

УДК 621.396

О МОДЕЛИРОВАНИИ СЕНСОРНЫХ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ**Гащенко И.А.***Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, e-mail: gaschenckirinas@yandex.ru*

В данной работе рассматриваются вопросы моделирования беспроводных сенсорных сетей. Большое количество сенсоров распределяют случайным образом по заданным площадям, сенсорами идет сбор информации, потом происходит ее передача к базовым станциям. Для разных частей сети могут быть справедливы разные стандарты, протоколы перемещения данных. Отмечены некоторые особенности при распространении электромагнитных волн в помещениях. На то, каким образом распространяются радиоволны, влияют стены и большие предметы внутри помещений. Интерференционные особенности электромагнитных полей во внутренних областях помещений, поскольку происходят многократные отражения от предметов, являются выраженными более резким образом, чем во вне. Рассматривается возможность использования волноводной модели для того, чтобы описать распространение радиоволн внутри зданий, поскольку в волноводах есть стенки, которые плохо пропускают радиоволны. Описаны характеристики модального метода.

Ключевые слова: сенсорная беспроводная сеть, распространение радиоволн, волноводная модель**ABOUT THE SIMULATION OF SENSOR WIRELESS NETWORKS****Gaschenko I.A.***Voronezh institute of high technologies, Voronezh, e-mail: gaschenckirinas@yandex.ru*

This paper deals with simulation of wireless sensor networks. A large number of sensors distributed randomly in a given space, with sensors gathering information and then performs transmission to the base stations. For different parts of the network can be just different standards, protocols move data. Noted some peculiarities in the propagation of electromagnetic waves in space. On radio wave propagation is affected by walls and massive pieces of furniture. The interference character of an electromagnetic field inside buildings due to the multiple reflections from the objects is expressed more sharply than the outside. The possibility of using waveguide models the propagation of waves inside buildings, since the waveguides also have a wall, badly leaking radio waves. Describes the characteristics of the modal method.

Keywords: touch wireless network, radio wave propagation, the waveguide model

Сенсорные сети возникли не очень давно, и представляют собой развитие беспроводных сетей [1, 2].

Они базируются на том, что в них применяют большое количество сенсоров. Их распределяют случайным образом [4, 9] по заданным площадям. Сенсорами идет сбор информации, потом происходит ее передача к базовым станциям.

В сенсорах основными модулями являются: элементы датчиков, компоненты процессоров, платы памяти, компоненты передатчиков и источников питания. Источники ограничены с точки зрения ресурса, это ограничивает время функционирования сенсоров.

Датчики дают возможности для оценок давления, влажности, освещенности и др.

Самоорганизация сенсорных сетей определяется тем, какие ограничения для количества узлов и топологии связей среди них.

Есть проблемы, которые определяются требованиями проведения идентификации по каждому узлу. При этом не только идет назначение ip-адресов, но привязка по заданным точкам для пространства. Также, если число узлов составляет десятки тысяч,

то операции характеризуются большой трудоемкостью.

При проведении оптимизации различных сетей в ряде случаев предпочтительным может считаться применение математического моделирования. Математическая модель является совокупностью соотношений (могут быть формулы, уравнения, неравенства, логические условия), которые определяют процессы изменения состояний систем в зависимости от их параметров, какие входные сигналы, начальные условия и интервалы времени.

В качестве особого класса математических моделей можно считать имитационные модели. Подобные модели рассматривают как компьютерные программы, они шаг за шагом воспроизводят события, которые происходят в реальных системах.

Если говорить о применении к вычислительным сетям, то их имитационные модели будут воспроизводить процессы генерации сообщений со стороны приложений, сообщения разбиваются на пакеты и кадры в рамках соответствующих протоколов, задержки, которые связаны с процессами обработки сообщений, пакетов и кадров во

внутренней области операционных систем, процессы, связанные с получением доступа компьютеров к разделяемым сетевым средам, процессы, связанные с обработкой входящих пакетов за счет маршрутизатора и др.

При осуществлении имитационного моделирования сети нет необходимости в приобретении дорогостоящего оборудования – его работа имитируется на основе программ, достаточно которые точным образом воспроизводят все ключевые особенности и параметры в таком оборудовании.

В качестве преимущества имитационных моделей можно указать возможности подмены процессов смены событий для исследуемых систем по реальному масштабу времени на ускоренные процессы смены событий относительно темпа работы программ.

Как результат в течение несколько минут есть возможности для воспроизведения работы сети по длительности нескольких дней, это предоставляет возможности для оценки работы сети в широких диапазонах варьируемых параметров.

В качестве результата работы имитационной модели можно считать полученные в ходе наблюдений за идущими процессами статистические данные по наиболее важным характеристикам сети: какие времена реакции, какие коэффициенты использования каналов и узлов, какие значения вероятностей потерь пакетов и др.

