



ISSN: 2615-9481

HỘI TRẮC ĐỊA - BẢN ĐỒ - VIỄN THÁM VIỆT NAM
VIETNAM ASSOCIATION OF GEODESY, CARTOGRAPHY AND REMOTE SENSING
www.geocartagis.org, geocartagis@gmail.com

Tap chí

TRẮC ĐỊA - BẢN ĐỒ



Magazine

GEODESY – CARTOGRAPHY



Tập 12, số 02, năm 2026
Volume 12, Issue 02, 2026

Xuất bản hai tháng một kỳ - Published every two months

DANH SÁCH BAN BIÊN TẬP

Tổng biên tập
Phó Tổng biên tập
Trưởng Ban biên tập

| | | |
|-----------------|----------|--|
| Đặng Hùng Võ | GS. TSKH | Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam |
| Vũ Văn Chất | TS | Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam |
| Đặng Thanh Tùng | TS | Trường Đại học TN&MT Hà Nội |

CÁC ỦY VIÊN BAN BIÊN TẬP

| | | |
|-------------------------------|----------|--|
| Hoàng Ngọc Hà | GS. TSKH | Trường Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội |
| Tamara Vasilievna Vereshchaka | GS. TSKH | Đại học tổng hợp Trắc địa Bản đồ Quốc gia Matxcova - Liên Bang Nga |
| Võ Chí Mỹ | GS. TS | Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam |
| Huỳnh Xuân Hiệp | GS. TS | Đại học Cần Thơ |
| Phạm Quý Nhân | GS. TS | Viện Tài nguyên môi trường nước |
| Jurakulov Doniyor Ochilovich. | GS. TS | Đại học Kiến trúc và Xây dựng Quốc gia Samarkand, Uzbekistan. |
| Armando Apan | GS. TS | Đại học tổng hợp Nam Queensland, Liên Bang Úc |
| Nguyễn Chu Hồi | PGS. TS | Hội Nghề cá Việt Nam |
| Trần Đình Kiên | PGS. TS | Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam |
| Nguyễn Trường Xuân | PGS. TS | Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam |
| Phạm Văn Cự | PGS. TS | Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam |
| Lê Trung Chon | PGS. TS | Trường Đại học TN&MT TP Hồ Chí Minh |
| Đào Đình Châm | PGS. TS | Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam |
| Trịnh Lê Hùng | PGS. TS | Học viện Kỹ thuật quân sự |
| Nguyễn Thanh Chương | PGS. TS | Trường Đại học Giao thông vận tải Hà Nội |
| Trần Quốc Vinh | PGS. TS | Học viện nông nghiệp Việt Nam |
| Phí Trường Thành | PGS. TS | Trường Đại học TN&MT Hà Nội |
| Nguyễn Văn Sáng | PGS. TS | Trường Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội |
| Bùi Thị Kiên Trinh | PGS. TS | Trường Đại học Thủy Lợi |
| Nguyễn Tiền Giang | PGS. TS | Trường Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQGHN |
| Nguyễn Quang Tuấn | PGS. TS | Viện Chuyển đổi số và học liệu - Đại học Huế |
| Lê Minh | TS | Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam |
| Trần Tuấn Ngọc | TS | Cục Viễn thám Quốc gia |
| Khuong Văn Long | TS | Đoàn Đo đạc hải đồ và Nghiên cứu biển/Bộ Tư lệnh Hải Quân |
| Doãn Hà Thắng | TS | Ủy ban Vũ trụ Việt Nam |
| Trần Hoàng Vũ | TS | Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật Đà Nẵng |
| Phạm Xuân Hoàn | TS | Cục Tác chiến, Bộ Tổng tham mưu |
| Bùi Quang Hưng | TS | Đại học Quốc gia Hà Nội |
| Trương Quang Hiền | TS | Đại học Quy Nhơn |
| Đặng Tuyết Minh | TS | Trường Đại học Thủy Lợi |
| Phạm Anh Tuấn | TS | Trường Đại học TN&MT Hà Nội |
| Hà Minh Cường | TS | Viện Công nghệ Hàng không Vũ trụ, TĐHCN, ĐHQGHN |
| Trần Văn Trường | TS | Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN |

BAN THƯ KÝ

| | | | |
|-------------------|-------------------|-----|---|
| Trưởng Ban | Hoàng Anh Thế | TS | Đại học Vinh, Viện Nông nghiệp và Tài nguyên |
| Thư ký | Nguyễn Viết Thuận | Ths | Viện Các Khoa học Trái đất/ Viện HLKH&CN Việt Nam |

BAN TRỊ SỰ

| | | | |
|-------------------|----------------------|-----|--|
| Trưởng Ban | Nguyễn Thị Bích Ngọc | Ths | Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam |
| Ban trị sự | Đỗ Như Hiệp | Ths | Trường Đại học TN&MT Hà Nội |

