

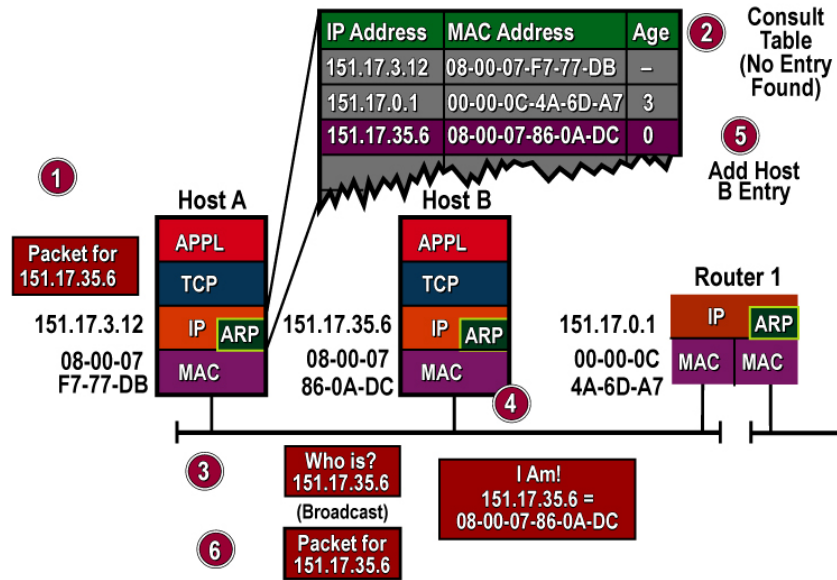
# ARP és DHCP

*Médiakommunikációs hálózatok (VIHIM161)  
2013. évi fóliái alapján készült*

Dr. Lencse Gábor  
tudományos főmunkatárs  
BME Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék  
lencse@hit.bme.hu



- Address Resolution Protocol
- Dynamic Host Configuration Protocol



Forrás: [http://www.hill2dot0.com/wiki/index.php?title=Image:G0314\\_Address-Resolution-Pr.jpg](http://www.hill2dot0.com/wiki/index.php?title=Image:G0314_Address-Resolution-Pr.jpg)

# ADDRESS RESOLUTION PROTOCOL

# Az ARP helye és feladata

Alkalmazási	(7. Application)
Megjelenítési	(6. Presentation)
Viszonylati	(5. Session)
Szállítási	(4. Transport)
Hálózati	(3. Network)
<b>Adatkapcsolati</b>	(2. Data Link)
Fizikai	(1. Physical)

**ISO OSI**

Alkalmazási	(Application)
Szállítási	(Transport)
Hálózati	(Internet)
<b>Hordozó- hálózat</b>	(Link)

**TCP/IP**

- Feladata a hálózati rétegbeli cím alapján az adatkapcsolati rétegbeli cím kiderítése
- Mindkét rétegben többféle protokollal működik
- Számunkra fontos leképzés: IP-cím  $\Leftrightarrow$  MAC-cím

- *Teendők helyi és távoli hálózat esetén*
  - *Közvetlenül kapcsolódó (helyi) hálózat*
    - *A címzettnek közvetlenül küldeni*
      - ⇒ Ehhez a címzett adatkapcsolati rétegbeli címére van szükség
  - *Nem közvetlenül kapcsolódó (távoli hálózat)*
    - *A megtalált „következő csomópont” útválasztónak kell küldeni*
      - *Az IP-címet tilos módosítani*
      - *Csak adatkapcsolati rétegben kell az útválasztónak címezni*
        - ⇒ Ehhez szükség van az útválasztó adatkapcsolati címére
- **Megfigyelés: a leképzésre mindkét esetben a leképzést igénylővel szomszédos (vele azonos hálózatbeli) host vagy útválasztó címével kapcsolatban van szükség!**
- **Az IPv4 megoldása: ARP (IPv6-ban más megoldás van!)**

- Az információt igénylő eszköz az IP alatti rétegben (pl. Ethernet) üzenetszórással megszólít minden eszközt:  
„Kinek az IP-címe az x.y.z.w?”
  - A kérdés tartalmazza a kérdező IP-címét és MAC-címét is.
- Az üzenetszórással küldött kérdést mindenki megkapja, és akihez a keresett IP-cím tartozik, az válaszol.
  - Mivel a választ adó ismeri a kérdező MAC-címét, a választ küldheti unicast címezéssel a kérdezőnek, ezt RFC 826 implicálja is, de az üzenetszórást sem tiltja meg.
- *Vegyük észre, hogy a kérdés-válasz után már mindkét fél birtokában van a másik félre vonatkozó IP-cím – MAC-cím összerendelési információnak!*

