Tạp Chí Tin Học và Điều Khiển Học
Tập VIII(1992), Số 4, 1-11

Nhận Dạng Bậc Hệ Động Lực

Vũ Như Lân, Đặng Thành Phu & Vũ Chấn Hưng
Viện Tin Học
Viện Khoa Học Việt Nam

I. Mở đầu

Vấn đề nhận dạng bậc hệ động lực không phải hoàn toàn mới mẻ, nhưng đây là vấn đề còn mở. Các kết quả đạt được về lĩnh vực này rất khiêm tốn so với các thành tựu đã đạt đợc của lý thuyết nhận dạng [15]. Có thể nói rằng cho đến nay chưa có một lý thuyết hoàn chỉnh về nhận dạng cấu trúc bậc hệ thống. Trong khi đó nhiều bài toán thực tế lại đòi hỏi trước hết việc xác định bậc hệ thống [13] để làm cơ sở cho các phương pháp điều khiển hiện đại. Vì vậy vấn đề nhận dạng bậc hệ thống có ý nghĩa rất lớn và cũng là mục tiêu nghiên cứu, giải quyết của bài báo này để áp dụng ng trong điều khiển thích nghi.

2. Phân tích và đặt bài toán

Từ lý thuyết nhận dạng thông số và ước lượng trạng thái nhiều tác giả đã đề cập đến tính phân ly của quá trình nhận dạng và ước lượng [9, 10]. Nguyên nhân sâu xa và phổ biến của nó là sự không tương thích giữa mô hình động học và hệ thực. Mô hình bao gồm bậc và các thông số cần thiết mô tả động học hệ thống. Ngoài ra cũng có thể do việc sử dụng các quan sát với các thông số không phù hợp, vì vạy nhiều khi các quan sát mới không đem lại lợi ích gì trong quá trình nhận dạng và ước lượng. (Ở đây chúng tôi chưa nói đến trường hợp phân ly cho xuất hiện các quan sát vọt bất ngờ có phân bố đuôi nặng [7]. Giả thiết rằng không tồn tại các quan sát (outliers) dạng đó). Hệ số khuyếch đại nhỏ dần theo sự tăng lên của số các quan sát. Điều này làm cho sai số ước lượng có ma trận hiệp phương sai thực tế khác xa so với ma trận hiệp phương sai tính toán được trên lý thuyết. Các thông số thu được là thông số sai lệch nhiều so với các thông số thật và các ước lượng thu được là các ước lượng chệch. Đây là giá phải trảcho sựkhông tương thích nêu trên. Nếu không có các quan sát không bình thường (outliers) thì tính không tương thích giữa mô hình và hệ thức là do nguyên nhân sau đây:

Typeset by $\mathcal{AMS}$-TEX

1. Không phù hợp về các thông số giữa mô hình và hệ thực.
2. Không phù hợp về cấu trúc - bậc giữa mô hình và hệ thực.

Kiểu không phù hợp sau cùng này bao hàm cả trường hợp không phù hợp thứ nhất do vậy có tính quyết định nhất gây ra sự phân ly thực sự khi nhận dạng và ước lượng để điều khiển. Ma trận hiệp phương sai của sai số ước lượng có thể tăng vô hạn. Trong khi đó đối với kiểu không phù hợp đầu tiên có thể chỉ làm tăng ma trận hiệp phương sai của sai số ước lượng đến một giá trị hữu hạn nào đó. Vì vậy có thể khắc phục bằng các thuật toán ước lượng Robust như [7, 10].

Từ các phân tích trên ta thấy một nguyên lý chung làm giảm sự phân ly và tăng độ hội tụ của quá trình nhận dạng và ước lượng là làm tăng ma trận hiệp phương sai của sai số ước lượng. Điều này hoàn toàn thống nhất với quan điểm "Nhiễu hóa" của Tsypkin Y. Z [11].

