



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0053705

(51)^{2020.01} H04L 12/24

(13) B

(21) 1-2021-03965

(22) 29/06/2021

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/10/2021 403A

(73) TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỄN THÔNG QUÂN ĐỘI (VN)

Lô D26 Khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

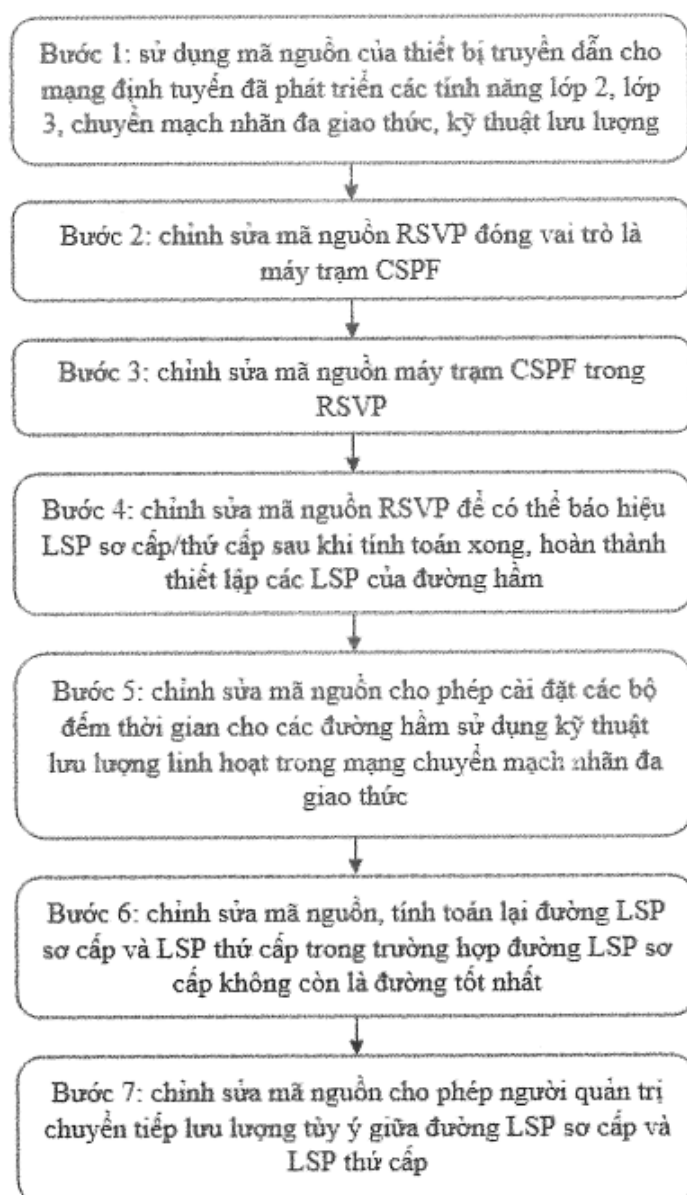
(72) La Văn Thiện (VN); Nguyễn Hữu Thọ (VN); Trần Văn Hưởng (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACILAW)

(54) PHƯƠNG PHÁP THIẾT LẬP CÁC KÊNH TRUYỀN DỮ PHÒNG LINH HOẠT TRONG KỸ THUẬT LƯU LƯỢNG CỦA MẠNG CHUYỂN MẠCH NHÂN ĐA GIAO THỨC

(21) 1-2021-03965

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp thiết lập kênh truyền dự phòng linh hoạt trong kỹ thuật lưu lượng của mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức. Cụ thể, phương pháp được đề cập trong sáng chế giúp tự động hóa việc thiết lập các kênh truyền theo thời gian thực trong kỹ thuật lưu lượng của mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức (MultiProtocol Label Switching - MPLS) hiện đang được sử dụng rộng rãi bởi các nhà cung cấp dịch vụ trên toàn thế giới. Ngoài ra, phương pháp còn giúp việc tối ưu các kênh truyền theo bộ đếm thời gian (timer) được cài đặt bởi người quản trị khi có sự thay đổi mô hình mạng có hoặc không mong muốn, giảm thiểu chi phí và công sức con người.



Hình 8

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp thiết lập kênh truyền dự phòng linh hoạt trong kỹ thuật lưu lượng của mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức. Cụ thể, phương pháp thiết lập kênh truyền dự phòng linh hoạt trong kỹ thuật lưu lượng của mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức được đề cập trong sáng chế được ứng dụng trong lĩnh vực mạng truyền dẫn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong mạng truyền dẫn của các nhà cung cấp dịch vụ internet (internet service provider - ISP) hầu hết đều sử dụng công nghệ chuyển mạch nhãn đa giao thức (MultiProtocol Label Switching - MPLS). Đây là kỹ thuật được sử dụng để chuyển tiếp lưu lượng đến đích bằng cách thêm các nhãn (label) và gói tin nằm trong lưu lượng đó. Gói tin đi đến các thiết bị nằm trong mạng sẽ được thêm nhãn mới, thay đổi nhãn cũ hoặc loại bỏ nhãn tùy theo các điều kiện khác nhau. So với các cách định tuyến trước đây như dựa vào địa chỉ mạng lớp 4 (Internet Protocol Version 4/6 – IPv4/IPv6), kỹ thuật MPLS thể hiện ưu điểm vượt trội nhờ sự linh hoạt, tốc độ định tuyến và tối ưu tài nguyên của các thiết bị mạng. MPLS sử dụng các giao thức như giao thức dành riêng tài nguyên (Resource Reservation Protocol - RSVP) hoặc giao thức quảng bá nhãn (Label Distributed Protocol - LDP) để thiết lập các kênh truyền hay còn gọi là đường chuyển mạch (Label Switch Path - LSP) phục vụ việc chuyển tiếp gói tin. Như vậy, về cơ bản khi một gói tin bắt đầu đi vào mạng MPLS, gói tin đó sẽ được chuyển tiếp theo một đường LSP nhất định.

Nếu chỉ sử dụng MPLS là không đủ để điều khiển các lưu lượng trong mạng viễn thông vì có hàng vạn các loại lưu lượng khác nhau cùng một thời điểm. Kỹ thuật lưu lượng (Traffic Engineering - TE) cho phép điều khiển lưu lượng qua mạng MPLS hoặc mạng IP dựa vào các tham số ràng buộc khác nhau để lựa chọn đường đi, đồng thời tối ưu lưu lượng theo tài nguyên có sẵn của mạng, tránh tình trạng tắc nghẽn hoặc dư thừa.

Sự kết hợp giữa mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức MPLS và kỹ thuật lưu lượng (TE) là điều tất yếu. Như vậy, kỹ thuật lưu lượng trong mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức (MPLS-TE) là công nghệ điều khiển toàn bộ các loại lưu lượng của các nhà cung cấp dịch vụ. Các loại lưu lượng chính có thể kể đến như: 2G, 3G, 4G, 5G, luồng lưu lượng dịch vụ mạng riêng ảo doanh nghiệp, các lưu lượng dành riêng quân sự, chính phủ, công an, cấp cứu, ... (lease-line). Với MPLS-TE, chúng ta có thể điều khiển lưu lượng dựa trên trạng thái đường truyền trong mạng truyền dẫn như băng thông còn lại hoặc theo

ý muốn của người quản trị mạng truyền dẫn. MPLS-TE sẽ tạo ra các đường hầm (tunnel), trong mỗi đường hầm lại bao gồm các đường chuyển mạch nhãn LSP chính là các đường để chuyển tiếp lưu lượng trong đường hầm đó.

Hình 1 là hình vẽ mô tả mô hình sử dụng kỹ thuật lưu lượng trong mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức mà các ISP hiện nay đang sử dụng. Một doanh nghiệp có hai chi nhánh tại hai vị trí địa lý khác nhau cần kết nối, họ phải thuê đường truyền của ISP. Lưu lượng được chuyển tiếp qua mạng truyền dẫn ISP bằng kỹ thuật điều khiển lưu lượng (MPLS-TE). Các thiết bị định tuyến vùng biên khách hàng (Customer Edge - CE) sẽ gom lưu lượng của doanh nghiệp chuyển qua thiết bị định tuyến vùng biên của ISP (Provider Edge - PE). Tại đây, ISP bắt đầu sử dụng kỹ thuật MPLS-TE để chuyển tiếp lưu lượng.

