

Sử dụng chuỗi ảnh vệ tinh landsat để theo dõi chất lượng nước mặt

○ TS. VŨ THỊ HẰNG

Vụ Khoa học và Công nghệ - Bộ Tài nguyên và Môi trường

ThS. NGUYỄN THỊ LỆ HẰNG

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

ThS. HOÀNG MINH HẢI

Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

Sự phát triển của công nghệ viễn thám đã đánh dấu một hướng nghiên cứu mới trong việc sử dụng các thiết bị cảm biến tầm xa để đánh giá hoặc tính toán các chỉ số về chất lượng nước. Áp dụng hàm hồi quy tuyến tính để xác định mối tương quan giữa các chỉ số được tính toán từ ảnh vệ tinh và thông số được đo đạc trực tiếp đã cho thấy mối tương quan cao giữa các thông số này.

Mục tiêu của bài báo này là giới thiệu phương pháp đánh giá chất lượng nước mặt bằng seri ảnh vệ tinh Landsat để thành lập bản đồ diễn biến chất lượng nước ở ba sông lớn thuộc bốn tỉnh: Quảng Ninh, Bắc Ninh, Hải Phòng và Hải Dương.

Mở đầu

Công nghệ viễn thám (CNVT) là một phần của công nghệ vũ trụ, tuy mới phát triển nhưng đã nhanh chóng được áp dụng trong nhiều lĩnh vực và được phổ biến rộng rãi ở các nước phát triển. Nhu cầu ứng dụng CNVT để quản lý TNTN trước hết là tài nguyên: Đất, nước, khoáng sản, rừng... đã và đang là một trong các nhiệm vụ chủ đạo của ứng dụng và phát triển công nghệ vệ tinh.

Đối với TNN mặt ảnh viễn thám quang học được sử dụng với mục đích kiểm kê các nguồn nước mặt, qua công tác hiện chỉnh bản đồ địa hình, ảnh vệ tinh là tài liệu chính dùng để cập nhật mạng lưới thủy văn bao gồm sông, suối, kênh mương, các hồ chứa nước và hồ, đầm, ao. Hơn nữa hiện nay, từ dữ liệu ảnh vệ tinh có thể được sử dụng để điều tra giám sát chất lượng nước như độ đục, chất diệp lục, chất lơ lửng... Việc đánh giá chất lượng nước mặt phụ thuộc vào khối lượng và chất lượng cũng như diễn biến theo mùa, theo thời

gian của chúng, các hiện tượng thủy văn có liên quan như lũ lụt, nhiễm mặn, biến động lòng sông, lòng hồ.

Khu vực nghiên cứu và dữ liệu ảnh viễn thám

Khu vực nghiên cứu bao gồm 4 tỉnh: Quảng Ninh, Hải Dương, Hải Phòng, Bắc Ninh tập trung vào ba khu vực sông chính là sông Trống nằm trên địa phận tỉnh Quảng Ninh, sông Bạch Đằng nằm trên ranh giới hai tỉnh Quảng Ninh và Hải Phòng, sông Thái Bình khu vực ranh giới tỉnh Hải Dương và Bắc Ninh.

Dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat các thời kì

| Số hiệu cảnh ảnh | Loại ảnh | Ngày thu nhận |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| LE71260452014164EDC01 | Landsat 7 ETM + | 13/06/2014 |
| LE71260462014164EDC01 | Landsat 7 ETM + | 13/06/2014 |
| LC81260452014204LGN00 | Landsat 8 OLI | 23/07/2014 |
| LC81260462014204LGN00 | Landsat 8 OLI | 23/07/2014 |
| LE71260452014212EDC00 | Landsat 7 ETM + | 01/08/2014 |
| LE71260462014212EDC00 | Landsat 7 ETM + | 01/08/2014 |
| LC81260452014268LGN00 | Landsat 8 OLI | 25/09/2014 |
| LC81260462014268LGN00 | Landsat 8 OLI | 25/09/2014 |
| LC81260452014284LGN00 | Landsat 8 OLI | 11/10/2014 |
| LC81260462014284LGN00 | Landsat 8 OLI | 11/10/2014 |
| LE71260452014324EDC00 | Landsat 7 ETM + | 20/11/2014 |
| LE71260462014324EDC00 | Landsat 7 ETM + | 20/11/2014 |
| LC81260452014364LGN00 | Landsat 8 OLI | 30/12/2014 |
| LC81260462014364LGN00 | Landsat 8 OLI | 30/12/2014 |

