



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

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

(11)



1-0053655

(51)^{2022.01} G08B 21/10

(13) B

(21) 1-2022-07374

(22) 11/11/2022

(45) 25/11/2025 452

(43) 27/01/2023 418A

(73) Trường Đại học Công nghệ - ĐHQGHN (VN)

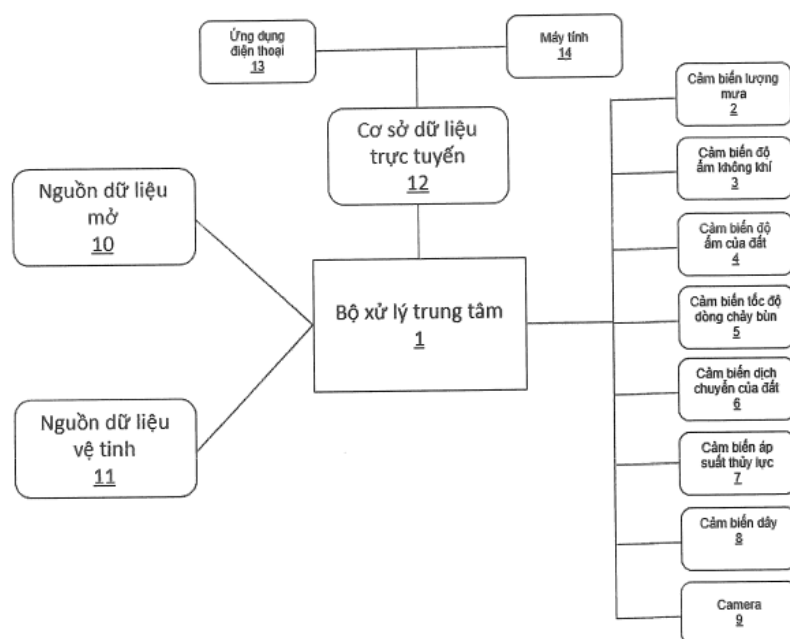
Nhà E3, 144 Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội

(72) Phạm Mạnh Thắng (VN); Hoàng Văn Mạnh (VN); Phạm Thị Thu Hà (VN).

(54) HỆ THỐNG GIÁM SÁT VÀ CẢNH BÁO SẠT LỖ ĐẤT, LŨ QUÉT THEO THỜI
GIAN THỰC

(21) 1-2022-07374

(57) Sáng chế đề xuất hệ thống giám sát và cảnh báo sạt lở đất, lũ quét theo thời gian thực, trong đó: phương pháp giám sát và cảnh báo sạt lở đất, lũ quét theo thời gian thực bao gồm các bước: thu thập thông tin từ các cảm biến và các thông tin từ cảm biến được xử lý bởi bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi, sau khi thu thập và xử lý các thông tin này được gửi lên cơ sở dữ liệu trực tuyến bởi bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi để lưu trữ. Các thông tin thu thập được từ các cảm biến và xử lý bởi bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi được gửi tới người dùng thông qua các ứng dụng từ điện thoại thông minh hay phần mềm máy tính để cảnh báo người dân chính xác thời gian và địa điểm xảy ra sạt lở và lũ quét.



Hình 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống giám sát và cảnh báo sạt lở đất, lũ quét theo thời gian thực.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Lũ quét, sạt lở đất là hiện tượng tự nhiên, chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố và thường xảy ra ở những lưu vực sông suối miền núi; xuất hiện phức tạp, bất ngờ khi hội tụ đủ các yếu tố bất lợi về mưa, điều kiện địa hình, địa chất và lớp phủ. Nguyên nhân gây lũ quét, sạt lở đất thường là tổ hợp các nhân tố hình thành xảy ra đồng thời: Mưa cường độ lớn tập trung trong thời gian ngắn hoặc kéo dài nhiều ngày; Địa hình chia cắt, độ dốc lưu vực và độ dốc sông suối lớn từ 20 đến 30%; Độ ổn định của lớp thổ nhưỡng yếu do quá trình phong hóa; Độ che phủ của thảm thực vật thấp do bị tàn phá, làm mất độ giữ đất của rễ cây, giữ nước của lớp thảm phủ. Ngoài ra, việc khai thác lưu vực, hoạt động chặt phá rừng, lấn chiếm hành lang thoát lũ, xây dựng các hồ chứa, cắt xẻ, san gạt sườn đồi, núi... cũng làm mất độ giữ đất, giữ nước của rễ cây, mất ổn định sườn dốc, yếu độ liên kết đất đá và tăng các khả năng xói mòn. Lũ quét, sạt lở đất thường xuất hiện tại khu vực nhỏ, nên để cảnh báo tại một địa điểm cần xác định được lượng mưa đã xuất hiện và xác định được các điều kiện phát sinh lũ quét và sạt lở đất như địa hình, cấu trúc địa chất, lớp vỏ phong hóa, đặc điểm thảm phủ, độ ẩm, mức độ bão hòa, ngưỡng mưa sinh lũ quét, sạt lở đất... Tuy nhiên, theo các chuyên gia về dự báo, cảnh báo lũ quét, sạt lở đất ở Việt Nam hiện nay chủ yếu dựa trên thống kê, các bản đồ về địa hình, độ dốc, thảm phủ, phân vùng nguy cơ lũ quét và sạt lở đất, kết hợp dự báo mưa từ các mô hình số, dữ liệu mưa từ ảnh vệ tinh, viễn thám. Do vậy không cảnh báo được người dân di chuyển đến nơi an toàn sớm gây thiệt hại về người và tài sản rất lớn.