# ARP adategységének felépítése

- Az ARP adategysége bizonyos mezőinek hossza a használt protokolloktól függ
  - Ha IPv4 címhez Ethernet MAC-címet szeretnénk kideríteni, akkor az ARP adategységének felépítése az alábbi:

0	8	16	31
Hardware Type (Ethernet: 1)		Protocol Type (IPv4: 0x0800)	
Hw. Addr. Length	Prot. Addr. Len.	Operation	
Sender Hardware Address (1-4 bytes)			
Sender Hardware Addr. (5-6 bytes)		Sender Protocol Addr. (1-2 bytes)	
Sender Protocol Addr. (3-4 bytes)		Target Hardware Address (1-2 bytes)	
Target Hardware Address (3-6 bytes)			
Target Protocol Address (1-4 bytes)			

- Ahol:
  - Hardware Address Length: 6
  - Protocol Address Length: 4

- „A” szeretné megtudni „B” MAC-címét (az IP-címe alapján)
- „A” Ethernet szinten az FF:FF:FF:FF:FF:FF (broadcast) célcímre küld egy *ARP Request*-et, a forráscím a sajátja, az EtherType mező értéke 0x0806.
- Az ARP Request (nem triviális) mezői:
  - Operation: ARP Request = 1
  - Sender HA: <„A” MAC-címe>
    - Megegyezik a keret fejrészében találhatóval
  - Sender PA: <„A” IP-címe>
  - Target HA: 00:00:00:00:00:00 (ismeretlen)
    - De a keret fejrészében a cél MAC-cím: FF:FF:FF:FF:FF:FF !!!
  - Target PA: <„B” IP-címe>
- Az ARP Request üzenetet a *broadcast domain* összes állomása veszi, és tárolja az „A” IP-cím – MAC-cím párosát az *ARP Cache* táblájában



# A címfeloldás menete – 2

- „B” felismeri a saját IP-címét az ARP Request üzenetben
- „B” Ethernet szinten az „A”-nak címezve küld egy *ARP Reply*-t, melyben a forráscím a sajátja, az EtherType mező értéke most is 0x0806.
- Az ARP Reply (nem triviális) mezői:
  - Operation: ARP Reply = 2
  - Sender HA: <„B” MAC-címe>
    - Megegyezik a keret fejrészében találhatóval
  - Sender PA: <„B” IP-címe>
  - Target HA: <„A” MAC-címe>
    - Megegyezik a keret fejrészében találhatóval
  - Target PA: <„A” IP-címe>
- „A” veszi a választ, és eltárolja „B” IP-cím – MAC-cím párosát

# ARP Cache tábla kezelése

- Az állomások bizonyos ideig tárolják az ARP-vel megszerzett névfeloldási információkat.
- Mivel az *ARP Request* adatkapcsolati szinten broadcast címre kell küldeni, a küldő IP-cím – MAC-cím párosát minden állomás el tudja tárolni.
- Ha esetleg a választ is broadcast címre küldik, akkor azt is el lehet tárolni.
- A dinamikus bejegyzéseken kívül statikus bejegyzések is felvehetőek (az `arp` menedzsment szoftverrel).
- Az ARP Cache tartalma általában az `arp -a` paranccsal meg is jeleníthető, az `arp -d` paranccsal pedig bejegyzések törölhetőek belőle.

- Címpárok: Adatkapcsolati rétegbeli és IP-címek
- Két bejegyzéstípus
  - Statikus
    - Manuálisan felvitt bejegyzés
  - Dinamikus
    - ARP címfeloldás eredménye
    - Gyorsítótár (cache) funkció: ne kelljen mindig lekérdezni
    - Egy idő után elévül és törlődik
- Elvi felépítése:

<i>IP-cím</i>	<i>HW-cím</i>	<i>típus</i>
<IP-cím1>	<MAC-cím1>	statikus
<IP-cím2>	<MAC-cím2>	dinamikus

- A gyakorlatban még egyéb információt is tárolnak, például:
  - a hardver típusát (ami Etherneten kívül más is lehet)
  - az interfészt, amelyiken keresztül az a hálózat elérhető, amelyen az adott szomszéd található.
- Például Linux alatt az ARP Cache táblát megvizsgálva:

```
root@p109:~# arp
```

Address	HWtype	HWaddress	Flags	Mask	Iface
198.19.0.2	ether	a0:36:9f:74:73:66	CM		enp5s0f1
198.19.1.2	ether	a0:36:9f:74:73:66	CM		enp5s0f1
172.16.28.254	ether	b0:c5:3c:7b:09:43	C		eno1
172.16.28.244	ether	50:6b:8d:81:6d:91	C		eno1

Az **M** flag jelzi a manuálisan beállított (statikus) értékeket.

