

NGHIÊN CỨU SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA BĂNG THÔNG VÀ ĐỘ TRỄ TỐI HIỆU NĂNG CỦA GIAO THỨC ENHANCED INTERIOR GATEWAY ROUTING PROTOCOL TRONG MẠNG IPV4 VÀ IPV6

Lê Hoàng Hiệp^{1*}, Đỗ Đình Lực¹, Nguyễn Thị Duyên¹, Lương Thị Minh Huệ¹,
Nguyễn Lan Oanh¹, Trần Thị Yến², Nguyễn Thị Thu Thủy², Nguyễn Văn Vũ²

¹Trường Đại học Công nghệ thông tin & Truyền thông – ĐH Thái Nguyên,

²Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật Nam Định

TÓM TẮT

Việc tính toán ra thông số định tuyến của giao thức Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) phức tạp hơn rất nhiều so với các giao thức khác, trong đó sử dụng các tham số như băng thông, độ trễ, độ tin cậy, tải và kích thước tối đa của gói tin để tìm ra đường đi tốt nhất trong số các đường đi tới đích. Việc thay đổi một hoặc nhiều tham số này có thể làm sai khác kết quả giá trị thông số định tuyến của giao thức EIGRP dẫn tới hiệu năng của EIGRP cũng bị ảnh hưởng. Trong các nghiên cứu đã công bố trước đây, hầu hết tập trung vào việc đánh giá hiệu năng của EIGRP dựa trên cả năm tham số và sử dụng các kỹ thuật đánh giá kết quả dựa trên độ phức tạp của giải thuật DUAL trong giao thức EIGRP. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả tập trung nghiên cứu làm rõ sự ảnh hưởng của hai tham số băng thông và độ trễ tới hiệu năng của giao thức EIGRP trên nền IPv4 và IPv6. Kết quả cho thấy băng thông và độ trễ có thể làm ảnh hưởng lớn tới việc lựa chọn đường đi trong giải thuật EIGRP trên nền IPv4 nhưng hầu như không có tác động nhiều trên nền IPv6.

Từ khóa: *Giao thức định tuyến; EIGRP; Hiệu năng EIGRP; Băng thông EIGRP; Độ trễ EIGRP*

Ngày nhận bài: 15/5/2019; Ngày hoàn thiện: 28/6/2019; Ngày đăng: 26/7/2019

STUDY THE IMPACTS OF BANDWIDTH AND DELAY TO PERFORMANCE OF EIGRP IN IPV4 AND IPV6 NETWORK

Le Hoang Hiep^{1*}, Do Dinh Luc¹, Nguyen Thi Duyen¹, Luong Thi Minh Hue¹,
Nguyen Lan Oanh¹, Tran Thi Yen², Nguyen Thi Thu Thuy², Nguyen Van Vu²

¹Thai Nguyen University of Information and Communication Technology – TNU,

²Nam Dinh University Of Technology Education

ABSTRACT

Calculating the routing parameters of the Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP) is much more complicated than that of other protocols, which use parameters such as bandwidth, latency, reliability, load and Maximum size of packets to find the best route among the routes to the destination. Changing one or more of these parameters may change of the routing parameter value of the EIGRP protocol leading to EIGRP performance being affected. However, most previous published studies have focused on evaluation EIGRP performance based on all five parameters and using evaluation techniques based on the complexity of the DUAL algorithm in the EIGRP protocol. In this study, the authors attended to clarify the effect of two bandwidth parameters and latency on the performance of EIGRP protocol on IPv4 and IPv6. The results showed that bandwidth and latency can greatly affect the selection of paths in the EIGRP algorithm on IPv4, but almost no impact on IPv6.

Keywords: *Routing Protocols; EIGRP; EIGRP Performance; EIGRP Bandwidth; EIGRP Delay*

Received: 15/5/2019; Revised: 28/6/2019; Published: 26/7/2019

* Corresponding author. Email: lhhiiep@ictu.edu.vn

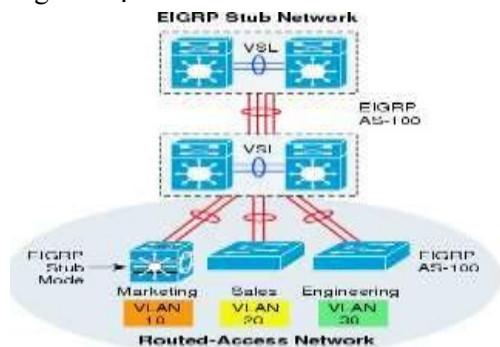
1. Giới thiệu

Một dự án thiết kế mạng được coi là tối ưu khi nó đạt được các tiêu chí về kỹ thuật và yêu cầu từ phía khách hàng/người có nhu cầu sử dụng. Các tiêu chí về kỹ thuật có thể là độ hội tụ nhanh, độ delay thấp, độ mất gói tin ít, tính sẵn sàng cao, băng thông và hiệu năng của thiết bị mạng đáp ứng tốt các yêu cầu khi triển khai thực tế... Các tiêu chí từ phía khách hàng có thể là chi phí thấp nhất nhưng hệ thống vẫn đạt yêu cầu, sự vận hành ít phức tạp...

Để thực hiện được tốt các yêu cầu về kỹ thuật đòi hỏi nhà thiết kế cần có kinh nghiệm hiểu biết sâu sắc về nền tảng công nghệ và nắm rõ các quy trình, phương pháp luận thiết kế dự án một cách bài bản. Việc chọn ra được một giao thức định tuyến phù hợp với một hoàn cảnh cụ thể dựa trên hiệu năng của giao thức là một yếu tố làm nên sự tối ưu của một hệ thống/dự án mạng [1].

