



VIỆN KHOA HỌC LÂM NGHIỆP VIỆT NAM
VIETNAMESE ACADEMY OF FOREST SCIENCES (VAFS)

ISSN: 1859 - 0373

TẠP CHÍ
KHOA HỌC LÂM NGHIỆP

VIETNAM JOURNAL OF FOREST SCIENCE

Số (Number) 4 - 2017

TẠP CHÍ KHOA HỌC LÂM NGHIỆP SỐ 4 - 2017

- | | | | |
|--|---|--|----|
| 1 Đa dạng họ Hồ tiêu
(Piperaceae) ở Vườn Quốc
gia Bến En, Thanh Hóa | Đậu Bá Thìn
Nghiêm Thị Giang
Hoàng Văn Chính | Diversity plants of
Piperaceae from Ben En
National Park, Thanh Hoa
province | 5 |
| 2 Đa dạng cây thuốc ở xã
Mường Lống huyện Kỳ
Sơn, tỉnh Nghệ An | Lê Thị Hương
Hoàng Thanh Sơn
Nguyễn Tiến Cường
Đậu Bá Thìn
Nguyễn Xuân Trường | Diversity of medicinal
plants in Muong Long
commune, Ky Son district,
Nghe An province | 10 |
| 3 Ảnh hưởng của hoạt động
du lịch sinh thái đến động
vật hoang dã trong các khu
bảo tồn | Nguyễn Đắc Mạnh
Tạ Tuyết Nga
Nguyễn Hải Hà
Lư Quang Vinh
Phùng Thị Tuyền
Nguyễn Thị Bích Hào
Trần Thị Hương | Impacts of ecotourism
activities on wildlife in
conservation areas | 16 |
| 4 Nghiên cứu tổng quan nhân
giống cây Sâm ngọc linh
(<i>Panax vietnamensis</i> Ha et
Grush.) trong điều kiện
in vitro | Lương Thị Hoan
Phan Thị Hương Trà
Hoàng Thị Như Nụ
Lê Việt Dũng
Dương Thị Phúc Hậu
Nguyễn Đăng Minh Chánh | Research overview of
<i>Panax vietnamensis</i>
(<i>Panax vietnamensis</i> Ha et
Grush.) in vitro condition | 26 |
| 5 Nghiên cứu một số đặc
điểm lâm học của loài
Xoan đào (<i>Prunus arborea</i>
(Blume) Kalkman) tại
huyện Na Rì, tỉnh Bắc Kạn | Đỗ Hoàng Chung
Nguyễn Công Hoan
Ma Đức Khiêm | Study on silvic
characteristics of <i>Prunus</i>
<i>arborea</i> (Blume) Kalkman
species in Na Ri district,
Bac Kan province | 38 |
| 6 Một số đặc điểm lâm học
của loài Xoan mộc (<i>Toona</i>
<i>surenii</i> Blume Merr) tại khu
Bảo tồn loài và sinh cảnh
Nam Xuân Lạc - Bắc Kạn | Hồ Ngọc Sơn
Nguyễn Thị Thu Hiền
Lường Quốc Hải | Some biological
characteristics of <i>Toona</i>
<i>surenii</i> Blume Merr in
Nam Xuan Lac species &
habitat conservation area,
Bac Kan province | 47 |

7	Đặc điểm sinh trưởng của Bời lời đỏ (<i>Machilus odoratissima</i> Nees) ở tỉnh Gia Lai, Đắk Lắk và Kon Tum	Đặng Thái Hoàng Đặng Thái Dương	The growth characteristics of <i>Machilus odoratissima</i> Nees in Gia Lai, Dak Lak, and Kon Tum provinces	54
8	Một số đặc điểm cấu trúc rừng tự nhiên nơi có loài Dẻ rừng sọc trắng hẹp (<i>Amentotaxus argotaenia</i> (Hance) Pilger) phân bố tại huyện Mộc Châu, tỉnh Sơn La	Phan Thị Thanh Huyền Nguyễn Văn Hùng	Some characteristics of natural forest structure which have <i>Amentotaxus argotaenia</i> (Hance) Pilger in Moc Chau district, Son La province	64
9	Đặc điểm tái sinh rừng tự nhiên nơi có loài cây Dẻ rừng sọc trắng hẹp (<i>Amentotaxus argotaenia</i> (Hance) Pilger) phân bố tại huyện Mộc Châu, tỉnh Sơn La	Phan Thị Thanh Huyền Nguyễn Văn Hùng	The traits of natural regeneration of <i>Amentotaxus argotaenia</i> (Hance) Pilger forest in Moc Chau district, Son La province	74
10	Đặc trưng các trạng thái rừng phòng hộ đầu nguồn lưu vực sông Pô Cô, tỉnh Kon Tum	Huỳnh Văn Chung	The characteristics of watershed protection forests in the Po Ko river basin in Kon Tum province	83
11	Đặc điểm sinh học và phòng trừ loài sâu (<i>Orthaga exvinacea</i> Hamp.) hại lá Long não (<i>Cinnamomum camphora</i> Linnaeus) tại huyện Gia Bình, tỉnh Bắc Ninh	Lê Văn Bình Nguyễn Quốc Thống	Biological characteristic and control measure of <i>Orthaga exvinacea</i> Hamp. damaging leaf of <i>Cinnamomum camphora</i> Linnaeus in Gia Bình district, Bac Ninh province	95
12	Đặc điểm sinh học và thành phần thiên địch của Sâu đo ăn lá (<i>Biston suppressaria</i> Guenée) hại Keo tại tượng (<i>Acacia mangium</i>) tại Quảng Ninh	Nguyễn Hoài Thu Đào Ngọc Quang Bùi Quang Tiếp	Biological characteristics and natural enemies of Looper caterpillar (<i>Biston suppressaria</i> Guenée) associated with <i>Acacia mangium</i> in Quang Ninh province	101

