



ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ XỬ LÝ ẢNH VIỄN THÁM TRÊN NỀN TẢNG DIỆN TOÁN Đám Mây (GEE) TRONG THEO DÕI BIẾN ĐỘNG ĐƯỜNG BỜ SÔNG – THÍ ĐIỂM TẠI SÔNG CỬU LONG

Vũ Hữu Long^{1*}, Nguyễn Vũ Giang¹, Trịnh Phi Hoàn^{2,3*}, Phạm Việt Hòa²

¹ Viện Công nghệ Vũ trụ – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

² Viện Địa lý Tài nguyên Thành phố Hồ Chí Minh – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

³ Trường Đại học Sài Gòn

*Tác giả liên hệ: Trịnh Phi Hoàn – Email: hoanhtp.geo@gmail.com

Vũ Hữu Long – Email: vulongtd@gmail.com

Ngày nhận bài: 24-4-2019; ngày nhận bài sửa: 03-5-2019; ngày duyệt đăng: 07-6-2019

TÓM TẮT:

Bài báo chia sẻ cách tiếp cận khai thác và xử lý ảnh vệ tinh đa thời gian trên nền tảng điện toán đám mây của Google Earth Engine (GEE) trong giám sát biến động đường bờ sông khu vực đồng bằng sông Cửu Long. Tư liệu viễn thám quang học (LANDSAT) và radar SAR (Sentinel-1) tổ hợp theo năm được sử dụng để đánh giá biến động đường bờ sông Tiền và sông Hậu sau 30 năm, từ 1988 tới 2018. Kết quả phân tích cho thấy thực trạng biến động đường bờ và điểm nóng về bồi tụ và sạt lở dọc hai dòng chính đoạn chảy vào Việt Nam là sông Tiền và sông Hậu. Sau 30 năm, dòng sông thay đổi rõ rệt, sự biến đổi nghiêm trọng xảy ra ở Đồng Tháp và An Giang, hai tỉnh nằm sâu trong đất liền lãnh thổ Việt Nam. Nghiên cứu cho thấy tiềm năng khai thác và xử lý trực tiếp số lượng lớn các loại tư liệu ảnh vệ tinh miễn phí trên nền tảng điện toán đám mây GEE cho các ứng dụng về quản lý và giám sát tài nguyên.

Từ khóa: viễn thám, điện toán đám mây, biến động đường bờ sông, sông Cửu Long.

1. Đặt vấn đề

Sông Tiền, sông Hậu là hai nhánh sông chính của hệ thống sông Mekong đoạn chảy qua Việt Nam, trước khi đổ ra Biển Đông (thường gọi chung là sông Cửu Long). Ngoài vai trò cấp nước ngọt cho các hoạt động dân sinh, nông nghiệp, phát triển kinh tế, đây còn là hành lang thoát lũ, tuyến giao thông thủy quan trọng nối liền các huyện thị, tuyến du lịch, cung cấp chuỗi cân bằng nước tự nhiên, ổn định môi trường sinh thái tại khu vực. Đặc điểm này kéo theo sự phát triển của các đô thị ven sông với mật độ dân cư và điều kiện kinh tế hạ tầng ngày càng phát triển. Những năm gần đây, tình hình sạt lở bờ sông Hậu, sông Tiền diễn biến phức tạp, nhất là khu vực chảy qua hai tỉnh An Giang và Đồng Tháp, gây ra nhiều thiệt hại kinh tế và đe dọa đến tính mạng và cuộc sống của người dân (Trịnh Phi Hoàn, Trần Văn Thương, Nguyễn Siêu Nhân, và Nguyễn Thám, 2018).

Cho đến nay đã có một số nghiên cứu ứng dụng dữ liệu ảnh viễn thám trong theo dõi quan trắc diễn biến sạt lở bờ sông tại khu vực sông Tiền và sông Hậu. Lâm Đạo Nguyên và cộng sự (2011), sử dụng kết hợp ảnh viễn thám radar và quang học đánh giá sạt lở giai đoạn

1989-2009. Phan Đức Anh Huy (2015), sử dụng dữ liệu ảnh Landsat trong đánh giá biến động bờ sông Vàm Nao – một nhánh nổi sông Tiền và sông Hậu. Nguyễn Ngọc Lâm và đồng nghiệp (2010), sử dụng dữ liệu ảnh SPOT trong quan trắc diễn biến thay đổi đường bờ sông Tiền và sông Hậu trên địa bàn tỉnh Đồng Tháp và An Giang giai đoạn 1995-2003-2010. Trịnh Phi Hoàn và nhóm nghiên cứu (2018), đã đánh giá đặc điểm biến động sông Tiền khu vực Tân Châu – Hồng Ngự giai đoạn 1966-2015 trên cơ sở ứng dụng bản đồ và ảnh vệ tinh LANDSAT. Các nghiên cứu trên đều cho thấy được diễn biến thay đổi đường bờ trên các đoạn sông theo giai đoạn. Tuy nhiên, việc xử lý ảnh chỉ tập trung vào một vài ảnh chụp theo thời điểm, do không đủ dữ liệu chụp liên tục hoặc không thể xử lý được tất cả các ảnh trong các năm do giới hạn về kỹ thuật và tài nguyên để xử lý đồng bộ dữ liệu lớn, đa thời gian.

