

ĐỀ XUẤT HỆ SỐ ĐÁNH GIÁ CÂN BẰNG BĂNG THÔNG MẠNG

Trần Minh Anh, Phạm Đình Chung, Nguyễn Chiến Trinh

Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

Tóm tắt: Việc tối ưu hóa băng thông mạng luôn là một vấn đề mà các nhà khai thác, quản lý mạng quan tâm nhằm tiết kiệm chi phí đầu tư và đảm bảo tốt nhất việc đáp ứng nhu cầu khách hàng. Trong bối cảnh việc tăng trưởng sử dụng băng thông trên thế giới diễn ra với tốc độ nhanh như hiện nay, thì việc tối ưu băng thông mạng luôn đặt ra những thách thức mới. Trên cơ sở nghiên cứu các phương pháp tối ưu hóa băng thông và việc tính toán cân bằng băng thông trong mạng, bài báo đề xuất phương thức đánh giá sử dụng băng thông mạng hiện nay như là một giải pháp giúp cho việc đầu tư, tối ưu và khai thác mạng viễn thông hiệu quả hơn.

Từ khóa: BBM, băng thông, hiệu năng mạng, cân bằng tải

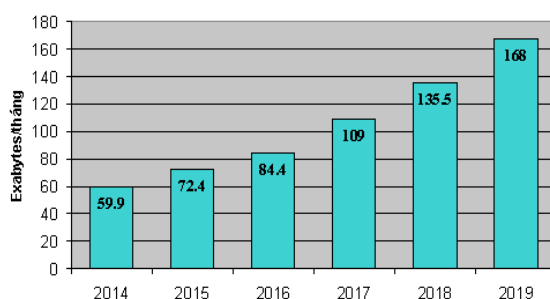
I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong xu thế phát triển mạnh mẽ của nền kinh tế tri thức, nền kinh tế thông tin hiện nay, nhu cầu trao đổi thông tin trong thời đại công nghệ là điều kiện sống còn của mọi hoạt động và là điều kiện để phát triển kinh tế xã hội cũng như sự phát triển các dịch vụ viễn thông. Theo nghiên cứu của Cisco [1], lưu lượng thông tin trên mạng Internet cho đến năm 2019 và các năm tiếp theo là một sự bùng nổ rất nhanh chóng, với tốc độ tăng trưởng tổng hợp hàng năm đạt 23%/năm như biểu đồ dự báo hình 1.

Việc tăng trưởng nhu cầu dữ liệu đã dẫn đến việc các nhà cung cấp mạng phải đối mặt với việc đảm bảo chất lượng cho người sử dụng. Hơn nữa, với yêu cầu phát triển lên mạng thế hệ mới, số lượng nút mạng, lưu lượng thông tin rất cao, thì việc tìm ra các thông số có thể nhanh chóng đánh giá được

hiệu suất sử dụng tài nguyên mạng, khả năng của mạng trong việc đáp ứng nhu cầu người sử dụng là rất thiết thực.

Dự báo lưu lượng Internet



Hình 1. Biểu đồ dự báo tăng trưởng lưu lượng thông tin đến 2019 - Nguồn [1]

Bên cạnh đó, việc nâng cấp mạng, tăng cường dung lượng, gia tăng kết nối giữa các nút mạng cũng là một vấn đề cần giải quyết đối với các nhà quản lý khi đưa ra quyết định đầu tư nhằm tối đa hóa lợi nhuận, tối thiểu chi phí. Do đó, bên cạnh việc nghiên cứu đưa vào thực tế các công nghệ mới, các giải pháp qui hoạch mạng mới (tương ứng với các thiết bị dự định đầu tư), thì việc đưa ra các phương thức đánh giá mạng, đảm bảo băng thông và các tham số QoS cũng là một thách thức và đồng thời là một nhiệm vụ cần đặt ra.

Đã có nhiều dự án cũng như nhiều phương pháp được đề xuất để có thể đánh giá được tính tối ưu, hiệu quả, đáp ứng chất lượng dịch vụ cho nhu cầu người dùng của mạng. Một số nghiên cứu [2-6] đề cập đến việc xây dựng chỉ số đánh giá mạng, liên mạng, mạng không dây... đều định hướng đánh giá mạng mang tính chung nhất. Tuy vậy, tùy vào từng hoàn cảnh và mục tiêu cần có những thông số đánh giá phù hợp.

Tác giả liên hệ: Trần Minh Anh

Email: anhtm.dng@vnpt.vn

Đến tòa soạn: 23/7/2016, chỉnh sửa: 30/8/2016, chấp nhận đăng: 03/9/2016.

Đối với mạng viễn thông đang phát triển nhanh hiện nay, đặc biệt trong bối cảnh nhà mạng phải cam kết đảm bảo chất lượng đường truyền, chất lượng dịch vụ với khách hàng, thì cần có những thông số đánh giá sát hơn với thực tiễn, giúp các nhà khai thác nhanh chóng đưa ra quyết định phát triển mạng. Trong đó, việc đánh giá độ ổn định, cân bằng hay tối ưu mạng là một khía cạnh cần nhấn mạnh. Với một hệ thống mạng phức tạp, cần sự đánh giá, so sánh cụ thể giữa nhiều phương án thiết kế, thì việc đưa ra một hệ số, tạm gọi là hệ số đánh giá cân bằng băng thông mạng sẽ giúp định hướng cho việc quyết định chọn phương án tốt nhất trong các phương án được đưa ra.

