

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



Nguyễn Tài Lợi

**NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ ĐỊNH TUYẾN PHÂN ĐOẠN
VÀ ỨNG DỤNG TRONG MẠNG VIỄN THÔNG HIỆN ĐẠI**

Chuyên ngành: KỸ THUẬT VIỄN THÔNG

Mã số: 8.52.02.08

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

HÀ NỘI – NĂM 2022

Luận văn được hoàn thành tại:

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS. Nguyễn Tiến Ban

Phản biện 1: PGS.TS. Bạch Nhật Hồng

Phản biện 2: TS. Dư Đình Viên

Luận văn sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ tại Học viện Công nghệ
Bưu chính Viễn thông

Vào lúc: 08 giờ 30 ngày 02 tháng 07 năm 2022

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Thư viện của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông.

LỜI NÓI ĐẦU

Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đã diễn ra gần một thập kỉ. Ngày nay, chúng ta đã rất quen thuộc với các thuật ngữ như trí tuệ nhân tạo, xe tự hành, thành phố thông minh... Tất cả đều được xây dựng nhằm mục đích nâng cao chất lượng cuộc sống con người hiện tại và trong tương lai. Với sự phát triển nhanh chóng không ngừng nghỉ, các công nghệ mới đã mang lại cho cuộc sống con người rất nhiều lợi ích trong việc kết nối trao đổi thông tin, đơn giản hóa nhiều công việc trong cuộc sống hàng ngày cũng như tối ưu hóa. Do đó, nhu cầu sử dụng ngày càng tăng dẫn đến các yêu cầu phục vụ tốt về chất lượng như đường truyền tốc độ cao, độ trễ thấp, chi phí về băng thông hợp lý.

Để đảm bảo được các yêu cầu về những vấn đề trên, công nghệ truyền tải là vấn đề cần được quan tâm. Hiện nay công nghệ chuyển mạch nhãn IP/MPLS được sử dụng phổ biến trong nhiều nhà cung cấp dịch vụ viễn thông lớn. Nó giúp cho hệ thống của họ hoạt động tốt hơn trong việc truyền tải nhanh gói tin trong mạng lõi cũng như tính toán tốt hơn ở lớp mạng biên so với định tuyến IP thông thường. Mặc dù đã chứng minh được các ưu điểm vượt trội, công nghệ IP/MPLS vẫn còn đó những mặt hạn chế cần nâng cấp và cải tiến trong kiến trúc vì thiết bị trong hệ thống mạng vẫn phải chứa rất nhiều thông tin về cấu trúc liên kết, dữ liệu bảng định tuyến trong khi các dịch vụ truyền thông đa phương tiện phát triển liên tục. Điều đó khiến cho một lúc nào đó hệ thống mạng của nhà cung cấp dịch vụ sẽ quá tải dẫn đến hoạt động của hệ thống sẽ giảm dần.

Để giải quyết những yêu cầu ngày càng cao về mặt định tuyến và truyền tải của hệ thống mạng viễn thông hiện đại, các tổ chức viễn thông trên thế giới cùng nhiều nhà cung cấp giải pháp hạ tầng mạng đã có những thảo luận về công nghệ định tuyến phân đoạn. Hiểu được tầm quan trọng của công nghệ này trong mạng viễn thông ngày nay, tôi lựa chọn đề tài luận văn tốt nghiệp là “Nghiên cứu công nghệ định tuyến phân đoạn và ứng dụng trong mạng viễn thông hiện đại”. Luận văn này nhằm mục đích tìm hiểu về đặc điểm, tính năng của công nghệ định tuyến phân

đoạn, các ứng dụng của nó trong việc đơn giản hóa, tự động hóa cũng như quản lý mạng, nâng cao hiệu suất sử dụng hạ tầng mạng để từ đó tối ưu nguồn nhân lực trong việc vận hành hạ tầng mạng.

Về phần nội dung nghiên cứu, luận văn được chia thành 3 chương cụ thể như sau:

- Chương 1: Giới thiệu mạng MPLS và công nghệ định tuyến phân đoạn.
- Chương 2: Công nghệ định tuyến truyền phân đoạn.
- Chương 3: Ứng dụng công nghệ định tuyến phân đoạn trong mạng viễn thông hiện đại.

Em xin chân thành cảm ơn thầy PGS.TS. Nguyễn Tiến Ban đã hướng dẫn tận tình để giúp em hoàn thành luận văn này. Do lượng kiến thức và trình độ chuyên môn của bản thân có hạn nên trong luận văn không thể tránh khỏi những sai sót. Kính mong quý thầy, cô cũng như bạn đọc sẵn lòng góp ý để luận văn được cải thiện tốt hơn.

Trân trọng.

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU MẠNG MPLS VÀ CÔNG NGHỆ ĐỊNH TUYẾN PHÂN ĐOẠN

1.1 Tổng quan về mạng MPLS

Chuyển mạch nhãn đa giao thức (MPLS) là phương thức chuyển tiếp gói tin đi qua một hệ thống mạng dựa vào nhãn thay vì địa chỉ IP nguồn và đích. MPLS hoàn toàn độc lập với bảng định tuyến hay bất kỳ giao thức định tuyến IP nào khác. Mạng MPLS hỗ trợ kỹ thuật lưu lượng (TE) và tạo mạng riêng ảo (VPN).

MPLS hỗ trợ tính năng kỹ thuật lưu lượng, VPN, QoS ở cấp độ nhãn. Nhờ vậy MPLS cho phép công ty viễn thông cung cấp cho khách hàng các giải pháp ổn định, đảm bảo chất lượng dịch vụ cũng như một hệ thống mạng có hiệu suất hoạt động lớn.

1.2 Các yêu cầu của mạng viễn thông hiện đại

Mạng viễn thông hiện đại sẽ hướng tới các kết nối nhanh, liền mạch, đáng tin cậy với số lượng kết nối rất lớn, cũng như những yêu cầu về chất lượng dịch vụ ngày càng cao. Với việc 5G đang được tiếp tục triển khai, nghiên cứu về 6G đã được bắt đầu, thì dự kiến đến 2030 sẽ có khoảng 125 tỷ thiết bị được kết nối với nhau, dẫn đến sự gia tăng lớn về lưu lượng dữ liệu so với những năm trước. Trong đó mạng 5G được xem là nền tảng để phát triển và tích hợp công nghệ mới.

Mục tiêu của mạng 5G là đáp ứng được phổ rộng nhất cho các dịch vụ. Tốc độ mà mạng 5G có thể đạt được nhanh hơn 10 lần so với 4G LTE. Và sẽ có nhiều dịch vụ, công nghệ và triển khai mới được giới thiệu. Như dự báo từ trước thì dữ liệu sẽ tăng rất nhanh khi 5G được đưa vào áp dụng. Nó tiết kiệm đến 90% năng lượng cho mỗi dịch vụ, tạo ra hệ thống mạng lưới an toàn, đáng tin cậy.