Hiện nay, các nguồn dữ liệu ảnh vệ tinh miễn phí có chất lượng đảm bảo cho việc nghiên cứu diễn biến thay đổi đường bờ sông rất phong phú, dễ dàng tiếp cận và khai thác. Đồng thời để đáp ứng với yêu cầu xử lý và phân tích dữ liệu trên quy mô lớn, nhiều công cụ, giải pháp xử lý đã được nghiên cứu và phát triển, trong đó có thể kể tới TerraLib, Hadoop (Whitman et al., 2014), GeoSpark (Yu et al., 2015) và GeoMesa (Hughes et al., 2015). Tuy nhiên, để khai thác và xử lý được các kho tài nguyên dữ liệu ảnh vệ tinh ở quy mô không gian địa lý lớn, vẫn đòi hỏi nền tảng kỹ thuật cao và phải đầu tư nhiều công sức (Camara, 2000; Klemas, 2015; Kucera, n.d.; Clement, Kilsby, & Moore, 2018).

Xuất phát từ những yêu cầu khoa học và công nghệ đó, GEE đã được nghiên cứu, phát triển và giới thiệu tới cộng đồng ứng dụng năm 2012. Đây là một giải pháp công nghệ dựa trên nền tảng điện toán đám mây để xử lý ảnh vệ tinh cũng như các nguồn dữ liệu quan sát Trái Đất khác. GEE cho phép truy cập trực tiếp vào kho tư liệu ảnh vệ tinh toàn cầu trong nhiều năm cùng với công cụ xử lý mạnh, cho phép phân tích, tính toán trực tuyến những hình ảnh vệ tinh trên toàn cầu trong một khoảng thời gian ngắn (“Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone – ScienceDirect,” n.d.). GEE đã cho thấy khả năng chiết tách và xử lý thông tin trên ảnh vệ tinh rất tốt, với các phương pháp phân loại ảnh có sử dụng các thuật toán như Random Forest (RF), Support Vector Machine (SVM), Classification and Regression Tree (CART). Hơn thế nữa, GEE có cách tiếp cận mở, cho phép người dùng phát triển thêm các phương pháp hay thuật toán mới trong phân tích dữ liệu, sử dụng ngôn ngữ lập trình là Python và Java Script. Những ứng dụng được khai thác ban đầu trên nền tảng GEE có thể kể tới như của các tác giả Hansen năm 2013, Giri năm 2014 và Patel năm 2015 (Patel et al., 2015). Hansen đã sử dụng GEE để phát hiện suy thoái và mất rừng trên phạm vi toàn cầu nhờ nguồn dữ liệu ảnh LANDSAT đa thời gian, Giri sử dụng GEE để phân loại lớp phủ, trong khi đó Patel sử dụng GEE để ước tính

sinh khối rừng và carbon (Patel et al., 2015). GEE cũng đã bắt đầu được thử nghiệm và triển khai bởi Servir Mekong trong các dự án liên quan tới thiên tai, hạn hán, ngập lụt từ năm 2016.

Việc theo dõi diễn biến sạt lở, thay đổi đường bờ trên toàn bộ khu vực sẽ cung cấp cái nhìn tổng quan, dài hạn về quy luật, diễn biến và thay đổi dòng chảy. Số liệu quan trắc diễn biến theo thời gian có thể liên kết với chế độ thủy văn của toàn lưu trong mối tương quan với hoạt động khai thác, sản xuất và phát triển của con người. Kết quả phân tích, đánh giá có thể cung cấp nguồn số liệu, dữ liệu đầu vào các mô hình dự báo, cảnh báo sạt lở trong tương lai. Các phương pháp theo dõi, quan trắc truyền thống thường sử dụng biện pháp đo đạc thực địa rồi ước tính sự thay đổi tuy có độ chính xác cao nhưng khó có thể triển khai trên diện rộng vì đòi hỏi nguồn lực về tài chính, nhân sự và thời gian. Công nghệ điện toán đám mây trong khai thác thông tin viễn thám cung cấp cái nhìn khách quan, thường xuyên trên khu vực rộng lớn, với độ phân giải không gian hợp lí đang được xem như một giải pháp kĩ thuật mới, hiện đại hỗ trợ công tác theo dõi sạt lở bờ sông nói riêng và diễn biến tài nguyên nói chung.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu

Dữ liệu sử dụng bao gồm tư liệu ảnh vệ tinh viễn thám quang học Landsat 5 TM và vệ tinh viễn thám radar Sentinel-1. Vệ tinh Landsat 5 TM là vệ tinh viễn thám của Mỹ (NASA), có 29 năm hoạt động trên quỹ đạo, từ năm 1984 đến năm 2013, thu nhận dữ liệu mặt đất ở 7 kênh phổ (6 kênh đa phổ từ dải sóng nhìn thấy đến vùng hồng ngoại sóng ngắn – độ phân giải 30x30m, và 1 kênh nhiệt – độ phân giải 120x120m), độ rộng dải chụp 185km, chu kì chụp lặp 16 ngày. Dữ liệu Landsat 5 TM sử dụng trong bài báo là dòng sản phẩm phổ phản xạ bề mặt (level 2 – Land surface reflectance) đã được hiệu chỉnh ảnh hưởng khí quyển. Toàn bộ dữ liệu ảnh L Landsat 5 TM mức xử lí này đã có sẵn trong Cơ sở dữ liệu ảnh của GEE rất thuận lợi trong việc khai thác và xử lí dữ liệu trực tuyến. Số lượng các ảnh Landsat 5 TM mùa kiệt năm 1988 (từ tháng 1 đến tháng 7) là 28 ảnh.

