

ĐỊNH TUYẾN TRONG MẠNG MANET VỚI MÔI TRƯỜNG IOT

Võ Quốc Lương⁽¹⁾

(1) Trường Đại học Thủ Dầu Một

Ngày nhận bài 20/08/2020; Ngày gửi phản biện 22/08/2020; Chấp nhận đăng 28/10/2020

Liên hệ email: luongvq@tdmu.edu.vn

<https://doi.org/10.37550/tdmu.VJS/2020.06.090>

Tóm tắt

Internet of Things (IoT) là một công nghệ tiên tiến cho phép kết nối các thiết bị vật lý với thế giới kỹ thuật số thông qua việc sử dụng các mạng không đồng nhất và công nghệ truyền thông. IoT trong môi trường thông minh tương tác với mạng cảm biến không dây (WSN) và mạng quảng cáo di động (MANET) trở nên hấp dẫn và hiệu quả về kinh tế. Tương tác giữa cảm biến không dây và MANET với IoT cho phép tạo ra một hệ thống MANET - IoT cung cấp cho người dùng tính di động cao và giảm chi phí. Trong bài viết này, chúng tôi đã phân tích giải pháp định tuyến cho hệ thống IoT bằng cách sử dụng kết hợp các giao thức MANET và các nguyên tắc định tuyến WSN. Kết quả mô phỏng chỉ ra rằng giải pháp này cung cấp một cách tiếp cận hiệu quả về thông lượng và độ trễ gói tin trong hệ thống MANET - IoT.

Từ khóa: MANET-IoT, Wireless Sensor Network, Routing in MANET

Abstract

ROUTING IN MANET NETWORK WITH IOT ENVIRONMENT

Internet of Things (IoT) is an advanced technology that allows to connect devices to the digital world through the use of heterogeneous networks and communication technologies. IoT in an intelligent environment interacts with wireless sensor networks (WSN) and mobile ad hoc networks (MANET) becoming attractive and economical. Interaction between wireless sensors and MANET with IoT enables the creation of a system MANET - IoT provides users with high functionality and reduced costs. In this article, we have parsing the routing solution for the IoT system using a combination of the MANET protocol and the WSN routing principle. The simulation results show that this solution provides an efficient approach to the amount of information and packet delay in the MANET - IoT system.

1. Giới thiệu

IoT và điện toán đám mây đại diện cho một phần của mô hình internet trong tương lai (Alameri, Radchenko, 2017). Sự kết nối của các đối tượng thông minh và khả năng tương tác của chúng với truyền thông toàn cầu đóng vai trò là ý tưởng kết hợp chính trong các hệ thống IoT. Trong hệ thống này, vai trò chính của mạng WSN là các thành phần bao gồm: cảm biến, thu nhận dữ liệu, kết nối không đồng nhất và xử lý dữ liệu. MANET là

mạng không dây đặc biệt (Kumar, Kumar, 2013), mỗi nút MANET hoạt động như một bộ định tuyến hoặc như một hệ thống đầu cuối mạng và có liên quan chặt chẽ với các WSN. Sự tương tác giữa MANET và IoT mở ra những hướng mới để cung cấp dịch vụ trong môi trường thông minh và các vấn đề thách thức trong các khía cạnh mạng của nó. Một trong những yếu tố quan trọng trong hệ thống MANET - IoT là cân bằng năng lượng trên các nút, vì hệ thống IoT chủ yếu dựa trên nhiều cảm biến không dây khác nhau và lựa chọn từ các giao thức MANET tập trung vào các tuyến hiệu quả nhất và ngắn nhất. Việc sử dụng hợp lý năng lượng của cảm biến là chìa khóa quan trọng trong việc duy trì kết nối mạng của mạng không dây multihop. Do đó, nhiều nhà nghiên cứu đang tập trung vào việc thiết kế các giao thức định tuyến hiệu quả năng lượng, kéo dài tuổi thọ mạng. Các giao thức mạng không dây không thể được sử dụng trực tiếp do hạn chế tài nguyên của các nút cảm biến, tốc độ tính toán và giao diện con người với các thiết bị của nút và mật độ nút mạng. Do đó, cần có giải pháp tổng hợp để định tuyến qua các mạng MANET – IoT, có thể sử dụng năng lượng dư của nút một cách hiệu quả và kéo dài tuổi thọ mạng. Kamel, Alameri, Onaizah (2017) và Tian, Hou (2010) đã chỉ ra rằng việc sử dụng các giao thức định tuyến thông thường cho mạng này sẽ dẫn đến một số vấn đề:

