



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)** (11)  
**CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**



**2-0002499**

(51)<sup>7</sup> **G08B 21/10** (13) **Y**

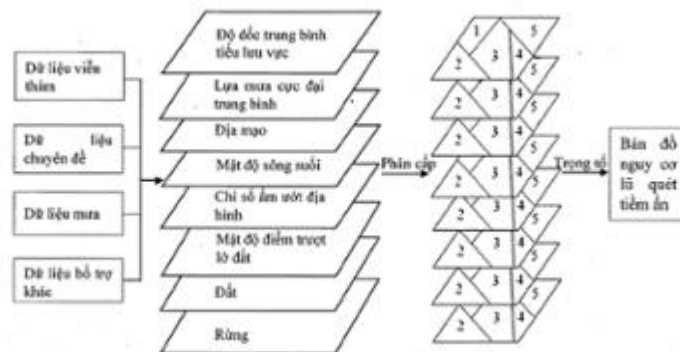
(21) 2-2018-00177 (22) 24/05/2018  
(45) 25/11/2020 392 (43) 25/01/2019 370A

(73) Trường Đại học Khoa học Tự nhiên (VN)  
334 Nguyễn Trãi, quận Thanh Xuân, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Ngọc Thạch (VN); Phạm Xuân Cảnh (VN); Bùi Quang Thành (VN); Lê Hoàng Sơn (VN); Nguyễn Quốc Huy (VN).

(54) **HỆ THỐNG CẢNH BÁO SỚM TẠI BIỂN LŨ QUÉT SỬ DỤNG MẠNG LƯỚI TRẠM KHÍ TƯỢNG TỰ ĐỘNG CHUYÊN DÙNG VÀ HỆ THỐNG PHẦN MỀM GIS MÃ NGUỒN MỞ**

(57) Hệ thống cảnh báo sớm tại biển lũ quét sử dụng mạng lưới trạm khí tượng tự động chuyên dùng và hệ thống phần mềm GIS mã nguồn mở cung cấp thông tin cảnh báo sớm lũ quét trước 1 đến 6 ngày dưới dạng web, email, SMS. Mô hình cảnh báo sử dụng công thức:  $Fr = \sqrt{F \cdot P}$  với F - Lượng mưa dự báo (mm/24h), P - nguy cơ lũ quét tiềm ẩn =  $0,25 \cdot R + 0,28 \cdot TWI + 0,1 \cdot SB + 0,05 \cdot LS + 0,13 \cdot G + 0,02 \cdot S + 0,11 \cdot F + 0,05 \cdot D$ , với R - lượng cực đại trung bình nhiều năm, TWI - chỉ số ẩm ướt địa hình, SB - độ dốc trung bình tiểu lưu vực, LS - mật độ điểm trượt lở đất, G - địa mạo, S - đất, F - rừng, D - mật độ sông suối, các hệ số 0,28; 0,11 ... - trọng số tính bằng phương pháp phân tích thứ bậc AHP.



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập của giải pháp hữu ích**

Hệ thống cảnh báo sớm tai biến lũ quét sử dụng mạng lưới cảm biến khí tượng tự động chuyên dùng và hệ thống phần mềm GIS (Hệ thống thông tin địa lý) mã nguồn mở nằm trong lĩnh vực địa thông tin và khoa học máy tính (Geoinformatic and Computer Science) với mục đích cung cấp thông tin cảnh báo sớm và rất chi tiết về khả năng xảy ra lũ quét cho người dân trước 1 đến 6 ngày dưới dạng Web, Email, SMS và Iboard nhằm tăng cường khả năng ứng phó, phòng chống, giảm thiểu thiệt hại do lũ quét gây ra tại các xã thuộc các huyện vùng núi.

### **Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích**

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu đang diễn ra phức tạp ở nước ta thì các tai biến nói chung và tai biến lũ quét cũng xuất hiện không theo quy luật thông thường. Vì vậy cảnh báo sớm lũ quét (từ 1-6 ngày) và chi tiết theo không gian cấp xã là một nhu cầu hết sức bức thiết, đặc biệt là ở các khu vực miền núi.

