具有时滞的线性奇异系统镇定的 Riccati 方程方法

谢湘生

(广东工业大学系统工程研究所·广州,510090)

刘永清

(华南理工大学自动控制工程系·广州,510641)

摘要:本文考虑了具时滞的线性奇异系统的镇定问题,利用 Riccati 方程方法给出了系统无记忆反馈控制器的设计,并得到了系统可经状态反馈镇定的条件.

关键词:奇异系统;时滞;镇定;Riccati 方程方法

1 引 言

时滞现象广泛存在于各种工程技术实际问题中,对于一些复杂的实际物理过程,系统可能具有不同的层次,其各个子系统间具有不同的时标,系统的数学模型因而是奇异系统形式.因此研究具时滞的奇异系统对充分揭示各种物理过程的动态行为是必要的.目前的文献中有关具时滞的奇异系统的研究结果还不多见.众所周知,时滞的存在常常是许多物理系统不稳定的根源.所以近年来带有时滞系统的稳定性判别及镇定问题的研究受到了人们较多的关注.而 Riccati 方程方法对通常的滞后系统的镇定问题来说是一种有用的方法[1,2],利用这种方法,人们可以通过解一个 Riccati 方程而获得所需要的镇定反馈控制器,本文将这种方法推广到了带有时滞的线性定常奇异系统,利用这种方法研究了系统可镇定的条件,同时给出这种系统的无记忆线性反馈控制器的设计.

考虑如下的具时滞的线性定常奇异系统

$$E\dot{x}(t) = Ax(t) + Bx(t-\tau) + Cu(t), \quad t \geqslant 0. \tag{1}$$

其中 $E,A,B \in \mathbb{R}^{n\times n}$, $C \in \mathbb{R}^{n\times m}$ 是常数矩阵,$\tau > 0$ 是常数,$x \in \mathbb{R}^n$, $u \in \mathbb{R}^m$ 分别为系统的状态与控制变量,当 E 为可逆矩阵时,(1) 是一个正常的滞后系统,其稳定及镇定问题的研究已有许多结果.本文总假定 $\mathrm{rank}E = r < n$ 且矩阵束 $sE - A$ 是正则的,即 $\det(sE-A) \neq 0, s \in \mathbb{C}$.这里系统的解均指由相容初始函数[3]所确定的解.

我们称如下的零输入系统

$$E\dot{x}(t) = Ax(t) + Bx(t-\tau), \quad t \geqslant 0$$

是稳定的,如果它的每一个由相容初始条件所确定的解 $x(t)$ 均满足 $\lim\limits_{t\to\infty} x(t) = 0$.

2 主要结果

我们要考虑的镇定问题就是,对于具时滞的线性定常奇异系统(1),求一个无记忆的线性反馈控制 $u(t) = Kx(t)$,使得所得到的闭环系统稳定.而如此的控制器就称为镇定控制器.如果这个问题可解,即这样的镇定控制器存在,那么称系统(1)是可镇定的.

不失一般性,设系统(1)的系数矩阵具有形式

$$E = \begin{bmatrix} I_r & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix},\ A = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix},\ B = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{bmatrix},\ C = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \end{bmatrix}. \tag{2}$$

* 广东省自然科学基金(980415)和广州市基础性研究计划(98J01101)资助项目.
本文于 1996 年 3 月 29 日收到. 1997 年 9 月 17 日收到修改稿.

其中 I_r 是 r 维的单位矩阵，其它子矩阵有适当的维数，系统(1)现在可写成如下形式

$$\dot{x}_1(t) = A_{11}x_1(t) + A_{12}x_2(t) + B_{11}x_1(t-\tau) + B_{12}x_2(t) + C_1u(t),$$
$$0 = A_{21}x_1(t) + A_{22}x_2(t) + B_{21}x_1(t-\tau) + B_{22}x_2(t) + C_2u(t).$$

这里 $x = [x_1^{\mathrm{T}}, x_2^{\mathrm{T}}]^{\mathrm{T}}, x_1 \in \mathbb{R}^r, x_2 \in \mathbb{R}^{n-r}$. 若 $\det A_{22} \neq 0$，则 $(E\ A)$ 是无脉冲的[4]. 若 $(E$
脉冲可控的，则存在矩阵 $K_2 \in \mathbb{R}^{(n-r)\times n}$ 使得矩阵 $\overline{A}_{22} = A_{22} + C_2K_2$ 可逆[5].

