

NGHIÊN CỨU VÀ THỬ NGHIỆM ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRONG BẢO ĐẢM AN TOÀN GIAO CẮT ĐƯỜNG NGANG ĐƯỜNG SẮT

RESEARCH AND EXPERIMENTAL APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR SAFETY ASSURANCE OF LEVEL CROSSING

Vũ Đình Trung*, Phạm Hồng Quang, Phạm Hồng Công, Phạm Quang Chính

Trung tâm Tin học và Tính toán – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam¹

*Tác giả liên hệ: vdtrung@cic.vast.vn

(Nhận bài: 04/8/2022; Chấp nhận đăng: 23/9/2022)

Tóm tắt - Hàng chục năm qua, tuy có nhiều đổi mới công nghệ và đầu tư lớn để bảo đảm an toàn tại giao cắt đường bộ - đường sắt Việt Nam, tai nạn vẫn liên tục xảy ra. Một nghiên cứu mới xây dựng hệ thống thông tin tích hợp trí tuệ nhân tạo để cảnh báo thời gian thực đồng thời cho tín hiệu đường ngang, người lái tàu, trung tâm giám sát về nguy cơ trở ngại tại đường ngang đã được thực hiện. Hệ thống sử dụng các công nghệ mới nhất như mạng cảm biến không dây (Wireless Sensor Networks – WSNs), mạng diện rộng năng lượng thấp (Low-Power Wide Area Network – LPWAN), mạng nơ-ron trong trí tuệ nhân tạo (Artificial Neural Network - ANN),... Bài báo này trình bày về: Sơ đồ đảm bảo an toàn đường ngang thông minh, mô hình ANN trong nhận dạng đoàn tàu từ cảm biến đêm trực; Kết quả thử nghiệm thực tế của hệ thống giám sát trở ngại đường ngang, thiết bị trợ giúp lái tàu, cảm biến phát hiện tàu tại 2 đường ngang, trên 2 đầu máy thuộc Tổng công ty Đường sắt Việt Nam (TCTĐSVN).

Từ khóa - Mạng cảm biến vô tuyến năng lượng thấp; nhận dạng giọng sâu; an toàn đường sắt

1. Giới thiệu

Trí tuệ nhân tạo là một trong những lĩnh vực nghiên cứu tích cực nhất trong lĩnh vực kỹ thuật trong vài thập kỷ qua, đặc biệt là việc sử dụng mạng nơ-ron nhân tạo (ANN) được áp dụng để giải quyết các vấn đề phức tạp. ANN đã được ứng dụng rộng rãi cho các lĩnh vực khác nhau như tầm nhìn tính toán, điều khiển hệ thống và nhận dạng giọng nói [1], [2], [3]. Trong kỹ thuật đường sắt, ngày càng nhiều nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo để thay thế các phương pháp cổ điển và đã có nhiều kết quả đầy hứa hẹn. Trong [4] Falomi và cộng sự đã so sánh giữa các phương pháp bán phân tích cổ điển và mạng nơ-ron được khám phá để xác định các điểm tiếp xúc bánh xe-ray. Một số thông số rất quan trọng đối với phản ứng động của tàu như lực tiếp xúc giữa bánh xe và ray, hệ số bám dính, nhưng những thông số này rất khó đo trực tuyến. Các phương pháp tính toán hệ số ma sát dựa trên ANNs với kết quả xuất sắc cũng đã được trình bày [5], [6].

Bảo trì đường ray là một vấn đề quan trọng khác trong kỹ thuật đường sắt. Đường ray lớn bất thường có thể gây nguy hiểm cho sự an toàn của toa xe. Trong công trình của Sadedhi [7], một phương pháp dựa trên ANN sử dụng dữ liệu hình học từ các phương tiện kiểm tra tự động làm đầu vào được trình bày để đánh giá chất lượng đường ray. Trong [8] mạng Nơ-ron nhân tạo được sử dụng để phát hiện

Abstract - In the past decades, although there are technological innovations and great investments for level crossings safety system in Vietnam, the traffic accidents keep happening. A new study on the establishment of an communication system integrated with artificial intelligence for real-time warning to level crossings signals, train drivers and the monitoring system for obstacles has been investigated. The system uses the latest technologies such as wireless sensor networks, low energy communication, integrates the signal processing models into artificial intelligence, etc. This paper presents the diagram to ensure the safety of intelligent crossings, using ANN model for the train recognition; The experimental results of the level-crossings monitoring system for obstacles, the train drivers assistance device, and train detection sensors on the two-level crossings and two locomotives of the Vietnam Railways Corporation.