Dữ liệu ảnh sử dụng

Trong nghiên cứu này, để phục vụ nghiên cứu chất lượng nước theo thời gian, dữ liệu ảnh sử dụng là dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat được tải miễn phí, bao gồm cả ảnh Landsat 7 ETM và ảnh Landsat 8. Để phủ trùm khu vực nghiên cứu, với mỗi tháng, hai cảnh ảnh được chọn tương trưng cho tháng đó, từ tháng 6/2014 đến tháng 12/2014.

Phương pháp nghiên cứu

Cho đến nay, đã có nhiều công trình nghiên cứu về việc xác định trực tiếp các chỉ số phục vụ nghiên cứu chất lượng nước bằng ảnh vệ tinh. Có thể kể đến chỉ số độ đục và chỉ số chất diệp lục đã được Frohn và Autrey nghiên cứu và tính toán đối với ảnh Landsat. Tiếp đó, năm 2010, Montalvo cũng đã nghiên cứu và đưa ra công thức tính chỉ số chất lơ lửng chuẩn hóa sử dụng các kênh ảnh red, green và blue của ảnh Landsat. Đã có nhiều nghiên cứu kế thừa phương pháp nghiên cứu này phục vụ cho từng khu vực nghiên cứu cụ thể ở nhiều nơi trên thế giới. Kết quả đã thực sự cho thấy, khả năng của việc sử dụng các kênh ảnh phù hợp trong việc tính toán chỉ số chất lượng nước với độ tương quan cao và sai số nhỏ.

Chỉ số độ đục

Những nghiên cứu trên thế giới đã chỉ ra rằng đối với ảnh Landsat, các kênh green và red có thể sử dụng để nghiên cứu độ đục của nước. Với sự gia tăng của độ đục trong nước làm tăng cường sự phản xạ đối với dải sóng có bước sóng dài trong dải sóng nhìn thấy. Các nghiên cứu này cho thấy phản xạ tại các kênh phổ có bước sóng dài, cụ thể là kênh green và red trên ảnh Landsat tăng mạnh khi nước trở nên đục hơn và lượng trầm tích trong nước tăng lên.

Dựa trên lý thuyết đó, Frohn và Autrey đã nghiên cứu đặc tính phản xạ phổ của nước đục trên từng dải sóng khác nhau và tìm ra công thức xác định chỉ số độ đục giữa trên tỷ số phản xạ đối với các kênh phổ red, green và blue:

$$\text{Chỉ số độ đục} = \frac{P_{\text{green}} + P_{\text{red}}}{P_{\text{blue}}}$$

Trong đó p_{green} , p_{red} , p_{blue} , lần lượt là giá trị phản xạ trên các kênh ảnh red, green và blue

Đối với ảnh Landsat 7 ETM, công thức này được viết lại như sau:

$$\text{Chỉ số độ đục} = \frac{B2_{\text{reflectance}} + B3_{\text{reflectance}}}{B1_{\text{reflectance}}}$$

$B1_{\text{reflectance}}$ $B2_{\text{reflectance}}$ $B3_{\text{reflectance}}$ lần lượt là giá trị phổ phản xạ trên các kênh 1 (blue), 2 (green) và 3 (red) của ảnh Landsat ETM

Đối với ảnh Landsat 8, công thức tính chỉ số độ đục được viết lại như sau:

$$\text{Chỉ số độ đục} = \frac{B3_{\text{reflectance}} + B4_{\text{reflectance}}}{B2_{\text{reflectance}}}$$

$B2_{\text{reflectance}}$ $B3_{\text{reflectance}}$ $B4_{\text{reflectance}}$ lần lượt là giá trị phổ phản xạ trên các kênh 2 (blue), 3 (green) và 4 (red) của ảnh Landsat 8.

