

XÂY DỰNG BỘ QUAN SÁT TRẠNG THÁI TRONG CƠ CHẾ ĐIỀU KHIỂN DÒNG LƯU LƯỢNG TCP/AQM

ĐỖ MINH TRÍ, HOÀNG MINH, NGUYỄN NGỌC SAN

I. MỞ ĐẦU

Lí thuyết điều khiển hiện đại sử dụng trạng thái như là tín hiệu phản hồi cho việc điều khiển hệ thống. Trong phương pháp tiếp cận này chúng ta thường xem như trạng thái của hệ thống là có thể đo lường và xác định được. Tuy nhiên, trong hầu hết các hệ thống phức tạp, vectơ trạng thái bên trong hệ thống là không thể đo lường được, do vậy luật điều khiển phản hồi không thể được thực thi. Do đó, hoặc là chúng ta phải tìm ra được một phương pháp mới trong việc điều khiển trực tiếp mà không cần đến vectơ trạng thái bên trong hệ thống, hoặc là phải xây dựng một phương pháp ước lượng giá trị xấp xỉ của vectơ trạng thái để sử dụng thay thế trong luật điều khiển. Trong những nghiên cứu gần đây, việc phát triển và sử dụng bộ quan sát để ước lượng giá trị gần đúng của vectơ trạng thái sử dụng trong điều khiển phản hồi hệ thống là khả thi và đơn giản hơn.

Bài báo sẽ áp dụng bộ quan sát và luật điều khiển phản hồi trên cơ sở lí thuyết hệ thống làm nền tảng cho việc ước lượng giá trị trạng thái và xây dựng bộ điều khiển dòng lưu lượng cho hệ thống mạng theo giao thức điều khiển truyền dữ liệu/Quản lí hàng đợi chủ động (*Transmission Control Protocol/Active Queue Management*, TCP/AQM). TCP là một giao thức truyền dữ liệu được sử dụng rộng rãi trên mạng Internet hiện nay. Với cơ chế điều khiển điểm-điểm, bản thân TCP bộc lộ một số nhược điểm về khả năng quản lí, tận dụng nguồn tài nguyên mạng, sự điều khiển nghẽn kém và tỉ lệ lỗi, mất gói lớn [18]. Điều này dẫn đến TCP khó khăn trong việc đáp ứng những dịch vụ mới đa phương tiện, VoIP, Video và các lớp dịch vụ khác (*CoS*) được triển khai trên mạng Internet. AQM là một trong những giải pháp được đưa ra với vai trò cực kì quan trọng nhằm đáp ứng sự bùng nổ nhu cầu dịch vụ băng rộng trong tương lai. Đó chính là những bộ định tuyến trung tâm đặt bên trong mạng lõi để đo lường mức độ nghẽn trên các đường liên kết và nguồn lưu lượng đầu vào thông qua việc lựa chọn và đánh dấu các gói dữ liệu trước khi nghẽn thực sự xảy ra. Trên cơ sở đó, nguồn lưu lượng đầu vào sẽ điều chỉnh kích cỡ của cửa sổ điều khiển hay còn gọi là tốc độ phát dữ liệu tương đương để đáp ứng với tín hiệu nghẽn. Như vậy, một mạng với các kết nối TCP và bộ định tuyến AQM được xem như là hệ thống điều khiển phản hồi động, trong đó AQM được xem như là bộ điều khiển và nguồn lưu lượng TCP được xem là đối tượng điều khiển. Dĩ nhiên, vấn đề này đã được đề cập và khảo sát theo những phương pháp khác nhau, tuy nhiên tác giả sẽ nghiên cứu và tiếp cận dựa trên phương trình động học xây dựng từ mối quan hệ giữa xác suất gói dữ liệu được đánh dấu, kích cỡ cửa sổ điều khiển, chiều dài hàng đợi trung bình và các tham số về thời gian, dung lượng đường truyền của mạng. Một bộ quan sát cũng sẽ được thiết kế cho mục đích ước lượng các giá trị trạng thái không thể đo lường hay xác định trực tiếp (chẳng hạn như kích cỡ cửa sổ điều khiển) làm cơ sở cho việc điều khiển phản hồi.

