TẠP CHÍ KHOA HỌC TÍNH TOÁN VÀ ĐIỀU KHIỂN TẬP VI (1990) SỐ 1 (20 - 26)

QUAN ĐIỂM CHỈNH HÓA TRONG ƯỚC LƯỢNG VÀ ĐIỀU KHIỂN HỆ ĐỘNG LỰC

VŨ NHƯ LÂN, HOÀNG HỒNG SƠN
G. I. VOLODCHENKO

I - MỞ ĐẦU

Vấn đề điều khiển hệ chịu nhiễu tác động đóng vai trò ngày càng lớn trong thời gian gần đây. Bên cạnh những kết quả phong phú mang tính lý thuyết sâu sắc, ta thấy còn nhiều bài toán điều khiển chưa có lời giải. Nếu nhìn từ khía cạnh ứng dụng, sẽ thấy những hạn chế rất lớn của các phương pháp trên. Các chứng minh về mặt toán học về tính hội tụ của những thuật toán điều khiển là hoàn toàn đúng đắn. Nhưng trên thực tế tính toán đã xảy ra nhiều trường hợp không đảm bảo tính hội tụ. Cũng cần phải nói đến vấn đề thời gian thực trong điều khiển. Từ đây rất nhiều thuật toán điều khiển tối ưu đã không thể được chấp nhận cho ứng dụng. Đó là nguyên nhân vì sao hiện nay trong công nghiệp sử dụng rộng rãi bộ điều chỉnh PI/PID trong khi đó thiếu vắng các thuật toán điều khiển tối ưu tinh tế như điều khiển tối ưu thích nghi..

Một trong những lý do làm cho các thuật toán điều khiển tối ưu trên kém tác dụng là sự luôn luôn mô tả không chính xác động học hệ thống và nhiễu quan sát từ thực tế. Trong khi đó các thể hiện ngẫu nhiên của quá trình quan sát (đo lường) lại là nguồn thông tin duy nhất làm cơ sở cho việc xây dựng các thuật toán điều khiển tối ưu. Thông thường điều khiển các hệ tuyến tính chịu nhiễu tác động dựa trên nguyên lý tách, có nghĩa là dựa trên cơ sở động học được mô tả bằng ước lượng trạng thái, thông số. Khi nguồn thông tin từ các thể hiện quan sát dành cho việc điều khiển không còn được mô tả một cách đúng đắn thì tính chỉnh của bài toán ước lượng và điều khiển cũng mất luôn [6]. Hay có thể nói rằng bài toán ước lượng và điều khiển tối ưu hệ chịu nhiễu tác động là bài toán đặt không chỉnh. Do đó các thuật toán điều khiển nếu không được xây dựng trên nền tảng chỉnh hóa đều sẽ dẫn đến những kết quả vô nghĩa, tự hạn chế đi miền ứng dụng của mình.

II - ĐẶT CHỈNH BÀI TOÁN ƯỚC LƯỢNG VÀ ĐIỀU KHIỂN TỐI ƯU

Trước hết xem xét bài toán ước lượng và điều khiển thông thường. Mô hình hệ tuyến tính [2]

$$\dot{X}(t) = A(t)x(t) + B(t)u(t) + w(t) \tag{1}$$

$$X(t_0) = X_0 \tag{1a}$$

Mô hình quan sát

$$Z(t) = C(t)X(t) + V(t) \tag{2}$$

Với

$$E[x(t_0)x^T(t_0)] = P_{20} \tag{2a}$$

$$W(t) \sim N(0, Q_2(t)) \tag{2b}$$

$$V(t) \sim N(0, R_2(t)) \tag{2c}$$

Để không làm mất tính tổng quát của bài toán, có thể giả thiết rằng:

Các quá trình W(t), V(t), X(t₀) là độc lập với nhau. Tìm điều khiển tối ưu trong lớp hàm liên hệ ngược làm cực tiểu phiếm hàm điều khiển có dạng sau đây:

$$J = E\{\|x(t_f)\|_S^2 + \int_{t_0}^{t_f} [\|x(\tau)\|^2_{Q_1(\tau)} + \|u(\tau)\|^2_{R_1(\tau)}]d\tau\} = \min \quad (3)$$

