

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



PHAN HỮU THẮNG

**NGHIÊN CỨU NHẬN DẠNG HOẠT ĐỘNG BẤT
THƯỜNG CỦA NGƯỜI BẰNG IOT**

CHUYÊN NGÀNH : KHOA HỌC MÁY TÍNH
MÃ SỐ: 8.48.01.01

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT
(Theo định hướng ứng dụng)

HÀ NỘI – 2020

Luận văn được hoàn thành tại:

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

Người hướng dẫn khoa học: **PGS.TS. PHẠM VĂN CƯỜNG**

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Luận văn sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

Vào lúc: giờ ngày tháng năm 2020

I. MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Dân số thế giới đang già đi nhanh chóng. Theo thời gian, tỷ lệ người già trên tổng dân số tăng lên, và tiếp tục tăng, đặc biệt là ở các nước phát triển. Vì vậy, giúp người cao tuổi sống một cuộc sống tốt hơn là rất quan trọng và có lợi ích xã hội tuyệt vời. Mặc dù một số người lớn tuổi có lựa chọn đi nhà dưỡng lão, nhưng hầu hết trong số họ muốn ở trong nhà riêng của mình, nơi họ cảm thấy quen thuộc và thoải mái hơn. Vấn đề kinh phí hạn chế cho các dịch vụ y tế công cộng và sự thiếu hụt các y tá cũng là yếu tố thúc đẩy việc áp dụng mô hình người cao tuổi sống và được hỗ trợ tại nhà mình. Do đó, vấn đề dưỡng lão ở nhà đã trở thành một trong những vấn đề được nghiên cứu nhiều, đặc biệt là vấn đề phát hiện hoạt động bất thường. Người cao tuổi sống một mình trong nhà riêng của mình cần được chăm sóc khẩn cấp nhanh chóng, và trong những trường hợp xấu nhất, một số người đã được tìm thấy đã chết trong nhà của họ khi bị trượt ngã. Nếu như có một hệ thống giúp phát hiện một cách chính xác và cảnh báo những hoạt động bất thường của họ (như là trượt ngã, ngã từ trên giường xuống...) cho người thân hoặc những người dân xung quanh, thì có thể họ đã được cứu chữa một cách kịp thời.

Một vấn đề khác cũng rất được xã hội quan tâm đó là việc chăm sóc sức khỏe, theo dõi cho những người bệnh đặc biệt là những bệnh nhân bị rối loạn nhận thức, những bệnh nhân mắc các chứng như bệnh Parkinson hoặc bệnh Alzheimer. Những người này thường có những hoạt động bất thường gây nguy hiểm đến tính mạng như những bệnh nhân mắc bệnh Parkinson – đây là chứng bệnh gây gây thoái hóa hệ thần kinh trung ương gây ảnh hưởng đến tình trạng hoạt động, thăng bằng và kiểm soát cơ của bệnh nhân. Nếu như ngôi nhà nơi họ sống có những thiết bị thông minh giúp phát hiện và cảnh báo những hoạt động bất thường của họ thì họ sẽ có cơ hội sống tốt hơn và an toàn hơn trong chính ngôi nhà của mình.

Theo truyền thống, các phương pháp phát hiện hoạt động bất thường của con người sử dụng camera để có được dữ liệu về chuyển động toàn thân của con người. Tuy nhiên, có những vấn đề thách thức trong các phương pháp dựa trên thị giác máy tính, chẳng hạn như tính phức tạp về tính toán trong xử lý hình ảnh, tính thống nhất dữ liệu trong các điều kiện chiếu sáng khác nhau và sự xâm phạm quyền riêng tư của con người. Những vấn đề này làm cho việc triển khai thực tế các hệ thống dựa trên xử lý ảnh trở nên khó khăn.

Một phương pháp tốt được thay thế cho phương pháp xử lý ảnh đó là phương pháp sử dụng các cảm biến gắn trên các vật dụng tiện lợi đeo trên cơ thể con người như là vòng đeo tay hay dây thắt lưng để phát hiện các hoạt động bất thường của con người. Dữ liệu chuyển động của con người được các cảm biến thu thập ít hơn rất nhiều so với phương pháp sử dụng camera thu thập hình ảnh chuyển động. Một vấn đề nữa đó là sử dụng cảm biến thu thập dữ liệu chuyển động của con người đảm bảo quyền riêng tư.

Đồng hành cùng sự bùng nổ công nghệ thông tin, cách mạng công nghệ 4.0 trong những năm gần đây là sự ra đời của những giải pháp công nghệ áp dụng vào lĩnh vực y tế xã hội. Nhận thấy được những lợi ích mà hệ thống nhận dạng hoạt động bất thường của con người mang lại, luận văn đã chọn đề tài: ***“Nghiên cứu nhận dạng hoạt động bất thường của con người bằng IoT”***.

