

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
KHOA ĐÀO TẠO QUỐC TẾ VÀ SAU ĐẠI HỌC



BÁO CÁO BÀI TẬP

Môn: Mạng máy tính và truyền thông số liệu nâng cao

Tên đề tài: Mạng thông tin/ Mạng dựa trên nội dung

GVDH: - TS: Nguyễn Chiến Trinh
Học viên: - Bùi Trần Tiến

STT: 08

Lớp: Cao học CNTT khóa 2017 đợt 1

Hà Nội, tháng 06/2018

Contents

I.	Giới thiệu.....	3
II.	Mạng dựa trên nội dung – Content-based networking.....	5
III.	Điều hướng trong mạng dựa trên nội dung	6
	A. Hệ thống phát sóng.....	6
	B. Định nghĩa sơ bộ.....	7
	C. Sơ đồ chuyển tiếp.....	8
	D. Trạng thái định tuyến.....	8
	E. Giao thức định tuyến dựa trên nội dung.....	9
	1) Receiver advertisements (RAs):	9
	2) Yêu cầu người gửi:	11
	3) Thời gian chờ trong Giao thức SR / UR:.....	13
	5) SR được kiểm soát:	16
	6) Đơn giản hóa địa chỉ:	16
IV.	Kết luận.....	17

I. Giới thiệu

Mạng dựa trên nội dung là một dịch vụ truyền thông, theo đó luồng thông điệp từ người gửi đến người nhận được điều khiển bởi nội dung của thư, thay vì theo địa chỉ rõ ràng do người gửi chỉ định và được đính kèm với thư. Sử dụng một dịch vụ truyền thông dựa trên nội dung, người nhận khai báo lợi ích của họ bằng các phương thức của các vị từ lựa chọn, trong khi người gửi chỉ đơn giản là xuất bản các thông điệp. Dịch vụ này bao gồm việc phân phối tới tất cả người nhận mỗi thông điệp phù hợp với các vị từ lựa chọn được khai báo bởi những người nhận đó. Trong mô hình dịch vụ dựa trên nội dung, nội dung tin nhắn được cấu trúc như một tập hợp các cặp thuộc tính / giá trị, và một vị từ lựa chọn là một sự tách rời logic của các liên kết của các ràng buộc cơ bản so với các giá trị của các thuộc tính riêng lẻ. Ví dụ: một thông báo có thể có nội dung sau:

```
[class="alert", severity=6, device-type="web-server", alert-type="hardware failure"]
```

sẽ khớp với một vị từ lựa chọn như thế này:

```
[alert-type="intrusion"  $\wedge$  severity>2  $\vee$  class="alert"  $\wedge$  device-type="web-server"]
```

Truyền thông dựa trên nội dung lý tưởng cho nhiều miền ứng dụng, bao gồm phân phối tin tức, xuất bản / đăng ký thông báo sự kiện, giám sát và quản lý hệ thống, phát hiện xâm nhập mạng, khám phá dịch vụ, chia sẻ dữ liệu, đấu giá điện tử phân tán và trò chơi được phân phối.

Cách tốt nhất để cung cấp dịch vụ truyền thông dựa trên nội dung là một gói dữ liệu, dịch vụ không kết nối, thông qua mạng nội dung. Chúng tôi hình dung một mạng dựa trên nội dung là mạng lớp phủ point-to-point. Tương tự như các dịch vụ mạng truyền thống khác, định tuyến trong một mạng nội dung để tổng hợp đường dẫn phân phối trên toàn mạng, trong khi chuyển tiếp số lượng để xác định tại mỗi bộ định tuyến tập hợp các đích đến tiếp theo của một tin nhắn.

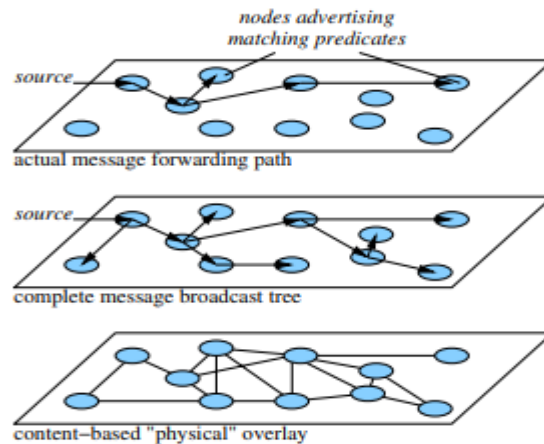


Fig. 1. Network Overlay and High-Level Routing Scheme

Trong báo cáo này, tôi trình bày sơ đồ định tuyến được phát sóng và nội dung kết hợp (*combined broadcast and content-based* - CBCB) cho một mạng dựa trên nội dung. Lược đồ này bao gồm một lớp dựa trên nội dung được chồng lên trên một lớp phát sóng truyền thống. Lớp phát sóng xử lý từng tin nhắn dưới dạng tin nhắn quảng bá, trong khi lớp nội dung làm tăng đường dẫn phân phối phát sóng, giới hạn việc truyền của từng thông điệp tới chỉ những nút đã quảng cáo các vị từ phù hợp với thông báo. Chiến lược này được minh họa trong Hình 1.

Để thực hiện lược đồ hai lớp này, một router chạy hai giao thức định tuyến riêng biệt: một giao thức định tuyến phát sóng và một giao thức định tuyến dựa trên nội dung. Giao thức đầu tiên xử lý thông tin tập ô và duy trì trạng thái chuyển tiếp cần thiết để gửi một thông điệp từ mỗi nút đến mọi nút khác. Khi nó quay ra, CBCB yêu cầu một lớp phát sóng thể hiện một thuộc tính topo cụ thể. May mắn thay, thuộc tính topo này có thể được thỏa mãn bởi các chương trình phát sóng phổ biến nhất, với các sửa đổi tối thiểu hoặc không có sửa đổi gì cả. Trong bài này, tôi nêu chi tiết các yêu cầu cho lớp phát sóng và thảo luận cách lớp này có thể được triển khai bằng cách sử dụng các giao thức dựa trên cây bao trùm toàn cầu, các đường dẫn tối thiểu trên mỗi nguồn bao trùm cây hoặc phát lại đường dẫn ngược.