- *Tiêu tốn băng thông mạng và năng lượng nguồn nuôi cho các cập nhật định kỳ:* Hầu hết các thiết bị di động trong mạng Ad Hoc hoạt động dựa trên nguồn pin, việc truyền hoặc nhận gói tin sẽ tiêu tốn đáng kể đến nguồn năng lượng này. Ở các mạng thông thường, việc kết nối các bộ định tuyến nhìn chung là không thay đổi về vị trí, chính vì thế ít xảy ra việc thay đổi cấu hình topology mạng nên việc hội tụ mạng là ít xảy ra. Tuy nhiên, trong mạng Ad Hoc, các nút luôn thay đổi vị trí dẫn đến cấu hình topology mạng thay đổi, nên đòi hỏi cần phải có sự hội tụ của mạng cho các tuyến mới một cách nhanh chóng. Để thực hiện được việc này, các giao thức định tuyến phải liên tục gửi cập nhật định tuyến, dẫn đến việc tiêu tốn khá nhiều băng thông và năng lượng.

- *Các đường đi dư thừa được tích lũy một cách không cần thiết:* Trong môi trường mạng Ad Hoc, có rất nhiều đường đi từ nút nguồn đến nút đích và những đường đi này sẽ được cập nhật tự động vào bảng định tuyến trong các thiết bị định tuyến (thiết bị di động), dẫn đến việc dư thừa đường đi trong bảng định tuyến. Hậu quả là làm cho việc lựa chọn đường đi trên các thiết bị này rất khó khăn và làm tăng độ trễ của gói tin.

Vì vậy cần phải có các giao thức định tuyến để giải quyết các vấn đề phát sinh trên mạng này. Trong bài viết này, chúng tôi đưa ra hai giao thức định tuyến trong mạng MANET và cài đặt mô phỏng để đánh giá hiệu quả của hai giao thức này khi chúng được áp dụng vào môi trường IoT.

2. Mạng MANET trong môi trường IoT

2.1. Manet

Mạng MANET là một mạng bao gồm các thiết bị di động vô tuyến kết nối ngang hàng với nhau hình thành nên một mạng tạm thời mà không cần sự trợ giúp của các thiết bị trung tâm cũng như các cơ sở hạ tầng mạng cố định. Các thiết bị di động có khả

năng truyền thông trực tiếp với nhau hoặc thông qua các nút trung gian làm nhiệm vụ chuyển tiếp trong môi trường không dây. Các nút mạng vừa đóng vai trò như thiết bị truyền thông vừa đóng vai trò như thiết bị định tuyến. Với nguyên tắc hoạt động như vậy, nó không bị phụ thuộc vào cơ sở hạ tầng mạng cố định nên có tính linh động cao, đơn giản trong việc lắp đặt, chi phí triển khai và bảo trì thấp. Việc triển khai mô hình mạng dạng MANET sẽ không yêu cầu có các thiết bị trung tâm, vì thế mô hình này rất thích hợp trong các khu vực không thể xây dựng các cơ sở hạ tầng mạng.



Hình 1. Minh họa mạng di động tùy biến

Có sáu đặc điểm chính của MANET (Kumar, Kumar, 2013): cấu trúc liên kết động, hoạt động phân tán, thiết bị đầu cuối nhẹ, định tuyến nhiều bước nhảy, và thiết bị đầu cuối vật lý và tự trị dùng chung. Các giao thức MANET định tuyến có thể được phân loại thành ba loại chung:

1) Định tuyến dựa trên cấu trúc liên kết: Các loại định tuyến là: (a) các giao thức định tuyến chủ động, (b) giao thức định tuyến phản ứng, (c) giao thức định tuyến lai kết hợp của giao thức phản ứng và chủ động (Arun Kumar, Lokanatha Reddy, Prakash Hiremath, 2008).

