

Khảo sát ma trận lưu lượng để tối ưu hóa hiệu suất mạng

Trần Công Hùng, Nguyễn Khôi, Nguyễn Xuân Phi, Member, IEEE

Tóm tắt-- Ma trận lưu lượng có nhiều ứng dụng trong các lĩnh vực khác nhau, đóng vai trò quan trọng trong việc quản trị mạng máy tính. Với đầu vào là ma trận lưu lượng, chúng ta có thể tính toán để giải quyết các vấn đề của mạng máy tính như sử dụng băng thông, cân bằng tải, nâng cao chất lượng dịch vụ. Vì vậy, bài báo sẽ phân tích các kỹ thuật ước lượng và ứng dụng ma trận lưu lượng vào mạng máy tính.

Thuật ngữ chỉ mục--Ma trận lưu lượng, cân bằng tải, ngắn nhất đường dẫn đầu tiên, việc sử dụng băng thông, chất lượng dịch vụ.

I. GIỚI THIỆU

W sự phát triển nhanh chóng của Internet và những kéo theo lưu lượng truy cập, việc đo lưu lượng mạng đóng một vai trò quan trọng chưa từng có trong cách các nhà cung cấp dịch vụ mạng và nhà điều hành mạng quản lý và lập kế hoạch hoạt động mạng. Ví dụ: sự gia tăng của các trung tâm dữ liệu và sự xuất hiện của điện toán đám mây đang khiến phép đo này trở nên phức tạp hơn, trong đó các nhà cung cấp nội dung hoặc dịch vụ sử dụng cân bằng tải để thích ứng linh hoạt với nhu cầu của người dùng. Hiểu được luồng lưu lượng trong các mạng như vậy sẽ giúp cải thiện hoạt động, quản lý và bảo mật của mạng IP ngày nay cũng như các dịch vụ mới nổi.

Ma trận lưu lượng truy cập (TM) - biểu thị luồng dữ liệu từ mỗi điểm vào đến từng điểm ra thông qua mạng (chúng tôi gọi đó là cặp nguồn-đích (SD)) - là một phần thông tin quan trọng cần thiết để lập kế hoạch, quản lý và hiểu bất kỳ hoạt động nào. Thật không may, các phép đo trực tiếp yêu cầu hỗ trợ cơ sở hạ tầng bổ sung đặt tiền nên việc trang bị toàn bộ mạng IP để thu thập dữ liệu đó là điều khó khăn. Đã có nhiều phương pháp được giới thiệu để thu được ma trận lưu lượng bằng kỹ thuật ước lượng cho ta kết quả chính xác nhất so với ma trận lưu lượng thực tế.

Chúng ta có thể tạo thành một hệ thống $Y = AX$ trong đó Y là số lượng liên kết, A là ma trận định tuyến, X là ma trận lưu lượng. Trong hệ thống đó, chúng ta biết Y từ dữ liệu SNMP, chúng ta biết A từ chính sách định tuyến, tất cả những gì chúng ta phải làm là giải hệ thống để tìm X .

Bài báo này được chia thành 5 phần: phần 1 giới thiệu về ma trận lưu lượng và ứng dụng của nó, phần 2 trình bày các công trình liên quan, phần 3 giới thiệu về các kỹ thuật ước lượng và bài toán định tuyến, phần 4 là kết quả thực nghiệm và đánh giá của chúng tôi, phần 5 là kết luận và công việc tương lai.

II. CÔNG TRÌNH LIÊN QUAN

Đã có nhiều nghiên cứu được thực hiện về TM nhằm ước tính TM chính xác hơn. Nhiều kỹ thuật đã được giới thiệu trong [1], [2], [3], [4] và kết quả được áp dụng vào việc định tuyến như trong [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12] để tối ưu hóa hiệu suất mạng. Tuy nhiên, nhu cầu giao thông luôn thay đổi, chúng ta cần tìm ra những kỹ thuật tính toán đảm bảo thời gian và độ chính xác.

III. KỸ THUẬT ƯỚC TÍNH VÀ VẤN ĐỀ ĐỊNH TUYẾN

A. Lập trình tuyến tính (LP)[1]

Vì bài toán ước lượng ma trận lưu lượng áp đặt một tập hợp các mối quan hệ tuyến tính được mô tả bởi hệ thống $Y = AX$ nên bài toán cơ bản có thể được hình thành dễ dàng bằng cách sử dụng mô hình LP và các kỹ thuật tiêu chuẩn có thể được sử dụng để giải quyết nó. Biết rằng số lượng liên kết Y phải là tổng của tất cả các nhu cầu lưu lượng truy cập sử dụng liên kết l , mô hình LP được định nghĩa là sự tối ưu hóa của một hàm mục tiêu:

chất lượng

trong đó w_j là trọng số của cặp SD j . Hàm mục tiêu tuân theo các ràng buộc liên kết:

và hạn chế bảo toàn dòng chảy:

và những hạn chế tích cực
Nếu sử dụng một hàm là sự kết hợp tuyến tính của tất cả các nhu cầu, nghĩa là cố gắng tối đa hóa tải trên mạng, nó sẽ dẫn đến các giải pháp trong đó ngắn hạn. SD sẽ được gán giá trị băng thông rất lớn trong khi

