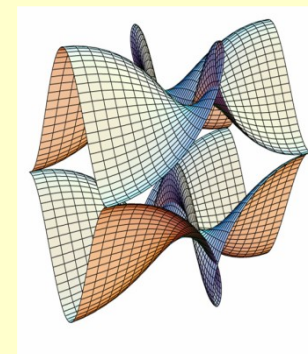




Sveučilište u Zagrebu
PMF – Matematički odsjek

MREŽE RAČUNALA
Predavanja 2022/2023



Poglavlje 14: Pretvaranje IP adrese u hardversku – ARP

Sastavili: Luka Grubišić i Robert Manger; Prilagodio: Z. Bujanović
10.11.2014

Uvod

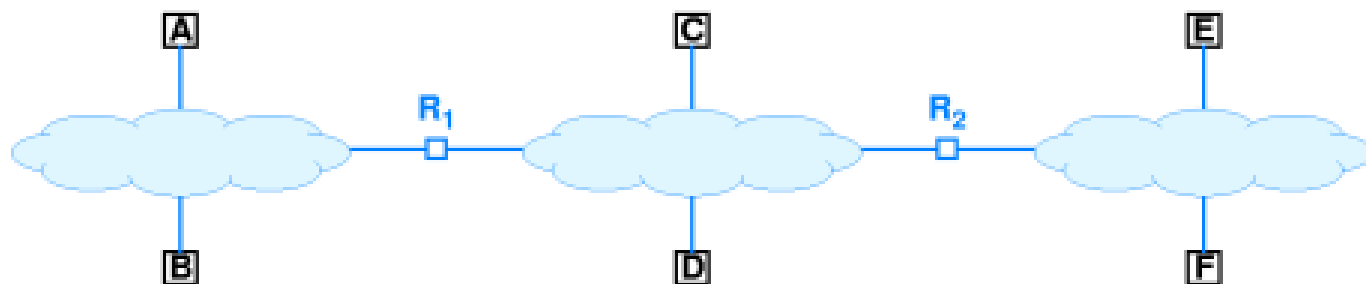
- IP adrese su virtualne budući da su realizirane softverski.
- Koriste ih viši slojevi protokola.
- Hardverski sloj ne razumije virtualne IP adrese.
- Okviri koji nemaju korektnu fizičku adresu ne mogu biti preneseni kroz fizičku mrežu.
- Javlja se potreba za prevođenjem virtualne u fizičku adresu.

Adresiranje i slanje paketa

- Zamislimo da dvije aplikacije žele razmijeniti podatke kroz mrežu.
- Softver iz komunikacijskog protokola generira paket koji sadrži adresu pošiljatelja i primatelja.
- Softver na svakom računalu (*host*) ili usmjerniku (*router*) koristi IP adresu za računanje sljedećeg skoka.
- Slanje kroz fizičku mrežu zahtjeva određivanje fizičke adrese sljedećeg skoka.
- Svako računalo (*host* ili *router*) može odrediti samo fizičke adrese čvorova mreže u kojoj se nalazi.

Tehnike pretvaranja adresa (1)

- Preslikavanje između virtualne IP adrese i fizičke adrese se zove **pretvaranje adresa** (*address resolution*).
- Računalo (*host*) ili usmjernik (*router*) koriste prevođenje adresa samo kada šalju pakete unutar iste fizičke mreže. Adresa iz daleke fizičke mreže se nikada ne prevodi.



Tehnike pretvaranja adresa (2)

- Postoje sljedeće tri osnovne tehnike prevođenja adresa.
 - Pretvaranje adrese **korištenjem tablice** (*table lookup*).
 - Pretvaranje adrese **direktnim računanjem** (*closed-form computation*).
 - Pretvaranje adrese **izmjenom poruka** (*message exchange*).

Pretvaranje adresa korištenjem tablice

- Tablica se sastoji od niza parova (P,H) virtualne IP adrese P i fizičke (hardware-ske) adrese H.
- Svaka fizička mreža ima svoju tablicu (npr. tablica za prefiks 197.15.3.0/24)
- Pretraživanje velikih tablica može biti vremenski zahtjevno.

IP Address	Hardware Address
197.15.3.2	0A:07:4B:12:82:36
197.15.3.3	0A:9C:28:71:32:8D
197.15.3.4	0A:11:C3:68:01:99
197.15.3.5	0A:74:59:32:CC:1F
197.15.3.6	0A:04:BC:00:03:28
197.15.3.7	0A:77:81:0E:52:FA

Pretvaranje adresa izračunavanjem

- Koriste se brzo izračunljive formule u Booleovoj algebri.
- Pogodno za prevođenje adresa koje nisu statičke (*configurable addressing scheme*). Naime, postoje mrežna sučelja čije se fizičke adrese biraju prilikom prve instalacije.
- Za mrežu s prefiksom 220.123.5.0/24 zatvorena formula glasi

$$H = P \text{ and } 0.0.0.255$$

- Fizičke adrese tada biramo u rasponu 1 do 254.

