ВикипедиЯ

ARP

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

ARP (англ. *Address Resolution Protocol* — протокол определения адреса) — протокол в компьютерных сетях, предназначенный для определения *MAC-адреса* другого компьютера по известному IP-адресу.

Описание протокола было опубликовано в ноябре 1982 года в RFC 826. ARP был спроектирован для передачи IP-пакетов через пакеты (кадры) Ethernet. Принцип выяснения аппаратного адреса целевого хоста, использованный в ARP, был затем использован в сетях других типов.

Наибольшее распространение ARP получил благодаря повсеместности сетей IP, построенных поверх Ethernet, поскольку в них практически всегда используется ARP. В семействе протоколов IPv6 ARP не существует, его функции возложены на ICMPv6.

ARP	
Название	Address Resolution Protocol
Уровень (по модели OSI)	Канальный
Семейство	TCP/IP
Создан в	1982
Порт/ID	0x0806/Ethernet
Назначение протокола	Преобразование сетевых адресов в канальные
Спецификация	RFC 826
Основные реализации (клиенты)	реализации стека TCP/IP в Microsoft Windows, Linux и BSD
Основные реализации (серверы)	реализации стека TCP/IP в Windows, Linux и BSD

Медиафайлы на Викискладе

Содержание

Описание

Рассмотрим суть функционирования *ARP* на простом примере. Компьютер А (IP-адрес 10.0.0.1) и компьютер Б (IP-адрес 10.22.22.2) соединены сетью Ethernet. Компьютер А желает переслать пакет данных на компьютер Б, IP-адрес компьютера Б ему известен. Однако сеть Ethernet, которой они соединены, не работает с IP-адресами. Поэтому компьютеру А для осуществления передачи через Ethernet требуется узнать адрес компьютера Б в сети Ethernet (*MAC-адрес* в терминах Ethernet). Для этой задачи и используется протокол ARP. По этому протоколу компьютер А отправляет широковещательный запрос, адресованный всем компьютерам в одном с ним широковещательном домене. Суть запроса: «компьютер с IP-адресом 10.22.22.2, сообщите свой *MAC-адрес* компьютеру с MAC-адресом (напр. a0:ea:d1:11:f1:01)». Сеть Ethernet доставляет этот запрос всем устройствам в том же сегменте Ethernet, в том числе и компьютеру Б. Компьютер Б отвечает компьютеру А на запрос и сообщает свой *MAC-адрес* (напр. 00:ea:d1:11:f1:11) Теперь, получив *MAC-адрес* компьютера Б, компьютер А может передавать ему любые данные через сеть Ethernet.

Существуют следующие типы сообщений ARP: запрос ARP (*ARP request*) и ответ ARP (*ARP reply*). Система-отправитель при помощи запроса ARP запрашивает аппаратный адрес системы-получателя, который приходит внутри ответа ARP.

Перед тем, как передать пакет сетевого уровня через сегмент Ethernet, сетевой стек проверяет кэш ARP, чтобы выяснить, не зарегистрирована ли уже в его таблице нужная информация об узле-получателе. Если такой записи в кэше ARP нет, то выполняется широковещательный запрос ARP. Этот запрос для устройств в сети имеет следующий смысл: «Кто-нибудь знает физический адрес устройства, обладающего таким-то адресом IP?» Когда хост с этим адресом IP примет такой пакет запроса, он должен ответить: «Да, это мой адрес IP и мой аппаратный адрес такой-то». После этого отправитель запроса сохранит аппаратный адрес получателя в свой кэш ARP и сможет адресно передать информацию получателю.

Ниже приведён пример запроса и ответа ARP. *<см. внизу страницы>*

Записи в кэше ARP могут быть статическими и динамическими. Пример, данный выше, описывает динамическую запись кэша. Можно также создавать статические записи в таблице В большинстве операционных систем это можно сделать при помощи команды:

```
arp -s <IP-адрес> <MAC-адрес>
```

В Windows Server 2003 записи в таблице ARP, созданные динамически, остаются в кэше в течение 2 минут. Если в течение этих двух минут произошла повторная передача данных по этому адресу, то время хранения записи в кэше продлевается ещё на 2 минуты. Эта процедура может повторяться несколько раз, но максимум запись в кэше просуществует до 10 минут. После этого запись будет удалена из кэша, и при необходимости будет отправлен повторный запрос ARP[1].

