

## РАЗВИТИЕ СПОСОБОВ МАРШРУТИЗАЦИИ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

**Козик Ю.Л., Новиков В.И.**

*Институт телекоммуникационных систем*

*КПИ им.Игоря Сикорского, Украина*

*E-mail: primuspostdeum@gmail.com*

### **Development of route ways in wireless sensor networks**

In this paper, the development and application of new methods for routing wireless sensor networks is considered using the example of six most characteristic and known algorithms: SPIN, DD, RR, GBR, GPSR, LEACH.

Эффективность функционирования беспроводных сенсорных сетей (БСС) во многом определяется выбором протоколов маршрутизации пакетов. Неправильный выбор протоколов маршрутизации приводит к неравномерной загруженности узлов задействованных в ретрансляции пакетов. А так как БСС – это самонастраивающаяся сеть, состоящая из большого количества узлов, которые питаются от аккумулятора, то это в свою очередь приводит к быстрому расходованию заряда батарей этих узлов. При проектировании БСС необходимо стремиться к уменьшению и выравниванию загрузки узлов, что достигается во многом благодаря протоколу маршрутизации. Однако эта проблема, при наличии множества узлов БСС, является сложной научной задачей. Следовательно, одной из основных задач оперативного управления БСС является маршрутизация информационных потоков.

Помимо ранее упомянутых требований к энергоэффективности системы, возникает еще ряд требований, которые необходимо учесть при выборе протокола маршрутизации БСС. Список требований в общем случае включает: учет энергозатрат, минимизацию вычислительных затрат, минимальный объем используемой памяти, максимальную скорость доставки, равномерную загруженность сети, максимальную надежность работы сети, обеспечение безопасности сети, минимизация управляющего трафика.

В соответствии со структурой топологии сети, методы маршрутизации разделены на три категории: технологии маршрутизации на основе местоположения, иерархическая маршрутизация, технология на основе центрирования данных.

В данной статье будет рассмотрена маршрутизация в БСС на примере шести наиболее характерных и известных алгоритмов: SPIN, DD, RR, GBR, GPSR, LEACH.

SensorProtocolsforInformationviaNegotiation (SPIN) – семейство протоколов, обеспечивающее доставку данных путем распространения сообщения от каждого узла, по всей сети, что позволяет довольно простым способом получить информацию с любого узла по запросу с немедленной

доставкой. Относится к методам маршрутизации с одноранговыми узлами без гарантированной доставки сообщений. Хорошо подходит для БСС с динамической топологией с мобильными узлами. Суть алгоритма заключается в следующем. При получении новых данных узел проводит предварительные «переговоры» с соседними узлами, посылая сообщение ADV и ожидая от них ответа REQ. Получив запрос на передачу (REQ), узел транслирует реальные данные. Каждый сосед, получив новые данные, аналогичным образом ведет переговоры соответственно со своими соседями и рассылает эти данные тем из них, которые в этих данных заинтересованы, т.е. которые их еще не получили и имеют возможность транслировать их далее по сети.

Метод маршрутизации DirectedDiffusion (DD) ориентирован на централизованную модель сбора данных с доставкой по запросу. Централизованная модель подразумевает наличие в сети центрального узла сбора и, соответственно, маршрутизацию от множества источников данных к одному приемнику. Процесс маршрутизации начинается с рассылки центральным узлом сообщения запроса. Так как данные в узле представлены в виде пар атрибут-значение, то запрос указывает на интересующие центральный узел параметры и их диапазон возможных значений. Каждый узел поддерживает локальный кэш запросов, в котором хранятся записи о состоянии активных запросов. Запросы от центрального узла периодически повторяются с целью обеспечения надежности доставки и работоспособности общей схемы маршрутизации при отказах в сети.

Вариацией предыдущего алгоритма является метод RumorRouting (RR). Оптимизирует схему маршрутизации для тех сетей, в которых число событий невелико, а количество запросов огромно. Ключевой особенностью метода является наличие таблицы предыдущих запросов в памяти каждого узла. И в тот момент, когда центральным узлом распространяется запрос на данные, уже полученные вследствие произошедшего события, те узлы, через которые направляется запрос, просматривают свои таблицы событий и в случае обнаружения соответствия запросу информируют центр о результате. Таким образом, информация о событии доходит до инициатора запроса еще до того, как запрос дойдет до требуемого источника данных. Таким образом значительно облегчается задача определения расположения в сети исходного узла – источника события.

Gradient-basedrouting (GBR) является еще одним вариантом алгоритма DD. Особенность данной модификации заключается в том, что в процессе распространения запроса из центра по всей сети учитывается количество ретрансляций от узла к узлу. В каждом узле вычисляется параметр, который указывает на минимально возможное число звеньев в цепочке маршрута от данного узла к центральному. Градиентом для каждого из соседних направлений в узле обозначается разность между количеством промежуточных звеньев до центрального узла. Для маршрутизации выбирается направление с наибольшим значением градиента. В тех случаях, когда градиенты для разных направлений равны, выбор осуществляется случайным образом. Соответственно для новых потоков составляется маршрут таким образом,

чтобы в него входили только те узлы, которые не участвуют в доставке других потоков.

GreedyPerimeterStatelessRouting (GPSR) – класс алгоритмов, который использует географическую информацию о местоположении узла в пространстве. Каждый узел знает о расположении самого себя и ближайших соседей. Пересылка сообщения осуществляется узлом тому соседу, который находится ближе всего к адресату.

LowEnergyAdaptiveClusteringHierarchy(LEACH) относится к классу иерархических методов маршрутизации с балансировкой энергетической нагрузки. Близлежащие узлы данной модели, находящиеся в одной зоне радиодоступа, объединяются в отдельную коммуникационную группу – кластер. Кластер состоит из обычных узлов низшего ранга и одного узла высшего ранга, выполняющего функции маршрутизации для всех остальных узлов кластера. Множество главных узлов образуют основу коммуникационной инфраструктуры сети. Взаимодействие внутри кластера происходит непосредственно между обычными узлами и узлом высшего ранга, далее передачу сообщений узлам других кластеров на себя берут главы кластеров. Глава кластера выбирается случайным образом и периодически сменяется таким образом, чтобы равномерно распределить энергетическую нагрузку по всем узлам кластера, поскольку функции маршрутизации, возложенные на главу кластера, являются причиной интенсивного расхода им энергии на ретрансляцию сообщений от всех узлов кластера.

Таким образом, рассмотренные методы маршрутизации дают некоторое представление о разнообразии способов обмена данными в БСС и характеризуют направления развития и создания новых методов маршрутизации в БСС. Использование той или иной стратегии и метода маршрутизации обусловлено в первую очередь выполняемыми задачами, структурой и организацией сети, в некоторых случаях существующие алгоритмы модифицируют с учетом конкретных требований. В результате выбирается метод позволяющий достичь частных показателей, заданных определенными техническими условиями или имеющимися ограничениями.

## Литература

1. Бершадский, А. М. Обзор методов маршрутизации в беспроводных сенсорных сетях / А. М. Бершадский, Л. С. Курилов, А. Г. Финогеев // Известия высших учеб-ных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2012. – № 1 (21). – С. 47–57.
2. Дорошенко А.Е., Жереб К.А., Шевченко Р.С. О моделировании сенсорных сетей средствами высокого уровня // Проблемипрограмування. — 2006. — Т. 2-3.
3. Dargie W., Poellabauer C. Fundamentals of wireless sensor networks: theory and practice. — John Wiley and Sons, 2010. — 330 p.