Có nhiều loại giao thức định tuyến khác nhau có thể sử dụng trong các hạ tầng mạng trên thực tế, mỗi giao thức lại có các ưu và nhược điểm khác nhau. Trong quá khứ các nhà thiết kế, quản trị đã quá quen thuộc với việc triển khai các giao thức định tuyến trên nền hạ tầng IPv4, tuy nhiên theo quy luật phát triển tiến bộ của công nghệ, hạ tầng IPv6 đã ra đời và đã được sử dụng dần trở nên phổ biến để khắc phục những nhược điểm của IPv4.

Trên thực tế khi triển khai các giao thức định tuyến trên nền IPv4 sẽ có sự khác biệt rất lớn với nền hạ tầng IPv6, do đó cần có sự đánh giá, nhìn nhận ở phương diện kỹ thuật công nghệ để nhà thiết kế có thể vận dụng tốt hơn trong các dự án thiết kế của mình.



Hình 1. Mô hình mạng doanh nghiệp sử dụng giao thức EIGRP

Trong nghiên cứu này tập trung làm rõ sự ảnh hưởng của hai tham số băng thông và độ trễ tới hiệu năng của giao thức EIGRP trên hạ tầng IPv4 và IPv6 dựa trên phân tích kết quả của các mẫu mô phỏng thu thập được. Kết quả của nghiên cứu có thể sử dụng làm bản mẫu kết quả mới để so sánh với các kết quả của các nghiên cứu trước đây, để từ đó có thể làm minh chứng rõ ràng hơn cho bạn đọc và nhà nghiên cứu về hiệu năng giao thức EIGRP khi quan sát các phương pháp và kết quả phân tích đánh giá khác nhau dựa trên nhiều kỹ thuật đánh giá đã được công bố. Hơn nữa, kết quả của nghiên cứu này có thể giúp các nhà thiết kế, quản trị dự án, hạ tầng mạng dùng làm cơ sở để phân tích, nhận định từ đó triển khai cấu hình EIGRP một cách phù hợp trong hệ thống của mình được tối ưu nhất khi cần thiết dựa trên các đánh giá, so sánh và phân tích về sự ảnh hưởng của các tham số định tuyến tới hiệu năng của giao thức EIGRP.

2. Cơ sở và tiêu chí đánh giá hiệu năng của giao thức eigrp [1], [2]

2.1. Mục đích của giải thuật định tuyến

Định tuyến (routing) nhằm mục đích chọn lựa các đường đi trên một mạng máy tính để gửi dữ liệu qua đó. Việc định tuyến được thực hiện cho nhiều loại mạng, trong đó có mạng điện thoại, liên mạng, Internet, mạng giao thông.

Định tuyến nhằm tìm ra hướng di chuyển của dữ liệu đã được gán thông tin về nguồn hướng đến đích đến thông qua các thiết bị, node mạng trung gian sử dụng thiết bị Router. Tiến trình thực hiện của Router là xây dựng nên bảng định tuyến chứa những lộ trình (entry) tối ưu nhất đến các đích khác nhau.

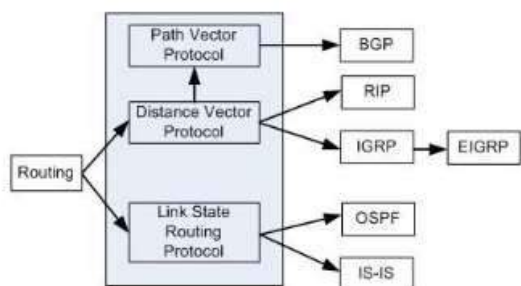
Với các dự án mạng cỡ nhỏ với số lượng node mạng ít, việc xây dựng cài đặt cho thiết bị định tuyến có thể làm thủ công. Tuy nhiên với các hạ tầng mạng cỡ lớn với số lượng node mạng nhiều, Topology mạng phức tạp và thường xuyên bị thay đổi cần phải được triển

khai một cách hiệu quả để xây dựng các bảng định tuyến trước có nhiều tuyến đường dự trữ phòng trừ trường hợp nghẽn mạng. Ở các mạng lớn này cần phải sử dụng các giao thức động bằng cách thiết lập, cài đặt cơ sở dữ liệu bảng định tuyến một cách tự động và thông minh nhờ các thuật toán, giải thuật định tuyến đã được lập trình trước đó.

2.2. Phân loại giao thức định tuyến

Trên thực tế có nhiều tiêu chí, phương pháp để phân loại các giao thức định tuyến khác nhau. Về phương diện kỹ thuật, các giao thức định tuyến được phân chia thành 2 loại cơ bản:

- Định tuyến tĩnh (Static Routing): Việc xây dựng bảng định tuyến của Router được thực hiện bằng tay bởi người quản trị.
- Định tuyến động (Dynamic Routing): Việc xây dựng và duy trì trạng thái của bảng định tuyến được thực hiện tự động bởi Router.



Hình 2. Phân loại giao thức định tuyến

Việc lựa chọn đường đi được tuân thủ theo 2 giải thuật cơ bản:

- + Distance Vector (vector khoảng cách): Chọn đường đi theo hướng và khoảng cách tới đích.
- + Link State (trạng thái đường liên kết): Chọn đường đi ngắn nhất dựa vào cấu trúc của toàn bộ mạng theo trạng thái của các đường liên kết mạng.

