

得到,若选择控制器多项式 P 和 Q 的阶次为

$$\mu = m_b + d \quad v = m_a$$

则方程(6)有唯一解,此时按照方程(4)可辨识性条件为

$$\max\{v - m_a + d, \mu - m_a\} = \max\{d, d\} = d \geq p \quad (7)$$

在这种情况下,闭环极点,即特征多项式 $d(z^{-1})$ 可由设计人员选择。如果选择的不等于噪声滤波器分子多项式 $D(z^{-1})$ 的极点,那么重极点数目 $p=0$,对于上式,任何 $d \geq 0$ 的过程皆可辨识,这时的工作量主要来源于求解方程(6)。

1.2 理想线性模型跟踪控制器

也就是零一极点前置控制器可借助对消过程分子多项式 $B(z^{-1})$ 在单位园内的零点 m_b^+ ,然后对于 $P^{-1}(z^{-1})$ 和 $Q^{-1}(z^{-1})$ 求解下面方程,得到

$$G_R(z) = \frac{G_m(z)}{1 - G_m(z)} \quad (8)$$

根据文献[2]它的可辨识条件为

$$\max\{v - m_a + d, \mu - m_a\} = \max\{d - 1, d - 1\} = d - 1 \geq p \quad (9)$$

闭环极点所要求的传函也是观测器的极点,可由设计人员选择。如果它同噪声滤波器分子多项式 $D(z^{-1})$ 没有共同极点,过程 $d \leq 1$ 可辨识,而过程 $d=0$ 将不可辨识。

虽然这种方法工作量也相对较大,但通过变换用被估计的控制量参数代替过程参数将会使问题转化为隐式,可减少工作量。

1.3 非周期控制器

这时

$$G_R(z) = \frac{q_0 A(z^{-1})}{1 - q_0 B(z^{-1})z^{-d}} \quad (10)$$

q_0 为常数,

$$q_0 = \frac{1}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

它的可辨识条件为

$$\max\{v - m_a + d, \mu - m_a\} = \max\{d, d\} = d \geq p \quad (11)$$

它的计算量相对较小。

1.4 预报器控制器

这时

$$G_R(z) = \frac{A(z^{-1})}{K_p A(z^{-1}) - B(z^{-1})z^{-d}} \quad (12)$$

K_p : 过控增益

它的可辨识性条件

$$\max\{v - m_a + d, \mu - m_b\} = \max\{d, m_a - m_b, d\} = \max\{d, m_a - m_b\} \geq p \quad (13)$$

如果闭环特征多项式与噪声滤波器分子多项式无共同极点,那么过程对于 $d \geq 0$ 是可辨识的。此控制器的计算工作量也相对较小。

1.5 最小方差控制器(仅以 MV3-d 为例)

控制器的阶为

$$\begin{aligned} \mu &= \max\{m_0 + d - 1, m_d\} \\ V &= \max\{m_d - d - 1, m_{a-1}\} \end{aligned} \quad (14)$$

可辨识条件变为

$$\begin{aligned} \max\{v - m_a + d, \mu - m_b\} &= \max\{m_d - m_a - 1, d - 1, m_d - m_b\} \\ &= \max\{m_d - m_a - 1, d - 1, m_d - m_b\} \geq p \end{aligned} \quad (15)$$

最小方差控制器的计算工作量相对较小,通常用于无参考信号变化和控制信号加权的随机环境过程中。

1.6 广义预报控制器

噪声模型方程(2)下的广义预报控制量的阶为

$$\begin{aligned} \mu &= m_b + d \\ V &= \max\{m_d - d - 1, m_{a-1}\} \end{aligned} \quad (16)$$

且在此情况下的可辨识条件为

$$\max\{v - m_a + d, \mu - m_b\} = \max\{m_d, -m_a - 1, d\}$$

$$= \max\{m_a - m_a - 1, d\} \geq p \quad (17)$$

如果(5)式与噪声滤波器分子多项式 $D(z^{-1})$ 无共同根,对于 $d \geq 0$ 过程可辨识。广义预报控制器的计算量相对较大。

1.7 PID 控制器

PID 控制器的阶为 $\mu=1, \nu=2$ 此时若(5)式与噪声滤波器分子多项式 $D(Z^{-1})$ 无共同根,则对于阶为 $m_a + \leq 2+d$ 的过程可辨识条件为

$$\begin{aligned} \max\{v - m_a + d, \mu - m_b\} &= \max\{2 - m_a + d, 1 - m_b\} \\ &= 2 - m_a + d \geq p \end{aligned} \quad (18)$$

如果过程无时迟,那么过程的阶最大允许为 2,可见 PID 控制器的适用性受到一定的限制。

PID 控制器的计算为中等。

2 结束语

通常,各种线性控制器性能包括:控制器结构对参数估计的影响;控制规律对参数估计灵敏度以及当参数估计收敛时自校正系统的收敛特性。所以实际工作中首先考虑控制器各种算法的可辨识性和计算工作量的大小。适应性算法和计算工作量包括参数计算、操作的复杂程度以及各种算法的选取,它不但牵涉到软件,同样对控制计算机的要求也极为重要,设计中通常根据过程可辨识性条件的要求先确定算法,再考虑其他因素。通过上述分析可得表 1。

表 1

控制算法	是否满足可辨识性条件?	工作量	
		参数计算	操作
极点配置	满足	大	中等
线性模型跟踪	$d \geq 1$	大	中等
非周期控制器	满足	小	中等
预报器控制器	满足	小	中等
最小方差控制	$d \geq m_a + 1$	小	中等
广义预报控制	满足	大	中等
PID 控制器	$m_a \leq d + 2$	中等	小

参 考 文 献

- [1] (瑞典)K. J. 奥斯特隆 B 威顿马克. 自适应控制[M]. 北京:科学出版社,1992.
- [2] 刘兴堂. 应用自适应控制[M]. 空军导弹学院,1997.
- [3] Clarke, d. w. p. j. Gawthrop. A self-tuning controller[M]. 1985.

The Evaluation of Workload and Adaptable Arithmetic of Controller

LIU Shi-kao, LI Gang, LU Yun

(Dept. of Basic Training of the Missile Institute, AFEU., Sanyuan 713800, China)

Abstract: The arithmetic to control all kinds of linear dominated sections and resolvable conditions are expatiated in this paper. The conclusion of evaluation of workload related to calculation is presented. and the value for designing linear controller is argued.

Key words: Controller; Controllable arithmetic; Resolvable character