第 27 卷第 3 期
1998 年 6 月

信 息 与 控 制
Information and Control

Vol. 27, No. 3
June, 1998

同时镇定问题研究[‡]

曹永岩　孙优贤

(浙江大学工业控制技术研究所, 工业控制技术国家重点实验室　杭州　310027)

摘　要　基于互质分解的状态空间描述, 首先得到了可同阶强镇定的充要条件, 并给出了一种同阶强镇定控制器的构造方法. 本文证明了 2 对象同时强镇定(即 3 对象同时镇定) 可转化为同时强镇定一辅助对象与它的一子对象, 同阶同时强镇定 2 对象等价于同时强镇定一个辅助对象与它的一稳定子对象, 同时镇定 $r+1$ 个对象等价于同时强镇定 $r-1$ 个辅助对象与它们的一公共子对象.[◦]

关键词　同时镇定, 强镇定, Hurwitz 稳定, 互质分解

1　引言

同时镇定问题是一广义的鲁棒控制问题, 由 Saeks 等人[2,3] 首先提出, 它来源于实际工程中的多模型特征系统的稳定需要, 例如, 飞行器的动态特性随着其飞行高度和速度而变化, 实际对象也可能由于某些传感器的失效有几种工作模式等. 这一看似简单的问题, 近来已得到了许多学者的研究[1-4], 然而到现在仅得到一些可同时镇定的充分或者必要条件, 3 个以上对象的可同时镇定的充要条件仍未得到, 既使对于两对象的同时镇定问题, 多变量时亦非常繁琐.

本文假定给定的一组对象均有理正则, 其阶可以不一样, 但可以得到可镇定可检的同阶实现. 这一条件并不严格, 因为我们可以首先得到各给定对象的最小实现, 然后通过对阶数小的对象增加稳定的不可控不可观模得到其同阶实现.

2　预备知识

引理 **2.1**[4]　给定有理正则对象 P, 假设其一可镇定可检测实现为 $P=[A, B, C, D]$ 选择合适维数的常矩阵 F, H 使得 $A_F=A+BF, A_H=A+HC$ 均稳定, 那么有 $P=NM^{-1}=\tilde{M}^{-1}\tilde{N}$, 并且

$$\begin{bmatrix} \tilde{Y} & -\tilde{X} \\ -\tilde{N} & \tilde{M} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} M & X \\ N & Y \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} I_n & 0 \\ 0 & I_m \end{bmatrix} \tag{2.1}$$

式(2.1) 中的 8 个因子矩阵定义为

$$M=\left[\begin{array}{c|c} A_F & B \\ \hline F & I \end{array}\right],\ N=\left[\begin{array}{c|c} A_F & B \\ \hline C+DF & D \end{array}\right], Y=\left[\begin{array}{c|c} A_F & -H \\ \hline C+DF & I \end{array}\right], X=\left[\begin{array}{c|c} A_F & -H \\ \hline F & 0 \end{array}\right],$$

$$\tilde{M}=\left[\begin{array}{c|c} A_H & H \\ \hline C & I \end{array}\right], \tilde{N}=\left[\begin{array}{c|c} A_H & B+HD \\ \hline C & D \end{array}\right], \tilde{Y}=\left[\begin{array}{c|c} A_H & -B-HD \\ \hline F & I \end{array}\right], \tilde{X}=\left[\begin{array}{c|c} A_H & -H \\ \hline F & 0 \end{array}\right] \tag{2.2}$$

P 的所有镇定控制器 K 可以化为关于一稳定的自由参数的线性分解变换(LFT) 的形式

◦　1996-08-19 收稿
‡ 国家自然科学基金 69604007 资助

$$K = J_{11} + J_{12}Q(I - J_{22}Q)^{-1}J_{21}, \quad Q \in RH_\infty \tag{2.3}$$

其中

$$J = \left[\begin{array}{c|cc} A + BF + H(C + DF) & -H & -(B + HD) \\ \hline F & 0 & -I \\ -(C + DF) & I & -D \end{array}\right] \tag{2.4}$$

定理 2.1 给定有理正则对象 P,其所有镇定控制器为

$$K = (X - MQ)(Y - NQ)^{-1}, Q \in RH_\infty, \det(Y - NQ) \neq 0 \tag{2.5}$$

那么K 稳定当且仅当$(Y - NQ)^{-1} \in RH_\infty$,或者说它是幺模的(unimodular). 证明略.

