

MỘT THUẬT TOÁN ĐỊNH TUYẾN XUYỀN LỚP ĐẢM BẢO QoT TRONG MẠNG MANET

Lê Hữu Bình¹, Võ Thanh Tú², Nguyễn Văn Tam³

¹ Khoa Công nghệ thông tin, Trường Cao đẳng Công nghiệp Huế

² Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

³ Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

binh.lehuu@hueic.edu.vn, vttu@hueuni.edu.vn, nvtam46@gmail.com

TÓM TẮT— Trong trường hợp mạng MANET có vùng diện tích rộng và mật độ nút cao, ảnh hưởng của các hiệu ứng vật lý xảy ra trên các lộ trình truyền dữ liệu đến chất lượng tín hiệu truyền dẫn là rất nghiêm trọng, làm suy giảm hiệu năng mạng. Bài báo tập trung nghiên cứu các thuật toán định tuyến dưới điều kiện ràng buộc ảnh hưởng của các hiệu ứng vật lý xảy ra trên đường truyền. Từ đó, chúng tôi cải tiến thuật toán DSR sử dụng kỹ thuật định tuyến xuyên lớp kết hợp với agent tĩnh nhằm giảm xác suất nghẽn mạng, giảm thiểu số gói tin điều khiển. Các hiệu ứng vật lý được xem xét bao gồm nhiễu tích lũy trên đường truyền, suy hao công suất tín hiệu qua môi trường truyền dẫn.

Từ khóa— MANET, Định tuyến xuyên lớp, định tuyến ràng buộc SNR, agent tĩnh.

I. GIỚI THIỆU

Công nghệ truyền thông không dây đã và đang được ứng dụng rộng rãi trong mạng viễn thông nói chung, mạng truyền dữ liệu và mạng máy tính nói riêng. Ở lớp truy nhập môi trường truyền, một số mô hình mạng không dây đang được sử dụng phổ biến như mạng Wifi IEEE 802.11, mạng không dây mắt lưới (WMN: Wireless Mesh Network), mạng cảm biến không dây (WSN: Wireless Sensor Network), mạng tùy biến di động (MANET: Mobile ad-hoc Network). Trong đó, mô hình mạng MANET đang ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực. Đặc trưng cơ bản của mạng MANET là các nút mạng giao tiếp ngang hàng với nhau qua môi trường không dây, không có trung tâm điều khiển. Mỗi nút mạng hoạt động vừa như một máy chủ, vừa như một thiết bị định tuyến. Tốp mạng thường xuyên biến đổi theo sự di chuyển của nút.

Trong thời gian gần đây, đã có nhiều công trình nghiên cứu tập trung vào các giao thức điều khiển truyền dữ liệu nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên mạng. Trong đó, định tuyến là lớp giao thức được nghiên cứu nhiều nhất. Hầu hết các công trình nghiên cứu tập trung vào việc cải tiến các thuật toán định tuyến nhằm giảm xác suất nghẽn, giảm độ trễ truyền tải, nâng cao thông lượng mạng [2, 3, 4]. Định tuyến có xem xét đến chất lượng truyền dẫn (QoT: Quality of Transmission) trong mạng MANET cũng đã được một số nhóm nghiên cứu triển khai. Nhóm tác giả [1] đã đề xuất một thuật toán định tuyến cải tiến của AODV sử dụng mô hình xuyên lớp có xét đến QoT. Cụ thể, các tác giả đã thêm một trường có tên LC (Link Cost) vào gói RREP. LC là tổng của ba thành phần: tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu (SNR: Signal Noise Ratio), độ trễ và thời gian tồn tại của nút (node lifetime). Dựa trên giá trị LC trong gói RREP, thuật toán định tuyến sẽ lựa chọn lộ trình có giá trị LC tốt nhất để truyền dữ liệu. Trong [5], một thuật toán định tuyến có xét đến các tham số SNR và công suất thu (RP - Received Power) đã được đề xuất với mục tiêu lựa chọn lộ trình truyền dữ liệu có SNR và RP tốt nhất. Thuật toán được cải tiến trên nền thuật toán DSR và AODV bằng cách tích hợp thêm hai trường vào gói RREP, với độ dài của mỗi trường là 8 bits để chứa thông tin SNR và RP. Sau đó, dựa trên thông tin của các trường SNR và RP, thuật toán định tuyến sẽ lựa chọn lộ trình có chất lượng tín hiệu truyền dẫn tốt nhất. Để đánh giá hiệu quả thực thi của thuật toán được đề xuất ở trên, các tác giả đã thực thi mô phỏng trên phần mềm OPNET Moduler 14.5. Các tham số hiệu năng được đánh giá là tỷ lệ truyền gói tin thành công, trễ truyền tải trung bình và chi phí hoạt động. Một phương pháp khác đã được sử dụng cho việc nghiên cứu các thuật toán định tuyến ràng buộc ảnh hưởng của các hiệu ứng vật lý trong mạng MANET là đưa các tham số vật lý vào hàm trọng số của các kết nối. Sau đó, thuật toán định tuyến sẽ lựa chọn lộ trình có tổng trọng số nhỏ nhất theo nghĩa chịu ảnh hưởng nhỏ nhất của các hiệu ứng vật lý. Nhóm tác giả trong [6] đã đề xuất một hàm trọng số phản ánh tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu trung bình WSA (Weighted Signal to noise ratio Average) cho giao thức định tuyến DSDV. Hàm trọng số WSA sử dụng thông tin về SNR được cung cấp bởi lớp vật lý để xác định chất lượng của các kết nối trong mạng. Kết quả mô phỏng đã cho thấy rằng, với việc sử dụng hàm trọng số WSA, hiệu năng của mạng MANET được cải thiện về mặt thông lượng và độ trễ. Ngoài các phương pháp đã nêu ở trên, phương pháp sử dụng lý thuyết logic mờ để nghiên cứu các thuật toán định tuyến ràng buộc ảnh hưởng của các hiệu ứng vật lý trong mạng MANET cũng đã được triển khai. Nhóm tác giả trong [7] đã sử dụng lý thuyết logic mờ để đề xuất một thuật toán định tuyến có tên ERPN (Efficient Routing Protocol under Noisy Environment). Các hiệu ứng vật lý được xem xét thông qua các tham số cường độ tín hiệu và hệ số nhiễu. Các tác giả đã chứng minh rằng, thuật toán ERPN mang lại tỷ lệ truyền gói tin thành công và thông lượng cao hơn, giảm số kết nối bị lỗi và giảm tỷ lệ lỗi bit so với các thuật toán truyền thống.

