

ĐỊNH TUYẾN CƠ SỞ RÀNG BUỘC TRONG MPLS

Phạm Hồng Liên¹, Nguyễn Duy Nhật Viễn²

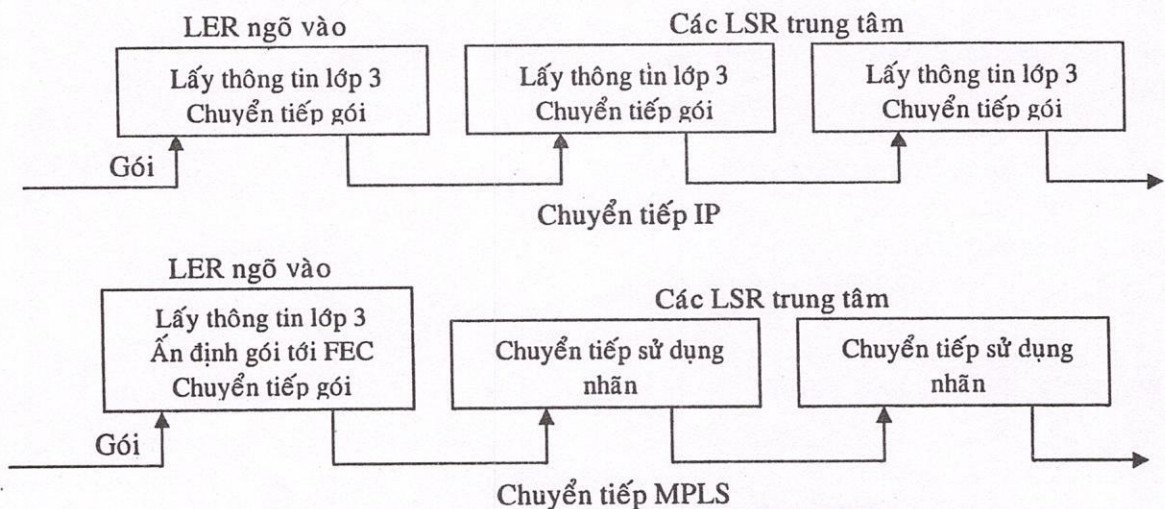
¹Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM, ²Trường Đại học Kỹ thuật – Đại học Đà Nẵng
(Bài nhận ngày 27 tháng 5 năm 2003, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 29 tháng 8 năm 2003)

TÓM TẮT: Mục đích của bài báo này là giới thiệu bài toán định tuyến cơ sở ràng buộc sử dụng trong mạng chuyển mạch nhãn đa giao thức MPLS, mô phỏng và so sánh định tuyến cơ sở ràng buộc với định tuyến tương minh ở các trường hợp yêu cầu băng thông của các luồng lưu lượng. Từ đó, cho thấy các ưu điểm và khả năng cung cấp chất lượng dịch vụ của định tuyến cơ sở ràng buộc và chuyển mạch nhãn đa giao thức.

I. Mở đầu

Chuyển mạch nhãn đa giao thức MPLS (Multi Protocol Label Switching) được IETF đề xuất vào khoảng năm 1997 xuất phát từ chuyển mạch IP nhanh và chuyển mạch thẻ của các công ty Viễn thông như Ipsilon, IBM, Cisco... với mục đích tích hợp chuyển tiếp chuyển mạch nhãn lớp tuyến dữ liệu với định tuyến lớp mạng để chuyển mạch các gói qua router chuyển mạch nhãn LSR (Label Switching Router) theo các đường dẫn chuyển mạch nhãn LSP (Label Switching Path) hay các “đường hầm”. MPLS ra đời nhằm đáp ứng yêu cầu về quản lý và sử dụng lưu lượng, tài nguyên một cách hiệu quả để cung cấp chất lượng dịch vụ, độ tin cậy và tốc độ cho nhu cầu ngày càng tăng của người sử dụng.

Trong việc định tuyến lớp mạng thông thường, các router khi nhận một gói thì nó tiến hành phân tích header của gói này và tiến hành tra bảng định tuyến thích hợp nhất để đưa ra một quyết định độc lập cho chặng tiếp theo của gói như thế nào (thực hiện một giải thuật định tuyến tương đối phức tạp và mất một khoảng thời gian đáng kể).