Như vậy với xu hướng công nghệ ảo hóa mạng, kết nối vạn vật, dữ liệu lớn cùng trí tuệ nhân tạo thì mạng viễn thông thế hệ mới phải đáp ứng được yêu cầu tính toán biên tốt, dễ dàng lập trình, kết hợp mạng vệ tinh, hệ thống truyền dẫn tốc độ cao cũng như dung lượng lớn để cung cấp được nhiều nhu cầu dịch vụ trong tương lai.

1.3 Các vấn đề còn tồn tại của mạng MPLS và hướng phát triển công nghệ định tuyến phân đoạn

Dù vậy mạng MPLS vẫn còn nhiều hạn chế cần được cải tiến. Cụ thể các giao thức LDP, RSVP-TE là bộ giao thức phức tạp khi triển khai, bảo dưỡng, vận hành và xử lý lỗi khi xảy ra. Chúng tạo ra rất nhiều lưu lượng báo hiệu trên mạng, ít thông tin về cấu trúc mạng và gửi quá nhiều dữ liệu trên đường hầm MPLS. Các nhà điều hành mạng do vậy cần nhiều nhân lực có tay nghề cao để hỗ trợ việc vận hành mạng. Do đó mở rộng quy mô hệ thống mạng có thể nhanh chóng trở thành một nhiệm vụ quá sức.

Để đáp ứng các yêu cầu cho một mạng viễn thông hiện đại, các tổ chức viễn thông cũng như nhiều hãng cung cấp giải pháp đã tập trung nghiên cứu về định tuyến phân đoạn. Đây được xem như là công nghệ truyền tải kế cận phù hợp dần thay thế cho IP/MPLS truyền thống.

1.4 Kết luận chương

Chương này đã giới thiệu tổng quan về các kỹ thuật trong mạng viễn thông hiện đại trong đó đề cập đến công nghệ IP/MPLS như là một giải pháp ứng dụng rộng rãi trong mạng lõi của các nhà cung cấp dịch vụ. Tuy nhiên công nghệ này vẫn còn một số hạn chế như có nhiều lưu lượng báo hiệu trong mạng, yêu cầu nhân lực trình độ cao để vận hành, việc mở rộng mạng còn nhiều phức tạp. Do đó, các công ty cung cấp giải pháp và công ty cung cấp dịch vụ viễn thông đang hướng đến sử dụng định tuyến phân đoạn trong việc phát triển hệ thống mạng. Công nghệ này được kỳ vọng sẽ có thể đáp ứng được những yêu cầu khắt khe trong việc truyền tải của mạng viễn thông hiện đại. Chương tiếp theo sẽ trình bày chi tiết hơn về công nghệ định tuyến phân đoạn.

CHƯƠNG 2: CÔNG NGHỆ ĐỊNH TUYẾN PHÂN ĐOẠN

2.1 Giới thiệu

2.1.1 Định nghĩa

Định tuyến phân đoạn là một xu hướng mới trong việc đơn giản hóa mạng IP. Định tuyến phân đoạn chia một đường dẫn mạng thành nhiều phân đoạn và gán một mã định danh phân đoạn (Segment ID - SID) cho mỗi phân đoạn và nút chuyển tiếp. Các mã này được sắp xếp tuần tự thành một danh sách để tạo thành đường chuyển tiếp. SID được mã hoá như là một nhãn MPLS, thứ tự của SID được mã hoá cũng giống như ngăn xếp nhãn. SID trên cùng được bộ định tuyến tra cứu trước và gỡ ra sau khi hoàn thành một phân đoạn mạng. Kỹ thuật này là sự kết hợp ý tưởng của kỹ thuật định tuyến nguồn IP và chuyển mạch nhãn.

2.1.2 Lợi ích của định tuyến phân đoạn

Lợi ích chính của định tuyến phân đoạn là khả năng đơn giản hóa mạng và giảm việc sử dụng tài nguyên, giúp quản lý và vận hành mạng dễ dàng hơn. Định tuyến phân đoạn không yêu cầu triển khai giao thức LDP hoặc RSVP-TE. Thay vào đó, nó sử dụng IGP để phân phối nhãn và tính toán đường dẫn mà không thay đổi kiến trúc chuyển tiếp MPLS hiện có.

2.2 Thành phần và cách hoạt động của định tuyến phân đoạn

Định tuyến phân đoạn cho phép tạo các đường dẫn từ đầu đến cuối trên mạng. Một đường dẫn có thể bao gồm nhiều thực thể cấu thành nên được gọi là phân đoạn. Do đó, đường dẫn bao gồm một chuỗi các phân đoạn như vậy. Gói tin được định tuyến nguồn có nghĩa là bộ định tuyến ở đầu đường dẫn gán một chồng tiêu đề vào gói tin, mỗi tiêu đề biểu thị một phân đoạn kế tiếp trong tuyến đường đi của gói tin.

Trong MPLS, mỗi phân đoạn được mã hoá như là một nhãn. Một ngăn xếp nhãn đại diện cho một danh sách phân đoạn. Nhãn trên cùng sẽ được xử lý trước tiên. Trong khi xử lý gói tin, các nhãn sẽ được gỡ khỏi ngăn xếp.

Trong IPv6, một tiêu đề định tuyến mới được định nghĩa cho định tuyến phân đoạn. Một phân đoạn được mã hoá trong địa chỉ IPv6. Một danh sách theo thứ tự các địa chỉ IPv6 đại diện cho danh sách phân đoạn.

2.2.1 Các loại phân đoạn

2.2.1.1 Phân đoạn liên kề

Mỗi bộ định tuyến trong mạng sẽ quảng bá một nhãn được liên kết với từng kết nối IGP của nó với các bộ định tuyến lân cận. Những phân đoạn liên kề như vậy có ý nghĩa chuyển tiếp nghiêm ngặt. Điều này có nghĩa là trong mặt phẳng dữ liệu, khi một gói tin xuất hiện với một nhãn liên kề, bộ định tuyến sẽ gỡ nó ra và gửi gói tin vào kết nối đã được liên kết với nhãn đó.

2.2.1.2 Phân đoạn nhóm liên kề

Ngoài việc cấp nhãn riêng cho mỗi kết nối, có thể gom nhiều kết nối trực tiếp trên một bộ định tuyến và cấp nhãn chung cho chúng. Nhóm các kết nối như vậy được gọi là nhóm liên kề (Adj-Set).