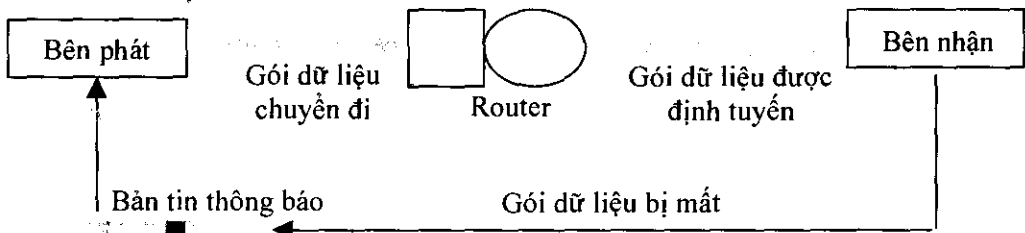
Với định hướng và mục tiêu đề cập, ngoài phần mở đầu và kết luận theo hướng mở, bài báo sẽ trình bày ba phần chủ yếu. Phần II phân tích và thiết lập mô hình động học nguồn lưu lượng trên hệ thống mạng TCP/AQM [17]. Trên cơ sở mô hình được xác lập, phần III thiết kế bộ quan sát ước lượng giá trị trạng thái của hệ thống mạng TCP/AQM [4, 19] và cuối cùng tại phần IV sẽ

kết hợp giữa điều khiển phản hồi và ước lượng trạng thái cùng với việc đưa ra hệ phương trình quy chiếu tối ưu của mô hình hệ thống mạng TCP/AQM làm cơ sở cho bài toán về tính bền vững của hệ trong môi trường nhiễu xạ [1, 2, 20].

II. PHÂN TÍCH VÀ THIẾT LẬP MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC CỦA DÒNG LƯU LƯỢNG TRÊN GIAO THỨC MẠNG TCP/AQM

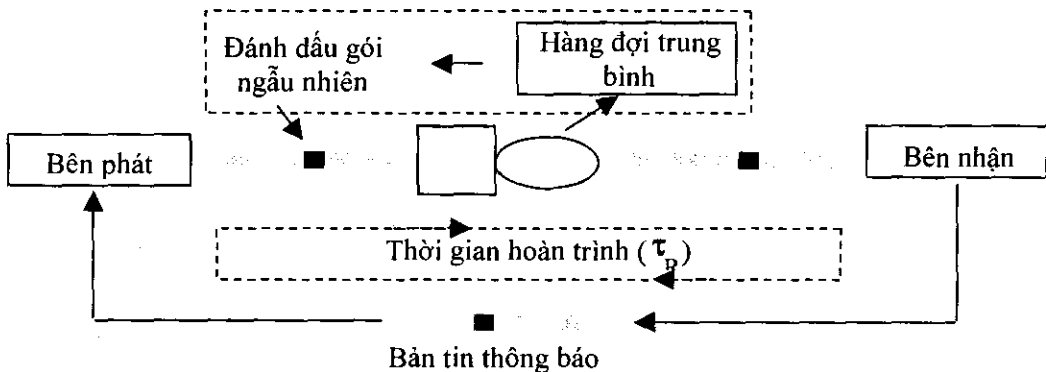
1. Phân tích cơ chế điều khiển lưu lượng TCP/AQM

TCP là một giao thức truyền dữ liệu được sử dụng trong cơ chế điều khiển lưu lượng trên các mạng phổ biến hiện nay. Để hiểu rõ về giao thức này, trước hết ta xét một kết nối đơn giản giữa bên phát-bên nhận thông qua router điều khiển nghẽn cổ chai. Với giao thức điều khiển TCP, bên phát sẽ thăm dò độ sẵn có của băng thông mạng bằng cách gia tăng tuyến tính tốc độ phát gói dữ liệu cho đến khi gói dữ liệu bị mất. Dựa vào sự mất gói dữ liệu, bên nhận phát tín hiệu thông báo cho bên phát giảm tốc độ của nó (hình 1).



Hình 1. Cấu trúc của một kết nối giữa bên phát-bên nhận qua giao thức TCP

Đôi khi, chính nhược điểm của việc đánh mất gói dữ liệu trong giao thức TCP làm ảnh hưởng đến vấn đề đồng bộ dòng lưu lượng và suy giảm hiệu năng mạng dẫn đến vượt ra khỏi thời gian giới hạn (*time-out*) và khởi động lại mạng. Khắc phục vấn đề này, cấu trúc phát hiện ngẫu nhiên (*Random Early Detection*, RED) ra đời với cơ chế hoạt động đo lường chiều dài hàng đợi và thông báo cho bên phát biết để điều khiển tốc độ thích hợp thay vì việc đợi hiện tượng mất gói dữ liệu xảy ra. Bởi vì TCP là một giao thức điểm-điểm (*end-to-end*) nên RED được xem như là cấu trúc phản hồi gián tiếp thông qua việc làm dấu/đánh rơi gói dữ liệu và định tuyến chúng đến bên nhận. Tiếp theo, bên nhận sẽ hoàn thành việc phản hồi bằng thông báo đã nhận gói dữ liệu được đánh dấu đến bên phát. Trên cơ sở đó, bên phát sẽ gia tăng hoặc giảm tốc độ phát gói dữ liệu dựa trên thuật toán TCP (hình 2).



