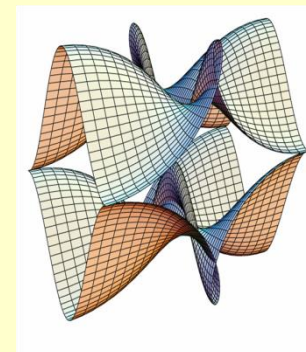




Sveučilište u Zagrebu
PMF – Matematički odsjek

MREŽE RAČUNALA
Predavanja 2022/2023



Poglavlje 12: Temeljne postavke i arhitektura interneta

Sastavili: Luka Grubišić i Robert Manger; Prilagodio: Z. Bujanović
03.11.2014, Matej Mihelčić 04.11.2024.

Motivacija

- Niti jedna mrežna tehnologija nije optimalna za sve potrebe.
- Kombiniranjem tehnologija dobivamo prilagodljivo (robustno) rješenje -- *cjelina je više od sume svojih dijelova*.
- Javlja se problem pružanja jedinstvene usluge pri komunikaciji među čvorovima u tehnološki različitim mrežama.
- Spajanje raznorodnih *fizičkih mreža* u jedinstvenu *logičku mrežu* je koncept koji se naziva *Internetworking*.

Jedinstvena usluga (1)

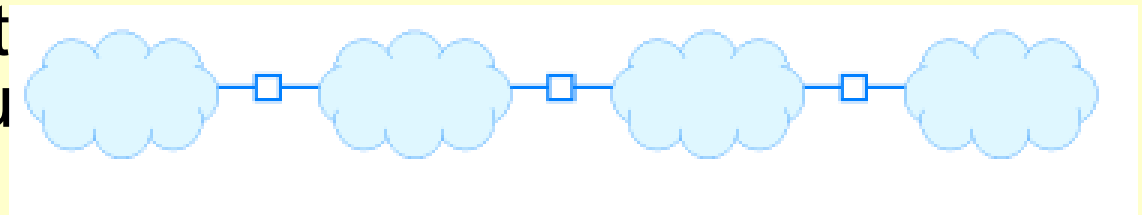
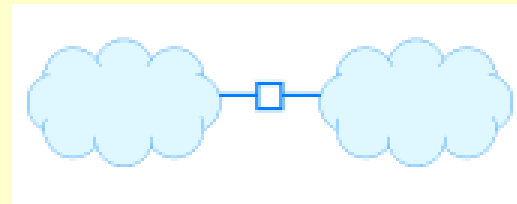
- Činjenica: Nije moguće spojiti dvije tehnološki nekompatibilne mreže jednostavnim spajanjem žica.
- Pitanje: Može li se pružiti jedinstvena usluga bez uvođenja jedinstvenog tehnološkog standarda za sve fizičke mreže?
- Hardversko rješenje zvano premošćivanje (*bridging*) ne rješava problem povezivanja raznorodnih mreža u potpunosti.
- Različite mreže mogu koristiti različite tipove adresiranja i formate paketa i okvira.

Jedinstvena usluga (2)

- Problem se rješava kombiniranjem softverskog i hardverskog rješenja.
- Paradigma, koja se zove *Internetworking*, koristi dodatne uređaje koji se zovu *usmjernici (router-i)*, te *slojevito građene protokole*.
- Kažemo da je Internet *virtualna* mreža budući da je komunikacijski sistem apstrakcija koja skriva fizičke detalje mreža sastavnica i usmjernika koji ih povezuju.

Spajanje fizičkih mreža

- Usmjernik se sastoji od procesora, memorije i posebnog I/O sučelja za svaku od mreža u kojoj je čvor.
- Mreže tretiraju usmjernik kao bilo koji drugi čvor.
- Budući da usmjernik mora usmjeriti svaki paket, njegov procesor nije dovoljan za održavanje prometa između proizvoljnog broja mreža.
- Redundantnost povećava pouzdanost.
- Komunikacijski protokol nadgleda i usmjerava promet pri preopterećenju usmjernika.