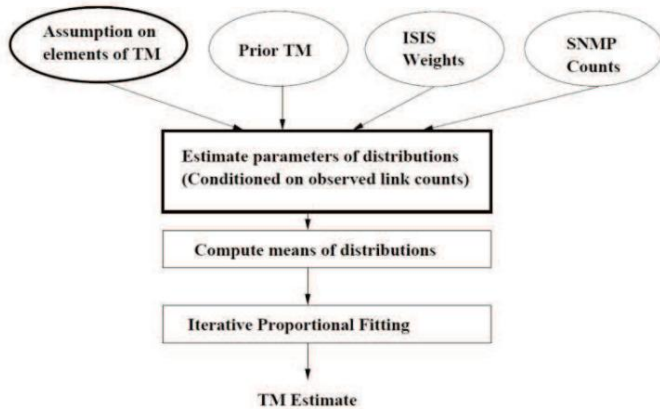
Bản thảo nhận được ngày 11 tháng 9 năm 2013. Chấp nhận: ngày 25 tháng 10 năm 2013.
Trần Công Hùng, PGS.TS. làm việc với Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông Việt Nam (email: conghung@ptithcm.edu.vn).

Nguyễn Khôi, KS. làm việc với Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông Việt Nam (email: nguyengkhoi0909@gmail.com)

Nguyễn Xuân Phi, ThS. làm việc với Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông Việt Nam (email: phinguyenxuan@agribank.com.vn)

các cặp SD ở xa thứ ờng sẽ đư ợc gán lu ờng bằng 0. Mặc dù các giải pháp như vậy là khả thi như ng đây không phải là những giải pháp đư ợc nhắm tới.

B. Phư ờng pháp thống kê



Hình 1. Sơ đồ chung cho phư ờng pháp thống kê [1], [2]

Có bốn đầu vào chung cho các phư ờng pháp thống kê.

Mặc dù các giả định đư ợc đưa ra về nhu cầu giao thông không thực sự là đầu vào như ng chúng có thể đư ợc coi là có ảnh h ư ờng đến chiến lược thống kê cụ thể sẽ sử dụng. Các phư ờng pháp thống kê thứ ờng cần có TM trư ớc để bắt đầu. Đầu vào quan trọng này có thể đến từ phiên bản TM lỗi thời hoặc ước tính ban đầu thu đư ợc bằng một số cơ chế khác. IS

các trọng số đư ợc sử dụng để tính toán các đư ờng đi ngắn nhất từ đó tạo ra ma trận A. Đầu vào cuối cùng, dữ liệu SNMP, cung cấp số lượng liên kết đư ợc quan sát Y. Những đầu vào này đư ợc sử dụng để áp đặt các ràng buộc đối với TM ước tính.

Với các đầu vào đã cho, bước đầu tiên và chính của quy trình ước tính là ước tính tất cả các tham số của phân bố giả định cho các thành phần TM. Điều này thứ ờng liên quan đến việc ước tính Λ trong đó $\Lambda = \{\lambda_1, \dots, \lambda_m\}$, biểu thị vectơ tốc độ trung bình (nghĩa là mỗi λ_j biểu thị tốc độ trung bình của cặp SD X_j).

Sau khi thu đư ợc các tham số, bước tiếp theo là tính giá trị trung bình có điều kiện cho phân bố liên quan đến từng thành phần của TM. Bước điều chỉnh cuối cùng thứ ờng đư ợc áp dụng cho kết quả của bước trư ớc ứng với thuật toán khớp tỷ lệ lặp (IPF). Thuật toán IPF tiến hành điều chỉnh các giá trị của ma trận lưu lượng ước tính sao cho sai số liên quan đến tổng hàng và cột đư ợc giảm thiểu.

C. Mô hình trọng lực [2], [3]

Các mô hình trọng lực, lấy tên từ định luật hấp dẫn của Newton, thứ ờng đư ợc các nhà khoa học xã hội sử dụng để mô hình hóa sự di chuyển của con người, hàng hóa hoặc thông tin giữa các khu vực địa lý. Trong định luật hấp dẫn của Newton, lực tỉ lệ với tích khối lượng của hai vật chia cho bình phương khoảng cách. Tương tự, trong các mô hình trọng lực cho các thành phố, cường độ tương đối của sự tương tác giữa hai thành phố có thể đư ợc mô hình hóa tỷ lệ thuận với tích số dân số. Công thức tổng quát của mô hình trọng lực đư ợc cho bởi phư ờng trình sau:

trong đó X_{ij} là phần tử ma trận biểu diễn lực từ i tới j ; R_i tương tự cho những yếu tố ghè tằm gắn liền với việc "rời khỏi" i ; A_j đại diện cho các yếu tố hấp dẫn gắn liền với việc "đi" tới j ; và f_{ij} là hệ số ma sát từ i đến j .

Trong ngữ cảnh của chúng ta, chúng ta có thể hiểu X_{ij} một cách tự nhiên là lưu lượng truy cập vào mạng tại vị trí i và thoát ra tại vị trí j , hệ số lực đẩy R_i là lưu lượng truy cập vào mạng tại vị trí i và hệ số hấp dẫn A_j khi lưu lượng giao thông đi ra tại vị trí j . Ma trận ma sát (f_{ij}) mã hóa thông tin cục bộ cụ thể cho các cặp SD khác nhau. Hệ số ma sát suy diễn là một bài toán tương đư ợng có cùng quy mô với chính suy luận của TM.

Theo đó, cần phải tính gần đúng ma trận ma sát thực tế bằng cách sử dụng các mô hình có ít tham số hơn. Điểm chung hàng số đối với các hệ số ma sát, đư ợc cho là đơn giản nhất trong số tất cả các sơ đồ gần đúng có thể có, sẽ đư ợc giả sử. Mô hình trọng lực thu đư ợc chỉ đơn giản nêu rõ rằng lưu lượng trao đổi giữa các vị trí tỷ lệ thuận với khối lượng vào và ra tại các vị trí đó. Một lời giải thích khả dĩ cho điều này là vị trí địa lý không phải là yếu tố chính trong Internet ngày nay khi so sánh với các chính sách định tuyến của ISP.

