

XÂY DỰNG CÔNG CỤ ĐÁNH GIÁ HIỆU NĂNG MẠNG MÁY TÍNH QUA CÁC THAM SỐ CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ

NGUYỄN PHƯƠNG HOÀNG, NGUYỄN THỨC HẢI

Abstract. In this paper, we present some results on designing and implementing a toolkit of network performance evaluation based on the Quality of Service (QoS) parameters.

Tóm tắt. Bài báo trình bày một số kết quả nghiên cứu thực hiện việc đánh giá hiệu năng mạng máy tính qua các tham số chất lượng dịch vụ.

1. MỞ ĐẦU

Sự ra đời và phát triển của Internet đã thực sự tạo ra một cuộc cách mạng trong truyền thông. Các dịch vụ và ứng dụng trên mạng ngày càng chuyển tải các thể loại thông tin đa dạng hơn và yêu cầu cao hơn về hiệu năng mạng (Network Performance) và chất lượng dịch vụ (Quality of Service - QoS) trên mạng.

Mặc dù chưa có một định nghĩa chính xác và duy nhất về khái niệm QoS nhưng chúng ta có thể tạm định nghĩa: *QoS là điều kiện để việc cung cấp dịch vụ truyền dữ liệu trên mạng phù hợp với các ứng dụng và đảm bảo sự nhận biết của người dùng* [1].

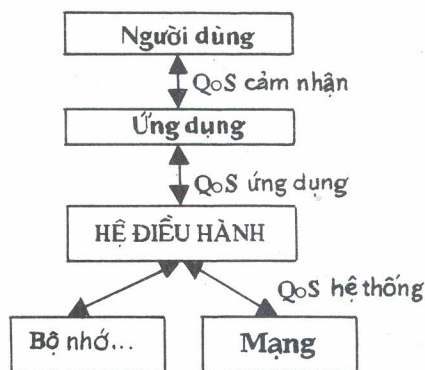
QoS bao gồm các tham số đánh giá hiệu năng như *độ tin cậy, độ sai lệch, biến thiên, độ trễ, thời gian thiết lập, tỷ suất bit lỗi...* đối với các dịch vụ, ứng dụng hoặc các thành phần khác của mạng như *host, router...* Tùy vào yêu cầu và dữ liệu truyền mà tham số nào cần chú trọng. Hình 1 mô tả mô hình phân cấp các tham số chất lượng dịch vụ.

Môi trường mạng đang hỗ trợ cho các ứng dụng đa phương tiện (multimedia) phát triển mạnh mẽ. Các tham số QoS quan trọng nhất trong truyền thông đa phương tiện là *băng thông - thông lượng, độ trễ và độ biến động*. Ngoài ra, *tỷ suất lỗi* cũng cần thiết trong trường hợp thông tin điều khiển, nhưng đối với dữ liệu đa phương tiện thì việc sai số một vài bit là không đáng kể. Tuy nhiên, khi tỷ suất lỗi đến một ngưỡng nào đó thì chất lượng hình ảnh và âm thanh là không thể chấp nhận được.

Việc nghiên cứu, tìm kiếm các phương pháp đánh giá hiệu năng mạng máy tính thông qua các tham số QoS và xây dựng các công cụ phần mềm tương ứng để hỗ trợ cho các nhà thiết kế và quản trị mạng đang thực sự trở thành yêu cầu cấp thiết. Bài báo này giới thiệu các kết quả bước đầu của nhóm tác giả thực hiện đề tài "*Xây dựng công cụ đánh giá hiệu năng mạng qua các tham số chất lượng dịch vụ*" tại Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

2. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ HIỆU NĂNG MẠNG QU A CÁC THAM SỐ CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ

Việc đánh giá hiệu năng của một mạng thường phải dựa trên các kết quả đo được rồi sau đó mới tiến hành xử lý thông tin, một đánh giá chính xác chỉ có được nếu nó dựa trên tập số liệu đo chính xác. Thông số quan trọng nhất của các phép đánh giá hiệu năng mạng chính là *thời gian*.



Hình 1. Phân loại tham số chất lượng dịch vụ - QoS

Chúng ta bắt đầu từ cơ sở của phép đo, hầu hết các công cụ đo hiện nay đều dùng cơ chế Echo của giao thức ICMP (Internet Control Message Protocol), tiêu biểu là phép đo "ping". Đây là cơ chế diễn ra trên tầng Mạng (Network layer). Cơ chế này cho phép chúng ta gửi gói tin có chiều dài tự chọn đến một nút mạng ở xa và thu được phản hồi trở lại. Thông tin kỹ hơn về cấu trúc cũng như nguyên tắc hoạt động của ICMP nói chung và ICMP Echo nói riêng được trình bày trong [2]. Một cơ chế khác của phép đo là gửi các gói tin UDP hoặc TCP từ tầng Giao vận (Transport layer) với cơ chế hoạt động hoàn toàn khác.

Độ trễ có thể là một chiều (one way delay), hay hai chiều (r_{tt} - round trip time delay). Độ trễ một chiều yêu cầu phải đồng bộ đồng hồ đo trên cả hai bên kết nối hoặc phải dùng giao thức NTP (Network Time Protocol), mặc dù nhóm kỹ thuật hợp tác giữa IPPM và một số trường đại học Bắc Mỹ đang tiến hành đồng bộ đồng hồ ở các sites trên mạng nhưng chúng ta không thể áp dụng phép đo này một cách đại trà với mọi trạm. Do vậy, trong điều kiện hiện có, chúng ta thường xét độ trễ r_{tt} là thời gian kể từ lúc gửi gói tin đi cho đến lúc nhận được thông tin trả lời.

