

АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ МАРШРУТИЗАЦИИ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ

© 2016 Е. П. Вялова

Воронежский институт высоких технологий

В данной статье проводится описание адаптивного алгоритма маршрутизации в компьютерных сетях. Процесс построения маршрута запускается для каждого направления по требованию, при этом отправляется зонд-запрос на установление маршрута соседним маршрутизаторам, при этом вес узла-отправителя принимается глобальным максимумом.

Ключевые слова: маршрутизация, компьютерная сеть, протокол.

TORA – адаптивный алгоритм маршрутизации, основными свойствами которого являются:

- распределенное исполнение;
- исключение заикливания;
- многопутевая маршрутизация;
- реактивное или активное создание и поддержание маршрута;
- быстрая реакция на топологические изменения.

Распределенность TORA заключается в том, что маршрутизаторы хранят информацию только о прилегающих узлах, в то же время, как и в дистанционно-векторных протоколах (основанные на Distance Vector Algorithm (DVA)) сохраняются маршруты для каждого направления. Однако в данном протоколе кратчайшие пути обновляются не постоянно, а для оценки оптимальности маршрута используются весовые метрики узлов, созданные при установлении маршрута.

Ориентированный характер маршрутизации TORA поддерживает смесь реактивной и активной маршрутизации для каждого направления. Реактивность протокола заключается в том, что источники инициируют создание маршрутов для данного направления по требованию. Данный режим работы выгодно использовать в динамично изменяющихся сетях с относительно редким трафиком, так как при нем нет необходимости сохранять маршруты между всеми парами источник/приемник постоянно. В то же время, по отдельным маршрутам могут совершаться действия, напоминающие проактивные протоколы маршрутизации, что позволяет сохранять маршруты по постоянно

или часто требующимся направлениям (например, для серверов и шлюзов).

Протокол TORA предназначен для сведения к минимуму действий, связанных с адаптацией сети к топологическим изменениям, так же минимизирован объем служебных сообщений, который, как правило, локализован вокруг очень небольшого набора узлов вблизи топологических преобразований. Вторичный механизм, используемый независимо от динамики топологии сети, заключается в проверке и оптимизации существующих маршрутов.

Конструкция и гибкость TORA обеспечивает ее функционирование при высокой динамике сети при сохранении высокой пропускной способности - что потенциально хорошо подходит для использования в динамических беспроводных сетях.

Протокол TORA предоставляет следующие услуги для соседних маршрутизаторов:

- связь статуса зондирования и ближнего окружения узла;
- информация о надежности доставки пакетов окружающими узлами;
- связь сетевых адресов с картой существующих маршрутов;
- безопасность аутентификации.

Такие события, как получение управляющих сообщений и изменения в качестве соединения с соседними маршрутизаторами запускают алгоритмическую реакцию протокола. Также процесс построения маршрута запускается для каждого направления по требованию, при этом отправляется зонд-запрос на установление маршрута соседним маршрутизаторам, при этом вес узла-отправителя принимается глобальным максимумом. Соседние узлы согласуют свой вес, назначают направление пересылки

(«вверх» или «вниз») для каждого соседнего маршрутизатора и передают зонд-запрос далее. Впоследствии маршрут передачи выбирается по направлению «вниз» в соответствии с принятыми направлениями пересылки. Маршрутизаторы без весовой метрики или с неопределенным направлением считаются неориентированными и не могут быть использованы для пересылки.

Рассмотрим построение маршрута на примере графа, представленного на рисунке 1.

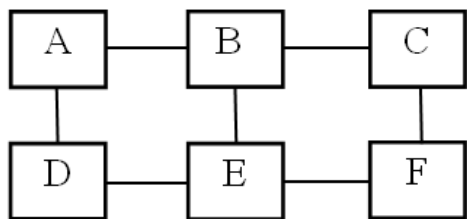


Рис. 1. Пример графа сети для построения маршрута

Обозначим вес узла H и, приняв следующие весовые метрики узлов:

- $H(C) > H(B) > H(E) > H(F)$, при построении маршрута $C - F$;

- $H(D) > H(A) > H(B) > H(E) > H(F)$ при построении маршрута $D - F$; получим весовой направленный ациклический граф (рис. 2).

В данном примере узел C расположен ближе к узлу F с точки зрения количества переходов, но весовая метрика B выше чем F , поэтому передача будет происходить по маршруту $C - B - E - F$. Также маршрут $D - F$ будет выглядеть следующим образом $D - A - B - E - F$.

Работу протокола TORA можно разделить на три основных этапа:

- создание маршрутов;
- поддержание маршрутов;
- удаление маршрутов;
- а также дополнительный этап – оптимизация маршрутов.

