



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

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

(11)



2-0004541

(51) **G01C 21/26; B60W 40/06**
2022.01

(13) **Y**

(21) 2-2023-00345

(22) 28/06/2023

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/09/2023 426A

(73) **TRƯỜNG ĐẠI HỌC PHENIKAA (VN)**

Phó Nguyễn Văn Trác, phường Dương Nội, thành phố Hà Nội

(72) **TRẦN ĐỨC TÂN (VN); Trần Đức Nghĩa (VN); Ngô Văn Công (VN).**

(54) **HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN VÀ ĐÁNH GIÁ TRẠNG THÁI
MẶT ĐƯỜNG SỬ DỤNG CẢM BIẾN QUÁN TÍNH VÀ BỘ ĐỊNH VỊ GNSS GẮN
TRÊN XE**

(21) 2-2023-00345

(57) Giải pháp hữu ích đề xuất hệ thống phát hiện và đánh giá trạng thái mặt đường sử dụng cảm biến quán tính và bộ định vị GNSS gắn trên xe, hệ thống này bao gồm (i) bộ thiết bị lắp trên xe để thực hiện phân loại, phát hiện tình trạng mặt đường sử dụng học máy, trong đó thiết bị định vị để định vị vị trí của xe theo thời gian thực sử dụng định vị vệ tinh GNSS, và các cảm biến gia tốc, cảm biến vận tốc góc, cảm biến từ trường xác định góc hướng; (ii) máy chủ gồm máy tính với phần mềm nhận kết quả phát hiện mặt đường theo vị trí và thời gian từ các thiết bị gắn trên xe, phần mềm sẽ lưu lại thông tin mặt đường có nhãn thời gian gần nhất trên bản đồ số và dữ liệu này sẽ được cập nhật lại cho các thiết bị khác, các thiết bị kết nối internet có thể truy cập vào hệ thống bản đồ số để biết về thông tin tình trạng mặt đường. Hệ thống này có cơ chế giảm tiêu hao năng lượng khi định vị thông qua GNSS và các cảm biến nêu trên. Ngoài ra, hệ thống này còn cơ chế phân luồng để điều chỉnh tốc lấy mẫu của cảm biến theo trạng thái mặt đường có hoặc không có ổ gà.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến hệ thống hỗ trợ theo dõi, giám sát và đánh giá trạng thái mặt đường, cụ thể là hệ thống và phương pháp phân loại, đánh giá tình trạng mặt đường và cung cấp cảnh báo đến các xe ở gần vị trí đường xấu.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Hiện nay các lái xe thông thường sử dụng bộ điều hướng định vị để lái xe đến điểm đích một cách thuận lợi nhất theo chỉ dẫn của bộ định vị, các bộ định vị này có thể cung cấp các vị trí như trạm xăng, vạch kẻ đường, giới hạn tốc độ. Tuy nhiên bộ điều hướng định vị này chỉ nhận biết một vị trí cụ thể trên cung đường nó đang di chuyển, thường không cung cấp các thông tin về trạng thái mặt đường.

Mặt đường giao thông có thể được xây dựng bằng nhiều loại vật liệu khác nhau như nhựa đường, bê tông, đá hoặc các vật liệu tương tự. Trong quá trình sử dụng mặt đường có thể bị xuống cấp, hư hỏng bởi nhiều nguyên nhân khác nhau như xe quá tải trọng cho phép, vật liệu thi công không đảm bảo chất lượng, hoặc việc bảo dưỡng bị chậm trễ... Nếu người lái xe chỉ di chuyển theo hướng dẫn của bộ điều hướng thì nguy cơ xảy ra tai nạn có thể tăng bởi có thể xuất hiện tình trạng di chuyển qua ổ gà hoặc mặt đường bị hư hỏng ở tốc độ cao.

Ở giải pháp hữu ích này, sự phát hiện các thay đổi về trạng thái mặt đường có thể được áp dụng làm đầu vào cho các hệ thống cảnh báo cho người lái xe khi tham gia giao thông. Các cảnh báo giúp người lái chủ động hơn trong việc lái xe, nâng cao độ an toàn cho người và hành khách trên xe, cũng như đảm bảo việc vận hành xe được tối ưu nhất. Hoặc công nghệ phân loại một số mặt đường tự động

cũng được ứng dụng cho xe tự hành, việc xe tự hành nhận biết được trạng thái mặt đường là rất cần thiết để có thể đưa ra các quyết định về tốc độ và điều khiển xe một cách an toàn nhất. Ngoài ra, hệ thống có thể hỗ trợ cho các cơ quan, đơn vị quản lý đường giao thông nắm bắt được tình trạng mặt đường, phát hiện sớm các đoạn đường bị lún, nứt, từ đó chủ động đưa ra các phương án bảo dưỡng, sửa chữa kịp thời và phù hợp.

Một số nghiên cứu đã được thực hiện để xác định các bất thường trên mặt đường bằng cách phát triển các hệ thống hỗ trợ cảnh báo mặt đường. Tuy nhiên, một số hệ thống chỉ hỗ trợ phân biệt một số ít trạng thái mặt đường như chỉ phát hiện được ổ gà, gờ giảm tốc, góc cua; số khác thì tính ứng dụng thương mại hạn chế vì việc phân tích dữ liệu rất phức tạp theo thời gian thực và liên quan đến chi phí dành cho chế tạo thiết bị (điển hình như một số nghiên cứu sử dụng camera hay lắp đặt cảm biến radar).

Một số nghiên cứu dựa trên công nghệ của cảm biến quán tính đã được phát triển để phân tích trạng thái mặt đường một cách tự động. Với ưu điểm của cảm biến quán tính là kích thước nhỏ, trọng lượng nhẹ và tiêu thụ điện năng thấp, cảm biến quán tính kết hợp với bộ thu định vị GNSS đã được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau, trong đó cũng được sử dụng trong hệ thống phân loại, phát hiện và đánh giá trạng thái mặt đường. Tuy nhiên, việc sử dụng dữ liệu được thu thập bởi các cảm biến như vậy để phân loại và đánh giá trạng thái mặt đường vẫn có những thách thức lớn cho các nhà phát triển, liên quan đến các bất thường khác nhau xuất hiện trên mặt đường, trích xuất các dữ liệu đặc trưng liên quan cho phép phân loại trạng thái mặt đường và việc xử lý dữ liệu phức tạp khi có nhiều. Điều này đã dẫn đến nhu cầu về các phương pháp hiệu quả và chính xác hơn để phân tích số lượng lớn dữ liệu thu thập được từ cảm biến quán tính, dữ liệu từ bộ định vị GNSS.