Đóng góp chính của bài báo là đề xuất hệ số đánh giá mạng với các mục tiêu trên. Các kết quả được kiểm chứng thông qua số liệu mô phỏng và các ứng dụng hệ số đề xuất trong một số mô hình mạng cụ thể.

II. NHU CẦU THỰC TẾ VÀ ĐỀ XUẤT HỆ SỐ ĐÁNH GIÁ

A. Một số yêu cầu thực tế cần đảm bảo khi đánh giá cân bằng băng thông mạng

Hiện nay, việc mở rộng, nâng cấp mạng trở nên thường xuyên hơn, do nhu cầu thông tin của xã hội tăng đột biến [7, 8]. Các nhu cầu xã hội tăng cao dẫn đến việc đáp ứng chất lượng dịch vụ cho người dùng càng trở nên khó khăn và phức tạp hơn rất nhiều. Việc đáp ứng băng thông, chất lượng đường truyền về độ trễ (Delay), biến thiên trễ (Jitter), mất gói (Packet Loss) ... trở nên khắt khe hơn với các dịch vụ trực tuyến, dịch vụ thời gian thực như truyền hình số, truyền hình theo yêu cầu, truyền hình tương tác... hay là các dịch vụ bán vé qua mạng, trò chơi trực tuyến...

Giải pháp đảm bảo QoS phổ biến nhất hiện nay vẫn là cam kết của nhà mạng về tốc độ (băng thông) tối thiểu cho đường truyền của khách hàng (thuê bao), tức là cam kết về gói cước của các nhà cung cấp dịch vụ đối với người dùng. Tất nhiên, khi băng thông dồi dào, lượng thuê bao không quá lớn, thì việc cam kết băng thông này là dễ dàng và qua đó, chất lượng đường truyền tốt hơn sẽ đáp ứng tốt

các tiêu chí khác của QoS như độ trễ, mất gói... Nhưng khi có hạn chế về băng thông, rõ ràng là việc kết nối mạng phải theo một nguyên tắc là thiếu thì phải bổ sung, thêm kết nối, tăng dung lượng... nhằm đảm bảo được cam kết với người dùng khi đăng ký sử dụng dịch vụ. Ngoài ra, cam kết về các thông số QoS khác với băng thông như trễ, jitter, mất gói... cũng có thể được chuyển đổi sang băng thông trong một số trường hợp như phân tích [9].

Vậy vấn đề đặt ra là nâng cấp thế nào, chỗ nào, tiêu chí nào để đánh giá việc nâng cấp này, tối ưu hơn việc nâng cấp kia... Đồng thời, khi cần xây dựng mạng mới, dựa vào đâu để đánh giá tính tối ưu, tính hiệu quả của mạng được thiết kế. Trên cơ sở đó, bài báo đề xuất một hệ số đánh giá liên quan đến đảm bảo băng thông cho khách hàng đối với các trường hợp cụ thể, từ đó có thể hỗ trợ đưa ra lựa chọn, phương án hiệu quả nhất.

B. Đề xuất hệ số đánh giá liên quan đến cân bằng băng thông trên mạng

Để đạt được tính tối ưu băng thông của một mạng cho trước, thì việc chênh lệch băng thông sử dụng giữa các đường liên kết (Link) trong mạng đó được xem là nhỏ nhất. Để có được giá trị nhỏ nhất đó, cần tìm ra một hệ số biểu diễn giá trị chênh lệch băng thông toàn cục của mạng đang xét, là hàm số của tất cả giá trị băng thông các đường liên kết, hệ số sử dụng, hệ số ưu tiên theo nút mạng và yêu cầu băng thông của tất cả nút xét trên một mạng đó.

Gọi mạng đang xét là $G(N, L)$ với N nút mạng và L đường kết nối thực tế (có các giá trị băng thông tương ứng giữa hai nút mạng liền kề a và b là L_{ab}) trong mạng G . Nếu giữa hai nút a và b bất kỳ không có kết nối trực tiếp, thì $L_{ab} = 0$. Tương ứng với các nút mạng là yêu cầu băng thông tại các nút đó, ký hiệu là $N_i, i = \{1, N\}$.

Lập ma trận M^d , với các chỉ số M_{ij}^d được xác định như sau:

Xét hai nút mạng i, j bất kỳ trên mạng G . Giả sử giữa hai nút trên có v đường kết nối khả dĩ. Gọi $minhop_{ij}$ là số chặng (hop) ít nhất khi nối hai nút i và j và d là độ sâu của đường kết nối. Xét tập

$V^d(1... v)$ gồm có v đường kết nối giữa hai nút trên có số hop không vượt quá ($minhop_{ij} + d$). Các đường kết nối được hiểu là các đường nối không có nút lặp, $minhop \geq 1, 0 \leq d \leq (N - 2)$.