13	Bệnh thối rễ Quế ở giai đoạn vườn ươm và đề xuất biện pháp quản lý dịch bệnh ở tỉnh Lào Cai	Vũ Văn Định Đặng Như Quỳnh Lê Thị Xuân Nguyễn Thị Loan Phạm Văn Nhật và Trần Nhật Tân	Wilt disease of <i>Cinnamomum cassia</i> in nurseries and control measures for diseases management in Lao Cai province	109
14	Đặc điểm hình thái và phân tích trình tự gen 28s-rRNA của loài nấm liên quan đến bệnh thối quả vải tại Lục Ngạn - Bắc Giang	Nguyễn Thị Thu Hiền Trịnh Đình Khả	Morphological characteristics and sequence analysis of 8s - rRNA gene of fungal species associated with the rot disease of litchi fruit in Luc Ngan - Bac Giang	119
15	Kết hợp ảnh vệ tinh Alos-2/Palsar-2 và Landsat-8 trong xác định trữ lượng rừng tự nhiên lá rộng thường xanh tại tỉnh Đắk Nông	Phạm Văn Duẩn Nguyễn Thanh Hoàn Nguyễn Trọng Bình Phạm Tiến Dũng	A combination of Alos-/Palsar- and Landsat-8 satellite images for wood volume estimation of natural evergreen broadleaf forest in Dak Nong province	125
16	Thực trạng và các giải pháp quản lý cháy rừng ứng phó với biến đổi khí hậu tại tỉnh Quảng Bình	Nguyễn Phương Văn Nguyễn Văn Lợi Trần Minh Đức	Situation and measures to forest fire management for climate change adaptation in Quang Binh province	139
17	Khả năng bảo vệ màu sắc gỗ của sơn PU chứa vật liệu nano TiO ₂ , ZnO và nanoclay hydrophilic	Bùi Văn Ái Nguyễn Thị Hằng Hoàng Trung Hiếu Hoàng Thị Tám Bùi Thị Thủy	Color protection capability of PU paint enhanced with dispersed nano particles of TiO ₂ , SiO, ZnO, Nanoclay hydrophilic	151
18	Xử lý tẩy trắng ván bóc gỗ Keo tai tượng và keo lai	Nguyễn Quang Trung Nguyễn Thị Phượng Hà Tiến Mạnh Phạm Thị Thanh Miên	Bleaching peeled veneer of acacia wood	160
19	Một số kết quả nghiên cứu sấy gỗ Cáng lò (<i>Betula alnoides</i> Buch. Ham)	Đỗ Thị Hoài Thanh Hà Tiến Mạnh	Study on drying technology of <i>Betula alnoides</i> Buch. Ham	169

KẾT HỢP ẢNH VỆ TINH ALOS-2/PALSAR-2 VÀ LANDSAT-8 TRONG XÁC ĐỊNH TRỮ LƯỢNG RỪNG TỰ NHIÊN LÁ RỘNG THƯỜNG XANH TẠI TỈNH ĐẮK NÔNG