Các nghiên cứu trước đây thường sử dụng bộ thu định vị GPS để lấy thông tin về vị trí hiện tại, việc chỉ sử dụng thu tín hiệu GPS thụ động có thể gây ra sai lệch về vị trí khi tín hiệu thu không tốt. Phương pháp RTK (Real-Time Kinematic) là một phương pháp đo động thời gian thực, giúp tăng độ chính xác của các bộ thu GNSS. RTK là một phương pháp đo động xử lý tức thời trên nguyên tắc sử dụng một trạm cơ sở (Base). Thông qua việc thu định vị vệ tinh nhân tạo tính toán ra một số nguyên đa trị N (có thể hiểu đơn giản là số gia cải chính). Số gia cải chính này sẽ được truyền tới vị trí đặt các máy di động (Rover) nhằm mục đích hiệu chỉnh vị trí các máy thu GNSS di động để đạt được độ chính xác cao. Ngoài ra, hiện nay có nhiều hệ thống định vị vệ tinh khác nhau như Galileo, Beidou, GLONASS, sử dụng bộ định vị GNSS có thể thu được tín hiệu vệ tinh từ các hệ thống nêu trên có thể tăng độ tin cậy về dữ liệu vệ tinh thu được khi thiết bị di chuyển.

Tại Việt Nam vẫn chưa có nghiên cứu nào về hệ thống hỗ trợ theo dõi, giám sát và phát hiện trạng thái mặt đường trên cơ sở học máy sử dụng đồng thời cảm biến quán tính, bộ định vị GNSS và bộ truyền thông không dây.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích đề xuất thiết bị và hệ thống nhằm thu thập và phân tích dữ liệu theo thời gian thực nhằm phân loại và đánh giá trạng thái mặt đường giao thông. Hệ cảm biến sử dụng là cảm biến quán tính, cảm biến áp suất lốp, cảm biến nhiệt độ, độ ẩm giúp việc xác định trạng thái được chính xác hơn và bộ thu định vị giúp lưu lại những địa điểm cần cảnh báo trên máy chủ.

Phần cứng của hệ thống theo giải pháp hữu ích được chia thành hai phần chính: phần một là thiết bị được gắn trên xe giao thông nhằm đo đạc dữ liệu về cảm biến quán tính (độ rung, xóc, góc quay) và dữ liệu định vị (vận tốc, tọa độ, thời gian), kết hợp với các thông số của xe và cảm biến khác (mã số, trọng lượng

xe, áp suất lốp, đường kính bánh xe, nhiệt độ, độ ẩm...) khi di chuyển trên đường; phần hai là phần thu tín hiệu, lưu trữ và xử lý dữ liệu thu được. Cụ thể là:

(i) Phần một gồm một thiết bị là: thiết bị đo để đo gia tốc, vận tốc góc, góc hướng, v.. khi xe di chuyển trên đường giao thông kết hợp với các dữ liệu của hệ thống định vị GNSS (vị trí, tốc độ, thời gian thực).

Thiết bị sẽ sử dụng các dữ liệu đầu vào đo được để đưa ra các phân loại về tình trạng mặt đường hiện tại, kết quả phân loại kèm theo thông tin thời gian được đồng thời cập nhật lên dữ liệu của máy chủ để chia sẻ tới các thiết bị khác trong mạng lưới.

(ii) Phần hai là máy chủ gồm máy tính với phần mềm nhận kết quả phát hiện mặt đường theo vị trí và thời gian từ các thiết bị gắn trên xe. Phần mềm sẽ lưu lại thông tin mặt đường có nhãn thời gian gần nhất trên bản đồ số và dữ liệu này sẽ được cập nhật lại cho các thiết bị khác. Các thiết bị kết nối internet có thể truy cập vào hệ thống bản đồ số để biết về thông tin tình trạng mặt đường.

Giải pháp hữu ích này tập trung vào việc xây dựng thiết bị lắp đặt trên các phương tiện giao thông, phương pháp xử lý để kết hợp các loại dữ liệu: gia tốc, vận tốc góc, vị trí và thời gian khi di chuyển ở các mặt đường khác nhau và máy chủ lưu cơ sở dữ liệu về các trạng thái mặt đường. Chức năng của hệ thống sẽ gồm: 1/ nhận diện được hiện trạng mặt đường tại một thời điểm xác định; và 2/ gán thông tin hiện trạng mặt đường với vị trí của xe tại thời điểm đó. Một khung dữ liệu được gửi từ thiết bị về máy chủ sẽ bao gồm: thời gian, vị trí, tình trạng mặt đường tương ứng với vị trí.

Theo một phương án ưu tiên, giải pháp hữu ích đề xuất hệ thống phát hiện và đánh giá trạng thái mặt đường sử dụng cảm biến quán tính và bộ định vị GNSS gắn trên xe, hệ thống này bao gồm:

(i) bộ thiết bị lắp trên xe để thực hiện phân loại, phát hiện tình trạng mặt đường, bao gồm:

thiết bị định vị để định vị vị trí của xe theo thời gian thực sử dụng định vị vệ tinh GNSS, và các cảm biến gia tốc, cảm biến vận tốc góc, cảm biến từ trường xác định góc hướng;

thiết bị phân loại, phát hiện tình trạng mặt đường sử dụng học máy sẽ sử dụng các dữ liệu đầu vào đo được để đưa ra các phân loại về tình trạng mặt đường hiện tại, kết quả phân loại kèm theo thông tin thời gian được đồng thời cập nhật lên dữ liệu của máy chủ để chia sẻ tới các bộ thiết bị khác trong mạng;

môđun truyền thông trên thiết bị giao tiếp với máy chủ để gửi dữ liệu gồm: thời gian, vị trí, trạng thái mặt đường tương ứng, trạng thái có ổ gà hay không;

bộ thiết bị này nhận các vị trí cảnh báo mặt đường có ổ gà, đường xấu từ máy chủ và lưu trữ tại bộ thiết bị, thực hiện cảnh báo cho lái xe khi xe di chuyển đến gần vị trí đó;

mỗi khung dữ liệu được gửi từ thiết bị về máy chủ sẽ bao gồm: thời gian, vị trí, tình trạng mặt đường tương ứng với vị trí;