2) Định tuyến dựa trên vị trí: Để đưa ra quyết định định tuyến, vị trí thực tế của các nút được sử dụng bởi định tuyến dựa trên vị trí trong bất kỳ khu vực. Ví dụ: bằng cách sử dụng hệ thống định vị toàn cầu (GPS), thông tin về vị trí có thể được lấy. Giao thức định tuyến hỗ trợ vị trí (LAR) (Young-Bae Ko and Nitin Vaidya, 2000) là một ví dụ về định tuyến dựa trên vị trí.

3) Định tuyến dựa trên nhận thức về năng lượng: Mỗi nút mạng hỗ trợ nhiều mục trong bảng định tuyến. Để chọn tuyến tối ưu, đánh giá mức năng lượng của các nút mạng là có sẵn. Trong trường hợp này, bảng định tuyến tương ứng với mức năng lượng của nút và được duy trì bằng cách chuyển các thông báo có liên quan. Số lượng nút có thể truy cập được xác định bởi số lượng mục trong bảng định tuyến của các nút bằng cách sử dụng mức năng lượng.

2.2. Internet of Things

IoT đang nhanh chóng phát triển trong xã hội nơi mọi thứ được kết nối (Vermesan, Friess, 2013). Tuy nhiên, sự chuyển đổi sâu rộng này mới chỉ bắt đầu và

theo dự đoán số lượng các thiết bị kết nối với nhau dự kiến sẽ tăng 21% trên mỗi năm và tăng thêm 18 tỷ thiết bị kết nối trong khoảng thời gian 2016 đến 2022. IoT phát triển như một hệ sinh thái, các thiết bị trong hệ này có khả năng khác nhau; nó có thể tự tạo kết nối với nhau, điều khiển nhau. Công nghệ IoT cho phép điều khiển ở một khoảng cách rất xa các loại xe tải, xe lửa, máy bay, xe tự hành... Ngoài ra người ta còn dùng IoT giám sát, kiểm soát và điều hành những nơi công nghiệp quan trọng.

2.3. Sự tương tác giữa IoT và MANET

Khả năng ứng dụng rộng rãi các hệ thống IoT trong các lĩnh vực khác nhau phụ thuộc trực tiếp vào cơ hội khả năng tương tác giữa các công nghệ truyền thông và mạng khác nhau trong môi trường thông minh (Bellavista, Cardone, Corradi, Foschini, 2013). Sự tăng trưởng của số lượng cảm biến dẫn đến nhu cầu ngày càng tăng của con người để giám sát các quá trình khác nhau từ xa. Và điều này trở nên khả thi nhờ việc triển khai rộng rãi các mạng WSN. Về cơ bản, WSN là mạng bao gồm các cảm biến khác nhau có khả năng tự động đọc thông tin từ các thiết bị khác, để xử lý dữ liệu, tạm thời lưu trữ và chuyển chúng sang một nút mạng khác. Vì WSN là một mạng tập trung, nên dữ liệu thu nhận được sẽ được truyền tới các cảm biến khác và truyền đến nút trung tâm. Theo cách này, các cảm biến không dây có thể giao tiếp với nhau và do đó mở ra cơ hội sử dụng rất rộng của các mạng cảm biến không dây trong các hệ thống IoT. Chính vì sự mở rộng trong hệ thống IoT nên dẫn tới việc liên lạc giữa các nút mạng sẽ tốn nhiều băng thông và tạo ra độ trễ lớn trên đường truyền. Các phương thức định tuyến là rất quan trọng và đầy thách thức của WSN vì dữ liệu phải được truyền bởi một cảm biến khác và cảm biến chết sẽ được loại bỏ khỏi đường dẫn định tuyến.

