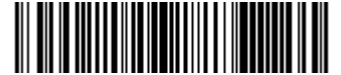




(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11)



2-0003417

(51) **G16H 50/00; A61B 5/00**
2020.01

(13) **Y**

(21) 2-2021-00299

(22) 15/07/2021

(45) 25/12/2023 429

(43) 27/01/2023 418

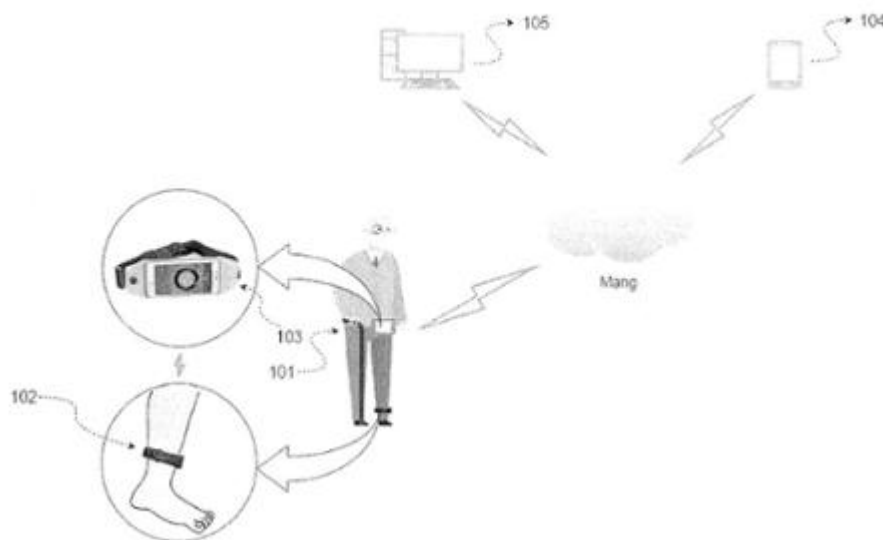
(73) **TRƯỜNG ĐẠI HỌC PHENIKAA (VN)**

Phường Yên Nghĩa, Quận Hà Đông, Thành Phố Hà Nội

(72) **Trần Đức Tân (VN); Trần Đức Nghĩa (VN); Nguyễn Quang Huy (VN).**

(54) **HỆ THỐNG GIÁM SÁT, PHÂN LOẠI HOẠT ĐỘNG CỦA NGƯỜI SỬ DỤNG CẢM
BIẾN GIA TỐC BA TRỤC KẾT HỢP VỚI ĐIỆN THOẠI THÔNG MINH MANG THEO**

(57) Giải pháp hữu ích đề xuất hệ thống hỗ trợ giám sát, phân loại hoạt động của người. Hệ thống này phân loại hoạt động của người sử dụng cảm biến gia tốc ba trục, con quay hồi chuyển, cảm biến áp suất (barometer) trên thiết bị gắn chân kết hợp với điện thoại thông minh mang theo có đồng bộ dữ liệu với nhau. Hệ thống theo giải pháp hữu ích là sự kết hợp của một thiết bị trang bị ba cảm biến đo chuyển động đeo ở chân người và một điện thoại thông minh đeo ở thắt lưng, được kết nối không dây và đồng bộ với nhau. Cảm biến gia tốc và con quay hồi chuyển sử dụng là cảm biến gia tốc ba trục và con quay hồi chuyển ba trục giúp việc xác định trạng thái được chính xác hơn. Hệ thống được đề xuất khắc phục được các nhược điểm của các giải pháp đã biết. Với sự phổ biến của điện thoại và việc tích hợp rất nhiều loại cảm biến trong một thiết bị di động, hệ thống kết hợp này không chỉ tận dụng được nguồn tài nguyên sẵn có mà còn cải thiện được độ chính xác của việc phân loại các hoạt động.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến hệ thống định vị, giám sát, phân loại hoạt động của người. Hệ thống sử dụng 01 thiết bị gắn chân (gồm 01 cảm biến gia tốc ba trục, 01 con quay hồi chuyển, 01 cảm biến áp suất (barometer)) kết hợp với 01 điện thoại thông minh đeo tại thắt lưng của người cần giám sát để nâng cao độ chính xác phân loại.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Hiện nay, với sự phát triển của công nghệ cảm biến, các thiết bị IoT ngày càng được nghiên cứu và phát triển rộng rãi. Một trong những ứng dụng của các thiết bị này đó là phát hiện các thay đổi hoạt động của con người phục vụ cảnh báo, hoặc hỗ trợ giám sát sức khỏe, khả năng phục hồi vận động của người bệnh.

Hệ thống phân loại hoạt động của người chủ yếu được thực hiện bằng hai phương pháp, đó là sử dụng camera (thị giác máy tính) và sử dụng cảm biến. Phương pháp sử dụng camera có nhiều hạn chế trong triển khai thực tế như giới hạn về môi trường (phạm vi quan sát, ánh sáng, vị trí, góc độ, các chướng ngại vật tiềm ẩn) và các vấn đề xâm phạm quyền riêng tư. Bên cạnh đó, phương pháp sử dụng cảm biến đang ngày càng được áp dụng phổ biến do thiết bị có kích thước nhỏ, mật độ tích hợp cao, tiêu thụ điện năng thấp cũng như độ chính xác đo lường cao. Hơn nữa, việc nhận dạng hoạt động dựa trên cảm biến không bị giới hạn bởi môi trường hoặc thời gian, có thể phản ánh tốt hơn bản chất của các hoạt động của con người.

Một số hệ thống hiện có dựa trên công nghệ cảm biến đã được phát triển để nhận dạng hoạt động người một cách tự động. Các hệ thống này được hoàn thiện và đóng gói dưới dạng các thiết bị giám sát vận động hoặc tích hợp trong điện thoại thông minh. Tuy nhiên, các dữ liệu được thu thập bởi các thiết bị như vậy khi phân loại hoạt động vẫn mang những thách thức lớn cho các nhà phát triển, liên quan đến độ phức tạp của hoạt động (nghĩa là một số hoạt động nhất định có các cử chỉ tương tự nhau), trích xuất các tính năng có liên quan cho phép phân biệt hoạt động, hay việc mất dữ liệu đặc trưng 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 chuyển động và hoạt động đang được thu thập.