值得注意的是如果 $(E\ A\ C)$ 是强可控的，那么它脉冲可控且 R- 可控[6].

为了得到系统(1)的可镇定结果，我们需要下面的引理.

引理[1] 对任意具有适当维数的矩阵 G 与 H，下面的不等式成立

$$G^{\mathrm{T}}H + H^{\mathrm{T}}G \leqslant \eta G^{\mathrm{T}}G + \eta^{-1}H^{\mathrm{T}}H.$$

其中 η 是一个正常数. 这里矩阵不等式 $G < (\leqslant) H$，意指 G, H 对称，且 $H - G$ 是(半)

我们引入如下条件：

A$_1$) $(E\ A\ C)$ 是脉冲可控的且 $\|B_{22}\overline{A}_{22}^{-1}\| < 1$；

A$_2$) 系统(1) 满足匹配条件：$B = CR, R \in \mathbb{R}^{m\times n}$ 为常数矩阵.

由 A$_1$)，$(E\ A\ C)$ 是脉冲可控的. 取反馈控制 $u(t) = K_2x_2(t) + u_1(t)$，这时(1)与
到的闭环系统可写成

$$\dot{x}_1(t) = A_{11}x_1(t) + \overline{A}_{12}x_2(t) + B_{11}x_1(t-\tau) + B_{12}x_2(t-\tau) + C_1u_1(t),$$
$$0 = A_{21}x_1(t) + \overline{A}_{22}x_2(t) + B_{21}x_1(t-\tau) + B_{22}x_2(t-\tau) + C_2u_1(t).$$

其中 $\overline{A}_{12} = A_{12} + C_1K_2$ 且 $\overline{A}_{22} = A_{22} + C_2K_2$ 可逆. 引入变换 $x(t) = P_2y(t)$，这
$\begin{bmatrix} I_r & 0 \\ -\overline{A}_{22}^{-1}A_{21} & -\overline{A}_{22}^{-1} \end{bmatrix}$. 再用 $Q_2 = \begin{bmatrix} I_r & -A_{12}\overline{A}_{22}^{-1} \\ 0 & I_{n-r} \end{bmatrix}$ 左乘(4) 式，则系统(4)成为

$$\dot{y}_1(t) = \hat{A}_{11}y_1(t) + \hat{B}_{11}y_1(t-\tau) + \hat{B}_{12}y_2(t-\tau) + \hat{C}_1u_1(t),$$
$$y_2(t) = \hat{B}_{21}y_1(t-\tau) + \hat{B}_{22}y_2(t-\tau) + \hat{C}_2u_1(t).$$

其中

$$\begin{cases} \hat{A}_{11} = A_{11} - \overline{A}_{12}\overline{A}_{22}^{-1}A_{21}, \\ \hat{B}_{11} = B_{11} - \overline{A}_{12}\overline{A}_{22}^{-1}B_{21} - B_{12}\overline{A}_{22}^{-1}A_{21} + \overline{A}_{12}\overline{A}_{22}^{-1}B_{22}\overline{A}_{22}^{-1}A_{21}, \\ \hat{B}_{12} = (B_{12} - \overline{A}_{12}\overline{A}_{22}^{-1}B_{22})\overline{A}_{22}^{-1}, \\ \hat{B}_{21} = B_{21} - B_{22}\overline{A}_{22}^{-1}A_{21}, \quad \hat{B}_{22} = -B_{22}\overline{A}_{22}^{-1}, \\ \hat{C}_1 = C_1 - \overline{A}_{12}\overline{A}_{22}^{-1}C_2, \quad \hat{C}_2 = C_2. \end{cases}$$