Định tuyến động hiện đang chiếm ưu thế trên Internet. Tuy nhiên, việc cấu hình các giao thức định tuyến thường đòi hỏi nhiều kinh nghiệm; hơn nữa định tuyến tĩnh cũng có nhiều ưu điểm vẫn có thể tận dụng được. Do đó tốt nhất là nên kết hợp giữa định tuyến thủ công và tự động.

Với các hệ thống mạng truyền dẫn dữ liệu như mạng Internet, dữ liệu sẽ được chia nhỏ thành các gói tin, sau đó gán các thông tin về nguồn và đích đến cụ thể để từ đó thiết lập ra một lộ trình chi tiết cho các gói tin đó đến được đích.

2.3. Tiêu chí lựa chọn giao thức định tuyến

Với các dự án mạng đã hoàn thiện, cần có các phương pháp đánh giá, kiểm tra kết quả thực hiện. Xét về mặt hiệu năng hệ thống để từ đó chọn lựa được giao thức phù hợp, sau đó đánh giá được kết quả mà giao thức đã triển khai có phù hợp với hệ thống hay không về cơ bản sử dụng các tham số sau để định lượng:

- Time to Convergence: là thời gian mà các bộ định tuyến Router trong sơ đồ (Topology) của mạng chia sẻ thông tin định tuyến với nhau nhờ các giải thuật định tuyến và đạt đến một trạng thái ổn định về định tuyến. Khi đó, các Router sẽ học được toàn bộ các tuyến đường tới đích trong hệ thống. Thời gian hội tụ phụ thuộc vào kích thước của mạng. Mức độ (tốc độ) hội tụ có thể xét trên 2 yếu tố sau:

+ Bộ định tuyến Router quảng bá về một thay đổi trong Topology cho các Router láng giềng nhanh hay chậm.

+ Khả năng xử lý, tính toán đường đi tốt nhất sử dụng các thông tin định tuyến nhận được ra sao.

- Khả năng mở rộng (Scalability).
- Hỗ trợ Classless hoặc Classful
- Resource Usage
- Implementation and Maintenance

Dựa vào các tham số này mà nhà quản trị có thể định lượng, tính toán và phản biện được hiệu năng của giao thức định tuyến đã triển khai trong hạ tầng mạng đã được thiết kế, triển khai.

2.4. Đặc điểm hoạt động của EIGRP

Trong nội dung này sẽ là cơ sở để nghiên cứu xây dựng mô phỏng bằng việc dựa trên các đặc điểm hoạt động của EIGRP sau đó sử dụng các thông tin đầu vào (Input) và phân tích, đánh giá kết quả đầu ra (Output) khi triển khai EIGRP trên hạ tầng mạng IPv4 và IPv6.

Với đặc điểm chứa đựng những ưu điểm của kiểu giao thức định tuyến dạng Distance Vector và giao thức định tuyến theo trạng thái đường liên kết như cập nhật thông tin định tuyến theo từng phần, khả năng tìm kiếm phát hiện Router láng giềng,...nên đây là một giao thức được ưu tiên chọn lựa để thực thi trong các hạ tầng mạng lớn với số lượng node mạng nhiều, đòi hỏi hiệu năng giao thức cao.

Theo giải thuật của EIGRP, để tìm ra đường đi tốt nhất trong Topology mạng nó cần phải thực hiện 3 giai đoạn:

2.4.1. Thiết lập quan hệ neighbor:

Các cổng (port) của bộ định tuyến khi được cài đặt EIGRP thì bộ định tuyến sẽ gửi các gói tin hello ra khỏi cổng để thiết lập quan hệ láng giềng với Router kết nối trực tiếp với mình theo địa chỉ multicast dành riêng cho giao thức EIGRP là 224.0.0.10 với giá trị hello – timer là 5 giây.

2.4.2. Đưa ra bảng Topology

Khi đã thực hiện xây dựng, thiết lập xong quan hệ neighbor, các bộ định tuyến sẽ gửi luôn cho nhau toàn bộ các thông tin bảng định tuyến của chúng cho nhau.

Đối với giao thức định tuyến EIGRP, khi một Router nhận được nhiều route từ nhiều láng giềng cho một đích đến nào đó thì EIGRP sẽ chọn tuyến đường nào tốt nhất đưa vào bảng định tuyến để sử dụng còn đối với các route còn lại nó không loại bỏ mà lưu vào một cơ sở dữ liệu để sử dụng cho mục đích dự phòng về các đường đi tới đích. Bảng cơ sở dữ liệu này được gọi là bảng Topology. Đây là bảng lưu mọi route có thể có từ nó đến mọi đích đến trong mạng và bảng định tuyến là bảng sẽ lấy và sử dụng các route tốt nhất từ bảng Topology này.

2.4.3. Dùng thuật toán DUAL để tìm ra đường đi tốt nhất trong bảng định tuyến

Giao thức EIGRP được xây dựng nhờ giải thuật DUAL để quảng bá các tuyến đường đến các Router láng giềng và chọn đường đi tốt nhất tới đích. Trong đó, Metric của giao thức EIGRP được tính theo một công thức rất phức tạp với đầu vào là năm tham số: Bandwidth (băng thông), Delay (độ trễ),

Reliability (độ tin cậy), Load (tải) và Maximum Transmission Unit (MTU). Với công thức tính:

$$\text{Metric} = [K1 * \text{bandwidth} + (K2 * \text{bandwidth}) / *256 - \text{load}] + K3 * \text{delay} * [K5 / (\text{reliability} + K4)]$$

Trong đó:

+ K1 là Bandwidth
+ K2 là Load
+ K3 là Delay
+ K4 là Reliability
+ K5 là MTU

Mặc định bộ tham số K được thiết lập là: K1 = K3 = 1; K2 = K4 = K5 = 0 nên công thức dạng đơn giản nhất ở mặc định sẽ là:

$$\text{Metric} = [10^7 / \text{Bandwidth min} + \text{Delay}] * 256$$

Một số giá trị mặc định được quy định cho một số loại cổng thường sử dụng trên Router:

+ Cổng Ethernet: Bandwidth=10 Mbps; Delay=1000 Micro second.

