

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA LŨ LỤT KHU VỰC TỈNH QUẢNG BÌNH SỬ DỤNG GOOGLE EARTH ENGINE VÀ CÁC PHÂN TÍCH KHÔNG GIAN

Lưu Thị Diệu Chinh^a, Hà Thị Hằng^{b,*}, Trịnh Hoàng Linh^a, Bùi Duy Quỳnh^b

^aKhoa Công trình thủy, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

^bKhoa Cầu Đường, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội,
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 10/8/2022, Sửa xong 08/9/2022, Chấp nhận đăng 21/9/2022

Tóm tắt

Ngày nay, công nghệ điện toán đám mây đang trở thành một nền tảng ứng dụng tính toán mới để giải quyết các bài toán dữ liệu lớn bằng cách cung cấp các tính năng xử lý tự động, nhanh chóng, người dùng có thể truy cập miễn phí và sử dụng cơ sở dữ liệu viễn thám có sẵn. Nghiên cứu này ứng dụng công nghệ Google Earth Engine để trích xuất bản đồ vùng ngập, sau đó, kết hợp sử dụng các công cụ phân tích không gian trong GIS để lập bản đồ đánh giá ảnh hưởng của lũ lụt dựa tới các đối tượng cơ sở hạ tầng, kinh tế - xã hội thu thập được tại tỉnh Quảng Bình. Những bản đồ đánh giá ảnh hưởng của lũ lụt này không chỉ xác định phạm vi và diện tích vùng ngập lũ, thống kê số lượng đơn vị cơ sở hạ tầng bị ảnh hưởng bởi ngập lụt, mà còn có thể cung cấp các thông tin hữu ích cho các đơn vị chức năng trong quản lý rủi ro lũ lụt, thực thi chính sách hay thực hiện các giải pháp ứng phó, cứu trợ, giảm thiểu rủi ro lũ lụt.

Từ khoá: bản đồ ngập lụt; Google Earth Engine; ảnh hưởng bão lụt; GIS; Quảng Bình.

ASSESSING FLOOD IMPACTS FOR QUANG BINH PROVINCE USING GOOGLE EARTH ENGINE AND SPATIAL ANALYSES

Abstract

Nowadays, cloud computing technology is evolving into a new computational application platform to solve big data problems by providing fast and automatic processing features. The technology allows users to access and utilize existing remote sensing information freely. This study applies Google Earth Engine technology to extract floodplain areas, then uses GIS techniques for spatial analysis and flood impact assessment mapping. We use data on infrastructure and socio-economic statistics in Quang Binh province. These flood hazard assessment maps not only identifies the extent of the flooded areas and the sum of infrastructure units affected by flooding but can also provide useful information for the local authorities in flood risk management, policy implementation, flood risk response, relief, and mitigation solutions.

Keywords: flood inundation map; Google Earth Engine; flood impacts; GIS; Quang Binh.

© 2022 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

1. Giới thiệu

Lũ lụt là một hiện tượng rất phức tạp liên quan đến môi trường tự nhiên, con người và hệ thống xã hội. Lũ lụt và tần suất lũ lụt được dự báo là gia tăng, đặc biệt là ở các vùng vĩ độ thấp ở châu Á và

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: hanght@huce.edu.vn (Hằng, H. T.)

châu Phi [1]. Cường độ của cơn bão nhiệt đới và lượng mưa tăng trung bình trong khi tần suất của nó có khả năng giảm hoặc không thay đổi. Nguy cơ lũ lụt là mối đe dọa chung đối với nhiều thành phố đông dân, ven sông và ven biển các vùng. Tác động của nguy cơ lũ lụt được dự báo sẽ tăng lên vì sự gia tăng dân số, cải thiện kinh tế và biến đổi khí hậu [2].

Một trong những giải pháp hữu hiệu nhằm phòng ngừa và giảm thiểu thương vong do lũ lụt đó là cung cấp những thông tin đáng tin cậy thông qua bản đồ ngập lụt và bản đồ đánh giá hiểm họa lũ lụt [3]. Các sản phẩm bản đồ này cung cấp những thông tin vô cùng hữu ích cho các đơn vị quản lý khi thực hiện quản lý rủi ro lũ lụt, khi thực hiện các công tác cứu hộ cũng như các hoạt động cứu trợ trong mùa lũ, xác định diện tích khu vực vùng ngập lũ nhằm ước tính thiệt hại, đưa ra các giải pháp ứng phó nhằm phòng chống và giảm thiểu thiệt hại do lũ, xác định thiệt hại do lũ, tăng cường hệ thống cảnh báo và ứng phó sớm với lũ lụt, ... [4]. Chính vì vậy, ở các quốc gia Châu Âu, bản đồ ngập lụt và bản đồ đánh giá hiểm họa lũ lụt là các sản phẩm bắt buộc phải có trong công tác quản lý và phòng ngừa rủi ro lũ lụt [5].

Trên thế giới, các nghiên cứu thành lập bản đồ ngập lụt và bản đồ đánh giá hiểm họa lũ lụt từ các tư liệu ảnh viễn thám khác nhau được thực hiện khá nhiều ở các quốc gia Châu Á [1, 2, 6–8]. Trong đó, các nghiên cứu chủ yếu sử dụng các tư liệu ảnh viễn thám radar và ảnh viễn thám quang học đa thời gian, đa độ phân giải. Xác định độ sâu ngập lụt được xem là một tham số quan trọng trong lập bản đồ nguy cơ lũ lụt, trong đó, mô hình số độ cao DEM (Digital Elevation Model), ảnh vệ tinh radar hay công nghệ LIDAR (Light Detection And Ranging) có thể giải quyết vấn đề này [1]. Phạm vi ngập lụt có thể dễ dàng xác định khi sử dụng các nguồn ảnh vệ tinh quang học có độ phân giải không gian trung bình và thấp (Landsat và MODIS), các nguồn ảnh vệ tinh radar (Sentinel) với khả năng nhạy cảm cao với nước, xuyên qua mây mù, độ phân giải không gian cao còn có thể xác định được độ sâu và mức độ ngập lụt [8].

Amarnath et al. đã xây dựng thuật toán lập bản đồ ngập lụt để hiểu những thay đổi theo mùa và hàng năm của lũ lụt. Dữ liệu viễn thám được sử dụng là dữ liệu ảnh vệ tinh MODIS với độ phân giải không gian 500m để thành lập bản đồ ngập lụt theo chuỗi thời gian, cụ thể là theo năm và theo mùa (cho 10 mùa lũ hàng năm) trong giai đoạn 2000-2011. Ngoài ra, kết quả của nghiên cứu này cũng xác nhận thông qua việc so sánh với các nguồn ảnh vệ tinh radar khác như ALOS AVINIR/PALSAR [2]. Do sự phân bố theo không gian rộng lớn của các sự kiện lũ lụt, việc đo lường và xác định thông tin ngập tại các khu vực này nhằm giám sát và đánh giá tác động của lũ lụt gặp rất nhiều khó khăn, vì vậy, Ahamed and Boltan sử dụng tư liệu ảnh viễn thám MODIS đa thời gian để giám sát hiện tượng ngập lụt tại lưu vực thuộc hạ lưu sông Mê Kông trên cơ sở chiết tách hệ số khác biệt thực vật NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) [7].