按照(2)式中的分划，假设 A$_2$)中的矩阵 R 可以分为

$$R = [R_1, R_2],$$

$R_1 \in \mathbb{R}^{m\times r}, R_2 \in \mathbb{R}^{m\times(n-r)}$，则从条件 A$_2$) 可得 $B_{11} = C_1R_1, B_{12} = C_1R_2, B_{21} = C_2R_1, B_{22}$
并令 $\hat{R}_1 = R_1 - R_2\overline{A}_{22}^{-1}A_{21}$，我们可得 $\hat{B}_{11} = \hat{C}_1\hat{R}_1$. 类似地，令 $\hat{R}_2 = R_2\overline{A}_{22}^{-1}$，那么 $\hat{B}_{12} =$
意条件 A$_1$) 蕴涵 $\|\hat{B}_{22}\| < 1$，这样对一个给定的正数 α，我们可以选择正数 δ_1 及 δ_2 使

$$(1+\delta_2)\hat{B}_{22}^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22} + \delta_1(\hat{R}_2 - \alpha\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22})^{\mathrm{T}}(\hat{R}_2 - \alpha\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22}) < I_{n-r}.$$

定义矩阵

$$H_1 = (2\alpha - 1 - \delta_1^{-1})I_m - \alpha^2\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{C}_2.$$

又设 $Q \in \mathbb{R}^{(n-r)\times(n-r)}$ 是一个正定矩阵. 考虑如下的代数 Riccati 方程

$$\hat{A}_{11}^{\mathrm{T}}P + P\hat{A}_{11} - P\hat{C}_1H_1\hat{C}_1^{\mathrm{T}}P + D_1 = -Q.$$

其中

$$D_1 = (1+\delta_2^{-1})\hat{B}_{21}^{\mathrm{T}}\hat{B}_{21} + (\hat{R}_1 - \alpha\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{21})^{\mathrm{T}}(\hat{R}_1 - \alpha\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{21}).$$

再引入条件：

A_3) 对满足(7)的正数 δ_1 与 δ_2，及上面定义的矩阵 H_1 与 D_1，代数 Riccati 方程(9) 存在对称正定解 P.

定理 1　如果条件 A_1)，A_2)及 A_3)成立，则系统(1)是可镇定的.

证　定义反馈控制

$$u_1(t) = -\alpha\hat{C}_1^{\mathrm{T}}Py_1(t). \tag{10}$$

其中 α 为一个正数，而 P 是 Riccati 方程(9)的正定解. 则闭环系统为

$$\begin{aligned} \dot{y}_1(t) &= (\hat{A}_{11} - \alpha\hat{C}_1\hat{C}_1^{\mathrm{T}}P)y_1(t) + \hat{B}_{11}y_1(t-\tau) + \hat{B}_{12}y_2(t-\tau), \\ y_2(t) &= -\alpha\hat{C}_2\hat{C}_1^{\mathrm{T}}Py_1(t) + \hat{B}_{21}y_1(t-\tau) + \hat{B}_{22}y_2(t-\tau). \end{aligned} \tag{11}$$

为检验系统(11)的稳定性，我们引入 Lyapunov 函数 $V(\cdot)$

$$V(t) = y_1^{\mathrm{T}}(t)Py_1(t) + \int_{t-\tau}^{t}[y_1^{\mathrm{T}}(s)D_1y_1(s) + y_2^{\mathrm{T}}(s)y_2(s)]\mathrm{d}s. \tag{12}$$

