Đánh giá hiệu quả một số giao thức định tuyến trong mạng VANET tại thành phố Huế bằng NS3

Lê Văn Hòa[1][0000-0001-6621-8617], Phạm Trung Đức[2][0000-0003-2303-9920], Nguyễn Thanh Nam[3][0000-0002-5894-2653] và Võ Viết Minh Nhật[3][0000-0002-0686-5529]

[1] Trường Du lịch – Đại học Huế
[2] Công ty cổ phần Bến xe Huế
[3] Đại học Huế

Tóm tắt. Mạng tùy biến xe cộ (Vehicular Ad-hoc Network - VANET) là một lớp con của mạng tùy biến di động (Mobile Ad-hoc Network - MANET), không dựa trên cơ sở hạ tầng có sẵn, trong đó mỗi nút tham gia vào việc định tuyến bằng cách chuyển tiếp dữ liệu cho các nút khác. Mục đích của mạng VANET là cung cấp một môi trường giao thông an toàn cho người lái xe. Tuy nhiên, thách thức của mạng VANET là làm thế nào để có một giao thức phù hợp để định tuyến hiệu quả các gói tin, bất chấp tốc độ cao của phương tiện, tình trạng kết nối bị ngắt thường xuyên và cấu trúc liên kết bị thay đổi liên tục. Do đó việc đánh giá các giao thức định tuyến để triển khai mạng VANET phù hợp cho từng hệ thống giao thông cụ thể là một yêu cầu cấp thiết. Bài báo sẽ đánh giá hiệu quả của một số giao thức định tuyến phổ biến trong VANET cho kịch bản giao thông ở Thành phố Huế, với sự hỗ trợ của phần mềm SUMO và hệ mô phỏng NS3.

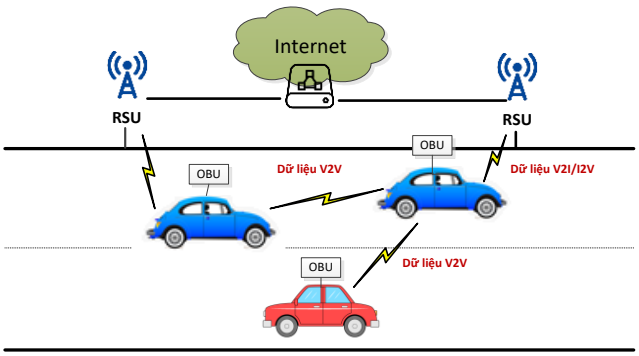
Từ khóa: VANET, định tuyến, mật độ giao thông, SUMO, NS3.

1 Giới thiệu

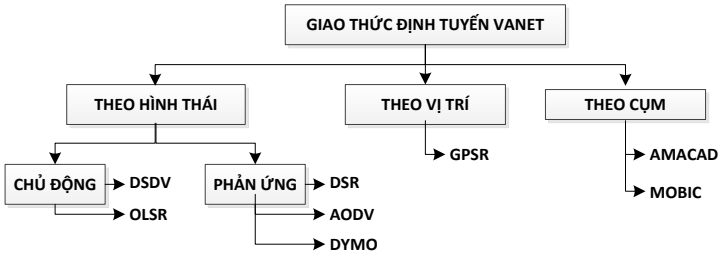
VANET là một mạng được hình thành từ một tập hợp các nút di động bao gồm các phương tiện được trang bị bộ thu phát không dây, được gọi là OBU (On Board Units), để liên lạc với nhau [1]. Truyền thông trong mạng VANET có thể là giữa các phương tiện với nhau thông qua truyền thông V2V (Vehicle to Vehicle) hoặc giữa các phương tiện và các nút cố định được triển khai trên đường, được gọi là RSU (Road Side Units), thông qua truyền thông V2I (Vehicle to Infrastructure) [2]. Tiếp đó, các RSU có thể được kết nối với nhau và/hoặc kết nối với Internet để cho phép truy cập vào một cơ sở dữ liệu giao thông nào đó. Hình 1 mô tả một ví dụ về mạng VANET.

