

# ĐÁNH GIÁ NĂNG LỰC GIAO THỨC ĐỊNH TUYẾN CỦA MẠNG KHÔNG DÂY TRONG HỆ THỐNG GIAO THÔNG THÔNG MINH

Ths. Nguyễn Tuấn Anh<sup>1</sup>, TS. Đinh Văn Dũng<sup>1</sup>, KS. Đỗ Thế Chuẩn<sup>1</sup>, Ths. Ngô Mạnh Dũng<sup>1</sup>, Ths. Lê Ngọc Hưng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Viện Công nghệ Thông tin, Đại học Quốc gia Hà Nội

<sup>2</sup>Công ty VKX, Tập đoàn VNPT

**TÓM TẮT** - Phương pháp định tuyến của mạng không dây trong hệ thống giao thông thông minh (ITS) là vấn đề được giới nghiên cứu quan tâm trong những năm gần đây. Sự hạn chế về tài nguyên của nút mạng là thách thức nhằm tìm ra các giải pháp nhằm giảm thiểu sự tiêu hao năng lượng, yêu cầu về bộ nhớ và độ phức tạp của chức năng định tuyến. Nhiều giải pháp định tuyến được đề xuất cho mạng truyền thông đặc thù này. Nhóm nghiên cứu đã xây dựng môi trường mô phỏng tích hợp các phần mềm mô phỏng như: NS-2, MOVE, SUMO để đánh giá năng lực các giao thức trên theo tiêu chí như thông lượng gói tin và trễ gói tin. Bài báo trình bày kết quả đánh giá một số giao thức định tuyến như AODV, DSR và DSDV bằng phương pháp mô phỏng theo 2 kịch bản: trong mạng không dây nói chung và áp dụng trong hệ thống giao thông thông minh. Kết quả mô phỏng đã làm rõ khả năng của các giao thức định tuyến này khi được sử dụng trong hệ thống giao thông thông minh.

**Từ khóa** - AODV; DSDV; DSR; VANET; ITS.

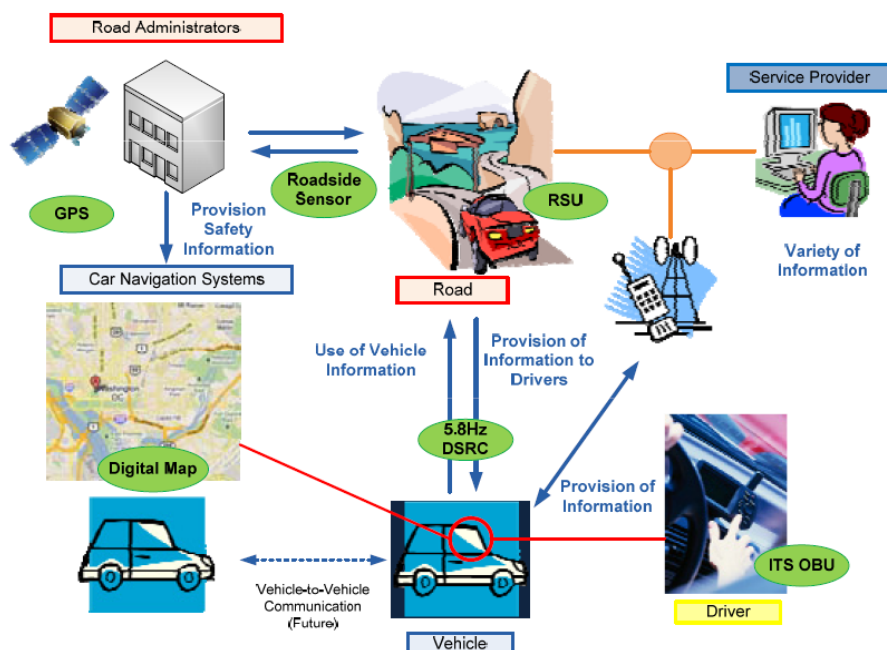
## I. MẠNG KHÔNG DÂY VÀ HỆ THỐNG GIAO THÔNG THÔNG MINH

Vehicular Ad Hoc Network (VANET) là mạng truyền thông trong hệ thống giao thông thông minh, kết nối các đầu cuối trên phương tiện giao thông qua mạng không dây như IEEE 802.11, 3G và 4G [1]. Mạng không dây được sử dụng trong hệ thống ITS như ở Hình 1. Với VANET, ITS sử dụng công nghệ cho phép thực hiện các ứng dụng liên quan đến xe cộ, phương tiện giao thông, người điều khiển, hành khách tham gia giao thông và cả người đi bộ. ITS với mục tiêu là điều phối, sắp xếp hoạt động của xe cộ, phương tiện giao thông, cung cấp và các thông tin giao thông cho người điều khiển xe cộ, cùng với các ứng dụng thuận tiện cho hành khách.

Để phục vụ toàn bộ các ứng dụng cũng như các yêu cầu của hệ thống giao thông thông minh, cần có một hạ tầng mạng không dây kết nối với các phương tiện giao thông cũng như các giao thức định tuyến [2]. Kiến trúc mạng VANET bao gồm các thành phần sau:

- Thiết bị đầu cuối được gắn trên phương tiện giao thông (OBE);
- Trạm thu phát ở dọc đường (RSE);
- Nút mạng cung cấp dịch vụ (SDN);
- Trung tâm điều hành (ENOC).

Ngoài ra còn có hạ tầng viễn thông được tích hợp và sử dụng cho các ứng dụng cụ thể.