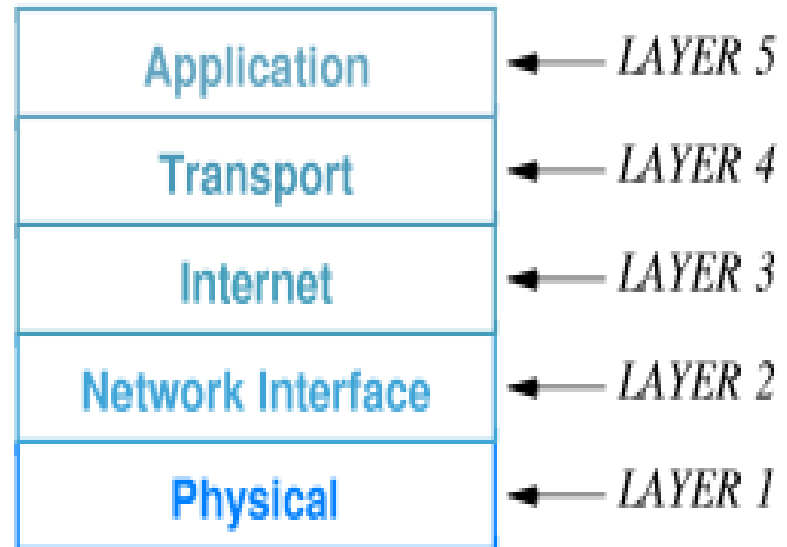


Protokoli za *Internetworking*

- Zadatak koji usmjernik obavlja je složen budući da svaki okvir iz jedne mreže mora biti preusmjeren u drugu mrežu i upućen do krajnjeg čvora.
- Da bi se zadatak riješio, potreban je slojevito projektirani protokol.
- Prvi model za slojeviti protokol je bio 7-slojni OSI model (*Open Systems Interconnection Basic Reference Model*).
- OSI model nikada nije implementiran do kraja. Ne sadrži sloj za Internet.

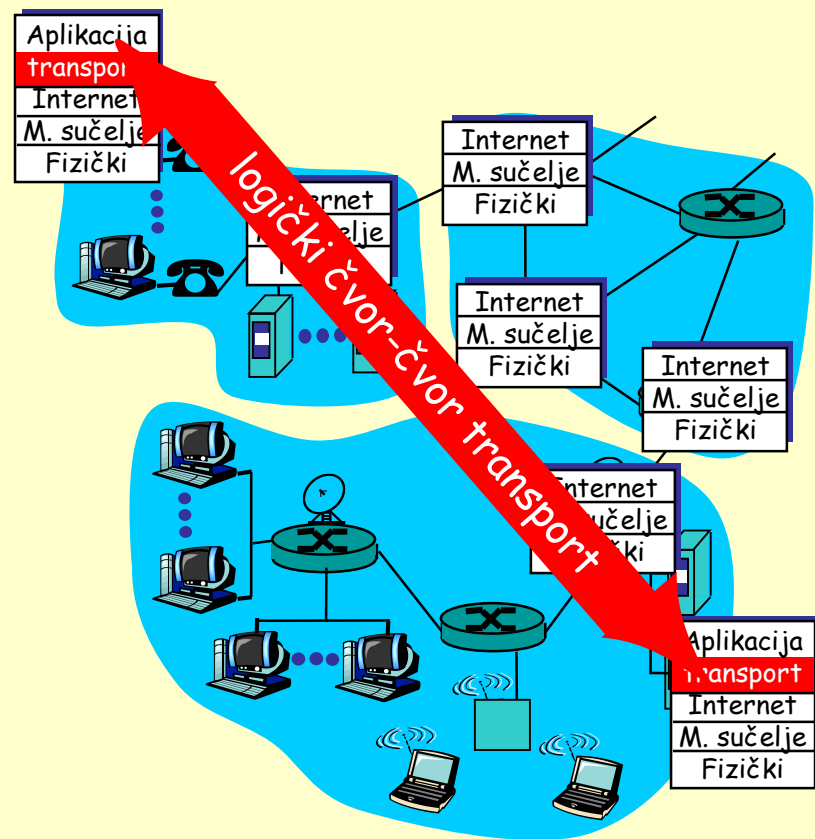
TCP/IP Internet protokol (1)

- Danas je u upotrebi 5-slojni **TCP/IP** model.
- On omogućuje komunikaciju među aplikacijama koje se izvršavaju na računalima u fizički različitim mrežama.