Но при этом, проведение моделирования широкомасштабных сетей для большого количества узлов требует затрат большого количества времени.

В качестве одной из причин, вследствие которых снижается производительность, являются заторы, которые вызываются возникновением временной перегрузки ресурсов. В том случае, когда на маршрутизатор будет прибывать больше трафика, чем он может обрабатывать, будет возникать затор и резкое падение производительности.

Производительность будет резко падать, если появляется структурный дисбаланс, можно привести пример, когда гигабитную линию связи присоединяют к компьютерам, имеющим низкую производительность, они не способны достаточно быстро проводить обработку входящих пакетов, так что будет потеря некоторых пакетов.

Такие пакеты будут передаваться повторным образом, это обусловит увеличение задержки, непроизводительное использование пропускных способностей и будет снижение в целом производительности.

Возникновение перегрузки также может быть синхронным. Например, в случае, когда пакет имеет неверный адрес, тогда получатель будет возвращать в обратную сторону сообщение о том, что есть ошибка, как результат, будет происходить повторная передача.

В тех случаях, когда передача неверных пакетов идет ширококестельным образом, тогда это, соответственно, определит лавинный эффект сообщений о том, что есть ошибка и будут повторные передачи.

Подобный эффект будет происходить, когда отключается электроэнергия, если при включении нескольких компьютеров каждый из них будет начинать обращение к серверу.

Процессы моделирования можно параллелить, на основе применения вычислительного кластера. Тогда, для каждого узла кластера будет происходить выполнение построения определенной компоненты модели компьютерной сети, и будет происходить заметное сокращение времени исполнения моделирования. В этой связи распределенное моделирование с привлечением кластеров за последнее время имеет широкую популярность и его можно рассматривать как весьма актуальную задачу для современных информационных исследований.

Для разных частей сети могут быть справедливы разные стандарты, протоколы перемещения данных и др. При этом трудно проводить решение задач оптимизации сетей по заданным единым целям.

Процессы обмена информацией идут в радиодиапазоне на основе принципа цепочки [3, 5–7].

Устойчивая работа GPS труднодостижима во внутренних частях помещений, это определяет ограничения применению таких технологий.

С точки зрения практики необходимо использовать методы оптимизации для получения требуемых значений показателей.

Необходимо отметить несколько особенностей при распространении электромагнитных волн в помещениях.

Во-первых, на особенности распространения оказывают влияние стены и большие предметы в обстановке.

Небольшое влияние на то, как распространяются радиоволны оказывают стены и перекрытия созданные из деревянных конструкций, синтетических материалов, стеклянных конструкций, среднее влияние обусловлено препятствиями из кирпича, бетона, высокое влияние связано с железобето-

ном и стенами с фольговыми утеплителями. Есть существенное влияние металлических стен и перекрытий на характеристики дальности, вплоть до того, что полным образом невозможна связь.

Во-вторых, интерференционные особенности электромагнитных полей во внутренних областях помещений (вследствие многократных отражений от предметов) выражаются более резким образом.

Предлагается рассмотреть волноводную модель помещения и на ее основе оценить уровень электромагнитного электромагнитного поля внутри помещения [8].

Это позволит определить минимально необходимую мощность передатчиков сотовой системы связи.

Большинство помещений, во многих случаях можно представить в виде совокупности прямоугольных компонентов.

Стенки в зданиях, во многих случаях сформированы из железобетона, они довольно слабо пропускают радиоволны.

Исходя из вышесказанного, представляется возможным использование волно-

водных моделей для описания процессов распространения волн во внутренних областях зданий, поскольку волноводы характеризуются стенками, слабо пропускающими радиоволны [9].

Рассматривается открытый волновод прямоугольного сечения размером a на b и длиной L . Пусть на апертуру такого волновода идет падение плоской волны.

Сформированная задача решается в два этапа:

1. Вычисляется электромагнитное поле, излучаемое внутренней области волновода.

2. С учетом принципа взаимности находятся амплитуды рассеянной электромагнитной волны.