THỰC HIỆN IN TẠI:

CÔNG TY TNHH THƯƠNG MẠI VÀ DỊCH VỤ IN PHƯƠNG NAM



GIỚI THIỆU TẠP CHÍ TRẮC ĐỊA – BẢN ĐỒ

| | |
|--------------------------------------|--|
| TÊN GỌI | Tạp chí Trắc địa – Bản đồ |
| CƠ QUAN CHỦ QUẢN | Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam |
| HỘI ĐỒNG GIÁO SƯ NHÀ NƯỚC | Hội đồng giáo sư nhà nước công nhận ngày 11/7/2025 theo Quyết định số 26/QĐ-HDGSNN ngày 11/7/2025 |
| CHUYÊN NGÀNH | Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám |
| GIẤY PHÉP XUẤT BẢN | 437/GP-BTTTT ngày 12/9/2017 của Bộ Thông tin và truyền thông Công văn số 5218/BTTTT- CBC ngày 03/12/2024 về in 96 trang |
| CHU KỲ XUẤT BẢN | 6 số một năm, 2 tháng một kỳ |
| NGÔN NGỮ | Việt Nam, có Tóm tắt tiếng Anh Số đặc biệt 150 trang bằng tiếng Anh, xuất bản tháng 12/2025 (theo công văn số 1439/BTTTT- CBC ngày 10/9/2025) |
| NĂM THÀNH LẬP | 18/05/2001 Quyết định số 03/QĐ-TĐBĐVT của Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam |
| MÃ SỐ THUẾ | 0101257467 cấp ngày 11/07/2002 |
| ISSN | 2615-9481 |
| TRANG WEB | www.geocartagis.org |
| EMAIL | geocartagis@gmail.com tc.geocartagis@gmail.com |
| VJOL | https://vjol.info.vn/index.php/tapchi-VUSTA/issue/archive |
| TRỤ SỞ | Số 2, Đặng Thùy Trâm, phường Nghĩa Đô, TP. Hà Nội |
| VĂN PHÒNG | Số 45, Nguyễn Trãi, phường Khương Đình, TP. Hà Nội |
| ĐIỆN THOẠI | 0913345919 0983344468 |
| TÀI KHOẢN | 1461536868 |
| NGÂN HÀNG | Ngân hàng TMCP ngoại thương Việt Nam, CN Thanh Xuân |
| QUỐC TẾ | Tài liệu tạp chí phát hành rộng rãi theo giấy phép của Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) |



MỤC LỤC

- VIỄN THÁM – UAV**
Remote Sensing – UAV
1. So sánh hiệu quả các thuật toán Random Forest, SVM và Naive Bayes trong phân loại lớp phủ bề mặt sử dụng dữ liệu Sentinel-2 trên Google Earth Engine: Trường hợp nghiên cứu tại khu vực Thái Nguyên, Việt Nam 05
Lê Duy Thành, Trịnh Thị Hoài Thu,
Bùi Thị Hồng Thắm, Trịnh Thị Loan
 2. Ứng dụng dữ liệu viễn thám đa cảm biến thành lập bản đồ lớp phủ đất tại hệ sinh thái rừng ngập mặn cần giờ, tp. hồ chí minh 20
Phạm Thị Mai Thy, Trương Nhật Kiều Thi,
Emiliana Valentini, Lâm Đạo Nguyên
 3. Xây dựng dịch vụ web định vị và truy vấn thông tin ảnh vệ tinh trong kho dữ liệu lớn 32
Đào Khánh Hoài, Trương Văn Tuấn, Trần Thị Tuyết Vinh
- TRẮC ĐỊA – ĐỊNH VỊ**
Geodesy - GNSS
4. Các phương pháp theo dõi biến dạng của công trình kỹ thuật 41
Jurakulov Doniyor Ochilovich, Pimazarov Islom Mardonovich
- BẢN ĐỒ - GIS**
Maps - GIS
5. Đánh giá ảnh hưởng của khai thác cát đến biến đổi hình thái lòng dẫn và ổn định bờ sông Hậu khu vực Long Xuyên – Chợ Mới bằng mô hình MIKE 21 và Geo-Slope 50
Phạm Đức Hùng, Phạm Thị Thu Hằng, Bùi Thị Bảo Anh,
Nguyễn Thị Nhân, Phan Kiều Ngân,
Trần Thị Thúy Hương, Nguyễn Thùy Linh
- QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI,**
LĨNH VỰC KHÁC
Land Administration
and Other
6. Đánh giá thực trạng công tác cấp giấy chứng nhận quyền sử dụng đất, quyền sở hữu tài sản gắn liền với đất tại xã Hồng Vân, thành phố Hà Nội 66
Đào Văn Khánh, Đào Thị Hải Yến
 7. Ứng dụng mô hình Transformer dự báo nồng độ bụi mịn PM2.5 tại Hà Nội trong giai đoạn 2022-2025 79
Đặng Hữu Nghị, Bùi Thị Vân Anh, Phạm Đức Hậu