В более новых операционных системах время хранения записей в таблице ARP и метод хранения выбираются программно и при желании их можно изменить.

Варианты протокола ARP

ARP изначально был разработан не только для IP, этот протокол также можно использовать для выяснения адресов MAC в различных протоколах 3 уровня (англ. *Layer 3 protocols addresses*). ARP был адаптирован также для получения других (аппаратных) адресов 2 уровня модели OSI (*Layer 2 addresses*).

Протоколы InARP и ATM ARP используются в разных вариантах инкапсуляции IP over ATM, описанных в RFC 1577 (*Classical IP and ARP over ATM*)[2].

В настоящее время ARP в основном используется для сопоставления адресов IP и MAC в сетях ethernet.

Inverse ARP

Inverse Address Resolution Protocol, ***Inverse ARP*** или ***InARP*** — протокол для получения адресов сетевого уровня (например адресов IP) других рабочих станций по их адресам канального уровня (например, *DLCI* в сетях *Frame Relay*). *InARP* обычно используется в сетях *Frame Relay* и *ATM*.

Сравнение ARP и InARP

ARP переводит адреса сетевого уровня в адреса канального уровня, в то же время *InARP* можно рассматривать как его инверсию. InARP реализовано как расширение ARP. Форматы пакетов этих протоколов одни и те же, различаются лишь коды операций и заполняемые поля.

RARP

Reverse Address Resolution Protocol, *Reverse ARP* или *RARP*, как и *InARP*, переводит адреса канального уровня в адреса сетевого уровня. Но RARP используется для получения логических адресов самих станций отправителей, в то время как в InARP-протоколе отправитель знает свои адреса и запрашивает логический адрес другой станции. От RARP отказались в пользу BOOTP, который был в свою очередь заменён DHCP.

Принцип работы

1. Узел, которому нужно выполнить отображение адреса IP на аппаратный адрес (Ethernet hardware address, MAC-адрес), формирует запрос ARP с адресом IP получателя, вкладывает его в кадр протокола канального уровня и рассылает его широковещательно.
2. Все узлы сегмента локальной сети получают запрос ARP и сравнивают указанный там адрес IP с собственным.
3. В случае совпадения собственного адреса IP с полученным в запросе ARP, узел формирует ответ ARP, в котором указывает и свой адрес IP, и свой аппаратный адрес, и отправляет его уже адресно на аппаратный адрес отправителя запроса ARP.

Преобразование адресов выполняется путём поиска в таблице соответствия адресов IP и MAC. Эта таблица, называемая таблицей ARP, хранится в памяти операционной системы и содержит записи для каждого известного ей узла сети. В двух столбцах содержатся адреса IP и Ethernet (MAC). Если требуется преобразовать адрес IP в MAC, то в таблице ARP ищется запись с соответствующим адресом IP.

Упрощённый пример таблицы ARP

223.1.2.1	08:00:39:00:2F:C3
223.1.2.3	08:00:5A:21:A7:22
223.1.2.4	08:00:10:99:AC:54

Структура пакета ARP

Ниже проиллюстрирована структура пакета, используемого в запросах и ответах ARP. В сетях Ethernet в этих пакетах используется EtherType 0x0806, и запросы рассылаются на широковещательный MAC-адрес — FF:FF:FF:FF:FF:FF. Отметим, что в структуре пакета, показанной ниже, в качестве SHA, SPA, THA и TPA условно используются 32-битные слова — реальная длина определяется физическим устройством и протоколом.

+	Bits 0 — 7	8 — 15	16 — 31
0	Hardware type (HTYPE)		Protocol type (PTYPE)
32	Hardware length (HLEN)	Protocol length (PLEN)	Operation (OPER)
64	Sender hardware address (SHA)		
?	Sender protocol address (SPA)		
?	Target hardware address (THA)		
?	Target protocol address (TPA)		

Hardware type (HTYPE)
: Каждый канальный протокол передачи данных имеет свой номер, который хранится в этом поле. Например, Ethernet имеет номер 0x0001.

Protocol type (PTYPE)
: Код сетевого протокола. Например, для IPv4 будет записано 0x0800.

