

ПОСТРОЕНИЕ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ СЕТИ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ.

Казаков М.Ф.

научный руководитель канд. техн. наук Казаков Ф.А.

Сибирский Федеральный Университет

Введение

Одним из направлений развития информационных сетей является исследования в области создания автономных систем мобильных узлов, соединенных беспроводной линией связи, AdHoc - сетей. Мобильная сеть Ad-Нос (или MANET) представляет собой сеть, состоящую из произвольного числа произвольно перемещающихся (мобильных) узлов, основная особенность которой – это отсутствие централизованной координации или фиксированной инфраструктуры. Каждый узел является не только конечным пользователем системы, но и, при необходимости, выступает в качестве маршрутизатора для пересылки пакетов других узлов. Такие сети позволяют оперативно организовать сетевое взаимодействие между пользователями на больших площадях без серьезных затрат на развертывание специализированной инфраструктуры.

Сети Ad-Нос также характеризуются динамической, случайной и быстро меняющейся топологией. Это делает классические алгоритмы маршрутизации не в состоянии корректно функционировать, поскольку они не являются достаточно надежными и оперативными для такого изменения окружающей среды. Следовательно, является актуальным проводить исследования в области нахождения оптимальных алгоритмов маршрутизации, которые были бы в состоянии эффективно организовывать такие сети.

Классификация протоколов маршрутизации

В настоящее время существует ряд протоколов обеспечивающих маршрутизацию в Ad-Нос сетях. По принципу поиска маршрута выделяют три класса протоколов: проактивные, реактивные и комбинированные.

Проактивные протоколы маршрутизации

Эти типы протоколов обеспечивают предварительное построение таблицы маршрутизации, в которую включаются все известные маршруты. Подобный подход используют все протоколы маршрутизации в проводных локальных сетях. В этом случае, пересылка пакетов начинается без задержек, но присутствуют накладные расходы на поиск маршрутов и построение таблицы маршрутизации, потому что необходимо получить всю необходимую информацию о топологии сети до начала передачи пакетов. В дальнейшем данные протоколы предполагают дополнительные расходы на поддержание маршрутной информации в актуальном виде. Примерами являются DSDV (Destination Sequenced Distance Vector), OLSR (Optimized Link State Routing).

Реактивные протоколы маршрутизации

Эти типы протоколов называются протоколами по требованию. Узлы не хранят необходимую маршрутную информацию все время. Узел инициирует построение маршрута по требованию, в момент поступления запроса на передачу данных. Этот

механизм построения маршрута основан на алгоритме наводнения, узел просто передает первый пакет всем своим соседям, а промежуточные узлы перенаправляют его далее, к своим соседям. Это повторяющиеся действия позволяют доставить пакет до пункта назначения. Как правило, при прохождении пакета запоминается маршрут прохождения (например, в виде списка задействованных узлов) и впоследствии при передаче последующих пакетов эта информация используется для выбора направления. Реактивные методы имеют меньшие накладные расходы на маршрутизацию, но большую задержку при инициации передачи, потому что маршрут между узлами будет найден только тогда, когда один из узлов получит запрос на передачу. Примером реактивных протоколов являются DSR(Dynamic Source Routing), AODV(Ad hoc On-Demand Distance Vector), TOPA(Temporally ordered routing algorithm).

Гибридные протоколы маршрутизации

Гибридные протоколы являются комбинации реактивного и проактивного подходов. Они используют преимущества этих двух протоколов и, как следствие, достаточно эффективно работают в отдельных случаях. Примером гибридного протокола может являться ZRP (Zone Routing Protocol) и HWMP (Hybrid Wireless Mesh Protocol).

Обзор основных протоколов

Протокол DSDV

Протокол DSDV основан на идее классического алгоритма маршрутизации Беллмана-Форда с некоторыми улучшениями. DSDV проактивный, дистанционно векторный алгоритм. Каждый узел поддерживает таблицу маршрутизации, в котором перечислены все доступные направления, количество маршрутизаторов («прыжков») до конечного пункта и номер версии. Узлы периодически передают свои таблицы маршрутизации ближайшим соседям. Узел также передает свою таблицу маршрутизации, если в ней произошло изменение с момента последнего отправленного обновления.