Tại Việt Nam cũng như trên thế giới, có một số nghiên cứu về hệ thống giám sát, phân loại hoạt động của con người sử dụng một hoặc nhiều thiết bị cảm biến chuyên dụng, hoặc sử dụng kết hợp với camera. Tuy nhiên, các giải pháp nêu trên hiện đều có một vài nhược điểm khác nhau. Phương pháp sử dụng một cảm biến cho kết quả phân loại hoạt động còn nhiều sai số. Nếu sử dụng nhiều thiết bị gắn trên người thì gây bất tiện cho người cần giám sát, hoặc nếu kết hợp với camera thì lại vướng phải vấn đề môi trường và riêng tư như đã đề cập ở trên.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là đề xuất hệ thống hỗ trợ giám sát, phân loại hoạt động của người. Hệ thống này phân loại hoạt động của người sử dụng cảm biến gia tốc ba trục, con quay hồi chuyển, cảm biến áp suất (barometer) trên thiết bị gắn chân kết hợp với điện thoại thông minh mang theo có đồng bộ dữ liệu với nhau. Hệ thống được đề xuất khắc phục được các nhược điểm nêu trên của các giải pháp đã biết. Theo mục đích đó, giải pháp hữu ích đề xuất việc sử dụng kết hợp các cảm biến tích hợp trong một thiết bị độc lập với cảm biến gia tốc trên điện thoại thông minh. Với sự phổ biến của điện thoại và việc tích hợp rất nhiều loại cảm biến trong một thiết bị di động, hệ thống kết hợp này không chỉ tận dụng được nguồn tài nguyên sẵn có mà còn cải thiện được độ chính xác của việc phân loại các hoạt động.

Hệ thống theo giải pháp hữu ích là sự kết hợp của một thiết bị trang bị ba cảm biến đo chuyển động đeo ở chân người và một điện thoại thông minh đeo ở thắt lưng, được kết nối không dây và đồng bộ với nhau. Cảm biến gia tốc và con quay hồi chuyển sử dụng là cảm biến gia tốc ba trục và con quay hồi chuyển ba trục giúp việc xác định trạng thái được chính xác hơn.

Hệ thống được chia thành hai phần chính. Phần một là các thiết bị cảm biến, trong đó có một thiết bị được gắn ở chân người nhằm đo đạc chuyển động tại chân và một chiếc điện thoại thông minh có tích hợp GPS (để xác định vị trí) và cảm biến gia tốc đeo ở thắt lưng nhằm đo chuyển động tại phần thân người. Phần hai là ứng dụng chạy trên điện thoại thông minh có thể thu thập, đồng bộ dữ liệu hai cảm biến và truyền dữ liệu phân loại tới người giám sát:

(i) Phần một gồm hai thiết bị là: 01 thiết bị gắn chân (gồm 01 cảm biến gia tốc ba trục, 01 con quay hồi chuyển, 01 cảm biến áp suất (barometer)) để đo chuyển động tại chân và điện thoại thông minh thu thập dữ liệu chuyển động tại thắt lưng. Thiết bị ở chân gửi dữ liệu gia tốc, vận tốc góc, thông tin độ cao (tầng nhà) đến điện thoại thông minh; sau đó dữ liệu cảm biến ở điện thoại thông minh đồng bộ, phân loại hoạt động.

(ii) Phần hai gồm ứng dụng chạy trên điện thoại thông minh có thể thu thập dữ liệu cảm biến từ thiết bị đeo ở chân và cảm biến ngay trên điện thoại. Ứng dụng này xử lý dữ liệu thu được thành các bản ghi phục vụ cho việc phân loại hoạt động của người ngay trên điện thoại. Truyền thông giữa thiết bị cảm biến và điện thoại thông minh trong phần một sử dụng kết nối không dây bluetooth, truyền thông từ phần hai đến máy chủ đám mây là internet qua mạng không dây wifi hoặc kết nối 3G/4G. Giải pháp hữu ích này tập trung vào việc xây dựng thiết bị đo chuyển động gắn trên chân người và việc đồng bộ truyền thông trên thiết bị này với điện thoại thông minh.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ sơ đồ nguyên lý của hệ thống, trong đó:

101: Người cần giám sát và phân loại hoạt động,

102: Thiết bị gắn vào chân người có ba cảm biến (7),

103: Điện thoại thông minh đeo tại thắt lưng có cảm biến gia tốc thứ hai và GPS (12),

104: Thiết bị di động (điện thoại, máy tính bảng) mà người quản trị có thể truy cập thông tin hoạt động của người được giám sát theo thời gian thực.

105: Máy tính mà người quản trị có thể truy cập thông tin hoạt động của người được giám sát theo thời gian thực.

Hình 2 là sơ đồ chi tiết của thiết bị gắn vào chân người (102), trong đó:

201: Cảm biến gia tốc, con quay hồi chuyển, cảm biến áp suất bên trong thiết bị đeo ở chân người,

202: Vi điều khiển trong thiết bị gắn vào chân người,

203: Mô-đun bluetooth truyền tín hiệu giữa thiết bị gắn chân (102) với điện thoại thông minh (103),

204: Pin Lithium cho thiết bị gắn vào chân người,

205: Mạch sạc cho pin (204).

Hình 3 là sơ đồ hoạt động của ứng dụng chạy trên điện thoại thông minh (103) gắn trên thắt lưng người, trong đó:

301: Cảm biến gia tốc, GPS bên trong điện thoại,

302: Mô-đun bluetooth trong điện thoại để nhận tín hiệu từ thiết bị gắn chân (102),

303: Ứng dụng chạy trên điện thoại,

304: Mô-đun wifi/3G/4G trong điện thoại để tải kết quả phân loại hoạt động lên máy chủ.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Dưới đây là mô tả chi tiết về hệ thống và phương pháp được sử dụng trong giải pháp hữu ích. Hệ thống có thể vận hành theo một số phương thức khác nhau được mô tả dưới đây, nhưng không giới hạn ở bất kỳ một phương thức nào. Ngoài ra, trong một số trường hợp cụ thể, hệ thống có thể được vận hành mà không sử dụng tất cả các thành phần được mô tả. Cách hoạt động của hệ thống có thể được hiểu bằng cách tham chiếu đến các hình vẽ, trong đó các thành phần được mô tả chung và được minh họa trong các hình bên dưới, có thể được bố trí và thiết kế theo nhiều dạng cấu hình khác nhau. Do đó, mô tả dưới đây về các phương thức và thành phần của hệ thống không nhằm giới hạn phạm vi của giải pháp hữu ích, mà chỉ đại diện cho các phương thức hoạt động có thể có của giải pháp hữu ích. Ngoài ra, các bước của bất kỳ phương pháp nào dưới đây không nhất thiết phải thực hiện theo thứ tự cụ thể nào, trừ khi có quy định khác.

