

З.Д. Дилмуродов

*Ассистент кафедры «Компьютерные системы»
Каршинского филиала ТУИТ им. Мухаммада ал-Хоразми*

ПРОТОКОЛЫ МАРШРУТИЗАЦИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

***Аннотация.** Статья рассматривает различные протоколы маршрутизации, их принципы работы и применение в компьютерных сетях для оптимизации маршрутов передачи данных, повышения надежности и эффективности сетевой инфраструктуры.*

***Ключевые слова:** проблемы маршрутизации, протоколы маршрутизации, маршрутизация, протокол, сеть, пакет, связь.*

Z.D. Dilmurodov

*Assistant of the Department "Computer Systems" of the
Karshi Branch of TUIT named after Muhammad al-Khwarizmi*

ROUTING PROTOCOLS AND THEIR APPLICATION IN COMPUTER NETWORKS

***Abstract.** This article examines various routing protocols, their operating principles, and their application in computer networks to optimize data transmission routes, improve reliability, and enhance the efficiency of the network infrastructure.*

Keywords: routing problems, routing protocols, routing, protocol, network, packet, connection.

Введение. Задачи маршрутизации решаются на основе анализа таблиц маршрутизации, размещенных на всех маршрутизаторах и конечных узлах сети. Основная работа по созданию таблицы маршрутизации выполняется автоматически, однако предусмотрена возможность ручного внесения изменений и дополнений.

Для автоматического построения таблицы маршрутизации маршрутизаторы обмениваются информацией о топологии сети в соответствии со специальным служебным протоколом. Такие протоколы называются протоколами маршрутизации (или маршрутизирующими протоколами). Протокол маршрутизации (например, RIP, OSPF, NLSP) следует отличать от сетевых протоколов (например, IP, IPX). Оба типа протоколов выполняют задачи сетевого уровня модели OSI. Они доставляют пакеты к адресатам в различных подсетях. Однако первые из них передают исключительно служебную информацию, а вторые предназначены для передачи пользовательской информации, аналогично протоколам канального уровня. Протоколы маршрутизации используют сетевые протоколы в качестве транспортного средства. Когда пакеты протоколов маршрутизации обмениваются информацией о маршрутах, они размещаются в поле данных пакетов сетевого или даже транспортного уровня. Поэтому с точки зрения размещения пакетов протоколов маршрутизации следует рассматривать как более высокий уровень по сравнению с формальным сетевым уровнем.

Основная часть. Когда маршрутизаторы обращаются к таблицам адресов для принятия решения о передаче пакетов, можно заметить их сходство с мостами и коммутаторами. Однако природа адресных таблиц, которые они используют, существенно различается. Вместо MAC-адресов в таблицах маршрутизации указываются номера подсетей, соединенных через межсетевые соединения. Другим отличием таблицы маршрутизации от

адресных таблиц мостов является способ их построения. Если мосты строят свои таблицы, пассивно наблюдая за информационными кадрами, передаваемыми между конечными узлами сети, то маршрутизаторы активно обмениваются специальными служебными пакетами, информируя соседей о подсетях, маршрутизаторах и их связях. Обычно при этом учитывается не только топология связей, но и их пропускная способность и состояние. Это позволяет маршрутизаторам быстрее адаптироваться к изменениям конфигурации сети и корректно передавать пакеты в сложных сетях с произвольной топологией.

С помощью протоколов маршрутизации маршрутизаторы составляют карту сетевых соединений с различной степенью детализации. На основе этой информации принимается решение о том, какому маршрутизатору передать пакеты для определенной подсети, чтобы маршрут был наиболее оптимальным. Результаты этих решений заносятся в таблицы маршрутизации. Если конфигурация сети изменяется, некоторые записи в таблицах могут стать недействительными, что иногда приводит к потере или остановке пакетов.

Качество работы всей сети зависит от того, насколько Протокол маршрутизации способен адаптировать содержимое таблиц к реальному состоянию сети. Протоколы маршрутизации различаются методами построения таблиц маршрутизации, способами выбора оптимального маршрута и другими характеристиками. Это ускоряет передачу пакетов через сеть, снижает нагрузку на маршрутизаторы, но увеличивает нагрузку на конечные узлы. Такая схема используется редко, за исключением случаев, когда требуется распределенная одноэтапная маршрутизация. Однако в новой версии протокола IP предусмотрена поддержка как классической одноэтапной маршрутизации, так и маршрутизации на основе источника.

