

# Доклады семинара «Вопросы сложности алгоритмов поиска»

В весеннем семестре 2020 – 2021 учебного года на научном семинаре «Вопросы сложности алгоритмов поиска» под руководством профессора Эльяра Эльдаровича Гасанова состоялось 7 докладов.

10 февраля 2021 года

## Расширенные вычисления как новый концепт алгоритма

к.ф.-м.н. Волков Н.Ю.

В докладе предложена новая процедура вычислений, расширяющая понятие алгоритма. Образуется континуальное множество расширенных алгоритмов, в которое классические алгоритмы Тьюринга естественным образом вложимы, как простейший (нулевой) элемент. Полученная конструкция универсальна. При помощи расширенных алгоритмов вычислимы все (частичные) счётнозначные функции вида  $f : N_0^n \rightarrow N_0$  и любые иные функции.

Вводится понятие относительной вычислимости  $\alpha$ -вычислимости, которое позволяет классифицировать расширенные алгоритмы и изучать внутреннюю структуру этого множества. Понятие невычислимости становится относительным. Невычислимые по Тьюрингу функции становятся возможным классифицировать по трудности их вычисления расширенными алгоритмами.

В свете этого, известный “Тезис Чёрча” перестаёт быть актуальным. В то же время, “Тезис Тьюринга”, ранее считавшийся ему эквивалентным, нуждается в пересмотре и, после уточнения (расширения) процедуры вычислений на машине Тьюринга, сохраняет своё значение.

17 февраля 2021 года

## **Распознавание свойства почтидревовидности графов автоматами**

студ. специалитета Демидова А.А.

Связный граф называется почти-1-деревом (или почти деревом) в том случае, если из него нужно удалить одно ребро для того, чтобы он стал деревом. Таким образом, почти-1-деревьями являются графы, состоящие из цикла, из каждой вершины которого исходит дерево. Рассматриваемому автомату доступно некоторое количество красок, которые он наносит на рёбра в течение обхода графа. Кроме того, в любой момент времени автомату известно, красил ли он только что ребро, по которому прошёл. Доказано, что автомату хватит трёх красок для того, чтобы узнать, является ли граф почти-1-деревом или же в нём содержится более одного цикла.

24 февраля 2021 года

## **Верхняя оценка переключательной мощности реализации периодических последовательностей плоскими автоматными схемами**

студ. специалитета Воротников А.С.

По аналогии с переходом от СФЭ к структурным автоматам можно перейти от плоских схем к автоматным плоским схемам. В базис элементов добавляется “задержка”, правила подключения элементов, а так же интерпретация реализуемого данной схемой объекта (в нашем случае — автомата) остаются прежними. Для циклично функционирующих автоматных плоских схем без входа можно ввести такую меру сложности, как переключательная мощность, равную сумме затрат энергии на переключение с каждого такта цикла на следующий, нормированной на длину цикла. Показано, что переключательная мощность схемы, реализующей периодическую однобитную последовательность длины  $2^n$  не больше  $\frac{2^{\frac{n}{2}}}{n}$  по порядку. Предъявляется схема, обладающая такой переключательной мощностью. При построении применялись идеи, ранее возникавшие в конструкциях плоских схем.

17 марта 2021 года

## **Перевод рисунков, содержащих дорожную разметку, в формальную модель**

студ. специалитета Горелова А.А.

Доклад посвящен формализации изображения дорожного участка и представления в виде модели дорожной ситуации, основанной на теоретико-графовом подходе. Для перехода к формальной модели необходимо извлечение ключевых элементов из изображения. В данном случае, к ним относится дорожная разметка и знаки, которые действуют на дорожный участок. Таким образом, задача состоит в том, чтобы определить формальную модель, алгоритм, переводящий изображение в эту формальную модель и алгоритм обработки изображения для извлечения ключевых элементов.

31 марта 2021 года

## **Моделирование перемагничивания и магнитной релаксации спиновых вентилей**

студ. специалитета Аллаяров Р.С.

Развитие технологии “Point-of-Care” биосенсорных платформ нового поколения для современных медицинских исследований набирает обороты. Ее цель — дать людям портативные и компактные устройства для проведения медицинских исследований на месте, без необходимости посещения клиник.