Với mỗi đường kết nối $V_k^d, k = \{1, v\}$, gọi $minB_k^d$ là giá trị băng thông bé nhất trong các đường liên kết cấu thành V_k^d . Giá trị M_{ij}^d chính là giá trị lớn nhất của $minB_k^d$ xét trong tập V^d , với độ sâu là d . Nghĩa là:

$$minB_k^d = \min(L_{ih1} L_{h1h2} \dots L_{hsj}) \quad (1)$$

với đường nối thứ k của tập V^d gồm các nút $i, h1, h2... hs, j$ và $0 \leq s \leq (minhop_{ij} + d - 2)$; $s = 0$ khi nút i và j nối trực tiếp nhau.

$$M_{ij}^d = \max(minB_k^d), \text{ với } k = \{1, v\} \quad (2)$$

Để đơn giản hóa, M_{ij}^d chính là là giá trị băng thông nhỏ nhất trong các đường kết nối tốt nhất giữa hai nút mạng i và j (trong trường hợp xem như bỏ qua độ trễ truyền dẫn và trễ hàng đợi) và đường nối này có số hop không vượt quá ($minhop_{ij} + d$).

Áp dụng thuật toán Dijkstra như tại [10], ta dễ dàng tìm được giá trị $minhop$ và giá trị này thường được ứng dụng trong các thuật toán tìm đường, các giao thức định tuyến... Với giá trị độ sâu d , nếu tăng d thì số lượng đường kết nối để so sánh tìm ra M_{ij}^d là càng lớn. Trong khuôn khổ bài báo này, ta lựa chọn $d = 0$ (chính là tập các đường ngắn nhất) và $d = (N - 2)$ (gọi là giá trị tối đa) để minh họa trong các trường hợp cụ thể.

Ta có ma trận M^d như sau:

M_{ij}^d	1	2	..	N	P_j	α_j	γ_j
1	0	M_{21}^d	..	M_{N1}^d	$\sum_{i=1}^N M_{i1}^d$	α_1	γ_1
2	M_{12}^d	0	..	M_{N2}^d	$\sum_{i=1}^N M_{i2}^d$	α_2	γ_2
..	..	..	..	..	..		
N	M_{1N}^d	M_{2N}^d	..	0	$\sum_{i=1}^N M_{iN}^d$	α_N	γ_N

Gọi:

m : giá trị trung bình của băng thông khả dụng theo số nút

B : Trung bình băng thông toàn mạng (bằng tổng băng thông chia tổng link)

b : Giá trị trung bình băng thông khả dụng theo số kết nối.

P_j : Tổng giá trị băng thông khả dụng tại mỗi nút.

Khi đó P_j là tổng M_{ij}^d , với mọi i , tức là :

$$P_j = \sum_{i=1}^N M_{ij}^d \quad (3)$$

$$m = \frac{\sum_{j=1}^N \alpha_j \gamma_j P_j}{N} \quad (4)$$

$$B = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N L_{ij}}{L} \quad (5)$$

$$b = \frac{\sum_{j=1}^N \alpha_j \gamma_j P_j}{(N^2 - N)} \quad (6)$$

Với α_j, γ_j là các hệ số ưu tiên cho nút thứ j , liên quan đến mức độ sử dụng và khả năng phát triển mạng. Trong một mạng có các mức độ ưu tiên tại các nút như nhau thì các hệ số α_j, γ_j bằng nhau và bằng 1.

Với các định nghĩa trên, ta sẽ thấy được độ chênh lệch sử dụng băng thông qua toàn mạng, tương ứng với trung bình quân phương của tổng băng thông khả dụng theo từng nút P_j .

Để có thể áp dụng cho các mạng thực tế, với các hệ số ưu tiên đối với từng nút mạng α_j, γ_j , thì ta có thể đề xuất hệ số BBM (Balanced Bandwidth Metric) được tính bằng công thức sau:

$$BBM = \frac{B}{b(N-1)} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N \left(\alpha_j \gamma_j P_j - \left(\frac{\sum_{j=1}^N \alpha_j \gamma_j P_j}{N} \right)^2 \right)}{N-1}} \quad (7)$$

BBM có thể được viết gọn lại như sau:

$$BBM = \frac{B}{b(N-1)} \sqrt{\frac{\left(\sum_{j=1}^N (\alpha_j \gamma_j P_j - m)^2\right)}{N-1}} \quad (8)$$

Các giá trị α_j :

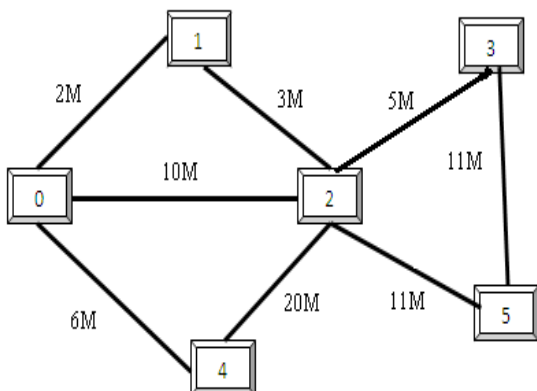
$$\alpha_j = \frac{\sum_{i=1}^N N_i}{N.N_j} \quad (9)$$

Còn giá trị γ_j được tính tương ứng với dự kiến nhu cầu băng thông tại các nút. Phân tích cụ thể về việc xác định giá trị ưu tiên γ_j tại các nút sẽ được đưa ra trong mục II.E.iii dưới đây.