定理 2.2 给定有理严格正则对象 P,选择合适维数的常矩阵 F, H 使得$A + BF, A + HC$ 均稳定,那么 P 可强镇定当且仅当辅助对象

$$S_0 \triangleq \left[\begin{array}{c|c} A + BF + HC & B \\ \hline C & 0 \end{array}\right] \tag{2.6}$$

可用一稳定的补偿器 $Q \in RH_\infty$镇定. 由于 Q 有理正则稳定, 我们一定可以找到式(2.7) 的最小实现$[A_Q, B_Q, C_Q, D_Q]$,且 A_Q 稳定.

证明 由定理 2.1 知,K 稳定当且仅当$(Y - NQ)^{-1} \in RH_\infty$. 将 Y, N 和 Q 的实现代入, 然后化简消去稳定的不可控模和不可观模得到

$$(Y - NQ)^{-1} \triangleq \left[\begin{array}{c|c} A_C & B_C \\ \hline C_C & D_C \end{array}\right] = \left[\begin{array}{cc|c} A + BF + HC + BD_QC & BC_Q & BD_Q + H \\ B_QC & A_Q & B_Q \\ \hline C & 0 & I \end{array}\right] \tag{2.7}$$

显然$(Y - NQ)^{-1} \in RH_\infty$当且仅当其系统矩阵稳定,这就意味着 S_0 可用 Q 强镇定.

定义 2.1 给定有理正则对象 P,如果存在一稳定的镇定控制器 $K(s)$,且其阶次小于等于 P 的阶次,则我们称 P 可同阶强镇定.

定理 2.3 定有理正则对象 P, P 可同阶强镇定当且仅当存在合适维数的常矩阵 F, H 使得 $A + BF, A + HC$ 和 $A + BF + H(C + DF)$ 均稳定.

证明 充分性显然.

必要性. 设 $Q \in RH_\infty$, 由式 2.1 有

$$\begin{bmatrix} I & Q \\ 0 & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{Y} & -\tilde{X} \\ -\tilde{N} & \tilde{M} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} M & X \\ N & Y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & -Q \\ 0 & I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_n & 0 \\ 0 & I_m \end{bmatrix} \tag{2.8}$$

因此

$$\begin{bmatrix} \tilde{Y} - Q\tilde{N} & -(\tilde{X} - Q\tilde{M}) \\ -\tilde{N} & \tilde{M} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} M & X - MQ \\ N & Y - NQ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_n & 0 \\ 0 & I_m \end{bmatrix} \tag{2.9}$$

如果P 可同阶强镇定,则一定存在 $Q \in RH_\infty$, 使得 $K(s)$稳定,且与 P 同阶. 定义

$$\bar{X} \triangleq X - MQ, \quad \bar{Y} \triangleq Y - NQ$$

式 2.9 是 P 的互质分解又一 Bezout 恒等式,因此我们可得到另一所有镇定控制器的参数化形式

$$K = (\bar{X} - M\bar{Q})(\bar{Y} - N\bar{Q})^{-1}, \quad \bar{Q} \in RH_\infty$$

令 $\bar{Q} = 0$, 则得到中心控制器

$$K = \bar{X}\bar{Y}^{-1} = \left[\begin{array}{c|c} A + B\bar{F} + \bar{H}(C + D\bar{F}) & -\bar{H} \\ \hline \bar{F} & 0 \end{array}\right]$$

其中 $\bar{F}$ 和 $\bar{H}$ 是两合适维数的常矩阵并使得 $A+B\bar{F}$ 和 $A+\bar{H}C$ 都稳定.

所以如果 P 可同阶强镇定, 则一定存在两合适维数的实矩阵 F 和 H 使得 $A+BF, A+\bar{H}C$ 和 $A+B\bar{F}+\bar{H}(C+D\bar{F})$ 均稳定.

下面我们给出同阶强镇定控制器的一种构造方法.

引理 **2.2**　给定 $n\times n$ 维矩阵 G, U, V, 存在 X 使得

$$G+UXU^{\mathrm{T}}+VX^{\mathrm{T}}V^{\mathrm{T}}>0 \tag{2.10}$$

当且仅当

$$\tilde{U}^{\mathrm{T}}G\tilde{U}>0, \tilde{V}^{\mathrm{T}}G\tilde{V}>0 \tag{2.11}$$

其中 $\tilde{U}U=0, \tilde{V}V=0$. 当且仅当存在常数 σ_1, σ_2 使得

$$G-\sigma_1UU^{\mathrm{T}}>0, G-\sigma_2VV^{\mathrm{T}}>0 \tag{2.12}$$

当 $U(V)$ 满秩时, 式(2.11), (2.12) 中的第一(二) 个不等式不需要.