Bố cục luận văn bao gồm phần mở đầu, phần kết luận và các chương nội dung được tổ chức như sau:

- **Chương 1:** Tổng quan về các hoạt động bất thường. Nội dung chính của chương này là trình bày tổng quan về các hoạt động bất thường; trình bày ngắn gọn một số công trình nghiên cứu liên quan về công nghệ cảm biến trợ giúp nhận dạng và theo dõi hoạt động của con người. Từ đó đưa ra bài toán cần giải quyết trong luận văn.
- **Chương 2:** Nghiên cứu thiết kế các vật dụng tiện lợi gắn cảm biến. Chương này trình bày về thiết kế vòng đeo tay thông minh, dây thắt lưng thông minh có gắn cảm biến gia tốc; Phương pháp phân tích và tiền xử lý dữ liệu cảm biến, và phương pháp phát hiện tần suất hoạt động bất thường của con người;
- **Chương 3:** Thực nghiệm và đánh giá. Nội dung chương 3 bao gồm các bước: thu thập dữ liệu về vận động của con người, các hoạt động bình thường và bất thường; đánh giá phương pháp phát hiện hoạt động bất thường của con người.

2. Tổng quan về vấn đề nghiên cứu

- Nghiên cứu của Jie Yin, Qiang Yang là “Sensor-Based Abnormal Human-Activity Detectio” [5]. Tác giả đã đề xuất phương pháp hai giai đoạn để phát hiện các hoạt động bất thường, được xây dựng dựa trên dữ liệu có sẵn của các hoạt động bình thường. Trong giai đoạn đầu tiên, tác giả xây dựng một mô hình học máy SVM chỉ dựa trên các hoạt động bình thường, có thể lọc ra các hoạt động có xác suất rất cao bình thường. Sau đó, các hoạt động

đáng ngờ được chuyển sang giai đoạn thứ hai để phát hiện thêm. Trong giai đoạn thứ hai, tác giả thực hiện phân tích hồi quy phi tuyến hạt nhân (KNLR) để lấy được các mô hình hoạt động bất thường.

- Nghiên cứu của Nadezhda Sazonova, Raymond C. Browning, và Edward Sazonov[1]. Đó là nghiên cứu “Accurate Prediction of Energy Expenditure Using a Shoe-Based Activity Monitor” của Nadezhda Sazonova, Raymond C. Browning, và Edward Sazonov. Nghiên cứu này phát triển một thiết bị gắn trên giày được nhúng một gia tốc kế và một cảm biến áp suất ở đế giày cho việc dự đoán năng lượng calo tiêu thụ. Việc đầu tiên, dữ liệu thu được từ cảm biến gia tốc và cảm biến áp suất dùng để nhận dạng các hoạt động cụ thể như Sitting, Walking, Cycle. Nghiên cứu sử dụng thuật toán phân nhánh để ước lượng calo tiêu thụ và nhận dạng chính xác các tư thế và hoạt động. Nghiên cứu còn năng lượng calo tiêu thụ qua nhiệt lượng gián tiếp trên 16 người với tập 4 hoạt động nêu trên, để so sánh với kết quả ước lượng thu thập được mô hình sử dụng cảm biến gia tốc và cảm biến áp suất. Kết quả cho thấy, nếu có các dữ liệu áp lực dẫn đến độ chính xác tốt hơn dự đoán của năng lượng trong tư thế tĩnh như ngồi và đứng. Các hoạt động dựa trên mô hình phân nhánh trong đó có những dự báo từ gia tốc và cảm biến áp lực (BACC-PS) đạt mức lỗi thấp nhất (ví dụ, gốc có nghĩa là lỗi bình phương (RMSE) = 0,69 METS) so với mô hình phân nhánh gia tốc chỉ dựa trên BACC(RMSE = 0,77 METS) và mô hình không phân nhánh (RMSE = 0,94-0,99 METS). So sánh các mô hình dự báo năng lượng sử dụng dữ liệu từ cả hai chân so với mô hình sử dụng dữ liệu từ một chân duy nhất cho thấy chỉ có một chiếc giày cần phải được trang bị cảm biến. Cảm biến gia tốc được đặt ở mặt sau của chiếc giày cùng với pin và bộ đổi năng lượng. Cảm biến áp suất được đặt ở 5 vị trí khác nhau ở dưới đế giày. Dữ liệu cảm biến được lấy với tần số 25Hz và được chuyển qua máy tính thông qua mạng không dây WISAN (Wireless Intelligent Sensor and Actuator Network).

II. NỘI DUNG

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ PHÁT HIỆN VẬN ĐỘNG BẤT THƯỜNG

Giới thiệu chương: Chương này trình bày sự cần thiết của việc nhận dạng hoạt động bất thường của con người nói chung và các hoạt động bất thường của con người nói riêng. Các giải pháp công nghệ, các cách tiếp cận đã được sử dụng trong các nghiên cứu của các nhà khoa học trước đây. Từ đó có được cái nhìn tổng quan về các hệ thống phát hiện vận động bất thường của con người.

