

NGHIÊN CỨU SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA QUÁ TRÌNH TỔNG HỢP TUYẾN TỚI HIỆU NĂNG CỦA GIAO THỨC ĐỊNH TUYẾN TRONG MẠNG KẾT HỢP GIỮA IPV4 VÀ IPV6

Lê Hoàng Hiệp¹, Trần Đức Hoàng¹, Nguyễn Thị Duyên¹,
Nguyễn Lan Oanh¹, Phạm Thị Liên¹, Vũ Hoài Nam¹

Title: Study the impacts of route summarization on the performance of ospfv3 and eigrpv6 in hybrid IPV4-IPV6 network

Từ khóa: OSPFv3 và EIGRPv6; Mạng lai IPv4&IPv6; tổng hợp và phân phối tuyến; công nghệ đường hầm; tối ưu hóa định tuyến

Keywords: OSPFv3 and EIGRPv6; hybrid IPv4 & IPv6 network; route redistribution and summarization; tunnel technology; optimize routing

Lịch sử bài báo:

Ngày nhận bài: 15/9/2019;

Ngày nhận kết quả bình duyệt: 23/11/2019;

Ngày chấp nhận đăng bài: 02/12/2019.

Tác giả: Trường Đại học CNTT&TT
Thái Nguyên

Email: lhhiiep@ictu.edu.vn

TÓM TẮT

Trong bài báo này, nhóm tác giả tập trung nghiên cứu sự ảnh hưởng của yếu tố tổng hợp tuyến tới hiệu năng của hai giao thức Open Shortest Path First Version 3 (OSPFv3) và Enhanced Interior Gateway Routing Protocol Version 6 (EIGRPv6) trong mạng kết hợp giữa IPv4 và IPv6 (Hybrid IPv4-IPv6 Network) sử dụng công nghệ đường hầm Tunnel. Kết quả nghiên cứu, thực nghiệm cho thấy OSPFv3 thực hiện tối ưu hơn EIGRPv6 với hầu hết các tham số sử dụng như: Thời gian hội tụ, RTT (round time trip), thời gian đáp ứng, chi phí đường hầm, lưu lượng giao thức, mức độ sử dụng CPU và bộ nhớ.

ABSTRACT

In this paper, the authors focus on studying the effect of route summarization on the performance of the two OSPFv3 and EIGRPv6 in the Hybrid IPv4-IPv6 Network using Tunnel technology. Research results and experiments show that OSPFv3 performs more optimally than EIGRPv6 with most of the parameters used: convergence time, RTT (round time trip), response time, tunnel cost, traffic protocol, CPU and memory usage level.

1. Giới thiệu

IPv6 có nhiều ưu điểm vượt trội so với IPv4, đáp ứng được nhu cầu phát triển của mạng Internet hiện tại và trong tương lai. Do đó, hệ thống mạng IPv6 sẽ dần thay thế mạng IPv4. Tuy nhiên, chuyển đổi sử dụng từ mạng IPv4 sang mạng IPv6 không phải là một công việc dễ dàng hay có thể thực hiện ngay được. Trong trường hợp thủ tục IPv6 đã được chuẩn hóa, hoàn thiện và hoạt động

tốt, việc chuyển đổi có thể được thúc đẩy thực hiện trong một thời gian nhất định đối với một mạng nhỏ, mạng của một tổ chức. Tuy nhiên khó có thể thực hiện ngay được với một mạng lớn. Đối với Internet toàn cầu, việc chuyển đổi ngay lập tức từ IPv4 sang IPv6 là một điều không thể. Địa chỉ IPv6 được phát triển khi IPv4 đã được sử dụng rộng rãi, mạng lưới IPv4 Internet đã hoàn thiện và hoạt động ổn định. Trong quá trình

triển khai thể hệ địa chỉ IPv6 trên mạng Internet, không thể có một thời điểm nhất định nào đó mà địa chỉ IPv4 bị hủy bỏ, IPv6 và IPv4 sẽ phải cùng tồn tại trong một thời gian rất dài (Z. Ashraf, 2013).

Có nhiều kỹ thuật để chuyển đổi từ mạng IPv4 sang IPv6 và việc áp dụng triển khai giao thức định tuyến trong hạ tầng mạng kết hợp (mạng lai) này cũng còn nhiều vấn đề cần phải nghiên cứu, xem xét. Trong nghiên cứu này nhóm tác giả sẽ tập trung nghiên cứu làm rõ sự ảnh hưởng của quá trình tổng hợp tuyến (route summarization) tới hiệu năng của giao thức định tuyến OSPFv3 và EIGRPv6 sử dụng các tham số đánh giá định lượng được như: Thời gian hội tụ, RTT, thời gian đáp ứng, chi phí đường hầm, lưu lượng giao thức và mức độ sử dụng CPU, bộ nhớ.

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã tập trung vào nghiên cứu việc tối ưu hóa quá trình trao đổi thông tin định tuyến bằng việc thực nghiệm sử dụng giao thức định tuyến OSPFv3 và EIGRPv6. Cụ thể hơn, nghiên cứu sự ảnh hưởng của quá trình tổng hợp tuyến tới hiệu năng của hai giao thức này và được kiểm nghiệm dựa trên các tham số như: Thời gian hội tụ mạng, RTT, thời gian đáp ứng, lượng Tunnel Overhead, lưu lượng giao thức định tuyến và mức độ sử dụng CPU và bộ nhớ. Thực nghiệm nghiên cứu đã chỉ ra rằng, hiệu năng của OSPFv3 tốt hơn so với EIGRPv6 trong trường hợp có cấu hình tính năng tổng hợp tuyến với cùng các tham số và thời gian đã thực nghiệm. Điều này có nghĩa rằng, việc tổng hợp tuyến có sự ảnh hưởng rất lớn tới việc thay đổi (làm tăng) hiệu năng của giao thức định tuyến.

2. Nhận diện đặc điểm giao thức, mạng lai và các yếu tố ảnh hưởng tới hiệu năng giao thức

Hiệu năng của các giao thức định tuyến trên nền IPv4 đã được các nhà nghiên cứu phân tích, đánh giá trong nhiều công bố trước đây. Các tác giả đã kiểm tra và so sánh hiệu năng của các giao thức định tuyến khác nhau (như giao thức RIP, EIGRP và OSPF) bằng cách sử dụng nhiều trình giả lập với nhiều mẫu sơ đồ (topology) đầu vào trên cùng các tham số của giao thức và đã đưa ra kết luận về kết quả là EIGRP thực hiện tốt hơn về thời gian hội tụ, mức độ sử dụng CPU, thông lượng, độ trễ đầu cuối ít hơn so với giao thức RIP và OSPF. Trong các nghiên cứu nghiên cứu này đã chỉ ra EIGRP tiêu thụ tài nguyên ít hơn so với OSPF trong các ứng dụng thời gian thực (Z. Ashraf, 2013) (D. Chauhan and S. Sharma, 2015) (Alex Hinds, 2013).

