

Доклады семинара «Теория автоматов»

Во втором полугодии 2024 года на научном семинаре «Теория автоматов» под руководством профессора Эльяра Эльдаровича Гасанова состоялось 8 докладов.

25 сентября 2024 года

Моделирование динамики SARS-CoV-2 в клеточных линиях

доц. Д. В. Алексеев, доц. А. В. Галатенко, доц. Е. Н. Князев,
ст. н. с. С. А. Нерсиян, доц. В. М. Староверов, проф. А. Г. Тоневицкий

Математическое моделирование вирусной динамики в клеточных линиях представляет интерес в силу нескольких причин: модели получаются более простыми из-за отсутствия адаптивного иммунного ответа и клеток врожденного иммунитета, имеется возможность измерения существенно большего количества параметров по сравнению со случаем *in vivo*, сами измерения оказываются менее шумными. В докладе рассматривается модель из шести интегро-дифференциальных уравнений, описывающих динамику числа здоровых, информированных и зараженных клеток, а также числа вирусных частиц, цитокинов и внутриклеточной вирусной РНК при заражении клеточных линий вирусом SARS-CoV-2. Модель с достаточно высокой точностью воспроизводит экспериментальные данные для штаммов Дельта и Омикрон на двух клеточных линиях: Caco-2 (эпителий кишечника человека) и Calu-3 (эпителий легких). В терминах модели разница между штаммами объясняется тремя параметрами: скоростью проникновения вирусов в клетку, скоростью выработки цитокинов (то есть врожденным иммунным ответом) в зараженных клетках, а также устойчивостью к заражению клеток, информированных цитокинами. Выявленные различия могут быть обоснованы с биологической точки зрения.

9 октября 2024 года

GF(2)-операции над формальными языками

асп. Е. А. Сажнева

В докладе рассматриваются GF(2)-операции над формальными языками — варианты классической конкатенации и звёздочки Клини, в определениях которых операции булевой логики (дизъюнкция и конъюнкция) заменены операциями в двухэлементном поле (конъюнкция и ис-

ключающее ИЛИ). Показывается замкнутость и незамкнутость различных семейств языков относительно этих операций. Для регулярных языков устанавливается замкнутость и приводятся точные нижние оценки сложности по числу состояний для этих операций при различных размерах алфавитов. Также показывается замкнутость класса языков, распознаваемых перестановочными автоматами, относительно операции GF(2)-конкатенация и незамкнутость этого класса относительно операции GF(2)-звёздочка. Кроме того, показывается, что языки, распознаваемые клеточными автоматами, не замкнуты относительно ни одной из операций, но замкнуты относительно GF(2)-конкатенации с регулярными языками.

Также доказывается незамкнутость языков, определяемых линейными, однозначными и однозначными линейными грамматиками, относительно GF(2)-конкатенации с множеством $\{\varepsilon, d\}$ с обеих сторон. В то же время для LR(k)-грамматик устанавливается замкнутость относительно GF(2)-конкатенации с регулярным множеством справа, но не слева.

Наконец, определяется класс формальных грамматик, основанных на GF(2)-операциях, и показывается, что он имеет ту же вычислительную сложность, что и обычные грамматики с объединением и конкатенацией.

16 октября 2024 года

О связи между теориями автоматов в многообразиях, алгебр с операторами и полигонов над полугруппами

доц. В. Л. Усольцев

В докладе рассматривается эквивалентность понятий автомата в многообразии алгебр и алгебры с операторами. Вводится понятие полигона (над полугруппой) в многообразии алгебр и показывается, что оно также эквивалентно понятию автомата в многообразии. Тем самым, возникает возможность использования хорошо разработанного аппарата универсальной алгебры (в частности, теории алгебр с операторами) и аппарата теории полигонов в многообразиях при исследовании автоматов в многообразиях.

23 октября 2024 года

Траектории автоматных систем

ст. н. с. Н. Ю. Волков

Предложено новое понятие автоматной системы, обобщающее все известные в дискретной математике вычислительные модели. Фактически,

автоматная система — это произвольный конечный автомат, или группа автоматов, с, вообще говоря, бесконечной внешней памятью. Т. е., это автомат, преобразующий произвольное множество X . Состояние такой модели в каждый момент времени задаётся парой (q, x) , где q — состояние автомата в данный момент, а x — значение вычисляемого системой параметра в этот момент.

Введён специальный класс графов, задающих вычислительные системы. Показано, что каждая автоматная система является вычислительной системой, и наоборот, каждая вычислительная система является автоматной системой.

Рассмотрен случай, когда автоматная система распадается на некоторое количество более простых автоматных систем. Введены операции декомпозиции автоматной системы на компоненты и обратная операция объединения автоматных систем. Показано, что в результате произвольного сокращения траекторий автоматной системы получается траектория, которая также может быть реализована некоей автоматной системой.