Одноэтапные алгоритмы делятся на три класса в зависимости от метода построения таблиц маршрутизации:

- статические алгоритмы маршрутизации;
- простые алгоритмы маршрутизации;
- динамические (или адаптивные) алгоритмы маршрутизации.

Статическая маршрутизация предполагает, что все записи в таблице маршрутизации являются статическими. Администратор сети сам определяет, каким маршрутизаторам передавать пакеты для определенных адресов, и вручную добавляет записи в таблицу маршрутизации с помощью утилит (например, `route` для Unix или Windows NT). Такая таблица создается во время загрузки системы и остается неизменной, если в нее не вносятся изменения вручную. Например, такие изменения могут понадобиться, если один из маршрутизаторов выходит из строя, и его функции берет на себя другой маршрутизатор. Существует два типа таблиц маршрутизации: однопутевые и многопутевые. В однопутевой таблице для каждого адреса указан только один маршрут, а в многопутевой — несколько альтернативных маршрутов. В последнем случае один из маршрутов назначается основным, а остальные являются резервными. Очевидно, что статический алгоритм подходит только для простых сетей с небольшой топологией. Однако он может быть эффективным для работы с крупными магистральными сетями, поскольку такие сети обычно имеют простую структуру с наилучшими маршрутами для подсетей, подключенных к магистрали.

Простые алгоритмы маршрутизации не используют таблицы маршрутизации или обходятся без протоколов маршрутизации. Существуют три типа простой маршрутизации:

- случайная маршрутизация, при которой пакеты отправляются в произвольные направления, отличные от первоначального;
- лавинная маршрутизация, когда пакеты рассылаются во все возможные направления, помимо первоначального;

- маршрутизация на основе предыдущего опыта, когда выбор маршрута осуществляется на основе таблицы, сформированной путем анализа адресных полей пакетов на входных портах.

Наиболее распространенным является динамический (или адаптивный) алгоритм маршрутизации. Такие алгоритмы автоматически обновляют таблицы маршрутизации при изменении конфигурации сети. Протоколы, построенные на основе динамических алгоритмов, оперативно фиксируют изменения в конфигурации сетей и собирают информацию о топологии связей. Динамическая маршрутизация обычно включает данные о времени жизни маршрута (Time To Live, TTL). Такие алгоритмы, как правило, распределены, что позволяет собирать и обобщать топологическую информацию всеми маршрутизаторами сети.

Динамические алгоритмы маршрутизации должны соответствовать нескольким важным требованиям. Во-первых, они должны обеспечивать не только оптимальность, но и приемлемость маршрута. Во-вторых, алгоритмы должны быть достаточно простыми, чтобы их реализация не требовала значительных ресурсов сети. Наконец, алгоритмы маршрутизации должны быть предсказуемыми и давать одинаковый результат при одинаковых условиях.

Динамические протоколы маршрутизации, используемые в современных сетях, делятся на две группы в зависимости от используемого алгоритма:

- алгоритмы векторного расстояния (Distance Vector Algorithms);
- алгоритмы состояния связи (Link State Algorithms).

Алгоритмы векторного расстояния предполагают, что каждый маршрутизатор периодически и широковещательно передает вектор, компоненты которого представляют собой расстояния от данного маршрутизатора до всех известных ему сетей. Под расстоянием понимается количество переходов (хопов) между маршрутизаторами или время прохождения пакетов через соседние маршрутизаторы. После получения

вектора от соседа маршрутизатор увеличивает расстояния на значение, равное расстоянию до этого соседа, добавляет информацию о сетях, о которых узнал от соседей, и передает обновленный вектор дальше. В результате каждый маршрутизатор получает информацию о всех сетях в межсетевом пространстве и расстояниях до них через соседние маршрутизаторы.

