

Магистерские работы кафедры проблем передачи информации и анализа данных направления «Телекоммуникационные сети и системы» 2024 г.

«Имитационное моделирование реконфигурируемых интеллектуальных поверхностей» (Илья Буртаков)

Одним из возможных способов повышения производительности беспроводных сетей является управление не только приемопередающими устройствами, входящими в инфраструктуру беспроводной системы связи, но и управление параметрами электромагнитных волн в окружающем пространстве. Использование реконфигурируемых интеллектуальных поверхностей (англ.: Reconfigurable Intelligent Surface, RIS) позволит решить эту задачу как в существующих, так и в будущих беспроводных сетях. Для оценки эффективности использования RIS в различных сценариях, в том числе в мобильных, необходимо использовать имитационное моделирование систем с RIS. Целью диссертационной работы Ильи Буртакова является повышение точности моделирования канала с RIS для оценки пропускной способности в беспроводных системах связи. Для достижения этой цели разработана платформа имитационного моделирования RIS, основанная на модели канала QuaDRiGa, которая широко используется научным сообществом для исследования каналов многоантенных систем связи. В работе представлен всесторонний анализ модели канала с RIS и модели элементарных ячеек RIS. При помощи разработанной платформы проведено исследование эффективности использования RIS с различными моделями элементарных ячеек. Кроме этого, исследовано влияние временной эволюции канала и мобильности на производительность сетей с RIS.

«Алгоритмы классификации трафика HTTP/3» (Антон Курапов)

Новые протоколы HTTP/3 и TLS Encrypted ClientHello (ECH) существенно повышают приватность трафика, но в то же время затрудняют его классификацию, необходимую для повышения качества обслуживания сетей. Поэтому важной задачей является разработка алгоритмов классификации трафика HTTP/3, работающих в сценарии ECH. Диссертация Курапова А.А. посвящена разработке и экспериментальному исследованию алгоритмов классификации трафика HTTP/3, защищенного с помощью протокола ECH. В работе расширен один из лучших известных алгоритмов классификации трафика, основанный на анализе полезной нагрузки, на метаданные протокола HTTP/3. Впервые параметры трафика HTTP/3 проранжированы по вкладу в результаты классификации трафика. Кроме того, был разработан и всесторонне

исследован гибридный алгоритм классификации, основанный как на анализе полезной нагрузки, так и статистических признаках потоков. Экспериментально продемонстрировано, что предложенный алгоритм превосходит в скорости и точности известные из литературы аналоги.

«Алгоритмы настройки реконфигурируемых интеллектуальных поверхностей с использованием информации от устройств» (Арсений Пойда)

Одним из многообещающих способов повышения производительности беспроводных сетей являются реконфигурируемые интеллектуальные поверхности (англ.: Reconfigurable Intelligent Surfaces, RIS), позволяющие адаптивно управлять параметрами беспроводного канала. Существующие алгоритмы настройки RIS, не обладают достаточной скоростью для работы в реальных сетях, а механизм обратной связи (МОС) между RIS и пользователем вовсе не описан.

Диссертационная работа посвящена разработке МОС и алгоритма быстрой настройки RIS на основе информации от пользовательского устройства. Результаты, полученные с помощью платформы имитационного моделирования QRIS, демонстрируют, что разработанный алгоритм обеспечивает значительный выигрыш в скорости по сравнению с существующими решениями. Экспериментальное исследование МОС с помощью разработанного прототипа продемонстрировало двухкратное увеличение пропускной способности реальной сотовой сети в нисходящем и восходящем каналах.

«Методы снижения влияния шума и неточной частотной синхронизации в сетях Wi-Fi с неортогональным множественным доступом» (Роман Злобин)

С ростом числа устройств, подключенных к сетям Wi-Fi, возникает необходимость повышения эффективности использования доступных ресурсов. Технология неортогонального множественного доступа в восходящем канале (англ. Uplink Non-Orthogonal Multiple Access, UL-NOMA) позволяет нескольким одноантенным станциям одновременно передавать данные, используя одни и те же временные и частотные ресурсы, что потенциально может увеличить пропускную способность сети и снизить задержки передачи данных. В магистерской диссертации Злобина Р.А. рассматривается задача повышения помехоустойчивости UL-NOMA в сетях Wi-Fi при наличии неточной частотной синхронизации между передающими устройствами, которая характерна для многопользовательской передачи в восходящем канале. В работе предложен формат

NOMA-кадра и метод его обработки, позволяющий снизить влияние шума и неточной частотной синхронизации между передающими станциями при использовании технологии UL-NOMA в сетях Wi-Fi. Эффективность предложенного метода исследована с помощью модели приема NOMA-кадров в платформе имитационного моделирования, а также подтверждена с помощью экспериментального прототипа.

