

XÂY DỰNG HỆ THỐNG GIÁM SÁT TRƯỢT LỞ TRÊN CÔNG NGHỆ MÃ NGUỒN MỞ

NGUYỄN MAI DUNG, ĐINH BẢO NGỌC

Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Mở - Địa chất

Tóm tắt:

Việc cung cấp các tham số liên quan đến môi trường như độ ẩm, nhiệt độ, lượng mưa là hết sức cần thiết trong công tác giám sát và cảnh báo các nguy cơ thiên tai như lũ lụt, sạt lở đất. Yếu tố quan trọng trong việc giám sát, cảnh báo sớm đến từ vấn đề cung cấp thông tin kịp thời và nhanh nhất có thể. Bài báo này cung cấp giải pháp thiết lập hệ thống thu thập dữ liệu môi trường theo thời gian thực, đồng thời cung cấp dịch vụ chia sẻ dữ liệu tới các ứng dụng khác dưới dạng API (Application Programming Interface). Hệ thống được xây dựng trên công nghệ mã nguồn mở với việc thiết lập hệ thống server trên nền tảng NodeJS, hệ quản trị cơ sở dữ liệu PostgreSQL. Ngoài ra, bài báo còn giới thiệu giải pháp gửi thông tin cảnh báo tới người sử dụng trên thiết bị di động thông qua nền tảng pusher trên ứng dụng website, các thiết bị di động hoặc qua tin nhắn SMS trên điện thoại. Hệ thống được thiết kế là thành phần trung tâm giúp kết nối giữa phân hệ thiết kế hệ thống thu thập dữ liệu môi trường và phân hệ sử dụng học máy để trợ giúp phân tích dữ liệu đưa ra cảnh báo các tai biến thiên nhiên và môi trường.

1. Đặt vấn đề

Các ứng dụng WebGIS hỗ trợ công tác giám sát các tai biến thiên nhiên và môi trường ngày càng phát triển và hỗ trợ tốt cho các cơ quan quản lý trong việc phát đi các cảnh báo tới người dân ở các khu vực có nguy cơ xảy ra các tai biến thiên nhiên và môi trường. Ví dụ cụ thể là Hệ thống giám sát thiên tai Việt Nam [1], công thông tin trượt lở Tỉnh Quảng Nam [2]. Tuy nhiên, các hệ thống này đều có điểm chung: (1) Chưa cung cấp hoặc chia sẻ dữ liệu cho các hệ thống khác; (2) Chưa cung cấp các cảnh báo trượt lở theo thời gian thực dưới dạng tin nhắn hoặc thông báo tới người sử dụng. (3) Các vị trí cảnh báo, cấp cảnh báo vẫn do người quản trị cập nhật chưa thực hiện một cách tự động.

Hiện nay có rất nhiều các nhà cung cấp các phần mềm cùng nền tảng công nghệ cho phép xây dựng các hệ thống WebGIS như hãng ESRI với việc cung cấp giải pháp xây dựng hệ thống WebGIS một cách toàn diện, từ cung cấp các phần mềm biên tập, phân tích dữ liệu và bản đồ

với bộ phần mềm ArcGIS desktop cho đến các giải pháp kết nối lưu trữ dữ liệu đa dạng với các hệ quản trị cơ sở dữ liệu như SQL Server, PostgreSQL thông qua ArcSDE. Ngoài ra, ESRI còn cung cấp giải pháp máy chủ GIS cho phép cung cấp các dịch vụ bản đồ phục vụ đa nền tảng từ các thiết bị di động, website cho tới các phần mềm trên máy tính. Để phục vụ cho các ứng dụng thời gian thực ESRI cũng cung cấp giải pháp GeoEvent một giải pháp mở rộng của ArcGIS Server cho phép cập nhật trạng thái các đối tượng theo dõi theo thời gian thực. Tuy nhiên, nhược điểm lớn của hệ thống do ESRI cung cấp là chi phí bản quyền lớn và trong quá trình phát triển vẫn đòi hỏi người dùng cần có kiến thức về GIS và khả năng lập trình. Ngoài ESRI còn có các công nghệ cung cấp giải pháp lưu trữ và phân phối dịch vụ bản đồ khác như GeoServer hay MapServer, mặc dù cả hai nền tảng này đều miễn phí tuy nhiên việc cài đặt, cấu hình và đòi hỏi khả năng lập trình vẫn là nhược điểm lớn với người phát triển các trang WebGIS.