Основная задача алгоритма в том, чтобы исключить возможность создания циклических маршрутов. Для минимизации объема трафика, протокол предусматривает обмен полными таблицами маршрутизации только при серьезных изменениях в топологии сети. В большинстве случаев отправляются более мелкие дополнительные обновления. DSDV был одним из первых разработанных алгоритмов. Он вполне подходит для создания одноранговых сетей с малым числом узлов. Поскольку формальная спецификация этого алгоритма отсутствует, то нет коммерческой реализации этого алгоритма. Были предложены много усовершенствованных вариантов этого алгоритма. Недостатками протоколов на базе DSDV являются то, что они требуют регулярной передачи служебной информации по беспроводной сети для обновления своих таблиц маршрутизации, что использует заряд батареи мобильного устройства и занимает часть полосы пропускания радиоканала, даже когда сеть не используется. Помимо этого, всякий раз, когда изменяется топология сети, создается новый порядковый номер для версии маршрутной информации. При очень динамичных сетях, возможно переполнение данного параметра, т.е. DSDV не подходит для сетей с быстро изменяющейся топологией.

Протокол DSR.

DSR является протоколом реактивной маршрутизации. Этот протокол работает следующим образом: Каждый узел при возникновении требования на передачу строит маршрут в любую точку сети через несколько промежуточных узлов. Полный, упорядоченный список узлов, через которые должен пройти пакет размещается в заголовке каждого пакета. Основные механизмы DSR включают определение маршрута и его обслуживание. Эти два механизма работают совместно, чтобы определять и/или поддерживать маршруты в любую точку сети. Это похоже на AODV в том, что он образует маршрут по требованию, когда одно из устройств запрашивает передачу данных. Тем не менее, он строит маршрутизацию от источника, а не полагаться на таблицу маршрутизации на каждом промежуточном устройстве. При первоначальном определении маршрута пакеты отправляются по всем возможным направлениям и в заголовок добавляется информация о пройденном узле. После того как один из пакетов достиг цели, в его заголовке полностью сформирован маршрут между заданными узлами. В случае возникновения петель, т.е. повторного приема первого пакета, узел уничтожает данный пакет. Одним из основных недостатков данного протокола является неоправданное увеличение размера пакета в случае длинных маршрутах или для больших адресов, таких как IPv6.

На базе DSR, построено много протоколов, которые улучшают отдельные характеристики базовой версии, в том числе DSRFLOW. В данном протоколе для определения исходных маршрутов необходимо запоминать адреса каждого устройства между источником и узлом назначения во время первоначального построения маршрута. Накопленная информация о пути кэшируется промежуточными узлами, и в дальнейшем используется для маршрутизации пакетов. Для минимизации размера пакета, вместо полного маршрута в заголовок повторных пакетов помещается метка маршрута, которая используется для выбора кэшированного маршрута.

Протокол AODV

AODV еще один вариант классического дистанционно векторного протокола, основанный на DSDV и DSR. Тем не менее, AODV использует совсем другой механизм для актуализации маршрутной информации. Он использует традиционные таблицы маршрутизации, по одной записи на место назначения. Важной особенностью AODV является использование для каждой записи таблицы маршрутизации таймера на основе состояний в каждом узле. Протокол для каждой записи маршрута создает последовательный идентификатор. Идентификатор используется для определения актуального маршрута и определение маршрутных петель. Если необходимо выбирать между несколькими маршрутами, то AODV выбирает маршрут с наибольшим идентификатором. Протокол AODV, как и протокол DSR, создает маршруты по необходимости. Тем не менее, AODV принимает традиционные таблицы маршрутизации. Однако используется одна запись на узел назначения, в отличие DSR, в котором поддерживается несколько записей маршрута для каждого узла назначения.