Hardware length (HLEN)
: Длина физического адреса в байтах. Адреса Ethernet имеют длину 6 байт (0x06).

Protocol length (PLEN)
: Длина логического адреса в байтах. IPv4 адреса имеют длину 4 байта (0x04).

Operation
: Код операции отправителя: 0x0001 в случае запроса и 0x0002 в случае ответа.

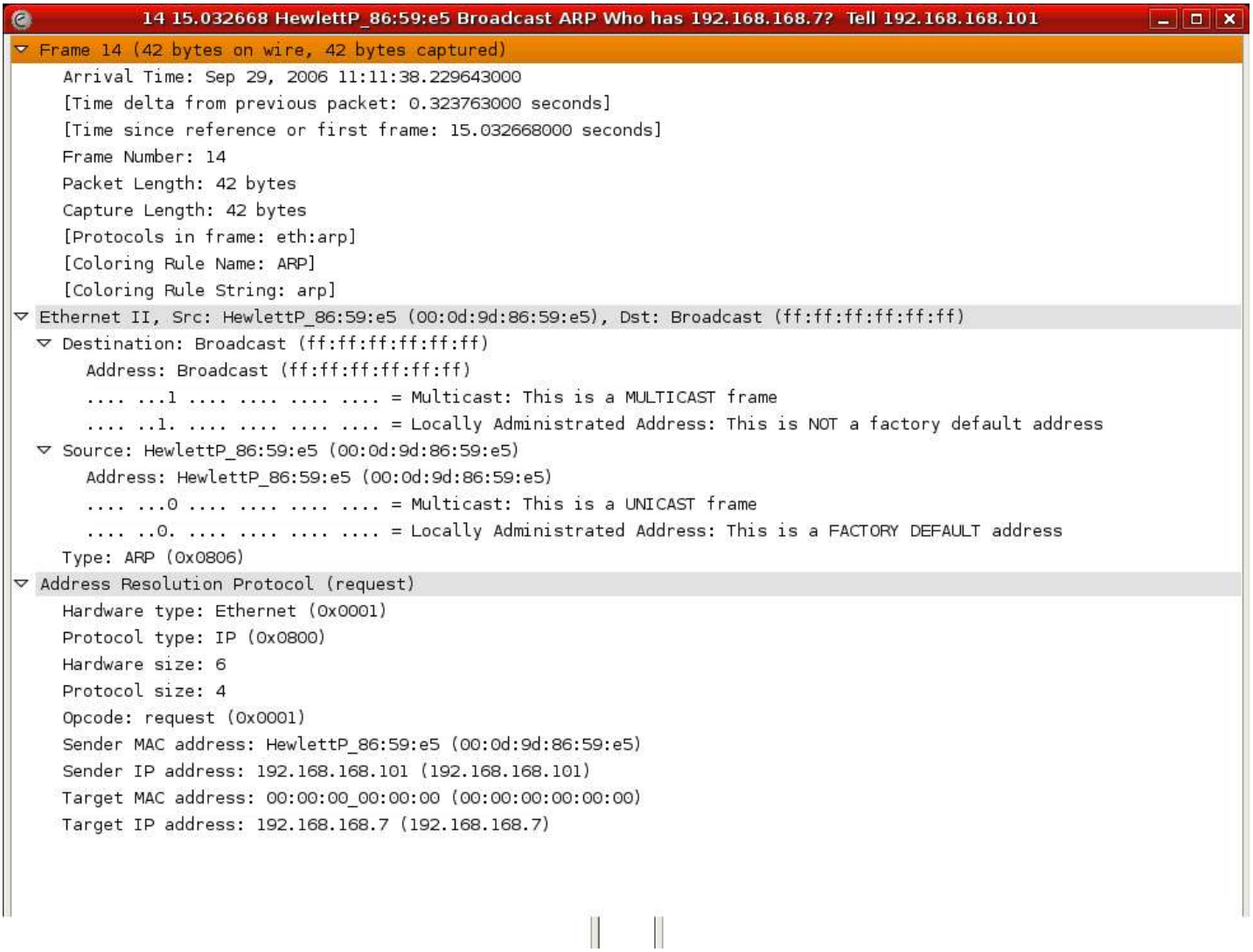
Sender hardware address (SHA)
: Физический адрес отправителя.