1. Mô hình trọng lực đơn giản

Trong mô hình trọng lực rất đơn giản này, M. Ericsson, M. Resende và P. Pardalos nhằm mục đích ước tính lưu lượng giữa các liên kết biên. Ký hiệu các liên kết biên bằng l_1, l_2, \dots họ ước tính lưu lượng $T(l_i, l_j)$ đi vào mạng tại liên kết biên l_i và thoát ra tại liên kết biên l_j . Hãy biểu thị tổng lưu lượng truy cập vào mạng thông qua liên kết biên l_i , và biểu thị số lượng tương ứng cho lưu lượng truy cập ra khỏi mạng thông qua liên kết biên l_i . Mô hình trọng lực sau đó có thể đư ợc tính toán bằng một trong hai

$$\dots \text{ hoặc } \dots$$

Phư ờng trình đầu tiên phát biểu rằng các phần tử ma trận lưu lượng $T(l_i, l_j)$ là tích của lưu lượng vào mạng thông qua liên kết biên l_i và tỷ lệ của tổng lưu lượng rời khỏi mạng thông qua liên kết biên l_j , trong khi phư ờng trình thứ hai bị đảo ngược và là giống hệt nhau khi bảo toàn lưu lượng - nghĩa là giả định rằng mạng bên trong không phải là nguồn cũng không phải là điểm chìm của lưu lượng.

2. Mô hình trọng lực tổng quát

M. Ericsson, M. Resende và P. Pardalos phát triển các phư ờng trình cho mô hình trọng lực theo các giả định bổ sung sau, phản ánh các chính sách định tuyến Internet và ISP thống trị:

Lưu lượng truy cập ngang hàng (liên kết ngang hàng đến liên kết ngang hàng): Họ cho rằng lưu lượng truy cập truyền qua đường trực từ mạng ngang hàng này sang mạng ngang hàng khác là không đáng kể.

Lưu lượng truy cập ra ngoài (liên kết truy cập đến liên kết ngang hàng): Họ áp dụng giả định tỷ lệ làm cơ sở cho mô hình trọng lực trên cơ sở ngang hàng: nghĩa là lưu lượng truy cập đi đến một thiết bị ngang hàng cụ thể đến từ mỗi liên kết truy cập tương ứng với lưu lượng truy cập trên quyền truy cập đó liên kết. Họ giả định rằng tất cả lưu lượng truy cập từ một liên kết truy cập duy nhất đến một thiết bị ngang hàng nhất định sẽ thoát khỏi mạng trên cùng một liên kết ngang hàng (được xác định bởi cấu hình định tuyến IGP và BGP).

Lưu lượng truy cập vào (liên kết ngang hàng đến liên kết truy cập): Nhà điều hành mạng có ít quyền kiểm soát việc đưa lưu lượng truy cập vào mạng của mình từ các mạng ngang hàng. Theo đó, họ giả định rằng lưu lượng truy cập vào từ một liên kết ngang hàng nhất định được phân chia giữa các liên kết truy cập theo tỷ lệ lưu lượng truy cập ra ngoài của chúng.

Lưu lượng truy cập nội bộ (liên kết truy cập đến liên kết truy cập): Họ cho rằng phần lưu lượng truy cập nội bộ từ một liên kết truy cập nhất định ai tới liên kết truy cập thứ hai aj tỷ lệ thuận với tổng lưu lượng truy cập vào mạng tại ai, và tính toán lưu lượng giữa các liên kết bằng cách chuẩn hóa.

D. Chụp cắt lớp [2], [3], [4]

Chụp cắt lớp mạng là vấn đề xác định ma trận lưu lượng truy cập từ đầu đến cuối từ tải liên kết. Lưu lượng liên kết là tổng của các phần tử ma trận lưu lượng được định tuyến qua liên kết đó và vì vậy M. Ericsson, M. Resende và P. Pardalos nhìn thấy vấn đề như sau: họ có một tập hợp các quan sát $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)^T$ (được đo bằng gói hoặc byte) mà đi qua các liên kết L của mạng trong một khoảng thời gian nào đó, viết dưới dạng vectơ cột $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$. Dựa theo hệ thống $Y = AX$ chúng có ma trận $A[L, m] = \{a_{ij}\}$ gọi là ma trận định tuyến xác định BẢNG:

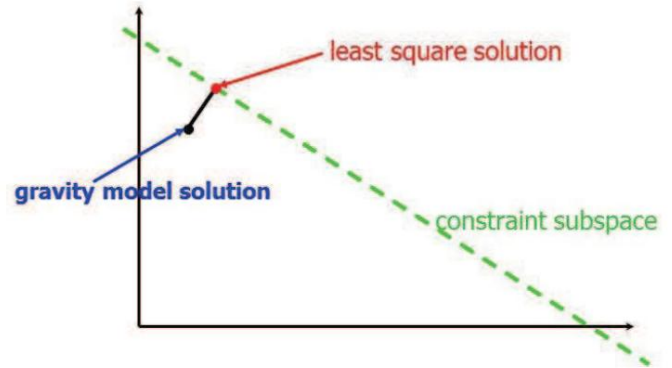
Họ cần giải bài toán nghịch đảo để thu được x . Đối với các cấu trúc liên kết và định tuyến chung, thư ờng có nhiều ẩn số hơn là các ràng buộc và do đó $Y = AX$ rất bị ràng buộc và không có giải pháp duy nhất. Cách tiếp cận của họ không phải là kết hợp các ràng buộc bổ sung mà là sử dụng mô hình trọng lực để có được ước tính ban đầu về giải pháp, ước tính này cần được tinh chỉnh để đáp ứng các ràng buộc. Điều quan trọng là phải giảm kích thước của bài toán để tính toán lời giải dễ quản lý hơn.

