

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC
VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM**

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ



NGUYỄN HOÀNG CHIẾN

**NÂNG CAO HIỆU NĂNG TRONG MẠNG VANET BẰNG
VIỆC CẢI TIẾN PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN
TRUY CẬP**

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ HỆ THỐNG THÔNG TIN

Mã số: 9 48 01 04

Hà Nội - 2023

Công trình được hoàn thành tại: Học viện Khoa học và Công nghệ,
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS. Phạm Thanh Giang

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án tiến sĩ cấp Học viện họp tại Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam vào hồi giờ, ngày tháng năm 2023.

Có thể tìm hiểu luận án tại:

1. Thư viện Học viện Khoa học và Công nghệ
2. Thư viện Quốc gia Việt Nam

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ

- 1 Nguyen Hoang Chien and Pham Thanh Giang, “Controlling Adaptive Contention Window to Improve Safe Message Received Rate in VANET”, *International Journal of Computer Networks and Communications (IJCNC)*, 2022, vol. 14, no. 5, pp. 51-64. (SCOPUS Q4)
- 2 Nguyen Hoang Chien and Pham Thanh Giang, “Adaptive Sliding Contention Window Design to Minimize Safe Message Collision Rates with Different Priority Levels in VANET”, *Journal of Communications (JCM)*, 2023, vol. 18, no. 6, pp. 369-376. (SCOPUS Q3)
- 3 Nguyễn Hoàng Chiến, Phạm Thanh Giang, “Đánh giá hiệu năng của giao thức định tuyến với mô hình đường cao tốc trong mạng VANET”, *Hội thảo quốc gia lần thứ XXII: Một số vấn đề chọn lọc của Công nghệ thông tin và truyền thông - Thái Bình*, 28-29/6/2019, pp. 65-70.
- 4 Phạm Thanh Giang, Nguyễn Hoàng Chiến, “Nâng cao khả năng chấp nhận gói tin của giao thức truyền quảng bá trong chuẩn IEEE 802.11p”, *Hội thảo quốc gia lần thứ XXIV: Một số vấn đề chọn lọc của Công nghệ thông tin và truyền thông - Thái Nguyên*, 13-14/12/2021, pp. 337-342.

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của luận án

Mạng phương tiện phi cấu trúc - VANET (Vehicular Ad hoc Network) được sử dụng trong hệ thống giao thông thông minh - ITS (Intelligent Transportation Systems) để điều khiển truyền thông không dây trong môi trường phương tiện. Trong mạng VANET, giao thức IEEE 802.11p đã được chấp thuận là tiêu chuẩn hỗ trợ các ứng dụng giao thông thông minh. Trong chuẩn IEEE 802.11p, lớp vật lý - PHY (Physical) và phân lớp điều khiển truy cập môi trường - MAC (Media Access Control) là hai thành phần quan trọng có tính chất quyết định đến việc sử dụng kênh truyền giữa các luồng dữ liệu [5-7].

Trong những năm gần đây, một lĩnh vực đang được cộng đồng nghiên cứu quan tâm là đi sâu giải quyết những bài toán then chốt tại phân lớp MAC trong chuẩn IEEE 802.11p nhằm cải thiện hiệu năng và nâng cao chất lượng dịch vụ cho các ứng dụng trong mạng VANET. Bài toán trong phân lớp này bao hàm nhiều vấn đề cần giải quyết trong VANET với các ràng buộc phức tạp về mặt kỹ thuật. Trong đó vấn đề được quan tâm nhiều nhất là điều khiển tắc nghẽn gây ra bởi sự tranh chấp tài nguyên và xung đột truyền thông giữa các phương tiện và giữa các luồng lưu lượng dữ liệu trong mạng. Như vậy, bằng cách tăng mật độ phương tiện, tỷ lệ xung đột trên kênh tăng lên dẫn đến xảy ra tắc nghẽn trong mạng. Sự xuất hiện tắc nghẽn làm tăng độ trễ và tỷ lệ mất gói tin (đặc biệt là các thông báo an toàn) dẫn đến giảm thiểu hiệu năng của mạng VANET. Để đảm bảo độ tin cậy, truyền thông phương tiện an toàn và cải thiện hiệu suất của VANET thì chất lượng dịch vụ - QoS (Quality of Service)

phải được hỗ trợ. Điều khiển tắc nghẽn là một cách hiệu quả cần được sử dụng để hỗ trợ QoS. Bằng cách điều khiển tắc nghẽn, độ trễ và tỷ lệ mất gói tin được kiểm soát do đó hiệu năng của VANet có thể được cải thiện nhằm tạo ra một môi trường an toàn và đáng tin cậy hơn cho người dùng VANET [8-12].

Do đó các phương pháp mới để giải quyết các vấn đề này, cần được phát triển để nâng cao hiệu năng trong mạng VANET bằng phương pháp điều khiển tắc nghẽn, đặc biệt là trong các tình huống khẩn cấp khi đó các thông báo an toàn phải được truyền đi một cách nhanh chóng mà không bị mất gói tin và độ trễ đáng kể nào.

2. Mục tiêu nghiên cứu của luận án

Trên cơ sở phân tích tính cấp thiết và động lực nghiên cứu, nghiên cứu sinh lựa chọn đề tài “*Nâng cao hiệu năng trong mạng VANET bằng việc cải tiến phương pháp điều khiển truy cập*”. Để đảm bảo tính khả thi trong nghiên cứu với điều kiện giới hạn về thời gian, hạ tầng trang thiết bị hiện có, nghiên cứu sinh xác định mục tiêu chính của luận án là nghiên cứu, đề xuất mới cải tiến phương pháp điều khiển tắc nghẽn tại lớp MAC nhằm nâng cao hiệu năng trong mạng VANET. Các đề xuất cải tiến tập trung vào điều khiển tương tranh trong mạng thông qua việc điều chỉnh thích ứng kích thước cửa sổ tương tranh - *CW (Contention Window)* và tối ưu hóa các tham số QoS để truyền quảng bá hiệu quả nhằm tăng tỷ lệ nhận, duy trì phân biệt theo độ ưu tiên và giảm tỷ lệ xung đột của các lưu lượng thông báo an toàn. Các cải tiến được cụ thể hóa bằng các nội dung chính sau đây:

1. Đề xuất phương pháp điều khiển cửa sổ tương tranh thích ứng nhằm cải thiện tỷ lệ nhận thành công các thông báo an toàn

trong mạng VANET.