Các giải pháp cho các giao thức định tuyến trong mạng MANET được cải tiến để đáp ứng các yêu cầu của IoT đã được trình bày trong (Tian, Hou, 2010). Kết nối mạng trong MANET - IoT dựa trên các giao thức định tuyến MANET. Việc kết nối các thiết bị khác nhau và sự tương tác với mạng quảng cáo không dây phải đảm bảo khả năng kết nối, khả năng truy cập và độ tin cậy của hệ thống MANET - IoT.

3. Các giao thức định tuyến trong mạng MANET với môi trường IoT

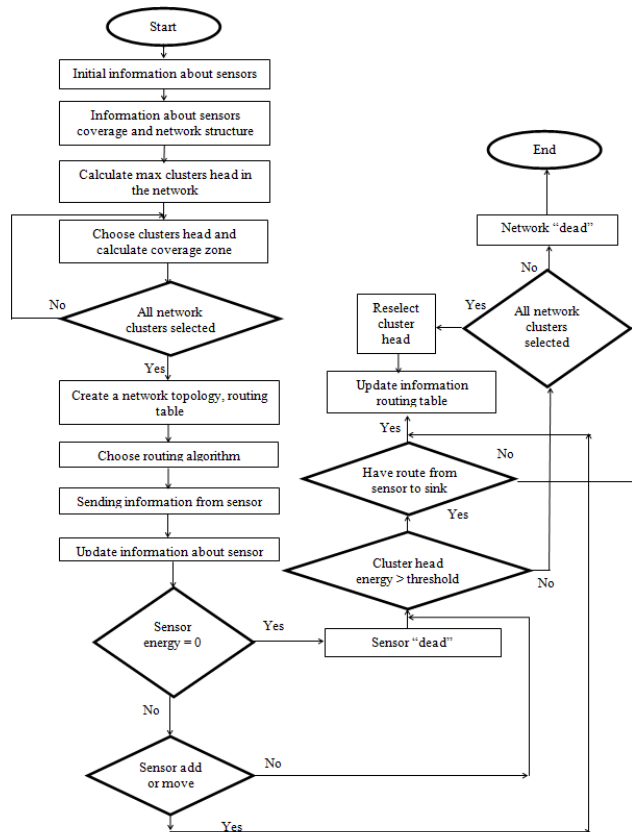
Trong mạng có dây có 2 giải thuật định tuyến chính được sử dụng là định tuyến theo trạng thái liên kết và định tuyến theo vector khoảng cách truyền thống khiến nó khó có thể mở rộng trong mạng MANET lớn vì nó gây ra tiêu tốn một phần đáng kể băng thông, làm tăng việc cạnh tranh băng truyền, các nút phải sử dụng nhiều năng lượng hơn. Để khắc phục vấn đề liên quan đến hai giải thuật một số giao thức trong mạng MANET được đưa ra (Arun Kumar, Lokanatha Reddy, Prakash Hiremath, 2008).

Chúng tôi thử nghiệm mạng MANET với môi trường IoT, trong đó các thiết bị mô phỏng trong môi trường IoT vừa di động vừa cố định. Hai giao thức được sử dụng để mô phỏng và đánh giá là Dynamic Source Routing (DSR) và Manet-IoT Routing (MIR).

Giao thức DSR: Là giao thức định tuyến phản ứng sử dụng cơ chế định tuyến nguồn, nghĩa là bên gửi sẽ biết toàn bộ thông tin về đường đi đến đích. Phần Header của

gói dữ liệu sẽ lưu trữ thứ tự các nút mà gói tin cần phải đi qua để đạt tới đích. Do vậy, các nút trung gian chỉ cần giữ liên lạc với các nút hàng xóm của nó để chuyển tiếp các gói tin. Tại mỗi một nút trong mạng luôn duy trì một bộ nhớ đệm, đây là cấu trúc dữ liệu lưu trữ các con đường đã biết. Khi có đường đi tồn tại trong bộ nhớ đệm, các gói tin sẽ nhận thông tin về đường đi và thực hiện việc truyền tin trên con đường đã chọn. Ngược lại, khi không tồn tại đường đi trong bộ nhớ đệm hoặc có tồn tại đường đi nhưng không còn hiệu lực, DSR sẽ thực hiện cơ chế phát hiện đường bằng cách gửi các gói tin quảng bá đến các nút lân cận trên toàn bộ mạng. Các nút trung gian nhận được gói tin quảng bá sẽ kiểm tra đường đi trong bộ nhớ đệm. Khi đường đi được tìm thấy, gói tin phản hồi sẽ chứa thứ tự các chặng tới đích và được truyền trở lại nguồn. Hoạt động của giao thức DSR bao gồm hai cơ chế chính: cơ chế tạo thông tin định tuyến và cơ chế duy trì thông tin định tuyến (Arun Kumar, Lokanatha Reddy, Prakash Hiremath, 2008).