Key words - LPWAN sensors; deep learning for detection; railway safety

các lỗi trong hệ thống dây buộc dây xích, công trình của Cheng và Zhao [9] áp dụng mạng nơ-ron nhân tạo để phát hiện lỗi trong chuyển mạch đường sắt, và công trình của Yin et al. [10] giải quyết vấn đề chẩn đoán lỗi của thiết bị trên xe trong tàu cao tốc sử dụng trí tuệ nhân tạo.

Cũng đã có nhiều nghiên cứu áp dụng các mô hình trí tuệ nhân tạo để nâng cao an toàn tại các đường ngang của đường sắt. Trong [11], Fayyaz và Johnson đã đề xuất một mô hình sử dụng lại hệ thống camera giám sát kết hợp với thuật toán học sâu để nhận dạng và phân loại các đối tượng đi vào khu vực giao cắt đường ngang đường sắt, độ chính xác của mô hình đạt được là 88%. Các tác giả Pamula và Pamula trong [12] đã phân vùng các khu vực đường giao cắt đường ngang và đường sắt thành các ô vuông và sử dụng thuật toán nhận diện đối tượng cho từng ô vuông nhỏ để tránh việc nhận diện một khu vực lớn nhưng lại bao gồm nhiều vùng không liên quan đến khu vực đường giao cắt. Kết quả đạt được độ chính xác dự báo 98% khi sử dụng với thuật toán nhận diện đối tượng của từng khu vực. Trong [13] nhóm tác giả đề xuất sử dụng OpenCV để phát hiện người và đối tượng vẫn còn trong khu vực giao cắt khi tàu đến và sử dụng các bảng LED chỉ dẫn hiển thị thời gian của quá trình đóng chặn đường ngang, các tác giả của công trình này chưa đi sâu vào kết quả thử nghiệm nên chưa có được đánh giá về độ chính

¹ Centre for Informatics and Computing-Vietnam Academy of Science and Technology (Vu Dinh Trung, Pham Hong Quang, Pham Hong Cong, Pham Quang Chinh)

xác thuật toán cũng như mức độ ứng dụng của nó. Nghiên cứu [14] của nhóm tác giả Wei Liu và cộng sự trình bày về phương pháp Single Shot MultiBox Detector (SSD) trong nhận dạng phương tiện hay đối tượng trong một ảnh bằng mạng nơ-ron. Phương pháp này cho phép phát hiện đối tượng trong hình ảnh ở một lần chụp nhanh với nhiều danh mục rất phù hợp với các ứng dụng phát hiện phương tiện di chuyển nhanh. Nghiên cứu [15] của Guaman và các cộng sự giới thiệu các thuật toán nhận dạng đối tượng với mạng nơ-ron tích chập Convolutional Neural Network (CNN) trên nền tảng máy tính nhúng áp dụng cho phương tiện giao thông và người đi bộ ở nông thôn. Nghiên cứu này đã áp dụng thành công trên nền tảng Jetson Nano, một máy tính nhúng có khả năng sử dụng GPU cho các mô hình học máy và nhận dạng đối tượng.

Các nghiên cứu trên đã giải quyết khá tốt nhiều vấn đề trong kỹ thuật đường sắt cũng như vấn đề an toàn đường sắt tuy nhiên chúng là những vấn đề rời rạc chưa được kết nối và chưa được triển khai thử nghiệm trong thực tế hệ thống đường sắt.

Trong bài báo này, nhóm tác giả đề xuất một mô hình giám sát và cảnh báo an toàn giao cắt đường ngang thông minh kết hợp trợ giúp lái tàu. Trong mô hình này, trí tuệ nhân tạo đã được áp dụng trong việc phát hiện tàu xuất hiện dựa vào cảm biến đêm trực và nhận dạng các chướng ngại đường ngang sử dụng camera. Thông tin xử lý được kết nối với hệ thống cảnh báo trợ giúp lái tàu để cảnh báo khi có sự cố xảy ra tại khu vực giao cắt.

