

Дорофеев Роман Сергеевич

канд. техн. наук, доцент

Дорофеев Андрей Сергеевич

канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой

Рогачева Софья Андреевна

магистрант

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский

технический университет»

г. Иркутск, Иркутская область

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ DHCP-СЕРВЕРА

Аннотация: в статье приводится краткое описание работы DHCP-сервера. Описывается структура базы данных и приводится интерфейс приложения для интеллектуализации сервера путем анализа содержимого пакета, поступающего при запросе.

Ключевые слова: DHCP-сервер, протокол, IP-адрес, интеллектуальные системы, база данных.

Интеллектуальные системы становятся неотъемлемым компонентом функционирования инфраструктуры все большего количества предприятий. Решение типовых задач зачастую требует наличия более гибкого интеллекта и настраивания системы во время работы. Так порой приходится наделить интеллектуальными особенностями достаточно примитивно работающий по части логики DHCP-сервер.

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) – протокол динамической настройки узла, служащий для настройки хоста через удаленный сервер. DHCP поддерживается по умолчанию большинством современных операционных систем и выступает в качестве отличной альтернативы рутинной ручной настройке параметров сети для сервера или подключаемого устройства [1].

Данный протокол работает на основе модели «клиент-сервер». Являясь протоколом, DHCP имеет свой собственный метод обмена сообщениями между клиентом и сервером. В таблице 1 представлен состав сообщения DHCP.

Таблица 1

Состав сообщения DHCP

| Поле | Длина (байты) | Описание |
|---------|---------------|---|
| op | 1 | Тип сообщения |
| htype | 1 | Тип адреса аппаратной части |
| hlen | 1 | Длина адреса аппаратной части |
| hops | 1 | Используемое количество агентов ретрансляции. Клиенты устанавливают значение на 0 |
| xid | 4 | ID (уникальный идентификационный номер) транзакции используемой клиентом и серверов во время сессии |
| secs | 2 | Прошедшее время (в секундах) с момента запроса клиентом начала процесса |
| flags | 2 | Значение флагов |
| ciaddr | 4 | IP-адрес клиента (если имелся ранее). |
| yiaddr | 4 | IP-адрес, предложенный сервером клиенту |
| siaddr | 4 | IP-адрес сервера |
| giaddr | 4 | IP-адрес relay-агента (агента ретрансляции) |
| chaddr | 16 | Адрес аппаратной части клиента (в основном MAC) |
| sname | 64 | Имя сервера |
| file | 128 | Название загрузочного файла |
| options | изменяемая | Дополнительные опции |

При работе клиента с сервером происходит обмен следующими сообщениями:

- DHCPDISCOVER – сообщение, обозначающее начало DHCP-взаимодействия между клиентом и сервером. Данное сообщение отправляется клиентом (компьютером или устройством), подключенным к сети. Используется адрес 255.255.255.255 как IP-адрес доставки, тогда как исходным адресом является 0.0.0.0.
- DHCPOFFER – сообщение, отправляемое в ответ на DHCPDISCOVER от сервера DHCP для подключенных клиентов, содержит необходимые сетевые настройки.

- DHCPREQUEST -сообщение в ответ на DHCPOFFER, обозначает, что клиент принял отправленные настройки.

- DHCPACK – данное сообщение отправляется на сервер протокола DHCP в ответ на DHCPREQUEST от клиента. Сообщение обозначает конец процесса, начатого с сообщения DHCPDISCOVER (подтверждение от сервера начала авторизации клиента и принятие параметров конфигурации, полученных в самом начале от сервера).

- DHCPNAK – данное сообщение является противоположностью DHCPACK, отправляется на сервер в случае, если невозможно удовлетворить параметры DHCPREQUEST клиента.

- DHCPDECLINE – сообщение, отправляемое клиентом на сервер в случае, если IP-адрес, присваиваемый в DHCP, уже используется.

- DHCPINFORM – сообщение, отправляемое серверу в случае присвоения клиенту DHCP статического IP-адреса, при необходимости динамическом адресе.

- DHCPRELEASE – сообщение при завершении процесса использования сетевого адреса.

Графически процесс получения IP-адреса представлен на рис. 1.