Xét hệ động lực dạng ARMA – dừng, ổn định, điều khiển được, quan sát được và nhận dạng được sau đây:

$$x(k) = \sum_{i=1}^{n} a_i\, x(k-i) + \sum_{j=1}^{m} b_{j-1}\, u(k-d-j+1) + w(k) \tag{1}$$

với các quan sát

$$z(k) = x(k) + v(k);\ k = \overline{1,N} \tag{2}$$

Ở đây $u(k)$, $z(k)$ là đầu vào, đầu ra tương ứng; n và m là các bậc chưa biết trước; a_i, $i = \overline{1,n}$; b_{j-1}, $j = \overline{1,m}$ là các thông số chưa biết; $w(u)$, $v(u)$ là nhiễu trắng chuẩn với các đặc trưng thống kê:

$$E[w(k)] = E[v(k)] = 0,\ \forall k \tag{3}$$

$$E[w(k)\ w^T(j)] = Q(k)\delta_{kj} \tag{4a}$$

$$E[v(k)\ v^T(j)] = R(k)\ \delta_{kj} \tag{4b}$$

với δ_{kj} là dấu Kronecker.

Cần tìm bậc $\hat{n}, \hat{m}$ hợp lý theo nghĩa đảm bảo các đánh giá thông số $\hat{a}_i$, $\hat{b}_{j-1}$, $i = \overline{1,n}$, $j = \overline{1,m}$ và các ước lượng trạng ng thái $\hat{x}$ của hệ ARMA (1) trên cơ sở các quan sát (2) và điều kiện ban đầu (3), (4) hội tụ đến thông số và trạng thái thực.

3. Cơ cấu phát hiện sự xuất hiện tính phân ly

Đây là sự kết hợp tính ưu việt của [2] và [4].

Giả sử cho $n = \hat{n}_{max}$, $m = \hat{m}_{max}$ nào đó xác định. Sử dụng phương pháp toán tử liên hợp [6] ta có thể xác định được các thông số $\hat{a}_i$, $\hat{b}_{j-1}$, $i = \overline{1,\hat{n}_m}$, $j = \overline{1,\hat{m}_m}$.

Gọi $\hat{\theta} = (\hat{a}_1,\ \hat{a}_2, \ldots \hat{a}_{n_{max}},\ \hat{b}_0,\ \hat{b}_1, \ldots \hat{b}_{m_{max}})^T$ là véc tơ thông số đã được xác định, $x(k)$ - trạng thái hệ tại thời điểm k,

$\hat{x}_\theta(k/k)$ - ước lượng lọc tại thời điểm k với véc tơ thông số $\hat{\theta}$,

$\hat{x}_\theta(k/k-1)$ - ước lượng dự báo sau 1 bước tại thời điểm $(k-1)$ với véc tơ thông số $\hat{\theta}$,

$\hat{x}_\theta 2(k/k)$ - ước lượng lọc mức thứ hai theo phương pháp [4] tại thời điểm k với vẹc tơ thông số $\hat{\theta}$,

$\partial_\theta(k)$ - đại lượng đặc trưng cho tính không khớp của ước lượng với véc tơ thông số $\hat{\theta}$ có dạng

$$\partial_\theta(k) = z(k) - \hat{x}_\theta(k/k-1) \tag{5a}$$

Nếu bậc $\hat{n}_{max}$ và $\hat{m}_{max}$ chọn trước ban đầu không phù hợp với hệ thật thì từ lý thuyết ước lượng chung [8] ta nhận được $\hat{x}_\theta(k/k-1)$ là ước lượng chệch và

$$E[\partial_\theta(k)] \neq 0 \tag{5b}$$

Gọi $P_\theta(k/k)$ là ma trận hiệp phương sai với véc tơ thông số $\hat{\theta}$:

$$P_\theta(k/k) = E\{[x(k) - \hat{x}_\theta(k/k)][x(k) - \hat{x}_\theta(k/k)]^T\} \tag{6}$$

Khi $k \to \infty$, $P_\theta(k/k)$ tăng không có giới hạn.

Sự phân ly của quá trình ước lượng là kết quả của sự không tương thích về bậc $\hat{n}_{max}$ và $\hat{m}_{max}$ đối với hệ thực và được thể hiện qua sự gia tăng của $P_\theta(k/k)$. Chính điều đó cho phép ta bổ sung nhiễu vào mô hình hệ (1) để làm giảm sự chênh lệch giữa hiệp phương sai tính toán được và hiệp phương sai thực tế có được $P_\theta(k/k)$ và có thể chọn lại bậc mô hình phù hợp hơn.

