

KẾT HỢP SỬ DỤNG ẢNH VIỄN THÁM LANDSAT VÀ SENTINEL - 2 TRONG GIÁM SÁT BIỂN ĐỘNG BỜ BIỂN KHU VỰC TỈNH QUẢNG NAM

Nguyễn Hải Đông¹, Đỗ Thị Phương Thảo²,
Doãn Thị Thái Hòa¹, Trần Thị Hiền¹

¹ Cục Viễn Thám Quốc gia

² Trường Đại học Mỏ - Địa Chất

Tóm tắt

Viễn thám ngày càng được sử dụng nhiều trong giám sát bờ biển khi cho phép phát hiện xói lở hoặc bồi tụ một cách nhanh chóng hiệu quả trên phạm vi rộng. Bài báo sử dụng ảnh Landsat năm 2005, 2010 và ảnh Sentinel - 2 năm 2018 để chiết xuất, phân tích diễn biến đường bờ tại khu vực Quảng Nam trước và sau khi có các công trình ven bờ bằng phương pháp kết hợp giữa giá trị ngưỡng và tỉ số ảnh. Các ảnh viễn thám được xử lý độc lập và cho ra kết quả là hiện trạng đường bờ biển tại các thời điểm nói trên, tốc độ thay đổi đường bờ biển được tính toán từ các phương pháp thống kê có sẵn trong phần mềm DSAS (Digital Shoreline Analysis System) của công cụ GIS qua từng giai đoạn, từ đó đưa ra dự báo xu thế biến đổi đường bờ biển. Bờ biển tỉnh Quảng Nam luôn luôn có xu thế biến động xói lở - bồi tụ đan xen, tuy nhiên, quá trình xói lở diễn ra chủ yếu và phần bờ biển xói lở xảy ra mạnh nhất ở đoạn bờ thuộc phường Cửa Đại và xã Tam Hải.

Từ khóa: Sentinel - 2; GIS - DSAS; Biển động bờ biển; Quảng Nam

Abstract

Using Lansat and Sentinel - 2 remote sensing images in monitoring shoreline change in Quang Nam province

Remote sensing has been used widely in coastal monitoring. It helps to detect erosion or deposition on a large scale very effectively. This study uses 2005 and 2015 Landsat images and 2018 Seninel - 2 images to extract and analyze shoreline changes in Quang Nam before and after coastal works by a method of combining threshold values and image ratios method. Remote sensing images are processed independently to result in the current state of the coastline in 2005, 2015 and 2018. The speed of shoreline changing is calculated using the statistical methods available in the DSAS (Digital Shoreline Analysis System) of GIS extension tools. The results were then used to forecast the changing trends of coastal dynamic. The coast of Quang Nam province is always affected alternately by erosion and deposition, however, the erosion is the dominant process and is strongest in Cua Dai and Tam Hai areas.

Key words: Sentinel - 2; GIS- DSAS; Shoreline changes; Quang Nam

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, các khu vực ven biển đều đang phải đối mặt với một hiện tượng là xói lở và bồi tụ, làm thay đổi ít nhiều đường bờ biển. Mặt khác, quá trình này

diễn ra thường xuyên, liên tục với cường độ ngày càng tăng, ảnh hưởng không nhỏ đến cuộc sống của dân cư ven biển cũng như các chính sách phát triển kinh tế xã hội của địa phương. Quảng Nam là một

tỉnh ven biển thuộc vùng phát triển kinh tế trọng điểm miền Trung có chiều dài đường bờ biển trên 125 km. Với sự gia tăng nhanh về dân số, sự phát triển mạnh về công nghiệp, sự biến động, xung đột về sử dụng đất trên khu vực đã tạo ra nhiều áp lực cho môi trường tự nhiên vùng bờ nên khu vực này đang phải đổi mới với hiện tượng xói lở, bồi tụ nghiêm trọng, do đó đường bờ biển cũng có sự biến động mạnh mẽ [1, 2].

Công nghệ theo dõi biến động đường bờ được áp dụng rộng rãi nhất trên thế giới hiện nay vẫn là sử dụng ảnh viễn thám đa thời gian kết hợp với hệ thống thông tin địa lý (GIS), đây là phương pháp hiệu quả cho việc theo dõi và tính toán các biến động bờ biển và cũng được áp dụng phổ biến ở Việt Nam [3]. Xuejie Li và Michiel (2010) sử dụng ảnh Landsat và Spot theo phương pháp chiết xuất một kênh 5 duy nhất kết hợp với tỉ số ảnh giữa kênh 2 và 4, giữa kênh 2 và 5 cùng dữ liệu địa hình để phân tích sự thay đổi của đường bờ biển, đã kết luận rằng sự thay đổi lớn nhất ở vị trí của đường bờ biển theo thời gian xảy ra trong khu phát triển Nansha, nằm ở phía Bắc vịnh Lingdingyang giai đoạn 1960 đến 2000 [4]. Mới đây, Seynabou et al (2019) trình bày tổng quan đánh giá về các phương pháp xử lý hình ảnh được sử dụng để phát hiện đường bờ trong viễn thám, các tác giả sử dụng chủ yếu là ba phương pháp: phân ngưỡng, tổ hợp màu và tỉ lệ ảnh, hầu hết các phương pháp sử dụng dữ liệu ảnh Landsat cùng với các phần mềm thương mại [5]. Trần Văn Diện và nnk (2005) sử dụng phương pháp tổ hợp màu các kênh cận hồng ngoại của các ảnh vệ tinh thu tại các thời điểm khác nhau (MOS-1/MESSR, ADEOS/AVNIR, LANDSAT, ASTER, SPOT) kết hợp với điều tra thực địa để theo dõi diễn biến xói lở bờ biển và biến động cửa đầm phá Tam