2. Mô hình hệ thống bảo đảm an toàn đường ngang thông minh

Hệ thống đảm bảo an toàn đường ngang thông minh được mô tả ở Hình 1, bao gồm các thành phần:

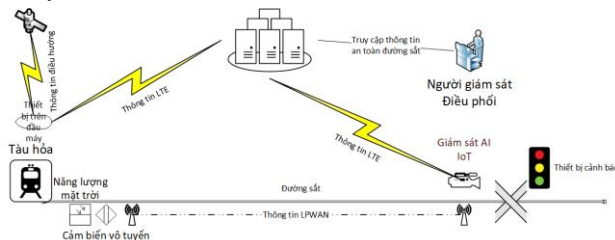
- Bộ cảm biến phát hiện tàu năng lượng thấp: Được lắp đặt ở hai phía đường ray đi vào đường ngang, ở khoảng cách bảo đảm phát hiện tàu đến đường ngang trong thời gian quy định của TCTĐSVN (từ 45s đến 1 phút rưỡi tùy theo cấp của đường ngang). Bộ thiết bị được thiết kế sử dụng công nghệ siêu tiết kiệm năng lượng, cảm biến đồng thời 3 thông số: Rung động truyền qua đường ray; Âm thanh của tàu đến; Biến đổi từ trường gây ra bởi bánh tàu. Việc tích hợp đồng thời nhiều cảm biến tín hiệu trong một bảo đảm tính tin cậy 100% phát hiện chính xác tàu qua, đồng thời đếm được số lượng trực bánh, tốc độ đoàn tàu, nhận dạng toa xe, đầu máy. Việc xử lý tín hiệu được thực hiện bằng phần mềm tích hợp mạng nơ-ron trong trí tuệ nhân tạo (ANN), chạy trên vi xử lý năng lượng thấp. Một mô hình ANN được phát triển để xử lý tín hiệu cảm biến đêm trực thông qua biến thiên từ trường được xây dựng. Mới đây, một số ứng dụng sử dụng mạng nơ-ron trong trí tuệ nhân tạo cũng đã được phát triển [16] để đo lực tác động trực tiếp của bánh tàu lên ray, mô hình hóa ảnh hưởng mòn bánh xe gây mất an toàn đường sắt. Thiết bị được nuôi bằng nguồn pin mặt trời nhỏ, ắc quy lưu điện, có hệ thống giám sát và điều hành nguồn nuôi cảnh báo khả năng hỏng hóc phá hoại pin mặt trời. Thiết bị truyền tín hiệu tàu qua đường ngang bằng công nghệ mạng diện rộng năng lượng thấp (LPWAN), có khả năng nối kết vô tuyến tầm xa trong điều kiện môi trường khắc

nghiệt nóng ẩm, mưa bão và rung sóc, bảo đảm hoạt động lâu dài mà không cần sự bảo trì bảo dưỡng.

- Bộ giám sát trở ngại đường ngang: Bao gồm camera, máy tính nhúng, bộ giao tiếp không dây LPWAN (nối kết tín hiệu mạng cảm biến phát hiện tàu) và bộ giao tiếp mạng Internet thông qua dịch vụ viễn thông di động 3G/4G/LTE. Phần mềm sử dụng mô hình ssd caffe [17], [18] phân tích hình ảnh từ camera, phát hiện các trở ngại ở khu vực giao cắt đường sắt và đường bộ như người đi, xe máy, ô tô và các đối tượng có thể gây ra tai nạn khi tàu qua. Khi tàu qua cảm biến phát hiện tàu ở các đầu đường sắt đi đến đường ngang, hệ thống tự động phát hiện gửi cảnh báo bằng hình ảnh, âm thanh và dấu hiệu lên hệ thống trên đầu máy về tình trạng đường ngang (mở hoặc đóng barrier, có đối tượng trở ngại trong phạm vi giao cắt).

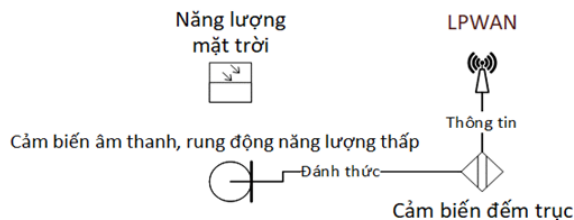
- Bộ thiết bị trợ giúp lái tàu: Được lắp đặt trên đầu máy, bao gồm camera khứu rung quang học, máy tính tích hợp bộ thu điều hướng vệ tinh toàn cầu (Global Navigation Satellite System -GNSS), giám sát hành trình đồng thời tự động kết nối hình ảnh, cảnh báo tại đường ngang sắp tới qua mạng Internet viễn thông di động 3G/4G/LTE.

- Tại trung tâm giám sát: Máy chủ thu thập dữ liệu từ các hệ thống đường ngang, thiết bị trên đầu máy, ghi lưu và phân phối dữ liệu cho các người dùng toàn mạng điều phối hoạt động đường sắt. Khi tàu đến gần mỗi đường ngang lắp thiết bị cảnh báo thông minh, hệ thống phần mềm điều hành trung tâm tự động bật tín hiệu cảnh báo tại đường ngang lên thiết bị trên đầu tàu. Khi tàu đã qua đường ngang tín hiệu tự động tắt để không làm nhiễu loạn chú ý của lái tàu.