Một số tác giả sử dụng (5) kết hợp với lý thuyết kiểm định giả thiết trắng chuẩn của (5) và sử dụng phân tích tương quan để đưa ra các kết luận về bậc mô hình. Đây là phương pháp khá rắc rối và khi số lượng quan sát tương đối lớn thì phương pháp này chưa hợp lý.

Cần phải nói đến các phương pháp chặt chẽ như [13, 14] nhưng việc giải tối ưu các bài toán tìm bậc quá phức tạp và khó khăn, đòi hỏi một trình độ nhất định đối với người sử dụng. Vì vậy phương pháp bổ sung nhiễu nêu trên theo chúng tôi là hợp lý và đơn giản, phù hợp đối với nhiều bài toán ứng dụng. Tuy nhiên cần phải có một cơ cấu phát hiện ra sự phân ly thật sự và sau đó mới bắt đầu được phép bổ sung nhiễu như đã thực hiện ở [12].

Gọi $P_\theta 2(k/k)$ là ma trận hiệp phương sai của sai số ước lượng ở mức thứ hai, trong đó

$$P_\theta 2(k/k) = E\{[x(k) - \hat{x}_\theta 2(k/k)][x(k) - \hat{x}_\theta 2(k/k)]^T\} \tag{7}$$

Thì quá trình ước lượng phân ly thực sự theo [4] khi tồn tại bất đẳng thức:

$$P_\theta 2(k/k) > P_\theta(k/k) \tag{8}$$

Còn ngược lại là hội tụ.

Kết quả này cho ta quyền sử dụng (8) như điều kiện để kiểm tra mức độ phù hợp về bậc và thông số giữa mô hình và hệ thực.

Gọi

$$J_\theta(k) = P_\theta 2(k/k) - P_\theta(k/k) \tag{9}$$

là đại lượng kiểm tra tính tương thích về bậc và thông số giữa mô hình và hệ thực với véc tơ thông số $\hat{\theta}$ được xác định.

Nếu $J_\theta(k) \leq 0$ thì không cần bổ sung nhiễu vào mô hình động học c.

Nếu $J_\theta(k) > 0$ thì nhiễu được bổ sung như sau

$$Q(k+1) = Q(k) + Q(0) \tag{10}$$

Trong đó $Q(0)$ được chọn

$$0 < Q(0) < Q(k)$$

để đảm bảo không khuếch đại thừa hệ số Kalman. Trong thuật toán nhận dạng [2, 3, 5] dặc biệt ở giai đoạn đầu ước lượng vẫn đảm bảo khả năng tăng độ tương thích giữa mô hình và hệ thực. Như vậy nhiễu tác động phụ được bổ sung trên từng bước ước lượng và không bổ sung thừa khi quá trình ước lượng, nhận dạng trở lại hội tụ.

Sử dụng phương pháp này cho phép giảm độ nhạy của ước lượng ngay cả đối với các quan sát không bình thường có phân bố đuôi nặng.

Các kết quả [2, 3, 5, 12] chỉ ra rằng cần phải giữ hệ số khuếch đại đủ lớn để có thể tăng trong số các quan sát cuối cùng, đảm bảo cho bộ ước lượng luôn nhận được quan sát chứa thông tin cần thiết.

4. Thuật toán nhận dạng bậc - thông số

Khi mô hình và hệ thực không phù hợp với nhau về bậc và thông số thì bắt đầu sự phân ly của quá trình nhận dạng và ước lượng tiếp sau đó.

Để dễ phát hiện ra tính phân ly, ta chọn bậc ban đầu là cực đại hoặc cực tiểu đối với hệ (1) và (2).

Gọi n_m là bậc cực đại hoặc cực tiểu theo trạng thái,
m_m là bậc cực đại hoặc cực tiểu theo điều khiển,

Lúc này tính không tương thích sẽ là lớn nhất vì vậy cần bổ sung vào (1) nhiễu trắng $w^0(k)$ có các đặc trưng:

$$E[w^0(k)] = 0 \tag{11a}$$

$$E[w^0(k)\ w^0(j)^T] = Q(0)\ \delta_{kj} \tag{11b}$$

Gọi $\theta^T = (a_1,\ a_2,\ \dots a_{n_m},\ b_0,\ b_1,\ \dots\ b_{m_m})$ véc tơ thông số cần nhận dạng. Phương pháp biến phân với toán tử liên hợp lần đầu tiên được trình bày ở [2] và tính hội tụ được chứng minh ở [1] có nội dung chủ yếu như sau:

Giả sử $\Phi(X)$ là quá trình thỏa mãn phương trình dạng toán tử sau:

$$L_\alpha \Phi(X) = q_\beta(X) \tag{12}$$

$$X \subset D \in R^r$$

L_α là toán tử tuyến tính,
X có thể là tập các biến (thời gian, không gian...),
$q_\beta(X)$ là kích thích nguồn.