Giá trị BBM thu được tại (7) hay (8) nói lên mức độ cân bằng tải băng thông qua mạng, so với mức băng thông trung bình toàn mạng, từ đó thể hiện mức độ tối ưu trong việc sử dụng nguồn lực mạng cho nhu cầu thực tế. Giá trị BBM càng nhỏ tương ứng việc sử dụng băng thông toàn mạng càng cao và dĩ nhiên giá trị tốt nhất vẫn là $BBM = 0$, khi đó mạng được gọi là cân bằng về băng thông toàn mạng.

Với cách tính trên, rõ ràng, hệ số BBM này có thể áp dụng cho các hệ thống mạng phức tạp hơn như hệ thống mạng có các đường liên kết có băng thông khác nhau, hay các nút mạng vẫn có tốc độ tương tự nhau nhưng chưa đảm bảo cung cấp lượng băng thông với khách hàng...

Để làm rõ hơn việc ứng dụng BBM vào mạng thực tế, chúng ta xét ví dụ với hai trường hợp $d = 0$ và $d = N - 2$. Giả định với một mạng như sau:



Hình 2. Mạng giả định 1

Mạng trên có $N = 6$ nút và $L = 8$ đường nối thực tế với các giá trị băng thông đi kèm. Giả sử các nút mạng có mức ưu tiên α_j , γ_j và các giá trị bộ định tuyến, độ trễ như nhau. Giao thức định tuyến theo kiểu chỉ chọn đường có băng thông rộng nhất từ nguồn đến đích (tương ứng với trường hợp $d = N - 2$).

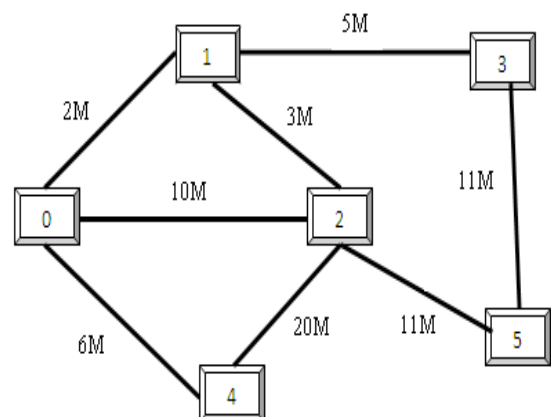
Lập ma trận băng thông kết nối, cụ thể:

Bảng 1. Ma trận kết nối 1

M_{ij}^d	0	1	2	3	4	5	P_j	BBM
0	0	3	10	5	10	10	38	3,02
1	3	0	3	3	3	3	15	
2	10	3	0	11	20	11	55	
3	5	3	11	0	11	11	41	
4	10	3	20	11	0	11	55	
5	10	3	11	11	11	0	46	

Theo công thức tính (8) thì mạng trên có $BBM = 3,02$. Có nghĩa là, hệ số băng thông cân bằng chỉ đạt mức 3,02, chứng tỏ nhiều nút mạng chịu tải có mức băng thông cao hơn hoặc thấp hơn rất nhiều so với mức trung bình.

Giả sử ta đổi kết nối 2-3 thành 1-3. Mạng lúc này sẽ là:



Hình 3. Mạng giả định 2

Lập ma trận băng thông kết nối, cụ thể bảng II:

Theo công thức tính (8) thì mạng trên có $BBM = 2,14$. Có nghĩa là, hệ số băng thông cân bằng mới

đạt mức $2,14 < 3,02$ so với mô hình đầu, với giá trị trung bình bằng thông khả dụng theo số kết nối b là 9,33M. Rõ ràng, so với mô hình đầu, chỉ với việc thay đổi kết nối (hoàn toàn như nhau) thì khả năng đáp ứng của mạng sau đã tốt hơn trước. Và rõ ràng, chỉ số BBM đã phản ánh rõ điều này.

Bảng II. Ma trận kết nối 2

M_{ij}^d	0	1	2	3	4	5	P_j	BBM
0	0	5	10	10	10	10	45	2,14
1	5	0	5	5	5	5	25	
2	10	5	0	11	20	11	57	
3	10	5	11	0	11	11	48	
4	10	5	20	11	0	11	57	
5	10	5	11	11	11	0	48	

C. Tính toán hệ số BBM khi có quan tâm đến số lượng hop của đường truyền

Trong thực tế, việc sử dụng thuật toán tìm đường ngắn nhất vẫn được sử dụng thường xuyên trong các giao thức Internet hiện nay, để định tuyến với việc chọn đường có số chặng (hop) là nhỏ nhất, tương ứng với trường hợp $d = 0$ và các bước chờ tại các nút là nhỏ nhất. Với cách tính này và với mô hình mạng được xét ở phần 2.2 trên, ta sẽ có hệ số BBM cụ thể như sau:

Với mô hình đầu ma trận kết nối là:

Bảng III. Ma trận kết nối 3

M_{ij}^d	0	1	2	3	4	5	P_j	BBM
0	0	2(1)	10(1)	5(2)	6(1)	10(2)	33	3,15
1	2(1)	0	3(1)	3(2)	3(2)	3(2)	14	
2	10(1)	3(1)	0	5(1)	20(1)	11(1)	49	
3	5(2)	3(2)	5(1)	0	5(2)	11(1)	29	
4	6(1)	3(2)	20(1)	5(2)	0	11(2)	45	
5	10(2)	3(2)	11(1)	11(1)	11(2)	0	46	