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu đã được đề cập ở trên, chúng tôi nhận thấy rằng, kỹ thuật định tuyến có xem xét đến các điều kiện ràng buộc ảnh hưởng của các hiệu ứng vật lý trong mạng MANET đã được một số nhóm tác giả triển khai. Mục tiêu của các thuật toán định tuyến đã được đề xuất là giảm số gói dữ liệu bị hủy bỏ do không đảm bảo QoT, nâng cao hiệu năng mạng. Trong bài báo này, chúng tôi tiếp tục phát triển hướng nghiên cứu này, đề xuất một

thuật toán định tuyến với mục tiêu lựa chọn được tập lộ trình có QoT tốt nhất để truyền dữ liệu. Thuật toán có tên là QoT-A-DSR (Quality of Transmission using Agent in DSR), được đề xuất dựa trên kỹ thuật định tuyến xuyên lớp kết hợp với tác tử tĩnh (SA: Static Agent). Trong phạm vi nghiên cứu của bài, tham số QoT được xem xét là tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu (SNR), đây là tham số vật lý có ảnh hưởng lớn nhất đến chất lượng tín hiệu truyền dẫn.

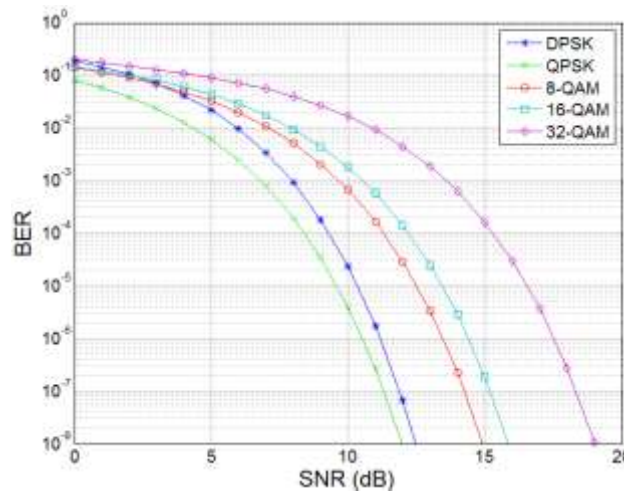
Các phần tiếp theo của bài báo được bố cục như sau: Phần II phân tích ảnh hưởng của SNR đến hiệu năng mạng MANET. Phần III phân tích kỹ thuật định tuyến trong mạng MANET theo phương pháp tiếp cận mô hình xuyên lớp. Phần IV trình bày thuật toán định tuyến QoT-A-DSR. Phần V là một số kết quả mô phỏng và thảo luận. Cuối cùng, phần VI là kết luận và đề xuất các hướng nghiên cứu tiếp theo.

II. ẢNH HƯỞNG CỦA SNR ĐẾN HIỆU NĂNG MẠNG MANET

SNR là một trong những tham số quan trọng để đánh giá chất lượng kênh truyền dữ liệu trong mạng viễn thông, sử dụng cho cả mạng có dây và không dây, được định nghĩa như sau [7]:

$$SNR = 10 \log_{10} \left(\frac{P_s}{P_n} \right) \quad (dB) \quad (1)$$

trong đó, P_s là công suất tín hiệu và P_n là công suất nhiễu. Trên một kênh truyền dữ liệu, giá trị SNR càng cao thì chất lượng truyền dẫn càng tốt, tỷ lệ bit lỗi (BER) càng thấp. Một trong những phương pháp để xác định mối quan hệ giữa SNR và BER là sử dụng công cụ BERtool trong phần mềm MATLAB. Bằng phương pháp này, chúng tôi đã xác định được đường đặc tính theo lý thuyết của BER và SNR theo các kỹ thuật điều chế khác nhau như ở hình 1. Ta thấy rằng, khi SNR tăng thì BER giảm dần theo hàm mũ. Với kỹ thuật điều chế DPSK (Differential Phase Shift Keying), nếu SNR của kênh truyền là 8dB, giá trị BER tương ứng là 10^{-3} , nhưng nếu SNR tăng lên đến 10dB thì BER giảm xuống còn 2×10^{-5} . Tương tự, với kỹ thuật điều chế QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), giá trị BER giảm từ 2×10^{-4} xuống còn 4×10^{-6} khi SNR tăng từ 8dB đến 10dB.