Trong đó $R_1(t)$, $R_2(t)$ là các ma trận xác định dương và đối xứng S, $Q_1(t)$, $Q_2(t)$ là các ma trận xác định không âm và đối xứng. Bài toán tìm điều khiển tối ưu theo nghĩa (3) với ràng buộc (1), (2) có các kết quả sau:

$$u^*(t) = -R_1^{-1}(t)B^T(t)P_1(t)\hat{x}(t) \quad (4)$$

$$\dot{P}_1(t) = -P_1(T)A(t) - A^T(t)P_1(t) - P_1(t)B(t)R_1^{-1}(t)B^T(t)P_1(t) - Q_1(t) \quad (5)$$

$$P_1(t_f) = S \quad (5a)$$

Giá trị cực tiểu tiêu chuẩn điều khiển (3) trên $[t, t_f]$ là:

$$J^* = \|\hat{x}(t)\|^2_{P_1(t)} + tr\{\int_t^{t_f} K_2(\tau)R_2(\tau)K_2^T(\tau)P_1(\tau)d\tau\} \quad (6)$$

với động học

$$\dot{\hat{x}}(t) = A(t)\hat{x}(t) + B(t)u(t) + K_2(t)[z(t) - C(t)\hat{x}(t)] \quad (7)$$

$$\hat{x}(t_0) = x_0 \quad (7a)$$

$$K_2(t) = P_2(t)c^T(t)R_2^{-1}(t) \quad (8)$$

$$\dot{P}_2(t) = A(t)P_2(t) + P_2(t)A^T(t) - P_2(t)C^T(t)R_2^{-1}(t)C(t)P_2(t) + Q_2(t) \quad (9)$$

$$P_2(t_0) = P_{20} \quad (9a)$$

Các biểu thức (4) - (9) là những phương trình xây dựng bộ điều khiển tối ưu của lý thuyết điều khiển nói chung với các đòi hỏi hết sức chính xác về A(t), B(t), C(t), P_{20}, $R_1(t)$, $R_2(t)$, $Q_1(t)$, $Q_2(t)$, (2a), (2b), (2c)... mà khó có thể có trên thực tế điều khiển. Cho đến nay đa số các chuyên gia điều khiển đều nhất trí về tính bất định có cấu trúc xác suất nằm trong hệ điều khiển [3].

Ta hãy xét một trường hợp khi $R_1(t)$ có tính chế ước tồi. Từ lý thuyết đại số tuyến tính, thấy ngay rằng các giá trị điều khiển tối ưu thu được sẽ không còn giữ được ổn định với các sai số làm tròn tích lũy trong quá trình tính toán. Cần phải nói thêm rằng thực tế phân bố chuẩn của nhiễu thường kèm theo đuôi nặng [4]. Đây là điều hết sức nguy hiểm đối với bài toán ước lượng về điều khiển nếu những quan sát bất thường này xuất hiện ở những thời điểm ban đầu của quá trình điều khiển. Tính không chỉnh của bài toán làm cho điều khiển tối ưu thu được hoàn toàn xa rời thực tế, chính vì vậy cần xây dựng thuật toán điều khiển vượt qua được bán kính bất định tất yếu về dữ liệu ban đầu, ổn định với các sai số tích lũy trong tính toán thực tế từ các quan sát bất thường. Tương tự như bài toán ước lượng [5] sử dụng thông số chỉnh hóa, từ bài toan tìm cực trị (3): giả sử u* (t) là điều khiển tối ưu, do J chỉ là hàm lồi đơn thuần nên ta luôn tìm được $u_1(t)$ sao cho:

1)

$$J[u_1(t)] \leq J[u_0(t)] + \varepsilon \quad (10)$$

trong đó ε nhỏ tùy ý, và

2) Hiệu $|u_1(t) - u(t)|$ nhận các giá trị lớn tùy ý.

