

Изучение таблицы маршрутизации

Цель работы: Изучить правила адресации сетевого уровня, научиться распределять адреса между участниками сети передачи данных и организовывать маршрутизацию между сегментами сети

Основные понятия

Сетевой уровень отвечает за возможность доставки пакетов по сети передачи данных – совокупности сегментов сети, объединенных в единую сеть любой сложности посредством узлов связи, в которой имеется возможность достижения из любой точки сети в любую другую.

Архитектуру сетевого уровня удобно рассматривать на примере сетевого протокола IP – самого распространенного в настоящее время, основного протокола сети Интернет. Термин «стек протоколов **TCP/IP**» означает «набор протоколов, связанных с IP и TCP(протоколом транспортного уровня)».

Архитектура протоколов TCP/IP предназначена для объединенной сети, состоящей из соединенных друг с другом шлюзами отдельных разнородных пакетных подсетей, к которым подключаются разнородные машины.

Каждая из подсетей работает в соответствии со своими специфическими требованиями и имеет свою природу средств связи.

Однако предполагается, что каждая подсеть может принять пакет информации (данные с соответствующим сетевым заголовком) и доставить его по указанному адресу в этой конкретной подсети. Не требуется, чтобы подсеть гарантировала обязательную доставку пакетов и имела надежный сквозной протокол. Таким образом, две машины, подключенные к одной подсети, могут обмениваться пакетами.

Когда необходимо передать пакет между машинами, подключенными к разным подсетям, то машина-отправитель посыпает пакет в соответствующий шлюз (шлюз подключен к подсети также как обычный узел). **Шлюз (gateway)**– любое сетевое оборудование с несколькими сетевыми интерфейсами и осуществляющее продвижение пакетов между сетями на уровне протоколов сетевого уровня.

Из шлюза пакет направляется по определенному маршруту через систему шлюзов и подсетей, пока не достигнет шлюза, подключенного к той же подсети, что и машина-получатель; там пакет направляется к получателю.

Таким образом, шлюз выполняет **маршрутизацию** – процедуру нахождения в структуре сети пути достижения получателя (построение пути доставки пакетов).

Если **хост** подключен к нескольким сетям, он должен иметь несколько сетевых адресов, как минимум столько, сколько каналов к нему подключено.

Даже если хост не является шлюзом между подсетями, все равно в нем присутствует таблица маршрутизации, ведь любой хост должен отправлять пакеты напрямую членам своей подсети, через какой-то шлюз другим подсетям и не передавать в сеть пакеты, предназначенные самому себе (заворачивать их по внутренней петле **127.0.0.1**).

Правила маршрутизации

Правила маршрутизации определяют, куда и как должны посыпаться пакеты для разных сетей.

Каждое правило состоит из следующих компонентов:

1. Начальный **адрес** подсети, порядок достижения которой описывает правило.
2. **Маска** подсети, которую описывает правило.
3. **Шлюз** показывает, на какой адрес будут посланы пакеты, идущие в сеть назначения.

Если пакеты будут идти напрямую, то указывается собственный адрес (точнее тот адрес того канала, через который будут передаваться пакеты).

4. **Интерфейс** показывает через какой сетевой адаптер (его номер или IP адрес) должен посыпаться пакет в заданную сеть;

5. **Метрика** показывает время, за которое пакет может достигнуть сети получателя (величина условная и может быть изменена при маршрутизации). Если имеется несколько правил достижения одной сети, пакеты посыпаются по правилу с наименьшей метрикой.

Применение правила заключается в определении, принадлежит ли хост назначения сети, указанной в правиле, и если принадлежит, то пакет отправляется на адрес шлюза через интерфейс.

Правила маршрутизации сведены в таблицу маршрутизации (где расположены по степени уменьшения маски), которую можно посмотреть с помощью команды **ROUTE PRINT**.

Правила применяются в порядке уменьшения масок.

Правила с равными масками применяются в порядке увеличения метрики.