Hình 2. Cơ chế điều khiển nghẽn RED trong TCP

2. Mô hình động học nguồn lưu lượng trên hệ thống mạng TCP/AQM

Xét một hệ thống mạng gồm N kết nối dựa trên giao thức TCP thông qua đường liên kết nghẽn cổ chai tại một router với băng thông Φ (gói/giây). Chúng ta định nghĩa:

w : kích cỡ cửa sổ TCP trung bình (gói) hay là gói dữ liệu trung bình được chuyển đi tại bên phát; q : chiều dài hàng đợi trung bình (gói) tại router; τ_R : thời gian toàn trình (round-trip time)

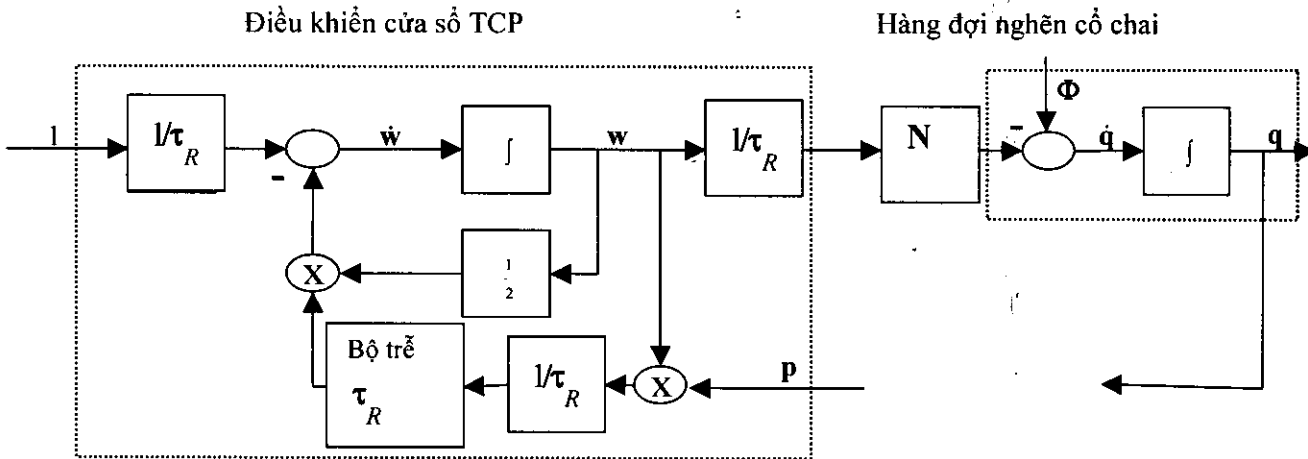
(giây), $\tau_R = \frac{q}{\Phi} + \tau_D$; Φ : khả năng (băng thông) đường liên kết (gói/giây); τ_D : thời gian trễ mạng (giây); N : tác nhân tải (số phiên làm việc TCP hay số đường kết nối); p : xác suất gói dữ liệu được đánh dấu.

Mô hình động học dòng lưu lượng trên giao thức TCP/AQM được mô tả bởi cặp phương trình vi phân phi tuyến dưới đây [19]:

$$\dot{q}(t) = \frac{N(t)}{\tau_R(t)} w(t) - \Phi(t) \quad (2.1a)$$

$$\dot{w}(t) = \frac{1}{\tau_R(t)} - \frac{w(t)}{2} \frac{w(t - \tau_R(t))}{\tau_R(t - \tau_R(t))} p(t - \tau_R(t)) \quad (2.1b)$$

Phương trình (2.1a) là một mô hình của chiều dài hàng đợi nghẽn cổ chai được thiết lập một cách đơn giản thông qua việc lấy sự chênh lệch giữa tốc độ gói dữ liệu đến Nw/τ_R và dung lượng đường liên kết Φ . Phương trình (2.1b) mô tả động học điều khiển cửa sổ TCP. Có thể hiểu $1/\tau_R$ là số lượng gia tăng được cộng thêm vào cho cửa sổ điều khiển và $w/2$ là việc giảm đi một nửa kích cỡ cửa sổ điều khiển ứng với gói dữ liệu được đánh dấu với xác suất p . Chúng ta có thể minh họa cặp phương trình sai phân phi tuyến (2.1) mô tả động học dòng lưu lượng trên giao thức TCP thông qua sơ đồ hình 3:



Hình 3. Sơ đồ khối của mô hình động học điều khiển dòng lưu lượng TCP

III. THIẾT KẾ BỘ QUAN SÁT TRẠNG THÁI DỰA TRÊN MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC TCP/AQM

1. Tuyến tính hóa mô hình động học TCP/AQM

Với mục đích là tạo ra sự thuận tiện cho việc thiết lập bộ quan sát trạng thái và điều khiển phản hồi AQM, chúng ta phải tiến hành việc tuyến tính hóa phương trình động học dòng lưu lượng trên giao thức TCP/AQM (2.1) tại một điểm cân bằng xác định.