Hình 1 Chuyển tiếp IP và chuyển tiếp MPLS

Trong chuyển tiếp MPLS, việc ấn định gói đến các lớp chuyển tiếp tương đương FEC (Forwarding Equivalence Classes) chỉ được tiến hành một lần khi gói đi vào mạng ở router nhãn biên LER (Label Edge Router). FEC mã hoá một giá trị có kích thước ngắn, cố định gọi là nhãn và dán nhãn vào gói. Vậy, khi gói được chuyển vào trong các LSR trung tâm ở các chặng tiếp theo thì nhãn được sử dụng như một chỉ số xác định trong bảng chặng tiếp theo để chuyển tiếp.

Từ đó, ta thấy MPLS có một số ưu điểm như: Linh hoạt, đơn giản và co giãn cao; tốc độ và ít trễ; ít bị jitter; kinh tế; thuận tiện cho kỹ thuật lưu lượng và cung cấp QoS.

Trong MPLS, các đường cho một đường tương minh có thể được thực hiện theo hai cách, đó là điều khiển dẫn đường (control-driven) còn gọi là LSP từng chặng (hop-by-hop) hoặc sử dụng đường

dẫn tường minh ER-LSP (Explicitly Routed LSP). Khi thiết lập LSP từng chặng, mỗi LSP xác định giao tiếp đường tiếp theo dựa trên cơ sở dữ liệu đồ hình đường dẫn lớp 3 và gửi thông điệp *Label Request* đến chặng tiếp theo. Khi thiết lập một ER-LSP thì LSP được xác định trong thông điệp thiết lập của nó và thông tin đường dẫn này được mang theo các node mà thông điệp thiết lập đi qua. Tất cả các node theo ER-LSP sẽ cho phép xác định đường dẫn và gửi thông điệp *Label Request* đến giao tiếp đã chỉ định tiếp theo. Như vậy, ER-LSP có thể được xác định và điều khiển bởi các điều hành viên hoặc các nhà quản lý mạng.

Một kỹ thuật mới được đề xuất để áp dụng định tuyến tường minh là định tuyến cơ sở ràng buộc sử dụng giao thức phân bố nhãn CR-LDP (Constraint based Routing Label Distribution Protocol). Định tuyến cơ sở ràng buộc là một cơ chế được sử dụng để thoả mãn các yêu cầu kỹ thuật lưu lượng cho mạng MPLS. Nội dung cơ bản của nó là mở rộng LDP để hỗ trợ cho định tuyến cơ sở ràng buộc các đường dẫn chuyển mạch nhãn đa giao thức bằng việc định nghĩa các cơ chế và các TLV (type-length-values) bổ sung để hỗ trợ CR-LSP hay để sử dụng các giao thức đang tồn tại để hỗ trợ định tuyến cơ sở ràng buộc.

Định tuyến cơ sở ràng buộc có thể thiết lập một hoạt động từ đầu đến cuối, đó là từ ngõ vào của CR-LSP đến ngõ ra của CR-LSP với mục đích dự trữ tài nguyên sử dụng LDP. Ưu điểm của CR-LDP như trong [6] đã trình bày: Khả năng cung cấp các dịch vụ tích hợp; dễ dàng thay đổi, cập nhật; thuận tiện cho các dịch vụ ở các miền khác nhau và linh hoạt.

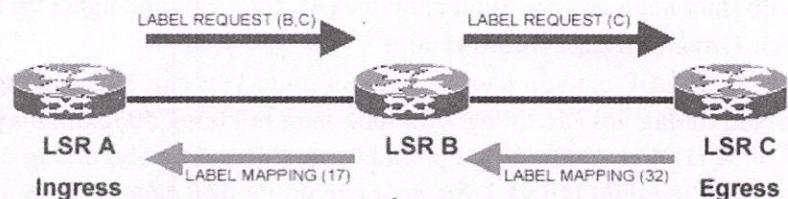
Bài toán đường dẫn chuyển mạch nhãn định tuyến cơ sở ràng buộc qua đặc trưng LDP được định nghĩa cho mục đích sau:

- Thoả mãn các yêu cầu vấn đề trong [10] để tiến hành kỹ thuật lưu lượng và cung cấp việc thiết lập vững chắc để thực hiện định tuyến cơ sở ràng buộc.
- Xây dựng trên tính năng đặc biệt đã có mà thoả mãn các yêu cầu mọi lúc nếu có thể trong [8].
- Giữ cho việc giải quyết vấn đề đơn giản .