Để chuyển tiếp lưu lượng từ CE1 đến CE2, một đường hầm được thiết lập từ PE1 đến PE2. Đường hầm này bao gồm:

- LSP1: PE1 – P1 – P2 – PE2;
- LSP2: PE1 – P3 – P4 – PE2.

là 2 đường chuyển mạch nhãn.

Thông thường một loại lưu lượng tại một thời điểm chỉ được chuyển tiếp qua một LSP, LSP còn lại là đường dự phòng. Đây chính là kỹ thuật kênh truyền dự phòng trong MPLS-TE (MPLS-TE Hot Standby). Hai LSP trong một đường hầm có nhiệm vụ: một LSP chuyển tiếp lưu lượng (Primary LSP - LSP sơ cấp) và là kênh dự phòng cho một LSP còn lại (Secondary LSP - LSP thứ cấp). Với công nghệ này, hai tuyến đường TE được cài đặt sẵn xuống dưới phần cứng đảm bảo việc khi sự cố xảy ra trên một đường, ngay lập tức, lưu lượng sẽ được chuyển sang đường còn lại ngay dưới phần cứng, giảm thiểu việc mất lưu lượng ở mức mili giây.

Tuy nhiên, kỹ thuật kênh truyền dự phòng trong MPLS-TE có nhược điểm rất lớn về tính linh hoạt. Người quản trị phải thực hiện cấu hình chi tiết từng tuyến đường đến thiết bị đích, chỉ rõ từng thiết bị (hop) mà nó sẽ đi qua. Ví dụ, tuyến đường từ PE1 đến PE2 trong Hình 1:

- Đường thứ nhất (LSP1) từ PE1 đến PE2 lần lượt phải đi qua P1, sau đó đi qua P2. Người quản trị mạng phải chỉ rõ cho PE1 biết điều này;
- Đường thứ hai (LSP2) tương tự như LSP1.
- Điều này sẽ gây ra các bất lợi rất lớn như sau:
- Người quản trị phải cấu hình tuyến đường chi tiết đến đích trên toàn bộ các thiết bị, gây tốn thời gian và công sức cho người quản trị;
- Mỗi khi cấu trúc mạng (Topology) thay đổi (thêm mới, thay thế, loại bỏ, thiên tai, ...) người quản trị cần phải vào từng thiết bị trên vòng (Ring) đó để cấu hình chi

tiết lại toàn bộ tuyến các tuyến đường. Trên mạng lưới, việc thay đổi cấu trúc mạng diễn ra thường xuyên và liên tục, điều này khiến việc quản trị mạng rất tốn thời gian và công sức.

Phương pháp thiết lập kênh truyền dự phòng linh hoạt trong kỹ thuật lưu lượng của mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức (Dynamic MPLS-TE Hot Standby) được đặt ra để giải quyết vấn đề này. Ngoài ra, phương pháp còn tự động tối ưu hóa các tuyến đường định kỳ để đạt được hiệu quả truyền lưu lượng tốt nhất trong mạng lõi của ISP.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là nghiên cứu và cải tiến thiết bị định tuyến vùng biên PE hỗ trợ kỹ thuật lưu lượng của mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức có các tính năng :

- Tính năng thứ nhất: tính toán tự động, tìm ra đường LSP sơ cấp và LSP thứ cấp của đường hầm trong trường hợp bình thường và trường hợp cấu trúc mạng thay đổi;
- Tính năng thứ hai: hỗ trợ tính năng tối ưu lại định kỳ (Re-optimization), tối ưu đường LSP sơ cấp khi xuất hiện đường tốt hơn ;
- Tính năng thứ ba: hỗ trợ tính năng chuyển lưu lượng thủ công (manual switching), cho phép chuyển lưu lượng qua lại giữa đường LSP sơ cấp và LSP thứ cấp theo ý muốn người quản trị.

Bản chất kỹ thuật từng tính năng trên của sáng chế sẽ lần lượt được trình bày dưới đây và cụ thể hơn trong phần mô tả chi tiết sáng chế.

Việc tính toán tự động, tìm ra đường LSP sơ cấp và LSP thứ cấp trong một đường hầm sử dụng thuật toán đường ngắn nhất ràng buộc (Constrained Shortest Path First - CSPF). Đây là thuật toán được phát triển từ thuật toán Dijkstra (Dijkstra's Algorithm) hay còn gọi là SPF (Shortest Path First) kết hợp thêm các điều kiện ràng buộc khác. Thuật toán này đã được phát triển từ trước trong mã nguồn của thiết bị định tuyến PE, cụ thể là trong giao thức định tuyến lớp 3 đường ngắn nhất mở (Open Shortest Path First - OSPF). OSPF sẽ chịu trách nhiệm là máy chủ CSPF (CSPF server), chịu trách nhiệm nhận dữ liệu từ máy trạm CSPF (CSPF Client), tính toán và trả về kết quả đường ngắn nhất dựa theo các ràng buộc cho máy trạm CSPF.

Do vậy, việc tính toán và tìm đường LSP sơ cấp và LSP thứ cấp bao gồm hai bước sau:

Bước 1: tính toán đường LSP sơ cấp;

Giao thức dành riêng tài nguyên (RSVP) được sử dụng để tính toán các LSP dùng trong kỹ thuật MPLS-TE. RSVP chuẩn bị các thông tin cần thiết như nguồn, đích của

đường hầm (trong trường hợp này là PE1 đến PE2 theo mô tả Hình 1), bằng thông của đường hầm, ... RSVP sẽ đóng vai trò là máy trạm CSPF, sau đó gửi các thông tin đến cho máy chủ CSPF (OSPF). OSPF sử dụng thuật toán CSPF tính toán đường đi ngắn nhất dựa vào:

- Cơ sở dữ liệu cấu trúc mạng của mạng hiện tại. Theo Hình 1 bao gồm các thiết bị PE1, P1, P2, P3, P4, PE2;
- Nguồn (headend) và đích (tailend) của đường hầm. Theo Hình 1 PE1 là nguồn (headend), PE2 là đích (tailend);
- Các dữ liệu ràng buộc: bằng thông của các đường kết nối, ví dụ bằng thông giữ P1 và P2.

Sau khi tính toán được LSP sơ cấp, OSPF sẽ gửi lại cho RSVP (có chứa máy trạm CSPF) thông tin về đường LSP sơ cấp lần lượt sẽ đi qua: PE1 – P1 – P2 – PE2. RSVP sử dụng các bản tin báo hiệu (signaling) dọc LSP sơ cấp PE1 – P1 – P2 – PE2 để chắc chắn rằng LSP này đáp ứng đủ các điều kiện ràng buộc đưa ra. Kết thúc quá trình, LSP sơ cấp sẽ ở trạng thái hoạt động (Up).

Bước 2: tính toán đường LSP thứ cấp (đường dự phòng).

Thuật toán CSPF tiếp tục được sử dụng. Việc tính toán đường dự phòng LSP thứ cấp chỉ được thực hiện sau khi đã tính toán xong LSP sơ cấp. Tuy nhiên, LSP sơ cấp và LSP thứ cấp không được trùng nhau trên cấu trúc mạng nên sẽ thực hiện bằng một trong hai cách sau:

- Cách 1: máy trạm CSPF (trong RSVP) gửi thông tin các thiết bị (hop) đã nằm trong đường LSP sơ cấp (ngoại trừ nguồn (headend) và đích (tailend) do phải dùng chung) đến cho máy chủ CSPF. Điều này nhằm loại trừ các thiết bị này ra khỏi tính toán của máy chủ CSPF. Theo Hình 1, thiết bị P1 và P2 sẽ bị loại;
- Cách 2: máy trạm CSPF (trong RSVP) tăng giá (cost) của đường đi thuộc LSP sơ cấp lên cao. Như vậy, khi máy chủ CSPF tính toán sẽ loại bỏ các đường này do đây không phải là những đường tối ưu.

