

CÁCH TIẾP CẬN MỚI XỬ LÝ DỮ LIỆU ẢNH VIỄN THÁM RADAR SENTINEL-1 VÀO VIỆC XÂY DỰNG ĐƯỜNG ĐẶC TÍNH HỒ CHỨA

Nguyễn Vũ Việt¹, Nguyễn Quốc Hiệp²

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu cách tiếp cận mới trong việc sử dụng ảnh Synthetic Aperture Radar (SAR) Sentinel-1 vào xây dựng mới đường đặc tính hồ chứa cho các hồ chứa có và hiệu chỉnh lại đường đặc tính hồ chứa cho các hồ đã có đường đặc tính có dung tích trên một triệu m³ của khu vực Tây Nguyên. Bài báo giới thiệu các đặc điểm tán xạ ngược của các phân cực ảnh radar trên một số nền đất khô, đất ẩm và đất ngập nước; các bước tiền xử lý ảnh Sentinel-1, các vấn đề gặp phải khi xây dựng thuật toán giải đoán ảnh. Kết quả nghiên cứu của bài báo là tiền đề bước đầu để hoàn thiện giải pháp xây dựng đường đặc tính hồ chứa từ ảnh vệ tinh miễn phí và mở ra hướng giải quyết mới cho các nhu cầu như thành lập bản đồ lũ, kiểm kê tài nguyên nước.

Từ khóa: Viễn thám, Sentinel-1, Hồ chứa, Đường đặc tính diện tích mặt hồ, Đường đặc tính dung tích hồ.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam có 108 lưu vực sông với khoảng 3450 sông, suối tương đối lớn trong đó có 9 hệ thống sông lớn có diện tích lưu vực lớn hơn 10.000 km², gồm các lưu vực sông Hồng, Thái Bình, Bằng Giang - Kỳ Cùng, Mã, Cả, Vu Gia - Thu Bồn, Ba, Đồng Nai và sông Cửu Long. Tổng lượng nước mặt trung bình hằng năm khoảng 830-840 tỷ m³, trong đó hơn 60% lượng nước được sản sinh từ nước ngoài, chỉ có khoảng 310-320 tỷ m³ được sản sinh trên lãnh thổ Việt Nam. Lượng nước bình quân đầu người trên 9.000 m³/năm. Nước dưới đất cũng có tổng trữ lượng tiềm năng khoảng 63 tỷ m³/năm, phân bố ở 26 đơn vị chứa nước lớn, nhưng tập trung chủ yếu ở Đồng bằng Bắc Bộ, Nam Bộ và khu vực Tây Nguyên.

Về hồ chứa, các lưu vực sông có dung tích hồ chứa lớn gồm: sông Hồng (khoảng 30 tỷ m³); sông Đồng Nai (trên 10 tỷ m³); sông Sê San (gần 3,5 tỷ m³); sông Mã, sông Cả, sông Hương, sông Vũ Gia - Thu Bồn và sông Srêpok (có tổng dung tích hồ chứa từ gần 2 tỷ m³ đến 3 tỷ

m³). Vai trò của các công trình hồ chứa để phân phối lại dòng chảy của sông theo thời gian và không gian cho thích ứng với nhu cầu dùng nước của các ngành kinh tế, làm cơ sở cho việc quy hoạch, sử dụng tài nguyên nước hợp lý, đảm bảo cân đối giữa cung và cầu và giảm nhẹ lũ cho hạ lưu là một việc làm cần thiết.

Đường đặc tính lòng hồ chứa (quan hệ Z-F-W) được sử dụng trong quá trình điều tiết nước trong mùa lũ và phân phối nước trong mùa kiệt. Theo thống kê gần nhất của Tổng cục Thủy lợi thì Việt Nam có khoảng 6636 hồ chứa trong đó có khoảng 474 hồ chứa có đường đặc tính lòng hồ và 6162 hồ chứa chưa có đường đặc tính lòng hồ. Để điều tiết hoặc phân phối nước cho các hồ chứa chưa có đường đặc tính lòng hồ, hiện tại các đơn vị quản lý hồ đang coi như đường đặc tính lòng hồ là tuyến tính theo một đường thẳng, nghĩa là dựa trên mực nước chết ứng với dung tích chết và mực nước dâng bình thường ứng với dung tích mực nước dâng bình thường để nội suy ra dung tích nước của hồ từ số liệu đo mực nước. Với cách làm này, kết quả thường có sai số là tương đối lớn nhưng vẫn được sử dụng để vận hành hồ chứa.

