



Ứng dụng WebGIS trực quan hóa sự thay đổi nhiệt độ bề mặt tại tỉnh Bình Dương giai đoạn 1995 – 2024

Tô Nguyễn Nhật Khôi¹, Văn Ngọc Trúc Phương¹, Nguyễn Trọng Nhân^{1*}

¹Khoa Trắc địa, Bản đồ và Công trình, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường
TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Email tác giả liên hệ: ntnhan@hcmunre.edu.vn

DOI: 10.5281/zenodo.14955084

Tóm tắt:

Để theo dõi diễn biến sự gia tăng sức nóng của môi trường nhiệt tại các khu vực có tốc độ đô thị phát triển mạnh mẽ, bài báo sử dụng hình thức trực quan hoá sự thay đổi nhiệt độ bề mặt tại tỉnh Bình Dương qua 4 thời điểm giai đoạn 1995–2024 bằng việc xây dựng trang WebGIS nhờ vào công nghệ mã nguồn mở GeoServer kết hợp hệ quản trị cơ sở dữ liệu PostgreSQL cho phép lưu trữ, quản lý và nhập xuất dữ liệu không gian địa lý. Kết quả thực nghiệm cho thấy giao diện WebGIS được xây dựng theo dạng Dashboard đã tạo ra sự thân thiện cho người dùng có cái nhìn tổng quan nhất về các thành phần cũng chức năng của trang Web và được xem như là một công cụ quản lý thông tin nhiệt độ bề mặt được mã hoá một cách trực quan dưới dạng hiển thị các lớp bản đồ và biểu đồ thống kê. Trang WebGIS trong bài báo được sử dụng khá hiệu quả trong việc cung cấp thông tin nhóm nhiệt độ bề mặt cho từng huyện ở Bình Dương qua chức năng truy vấn thuộc tính và đồng thời có khả năng tích hợp với dữ liệu không gian giúp xác định nhanh chóng vị trí khu vực cần tìm kiếm trên bản đồ. Qua đó trang WebGIS này được xem như là một công cụ tiện ích vừa là tiền đề góp phần hỗ trợ theo dõi môi trường nhiệt nói chung và giám sát quản lý tài nguyên thiên nhiên, môi trường nói riêng trong bối cảnh biến đổi khí hậu hiện nay.

Từ khóa: GeoServer, Môi trường nhiệt, Nhiệt độ bề mặt, Trực quan hoá, WebGIS

Ngày nhận bài: 03/12/2024 Ngày sửa lại: 08/12/2024 Ngày chấp nhận đăng: 09/12/2024 Ngày xuất bản: 28/02/2025

WebGIS application visualizes land surface temperature changes in Binh Duong province period 1995 – 2024

To Nguyen Nhat Khoi¹, Van Ngoc Truc Phuong¹, Nguyen Trong Nhan^{1*}

¹Department of Geodesy, Cartography and Construction, University of Natural Resources and
Environment Ho Chi Minh City, Viet Nam

Corresponding Author Email: ntnhan@hcmunre.edu.vn

Abstract:

To monitor the evolution of the increase in heat of the thermal environment in areas with rapid urban development, the article uses the form of visualizing the change in land surface temperature in Binh Duong province over 4 periods of time from 1995 to 2024 by building a WebGIS page thanks to the open source technology GeoServer combined with the PostgreSQL database management system that allows storing, managing and importing and exporting geospatial data. Experimental results show that the WebGIS interface built in the form of a Dashboard has created a friendly user experience with the most general overview of the components and functions of the Web page and is considered as a tool for managing land surface temperature information that is encoded visually in the form of displaying map layers and statistical charts. The WebGIS page in the article is used quite effectively in providing land surface temperature group information for each district in Binh Duong through the attribute query function and at the same time has the ability to integrate with spatial data to help quickly determine the location of the area to be searched on the map. Thereby, this WebGIS page is considered as a convenient tool and a premise to contribute to supporting the monitoring of the thermal environment in general and the monitoring and management of natural resources and the environment in particular in the context of current climate change.

Keywords: GeoServer, Thermal environment, Land surface temperature, Visualization, WebGIS

Submission received: 03/12/2024 Revised: 08/12/2024 Accepted: 09/12/2024 Published: 28/02/2025

1. Giới thiệu

Bình Dương là một trong những trung tâm công nghiệp lớn nhất khu vực phía Nam giữ vị trí và vai trò quan trọng trong nền kinh tế quốc dân của cả nước. Dưới tác động của



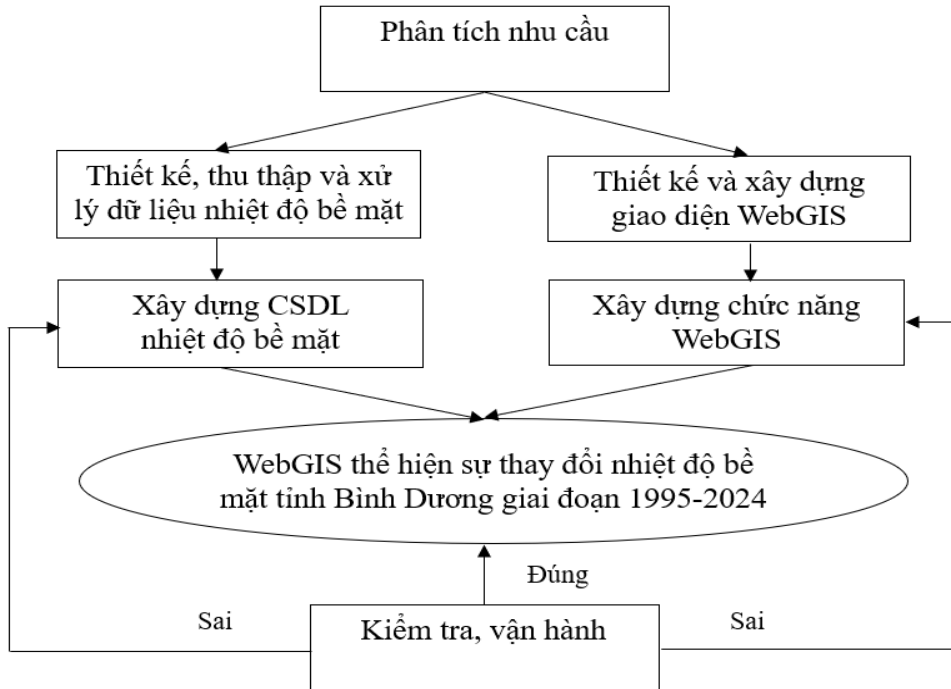
quá trình đô thị hóa và công nghiệp hóa đã làm cho mảng không gian xanh tại Bình Dương dần bị thu hẹp và ngược lại mở rộng diện tích các khu công nghiệp, khu đô thị [1]. Sự thay đổi của lớp phủ bề mặt đã tác động trực tiếp đến sự gia tăng môi trường nhiệt được minh chứng qua mối tương quan thuận giữa chỉ số nhiệt độ bề mặt LST (Land Surface Temperature) với chỉ số xây dựng IBI (Index-based Built-up Index) và mối tương quan nghịch giữa chỉ số LST với chỉ số NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) [2]. Mặt khác, nhiệt độ bề mặt tại tỉnh Bình Dương có xu hướng ngày càng gia tăng qua giai đoạn 1995-2024 và nhiệt độ cao chủ yếu phân bố tập trung ở các khu đô thị, khu công nghiệp của các thành phố lớn, nhỏ như TP Thủ Dầu Một, TP Dĩ An, TP Thuận An, TP Tân Uyên hay thị xã Bến Cát và huyện Bàu Bàng [2,3]. Qua đó cho thấy môi trường nhiệt độ bề mặt tỉnh Bình Dương ngày càng gia tăng và lan toả trong phạm vi rộng lớn, đây được xem là vấn đề cấp bách cần được quan tâm trong bối cảnh Trái Đất ngày càng nóng lên, nhiệt độ bề mặt đã trở thành một trong những thông tin quan trọng trong công tác quản lý tài nguyên môi trường và giám sát biến đổi khí hậu khi mà sự thay đổi nhiệt độ bề mặt tại các khu đô thị, khu công nghiệp đã phần nào phản ánh được quá trình đô thị hóa tại các khu vực đó.