Hình 1. Mạng không dây trong hệ thống ITS. [3]

## II. GIAO THỨC ĐỊNH TUYẾN

### A. Giao thức DSDV

DSDV (Destination-Sequenced Distance-Vector Routing) là dựa trên thuật toán Distance vector. Giao thức này được xây dựng dựa theo tiêu chí giữ nguyên sự đơn giản của giải thuật Bellman-Ford và loại bỏ vấn đề vòng lặp. [4]

Truyền thông tin định tuyến: Thông tin định tuyến được gửi quảng bá (broadcast) tới tất cả các nút liền kề nó. Thông tin cập nhật được phát định kỳ hoặc ngay khi có các thay đổi xảy ra trong mạng. Để tránh lặp, định tuyến DSDV gán số thứ tự chặn cho mỗi đường. Số thứ tự được gán bởi nút đích, được gửi trong gói tin cập nhật. Số thứ tự này cho thấy độ mới của mỗi đường, đường nào có số thứ tự cao hơn được xem là tốt hơn.

Số thứ tự này sẽ tăng lên một đơn vị khi một nút mạng phát hiện đường đi tới đích có liên kết bị hỏng khi nó không nhận được cập nhật định kỳ. Khi ấy, trong gói tin cập nhật kế tiếp, sẽ quảng bá đường tới đích này có số chặn bằng vô hạn (Metric  $\sim \infty$ ) và tăng thứ tự đường.

Khi một nút nhận được thông tin mới về một tuyến đường, tuyến này sẽ được chọn nếu nó có số thứ tự lớn hơn các số thứ tự khác của cùng tuyến đó trong bảng định tuyến. Nếu nó có cùng số thứ tự, thì nó sẽ được chọn nếu có số chặn tốt hơn.

Để làm giảm kích thước gói tin cập nhật, DSDV sử dụng hai loại bản tin cập nhật là:

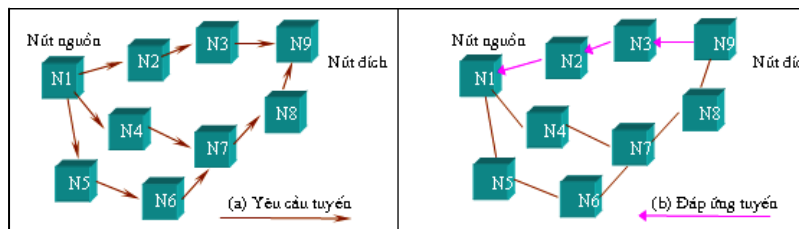
- *Full dump*: Cập nhật đầy đủ. Bản tin điệp này bao gồm toàn bộ thông tin định tuyến mà nút đó biết đến thời điểm đó.

- *Incremental dump*: cập nhật bổ sung. Bản tin này chỉ bao gồm các thông tin về những thay đổi từ lần cập nhật đầy đủ gần nhất.

Hai loại bản tin cập nhật này được lưu vào hai bảng khác nhau, một bảng để chuyển tiếp các gói tin đầy đủ, một để phát các gói tin cập nhật. Gói tin cập nhật đầy đủ chỉ được phát thường xuyên khi các nút thường xuyên di chuyển, khi mạng ít thay đổi, chủ yếu chỉ có gói tin cập nhật bổ sung được gửi đi.

### B. Giao thức định tuyến dựa vào Vector khoảng cách theo yêu cầu AODV

AODV (Ad Hoc On-Demand Distance Vector) là giao thức dựa vào thuật toán Vector khoảng cách. AODV tối thiểu hoá số bản tin quảng bá cần thiết bằng cách tạo ra các tuyến trên cơ sở theo yêu cầu, ngược với việc duy trì một danh sách hoàn chỉnh các tuyến như ở thuật toán DSDV (xem Hình 2). [5]



Hình 2. Quá trình khám phá tuyến trong AODV [6]

Khi một nút nguồn muốn gửi một bản tin đến một nút đích nào đó và không biết rằng đã có một tuyến đúng đến đích đó, nó phải khởi đầu một quá trình khám phá đường truyền. Nó phát quảng bá một gói yêu cầu tuyến (RREQ) đến các nút lân cận. Các nút lân cận này sau đó sẽ chuyển tiếp gói yêu cầu đến nút lân cận khác của chúng. Quá trình cứ tiếp tục như vậy cho đến khi có một nút trung gian nào đó xác định được một tuyến “đủ tươi” để đạt đến đích. AODV sử dụng số tuần tự đích để đảm bảo rằng tất cả các tuyến không lặp và chứa hầu hết thông tin tuyến hiện tại. Mỗi nút duy trì số tuần tự của nó cùng với một ID quảng bá. ID quảng bá được tăng lên mỗi khi nút khởi đầu một RREQ, và cùng với địa chỉ IP của nút, xác định duy nhất một RREQ. Cùng với số tuần tự và ID quảng bá, nút nguồn bao gồm trong RREQ hầu hết số tuần tự hiện tại của đích mà nó có. Các nút trung gian có thể trả lời RREQ chỉ khi nào chúng có một tuyến đến đích mà số tuần tự đích tương ứng lớn hơn hoặc bằng số tuần tự chứa trong RREQ.

