

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
Информатики и радиоэлектроники

УДК 621.396.97

Полидовец
Инна Игоревна

Идентификация режимов излучения базовой станции систем подвижной связи
5G по результатам измерений спектральных характеристик

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-39 80 01 «Радиосистемы и радиотехнологии»

Научный руководитель
Козел Виктор Михайлович
канд. техн. наук, доцент

Минск 2022

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия происходит интенсивное развитие технологий сотовых систем связи, связанное с необходимостью повышения скорости передачи данных и предоставлением пользователям новых сервисов высокого качества.

Кроме услуг мобильного доступа, предполагающих передачу разнородного трафика пользователей, сети 5G обеспечат поддержку многих приложений Интернета вещей, которые основаны на принципе межмашинного взаимодействия, также реализуют технологии программно-определяемых сетей и облачных вычислений. Такое многообразие приложений определяют важность обеспечения эффективного функционирования сетей пятого поколения.

Развернутые сети 5G должны обеспечивать большую скорость и пропускную способность для поддержки масштабной межмашинной связи и предоставления услуг со сверхмалой задержкой и высокой надежностью для нормируемых по времени приложений. Проведенные к настоящему времени испытания показали, что сети 5G начинают демонстрировать высокую производительность в различных сценариях, таких как густонаселенные городские районы и точки доступа внутри помещений.

Цели, стоящие перед сетями 5G, требуют решения серьезных проблем. Увеличение пропускной способности и скорости передачи данных, которое должны дать технологии 5G, требует большего объема спектра и гораздо большей спектральной эффективности технологий по сравнению с современными технологиями, используемыми в системах 3G и 4G.

В связи с этим идентификация режимов излучения базовой станции систем связи 5G по результатам спектральных характеристик является важной задачей современного развития технологий беспроводных сетей сотовой связи.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Актуальность выбранной темы заключается в необходимости автоматизации процессов санитарно-гигиенического контроля параметров излучения базовых станция сетей связи 5G. Процесс автоматизации измерений

уровней электромагнитного поля неразрывно связан с идентификацией режима работы излучающего объекта. Значительная вариация возможных режимов работы базовых станций сетей связи 5G накладывает дополнительные требования к из идентификации, что дополнительно повышает актуальность проведения исследований в этой области.

Цель и задачи исследования

Целью данной работы является построение и тестирование нейронной сети для идентификации режимов излучения базовой станции систем сотовой связи 5G по результатам измерения спектральных характеристик.

Для достижения цели, поставленной в магистерской диссертации, решаются следующие задачи:

1. Выбор архитектуры нейронной сети для идентификации режимов излучения базовой станции систем связи 5G по результатам измерения спектральных характеристик.
2. Построение нейронной сети для идентификации режимов излучения базовой станции систем связи 5G по результатам измерения спектральных характеристик.
3. Обучение нейронной сети идентификации режимов излучения базовой станции систем связи 5G по результатам измерения спектральных характеристик.
4. Тестирование нейронной сети базовой выборкой сигналов, а также реальными сигналами базовых станций.

Методология магистерской диссертации развивает и объединяет различные методы и отличается своим комплексным подходом. В результате предлагается обученная и протестированная нейронная сеть, способная идентифицировать режим работы излучения базовой станции систем сотовой связи 5G по результатам измерения спектральных характеристик. Все это вносит значительный вклад в исследование сети нового поколения сотовой связи 5G.

Объектом исследования являются спектральные характеристики сигналов базовых станций систем сотовой связи 5G.

Предметом исследования являются методы и алгоритмы построения и тестирования нейронной сети.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Общий объем магистерской диссертации составляет 59 страниц, включая 26 иллюстраций, 13 таблиц и библиографический список из 42 наименований.

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения и списка использованных источников.

Введение содержит краткие сведения в предметной области, определена область и направления исследования, показана актуальность темы магистерской диссертации, также поставлена цель и задачи исследования, обозначена практическая ценность работы.

В первой главе проведен анализ стандарта систем сотовой связи пятого поколения. Определены ключевые параметры и особенности стандарта связи пятого поколения. Рассмотрены примеры использования сетей пятого поколения.

Во второй главе приводится структура радиointерфейса технологии 5G New Radio (NR). Рассмотрены основные отличительные особенности радиотехнологии. Дается описание архитектуры опорной сети.

Третья глава посвящена частотным диапазонам сотовой связи пятого поколения. Рассмотрена конфигурация физического уровня, а также подробно рассмотрены частотные диапазоны 5G New Radio и их спецификации. Приведена пропускная способность каналов базовых станций.

В четвертой главе приведена классификация и классификация нейронных сетей. Рассмотрены методы обучения нейронных сетей. Рассмотрено построение и обучение сверточной нейронной сети с методом глубокого обучения для мониторинга спектра сигналов.

В пятой главе приведена реализация наиболее подходящей архитектуры сверточной нейронной сети. Выполнен выбор средства реализации поставленной задачи. Проводилось моделирование, обучение и тестирование нейронной сети.

Из проведенного тестирования можно сделать вывод, что обученная сеть может различать сигналы 5G NR, включая захват сигналов с реальных базовых станций. Если сеть не в состоянии правильно идентифицировать каждый захваченный сигнал, в таком случае требуется улучшение обучающих данных, либо генерация более репрезентативных синтетических сигналов, либо захват беспроводных сигналов, включив их в обучающую выборку.

Заключение подводит итоги выполненной работы, включая достигнутые результаты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате ее выполнения был реализован и протестирован алгоритм, позволяющий распознать сигналы базовых станций системы связи 5G. Для этого были сгенерированы обучающие данные, выполнено обучение сверточной нейронной сети. По результатам обучения было выполнено тестирование сети путем распознавания сигналов системы связи 5G, других сигналов и шума. Также произведена проверка результатов обучения на реальных эфирных сигналах.

Можно сделать вывод, что обученная сверточная нейронная сеть способна различать сигналы 5G New Radio, способна правильно идентифицировать сигналы.

Использование искусственных нейронных сетей в обработке спектральной информации является актуальной проблемой, решение которой позволит повысить эффективность и точность идентификации сигналов базовых станций систем 5G. Важнейшие задачи, которые успешно решаются нейронными сетями, сводятся к таким как: оценка качества полученного спектра и качественный анализ (задачи классификации).

Преимущество нейронных сетей, в сравнении с классическими подходами это отсутствие потребности в сложной математической модели, ускорение обработки большого количества данных, исключение влияния человека на данном этапе. Множество общепринятых статистических критериев позволяют достоверно оценить качество работы сети.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Полидовец И.И. – Идентификация сигналов 5G NR в широкополосной спектрограмме. – 58-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, секция "Информационные радиотехнологии".
2. Полидовец И.И., Горин А. С. – Частотный диапазон 5 G New Radio. – 58-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, секция "Информационные радиотехнологии".