

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕДАЧИ ГЕТЕРОГЕННЫХ ДАННЫХ В НИЗКОСКОРОСТНЫХ СЕТЯХ

И.В. Карпов

факультет Автоматики и вычислительной техники

Как глобальные высокоскоростные сети, так и персональные низкоскоростные передают по своим каналам связи данные разного типа (видео, аудио трафик), различной периодичности, разного объема и требованиями к скорости передачи. Каждый из видов трафика предполагает использование определенных ресурсов, которые в низкоскоростных сетях зачастую ограничены – производительность микропроцессоров накладывает ограничение на применение ресурсоемких алгоритмов передачи, автономное питание – накладывает ограничение на время работы сети, объем памяти модулей – накладывает ограничение на объем хранимых данных. В результате наличия этих ограничений нельзя взять уже готовые алгоритмы из других видов сетей и применить их в беспроводных низкоскоростных сетях, их нужно исследовать на применение отдельных частей или предлагать новые.

Основной целью работы является исследование передачи гетерогенных данных в низкоскоростных беспроводных сетях.

В беспроводных персональных (сенсорных) сетях передаются пакеты от разных датчиков – температуры, влажности, освещенности. При внедрении нового устройства с иными требованиями передачи данных, например, аудиоданных, возникает проблема интеграции этого устройства в существующую сеть. Для исключения подобной проблемы необходимо на этапе проектирования такой системы предусмотреть передачу гетерогенных типов данных с определенными требованиями при передаче.

В компьютерных сетях существует такое понятие, как QoS (Quality of Service) – качество обслуживания. В большинстве случаев качество обслуживания определяется четырьмя параметрами:

- полоса пропускания;
- задержка при передаче пакета;
- колебания задержки при передаче пакетов (джиттер);
- потеря пакетов.

В QoS выделяют три типа моделей: негарантированная доставка, интегрированный сервис, дифференцированное обслуживание.

Согласно модели дифференциального обслуживания весь трафик делится на классы. Классы позволяют разделить поток данных по приоритетам на высокоприоритетный и низкоприоритетный. К высокоприоритетным данным относят мультимедиа-данные (VoIP-телефония, видеоконференции и другой). К низкоприоритетному – данные приложений, не требующие быстрого ответа. В протоколах, поддерживающих QoS, для указания класса данных, выделяют в структуре пакета специальные биты. Например, в протоколе IPv4 в заголовке пакета существует поле «тип сервиса» (1 байт), которое служит для указания требуемого качества обслуживания - временных задержек, пропускной способности, надежности^[1]. Однако, для низкоскоростных сетей данный способ идентификации трафика не является наилучшим, так как это приведет к уменьшению эффективной скорости передачи данных - с каждым пакетом будет пересылаться лишний информационный байт. Вместо этого можно отправлять информационные пакеты, сигнализирующие об изменении режима передачи данных в сети, например, как в протоколе резервирования сетевых ресурсов RSVP^[2]. Работает он следующим образом: узел, которому требуется нестандартное

качество обслуживания, отправляет по сети специальное сообщение в формате RSVP, это сообщение содержит данные о типе передаваемой информации и требуемой пропускной способности. Маршрутизатор, получив такое сообщение, проверяет свои ресурсы на возможность выполнения предъявленных требований и при отсутствии такой возможности запрос отвергает. Если пропускная способность достижима, то маршрутизатор отправляет это сообщение дальше по пути следования адресата. В результате этого, по всему пути передачи пакета от узла отправителя до узла получателя резервируются необходимые ресурсы. В низкоскоростных сетях при невысокой частоте смены режимов передачи гетерогенных данных такой подход является оптимальным.

За основу протокола передачи данных в беспроводных низкоскоростных сетях принят стандарт IEEE 802.15.4. Стандарт IEEE 802.15.4 описывает два нижних уровня согласно сетевой модели OSI – контроль доступа к каналу (MAC) и физический уровень (PHY). Так же определяет топологию, тип модуляции (2,45 ГГц – O-QPSK), скорости передачи данных и механизм доступа к среде – CSMA-CA (множественный доступ с контролем несущей и предотвращением коллизий)^[3].

Стандартом определяется четыре типа пакетов:

- сигнальный пакет, который служит для синхронизации устройств;
- пакет данных, используемый для передачи данных;
- пакет подтверждения, используемый для подтверждения успешного приема;
- командный пакет, позволяющий управлять объектами MAC-уровня.