Hiện nay có rất nhiều giải pháp cảnh báo sớm tai biến lũ quét sử dụng các nguồn dữ liệu khác nhau như ảnh quang học, rada hay trạm đo khí tượng hoạt động một chiều đặt tại các địa phương với mật độ rất thưa và phần lớn sử dụng điện lưới. Hạn chế của cảnh báo hiện nay là: sử dụng các nguồn dữ liệu hiện tại hoặc quá khứ, thiếu tính liên tục và có tính toàn cầu để dự báo. Kết quả dự báo thường mang tính khu vực, thiếu sự chi tiết và không định vị rõ ràng. Vì vậy, không cung cấp được thông tin chính xác, chi tiết theo từng vị trí (quy mô làng xã) nên khó áp dụng ở các địa phương. Giải pháp được xây dựng nhằm khắc phục những hạn chế đó, cung cấp kịp thời thông tin tới từng thôn bản để có sự ứng phó, ra quyết định thích hợp trước khi lũ quét xảy ra, nhằm giảm thiểu tối đa thiệt hại do lũ quét.

### **Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích**

Bản chất kỹ thuật của hệ thống là sử dụng mạng lưới các cảm biến khí tượng tự động IMETOS (Intelligent Meteorological Station) được cung cấp bởi công ty Pessi Instrument chạy bằng năng lượng mặt trời, có độ bền cao, được lắp đặt tại các vị trí khác nhau tại địa bàn nghiên cứu, song lại có khả năng kết nối với mạng khí tượng toàn cầu Meteoblue ([www.meteoblue.com](http://www.meteoblue.com)) thông qua sim 4G để nhận thông tin trực tuyến liên tục thời gian thực. Những dữ liệu này sẽ được phân tích và mô hình hóa để đưa vào phần mềm WebGIS mã nguồn mở lập trình bằng ngôn ngữ Python. Mô hình cảnh báo lũ quét trong phần mềm được xây dựng dựa vào dữ liệu nguy cơ lũ quét tiềm ẩn và dữ liệu mưa dự báo sớm 1 đến 6 ngày, thu nhận từ trạm quan trắc tự động. Dữ liệu nguy cơ lũ quét được xây dựng bằng phương pháp phân tích đa chỉ tiêu MCA (multi-criteria analysis) trong hệ thống thông tin địa lý - GIS, có trọng số để làm tăng độ chính xác trong việc cảnh báo sớm lũ quét. Toàn bộ quá trình thu nhận và xử lý thông tin được thực hiện trực tuyến theo công nghệ đám mây. Từ đó, cung cấp các

thông tin cảnh báo kịp thời và rất chi tiết cho người dùng thông qua trang Web, Email hay SMS.

### Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1: Mô tả quy trình phân tích đa chỉ tiêu trong xây dựng và xác định ngưỡng mưa sinh lũ quét của từng lưu vực để xây dựng bản đồ nguy cơ lũ quét tiềm ẩn. Quy trình này sử dụng 8 lớp thông tin bao gồm: R – lượng mưa cực đại trung bình, TWI - chỉ số ẩm ướt địa hình, SB - độ dốc trung bình tiểu lưu vực, LS - mật độ điểm trượt lở đất, G - địa mạo, S - đất, F - rừng, D - mật độ sông suối. Trọng số đưa vào phân tích được tính toán bằng phương pháp AHP.

Hình 2: Mô tả mô hình xử lý, tích hợp thông tin trực tuyến để cảnh báo sớm tai biến lũ quét của hệ thống, trong đó có mạng lưới trạm cảm biến khí tượng tự động chuyên dùng, mạng khí tượng toàn cầu và hệ thống phần mềm GIS mã nguồn mở.