定理 **2.4**　给定有理正则对象 $P=[A, B, C, 0]$, (A, B, C) 可镇定可检测, P 可同阶强镇定则一定存在对称矩阵 $R>0$, 常数 σ_1, σ_2 满足如下 Riccati 不等式

$$RA+A^{\mathrm{T}}R-\sigma_1RBB^{\mathrm{T}}R-\sigma_2C^{\mathrm{T}}C<0 \tag{2.13}$$

若存在 $\alpha_1\geq\sigma_1, \alpha_2\geq\sigma_2$ 使得

$$(\alpha_1-\sigma_1)RBB^{\mathrm{T}}R-\sigma_2C^{\mathrm{T}}C\geq 0, (\alpha_2-\sigma_2)C^{\mathrm{T}}C-\sigma_1RBB^{\mathrm{T}}R\geq 0 \tag{2.14}$$

则

$$F=-\frac{\alpha_1}{2}B^{\mathrm{T}}R, H=-\frac{\alpha_2}{2}R^{-1}C^{\mathrm{T}} \tag{2.15}$$

强镇定 P.

证明　P 可同阶强镇定当且仅当存在合适维数的矩阵 F, H 使得 $A+BF, A+HC, A+BF+HC$ 同时稳定, 亦即存在对称正定矩阵 R_1, R_2, R 使得

$$R_1(A+BF)+(A+BF)^{\mathrm{T}}R_1<0 \tag{2.16a}$$

$$R_2(A+HC)+(A+HC)^{\mathrm{T}}R_2<0 \tag{2.16b}$$

$$R(A+BF+HC)+(A+BF+HC)^{\mathrm{T}}R<0 \tag{2.16c}$$

令 $Q_1=R_1^{-1}, Q_2=R_2^{-1}, Y_1=FQ_1, Y_2=R_2H$, 由引理(2.2) 不难发现式(2.16a), (2.16b) 等价于存在常数 σ_3, σ_4 使得

$$AQ_1+Q_1A^{\mathrm{T}}-\sigma_3BB^{\mathrm{T}}<0$$

$$R_2A+A^{\mathrm{T}}R_2-\sigma_4C^{\mathrm{T}}C<0$$

这就是系统可镇定(可检测) 的线性矩阵不等式条件, 与系统的不稳定模可控(可观) 等价, 式(2.16c) 等价于

$$RA+A^{\mathrm{T}}R+R_1Y_1^{\mathrm{T}}B^{\mathrm{T}}R+RBY_1R_1+RR_2^{-1}Y_2C+C^{\mathrm{T}}Y_2^{\mathrm{T}}R_2^{-1}R<0$$

由引理(2.2) 不难发现, 上式等价于存在常数 σ_1, σ_2 使得

$$RA+A^{\mathrm{T}}R-\sigma_1RBB^{\mathrm{T}}R-\sigma_2C^{\mathrm{T}}C<0.$$

取 $F=-\frac{\alpha_1}{2}B^{\mathrm{T}}R, H=-\frac{\alpha_2}{2}R^{-1}C^{\mathrm{T}}$ 时, 有

$$R(A+BF)+(A+BF)^{\mathrm{T}}R<\sigma_2C^{\mathrm{T}}C-(\alpha_1-\sigma_1)RBB^{\mathrm{T}}R\leq 0,$$

$$(A+HC)Q+Q(A+HC)^{\mathrm{T}}<\sigma_1BB^{\mathrm{T}}-(\alpha_2-\sigma_2)QC^{\mathrm{T}}CQ\leq 0, Q=R^{-1}>0$$

$$R(A+BF+HC)+(A+BF+HC)^{\mathrm{T}}R<-(\alpha_1-\sigma_1)RBB^{\mathrm{T}}R-(\alpha_2-\sigma_2)QC^{\mathrm{T}}CQ\leq 0$$

由 Lyapunov 稳定性理论知 $A+BF, A+HC, A+BF+HC$ 稳定.