+ Cổng Fast Ethernet: Bandwidth=100Mbps; Delay= 100 Micro second.

+ Cổng Serial: Bandwidth=1,544 Mbps; Delay= 20000 Micro second.

3. Triển khai đánh giá hiệu năng giao thức eigrp trên nền IPv4 và IPv6

Để đánh giá được hiệu năng của EIGRP trên hạ tầng IPv4 và IPv6, nghiên cứu sẽ lần lượt thực hiện các bước mô phỏng và từ đó phân tích các tham số của EIGRP sau khi chạy xong mô phỏng, từ đó đưa ra đánh giá định lượng [3], [4], [5], [6].

3.1. Xây dựng sơ đồ mạng



Hình 3. Mẫu sơ đồ mạng mô phỏng

Trong sơ đồ mạng ở Hình 3 sử dụng bốn thiết bị Router, 4 thiết bị switch, 4 máy tính. Kết nối giữa các thiết bị này sử dụng 5 đường serial (WAN) và 4 đường Ethernet (LAN). Sơ đồ cũng sẽ áp dụng EIGRP trên cả hai hạ tầng IPv4 và IPv6 (Dual-Stack) để thực nghiệm.

Ban đầu hệ thống sẽ sử dụng các thông số mặc định, sau đó sẽ thực nghiệm mô phỏng, tùy chỉnh các tham số khác với giá trị mặc định để phân tích đánh giá sự ảnh hưởng của việc này sẽ ảnh hưởng tới hiệu năng của EIGRP ra sao trên mỗi hạ tầng mạng khác nhau IPv4 và IPv6. Như đã trình bày ở trên, EIGRP sử dụng năm tham số (K) khác nhau để xác định đường đi tốt nhất cho gói tin đó là: Bảng thông (bandwidth), Độ trễ (delay), Tải (load), Độ tin cậy (reliability) và MTU. Bảng thông và độ trễ được sử dụng với giá trị mặc định, có nghĩa là K1 và K2 của chúng gần bằng 0 trong khi các giá trị K khác là bằng 0. Điều này làm cho công thức trong EIGRP hoàn chỉnh để xác định đường đi tốt nhất trở thành: $(\text{Bảng thông} + \text{Độ trễ}) * 256$

Tiến hành cấu hình cho sơ đồ mạng hoàn chỉnh sử dụng EIGRP trên cả hạ tầng IPv4 và IPv6, lúc này hệ thống mạng đã thông nhau hoàn toàn và tất cả các Router đã có thông tin về đích đến, các PC có thể Ping thành công tới tất cả các đích trong sơ đồ mạng. Ở các bước tiếp theo sẽ thực hiện các phân tích so sánh khi triển khai sơ đồ hệ thống trên hạ tầng IPv4 và IPv6 với các giá trị K mặc định hoặc khi thay đổi các giá trị K này để xem sự ảnh hưởng của việc thay đổi này tới hiệu năng hệ thống như đã nói ở phần trên.

3.2. Phân tích đánh giá khi giữ nguyên K mặc định ($K1=1, K2=0, k3=1, k4=0, k5=0$) và sử dụng bandwidth, delay mặc định

Thực hiện kiểm tra bằng định tuyến trong trường hợp giữ nguyên giá trị K theo mặc định ban đầu như kết quả tại Bảng 1.

Trong kết quả ở Bảng 1 ta thấy, khi gửi gói tin tới cùng đích bất kỳ với cả sơ đồ mạng sử dụng IPv4 và IPv6 đều có giá trị metric giống nhau (không đổi). Điều này có nghĩa là, với các giá trị tính tham số metric trong EIGRP nếu để ở giá trị mặc định, khi cài đặt EIGRP trên hạ tầng IPv4 và IPv6 sẽ không làm ảnh

hưởng tới hiệu năng của giao thức, thời gian hội tụ và chi phí đường đi là như nhau.

Bảng 1. Bảng định tuyến với giá trị metric mặc định

Router R1 với IPv4	Router R1 với IPv6
<pre>R1#show ip route eigrp D 2.0.0.0/8 [90/2172416] via 200.200.10.2, 00:15:59, Serial0/0/0 D 3.0.0.0/8 [90/2172416] via 200.200.30.2, 00:16:00, Serial0/1/0 D 4.0.0.0/8 [90/2172416] via 200.200.40.2, 00:16:00, Serial0/0/1 200.200.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks D 200.200.20.0/24 [90/2681856] via 200.200.30.2, 00:16:00, Serial0/1/0 [90/2681856] via 200.200.10.2, 00:15:59, Serial0/0/0 200.200.40.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks D 200.200.50.0/24 [90/2681856] via 200.200.30.2, 00:16:00, Serial0/1/0 [90/2681856] via 200.200.40.2, 00:16:00, Serial0/0/1</pre>	<pre>R1#show ipv6 route D 2001::DB8:ABCD:1::/64 [90/2172416] via FE80::290:CFF:FE85:A01, Serial0/0/0 D 2001::DB8:ABCD:3::/64 [90/2172416] via FE80::20D:BDFF:FE93:1801, Serial0/1/0 D 2001::DB8:ABCD:4::/64 [90/2172416] via FE80::210:11FF:FEDC:B101, Serial0/0/1 D 2001::DB8:ABCD:6::/64 [90/2681856] via FE80::20D:BDFF:FE93:1801, Serial0/1/0 D 2001::DB8:ABCD:9::/64 [90/2681856] via FE80::210:11FF:FEDC:B101, Serial0/0/1 D 2001::DB8:ABCD:9::/64 [90/2681856] via FE80::20D:BDFF:FE93:1801, Serial0/1/0</pre>