Trên thế giới thường áp dụng các phương pháp giám sát được chia thành ba loại:

Một là, quan trắc thủ công: quan sát thực địa về các đặc điểm thay đổi của địa hình, vết nứt và dòng nước trên bề mặt. Hạn chế: không thể đo lường những thay đổi tại địa điểm trong một khoảng thời gian ngắn như thang phút hoặc một giờ là không thể.

Hai là, phương pháp viễn thám: phân tích ảnh vệ tinh (giao thoa kế vệ tinh radar ghi lại và so sánh các hình ảnh mặt đất của bề mặt đất được chụp ở các mốc thời gian khác nhau), đo phản xạ quang học và phát hiện và phạm vi ánh sáng (LiDAR) trên mặt đất, vệ tinh hoặc máy bay: giám sát khu vực rộng độ phân giải cao.

Ba là, quan trắc tự động tại chỗ: trên mặt đất về sự dịch chuyển của mái dốc, các đặc tính thủy văn và vật lý trong đất, cũng như lượng mưa bằng các công cụ khác nhau. Các máy đo đo lượng mưa; máy đo độ giãn, máy đo độ nghiêng, máy đo độ xoay, máy toàn đạc, máy quét laser và cảm biến phát xạ âm (AE) và GPS để quan sát sự dịch chuyển và biến dạng của mái dốc. Các máy đo phản xạ miền thời gian (TDR), máy đo độ căng và máy đo áp để đo các thay đổi của các đặc tính thủy văn và vật lý của đất. Các hệ thống này có nhược điểm là chi phí cao và phương pháp giám sát thủ công, đánh giá nguy cơ bằng con người: cảm biến đo mưa, cảm biến chấn rung, cảm biến căng kè (dây đặt ở lòng suối bị đứt khi có bùn đá chảy qua) và camera chiếu hình ảnh lòng suối về trung tâm giám sát. Chi phí đầu tư cũng như bảo dưỡng vận hành rất cao, không phù hợp để triển khai rộng rãi, đại trà ở các khu vực dân cư ở các tỉnh miền Bắc và miền Trung Việt Nam. Việc dự báo, cảnh báo sạt lở đất hiện nay chỉ sử dụng lượng mưa và bản đồ địa hình đang dẫn đến việc cảnh báo hầu hết cả huyện miền núi mỗi khi có mưa bão, về thực tế hiệu quả chưa như mong đợi vì không kịp ứng phó và triển khai diện rộng. Một số phương pháp cảnh báo và giám sát sạt lở, lũ quét chỉ áp dụng với dạng lũ quét sườn dốc. Các thiết bị cảnh báo chưa được kết nối thành một hệ thống nhất, kết quả dự báo chưa được tích hợp trong một mô hình đầy đủ theo các số liệu về lượng mưa, số liệu vệ tinh – viễn thám, số liệu mô hình trên không gian rộng. Chính vì thế chất lượng dự báo và cảnh báo thiên tai của các thiết bị độc lập còn nhiều hạn chế. Các chỉ số cảnh báo nguy cơ xuất hiện lũ quét, sạt lở cho cấp huyện mà không chỉ được rõ vị trí cụ thể và quy mô mức độ của sạt lở và lũ quét. Hơn nữa, việc dự báo chính xác thời điểm xảy ra sạt lở và lũ quét thì các phương pháp đã biết chưa thực hiện được.

