

ĐIỀU KHIỂN CHẤP NHẬN KẾT NỐI CÓ ƯU TIÊN CHO MẠNG ĐA DỊCH VỤ

LƯƠNG HỒNG KHANH, PHÙNG VĂN VẬN

Học viện Công nghệ Bưu chính - Viễn thông

Abstract. This paper presents a method of connection admission control with many loss and delay priorities for multiservice networks. An effective algorithm based on the Markovian traffic model calculates the resource requirements in order to decid acceptance of a new source. A buffer reduction algorithm is also proposed.

Tóm tắt. Bài báo trình bày một phương pháp điều khiển chấp nhận kết nối với nhiều mức ưu tiên về tổn thất và trễ cho mạng đa dịch vụ. Bài báo còn xây dựng một thuật toán hiệu quả trên mô hình lưu lượng Markov tính các yêu cầu tài nguyên để quyết định chấp nhận nguồn mới và một thuật toán rút gọn bộ đệm.

1. MỞ ĐẦU

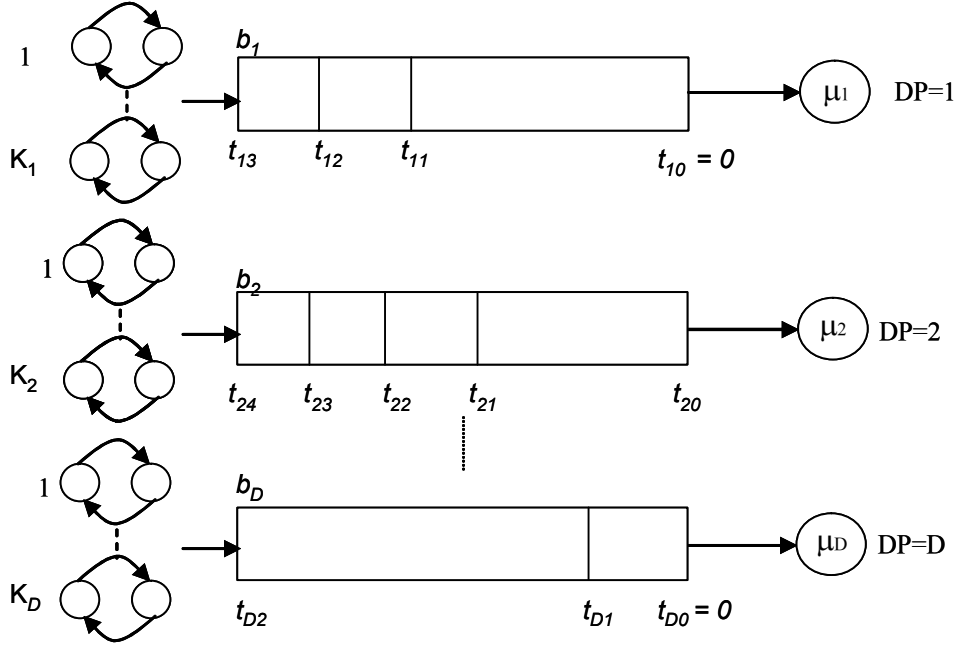
Có thể nói thứ tự ưu tiên là một nguyên tắc quan trọng trong giải quyết bài toán phục vụ đám đông nhằm đáp ứng tốt nhất các yêu cầu trong điều kiện giới hạn của các nguồn cung cấp. Đối với các hệ thống kinh tế xã hội, các nguyên tắc này rất dễ hiểu, có khi được thừa nhận chỉ qua trực giác. Nhưng để ứng dụng vào lĩnh vực kỹ thuật ta phải nghiên cứu quá trình công nghệ, cấu trúc hệ thống, tính toán chi phí, hiệu quả, v.v... Qua quá trình phát triển, mạng điện thoại công cộng trở thành một trong những hệ thống phục vụ đám đông điển hình, trong đó lý thuyết xếp hàng là công cụ toán học then chốt cho việc tính toán mạng, nguyên tắc phục vụ có ưu tiên được vận dụng có kết quả. Song việc chuyển từ kỹ thuật chuyển mạch kênh sang kỹ thuật chuyển mạch gói làm cho thực thi nguyên tắc này gặp nhiều khó khăn. Nhất là trong mạng đa dịch vụ: các gói tin từ nhiều nguồn khác nhau với những mức ưu tiên khác nhau về tổn thất và trễ hợp thành những luồng lưu lượng đổ vào bộ đệm của hàng đợi. Do đó cần thiết phải xây dựng mô hình luồng tổng có khả năng mô tả đầy đủ các qui luật về tổn thất và thời gian trễ. Nhiệm vụ này đã được thực hiện trong [3]. Dựa vào kết quả đã đạt được, ở đây chúng tôi phát triển một phương pháp điều khiển chấp nhận kết nối mới ([1]). Cũng như các phương pháp truyền thống, ta phải căn cứ vào các yêu cầu chất lượng dịch vụ của các thuê bao hiện hữu và các thuê bao mới xuất hiện, đối chiếu với tài nguyên mạng hiện còn để quyết định chấp nhận hay từ chối yêu cầu kết nối mới. Với những ưu điểm của mô hình nguồn tổng quát, nhất là phương pháp tính nhanh trên cơ sở xấp xỉ lời giải tiệm cận và cấu trúc nhiều ngưỡng thích hợp của bộ đệm, nguyên tắc phục vụ nhiều mức ưu tiên được áp dụng và phương pháp mới có tính khả thi cao. Nhược điểm của cơ chế cho phép thâm nhập bộ đệm rất đơn giản trong phương pháp cũ được loại bỏ.

2. PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN CHẤP NHẬN KẾT NỐI

Bài toán điều khiển chấp nhận kết nối đặt ra như sau. Tại nút chuyển mạch đang xét, lưu lượng tổng đi vào gồm D nhóm có các mức ưu tiên về thời gian trễ khác nhau. Lưu lượng trong nhóm thứ d , $d = 1, 2, \dots, D$, lại có L_d mức ưu tiên tổn thất khác nhau. Ở thời

điểm quan sát xuất hiện yêu cầu kết nối của một nguồn mới. Ta biết cấu trúc, các tham số của tất cả các nguồn sinh ra lưu lượng, các yêu cầu chất lượng dịch vụ và tài nguyên của nút. Vậy có thể chấp nhận kết nối mới với điều kiện phải đảm bảo chất lượng cho các dịch vụ cũ và mới hay không?

Để tổ chức tính toán hợp lý nhằm tiết kiệm thời gian, ta vẽ sơ đồ bộ đệm được chia theo D mức ưu tiên trễ như trên Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ hàng đợi

Trong Hình 1, K_1 nguồn sinh ra phần lưu lượng có 3 mức ưu tiên tổn thất nhưng cùng chung mức ưu tiên trễ $DP = 1$, đã được cấp bộ đệm dung lượng b_1 và băng thông μ_1 . Phần lưu lượng với mức ưu tiên trễ $DP = 2$ có 4 mức ưu tiên tổn thất do K_2 là nguồn sinh ra và chiếm bộ đệm b_2 , băng thông μ_2 . Cuối cùng, K_D nguồn sinh ra phần lưu lượng có mức ưu tiên trễ cao nhất bằng D , 2 mức ưu tiên tổn thất và cần bộ đệm b_D , băng thông μ_D . Tài nguyên của nút thỏa mãn các điều kiện:

$$\sum_{d=1}^D \mu_d \leq \mu, \quad \sum_{d=1}^D b_d \leq B. \quad (1)$$

Khi có thêm nguồn mới vào, bộ điều khiển chấp nhận kết nối phải tính và kiểm tra điều kiện (1). Thông thường một nguồn đơn sinh ra một dòng lưu lượng có một mức ưu tiên trễ d' và một mức ưu tiên tổn thất ℓ' . Với phương pháp tính tổn thất không phụ thuộc vào mức ưu tiên trễ trình bày trong [3] và cách phân tích bộ đệm như sơ đồ trên, ta chỉ cần tính lại yêu cầu mới về băng thông và bộ đệm cho phần lưu lượng có mức ưu tiên trễ d' . Nếu nguồn mới là nguồn ghép, ta coi như nhiều nguồn đơn.