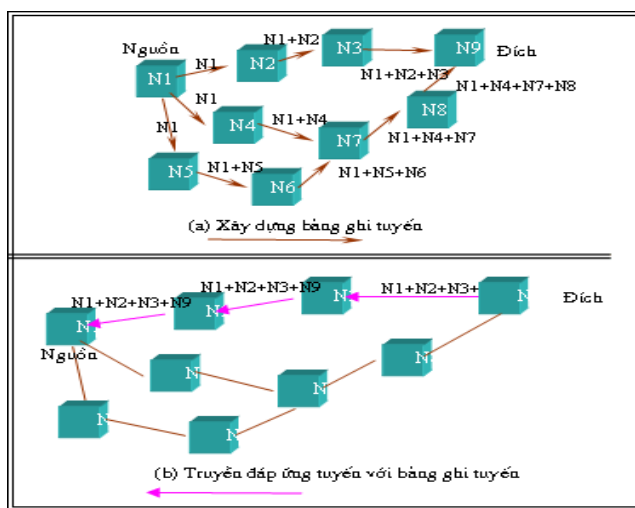
Trong suốt quá trình chuyển tiếp RREQ, các nút trung gian ghi vào Bảng định tuyến của chúng địa chỉ của các nút lân cận từ khi nhận được bản sao đầu tiên của gói quảng bá, theo đó thiết lập được một đường dẫn theo thời gian. Nếu các bản sao của cùng một RREQ được nhận sau đó, các gói này sẽ bị hủy bỏ. Một khi RREQ đã đạt đến đích hay một nút trung gian với tuyến “đủ tươi”, nút đích (hoặc nút trung gian) đáp ứng lại bằng cách phát đơn phương một gói đáp ứng tuyến (RREP) ngược về nút lân cận mà từ đó nó thu được RREQ. Khi RREP được định tuyến ngược theo đường dẫn, các nút trên đường dẫn đó thiết lập các thực thể tuyến chuyển tiếp trong Bảng định tuyến của chỉ nút mà nó nhận được RREP. Các thực thể tuyến chuyển tiếp này chỉ thị tuyến chuyển tiếp tích cực. Cùng với mỗi thực thể tuyến là một bộ định thời tuyến có nhiệm vụ xoá các thực thể nếu nó không được sử dụng trong một thời hạn xác định. Do một RREP chuyển tiếp trên đường dẫn được thiết lập bởi một RREQ nên AODV chỉ hỗ trợ việc sử dụng đường truyền đối xứng.

Trong AODV, các tuyến được duy trì điều kiện như sau: Nếu một nút nguồn chuyển động, nó phải khởi động lại giao thức khám phá tuyến để tìm ra một tuyến mới đến đích. Nếu một nút trên tuyến chuyển động, nút lân cận luồng lên của nó chú ý đến chuyển động đó và truyền một bản tin “Khai báo sự cố đường thông” (một RREP không xác định) đến mỗi nút lân cận tích cực luồng lên để thông báo cho các nút này xoá phần tuyến đó. Các nút này thực chất truyền một “Thông báo sự cố đường thông” đến các nút lân cận luồng lên. Quá trình cứ tiếp tục như vậy cho đến khi đạt đến nút nguồn. Nút nguồn sau đó có thể chọn khởi động lại một quá trình khám phá tuyến cho đích đó nếu một tuyến vẫn cần thiết.

Ngoài ra, giao thức này sử dụng bản tin HELLO được phát quảng bá định kỳ bởi một nút để thông báo cho tất cả các nút khác về những nút lân cận của nó. Các bản tin HELLO có thể được sử dụng để duy trì khả năng kết nối cục bộ của một nút. Tuy nhiên, việc sử dụng bản tin HELLO là không cần thiết. Các nút lắng nghe việc truyền lại gói dữ liệu để đảm bảo rằng vẫn đạt đến chặng kế tiếp. Nếu không nghe được việc truyền lại như thế, nút có thể sử dụng một trong số các kỹ thuật, kể cả việc tiếp nhận bản tin HELLO. Các bản tin HELLO có thể liệt kê các nút khác mà từ đó nút di động đã nghe tin báo, do đó tạo ra khả năng liên kết lớn hơn cho mạng.

**C. Giao thức định tuyến nguồn động DSR**

Giao thức DSR (Dynamic Source Routing) là một giao thức định tuyến phản ứng từ nút nguồn. Trong đó, các nút di động cần duy trì bộ nhớ 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 (xem Hình 3). [7][8][9]



**Hình 3.** Định tuyến nguồn động (DSR) [8]

Giao thức này bao gồm 2 giai đoạn chính: a) Khám phá tuyến và b) Duy trì tuyến. Khi một nút di động gọi một gói đến một nút đích nào đó, trước hết nó phải tham vấn bộ nhớ đệm tuyến để xác định là nó đã có một tuyến để đến đích chưa. Nếu nó có một tuyến chưa hết hiệu lực để đến đích, nó sẽ sử dụng tuyến này để gọi gói đi. Trái lại, nếu không có một tuyến như thế, nó phải khởi đầu một quá trình khám phá tuyến bằng cách phát quảng bá một gói yêu cầu tuyến. Bản tin yêu cầu này chứa địa chỉ đích, cùng với địa chỉ nút nguồn và số nhận dạng duy nhất. Mỗi nút nhận được gói này sẽ tiến hành kiểm tra là nó có biết một tuyến nào để đến đích không. Nếu không, nó thêm địa chỉ của nó vào Bảng ghi định tuyến của gói và sau đó chuyển tiếp gói trên các đường truyền ngõ ra. Để giới hạn số yêu cầu tuyến phát trên các đường truyền ngõ ra của nút, một nút chỉ chuyển tiếp yêu cầu tuyến nếu nó chưa biết yêu cầu đó và nếu địa chỉ của nút di động chưa xuất hiện trong Bảng định tuyến. Một đáp ứng tuyến được tạo ra khi hoặc là yêu cầu tuyến đạt đến đích hoặc là khi nó đạt đến một nút trung gian chứa trong bộ nhớ đệm tuyến của nó một tuyến đến đích chưa hết hiệu lực. Đến lúc gói có thể đạt đến đích hay đến một nút trung gian như thế, nó chứa một bảng định tuyến cho biết số tuần tự chặng đã trải qua.