II. Giải pháp thực hiện

1. Khái niệm về định tuyến cơ sở ràng buộc

CR-LDP được xây dựng trên giao thức LDP đang tồn tại và cung cấp việc thiết lập ER-LSP với tùy chọn dự trữ tài nguyên theo các thông điệp và điều khiển trạng thái cứng. Giao thức LDP được



Hình 2. Thiết lập CR - LSP

mở rộng để kết hợp thông tin đường tường minh, các tham số lưu lượng cho việc dự trữ tài nguyên và các tùy chọn cần thiết cho ER-LSP tin cậy và đàn hồi. Một đường tường minh được thể hiện trong thông điệp *Label Request* là một danh sách các node hoặc một nhóm các node theo đường cơ sở ràng buộc. Nếu đường dẫn được yêu cầu có thể thoả mãn các tài nguyên được yêu cầu thì dòng xuống (nơi nhận thông điệp *Label Request*) gửi về thông điệp *Label Mapping*.

2. Các tham số của CR-LSP

a. Tốc độ đỉnh (Peak Rate):

Là tốc độ lớn nhất của lưu lượng gửi cho CR-LSP. Nếu phân bố tài nguyên trong miền MPLS tùy thuộc vào giá trị tốc độ đỉnh thì nó sẽ buộc có hiệu lực ở ngõ vào miền MPLS.

b. Tốc độ thừa nhận (Committed Rate):

Là tốc độ mà miền MPLS thừa nhận để sẵn sàng cho một CR-LSP.

c. Kích thước cụm vượt (Excess Burst Size):

Do phạm vi lưu lượng được gửi trên đường dẫn vượt qua tốc độ dữ liệu thừa nhận.

d. Tốc độ đỉnh "gáo" thẻ (Peak Rate Token Bucket):

Tốc độ đỉnh của một CR-LSP được xác định trong các thành phần của “gáo” thẻ P với tốc độ thẻ PDR (Peak Data Rate) và kích thước “gáo” thẻ lớn nhất PBS (Peak Burst Size).

“Gáo” thẻ P đầu tiên được làm đầy (ở thời điểm 0), nghĩa là số thẻ $Tp(0)=PBS$. Sau đó, số thẻ Tp giảm đi nhỏ hơn PBS theo PDR lần trong một giây. Khi gói có kích thước B bytes đưa đến ở thời gian t thì:

- Nếu $Tp(t)-B \geq 0$ thì gói là không vượt quá tốc độ đỉnh và Tp được giảm bởi B hướng đến giá trị nhỏ nhất là 0 , còn không thì gói là vượt quá tốc độ đỉnh và Tp không bị giảm.

Theo định nghĩa trên, giá trị ban đầu dương của PDR hay PBS ngụ ý rằng các gói là chưa vượt qua tốc độ đỉnh.

e. Tốc độ dữ liệu thừa nhận “gáo” thẻ (Committed Data Rate Token Bucket):

Tốc độ thừa nhận của CR-LSP được xác định trong các thành phần của “gáo” thẻ C với một tốc độ dữ liệu thừa nhận CDR (Committed Data Rate). Sự mở rộng bằng việc xem xét vượt tốc của tốc độ thừa nhận có thể được đo trong các thành phần của một “gáo” thẻ E khác hoạt động ở tốc độ CDR . Kích thước lớn nhất của “gáo” thẻ C là kích thước cụm thừa nhận CBS (Committed Burst Size) và kích thước lớn nhất của “gáo” thẻ E là kích thước cụm vượt EBS (Excess Burst Size).

Các “gáo” thẻ C và E thoạt tiên được làm đầy (tại thời điểm 0), nghĩa là số thẻ $Tc(0)=CBS$ và số thẻ $Te(0)=EBS$. Sau đó, số thẻ Tc và Te được cập nhật CDR lần trong một giây như sau:

- Nếu $Tc < CBS$ thì Tc được tăng bởi I .
- Nếu $Te < EBS$ thì Te được tăng bởi I .
- Còn không thì Tc và Te không tăng.