Việc quản trị dữ liệu cũng như dịch vụ bản đồ

Ngày nhận bài: 05/6/2021, ngày chuyển phản biện: 09/6/2021, ngày chấp nhận phản biện: 15/6/2021, ngày chấp nhận đăng: 18/6/2021

là vấn đề cần quan tâm với tất cả các hệ thống WebGIS. Hiện nay với cả công nghệ thương mại bản quyền ESRI và mã nguồn mở như GeoServer và MapServer đều cung cấp việc quản trị dữ liệu và dịch vụ bản đồ trên hai thành phần riêng rẽ. Ví dụ với ESRI, việc quản trị dịch vụ bản đồ được thiết lập trên ArcGIS Server và việc quản trị dữ liệu sử dụng SQL Server hoặc các phần mềm khác như ArcGIS desktop. Với các công nghệ mã nguồn mở như GeoServer và MapServer cũng tương tự với việc quản trị dịch vụ bản đồ và dữ liệu riêng rẽ. Vấn đề được đặt ra cần có sự quản lý tập trung cho cả dữ liệu và dịch vụ bản đồ nhằm giảm chi phí thiết lập, cài đặt, quản trị.

Các hệ thống giám sát thiên tai tại Việt Nam hiện nay vẫn thiếu đi tính phân phối thông báo các cảnh báo tới người dùng cũng như đưa ra các cảnh báo khi người dùng di chuyển vào các khu vực nguy hiểm.

Hệ thống giám sát các tham số môi trường theo thời gian thực được xây dựng để giảm thiểu các nhược điểm của các hệ thống và công nghệ nêu trên. Hệ thống được phát triển trên các công nghệ mã nguồn mở như NodeJS kết hợp với hệ quản trị cơ sở dữ liệu mã nguồn mở PostgreSQL. Ngoài ra, các thư viện như Socket.io hay Pusher được sử dụng cho phép xây dựng các cảnh báo gửi nhận thông báo theo thời gian thực được. Hệ thống được xây dựng có các chức năng chính sau:

+ Lưu trữ dữ liệu được gửi về từ các hệ thống cảm biến ngoài hiện trường

+ Chia sẻ dữ liệu dưới dạng GeoJSON qua các API (Application Programming Interface).

+ Cung cấp các chức năng gửi thông báo tới các ứng dụng trên các thiết bị di động hoặc qua nền tảng web

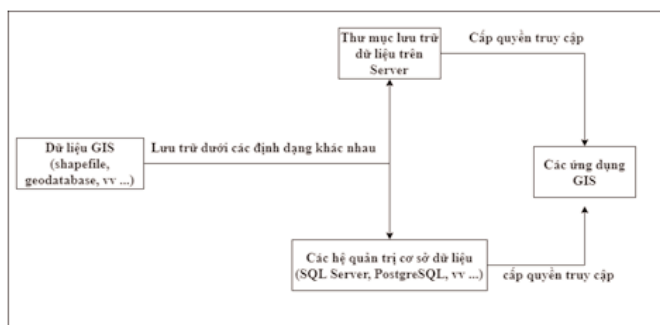
+ Hiện thị bản đồ cùng các công cụ thao tác với các đối tượng trên bản đồ, các biểu đồ thống kê dữ liệu được thu thập.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở lý thuyết

Theo tìm hiểu của các giả hiện quy trình chia sẻ dữ liệu các hệ thống GIS hiện nay thực hiện theo sơ đồ dưới đây: (Xem hình 1)