Hình 1. Sơ đồ tổng thể hệ thống an toàn giao cắt đường ngang thông minh

3. Mô hình mạng nơron nhân tạo nhận dạng đoàn tàu từ cảm biến đêm trực



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý hoạt động năng lượng thấp của cảm biến vô tuyến phát hiện tàu đến

Sơ đồ khối thiết bị cảm biến phát hiện tàu năng lượng thấp như tại Hình 2.

Để đếm trực, nhận dạng toa xe, đầu máy, tốc độ đoàn tàu, hệ thống phân tích dựa trên tín hiệu biến đổi gây ra bởi các bánh tàu lăn qua 2 bộ cảm biến từ trường đặt cách nhau

khoảng 35cm. Khoảng cách tối ưu cho bề mặt cảm biến đến mặt ray từ 35-37mm. Chuỗi tín hiệu thu được là khoảng cách thời gian giữa các lần bánh qua một trong 2 cảm biến:



Addr	Thời gian	A	Valu	timelap
265	7/25/2022 0:37	0	0	0
265	7/25/2022 0:37	1	32794	26
265	7/25/2022 0:37	2	88	88
265	7/25/2022 0:37	3	32794	26
265	7/25/2022 0:37	4	88	88
265	7/25/2022 0:37	5	32794	26
265	7/25/2022 0:37	6	306	306
265	7/25/2022 0:37	7	32794	26
265	7/25/2022 0:37	8	88	88
265	7/25/2022 0:37	9	32794	26
265	7/25/2022 0:37	10	88	88
265	7/25/2022 0:37	11	32794	26

Hình 3. Sơ đồ lắp đặt và nguyên lý tín hiệu đếm trực

Bảng dữ liệu thu được trong Hình 3 là giá trị thời gian tính bằng ms giữa 2 tín hiệu liên tiếp. Mô hình mạng nơron trong trí tuệ nhân tạo được áp dụng, xử lý dữ liệu dạng bảng để nhận dạng đối tượng là tàu hỏa. Để trích chọn đặc trưng, nhận dạng đối tượng là tàu hỏa, kích thước hình học khoảng cách giữa các bánh tàu trên các loại toa xe, đầu máy đã được thống kê. Các loại khoảng thời gian đặc trưng như sau được tổng kết để xây dựng mạng học sâu trong Bảng 1.

Bảng 1. Các đặc trưng đầu vào cho mô hình học sâu nhận dạng tín hiệu

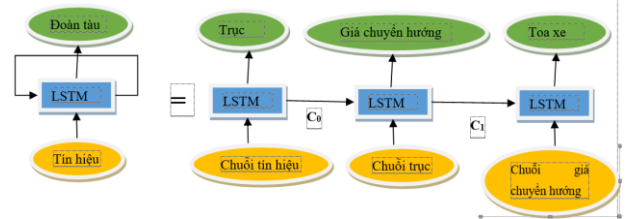
STT	Đặc trưng hình học	Đặc trưng tín hiệu
1	Giữa 2 lần 1 trục đi qua 2 cảm biến (35cm)	Ngắn nhất về thời gian, có thể dùng để tính vận tốc tàu
2	2 trục trong 1 giá chuyên hướng	Từ 1.5m đến 2.5m tùy theo loại toa tàu, đầu máy
3	2 trục của 2 giá chuyên hướng của 1 toa xe	Từ 4m đến 15m tùy theo loại đầu máy, toa xe
4	Khoảng cách giữa 2 toa	Từ 3m đến 5m

Để xử lý dữ liệu cảm biến, phân loại đối tượng có 2 loại mô hình mạng trí tuệ nhân tạo thường được áp dụng: CNN (Convolutional Neural Networks) hoặc LSTM. CNN thường được áp dụng cho các tín hiệu cảm biến nổi kết các yếu tố không gian và thời gian như hình ảnh, đo xa 3D (LIDAR)... Mô hình LSTM [9] được đánh giá là hiệu quả cao trong xử lý tín hiệu chuỗi thời gian như điện tim đồ (ECG), cảm biến quán tính chuyển động (IMU)... Trong nghiên cứu này, để xử lý tín hiệu đếm trực, phân loại tín hiệu, nhận dạng đoàn tàu, mô hình mạng trí tuệ

nhân tạo học sâu LSTM được áp dụng với chuỗi tín hiệu theo trục thời gian.