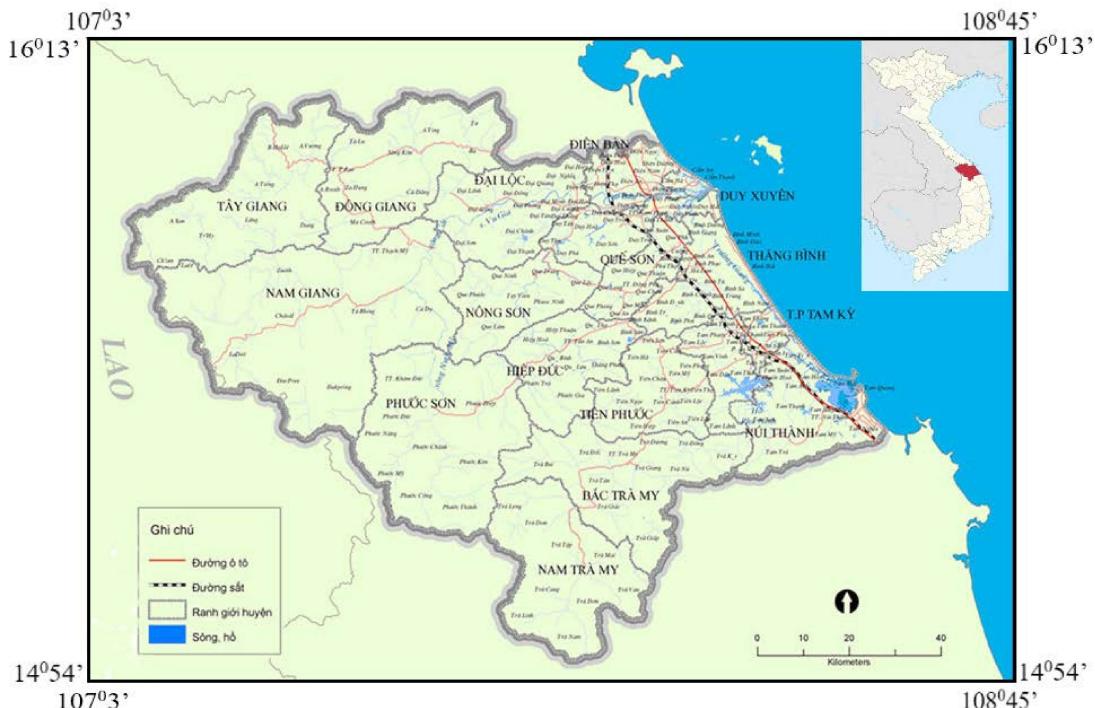
Giang đã ghi nhận các vị trí cửa đầm phá và những biến động của nó từ năm 1979 đến 2005, có ý nghĩa quan trọng cho việc dự báo rủi ro do lũ và xâm nhập mặn cũng như những hậu quả khác [6]. Nguyễn Duy Khang, Lê Mạnh Hùng (2012) đã số hóa trực tiếp đường bờ từ ảnh vệ tinh Landsat TM và SPOT để đánh giá thực trạng xói lở bờ biển và suy thoái rừng phòng hộ khu vực Gò Công Đông, tỉnh Tiền Giang, sau đó chia xép để đánh giá biến động đường bờ [7]. Trịnh Lê Hùng và Vũ Danh Tuyên (2013) đã phân loại ảnh vệ tinh đa thời gian nhằm chiết tách thông tin nước - đất liên phục vụ đánh giá biến động đường bờ khu vực hồ Núi Cốc, tỉnh Thái Nguyên [8]. Năm 2017, Trần Văn Tình và Doãn Hà Phong đã sử dụng ảnh Landsat để xác định tốc độ xói lở, bồi tụ cho khu vực bờ biển mũi Cà Mau bằng phương pháp tỉ số ảnh và công cụ DSAS, kết quả đã chỉ ra được tốc độ và khoảng cách sạt lở hoặc bồi tụ tại các vị trí đường bờ biển có biến động [9]. Các phương pháp trên phần lớn chỉ sử dụng một loại ảnh vệ tinh quang học, có ưu điểm nhanh chóng xác định được đường bờ và độ biến động, tuy nhiên phương pháp phân ngưỡng và phân loại lại phụ thuộc vào độ chính xác kết quả phân loại và quá trình số hóa đường bờ.

Bài báo này nhằm mục đích giới thiệu việc sử dụng kết hợp ảnh vệ tinh Landsat (độ phân giải trung bình) và Sentinel - 2 (độ phân giải cao) trong giám sát biến động bờ biển tỉnh Quảng Nam bằng công cụ DSAS cho phép nâng cao độ chính xác xác định thông tin đường bờ phục vụ phân tích và dự báo các xu thế biến động.

2. Đặc điểm khu vực nghiên cứu

Quảng Nam nằm trong tọa độ địa lý $14^{\circ}54' - 16^{\circ}13'$ vĩ độ Bắc và $107^{\circ}3' - 108^{\circ}45'$ kinh độ Đông, có diện tích tự nhiên là 10.438km^2 và dân số là 1,46 triệu người.

Nghiên cứu



Hình 1: Vị trí địa lý tỉnh Quảng Nam

So với cả nước, Quảng Nam là tỉnh có diện tích tự nhiên lớn (thứ 6) và dân số đông (thứ 5) của cả nước; được chia thành 18 đơn vị hành chính gồm 16 huyện và 2 thành phố [1]. Vì vĩ độ tương đối thấp nên hàng năm nhận được lượng bức xạ phong phú, đồng thời, gần biển nên chịu sự tác động của nhiều yếu tố thời tiết khí hậu khác nhau như gió mùa Đông Bắc, Tây Nam và chịu tác động sâu sắc của biển Đông. Bên cạnh đó, sự phân hóa của địa hình cũng ảnh hưởng đến sự phân hóa tác động của các yếu tố trên, làm cho khí hậu có sự phân hóa theo mùa và phân hóa theo chiều Đông - Tây, phân hóa theo độ cao của địa hình [10].

Hàng năm bão, áp thấp tác động đến Quảng Nam năm nhiều đến 2 - 3 đợt, năm ít thì 1 đợt. Tốc độ gió trung bình 1,8 m/s ở Tam Kỳ và 1,3 m/s ở Trà My. Tốc độ gió mạnh nhất là từ tháng 5 - 11 ở Tam Kỳ và tháng 2 - 3 ở Trà My. Mưa bão kết hợp với địa hình dốc gây ra hiện tượng trượt, lở đất, lũ quét ở các huyện miền núi

và gây ngập lũ ở khu vực đồng bằng ven biển. Mực nước biển dâng và các tác động do biến đổi khí hậu đã và đang là mối đe dọa đối với sự tồn tại của phố cổ Hội An, Mỹ Sơn, các công trình phục vụ du lịch, hệ thống các bãi biển [10].