Việc gửi gói tin kích cỡ bao nhiêu và số lần lặp sẽ quyết định chính xác của kết quả. Để giảm sai số, người ta thường hiển thị kết quả với ba loại: *trung bình*, *min* và *max* để có thể tự đánh giá hoặc dùng các chương trình lọc kết quả nhằm có thể loại bỏ các kết quả sai.

Trong thực nghiệm, việc tính toán giá trị trung bình a , độ biến thiên trung bình v của phép đo m được thực hiện bởi:

$$\begin{aligned} E_{rr} = m - a &\Rightarrow a \leftarrow a + gE_{rr} \\ &\Rightarrow v \leftarrow v + g(|E_{rr}| - v). \end{aligned}$$

Để tiện tính toán, g được chọn là lũy thừa của 2 (có nghĩa $g = 1/2^n$), với $n = 4$ hay $g = 1/16$, ta có thuật toán xác định giá trị trung bình và độ biến thiên như sau:

```
/* giá trị trung bình của a */
m -= (sa >> 4);
sa += m;
/* độ biến thiên */
if (m < 0)
    m = -m;
m -= (sv >> 4);
sv += m;
```

Sau đây chúng ta sẽ tìm hiểu về việc áp dụng thuật toán tính độ biến thiên tức thời trong việc tính độ biến động trên mạng.

2.1. Cơ sở phép đánh giá sự biến động trễ - jitter

Độ biến động (*jitter*) thường để chỉ sự biến thiên của một phép đo (thường là độ trễ) gắn với một số giá trị đo (ví dụ độ trễ lớn nhất hoặc nhỏ nhất).

Áp dụng thuật toán tính tức thời sự biến thiên đã trình bày ở trên chúng ta có độ biến động sẽ được lấy một cách liên tục theo mỗi gói tin i nhận được so với gói tin $i-1$ (không nhất thiết phải theo tuần tự) có dạng như sau:

$$J = J + (|D(i-1, i)| - J)/16,$$

$D(i-1, i)$ là khoảng cách thời gian giữa hai gói tin kề nhau. Hệ số 1/16 đã được chứng minh trong [7] là tối ưu để giảm nhiễu.

Trong nhiều trường hợp chúng ta không những cần một giá trị mà còn cần đến một khoảng các kết quả đánh giá. Một khái niệm khác về *jitter* do Trường đại học Stanford (Mỹ) đưa ra coi độ biến động là sự sai khác giữa độ trễ lớn nhất và độ trễ nhỏ nhất của một tập kết quả thu được. Cách tính độ biến động dựa trên cách tính sự sai khác IQR (InterQuartile Rang) trong xác suất thống kê của một tập giá trị:

$$J = IQR = Q_3 - Q_1,$$

Q_3 là phần tư (quartile) thứ ba và Q_1 là tỷ lệ phần tư thứ nhất.

2.2. Đánh giá QoS bằng phương pháp Packet Pair

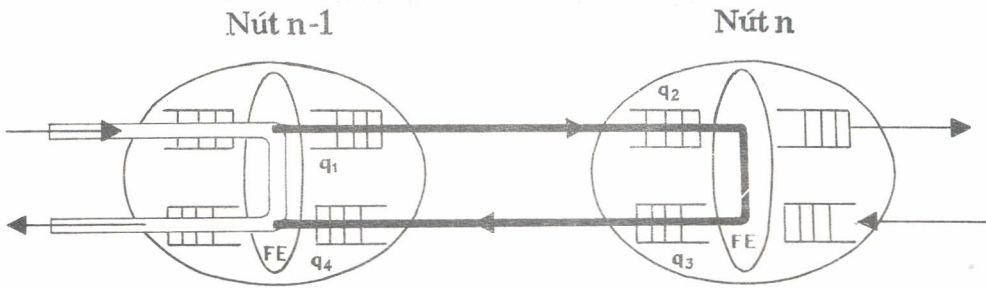
Đây là phương pháp hay gặp trong các công cụ đánh giá hiệu năng, cho phép đánh giá bằng thông tức thời tại nút liên kết. Ý tưởng chính của phương pháp này là thời gian trễ tại liên kết chính là thời gian cần thiết để xử lý một gói tin. Điều này có thể tham khảo trong [3], bằng thông tại nút chắc chắn bé hơn trên đường truyền làm cho hai gói tin đi đến đây rồi lại ra đường truyền thì sẽ xuất hiện sự thay đổi về khoảng cách giữa gói tin. Khoảng cách này không đổi khi hai gói tin này đi qua lại đúng nút đó và nó chính bằng thời gian cần để xử lý một gói tin.

Chúng ta thấy việc sử dụng họ thuật toán Packet Pair mang lại điểm bất lợi là ta chỉ biết được một tham số của đường truyền là bằng thông, các tính năng khác như trễ truyền, sự biến thiên của độ trễ tại hàng đợi... đều không thể xác định. Thêm vào đó, chúng ta không biết gì về các nút trung gian và có thể có nhận định sai trong trường hợp một mạng tốc độ cao kết nối với các điểm cuối có tốc độ chậm.