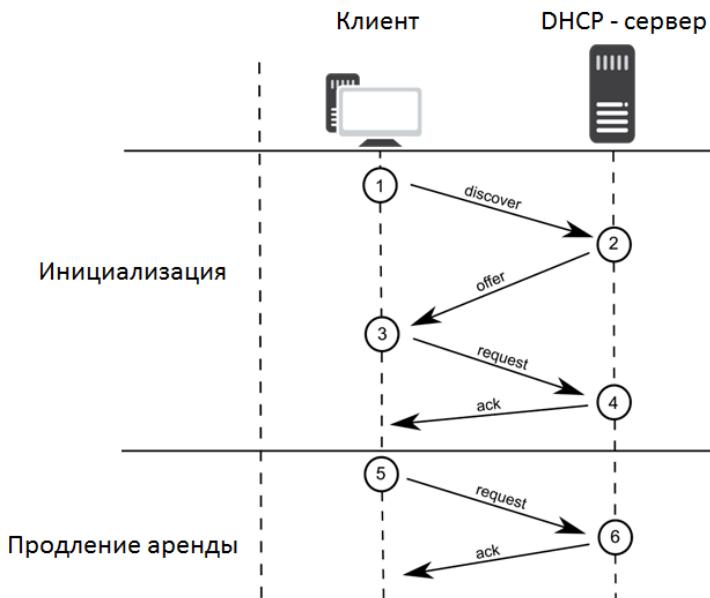


Рис. 1. Процесс получения IP-адреса

Перечисленные ниже шаги взаимодействия описываются при настройках, установленных по умолчанию.

Шаг 1. Когда клиент (компьютер или устройство) загружается или подключается к сети, серверу отправляется сообщение DHCPDISCOVER. Если нет никаких дополнительных данных о конфигурации, то сообщение отправляется с адреса 0.0.0.0 на адрес 255.255.255.255. Если сервер DHCP находится в локальной подсети, то она напрямую получает сообщение; если он находится в другой подсети, то используется агент ретрансляции для передачи запроса к серверу DCHP. При этом используется протокол передачи UDP через порт 67. Клиент на данном этапе начинает стадию авторизации.

Шаг 2. При получении сервером запроса DHCPDISCOVER он отправляет в ответ сообщение DHCPOFFER, в котором содержатся все необходимые параметры конфигурации, запрашиваемые клиентом (IP-адрес, необходимый клиенту, значение маски подсети и информация о шлюзе). Сервер сразу заполняет значения MAC-адреса в поле CHADDR. Сообщение отправляется клиенту с адреса 255.255.255.255 напрямую, а если сервер находится в другой подсети, то используются агент ретрансляции, который отвечает за доставку сообщения. В этом случае для передачи применяется протокол UDP через порт 68.

Шаг 3. Клиент формирует сообщение DHCPREQUEST, которое служит ответом на DHCPOFFER от сервера, указав, что он принимает параметры конфигурации, отправленные ему. Если бы было несколько серверов DCHP, то клиент бы получил несколько сообщений DHCPOFFER. При этом клиент отвечает только одному серверу, заполняя параметры конфигурации для настройки. Таким образом, он проходит авторизацию с получением IP-адреса от одного конкретного сервера DHCP. Все сообщение от других серверов блокируются. Сообщение DHCPREQUEST, по-прежнему, будет содержать адрес источника 0.0.0.0, если клиенту все еще нельзя использовать IP-адреса, полученные в сообщении DHCPOFFER. В течение этого этапа клиент получает ответы на свои запросы.

Шаг 4. Как только сервер получает DHCPREQUEST от клиента, он посылает DHCPACK – сообщение о том, что клиент, наконец, может использовать IP-адрес, назначенный ему. Клиент окончательно подключается к сети с настроенными параметрами.

Концепция аренды. В дополнение к остальной необходимой информации о том, как работает DHCP, следует также знать IP-адрес, назначенный в DHCP-сервером в аренду клиенту. После истечения срока аренды сервер DHCP может свободно присвоить этот IP-адрес другому компьютеру или устройству, запрашивающему то же самое. Например, сохранение срока аренды, равном 8–10 часам, полезно для компьютеров, которые обычно выключают в конце рабочего дня. Аренда должна продлеваться время от времени. После истечения половины срока аренды DHCP клиент обычно пытается автоматически продлить данный срок. Это делается путем обмена DHCPREQUEST и DHCPACK сообщениями клиента [2].