Hiện nay đã có nhiều trang Web được xây dựng với mục đích cung cấp hoặc dự báo về thông tin thời tiết, trong đó có thông tin về nhiệt độ. Tuy nhiên, khả năng cung cấp thông tin về nhiệt độ nói chung và nhiệt độ bề mặt nói riêng của những trang Web này đều bị giới hạn ở việc chỉ thể hiện giá trị nhiệt độ tại các trạm quan trắc riêng lẻ với số lượng rất ít, do đó gây khó khăn cho người dùng có nhu cầu tra cứu giá trị nhiệt độ tại khu vực quan tâm. Tận dụng khả năng kết nối toàn cầu của Internet và thế mạnh của hệ thống thông tin địa lý (GIS) trong xử lý và phân tích dữ liệu không gian. Cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ, GIS được phát triển theo khuynh hướng mạng lưới Network tích hợp với nền tảng Web để xây dựng hệ thống WebGIS. Ngày nay WebGIS không chỉ mang đến khả năng chia sẻ thông tin địa lý một cách dễ dàng và tiện lợi trên môi trường Internet mà còn cho phép người dùng xây dựng các chức năng GIS chạy trực tuyến trên nền tảng Web như hiển thị bản đồ, truy vấn dữ liệu hay phân tích không gian nhưng không cần đến các phần mềm chuyên dụng [4] như ArcMap, ArcGIS Pro, QGIS, Mặt khác, công nghệ mã nguồn mở được tận dụng để xây dựng WebGIS, trong đó là GeoServer hỗ trợ kết nối dữ liệu không gian địa lý có sẵn tới Web nhờ sử dụng chuẩn mở OGC (Open Geospatial Consortium) cho phép công bố, chia sẻ dữ liệu và nhiều tiện ích khác như hỗ trợ nhập xuất dữ liệu dưới nhiều định dạng (shapefile, GeoJSON, JSON, GeoTiff, ...), đồng thời hỗ trợ hiển thị style của dữ liệu địa lý dưới dạng Styled Layer Descriptor (*.SLD) [5,6]. Qua đó công nghệ mã nguồn mở GeoServer là một sự lựa chọn tối ưu vừa giúp tiết kiệm chi phí vừa hiệu quả trong quá trình thiết kế, xây dựng, vận hành và kiểm soát hệ thống Web.

Chính vì thế, bài báo sử dụng công nghệ GeoServer để xây dựng WebGIS với mục tiêu trực quan sự thay đổi nhiệt độ bề mặt tại 4 thời điểm 1995, 2004, 2015, 2024 góp

phần hỗ trợ cung cấp thông tin môi trường nhiệt độ bề mặt tại tỉnh Bình Dương với chức năng hiển thị các lớp dữ liệu nhiệt, tra cứu nhóm nhiệt độ bề mặt theo từng khu vực và thống kê nhiệt độ bề mặt theo từng thời điểm.