Giao thức thứ hai xử lý các vị từ được quảng cáo bằng các nút và duy trì trạng thái chuyển tiếp cần thiết để quyết định, cho mỗi giao diện bộ định tuyến, cho dù một thông điệp có khớp với các vị từ được quảng cáo bởi bất kỳ nút hạ lưu nào có thể truy cập thông qua giao diện đó hay không. Giao thức thứ hai, là trọng tâm chính của bài này, được dựa

trên cơ chế “push–pull” kép đảm bảo việc truyền bá thông tin định tuyến dựa trên nội dung mạnh mẽ và kịp thời...

II. Mạng dựa trên nội dung – Content-based networking

Mạng dựa trên nội dung là lớp phủ ứng dụng, point-to-point, bao gồm các nút máy khách và nút bộ định tuyến, được kết nối bằng liên kết truyền thông. Tương tự với mạng vật lý, chúng tôi sử dụng giao diện thuật ngữ để tham chiếu đến điểm cuối của liên kết. Một mạng dựa trên nội dung chấp nhận các thông điệp để phân phối, và không có kết nối và nỗ lực tốt nhất trong tự nhiên. Trong một mạng dựa trên nội dung, các nút không được chỉ định địa chỉ mạng duy nhất, cũng không phải là thư được gửi đến bất kỳ nút cụ thể nào. Thay vào đó, mỗi nút quảng cáo một vị từ xác định các thông điệp quan tâm cho nút đó và, do đó, các thông điệp mà nút dự định nhận được. Dịch vụ dựa trên nội dung bao gồm việc gửi thông báo tới tất cả các nút khách hàng đã quảng cáo các vị từ phù hợp với thông báo.

Do đó, một thông điệp là một tập các thuộc tính đã gộp. Mỗi thuộc tính được nhận dạng duy nhất trong thư theo tên, và có một kiểu và một giá trị. Đối với các mục đích của bài này, tôi xem xét các loại chuỗi chung, số nguyên, double và boolean. Ví dụ: [string carrier = UA; string dest = ORD; int price = 300; bool upgradeable = true;] sẽ là một thông báo hợp lệ. Một vị từ là một sự tách rời của các liên kết của các ràng buộc trên các thuộc tính riêng lẻ. Mỗi ràng buộc có một tên, một kiểu, một toán tử và một giá trị. Một ràng buộc định nghĩa một điều kiện cơ bản trên một thông điệp. Một thông điệp phù hợp với một ràng buộc nếu nó chứa một thuộc tính có cùng tên và kiểu, và nếu giá trị khớp với điều kiện được xác định bởi toán tử và giá trị của ràng buộc. Ví dụ, [string dest = ORD \wedge int price < 400] là một vị từ hợp lệ phù hợp với thông điệp của ví dụ trước.

Sự lựa chọn của chúng ta về một hàm vị ngữ được thiết lập "không trạng thái" có hai động cơ: Thứ nhất, giao diện kết quả là đơn giản và không rõ ràng. Thứ hai, thật dễ dàng để thực hiện các mô hình giao diện giá trị gia tăng khác như các dịch vụ lớp cao hơn. Ví dụ, một lớp như vậy có thể hỗ trợ nhiều ứng dụng đang chạy trên một nút duy nhất, làm trung gian truy cập đến hàm vị ngữ được thiết lập bằng cách duy trì và kết hợp các biến vị ngữ riêng biệt cho mỗi ứng dụng n. Một lớp dịch vụ tương tự có thể cung cấp một giao diện "trạng thái", hỗ trợ việc xây dựng gia tăng và sửa đổi các vị từ lựa chọn. Ví dụ về loại giao diện này được triển khai trong nhiều hệ thống xuất bản / đăng ký hiện tại, nơi các ứng dụng có thể phát hành và thu hồi các đăng ký riêng lẻ.

III. Điều hướng trong mạng dựa trên nội dung

Mạng dựa trên nội dung có thể được coi là mạng phát sóng có thể định cấu hình theo từng mạng, trong đó mỗi thông báo được coi là thông báo phát sóng có cây phát sóng được cắt tia động bằng cách sử dụng địa chỉ dựa trên nội dung. Điều này tạo thành cơ sở của thiết kế mức cao của sơ đồ định tuyến CBCB.

A. Hệ thống phát sóng

CBCB bao gồm một giao thức định tuyến dựa trên nội dung được thực hiện trên đầu trang của một lớp phát sóng. Lớp phát sóng là cần thiết để đảm bảo rằng một thông điệp chuyển từ nguồn của nó đến tất cả các đích thông qua các đường dẫn không có vòng lặp và có thể tối thiểu. Lớp dựa trên nội dung là cần thiết để tránh gửi tin nhắn tới các nút không quan tâm đến nó. Lớp truyền phát cũng được sử dụng bởi giao thức dựa trên nội dung để truyền thông tin định tuyến.

Chiến lược định tuyến cấp cao của CBCB là thiết lập các tuyến dựa trên nội dung bằng cách quảng cáo các biến vị ngữ từ nguyên nhân của chúng tới tất cả các nút khác, dọc theo cây phát sóng bắt nguồn từ tổ chức phát hành. Quá trình này tạo ra trạng thái chuyển tiếp, "hiện diện" từng thông điệp đối với các nút quảng cáo các vị ngữ khớp với thông điệp. Để tránh các vòng lặp, trạng thái chuyển tiếp này được sử dụng kết hợp với cây phát sóng bắt nguồn từ nguồn của thư. Do đó, chức năng chuyển tiếp tiến hành bằng cách chuyển tiếp một tin nhắn dọc theo cây phát sóng bắt nguồn từ người gửi, chỉ sau các nhánh có các biến vị ngữ phù hợp.