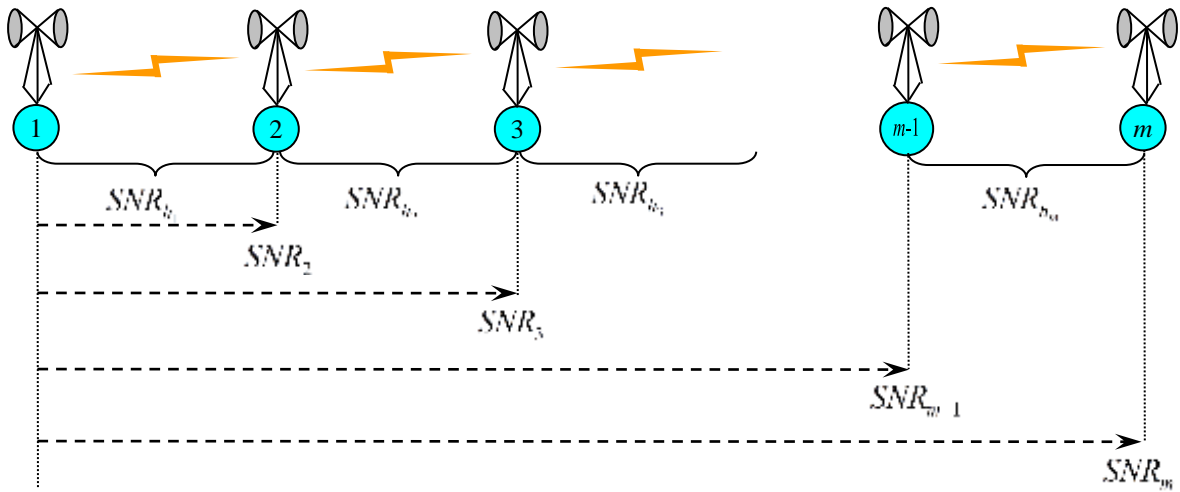


Hình 1. Sự thay đổi của BER theo SNR đối với kỹ thuật điều chế DPSK, QPSK và QAM

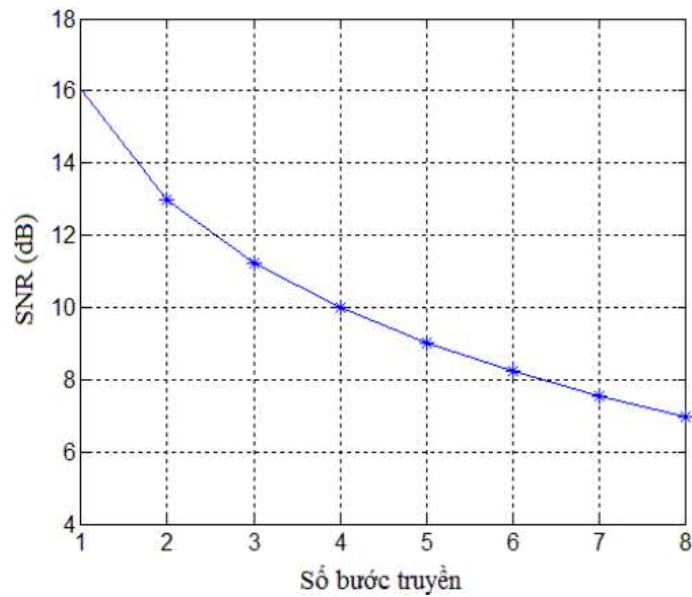
Trong mạng MANET, khi dữ liệu truyền qua nhiều nút trung gian, công suất nhiễu tích lũy dọc theo đường truyền tăng dần, làm cho SNR giảm dần theo phương trình (2). Mặt khác, khi SNR càng giảm thì BER càng tăng lên như đã phân tích ở hình 1. Vì vậy, để đảm bảo QoT trong mạng MANET, điều kiện ràng buộc về SNR cần phải được xem xét trong các thuật toán định tuyến. Để phân tích sự suy giảm SNR khi dữ liệu truyền qua nhiều nút trung gian, chúng tôi xét một lộ trình truyền dữ liệu từ nguồn đến đích qua m nút ($m-1$ bước truyền) với cấu trúc như ở hình 2. Khi đó, SNR tại đầu thu của kênh truyền dữ liệu được xác định theo phương trình nghịch đảo sau đây [12]:

$$\frac{1}{SNR_m} = \sum_{i=1}^{m-1} \frac{1}{SNR_{h_i}} \quad (2)$$

trong đó, SNR_m là giá trị SNR tại nút đích (nút m), SNR_{h_i} là giá trị SNR của bước truyền thứ i . Để thấy rõ sự thay đổi SNR theo tổng số bước truyền mà gói dữ liệu đi qua trong mạng MANET theo phương trình (3), chúng tôi xét trường hợp mạng MANET có SNR trung bình trên mỗi bước truyền là 16dB. Từ kết quả tính toán trên hình 3 ta thấy rằng, giá trị SNR giảm dần khi dữ liệu truyền qua nhiều bước truyền. Nếu dữ liệu chỉ truyền qua 1 bước truyền (không đi qua nút trung gian nào) thì SNR là 16 dB, nhưng nếu truyền qua 2 bước truyền thì SNR giảm xuống còn 12.5dB. Giá trị này giảm xuống đến 6.5 dB nếu dữ liệu truyền qua 8 bước truyền. SNR càng giảm thì BER càng tăng như đã phân tích ở phần trên. Vì vậy, để đảm bảo chất lượng dịch vụ, điều kiện ràng buộc về SNR trên lộ trình truyền dữ liệu phải được xem xét trong thuật toán định tuyến. Trong phần tiếp theo dưới đây, chúng tôi phân tích các thuật toán định tuyến có xem xét đến vấn đề này.



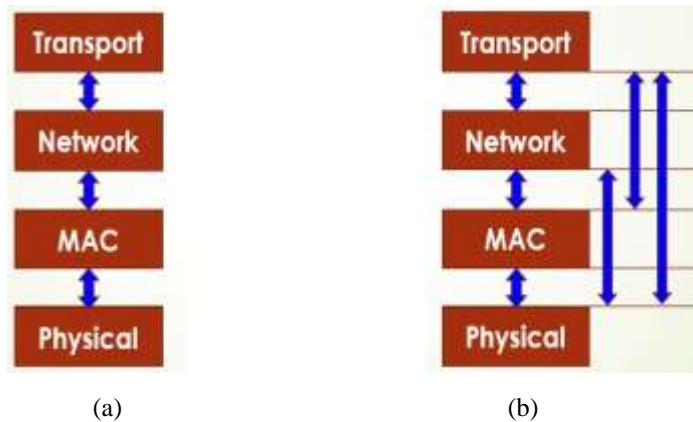
Hình 2. Mô hình phân tích SNR trên một lộ trình truyền dữ liệu trong mạng MANET



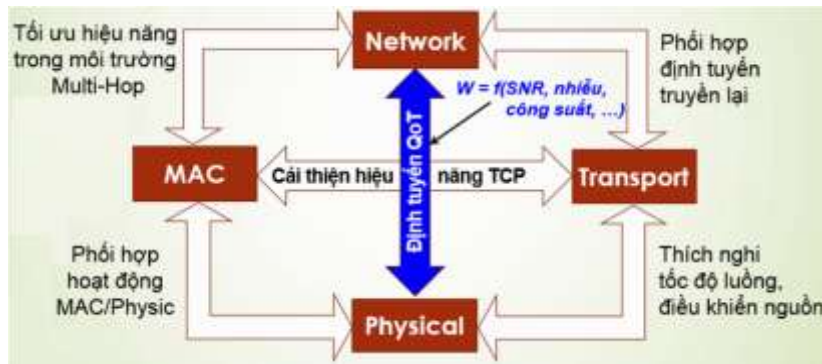
Hình 3. Sự thay đổi SNR theo tổng số bước truyền trong mạng MANET

III. ĐỊNH TUYẾN XUYÊN LỚP TRONG MẠNG MANET

Trong mô hình OSI, nguyên tắc phân lớp rõ ràng về mặt chức năng đã đóng một vai trò quan trọng trong lĩnh vực viễn thông/Internet. Đặc trưng của mô hình OSI là mỗi lớp thực hiện một số chức năng riêng biệt, chỉ các lớp cạnh nhau mới có thể trao đổi thông tin với nhau. Điều này gặp phải một số nhược điểm trong trường hợp các lớp không lân cận nhau muốn có được thông tin của nhau để thực thi các giao thức điều khiển nhằm nâng cao hiệu năng mạng.



Hình 4. So sánh các mô hình: (a) OSI và (b) xuyên lớp



Hình 5. Mối quan hệ giữa các lớp trong mô hình phân lớp [11]

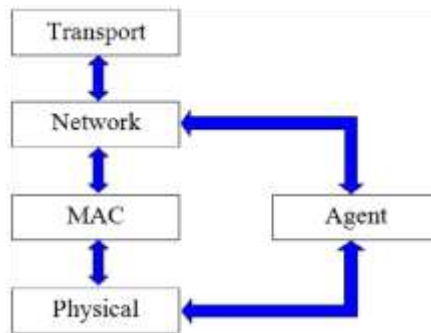
Mô hình xuyên lớp (Cross-Layer) là mô hình cho phép các lớp không lân cận vẫn có thể trao đổi thông tin cho nhau như cho thấy ở hình 4(b). Tùy theo việc trao đổi thông tin giữa các lớp mà cho phép thực hiện một số chức năng để nâng cao hiệu năng mạng như minh họa ở hình 5. Trong bài báo này, chúng tôi tập trung vào kỹ thuật định tuyến xuyên lớp dựa trên việc trao đổi thông tin trực tiếp giữa lớp mạng và lớp vật lý.