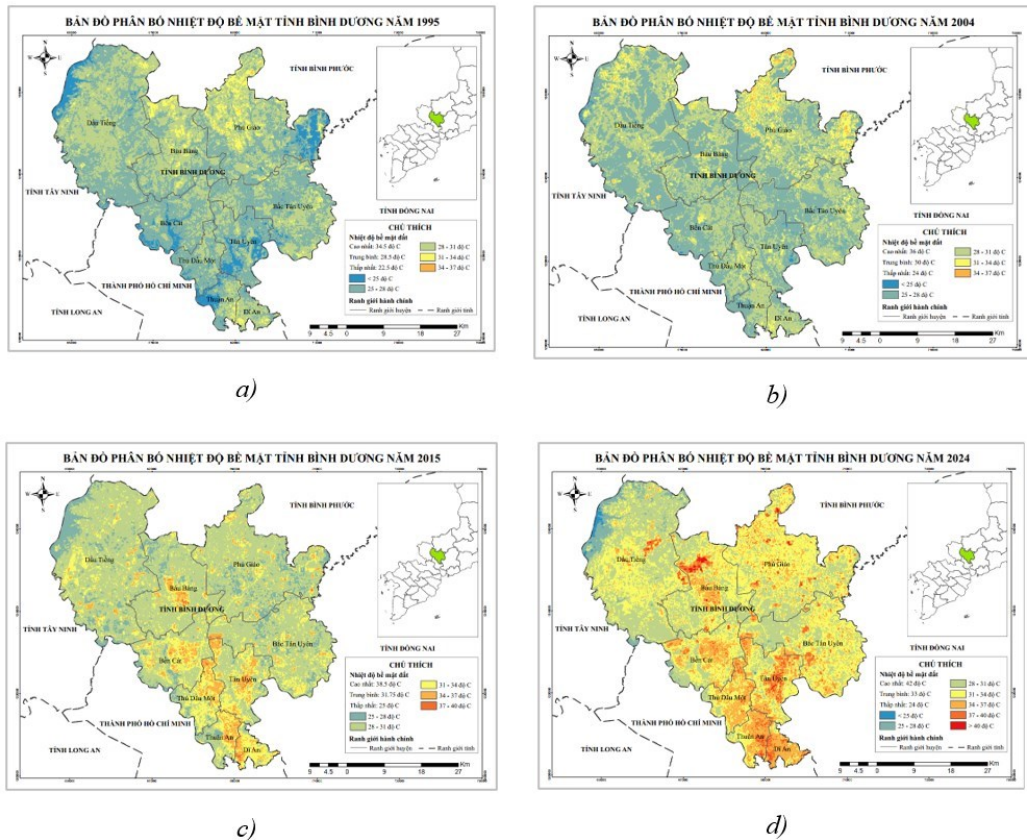
2. Phương pháp nghiên cứu



Hình 1. Quy trình thực hiện

Bài báo thực hiện xây dựng trang WebGIS bằng các công nghệ mã nguồn mở để trực quan hoá sự thay đổi nhiệt độ bề mặt trên địa bàn tỉnh Bình Dương giai đoạn 1995-2024, cụ thể trực quan hoá được thể hiện thông qua hình thức bản đồ có đặc điểm mô tả phân bố không gian nhiệt độ bề mặt qua 4 thời điểm 1995, 2004, 2015, 2024 và cũng như cung cấp thông tin nhóm giá trị nhiệt độ bề mặt thông qua chức năng truy vấn hay hiển thị biểu đồ thống kê. Bên cạnh đó, WebGIS được xây dựng dưới dạng Dashboard nhằm tạo một môi trường Web thân thiện, bao quát giúp người dùng dễ tiếp cận và sử dụng. Căn cứ vào nhu cầu đó, trang WebGIS được xây dựng thông qua các bước cơ bản trong sơ đồ hình 1.

Trong nghiên cứu này, sử dụng phương pháp thu thập và kế thừa dữ liệu nhiệt độ bề mặt tỉnh Bình Dương qua 4 thời điểm 1995, 2004, 2015, 2024 (Hình 2) từ kết quả tính toán chỉ số nhiệt độ bề mặt LST trên kênh hồng ngoại nhiệt của ảnh vệ tinh Landsat 5,8,9 bằng nền tảng điện toán đám mây Google Earth Engine của bài báo “Ứng dụng Google Earth Engine theo dõi nhiệt độ bề mặt trong quá trình đô thị hoá tại tỉnh Bình Dương giai đoạn 1995-2024” [2] và độ chính xác của dữ liệu được đánh giá khá cao với sai số RMSE rất thấp [3].



Hình 2. Bản đồ nhiệt độ bề mặt tại thời điểm 1995 (a), 2004 (b), 2015 (c) và 2024 (d)

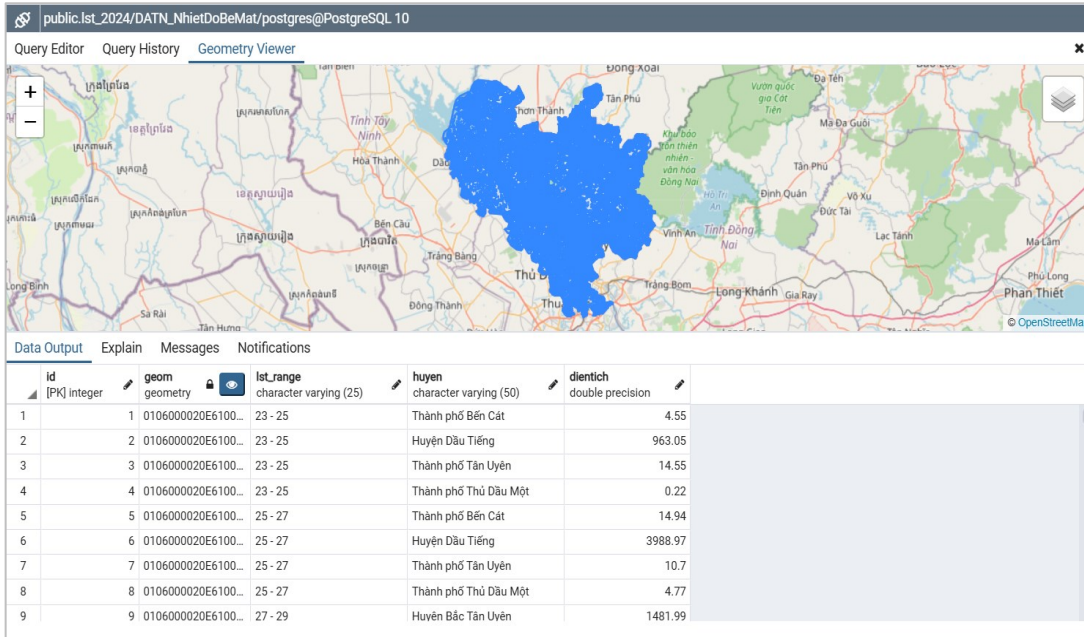
Trên cơ sở ứng dụng GEE để trích xuất giá trị nhiệt độ bề mặt từ ảnh Landsat [2], bài báo sử dụng phương pháp xử lý dữ liệu nhằm hỗ trợ trực quan dữ liệu nhiệt độ bề mặt như tiến hành phân nhóm nhiệt theo khoảng chia đều là 2 độ (từ 23 độ C đến 41 độ C) và đồng thời nghiên cứu khả năng của WebGIS trong việc thể hiện dữ liệu nhiệt độ bề mặt liên tục trên diện rộng, bài báo đặt ra các yêu cầu đơn giản về cấu trúc dữ liệu nhiệt độ bề mặt Bình Dương tại 4 thời điểm bao gồm các thông tin về các nhóm giá trị nhiệt độ bề mặt và theo ranh giới hành chính cấp huyện cùng với diện tích tương ứng của từng nhóm nhiệt được xử lý trên phần mềm ArcMap (Bảng 1).

