

XÂY DỰNG CÔNG CỤ ĐÁNH GIÁ ĐỘ TIN CẬY CHO MẠNG NỘI BỘ

Khoa Công nghệ Thông tin - Đại học khoa học Huế

VÕ THANH TÚ, NGUYỄN TRUNG HIẾU

Abstract. In this paper, we discuss the fundamental principles for client observation and its performance indices and the design and implementation of the reliable evaluation system for Intranet.

Tóm tắt. Trong bài báo này, chúng tôi tập trung vào xây dựng cách thức quan sát các máy trạm và thiết kế, cài đặt hệ thống đánh giá độ tin cậy giúp cho việc nâng cao hiệu năng của mạng Intranet.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khi thiết kế mạng, dù là mạng cục bộ hay mạng diện rộng người thiết kế dự kiến sẽ sử dụng một tập các thiết bị mạng (máy chủ, máy trạm, chuyển mạch, bộ định đường...) và đường truyền đã biết trước những tính năng kỹ thuật của chúng. Vấn đề đặt ra là phải kết nối các thành phần đó sao cho đáp ứng được toàn bộ các yêu cầu trao đổi thông tin có hiệu quả. Đó chính là vấn đề tối ưu hoá mạng (hiệu năng) trong đó các tham số chính là thông lượng (throughput), độ trễ (delay), độ tin cậy (reliability).

Độ tin cậy có thể được xem xét dựa trên độ kết nối hình học của mạng, tỷ suất hỏng đường truyền hoặc thiết bị nút mạng, cùng với thời gian trung bình cần thiết để khắc phục các sự cố. Ở đây chúng ta có thể giả thiết các máy tính trong hệ thống mạng đều có độ tin cậy cao.

Dựa trên lý thuyết về độ tin cậy (nút mạng và các cung đường truyền) và dịch vụ mà mạng cung cấp ta tìm cách đo độ tin cậy và hướng phát triển thuật toán đánh giá các thông số đó. Thông số độ tin cậy nghiên cứu trong bài báo này là xác suất tại một thời điểm nhất định mà hai trạm có thể trao đổi thông tin với nhau trên mạng hai chiều (đường truyền có thể bị lỗi ngẫu nhiên và độc lập với nhau). Xác suất mạng hoạt động được là độ tin cậy nguồn - đích của hệ thống. Kết quả nghiên cứu được hiện thực hoá dưới dạng phần mềm công cụ ứng dụng cho môi trường mạng nội bộ (Intranet) của Đại học Khoa học Huế.

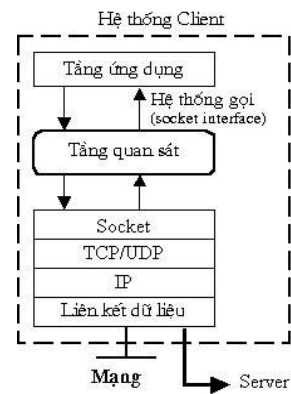
2. MÔ HÌNH VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ HIỆU NĂNG MẠNG MÁY TÍNH

2.1 Mô hình.

Giả sử mạng chỉ bao gồm các phần tử 2 trạng thái (hoạt động và gặp sự cố) và mạng vẫn hoạt động tốt ở thời điểm $t = 0$ (không có phần tử nào của mạng gặp sự cố). Độ tin cậy của mạng biểu diễn bằng xác suất nó hoạt động tốt trong khoảng thời gian $[0, t]$ cho dù có xảy ra sự cố trong thời gian này. Ta có hàm đo độ tin cậy $R(t)$ như sau:

$$R(t) = 1 - F(t)$$

Với $F(t)$ là xác suất hệ thống gặp sự cố cho tới thời điểm t , vì vậy $F(t)$ được gọi là hàm phân bố sự cố hay hàm đo độ tin cậy ([4]).



Hình 1.

Hình 1 là mô hình hệ thống đánh giá hiệu năng mạng máy tính.

2.2. Các phương pháp đánh giá độ tin cậy

Trên thực tế các yêu cầu về thời gian đánh giá (cần nhanh) và độ chính xác (cần cao) là mâu thuẫn nhau (độ chính xác càng cao thì thời gian tính phải lâu), nên dẫn tới việc tồn tại nhiều phương pháp đánh giá độ tin cậy khác nhau. Trong đó có hai phương pháp chủ yếu là: đánh giá độ tin cậy bằng phương pháp xác định biên và phương pháp lấy mẫu mô phỏng.