Sentinel-1 là vệ tinh viễn thám radar khẩu độ tổng hợp – SAR (Synthetic Aperture Radar) của Cơ quan Hàng không Vũ trụ châu Âu (ESA) bao gồm 2 vệ tinh: Sentinel-1A (hoạt động từ tháng 4/2014) và Sentinel-1B (từ tháng 4/2016) hoạt động song song trên cùng quỹ đạo, với tần suất 6 ngày/cảnh, thu nhận dữ liệu ở dải sóng 3,75-7,5cm (band C). Sentinel-1 được thiết kế với 4 chế độ “chụp”, tư liệu sử dụng trong nghiên cứu này là ảnh thu nhận ở chế độ giao thoa (Interferometric Wide Swath Mode), độ phân giải 5x20m, độ rộng dải quét 250km. Dữ liệu đã được tiền xử lí ở mức 1 bao gồm các hiệu chỉnh tán xạ, hình học và địa hình, rất thuận tiện cho nghiên cứu, phân tích đa thời gian. Số lượng ảnh Sentinel-1 sử dụng trong chiết tách đường bờ là 67 ảnh năm 2018.

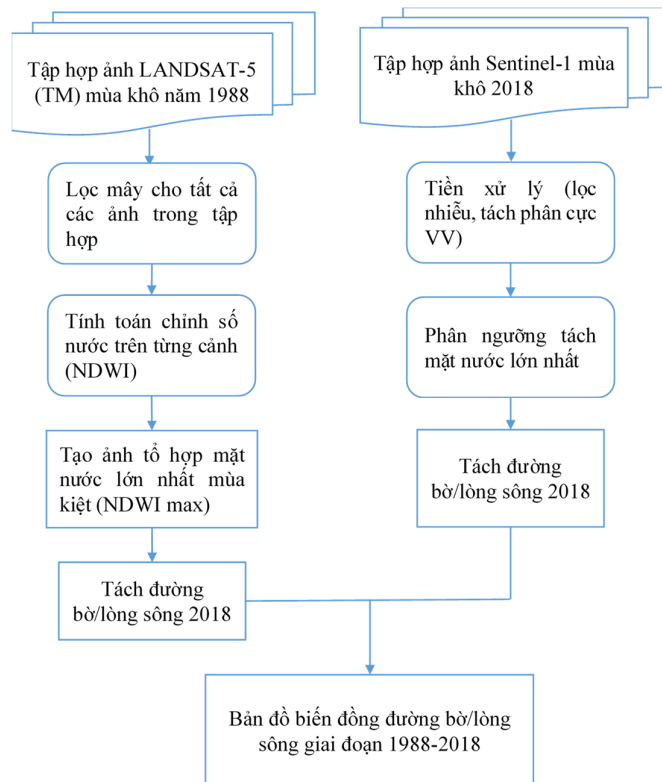
2.2. Phương pháp

Phương pháp được sử dụng trong nghiên cứu này là sử dụng nền tảng điện toán đám mây GEE để lập chương trình xử lý, phân tích tập hợp dữ liệu ảnh vệ tinh đa thời gian. Trong đó các chương trình được tạo lập trong trên trang web biên tập mã lệnh của GEE (Earth Engine Code Editor) thông qua giao diện lập trình ứng dụng API, với bộ thư viện lập trình JavaScript. Các chương trình này sẽ gửi các lệnh xử lý tới các máy chủ Front-End, từ đây các lệnh thực thi sẽ được tái phân phối dưới dạng các mã truy vấn phức tạp hơn cho các máy chủ tính toán (Compute Masters). Quá trình xử lý và phân tích thông tin được phân bố trong mạng máy chủ tính toán với tốc độ xử lý dữ liệu lớn nhanh. Do vậy, việc ứng dụng GEE có thể mạnh rất lớn trong việc truy cập và xử lý trực tiếp dữ liệu ảnh vệ tinh, chẳng hạn như LANDSAT và Sentinel, và trả kết quả về cho người dùng.

Trong bài báo này, một chương trình tính xử lý và phân tích tập dữ liệu ảnh vệ tinh đã được tạo lập trong GEE. Chương trình bao gồm các hợp phần xử lý ảnh viễn thám quang học LANDSAT 5 TM và ảnh radar Sentinel-1. Các bước thực hiện nhấn mạnh vào việc chiết tách phần nước mặt của tập hợp ảnh, sau đó tổ hợp tách lấy phần nước mặt giới hạn bởi đường bờ sông. Cuối cùng là phân tích chồng xếp các lớp dữ liệu ở các thời kì để đánh giá biến động đường bờ sông.

Có nhiều quan niệm về đường bờ sông (Trịnh Phi Hoàn, 2018). Trong nghiên cứu này, để tránh ảnh hưởng của hiện tượng lũ lụt hằng năm, khái niệm *đường bờ sông* ở đây được hiểu là *đường mép nước cực đại của nước sông trong mùa khô ở khu vực nghiên cứu*. Đây sẽ là cơ sở để đánh giá tính ổn định và biến động đường bờ dọc theo hệ thống sông qua các năm.