Dữ liệu sau khi được biên tập dưới dạng shapefile hoặc geodatabase sẽ được tải lên máy chủ và lưu trữ dưới 2 hình thức: (1) Lưu trữ trong các thư mục trên máy chủ; (2) Lưu trữ trên các hệ quản trị cơ sở dữ liệu. Đối với công nghệ ESRI sử dụng hệ thống máy chủ GIS ArcGIS Server, dữ liệu được lưu trữ trên hệ quản trị cơ sở dữ liệu SQL Server thông qua ArcSDE và dưới định dạng geodatabase. Với GeoServer sử dụng thư mục để lưu trữ dữ liệu hoặc sử dụng PostgreSQL để lưu trữ dữ liệu, đặc điểm của PostgreSQL chỉ cung cấp công cụ cho phép nhập dữ liệu ở định dạng shapefile vào cơ sở dữ liệu. Ngoài ra, cả hai công nghệ ESRI và GeoServer chia sẻ dữ liệu thông qua việc cấp quyền truy cập vào thư mục thông qua FTP hoặc truy cập hệ quản trị cơ sở dữ liệu từ xa thông qua cấp quyền. Qua sơ đồ trên có thể thấy dữ liệu được chia sẻ



Hình 1: Sơ đồ chia sẻ dữ liệu hệ thống GIS

dưới nhiều định dạng khác nhau, đồng thời muốn truy cập dữ liệu từ các hệ quản trị cơ sở dữ liệu cần tiến hành cài đặt hệ quản trị cơ sở dữ liệu tương đương máy chủ hoặc các phần mềm cung cấp khả năng kết nối từ xa ở các máy khách đến các máy chủ.

Việc theo dõi hiển thị dữ liệu theo thời gian thực được thực hiện theo một số hình thức như sau: (1) thực hiện việc truy vấn dữ liệu theo một khoảng thời gian cho trước ví dụ như ứng dụng theo dõi hoạt động của hệ thống phà tại Sydney nước Úc [3]; (2) thực hiện việc theo dõi sự thay đổi dữ liệu tại các bảng trong cơ sở dữ liệu thông qua các trigger ví dụ như các hàm notify và listen trong hệ quản trị PostgreSQL [4] dữ liệu khi có sự thay đổi sẽ được gửi một thông báo tới hệ thống máy chủ để thực hiện các thao tác xử lý.

2.2. Nghiên cứu giải pháp và các công nghệ xây dựng hệ thống giám sát các tham số môi trường

Từ các đánh giá trong mục 2.1 cho thấy được các hạn chế của việc chia sẻ dữ liệu GIS. Để khắc phục các hạn chế này cần xây dựng một hệ thống máy chủ cho phép cung cấp dữ liệu dưới dạng chuẩn chung cho phép dễ dàng sử dụng và truy cập từ các ứng dụng, nền tảng thiết bị khác nhau. Rest full API là giải pháp được đưa ra trong việc chia sẻ dữ liệu. Với đặc điểm sử dụng giao thức HTTP (HyperText Transfer Protocol) với các phương thức GET (lấy dữ liệu về), POST (tải dữ liệu lên), PUT (cập nhật dữ liệu), DELETE (xóa dữ liệu) Rest API có thể dễ dàng cung cấp các dịch vụ gửi nhận dữ liệu đến các nền tảng khác nhau thông qua URL (Uniform Resource Locator). Các máy khách chỉ cần kết nối đến địa chỉ URL và truyền các tham số khác nhau theo định nghĩa có sẵn từ các nhà cung cấp dịch vụ API để lấy được dữ liệu về sử dụng cho các hệ thống khác nhau.

Hiện nay có rất nhiều framework khác nhau giúp thiết lập các Rest API, tuy nhiên nghiên cứu sử dụng framework NodeJS để xây dựng hệ thống server cung cấp các Rest API do NodeJS là framework được hỗ trợ mạnh mẽ từ cộng đồng

các nhà phát triển với 49.9% số lượng các nhà phát triển lựa chọn để phát triển các hệ thống [5]. Việc bảo mật và xác thực các API được thực hiện với JSON Web Token là một chuẩn mở (RFC 7519) định nghĩa nhỏ gọn và khép kín để truyền thông tin một cách an toàn giữa các bên dưới dạng đối tượng JSON. Thông tin này có thể được xác minh và đáng tin cậy vì nó có chứa chữ ký số. JWTs có thể được ký bằng một thuật toán bí mật (với thuật toán HMAC) hoặc một public / private key sử dụng mã hoá RSA.