VANET là một nhánh phát triển của MANET (Mobile Adhoc Network) cho lĩnh vực giao thông, nên có những đặc trưng riêng của nó. Các đặc trưng được biết đến nhiều nhất của mạng VANET gồm: cấu trúc liên kết động cao, môi trường truyền thông khác biệt, mật độ mạng thay đổi, mô hình di động, mạng thường xuyên bị ngắt kết nối và ràng buộc về độ trễ. Đây là các đặc điểm thách thức của mạng VANET, mà

làm cho các giao thức định tuyến truyền thống của MANET trở nên không phù hợp lắm khi triển khai vào các ứng dụng mạng VANET. Do đó, đã có một lượng lớn các nghiên cứu tập trung vào việc đề xuất cải tiến các giao thức định tuyến sao cho phù hợp với các đặc trưng này. Các giao thức định tuyến trong mạng VANET có thể được chia thành 3 loại như Hình 2: dựa trên hình thái (topology-based), dựa trên vị trí (position-based) và dựa trên cụm (cluster-based). Với các giao thức dựa trên hình thái, dựa vào cách thức thực hiện định tuyến mà chúng được tiếp tục phân thành các nhóm: phản ứng (reactive) như AODV (Ad Hoc On-Demand Distance Vector), DSR (Dynamic Source Routing) và chủ động (proactive) như DSDV (Destination Sequenced Distance Vector) và OLSR (Optimized Link State Routing). Đây là các giao thức định tuyến phổ biến đã thu hút khá nhiều nghiên cứu trong thời gian gần đây để triển khai cho mạng VANET. Bài báo sẽ tập trung vào đánh giá hiệu quả của các giao thức này.



Hình 1. Mô hình truyền thông trong mạng VANET



Hình 2. Phân loại các giao thức định tuyến trong mạng VANET

Mật độ giao thông có tác động đáng kể đến các đặc trưng nêu trên của mạng VANET, trong đó nếu mật độ giao thông lớn thì tỉ lệ định tuyến thành công sẽ cao do có nhiều nút xung quanh để thiết lập kết nối, nhưng tốc độ di chuyển nhanh của các phương tiện cũng sẽ làm phá vỡ liên tục cấu trúc liên kết mạng, làm ngắt kết nối và làm giảm hiệu quả định tuyến. Với mật độ giao thông thấp, số lựa chọn tuyến đường để định tuyến sẽ ít đi nên kéo theo làm giảm tỉ lệ định tuyến thành công, nhưng nếu tốc độ di chuyển của các phương tiện không quá cao thì hình thái mạng sẽ được giữ ổn định và điều này lại làm tăng hiệu quả của việc định tuyến. Tóm lại, việc định

tuyến trong mạng VANET phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó mật độ giao thông có tác động đáng kể đến hiệu quả định tuyến. Bài báo này đánh giá hiệu quả của các giao thức định tuyến khác nhau trong mạng VANET khi mật độ giao thông thay đổi với sự hỗ trợ của hệ mô phỏng NS3 và phần mềm SUMO (Simulation of Urban Mobility).

Các đóng góp của bài báo bao gồm:

- chỉ ra ảnh hưởng của các giao thức định tuyến khác nhau trong hệ thống truyền thông VANET, với hai loại giao thức định tuyến chủ động và phản ứng được xem xét và đánh giá hiệu suất được thực hiện của hệ thống VANET trong các tình huống mật độ khác nhau.

- so sánh và phân tích kết quả cài đặt với trường hợp giao thông cụ thể ở Thành phố Huế, bằng cách sử dụng phần mềm SUMO và hệ mô phỏng NS3 với các giao thức AODV, DSR, OLSR và DSDV dựa trên các tiêu chí đánh giá như thông lượng (throughput), chi phí (overhead) lớp MAC/PHY và tỉ lệ truyền thành công (packet delivery rate - PDR).

Nội dung tiếp theo của bài báo gồm: phần 2 tóm lược về 4 giao thức AODV, DSR, OLSR và DSDV và đánh giá các công trình nghiên cứu liên quan; phần 3 giới thiệu về mô hình và kịch bản mô phỏng trong NS3 và SUMO; phần 4 là các đánh giá và phân tích kết quả mô phỏng. Cuối cùng kết luận được trình bày ở phần 5.

2 Các nghiên cứu liên quan

Các giao thức định tuyến phổ biến của MANET được nghiên cứu và cải tiến để triển khai cho mạng VANET có thể kể đến gồm AODV, DSR, OLSR và DSDV.

AODV là một giao thức định tuyến phản ứng, trong đó các tuyến chỉ được thiết lập theo yêu cầu và chỉ những tuyến đang được sử dụng mới được duy trì. Trong AODV [3], để tìm ra đường đi đến đích, nút nguồn sẽ gửi cho tất cả các nút lân cận một gói yêu cầu định tuyến RREQ, sau đó các nút lân cận sẽ phát RREQ tới các nút lân cận tiếp theo và cứ tiếp tục như vậy cho đến khi nó đến đích hoặc bất kỳ nút trung gian nào sở hữu một thông tin mới về tuyến đường đến đích được yêu cầu.