(chỉ số trong ngoặc là số hop bé nhất)

Và hệ số BBM sau khi đổi kết nối 2-3 thành 1-3 là:

Bảng IV. Ma trận kết nối 4

M_{ij}^d	0	1	2	3	4	5	P_j	BBM
0	0	2(1)	10(1)	2(2)	6(1)	10(2)	30	2,97
1	2(1)	0	3(1)	5(1)	3(2)	5(2)	18	
2	10(1)	3(1)	0	11(2)	20(1)	11(1)	55	
3	2(2)	5(1)	11(2)	0	11(3)	11(1)	40	
4	6(1)	3(2)	20(1)	11(3)	0	11(2)	51	
5	10(2)	5(2)	11(1)	11(3)	11(2)	0	48	

Kết quả cũng tương đối giống trường hợp trên, tuy nhiên với cách tính khi $d = 0$ thì hệ số BBM đã cao hơn, chứng tỏ việc ứng dụng định tuyến đường ngắn nhất yêu cầu về cân bằng bằng thông cao hơn.

Tóm lại, việc áp dụng hệ số BBM này để đánh giá sẽ thấy rất rõ ràng việc nâng cấp, thay đổi cấu hình mạng đem lại ý nghĩa thế nào với việc đảm bảo bằng thông cho người dùng.

D. Ảnh hưởng của việc sử dụng các hệ số α , γ

Như đã giới thiệu trong mục II.B, α , γ là các hệ số đánh giá mức độ quan trọng của từng nút mạng trong mạng đã cho. Vì trong thực tế, khi một nút mạng bố trí tại một khu vực thì nó phải chịu tải tương ứng với nhu cầu tại khu vực đó, do đó, mức yêu cầu càng cao thì mức độ quan trọng càng cao.

α : là hệ số đánh giá mức độ yêu cầu bằng thông tại nút so với trung bình toàn mạng.

γ : là hệ số ưu tiên khu vực. Đây là hệ số mang tính tương lai. Nếu một nút được cho là có khả năng chịu tải cao hơn trong tương lai thì nó có giá trị cao và ngược lại.

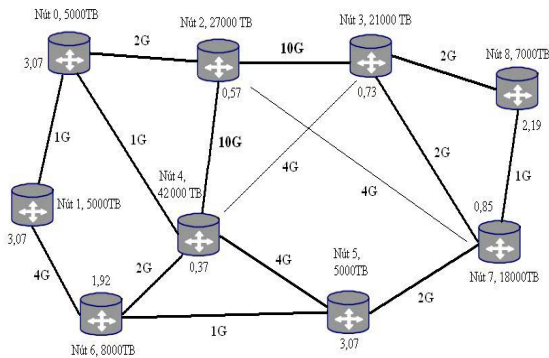
Trong các ví dụ trên, α , γ đều được đặt bằng 1 để dễ tính toán. Trên thực tế, thì cần tính toán chi tiết trên cơ sở số liệu cụ thể. Trong đó, α_j là hệ số yêu cầu bằng thông nút j tương ứng bằng tổng bằng thông trung bình toàn mạng trên tổng nhu cầu bằng thông tại nút j . Và γ_j là mức độ ưu tiên khu vực tại nút j .

Các giá trị α_j , γ_j cần được tính toán chi tiết để có thể đưa ra hệ số BBM sát với thực tế, đánh giá đúng thực chất mạng để có quyết định đầu tư hiệu quả nhất.

E. Ví dụ cho việc ứng dụng các thông số BBM và α , γ trong việc tính toán mạng

1) Xét trường hợp mọi nút có độ ưu tiên như nhau ($\gamma = 1$)

Xét mạng viễn thông khu vực gồm 9 nút mạng, với các dung lượng băng thông các hướng, lượng thuê bao thực tế tại các nút chịu tải, tương ứng là hệ số α của các nút đó. Các nút có độ ưu tiên γ là như nhau và bằng 1 (như hình 4)



Hình 4. Mạng khu vực điển hình

Vấn đề đặt ra là giữa hai chọn lựa kết nối 2 - 7 và 3 - 4, nên chọn cách nào thì tốt hơn. Ta xét ma trận kết nối (chọn đường ngắn nhất) khi có kết nối 2 - 7.

Lập ma trận băng thông kết nối khi có kết nối 2 - 7, cụ thể:

Bảng V. Ma trận kết nối 5

M_{ij}^d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	P_j	α_j
0	0	1	2	2	1	1	1	2	2	12	3.07
1	1	0	1	1	2	1	4	1	1	12	3.07
2	2	1	0	10	10	4	2	4	2	35	0.57
3	2	2	10	0	10	2	2	2	2	32	0.73
4	1	2	10	4	0	4	2	2	2	27	0.37
5	1	1	4	4	4	0	1	2	1	18	3.07
6	1	4	2	2	2	1	0	1	1	14	1.92
7	2	1	2	2	2	2	1	0	1	13	0.85
8	2	2	2	2	2	1	2	1	0	14	2.19

Và ma trận khi có kết nối 3 - 4 là :