1.1 Giới thiệu

Nhận dạng các hoạt động của con người một cách tự động đang trở thành hiện thực. Công nghệ dựa trên cảm biến ngày càng dễ tiếp cận. Bằng cách gắn các loại cảm biến khác nhau trên các vị trí và cơ thể con người, hoạt động của con người có thể theo dõi và nhận dạng một cách chính xác. Một ứng dụng quan trọng của việc nhận dạng hoạt động bất thường của con người là giám sát an ninh, xác định các hoạt động khủng bố trong khu vực cần an ninh cao, ở đó mỗi cá nhân vào khu vực an ninh được cấp các trang bị bảo mật có gắn cảm biến. Thông qua một hoặc nhiều cảm biến gắn liền với các trang bị bảo mật cấp cho mỗi người dùng, hoạt động của mỗi cá nhân có thể được theo dõi liên tục nhằm ngăn chặn các hành vi khủng bố.

1.2 Các nghiên cứu trước đây về phát hiện hoạt động bất thường

a. Nhận diện hoạt động bất thường bằng cảm biến của Jie Yin [5]

Tác giả Jie Yin đã sử dụng một thiết bị cảm biến MICA2 gắn trên 3 vị trí là vai, thắt lưng và đầu gối của người dùng. Mỗi thiết bị MICA2 được trang bị 5 loại cảm biến khác nhau bao gồm : cảm biến ánh sáng, cảm biến nhiệt độ, microphone, cảm biến gia tốc 2 chiều và cảm biến từ 2 chiều. Dữ liệu thu thập từ các cảm biến được truyền tới máy tính để xử lý. Jie Yin đã thu thập các dữ liệu về hoạt động của người dùng trong môi trường trong nhà. Và tác giả cũng thu thập một vài dữ liệu về hoạt động bất thường như là “bò lỏm ngòm trên sàn nhà”, “ngã trên sàn nhà”,... Mỗi một bộ dữ liệu là một vector 7 chiều thu được từ các loại cảm biến gắn trên thiết bị.

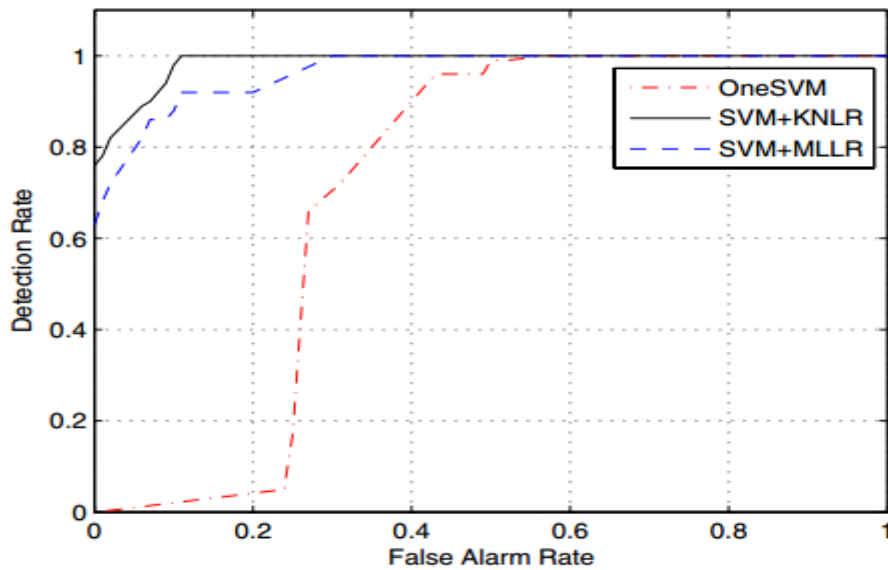
Kết quả của thuật toán nhận dạng các hoạt động bất thường của tác giả Jie Yin được đánh giá qua hai độ đo: tỷ lệ phát hiện (*detection rate*) và tỷ lệ cảnh báo sai (*false alarm rate*). Giá trị tỷ lệ phát hiện được xác định tính toán bằng tỷ lệ phát hiện các hoạt động bất thường trên

tổng số các hoạt động bất thường. Giá trị tỷ lệ cảnh báo sai được xác định bằng tỷ lệ số lượng các hoạt động bình thường bị xác định sai thành hoạt động bất thường trên tổng số các hoạt động bình thường.

$$\text{Detection Rate} = \text{TN} / (\text{TN} + \text{FN}) \quad (1.2)$$

$$\text{False Alarm Rate} = \text{FP} / (\text{FP} + \text{TP}) \quad (1.3)$$

Tác giả Jie Yin đã sử dụng phương pháp đường cong ROC để đánh giá hiệu quả của thuật toán.

