

Об оптимальном управлении дискретными дескрипторными системами

М.Ф. Бондаренко¹, Л.А. Власенко², Е.В. Несвит²

Abstract – The discrete linear-quadratic optimal control problem for descriptor systems is investigated. An application to an optimal control problem of mobile robots is considered.

Ключевые слова – дискретная дескрипторная система, оптимальное управление, мобильный робот.

Дискретные динамические системы возникают при моделировании процессов с дискретным временем, а также при дискретизации непрерывных моделей для проведения практических расчетов. Если непрерывная система является дескрипторной, то есть ее динамика описывается дифференциальным уравнением, не разрешенным относительно старшей производной по времени, то соответствующая дискретная система также является дескрипторной. Различные классы дискретных дескрипторных систем управления изучались, например, в [1-5]. К исследованию этих систем применяются различные методы. Например, в [1] для исследования дескрипторной дискретной системы управления с сосредоточенными параметрами выбирается специальная система координат - SVD [6]. В работе [3] исследуется дескрипторная система в гильбертовом пространстве. В [4] применяется метод спектральных проекторов типа Рисса, основы которого заложены в работе [7].

Исследуются сосредоточенные и распределенные системы управления, эволюция которых описывается дискретным эволюционным уравнением в абстрактном гильбертовом пространстве:

$$A_n y_{n+1} + B_n y_n = f_n + K_n u_n, \quad n = 0, 1, \dots, N. \quad (1)$$

Система (1) является дескрипторной, так как она, вообще говоря, не разрешима относительно вектора y_{n+1} из-за вырожденности оператора A_n . Заметим, что неограниченные операторы A_n, B_n могут быть необратимыми при каждом n . Интерес к системе (1) стимулировался задачей оптимального управления мобильным роботом. Дифференциально-алгебраическое уравнение вида

$$\frac{d^2}{dt^2}[A(t)y(t)] + B(t)y(t) = f(t) + K(t)u(t) \quad (2)$$

возникает при изучении динамики управляемых многосвязных механизмов и интеллектуальных роботов

[8,9]. Понижая порядок уравнения (2), мы приходим к дифференциальному уравнению вида

$$\frac{d}{dt}[A(t)y(t)] + B(t)y(t) = f(t) + K(t)u(t),$$

дискретный аналог которого имеет вид (1). Для системы (1) решается задача оптимального управления с квадратичным критерием качества, строятся оптимальное управление и оптимальное решение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Bender D. J., Laub A. J. The linear-quadratic optimal regulator for descriptor systems: discrete-time case // Automatica. – 1987. – V. 23, N 1. – P. 71-85.
- [2] Dai L. Singular Control Systems. Lecture Notes in Control and Information Sciences. – Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 1989. – 332 p.
- [3] Kurina G.A. Linear-quadratic discrete optimal control problem for descriptor systems in Hilbert spaces // Journal of Dynamical and Control Systems. – 2004. – Vol. 10, N 3. – P.365-375.
- [4] Бондаренко М.Ф., Власенко Л.А. Задача линейного квадратичного регулятора для дескрипторных сосредоточенных и распределенных систем управления // Проблемы управления и информатики. – 2010. – N 1. – С. 76-85.
- [5] Бондаренко М.Ф., Власенко Л.А., Руткас А.Г. Дискретное оптимальное управление дескрипторными системами с переменными параметрами // Проблемы управления и информатики. – 2011. – N 3. – С. 5-12.
- [6] Хорн Р., Джонсон Ч. Матричный анализ. – М.: Мир, 1989. – 666с.
- [7] Руткас А.Г. Задача Коши для уравнения $Ax'(t) + Bx(t) = f(t)$ // Дифференц. уравнения. –1975. – Т. 11, N 11. – С. 1996-2010.
- [8] Rabier P., Rheinboldt W. Nonholonomic Motion of Rigid Mechanical Systems from a DAE View Point. – SIAM: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2000. – 144 p.
- [9] Siciliano B., Khatib O. Springer Handbook of Robotics. – Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2008. – 1628 p.

¹ Харьковский национальный университет радиоэлектроники, пр. Ленина, 14, Харьков, 61166, Украина, rector@kture.kharkov.ua

² ХНУ имени В.Н. Каразина, пл. Свободы, 4, Харьков, 61077, Украина, Larisa.A.Vlasenko@univer.kharkov.ua