Phạm Văn Duẩn¹, Nguyễn Thanh Hoàn², Nguyễn Trọng Bình¹, Phạm Tiến Dũng³

¹ Trường Đại học Lâm nghiệp

² Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

³ Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

TÓM TẮT

Bản đồ trữ lượng rừng là công cụ quan trọng trong quản lý tài nguyên rừng và thực hiện các chính sách về rừng. Sử dụng hai loại ảnh vệ tinh ALOS-2/PALSAR-2 và LANDSAT-8, mô hình số độ cao từ ảnh ASTER (GDEM), các bản đồ sẵn có và tài liệu phù trợ, kết hợp với số liệu điều tra rừng trên 214 ô tiêu chuẩn, nghiên cứu đã xây dựng các mô hình xác định trữ lượng rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh (LRTX) tại tỉnh Đắk Nông. Mô hình xác định trữ lượng rừng tối ưu được tạo ra với biến đầu vào là giá trị tán xạ ngược kênh HV trên ảnh ALOS-2/PALSAR-2 kết hợp với giá trị kênh thành phần chính thứ nhất trên ảnh LANDSAT-8 tại kích thước cửa sổ lọc ảnh 13×13 pixel. Mô hình có sai số khi xác định trữ lượng rừng như sau: Sai số trung bình toàn phương (RMSE = 31,8 m³/ha), sai số tuyệt đối (MAE = 25,2 m³/ha), sai số tương đối (MAE% = 29,0%) và sai số trung bình toàn phương tương đối (RMSE% = 48,0%). Hiện tại, tư liệu vệ tinh ALOS-2/PALSAR-2 luôn có sẵn trên cả nước, tư liệu vệ tinh LANDSAT-8 được cung cấp thường xuyên và miễn phí. Ranh giới kiểu trạng thái rừng đã được xác định rõ cả trên thực địa và trên bản đồ theo kết quả kiểm kê rừng là cơ sở để áp dụng, nhân rộng mô hình xác định trữ lượng cho các khu rừng tự nhiên lá rộng thường xanh khác ở nước ta với điều kiện tương tự.

A combination of Alos-2/Palsar-2 and Landsat-8 satellite images for wood volume estimation of natural evergreen broadleaf forest in Dak Nong province

Forest wood volume map is an important tool for managing forest resources and implementing forest policies. This study has developed models for wood volume estimation of natural evergreen broadleaf forest in Dak Nong Province based on a combination of ALOS-2/PALSAR-2 satellite images, Landsat-8 satellite images, ASTER DEM (GDEM), existing maps and 214 sample plots. The optimal prediction model has been selected. The input variables for the optimal model are mean values of HV backscatter of ALOS-2/PALSAR-2 image and the first Principal Component (PC1) from Landsat-8 image with the window size 13×13 pixels. The errors in wood volume estimation using the optimal model are as following: RMSE = 31.8 m³/ha, absolute error (MAE) = 25.2 m³/ha, relative error (MAE%) = 29.0%, relative RMSE% = 48.0%. In current, ALOS-2/PALSAR-2 satellite image is always available for whole Vietnam. Landsat-8 images are observed frequently and provided in free of charge. The forest type boundaries have been defined both in the field and on the map according to the National forest inventory and statistics program that is as the basis for applying the model for wood volume estimation in other regions with similar conditions.

Từ khóa: Alos-2/
Palsar-2, Landsat-8,
Đắk Nông, kiểm kê
rừng, lá rụng thường
xanh, trữ lượng rừng

Keywords: Alos-
2/Palsar-2, Landsat-8,
NFIS, Dak Nong
province, natural
evergreen broadleaf
forest, wood volume

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bản đồ trữ lượng rừng rất cần thiết cho việc quản lý tài nguyên rừng và thực hiện các chính sách về rừng. Đối tượng rừng Việt Nam có diện tích lớn, phạm vi rộng và thường phân bố ở những nơi có địa hình phức tạp nên việc ứng dụng ảnh vệ tinh để xây dựng bản đồ trữ lượng rừng có thể giúp tiết kiệm thời gian và công sức so với phương pháp điều tra truyền thống trên mặt đất.

Đắk Nông là tỉnh thuộc khu vực Tây Nguyên của Việt Nam có diện tích tự nhiên 651.561,5ha, địa hình phức tạp, độ dốc cao (UBND tỉnh Đắk Nông, 2017). Theo kết quả kiểm kê rừng năm 2014, diện tích có rừng của tỉnh chỉ còn 253.962,3ha, trong đó diện tích rừng tự nhiên lá rộng thường xanh là: 165.824,6ha, chiếm 65,3% diện tích rừng toàn tỉnh và phân bố ở tất cả các huyện/thị xã trong tỉnh nhưng tập trung nhiều nhất tại 3 huyện: Đắk G'Long, Tuy Đức và Cư Jut (UBND tỉnh Đắk Nông, 2015). Ngoài giá trị kinh tế, rừng Đắk Nông đặc biệt quan trọng với chức năng phòng hộ, bảo vệ nguồn nước, chống xói mòn cho toàn bộ hệ thống canh tác nông nghiệp, phòng hộ biên giới... Tuy nhiên, hiện trạng rừng Đắk Nông trong những năm qua bị suy giảm cả về số và chất lượng do nhu cầu đất trồng cây công nghiệp và phát triển kinh tế - xã hội. Thực trạng đó đặt ra vấn đề phải thắt chặt quản lý để giữ vững diện tích rừng hiện có kết hợp trồng thêm rừng trên diện tích đất quy hoạch cho mục đích lâm nghiệp. Để góp phần thực hiện tốt công tác này, bản đồ trữ lượng rừng cần phải liên tục được cập nhật theo định kỳ.

