

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ MESH-СЕТЕЙ

А.А. Зобнина
В.С. Шерстнёв

Томский политехнический университет
aaz47@tpu.ru

Введение

Задача передачи данных между несколькими объектами (мобильными устройствами) по цепочке является актуальной в настоящее время. Особенно, если данные передаются по самоорганизующейся сети.

В типичной самоорганизующейся сети устройства пользователей просто подключаются к точкам доступа, которые могут перемещаться в пространстве также как и сами пользователи со своими устройствами.

Один из типов самоорганизующихся сетей – mesh-сети (ячеистые сети). В таких одноранговых (P2P, peer-to-peer) распределенных сетях каждый абонент соединяется с устройствами, находящимися в его области доступа, и может принимать на себя функции маршрутизатора. Подобные сети могут обеспечить высокую отказоустойчивость и применяться в военной связи, интеллектуальной транспортной системе, в локальной сети, в бизнесе, образовании, промышленности и коммерции.

Общей целью данного исследования является создание программного обеспечения (ПО) для построения самоорганизующейся сети (mesh-сети), способной передавать данные между разными мобильными устройствами по цепочке.

Описание используемых технологий

Самый распространенный на сегодняшний день стандарт беспроводного соединения устройств – Wi-Fi. Поэтому mesh-сети строятся в основном на этой технологии.

Одним из преимуществ mesh-сетей является независимость. Можно создать свою мобильную сеть передачи данных, которую никто не контролирует. Таким образом, можно всегда оставаться на связи в местах, где отсутствует сетевая инфраструктура. Это может быть крайне полезно в местах повышенного риска, где вынуждены работать специальные бригады, в местах дикой и неосвоенной природы, где ведутся исследования учеными, археологами, геологами или туристами.

В результате сравнения технологий, позволяющих устанавливать связь между двумя мобильными устройствами, была выбрана технология Wi-Fi. Данное решение связано с тем, что радиус действия у выбранной технологии больше и скорость передачи данных выше. Также преграды и помехи не так сильно искажают Wi-Fi сигнал, в сравнение с Bluetooth сигналом.

Технология Wi-Fi Direct [1] позволяет выполнять беспроводную передачу данных между устройствами без доступа к интернету.

Обзор аналогов

В результате поиска аналогов не было обнаружено ни одного мобильного приложения, работающего с технологией Wi-Fi Direct и организующего mesh-сеть.

Однако были найдены приложения, осуществляющие передачу данных между двумя устройствами с помощью технологии Wi-Fi Direct. Примерами таких приложений, работающих под операционной системой (ОС) Android и являющихся продуктами сервиса «Google Play Market», могут служить: Wi-Fi Shoot и SuperBeam.

WiFi Shoot - это приложение, позволяющее использовать технологию Wi-Fi Direct для беспроводной передачи фотографий, видео и любых других файлов между двумя устройствами, работающими под ОС Android [2].

SuperBeam – это приложением для беспроводной передачи данных непосредственно между устройствами (в том числе и с помощью технологии Wi-Fi Direct) [3].

Протокол маршрутизации

Предполагается, что сеть, в которой может использоваться разрабатываемое ПО, будет небольшой, поэтому будет мало служебной информации в узлах сети. Важным аспектом при выборе протокола является скорость передачи данных и пакетов для построения карты сети. Время передачи должно быть минимальным. Наиболее популярным проактивным протоколом является протокол OLSR (Optimized Link-State Routing) [4].

Протокол OLSR основан на механизме широковещательной рассылки для обновления информации о топологии сети, которая известна каждому узлу сети. В OLSR узел сети отправляет своим узлам-соседям, так называемое, HELLO-сообщение, которое дальше не рассылается. Изменение в топологии сети узлы обнаруживают с помощью принятых HELLO-сообщений от соседей.

Узел сообщает своим соседям о доступных ему связях. Каждый абонент сохраняет у себя информацию о своих одношаговых (neighbors) и двухшаговых соседях (two-hop neighbors).