Quy trình xác thực Restful API được thực hiện với JSON Web Token thông qua 5 bước như sau:

1) Máy khách (Client) gửi mật khẩu (password), tên đăng nhập (username) tới máy chủ (server) nhằm để xác thực việc đăng nhập

2) Nếu đăng nhập thành công phía back-end sẽ tạo ra một chuỗi dạng json web token gửi về cho máy khách (client)

3) Client nhận token đó, rồi lưu trữ tại cookies, sessionStorage, vv ...

4) Khi client muốn lấy dữ liệu thì luôn gửi kèm token này lên cùng với giao thức http request.

5) Server nhận được http request từ client sẽ kiểm tra token này có tồn tại hay không? Nếu có sẽ cho thực hiện tiếp, còn không sẽ chặn lại và có thể báo cáo về địa chỉ IP này.

PostgreSQL là hệ quản trị dữ liệu được tác giả lựa chọn với các yếu tố như sau:

+ Hỗ trợ kết nối từ các phần mềm biên tập bản đồ khác nhau như ArcGIS, QGIS và từ các hệ thống máy chủ GIS khác như ArcGIS Server hay GeoServer

+ Cung cấp cơ chế listen để lắng nghe mọi sự thay đổi như thêm mới, chỉnh sửa dữ liệu, cơ chế notify giúp gửi một thông điệp tới máy chủ hoặc chương trình xử lý thông báo về sự thay đổi trong cơ sở dữ liệu, điều này quan trọng trong cơ chế hoạt động thời gian thực của hệ thống.

+ Có số lượng lớn các hàm truy vấn, phân

tích dữ liệu không gian với hơn 300 hàm thay vì chỉ hơn 70 hàm như hệ quản trị cơ sở dữ liệu SQL Server [6]

+ Hỗ trợ lưu trữ dữ liệu GIS với thành phần mở rộng PostGIS

Hiện nay công nghệ gửi nhận các thông báo theo thời gian thực rất đa dạng ví dụ với các công nghệ của google như google cloud message, các thư viện như Pusher hay socket.io. Các đặc điểm của từng công nghệ sẽ được phân tích sau đây:

+ Với google could message hỗ trợ tốt cho cơ sở dữ liệu firebase của google, tuy nhiên nhược điểm của cơ sở dữ liệu này là chỉ miễn phí với 5000 lượt yêu cầu truy cập web một ngày, ngoài ra firebase gặp khó khăn trong việc lưu trữ dữ liệu không gian và việc cung cấp các hàm truy vấn dữ liệu không gian. Công nghệ này cho phép gửi thông báo tới đa nền tảng và đa thiết bị

+ Pusher cung cấp cơ chế gửi thông báo tới đa nền tảng và đa thiết bị. Tuy nhiên, công nghệ này có nhược điểm chỉ hỗ trợ gửi thông báo miễn phí cho 1000 thiết bị, nếu gửi thông báo tới số lượng thiết bị lớn hơn nhà phát triển sẽ phải trả phí.

+ Socket.io hỗ trợ cung cấp thông báo tới đa nền tảng và thiết bị và không bị phụ thuộc vào số lượng thiết bị cũng như số lượng người truy cập. Tuy nhiên, công nghệ này hỗ trợ tốt khi sử dụng với các ứng dụng website, công nghệ này đòi hỏi thiết bị luôn phải giữ kết nối giữa máy khách và

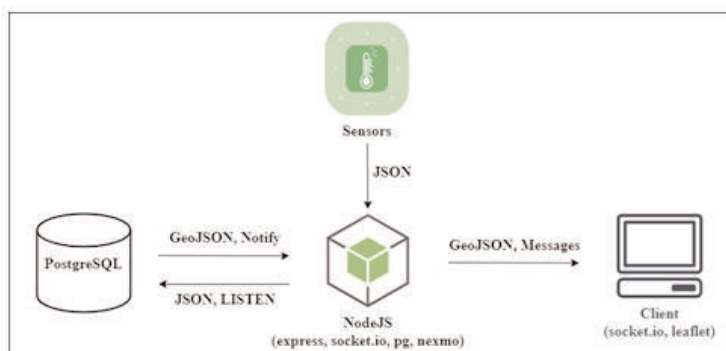
máy chủ hay nói cách khác thiết bị luôn phải hoạt động trực tuyến.