2.2.1 Phương pháp xác định biên

Trong phương pháp này, độ tin cậy được đánh giá bằng cách xem xét một tập nhỏ các trạng thái được chọn một cách ngẫu nhiên, sau đó tổng quát cho toàn mạng ([5]).

+ Xác định biên trong trường hợp xác suất lỗi của các cung bằng nhau.

Trong trường hợp mọi cung có cùng một xác suất hoạt động được p thì độ tin cậy có thể được biểu thị như một đa thức của p . Ta ký hiệu N_i là số các đồ thị con có thể hoạt động được với i cung. Xác suất hoạt động được của mạng ký hiệu là $R(p)$ được xác định bởi:

$$R(p) = \sum_m N_i P^i (1-p)^{m-i}$$

Giả sử C_i là số các lát cắt i cung (còn lại $(m-i)$ cung có thể hoạt động được), ta có công thức sau:

$$R(p) = 1 - \sum_m C_i (1-p)^i p^{m-i}$$

Giả sử F_i là số các tập i cung, $m-i$ cung còn lại tạo thành một đường đi, khi đó ta có công thức sau:

$$R(p) = 1 - \sum_m F_i (1-p)^i p^{m-i}$$

+ Phương pháp xác định biên đơn giản.

Với đa thức độ tin cậy trên, khi xem xét các trường hợp p tiến gần đến 0 và p tiến gần đến 1 ta có công thức tính xấp xỉ độ tin cậy như sau:

$$N_{i-1} p^{n-1} (1-p)^{m-n+1} \leq R_A(p) \leq 1 - C_c p^{m-c} (1-p)^c$$

Phương pháp xấp xỉ trên được xem là biên xấp xỉ tuyệt đối của đa thức độ tin cậy.

2.2.2. Phương pháp mô phỏng

Do phương pháp xác định biên kém hiệu quả (chủ yếu là về vấn đề thời gian và độ phức tạp tính toán), nên cần phải có phương pháp mô phỏng để thu được các kết quả chính xác hơn ([3,7]).

Bây giờ chúng ta xem xét trên trường hợp cụ thể: các phần tử mạng nối kết theo mạng hình sao. Nút trung tâm của mạng hình sao có thể là một máy chủ, chuyển mạch là một HUB thụ động. Giả sử mạng có một Server và n nút trạm, sự hư hỏng của HUB và Server làm hỏng toàn mạng. Hỏng một nút trạm hoặc các mối nối với từng nút trạm đều không ảnh hưởng đến sự hoạt động của mạng, vì vậy, ta có kết quả biến đổi trong Hình 2.

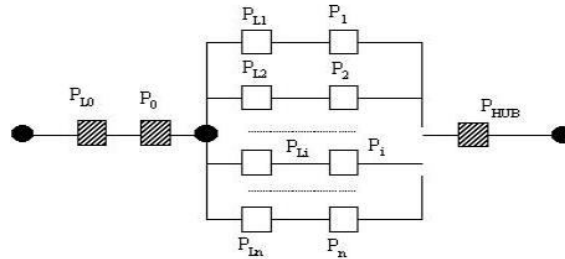
Trong đó P_0 là độ tin cậy của Server, P_{L0} là độ tin cậy của liên kết kết nối Server và HUB, P_{Li} là độ liên kết kết nối trạm ($i = 1, 2, 3, \dots, n$), P_i là độ tin cậy trạm. Khi đó ta có công thức tính độ tin cậy của mạng hình sao như sau:

$$P_{\text{Star}} = P_0 P_{L0} P_{\text{HUB}} \left[1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{Li} P_i) \right]$$

Nếu mạng có m Server thì độ tin cậy sẽ là:

$$P_{\text{Star}} = (P_{\text{HUB}}) \left[1 - \prod_{i=1}^m (1 - P_{L0i} P_{0i}) \right] \left[1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{Li} P_i) \right]$$

Trong đó P_{L0i} là độ tin cậy của các kết nối với Server, P_{0i} là độ tin cậy của Server, $i = 1, 2, \dots, m$ (m số lượng Server).