CBCB sử dụng một lớp phát sóng kết hợp với cả các chức năng chuyển tiếp và định tuyến của nó. Nếu không mất tính tổng quát, chúng ta sẽ trừu tượng lớp này bằng cách giả sử sự sẵn có của một hàm phát sóng $B: N \times I \rightarrow I^*$, tại mỗi bộ định tuyến, cho một nút nguồn và giao diện đầu vào i , trả về một bộ giao diện đầu ra $B(s, i)$. (Vì vậy, N là tập hợp tất cả các nút trong mạng và I là tập hợp các giao diện của bộ định tuyến hiện tại.) Yêu cầu hiển nhiên đối với lớp phát sóng là xác định cây phát cho mỗi nút nguồn thông qua đệ quy áp dụng $B(s, i)$.

Lớp phát sóng có thể được triển khai bằng cây bao trùm toàn cầu (ví dụ: cây bao trùm tối thiểu), cây trên mỗi nguồn (ví dụ: cây đường ngắn nhất) hoặc các phương pháp quảng bá khác như chuyển tiếp đường dẫn ngược [7]. Ví dụ, trong trường hợp cây ngắn nhất trên mỗi đường đi, $B(s, i)$ sẽ cung cấp cho các giao diện hạ lưu từ bộ định tuyến hiện tại, trên cây

dẫn đường ngắn nhất bắt nguồn từ s , trong khi đó, trong trường hợp một hệ thống phát lại đường dẫn ngược, $B(s, i)$ sẽ cung cấp cho bộ giao diện hoàn chỉnh, nếu tôi ở trên đường dẫn unicast (ngược) tới s hoặc bộ trống khác.

Ngoài yêu cầu cơ bản này, hàm B phát sóng phải thỏa mãn một thuộc tính mà chúng ta gọi là đối xứng đường dẫn tất cả các cặp. Thuộc tính này được yêu cầu bởi chiến lược định tuyến cấp cao của CBCB. Đặc biệt, đường dẫn chuyển tiếp của thư, từ người gửi đến người nhận, được xác định bởi giao điểm của cây phát sóng bắt nguồn từ người gửi với cây phát sóng bắt nguồn từ người nhận. Do đó, theo trực giác, chức năng phát sóng phải đảm bảo rằng một giao lộ như vậy tồn tại cho mỗi cặp người gửi người nhận. Chính thức, một lớp phát sóng thỏa mãn tất cả các thuộc tính đối xứng đường dẫn cặp khi, đối với mỗi cặp nút u và v , chức năng phát sóng xác định hai cây phát sóng T_u và T_v , bắt nguồn từ các nút u và v tương ứng, sao cho đường dẫn $u \sim v$ trong T_u là đồng dư với chiều ngược lại của đường đi $v \sim u$ trong T_v .

Lưu ý rằng thuộc tính này ngay lập tức được thỏa mãn bởi một lớp phát sóng dựa trên cây bao trùm toàn cầu T , bởi vì đối với mỗi u và v , $T_u = T_v = T$. Một lớp phát sóng dựa trên các cây ngắn nhất trên mỗi nguồn cũng có thể thể hiện ngay lập tức tất cả các cặp đối xứng đường dẫn trong tất cả các trường hợp trong đó các đường đi ngắn nhất là duy nhất. Điều này là do các đường dẫn ngắn nhất T_u và T_v sẽ chứa cùng một đường đi ngắn nhất (duy nhất) giữa u và v . Trong sự hiện diện của nhiều đường đi ngắn nhất giữa hai nút u và v , chức năng phát sóng có thể dễ dàng điều chỉnh để chọn một cách rõ ràng của các đường dẫn (xem Phần IV-A để biết thêm chi tiết). Tương tự như vậy, một lớp phát sóng dựa trên việc chuyển tiếp ngược lại sẽ biểu diễn đối xứng tất cả các cặp miễn là giao thức định tuyến unicast bên dưới tạo ra các tuyến đối xứng.

B. Định nghĩa sơ bộ

Trước khi tiếp tục mô tả về giao thức định tuyến dựa trên nội dung, chúng tôi xem xét ngắn gọn khái niệm địa chỉ dựa trên nội dung [4] và mối quan hệ bao trùm giữa các địa chỉ dựa trên nội dung [3]. Chúng tôi xác định quảng cáo dựa trên nội dung của một nút dưới dạng vị từ — một hàm boolean tổng thể — xác định các thông điệp quan tâm cho nút đó. Trong phần tiếp theo, chúng tôi sẽ sử dụng thuật ngữ dựa trên địa chỉ và vị từ thay thế cho nhau.

Trong phần tiếp theo, chúng tôi cũng sẽ cần tham khảo các tin nhắn và tập hợp các tin nhắn được chọn bởi một địa chỉ dựa trên nội dung. Vì vậy, chúng tôi viết $p(m)$ để tham khảo đánh giá của một địa chỉ dựa trên nội dung p trên một tin nhắn m , và chúng tôi nói

rằng một địa chỉ dựa trên nội dung p chọn một thông điệp m khi $p(m) = \text{true}$. Tương tự, chúng tôi đề cập đến tập hợp tất cả các thư được chọn bởi một địa chỉ dựa trên nội dung p là lựa chọn p (hoặc lựa chọn (p)).