Hình 3: Mô tả kết quả cảnh báo tai biến lũ quét tại huyện Thuận Châu, tỉnh Sơn La: bản đồ dự báo sớm tai biến lũ quét (C) được tính từ: bản đồ nội suy dữ liệu mưa theo dự báo từ các trạm đo (A) và bản đồ nguy cơ lũ quét tiềm ẩn (B).

Hình 4: Kết quả cảnh báo sớm lũ quét khu vực có nguy cơ lũ quét của Huyện Hoàng Su Phì, tỉnh Hà Giang ngày 10-8-2018: lũ sẽ xảy ra sau 2 ngày dọc suối Nậm Khoa (xã Nậm Kha, xã Nam Sơn).

### Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Hệ thống cảnh báo sớm tai biến lũ quét sử dụng các dữ liệu khí tượng được thu thập từ các cảm biến IMETOS được kết nối tự động với mạng khí tượng toàn cầu Meteoblue đặt tại Thụy Sĩ kết hợp với bản đồ nguy cơ lũ quét tiềm ẩn được thành lập theo phương pháp phân tích đa chỉ tiêu (Hình 1) và xác định ngưỡng mưa sinh lũ quét để đưa ra các thông tin cảnh báo khả năng xảy ra lũ quét cho từng khu vực. Hình 2 mô tả mô hình xử lý, tích hợp thông tin trực tuyến để cảnh báo sớm tai biến lũ quét của hệ thống, trong đó có mạng lưới trạm cảm biến khí tượng tự động chuyên dùng, mạng khí tượng toàn cầu và hệ thống phần mềm GIS mã nguồn mở.

Để xây dựng bản đồ nguy cơ tai biến lũ quét tiềm ẩn nghiên cứu đã đánh giá và tính hợp 08 yếu tố có ảnh hưởng đến khả năng phát sinh tai biến lũ quét bao gồm: Lượng mưa cực đại trung bình nhiều năm (R), chỉ số ẩm ướt địa hình (TWI), độ dốc trung bình tiểu lưu vực (SB), mật độ điểm trượt lở đất (LS), địa mạo (G), đất (S), rừng (F), mật độ sông suối (D) với các trọng số khác nhau (Hình 1). Kết quả đánh giá 8 yếu tố này được thể hiện dưới định dạng file Raster với kích thước các ô lưới là 30mx30m có giá trị là số nguyên, biến đổi từ 1-5. Trọng số của các yếu tố được xác định bằng phương pháp phân tích thứ bậc AHP (Analytic Hierarchy Process). Độ tin cậy của ma trận AHP được xác định thông qua chỉ số nhất quán chung CR, nếu giá trị của chỉ số CR nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 thì đảm bảo độ nhất quán giữa các nhân tố trong ma trận so sánh. Đối với 8 nhân tố đưa vào so sánh trong nghiên cứu này, chỉ số nhất quán CR =  $CI/RI = 0,08/1,41 = 0,056$  (chỉ số này < 0,1 cho thấy độ tin cậy là đảm bảo).

Công thức xác định nguy cơ lũ quét tiềm ẩn cụ thể như sau:

$$P = 0,25 * R + 0,28 * TWI + 0,1 * SB + 0,05 * LS + 0,13 * G + 0,02 * S + 0,11 * F + 0,05 * D$$

Trong đó:

- P – bản đồ nguy cơ lũ quét tiềm ẩn dạng Raster (có giá trị thay đổi từ 1 đến 5);

- Các lớp bản đồ đánh giá có giá trị từ 1-5: R - lượng mưa cực đại trung bình nhiều năm, TWI - chỉ số ẩm ướt địa hình, SB - độ dốc trung bình tiểu lưu vực, LS - mật độ điểm trượt lở đất, G - địa mạo, S - đất, F - rừng, D - mật độ sông suối;

- Các hệ số 0,28; 0,11... là trọng số của mỗi lớp thông tin (có tổng = 1).