На множестве автоматных (вычислительных) систем введены несколько отношений эквивалентности. Полностью изучена связь всех этих видов эквивалентности. Получен критерий сильной эквивалентности вычислительных систем.

Показано, что сложные автоматные системы, состоящие из конечного числа автоматов, сводятся к обычным автоматным системам, состоящим из одного автомата.

Фактически, автоматные системы — это общая модель для описания всех известных и перспективных вычислителей. Теория автоматных систем даёт новый взгляд на понятие алгоритма.

6 ноября 2024 года

О методах машинного обучения для работы с естественнонаучными данными графового типа

проф. А. А. Часовских, ст. н. с. В. С. Половников, доц. Г. В. Боков

В докладе будут представлены результаты, полученные в рамках совместного научного проекта механико-математического, химического факультетов и факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ, поддержанного грантом междисциплинарной научно-образовательной школы «Мозг, когнитивные системы, искусственный интеллект» МГУ. Будет рассказано о задаче поиска группы симметрии молекул, задаче поиска оптимального положения иона металла на поверхности молекулы, задаче предсказания отклонения дипольного момента молекулы, задаче предсказания константы устойчивости молекулярных комплексов металлов,

задаче представления поверхностей макромолекул (белков и нуклеиновых кислот), задаче предсказания участков связывания белков, задаче синтеза белков, связывающихся с целевым белком.

13 ноября 2024 года

Оценки длин минимальных тестов для аргументов функций при подстановке констант, алгебраических операциях и сдвигах

инж. Г. В. Антюфеев

В докладе будет представлено содержание диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика.

Схема из функциональных элементов реализует булеву функцию. На входах схемы возникают неисправности, которые влияют на аргументы реализуемой функции и могут приводить к тому, что схема начинает реализовывать отличную от исходной функцию. Подавая на входы схемы множество двоичных векторов и анализируя соответствующие значения реализуемой функции, выясняется, была ли неисправность на входах или нет. Такое множество двоичных векторов называется проверяющим тестом. Если же множество двоичных векторов позволяет конкретизировать неисправность, то оно называется диагностическим тестом. Естественным образом возникает задача поиска минимальных тестов для различных источников неисправностей, а также получения оценок функции Шеннона. Функция Шеннона отражает зависимость размера минимального теста самой труднотестируемой булевой функции от числа переменных этой функции. В диссертации получены результаты для константного источника неисправностей и его модификации. Константный источник неисправностей является исторически первым источником, исследуемым в теории тестов. Также в диссертации получены результаты для различных модификаций мультипликативных и сдвиговых неисправностей. Все исследуемые неисправности могут представлять практический интерес при разработке и тестировании микроэлектронных устройств.

20 ноября 2024 года

Вычисления с частичными оракулами

асп. А. М. Хайруллин

Работа нацелена на изучение различных способов вычисления с частичным оракулом. В отличие от вычислений с тотальным оракулом,

различные модели вычислений с частичным оракулом порождают различные классы функций.

Даны три различных определения вычисления с частичным оракулом. Показана неэквивалентность этих трех подходов вычисления, а также то, что множества функций, вычислимых с частичным оракулом согласно этим определениям, строго вложены друг в друга.

Рассмотрены сводимости, порождаемые различными способами вычислений с частичным оракулом. Доказана импликация сводимостей, соответствующих различным определениям вычислений с оракулом, и выявлена связь этих сводимостей с сводимостью по перечислению.

Получен критерий вычислимости с частичным оракулом согласно первому определению, обобщающий критерий для вычислений с тотальным оракулом, а также связь этих трех определений с моделью частично-рекурсивных функций. Выявлены три класса оракулов, которые порождают классы функций, для которых обобщения определения перечислимых множеств различны.

27 ноября 2024 года

Градиентная маска и некоторые свойства процедур обучения нейронных сетей

асп. Л. Цзян

Современное развитие искусственного интеллекта и машинного обучения значительно связано с прогрессом в области глубоких нейронных сетей (ГНС), которые черпают вдохновение в работе человеческого мозга. Эти сети добились выдающихся результатов в таких областях, как компьютерное зрение, обработка естественного языка, автономное вождение и других, что привело к революции в современных технологиях. Однако, несмотря на успех, проблема обобщающей способности ГНС, то есть их способность работать с новыми данными, остаётся важной и активно исследуемой. Обобщение зависит от множества факторов, включая архитектуру сети, методы обучения и свойства обучающей выборки.

В данной работе исследуется проблема обобщения в ГНС и предлагается новый метод её улучшения через механизм «градиентной маски», вдохновлённый биологическими принципами, в частности механизмом нейронного торможения. В рамках исследования разработаны два подхода к маскированию градиентов: первый основан на латеральном торможении, а второй реализован на уровне весов нейронной сети. Оба метода продемонстрировали значительное улучшение обобщающей способности ГНС.