Chúng tôi cũng xác định mối quan hệ bao phủ giữa các địa chỉ dựa trên nội dung: chúng tôi nói rằng địa chỉ dựa trên nội dung p_1 bao gồm địa chỉ dựa trên nội dung p_2 iff mọi m : $p_2(m) \rightarrow p_1(m)$, hay nói cách khác, p_1 bao gồm p_2 iff lựa chọn (p_2) trong (p_1). Lưu ý rằng mối quan hệ bao phủ này xác định thứ tự một phần giữa các địa chỉ dựa trên nội dung. Vì lý do ngắn gọn, chúng tôi cũng sử dụng biểu tượng ' \prec ' để biểu thị mối quan hệ này. Ví dụ, $p_2 \prec p_1$ chỉ ra rằng p_1 bao gồm p_2 .

C. Sơ đồ chuyển tiếp

Phần dựa trên nội dung của CBCB duy trì trạng thái chuyển tiếp dưới dạng bảng chuyển tiếp dựa trên nội dung. Bảng chuyển tiếp này kết hợp địa chỉ dựa trên nội dung cho mỗi giao diện bên ngoài và giao diện ứng dụng cục bộ. Từ quan điểm của bộ định tuyến, thuận tiện để đại diện cho giao diện ứng dụng cục bộ như một giao diện bên ngoài. Vì vậy, trong phần tiếp theo, chúng tôi sẽ sử dụng giao diện I_0 làm liên kết đến các ứng dụng cục bộ và giao diện $I_1 \dots I_k$ dưới dạng các liên kết đến các bộ định tuyến lân cận.

source
attribute ₁
attribute ₂
...

Fig. 2. High-Level Structure of a Message Packet

Bảng chuyển tiếp dựa trên nội dung được sử dụng bởi hàm chuyển tiếp dựa trên nội dung F_C , với một thông báo m , chọn tập con của các giao diện liên kết với các vị từ khớp với m . Kết quả của F_C sau đó được kết hợp với chức năng phát sóng B , được tính cho nguồn gốc của m . (Như trong Hình 2, mỗi thông báo mang mã định danh của nút nguồn.) Do đó một thông báo được chuyển tiếp dọc theo tập hợp các giao diện được xác định bởi công thức sau:

$$(B(\text{source}(m), \text{incoming if}(m)) \cup \{I_0\}) \cap F_C(m)$$

Chúng tôi mô tả việc thực hiện hiệu quả công thức này ở nơi khác [5].

D. Trạng thái định tuyến

Mô-đun định tuyến dựa trên nội dung của một bộ định tuyến CBCB duy trì một bảng định tuyến kết hợp một địa chỉ dựa trên nội dung p_x với mỗi giao diện I_x . Tương ứng với bảng chuyển tiếp, chúng tôi sử dụng giao diện I_0 để biểu diễn các ứng dụng đang chạy trên

router (do đó, p_0 là địa chỉ dựa trên nội dung được thiết lập bởi các ứng dụng cục bộ thông qua vị từ đã đặt) và $I_1 \dots I_k$ để biểu diễn các liên kết mạng thực. Thông tin được lưu trữ trong bảng định tuyến này là khái niệm giống với thông tin được lưu trữ trong bảng chuyển tiếp dựa trên nội dung. Trong thực tế, bảng chuyển tiếp được xây dựng và cập nhật bằng cách phản chiếu bảng định tuyến. Tuy nhiên, chúng ta sẽ coi hai bảng là các đối tượng riêng biệt bởi vì trong thực tế chúng có thể được thực hiện bởi hai cấu trúc dữ liệu độc lập, chuyên biệt. Nó có ý nghĩa để tách hai bảng này cũng bởi vì các giao thức định tuyến có thể cho phép họ được ra khỏi đồng bộ ở lần.

E. Giao thức định tuyến dựa trên nội dung

Giao thức định tuyến dựa trên nội dung của CBCB bao gồm hai cơ chế cho việc truyền thông tin định tuyến. Đầu tiên là cơ chế “đẩy” dựa trên quảng cáo của người nhận. Thứ hai là một cơ chế “kéo” dựa trên các yêu cầu của người gửi và các câu trả lời cập nhật. Trong phần này, ban đầu chúng tôi sẽ trình bày các tính năng chính của hai cơ chế này, sau đó nêu chi tiết hành vi của chúng và thảo luận các tùy chọn và tối ưu hóa.

1) *Receiver advertisements (RAs):*

Receiver advertisements (RAs) được phát hành theo các nút định kỳ và / hoặc khi nút thay đổi địa chỉ dựa trên nội dung cục bộ p_0 . RAs thực hiện địa chỉ dựa trên nội dung này cũng như số nhận dạng của tổ chức phát hành của họ. Mục đích của họ là đẩy thông tin định tuyến từ người nhận đến tất cả người gửi tiềm năng, do đó, thiết lập trạng thái chuyển tiếp cần thiết để gửi thông điệp quan tâm đến người nhận.

issuer
predicate
...

Fig. 3. A Receiver Advertisement (RA)

Cấu trúc của một gói RA được hiển thị trong Hình 3. Các RA được truyền trên toàn mạng bằng cách sử dụng giao thức truyền phát và nội dung kết hợp sau:

- *Content-based* : Bộ lọc xâm nhập RA: một bộ định tuyến nhận thông qua giao diện i một RA do nút r và mang địa chỉ dựa trên nội dung pRA trước tiên xác minh xem địa chỉ dựa trên p_i có liên quan đến giao diện i bao gồm pRA hay không. Nếu p_i bao gồm pRA , thì router chỉ đơn giản là giảm RA.
- *Broadcast RA propagation*: nếu p_i không bao gồm pRA , thì router sẽ tính toán tập hợp các liên kết tiếp theo trên cây phát sóng bắt nguồn từ r (tức là, $B(r, i)$) và chuyển RA theo các liên kết đó.

- *Routing table update*: nếu p_i không bao gồm pRA , thì router cũng cập nhật bảng định tuyến của nó, thêm pRA vào p_i , tính toán $p_i \leftarrow p_i \vee pRA$.