E. Lực hấp dẫn [3], [4]

Trọng lực là sự kết hợp giữa mô hình trọng lực và chụp cắt lớp nhằm khai thác điểm mạnh của cả mô hình trọng lực và chụp cắt lớp.

Bước 1: tính vector Ma trận lưu lượng $X_g = (x_{g1}, x_{g2}, \dots, x_{gm})$ từ mô hình trọng lực tổng quát.

Bước 2: Giải hệ $Y = AX$ bằng kỹ thuật chụp cắt lớp để tìm X_0 đối tượng phút (giải pháp bình phương nhỏ nhất)



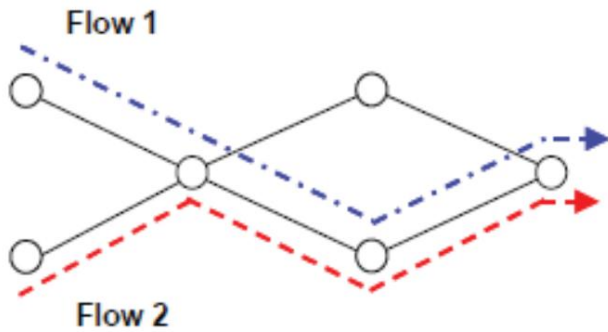
Hình 2. Minh họa lời giải bình phương nhỏ nhất [2], [3]

Để giảm thiểu khoảng cách từ X_0 đến X_g , phân tách giá trị số ít có thể được sử dụng để giải chương trình bậc hai tuân theo các ràng buộc chụp cắt lớp. Nhưng kết quả có thể chứa các giá trị âm nên các giá trị âm sẽ được thay thế bằng 0 và sau đó thực hiện IPF để thu được nghiệm không âm thỏa mãn các ràng buộc.

F. Định tuyến

Định tuyến dựa trên điểm đến và dựa trên nguồn/dòng

Hai khái niệm định tuyến cơ bản khác nhau tồn tại, ảnh hưởng mạnh mẽ đến quy trình tối ưu hóa và các kết quả có thể đạt được: định tuyến dựa trên đích và định tuyến dựa trên nguồn hoặc luồng. Các giao thức định tuyến thông thư ờng như OSPF, EIGRP hoặc IS-IS tuân theo mô hình định tuyến dựa trên điểm đến tiếp theo. Trong mỗi bộ định tuyến, quyết định chuyển tiếp gói IP chỉ dựa trên địa chỉ đích được chỉ định trong tiêu đề gói. Bộ định tuyến tra cứu tiền tố của địa chỉ đích trong bảng định tuyến của nó, xác định giao diện gửi đi và gửi gói đến hàng xóm thích hợp. Không có thông tin nào về nguồn hoặc bất kỳ bối cảnh nào khác của gói được tính đến. Kết quả là thủ tục định tuyến này đơn giản và khá hiệu quả. Tuy nhiên, nó đặt ra những hạn chế về tối ưu hóa định tuyến, như được minh họa trong Hình 2. Bất cứ khi nào hai luồng lưu lượng có cùng đích đến giao nhau, chúng sẽ được hợp nhất và gửi đi trên cùng một giao diện. Điều này có thể gây ra tình trạng quá tải lưu lượng truy cập trên một số liên kết, trong khi các liên kết khác vẫn chỉ được sử dụng nhẹ.

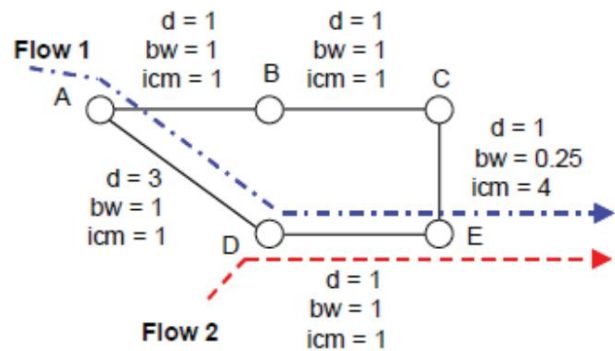


Hình 3. Hạn chế của định tuyến dựa trên đích [5], [6]

Định tuyến một số liệu và nhiều số liệu

Trong trường hợp giao thức định tuyến dựa trên đích, bộ định tuyến sẽ xác định giao diện gửi đi dựa trên các giá trị số liệu, mô tả một cách định lượng khoảng cách đến nút đích. Thông thường nhất, các số liệu phụ gia duy nhất được gán cho mọi liên kết và thuật toán dự đoán đi ngắn nhất được sử dụng để xác định đường dẫn ưa thích từ mỗi nút đến mọi nút khác trong mạng ("định tuyến một số liệu"). Mặc dù các số liệu liên kết thường có ý nghĩa liên quan về mặt vật lý, chẳng hạn như "độ trễ lan truyền" hoặc "chi phí", nhưng chúng cũng có thể được sử dụng theo cách chung hoàn toàn nhằm mục đích tối ưu hóa định tuyến. Bằng cách thiết lập các giá trị số liệu liên kết thích hợp, người ta có thể tác động ngầm và do đó tối ưu hóa sơ đồ định tuyến. Ngoài các giao thức số liệu đơn, còn tồn tại các sơ đồ định tuyến, cho phép tính đến nhiều số liệu khi tính toán độ dài của đường dẫn tới nút đích ("định tuyến nhiều số liệu"). Một ví dụ là giao thức định tuyến EIGRP của Cisco, kết hợp bốn loại số liệu. Tuy nhiên, chỉ có hai trong số chúng được sử dụng theo mặc định: một chỉ số cộng ("độ trễ") và một chỉ số lờm ("băng thông"). Khoảng cách đến nút đích hiện được tính bằng công thức số liệu chuẩn hóa.