Khi một gói kích thước B đưa đến ở thời điểm t thì:

- Nếu $Tc(t)-B > 0$ thì gói không vượt tốc độ thừa nhận và Tc được giảm bởi B đến giá trị tối thiểu là 0 .
- Nếu $Te(t)-B > 0$ thì gói vượt tốc độ thừa nhận và nhưng không vượt EBS và Te được giảm bởi B đến giá trị tối thiểu là 0 , còn không.
- Gói vượt cả tốc độ thừa nhận lẫn EBS và cả Tc lẫn Te đều không giảm.

f. Trọng lượng (weight):

Trọng lượng xác định các CR-LSP liên quan đến việc chia sẻ khả năng băng thông vượt quá tốc độ thừa nhận của nó. Định nghĩa này là khác với định nghĩa về hàng đợi công bằng trọng lượng.

3. Quyền ưu tiên chiếm trước:

CR-LDP chuyển các tài nguyên được yêu cầu bằng đường dẫn trên mỗi chặng của một đường. Nếu đường với các tài nguyên thoả mãn là không được tìm thấy thì các đường dẫn đang tồn tại có thể được tái định tuyến để tái phân bố các tài nguyên cho đường dẫn mới. Đây là quá trình chiếm đường dẫn. Việc thiết lập và kiểm soát các độ ưu tiên được sử dụng để sắp xếp các đường dẫn đang tồn tại (kiểm soát độ ưu tiên) và một đường dẫn mới (thiết lập độ ưu tiên) được xác định nếu đường dẫn mới có thể chiếm đường dẫn đang tồn tại.

Các thuộc tính thiết lập độ ưu tiên của một đường dẫn mới và kiểm soát độ ưu tiên của đường dẫn đang tồn tại được sử dụng để xác định các độ ưu tiên. Thiết lập đường dẫn có độ ưu tiên cao hơn có thể chiếm đường dẫn có độ ưu tiên thấp hơn trong trường hợp tài nguyên không sẵn có.

Sự chỉ định thiết lập và kiểm soát độ ưu tiên là một trong những khía cạnh của chính sách lưu lượng.

Việc thiết lập và kiểm soát độ ưu tiên trong phạm vi các giá trị từ 0 đến 7 . Giá trị 0 được thiết lập cho đường dẫn quan trọng nhất. Nó được xem là có độ ưu tiên cao nhất và giá trị 7 được thiết lập cho đường dẫn có độ ưu tiên thấp nhất. Giá trị mặc định được khuyến cáo là 4 [7].

III. Kết quả mô phỏng

1. Giới thiệu:

Việc mô phỏng được tiến hành trên trình mô phỏng mạng Network Simulator version 2 (NS2) của dự án VINT trên hệ điều hành Unix, với các ưu điểm sau:

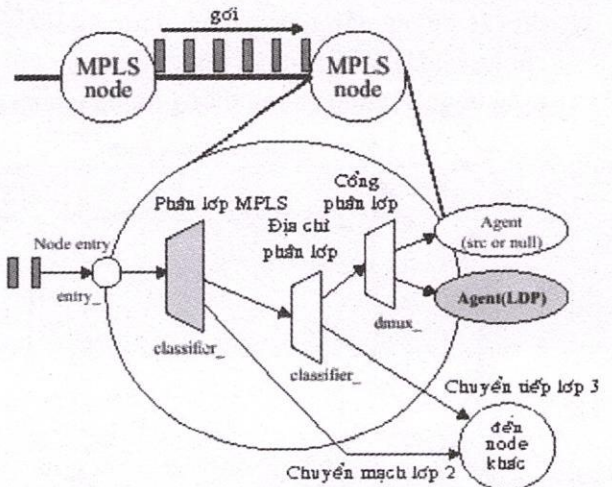
- Thời gian thực.
- Tập lệnh dễ hiểu.
- Được sử dụng rộng rãi trên thế giới.

Khi một gói đưa vào node MPLS, đầu tiên, node này sẽ xem xét là gói đã dán nhãn (đối với node trung tâm) hay chưa dán nhãn (đối với node biên). Và qua đó, thực hiện việc phân lớp để gửi nó đến chuyển tiếp lớp 3 hay chuyển mạch lớp 2.