Bảng 1. Cấu trúc dữ liệu nhiệt độ bề mặt

Trường thuộc tính	Kiểu dữ liệu	Độ dài	Mô tả
LST_range	Text	20	Giá trị nhiệt độ bề mặt được phân nhóm
Huyen	Text	50	Huyện/thành phố chứa vùng nhiệt độ bề mặt
DienTich	Float	10	Diện tích của vùng nhiệt độ bề mặt

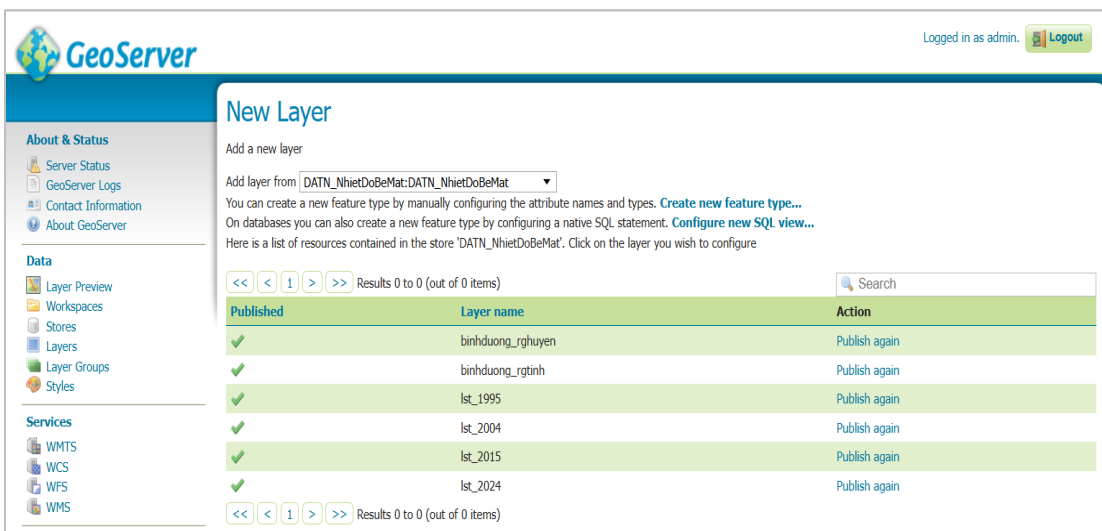
Các lớp dữ liệu nhiệt sau khi được xử lý, tiến hành xây dựng cơ sở dữ liệu trên hệ quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ đối tượng PostgreSQL có khả năng lưu trữ, quản lý, cập nhật, truy vấn và phân tích dữ liệu không gian nhiệt độ bề mặt (Hình 3). Nhờ vào PostGIS là cơ sở dữ liệu không gian mở rộng được tích hợp trong PostgreSQL [6] và được cài đặt sẵn trên phần mềm QGIS cho phép người dùng có thể kết nối dễ dàng với Database để

import trực tiếp các lớp dữ liệu không gian địa lý vào hệ quản trị với tham chiếu không gian theo hệ toạ độ địa lý quốc tế (WGS84) với SRID: 4326 (Spatial Reference Identifier).



Hình 3. Dữ liệu nhiệt độ bề mặt thời điểm 2024 trên PostgreSQL

Mặt khác, để hiển thị các lớp dữ liệu nhiệt độ bề mặt vào trang WebGIS cần tiến hành quá trình Publish dữ liệu không gian địa lý từ hệ quản trị PostgreSQL sang công nghệ mã nguồn mở GeoServer nhằm mục đích kết nối các lớp dữ liệu theo các chuẩn mở như Web Map Server (WMS) để tạo bản đồ dưới dạng ảnh và phản hồi các truy vấn của Web Map Client về nội dung bản đồ (Hình 4). Đồng thời hỗ trợ hiển thị các kiểu style của dữ liệu dưới dạng (*.sld) được xuất từ phần mềm QGIS.

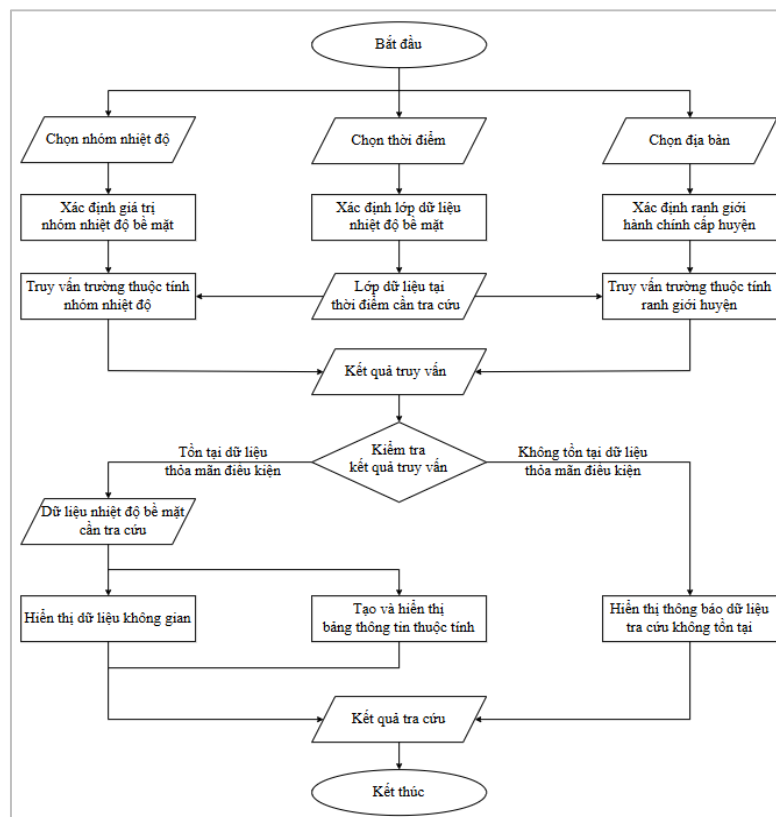


Hình 4. Công nghệ GeoServer

Song song đó, phương pháp lập trình thiết kế và xây dựng giao diện Web được bài báo sử dụng với ngôn ngữ HTML (Hyper Text Markup Language), CSS (Cascading Style

Sheets), JavaScript kết hợp thư viện Framework mã nguồn mở Bootstrap giúp định hình bố cục và định dạng màu sắc, hình dạng, kích thước, ... một cách nhanh chóng cho các thành phần của Web. Một số công cụ tương tác cơ bản với bản đồ như phóng to/thu nhỏ, di chuyển bản đồ hay bật tắt điều khiển các lớp dữ liệu và hiển thị bản đồ nền được sự hỗ trợ bởi thư viện mã nguồn mở Leaflet và các tiện ích Plugins [5]. Bên cạnh đó, để hiển thị các lớp dữ liệu chuyên đề, bài báo sử dụng hàm `L.tileLayer.betterWms()` và `addLayer()` của thư viện Leaflet với sự hỗ trợ của ngôn ngữ JavaScript và chuẩn mở WMS (Web Map Service) để đưa dữ liệu nhiệt độ bề mặt (4 thời điểm) đã được thiết lập kiểu hiển thị từ GeoServer lên trên phần bản đồ của Web.