Hệ thống thu thập dữ liệu vị trí của người sử dụng cảm biến áp suất (barometer) gắn chân người và GPS trong điện thoại thông minh. Khi hoạt động, cảm biến áp suất (barometer) cho phép xác định tầng của toà nhà mà người sử dụng đang đứng và GPS cho phép xác định vị trí (kinh độ, vĩ độ) của người sử dụng. Trong các toà nhà, cho dù tín hiệu GPS bị yếu nhưng trên điện thoại có thể cung cấp cơ chế A-GPS giúp việc xác định vị trí trong toà nhà có thể thực hiện được.

Hệ thống thu thập dữ liệu chuyển động và phân loại hoạt động của người sử dụng cảm biến gia tốc gắn chân người, con quay hồi chuyển gắn chân người và cảm biến gia

tốc trên điện thoại thông minh cho phép đưa ra được các thông số theo thời gian thực về hoạt động của người. Khi hoạt động, cảm biến gia tốc và con quay hồi chuyển ở chân ghi lại các chuyển động của chân, trong khi cảm biến gia tốc trên điện thoại thông minh đặt tại thắt lưng sẽ ghi lại các hoạt động tại phần thân. Các chuyển động của người sẽ được biến đổi thành các tín hiệu điện thông qua các cảm biến và liên tục truyền tới điện thoại thông minh 103. Sau đó, một ứng dụng chạy ngầm 303 trên điện thoại có nhiệm vụ xử lý đồng bộ dữ liệu giữa hai cảm biến, phân tích và chuyển kết quả phân loại hoạt động kèm thông tin khác lên máy chủ internet qua mạng wifi hoặc kết nối 3G/4G.

Cụ thể, với thiết bị được gắn ở chân 102, pin Lithium 204 có vai trò cung cấp năng lượng hoạt động cho toàn bộ thiết bị. Khi dung lượng pin giảm xuống dưới 20%, thiết bị sẽ cảnh báo bằng đèn led đặt trên pin. Khi đó người sử dụng có thể sạc thông qua mạch sạc 205 tích hợp trong thiết bị. Dữ liệu về dung lượng pin còn lại cũng liên tục được đóng gói kèm khung dữ liệu gửi sang điện thoại 103.

Trong hình 2, thành phần chính trong thiết bị 102 là cụm ba cảm biến 201, trong đó cảm biến gia tốc và con quay hồi chuyển có nhiệm vụ đo chuyển động của chân người khi thực hiện các hoạt động khác nhau (đi, đứng, chạy, nằm,...). Đây là các cảm biến ba trục nên có thể đo gia tốc theo cả ba trục X, Y, Z. Trong một giây, cảm biến sẽ thu nhận được N mẫu (N có thể chọn giá trị bằng 10) dữ liệu trên mỗi trục và gửi về vi điều khiển 202. Như vậy trong mỗi giây sẽ có $3N$ mẫu dữ liệu gia tốc và $3N$ mẫu dữ liệu vận tốc góc được thu thập. Cảm biến áp suất (barometer) cho thông tin về cao độ (để xác định tầng nhà mà người cần giám sát đang đứng).

Vi điều khiển 202 thu nhận tín hiệu, gán thông tin thời gian thực, dung lượng pin còn lại của pin 204 vào khung dữ liệu và đưa đến mô-đun bluetooth 203 với mục đích truyền khung dữ liệu sang điện thoại thông minh 103. Trong trường hợp không thể kết nối đến điện thoại (có thể do: điện thoại hết pin, hoặc khoảng cách quá xa) thì dữ liệu trên thiết bị 102 sẽ được lưu vào bộ nhớ tạm. Khi có kết nối trở lại, dữ liệu trong bộ nhớ tạm sẽ được chuyển toàn bộ sang điện thoại 103.

Trên điện thoại 103, ứng dụng 303 đọc dữ liệu từ cụm cảm biến 102 gắn ở chân người thông qua kết nối bluetooth. Trên điện thoại 303 cũng có một cảm biến gia tốc ba trục 301 có thể thu nhận $3N$ mẫu dữ liệu chuyển động mỗi giây. Để nâng cao độ

chính xác phân loại, các dữ liệu chuyển động này chỉ được ghi nhận khi điện thoại đang ở chế độ khóa (màn hình tắt). Dữ liệu này được xử lý đồng bộ với dữ liệu gia tốc của thiết bị 102. Đây cũng là điểm mấu chốt của giải pháp hữu ích. Xét trường hợp tốt nhất là dữ liệu không bị mất trong quá trình thu thập dữ liệu, và kết nối bluetooth giữa thiết bị 102 gắn ở chân với điện thoại thông minh 103 thông suốt. Khi đó mỗi một phần mười giây thì điện thoại thông minh 103 sẽ nhận được hai khung dữ liệu có thời gian được đồng bộ với nhau. Số khung dữ liệu thu được trong một giây ở cả hai thiết bị (trong điều kiện thông thường là N mẫu) sẽ được lấy trung bình để thu được một khung dữ liệu có tốc độ cập nhật là một khung/giây. Mục đích của việc lấy trung bình là làm trơn dữ liệu, loại bỏ thành phần nhiễu tần số cao. Xét trường hợp có xảy ra dữ liệu bị mất trong quá trình thu thập dữ liệu, và/hoặc dữ liệu bị mất trong quá trình truyền dữ liệu từ thiết bị gắn vào chân người 102 đến điện thoại thông minh 103 thì ứng dụng trên điện thoại thông minh 103 sẽ thực hiện xử lý đồng bộ như sau:

- + Xử lý số mẫu gia tốc, con quay hồi chuyển từ thiết bị 102 gắn ở chân nhận được trong một giây, gọi là M , M sẽ có giá trị nhỏ hơn $N=10$, lấy trung bình giá trị gia tốc của M mẫu thu nhận được trên từng trục X, Y, Z ;
- + Xử lý số mẫu gia tốc thu được trên điện thoại 103 trong một giây, gọi là L , L sẽ có giá trị nhỏ hơn $N=10$, lấy trung bình giá trị gia tốc của L mẫu thu nhận được trên từng trục X, Y, Z .
- + Xoá những mẫu trị trung bình chỉ có ở chân hoặc ở thắt lưng; ghi nhận những trị trung bình mà thông tin thời gian (theo giây) tồn tại ở cả hai thiết bị.

Xét trường hợp điện thoại thông minh 103 không tìm thấy thiết bị 102 để nhận tín hiệu chuyển động từ chân người, ứng dụng 303 sẽ tạm dừng. Khi đó, ứng dụng 303 vẫn ghi nhận các dữ liệu cảm biến từ điện thoại đồng thời truyền bản tin thông báo mất kết nối lên máy chủ. Khi có kết nối trở lại, ứng dụng 303 thực hiện đồng bộ lại các dữ liệu trước đó và gửi lên máy chủ đám mây.

Xét trường hợp người dùng đang sử dụng điện thoại thông minh 103 để đàm thoại, nhắn tin, lướt web (màn hình không khoá), ứng dụng 303 sẽ tạm dừng thu thập dữ liệu gia tốc từ điện thoại, vẫn thu thập dữ liệu vị trí từ GPS trên điện thoại. Khi đó, ứng dụng 303 vẫn ghi nhận các dữ liệu cảm biến từ thiết bị gắn chân và vẫn tiến hành phân loại hoạt động của người dùng (độ chính xác phân loại có suy giảm).

Ứng dụng 303 trên điện thoại cũng thu nhận dữ liệu về vị trí (kinh độ, vĩ độ, cao độ) của người dựa vào cảm biến GPS trên điện thoại 103 và cảm biến áp suất (barometer) trên thiết bị gắn chân. Sau đó, tất cả dữ liệu vị trí, hoạt động được phân loại, phần trăm còn lại của pin được gắn thông tin thời gian thực và đưa vào một siêu khung dữ liệu gồm các thành phần sau:

- + Mã nhận dạng (ID) của từng người;
- + Thời gian;
- + Phần trăm pin còn lại trên thiết bị ở chân 102 và điện thoại thông minh 103;
- + Vị trí của người đang được giám sát;
- + Hành vi được phân loại.

Người được giám sát cũng có thể quan sát được kết quả phân loại hoạt động sử dụng ứng dụng này. Từ kết quả phân loại ứng dụng sẽ đưa ra thống kê về thời lượng của từng hành vi trong một ngày để đưa ra các cảnh báo phù hợp (nằm quá nhiều, vận động quá mức). Những ngưỡng cảnh báo sẽ được cá thể hoá cho từng người theo độ tuổi, thể trạng, bệnh lý.

Các dữ liệu này được truyền đi qua Internet và những thiết bị có hỗ trợ internet như điện thoại 104 hay máy tính 105 có thể truy cập và giám sát trạng thái của từng người theo thời gian thực. Số hoạt động phân loại là 07 gồm: đứng/nằm/ngồi/đi nhanh/đi chậm/đứng lên/nằm xuống.

Theo một khía cạnh của giải pháp hữu ích, tốc độ lấy mẫu dữ liệu hay số mẫu dữ liệu được lấy trong mỗi giây trên mỗi cảm biến gia tốc có thể được điều chỉnh thay đổi trong khoảng từ 2 đến 100 mẫu dữ liệu trên mỗi trục. Việc thay đổi tốc độ lấy mẫu dữ liệu ảnh hưởng tới độ chính xác và thời gian chạy của thuật toán phân loại. Trong một số trường hợp, việc điều chỉnh tốc độ lấy mẫu quá cao sẽ gây hao tổn năng lượng để đo và truyền dữ liệu. Qua quá trình nghiên cứu thử nghiệm, nhóm tác giả đã xây dựng thuật toán nhằm tối ưu cho bài toán nhận dạng hoạt động của người, đặc biệt là người bệnh với khả năng vận động kém và nhận thấy rằng số lượng lấy mẫu dữ liệu là $N=10$ mẫu/giây là phù hợp.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Bảng 1 minh họa dữ liệu gia tốc và vận tốc góc thu được khi người đang ngồi. Bảng có 9 cột trong đó 3 cột đầu là dữ liệu gia tốc thu từ chân, 3 cột sau là dữ liệu gia tốc thu từ thắt lưng và 3 cột cuối là dữ liệu vận tốc góc thu từ chân. Như vậy, tại mỗi hàng có 6 dữ liệu gia tốc, 3 dữ liệu vận tốc góc và các dữ liệu này đã được đồng bộ trong cùng một giây. Giá trị biểu diễn theo mg (ở đó $1\text{ }mg = 10^{-3}\text{ }g$, $1\text{ }g = 9,8\text{ m/s}^2$).

