

Podatkovni sloj i lokalne mreže

Predavanje 8 • kolegij Računalne mreže

doc. dr. sc. Sandi Baressi Šegota

Fakultet informatike Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli

Sadržaj predavanja

- 1 Podatkovni sloj: uloga i pogreške
- 2 Višestruki pristup
- 3 LAN: adrese, ARP, Ethernet
- 4 Preklopnici i VLAN
- 5 Sažetak

Podatkovni sloj: uloga i pogreške

Ishodi učenja

Nakon ovog predavanja moći ćete:

- objasniti ulogu i usluge **podatkovnog sloja**;
- primijeniti **otkrivanje pogrešaka** (parnost, CRC);
- usporediti protokole **višestrukog pristupa**;
- opisati **MAC adrese**, **ARP** i **Ethernet**;
- objasniti rad **preklopnika** i **VLAN**-ova.

Uloga podatkovnog sloja

- prenosi **okvir** preko *jednog* linka
- od čvora do **susjednog** čvora
- implementiran u **adapteru** (NIC)



Usluge podatkovnog sloja

- **uokvirivanje** (framing) podataka
- **pristup** dijeljenom mediju
- **otkrivanje** (i ponekad ispravljanje) pogrešaka
- ponekad **pouzdan** prijenos i kontrola toka

Otkrivanje pogrešaka: parnost

- **bit parnosti:** otkriva neparan broj pogrešaka
- **2D parnost:** otkriva i *ispravlja* 1-bitnu grešku
- jeftino, ali ograničeno

0	1	0	1	?
1	0	1	0	?
0	1	0	1	?
?	?	?	?	P

parnost po retku i stupcu

otkriva i *ispravlja* 1-bitnu grešku

CRC (ciklička provjera)

- podaci se dijele generatorom **G** (XOR aritmetika)
- **ostatak R** šalje se uz podatke
- primatelj provjeri djeljivost

podaci $D \cdot 2^r$: generator G

ostatak = R (r bita)

šalje se: D, R

primatelj: $(D, R) \bmod G = 0 \Rightarrow$ bez pogreške

XOR aritmetika (djeljenje polinoma nad $GF(2)$)

Snaga

CRC otkriva sve **skupne** pogreške do duljine r bita — koristi ga Ethernet.

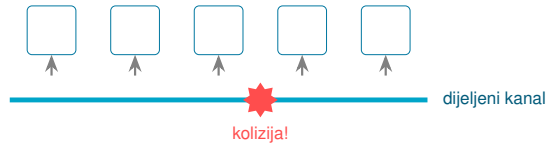
Detekcija pogrešaka na više slojeva

- podatkovni sloj: **CRC** (npr. Ethernet)
- transportni sloj: **checksum** (TCP/UDP)
- „pojas i naramenice” — različiti slojevi, različite pogreške

Višestruki pristup

Dijeljeni kanal

- više čvorova, **jedan** medij
- istovremeno slanje $\Rightarrow$ **kolizija**
- treba *protokol pristupa*



Tri klase protokola

- **podjela kanala**: TDMA, FDMA (fiksni udjeli)
- **nasumični pristup**: ALOHA, CSMA/CD (natjecanje)
- **rotacija**: token (uredno smjenjivanje)

Podjela kanala

TDMA

Svakom čvoru **vremenski** odsječak.

- pravedno pri velikom opterećenju
- **neučinkovito** kad je aktivan samo jedan čvor

FDMA

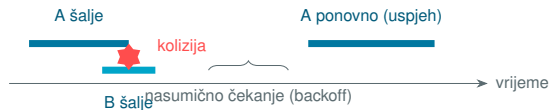
Svakom čvoru **frekvencijski** pojas.

Nasumični pristup: ALOHA

- čvor šalje **čim** ima podatke
- kolizija $\Rightarrow$ ponovno slanje nakon **slučajnog** čekanja
- **slotted ALOHA** sinkronizira početke $\Rightarrow$ bolja iskoristivost

CSMA / CSMA/CD

- **osluškuj** prije slanja (CSMA)
- **otkrij koliziju** i prekini (CD)
- nakon kolizije: **eksponencijalni backoff**



Iskoristivost nasumičnog pristupa

- **čisti ALOHA**: najviše $\approx 18\%$ iskoristivosti
- **slotted ALOHA**: do $\approx 37\%$
- **CSMA/CD**: znatno bolje jer osluškuje i prekida kolizije

Zašto kolizije unatoč osluškivanju?