Trong các nghiên cứu (D. Chauhan and S. Sharma, 2015) (Alex Hinds, 2013) (Komal Gehlot, 2014), các tác giả so sánh và phân tích hai giao thức định tuyến OSPFv3 & EIGRPv6 dựa trên hiệu năng của chúng trong một mạng nhỏ dựa trên nghiên cứu tập trung vào phân tích cấu hình và so sánh cấu hình trên IPv4 và cả IPv6 cho thấy việc cấu hình trên IPv6 phức tạp hơn so với IPv4, hơn nữa IPv6 cung cấp QoS tốt hơn so với IPv4 và chỉ ra rằng EIGRPv6 có nhiều ưu điểm hơn so với OSPFv3 ở thời hạn hội tụ trong một mạng nhỏ (được thực hiện trên nhiều mẫu sơ đồ mô phỏng khác nhau). Tuy nhiên trong các công trình có liên quan này, các nhà nghiên cứu hay tập trung so sánh hiệu năng của các giao thức định tuyến trên nền IPv4 hoặc riêng trên nền IPv6 mà thiếu đánh giá, so sánh trên hạ tầng mạng kết hợp (mạng lai) giữa IPv4 và IPv6. Từ đó, trọng tâm của nghiên cứu này là phân tích

hiệu năng của EIGRPv6 và OSPFv3 dựa trên phân tích quá trình tối ưu hóa trao đổi thông tin định tuyến trong mạng kết hợp IPv4-IPv6 sử dụng kỹ thuật đường hầm (Tunnel) trong trường hợp có hoặc không tổng hợp tuyến.

2.1. Giao thức OSPFv3

OSPFv3 là một giao thức định tuyến cho IPv6. Hoạt động của nó vẫn dựa trên OSPFv2 và có gia tăng thêm một số tính năng. Giao thức OSPFv3 được xây dựng trên nền tảng của thuật toán định tuyến Link State, mỗi router sẽ xây dựng và duy trì một cơ sở dữ liệu mô tả cấu trúc của toàn hệ thống (hệ thống các router chạy OSPFv3). Cơ sở dữ liệu này được gọi là link-state database (cơ sở dữ liệu về trạng thái các kết nối) và mỗi router có một cơ sở dữ liệu riêng tùy theo vị trí, vai trò của nó trong hệ thống. Để xây dựng nên cơ sở dữ liệu này, mỗi router sẽ tự tạo ra các bản tin mô tả về trạng thái quanh mình (trạng thái các giao diện, các router khác trên cùng liên kết...). Các bản tin này sau đó được các router phát tán tới tất cả các router khác trong hệ thống, từ đó tính toán chính xác được tuyến đường ngắn nhất tới bất kỳ đích nào dựa vào thuật toán Dijkstra. Giao thức OSPFv3 cho phép người quản trị hệ thống cấu hình trên mỗi giao diện một giá trị trọng số liên kết (link-cost). Trọng số này nói lên chi phí phải trả để một router đẩy gói qua giao diện này và có thể được tính toán từ một trong số các tham số mạng. Giá trị này chính là tiêu chuẩn để giao thức OSPFv3 tính toán và lựa chọn tuyến đường ngắn nhất tới đích. Tuyến ngắn nhất là tuyến có tổng trọng số liên kết nhỏ nhất.

Việc tính toán cây đường đi ngắn nhất chỉ chính xác khi tất cả các router tính toán trên cùng một cơ sở dữ liệu về hệ thống.

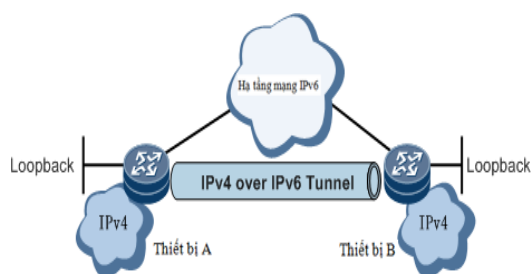
OSPFv3 sử dụng phương pháp phát tán (flooding) để các router trao đổi các bản tin định tuyến. Phương pháp này giúp các router nhanh chóng đồng bộ cơ sở dữ liệu, nhanh chóng đáp ứng lại sự biến động tình trạng của hệ thống.

2.2. Giao thức EIGRPv6

Giao thức EIGRP là phiên bản cao cấp của IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) được phát triển bởi Cisco do đó nó là giao thức định tuyến chỉ hoạt động được trên các thiết bị của Cisco. EIGRP sử dụng thuật toán Distance Vector và thông tin distance giống với IGRP. Tuy nhiên EIGRP có độ hội tụ và vận hành hơn hẳn IGRP. Kỹ thuật hội tụ này được nghiên cứu tại SRI International và sử dụng một thuật toán được gọi là Diffusing Update Algorithm (DUAL) - thuật toán cập nhật khuếch tán. Thuật toán này đảm bảo loop-free hoạt động trong suốt quá trình tính toán đường đi và cho phép tất cả các thiết bị liên quan tham gia vào quá trình đồng bộ Topology trong cùng một thời điểm. Những router không bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi topology sẽ không tham gia vào quá trình tính toán lại. Tương tự như các giao thức định tuyến khác, EIGRPv6 cũng giữ lại đầy đủ các đặc điểm của EIGRP dùng cho IPv4 cũ và thực hiện bổ sung các tính năng chạy cho IPv6 như định nghĩa lại thông tin định tuyến được trao đổi là IPv6 prefix thay cho IPv4, sử dụng địa chỉ multicast FF02::A thay cho địa chỉ 224.0.0.10 của EIGRPv4, ...

2.3. Mạng kết hợp giữa IPv4 và IPv6

Trong quá trình phát triển, các kết nối IPv6 sẽ tận dụng cơ sở hạ tầng sẵn có của IPv4. Do vậy cần có những công nghệ phục vụ cho việc chuyển đổi từ địa chỉ IPv4 sang địa chỉ IPv6.



Hình 1. Sự chuyển đổi giữa mạng IPv4 và IPv6

Tuy nhiên trong giai đoạn chuyển đổi, điều quan trọng là phải đảm bảo sự hoạt động bình thường của mạng IPv4 hiện tại. Từ đó đặt ra yêu cầu cụ thể đối với việc chuyển đổi như sau:

- Việc thử nghiệm IPv6 không ảnh hưởng đến các mạng IPv4 hiện đang hoạt động kết nối.