Giao thức MIR (Alameri, 2018): Giao thức được đề xuất sử dụng giám sát động học, điều khiển năng lượng của các đầu cụm và giá trị ngưỡng được xác định trước. Mục đích của cơ chế giám sát này là chuyển đầu cụm dựa trên kết quả so sánh giữa giá trị ngưỡng và năng lượng của đầu cụm.



Hình 2. Cơ chế định tuyến trong MIR

Giao thức có ba giai đoạn: thiết lập, ổn định và ngưỡng. Bước đầu tiên là lựa chọn đầu cụm. Tất cả các đầu cụm được chọn sẽ gửi một thông điệp quảng cáo đến tất cả các nút đầu không phải của cụm sau khi lựa chọn đầu cụm. Các nút đầu không phải của cụm

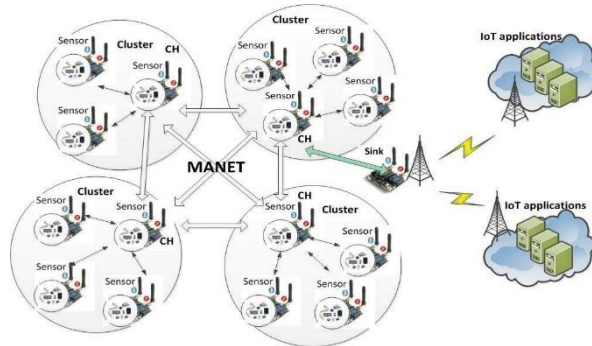
hiện tại chọn các đầu cụm của chúng cho vòng hiện tại dựa trên cường độ tín hiệu nhận được của thông báo quảng cáo và gửi lại thông báo yêu cầu đến các nút đầu cụm đã chọn để thông báo về tư cách thành viên của chúng dẫn đến việc hình thành cụm. Thông báo được gửi đến các đầu cụm bao gồm ID và vị trí của nút gửi. Khi tất cả các nút được triển khai, mạng bắt đầu chọn các đầu cụm và thực hiện phân cụm. Sau đó, các nút đầu cụm theo định sẽ thu thập dữ liệu và truyền chúng đến các nút khác trong cụm. Với sự thay đổi của thời gian, cấu trúc topo mạng cũng đang thay đổi. Nếu năng lượng đầu cụm thấp hơn giá trị ngưỡng được xác định trước, thì vòng lặp thứ ba được áp dụng để thay thế đầu cụm bằng một nút khác, tạo ra năng lượng lớn nhất trong cụm.

Đầu cụm mới tiếp tục hợp tác với các thành viên trong cụm. Cơ chế này có thể bảo vệ các đầu cụm khỏi bị chết nhanh chóng và kéo dài tuổi thọ mạng. Khi chúng ta có tất cả thông tin về mạng và các nút, nghĩa là chúng ta đang chọn phương pháp định tuyến cho thông tin truyền. Để đánh giá tuổi thọ của mạng, ba phương pháp lựa chọn đường dẫn tuyến được sử dụng: NP (vị trí nút), NBT (trạng thái pin của nút) và ER (tài nguyên năng lượng). NP nhằm mục đích tìm tuyến đường với số bước nhảy tối thiểu và để tìm kiếm các nút. Đầu cụm đánh giá tất cả các nút lân cận trong cụm. Nếu thông tin không thỏa mãn các tiêu chí bắt buộc, các đầu cụm gửi tin nhắn đến đầu cụm láng giềng để giúp tìm đường đến đích. NBT chọn nút có trạng thái pin cao hơn. ER là một giá trị được thêm vào để theo dõi năng lượng của nút.