Trong một nghiên cứu khác, Tripathi et al. đã so sánh và đánh giá hiệu quả của dữ liệu ảnh radar Sentinel-1A so với dữ liệu ảnh vệ tinh quang học MODIS trong thành lập bản đồ ngập lụt tháng 8, 9 năm 2017 tại quận Darbhanga của bang Bihar, Ấn Độ. Ngoài ra, dữ liệu lượng mưa cũng được kết hợp với dữ liệu ảnh vệ tinh đa thời gian để cung cấp những phân tích không gian về sự kiện lũ lụt năm 2017, kết quả thành lập được bản đồ ngập lụt và bản đồ biểu diễn thời gian ngập theo lượng mưa. Các nguồn ảnh vệ tinh được khai thác từ trang web của Cục địa chất Liên bang Mỹ (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), xử lý trong phần mềm SNAP, ERDAS IMAGE, và ArcGIS [6].

Hầu hết các nghiên cứu này đều thu thập và xử lý ảnh viễn thám theo cách thông thường, đó là tải dữ liệu về và xử lý trong các phần mềm chuyên dụng trên máy tính cá nhân. Phương thức này đòi hỏi máy tính xử lý có cấu hình mạnh bởi dung lượng của mỗi cảnh ảnh vệ tinh rất lớn, đặc biệt, nếu khu vực nghiên cứu nằm trên nhiều cảnh ảnh thì việc xử lý sẽ mất rất nhiều thời gian và công sức.

Xuất phát từ thực tiễn đó mà ngày nay, sự ra đời của công nghệ điện toán đám mây được xem

là một giải pháp hữu hiệu trong lưu trữ, truy cập, phân tích và xử lý dữ liệu lớn [9]. Google Earth Engine (GEE) là công nghệ được phát triển trên nền tảng điện toán đám mây, được Google triển khai vào năm 2010, GEE sử dụng cơ sở hạ tầng tính toán của Google và cơ sở dữ liệu viễn thám có sẵn [10]. Người dùng có thể truy cập GEE thông qua giao diện lập trình ứng dụng dựa trên internet API (Application Programming Interface) và một môi trường phát triển tương tác dựa trên web IDE (Interactive Development Environment) [9]. GEE có các tính năng xử lý song song tự động và cung cấp nền tảng tính toán nhanh chóng nhằm khắc phục những nhược điểm khi xử lý dữ liệu lớn (big data) [11]. Chính vì vậy, trong những năm gần đây, có khá nhiều nghiên cứu ứng dụng công nghệ GEE trong lập bản đồ ngập lụt [12–19]. Trong đó, dữ liệu ảnh viễn thám được sử dụng để thành lập bản đồ ngập lụt chủ yếu là ảnh vệ tinh quang học Landsat [13, 18] hoặc ảnh vệ tinh radar Sentinel-1A [12, 14–16, 19], hoặc sử dụng đồng thời cả hai loại dữ liệu ảnh vệ tinh này cho từng giai đoạn [17]. Hầu hết các nghiên cứu này mới chỉ dừng ở việc thành lập bản đồ ngập lụt khu vực nghiên cứu, ngoài ra, có một số ít nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của ngập lụt tới cơ sở hạ tầng đô thị quan trọng, như: bệnh viện, ngân hàng, trạm cứu hộ, ... [20] hoặc đánh giá ảnh hưởng của ngập lụt tới đất nông nghiệp và các khu định cư [19].

Ở Việt Nam, các nghiên cứu ứng dụng công nghệ điện toán đám mây GEE trong thành lập bản đồ ngập lụt được công bố không nhiều, mới chỉ có một vài nghiên cứu cho một số khu vực điển hình với dữ liệu ảnh vệ tinh sử dụng bao gồm cả Landsat và Sentinel-1 tùy theo thời điểm ngập [21, 22] hoặc phát triển thuật toán ngưỡng giá trị để giám sát hiện tượng lũ lụt tại đồng bằng Sông Cửu Long vào hai thời điểm 2015 và 2017 căn cứ vào dữ liệu ảnh radar Sentinel-1 dựa trên nền tảng GEE [23].

Như vậy, qua tổng quan các nghiên cứu đã công bố ở trong và ngoài nước, nhận thấy rằng hầu hết các nghiên cứu mới chỉ dừng ở việc xây dựng các bản đồ ngập lụt, có rất ít nghiên cứu đánh giá toàn diện ảnh hưởng của ngập lụt tới các khía cạnh đời sống, kinh tế - xã hội nói chung. Tại khu vực Châu Á, Việt Nam là một trong những nước có nguy cơ rất cao đối với các hiểm họa liên quan đến khí hậu như lũ lụt, hạn hán, đặc biệt là các tỉnh khu vực miền Trung. Trước tình hình đó, việc xây dựng các bản đồ ngập lụt là một phần quan trọng trong công tác quản lý và đánh giá rủi ro [24]. Hiện nay hầu hết các tỉnh thành của nước ta đều chưa có bản đồ dạng này nhằm phục vụ cho công tác quản lý và đánh giá rủi ro lũ lụt. Trong khi đó, các bản đồ ngập lụt này sẽ giúp cho công tác ứng phó và phòng chống thiên tai hiệu quả ở các cấp hành chính khác nhau từ xã (phường) đến huyện và tỉnh vì giúp nhận diện và phân vùng khu vực nguy hiểm.

Từ các lý do nêu trên, đồng thời dựa trên các phân tích về dữ liệu cơ sở hạ tầng, kinh tế - xã hội hiện có tại tỉnh Quảng Bình, nghiên cứu này sử dụng công cụ Google Earth Engine trích xuất dữ liệu vùng ngập, kết hợp sử dụng công cụ phân tích không gian trong GIS để lập bản đồ đánh giá ảnh hưởng lũ lụt. Các kỹ thuật phân tích không gian trong GIS được áp dụng để phân tích, chồng xếp dữ liệu và thiết lập mối quan hệ không gian. Bản đồ ảnh hưởng lũ lụt thể hiện phạm vi và các ảnh hưởng trong vùng ngập lũ có thể cung cấp các thông tin hữu ích cho các bên liên quan về quản lý rủi ro lũ lụt, và cách thức hoạt động nhằm ứng phó, giảm thiểu rủi ro lũ lụt.

2. Khu vực nghiên cứu và dữ liệu sử dụng

2.1. Khu vực nghiên cứu

Quảng Bình là một tỉnh ven biển ở Bắc Trung Bộ, nằm ở vĩ độ từ 16055'00" đến 18005'00" Bắc và kinh độ 105037'00" đến 107000'00" Đông. Tỉnh Quảng Bình có diện tích tự nhiên 8065,3 km², dân số trung bình 895.430 vào năm 2019 và chiều dài bờ biển là 116,04 km. Tỉnh này được chọn là một trường hợp nghiên cứu vì đây là một trong những khu vực dễ bị lũ lụt nhất của Việt Nam. Các sự

kiện lũ lụt nguy hiểm gần đây đã xảy ra vào các năm 1995, 1999, 2007, 2008, 2010, 2017 và 2020. Đặc biệt, gần đây nhất, vào tháng 10 năm 2020, tỉnh Quảng Bình là nơi gánh chịu thiệt hại nặng nề nhất cả nước khi liên tiếp hứng chịu 2 đợt mưa lũ lịch sử, kéo dài từ ngày 16 đến 21/10/2020. Toàn bộ vùng đồng bằng các huyện Lệ Thủy, Quảng Ninh trên lưu vực sông Nhật Lệ đều bị ngập sâu, có nơi ngập sâu tới 4 đến 5 m và kéo dài hơn 10 ngày [24].