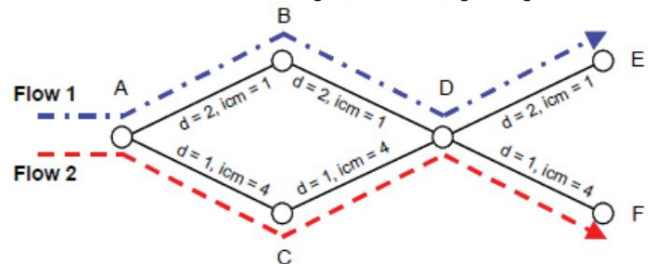
Tham số bw biểu thị băng thông của liên kết i , trong khi đi đề cập đến giá trị độ trễ của nó. Do đó, bộ định tuyến lấy tổng tất cả các giá trị độ trễ hướng tới nút đích và thêm thành phần băng thông, nghịch đảo của băng thông nhỏ nhất dọc theo đường dẫn ("nút thắt cổ chai"). Từ tất cả những gì có thể tùy chọn đường dẫn, nó chọn đường dẫn có số liệu đường dẫn nhỏ nhất M .



Hình 4. Định tuyến nhiều số liệu [5], [6]

Để cân nhắc thêm, chúng tôi sẽ gọi thành phần băng thông là "số đo công suất nghịch đảo" (icm) và lấy giá trị tối đa dọc theo đường dẫn thay vì giá trị nghịch đảo của băng thông tối thiểu. Hình 3 minh họa khái niệm định tuyến nhạy cảm với độ trễ bằng thông. Nếu chỉ có số liệu độ trễ d đã được xem xét, luồng 1 sẽ đi theo đường trên dọc theo các nút BCE. Tuy nhiên, liên kết CE có băng thông chuẩn hóa nhỏ hơn là 0,25 và do đó đóng góp vào M với thông số dung lượng nghịch đảo là 4. Do đó, giá trị chi phí liên quan đến đường dẫn ABCE là 7 (tổng độ trễ là 3 cộng với thành phần băng thông là 4), trong khi đường dẫn ADE chỉ có số liệu tổng thể là 5. Do đó, bộ định tuyến A sẽ chọn bộ định tuyến D làm hàng xóm chặng tiếp theo của nó.

Tối ưu hóa định tuyến dựa trên khái niệm đa số liệu có một số lợi thế so với cách tiếp cận đường đi ngắn nhất thuần túy, như có thể được minh họa trong kịch bản mạng trong Hình 4.



Hình 5. Định tuyến mẫu cá với nhiều số liệu [5], [6]

Giả sử chúng ta có hai luồng lưu lượng với các đích khác nhau, có đường dẫn có một số nút chung. Đặt A là nút đầu tiên nơi hai luồng kết hợp với nhau và D là nút chung cuối cùng trên đường đi của chúng. Trong khi định tuyến đường dẫn ngắn nhất sẽ hợp nhất các luồng tại nút A và gửi cả hai luồng đó qua B hoặc qua C, các giao thức định tuyến nhiều số liệu có thể đạt được mẫu luồng được đưa ra trong Hình 4. Đối với luồng 1, đường dẫn được chọn có tổng số liệu là 7, trong khi số liệu liên kết dọc theo tuyến đường qua C sẽ có tổng bằng 8. Đối với luồng 2, tình huống lại khác. Tổng số liệu của đường trên và đường dư đi lần lượt là 9 và 7. Bí quyết là sử dụng số liệu công suất nghịch đảo để làm cho tùy chọn đường dẫn có vẻ tốn kém hơn đối với một luồng lưu lượng truy cập, trong khi đối với luồng khác, giá trị icm lớn hơn không có tác dụng bổ sung (vì nó có giá trị icm cao trên các liên kết khác dọc theo đường dẫn, mà hai luồng không chia sẻ).

Đa đường dẫn chi phí bằng nhau (ECMP) [5]

Một tính năng khác của các giao thức định tuyến có ảnh hưởng đến quá trình tối ưu hóa là chia sẻ tải. Trong các giao thức định tuyến dựa trên đích, khả năng này thường được triển khai dưới dạng khái niệm "đa đường có chi phí bằng nhau". Bất cứ khi nào một bộ định tuyến có thể đến nút đích thông qua một số đường dẫn có tổng số liệu bằng nhau, nó sẽ chia đều lưu lượng truy cập trên tất cả các giao diện gửi đi tương ứng.

G. Tối ưu hóa mạng - giảm việc sử dụng liên kết

Việc sử dụng liên kết [7], [8], [9], [10], [11]

Tỷ lệ tắc nghẽn mạng, đề cập đến giá trị tối đa của tất cả tốc độ sử dụng liên kết trong mạng, được ký hiệu là r . Tỷ lệ sử dụng mỗi liên kết được xác định như sau:

—

trong đó V là tập hợp các nút trong mạng và là dung lượng của liên kết (i, j) , là lưu lượng truy cập đi qua liên kết (i, j) .

