

Định tuyến địa lý chống tắc nghẽn cho mạng VANET dựa vào hướng di chuyển của các phương tiện có xét đến mức độ ưu tiên

■ TS. VÕ TRƯỜNG SƠN

Trường Đại học Giao thông vận tải

TÓM TẮT: Bài báo giới thiệu phương pháp định tuyến địa lý chống tắc nghẽn PFDGR trong mạng VANET. Phương pháp này sử dụng hệ mờ, thông tin về hướng di chuyển của các phương tiện, đồng thời có xem xét đến mức độ ưu tiên của các gói tin nhằm làm tăng hiệu quả của thuật toán định tuyến. Kết quả nghiên cứu có thể áp dụng cho các bài toán truyền thông giữa các phương tiện trong hệ thống giao thông thông minh.

TỪ KHÓA: Định tuyến địa lý chống tắc nghẽn, hệ số chiếm dụng bộ nhớ đệm, mức độ.

ABSTRACT: This paper introduces a new congestion-aware geographical routing method (PFDGR) in VANETs. The method uses the fuzzy system, information about the vehicle direction and the service priority of packets to increase the efficiency of the routing algorithm. The research results can be applied to communication problems between vehicles in the ITSs.

KEYWORDS: Congestion-aware geographical routing, buffer occupancy factor, priority.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

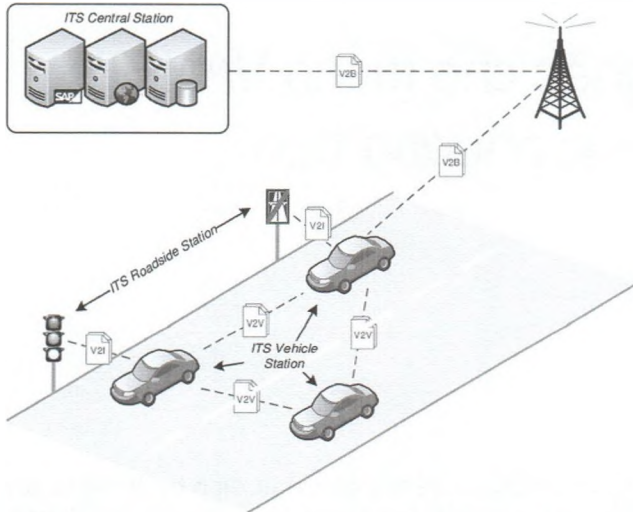
Mạng VANET là một thành phần quan trọng trong hệ thống giao thông thông minh. Việc truyền dữ liệu giữa các xe (V2V) hoặc giữa xe với trạm bên đường (V2I) được thực hiện thông qua VANET. Hiệu quả hoạt động của VANET phụ thuộc nhiều vào thuật toán định tuyến. Các nghiên cứu [1,2] đã phân loại các thuật toán thành hai nhóm là định tuyến theo vị trí địa lý và định tuyến theo đồ hình mạng, trong đó phần lớn các giao thức định tuyến đang được áp dụng cho VANET đều thuộc nhóm thứ nhất [1] do các ưu điểm của loại giao thức này. Đã có

nhiều nghiên cứu về loại giao thức định tuyến địa lý, tuy nhiên mỗi giao thức này đều có những hạn chế nhất định. Các giao thức của các nghiên cứu [1-10] đều không quan tâm tới hướng di chuyển tương đối giữa nguồn và nút lân cận, cũng không quan tâm đến mức độ ưu tiên khác nhau của các gói tin nên hiệu quả định tuyến của các giao thức này không cao. Trong [11], tác giả đã đề xuất giao thức định tuyến dựa trên hướng di chuyển trong mạng VANET. Tuy nhiên, đây lại là loại giao thức dựa vào đồ hình mạng. Trong [12], tác giả đã nghiên cứu để cải tiến hiệu năng giao thức định tuyến AODV và AOMDV. Tuy nhiên, AODV và AOMDV cũng là hai giao thức dựa trên đồ hình mạng và các nghiên cứu này cũng chỉ áp dụng cho mạng MANET mà không áp dụng được cho VANET một cách có hiệu quả. [14] đã giới thiệu một phương pháp định tuyến địa lý chống tắc nghẽn mới, được gọi là FDGR. FDGR sử dụng thông tin về hướng di chuyển của các phương tiện nhằm làm tăng hiệu quả của thuật toán định tuyến. Tuy nhiên, yếu tố ưu tiên của các gói tin chưa được xem xét trong giao thức này. Giao thức PSGR trong [15] đã xem xét đến yếu tố ưu tiên của các gói tin, tuy nhiên, hướng di chuyển tương đối giữa nguồn và nút lân cận lại không được đề cập đến.