A **C** flag jelentése pedig az, hogy complete.

- RFC 5227: IPv4 Address Conflict Detection
- Mielőtt egy host elkezd egy IP-címet használni, meg kell (SHOULD) vizsgálnia, hogy nincs-e már használatban.
- Erre való az **ARP Probe** üzenet: ez egy speciális *ARP Request*, amellyel a használni kívánt IP-címre kérdez rá (target), de a küldő (sender) IP-címe mezőben csupa 0 található (nem szennyezi mások ARP Cache-ét)
- Ha az ARP Probe üzenetre választ kap, akkor tudja, hogy más valaki már használja a kérdéses IP-címet.
  - Ha DHCP-vel kapott IP-címről derül ki, hogy más valaki már használja, akkor kötelező (MUST) a DHCP szerver felé DHCPDECLINE üzenetet küldeni.

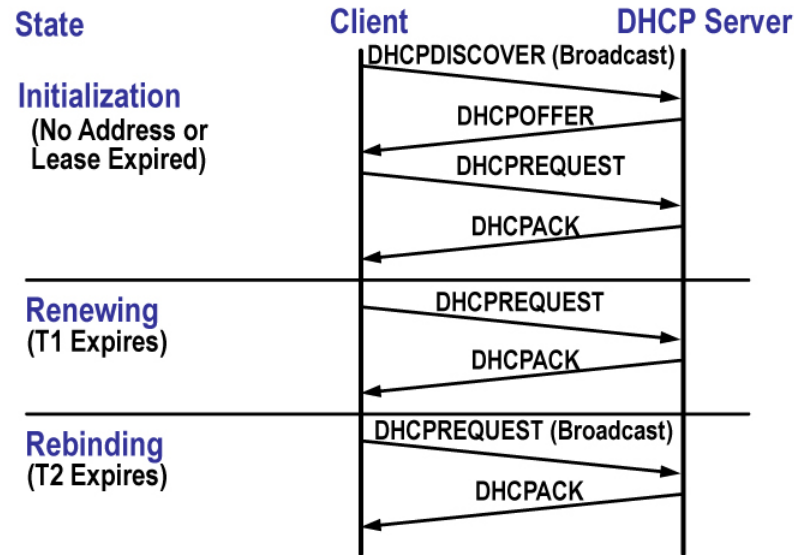
# Címütközés vizsgálata – 2

- Az RFC 5227 nem rendelkezik róla konkrétan, hogy az ARP Probe üzenetet hányszor kell elküldeni, de megemlíti, hogy a megfelelően alacsony hibavalószínűség érdekében többször.
- Ha a cím szabadnak bizonyult, akkor a fentiek szerint eljáró host köteles (MUST) **ARP Announcement** üzenettel jelezni mindenki számára, hogy az adott IP-címet ő fogja használni.
- Ez olyan *ARP Request* típusú üzenet, ahol a sender és a target IP-cím mezőben egyaránt az adott IP-cím szerepel.
- Mivel broadcast címre küldik, mindenki megkapja, és az ARP Cache tábláját frissíteni tudja.

- Sajnálatos módon *ARP Probe* helyett bizonyos implementációkban *Gratuitious ARP* (kéretlen ARP) üzeneteket használnak
  - Így hívják mind az *ARP Request* nélkül, broadcast címre küldött *ARP Reply* üzeneteket, mind az *ARP Probe* nélkül küldött *ARP Announcement* üzeneteket
- Ez a módszer azért nem jó, mert:
  - Nem óvja meg a már működő gépek működőképességét
  - Nem teszi lehetővé a most induló gépnél sem azt, hogy automatikusan (emberi beavatkozás nélkül) más IP-címet használjon

- Adatkapcsolati rétegbeli címből IP-címet (RFC 903)
- Felhasználási terület
  - Hálózatmenedzsment
  - Permanens tár nélküli eszközök
    - Semmi ismeretük sincs a hálózatról
    - Hálózatról töltődik be az operációs rendszer
    - IP-cím nélküli kezdeti kommunikáció
- RARP kiszolgálók
  - RARP broadcast üzenetekre válaszolnak
- RARP helyett sokkal elterjedtebb megoldások
  - Előbb BOOTP: IP-cím kérésére és hálózatról történő betöltésre
    - A fejlettebb DHCP miatt már nem igazán használatos
  - Ma DHCP: IP-cím és hálózati információk kérésére