Để xấp xỉ tuyến tính phương trình (2.1), trước hết chúng ta giả định số phiên làm việc của TCP và băng thông đường liên kết là không đổi, $N(t) = N$, $\Phi(t) = \Phi$. Xem (\mathbf{w}, \mathbf{q}) là trạng thái, \mathbf{p} là đầu vào của mạng. Ta gọi (w_0, p_0, q_0) là một điểm cân bằng được xác định bởi:

$$\dot{\mathbf{w}} = 0 \Rightarrow w_0^2 p_0 = 2, \quad \dot{\mathbf{q}} = 0 \Rightarrow w_0 = \frac{\tau_{R_0} \Phi}{N}, \quad \tau_{R_0} = \frac{q_0}{\Phi} + \tau_{D_0}$$

Ta định nghĩa $\boldsymbol{\eta} = (N, \Phi, \tau_{D_0})$ là vector tham số mạng, $\delta \mathbf{w} = \mathbf{w} - \mathbf{w}_0$, $\delta \mathbf{q} = \mathbf{q} - \mathbf{q}_0$, $\delta \mathbf{p} = \mathbf{p} - \mathbf{p}_0$, trong đó $\delta \mathbf{w}$, $\delta \mathbf{q}$, $\delta \mathbf{p}$ lần lượt là độ sai lệch của kích cỡ cửa sổ điều khiển nghẽn, chiều dài hàng đợi trung bình và xác suất của một gói dữ liệu được đánh dấu tại điểm cân bằng. Phương trình (2.1) được xấp xỉ tuyến tính dưới dạng:

$$\dot{\delta \mathbf{q}}(t) = \frac{N}{\tau_{R_0}} \delta \mathbf{w}(t) - \frac{1}{\tau_{R_0}} \delta \mathbf{q}(t) \quad (3.1a)$$

$$\delta \dot{\mathbf{w}}(t) = -\frac{N}{\tau_{R_0}^2 \Phi} (\delta \mathbf{w}(t) + \delta \mathbf{w}(t - \tau_{R_0})) - \frac{1}{\tau_{R_0}^2 \Phi} (\delta \mathbf{q}(t) - \delta \mathbf{q}(t - \tau_{R_0})) - \frac{\tau_{R_0} \Phi^2}{2N^2} \delta \mathbf{p}(t - \tau_{R_0}) \quad (3.1b)$$

2. Biểu diễn phương trình động học dòng lưu lượng TCP/AQM trong không gian trạng thái

Xét tại điểm cân bằng với biên độ dao động nhỏ, chúng ta xem $\delta \mathbf{w}(t) \cong \delta \mathbf{w}(t - \tau_{R_0})$, $\delta \mathbf{q}(t) \cong \delta \mathbf{q}(t - \tau_{R_0})$. Chiều dài trung bình hàng đợi xem như có thể xác định tại đầu ra, $\mathbf{y}(t) = \delta \mathbf{q}(t)$. Phương trình động học dòng lưu lượng TCP/AQM (3.1) trong không gian trạng thái được biểu diễn dưới dạng:

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A} \mathbf{x}(t) + \mathbf{B} \mathbf{u}(t - \tau_{R_0}) \quad (3.2a)$$

$$\mathbf{y}(t) = \mathbf{C} \mathbf{x}(t) \quad (3.2b)$$

trong đó: $\mathbf{x} = [\mathbf{x}_1 \quad \mathbf{x}_2]^T = [\delta \mathbf{q} \quad \delta \mathbf{w}]^T$, $\mathbf{u} = \delta \mathbf{p}$, $\mathbf{y} = \mathbf{x}_1 = \delta \mathbf{q}$

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{\tau_{R_0}} & \frac{N}{\tau_{R_0}} \\ 0 & -\frac{2N}{\tau_{R_0}^2 \Phi} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix} 0 \\ -\frac{\tau_{R_0} \Phi^2}{2N^2} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{C} = [1 \quad 0]$$

3. Thiết kế bộ quan sát trạng thái

Theo (3.2) chúng ta đặt $\mathbf{x} = [\mathbf{x}_1 \quad \mathbf{x}_2]^T = [\delta \mathbf{q} \quad \delta \mathbf{w}]^T$ là trạng thái của hệ thống mạng đặc trưng cho chiều dài hàng đợi trung bình và kích cỡ cửa sổ điều khiển nghẽn, trong đó giá trị của chiều dài hàng đợi trung bình có thể xác định ở đầu ra tại router định tuyến mạng. Vấn đề là chúng ta phải xác định giá trị của kích cỡ cửa sổ điều khiển nghẽn, đây là đại lượng không thể đo lường hay xác định trực tiếp được. Để có thể thiết kế bộ điều khiển phản hồi, chúng ta phải

xác định được các giá trị trạng thái w, q và giá trị đầu vào p . Như vậy, với giả thiết đặt ra, việc xây dựng bộ quan sát ước lượng giá trị của kích cỡ cửa sổ điều khiển nghẽn là điều cần thiết là ý nghĩa thực tiễn.