Bài báo này giới thiệu phương pháp định tuyến địa lý chống tắc nghẽn PFDGR trong mạng VANET. Phương pháp này sử dụng công cụ hệ mờ, xem xét đồng thời thông tin về hướng di chuyển của các phương tiện và mức độ ưu tiên của các gói tin nhằm làm tăng hiệu quả của thuật toán định tuyến. Phần còn lại của bài báo gồm có các phần sau: phần 2 mô tả thuật toán định tuyến, phần 3 mô tả hệ mờ được sử dụng để tính toán chi phí mờ nhằm quyết định hướng chuyển tiếp gói tin, kết quả mô phỏng được cho ở phần 4 và cuối cùng phần 5 là kết luận.

2. THUẬT TOÁN ĐỊNH TUYẾN

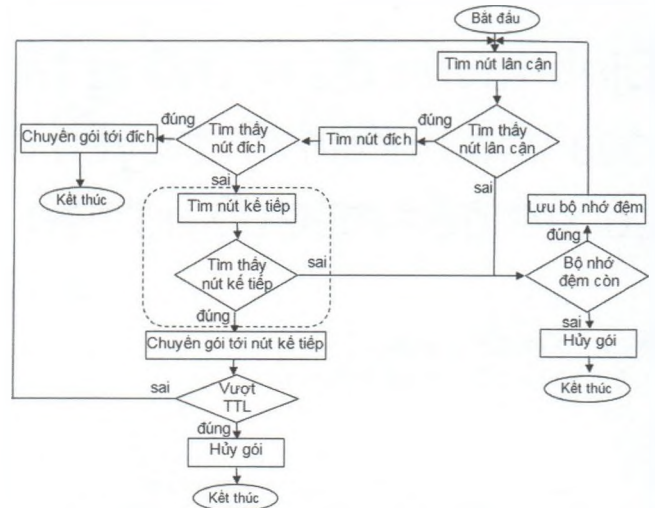
Một hệ thống giao thông thông minh hoàn chỉnh phải bao gồm hai loại kết nối V2V, V2I (Hình 2.1) [13]. VANET là một loại mạng LAN không dây tùy biến đặc biệt được dùng để kết nối V2V hoặc V2I. Đặc điểm của VANET là các nút có tính di động cao, nhiều loại tốc độ, các ứng dụng có tính chất thời gian thực và các nút có xu hướng di chuyển theo một hình thức có tổ chức như các tuyến đường.



Hình 2.1: Mạng VANET tạo ra các kết nối V2V, V2I trong ITS [13]

Một giao thức định tuyến quyết định cách thức để hai nút mạng trao đổi thông tin với nhau, nó bao gồm các thủ tục thiết lập một tuyến đường, quyết định chuyển tiếp và hành động để duy trì tuyến đường hoặc khôi phục từ sự cố định tuyến. Định tuyến địa lý sử dụng thông tin vị trí các nút lân cận thực tế để xác định tuyến chuyển tiếp. Trong định tuyến địa lý, quyết định chuyển tiếp của nút hiện tại chủ yếu được thực hiện dựa trên vị trí của nút đích của gói tin và vị trí của các nút lân cận với nút hiện tại [14]. Phương pháp PFDGR trước hết phải là một giao thức dạng FDGR [14], tức là sử dụng hệ mờ, thông tin về khoảng cách, thông tin về mức độ chiếm dụng bộ nhớ đệm, thông tin về hướng di chuyển giữa nút nguồn và nút lân cận để đưa ra các quyết định lựa chọn nút lân cận làm nút kế tiếp. Tuy nhiên, khác với FDGR, trong PFDGR, hệ mờ để tính toán chi phí chuyển tiếp gói tin sẽ là khác nhau khi áp dụng cho các gói tin có độ ưu tiên khác nhau. Khái niệm độ ưu tiên của các gói tin trong [15] được sử dụng lại vào nghiên cứu này. Theo đó, các gói tin được chia thành hai nhóm với mức độ ưu tiên khác nhau, đó là nhóm các gói tin của các dịch vụ an toàn và nhóm các gói tin của các dịch vụ phi an toàn.