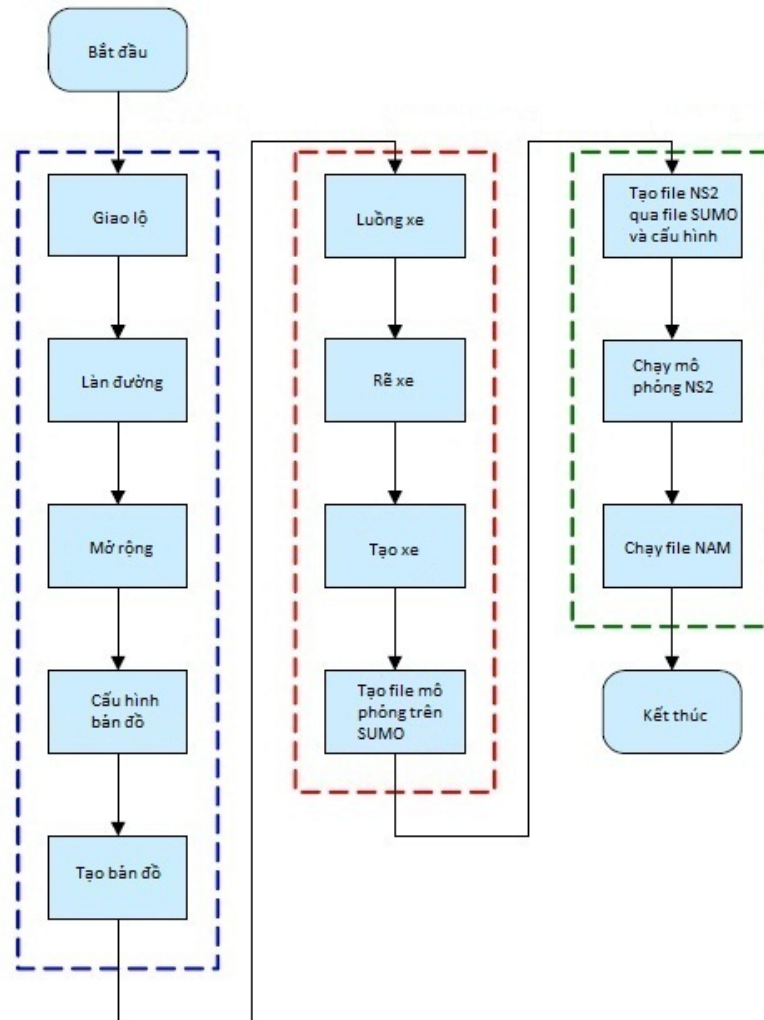
Nếu nút tạo ra đáp ứng tuyến là đích thì nó đặt bảng định tuyến chứa trong yêu cầu tuyến vào đáp ứng tuyến. Nếu nút tương ứng là một nút trung gian, nó gắn thêm tuyến trong bộ nhớ đệm của nó vào bảng định tuyến và sau đó tạo ra một đáp ứng tuyến. Để trả về đáp ứng tuyến, nút tương ứng phải có một tuyến để khởi đầu. Nếu nó có một tuyến để khởi đầu trong bộ nhớ đệm tuyến của nó, nó có thể sử dụng tuyến đó. Trái lại, nếu các đường truyền đối xứng được hỗ trợ, nút có thể khởi đầu một quá trình khám phá tuyến của nó và tiếp tục gọi đi đáp ứng tuyến trên một yêu cầu tuyến mới.

Việc duy trì tuyến được hoàn thành thông qua sử dụng các gói lỗi tuyến và các bản tin xác nhận. Các gói lỗi tuyến được tạo ra ở một nút khi lớp liên kết dữ liệu gặp sự cố đường truyền. Nút nguồn luôn luôn bị dừng khi một tuyến bị cắt đứt (có một liên kết trên tuyến bị lỗi). Khi nhận được một gói lỗi tuyến, chặng bị lỗi sẽ bị loại bỏ khỏi bộ nhớ đệm tuyến của nút và tất cả các tuyến chứa chặng này đều bị cắt ở điểm đó. Ngoài các bản tin lỗi tuyến, các bản tin xác nhận được sử dụng để xác minh sự hoạt động chính xác của các đường thông tuyến. Các bản tin xác nhận như thế bao gồm cả xác nhận thụ động (khi nút di động có thể theo dõi việc chuyển tiếp gói ở chặng kế tiếp trên tuyến)

### III. ĐÁNH GIÁ GIAO THỨC ĐỊNH TUYẾN DSDV, AODV VÀ DSR BẰNG MÔ PHỎNG

#### A. Xây dựng môi trường mô phỏng

Nhóm nghiên cứu đã xây dựng môi trường mô phỏng tích hợp các phần mềm mô phỏng MOVE, SUMO và NS2 để đánh giá các giao thức định tuyến trong mạng giao thông thông minh (xem **Hình 4**).