Do đó, có nhu cầu hệ thống giám sát và cảnh báo sạt lở đất, lũ quét theo thời gian thực từ những công nghệ sẵn có, có thể tạo ra khả năng dự báo chính xác địa điểm xảy ra lũ quét, sạt lở và theo thời gian thực.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất hệ thống giám sát và cảnh báo sạt lở đất, lũ quét theo thời gian thực được một hoặc một số các nhược điểm được nêu trên.

Mục đích khác nữa của sáng chế là đề xuất phương pháp thống giám sát và cảnh báo sạt lở đất, lũ quét theo thời gian thực, có thể dự báo chính xác địa điểm phạm vi cấp xã, cấp huyện xảy ra lũ quét, sạt lở và theo thời gian thực

Cần hiểu rằng sáng chế không bị giới hạn ở các mục đích được nêu ra trên đây, mà có thể còn bao gồm các mục đích khác nữa mà có thể được nhận biết bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng dựa vào các nội dung được mô tả dưới đây.

Để đạt được một hoặc một số các vấn đề nêu trên, theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp giám sát và cảnh báo sạt lở, lũ quét theo thời gian thực bao gồm:

kết nối, thông qua truyền thông không dây Zigbee, ít nhất là một bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi và các cảm biến bao gồm: cảm biến lượng mưa, cảm biến độ ẩm không khí, cảm biến độ ẩm của đất, cảm biến tốc độ dòng chảy bùn, cảm biến dịch chuyển của đất, cảm biến áp suất thủy lực, cảm biến dây, camera, để thực hiện việc truyền tín hiệu giữa bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi và các cảm biến;

thu thập, bởi các cảm biến bao gồm: cảm biến lượng mưa, cảm biến độ ẩm không khí, cảm biến độ ẩm của đất, cảm biến tốc độ dòng chảy bùn, cảm biến dịch chuyển của đất, cảm biến áp suất thủy lực, cảm biến dây, camera, dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh và gửi dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh này tới bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn;

khác biệt ở chỗ:

dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh còn được thu thập từ nguồn dữ liệu mở của Bộ tài nguyên và Môi trường và dữ liệu vệ tinh;

tạo ra, bởi bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi, xử lý thông tin dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh thu được từ các cảm biến và thông tin từ nguồn dữ liệu mở của Bộ tài nguyên và Môi trường và dữ liệu vệ tinh;

gửi, bởi bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi, sau khi xử lý thông tin dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh thu được từ các cảm biến và thông tin từ nguồn dữ liệu mở của Bộ tài nguyên và

Môi trường và dữ liệu vệ tinh, bộ xử lý trung tâm Paspberry Pi gửi các thông tin đã xử lý lên cơ sở dữ liệu trực tuyến;

trong đó cơ sở dữ liệu trực tuyến là cơ sở dữ liệu có sẵn mà cung cấp các dịch vụ theo thời gian thực.

Tốt hơn là, phương pháp phương pháp giám sát và cảnh báo sạt lở, lũ quét theo thời gian thực còn bao gồm bước theo dõi biểu đồ các thông tin về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa trong khoảng thời gian xác định trước.

Để cảnh báo người dân chính xác địa điểm, thời gian xảy ra sạt lở đất và lũ quét, phương pháp pháp này có thể bao gồm bước gửi thông tin cảnh báo thông qua ứng dụng từ điện thoại thông minh, phần mềm máy tính.

Cơ sở dữ liệu trực tuyến có sẵn được sử dụng là cơ sở dữ liệu trực tuyến của dịch vụ Firebase của Google.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất thiết bị giám sát và cảnh báo sạt lở đất, lũ quét theo thời gian thực bao gồm:

mô đun cảm biến để thực hiện chức năng thu thập dữ liệu về về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh,

trong đó, mô đun cảm biến bao gồm:

cảm biến lượng mưa, cảm biến độ ẩm không khí, cảm biến độ ẩm của đất, cảm biến tốc độ dòng chảy bùn, cảm biến dịch chuyển của đất, cảm biến áp suất thủy lực, cảm biến dây, camera;

bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi, xử lý thông tin dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh thu được từ các cảm biến và thông tin từ nguồn dữ liệu mở của Bộ tài nguyên và Môi trường và dữ liệu vệ tinh;

mạch truyền dẫn dữ liệu thu được từ cảm biến để nhận và gửi dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh thông qua truyền thông không dây Zigbee;