Mặt khác, chức năng tra cứu, truy vấn thông tin nhiệt độ bề mặt được xây dựng bởi các hàm, toán tử của PostGIS có khả năng hỗ trợ xử lý các đối tượng địa lý [6] kết hợp với ngôn ngữ truy vấn SQL (Structured Query Language) cho phép tìm kiếm thuộc tính theo điều kiện cho trước như xác định thời điểm truy vấn, khu vực ranh giới và nhóm nhiệt độ tương ứng được thể hiện qua sơ đồ giải thuật hình 5. Đồng thời ngôn ngữ lập trình PHP (Hypertext Preprocessor) có nhiệm vụ thực thi các lệnh truy vấn, lấy dữ liệu từ Database, trả kết quả tìm được về phía Server và hỗ trợ hiển thị, cập nhật trực tiếp kết quả vào trang Web bằng kỹ thuật AJAX (Asynchronous Javascript and XML) – đây là phương thức trao đổi dữ liệu với Server mà không cần reload lại toàn bộ trang Web. Kết quả truy vấn sẽ hiển thị thông tin nhóm nhiệt độ bề mặt theo các điều kiện đã chọn và có sự kết nối với phần dữ liệu không gian giúp xác định vị trí trong không gian.



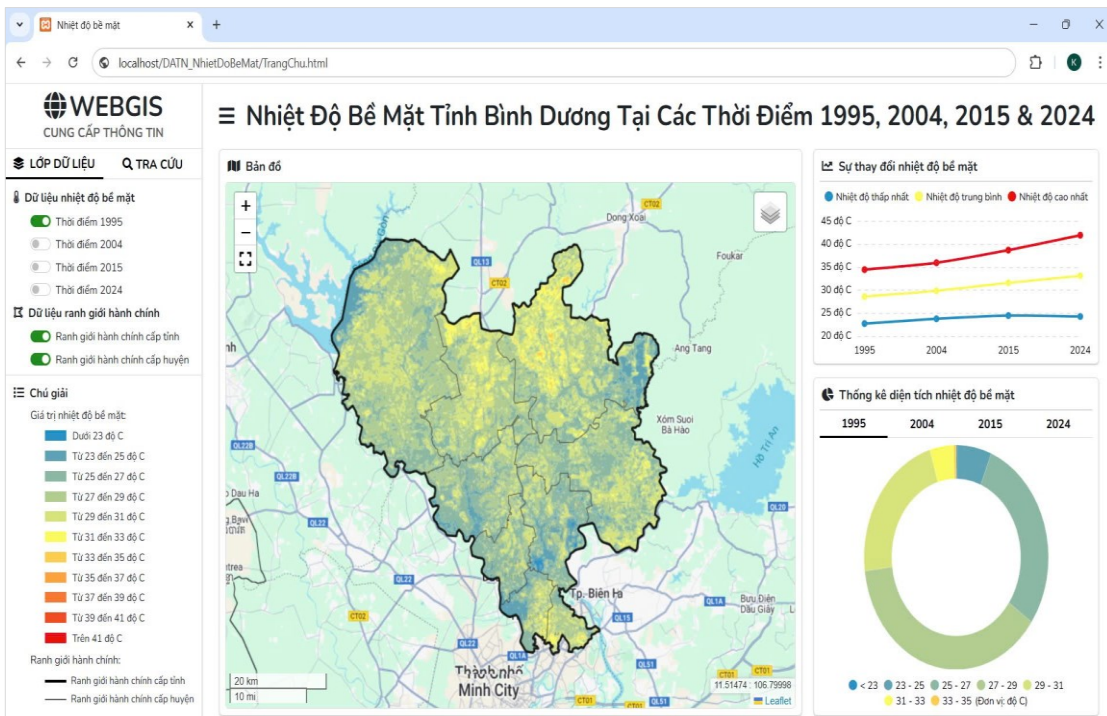
Hình 5. Sơ đồ thuật toán chức năng tra cứu dữ liệu nhiệt độ bề mặt