2.2.1.3 Nhãn cho từng kết liên kết vật lý trong một nhóm kết nối

Trong trường hợp này, R1 và R2 sẽ kết nối với nhau bằng nhiều liên kết vật lý, và được cấu hình thành một kết nối ảo. Kết nối ảo này sẽ được liên kết với một nhãn, ví dụ 12. Khi gói tin đến R1 và có nhãn 12 trên cùng, R1 sẽ thực hiện bóc nhãn 12 và đẩy gói tin qua các kết nối vật lý trong kết nối ảo với tỷ lệ bằng nhau. Tuy nhiên, trong một vài trường hợp, yêu cầu dịch vụ mong muốn luồng lưu lượng chỉ đi vào kết nối vật lý cụ thể nào đó trong nhóm. Hoàn toàn có thể đạt được điều này bằng cách cấp một nhãn cụ thể cho từng kết nối vật lý.

2.2.1.4 Phân đoạn nút

Mỗi nút trong hệ thống mạng sẽ có một phân đoạn nút được liên kết với địa chỉ IP Loopback. Một nút mạng bất kỳ có thể gửi gói tin đến một nút khác theo tuyến đường IGP tốt nhất bằng cách sử dụng phân đoạn nút này. Điều này cũng có điểm giống với giao thức phân phối nhãn LDP, tuy nhiên phân đoạn nút sẽ cung cấp một vài ưu điểm hơn so với LDP mà sẽ được chỉ ra trong phần tiếp theo.

2.2.1.5 Phân đoạn anycast

Ở những phần trước, các trường hợp được xem xét đều là mỗi bộ định tuyến có một SID nút duy nhất được liên kết với địa chỉ loopback của nó. SID nút thực ra là trường hợp đặc biệt của SID tiền tố (prefix SID) vì SID tiền tố là bất kỳ tiền tố IP nào được liên kết với một nút.

Một ứng dụng của SID tiền tố là giúp thực hiện truyền gói tin đến bộ định tuyến gần nhất trong một nhóm các bộ định tuyến cụ thể. Có thể đăng ký cùng một địa chỉ IP và định danh phân đoạn anycast được liên kết cho nhiều nút. Trong mặt phẳng dữ liệu, nếu gói tin có nhãn anycast ở trên cùng đến một nút, thì nút đó sẽ chuyển tiếp gói tin tới thành viên gần nhất của nhóm đã liên kết với nhãn anycast đó. Trong triển khai thực tế, các bộ định tuyến trong một nhóm anycast cũng sẽ quảng bá các SID nút thông thường.

2.2.2 Kết hợp giữa định tuyến phân đoạn và LDP

Phần trước đã mô tả cách thức chuyển tiếp đường đi ngắn nhất có thể đạt được bằng cách sử dụng phân đoạn nút. Phần này sẽ xem xét sự kết hợp giữa định tuyến phân đoạn và giao thức LDP, một phương án hữu ích trong trường hợp một số bộ định tuyến trong mạng không hỗ trợ định tuyến phân đoạn nhưng lại hỗ trợ LDP. Cách tiếp cận này nhằm vào các tình huống trong đó một số bộ định tuyến trong mạng không hỗ trợ định tuyến phân đoạn và sẽ tiếp tục sử dụng LDP trong tương lai gần.

Sử dụng phân đoạn nút kết hợp với LDP là một giải pháp thuận tiện để giải quyết các tình huống trong đó một số nút trong mạng hỗ trợ LDP nhưng không hỗ trợ định tuyến phân đoạn.

2.2.3 Cơ chế tái định tuyến nhanh của định tuyến phân đoạn

Khi nói đến việc xây dựng mạng IP/MPLS để bảo vệ lưu lượng trong các lỗi mạng khác nhau, có hai cách tiếp cận chính:

- Bảo vệ dựa trên sửa lỗi toàn cục.
- Bảo vệ dựa trên sửa lỗi cục bộ.

Hai cách tiếp cận này đưa ra những khác biệt về khái niệm giải quyết vấn đề lỗi mạng và cách mà mạng phải được chuẩn bị trước để xử lý những lỗi đó. Chúng khác nhau về bộ công cụ được sử dụng để xử lý chuyển hướng lưu lượng khi mạng bị lỗi và thời gian chuyển đổi dự phòng có thể đạt được. Trong hầu hết các mạng ngày nay, cả hai phương pháp đều được sử dụng song song, nói cách khác, chúng bổ sung cho nhau.

2.2.3.1 Khái niệm sửa lỗi toàn cục

Trong các sự kiện lỗi mạng, những hành động sau đây dẫn đến chuyển hướng lưu lượng truy cập qua đường dẫn mới để tránh một liên kết hoặc nút bị lỗi:

Bước 1. Phát hiện lỗi cục bộ.

Bước 2. Truyền bá trạng thái mới.

Bước 3. Cập nhật cơ sở dữ liệu định tuyến và tính toán đường dẫn (và nhãn) mới.

Bước 4. Thiết lập cài đặt các bước tiếp theo và nhãn mới trong bảng dữ liệu cơ sở thông tin chuyển tiếp.

2.2.3.2 Khái niệm sửa lỗi cục bộ

Ý tưởng của sửa lỗi cục bộ là bỏ qua hầu hết những bước phải xảy ra với sửa lỗi toàn cục khi có lỗi mạng. Nói một cách chính xác, sửa lỗi cục bộ là bổ sung chứ không phải thay thế cho sửa lỗi toàn cục. Chính xác hơn là sửa lỗi cục bộ và sửa lỗi toàn cục diễn ra song song. Sửa lỗi cục bộ nhanh chóng định tuyến lại lưu lượng vòng qua điểm lỗi bằng cách sử dụng đường dẫn dự phòng tạm thời đã được tính toán từ trước và cài đặt sẵn trong khi sửa lỗi toàn cục tính toán đường dẫn hội tụ cuối cùng. Trong khi việc tính toán dự phòng mạng cho hội tụ toàn cục thường đơn giản (về cơ bản điều chỉnh một số tham số), việc sửa lỗi cục bộ lại khó hơn nhiều. Do đó, các nút này vẫn có thể tin rằng con đường ngắn nhất đến đích là thông qua liên kết hoặc nút bị lỗi. Như vậy, thách thức là làm thế nào để đảm bảo rằng vòng lặp trạng thái như vậy không xảy ra và điều đó sẽ được thảo luận trong phần tiếp theo của chương này.

2.2.3.3 Các khái niệm cơ bản về phục hồi lưu lượng nhanh

Ý tưởng cơ bản về tính năng bảo vệ của kĩ thuật định tuyến nguồn IP rất đơn giản. Phương án truyền thống là chuyển tạm hướng lưu lượng truy cập vòng qua điểm lỗi bằng một số đường dẫn tạm thời rồi sau khi sự hội tụ toàn cục xảy ra, chuyển hướng trở lại lưu lượng truy cập bằng cách sử dụng đường dẫn tốt nhất mới được tính toán. Giải pháp mới sẽ là nút sửa lỗi cục bộ sẽ tạo đường dẫn dự phòng, ngay từ điểm đầu bằng đường đi ngắn nhất sau hội tụ.