2. Đề xuất phương pháp điều khiển cửa sổ tương tranh trượt thích ứng để nâng cao duy trì phân tách riêng biệt giữa các luồng dữ liệu ưu tiên khác nhau và giảm thiểu tỷ lệ xung đột thông báo an toàn trong mạng VANET.

3. Các nội dung nghiên cứu chính của luận án

Nâng cao hiệu năng trong mạng VANET là một chủ đề nghiên cứu rất rộng và phức tạp. Để hoàn thành mục tiêu nghiên cứu, luận án tập trung vào các đối tượng và phạm vi trong mạng VANET như sau:

1. Đối tượng nghiên cứu:
 - i. Tầng điều khiển truy cập môi trường truyền MAC trong chuẩn 802.11.
 - ii. Cơ chế điều khiển truy cập kênh truyền phân tán nâng cao IEEE 802.11p EDCA (Enhanced Distributed Channel Access).
2. Phạm vi nghiên cứu:
 - i. Nghiên cứu giải pháp điều khiển thích ứng kích thước cửa sổ tương tranh trong cơ chế truy nhập kênh truyền phân tán nâng cao IEEE 802.11p EDCA, và tối ưu hóa các tham số QoS để truyền quảng bá hiệu quả cho các luồng lưu lượng thông báo an toàn nhằm nâng cao hiệu năng mạng.

CHƯƠNG 1. NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN VỀ MẠNG VANET

1.1 Giới thiệu mạng không dây Ad hoc

1.2 Giới thiệu mạng VANET

1.3 Các thành phần giao thức trong VANET

1.4 Hiệu năng mạng VANET

1.4.1 Khái niệm về hiệu năng

1.4.2 Các độ đo hiệu năng mạng

1.4.3 Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu năng

1.4.3.1 Hiện tượng multipath trên đường truyền

1.4.3.2 Sự suy giảm tín hiệu và dung lượng kênh truyền

1.4.3.3 Biến động về định tuyến

1.4.3.4 Điều khiển tắc nghẽn

Khi có nhiều gói tin từ nhiều nguồn khác nhau cùng đến nút mạng với một cổng ra giống nhau ở cùng thời điểm thì chỉ có duy nhất một gói tin được chuyển tiếp đến các nút mạng khác, các gói tin còn lại bị đẩy vào một hàng đợi tại liên kết đầu ra mà chúng yêu cầu. Nếu tốc độ chuyển các gói tin đi khỏi nút mạng nhỏ hơn tốc độ các gói tin đến nút mạng thì sau một khoảng thời gian hàng đợi sẽ đầy và xảy ra hiện tượng tắc nghẽn. Trên thực tế, phương pháp điều khiển tắc nghẽn của giao thức TCP (Transmission Control Protocol) được đề xuất cho các mạng có dây khi mà tắc nghẽn là nguyên nhân chính dẫn đến mất gói tin. Tuy nhiên, trong MANET mất gói tin có thể xảy ra do tắc nghẽn, mất định tuyến, và lỗi kênh truyền. Thật vậy, MANET đối mặt với các vấn đề tương tranh do việc chia sẻ môi trường không dây giữa tất cả các nút di động dẫn đến việc tăng số lượng gói tin bị mất trong mạng. Tính di động là một vấn đề chính gây ra mất định tuyến và do đó dẫn đến mất gói tin trong mạng. Hơn nữa, có nhiều thách thức liên quan đến các liên kết không dây gây ra mất gói tin trong mạng không dây, chẳng hạn như bị tấn công, lỗi liên kết, lỗi kênh truyền và chia sẻ băng thông không công bằng [23, 52-54]. Các phương pháp điều khiển tắc nghẽn hiện có trong

MANET không hiệu quả trong VANET do đặc tính riêng của VANET so với MANET. Một số nguyên nhân tắc nghẽn cần được xem xét như [55]:

- *Do lưu lượng mạng*
- *Khả năng hạn chế của nút mạng*
- *Tính không đồng nhất giữa các mạng liên kết*
- *Hạn chế của giao thức*

1.4.4 Phương pháp đánh giá hiệu năng trong mạng VANET

1.5 Kết luận Chương 1

Trong chương này, luận án đã trình bày khái quát về mô hình, cấu trúc điều khiển, các thành phần giao thức và các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu năng trong mạng VANET. Trong đó đi sâu phân tích các vấn đề đang tồn tại có ảnh hưởng lớn đến hiệu năng trong mạng VANET. Trên cơ sở các vấn đề này, hướng nghiên cứu của luận án được xác định là đề xuất cơ chế, giải pháp điều khiển tắc nghẽn nhằm cải thiện hiệu năng và chất lượng dịch vụ truyền dữ liệu trong mạng VANET.

Nội dung chương được tổng hợp từ các tài liệu chuyên ngành và một phần được trích rút từ công bố trong 01 bài báo khoa học chuyên ngành [CT3].

CHƯƠNG 2. PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN TẮC NGHẼN TRONG MẠNG VANET

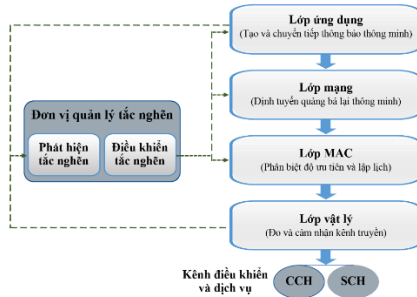
2.1 Điều khiển tắc nghẽn trong mạng VANET

2.1.1 Nguyên lý điều khiển tắc nghẽn

2.1.2 Kiến trúc điều khiển tắc nghẽn xuyên lớp

Trong Hình 2.1 [62], một thực thể quản lý được xem xét để phát hiện và điều khiển tắc nghẽn. Phát hiện tắc nghẽn sử dụng một số

thông tin từ lớp ứng dụng để phát hiện tắc nghẽn xảy ra trong mạng. Ngoài ra, tắc nghẽn có thể được phát hiện bằng cách cảm nhận kênh truyền trong lớp vật lý và đo một số tham số như mức độ sử dụng kênh truyền.



Hình 2.1 Kiến trúc điều khiển tắc nghẽn xuyên lớp trong VANET [62]

Việc điều khiển tắc nghẽn có thể được tiến hành theo những cách khác nhau trong các lớp mạng khác nhau.

2.1.3 Phương pháp phát hiện tắc nghẽn

Trong VANET, phát hiện tắc nghẽn sử dụng hai phương pháp bao gồm phương pháp dựa trên sự kiện và dựa trên phép đo [62, 64]. Phương pháp dựa trên sự kiện phát hiện tắc nghẽn dựa trên các thông báo an toàn hướng sự kiện.