Hình 2. Sơ đồ biểu diễn độ tin cậy mạng hình sao

3. PHƯƠNG PHÁP LUẬN VÀ THUẬT TOÁN ĐO BẰNG THÔNG

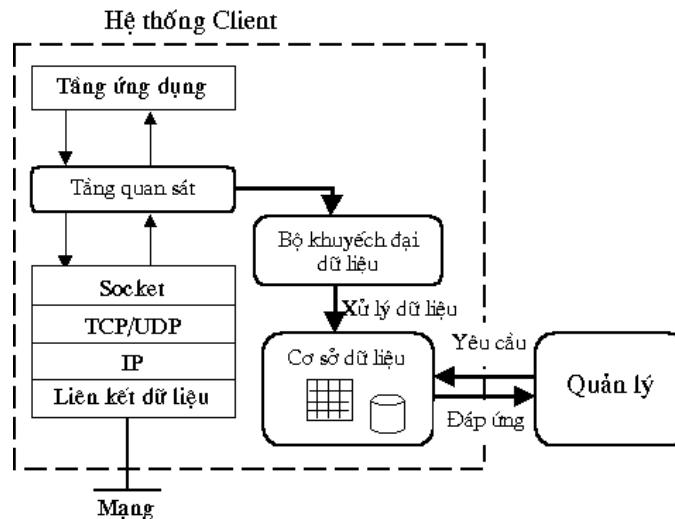
3.1. Phương pháp luận

Trên thực tế chất lượng của các liên kết mạng thường có tác động lớn đến hiệu quả của các ứng dụng phân tán. Bằng thông của một nút mạng phụ thuộc hai yếu tố đó là:

- + Dung lượng cơ sở của liên kết, bị giới hạn bởi tốc độ ở điểm thắt nút.
- + Số lượng các lưu thông cạnh tranh khác.

Nếu các ứng dụng có được đại lượng này thì có thể tính được mức độ sử dụng của kết nối hiện tại, khả năng đáp ứng của kết nối với các yêu cầu dịch vụ, từ đó có thể xác định được độ tin cậy của cung đó. Độ tin cậy của cung khi đó được xác định là xác suất mà bằng thông cho phép (hiện có) lớn hơn ngưỡng cho phép của dịch vụ.

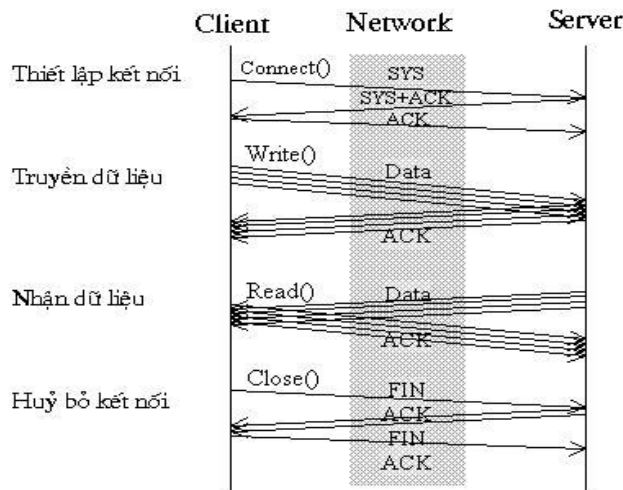
Mục đích của các phương pháp đánh giá hiệu năng là cung cấp một mô hình chung tiện lợi để đo hiệu năng hệ thống mạng.



Hình 3. Mô hình ứng dụng của phép đo hiệu năng mạng

Để truy cập mạng dễ dàng và chia sẻ từ một ứng dụng Client đến Server (máy chủ) thì ứng dụng luôn luôn sử dụng hệ thống gọi trong hệ điều hành. Tầng được gắn vào để quan sát các ứng dụng được gọi là “Tầng quan sát” (Observation layer) (Hình 3).

Các công cụ đo bằng thông ở đây thực chất là các công cụ thăm dò mạng tức là chúng đo bằng thông của mạng trên cơ sở thăm dò khả năng của liên kết. Việc đo này dựa trên việc gửi các gói tin thăm dò ICMP ECHO theo giao thức HTTP từ nguồn đến đích (hình 4) và tính khoảng cách thời gian giữa các gói tin kế tiếp nhau khi đến đích.