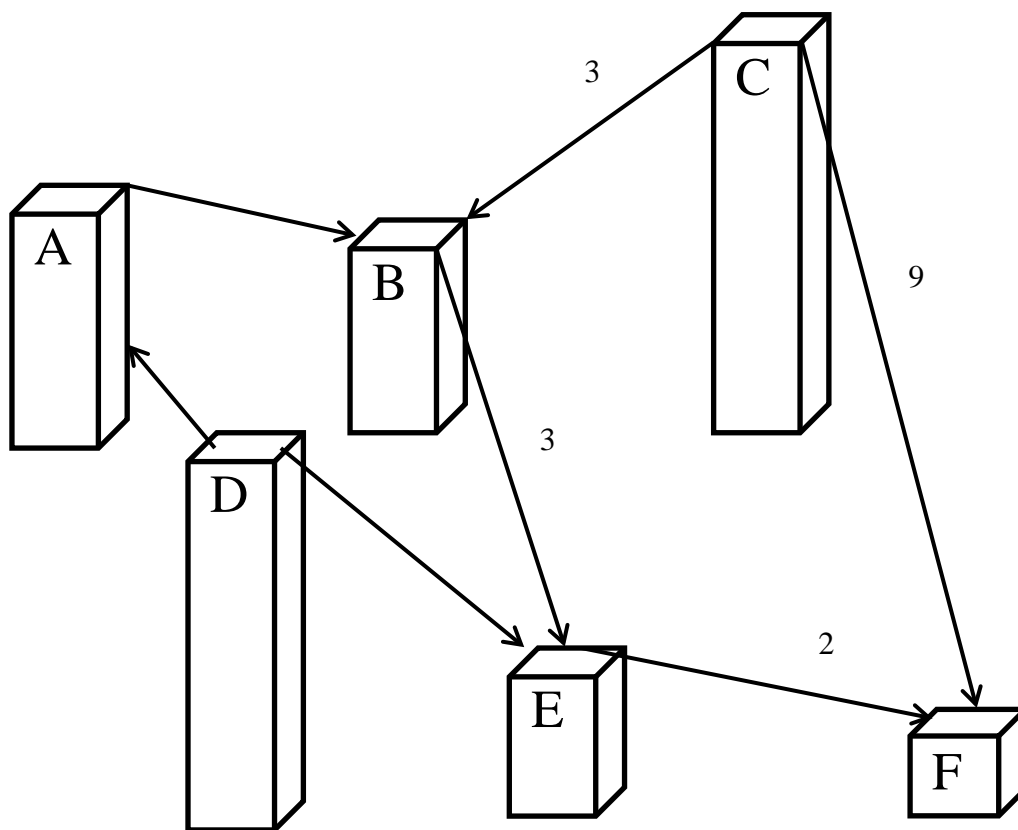


Рис. 2. Весовой направленный ациклический граф

Создание маршрута соответствует выбору весовых метрик для формирования направленной последовательности связей, ведущих к месту назначения в ранее неориентированной сети или части сети.

Поддержание маршрутов относится к адаптации маршрутизации структуры в ответ на топологические изменения сети. Например, после потери некоторых маршрутизаторов при пересылке пакетов по направле-

нию «вниз» часть путей может не приводить к месту назначения. Это событие вызывает последовательность направленных ссылок на откат и как результат – повторное назначение весовых метрик маршрутизаторов, что в свою очередь переориентирует структуру маршрутизации таким образом, чтобы все направленные пути снова приводили к месту назначения. В тех случаях, когда сеть оказывается разделенной, ссылки в другие части сети, которые оказались отделены от узла назначения, должны быть помечены как неориентированные.

Удаление недействительных маршрутов. В ходе этого процесса стираются маршруты, весовая метрика маршрутизаторов приравнивается к нулю, и их прилегающие ссылки становятся неориентированными, наконец, протокол TORA включает в себя вторичные механизмы для оптимизации маршрутов, при которых маршрутизаторы могут повторно установить весовую метрику, для того чтобы улучшить структуру маршрутизации.

Перечисленные выше этапы выполняются при помощи четырех различных служебных пакетов: запрос (QRY), обновление (UPD), удаление (CLR), а также оптимизация (OPT).

Создание маршрутов может быть начато по требованию источника или изначально в проактивном режиме. В любом случае, маршрутизаторы устанавливают весовые метрики и назначают направления связей в соответствии с расположением адресата.

В активном режиме, создание маршрутов осуществляется с помощью запросов и ответов на них, используя механизм QRY и UPD-пакетов. Источник инициирует процесс, направив QRY пакет своим соседям, которые определяют направление, для которого запрашивается маршрут. QRY пакеты распространяются от источника до тех пор, пока он не получит от одного или нескольких маршрутизаторов маршрут к месту назначения. Маршрутизатор установивший маршрут выставляет флаг и отказывается от каких-либо последующих QRY пакетов, направленных к тому же пункту назначения, что уменьшает количество дальнейших запросов. Узлы, находящиеся на пути к месту назначения, отправляют UPD пакет своим соседям, чтобы определить соответствующие им направления и весовые метрики.