DSR [4] là một giao thức định tuyến phản ứng từ nút nguồn. Trong đó, các nút di động cần duy trì bộ đệm về tuyến chứa các nút nguồn mà nút di động nhận biết được. Các thực thể trong bộ nhớ đệm về tuyến được cập nhật liên tục trong quá trình truyền.

OLSR là một giao thức định tuyến chủ động cập nhật bảng định tuyến của nó mỗi khi liên kết có thay đổi. Trong OLSR [5] mỗi nút phát định kỳ bảng định tuyến của nó. Điều này cho phép mỗi nút có một cái nhìn toàn cục về cấu trúc liên kết mạng. OLSR sử dụng khái niệm Rơle đa điểm (Multi-Point Relay - MPR) để chuyển tiếp lưu lượng điều khiển, giúp giảm thiểu chi phí do ngập lụt lưu lượng điều khiển bằng cách chỉ sử dụng các nút được chọn và tối ưu hóa quá trình quảng bá.

DSDV [6] là một giao thức định tuyến chủ động, trong đó mỗi nút cập nhật bảng định tuyến của mình với mục đích luôn có một tuyến đường đối với mỗi điểm đến trong mạng ngay cả khi các đường đi hiện chưa được sử dụng. Mặc dù DSDV có

những ưu điểm như đơn giản, không tạo vòng lặp và không có thời gian trễ do khám phá tuyến đường. DSDV vẫn có những hạn chế do việc cập nhật định kỳ gây ra bởi cấu trúc liên kết mạng có thể thay đổi.

Với đặc điểm của các giao thức nêu trên, các nghiên cứu đánh giá hiệu quả của việc triển khai chúng trong môi trường VANET đã được thực hiện. Cụ thể là:

Chouhan và cộng sự [7] sử dụng NS3 để cài đặt các giao thức định tuyến AODV, OLSR và DSDV với các kiểu truyền thông V2V, I2I và V2I. Sau đó, sử dụng các tham số như thông lượng, tỷ lệ mất gói (packet loss rate - PLR) và chi phí gói, làm các tham số đánh giá để so sánh các giao thức định tuyến này. Kết quả mô phỏng cho thấy OLSR là kỹ thuật tối ưu nhất so với AODV, DSDV.

Alamsyah và cộng sự [8] sử dụng các giao thức định tuyến AODV, DSDV và OLSR cho một mạng cảm biến không dây để cải thiện việc theo dõi sức khỏe bằng cách xem xét vấn đề vùng phủ sóng và tính di động hạn chế đối với các điều kiện tĩnh và di động. Trong cài đặt mô phỏng, các tác giả đã so sánh hiệu suất của AODV, DSDV và OLSR dựa trên các tiêu chí đánh giá là độ trễ, thông lượng và tỷ lệ phân phối gói thành công. Kết quả cho thấy, OLSR có hiệu suất tốt nhất đối với mạng di động có hơn 50 nút ngoại trừ giá trị độ trễ.

Saban và cộng sự [9] đánh giá hiệu quả của các giao thức định tuyến khác nhau trong một kịch bản xe đã được quan sát. Các chỉ số đo lường hiệu suất bao gồm thông lượng (goodput) và BSM (basic safety message) PDR. Kết quả mô phỏng cho thấy rằng AODV thực hiện định tuyến tốt khi mật độ các phương tiện thấp nhưng OLSR tỏ ra hiệu quả hơn trong kịch bản có mật độ cao.

Soumya và cộng sự trong [10] thực hiện đánh giá các giao thức định tuyến AODV, DSR, DSDV và OLSR trên NS3, với kịch bản giao thông tại Thành phố Nanthoor Mangalore, Karnataka, Ấn Độ và một Bản đồ được tạo bằng Open Street Map.

Maria và cộng sự trong [11] đánh giá các giao thức AODV, OLSR, DSDV và DSR bằng phần mềm SUMO và hệ mô phỏng NS3 với các tiêu chí đánh giá như tiêu thụ điện năng, hệ số phân phối gói, hiệu suất trung bình cũng như độ trễ đầu cuối tối đa được tính toán.