Hệ thống sông ngòi của Quảng Bình có đặc điểm chung là chiều dài ngắn và dốc nên khả năng điều tiết nước kém, thường gây lũ lớn trong mùa mưa. Tốc độ dòng chảy lớn, nhất là trong mùa mưa lũ. Sự phân bố dòng chảy đối với các sông suối ở Quảng Bình theo mùa rõ rệt. Sông chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của mưa lũ ở thượng nguồn và chế độ thủy triều ở hạ lưu. Mùa mưa lũ nước chảy dồn ứ từ các sườn núi xuống các thung lũng hẹp, triều cường nước sông lên rất nhanh gây lũ, ngập lụt lớn trên diện rộng, thời gian ngập lụt kéo dài. Ngược lại, về mùa khô nước sông xuống thấp, dòng chảy yếu trong các tháng mùa kiệt.

2.2. Dữ liệu sử dụng

Dữ liệu cơ sở hạ tầng, kinh tế - xã hội được sử dụng để đánh giá ảnh hưởng của hiểm họa lũ lụt, bao gồm các dữ liệu về khu dân cư, cơ sở hạ tầng, giao thông và sử dụng đất khu vực tỉnh Quảng Bình. Các dữ liệu này được lưu trữ dưới dạng vector, dạng điểm, dạng bảng và dạng đường trong công cụ phân tích không gian GIS (Bảng 1). Mỗi dữ liệu trên lại có nhiều thuộc tính riêng ví dụ như tên, chiều dài, diện tích, ... giúp người sử dụng dễ dàng thống kê cũng như kết hợp nhiều dữ liệu lại thuận tiện cho việc đánh giá ảnh hưởng. Tất cả các dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu thực hiện trên cơ sở kế thừa, phân tích được thu thập từ hiện trạng thực tế và các cơ quan chức năng quản lý chuyên môn.

Bảng 1. Dữ liệu sử dụng để đánh giá ảnh hưởng của ngập lụt tại tỉnh Quảng Bình

STT	Dữ liệu kinh tế - xã hội được sử dụng	Định dạng	Nguồn gốc
1	Khu dân cư	Điểm	Bản đồ địa hình tỷ lệ 1/10.000
2	Đường giao thông	Đường	
3	Cầu, cống	Điểm	
4	Bệnh viện	Điểm	Niên giám thống kê các huyện của tỉnh Quảng Bình năm 2020
5	Trường học	Điểm	
6	Các cơ sở thương mại dịch vụ	Điểm	
7	Đất nông nghiệp	Vùng	

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Công nghệ Google Earth Engine

Google Earth Engine (GEE) là nền tảng điện toán đám mây để phân tích dữ liệu viễn thám, thông số môi trường, khí tượng cấp độ từ khu vực nhỏ tới quy mô toàn cầu, cho phép người dùng chạy các phân tích không gian địa lý trên cơ sở nền tảng của Google. Có một số cách để tương tác với nền tảng, Code Editor là một IDE (Interactive Development Environment) dựa trên web để viết và chạy các tập lệnh, Explorer là một ứng dụng web để khám phá danh mục dữ liệu và chạy các phân tích đơn giản

và thư viện tài liệu cung cấp các Python và JavaScript [11]. Trên GEE có tích hợp sẵn một kho lưu trữ hàng chục petabyte dữ liệu ảnh viễn thám miễn phí từ Cơ quan Hàng không Vũ trụ Mỹ (NASA), Cục Địa chất liên bang Hoa Kỳ (USGS), Cơ quan hàng không vũ trụ Châu Âu (ESA) và các dữ liệu khác. Hạ tầng điện toán đám mây của GEE được tối ưu hoá để xử lý dữ liệu không gian, kể cả xử lý chuỗi dữ liệu viễn thám trong khoảng thời gian dài với dung lượng rất lớn [9].

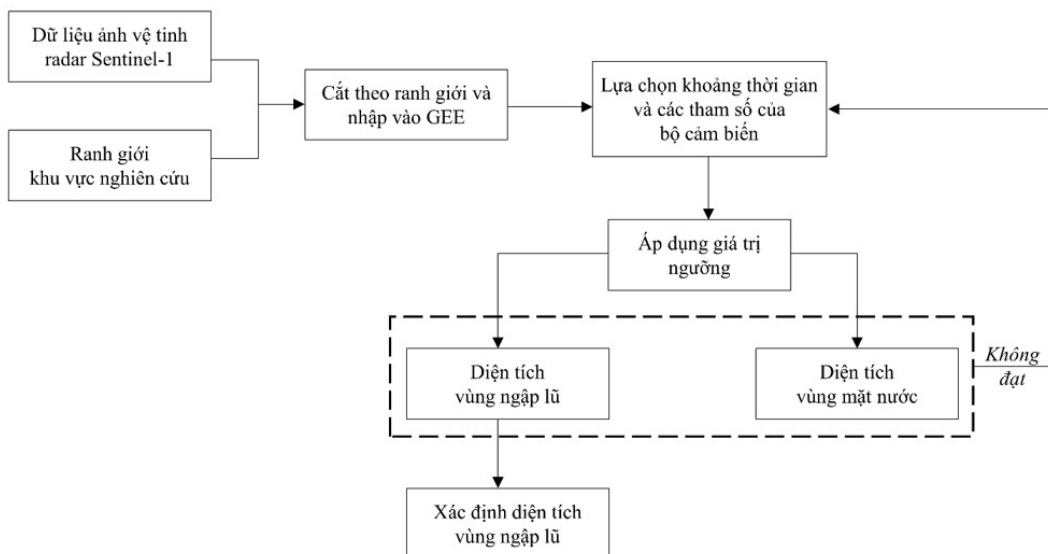
GEE ra đời xuất phát từ những ý tưởng kết hợp tri thức khoa học với nguồn dữ liệu khổng lồ và các nguồn lực công nghệ mới nhất của Google. Sự kết hợp này đem đến những hiệu quả rất lớn như tốc độ xử lý và khả năng tùy biến phát triển ứng dụng. Tốc độ tính toán, xử lý trên GEE nhanh chưa từng có [11].

Google Earth Engine cho phép xây dựng chương trình tính toán dựa trên một giao diện lập trình ứng dụng (API) sử dụng ngôn ngữ lập trình rất thông dụng là JavaScript và Python [9, 11]. Từ giao diện API này, nhóm nghiên cứu đã xây dựng chương trình chiết tách thông tin ngập lụt từ dữ liệu ảnh vệ tinh radar Sentinel-1 (Hình 2).