Nhiều tác giả đã sử dụng ảnh vệ tinh quang học như: SPOT, ASTER, QUICKBIRD, MODIS, AVHRR, LANDSAT... để ước lượng trữ lượng rừng (Lu 2006; Luther *et al.*, 2006; Fuchs *et al.*, 2009; Song 2013; Du *et al.*, 2014...). Các kỹ thuật xử lý ảnh như: tính toán chỉ số thực vật, phân tích thành phần chính

(PCA) thường được sử dụng để tạo ra các biến mới từ dữ liệu quang học. Ảnh Radar là một cách tiếp cận đầy hứa hẹn cho xác định trữ lượng rừng vì sóng radar có khả năng xuyên vào trong tán rừng đến một độ sâu nhất định tùy thuộc vào bước sóng và độc lập với thời tiết (Dobson *et al.*, 1995; Kasischke *et al.*, 1997; Huang and Chen, 2013). Vì khả năng xuyên sâu vào trong tán rừng, có thể đến mặt đất dưới tán nên ảnh radar có thể thu được thông tin về những thành phần như: thân cây, cành lớn có liên quan mật thiết đến trữ lượng rừng. Do đó, ảnh Radar thường được xem là tốt hơn để xác định trữ lượng rừng so với ảnh quang học. Tuy nhiên, kết hợp hai loại tư liệu nêu trên để xây dựng mô hình xác định trữ lượng rừng ít được quan tâm nghiên cứu.

Ảnh LANDSAT-8, độ phân giải không gian ở mức trung bình có nhiều ưu điểm và triển vọng áp dụng trong việc xác định trữ lượng rừng ở quy mô lớn. Ảnh LANDSAT-8 được xử lý và cung cấp miễn phí đến người sử dụng trong vòng 24 giờ sau khi chụp. Với những ưu điểm trên, ảnh LANDSAT-8 đang được ứng dụng trong nhiều ngành, nhiều lĩnh vực. Tuy nhiên, sử dụng ảnh LANDSAT-8 để xác định trữ lượng rừng tại Việt Nam vẫn chưa được quan tâm nghiên cứu thỏa đáng. Mỗi quan hệ hay cơ chế tán xạ của các thành phần của cây đối với bước sóng radar có thể được khái quát hóa như sau: (1) Sóng radar kênh X tương tác với lá, nhánh và cành nhỏ của cây; (2) Sóng radar kênh C tương tác với lá cành nhỏ và cành thứ cấp của cây; (3) Sóng radar kênh L tương tác với cành thứ cấp và thân cây và một phần với đất; (4) Sóng radar kênh P tương tác với cành chính, thân cây và nền đất (Israelsson *et al.*, 1994). Do đó, nghiên cứu này đã chọn ảnh ALOS-2/PALSAR-2 kênh L, về mặt lý thuyết có thể tương tác với cành và thân cây là chính kết hợp với ảnh LANDSAT-8 để thử nghiệm nghiên cứu xác định trữ lượng cho kiểu rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh tại tỉnh Đắk Nông.

Mục tiêu chính của nghiên cứu này là nhằm xây dựng mô hình tối ưu xác định trữ lượng rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh tại tỉnh Đắk Nông với tư liệu sử dụng là ảnh vệ tinh ALOS-2/PALSAR-2 kết hợp với ảnh LANDSAT-8. Qua đó, đánh giá khả năng sử dụng kết hợp hai loại tư liệu này trong việc xác định trữ lượng của kiểu rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh tại tỉnh Đắk Nông.