Tổn thất và trễ là hai yêu cầu chất lượng dịch vụ cần phải đảm bảo khi ấn định băng thông và bộ đệm. Đối với dịch vụ có mức ưu tiên trễ d , mức ưu tiên tổn thất ℓ , chỉ tiêu trễ được cho bởi thời gian w_d và dung sai $P_{d0} = P_r\{\tau_{FB} \geq w_d, LP = \ell\}$. Ta có thể tính gần đúng nhờ lời giải tiệm cận cho bộ đệm vô hạn, nhiều mức ưu tiên nhưng với một ngưỡng:

$$P_{d0} \approx \frac{\mu_d}{\Lambda_{d1}} \hat{A}_{d1} e^{z_{2d1} \mu_d w_d} \quad (2)$$

Khi biết cấu trúc và tham số của các nguồn, ta xác định được các giá trị $\bar{\Lambda}_{d1}$, \hat{A}_{d1} , z_{2d1} và từ w_d , P_{d0} cho trước ta tính được bằng thông cần thiết μ_d .

Chỉ tiêu tổn thất được đo bằng tỷ lệ tổn thất là tỷ số giữa tốc độ tổn thất và tốc độ trung bình. Cho dịch vụ với mức ưu tiên trễ d , mức ưu tiên tổn thất ℓ từ [3] ta có:

$$P_{d\ell} \approx \begin{cases} \frac{\sum_{i \in S} \lambda_{de}^i \varrho_{2de}^i}{\bar{\lambda}_{de}} \hat{A}_{d\ell} \exp\left[\sum_{r=1}^{\ell} z_{2dr}(t_{dr} - t_{d(r-1)})\right] \cdots & \text{nếu } \Lambda_{d(\ell+1)}^{\max} > \mu_d, \ell \neq L_d \\ \frac{\sum_{i \in S} (\lambda_{de}^i - \mu_d)^+}{\bar{\lambda}_{de}} \hat{A}_{d\ell} \exp\left[\sum_{r=1}^{\ell} z_{2dr}(t_{dr} - t_{d(r-1)})\right] \cdots & \text{nếu } \Lambda_{d(\ell+1)}^{\max} < \mu_d, \ell \neq L_d \\ \frac{\sum_{i \in S} (\lambda_{dL_d}^i - \mu_d)^+}{\bar{\lambda}_{dL_d}} \hat{A}_{dL_d} \exp\left[\sum_{r=1}^{L_d} z_{2dr}(t_{dr} - t_{d(r-1)})\right] \cdots & \text{nếu } \ell = L_d \end{cases} \quad (3)$$

Theo các giá trị được tính từ các nguồn: $\lambda_{d\ell}^i$, ϱ_{2de}^i , $\bar{\lambda}_{de}$, $\hat{A}_{d\ell}$, z_{2dr} , tỷ lệ tổn thất $P_{d\ell}$ cho trước và μ_d đã tính ở trên, áp dụng công thức này lần lượt cho $\ell = 1, 2, \dots, L_d$ ta xác định được các ngưỡng t_{d1}, t_{d2}, \dots và cuối cùng nhận được t_{dL_d} chính là dung lượng bộ đệm b_d cần tìm.

Sau khi tính lại nhu cầu sử dụng tài nguyên của các dịch vụ thuộc mức ưu tiên trễ có sự thay đổi lưu lượng, ta kiểm tra khả năng cung cấp của nút và ra quyết định:

- Nếu cả hai điều kiện bằng thông và bộ đệm ở (1) thỏa mãn thì yêu cầu kết nối mới được chấp nhận.
- Nếu điều kiện bằng thông không thỏa mãn thì mạng không đủ năng lực phục vụ, yêu cầu kết nối bị từ chối.
- Nếu không đủ bộ đệm nhưng thừa bằng thông $\sum_{d=1}^D b_d > B$, $\sum_{d=1}^D \mu_d < \mu$, ta áp dụng thuật toán rút gọn bộ đệm sao cho thỏa mãn cả hai điều kiện trên bằng cách cấp thêm bằng thông. Nếu cuối cùng vẫn không đạt thì kết nối mới không được thực hiện.

Ý tưởng của thuật toán rút gọn bộ đệm rất dễ hiểu bằng cảm nhận trực giác và có thể chứng minh bằng toán học. Từ (3) ta thấy: nếu tăng bằng thông μ_d trong khi giữ nguyên các tham số khác thì các ngưỡng t_{dr} giảm, mà t_{dL_d} chính là dung lượng bộ đệm cần thiết. Tính toán phức tạp hơn khi nguồn mới gồm nhiều dịch vụ có mức ưu tiên trễ khác nhau. Ta phải xác định mức ưu tiên trễ d có giá trị tuyệt đối của đạo hàm b_d theo μ_d lớn nhất:

$$b'_{\max} = \max_d \left| \frac{db_d}{d\mu_d} \right|,$$

và tăng μ_d thêm một lượng $\Delta\mu_d$. Nếu nhiều mức ưu tiên trễ có cùng b'_{\max} , thì ta tính các đạo hàm bậc hai b''_d và tăng μ_d tỷ lệ với b''_d tương ứng.