Pretvaranje adresa izmjenom poruka

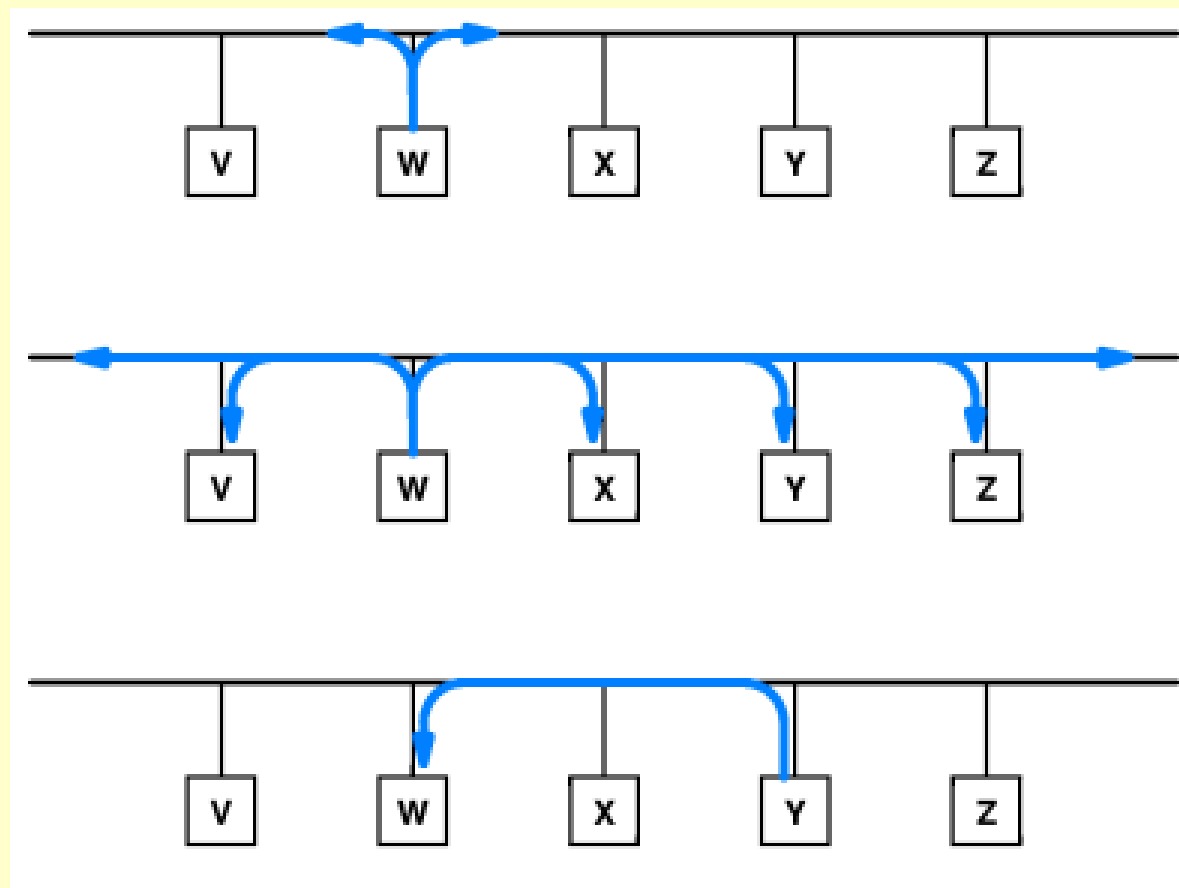
- Računanje adresa opterećuje računala.
- Kao alternativu pretraživanju tablica ili izračunavanju fizičkih adresa, posao prevođenja virtualnih adresa se može distribuirati.
- Računala dolaze do fizičke adrese
 - preko poslužitelja za prevođenje (*resolution servers*)
 - ili tako da svako računalo u mreži vraća odgovor na poruku kojom se traži njegova fizička adresa.
- Za ovakav tip prevođenja adresa nužan je koncept *broadcasta*.

Protokol ARP

- TCP/IP stog protokola može koristiti sva tri navedena tipa prevođenja virtualnih adresa.
- Tablice se najčešće koriste za prevođenje adresa u WAN-u.
- Prevođenje izračunavanjem se koristi za mreže koje podržavaju konfiguriranje fizičkih adresa.
- Prevođenje izmjenom poruka se koristi u LAN-ovima.
- Dio stoga koji se bavi izmjenom poruka u svrhu prevođenja adresa zovemo **ARP** (Address Resolution Protocol).