3 两对象同时镇定

定理 3.1 给定有理正则对象 P 和 P_1, 那么 P 和 P_1 可同时镇定当且仅当存在 $Q\in RH_\infty$ 使得

$$Q_1=(-T_{22}+T_{12}Q)(T_{42}-T_{32}Q)^{-1} \tag{3.1}$$

$$=(T_{11}+QT_{31})^{-1}(T_{21}+QT_{41})\in RH_\infty \tag{3.2}$$

其中

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{21} \\ T_{31} & T_{41} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} \tilde{Y}M_1-\tilde{X}N_1 & \tilde{Y}X_1-\tilde{X}Y_1 \\ -\tilde{N}M_1+\tilde{M}N_1 & -\tilde{N}X_1+\tilde{M}Y_1 \end{bmatrix} \tag{3.3}$$

$$\begin{bmatrix} T_{12} & T_{22} \\ T_{32} & T_{42} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} \tilde{Y}_1M-\tilde{X}_1N & \tilde{Y}_1X-\tilde{X}_1Y \\ -\tilde{N}_1M+\tilde{M}_1N & -\tilde{N}_1X+\tilde{M}_1Y \end{bmatrix} \tag{3.4}$$

证明 充分性. 由引理 2.1, P 和 P_1 可同时镇定当且仅当存在 $Q, Q_1\in RH_\infty$ 使得

$$(\tilde{Y}-Q\tilde{N})^{-1}(\tilde{X}-Q\tilde{M})=(X_1-M_1Q_1)(Y_1-N_1Q_1)^{-1}$$

其中 $\det(\tilde{Y}-Q\tilde{N})\neq 0$, $\det(Y_1-N_1Q_1)\neq 0$. 这等价于

$$(\tilde{X}-Q\tilde{M})(Y_1-N_1Q_1)=(\tilde{Y}-Q\tilde{N})(X_1-M_1Q_1) \tag{3.5}$$

即

$$T_{21}+QT_{41}-T_{11}Q_1-QT_{31}Q_1=0, (T_{11}+QT_{31})Q_1=T_{21}+QT_{41} \tag{3.6}$$

如果 $Q_1=(T_{11}+QT_{31})^{-1}(T_{21}+QT_{41})\in RH_\infty$, 式 3.6 明显成立, 因此充分性得证.

必要性. P 和 P_1 可同时镇定则存在 $Q\in RH_\infty$ 使得 $T_{11}+QT_{31}$ 是幺模的[4], 因此: $Q_1=(T_{11}+QT_{31})^{-1}(T_{21}+QT_{41})\in RH_\infty$. 对偶地可以证明 P 和 P_1 可同时镇定当且仅当存在 $Q\in RH_\infty$ 使得

$$Q_1=(-T_{22}+T_{12}Q)(T_{42}-T_{32}Q)^{-1}\in RH_\infty$$

我们不难发现 $T_{ij}\in RH_\infty (i=1,2,3,4, j=1,2)$, 并且有

$$\begin{bmatrix} -T_{11} & -T_{21} \\ T_{31} & T_{41} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} T_{12} & -T_{22} \\ T_{32} & -T_{42} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} I_n & 0 \\ 0 & I_m \end{bmatrix} \tag{3.7}$$

该式可以直接验证. 由式 3.1 和 3.2 有

$$Q_1\in RH_\infty \Leftrightarrow (T_{11}+QT_{31})^{-1}\in RH_\infty, (T_{42}-T_{32}Q)^{-1}\in RH_\infty$$

$$\Leftrightarrow T_{31}T_{11}^{-1}=-T_{42}^{-1}T_{32} \text{ 可强镇定.}$$

这就是辅助对象的右互质分解($r.c.f.$)和左互质分解($l.c.f.$).

系 3.1 给定有理正则对象 P 和 P_1, 那么 P 和 P_1 可同时镇定当且仅当存在 $Q_1\in RH_\infty$ 使得

$$Q=(-T_{21}+T_{11}Q_1)(T_{41}-T_{31}Q_1)^{-1} \tag{3.8}$$

$$=(T_{12}+Q_1T_{32})^{-1}(T_{22}+Q_1T_{42})\in RH_\infty \tag{3.9}$$

显然, 式(3.8), (3.9) 是辅助对象 $T_{42}^{-1}T_{32}$ 的所有镇定控制器的一种参数化形式. 辅助对象 $T_{42}^{-1}T_{32}$ 的状态空间实现为

$$S\triangleq T_{42}^{-1}T_{32}=\left[\begin{array}{cc|c} A_1 & -B_1F & -B_1 \\ HC_1 & A+BF+HC+H(D-D_1)F & B+H(D-D_1) \\ \hline C_1 & C+(D-D_1)F & D-D_1 \end{array}\right] \tag{3.10}$$