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là lưu đồ thể hiện phương pháp giám sát và cảnh báo sạt lở đất, lũ quét theo thời gian thực theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 2 là sơ đồ khối minh họa hệ thống giám sát và cảnh báo sạt lở đất, lũ quét theo thời gian thực theo một phương án ưu tiên của sáng chế;

Hình 3 là sơ đồ khai quát vị trí đặt của cảm biến dịch chuyển đất theo một phương án ưu tiên của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, các ưu điểm, hiệu quả và bản chất của sáng chế có thể được hiểu rõ hơn thông qua việc mô tả chi tiết các phương án ưu tiên thực hiện có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Trên các hình vẽ, các số chỉ dẫn giống nhau được dự định để biểu thị các thành phần hoặc chi tiết giống nhau hoặc tương đương và được sử dụng thống nhất trong toàn bộ mô tả, do vậy trên một số các hình vẽ hoặc một số phần trên hình vẽ có thể không xuất hiện một hoặc một số các số chỉ dẫn nhằm mục đích làm cho hình vẽ trở nên đơn giản và thuận tiện trong việc thể hiện các thành phần cấu tạo hoặc nguyên lý hoạt động khác nhau của sáng chế, trong trường hợp như vậy, mối tương quan giữa các thành phần hoặc chi tiết cụ thể với các số chỉ dẫn biểu thị nó có thể được minh họa rõ khi tham chiếu tới các hình vẽ khác hoặc các phần khác trên hình vẽ. Bên cạnh đó, các thành phần và chi tiết được thể hiện trên hình vẽ là không theo kích thước và hình dạng thực tế, một số thành phần hoặc chi tiết sẽ được phóng đại lên và có thể được biểu thị bởi các khối giản lược nhằm mục đích minh họa và thuận tiện cho việc mô tả. Vì vậy, cần hiểu rằng các phương án được mô tả trong phần mô tả chỉ với mục đích làm ví dụ giúp cho việc hiểu rõ hơn về bản chất và các ưu điểm của sáng chế, mà không giới hạn phạm vi của sáng chế theo các phương án được mô tả này.

Trên Hình 1 thể hiện phương pháp giám sát và cảnh báo sạt lở đất, lũ quét theo thời gian thực theo một phương án ưu tiên của sáng chế bao gồm các bước:

Bước 1: kết nối, thông qua truyền thông không dây Zigbee, ít nhất là một bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi và các cảm biến bao gồm: cảm biến lượng mưa, cảm biến độ ẩm không khí, cảm biến độ ẩm của đất, cảm biến tốc độ dòng chảy bùn, cảm biến dịch chuyển của đất, cảm biến áp suất thủy lực, cảm biến dây, camera, để thực hiện việc truyền tín hiệu giữa bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi và các cảm biến.

Bước 2: thu thập, bởi các cảm biến bao gồm: cảm biến lượng mưa, cảm biến độ ẩm không khí, cảm biến độ ẩm của đất, cảm biến tốc độ dòng chảy bùn, cảm biến dịch chuyển của đất, cảm biến áp suất thủy lực, cảm biến dây, camera, dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh và gửi dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh này tới bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi thông qua truyền thông trên đường dây cấp nguồn.

Bước 3: tạo ra, bởi bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi, xử lý thông tin dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh

thu được từ các cảm biến và thông tin từ nguồn dữ liệu mở của Bộ tài nguyên và Môi trường và dữ liệu vệ tinh.

Bước 4: gửi, bởi bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi, sau khi xử lý thông tin dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh thu được từ các cảm biến và thông tin từ nguồn dữ liệu mở của Bộ tài nguyên và Môi trường và dữ liệu vệ tinh, bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi gửi các thông tin đã xử lý lên cơ sở dữ liệu trực tuyến.

Cơ sở dữ liệu trực tuyến có sẵn được sử dụng là cơ sở dữ liệu trực tuyến của dịch vụ Firebase của Google.

Theo một phương án ưu tiên của sáng chế dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh còn được thu thập từ nguồn dữ liệu mở của Bộ tài nguyên và Môi trường và dữ liệu vệ tinh.

Tốt hơn là, phương pháp giám sát và cảnh báo sạt lở, lũ quét theo thời gian thực còn bao gồm bước theo dõi biểu đồ các thông tin về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa trong khoảng thời gian xác định trước.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, hệ thống giám sát và cảnh báo sạt lở đất, lũ quét theo thời gian thực sẽ được mô tả chi tiết hơn ở dưới đây.