Bảo vệ kết nối và bảo vệ nút mạng

TI-LFA mặc định sẽ sử dụng tính năng bảo vệ kết nối. Ví dụ trong hình 2.9, lưu lượng từ R4 đến R9 sẽ đi qua R6. Có thể thấy cả kết nối chính và kết nối dự phòng đều đi đến R6, chỉ khác kết nối vật lý. Do đó, khi kết nối chính ở dưới bị đứt, kết nối thứ hai sẽ được sử dụng.

Một trường hợp khác cần đặc biệt lưu ý là cấu trúc liên kết mạng không có bộ định tuyến R7 như trong hình 2.10. Trong cấu trúc liên kết này, khi bảo vệ nút TI-LFA được bật thì sẽ không có tuyến dự phòng nào trong bảng chuyển tiếp, bởi vì đi qua nút R6 là cách duy nhất để đến R9. Do đó, sẽ tốt hơn nếu quay lại sử dụng bảo vệ liên kết khi không thể dùng bảo vệ nút. TI-LFA cung cấp 2 lựa chọn, có thể sử dụng bảo vệ nút nghiêm ngặt hoặc nói lỏng.

Dự phòng đa hướng

Mặc định chỉ có một trong hai hướng dự phòng có thể được sử dụng. Vì thế cần phải kích hoạt chế độ dự phòng đa hướng để có thể cài đặt nhiều hơn một tuyến đường dự phòng vào bảng chuyển tiếp. Nhờ đó, khi liên kết hướng tới R3 bị gián đoạn, lưu lượng truy cập sẽ được chuyển hướng qua cả hai hướng dự phòng là R2 và R4.

Chia sẻ trạng thái

Để một đường dẫn dự phòng hoạt động hiệu quả, nó không được dùng chung tài nguyên vật lý với đường dẫn chính, như thế đảm bảo rằng nếu xảy ra lỗi sẽ không ảnh hưởng đồng thời đến đường dẫn chính và đường dẫn dự phòng.

Chia sẻ trạng thái cho phép mở rộng cơ sở dữ liệu cục bộ (mặc định không được phân phối giữa các bộ định tuyến) mà TI-LFA sử dụng để tính toán đường dẫn dự phòng. Các mục chia sẻ trạng thái mô tả mối quan hệ giữa các phần tử của mạng, chẳng hạn như bộ định tuyến và liên kết.

Mỗi nhóm chia sẻ trạng thái ngoài việc được liên kết với ít nhất hai phần tử mạng chia sẻ trạng thái, cũng được liên kết với một số giá trị chi phí có thể cấu hình (mặc định là 1, nếu không được cấu hình rõ ràng). Khi TI-LFA tính toán các đường dẫn dự phòng, giá trị chi phí của tất cả phần tử mạng chia sẻ trạng thái với các phần tử mạng của đường dẫn chính sẽ tăng lên thêm một giá trị như vậy. Do đó, việc sử dụng các phần tử mạng chia sẻ trạng thái sẽ không được khuyến khích (nếu giá trị chi phí chia sẻ trạng thái đã được cấu hình cao lên), nhưng các phần tử mạng này sẽ vẫn được coi là dự phòng nếu không có lựa chọn nào khác. Do đó, thông qua chia sẻ trạng thái, có thể cấu hình các đường dẫn dự phòng để giảm thiểu càng nhiều càng tốt số lượng liên kết chia sẻ chung tài nguyên với các đường dẫn chính. Điều đó đảm bảo rằng nếu sợi quang nào đó bị lỗi, một lượng dữ liệu tối thiểu sẽ bị mất và vẫn tồn tại đường dẫn khác đi đến đích.

Ngăn xếp nhãn cho tuyến đường dự phòng TI-LFA

Trong một số trường hợp, bước tiếp theo dự phòng sử dụng một nhãn duy nhất. Nhưng trong vài trường hợp khác, một chồng nhãn gồm hai nhãn được liên kết với bước tiếp theo dự phòng. Lúc này ngăn xếp nhãn cho đường dẫn dự phòng được xác định bằng cách sử dụng mã định danh phân đoạn liên kế cho mỗi liên kết dọc theo đường dẫn dự phòng để thực thi định tuyến đường dẫn nghiêm ngặt qua mạng. Cách tiếp cận này gặp một số vấn đề khi triển khai trong mạng thực tế. Khó khăn lớn nhất với cách tiếp cận này là nó có thể tạo ra các ngăn xếp nhãn rất lớn (chứa số lượng lớn các SID điều chỉnh) mà bộ định tuyến sẽ đẩy lên trên gói tin.

Bây giờ, hãy quay lại kỹ thuật định tuyến nguồn IP và TI-LFA. Cách tiếp cận đơn giản này (điều chỉnh SID cho mỗi liên kết trên đường dẫn dự phòng) sẽ không được sử dụng. Trong tất cả các ví dụ đã thảo luận trước đó, có thể tìm thấy các đường dẫn dự phòng đi qua 3, 4 hoặc 5 bộ định tuyến. Tuy nhiên, ngăn xếp nhãn

được liên kết với bước tiếp theo dự phòng trong các ví dụ này chỉ có 1 hoặc 2 nhãn – bởi vậy chắc chắn kích thước ngăn xếp nhãn không phản ánh độ dài của đường dẫn dự phòng.

Phương pháp thực tế để xác định danh sách các phân đoạn có độ dài tối thiểu, nhưng vẫn đáp ứng yêu cầu tránh vòng lặp về cơ bản là độc quyền của nhà cung cấp giải pháp. Mỗi nhà cung cấp có thể có cách riêng của họ để xác định nó. Điều này không yêu cầu tiêu chuẩn hóa cho nên chỉ cần ý nghĩa hành động các nhãn trong ngăn xếp nhãn được đáp ứng, thì gói tin có thể được chuyển tiếp thành công khi đi qua mạng.

Không cần bổ sung nhãn cho đường dẫn dự phòng TI-LFA

Theo định nghĩa của không gian P và P mở rộng, lưu lượng truy cập từ một nút có thể đến các nút khác trong không gian đó (bao gồm cả nút đích) mà không cần vượt qua liên kết đang được bảo vệ - và vẫn sử dụng cơ sở dữ liệu IGP cũ trước khi xảy ra sự cố. Vì vậy, không có chú ý đặc biệt nào liên quan đến việc ngăn chặn vòng lặp. Nói cách khác, không cần danh sách các bước tiếp theo rõ ràng cho đường dẫn dự phòng TI-LFA vẫn có thể chuyển hướng lưu lượng truy cập một cách đơn giản.