Phương pháp dựa trên phép đo phát hiện tắc nghẽn bằng cách định kỳ cảm nhận kênh truyền và đo một số thông số như số lượng thông báo trong hàng đợi [19], thời gian chiếm dụng kênh truyền [65] và mức độ sử dụng kênh truyền [62].

2.1.4 Phương pháp điều khiển tắc nghẽn

Phương pháp điều khiển tắc nghẽn trong VANET có thể được phân loại dựa trên các tiêu chí khác nhau. Nó dựa trên phương pháp quyết định ngăn chặn hoặc điều khiển tắc nghẽn, các phương pháp điều khiển tắc nghẽn trong VANET có thể được phân thành ba loại

bao gồm: các phương pháp chủ động, phản ứng và phương pháp lai [11, 62, 66].

Trong phương pháp chủ động, dựa trên một số thông tin như số lượng phương tiện lân cận, mô hình khởi tạo dữ liệu, các tham số truyền được điều chỉnh sao cho khi xảy ra tắc nghẽn sẽ được ngăn chặn. Phương pháp phản ứng sử dụng thông tin về các điều kiện tắc nghẽn kênh truyền để quyết định phương pháp nên tiến hành điều khiển tắc nghẽn bằng cách điều chỉnh các tham số truyền. Phương pháp điều khiển tắc nghẽn thứ ba là các phương pháp lai sử dụng các lợi thế của các phương pháp chủ động và phản ứng.

2.2 Một số vấn đề điều khiển tắc nghẽn còn tồn tại đối với cơ chế truyền quảng bá trong mạng VANET.

Trên cơ sở các phân tích ở trên cho thấy việc điều khiển tắc nghẽn trong VANET phải đối mặt với nhiều vấn đề, thách thức do những đặc tính riêng biệt của VANET. Một số vấn đề còn tồn tại có thể nhận thấy đó là công nghệ IEEE 802.11 chưa có phương pháp quản lý tài nguyên một cách hiệu quả. Đặc biệt là trong trường hợp truyền quảng bá các thông báo an toàn. Cụ thể là:

Không thể truyền lại đối với các lần truyền quảng bá không thành công bởi vì chúng không thể phát hiện được lỗi.

Kích thước cửa sổ tương tranh không thể thay đổi vì thiếu sự khôi phục tại phân lớp MAC đối với các khung tin quảng bá.

Vấn đề nút ẩn tồn tại do thiếu trao đổi RTS/CTS.

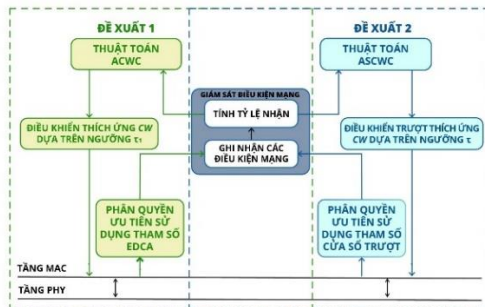
Do khả năng truy cập kênh của mỗi phương tiện được xác định trực tiếp bởi giao thức CSMA/CA trong lớp MAC, vấn đề tắc nghẽn kênh có thể được giải quyết bằng cách làm giảm khả năng truy cập kênh thông qua việc sửa đổi các tham số điều khiển của giao thức CSMA/CA. Điều khiển tắc nghẽn bằng cách xác định các giá trị phù

hợp cho kích thước CW và AIFS để điều khiển truy cập kênh truyền. Vấn đề đang tồn tại của việc sử dụng EDCA là các tham số phân lớp MAC không thích ứng với các điều kiện thay đổi của mạng. Đặc biệt khi mạng bão hòa, số lượng phương tiện tương tranh để truy cập môi trường không dây có thể trở nên rất lớn dẫn đến tăng tỷ lệ xung đột giữa các luồng dữ liệu có độ ưu tiên cao và độ ưu tiên thấp đang cạnh tranh cơ hội truyền.

2.3 Hướng tiếp cận giải quyết vấn đề điều khiển tắc nghẽn

2.4 Hướng tiếp cận và định hướng nghiên cứu của luận án

Trên cơ sở phân tích các hướng tiếp cận giải quyết vấn đề điều khiển tắc nghẽn hiện có, luận án xác định cách tiếp cận tốt nhất để nâng cao hiệu năng trong mạng VANET bằng cách sử dụng phương pháp giám sát mạng thụ động. Theo phương pháp này tác giả luận án tập trung cải tiến giao thức truyền quảng bá kết hợp điều chỉnh động kích thước cửa sổ tương tranh để điều khiển tắc nghẽn. Mục tiêu hướng tới nâng cao khả năng tiếp nhận, phân biệt hiệu quả theo độ ưu tiên và giảm thiểu tỷ lệ xung đột thông báo an toàn trong điều kiện khi tải của mạng tăng cao.



ACWC: Adaptive Contention Window Control
ASCWC: Adaptive Sliding Contention Window Control

Hình 2.2 Mô hình so sánh hai giải pháp đề xuất

Hình 2.7 cho thấy đề giải quyết bài toán đặt ra, tác giả luận án nghiên cứu hai nội dung đề xuất chủ yếu sau:

Đề xuất 1: *Đề xuất phương pháp điều khiển cửa sổ tương tranh thích ứng –ACWC (Adaptive Contention Window Control) để cải thiện tỷ lệ nhận thành công các thông báo an toàn trong mạng VANET.*

Đề xuất 2: *Đề xuất phương pháp điều khiển cửa sổ tương tranh trượt thích ứng – ASCWC (Adaptive Sliding Contention Window Control) để nâng cao duy trì phân tách riêng biệt giữa các luồng dữ liệu ưu tiên khác nhau và giảm thiểu tỷ lệ xung đột thông báo an toàn trong mạng VANET.*

2.5 Kết luận Chương 2

Trong chương này, tác giả luận án đi sâu phân tích nguyên lý điều khiển tắc nghẽn, kiến trúc điều khiển tắc nghẽn xuyên lớp, phương pháp phát hiện và điều khiển tắc nghẽn trong mạng VANET, đồng thời nhận diện các vấn đề đang còn tồn tại. Luận án cũng điềm lại những nghiên cứu liên quan theo các hướng tiếp cận chủ đạo trong những năm gần đây mà các nhà nghiên cứu trong nước và trên thế giới đã đạt được. Trên cơ sở đó, luận án trình bày định hướng nghiên cứu để giải quyết các vấn đề đã lựa chọn. Nội dung chương được tổng hợp từ các tài liệu chuyên ngành và một phần được trích rút từ công bố trong 01 bài báo khoa học chuyên ngành [CT4].