- Hiệu năng hoạt động của mạng IPv4 không bị ảnh hưởng. IPv6 chỉ tác động đến các mạng thử nghiệm.

- Quá trình chuyển đổi diễn ra từng bước, không nhất thiết phải chuyển đổi toàn bộ các nút mạng sang giao thức mới. Các công nghệ chuyển đổi được sử dụng phổ biến hiện nay là:

- + *Dual Stack*: Cho phép IPv4 và IPv6 cùng hoạt động trong một thiết bị mạng.

- + *Translation (NAT-PT)*: NAT-PT còn được gọi là công nghệ biên dịch. Đây là công nghệ giúp cho thiết bị chỉ hỗ trợ IPV6 có thể kết nối với một thiết bị chỉ hỗ trợ IPV4. NAT-PT thực hiện chức năng của mình thông qua cơ chế biên dịch địa chỉ và dạng thức của mỗi đầu gói tin.

- + *Tunnelling*: Công nghệ đường hầm, sử dụng cơ sở hạ tầng mạng IPv4 để truyền tải gói tin IPv6, phục vụ cho kết nối IPv6.

Mỗi cơ chế có ưu nhược điểm và phạm vi áp dụng khác nhau.

2.4. Phân phối tuyến

Khi một thiết bị Router trong mạng được triển khai nhiều giao thức định tuyến khác nhau, khi đó cần có một cơ chế phân phối các tuyến đường của giao thức này được quảng bá vào trong giao thức còn lại để mạng có thể hội tụ được, khi đó các tuyến được phân phối sẽ trở thành các tuyến bên ngoài ở trong bảng định tuyến. Trong thực nghiệm ở phần tiếp theo, nghiên cứu sử dụng 15 tuyến tĩnh và 15 tuyến trên cổng Loopback của router R1 như sơ đồ mạng ở Hình 2. Cả hai giao thức OSPFv3 và EIGRPv6 đều hỗ trợ công nghệ phân phối tuyến trong mạng lai IPv4-IPv6.

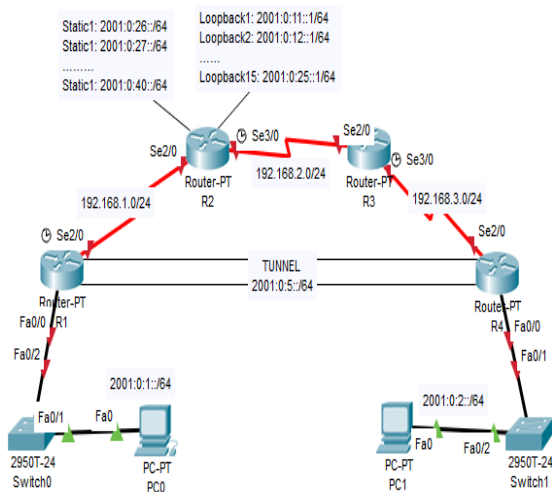
2.5. Tổng hợp tuyến

Tổng hợp tuyến (Route Summarization) hay tóm tắt tuyến là cách mà router thu gọn các tuyến đường có cùng đặc điểm (giống nhau số bit *network_id*) nhằm làm giảm số lượng tuyến đường (route) trong bảng định tuyến. Tổng hợp tuyến giúp giảm kích thước bảng định tuyến, tăng nhanh tốc độ hội tụ mạng. Trong thực nghiệm như sơ đồ Hình 2, sử dụng 15 tuyến tĩnh và 15 tuyến trên cổng Loopback của router R1, các tuyến này sẽ được quảng bá ở bên trong giao thức định tuyến bởi một tuyến duy nhất thông qua việc tổng hợp tuyến. Cả hai giao thức OSPFv3 và EIGRPv6 đều hỗ trợ công nghệ tổng hợp tuyến trong mạng lai IPv4-IPv6. Đây cũng là yếu tố được tập trung nghiên cứu, thực nghiệm để xem xét đánh giá mức độ ảnh hưởng của tổng hợp tuyến tới hiệu năng giao thức OSPFv3 và EIGRPv6 dựa trên các kết quả đầu ra.

3. Phân tích, triển khai đánh giá hiệu năng giao thức ospfv3 và eigrpv6 trên hạ tầng mạng kết hợp giữa IPV4 và IPV6

Để đánh giá được sự ảnh hưởng của tổng hợp tuyến tới hiệu năng của OSPFv3 và EIGRPv6 trên hạ tầng mạng lai giữa IPv4 và IPv6, nghiên cứu sẽ lần lượt thực hiện các bước mô phỏng thực nghiệm sau đó phân tích đánh giá định lượng dựa trên kết quả đầu ra (Komal Gehlot, 2014) (Martin Kuradusenge, 2016) (Kumar Pratap Singh, 2013) (F. Li, J. Yang, J. Wu, Z. Zheng, H. Zhang và X. Wang, 2014):

3.1. Xây dựng sơ đồ mạng



Hình 2. Sơ đồ mạng mẫu mô phỏng, đánh giá

Router R1 và R4 là các router sẽ được cấu hình đường hầm Tunnel sử dụng địa chỉ IPv6 qua mạng IPv4. Nghiên cứu đã sử dụng cấu hình đường hầm tĩnh vì các nghiên cứu trước đây cho thấy rằng nó an toàn hơn và hoạt động tốt hơn kiểu định tuyến khác. Trong thực nghiệm đã cấu hình quảng bá tất cả các tuyến tĩnh và các tuyến trên các cổng Loopback bằng các route đã được tổng hợp (tóm tắt lại) qua đường hầm và sau đó thu thập kết quả. Nghiên cứu cũng đã sử dụng Whreshark để phân tích các gói tin.

Trong nghiên cứu này, tất cả các thực nghiệm được lặp lại 5 lần và kết quả sau đó được tính trung bình trên các lần chạy này. Việc đánh giá hiệu năng của OSPFv3 và EIGRPv6 dựa trên các tham số như: thời gian hội tụ, thời gian khứ hồi (RTT), thời gian đáp ứng, lưu lượng giao thức, Tunneling Overhead, mức độ sử dụng CPU và bộ nhớ trong trường hợp có hoặc không tổng hợp (tóm tắt) tuyến đường.