(ii) máy chủ gồm máy tính với phần mềm nhận kết quả phát hiện mặt đường theo vị trí và thời gian từ các thiết bị gắn trên xe, phần mềm sẽ lưu lại thông tin mặt đường có nhãn thời gian gần nhất trên bản đồ số và dữ liệu này sẽ được cập nhật lại cho các thiết bị khác, các thiết bị kết nối internet có thể truy cập vào hệ thống bản đồ số để biết về thông tin tình trạng mặt đường;

trong đó, hệ thống này xử lý để kết hợp các loại dữ liệu: gia tốc, vận tốc góc, vị trí và thời gian khi di chuyển ở các mặt đường khác nhau và máy chủ lưu cơ sở dữ liệu về các trạng thái mặt đường, chức năng của hệ thống gồm: nhận diện được hiện trạng mặt đường tại một thời điểm xác định; và gán thông tin hiện trạng mặt đường với vị trí của xe tại thời điểm đó;

hệ thống này khác biệt ở chỗ:

thiết bị định vị hoạt động theo cách khi tín hiệu vệ tinh không bị gián đoạn, thì vị trí thiết bị chỉ cần xác định từ bộ định vị vệ tinh GNSS, khi tín hiệu vệ tinh bị

gián đoạn, vị trí thiết bị sẽ được xác định bởi ba cảm biến trên thiết bị gồm cảm biến gia tốc, cảm biến vận tốc góc, cảm biến từ trường xác định góc hướng;

thiết bị phân loại, phát hiện tình trạng mặt đường có cơ chế phân luồng sử dụng hoạt động của khối phát hiện ổ gà dùng cảm biến gia tốc 3 trục,

khi không có ổ gà nghĩa là tín hiệu từ cảm biến gia tốc không vượt quá một giá trị ngưỡng phát hiện, cảm biến gia tốc được lấy mẫu với tốc độ N mẫu/giây, dữ liệu được lấy trung bình để loại nhiễu trước khi đi vào khối xác định trạng thái mặt đường và xác định vị trí thì tốc độ mẫu được giảm xuống còn M mẫu/giây ($M=N/K$, trong đó M, N, K là số nguyên, $N > M$),

khi tín hiệu vượt giá trị ngưỡng, tức là phát hiện ổ gà thì tốc độ lấy mẫu của cảm biến gia tốc được duy trì với tốc độ mẫu N mẫu/giây.

Theo một khía cạnh của phương án này, giải pháp hữu ích đề xuất hệ thống theo điểm 1, trong đó thiết bị phân loại, phát hiện tình trạng mặt đường sử dụng học máy sử dụng bộ đặc trưng nhẹ (trị trung bình, độ lệch chuẩn, giá trị trung vị, dải giá trị, giá trị đỉnh, hệ số đỉnh, v.v..), các thông tin về độ rung và dao động của cảm biến gia tốc (thể hiện thông qua bộ đặc trưng nhẹ) được sử dụng để xác định tính chất và đặc điểm của mặt đường, thiết bị này thực thi mô hình học máy rừng ngẫu nhiên ngay trên thiết bị để phân loại 04 trạng thái mặt đường gồm: đường nhựa trơn, đường sỏi đá, đường bê tông, đường có ổ gà hoặc ở trạng thái xấu.

Theo một phương án khác, giải pháp hữu ích còn đề xuất phương pháp phân loại, đánh giá tình trạng mặt đường sử dụng hệ thống phát hiện và đánh giá trạng thái mặt đường sử dụng cảm biến quán tính và bộ định vị GNSS gắn trên xe theo một trong các phương án nêu trên, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

truy cập vào hồ sơ của một phương tiện bất kỳ để lấy thông tin theo thời gian thực;

lưu lại các vị trí cần cảnh báo về tình trạng mặt đường bằng cách xây dựng một bản đồ số thể hiện tình trạng mặt đường, bản đồ số này có thể truy cập bằng các thiết bị di động hoặc máy tính có kết nối internet.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ kèm theo

Giải pháp theo giải pháp hữu ích sẽ được mô tả chi tiết dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Hình 1 là hình vẽ sơ đồ khối của hệ thống.

Hình 2 là sơ đồ chi tiết của thiết bị gắn trên xe.

Hình 3 là hình vẽ thể hiện người dùng (các xe có gắn thiết bị) chia sẻ thông tin thu thập được.

Hình 4 là hình vẽ lưu đồ hoạt động xử lý của thiết bị gắn trên xe.

Hình 5 là hình vẽ lưu đồ xử lý tại máy chủ.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Toàn bộ thiết bị được cấp nguồn nuôi từ pin Lithium 1. Khi pin xuống dưới 20% thì thiết bị có thể được sạc thông qua mạch sạc 2 tích hợp trên thiết bị. Các thành phần chính trong thiết bị chính là hệ cảm biến quán tính, áp suất, nhiệt độ, độ ẩm 4, bộ xử lý trung tâm 3, bộ thu định vị và truyền thông 3/4G 5, và bộ thông tin, cảm biến khác (mã số xe, đường kính lốp, v.v..). Hệ cảm biến 4 này có nhiệm vụ đo lường sự thay đổi của gia tốc và góc quay. Đây là cảm biến có thể đo gia tốc và góc quay theo cả ba trục X, Y, Z. Trong một giây cảm biến sẽ thu nhận được N mẫu dữ liệu trên mỗi trục và gửi về bộ xử lý trung tâm 3. Như vậy trong mỗi giây sẽ có N mẫu dữ liệu gia tốc; góc quay và ba mẫu dữ liệu về vận tốc; vị trí; thời gian được thu thập. Bộ xử lý trung tâm 3 thu nhận tín hiệu quán tính, tín hiệu định vị, gắn thông tin thời gian thực rồi tiến hành phân loại, lưu vào bộ nhớ 6 và gửi lên máy chủ 100. Khi xe di chuyển đến gần những vị trí được xấu trên mặt đường thì bộ xử lý trung tâm 3 phát tín hiệu cảnh báo ra loa hoặc màn hình 7.

Điểm mấu chốt của giải pháp hữu ích đó là các thiết bị xử lý và phân tích dữ liệu từ hệ cảm biến, bộ định vị GNSS theo thời gian thực để đưa ra hiện trạng mặt đường. Máy chủ 100 sẽ cập nhật dữ liệu gửi về từ các thiết bị gắn trên các phương tiện giao thông 10 khác nhau, bộ phần mềm trên máy chủ 100 sẽ đưa các thông tin này vào hệ thống bản đồ số 11 và chia sẻ thông tin cho các thiết bị gắn trên phương tiện giao thông 10 khác. Mỗi người dùng (tương ứng với các thiết bị đã gắn trên phương tiện giao thông 10) đều có thể đóng góp làm giàu thêm cho cơ sở dữ liệu bằng cách truyền về máy chủ 100 thông tin về tình trạng mặt đường như được thể hiện trên Hình 3.

