
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ, СТРУКТУР, ПРОЦЕССОВ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ОБРАЗОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ

О СВОЙСТВЕ РАВНОМЕРНОЙ ПОЛНОЙ УПРАВЛЯЕМОСТИ ЛИНЕЙНЫХ ДИСКРЕТНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ СТРУКТУРОЙ

Авчинникова Д.Е., Прашкевич Т.А.,

студентки 2 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь

Научный руководитель – Александрович Т.А., ст. преподаватель

Одним из активно развивающихся разделов теории динамических систем на сегодняшний день является теория управления асимптотическими характеристиками линейных динамических систем [1].

Целью данной работы является введение для линейных дискретных управляемых систем переменной размерности фазового пространства свойства равномерной полной управляемости и получение необходимых и достаточных условий наличия у таких систем этого свойства.

Материал и методы. В представленной работе материалом исследования являются линейные управляемые дискретные системы с изменяющейся структурой, для которых вводится и изучается свойство их равномерной полной управляемости. При исследовании применяются методы теории матриц, теории дискретных динамических систем, а также теории управления линейными динамическими системами.

Результаты и их обсуждение. Пусть $n_0, \dots, n_t, \dots$ – последовательность натуральных чисел. Рассмотрим дискретное уравнение вида

$$x_{t+1} = A_t x_t + B_t u_t, \quad t = 0, 1, 2, \dots, \quad (1)$$

в котором $\{A_t\}$ и $\{B_t\}$, $t = 0, 1, \dots$, – последовательности действительных матриц размерностей соответственно $n_{t+1} \times n_t$ и $n_{t+1} \times r_t$, последовательность $\{u_t\}_{t=0}^{\infty}$ в каждый момент времени t принимает значения в пространстве R^{r_t} и играет роль входного (управляющего) воздействия.

Определение. Уравнение (1) при $u_t \equiv 0$, $t = 0, 1, 2, \dots$, т.е. система

$$x_{t+1} = A_t x_t, \quad t = 0, 1, 2, \dots, \quad (2)$$

связывающее неизвестную последовательность $x_t \in R^{n_t}$ в точках t и $t+1$, называется линейной однородной системой с изменяющейся структурой [1].

Следуя работе [2], матрицу $X_{t,\tau}$ размерности $n_t \times n_\tau$, для которой выполняются равенства

$$X_{\tau,\tau} = E \in M_{n_\tau} \text{ и } X_{t,\tau} = A_{t-1} \cdot A_{t-2} \cdot \dots \cdot A_\tau \text{ при } t > \tau, \quad t, \tau \in N_0$$

будем называть матрицей Коши системы (2).

Система (1) называется *равномерно вполне управляемой*, если существует $\vartheta > 0$ такое, что система (1) ϑ -равномерно вполне управляемая.

Теорема. Система (1) $\mathcal{G}$ -равномерна вполне управляема тогда и только тогда, когда выполнены следующие условия:

- 1) матрица $A(t)$, $t \in N_0$, вполне ограничена;
- 2) матрица $B(t)$, $t \in N_0$, ограничена;
- 3) существует число $l = l(\mathcal{G}) > 0$ такое, что для любого $\tau \in N_0$ и для любого $x_1 \in R^n$ существует управление $u(t)$, $t \in [\tau, \tau + \mathcal{G})$, которое переводит решение системы (1) из точки $x(\tau) = 0$ в точку $x(\tau + \mathcal{G}) = x_1$, при этом выполнено неравенство $|u(t)| \leq l |x_1|$, $t \in [\tau, \tau + \mathcal{G})$.

Заключение. Представленные результаты в дальнейшем позволят решать задачи управления асимптотическими характеристиками линейных дискретных систем с изменяющейся структурой.

Работа выполнена в рамках Государственной программы научных исследований «Конвергенция-2025» (подпрограмма 1, задание 1.2.01).

1. Гайшун, И.В. Дискретные уравнения с изменяющейся структурой и устойчивость их решений / И.В. Гайшун // Дифференциальные уравнения. – 1997. – Т. 33, № 12. – С. 1607–1614.

2. Александрович, Т. . Равномерная полная управляемость линейных дискретных систем с изменяющейся структурой / Т.А. Александрович, А.А. Козлов // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя П.М. Машэрава. – 2020. – № 4. – С. 20–27 – URL: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/25807>.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ОКРАСКИ ТЕКСТА МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Анищенко Н.Ю.,

*обучающийся 4 курса Оршанского колледжа ВГУ имени П.М. Машерова,
г. Орша, Республика Беларусь*

Научный руководитель – Юржиц С.Л., преподаватель, магистр образования

Автоматизированный анализ текстов позволяет классифицировать их по эмоциональной окраске, что важно для мониторинга данных. В основе метода лежит машинное обучение и математическая модель, позволяющее разделять тексты на три категории: негативные, нейтральные и положительные. Целью исследования является разработка модели классификации текста, включающей предобработку данных, векторное представление слов и обучение нейросети. Оценивается точность классификации, представляются результаты экспериментов.

Материал и методы. Для классификации текстов по эмоциональной окраске используется нейросетевая модель, обученная на размеченных данных. Предобработка текста включает токенизацию, удаление лишних символов, лемматизацию и устранение стоп-слов. Тексты преобразуются в числовые последовательности с ограниченным размером. Для представления слов в векторной форме применяется встроенный слой кодирования. Обучение модели осуществляется с использованием рекуррентной нейронной сети (RNN) с двунаправленным длинно-краткосрочным механизмом (Bidirectional LSTM). Для предотвращения переобучения используется механизм завершения обучения на основе сравнения данных о точности на каждой эпохе обучения. Выходные слои реализуют многоклассовую классификацию с функцией активации softmax для основного настраивания и многомерную сигмоидную активацию для подкатегорий. Для оценки качества модели используются метрики точности, кросс-энтропийные функции потерь и стратифицированное разбиение на обучающую и тестовую выборки. Обучение производится с использованием стохастического градиентного спуска (Adam). Эксперименты выполняются на языке Python с применением TensorFlow и библиотеки обработки текстов NLTK.