Sau đây chúng ta sẽ làm quen với một phương pháp đánh giá được coi là đặc sắc và khá hiệu quả, đáp ứng những yêu cầu đã đặt ra - phương pháp sử dụng các gói tin có kích thước khác nhau.

2.3. Phương pháp sử dụng các gói tin kích thước khác nhau - Pathchar

Đây là họ thuật toán hoạt động dựa trên việc gửi các gói tin với kích cỡ khác nhau và đo thời gian quay vòng rtt của chúng. Thuật toán này đã được lựa chọn trong việc đánh giá các thông số cơ sở của một mạng máy tính đa phương tiện.



Hình 2. Mô hình mạng được đo

Việc đầu tiên chúng ta quan tâm là làm thế nào nhận biết các điểm trung gian trên một đường truyền (dò vết). Trong các công cụ đã được xây dựng chúng ta quan tâm đến một công cụ phân tích đường truyền hay sử dụng là **traceroute**.

Nguyên tắc của việc dò vết dựa trên ưu điểm của trường "vòng đời" (Time To Live - TTL) trên các gói tin IP. Chúng ta biết trong các gói tin IP đều chứa một trường TTL được khởi tạo bởi phía gửi và giảm dần đi một đơn vị tại mỗi *router* trung gian. Khi trường này bị giảm về không, gói tin sẽ bị loại bỏ và một gói tin thông báo lỗi (thông báo ICMP *Time Exceeded*) sẽ được trả về cho người gửi. Địa chỉ trên gói tin báo lỗi sẽ chỉ ra *router* nào đã hủy bỏ gói tin gửi đi và tiến hành thông báo lỗi. Bằng việc đặt cho trường TTL một giá trị bằng n , chúng ta sẽ có thể lấy được *router* thứ n trên đường truyền [8].

Thuật toán đánh giá đường truyền *Pathchar* bằng các gói tin có kích thước khác nhau dựa trên nguyên tắc của **traceroute**. Phương pháp phân tích được sử dụng trong thuật toán và thử nghiệm là lý thuyết hồi qui và giải thuật sai số bình phương tối thiểu.

Xét mô hình mạng trong hình 2 ta thấy quá trình phân tích sẽ dựa trên chu trình xử lý của gói tin. Đầu tiên, trước khi rời khỏi nút thứ $n-1$, gói tin phải đợi trong hàng đợi q_1 để được gửi đi ra đường truyền. Thời gian chi phí trên đường truyền là một hàm tuyến tính đối với kích thước gói tin, hai hệ số là *độ trễ truyền* (lat_i) và *băng thông* (b_i). Tại nút thứ n , gói tin lại phải đợi trong hàng đợi một lần nữa để được *router* xử lý và sinh ra thông báo lỗi. Thông báo lỗi này đợi trong

hàng đợi rồi quay trở về nút $n-1$ với thời gian truyền $lat_i + err_size/b_i$. Trong đó err_size là kích cỡ gói tin thông báo lỗi ICMP *Time Exceeded* (bằng 56 bytes). Cuối cùng, gói tin thông báo lỗi lại phải dừng lại tại hàng đợi của nút $n-1$. Thời gian quay vòng rtt từ nút $n-1$ đến nút n và quay lại sẽ là:

$$rtt = q_1 + (lat + s/b_i) + q_2 + forward + q_3 + (lat + err_size/b_i) + q_4, \quad (1)$$

trong đó q_i là biến ngẫu nhiên biểu diễn thời gian tại hàng đợi i , $forward$ là thời gian cần thiết để xử lý lỗi gói tin.

Nhằm giảm bớt sự phức tạp trong tính toán, trong thực tế chúng ta đưa ra ba giả định:

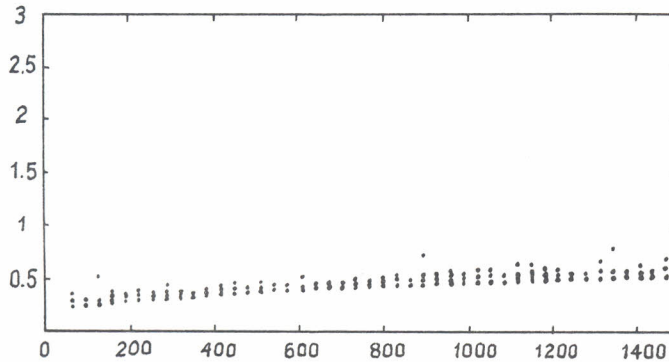
- Do kích thước gói tin thông báo lỗi là bé nên có thể coi err_size/b_i là không đáng kể.
- Vì tốc độ xử lý cao nên thời gian cần thiết cho việc xử lý gói tin là không đáng kể.
- Khi thực hiện nhiều phép đo và gửi tin trong một đường truyền, luôn tồn tại một gói tin có thời gian quay vòng với thời gian tại các hàng đợi là không đáng kể.

Loại bỏ các thông số xét trong giả định, chúng ta thu được thời gian quay vòng tối ưu có thể được cho một gói tin là:

$$rtt = (lat + s/b_i) + lat. \quad (2)$$

Đây là phương trình cơ sở cho mọi đánh giá liên kết dựa trên quan hệ giữa sự biến thiên độ trễ với kích thước gói tin.

Hình 3 biểu diễn kết quả của 360 phép dò với 45 kích cỡ gói tin khác nhau, từ 64 đến 1500 bytes giữa một máy trạm và máy chủ tại Viện Tin học sử dụng tiếng Pháp (IFI). Mỗi điểm biểu diễn cho một phép dò, mỗi cột là một lần lấy mẫu tương ứng với một kích cỡ gói tin.