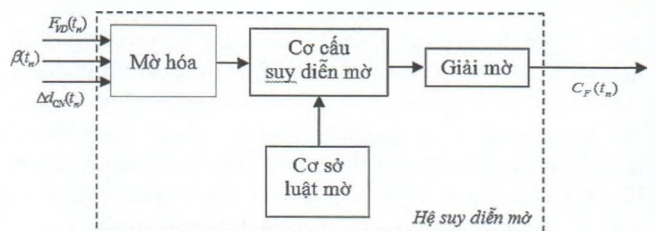
Sơ đồ các bước xử lý của giao thức định tuyến FDGR [15] được sử dụng lại cho PFDGR và được biểu diễn ở Hình 2.2. Có thể tìm đọc chi tiết các bước xử lý của giao thức trong [14]. Trong việc lựa chọn nút kế tiếp, FDGR sử dụng ba số liệu đầu vào bao gồm: (1) vector khoảng cách của nút hiện tại với một nút lân cận, có tham chiếu đến vector nối nút hiện tại và nút đích; (2) tỷ lệ còn trống của bộ nhớ đệm tại nút lân cận và (3) độ biến thiên khoảng cách giữa nút hiện tại với nút lân cận của thời điểm t_n với thời điểm t_{n-1} . Điểm khác biệt của PFDGR so với FDGR là sử dụng hai bộ luật hợp thành mờ khác nhau cho hai loại gói tin nêu trên nhằm đảm bảo các gói tin của dịch vụ an toàn được sử dụng tài nguyên bộ nhớ đệm nhiều hơn so với các gói tin của dịch vụ phi an toàn. Từ đó, tỷ lệ gói tin tới đích và thời gian tới đích trung bình của gói tin thuộc dịch vụ an toàn sẽ tốt hơn so với của gói tin thuộc dịch vụ phi an toàn và so với trường hợp không phân chia mức độ ưu tiên.



Hình 2.2: Sơ đồ khối các bước xử lý của giao thức

3. HỆ MỜ TÍNH TOÁN CHI PHÍ CHUYỂN TIẾP GÓI TIN

Trong FDGR, nút kế tiếp phù hợp nhất được lựa chọn phải thỏa mãn hai điều kiện: (1) có khoảng cách tới nút đích nhỏ hơn khoảng cách từ nút hiện tại tới nút đích và (2) có chi phí mờ lớn nhất trong số các nút lân cận. Điều kiện thứ hai được thực hiện bằng cách tính giá trị chi phí mờ cho tất cả các nút lân cận thỏa mãn điều kiện thứ nhất, sau đó lựa chọn nút có giá trị mờ cao nhất [14]. Giao thức PFDGR cũng sử dụng nguyên tắc này. Hình 3.1 biểu diễn sơ đồ khối của hệ mờ dùng để tính toán chi phí mờ của giao thức. Hệ này được đặt tại các nút, hoạt động tại nút hiện tại C vào thời điểm t_n . Biến đầu vào của hệ mờ là hệ số vector khoảng cách $F_{VD}(t_n)$ [2], mức độ chiếm dụng bộ nhớ đệm $\beta(t_n)$ [2] và mức độ thay đổi khoảng cách giữa hai nút C và N giữa hai thời điểm t_n và t_{n-1} , $\Delta d_{CN}(t_n)$ [14]. Biến đầu ra của hệ mờ là chi phí mờ cho việc chuyển tiếp gói tin từ nút C đến nút N, $C_F(t_n)$ [14]. Giá trị $C_F(t_n)$ càng lớn thì chi phí càng tốt, $C_F(t_n)$ càng bé thì chi phí càng kém. Trong hệ mờ này, bộ mờ hóa chuyển đổi giá trị tính được tại mỗi đầu vào vào $F_{VD}(t_n)$, $\beta(t_n)$ và $\Delta d_{CN}(t_n)$ thành các giá trị ngôn ngữ tương ứng của các tập mờ. Hàm thuộc được lựa chọn cho biến đầu vào vào $F_{VD}(t_n)$ có dạng tam giác với các giá trị ngôn ngữ của các biến đầu vào có dạng: $U(F_{VD}(t_n)) = \{gần(G), khoảng giữa(KG), xa(X), chính xác(CX)\}$ [2]. Có thể xem chi tiết về các biến ngôn ngữ đầu vào $F_{VD}(t_n)$, $\beta(t_n)$ tại [2] và $\Delta d_{CN}(t_n)$ tại [14]. Hàm thuộc được lựa chọn cho biến đầu vào vào $\Delta d_{CN}(t_n)$ có dạng tam giác và hình thang với các giá trị ngôn ngữ có dạng: $U(\Delta d_{CN}(t_n)) = \{Xa hơn, Không đổi, gần hơn\}$. Biến ngôn ngữ đầu ra $C_F(t_n)$ có dạng tam giác với các giá trị ngôn ngữ có dạng: $U(C_F(t_n)) = \{Rất kém, Kém, Chấp nhận, Tốt, Rất tốt, Hoàn hảo\}$ [14].