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

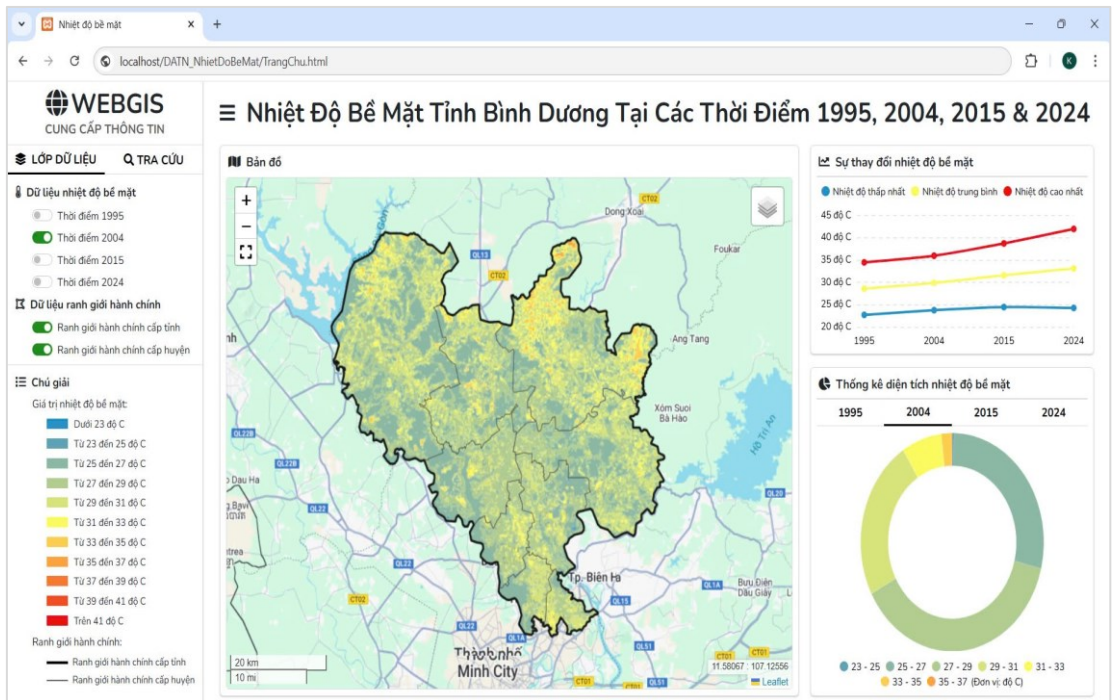
3.1. Kết quả nghiên cứu

3.1.1. Kết quả xây dựng giao diện và chức năng hiển thị, thống kê dữ liệu nhiệt độ bề mặt

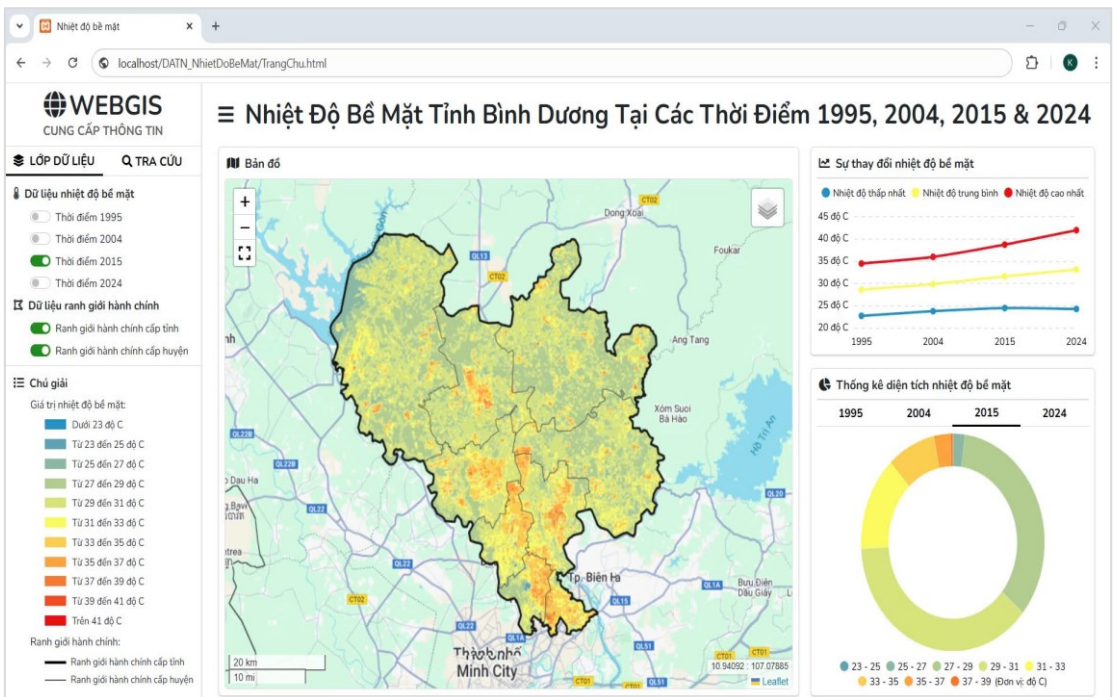
Trang WebGIS được xây dựng dưới dạng Dashboard bao gồm bảng điều khiển, phần bản đồ và phần thống kê hỗ trợ cung cấp thông tin nhiệt độ bề mặt tại tỉnh Bình Dương qua 4 thời điểm được minh họa qua hình 6,7,8 và 9. Với chức năng hiển thị bất tất các lớp nhiệt theo từng thời điểm cho thấy sự thay đổi về phân vùng trong không gian của các nhóm nhiệt độ trên địa bàn tỉnh Bình Dương. Đồng thời chức năng thống kê được thể hiện thông qua các biểu đồ, trong đó, biểu đồ đường mô tả sự thay đổi của giá trị nhiệt độ thấp nhất, trung bình và cao nhất giữa các thời điểm. Biểu đồ bánh (Doughnut Chart) cũng được sử dụng để thống kê diện tích theo các nhóm nhiệt độ qua từng thời điểm, từ đó cho thấy sự gia tăng nhiệt độ bề mặt theo thời gian xảy ra khá mạnh mẽ tại Bình Dương. Cụ thể trong giai đoạn 1995 – 2004 (Hình 6,7), nhiệt độ bề mặt dao động từ dưới 25°C đến 37°C, trong đó các khu vực có nhiệt độ hơn 31°C chủ yếu tập trung tại phía Bắc huyện Bàu Bàng và Phú Giáo với tổng diện tích vào thời điểm 1995 là 9.546,94ha và tăng lên đến 14.561,27ha vào thời điểm 2004. Ngược lại, các khu vực phía Nam và Tây Bắc huyện Dầu Tiếng cùng với phía Tây Nam huyện Bến Cát, Thủ Dầu Một và Thuận An có nhiệt độ thấp hơn bởi gần hồ Dầu Tiếng và sông Sài Gòn chảy dọc theo ranh giới phía Tây [2,3].



Hình 6. Nhiệt độ bề mặt tỉnh Bình Dương tại thời điểm 1995



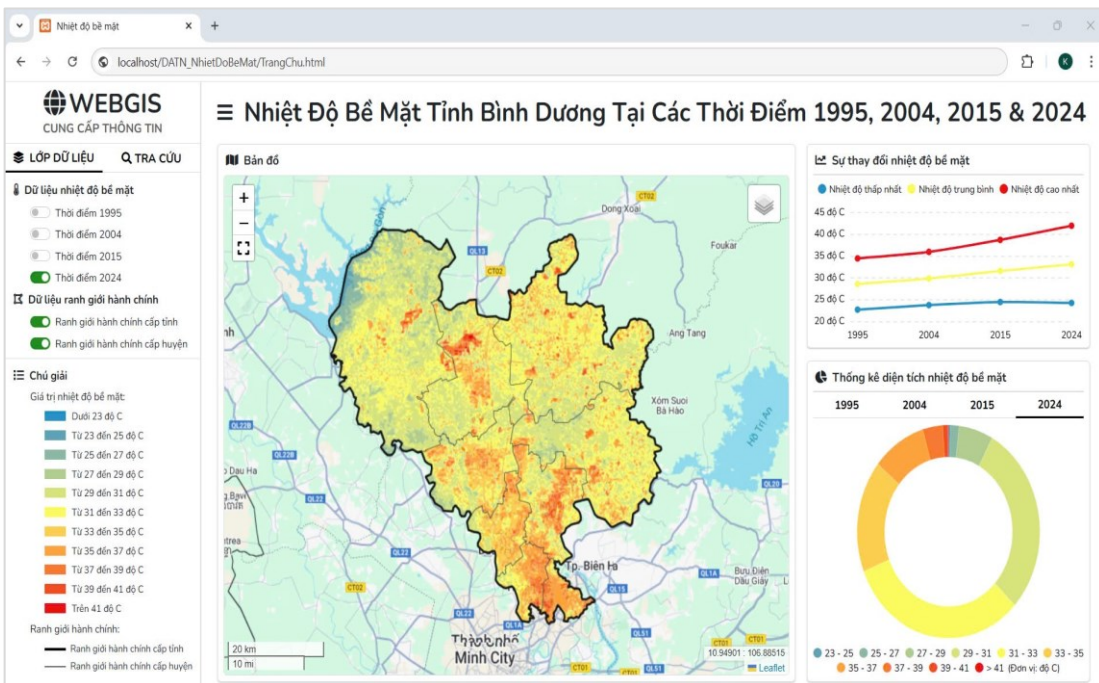
Hình 7. Nhiệt độ bề mặt tỉnh Bình Dương tại thời điểm 2004