Hình 3. Quan hệ giữa thời gian quay vòng rtt và kích thước gói tin

Tại mỗi lần lấy mẫu, ta sử dụng phép lọc đưa ra giá trị rtt thấp nhất nhằm thu được một bộ các giá trị cực tiểu (SORTT) cho một đánh giá. Khi các phép dò đưa ra kết quả tập trung tại điểm cực tiểu có nghĩa là tồn tại một xác suất lớn để các gói tin truyền qua mạng không có trễ tại hàng đợi. Thêm vào đó, chúng ta thấy rằng với trường hợp này có thể giảm thiểu số phép dò cho kích cỡ gói tin đó mà vẫn thu được kết quả chính xác.

Chúng ta áp dụng phương pháp bình phương tối thiểu nhằm thu được một đường hồi quy với hai tham số của thời gian truyền (phương trình (2)) là:

- Trễ truyền từ máy trạm đo đến nút thứ n được đo và quay lại.
- Chi phí cực tiểu cho việc gửi thêm một byte theo đường truyền ($1/bw$).

Việc đánh giá liên kết giữa các điểm trên đường truyền được thực hiện để dàng nhờ đánh giá sai khác giữa các đường hồi quy tương ứng bằng các phép trừ do các tham số là lũy tích.

Ví dụ để tìm độ trễ tuyến (lat) giữa hai điểm A và B trên một đường truyền vật lý khi đo được giá trị hệ số của đường hồi quy tương ứng nút B là (9,88ms; 9,61 μ s/B) và của nút A là (2,22ms;

4,02 $\mu\text{s/B}$). Ta trừ hai hệ số thu được kết quả bằng $9,88 - 2,22 = 7,66 \text{ ms}$. Theo phương trình (2) ta thấy độ lệch này bằng hai lần độ trễ liên kết, ta tính được độ trễ liên kết của kết nối giữa hai điểm là $7,66/2 = 3,83 \text{ ms}$. Để tìm băng thông số ổn định cơ sở, ta trừ hai hệ số $9,61 - 4,02 = 5,6 \mu\text{s/B}$. Theo phương trình (2), băng thông ổn định giữa hai điểm chính là nghịch đảo của kết quả trên. Từ đó, ta có băng thông ổn định tương ứng là $1/56 \mu\text{s/B} = 1,43 \text{ Mb/s}$. Đường truyền giữa hai điểm trên có thể là đường truyền loại T1.

3. XÂY DỰNG CÔNG CỤ IPTRAFIC VÀ MỘT SỐ KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

3.1. Bộ công cụ IPtraffic

Khi xây dựng bộ công cụ đánh giá hiệu năng mạng thông qua các tham số chất lượng dịch vụ (được đặt tên là **IPtraffic**), sau khi xem xét các nhu cầu sử dụng, chúng tôi nhận thấy bốn tham số quan trọng trong việc đảm bảo chất lượng dịch vụ là độ trễ (*delay*), độ biến động (*jitter*), tỷ suất mất tin (*lossrate*), băng thông (*bandwidth*). Trong đánh giá, độ trễ được đánh giá qua sự biến động tức thời và độ biến động IQR (*IQR jitter*). Phần mềm đánh giá hiệu năng **IPtraffic** được xây dựng bằng ngôn ngữ lập trình ANSI C trên hệ điều hành LINUX gồm hai công cụ **hps** và **hpcs**, trong đó **hps** phục vụ cho mục đích đánh giá tức thời và phép đo thống kê còn **hpcs** phục vụ việc đánh giá các thông số cơ sở. Các phương pháp gửi tin và đánh giá trình bày ở trên đều đã được cài đặt trong hai công cụ này.

- **hps** - Trong công cụ **hps**, chúng tôi đã xây dựng một *module phục vụ thống kê độ biến động IQR và tỷ suất mất tin theo các chế độ gửi tin có kết nối và không kết nối*. Việc đánh giá đang được tiến hành tại Viện Tin học sử dụng tiếng Pháp (IFI) 10 phút một lần trong vòng 1 tháng. Một *module khác phục vụ đánh giá tức thời bốn thông số QoS* kể trên trong đó băng thông được đánh giá nhờ phương pháp *Packet Pair*, tuy nhiên việc đánh giá độ mất tin tức thời không đem lại lợi ích bằng phép thống kê.
- **hpcs** - Việc đánh giá các đặc tính đường truyền do công cụ **hpcs** đảm nhận. Chúng tôi sử dụng phương pháp *Pathchar* với mục đích nhờ sự linh hoạt của thuật toán ta có thể đánh giá thêm nhiều đặc tính quan trọng như độ biến động chuẩn, độ trễ tại hàng đợi và sự phân tán độ trễ tại đây.