CHƯƠNG 3. ĐIỀU KHIỂN CỬA SỔ TƯƠNG TRANH THÍCH ỨNG ĐỂ CẢI THIỆN TỶ LỆ NHẬN THÀNH CÔNG CÁC THÔNG BÁO AN TOÀN TRONG MẠNG VANET

3.1 Đặt vấn đề

3.2 Một số nghiên cứu liên quan

3.3 Giải pháp điều khiển cửa sổ tranh tranh thích ứng ACWC

3.3.1 Phương pháp giám sát lưu lượng quảng bá trong mạng

Để kết hợp cơ chế EDCA trong VANET, tác giả phân loại các thông báo khác nhau theo mức độ khẩn cấp và yêu cầu độ trễ như được liệt kê trong Bảng 3.1 [7, 40, 77].

Bảng 3.1 Mức độ ưu tiên của các loại thông báo trong VANET

Priority	Các loại thông báo trong VANET
Priority 1: (AC[3])	Thông báo khẩn cấp
Priority 2: (AC[2])	Thông báo cảnh báo khẩn cấp
Priority 3: (AC[1])	Thông báo quảng bá định kỳ
Priority 4: (AC[0])	Thông báo quảng cáo dịch vụ

Theo tiêu chuẩn DSRC trong VANET, mỗi phương tiện quảng bá trạng thái của mình cho những phương tiện lân cận khoảng 10 lần mỗi giây [93, 94]. Như vậy, một nút trong VANET có thể phát hiện xung đột và tắc nghẽn bằng cách phân tích số trình tự - SN (Sequence Number) của các khung tin mà nút đã nhận được thành công từ các nút lân cận [95]. Dựa trên việc quan sát các khung tin nhận được gần đây, một nút có thể xác định các điều kiện cục bộ hiện tại của mạng.

3.3.2 Cấu trúc dữ liệu ghi nhận lưu lượng quảng bá trong mạng

Để xác định trạng thái cục bộ của mạng, mỗi nút duy trì một bảng với cấu trúc dữ liệu như trình bày trong Hình 3.3, để ghi lại thông báo phản hồi từ các nút lân cận mà một nút đã nhận được trong các khung tin gần đây.

<i>Địa chỉ MAC</i>	<i>Số trình tự</i>	<i>Tỷ lệ nhận</i>	<i>Nhãn thời gian</i>
--------------------	--------------------	-------------------	-----------------------

Hình 3.3 Cấu trúc dữ liệu trong bảng

Các mục trong bảng được cập nhật một cách định kỳ, dữ liệu trong các mục cập nhật trước đó sẽ được loại bỏ để không làm ảnh hưởng đến việc tính toán các điều kiện mạng cục bộ. Sau một ngưỡng thời gian chờ nếu một thông báo broadcast không được nhận từ một nút thì mục đó sẽ bị loại bỏ khỏi bảng với giả định rằng nút đó đã ra khỏi phạm vi truyền.

3.3.3 Phương pháp tính tỷ lệ nhận

Để xác định tỷ lệ nhận của một nút i , một giá trị gọi là RR_{avg}^i được sử dụng để tính toán giá trị của tỷ lệ nhận trung bình. Số trình tự là tham số quan trọng để xác định tỷ lệ nhận. Để xác định RR_{avg}^i , sự khác biệt giữa các số trình tự đã nhận sẽ được kiểm tra thông qua tham số gọi là SN_{diff} . Giá trị SN_{diff} được tính bởi công thức (3.1).

$$SN_{diff} = \begin{cases} 1, & \text{if } SN_{rev} - SN_{prev} = 1 \\ 0, & \text{if } SN_{rev} - SN_{prev} > 1 \end{cases} \quad (3.1)$$

Trong một mạng thay đổi nhanh như VANET, cần chú trọng đến các điều kiện gần đây nhất của mạng, vì lý do này giá trị trung bình có trọng số được sử dụng. RR_{avg}^i được tính toán bằng công thức (3.2) như sau:

$$RR_{avg}^{i_{new}} = (1-\alpha) * SN_{diff} + \alpha * RR_{avg}^{i_{old}} \quad (3.2)$$

Trong công thức (3.2), giá trị α được chọn trong khoảng $[0, 1]$ nhằm điều chỉnh cập nhật thông tin trong bảng từ đó tính RR_{avg}^i thay đổi nhanh chóng với tình trạng của mạng. Mỗi nút sử dụng một bộ đếm thời gian cập nhật và thông qua một biến để điều chỉnh hoạt động của bộ đếm thời gian nhằm xác định trạng thái của một nút như duy trì, hay đã kết thúc. Khi bộ đếm thời gian đã kết thúc, một nút sẽ xác định tình trạng của mạng và do đó điều chỉnh các tham số truyền dẫn.

Như đã giải thích trước đó, RR_{avg}^i được xác định cho mỗi nút bất

cứ khi nào một khung tin được nhận. Mặt khác, giá trị trung bình của tỷ lệ nhận được sử dụng để xác định RR_{local} , và giá trị này chỉ được tính toán theo chu kỳ. Công thức (3.3) được sử dụng để tính toán RR_{local} .

$$RR_{local} = \sum_{i=1}^N \frac{RR_{avg}^i}{N} \quad (3.3)$$

Trong đó N là số lượng nút nhận được trong phạm vi truyền được xác định dựa trên phương pháp trong mục 3.3.1. Khi một nút xác định RR_{local} , giá trị này sẽ được so sánh với giá trị RR_{local} đã lưu trước đó để điều chỉnh kích thước của CW .