Các cell nhận dạng cụm tín hiệu thành các lớp:

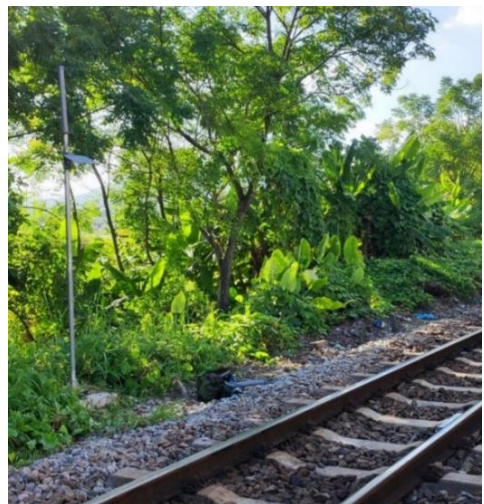
- Lớp tín hiệu trực đi qua cặp cảm biến.
- Lớp giá chuyên hướng: Cụm trục đôi hoặc 3 trong một giá chuyên hướng
- Lớp toa xe/đầu kéo: Bộ 2 giá chuyên hướng và toa xe.



Hình 4. Mô hình LSTM nhận dạng tín hiệu đoàn tàu

Các thông số nhận dạng tín hiệu vào từng cell để tính toán công ra, công quên là tỷ lệ khoảng cách giữa các khung cửa lớp đối tượng, số lượng đầu vào cấu thành 1 đối tượng đầu ra. Khi một hoặc nhiều tín hiệu nhiễu xen vào hoặc mất tín hiệu trục, bộ nhớ thời gian sẽ thực hiện việc dự đoán tín hiệu/đối tượng sắp đến hoặc đã qua để chỉnh sai chuỗi tín hiệu từ cảm biến đếm trực.

Theo thống kê, các toa xe và đầu máy đang hoạt động luôn chỉ có 2 cụm giá chuyên hướng, mọi giá chuyên hướng toa xe có 2 trục bánh. Riêng đầu máy có từ 2 đến 3 trục trong 1 giá chuyên hướng. Một đoàn tàu gồm 1 đầu máy đi trước, có thể có các toa xe theo sau và có thể có 1 đầu máy nối ở cuối đoàn tàu. Các tín hiệu thu thập được dạy kết hợp hình ảnh từ camera cho phép nhận dạng đầu máy, loại toa hành khách, toa tàu hàng ngắn và toa tàu hàng dài. Footprint của các loại tàu được ghi vào ma trận nhận dạng và có thể thay đổi khi gặp các loại toa tàu mới. Trong vòng 6 tháng lắp đặt hệ thống tại 2 đường ngang chưa phát hiện 1 xe goòng loại 2 trục rời nào chạy qua, tuy vậy hệ thống mạng được đào tạo dự phòng cho trường hợp xe goòng có thể kéo theo một rơ moóc.



Hình 5. Hình ảnh thiết bị phát hiện tàu được lắp đặt trên đường sắt

Việc tích hợp mạng nơron nhận dạng tín hiệu theo đối tượng nâng cao khả năng lọc nhiễu, giúp cho việc phát hiện tàu hỏa độ chính xác đến 100% (được kiểm chứng

đồng thời từ 2 cảm biến ở hai đầu và hình ảnh camera ở điểm giao cắt đường ngang của cùng một chuyến tàu qua), loại bỏ các tín hiệu gây ra bởi đối tượng ngẫu nhiên trong hoạt động giao thông hay dân sinh cũng như xung nhiễu điện từ môi trường tự nhiên (sét, xe tải, khối sắt lớn đi qua khu vực...).

4. Hệ thống giám sát trở ngại đường ngang

Hệ thống sử dụng thuật toán học sâu ssd_cafe [17], [18] có khả năng nhận dạng phân loại các đối tượng như người, xe máy, ô tô... được cài đặt trong máy tính công nghiệp tích hợp trong một khối cùng camera, hệ thống điều khiển quay quét, zoom phóng, truyền tin. Tất cả hình ảnh 24/7 được phân tích và gửi về trung tâm qua đường truyền Internet dịch vụ viễn thông di động. Cơ sở dữ liệu sự kiện đối tượng xuất hiện trên đường ngang được lưu để chia sẻ cho các cơ quan chức năng về an ninh trật tự xã hội sử dụng.



Hình 6. Hình ảnh và kết quả nhận dạng đối tượng thời gian thực

Trên hình ảnh truyền lên Internet có dấu hiệu tròn góc trái thể hiện trạng thái chắn đường ngang: Đỏ là chắn mở cho phương tiện đường bộ/đóng đối với phương tiện đường sắt; xanh là chắn đóng cho phương tiện đường bộ/mở đối với phương tiện đường sắt. Trên góc phải có biểu tượng người hoặc phương tiện đường bộ đang cắt qua đường ngang.