3.2. Một số kết quả thực nghiệm

3.2.1. Thực nghiệm tại Viện Tin học sử dụng tiếng Pháp (IFI)

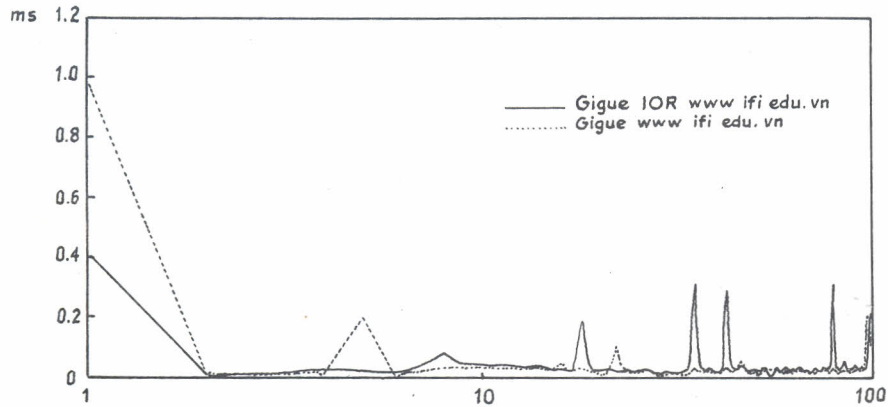
Viện Tin học sử dụng tiếng Pháp (IFI) là một môi trường học tập và làm việc theo cách tiếp cận hiện đại của châu Âu. Chúng tôi đã lựa chọn IFI và cho rằng đó là một môi trường thực nghiệm tiêu biểu cho các hệ thống phục vụ trong nghiên cứu và học tập. Các thử nghiệm về độ ổn định, độ chính xác của các công cụ được thực hiện phần lớn tại đây.

Hình 4 là giao diện thu được từ phép đánh giá *Webserver* của IFI bằng các gói tin 1000 bytes, 100 gói tin/lần đo theo chế độ NORMAL. Độ biến động nhỏ hơn 0,4 ms được coi như chấp nhận được cho việc truyền đa phương tiện với *chất lượng trung bình*. Tuy nhiên, chất lượng còn phải tùy thuộc vào ứng dụng giao tiếp và chuẩn (ví dụ H.261 hay MPEG, v.v.) được sử dụng.

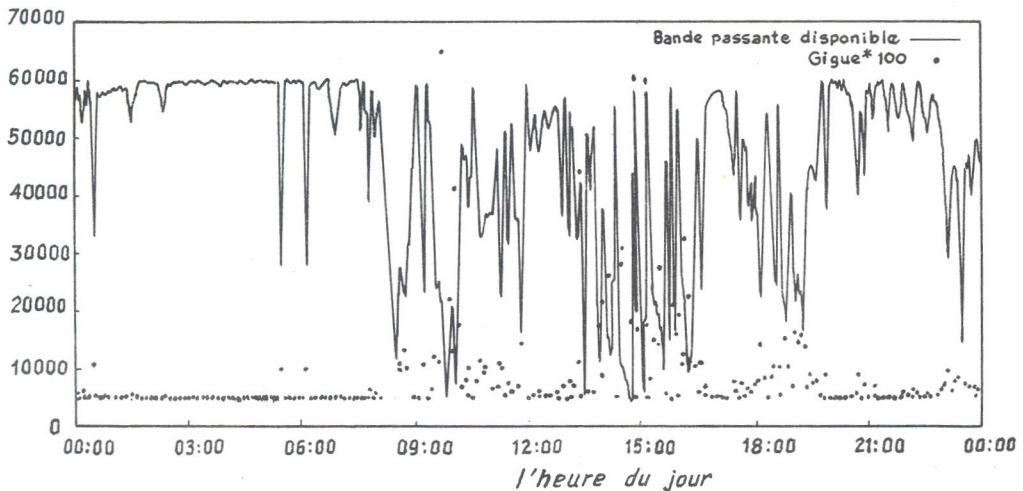
Như đã nói ở trên, *tỷ suất mất tin* được chúng tôi đánh giá cùng với độ biến động IQR cứ 10 phút một lần trong một khoảng thời gian dài. Ví dụ hai ngày 2-3/5/2000 chúng tôi nhận thấy tỷ suất mất tin theo phương thức gửi tin có kết nối tại IFI vào khoảng 0,076% (với khoảng 28.000 phép đo). Đây là con số chấp nhận được, tuy nhiên có một nhận xét qua hơn một tháng thực hiện là tỷ suất mất tin lại phân bố không đều, thường thì là 0% nhưng có lúc lên rất cao (rất hiếm khi gặp) như ngày 12/5/2000 vào khoảng 4h40-5h15 có lúc là 32%. Điều này cũng phù hợp với nhận định của kỹ sư hệ thống tại IFI.

Công việc đánh giá mức độ sử dụng mạng là công việc phổ thông nhưng giữ vai trò quan trọng trong đánh giá tính hiệu quả của một mạng. Qua hình 5, chúng ta thấy kết nối IFI-VDC được sử dụng rất hiệu quả, đặc biệt có thể thấy kết nối được sử dụng đến gần 1 giờ sáng. Chúng tôi đã kiểm

tra và thấy tại phòng thí nghiệm TPII của IFI sinh viên luôn làm việc đến khoảng thời gian này.



Hình 4. Độ biến động của phép đo NORMAL đến WebServer của IFI



Hình 5. Nhật ký sử dụng đường truyền VDC-IFI ngày 3/5/2000

3.2.2. Thực nghiệm tại Công ty Hewlett Packard (HP) Vietnam

HP là một công ty đa quốc gia và có tiềm năng rất lớn, thiết bị luôn được trang bị rất tốt. Chúng tôi đã chọn HP Vietnam như một môi trường thực nghiệm cho mạng phục vụ hoạt động kinh doanh. Các phép đo phần lớn nhằm thử nghiệm chương trình và đánh giá cơ sở hạ tầng. Trong khuôn khổ bài báo, chúng tôi chỉ xin đưa ra minh họa cho phép đánh giá mạng cục bộ tại CCO Group và thử nghiệm độ ổn định của công cụ hpcs. Hình 6 là kết quả phép đánh giá hai tham số cơ sở là băng thông liên kết và độ trễ truyền từ máy trạm đến CCO-Server.