Hình 3.1: Hệ suy diễn mờ của giao thức định tuyến

Luật hợp thành mờ là cơ sở tri thức của hệ mờ, được đặc trưng bởi một tập các trình bày ngôn ngữ dưới dạng các luật *If-Then*. Theo đó, các luật này mô tả mối quan hệ logic mờ giữa các biến ngôn ngữ đầu vào là $F_{VD}(t_n)$, $\beta(t_n)$ và $\Delta d_{CN}(t_n)$ với biến ngôn ngữ đầu ra $C_F(t_n)$. Luật thứ m có dạng sau:

R_m : If ($F_{VD}(t_n)$ is $F_{VD}^m(t_n)$) and ($\beta(t_n)$ is $\beta^m(t_n)$) and ($\Delta d_{CN}(t_n)$ is $\Delta d_{CN}^m(t_n)$)
Then ($C_F(t_n)$ is $C_F^m(t_n)$).

Khác với các nghiên cứu đã có, trong nghiên cứu này, các luật hợp thành được xây dựng cho hai loại gói tin với mức độ ưu tiên khác nhau, loại dịch vụ an toàn với độ ưu tiên cao và loại dịch vụ phi an toàn với độ ưu tiên thấp hơn. *Bảng 4.1* biểu diễn các luật hợp thành của hệ mờ PFDGR tương ứng với hai loại gói tin là ưu tiên thấp và ưu tiên cao.

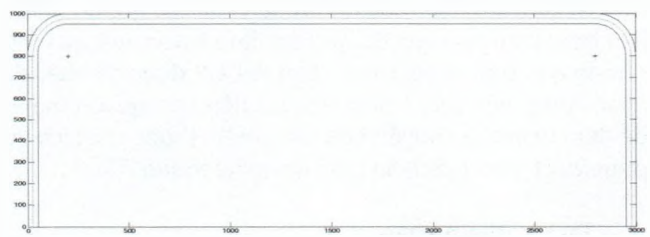
4. KẾT QUẢ MÔ PHÒNG

Kết quả nghiên cứu được mô phỏng bằng công cụ *M-file* kết hợp với công cụ *Fuzzy* trong môi trường *MATLAB*. Tuyến đường mô phỏng bao gồm ba đoạn có hai làn xe ngược chiều nhau với kích thước vùng mô phỏng là (1.000x3.000 m) và bán kính đoạn đường cong là 200 m như được biểu diễn trên *Hình 4.1*. Số lượng phương tiện được phân bố đều trên cả tuyến đường và trên hai làn xe. Trong đó, số lượng nút nguồn phát các bản tin là 5 cũng được phân bố đều trong số các phương tiện đã có. Với mỗi nút, tốc độ di chuyển là ngẫu nhiên, phân bố đều từ 0 m/s đến 25 m/s; bán kính phủ sóng là 200 m; chu kỳ phát bản tin Hello là 1 giây; giá trị TTL là 10 và kích thước bộ nhớ đệm là 10 gói tin. Quá trình mô phỏng được thực hiện lặp lại 250 lần với thời gian cho mỗi lần mô phỏng là 160 giây; kết quả mô phỏng chỉ xem xét 100 giây, từ giây thứ 31 đến giây thứ 130 để tránh giai đoạn chuyển tiếp. Thông số được sử dụng để đánh giá hoạt động của mô hình là tỷ lệ gói tin tới đích. Kết quả mô phỏng của phương pháp PFDGR được so sánh với kết quả của phương pháp FDGR trong [14] để chứng tỏ rằng các đề xuất cho hiệu quả định tuyến cao hơn. *Hình 4.2* biểu diễn tỷ lệ % gói tin tới đích và thời gian tới đích trung bình của gói tin trong hai thuật toán tương ứng với mật độ phương tiện tăng dần $n \times 40$, $n = 1, 2, 3, 4, 5$.