Đây chính là sự mất ổn định của bài toán điều khiển tối ưu trong điều kiện dữ liệu ban đầu bị sai lệch. Để đảm bảo cho bài toán được đặt chỉnh, cần phải bổ sung vào tiêu chuẩn chất lượng điều khiển (3) một đại lượng dương gọi là phiếm hàm ổn định hóa hay phiếm hàm chỉnh hóa [1] Ω(u) với hệ số chỉnh hóa có nghĩa là

$$J_{\alpha_1} = J + \alpha_1\Omega(u) \rightarrow \min \quad (11)$$

Dạng $\Omega(u)$ sẽ tùy thuộc vào từng bài toán điều khiển cụ thể. Khi đó $J_{\alpha 1}$ sẽ là hàm lồi mạnh đảm bảo tính chỉnh của bài toán cực trị (11) với các ràng buộc (1), (2).

III - ĐIỀU KHIỂN HỆ TUYẾN TÍNH VỚI TÍNH CHẾ ƯỚC TỒI $R_1(t)$ VÀ NHIỄU QUAN SÁT CÓ PHÂN BỐ CHUẨN KÈM ĐUÔI NẶNG

Đây là trường hợp khá điển hình trong thực tế điều khiển; rất gần với điều khiển tối ưu tác động nhanh, điều khiển bang bang khi Hamiltonian không phụ thuộc vào điều khiển u(t).

Hệ tuyến tính được đặc trưng bằng các phương trình (1), (2) với các giả thiết gần đúng (2a), (2b) và $R_1(t)$ có tính chế ước tồi nhiễu quan sát có đuôi nặng. Cần tìm điều khiển tối ưu làm cực tiểu phiếm hàm (11).

Hàm chỉnh hóa được chọn như sau:

$$\Omega u() = u^T(t)u(t) \tag{12}$$

Nhiễu quan sát có phân bố chuẩn với đuôi nặng được diễn tả qua các quan sát bất thường với xác suất q:

$$V(t) = (1-\gamma)v^{(1)}(t) + \gamma v^{(2)}(t) \tag{13}$$

trong đó

$$v^{(1)}(t) \sim N(0, R_2^{(1)}(t))\,; \quad v^{(2)}(t) \sim N(0, R_2^{(2)}(t)) \tag{13a}$$

$$R^{(1)}(t) \ll R^{(2)}(t) \tag{13b}$$

$$q \ll 1-q \tag{13c}$$

và γ là đại lượng ngẫu nhiên, nhận các giá trị 0 và 1 với các xác suất

$$P_r\{\gamma = 1\} = q \tag{13d}$$

$$P_r\{\gamma = 0\} = 1-q \tag{13e}$$

Quá trình chỉnh hóa được bắt đầu ngay khi xây dựng bộ lọc tối ưu hai mức. Có nghĩa là tiêu chuẩn lọc tối ưu thỏa mãn [4]

$$J_{\alpha_2} = trE\{[x(t) - \hat{x}_{\alpha_2}(t)][\overline{x}(t) - \hat{x}_{\alpha_2}(t)^T\} + \alpha_2 \hat{x}^T_{\alpha_2}(t)\hat{x}_{\alpha_2}(t) = \min \tag{14}$$

trong đó α_2 là thông số chỉnh hóa của bộ lọc hai mức [5].

Trước hết kiểm tra tính chất tách giữa ước lượng và điều khiển, dựa vào quan hệ

$$E\{E\{x/y\}\} = E\{x\} \tag{15}$$

Viết phiếm hàm (11) dưới dạng

$$\begin{aligned} J_{\alpha_1} = {} & E\{E[\|x(t_f)\|^2_S/Z(t_f)]\} + E\{\int_{t_0}^{t_f} E\{\|x(\tau)\|^2_{Q_1(\tau)}/Z(t_f)\}d\tau\} \\ & + E\{\int_{t_0}^{t_f} \|u(\tau)\|^2_{R_1(\tau)}d\tau\} + E\{\alpha_1\|u(\tau)\|^2\} \end{aligned} \tag{16}$$