Giảm thiểu r có nghĩa là lưu lượng truy cập được chấp nhận được tối đa hóa. Lưu lượng giao thông cho phép được chấp nhận tối đa bằng lưu lượng giao thông hiện tại nhân với $1/r$. Giảm thiểu r bằng điều khiển định tuyến là mục tiêu của việc sử dụng liên kết.

Giảm việc sử dụng liên kết [9], [10], [11], [12]

ISP có SLA (Thỏa thuận cấp độ dịch vụ) đảm bảo băng thông cho các đường truyền thuê riêng mà họ cung cấp, đó cũng là chất lượng dịch vụ mà ISP phải đảm bảo. Khi quản trị viên mạng phân phối tải liên kết trên các liên kết, anh ta phải đảm bảo rằng không có nút cổ chai nào trong mạng của mình, điều đó có nghĩa là anh ta có thể đảm bảo SLA.

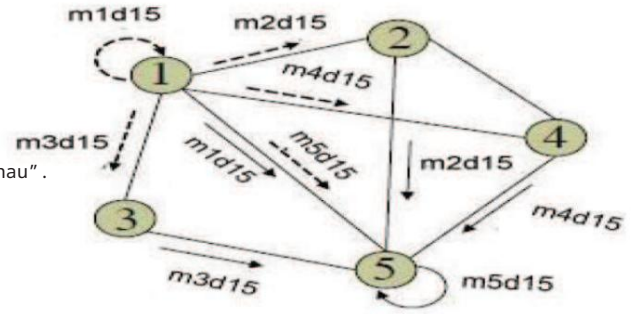
Trong cấu trúc liên kết mạng phổ biến, OSPF thường được sử dụng, các luồng lưu lượng đi qua những con đường ngắn nhất tới đích của chúng. Đường đi ngắn nhất được xác định bằng trọng số, đường đi có giá trị trọng số nhỏ nhất là đường đi ngắn nhất. Điều này cũng làm cho con đường ngắn nhất trở thành con đường có lưu lượng truy cập lớn nhất, nó ảnh hưởng đến hiệu suất mạng của chúng tôi.

Việc sử dụng liên kết có thể giảm bằng cách cân bằng trên các đường dẫn ngắn nhất. Một trong những giải pháp là sử dụng giá trị là tốc độ phân bổ nhu cầu lưu lượng của cặp SD (p, q) qua nút m và ràng buộc là

t

Khi có các giá trị sử dụng liên kết có thể được tính toán trên mỗi liên kết với đầu vào là ma trận lưu lượng. Để tìm tập bài toán tuyến tính phải giải các ràng buộc về dung lượng liên kết và nhu cầu lưu lượng từ ma trận lưu lượng (ước tính bằng các kỹ thuật trên). Tuy nhiên, đây là vấn đề khó giải quyết vì số lượng cặp SD nhiều hơn số lượng nút mạng dẫn đến tập hợp có quá nhiều phần tử.

Một trong những giải pháp là sử dụng Định tuyến cân bằng tải hai pha. Đầu tiên, nhu cầu lưu lượng từ nguồn được cân bằng trên các nút trung gian, sau đó nhu cầu lưu lượng sẽ được truyền trên những con đường ngắn nhất tới đích.



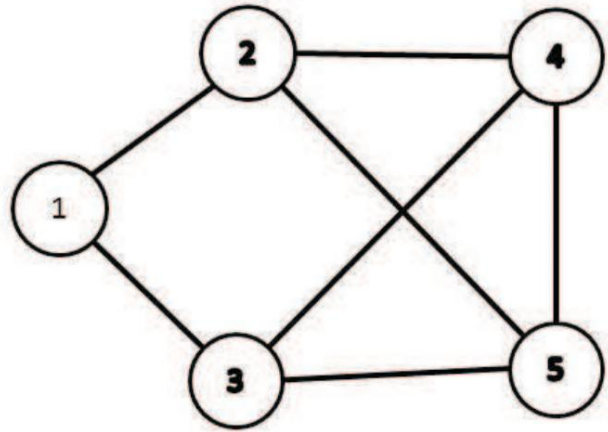
Hình 6. Định tuyến cân bằng tải hai pha [12]

Trong Hình 5, nhu cầu lưu lượng từ nút 1 đến nút 5 được cân bằng qua các nút trung gian 1, 2, 3, 4, 5 ở giai đoạn một (mũi tên gạch ngang). Ở giai đoạn hai, luồng lưu lượng này được truyền tới nút 5 trên các đường đi ngắn nhất (mũi tên liên tục).

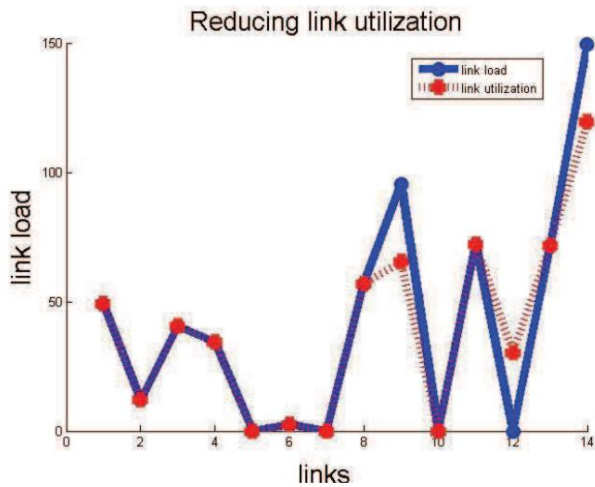
Vì vậy, với ma trận lưu lượng làm đầu vào, hiệu suất mạng có thể được cải thiện, điều đó có nghĩa là tối ưu hóa mạng.