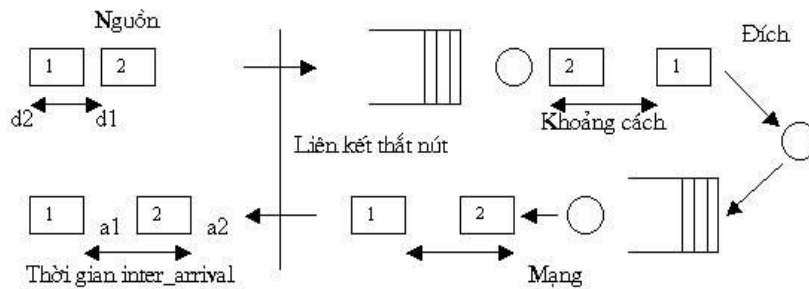


Hình 4. Điều khiển luồng theo giao thức HTTP

Bảng thông của liên kết thắt nút được tính bằng cách so sánh thời gian quay vòng của một chuỗi các gói tin gửi đi với khoảng cách đều nhau.

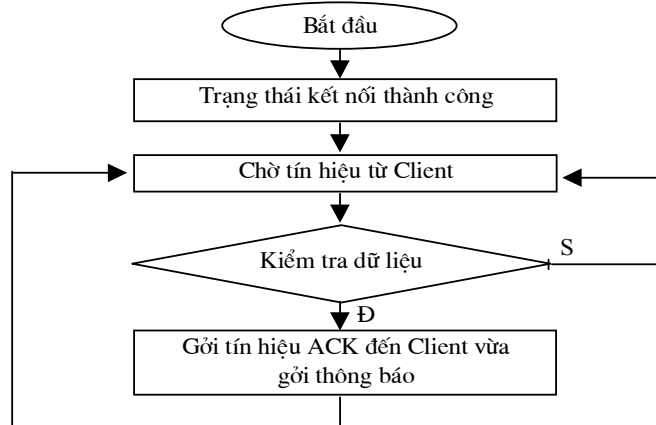
Giả sử ta có một mạng LAN bao gồm nhiều liên kết, giữa các tập liên kết là một hoặc nhiều Router hoặc HUB. Một đòi hỏi của mạng là các gói tin không được thường xuyên sắp xếp lại khi di chuyển qua mạng. Chúng ta cũng giả thiết là đường đi mà các gói tin sẽ sử dụng tại bất kỳ thời điểm nào cũng sẽ không thay đổi trong ít nhất một vài giây sau đó. Và cũng giả thiết thêm rằng các thắt nút theo các hướng là trên cùng một liên kết.

Sử dụng phương pháp gửi một chuỗi các gói tin lặp từ nguồn đến đích và đo khoảng cách thời gian của hai gói tin sau khi đến đích và quay trở lại như minh họa trong hình vẽ 5 sau:

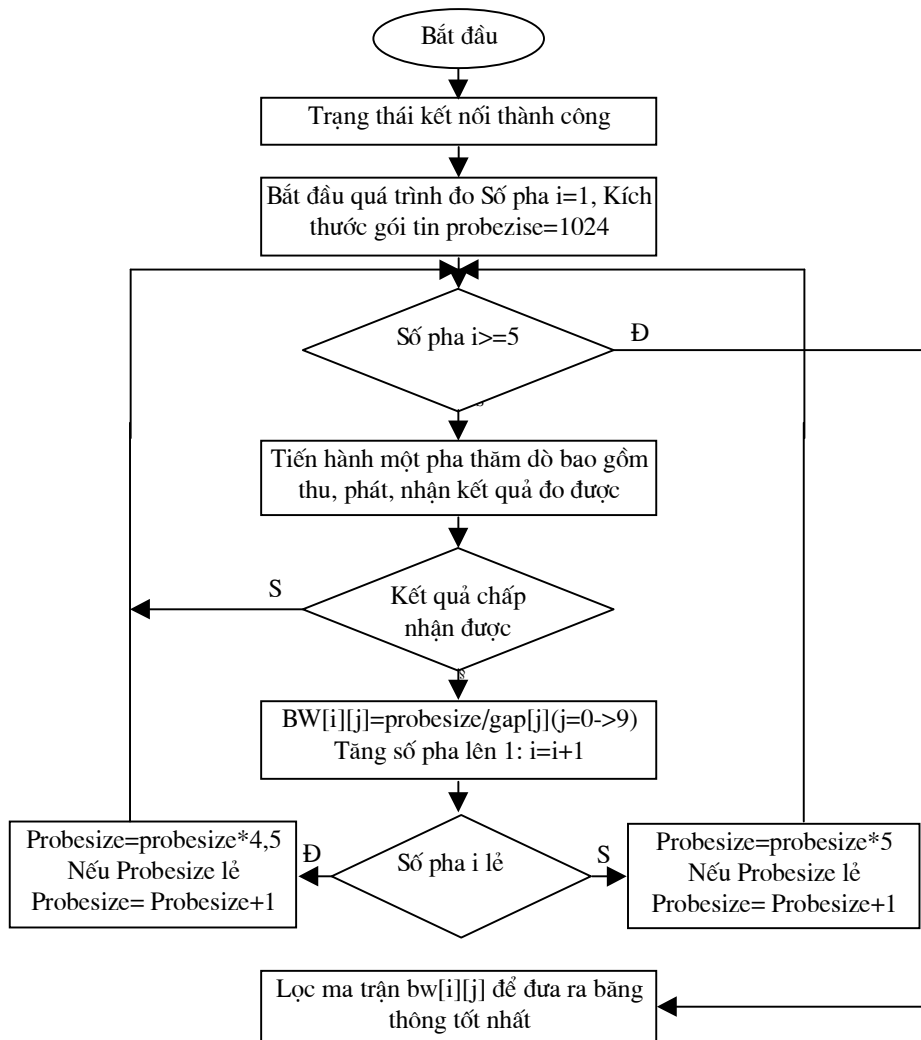


Hình 5. Biểu diễn khoảng thời gian chờ đợi của các gói tin khi qua liên kết thắt nút.

Khi gói tin xuất phát từ trạm nguồn khoảng cách thời gian của hai gói tin xuất phát liên tiếp nhau là $(d_2 - d_1)$. Các gói tin sau khi đi qua các nút trung gian có dung lượng khác nhau thì khoảng cách giữa các gói tin bị thay đổi với một lượng khác nhau. Thông thường độ lớn



Hình 6. Sơ đồ khối chức năng của Server



Hình 7. Sơ đồ khối của công cụ đo băng thông cơ sở

của các khoảng cách giữa các gói tin tỷ lệ nghịch với dung lượng của liên kết. Khi các gói tin trở lại nguồn thì khoảng cách của các gói tin là $(a_2 - a_1)$ phản ánh tốc độ hay dung lượng của liên kết.

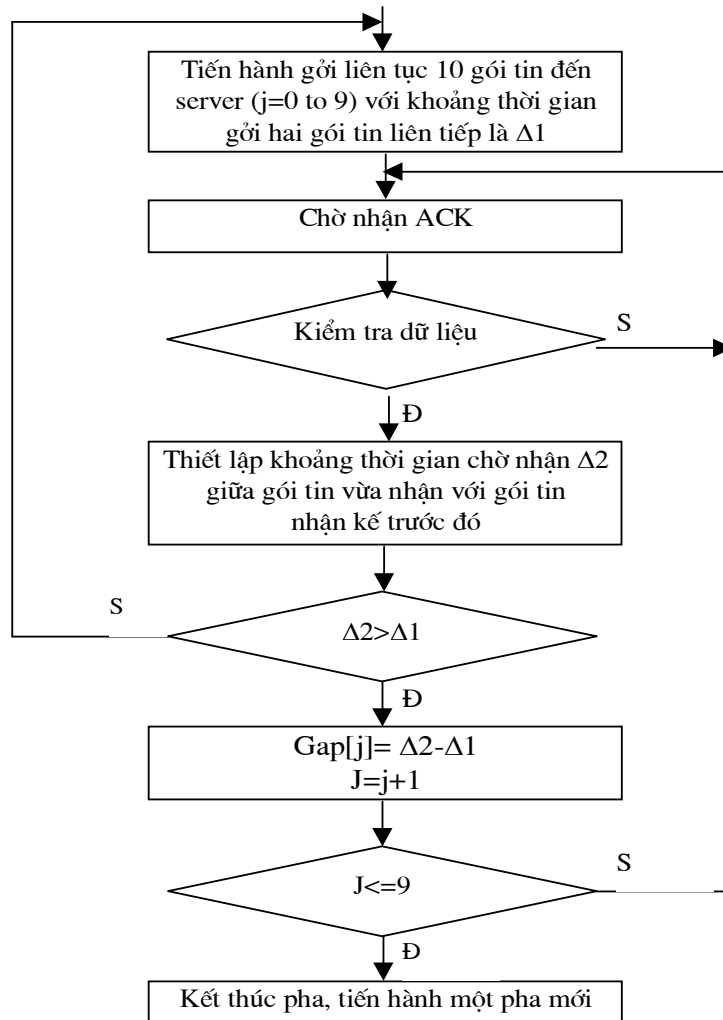
Mục đích của công cụ này là tạo ra điều kiện xếp hàng và sử dụng nó để đo băng thông một cách tin cậy.

