

Phân tích ảnh vệ tinh đa phổ trích xuất dữ liệu đường bờ biển phục vụ biên tập bản đồ biển khu vực Hải Phòng

■ TS. TRẦN ĐỨC PHÚ

Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

TÓM TẮT: Dữ liệu đường bờ là một trong những nguồn dữ liệu quan trọng của bản đồ biển. Ngày nay, bằng cách sử dụng các kỹ thuật xử lý ảnh kỹ thuật số, việc trích xuất đường bờ biển có thể được thực hiện với các hệ thống ảnh viễn thám. Trong nghiên cứu này, ảnh vệ tinh đa phổ Landsat 8 được sử dụng để phân tích, xác định đường bờ biển khu vực Hải Phòng dựa trên hai phương pháp chính là sử dụng chỉ số phân tách nước NDWI và kỹ thuật xử lý hình ảnh bằng cách số hóa trên màn hình. Các kết quả xác định đường bờ từ ảnh vệ tinh đa phổ được đánh giá hiệu quả và đề xuất áp dụng vào công tác biên tập bản đồ biển cho khu vực Hải Phòng.

TỪ KHÓA: Khảo sát biển, Landsat 8, ảnh vệ tinh đa phổ, đường bờ, an toàn đường thủy, biên tập bản đồ biển.

ABSTRACT: Coastline extraction is a fundamental work for hydrographic chart making. Today, by using digital image processing techniques, coastline extraction can be done with remote sensing imagery systems. In this study, multispectral satellite imagery Landsat 8 is used to analyze and determine the shoreline of Hai Phong area based on two main methods: using water separation index NDWI and on screen digitizing techniques. The results of shoreline determination from multi-spectral satellite images are effectively evaluated and proposed to be applied to hydrographic chart making for Hai Phong area.

KEYWORDS: Bathymetry, Landsat 8, multispectral satellite imagery, coastline extraction, waterway safety, hydrographic chart making.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đường bờ biển có tính chất động là dữ liệu quan trọng trong xây dựng bản đồ biển. Theo dõi những thay đổi của đường bờ biển trong thời gian là điều cần thiết để cung cấp thông tin cơ bản cho việc cập nhật và xây dựng mới dữ liệu bản đồ biển. Nhiệm vụ này khó khăn, tốn thời gian và đôi khi là không thể đối với một khu vực rộng lớn hoặc có điều kiện tự nhiên phức tạp khi sử dụng các kỹ thuật khảo sát địa hình bằng các phương pháp truyền thống. Công nghệ viễn thám cung cấp khả năng giám sát liên tục đường bờ biển

và nó là nguồn rất quan trọng để phát hiện những thay đổi của đường bờ biển [1]. Các hệ thống hình ảnh đa phổ như Landsat và Sentinel cung cấp độ phân giải phổ rộng, không gian và thời gian. Đường bờ biển có thể thu được bằng cách số hóa trên màn hình (sử dụng hình ảnh màu đúng hoặc sai) hoặc bằng kỹ thuật xử lý hình ảnh kỹ thuật số. Có rất nhiều kỹ thuật xử lý hình ảnh kỹ thuật số cho phép trích xuất đường bờ biển và lập bản đồ.

Nghiên cứu này phân tích, xác định đường bờ biển khu vực Hải Phòng bằng cách sử dụng chỉ số phân tách nước NDWI (Normalized-difference water index) và kỹ thuật xử lý hình ảnh bằng cách số hóa trên màn hình để trích xuất dữ liệu đường bờ biển từ dữ liệu Landsat 8 OLI và đánh giá kết quả xác định đường ranh giới giữa đất liền và biển của khu vực Hải Phòng.

2. CƠ SỞ DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở dữ liệu

Dữ liệu ảnh vệ tinh đa phổ Landsat 8 được nhóm nghiên cứu thu thập cho khu vực vùng biển Đồ Sơn, Hải Phòng (Hình 2.1). Vùng biển Đồ Sơn, Hải Phòng là nơi đổ ra của nhiều cửa sông lớn thuộc Hệ thống sông Hồng - Thái Bình. Phía Bắc có cửa Lạch Huyện, cửa Bạch Đằng, cửa Cấm (hiện nay đã bị lấp bởi đập Đình Vũ vào năm 1983), cửa Lạch Tray. Phía Nam có cửa Văn Úc, cửa Thái Bình và xa hơn là cửa Trà Lý, cửa Ba Lạt.