Основной задачей интеллектуального DHCP-сервера является фильтрование клиентов, ожидающих получение IP-адреса, от тех, которые по каким-либо причинам уже не должны его получить, например, имеется ограничение доступа или прекращение какой-либо услуги. Для подобного фильтрования часто применяют проверку по MAC-адресам. Данный способ является эффективным, если устройства, запрашивающие IP-адрес, не меняются и заведомо известны. Но что делать, если пользователь, например, поменяет свой компьютер или маршрутизатор? В таком случае устройство не получит адрес; для решения данной проблемы можно применить фильтр по AgentCircuit-id, содержащийся в опции 82.

Функция DHCP RelayOption 82 (стандарт RFC 3046) применяется для представления DHCP-серверу данных о полученном запросе. В частности, к этим данным можно отнести:

- адрес DHCP-ретранслятора, с которого шёл запрос;
- номер порта ретранслятора, через который поступил запрос;

При настройке, например, коммутатора в режиме DHCP Relay можно значительно повысить эффективность сети за счёт сокращения количества DHCP-серверов, которые при другой схеме понадобились бы для каждой подсети. В данном случае коммутатор сам переадресует DHCP-запрос от клиента к удалённому DHCP-серверу и добавит указанные выше данные.

В общем случае, назначение опции DHCP Relay Option 82 есть привязка IP-адреса, выдаваемого DHCP-сервером, к порту коммутатора, к которому подключён клиент, либо к ретранслятору, с которого поступил запрос. Это может помочь систематизировать IP-адреса в локальной сети при использовании DHCP-сервера.

Option 82 состоит из двух подопций:

- remote-id – информация о коммутаторе, который получил DHCP запрос;
 - circuit-id – информация, служащая для идентификации клиента (номер порта, MAC-адрес, VLAN) [3].

На наш взгляд, анализ содержимого пакета, поступающего при запросе с информацией, содержащей circuit-id, необходим для более интеллектуальной работы DHCP сервера.

На первоначальном этапе необходимо реализовать базу данных, в которой будут храниться так называемые привязки пользователей (circuit-id), а также их идентификация, например, ФИО, адрес расположения оборудования, номер счета, параметр ciaddr, дата и время получения адреса, MAC-адрес. Во второй таблице необходимо сохранять поля yiaddr, leasetime (оставшееся время аренды в секундах). Дополнительно можно хранить в данной базе параметры, которые могут быть переданы клиенту при получении IP-адреса, например, маршрут до сервера, адрес сервера и прочие. Полученная упрощенная базовая структура данных представлена на рис. 2.

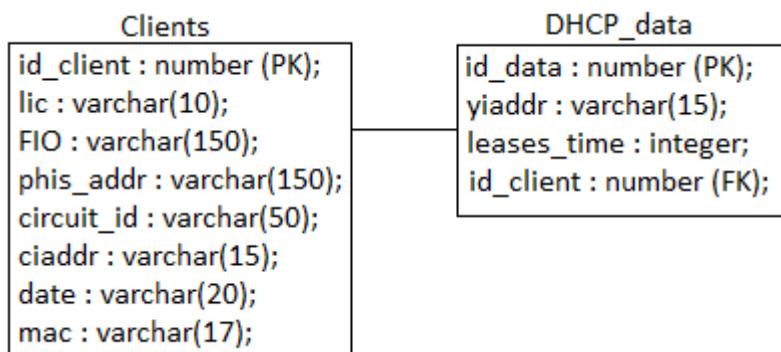


Рис. 2. Базовая структура данных

Сам DHCP-сервер будет использовать принцип работы на Sockets, т.е. необходимо будет «слушать» порты 67 и 68, на которые поступают запросы от клиентов, и анализировать поступающие запросы. Далее осуществляется проверка соответствия полученных в пакете от клиента данных тем, что содержатся в базе. Если есть совпадение, то выдается IP-адрес, если же нет, то запрос игнорируется. Дополнительно необходимо перед выдачей IP-адреса проверить, получал ли клиент адрес ранее, т.е. нет ли уже существующей действующей lease (аренды) и не получал ли клиент вообще IP-адрес. Если есть, то выдается IP-адрес повторно, если нет – генерируется новый IP-адрес. В таблице Client хранятся IP-адреса с целью получения клиентом одного и того же адреса, пока запись с этим адресом не будет очищена. Кроме того, понадобится отсчитывать время жизни lease, чтобы признать имеются ли клиенты, получившие адрес и работающие на текущий момент. На рис. 3 представлен фрагмент дампа при подтверждении получения адреса.