Do tính chất

$$E\{X^T M X\} = \overline{x}^T M \overline{x} + tr\{M.\,\mathrm{cov}\,[X]\} \tag{17}$$

với X là đại lượng ngẫu nhiên với giá trị trung bình $\overline{x}$, rút ra

$$\begin{aligned} J_{\alpha_1} = {} & E\{\|\hat{x}_{\alpha_2}(t_f)\|^2_S + \int_{t_0}^{t_f} [\|\hat{x}_{\alpha_2}(\tau)\|^2_{Q_1(\tau)} + \|u(\tau)\|^2_{(R_1(\tau)+\alpha_1 I)}]d\tau\} \\ & + E\{tr[SP_{\alpha_2}(t_f) + \int_{t_0}^{t_f} Q_1(\tau)P_{\alpha_2}(\tau)d\tau]\} \end{aligned} \tag{18}$$

Chú ý rằng [5]

Ở đây lọc mức 1

$$\hat{x}(t) = E\{x(t)/Z(t)\} \text{ và Hiệp phương sai } P_2(t) \tag{19}$$

Lọc mức 2

$$\hat{x}_{\alpha_2}(t) = E\{x(t)/\hat{x}(t)\} \quad \text{và Hiệp phương sai } P_2(t) \tag{20}$$

Hiệp phương sai có điều kiện như ở mức lọc 2:

$$\dot{P}_{\alpha_2}(t) = E\{[x(t) - \hat{x}_{\alpha_2}(t)][x(t) - \hat{x}_{\alpha_2}(t)]^T/Z(t)\} \tag{21}$$

Phương trình lọc dựa trên phương pháp hai mức có dạng:

$$\dot{\hat{x}}_{\alpha_2}(t) = A(t)\hat{x}_{\alpha_2}(t) + B(t)u(t) + K_{\alpha_2}(t)[\hat{x}(t) - \hat{x}_{\alpha_2}(t)] \tag{22}$$

với

$$\hat{x}_{\alpha_2}(t_0) = \hat{x}(t_0) = x_0 \tag{22a}$$

$$K_{\alpha_2}(t) = P_{\alpha_2}(t)P_2^{-1}(t) \tag{23}$$

$$\begin{aligned}\dot{P}_2(t) &= A(t)P_2(t) + P_2(t)A^T(t)\\ &\quad - P_2(t)C^T(t)[(1-q)R_2^{(1)}(t) + qR_2^{(2)}(t) + \alpha_2 I]^{-1}C(t)P_2(t) + Q_2(t)\end{aligned} \tag{24}$$

$$P_2(t_0) = P_{20} \tag{24a}$$

$$\dot{P}_{\alpha_2}(t) = A(t)P_{\alpha_2}(t) + P_{\alpha_2}(t)A^T(t) - P_{\alpha_2}(t)P_2^{-1}(t)P_{\alpha_2}(t) + Q_2(t) \tag{25}$$

$$P_{\alpha_2}(t_0) = P_2(t_0) = P_{20} \tag{25a}$$

Ở biểu thức (25) ta thấy P(t) không phụ thuộc vào điều khiển, do vậy việc tìm điều khiển tối ưu qua hàm mục tiêu (18) tương đương với tìm điều khiển làm cực tiểu số hạng đầu tiên của (18). Như vậy tính chất tách vẫn được đảm bảo trong trường hợp đã chỉnh hóa này:

$$\overline{J}^*_{\alpha_1} = \min \overline{J}_{\alpha_1} = \min J_{\alpha_1} \tag{26}$$

Đến đây có thể sử dụng phương pháp [6] giải bài toán cực tiểu phiếm hàm sau đã được chỉnh hóa từ lọc đến điều khiển:

$$\overline{J}_{\alpha_1} = E\{\|\hat{x}_{\alpha_2}(t_f)\|_S^2 + \int_{t_0}^{t_f} [\|\hat{x}_{\alpha_2}(\tau)\|^2_{Q_1(\tau)} + \|u(\tau)\|^2_{(R_1(\tau)+\alpha_1 I)}]d\tau\} \tag{27}$$

với ràng buộc (22). Cụ thể là viết phương trình Bellman cho hàm mục tiêu (27):