TCP/IP Internet protokol (2)

- Omogućio globalni Internet.
- Transportni sloj uspostavlja virtualnu komunikacijsku vezu za aplikacije.
- Niži slojevi na transparentan način prosljeđuju podatke kroz raznorodne mreže.



Slojevito projektiranje protokola

- Osnovni komunikacijski hardver ima mehanizme koji znaju prenijeti bitove podataka od jednog čvora do drugog.
- *Protokol* je apstrakcija koja definira skup pravila po kojoj čvorovi u mreži mogu izmjenjivati poruke bez da direktno stupaju u kontakt s hardverom.
- Komunikacijski problem se ne rješava monolitnim modelom već se organizira kao stog slojeva (*layering model*).
- To olakšava analizu, projektiranje i izvođenje softvera. Također, povećava prilagodljivost i robusnost rješenja.

Slojevi u TCP/IP stogu protokola

5. Aplikacija	DNS , TFTP , TLS/SSL , FTP , Gopher , HTTP , IMAP , IRC , NNTP , POP3 , SIP , SMTP , SNMP , SSH , TELNET , ECHO , BitTorrent , RTP , PNRP , rlogin , ENRP
	Neki protokoli za usmjeravanje mogu biti dio aplikacijskog, ali i Internet sloja (BGP border gateway).
4. Transport	TCP , UDP , DCCP , SCTP , IL , RUDP
3. Internet	Protokoli za usmjeravanje koji se odvijaju u IP sloju se smatraju dijelom Internet sloja (OSPF). IP (IPv4 , IPv6) ARP and RARP su protokoli koji se odvijaju ispod IP sloja, ali ipak iznad Mrežnog sučelja.
2. Mrežno sučelje	Ethernet , Wi-Fi , token ring, PPP, SLIP, FDDI, ATM, Frame Relay, SMDS

Slojevi u TCP/IP stogu protokola (1)

- Ethernet – standard za povezivanje računala u LAN mrežu.
- Wi-fi – tehnologija za povezivanja računala u LAN preko radio valova. Konceptualno sličan Ethernetu.
- Token ring – LAN tehnologija koja koristi povezivanje računala u obliku prstena, računala koordiniraju komunikaciju koristeći prsten.
- PPP – (eng. point to point protocol), koristi se za izravno povezivanje dva računala u mreži.
- SLIP – (eng. serial line Internet protocol), enkapsulacija Internet protokola namijenjena komunikaciji preko serijskih portova i usmjernika.
- FDDI – (eng. fiber distributed data interface), standard koji koristi optička vlakna za spajanje računala u LAN. Može proširiti domet do 200km.

Slojevi u TCP/IP stogu protokola (2)

- ATM – (eng. asynchronous transfer mode), koristi ATM sklopke za spajanje računala u LAN ili WAN.
- Frame relay – namijenjen povezivanju udaljenih segmenata LAN mreža. Koristi „connection-oriented” paradigmu.
- SMDS – (eng. Switched Multi-megabit Data Service), brži od Frame relay-a, koristi „connectionless” paradigmu.
- ARP – (eng. address resolution protocol), komunikacijski protokol namijenjen pronalasku MAC adrese koristeći mrežnu adresu (npr. na Ethernetu iz IP adrese se dobije MAC adresa).
- RARP – (eng. reverse address resolution protocol), protokol koji iz MAC adrese dohvaća IP adresu računala.
- IP – mrežni sloj za slanje poruka baziran na IP adresama.
- OSPF – (eng. open shortest path first), protokol za usmjeravanje paketa između usmjernika.

Slojevi u TCP/IP stogu protokola (3)

- TCP – (eng. transmission control protocol), protokol za spojnu komunikaciju između čvorova u računalnoj mreži.
- UDP – (eng. user datagram protocol), protokol za nespojnu komunikaciju između čvorova u računalnoj mreži.
- DCCP – (eng. datagram congestion control protocol), protokol orijentiran na poruke u transportnom sloju. Omogućuje kontrolu zagušenja mreže.
- SCTP – (eng. stream control transmission protocol), protokol transportnog sloja, omogućuje slanje poruka u slijedu uz kontrolu zagušenja mreže.
- IL – (eng. Internet link), protokol transportnog sloja koji omogućuje spojnu komunikaciju. Jednostavniji od TCP-a.
- RUDP – (eng. reliable user datagram protocol), UDP protokol veće pouzdanosti.