IV. THUẬT TOÁN ĐỊNH TUYẾN ĐẢM BẢO QoT SỬ DỤNG TÁC TỬ

Để nâng cao chất lượng tín hiệu truyền dẫn trong mạng MANET, chúng tôi đề xuất một thuật toán định tuyến được đặt tên là QoT-A-DSR (Quality of Transmission using Agent in DSR). Thuật toán QoT-A-DSR được đề xuất dựa trên nguyên lý của thuật toán DSR, sử dụng tác tử (agent) để cập nhật thông tin về chất lượng tín hiệu truyền dẫn (QoT) ở lớp vật lý đến lớp mạng để thực hiện quá trình định tuyến.

A. Cấu trúc nút mạng theo mô hình xuyên lớp sử dụng tác tử trong thuật toán QoT-A-DSR

Để có thể sử dụng các thông tin về chất lượng tín hiệu truyền dẫn làm tham số định tuyến, lớp mạng cần phải được trao đổi thông tin trực tiếp với lớp vật lý. Điều này chỉ có thể thực hiện thông qua mô hình xuyên lớp như đã phân tích ở phần III. Trong mô hình được đề xuất, chức năng trao đổi thông tin xuyên lớp được thực hiện thông qua tác tử với cấu trúc như ở hình 6, tác tử được sử dụng trong mô hình này là tác tử tĩnh (static agent).



Hình 6. Cấu trúc nút mạng MANET theo mô hình xuyên lớp sử dụng tác tử

B. Thuật toán QoT-A-DSR

Với cấu trúc nút mạng như ở hình 6, thuật toán định tuyến QoT-A-DSR được thực hiện bằng cách tích hợp thêm một trường có tên QoT trong gói RREQ, trường QoT chứa các thông tin về chất lượng tín hiệu truyền dẫn được cập nhật từ lớp vật lý thông qua tác tử. Nguyên lý hoạt động của thuật toán QoT-A-DSR là khi mỗi nút trung gian nhận được gói tin yêu cầu khám phá lộ trình RREQ, tác tử trong nút sẽ tiến hành tính toán giá trị QoT từ nguồn đến nút hiện tại theo phương trình 2. Nếu thỏa mãn ngưỡng cho phép thì gói RREQ mới được phát quảng bá đến các nút láng giềng của nó. Ngược lại thì gói RREQ sẽ bị hủy bỏ. Thuật toán 1 mô tả chi tiết các bước thực hiện của thuật toán QoT-A-DSR.

Điểm khác nhau cơ bản giữa thuật toán QoT-A-DSR và thuật toán DSR là quy trình xử lý gói tin RREQ của giai đoạn khám phá lộ trình. Cụ thể, với thuật toán DSR, khi một nút nhận được gói tin yêu cầu khám phá lộ trình mới (RREQ), nút đó sẽ tiến hành kiểm tra xem trước đó đã nhận được gói tin RREQ này chưa. Nếu đã nhận được thì loại bỏ gói RREQ và không xử lý gì thêm. Với thuật toán QoT-A-DSR, nếu gói RREQ đã được nhận trước đó thì gói này vẫn không bị loại bỏ. Thay vào đó là nút đang xử lý sẽ tính toán giá trị SNR từ nút nguồn đến nút đang xét theo phương trình 2. Giá trị SNR này được tính toán và cập nhật vào gói RREQ nhờ agent tĩnh trong nút như đã mô tả ở hình 6. Nếu SNR tính được lớn hơn SNR đang lưu trữ trong router cache của nút thì quá trình xử lý gói RREQ vẫn được tiếp tục. Nút đang xét sẽ cập nhật thông tin gói RREQ mới thay cho RREQ đã nhận được trước đó. Quá trình xử lý gói RREQ sẽ

tiếp tục như trường hợp nút này trước đó chưa nhận được gói RREQ. Một điểm khác biệt nữa giữa thuật toán QoT-A-DSR và thuật toán DSR là tại mỗi nút trung gian, nếu giá trị SNR tính được nhờ agent tĩnh không đạt ngưỡng cho phép thì gói RREQ sẽ bị hủy bỏ, nghĩa là nút hiện tại không tiếp tục phát quảng bá gói RREQ đến các nút láng giềng của nó. Điều này sẽ làm giảm số gói RREQ trong giai đoạn khám phá lộ trình.