5. Hệ thống trợ giúp lái tàu

Hệ thống trên đầu máy giao tiếp với người lái qua màn hình công nghiệp và loa còi. Khi tàu gần đến đường ngang hệ thống chuyển tự động từ trạng thái ghi băng hộp đen thông thường sang trạng thái trợ giúp qua đường ngang.

Ở trạng thái ghi băng thông thường, hệ thống giám sát tốc độ đoàn tàu và vị trí lý trình của đầu máy trên đường sắt. Nếu tàu vượt tốc độ công lệnh, hệ thống còi sẽ kêu báo hiệu nguy hiểm. Hệ thống còn có 1 nút chống ngủ gật, mỗi phút người lái phải bấm 1 lần, nếu không còi sẽ kêu.

Khi tàu gần đến đường ngang, máy tính trên tàu tự động hiển thị hình ảnh từ hệ thống giám sát thông minh tại chắn. Người lái tàu có thể trông thấy chắn đã đóng với đường bộ và mở cho tàu qua (đèn tín hiệu xanh ở góc trên trái), cảm biến tàu vào đã báo về chắn (biểu tượng tàu hỏa ở góc trên phải). Tuy vậy vẫn có người và phương tiện chiếm dụng khu vực giao cắt đường ngang (biểu tượng đồ ở góc trên phải).



Hình 7. Hình ảnh giao tiếp của thiết bị trên đầu máy ở trạng thái ghi băng



Hình 8. Hình ảnh giao tiếp của thiết bị trên đầu máy ở trạng thái qua đường ngang

6. Kết quả thử nghiệm hệ thống

6.1. Lắp đặt thử nghiệm

Hai hệ thống đảm bảo an toàn đường ngang thông minh đã được lắp đặt thử nghiệm tại đường ngang có người gác tại Km800+125 và đường ngang TĐCB tại Km777+610 thuộc Thành phố Đà Nẵng. Các cảm biến phát hiện tàu

được lắp đặt tại các vị trí thuộc Thành phố Đà Nẵng: Km799 + 450, Km799 + 100, Km799 + 100, Km801 + 100, Km778 + 450, Km801+100, Km 777 + 300.



Hình 9. Hình ảnh đường ngang Km777+610 tự động không có người gác



Hình 10. Hình ảnh đường ngang Km800+125 có người gác


6.2. Kết quả thử nghiệm hệ thống cảm biến phát hiện tàu

6.2.1. Kích bản thử nghiệm

Tại các điểm giao cắt đường ngang đường sắt có các camera giám sát an toàn đường ngang, 2 phía của điểm giao cắt được bố trí 2 cảm biến phát hiện tàu năng lượng thấp.

Kịch bản thử nghiệm để kiểm chứng khả năng phát hiện tàu và đếm trục của cảm biến là kết hợp dữ liệu đếm trục của 2 cảm biến, so sánh với hình ảnh tàu đi qua điểm giao cắt đường ngang để có được kết quả chính xác.

6.2.2. Kết quả thử nghiệm SENSOR7: 265-Km800 + 125 và sensor SENSOR4.2: 259-Km800+125



Thông tin toa tàu

Data Reportlog Caclog

Dữ liệu


0,257-462,256|361,180-833,180|274,183-862,184|276,182-843,184|271,185-834,181|272,183-830,180

Ghi chú

259	2022-07-22 18:09:57	Nam-Bắc	45.29	0	6
265	2022-07-22 18:07:59	Nam-Bắc	48.98	0	6

Hình 11. Đoàn tàu đi qua điểm giao cắt và 2 cảm biến trực phát hiện tàu lúc 18:07 ngày 22-7-2022

SENSOR7: 265 ghi nhận lúc 18:07:59 ngày 22/7/2022 và SENSOR4.2: 259 ghi nhận lúc 18:09:57 ngày 22/7/2022 có một đoàn tàu chạy từ Nam ra Bắc với vận tốc trung bình đi qua cảm biến 265 là 48,98 km/h và đi qua cảm biến 259 là 45,29 km/h, các sensor đếm trục cũng xác nhận tàu có đầu máy 4 trục, được hiển thị trên giao diện màu xanh lam đậm. Theo sau là 5 toa hàng ngắn được hiển thị vàng. Kết quả thu được đúng với cấu hình đoàn tàu đi qua đường ngang được camera thu lại.