Quảng Nam có hai hệ thống sông lớn là hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn và hệ thống sông Tam Kỳ. Ngoài ra có hệ thống sông suối nhỏ, là phụ lưu của hai hệ thống sông trên như sông A Vương, sông Kôn, sông Bung, Đăk My; hệ thống khe, suối chằng chịt như sông Đăk Mêt, suối Đăk Glon, Đăk Xa Oa,... Lưu lượng nước trên sông Thu Bồn tại trạm đo Thạnh Mỹ là 132 m³/s và sông Vu Gia tại trạm đo Nông Sơn là 289 m³/s qua hai thời kì 1980 - 2010 [1].

Tình trạng xói lở tại tỉnh Quảng Nam những năm gần đây diễn ra ngày càng nghiêm trọng nhất là vùng hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn và khu vực bờ biển Cửa Đại (TP. Hội An). Vào đợt gió mùa Đông Bắc phần bờ biển thuộc đoạn này

bị ảnh hưởng trực tiếp các tác động của sóng gây ra các hiện tượng xói lở - bồi tụ. Hiện tượng xói lở diễn ra mạnh mẽ hơn trong thời kỳ 2002 - 2017 khi bãi biển bị xói lở lớn nhất là 243,7 m; phần diện tích bị xói lở lên đến 38,94 m, đoạn chạy dọc theo đường Âu Cơ từ Cửa Đại về phía Đà Nẵng khoảng gần 2 km bị xói lở mạnh, nhiều đoạn bị lún sâu vào đất liền có nơi tới hơn 100 m [1, 2, 3].

3. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

3.1. Dữ liệu

Dữ liệu ảnh viễn thám sử dụng trong nghiên cứu là Landsat 5, Landsat 7 và Sentinel 2 (Bảng 1), các ảnh đã được nắn chỉnh và theo hệ qui chiếu WGS - 84 UTM, áp dụng cho múi 48. Các ảnh đều được chụp vào thời điểm gần nhau trong năm, chất lượng ảnh rất tốt và ít bị ảnh hưởng bởi mây, sương mù.

Bảng 1. Các ảnh sử dụng tại khu vực tỉnh Quảng Nam

TT	Loại ảnh	Tên cảnh ảnh	Ngày chụp	Năm tham chiếu
1	Landsat5	LT05_L1TP_124049_20050310_01_T1	10/03/2005	2005
2	Landsat7	LE07_L1TP_124049_20100212_01_T1	12/02/2010	2010
3	Sentinel2	L1C_T48PZC_A004963_20180217T031916	17/02/2018	2018

Bảng 2. Đặc điểm ảnh vệ tinh Landsat 5 và Landsat 7

Landsat 5			Landsat 7	
Kênh	Bước sóng (μm)	Độ phân giải (m)	Bước sóng (μm)	Độ phân giải (m)
1 - Blue	0,45 - 0,52	30	0,42 - 0,52	30
2 - Green	0,52 - 0,60	30	0,52 - 0,60	30
3 - Red	0,63 - 0,69	30	0,63 - 0,69	30
4 - NIR	0,76 - 0,90	30	0,77 - 0,90	30
5 - SWIR	1,55 - 1,75	30	1,55 - 1,75	30
6 - Thermal IR	10,40 - 12,50	120	10,40 - 12,50	60
7 - SWIR	2,08 - 2,35	30	2,08 - 2,35	30
8 - Panchromatic			0,52 - 0,90	15

Bảng 3. Đặc điểm ảnh vệ tinh Sentinel 2

Kênh	Bước sóng (μm)	Độ phân giải (m)
1 – Coastal aerosol	0,421 - 0,457	60
2 - Blue	0,439 - 0,535	10
3 - Green	0,537 - 0,582	10
4 - Red	0,646 - 0,685	10
5 - VNIR	0,694 - 0,714	20

Nguồn dữ liệu ảnh Landsat thu thập từ trang web của Cơ quan địa chất Hoa Kỳ (USGS) (<http://edcns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer/>), Vệ tinh Landsat 5 mang bộ cảm biến TM (Thematic Mapper), ảnh Landsat TM bao gồm 7 kênh phổ, trong đó có 6 kênh đa phổ với độ phân giải không gian 30 m và 1 kênh hồng ngoại nhiệt (kênh 6) ở độ phân giải không gian 120 m, chu kỳ lặp lại là 16 ngày. Vệ tinh Landsat 7 với bộ cảm biến ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus). So với ảnh Landsat TM, ảnh Landsat ETM+ có thêm 1 kênh toàn sắc (kênh 8) ở độ phân giải không gian 15 m. Kênh hồng ngoại nhiệt (kênh 6) có độ phân giải không gian 60 m (Bảng 2).

Nguồn dữ liệu ảnh Sentinel - 2 được thu thập từ website của Cơ quan Không gian Châu Âu (ESA) <https://scihub.copernicus.eu>. Đây là vệ tinh gắn thiết bị thu nhận ảnh đa phổ với 13 kênh phổ có độ phân giải không gian từ 10 m đến 60 m (Bảng 3).

6 - VNIR	0,731 - 0,749	20
7 - VNIR	0,768 - 0,796	20
8 - NIR	0,767 - 0,908	10
8a - Narrow NIR	0,848 - 0,881	20
9 - Water vapour	0,931 - 0,958	60
10 - SWIR - Cirrus	1,338 - 1,414	60
11 - SWIR	1,539 - 1,681	20
12 - SWIR	2,072 - 2,312	20

3.2. Phương pháp nghiên cứu

3.2.1. Kết hợp phân tích giữa giá trị ngưỡng và ảnh tỷ số chiết tách đường bờ

Ưu điểm của phương pháp kết hợp này là loại bỏ nhiễu do vùng nghiên cứu có độ phủ thực vật cao và nhiễu do vùng sóng vỡ. Ở các kênh ảnh thuộc dài sóng hồng ngoại, nước có khả năng hấp thụ phần lớn năng lượng bức xạ chiếu tới nên năng lượng phản xạ gần như bằng 0, trong khi khả năng phản xạ của thực vật và đất lại rất mạnh. Do vậy, trong các kênh phổ của ảnh đa phổ Landsat, kênh hồng ngoại giữa được sử dụng hiệu quả nhất trong xác định giá trị ngưỡng để phân biệt giữa ranh giới giữa nước và đất liền [9, 11].