Nhà phát hành SR xử lý URs đến bằng cách cập nhật bảng định tuyến của nó. Đặc biệt, một tổ chức phát hành nhận được một UR mang vị từ pUR từ giao diện i cập nhật mục bảng định tuyến của nó cho giao diện i với $p_i \leftarrow pUR$

Ví dụ của Hình 4 minh họa sự lan truyền của RA. Trục giác, các nút trong biểu đồ đại diện cho bộ định tuyến và các cạnh màu sáng biểu thị các liên kết trực tiếp (vật lý hoặc lớp phủ). Ban đầu (Hình 4a) nút 6, được gán địa chỉ dựa trên nội dung p_6 bởi các ứng dụng cục bộ của nó, phát hành RA $[6, p_6]$. RA đó lan truyền qua mạng sau khi cây phát sóng bắt nguồn từ nút 6. Đường dẫn truyền được biểu diễn trong hình bằng các mũi tên màu đen dày. Bảng kèm theo:

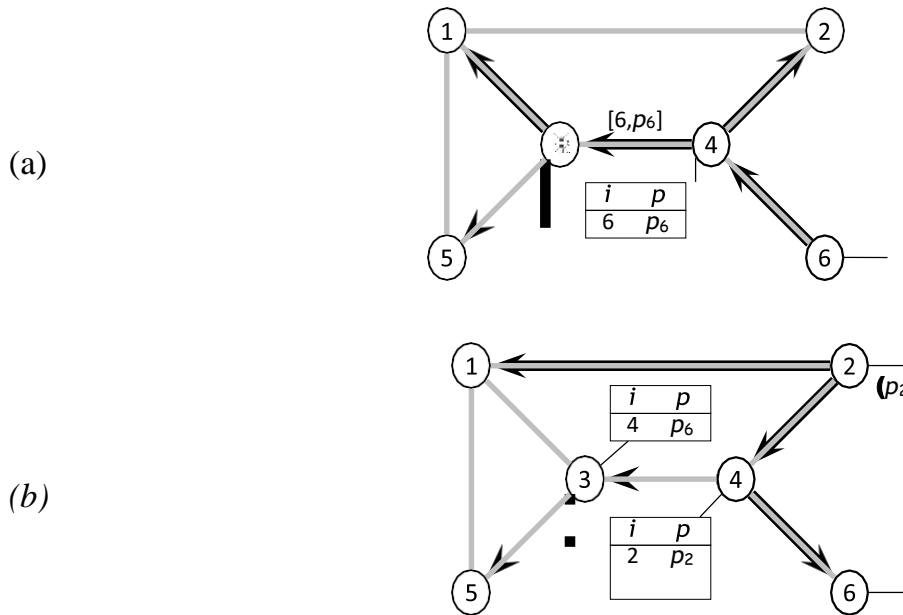


Fig. 4. Receiver Advertisement Protocol (RA)

nút 4 trong Hình 4a biểu diễn bảng định tuyến của nút 4 sau khi nút 4 đã xử lý RA. Sau khi RA đầu tiên được phân phối, nút 2 phát sinh RA khác mang địa chỉ p_2 dựa trên nội dung của nó, điều này sẽ xảy ra do p_6 (xem Hình 4b). RA thứ hai này sau cây phát sóng bắt nguồn từ nút 2, tuy nhiên, bằng cách sử dụng quy tắc lọc nhập, nút 3 giảm RA. Kết quả là RA thứ hai này không để lại bất kỳ dấu vết nào tại nút 3 và không bao giờ được chuyển tiếp đến nút 5, như được biểu diễn trong Hình 4b bởi mũi tên chấm dày. Hình 4b

cũng cho thấy các bảng định tuyến của nút 4 và nút 3 được cập nhật sau khi nhân rộng RA thứ hai.

Quy tắc lọc RA dựa trên nội dung sẽ ngăn chặn sự hỗ trợ của các RA dư thừa. Bằng cách áp dụng lọc dựa trên nội dung RA, các bộ định tuyến tránh quảng cáo dựa trên nội dung dựa trên các đường dẫn đã được thiết lập với trạng thái chuyển tiếp cần thiết.

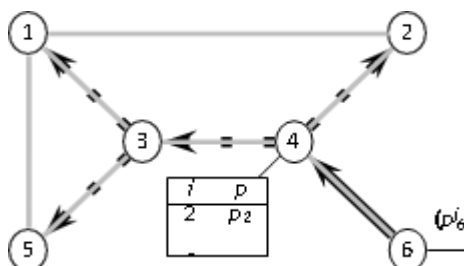


Fig. 5. Address Inflation Caused by RA Ingress Filtering

Lưu ý rằng, do quy tắc lọc xâm nhập, giao thức RA chỉ có thể mở rộng việc lựa chọn các quảng cáo dựa trên nội dung được lưu trữ trong các bảng định tuyến. Về lâu dài, điều này có thể gây ra "lạm phát" của các địa chỉ dựa trên nội dung đó. Ví dụ, đề cập đến tình huống phát sinh từ việc nhân đôi hai RA của Hình 4, nếu nút 6 thay đổi địa chỉ của nó thành một p_6 cụ thể hơn (ví dụ, với p_6^j), thì RA kết quả sẽ bị hủy bỏ ngay lập tức bởi nút 4, theo quy tắc lọc nhập. Do đó, mạng sẽ duy trì trạng thái chuyển tiếp được thiết lập bởi RA đầu tiên, điều này có thể gây ra các thông báo không mong muốn, đó là các thông báo được chọn bởi p_6 , nhưng không phải bởi p_6^j . (Chức năng chuyển tiếp sẽ không bao giờ truyền thông điệp không mong muốn tới các ứng dụng.) Tình huống này được mô tả trong Hình 5.