Trước hết, giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp xác định vị trí tại một thời gian xác định (t_k). Phổ biến nhất, việc xác định vị trí có thể thông qua sử dụng bộ định vị vệ tinh. Trong nhiều ứng dụng, việc xác định vị trí có thể thông qua sử dụng kết hợp bộ định vị vệ tinh và cảm biến quán tính. Tuy nhiên cách làm này tiêu hao năng lượng nhiều hơn do gia tăng khối lượng tính toán. Trong khi đó giải pháp hữu ích đề xuất phương pháp xác định vị trí mà trong đó: khi tín hiệu vệ tinh không bị gián đoạn, vị trí thiết bị chỉ cần xác định từ bộ định vị vệ tinh; khi tín hiệu vệ tinh bị gián đoạn, vị trí thiết bị sẽ được xác định bởi ba cảm biến trên thiết bị (cảm biến gia tốc, cảm biến vận tốc góc, cảm biến từ trường xác định góc hướng). Trong phương pháp này, vị trí khởi phát sẽ là vị trí mà ở đó tín hiệu vệ tinh trước khi bị gián đoạn (giả sử t_k là thời điểm tín hiệu vệ tinh bắt đầu bị gián đoạn thì t_{k-1} là thời điểm tín hiệu vệ tinh còn tin cậy và theo đó vị trí tương ứng với t_{k-1} là mốc vị trí để bắt đầu định vị chỉ dùng cảm biến). Khi tín hiệu vệ tinh được khôi phục, việc xác định vị trí quay trở lại dùng bộ định vị vệ tinh.

Ngoài ra, giải pháp hữu ích cũng đề xuất phương pháp phân loại trạng thái mặt đường sử dụng bộ đặc trưng nhẹ (trị trung bình, độ lệch chuẩn, giá trị trung vị, dải giá trị, giá trị đỉnh, hệ số đỉnh, v.v..) trích xuất từ cảm biến gia tốc để thực thi mô hình học máy rừng ngẫu nhiên ngay trên thiết bị để phân loại 04 trạng thái mặt

đường gồm: đường nhựa trơn/ đường sỏi đá/ đường bê tông/ đường ở trạng thái xấu. Các thông tin về độ rung và dao động của cảm biến gia tốc (thể hiện thông qua bộ đặc trưng nhẹ) được sử dụng để xác định tính chất và đặc điểm của mặt đường. Sở dĩ đây là bộ đặc trưng nhẹ là do các thông số có thể trích xuất trực tiếp từ dữ liệu gia tốc trên miền thời gian, không yêu cầu các biến đổi phức tạp sang miền tần số hay miền biến đổi. Một số ưu điểm chính của bộ đặc trưng nhẹ: tiết kiệm tài nguyên, dễ dàng triển khai, độ chính xác tốt, dễ dàng huấn luyện và cập nhật, tích hợp vào ứng dụng thực tế.

Có thể thấy việc tạo khung dữ liệu gửi từ thiết bị về máy chủ gồm thời gian, vị trí, tình trạng mặt đường tương ứng với vị trí xét trong tình huống gián đoạn tín hiệu vệ tinh là dấu hiệu kỹ thuật cơ bản của giải pháp hữu ích này.

Ngoài ra, giải pháp hữu ích này còn xây dựng cơ chế phân luồng sử dụng hoạt động của khối phát hiện ổ gà dùng cảm biến gia tốc ba trục. Thông thường, cảm biến gia tốc được lấy mẫu với tốc độ N mẫu/giây (ví dụ $N=50$ mẫu/giây); dữ liệu được lấy trung bình để loại nhiễu trước khi đi vào khối xác định trạng thái mặt đường và xác định vị trí nên tốc độ mẫu được giảm xuống còn M mẫu/giây ($M=N/K$, ví dụ $N=50$ mẫu/giây, $K=5$, $M=10$ mẫu/giây). Tuy nhiên, đặc thù của tín hiệu phát hiện ổ gà là diễn ra trong thời gian ngắn nên dữ liệu gia tốc cho mô đun phát hiện phải được duy trì với tốc độ mẫu nguyên bản N mẫu/giây. Vì thế cơ chế phân luồng tốc độ mẫu của cảm biến gia tốc tương ứng với các mô đun khác nhau có thể được xem là dấu hiệu kỹ thuật cơ bản.

Việc phát hiện, đánh giá các trạng thái mặt đường kèm theo thông tin về thời gian và vị trí sẽ được thực hiện theo thời gian thực tại thiết bị. Kết quả được cập nhật lên cơ sở dữ liệu trên máy chủ. Những thiết bị có hỗ trợ internet như thiết bị di động hay máy tính (110A, 110B, 110C) có thể truy cập và giám sát trạng thái của từng cung đường theo thời gian thực. Hệ thống có thể phát hiện và phân biệt các trạng thái mặt đường gồm bốn loại: đường nhựa trơn/ đường sỏi đá/ đường bê tông/

đường ở trạng thái xấu. Các xe gắn thiết bị khi di chuyển gần những vị trí xấu thì thiết bị sẽ phát ra những cảnh báo để lái xe có thể biết trước và có những điều chỉnh hành vi lái xe phù hợp, an toàn.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Hình 4 dưới đây thể hiện các bước thực hiện xử lý của thiết bị gắn trên xe để phát hiện và phân loại, đánh giá tình trạng mặt đường.

Bước 210: Thiết bị nhận cập nhật các thông số của xe (mã số).

Bước 211: Bộ vi xử lý trung tâm 3 nhận dữ liệu từ hệ cảm biến 4, bộ thu định vị 5.

Bước 212: Thực hiện các phương pháp tiền xử lý dữ liệu (lọc nhiễu, loại bỏ các bất thường trong dữ liệu, v.v.), xác định vị trí của xe như sau: kiểm tra tín hiệu vệ tinh, khi tín hiệu vệ tinh không bị gián đoạn, vị trí thiết bị xác định hoàn toàn từ bộ định vị vệ tinh; nếu tín hiệu vệ tinh bị gián đoạn, vị trí thiết bị sẽ được xác định bởi ba cảm biến trên thiết bị (cảm biến gia tốc, cảm biến vận tốc góc, cảm biến từ trường xác định góc hướng). Ở đó, vị trí khởi phát sẽ là vị trí mà ở đó tín hiệu vệ tinh trước khi bị gián đoạn (gọi t_k là thời điểm tín hiệu vệ tinh bắt đầu bị gián đoạn thì t_{k-1} là thời điểm tín hiệu vệ tinh còn tin cậy và theo đó vị trí tương ứng với t_{k-1} là mốc vị trí để bắt đầu định vị chỉ dùng cảm biến). Quãng đường di chuyển được xác định bởi tích phân hai lần của tín hiệu gia tốc với sự trợ giúp của cảm biến góc hướng sẽ xác định được quỹ đạo khi mất tín hiệu vệ tinh. Khi tín hiệu vệ tinh được khôi phục, việc xác định vị trí quay trở lại dùng bộ định vị vệ tinh.