Một tóm lược đánh giá các nghiên cứu được mô tả trong Bảng 1.

Bảng 1. Tóm lược đánh giá hiệu quả các giao thức định tuyến trong mạng VANET

STT	Tác giả	Năm xuất bản	Phần mềm mô phỏng	Giao thức đánh giá	Tiêu chí đánh giá	Số phương tiện đánh giá
1	Chouhan [7]	2015	NS3	AODV, DSDV, OLSR	PDR, Packet Loss Ratio	250 nút
2	Alamsyah [8]	2016	NS3	AODV, DSDV, OLSR	Throughput, delay, PDR	25, 50, 75 và 100 nút
3	Saban [9]	2020	NS3 và	AODV,	Goodput, PDR	102, 146 và

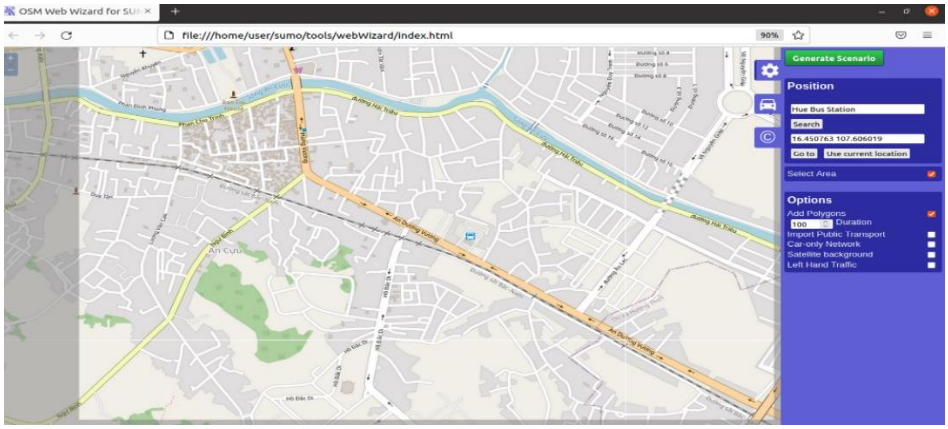
STT	Tác giả	Năm xuất bản	Phần mềm mô phỏng	Giao thức đánh giá	Tiêu chí đánh giá	Số phương tiện đánh giá
			SUMO	DSDV, OLSR		205 nút
4	Soumya [10]	2021	NS3 và SUMO	AODV, DSDV, OLSR, DSR	PDR, MAC/PHY Overhead, Goodput	27 và 40 nút
5	Maria [11]	2021	NS3 và SUMO	AODV, DSDV, OLSR, DSR	Packet Drop Ratio, Received rates, Packet rates, MAC/PHY Overhead, Throughput	25 đến 100 nút

Tuy nhiên, các đề xuất trên chưa xem xét đầy đủ về ảnh hưởng của sự biến động mật độ giao thông đến hiệu quả định tuyến của các giao thức. Một số đề xuất trong [9-11] có thay đổi số nút, nhưng sự thay đổi này quá ít để có thể đánh giá đầy đủ thực tế thay đổi mật độ của các phương tiện tham gia giao thông. Ngoài ra, các đề xuất trong [9-11] có đưa ra mô hình mô phỏng VANET trong NS3 và SUMO, nhưng các mô hình này khá phức tạp. Bài báo đề xuất một hướng tiếp cận đơn giản hơn.

3 Mô hình và đánh giá giao thức định tuyến trong VANET

4.1. Mô hình và kịch bản mô phỏng

Để đánh giá hiệu quả các giao thức định tuyến AODV, DSR, OLSR và DSDV trong mạng VANET, việc xây dựng mô hình và kịch bản mô phỏng là quan trọng. Bài báo này sử dụng phần mềm SUMO và hệ mô phỏng NS3 [12] để thực hiện đánh giá.



Hình 3. Lựa chọn và trích xuất giao thông của thành phố Huế thông qua Web Traffic

SUMO là một ứng dụng mô phỏng chuyển động của xe trong một làn đường cụ thể. SUMO là một trình mô phỏng lưu lượng truy cập mã nguồn mở, có kích thước nhỏ và đa chặng. SUMO cho phép người dùng có thể sử dụng để xây dựng mô phỏng chuyển động của xe trong một cấu trúc mạng VANET có thể tùy chỉnh. SUMO cũng dễ dàng kết nối với NS3 thông qua gói osmWebWizard.py.