Thuật toán 1: Thuật toán định tuyến xuyên lớp đảm bảo QoT sử dụng tác tử: QoT-A-DSR

```

1:   Phân tích yêu cầu khám phá lộ trình mới;
2:   repeat
3:     Phát quảng bá gói RREQ đến các nút láng giềng của nó;
4:     Tại nút nhận gói RREQ: Tính SNR từ nguồn đến nút hiện tại thông qua agent tĩnh
      ( $SNR_c$ ) theo phương trình 2;
5:     if ( $SNR_c > SNR_{th}$ ) then
6:       if (Nút hiện tại là nút đích) then
7:         if (Trước đó chưa nhận gói RREQ) then
8:           Cập nhật thông tin định tuyến và giá trị  $SNR_c$  vào Router cache;
9:           Tạo gói RREP, gửi về nguồn theo lộ trình ngược lại của lộ trình
            RREQ đã qua;
10:        else
11:          if ( $SNR_c > SNR$  đang lưu trữ trong Router cache) then
12:            Cập nhật thông tin định tuyến và giá trị  $SNR_c$  vào Router
              cache;
13:            Tạo gói RREP, gửi về nguồn theo lộ trình ngược lại của
              lộ trình RREQ đã qua;
14:          else
15:            Loại bỏ gói RREQ;
16:          end if;
17:        end if;
18:      else
19:        if (Trước đó chưa nhận gói RREQ) then
20:          Cập nhật thông tin định tuyến và giá trị  $SNR_c$  vào Router cache;
21:        else
22:          if ( $SNR_c > SNR$  đang lưu trữ trong Router cache) then
23:            Cập nhật thông tin định tuyến và giá trị  $SNR_c$  vào Router
              cache;
24:          else
25:            Loại bỏ gói RREQ;
26:          end if;
27:        end if;
28:      end if;
29:    else
30:      Loại bỏ gói RREQ;
31:    end if;
32:  until (Nút nguồn nhận được gói RREP) or (Quá thời hạn cho phép)

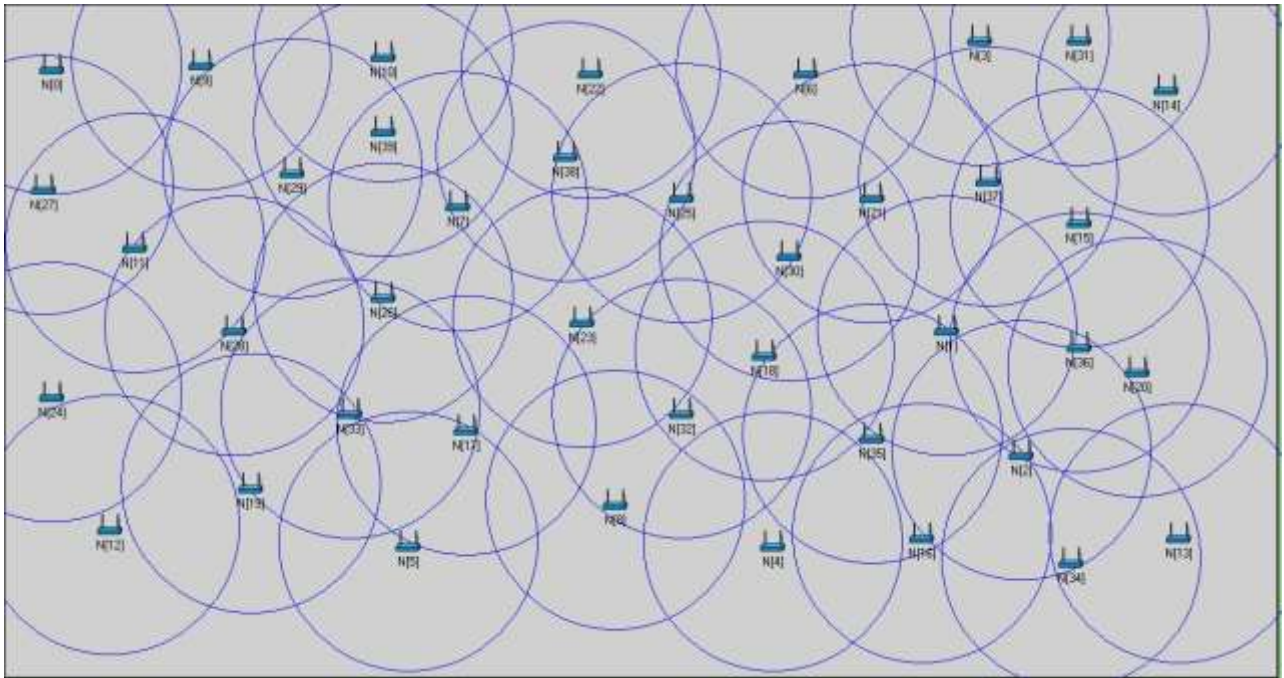
```

V. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG VÀ THẢO LUẬN

Hiệu quả thực thi của thuật toán định tuyến QoT-A-DSR được đánh giá bằng phương pháp mô phỏng, so sánh với thuật toán DSR. Các giả thiết mô phỏng được thiết lập như sau:

- Vùng diện tích mô phỏng: 1000m × 1000m, vùng phủ sóng của mỗi nút: 250m.
- Tổng số nút mạng: sử dụng 9 kịch bản mô phỏng khác nhau với tổng số nút mạng của mỗi kịch bản lần lượt là: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 và 50 nút.
- Kỹ thuật điều chế: DPSK với sóng mang có tần số 2.4GHz.
- Tốc độ dữ liệu của mỗi kênh: 11Mbps.
- Công suất phát: 15.5dBm, độ nhạy thu của mỗi nút: -75dBm.
- Ngưỡng BER cho phép: 10^{-6} , tương đương với SNR yêu cầu của mỗi lộ trình là 11dB. - Kích thước gói dữ liệu trung bình: 500 bytes.
- Tốc độ di chuyển của mỗi nút thay đổi từ 0 m/s (tương đương với trường hợp đứng yên) đến 20 m/s, sử dụng kịch bản di chuyển Random WayPoint.

