VỀ BÀI TOÁN ỔN ĐỊNH BỀN VỮNG TRONG HỆ ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI NHIỀU CHIỀU

Phan Toàn
Trung tâm Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Quốc gia
Võ Phước Như An; Nguyễn Ngọc Phúc Diễm; Võ Thị Thu Sương; Nguyễn Kỳ Tài
Trường Đại Học Bách Khoa – ĐHQG-HCM
(Bài nhận ngày 21 tháng 6 năm 2001)

TÓM TẮT:

Bài toán ổn định bền vững trong hệ điều khiển thích nghi đã được xét đến trong tài liệu [1]-[3]. Trong các tài liệu này chỉ đề cập đến hệ thống một đầu vào và không có trễ. Trên thực tế hệ thống nhiều đầu vào và có trễ thường rất phổ biến. Bài báo đề xuất giải thuật và sơ đồ điều khiển thích nghi bền vững cho hệ nhiều chiều và có trễ.

1. MỞ ĐẦU:

Bài toán ổn định bền vững của hệ điều khiển thích nghi đã được các nhà khoa học xét đến trong các tài liệu [1÷3]. Nội dung của bài này là thông báo các kết quả mới phát triển phương pháp đã xét đến trong các tài liệu [1÷3] cho hệ có chậm.

2. THIẾT LẬP BÀI TOÁN ỔN ĐỊNH BỀN VỮNG:

Giả sử chúng ta có đối tượng tuyến tính nhiều chiều và để đơn giản nhưng không kém phần tổng quát ta có hệ thống động có hai đầu vào và một đầu ra được mô tả bằng mô hình sau (hình 1).

$$(M_0 + \Delta M)y(t) = (N_0 + \Delta N)u(t) + (\overline{N}_0 + \Delta\overline{N})\overline{u}(t-d) + d1(t) \qquad (1)$$

Trong đó:

M_0 , N_0 , $\overline{N}_0$ là các đa thức Hurwitz đối với Z^{-1} ổn định

Z^{-1} là toán tử trễ đơn vị

d – là trễ theo thời gian (delay) $\overline{n} > d \geq 1$

ΔM, ΔN và $\Delta\overline{N}$ - là thành phần động học không thể mô hình hóa được

u(t), $\overline{u}(t-d)$– là các đầu ngõ vào và y(t) là đầu ra của hệ thống

d1(t) – thành phần nhiễu tác động vào đối tượng.

Ta có:

Đối tượng chuẩn được xác định là:

$$P_0(Z^{-1})=[M_0(Z^{-1})]^{-1}N_0(Z^{-1})+[M_0(Z^{-1})]^{-1}\overline{N}_0(Z^{-1})Z^{-d} \quad (2)$$

Trong đó:

$$\begin{aligned} M_0(Z^{-1}) &= 1+a1Z^{-1}+\cdots\cdots+anZ^{-n} \\ N_0(Z^{-1}) &= b1Z^{-1}+b2Z^{-2}\cdots\cdots+bnZ^{-n} \\ \overline{N}_0(Z^{-1}) &= \overline{b}1Z^{-1}+\overline{b}2Z^{-2}\cdots\cdots+\overline{b}nZ^{-n} \end{aligned} \quad (3)$$

Đặt vectơ thông số là:

$$\theta^T=[-a1,-a2,\cdots,-an\vdots b1,b2,\cdots,bn\vdots \overline{b}1,\overline{b}2,\cdots,\overline{b}n] \quad (4)$$

Vectơ quan sát $\phi(t-d)$ sẽ có dạng

$$[\phi(t-d)]^T=\begin{matrix}[y(t-1),y(t-2),\cdots,y(t-n)\vdots u(t-1),u(t-2),\cdots,u(t-n)\vdots \\ \overline{u}(t-d-1),\overline{u}(t-d-2),\cdots,\overline{u}(t-d-n)]\end{matrix} \quad (5)$$

Để giải bài toán ổn định bền vững chúng ta sử dụng các giả thiết hạn chế như đã nêu trong tài liệu [1,3]

A1. Giá trị của vectơ thông số θ ứng với hàm truyền

$$P(Z^{-1},\theta)=[M_0(Z^{-1},\theta)]^{-1}N_0(Z^{-1},\theta)+[M_0(Z^{-1},\theta)]^{-1}\overline{N}_0(Z^{-1},\theta)Z^{-d}$$

θ nằm trong miền lồi Ω. Mỗi một phần tử θ của miền lồi Ω ứng với một hàm truyền $P(Z^{-1},\theta)$.

A2. ΔM, ΔN và $\Delta\overline{N}$ là ổn định, LTI và bị chặn trên bởi D3

$$\left\|\begin{matrix}\Delta N \\ \Delta\overline{N} \\ \Delta M\end{matrix}\right\|_B \le D3$$

A3. Giả thiết nhiễu d1(t) $\in l_\infty$ và giá trị tuyệt đối của nó $|d1(t)| \le D1$ cũng bị chặn trên bởi đại lượng D1.