Sender protocol address (SPA)
: Логический адрес отправителя.

Target hardware address (THA)
: Физический адрес получателя. Не требуется при запросе.

Target protocol address (TPA)
: Логический адрес получателя.

Пример запроса



Если хост с IPv4 адресом 10.10.10.123 и MAC адресом 00:0D:9D:86:59:E2 хочет послать пакет другому хосту с адресом 10.10.10.140, но не знает его MAC адрес, то он должен послать ARP запрос для разрешения адреса.

Пакет, изображённый ниже, изображает широковещательный запрос. Если хост с IP 10.10.10.140 присутствует в сети и доступен, то он получает этот запрос ARP и возвращает ответ.

	Bits 0 — 7	8 — 15	16 — 31
0	Hardware type = 0x0001		Protocol type = 0x0800
32	Hardware length = 0x06	Protocol length = 0x04	Operation = 0x0001
64	SHA (first 32 bits) = 0x000D9D86		
96	SHA (last 16 bits) = 0x59E2		SPA (first 16 bits) = 0x0A0A
128	SPA (last 16 bits) = 0x0A7B		THA (first 16 bits) = 0x0000
160	THA (last 32 bits) = 0x00000000		
192	TPA = 0x0A0A0A8C		

Пример ответа

В ситуации, описанной выше, если узел с адресом 10.10.10.140 имеет адрес MAC 00:09:58:D8:33:AA, то он отправит в ответ пакет, проиллюстрированный ниже. Заметим, что блоки адресов отправителя и получателя теперь поменяли значения (отправитель ответа теперь получатель запроса; получатель ответа — отправитель запроса). Кроме того, в ответе есть MAC-адрес узла 10.10.10.140 в поле физического адреса отправителя (SHA), а поле THA не пустое (одноадресный ответ).

Любой узел в той же сети, что и отправитель с получателем, тоже получит запрос (так как он широковещательный) и таким образом добавит в свой кэш информацию об отправителе. Ответ ARP направлен только источнику запроса ARP, поэтому ответ ARP не доступен другим узлам в сети.

+	Bits 0 — 7	8 — 15	16 — 31
0	Hardware type = 0x0001		Protocol type = 0x0800
32	Hardware length = 0x06	Protocol length = 0x04	Operation = 0x0002
64	SHA (first 32 bits) = 0x000958D8		
96	SHA (last 16 bits) = 0x33AA		SPA (first 16 bits) = 0x0A0A
128	SPA (last 16 bits) = 0x0A8C		THA (first 16 bits) = 0x000D
160	THA (last 32 bits) = 0x9D8659E2		
192	TPA = 0x0A0A0A7B		

- **Замечание.** Длина полей SHA, SPA, THA, TPA зависит от параметров Hardware length и Protocol length соответственно.

Кэш ARP

Эффективность функционирования ARP во многом зависит от кэша ARP (*ARP cache*), который имеется на каждом хосте. В кэше содержится составленная операционной системой таблица соответствия адресов MAC и IP.

Время жизни записи в кэше оставлено на усмотрение разработчика. По умолчанию может составлять от десятков секунд (например, 20 секунд) до четырёх часов (Cisco IOS).[3]

Обнаружение конфликтов адресов (Address Conflict Detection)

ARP может использоваться для обнаружения конфликтов IP-адресов в локальной сети. RFC 5227 определяет формат запроса *ARP Probe* с полем *SPA*, состоящим из всех нулей (адрес IP 0.0.0.0). Перед назначением адреса IP интерфейсу хост может проверить, что этот адрес не используется другим хостом сегмента локальной сети.

ARP-оповещение (ARP Announcement)

ARP-оповещение (*ARP Announcement*) — это пакет (обычно ARP-запрос[4]), содержащий корректную SHA и SPA хоста-отправителя, с TPA, равной SPA. Это не разрешающий запрос, а запрос на обновление кэша ARP других хостов, получающих пакет.

Большинство операционных систем посылает такой пакет при включении хоста в сеть, что позволяет предотвратить ряд проблем. Например, при смене сетевой карты (когда необходимо обновить связь между адресами IP и MAC), такой запрос исправит записи в кэше ARP других хостов в сети.