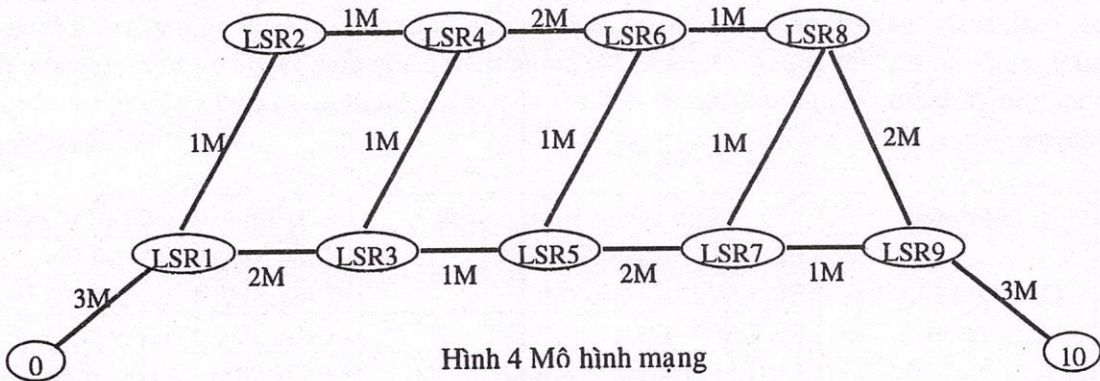
2. Trường hợp 1: Định tuyến tường minh và định tuyến cơ sở ràng buộc

Mô hình mạng được xây dựng như hình 4, với các node có thể được xem như các router IP, các LSR1 tới LSR9 hỗ trợ MPLS. Tất cả các tuyến là song công có thời gian trễ 10ms. Các tuyến giữa các node và các LSR theo kiểu DropTail và các tuyến giữa các LSR sử dụng hàng đợi cơ sở lớp CBQ (Classical Based Queuing) để hỗ trợ nhiều lớp dịch vụ khác nhau.

Ba nguồn lưu lượng src0, src1, src2 được tạo và gắn với node0, ứng với 3 nguồn này, ta có 3 đích lưu lượng sink0 sink1, sink2 được gắn với node10. Mỗi nguồn có băng thông 700kbps. Trong trường hợp định tuyến cơ sở ràng buộc, ta đặt độ ưu tiên và kiểm soát độ ưu tiên là 7 và 3, kích thước bộ đệm 400bytes và kích thước gói là 200bytes.