- signal se širi *konačnom* brzinom (kašnjenje propagacije)
- dva čvora mogu „čuti slobodno” i početi **istovremeno**
- zato je bitno brzo **otkriti** koliziju (CD)

Rotacija: token

- „žeton” (token) kruži među čvorovima
- tko ga drži, **smije** slati
- nema kolizija, ali ima **režijskih** troškova

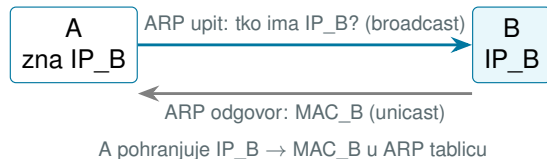
LAN: adresse, ARP, Ethernet

MAC adrese

- **48-bitna** adresa adaptera (npr. 1A:2B:3C:4D:5E:6F)
- „ravna” (nehijerarhijska), **tvornički** dodijeljena
- razlikuje se od IP adrese (mrežni sloj)

ARP: IP → MAC

- traži MAC za poznatu **IP** u istoj podmreži
- **upit** broadcast, **odgovor** unicast
- rezultat u **ARP tablici**



Ethernet okvir



- **MAC** adrese, polje **tip**, podaci, **CRC**
- preambula za sinkronizaciju

Ethernet: obilježja

- **bez veze** i **nepouzdan** (bez potvrda)
- dominantna **žičana** LAN tehnologija
- od 10 Mb/s do 100+ Gb/s, ista okosnica okvira

ARP izvan pod mreže

- odredište u *drugoj* mreži $\Rightarrow$ okvir ide **gatewayu**
- host ARP-om traži MAC **usmjernika** (ne odredišta)
- usmjernik dalje prosljeđuje prema odredištu

Od huba do preklopnika

- **hub**: sve ponavlja $\Rightarrow$ jedna kolizijska domena
- **preklopnik**: izolira promet, više paralelnih prijenosa
- zato je switch istisnuo hub u modernim LAN-ovima

Preklopnici i VLAN

Preklopnik (switch)

- povezuje uređaje u LAN-u, radi na **sloju 2**
- **transparentan** za hostove
- svaki port je **zasebna** kolizijska domena

Samoučenje

- pamti **izvorišnu MAC** → port
- gradi **tablicu** prosljeđivanja
- nepoznato odredište ⇒ **flooding**



Prosljeđivanje i filtriranje

- odredišni port *poznat* i *isti* kao ulazni ⇒ **odbaci**
- poznat i *drugi* ⇒ **proslijedi** na taj port
- nepoznat ⇒ **proslijedi svima** (osim ulaznog)

Petlje i spanning tree

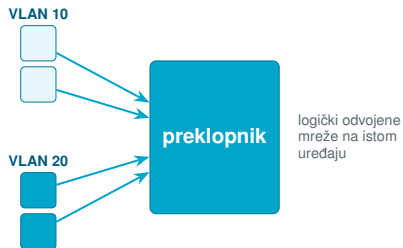
- više preklopnika radi redundancije $\Rightarrow$ moguće **petlje**
- petlje uzrokuju beskonačno kruženje broadcasta
- **spanning tree** protokol logički isključuje suvišne veze

Switch vs router

Preklopnik (L2)	Ruter (L3)
MAC adrese	IP adrese
samoučenje	tablice usmjeravanja
unutar LAN-a	između mreža
plug-and-play	konfiguracija

VLAN

- **logička** podjela jednog preklopnika
- odvaja promet i **broadcast** domene
- fleksibilnost bez novog ožičenja



VLAN trunking (802.1Q)

- VLAN-ovi se protežu preko **više** preklopnika
- okviri se **označe** (tag) VLAN identifikatorom
- „trunk” link nosi promet *više* VLAN-ova

Put web-zahtjeva kroz LAN

- 1 **DHCP**: host dobiva IP, masku, gateway, DNS
- 2 **ARP**: nađe MAC gatewaya
- 3 **DNS**: razluči ime u IP
- 4 **TCP/HTTP**: dohvat stranice

Mreže podatkovnih centara

- deseci tisuća poslužitelja, **hijerarhija** preklopnika
- topologije s **višestrukim** putovima (redundancija)
- cilj: velika **propusnost** i niska latencija

Sažetak

Ključne poruke

- podatkovni sloj prenosi **okvire** preko jednog linka
- **CRC** pouzdano otkriva pogreške (Ethernet)
- protokoli **višestrukog pristupa** rješavaju dijeljeni medij
- **ARP** preslikava IP u MAC; **Ethernet** je dominantni LAN
- **preklopnici** samouče, **VLAN**-ovi logički dijele mrežu

Sljedeće predavanje

Bežične i mobilne mreže: WiFi, stanične mreže, mobilnost.

Pitanja za provjeru

- Zašto je CRC jači od bita parnosti?
- Kako CSMA/CD reagira na koliziju?
- Čemu služi ARP i kako radi?
- Kako preklopnik uči tablicu prosljeđivanja?
- Koja je razlika između preklopnika i rutera?

Hvala na pažnji!

Pitanja i rasprava

doc. dr. sc. Sandi Baressi Šegota • FIPU