Từ thực trạng tại các tỉnh miền núi nơi hay xảy ra các tai biến thiên nhiên môi trường như lũ quét, sạt lở đất thường có cơ sở hạ tầng mạng internet không ổn định và chất lượng thấp. Do đó, cần có thêm cơ chế gửi thông báo đặc thù khi không có kết nối mạng, ví dụ như gửi thông báo qua các tin nhắn điện thoại. SMS (short message service) API cung cấp dịch vụ gửi các tin nhắn từ các website hoặc các ứng dụng điện thoại. SMS API cho phép gửi các tin nhắn tới nhiều số điện thoại cùng một lúc. Tuy nhiên, hiện nay đa số các nhà cung cấp SMS API đều tính phí cho việc gửi nhận các tin nhắn này.

2.3. Xây dựng hệ thống giám sát các tham số môi trường

Sơ đồ hoạt động của hệ thống được thể hiện như hình dưới đây: (Xem hình 2)

Dữ liệu sẽ được thu nhận từ các cảm biến dưới dạng JSON, các dữ liệu này sau đó sẽ được lưu trữ vào hệ quản trị cơ sở dữ liệu PostgreSQL thông qua các API được cung cấp cho hệ thống cảm biến. Máy chủ hệ thống xử lý dữ liệu thời gian thực bằng việc sử dụng bộ thư viện socket.io kết hợp với 2 cơ chế lắng nghe (listen) và thông báo (notify), 2 cơ chế được cung cấp bởi PostgreSQL. Khi có dữ liệu mới được cập nhật vào hệ quản trị cơ sở dữ liệu, một thông báo (notify) sẽ được gửi đến máy chủ, socket.io trên máy chủ sẽ lắng nghe các thông báo này và phát đi thông báo tới tất cả các máy khách nếu nhận



Hình 2: Sơ đồ hoạt động của hệ thống

được bất kì thông báo nào từ PostgreSQL. Máy khách sẽ chỉ được làm mới lại khi nhận được thông báo từ phía máy chủ, điều này khắc phục được nhược điểm phải làm mới lại trang liên tục trong thời gian ngắn gây tắc nghẽn mạng hoặc giảm hiệu năng của hệ thống. Khi máy khách mất kết nối mạng, hệ thống sẽ chuyển đổi qua cơ chế gửi tin nhắn SMS bằng việc sử dụng thư viện Nexmo. Hai cơ chế gửi thực hiện song song với hai mục đích

+ Sử dụng socket.io để gửi thông báo tới người quản trị do hệ thống luôn cần được theo dõi và đòi hỏi cần có kết nối mạng.

+ Sử dụng Nexmo SMS API giải pháp cho phép gửi tin nhắn SMS đối với người dân tại các khu vực không có kết nối hoặc kết nối mạng không ổn định.

(Xem hình 3)

Các tin nhắn từ website sẽ thông qua các hệ thống API chuyển về hệ thống SMS Center và gửi trực tiếp thông qua các hệ thống GSM tới các thiết bị di động.

Ngoài ra, hệ thống còn cho phép tương tác, thực hiện các phép truy vấn không gian với các đối tượng trên bản đồ thông qua bộ thư viện Leaflet. Bộ thư viện Leaflet được lựa chọn do sử dụng ngôn ngữ lập trình JavaScript tương đồng với ngôn ngữ lập trình hệ thống máy chủ, điều này giúp giảm chi phí nhân công cũng như thời

gian xây dựng hệ thống. Hơn nữa, Leaflet làm việc với dữ liệu đầu vào dạng GeoJSON phù hợp với chuẩn dữ liệu đầu ra của hệ thống cung cấp [7].

