

Hệ thống giám sát thông minh phát hiện bất thường dựa trên trí tuệ nhân tạo

Nguyễn Văn Hòa^a, Nguyễn Trọng Tùng^{b*}, Lê Minh Lộc^c

Tóm tắt:

Nghiên cứu Hệ thống giám sát thông minh, cảnh báo và dự đoán trước tình huống nguy hiểm đã đề xuất một hệ thống toàn diện nhằm bảo vệ trẻ em và phụ nữ khỏi các tình huống nguy hiểm như bạo hành, xâm hại và bắt cóc trong bối cảnh xã hội ngày càng phức tạp hiện nay. Dựa trên dữ liệu quỹ đạo và âm thanh, hệ thống áp dụng các mô hình học máy như Seq2Seq, LSTM kết hợp với thuật toán phân cụm K-means để phát hiện hành vi di chuyển bất thường, đồng thời sử dụng mô hình XLM-RoBERTa và GPT để nhận diện nội dung độc hại trong các cuộc trò chuyện. Nghiên cứu đã phát triển một ứng dụng di động tích hợp các tính năng khoanh vùng ảo, theo dõi lịch trình và gửi cảnh báo tức thời khi phát hiện bất thường. Kết quả thử nghiệm cho thấy mô hình XLM-RoBERTa đạt F1-score 0.88 trong phát hiện nội dung độc hại, chứng minh khả năng ứng dụng thực tế của hệ thống. Nghiên cứu kết luận rằng việc kết hợp các kỹ thuật tiên tiến trong trí tuệ nhân tạo có thể tạo ra giải pháp hiệu quả để bảo vệ những đối tượng dễ bị tổn thương, đồng thời đề xuất các hướng phát triển tương lai như tích hợp IoT, mở rộng đối tượng áp dụng và hợp tác với các cơ quan chức năng.

Từ khóa: giám sát thông minh, cảnh báo sớm, dự đoán nguy hiểm, học máy, phân tích quỹ đạo, nhận dạng giọng nói

^a Trường Cao đẳng Du lịch Đà Nẵng; Nam Kỳ Khởi Nghĩa, phường Ngũ Hành Sơn, TP. Đà Nẵng.
e-mail: hoa.nguyen@dvtc.edu.vn

^b Trường Đại học Đông Á; 33 Xô Viết Nghệ Tĩnh, phường Hòa Cường, TP. Đà Nẵng.
e-mail: tungqn@donga.edu.vn

^c Trường THPT Chuyên Lê Quý Đôn; 01 Vũ Văn Dũng, phường An Hải, TP. Đà Nẵng.
e-mail: minhlocle08@gmail.com

* Tác giả chịu trách nhiệm chính.

Intelligent Monitoring System for Anomaly Detection Based on Artificial Intelligence.

Nguyen Van Hoa^a, Nguyen Trong Tung^{b*}, Le Minh Loc^c

Abstract:

This study, titled Intelligent Monitoring System for Danger Prediction and Alert, proposes a comprehensive system to protect children and women from dangerous situations such as violence, abuse, and kidnapping. Based on trajectory data and audio analysis, the system applies machine learning models such as Seq2Seq, LSTM combined with K-means clustering algorithm to detect abnormal movement patterns, while using XLM-RoBERTa and GPT models to identify harmful content in conversations. The research has developed a mobile application integrating features like geofencing, schedule monitoring, and instant alerts when anomalies are detected. Test results show the XLM-RoBERTa model achieved an F1-score of 0.88 in detecting harmful content, demonstrating the system's practical applicability. The study concludes that combining advanced artificial intelligence techniques can create effective solutions to protect vulnerable populations, while proposing future development directions such as IoT integration, expanding the target audience, and cooperation with relevant authorities.

Keywords: *intelligent monitoring, early warning, danger prediction, machine learning, trajectory analysis, speech recognition*

Received: 4.9.2025; Accepted: 15.12.2025; Published: 31.12.2025

DOI: 10.59907/daujs.4.4.2025.462

^a Danang Vocational Tourism College; Nam Ky Khoi Nghia Street, Ngu Hanh Son Ward, Da Nang City, Vietnam. e-mail: hoa.nguyen@dvtc.edu.vn

^b Dong A University; 33 Xo Viet Nghe Tinh, Hoa Cuong ward, Danang City, Vietnam; e-mail: tungqn@donga.edu.vn

^c Le Quy Don High School for the Gifted; 01 Vu Van Dung Street, An Hai Ward, Da Nang City, Vietnam. e-mail: minhlocle08@gmail.com

* Corresponding author.

Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, tình trạng bạo hành và xâm hại tình dục đối với trẻ em và phụ nữ đã và đang trở thành một vấn đề nghiêm trọng và đáng báo động trên toàn cầu. Theo báo cáo của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) năm 2022 (WHO, n.d.), trên toàn thế giới, cứ 3 phụ nữ thì sẽ có 1 người từng trải qua một hình thức bạo hành thân thể hoặc tình dục trong đời. Con số này tương đương với khoảng 736 triệu phụ nữ, và đa số các vụ bạo hành này thường do chồng hoặc người tình gây ra. Tại Việt Nam, theo Tổng cục Thống kê và UNICEF năm 2021, có đến 58% trẻ em từng trải qua ít nhất một hình thức bạo hành, trong đó có bạo hành thể chất, tinh thần và tình dục. Bên cạnh đó, số vụ bạo hành tình dục trẻ em đã tăng 40% trong giai đoạn 2015 - 2020.

Ngoài bạo hành và xâm hại tình dục, trẻ em và phụ nữ còn phải đối mặt với nhiều tình trạng nguy hiểm khác như bị bắt cóc, buôn bán người, và các tai nạn giao thông do thiếu ý thức an toàn. Tại các khu vực có tỷ lệ tội phạm cao, nguy cơ bị tấn công hoặc xâm hại càng lớn hơn. Theo thống kê của Bộ Công an Việt Nam, trong năm 2022, đã có hơn 3000 vụ bắt cóc và buôn bán người được ghi nhận, trong đó phần lớn nạn nhân là phụ nữ và trẻ em. Khi trẻ em bị người lạ tiếp cận và dụ dỗ, trẻ em thường không nhận ra nguy hiểm và có thể dễ dàng bị lôi kéo, dẫn đến những tình huống đau lòng. Hiện tại nhiều nạn nhân không có cụ hiệu quả để bảo vệ mình hoặc kêu cứu trong tình huống nguy hiểm.

Tình trạng bạo hành, xâm hại tình dục và các tình huống nguy hiểm đối với trẻ em và phụ nữ là vấn đề nghiêm trọng cần được giải quyết một cách cấp bách. Dự án mong muốn sẽ trở thành một bước tiến quan trọng trong việc ứng dụng công nghệ để bảo vệ và hỗ trợ những người đối tượng dễ bị tổn thương trong xã hội, đặc biệt trong bối cảnh hiện tại thì dự án sẽ là giải pháp đầu tiên trên thị trường nhằm giải quyết vấn đề cấp bách này.

Nghiên cứu liên quan

Trong lĩnh vực giám sát và bảo vệ an toàn cho trẻ em và phụ nữ, nhiều nghiên cứu và giải pháp công nghệ đã được đề xuất trong những năm gần đây. Nghiên cứu tại (Hui et al., 2023), (Pasca et al., 2022) đã thực hiện một nghiên cứu tổng quan về việc ứng dụng các thuật toán học máy để phát hiện và dự báo các nguy cơ bạo hành gia đình dựa trên dữ liệu số từ mạng xã hội và hồ sơ điện tử, đạt kết quả tốt trong việc phân loại và dự đoán trước hành vi nguy hiểm. Kouzani và cộng sự (Kouzani, 2023), (Allouch et al., 2023) đã phân tích và phân loại các loại công nghệ tiên tiến nhất trong việc phòng chống bạo lực gia đình, bao gồm việc sử dụng cảm biến môi trường, dữ liệu smartphone, và thiết bị thông minh đeo trên người để phát hiện sớm các tình huống bạo hành và hỗ trợ nạn nhân (Leiva-Bianchi et al., 2025).

Về việc giám sát thông minh dựa trên dữ liệu GPS và quỹ đạo di chuyển, Aliyu và cộng sự tại (Aliyu et al., 2022) đã đề xuất một hệ thống tích hợp học máy vào thiết bị đeo cho trẻ em nhằm phát hiện các hành vi di chuyển bất thường, giúp phát hiện kịp thời các trường hợp nguy hiểm như lạc hoặc bị bắt cóc. Nghiên cứu tại (Muraleedharan et al., 2023) tổng hợp các nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo để phát hiện bạo lực thời gian thực qua video giám sát, thể hiện những tiến bộ gần đây trong việc chống lại bạo lực với trẻ em, phụ nữ và các thách thức còn tồn tại (Irfanullah et al., 2022).