Cho một gói tin kích thước P và thời gian inter-arriver (ký hiệu là gap) của nó, ta có thể đánh giá băng thông của liên kết thất nút như sau:

$$B_{bls}(\text{byte/giây}) = \frac{P(\text{byte})}{\text{gap}(\text{giây})}$$

Công cụ đo băng thông hiện tại bằng cách dồn một dòng ngăn các gói tin lặp ICMP ECHO từ Client đến Server đích và trở lại ta được khoảng thời gian giữa khi nhận gói tin đầu tiên và gói tin cuối cùng, từ đó chúng ta có thể đo sự hiện diện của lưu thông cạnh tranh trên liên kết thất nút. Chia số byte đã được gửi cho khoảng thời gian trên ta sẽ được một số đo băng thông sẵn có, thể hiện sự lưu chuyển hiện tại của các byte thăm dò.

Khi đó mức độ sử dụng hệ thống được tính bằng tỷ lệ của băng thông sẵn có với băng thông cơ sở.



Hình 8. Sơ đồ khối của một pha thăm dò

3.2. Thuật toán đo băng thông

Ta có sơ đồ khối biểu diễn thuật toán đo băng thông cơ sở như Hình 6, 7, 8.

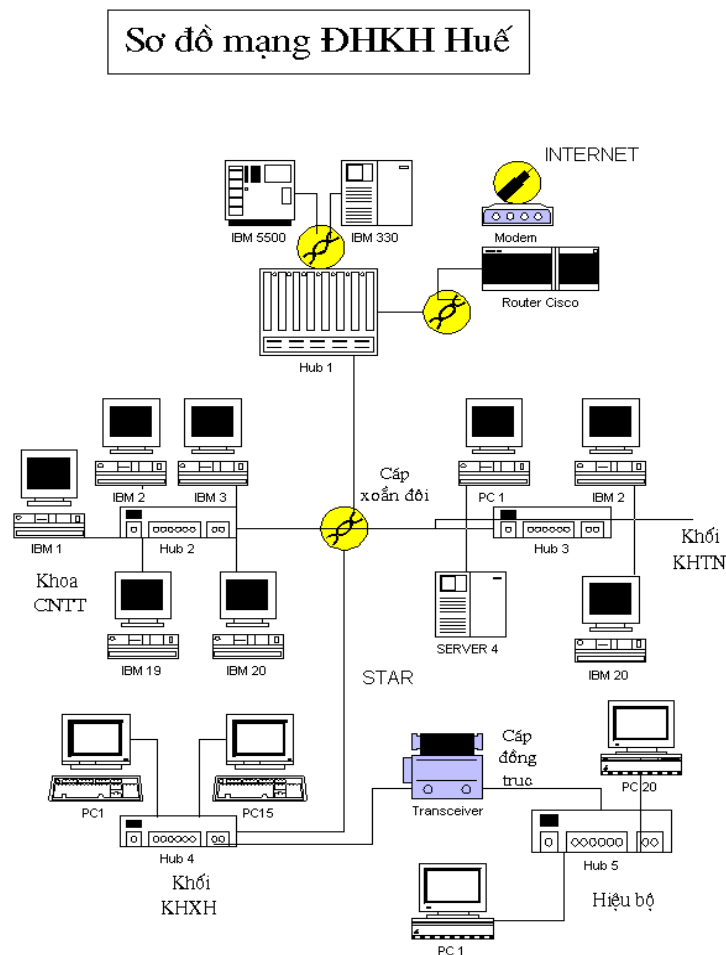
Sơ đồ hình trên biểu diễn sự hoạt động của một pha thăm dò bao gồm thu, phát và nhận kết quả đo được.