Bổ sung nhãn đơn cho đường dẫn dự phòng TI-LFA

Ví dụ thứ hai trong hình 2.13 sử dụng cấu trúc liên kết mạng trong quá trình thảo luận về bước dự phòng ECMP tiếp theo, có thể nhận ra rằng nút đích R6 không thuộc không gian P hoặc không gian P mở rộng. Có nghĩa là, cả từ R1 hoặc từ các hàng xóm trực tiếp của R1 (R2 hoặc R4), không thể tiếp cận R6 mà không cần qua liên kết R1-R3. Do đó, chuyển hướng đơn giản như trường hợp trước sẽ không hữu ích vì lưu lượng sẽ bị quay vòng lặp lại về phía R1.

Giải pháp của vấn đề này là tìm các bộ định tuyến trên đường dẫn dự phòng TI-LFA sau khi mạng hội tụ thuộc cả không gian P, P mở rộng và Q. Các bộ định tuyến như vậy được gọi là nút PQ. Trong ví dụ trên, nút PQ là các bộ định tuyến R5, R7 và R9. Từ nút PQ, dựa trên định nghĩa không gian Q, con đường ngắn nhất đến đích sẽ không sử dụng liên kết được bảo vệ.

Bổ sung nhãn đôi cho đường dẫn dự phòng TI-LFA

Ở trường hợp như trong hình 2.14, không có sự chồng chéo giữa không gian P và P mở rộng với không gian Q. Do đó, không có nút PQ. Lưu lượng truy cập có thể được chuyển tiếp trong một kịch bản khác.

Tóm lại, ba trường hợp sử dụng để bảo vệ liên kết TI-LFA được thảo luận cho đến nay là:

- Trường hợp 1: đường dẫn dự phòng TI-LFA chỉ đi qua các nút P - không cần thêm nhãn dự phòng MPLS để bảo vệ.
- Trường hợp 2: đường dẫn dự phòng TI-LFA đi qua nút PQ - cần có thêm một nhãn dự phòng MPLS để bảo vệ.
- Trường hợp 3: các đường dẫn dự phòng TI-LFA đi ngang qua các nút P và nút Q liên kề (được kết nối trực tiếp) - và hai nhãn dự phòng MPLS (mã định danh phân đoạn nút của nút P và mã định danh phân đoạn liên kề liên kết với kết nối trực tiếp giữa nút P và nút Q liên kề) cần thêm vào để bảo vệ lưu lượng.

Bổ sung thêm nhiều nhãn cho đường dẫn dự phòng TI-LFA

Về cơ bản, lần này đường dẫn dự phòng được mã hóa dưới dạng chuỗi ba bước tiếp theo nghiêm ngặt, được đại diện bởi ba mã định danh. Nếu nhìn vào cấu trúc mạng, đặc biệt chú ý đến chỉ số chi phí, thực sự không có khả năng nào khác để mã hóa một đường dẫn dự phòng bằng cách sử dụng một số bước nhảy tiếp theo nói lỏng. Do chỉ số chi phí thấp giữa R5/R7/R9 đến R6, việc sử dụng bước tiếp theo nói lỏng sẽ dẫn đến lưu lượng được chuyển hướng ngược trở lại nút R6 từ bất kỳ nút R5/R7/R9 nào.

2.3 Kết luận chương

Chương này đã giới thiệu được định nghĩa và các khái niệm mới trong công nghệ định tuyến phân đoạn. Bên cạnh đó là sự so sánh cơ bản giữa định tuyến phân đoạn và các công nghệ đang được sử dụng trong hệ thống mạng hiện nay, từ đó có thể nhìn ra được các lợi ích khi triển khai công nghệ định tuyến phân đoạn trong mạng lưới như đơn giản hóa, tăng tính linh hoạt, tạo điều kiện để tăng tính tự động hóa... Ngoài ra nội dung phần sau của chương đã trình bày chi tiết thành phần và cách hoạt động của công nghệ này cùng các ví dụ đi kèm. Chương tiếp theo sẽ đề cập đến một số ứng dụng nổi bật của định tuyến phân đoạn trong mạng viễn thông hiện đại.

CHƯƠNG 3: ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐỊNH TUYẾN PHÂN ĐOẠN TRONG MẠNG VIỄN THÔNG HIỆN ĐẠI

3.1 Ứng dụng định tuyến phân đoạn trong xu hướng sử dụng SDN để quản lý mạng

3.1.1 Yêu cầu mạng trong kỷ nguyên điện toán đám mây

Theo dữ liệu chỉ số đám mây toàn cầu của Cisco, theo dõi lưu lượng IP của trung tâm dữ liệu bằng trung tâm dữ liệu đám mây và trung tâm dữ liệu truyền thống, dữ liệu đám mây chiếm 2/3 lưu lượng truy cập IP của trung tâm dữ liệu vào năm 2015 và tăng lên 80% IP trung tâm dữ liệu vào năm 2019. Xu hướng ban đầu được thúc đẩy bởi các công ty Internet trên mạng (Google, Facebook, Amazon, v.v.), nhưng ngày nay gần như tất cả mọi người đều sử dụng điện toán đám mây - bao gồm cả các nhà cung cấp dịch vụ, nhà khai thác viễn thông truyền thống và doanh nghiệp.

Theo nhận định của các chuyên gia, cả SDN và NFV là chìa khóa để làm cho mạng tự động hóa và có thể lập trình được. SDN và NFV không phải là mục tiêu. Mục tiêu là một mạng linh hoạt, tự động và có thể lập trình để giảm các chi phí vận hành và phân phối nhanh hơn ra thị trường. Đó là mục tiêu, và SDN cùng NFV là công cụ để đạt được điều đó.

3.1.2 Các thử thách mạng chính trong kỷ nguyên SDN

Mặc dù kỷ nguyên mới của SDN và ảo hóa đang đến nhưng nó vẫn đang còn nhiều khó khăn. Trong một cuộc khảo sát toàn cầu về các nhà khai thác mạng, 74% người được hỏi báo cáo rằng họ vẫn đang trong giai đoạn tiền thương mại hóa của việc triển khai SDN. Hiện nay, ngay cả đối với các nhà khai thác đã thương mại hóa SDN, việc triển khai có xu hướng bị hạn chế về phạm vi và dấu ấn thương hiệu.

Sự phức tạp của mạng là một trong những lý do tại sao việc triển khai bị hạn chế ngay cả khi SDN và ảo hóa được triển khai thương mại.

Thách thức cuối cùng xuất phát từ thực tế là các nhà khai thác đã không chọn OpenFlow làm giao thức SDN phổ biến cho tất cả ứng dụng.