由(12)式，并利用引理计算 $V(\cdot)$ 沿系统(11) 的轨道关于 t 的导数，可得

$$\begin{aligned} \dot{V}(t) \leqslant & y_1^{\mathrm{T}}(t)Qy_1(t) + y_2^{\mathrm{T}}(t-\tau)[(1+\delta_2)\hat{B}_{22}^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22} \\ & + \delta_1(\hat{R}_2 - \alpha\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22})^{\mathrm{T}}(\hat{R}_2 - \alpha\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22}) - I_{n-r}]y_2(t-\tau). \end{aligned} \tag{13}$$

上式蕴含 $V(t)$ 有界故从(12) 可知 $y_1(t)$ 为有界函数. 而从系统(11) 的第二个方程不难证明 $y_2(t)$ 也是有界函数. 因此按照通常对正常系统的 Lyapunov 渐近稳定性定理证明[7] 的类似方法就可证明$\lim\limits_{t\to\infty}y_1(t) = 0$. 再利用(11) 的第二个方程可证$\lim\limits_{t\to\infty}y_2(t) = 0$.　　证毕.

由上面的讨论可以得到系统(1)的镇定控制器的设计，对系统(1)，其镇定控制器为 $u(t) = Kx(t)$. 其中增益矩阵 K 可从下式得到

$$K = [0, K_2] + [-\alpha\hat{C}_1^{\mathrm{T}}P, 0]P_2^{-1}.$$

这里 α 是一个给定的正数；K_2 可由文[4] 的方法给出，而 $\hat{C}_1$ 可从(6) 式算出；此外，Riccati 方程(9) 的对称正定解 P 可利用数值方法求得(例如，可见[2]).

现在将条件 A_1)加强为

A_1') $(E\ A\ C)$ 是强可控的且 $\|B_{22}\overline{A}_{22}^{-1}\| < 1$.

推论 1　设条件 A_1')与 A_2)成立. 又若对由(8)定义的矩阵，有 $H_1 > 0$. 则系统(1)是可镇定的.

证　因为 $(E\ A\ C)$ 是强可控的，所以它是 R- 可控的，那么$(\hat{A}_{11}\quad \hat{C}_1)$ 是可控的. 再由 $H_1 > 0$ 可知经典的代数 Riccati 方程(9) 有唯一正定解 P. 从而由定理 1 可得要证明的结论.

证毕.

推论 2　设条件 A_1')与 A_2)满足. 若下面的不等式成立：

$$1 - \frac{\lambda_{\max}[(\hat{B}_{22}^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22} + (\hat{R}_2 - \hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22})^{\mathrm{T}}(\hat{R}_2 - \hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22})]}{\lambda_{\min}(I_{n-r} - \hat{B}_{22}^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22})} > \lambda_{\min}(\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{C}_2). \tag{14}$$

则系统(1)是可镇定的，这里 $\lambda_{\max}(\cdot)$，$\lambda_{\min}(\cdot)$ 分别表示矩阵的最大，最小特征值.

证　由(14)可知，存在充分小的正数 ε，使得

$$1 - \frac{\lambda_{\max}[(\hat{B}_{22}^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22} + (\hat{R}_2 - \hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22})^{\mathrm{T}}(\hat{R}_2 - \hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22})]}{\lambda_{\min}(I_{n-r} - \hat{B}_{22}^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22}) - \varepsilon} > \lambda_{\min}(\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{C}_2),$$

且

$$\frac{\lambda_{\min}(I_{n-r}-\hat{B}_{22}^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22})-\varepsilon}{\lambda_{\max}[(\hat{B}_{22}^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22}+(\hat{R}_2-\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22})^{\mathrm{T}}(\hat{R}_2-\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22})]}>0.$$

这样，如果令 $\alpha=1$，且取 $\delta_2=\delta_1=\dfrac{\lambda_{\min}(I_{n-r}-\hat{B}_{22}^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22})-\varepsilon}{\lambda_{\max}[(\hat{B}_{22}^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22}+(\hat{R}_2-\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22})^{\mathrm{T}}(\hat{R}_2-\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22})]}$，则(7)立且这时有 $H_1>0$. 类似于推论 1 可得系统(1)可镇定. 证毕.