3.2. Phương pháp ảnh vệ tinh

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh radar Sentinel-1 (giai đoạn 2015 trở lại đây) là dữ liệu vệ tinh thế hệ mới của cơ quan hàng không vũ trụ Châu Âu. Các vệ tinh này được phát triển để cung cấp dữ liệu ảnh viễn thám giám sát toàn cầu thuộc Chương trình Europe's Copernicus [17]. Dữ liệu Sentinel-1A và 1B hiện nay đã được cung cấp miễn phí trên hệ thống điện toán đám mây của GEE, sản phẩm được đưa vào khai thác sử dụng sau khi đã tiến hành tiền xử lý theo quy trình tiêu chuẩn của công cụ tiền xử lý Sentinel.

Trong nghiên cứu này, dữ liệu viễn thám được sử dụng và phân tích là ảnh Radar (Radio Detection And Ranging) Sentinel-1, có độ phân giải không gian $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ được thu thập trong khoảng thời gian từ ngày 15/10/2020 đến ngày 25/10/2020.



Hình 1. Sơ đồ quy trình xử lý chiết tách thông tin vùng ngập lũ sử dụng ảnh radar Sentinel-1 trên GEE

Quy trình xử lý ảnh Sentinel-1 chiết tách thông tin vùng ngập lũ được mô tả trong Hình 1. Về cơ bản, những quy trình này đều đã được sử dụng khá phổ biến trên thế giới. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này, ngoài việc xử lý ảnh vệ tinh thông qua GEE, còn có sự thay đổi trong quy trình chiết tách đó

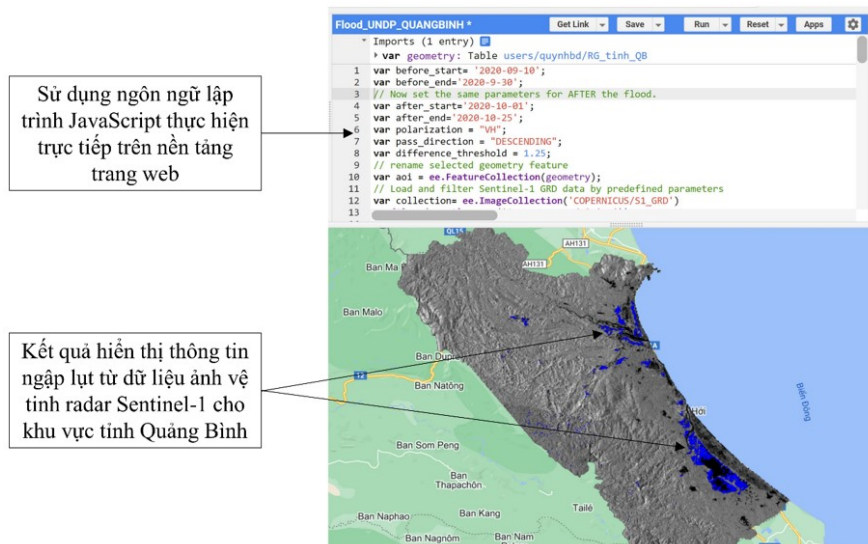
là sử dụng nền mặt nước thường xuyên trong năm được tổ hợp theo giá trị trung vị của khoảng thời gian trước mùa lũ. Nhờ vào phương pháp tổ hợp này, những phần diện tích mặt nước thường xuyên như sông, kênh, rạch, ao nuôi thủy sản được phân tách riêng. Do đó, loại bỏ được phần diện tích mặt nước không phải do nguyên nhân ngập lụt trên ảnh vệ tinh đa thời gian.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Kết quả xây dựng bản đồ ngập lụt khu vực tỉnh Quảng Bình

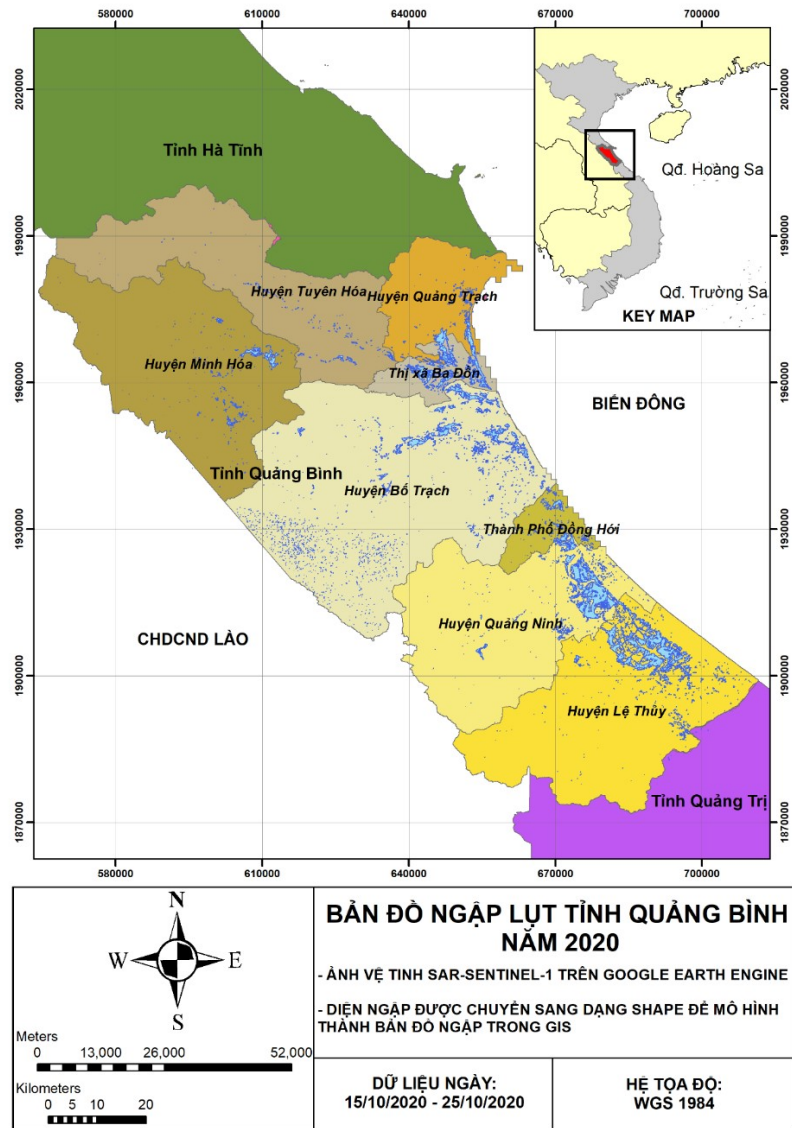
Mục đích của quy trình từng bước này là tạo ra bản đồ mức độ ngập lụt để đánh giá các khu vực bị ảnh hưởng. Phạm vi lũ lụt được tạo ra bằng cách sử dụng phương pháp tiếp cận phát hiện thay đổi trên dữ liệu Sentinel-1 (SAR). Để xây dựng bản đồ ngập lụt khu vực tỉnh Quảng Bình vào thời gian xảy ra lũ lụt từ ngày 15/10/2020 đến ngày 25/10/2020, nghiên cứu này đã sử dụng ngôn ngữ lập trình JavaScript thực hiện trực tiếp trên nền tảng trang web của công nghệ GEE (<https://developers.google.com/earth-engine>), bao gồm: khai báo lệnh để đưa dữ liệu ảnh vào nền tảng, xử lý ảnh, phân tích ảnh, hiển thị kết quả và trích xuất kết quả.