Ở đây, công cụ thăm dò của chúng ta chạy trên 5 pha với mỗi pha dùng các gói tin có kích thước tăng dần. Pha đầu tiên sử dụng gói tin có kích thước 1024 byte là gói tin chưa bị phân mảnh khi truyền. Để tăng cường độ chính xác đo đạc chúng ta tăng dần gói tin theo từng pha với tỷ lệ tăng 4,5 hoặc 5 lần.

Trong sơ đồ hình trên, $bw[i]$ là ma trận đánh giá băng thông cơ sở của các gói tin gửi đi theo từng pha. Sau mỗi lần gửi các gói tin đi và thu trở lại, ta được một khoảng thời gian là $gap[i]$, từ mỗi giá trị của $gap[i]$ ta có một đánh giá băng thông.

4. ỨNG DỤNG

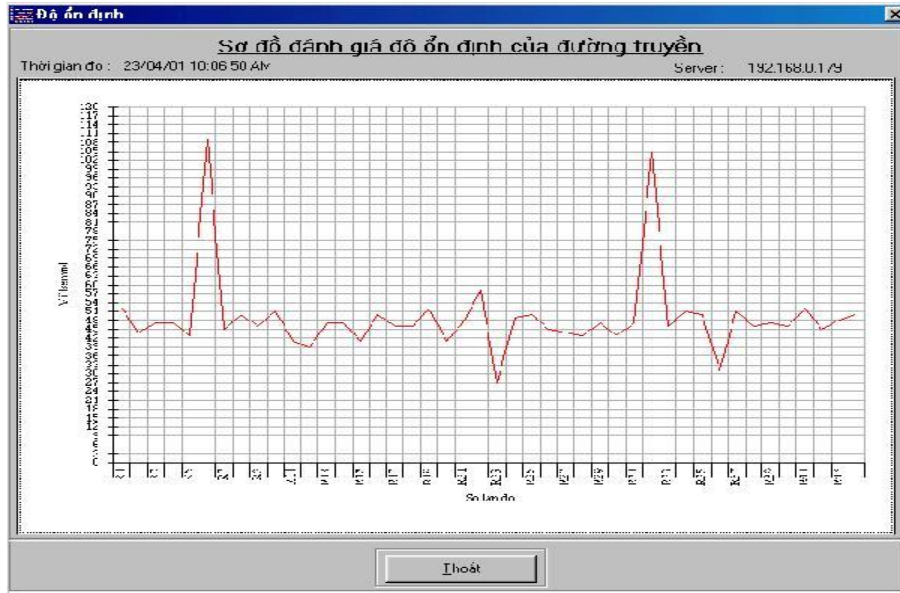
4.1. Mạng Intranet Đại học Khoa học Huế



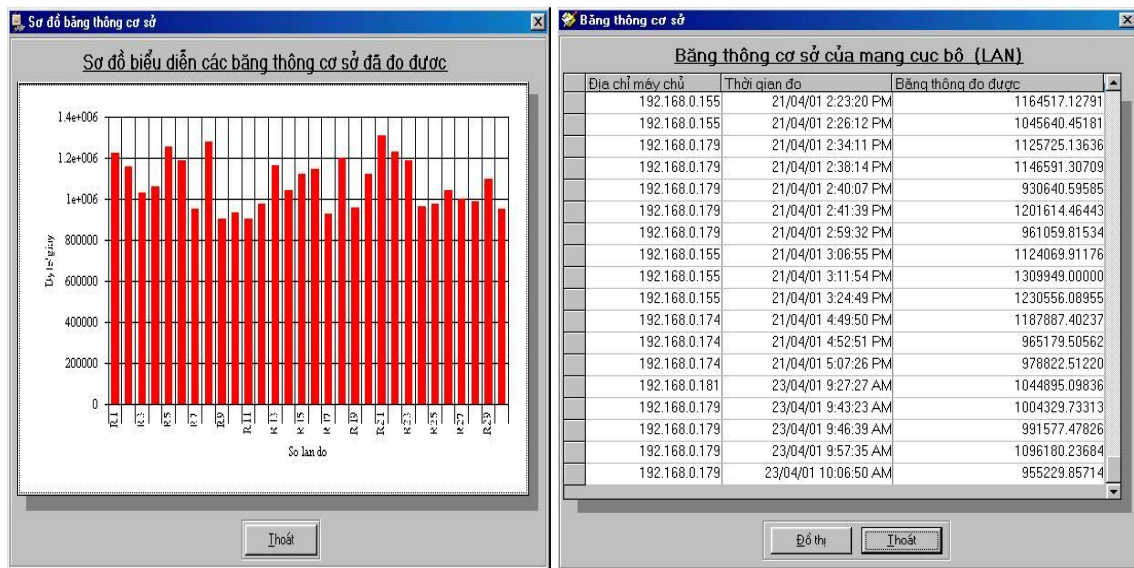
4.2. Kết quả ứng dụng

Sau một thời gian thử nghiệm trên hệ thống mạng Đại học Khoa học Huế chúng tôi thu

được một số kết quả nhất định nhằm kiểm tra độ ổn định đường truyền (Hình 9) dựa trên kết quả đo đạt trong khoảng thời gian dài (Hình 10), ở những thời điểm khác nhau trong ngày để lấy được giá trị trung bình của từng ngày và kiểm soát tốc độ thực tế trong quá trình theo dõi.



Hình 9. Sơ đồ đánh giá độ ổn định của đường truyền



Hình 10. Kết quả đo trên mạng cục bộ tại các vị trí và thời điểm khác nhau

Ngày đo: 16, 21, 23 - 04 -2001

Địa chỉ máy chủ: **192.168.0.181**; 192.168.0.179

Bảng thông trung bình đo được: 7.54562 Mbit/giây

Mức độ sử dụng liên kết thắt nút: 0.47942%

Đánh giá chung: Độ tin cậy hệ thống mạng là 99.52058 %