对一个给定的正数 α，假设条件 A$_1'$) 满足，则存在正数 η_1 与 η_2 使得不等式

$$(1+\eta_2)\hat{B}_{22}^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22}+\eta_1(\hat{B}_{12}-\alpha\hat{C}_1\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22})^{\mathrm{T}}(\hat{B}_{12}-\alpha\hat{C}_1\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{22})\leqslant I_{n-r}$$

成立. 此外对一个给定的正定矩阵 $Q\in\mathbb{R}^{r\times r}$，假设如下的条件满足：

A$_3'$) Riccati 方程

$$\hat{A}_{11}^{\mathrm{T}}P+P\hat{A}_{11}-PHP+D=-Q,$$

存在对称正定解 P，这里

$$H=2\alpha\hat{C}_1\hat{C}_1^{\mathrm{T}}-\alpha^2\hat{C}_1\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{C}_2\hat{C}_1^{\mathrm{T}}+(1+\eta_1^{-1})I_r.$$

并且

$$D=(1+\eta_2^{-1})\hat{B}_{21}^{\mathrm{T}}\hat{B}_{21}+(\hat{B}_{11}-\alpha\hat{C}_1\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{21})^{\mathrm{T}}(\hat{B}_{11}-\alpha\hat{C}_1\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{B}_{21}).$$

类似于定理 1，从条件 A$_1'$) 与 A$_3'$) 可以证明如下结果.

定理 2 若条件 A$_1'$) 与 A$_3'$) 满足，则系统(1)是可镇定的.

定理 2 表明系统(1)可镇定性依赖于 Riccati 方程(16)的解的存在性. 在条件 A$_1'$) 下，为证 Riccati 方程(16)的解存在，我们介绍如下结果.

推论 3 假设条件 A$_1'$) 满足. 若正数 α 使得

$$\alpha\in(0,2\|\hat{C}_2\|^{-2}),$$

则 Riccati 方程

$$\hat{A}_{11}^{\mathrm{T}}P_1+P_1\hat{A}_{11}-P_1\hat{C}_1(2\alpha I_r-\hat{C}_2^{\mathrm{T}}\hat{C}_2)\hat{C}_1^{\mathrm{T}}P_1+D=-Q_1$$

存在唯一对称正定解 P_1，这里 $Q_1\in\mathbb{R}^{r\times r}$ 为一个给定的对称正定矩阵. 此外，对满足(15)的数 η_1，若不等式

$$1+\eta_1^{-1}\leqslant\frac{\lambda_{\min}(Q_1)}{\lambda_{\max}^2(P_1)}$$

成立，则系统(1)可镇定.

证 因为条件 A$_1'$) 满足，所以($\hat{A}_{11}\quad\hat{C}_1$)可控. 故条件(17)蕴涵经典的 Riccati 方程(18)唯一对称正定解 P_1. 另外，由不等式(19)可推出

$$\hat{A}_{11}^{\mathrm{T}}P_1+P_1\hat{A}_{11}-P_1HP_1+D=-[Q_1-(1+\eta_1^{-1})P_1P_1]\leqslant 0.$$

这样，若取(16)中 Q 使其满足 $Q=Q_1-(1+\eta_1^{-1})P_1P_1$，则 $P=P_1$ 是 Riccati 方程(16)的对正定解. 证毕.

推论 3 实际上给出了解 Riccati 方程(16)的方法. 在条件(17)下，方程(16)解可通过解典的 Riccati 方程(18)得到. 而后一个方程可通过数值方法求解.