Trong nghiên cứu này, sau khi nhập dữ liệu ảnh vệ tinh radar Sentinel-1 và ranh giới khu vực nghiên cứu vào GEE, ngoài việc xử lý ảnh vệ tinh radar theo quy trình phổ biến thông thường trên thế giới, nghiên cứu này phân tách riêng những phần diện tích mặt nước thường xuyên như sông, kênh, rạch, ao nuôi trồng thủy sản bằng cách tổ hợp nền mặt nước thường xuyên trong năm theo giá trị trung vị của khoảng thời gian trước mùa lũ. Nhờ vào thao tác tổ hợp này, đã loại bỏ được những phần diện tích mặt nước không phải do ngập lụt trên ảnh vệ tinh đa thời gian.



Hình 2. Môi trường và giao diện hiển thị trên nền tảng GEE

Sau khi phân tích và xử lý dữ liệu ảnh Radar Sentinel-1 được thu thập trong khoảng thời gian từ ngày 15/10/2020 đến ngày 25/10/2020, kết quả thu nhận được thông tin ngập lụt cho khu vực tỉnh Quảng Bình trong khoảng thời gian này, thể hiện bằng những vùng màu xanh trên nền tảng của công nghệ GEE (Hình 2). Sau đó, những vùng ngập này được chuyển sang dạng shapefile để mô hình hóa thành bản đồ ngập lụt tỉnh Quảng Bình năm 2020 trong môi trường GIS (Hình 3).



Hình 3. Bản đồ ngập lụt tỉnh Quảng Bình năm 2020 sử dụng công cụ GEE

Kết quả nghiên cứu xây dựng bản đồ ngập lụt tỉnh Quảng Bình năm 2020 sử dụng công cụ Google Earth Engine cho thấy:

- Diện tích bị ảnh hưởng: 22635 ha;
- Số người bị ảnh hưởng: 21942 người;
- Diện tích đất nông nghiệp bị ảnh hưởng: 5756 ha;
- Khu vực đô thị bị ảnh hưởng: 2268 ha.

Khi so sánh kết quả trên với các báo cáo của Ban chỉ huy phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn (PCTT và TKCN) tỉnh Quảng Bình, các kết quả nghiên cứu trước đây của tác giả Lưu Thị Diệu Chinh và cs vào các năm 2020, 2022 thì kết quả bản đồ ngập lụt tỉnh Quảng Bình năm 2020 được xây dựng bằng công cụ GEE là tương đối chính xác, sai khác không đáng kể [25, 26]. Trong đó, khu vực

chịu ảnh hưởng nhiều nhất là phần lớn thị xã Ba Đồn, một phần các huyện Lệ Thủy, Quảng Ninh và Bố Trạch.

Để đánh giá số lượng người có khả năng bị ảnh hưởng, các cơ sở hạ tầng, giao thông, đất trồng trọt và khu vực đô thị bị ảnh hưởng bởi lũ lụt, các bộ dữ liệu bổ sung sẽ được hiển thị và sử dụng cho đánh giá, bao gồm: các khu vực dân cư; mạng lưới đường giao thông; các cơ sở bệnh viện, trường học; các cơ sở thương mại dịch vụ; đất nông nghiệp.

4.2. Kết quả đánh giá ảnh hưởng của lũ lụt

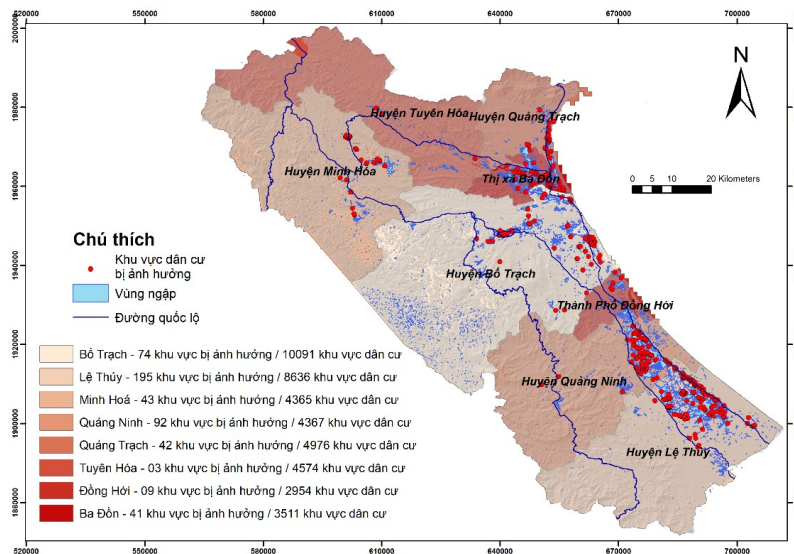
a. Ảnh hưởng đến các khu vực dân cư

Các khu vực ven sông, ven biển thường là nơi tập trung sinh sống của khá nhiều khu dân cư, các khu vực này còn đóng vai trò là sinh kế của người dân [27]. Do vậy, các khu vực dân cư luôn là những đối tượng dễ bị tổn thương nhất trước hiểm họa lũ lụt. Hình 4 thể hiện các khu vực dân cư ở dạng điểm bị ảnh hưởng bởi hiểm họa ngập lụt tại khu vực tỉnh Quảng Bình năm 2020. Các điểm dân cư này chủ yếu nằm ở khu vực đồng bằng và ven các con sông lớn. Cụ thể:

- Lưu vực sông Gianh: các huyện Tuyên Hóa (3/4574 khu vực dân cư bị ảnh hưởng), huyện Minh Hóa (43/4365 khu vực), huyện Quảng Trạch (42/4976 khu vực), huyện Bố Trạch (74/10091 khu vực) và thị xã Ba Đồn (41/3511 khu vực);

- Lưu vực sông Nhật Lệ: huyện Quảng Ninh (92/4367 khu vực), huyện Lệ Thủy (195/8636 khu vực) và thành phố Đồng Hới (9/2954 khu vực).

Bản đồ đánh giá ảnh hưởng của ngập lụt tới các khu vực dân cư sẽ giúp ích cho chính quyền địa phương và người dân trong việc sơ tán và các nỗ lực cứu trợ thiên tai.