3.3.4 Thuật toán điều khiển cửa sổ tương tranh thích ứng

Để điều khiển thích ứng kích thước CW cần điều chỉnh bộ đếm thời gian backoff để truyền thông báo kịp thời theo tình trạng của mạng, cụ thể là theo tỷ lệ nhận thông báo và mật độ phương tiện cục bộ. Trong đó cơ chế điều chỉnh kích thước cửa sổ tương tranh được thực hiện như mục 3.3.3 dựa trên việc phân tích số trình tự khung tin nhận được ở phân lớp MAC. RR_{avg}^i là một dấu hiệu về mức độ tắc nghẽn của mạng và lưu lượng dữ liệu từ một phương tiện cần phải được kiểm soát. Thuật toán điều khiển cửa sổ tương tranh thích ứng được trình bày như sau:

Bảng 3.2 Thuật toán điều khiển cửa sổ tương tranh thích ứng

Algorithm Adaptive Contention Window Control

Input: Các giá trị CW mặc định cho từng AC và giá trị ngưỡng τ_1

Output: Các giá trị CW thích ứng cho từng AC

Khi một gói tin được gửi đến lớp MAC

for each *Time do*

/*Tính toán tham số RR_{local} dựa trên phương pháp được đề xuất trong mục 3.3.3*/

if $RR_{local} > \tau_1$ **then**

for ($level = 0$; $level < MAX_PRI$; $level++$)

```

    CW_old ← CW_[level]
    new_window ← (CW_old / scaling_factor)
    win_size ← ((new_window) – 1)
    /*Tính giá trị mới kích thước của sổ tương tranh*/
    CW_[level] ← win_size
    if (CW_[level] < CW_min_[level])
        CW_[level] = CW_min_[level]
    end if
end for
else if RRlocal < τ1 then
    for (level = 0; level < MAX_PRI; level++)
        CW_old ← CW_[level]
        new_window ← (CW_old * scaling_factor)
        win_size ← ((new_window) + 1)
        /*Tính giá trị mới kích thước của sổ tương tranh*/
        CW_[level] ← win_size
        if (CW_[level] > CW_max_[level])
            CW_[level] = CW_max_[level]
        end if
    end for
else
    Duy trì CW hiện tại;
end if
end for

```

3.4 Mô phỏng và kết quả

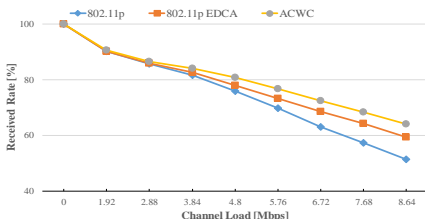
3.4.1 Thiết lập mô hình mạng và tham số mô phỏng

Kịch bản mô phỏng được thiết kế là một đường cao tốc thẳng được biểu diễn hình tròn [17] với bán kính bên trong 300 m, gồm 8 làn phương tiện đi về hai hướng mỗi hướng 4 làn đường và khoảng cách giữa các làn đường là 5 m. Các làn đường đều có vận tốc nhỏ

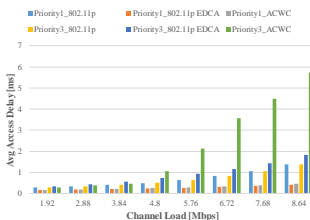
nhất 16,7 m/s (60 km/h) và vận tốc lớn nhất 25 m/s (90 km/h). Khoảng cách giữa các phương tiện là 20 m. Các phương tiện quảng bá và cập nhật trạng thái tới các phương tiện lân cận sau mỗi 100 ms, trong đó tốc độ gửi gói tin là 10 packet/s.

3.4.2 Các độ đo hiệu năng

3.4.3 Phân tích và đánh giá kết quả mô phỏng



Hình 3.6 Tỷ lệ nhận của toàn bộ lưu lượng truy cập



Hình 3.9 Độ trễ truy cập

Kết quả mô phỏng thể hiện trong Hình 3.6, cho thấy thuật toán điều khiển cửa sổ tương tranh thích ứng của cơ chế đề xuất đã cải thiện tỷ lệ nhận thông báo an toàn so với cơ chế mặc định trong chuẩn 802.11p. Khi tải kênh thấp, kết quả mô phỏng cho thấy thuật toán điều khiển cửa sổ tương tranh thích ứng ảnh hưởng rất ít đến tỷ lệ nhận thông báo.

Khi tải kênh ở mức trung bình, được thể hiện trong các kịch bản có tải kênh là 3.84 Mbps, 4.8 Mbps và 5.76 Mbps. Tác giả luận án nhận thấy khi tải kênh tăng cao lên gần bằng băng thông, thuật toán điều khiển cửa sổ tương tranh thích ứng cho thấy tác động hiệu quả trong việc cải thiện tỷ lệ nhận các thông báo an toàn. Kết quả mô phỏng cho thấy tỷ lệ nhận thông báo an toàn của cơ chế đề xuất tăng xấp xỉ từ 3 đến 7% so với cơ chế trong chuẩn 802.11p.

Khi tải kênh ở mức cao, đặc biệt khi mạng có mật độ phương tiện dày đặc, lưu lượng mạng vượt quá băng thông của kênh được thể

hiện trong các trường hợp tải kênh là 6.72 Mbps, 7.68 Mbps và 8.64 Mbps. Luận án nhận thấy thuật toán cải thiện đáng kể tỷ lệ nhận toàn bộ thông báo an toàn tăng xấp xỉ từ 5% - 14% so với cơ chế trong chuẩn 802.11p. Tuy nhiên trong trường hợp này khi thuật toán điều chỉnh tăng kích thước CW để cải thiện tỷ lệ nhận thành công các thông báo an toàn dẫn đến làm tăng độ trễ truy cập như kết quả mô phỏng thể hiện trong Hình 3.9. Tuy nhiên tất cả các lớp lưu lượng trong các trường hợp này đều duy trì độ trễ truy cập ở mức thấp hơn mục tiêu 100 ms.

3.5 Kết luận Chương 3

Trong chương này đã đề xuất một cơ chế phối hợp mới để truyền broadcast thích ứng dựa trên điều khiển kích thước CW nhằm cải thiện tỷ lệ nhận thành công các thông báo an toàn.

Kết quả nghiên cứu của chương này được công bố trên tạp chí quốc tế về mạng máy tính và truyền thông thuộc danh mục SCOPUS [CT1].