В низкоскоростных сетях можно выделить два этапа образования сети: соединение всех устройств в единую сеть и передача непосредственно данных по сети. Второй этап, кроме передачи данных может содержать передачу информационных пакетов, сигнализирующих об изменении режима передачи данных в сети. Он также включает в себя информацию о внутренней структуре (Data Payload) передаваемых пакетов. Так, например, при передаче данных с датчиков влажности и давления при их агрегировании необходимо знать, сколько байт в пакете выделено под одни данные, а сколько под другие, а также тип этих данных для последующей обработки – выводить ли их на экран или на устройство аудио-выхода (наушники). Информационные пакеты состоят из тех же полей, что и пакеты данных по стандарту IEEE 802.15.4 (Рис.1).

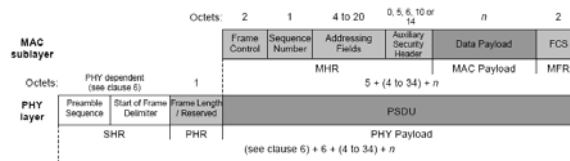


Рис.1 Структура пакета данных

Возможны следующие режимы передачи:

- с гарантированной доставкой всех пакетов (данные с температурных датчиков, влажности и т. д.)
- с негарантированной доставкой (аудиоданные, передаваемые в режиме реального времени)

Однако, можно передавать и данные с датчиков в режиме негарантированной доставки. Передающее устройство должно само выбрать режим передачи данных из возможных режимов в зависимости от предоставляемого им сервиса. Например, пакеты от аудиоустройства, передаваемые в режиме реального времени чувствительны к временным задержкам, поэтому для него необходимо исключить или ограничить количество повторений пакетов при передаче в случае их потери. Режим реального времени

можно отнести к режиму с высоким приоритетом. Таким образом, к двум вышеописанным режимам добавляется фактор времени, и трафик делится на:

- высокоприоритетный с гарантированной доставкой (резервируется вся полоса пропускания, пакеты повторяются до тех пор, пока не придет подтверждение);

- высокоприоритетный с негарантированной доставкой (резервируется вся полоса пропускания, пакеты не повторяются или повторяются ограниченное количество раз);

- низкоприоритетный с гарантированной доставкой (резервируется часть полосы пропускания, пакеты повторяются до тех пор, пока не придет подтверждение);

- низкоприоритетный с негарантированной доставкой (резервируется часть полосы пропускания, пакеты не повторяются или повторяются ограниченное количество раз).

Последние два режима позволяют агрегировать приходящие на устройство пакеты, в результате чего канал передачи данных используется полностью, а также сокращается временная задержка при передаче. Если невозможна одновременная передача по одному каналу несколько типов данных, то их можно разделить и направить по другому маршруту, за счет поддержки большого количества узлов в таких сетях и её распределённости.

Диаграмма активности сети выглядит следующим образом (Рис.2).