¹ Viện KHTL Việt Nam

² Trung tâm Công nghệ phần mềm Thủy lợi

Ngay cả những hồ chứa đã có đường đặc tính lòng hồ thì số liệu cũng không còn chính xác do nhiều hồ được xây dựng từ lâu, tình hình bồi lắng, xói lở làm thay đổi bề mặt đáy hồ chứa, nên cũng cần phải kiểm tra để hiệu chỉnh lại.

Chi phí để đo vẽ xây dựng lại đường đặc tính hồ chứa theo phương pháp truyền thống là rất lớn, khoảng từ 300 đến 400 triệu cho một hồ chứa. Trước tình hình như vậy, buộc các nhà khoa học phải tìm ra cách làm mới để có thể xây dựng đường đặc tính lòng hồ chứa với kinh phí ít tốn kém, xác định nhanh và có độ tin cậy cao hơn. Đó là sử dụng ảnh viễn thám miễn phí. Bài viết này trình bày những nét cơ bản về cách tiếp cận sử dụng ảnh viễn thám miễn phí radar Sentinel-1 vào xây dựng đường đặc tính lòng hồ và kết quả mà nó mang lại.

2. CÁCH TIẾP CẬN

Để xây dựng đường đặc tính lòng hồ chứa cần có số liệu mực nước, số liệu diện tích mặt hồ và dung tích hồ ứng với mực nước đó. Hướng tiếp cận của nhóm nghiên cứu là sử dụng số liệu mực nước hồ chứa (Z) được cập nhật hàng ngày từ các thiết bị quan trắc mực nước tự động hoặc cập nhật thủ công vào hệ thống <http://thuyloivietnam.vn> (đây là trang web chính thống của Tổng cục Thủy lợi thuộc Bộ NN&PTNT). Nguồn dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel-1 được thu thập từ trang web <https://scihub.copernicus.eu/dhus/> của Cơ quan Vũ trụ châu Âu (tiếng Anh: European Space Agency, viết tắt: ESA) để nghiên cứu xác định diện tích mặt nước hồ (F). Từ đường quan hệ Z-F nhiều năm, nhóm nghiên cứu phân tích xử lý để xây dựng đường quan hệ Z-F-W của lòng hồ.

Diện tích mặt hồ chứa được xác định dựa vào kết quả giải đoán ảnh vệ tinh. Trước khi có ảnh vệ tinh radar miễn phí Sentinel-1 thì việc ứng dụng ảnh vệ tinh để giải đoán diện tích mặt hồ là không khả thi bởi các ảnh miễn phí có độ phân giải trung bình và thấp nên sai số sẽ cao. Thêm vào đó đa phần các ảnh miễn phí là ảnh quang học là loại ảnh bị ảnh hưởng bởi mây mù che phủ mặt hồ chứa. Nếu sử dụng ảnh viễn thám siêu cao có phí thì chi phí lại quá cao so với phương pháp đo đạc truyền thống. Từ năm

2015, cơ quan ESA của châu Âu bắt đầu chia sẻ miễn phí các loại ảnh vệ tinh Sentinel với độ phân giải cao giúp mở ra cách tiếp cận mới xây dựng đường đặc tính hồ chứa. Vệ tinh Sentinel-1A và Sentinel-1B cung cấp ảnh radar với độ phân giải không gian mặt đất là 10m, không bị ảnh hưởng bởi mây che phủ, không phụ thuộc vào thời tiết, rất nhạy cảm với bề mặt nước là nguồn tư liệu quý báu để xây dựng đường đặc tính hồ với chi phí thấp. Đối với khu vực Việt Nam, cứ 12 ngày sẽ có một ảnh Sentinel-1 chụp cùng một khu vực và hiện nay đã được rút ngắn lại là 6 ngày có một ảnh do 2 vệ tinh S1A và S1B bay chụp đan xen nhau 180 độ.

Có hai phương pháp để xác định diện tích bề mặt hồ chứa. Phương pháp thứ nhất là dùng nhân lực sử dụng các phần mềm chuyên dụng như ArcGIS, ENVI,... để khoanh vi diện tích bề mặt hồ chứa trên ảnh. Phương pháp này thực hiện khá đơn giản vì người số hóa có thể dễ dàng xác định đâu là hồ chứa, đâu là nhiễu do bóng địa hình gây ra. Tuy nhiên phương pháp này khó khả thi vì số lượng hồ chứa trên cả nước là rất lớn, số lượng ảnh cũng nhiều, chi phí nhân công để thực hiện công việc này khá là tốn kém. Phương pháp thứ hai là sử dụng thuật toán để tự động nhận biết được điểm ảnh của từng hồ chứa. Phương pháp này khả thi tuy nhiên gặp khó khăn hơn nhiều vì phải xử lý được nhiều của ảnh radar.