CHƯƠNG 4. THIẾT KẾ CỬA SỔ TƯƠNG TRANH TRƯỢT THÍCH ỨNG ĐỂ GIẢM THIỂU TỶ LỆ XUNG ĐỘT THÔNG BÁO AN TOÀN TRONG MẠNG VANET

4.1 Đặt vấn đề

4.2 Một số nghiên cứu liên quan

4.3 Giải pháp điều khiển cửa sổ tương tranh trượt thích ứng ASCWC

4.3.1 Cơ chế điều khiển truy cập ưu tiên

Trong cơ chế điều khiển cửa sổ tương tranh trượt thích ứng - ASCWC (Adaptive Sliding Contention Window Control), mỗi AC[i] được cung cấp các phạm vi CW riêng biệt. Do đó, mỗi loại lưu lượng

dữ liệu khác nhau sẽ chọn bộ đếm thời gian backoff thay đổi động trong phạm vi $[0, CW[AC[i]]]$ tương ứng. Bằng cách phân biệt chặt chẽ giữa phạm vi CW của từng loại lưu lượng dữ liệu, ASCWC giải quyết được vấn đề suy giảm băng thông của lưu lượng dữ liệu có độ ưu cao do các lưu lượng có độ ưu tiên thấp thường xuyên chiếm dụng kênh truyền. Hơn nữa, nó có thể giúp các thông báo an toàn có mức độ ưu tiên cao có thể truy cập kênh nhanh hơn và giảm thiểu được sự xung đột giữa các thông báo an toàn. Để cải thiện hiệu quả băng thông trong điều kiện tải kênh khác nhau, phạm vi CW có thể trùng lặp giữa các lưu lượng dữ liệu khác nhau. Trong ASCWC, tham số $ASCW_{size}[AC[i]]$ là kích thước CW cho một loại lưu lượng dữ liệu. Nó được tính theo công thức (4.1) như sau:

$$ASCW_{size}[AC[i]] = 2 * SF[AC[i]] \quad (4.1)$$

Trong công thức (4.1), $SF[AC[i]]$ là hệ số trượt cho mỗi loại lưu lượng dữ liệu nhằm xác định thích ứng mức độ trượt lên hoặc trượt xuống của CW .

Ngoài ra, tham số $ASCW_{size}[AC[i]]$ quy định $CW_{LB}[AC[i]]$ là giới hạn dưới và $CW_{UB}[AC[i]]$ giới hạn trên của CW tại bất kỳ thời điểm nào. Các giới hạn này được điều chỉnh khi cửa sổ trượt nhưng vẫn nằm trong khoảng $CW_{min}[AC[i]]$ và $CW_{max}[AC[i]]$. Khởi tạo ban đầu các tham số $CW_{LB}[AC[i]]$ và $CW_{UB}[AC[i]]$ tính theo công thức (4.2), (4.3) như sau:

$$CW_{LB}[AC[i]] = CW_{min}[AC[i]] \quad (4.2)$$

$$CW_{UB}[AC[i]] = CW_{min}[AC[i]] + ASCW_{size}[AC[i]] \quad (4.3)$$

Các tham số $CW_{LB}[AC[i]]$ và $CW_{UB}[AC[i]]$ quy định khoảng thời gian mà từ đó các $AC[i]$ chọn ngẫu nhiên giá trị backoff.

Tham số $backoff_{new}$ là bộ đếm thời gian backoff mới mà một phương tiện sử dụng để điều chỉnh kích thước CW , nó được chọn ngẫu nhiên trong phạm vi $[CW_{LB}[AC[i]], CW_{UB}[AC[i]]]$ được tính theo công thức (4.4) như sau:

$$backoff_{new} = CW_{LB}[AC[i]] + random((CW_{UB}[AC[i]] - CW_{LB}[AC[i]] + 1)) \quad (4.4)$$

Trong bảng 4.1, luận án thiết lập các tham số cho cơ chế đề xuất để phân quyền ưu tiên bằng phương pháp điều khiển cửa sổ tương tranh trượt.

Bảng 4.1 Tham số luồng dữ liệu ưu tiên

Các loại thông báo	Priority	CW_{min}	CW_{max}	$SF[AC[i]]$	$ASCW_{size}[AC[i]]$	AIFS
Thông báo khẩn cấp	Priority 1	0	28	2	4	2
Thông báo cảnh báo khẩn cấp	Priority 2	8	56	4	8	3
Thông báo định kỳ	Priority 3	16	256	16	32	6

4.3.2 Thuật toán điều khiển cửa sổ tương tranh trượt thích ứng

Trong đó cơ chế đề xuất điều chỉnh kích thước cửa sổ tương tranh được thực hiện như ý tưởng điều chỉnh kích thước CW dựa trên [97] việc phân tích số trình tự khung tin nhận được ở phân lớp MAC. Một nút sẽ tính toán tham số RR_{local} để dự đoán về tình trạng mạng và giá trị này chỉ được tính toán theo chu kỳ như mục 3.3.3. Do đó, khi một nút xác định RR_{local} , giá trị này sẽ được so sánh với giá trị RR_{local} đã lưu trước đó để điều chỉnh kích thước của CW . Mỗi nút duy trì một giá trị ngưỡng τ cố định và sử dụng tham số $SF[AC[i]]$ để điều khiển thích ứng kích thước $ASCW_{size}[AC[i]]$ như mục 4.3.1. Thuật toán điều khiển cửa sổ tương tranh trượt thích ứng được trình bày như sau:

Bảng 4.2 Thuật toán điều khiển cửa sổ tương tranh trượt thích ứng

Algorithm Adaptive Sliding Contention Window Control

Input: Các giá trị CW trượt cho từng AC trong mục 4.3.1 và giá trị ngưỡng τ

$CW_{LB}[AC[i]]$ là giới hạn dưới của $CW_{min}[AC[i]]$;

$CW_{UB}[AC[i]]$ là giới hạn trên của $CW_{min}[AC[i]] + ASCW_{size}[AC[i]]$;

Output: Các giá trị CW trượt thích ứng cho từng AC

Khi một gói tin được gửi đến lớp MAC

for each $Time$ **do**

/*Tính toán tham số RR_{local} dựa trên phương pháp được đề xuất trong mục 3.3.3*/

if $RR_{local} > \tau$ **then**

for ($i = 0$; $i < MAX_PRI$; $i++$)

if ($CW_{LB}[AC[i]] - SF[AC[i]] \geq CW_{min}[AC[i]]$)

$CW_{LB}[AC[i]] \leftarrow CW_{LB}[AC[i]] - SF[AC[i]]$

$CW_{UB}[AC[i]] \leftarrow CW_{UB}[AC[i]] - SF[AC[i]]$

else

$CW_{LB}[AC[i]] \leftarrow CW_{min}[AC[i]]$

$CW_{UB}[AC[i]] \leftarrow CW_{min}[AC[i]] + ASCW_{size}[AC[i]]$

end if

end for

else if $RR_{local} < \tau$ **then**

for ($i = 0$; $i < MAX_PRI$; $i++$)

if ($CW_{UB}[AC[i]] + SF[AC[i]] \leq CW_{max}[AC[i]]$)