Bảng 1. Minh họa dữ liệu gia tốc và vận tốc góc của hoạt động ngồi đã được đồng bộ

Cảm biến gia tốc trên thiết bị gắn chân			Cảm biến gia tốc trên điện thoại			Con quay hồi chuyển trên thiết bị gắn chân		
$X(mg)$	$Y(mg)$	$Z(mg)$	$X(mg)$	$Y(mg)$	$Z(mg)$	$X(\text{rad/s})$	$Y(\text{rad/s})$	$Z(\text{rad/s})$
-990,571	-47,571	-32,714	-561,818	408,818	-763,273	0,0037	0,0041	-0,0070
-987,667	-9,758	-10,833	-506,000	449,818	-767,636	-0,0017	0,0047	-0,0070
-984,583	35,833	24,167	-550,545	461,455	-761,727	-0,0042	0,0017	-0,0076
-984,500	41,500	34,583	-552,250	409,250	-770,167	-0,0054	-0,0032	-0,0071
-980,833	45,333	37,167	-605,727	337,182	-744,364	-0,0017	0,0023	-0,0070
-988,273	16,909	43,182	-620,727	373,273	-738,364	-0,0024	0,0011	-0,0039
-983,417	8,583	40,167	-595,273	383,909	-743,182	0,0013	-0,0019	-0,0058

Với việc sử dụng thuật toán học máy (machine learning - ML), máy tính có thể học và phân tích dữ liệu, từ đó thực hiện công việc được định sẵn bởi người lập trình. Trong trường hợp này là dữ liệu gia tốc và vận tốc góc thu được, nhận định xem dữ liệu đó thu được khi người thực hiện hoạt động gì. Chúng tôi đề xuất áp dụng một quy trình phân loại hoạt động sử dụng học máy, với mẫu chốt là việc sử dụng dữ liệu đã đồng bộ từ con quay hồi chuyển, cảm biến gia tốc ba trục từ chân và thắt lưng.

Dữ liệu ban đầu sẽ được huấn luyện để xây dựng mô hình phân loại hoạt động. Dựa trên những quan sát trực tiếp về hoạt động, các tác giả đã gắn nhãn dữ liệu (ghi nhận một cách thủ công dữ liệu được thu thập tại thời điểm đó liên quan đến hoạt động nào) của mình thành các lớp (đại diện cho các hoạt động). Sau đó, dữ liệu được phân chia thành các bản ghi K giây (khoảng chồng lấp giữa hai bản ghi kề nhau là 50%), với

mỗi bản ghi thì các đặc trưng của dữ liệu sẽ được tính toán. Đặc trưng trong trường hợp này là các thuộc tính mà ta có thể tính toán được từ dữ liệu của mỗi bản ghi, các hoạt động có thể được phân biệt nhờ những đặc trưng này (mỗi hoạt động khác nhau sẽ có giá trị các đặc trưng khác nhau). Các thuật toán học máy có khả năng phân tích, tìm ra các giá trị của đặc trưng tương ứng với các lớp dữ liệu (tương đương với các hoạt động trong thực tế), xây dựng lên mô hình phân loại hoạt động. Sau đó mỗi khi có dữ liệu mới, đối chiếu với mô hình phân loại hoạt động đã có, thuật toán học máy có thể nhận ra dữ liệu đó liên quan đến hoạt động nào, nhờ vào việc tính toán các giá trị đặc trưng. Chúng tôi sử dụng các đặc trưng toán học cho dữ liệu dạng số thu được từ cảm biến, bao gồm trị trung bình, độ lệch chuẩn (SD), giá trị hiệu dụng (RMS), giá trị động, giá trị tương quan giữa 2 cảm biến gia tốc ở chân và thắt lưng.

Hiệu suất của mô hình chúng tôi xây dựng được đánh giá bởi các chỉ số cơ bản như độ chính xác, độ nhạy với kết quả rất tốt (nhiều hoạt động đạt mức xấp xỉ 100%). Kết quả cho thấy các hoạt động của người có thể được phân loại thành công với hiệu suất tuyệt vời bằng cách đạt được độ chính xác 0,95 và độ nhạy 0,95 khi sử dụng hệ thống đề xuất của chúng tôi. So với các kết quả từ các công trình đã công bố, phương pháp kết hợp cảm biến gia tốc gắn trên chân và gắn trên thắt lưng của chúng tôi được áp dụng ở đây có thể được coi là đạt được hiệu suất phân loại hoạt động rất tốt.

Các nghiên cứu khoa học trước đây chủ yếu sử dụng một cảm biến gia tốc, điều này dẫn đến một số hoạt động bị phân loại nhầm lẫn với nhau, chẳng hạn như ngồi và đứng trong trường hợp dữ liệu gia tốc gắn trên chân: các hoạt động này có nhiều sự tương đồng với nhau. Sự khác biệt và giới hạn của các công bố này thường đến từ chính dữ liệu. Nó cho thấy rằng để xử lý bài toán phân loại hoạt động của người, dữ liệu quan trọng hơn các phương pháp ML. Do đó, chúng tôi đề xuất một cách tiếp cận mới tập trung vào việc cải thiện chất lượng dữ liệu.

Đối với một bài toán thời gian thực, phải có một thuật toán nhanh và đơn giản. Xét rằng dữ liệu gia tốc không phức tạp chỉ với các giá trị số, RF, GBDT và AdaBoost (thuật toán dựa trên cây quyết định) là phù hợp. Chúng tôi nhận thấy rằng hiệu suất khác biệt nhất giữa các nghiên cứu này không đến từ thuật toán ML. Vì vậy, cải thiện dữ liệu là mấu chốt của hệ thống đề xuất. Trong các vấn đề ML, dữ liệu tốt hơn sẽ mang lại hiệu suất tốt hơn. Dữ liệu cảm biến được đồng bộ hóa từ chân và thắt lưng là

đóng góp nổi bật của chúng tôi. Hệ thống dự kiến có thể phân loại hầu hết các hoạt động cơ bản của người.

Ngoài ra, hệ thống theo giải pháp hữu ích phân loại hoạt động của người và việc thu thập dữ liệu hoạt động “theo thời gian thực”. Để có thể thực hiện được dấu hiệu này cần đảm bảo, một khi người thực hiện hoạt động, hệ thống có thể ghi nhận các giá trị cảm biến tương ứng với hoạt động đó, từ đó tiến hành xác định hoạt động nhờ thuật toán học máy được cài đặt sẵn trên điện thoại. Để thử nghiệm, việc phân loại hoạt động của người được thực hiện vào các ngày khác nhau, vào các thời điểm trong ngày khác nhau với các điều kiện thời tiết khác nhau và đối tượng giám sát khác nhau. Các kết quả kiểm chứng thực nghiệm đã cho thấy ít nhất 85% các hoạt động đã được ghi nhận và xác định chính xác, với tất cả đối tượng giám sát trong thực nghiệm. Lưu ý là số lượng các hoạt động, độ chính xác khi phân loại mỗi hoạt động của mỗi người khác nhau là khác nhau, ví dụ, người trẻ sẽ hoạt động nhiều hơn người già (ảnh hưởng đến số lượng hoạt động), những người bệnh ít hoạt động hơn nhiều so với người bình thường (ảnh hưởng đến kết quả xác định hoạt động). Các kết quả thực sự phản ánh các hoạt động được thực hiện của người “theo thời gian thực”.