Các việc tính toán còn lại tương tự như LSP sơ cấp.

Như vậy, để thực hiện tính toán tự động, tìm ra đường LSP sơ cấp và LSP thứ cấp của đường hầm dựa trên mã nguồn hiện có của thiết bị định tuyến PE chúng ta cần:

- Chỉnh sửa mã nguồn RSVP thu thập các thông tin như nguồn (headend), và đích (tailend) của đường hầm, các điều kiện ràng buộc, các thiết bị loại trừ, ... gửi cho máy chủ CSPF;

- Chính sửa mã nguồn máy trạm CSPF Client trong RSVP, cho phép loại trừ các thiết bị nằm trong LSP sơ cấp hoặc tăng giá (cost) phục vụ mục đích tính toán đường LSP thứ cấp;
- Chính sửa mã nguồn RSVP để có thể báo hiệu đường LSP sơ cấp hoặc thứ cấp sau khi tính toán xong, hoàn thành thiết lập các LSP của đường hầm.

Trong mạng lưới, đường LSP sơ cấp có nhiệm vụ chuyển tiếp lưu lượng chính. Chính vì vậy, đường LSP sơ cấp phải luôn là đường tốt nhất (best route). Hơn nữa, do cấu trúc mạng lưới thay đổi liên tục (thêm mới, thay thế, loại bỏ thiết bị) nên việc định kỳ tính toán lại đường LSP sơ cấp là bắt buộc.

Hình 2 là hình vẽ mô tả trường hợp cấu trúc mạng (topology) thay đổi trên mạng lưới. Giả sử mạng lưới đang hoạt động bình thường, và:

- LSP sơ cấp: PE1 – P1 – P2 – PE2, là đường phụ trách chuyển tiếp lưu lượng;
- LSP thứ cấp: PE1 – P3 – P4 – PE2.

Tuy nhiên do thiết bị P3 hoạt động không ổn định, cần phải rút khỏi mạng lưới, lúc này, PE1 được kết nối trực tiếp vào P4 như hình vẽ. Lúc này, đường LSP sơ cấp đã không còn là đường tốt nhất (ngắn nhất). Chính vì vậy, việc cài đặt bộ đếm thời gian (Timer) định kỳ tính toán lại đường LSP sơ cấp là cần thiết. Sau khi tính toán:

- LSP sơ cấp: PE1 – P4 – PE2;
- LSP thứ cấp: PE1 – P1 – P2 – PE2.

Hình 3 là hình vẽ mô tả cách bộ đếm thời gian hoạt động để tính toán lại đường LSP sơ cấp và LSP thứ cấp trong trường hợp cần thiết :

- Bước 1: khởi động bộ đếm thời gian để tối ưu các LSP, thời gian định kỳ do người quản trị cài đặt, mặc định sẽ là năm phút ;
- Bước 2: bộ đếm thời gian kết thúc, thực hiện kiểm tra LSP sơ cấp có phải là đường tốt nhất nữa không, nếu không, chuyển sang bước 3;
- Bước 3: thực hiện tính toán lần lượt lại LSP sơ cấp và LSP thứ cấp.

Dựa trên mã nguồn hiện có của thiết bị định tuyến PE, chúng ta cần:

- Chính sửa mã nguồn cho phép cài đặt các bộ đếm thời gian cho các đường hầm sử dụng kỹ thuật lưu lượng của mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức. Mỗi đường hầm cài một bộ đếm thời gian duy nhất ;
- Chính sửa mã nguồn cho phép xác định LSP sơ cấp có phải là đường tốt nhất không;

- Chỉnh sửa mã nguồn, tính toán lại đường LSP sơ cấp và LSP thứ cấp trong trường hợp cần thiết.

Với thiết bị định tuyến PE hiện tại, lưu lượng luôn luôn đi qua tuyến LSP sơ cấp trong trường hợp cả hai tuyến đường LSP sơ cấp và thứ cấp đều hoạt động tốt. Lưu lượng chỉ đi qua tuyến LSP thứ cấp khi LSP sơ cấp gặp sự cố không thể chuyển tiếp được lưu lượng nữa. Tuy nhiên, trong một số tình huống, lưu lượng đi qua tuyến LSP sơ cấp tiềm tàng rủi ro như thiên tai, hỏa hoạn mà người quản trị tiên đoán được hoặc đơn giản là LSP sơ cấp quá tải, không có cách nào chuyển lưu lượng qua tuyến LSP thứ cấp. Đây là nhược điểm rất lớn. Do vậy, sáng chế hỗ trợ người quản trị mạng có thể tùy ý chuyển lưu lượng qua lại giữa đường LSP sơ cấp và thứ cấp, tại một thời điểm, lưu lượng chỉ đi qua một đường duy nhất.

Điều này sẽ giúp lưu lượng được thông suốt, tránh được nhiều rủi ro tiềm ẩn, hỗ trợ tốt việc thay thế, sửa chữa thiết bị.

Để đạt được các mục đích trên, sáng chế phương pháp thiết lập kênh truyền dữ liệu phòng linh hoạt trong kỹ thuật lưu lượng của mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức, bao gồm các bước:

Bước 1: sử dụng mã nguồn của thiết bị định tuyến cho mạng truyền dẫn đã phát triển các tính năng lớp 2, lớp 3, chuyển mạch nhãn đa giao thức, kỹ thuật lưu lượng;

Bước 2: chỉnh sửa mã nguồn RSVP đóng vai trò là máy trạm CSPF; theo đó, tại bước này, chỉnh sửa mã nguồn RSVP thu thập các thông tin để gửi cho máy chủ CSPF; các thông tin đó như nguồn (headend), đích (tailend) của đường hầm, các điều kiện ràng buộc, các thiết bị loại trừ;

Bước 3: chỉnh sửa mã nguồn máy trạm CSPF trong RSVP; cho phép loại trừ các thiết bị nằm trong LSP sơ cấp hoặc tăng giá (cost) phục vụ mục đích tính toán đường LSP thứ cấp;

Bước 4: chỉnh sửa mã nguồn RSVP để có thể báo hiệu LSP sơ cấp/thứ cấp sau khi tính toán xong, hoàn thành thiết lập các LSP của đường hầm;

Bước 5: chỉnh sửa mã nguồn cho phép cài đặt các bộ đếm thời gian cho các đường hầm sử dụng kỹ thuật lưu lượng linh hoạt trong mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức. Mỗi đường hầm cài một bộ đếm thời gian duy nhất;

Bước 6: chỉnh sửa mã nguồn, tính toán lại đường LSP thứ cấp và LSP sơ cấp trong trường hợp LSP sơ cấp không còn là đường tốt nhất;

Bước 7: chỉnh sửa mã nguồn cho phép người quản trị chuyển tiếp lưu lượng tùy ý giữa đường LSP sơ cấp và LSP thứ cấp.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô tả mô hình sử dụng kỹ thuật lưu lượng trong mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức MPLS-TE đơn giản;

Hình 2 là hình vẽ mô tả trường hợp loại bỏ thiết bị P3 khỏi mô hình khác sử dụng kỹ thuật Kỹ thuật lưu lượng trong mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức MPLS-TE;

Hình 3 là hình vẽ mô tả quá trình bộ đếm thời gian hoạt động để tối ưu định kỳ đường LSP sơ cấp;

Hình 4 là hình vẽ mô tả quá trình thiết lập mô hình mạng riêng ảo lớp 3 (L3VPN);

Hình 5 là hình vẽ mô tả quá trình thiết lập mô hình mạng riêng ảo lớp 2 (L2VPN);

Hình 6 là hình vẽ mô tả mô hình thiết lập kênh truyền dự phòng linh hoạt sử dụng MPLS-TE;

Hình 7 là hình vẽ mô tả ví dụ thực hiện sáng chế;

Hình 8 là hình vẽ thể hiện các bước thực hiện sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trước khi tiến hành thực hiện phương pháp được đề cập trong sáng chế, cần thiết lập giao thức định tuyến OSPF trong toàn bộ mạng MPLS, đây là giao thức định tuyến lớp 3 cốt lõi để chuyển tiếp các bản tin điều khiển trong nội mạng MPLS, vừa đóng vai trò là máy chủ CSPF thực hiện việc tính toán, tìm đường tối ưu cho máy trạm CSPF sau này.