Как и DSDV, AODV предоставляет информацию о нарушении или изменении в сети и предоставляет альтернативные маршруты, но в отличие от DSDV, он не требует глобальных периодических объявлений маршрутизации. Помимо уменьшения количества трансляции в результате разрыва линии связи, AODV также имеет и другие существенные особенности. Всякий раз, когда маршрут доступен от источника к получателю, это не добавляет дополнительные поля заголовка к пакетам. Тем не менее, процесс обнаружения маршрута начинается, когда маршруты не используются и/или истекло время жизни. Эта стратегия снижает воздействие устаревших маршрутов, а

также необходимости актуализации для неиспользуемых маршрутов. Еще одна отличительная черта AODV является способность обеспечить однонаправленную, групповую и широковещательную передачу данных

Протокол TORA

TORA является распределенным протоколом маршрутизации на основе алгоритма "обратного соединения". Он открывает маршруты по требованию, т.е. это протокол реактивного типа. Он ищет несколько маршрутов к месту назначения, быстро устанавливает маршруты, и сводит к минимуму затраты по актуализации маршрутной информации при изменениях топологии.

TORA улучшает распределенный метод обратного соединения, обнаруживая разрывы и прерывания при обратном соединении. Протокол TORA ориентирован на использование для высокодинамичных одноранговых мобильных сетей. TORA имеет три основные операции: создание маршрута, сопровождение маршрута и удаление маршрута. Операция создания маршрута начинается с установки приоритета адресата в 0 и приоритетов всех других узлов в NULL. Источник передает QRY пакет, содержащий идентификатор адресата. Узел с не-NULL приоритетом отвечает широковещательным пакетом UPD содержащий его приоритет. На приема пакета UPD, узел устанавливает приоритет на один больше, чем у генератора UPD. Узел с большим приоритетом, рассматривается дальше от источника, а узел с более низким приоритетом считается ближе. Таким образом, строится ориентированный ациклический граф от источника к месту назначения. Предусмотрено существование нескольких путей до заданного узла.

Анализ существующих протоколов.

Рассмотренные протоколы и их модификации используются при построении современных AdHoc сетей. Основной решаемой задачей для данного класса сетей является поиск оптимального пути передачи информации (маршрута) в условиях непрерывно изменяющейся топологии связей (графа связи сети) с использованием распределенного алгоритма при отсутствии единого центра управления.

При разработке большинства алгоритмов оптимизации основное внимание уделялось вопросам взаимодействия распределенных узлов для формирования маршрута, при этом использовались простейшие критерии оценки оптимальности полученного маршрута. В большинстве протоколов таким критерием является длина маршрута, т.е. число узлов задействованных при передаче информации. В отдельных случаях так же учитывалось максимальная пропускная способность связей между двумя узлами. В идеальном случае оценка оптимальности на основе данных параметров позволяет выбрать наилучший маршрут, однако не учитывает ряд параметров, которые присутствуют в сетях при практическом применении.

Для беспроводных сетей такими параметрами могут быть учет уровня сигнала для канала между двумя узлами и параметры текущей загрузки отдельных фрагментов маршрута.

Поскольку рассматривается вариант построения сети в условиях повышенной мобильности пользователей то возможна ситуация снижения уровня радиосигнала при значительном удалении узлов друг от друга. При ухудшении условий приема узлы снижают скорость связи для обеспечения минимального уровня помех, что негативно сказывается на общей скорости передачи данных. Однако возможен вариант появления промежуточного узла связи, который находится в оптимальных условиях приема для

обоих узлов, и при использовании его в качестве промежуточного, общая скорость передачи может возрасти.

Помимо этого временное снижение скорости может вызвать и дополнительная нагрузка на отдельные фрагменты изначально выбранного маршрута. В таком случае временное использование альтернативного маршрута позволит восстановить скорость передачи.

Высказанные замечания позволяют говорить об актуальности исследований поведения беспроводных сетей в условиях дополнительных нагрузок и снижения пропускной способности, что позволит разработать протокол маршрутизации с учетом динамических параметров функционирования AdHoc сети.