Quy trình xử lý ảnh trên GEE để chiết tách thông tin đường bờ sông bao gồm các bước chính như: truy cập tập hợp ảnh, tiền xử lý ảnh, tính toán chỉ số nước, phân tách đường bờ/lòng sông, tổng hợp đánh giá diễn biến (Hình 1). Việc truy vấn tập hợp ảnh Landsat 5 TM và ảnh Sentinel-1 đưa vào chương trình tính toán trong GEE tương tự như quá trình tải dữ liệu lớn về máy trong các phương pháp truyền thống trước đây. Ưu điểm khi truy vấn tải tập hợp dữ liệu ảnh trong GEE là các nguồn dữ liệu được truy vấn trực tiếp từ cơ sở dữ liệu và xử lý trực tuyến trên hệ thống của Google, gần như không sử dụng đến tài nguyên của máy tính truy cập. Chỉ với câu lệnh bằng ngôn ngữ Java Script có thể thay thế việc tải dữ liệu kéo dài nhiều ngày (lên tới nhiều Gb dữ liệu). Các hàm lọc ảnh theo thời gian, hàm lọc tập hợp ảnh theo không gian (ranh giới vùng nghiên cứu) có thể được thiết lập ngay trong quá trình khai báo.



Hình 1. Quy trình xử lý ảnh trong chiết tách đường bờ/lòng sông tại khu vực nghiên cứu áp dụng cho tư liệu Landsat 5 TM (1988) và Sentinel-1 (2018)

Với ảnh Landsat 5 TM, bước xử lý đầu tiên là tiến hành loại bỏ toàn bộ các điểm ảnh (pixel) không hữu ích bao gồm những điểm ảnh bị bao phủ bởi mây và bóng mây. Với đồng sản phẩm đã được chuẩn hóa thông tin phổ bề mặt, việc loại bỏ các điểm ảnh bị ảnh hưởng bởi mây và bóng mây khá đơn giản, đó là sử dụng các giá trị trên kênh QA. Mục đích của việc này là để tránh những pixel mây, bóng mây gây nhầm lẫn khi ước tính chỉ số nước mặt – NDWI (Normalized Difference Water Index). Sau khi lọc bỏ mây và các điểm ảnh chất lượng xấu, tất cả các ảnh trong tập hợp ảnh sẽ được ước tính chỉ số nước mặt. NDWI là một phương pháp chỉ số (indexing) đã được phát triển để nhận diện đối tượng mặt nước và tăng cường hiển thị đối tượng mặt nước trên tư liệu ảnh vệ tinh (Gao, B, 1996). NDWI sử dụng kênh phổ sóng xanh lá cây và kênh cận hồng ngoại để làm nổi bật sự hiện diện của các bề mặt nước, đồng thời loại bỏ sự ảnh hưởng của các đối tượng khác trên bề mặt như đất và thực vật.

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

Ảnh chỉ số NDWI được tổng hợp theo mùa khô từng năm, từ đó xác định đường mép nước cực đại (NDWI max) của năm đó ở khu vực nghiên cứu. Phương pháp phân tách ngưỡng (thresholding) được sử dụng để tách riêng phần bờ sông với những đối tượng khác.

Thông tin thu được chính là phần đường bờ của năm đó phân tách được trên ảnh Landsat 5 TM, hay nói đúng hơn là xác xuất cao nhất để chiết tách được đường bờ từ tập dữ liệu ảnh của mùa.

Với ảnh Sentinel-1, mỗi ảnh trong tập hợp sẽ được chiết tách phần nước mặt riêng bằng cách sử dụng phân ngưỡng trên ảnh phân cực VV, với giá trị phân ngưỡng là -19 decibel. Giá trị này được thiết lập dựa trên việc phân tích thống kê giá trị tán xạ tại các vùng nước tĩnh trên ảnh kết hợp với việc đánh giá, tham khảo từ một số nghiên cứu khác gần đây tại khu vực. Các ảnh phân ngưỡng nước cho cả mùa được tổ hợp thành một ảnh duy nhất đảm bảo mỗi điểm ảnh có xác suất xuất hiện mặt nước lớn nhất trong bờ sông. Sau đó loại bỏ các đối tượng không phải bờ sông (dạng tuyến), ta thu được kết quả là diện tích mặt nước giới hạn bởi bờ sông đại diện cho năm 2018.

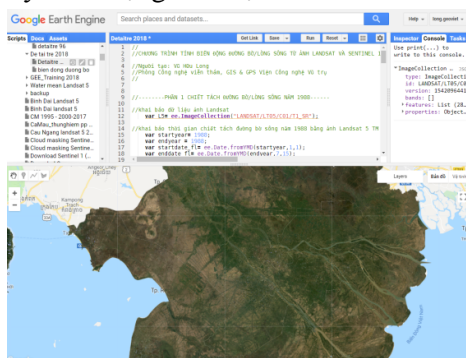
Kết quả phân loại diện tích mặt nước giới hạn bởi bờ sông ở hai thời điểm 1988 và 2018 từ tư liệu ảnh Landsat 5 TM và Sentinel-1 được chuyển raster sang vector và tiến hành phân tích thống kê tự động trong GEE. Kết quả phân tích, hình ảnh, bản đồ thu được trong quá trình xử lý có thể tải về máy tính cá nhân hoặc xuất vào tài khoản Google để lưu trữ trực tuyến, rất thuận lợi cho việc khai thác và chia sẻ kết quả. Dữ liệu raster sẽ được xuất dưới định dạng *.geotiff và dữ liệu vector lưu dưới định dạng kml hoặc shapefile.

Mỗi quy trình xử lý như đã nêu ở trên đã được xây dựng bằng ngôn ngữ lập trình Java Script trên giao diện lập trình API của GEE, đồng thời có khả năng lưu trữ và chia sẻ trực tiếp mã nguồn cho các thành viên/nhóm nghiên cứu khác.