2) Yêu cầu người gửi:

Một bộ định tuyến sử dụng các yêu cầu người gửi (SRs) để kéo các địa chỉ dựa trên nội dung từ tất cả các bộ thu để cập nhật bảng định tuyến của nó. Kết quả của SR trở lại với nhà phát hành SR thông qua các bản trả lời cập nhật (URs). Giao thức SR / UR được thiết kế để bổ sung cho giao thức RA. Cụ thể, nó nhằm mục đích cân bằng ảnh hưởng của lạm phát địa chỉ do RA gây ra, và cũng để bù đắp cho các tổn thất có thể xảy ra trong việc nhân giống RA.

issuer
request number

timeout

Fig. 6. A Sender Request (SR)

Một SR được phát hành bởi s được phát sóng tới tất cả các bộ định tuyến, theo các đường dẫn phát sóng được định nghĩa tại mỗi bộ định tuyến bằng chức năng phát sóng $B(s, \cdot)$. SR cung cấp số nhận dạng của tổ chức phát hành và số yêu cầu. Số nhận dạng người phát hành và số yêu cầu tạo thành một mã định danh duy nhất của SR, được sử dụng để liên kết URs với SRs. SR cũng có thời gian chờ cho biết khoảng thời gian tối đa mà người gửi sẽ chờ trả lời. Cấu trúc của một gói SR được hiển thị trong Hình 6.

SR issuer
SR number
predicate
...

Fig. 7. An Update Reply (UR)

Một bộ định tuyến xử lý một SR bằng cách chuyển tiếp nó tới các bộ định tuyến hạ lưu và bằng cách tạo ra một UR. Mỗi UR mang một địa chỉ dựa trên nội dung cũng như mã định danh của SR đã nhắc nó. URs được trả về thượng nguồn cho nhà phát hành của SR theo đường truyền của SR ngược lại. Cấu trúc của gói UR được hiển thị trong Hình 6.

Bộ định tuyến tạo và xử lý URs như sau:

- Một bộ định tuyến lá trong cây phát ngay lập tức trả lời với một UR chứa địa chỉ dựa trên nội dung của nó p_0 .
- Một bộ định tuyến không lá lắp ráp UR của nó bằng cách kết hợp địa chỉ dựa trên nội dung của nó p_0 với địa chỉ URs nhận được từ các bộ định tuyến hạ lưu, và sau đó gửi URs của nó lên thượng lưu
- Nhà phát hành SR xử lý URs đến bằng cách cập nhật bảng định tuyến của nó. Đặc biệt, một tổ chức phát hành nhận được một UR mang vị từ pUR từ giao diện i cập nhật mục bảng định tuyến của nó cho giao diện i với $p_i \leftarrow pUR$

Nói chung, chỉ người phát hành ban đầu của SR mới có thể sử dụng UR được tạo bởi SR đó để cập nhật bảng định tuyến của nó. Điều này là do giao thức SR / UR tạo các bản cập nhật được thiết kế riêng cho nhà phát hành SR. Chúng tôi thảo luận một phương pháp để thư giãn hạn chế này cũng như các tối ưu hóa khác cho giao thức SR / UR trong Phần III-E.4.

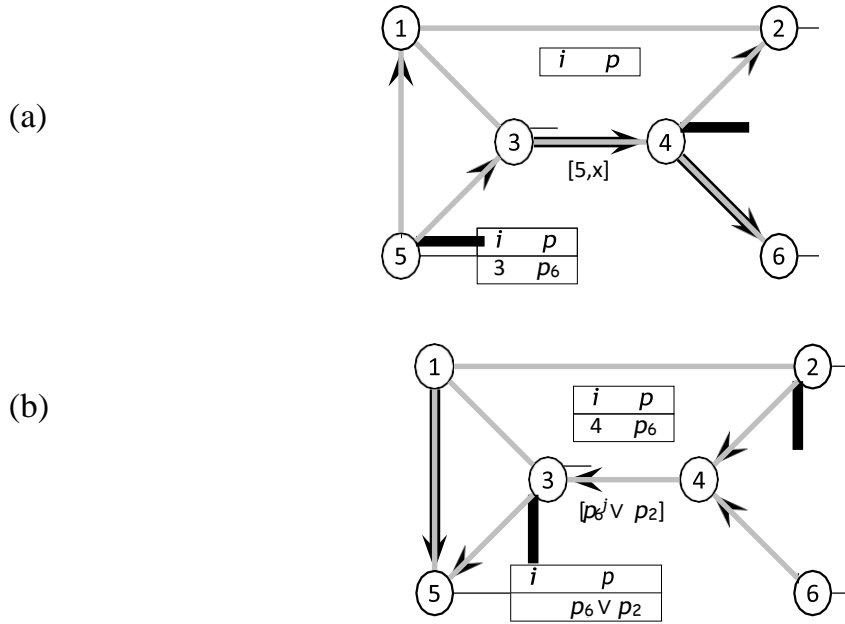


Fig. 8. Sender Request Protocol (SR/UR)

Ví dụ của Hình 8 cho thấy sự lan truyền của SRs và của URs tương ứng. Trong ví dụ, nút 5 phát hành một SR, được phân phối cho tất cả các nút khác sau cây phát sóng bắt nguồn từ nút 5. Hình 8a cho thấy sự truyền bá này cũng như các bảng định tuyến của nút 5 và nút 4 tại thời điểm SR được ban hành. Hình 8b cho thấy các UR được trả về để đáp ứng với SR. Để đơn giản, chúng tôi đã bỏ qua nhà phát hành SR (5) và số nhận dạng SR (x). Hình 8b cũng cho thấy các bảng định tuyến của nút 5 và nút 4 sau khi tất cả các UR được xử lý.

