

УДК 621.396

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ WI-FI ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЯ

Щетникова Д.А.

Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: dashashetnikova@yandex.ru

В статье требовалось решить несколько задач: провести анализ среди основных методов оценки распространения электромагнитных волн в помещениях, разработать модель и алгоритм на основе расчетно-экспериментального подхода для осуществления оценки уровня мощности электромагнитного поля беспроводных систем связи внутри помещения. программно реализовать полученные функции аппроксимации для характеристик передачи внутри помещения. Был проведен анализ основных подходов по аппроксимации данных и на основе этого анализа был выбран метод наименьших квадратов. В работе программным образом была сформирована подсистема, связанная с оптимизацией размещения точек доступа Wi-fi, исходя из заданных критериев. Результаты компьютерного моделирования позволили определить зоны покрытия в сетях Wi-fi. В результате выполнения работы было определено минимальное количество точек доступа.

Ключевые слова: распространение электромагнитных волн в помещениях, оптимизация расположения точек доступа.

THE INVESTIGATION OF CHARACTERISTICS OF TRANSMISSION DEVICES FOR WI-FI INSIDE THE ROOM

Schetnikova D.A.

Voronezh institute of high technologies, Voronezh, e-mail: dashashetnikova@yandex.ru

In the paper it was necessary to solve several problems: to analyze among the main methods of assessment of propagation of electromagnetic waves in the premises to develop a model and algorithm-based computational-experimental approach to assess the power level of the electromagnetic field of wireless communication systems inside the room. software to realize the functions of approximation for the characteristics of the transmission inside the building. The analysis of the main approaches to data approximation and on the basis of this analysis was carried out and was the chosen method of least squares. In the software sub-system optimization of location of points of access Wi-fi was realized on the specified criteria. Based on the results of computer simulations were utilized to determine the coverage area of the Wi-fi network. As the result of the paper it was determined the minimum number of access points.

Keywords: propagation of electromagnetic waves in rooms, location optimization of access points

В настоящее время идет заметное развитие технологий беспроводной передачи данных. Они активно внедряются, а также эффективно применяются как в производственной сфере большинства фирм, так и для того, чтобы строить компьютерные сети для домашнего использования [1].

Цель предлагаемой вниманию работы заключается в разработке информационной подсистемы для оценки уровня сигнала сети Wi-Fi внутри здания. Для достижения цели необходимо было решить ряд задач:

1. Провести анализ основных методов оценки распространения электромагнитных волн.

2. Разработать модель и алгоритм на основе расчетно-экспериментального подхода для оценки уровня мощности электромагнитного поля беспроводных систем связи внутри помещения.

3. Программно реализовать полученные функции аппроксимации для характеристик передачи внутри помещения [2].

1. Существующие во внутренних областях помещений предметы обстановки,

а также стены обуславливают то, что будут препятствия при процессах распространения радиоволн. То, насколько существенным образом препятствие будет ослаблять сигнал, связано со свойствами материалов.

Например, препятствия, в состав которых входит фанера, дерево, стекло, ткани слабым образом оказывают влияние на процессы распространения. Препятствия, содержащие кирпич и бетон – средним образом. Высокое влияние определяется железобетонными конструкциями и стенами, имеющими теплоизоляционные утеплители из фольги.

Если есть гипсокартонные конструкции, тогда могут оказывать влияние и характеристики влажности.

2. Во внутренних областях помещений необходимо учитывать то, какое влияние оказывает явление интерференции.

Поскольку есть многократные отражения от разных конструкций во внутренних областях помещений, то волны от одного передающего устройства будут достигать некоторых участков по разным путям, вследствие чего сигналы будут иметь разные фазы колебаний.

В результате получается увеличение напряженности поля для одних мест в помещениях и напряженность уменьшается в других. Для некоторых условий указанные обстоятельства приводят к тому, что будут замирания сигналов, т.е. к будут возникать такие зон, в которых невозможно принимать сигналы.

Возникновение «мертвых зон» будет, когда волны, имеющие разные пути распространения, при прохождении разного расстояния, будут приходить в некоторую область в противофазе, они ослабляют друг друга. За счет того, что будет небольшое перемещение приемного или передающего устройства, можно во многих случаях решить эту проблему.

Необходимо было получить экспериментальные данные. В этой связи, мы взяли настроенную точку доступа и ноутбук со специальным программным обеспечением, которое позволяло проводить измерения уровня сигнала, а также скорости передачи данных.