$$\begin{aligned}\frac{\partial \overline{J}^*_{\alpha_1}}{\partial t} + \|\hat{x}_{\alpha_2}(t)\|^2_{Q_1(\tau)} + \|u^*_{\alpha_1}(t)\|^2_{(R_1(t)+\alpha_1 I)} + \left(\frac{\partial \overline{J}^*_{\alpha_1}}{\partial \hat{x}_{\alpha_2}}\right)^T [A(t)\hat{x}_{\alpha_2}(t) + B(t)u^*_{\alpha_1}(t)]\\ + \frac{1}{2}tr[Q_2(t)\frac{\partial^2 \overline{J}^*_{\alpha_1}}{\partial \hat{x}^2_{\alpha_2}}] = 0\end{aligned} \tag{28}$$

Với điều kiện biên

$$\overline{J}^*_{\alpha_1} = \|\hat{x}_{\alpha_2}(t_f)\|_S^2 \tag{28a}$$

Từ giả thiết $u^*_{\alpha_1}(t)$ là điều khiển tối ưu trong phương trình Bellman trên do đó tìm được:

$$u^*_{\alpha_1}(t) = -\frac{1}{2}[R_1(t) + \alpha_1 I]^{-1}B^T(t)\{\frac{\partial \overline{J}^*_{\alpha_1}}{\partial \hat{x}_{\alpha_2}}\} \tag{29}$$

Phương trình Bellman còn có thể viết dưới dạng sau:

$$\frac{\partial \mathcal{J}^*_{\alpha_1}}{\partial t} + \|\hat{x}_{\alpha_2}(t)\|^2_{Q_1(t)} - \frac{1}{4}\|B^T(t)\frac{\partial \mathcal{J}^*_{\alpha_1}}{\partial \hat{x}_{\alpha_2}}\|^2_{(R_1(t)+\alpha_1 I)^{-1}}$$
$$+ \frac{\partial \mathcal{J}^*_{\alpha_1}}{\partial \hat{x}_{\alpha_2}} A(t)\hat{x}_{\alpha_2}(t) + \frac{1}{2}tr[Q_2(t)\frac{\partial^2 \mathcal{J}^*_{\alpha_1}}{\partial \hat{x}^2_{\alpha_2}}] = 0 \tag{30}$$

Tương tự [2] dạng nghiệm của phương trình (30) là

$$\mathcal{J}^*_{\alpha_1} = \|\hat{x}_{\alpha_2}(t)\|^2_{P_1(t)} + \tau(t) \tag{31}$$

trong đó

$$\frac{dT}{dt} = tr[Q_2(t)P_1(t)] \tag{31a}$$

$$T(t_f) = 0 \tag{31b}$$

Thay vào (31) vào (30) và chú ý rằng trong quá trình biến đổi, sẽ có

$$\frac{\partial \mathcal{J}^*_{\alpha_1}}{\partial \hat{x}_{\alpha_2}} = 2P_1(t)\hat{x}_{\alpha_2}(t) \tag{31c}$$

Thay cả vào (29). Ta nhận được các phương trình

$$u^*_{\alpha_1}(t) = -[R_1(t) + \alpha_1 I]^{-1}B^T(t)P_{\alpha_1}(t)\hat{x}_{\alpha_2}(t) \tag{32}$$

$$\dot{P}_{\alpha_1}(t) = -P_{\alpha_1}(t)A(t) - A(t)P_{\alpha_1}(t) + P_{\alpha_1}(t)B(t)[R_1(t) + \alpha_1 I]^{-1}B^T(t)P_{\alpha_1}(t) - Q_1(t) \tag{33}$$

với điều kiện ban đầu:

$$P_{\alpha_1}(t_f) = S \tag{33a}$$

Giá trị cực tiểu của hàm mục tiêu trên đoạn [t, tf]

$$\mathcal{J}^*_{\alpha_1} = \|\hat{x}_{\alpha_2}(t)\|^2_{P_{\alpha_1}(t)} + tr\{\int_t^{t_f} K_{\alpha_2}(\tau)[(1-q)R_2^{(1)}(\tau) + qR_2^{(2)}(\tau)]K^T_{\alpha_2}(\tau)P_{\alpha_1}(\tau)d\tau\} \tag{34}$$