Chỉ số chất diệp lục

Chỉ số chất diệp lục đã được các nhà nghiên cứu thực nghiệm đối với khu vực nước có chứa tảo. Do đó, các nhà khoa học đã kết luận rằng chỉ số chất diệp lục đại diện cho sự thay đổi từ hấp thụ năng lượng vùng ánh sáng đỏ sang vùng ánh sáng xanh lá cây và cận hồng ngoại.

Frohn và Autrey đã cho rằng chỉ số chất diệp lục đại diện cho sự thay đổi từ hấp thụ năng lượng vùng ánh sáng đỏ chuyên sang phản xạ tới vùng ánh sáng xanh lá cây và cận hồng ngoại, được thể hiện bằng tỷ số:

$$\text{Chỉ số chất diệp lục} = \frac{P_{\text{green}} + P_{\text{NIR}}}{P_{\text{red}}}$$

Trong đó p_{green} , p_{red} , p_{NIR} , lần lượt là giá trị phổ phản xạ trên các kênh ảnh red, green và cận hồng ngoại

Đối với ảnh Landsat 7 ETM, công thức này được viết lại như sau:

$$\text{Chỉ số chất diệp lục} = \frac{B2_{\text{reflectance}} + B4_{\text{reflectance}}}{B3_{\text{reflectance}}}$$

$B2_{\text{reflectance}}$ $B3_{\text{reflectance}}$ $B4_{\text{reflectance}}$ lần lượt là giá trị phổ phản xạ trên các kênh 2 (green), 3 (red) và 4 (cận hồng ngoại - NIR) của ảnh Landsat ETM

Đối với ảnh Landsat 8, công thức tính chỉ số độ đục được viết lại như sau:

$$\text{Chỉ số chất diệp lục} = \frac{B3_{\text{reflectance}} + B5_{\text{reflectance}}}{B4_{\text{reflectance}}}$$

$B3_{\text{reflectance}}$ $B4_{\text{reflectance}}$ $B5_{\text{reflectance}}$ lần lượt là giá trị phổ phản xạ trên các kênh 3 (green), 4 (red) và 5 (cận hồng ngoại - NIR) của ảnh Landsat 8

Chỉ số chất lơ lửng chuẩn hóa

Chỉ số này do Montalvo (2010) xây dựng dựa trên số liệu phân tích ảnh Landsat 7:

Trong đó, p_{green} , p_{red} , p_{blue} , lần lượt là giá trị phản xạ trên các kênh ảnh red, green và blue

$$\text{NSMI} = \frac{P_{\text{red}} + P_{\text{green}} - P_{\text{blue}}}{P_{\text{red}} + P_{\text{green}} + P_{\text{blue}}}$$

Đối với ảnh Landsat 7 ETM, công thức này được viết lại như sau:

$$NSMI = \frac{B3_{reflectance} + B2_{reflectance} - B1_{reflectance}}{B3_{reflectance} + B2_{reflectance} + B1_{reflectance}}$$

Trong đó, B1reflectance B2reflectance B3reflectance lần lượt là giá trị phổ phản xạ trên các kênh 1 (blue), 2 (green) và 3 (red) của ảnh Landsat ETM

Đối với ảnh Landsat 8, công thức tính chỉ số độ đục được viết lại như sau:

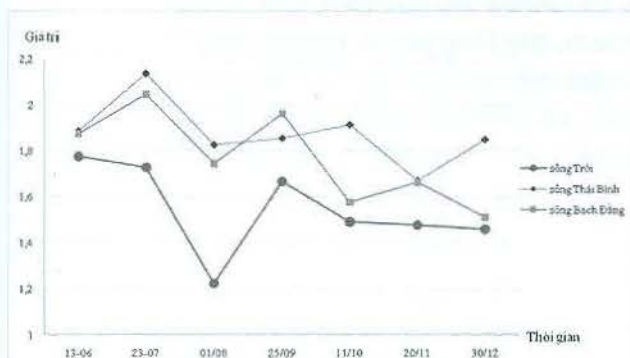
$$NSMI = \frac{B4_{reflectance} + B3_{reflectance} - B2_{reflectance}}{B4_{reflectance} + B3_{reflectance} + B2_{reflectance}}$$

Trong đó, B2reflectance B3reflectance B4reflectance lần lượt là giá trị phổ phản xạ trên các kênh 2 (blue), 3 (green) và 4 (red) của ảnh Landsat 8.