Bảng 1. Thông số cấu hình

STT	Thiết bị	Port/Link	IP address
1	R1	Fa0/0	2001:0:1::1/64
		Se2/0	192.168.1.1/24
2	R2	Se2/0	192.168.1.2/24
		Se3/0	192.168.2.1/24
3	R3	Se2/0	192.168.2.2/24
		Se3/0	192.168.3.1/24
4	R4	Se2/0	192.168.3.2/24
		Fa0/0	2001:0:2::1/64

3.2. Cấu hình thực nghiệm EIGRP

Trong thực nghiệm này thực hiện cấu hình cả công nghệ IPv4 và IPv6 cho sơ đồ trong hình 2, khi đó router R1 và R4 sẽ đóng vai trò Dual Stack Router. Cần đảm bảo rằng chế độ định tuyến IPv6 đã được bật trên hai router này và đã gán địa chỉ IP theo sơ đồ mạng. Tiếp theo cấu hình EIGRP 10 trên IPv4 và EIGRP 100 trên IPv6. Sau đó cấu hình tạo đường hầm (Tunnel) giữa R1 và R4 sử dụng địa chỉ IP nguồn và IP đích theo sơ đồ Hình 2.

➤ Phân phối tuyến EIGRPv6:

Trong mẫu mô phỏng này có tổng 15 tuyến tĩnh và 15 tuyến thông qua cổng giao diện Loopback. Tất cả các tuyến đường này được tạo ở chế độ toàn cục trên router và được gán đầy đủ địa chỉ IPv6. Tiếp theo thực hiện cấu hình phân phối (redistribute) toàn bộ các tuyến này vào trong EIGRPv6. Kết quả, chúng ta có thể thấy các tuyến được quảng bá vào trong bảng định tuyến là các tuyến bên ngoài router như Hình 3:

```

Router-#sh ipv6 route
IPv6 Routing Table - 36 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route, M - MIPv6
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
       D - EIGRP, EX - EIGRP external
D   2001:0:1::/64 [20/297246976]
    via FE80::COAS:101, Tunnel0
C   2001:0:2::/64 [0/0]
    via ::, FastEthernet0/0
L   2001:0:2::1/128 [0/0]
    via ::, FastEthernet0/0
C   2001:0:5::/64 [0/0]
    via ::, Tunnel0
L   2001:0:5::2/128 [0/0]
    via ::, Tunnel0
EX  2001:0:11::/64 [170/297372416]
    via FE80::COAS:101, Tunnel0
EX  2001:0:12::/64 [170/297372416]
    via FE80::COAS:101, Tunnel0
EX  2001:0:13::/64 [170/297372416]
    via FE80::COAS:101, Tunnel0
EX  2001:0:14::/64 [170/297372416]
    via FE80::COAS:101, Tunnel0
EX  2001:0:15::/64 [170/297372416]
    via FE80::COAS:101, Tunnel0
--
EX  2001:0:36::/64 [170/297244416]
    via FE80::COAS:101, Tunnel0
EX  2001:0:37::/64 [170/297244416]
    via FE80::COAS:101, Tunnel0
EX  2001:0:38::/64 [170/297244416]
    via FE80::COAS:101, Tunnel0
EX  2001:0:39::/64 [170/297244416]
    via FE80::COAS:101, Tunnel0
EX  2001:0:40::/64 [170/297244416]
    via FE80::COAS:101, Tunnel0
L   FF00::/8 [0/0]
    via ::, Null0

```

Hình 3. Phân phối tuyến vào EIGRPv6

➤ **Tổng hợp tuyến EIGRPv6:**

Với sơ đồ mạng có kích thước khá lớn như trong nghiên cứu này, khi chạy định tuyến EIGRPv6 các tuyến sẽ được quảng bá

vào trong giao thức định tuyến dẫn tới việc tăng kích thước bảng định tuyến, vì vậy cần phải cấu hình tổng hợp tuyến trong kết nối tại đường hầm để giảm kích thước bảng định tuyến như Hình 4:

```

Router-#sh ipv6 route
IPv6 Routing Table - 6 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route, M - MIPv6
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
       D - EIGRP, EX - EIGRP external
D   2001::/32 [90/297244416]
    via FE80::COAS:101, Tunnel0
C   2001:0:2::/64 [0/0]
    via ::, FastEthernet0/0
L   2001:0:2::1/128 [0/0]
    via ::, FastEthernet0/0
C   2001:0:5::/64 [0/0]
    via ::, Tunnel0
L   2001:0:5::2/128 [0/0]
    via ::, Tunnel0
L   FF00::/8 [0/0]
    via ::, Null0

```

Hình 4. Tổng hợp tuyến trong EIGRPv6

3.3. Cấu hình thực nghiệm OSPF

Giao thức OSPF có thể hoạt động ở nhiều vùng (*area*) khác nhau. Thực hiện cấu hình *area 0* cho OSPFv2 và *area 0* cho OSPFv3, trong đó OSPFv2 được cấu hình ở mode toàn cục còn OSPFv3 được cấu hình trên các cổng của router. Sau đó cấu hình tạo đường hầm (Tunnel) giữa R1 và R4 sử dụng địa chỉ IP nguồn và IP đích theo sơ đồ Hình 2.

➤ Cấu hình phân phối tuyến trong OSPFv3:

Tạo các tuyến tĩnh, tuyến thông qua cổng Loopback và gán địa chỉ IPv6 cho các tuyến này. Sau đó thực hiện cấu hình phân phối (redistribute) toàn bộ các tuyến này vào trong giao thức OSPFv3. Quan sát trong kết quả Hình 5, ta thấy bảng định tuyến đã chứa toàn bộ các tuyến bên ngoài mà ta đã cấu hình:

```

Router-1#sh ipv6 route
IPv6 Routing Table - 36 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route, M - MIPv6
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
       D - EIGRP, EX - EIGRP external
O   2001:0:1::/64 [110/11112]
    via FE80::COA8:101, Tunnel0
C   2001:0:2::/64 [0/0]
    via ::, FastEthernet0/0
L   2001:0:2::1/128 [0/0]
    via ::, FastEthernet0/0
C   2001:0:5::/64 [0/0]
    via ::, Tunnel0
L   2001:0:5::2/128 [0/0]
    via ::, Tunnel0
OE2 2001:0:11::/64 [110/20]
    via FE80::COA8:101, Tunnel0
OE2 2001:0:12::/64 [110/20]
    via FE80::COA8:101, Tunnel0
OE2 2001:0:13::/64 [110/20]
    via FE80::COA8:101, Tunnel0
OE2 2001:0:14::/64 [110/20]
    via FE80::COA8:101, Tunnel0
OE2 2001:0:15::/64 [110/20]
    via FE80::COA8:101, Tunnel0
-----
OE2 2001:0:36::/64 [110/20]
    via FE80::COA8:101, Tunnel0
OE2 2001:0:37::/64 [110/20]
    via FE80::COA8:101, Tunnel0
OE2 2001:0:38::/64 [110/20]
    via FE80::COA8:101, Tunnel0
OE2 2001:0:39::/64 [110/20]
    via FE80::COA8:101, Tunnel0
OE2 2001:0:40::/64 [110/20]
    via FE80::COA8:101, Tunnel0
L   FE00::/8 [0/0]
    via ::, Null0