Như đã phân tích ở các phần trước, với kỹ thuật lưu lượng MPLS truyền thống, sử dụng RSVP-TE, tất cả bộ định tuyến dọc theo tuyến đường phải duy trì cập nhật thông tin trạng thái về đường dẫn đầu cuối tới đầu cuối và các nút.

Tuy nhiên, định tuyến phân đoạn loại bỏ giới hạn về khả năng mở rộng, độ phức tạp bằng cách yêu cầu chỉ bộ định tuyến đầu vào mới giữ dữ liệu trạng thái.

3.1.3 Hoạt động với bộ điều khiển dựa trên SDN

Mặt phẳng điều khiển cho định tuyến phân đoạn có thể được quản lý theo cách phân tán hoặc tập trung. Phần này tập trung vào cách tiếp cận tập trung, kết hợp định tuyến phân đoạn với SDN. Định tuyến phân đoạn không yêu cầu một bộ điều khiển SDN trong mạng, thực chất đây là hai công nghệ bổ sung lẫn nhau. Cụ thể hơn, các nhà khai thác có thể đạt được lợi ích ngay lập tức bằng cách sử dụng định tuyến phân đoạn trên mạng mà mặt phẳng điều khiển định tuyến phân đoạn là phân tán, không có bộ điều khiển SDN tập trung. Một trường hợp sử dụng định tuyến phân đoạn được đánh giá cao là hoạt động và đơn giản hóa giao thức so với MPLS truyền thống. Trường hợp thứ hai là bảo vệ dịch vụ gián đoạn dưới 50 ms ở lớp 3.

Việc kết hợp định tuyến phân đoạn với bộ điều khiển SDN sẽ mở rộng các trường hợp sử dụng có sẵn và cho phép các nhà khai thác đạt được lợi ích tối đa từ công nghệ định tuyến nguồn. Đối với đa số các nhà khai thác, điều khiển SDN là mục tiêu cuối cùng cần đạt ngay cả khi họ chỉ sử dụng kiểm soát phân tán cho triển khai ban đầu của họ.

3.2 Ứng dụng định tuyến phân đoạn trong kiến trúc lát cắt mạng

3.2.1 Công nghệ 5G trong mạng viễn thông hiện đại

Nếu 5G đạt được đầy đủ tiềm năng của nó, chắc chắn nó sẽ cách mạng hóa nhiều lĩnh vực và ngành công nghiệp. Công nghệ này hứa hẹn khả năng kết nối, dung lượng, độ tin cậy và độ trễ tốt hơn rất nhiều, cùng với một loạt các dịch vụ hoàn toàn mới vượt trội hơn hẳn so với bất kỳ thứ gì đã có trước đây. Nhưng với bước nhảy vọt về công nghệ như vậy, mức độ phức tạp hoàn toàn mới - từ tính toán truy cập lớp biên đồng bộ hóa đến bảo mật. Công nghệ 5G sẽ cho phép một loạt các

dịch vụ và ứng dụng mới mà trước đây không thể sử dụng được với 4G. Không chỉ cho người tiêu dùng, mà cho doanh nghiệp, dịch vụ công cộng và tất nhiên các ngành công nghiệp. Những dịch vụ mới này sẽ mở ra cơ hội cho tất cả nhà khai thác mạng di động mở rộng danh mục đầu tư và tạo ra các dòng doanh thu mới.

Nhiều nhà khai thác mạng di động có tầm nhìn tương lai đang nắm bắt thực tế về các cơ hội 5G (và những thách thức của nó). Tuy nhiên, có rất nhiều sự phức tạp liên quan và dễ có sự nhầm lẫn. Và một vài thuật ngữ trong hỗn hợp công nghệ 5G dường như gây ra nhiều bối rối và khó hiểu hơn, ví dụ: 'tính toán truy cập lớp biên', 'Xhaul' hoặc 'đồng bộ hóa' ... và đặc biệt là “lát cắt mạng”.

3.2.2 Lát cắt mạng

Lát cắt mạng là một khái niệm về mặt kiến trúc cho phép cắt một cơ sở hạ tầng vật lý thành nhiều mạng ảo. Mỗi phần sau đó được tùy chỉnh để đáp ứng nhu cầu cụ thể của các ứng dụng, dịch vụ và tài nguyên cần chạy trên nó. Trong nhiều trường hợp, điều này tương đương với xây dựng các mạng khác nhau cho từng loại dịch vụ được cung cấp. Nhưng trong thế giới 5G, điều đó sẽ cực kỳ đắt đỏ và bất khả thi về mặt thương mại. Thay vào đó, ý tưởng đưa ra là phân bổ một tập hợp tài nguyên mạng theo loại hình dịch vụ cung cấp.

Có một số câu hỏi được đặt ra như tại sao không dùng QoS để phân loại lưu lượng chạy trên mạng, tại sao không dùng VPN, IP tunneling để tách lưu lượng trên mạng hay tại sao không dùng NFV để cung cấp các phần tử mạng riêng trên cùng hạ tầng ảo hoá. “Cắt mạng” được đưa ra với hai lý do chính:

- Vấn đề kinh doanh;
- Vấn đề kỹ thuật.

Vấn đề kinh doanh

“Cắt mạng” trong mạng 5G kỳ vọng mở ra những cơ hội kinh doanh sinh lời mới cho các nhà khai thác mạng. Nhà khai thác mạng có thể cắt nhỏ mạng lưới thành các mạng ảo và cho thuê những lát cắt mạng này.

“Cắt mạng” cũng kỳ vọng cho phép các mô hình kinh doanh mới thâm nhập vào thị trường di động. Ví dụ các nhà cung cấp hạ tầng đám mây như Google,

Amazon có thể thông qua “cắt mạng” để tham gia cuộc chơi trong thị trường di động. “Cắt mạng” cũng cho phép các nhà khai thác mạng cho thuê mạng lưới và tập trung vào những thế mạnh của mình như tập trung làm tăng trải nghiệm khách hàng. Điều này khác với hiện tại một nhà khai thác không thể tách một phần mạng và tối ưu cho các mạng di động ảo khác nhau, đều chạy chung trên cùng một mạng với nhà khai thác.

Vấn đề kỹ thuật

Sự khác biệt chính trong cách ứng dụng “cắt mạng” là có thể cung cấp một mạng ảo đầu cuối tới đầu cuối cho một khách hàng cụ thể và các kỹ thuật QoS hiện tại không thể thực hiện được điều đó. Ví dụ trong các giải pháp QoS có thể phân biệt được các loại lưu lượng VoIP, HD Video, Web tuy nhiên lại không thể phân biệt và ứng xử khác nhau đối với cùng một loại lưu lượng (ví dụ như VoIP) từ các khách hàng khác nhau.