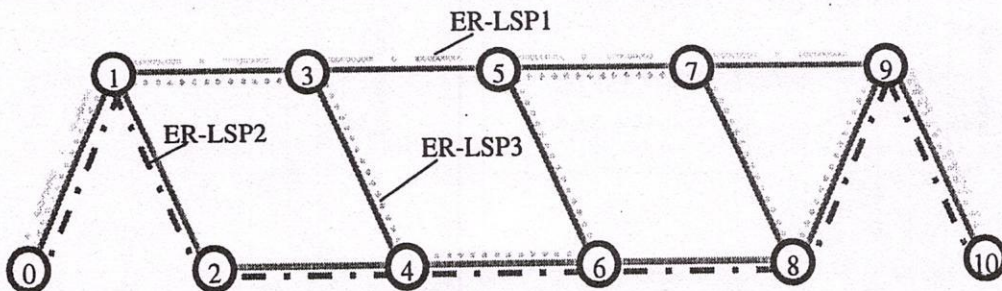


Hình 3 Kiến trúc node MPLS trong NS2



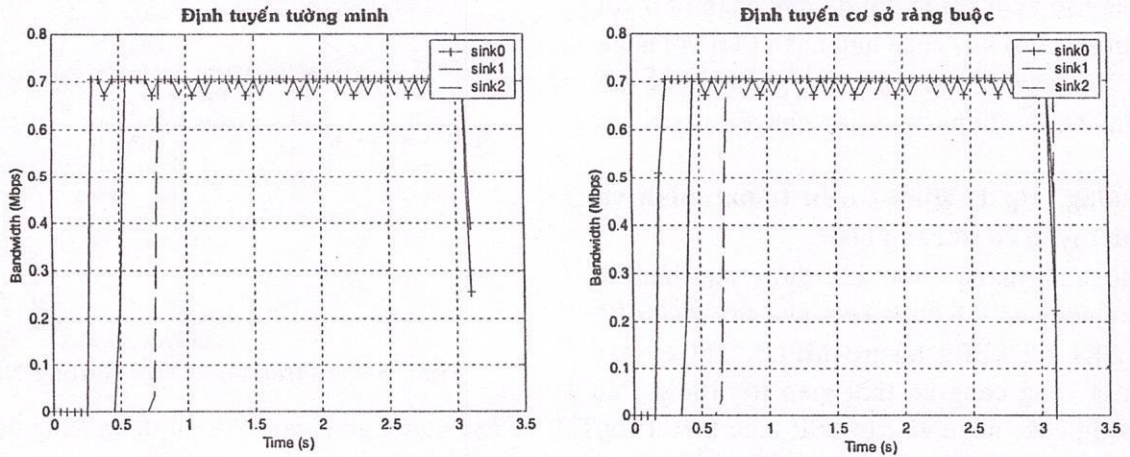
Hình 4 Mô hình mạng

Kết quả:	Định tuyến tường minh	Định tuyến cơ sở ràng buộc
Các đường tường minh	ER-LSP1: 1-3-5-7-9	CR-LSP1: 1-3-5-7-9
	ER-LSP2: 1-2-4-6-8-9	CR-LSP2: 1-2-4-6-8-9
	ER-LSP3: 1-3-4-6-5-7-8-9	CR-LSP3: 1-3-4-6-5-7-8-9
Số gói nhận được	sink0: 1232	sink0: 1272
	sink1: 1135	sink1: 1179
	sink2: 1029	sink2: 1072



Hình 5 Các gói được gửi theo LSP1, LSP2, LSP3

Nhận xét: Sau khi gửi các thông điệp *Label Requet* từ node0 và trả về *Label Mapping* từ node10 thì các đường dẫn tường minh được thiết lập. Định tuyến tường minh được thực hiện một cách nhanh chóng nhưng số gói nhận được ít hơn so với định tuyến cơ sở ràng buộc, đồng thời, định tuyến cơ sở ràng buộc đạt được băng thông tối đa nhanh hơn so với định tuyến tường minh.

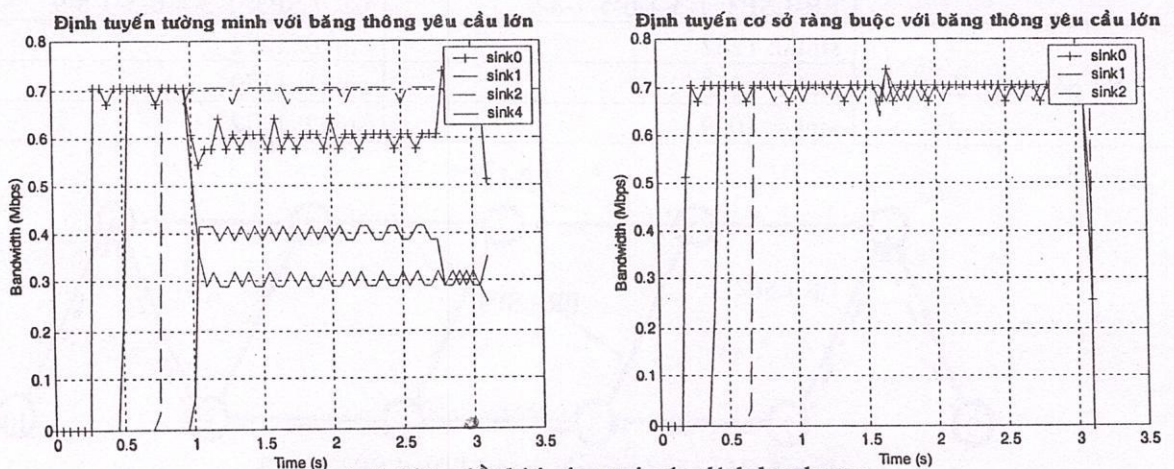


Hình 6 Giãn đồ thời gian tại các đích lưu lượng

3. Trường hợp 2: Định tuyến tường minh và định tuyến cơ sở ràng buộc với băng thông yêu cầu vượt quá băng thông sẵn có của tuyến

Mô hình mạng giống như trong trường hợp 1. Tuy nhiên, số nguồn lưu lượng bây giờ là 4 (src0, src1, src2, src3) băng thông mỗi nguồn 700kbps gắn với node 0 và tương ứng với 4 đích lưu lượng (sink0, sink1, sink2, sink3) gắn với node 10. Trong trường hợp định tuyến cơ sở ràng buộc, ta thiết lập độ ưu tiên và kiểm soát độ ưu tiên là 7, 3 với kích thước bộ đệm 400bytes và kích thước mỗi gói là 200bytes.