Phương pháp tỷ lệ kênh ảnh do Alesheikh đề xuất là sự phát triển từ phương pháp tỉ lệ ảnh Winasor sử dụng thêm kết quả phân ngưỡng ở kênh hồng ngoại giữa, giúp nâng cao độ chính xác khi chiết tách thông tin đường bờ [11]. Theo Alesheikh, sau khi xác định phổ phản xạ bề mặt, giá trị phản xạ ở kênh GREEN, kênh NIR và kênh SWIR dùng để xác định các ảnh tỉ lệ thông qua kênh 2/ kênh 4 với ảnh Landsat (kênh 3/ kênh 8 với ảnh Sentinel - 2) để tách đất và nước, tiếp theo tỉ lệ kênh 2/ kênh 5 (kênh 3/ kênh 11 với ảnh Sentinel - 2) được áp dụng nhằm tách các đối tượng khác ngoài đất và nước ở những vùng bờ biển rộng lớn [3, 7, 9, 11], gán các pixel có giá trị lớn hơn 1 trên các ảnh tỉ lệ đại diện cho đối tượng nước và các pixel có giá trị nhỏ hơn 1 thể hiện khu vực đất liền. Alesheikh khẳng định áp dụng phương

pháp này, bờ biển có thể được chiết xuất với độ chính xác cao hơn nếu mục đích là khai thác đường bờ biển nhanh chóng [11].

3.2.2. Phân tích đường bờ

Sau khi xác định được bờ biển, việc tính toán giá trị biến động bờ biển được thực hiện bằng DSAS, phần mở rộng của ArcGIS. Trong DSAS có nhiều phương pháp tính toán thống kê khác nhau, như phương pháp tính biến động thông qua điểm đầu - điểm cuối (End - Point Rate), phương pháp tính tốc độ trung bình AOR (Average Of Rate), phương pháp hồi quy tuyến tính (Linear Regression), phương pháp gập gãy (Jack - Knife Rate),... tùy theo chất lượng và số lượng đường bờ để chọn phương pháp thống kê phù hợp nhất. Dựa trên dữ liệu thu thập được, phương pháp tính biến động thông qua điểm đầu - điểm cuối (EPR) được chọn để phân tích kết quả cho nghiên cứu này. Giá trị EPR được tính theo công thức (1).

$$EPR = \frac{\text{Khoảng cách biến động}}{\text{Tổng thời gian theo dõi biến động}} \quad (1)$$

trong đó khoảng cách biến động là khoảng cách giữa 2 đường bờ biển, tổng thời gian theo dõi biến động là khoảng thời gian giữa thời điểm có đường bờ cũ nhất và mới nhất.

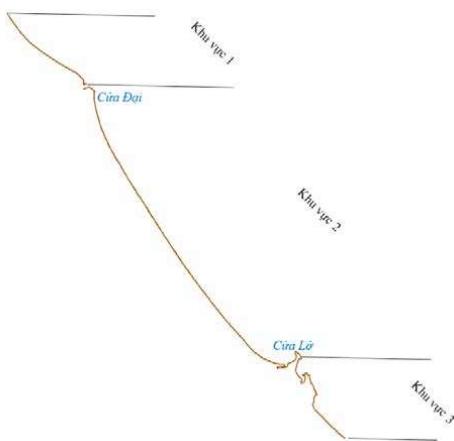
Công việc tính toán và phân tích đường bờ được tiến hành như sau:

1. Xác định đường chuẩn (baseline) và các đường bờ biển (shoreline)
2. Tạo các tuyến cắt ngang vuông góc bờ (transect)
3. Tính toán biến động bờ biển.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Chiết xuất đường bờ

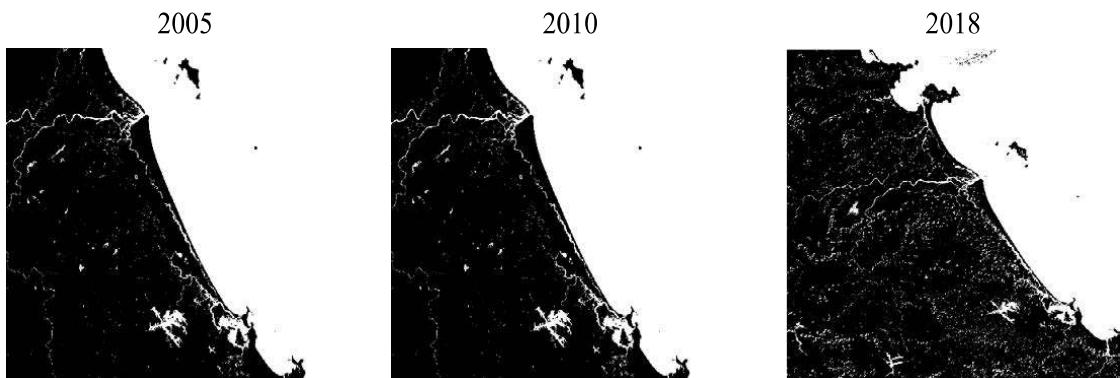
Khu vực nghiên cứu được chia thành 3 khu vực nhỏ. Khu vực 1 bắt đầu từ xã Điện Ngọc đến Bắc Cửa Đại, khu vực 2 từ Nam Cửa Đại đến Bắc Cửa Lở, khu vực 3 từ Nam Cửa Lở đến hết xã Tam Nghĩa (Hình 2).



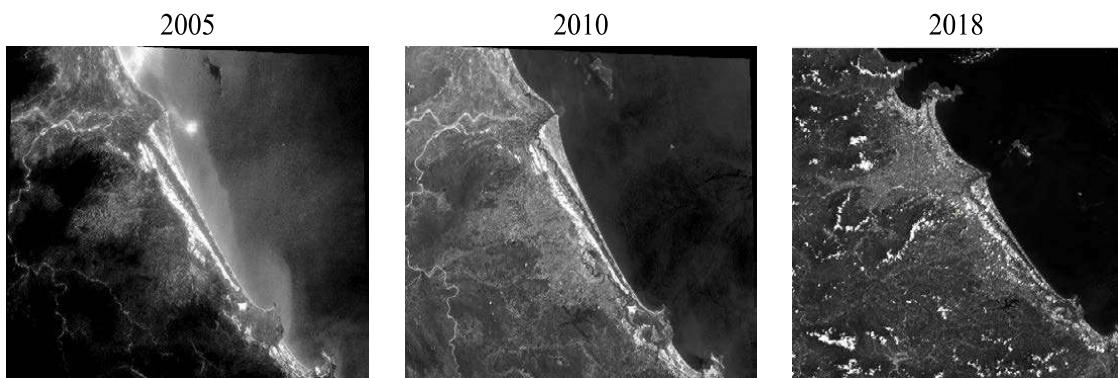
Hình 2: Phân đoạn khu vực nghiên cứu

Trước tiên, cần xác định giá trị ngưỡng trên kênh ảnh 5 (hồng ngoại giữa) để phân