Bước 213: Sử dụng học máy để tiến hành phân loại, đánh giá tình trạng mặt đường. Quy trình gồm các bước sau: 1/ Chuẩn bị dữ liệu: Thu thập và chuẩn bị dữ liệu đầu vào cho quá trình huấn luyện mô hình. Đảm bảo dữ liệu được gán nhãn chính xác và đại diện cho các trường hợp có thể gặp phải trong thực tế (04 trạng

thái mặt đường gồm: đường nhựa trơn/ đường sỏi đá/ đường bê tông/ đường ở trạng thái xấu); 2/ Chọn và xây dựng bộ đặc trưng nhẹ: thông tin về độ rung và dao động của cảm biến gia tốc được sử dụng để trích xuất một bộ đặc trưng nhẹ (trị trung bình, độ lệch chuẩn, giá trị trung vị, dải giá trị, giá trị đỉnh, hệ số đỉnh, v.v.); 3/ Chọn một mô hình học máy Rừng ngẫu nhiên. Ưu điểm khi lựa chọn học máy Rừng ngẫu nhiên là có thể được nhúng vào các vi điều khiển thông thường (không cần thiết phải sử dụng các vi điều khiển chuyên dụng). Huấn luyện mô hình trên dữ liệu đã được chuẩn bị, sử dụng bộ đặc trưng nhẹ và các thuật toán tương ứng; 4/ Đánh giá và tinh chỉnh mô hình: Đánh giá hiệu suất của mô hình RF bằng cách sử dụng các phép đo gồm độ chính xác, độ nhạy, giá trị F1. Tinh chỉnh các tham số của mô hình để cải thiện hiệu suất; 5/ Nhúng mô hình RF vào vi điều khiển để đưa ra dự đoán trên dữ liệu mới, nhận diện đầu ra (4 trạng thái mặt đường).

Bước 214: Phát hiện ổ gà dùng dữ liệu cảm biến gia tốc ba trục với tốc độ mẫu N mẫu/giây (ví dụ N=50 mẫu/giây); bản chất của sự kiện khi gặp ổ gà là dữ liệu gia tốc tạo đỉnh trong một thời gian rất ngắn. Các đỉnh giả sẽ gây ảnh hưởng lớn đến độ chính xác của kết quả phát hiện số ổ gà. Do vậy, để hạn chế việc xác định nhầm đỉnh giả, chúng tôi sử dụng một ngưỡng để xác định xem tại đó có đúng là đỉnh thật tương ứng với ổ gà hay không. Ngưỡng được xác định bằng công thức dưới đây.

$$mnguong(j) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^{n-1} [a(i) - \bar{a}]^2}$$

Cụ thể, $a(i)$ là giá trị thứ i trong cửa sổ dữ liệu thứ j có kích thước $n-1$ và $\bar{a}$ là trung bình cộng các giá trị trên cửa sổ thứ j .

Bước 215: Cập nhật dữ liệu lên máy chủ các khung dữ liệu bao gồm thời gian, vị trí, trạng thái mặt đường tương ứng, trạng thái có ổ gà hay không.

Trong hình 5 thể hiện lưu đồ hoạt động của phần mềm tại máy chủ:

(bước 301): Máy chủ nhận thông tin từ các xe, tiến hành tách mã số xe và phân loại thông tin từ thiết bị 10 truyền lên. Trường hợp nếu là thông tin phân loại, phát hiện, cảnh báo tình trạng mặt đường thì máy chủ sẽ tiến hành cập nhật cho bản đồ số (bước 302). Nếu thông tin từ thiết bị truyền lên là yêu cầu lấy thông tin thì máy chủ sẽ truy cập vào hệ thống cơ sở dữ liệu để lấy thông tin cần thiết (bước 303), sau đó các dữ liệu này sẽ được truyền lại (bước 304) cho thiết bị 10 ở trên xe để lưu trữ và xử lý tiếp.

Hiệu quả đạt được

Hệ thống phát hiện và đánh giá trạng thái mặt đường sử dụng hệ cảm biến quán tính kết hợp bộ thu định vị GNSS đạt được những vấn đề sau:

- ✓ Hệ thống được thiết kế hoàn chỉnh để phát hiện và đánh giá trạng thái mặt đường theo thời gian thực. Các giá trị thu được từ hệ cảm biến gắn trên xe đều có thể được ghi nhận và phân loại phục vụ giám sát.
- ✓ Mô hình thực thi hiệu quả trong việc kết hợp các thông số trạng thái từ cảm biến quán tính và bộ thu định vị GNSS để đưa ra quyết định nhận biết tình trạng của mặt đường đang di chuyển.
- ✓ Hệ thống hỗ trợ việc xác định tình trạng mặt đường tương ứng với vị trí theo thời gian thực và có thể gửi kết quả trực tiếp lên máy chủ.
- ✓ Xây dựng cơ sở dữ liệu thời gian thực về tình trạng mặt đường và mỗi người dùng đều có thể đóng góp vào việc làm giàu cơ sở dữ liệu.
- ✓ Thiết bị lắp trên xe có thể cập nhật các đặc trưng cho từng loại xe từ máy chủ để lưu trữ vào bộ nhớ sử dụng cho việc phân loại, đánh giá.
- ✓ Hệ thống có thể cảnh báo về tình trạng mặt đường phía trước khi tham gia giao thông.
- ✓ Hệ thống cảnh báo tình trạng mặt đường trên bản đồ số giúp cho người quản lý có thể theo dõi dễ dàng.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống phát hiện và đánh giá trạng thái mặt đường sử dụng cảm biến quán tính và bộ định vị GNSS gắn trên xe, hệ thống này bao gồm:

(i) bộ thiết bị lắp trên xe để thực hiện phân loại, phát hiện tình trạng mặt đường, bao gồm:

thiết bị định vị để định vị vị trí của xe theo thời gian thực sử dụng định vị vệ tinh GNSS, và các cảm biến gia tốc, cảm biến vận tốc góc, cảm biến từ trường xác định góc hướng;

thiết bị phân loại, phát hiện tình trạng mặt đường sử dụng học máy sẽ sử dụng các dữ liệu đầu vào đo được để đưa ra các phân loại về tình trạng mặt đường hiện tại, kết quả phân loại kèm theo thông tin thời gian được đồng thời cập nhật lên dữ liệu của máy chủ để chia sẻ tới các bộ thiết bị khác trong mạng lưới;

môđun truyền thông trên thiết bị giao tiếp với máy chủ để gửi dữ liệu gồm: thời gian, vị trí, trạng thái mặt đường tương ứng, trạng thái có ổ gà hay không;

bộ thiết bị này nhận các vị trí cảnh báo mặt đường có ổ gà, đường xấu từ máy chủ và lưu trữ tại bộ thiết bị, thực hiện cảnh báo cho lái xe khi xe di chuyển đến gần vị trí đó;

mỗi khung dữ liệu được gửi từ thiết bị về máy chủ sẽ bao gồm: thời gian, vị trí, tình trạng mặt đường tương ứng với vị trí;