Hệ thống được thiết kế với các chức năng chính sau:

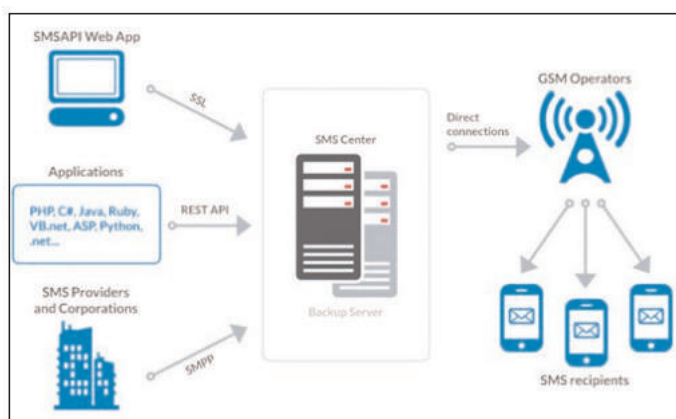
- Thu nhận dữ liệu từ các thiết bị cảm biến
- Gửi các cảnh báo tới người sử dụng khi có nguy cơ xảy ra các tai biến thiên nhiên.
- Chia sẻ dữ liệu thông qua các API
- Hiển thị, tương tác với các đối tượng trên bản đồ tại khu vực nghiên cứu.

3. Kết quả và đánh giá

Hệ thống nghiên cứu được áp dụng để theo dõi dữ liệu độ ẩm của đất theo thời gian thực. Khu vực giám sát là tỉnh Lai Châu, thuộc vùng núi phía Bắc Việt Nam, nơi có nguy cơ xảy ra lũ lụt và sạt lở đất. Dữ liệu về độ ẩm của đất sẽ được thu thập thông qua các cảm biến đặt tại các trạm quan trắc. Sau đó, dữ liệu sẽ được truyền về máy chủ ở định dạng JSON và được lưu trữ trong hệ quản trị cơ sở dữ liệu. Dưới đây là một vài dịch vụ hệ thống cung cấp thông qua Restful API

Ví dụ dữ liệu được trả về với API lấy danh sách các trạm đo:

<http://103.163.119.33:3000/stations>



Hình 3: Sơ đồ hoạt động của hệ thống SMS API [7]


```

JSON Raw Data Headers
Save Copy Collapse All Expand All View JSON
- 0:
  station_id: 2
  station_name: "Thị Ho"
  address: "Sín Hồ, Lai Châu, Vietnam"
  description: "Sín Hồ, Lai Châu, Vietnam"
  longitude: 103.2443309
  latitude: 22.4384858
  geom: "0101000020E6100000A261C59FC94810F8E4BC5A753640"
- 1:
  station_id: 3
  station_name: "Hua Tủa"
  address: "Tp. Lai Châu, Việt Nam"
  description: "Tp. Lai Châu, Việt Nam"
  longitude: 103.2480227
  latitude: 22.2088833
  geom: "0101000020E6100000A26A706453D6C5040085D4F00764C3640"
- 2:
  station_id: 3
  station_name: "Hua Sùn"
  address: "Hương Yên, Lai Châu, Vietnam"
  description: "Hương Yên, Lai Châu, Vietnam"
  longitude: 102.2718433
  latitude: 22.3703273
  geom: "0101000020E6100000262F0747CC875040E450EAC5C05E3640"
- 3:
  station_id: 4
  station_name: "Hồng Hào"
  address: "Sín Hồ District, Lai Châu, Vietnam"
  description: "Sín Hồ District, Lai Châu, Vietnam"
  longitude: 103.4780385
  latitude: 22.1008848
  geom: "0101000020E6100000C8F5CAF1A065040618E79782A333640"
    
```

Địa chỉ truy cập hệ thống như sau:
<http://103.163.119.33:3000/>

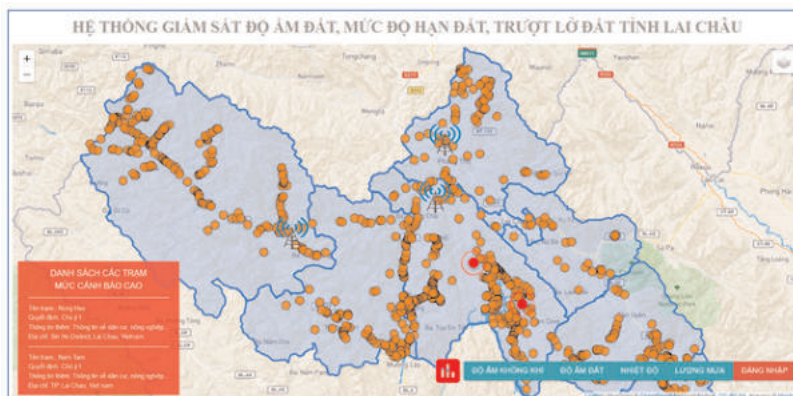
(Xem hình 4)