При измерении скорости передачи данных мы подготовили файл, размер которого составлял около десяти гигабайт. Это позволяло отслеживать колебания скорости при передаче.

Была составлена схема эксперимента (рис. 1). Буквой Т обозначено расположение точки доступа, буквой N обозначено расположение ноутбука. Измерения проводились как для горизонтальной плоскости (кирпич-

ные стены), так и вертикальной плоскости (железобетонные полы).

Размеры помещений были выбраны такие: $L_1=4$ м, $L_2=3$ м, толщина горизонтальных перекрытий (полов) составляла 0,3 м, толщина вертикальных перекрытий (стен) составляла 0.2 м.

Запускалась программа Xirus Wi-Fi Inspector, и анализировался уровень сигнала при передаче указанного файла.

Изначально между линией, соединяющей точку доступа с одной стороны препятствия (пол или стена) и ноутбуком с другой стороны составлял 90 градусов.

Затем проходило перемещение с заданным шагом экспериментатора с ноутбуком вдоль препятствия на заданный шаг (например, 1 метр), мы ожидали некоторое время, чтобы сформировался устойчивый сигнал, и проводилось вновь измерение скорости. Такие измерения проходили для определенного шага, когда мы отступали от препятствия в перпендикулярном направлении.

Таким образом, появляется возможность получения значений, как уровня сигнала, так и контроля скорости в указанных узлах двумерной сетки.

При недостаточном уровне сигнала [3], копирование файла прерывается. Нами был проведен анализ основных подходов по аппроксимации данных и на основе этого анализа был выбран метод наименьших квадратов.

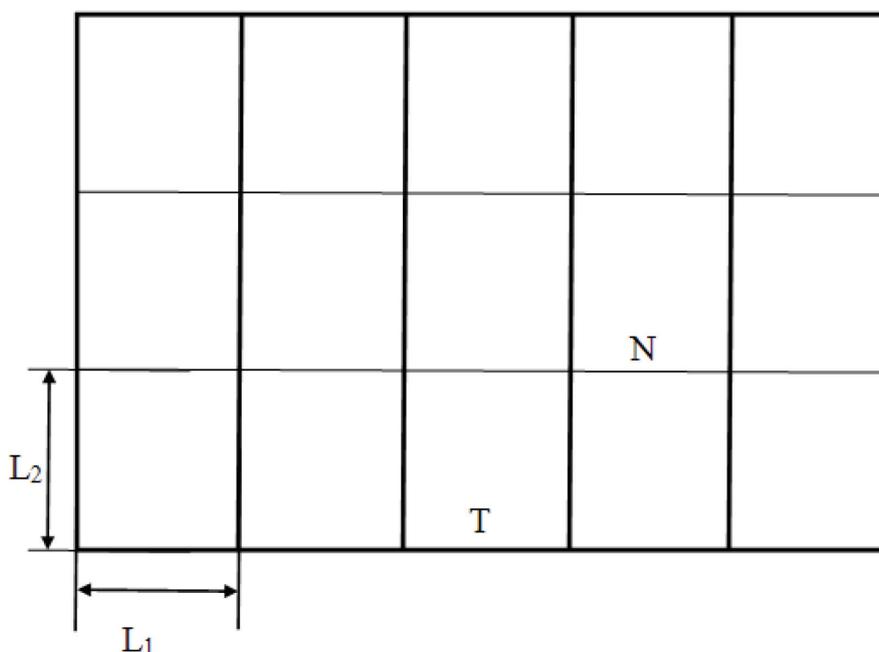


Рис. 1. Схема эксперимента по исследованию распространения волн беспроводной связи внутри помещения

Была проведена аппроксимация скорости передачи данных и уровня мощности сигнала для различных вариантов [4] преград (стен и полов).

Алгоритм был реализован в программном продукте. В работе мы рассмотрели решение задачи об оценке характеристик распространения электромагнитных волн wi-fi внутри здания.

Был проведен ряд экспериментов по определению уровня сигнала и скорости передачи данных для железобетонных и кирпичных преград. Полученные данные были аппроксимированы в рамках метода наименьших квадратов.

Исследования показали, что для различных положений ноутбука по отношению к точке доступа значение степени аппроксимирующего полинома варьировалось от 5 до 11. При этом ошибка аппроксимации не превышала 4%.

Проводилась трассировка лучей при оценке распространения радиоволн. В ней можно выделить некоторый набор шагов.