Nhóm nghiên cứu đã quyết định sử dụng phương pháp thứ hai là phương pháp tự động giải đoán ảnh để xác định diện tích mặt nước hồ. Phương pháp này khá mới mẻ ở Việt Nam vì để xây dựng được thuật toán phải hiểu được bản chất của ảnh radar và phải là chuyên gia về lập trình xử lý các bài toán tính toán khoa học. Các bước thực hiện:

- Tìm hiểu đặc tính của ảnh radar Sentinel-1,
- Quy trình tiền xử lý ảnh,
- Thuật toán giải đoán ảnh,
- Xác định $Z \sim F \sim W$.

Một trong những khó khăn mà nhóm nghiên cứu gặp phải là xử lý nhiễu của ảnh radar. Đối với các hồ có dạng hình tròn thì sai số giải đoán sẽ là thấp nhất, còn đối với các hồ có hình dạng

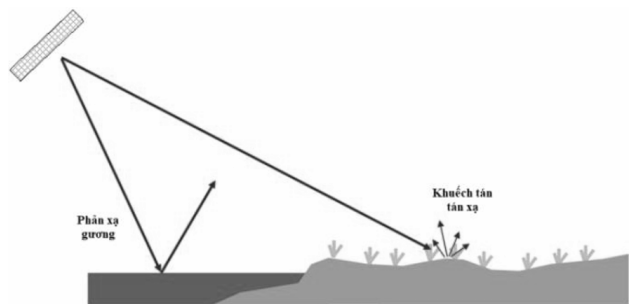
dài, có chiều dài đường mép nước lớn thì sai số giải đoán ảnh càng lớn. Để giảm nhiễu nhóm đã sử dụng cửa sổ 5x5 để lọc trung bình các điểm ảnh. Dưới đây là chi tiết các bước thực hiện.

2.1. Đặc tính của ảnh radar Sentinel-1

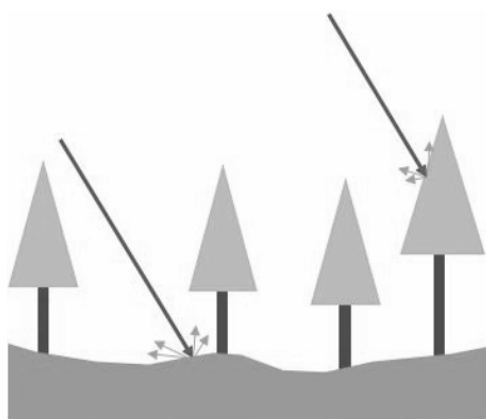
Để xác định diện tích mặt nước hồ, cần phải xác định vị trí nào là hồ chứa nước, vị trí nào là mặt nước nhưng không phải là hồ chứa nước. Mặt nước ở tại các hồ chứa sẽ khác so với các vùng mặt nước khác như vùng đất ngập nước, các vùng bị lũ lụt. Vùng nước hồ chứa là các vùng nước được tích tụ nước với một lượng nước đáng kể (nước mặn, nước lợ, nước ngọt), nhận nước từ đại dương, sông suối, mưa,... tới các hồ. Vùng bị ngập nước là vùng chuyển tiếp từ hệ sinh thái khô sang trạng thái bị ướt vĩnh viễn, bao gồm các hệ sinh thái như đất than bùn, đầm lầy, rừng ngập lũ, các đồng cỏ ướt, vùng ngập nước, các khu rừng ngập mặn. Nó là nơi cư trú của hệ thực vật và động vật phù hợp với điều kiện độc nhất. Vùng đất ngập nước có tầm quan trọng đặc biệt. Nó là môi trường sống của động vật chuyên ngành và thực vật, hồ chứa đa dạng sinh học. Nó có chức năng lọc nước và tham gia nhiều chức năng trong chu kỳ carbon, là nguồn sinh CH₄, than bùn ở dạng khí CO₂. Vùng lũ là vùng đất khô bị ngập nước, xảy ra dọc theo sông, hồ, bờ biển hoặc ở các khu vực bằng phẳng bị bão hòa nước, ví dụ sau khi mưa to. Vùng lũ gây tổn hại về thể chất và ảnh hưởng đến nguồn cung cấp nước, thức ăn và cây trồng và là lây lan các bệnh do nước gây ra.