Qua kết quả nghiên cứu giúp cho người quản trị mạng giám sát được hoạt động và khả năng chịu tải của hệ thống, lưu lượng các gói tin trên đường truyền rất lớn do ngoài việc tất cả các máy trao đổi thông tin với nhau trong LAN còn truy cập các dịch vụ Internet qua LAN, đồng thời khi gặp sự cố có thể xác định được vị trí lỗi và đưa ra được giải pháp kịp thời để tránh tình trạng tắc nghẽn của mạng, nâng cao hiệu suất hoạt động của mạng.

5. KẾT LUẬN

Chúng tôi đã xây dựng được công cụ đo bằng thông để đánh giá khả năng thực tế của mạng giúp cho người quản trị mạng khai thác hiệu quả hơn khi phải xem xét để quyết định mở rộng, thêm, bớt đường truyền, kiểm tra độ ổn định đường truyền, phát hiện sự cố xảy ra tại một nút mạng. Số liệu thu được ổn định và chính xác sẽ là đầu vào đảm bảo cho bài toán xác định độ tin cậy của mạng máy tính.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Andrew S. Tanenbaum, *Computer Networks*, Third Edition, Prentice-Hall International Inc, 1995.
- [2] Hiroki Saito and Takeshi Chusho, *Design and Implementation of a Network Performance Evaluation System Through Client Observation*, Meiji University Japan, 1998.
- [3] Hồ Khánh Lâm, Tối ưu mạng máy tính theo độ tin cậy và chi phí, *Tạp chí Tin học và Điều khiển học* **16** (1) (2000) 35–44.
- [4] Leonard Kleinrock, On the Modeling and Analysis of Computer Networks, *Proceedings of the IEEE* **81** (1993).
- [5] Neil J. Gunther, *The Practical Performance Analyst*, McGraw-Hill, 1996.
- [6] Nguyễn Thúc Hải, *Mạng máy tính và các hệ thống mở*, Nhà xuất bản giáo dục 1997.
- [7] Trần Việt Hưng, “Sử dụng các phép đo để phân tích topo nhằm nâng cao độ tin cậy của liên mạng”, Chuyên san Các công trình nghiên cứu triển khai Công nghệ thông tin và viễn thông. (1999) 55–60.

Nhận bài ngày 14 - 04 - 2002

Nhận lại sau khi sửa 15 - 8 - 2002