Với việc xem xét thành phố Huế như một trường hợp đánh giá hiệu quả của các giao thức định tuyến. Các bước xây dựng mô hình và kịch bản mô phỏng như sau:

Bước 1: Trong phần mềm SUMO, sử dụng gói osmWebWizard.py để sinh ra bản đồ dữ liệu các tuyến giao thông của một khu vực cụ thể của thành phố Huế (Hình 3). Chọn khu vực, thời gian, số lượng phương tiện cần mô phỏng, tải tệp có phần mở rộng .sumo.cfg về để có thể chạy được trên phần mềm SUMO.

Bước 2: Dữ liệu ra ở Bước 1 được chuyển đổi lấy dữ liệu các tuyến đường, tạo kịch bản di chuyển của phương tiện trong bản đồ và lưu vào tệp .xml.

Bước 3: Gói python traceExporter được sử dụng để trích xuất ra kịch bản di chuyển của phương tiện lưu vào tệp *.tcl.

Bước 4: Chạy mô phỏng tệp .tcl trên NS3 để trích xuất kết quả.

4.2. Tiêu chí đánh giá

Hiệu suất định tuyến của các giao thức được đánh giá chủ yếu thông qua các tiêu chí như: Thông lượng, Chi phí lớp MAC/PHY và Tỷ lệ phân phối gói tin.

Tỉ lệ phân phối gói tin (PDR): là tỷ lệ của tổng số bit dữ liệu nhận được trên tổng số bit dữ liệu được gửi từ nguồn đến đích.

$$PDR = \frac{PacketsReceived}{PacketsTransmitted} \quad \text{(I)}$$

Thông lượng (Throughput): thể hiện tổng số byte được truyền thành công qua mạng. Giao thức định tuyến cần tối đa hóa thông lượng mạng vì điều này sẽ phản ánh có nhiều dữ liệu được định tuyến thành công qua mạng.

$$Throughput = \frac{NumbeOfReceivedPackets}{TotalSimulationTime} \times PacketSize \quad \text{(II)}$$

Chi phí (MAC/PHY overhead): Các giao thức định tuyến tạo ra các gói định tuyến để cập nhật tuyến trong mạng. Các gói này không chứa thông tin liên quan đến ứng dụng, nên băng thông mạng phải được chia sẻ bởi cả hai loại gói (định tuyến và ứng dụng). Do đó, các gói định tuyến được gọi là chi phí (overhead) trong mạng. Các gói này càng ít thì giao thức định tuyến càng có hiệu suất tốt hơn.

$$Overhead = \frac{totalPhyBytes - totalAppBytes}{totalPhyBytes} \quad \text{(III)}$$

4 Mô phỏng và phân tích kết quả

Để phân tích hiệu suất của các giao thức định tuyến trong mạng VANET, một kịch bản về giao thông trong một phạm vi 200 × 2000m được xem xét. Thực nghiệm

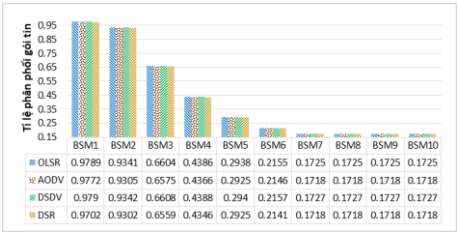
xét từ mật độ thưa thớt đến dày đặc và trích xuất số liệu để đánh giá. Các trường hợp mật độ được xem xét gồm: mật độ thưa thớt với 105 phương tiện là ôtô, mật độ trung bình với 220 phương tiện bao gồm ôtô và xe buýt, mật độ cao bao gồm 308 phương tiện là ô tô, xe buýt và xe tải, và mật độ dày đặc bao gồm 418 phương tiện di chuyển bao gồm ô tô, xe buýt, xe tải và xe máy. Các các giao thức định tuyến được triển khai gồm AODV, DSR, OLSR và DSDV. Mỗi nút sẽ phát 10 gói tin an toàn cơ bản BSM 200 byte trong mỗi giây. Các tham số mô phỏng khác được mô tả trong Bảng 2.