```

Hình 5. Phân phối tuyến vào OSPFv3

➤ Tổng hợp tuyến OSPFv3

Cấu hình tổng hợp tuyến ở chế độ toàn cục, kết quả bảng định tuyến sau khi tổng hợp tuyến như hình 6:

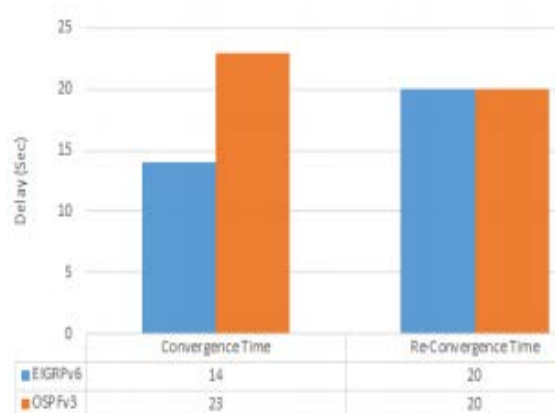
```
Router-4#sh ipv6 route
IPv6 Routing Table - 7 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route, M - MIPv6
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
       D - EIGRP, EX - EIGRP external
OE2 2001::/32 [110/20]
    via FE80::C0A8:101, Tunnel0
O   2001:0:1::/64 [110/11113]
    via FE80::C0A8:101, Tunnel0
C   2001:0:2::/64 [0/0]
    via ::, FastEthernet0/0
L   2001:0:2:1/128 [0/0]
    via ::, FastEthernet0/0
C   2001:0:5::/64 [0/0]
    via ::, Tunnel0
L   2001:0:5:2/128 [0/0]
    via ::, Tunnel0
L   FE00::/8 [0/0]
    via ::, Null0
```

Hình 6. Tổng hợp tuyến trong OSPFv3

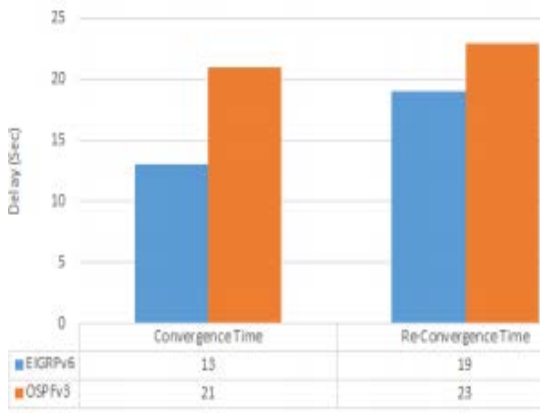
3.4. Đánh giá thời gian hội tụ

Khi một router trao đổi thông tin định tuyến với các router khác và nó cố gắng hoàn thiện bảng định tuyến của nó (học tất cả các đường đi tới đích) khi đó router sẽ đạt tới trạng thái hội tụ. Thời gian hội tụ mạng (convergence time) là thông số quan trọng để xác định hiệu năng của giao thức định tuyến. Bên cạnh đó, kích thước của mạng (số lượng node mạng nhiều hay ít) cũng vậy, với các mạng có kích thước lớn thì thời gian hội tụ sẽ chậm hơn so với mạng có kích thước nhỏ (Jay Kumar Jain and Sanjay Sharma, 2014).. Trong nghiên cứu này, thời gian hội tụ trên OSPFv3 và

EIGRPv6 qua việc sử dụng đường hầm đã được tính toán và cho ra kết quả như Hình 7, Hình 8:



Hình 7. Thời gian hội tụ trước khi thực hiện tổng hợp tuyến



Hình 8. Thời gian hội tụ sau khi thực hiện tổng hợp tuyến

Trong Hình 7 và Hình 8, thời gian hội tụ trung bình trong 5 lần được ghi nhận cho cả hai giao thức định tuyến từ trạng thái *up* trên giao diện Serial đến trạng thái *adjacent* của giao diện cổng đường hầm tunnel trên router R4. Thực nghiệm cho thấy khả năng hội tụ trên EIGRPv6 là nhanh hơn so với OSPFv3 ở cả trường hợp trước và sau khi tổng hợp tuyến. Hơn nữa, việc tổng hợp tuyến đóng vai trò rất quan trọng trong việc hội tụ nhanh của cả hai giao thức.

3.5. Đánh giá Round Trip Time (RTT)

Thời gian trễ trọn vòng RTT là tổng thời gian của một gói tin để đi từ nguồn tới đích, đây là một tham số chính ở lớp mạng (Network Layer). Trong truyền thông TCP sử dụng giao thức ICMP (lệnh Ping) để nhận kết quả RTT giữa người gửi và người nhận.

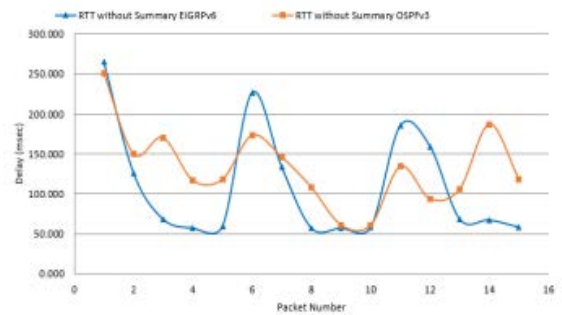
Để xác thực kết quả, nghiên cứu sử dụng hệ số biến thiên CV (coefficient of variation) thông qua công thức (D. Chauhan and S. Sharma, 2015):

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} * 100 \quad (1)$$

(lấy độ lệch chuẩn S chia cho giá trị trung bình $\bar{X}$). Trong thực nghiệm này, CV của EIGRPv6 là 63 ms trong khi CV của OSPFv3 là 37 ms. Kết quả cũng cho thấy

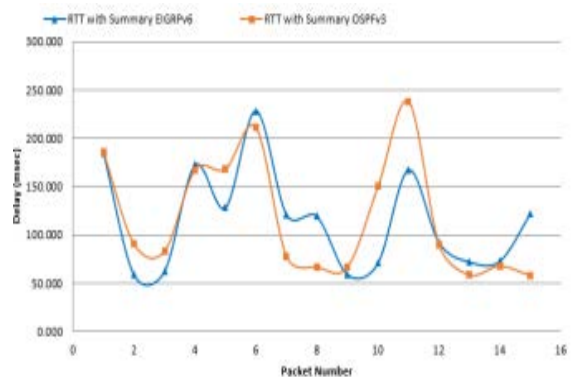
RTT của OSPFv3 tốt hơn nhiều so với EIGRPv6 mà không cần thực hiện cấu hình tổng hợp tuyến.