Theo Hình 1, toàn bộ các thiết bị PE1, P1-P4, PE2 đều được cấu hình giao thức OSPF, do đó, các bản tin điều khiển có thể giao tiếp với nhau giữa hai thiết bị bất kỳ do từng thiết bị đều có bảng định tuyến chứa đường đi đến toàn bộ thiết bị còn lại.

Tiếp theo, các giao thức quảng bá nhãn được thiết lập cho mạng MPLS như:

- Giao thức phân phối nhãn LDP, phục vụ việc định tuyến trong mạng MPLS sử dụng nhãn thay thế địa chỉ mạng lớp 3;
- Giao thức dành riêng tài nguyên RSVP. Đây là giao thức quảng bá nhãn chính được đề cập trong sáng chế.

Để đảm bảo việc định tuyến thông suốt của khách hàng qua miền MPLS, cần thiết lập mô hình kết nối mô hình mạng riêng ảo (VPN – Virtual Private Network). Hai mô hình mạng riêng ảo phổ biến là mạng riêng ảo lớp 2 (L2VPN – Layer 2 VPN) và mô hình mạng riêng ảo lớp 3 (L3VPN – Layer 3 VPN). Trong nội miền MPLS, hai mô hình mạng riêng ảo L2/L3VPN đều sử dụng chung các giao thức định tuyến lớp 3 (OSPF, BGP) và

các giao thức quảng bá nhãn (LDP, RSVP). Tuy nhiên, với các thiết bị định tuyến vùng biên PE1 và PE2. Có sự khác biệt về cách hoạt động.

Hình 4 mô tả quá trình quảng bá nhãn mô hình mạng riêng ảo lớp 3 giữa các chi nhánh, vị trí 1 quảng bá các mạng (route) của nó và nhãn mô hình mạng riêng ảo VPN được cấp phát cho các mạng đó cho vị trí 2 và ngược lại thông qua giao thức mở rộng giao thức định tuyến công biên BGP (MultiProtocol BGP - MP - BGP) được thiết lập giữa thiết bị định tuyến PE1 và thiết bị định tuyến PE2.

Hình 5 mô tả quá trình thiết lập kênh truyền mô hình mạng riêng ảo lớp 2, thiết bị định tuyến PE1 và thiết bị định tuyến PE2 sử dụng giao thức phân phối nhãn mục tiêu LDP (đây là giao thức mở rộng của LDP) để trao đổi các thông tin như nhãn, trạng thái cổng kết nối với khách hàng, cổng kết nối với các nhà cung cấp dịch vụ mạng ISP. Sau quá trình trao đổi, nếu tất cả các thông tin hợp lệ, phiên mô hình mạng riêng ảo lớp 2 sẽ hoạt động.

Sau quá trình trên, kênh truyền mô hình mạng riêng ảo lớp 2 và mô hình mạng riêng ảo lớp 3 được thiết lập thông suốt, hai vị trí của khách hàng có thể giao tiếp với nhau. Việc lựa chọn sử dụng mô hình L2VPN hay L3VPN tùy thuộc vào mong muốn khách hàng.

Kỹ thuật lưu lượng MPLS-TE được sử dụng trong miền MPLS để chuyển tiếp lưu lượng giữa các khách hàng sử dụng mô hình VPN. Theo Hình 6, PE1 cần thiết lập một đường hầm đến PE2 để chuyển tiếp lưu lượng, người quản trị mạng phải vào thiết bị PE1 khai báo cụ thể từng tuyến LSP của đường hầm. Cụ thể:

- LSP 1 (Primary LSP): PE1 – P1 – P2 – PE2;
- LSP 2 (Secondary LSP): PE1 – P3 – P4 – P5 – PE2.

Trên thực tế, số lượng thiết bị một vòng lên đến 20 đến 30 thiết bị, việc cấu hình trên là rất tốn thời gian và dễ sai sót, người quản trị mạng phải vào lần lượt từng thiết bị trong hàng chục thiết bị đó để cấu hình. Hơn nữa, khi có sự cố xảy ra hoặc thay thế, loại bỏ thiết bị nào đó, người quản trị mạng phải vào từng thiết bị thay đổi lại cấu hình. Điều này khiến việc vận hành, bảo trì mạng lưới gặp rất nhiều bất lợi và dễ sai sót.

Với sáng chế, việc vận hành và bảo trì đơn giản hơn rất nhiều bằng việc:

- Cho phép người quản trị mạng chỉ cần khai báo đường hầm từ PE1 đến PE2. Việc tính toán các tuyến LSP sơ cấp và LSP thứ cấp là hoàn toàn tự động. Trong đó, LSP sơ cấp là đường tốt nhất;
- Cài đặt bộ đếm thời gian định kỳ tính toán lại đường LSP sơ cấp để tối ưu lại đường LSP sơ cấp, đề phòng có sự thay đổi cấu trúc mạng;

- Cho phép người quản trị tùy ý chuyển lưu lượng sang đường LSP thứ cấp và ngược lại tùy ý theo tình trạng của mạng lưới.

Sáng chế được thực hiện bao gồm các phần chính như sau:

- Giao thức RSVP đóng vai trò là máy chủ CSPF, sau đó gửi yêu cầu cần thiết lập một đường hầm từ PE1 đến PE2 và đường LSP sơ cấp của đường hầm đó đến máy chủ CSPF (giao thức OSPF);
- OSPF có toàn bộ cơ sở dữ liệu về cấu trúc mạng, bảng thông các đường kết nối, thực hiện tính toán đường LSP sơ cấp tốt nhất và gửi lại cho máy trạm CSPF;
- RSVP tiếp tục gửi yêu cầu tính toán đường LSP thứ cấp, tuy nhiên, loại bỏ các thiết bị đã nằm trong LSP sơ cấp, máy chủ CSPF tiếp tục tính toán và gửi lại cho RSVP;
- RSVP thiết lập một bộ đếm thời gian dùng để định kỳ kiểm tra và tính toán tự động, luôn đảm bảo LSP sơ cấp và đường tốt nhất mà không cần người quản trị phải cấu hình lại, đồng thời, cung cấp cho người quản trị mạng một giao diện dòng lệnh cấu hình thời gian của bộ đếm thời gian tùy ý;
- Cung cấp giao diện dòng lệnh cho phép người quản trị mạng có thể đổ lưu lượng tùy ý qua đường LSP sơ cấp/thứ cấp.

Để thực hiện các nội dung trên của sáng chế phương pháp thiết lập kênh truyền dự phòng linh hoạt trong kỹ thuật lưu lượng của mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức cần thay đổi phần mềm của thiết bị định tuyến PE theo bảy bước, tham chiếu Hình 8, nội dung cụ thể từng bước thực hiện như sau:

Bước 1: sử dụng mã nguồn của thiết bị truyền dẫn cho mạng định tuyến đã phát triển các tính năng lớp 2, lớp 3, chuyển mạch nhãn đa giao thức, kỹ thuật lưu lượng;

Tại bước này, từ thiết bị truyền dẫn cho mạng định tuyến đã phát triển các tính năng lớp 2, lớp 3, chuyển mạch nhãn đa giao thức, kỹ thuật lưu lượng, các tác giả sử dụng mã nguồn của thiết bị này để thực hiện các bước tiếp theo.

Bước 2: chỉnh sửa mã nguồn RSVP đóng vai trò là máy trạm CSPF; theo đó, tại bước này tiến hành chỉnh sửa mã nguồn RSVP đóng vai trò là máy trạm CSPF để thu thập các thông tin như nguồn (headend), đích (tailend) của đường hầm, các điều kiện ràng buộc, ... gửi cho máy chủ CSPF.

Mã nguồn hiện tại của thiết bị không hỗ trợ máy trạm CSPF, có nghĩa là RSVP không thể thu thập các thông tin để yêu cầu máy chủ CSPF tính toán tuyến đường tối ưu. Tại bước này thực hiện chỉnh sửa mã nguồn, hỗ trợ RSVP có thể hoạt động như một máy

trạm CSPF, thu thập các điều kiện ràng buộc, nguồn (headend), đích (tailend) và tương tác với máy chủ CSPF, yêu cầu máy chủ CSPF tính toán và gửi trả kết quả LSP tốt nhất.

