

闭环系统辨识

邢超

<.1>

1 可辨识性概念

可辨识性概念

闭环系统可辨识性与控制器的结构、阶次和反馈通道的噪声有关。例：

$$y_k = -ay_{k-1} + bu_{k-1} + \varepsilon_k$$

反馈 1:

$$\begin{aligned} u_k &= y_k \\ y_k &= -ay_{k-1} + by_{k-1} + \varepsilon_k \\ y_k &= (-a+b)y_{k-1} + \varepsilon_k \end{aligned}$$

反馈 2:

$$\begin{aligned} u_k &= y_{k-1} \\ y_k &= -ay_{k-1} + by_{k-2} + \varepsilon_k \\ Y &= \Phi\theta + \varepsilon \end{aligned}$$

<.2>

2 SISO 闭环系统辨识

闭环系统

$$\begin{aligned} y_k &= -\sum_{i=1}^{n_a} a_i y_{k-i} + \sum_{i=q}^{n_b} b_i u_{k-i} + \varepsilon_k \\ u_k &= -\sum_{i=1}^{n_c} c_i u_{k-i} + \sum_{i=p}^{n_d} d_i y_{k-i} + s_k \\ Y &= \Phi\theta \\ \Phi &= \begin{bmatrix} -y_n & \cdots & -y_{n+1-n_a} & u_{n+1-q} & \cdots & u_{n+1-n_b} \\ -y_{n+1} & \cdots & -y_{n+2-n_a} & u_{n+2-q} & \cdots & u_{n+2-n_b} \\ \vdots & & \vdots & \vdots & & \vdots \\ -y_{n+N-1} & \cdots & -y_{n+N-n_a} & u_{n+N-q} & \cdots & u_{n+N-n_b} \end{bmatrix} \\ \theta &= [a_1 \quad \cdots \quad a_{n_a} \quad b_q \quad \cdots \quad b_{n_b}]^T \\ Y &= [Y_{n+1} \quad \cdots \quad Y_{n+N}]^T \end{aligned}$$

直接辨识

- 当 $s(k)$ 为白噪声时:
 - 前向通道最小二乘估计为惟一性估计。
 - 如果 $\varepsilon(k) = 0$ 或者是与 $s(k)$ 无关的白噪声: 则前向通道最小二乘估计为一致性与惟一性估计。
- 当 $s(k) = 0$ 时, 如果 $n_c > n_b - q$ 或 $n_d > n_a - q$:
 - 则最小二乘估计为惟一性估计。
 - $\varepsilon(k) = 0$ 或为白噪声时, 若满足 $q > 0$ 或 $p > 0$, 前向通道最小二乘估计为一致估计。
- 若 $\varepsilon(k)$ 为有色噪声, 最小二乘估计不是一致性估计, 可用改进的最小二乘估计方法得到一致性估计。