В основе биосенсорной платформы лежит ее чувствительный механизм, который задает способы фиксации, характеристики и интерпретирования биомедицинских сигнатур. Последние достижения в области технологий “Lab-on-a-chip” позволили интегрировать различные биосенсоры с микрофлюидикой. У технологии “Lab-on-a-chip” есть два режима магнитного считывания — “label free” и “labeled”. Первый режим ориентирован на прямое обнаружение физико-химических изменений биологических образцов, вызванных химическим или биологическим связыванием. Его основным недостатком является требовательность к тонкой предобработке биологических образцов для устранения ложных срабатываний. “Labeled” биосенсоры, напротив, не требовательны к предобработке и имеют высокую селективность.

Использование магнитных частиц микро- и нанометрового масштаба в качестве меток для “Labeled“-биосенсоров сулит множество преимуществ. Во-первых, в основном биологические объекты для сканирования не являются магнитными. Поэтому нет искажения сигналов от наночастиц. Во-вторых, довольно хорошо разработаны методики связывания магнитных частиц и биологических клеток при помощи технологии антитело-антиген. К тому же, возможно использование магнитных частиц для сепарации и транспортировки магнитомеченных клеток.

В докладе представлено объединение проведенных экспериментальных работ по детектированию наночастиц на платформе I (однослойный CoFeB) и платформе II (система CoFeB/Ta/CoFeB) при помощи атомно-силовой микроскопии, СКВИД-магнитометрии, ЭПР-спектроскопии. Охарактеризованы перемагнитненные области под наночастицами при помощи простых эмпирических уравнений и микромагнитного моделирования перемагнитнивания платформ под воздействием полей рассеяния кластеров магнитных наночастиц Fe/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Рассчитано локальное изменение магнитосопротивления платформы II под кластером наночастиц, которое согласуется с экспериментом. Рассчитано локальное изменение эффективной магнитной анизотропии рассматриваемых платформ под кластерами наночастиц, согласующееся с экспериментом.

7 апреля 2021 года

## **Порядок переключательной мощности автоматных плоских схем, реализующих периодические последовательности**

студ. специалитета Воротников А.С.

По аналогии с переходом от СФЭ к структурным автоматам можно перейти от плоских схем к автоматным плоским схемам. В базис элементов добавляется “задержка”. Теперь корректными считаются ещё и схемы с ориентированными циклами, если такие циклы содержат хотя одну “задержку”; правила подключения элементов, а так же интерпретация реализуемого данной схемой объекта (в нашем случае — автомата) остаются прежними. Для автоматных плоских схем без входа можно ввести такую меру сложности, как переключательная мощность, равную сумме затрат энергии на переключение с каждого такта цикла на следующий, нормированной на длину цикла.

Показано, что переключательная мощность схемы, реализующей периодическую однобитную последовательность длины  $2^n$  не больше  $\frac{2^n}{n}$

по порядку, при условии использования не менее  $n^2$  “задержек” асимптотически. Предъявляется схема, обладающая такой переключательной мощностью, для построения которой требуется не более  $n^2$  “задержек” асимптотически.

Так же показано, что среди схем, реализующих некоторую последовательность длины  $2^n$  и содержащих не более  $n^2$  “задержек” по порядку, доля схем, имеющих переключательную мощность менее  $\frac{2^n}{n}$ , стремится к нулю с ростом  $n$ .

Эти два утверждения дают порядок переключательной мощности для схем включающих  $n^2$  “задержек” асимптотически.

При построении активно применялись идеи, ранее возникавшие в конструкциях плоских схем.

14 апреля 2021 года

## **Автоматное моделирование аэродинамики крыла**

студ. специалитета Гордеева А.С.

В докладе исследуется задача моделирования движения полёта крыла в воздушном потоке. Для этой цели использованы клеточные автоматы, имитирующие движение воздуха, а также автомат, моделирующий крыло. Крыло имеет некоторую несимметричную форму. Клеточные автоматы изображают прямолинейное движение частиц, но при столкновении с крылом “обтекают” его, причем скорость частиц, движущихся по более длинной стороне крыла, больше скорости частиц с другой стороны. Из-за этого возникает подъемная сила. Автомат, моделирующий крыло, “видит” клеточные автоматы из некоторой окрестности и высчитывает их скорость, на основе этого вычисляется вектор подъемной силы. В результате чего крыло меняет свои координаты.

Найдена явная формула для вычисления скоростей в общем случае, достаточных для того, чтобы крыло поднималось. Также представлено доказательство утверждения для упрощенного профиля крыла. Показано совпадение теоретического расчёта с результатами моделирования. Приведен пример, демонстрирующий, что скорость, вычисленная по явной формуле, убывает при малом увеличении угла атаки.