Hình 2.1: Hình ảnh khu vực nghiên cứu

Dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 8 được tải về miễn phí từ trang web của Cơ quan Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (USGS). Landsat 8 là vệ tinh gần đây nhất trong dự án Landsat. Dự án Landsat đã cung cấp dữ liệu không gian có độ phân giải vừa phải đã được hiệu chỉnh của bề mặt trái đất cho cộng

ồng người dùng rộng rãi và đa dạng với chất lượng cao kể từ năm 1972. Ảnh Landsat cung cấp thông tin đáp ứng nhu cầu rộng rãi và đa dạng cho sản xuất nông nghiệp, nghiên cứu sự thay đổi toàn cầu, hoạt động giáo dục đào tạo, thương mại, an ninh quốc gia và hỗ trợ ra quyết định [2].

Bảng 2.1. Các đặc trưng cơ bản của ảnh vệ tinh đa phổ Landsat 8 [2]

Kênh phổ (Bands)	Bước sóng (µm)	Độ phân giải	Cảm biến
1	0,433-0,453	30 m	Ven bờ (Coastal/Aerosol)
2	0,450-0,515	30 m	Xanh lam (Blue)
3	0,525-0,600	30 m	Xanh lá (Green)
4	0,630-0,680	30 m	Đỏ (Red)
5	0,845-0,885	30 m	Cận hồng ngoại (NIR)
6	1,560-1,660	30 m	Hồng ngoại sóng ngắn (SWIR-1)
7	2,100-2,300	30 m	Hồng ngoại sóng ngắn (SWIR-2)
8	0,500-0,680	15 m	Toàn sắc (Panchromatic)
9	1,360-1,390	30 m	Mây ti (Cirrus)
10	10,6-11,2	100 m	Hồng ngoại nhiệt (TIR-1)
11	11,5-12,5	100 m	Hồng ngoại nhiệt (TIR-2)

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Tiền xử lý

2.2.1.1. Hiệu chỉnh hình học

Hình ảnh Landsat 8 OLI đã được hiệu chỉnh và đưa về phép chiếu UTM sử dụng Hệ thống trắc địa thế giới 1984 - WGS 84. Một phép biến đổi đa thức bậc hai được sử dụng để mô hình hóa các biến dạng hình học trong dữ liệu ảnh vệ tinh. Bản đồ cơ sở IKONOS với độ phân giải không gian 5 m được sử dụng làm tài liệu tham khảo. Hiệu chỉnh hình học được thực hiện bằng cách sử dụng 31 điểm kiểm soát mặt đất.

2.2.1.2. Hiệu chỉnh khí quyển

Kỹ thuật trích xuất đối tượng tối (Dark Object Extraction, DOS) đã được sử dụng để loại bỏ hiệu ứng của tán xạ khí quyển. DOS là một phương pháp hiệu chỉnh khí quyển theo kinh nghiệm đơn giản cho ảnh vệ tinh. Nó giả định rằng phản xạ từ các vật thể tối bao gồm một thành phần đáng kể của hiện tượng tán xạ khí quyển.

Loại bỏ phần tối được sử dụng để loại bỏ ảnh hưởng của tán xạ khí quyển khỏi hình ảnh bằng cách loại trừ một giá trị pixel đại diện cho nền ảnh từ mỗi dải. Với việc loại trừ đi giá trị này cho mỗi pixel trong dải, hiện tượng tán xạ sẽ bị loại bỏ [1].

2.2.2. Xử lý hình ảnh

Việc khai thác thông tin với dữ liệu viễn thám luôn là một lĩnh vực nghiên cứu quan trọng. Trong khuôn khổ nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu sử dụng chỉ số phân tách nước NDWI (Normalized-difference water index) và kỹ thuật xử lý hình ảnh bằng cách số hóa trên màn hình để trích xuất dữ liệu đường bờ biển từ dữ liệu Landsat 8 OLI và đánh giá kết quả.