II. TƯ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tư liệu nghiên cứu

Tư liệu chủ yếu được sử dụng trong nghiên cứu gồm:

- (1) Mô hình số độ cao từ ảnh ASTER (GDEM);
- (2) 6 cảnh ảnh ALOS-2/PALSAR-2 độ phân giải không gian 6,25m, thời gian chụp từ 21/9/2014 đến 25/01/2015 được nhà sản xuất xử lý đến mức 2.1;
- (3) 2 cảnh ảnh LANDSAT-8 độ phân giải không gian 15m đối với kênh toàn sắc, 30m đối với kênh đa phổ, chụp ngày 06/03/2015 được nhà sản xuất xử lý đến mức T1;
- (4) Hệ thống 214 ô tiêu chuẩn rừng tự nhiên lá rộng thường xanh được nhóm tác giả điều tra trong giai đoạn từ tháng 10/2014 - đến tháng 3/2015 tại tỉnh Đắk Nông, thuộc dự án “Rà soát, điều chỉnh quy hoạch ba loại rừng tỉnh Đắk Nông” mà bản thân tác giả là chủ nhiệm công trình;
- (5) Bản đồ kết quả kiểm kê rừng tỉnh Đắk Nông năm 2014, kế thừa từ dự án “Tổng điều tra, kiểm kê rừng toàn quốc”.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu ngoại nghiệp

Công tác thu thập số liệu ngoại nghiệp được thực hiện trên 214 ô tiêu chuẩn, diện tích OTC 1.000 m^2 ($30 \times 33,3\text{m}$). Tại mỗi ô tiêu chuẩn:

- (1) Xác định vị trí tâm ô tiêu chuẩn bằng máy

GPS với độ chính xác từ 3 - 5m; (2) Đo chu vi thân cây ở vị trí 1,3m của tất cả các cây gỗ có đường kính lớn hơn 6 cm bằng thước dây độ chính xác đến cm; (3) Xác định chiều cao vút ngọn của tất cả các cây gỗ có đường kính lớn hơn 6cm bằng thước đo chuyên dụng, độ chính xác đến dm.

Sử dụng biểu thể tích 2 nhân tố lập chung toàn quốc (Viện Điều tra Quy hoạch rừng, 1995) để xác định thể tích của từng cây cá lẻ, từ đó xác định tổng thể tích của các cây trong ô tiêu chuẩn và trữ lượng rừng tại vị trí các ô tiêu chuẩn.

2.2.2. Phương pháp xử lý và trích xuất thông tin từ ảnh vệ tinh

a. Phương pháp xử lý ảnh

- Chuyển các ảnh vệ tinh từ hệ tọa độ UTM sang hệ tọa độ VN2000: Mỗi cảnh ảnh LANDSAT-8, việc chuyển đổi được thực hiện trên 7 kênh đa phổ (từ kênh 1 đến kênh 7) và kênh toàn sắc (kênh 8); mỗi ảnh ALOS-2/PALSAR-2, việc chuyển đổi được thực hiện trên 2 kênh HH và HV.

- Ảnh LANDSAT-8: Hiệu chỉnh ảnh hưởng của bóng địa hình bằng phương pháp Cosine hệ số C; trộn các kênh đa phổ với kênh toàn sắc để tạo ra các kênh đa phổ có độ phân giải không gian 15m; xây dựng ảnh thành phần chính (PC) và ảnh chỉ số thực vật (NDVI) độ phân giải không gian 15m.

- Ảnh ALOS-2/PALSAR-2: Chuyển giá trị số của ảnh (Digital Number - DN) về giá trị cường độ tán xạ ngược; chuyển ảnh cường độ tán xạ ngược kênh HH, HV về độ phân giải không gian 15m bằng nội suy tuyến tính (Bi-linear) để phù hợp với độ phân giải ảnh Landsat-8.

b. Phương pháp trích xuất thông tin từ ảnh

Căn cứ vào: diện tích OTC, độ phân giải không gian của ảnh vệ tinh, độ chính xác của xác định vị trí tâm ô tiêu chuẩn bằng máy GPS, độ chính xác nắn chỉnh ảnh của nhà sản

xuất ảnh, cấu trúc rừng tự nhiên lá rộng thường xanh với nhiều tầng tán, nhận thấy: mỗi OTC sẽ gồm một số pixel ảnh. Do đó, trong nghiên cứu này, tác giả trích xuất thông tin trên ảnh tại vị trí OTC theo các kích thước cửa sổ lọc ảnh khác nhau. Kích thước cửa sổ lọc luôn là số lẻ để đảm bảo pixel được gán giá trị (chứa tâm OTC) luôn ở trung tâm của cửa sổ lọc.

Sau quá trình xử lý, các ảnh tạo ra sử dụng trong nghiên cứu đều có độ phân giải không gian 15m, gồm: ảnh chỉ số thực vật (NDVI), ảnh thành phần chính kênh thứ nhất (PC1), ảnh thành phần chính kênh thứ hai (PC2), ảnh cường độ tán xạ ngược kênh HH và ảnh cường độ tán xạ ngược kênh HV. Các ảnh này được trích xuất giá trị trung bình, sai tiêu chuẩn theo từng kích thước cửa sổ lọc ảnh.