Bài toán đặt ra ở đây là tìm các thuật toán thích nghi để đánh giá vectơ thông số θ của hệ thống (1) sao cho hệ điều khiển thích nghi với việc sử dụng mô hình điều khiển 1 (hình 1) dựa theo sai số dự đoán đảm bảo ổn định bền vững đối với đối tượng tuyến tính đã cho ở dạng phương trình (1) với các giả thiết A1 – A3 tức là các điều kiện hạn chế đã nêu ở trên được thoả mãn tôn trọng.

3. THUẬT TOÁN ĐÁNH GIÁ BỀN VỮNG:

Từ phương trình (1) để ý đến (4) và (5) ta có thể viết đầu ra của đối tượng điều khiển 2 dưới dạng vectơ sau đây:

$$y(t) = [\phi(t-d)]^T \theta + d(t) \tag{6}$$

$$d(t) = d1(t) + d2(t) \tag{7}$$

$$d2(t) = \Delta N u(t) + \Delta\overline{N}\overline{u}(t-d) - \Delta M y(t) \tag{8}$$

Đặt vectơ đánh giá tại thời điểm t là:

$$\hat{\theta}(t) = \left[-\hat{a}1(t), -\hat{a}2(t), \cdots, -\hat{a}n(t) \vdots \hat{b}1(t), \hat{b}2(t), \cdots, \hat{b}n(t) \vdots \hat{\bar{b}}1(t), \hat{\bar{b}}2(t), \cdots, \hat{\bar{b}}n(t)\right]^T$$

ta có thể viết đánh giá của tín hiệu ra y(t) dựa trên cơ sở cập nhật số liệu ở thời điểm (t-1) và đó chính là đầu ra của mô hình nhận dạng đánh giá đối tượng điều khiển 2 (hình 1), $\hat{y}(t)$ có dạng:

$$\hat{y}(t) = [\phi(t-d)]^T \hat{\theta}(t-1)$$

Ta có sai số dự đoán trước

$$e(t) = y(t) - [\phi(t-d)]^T \hat{\theta}(t-1)$$

Giả thiết D2 là hàm chặn trên của giá trị tuyệt đối d2(t)

$$|d2(t)| \le D2$$

$$d2(t) = \begin{bmatrix} \Delta N \\ \Delta\overline{N} \\ -\Delta M \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} u(t) \\ \overline{u}(t-d) \\ y(t) \end{bmatrix}$$

Bộ đánh giá thông số bền vững tìm được bằng phương pháp tương tự như phương pháp đã nêu ra trong tài liệu [1,3]. Đó là thuật toán thích nghi có vùng chết được xác định như sau[1,3].

Chọn $\alpha(t)$ là hệ số thích nghi $\alpha(t) \in (0,1)$

$$\alpha(t) = \begin{cases} \alpha \in \left(0, \dfrac{e(t)}{1+e(t)}\right), & \text{nếu} \quad \|e(t)\| > \Delta \\ 0, \quad \text{nếu} & \|e(t)\| \le \Delta \end{cases}$$