Hiệu quả đạt được

Hệ thống phân loại hoạt động của người sử dụng cảm biến gia tốc ba trục gắn trên chân kết hợp với điện thoại thông minh có các ưu điểm sau:

- + Hệ thống được thiết kế hoàn chỉnh để phân loại hoạt động của người. Tất cả các dữ liệu thu được từ các thiết bị cảm biến gắn trên người đều có thể được ghi nhận và phân loại phục vụ nhận dạng, xác định vị trí.
- + Hệ thống tận dụng được các cảm biến trong điện thoại thông minh thường có, giúp giảm chi phí sử dụng thiết bị chuyên nghiệp (không cần vi xử lý hiệu năng cao cho thiết bị gắn chân, chỉ cần sử dụng mô-đun bluetooth cho thiết bị gắn chân sẽ tiết kiệm chi phí và năng lượng so với việc sử dụng mô-đun Wifi/3G/4G). Thiết bị đeo chân sẽ nhỏ gọn, thời trang.
- + Mô hình thực thi hiệu quả trong việc kết hợp hai dữ liệu trạng thái từ cảm biến và điện thoại để đưa ra quyết định nhận biết chính xác hơn tình trạng, hoạt động của người được giám sát.

- + Ngay cả khi người dùng sử dụng điện thoại cho các mục đích khác như đàm thoại, nhắn tin, lướt mạng thì việc phân loại vẫn được tiến hành bình thường chỉ sử dụng dữ liệu cảm biến ở chân.
- + Ứng dụng có thể thống kê thời lượng của từng hoạt động trong ngày để đưa ra các lời khuyên và cảnh báo cần thiết.
- + Hệ thống hỗ trợ việc phân loại hoạt động của người theo thời gian thực và trả kết quả trực tiếp về thiết bị của người sử dụng và người quản lý (qua máy trạm).
- + Hệ thống có thể quản lý nhiều người ở nhiều nơi cùng lúc.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống giám sát, phân loại hoạt động của người sử dụng kết hợp thiết bị gắn chân và điện thoại thông minh được chia thành hai phần chính:

(i) phần một gồm thiết bị được gắn trên người (102) nhằm đo đặc chuyển động tại vị trí chân người, thiết bị ở chân gửi dữ liệu gia tốc, vận tốc góc, cao độ sang điện thoại thông minh, dữ liệu vận tốc góc và gia tốc ở chân và gia tốc trên điện thoại được đồng bộ và xử lý phân loại hoạt động, hiển thị trực tiếp trên ứng dụng điện thoại;

(ii) phần hai là điện thoại thông minh của người dùng được cài đặt ứng dụng có nhiệm vụ nhận và xử lý dữ liệu từ thiết bị cảm biến gắn ở chân người để phân loại hoạt động, kết quả phân loại có thể quan sát trực tiếp trên điện thoại của người dùng và gửi tới máy trạm tới người quản lý, ứng dụng có thể thống kê thời lượng của từng hoạt động trong ngày để đưa ra các lời khuyên và cảnh báo cần thiết, ứng dụng xử lý các dữ liệu độc lập từ nhiều cảm biến thành các bản ghi phục vụ cho việc xử lý và phân loại hoạt động, trong đó:

thiết bị được gắn vào chân người (102) có cụm cảm biến (201), gồm cảm biến gia tốc, con quay hồi chuyển và cảm biến áp suất (barometer), điện thoại được gắn vào thắt lưng người (103) có cảm biến gia tốc và GPS (301), cả hai cảm biến gia tốc ở chân và thắt lưng là cảm biến gia tốc ba trục nên có thể đo đồng thời đo được gia tốc theo ba trục X, Y, Z của hệ tọa độ vật thể được gắn vào, con quay hồi chuyển cũng là cảm biến ba trục đo vận tốc góc quanh ba trục X, Y, Z, các cảm biến quán tính này đo lường chuyển động của người khi người thực hiện các hoạt động khác nhau, những chuyển động của người tại chân và thắt lưng thông qua các cảm biến gia tốc này sẽ được biến đổi thành tín hiệu điện, đồng bộ hóa trong một khung dữ liệu, khung dữ liệu này được dùng để phân loại hoạt động của người được giám sát ngay trên điện thoại, thông tin về hoạt động của người được giám sát, thông tin về vị trí (từ GPS, cảm biến áp suất (barometer)), tình trạng thiết bị sẽ được gửi về trung tâm giám sát, trong đó:

cảm biến gia tốc ba trục (301) trên điện thoại (103) có thể thu nhận 3N mẫu dữ liệu chuyển động mỗi giây, và để nâng cao độ chính xác phân loại, các dữ liệu chuyển động này chỉ được ghi nhận khi điện thoại đang ở chế độ khóa (màn hình tắt), dữ liệu này được xử lý đồng bộ với dữ liệu gia tốc của thiết bị (102),

mỗi một phần N giây thì điện thoại thông minh (103) sẽ nhận được hai khung dữ liệu có thời gian được đồng bộ với nhau, số khung dữ liệu thu được trong một giây ở cả hai thiết bị (trong điều kiện thông thường là N mẫu) sẽ được lấy trung bình để thu được một khung dữ liệu có tốc độ cập nhật là một khung/giây,

trong đó, trong trường hợp có xảy ra dữ liệu bị mất trong quá trình thu thập dữ liệu, và/hoặc dữ liệu bị mất trong quá trình truyền dữ liệu từ thiết bị gắn vào chân người (102) đến điện thoại thông minh (103) thì ứng dụng (303) trên điện thoại thông minh (103) sẽ thực hiện xử lý đồng bộ như sau:

xử lý số mẫu gia tốc, con quay hồi chuyển từ thiết bị (102) gắn ở chân nhận được trong một giây, gọi là M , M sẽ có giá trị nhỏ hơn N , lấy trung bình giá trị gia tốc của M mẫu thu nhận được trên từng trục X , Y , Z ,