4. Đánh giá hiệu năng của giao thức DSR và MIR

Việc cài đặt mô phỏng được thực hiện trên phần mềm NS2 với mô hình giả lập ở Hình 3. Chúng tôi đã thử nghiệm các giao thức DSR và MIR bằng cách sử dụng số lượng cảm biến còn sống ban đầu $N = 15$, mỗi cảm biến có phạm vi $d = 8m$.

Kết quả mô phỏng được sử dụng để tiến hành phân tích đánh giá hiệu năng của hai giao thức bằng cách so sánh kết quả dựa trên một số độ đo hiệu năng như: thông lượng, độ trễ trung bình.

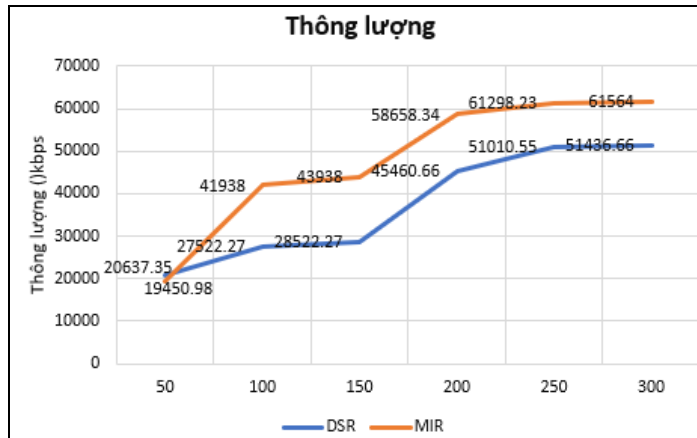


Hình 3. Mô hình mô phỏng hệ thống MANET-IoT

Thông lượng: Là số lượng gói tin nhận được trong một đơn vị thời gian và được tính bằng công thức:

$$\text{Thông lượng} = \frac{\text{Số lượng byte nhận được} * 8}{\text{Thời gian mô phỏng} * 1000} \text{ (kbps)}$$

Từ kết quả thể hiện trên hình 4 cho thấy thông lượng đạt tối đa trong khoảng thời gian từ 200(s) trở đi. Khoảng thời gian trước từ 0 đến 150(s) thông lượng tăng dần vì đó là thời điểm bắt đầu quá trình truyền tin nên số lượng gói tin trong đường truyền ít. Thông lượng của giao thức MIR tốt hơn giao thức DSR do MIR là giao thức định tuyến theo kiểu phân cụm sử dụng nút đầu cụm nên số lượng gói tin điều khiển ít hơn so với giao thức DSR, thông lượng cao nhất MIR đạt được khoảng 61600 (kbps), trong khi đó thông lượng tối đa của DSR đạt được khoảng 51500 (kbps).

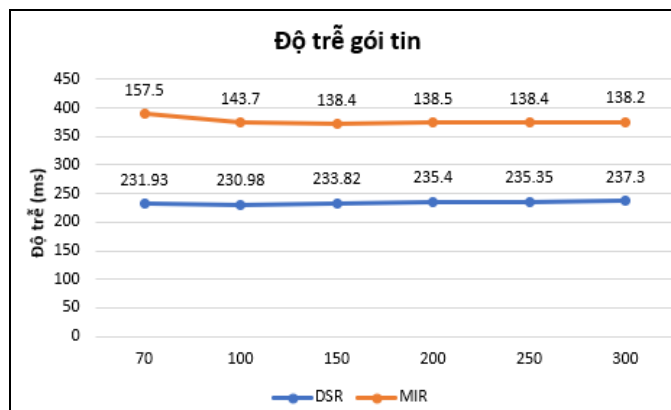


Hình 4. Biểu đồ thông lượng theo thời gian

Độ trễ: Độ trễ trung bình từ cuối – cuối là thời gian trung bình của gói dữ liệu được truyền thành công thông qua mạng từ nguồn tới đích. Nó bao gồm độ trễ trong bộ đệm chờ quá trình dò tìm đường, độ trễ ở hàng đợi, độ trễ trong quá trình truyền, thời gian chuyển giao. Độ trễ trung bình được tính bằng công thức (Snehal Goverdhan, Aakanksha Choubey, 2015):