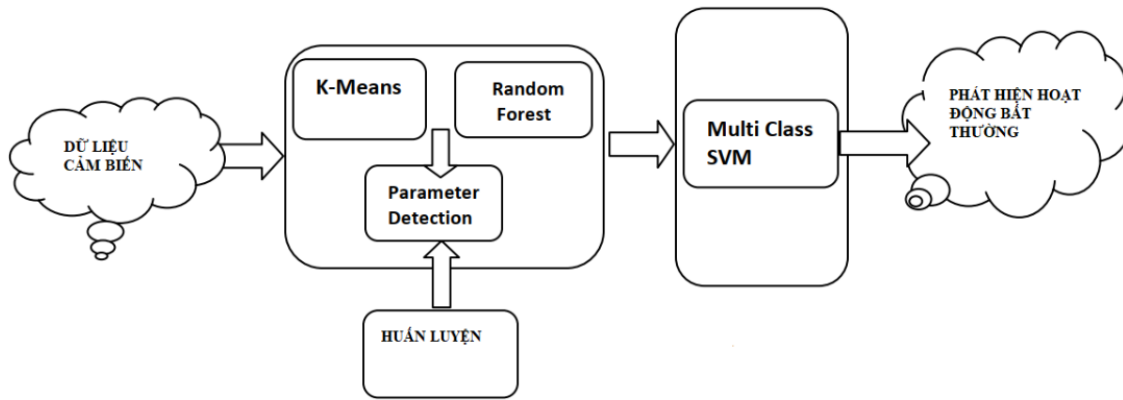


Hình 1- 4 - Kết quả thực nghiệm Jie Yin

Trên hình là ví dụ về đường cong ROC thể hiện kết quả thực nghiệm của 3 thuật toán phát hiện hoạt động bất thường của tác giả Jie Yin. Từ kết quả cho thấy thuật toán phát hiện hoạt động bất thường SVM+KNLR cho kết quả tốt nhất.

b. Phát hiện hoạt động bất thường sử dụng SVM của Ms. Apurva Landge [12]

Tác giả đề xuất phương pháp phát hiện hoạt động bất thường của con người dựa trên các hoạt động liên tiếp của con người, được thiết kế dựa trên các thuật toán SVM, K-Means và Random Forest. Sơ đồ kiến trúc mô hình phát hiện hoạt động bất thường của tác giả:



Hình 1-5 : Mô hình phát hiện hoạt động bất thường của Apurva Landge [12]

1.3 Phạm vi và các giả định

Luân văn nghiên cứu nhận dạng các hoạt động bất thường của con người giới hạn trong 17 hoạt động trong danh sách. Với giả định các hoạt động bất thường là các hoạt động ngã của con người, còn lại là các hoạt động bình thường.

Phạm vi và giả định các hoạt động bất thường :

- + Ngã về phía trước
- + Ngã về phía sau
- + Ngã về bên trái
- + Ngã về bên phải
- + Ngồi trên ghế và ngã về bên trái
- + Ngồi trên ghế và ngã về bên phải

Người sử dụng phải được đeo cảm biến gia tốc để gửi dữ liệu gia tốc về ứng dụng.

Các hoạt động diễn ra đủ ngắn và trong phạm vi một phòng giới hạn, vì khoảng các truyền dữ liệu từ cảm biến về ứng dụng có giới hạn về khoảng cách.

CHƯƠNG 2: PHÁT HIỆN HOẠT ĐỘNG BẤT THƯỜNG CỦA CON NGƯỜI

Chương 2 bắt đầu bằng thiết kế và chế tạo vòng đeo tay thông minh, dây thắt lưng thông minh có gắn cảm biến gia tốc; phương pháp phân tích và xử lý dữ liệu cảm biến; và phương pháp phát hiện hoạt động bất thường.

2.1. Thiết kế vòng đeo tay thông minh, dây thắt lưng thông minh

2.1.1. Cảm biến gia tốc WAX3

WAX3 là cảm biến gia tốc theo ba trục x,y,z có kích thước rất nhỏ. Cảm biến này có thời gian thu thập và xử lý dữ liệu ngắn phù hợp với việc thu thập và xử lý dữ liệu thời gian thực.

Dữ liệu mà WAX3 gửi về theo từng gói (Packet). Để nhận biết kết thúc mỗi gói là ký tự END (END = 0xC0). Vì đặc điểm này mà khi thực hiện chương trình, sẽ cho một tiến trình chuyên bắt dữ liệu từ WAX3 gửi về, khi gặp ký tự END thì có nghĩa là đã đủ một Packet, chương trình sẽ xử lý Packet đó.

8 bit của bytes Format có dạng : rreeffff.

Nếu ee = 2 thì 1 sampleData có 6 bytes dữ liệu tương ứng :

Nếu ee = 0 thì 1 sampleData có 4 bytes dữ liệu, với cấu trúc như sau :

eezzzzzz zzzzyyyy yyyyyyxx xxxxxxxx

Thiết bị WAX3 được cấu hình đầy đủ bằng cách sử dụng phần mềm OM (tỷ lệ mẫu, độ nhạy, tốc độ truyền tải, phạm vi hoạt động). Thiết bị có thể được đưa vào chế độ ngủ để vận chuyển an toàn. Trong chế độ bình thường các thiết bị được cấu hình để bắt đầu truyền tải bất cứ khi nào cảm biến gia tốc phát hiện chuyển động.

2.1.2. Thiết kế vòng đeo tay thông minh

Cảm biến WAX3 được lắp vào mặt trước của vòng đeo tay như hình :

Hình 2-3: Vòng đeo tay thông minh

Vòng đeo tay được người sử dụng đeo vào tay bên phải và thực hiện các hoạt động để thu thập dữ liệu cảm biến từ các hoạt động khác nhau trong phòng.