**Hình 4.** Quy trình mô phỏng mạng không dây trong ITS.

- NS-2 (The Network Simulator): là phần mềm mô phỏng mạng được phát triển tại LBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory). NS2 dùng để mô phỏng các giao thức mạng. Nó cung cấp hỗ trợ đáng kể cho mô phỏng giao thức TCP/IP, định tuyến và các giao thức Multicast trên mạng có dây và không dây. [10]

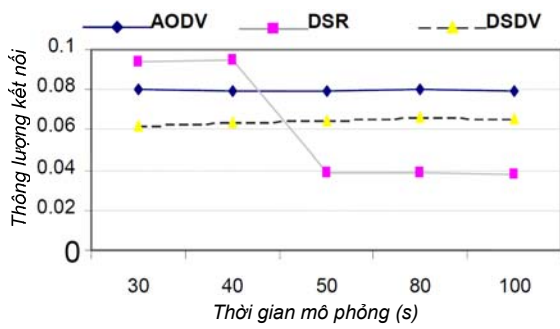
- SUMO (Simulation of Urban Mobility): là phần mềm chuyên mô phỏng giao thông đường bộ trong thành phố, cho phép xây dựng một hệ thống giao thông tùy chỉnh hoặc nhập từ một bản đồ thực tế. Phần mềm sẽ đưa ra cái nhìn trực quan về hệ thống giao thông được mô phỏng. [11]

- MOVE (MObility model generator for VEhicular networks): là công cụ sử dụng khá dễ dàng để nhanh chóng mô phỏng VANET. MOVE là phần mềm chạy trên nền Java và được xây dựng trên một mã nguồn mở. Bằng cách cung cấp một tập hợp các giao diện đồ họa, MOVE cho phép người dùng nhanh chóng tạo ra các kịch bản mô phỏng thực tế. Đầu ra của MOVE là một tập tin dạng TRACE chứa thông tin về giao thông và kịch bản giao thông xe. Từ tập tin TRACE có thể truy xuất ra để mô phỏng bằng phần mềm NS-2 và SUMO. [12]

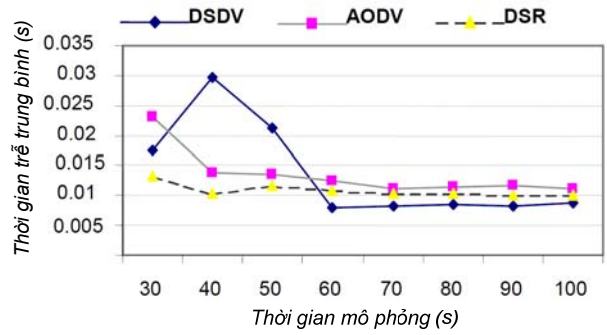
#### B. Đánh giá giao thức DSDV, AODV và DSR trong mạng không dây.

Nghiên cứu dưới đây đưa ra một phân tích định lượng thực tế so sánh hiệu suất của các loại giao thức định tuyến không dây khi áp dụng cho thông tin liên lạc. Nó cho thấy hiệu suất tương đối của ba giao thức định tuyến được đề xuất cho mạng không dây là: DSDV, AODV và DSR.

Các giao thức này được đánh giá trong mạng không dây và kết quả mô phỏng được trình bày ở **Hình 5** và **Hình 6**. Kết quả mô phỏng cho thấy, khi mạng vào trạng thái ổn định, giao thức AODV có thông lượng cao nhất (tỷ lệ số gói tin nhận/ truyền) so với DSDV và DSR. So sánh về thời gian trễ trung bình, giao thức DSDV có thời gian trễ trung bình nhỏ hơn DSR và AODV.



**Hình 5.** Tỷ lệ số gói tin nhận/truyền của DSDV/AODV/DSR



**Hình 6.** Thời gian trễ trung bình của DSDV/AODV/DSR

**C. Đánh giá giao thức AODV trong mạng VANET**

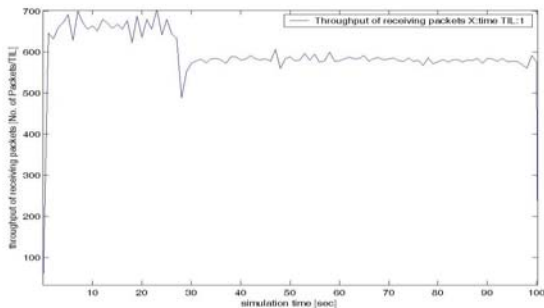
Kịch bản sẽ mô phỏng số lượng 100 xe chạy liên tiếp nhau trên đường và đánh giá khả năng truyền thông tin giữa các xe với nhau. Các thông số và giá trị mô phỏng được miêu tả ở Bảng 1.

**Bảng 1.** Cấu hình mô phỏng

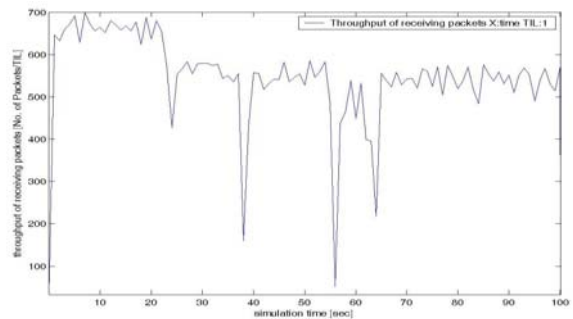
Thông số	Giá trị
Đường truyền	Wireless
Giao diện vật lý	Physical Wireless
Giao thức định tuyến	AODV
Kích thước mô phỏng	1000 x 1000m <sup>2</sup>
Thời gian mô phỏng	100 s
Giao thức truyền	TCP
Số làn đường	1
Tốc độ xe	40 m/s
Tiêu chuẩn mạng không dây	IEEE 802.11