IV. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ

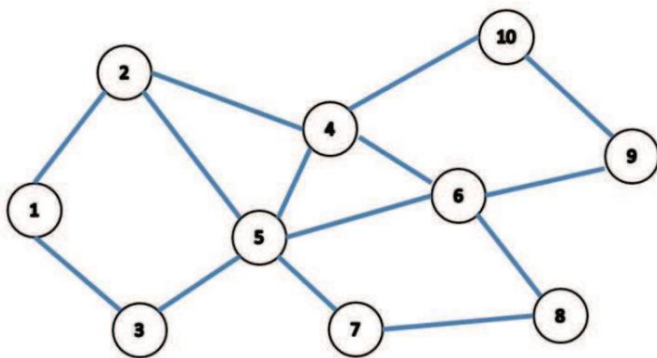
Trong phần này, chúng tôi đã thử nghiệm giải pháp của mình trên các cấu trúc liên kết mạng khác nhau. Để kiểm tra kết quả, chúng tôi sử dụng Matlab[12] và số lượng liên kết được tạo ngẫu nhiên. Chúng tôi đã mô phỏng tình huống mạng có lưu lượng truy cập rất lớn và chúng tôi thấy rằng việc sử dụng liên kết sẽ giảm tốt hơn đối với cấu trúc liên kết nhỏ hơn.



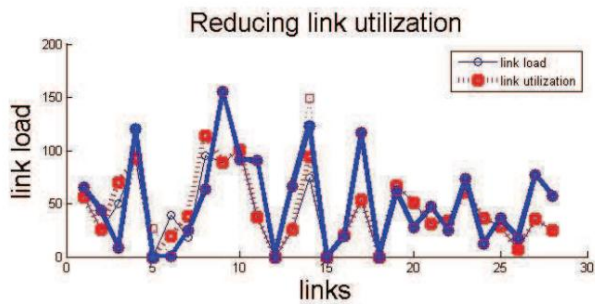
Hình 7. Cấu trúc liên kết năm nút



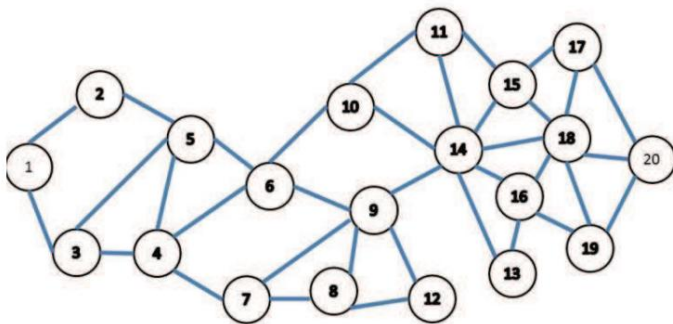
Hình 8. Tối ưu hóa cấu trúc liên kết năm nút



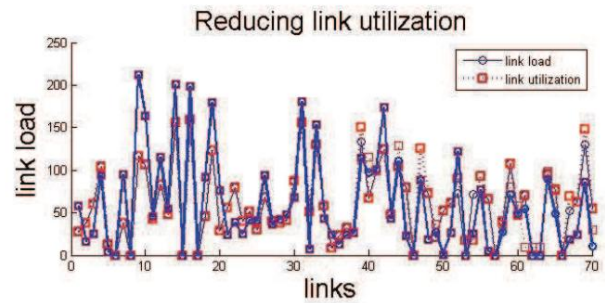
Hình 9. Cấu trúc liên kết mười nút



Hình 10. Tối ưu hóa cấu trúc liên kết mười nút



Hình 11. Cấu trúc liên kết hai mươi nút



Hình 12. Tối ưu hóa cấu trúc liên kết 20 nút

V. KẾT LUẬN

Bài báo đề xuất giải pháp tối ưu hóa hiệu suất mạng với ma trận lưu lượng làm đầu vào. Khi ước lượng ma trận lưu lượng truy cập chúng ta phải chấp nhận sai số từ ma trận lưu lượng ước tính đến ma trận lưu lượng thực nên để có thể có được ma trận lưu lượng truy cập chính xác nhất chúng ta phải cải tiến kỹ thuật ước lượng. Kết quả thử nghiệm của chúng tôi cho thấy rằng cấu trúc liên kết càng lớn thì việc sử dụng liên kết càng giảm, do đó chúng tôi cũng sẽ phải cải thiện giải pháp của mình như cân bằng.

Kết quả chúng tôi đạt được với các mạng lớn, có nhiều liên kết kết nối các nút cho thấy chúng tôi đã sử dụng tài nguyên mạng của mình tốt hơn. Chúng tôi thấy rằng dung lượng của các liên kết được sử dụng tốt hơn. Khi một liên kết có nhiều lưu lượng truy cập lớn, lưu lượng sẽ được chia sẻ cho các liên kết khác và hiệu suất mạng sẽ được nâng lên.

Tuy nhiên, đôi khi chúng tôi gặp phải tình huống không thể chia sẻ lưu lượng truy cập vì các liên kết khác không thể nhận được nhiều lưu lượng truy cập hơn.