- Giá trị trung bình các điểm ảnh trong cửa sổ (X_{TB}) được tính toán theo công thức.

$$X_{TB} = \left(\sum_{i=1}^n K_i \right) / n \quad (2.1)$$

Trong đó: K_i : cấp độ xám của điểm ảnh thứ i tại một kênh trong cửa sổ; n : số điểm ảnh trong cửa sổ.

- Sai tiêu chuẩn các điểm ảnh trong cửa sổ (X_S) được tính toán theo công thức:

$$X_S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - X_{TB})^2}{n - 1}} \quad (2.2)$$

Trong đó: X_{TB} : cấp độ xám trung bình theo cửa sổ (tính theo công thức 2.1); K_i : cấp độ xám của điểm ảnh thứ i trong cửa sổ; n : số điểm ảnh trong cửa sổ.

2.2.3. Phương pháp trích lọc các thông tin phi ảnh

Trong nghiên cứu, ngoài các chỉ tiêu trên ảnh, sử dụng thêm một số chỉ tiêu phi ảnh để xây dựng mô hình xác định trữ lượng rừng, gồm: độ cao, độ dốc, hướng phơi. Trích xuất giá trị: độ cao, độ dốc, hướng phơi tại từng vị trí

OTC (từng pixel ảnh) từ mô hình số độ cao (GDEM).

2.2.4. Thăm dò mối quan hệ giữa các biến độc lập với biến phụ thuộc

Việc thăm dò mối quan hệ giữa giá trị các chỉ số trên ảnh và phi ảnh (còn gọi là biến độc lập - ký hiệu là x_i) với trữ lượng rừng (còn gọi là biến phụ thuộc - ký hiệu là y) được thực hiện bằng 4 dạng hàm cơ bản.

$$Y = a + b \cdot X \quad (2.3)$$

$$Y = a + b \cdot \ln(X) \quad (2.4)$$

$$\ln(Y) = a + b \cdot X \quad (2.5)$$

$$\ln(Y) = a + b \cdot \ln(X) \quad (2.6)$$

Trong đó: Y là trữ lượng rừng (biến phụ thuộc); X là giá trị chỉ số trên ảnh hoặc phi ảnh (biến độc lập).

Giá trị chỉ số trên ảnh (trung bình, sai tiêu chuẩn) dùng để thăm dò mối quan hệ được xác định tại 3 kích thước cửa sổ lọc: 3×3 , 5×5 và 7×7 . Các mối quan hệ này được đánh giá thông qua kiểm định ý nghĩa của hệ số tương quan (r) bằng tiêu chuẩn t với giả thiết: H_0 : không tồn tại mối quan hệ giữa biến độc lập x và biến phụ thuộc y . Nếu $t < -t_{\alpha/2}(n - 2)$ hoặc $t > t_{\alpha/2}(n - 2)$ (α là mức ý nghĩa, $\alpha = 0,05$) thì bác bỏ giả thiết H_0 và ngược lại.

2.2.5. Lựa chọn thuật toán xây dựng mô hình xác định trữ lượng rừng

Mô hình hồi quy là mô hình hay được sử dụng nhất để xác định trữ lượng rừng từ ảnh vệ tinh, và có thể là: mô hình hồi quy tuyến tính đa biến hoặc mô hình hồi quy đa phi tuyến tính. Kết quả thăm dò mối quan hệ giữa các biến độc lập với biến phụ thuộc, cho phép lựa chọn dạng quan hệ tốt nhất giữa từng biến độc lập với biến phụ thuộc là tuyến tính hay phi tuyến.

- Khi mối liên hệ giữa biến phụ thuộc (y) với các biến độc lập (x_i) tuân theo quan hệ tuyến tính, mô hình hồi quy tuyến tính đa biến có dạng:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_px_p \quad (2.7)$$

- Tuy nhiên khi mối liên hệ giữa biến phụ thuộc (y) với các biến độc lập (xi) không tuân theo quan hệ tuyến tính, trong trường hợp này, mô hình hồi quy đa phi tuyến tính được nghiên cứu với các dạng phương trình sau:

$$Y = b_0 + b_1\ln(x_1) + b_2\ln(x_2) + \dots + b_p\ln(x_p) \quad (2.8)$$

$$\ln(Y) = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_px_p \quad (2.9)$$

$$\ln(Y) = b_0 + b_1\ln(x_1) + b_2\ln(x_2) + \dots + b_p\ln(x_p) \quad (2.10)$$

Vì độ phức tạp, các mô hình kết hợp: (2.7), (2.8), (2.9) và (2.10) không thực hiện trong nghiên cứu này.