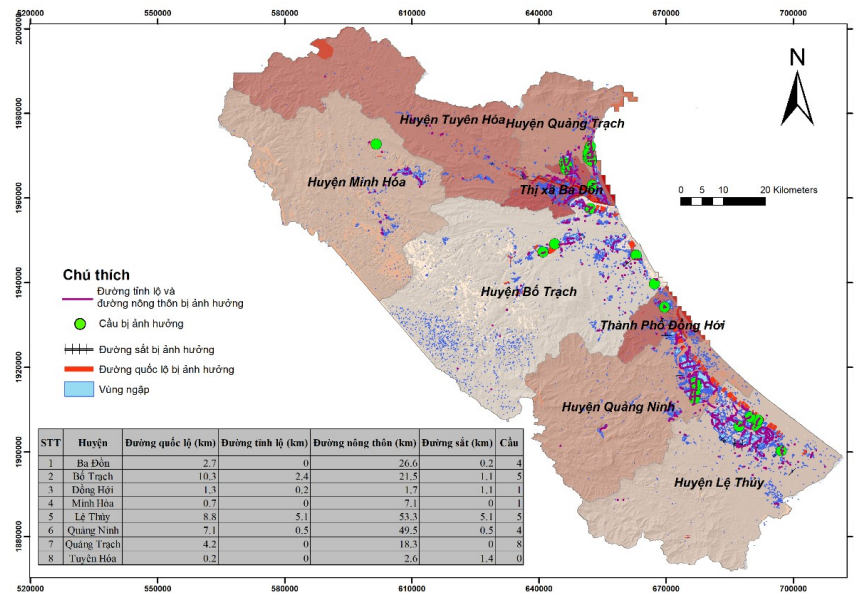


Hình 4. Bản đồ đánh giá ảnh hưởng ngập lụt đối với các khu vực dân cư tỉnh Quảng Bình năm 2020

b. Ảnh hưởng đến giao thông

Thời tiết khắc nghiệt đã tác động đáng kể đến lĩnh vực giao thông vận tải. Ngoài giao thông đường thủy và đường hàng không ra, khi gặp hiểm họa lũ lụt thì mạng lưới giao thông đường bộ là rất quan trọng đối với các nỗ lực sơ tán và cứu trợ [28]. Hình 5 cho thấy hệ thống mạng lưới các công trình

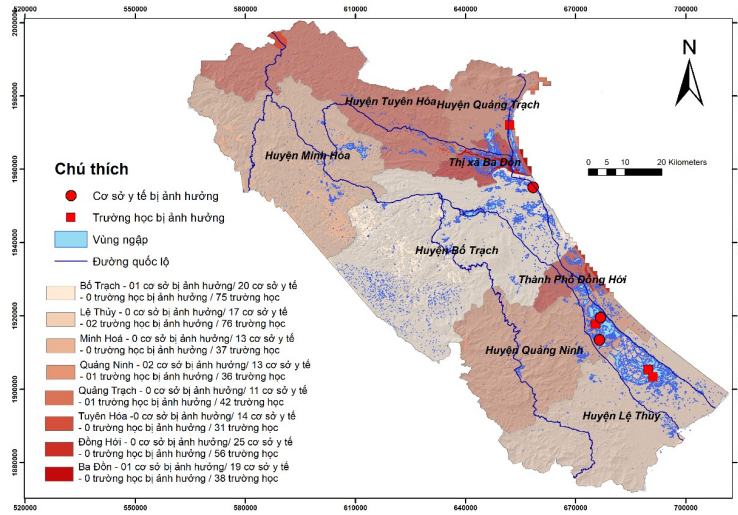
giao thông bị ảnh hưởng trong trận ngập lụt tháng 10 năm 2020 tại tỉnh Quảng Bình. Cụ thể lớn nhất là huyện Lệ Thủy với tổng chiều dài km đường quốc lộ, tỉnh lộ, đường nông thôn bị ngập là 67,2 km. Tiếp theo là huyện Quảng Ninh (57,6 km), huyện Bố Trạch (34,2 km), thị xã Ba Đồn (29,3 km), huyện Quảng Trạch (22,5 km), huyện Minh Hóa (7,8 km), thành phố Đồng Hới (3,2 km) và huyện Tuyên Hóa (2,8 km). Bên cạnh đó, cả tỉnh có 9,4 km/120 km đường sắt bị ngập khiến cho tuyến đường sắt Bắc Nam chạy qua khu vực tỉnh Quảng Bình bị tê liệt phải ngừng hoạt động. Còn đối với các công trình cầu, cống cũng phải chịu thiệt hại nặng nề. Tổng số có 28 công trình cầu, cống bị ảnh hưởng, trong đó, huyện Quảng Trạch lên đến 8 công trình, huyện Lệ Thủy và Bố Trạch 5 công trình, các huyện khác cũng phải chịu ảnh hưởng, riêng huyện Tuyên Hóa không có công trình cầu, cống nào bị thiệt hại.



Hình 5. Bản đồ đánh giá ảnh hưởng ngập lụt đối với các công trình giao thông khu vực tỉnh Quảng Bình năm 2020

c. Ảnh hưởng đến bệnh viện, trường học

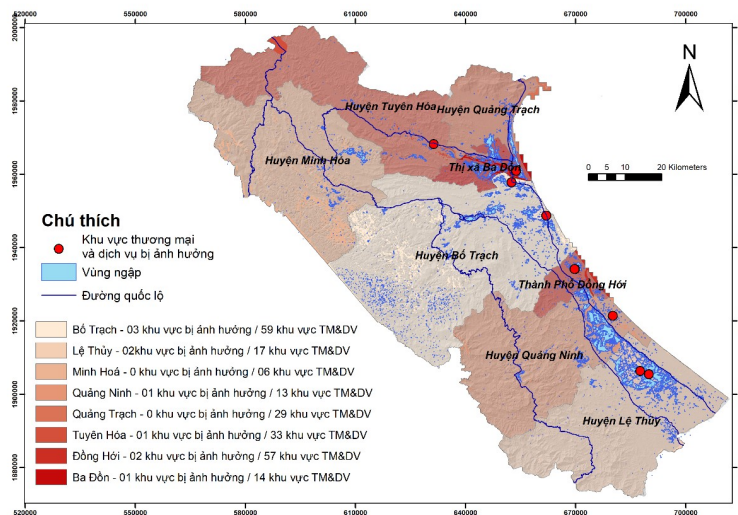
Hiện nay, trên thế giới có rất nhiều cơ sở y tế và trường học bị ảnh hưởng bởi các hiểm họa thiên nhiên. Chúng được xây dựng để phục vụ cộng đồng, có ý nghĩa xã hội hơn là kinh tế, nhằm nâng cao đời sống cộng đồng nơi đó [20]. Vì vậy, cần phối hợp nhịp nhàng ứng phó, giảm thiểu tác động của thiên tai giúp các cơ sở y tế, trường học và cộng đồng địa phương phục hồi và trở lại trạng thái bình thường. Hình 6 thể hiện vị trí các cơ sở y tế, trường học bị ảnh hưởng sau khi chồng xếp dữ liệu các cơ sở và vùng bị ngập tại khu vực tỉnh Quảng Bình năm 2020. Qua đó nhận thấy, các cơ sở y tế và trường học bị ảnh hưởng không nhiều, nhiều nhất huyện Quảng Ninh (3 cơ sở), còn lại hầu hết các huyện khác không có hoặc bị ảnh hưởng ít. Như vậy, nhìn chung các cơ sở y tế và trường học trên địa bàn tỉnh đều đảm bảo trước hiểm họa ngập lụt trong năm 2020. Vì vậy, chính quyền địa phương, các đơn vị cứu nạn cứu hộ thường chọn những cơ sở này làm nơi sơ tán đồng bào tránh lũ cũng như tập kết nhu yếu phẩm cần thiết.