На первых этапах (когда узел только подключился к сети) в HELLO-сообщениях поля «Соседи», «Ретрансляторы», «Селекторы» будут пустыми. Позднее, после получения HELLO-сообщений от других узлов, списки соседей и селекторов должны изменяться. Тогда при последующих отправлениях HELLO-сообщений узел будет информировать соседние узлы (находящиеся в его радиусе действия) об имеющихся соседях и ретрансляторах.

Список соседей изменяется следующим образом: каждый раз после получения HELLO-сообщения осуществляется поиск узла, от которого было получено сообщение, в имеющемся списке соседей. Если такого узла ещё нет, то он добавляется в список, в противном случае ничего не происходит.

Список селекторов изменяется следующим образом: узел, получивший HELLO-сообщение, просматривает принятый список ретрансляторов. Если узел находит себя в этом списке, то записывает узел, от которого было получено сообщение в список своих селекторов. Если узел, от которого получено сообщение, уже присутствует в списке селекторов, то данный узел не добавляется, чтобы избежать повторов. Если же самого узла нет в полученном списке ретрансляторов, но в его списке селекторов есть узел, от которого получено сообщение, то последний узел исключается из списка селекторов. В список селекторов входят узлы, которые выбрали текущий узел в качестве ретранслятора.

Каждый раз после изменения списка соседей узел должен заново определять список своих ретрансляторов. Ретрансляторами узла А считаются его узлы-соседи, через которые можно добраться до всех соседей узла А, отстоящих от него не более чем на два прыжка (hop).

Отправка HELLO-сообщений производится с заданным интервалом. В случае если в течение определенного времени узел не принимает HELLO-сообщение от соседа, то связь с ним считается разорванной. В таблицу топологии сети абонента вносится соответствующее изменение.

Алгоритм выбора ретрансляторов: используя списки соседей, полученные в HELLO-сообщениях от соседних узлов, узел должен заполнить свой набор соседей, доступных через 2 прыжка. После этого из полученных наборов можно найти висячие узлы (узлы, имеющие только одного соседа), которые встречаются только один раз, и сразу добавить в список ретрансляторов узлы, через которые они доступны. После этого идет проверка: все ли узлы из составленных списков доступны через ретрансляторы, если да, то набор ретрансляторов найден; если нет, тогда осуществляется дальнейший поиск ретрансляторов и снова проверка.

Помимо всего в сети узлы периодически передают широковещательное ТС-сообщение (Topology Control). В этом сообщении содержится информация о соединении абонента с одношаговыми соседями.

Узел должен обрабатывать все полученные ТС-сообщения. Эти сообщения создают только узлы-ретрансляторы (узлы, у которых набор селекторов

непустой). Через каждые t секунд происходит рассылка всем узлам-соседям ТС-сообщений, но дальше эти сообщения пересылают только те узлы, у которых отправитель сообщения принадлежит его набору селекторов.

По полученной информации из ТС- и HELLO-сообщений, узел строит граф, который описывает представление о построении сети для данного узла. С помощью этого графа строится таблица кратчайших путей передачи информации до каждого узла сети.

ПО для установления связи между мобильными устройствами

Первым этапом разработки данного ПО было создание мобильного приложения, которое устанавливает связь между двумя мобильными устройствами. Приложение создано на языке программирования Java с использованием технологии Wi-Fi Direct.

Заключение

В результате проведения исследования полностью проработан алгоритм маршрутизации для построения сети из мобильных устройств; создано мобильное приложение, устанавливающее соединение между двумя устройствами для передачи данных.

Тестирование созданного ПО, которое проводилось на четырех мобильных устройствах под ОС Android, показало, что поиск устройств и соединение успешно выполняются без доступа к интернету; отображается информация о подключаемых устройствах.

Список использованных источников

1. Wi-Fi Direct на Android: разбираемся в технологии [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bezprovodoff.com/wi-fi/nastrojka-wi-fi/wi-fi-direct.html>.
2. WiFi Shoot! WiFi Direct [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://4pda.ru/forum/index.php?showtopic=441664>.
3. Superbeam [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://4pda.biz/programs/internet/wi-fi/1869-superbeam.html441664>.
4. Сравнение протоколов маршрутизации для беспроводных мобильных Ad-Hoc сетей [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2014/frt/kurinnoy/library/article1.htm>