Do các biến đầu vào từ ảnh và phi ảnh đã được kiểm tra mối quan hệ với trữ lượng, chỉ biến có quan hệ thực sự với trữ lượng mới được tham gia để xây dựng mô hình đa biến. Nên các phương trình đa biến xây dựng được phải đảm bảo các yêu cầu: (1) Phương trình tồn tại trong tổng thể theo kiểm định F; (2) Các hệ số b_i của phương trình tồn tại trong tổng thể theo kiểm định t.

2.2.6. Phương pháp xây dựng, lựa chọn mô hình tốt nhất và xác định sai số của mô hình

a. Phương pháp xây dựng mô hình

Phân chia OTC để xây dựng và kiểm chứng mô hình: Danh sách 214 ô tiêu chuẩn với đầy đủ các thông tin về ảnh và phi ảnh trích xuất theo kích thước cửa sổ lọc ảnh được phân ngẫu nhiên thành 2 phần: (1) lựa chọn ngẫu nhiên theo không gian 33,3% số ô tiêu chuẩn (71 OTC) sử dụng để kiểm chứng mô hình; (2) 66,7% số ô (143 OTC) còn lại được sử dụng để xây dựng mô hình.

Xây dựng mô hình: Sử dụng tất cả các biến có mối quan hệ với trữ lượng theo kết quả thăm dò mối quan hệ để xây dựng mô hình và xác định sai số của mô hình cho từng kích thước

cửa sổ lọc ảnh theo 4 dạng hàm: (2.7), (2.8), (2.9) và (2.10) với thủ tục chọn biến được thực hiện theo phương pháp loại trừ dần (backward elimination) trên phần mềm SPSS. Trong trường hợp, theo chiều tăng của kích thước cửa sổ lọc (từ 3×3 đến 7×7), hệ số r của mô hình xác định trữ lượng vẫn tăng, tiến hành mở rộng kích thước cửa sổ lọc ảnh đến khi r đạt giá trị cao nhất, không thay đổi hoặc giảm.

Lựa chọn mô hình tốt nhất cho từng dạng hàm: (2.7), (2.8), (2.9) và (2.10) căn cứ vào hệ số r. Với mỗi dạng hàm, mô hình tốt nhất là mô hình có hệ số r cao nhất.

Sau khi lựa chọn được mô hình tốt nhất cho từng dạng hàm, căn cứ vào sai số của mô hình để chọn ra mô hình tốt nhất để xác định trữ lượng rừng tại khu vực. Các loại sai số của mô hình gồm: sai số tuyệt đối (MAE_{MH}), sai số tương đối ($MAE_{MH}(\%)$), sai số trung bình toàn phương ($RMSE_{MH}$), sai số trung bình toàn phương tương đối ($RMSE_{MH}(\%)$) được tính toán tương ứng theo các công thức: (2.11), (2.12), (2.13) và (2.14).

$$MAE_{MH} = \frac{1}{k} \sum_{l=1}^k \sum_{i=1}^n \frac{y_i - \hat{y}_i}{n} \quad (2.11)$$

$$MAE_{MH}(\%) = \frac{1}{k} \sum_{l=1}^k \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i - \hat{y}_i}{n} \quad (2.12)$$

$$RMSE_{MH} = \frac{1}{k} \sum_{l=1}^k \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (2.13)$$

$$RMSE_{MH}(\%) = \frac{1}{k} \sum_{l=1}^k 100 \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right)^2} \quad (2.14)$$

Trong đó: k là số phần dữ liệu bằng nhau (hoặc gần bằng nhau) được phân chia (k-fold); n là số dữ liệu đánh giá của mỗi lần; y_i và $\hat{y}_i$ là giá trị quan sát và dự đoán qua mô hình (y_i là trữ lượng tại các OTC, $\hat{y}_i$ là trữ lượng dự đoán qua mô hình).

