



Trượt đất khối lớn tại cầu Huội Quang và tỉnh lộ 114 ở Sơn La, mùa mưa 2023.

## INTERNET KẾT NỐI VẠN VẬT - CÔNG NGHỆ HIỆU QUẢ TRONG GIÁM SÁT VÀ CẢNH BÁO SỤT TRƯỢT ĐẤT ĐÁ

Nguyễn Đức Mạnh, Nguyễn Đình Dũng, Lê Anh Đức

Trường Đại học Giao thông Vận tải



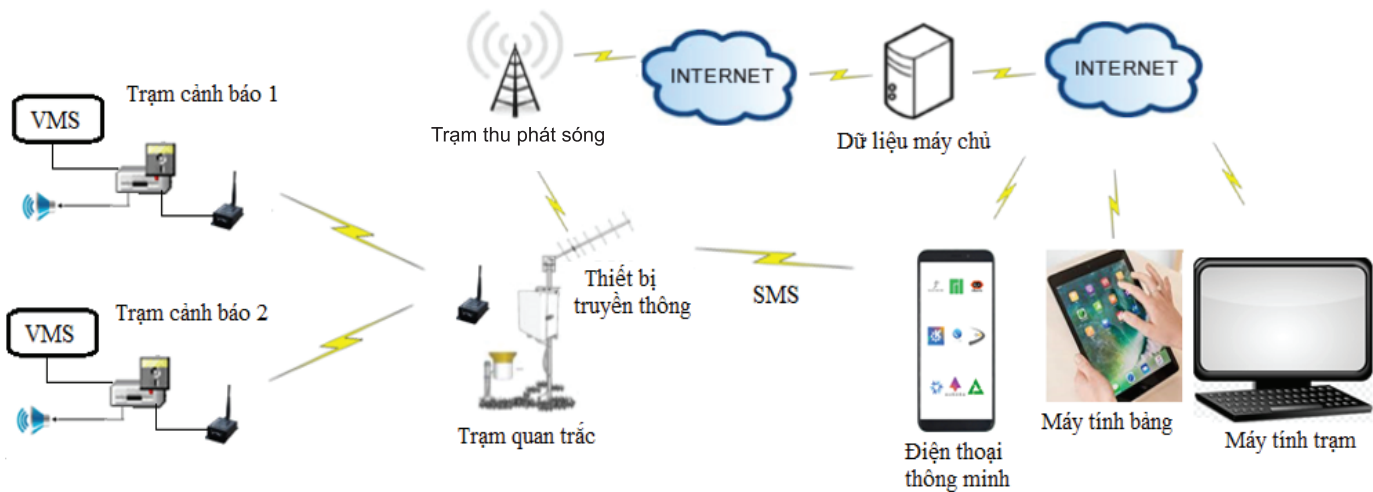
Tai biến trượt đất những năm gần đây ở nước ta có xu hướng gia tăng về số vụ và quy mô, gây thiệt hại nặng nề về người cũng như tài sản, đặc biệt trong mùa mưa bão. Năm 2023, cả nước có tới 310 vụ lũ quét và trượt lở đất, làm chết và mất tích hơn 100 người, gây thiệt hại hàng nghìn tỷ đồng. Nhiều giải pháp phòng, chống sụt trượt đã được áp dụng, mang lại hiệu quả nhất định, tuy nhiên, hầu hết các giải pháp này thường yêu cầu đầu tư lớn nên khó triển khai rộng. Với sự phát triển của khoa học và công nghệ, đặc biệt là công nghệ thông tin, hệ thống cảnh báo sớm trên nền tảng internet kết nối vạn vật (Internet of Things - IoT) sử dụng mạng cảm biến không dây đã được áp dụng hiệu quả ở nhiều nước phát triển. Đây được xem là công nghệ triển vọng giúp giám sát và cảnh báo sớm tai biến sụt trượt theo thời gian thực cho các vùng địa lý phức tạp, xa xôi.



### Tai biến sụt trượt đất đá

Sụt trượt đất là một dạng dịch chuyển trọng lực, do mất cân bằng lực hay mô men sinh ra từ chính trọng lượng của khối đất đá, khi chúng dịch chuyển từ đỉnh hay sườn dốc xuống chân dốc [1, 2]. Về cơ bản, nguyên nhân sụt trượt chủ yếu đến từ các yếu tố khí tượng - thủy

văn làm thay đổi dòng chảy nước mặt, bão hòa đất tầng phủ, dâng mực nước ngầm; hay từ các hoạt động kinh tế - kỹ thuật của con người (xây dựng, nông nghiệp, phá rừng, khai thác mỏ...) làm thay đổi địa hình, tải trọng cân bằng vốn có, mất thảm thực vật... Bên cạnh đó còn có sự bất lợi liên quan tự nhiên như độ cao hay độ dốc địa



Mô hình hệ thống giám sát và cảnh báo sạt trượt trên nền tảng internet kết nối vạn vật.

hình, vị trí thủy văn và thảm thực vật, đặc điểm địa chất khu vực và vị trí sườn dốc (cấu trúc địa chất, kiến tạo, độ bền của đất đá...).