Slojevi u TCP/IP stogu protokola (4)

- BGP – (eng. border gateway protocol), protokol za usmjeravanje, donosi odluke prema putevima, mrežnim pravilima ili pravilima postavljenim od strane administratora.
- DNS – (eng. domain name system), hijerarhijski i distribuirani sustav koji omogućuje dohvaćanje IP adrese iz hostname-a računala.
- TFTP – (eng. trivial file transfer protocol), protokol za dohvaćanje ili postavljanje dokumenta na udaljeno računalo.
- TLS/SSL – (eng. transport layer security/secure sockets layer), protokoli za osiguravanje osjetljivih podataka.
- FTP – (eng. file transfere protocol), protokol koji omogućuje dohvaćanje/postavljanje podataka na udaljeno računalo. Ne pruža nikakvu zaštitu podataka koji se šalju ili primaju.

Slojevi u TCP/IP stogu protokola (5)

- Gopher – protokol namijenjen distribuiranju, traženju i dohvaćanju dokumenata preko Interneta.
- HTTP – (eng. hypertext transfer protocol), protokol za prijenos i isporuku podataka za World Wide Web.
- IMAP – (eng. Internet message access protocol), protokol za dohvaćanje e-mail poruka sa servera koristeći TCP/IP.
- IRC – (eng. Internet relay chat), tekstualni sustav za slanje poruka „chat” oblika. Omogućuje komunikaciju između grupa koristeći kanale.
- NNTP – (eng. network news transfer protocol), protokol aplikacijskog sloja koji se koristi za slanje vijesti između servera koji pružaju vijesti.
- POP3 – (eng. post office protocol 3), protokol aplikacijskog sloja, služi za učitavanje poruka od strane klijenata koristeći TCP/IP.

Slojevi u TCP/IP stogu protokola (6)

- SIP – (eng. session initiation protocol), protokol za signaliziranje. Koristi se za pokretanje, održavanje i gašenje komunikacijskih sesija.
- SMTP – (eng. simple mail transfer protocol), protokol aplikacijskog sloja za razmjenu elektroničke pošte.
- SNMP – (eng. simple network management protocol), protokol koji skuplja i organizira informacije o uređajima spojenima na mrežu koristeći IP protokol.
- SSH – (eng. Secure Shell), protokol za sigurno spajanje i izvođenje naredbi na udaljenom računalu.
- TELNET – protokol aplikacijskog sloja za dvosmjernu tekstualnu komunikaciju između računala.
- ECHO – protokol koji omogućuje klijentu slanje tekstualnih poruka serveru (koji ga podržava). Server primljene poruke neizmijenjene vraća klijentu.

Slojevi u TCP/IP stogu protokola (7)

- BitTorrent – komunikacijski protokol za „peer-to-peer” tip dijeljenja dokumenata.
- RTP – (eng. real-time transport protocol), protokol za dostavljanje audio i video sadržaja preko mreže koristeći IP protokol.
- PNRP – (eng. peer name resolution protocol), Microsoftova verzija „peer-to-peer” protokola.
- rlogin – (eng. remote login protocol), protokol koji dopušta spajanje na udaljena računala.
- ENRP – (eng. endpoint handlespace redundancy protocol), služi za komunikaciju između koordiniranih servera na mreži.