Bảng VI. Ma trận kết nối 6

M_{ij}^d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	P_j	α_j	BBM
0	0	1	2	2	1	1	1	2	2	12	3.07	2.55
1	1	0	1	2	2	1	4	1	2	14	3.07	
2	2	1	0	10	10	4	2	2	2	33	0.57	
3	2	2	10	0	4	4	2	2	2	28	0.73	
4	1	2	10	4	0	4	2	2	2	27	0.37	
5	1	1	4	4	4	0	1	2	1	18	3.07	
6	1	4	2	2	2	1	0	1	2	15	1.92	
7	2	1	2	2	2	2	1	0	1	13	0.85	
8	2	2	2	2	2	1	2	1	0	14	2.19	

Từ các hệ số BBM trong ví dụ nói trên, chúng ta rút ra một số nhận xét:

1. Sự khác biệt giữa hai giải pháp kết nối là không lớn, thể hiện qua các hệ số BBM là 2,37 và 2,55;
2. Các hệ số BBM trên đều lớn so với 0, chứng tỏ hiện tại có sự bất cân bằng trong mạng này;
3. Khi chọn lựa bổ sung đường truyền dẫn, cách kết nối nút (2-7) sẽ tốt hơn so với cách sau.

Mạng trên chỉ có 9 nút, nên có thể dễ dàng ước lượng và đưa ra lựa chọn đem lại hiệu quả sử dụng mạng tốt hơn. Tuy nhiên, nếu là mạng khu vực có nhiều nút mạng và hàng triệu thuê bao trở lên và cần thiết phải di dời, thay đổi, bổ sung hàng loạt nút mạng, đường truyền, thì việc tính toán, ước lượng sẽ trở nên khó khăn hơn và nhiều khi không hiệu quả. Đồng thời việc tính toán sẽ giúp tiết kiệm những đường truyền không hiệu quả, có quyết định đầu tư tốt hơn.

2) Xét trường hợp các nút có độ ưu tiên khác nhau

Việc ứng dụng hệ số γ vào tính toán BBM cho toàn mạng được áp dụng tương tự hệ số α có nghĩa là nó cũng được nhân trực tiếp như α . Tuy nhiên, ý nghĩa của γ sẽ khác là nó sẽ giúp cho công tác hoạch định, dự báo quy hoạch tại các nút chịu tải “tương lai” sẽ cao hơn các nút khác.

Ví dụ: Tại nút Quận X đang có lượng chịu tải là T , hệ số α là a , tương ứng với số thuê bao (hay yêu cầu băng thông) tại nút là T_b . Tuy nhiên trong dự báo, tỷ lệ băng thông yêu cầu (tương ứng với số thuê bao dự kiến) sẽ là hệ số b . Vậy hệ số γ sẽ là b/a . Từ đó, chúng ta sẽ tính BBM toàn mạng theo các hệ số α, γ mới. Tại các nút không có các chỉ số ưu tiên thì áp dụng bằng 1.

3) Ứng dụng trong việc quyết định đầu tư

Do BBM chỉ là hệ số đánh giá mạng sau khi đã tính toán, dự tính dung lượng đường truyền... nên BBM chỉ giúp cho biết là với cách tính đó, thì tính hiệu quả đạt được như thế nào. Để ứng dụng trong thực tế, chúng ta cần dự trù trước với mạng cụ thể A, thì khi bổ sung đường truyền thì tính cân bằng như thế nào và cách bố trí nào là hợp lý nhất (so với khả năng đầu tư). Vì thế, hệ số BBM được xem như là một giải pháp giúp cho việc đánh giá cân bằng băng thông mạng từ đó giúp đưa ra quyết định đầu tư cuối cùng.

III. MÔ PHÒNG SỬ DỤNG HỆ SỐ BBM

Để có thể kết luận một mạng có hệ số BBM thấp hơn có chất lượng truyền dẫn như độ trễ đầu cuối đầu cuối tốt hơn, ta xét một mạng tương ứng với ví dụ thực tế ở phần 2.5.1, hình 4.

Sử dụng phần mềm OpNet RiverBed Modeler 17.5, mô phỏng một mạng có 9 nút và các bộ định tuyến như ví dụ trên (giả định có độ ưu tiên như nhau, tương ứng với mức nhu cầu băng thông như nhau), do đó trên mỗi nút ta đặt số máy trạm như nhau để dễ theo dõi.

Tốc độ giả lập trên mỗi máy trạm là: 10Kbytes/0,5ms, tương ứng với mức 10.000 (byte/packet) * 8 (bit/byte) * (1/0,0005)=160Mb/s.

Dung lượng trên toàn mạng (45 máy trạm) là 7,2 Gb/s.

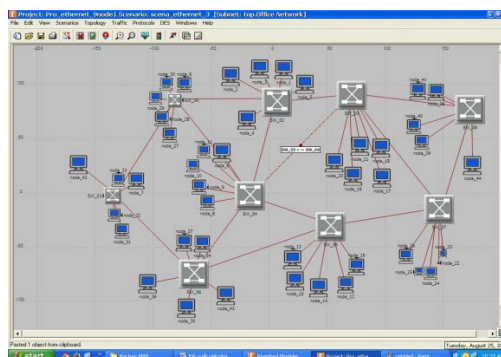
Để so sánh kết quả mô phỏng, ta lập mỗi liên kết SW3-SW4.

Các thông số so sánh bao gồm:

- Global statistics: Delay Ethernet, Traffic Received (bit/s), End-End Delay...