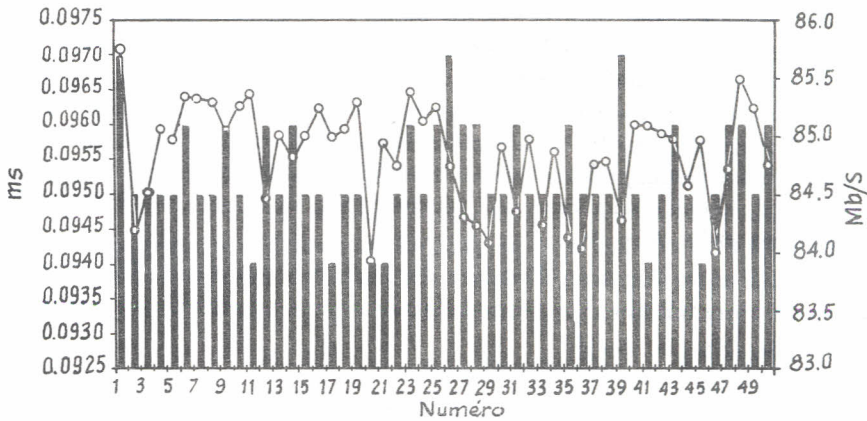
Chúng ta nhận thấy độ ổn định khá cao trong 50 lần đo tại các thời điểm khác nhau, có tải hoặc không. Kết quả có sự xê dịch khoảng 0,08% là rất ổn định.

3.3. Đánh giá kết quả

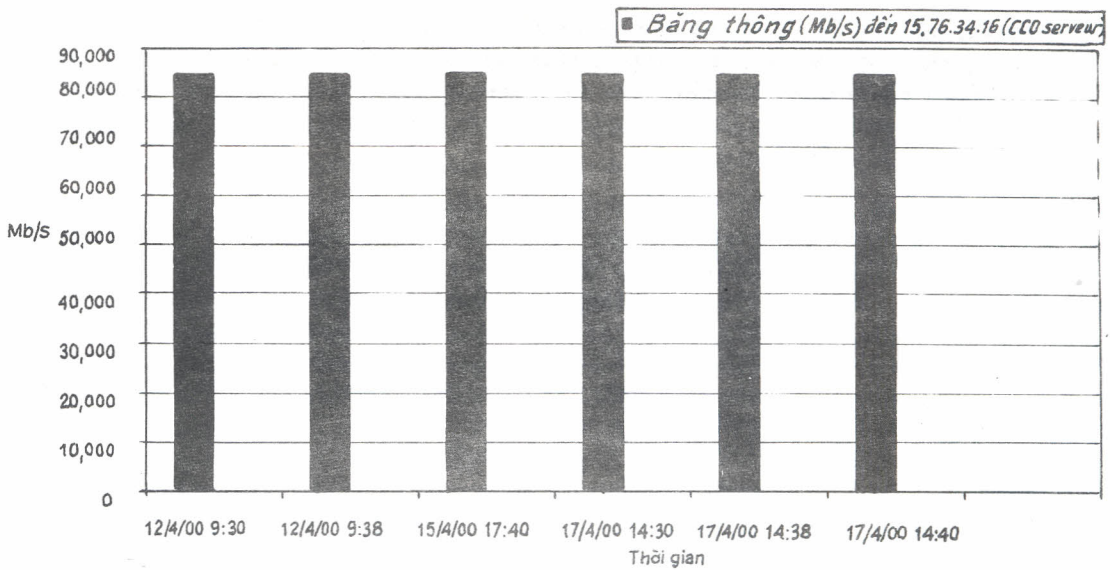
3.3.1. Độ chính xác và độ ổn định

Như kết quả thu được trong hình 3, ta thấy giả định quan hệ giữa thời gian trễ tối thiểu và kích thước gói tin là tuyến tính. Do đó thuật toán đã được chứng minh bằng thực nghiệm. Việc thực nghiệm được tiến hành tại Công ty HP Vietnam cho ra kết quả như trong hình 7.

Chúng ta quan sát thấy sự ổn định đáng ngạc nhiên trong phép đánh giá bằng thông ổn định. Điều này có thể giải thích nhờ phương trình (2), bằng thông được đánh giá dựa trên việc xét độ trễ tối thiểu, không phụ thuộc vào hàng đợi. Đồng thời kết quả đo được rút ra dựa trên một bộ gồm rất nhiều phép đo, chính số lượng lớn các phép đo sẽ làm giảm thiểu khả năng kết quả bị ảnh hưởng do nhiễu.



Hình 6. Thử nghiệm độ ổn định phép đo tại HP CCO-Server



Hình 7. Biểu đồ kết quả thực nghiệm phép đo bằng thông HP CCO

Một câu hỏi đưa ra là “Nên sử dụng nhiều kích thước gói tin khác nhau hay sử dụng nhiều phép đo cho một kích thước gói tin?”.