Thông tin toa tàu

Data Reportlog Caclog


Dữ liệu

0,161,180-693,165,164|517,217-1194,217|456,193-1179,195|449,197-1152,197|426,194-1128,196|451,197-1195,194|475,195-1208,199|476,195-1183,196|468,191-1177,190|444,195-1124,199|449,194-1199,195|443,193-1144,194|451,198-1200,192|449,190-1112,192

Ghi chú

265	2022-07-23 10:11:02	Bắc-Nam	49.69	0	14
259	2022-07-23 10:08:55	Bắc-Nam	48.60	0	14

Hình 12. Một đoàn tàu đi qua điểm giao cắt và 2 cảm biến đếm trục phát hiện tàu lúc 10:08 ngày 23-7-2022



Thông tin toa tàu

Data Reportlog Caclog

Dữ liệu

0,341-424,240|339,170-783,171|254,172-798,175|249,174-788,175|239,174-796,173|258,173-786,171|288,164-835,163|321,163-835,165|293,171-782,173|275,163-726,166|274,175-804,174|256,179-845,179|254,177-784,175|251,172-780,173|253,173-786,173|312,163-910,160|309,166-909,167|309,173-799,174|256,172-794,174|256,174-781,174|294,171-774,171|294,174-789,174|248,173-783,171|249,172-791,170|256,172-787,172

Ghi chú

259	2022-07-24 02:01:55	Nam-Bắc	32.34	0	25
265	2022-07-24 01:59:08	Nam-Bắc	30.99	0	25

Hình 13. Đoàn tàu đi qua điểm giao cắt và 2 cảm biến đếm trục phát hiện tàu lúc 1:59 ngày 24-7-2022

SENSOR4.2: 259 ghi nhận lúc 10:08:55 ngày 23/7/2022 và SENSOR7: 265 ghi nhận lúc 10:11:02 ngày 23/7/2022 có một đoàn tàu chạy từ Bắc vào Nam với vận tốc trung bình đi qua cảm biến 265 là 49,69 km/h và đi qua cảm biến 259 là 48.60 km/h, các sensor đến trực cũng xác nhận tàu có đầu máy 6 trục, được hiển thị trên giao diện màu xanh lam đậm. Theo sau là 13 toa hành khách được hiển thị lam nhạt. Kết quả thu được đúng với cấu hình đoàn tàu đi qua đường ngang được camera thu lại.

SENSOR7: 265 ghi nhận lúc 1:59:08 ngày 24/7/2022 và SENSOR4.2: 259 ghi nhận lúc 2:01:55 ngày 24/7/2022 có một đoàn tàu chạy từ Nam ra Bắc với vận tốc trung bình đi qua cảm biến 265 là 30,99 km/h và đi qua cảm biến 259 là 32,34 km/h, các sensor đến trực cũng xác nhận tàu có đầu máy 4 trục, được hiển thị trên giao diện màu xanh lam đậm. Theo sau là 24 toa hàng ngắn được hiển thị màu vàng. Kết quả thu được đúng với cấu hình đoàn tàu đi qua đường ngang được camera thu lại.

7. Kết luận

Nghiên cứu đã thành công trong việc phát triển và thử nghiệm hệ thống cảm biến IoT trong phát hiện tàu năng lượng thấp với các ưu điểm như sử dụng module LORA truyền thông năng lượng thấp để gửi dữ liệu cho trung tâm, sử dụng năng lượng mặt trời giúp hệ thống có thể hoạt động trong thời gian dài mà không cần kết nối lưới điện, lưu đồ hoạt động hợp lý, chuyển trạng thái về chế độ ngủ khi không có tàu chạy qua giúp tiết kiệm năng lượng, các gói dữ liệu được gửi định kì báo cáo trạng thái của cảm biến, thuật toán xác định hướng, đếm trục, xác định vận tốc hợp lý giúp đưa ra kết quả cụ thể về cấu hình đoàn tàu, vận tốc và hướng tới trung tâm điều khiển. Đóng góp đáng kể của nghiên cứu này trong khoa học và thực tiễn bao gồm:

1. Cảm biến đếm trục AI, IoT năng lượng thấp, sử dụng mô hình Trí tuệ nhân tạo LSTM để phân loại và dự báo tín hiệu, nhận dạng toa xe, cấu hình đoàn tàu.

2. Hệ thống AI edge computing phân tích hình ảnh thời gian thực tại đường ngang, phát hiện trở ngại, sự cố.

3. Thiết bị trợ giúp người lái kết nối tự động trạng thái đường ngang, cảnh báo trở ngại đường ngang, cho phép lái tàu quan sát trạng thái đường ngang và ra các quyết định bảo đảm an toàn chạy tàu.

4. Mô hình mạng truyền tin kết hợp công nghệ mạng diện rộng năng lượng thấp (LPWAN) và dịch vụ viễn thông vô tuyến nối kết hệ thống bảo đảm an toàn đường ngang với người giám sát trên mạng Internet.