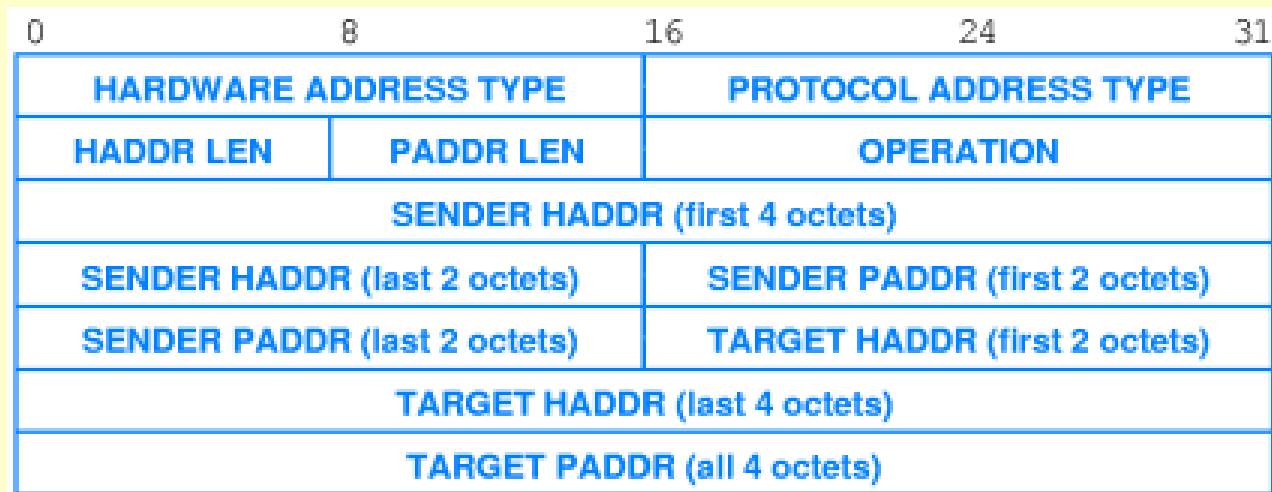
Izmjena poruka u ARP protokolu

- ARP standard specificira slanje ARP poruka kroz mrežu.
- ARP zahtjev se šalje kao *broadcast*.
- Odgovor se šalje u okviru koji je namjenjen samo čvoru koji je poslao *broadcast*.



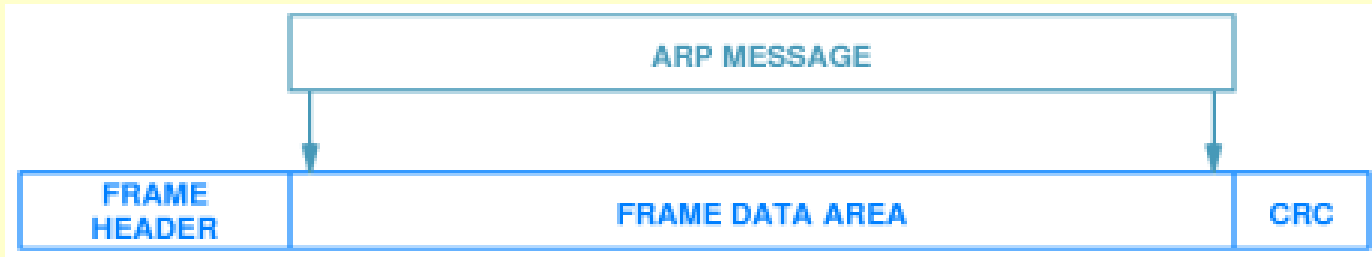
Slanje i format ARP poruka

- ARP protokol se najčešće koristi za prevođenje 32-bitnih IP adresa u 48-bitne Ethernet adrese.
- Specificira se samo opći oblik ARP poruke.
- Cijela ARP poruka se transportira unutar fizičkog okvira = enkapsulacija poruka.



Okviri u ARP protokolu

- Koncept enkapsulacije predviđa da se u zaglavlju specificira tip poruke koja je u okviru.
- Razlikovanje među različitim ARP porukama moguće je tek analizom ARP poruke.



Dest. Address	Source Address	Frame Type	Data In Frame
		806	complete ARP message

Obrada odziva u ARP protokolu

- ARP protokol sadrži različite algoritme za optimizaciju komunikacije.
- Osnovni princip je
 - Računala najčešće komuniciraju dvosmjerno.
 - Računala ne mogu memorirati proizvoljno mnogo prevedenih virtualnih adresa.
- Iz svake ARP poruke s prevedenom adresom primatelj prvo ekstrahira pretvorenu adresu i ažurira tablicu prevedenih adresa.
- Statistički smanjuje broj potrebnih ARP poruka.

Slojevito projektiranje protokola

- U hijerarhiji stoga protokola ARP protokol odjeljuje više i niže slojeve.
- ARP softver sakriva detalje fizičke mreže tako što omogućava višim slojevima protokola da komuniciraju korištenjem samo IP adresa.