Trong trường hợp quan sát rời rạc [6, 7] thành phần

$$tr\{\,.\,\} \leq 0 \tag{34a}$$

Nếu cho $t = t_0$ và bổ sung số hạng thứ hai của (18) ta thu được giá trị cực tiểu trung bình của hàm mục tiêu tổng thể trên toàn khoảng $[t_0, t_f]$.

$$\mathcal{J}^*_{\alpha_1} = \|x(t_0)\|^2_{P_{\alpha_1}(t_0)} + tr\{\int_{t_0}^{t_f} K_{\alpha_2}(\tau)[(1-q)R_2^{(1)}(\tau) + qR_2^{(2)}(\tau)]K^T_{\alpha_2}(\tau)P_{\alpha_1}(\tau)d\tau\}$$
$$+ tr[SP_{\alpha_2}(t_f) + \int_{t_0}^{t_f} Q_1(\tau)P_{\alpha_2}(\tau)d\tau] \tag{35}$$

Các biểu thức (22) + (25) và (32) + (35) là những phương trình xác định trạng thái và điều khiển tối ưu hệ (1), (2) với chuẩn điều khiển được chỉnh hóa (14). Trong đó $R_1(t)$ có tính chế ước tồi và nhiễu quan sát là nhiễu trộn Gauss. Để thấy rõ hiệu quả của phương pháp chỉnh hóa, ta xét một trường hợp có trong nhiều bài toán thực tế đó là khi thời gian quan sát không hạn chế.

IV - TRƯỜNG HỢP HỆ DỪNG $t_f = \infty$, $t_0 = 0$

Xét hệ (1), (2) vô hướng với các hệ số không phụ thuộc vào thời gian

$$x(t) = ax(t) + bu(t) + w(t) \tag{36}$$

$$z(t) = cx(t) + v(t) \tag{37}$$

Các điều kiện tương tự (2a), (2b), (2c), với r_1, r_2, q_1, q_2. Phương trình (5) trở thành

$$0 = 2aP_1 + b^2 r_1^{-1} P_1^2 - q \tag{38}$$

Có nghiệm dương sau đây

$$P_1 = \frac{a + \sqrt{a^2 + b^2 r_1^{-1} q_1}}{b^2 r_1^{-1}} \tag{38a}$$

Từ đây điều khiển tối ưu có dạng

$$u(t) = -\frac{a + a^2 + b^2 r_1^{-1} q_1}{b} \hat{x}(t) \tag{39}$$

Trong đó ước lượng $\hat{x}(t)$ thỏa mãn

$$\dot{\hat{x}}(t) = a\hat{x}(t) + bu^*(t) + K_2(t)[Z(t) - c\hat{x}(t)] \tag{40}$$

Còn hệ số Kalman nhận giá trị

$$K_2 = \frac{a + a^2 + c^2 r_2^{-1} q_2}{c} \tag{41}$$

Ta nhận thấy rằng khi $r_1 \to 0$ hoặc $r_2 \to 0$ thì điều khiển tối ưu (39) trở lên lớn vô hạn. Điều đó có nghĩa rằng: mặc dù chỉ tiêu chất lượng khác nhau với giá trị hữu hạn nhưng điều khiển tối ưu lại có thể xa nhau tùy ý. Điều này chứng tỏ tính không chỉnh của bài toán điều khiển tối ưu. Để khắc phục nhược điểm này, sử dụng lược đồ chỉnh hóa mục III với toàn bộ các phương trình (22) + (25) và (33) + (35).