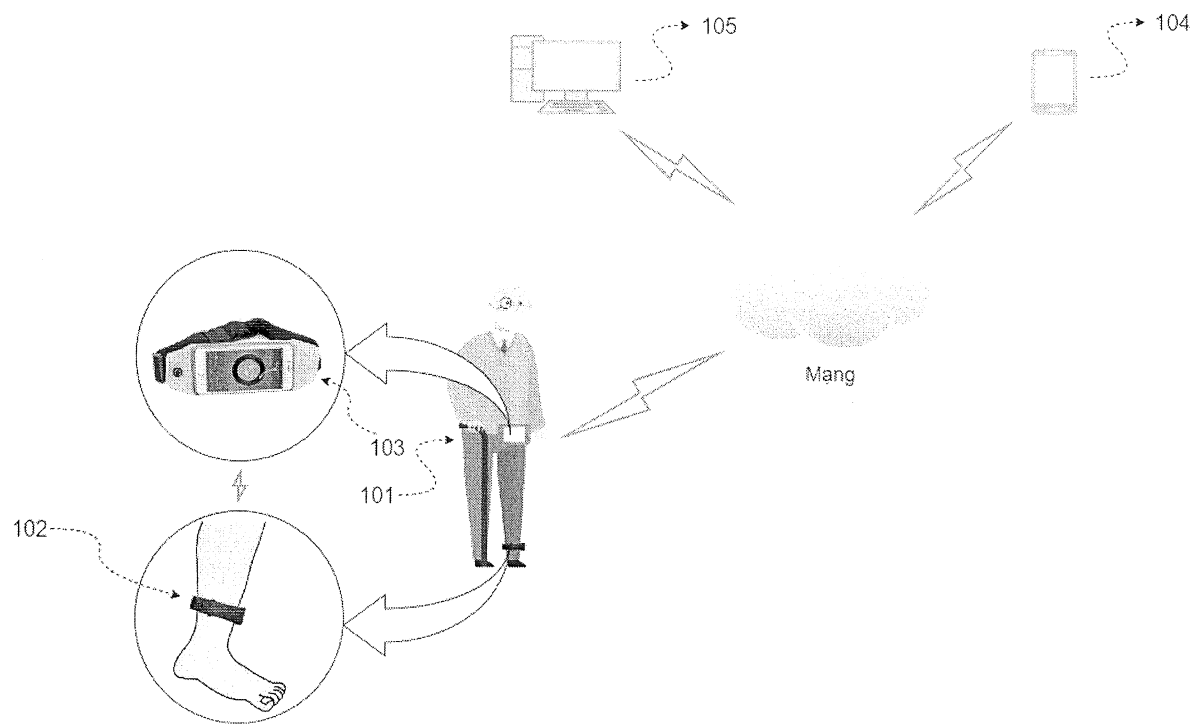
xử lý số mẫu gia tốc thu được trên điện thoại (103) trong một giây, gọi là L , L sẽ có giá trị nhỏ hơn N , lấy trung bình giá trị gia tốc của L mẫu thu nhận được trên từng trục X , Y , Z ,

xoá những mẫu trị trung bình chỉ có ở chân hoặc ở thắt lưng; ghi nhận những trị trung bình mà thông tin thời gian (theo giây) tồn tại ở cả hai thiết bị, và

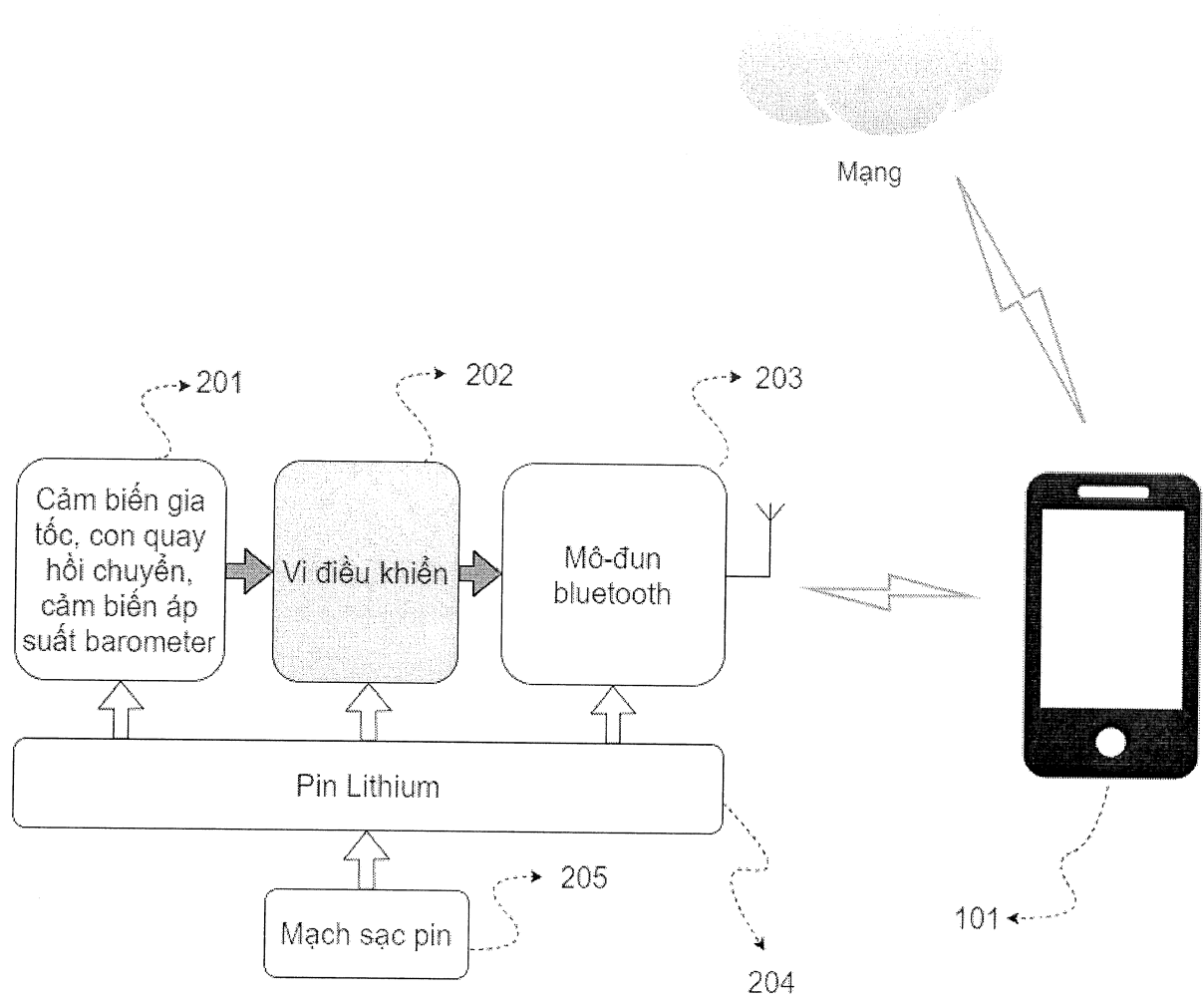
trong đó, trong trường hợp điện thoại thông minh (103) không tìm thấy thiết bị (102) để nhận tín hiệu chuyển động từ chân người, ứng dụng (303) sẽ tạm dừng, khi đó, ứng dụng 303 vẫn ghi nhận các dữ liệu cảm biến từ điện thoại đồng thời truyền bản tin thông báo mất kết nối lên máy chủ, khi có kết nối trở lại, ứng dụng (303) thực hiện đồng bộ lại các dữ liệu trước đó và gửi lên máy chủ đám mây,