2.1.2.Thiết kế dây thắt lưng thông minh

Cảm biến WAX3 được gắn vào dây thắt lưng của người sử dụng và ở vị trí eo bên phải của người đeo.

2.2.Phân tích và xử lý dữ liệu cảm biến

2.2.1.Tiền xử lý dữ liệu

Như phần mô tả về cảm biến WAX3 ở trên thì dữ liệu cảm biến gửi về dưới dạng các Packet, trong mỗi Packet thì có nhiều Sample, mỗi Sample chứa một bộ ba giá trị gia tốc theo 3 trục là x , y , z . Chính vì vậy đầu tiên ta cần 2 lớp dùng để mô tả và đóng gói dữ liệu này lại là lớp WaxPacket và WaxSample

2.2.2.Phân đoạn và trích các đặc trưng

Sau khi có dữ liệu nhận về, việc tiếp theo hết sức quan trọng, quyết định đến khả năng nhận dạng được các hoạt động bất thường của con người. Đó chính là việc trích chọn ra các đặc trưng phù hợp. Sau khi tham khảo nhiều tài liệu liên quan tôi thấy có nhiều đặc trưng có thể chọn, tuy nhiên để phù hợp với đề tài của mình là "Nhận dạng hoạt động bất thường của con người", tôi quyết định sử dụng 4 đặc trưng sau:

- Trung bình cộng (Mean Value)
- Độ lệch chuẩn (Standard Deviation)
- Entropy thông tin
- Sự tương quan (Corelation)

a. Trung bình cộng (Mean Value):

b. Độ lệch chuẩn (Standard Deviation):

c. Entropy Thông tin:

d. Độ tương quan (Correlation):

2.3.Phát hiện hoạt động bất thường

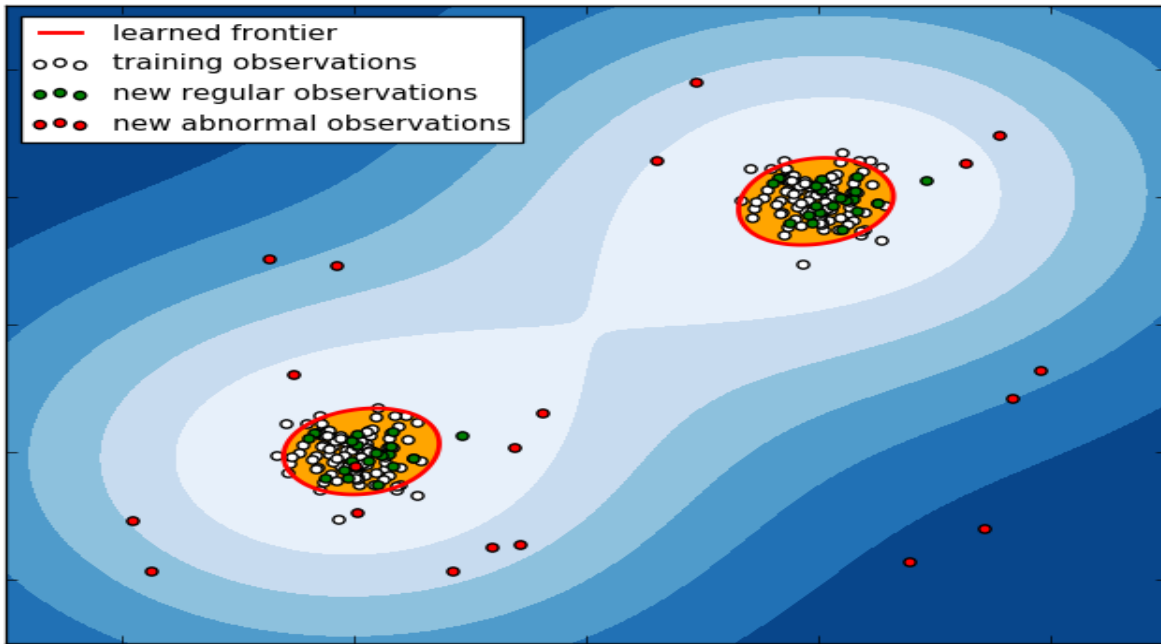
2.3.1 Huấn luyện mô hình học máy

Thuật toán được sử dụng để huấn luyện mô hình học máy cho đề tài là One Class SVM. One Class SVM có thể được coi như là một thuật toán SVM 2 lớp thông thường, trong đó tất

cả dữ liệu được sử dụng để huấn luyện mô hình học máy đều nằm trong một lớp. Vì vậy thuật toán bản chất tìm một siêu phẳng (hyperplane) chứa hầu hết các dữ liệu được huấn luyện.

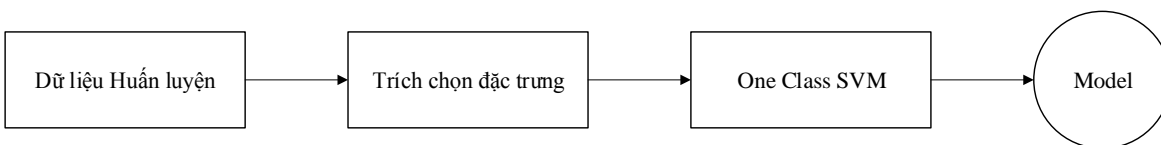
$$f(x) = \langle W, X \rangle + b \quad (2.5)$$

Trong đó W : các vector dữ liệu bình thường được mang đi huấn luyện.