Nghiên cứu của chúng tôi nhằm mục đích giải quyết vấn đề lưu lượng lớn cho các ISP và chúng tôi có thể thu thập kết quả tốt hơn và thiết thực hơn nếu chúng tôi có bộ dữ liệu về lưu lượng truy cập từ mạng thực. Chúng tôi dự định kết hợp phương pháp trong [14] và [15] với giải pháp của chúng tôi để loại bỏ lỗi trong ước tính ma trận lưu lượng và nâng cao hiệu suất cho mạng cực lớn.

THẨM QUYỀN GIẢI QUYẾT

- [1] A. Medina, N. Taft, K. Salamatian, S. Bhattacharyya và C. Diot (2002), "Ước tính ma trận giao thông: Các kỹ thuật hiện có và hướng đi mới" Proc. ACM SIGCOMM.
- [2] Yin Zhang, Matthew Roughan, Nick Duffield, Albert Greenberg (2003), "Tính toán chính xác nhanh các ma trận lưu lượng truy cập IP quy mô lớn từ tải liên kết".
- [3] M. Ericsson, M. Resende và P. Pardalos (2002), "Một thuật toán di truyền cho bài toán thiết lập trọng số trong Định tuyến OSPF" Tối ưu hóa tổ hợp tạp chí, trang 299-333.
- [4] J. Cao, D. Davis, S. Vander Weil, và B. Yu (2000), "Chụp cắt lớp mạng thay đổi theo thời gian" Tạp chí của Hiệp hội Thống kê Hoa Kỳ.

- [5] MGC Resende và cộng sự (2002), "Một thuật toán memetic cho bài toán thiết lập trọng số trong định tuyến OSPF" Hội nghị Viễn thông INFORMS lần thứ 6.
- [6] A. Riedl (2002), "Một thuật toán di truyền lai để tối ưu hóa định tuyến trong mạng IP sử dụng băng thông và thước đo độ trễ" Kỷ yếu của Hội thảo IEEE về Quản lý và Vận hành IP (IPOM).
- [7] B. Fortz, M. Thorup (2000), "Kỹ thuật lưu trữ truy cập Internet bằng cách tối ưu hóa trọng số OSPF" Kỷ yếu của INFOCOM 2000.
- [8] Ritesh Dayama (2011), "Định tuyến cân bằng tải bằng OSPF" Tạp chí quốc tế về Khoa học và Kỹ thuật Máy tính (IJCSSE).
- [9] Thomas Erlebach và Maurice Riegg (2004), "Dự trữ băng thông tối ưu trong VPN mô hình ống với định tuyến đa đường" IEEE INFOCOM.
- [10] M. Roughan, M. Thorup và Y. Zhang (2003), "Kỹ thuật giao thông với ma trận giao thông ước tính" Kỷ yếu của Hội nghị Đo lường Internet ACM/USENIX lần thứ 1 (IMC '03).
- [11] Eiji Oki và Ayako Iwaki (2009), "Định tuyến hai pha tinh tế với ma trận lưu trữ lưu trữ" Mạng và Truyền thông Máy tính.
- [12] Marija Antic, Natasa Maksic, Petar Knezevic và Aleksandra Smiljanic (2010), "Định tuyến cân bằng tải hai pha kiện OSPF" Tạp chí IEEE về các lĩnh vực được chọn trong truyền thông.
- [13] <http://www.mathworks.com>
- [14] Vijay Kumar Adhikari, Sourabh Jain và Zhi-li Zhang (2011), "Từ ma trận lưu trữ lưu trữ đến ma trận định tuyến: Đặc điểm lưu trữ lưu trữ cấp PoP cho ISP cấp 1
- [15] A. Omidvar và HS Shakhoseini (2011), "Ước tính ma trận lưu trữ lưu trữ IP thông minh bằng mạng nơon và thuật toán di truyền"

TÁC GIẢ



TRẦN CÔNG HÙNG sinh năm
Việt Nam năm 1961

Ông nhận bằng Cử nhân Kỹ thuật Điện tử và Viễn thông hạng nhất của Đại học Công nghệ TP.HCM, Việt Nam năm 1987.

Ông nhận bằng BE về kỹ thuật tin học và máy tính của trường đại học Công nghệ TP.HCM, Việt Nam năm 1995.

Ông nhận bằng thạc sĩ kỹ thuật ngành kỹ thuật viễn thông tại khoa sau đại học của trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, Việt Nam, năm 1998.

Ông đã nhận bằng tiến sĩ. tại Đại học Bách Khoa Hà Nội, Việt Nam, 2004.

Lĩnh vực nghiên cứu chính của anh là các tham số và phương pháp đo hiệu suất B - ISDN, QoS trong mạng tốc độ cao, MPLS.

Hiện ông là Phó Giáo sư Tiến sĩ. của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông TP.HCM, Việt Nam.



NGUYỄN KHOI sinh năm 1987 tại Việt Nam

Đạt chứng chỉ BE ngành Công nghệ thông tin của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông (PTIT), Việt Nam, 2010.

Sẽ nhận bằng Thạc sĩ PTIT năm 2013 chuyên ngành trong Mạng và Truyền dữ liệu.

Anh hiện là Quản trị mạng tại Metro Cash & Carry Việt Nam, 2013.



NGUYỄN XUÂN PHI sinh năm
Việt Nam năm 1980

Đạt chứng chỉ BE ngành Công nghệ thông tin tại trường đại học Bách khoa TP.HCM năm 2006.

Anh nhận bằng Thạc sĩ PTIT năm 2012, chuyên ngành trong Mạng và Truyền dữ liệu.