*1) Kết quả mô phỏng khi không có các điểm thu phát bên đường.*

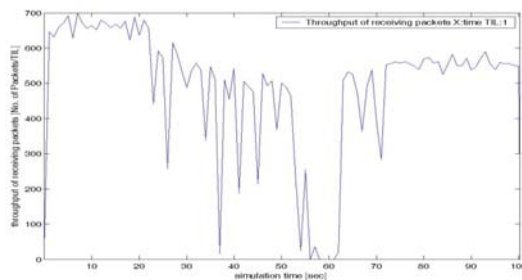
Thông lượng trung bình khi các xe cách nhau 300m là 550 gói/TIL (TIL là đơn vị thời gian mặc định). Với khoảng cách 500m, thông lượng trung bình xấp xỉ bằng 500 gói/TIL, song tại một số thời điểm thông lượng bị rớt đột ngột. Khi khoảng cách là 700m, thông lượng trung bình là 400 gói/TIL, song thông lượng không ổn định theo thời gian – đây là tình huống rớt đường truyền. (xem **Hình 7**, **Hình 8** và **Hình 9**)



**Hình 7.** Thông lượng với khoảng cách là 300m

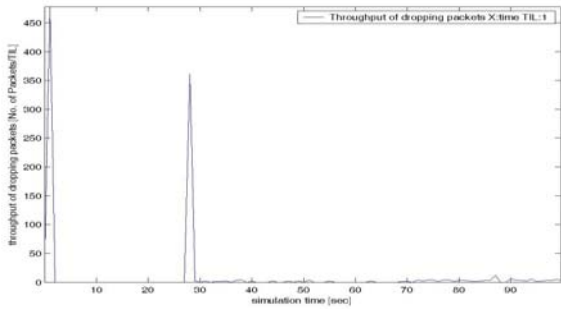


**Hình 8.** Thông lượng với khoảng cách là 500m

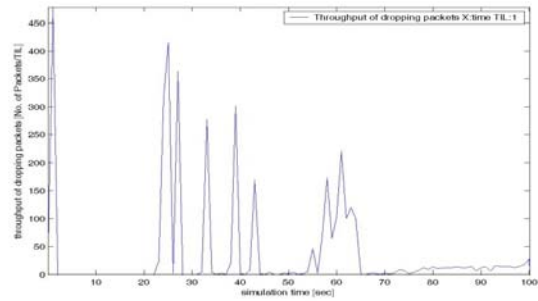


**Hình 9.** Thông lượng với khoảng cách là 700m

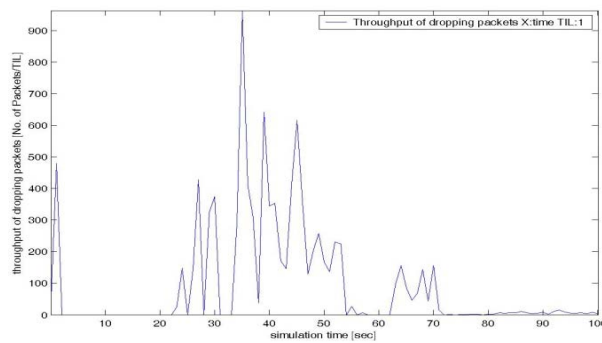
Hiện tượng gói tin bị rớt nhìn chung khá ít khi khoảng cách giữa 2 xe là 300m. Khi khoảng cách là 500m, số lượng gói tin không tới đích tăng đáng kể, khoảng từ giây 23 tới giây 65, thông lượng gói tin bị rớt nhiều nhất vào khoảng 400 gói /TIL. Khi khoảng cách là 700m, lượng gói tin không đến đích từ giây 23 tới giây 70 tăng đột ngột. Có thời điểm thông lượng rơi gói tin là 900 gói /TIL, cao hơn cả mức lưu lượng có thể làm gián đoạn đường truyền. (xem Hình 10, Hình 11 và Hình 12)