Kết quả:	Định tuyến tường minh	Định tuyến cơ sở ràng buộc
Các đường tường minh	ER-LSP1: 1-3-5-7-9	CR-LSP1: 1-3-5-7-9
	ER-LSP2: 1-2-4-6-8-9	CR-LSP2: 1-2-4-6-8-9
	ER-LSP3: 1-3-4-6-5-7-8-9	CR-LSP3: 1-3-4-6-5-7-8-9
	ER-LSP4: 1-2-4-3-5-6-8-7-9	CR-LSP3: Không có đường dẫn
Số gói nhận được	sink0: 1127	sink0: 1270
	sink1: 614	sink1: 1179
	sink2: 1029	sink2: 1072
	sink4: 507	sink4: 0



Hình 7 Giãn đồ thời gian tại các đích lưu lượng

Nhận xét: Trong trường hợp này, đối với định tuyến tường minh thì các đường dẫn vẫn được thiết lập, còn định tuyến cơ sở ràng buộc thì chỉ thiết lập được 3 đường dẫn, đường dẫn thứ tư không tìm thấy được vì không thoả mãn băng thông yêu cầu. Tuy nhiên, những đường dẫn đã được vận chuyển lưu lượng đảm bảo những yêu cầu đề ra, còn đối với định tuyến tường minh thì xảy ra sự tranh chấp và không đảm bảo được yêu cầu của người sử dụng.

4. Trường hợp 3: Định tuyến cơ sở ràng buộc quyền ưu tiên chiếm

Mô hình mạng giống như trong trường hợp 1, các tuyeeseb giữa các LSR sử dụng hàng đợi CBQ để cho thấy sự tranh chấp tài nguyên giữa các nguồn lưu lượng giữa các lớp dịch vụ khác nhau. Có 4 dịch vụ được sử dụng trong trường hợp này (cho 4 nguồn lưu lượng gắn với node 0) là:

SBT: Lưu lượng nỗ lực tốt nhất (Simple Best Efforce Traffic), kích thước gói 200bytes, burst time 200ms, idle time 800ms và băng thông yêu cầu 650kbps.

HBT: Lưu lượng nỗ lực tốt nhất có độ ưu tiên cao (Hight priority Best Efforce Trafic), kích thước gói 200bytes, burst time 500ms, idle time 500ms và băng thông yêu cầu 650kbps.

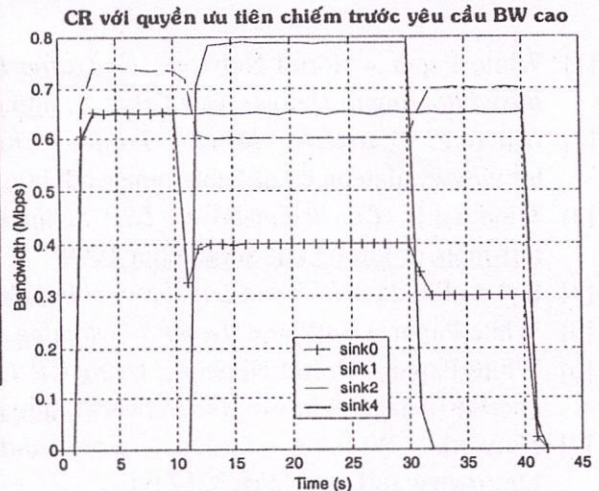
RT1: Lưu lượng thời gian thực (Real time Traffic), được thiết lập như lưu lượng có tốc độ bit không đổi CBR, kích thước gói 200bytes và băng thông yêu cầu 750kbps.

RT2: Lưu lượng thời gian thực (Real time Traffic), được thiết lập như lưu lượng có tốc độ bit không đổi CBR, kích thước gói 200bytes và băng thông yêu cầu 850kbps.

Tương ứng, ta có 4 đích lưu lượng (SBTsink, HBTsink, RT1sink, RT2sink).

Trong trường hợp này, ta thiết lập định tuyến tường minh cho lưu lượng SBT và HBT, còn đối với lưu lượng RT1, ta thiết lập độ ưu tiên và kiểm soát độ ưu tiên là 7 và 4, đối với RT2, ta thiết lập với độ ưu tiên và giữ độ ưu tiên cao hơn là 3 và 2. Cả RT1 lẫn RT2 đều yêu cầu kích thước bộ đệm 400bytes, kích thước gói 200bytes. Các nguồn lưu lượng SBT, HBT và RT1 khởi đầu ở thời gian $t=1s$, còn RT2 thì muộn hơn ($t=11s$) và kết thúc sớm hơn ($t=30s$) để thấy được sự tranh chấp tài nguyên.