Hình 2-4 : Ví dụ hình ảnh phát hiện điểm bất thường bằng One Class SVM

Dữ liệu cảm biến gia tốc WAX3 thu thập được từ các hoạt động bình thường được mang đi huấn luyện mô hình học máy :



Hình 2-5 : Mô hình huấn luyện mô hình học máy

Giải pháp thứ nhất : chia dữ liệu ra thành các cửa sổ :

Dữ liệu thu được từ cảm biến WAX3 lúc đầu là các vector có dạng $(x1, y1, z1, x2, y2, z2)$. Dữ liệu được chia thành các cửa sổ, mỗi cửa sổ 50 mẫu tương ứng với 50 bộ vector. Mỗi bộ vector sẽ được tính toán các giá trị đặc trưng : Mean Value, Standard Deviation, Entropy Thông tin, Correlation. Các bộ giá trị đặc trưng của các hoạt động gán nhãn là hoạt động bình

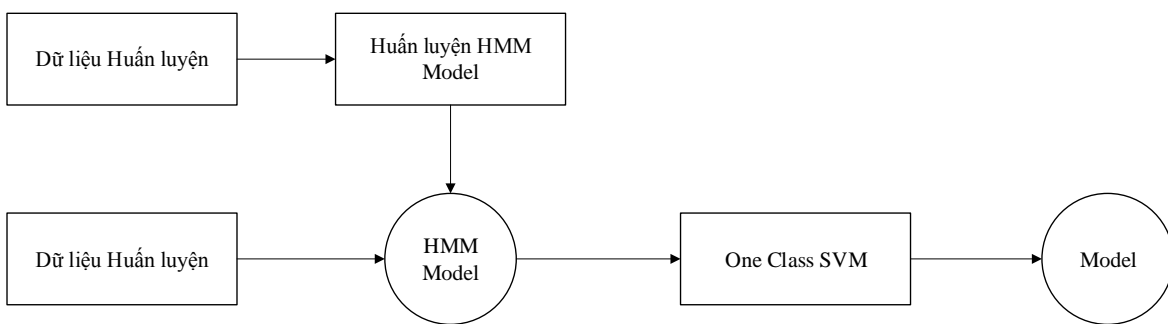
thường được tính toán được làm bộ dữ liệu để huấn luyện cho thuật toán One Class SVM. Đầu ra của thuật toán thu được Model cho các hoạt động bình thường.

Sau khi tính toán các giá trị đặc trưng của bộ 50 vector dữ liệu, ta có được một vector đặc trưng 24 chiều cho bộ dữ liệu đó :

$$(TbX1, TbY1, TbZ1, \dots, R_{x2y2}, R_{y2z2}, R_{z2x2})$$

Tập dữ liệu các hoạt động bình thường được chia thành M khung, mỗi khung sẽ tính toán ra được 1 vector đặc trưng dùng để huấn luyện cho mô hình học máy One Class SVM.

Giải pháp thứ hai : Sử dụng Hidden Markov Models để trích chọn đặc trưng



Hình 2-6 : Mô hình huấn luyện mô hình học máy

Toàn bộ dữ liệu của các hoạt động bình thường được gán nhãn. Với mỗi bộ dữ liệu của một hoạt động bình thường được sử dụng làm dữ liệu huấn luyện cho một model HMM. Giả sử toàn bộ dữ liệu hoạt động bình thường thu thập được có M các hoạt động bình thường. Sau khi huấn luyện ta thu được M model HMM cho các hoạt động bình thường.

Một số mô hình HMM của các hoạt động bình thường như sau :

Hình 2-8 : Mô hình HMM cho hoạt động Chạy chậm.

Sau khi có được M mô hình HMM cho M loại hoạt động bình thường. Với mỗi một bộ dữ liệu từ cảm biến WAX3 ($x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2$), tính toán giá trị log-likelihood từ các mô hình HMM của các hoạt động bình thường ở trên. Công thức tính:

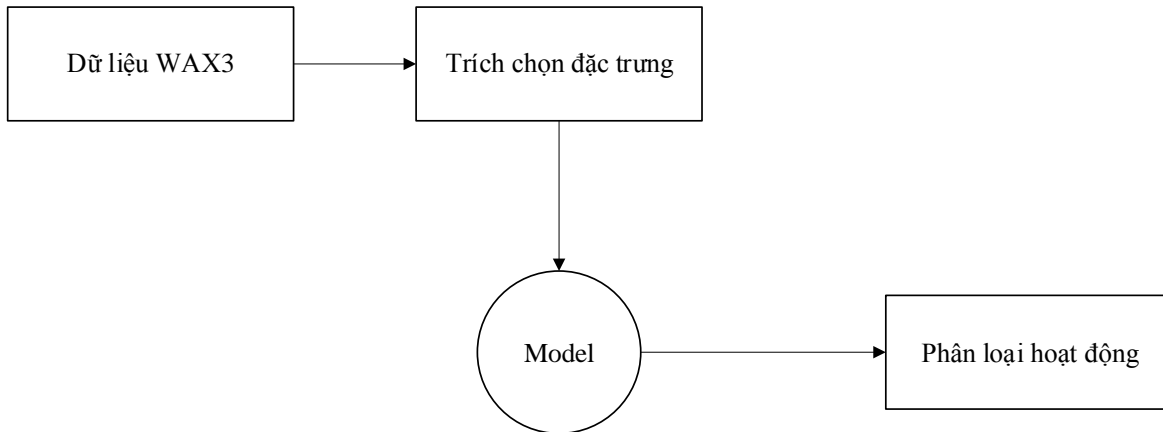
$$L(Y_i; \lambda_j) = \log P(Y_i | \lambda_j), 1 \leq i \leq N, 1 \leq j \leq M. \quad (2.30)$$

Trong đó : M là số mô hình HMM của hoạt động bình thường

N : là số lượng các bộ số dữ liệu $(x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2)$

Bằng cách tính toán như vậy, với mỗi bộ dữ liệu dùng để huấn luyện, thu được vector đặc trưng $x_i = (L(Y_i; \lambda_1), \dots, L(Y_i; \lambda_M))$. Từ các vector đặc trưng này, ta sử dụng thuật toán One Class SVM để huấn luyện mô hình phát hiện các hoạt động bất thường.

2.3.2 Phát hiện và theo dõi vận động



Hình 2-8 : Mô hình nhận dạng hoạt động bất thường

Sau khi có được Model các hoạt động bình thường là kết quả đầu ra của quá trình huấn luyện. Dữ liệu nhận về từ cảm biến WAX3 nhận về được trích chọn đặc trưng. Từ các đặc trưng này được phân loại là hoạt động bình thường hay hoạt động bất thường từ Model các hoạt động bình thường.

CHƯƠNG 3: THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ

Chương này trình bày về quá trình thu thập dữ liệu về một số hoạt động để tạo tập dữ liệu mẫu. Tiếp theo chương trình bày về đánh giá phương pháp phát hiện hoạt động bất thường ở chương 2.

3.1. Thu thập dữ liệu

Luận văn sử dụng bộ dữ liệu CMDFALL. Đây là một tập dữ liệu đa thể thức nhằm đến mục đích phân tích ngã, phát hiện người ngã, là một nghiên cứu chung đến từ hai trường Học viên Công nghệ Bru chính Viễn thông và Đại học Bách Khoa Hà Nội. Trong quá trình thu thập dữ liệu, hai cảm biến gia tốc WAX3 được sử dụng để thu thập dữ liệu từ 50 người. Các thiết bị ghi hình Kinect được đặt tại nhiều vị trí khác nhau xung quanh phòng, trong khi hai cảm biến gia tốc được đeo trên cổ tay trái và hông trái của người thu thập dữ liệu.

3.2. Thử nghiệm và đánh giá

Các thước đo đánh giá bao gồm:

- **Confusion matrix:** hay còn gọi là ma trận lỗi, là một khái niệm trong học máy cho phép mô phỏng về hoạt động của một thuật toán dưới dạng bảng. Mỗi cột của ma trận đại diện cho các instance của 1 lớp dự đoán, trong khi mỗi hàng đại diện cho các vector đặc trưng trong một lớp thực tế.
- **Tỉ lệ lớp được nhận dạng chính xác (true positive + true negative):** Tỷ lệ theo phần trăm số vector đặc trưng được gán lớp đúng trên tổng số vector đặc trưng được kiểm thử
- **Tỉ lệ lớp được nhận dạng không chính xác (false positive + false negative):** Tỷ lệ theo phần trăm số vector đặc trưng được gán lớp sai trên tổng số vector đặc trưng được kiểm thử.
- **accuracy :** Đó là tỷ lệ của các đối tượng được dán nhãn chính xác cho toàn bộ nhóm đối tượng.
- **Precision và recall** hay còn gọi là độ chính xác và độ bao phủ.
- **Độ đo F1 :**

3.3. Kết quả

Phương pháp thứ nhất, các đặc trưng được trích chọn bằng cách chia bộ dữ liệu ra thành các cửa sổ. Mỗi cửa sổ 50 bộ dữ liệu cảm biến trong tập dữ liệu. Tính toán các đặc trưng : Trung bình cộng, độ lệch chuẩn, Entropy thông tin, độ tương quan của dữ liệu. Bộ dữ liệu các hoạt động bình thường gồm 400.000 bộ dữ liệu cho các hoạt động bình thường. Chia thành các cửa sổ, mỗi cửa sổ 50 bộ dữ liệu. Tổng số cửa sổ của hoạt động bình thường là 8000. Dữ liệu hoạt động bất thường được sử dụng để kiểm tra gồm 15.000 bộ dữ liệu, tổng số cửa sổ của hoạt động bất thường là 300. Kết quả của phương pháp này cho bởi bảng sau :