Ngoài ra, Muraleedharan và cộng sự cũng đã phát triển một hệ thống sử dụng micro thông minh và trí tuệ nhân tạo để phát hiện các tình huống bạo hành gia đình thông qua phân tích âm thanh, có khả năng cảnh báo sớm và tự động gửi thông báo đến người thân khi phát hiện âm thanh nguy hiểm (Muraleedharan et al., 2023), (Vogt et al., 2021). Một nghiên cứu đề xuất xây dựng mô hình ngôn ngữ sử dụng transformer (RoBERTa) nhằm tự động nhận diện các nạn nhân bị bạo lực bởi bạn đời từ các bài viết trên mạng xã hội, giúp phát hiện và hỗ trợ kịp thời các trường hợp có nguy cơ bị bạo lực gia đình (Guo et al., 2023).

Trong việc ứng dụng thiết bị đeo thông minh và công nghệ hỗ trợ khẩn cấp, nghiên cứu tại (Campos Gaviño et al., 2020), (Wu et al., 2021) đã giới thiệu một thiết bị đeo trên người tích hợp cảm biến sinh lý giúp phát hiện trạng thái căng thẳng cao độ và tự động gửi cảnh báo khẩn cấp khi nhận diện nguy cơ bạo hành. Một ví dụ thực tiễn khác là sản phẩm trang sức thông minh InvisaWear, cho phép người dùng gửi tín hiệu khẩn cấp kèm vị trí GPS tới người thân trong tình huống nguy hiểm (Santos et al., 2020), (Wu et al., 2021).

Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về các khía cạnh khác nhau của hệ thống giám sát an toàn, tuy nhiên vẫn còn thiếu một giải pháp toàn diện kết hợp giữa phân tích quỹ đạo di chuyển, nhận dạng âm thanh, và phát hiện nội dung độc hại trong cuộc trò chuyện. Nghiên cứu này nhằm lấp đầy khoảng trống đó bằng cách đề xuất một hệ thống tích hợp có khả năng phân tích nhiều nguồn dữ liệu, đưa ra cảnh báo kịp thời và dự đoán trước các tình huống nguy hiểm.

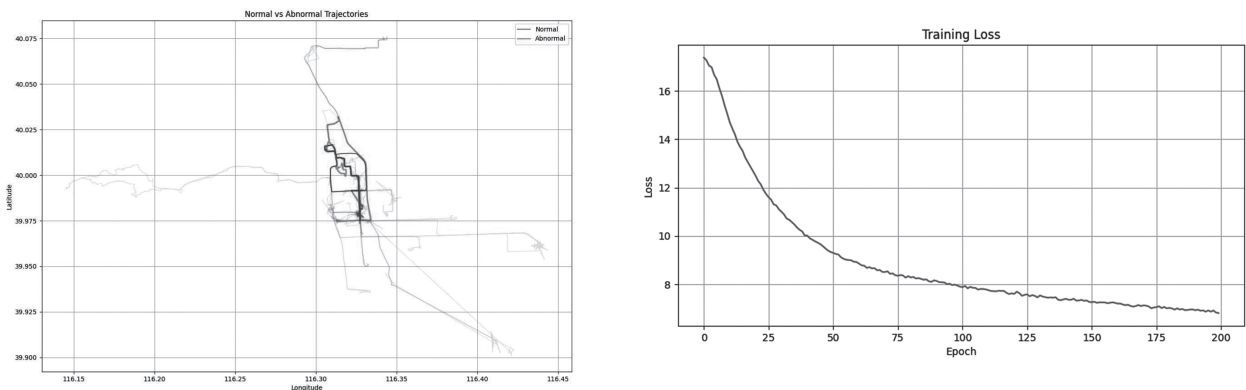
Kết quả nghiên cứu

Phương pháp xử lý dữ liệu quỹ đạo và phát hiện bất thường

Để phát hiện các hành vi bất thường trong dữ liệu quỹ đạo, tác giả đã phát triển một quy trình xử lý gồm nhiều bước. Đầu tiên, dữ liệu quỹ đạo được làm sạch bằng cách loại bỏ nhiễu và các điểm bất thường. Tác giả sử dụng phương pháp kết hợp cả vận tốc và phạm vi bức xạ, với ngưỡng vận tốc sinh lý được thiết lập dựa trên khả năng vận động tối đa của con người ($\approx 10\text{m/s}$). Sau đó, dữ liệu được trích xuất từ khu vực quan tâm sử dụng thuật toán tia (ray-casting algorithm).

Tiếp theo, tác giả áp dụng mô hình Seq2Seq kết hợp với mạng nơ-ron LSTM để trích xuất đặc trưng từ dữ liệu quỹ đạo đã xử lý. Mô hình học cách ánh xạ chuỗi quỹ đạo vào không gian đặc trưng bậc cao, nắm bắt các mẫu di chuyển phức tạp như biểu diễn trong Hình 3. Để cải thiện hiệu quả xử lý, phương pháp cửa sổ trượt (Sliding Window) được triển khai để trích xuất đặc trưng từ các phân đoạn dữ liệu, phát hiện các biến động bất thường trong khoảng thời gian ngắn, giúp cảnh báo sớm và kịp thời.