3.3. Phân tích đánh giá khi giữ nguyên K mặc định ($K1=1, K2=0, k3=1, k4=0, k5=0$) và sử dụng Bandwidth, Delay tùy chỉnh

Theo mặc định, giá trị các thông số trên cổng Serial của Router cụ thể là:

+ Bảng thông: 1544 Kbit

+ Độ trễ: 20000 usec

Chi tiết được thể hiện như trong Hình 4:

```
R1#show interfaces serial 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is HD64570
Internet address is 200.200.10.1/24
MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec,
```

Hình 4. Giá trị mặc định của băng thông và độ trễ trên cổng Serial của Router

Sau đây sẽ thử nghiệm tăng đôi giá trị của băng thông (lên 3088) và giảm một nửa giá trị độ trễ (xuống 10000) như sau:

```
R1(config)#int s0/0/0
R1(config-if)#bandwidth 3088
R1(config-if)#delay 10000
R1(config-if)#exit

R1(config)#int s0/1/0
R1(config-if)#bandwidth 3088
R1(config-if)#delay 10000
R1(config-if)#exit

R1(config)#int s0/0/1
R1(config-if)#bandwidth 3088
R1(config-if)#delay 10000
R1(config-if)#exit
```

Kiểm tra kết quả và xem số liệu như trong Bảng 2:

Bảng 2. Kết quả khi giá trị metric đã bị thay đổi

Router R1 với IPv4	Router R1 với IPv6
<code>R1#show ip route eigrp</code> D 2.0.0.0/8 [90/3391488] via 200.200.10.2, 00:00:43, Serial0/0/0 D 3.0.0.0/8 [90/3391488] via 200.200.30.2, 00:00:28, Serial0/1/0 D 4.0.0.0/8 [90/3391488] via 200.200.40.2, 00:00:11, Serial0/0/1 200.200.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks D 200.200.20.0/24 [90/4729856] via 200.200.30.2, 00:00:28, Serial0/1/0 [90/4729856] via 200.200.10.2, 00:00:43, Serial0/0/0 200.200.40.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks D 200.200.50.0/24 [90/4729856] via 200.200.30.2, 00:00:28, Serial0/1/0 [90/4729856] via 200.200.40.2, 00:00:11, Serial0/0/1	<code>R1#show ipv6 route</code> D 2001:DB8:ABCD:2::/64 [90/2172416] via FE80::20D:BDFF:FE93:1801, Serial0/0/0 D 2001:DB8:ABCD:3::/64 [90/2172416] via FE80::20D:BDFF:FE93:1801, Serial0/1/0 D 2001:DB8:ABCD:4::/64 [90/2172416] via FE80::210:11FF:FEDC:B101, Serial0/0/1 D 2001:DB8:ABCD:5::/64 [90/2681856] via FE80::20D:BDFF:FE93:1801, Serial0/1/0 D 2001:DB8:ABCD:6::/64 [90/2681856] via FE80::210:11FF:FEDC:B101, Serial0/0/1

Sau khi tùy chỉnh bằng thông và độ trễ, ta nhận ra rằng việc thay đổi giá trị như trên đã làm ảnh hưởng tới hệ thống sử dụng IPv4 (metric tăng lên) nhưng đối với mạng sử dụng IPv6 thì không bị ảnh hưởng (metric giữ nguyên). Hơn nữa ta cũng thấy rằng các con đường tới đích (R3) bắt đầu từ R1 (tới mạng 200.200.20/24 và mạng 200.200.50/24) là giống nhau ở cả mô hình dùng cho IPv4 và IPv6 khác nhau, tuy nhiên sau khi thay đổi giá trị bằng thông và độ trễ ta thấy có sự khác nhau rất cách biệt như kết quả ở Bảng 3. Cụ thể giá trị FD đo được khi kiểm tra trên IPv4 là 4729856, còn trên IPv6 là 2681856 (giá trị FD trên IP4 lớn hơn rất nhiều so với IPv6). (Chú thích: với mỗi đường đi, giá trị metric từ Router đang xét đi đến mạng đích được gọi là FD – Feasible Distance).

Khi hoạt động, thuật toán DUAL sẽ lấy thông tin từ bảng neighbor và Topology để chọn đường đi có chi phí (cost) thấp nhất tới từng mạng đích gọi là Successor Router.

Theo đó, như trong kết quả trong Bảng 3 ta thấy ở bảng cấu trúc mạng này với cùng một đích đến (chẳng hạn từ R1 tới R3) sẽ có cùng số Successors (next hop) ở cả hai hạ tầng IPv4 và IPv6 nhưng giá trị FD là khác nhau khi ta cấu hình thay đổi giá trị bằng thông và độ trễ trên kết nối sử dụng cổng serial của Router. Trong trường hợp này, giá trị Feasible Distance (FD) là tương đương với metric của giao thức.