Usmjernici, čvorovi i slojevi protokola (1)

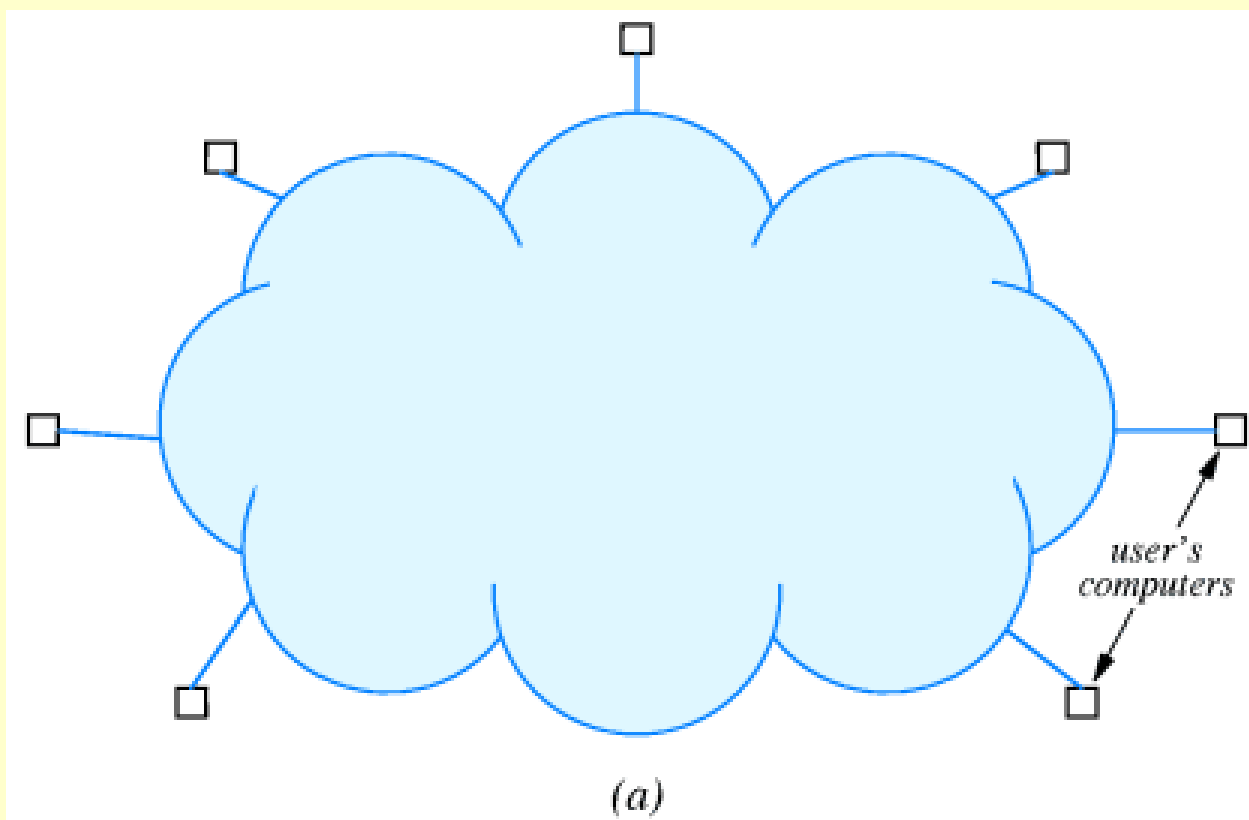
- Razlikujemo čvorove domaćine (*host-computers* - računala koja izvode neku aplikaciju), te čvorove usmjernike (*routers*) koji povezuju raznorodne mreže.
- Usmjernik je računalo s dva mrežna sučelja koje **prebacuje** i **prevodi** podatke između dvije raznolike mreže.
- Svi čvorovi koriste slojeve TCP/IP protokola.
- No svi čvorovi ne koriste sve slojeve protokola. Npr. usmjernik ne treba protokole sloja 4 ili 5 (transportni ili aplikacijski sloj).

Usmjernici, čvorovi i slojevi protokola (2)

- Stvara se dojam *virtualne mreže* budući da gornji slojevi protokola skrivaju fizičke detalje mreža.
- Posebno se skrivaju detalji (prevođenjem)
 - fizičkih veza i fizičkih adresa
 - fizičkih formata okvira i prikaza podataka
- Umjesto toga imamo
 - virtualne IP adrese,
 - virtualne pakete ili datagrame.

Virtualna mreža (1)

- Pojam apstraktnog paketa, te apstraktne adrese omogućava izmjenu poruka između čvorova u raznorodnim mrežama.



Virtualna mreža (2)

- Takav model omogućuje skalabilno i robusno rješenje problema pružanja *jedinstvene usluge* u stalno rastućoj mreži.