Các điểm màu cam thể hiện vị trí các điểm hay xảy ra trượt lở, Các biểu tượng trạm thu phát sóng thể hiện vị trí đặt các trạm quan trắc, các

điểm màu đỏ nhấp nháy thể hiện vị trí cảnh báo có nguy cơ xảy ra tai biến thiên nhiên. Ngoài ra hệ thống còn cung cấp thống kê dữ liệu theo biểu đồ. (Xem hình 5, 6)

Hệ thống được xây dựng đã đáp ứng được các mục tiêu đề ra. Tuy nhiên, việc gửi nhận thông báo hệ thống hiện tại đang xây dựng trên 2 nền tảng khác nhau (1) thông báo trên nền WebGIS là thành phần thông báo màu đỏ góc dưới bên trái màn hình các hình 3, 4, 5 được thực hiện bởi cơ chế listen và notify của PostgreSQL; (2). gây sự bất tiện cũng như tốn kém trong việc duy trì hệ thống (việc gửi tin nhắn SMS phát sinh chi phí lớn khi số lượng người nhận tăng lên), giải pháp được đưa ra có thể liên kết với các nhà mạng để được cung cấp các dịch vụ gửi nhận tin nhắn miễn phí trong các trường hợp khẩn cấp.

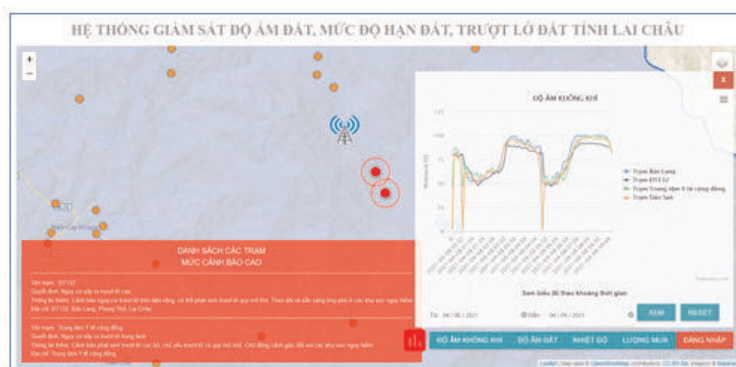
Hệ thống được xây dựng đóng vai trò trợ giúp cũng như chỉ là một đóng góp cho việc xác định và cảnh báo sớm các tai biến thiên nhiên.



Hình 4: Ứng dụng giám sát tham số môi trường tỉnh Lai Châu



Hình 5: Các thông số quan trắc tại 1 trạm



Hình 6: Biểu đồ thống kê giá trị đo các thông số đo tại các trạm theo khoảng thời gian

4. Kết luận

Hệ thống được xây dựng hoàn toàn trên các công nghệ mã nguồn mở do đó giúp giảm chi phí xây dựng hệ thống, Ngoài ra việc chia sẻ dữ liệu qua API giúp tăng khả năng chia sẻ đa nền tảng cũng như thống nhất chung được định dạng dữ liệu giữa các hệ thống khác nhau. Hệ thống cũng góp phần vào việc đưa ra các thông tin cảnh báo cũng như giải pháp gửi các cảnh báo tới người dân trong khu vực có thiên tai.

Bài báo là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Bộ, mã số CT.2019.01.05. Qua bài báo nhóm nghiên cứu gửi lời cảm ơn tới đề tài vì những định hướng và hỗ trợ quý báu trong suốt thời gian nghiên cứu.○

Tài liệu tham khảo

[1]. T. c. p. c. t. tại “Hệ thống giám sát thiên tai Việt Nam” 2021. [Online]. Available: <http://vndms.dmc.gov.vn/#>.

[2]. Q. Nam “Cổng thông tin trượt lở Tỉnh Quảng Nam” Cổng thông tin trượt lở Tỉnh Quảng Nam, 2021. [Online]. Available: <http://quangnam.truotlo.com/trang-chu>.