Bước 3: chỉnh sửa mã nguồn máy trạm CSPF trong RSVP; tại bước này, tiến hành chỉnh sửa mã nguồn máy trạm CSPF trong RSVP cho phép loại trừ các thiết bị nằm trong LSP sơ cấp hoặc tăng giá (cost) phục vụ mục đích tính toán đường LSP thứ cấp;

Sau bước 2, với mỗi đường hầm (cùng nguồn, đích), chỉ có một đường LSP tốt nhất. Để tính toán đường LSP thứ cấp, cần phải loại trừ đường LSP sơ cấp, cụ thể là loại trừ các thiết bị đã thuộc tuyến LSP sơ cấp ngoại trừ nguồn, đích. Như vậy, cần chỉnh sửa mã nguồn cho phép máy trạm CSPF có khả năng loại trừ các thiết bị tùy ý.

Bước 4: chỉnh sửa mã nguồn RSVP để có thể báo hiệu LSP sơ cấp/thứ cấp sau khi tính toán xong, hoàn thành thiết lập các LSP của đường hầm;

Sau khi tính toán, RSVP có được tuyến đường LSP sơ cấp/thứ cấp. Đây không phải là các tuyến đường được cấu hình thủ công như phương pháp cũ nên cần phải chỉnh sửa mã nguồn để RSVP gửi các bản tin điều khiển, báo hiệu cách nhận các tuyến đường LSP đó là đủ điều kiện ràng buộc về băng thông cũng như các thông tin khác.

Bước 5: chỉnh sửa mã nguồn cho phép cài đặt các bộ đếm thời gian cho các đường hầm sử dụng kỹ thuật lưu lượng linh hoạt trong mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức. Mỗi đường hầm cài một bộ đếm thời gian duy nhất;

Đồng thời cung cấp giao diện dòng lệnh cho phép người quản trị cấu hình khoảng thời gian định kỳ theo mong muốn theo tình trạng của mạng. Ở những nơi như thành thị, hoặc những nơi có khả năng xảy ra thiên tai, thời gian tối ưu thường phải ngắn hơn để đảm bảo lưu lượng được thông suốt trong thời gian nhanh nhất.

Bước 6: chỉnh sửa mã nguồn, tính toán lại đường LSP sơ cấp và LSP thứ cấp trong trường hợp đường LSP sơ cấp không còn là đường tốt nhất;

Khi hết một chu kỳ thời gian (expired), cần kiểm tra liệu LSP sơ cấp có còn là đường tốt nhất không dựa theo một loạt các điều kiện khác nhau. Khi LSP sơ cấp không thỏa mãn là đường tốt nhất, cần thực hiện cập nhật cấu trúc mạng và tính toán lại LSP sơ cấp/thứ cấp, đảm bảo việc lưu lượng luôn đi qua đường tốt nhất trên mạng MPLS.

Bước 7: chỉnh sửa mã nguồn cho phép người quản trị chuyển tiếp lưu lượng tùy ý giữa đường LSP sơ cấp và LSP thứ cấp;

Với mã nguồn hiện tại, mặc định lưu lượng luôn luôn được chuyển qua đường LSP sơ cấp. Lưu lượng chỉ chuyển qua LSP thứ cấp khi LSP sơ cấp gặp sự cố. Điều này khiến cho lưu lượng không linh hoạt trong nhiều trường hợp. Sáng chế chỉnh sửa mã nguồn cho

phép người quản trị có thể tùy ý lưu chuyển lưu lượng vào hai LSP theo các trường hợp khác nhau.

Mã nguồn thuật toán được triển khai bổ sung trực tiếp lên mã nguồn đã có của thiết bị truyền dẫn cho mạng định tuyến.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế được thực hiện trên thiết bị định tuyến vị trí do Viettel sản xuất. Sáng chế nhằm giảm công sức và sai sót trong việc vận hành và bảo trì mạng MPLS, cụ thể là trong kỹ thuật lưu lượng. Thêm vào đó, sáng chế còn giúp việc điều chuyển lưu lượng khách hàng của Viettel hay chính các dịch vụ 2G, 3G, 4G, 5G của Viettel sử dụng mô hình mạng riêng ảo lớp 2 và mô hình mạng riêng ảo lớp 3 qua mạng MPLS linh hoạt và an toàn hơn.

Hình 6 là hình vẽ mô tả một vòng đơn giản các thiết bị định tuyến trong mạng MPLS của nhà mạng. Hiện tại, các ISP hầu hết đều thiết kế theo mô hình này để đảm bảo tính dự phòng. Sau khi sáng chế được áp dụng, để thiết lập các tuyến LSP sơ cấp/thứ cấp của đường hầm từ PE1 đến PE2. Người quản trị đơn giản chỉ cần cấu hình nguồn (headend) là PE1, đích (tailend) là PE2, sau đó, tất cả đều được tính toán tự động. Điều này tiết kiệm được rất nhiều công sức trong quá trình triển khai mạng lưới.

Hình 7 là hình vẽ mô tả sự thay đổi cấu trúc trên mạng MPLS. Cụ thể, do nhu cầu thực tế cần lắp đặt thêm hai trạm phát sóng trên tuyến sơ cấp. Như vậy:

- Primary LSP: PE1 – P1 – P2 – P6 – P7 – PE2;
- Secondary LSP: PE1 – P3 – P4 – P5 – PE2.

Người quản trị mạng có thể áp dụng linh hoạt sáng chế như sau:

- Khi chuẩn bị cài đặt hai thiết bị định tuyến P6 và P7 lên tuyến LSP sơ cấp, do quá trình lắp đặt tiềm ẩn nhiều rủi ro gây mất lưu lượng của khách hàng nên người quản trị mạng có thể sử dụng tính năng chuyển lưu lượng linh hoạt của sáng chế, đổ toàn bộ lưu lượng của khách hàng từ LSP sơ cấp sang LSP thứ cấp. Sau đó thực hiện thêm mới thiết bị vào đường LSP sơ cấp.
- Sau khi thêm hai thiết bị P6 và P7, đường LSP sơ cấp lúc này không còn là đường tốt nhất. Sáng chế đã cho phép người quản trị mạng cài đặt bộ đếm thời gian định kỳ kiểm tra tuyến sơ cấp, ngay sau khi phát hiện tuyến sơ cấp đã không còn là đường tốt nhất, thực hiện tính toán lại đường LSP sơ cấp và thứ cấp. Sau khi tính toán:
 - + LSP sơ cấp: PE1 – P3 – P4 – P5 – PE2;
 - + LSP thứ cấp: PE1 – P1 – P2 – P6 – P7.

Trên đây là các trường hợp thực tế đã và đang được áp dụng sáng chế hiệu quả trên mạng lưới của Viettel.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Bảng 1 mô tả sự khác nhau giữa phương pháp thiết lập kênh truyền dự phòng cố định trong kỹ thuật lưu lượng của mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức trong mạng lõi của Viettel theo giải pháp kỹ thuật đã biết và phương pháp thiết lập kênh truyền dự phòng linh hoạt trong kỹ thuật lưu lượng theo sáng chế.

Bảng 1

	Phương pháp theo giải pháp kỹ thuật đã biết	Phương pháp theo sáng chế
Độ phức tạp của mô hình	Đơn giản	Phức tạp
Tối ưu tài nguyên, công sức vận hành	Không	Có
Tính linh hoạt trong điều khiển lưu lượng	Luôn luôn đi qua LSP sơ cấp của đường hầm	Đi qua LSP sơ cấp/thứ cấp tùy thuộc người quản trị

Với phương pháp kỹ thuật hiện tại, giải pháp kỹ thuật đơn giản, tuy nhiên, cấu hình phức tạp và tăng tuyến tính theo số lượng thiết bị. Thêm vào đó, gây ra tổn công sức trong việc triển khai, vận hành và bảo trì mạng lưới, kém linh hoạt trong điều khiển lưu lượng.