3.2.3 Các công nghệ hỗ trợ cắt mạng

Công nghệ 1: OTN và cắt theo bước sóng (cắt cứng)

Sử dụng hệ thống truyền tải quang hay cắt theo bước sóng có thể được sử dụng để tạo các lát mạng trực tiếp trên mạng truyền tải quang như mô tả trong hình 3.4.

Công nghệ 2: Ethernet linh hoạt (FlexE) (cắt mềm)

FlexE cung cấp khả năng vận chuyển được xác định bằng cách sử dụng các nguyên tắc ghép kênh phân chia theo thời gian (TDM) để loại bỏ điều khiển luồng khi ánh xạ các dịch vụ gói IP lên lớp quang.

Công nghệ 3: Cung cấp dịch vụ (cắt lớp 3) bằng định tuyến phân đoạn và VPN nâng cao

Định tuyến phân đoạn là một yếu tố quan trọng để phân chia mạng và bổ sung cách cắt mạng để đảm bảo độ trễ và độ tin cậy. Nó sử dụng định tuyến nguồn được kiểm soát bởi phần tử tính toán đường dẫn tập trung (PCE) cho phép tạo các đường dẫn xác định, chính xác trên toàn mạng. Bộ điều khiển có đầy đủ thông tin về tài nguyên truyền tải.

3.2.4 Thuật toán linh hoạt

Thuật toán linh hoạt (Flex-Algo) là một công nghệ mới nổi bật trong định tuyến phân đoạn. Nó tối ưu hóa mạng vật lý với các lát cắt dựa trên những ràng buộc khác nhau và tự động điều hướng lưu lượng thông qua bất kỳ cấu trúc liên kết/đường dẫn nào dựa trên chính sách do nhà điều hành xác định. Thuật toán linh hoạt là sự bổ sung mới nhất cho kỹ thuật lưu lượng định tuyến phân đoạn.

Thuật toán linh hoạt cho phép các giao thức IGP độc lập tính toán đường dẫn dựa trên ràng buộc đi qua mạng lưới. Nó cho phép tính toán đường dẫn kỹ thuật lưu lượng mà không liên quan đến bộ điều khiển mạng. Nó cũng đơn giản hóa hoạt động bằng cách cung cấp các đường dẫn bị giới hạn theo chính sách dựa trên một nhãn định tuyến phân đoạn duy nhất.

Mỗi thuật toán linh hoạt được định nghĩa là sự kết hợp của ba tham số.

3.2.5 Hoạt động của thuật toán linh hoạt

Quảng bá định nghĩa thuật toán linh hoạt (FAD): FAD là một tham số TLV phụ. Không phải tất cả các bộ định tuyến đều được yêu cầu xác định FAD. Chỉ một bộ định tuyến cần xác định nó và quảng bá tràn ngập nó trong ISIS.

Thông báo về việc tham gia thuật toán linh hoạt: mỗi bộ định tuyến muốn tham gia vào một thuật toán linh hoạt cần phải quảng bá thuật toán linh hoạt trong TLV phụ của nó.

Cài đặt thuộc tính liên kết: thuật toán linh hoạt có thể sử dụng vài chỉ số được cấu hình trong một liên kết.

Tính toán thuật toán linh hoạt: mỗi nút chạy nhiều thuật toán Dijkhsetra, mỗi thuật toán cho một thuật toán linh hoạt.

Cài đặt ECMP và đường dẫn dự phòng: mỗi bộ định tuyến tính toán ECMP và đường dẫn dự phòng bao gồm cả các đường dẫn TI-LFA dựa trên cấu trúc liên kết đã thu gọn.

Hoạt động VPN trên thuật toán linh hoạt: các phần trên mô tả cách IGP được sử dụng để thiết lập mạng định tuyến phân đoạn lớp dưới. Hình 3.11 mô tả

cách BGP được sử dụng để cung cấp các dịch vụ VPN ở trên lớp định tuyến phân đoạn thuật toán linh hoạt này.

3.3 Đề xuất mô hình mạng đô thị truyền tải 5G sử dụng định tuyến phân đoạn

Hiện nay các công ty cung cấp mạng viễn thông đang sử dụng phổ biến công nghệ IP/MPLS kết hợp LDP/RSVP. Việc xây dựng một mạng hoàn toàn mới chỉ chạy định tuyến phân đoạn là khó khả thi. Vì vậy có thể áp dụng cách tiếp cận theo từng giai đoạn để chuyển đổi sang công nghệ mới định tuyến phân đoạn kết hợp SDN.

Bước 1 là giữ lại mạng MPLS đang vận hành nhưng bắt đầu thêm định tuyến phân đoạn để các nhóm kiến trúc, kỹ sư quản lý và vận hành có thể bắt đầu làm quen với công nghệ mới. Bước 2 là bắt đầu giới thiệu kiểm soát tập trung, thông qua PCEP, trên một số phân vùng độc lập trong mạng để bắt đầu thử nghiệm các tính năng. Bước 3 là triển khai định tuyến phân đoạn trên toàn bộ cơ sở hạ tầng. Với định tuyến phân đoạn được thiết lập trong mạng, bộ giao thức có thể đơn giản hóa đi bằng cách loại bỏ LDP và RSVP-TE. Tiếp theo sẽ là bước triển khai IPv6 vào mạng lõi, với định tuyến phân đoạn chạy trên IPv6 mới và mạng MPLS kế thừa. Giai đoạn cuối cùng sẽ là loại bỏ hoàn toàn MPLS.

Nội dung phần này sẽ tập trung vào bước 1 và bước 2 – giải pháp để đưa định tuyến phân đoạn vào chạy song song cùng với mạng MPLS/LDP/RSVP.

3.3.1 Mô hình mạng đô thị đang chạy cho dịch vụ di động 2G/3G/4G

Mạng đô thị cung cấp hạ tầng để kết nối các trạm di động đặt tại các tỉnh thành về các hệ thống quản lý (BSC, RNC, MME,...) trong mạng lõi di động đặt tại thành phố lớn như Hà Nội, Hồ Chí Minh. Các dịch vụ 2G,3G chạy trên một kênh L3VPN riêng, còn dịch vụ 4G chạy trên hai kênh L3VPN, bao gồm một kênh L3VPN kết nối cho phần dịch vụ 4G, một kênh L3VPN kết nối cho phần giám sát 4G. Như vậy trên hạ tầng mạng đô thị sẽ có ba kênh L3VPN cho dịch vụ di động.

3.3.2 Đề xuất mô hình mạng sử dụng định tuyến phân đoạn đồng thời với LDP/RSVP để truyền tải mạng 5G

Công nghệ 5G với các yêu cầu về độ linh hoạt cũng như có nhiều yêu cầu về chất lượng dịch vụ hơn nên mô hình mạng trên không thể đáp ứng. Hình 3.13 mô tả mô hình mạng đề xuất sử dụng định tuyến phân đoạn để truyền tải 5G.