$$\text{Độ trễ trung bình} = \frac{\sum_{i=1}^n (R_i - S_i)}{n} (ms)$$

Hình 5 cho thấy độ trễ trung bình của các gói tin trong giao thức DSR lớn hơn so với độ trễ của các gói tin trong giao thức MIR. Do MIR là giao thức hoạt động theo cơ chế nút đầu cụm vì vậy nút đầu cụm có thể thực hiện ngay quá trình truyền tin nên độ trễ thấp.



Hình 5. Biểu đồ độ trễ trung bình của gói tin theo thời gian

5. Kết luận

Mạng MANET hiện đang là một thách thức của các nhà nghiên cứu trong việc tìm ra những giao thức mạng, chuẩn mạng mới với mục đích cuối cùng là đạt được một hệ thống mạng ổn định và hiệu suất khai thác cao trên các dịch vụ truyền thông đa phương tiện. Trong bài viết này, chúng tôi đã triển mạng MANET trong môi trường IoT với việc sử dụng các giao thức định tuyến phù hợp nhằm tăng thông lượng và giảm độ trễ của hệ thống. Với kết quả đạt được, giao thức MIR có thông lượng đạt cao hơn và độ trễ trung bình thấp hơn so với giao thức DSR. Dựa trên phân tích số liệu cho thấy DSR phù hợp với các mạng có số lượng nút lớn và hình trạng mạng động. Trong khi đó, MIR phù hợp với các mạng có số lượng nút ít, tốc độ nút di chuyển chậm và độ trễ thấp nên phù hợp cho ứng dụng thời gian thực.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] I. A. Alameri, G. Radchenko (2017). “Development of Student Information Management System based on Cloud Computing Platform”. *Journal of Applied Computer Science and Mathematics*, Vol. 11, N^o. 2, 4-19.
- [2] M. B. M. Kamel, I. Alameri, A. N. Onaizah (2017). “STAODV: A Secure and Trust based Approach to Mitigate Blackhole Attack on AODV based MANET”. *IEEE 2nd Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference*, 1278-1282.
- [3] S. Kumar, S. Kumar (2013). “Study of MANET: Characteristics, Challenges, Application and Security Attacks”. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, Vol. 3, N^o. 5, 252-257.
- [4] O. Vermesan, P. Friess (2013). *Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems*. River Publishers.
- [5] P. Bellavista, G. Cardone, A. Corradi, L. Foschini (2013). “Convergence of MANET and WSN in IoT Urban Scenarios”. *IEEE Sensors Journal*, Vol. 13, N^o. 10, 3558-3567.
- [6] M. Rath, U. P. Rout (2015). “Analysis and Study of Security Aspect and Application Related Issues at the junction of MANET and IoT”. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, Vol. 4, N^o. 13, 426-430.
- [7] Y. Tian, R. Hou (2010). “An Improved AOMDV Routing Protocol for Internet of Things”. *International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering*, 10-12.
- [8] Arun Kumar B. R, Lokanatha C. Reddy, Prakash S. Hiremath (2008). “Performance Comparison of Wireless Mobile Ad Hoc Network Routing Protocols”. *International Journal of Computer Science and Network Security*, Vol. 8, N^o. 6.
- [9] Young-Bae Ko and Nitin H. Vaidya (2000). Location-Aided Routing (LAR) in mobile ad hoc networks. *Wireless Networks*, 6, 307-321.
- [10] Snehal Goverdhan, Aakanksha Choubey (2015). “Comparative Analysis and Implementation of DSDV and AODV Routing Protocol for MANET”. *International Journal of Computer Techniques*, Vol. 2, 90-98.
- [11] I. A. Alameri (2018). “MANETS and Internet of Things: The Development of a Data Routing Algorithm”. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, Vol. 8, N^o. 1, 2604-2608.