biệt giữa nước và đất liền, xác định dựa vào phân tích histogram và chuyển ảnh về ảnh nhị phân theo nguyên tắc Pixel nước được gán là “1” và các pixel đất bằng “0” gọi là “ảnh 1” (Hình 3). Sau đó, sử dụng ảnh tỉ số kênh 2/ kênh 4 (Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+) để phân loại đất và nước (Hình 4), ảnh tỉ số kênh 2/ kênh 5 (Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+) dùng để tách vùng bờ không có thực vật (đối với ảnh Sentinel - 2, sử dụng 3 kênh ảnh là kênh 3, kênh 8, kênh 11 để tạo các ảnh tỉ số kênh 3/ kênh 8, kênh 3/ kênh 11). Trên các ảnh tỉ số này, gán vùng nước là các vùng có giá trị lớn hơn 1, những pixel có giá trị nhỏ hơn 1 thuộc đất liền (Hình 5). Để nâng cao độ chính xác, hai ảnh tỉ số này được tích hợp để tạo ra một ảnh tỉ số mới nhằm bổ sung thông tin cho nhau gọi là “ảnh 2”. Nhận ảnh 1 với ảnh 2 và tiến hành lọc nhiễu nhằm loại bỏ các đối tượng không cần thiết trên ảnh để tạo “ảnh 3”. Sử dụng ảnh 3 để chiết tách tự động, nhằm xác định vị trí, hình thái đường bờ biển tại thời điểm chụp ảnh (Hình 6).

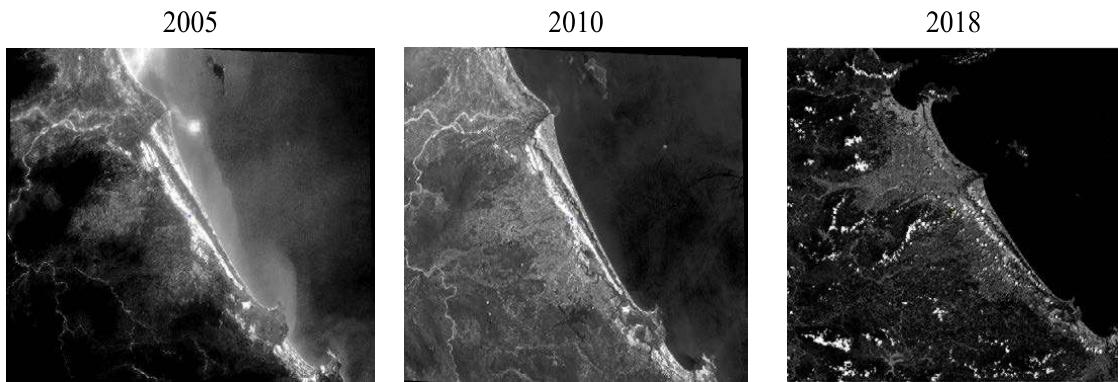


Hình 3: Ảnh sau phân ngưỡng kênh 5 và chuyển về ảnh nhị phân

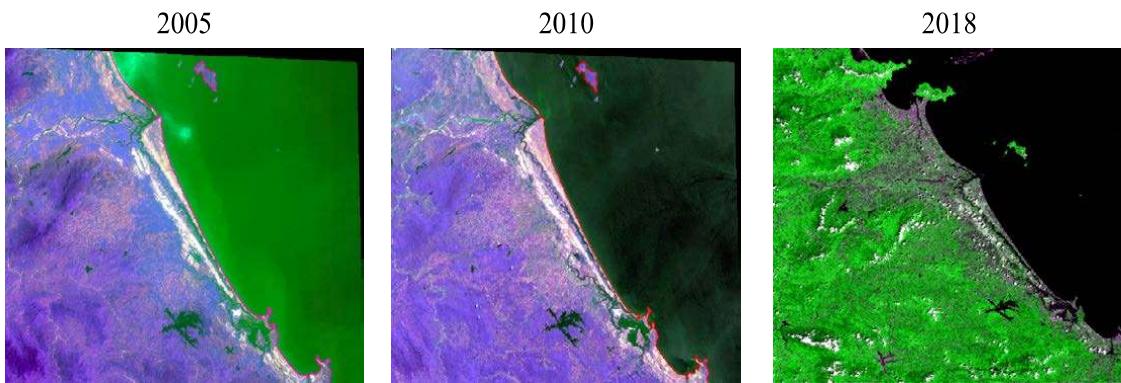


Hình 4: Các ảnh tỉ số kênh 2/kênh 4 phân loại giữa đất và nước

Nghiên cứu



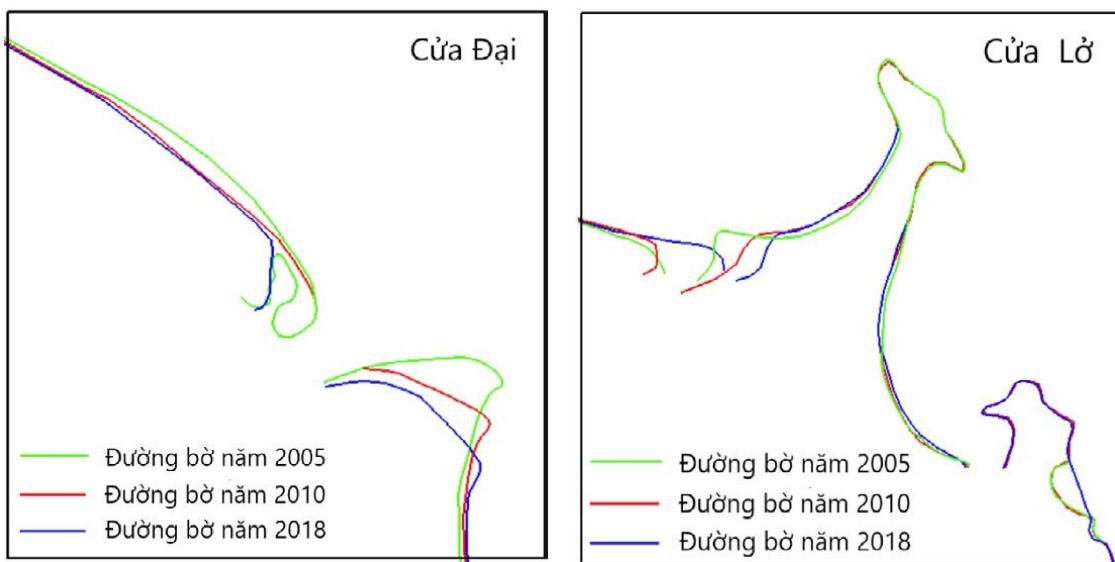
Hình 5: Các ảnh tách kenh2/kênh 5 vùng bờ không có thực vật



Hình 6: Ảnh chiết tách đường bờ khu vực nghiên cứu

4.2. Quá trình biến động bờ biển khu vực tỉnh Quảng Nam giai đoạn từ 2005 - 2018

Đường bờ khu vực bờ biển tỉnh Quảng Nam các năm 2005, 2010, 2018 được chồng xếp để đánh giá biến động. Kết quả chồng xếp được trình bày trên Hình 7.