3.3.3 Hoạt động của mô hình

Báo hiệu định tuyến

PE1 và PE2 thiết lập phiên BGP với RR trong miền VN2 và RR trong mạng đô thị, nên PE1/PE2 sẽ có thông tin định tuyến BGP của phần dịch vụ cả hai miền. Thông qua PE, hai miền mạng đô thị và VN2 sẽ học được thông tin định tuyến BGP của nhau. Các thông tin tuyến đường từ VN2 sẽ được PE quảng bá vào mạng đô thị với địa chỉ kế tiếp là PE1/PE2, ngược lại các tuyến đường trong mạng đô thị sẽ được PE1/PE2 quảng bá vào VN2 với địa chỉ kế tiếp là PE.

Báo hiệu truyền tải

Về mặt truyền tải, mô hình được chia làm hai miền như hình 3.14. Ở mạng đô thị sẽ truyền tải bằng định tuyến phân đoạn và ở VN2 sẽ truyền tải bằng MPLS/LDP/RSVP.

Cắt mạng cho các dịch vụ khác nhau

Để thực hiện chia mạng thành các lát cắt cho dịch vụ khác nhau, thuật toán linh hoạt sẽ được sử dụng.

3.4. Kết luận chương

Ứng dụng SDN trong quản lý hệ thống mạng viễn thông đang là xu hướng. Việc triển khai định tuyến phân đoạn sẽ giúp tận dụng được nhiều ưu điểm hơn của SDN. Việc kết hợp định tuyến phân đoạn và SDN sẽ hỗ trợ tích cực cho việc lập trình mạng cũng như tối ưu mạng một cách tự động hóa, giúp tối ưu nhân lực trong vận hành mạng.

Lát cắt mạng là một khái niệm trừu tượng mô tả việc chia hạ tầng mạng vật lý chung thành nhiều cấu trúc mạng khác nhau đáp ứng các yêu cầu khác nhau. Định tuyến phân đoạn là một trong các công nghệ hiện thực hóa khái niệm này. Qua

đó giúp giải quyết yêu cầu về một hạ tầng mạng linh hoạt cho nhiều dịch vụ khác nhau.

Trong mô hình mạng truyền tải 5G đề xuất đã giới thiệu được giải pháp kết hợp triển khai định tuyến phân đoạn vào trong kiến trúc mạng MPLS tạo ra sự đơn giản trong quản lý thông tin nhãn và kỹ thuật lưu lượng được ứng dụng trực tiếp đến mạng MPLS mà không cần tác động quá nhiều về sự thay đổi trong kiến trúc. Định tuyến phân đoạn tận dụng khả năng mở rộng trong các giao thức định tuyến trạng thái liên kết để mang thông tin mà trong trường hợp này là giao thức IS-IS. Từ đó loại bỏ sự cần thiết sử dụng các giao thức báo hiệu thông tin nhãn như là LDP/RSVP để giảm thiểu lượng lớn trạng thái giao tiếp giữa các bộ định tuyến trong mạng lõi. Bên cạnh đó, sự kết hợp giữa định tuyến nguồn và quản lý nút mạng tập trung của bộ điều khiển SDN và định tuyến phân đoạn đã giúp cho mạng MPLS dễ dàng quản lý hơn.

Tuy nhiên, phạm vi của mô hình đề xuất này chỉ dừng lại ở giới thiệu giải pháp triển khai định tuyến phân đoạn vào trong kiến trúc mạng MPLS. Hạn chế còn tồn tại là vì các ứng dụng giả lập hệ thống mạng lớn sẽ cần hệ điều hành mới kèm thiết bị phần cứng có cấu hình cao, vì vậy chưa thử nghiệm được hết các tính năng quan trọng của định tuyến phân đoạn.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Mạng IP/MPLS vẫn đang cung cấp rất nhiều ứng dụng cho mạng của nhà cung cấp như giảm thiểu kết nối BGP, VPN, kỹ thuật lưu lượng, ... Song song với sự phát triển trong hạ tầng mạng để hỗ trợ cho các dịch vụ mới, mạng MPLS vẫn cần phải phát triển để không làm tăng thêm sự phức tạp trong cấu trúc và chi phí vận hành. Nội dung luận văn đề cập đến sự kết hợp giữa MPLS và định tuyến phân đoạn nhằm giảm số lượng thông tin mạng quản lý, loại bỏ sự phức tạp và một số ứng dụng hữu ích khác. Ngoài ra, SDN đang ngày càng được phát triển mạnh mẽ bởi khả năng quản lý tập trung và tối ưu phân cứng mạng.

Bộ điều khiển SDN có khả năng quản lý tập trung cấu hình các nút mạng biên để tạo ra các tuyến đường phục vụ cho kỹ thuật lưu lượng. Hơn nữa, khả năng của SDN còn quản lý được tất cả các thông tin như VPN, chính sách định tuyến, các giao thức báo hiệu mạng để giám sát như SNMP, quản lý băng thông liên kết, báo hiệu mức hiệu suất của thiết bị, ... Sự đóng góp của SDN và định tuyến phân đoạn vào kiến trúc mạng IP/MPLS như trình bày đã làm tăng những lợi ích đáng kể trong việc nâng cao hiệu năng và đơn giản hoá mạng IP/MPLS. Hai công nghệ mạng này đã tác động trực tiếp một cách tích cực vào mạng MPLS trong các hệ thống lớn cùng với khả năng thích ứng với công nghệ mới, khả năng ảo hoá và tự động hoá trong hạ tầng mạng. Đó cũng chính là những thách thức của IP/MPLS trong mạng viễn thông hiện đại.

Hướng phát triển tiếp theo cho đề tài là tiếp tục khai thác tận dụng tối đa SDN và định tuyến phân đoạn trong kiến trúc mạng IP/MPLS. Thêm vào đó, mở rộng thêm khả năng lập trình cho mạng nhằm cung cấp sự tự động hoá, khả năng thích ứng và triển khai nhanh chóng các dịch vụ. Ngoài ra, sự kết hợp giữa SDN và công nghệ ảo hoá chức năng mạng cũng được thúc đẩy mạnh mẽ.

Hệ thống mạng hiện đại hoạt động cùng NFV là một lựa chọn không thể thiếu. NFV có thể ứng dụng các công nghệ mạng ảo hoá, điện toán đám mây dựa trên nền tảng máy chủ và các thiết bị mạng để triển khai. Điều này giúp giảm số lượng thiết bị chuyên dụng mà vẫn cung cấp đủ các dịch vụ truyền thống. Sự kết hợp SDN, NFV, định tuyến phân đoạn và MPLS sẽ là hướng tiếp cận đáng được quan tâm.