$CW_{LB}[AC[i]] \leftarrow CW_{LB}[AC[i]] + SF[AC[i]]$

$CW_{UB}[AC[i]] \leftarrow CW_{UB}[AC[i]] + SF[AC[i]]$

else

$CW_{LB}[AC[i]] \leftarrow CW_{max}[AC[i]] - ASCW_{size}[AC[i]]$

$CW_{UB}[AC[i]] \leftarrow CW_{max}[AC[i]]$

end if

end for

else

Duy trì CW hiện tại;

end if
end for

4.4 Đánh giá kết quả bằng mô phỏng

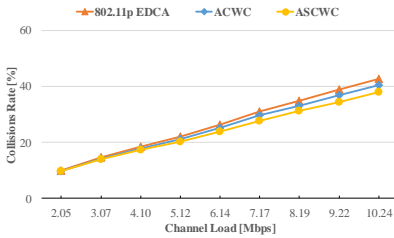
4.4.1 Các tham số mô phỏng

4.4.2 Các độ đo hiệu năng

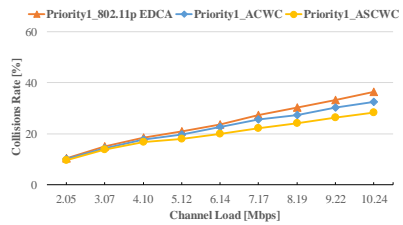
4.4.3 Kết quả mô phỏng

4.4.3.1 Mô hình đường cao tốc đô thị

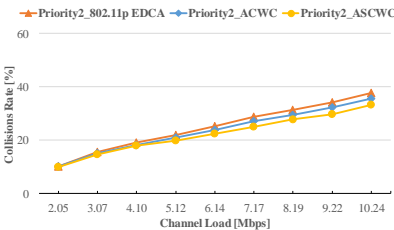
Trong mô hình đường cao tốc đô thị, tác giả luận án mô phỏng chín kịch bản với mật độ phương tiện thay đổi theo các điều kiện khác nhau của mạng để đánh giá hiệu quả của cơ chế được đề xuất so với các cơ chế khác về tỷ lệ xung đột và độ trễ truy cập.



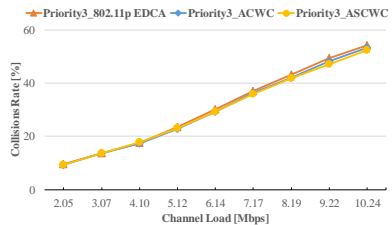
Hình 4.3 Tỷ lệ xung đột của toàn bộ lưu lượng truy cập trong mô hình đường cao tốc đô thị.



Hình 4.4 Tỷ lệ xung đột Priority 1 trong mô hình đường cao tốc đô thị



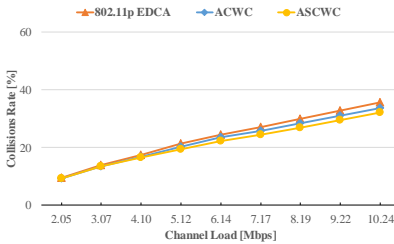
Hình 4.5 Tỷ lệ xung đột Priority 2 trong mô hình đường cao tốc đô thị



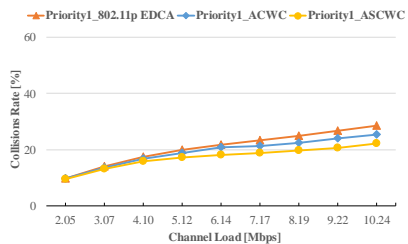
Hình 4.6 Tỷ lệ xung đột Priority 3 trong mô hình đường cao tốc đô thị

4.4.3.2 Mô hình đường cao tốc nông thôn

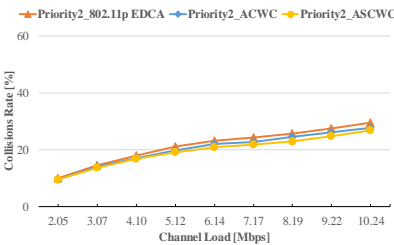
Tác giả luận án mô phỏng mô hình đường cao tốc nông thôn để đánh giá hiệu quả của cơ chế được đề xuất trong các mô hình đường giao thông khác nhau. Chín kịch bản với mật độ phương tiện khác nhau dưới cùng một mức độ ưu tiên trong bảng 4.4 được tạo ra để đánh giá hiệu quả của cơ chế được đề xuất tương tự như trong mô hình đường cao tốc đô thị.



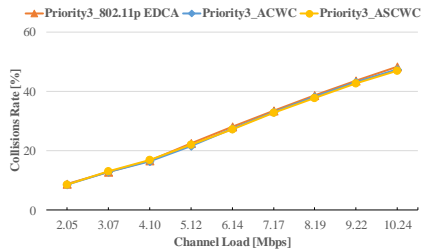
Hình 4.10 Tỷ lệ xung đột của toàn bộ lưu lượng truy cập trong mô hình đường cao tốc nông thôn.



Hình 4.11 Tỷ lệ xung đột Priority 1 trong mô hình đường cao tốc nông thôn.



Hình 4.12 Tỷ lệ xung đột Priority 2 trong mô hình đường cao tốc nông thôn.



Hình 4.13 Tỷ lệ xung đột Priority 3 trong mô hình đường cao tốc nông thôn.

4.4.4 Phân tích kết quả mô phỏng

Kết quả mô phỏng thể hiện trong Hình 4.3 và Hình 4.10, cho thấy phương pháp của cơ chế được đề xuất đạt được kết quả tốt nhất trong việc giảm thiểu xung đột thông báo. Lý do là do các cơ chế IEEE802.11p EDCA gốc và ACWC sử dụng phương pháp điều

Điều khiển CW dựa trên việc chọn ngẫu nhiên bộ đếm thời gian backoff trong phạm vi $[0, CW[AC[i]]]$ với phân bố đồng đều. Tuy nhiên, giá trị được tối ưu hóa của CW phải phản ánh mức độ ưu tiên và điều kiện kênh truyền. Vì vậy, cơ chế được đề xuất điều khiển bộ đếm thời gian backoff thông qua việc cung cấp sự phân biệt chặt chẽ giữa các phạm vi CW của từng loại lưu lượng dữ liệu, nên đạt được kết quả tốt nhất.