Thường đối với các hệ động lực rời rạc, có thể xem

$$D = (... -2,\ -1,\ 0,\ +1,\ +2...)$$

X lúc này là các điểm thời gian. Phương trình liên hợp với (12) có dạng

$$L_p^* \Phi_p^*(X) = p(X) \tag{13}$$

$$p(X) \in L_n^2(D)$$

L^* là toán tử liên hợp của L thỏa mãn điều kiện sau

$$\langle L\lambda\ ,\ \mu\rangle_H = \langle \lambda\ ,\ L^*\mu\rangle_H,\ \forall\lambda,\mu \in H \tag{13a}$$

$\langle .,.\rangle$ là nội tích trong không gian Hilbert $H = L_H^2(D)$.

Xây dựng phiếm hàm quan sát sau:

$$J_p[\Phi] \stackrel{\Delta}{=} \langle \Phi\ ,\ p\rangle_H = \int_D \Phi(X)p(X)dX \tag{14}$$

ở đây $p(X)$ là hàm đặc trưng.

Từ (13), (13a) và (14) suy ra

$$J_p[\Phi] = J_q[\Phi_p^*] \tag{15a}$$

hoặc

$$\langle \Phi\ ,\ p\rangle_H = \langle \Phi_p^*\ ,\ q\rangle_H \tag{15b}$$

Giả sử Φ' là nghiệm của (12) với

$$L \stackrel{\Delta}{=} L',\ q \stackrel{\Delta}{=} q' \tag{15c}$$

còn Φ^* là nghiệm của (13).
Sẽ có quan hệ sau đây

$$\delta\ ,J_p = -\langle \Phi_p^*\ ,\ \delta L\Phi'\rangle + \langle \Phi^*\ ,\ \delta q\rangle \tag{16}$$

Trong đó

$$\delta J_p = J'_p - J_p \tag{16a}$$

$$\delta L = L' - L \tag{16b}$$

$$\delta q = q' - q \tag{16c}$$

Như vậy khi L và q phụ thuộc vào véc tơ thông số θ thì việc sử dụng (16) cho chúng ta phương trình quan hệ giữa $\delta\theta$ và J_p.

Cách chọn tập các "hàm đặc trưng" $p_j(X)$, $j = \overline{1,l}$ đưa đến hệ thống l phương trình để xác định $\delta\theta$. Vì vậy nên chọn số phương trình trên bằng số các thông số trong các bài toán ứng dụng.

Đối với hệ (1) sau khi bổ sung nhiễu $w^0(k)$ ta có:

$$L \stackrel{\Delta}{=} 1 - \sum_{i=1}^{n_m} a_i\, B^i \tag{17a}$$

$$L' \stackrel{\Delta}{=} 1 - \sum_{i=1}^{n_m} \hat{a}_i\, B^i \tag{17b}$$

$$B^i x(k) = x(k-i) \tag{17c}$$

Phương trình liên hợp

$$L^* \stackrel{\Delta}{=} 1 - \sum_{i=1}^{n_m} \hat{a}_i\, F^i \tag{17d}$$

$$F^i x(k) = x(k+i) \tag{17e}$$

$$q \stackrel{\Delta}{=} \sum_{j=1}^{m_m} b_{j-1} u(k-d-j+1) + w(k) + w^0(k) \tag{17g}$$

$$q' \stackrel{\Delta}{=} \sum_{j=1}^{m_m} \hat{b}_{j-1} u(k-d-j+1) + w(k) + w^0(k) \tag{17h}$$

Trên thực tế

$$\langle \lambda\,,\, \mu \rangle_H \stackrel{\Delta}{=} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \lambda(k)\ \mu(k) = \sum_{k=1}^{N} \lambda(k)\ \mu(k) \tag{17i}$$

và $\lambda = 0, \mu = 0$ với mọi $k \leq 0$ và $k > N$.