Forrás: <http://wiki.hill.com/wiki/index.php?title=Image:DHCP.jpg>

# DYNAMIC HOST CONFIGURATION PROTOCOL

# A DHCP helye és feladata

Alkalmazási	(7. Application)
Megjelenítési	(6. Presentation)
Viszonylati	(5. Session)
Szállítási	(4. Transport)
Hálózati	(3. Network)
Adatkapcsolati	(2. Data Link)
Fizikai	(1. Physical)

**ISO OSI**

Alkalmazási	(Application)
Szállítási	(Transport)
Hálózati	(Internet)
Hordozó-hálózat	(Link)

**TCP/IP**

- Segítségével a hostok automatikusan juthatnak hozzá a kommunikációjukhoz szükséges hálózati azonosítókhoz: IP-cím, hálózati maszk, alapértelmezett átjáró, stb.
- Eredetileg az RFC 1531 a BOOTP kiterjesztéseként definiálta. Újabb RFC-k: 1541, 2131 (aktuális)

- IP-címek osztása MAC-cím alapján DHCP szerverrel
  - Szükség esetén (a DHCP szerveren előre beállított módon) egyes kliensek számára azok MAC-címéhez fix IP-cím rendelhető
- IP-címek osztása dinamikusan
  - A DHCP szerveren beállított tartományból „érkezési sorrendben” kapják a kliensek az IP-címeket
  - Elegendő annyi IP-cím, ahány gép egyidejűleg működik
- Az IP-címeken kívül további szükséges hálózati paraméterek is kioszthatók
  - Hálózati maszk
  - Alapértelmezett átjáró
  - Névkiszolgáló
  - Domain név
  - Hálózati rendszerbetöltéshez szerver és fájlnev

# A címek bérlésének szabályai

- A DHCP szerver a klienseknek az IP-címeket bizonyos *bérleti időtartamra* (lease time) adja „bérbe”
  - Az időtartam hosszánál a szerver figyelembe veszi a kliens esetleges ilyen irányú kérését
  - Az időtartam hosszát a szerver beállításai korlátozzák
- A bérleti időtartam lejárta előtt a bérlet meghosszabbítható
- Az IP-cím explicit módon vissza is adható

- A kliens és a szerver *DHCP* üzenetekkel kommunikálnak
- A DHCP üzenetek BOOTP üzenetekben opcióként jelennek meg
- A BOOTP üzenetek IP fölött, UDP-be ágyazva haladnak
  - Amíg a kliensnek nincs érvényes IP-címe, addig 0.0.0.0-t használ
  - Broadcast esetén IP szinten természetesen 255.255.255.255 címre küldi az üzenetet (Ethernet szinten pedig FF:FF:FF:FF:FF:FF-re)
  - UDP-ben a kliens portszáma: 68, a szerveré: 67
- A továbbiakban a DHCP üzenetek neve mellett feltüntetjük, hogy ki küldi kinek: „küldő → címzett” formában. Jelölések:
  - K: kliens
  - S: szerver
  - B: broadcast (IP és Ethernet szinten is)
  - K/B: magyarázat a következő fólián!

- Amikor egy DHCP szerver válaszol egy kliens üzenetére
  - A kliens MAC-címét ismeri, címezheti neki.
    - Sőt, a gyakorlatban már IP szinten is a kliensnek címzi, annak ellenére, hogy a kliensnek még érvénytelen (azaz 0.0.0.0) az IP-címe (lásd: RFC 2131, 24. oldal, 1-5. sor)
  - Azonban nem minden operációs rendszer képes arra, hogy egy érvénytelen IP címmel rendelkező hálózati interfész MAC szinten neki címzett unicast forgalmat fogadjon.
    - Például a Linux képes rá, a Windows 7 esetén beállításfüggő.
    - Broadcastot azonban ilyenkor is képes venni.
  - Ezért a kliens a kérésében jelzi, hogy unicast vagy broadcast választ vár.
    - Ezt az információt a DHCP üzenetet opcióként szállító BOOTP üzenetben egy jelzőbit (flags mezőben *broadcast* bit) hordozza.
    - A hálózat szempontjából a unicast előnyösebb, mert nem terheli a többi eszközt, tehát ha a kliens alkalmas rá, akkor a szerver azt használja.