Phương pháp theo sáng chế phải thực hiện giải pháp kỹ thuật phức tạp. Tuy nhiên cấu hình đơn giản và khắc phục được toàn bộ các nhược điểm kể trên.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp thiết lập kênh truyền dự phòng linh hoạt trong kỹ thuật lưu lượng của mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức bao gồm các bước cụ thể như sau:

bước 1: sử dụng mã nguồn của thiết bị truyền dẫn cho mạng định tuyến đã phát triển các tính năng lớp 2, lớp 3, chuyển mạch nhãn đa giao thức, kỹ thuật lưu lượng; tại bước này, từ thiết bị truyền dẫn cho mạng định tuyến đã phát triển các tính năng lớp 2, lớp 3, chuyển mạch nhãn đa giao thức, kỹ thuật lưu lượng, các tác giả sử dụng mã nguồn của thiết bị này để thực hiện các bước tiếp theo;

bước 2: chỉnh sửa mã nguồn RSVP đóng vai trò là máy trạm CSPF; theo đó, tại bước này tiến hành chỉnh sửa mã nguồn RSVP đóng vai trò là máy trạm CSPF để thu thập các thông tin như nguồn (headend), đích (tailend) của đường hầm, các điều kiện ràng buộc, ...gửi cho máy chủ CSPF; mã nguồn hiện tại của thiết bị không hỗ trợ máy trạm CSPF, có nghĩa là RSVP không thể thu thập các thông tin để yêu cầu máy chủ CSPF tính toán tuyến đường tối ưu; tại bước này thực hiện chỉnh sửa mã nguồn, hỗ trợ RSVP có thể hoạt động như một máy trạm CSPF, thu thập các điều kiện ràng buộc, nguồn (headend), đích (tailend) và tương tác với máy chủ CSPF, yêu cầu máy chủ CSPF tính toán và gửi trả kết quả LSP tốt nhất;

bước 3: chỉnh sửa mã nguồn máy trạm CSPF trong RSVP; tại bước này, tiến hành chỉnh sửa mã nguồn máy trạm CSPF trong RSVP cho phép loại trừ các thiết bị nằm trong LSP sơ cấp hoặc tăng giá (cost) phục vụ mục đích tính toán đường LSP thứ cấp; sau bước 2, với mỗi đường hầm (cùng nguồn, đích), chỉ có một đường LSP tốt nhất; để tính toán đường LSP thứ cấp, cần phải loại trừ đường LSP sơ cấp, cụ thể là loại trừ các thiết bị đã thuộc tuyến LSP sơ cấp ngoại trừ nguồn, đích; như vậy, cần chỉnh sửa mã nguồn cho phép máy trạm CSPF có khả năng loại trừ các thiết bị tùy ý;

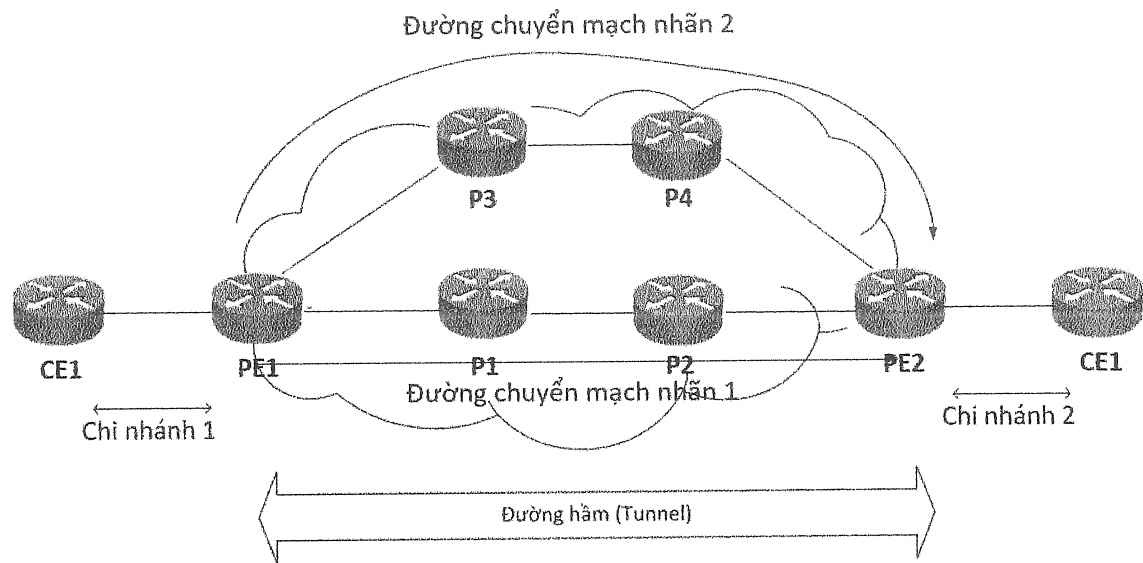
bước 4: chỉnh sửa mã nguồn RSVP để có thể báo hiệu LSP sơ cấp/thứ cấp sau khi tính toán xong, hoàn thành thiết lập các LSP của đường hầm; sau khi tính toán, RSVP có được tuyến đường LSP sơ cấp/thứ cấp; đây không phải là các tuyến đường được cấu hình thủ công như phương pháp cũ nên cần phải chỉnh sửa mã nguồn để RSVP gửi các bản tin điều khiển, báo hiệu cách nhận các tuyến đường LSP đó là đủ điều kiện ràng buộc về băng thông cũng như các thông tin khác;

bước 5: chỉnh sửa mã nguồn cho phép cài đặt các bộ đếm thời gian cho các đường hầm sử dụng kỹ thuật lưu lượng linh hoạt trong mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức; mỗi đường hầm cài một bộ đếm thời gian duy nhất; đồng thời cung cấp giao diện dòng lệnh cho phép người quản trị cấu hình khoảng thời gian định kỳ theo mong muốn theo

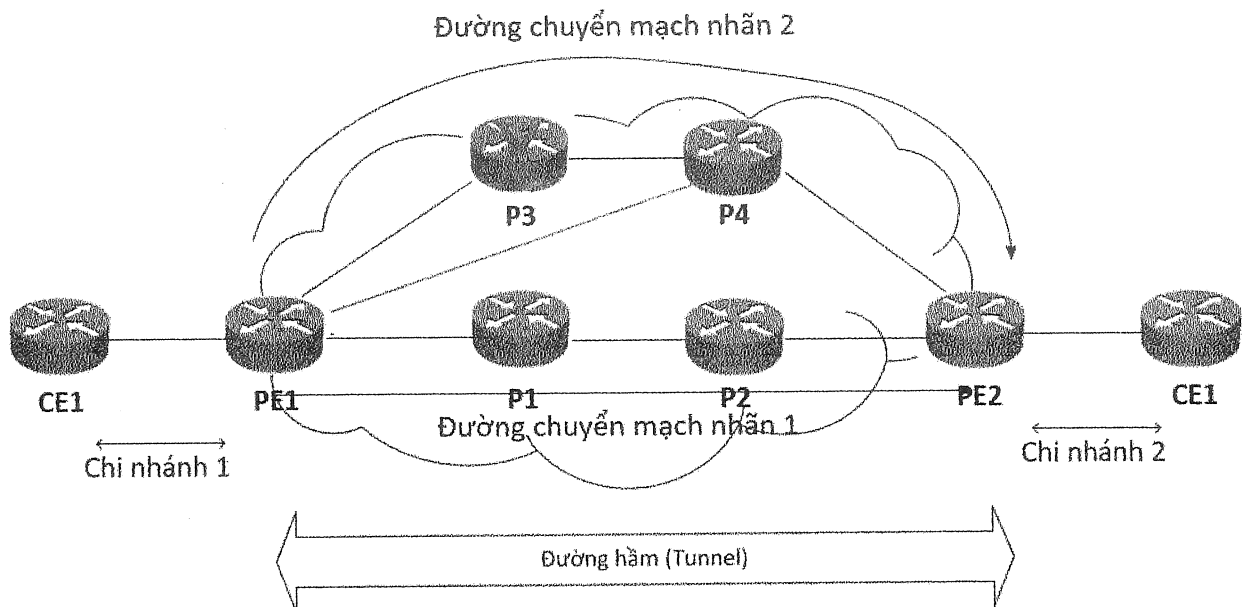
tình trạng của mạng; ở những nơi như thành thị, hoặc những nơi có khả năng xảy ra thiên tai, thời gian tối ưu thường phải ngắn hơn để đảm bảo lưu lượng được thông suốt trong thời gian nhanh nhất;

bước 6: chỉnh sửa mã nguồn, tính toán lại đường LSP sơ cấp và LSP thứ cấp trong trường hợp đường LSP sơ cấp không còn là đường tốt nhất; khi hết một chu kỳ thời gian (expired), cần kiểm tra liệu LSP sơ cấp có còn là đường tốt nhất không dựa theo một loạt các điều kiện khác nhau; khi LSP sơ cấp không thỏa mãn là đường tốt nhất, cần thực hiện cập nhật cấu trúc mạng và tính toán lại LSP sơ cấp/thứ cấp, đảm bảo việc lưu lượng luôn đi qua đường tốt nhất trên mạng MPLS;