Áp dụng lí thuyết xây dựng bộ quan sát trạng thái giảm bậc [9, 16, 17] chúng ta có thể xác định được:

$$A_{22} - GA_{12} = -\frac{2N}{\tau_{R_0}^2 \Phi} - G \frac{N}{\tau_{R_0}}, A_{21} - GA_{11} = \frac{G}{\tau_{R_0}}, B_2 - GB_1 = -\frac{\tau_{R_0} \Phi^2}{2N^2}, C = [1 \ 0] \quad (3.3)$$

Chọn giá trị riêng của bộ quan sát trạng thái cần thiết kể là $-L_0$ (với L_0 là giá trị thực dương tùy ý). Từ (3.3) ta có:

$$A_{22} - GA_{12} = -\frac{2N}{\tau_{R_0}^2 \Phi} - G \frac{N}{\tau_{R_0}} = -L_0$$

suy ra giá trị cần chọn của G là:

$$G = \frac{\tau_{R_0}}{N} \left(L_0 - \frac{2N}{\tau_{R_0}^2 \Phi} \right) \quad (3.4)$$

Thay giá trị của G vào (3.3) ta được:

$$A_{22} - GA_{12} = -L_0, A_{21} - GA_{11} = \frac{L_0}{N} - \frac{2}{\tau_{R_0}^2 \Phi}, B_2 - GB_1 = -\frac{\tau_{R_0} \Phi^2}{2N^2} \quad (3.5)$$

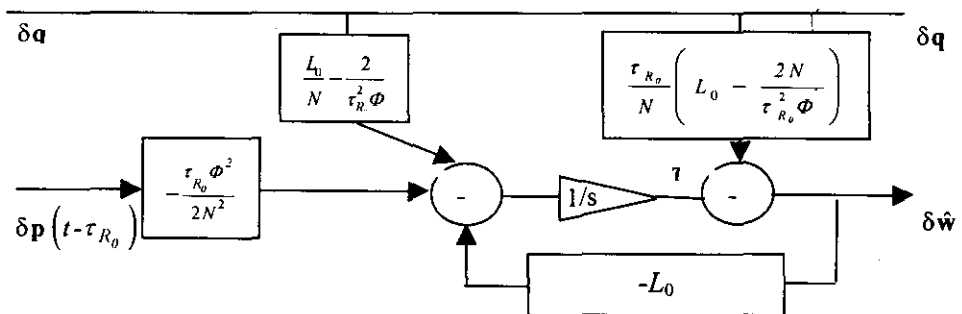
Từ (3.5), ta có phương trình bộ quan sát trạng thái cho mô hình động học TCP được xác định bởi [9]:

$$\dot{z}(t) = -L_0 z(t) + \left(\frac{2L_0}{\tau_{R_0}^2 \Phi} - \frac{L_0^2 \tau_{R_0}}{N} \right) \delta q(t) + \left(\frac{L_0}{N} - \frac{2}{\tau_{R_0}^2 \Phi} \right) \delta q(t) - \frac{\tau_{R_0} \Phi^2}{2N^2} \delta p(t - \tau_{R_0}) \quad (3.6)$$

với:

$$z(t) = \delta \hat{w}(t) - \frac{\tau_{R_0}}{N} \left(L_0 - \frac{2N}{\tau_{R_0}^2 \Phi} \right) \delta q(t) \quad (3.7)$$

Sơ đồ bộ quan sát trạng thái cho mô hình động học dòng lưu lượng TCP được biểu diễn như hình (3.1).



Hình 4. Bộ quan sát giảm bậc cho mô hình động học dòng lưu lượng TCP/AQM

IV. ĐỀ XUẤT BÀI TOÁN TỐI ƯU TRẠNG THÁI

1. Kết hợp giữa ước lượng và phản hồi trạng thái trong cơ chế điều khiển dòng lưu lượng TCP/AQM

Chúng ta đã thiết kế được bộ quan sát trạng thái ước lượng giá trị của kích cỡ cửa sổ điều khiển nghẽn w trong giao thức mạng TCP như (3.6) - (3.7). Khi tất cả các trạng thái của mạng (q, w) được xác định thông qua đo lường trực tiếp và ước lượng, ta có thể xây dựng bộ điều khiển phản hồi đáp ứng nhanh chóng động học của hệ thống. Trong phần này, bộ điều khiển dòng lưu lượng TCP/AQM được thiết kế dựa trên cơ sở kết hợp giữa ước lượng trạng thái $\hat{x}(t)$ và phản hồi trạng thái $u(t) = r(t) - K\hat{x}(t)$ với $r(t)$ là tín hiệu tham khảo đầu vào. Hình 4 thể hiện mô hình động học tuyến tính của mạng TCP/AQM.