Пример таблицы маршрутизации

Рассмотрим таблицу маршрутизации, имеющую следующий вид:

```
=====
Interface List
13...90 4c e5 be 15 63 ....Atheros AR9285 802.11b/g/n WiFi Adapter
 1..... Software Loopback Interface 1
25...00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter
12...00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft 6to4 Adapter
26...00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter #2
14...00 00 00 00 00 00 e0 Teredo Tunneling Pseudo-Interface
=====

IPv4 Route Table
=====
Active Routes:
Network Destination      Netmask        Gateway       Interface Metric
          0.0.0.0          0.0.0.0   192.168.1.1  192.168.1.11    25
         127.0.0.0        255.0.0.0   On-link        127.0.0.1    306
         127.0.0.1        255.255.255.255  On-link        127.0.0.1    306
        127.255.255.255  255.255.255.255  On-link        127.0.0.1    306
         192.168.1.0        255.255.255.0  On-link      192.168.1.11    281
        192.168.1.11      255.255.255.255  On-link      192.168.1.11    281
        192.168.1.255      255.255.255.255  On-link      192.168.1.11    281
         224.0.0.0          240.0.0.0   On-link        127.0.0.1    306
         224.0.0.0          240.0.0.0   On-link      192.168.1.11    281
      255.255.255.255    255.255.255.255  On-link        127.0.0.1    306
      255.255.255.255    255.255.255.255  On-link      192.168.1.11    281
=====
Persistent Routes:
 None
=====

IPv6 Route Table
=====
Active Routes:
If Metric Network Destination      Gateway
 14     58 ::/0           On-link
  1     306 ::1/128        On-link
 14     58 2001:::/32      On-link
 14     306 2001::9d38:6ab8:1863:3bca:3f57:fef4/128
 14     306 fe80::/64        On-link
 14     306 fe80::1863:3bca:3f57:fef4/128
  1     306 ff00::/8         On-link
 14     306 ff00::/8         On-link
=====
Persistent Routes:
 None
```

Изучение списка интерфейсов

В первом разделе, Interface List (Список интерфейсов), отображаются адреса управления доступом к среде передачи данных (MAC), а также номера, присвоенные каждому интерфейсу подключения к сети на этом узле.

```
=====
Interface List
13...90 4c e5 be 15 63 .... Atheros AR9285 802.11b/g/n WiFi Adapter
1..... Software Loopback Interface 1
25....00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter
12....00 00 00 00 00 e0 Microsoft 6to4 Adapter
26....00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter #2
14....00 00 00 00 00 e0 Teredo Tunneling Pseudo-Interface
=====
```

В первом столбце приводится номер интерфейса, а во втором — список MAC-адресов, связанных с интерфейсами подключения к сети на узлах. Эти интерфейсы могут включать в себя адAPTERы Ethernet, Wi-Fi и Bluetooth. В третьем столбце указываются производитель и описание интерфейса.

В данном примере в первой строке отображается беспроводной интерфейс, подключённый к локальной сети.

Примечание. Если на вашем ПК активированы интерфейс Ethernet и беспроводной адAPTER, то в списке интерфейсов будут указаны оба интерфейса.

Назовите MAC-адрес интерфейса, подключённого к вашей локальной сети?

Во второй строке указан loopback (интерфейс «обратной петли»). Если на узле работает протокол TCP/IP, интерфейсу loopback автоматически назначается IP-адрес 127.0.0.1.

Последние четыре строки отражают технологию передачи данных, которая обеспечивает связь в смешанной среде и включает протоколы IPv4 и IPv6.