«Разработка алгоритмов координированного повторного использования радиоресурсов для обслуживания трафика реального времени в сетях Wi-Fi 8» (Кирилл Чемров)

Одним из сценариев использования будущей технологии Wi-Fi 8 является обслуживание трафика реального времени (AR/VR, облачный гейминг, удаленное управление и т.д.), который требует высокой надежности и низких задержек. Диссертационная работа посвящена улучшению потенциально полезных для снижения задержек механизмов с помощью координации между точками доступа, новой функции Wi-Fi 8. В частности, механизм повторного использования радиоресурсов позволяет двум станциям передавать одновременно в одних частотных ресурсах. Для эффективного использования механизма в сценарии с трафиком реального времени в работе разработаны планировщики восходящих передач в случаях одноканального и многоканального доступа. Эксперименты показали, что планировщики почти вдвое сокращают задержки для RTA-трафика и не ухудшает качество обслуживания нечувствительного к задержкам трафика. Результаты работы представлены на международной конференции IEEE BlackSeaCom 2023 и опубликованы в журнале IEEE Communication Letters (Q1).

«Обеспечение качества обслуживания в сенсорных сетях Wi-Fi HaLow с использованием коротких слотов окна ограниченного доступа» (Елизавета Жажигина)

Характерным сценарием Интернета вещей является обслуживание экономящих энергию сенсорных станций, требующих быструю и надежную доставку данных, на фоне обычных станций Wi-Fi, передающих кадры в режиме насыщения. Для уменьшения времени доставки данных и экономии энергии в стандарте IEEE 802.11ah (или же Wi-Fi HaLow) вводится механизм окна ограниченного доступа (англ.: Restricted Access Window), согласно которому точка доступа устанавливает временные интервалы для передачи определенной группы станций.

Параметры механизма RAW необходимо выбирать в зависимости от сценария и поставленной задачи. В данной ВКР рассматриваются две задачи: обслуживание

гомогенного разреженного трафика, чувствительного к энергопотреблению, и обслуживание гетерогенного разреженного трафика, отличающегося приоритетом. Для каждой задачи разрабатывается аналитическая модель, позволяющая вычислить вероятность выполнения требований к качеству обслуживания. Затем обе модели применяются для решения задачи минимизации потребления канального ресурса при установленных требованиях к качеству обслуживания. Также с помощью второй модели происходит сравнение производительности схем обслуживания гетерогенного трафика.

«Анализ методов многоканального доступа при совместном существовании нескольких сетей NR-U» (Александр Троегубов)

В последние годы наблюдается неуклонный рост использования сотовых сетей в самых разных приложениях. Технология 5G New Radio Unlicensed (NR-U) позволяет для передачи пользовательских данных использовать нелицензируемые полосы частот. Регуляторные требования для данных частот заметно отличаются от классического для сотовых сетей лицензируемого диапазона, а интенсивное развертывание систем NR-U мобильными операторами влечет за собой конкуренцию за частотные ресурсы.

В магистерской диссертации Троегубова А.Ю. впервые выполнен комплексный анализ эффективности сетей NR-U при одновременной работе нескольких мобильных операторов. Полученные в работе результаты могут быть использованы для эффективного развертывания сетей NR-U.

Бакалаврские работы кафедры проблем передачи информации и анализа данных направления «Интеллектуальный анализ данных» 2024 г.

Анализ существующих и создание новых метрик шумоподавления с учётом особенностей цветовосприятия (Мамыко Ксения Юрьевна)

В работе рассматриваются основные метрики для оценки качества изображений в задаче шумоподавления. Исследуются их главные недостатки. Также рассмотрена нейросетевая метрика, которая объединяет в себе несколько классических метрик, чтобы учитывать наибольшее количество признаков плохого качества. Найдено, что ни одна из используемых метрик не учитывает цветовое различие между исходным и зашумленным изображениями. Существует зашумление, при котором значения основных метрик PSNR и SSIM одинаковые, однако визуально видна сильная разница. На его основе сгенерированы базовый набор данных для численной демонстрации различия восприятия, а также датасет, на котором обучена нейросетевая метрика. С помощью использования метрик цветового различия CIEDE2000 в CIELAB, L2 в CIELUV, Angle в Prolab при обучении нейросетевой метрики удалось уменьшить расстояние до максимума коэффициента корреляции с MOS на 30,7% относительно результатов, полученных без учета цветовых метрик.

Разработка нейросетевых методов вычисления индекса пролиферативной активности (Халин Алексей)

Индекс Ki-67 является распространенным прогностическим маркером в диагностике и лечении раковых заболеваний. Ручное определение этого индекса трудоёмко и времязатратно. Этим мотивируются различные попытки создания автоматической системы, способной определять индекс Ki-67 по гистологическим снимкам. В данной работе предлагается метод определения индекса, основанный на сегментации клеток с помощью полностью сверточной нейронной сети. Наш подход решает проблему некорректных «двойных» предсказаний предшествующего метода PathoNet. Метод дополнительно использует энтропию как меру неопределенности для уточнения предсказаний. Тестирование метода на наборе данных SHIDC-B-Ki-67 демонстрирует улучшение качества сегментации клеток каждого из классов по сравнению с методом PathoNet, в том числе улучшение для класса Lymphocytes на 20%. Также проводится анализ разметки изображений набора данных SHIDC-B-Ki-67. Набор содержит не полностью размеченные изображения, на которых большое число клеток не имеет метки. Эксперименты показывают, что удаление небольшого числа таких

изображений (5% от размера тестовой выборки) способно существенно изменить результаты оценки моделей.