Thay $u(t) = r(t) - K\hat{x}(t)$ vào (3.2), phương trình động học của hệ thống mạng TCP/AQM được xác định:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + B[r(t - \tau_{R_0}) - \hat{x}(t - \tau_{R_0})] \quad (4.1a)$$

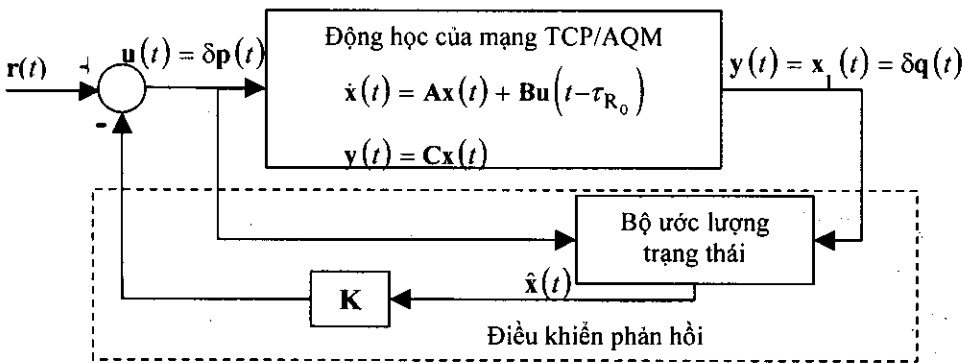
$$y(t) = Cx(t) \quad (4.1b)$$

Ta định nghĩa $e(t) \triangleq \hat{x}(t) - x(t)$. Từ (4.1), áp dụng lý thuyết ước lượng trạng thái [9] ta có thể dễ dàng xây dựng hệ phương trình mô tả động học hệ thống mạng TCP/AQM dưới dạng:

$$\begin{bmatrix} \dot{\hat{x}}(t) \\ \dot{e}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A - BK & -BK \\ 0 & A - GC \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t) \\ e(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B \\ 0 \end{bmatrix} r(t - \tau_{R_0}) \quad (4.2a)$$

$$y(t) = [C \ 0] \begin{bmatrix} x(t) \\ e(t) \end{bmatrix} \quad (4.2b)$$

trong đó các giá trị của ma trận A, B, C và G được xác định tại (3.2), (3.4) và $K = [k_1 \ k_2]$ là ma trận độ lợi phản hồi.



Hình 5. Mô hình động học của mạng TCP/AQM

2. Hệ phương trình quy chiếu tối ưu phục vụ bài toán bền vững

Ta đặt: $\dot{\hat{x}} = \begin{bmatrix} \dot{\hat{x}}(t) \\ \dot{e}(t) \end{bmatrix}$, $\tilde{A} = \begin{bmatrix} A - BK & -BK \\ 0 & A - GC \end{bmatrix}$, $\tilde{B} = \begin{bmatrix} B \\ 0 \end{bmatrix}$

$\tilde{y} = y(t)$, $\tilde{C} = [C \ 0]$, $\tilde{u} = r(t - \tau_{R_0})$ (4.3)

hệ phương trình (4.2) có thể được viết lại dưới dạng:

$$\dot{\bar{x}}(t) = \bar{A}\bar{x}(t) + \bar{B}\bar{u}(t) \quad (4.4a)$$

$$\bar{y}(t) = \bar{C}\bar{x}(t) \quad (4.4b)$$

Nhiều xạ lên mô hình hệ động học TCP/AQM (4.4) bằng cách đặt:

$$\hat{\bar{x}}_s(t) = \bar{x}(t) + \Delta\bar{x}(t), \quad \hat{\bar{y}}_s(t) = \bar{y}(t) + \Delta\bar{y}(t), \quad \hat{\bar{u}}_s(t) = \bar{u}(t) + w(t)$$

$$\hat{\bar{A}}_s = \bar{A} + \Delta\bar{A}, \quad \hat{\bar{B}}_s = \bar{B} + \Delta\bar{B}, \quad \hat{\bar{C}}_s = \bar{C} + \Delta\bar{C}$$

Xét trường hợp tổng quát ta thu được hệ động học tuyến tính bất định bậc n được mô tả bởi:

$$\dot{\hat{\bar{x}}}_s(t) = \hat{\bar{A}}_s \hat{\bar{x}}_s(t) + \hat{\bar{B}}_s \hat{\bar{u}}_s(t), t \in [0, \infty) \quad (4.5a)$$

$$\hat{\bar{y}}_s(t) = \hat{\bar{C}}_s \hat{\bar{x}}_s(t) \quad (4.5b)$$

Chọn mô hình giả định có bậc m ($m > n$) được mô tả bởi:

$$\dot{\hat{\bar{x}}}_m(t) = \bar{A}_m \hat{\bar{x}}_m(t) + \bar{B}_m \hat{\bar{u}}_s(t), t \in [0, \infty) \quad (4.6a)$$