Hình 6. Bản đồ đánh giá ảnh hưởng ngập lụt đối với các cơ sở y tế và trường học khu vực tỉnh Quảng Bình năm 2020

d. Ảnh hưởng đến các cơ sở thương mại dịch vụ

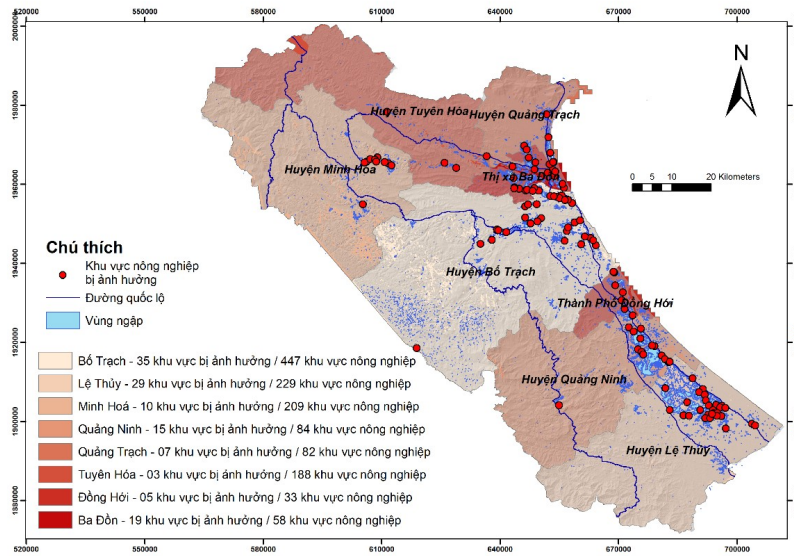
Cũng giống như các đối tượng khác trên địa bàn, các cơ sở thương mại dịch vụ cũng có thể bị ảnh hưởng bởi rủi ro ngập lụt. Tuy nhiên, thực tế cho thấy nhiều chủ thương có thể chủ động phòng tránh, cũng như có thể cung cấp rất nhiều thông tin quan trọng về quản lý rủi ro tại các địa điểm kinh doanh thương mại và dịch vụ [26]. Hình 7 là kết quả sau khi chồng xếp các cơ sở thương mại dịch vụ và vùng bị ngập lụt tại khu vực tỉnh Quảng Bình năm 2020. Kết quả cho thấy, không nhiều cơ sở bị ảnh hưởng, nhiều nhất là huyện Bố Trạch có 3 cơ sở chịu thiệt hại, điều này cho thấy rằng, các doanh nghiệp trên địa bàn tỉnh đã chủ động chuẩn bị và phòng tránh các tác hại mà lũ lụt gây ra.



Hình 7. Bản đồ đánh giá ảnh hưởng ngập lụt đối với cơ sở thương mại và dịch vụ khu vực tỉnh Quảng Bình năm 2020

e. Ảnh hưởng đến nông nghiệp

Việt Nam là một nước nông nghiệp với hơn 70% dân số lao động trong lĩnh vực này. Như vậy, hậu quả mà lũ lụt gây thiệt hại cho nông nghiệp đã ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống của những người dân có thu nhập thấp [24]. Hình 8 thể hiện rõ các khu vực nông nghiệp ở dạng điểm bị ảnh hưởng bởi ngập lụt tại khu vực tỉnh Quảng Bình năm 2020. Cả tỉnh có 1330 khu vực nông nghiệp thì huyện mà có số khu vực bị ảnh hưởng nhiều nhất là huyện Bố Trạch (35 khu vực). Tiếp theo là huyện Lệ Thủy (29 khu vực), thị xã Ba Đồn (19 khu vực), huyện Quảng Ninh (15 khu vực). Còn các huyện, thành phố khác như thành phố Đồng Hới, huyện Minh Hóa, huyện Quảng Trạch, huyện Tuyên Hóa có dưới 10 khu vực.



Hình 8. Bản đồ đánh giá ảnh hưởng ngập lụt đối với nông nghiệp khu vực tỉnh Quảng Bình năm 2020

5. Kết luận

Bản đồ ngập lụt và bản đồ đánh giá ảnh hưởng lũ lụt là những sản phẩm quan trọng đối với công tác quản lý, phòng chống và giảm thiểu thiệt hại do rủi ro lũ lụt. Những bản đồ này cung cấp những thông tin hữu ích về rủi ro lũ lụt và phạm vi ảnh hưởng của nó, ngoài ra, sản phẩm này còn giúp các cơ quan chức năng trong việc lập kế hoạch di dời, thống kê thiệt hại, hay cảnh báo sớm đối với người dân để có phương án phòng tránh, nâng cao nhận thức của người dân, ...

Nghiên cứu này đã trình bày một phương pháp tiếp cận khác trong xây dựng bản đồ ngập lụt và bản đồ đánh giá ảnh hưởng của lũ lụt đối với các yếu tố liên quan đến cơ sở hạ tầng, kinh tế - xã hội tại tỉnh Quảng Bình dựa trên nền tảng điện toán đám mây GEE. Trong đó, công cụ GEE được sử dụng để trích xuất dữ liệu vùng ngập lũ, từ đó, xây dựng bản đồ ngập lụt. Bản đồ này tương đối chính xác khi kiểm chứng với các báo cáo của ban PCTT và TKCN tỉnh Quảng Bình và các nghiên cứu khác đã công bố có liên quan đến khu vực nghiên cứu. Sau đó, sử dụng các kỹ thuật phân tích không gian trong GIS khi tiến hành chồng xếp bản đồ ngập lũ này với từng yếu tố về cơ sở hạ tầng, kinh tế - xã hội để phân tích và đánh giá hưởng của ngập lũ tại khu vực. Trên bản đồ ảnh hưởng lũ lụt được xây dựng này, thể hiện phạm vi và diện tích vùng ngập lũ, thống kê số lượng đơn vị, khu vực bị ảnh hưởng,

ngoài ra, sản phẩm bản đồ này còn có thể cung cấp các thông tin hữu ích cho các bên liên quan trong quản lý rủi ro lũ lụt, ban hành và thực thi chính sách, hay thực thi các giải pháp cảnh báo sớm, ứng phó, cứu trợ, giảm thiểu thiệt hại do rủi ro lũ lụt.

Nhìn chung, kết quả của nghiên cứu này cho thấy công nghệ GEE có thể ứng dụng trong thành lập bản đồ ngập lụt cho cả một khu vực rộng lớn một cách nhanh chóng, hiệu quả và tin cậy. Công nghệ này sẽ giúp giảm bớt công sức, thời gian điều tra, thu thập thông tin vùng ngập theo cách thông thường như hiện nay. Ngoài ra, công nghệ này còn cho phép đánh giá được ảnh hưởng của ngập lụt tới các yếu tố liên quan đến cơ sở hạ tầng, kinh tế - xã hội, điều này giúp cho công tác quản lý, phòng chống và giảm thiểu thiệt hại thiên tai được thực thi một cách toàn diện tại địa phương. Tuy nhiên, để sử dụng được công nghệ này đòi hỏi người sử dụng cần có những kiến thức cơ bản về ảnh vệ tinh, cấu trúc và cách thức sử dụng ngôn ngữ lập trình JavaScript, ...

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Xây Dựng Hà Nội đối với Nhóm nghiên cứu “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GIS & RS trong phân tích, đánh giá rủi ro thiên tai nhằm thích ứng với biến đổi khí hậu”.