Изучение записей в таблице маршрутизации узла IPv4

В части 2 вам необходимо изучить таблицу маршрутизации узла IPv4. Она составляется второй раздел выходных данных команды route print. В таблице указываются все известные маршруты IPv4, включая прямые подключения, локальную сеть и локальные маршруты по умолчанию.

```
IPv4 Route Table
=====
Active Routes:
Network Destination      Netmask     Gateway       Interface   Metric
          0.0.0.0        0.0.0.0   192.168.1.1    192.168.1.11    25
         127.0.0.0    255.0.0.0   On-link        127.0.0.1    306
         127.0.0.1  255.255.255.255  On-link        127.0.0.1    306
        127.255.255.255  255.255.255.255  On-link        127.0.0.1    306
         192.168.1.0    255.255.255.0   On-link      192.168.1.11    281
        192.168.1.11  255.255.255.255  On-link      192.168.1.11    281
        192.168.1.255  255.255.255.255  On-link      192.168.1.11    281
          224.0.0.0     240.0.0.0   On-link        127.0.0.1    306
          224.0.0.0     240.0.0.0   On-link      192.168.1.11    281
      255.255.255.255  255.255.255.255  On-link        127.0.0.1    306
      255.255.255.255  255.255.255.255  On-link      192.168.1.11    281
=====
Persistent Routes:
  None
```

Выходные данные содержат пять столбцов: Сеть назначения (Network Destination), Маска подсети (Netmask), Шлюз (Gateway), Интерфейс (Interface) и Метрика (Metric).

- В столбце Network Destination (Сеть назначения) перечисляются доступные сети. Для сопоставления с IP-адресом назначения сеть назначения используется с маской подсети.

- В столбце Netmask (Маска подсети) указываются маски подсети, позволяющие определить сетевую и узловую части IP-адреса.
- В столбце Gateway (Шлюз) указывается, какой адрес используется узлом для отправления пакетов по адресу назначения удалённой сети. Если узел назначения подключён напрямую, то в выходных данных шлюз отображается как On-link.
- В столбце Interface (Интерфейс) указывается IP-адрес, настроенный на адаптере локальной сети. Он используется для передачи пакета по сети.
- В столбце Metric (Метрика) указывается стоимость использования маршрута. Эти данные позволяют рассчитать наилучший маршрут к месту назначения. Предпочтительный маршрут отличается более низким значением метрики по сравнению с другими вариантами.

В выходных данных отображаются пять различных типов активных маршрутов:

- Локальный маршрут по умолчанию 0.0.0.0 используется в тех случаях, когда пакет не соответствует другим адресам, указанным в таблице маршрутизации. Для дальнейшей обработки пакет направляется на шлюз с ПК. В данном примере пакет будет отправлен на адрес 192.168.1.1 с адреса 192.168.1.11.
- Адреса loopback с 127.0.0.0 до 127.255.255.255 относятся к прямому подключению и предоставляют сервисы локальному узлу.
- Все адреса для подсети с 192.168.1.0 до 192.168.1.255 относятся к узлу и локальной сети. Если конечный пункт назначения пакета находится в локальной сети, то пакет покинет интерфейс 192.168.1.11 и направлен на шлюз 192.168.1.1.
 - Адрес локального маршрута 192.168.1.0 представляет все устройства в сети 192.168.1.0/24.
 - IP-адрес локального узла — 192.168.1.11.
 - Широковещательный адрес сети 192.168.1.255 используется для отправки сообщений на все узлы в локальной сети.
- Особые групповые адреса класса D (многоадресная рассылка) 224.0.0.0 зарезервированы для использования либо через интерфейс loopback (127.0.0.1), либо через узел (192.168.1.11).
- Локальный широковещательный адрес 255.255.255.255 можно использовать через интерфейс loopback (127.0.0.1) или узел (192.168.1.11).

Исходя, из содержимого таблицы маршрутизации IPv4 Вашего ПК, что будет делать ПК, если пакет нужно отправить по адресу 192.168.1.15?

Что будет делать ПК, если пакет нужно отправить на удалённый узел по адресу 172.16.20.23?

Изучение записей в таблице маршрутизации узла IPv6

В таблице маршрутизации указываются все известные маршруты IPv6, включая прямые подключения, локальную сеть и локальные маршруты по умолчанию.