[3]. D. Demonceau “themagiscian” themagiscian, 23 7 2017. [Online]. Available: <http://themagiscian.com/2017/07/23/tracking-sydney-ferries-in-real-time-with-opensource-gis-tools/>.

[4]. T. P. G. D. Group “PostgreSQL” 2021. [Online]. Available: <https://www.postgresql.org/docs/9.1/sql-notify.html>.

[5]. Stackoverflow “Developer Survey Results” Developer Survey Results, 2019. [Online]. Available: <https://insights.stackoverflow.com/survey/2019>.

[6]. B. G. I. Systems “Cross Compare SQL Server 2008 Spatial, PostgreSQL/PostGIS 1.3-1.4, MySQL 5-6” [Online]. Available: http://bostongis.org/PrinterFriendly.aspx?content_name=sqlserver2008_postgis_mysql_compare. [Accessed 2021].

[7] Fibo “Lập trình tích hợp SMS API” [Online]. Available: <https://fibo.vn/sms/sms-api-lap-trinh-tich-hop-sms-api-thu-vien-code-mau-gui-sms/>. [Accessed 2021].

[8]. Anonystick “JSON Web Token: Vấn đề xác thực REST API với JWT(JSON Web Token)” [Online]. Available: <https://anonystick.com/blog-developer/json-web-token-van-de-xac-thuc-rest-api-voi-jwtjson-web-token-201906074991365>. [Accessed 2021].○

Summary

Development of a landslide monitoring system based on open source platforms

Nguyen Mai Dung, Dinh Bao Ngoc

Faculty of Information Technology, Hanoi University of Mining and Geology

The acquisition of weather parameters such as humidity, temperature and rainfall in real-time is one of the important factors of the monitoring and warning system of natural disasters. This article provides a solution for a real-time environmental data collection system and a data sharing service to the third-party applications in the form of an API (Application Programming Interface). Open-source technologies are used for the constructing the the system. The server back-end is built on the NodeJS platform, the database is stored in the PostgreSQL database management system. In addition, the article also introduces a solution to send alert information to users via Pusher platform on website or via SMS on mobile phone. The system is designed as a central component to connect between the environmental data collection system module and the decision support module to help local government to analyze data and give warnings of natural hazards and environment. ○

ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH.....

(Tiếp theo trang 22)

[10]. Stefan Hajkowicz and Andrew Higgins (2008), “A comparison of multiple criteria analysis techniques for water resource management“, *European Journal of Operational Research*. 184(1), pages 255-265.

[11]. Ali Jozaghi and et al. (2018), “A Comparative Study of the AHP and TOPSIS Techniques for Dam Site Selection Using GIS: A Case Study of Sistan and Baluchestan Province, Iran“, *Geosciences*. 8(12).

[12]. Serafim Opricovic and Gwo-Hshiung Tzeng (2004), “Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS“, *European Journal of*

Operational Research. 156(2), pages 445-455.

[13]. Saaty T.L. (1987), “The analytic hierarchy process: what it is and how it is used, *Math. Model.*” (161-176).

[14]. Mark Velasquez and Patrick T. Hester (2013), “An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods“, *International Journal of Operations Research* Vol. 10(No. 2), pages 56-66.

[15]. Stelios H. Zanakis and et al. (1998), “Multi-attribute decision making: A simulation comparison of select methods“, *European Journal of Operational Research*. 107(3), pages 507-529. ○

Summary

Selection of multi-criteria analysis methods to prioritize protection and restoration of wetland ecosystems

Nguyen Thanh Thuy, Vietnam Institute Of Geodesy And Cartography

Wetland ecosystem effected and threatened by many negative factors that lead to degeadation of ecosystem functions and service values. Therefore, the requirement is to determine which ecosystems need to be prioritized for protection and restoration in order to come up with appropriate policies and technical measures to maintain, restore and develop these ecosystems. wetland ecology in a sustainable way - this is a complex, multi-aim, multi-criteria problem, including qualitative and quantitative information. Basing on the overview and evaluation of multi-criteria decision methods which have been used in Vietnam and over the world, this paper proposes the combination of multi-criteria analysis methods AHP and TOPSIS to define the protection and restoration priority of wetland ecosystems (Case study in Dong Thap Muoi region). ○