2.2.2.1. Chỉ số phân tách nước NDWI (Normalized-difference water index)

NDWI là sự chuyển đổi phi tuyến tính của dải màu xanh lục và cận hồng ngoại của ảnh đa phổ, nó là một trong những chỉ số phân tách nước được sử dụng rộng rãi nhất để khai thác đường bờ biển [3]. Với môi trường nước, nó phản xạ bức xạ trong dải màu xanh lục và hấp thụ trong dải NIR [4]. Với thảm thực vật trên cạn và đất, chúng có hệ số phản xạ ở dải NIR cao hơn ở dải xanh lục. Theo hệ số phản xạ khác nhau giữa nước và không nước, NDWI được định nghĩa là:

$$NDWI = \frac{R_g - R_{NIR}}{R_g + R_{NIR}} \quad (1)$$

Trong đó: R_g và R_{NIR} - Giá trị phản xạ của dải xanh lục và dải cận hồng ngoại của ảnh đa phổ [3]. Các kết quả của chỉ số có thể nằm trong khoảng từ -1 đến 1. Bề mặt nước có xu hướng có giá trị dương và bề mặt không phải nước có giá trị âm. Trong trường hợp này, ảnh đa phổ có một dải màu xanh lục và một dải cận hồng ngoại có thể được sử dụng để tính toán NDWI.

2.2.2.2. Số hóa trên màn hình (On Screen Digitizing)

Trích xuất đường bờ bằng số hóa trên màn hình là phương pháp dễ dàng và không tốn kém. Phương pháp này được sử dụng để trích xuất đường bờ biển bằng cách số hóa đường bờ biển từ thông tin địa lý có sẵn. Trong phương pháp này, người vận hành đã vẽ đường bờ biển như một đường giao nhau giữa nước và đất bằng thủ công và tất cả các đối tượng bản đồ có liên quan đều được vector hóa. Độ chính xác được cải thiện có thể đạt được nhờ các đặc tính thu phóng và số hóa bởi cùng một nhà phân tích. Nhược điểm của phương pháp này là tốn nhiều thời gian. Trong nghiên cứu này, tỷ lệ được chọn là 1:2000.

3. KẾT QUẢ VÀ ĐÁNH GIÁ



Hình 3.1: Lưu đồ trích xuất đường bờ từ ảnh vệ tinh đa phổ Landsat 8

Để thực hiện việc trích xuất dữ liệu, một lưu đồ thực hiện công việc được đề xuất (Hình 3.1), bao gồm các bước: thu thập dữ liệu Landsat 8 OLI, hiệu chỉnh hình học, hiệu chỉnh khí quyển, phân tách nước NDWI, trích xuất đường bờ biển và đánh giá kết quả.

3.1. Tiền xử lý hình ảnh

Ảnh vệ tinh Landsat 8 được tải về miễn phí từ trang web của Cơ quan Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (USGS) ngày 09/12/2021 và được hiệu chỉnh các biến dạng hình học. Hệ tọa độ World Geodetic System 84 (WGS 84) và phép chiếu UTM zone 48 North được thiết lập cho dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 8 (Hình 3.2).

3.2. Phân tách NDWI

Quá trình phân tách nước được thực hiện bằng cách sử dụng chỉ số NDWI tính toán dựa trên dải màu xanh lục và cận hồng ngoại của ảnh đa phổ Landsat 8 theo công thức (1). Trên cơ sở đó, các pixel của ảnh đa phổ tại khu vực nghiên cứu được phân cụm lại thành 2 nhóm: môi trường nước và môi trường khác (Hình 3.3). Trong đó, các pixel đại diện cho môi trường nước có màu sáng với giá trị NDWI lớn hơn 0, còn các môi trường khác có màu tối với giá trị NDWI nhỏ hơn 0 (Hình 3.3).



Hình 3.2: Hình ảnh Landsat 8 khu vực Hải Phòng



Hình 3.3: Phân tách nước sử dụng chỉ số NDWI

3.3. Trích xuất đường bờ biển

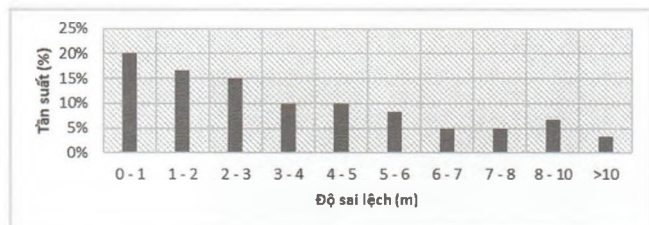
Từ kết quả xác định ranh giới dựa trên chỉ số NDWI, đường bờ biển được xác định là đường nối các giá trị NDWI = 0 và chuyển sang dạng vector bằng cách sử dụng phương pháp xây dựng đường đồng mức tự động với giá trị đường đồng mức NDWI = 0 (Hình 3.4).