3) Thời gian chờ trong Giao thức SR / UR:

Việc tuyên truyền của SRs, từ tổ chức phát hành của họ đến mọi nút khác, là ngay lập tức. Điều này có nghĩa là một nút nhận được SR phải chuyển ngay SR cho tất cả các láng giềng của nó nằm ở hạ lưu trên cây phát sóng bắt nguồn từ nhà phát hành SR. Sự lan truyền của UR, thượng nguồn đối với nhà phát hành của SR, thay vào đó được kích hoạt hoặc bằng cách nhận tất cả các URs ở hạ lưu, hoặc bởi một thời gian chờ.

Cụ thể, nếu router là một chiếc lá trong cây phát sóng của SR, thì router ngay lập tức gửi luồng UR của nó lên. Nếu không, bộ định tuyến sẽ ước tính thời gian chờ td cho các bộ định tuyến luồng xuống và chuyển tiếp SR xuống dưới với giá trị thời gian chờ td. Bộ định tuyến tính toán thời gian chờ ở hạ lưu như $td = t_{tc} \vee t_p$, trong đó t là giá trị thời gian chờ (ban đầu) được báo cáo bởi SR, t_c là ước tính về thời gian khứ hồi từ và đến thượng nguồn của

bộ định tuyến (lưu ý rằng tc bao gồm thời gian đã dành để lấy SR từ router thượng nguồn, cộng với thời gian để chuyển UR trở lại router ngược dòng), và tp là ước tính thời gian cần thiết để tính UR.

Sau khi chuyển tiếp hạ lưu SR, router chờ các URs tương ứng. Bộ định tuyến tính toán và gửi luồng UR của riêng nó ngay sau khi nó nhận được tất cả các UR từ các bộ định tuyến hạ lưu, hoặc sau một thời gian chờ td. Nếu một số URs dự kiến vẫn còn thiếu sau khi hết thời gian td, bộ định tuyến tính UR của nó bằng cách sử dụng URs hạ lưu đã nhận được, và tiến hành bằng cách gửi UR upstream của nó.

4) Tối ưu hóa cho Giao thức SR / UR:

Giao thức SR có thể khá tốn kém về lưu lượng điều khiển và tính toán trong các bộ định tuyến. Trong thực tế, một SR về cơ bản là một gói phát sóng phải đạt được, và được xử lý bởi, mỗi bộ định tuyến. Trong một mạng lưới các bộ định tuyến N, mỗi SR tạo ra các gói 2N (một gói SR và một gói UR cho mỗi bộ định tuyến). Với mỗi bộ định tuyến phát hành định kỳ SR, tổng lưu lượng điều khiển được tạo ra bởi SR trong một khoảng thời gian nhất định là tỷ lệ thuận với N_2

a) Caching và sử dụng lại Urs:

Hai khía cạnh của giao thức SR / UR đóng góp vào chi phí cao của mỗi SR. Đầu tiên là một SR phải tiếp cận mọi router trong mạng. Thứ hai là chỉ có tổ chức phát hành SR mới có thể sử dụng URs kết quả để cập nhật các bảng của nó. Tối ưu hóa tùy chọn mà chúng ta thảo luận ở đây nhằm giảm chi phí tổng thể của SR bằng cách hạn chế sự truyền bá của từng SR riêng biệt, và bằng cách cho phép các bộ định tuyến chia sẻ và tái sử dụng URs

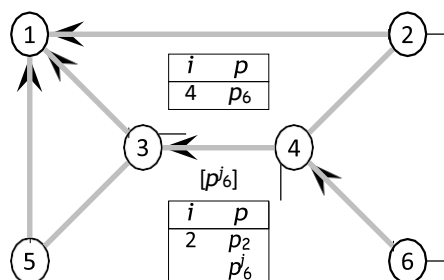


Fig. 9. Opportunistic UR Processing

Chúng tôi sử dụng ví dụ của Hình 9 để thảo luận về các điều kiện theo đó các bộ định tuyến có thể tái sử dụng và bộ nhớ cache URs. Hình 9 cho thấy sự lan truyền của URs cho SR được phát hành bởi nút 1. Để đơn giản, con số này không cho thấy sự lan truyền của SR. Cấu hình bộ định tuyến tương ứng với kịch bản được minh họa trong Hình 8.

Trong ví dụ này, nút 1 ngay lập tức cập nhật bảng của nó khi nhận UR từ nút 3, kết hợp p_6 với giao diện của nó đến nút 3. Như được chỉ rõ trong Phần III-E.2, nói chung, không có bộ định tuyến nào khác có thể sử dụng UR để cập nhật bản. Lý do cho hạn chế này có thể được giải thích bằng cách xem xét nút 3 trong ví dụ. UR nhận được bởi nút 3 (từ nút 4) tóm tắt các địa chỉ của các nút nằm ở hạ lưu từ nút 3 trên cây phát sóng bắt nguồn từ nút 1 (nhà phát hành của SR). Tập hợp các nút này bao gồm các nút 4 và 6, và khác với tập hợp sẽ được xác định bởi SR do nút 3 phát hành, bao gồm các nút 4, 2 và 6. Do đó sẽ là một sai lầm đối với nút 3 để sử dụng UR để cập nhật bảng của riêng nó. Trong thực tế, như trong Hình 9, nút 3 duy trì địa chỉ p_6 cho giao diện của nó cho nút 4.

UR không khớp của nút 3 không xảy ra cho mỗi nút. Trong thực tế, trong ví dụ của Hình 9, nút 4 có thể sử dụng UR một cách an toàn từ nút 6 để cập nhật các bảng của nó. Node 4 cũng có thể cache vị từ được thực hiện bởi UR đó, và sau đó trả lời một SR khác, nói từ nút 2, ngay lập tức trả về biến vị ngữ đó, mà không chuyển tiếp SR tới nút 6. Lưu ý rằng không cần cấu trúc dữ liệu bổ sung nào để cache UR, vì vị từ được lưu trong bộ nhớ cache đó chính xác là những gì nút 4 duy trì trong bảng định tuyến của nó làm địa chỉ giao diện của nó cho nút 6.

