

ОБОБЩЕНИЕ АЛГОРИТМА "SUPER-TWISTING"

Цянь Чэнсыцинь

Студент

Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: qiancsj2021@gmail.com

Научный руководитель — Фомичев Василий Владимирович

При исследовании практической динамической системы нельзя игнорировать возможность существования неизвестных возмущений, которые могут сильно влиять на производительность системы. Метод управления в скользящем режиме (Sliding mode control, SMC) является одним из известных методов для управления нелинейными системами с неопределёнными условиями.

Выдающееся преимущество у метода скользящего управления заключается в нечувствительности к неопределённым факторам, и сам скользящий режим может быть спроектирован заранее. Но выполнение классического SMC первого порядка сталкивается с проблемой вибрации, которая может привести к разрушению объекта. В последние десятилетия было проведено большое количество исследований по устранению и ослаблению вибраций. Одним из популярных алгоритмов ослабления вибраций является алгоритм "Супер-Скручивания" (Super-Twisting Algorithm, STA), классическая форма которого задана в [1], [2]. Условия, гарантирующие его устойчивость за конечное время, широко изучались в литературе, например, в [3], [4] предложены строгие функции Ляпунова, дающие аналитические, достаточные условия устойчивости, а критерий устойчивости этого алгоритма "Super-Twisting" был доказан только за последние пять лет в [5], [6].

В данной работе рассматривается система второго порядка вида

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 - k_1 \cdot |x_1|^\alpha \text{sign}(x_1) \\ \dot{x}_2 = f - k_2 \cdot \text{sign}(x_1), |f| \leq L \end{cases} \quad (1)$$

при $\alpha \neq \frac{1}{2}$. Исследуется вопрос, при каких значениях α , k_1 , k_2 , система (1) асимптотически устойчива. Кроме того, тот же вопрос рассматривается и для системы третьего порядка (2),

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 - k_1 \cdot |x_1|^{\alpha_1} \text{sign}(x_1) \\ \dot{x}_2 = x_3 - k_2 \cdot |x_1|^{\alpha_2} \text{sign}(x_1) \\ \dot{x}_3 = f - k_3 \cdot \text{sign}(x_1), |f| \leq L \end{cases} \quad (2)$$

то есть с помощью численного моделирования исследовать зависимость между устойчивостью системы (2) и значениями коэффициентов α_1 , α_2 , k_1 , k_2 , k_3 .

Литература

1. Levant A. Sliding order and sliding accuracy in sliding mode control[J]. International journal of control, 1993, 58(6): 1247-1263.
2. Levant A. Robust exact differentiation via sliding mode technique[J]. automatica, 1998, 34(3): 379-384.
3. Moreno J A, Fridman L. Lyapunov approach for analysis and design of second order sliding mode algorithms[J]. Sliding Modes after the first decade of the 21st Century, 2011, 412: 113-150.
4. Moreno J A, Osorio M. Strict Lyapunov functions for the super-twisting algorithm[J]. IEEE transactions on automatic control, 2012, 57(4): 1035-1040.
5. Seeber R, Horn M. Necessary and sufficient stability criterion for the super-twisting algorithm[C]//2018 15th International Workshop on Variable Structure Systems (VSS). IEEE, 2018: 120-125.
6. Фомичев В.В., Высоцкий А.О. Критерий устойчивости и точные оценки для алгоритма «супер-скручивания». Дифференциальные уравнения, 2023, 59(2): 252-256