В проактивном режиме инициирует процесс создания маршрутов на основе OPT пакетов, которые обрабатываются и переда-

ются соседними маршрутизаторами. В OPT пакетах указаны ID-пункта назначения, режим работы для пункта назначения и весовые метрики маршрутизатора отправившего OPT пакет. OPT пакет также содержит последовательность чисел, которая используется для однозначной идентификации пакета.

Все имеющиеся протоколы характеризуются рядом показателей, которые различным образом влияют на характеристики сети. Степень влияния этих показателей также различна. Выбор протокола маршрутизации для построения мобильной адаптивной сети с ячеистой топологией является задачей многокритериального выбора.

Структуру принимаемого решения можно представить иерархией, включающей цель, критерии и подкритерии, абонентов, на которых влияет рассматриваемое решение, и альтернативные варианты решения.

В качестве частных критериев выбора протокола маршрутизации можно использовать следующие:

- Объем потерянной информации (K_1),
- Задержка (K_2),
- Загрузка сети (K_3),
- Отношение числа ретранслированных пакетов к отправленным (K_4),
- Интенсивность входного потока (K_5).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кульнева Е. Ю. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств. / Е. Ю. Кульнева, И. А. Гащенко // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 50.
2. Ермолова В. В. Архитектура системы обмена сообщений в немаршрутизируемой сети / В. В. Ермолова, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2010. – № 7. – С. 79-81.
3. Фомина Ю. А. Принципы индексации информации в поисковых системах / Ю. А. Фомина, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2010. – № 7. – С. 98-100.
4. Львович Я. Е. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи / Я. Е. Львович, И. Я. Львович, А. П. Преображенский, С. О. Головинов // Телекоммуникации. – 2010. – № 11. – С. 2-6.
5. Зазулин А. В. Особенности построения семантических моделей предметной области / А. В. Зазулин, Ю. П. Преображенский

// Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 026-028.

6. Болучевская О. А. Свойства методов оценки характеристик рассеяния электромагнитных волн / О. А. Болучевская, О. Н. Горбенко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2013. – № 3. – С. 4.

7. Дешина А. Е. Интегральная оценка общего риска при синтезе ИТКС на основе параметров риска ее компонентов / А. Е. Дешина, И. А. Ушкин, О. Н. Чопоров // Информация и безопасность. – 2013. – Т. 16. – № 4. – С. 510-513.

8. Душкин А. В. Декомпозиционная модель угроз безопасности информационно-телекоммуникационным системам / А. В. Душкин, О. Н. Чопоров // Информация и безопасность. – 2007. – Т. 10. – № 1. – С. 141-146.

9. Паневин Р. Ю. Структурные и функциональные требования к программному комплексу представления знаний / Р. Ю. Паневин, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 061-064.

10. Львович Я. Е. Адаптивное управление марковскими процессами в конфликтной ситуации / Я. Е. Львович, Ю. П. Преображенский, Р. Ю. Паневин // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2008. – Т. 4. – № 11. – С. 170-171.

11. Зацепин Э. С. Моделирование распространения радиоволн в сотовых системах связи / Э. С. Зацепин, А. Г. Складар, Д. В. Русанов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2015. – № 3. – С. 2.

12. Акатов Д. В. Технология создания компьютерной сети производственного предприятия / Д. В. Акатов, А. Г. Юрочкин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2015. – № 3. – С. 8.

13. Дружинин М. А. Характеристики протоколов маршрутизации mesh сетей / М. А. Дружинин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2015. – № 2. – С. 4.

14. Акатов Д. В. Характеристики основных средств для анализа и оптимизации корпоративных сетей / Д. В. Акатов, А. Г. Юрочкин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2015. – № 2. – С. 8.

15. Гребенников А. Н. Моделирование распространения информации в компьютерных сетях / А. Н. Гребенников, А. В. Данилова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2015. – № 2. – С. 10.

16. Преображенский А. П. Построение модуля расчета для исследования систем мобильной связи / А. П. Преображенский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2015. – № 1. – С. 6.

17. Зацепин Э. С. Характеристики протоколов в mesh-сетях / Э. С. Зацепин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2015. – № 1. – С. 11.

18. Кострова В. Н. Возможности сетевого информационного обмена / В. Н. Кострова, О. В. Милошенко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2015. – № 1. – С. 20.

19. Кострова В. Н. Программные решения для анализа информационной безопасности / В. Н. Кострова, О. В. Милошенко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2015. – № 1. – С. 21.

THE ADAPTIVE ROUTING ALGORITHM IN COMPUTER NETWORKS

© 2016 E. P. Vyalova

Voronezh institute of high technologies

This paper provides a description of the adaptive routing algorithm in computer networks. The process of building a route is started for each direction on demand, by sending the probe-request for the establishment of a route to neighboring routers, and the weight of the node of the sender accepted the global maximum.

Keywords: routing, computer network, protocol.