Việc kết hợp các tham số trên cho phép xác định rõ các khu vực có nguy cơ tiềm ẩn lũ quét cao thông qua mức độ ảnh hưởng của các yếu tố có liên quan đến khả năng xảy ra lũ quét trên địa bàn nghiên cứu. Sau khi xây dựng được lớp dữ liệu nguy cơ lũ quét tiềm ẩn, hệ thống nhận và xử lý trực tuyến số liệu dự báo mưa từ các trạm khí tượng để xây dựng bản đồ cảnh báo tai biến lũ quét theo thời gian thực và dự báo sớm 1- 6 ngày. Mô hình xử lý được thể hiện bằng công thức:

$$Fr = \sqrt{F \cdot P}$$

Trong đó:

- Fr - bản đồ cảnh báo sớm tai biến lũ quét dưới dạng Raster, tính toán thông qua giá trị F và P thể hiện mức độ xảy ra tai biến lũ quét cho từng ô lưới (grid) với kích thước ô lưới là 30mx30m của diện tích nghiên cứu;

- F - bản đồ lượng mưa dự báo dạng Raster (nội suy trực tuyến các giá trị mưa dự báo cho các trạm, đơn vị mm/24h);

- P - bản đồ nguy cơ lũ quét tiềm ẩn (dạng Raster).

Với ngưỡng phát sinh lũ quét, bản đồ cảnh báo sớm lũ quét (Fr) được chia thành 5 cấp liên quan đến khả năng phát sinh lũ quét theo từng vị trí với các cấp khác nhau (cấp 1: rất thấp, cấp 2: thấp, cấp 3: trung bình, cấp 4: cao và cấp 5: rất cao). Dữ liệu cấp 4 và cấp 5 sẽ được chiết xuất, xác định vị trí và mô tả thông tin chi tiết theo tọa độ và tên địa danh làng xã. Kết quả sẽ được gửi đến người dùng đã đăng ký thông qua trang Web, Email hay SMS (nếu ở mức cần cảnh báo). Bên cạnh đó, người dùng cũng có thể theo dõi trực tiếp thông tin cảnh báo trên các bản đồ tại trang web: <http://www.taibienhuyentaybac.ddns.net:8088> hoặc trên bảng điện tử Iboard .

Giải pháp hệ thống cảnh báo sớm tai biến lũ quét được xây dựng dạng webGIS dựa trên ngôn ngữ lập trình mã nguồn mở Python, PHP và cơ sở dữ liệu PostgreSQL/PostGIS. Phần cứng bao gồm: 1 máy chủ xử lý mô hình, 1 máy chủ bản đồ và 1 máy chủ Web. Các chức năng của phần mềm bao gồm: Xử lý tích hợp thông tin, quản trị người dùng, quản trị dữ liệu cảm biến, quản trị dữ liệu cảnh báo từ cảm biến, quản trị danh sách người đăng ký nhận thông tin cảnh báo, tự động thực thi mô hình hàng ngày và gửi thông tin cảnh báo cho người dùng, tương tác với bản đồ cảnh báo trên các thiết bị có truy cập Internet (phóng to, thu nhỏ, in bản đồ, xuất dữ liệu, thống kê dữ liệu).

### **Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích**

Hệ thống cảnh báo sớm tai biến lũ quét đã triển khai ở 3 huyện vùng núi: huyện Cao Phong - Hòa Bình, huyện Thuận Châu - Sơn La và huyện Hoàng Su Phì - Hà Giang. Tại mỗi huyện được lắp đặt 3 trạm cảm biến khí tượng tự động IMETOS.

- Căn cứ vào bản đồ nguy cơ lũ quét tiềm ẩn, có thể bố trí sử dụng đất đai hợp lý, ổn định lâu dài, tránh được tác động của lũ quét.

- Căn cứ vào dự báo thời tiết của từng tiểu vùng (làng, xã), có thể chủ động bố trí sản xuất hợp lý, hạn chế tác động của thời tiết cực đoan như: giông sét, băng giá, sương muối.