Kết quả phân tích

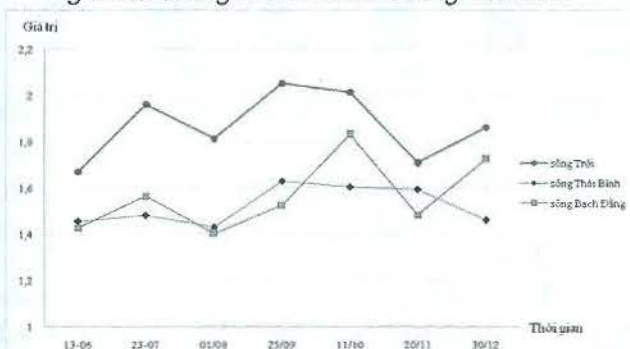
Chỉ số độ đục:

Biểu đồ chỉ số độ đục khu vực các sông Trới, sông Thái Bình và sông Bạch Đằng theo thời gian từ tháng 6/2014 đến tháng 12/2014



Chỉ số chất diệp lục

Biểu đồ chỉ số chất diệp lục khu vực các sông Trới, sông Thái Bình và sông Bạch Đằng theo thời gian từ tháng 6/2014 đến tháng 12/2014

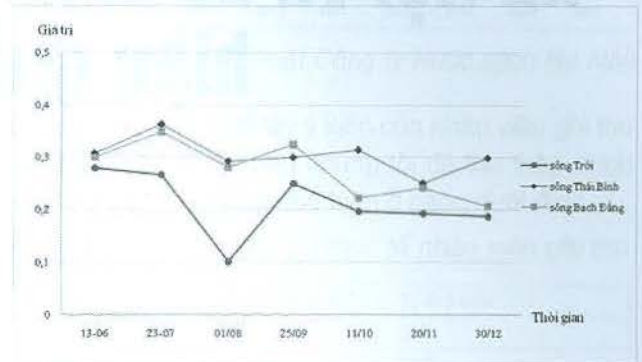


Kết luận

Ảnh Landsat với độ phân giải 30 m với kênh phổ, và 1m với kênh toàn sắc đã cho thấy khả năng

Chỉ số chất lơ lửng chuẩn hóa

Biểu đồ chỉ số chất lơ lửng chuẩn hóa NSMI khu vực các sông Trới, sông Thái Bình và sông Bạch Đằng theo thời gian từ tháng 6/2014 đến tháng 12/2014



ứng dụng trong việc thành lập bản đồ lớp phủ bằng phương pháp phân loại định hướng đối tượng. Nhìn chung, độ phân giải này là phù hợp với tính chất phân mảnh của lớp phủ trong khu vực nghiên cứu. Tuy nhiên, với đặc trưng của ảnh quang học, mây che phủ là một trong những hạn chế lớn nhất khi sử dụng ảnh Landsat. Ảnh hưởng của mây và bóng mây ảnh hưởng rõ rệt đến kết quả phân loại ảnh. Bên cạnh đó, dải quét hẹp khiến cho một cảnh ảnh không bao trùm được khu vực lớn, cũng là một hạn chế.

Từ thông tin về năng lượng bức xạ hoặc phản xạ từ bề mặt nước mà ảnh vệ tinh ghi nhận được, sau khi tính toán bao gồm các chỉ số độ đục, chỉ số chất diệp lục và chỉ số chất lơ lửng chuẩn hóa tại 6 thời điểm đại diện cho 6 tháng (6/2014 đến 12/2014) đã cho thấy diễn biến chất lượng nước thay đổi liên tục do ảnh hưởng theo mùa và thời điểm thu nhận ảnh vệ tinh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- (1) Ritchie, J.C. et al., (2003): *Remote Sensing Techniques to Assess Water Quality*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 69, No. 6.
- (2) Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts (2009). *Ecosystem Services: Key Concepts and Applications*. Occasional Paper No 1, Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts, Canberra.
- (3) Jerry C. Ritchie and Frank R. Schiebe. (2000): *Chapter 13. Water Quality*. Remote Sensing in Hydrology and Water Management. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 486 pages. ■