Như thể hiện trên Hình 2, hệ thống giám sát và cảnh báo sạt lở đất, lũ quét theo thời gian thực bao gồm:

mô đun cảm biến để thực hiện chức năng thu thập dữ liệu về về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh,

trong đó, mô đun cảm biến bao gồm:

cảm biến lượng mưa (2), cảm biến độ ẩm không khí (3), cảm biến độ ẩm của đất (4), cảm biến tốc độ dòng chảy bùn (5), cảm biến dịch chuyển của đất (6), cảm biến áp suất thủy lực (7), cảm biến dây (8), camera (9);

bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi (1), xử lý thông tin dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh thu được từ các cảm biến và thông tin từ nguồn dữ liệu mở của Bộ tài nguyên và Môi trường (10) và dữ liệu vệ tinh(11);

mạch truyền dẫn dữ liệu thu được từ cảm biến để nhận và gửi dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh thông qua truyền thông không dây Zigbee.

Theo một phương án của sáng chế, thể hiện trên Hình 3, cảm biến dịch chuyển của đất (6) bao gồm: cảm biến dịch chuyển của đất (601) được đặt ở vị

trí có nền đất ổn định và các cảm biến dịch chuyển của đất (602) được đặt ở vị trí tiềm ẩn nguy cơ sạt lở.

Trên đây, sáng chế đã được mô tả chi tiết theo các phương án ưu tiên thực hiện, và có thể kèm theo các phương án thay thế hoặc tương đương hoặc các ví dụ cụ thể, sử dụng các mô tả và thuật ngữ phù hợp để người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này có thể hiểu và thực hiện được giải pháp theo sáng chế. Vì vậy, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể dễ dàng tạo ra các thay đổi, cải biến, hoặc thay thế tương đương dựa vào các nội dung và các phương án được mô tả. Do đó, các thay đổi, cải biến, hoặc thay thế tương đương này được coi là không nằm ngoài phạm vi của sáng chế, và phạm vi bảo hộ của sáng chế hiển nhiên là không bị giới hạn bởi các nội dung và phương án được mô tả trên đây, mà được xác định theo phạm vi rộng nhất trong yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp giám sát và cảnh báo sạt lở đất, lũ quét theo thời gian thực theo sáng chế bao gồm các bước:

bước 1: kết nối, thông qua truyền thông không dây Zigbee, ít nhất là một bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi và các cảm biến bao gồm: cảm biến lượng mưa, cảm biến độ ẩm không khí, cảm biến độ ẩm của đất, cảm biến tốc độ dòng chảy bùn, cảm biến dịch chuyển của đất, cảm biến áp suất thủy lực, cảm biến dây, camera, để thực hiện việc truyền tín hiệu giữa bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi và các cảm biến;

bước 2: thu thập, bởi các cảm biến bao gồm: cảm biến lượng mưa, cảm biến độ ẩm không khí, cảm biến độ ẩm của đất, cảm biến tốc độ dòng chảy bùn, cảm biến dịch chuyển của đất, cảm biến áp suất thủy lực, cảm biến dây, camera, dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh và gửi dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh này tới bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi thông qua truyền thông trên đường dây cáp nguồn;

bước 3: tạo ra, bởi bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi, xử lý thông tin dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh thu được từ các cảm biến và thông tin từ nguồn dữ liệu mở của Bộ tài nguyên và Môi trường và dữ liệu vệ tinh;

bước 4: gửi, bởi bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi, sau khi xử lý thông tin dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh thu được từ các cảm biến và thông tin từ nguồn dữ liệu mở của Bộ tài nguyên và Môi trường và dữ liệu vệ tinh, bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi gửi các thông tin đã xử lý lên cơ sở dữ liệu trực tuyến.

2. Phương pháp giám sát và cảnh báo sạt lở đất, lũ quét theo thời gian thực theo sáng chế theo điểm 1, trong đó:

dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh còn được thu thập từ nguồn dữ liệu mở của Bộ tài nguyên và Môi trường và dữ liệu vệ tinh.

3. Phương pháp giám sát và cảnh báo sạt lở đất, lũ quét theo thời gian thực theo sáng chế theo điểm 1, trong đó:

theo dõi biểu đồ các thông tin về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa trong khoảng thời gian xác định trước.