Sạt trượt đất đá rất nguy hiểm, gây thiệt hại lớn về người và tài sản [3]. Điển hình như vào mùa mưa lũ năm 2020, tác động kích hoạt từ mưa lũ bất thường đã khiến tai biến sạt trượt đất đá trên diện rộng, gây thiệt hại nặng nề về người và tài sản ở nhiều khu vực miền núi phía Bắc, Tây Nguyên, đặc biệt là miền Trung [4]. Chỉ tính riêng mùa mưa năm 2023, các tác động do hoạt động kinh tế - kỹ thuật (xây dựng, giao thông, thủy lợi, thủy điện, hạ tầng dân cư, nông nghiệp, khai thác mỏ...) cùng với mưa lũ cực đoan đã kích hoạt sạt trượt đất đá tại nhiều nơi như Lào Cai, Nghệ An, Lâm Đồng, Đắk Nông... thậm chí ngay cả ở Hà Nội (Sóc Sơn), gây thiệt hại đặc biệt lớn (trên 100 người chết và mất tích, thiệt hại hàng nghìn tỷ đồng) [5-7].

Để ứng phó với dạng tai biến địa chất nguy hiểm này, có thể tiếp cận theo các hướng như: (1) phòng tránh từ xa, chủ yếu giảm thiểu tác động từ hoạt động kinh tế - kỹ thuật; (2) đề phòng nguy cơ sạt trượt bằng biện pháp phi công trình; (3) xử lý và chống sạt trượt trực tiếp tại mỗi vị trí đang và có nguy cơ cao xảy ra bằng biện pháp công trình cụ thể; (4) giảm nhẹ thiệt hại về người cũng như tài sản bằng cách áp dụng các kỹ thuật quan trắc, giám sát để cảnh báo sớm. Tuy nhiên, hướng 1 khó khả thi với nước ta trong giai đoạn phát triển kinh tế, đô thị hóa và

gia tăng dân số nhanh như hiện nay. Các hướng thứ 2 và 3 hiện đang áp dụng phổ biến, nhưng yêu cầu chi phí rất lớn nên chỉ được áp dụng khi đã xảy ra, thậm chí đã gây thiệt hại lớn mới được đầu tư. Nhìn chung hướng quan trắc, giám sát để cảnh báo về cơ bản có chi phí hợp lý hơn, dễ triển khai trên phạm vi rộng trong điều kiện nguồn lực kinh tế còn hạn chế như nước ta hiện nay.

### Internet kết nối vạn vật - Công nghệ hiệu quả giúp giám sát và cảnh báo sạt trượt

Hiện nay, để cảnh báo tình trạng sạt trượt đất đá, nhiều giải pháp mới đã được các nhà khoa học nghiên cứu áp dụng và mang lại hiệu quả cao. Trong đó, công nghệ IoT được đánh giá là có nhiều ưu điểm, đặc biệt là tính kịp thời và chi phí thấp.

Hệ thống cảnh báo sớm trên cơ sở IoT sẽ thu nhận và xử lý tín hiệu được ghi lại từ hiện trường thông qua dữ liệu về lượng mưa, dâng cao đường bão hòa nước dưới đất với sự thay đổi áp lực nước lỗ rỗng trong khối đất, kết hợp các tín hiệu thu nhận liên tục theo thời gian thực về dịch chuyển ngang, sâu và các dao động nền đất... Hệ thống được xây dựng trên cơ sở thu thập dữ liệu đo đạc tự động, quản lý, xử lý, phân tích, tính toán và ra quyết định cảnh báo. Ngưỡng cảnh báo được thiết lập trên cơ sở phân tích và đánh giá tổ hợp các yếu tố phát sinh dịch chuyển khối đất đá như lượng mưa, áp lực nước lỗ rỗng, dịch chuyển ngang, sâu, dao động nền đất trong lỗ khoan...