Trong kết quả tại Hình 9 hiển thị số liệu thống kê RTT mức trung bình trong nhiều vòng sử dụng hai giao thức OSPFv3 và EIGRPv6 mà không thực hiện tổng hợp tuyến qua đường hầm IPv6. Kết quả này được tính toán tính từ PC2 tới cổng Loopback1:



Hình 9. Thời gian trễ trọn vòng RTT trước khi tổng hợp tuyến

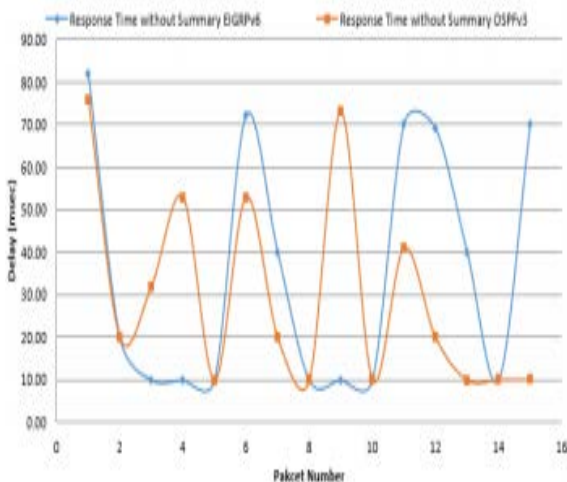
Trong kết quả như Hình 10 cho thấy số liệu thống kê về RTT với địa chỉ tóm tắt thông qua đường hầm IPv6. Kết quả được tính từ PC2 tới cổng Loopback1 sử dụng CV của EIGRPv6 là 45 ms trong khi CV của OSPFv3 là 51 ms. Kết quả cũng chỉ ra rằng EIGRPv6 cung cấp hiệu năng tốt hơn OSPFv3 trong việc tối ưu hóa tuyến đường.



Hình 10. Thời gian trễ trọn vòng RTT sau khi tổng hợp tuyến

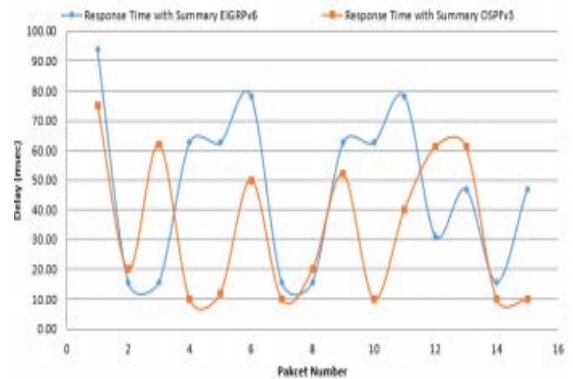
3.6. Thời gian đáp ứng Response Time

Là tổng thời gian cần thiết để trả lời yêu cầu dịch vụ. Trong thực nghiệm của nghiên cứu này, thời gian đáp ứng được kiểm chứng trên cả OSPFv3 và EIGRPv6 chạy trên mạng kết hợp giữa IPv4 và IPv6 (hybrid IPv4-IPv6 network) trước và sau khi tổng hợp tuyến (Fatima A. Hamza, Amr M. Mohamed, 2011). Kết quả trong Hình 11 chỉ ra kết quả đáp ứng (phản hồi) trung bình cho các vòng khác nhau mà không cần tổng hợp tuyến. Kết quả được tính từ PC2 tới cổng Loopback1, trong đó CV của EIGRPv6 là 81 ms trong khi CV của OSPFv3 là 79 ms. Kết quả cũng cho thấy OSPFv3 có lợi thế, ưu điểm hơn so với EIGRPv6:



Hình 11. Thời gian đáp ứng trước khi tổng hợp tuyến

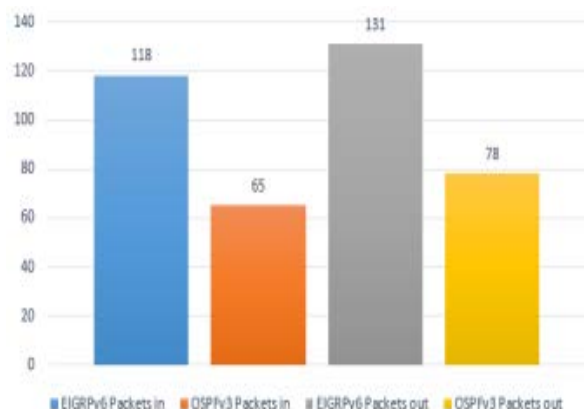
Trong Hình 12 chỉ ra thời gian đáp ứng trung bình với địa chỉ tóm tắt thông qua đường hầm IPv6, trong đó CV của EIGRPv6 là 57 ms trong khi CV của OSPFv3 là 72 ms. Kết quả cũng cho thấy thời gian phản hồi của EIGRPv6 tốt hơn nhiều so với OSPFv3 với việc sử dụng cấu hình tổng hợp tuyến:



Hình 12. Thời gian đáp ứng sau khi tổng hợp tuyến

3.7. Tunnel Overhead

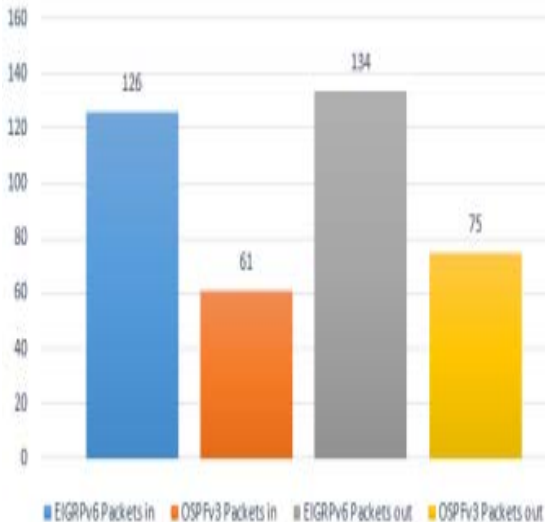
Hình 13 hiển thị trạng thái của đường hầm tunnel trong OSPFv3 và EIGRPv6 với cùng khe thời gian (time slot) là 9 phút trên router R1 trước khi tổng hợp tuyến. Qua thống kê cho thấy R1 đã gửi 131 gói tin cho router hàng xóm và nhận được 118 gói tin thông qua đường hầm sử dụng giao thức EIGRPv6, trong khi với OSPFv3 nó chỉ gửi 75 gói tin và nhận được 65 gói tin:



Hình 13. Giá trị Tunnel Overhead trước khi tổng hợp tuyến

Hình 14 chỉ ra giá trị Tunnel Overhead sau khi tổng hợp tuyến. Kết quả cho thấy sau khi cấu hình tổng hợp

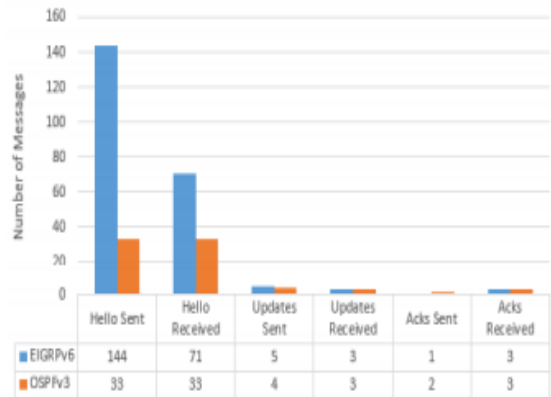
tuyến, các gói tin OSPFv3 bị giảm đi trong khi các gói EIGRPv6 tăng lên. Trong EIGRP nhận được 126 gói tin và gửi đi 134 gói tin qua đường hầm trong khi OSPFv3 nhận được 61 gói tin và gửi đi 75 gói. Điều đó có nghĩa là giá trị Tunnel Overhead trên EIGRPv6 cao hơn khoảng 50% so với OSPFv3:



Hình 14. Giá trị Tunnel Overhead sau khi tổng hợp tuyến

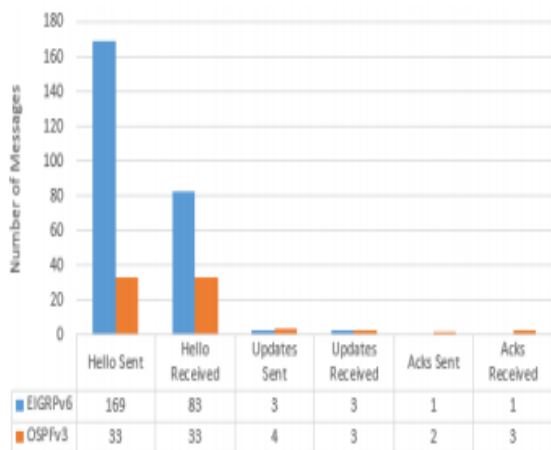
3.8. Thống kê lưu lượng giao thức định tuyến

Hình 15 thống kê lưu lượng của OSPFv3 và EIGRPv6 với cùng thời gian là 6 phút trên R1 mà không sử dụng tổng hợp tuyến. Thống kê này chỉ ra rằng với thời gian này, EIGRPv6 đã gửi 144 và nhận 71 gói tin *Hello* trong khi OSPFv3 đã gửi và nhận chỉ 33 gói tin *Hello*. Điều đó cho thấy, EIGRPv6 có tỷ lệ các gói tin *Hello* cao hơn so với OSPFv3 trong mạng kết hợp IPv4 và IPv6.



Hình 15. Thống kê lưu lượng giao thức định tuyến trước khi tổng hợp tuyến

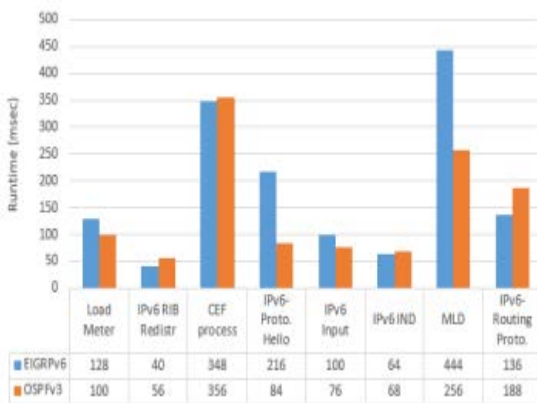
Hình 16 chỉ ra việc thống kê lưu lượng của EIGRPv6 và OSPFv3 với cùng thời gian 6 phút trên R1 trong trường hợp có cấu hình tổng hợp tuyến. Kết quả cho thấy EIGRPv6 đã gửi 169 gói tin *Hello* và nhận 83 gói tin *Hello* trong khi OSPFv3 đã gửi và nhận chỉ 33 gói tin *Hello*. Có nghĩa là, sau khi tổng hợp tuyến, EIGRPv6 có tỷ lệ các gói tin *Hello* cao hơn trong khi OSPFv3 tỷ lệ này giữ nguyên (vẫn được duy trì). Điều này chỉ ra hiệu năng của OSPFv3 tốt hơn nhiều so với EIGRPv6 trong trường hợp có tổng hợp tuyến:



Hình 16. Thống kê lưu lượng giao thức định tuyến sau khi tổng hợp tuyến

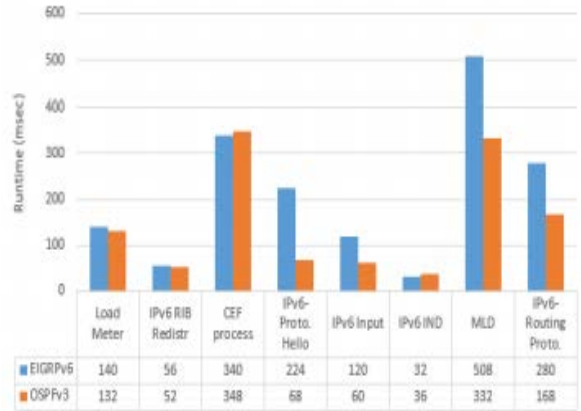
3.9. Đánh giá CPU và Memory Utilization

Mức độ sử dụng CPU là số phần trăm tổng hiệu suất mà CPU đã sử dụng để xử lý trong router. Việc sử dụng CPU ở mức cao có thể là nguyên nhân dẫn tới việc làm mất gói tin, độ trễ cao và việc xử lý các gói tin bị chậm đi (O. J. S. Parra, A. P. Rios, and G. L. Rubio, 2011) (Jian, S., and Fang, 2011) (Wijaya C, 2011). . Mức độ sử dụng bộ nhớ tương tự như vậy, nếu sử dụng bộ nhớ ở mức cao có thể dẫn tới việc sử dụng hiệu suất của CPU cao hơn. Hình 17 so sánh việc sử dụng CPU của EIGRPv6 và OSPFv3 trong trường hợp có tổng hợp tuyến và sử dụng cùng lượng thời gian 2 phút trong mạng kết hợp IPv4 và IPv6. Dữ liệu thống kê cho thấy OSPFv3 sử dụng ít hiệu suất CPU hơn so với EIGRPv6:



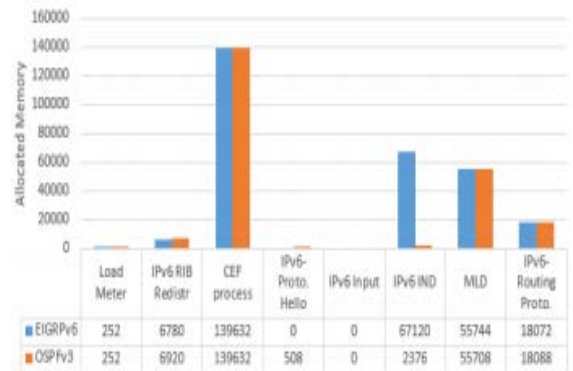
Hình 17. Mức độ sử dụng CPU trước khi tổng hợp tuyến

Hình 18 chỉ ra kết quả so sánh mức độ sử dụng CPU sau khi tổng hợp tuyến (với cùng thời gian). Dữ liệu cho thấy OSPFv3 vẫn sử dụng ít hiệu suất của CPU hơn so với EIGRPv6 tương đương với việc CPU xử lý các quá trình của OSPFv3 với lượng thời gian ngắn hơn so với EIGRPv6:

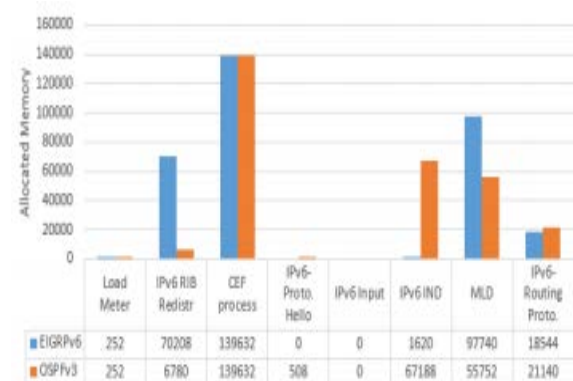


Hình 18. Mức độ sử dụng CPU sau khi tổng hợp tuyến

Kết quả chỉ ra trong Hình 19 và Hình 20 cho thấy mức độ sử dụng bộ nhớ hiệu quả hơn (và ít hơn) so với EIGRPv6:



Hình 19. Mức độ sử dụng bộ nhớ trước khi tổng hợp tuyến



Hình 20. Mức độ sử dụng bộ nhớ sau khi tổng hợp tuyến

4. Kết luận

Kết quả của nghiên cứu, thực nghiệm này cho thấy giao thức OSPFv3 thực hiện tốt hơn giao thức EIGRPv6 trên nền mạng lai giữa IPv4 và IPv6 với hầu hết các tham số sử dụng như: Thời gian hội tụ, RTT (round time trip), thời gian đáp ứng, chi phí đường hầm, lưu lượng giao thức, mức độ sử dụng CPU và bộ nhớ. Kết quả

nghiên cứu cũng có thể dùng tham khảo giống như những góp ý tích cực giúp các nhà thiết kế mạng có thể định lượng được một cách tường minh khi họ áp dụng các giao thức định tuyến OSPFv3 và EIGRPv6 trong hạ tầng mạng đã thiết kế được tối ưu nhất có thể, giúp hệ thống hoạt động ổn định hơn, định hình được những kế hoạch quản trị hệ thống trong tương lai hiệu quả hơn trên thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Z. Ashraf. (2013). IPv6 Routing: A Practitioner Approach, Lap Lambert Academic Publishing GmbH KG.
- D. Chauhan and S. Sharma. (2015). Performance Evaluation of Different Routing Protocols in IPv4 and IPv6 Networks on the basis of Packet Sizes. *Procedia computer science*, 46, 1072-1078.
- Komal Gehlot. (2014). Performance Evaluation of EIGRP and OSPF Routing Protocols in Real Time Applications. *IETTCS*, 3(1), 137-143.
- Alex Hinds. (2013). Evaluation of OSPF and EIGRP Routing Protocols for IPv6. *International Journal of Future Computer and Communication*, 2(4), 287-291.
- Martin Kuradusenge. (2016), Operation and Comparative Performance Analysis of Enhanced Interior Routing Protocol (EIGRP) over IPv4 and IPv6 Networks. *IJAR in Computer Science and Software Engineering*, 6(7), 174-182.
- Kuwar Pratap Singh. (2013). Performance Evaluation of Enhanced Interior Gateway Routing Protocol in IPv6 Network. *International Journal of Computer Applications*, 70(5), 42-47.
- F. Li, J. Yang, J. Wu, Z. Zheng, H. Zhang and X. Wang. (2014). Configuration analysis and recommendation: Case studies in IPv6 networks. *Computer Communications*, 53, 37-51.
- Jay Kumar Jain and Sanjay Sharma. (2014). Progressive Routing Protocol using Hybrid Analysis for MANETs. *Int. J. on Recent Trends in Engineering and Technology*, Vol. 10, No. 1, Jan 2014, ACEEE.
- Fatima A. Hamza, Amr M. Mohamed. (2011). Performance Comparison of Two Dynamic Routing Protocols: RIP and OSPF. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, CIS Journal Vol. 2, No. 10, pp.509-513.
- O. J. S. Parra, A. P. Rios, and G. L. Rubio. (2011). IPV6 and IPV4 QoS mechanisms. in *Proc. of International Organization for Information Integration and Web-based Application and Services*, pp 463-466.
- Jian, S., and Fang, Y. Y. (2011). Research and Implement of OSPFv3 in IPv6 Network. In *Proceedings of the CSQRWC, Conference on Cross Strait Quad-Regional Radio Science and Wireless Technology Conference*, 743 – 746.
- Wijaya C. (2011). Performance Analysis of Dynamic Routing Protocol EIGRP and OSPF in IPv4 and IPv6 Network. In *Proceedings of the ICI, International Conference on Informatics and Computational Intelligence*, 355 – 360.