Các ví dụ trên có thể được khái quát hóa thành một tiêu chí xác định liệu UR có thể được tái sử dụng và lưu trữ hay không: Một nút u có thể tái sử dụng và lưu trữ một UR nhận được từ giao diện hạ lưu i và gửi trả lời SR do nút s (trong đó $s = u$), chỉ khi tập hợp các nút nằm ở hạ lưu từ i trên cây phát sóng T_s bắt nguồn từ s bằng với tập hợp các nút, hạ lưu từ i , trên cây phát sóng T_u bắt nguồn từ u .

Trong thực tế, một bộ định tuyến có thể xác định rằng an toàn để tái sử dụng và lưu trữ một UR bằng cách quan sát một trong các liên kết liền kề của nó là cầu nối (tức là một liên kết kết nối hai phần bị ngắt kết nối của mạng). Đây là trường hợp của nút 4 và nút 6 trong ví dụ của Hình 9. Trong lược đồ CBCB, lớp nội dung không có quyền truy cập vào thông tin tô pô, tuy nhiên lớp phát sóng có, và do đó có thể xác minh tiêu chí bộ nhớ đệm hoặc chỉ cần xác minh rằng liên kết là cầu nối. Lưu ý rằng trong trường hợp cụ thể của một lớp phát sóng dựa trên một cây bao trùm duy nhất, mỗi liên kết là một cầu nối, vì vậy mọi bộ định tuyến có thể tái sử dụng và lưu trữ URs.

5) SR được kiểm soát:

Trong khi bộ nhớ đệm và tái sử dụng URs cho phép các bộ định tuyến giảm chi phí của từng SR, thì một chiến lược tối ưu hóa bổ sung là hạn chế việc sử dụng SR. Thay vì phát hành SR một cách thường xuyên và cho tất cả các giao diện của nó (như được chỉ ra trong Phần III-E.2), một bộ định tuyến có thể chỉ sử dụng SR khi cần thiết và / hoặc chỉ thông qua một bộ giao diện được chọn.

Nhớ lại rằng một bộ định tuyến sử dụng SR chủ yếu để cắt các bảng định tuyến và chuyển tiếp của nó, để bù đắp cho lạm phát địa chỉ do giao thức RA gây ra và cuối cùng là giảm lượng thư không mong muốn. SRs không hữu ích cho mỗi se, mà là trở nên cần thiết trong sự hiện diện của lưu lượng tin nhắn dữ dội. Điều này cho thấy rằng một bộ định tuyến có thể kiểm soát việc sử dụng SR của nó trên cơ sở số lượng thông điệp thực tế của bộ định tuyến. Cụ thể, một bộ định tuyến có thể sử dụng chính sách điều khiển SR sau: router duy trì một bộ đếm tin nhắn C_i cho mỗi giao diện i . C_i được tăng lên mỗi khi một thông điệp được chuyển tiếp qua giao diện i . Bộ định tuyến phát hành SR tới giao diện j bất cứ khi nào C_j vượt quá giá trị ngưỡng có thể cấu hình C . Mỗi lần router phát hành SR qua giao diện j , router cũng đặt lại C_j thành 0.

6) Đơn giản hóa địa chỉ:

Trong cả hai giao thức RA và SR / UR, các router cập nhật các bảng định tuyến của chúng bằng cách kết hợp các địa chỉ dựa trên nội dung. Ví dụ, trong việc xử lý một RA mang vị ngữ p^j từ giao diện i , một router cập nhật mục bảng định tuyến của nó cho i . Trong quá trình này, router sử dụng một bộ khuếch đại để giảm kích thước và độ phức tạp của các bảng của nó. Ví dụ, giả sử giao diện i ban đầu được kết hợp với vị từ ($\text{price} > 50 \text{ price} < 200$), và giả định rằng RA đến từ giao diện i mang một vị từ ($\text{price} < 100$), thì router sẽ tính toán giá trị mới cho p_i ($\text{price} > 50 \text{ price} < 200$) ($\text{price} < 100$) có thể được đơn giản hóa thành ($\text{price} < 200$).

Việc đơn giản hóa ví dụ trước là một ví dụ duy trì ngữ nghĩa chính xác của các địa chỉ dựa trên nội dung. Nó cũng dễ dàng để tưởng tượng một chiến lược tối ưu hóa theo đó các bộ định tuyến sẽ sử dụng một đơn giản hơn để giao dịch một số lưu lượng truy cập không mong muốn để giảm sự phức tạp của việc đánh giá một số biến vị ngữ. Ví dụ: vị từ ($\text{price} > 50 \text{ price} < 200$) ($\text{price} = 250$) ($\text{price} > 500$) có thể được đơn giản hóa thành ($\text{price} > 50$). Một mô tả chính xác về các thuật toán được sử dụng cho loại đơn giản hóa này nằm ngoài phạm vi của bài báo này. Tuy nhiên, lưu ý rằng vấn đề này rất giống với việc tối ưu hóa và viết lại các truy vấn trong các hệ thống cơ sở dữ liệu.

IV. Kết luận

Trong bài báo này, chúng tôi đã trình bày sơ đồ định tuyến đầu tiên nhận ra một dịch vụ mạng dựa trên nội dung trên một mạng point –to-point chung. Giao thức này bao gồm một giao thức phát sóng truyền thống kết hợp với một giao thức dựa trên nội dung cụ thể. Giao thức thứ hai này sử dụng cơ chế “push pull” để truyền bá thông tin định tuyến.

V. Tài liệu tham khảo

- Antonio Carzaniga, Matthew J. Rutherford, and Alexander L. Wolf Department of Computer Science: A Routing Scheme for Content-Based Networking
- Content-based networking: A new Communication infrastructure
- <http://multinet.inha.ac.kr/>