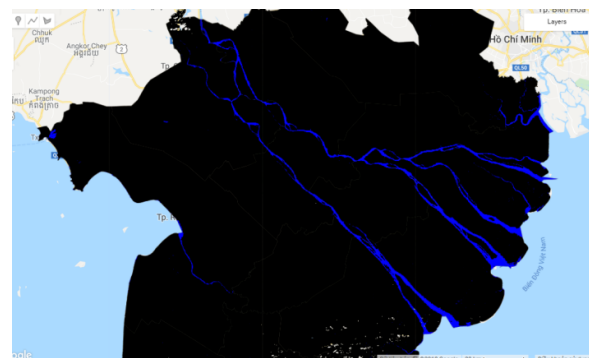
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả chiết tách đường bờ sông

Kết quả thu được từ quá trình xử lý ảnh Landsat-5 TM năm 1988 được thể hiện trong Hình 2. Giao diện thực thi của GEE là một giao diện lập trình API đã được tích hợp sử dụng ngôn ngữ lập trình Java Script, kết quả chiết tách dữ liệu được thể hiện ở khung hiển thị bản đồ bên dưới. Trong hình là ảnh tổ hợp mùa khô năm 1988 đã được lọc bỏ mây trình bày dưới dạng màu tự nhiên.



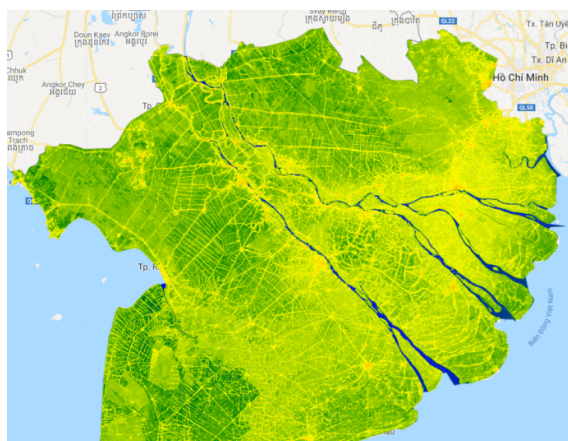
Hình 2. Giao diện GEE với ảnh tổ hợp mùa khô năm 1988



Hình 3. Diện tích lòng sông phân tách từ ảnh tổ hợp mùa khô năm 1988

Diện tích mặt nước lòng sông cực đại phân tách được từ ảnh chỉ số NDWI từ Landsat-5 năm 1988 thể hiện trong Hình 3. Dễ dàng có thể thấy được đối tượng mặt nước được tách biệt ra khỏi nhóm các lớp phủ khác. Đây là ảnh tổ hợp chỉ số nước mặt ở trạng thái xác suất xuất hiện mặt nước cao nhất trong mùa; vì vậy, phần nước trong lòng sông phản ánh được hiện trạng bờ sông tại thời điểm năm 1988. Diện tích mặt nước là những pixel ảnh có giá trị chỉ số NDWI lớn hơn 0, dễ dàng được phân tách, cô lập từ ảnh.

Kết quả xử lý Sentinel-1 năm 2018 được thể hiện trên Hình 4. Trong đó có thể thấy các diện tích mặt nước xuất hiện rất khác biệt với những đối tượng khác trên ảnh. Sóng radar khi phát ra, tới mặt nước tạo ra hiện tượng phản xạ gương, cường độ tán xạ quay trở lại vệ tinh rất thấp, do vậy mặt nước xuất hiện như một vùng tối trên ảnh. Với từng ảnh trong tập hợp 68 cảnh ảnh Sentinel-1, kỹ thuật phân ngưỡng giúp tách được các pixel mặt nước đồng thời tách biệt được những điểm ảnh không phải là nước. Tổ hợp các ảnh chỉ số phân ngưỡng mặt nước này ta thu được kết quả bờ sông năm 2018 với độ phân giải không gian cao (10 x 10 m).



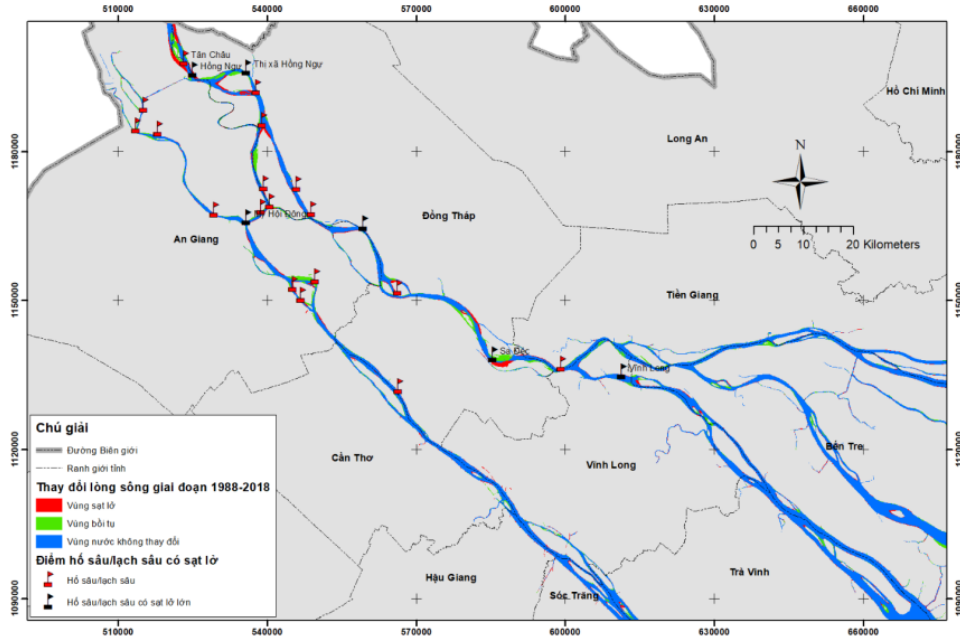
Hình 4. Ảnh radar Sentinel-1 và diện tích lòng sông năm 2018