Kết quả trích xuất đặc trưng được đưa vào thuật toán phân cụm K-means để phân loại quỹ đạo thành các nhóm bình thường và bất thường. Mô hình đã được huấn luyện qua 200 epochs trong 14 giờ, với đường cong loss giảm dần cho thấy sự hội tụ tốt của mô hình. (Hình 1) Hình 5 minh họa kết quả phân cụm, trong đó quỹ đạo bình thường (màu xanh) và bất thường (màu đỏ) được phân tách rõ ràng.

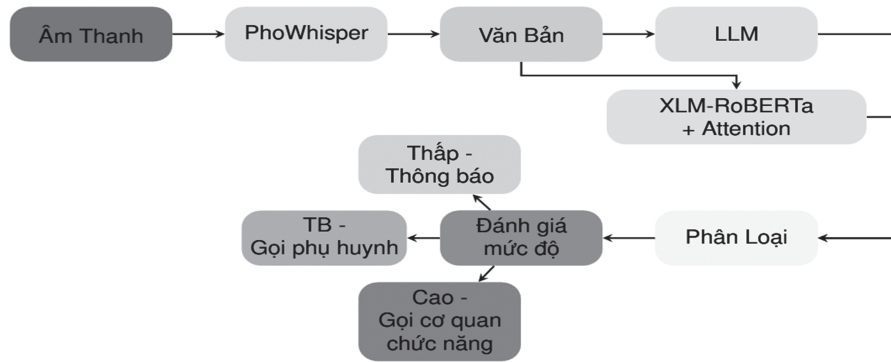


Hình 1. Quỹ đạo thành các nhóm bình thường và bất thường

Sau khi phân cụm, các quỹ đạo bất thường được phân loại thành các dạng hành vi cụ thể: đi lang thang, đi ngẫu nhiên, và thói quen bất thường. Việc phân loại dựa trên các đặc điểm như tỷ lệ giữa độ dài và khoảng cách di chuyển, sự thay đổi hướng đột ngột, và tần suất xuất hiện của các mẫu di chuyển bất thường.

Phương pháp phân tích âm thanh và nhận diện nội dung độc hại

Để phát hiện các nội dung bất thường trong cuộc trò chuyện, tác giả đã phát triển một hệ thống phân tích âm thanh toàn diện. (Hình 2) Đầu tiên, âm thanh được thu thập qua microphone của thiết bị và được tiền xử lý bằng WebRTC Voice Activity Detection (VAD) để loại bỏ các khoảng lặng và tiếng ồn nền. Sau đó, áp dụng kỹ thuật Dynamic Chunk Processing để chia âm thanh thành các đoạn có kích thước động dựa trên các điểm ngắt tự nhiên.



Hình 2. Mô hình đề xuất

Mô hình Pho-Whisper, một biến thể của Whisper được tinh chỉnh cho tiếng Việt, được sử dụng để chuyển đổi âm thanh thành văn bản. Sau đó, văn bản được phân tích bằng hai phương pháp chính: mô hình đa ngôn ngữ XLM-RoBERTa và mô hình ngôn ngữ lớn GPT.

Mô hình XLM-RoBERTa được thiết kế với một lớp Attention chuyên biệt để nhấn mạnh những thành phần quan trọng của ngữ cảnh. Kiến trúc này giúp mô hình không chỉ nắm bắt ngữ nghĩa cơ bản mà còn xử lý tốt các ngữ cảnh phức tạp và ẩn ý trong cuộc trò chuyện. Mô hình được huấn luyện trên dữ liệu từ Wikipedia Talk Page và PAN-12, với kết quả đáng khích lệ: F1-score đạt 0.88 cho nội dung độc hại tổng quát, 0.85 cho nội dung khiếm nhã, và 0.80 cho nội dung xúc phạm. (Bảng 1)

Bảng 1. Kết quả thực nghiệm trên mô hình

Phân loại	Wikipedia	Tỷ lệ (%)	PAN-12	Tỷ lệ (%)
1. Thống kê tổng quát				
Tổng số mẫu	158,640	100.0	900,631	100.0
Bình luận sạch	143,346	90.4	495,000–540,000	55–60
Bình luận độc hại	15,294	9.6	360,000–405,000	40–45
2. Phân loại nội dung độc hại				
Nhãn	Wikipedia	Tỷ lệ (%)	PAN-12	Tỷ lệ (%)
Độc hại (Toxic)	15,294	100.0	Người dùng bình thường	99.85
Khiếm nhã (Obscene)	8,449	55.2	Người dụ dỗ tình dục	0.15
Xúc phạm (Insult)	7,877	51.5	–	–
Độc hại nghiêm trọng (Severe Toxic)	1,595	10.4	–	–
Phân biệt định danh (Identity Hate)	1,405	9.2	–	–
Đe dọa (Threat)	478	3.1	–	–
3. Phân chia tập dữ liệu				
Training set	111,048	70.0	720,505	80.0
Test set	47,592	30.0	180,126	20.0