$$\hat{\bar{y}}_m(t) = \bar{C}_m \hat{\bar{x}}_m(t) \quad (4.6b)$$

tồn tại tiêu chí tối ưu trạng thái sau:

$$J_{\text{Opt}} = \text{SupE} \left\{ \left\| \hat{\bar{x}}_s - \bar{T}^+ \bar{x}_m \right\|_{\mathbb{R}}^2 \right\}, \bar{T} \in \mathbb{R}^{m \times n}, \rho(\bar{T}) = n \quad (4.7)$$

và tiêu chí trọng bình phương sai số tương ứng:

$$J_{\text{Opt}} = \text{SupE} \left\{ \left\| \hat{\bar{y}}_m - \bar{K} \hat{\bar{y}}_s \right\|_{\mathbb{R}}^2 \right\}, \bar{K} \in \mathbb{R}^{q \times q}, \rho(\bar{K}) = q \quad (4.8)$$

Bài toán đặt ra là chúng ta cần xác định các giá trị hạn chế của $\bar{A}_s, \bar{B}_s, \bar{C}_s$ (mà cụ thể là $\Delta\bar{A}, \Delta\bar{B}, \Delta\bar{C}$) sao cho mô hình mô tả bởi hệ phương trình (4.6a), (4.6b) có tính ổn định, tính quan sát và điều khiển đồng thời (thuộc họ bài toán bền vững).

Giả sử:

$$\bar{A}_m = \text{diag}(-\alpha_1, \dots, -\alpha_m), \quad \bar{B}_m \bar{B}_m^T = \text{diag}(\beta_1, \dots, \beta_m), \quad \bar{C}_m \bar{C}_m^T = \text{diag}(\gamma_1, \dots, \gamma_m); \alpha_i, \beta_i, \gamma_i \geq 0$$

với $i = 1, \dots, m$.

Gọi: $-\alpha_{sn}, \beta_{sn}, \gamma_{sn}$ lần lượt là các giá trị riêng nhỏ nhất khác không của $\bar{A}_s, \bar{B}_s \bar{B}_s^T, \bar{C}_s^T \bar{C}_s$, λ_1, λ_n là các giá trị riêng lớn nhất và nhỏ nhất khác không của $\bar{T}\bar{T}^T$; $\kappa = \|\bar{x}_m\|$.

Ta có thể xác định được biên độ hạn chế đối với $\Delta\bar{A}$ cho hệ đảm bảo được tính ổn định [2]:

$$\|\Delta\bar{A}\| \leq 2\sqrt{\alpha_1 \lambda_1} / \kappa \leq \sqrt{\alpha_{sn}} \quad (4.9)$$

và điều kiện giới hạn của $\Delta\bar{B}, \Delta\bar{C}$ đảm bảo tính điều khiển và quan sát đồng thời cho hệ động học TCP/AQM [2]:

$$\|\Delta\bar{B}\| \leq \sqrt{\beta_1} / \kappa < \sqrt{\beta_{sn}}, \quad \|\Delta\bar{C}\| \leq \sqrt{\gamma_1 \lambda_1 \lambda_n} / (\sqrt{\lambda_n} + \kappa) \leq \sqrt{\gamma_{sn}} \quad (4.10)$$

V. KẾT LUẬN

Trạng thái của hệ thống luôn giữ vai trò quan trọng trong lý thuyết điều khiển hiện đại vì chính trạng thái sẽ được sử dụng làm tín hiệu phản hồi trong quá trình điều khiển thiết bị. Tuy