- Node Statistics: Delay Ethernet, Traffic Received (bit/s), Load (bit/s).

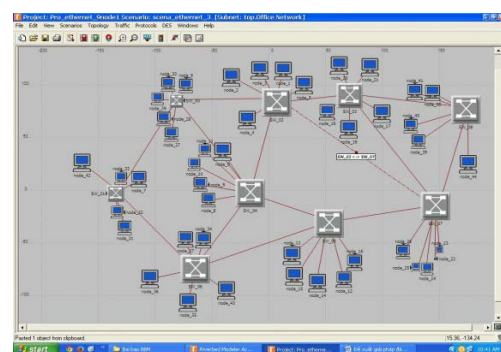
Mạng mô phỏng như hình 5.



Hình 5. Mạng mô phỏng 1

Sau đó nhân bản hoạt cảnh trên, xóa bỏ nối kết SW3-SW4, thay vào đó là liên kết SW2-SW7 hoàn toàn tương tự mỗi liên kết vừa xóa, ta có mạng mô phỏng thứ 2 như hình 6.

Việc thiết lập các giao thức, các tham số tương ứng cho hai hoạt cảnh được thực hiện trước khi nhân bản hoạt cảnh và được ứng dụng hoàn toàn như nhau khi so sánh kết quả mô phỏng.

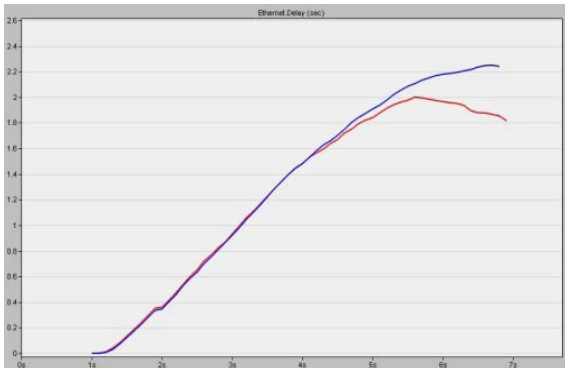


Hình 6. Mạng mô phỏng 2

Quá trình mô phỏng cho ta các kết quả sau:

1) Thông số trễ toàn mạng

Rõ ràng hai phương án tương ứng với 2 mạng mô phỏng đều gây trễ trong một khoảng nhất định, trong đó, phương án 2 (mạng mô phỏng thứ 2) sẽ ít gây hiệu ứng trễ hơn.



Hình 7. So sánh thông số trễ toàn mạng

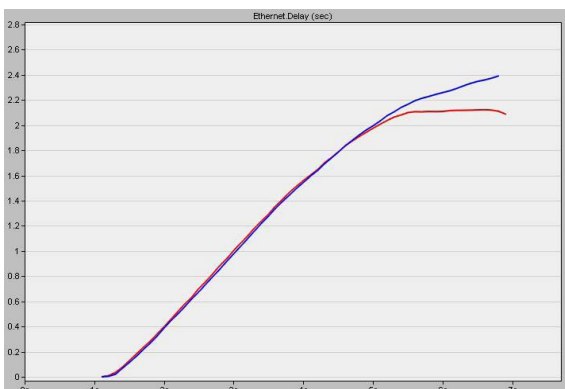
2) Thông số lưu lượng nhận toàn mạng



Hình 8. So sánh lưu lượng nhận toàn mạng

Về tổng thể, so với lưu lượng phát là như nhau nhưng phương án 2 tốt hơn và đảm bảo lượng thông tin thu nhận cao hơn.

3) Thông số trễ nội bộ các nút



Hình 9. So sánh thông số trễ nội bộ các nút

(Ghi chú: Trong cả ba hình 7, hình 8 và hình 9 về so sánh kết quả mô phỏng, đường màu xanh là phương án 1, màu đỏ là phương án 2)

Rõ ràng việc nhận thông tin tại các nút theo phương án 2 là tốt hơn (ít trễ hơn).

Các thông số khác về cơ bản là như nhau, thể hiện qua thông số BBM của chúng cũng xấp xỉ nhau.

4) Kết luận và đánh giá

Trễ của mạng vẫn đáng kể, đặc biệt trong giai đoạn giữa chu trình. Việc gây trễ nội bộ nút cũng gây ảnh hưởng đến việc truyền dữ liệu trong giai đoạn giữa chu trình truyền số liệu. Và với các kết quả xác lập từ việc mô phỏng trên, ta có thể nhận thấy phương án 2 (mạng mô phỏng 2 với kết nối SW2-SW7) tốt hơn một chút so với phương án 1 (mạng mô phỏng 1 với kết nối SW3-SW4), tương ứng với hệ số BBM đã tính trong phần 2.5, với phương án 2 có giá trị hệ số BBM thấp hơn.

Để cải thiện các thông số trên, cần thiết phải bố trí cân bằng hơn trong toàn mạng để giảm giá trị BBM, tương ứng giảm các thông số trễ, tổn thất gói tương ứng trong mạng.

