

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОТОКОЛОВ МАРШРУТИЗАЦИИ

Скрипов С.А.

Челябинский государственный университет

Челябинск, Россия

Введение

Современные технологии производства полупроводниковых приборов, а также прогресс беспроводной связи сделали возможным создание и широкое использование сетей со сложной топологией, в том числе Ad-Hoc сетей и беспроводных сенсорных сетей [1]. В настоящее время для таких сетей разработано большое количество технологий, алгоритмов и протоколов [2].

Беспроводные сети со сложной изменяющейся структурой могут применяться для решения многих практических задач сельского хозяйства, производства, армии, и других сфер деятельности человека. Такие сети имеют ряд преимуществ перед другими подходами, применяемыми для решения аналогичных задач: низкую стоимость, высокую скорость развертывания, высокую эффективность.

В настоящее время разработано множество технологий, позволяющих свести к минимуму работу по настройке и обслуживанию беспроводных сетей. Например, разработаны источники питания, извлекающие необходимую для работы энергию прямо из окружающей среды. Также разработаны алгоритмы и протоколы, обеспечивающие автоматическое конфигурирование таких сетей в реальном времени.

Следует отметить, что несмотря на обилие разработанных алгоритмов и протоколов в настоящее время существует необходимость создания новых протоколов, оптимальных для поставленной задачи и используемой топологии.

1. Особенности маршрутизации в беспроводных сетях с топологией "бутылочное горло"

Беспроводная ad hoc сеть может состоять из нескольких тысяч миниатюрных устройств, обладающих низкой производительностью и ограничениями по скорости передачи данных.

В случае если беспроводная ad hoc сеть проектируется под конкретную задачу, можно говорить о типе топологии для такой сети, даже если сеть является мобильной. Одной из часто используемых топологий является "бутылочное горло" (рис. 1). В этом случае обмен данными происходит только между устройством и станцией-приемником (базовой станци-

ей). Задача обмена данными между двумя произвольными устройствами в такой сети не ставится.

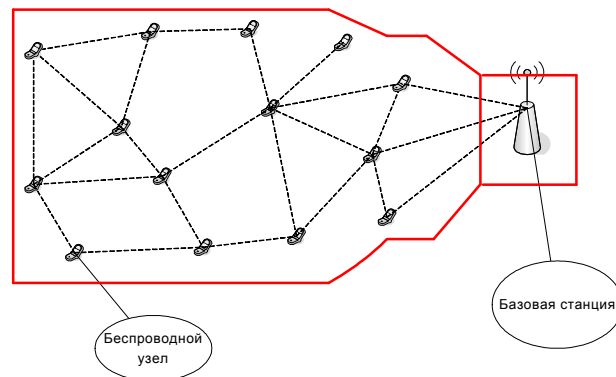


Рисунок 1 – Топология "бутылочное горло"

2. Критерии оценки качества передачи данных для беспроводных сетей со специальной топологией

Для оценки качества сетей и их каналов обычно используются такие параметры как пропускная способность и задержка. Эти параметры позволяют оценить качество сети общего назначения для клиента некоторого узла, однако не позволяют произвести комплексную оценку качества сети. Беспроводные сети со сложной структурой состоят из относительно большого количества узлов и каналов связи, и при этом в общем случае не являются сетями общего назначения. Таким образом эффективность беспроводной ad hoc сети невозможно оценить лишь с помощью показателей качества для одиночного канала или клиента узла.

Однако тот факт, что назначение и условия работы такой сети известно еще во время ее проектирования, а область применения заранее определена, делает возможным разработку комплексных критериев оценки качества передачи данных, ориентированных на сеть со специальной топологией. Таким образом, были разработаны три типовых критерия оценки качества передачи данных для сетей с топологией "бутылочное горло":

Критерий максимального среднего времени доставки:

$$\max_{i=1}^N (M(h_{iB})) \rightarrow \min$$

N – количество устройств.