Đối với mô hình ngôn ngữ lớn, tác giả áp dụng phương pháp Prompt Engineering phân tầng với GPT, chia nhiệm vụ phát hiện nội dung độc hại thành ba giai đoạn: phân tích ngữ nghĩa cơ bản, phân tích ngữ cảnh, và phát hiện ẩn ý. Cơ chế suy luận theo chuỗi (Chain-of-Thought Reasoning) được tích hợp để cải thiện chất lượng phân tích, cùng với hệ thống ra quyết định tích hợp dựa trên cơ chế tổng hợp có trọng số thích nghi.

Tính năng ứng dụng và kết quả thực nghiệm

Hệ thống đã được triển khai dưới dạng ứng dụng di động với nhiều tính năng thực tế:

* Phân tích bất thường qua quỹ đạo

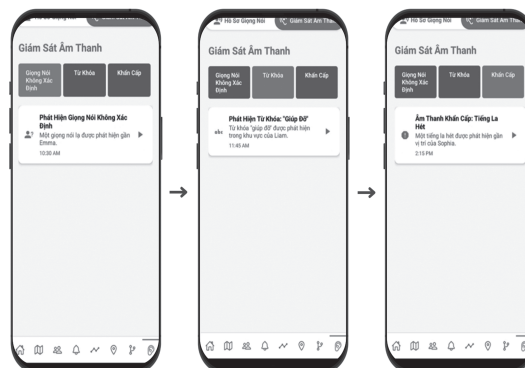
Bằng các thuật toán, mô hình học máy mà tác giả đã xây dựng, phần mềm có thể dựa vào dữ liệu quỹ đạo, những nơi trẻ thường đến,... để phân tích và nhận diện những bất thường, từ đó đưa ra cảnh báo cho phụ huynh để phòng tránh những trường hợp đáng tiếc xảy ra. Đồng thời, phần mềm cũng sẽ tiến hành phân tích dữ liệu và đưa ra các biểu đồ, thống kê,... để phụ huynh có cái nhìn trực quan và tổng quan hơn về sự an toàn của con cái. Đối với những bất thường được đánh giá là có độ nguy hiểm cao, ứng dụng sẽ ngay lập tức gọi cho phụ huynh. (Hình 3)



Hình 3. Triển khai ứng dụng trên di động

* Phân tích bất thường qua âm thanh

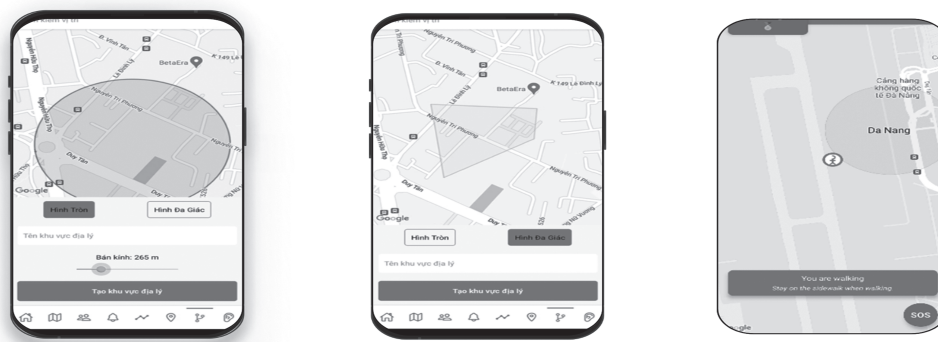
Ứng dụng sử dụng microphone trên thiết bị để liên tục thu âm và phân tích âm thanh xung quanh trẻ. Điều này giúp theo dõi các tình huống khẩn cấp mà trẻ có thể gặp phải, chẳng hạn như khi trẻ kêu cứu hoặc khi có tiếng động nguy hiểm. Các âm thanh được ghi lại và phân tích ngay lập tức, đảm bảo rằng phụ huynh sẽ nhận được thông tin nhanh chóng khi có dấu hiệu bất thường. Đối với những dấu hiệu bất thường mang tính nguy hiểm cao (vd: tiếng kêu cứu,...) thì hệ thống sẽ tự động gọi cho phụ huynh. (Hình 4)