Как видно из рисунка, адресом DHCP-сервера является 127.61.245.179, на который поступают запросы по порту 67. Client-IP – это ранее выданный IP-адрес, Gateway-IP – IP-адрес relay, с которого поступает запрос, Client-Ethernet-Address-MAC – адрес устройства, перезапрашивающего IP-адрес, Circuit-ID и Remote-ID – данные порта, с которого приходит запрос (данний параметр необходимо проверять при разработке интеллектуального DHCP-сервера). Далее остается только реализовать вышеуказанные принципы программно. Lease-Time – время аренды IP-адреса.

```
10.0.64.1.67 > 127.61.245.179.67: [udp sum ok] BOOTP/DHCP, Request from e0:d9:e3:61:95:50, length 301, hops 1
, xid 0x415fd31c, Flags [none] (0x0000)
    Client-IP 10.0.70.84
    Gateway-IP 10.0.64.1
    Client-Ethernet-Address e0:d9:e3:61:95:50
    Vendor-rfc1048 Extensions
        Magic Cookie 0x63825363
        DHCP-Message Option 53, length 1: Request
        Parameter-Request Option 55, length 12:
            Subnet-Mask, Default-Gateway, Domain-Name-Server, Hostname
            Domain-Name, BR, Static-Route, Classless-Static-Route
            Vendor-Class, NTP, Vendor-Option, Option 120
        Agent-Information Option 82, length 40:
            Circuit-ID SubOption 1, length 24: 7/1/15/GPON/172.23.13.54
            Remote-ID SubOption 2, length 12: 172.23.13.54
15:33:54.801855 IP (tos 0x0, ttl 64, id 56163, offset 0, flags [DF], proto UDP (17), length 343)
    127.61.245.179 > 10.0.64.1.67: [bad udp cksum 0xf62b -> 0x0527!] BOOTP/DHCP, Reply, length 315, hops 1, xid 0x415fd31c, Flags [none] (0x0000)
        Client-IP 10.0.70.84
        Your-IP 10.0.70.84
        Server-IP 127.61.245.179
        Gateway-IP 10.0.64.1
        Client-Ethernet-Address e0:d9:e3:61:95:50
        Vendor-rfc1048 Extensions
            Magic Cookie 0x63825363
            DHCP-Message Option 53, length 1: ACK
            Server-ID Option 54, length 4: 127.61.245.179
            Lease-Time Option 51, length 4: 3600
            Subnet-Mask Option 1, length 4: 255.255.240.0
            Agent-Information Option 82, length 40:
                Circuit-ID SubOption 1, length 24: 7/1/15/GPON/172.23.13.54
                Remote-ID SubOption 2, length 12: 172.23.13.54
15:33:55.349586 IP (tos 0x0, ttl 64, id 25552, offset 0, flags [DF], proto ICMP (1), length 84)
```

Рис. 3. Перезапрос адреса

На рисунке 4 представлено главное окно работающего интеллектуального DHCP-сервера.

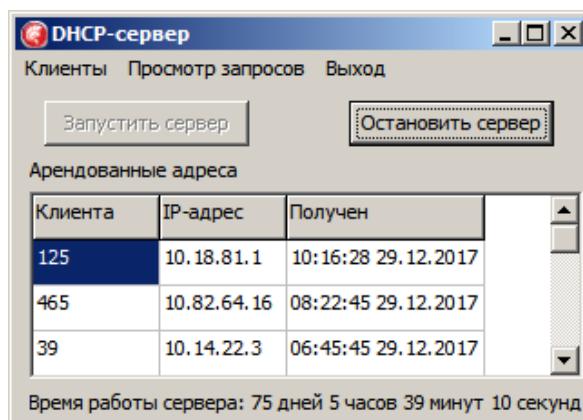


Рис. 4. Главное окно приложения

В результате проведенных работ был реализован интеллектуальный DHCP-сервер, который при необходимости можно расширять требуемыми функциональными возможностями.

Список литературы

1. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/>
2. Записки сисадмина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://greendail.ru/node/chto-takoe-dhcp-i-kak-rabotaet-obyasnenie-osnovnyh-principov>
3. Телекоммуникационное оборудование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://shop.nag.ru/article/oriona28edhcoption82>
4. Что такое DHCP и как он работает? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sky-rzn.ru/blog/interesnoe/work-dhcp/> (дата обращения: 04.01.2018).