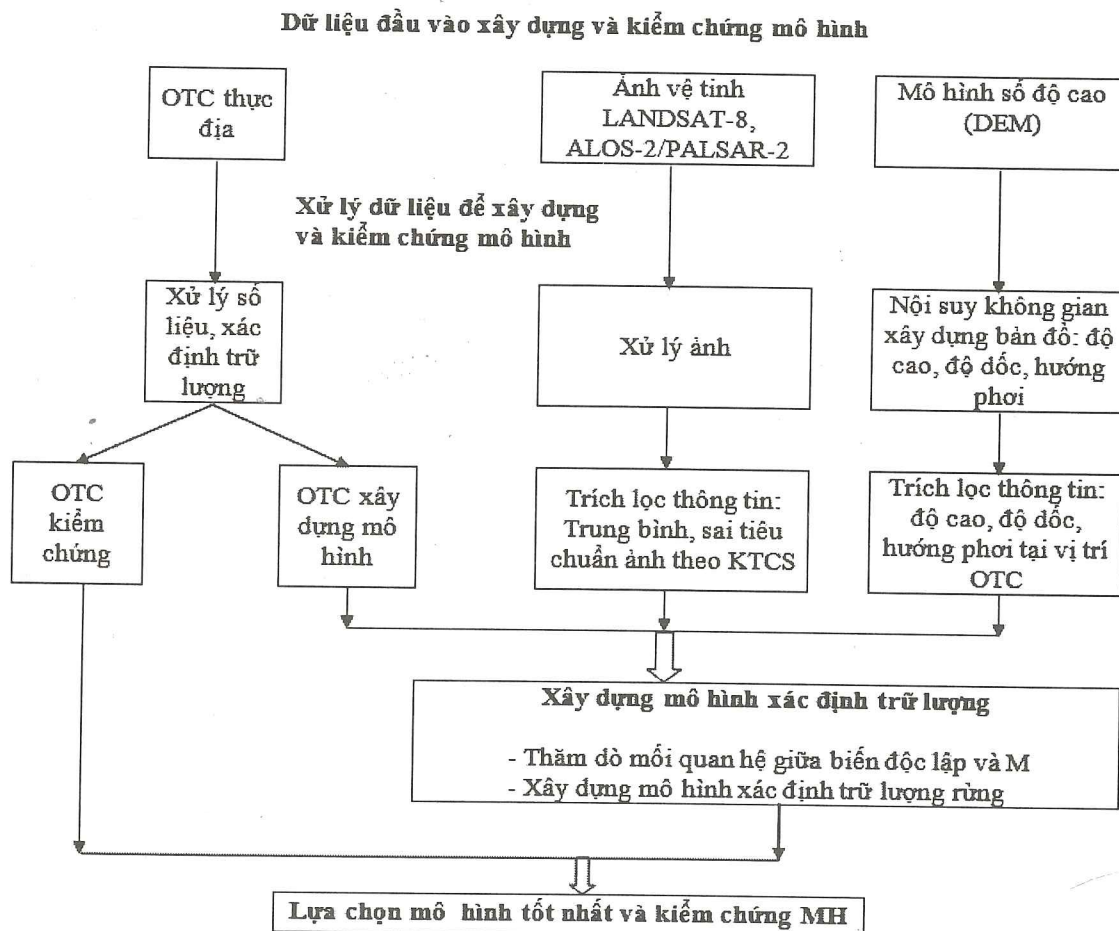
2.2.7. Phương pháp kiểm chứng mô hình xác định trữ lượng rừng

Sử dụng 33,3% số ô tiêu chuẩn (71 OTC) độc lập không tham gia xây dựng mô hình để kiểm chứng mô hình tối ưu. Sai số kiểm chứng mô hình gồm: Sai số kiểm chứng tuyệt đối (MAE_{KC}) được tính tương tự theo công thức (2.11); Sai số kiểm chứng tương đối ($MAE_{KC}(\%)$) được xác định tương tự theo công thức (2.12); Sai số trung bình toàn phương kiểm chứng ($RMSE_{KC}$) được xác định tương tự theo công

thức (2.13); Sai số trung bình toàn phương tương đối kiểm chứng ($RMSE_{KC}(\%)$) được xác định tương tự theo công thức (2.14).

Trong đó: n là số ô tiêu chuẩn sử dụng để kiểm chứng mô hình ($n = 71$); $k = 1$; y_i và $\hat{y}_i$ là giá trị quan sát và dự đoán qua mô hình (y_i là trữ lượng tại các OTC sử dụng để kiểm chứng mô hình, $\hat{y}_i$ là trữ lượng các ô tiêu chuẩn tương ứng dự đoán qua mô hình).

Toàn bộ quá trình nghiên cứu được minh họa tại hình 1.



Hình 1. Sơ đồ quá trình nghiên cứu

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xác định trữ lượng rừng trên các ô tiêu chuẩn

Kết quả thu thập số liệu, tính toán trữ lượng rừng tại vị trí các ô tiêu chuẩn và phân chia ô

tiêu chuẩn để thăm dò mối quan hệ, xây dựng và kiểm chứng mô hình được thể hiện tại bảng 1.