Hình 4. Phát hiện âm thanh bất thường

** Khoanh vùng ảo (Geofencing)*

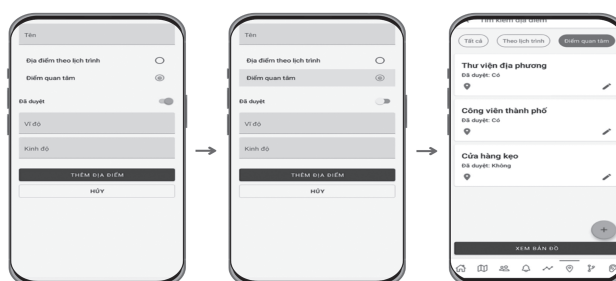
Ngoài các tính năng phân tích thông minh ra, ứng dụng cũng có nhiều công cụ khác giúp phụ huynh theo dõi con em mình tốt hơn. Geofencing là một tính năng của ứng dụng nhằm giúp phụ huynh thiết lập các khu vực an toàn xung quanh những địa điểm quan trọng như nhà ở, trường học, sân chơi hay bất kỳ khu vực nào mà họ muốn kiểm soát. Khi con cái di chuyển vào hoặc ra khỏi những khu vực này, ứng dụng sẽ tự động gửi cảnh báo cho phụ huynh, giúp họ kịp thời phát hiện những hành vi bất thường và bảo vệ an toàn cho con mình. (Hình 5)



Hình 5. Tính năng khoanh vùng để theo dõi

** Theo dõi lịch trình*

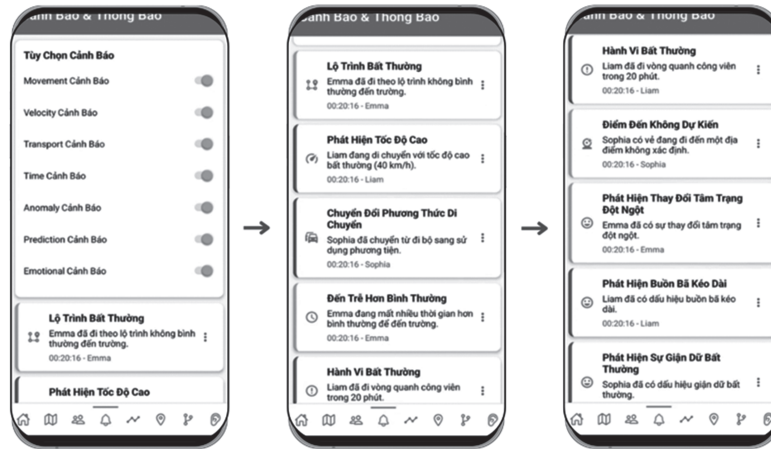
Ứng dụng cho phép phụ huynh thiết lập và quản lý các địa điểm quan trọng như nhà, trường học, nhà ông bà, sân chơi, hoặc bất kỳ nơi nào con cái thường đến. Những địa điểm này được đánh dấu rõ ràng trên bản đồ, giúp phụ huynh dễ dàng theo dõi và giám sát. Từ đó phụ huynh có thể chọn “duyet” địa điểm này hay không, và ứng dụng sẽ gửi cảnh báo khi trẻ đi đến những địa điểm không được duyệt. Phụ huynh có thể thiết lập trước lịch trình di chuyển cho trẻ trong ngày và ứng dụng sẽ nhắc nhở khi đến giờ. Điều này giúp đảm bảo rằng trẻ tuân theo lịch trình đã được lên kế hoạch, tránh đi lạc hoặc đến những nơi không được phép. Ứng dụng có khả năng giám sát những điểm đến không nằm trong lịch trình thông thường của trẻ và cảnh báo ngay khi phát hiện. Nếu trẻ đi đến những địa điểm không được thiết lập trước đó hoặc đến những nơi nguy hiểm, hệ thống sẽ ngay lập tức thông báo cho phụ huynh. (Hình 6)



Hình 6. Thiết lập các địa điểm thường xuyên

* Hệ thống thông báo

Từ những tính năng trên, ngay khi phát hiện bất thường, hệ thống sẽ ngay lập tức cảnh báo cho phụ huynh, đảm bảo trẻ em luôn được bảo vệ một cách toàn diện, giúp phụ huynh nắm bắt kịp thời mọi tình huống bất thường. (Hình 7)