1. Процесс подготовки. Для этого шага идет уменьшение количества поверхностей, для которых необходимо осуществить проверку на пересечения. Можно, например, делать проверку по тому какова ориентированность поверхностей против направления лучей, а также проверку по пересечению с параллелепипедом, который будет окружать комплексный объект параллелепипедом.

2. Проведение предварительного угадывания. Для этого необязательного шага на базе расположения передающих устройств и источников делается выбор наиболее важных для расчетов точек и их заносят в отдельный список.

3. Проведение выбора направления. Делается выбор следующего луча для проверки по пересечению. Выбор может быть случайным, или исходя из списка точек, который получен в течение предыдущего шага.

4. Проведение проверки лучей на пересечение. Идет проверка луча на пересечение, идет построение его зеркального отображения и осуществляется требуемое число отражений, Ведется запись всех необходимых данных.

5. Проведение расчета поля. В зависимости от того, какая поставлена задача данные, которые получены для предыдущего шага, будут использоваться для того, чтобы отобразить конечный результат.

С использованием результатов моделирования в соответствующих системах (NetCracker, PacketTracer и т.д.) могут быть сформированы аналитические модели, дающие возможности для того, чтобы были связаны основные параметры (например, пропускная способность, количество компьютеров в сетях и др.).

Возникают возможности для использования не максимальных значений характеристик применяемого вычислительного оборудования, а значений, учитывающих, специфику того, как используется такое оборудование в конкретной организации, использующей сетевое оборудование.

За счет подбора параметров оборудования эффективность работы сети может быть повышена до 10%.

Для беспроводных сетей могут быть выделены некоторые зоны действия, различающиеся уровнями сигналов [5–7].

С точки зрения практики интересно разрабатывать методику, позволяющую оценить требуемое количество точек доступа для заданных ограничений по площадям покрытия сетей, для заданных ограничений по тому, какая дальность действия точек доступа.

Когда волны распространяются от передающих устройств к приемным, их путь является довольно разнообразным: может быть и в рамках прямой видимости, но могут влиять и препятствия – дома, деревья.

Есть отличие от ситуации в проводной связи, когда проводится рассмотрение постоянных параметров, для систем беспроводной связи можно отметить в радиоканалах наличие случайных параметров, проводить их анализ довольно сложно. Процесс моделирования радиолинии является наиболее сложной задачей в проектировании радиосистем.

Выполнение анализа большей частью осуществляется статистическим образом на базе экспериментальных данных, которые получаются во многих случаях как раз для такой же или подобной системы.

Для того, чтобы оценить значения потерь передачи внутри зданий (при учете стен и межэтажных перекрытий) для частот 2400 МГц, можно воспользоваться выражением:

$$L[\text{дБ}] = 40 + 35 \lg(R[\text{км}]). \quad (1)$$

Значения потерь передачи в линии база-абонент можно определить, основываясь на таком соотношении:

$$L[\text{дБ}] = 65 + 40 \lg(R[\text{км}]) + 40 \lg(f[\text{МГц}]) - 4G[\text{дБи}], \quad (2)$$

здесь R – является расстоянием от базы до абонента, G – является коэффициентом усиления антенн, f – обозначает частоту.

Выходным результатом подсистемы является требуемое количество точек доступа.

В статье была программным образом осуществлена реализация подсистемы оптимизации размещения точек доступа Wi-fi с точки зрения заданных критериев. Основываясь на результатах компьютерного моделирования, мы определили зоны покрытия в сети Wi-fi, а также был проведен расчет минимального количества точек доступа.

Список литературы

1. Львович И.Я., Основы информатики: Учебное пособие / И.Я. Львович, Ю.П. Преображенский, В.В. Ермолова. – Воронеж: Воронежский институт высоких технологий, 2014. – 339 с.

2. Ермолова В.В. Архитектура системы обмена сообщений в немаршрутизируемой сети / В.В. Ермолова, Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2010. – № 7. – С. 79–81.

3. Болучевская О.А. Свойства методов оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн / О.А. Болучевская, О.Н. Горбенко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2013. – № 3. – С. 4.

4. Преображенский Ю.П. Разработка методов формализации задач на основе семантической модели предметной области / Ю.П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 075–077.

5. Баранов А.В. Проблемы функционирования mesh-сетей / А.В. Баранов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 49–50.

6. Мишин Я.А. О системах автоматизированного проектирования в беспроводных сетях / Я.А. Мишин // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 153–156.

7. Алимбеков А.Р. Методы определения рассеивающих свойств объектов / А.Р. Алимбеков, Е.А. Авдеев, В.В. Шевелев // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2017. – № 1(20). – С. 22–24.