IV. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐỀ TÀI

Việc đánh giá và xây dựng phương pháp đánh giá mạng viễn thông luôn là bài toán đặt ra cho nhà quản lý, nhà khai thác mạng. Việc xây dựng một hệ số đánh giá dựa trên thông số cân bằng băng thông trong một mạng khu vực bất kỳ sẽ đem lại một hiệu quả lớn cho nhà quản lý trong việc xây dựng kế hoạch đầu tư ngắn hạn, thậm chí là dài hạn.

Trong khuôn khổ bài báo, việc xây dựng và đưa ra hệ số BBM liên quan đến đảm bảo cân bằng băng thông trong mạng sẽ hỗ trợ cho nhà quản lý, khai thác mạng công cụ hiệu quả, nhanh chóng để có thể xây dựng quyết sách trong việc đầu tư, tái đầu tư... nhằm đảm bảo cho nhu cầu của khách hàng.

Nội dung và đóng góp của bài báo mới chỉ xây dựng hệ số BBM liên quan đến cân bằng băng thông, một trong các thông số của QoS. Trong tương lai, khi mà nhu cầu khách hàng tăng cao, việc đảm bảo đủ các chỉ số như trễ, jitter... cho

khách hàng trở nên bức thiết, thì việc xây dựng các hệ số khác như BDM (Balanced Delay Metric), hay BQM (Balanced QoS Metric) sẽ trở nên quan trọng hơn và đảm bảo đánh giá cụ thể mức độ đáp ứng của mạng với nhu cầu của khách hàng trong thời gian tới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/VNI_Hyperconnectivity_WP.html
- [2] J. L. Sobrinho. Network routing with path vector protocols: Theory and applications, in Proc. ACM SIGCOMM, September 2003.
- [3] N. Javaid, A. Bibi, K. Djouani. Interference and bandwidth adjusted ETX in wireless multi-hop networks. GLOBECOM Workshops (GC Wkshps), 2010 IEEE, vol., no., pp.1638-1643, 6-10 Dec. 2010.
- [4] Jing Deng, Ping Guo, Qi Li, Haizhu Chen. A Load Balancing Strategy with Bandwidth Constraint in Cloud Computing, The Open Cybernetics & Systemics Journal, 2014, 8: 115-121
- [5] H. Abdulbaset, Mohammad. A new localized network based routing model in computer and communication networks. International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC) Vol.3, No.2, March 2011.
- [6] A.S. Sairam and G. Barua. Bandwidth Management using Load Balancing. Proc.1st International Conf. on Communication System Software and Middleware (COMSWARE 2006), 2006.
- [7] <http://www.nict.go.jp/nrh/nwgn>
- [8] David Clark, Karen Sollins, John Wroclawski, Dina Katabi, Joanna Kulik, Xiaowei Yang. New Arch: Future Generation Internet Architecture. MIT Computer Science & Artificial Intelligence Lab. Dec 2003.
- [9] K. Kar, M. Kodialam, T. V. Lakshman. Minimum Interference Routing of Bandwidth Guaranteed Tunnels with MPLS Traffic Engineering Applications. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 18, No. 12, December 2000.

- [10] Data Structures and Algorithms, Dijkstra's Algorithm. <https://www.cs.auckland.ac.nz/software/AlgAnim/dijkstra.html>

PROPOSAL OF A METRIC TO EVALUATE NETWORK BANDWIDTH BALANCE

Abstract: Network quality evaluation is always a problem for which the network providers and managers care to save investment cost and to satisfy the demand of customers. Accompanied with the fast development of telecommunication (telecom) network presently, telecom services require the assurance of network quality more and more strictly.

On the base of researching the bandwidth equilibration, the paper proposes a new metric which helps to evaluate the network quality by calculating the bandwidth equilibrium, and also helps to invest, research and exploit telecom networks more efficiently.

Keywords: Bandwidth; BBM; load balancing; network effectiveness;



ThS. Trần Minh Anh tốt nghiệp đại học chuyên ngành Điện tử Viễn thông năm 1995 tại Trường ĐHBK Đà Nẵng và tốt nghiệp cao học Trường ĐHBK Hà Nội, hiện đang công tác tại Viễn thông Đà Nẵng. Hướng nghiên cứu: mạng thế hệ mới, QoS mạng viễn thông, kỹ thuật Viễn thông, cân bằng tải trên mạng, kỹ thuật định tuyến.



ThS. Phạm Đình Chung tốt nghiệp đại học và cao học năm 2005 và 2007 tại Học viện Kỹ thuật Quân sự, hiện đang công tác tại Trung tâm Nghiên cứu Phát triển băng rộng và cố định, Viện Khoa học Kỹ thuật Bưu điện. Hướng nghiên cứu: lý thuyết thông tin, truyền thông vô tuyến băng rộng, mạng định nghĩa mềm, kỹ thuật lưu lượng và Internet of Things.



TS. Nguyễn Chiến Trinh tốt nghiệp đại học năm 1989 tại Trường Đại học Điện tử - Truyền thông Odessa, Ukraina và tốt nghiệp cao học và nhận bằng tiến sĩ tại Đại học Điện tử - Truyền thông Tokyo, Nhật Bản vào các năm 1999 và 2005. Hiện công tác tại Khoa Viễn thông 1, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông. Hướng nghiên cứu: các công nghệ mạng thế hệ mới, mô hình hóa và phân tích lưu lượng mạng, phân bổ tài nguyên mạng, QoS mạng viễn thông và bảo mật mạng.