该式可直接验证. 如果两对象是严格正则或者满足 $D = D_1$(在同时镇定问题中这并不是一很强的假设), 我们可以得到一更为简单的形式

$$S = \left[\begin{array}{cc|c} A_1 & -B_1F & -B_1 \\ HC_1 & A+BF+HC & B \\ \hline C_1 & C & 0 \end{array}\right] \tag{3.11}$$

系 **3.2**　给定有理正则对象 P 和 P_1, 那么 P 和 P_1 可同时镇定当且仅当辅助对象 S 可强镇定.

由式(3.10), (3.12) 不难发现, P 和 P_1 的实现不一定要求是同阶的可镇定可检测实现, 可以是其最小实现, 因为增加的稳定的不可控(不可观) 模仍是辅助对象的不可控(不可观) 模.

若 P, P_1 严格正则, 则 P, P_1 可同时镇定当且仅当存在 $Q \in RH_\infty$ 使得 $(T_{42} - T_{32}Q)^{-1} \in RH_\infty$, 即其系统矩阵稳定. 将 T_{42}, T_{32} 以及 Q 的实现代入并消去稳定的不可控和不可观模得到 $(T_{42} - T_{32}Q)^{-1}$ 的系统矩阵为

$$A_T \triangleq \begin{bmatrix} A_1 - B_1D_QC_1 & -B_1F - B_1D_QC & -B_1C_Q \\ BD_QC_1 + HC_1 & A+BF+HC+BD_QC & BC_Q \\ B_QC_1 & B_QC & A_Q \end{bmatrix} \tag{3.12}$$

显然, P 和 P_1 可同时镇定, 则一定存在一参数 $Q \in RH_\infty$ 使得矩阵 A_T 稳定. 由式(2.8), $(Y - NQ)^{-1}$ 的系统矩阵 A_C 是 A_T 的一主子式, K 稳定当且仅当 $(Y - NQ)^{-1}$ 稳定, P 和 P_1 可用稳定控制器 $K = (X - MQ)(Y - NQ)^{-1}$ 同时强镇定当且仅当存在一 $Q \in RH_\infty$ 使得矩阵 A_T 和 A_C 同时稳定, 即辅助对象 S 与其子对象 S_0 可同时强镇定. 若假定对象 P 可同阶强镇定, 则可以选择矩阵 F 和 H 使得 $A + BF + HC$ 稳定, 这样 P 和 P_1 可用稳定控制器 K 同时强镇定当且仅当存在一 $Q \in RH_\infty$ 使得辅助对象 S 与其稳定的子对象 S_0 可同时强镇定.

定理 3.2　给定有理严格正则对象 P 和 P_1, P 和 P_1 可同时强镇定当且仅当辅助对象 S 与其子对象 S_0 可同时强镇定, 可同阶同时强镇定当且仅当辅助对象 S 与其稳定的子对象 S_0 可同时强镇定.

4　r 对象同时镇定

定理 4.1　给定 $r + 1$ 个有理严格正则对象 P 和 P_i, $(i = 1, \cdots, r)$, F, H 为两合适维数的常矩阵并使得 $A + BF$, $A + HC$ 都稳定, P, $P_i (i = 1, \cdots, r)$ 可同时镇定当且仅当存在一稳定的补偿器 Q 使得 r 个辅助对象

$$S_{1,i} = \left[\begin{array}{c|c} A_{1,i} & B_{1,i} \\ \hline C_{1,i} & D_{1,i} \end{array}\right] \triangleq \left[\begin{array}{cc|c} A_i & -B_iF & -B_i \\ HC_i & A+BF+HC+H(D-D_i)F & B+H(D-D_i) \\ \hline C_i & C+(D-D_i)F & D-D_i \end{array}\right] \tag{4.1}$$

同时镇定, 即辅助对象 $S_{1,i} (i = 1, \cdots, r)$ 可同时强镇定.