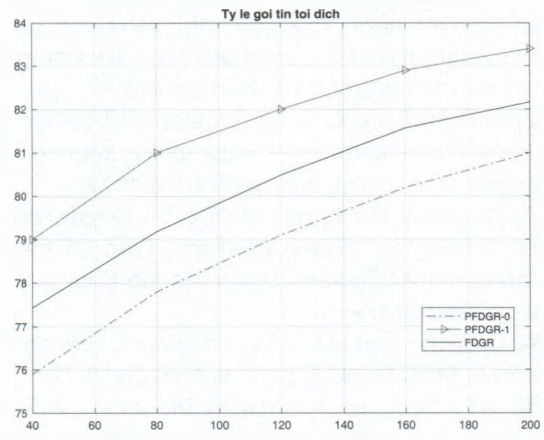
Bảng 4.1. Các luật hợp thành của hệ mờ PFDGR

STT	$F_{VD}(t_n)$	$\beta(t_n)$	$\Delta d_{CN}(t_n)$	$C_F(t_n)$	
				<i>Ưu tiên cao</i>	<i>Ưu tiên thấp</i>
1	Xa	Đầy	Không đổi	Chấp nhận	Rất kém
2	Xa	Vơi	Không đổi	Tốt	Kém
3	Xa	Rỗng	Không đổi	Rất tốt	Chấp nhận
4	Trung bình	Đầy	Không đổi	Tốt	Kém
5	Trung bình	Vơi	Không đổi	Tốt	Chấp nhận
6	Trung bình	Rỗng	Không đổi	Rất tốt	Tốt
7	Gần	Đầy	Không đổi	Kém	Rất kém
8	Gần	Vơi	Không đổi	Chấp nhận	Rất kém
9	Gần	Rỗng	Không đổi	Tốt	Kém
10	Chính xác	Đầy		Rất tốt	Chấp nhận
11	Chính xác	Vơi		Hoàn hảo	Tốt
12	Chính xác	Rỗng		Hoàn hảo	Rất tốt
13	Xa	Đầy	Xa hơn	Kém	Rất kém
14	Xa	Vơi	Xa hơn	Chấp nhận	Rất kém
15	Xa	Rỗng	Xa hơn	Tốt	Kém

STT	$F_{VD}(t_n)$	$\beta(t_n)$	$\Delta d_{CN}(t_n)$	$C_F(t_n)$	
16	Trung bình	Đầy	Xa hơn	Rất tốt	Chấp nhận
17	Trung bình	Vơi	Xa hơn	Hoàn hảo	Tốt
18	Trung bình	Rỗng	Xa hơn	Hoàn hảo	Rất tốt
19	Gần	Đầy	Xa hơn	Chấp nhận	Rất kém
20	Gần	Vơi	Xa hơn	Tốt	Kém
21	Gần	Rỗng	Xa hơn	Rất tốt	Chấp nhận
22	Xa	Đầy	Gần hơn	Tốt	Kém
23	Xa	Vơi	Gần hơn	Rất tốt	Chấp nhận
24	Xa	Rỗng	Gần hơn	Hoàn hảo	Tốt
25	Trung bình	Đầy	Gần hơn	Chấp nhận	Rất kém
26	Trung bình	Vơi	Gần hơn	Tốt	Kém
27	Trung bình	Rỗng	Gần hơn	Rất tốt	Chấp nhận
28	Gần	Đầy	Gần hơn	Rất kém	Rất kém
29	Gần	Vơi	Gần hơn	Kém	Rất kém
30	Gần	Rỗng	Gần hơn	Chấp nhận	Kém



Hình 4.1: Tuyến đường trong mô phỏng



Hình 4.2: Tỷ lệ gói tin tới đích và thời gian tới đích trung bình của gói tin theo mật độ phương tiện

Kết quả mô phỏng cho thấy, tỷ lệ gói tin tới đích của các gói tin có độ ưu tiên cao trong PFDGR (PFDGR-1) luôn lớn hơn so với của phương pháp FDGR, đồng thời tỷ lệ

gói tin tới đích của gói tin có độ ưu tiên thấp trong PFDGR (PFDGR-0) luôn nhỏ hơn so với của phương pháp FDGR. Kết quả mô phỏng cũng chỉ ra rằng, thời gian tới đích trung bình của gói tin có độ ưu tiên cao luôn nhỏ hơn so với của phương pháp FDGR, đồng thời thời gian tới đích trung bình của gói tin có độ ưu tiên thấp luôn lớn hơn so với của phương pháp FDGR. Kết quả này chứng tỏ rằng, PFDGR đã có hiệu quả rõ rệt trong việc ưu tiên tài nguyên cho việc định tuyến các gói tin có độ ưu tiên cao, tức là các gói tin thuộc các dịch vụ an toàn.