3.2. Đánh giá thực trạng biến động đường bờ sông Tiền, sông Hậu trong giai đoạn 1988-2018

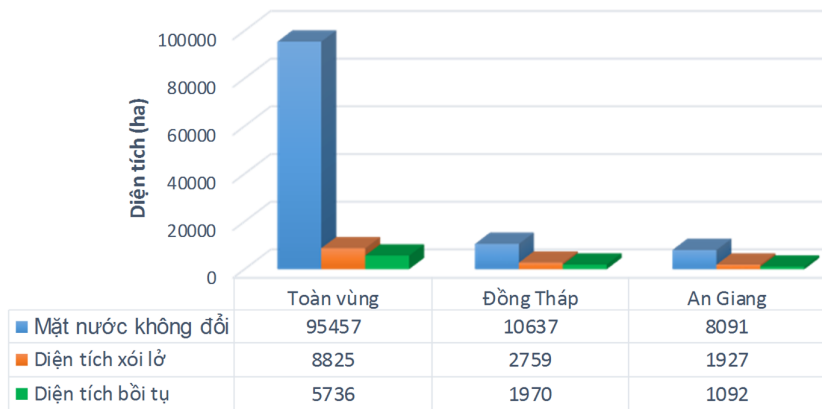
Các số liệu phân tích vùng bồi tụ và sạt lở - vừa là nguyên nhân, vừa là kết quả của sự thay đổi đường bờ sông, và bản đồ phân bố không gian cho thấy mức độ thay đổi bờ sông trên toàn khu vực giai đoạn 1988-2018 (Hình 5). Sự biến đổi bờ sông là quá trình hoàn toàn bình thường theo quy luật tự nhiên và thông thường quá trình này phải diễn ra cân bằng (phần bồi tụ so với phần sạt lở). Tuy nhiên, qua được thể hiện ở Hình 5 và thống kê ở Hình 6 cho thấy xu hướng trong vòng 30 năm qua ở sông Cửu Long là sạt lở đang chiếm ưu thế.

Số liệu thống kê trên cả khu vực trong 30 năm lại cho thấy phần diện tích bồi tụ đang thấp hơn phần sạt lở (Hình 6). Đồng Tháp và An Giang là hai tỉnh có phần diện tích thay đổi bờ sông lớn trong khu vực. Chênh lệch giữa diện tích sạt lở và bồi tụ ở Đồng Tháp và

An Giang lần lượt là 789 ha và 835 ha. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với những nghiên cứu được công bố trước đây (Trịnh Phi Hoàng et al., 2018), (Lê Mạnh Hùng & Trần Bá Hoàng, 2017).



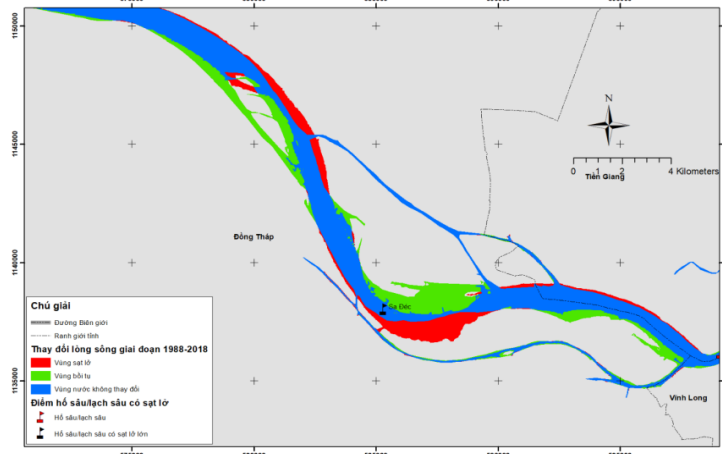
Hình 5. Bản đồ biến động bờ sông xói lở từ ảnh vệ tinh giai đoạn 1988-2018