IPv6 Route Table					
=====					
Active Routes:					
If	Metric	Network	Destination	Gateway	
14	58	::/0		On-link	
1	306	::1/128		On-link	
14	58	2001::/32		On-link	
14	306	2001:0:9d38:6ab8:1863:3bca:3f57:fef4/128		On-link	
14	306	fe80::/64		On-link	
14	306	fe80::1863:3bca:3f57:fef4/128		On-link	
1	306	ff00::/8		On-link	
14	306	ff00::/8		On-link	
=====					
Persistent Routes:					
None					

Выходные данные таблицы маршрутизации IPv6 отличаются по заголовкам столбцов и формату, поскольку длина адресов IPv6 составляет не 32, а 128 бит. В разделе IPv6 Route Table (Таблица маршрутизации IPv6) отображаются четыре столбца:

- В столбце If (Если) перечисляются номера сетевых интерфейсов под управлением протокола IPv6, взятые из раздела Interface List (Список интерфейсов) выходных данных команды netstat -r.
- В столбце Metric (Метрика) указывается стоимость каждого маршрута до места назначения. Чем ниже стоимость, тем более предпочтительным является маршрут, и метрика позволяет выбрать лучший из нескольких вариантов с одинаковым префиксом.
- В столбце Network Destination (Сеть назначения) указывается префикс адреса для маршрута.

В столбце Gateway (Шлюз) указывается IPv6-адрес следующего перехода на пути к месту назначения. Если адрес следующего перехода подключён к узлу напрямую, приводится состояние On-link.

Раздел таблицы маршрутизации IPv6, сгенерированный командой netstat -r и приведённый в данном примере, содержит следующие адреса назначения в сети:

- ::/0: эквивалент IPv6 в локальном маршруте по умолчанию. В столбце Gateway (Шлюз) указывается локальный адрес маршрутизатора по умолчанию.
- ::1/128: эквивалент IPv4-адреса в интерфейсе loopback, обеспечивающий сервисы для локального узла.
- 2001::/32: глобальный индивидуальный префикс сети.
- 2001:0:9d38:6ab8:1863:3bca:3f57:fef4/128: глобальный индивидуальный IPv6-адрес локального компьютера.
- fe80::/64: локальный адрес маршрута, который представляет все компьютеры в локальной сети IPv6.
- fe80::1863:3bca:3f57:fef4/128: локальный IPv6-адрес канала локального компьютера.
- ff00::/8: специальные зарезервированные групповые адреса класса D, эквивалентные IPv4-адресам 224.x.x.x.

Таблица маршрутизации узла IPv6 содержит примерно ту же информацию, что и таблица маршрутизации IPv4.

Назовите локальный маршрут по умолчанию для IPv4 и для IPv6.

*Назовите адрес *loopback* и маску подсети для IPv4 и IP-адрес *loopback* для IPv6.
Сколько IPv6-адресов присвоено данному компьютеру?
Сколько широковещательных адресов содержит таблица маршрутизации IPv6?
Почему в таблицах маршрутизации узлов отображаются данные обоих протоколов IPv4 и IPv6?*

Задания для выполнения

1. С помощью программы route print посмотрите таблицу маршрутизации Вашего компьютера. Объясните все правила, т.е. прокомментировать строки таблицы маршрутизации для версии IPv4.

Контрольные вопросы

1. Сколько адресов может иметь хост?
2. Может ли у хоста быть прописано несколько шлюзов и почему?
3. Может ли у хоста быть прописано несколько шлюзов по умолчанию и почему?
4. Чем отличаются таблицы маршрутизации у разных классов сетевых устройств и почему?

Содержание отчета:

1. Название работы
2. Цель работы
3. Задание для выполнения
4. Скрин таблицы маршрутизации Вашего ПК
5. Объяснения правил маршрутизации для ТМ.
6. Вопросы, которые приведены в методичке по тексту. (будьте внимательны)
7. Контрольные вопросы и ответы на них.