Адаптивное и робастное управление
Курсовая работа
В-1

Кирилл Лалаянц

September 27, 2024

Преподаватель: Герасимов Д.Н.

1 Цель работы

Синтез закона адаптивного управления с использованием метода расширенной ошибки и схемы Лайона, обеспечивающего ограниченность всех сигналов и слежение выхода объекта за эталонным сигналом так, чтобы:

$$\lim_{t\to\infty}(y_M(t) - y(t)) = 0$$

Выход эталонного объекта $y_M(t)$:

$$y_M(t) = \frac{1}{K_M(s)}[g(t)] = \frac{1}{s^2+5s+6}[g(t)]$$

Выход объекта $y(t)$:

$$y(t) = W(s) = \frac{b_0}{s^2+a_1 s+a_0}[u]$$

Вариант 1:

- $a_1 = 2$; $a_0 = -3$;
- $b_0 = 2$;
- $g(t) = 7\cos(3t+2) + 8$

2 Выполнение

2.1 Проверка объекта управления на свойства полной управляемости и наблюдаемости.

$$U = \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \to \text{полностью управляемая}$$

$$V = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 0 \end{pmatrix} \to \text{полностью наблюдаемая}$$

2.2 Проверка объекта управления на устойчивость и минимально-фазовость

Для проверки системы на устойчивость найдем полюса знаменателя её передаточной функции $W(s)$:

$$\text{pole(W(s))} = [-3, 1] \to \text{ неустойчивая и не минимально-фазовая}$$

2.3 Определение и реализация требуемых компонентов системы

Выберем фильтры:

$$\dot{\nu}_1 = \Lambda\nu_1 + e_{n-1}u$$

$$\dot{\nu}_2 = \Lambda\nu_2 + e_{n-1}y$$

где $e_{n-1} = [0\dots1]^T \in \mathbb{R}^{n-1}$; $\nu_1, \nu_2 \in \mathbb{R}^{n-1}$.

$$\Lambda = \begin{bmatrix} 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \\ -k_0 & -k_1\dots & k_{n-2} & \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^{(n-1)\times(n-1)}$$

Для данного объекта $n = 2$. Следовательно:

$$\dot{\nu}_1 = -k_0\nu_1 + u$$

$$\dot{\nu}_2 = -k_0\nu_2 + y$$

Зададим вектора:

$$\omega = [\nu_1^T \ \nu_2^T \ y]^T$$

$$\omega_p = -[\omega^T \ u]^T$$

$$\bar{\omega}_p = \frac{1}{K_M(s)}[\omega_p]$$

$$\hat{\psi}_p^T = [\hat{\psi} \quad \hat{b}_m]$$

Закон управления:

$$u = \frac{1}{\hat{b}_m}(-\hat{\psi}_p^T\omega + k_0 g(t))$$

Статическая модель расширенной ошибки:

$$\hat{\varepsilon} = \bar{\omega}_p^T\hat{\psi}_p = \varepsilon - \hat{\psi}_p^T\bar{\omega}_p + \frac{1}{K_M(s)}[\hat{\psi}_p^T\omega_p]$$

Градиентный АА:

$$\dot{\hat{\psi}}_p^T = \gamma\Gamma\frac{\bar{\omega}_p}{1+\bar{\omega}_p^T\bar{\omega}_p}\hat{\varepsilon}$$

Модифицированный АА:

$$\dot{\hat{\psi}}_p^T = \gamma\Xi^T(\Xi_{\hat{\varepsilon}} + \Xi_{\hat{\psi}_p} - \Xi\hat{\psi}_p)$$

$$\Xi = [H_1(s)[\omega] \ \dots \ H_q(s)[\omega]]^T$$

$$\Xi_{\hat{\varepsilon}} = [H_1(s)[\hat{\varepsilon}] \ \dots \ H_q(s)[\hat{\varepsilon}]]^T$$

$$\Xi_{\hat{\psi}_p} = [H_1(s)[\omega_p^T\hat{\psi}_p] \ \dots \ H_q(s)[\omega_p^T\hat{\psi}_p]]^T$$

3 Заключение