Dựa trên các chế độ tán xạ ngược khác nhau

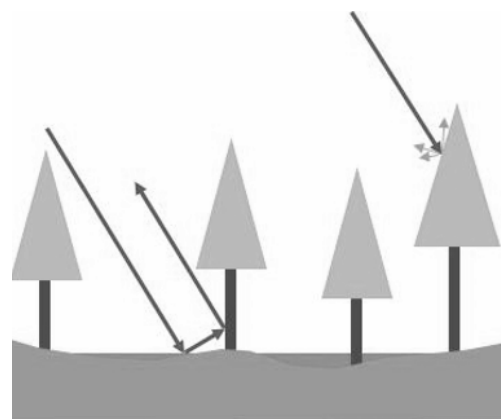
của mặt nước và mặt đất, có thể lập bản đồ các loại mặt nước là các vùng nước, vùng đất ngập nước, vùng ngập. Các bề mặt nước tĩnh xuất hiện mịn và gây ra tán xạ gương dẫn đến tán xạ ngược thấp. Đối với bề mặt đất xung quanh sẽ xuất hiện nhiều gồ ghề do địa hình gây ra tán xạ ngược lớn hơn. Sự khác biệt trong các cơ chế tán xạ ngược đối với các bề mặt nước mở và bề mặt đất khô.



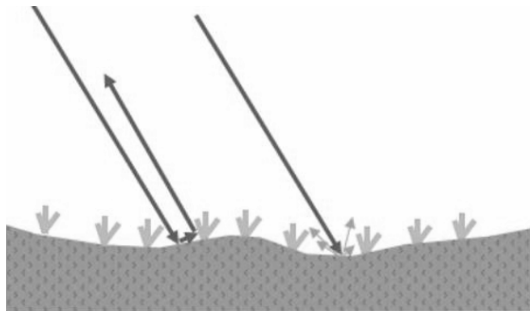
Dựa vào độ ẩm đất để phân loại các vùng nước trên. Độ nhạy duy nhất đối với sự thay đổi độ ẩm của đất để xác định vùng có nước, vùng không có nước mặt hoặc nước dưới thực vật. Đối với các bề mặt nước mở, xuất hiện tán xạ gương. Đối với các vùng đất có diện tích đất nông nghiệp thì các bước sóng dài thích hợp hơn do thâm nhập thực vật tốt hơn. Tăng cường trở lại nếu che phủ cây bằng nước (hiệu quả gấp đôi - mặt nước mịn - cấu trúc thâm thực vật theo chiều dọc). Chất chống ăn mòn nâng cao cho đất ướt. Đối với đất lũ có cây cao che phủ thì giá trị tán xạ ngược sẽ mạnh hơn so với đất khô có cây che phủ.



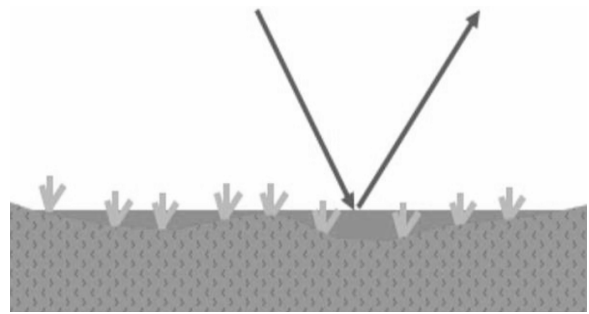
Đất khô



Đất lũ có cây cao che phủ



Đất ẩm



Đất bị ngập lũ

Có thể thấy tán xạ ngược gia tăng từ đất khô đến đất ẩm khi có sự gia tăng về độ ẩm của đất. Sau đó khi mực nước tăng, tán xạ ngược trở nên yếu hơn do hiện tượng tán xạ gương (phân tán ra khỏi cảm biến thu).

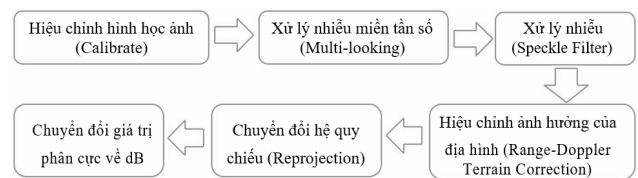
Các phân cực của ảnh radar:

Ảnh radar có các phân cực VV, HH, VH và HV. Phân cực HH tốt nhất để phát hiện vùng đất ngập nước vì nó ít bị ảnh hưởng bởi các cấu trúc thực vật theo chiều dọc. Phân cực VV nhạy cảm với điều kiện ẩm ướt và độ ẩm của đất. Các phân cực chéo như HV tốt cho việc phân biệt các kiểu thảm thực vật thân thảo với gỗ (nhạy cảm với sinh khối).