Максимум тангенциальной составляющей магнитного поля будет достигаться у стенки и это будет определять, что возникает поверхностный ток $\vec{j} = H_\tau \times \vec{n}$, где \vec{n} – является нормалью к поверхности. Основываясь на этом, можно сделать запись выражений для поверхностных токов по каждой из стенок волноводной модели:

$$\begin{aligned}\vec{j}_{S1} &= [\vec{x}_0 \times (\vec{H}_y + \vec{H}_z)] = [\vec{x}_0 \times \vec{y}_0] \times H_y + [\vec{x}_0 \times \vec{z}_0] \times H_z = \vec{z}_0 \times H_y - \vec{y}_0 \times H_z; \\ \vec{j}_{S2} &= -\vec{z}_0 \times H_y + \vec{y}_0 \times H_z; \\ \vec{j}_{S3} &= [\vec{y}_0 \times (-\vec{z}_0)] \times H_z = -\vec{x}_0 \times H_z; \\ \vec{j}_{S4} &= -\vec{x}_0 \times H_z;\end{aligned}$$

Выражения токов через составляющие электромагнитных полей определяются выражениями:

$$\begin{aligned}\vec{j}_{S1} &= \vec{z}_0 \times H_y - \vec{y}_0 \times H_z = i \times \vec{z}_0 \times \vec{y}_0 \times \frac{\Gamma}{g^2} \times \frac{\pi}{b} \times H_{z0} \times e^{-i\Gamma z} \times \sin \frac{\pi y}{b} - \vec{y}_0 \times H_{z0} \times \cos \frac{n\pi y}{b} \times e^{-i\Gamma z} = \\ &= -i \times \vec{x}_0 \times \frac{\Gamma}{g^2} \times \frac{\pi}{b} \times H_{z0} \times e^{-i\Gamma z} \times \sin \frac{\pi y}{b} - \vec{y}_0 \times H_{z0} \times \cos \frac{n\pi y}{b} \times e^{-i\Gamma z}; \\ \vec{j}_{S2} &= -\vec{z}_0 \times H_y + \vec{y}_0 \times H_z = i \times \vec{x}_0 \times \frac{\Gamma}{g^2} \times \frac{\pi}{b} \times H_{z0} \times e^{-i\Gamma z} \times \sin \frac{\pi y}{b} - \vec{y}_0 \times H_{z0} \times \cos \frac{n\pi y}{b} \times e^{-i\Gamma z}; \\ \vec{j}_{S3} &= -\vec{x}_0 \times H_{z0} \times \cos \frac{\pi y}{b} \times e^{-i\Gamma z} = -\vec{x}_0 \times H_{z0} \times \cos 0 \times e^{-i\Gamma z} = -\vec{x}_0 \times H_{z0} \times e^{-i\Gamma z}; \\ \vec{j}_{S4} &= -\vec{x}_0 \times H_{z0} \times \cos \frac{\pi y}{b} \times e^{-i\Gamma z} = -\vec{x}_0 \times H_{z0} \times \cos \pi \times e^{-i\Gamma z} = \vec{x}_0 \times H_{z0} \times e^{-i\Gamma z}\end{aligned}$$

В результате облучения, рассматриваемой волноводной полости, электромагнитной плоской волной, тангенциальные составляющие возбуждаемого электрического и магнитного полей на апертуре полости могут быть представлены в виде разложений по модам соответствующих прямоугольных волноводов с вычисляемыми модальными коэффициентами.

Далее определяются модальные коэффициенты, соответствующие выходящим модам и обусловленные падающей волной. Для них нахождения используется теорема взаимности Лоренца [9].

Получены результаты расчетов в рамках данной модели для нескольких вариантов помещений.

При рассмотрении сложных помещений, состоящих из частей разной ширины в математической модели, составлялась обобщенная матрица рассеяния в рамках метода декомпозиции.

Список литературы

1. Алимбеков А.Р. Интеграция ГИС и САПР в беспроводных системах связи / А.Р. Алимбеков, Е.А. Авдеенко,

В.В. Шевелев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 1(16). – С. 12.

2. Данилова А.В. Характеристики методов трассировки лучей / А.В. Данилова, А.Г. Юрочкин // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2014. – № 13. – С.113–115.

3. Ерасов С.В. Проблемы электромагнитной совместимости при построении беспроводных систем связи / С.В. Ерасов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 137–143.

4. 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.

5. Самойлова У.А. Анализ сложных электродинамических объектов на основе параллельных вычислений / У.А. Самойлова // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–2. – С. 55–56.

6. Тамбовцев Г.А. О некоторых свойствах методов трассировки лучей / Г.А. Тамбовцев // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3–2. – С. 236–237.

7. Толстых С.М. Проблемы маршрутизации в компьютерных сетях / С.М. Толстых, Е.А. Авдеенко, А.А. Адоньев // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2017. – № 1 (20). – С. 70–72.

8. Тюрин Н.М. О распространении волн сетей связи внутри зданий / Н.М.Тюрин // Международный студенческий научный вестник. 2016. № 3–2. С. 237.

9. Шутов Г.В. Оценка возможности применения приближенной модели при оценке средних характеристик рассеяния электромагнитных волн / Г.В. Шутов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2013. – № 10. – С. 61–67.