Hoạt động chính của hệ thống giám sát cảnh báo sớm sụt trượt tích hợp IoT bắt đầu từ trạm quan trắc. Trạm này có nhiệm vụ đo lường, thu thập dữ liệu vật lý liên quan trượt đất về địa chất (chuyển vị ngang, áp lực nước lỗ rỗng, dao động nền đất), lượng mưa, xử lý số liệu sau đó gửi lên server để phân tích ngưỡng đánh giá an toàn. Tự động kiểm tra trạng thái hoạt động của trạm và các thiết bị ngoại vi, gửi thông tin lên server để lưu trữ dữ liệu vào cơ sở dữ liệu động, sau đó gửi thông tin đến trạm cảnh báo tại 2 đầu của đường truyền tin vô tuyến qua mạng LoRaWAN, từ đó gửi thông tin SMS cảnh báo đến điện thoại di động của người quản lý hay qua thư điện tử. Cùng lúc đó, hệ thống sẽ ra lệnh hiển thị các mức cảnh báo trên bảng điện tử ở ngay khu vực được giám sát tại 2 đầu cung đường và kích hoạt loa cảnh báo.

Trạm cảnh báo có nhiệm vụ xử lý số liệu, hiển thị thông tin tương ứng lên biển báo điện tử VMS, cảnh báo ra loa phát thanh; đồng thời còn có thể tự động kiểm tra trạng thái hoạt động của trạm, gửi thông tin đến trạm quan trắc để gửi cảnh báo đến server hoặc qua tin nhắn SMS đến người quản lý khi trạm gặp sự cố.

Máy chủ có nhiệm vụ thu thập, xử lý và lưu trữ dữ liệu từ trạm quan trắc. Giao diện phần mềm cho phép giám sát được tình trạng khu vực cần giám sát và bảo vệ, trạng thái hoạt động của hệ thống, cài đặt các chế độ hoạt động của hệ thống, lưu trữ và truy xuất cơ sở dữ liệu cũng như cho phép lựa chọn khoảng thời gian vẽ biểu đồ các số liệu quan trắc. Các thiết bị đầu cuối sử dụng để thực hiện truy cập vào server nhằm thu thập hoặc gửi các cấu hình cài đặt hệ thống, giám sát hoạt động của hệ thống và nhận thông tin cảnh báo khi số liệu đo lường vượt ngưỡng giới hạn được cài đặt, hoặc khi hệ thống gặp sự cố.

\*  
\* \*

Để ứng phó với tình trạng sụt trượt đất đá, đặc biệt là trong mùa mưa tại Việt Nam, việc nghiên cứu và xây dựng hệ thống cảnh báo sớm sụt trượt đất đá ở trong nước là yêu cầu cấp thiết trong bối cảnh hiện nay. Có thể nói, việc nghiên cứu mô hình hệ thống giám sát và cảnh báo sụt trượt trên nền tảng IoT sẽ giúp mở ra hướng tiếp cận mới cho các nhà khoa học trong nước để có thể xây dựng được hệ thống cảnh báo sớm sụt trượt đất đá hiệu quả cao trong thời gian tới.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] E. Intrieri, G. Gigli, T. Gracchi, et al. (2018), "Application of an ultra-wide band sensor-free wireless network for ground monitoring", *Engineering Geology*, **238**(1), pp.1-14, DOI: 10.1016/j.enggeo.2018.02.017.
- [2] F. Mancini, M. Dubbini, M. Gattelli, et al., (2013), "Using unmanned aerial vehicles (UAV) for high-resolution reconstruction of topography: The structure from motion approach on coastal environments", *Remote Sens*, **5**(12), pp.6880-6898, DOI: 10.3390/rs5126880.
- [3] M.D. Nguyen, N.V. Thang, A. Wakai, et al. (2021), "Identification, monitoring, and assessment of an active landslide in Tavan-Hauthao, Sapa, Laocai, Vietnam - A multidisciplinary approach", *Journal of Disaster Research*, **16**(4), pp.501-511.
- [4] N.D. Mạnh, L.V. Dũng, P.B. Hưng (2021), "Sụt trượt trên các tuyến giao thông vùng núi khu vực miền Trung và giải pháp giảm thiểu", *Tuyển tập Hội nghị khoa học toàn quốc 'Cơ học đá - Những vấn đề đương đại' - VIETROCK 2021*.
- [5] M. Đan (2023), "Năm 2023 nước ta xảy ra hơn 1.100 trận thiên tai", *Báo Tài nguyên và Môi trường*, <https://baotainguyenmoitruong.vn/nam-2023-nuoc-ta-xay-ra-hon-1-100-tran-thien-tai-368334.html>, truy cập 20/01/2024.
- [6] Ban Thời sự - Đài Truyền hình Việt Nam (2023), "Thời tiết năm 2023 phá vỡ nhiều quy luật", <https://vtv.vn/xa-hoi/thoi-tiet-nam-2023-pha-vo-nhieu-quy-luat-20231230202449683.htm>, truy cập 12/05/2024.
- [7] Lao Động (2023), "Mưa lũ bất thường năm 2023", <https://laodong.vn/event/mua-lu-bat-thuong-nam-2023-1712.lao>, truy cập 02/03/2024.