nhiên, thực tế thì đa phần các trạng thái của hệ thống phức tạp hoặc trực tiếp, hoặc gián tiếp không thể đo lường hay truy cập được. Lấy cơ sở lí thuyết hệ thống làm nền tảng mà cụ thể là việc xây dựng phương trình động học cùng các phương pháp ước lượng trạng thái, bài báo đã áp dụng vào một vấn đề thực tiễn trên một hệ thống mạng cụ thể TCP/AQM. Giá trị về kích cỡ cửa sổ điều khiển đã được ước lượng dựa vào việc thiết kế một bộ quan sát, kết hợp với luật phản hồi để xây dựng nên bộ điều khiển AQM làm nâng cao khả năng thể hiện mạng, giảm thiểu nghẽn, hạn chế mất gói dữ liệu trên giao thức TCP. Bài báo cũng đã xây dựng được hệ phương trình qui chiếu tối ưu phục vụ cho bài toán bền vững của mô hình hệ thống mạng TCP/AQM trong điều kiện nhiễu xạ. Trên cơ sở đó, chúng ta có thể xác định giá trị các tham số mạng để cho hệ thống vẫn đảm bảo được các đặc tính ban đầu. Với cách tiếp cận này, hệ thống có thể được khai thác và sử dụng một cách hiệu quả, tin cậy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ngô Minh Khải, Nguyễn Ngọc San - Bộ điều khiển đối với đối tượng phi tuyến, Tạp chí Khoa học Công nghệ **44** (5) (2006).
2. Nguyễn Ngọc San - Nhận dạng các hệ thống tuyến tính liên tục, Nhà xuất bản khoa học và Kỹ thuật, 2006.
3. Nguyễn Ngọc San, Chu Văn Hỷ, Vũ Ngọc Phàn, Nguyễn Gia Thái, Đinh Minh Sơn, Đỗ Minh Trí, Nguyễn Đình Xuân - Về một phương pháp đánh giá công nghệ mạng viễn thông dựa trên lí thuyết hệ thống, Đề tài nghiên cứu cấp Bộ Bưu chính Viễn thông, 2005.
4. Đỗ Minh Trí, Tô Văn Trường - Về một đề xuất phương pháp đo lường mới, Tạp chí Khoa học Công nghệ **42** (6) (2004).
5. Nguyễn Huy Tiệp, Nguyễn Đình Xuân, Đỗ Minh Trí - Mô hình nguồn lưu lượng Markov, Tạp chí Nghiên cứu khoa học kỹ thuật và Công nghệ quân sự số **9** (2004).
6. Đỗ Minh Trí, Dương Tuấn Anh, Cao Đức Đồng - Bộ quan sát trạng thái và ứng dụng trong hệ thống điều khiển mạng, Tạp chí Nghiên cứu khoa học kỹ thuật và Công nghệ quân sự số **17** (2006).
7. Do Minh Tri, Nguyen Ngoc San, You Hyeon Jeong - A survey of state estimation and application for allocation LSP capacity on MPLS network, The Conference of Korea Institute of Information & Telecommunication Facilities Engineering, August 2006.
8. Benjamin C. Kuo - Digital control systems, Holt, Rinehart and Winston, Inc, 1980.
9. C. T. Chen - Linear system Theory and Design, New York Oxford, 1999.
10. N. G. Nath and N. N. San - On an approach to estimation of system parameters, Control and Cybernetics **20** (1) (1991).
11. Richard C. Dorf - Modern control systems, Addison-Wesley publishing company, 1992.
12. Torsten Soderstrom and Petre Stoica - System Identification, Prentice Hall, 1984.
13. Heinz Unbehauen and Ganti Prasada RAO - Identification of continuous system, North-Holland, 1987.
14. B. C. Moore - Principle Component Analysis in Linear System: Controllability, Observability and Model Reduction, IEEE Trans. Auto.Control. **AC-26** (1) (1981).
15. Jim Rawlings and Eric Haseltine - Discussion Group on State Estimation, TWMCC, February 10, 2003.

16. D.G.Luenberger - Observing the state of a linear system, IEEE Trans, Mil.Electron. MIL-8, (1964).
17. D. G. Luenberger - An introduction to observers, IEEE Transactions on Automatic Control AC-16 (6) (1971).
18. D.E. Comer - Internetworking with TCP/IP, Principles, Protocols and Architectures, Upper Saddle River, Prentice-Hall, 2000.
19. C. V. Hollot, Vishal Misra, Weibo Gong - Analysis and design of controllers for AQM routers supporting TCP Flows, IEEE Transactions on automatic control 47 (6) (2002).
20. Yuan Gao, Jennifer C. Hou - A state Feedback control approach to stabilizing queues for ECN-Enabled TCP Connections, IEEE Infocom, 2003.
21. Peng Yan, Yuan Gao, Hitay Ozbay - A variable structure control approach to active queue management for TCP with ECN, IEEE Transactions on control system technology 13 (2) (2005).

SUMMARY

SETTING UP A STATE ESTIMATOR FOR CONTROLLING THE TRAFFIC FLOW TCP/AQM

For most of the measuring methods of traditional control theory, measuring equipments are located at the output of the system to measure quantities transformed from non-electrical form into electrical one. This method helps us to define the value of parameters to be measured, but it has limitation because it can only assess the efficiency of a movement process. That means we can not understand the inner kinetics which is the essence of the system. The systematic properties can be comprehended if we have a method on the basis of assessing the elements residing inside the system. It is obvious that there are many scientists as well as research projects that approach this matter in different ways. However, we suggest a new measuring method through assessing and setting up sets of state estimation based on dynamic equations in this paper. With this approach, we believe that we can apply the new measuring method in present telecommunications network, especially for the estimation of parameters of the complex system where the traditional measuring methods are not easily or efficiently applied. Based on this method, we apply on TCP/AQM networks which will play a key role in meeting tomorrow's increasing demand for performance in Internet applications.

Địa chỉ:

Học viện Công nghệ bưu chính viễn thông.

Nhận bài ngày 14 tháng 9 năm 2006