Mô phỏng được triển khai trên phần mềm mô phỏng mạng đang được sử dụng phổ biến, đó là OMNeT++ (Objective Modular Network Testbed in C++) [8], giao diện chính của chương trình mô phỏng như ở hình 7. Đây là trường hợp tổng số nút mô phỏng là 40.

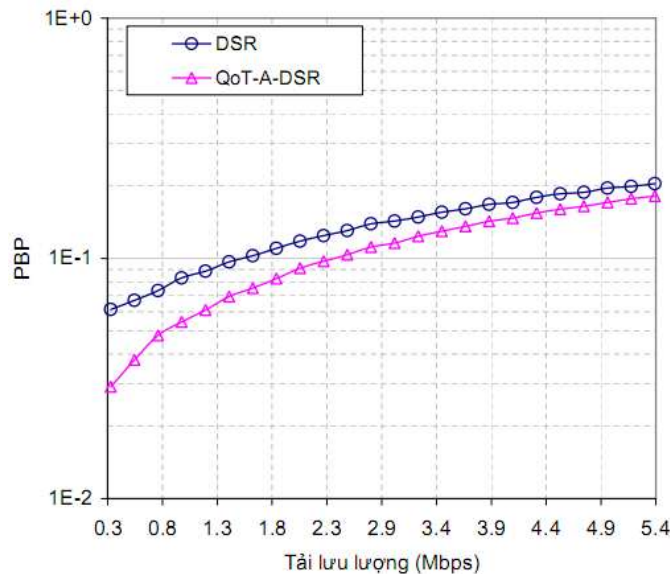


Hình 7. Giao diện chính của chương trình mô phỏng thuật toán định tuyến DSR và QoT-A-DSR

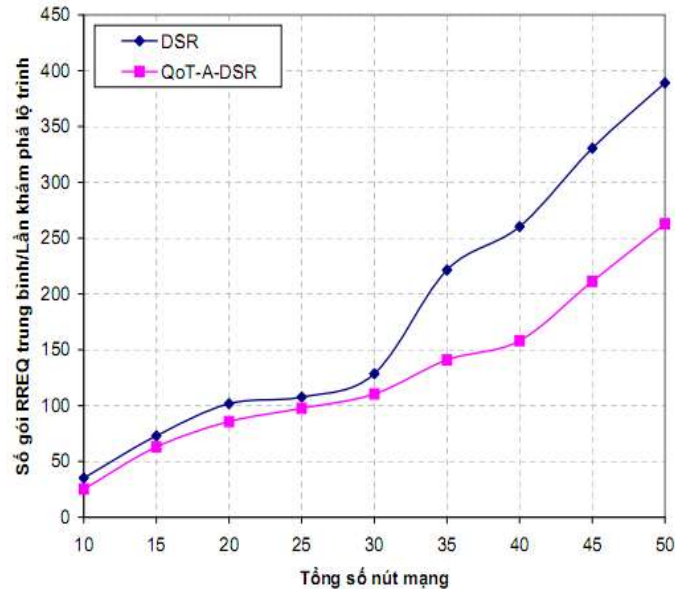
Kết quả mô phỏng trên hình 8 là xác suất hủy bỏ gói dữ liệu (PBP: Packet Blocking Probability) của các thuật toán QoT-A-DSR và DSR. PBP được xác định theo phương trình:

$$PBP = \frac{\text{Tổng số gói hủy bỏ do lưu lượng} + \text{Tổng số gói hủy bỏ do không thỏa mãn SNR}}{\text{Tổng số gói phát sinh trên toàn mạng}} \quad (3)$$

Từ các đồ thị trên hình 8 ta thấy rằng, thuật toán QoT-A-DSR cho giá trị PBP nhỏ hơn nhiều so với thuật toán DSR. Ví dụ, khi tải lưu lượng là 2 Mbit/s, BBP của thuật toán DSR là 0.118, trong khi đó, giá trị này của thuật toán QoT-A-DSR chỉ là 0.09, giảm 22.9%. Nguyên nhân làm cho thuật toán DSR có giá trị PBP cao là do thành phần bị loại bỏ do không đảm bảo QoT, mà cụ thể ở đây là SNR. Với thuật toán QoT-A-DSR, lộ trình truyền dữ liệu được chọn luôn có giá trị SNR tốt nhất. Vì vậy, thành phần gói dữ liệu bị hủy bỏ do không thỏa mãn điều kiện ràng buộc SNR giảm hẳn, kéo theo là PBP trong toàn mạng giảm.



