

Министерство образования и науки Украины
Национальная академия наук Украины
Министерство образования и науки Российской Федерации
Национальный технический университет Украины "КПИ"
Донецкий национальный технический университет
Институт прикладной математики и механики НАН Украины
Институт прикладного системного анализа
НИТУ "Московский Институт Стали и Сплавов"

Моделирование, идентификация, синтез систем управления

Modeling, identification and control systems design

Сборник тезисов
Четырнадцатой Международной
научно-технической конференции
11 – 18 сентября 2011 г.

Москва – Донецк
2011

СОДЕРЖАНИЕ (CONTENTS)

ВОПРОСЫ СИНТЕЗА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

<i>А.М. Ковалев</i>	15
Метод дополнительных функций в задачах частичной устойчивости	
<i>А.А. Перкин, Е.Л. Перьева, В.Б. Смирнова, А.И. Шепелявый</i>	16
Многопараметрические частотные оценки числа проскальзываний циклов для фазовых систем с дифференцируемыми нелинейностями	
<i>А.И. Жалило, В.Ф. Щербак</i>	18
Управляемая стабилизация динамических систем	
<i>С.В. Павликов</i>	20
О стабилизации систем с запаздывающим регулятором	
<i>Б.Я. Локшин</i>	22
Динамика одиночной градины	
<i>А.М. Ковалев, В.Н. Неспирный, А.С. Суйков</i>	24
Существование функций со знакопостоянной производной в силу системы	
<i>А.В. Вершинин, Д.И. Сабитов</i>	26
О численном моделировании трехмерных динамических задач упругости в анизотропных средах	
<i>А.И. Маликов</i>	28
Робастная устойчивость и стабилизация систем с неопределенными возмущениями и параметрическими изменениями	
<i>Я.С. Зинкевич, Т.А. Козаченко, Д.Д. Лещенко</i>	31
Движение твердого тела под действием нестационарных возмущающих моментов	
<i>А.М. Ковалев, В.Ф. Щербак</i>	32
Синтез обратных систем управления в задачах преобразования информации	

СОДЕРЖАНИЕ (CONTENTS)

<i>Е.А. Пряничникова</i>	201
Алгебры, ассоциированные с отмеченными графами	
<i>Е.А. Татаринов</i>	203
Оптимизация восстановления графов при помощи коллектива агентов	
<i>О.Н. Литвинова</i>	205
Обратимость нелинейных автоматов в конечных полях	

АЛГЕБРЫ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С ОТМЕЧЕННЫМИ ГРАФАМИ

Государственный университет информатики и искусственного
интеллекта, Донецк, *Pryanichnikovae@gmail.com*

В теории конечных автоматов одним из важнейших результатов является теорема Клини, в которой утверждается, что класс языков, распознаваемых конечными автоматами, совпадает с классом рациональных языков, представимых регулярными выражениями алгебры Клини [1].

В данной работе вводятся и исследуются полностью отмеченные графы – ориентированные графы, в которых дуги и вершины отмечены элементами двух произвольных множеств. Для таких графов доказана теорема, аналогичная теореме Клини.

Рассмотрена взаимосвязь особенностей размеченных графов и свойств алгебр, термины которых можно использовать для описания поведения графов.

Показано, что для заданного типа графов алгебра, обладающая требуемыми свойствами, не обязательно единственная, и может не быть полукольцом. Для частных случаев размеченных графов предложен способ построения алгебры, обладающей требуемыми свойствами.

Пусть X и Y – два произвольных множества. Размеченным ориентированным графом назовем пятерку $G = (G, I, F, \alpha, \beta)$, где $G = (V, E, \rho_1, \rho_2)$ – ориентированный граф, в котором допускаются кратные дуги и петли, с конечным множеством вершин $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$, множеством дуг $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$, инциденторами $\rho_1 : E \rightarrow Q$, ставящим в соответствие каждой дуге вершину, называемую началом этой дуги, и $\rho_2 : E \rightarrow Q$, ставящим в соответствие каждой дуге вершину, называемую концом этой дуги; $I \subseteq V$ – множество начальных вершин; $F \subseteq V$ – множество конечных вершин; $\alpha : V \rightarrow X$ – функция разметки вершин; $\beta : E \rightarrow Y$ – функция разметки дуг.

В качестве частных случаев полностью размеченных графов можно рассматривать конечные автоматы, графы с отмеченными вершинами, взвешенные графы над полукольцом, графы, дуги которых размечены натуральными числами, поведение которых – длина

кратчайшего пути, ведущего в этом графе из начального состояния в конечное.

Для характеристики поведения полностью размеченных графов введем алгебру $Z = (Z, +, \cdot, *, o)$ с двумя бинарными, одной унарной и одной нулевой операциями, обладающую следующими свойствами:

1) $(Z, +, o)$ - коммутативный идемпотентный моноид, (Z, \cdot) - полугруппа, операция \cdot дистрибутивна относительно $+$, o служит аннулятором.

2) Любая последовательность элементов множества Z имеет точную верхнюю грань относительно отношения порядка \leq , определенного следующим образом: $a \leq b$ тогда и только тогда, когда $a + b = b$ для любых $a, b \in Z$.

3) Точной верхней гранью произвольной последовательности $\{x_n\}_{n \in \mathbb{N}}$ является бесконечная сумма $\sum x_n$. Для бесконечной суммы справедливы аналоги свойств идемпотентности, ассоциативности, коммутативности, операция \cdot дистрибутивна не только относительно конечных, но и относительно бесконечных сумм.

4) Для любого $a \in Z$ a^* определяется как точная верхняя грань последовательности всех степеней элемента a , то есть $a^* = \sum_{n=1}^{\infty} a^n$, где по определению, $a^1 = a$, $a^{n+1} = a^n \cdot a$, $n = 1, 2, \dots$

Частным случаем введенной алгебры является идемпотентное полукольцо.

Для алгебры $Z = (Z, +, \cdot, *, o)$ введено понятие регулярных выражений и доказан аналог теоремы Клини: определяются условия, при выполнении которых элемент множества Z является поведением полностью размеченного графа тогда и только тогда, когда он может быть представлен регулярным выражением. Доказательство теоремы основано на известной теореме о неподвижной точке[2]. Показано, что алгебра, обладающая требуемыми свойствами, не обязательно единственная.

1. Anderson J. Automata Theory with Modern Applications. – Cambridge: Cambridge University Press, 2006. – 255 с.
2. Капитонова Ю. В., Летичевский А. А. Математическая теория проектирования вычислительных систем. – М.: Наука, 1988. – 296 с.