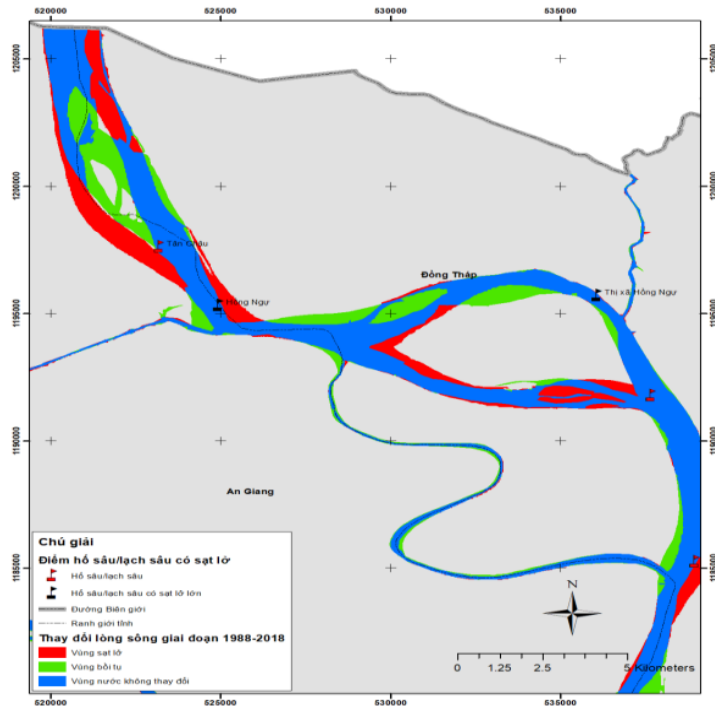
Hình 6. Diện tích biến động bờ sông Tiền, sông Hậu giai đoạn 1988-2018

Một trong những khu vực có mức độ biến động bờ sông lớn tại vùng đồng bằng sông Cửu Long là sông Tiền thuộc khu vực Tân Châu – Hồng Ngự và Sa Đéc. Kết quả đánh giá được thể hiện ở Hình 7, 8. Qua đó nhận thấy xu thế xói lở tập trung ở bờ lở của khúc sông cong hoặc đầu cù lao, cồn bãi; bồi tụ nằm ở bờ lồi của khúc sông cong và đuôi các cù lao cồn bãi, các khu vực sạt lở lớn thường tồn tại các hố sâu (deep pools). Điều này cũng phù hợp với những kết quả nghiên cứu được chỉ ra trong (Nguyễn Ngọc Lâm, 2010),

(Trịnh Phi Hoàng et al., 2018; Trịnh Phi Hoàng & cs., 2016; Trịnh Phi Hoàng, 2018). Đây là một trong những đặc điểm biến động đặc trưng của sông phân nhánh ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long.



Hình 7. Thay đổi bờ sông Tiền đoạn qua Sa Đéc, tỉnh Đồng Tháp giai đoạn 1988-2018



Hình 8. Thay đổi bờ sông Tiền đoạn qua Tân Châu – Hồng Ngự giai đoạn 1988-2018

Qua nghiên cứu này có thể thấy được phần nào những ưu điểm ứng dụng GEE trong theo dõi biến động đường bờ sông. Tốc độ xử lý nhanh, tận dụng được nguồn dữ liệu miễn phí và chính thống, luôn được cập nhật những dữ liệu mới nhất là những ưu điểm lớn nhất của hệ thống. Tuy nhiên việc xử lý trực tuyến cũng mang tới một số bất lợi nhất định. Vì hệ thống máy chủ dữ liệu cũng như máy chủ tính toán của Google không đặt tại Việt Nam, do vậy nếu mạng Internet đi quốc tế có sự cố thì các chương trình xử lý này cũng bị ảnh hưởng theo. Với các ứng dụng đòi hỏi tính bảo mật cao khi sử dụng tài khoản của Google thì các cá nhân và tổ chức đều phải theo các chính sách về việc thu thập thông tin và dữ liệu của Google đã ban hành, do vậy không tránh được thông tin, dữ liệu xử lý bị kiểm soát bởi Google.

4. Kết luận

Nghiên đã thiết lập được quy trình xử lý, tính toán chiết tách và theo dõi biến động đường bờ sông/ lòng sông từ dữ liệu ảnh Landsat-5, Sentinel-1 trên nền tảng điện toán đám mây của GEE và đánh giá được biến động lòng sông Tiền và sông Hậu giai đoạn 1988-2018. Kết quả phân tích cho thấy được xu thế biến động bờ sông và đặc biệt là hiện trạng sạt lở và bồi tụ tại khu vực sông Cửu Long. Kết quả cũng chỉ ra các tỉnh nằm sâu trong lãnh thổ Việt Nam, phía gần thượng nguồn sông hơn như Đồng Tháp, An Giang chịu ảnh hưởng sạt lở nghiêm trọng hơn.

Với những ưu điểm đã được làm nổi bật qua nghiên cứu này, có thể nói rằng, công nghệ xử lý ảnh trên điện toán đám mây nói chung và trên GEE nói riêng thực sự có tiềm năng lớn ứng dụng vào các hệ thống quan trắc, theo dõi tài nguyên môi trường. Trong đó có đánh giá diễn biến đường bờ sông. Nếu các hệ thống cơ sở dữ liệu ảnh vệ tinh hoặc các hệ thống quan trắc môi trường cận thời gian thực được tích hợp nhanh chóng lên hệ thống lưu trữ và khai thác của GEE, đây sẽ là môi trường xử lý và phân tích rất hiệu quả trong hoạt động quản lý lãnh thổ cũng như nghiên cứu khoa học.

- ❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.
- ❖ **Lời cảm ơn:** Bài báo này là một phần kết quả nghiên cứu trong phạm vi đề tài "Xây dựng cơ sở dữ liệu và cảnh báo sớm lũ lụt khu vực Hồng Ngự tỉnh Đồng Tháp" do Viện Công nghệ Vũ trụ chủ trì và đề tài Hỗ trợ Trẻ do Viện Địa lý Tài nguyên Thành phố Hồ Chí Minh chủ trì.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Camara. (2000). TerraLib: technology in support of GIS innovation. Proc. II Brazilian Symposium on GeoInformatics. *Geoinfo*, 1-8.
- Clement, M. A., Kilsby, C. G., & Moore, P. (2018). Multi-temporal synthetic aperture radar flood mapping using change detection. *Journal of Flood Risk Management*, 11(2), 152-168. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12303>

- Kucera. (n.d.). Sentinel-1 aids Balkan flood relief. Retrieved May 7, 2019, from European Space Agency website:
https://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-1/Sentinel-1_aids_Balkan_flood_relief
- Gao, B. (1996). NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment*, 58(3), 257-266.
[https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00067-3)
- Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone - ScienceDirect. (n.d.). Retrieved May 7, 2019, from
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425717302900>
- Klemas, V. (2015). Remote Sensing of Floods and Flood-Prone Areas: An Overview. *Journal of Coastal Research*, 31(4), 1005-1-13.
- Lam-Dao-Nguyen, Pham-Bach-Viet, Nguyen-Thanh, M., Pham-Thi-Mai-Thy, & Hoang-Phi-Phung. (2011). Change Detection of Land use and Riverbank in Mekong Delta, Vietnam using Time Series Remotely Sensed Data. *Journal of Resources and Ecology*, 2(4), 370-374.
<https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-764x.2011.04.011>
- Lê Mạnh Hùng, & Trần Bá Hoàng. (2017). *Sạt lở bờ hệ thống sông vùng Đồng bằng sông Cửu Long và những đóng góp của khoa học và công nghệ vào việc phòng chống giảm nhẹ thiệt hại. 9 năm 2017*, 24-26. http://khoaahocvacongnghevietnam.com.vn/file_pdf/24-26.pdf
- Nguyễn Ngọc Lâm. (2010). *Nghiên cứu ứng dụng ảnh viễn thám độ phân giải cao các thời kì để đánh giá biến động đường bờ sông Tiền, sông Hậu tại 2 tỉnh An Giang, Đồng Tháp* (p. 64) [Báo cáo tổng kết đề tài KH&KT cấp Bộ TN&MT]. Hà Nội: Trung tâm Viễn thám Quốc gia.
- Patel, N. N., Angiuli, E., Gamba, P., Gaughan, A., Lisini, G., Stevens, F. R.,... Trianni, G. (2015). Multitemporal settlement and population mapping from Landsat using Google Earth Engine. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 35, 199-208.
<https://doi.org/10.1016/j.jag.2014.09.005>
- Phan Đức Anh Huy. (2015). Đánh giá biến động bờ sông khu vực Vàm Nao. *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, 18, 13-21.
- Trịnh Phi Hoàng. (2018). *Nghiên cứu diễn biến lòng dẫn sông Tiền (đoạn chảy qua tỉnh Đồng Tháp) phục vụ phòng tránh thiên tai*. Luận án Tiến sĩ Địa lí, Học viện Khoa học và Công nghệ, Hà Nội.
- Trịnh Phi Hoàng, & cs. (2016). *Nghiên cứu quy luật biến động bờ sông Tiền đoạn chảy qua tỉnh Đồng Tháp, đề xuất giải pháp ứng phó giảm nhẹ thiệt hại* (Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ GD&ĐT No. B2013.20.01; p. 142). Đồng Tháp: Trường Đại học Đồng Tháp.
- Trịnh Phi Hoàng, Phạm Thế Hùng, La Văn Hùng Minh, Trần Văn Thương, Nguyễn Siêu Nhân, & Nguyễn Cao Hanh. (n.d.). Đánh giá đặc điểm biến động bờ sông trên cơ sở ứng dụng viễn thám và GIS: nghiên cứu trường hợp sông Tiền khu vực Tân Châu – Hồng Ngự. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh*, 15(11b), 37-46.
- Trịnh Phi Hoàng, Trần Văn Thương, Nguyễn Siêu Nhân, & Nguyễn Thám. (2018). Nghiên cứu tổng quan về nguyên nhân cơ bản và giải pháp tổng thể đối với vấn đề xói lở bờ sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh*, 15(9), 70-85.

**APPLYING GOOGLE EARTH ENGINE IN RIVER BANK EROSION MONITORING –
A CASE STUDY IN LOWER MEKONG RIVER****Vu Huu Long^{1*}, Nguyen Vu Giang¹, Trinh Phi Hoanh^{2,3*}, Pham Viet Hoa²**¹ Space Technology Institute, Vietnam Academy of Science and Technology² Ho Chi Minh City Institute of Resources Geography, Vietnam Academy of Science and Technology³ Sai Gon University

* Corresponding author: Trinh Phi Hoanh – Email: hoanhttp.geo@gmail.com

Vu Huu Long – Email: vulongtd@gmail.com

Received: 24/4/2019; Revised: 03/5/2019; Accepted: 07/6/2019

ABSTRACT

This research introduces the potential of applying Google Earth Engine (GEE) cloud computing platform, which can archive and process multi-temporal satellite data online, in monitoring river bank in lower Mekong delta. The yearly collected images of optical remote sensing data (LANDSAT) and SAR data (Sentinel-1) were utilized to assess river erosion along Tien and Hau rivers, two tributaries of Mekong River in Vietnam territory, within 30 years from 1988 to 2018. Results indicated a dramatic change and severe river bank erosion occurred in Dong Thap and An Giang, two upper Mekong river provinces in Vietnam. This evidently showed the potential of freely exploration and processing big satellite data on GEE cloud computing platform for monitoring and management of natural resources.

Keywords: remote sensing, cloud computing, riverbank variation, Mekong River.