensing Microwave*, Taylor & Francis Group. ○

Summary

Combined use of sentinel-1 and RCR for deforestation detection: A case study in Quang Son commune, Dak Glong district, Dak Nong province

Ngo Duc Anh, Vu Anh Tuan

Vietnam National Space Center (VNSC) – Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

Nguyen Thu Hang

Vietnam Institute of Geodesy and Cartography

Nguyen Thanh Binh

The International Center for Tropical Agriculture (CIAT)

In recent years, deforestation in Dak Nong has had a complicated situation. It is essential to conduct forest monitoring frequently and continuously. Frequent forest monitoring using optical data has low efficiency due to the impacts of tropical climate conditions and cloud cover. In order to address the need for timely update on deforestation, using SAR (Synthetic Aperture Radar) time series can monitor the forest monthly. Sentinel -1 with a 12-day repeat cycle in both ascending and descending pass (one day) meets the requirement for data continuity as well as not being dependent on the weather. In this study, the authors analyzed the back-scattering from Sentinel-1 time series, using the ratio of RCR (radar change ratio) to detect unusual changes in forest cover, the results are recorded from both ascending and descending orbit that increased the accuracy, thereby making the monthly hot-spot deforestation mapping. ○