Ở khu vực Việt Nam, ESA cung cấp hai phân cực là VV và VH của ảnh Sentinel-1. Bài viết này sử dụng phân cực VH của ảnh Sentinel-1 để phát hiện các tách các điểm ảnh là nước của hồ chứa. Phân cực VH có khả năng tách nhiễu của bóng địa hình với đường mép nước của hồ chứa rất tốt. Dưới đây là lần lượt các bước tiền xử lý ảnh (bước này chạy từ 30 đến 40 phút) và quy trình giải đoán ảnh (hết 5 phút để giải đoán, 30 phút để cập nhật vào Cơ sở dữ liệu và gần hai phút để tính diện tích các hồ chứa của cảnh ảnh được cập nhật).

2.2. Quy trình tiền xử lý ảnh Sentinel-1

Trước khi tiến hành giải đoán, ảnh cần được tiền xử lý bằng phần mềm miễn phí Snap Desktop sau khi tải về máy tính từ trang chủ <https://scihub.copernicus.eu/dhus>, quy trình như sau:



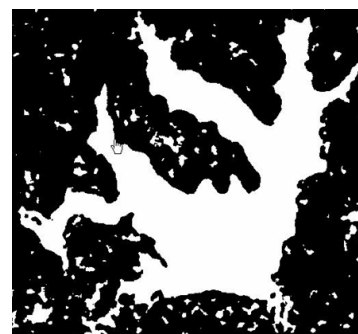
2.3. Thuật toán giải đoán ảnh

a) Lọc các điểm ảnh là nước

Đối với các điểm ảnh là nước thì giá trị tán xạ ngược thu được là yếu do hiện tượng tán xạ gương. Trong phần mềm Snap Desktop tạo Band Maths với giá trị tán xạ ngược thường ở mức nhỏ hơn hoặc bằng -20 để lọc các điểm ảnh là nước ra từ phân cực $\sigma_{0_VH_db}$. Ngôn ngữ lập trình Java được sử dụng để lập trình giải đoán ảnh vệ tinh dựa trên lõi thư viện Snap Engine mà ESA cung cấp. Trong quá trình giải đoán các điểm ảnh là nước có một số khó khăn cần giải quyết sau:



Hình 1. Hồ Krông-Buk Hạ lọc với giá trị $dB \leq -23$



Hình 2. Hồ Krông-Buk Hạ lọc với giá trị $dB \leq -16$

Khó khăn thứ nhất là ảnh radar bị nhiễu bởi bóng địa hình, giá trị tán xạ ngược tại các sườn núi không thu nhận được nên rất dễ bị lẫn với giá trị tán xạ ngược của nước. Dưới đây là minh họa hình ảnh hồ Krông-Buk Hạ được lọc với các giá trị dB khác nhau.

Như hình vẽ nếu giá trị dB lọc các điểm ảnh chắc chắn là nước thì sẽ loại bỏ hết nhiễu nhưng cũng xóa mất nhiều điểm ảnh là nước có giá trị dB cao hơn -23 (cây ngập nước ven bờ,...), gây ra hiện tượng kết quả mặt hồ giải đoán ra có mặt rỗ, ngược lại nếu dB nhỏ hơn -16 thì sẽ nhận biết được tốt hơn các điểm ảnh là nước nhưng lại lẫn cả với bóng của địa hình.



Hình 3. Hồ Krông-Buk Hạ lọc với giá trị $dB \leq -19$

Trong bước này cần lựa chọn giá trị dB theo từng bức ảnh chụp sao cho thu nhận được nhiều nhất các điểm ảnh là nước và không có điểm ảnh nào của bóng địa hình chạm vào vùng điểm ảnh là mặt nước hồ. Như với bức ảnh này phép lọc có biểu thức giá trị dB ≤ -19 , có thể thấy trên hình 3 vẫn có nhiều điểm ảnh là nước nhưng lại có giá trị dB > -19 được khoanh với viền màu đen và các điểm ảnh bị nhiễu được khoanh với viền màu trắng. Tất cả các điểm ảnh không phải là nước gây ra nhiều sẽ được loại bỏ, kết quả đầu ra sẽ đưa vào tiến hành chữa các điểm ảnh là nước nhưng bị loại ở bước lọc trên. Kết quả cuối cùng là hình ảnh giải đoán hồ Krông-Buk Hạ trong hình 4.



