

Типові форми алгоритмів керування в замкнених системах

Незабаром ми представимо кілька типових форм алгоритмів керування, які часто використовуються в системах із замкнутим циклом, з невизначеними параметрами. Для припущеної форми оптимальні значення параметрів можуть бути визначені конструктором, що вирішує задачу параметричної оптимізації з повним знанням установки, або можуть бути змінені в процесі адаптації. Для простоти припустимо, що на вхід контролера можна поставити вектор стану $x(t)$, а для установки з одним входом і одним виходом це вектор з компонентами

$$x^{(1)}(t) = \epsilon(t), x^{(2)}(t) = \dot{\epsilon}(t), \dots, x^{(k)}(t) = \epsilon^{(k-1)}(t) \quad (1),$$

де $\epsilon^{(i)}(t)$ - i -та похідна функції $\epsilon(t)$. Наведені нижче описи алгоритмів стосуються контролерів з одним виходом.

1. Лінійний контролер

Лінійний контролер $u(t)$ — це лінійна комбінація компонент вектора x :

$$u(t) = \sum_{i=1}^k a_i x^{(i)} = a^T x, \quad a^T = (a_1, a_2, \dots, a_k) \quad (2).$$

У випадку (1), $u = \sum_{i=1}^k a_i \epsilon^{(i-1)}$ (3). Параметри a_i приймають роль вагових коефіцієнтів. Для $k=2$, це називається PD контролер, для $k > 2$ замість форми (3) використовується PID контролер, або форма

$$u(t) = a_1 \epsilon(t) + a_2 \dot{\epsilon}(t) + a_3 \int_0^t \epsilon(t) dt \quad (4).$$

2. Двох-позиційний контролер

Нехай тепер $u = M \operatorname{sign}(a^T x)$, або більш загально $u = M \operatorname{sign}(a^T x + b)$ (5).

Параметр b можна назвати *порогом*. Рішення u може прийняти лише 2 значення:

1. $u = M$, якщо $a^T x > -b$
2. $u = -M$ інакше

Контролер (5) — це частинний випадок двух-позиційного контролера:

$$u = M \operatorname{sign}(f(x)),$$

де функція $f(x)$ має фіксований вигляд. У найпростішому випадку $u = M \operatorname{sign}(\epsilon)$, тобто рішення залежить лише від знаку помилки, але не залежить від її значення

3. Нейроно-подібний контролер

Форма контролера (5) може бути узагальнена до форми

$$u = f(a^T x + b) \quad (6).$$

Корисно й доцільно застосувати складний алгоритм, який являє собою систему, що складається з елементів (6). Таким чином можна підібрати найкращий контролер для системи, оскільки кількість параметрів, які можна вибрати, більше, ніж у простому випадку (6). Це параметри a і b , тобто ваги та пороги у всіх елементах, що входять до складу контролера. Зазвичай структура контролера має багат шарову (або багаторівневу) форму, тобто елементи складаються в шари, входами елементів першого шару є входи контролера (компоненти вектора x), входи послідовних шарів є виходами попередніх шарів, а виходи останнього шару є виходами всього контролера (компоненти вектора u).

Структура комплексного контролера з трьома шарами і трьома змінними стану проілюстрована на рис. 1. Наприклад, у другому шарі є три елементи; Через f_{ij} позначимо функцію f в j -му елементі i -го шару.