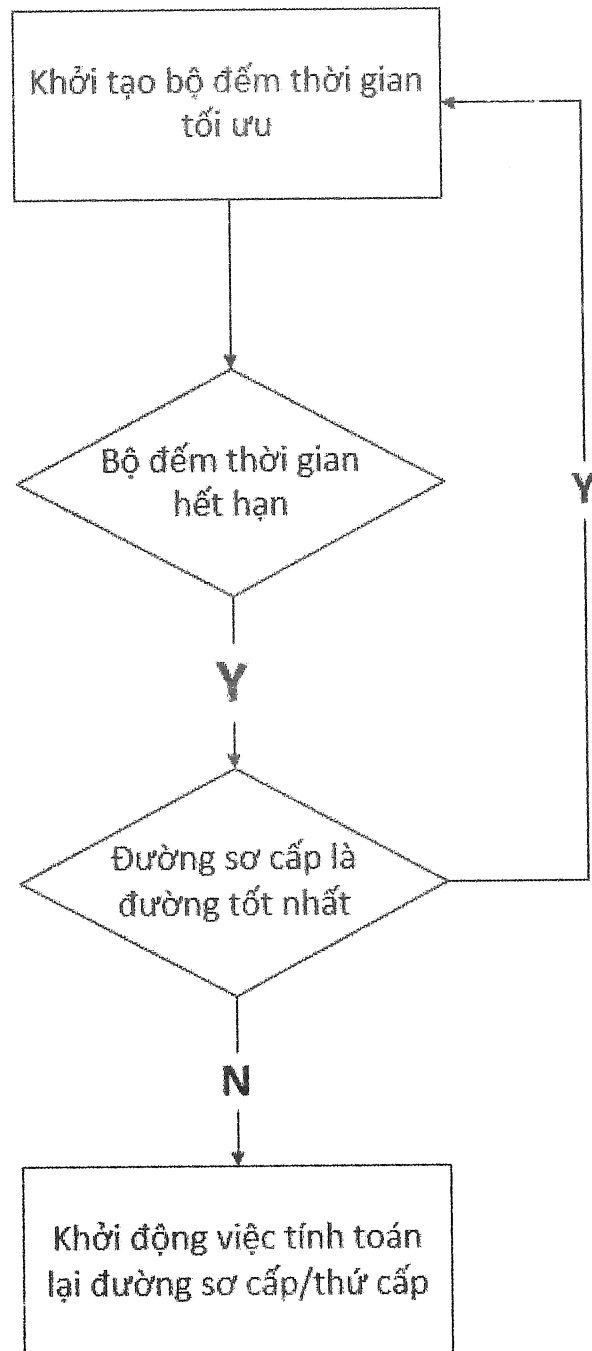
bước 7: chỉnh sửa mã nguồn cho phép người quản trị chuyển tiếp lưu lượng tùy ý giữa đường LSP sơ cấp và LSP thứ cấp; với mã nguồn hiện tại, mặc định lưu lượng luôn luôn được chuyển qua đường LSP sơ cấp; lưu lượng chỉ chuyển qua LSP thứ cấp khi LSP sơ cấp gặp sự cố; điều này khiến cho lưu lượng không linh hoạt trong nhiều trường hợp; sáng chế chỉnh sửa mã nguồn cho phép người quản trị có thể tùy ý lưu chuyển lưu lượng vào hai LSP theo các trường hợp khác nhau; mã nguồn thuật toán được triển khai bổ sung trực tiếp lên mã nguồn đã có của thiết bị truyền dẫn cho mạng định tuyến.