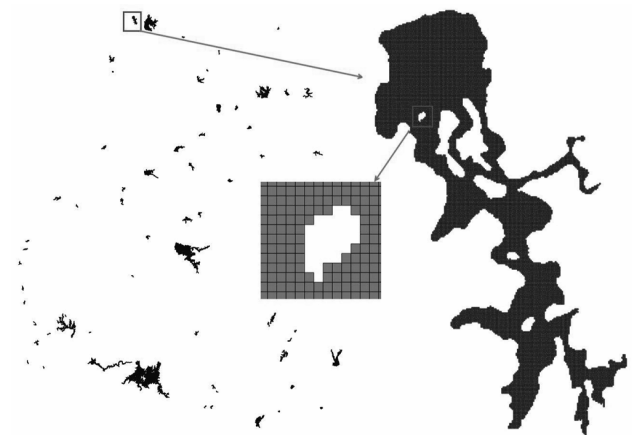
Hình 4. Hồ Krông-Buk Hạ sau khi tiến hành lọc nhiễu và chữa điểm ảnh

Khó khăn thứ hai là thời gian xử lý dữ liệu phải trong thời gian ngắn. Mỗi cảnh ảnh Sentinel-1 có trên 600 triệu điểm ảnh (trục x có khoảng 29000 điểm ảnh, trục y có khoảng trên 22000 điểm ảnh). Để xử lý này có thể chia ảnh thành 20 mảnh nhỏ, mỗi mảnh sẽ có khoảng 30 triệu điểm ảnh, toàn bộ các điểm ảnh này sẽ được đọc và lưu vào mảng một chiều để xử lý thay vì là mảng hai chiều. Với thuật toán xây dựng, thực thi trên máy tính laptop có cấu hình Xeon E3-1505M, RAM 32Gb, ổ cứng SSD, thời gian xử lý là khoảng 5 phút để lọc các điểm ảnh là nước của 53 hồ chứa thuộc cảnh ảnh.

Khó khăn thứ ba là phải thiết lập được mối quan hệ giữa các nhóm điểm ảnh để phân loại những điểm ảnh nào là của hồ chứa nào được giải đoán.

- b) Cập nhật các điểm ảnh vào Cơ sở dữ liệu Hệ quản trị Cơ sở dữ liệu quan hệ đối tượng

PostgreSQL và module mở rộng PostGIS được sử dụng để lưu trữ các điểm ảnh. Thời gian cập nhật kết quả giải đoán hết khoảng 30 phút cho mỗi cảnh ảnh.

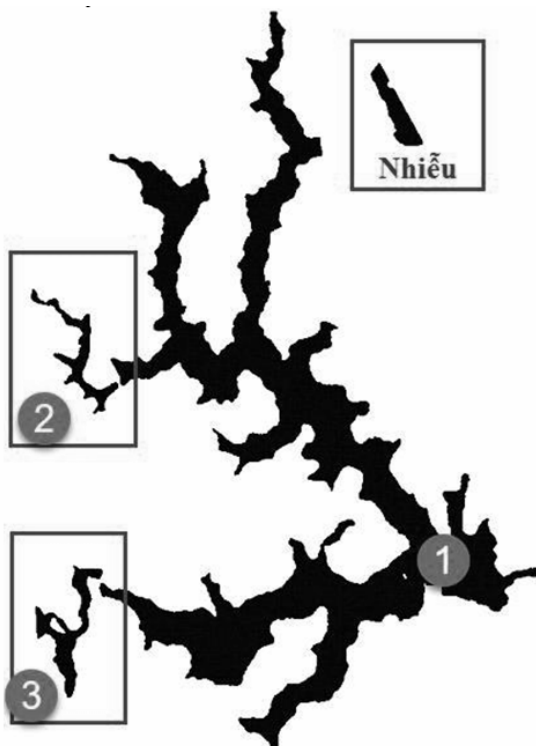


Hình 5. Kết quả giải đoán được cập nhật đầy đủ lên Cơ sở dữ liệu

c) Loại bỏ nhiễu và tính diện tích mặt thoáng của hồ chứa

Sau khi loại các nhiễu ở bước 2.2 tiến hành cập nhật vào Cơ sở dữ liệu thì một số trường hợp vẫn còn nhiễu do tổng diện tích của nhiễu lớn hơn ngưỡng lọc. Do đó ở bước này cần loại bỏ nhiễu và xác định các nhóm điểm ảnh nào là của cùng một hồ chứa. Ví dụ như kết quả giải đoán hồ thủy điện Đăk Tik giải đoán ngày 21-09-2016 từ ảnh Sentinel-1 thì nhóm điểm ảnh là nhiễu được đánh dấu trên hình vẽ, còn các nhóm điểm ảnh (1), (2) và (3) đều là thuộc hồ chứa Đăk Tik mặc dù ba nhóm điểm ảnh trên không có kết nối với nhau.