**Hình 10.** Thông lượng gói tin bị rớt khi khoảng cách là 300m

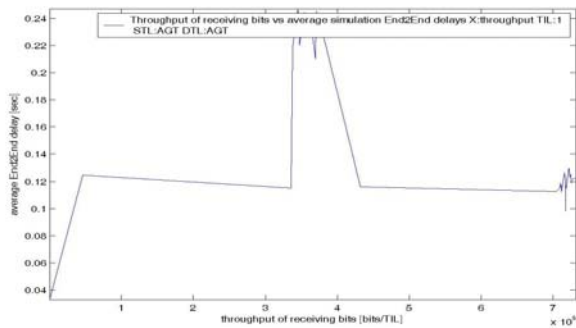


**Hình 11.** Thông lượng gói tin bị rớt khi khoảng cách là 500m

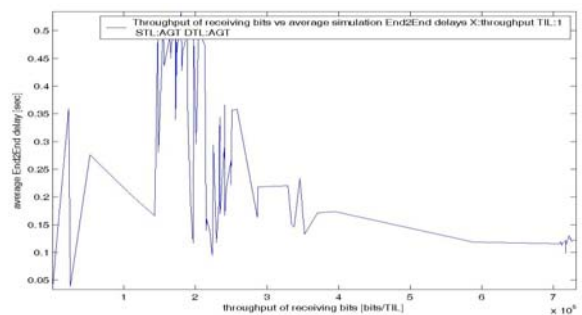


**Hình 12.** Thông lượng gói tin bị rớt khi khoảng cách là 700m

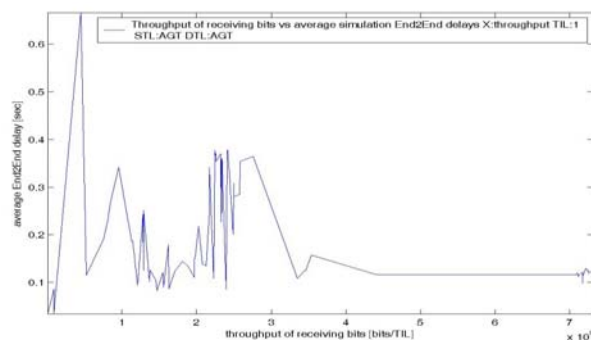
Khi khoảng cách giữa các phương tiện giao thông ngắn, ở mức 300m, sự gia tăng thông lượng kết nối không ảnh hưởng nhiều đến thời gian trễ. Tuy nhiên khi khoảng cách  $\geq 500$  m, thời gian trễ khá lớn khi thông lượng ở mức trung bình, giảm xuống và ổn định hơn khi thông lượng tăng vượt qua ngưỡng này. (xem Hình 13, Hình 14 và Hình 15)



**Hình 13.** Trễ giữa hai đầu cuối khi khoảng cách là 300m.



**Hình 14.** Trễ giữa hai đầu cuối khi khoảng cách là 500m.

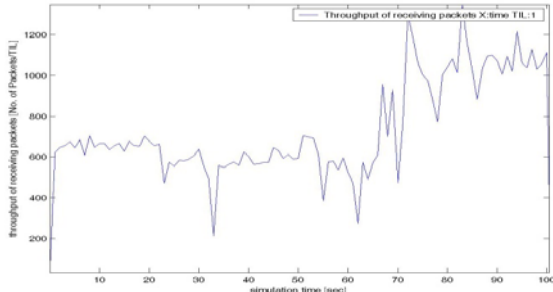


**Hình 15.** Trễ giữa hai đầu cuối khi khoảng cách là 700m.

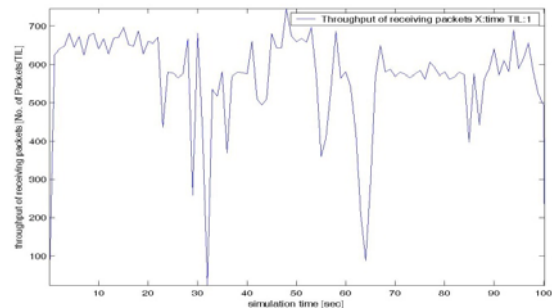
2) *Kết quả mô phỏng khi có các trạm thu phát bên đường.*

Đây là tình huống các phương tiện giao thông có thể liên lạc với nhau thông qua các trạm thu phát vô tuyến được lắp đặt dọc theo trục giao thông.

Thông lượng trung bình khi các xe cách nhau 700m là 600 gói/TIL và tăng lên mức 1000 gói/TIL khi mạng ổn định. Khi khoảng cách là 1000m, thông lượng trung bình là 600 gói/TIL, song thông lượng không ổn định theo thời gian, tại một số thời điểm, có hiện tượng rớt đường truyền. (xem **Hình 16** và **Hình 17**)

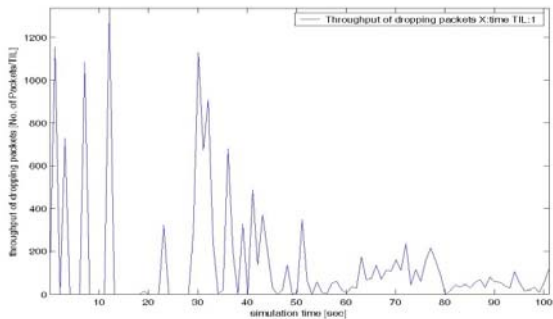


**Hình 16.** Thông lượng với khoảng cách là 700m

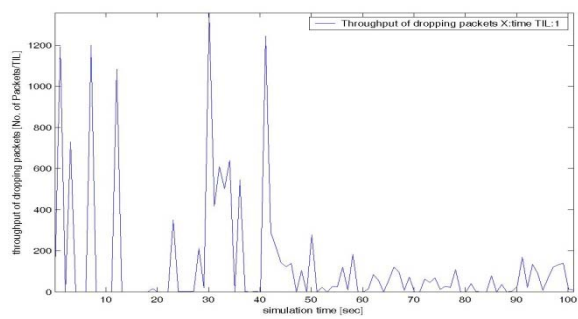


**Hình 17.** Thông lượng với khoảng cách là 1000m

Khi khoảng cách là 700-1000m, lúc khởi động mạng không dây, tần suất rớt gói tin xảy ra thường xuyên, nhiều thời điểm ở mức 1000 gói/TIL. Tuy nhiên, khi mạng đi vào trạng thái ổn định, mức độ gói tin bị rớt đã giảm xuống chỉ còn  $\leq 200$  gói/TIL. (xem **Hình 18** và **Hình 19**)