Bảng 3. Bảng Topology

Router R1 với IPv4	Router R1 với IPv6
<code>R1#show ip eigrp topology</code> P 1.0.0.0, 1 successors, FD is 1120 via Connected (0/0/0)Serial0/0/0 P 2.0.0.0, 1 successors, FD is 3391488 via 200.200.10.2 (1191488/3120), Serial0/0/0 via 200.200.40.2 (1244416/284438), Serial0/0/1 P 3.0.0.0, 1 successors, FD is 3391488 via 200.200.30.2 (1191488/3120), Serial0/1/0 via 200.200.40.2 (1244416/284438), Serial0/0/1 P 4.0.0.0, 1 successors, FD is 3391488 via 200.200.40.2 (1191488/3120), Serial0/0/1 via 200.200.30.2 (1244416/284438), Serial0/1/0 P 200.200.10.0/24, 1 successors, FD is 4729856 via Connected, Serial0/0/0 P 200.200.20.0/24, 1 successors, FD is 4729856 via 200.200.30.2 (4729856/216936), Serial0/1/0 via 200.200.10.2 (4729856/216936), Serial0/0/0 P 200.200.30.0/24, 1 successors, FD is 4729856 via Connected, Serial0/0/1 P 200.200.40.0/24, 1 successors, FD is 4729856 via Connected, Serial0/0/0 P 200.200.50.0/24, 1 successors, FD is 4729856 via 200.200.30.2 (4729856/216936), Serial0/1/0 via 200.200.40.2 (4729856/216936), Serial0/0/1	<code>R1#show ipv6 eigrp topology</code> P 2001:DB8:ABCD:1::/64, 1 successors, FD is 1120 via Connected (0/0/0)Serial0/0/0 P 2001:DB8:ABCD:2::/64, 1 successors, FD is 2172416 via FE80::20D:BDFF:FE93:1801 (2172416/3120), Serial0/0/0 P 2001:DB8:ABCD:3::/64, 1 successors, FD is 2172416 via FE80::20D:BDFF:FE93:1801 (2172416/3120), Serial0/1/0 P 2001:DB8:ABCD:4::/64, 1 successors, FD is 2172416 via FE80::210:11FF:FEDC:B101 (2172416/3120), Serial0/0/1 P 2001:DB8:ABCD:5::/64, 1 successors, FD is 2681856 via Connected, Serial0/0/0 P 2001:DB8:ABCD:6::/64, 1 successors, FD is 2681856 via FE80::20D:BDFF:FE93:1801 (2681856/216936), Serial0/1/0 P 2001:DB8:ABCD:7::/64, 1 successors, FD is 2681856 via Connected, Serial0/0/0 P 2001:DB8:ABCD:8::/64, 1 successors, FD is 2681856 via FE80::210:11FF:FEDC:B101 (2681856/216936), Serial0/0/1 P 2001:DB8:ABCD:9::/64, 1 successors, FD is 2681856 via FE80::20D:BDFF:FE93:1801 (2681856/216936), Serial0/1/0 via FE80::210:11FF:FEDC:B101 (2681856/216936), Serial0/0/1

3.4. Phân tích đánh giá khi tùy biến giá trị K1 và K3:

Ở bước này, trong giao thức định tuyến EIGRP chạy trên IPv4 và IPv6 ta sẽ tùy chỉnh giá trị K1=2 và K3=2, các tham số K còn lại giữ nguyên theo mặc định như sau:

```
- Cấu hình cho IPv4:
R1(config)#router EIGRP 120
R1(config-router)# metric weights 0 2 0 2 0 0
R1(config)#exit

- Cấu hình cho IPv6:
R1(config)#ipv6 router EIGRP 120
R1(config-router)# metric weights 0 2 0 2 0 0
R1(config)#exit
```

Kiểm tra kết quả và xem số liệu như trong Bảng 4:

Bảng 4. Kết quả khi tùy chỉnh K1 và K3

Router R1 với IPv4	Router R1 với IPv6
<code>R1#show ip route eigrp</code> D 2.0.0.0/8 [90/4340224] via 200.200.10.2, 00:15:59, Serial0/0/0 D 3.0.0.0/8 [90/4340224] via 200.200.30.2, 00:16:00, Serial0/1/0 D 4.0.0.0/8 [90/4340224] via 200.200.40.2, 00:16:00, Serial0/0/1 200.200.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks D 200.200.20.0/24 [90/4340224] via 200.200.30.2, 00:16:00, Serial0/1/0 [90/4340224] via 200.200.10.2, 00:15:59, Serial0/0/0 200.200.40.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks D 200.200.50.0/24 [90/4340224] via 200.200.30.2, 00:16:00, Serial0/1/0 [90/4340224] via 200.200.40.2, 00:16:00, Serial0/0/1	<code>R1#show ipv6 route</code> D 2001:DB8:ABCD:2::/64 [90/4340224] via FE80::20D:BDFF:FE93:1801, Serial0/0/0 D 2001:DB8:ABCD:3::/64 [90/4340224] via FE80::20D:BDFF:FE93:1801, Serial0/1/0 D 2001:DB8:ABCD:4::/64 [90/4340224] via FE80::210:11FF:FEDC:B101, Serial0/0/1 D 2001:DB8:ABCD:5::/64 [90/4340224] via FE80::20D:BDFF:FE93:1801, Serial0/1/0 D 2001:DB8:ABCD:6::/64 [90/4340224] via FE80::210:11FF:FEDC:B101, Serial0/0/1 D 2001:DB8:ABCD:7::/64 [90/4340224] via FE80::20D:BDFF:FE93:1801, Serial0/1/0 D 2001:DB8:ABCD:8::/64 [90/4340224] via FE80::210:11FF:FEDC:B101, Serial0/0/1 D 2001:DB8:ABCD:9::/64 [90/4340224] via FE80::20D:BDFF:FE93:1801, Serial0/1/0

Nhìn kết quả tại Bảng 4 ta thấy việc gán giá trị mới cho K1 và K3 sẽ làm thay đổi metric, tuy nhiên metric tính được ở cả hai hạ tầng IPv4 và IPv6 là giống nhau.