$M(h_{iB})$ – математическое ожидание времени передачи пакета от узла i до базовой станции. Включает в себя время непосредственной передачи, а также другие задержки, такие как время инициализации передачи канальным уровнем, ожидание в очередях узлов-маршрутизаторов, и другие. Данный критерий учитывает только успешно доставленные па-

кеты. Поэтому для сети должен быть определен максимальный процент потери, зависящий от решаемой задачи. Например, для приложений не реального времени для высокого качества обслуживания потери должны составлять не более 2.5%.

Такой критерий подходит для систем, где единичная задержка доставки пакета не критична, однако в целом от сети ожидается эффективная производительность.

Критерий максимального времени доставки:

$$\max_{\substack{t \in T \\ i=1..N}} (h_{iB}(t)) \rightarrow \min$$

T - время работы системы.

$h_{iB}(t)$ - время передачи пакета от узла i до базовой станции в момент времени t . Для этого критерия также необходимо определить максимальный процент потерь.

Такой критерий может применяться для системы реального времени, которая требует необходимый уровень качества связи для каждого узла, причем недопустимо даже кратковременное ухудшение качества связи.

Основной и главной особенностью таких систем является требование по скорости реакции на изменение параметров наблюдаемой системы. Как правило, сети обслуживающие подобные системы, большую часть времени загружены минимально, либо простаивают. Однако такие сети должны быть готовы к пикообразным нагрузкам, обеспечивая стабильную доставку данных в любой момент времени.

Критерий максимального процента потерь:

$$\max_{i=1}^N \left(\frac{Loss_i}{Sent_i} \cdot 100 \right) \rightarrow \min$$

$Loss_i$ - Количество потерянных пакетов, отправленных узлом i . Под потерянным пакетом понимается любой пакет не доставленный вовремя. Таким образом, для сети должно быть определено максимальное время доставки пакета, по истечении которого данные утрачивают свою актуальность.

$Sent_i$ - Количество пакетов, отправленных узлом i .

Такой критерий подходит для сетей, передающих мультимедийные данные. При передаче видео и звука потеря пакетов будет восприниматься как помехи и паузы. Однако во многих случаях подобные сбои могут допускаться, и не будут иметь критическое значение для решения поставленной задачи. Таким образом, критерий будет определять реальный уровень качества обслуживания для исследуемой сети.

3. Метод оценки качества беспроводных сетей

Для получения значений критериев качества беспроводных сетей использовалась имитационная модель [4]. Разработанная имитационная модель состоит из модели топологии сети, модели сетевой нагрузки, модели канального уровня, алгоритмов для устройств (рис. 2).

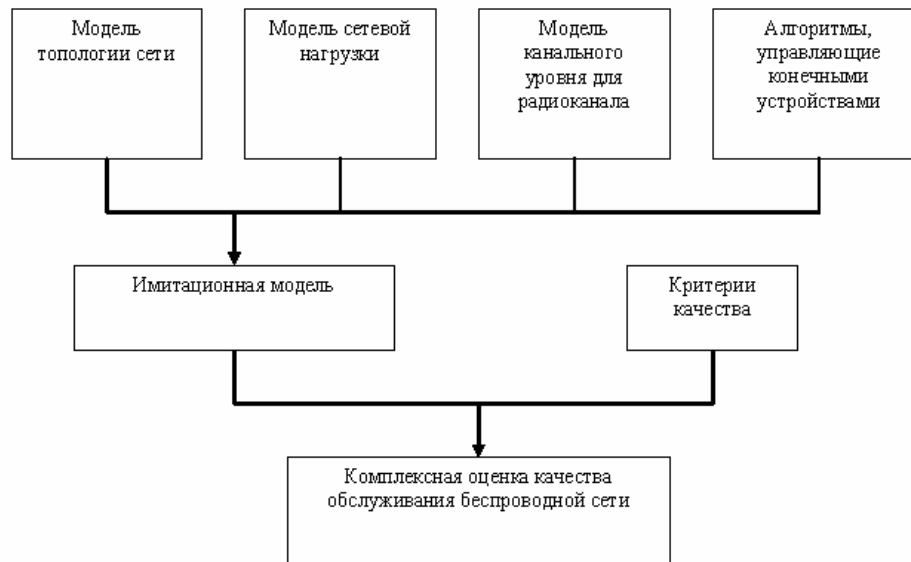


Рисунок 2 – Оценка качества беспроводных сетей

Такая модель была реализована в системе моделирования DaSSF.