Ứng dụng mô hình Transformer dự báo nồng độ bụi mịn PM2.5 tại Hà Nội trong giai đoạn 2022-2025

Dặng Hữu Nghị¹, Bùi Thị Vân Anh¹, Phạm Đức Hậu¹

¹Trường ĐH Mỏ - Địa chất, Bắc Từ Liêm, Hà Nội.

Email tác giả liên hệ email: danghuunghi@humg.edu.vn, buiithivananh@humg.edu.vn

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19767482>

Tóm tắt:

Ô nhiễm không khí do bụi mịn PM2.5 đang trở thành một vấn đề môi trường nghiêm trọng tại nhiều đô thị lớn, đặc biệt ở các khu vực có tốc độ đô thị hóa nhanh. Việc dự báo chính xác nồng độ PM2.5 có ý nghĩa quan trọng trong công tác quản lý chất lượng không khí và xây dựng các hệ thống cảnh báo ô nhiễm môi trường. Nghiên cứu này nhằm đánh giá khả năng ứng dụng của các phương pháp học máy và học sâu trong dự báo nồng độ PM2.5 dựa trên dữ liệu chuỗi thời gian kết hợp với các yếu tố khí tượng. Dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu bao gồm nồng độ PM2.5 cùng các biến khí tượng như nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ gió tại khu vực Hà Nội. Các bước tiền xử lý dữ liệu được thực hiện bao gồm phát hiện và xử lý ngoại lai bằng phương pháp khoảng tứ phân vị (IQR), chuẩn hóa dữ liệu theo phương pháp Z-score và xây dựng các đặc trưng chuỗi thời gian. Các mô hình dự báo được xem xét gồm ARIMA, Random Forest, LSTM, GRU và Transformer. Kết quả thực nghiệm cho thấy các mô hình học sâu đạt hiệu suất dự báo cao hơn so với các phương pháp truyền thống. Trong đó, mô hình Transformer cho kết quả tốt nhất với sai số dự báo thấp và khả năng tái hiện xu hướng biến động của PM2.5 hiệu quả hơn so với các mô hình còn lại. Kết quả nghiên cứu cho thấy tiềm năng ứng dụng của các mô hình học sâu trong dự báo chất lượng không khí và cung cấp cơ sở khoa học cho việc xây dựng các hệ thống cảnh báo sớm ô nhiễm không khí tại các đô thị lớn.

Từ khóa: PM2.5, dự báo chuỗi thời gian, học sâu, Transformer, chất lượng không khí.

Ngày nhận bài: 26/02/2026 Ngày sửa lại: 14/03/2026 Ngày chấp nhận đăng: 15/03/2026 Ngày xuất bản: 30/04/2026

Forecasting PM2.5 concentrations in Hanoi during the period 2022-2025 using a transformer model

Dang Huu Nghi¹, Bui Thi Van Anh¹, Pham Duc Hau¹

¹Hanoi University of Mining and Geology, Bac Tu Liem, Hanoi.

Corresponding Author Email: danghuunghi@humg.edu.vn, buiithivananh@humg.edu.vn

Abstract:

Air pollution caused by fine particulate matter (PM2.5) has become a serious environmental problem in many large urban areas, especially in rapidly urbanizing regions. Accurate prediction of PM2.5 concentrations plays an important role in air quality management and the development of early warning systems for air pollution. This study evaluates the applicability of machine learning and deep learning approaches for forecasting PM2.5 concentrations using time-series data combined with meteorological variables. The dataset includes PM2.5 concentrations together with meteorological variables such as temperature, relative humidity, and wind speed collected in Hanoi. Data preprocessing steps include outlier detection using the Interquartile Range (IQR) method, data normalization using the Z-score approach, and the construction of time-series features. Several forecasting models were implemented and compared, including ARIMA, Random Forest, LSTM, GRU, and Transformer models. The experimental results show that deep learning models outperform traditional statistical approaches in PM2.5 prediction. Among the evaluated models, the Transformer model achieved the best performance with lower prediction errors and a better ability to capture temporal variations in PM2.5 concentrations. The results demonstrate the potential of deep learning techniques for air quality forecasting and provide a scientific basis for developing early warning systems for air pollution in large urban areas.

Keywords: PM2.5, time-series forecasting, deep learning, Transformer, air quality.