ARP-оповещения также используются для «защиты» адресов IP в протоколе Zeroconf, описанном в RFC 3927.

Добровольный запрос ARP (Gratuitous ARP)

Специальный случай запроса ARP — запрос собственного адреса IP, он получил название «*Gratuitous ARP*» (добровольный запрос ARP)[5].

В таком запросе адреса IP отправителя и получателя совпадают.

Gratuitous ARP используется в двух целях[5]:

1. оповещение соседних устройств о том, что в сегменте сети появился новый адрес IP;
2. проверка свободности адреса IP (используется ли он другим устройством).

См. также

- MAC-адрес
- IP-адрес
- DHCP
- RARP
- BOOTP
- ARP-spoofing
- Proxy ARP

Примечания

1. View the Address Resolution Protocol (ARP) cache (https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/it-pro/windows-server-2003/cc786759(v=ws.10)) : [англ.] : [apx. (https://web.archive.org/web/20210225040655/https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/it-pro/windows-server-2003/cc786759(v=ws.10)?redirectedfrom=MSDN) 25 февраля 2021] // MSDN. — 2009. — 8 October.
2. TCP/IP over ATM (https://www.ibm.com/docs/ssw_aix_71/network/adapters_atm_tcpip.html) : [англ.] : [apx. (https://web.archive.org/web/20220209210709/https://www.ibm.com/docs/en/aix/7.1?topic=adapters-tcpip-over-atm) 9 февраля 2022]. — IBM.
3. Embedded System Testing Blog: ARP Timeout Value for Linux, Windows, Cisco 2960 and DELL Switch (http://www.embeddedsystemtesting.com/2013/01/arp-timeout-value-for-linux-windows.html). Дата обращения: 8 ноября 2013. Архивировано (https://web.archive.org/web/20130921032752/http://www.embeddedsystemtesting.com/2013/01/arp-timeout-value-for-linux-windows.html) 21 сентября 2013 года.
4. Re: [dhcwg] Gratuitous ARP in DHCP vs. IPv4 ACD Draft (http://www1.ietf.org/mail-archive/web/dhcwg/current/msg03797.html) Архивировано (https://web.archive.org/web/20071012093401/http://www1.ietf.org/mail-archive/web/dhcwg/current/msg03797.html) 12 октября 2007 года.
5. ZvonDozvon.

Литература

- (англ.) RFC 826 : Address Resolution Protocol
- (англ.) RFC 1577 : Classical IP and ARP over ATM
- (англ.) RFC 2390 : Inverse Address Resolution Protocol
- (англ.) RFC 5227 : IPv4 Address Conflict Detection

Ссылки

- (англ.) Gratuitous ARP (https://wiki.wireshark.org/Gratuitous_ARP)
- (англ.) ARP Sequence Diagram (http://www.eventhelix.com/RealtimeMantra/Networking/Arp.pdf) // EventStudio 1.0 documentation. — Архивная копия (https://web.archive.org/web/20061110090649/http://www.eventhelix.com/RealtimeMantra/Networking/Arp.pdf) от 10 ноября 2006 на Wayback Machine
- (фр.) Free ARP tools with source code (http://www.authsecu.com/arpflood/)
- (англ.) ARP-SK ARP traffic generation tools (https://web.archive.org/web/20090903074149/http://sid.rstack.org/arp-sk/)
- ARP-спуфинг (http://www.xgu.ru/wiki/ARP-spoofing)
- (англ.) How To Clear ARP Cache On Linux or Unix (http://coderseye.com/how-to-clear-arp-cache-on-linux-or-unix/)
- Протокол ARP — протокол разрешения адресов, принцип работы (https://zvondozvon.ru/tehnologii/protokoli/arp) // ZvonDozvon.ru.
- Правила чтения таблиц, описывающих структуру заголовков сетевых протоколов (https://wireshark.wiki/wiki/Правила_чтения_таблиц,_описывающих_структуру_заголовков_сетевых_протоколов)

Эта статья **нуждается в переработке**. **Пожалуйста, уточните проблему в статье с помощью более конкретного шаблона.**
Пожалуйста, улучшите статью в соответствии с правилами написания статей. *(9 февраля 2010)*