- Kết quả cảnh báo lũ quét sớm 1-6 ngày sẽ cung cấp thông tin chi tiết tới từng thôn bản vùng núi về khả năng xảy ra lũ quét trong vài ngày tới, từ đó cơ quan phòng chống thiên tai và từng người dân có thể đưa ra những ứng phó thích hợp trước khi lũ xuất hiện, từ đó tránh hoặc giảm thiểu được thiệt hại có thể xảy ra.

Hình 3 mô tả kết quả cảnh báo tai biến lũ quét tại huyện Thuận Châu, tỉnh Sơn La: bản đồ dự báo sớm tai biến lũ quét (C) được tính từ: bản đồ nội suy dữ liệu mưa theo dự báo từ các trạm đo (A) và bản đồ nguy cơ lũ quét tiềm ẩn (B).

Hình 4 là kết quả cảnh báo sớm lũ quét khu vực có nguy cơ lũ quét của Huyện Hoàng Su Phì, tỉnh Hà Giang ngày 10/8/2018: lũ sẽ xảy ra sau 2 ngày dọc suối Nậm Khoa (xã Nậm Kha, xã Nam Sơn).

### **Những lợi ích (hiệu quả) có thể đạt được**

- Lựa chọn vị trí ổn định lâu dài về chỗ ở của người dân, tránh được tác động của lũ quét.

- Phòng tránh sớm, giảm thiểu được thiệt hại do lũ quét và do thời tiết cực đoan.

- Thông tin dự báo thời tiết còn giúp nâng cao hiệu quả của sản xuất nông nghiệp, giảm chi phí phun thuốc trừ sâu, tưới hợp lý, gieo trồng thích hợp về thời gian...

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống cảnh báo sớm tai biến lũ quét sử dụng mạng lưới khí tượng tự động chuyên dùng và hệ thống phần mềm GIS mã nguồn mở, bao gồm:

- a) sử dụng pin năng lượng mặt trời để cung cấp năng lượng cho các trạm cảm biến khí tượng chuyên dùng, giúp các cảm biến hoạt động liên tục;
- b) hệ thống các trạm khí tượng chuyên dùng được tự động kết nối trực tuyến với mạng khí tượng toàn cầu Meteoblue, quá trình điều khiển, tương tác thông qua trang web;
- c) các chức năng đa phương tiện để chiết xuất và truyền thông tin cảnh báo sớm từ 1 đến 6 ngày về tai biến lũ quét tới người sử dụng dưới dạng bảng tin, trang web, email và tin nhắn SMS;
- d) sử dụng phần mềm GIS mã nguồn mở để quản trị cơ sở dữ liệu và tích hợp thông tin đa chỉ tiêu với mô hình cảnh báo dựa trên công thức  $Fr = \sqrt{F \cdot P}$ ,

*trong đó:*

Fr - bản đồ cảnh báo sớm tai biến lũ quét dưới dạng Raster tính toán thông qua giá trị F và P thể hiện mức độ xảy ra tai biến lũ quét cho từng ô lưới (grid) với kích thước ô lưới là 30mx30m của diện tích nghiên cứu,