Như vậy

$$\delta L = L' - L = -\sum_{i=1}^{n_m} \delta a_i \ B^i \tag{17k}$$

$$\delta q = q' - q = \sum_{j=1}^{m_m} \delta b_{j-1} \ u(k-d-j+1) \tag{17l}$$

$$\delta a_i = a_i - \hat{a}_i, \ i = \overline{1, n_m} \tag{17m}$$

$$\delta b_{j-1} = b_{j-1} - \hat{b}_{j-1}, j = \overline{1, m_m} \tag{17n}$$

Từ (16) suy ra hệ phương trình

$$\zeta_j = \lambda(j) \ \delta\theta + \xi_j, \ j = \overline{1, l} \tag{18}$$

Hay dạng toán tử

$$\zeta = \Lambda \ \delta \ \theta + \xi \tag{18a}$$

Ở đây

$$\zeta_j = \delta Z_j = Z_j - \hat{J}_j \tag{18b}$$

$$Z_j = \sum_{k=1}^{N} p_j(k) \ Z(k) \tag{18c}$$

$$\hat{J} = J_j[\hat{x}_\theta] \tag{18d}$$

ξ_j là nhiễu ngẫu nhiên với các đặc trưng thống kê tính được từ $w(k)$, $w^0(k)$, $v(k)$

$$\Lambda^T = (\lambda(1), ..., \lambda(l)) \tag{18e}$$

$$\zeta^T = (\delta Z_1, ..., \delta Z_l) \tag{18g}$$

$$\xi^T = (\xi_1, ..., \xi_l) \tag{18h}$$

Để đánh giá $\delta\theta$ ở (18) có thể sử dụng bất kỳ phương pháp tối ưu nào (bình phương cực tiểu có trọng, hàm hợp lý cực đại, xấp xỉ ngẫu nhiên...).

Sau khi tìm được $\hat{\delta\theta}$, véc tơ thông số được tính như sau:

$$\theta(\mu+1) = \theta(\mu) + \hat{\delta\theta} \tag{19}$$

Nếu

$$\hat{\delta\theta} \le \epsilon,\ 0 < \epsilon << 1 \tag{19a}$$

thì dừng thuật toán để chuyển sang giải bài toán ước lượng trạng thái với véc tơ thông số là

$$\hat{\theta} = \theta(\mu+1)$$

Nếu chưa thỏa mãn (19a) cần tiếp tục thuật toán nhận dạng.

Trên đây là tóm tắt những bước chính của thuật toán [2] và những ứng dụng [3, 5, 12].

Thuật toán nêu lại trên chỉ có nghĩa khi bậc được chọn là phù hợp với hệ thực. Để có thể tiếp tục sử dụng thuật toán nhận dạng hữu hiệu trên, cần phải đưa vào thuật toán một cơ cấu phát hiện và triệt khử tính phân ly như đã đề ra ở phần III ngay sau khi hoàn thành các bước nhận dạng thông số và ước lượng trạng thái của thuật toán đó. Như vậy thuật toán phát triển được mô tả cụ thể như sau:

Đối với hệ (1), (2) có thể bắt đầu với bậc cao nhất n_{max}, m_{max} hoặc thấp nhất n_{min}, m_{min}.

Ví dụ cho $\mu = 0$ và $\hat{\theta}(\mu)$, ε $n = n_{max}$, $m = m_{max}$, $n \ge m$, $n_{max} - m_{max} = S$
$Q(k)$, $R(k)$, $Q(0)$

Bước 1: Giải bài toán ước lượng trạng thái tối ưu hệ (1), kết quả là cặp $(\hat{x}_\theta(k/k)\ ,\ P_\theta(k/k))$.

Bước 2: Giải phương trình liên hợp (13).

Bước 3: Xây dựng hệ phương trình nhận dạng (16) và giải (18) bằng các phương pháp tối ưu thông thường (bình phương cực tiểu có trọng, hàm hợp lý cực đại, xấp xỉ ngẫu nhiên...).

Bước 4: Tính giá trị mới của véc tơ thông số qua (19).

Bước 5: Nếu $\hat{\delta} \le \varepsilon$ thì chuyển xuống thực hiện bước 6.
Còn không: Quay lại thực hiện bước 1, 2, 3, 4, 5.