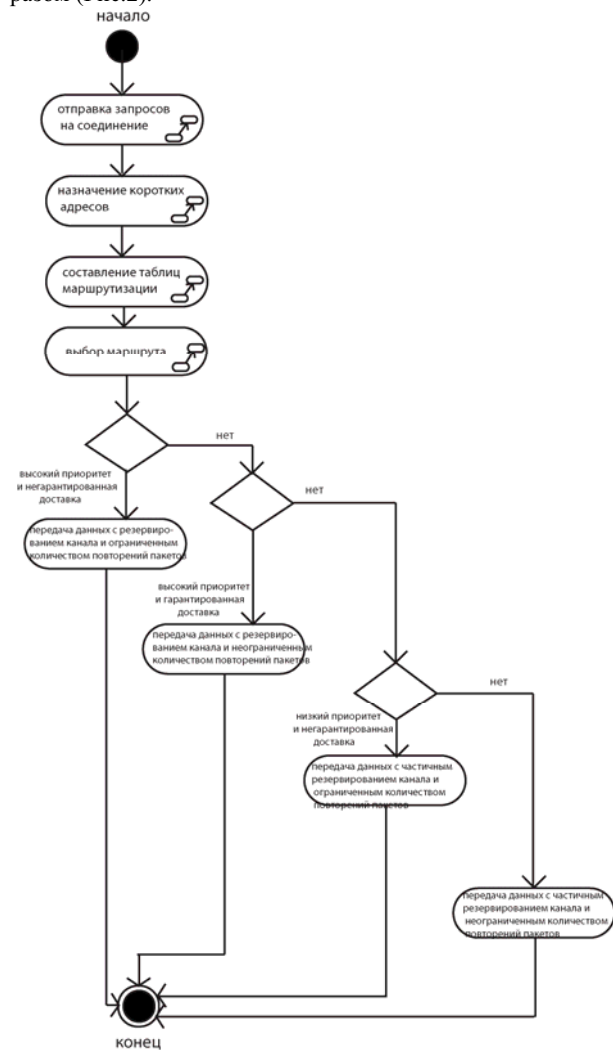


Рис.2. Диаграмма активности сети

Выбор маршрута происходит по одному из реактивных или проактивных протоколов маршрутизации. Например, AODV (Ad hoc On-demand distance vector) – протокол динамической маршрутизации для мобильных ad-hoc сетей,

основанный на выборе вектора расстояния^[4], или DSR (Dynamic Source Routing) – протокол маршрутизации для mesh-сетей, основанный на широковещательной рассылке служебных пакетов^[5], или OLSR (Optimized Link State Routing Protocol) – протокол IP маршрутизации, основанный на построении таблиц маршрутизации на каждом узле^[6].

Проведенные испытания на макетах доказывают целесообразность использования дифференцированного подхода к передаче данных в низкоскоростных сетях. Так, например, аудиоданные, передаваемые в режиме высокого приоритета с гарантированной доставкой имеют максимальную временную задержку на расстоянии 10 м в 29 мс и количество потерянных пакетов составляет 0,77%, что является приемлемым для данного типа данных^[6]. Однако, если в этом же режиме передавать другие данные, например, файлы, то недопустимы потери пакетов, так как на принимающей стороне невозможно будет их восстановить для последующего прочтения.

Выделенные режимы в сети могут добавляться другими режимами или дробиться в зависимости от количества услуг, предоставляемых сетью. На сегодняшний день беспроводные низкоскоростные сети активно развиваются. Их применяют в таких сферах жизни как здравоохранение, образование, военное дело. Безусловно, имеется масса вопросов, которые требуют детального изучения. Например, гарантированное предоставление QoS в низкоскоростных сетях, энергоэффективное управление сетью, алгоритмы для динамических сетей с сервисно-ориентированной архитектурой и так далее. И все те вопросы, которые еще не исследованы, предстоит исследовать в ближайшем будущем.

Литература:

1. RFC-791, Internet protocol, Internet header format, Page 10, 1981 - <http://tools.ietf.org/html/rfc791#section-3.1>
2. RFC-2205, Resource ReSerVation Protocol (RSVP), 1997 - <http://www.ietf.org/rfc/rfc2205.txt>
3. IEEE Std 802.15.4-2006 - <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4-2006.pdf>
4. Perkins C. E., Royer E. M., Ad-hoc On-demand Distance Vector Routing, 1999 - <http://tools.ietf.org/html/rfc3561>
5. Johnson D. B., The Dynamic Source Routing Protocol for Multi-Hop Wireless Ad hoc Networks, 2001 - <http://tools.ietf.org/html/rfc4728>
6. RFC-3626, Optimized Link State Routing Protocol, 2003 - <http://www.ietf.org/rfc/rfc3626.txt>
7. ITU-T G.114, Transmission systems and media, digital systems and networks, 2003 - <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/aap/sg12aap/history/g.114/g114.html>
8. Feng Xia, QoS Challenges and Opportunities in Wireless Sensor/Actuator Networks, 2008 - <http://www.mdpi.org/sensors/papers/s8021099.pdf>
9. Yanjun Li, Real-time QoS support in wireless sensor networks: a survey - http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/18/82/65/PDF/Survey_Rev_Camera_Ready_Paper_ID27.pdf
10. "Новые информационные технологии". Тезисы докладов XVII Международной студенческой школы-семинара - М.: МИЭМ, 2009. Л.С. Восков «Беспроводные сенсорные сети и прикладные проекты» - <http://nit.miem.edu.ru/sbornik/2009/plen/006.html>