Hình 7: Sự biến động đường bờ giữa các năm 2005, 2010 và 2018

Tình trạng xói lở tại tỉnh Quảng Nam những năm gần đây diễn ra ngày càng nghiêm trọng nhất là vùng hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn và khu vực bờ biển Cửa Đại (TP. Hội An). Vào thời kỳ gió mùa Đông Bắc phần bờ biển thuộc đoạn này bị ảnh hưởng trực tiếp các tác động của sóng gây ra các hiện tượng xói lở - bồi tụ. Hiện tượng xói lở diễn ra mạnh mẽ trong cả 3 thời kỳ từ 2005 - 2010 - 2018 khi bãi biển bị xói lở lớn nhất là 702,01 m; phần diện tích bị xói lở lên đến 48,27 ha. Đoạn bờ kè xen kẽ

các công trình kè của các Resort ven biển chạy dọc theo đường Âu Cơ từ Cửa Đại về phía Đà Nẵng khoảng gần 2 km bị xói lở mạnh, nhiều đoạn bị lún sâu vào đất liền có nơi tới hơn 100 m. Phần bờ biển từ phía Nam Cửa Đại đến bãi biển Tam Thanh - TP.Tam Kỳ thuộc dạng bờ biển tích tụ - xói lở. Đoạn bờ biển này trước đây cũng từng bị xói lở nhưng với cường độ thấp. Kể từ sau khi có bờ kè biển xã Tam Thanh đến nay thì bãi biển có xu hướng ổn định và đường bờ biển được mở rộng ra phía biển (Bảng 4).

Bảng 4. Diện tích xói lở, bồi tụ giai đoạn 2005 - 2018

Đơn vị: m/năm

Đoạn	Xói lở (m)		Bồi tụ (m)		Diện tích (ha)	
	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Xói lở	Bồi tụ
Xã Điện Ngọc - Bắc Cửa Đại	281,5	6,08	74,6	5,0	29,17	25,43
Nam Cửa Đại - Bắc Cửa Lở	702,01	0,52	734,7	0,96	48,27	53,19
Nam Cửa Lở - xã Tam Nghĩa	455,33	1,82	848,43	0,23	34,05	60,23

Giai đoạn 2005 - 2010 (Bảng 5), từ xã Điện Ngọc đến Bắc Cửa Đại quá trình bồi xói diễn ra đan xen. Tuy nhiên, đoạn khu Resort, bãi tắm Trà My xã Điện Dương thuộc huyện Điện Bàn, bãi tắm An Bàng phường Cẩm An, bãi tắm Cửa Đại phường Cửa Đại - TP. Hội An (phía Bắc Cửa Đại) chủ yếu là xói lở, có chỗ xói lở lớn nhất lên đến 127,3 m, diện tích xói lở trong giai đoạn này là 29,53 ha, Trong khi đó diện tích bồi tụ chỉ là 14,64 ha.

Tại Duy Xuyên (phía Nam Cửa Đại), khu vực đầu xã Duy Hải trong giai đoạn này chủ yếu là xói lở, chỗ bị xói lớn nhất lên đến 359,8 m. Tuy nhiên, đoạn tiếp

theo đến bắc Cửa Lở thì quá trình bồi tụ diễn ra đan xen, nhưng chủ yếu vẫn là xói lở. Đặc biệt, tại bãi tắm Tam Thanh, xã Tam Thanh thành phố Tam Kỳ và bãi tắm Tam Tiến, xã Tam Tiến huyện Núi Thành đường bờ ở trạng thái tương đối ổn định.

Đoạn từ Nam Cửa Lở đến xã Tam Nghĩa, tại Cửa Lở, xã Tam Hải thuộc huyện Núi Thành, quá trình bồi lở diễn ra mạnh mẽ hơn, có chỗ xói lên đến 321,25 m, xong bồi tụ có chỗ lên đến 183,95 m. Đoạn xã Tam Giang, khu du lịch sinh thái xã Tam Nghĩa huyện Núi Thành chủ yếu là bồi tụ.

Bảng 5: Diện tích xói lở, bồi tụ giai đoạn 2005 - 2010

Đơn vị: m/năm

Đoạn	Xói lở (m)		Bồi tụ (m)		Diện tích (ha)	
	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Xói lở	Bồi tụ
xã Điện Ngọc - Bắc Cửa Đại	127,3	2,58	9,5	3,6	29,53	14,64
Nam Cửa Đại - Bắc Cửa Lở	359,7	0,37	99,19	1,26	41,66	8,3
Nam Cửa Lở - xã Tam Nghĩa	321,25	1,24	183,95	1,23	18,19	32,20

Nghiên cứu

Giai đoạn 2010 - 2018 (Bảng 6): Đoạn từ xã Điện Ngọc đến Bắc Cửa Đại: Tại xã Điện Ngọc đường bờ bị xói hoàn toàn. Tuy nhiên, đoạn khu Resort, bãi tắm Trà My xã Điện Dương thuộc huyện Điện Bàn, bãi tắm An Bang phường Cẩm An được bồi tụ, đến bãi tắm Cửa Đại phường Cửa Đại - TP. Hội An (phía Bắc Cửa Đại) chủ yếu là xói lở, có chỗ xói lở lớn nhất lên đến 473,6 m, diện tích xói lở trong giai đoạn này là 22,19 ha, Trong khi đó diện tích bồi tụ chỉ là 13,57 ha.