Hình 7. Thông báo địa điểm khi phát hiện bất thường

* Giám sát các thông số

Bản đồ là thành phần chính của màn hình, chiếm phần lớn diện tích giao diện để đảm bảo việc theo dõi vị trí dễ dàng và trực quan. Về mục bản đồ, phần mềm sẽ có 2 màn hình riêng biệt. Màn hình thứ nhất để theo dõi vị trí hiện tại và đoạn đường trẻ đã đi. Màn hình thứ 2 để theo dõi, giám sát chi tiết hơn về trạng thái hiện tại của trẻ. Một tính năng tùy chọn cho phép hiển thị các tuyến đường trẻ đã di chuyển trong ngày. Các đường đi này có thể được đánh dấu bằng các màu sắc khác nhau tùy thuộc vào thời gian và trạng thái di chuyển (ví dụ: màu xanh cho đoạn đường đi bộ, màu đỏ cho đoạn đường di chuyển nhanh). Hệ thống sẽ phân tích tốc độ trung bình của trẻ để phát hiện các trường hợp di chuyển với tốc độ quá nhanh hoặc quá chậm so với bình thường và cảnh báo cho phụ huynh. (Hình 8)



Hình 8. Theo dõi các tham số di chuyển hàng ngày

Kết quả thử nghiệm cho thấy hệ thống có thể phát hiện hiệu quả các tình huống bất thường trong dữ liệu quỹ đạo và nội dung cuộc trò chuyện. Mô hình XLM-RoBERTa đạt độ chính xác cao trong việc phát hiện nội dung độc hại, với F1-score từ 0.65 đến 0.88 tùy thuộc vào loại nội dung. Hệ thống cũng đáp ứng tốt yêu cầu xử lý theo thời gian thực, với độ trễ thấp trong việc phân tích dữ liệu và đưa ra cảnh báo.

Kết luận và kiến nghị

Kết luận

Nghiên cứu đã phát triển thành công một hệ thống giám sát thông minh, cảnh báo và dự đoán trước tình huống nguy hiểm cho trẻ em và phụ nữ. Hệ thống tích hợp các công nghệ tiên tiến trong xử lý dữ liệu quỹ đạo và phân tích nội dung âm thanh, cung cấp một giải pháp toàn diện cho vấn đề bảo vệ an toàn.

Kết quả nghiên cứu cho thấy việc kết hợp mô hình Seq2Seq, LSTM với thuật toán phân cụm K-means đã cải thiện đáng kể khả năng phát hiện hành vi di chuyển bất thường. Mô hình XLM-RoBERTa với lớp Attention chuyên biệt đã chứng minh hiệu quả trong việc phát hiện nội dung độc hại, đặc biệt là các nội dung ẩn ý và tinh vi. Phương pháp Prompt Engineering phân tầng với GPT-4o cũng tăng cường khả năng phân tích ngữ cảnh và ẩn ý trong các cuộc trò chuyện.

Ứng dụng di động với các tính năng như khoanh vùng ảo, theo dõi lịch trình, và hệ thống thông báo đa cấp đã tạo ra một giải pháp thực tế, dễ sử dụng cho phụ huynh và người giám sát. Qua thử nghiệm, hệ thống đã chứng minh khả năng phát hiện và cảnh báo kịp thời các tình huống nguy hiểm, góp phần bảo vệ an toàn cho trẻ em và phụ nữ.

Kiến nghị

Đầu tiên, mặc dù các thuật toán và phương pháp hiện tại đã chứng minh được sự hiệu quả, vẫn cần tiếp tục tối ưu hóa hệ thống để cải thiện tốc độ xử lý và giảm thiểu sai số trong quá trình nhận diện và cảnh báo. Cụ thể, cần nghiên cứu sâu hơn về các thuật toán học sâu (deep learning) để phân tích hành vi phức tạp hơn, như nhận diện các mẫu di chuyển bất thường hoặc phát hiện tâm lý căng thẳng qua giọng nói.

Một bước quan trọng tiếp theo là triển khai thử nghiệm hệ thống trên một nhóm người dùng thực tế, đặc biệt là các gia đình có trẻ em và phụ nữ, để đánh giá hiệu quả của hệ thống trong các tình huống thực tiễn. Dựa trên phản hồi từ người dùng, hệ thống có thể được điều chỉnh và cải thiện để mang lại trải nghiệm tốt nhất. Mặc dù hệ thống hiện tại chủ yếu tập trung vào bảo vệ trẻ em và phụ nữ nhưng vẫn có tiềm năng lớn để được áp dụng trong nhiều lĩnh vực khác như chăm sóc người cao tuổi, giám sát sức khỏe cho bệnh nhân

có bệnh lý mạn tính, và hỗ trợ an ninh cho các khu vực công cộng. Việc mở rộng ứng dụng sẽ mang lại nhiều lợi ích cho xã hội và nâng cao tính phổ quát của hệ thống.