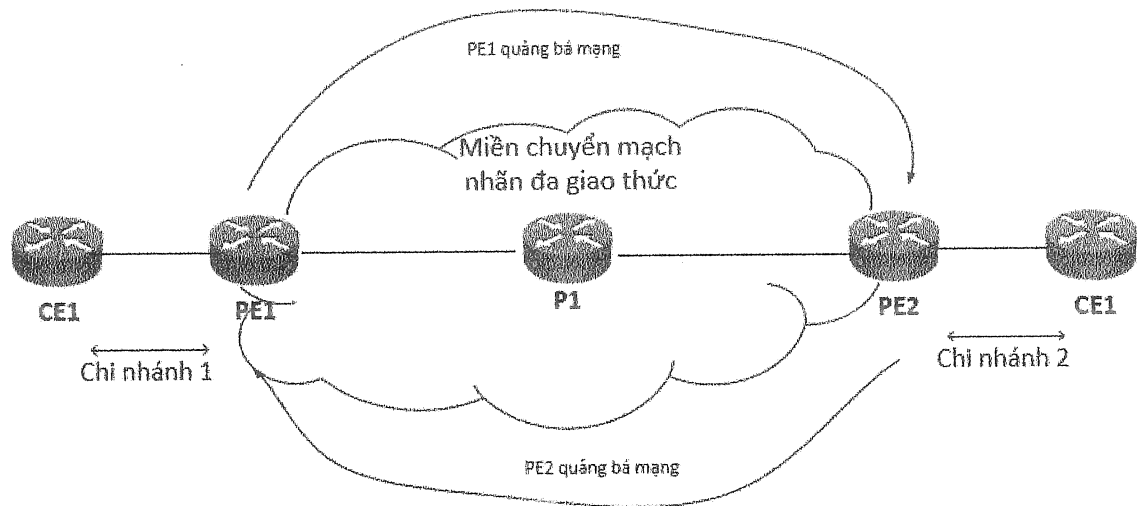
Hình 1



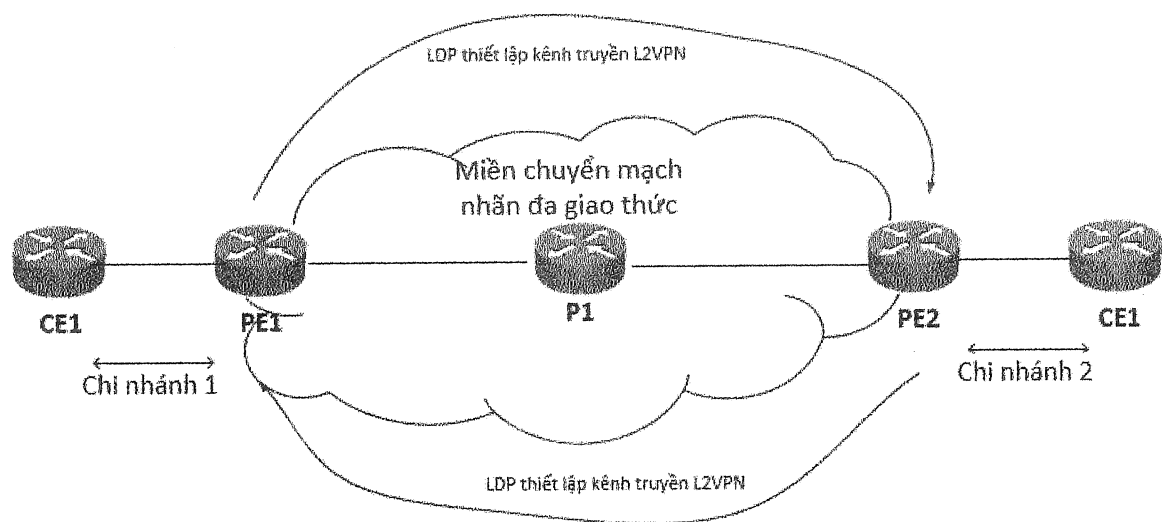
Hình 2



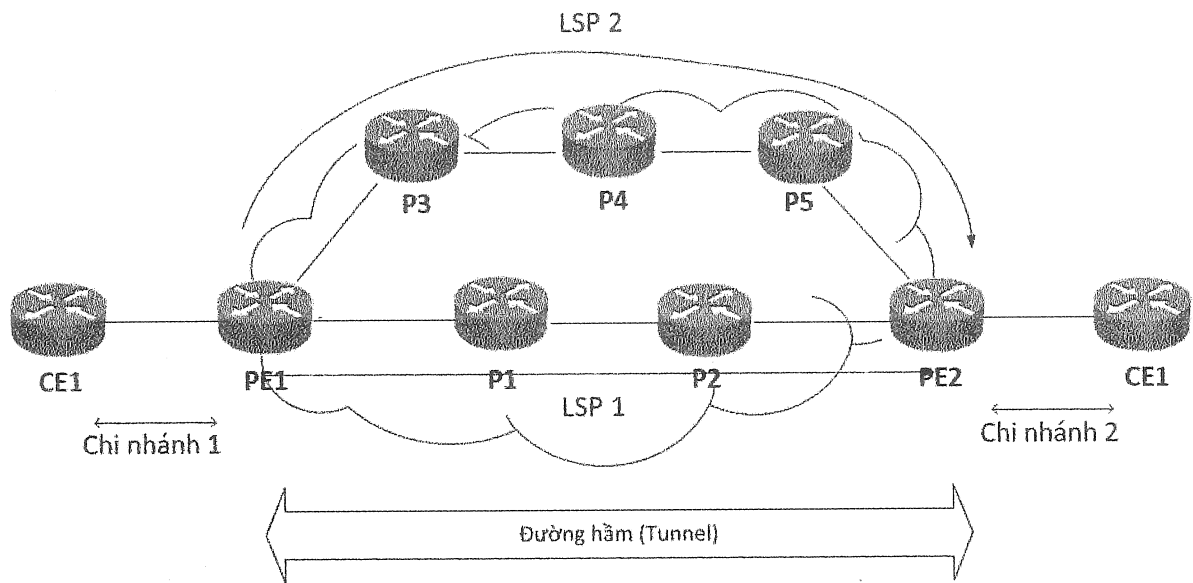
Hình 3



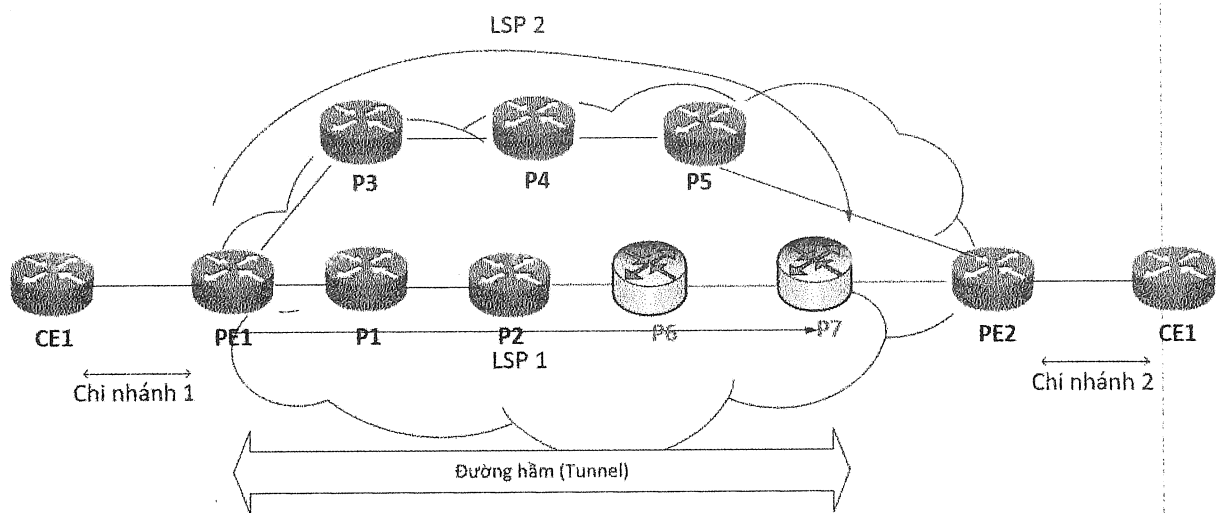
Hình 4



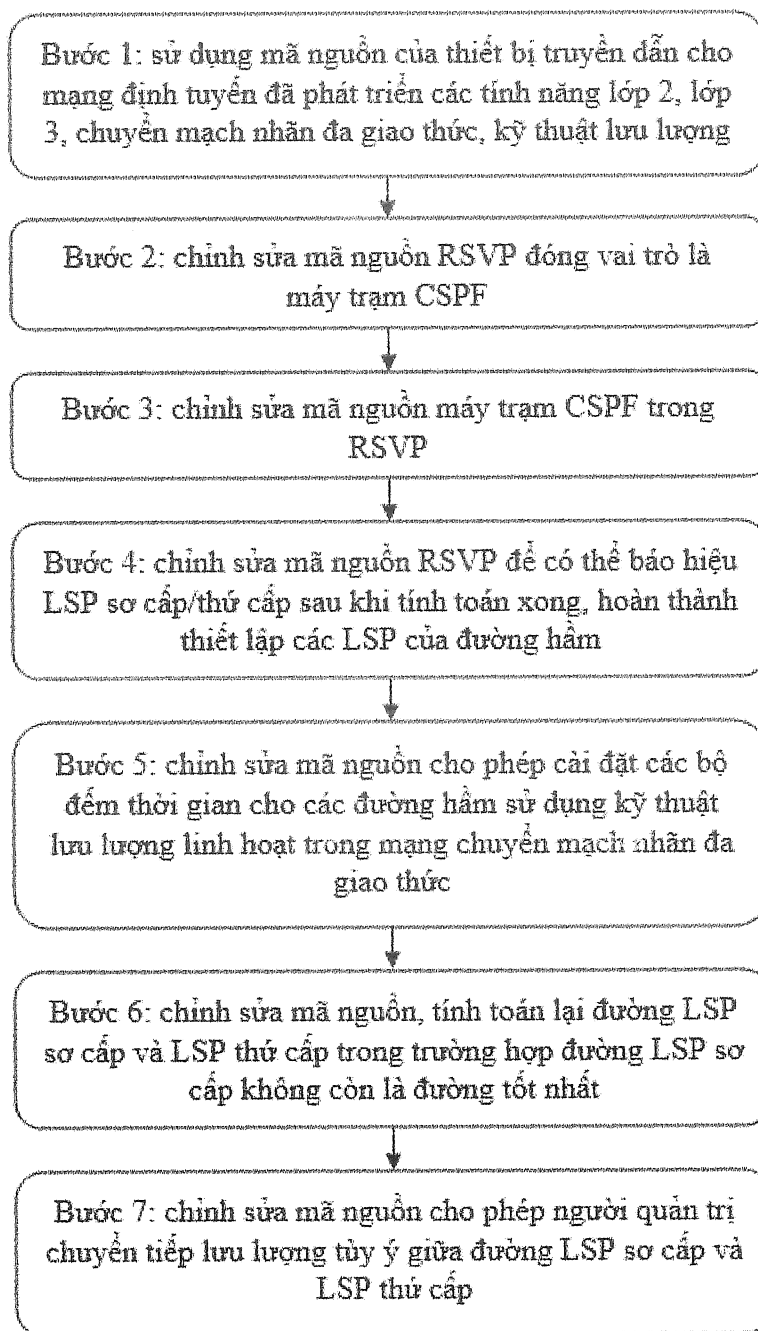
Hình 5



Hình 6



Hình 7



Hình 8