(ii) máy chủ gồm máy tính với phần mềm nhận kết quả phát hiện mặt đường theo vị trí và thời gian từ các thiết bị gắn trên xe, phần mềm sẽ lưu lại thông tin mặt đường có nhãn thời gian gần nhất trên bản đồ số và dữ liệu này sẽ được cập nhật lại cho các thiết bị khác, các thiết bị kết nối internet có thể truy cập vào hệ thống bản đồ số để biết về thông tin tình trạng mặt đường;

trong đó, hệ thống này xử lý để kết hợp các loại dữ liệu: gia tốc, vận tốc góc, vị trí và thời gian khi di chuyển ở các mặt đường khác nhau và máy chủ lưu cơ sở dữ liệu về các trạng thái mặt đường, chức năng của hệ thống gồm: nhận diện được

hiện trạng mặt đường tại một thời điểm xác định; và gán thông tin hiện trạng mặt đường với vị trí của xe tại thời điểm đó;

hệ thống này khác biệt ở chỗ:

thiết bị định vị hoạt động theo cách khi tín hiệu vệ tinh không bị gián đoạn, thì vị trí thiết bị chỉ cần xác định từ bộ định vị vệ tinh GNSS, khi tín hiệu vệ tinh bị gián đoạn, vị trí thiết bị sẽ được xác định bởi ba cảm biến trên thiết bị gồm cảm biến gia tốc, cảm biến vận tốc góc, cảm biến từ trường xác định góc hướng;

thiết bị phân loại, phát hiện tình trạng mặt đường có cơ chế phân luồng sử dụng hoạt động của khối phát hiện ổ gà dùng cảm biến gia tốc 3 trục,

khi không có ổ gà nghĩa là tín hiệu từ cảm biến gia tốc không vượt quá một giá trị ngưỡng phát hiện, cảm biến gia tốc được lấy mẫu với tốc độ N mẫu/giây, dữ liệu được lấy trung bình để loại nhiễu trước khi đi vào khối xác định trạng thái mặt đường và xác định vị trí thì tốc độ mẫu được giảm xuống còn M mẫu/giây ($M=N/K$, trong đó M, N, K là số nguyên, $N > M$),

khi tín hiệu vượt giá trị ngưỡng, tức là phát hiện ổ gà thì tốc độ lấy mẫu của cảm biến gia tốc được duy trì với tốc độ mẫu N mẫu/giây.

2. Hệ thống theo điểm 1, trong đó ngưỡng được xác định bằng công thức dưới đây:

$$mnguong(j) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^{n-1} [a(i) - \bar{a}]^2}$$

trong đó: $a(i)$ là giá trị thứ i trong cửa sổ dữ liệu thứ j có kích thước $n-1$ và $\bar{a}$ là trung bình cộng các giá trị trên cửa sổ thứ j .

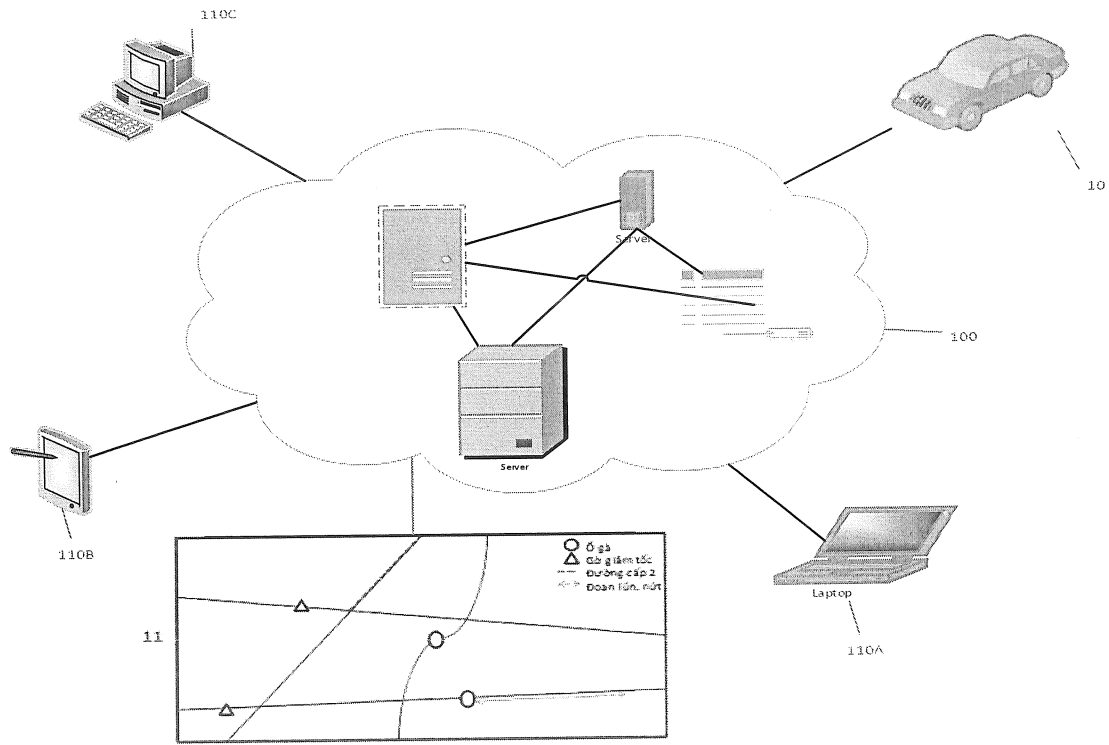
3. Hệ thống theo điểm 1, trong đó thiết bị phân loại, phát hiện tình trạng mặt đường sử dụng học máy sử dụng bộ đặc trưng nhẹ (trị trung bình, độ lệch chuẩn, giá trị trung vị), các thông tin về độ rung và dao động của cảm biến gia tốc (thể hiện thông qua bộ đặc trưng nhẹ) được sử dụng để xác định tính chất và đặc điểm của mặt đường, thiết bị này thực thi mô hình học máy rừng ngẫu nhiên ngay trên thiết bị để