Khi tải kênh ở mức thấp, được thể hiện trong các kịch bản có tải kênh từ 2.05 Mbps đến 4.10 Mbps. Kết quả mô phỏng trong hai mô hình cho thấy thuật toán điều khiển cửa sổ tranh chấp trượt thích ứng ảnh hưởng rất ít đến tỷ lệ xung đột thông báo an toàn. Tỷ lệ xung đột toàn bộ thông báo an toàn trong cơ chế được đề xuất giảm 1% khi so với các cơ chế 802.11p EDCA và ACWC. Khi tải kênh ở mức trung bình và cao hơn băng thông có tải kênh từ 5.12 Mbps đến 6.14 Mbps, cơ chế được đề xuất đạt được hiệu quả trong việc giảm thiểu tỷ lệ xung đột tốt hơn. Đối với mô hình đường cao tốc đô thị, tỷ lệ giảm từ 5% đến 8% khi so sánh với cơ chế theo chuẩn 802.11p EDCA và từ 2,6% đến 4,5% khi so sánh với cơ chế ACWC. Đối với mô hình đường cao tốc nông thôn, tỷ lệ giảm từ 5,4% đến 6,7% khi so sánh với cơ chế theo chuẩn 802.11p EDCA và từ 2,1% đến 3,9% khi so sánh với cơ chế ACWC. Đặc biệt khi mạng có mật độ phương tiện cao và bão hòa, tải kênh lớn hơn từ 1.2 đến 1.7 lần so với băng thông liên quan đến tải kênh từ 7.17 Mbps đến 10.24 Mbps. Cơ chế được đề xuất giảm thiểu đáng kể tỷ lệ xung đột toàn bộ lưu lượng thông báo an toàn. Đối với mô hình đường cao tốc đô thị, tỷ lệ giảm từ 9% đến 14% khi so sánh với cơ chế theo chuẩn 802.11p EDCA và từ 6% đến 7% khi so sánh với cơ chế ACWC. Đối với mô hình đường cao tốc nông thôn,

tỷ lệ giảm từ 7,5% đến 10,5% khi so với cơ chế theo chuẩn 802.11p EDCA và từ 3,7% đến 4,7% khi so với cơ chế ACWC.

4.5 Kết luận Chương 4

Mục tiêu chính của chương tập trung vào vấn đề duy trì sự phân biệt theo độ ưu tiên và làm giảm thiểu tỷ lệ xung đột thông báo an toàn trong mạng VANET. Kết quả nghiên cứu của chương này được công bố trên tạp chí quốc tế về truyền thông thuộc danh mục SCOPUS [CT2].

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Vấn đề nâng cao hiệu năng trong mạng VANET là cần thiết và có ý nghĩa thực tế, cung cấp giải pháp hỗ trợ chất lượng dịch vụ QoS trong mạng phương tiện phi cấu trúc. Trải qua một thời gian nghiên cứu, đề tài luận án “*Nâng cao hiệu năng trong mạng VANET bằng việc cải tiến phương pháp điều khiển truy cập*” đã đạt được một số kết quả mang tính mới, tuy nhiên vẫn còn tồn tại một số hạn chế cần tiếp tục nghiên cứu phát triển.

(a) Kết quả đạt được

Đóng góp vào hướng nghiên cứu, luận án đưa ra được hai nội dung có tính mới như sau:

- (1) Luận án đã đề xuất phương pháp điều khiển cửa sổ tranh thích ứng nhằm cải thiện tỷ lệ nhận thành công thông báo an toàn trong mạng VANET. Thông qua phương pháp giám sát mạng trong cơ chế được đề xuất mỗi phương tiện phân tích các khung tin nhận thành công được gửi gần đây để nhận biết điều kiện cục bộ hiện tại của mạng như xung đột hoặc tắc nghẽn. Dựa trên kết quả nhận được, cơ chế được đề xuất điều khiển kích thước CW và sử dụng cơ chế EDCA để

truyền các luồng dữ liệu với độ ưu tiên khác nhau. Kết quả của đề xuất này được công bố trên tạp chí quốc tế về mạng máy tính và truyền thông thuộc danh mục SCOPUS Q4 [CT1].

- (2) Luận án đã đề xuất phương pháp nâng cao khả năng thích ứng của cửa sổ tranh bằng việc thiết kế cửa sổ trượt. Thuật toán điều khiển kích thước CW bằng cách trượt cửa sổ với hệ số thay đổi động nhằm giảm tỷ lệ xung đột giữa các loại lưu lượng thông báo an toàn. Mỗi lưu lượng dữ liệu chọn bộ đếm thời gian backoff thay đổi động trong phạm vi $[0, CW_i]$, có thể trùng lặp phạm vi CW với các lưu lượng dữ liệu khác để cải thiện hiệu quả băng thông trong các điều kiện khác nhau của mạng. Cơ chế được đề xuất đảm bảo phân tách riêng biệt giữa các luồng dữ liệu ưu tiên khác nhau và giảm thiểu đáng kể tỷ lệ xung đột. Kết quả của đề xuất này được công bố trên tạp chí quốc tế về truyền thông thuộc danh mục SCOPUS Q3 [CT2].

(b) Hạn chế

Bên cạnh một số kết quả đã đạt được, luận án vẫn còn tồn tại một số hạn chế cần tiếp tục nghiên cứu liên quan đến điều khiển tắc nghẽn trong thời gian tới nhằm nâng cao hiệu năng trong mạng VANET.

- (1) Các cơ chế đề xuất chưa xem xét các vấn đề khác ảnh hưởng đến hiệu năng của mạng VANET như ảnh hưởng của công suất truyền và phạm vi truyền, ảnh hưởng của tốc độ truyền nhằm mục đích nâng cao thông lượng hệ thống trong khi giảm độ trễ của thông báo an toàn.

(c) Hướng phát triển

Dựa trên các kết quả nghiên cứu trong luận án này, một số hướng nghiên cứu trong tương lai có thể được khuyến nghị như sau:

- (1) Nghiên cứu sử dụng phương pháp giám sát mạng kết hợp điều chỉnh phạm vi truyền bằng cách điều khiển công suất truyền nhằm giữ tải mạng dưới ngưỡng nhất định. Đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến tải mạng thông qua điều chỉnh các tham số liên quan phạm vi truyền theo yêu cầu của ứng dụng an toàn.
- (2) Sử dụng phương pháp giám sát mạng đã đề xuất trong luận án, nghiên cứu tích hợp điều chỉnh hiệu quả tốc độ truyền cho tất cả các lớp lưu lượng thông báo an toàn trong các điều kiện mạng khác nhau.
- (3) Nghiên cứu và đề xuất các cơ chế điều khiển cửa sổ tương tranh linh hoạt hơn cho hệ thống giao thông thông minh dựa trên nền tảng Internet phương tiện - IoV (Internet of Vehicles).