3 数值算例

例 1 考虑系统(1)，其系数矩阵为

$$E=\begin{bmatrix}1&0&0\\0&1&0\\0&0&0\end{bmatrix},\quad A=\begin{bmatrix}0&1&-1\\0&0&1\\0&0&-1\end{bmatrix},$$

$$B=\frac{1}{4}\begin{bmatrix}2 & 4 & 2\\ -1 & -2 & -1\\ -0.05 & -0.1 & -0.05\end{bmatrix},\quad C=\begin{bmatrix}2\\ -1\\ -0.05\end{bmatrix}.$$

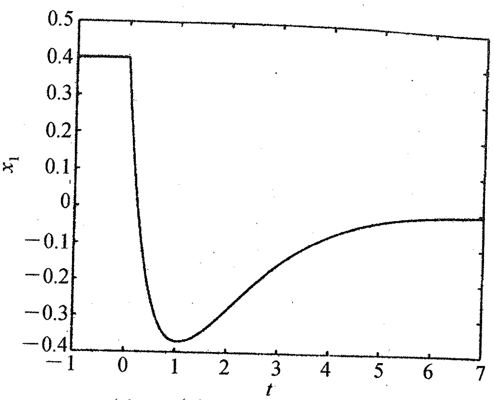
并且 $\tau=1$. 可以检验对此系统，推论 1 的条件都满足. 故此系统是可镇定的. 利用在定理 1 及推论 1 的证明中给出的方法，取 $\alpha=1,\delta_1=\delta_2=15$，得到镇定控制为 $u(t)=Kx(t)$，这里

$$K=[1.0683\quad 4.7979\quad 0].$$

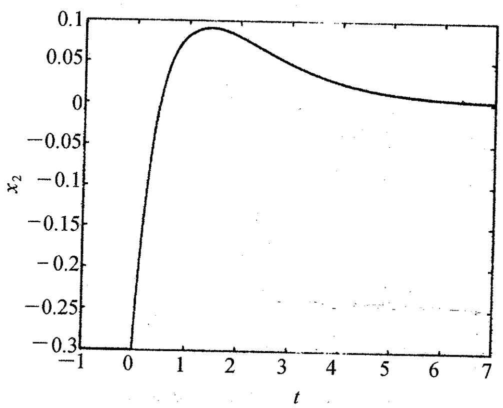
闭环系统的响应曲线如图 1 所示.

4　结束语

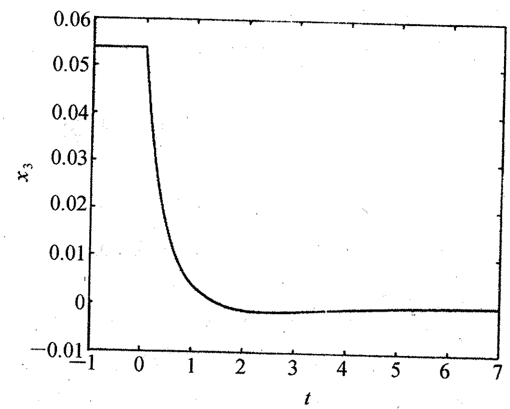
本文通过 Riccati 方程方法给出了具时滞的线性奇异系统镇定控制器的设计以及这样系统可镇定的条件. 数值算例表明了文中所给的设计方法的可用性.



(a)　$x_1(t)$的时间响应曲线



(b)　$x_2(t)$的时间响应曲线



(c)　$x_3(t)$的时间响应曲线

图 1　闭环系统的响应曲线

参　考　文　献

1 Zhou, K. and Khargoneker, P. R.. Robust stabilization of linear systems with norm-bounded time-varying uncertain. Systems and Control Letters, 1988, 10(1): 1—20

2 Gardiner, J. D.. A generalization of the matrix-sign function solution for algebraic Riccati equations. Int. J. Control, 1986, 44(4): 823—832

3 Campbell, S. L.. Singular Systems of Differential Equations. San Francisco: Pitman, 1980

4 Verghese, G. C., Levy, B. C. and Kailath, T.. A generalized state-space for singular systems. IEEE Trans. Automat. Contr., 1981, AC-26(4): 811—831