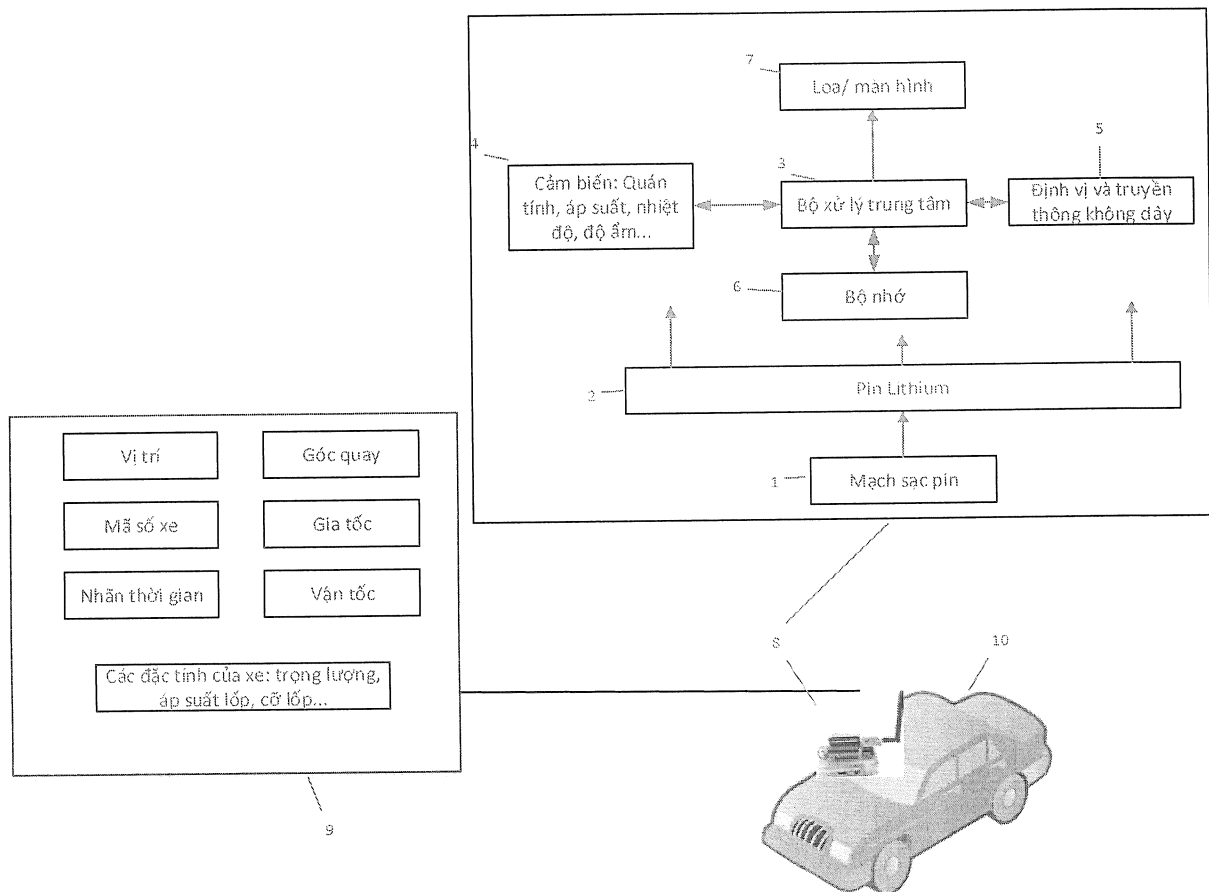
phân loại bốn trạng thái mặt đường gồm: đường nhựa trơn, đường sỏi đá, đường bê tông, đường có ổ gà hoặc ở trạng thái xấu.

4. Phương pháp phân loại, đánh giá tình trạng mặt đường sử dụng hệ thống theo một trong các điểm từ 1 đến 3, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

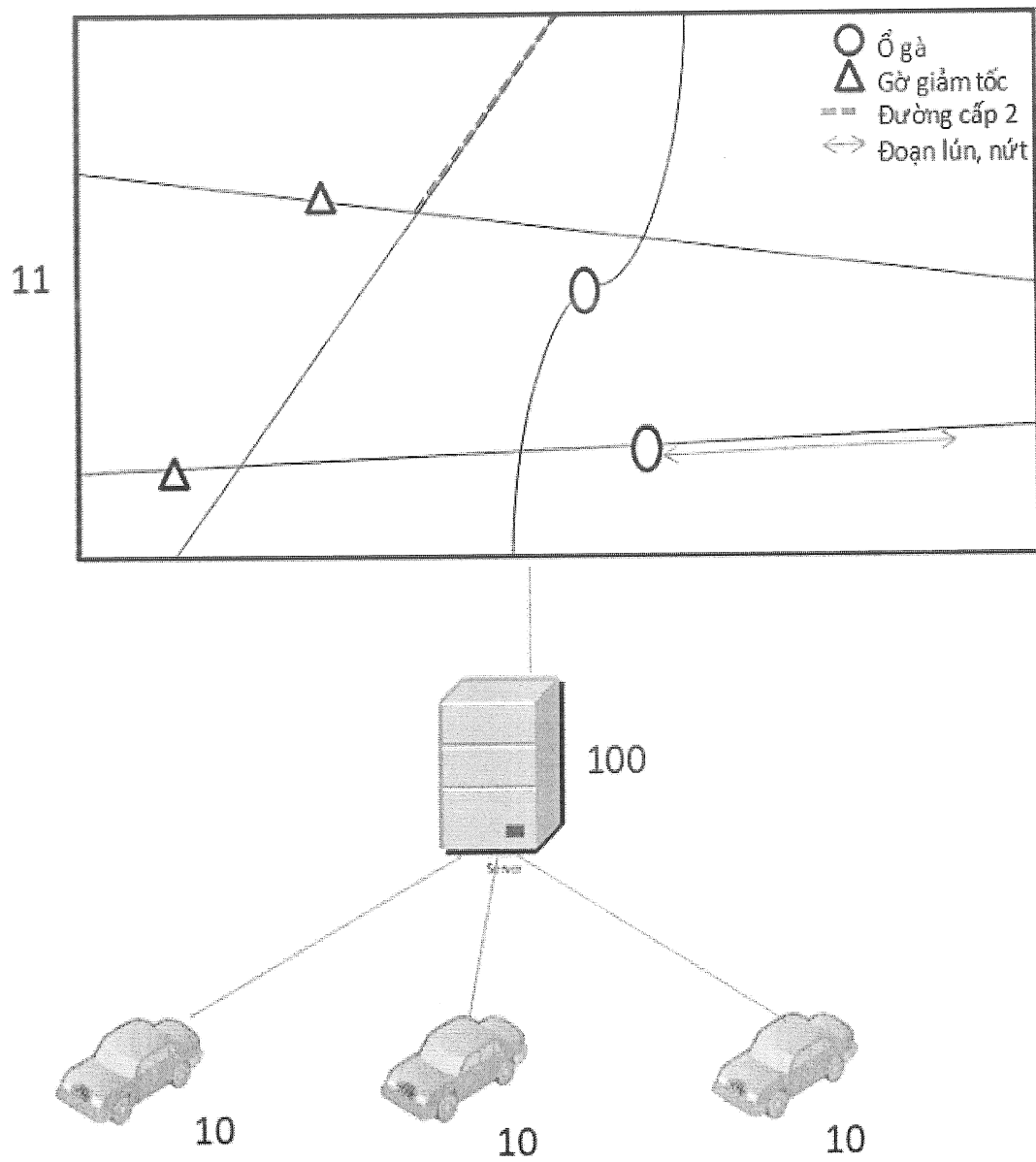
truy cập vào hồ sơ của một phương tiện bất kỳ để lấy thông tin theo thời gian thực;