Bảng 2. Các tham số mô phỏng

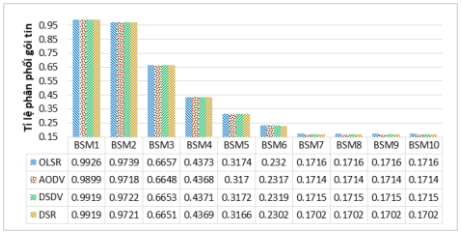
Tên tham số	Giá trị thiết lập trong NS3
Số lượng phương tiện giao thông	105, 220, 308, 418
Nguồn/đích	Ngẫu nhiên
Tốc độ di chuyển các nút	10 m/s
Giao thức MAC	802.11
Tổng thời gian mô phỏng	30s

4.1. Đánh giá dựa trên tỉ lệ phân phối gói tin thành công (PDR)

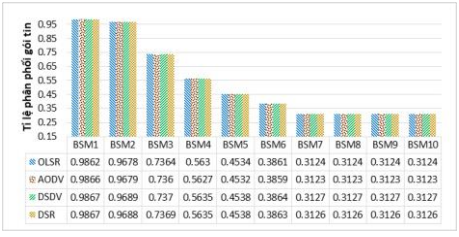
Với mật độ phương tiện là 105, kết quả trong Hình 4(a) cho thấy rằng PDR của cả 4 giao thức AODV, DSR, OLSR và DSDV là xấp xỉ nhau đối với cả 10 gói BSM. Cụ thể, với gói BSM1, AODV đạt PDR cao nhất (0.99418) và PDR của OLSR là thấp nhất (0.992811). DSR và DSDV đạt PDR ở mức trung gian, giữa AODV và OLSR. Kết quả này là tương đồng với nghiên cứu trong [9] với cùng tham số mô phỏng.



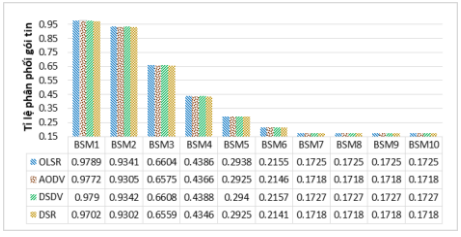
(a) Mật độ thưa thớt (105)



(b) Mật độ trung bình (220)



(c) Mật độ cao (308)



(d) Mật độ dày đặc (418)

Hình 4. Tỉ lệ phân phối gói tin (PDR) của AODV, DSR, OLSR và DSDV

Khi thay đổi mật độ trung bình lên 220 phương tiện bao gồm ô tô và xe buýt, kết quả trong Hình 4(b) cho thấy rằng PDR của các giao thức đối với mỗi BSM là gần

bằng nhau. OLSR đạt PDR cao nhất (0.992617) đối với BSM1 và AODV đạt PDR thấp nhất (0.989933) với cùng BSM này. PDR của DSR và DSDV nằm giữa OLSR và AODV. Thứ tự này cũng đúng với trường hợp các gói BSM từ 2 đến 10.

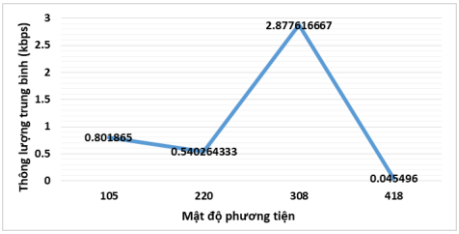
Khi mật độ phương tiện tăng lên 308 gồm ô tô, xe buýt và xe tải, kết quả PDR của các giao thức được thể hiện trong Hình 4(c), trong đó DSDV đạt PDR cao nhất (từ 0.986715 đến 0.312728) đối với cả 10 gói BSM và OLSR cho PDR thấp nhất (từ 0.986194 đến 0.312442). Trường hợp cuối cùng, khi mật độ trở nên dày đặc với 418 phương tiện bao gồm ô tô, xe buýt, xe tải và xe máy. PDR của 4 giao thức lần lượt tương ứng là DSDV, OLSR, AODV và DSR như thể hiện trong Hình 4(d).

Từ các kết quả thu được ở trên, chúng ta có thể nhận thấy rằng, khi mật độ thưa thớt (105 phương tiện) việc định tuyến theo yêu cầu của AODV tỏ ra hiệu quả hơn do số nút giao tiếp ít và số gói BSM cần phát để định tuyến không nhiều, nên lượng băng thông bị chiếm dụng không đáng kể. Kết quả là tỉ lệ giao nhận gói tin thành công sẽ tăng lên. Khi số phương tiện tăng lên 220, số nút tham gia giao thông nhiều hơn thì việc định tuyến chủ động, như OLSR, tỏ ra hiệu quả. Mật độ phương tiện cao nên có nhiều lựa chọn trong việc thiết lập tuyến đường, từ đó làm tăng tỉ lệ giao nhận gói tin thành công khi sử dụng giao thức định tuyến phù hợp. Với mật độ cao thêm (308) hay dày đặc (418), loại định tuyến chủ động tiếp tục chiếm ưu thế về PDR, trong đó DSDV tỏ ra hiệu quả nhất do giao thức này luôn trì bảng định tuyến ngay cả khi tuyến đường chưa được thiết lập, nên việc đinh tuyến tỏ ra hiệu quả khi không cần yêu cầu băng thông cho quá trình thiếp lập định tuyến và đường truyền. Tóm lại, không có giao thức tối ưu trong mọi trường hợp. Việc phối hợp các giao thức trong các trường hợp mật độ khác nhau sẽ đem lại hiệu quả hơn.