Ma trận lỗi :

Với :

1 : Ngã về phía trước

2 : Ngã về phía sau

3 : Ngã về bên trái

4 : Ngã về bên phải

5 : Ngã về bên trái khi đang ngồi trên ghế

6 : Ngã về bên phải khi đang ngồi trên ghế

7 : Các hoạt động khác (Hoạt động bình thường)

	1	2	3	4	5	6	7
1	204	0	0	0	0	0	96
2	0	210	0	0	0	0	90
3	0	0	211	0	0	0	89
4	0	0	0	213	0	0	87
5	0	0	0	0	190	0	110
6	0	0	0	0	0	202	98
7	109	109	109	109	109	109	191

Bảng 3-3: Ma trận lỗi giải pháp thứ nhất

Bảng kết quả tính toán các độ đo :

	Precision	Recall	F11
1	0.68	0.65	0.66
2	0.70	0.66	0.68
3	0.70	0.66	0.68
4	0.71	0.68	0.68
5	0.63	0.64	0.63
6	0.67	0.65	0.66

Bảng 3-4 : Kết quả giải pháp thứ nhất

Phương pháp thứ hai, Sử dụng HMM để trích chọn đặc trưng. Với bộ dữ liệu kiểm tra gồm 3000 bộ dữ liệu bất thường và 3000 bộ dữ liệu hoạt động bình thường để kiểm tra. Kết quả phương pháp :

Ma trận lỗi :

Với :

1 : Ngã về phía trước

2 : Ngã về phía sau

3 : Ngã về bên trái

4 : Ngã về bên phải

5 : Ngã về bên trái khi đang ngồi trên ghế

6 : Ngã về bên phải khi đang ngồi trên ghế

7 : Các hoạt động khác (Hoạt động bình thường)

	1	2	3	4	5	6	7
1	2590	0	0	0	0	0	410
2	0	2550	0	0	0	0	450
3	0	0	2597	0	0	0	403
4	0	0	0	2696	0	0	304
5	0	0	0	0	2135	0	865
6	0	0	0	0	0	2493	507
7	1491	1491	1491	1491	1491	1491	1509

Bảng 3-5 : Mã trộn lỗi giải pháp thứ nhất

Bảng kết quả tính toán các độ đo :

	Precision	Recall	F11
1	0.86	0.63	0.73
2	0.85	0.63	0.72
3	0.87	0.63	0.73
4	0.90	0.64	0.75
5	0.71	0.59	0.64
6	0.83	0.62	0.71

Bảng 3-6 : Kết quả giải pháp thứ 2

Từ kết quả thực nghiệm cho thấy, Phương pháp trích chọn đặc trưng sử dụng HMM cho kết quả tốt hơn. Kết quả các độ đo của phương pháp trích chọn đặc trưng bằng HMM có độ chính xác cao hơn. Phân loại được các hoạt động bình thường và bất thường tốt hơn.

Trong cả hai phương pháp thực nghiệm cho thấy, hoạt động bất thường “Ngã về bên phải” cho điểm số cao nhất. Phương pháp trích chọn đặc trưng bằng chia cửa sổ cho độ đo F1 là

0.68, phương pháp trích chọn đặc trưng bằng mô hình HMM cho độ đo F1 là 0.75. Điều này lý giải là do các cảm biến gắn ở vòng đeo tay thông minh và dây thắt lưng thông minh đều ở phía bên phải nên khi ngã ở tư thế đang đứng về phía bên phải cho dữ liệu cảm biến gia tốc dễ nhận biết nhất.

Tuy nhiên cũng là ngã về bên phải nhưng tư thế đang ngồi ghế cho điểm số thấp nhất. Phương pháp trích chọn đặc trưng bằng chia cửa sổ cho độ đo F1 là 0.63, phương pháp trích chọn đặc trưng bằng HMM cho độ đo F1 là 0.64. Tại vì khi ngồi trên ghế ngã về bên phải, cả hai cảm biến trên vòng đeo tay thông minh và dây thắt lưng thông minh đều ở gần nhau, và khi ngã về bên phải, dữ liệu cảm biến nhận về dễ bị nhầm lẫn sang các hoạt động bình thường khác như đi bộ chậm ...

III. KẾT LUẬN

Luận văn này tập trung nghiên cứu về các phương pháp nhận dạng hoạt động của con người, đồng thời áp dụng vào việc nghiên cứu các hoạt động phần tay và phần eo cơ thể con người. Dự kiến, luận văn đạt được một số kết quả sau:

- Thử nghiệm và đánh giá các phương pháp nhận dạng hoạt động của người và trên cơ sở đó lựa chọn phương pháp nhận dạng hoạt động phần tay và eo cơ thể của con người để phát hiện hoạt động bất thường.
- Xây dựng ứng dụng demo nhận dạng một số hoạt động bất thường cụ thể của con người.

Trong tương lai, luận văn có thể được tiếp tục nghiên cứu để có thể nhận dạng được nhiều hoạt động và hoạt động bất thường hơn nữa. Đồng thời, lựa chọn phương pháp tốt hơn để mang lại tính chính xác cao hơn.