Để loại bỏ nhiễu từng nhóm điểm ảnh được tính diện tích, sau đó tính phần trăm tỷ lệ diện tích của từng nhóm điểm ảnh với diện tích của nhóm điểm ảnh lớn nhất nếu lớn hơn một phần trăm thì giữ lại. Diện tích mặt thoáng sẽ bằng tổng của diện tích của từng nhóm điểm ảnh. Diện tích của mỗi nhóm điểm ảnh bằng số lượng điểm ảnh nhân với diện tích của từng điểm ảnh (bằng $9.8716102 * 9.8716102$). Độ phân giải của ảnh Sentinel-1 là 9.8716102 mét.



Hình 6. Hồ Đăk Tik giải đoán ngày 21-09-2016 từ ảnh Sentinel-1

2.4. Xác định $Z \sim F \sim W$

a) Xây dựng đường đặc tính diện tích mặt nước hồ (Z-F)

Dựa vào số liệu mực nước hồ được đo thủ công hoặc đo tự động từ trạm quan trắc ứng với ngày giải đoán ảnh được thu thập, tiến hành xây dựng quan hệ Z-F dựa vào tập hợp các cặp giá trị mực nước hồ và diện tích mặt hồ được giải đoán từ ảnh.

b) Xây dựng đường đặc tính dung tích hồ

Để tích thể tích của một hình bất kỳ, người ta sử dụng tích phân để tính:

$$V = \int_a^b S(x) dx$$

trong đó, x là chiều cao của mực nước nằm trong khoảng [a, b] với a là mực nước thấp nhất và b là mực nước cao nhất trong khoảng thời gian có dữ liệu.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả của nhóm nghiên cứu là phương pháp xác định diện tích mặt nước hồ từ ảnh viễn thám và đã áp dụng để xây dựng 64 đường đặc tính lòng hồ cho 64 hồ chứa vùng Tây nguyên. Kết quả áp dụng thử nghiệm đã được kiểm chứng theo phương pháp sau:

- Đi thực địa thu thập vị trí GPS đường mép nước của hồ chứa tại thời điểm có ảnh chụp.

- Xây dựng đường đặc tính diện tích mặt hồ chứa cho các hồ chứa đã có đường đặc tính được xây dựng từ khi xây dựng hồ. So sánh kết quả giữa hai đường đặc tính trên.

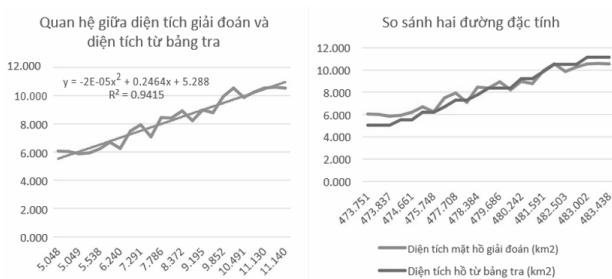
- Chồng xếp kết quả giải đoán ảnh radar Sentinel-1 lên các nguồn ảnh vệ tinh có độ phân giải siêu cao của Google Earth và một số ảnh vệ tinh siêu cao có phí khác tại cùng thời điểm để đánh giá.

3.1. Đường đặc tính diện tích mặt nước hồ Krông-Buk Hạ (huyện Krông Păk, Đăk Lăk)

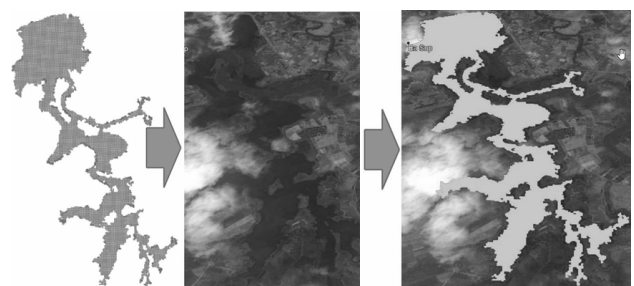
Dưới đây là các bảng kết quả và đồ thị diễn biến đường đặc tính diện tích hồ so sánh kết quả giữa bảng tra được xây dựng sẵn của hồ và kết quả diện tích được giải đoán từ ảnh Sentinel-1.