Riêng phương trình (33) trở thành

$$0 = -2aP_{\alpha_1} + b^2(r_1 + \alpha_1)^{-1} P_{\alpha_1} - q_1 \tag{42}$$

Có nghiệm sau

$$P_{\alpha_1} = \frac{a + \sqrt{a^2 + b^2(r_1 + \alpha_1)^{-1} q_1}}{b^2(r_1 + \alpha_1)^{-1}} \tag{42a}$$

Điều khiển tối ưu được chỉnh hóa

$$u^*_{\alpha_1}(t) = -\frac{a + \sqrt{a^2 + b^2(r_1 + \alpha_1)^{-1} q_1}}{b} \hat{x}_{\alpha_2}(t) \tag{43}$$

Như vậy khi $r_1 \to 0$ và $r_2 \to 0$, ước lượng mức hai đã được chỉnh hóa là hàm bị chặn và điều khiển tối ưu cũng là hàm bị chặn. Ngoài ra có thể chọn α_1, α_2, q để có điều khiển tối ưu ổn định với bán kính bất định về dữ liệu ban đầu và với sai số làm tròn trong quá trình tính toán.

V - KẾT LUẬN

Bài toán điều khiển tối ưu thực chất là bài toán đặt không chỉnh, có nghĩa là nghiệm của nó có thể thay đổi với giá trị hữu hạn mà không có sự thay đổi về giá trị phiếm hàm điều khiển. Vấn đề này trong nhiều trường hợp thực tế có thể không nguy hiểm. Tuy nhiên có những lớp bài toán (không phải là nhỏ) trong đó tính không chỉnh liên quan đến khả năng làm điều khiển tối ưu xa nhau tùy ý, nhưng phiếm hàm điều khiển thay đổi không đáng kể. Như vậy việc sử dụng phương pháp tính thông thường sẽ rất nhạy với sai số của dữ liệu ban đầu và sai số làm tròn, dẫn đến các kết quả vô nghĩa.

Quan điểm chỉnh hóa bài toán điều khiển tối ưu cho phép loại bỏ những nhược điểm trên, do đó mở ra khả năng ứng dụng các thuật toán tinh tế hiện có. Tuy nhiên việc chọn $\Omega(u)$, α_1, α_2 và q đòi hỏi những kinh nghiệm nhất định của các chuyên gia điều khiển đối với từng bài toán ứng dụng cụ thể.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. A. N. Chikhonop, Các phương pháp giải bài toán không chỉnh (tiếng Nga), 1986.

2. M. H. A. Davis, Linnear Estimation and Control, 1977.

3. G. R. Cooper, Probabilistic Methods of signal and System Analysis, 1986.

4. Vũ Như Lân, Hoàng Hồng Sơn, Chỉnh hóa thống kê trong bài toán hồi quy tuyến tính. Tạp chí "Thống kê", Số 1, 1988.

5. Vũ Như Lân, Nguyễn Thúc Loan, Phương pháp ước lượng tối ưu hai mức véc tơ trạng thái hệ động lực liên tục theo các quan sát rời rạc. Tạp chí "Khoa học kỹ thuật", Số 7+8, 1988.

6. Vũ Như Lân, Phương pháp xác định các quan sát tối ưu kết hợp với điều khiển hệ phi tuyến chịu. nhiễu tác động. Tạp chí "Khoa học kỹ thuật" , Số 11+12, 1985.

7. V. N. Ahlbehrendt, Optimale Regelung zeitkon timierlicher Stochastischer Objekte bei zeitdiskreter Beobachtung E I K 15 (1979), 8/9.

ABSTRACT

Concept of the Regularization in Estimation and Control of Dynamical Systems

A approach based on the Regularization is suggested. This concept can be effectively applied for solving one wide class of filtering and control problems at the uncer tain conditions. The effectivity of suggested approach is demonstrated by the case for control of stationary Systems.

ÁNH XẠ CƠ SỞ DỮ LIỆU ... *(Tiếp theo trang 19)*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. F. Bancilhon, N. Spyratos, " Data base mappings, Part I : Theory " , INRIA report No 62, (4 - 16), 1980.

2. F. Bancilhon, N. Spyratos, " Data base mappings, Part II : Applications " , INRIA report No 63, (6 - 14), 1981.

3. J. Biskup, U. Dayal, P. A. Bernstein, " Synthesizing independent database shemas " ACM/SIGMOD International Symposium on Management of Data, (148 - 149), 1979.

ABSTRACT

In this paper, we apply the theory of data base mappings to the important areas of data base systems: data base n-decomposition and independent update in distributed data base. We show how our general results reduced to well known results in the special case of projection and functional dependencies.