Hình 8. Nhiệt độ bề mặt tỉnh Bình Dương tại thời điểm 2015

Tuy nhiên, vào giai đoạn 2015 – 2024 (Hình 8,9) xảy ra xu hướng gia tăng nhiệt độ bề mặt từ 37°C đến hơn 41°C chủ yếu phân bố tại các khu dân cư, khu đô thị và khu công nghiệp, khu công nghệ cao. Điển hình, tại phía Bắc và Đông Bắc của thành phố Thủ Dầu Một có nhiệt độ cao từ 31°C đến 39°C, chiếm 62,7% diện tích địa bàn của thành phố.

Sự gia tăng nhiệt độ tiếp diễn xảy ra hầu hết các huyện khác như phía Bắc, Đông Bắc của Thuận An, phía Tây Nam của Dĩ An, trung tâm của Tân Uyên, Bến Cát và Bàu Bàng. Vào thời điểm 2024, nhiệt độ bề mặt ngày càng tăng cao hơn 39°C tại các khu vực có nhiều khu công nghiệp như thành phố Bến Cát, huyện Bàu Bàng và Phú Giáo, đồng thời có chiều hướng ngày càng lan rộng về phía Nam giáp với thành phố Hồ Chí Minh, nơi tập trung giao thoa phát triển kinh tế của các thành phố lớn nhỏ như Thủ Dầu Một, Dĩ An, Thuận An, Tân Uyên và Bến Cát, nổi bật nhất là sự xuất hiện của nhóm nhiệt độ rất cao lên đến hơn 41°C, trong đó, huyện Bàu Bàng chiếm 64,6% diện tích (205,29ha) của nhóm nhiệt độ này, nhiều nhất trong tất cả các huyện và thành phố trên địa bàn tỉnh [2,3].



Hình 9. Nhiệt độ bề mặt tỉnh Bình Dương tại thời điểm 2024

3.1.2. Kết quả xây dựng chức năng truy vấn thông tin nhóm nhiệt độ bề mặt

Ngoài ra, trang WebGIS còn có chức năng tra cứu dữ liệu nhiệt độ bề mặt theo từng thời điểm, theo từng nhóm nhiệt độ và theo từng huyện khác nhau (hình 10) giúp dễ dàng truy vấn và cung cấp nhanh chóng thông tin nhiệt độ bề mặt cho người dùng. Kết quả truy vấn được thể hiện dưới dạng bảng mô tả thông tin cần thiết về nhóm nhiệt, khu vực, diện tích vùng của nhiệt và đồng thời có sự liên kết dữ liệu không gian thông qua việc tự động phóng to khu vực được tìm, cho phép xác định sự phân bố cũng như vị trí khu vực (vùng màu đỏ) có nhóm nhiệt từ 35 độ đến 37 độ C tại thành phố Bến Cát (minh họa hình 11).

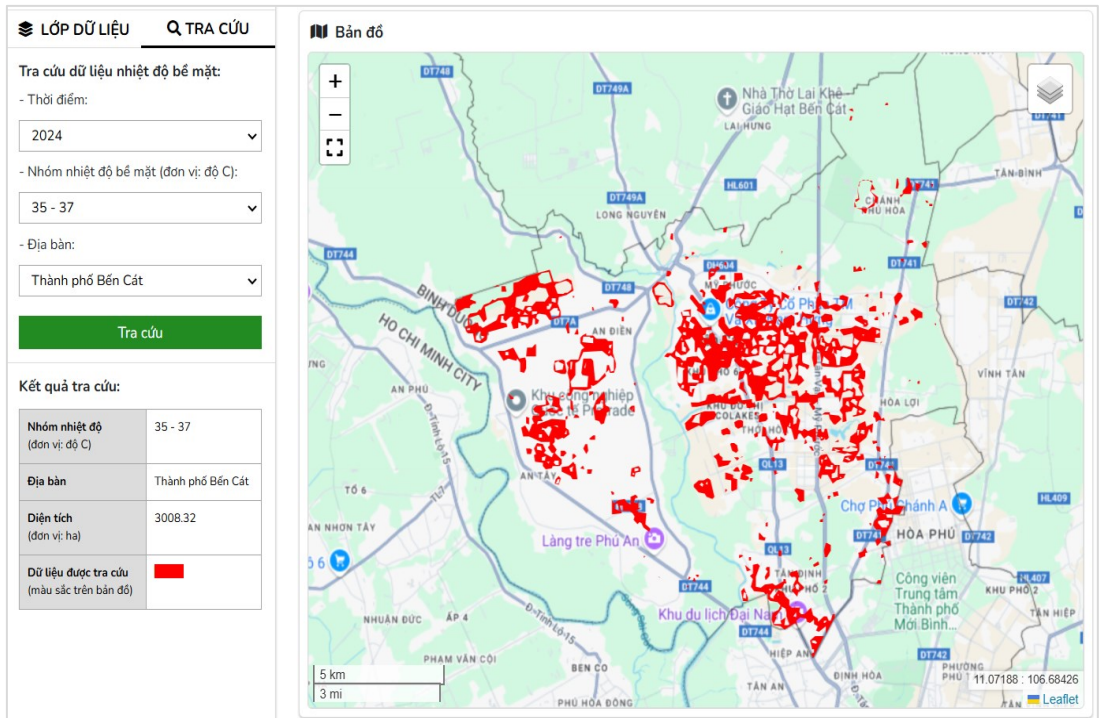
Form (a): Thời điểm: 1995; Nhóm nhiệt độ bề mặt (đơn vị: độ C): < 23; Địa bàn: Huyện Bắc Tân Uyên. **Form (b):** Thời điểm: 1995; Nhóm nhiệt độ bề mặt (đơn vị: độ C): < 23; Địa bàn: Huyện Bắc Tân Uyên. **Form (c):** Thời điểm: 1995; Nhóm nhiệt độ bề mặt (đơn vị: độ C): < 23; Địa bàn: Huyện Bắc Tân Uyên.