5. KẾT LUẬN

Báo này đã giới thiệu phương pháp định tuyến địa lý chống tắc nghẽn có ưu tiên (PFDGR) trong mạng VANET. Thuật toán PFDGR sử dụng công cụ là hệ suy diễn mờ, thông tin về hướng di chuyển của các phương tiện đồng thời có xem xét đến mức độ ưu tiên của các gói tin nhằm làm tăng hiệu quả của thuật toán định tuyến. Kết quả mô phỏng cho thấy rằng, thuật toán PFDGR được đề xuất đã hoạt động hiệu quả trong việc ưu tiên tài nguyên mạng để định tuyến và chuyển tiếp các gói tin thuộc các dịch vụ phục vụ cho mục đích an toàn trong hệ thống ITS.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Kayhan Zrar Ghaarfor (July 2012), *Fuzzy logic-assisted geographical routing over vehicular ad hoc networks*, International Journal of Innovative Computing, Information and Control, vol.8, Number 7(B).
- [2]. Asst. Prof. Joel C. Delos Angeles, et al. (2015), *Fuzzy Logic-Based Congestion-Aware Geographical Routing (CAGR) for Vehicular Ad-Hoc Networks (VANETs)*, APAMS.
- [3]. Brad Karp, H. T. Kung (2000), *GPSR: Greedy Perimeter Stateless Routing for Wireless Networks*, Proc. Of the 2000 ACM International Conference on Mobile Computer and Network, Boston, MA.
- [4]. C. Lochert, et al. (2005), *Geographic routing in city scenarios*, ACM SIGMOBILE05, vol.9, no.1, pp.69-72.
- [5]. B.C. Seet, et al. (May 9-14, 2004), *A-STAR: A mobile ad hoc routing strategy for metropolis vehicular communications*, in Proc. of the 3rd International IFIP-TC6 Networking Conference (Networking), pp.989-999.
- [6]. Jiayu Gong, et al. (2007), *Predictive Directional Greedy Routing in Vehicular Ad hoc Networks*, 27th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW'07), Toronto, Canada.
- [7]. B.Jarupan, et al. (2009), *Location - and delay-aware cross-layer communication in v2i multihop vehicular networks*, IEEE Communications Magazine, vol.47, no.11.
- [8]. Deling Huang, et al. (2016), *Prediction-Based Geographic Routing over VANETs*, Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia. vol.39, N°2, 157-164.
- [9]. N.V. Dharani Kumari, et al. (2017), *AMGRP: AHP-based Multimetric Geographical Routing Protocol for Urban environment of VANETs*, Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences.
- [10]. Vongpasith Phouthone, et al. (2017), *Movement Direction Algorithm for Geographic Routing Protocol in*

Vehicular Networks, International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology, vol.3, Issue2, pp.1175-1183.

[11]. Nguyễn Hồ Bá Hải (2014), *Nghiên cứu giao thức định tuyến dựa trên hướng di chuyển của phương tiện trên mạng VANET*, Luận văn Thạc sỹ, Trường Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh.

[12]. Đỗ Đình Cường (2017), *Nghiên cứu cải tiến hiệu năng giao thức định tuyến AODV và AOMDV trong mạng MANET*, Luận án Tiến sỹ, Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

[13]. Andrea Tomatis, et al. (2009), *A Test Architecture for V-2-X Cooperative Systems Field Operational Tests*, 9th International Conference on Intelligent Transport Systems Telecommunications, (ITST).

[14]. Võ Trường Sơn (5/2020), *Một phương pháp định tuyến địa lý cho mạng VANET trong hệ thống giao thông thông minh*, Tạp chí GTVT.

[15]. Võ Trường Sơn, Lương Công Du (2020), *Định tuyến địa lý chống tắc nghẽn trong mạng VANET dựa trên mức độ ưu tiên dịch vụ*, Tạp chí GTVT, tháng 9.

Ngày nhận bài: 19/4/2021

Ngày chấp nhận đăng: 15/5/2021

Người phản biện: TS. Mai Vĩnh Dự

TS. Trần Xuân Trường