Kết quả	CR với quyền ưu tiên chiếm trước
Các đường tường minh	ER-LSP1: 1-3-5-7-9
	ER-LSP2: 1-2-4-6-8-9
	CR-LSP3: 1-3-4-6-5-7-8-9
	CR-LSP3: 1-3-4-6-5-7-8-9
Số gói nhận được	SBTsink: 10494
	HBTsink: 15843
	RT1sink: 16068
	RT2sink: 9352



Hình 8 Giảm đồ thời gian tại các đích lưu lượng

Nhận xét: Trong trường hợp này, ta thấy được sự ưu tiên của dịch vụ RT2 cao hơn nên đã chiếm băng thông của các dịch vụ khác. Riêng đối với HBT, RT2 không chiếm băng thông của nó vì thực sự không có sự tranh chấp băng thông giữa hai đường của hai lưu lượng này. Như vậy, các dịch vụ có độ ưu tiên cao (thường là các dịch vụ thời gian thực) luôn được đảm bảo các yêu cầu của mình, đảm bảo chất lượng dịch vụ đối với khách hàng.

5. Kết luận:

- > Chuyển mạch nhân đa giao thức cho thấy được ưu thế về kỹ thuật lưu lượng của nó qua định tuyến cơ sở ràng buộc với mục đích cung cấp chất lượng dịch vụ, thuận tiện ngăn ngừa nghẽn (trong trường hợp 2, định tuyến cơ sở ràng buộc) ngay từ đầu vào.
- > Khả năng cơ giãn, linh hoạt, quản lý và điều hành cao (có thể vừa áp dụng định tuyến tường minh lẫn định tuyến cơ sở ràng buộc).

- Giá thành thấp (LSR trung tâm chỉ thực hiện việc chuyển tiếp dựa trên hoạt động tra cứu nhãn).
- Chuyển tiếp nhanh và đơn giản, từ đó nâng cao tốc độ truyền gói qua mạng, giảm trễ và jitter.
- Khả năng khôi phục và bảo vệ đường dẫn (sẽ được xét trong bài báo sau).

Trong thời điểm hiện nay, tốc độ truy cập và chất lượng dịch vụ Internet của Việt Nam là quá thấp, không đáp ứng được nhu cầu của người sử dụng. Vì vậy, với các ưu điểm nổi trội của MPLS, việc ứng dụng trong mạng viễn thông hiện đại cũng như trong mạng viễn thông của nước nhà đó là điều tất yếu.

CONSTRAINT-BASED ROUTING IN MPLS

Pham Hong Lien, Nguyen Duy Nhat Vien

ABSTRACT: *This article introduce Constraint-Based Routing (CR) in MPLS, simulation and compare CR with Explicitly Routing about scenarios of bandwidth required of traffic flows. Since then; shown that the advantages and capabilities of providing QoS Constraint-Based Routing and MPLS.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] White Paper – Nortel Network, *IP Traffic Engineering for Carrier Networks: Using Constraint-Based Routing to Deliver New Services*. <http://www.nortelnetwork.com/mpls>
- [2] Brittan.P, Farrel.A *MPLS Traffic Engineering: A Choice of Signalling Protocols*, <http://www.datcon.co.uk/mpls/mplswpdl.htm>, January 17,2000
- [3] Jamoussi.B, *Constraint-Based LSP Setup using LDP*, <http://search.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mpls-cr-ldp-03.txt>. September 1999
- [4] Uyles Black, *MPLS and Label Switching Networks*, Prentice Hall, 2001
- [5] White Paper – NetPlane, *Layer 3 Switching Using MPLS*, <http://www.netplane.com>
- [6] White Paper – Nortel Network, *Using CR-LDP for Service Interworking, Traffic Engineering, and Quality of Service in Carrier Networks*, <http://www.nortelnetwork.com/mpls>
- [7] Network Working Group, *Constraint-Based LSP Setup using LDP*, RFC-3212, <http://www.ietf.org/rfc/rfc3212.txt>
- [8] Network Working Group, *LDP Specification*, RFC-3036, <http://www.ietf.org/rfc/rfc3036.txt>
- [9] Network Working Group, *Multiprotocol Label Switching Architecture*, RFC-3031, <http://www.ietf.org/rfc/rfc3031.txt>
- [10] Network Working Group, *Requirements for Traffic Engineering Over MPLS*, RFC-2702, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2702.txt>