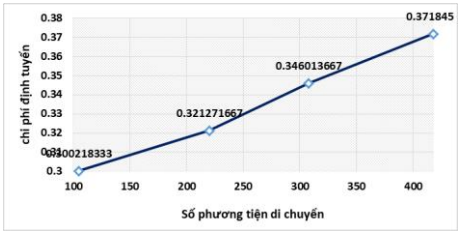
4.2. Đánh giá dựa trên thông lượng (goodput) và chi phí (MAC/PHY overhead)

Khi xem xét nhiều loại phương tiện hỗn hợp lưu thông, trường hợp mật độ cao (308 phương tiện) đạt tỉ lệ sử dụng thông lượng cao nhất, gấp 3 lần so với các trường hợp mật độ thấp, đối với cả bốn giao thức (Hình 5). Điều này là hợp lý vì tỉ lệ phân phối gói tin của trường hợp mật độ 308 phương tiện là đạt cao nhất (xem Hình 4(c)), khi so sánh với các trường hợp mật độ khác (Hình 4(a),(b) và (d)). Khi tỉ lệ phân phối gói tin thành công cao thì có nghĩa là việc truyền thành công dữ liệu đạt cao, điều đó cũng làm cho lưu lượng đạt được mức tốt nhất. Riêng với trường hợp 418 phương tiện, tắc nghẽn lúc này tăng lên do lượng phương tiện quá đông đúc, băng thông bị chia sẻ cho việc định tuyến lại nên thông lượng truyền dữ liệu bị suy giảm nghiêm trọng.

Chúng tôi tiến hành xem xét về chi phí định tuyến (overhead) cho việc truyền dữ liệu, với trường hợp khi số phương tiện di chuyển tăng lên. Như chỉ ra trong Hình 6, chi phí tăng lên khi số phương tiện di chuyển tăng. Điều này được giải thích là việc gia tăng số phương tiện di chuyển sẽ là cho hình thái mạng liên tục bị phá vỡ, dẫn tới việc cần điện tuyến lại và làm cho chi phí định tuyến (overhead) tăng cao.



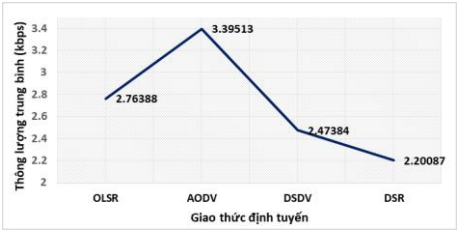
Hình 5. Thông lượng trung bình thay đổi tương ứng với các mật độ khác nhau



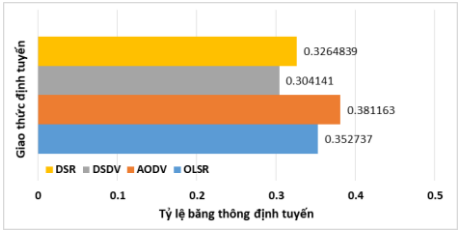
Hình 6. Chi phí định tuyến khi số phương tiện thay đổi

Chúng tôi tiếp tục xem xét vai trò của các giao thức đối với việc làm tăng thông lượng trong trường hợp mật độ 308 phương tiện. Như chỉ ra trong Hình 7, AODV có mức thông lượng trung bình cao nhất. Cụ thể, mức thông lượng trung bình của AODV cao hơn 19% so với OLSR, 27% so với DSDV và 35% so với DSR. Nguyên nhân của sự vượt trội này là do tần suất thực hiện yêu cầu định tuyến của AODV nhiều hơn so với các giao thức khác, nên khai thác nhiều băng thông hơn cho việc truyền dữ liệu và kết quả là thông lượng đạt được cao hơn so với các giao thức khác.