4. Hệ thống giám sát và cảnh báo sạt lở đất, lũ quét theo thời gian thực theo sáng chế bao gồm:

môđun cảm biến để thực hiện chức năng thu thập dữ liệu về về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh, bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi (1),

trong đó, mô đun cảm biến bao gồm:

cảm biến lượng mưa (2), cảm biến độ ẩm không khí (3), cảm biến độ ẩm của đất (4), cảm biến tốc độ dòng chảy bùn (5), cảm biến dịch chuyển của đất (6), cảm biến áp suất thủy lực (7), cảm biến dây (8), camera (9);

bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi (1), xử lý thông tin dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh thu được từ các cảm biến và thông tin từ nguồn dữ liệu mở của Bộ tài nguyên và Môi trường (10) và dữ liệu vệ tinh(11);

mạch truyền dẫn dữ liệu thu được từ cảm biến để nhận và gửi dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh thông qua truyền thông không dây Zigbee.

5. Hệ thống giám sát và cảnh báo sạt lở đất, lũ quét theo thời gian thực theo điểm 4, trong đó:

cảm biến dịch chuyển của đất (6) bao gồm: cảm biến dịch chuyển của đất (601) được đặt ở vị trí có nền đất ổn định và các cảm biến dịch chuyển của đất (602) được đặt ở vị trí tiềm ẩn nguy cơ sạt lở.

Bước 1: kết nối, thông qua truyền thông không dây Zigbee, ít nhất là một bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi và các cảm biến bao gồm: cảm biến lượng mưa, cảm biến độ ẩm không khí, cảm biến độ ẩm của đất, cảm biến tốc độ dòng chảy bùn, cảm biến dịch chuyển của đất, cảm biến áp suất thủy lực, cảm biến dây, camera, để thực hiện việc truyền tín hiệu giữa bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi và các cảm biến.



Bước 2: thu thập, bởi các cảm biến bao gồm: cảm biến lượng mưa, cảm biến độ ẩm không khí, cảm biến độ ẩm của đất, cảm biến tốc độ dòng chảy bùn, cảm biến dịch chuyển của đất, cảm biến áp suất thủy lực, cảm biến dây, camera, dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh

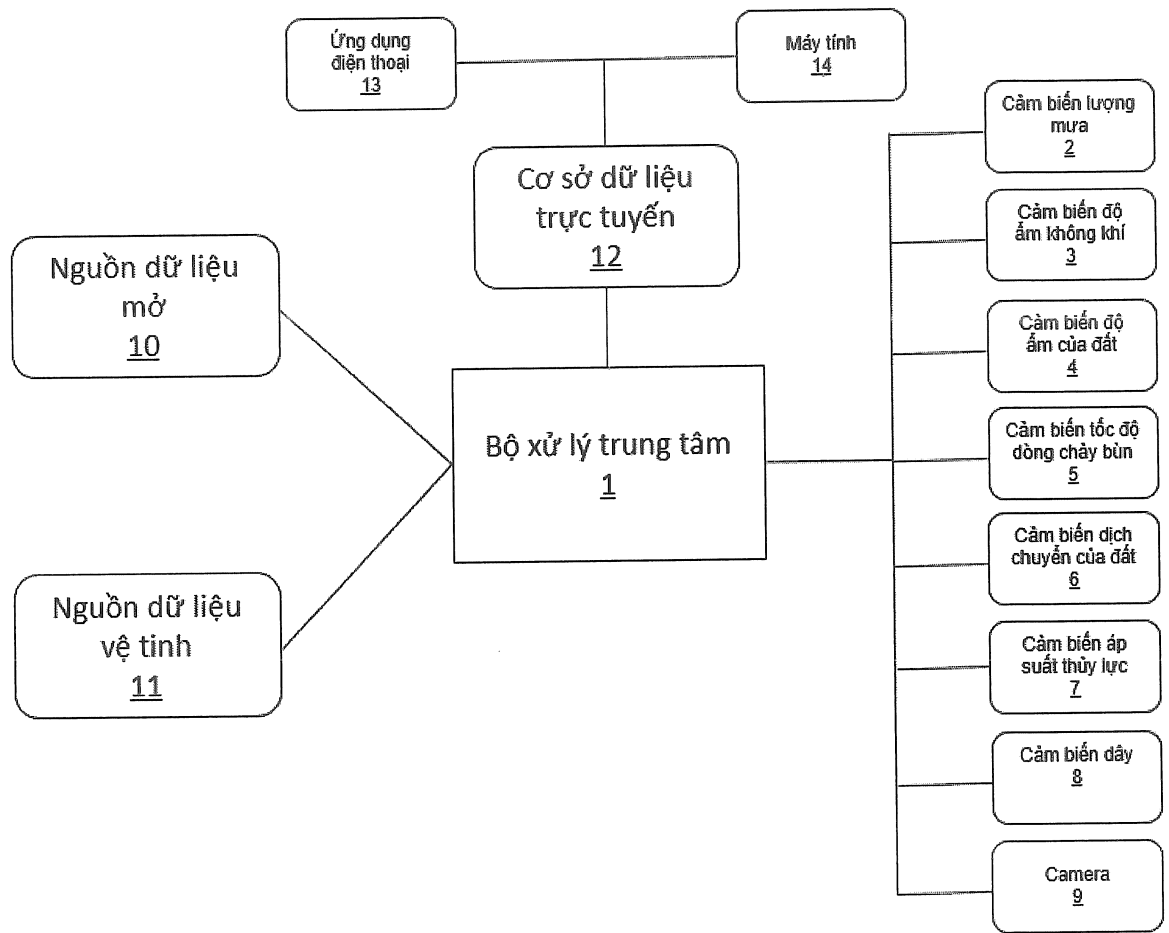


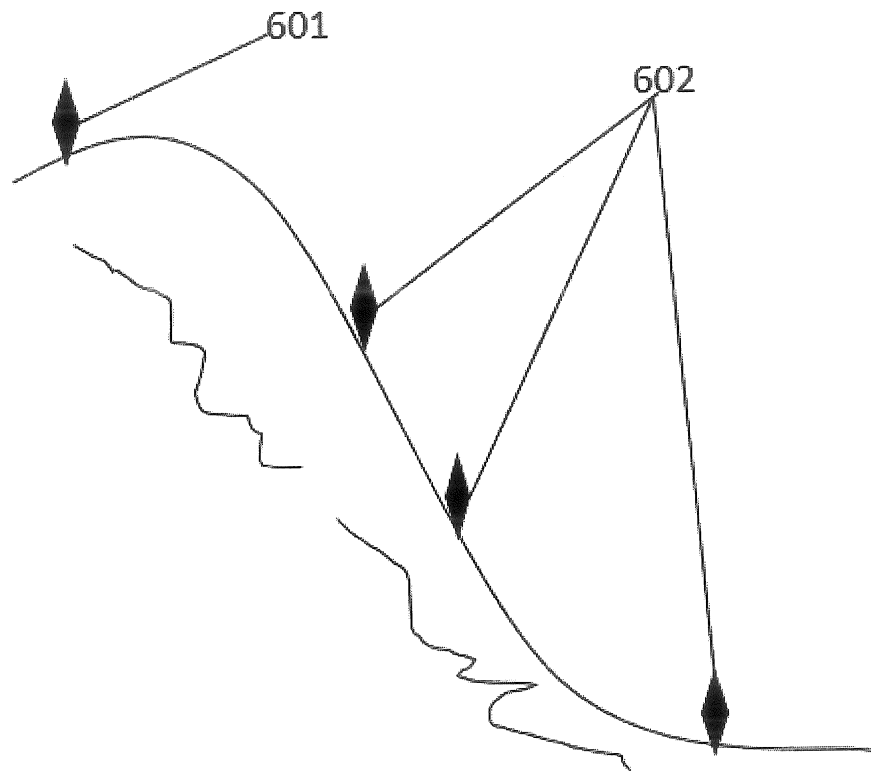
Bước 3: tạo ra, bởi bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi, xử lý thông tin dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh thu được từ các cảm biến và thông tin từ nguồn dữ liệu mở của Bộ tài nguyên và Môi trường và dữ liệu vệ tinh.



Bước 4: gửi, bởi bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi, sau khi xử lý thông tin dữ liệu về trạng thái của bùn, dịch chuyển của đất, độ ẩm, lượng mưa và hình ảnh thu được từ các cảm biến và thông tin từ nguồn dữ liệu mở của Bộ tài nguyên và Môi trường và dữ liệu vệ tinh, bộ xử lý trung tâm Raspberry Pi gửi các thông tin đã xử lý lên cơ sở dữ liệu trực tuyến.

Hình 1

**Hình 2**

**Hình 3**