Для оценки и сравнения качества протоколов маршрутизации была разработана следующая методика (рис. 2):

1. Выбор критерия качества. На этом этапе анализируются требования, предъявляемые к беспроводной сети, на их основе выбирается один из критериев оценки качества.
2. Определение основных характеристик сети: количество сенсоров, среднее количество "соседних" устройств, битовая скорость передачи, и другие. Эти характеристики необходимы для имитационного моделирования рассматриваемой сети.
3. Выбор модели источника полезных данных. Для этого анализируются условия работы беспроводной сети. Для конкретной сети выбирается либо типовой источник данных, либо разрабатывается специализированный. В последнем случае необходима программная реализация нового источника данных.
4. Программная реализация рассматриваемого протокола. Рассматриваемый протокол должен быть реализован в соответствии с используемой потоковой моделью.
5. Исследование сети в соответствии с выбранными параметрами.

6. Сравнение протоколов по результатам имитационного моделирования на основе выбранного критерия оценки.

4. Оценка разработанного протокола маршрутизации DSFSR

Результаты имитационного моделирования подтвердили увеличение эффективности предложенного протокола DSFSR по сравнению с уже существующим аналогом [3] в ряде случаев до 48% (рис. 3).

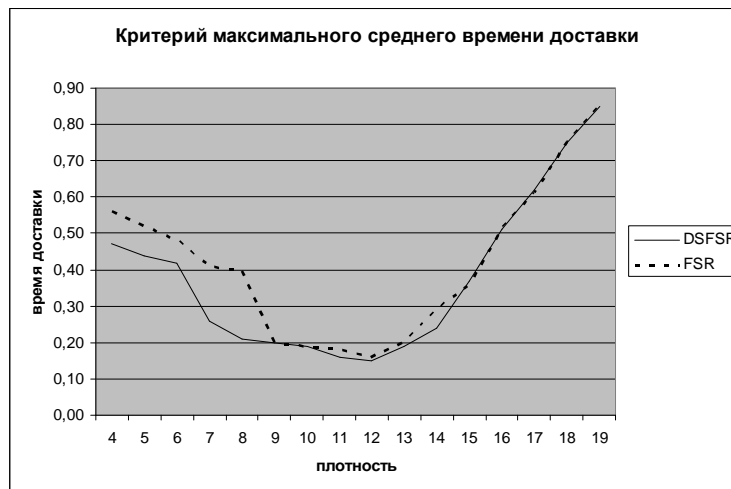


Рисунок 3 – Исследование влияния плотности сети

Разработанный протокол обеспечивает увеличение эффективности работы сети в случае если сеть имеет небольшую плотность, т.е. количество «соседей» для каждого устройства.

Выводы

В работе предложен метод оценки качества беспроводных сетей со специальной топологией, основанный на имитационной модели, позволяющий создание новых протоколов маршрутизации, оптимизированных для решения поставленных задач и используемых топологий. На основе данного метода был разработан новый протокол маршрутизации DSFSR, предназначенный для сетей с топологией «бутылочное горло». Для предложенного протокола подтверждено увеличение эффективности в некоторых случаях до 48%.

Список литературы

1. Карабуто, А. Сенсорные сети [Электронный ресурс] / А. Карабуто. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://offline.computerra.ru/2004/553/35459/>, свободный.

2. Xiaoyan Hong "Scalable routing protocols for mobile ad hoc networks" / Xiaoyan Hong, Kaixin Xu, Mario Gerla// Network, IEEE. - 2002. - Volume 16, Issue 4. - pages: 11 - 21.
3. Pei G. "Fisheye State Routing: A Routing Scheme for Ad Hoc Wireless Networks" / G. Pei, M. Gerla, T.-W. Chen // Proc. ICC 2000, New Orleans. – 2000.
4. Scenario-based Performance Analysis of Routing Protocols for Mobile Ad-hoc Networks / P. Johansson, T. Larsson, N. Hedman, B. Mielczarek and M. Degermark // Proceedings of ACM/IEEE MOBICOM. – 1999. – pages: 195-206.