

Стабилизация двухзвенного перевернутого маятника регулятором первого порядка

Федюков Александр Анатольевич

ассистент

Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского,

Нижний Новгород, Россия

E-mail: TeleginSasha@yandex.ru

Известно [1], что решение задачи стабилизации динамической системы

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax(t) + B_2 u(t) \\ y(t) = C_2 x(t) \end{cases}, \quad (1)$$

где $x \in R^n$ - состояние системы, $u \in R^m$ - управление, $y \in R^l$ - измеряемый выход системы, A , B_2 , C_2 - постоянные матрицы, соответствующих размерностей, такие что пара (A, B_2) стабилизируема, а пара (C_2, A) детектируема, статической обратной связью по измеряемому выходу вида

$$u(t) = Fy(t), \quad (2)$$

сводится к разрешимости двух линейных матричных неравенств

$$\begin{cases} PA + A^T P + V_1 C_2 + C_2^T V_1^T < 0 \\ AL + LA^T + B_2 V_2 + V_2^T B_2^T < 0 \end{cases}. \quad (3)$$

относительно неизвестных матриц $P = P^T > 0$, $L = L^T > 0$, V_1 , V_2 таких, что

$$PL = I. \quad (4)$$

К настоящему времени отсутствуют эффективные процедуры решения этой задачи, что связано с тем, что неравенство (4) является билинейным матричным неравенством и поэтому не принадлежит классу задач выпуклого программирования.

В работе предложен новый способ нахождения матриц P и L . Применяется алгоритм, реализуемый как итерационный процесс, на каждой итерации которого с помощью стандартных команд пакета MATLAB решается задача поиска минимума линейной функции при ограничениях, задаваемых линейными матричными неравенствами.

На примере решения задачи стабилизации двухзвенного перевернутого маятника линейным динамическим регулятором первого порядка по измеряемому выходу (задача сводится к описанной выше [2]) проводится сравнение предлагаемого Q -алгоритма с Улучшенным ILMI методом [1] и с Алгоритмом минимизации следа матрицы [2]. В отличие этих от алгоритмов его применимость не связана напрямую с возможностью нахождения начальных матриц, необходимой для алгоритмов [1], [2]. Проведенные вычисления говорят об эффективности Q -алгоритма, лучших результатах сходимости и о простоте его использования.

Предложен комплекс программ, предназначенный для моделирования механических систем (таких как высотное сооружение, цепочка упруго-связанных масс, n -мерный перевернутый маятник и др.) и для синтеза динамических регуляторов пониженного порядка, обеспечивающих стабилизацию механических систем.

1. L. E. Ghaoui, F. Oustry, and M. AitRami, "A cone complementarity linearization algorithm for static output-feedback and related problems", IEEE Trans. Automatic Control, vol. 42, no. 8, pp 1171-1176, Aug. 1997.
2. Yong He, Qing-Guo Wang "An improved ILMI method for static output feedback control with application to multivariable PID control", IEEE Trans. Automatic Control, vol. 51, no. 10, pp 1678-1683, October. 2006.