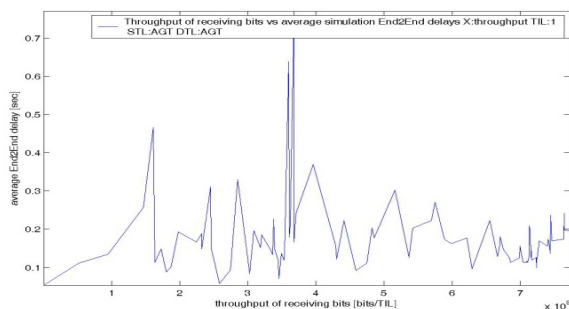


**Hình 18.** Thông lượng gói tin bị rớt khi khoảng cách là 700m

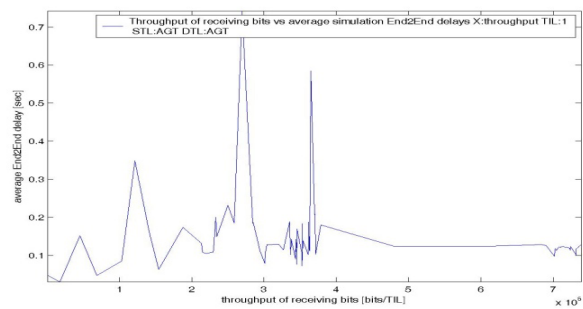


**Hình 19.** Thông lượng gói tin bị rớt khi khoảng cách là 1000m

Khi khoảng cách là 500 m, thời gian trễ khá lớn và không ổn định hơn khi thông lượng tăng. Khi khoảng cách tăng lên 1000 m, thời gian trễ khá lớn khi thông lượng ở mức trung bình, giảm xuống và ổn định hơn khi thông lượng tăng vượt qua ngưỡng này. (xem **Hình 20** và **Hình 21**)



**Hình 20.** Trễ giữa hai đầu cuối khi khoảng cách là 700m.



**Hình 21.** Trễ giữa hai đầu cuối khi khoảng cách là 1000m.

**IV. KẾT LUẬN**

Môi trường mô phỏng tích hợp các phần mềm mô phỏng như: NS-2, MOVE, SUMO đã thể hiện khả năng đánh giá năng lực các giao thức định tuyến trong hệ thống giao thông thông minh. Đây là công cụ có thể được sử dụng để phát triển các giao thức mới cũng như đánh giá năng lực mạng truyền thông VANET khi triển khai các hệ thống giao thông thông minh trong thực tế.

Kết quả đánh giá một số giao thức định tuyến như AODV, DSR và DSDV được mô phỏng theo 2 kịch bản: trong mạng không dây nói chung và áp dụng trong hệ thống giao thông thông minh. Kết quả mô phỏng đã làm rõ khả năng của các giao thức định tuyến này khi được sử dụng trong hệ thống giao thông thông minh. Khi sử dụng giao thức AODV trong mạng giao thông thông minh, mạng không dây có khả năng truyền thông tin tốt khi khoảng cách giữa hai xe là 300m, vẫn chấp nhận được khi khoảng cách tăng lên 700m nhưng sẽ xấu đi khi tăng lên 1000m.

Có thể phát triển tiếp nghiên cứu này như sau:

– Hoàn thiện tiếp môi trường mô phỏng để đánh giá năng lực các giao thức định tuyến không dây trong hệ thống giao thông thông minh với nhiều lựa chọn kết nối như IEEE 802.11, IEEE 802.16, 3G và 4G.

– Đánh giá và thiết kế mới các giao thức định tuyến kết nối giữa các phương tiện giao thông (V2V) dựa theo cấu trúc mạng, vị trí và loại hình dịch vụ.

– Đánh giá và thiết kế mới các giao thức định tuyến kết nối giữa phương tiện giao thông với hạ tầng mạng (V2I) dựa theo cấu trúc mạng không dây cố định, mạng thông tin di động.

## V. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Saif Al-Sultan et. Al, “A comprehensive survey on vehicular AdHoc network,” *Journal of Network and Computer Applications*, Vol. 37, Jan., 2014, pp. 380–392.
- [2] Baraa T. Sharef et. Al, “Vehicular communication adhoc routing protocols: A survey,” *Journal of Network and Computer Applications*, Vol. 40, April, 2014, pp. 363-396.
- [3] G. Karagiannis, O. Altintas, E. Ekici, G. Heijenk, B. Jarupan, K. Lin, and T. Weil, “Vehicular Networking: A Survey and Tutorial on Requirements, Architectures, Challenges, Standards and Solutions,” *IEEE Comm. Survey & Tutorials*, Vol. 13, No. 4, Fourth Quarter 2011.
- [4] Charles E. Perkins and Pravin Bhagwat, “Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing (DSDV) for Mobile Computers,” “ In *Proceedings of the SIGCOMM '94 Conference on Communications Architectures, Protocols and Applications*, pp. 234–244, August 1994.
- [5] Charles E. Perkins and Elizabeth M. Royer. *Ad Hoc On Demand Distance Vector (AODV) Routing*. Internet-Draft, draft-ietf-manet-aodv-02.txt, November 1998.
- [6] Charles E. Perkins and Elizabeth M. Royer, “Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing,” “ In *Proceedings of the Second IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (WMCSA'99)*, pp. 90–100, New Orleans, LA, February 1999.
- [7] David B. Johnson. Routing in Ad Hoc Networks of Mobile Hosts. In *Proceedings of the IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, pages 158–163, December 1994.
- [8] David B. Johnson and David A. Maltz. *Dynamic Source Routing in Ad Hoc Wireless Networks*. In *Mobile Computing*, edited by Tomasz Imielinski and Hank Korth, Chapter 5, pp. 153–181. Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [9] Josh Broch, David B. Johnson, and David A. Maltz. *The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks*. Internet-Draft, draft-ietf-manet-dsr-03.txt, October 1999.
- [10] The Network Simulator: NS-2. Available at <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>.
- [11] SUMO <http://sumo.sourceforge.net/>
- [12] MOVE <http://www.cs.unsw.edu.au/klan/move/>.