Hướng phát triển tương lai

Trong tương lai, tác giả dự định phát triển hệ thống theo các hướng sau:

- Tích hợp IoT và 5G: kết hợp với các thiết bị IoT và mạng 5G để cải thiện khả năng kết nối và truyền dữ liệu thời gian thực.
- Mở rộng đối tượng áp dụng: Phát triển các phiên bản chuyên biệt cho người cao tuổi, người khuyết tật, và các nhóm dân cư sống ở khu vực nguy hiểm.
- Hợp tác với cơ quan chức năng: Tạo kênh liên lạc trực tiếp với cảnh sát, y tế và các cơ quan chức năng để cải thiện khả năng ứng phó khẩn cấp.
- Bổ sung tính năng: Phát triển các tính năng mới như dự đoán điểm đến dựa vào thói quen, phát hiện bất thường trong môi trường trong nhà, và nhận diện các âm thanh đặc trưng như tiếng kêu cứu.

Với những cải tiến này, hệ thống hứa hẹn sẽ trở thành một công cụ quan trọng trong việc bảo vệ an toàn cho trẻ em và phụ nữ, góp phần xây dựng một xã hội an toàn và bền vững hơn.

Tài liệu tham khảo

- Aliyu, M. B., Amr, A., & Ahmad, I. S. (2022). Anomaly detection in wearable location trackers for child safety. *Microprocessors and Microsystems*, 91, 104545. doi: 10.1016/J.MICPRO.2022.104545
- Allouch, M., Mansbach, N., Azaria, A., & Azoulay, R. (2023). Utilizing Machine Learning for Detecting Harmful Situations by Audio and Text. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(6). doi: 10.3390/app13063927
- Campos Gaviño, M. Á., & Larrabeiti López, D. (2020). Toward court-admissible sensor systems to fight domestic violence. *Communications in Computer and Information Science*, 1284 CCIS. doi: 10.1007/978-3-030-59000-0_21
- Guo, Y., Kim, S., Warren, E., Yang, Y.-C., Lakamana, S., & Sarker, A. (2023). Automatic Detection of Intimate Partner Violence Victims from Social Media for Proactive Delivery of Support. *AMIA Summits on Translational Science Proceedings*, 2023.
- Hui, V., Constantino, R. E., & Lee, Y. J. (2023). Harnessing Machine Learning in Tackling Domestic Violence—An Integrative Review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 20, Issue 6). MDPI. doi: 10.3390/ijerph20064984

- Irfanullah, Hussain, T., Iqbal, A., Yang, B., & Hussain, A. (2022). Real time violence detection in surveillance videos using Convolutional Neural Networks. In *Multimedia Tools and Applications* (Vol. 81, Issue 26). doi: 10.1007/s11042-022-13169-4
- Kouzani, A. Z. (2023). Technological Innovations for Tackling Domestic Violence. In *IEEE Access* (Vol. 11, pp. 91293–91311). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. doi: 10.1109/ACCESS.2023.3306022
- Leiva-Bianchi, M., Castillo, N., Astudillo, C. A., & Ahumada-Méndez, F. (2025). Effectiveness of machine learning methods in detecting grooming: a systematic meta-analytic review. *Scientific Reports*, 15(1). doi: 10.1038/s41598-024-83003-4
- Muraleedharan, A., & Garcia-Constantino, M. (2023). Domestic Violence Detection Using Smart Microphones. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 594 LNNS. doi: 10.1007/978-3-031-21333-5_36
- Pasca, P., Signore, F., Tralci, C., Gottardo, D. Del, Longo, M., Preite, G., & Ciavolino, E. (2022). Detecting online grooming at its earliest stages: development and validation of the Online Grooming Risk Scale. *Mediterranean Journal of Clinical Psychology*, 10(1). doi: 10.13129/2282-1619/mjcp-3248
- Santos, R. S., Sun, S. L., & Luo, X. (2020). invisawear: evolving the entrepreneurial mind-set. *CASE Journal*, 16(4). doi: 10.1108/TCJ-12-2019-0126
- Vogt, M., Leser, U., & Akbik, A. (2021). Early detection of sexual predators in chats. *ACL-IJCNLP 2021 - 59th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 11th International Joint Conference on Natural Language Processing, Proceedings of the Conference*, 1. doi: 10.18653/v1/2021.acl-long.386
- WHO. (n.d.). <https://www.who.int/publications/i/item/9789240022256>.
- Wu, H., Tang, X., Wang, Z., & Wang, N. (2021). Uncovering abnormal behavior patterns from mobility trajectories. *Sensors*, 21(10). doi: 10.3390/s21103520