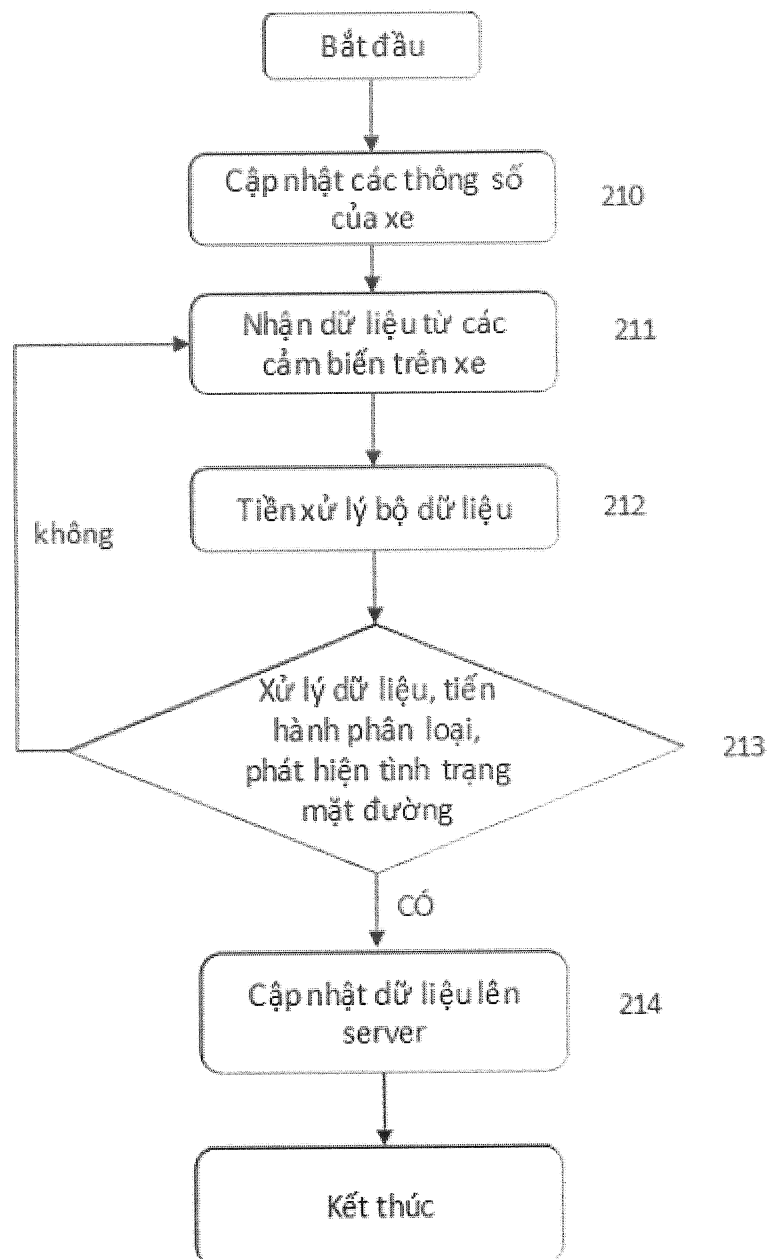
lưu lại các vị trí cần cảnh báo về tình trạng mặt đường bằng cách xây dựng một bản đồ số thể hiện tình trạng mặt đường, bản đồ số này có thể truy cập bằng các thiết bị di động hoặc máy tính có kết nối internet.

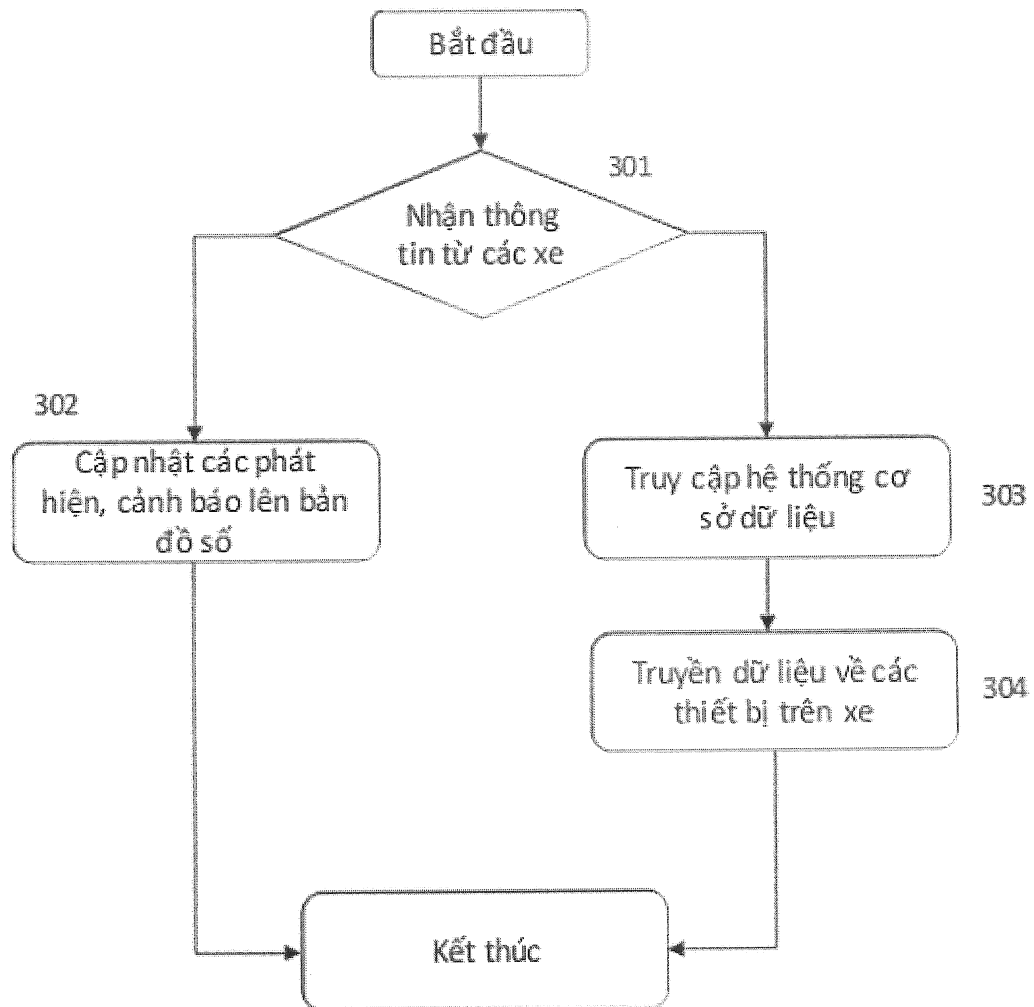
**Hình 1**



Hình 2

**Hình 3**

**Hình 4**

**Hình 5**