Hình 3.4: Hình ảnh đường bờ (đường kẻ màu xám) trích xuất từ ảnh Landsat 8 tại khu vực Đồi Rồng, Đồ Sơn, Hải Phòng

3.4. Đánh giá kết quả

Nhằm đánh giá kết quả, kết quả trích xuất đường bờ từ ảnh vệ tinh đa phổ Landsat 8 được so sánh với đường bờ được số hóa thủ công từ dữ liệu ảnh vệ tinh độ phân giải cao Google Earth với độ phân giải không gian 1 m. Ảnh Google Earth được số hóa thủ công dựa trên việc nhận biết sự khác biệt về tính chất phản xạ của đối tượng nước và đối tượng khác.



Hình 3.5: Mức độ sai lệch khoảng cách giữa đường bờ trích xuất từ ảnh đa phổ và ảnh độ phân giải cao Google Earth

Đường bờ khu vực vùng biển Đồ Sơn, Hải Phòng được số hóa từ ảnh độ phân giải cao Google Earth. Để đánh giá mức độ sai lệch giữa đường bờ được trích xuất bằng hai

phương pháp nêu trên, các khoảng cách theo phương vuông góc từ điểm nút của đường bờ được số hóa từ ảnh Google Earth tới đường bờ trích xuất từ ảnh đa phổ được tính toán tự động sử dụng các hàm tính khoảng cách thực hiện trên phần mềm mã nguồn mở QGIS. Trong tổng số 300 giá trị tính toán khoảng cách giữa hai đường bờ thì có khoảng 80% giá trị nằm trong khoảng từ 0 - 5 m, 15% giá trị nằm trong khoảng từ 5 - 10 m và khoảng 5% giá trị nằm ngoài khoảng 10 m. Kết quả đánh giá cho thấy rằng trích xuất dữ liệu đường bờ từ ảnh vệ tinh đa phổ Landsat 8 có thể đảm bảo độ chính xác trong khảo sát đường bờ cho công tác khảo sát hạng 2 và 3 theo TCVN 10336:2015 - Tiêu chuẩn khảo sát độ sâu trong lĩnh vực hàng hải [5].

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đề xuất phương pháp trích xuất đường bờ từ ảnh vệ tinh đa phổ Landsat 8 và áp dụng cho khu vực biển Hải Phòng. Kết quả nghiên cứu đã chứng minh khả năng trích xuất đường bờ một cách tự động với độ chính xác trong phạm vi cho phép phục vụ xây dựng cơ sở dữ liệu bản đồ biển. Trên cơ sở nghiên cứu này, phương pháp trích xuất đường bờ từ ảnh vệ tinh đa phổ Landsat 8 cho thấy khả năng áp dụng cùng với các phương pháp khảo sát truyền thống trong công tác khảo sát bảo đảm an toàn hàng hải và biên tập bản đồ biển tại Việt Nam.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Hàng hải Việt Nam trong Đề tài mã số DT20-21.65

Tài liệu tham khảo

- [1]. T. I. Colak, G. Senel and C. Goksel (2019), *Coastline zone extraction using Landsat-8 OLI imagery, case study Bodrum Peninsula, Turkey*, Int. Arch. Photogramm, Remote Sens. Spat. Inf. Sci. - ISPRS Arch., vol.42, no.4/W12, pp.101-104, doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-4-W12-101-2019.
- [2]. U.S. Geological Survey (2019), *Landsat Data Users Handbook*, Nasa, vol.8, November, p.114 [Online]. Available: <https://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>.
- [3]. G. L. Feyisa, H. Meilby, R. Fensholt and S. R. Proudman (2014), *Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery*, Remote Sens. Environ., vol.140, pp.23-35, doi: 10.1016/j.rse.2013.08.029.
- [4]. Y. Liu, X. Wang, F. Ling, S. Xu and C. Wang (2017), *Analysis of coastline extraction from Landsat-8 OLI imagery*, Water (Switzerland), vol.9, no.11, doi: 10.3390/w9110816.
- [5]. VMS North (2015), *TCVN 10336:2015 - Tiêu chuẩn khảo sát độ sâu trong lĩnh vực hàng hải*, Văn bản quy phạm Bộ Khoa học và Công nghệ.

Ngày nhận bài: 28/6/2022

Ngày chấp nhận đăng: 20/7/2022

Người phản biện: TS. Phạm Văn Sỹ

TS. Nguyễn Xuân Thịnh