Những kết quả đạt được của nghiên cứu mở ra các hướng ứng dụng có tính thực tiễn cao, góp phần nâng cao mức độ an toàn và hiện đại của ngành đường sắt Việt Nam, tiết kiệm chi phí cho các thiết bị ngoại nhập đắt đỏ.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này là nội dung trong đề tài mã số UDNGDP.07/20-21 được tài trợ bởi UBND thành phố Đà Nẵng và Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A.Y. Zomaya, *Handbook of Nature-inspired and Innovative Computing*, Springer, 2006.
- [2] P.P. Cruz, *Inteligencia Artificial Con Aplicaciones a la Ingeniería*, Alfaomega, 2010.
- [3] A.P. Engelbrecht, *Computational intelligence: An introduction*, Wiley, 2007.
- [4] S. Falomi, M. Malvezzi, E. Meli, A. Rindi, "Determination of wheel-rail contact points: comparison between classical and neural network based procedures", *Meccanica* 44, 2009, 661–686.
- [5] J.L. Escalona, J.F. Aceituno, "Multibody simulation of railway vehicles with contact lookup tables", *Int. J. Mech. Sci.* 155, 2019, 571–582.
- [6] M. Malvezzi, L. Pugi, S. Papini, A. Rindi, P. Toni, "Identification of a wheel-rail adhesion coefficient from experimental data during braking tests", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit* 227 (2), 2013, 128–139.
- [7] J. Sadeghi, H. Askarinejad, "Application of neural networks in evaluation of rail way track quality condition", *J. Mech. Sci. Technol.* 26, 2012, 113–122.
- [8] J. Chen, Z. Liu, H. Wang, A. Nuñez, Z. Han, "Automatic defect detection of fasteners on the catenary support device using deep convolutional neural network", *IEEE Trans. Instrum. Meas.* 67 (2) (2018) 257–269.
- [9] Y. Cheng, H. Zhao, "Fault detection and diagnosis for railway switching points using fuzzy neural network", in: *Proceedings of the 2015 IEEE 10th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)*, 2015 pp. 860–865.
- [10] J. Yin, W. Zhao, "Fault diagnosis network design for vehicle on-board equipments of high-speed railway: a deep learning approach", *Eng. Appl. Artif. Intell.* 56, 2016, 250–259.
- [11] Muhammad Asad Bilal Fayyaz, Christopher Johnson, "Object Detection at Level Crossing Using Deep Learning", *Micromachines*, Volume 11, 2020, 16 (1055-1071).
- [12] Teresa Pamula, Wieslaw Pamula, "Detection of Safe Passage for Trains at Rail Level Crossings Using Deep Learning", *Sensors*, Volume 21, Issue 18, 2021, 11 (6281- 6292).
- [13] Gauransh Singh, Praveen Kumar, Rishabh Kumar Mishra, Sanskriti Sharma, Kushagra Singh, "Security System for Railway Crossings using Machine Learning", *2nd International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking (ICACCCN)*, 2020, 5 (135-139).
- [14] Wei Liu, Dragomir Anguelov, Dumitru Erhan, Christian Szegedy, Scott Reed, Cheng-Yang Fu, Alexander C. Berg, "SSD: Single Shot MultiBox Detector", *European Conference on Computer Vision 2016, Part I, LNCS 9905*, 2016, 17(21–37).
- [15] Luis Barba-Guaman, José Eugenio Naranjo, Anthony Ortiz, "Deep Learning Framework for Vehicle and Pedestrian Detection in Rural Roads on an Embedded GPU", *Electronics*, Volume 9, Issue 4, 2020, 17 (1-17).
- [16] Pedro Urda, Javier F.Aceituno, Sergio Muñoz, José L.Escalona, "Artificial neural networks applied to the measurement of lateral wheel-rail contact force: A comparison with a harmonic cancellation method", *Mechanism and Machine Theory*, Volume 153, 2020, 18 (1-18), Available: <https://doi.org/10.1016/j.mechmachtheory.2020.103968>.
- [17] Amolik Vivian Paul, "SSD Object Detection in Real Time (Deep Learning and Caffe)", <https://medium.com>, 2020, Available: <https://medium.com/acm-juit/ssd-object-detection-in-real-time-deep-learning-and-caffe-f41e40eea968>, 1/8/2022.
- [18] Ncappzoo, "ssd mobilenet_v1_caffe", *Github*, 2020, Available: https://movidius.github.io/ncappzoo/networks/ssd_mobilenet_v1_caffe.html, 1/8/2022.