Đoạn từ Nam Cửa Đại đến Bắc Cửa Lở: Tại Duy Hải thuộc huyện Duy Xuyên bị xói mạnh, có chỗ bị xói lên đến 542,64 m. Tuy nhiên, đoạn tiếp theo đến Bắc Cửa Lở thì quá trình bồi tụ diễn ra đan xen, nhưng chủ yếu vẫn là xói lở. Tại bãi tắm Tam Thanh, xã Tam Thanh thành phố

Tam Kỳ đường bờ ở trạng thái tương đối ổn định. Bãi tắm Tam Tiến, xã Tam Tiến huyện Núi Thành đường bờ có chỗ bồi tụ, có đoạn xói lở. Tại xã Tam Hải huyện Núi Thành phía Bắc Cửa Lở hiện tượng bồi tụ diễn ra mạnh mẽ, có chỗ lên tới 828,93 m. Nhìn chung, ở giai đoạn này đoạn bờ biển này có xu hướng xói lở là chủ yếu.

Đoạn từ Nam Cửa Lở đến xã Tam Nghĩa: tại Cửa Lở xã Tam Hải thuộc huyện Núi Thành, trong khi phía ở Bắc Cửa Lở hiện tượng bồi tụ diễn ra mạnh mẽ thì ở phía Nam Cửa Lở hiện tượng xói lở diễn ra tương đối khốc liệt, có chỗ bị xói lên đến 289,74 m, đặc biệt đây là điểm tập trung đông dân cư. Đoạn xã Tam Giang có chỗ bồi lên đến 349,63 m, còn đoạn thuộc xã Tam Nghĩa huyện Núi Thành chủ yếu là bồi tụ.

Bảng 6. Diện tích xói lở, bồi tụ giai đoạn 2010 - 2018

Đơn vị: m/năm

Đoạn	Xói lở (m)		Bồi tụ (m)		Diện tích (ha)	
	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Nhỏ nhất	Xói lở	Bồi tụ
xã Điện Ngọc - Bắc Cửa Đại	473,6	5,03	54,7	1,86	22,19	13,57
Nam Cửa Đại - Bắc Cửa Lở	542,64	0,25	828,93	0,65	45,57	32,70
Nam Cửa Lở - xã Tam Nghĩa	289,74	1,81	349,63	0,12	12,07	42,25

Mức độ bồi xói trung bình hàng năm (Bảng 7) của các đoạn bờ cho thấy trong 3 đoạn, có 2 đoạn có xu hướng xói (đoạn 1 và đoạn 2), 1 đoạn có xu hướng bồi (đoạn 3).

- Đoạn 1 (Đoạn từ xã Điện Ngọc - Bắc Cửa Đại), tốc độ bồi tụ trung bình hàng năm là 1,86 m/năm, tốc độ xói lở là 9,31 m/năm cho thấy xu hướng xói lở có sự tuyển tính tăng qua các năm. Khu vực có tốc độ xói vào mạnh nhất khoảng 18,6 m/năm, thấp nhất là 0,02 m/năm. Bên cạnh đó, còn có những đoạn được bồi tụ. Nhìn chung, đoạn 1 có xu hướng xói lở.

- Đoạn 2 (từ Nam Cửa Đại - Bắc Cửa Lở. Khu vực xói lở lớn nhất có tốc độ xói 58,64 m/năm, thấp nhất là 0,05 m/năm. Bên cạnh đó, khu vực có những

đoạn được bồi tụ. Tốc độ bồi tụ lớn nhất là 48,98 m/năm, nhỏ nhất là 0,04 m/năm.

- Đoạn 3 (từ Nam Cửa Lở - xã Tam Nghĩa). Tốc độ bồi tụ trung bình hàng năm là 28,27 m/năm, tốc độ xói lở là 15,17 m/năm cho thấy xu hướng bồi tụ có sự tuyển tính tăng qua các năm. Nhưng khu vực bồi tụ nhiều nhất có tốc độ bồi khá lớn 56,55 m/năm, ít nhất là 0,01 m/năm. Bên cạnh đó, khu vực cũng có những vùng xói lở với tốc độ khá lớn. Tốc độ xói lở lớn nhất là 30,35 m/năm, nhỏ nhất là 0,02 m/năm. Qua đó, ta thấy đoạn này có mức độ bồi tụ khá lớn.

Bảng 7. Tốc độ thay đổi đường bờ giai đoạn 2005 - 2018

Đơn vị: m/năm

Đoạn	Thay đổi lớn nhất		Thay đổi nhỏ nhất		Trung bình	
	Bồi tụ	Xói lở	Bồi tụ	Xói lở	Bồi tụ	Xói lở
xã Điện Ngọc - Bắc Cửa Đại	3,71	18,6	0,02	0,02	1,86	9,31
Nam Cửa Đại - Bắc Cửa Lớ	48,98	58,64	0,04	0,05	24,51	29,34
Nam Cửa Lớ - xã Tam Nghĩa	56,55	30,35	0,01	0,02	28,27	15,17

4.3. Dự báo xu thế biến động bờ biển Quảng Nam

Nhìn chung, bờ biển tỉnh Quảng Nam luôn luôn có xu thế biến động xói lở - bồi tụ đan xen giữa các mùa trong năm. Quá trình xói lở thường diễn ra mạnh khi xảy ra các trận bão đổ bộ vào bờ biển Quảng Nam. Đặc biệt, trong những năm gần đây quá trình xói lở diễn ra với tần suất liên tục với cường độ mạnh và mức độ ngày càng khốc liệt.

Đoạn bờ biển từ xã Điện Ngọc đến phường Cửa Đại, đoạn bờ biển này xảy ra quá trình xói lở - bồi tụ đan xen; tuy nhiên, quá trình xói lở diễn ra chủ yếu và phần bờ biển xói lở xảy ra mạnh nhất ở đoạn bờ biển thuộc phường Cẩm An và phường Cửa Đại (TP. Hội An) - nơi đã từng diễn ra tình trạng xói lở vào tận chân các khu Resort và xâm thực mạnh vào bãi biển Hội An.

Đoạn đường bờ sông - biển phía Nam Cửa Đại tại đoạn bờ thuộc xã Duy Nghĩa và Duy Hải (huyện Duy Xuyên), còn đoạn bờ tại thôn An Lương xã Duy Hải (đoạn đầu phía Nam Cửa Đại) vẫn bị xói lở mạnh trong giai đoạn nghiên cứu từ 2005 - 2018.