Hình 8. So sánh xác suất gói tin bị hủy bỏ của các thuật toán DSR và QoT-A-DSR



Hình 9. So sánh xác suất gói điều khiển (RREQ) của các thuật toán DSR và QoT-A-DSR

Một kết quả đáng chú ý khác là số gói RREQ trung bình trên mỗi lần khám phá lộ trình của thuật toán QoT-A-DSR và DSR (Hình 9). Ta thấy rằng, với thuật toán QoT-A-DSR, tổng số gói RREQ trung bình cho mỗi lần khám phá lộ trình giảm một cách đáng kể, đặc biệt là trong trường hợp tổng số nút mạng lớn.

VI. KẾT LUẬN

Để nâng cao chất lượng dịch vụ khi truyền dữ liệu qua mạng MANET, việc xem xét các điều kiện ràng buộc về ảnh hưởng của nhiễu truyền dẫn xảy ra trên các lộ trình truyền dữ liệu là điều cần thiết. Bài báo đã đề xuất thuật toán định tuyến QoT-A-DSR có xem xét đến điều kiện ràng buộc ảnh hưởng của nhiễu xảy ra trên đường truyền, cải thiện tham số tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu (SNR). Thông qua mô phỏng, tác giả đã chứng minh rằng, thuật toán QoT-A-DSR mang lại hiệu quả tốt hơn thuật toán DSR nếu xét về xác suất nghẽn mạng và tổng số gói điều khiển. Trong hướng nghiên cứu tiếp theo, chúng tôi tiếp tục phân tích các hiệu ứng vật lý khác xảy ra trên các tuyến truyền dẫn trong các mạng tùy biến, đồng thời xem xét thêm điều kiện ràng buộc về ảnh hưởng của SNR trong giai đoạn duy trì thông tin định tuyến của thuật toán DSR.

VII. LỜI CẢM ƠN

Bài báo này được thực hiện dưới sự hỗ trợ của Đề tài Khoa học công nghệ cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo có mã số B2016-DHH-21.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Aradhna Yadav et al., "Cross-Layer Approach For Communication in Manet", *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, Vol.4, No.3, 2015, pp. 285-292.
- [2] Bakhsh, H. and Abdullah, M. "ARPM: Agent-based Routing Protocol For MANET", *Int. J. Internet Protocol Technology*, Vol. 3, No. 2, 2008, pp.136-146.
- [3] Elis Kulla et al., "Investigation of AODV Throughput Considering RREQ, RREP and RERR Packets", *27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, Barceona, Spain, March 2013, pp.169-174.
- [4] Hong Li, Chu Dan, Wang Min, Li Shurong, "Mobile agent based Congestion Control AODV Routing Protocol", *The 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, WiCOM 2008, pp.1-4.
- [5] Fuad Alnajjar, "SNR/RP Aware Routing Model for MANETs", *Journal of Selected Areas in Telecommunications (JSAT)*, 2011, pp. 40-48.
- [6] Mohamed E., Mohd F. M. F., Nidal K., Che M. N. C. I., "Weighted Signal-to-Noise Ratio Average Routing Metric for Dynamic Sequence Distance Vector Routing Protocol in Mobile Ad-Hoc Networks", *IEEE 8th International Colloquium on Signal Processing and its Applications (CSPA)*, 2012, pp. 329-334.
- [7] Supriya Srivastava, A. K. Daniel, "An Efficient Routing Protocol under Noisy Environment for Mobile Ad Hoc Networks using Fuzzy Logic", *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence*, Vol. 2, No. 6, 2013, pp.34-39.
- [8] András Varga, *OMNeT++ Discrete Event Simulation System*, Release 4.6, 2015. [Online]. Available: <http://www.omnetpp.org>.
- [9] Kaveh P. and Prashant K., *Principles Wireless Networks*, Prentice-Hall, Inc., 2002.
- [10] Shafiullah K., Al-Sakib K. P., and Nabil A. A., *Wireless Sensor Networks - Current Status and Future Trends*, CRC Press, 2012.

- [11] Nguyễn Trung Kiên, “Định tuyến xuyên lớp trong mạng Mobile Wireless”, [Online]. Available: <http://cgit.ptit.edu.vn/dinh-tuyen-xuyen-lop-trong-mang-mobile-wireless/>.
- [12] Lê Hữu Bình, Võ Thanh Tú, “Đánh giá ảnh hưởng của nhiễu truyền dẫn trong mạng MANET dựa trên giao thức định tuyến theo yêu cầu”, *Kỷ yếu Hội nghị Khoa học Quốc gia lần thứ VIII về Nghiên cứu cơ bản và ứng dụng Công nghệ thông tin - FAIR’8*, Hà Nội, 9 - 10/07/2015, NXB Khoa học tự nhiên và Công nghệ 2015, trang 119-126.

A CROSS LAYER ROUTING ALGORITHM GUARANTEED QoS IN MANET

Le Huu Binh, Vo Thanh Tu, Nguyen Van Tam

ABSTRACT— *In the case of MANET with the wide area and high node density, the impact of the physical effects that happen on the transmission routes to the quality of the transmission signal is very serious, decreasing network performance. In this paper, we focused on the studying the routing algorithm under the constraint of the physical effects occurring on the transmission routes. Thence, we improved DSR algorithm using cross layer routing techniques combined with static agent to reduce the congestion probability of network and minimizing the number of control packets. The physical effects are considered including the cumulative noise on the transmission routes, the signal power loss through the transmission medium.*