Bước 6: Giải bài toán ước lượng trạng thái với thông số nhận được ở bước 4 theo phương pháp [4]. Nghiệm là các cặp $(\hat{x}_{\hat{\theta}}(k/k),\ P_{\hat{\theta}}(k/k))$.

Bước 7: Kiểm tra điều kiện (9)

NẾU $J_\theta(k/k) > 0$, THÌ:

Nếu $n_m - m_m = S$, thì $n_m = n_m - 1$, quay lại thực hiện các bước 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 và tiếp tục bổ sung $Q(0)$ vào hệ (1) theo (10)

Còn không: $m_m = m_m - 1$, quay lại thực hiện các bước 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 và tiếp tục bổ sung $Q(0)$ vào hệ (1) theo (10)

CÒN KHÔNG: chọn bậc $\hat{n} = n_m$, $\hat{m} = m_m$ là bậc phù hợp. Quay lại thực hiện các bước 1, 2, 3, 4, 5 nhưng với hệ thống (1) ban đầu không có nhiễu bổ sung $w^0(k)$.

5. Mô phỏng

Trên cơ sở chương trình tiện ích PC-MATLAB, thuật toán trên được tính toán cho hệ động lực sau

$$x(k+1) = 1,685x(k) - 0,737x(k-1) + 0,023\ u(k) + w(k+1)$$

$$z(k+1) = x(k+1) + v(k+1)$$

Với điều kiện ban đầu $x(0) = 0$; $u(k) = 1; s = 1$; $Q(0) = 0,01$.

Trường hợp 1. Bắt đầu từ $n = \hat{n}_{min} = 1$. Nhiễu trắng chuẩn $w(k)$ và $v(k)$ có cùng kỳ vọng

$$E[w(k)] = E[v(k)] \cong 0,002$$

và cùng phương sai

$$E[w(k)\ w^T(j)] = E[v(k)\ v^T(j)] \cong 0,584$$

Kết quả: Thông số tối ưu thu được:

$$\theta^* = \{1,672;\ -0,786;\ 0.032\}$$

Bậc tối ưu $n^* = 2$.

Trường hợp 2: Bắt đầu từ $n = \hat{n}_{max} = 3$

$$E[w(k)] = E[v(k)] \cong 0,004$$

$$E[w(k)\ w^T(j)] = E[v(k)\ v^T(j)] \cong 0,86$$

Kết quả: Thông số tối ưu thu được tốt hơn trường hợp trên

$$\theta^* = \{1,688;\ -0,758;\ 0,030\}$$

Bậc tối ưu $n^* = 2$.

6. Kết luận

Tư tưởng "thô hóa" động học hệ thống bằng cách đưa vào nhiễu bổ sung rất có hiệu quả ngay cả khi đặc trưng thống kê nhiễu hệ thống $Q(k)$ chưa biết trước. Ta có thể bắt đầu từ $Q(0)$ nào đó và như vậy xác định được $\hat{Q}(k)$ của hệ thống.

Thuật toán nhận dạng dựa trên cơ sở phương pháp biến phân và sử dụng toán tử liên hợp lần đầu tiên được trình bày tại hội nghị lọc thế giới 1990 [2]. Đặc trưng của thuật toán này là tính hội tụ cao, được chứng minh ở [1]. Khi cấu trúc bậc chưa phù hợp, thuật toán trên kết hợp với lọc 2 mức [4] cho phép nhanh chóng phát hiện ra sai số nhận dạng thông số thể hiện qua ước lượng trạng thái với $J_\theta(k) > 0$. Phương pháp bổ sung nhiễu vào mô hình không định hướng vào nguyên nhân phân ly cụ thể nào, vì thế phương pháp trên khá vạn năng lại đơn giản cho người sử dụng nhất là trong tình huống bất định về bậc thông số và các điều kiện ban đầu khác. Việc đưa nhiễu vào mô hình hệ thống chính là bổ sung vào ma trận hiệp phương sai sai số ước lượng một ma trận xác định dương $Q(0)$, như vậy hệ số khuếch đại tăng một cách gián tiếp qua ma trận hiệp phương sai. Do đó đạt được mục tiêu làm tăng trọng số đối với các quan sát hiện thời qua đó triệt khử được tính phân ly của quá trình nhận dạng và ước lượng, chọn được bậc phù hợp của mô hình với hệ thống thực.