F - bản đồ lượng mưa dự báo (đơn vị mm/24h) nội suy giá trị mưa thu từ các trạm,

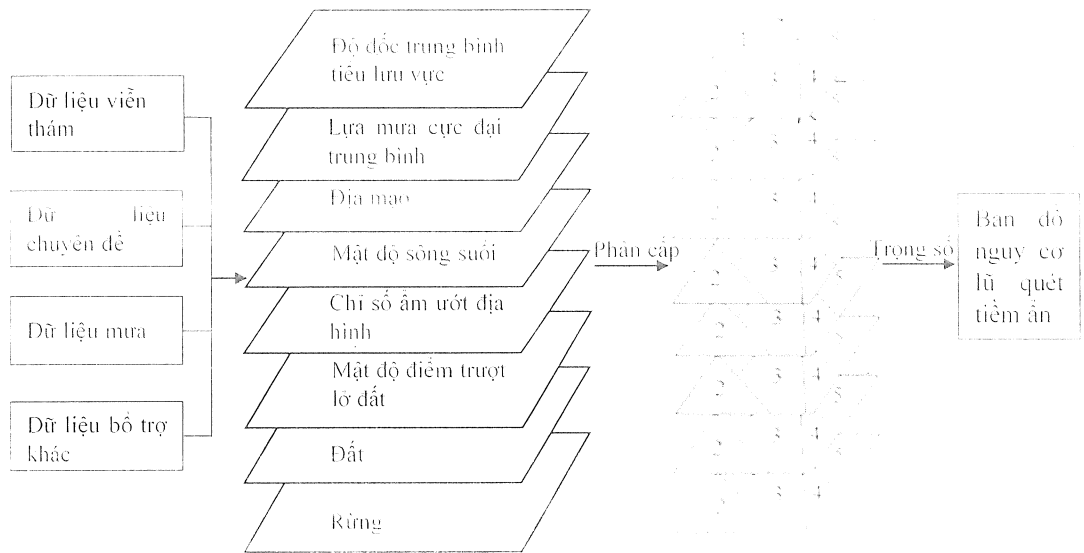
P - nguy cơ lũ quét tiềm ẩn tính theo công thức

$$P = 0,25 \cdot R + 0,28 \cdot TWI + 0,1 \cdot SB + 0,05 \cdot LS + 0,13 \cdot G + 0,02 \cdot S + 0,11 \cdot F + 0,05 \cdot D$$

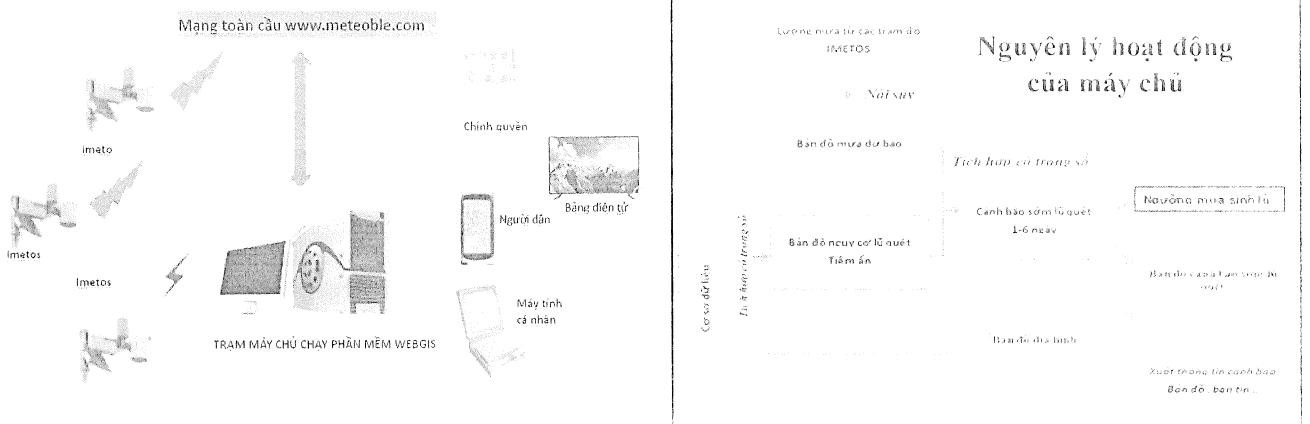
*với:*

R - lượng mưa cực đại trung bình nhiều năm, TWI - chỉ số ẩm ướt địa hình, SB - độ dốc trung bình tiêu lưu vực, LS - mật độ điểm trượt lở đất, G - địa mạo, S - đất, F - rừng, D - mật độ sông suối, các hệ số 0,25; 0,28; 0,1; 0,05; 0,13; 0,02; 0,11; 0,05 - trọng số của mỗi lớp thông tin tính bằng phương pháp phân tích thứ bậc AHP.

HÌNH VẼ



Hình 1.



Hình 2.



Hình 3.



Hình 4.