- **DHCPDISCOVER** K→B
  - Egy kliens küldi broadcast címre, hogy feltérképezze az elérhető DHCP szervereket és ajánlataikat
  - A kliens opcionálisan (nem az IP fejrészben, hanem DHCP opcióként) megadhatja a legutoljára használt IP-címét, de ez NEM azonos a bérlet meghosszabbításával!
- **DHCPOFFER** S→K/B
  - Egy DHCPDISCOVER üzenetre egy vagy több szerver válaszol, megadja milyen IP-címet és paramétereket tud kínálni.
  - Ekkor még ezek a kliens számára NEM használhatók!
- **DHCPREQUEST** K→B
  - A kliens ezzel az üzenettel egyidejűleg elfogadja valamely szerver ajánlatát, és implicit módon elutasítja a többiekét (broadcast miatt minden szerverhez eljut)
  - A kliens megjelölheti benne a kért bérleti időtartamot is.

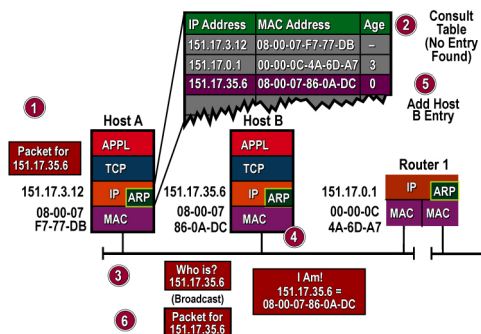
- DHCPACK S→K/B
  - A szerver ekkor megerősíti a kliensnek az IP-cím bérletét és megadja, hogy milyen időtartamra kapja meg a kliens.
  - A kliens utána a bérleti idő lejártáig használhatja az IP-címet, de a címütközés elkerülése érdekében erősen ajánlott (SHOULD) *ARP Probe* segítségével ellenőriznie, hogy más nem használja-e.
    - Ha más nem használja, *ARP Announcement*tel kihirdeti
    - Ha más használja, *DHCPDECLINE*-nal jelzi a DHCP szervernek, és természetesen másik IP-címet kér.
- DHCPNAK S→K
  - Ezzel az üzenettel jelzi a szerver, hogy a kliens kérése nem teljesíthető.
- DHCPDECLINE K→S
  - A kliens jelzi a szervernek, hogy az adott IP-címet már más használja.



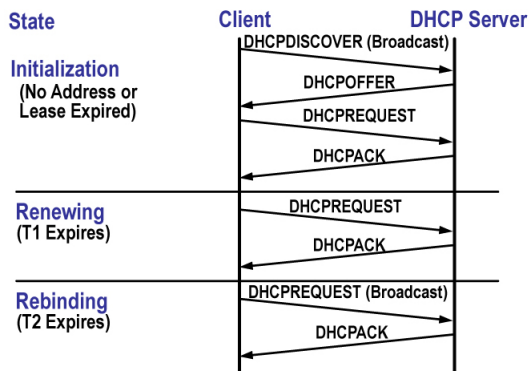
- A bérleti idő lejártán belül a kliens hosszabbítást kérhet, ekkor nem kell az egész folyamatot lejátszania, elegendő:
- DHCPREQUEST K→S
  - Az üzenet küldésekor a kliens még használja az érvényesen bérelt IP-címét és a kérést nem broadcast címre, hanem a szervernek küldi.
- DHCPACK S→K
  - A szerver ekkor meghosszabbítja kliensnek az IP-cím bérletét és megadja, hogy milyen időtartamra kapja meg a kliens.
  - Természetesen ilyenkor a kliensnek nem kell további ellenőrzést végeznie
- DHCPNAK S→K
  - Ezzel az üzenettel jelzi a szerver, hogy a kliens kérése nem teljesíthető.

- A bérleti idő lejártán belül a kliens korábban is visszaadhatja az IP-címet:
- DHCPRELEASE K→S
  - Ezzel a kliens lemond a hátralevő bérleti időről, a szerver újra kioszthatja a címet.
- Amennyiben egy kliensnek már van IP-címe (például statikusan be van állítva), akkor is kérhet más paramétereiket:
- DHCPINFORM K→S
  - Ezt a kliens a szervernek unicast üzenetként küldi
  - Válaszul a szerver ugyanígy unicastként küldi egy DHCPACK üzenetben a további hálózati beállításokat
  - Ilyenkor a szerver nem ellenőrzi, hogy a kliens rendelkezik-e érvényes IP-cím bérlettel.

- Address Resolution Protocol

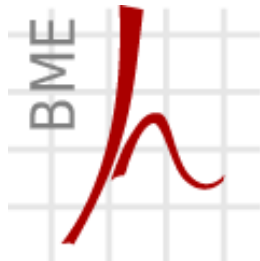


- Dynamic Host Configuration Protocol



# Kérdések?

# KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!



Hálózati Rendszerek és  
Szolgáltatások Tanszék

Dr. Lencse Gábor  
tudományos főmunkatárs  
BME Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék  
[lencse@hit.bme.hu](mailto:lencse@hit.bme.hu)