3.5. Phân tích đánh giá khi tùy chỉnh tất cả 5 giá trị K:

Ở bước này ta sẽ thực hiện tùy chỉnh giá trị K1=2 và K2=1, K3=2, K4=1 và K5=0, các tham số K còn lại giữ nguyên theo mặc định:

```
- Cấu hình cho IPv4:
R1(config)#router EIGRP 120
R1(config-router)# metric weights 0 2 1 2 1 0
R1(config)#exit

- Cấu hình cho IPv6:
R1(config)#ipv6 router EIGRP 120
R1(config-router)# metric weights 0 2 1 2 1 0
R1(config)#exit
```

Kiểm tra kết quả và xem số liệu như trong Bảng 5:

Bảng 5. Bảng định tuyến khi thay đổi toàn bộ giá trị K

Router R1 với IPv4	Router R1 với IPv6
<pre>R1#show ip route eigrp D 2.0.0.0/8 [90/4346624] via 200.200.10.2, 00:13:59, Serial0/0/0 D 3.0.0.0/8 [90/4346624] via 200.200.30.2, 00:16:00, Serial0/1/0 D 4.0.0.0/8 [90/4346624] via 200.200.40.2, 00:16:00, Serial0/1/0 200.200.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks D 200.200.20.0/24 [90/3363712] via 200.200.30.2, 00:16:00, Serial0/1/0 [90/3363712] via 200.200.10.2, 00:13:59, Serial0/0/0 200.200.40.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks D 200.200.50.0/24 [90/3363712] via 200.200.30.2, 00:16:00, Serial0/1/0 [90/3363712] via 200.200.40.2, 00:16:00, Serial0/0/1</pre>	<pre>R1#show ipv6 route D 2001:DB8:ABCD:2::/64 [90/4346624] via FE80::290:CFF:FE85:A01, Serial0/0/0 D 2001:DB8:ABCD:3::/64 [90/4346624] via FE80::20D:BDFF:FE93:1801, Serial0/1/0 D 2001:DB8:ABCD:4::/64 [90/4346624] via FE80::210:11FF:FEDC:B101, Serial0/0/1 D 2001:DB8:ABCD:6::/64 [90/3363712] via FE80::20D:BDFF:FE93:1801, Serial0/1/0 FE80::210:11FF:FEDC:B101, Serial0/0/1 via FE80::20D:BDFF:FE93:1801, Serial0/1/0</pre>

Theo dõi trong Bảng 5 cho thấy, việc thay đổi toàn bộ thông số giá trị K ở cả IPv4 và IPv6 đều không làm ảnh hưởng tới việc tính toán ra route metric (metric ở cả hai bên là không thay đổi).

3.6. Tác động tới metric để chọn được đường đi tới đích là tối ưu nhất:

Trong các sơ đồ mạng trên thực tế, người quản trị mạng có thể chọn ra một hoặc nhiều đường dẫn cụ thể theo nhu cầu bởi một số lý do nào đó bằng cách tác động (thay đổi) các thông số như băng thông hoặc độ trễ (hoặc cả hai) trong cấu hình của Router có liên quan tới việc chọn đường đi cho các gói tin từ nguồn tới đích.

Tiếp theo, ta sẽ tùy chỉnh lại giá trị của băng thông và độ trễ về giá trị mặc định ban đầu, sau đó chọn đích đến là 4.0.0.0/8 hoặc 2001:db8:abcd:4::/64 từ Router R1. Tuyến đường từ nguồn tới đích được chọn là R1->R2->R3->R4. Sau đó quan sát đích đến trên cả IPv4 và IPv6. Ở đây, Băng thông = 15440 (mặc định x 10) và Delay = 2000 (mặc định chia cho 10).

Thực hiện cấu hình trên cổng liên quan:

```
R1(config)#interface serial0/0/0
R1(config-if)#bandwidth 15440
R1(config-if)#delay 2000
R1(config-if)#exit
R1(config)#interface serial0/1/0
R1(config-if)#bandwidth 15440
R1(config-if)#delay 2000
R1(config-if)#exit
R1(config)#interface serial0/0/1
R1(config-if)#interface serial0/0/0
R1(config-if)#bandwidth 15440
R1(config-if)#delay 2000
R1(config-if)#exit
```

Kiểm tra kết quả và xem số liệu như trong Bảng 6 và Bảng 7:

Bảng 6. Kết quả khi sử dụng băng thông và độ trễ theo mặc định

Router R1 với IPv4	Router R1 với IPv6
<pre>R1#show ip route 4.0.0.0 Routing entry for 4.0.0.0/8 Known via "eigrp 120", distance 90, metric 1701888, type internal Redistributing via eigrp 120 Last update from 200.200.40.2 on Serial0/0/1, 00:24:03 ago Routing Descriptor Blocks: * 200.200.40.2, from 200.200.40.2, 00:24:03 ago, via Serial0/0/1 Route metric is 2172416, traffic share count is 1 Total delay is 20100 microseconds, minimum bandwidth is 1544 Kbit Reliability: 255/255, minimum MTU 1500 bytes Loading 1/255, Hops 1</pre>	<pre>R1#show ipv6 route 2001:db8:abcd:4::/64 Routing entry for 2001:DB8:ABCD:4::/64 Known via "eigrp 120", distance 90, metric 2172416, type internal Route count is 1/1, share count 0 Routing paths: FE80::210:11FF:FEDC:B101, Ser ial0/0/1 Last update 00:24:37 ago</pre>