Để trả lời cho vấn đề này, ta thấy đối với hai trường hợp trên có sự khác biệt rõ ràng:

- Ưu điểm của số lượng lớn lần đo là xác suất có được giá trị rtt cực tiểu lớn hơn. Với các mạng có khả năng nhiễu lớn thì có thể tồn tại các giá trị SORTT chưa đạt gần với giá trị thực.

- Ưu điểm của việc thực hiện đánh giá sử dụng số lượng lớn kích thước gói tin chính là có thêm nhiều điểm phục vụ việc tìm đường hồi quy theo phương pháp bình phương tối thiểu.

Do không có được một thiết bị điện tử đánh giá chính xác các tính chất đường truyền nên chúng ta không thể so sánh ưu nhược điểm của hai phương pháp trên. Trên thực tế, bằng nhận định trên

thực nghiệm, chúng tôi tạm đưa ra một kết luận: *sử dụng nhiều kích thước gói tin có lợi hơn sử dụng nhiều lần dò*. Chúng ta có thể dẫn chứng nhận định này theo phương trình (2): một sự sai sót nhỏ trong đường hồi quy sẽ dẫn đến sai số rất lớn trong đánh giá nhất là đánh giá bằng thông. Việc đưa ra một đường hồi quy chính xác được quyết định bởi độ lớn và độ chính xác của bộ giá trị. Rõ ràng số lượng lớn các điểm có lợi hơn việc giảm sai số tại giá trị một vài điểm đầu vào.

3.3.2. Độ hội tụ

Như đã trình bày ở trên, trong nhiều trường hợp chúng ta không những cần một giá trị mà còn cần đến một khoảng các kết quả đánh giá. Những phương pháp đánh giá trước đây và ngay cả phương pháp bình phương nhỏ nhất cũng chỉ đưa ra kết quả đánh giá dựa trên SORTT của mỗi kích thước gói tin. Chúng ta không biết được xác suất một gói tin truyền qua mạng mà không phải đợi tại các hàng đợi là bao nhiêu, độ hội tụ của đánh giá như thế nào... để phục vụ cho việc tìm khoảng giá trị đánh giá, chúng ta áp dụng một phương pháp được giới thiệu trong Hội nghị ACM SIGCOMM '99, *phương pháp chặn-lé*.

Ta chia một tập giá trị ra làm hai phần chứa các phép đo được đánh số *chẵn* và *lẻ*. Việc đánh giá sai khác giữa các đường hồi quy được thực hiện hai tập giá trị này với các trường hợp:

- Dựa vào sai khác giữa các tập lẻ.
- Dựa vào sai khác giữa các tập chẵn.
- Dựa vào sai khác giữa các tập lẻ của một đường và tập chẵn của đường còn lại, và ngược lại.

Chúng ta sẽ thu được bốn giá trị đánh giá, khoảng đánh giá được xác định bởi giá trị lớn nhất và nhỏ nhất trong bộ giá trị.

Quay lại với việc tìm độ hội tụ của phương pháp đánh giá, thông số hội tụ của một phép đánh giá theo phương pháp "*Gói tin kích thước khác nhau*" chính là *thương số giữa giá trị khoảng cách đánh giá với đánh giá nhỏ nhất*. Nói cách khác, ta lấy hiệu số giữa giá trị đánh giá lớn nhất và nhỏ nhất chia cho giá trị nhỏ nhất rồi lấy phần trăm. Với các mạng hiện nay (< Gigabits), chúng ta thấy độ hội tụ < 10% là chấp nhận được.

Bảng 1. Đánh giá sơ bộ mạng IFI

| Thời gian | | Số phép đo | Máy đo | Min (Mb/s) | Max (Mb/s) | Đánh giá (Mb/s) | Độ hội tụ (%) | Trễ truyền (ms) |
|-----------|-------|------------|-------------------------|------------|------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Ngày | Giờ | | | | | | | |
| 20/4/2000 | 19:00 | 8×45 | camau.tpII | 38,579 | 39,874 | 39,452 | 3,36 | 0,119 |
| | 19:20 | 8×45 | Jupiter (dorsale) | 43,543 | 44,105 | 45,240 | 1,29 | 0,166 |
| | 19:30 | 8×45 | sapa.tpII | 37,226 | 37,658 | 38,177 | 1,16 | 0,122 |
| | 19:30 | 8×45 | router.tpII | 44,439 | 44,783 | 44,789 | 0,77 | 0,169 |
| | 19:47 | 32×45 | cantho.tpII | 40,190 | 40,530 | 40,351 | 0,85 | 0,122 |
| | 20:15 | 8×45 | benin.tpI (router.tpII) | 47,682 | 49,207 | 49,173 | 3,2 | 0,165 |
| | | | benin.tpI | 5,013 | 5,409 | 5,412 | 0,79 | 0,321 |
| 21/4/2000 | 15:15 | 8×45 | sapa.tpII | 38,467 | 38,771 | 39,825 | 0,79 | 0,204 |

Từ thông số độ hội tụ ta còn có thể nghĩ đến cơ chế bộ lọc của một *motor thông minh* điều chỉnh số phép đo dựa trên trọng số là độ hội tụ đưa vào. Việc xây dựng *module* tương ứng thực tế

là công việc không quá phức tạp. Thực nghiệm cho thấy với các mạng độ ổn định cao, ta chỉ cần sử dụng một vài gói tin đo vẫn đủ thu được các kết quả khả quan. Bảng 1 là một số kết quả thu được tại IFI. Chúng ta có một số nhận xét như sau:

Mạng IFI có độ biến động tương đối cao, chúng ta chỉ cần sử dụng một ít phép đo (8 lần / kích cỡ) nhưng vẫn thu được kết quả khả quan, so với khuyến cáo tại SIGCOMM '99 là nên sử dụng 64 lần đo / kích cỡ gói tin thì ta đã tiết kiệm được nhiều thời gian và tài nguyên. Trong trường hợp mạng có tải và tranh chấp, việc sử dụng nhiều lần đo cho một kích thước là cần thiết nhưng trong trường hợp ít hoặc không tải, đôi khi ta chỉ cần dùng 2 lần đo / kích cỡ gói tin mà vẫn đạt yêu cầu. Đây chỉ là một vài con số trong số liệu chúng tôi thu được qua hai tháng thực nghiệm tại IFI. Chúng ta nhận thấy sự khác biệt đáng kể giữa hệ thống CCO của HP và hệ thống TPII của IFI. Điều này có thể tạm giải thích do độ dài đường truyền, cách bố trí hệ thống và chất lượng thiết bị của HP vượt trội. Tuy nhiên, trong thực tế còn có thể có những nguyên nhân chưa được phát hiện.

Ta thấy các giá trị trên đường hồi quy tương ứng với trường hợp tối ưu - các gói tin không phải xếp hàng tại các hàng đợi. Điều này cho thấy sự biến thiên của độ trễ chính là tác động của hàng đợi trong truyền tin. Do đó, từ bộ giá trị $x[i]$ và $y[i]$ chúng ta tính được độ trễ trung bình tại các hàng đợi của một liên kết sẽ là trung bình chung của hiệu số ($y[i] - (a + bx[i])$):

$$\bar{d}_q = \frac{\sum_{i=1}^n (y[i] - (a + bx[i]))}{n} \quad (3)$$

4. KẾT LUẬN

Những phần trình bày trên đây là một phần rất quan trọng của đề tài "Xây dựng công cụ đánh giá hiệu năng mạng đa phương tiện qua các tham số chất lượng dịch vụ" gồm hai phần:

- Đánh giá tức thời các tham số chất lượng dịch vụ của mạng.
- Đánh giá các tham số tài nguyên, đặc tính của mạng.

Việc áp dụng phương pháp tính toán tức thời cho phép đáp ứng tốt hơn đối với các ứng dụng yêu cầu kết quả đo với thời gian thực. Mặt khác, việc áp dụng phương pháp kích thước gói tin thay đổi vào đánh giá các tham số là hoàn toàn phù hợp với yêu cầu đánh giá đường truyền một cách chi tiết và chính xác. Chúng ta có thể tính toán và thu được các thông số của đường truyền như băng thông ổn định cực đại, độ trễ truyền một chiều, độ trễ trung bình tại hàng đợi.... Theo nhận định của nhóm tác giả thì đây là một phương pháp thực sự đặc sắc, không yêu cầu môi trường đặc biệt nhưng lại cho những kết quả đáng khích lệ. Tuy nhiên, cũng như phương pháp *Packet Pair*, phương pháp này có nhược điểm là lượng tin đưa vào đường truyền lớn, thực hiện một phép đánh giá mất nhiều thời gian. Hướng phát triển chính của công cụ là kết hợp giữa 2 phương pháp *Packet Pair* và *Pathchar*, đồng thời cải tiến để có được đánh giá chính xác nhưng không mất nhiều thời gian và tài nguyên. Trên thực tế qua nhiều tháng thực nghiệm tại Viện Tin học sử dụng tiếng Pháp và Công ty Hewlett Packard Vietnam, chúng tôi thấy vấn đề đánh giá chất lượng dịch vụ và hiệu năng mạng đang dần được quan tâm tại Việt Nam. Sự hỗ trợ và quan tâm của các nhà quản trị hai hệ thống trên trong quá trình thực hiện đề tài này là một minh chứng cụ thể cho sự đúng đắn của hướng phát triển. Nhóm tác giả luôn mong đợi sự quan tâm và hợp tác để có thể xây dựng những công cụ mới hiệu quả hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Claudine Chassagne, *Qualité de Service dans l'Internet*, CNRS, 1998.
- [2] J. Postel, *ICMP Protocol*, IETF, 1981.
- [3] Nguyễn Kim Thoa, Trần Việt Hưng, Xây dựng công cụ đánh giá bằng thông liên kết mạng Internet, *Chuyên san Các công trình nghiên cứu và triển khai về CNTT và Viễn thông - Tạp chí Bưu chính Viễn thông*, số 1 (1999).

- [4] Nguyễn Thức Hải, *Mạng máy tính và Các hệ thống mở*, Nhà xuất bản Giáo dục, 1997.
- [5] R. L. Evans, *Wide Area Network Performance and Optimization*, Addison-Wesley, 1996.
- [6] Stanford University, *Bandwidth Measurement Algorithms*, 1999.
- [7] V. Paxson, G. Almes, J. Mahdavi, M. Mathis, *Framework for IP Performance Metrics*, IETF, 1998.
- [8] Van Jacobson, *Pathchar - a Tool for to Infer Characteristics of Internet Paths*, Mathematical Science Research Institute (MSRI), April 1997.

Nhận bài ngày 14 - 7 - 2000

*Khoa Công nghệ thông tin
Trường Đại học Bách khoa Hà Nội*