Tóm lại, phương pháp bổ sung nhiễu kết hợp với cơ cấu phát hiện tính phân ly nêu trên có 2 giai đoạn quan trọng. Đó là giai đoạn phát hiện thời điểm phân ly thực sự, $J(k) > 0$ để bổ sung nhiễu mà chọn lại bậc mô hình cho phù hợp. Giai đoạn tiếp theo là triệt khử sự phân ly cho tới khi trở lại hội tụ $J(k) \leq 0$.

Trước khi phát hiện ra sự phân ly và sau khi triệt khử sự phân ly thuật toán [2] vẫn đảm bảo sử dụng bình thường. Đây là ưu điểm của phương pháp đề xuất so với các phương pháp khác, ngoài ra phương pháp đề xuất hài hòa được 2 yêu cầu trái ngược như sau:

Thứ 1. Thuật toán IV đủ nhanh để ghi nhận được điểm xuất hiện tính phân ly thật.

Thứ 2. Thuật toán có độ nhạy đủ nhỏ với sai số quan sát như vậy không phát hiện lầm tính phân ly giả khi gặp quan sát bất bình thường (outliers) có cường độ tương đối lớn.

Như vậy với phương pháp đề xuất trên ta có thể kiểm tra và điều khiển cả quá trình nhận dạng, ước lượng. Quá trình tìm bậc được thực hiện bằng việc đưa vào mô hình động học hệ thống một đại lượng nhiễu bổ sung trên từng bước tính toán

Tài liệu tham khảo

1. Son H. H. & Talagrand O., On convergence of variational algorithm for adaptive system parameter identification using adjoint technique. Laboratoire de Meteorologie Dynamique (1992)
2. Loan N. T. & Son H. H., *Adapative parameter identification method in controlled contamination Industried System*, Proc. 5^{th} Wold filtration congress, Vol. 3, (1990), p. 223-232 Nice, France.
3. Son H. H., Thoa P. H. & Loan N. T., System parameter identification based on variational method and Optimal Filtering theory. Preprint of the 9^{th} IFAC/IFOR Symp. on Identification and system parameter Estimation, (1991).
4. Lan V. N., *Identification and Estimation of continuous systems from discrete singular noisy observation via regularizing and decomposing*, Proceeding of the NCSR of Vietnam, Vol. 3 , n^0 2, (1992)
5. Lan V. N., Son H. H. & Phu D. T. (1992), *Two-stages identification of linear dynamical systems using the conjugate operator model*, Proceeding of the NCSR of Vietnam, Vol., 3, n^0 2, (1992)
6. Marchuc G. I., Methods of computational mathematics. Moscow, Nayka, (1986)

7. Marreliez C. J.& Martin K. D., *Robust Bayession estimation for the linear model and Robustifying the Kalmen filter*, IEEE tr AC, Vol. AC–22, n^0 3, (1977).
8. Ljung L., System Identification theory for the USER New jersey. (1987)
9. Kumar P. R. & Varaiya P. , Stochastic systems: Estimation, Ideutification and Adaptive Coutrol. NJ: Prentice–Hall.(1986).
10. Sastry S & Bodson M, Adaptive Control: Stability convergence and Robustness. NJ: Prentice–Hall. (1989).
11. Tsypkin Y. Z. (1979), *Adaptive optimal algorithm in unknown conditions*, "Automation and Remote Coutrol", n^0 6, (1979).
12. Hung V. C & Son H. H., *Parameter and Order Estimation of Linear System based on Variational Method and Optimal Filtering theory*, Proc. of the 16^{th} theoretical phisics symposium, (1991).
13. Chen H. F. & Zhang J. F., *Identification and Adaptive Control for system with Unknown order, delay and coefficients*, IEEE tr AC, Vol. AC-35, n^0 2 (1990).
14. Zhang-Hu, *Order - determination theorem and system Identification*, IEEE tr AC, Vol. Ac-34, n^0 10, (1989).
15. Ljung L. & Gunnarsson S., *A survey: Adaptation and Tracking in System Identification*, Automatica, Vol. **26**, n^0 1, (1990),7-21.

Abstract

Identification of order for dynamical systems

Estimation of states and parameters has been developed by using the conjugate operator and two-stages filter for identification of order for dynamical systems.