5 Dai Liyi. Singular Control Systems. Berlin: Springer-Verlag, 1989

6 Horn, R. A. and Tismenetsky, M.. The Theory of Matrices with Application. New York: Academic Press, 1985

7 秦元勋，刘永清，王联，郑祖庥. 带有时滞的动力系统的运动稳定性. 第二版. 北京：科学出版社，1989

A Riccati Equation Approach to the Stabilization of Linear Singular Systems with Time Delay

XIE Xiangsheng
(Institute of Systems Engineering,Guangdong University of Technology · Guangzhou,510090,PRC)
LIU Yongqing
(Department of Automatic Control Engineering,South China University of Technology · Guangzhou,510641,I

Abstract: The design of memoryless stabilizing state feedback controller for linear singular syste time delay is developed by using Riccati equation approach and the conditions of the stabilizable for tems are established. The avaibility for the design method is illustrated by an example.

Key words: singular systems; delay; stabilization; Riccati equation approach

本文作者简介

谢湘生 1957 年生. 副教授. 1997 年 4 月于华南理工大学自动控制理论与应用专业毕业获博士学位. 现在的是时滞系统与广义系统的基本理论,稳定性及控制与应用.

刘永清 见本刊 1998 年第 1 期 124 页.

’98 中国控制会议纪要

’98 中国控制会议于 1998 年 9 月 15 日至 20 日在浙江宁波举行. 会议由中国自动化学会控制理讠员会主办,中国自动化学会旅英分会、IEEE 北京分部协办,宁波大学承办. 参加会议人数共 120 余人自香港的代表 2 名、法国的 2 名、美国的 1 名. 中国自动化学会副理事长席裕庚教授参加了会议,并对予指导,自然科学基金委员会信息科学部徐孝涵教授也参加了会议.

9 月 16 日上午 8:00 举行’98 中国控制会议开幕式. 开幕式由控制理论专业委员会主任秦化淑硕持. 专业委员会副主任郭雷研究员致开幕词,并代表专业委员会向参加’98 中国控制会议的代表和家热烈的欢迎. 他说今年既是控制论、信息论诞生 50 周年,同时明年因第 14 届 IFAC 世界大会,中国控将停办一次,因此本届会议也是本世纪最后一次会议,希望代表们充分利用这次机会进行学术交流,取面的收获. 他感谢宁波市科协及宁波大学的支持和资助,感谢宁波大学自动化与计算机技术系的领导教职员工为会议提供的良好条件. 席裕庚教授代表中国自动化学会向’98 中国控制会议致贺词. 他说制会议是我国控制界历史最悠久的系列学术会议之一,向以持久认真、学风严谨而深受国内同行称颂控制在国内的发展及提高我国控制界的国际威信发挥了很大作用. 他希望中国控制会议今后能继续发扬这些特色,并预祝会议圆满成功. 宁波市科协副主席钱荣甫和宁波大学校长张钧澄教授欢迎各位来宁波参加学术会议. 他们分别介绍了宁波的科技状况及宁波大学的发展历史、学科分布等情况,表示议尽可能提供良好的服务,同时希望代表们为宁波市及宁波大学的科技发展献计献策.

9 月 16 日上午 9:00 开始进行大会学术报告会,学术报告会由专业委员会副主任霍伟教授主持三个学术报告分别是:哈密顿控制系统与辛几何方法(程代展,中国科学院系统科学研究所);现场总线控制系统(孙优贤、褚健、金建祥、施一明,浙江大学);通信与控制(钟义信、韩京邮电大学).

9 月 16 日下午开始进行分组学术活动和《关肇直奖》候选人作学术报告并进行答辩. ’98 中国控制分 17 个专题,分 16 个分组进行学术交流. 对于绝大多数分组学术报告会,参加者踊跃,宣讲者认真烈. 会议期间,还举行了 3 个专题报告会. 清华大学自动化系的吴麒教授在专题报告会上特别向年轻学了如何宣讲学术论文.

(下转第