Bảng 1. Bảng so sánh diện tích mặt hồ từ kết quả giải đoán ảnh và từ bảng tra diện tích mặt hồ Krông-Buk Hạ từ nguồn: thuyloivietnam.vn

Mức nước hồ (m)	Diện tích mặt hồ giải đoán (m ²)	Diện tích mặt hồ giải đoán (km ²)	Diện tích hồ từ bảng tra (km ²)	Thời điểm chụp ảnh
473.751	6069300	6.069	5.048	15/8/2016
473.795	6021940	6.022	5.048	3/8/2016
473.837	5872550	5.873	5.049	27/8/2016
474.434	5946030	5.946	5.535	8/9/2016
474.661	6229210	6.229	5.538	10/7/2016
475.366	6705640	6.706	6.235	28/6/2016
475.748	6251430	6.251	6.240	20/9/2016
476.906	7482400	7.482	6.693	23/5/2016
477.708	7934080	7.934	7.291	11/5/2016
477.976	7085010	7.085	7.295	2/10/2016
478.384	8456010	8.456	7.786	29/4/2016
479.115	8399690	8.400	8.362	17/4/2016
479.686	8920750	8.921	8.372	5/4/2016
479.709	8200110	8.200	8.372	14/10/2016
480.242	8982430	8.982	9.195	24/3/2016
480.803	8771360	8.771	9.205	26/10/2016
481.591	9924170	9.924	9.852	29/2/2016
482.434	10531500	10.532	10.489	5/2/2016
482.503	9866580	9.867	10.491	7/11/2016
482.699	10256200	10.256	10.495	25/12/2016
483.002	10538600	10.539	11.130	12/1/2016
483.27	10585400	10.585	11.136	1/12/2016
483.438	10532200	10.532	11.140	13/12/2016



Web Mercator và xếp chồng lên ảnh quang học có độ phân giải siêu cao của Google Earth Pro chụp ngày 27/03/2016 để kiểm chứng kết quả giải đoán.



Hình 7. Kết quả chồng lớp giữa lớp giải đoán từ ảnh vệ tinh và bản đồ Google tại thời điểm cách nhau một ngày chụp

3.2. Đường đặc tính diện tích mặt nước hồ Ea Soup Hạ(huyện Ea Soup, Đắk Lắk)

Kiểm tra kết quả giải đoán các điểm ảnh của hồ chứa Ea Soup Hạ so với ảnh độ phân giải siêu cao của Google Earth Pro vào cùng thời gian. Kết quả giải đoán ngày 24/03/2016 được xuất ra định dạng chuẩn shapefile, sau đó được chuyển hệ quy chiếu từ VN2000 múi 6 độ về hệ

Từ hình 7, có thể thấy kết quả giải đoán ảnh radar Sentinel-1 có độ phân giải cao là chính xác so với ảnh quang học có độ phân giải siêu cao tại hai thời điểm cách nhau 3 ngày.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày cách tiếp cận, phương pháp xử lý và kết quả bước đầu trong việc nghiên cứu, xây dựng đường đặc tính hồ chứa

dựa vào kết quả giải đoán ảnh vệ tinh Sentinel-1. Trên cơ sở này có thể triển khai xây dựng nhanh chóng đường đặc tính lòng hồ cho các hồ chứa chưa có đường đặc tính lòng hồ trên toàn quốc phục vụ công tác chỉ đạo điều hành vận hành điều tiết hồ chứa trong mùa lũ và cấp nước cho các ngành kinh tế trong mùa kiệt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Trường Đại học Thủy lợi, (2015), *Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10778:2015 về Hồ chứa - Xác định các mực nước đặc trưng*.
- Wenbo Li, Ying Qin, Youqiang Sun, He Huang, Yulin Ding. (2016), *Estimating the relationship between dam water level and surface water area for the Danjiangkou Reservoir using Landsat remotesensing images*, Tạp chí Remote Sensing Letters tháng 2/2016, Tr 121-130.
- F. Baup, F. Frappart, J. Maubant. (2014), *Combining high-resolution satellite images and altimetry to estimate the volume of small lakes*. Tạp chí Earth System Science ngày 27/05/2014.

Abstract:

A NEW APPROACH TO DATA PROCESSING OF SENTINEL-1 RADAR REMOTE SENSING IMAGE ON THE ESTABLISHMENT OF RESERVOIR CHARACTERISTIC CURVE

The article introduces a new approach on using Sentinel-1 Synthetic Aperture Radar (SAR) images in the new establishment of reservoir characteristic curve, and the calibration of existing reservoir characteristic curves for reservoirs with the capacity of over one million m³ in Tay Nguyen region. The article introduces backscattering characteristics of radar image polarizations on several dry, moist, and wetlands; Sentinel-1 image preprocessing steps, issues encountered in the establishment of image interpretation algorithms. Research result of the article is the premise to complete the establishment solution of reservoir characteristic curves from free satellite images and facilitate new solutions for requirements such as flood mapping, water resource inventory, etc. in real time.

Keywords: Remote sensing, Sentinel-1, Reservoirs, Reservoir surface area characteristic curve, Reservoir capacity characteristic curve.

Ngày nhận bài: 16/5/2019

Ngày chấp nhận đăng: 19/6/2019