定理 4.2　给定 3 个有理正则对象 P 和 $P_i (i = 1, 2)$, 假定 $D = D_1 = D_2$, F, H, F_1, H_1 为 4 个合适维数的常矩阵并使得 $A + BF$, $A + HC$, $A_{1,1} + B_{1,1}F_1$, $A_{1,1} + H_1C_{1,1}$ 都稳定, P, $P_i (i = 1, 2)$ 可同时镇定当且仅当辅助对象 $S_{2,1}$ 及其子对象 $\tilde{S}_{2,1}$ 可同时强镇定. 其中

$$S_{2,1} = \left[\begin{array}{c|c} A_{2,1} & B_{2,1} \\ \hline C_{2,1} & 0 \end{array}\right] \triangleq \left[\begin{array}{cc|c} A_{1,2} & -B_{1,2}F_1 & -B_{1,2} \\ H_1C_{1,2} & A_{1,1}+B_{1,1}F_1+H_1C_{1,1} & B_{1,1} \\ \hline C_{1,2} & C_{1,1} & 0 \end{array}\right] \tag{4.2}$$

$$\tilde{S}_{2,1} \triangleq \left[\begin{array}{c|c} A_{1,1}+B_{1,1}F_1+H_1C_{1,1} & B_{1,1} \\ \hline C_{1,1} & 0 \end{array}\right]$$

定义

$$S_{2,i}=\left[\begin{array}{c|c} A_{2,i} & B_{2,i} \\ \hline C_{2,i} & D_{2,i} \end{array}\right] \triangleq \left[\begin{array}{cc|c} A_{1,i+1} & -B_{1,i+1}F_1 & -B_{1,i+1} \\ H_1C_{1,i+1} & A_{1,1}+B_{1,1}F_1+H_1C_{1,1} & B_{1,1} \\ \hline C_{1,i+1} & C_{1,1} & 0 \end{array}\right] \tag{4.3}$$

其中$i=1,\cdots,r-1$, F_1, H_1为合适维数的常矩阵并使得$A_{1,1}+B_{1,1}F_1$, $A_{1,1}+H_1C_{1,1}$稳定.

定理 4.3 给定$r+1$个有理正则对象P和P_i, $(i=1,\cdots,r)$, 并满足$D=D_1=\cdots=D_r$, F, H为两合适维数的常矩阵并使得$A+BF$, $A+HC$都稳定, F_1, H_1为合适维数的常矩阵并使得$A_{1,1}+B_{1,1}F_1$, $A_{1,1}+H_1C_{1,1}$稳定. P, $P_i(i=1,\cdots,r)$可同时镇定当且仅当辅助对象$S_{2,i}(i=1,\cdots,r-1)$和其公共子对象$\tilde{S}_{2,1}$可同时强镇定. 本定理的证明较简单, 此处从略.

参 考 文 献

1 Djaferis T E. To Stabilize a k Real Parameter Affine Family of Plants it Suffices to Simultaneously Stabilize 4^k polynomials. Syst. Contr. Lett. 1991, 16, 187～193

2 Saeks R, Marray J. Fractional Representation Algebraic Geometry and the Simultaneous Stabilization Problem. IEEE Trans. on Automat. Contr. 1982, AC-27, 895～903

3 Vidyasagar M, Viswanadham N. Algebraic Design Techniques for Reliable Stabilization. IEEE Trans. on Automat. Contr., 1982, AC-27, 1085～1095

4 Vidyasagar M. Control System Synthesis: A Factorization Approach, MIT Press Cambridge, MA 1985

THE STUDY OF SIMULTANEOUS STABILIZATION

CAO Yongyan SUN Youxian

(*Institute of Industrial Process Control, Zhejiang University, Hangzhou, 310027, PRC*)

Abstract In this paper, based on the coprime factorization in state-space, the necessary and sufficient condition of same-order strong stabilization is derived in state-space and a method has been given to design the same-order strong stabilizing controller. And then, it is proved that to simultaneously strongly stabilize 2 plants, i.e., to simultaneously stabilize 3 plants, is equivalent to simultaneously strongly stabilize an associated plant and its subplant, to simultaneously same-order strongly stabilize 2 plants is equivalent to simultaneously strongly stabilize an associated plant and its common subplant, and to simultaneously stabilize $r+1$ plants is equivalent to simultaneously strongly stabilize $r-1$ associated plants and their common subplant.

Key words simultaneous stabilization, strong stabilization, hurwitz stable, coprime factorization

作者简介

曹永岩, 男, 29岁, 博士后. 研究领域为鲁棒控制理论及应用, 线性系统理论, 时滞系统工业过程模型化与控制.

孙优贤, 男, 57岁, 教授, 博士生导师. 研究领域为鲁棒控制理论及应用, 线性系统理论, 时滞系统工业过程模型化与控制.