Tài liệu tham khảo

- [1] Sanyal, J., Lu, X. X. (2004). [Application of remote sensing in flood management with special reference to monsoon asia: a review](#). *Natural Hazards*, 33(2):283–301.
- [2] Amarnath, G., Ameer, M., Aggarwal, P., Smakhtin, V. (2012). [Detecting spatio-temporal changes in the extent of seasonal and annual flooding in South Asia using multi-resolution satellite data](#). Michel, U., Civco, D. L., Ehlers, M., Schulz, K., Nikolakopoulos, K. G., Habib, S., Messinger, D., Maltese, A., editors, *Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications III*, SPIE, 312–322.
- [3] Cook, A., Merwade, V. (2009). [Effect of topographic data, geometric configuration and modeling approach on flood inundation mapping](#). *Journal of Hydrology*, 377(1-2):131–142.
- [4] Psomiadis, E., Diakakis, M., Soulis, K. X. (2020). [Combining SAR and optical earth observation with hydraulic simulation for flood mapping and impact assessment](#). *Remote Sensing*, 12(23):3980.
- [5] Rojas, R., Feyen, L., Watkiss, P. (2013). [Climate change and river floods in the European Union: Socio-economic consequences and the costs and benefits of adaptation](#). *Global Environmental Change*, 23(6): 1737–1751.
- [6] Tripathi, G., Pandey, A. C., Parida, B. R., Kumar, A. (2020). [Flood inundation mapping and impact assessment using multi-temporal optical and SAR satellite data: a case study of 2017 flood in darbhanga district, Bihar, India](#). *Water Resources Management*, 34(6):1871–1892.
- [7] Ahamed, A., Bolten, J. D. (2017). [A MODIS-based automated flood monitoring system for southeast asia](#). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 61:104–117.
- [8] Ahamed, A., Bolten, J., Doyle, C., Fayne, J. (2016). [Near real-time flood monitoring and impact assessment systems](#). *Springer Remote Sensing/Photogrammetry*, Springer International Publishing, 105–118.
- [9] Moore, R. T., Hansen, M. C. (2011). Google Earth Engine: a new cloud-computing platform for global-scale earth observation data and analysis. *AGU Fall Meeting Abstracts*.
- [10] Amani, M., Ghorbanian, A., Ahmadi, S. A., Kakooei, M., Moghimi, A., Mirmazloumi, S. M., Moghadam, S. H. A., Mahdavi, S., Ghahremanloo, M., Parsian, S., Wu, Q., Brisco, B. (2020). [Google Earth Engine cloud computing platform for remote sensing big data applications: A comprehensive review](#). *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 13:5326–5350.
- [11] Mutanga, O., Kumar, L. (2019). [Google Earth Engine applications](#). *Remote Sensing*, 11(5):591.
- [12] Tiwari, V., Kumar, V., Matin, M. A., Thapa, A., Ellenburg, W. L., Gupta, N., Thapa, S. (2020). [Flood inundation mapping- Kerala 2018; Harnessing the power of SAR, automatic threshold detection method and Google Earth Engine](#). *PLOS ONE*, 15(8):e0237324.

- [13] Inman, V. L., Lyons, M. B. (2020). [Automated inundation mapping over large areas using landsat data and Google Earth Engine](#). *Remote Sensing*, 12(8):1348.
- [14] Moharrami, M., Javanbakht, M., Attarchi, S. (2021). [Automatic flood detection using sentinel-1 images on the google earth engine](#). *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(5).
- [15] Singha, M., Dong, J., Sarmah, S., You, N., Zhou, Y., Zhang, G., Doughty, R., Xiao, X. (2020). [Identifying floods and flood-affected paddy rice fields in Bangladesh based on Sentinel-1 imagery and Google Earth Engine](#). *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 166:278–293.
- [16] Vanama, V. S. K., Mandal, D., Rao, Y. S. (2020). [GEE4FLOOD: rapid mapping of flood areas using temporal Sentinel-1 SAR images with Google Earth Engine cloud platform](#). *Journal of Applied Remote Sensing*, 14(03):1.
- [17] DeVries, B., Huang, C., Armston, J., Huang, W., Jones, J. W., Lang, M. W. (2020). [Rapid and robust monitoring of flood events using Sentinel-1 and Landsat data on the Google Earth Engine](#). *Remote Sensing of Environment*, 240:111664.
- [18] Mehmood, H., Conway, C., Perera, D. (2021). [Mapping of Flood Areas Using Landsat with Google Earth Engine Cloud Platform](#). *Atmosphere*, 12(7):866.
- [19] Pandey, A. C., Kaushik, K., Parida, B. R. (2022). [Google earth engine for large-scale flood mapping using SAR data and impact assessment on agriculture and population of Ganga-Brahmaputra basin](#). *Sustainability*, 14(7):4210.
- [20] Pourghasemi, H. R., Amiri, M., Edalat, M., Ahrari, A. H., Panahi, M., Sadhasivam, N., Lee, S. (2021). [Assessment of urban infrastructures exposed to flood using susceptibility map and google earth engine](#). *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 14:1923–1937.
- [21] Long, V. H., Giang, N. V., Hòa, P. V., Hùng, N. T. (2018). Ứng dụng công nghệ điện toán đám mây Google Earth Engine trong nghiên cứu lũ lụt tại Đồng Tháp, hạ lưu sông Mê Kông. *Tạp chí Khoa học và công nghệ Thủy lợi*, 43:1–11.
- [22] Chiên, P. V. (2020). Nghiên cứu xác định diện tích ngập nước sử dụng ảnh Sentinel-1 trên nền Google Earth Engine: áp dụng cho tỉnh Đồng Tháp, đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học và công nghệ Thủy lợi*, 59:113–121.
- [23] Tuấn, V. Q., Hoa, N. T., Nhân, H. T. K., Khải, Đ. H. (2018). [Phát triển thuật toán giám sát lũ lụt vùng Đồng bằng sông cửu Long dựa vào nền tảng Google Earth Engine](#). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 54(9):29–36.
- [24] IFRC (2021). [Viet Nam, Flooding, Landslide, Wind and Storm in Northern and Central Viet Nam \(TC Dianmu\)](#).
- [25] Luu, C., Nguyen, D. D., Amiri, M., Van, P. T., Bui, Q. D., Prakash, I., Pham, B. T. (2021). [Flood susceptibility modeling using Radial Basis Function Classifier and Fisher's linear discriminant function](#). *Vietnam Journal of Earth Sciences*.
- [26] Luu, C., Tran, H. X., Pham, B. T., Al-Ansari, N., Tran, T. Q., Duong, N. Q., Dao, N. H., Nguyen, L. P., Nguyen, H. D., Ta, H. T., Le, H. V., von Meding, J. (2020). [Framework of spatial flood risk assessment for a case study in Quang Binh province, Vietnam](#). *Sustainability*, 12(7):3058.
- [27] Matheswaran, K., Alahacoon, N., Pandey, R., Amarnath, G. (2018). [Flood risk assessment in South Asia to prioritize flood index insurance applications in Bihar, India](#). *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 10 (1):26–48.
- [28] Yin, J., Yu, D., Yin, Z., Liu, M., He, Q. (2016). [Evaluating the impact and risk of pluvial flash flood on intra-urban road network: A case study in the city center of Shanghai, China](#). *Journal of Hydrology*, 537: 138–145.