Đoạn bờ biển phía Nam Cửa Đại (bờ biển xã Duy Hải), trong những năm gần đây có xu thế biến động bồi tụ bờ biển là chủ yếu.

Đoạn bờ biển kéo dài từ bãi biển Bình Minh (huyện Thăng Bình), bãi biển Tam Thanh (TP. Tam Kỳ) đến bãi biển xã Tam Tiến cho đến giáp xã Tam Hải (huyện Núi Thành) có quá trình bồi tụ - xói lở đan

xen nhau với cường độ thấp; phần bờ biển phía Bắc bãi biển được mở rộng nhờ có đoạn bờ kè biển đã được xây dựng. Phần bờ biển phía Nam tỉnh cũng chỉ xảy ra biến động bờ biển nhỏ với quá trình bồi tụ - xói lở đan xen và xói lở thường xảy ra vào mùa gió Đông Bắc. Giai đoạn năm 2010 - 2018 bờ biển này đang có xu thế bồi tụ trở lại do dòng vận chuyển vật liệu gần bờ cũng như quá trình tích tụ vật liệu tại mũi Cửa Lớ.

Đoạn bờ phia Đông Nam cửa sông Trường Giang (phía trong Cửa Lớ thuộc xã Tam Hải), đây là đoạn bờ biển có quá trình xói lở và bồi tụ phức tạp do sự chi phối của chế độ dòng chảy sông - biển. Quá trình xói lở chiếm ưu thế và diễn ra thường xuyên.

Đoạn bờ biển xã Tam Quang (huyện Núi Thành) cho đến ranh giới với tỉnh Quảng Ngãi, đoạn bờ biển này xảy ra quá trình bồi tụ và chủ yếu xảy ra ở phần bờ biển thuộc xã Tam Nghĩa (huyện Núi Thành).

5. Kết luận và kiến nghị

Phương pháp tỷ lệ kênh ảnh Alesheikh và phương pháp xác định biến động EPR hoàn toàn phù hợp đối với giám sát, phân tích biến động đường bờ biển Quảng Nam. Các nguồn ảnh vệ tinh thế hệ mới như Sentinel - 2 có thể kết hợp với ảnh Landsat cũng thể hiện tính ưu việt và tiềm năng trong nghiên cứu biến động bờ biển, do vậy việc ứng dụng công nghệ viễn thám kết hợp GIS trong giám sát biến động bờ biển cần được sớm triển

Nghiên cứu

khai trong thực tế của các tỉnh có biển như Quảng Nam.

Bờ biển Quảng Nam không xảy ra hiện tượng xói lở hay bồi tụ liên tục cho một khu vực xác định mà có thể nói đường bờ “ôn định động”, nghĩa là có hiện tượng xói đoạn bờ này thì lại bồi tụ lại vào thời điểm khác theo chu kỳ biến đổi của thời tiết.

Từ các kết quả thu được, cần tiếp tục giám sát, nghiên cứu và đánh giá biến động đường bờ biển Quảng Nam trong thời gian tới để có thể kịp thời đề xuất các giải pháp phòng chống xói lở cũng như có các biện pháp ngăn chặn những hành vi ảnh hưởng đến an toàn hành lang bờ biển nói chung.

Lời cảm ơn: Bài báo đã sử dụng tư liệu và một số kết quả của đề tài cấp Bộ “Nghiên cứu ứng dụng ảnh viễn thám quang học để phân giải cao kết hợp ảnh siêu cao tần hỗ trợ công tác bảo vệ bờ biển: thử nghiệm tại tỉnh Quảng Nam”, mã số TNMT.2018.08.04.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Cục Thống kê Quảng Nam (2015). *Nhiên giám thống kê*.

[2]. Lê Đình Mầu (2014). Đặc điểm xói lở, bồi tụ tại dải ven biển Quảng Nam. NXB Khoa học tự nhiên và công nghệ.

[3]. Huỳnh Văn Chương, Trần Huy Cương, Phạm Gia Tùng (2014). *Ứng dụng viễn thám và GIS đánh giá sự biến đổi địa hình bờ biển khu vực Núi Thành, tỉnh Quảng Nam giai đoạn 2000 - 2013*. Kỷ yếu hội thảo Ứng dụng GIS toàn quốc 2014, trang 1 - 8.

[4]. Xuejie Li, Michiel C.J. Damen (2010). *Coastline change detection with satellite remote sensing for environmental management of the Pearl River Estuary, China*. Journal of Marine Systems 82, S54–S61, doi:10.1016/j.jmarsys.2010.02.00.

[5]. Seynabou Toure, Oumar Diop, Kidiyo Kpalma and Amadou Seidou Maiga

(2019). *Shoreline Detection using Optical Remote Sensing: A Review*. International Journal of Geo-Information, 8, 75; doi:10.3390/ijgi8020075.

[6]. Trần Văn Điện, Trần Đình Lân, Trần Đức Thạnh, Nguyễn Văn Thảo, Đỗ Thu Hương (2005). *Ứng dụng viễn thám giám sát xói lở bờ biển và biến động cùa đầm phá Tam Giang, Cầu Hai*. Kỷ yếu Hội thảo Quốc gia về đầm phá Thừa Thiên Huế, trang 277 - 287.

[7]. Nguyễn Duy Khang, Lê Mạnh Hùng (2012). *Thực trạng xói lở bờ biển, suy thoái rìa phòng hộ và xu thế diễn biến đường bờ khu vực ven biển Gò Công Đông, tỉnh Tiền Giang*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi.

[8]. Trịnh Lê Hùng, Vũ Danh Tuyên (2013). *Nghiên cứu phương pháp xác định biến động đường bờ dựa trên kết quả phân loại ảnh viễn thám đa thời gian*. Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường, số 01, trang 42 - 47.

[9]. Trần Văn Tình, Doãn Hà Phong (2017). *Sử dụng ảnh viễn thám và GIS nghiên cứu biến động đường bờ biển khu vực mũi Cà Mau*. Tạp chí Khí tượng thủy văn số tháng 12, 2017.

[10]. Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quảng Nam (2012). *Báo cáo đặc điểm khí hậu thủy văn Quảng Nam giai đoạn 1980 - 2010*.

[11]. Alesheikh A. A., Ghorbanali A., Nouri N. (2007). *Coastline change detection using remote sensing*. Int. J. Environ. Sci. Tech., 4 (1): 61-66, ISSN: 1735 - 1472.

BBT nhận bài: 11/10/2019; Phản biện xong: 17/10/2019