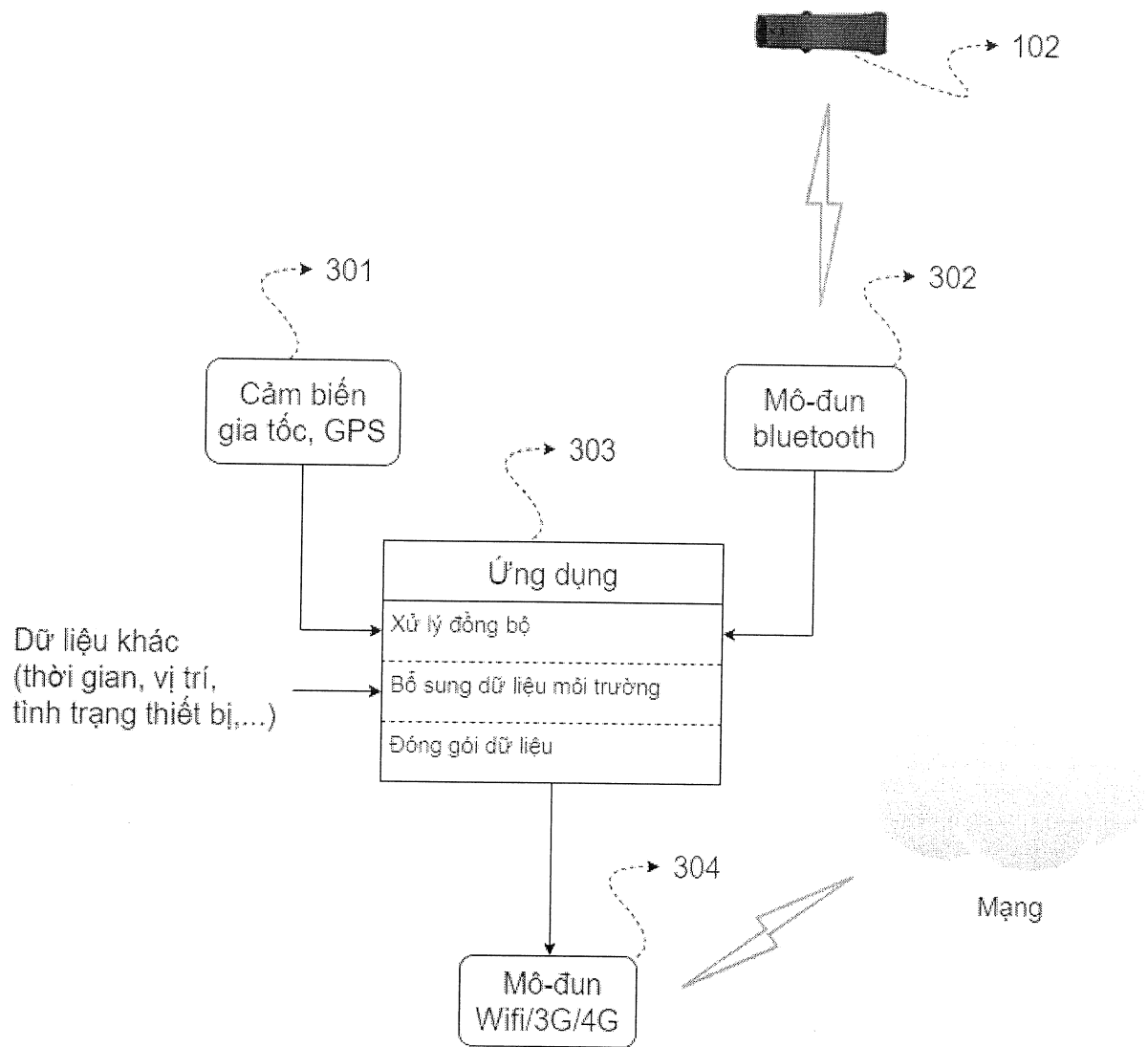
trong đó các thành phần của một siêu khung được gửi từ điện thoại thông minh về máy chủ đám mây gồm ít nhất các thành phần sau: mã nhận dạng (ID) của con người, thời gian theo từng giây, phần trăm pin còn lại ở hai thiết bị gắn trên người, vị trí (kinh độ, vĩ độ, cao độ) của người đang được giám sát, trạng thái hoạt động của người được giám sát.

2. Hệ thống theo điểm 1, trong đó tốt hơn là số lượng mẫu lấy trong một giây là $N = 10$.



Hình 1

**Hình 2**



Hình 3