a)

b)

c)

Hình 10. Điều kiện tra cứu theo thời điểm (a), nhóm nhiệt độ (b) và địa bàn (c)



Hình 11. Kết quả tra cứu nhiệt độ bề mặt

3.2. Thảo luận

Qua trực quan hoá sự thay đổi nhiệt độ bề mặt giai đoạn 1995-2024 bằng ứng dụng WebGIS cho thấy môi trường nhiệt tăng có xu hướng ngày càng mở rộng tại phía Nam tỉnh Bình Dương là nơi giao thoa phát triển kinh tế của các vùng đô thị [2]. Mặt khác, chức năng tra cứu dữ liệu nhiệt độ bề mặt được xây dựng cho WebGIS hoạt động đúng



theo sơ đồ thuật toán hình 5. Nhờ vào biểu mẫu đơn giản cùng những gợi ý dễ hiểu, trang WebGIS này có thể được người dân địa phương tiếp cận một cách dễ dàng như sử dụng chức năng tra cứu để tìm kiếm thông tin nhiệt độ bề mặt mong muốn một cách nhanh chóng. Qua đó, người dùng có thể dễ dàng nắm bắt vị trí không gian và diện tích của từng nhóm nhiệt độ tại từng khu vực vào các thời điểm khác nhau. Tuy nhiên, chức năng vẫn còn hạn chế khi chưa sử dụng được hàm phân tích chồng lớp (ST_Intersection) trong quá trình truy vấn dữ liệu từ PostgreSQL để xác định địa bàn chứa nhóm nhiệt độ dẫn đến bài báo phải xây dựng trường thuộc tính địa bàn (huyen) cho lớp dữ liệu. Để trực quan sinh động hơn cần thu thập và bổ sung các lớp dữ liệu nền khác như lớp dân cư, đô thị, lớp khu công nghiệp, lớp không gian xanh, ... để từ đó giúp người dùng có cái nhìn tổng quan hơn nữa về sự thay đổi môi trường nhiệt dựa trên các lớp phủ bề mặt nhằm hướng đến mục đích cân bằng hệ sinh thái, cảnh quan đô thị góp phần cải thiện môi trường xanh trong bối cảnh biến đổi khí hậu hiện nay.

4. Kết luận

Tận dụng khả năng truy vấn, phân tích và cũng như chia sẻ thông tin dữ liệu không gian địa lý trên nền tảng Web được xây dựng bằng công nghệ mã nguồn mở, bài báo đã xây dựng thành công trang WebGIS với chức năng hiển thị các lớp dữ liệu nhiệt độ bề mặt cho phép truy vấn thông tin nhiệt theo từng thời điểm, từng nhóm nhiệt và từng huyện tại tỉnh Bình Dương. Kết quả trực quan hoá dữ liệu nhiệt độ bề mặt bằng việc ứng dụng WebGIS cho thấy rõ môi trường nhiệt có xu hướng gia tăng qua mỗi năm và nhiệt độ cao chủ yếu phân bố tập trung ở các khu đô thị, khu công nghiệp của các thành phố lớn nhỏ như TP Thủ Dầu Một, TP Dĩ An, TP Thuận An, TP Tân Uyên hay thị xã Bến Cát và huyện Bàu Bàng. Mặt khác, giao diện WebGIS được thiết kế xây dựng dưới dạng Dashboard đã đem lại cái nhìn tổng quát giúp dễ dàng tiếp cận đến đa số người dùng cho phép tra cứu thông tin nhiệt độ bề mặt nhằm xác định vị trí không gian cũng như sự phân bố các nhóm nhiệt. Trang WebGIS này được xem như là một công cụ tiện ích vừa là tiền đề góp phần hỗ trợ theo dõi môi trường nhiệt nói chung và giám sát quản lý tài nguyên thiên nhiên, môi trường nói riêng.

Cam kết của các tác giả

Tất cả các tác giả có tên trong bài báo cam kết sự đồng thuận và không có xung đột lợi ích trong công bố khoa học tại bài báo này.

Tài liệu tham khảo

- [4] Tô Thị Bích Nga, Trần Hoàng Đăng Khoa, Nguyễn Cao Hanh, Phạm Việt Hòa, Hồ Đình Duẩn. “Nghiên cứu tác động của thay đổi lớp phủ bề mặt đất lên nhiệt độ bề mặt – trường hợp điển hình của thành phố Thủ Dầu Một tỉnh Bình Dương”. *Tạp chí Khoa học – Trường Đại học Sư phạm TP Hồ Chí Minh*. Trang 124-131, 2018.
- [5] Tô Nguyễn Nhật Khôi, Nguyễn Trọng Nhân. “Ứng dụng Google Earth Engine theo dõi nhiệt độ bề mặt trong quá trình đô thị hoá tại tỉnh Bình Dương giai đoạn 1995-2024”. *Kỷ yếu hội thảo ứng dụng GIS toàn quốc năm 2024*. Trang 386-380, 2024.
- [6] Nguyễn Trọng Nhân, Tô Nguyễn Nhật Khôi, Lê Thiên Bảo. “Lập trình GIS xây dựng công cụ theo dõi nhiệt độ bề mặt tại tỉnh Bình Dương giai đoạn 1995-2024 bằng chuỗi ảnh Landsat”. *Tạp chí Trắc địa - Bản đồ. Tập 10, Số 02 (6/2024)*. Trang 35-43, 2024.



- [7] Lê Văn Thạnh, Trương Chí Quang, Võ Quang Minh và Trần Lê. “Ứng dụng công nghệ WebGIS quản lý dữ liệu thủy lợi tại thành phố Cần Thơ”. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. Trang 39 – 47, 2014.
- [8] Nguyễn Trọng Nhân, Lê Thiên Bảo. “Xây dựng công cụ và hệ thống giám sát đất nhiễm mặn tại tỉnh Bến Tre”. *Tạp chí khí tượng thủy văn 2024*. Trang 87-95, 2024.
- [9] Đậu Thanh Bình, Nguyễn Như Hùng, Đỗ Văn Dương. “Ứng dụng WebGIS mã nguồn mở trong quản lý tài nguyên: Nghiên cứu điển hình tại khu vực Quỳnh Hợp, Nghệ An”. *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi Trường*. Trang 70–79, 2020.

Article © 2024 by Magazine of Geodesy - Cartography is licensed under [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