Наиболее распространенным протоколом, основанным на алгоритме векторного расстояния, является RIP. Он существует в двух версиях: RIP IP для работы с протоколом IP и RIP PX для работы с протоколом IPX.

Алгоритмы состояния связи предоставляют каждому маршрутизатору достаточно информации для построения точного графа сетевых соединений. Все маршрутизаторы работают на основе одинаковых графов, что обеспечивает устойчивость маршрутизации к изменениям конфигурации сети. Широковещательная передача используется только при изменении состояния соединений, что редко встречается в надежных сетях.

Протоколы, основанные на алгоритмах состояния связи, включают IS-IS стека OSI (Intermediate System to Intermediate System), OSPF стека TCP/IP (Open Shortest Path First) и NLSP стека Novell.

Таким образом, выбор маршрутов для передачи пакетов в IP-сетях осуществляется на основе таблиц маршрутизации. Сам протокол IP не предоставляет возможности выбора правильного маршрута, для этого используются управляющие протоколы обмена информацией, такие как ICMP, OSPF и RIP.

Основы маршрутизации в IP-сетях: Задачей сетевого уровня является маршрутизация, то есть передача пакетов между двумя конечными узлами в составе сети.

В данной сети 20 маршрутизаторов объединяют 18 сетей: S1, S2, ..., S20. Каждый маршрутизатор имеет несколько портов (не менее двух), через которые подключаются сети. Каждый порт маршрутизатора имеет сетевой

адрес и локальный адрес. Например, маршрутизатор M1 с тремя портами подключен к сетям S1, S2 и S3. Адреса портов обозначены как M1(1), M1(2) и M1(3). Порт M1(1) имеет локальный адрес в сети S1, порт M1(2) — в сети S2, а порт M1(3) — в сети S3. Таким образом, маршрутизатор можно рассматривать как совокупность узлов, каждый из которых принадлежит своей сети. Поскольку маршрутизатор является единым устройством, он не имеет собственного сетевого или локального адреса.

В сложных сетях почти всегда существует несколько альтернативных маршрутов для передачи пакетов между двумя конечными узлами. Маршрут представляет собой последовательность маршрутизаторов, через которые должен пройти пакет от отправителя до получателя. Например, пакет, отправленный из узла А в узел В, может пройти через маршрутизаторы 17, 12, 5, 4 и 1 или через маршрутизаторы 17, 13, 7, 6 и 3. Другие возможные маршруты также легко найти. Выбор маршрута осуществляется маршрутизаторами и конечными узлами на основе информации о текущей конфигурации сети и заданных критериев выбора.

Заключение. В данной статье рассмотрены процессы решения задач маршрутизации на основе анализа таблиц маршрутизации, размещенных на маршрутизаторах и конечных узлах сети. Основная работа по созданию таблицы маршрутизации выполняется автоматически, однако предусмотрена возможность ручного внесения изменений и дополнений. Таким образом, маршрутизатор можно рассматривать как совокупность узлов, каждый из которых принадлежит своей сети.

Использованная литература:

1. RFC 2453, RIP Version 2 [Электронный ресурс]: Энциклопедия сетевых протоколов. — Режим доступа: <https://tools.ietf.org/html/rfc2453>.
2. Мищенко П. В. Маршрутизация в составных сетях: учеб.-метод. пособие / П. В. Мищенко. — Новосибирск: НГТУ, 2016. — 72 с.

3. RFC 1142, OSI IS-IS Intra-domain Routing Protocol [Электронный ресурс]: Энциклопедия сетевых протоколов.
4. Онлайн курсы по сетевым технологиям Cisco IOS [Электронный ресурс]: содержит 707 уроков по сетевым технологиям.
5. Zuhridin DILMURODOV, S. M. (2024). MODERN METHODOLOGY FOR TEACHING THE SCIENCE OF “COMPUTER NETWORKS” IN THE CONTEXT OF DIGITIZATION . *News of the NUUz*, 1(1.7), 129-131. <https://doi.org/10.69617/nuuz.v1i1.7.3467129>
6. Бекматов А.К. (2024). ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ В СЕТЕВЫХ СИСТЕМАХ. *Экономика и социум*, (5-1 (120)), 1977-1982.