Tuy nhiên, việc thực hiện nhiều yêu cầu định tuyến của AODV cũng phải chịu chị phí định tuyến cao nhất, như được thể hiện trong Hình 8, trong đó chi phí định tuyến của AODV cao hơn lần lượt 7.5%, 20% và 14% so với OLSR, DSDV và DSR.



Hình 7. Thông lượng trung bình đạt được của các giao thức khi mật độ phương tiện là 308



Hình 8. Chi phí định tuyến của các giao thức khi mật độ phương tiện là 308

Tóm lại, không có giao thức tốt nhất đối với các tiêu chí đánh giá cho mọi trường hợp mật độ khác nhau. Kết quả khảo sát của bài báo chỉ ra rằng cần có một sự phối hợp linh hoạt các giao thức định tuyến khác nhau trong mạng VANET nhằm thích ứng với các đặc trưng riêng có của nó.

5 Kết luận

Bài báo đã so sánh và phân tích hiệu suất của bốn giao thức AODV, DSR, OLSR và DSDV trong mạng VANET khi mật độ phương tiện thay đổi. Chúng tôi đã sử dụng phần mềm SUMO và hệ mô phỏng NS3 để thực hiện cài đặt và các tiêu chí đánh giá hiệu suất phổ biến cũng được sử dụng như tỉ lệ phân phối thành gói tin

(PDR) thành công, thông lượng đạt được và chi phí định tuyến. Thông qua kết quả mô phỏng, có thể nhận thấy rằng AODV có thể triển khai hiệu quả trên mạng VANET bởi trong hầu hết các trường hợp mật độ AODV luôn đạt thông lượng cao nhất, mặt dù nó cũng phải chịu chi phí định tuyến khá cao do gửi nhiều gói điều khiển. AODV đạt được tỉ lệ phân phối thành công cao khi mật độ phương tiện thưa thớt, nhưng với mật độ cao hơn thì tỉ lệ này giảm xuống. Điều này cũng giải thích được tính không ổn định của mạng VANET để có được một giao thức hiệu quả cho mọi mật độ. Do đó cần có thêm các nghiên cứu cải tiến các giao thức định tuyến để phù hợp với mạng VANET và đó cũng là hướng phát triển tiếp của bài báo này.

Tài liệu tham khảo

1. X. Wang (2011). Mobile Ad-Hoc Networks: Protocol Design. London: IntechOpen.
2. P. K., Nandi, S. K., & Nandi, S. (2019). A tutorial survey on vehicular communication state of the art, and future research directions. Vehicular Communications, 18, 1–39.
3. C. Perkins, E. Belding-Royer, S. Das. (2003), Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing, IETF Mobile Ad Hoc Network Working Group, Internet Draft, work in progress, 19 October 2003.
4. T. Clausen, Ed., P. Jacquet, Ed. (2003), "Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)", RFC 3626, IETF Network Working Group.
5. E.P. Charles and B. Pravin (1994), "Highly dynamic Destination-Sequenced Distance Vector routing (DSDV) for mobile computers", ACM SIGCOMM Computer Comm. Rev., 4(24), pp. 234-244, 1994.
6. B.J. David, A.M. David A. Maltz and C.H. Yih (2003), "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks (DSR)", Published by IETF as RFC, work in progress, April 2003.
7. T. S. Chouhan, R. S. Deshmukh (2015), "Analysis of DSDV,OLSR and AODV Routing Protocols in VANETS Scenario: Using NS3," 2015 International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks 978-1-5090-0076-0/15.
8. Alamsyah, M. H. Purnomo (2016), "Performance of The Routing Protocols AODV, DSDV and OLSR in Health Monitoring Using NS3", nternational Seminar on Intelligent Technology and Its Application.
9. A. M. Saban, S. Kurnaz, A. M. Shantaf (2020), "Evaluation DSDV, AODV and OLSR routing protocols in real live by using SUMO with NS3 simulation in VANET"
10. S. Soumya, K. P. Krishna, N. N. Navin (2021), Performance Analysis of Mobile Ad Hoc Routing Protocols in Vehicular Ad Hoc Networks using NS3. International Journal of Applied Engineering and Management Letters (IJAEML), 5(1), 19-28. DOI: http://doi.org/10.5281/zenodo.4615742
11. Maria Jan. et al., International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering, 10(3), May - June 2021, 1914 – 1919
12. https://www.nsnam.org/releases/ns-3-30/download/