hệ số $\beta(t)$ được chọn lựa theo

$$\beta(t) = \sqrt{\frac{1}{1-\alpha(t)}}$$

Vùng chết được định nghĩa

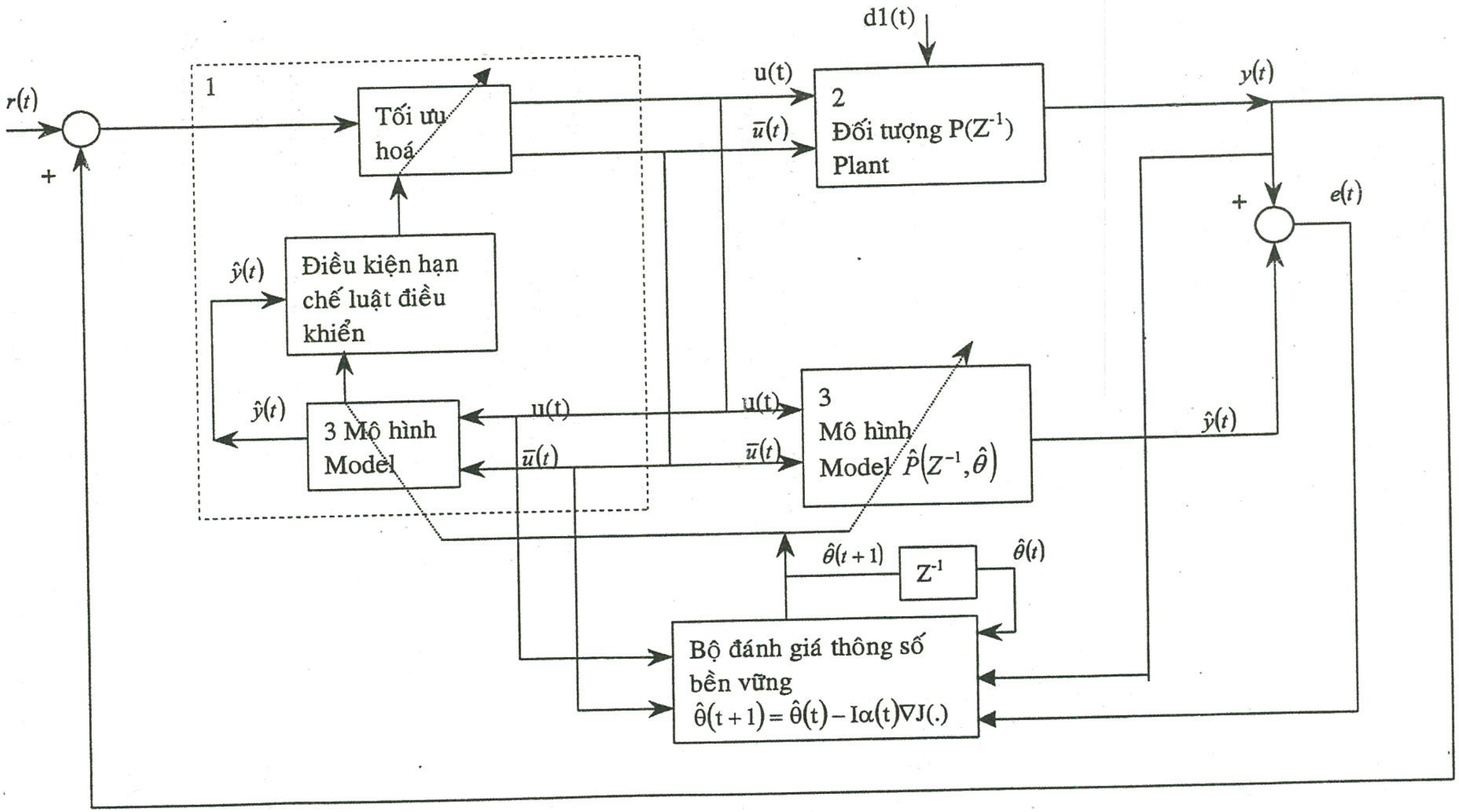
$$v(t)=\frac{\alpha(t)f(\beta(t)(D2(t)+D1(t)),e(t))}{|e(t)|}$$

Trong đó:

$$f(x,y)=\begin{cases}|y|-|x| & \text{nếu } |y|>|x|\\ 0 & \text{nếu khác đi}\end{cases}$$

Khi hệ số thích nghi α(t) có giá trị bằng 0 (α(t)=0) bước lặp sẽ dừng.

Tất cả các nghiên cứu sinh và học viên cao học vô cùng cảm ơn thầy hướng dẫn giáo sư tiến sĩ khoa học Nguyễn Thúc Loan, tiến sĩ Dương Hoài Nghiã, tiến sĩ Quyền Huy Ánh đã có nhiều gợi ý khoa học quý giá.



Hình 1 1. Mô hình điều khiển dựa theo sai số dự đoán e(t)

2. Đối tượng điều khiển $P(Z^{-1}) = [M_0 + \Delta M]^{-1}[N_0 + \Delta N] + [M_0 + \Delta M]^{-1}[\overline{N}_0 + \Delta\overline{N}]Z^{-d}$

3. Mô hình đánh giá của đối tượng điều khiển $\hat{P}(Z^{-1},\theta) = [M_0(Z^{-1},\theta)]^{-1}N_0(Z^{-1},\theta) + [M_0(Z^{-1},\theta)]^{-1}\overline{N}_0(Z^{-1},\theta)Z^{-d}$

4. r(t) giá trị đặt trước từ mô hình chuẩn cần có; J(.) tiêu chuẩn đánh giá; I Ma trận đơn vị; α(t) hệ số học thích nghi

ROBUST ADAPTIVE CONTROL

Phan Toan
Vo Phuoc Nhu An; Nguyen Ngoc Phuc Diem; Vo Thi Thu Suong; Nguyen Ky Tai

SUMMARY:

Robust adaptive control problem is described in [1-3]. This paper describes robust adaptive control sheme and algorithm for problem [1] , plant is multi-input and delay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Công Hiền , Nguyễn Văn Vy
Bài toán ổn định bền vững của hệ điều khiển thích nghi.
Báo cáo hội nghị tự động hoá toàn quốc lần thứ 4 năm 2000.
Hà Nội – 2000.

[2]. K.S.Narenda and A.M.Annaswamy,(1986).
Robust adaptive control in the presence of bounded disturbances. IEEE Trans. On Automatic Control, vol AC – 31, NO 4, pp 306 – 315. Agr.

[3] P.G. Voulgaris; M.Dahlen and L.Valavani (1994).
Robust adaptive control: a slowly varying systems approach. Pp. 1455 – 1461. Automatica.