3. THUẬT TOÁN ĐIỀU KHIỂN CHẤP NHẬN KẾT NỐI

Ta có thuật toán điều khiển chấp nhận kết nối như sau

- 1) Cho biết cấu trúc, tham số, các yêu cầu chất lượng dịch vụ của nguồn hiện hữu cũng như nguồn mới có yêu cầu kết nối. Cho biết tài nguyên mạng: dung lượng bộ đệm B , bằng thông μ . Xác định số mức ưu tiên trễ D .
- 2) Cho $d = 1, 2, \dots, D$, tìm μ_d đáp ứng yêu cầu trễ theo (2).
- 3) Cho $d = 1, 2, \dots, D$, tìm b_d đáp ứng yêu cầu tổn thất theo (3).

- 4) Nếu $\sum_{d=1}^D \mu_d \leq \mu$ và $\sum_{d=1}^D b_d \leq B$: yêu cầu kết nối được chấp nhận.
- 5) Nếu $\sum_{d=1}^D \mu_d > \mu$: yêu cầu kết nối bị từ chối.
- 6) Nếu $\sum_{d=1}^D \mu_d < \mu$ và $\sum_{d=1}^D b_d > B$: sử dụng thuật toán rút gọn bộ đệm.

Thuật toán rút gọn bộ đệm

1) Cho $d = 1, 2, \dots, D$, tính đạo hàm $b'_d = \frac{db_d}{d\mu_d} \approx \frac{\Delta b_d}{\Delta \mu_d}$.

2) Tìm giá trị lớn nhất:

$$b'_{\max} = \max |b'_d|. \quad (4)$$

Nếu b'_{\max} cùng đạt cho nhiều mức ưu tiên \tilde{d} thì nhảy tới bước 4.

3) Tăng băng thông cho mức ưu tiên d : $\mu_d + \Delta \mu_d \rightarrow \mu_d$, tính lại dung lượng bộ đệm theo (3), nhảy tới bước 5.

4) Tính đạo hàm bậc hai cho các mức ưu tiên \tilde{d} đạt b'_{\max} : $b''_d = \frac{d^2 b_d}{d^2 \mu_d} \approx \frac{\Delta b'_d}{\Delta \mu_d}$, tăng băng thông tương ứng $\mu_d + \frac{b'_d}{\sum_{d: b'_d = b'_{\max}} b'_d} \mu_d \rightarrow \mu_d$

5) Kiểm tra:

Nếu $\sum_{d=1}^D b_d \leq B$: chấp nhận yêu cầu kết nối.

Nếu $\sum_{d=1}^D \mu_d > \mu$: từ chối yêu cầu kết nối.

Khác đi: trở lại bước 1.

4. KẾT LUẬN

Trên đây là thuật toán cơ bản, ta có thể cải tiến nhằm giảm thời gian tính. Ví dụ, chỉ cần tính lại yêu cầu tài nguyên μ_d , b_d cho những mức ưu tiên \tilde{d} có thêm dòng lưu lượng mới; sử dụng phương pháp cộng dồn để tính cường độ tổng $\bar{\lambda}_{d\ell}$, v.v... Đối với các dịch vụ thường xuyên, các tham số (α , β , λ) và chỉ tiêu chất lượng $w_d, P_{d0}, P_{d\ell}$ được thống kê, định chuẩn, nên một số giá trị có thể tính trước, khi cần chỉ việc tra bảng, v.v...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Elwwalid A., Mitra D., Analysis, approximation and admission control of multiservice multiplexing system with priorities, *IEEE INFOCOM*, April 1995 (463–472).
- [2] Ross W., *Multiservice Loss Models for Broadband Telecommunication Networks*. Springer, 1995.
- [3] Lương Hồng Khanh, “Mô hình nguồn Markov tổng quát và ứng dụng cho mạng đa dịch vụ”, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông, 2003.

Nhận bài ngày 04 - 1 - 2003