Bảng 7. Bảng cấu trúc mạng với input theo mặc định

Router R1 với IPv4	Router R1 với IPv6
<pre>R1#show ip eigrp topology 4.0.0.0 IP-EIGRP (AS 120): Topology entry for 4.0.0.0/8 State is Passive, Query origin flag is 1, 1 Successor(s), FD is 1701888 Routing Descriptor Blocks: 200.200.40.2 (Serial0/0/1), from 200.200.40.2, Send flag is 0x0 Composite metric is (1701888/2120), Route is Internal Vector metric: Minimum bandwidth is 1544 Kbit Total delay is 20100 microseconds Reliability is 255/255 Load is 1/255 Minimum MTU is 1500 Hop count is 1</pre>	<pre>R1#show ipv6 eigrp topology 2001:db8:abcd:4::/64 IPv6-EIGRP (AS 120): Topology entry for 2001:DB8:ABCD:4::/64 State is Passive, Query origin flag is 1, 1 Successor(s), FD is 2172416 Routing Descriptor Blocks: FE80::210:11FF:FEDC:B101 (Serial0/0/1), from FE80::210:11FF:FEDC:B101, Send flag is 0x0 Composite metric is (2172416/2120), Route is Internal Vector metric: Minimum bandwidth is 1544 Kbit Total delay is 20100 microseconds Reliability is 255/255 Load is 1/255 Minimum MTU is 1500 Hop count is 1</pre>

Trong kết quả ở Bảng 6 và Bảng 7 ta thấy rằng, kể từ khi cấu hình thay đổi việc tính giá trị metric cho tới khi đưa về tính theo mặc định chỉ ảnh hưởng tới hiệu năng của EIGRP trên IPv4 mà không làm ảnh hưởng trên IPv6. Tuyến đường tốt nhất tới mạng 4.0.0.0/8 hoặc 2001:db8:abcd:4::/64 cũng đã bị ảnh hưởng trên IPv4, còn đối với IPv6 vẫn tiếp tục sử dụng cùng một tuyến đường trước khi ta thay đổi, tùy chỉnh giá trị băng thông và độ trễ.

5. Kết luận

Hiện nay hạ tầng IPv6 đã dần trở nên phổ biến ở các nước phát triển. Tại Việt Nam cũng đang triển khai hạ tầng IPv6 ở mức độ thử nghiệm mà chưa thương mại hóa. Hạ tầng IPv4 vẫn được duy trì và có cơ chế chuyển đổi với IPv6 để tận dụng hạ tầng đang có. Việc chọn lựa, thực thi các giao thức định tuyến ở hạ tầng IPv4 và IPv6 sẽ có sự khác biệt nhất định, đặc biệt là việc thay đổi các tham số cấu hình trong EIGRP như đã trình bày trong thực nghiệm sẽ ảnh hưởng tới hiệu năng của giao thức định tuyến trong mạng dẫn tới thay đổi hiệu năng của hệ thống.

Trong nghiên cứu này đã tiến hành sử dụng thực nghiệm mô phỏng đầu vào (Input) trên nhiều sơ đồ mạng (Topology) khác nhau và đã cho ra cùng kết quả như đã trình bày ở phần trên.

Hơn nữa, trong nghiên cứu này cũng đã nhận ra rằng băng thông và độ trễ có thể làm ảnh hưởng lớn tới việc lựa chọn đường đi trong giải thuật EIGRP trên IPv4 nhưng hầu như không tác động nhiều tới IPv6, có nghĩa là nhà quản trị cần chú ý hơn nữa tới sự ảnh

hưởng này trong quá trình vận hành các hệ thống mạng đang sử dụng cả hạ tầng IPv4 và IPv6. Theo mặc định, EIGRP sử dụng băng thông và độ trễ để tính toán metric, tuy nhiên người quản trị có thể tác động vào giá trị K để làm thay đổi metric và trong đó không nên thay đổi giá trị K1 vì sẽ làm quá tải (Overload) hiệu năng của Router.

Lời cảm ơn

Bài báo là sản phẩm của đề tài có mã số T2019-07-02, được tài trợ bởi kinh phí của trường Đại học Công nghệ Thông tin và Truyền thông – ĐHTN. Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn sự tài trợ của quý Nhà trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Priscilla Oppenheimer, *Top-Down Network Design*, Cisco Press, 2014.
- [2]. Wendell Odom, *CCNA Routing and Switching 200-125 Official Cert Guide Library*, Cisco Press, 2016.
- [3]. Alex Hinds, *Evaluation of OSPF and EIGRP Routing Protocols for IPv6*. International Journal of Future Computer and Communication, 2(4), 2013.
- [4]. Kuwar Pratap Singh, "Performance Evaluation of Enhanced Interior Gateway Routing Protocol in IPv6 Network", *International Journal of Computer Applications*, 70 (5), 2013.
- [5]. Martin Kuradusenge, *Operation and Comparative Performance Analysis of Enhanced Interior Routing Protocol (EIGRP) over IPv4 and IPv6 Networks*, IJAR in Computer Science and Software Engineering, 2016.
- [6]. Komal Gehlot, "Performance Evaluation of EIGRP and OSPF Routing Protocols in Real Time Applications", *IETTCS*, Volume 3, Issue 1, 2014.