

Komunikacijske mreže

1.

Uvod u komunikacijske mreže i osnove arhitekture mreža

Ak.g. 2011./2012.

Sadržaj predavanja



- Vrste mreža
- Komunikacijski kanal i informacijski paket
- Arhitektura mreže
- Slojeviti modeli
 - Referentni model povezivanja otvorenih sustava (OSI)
 - Internetski model (TCP/IP)
- Mrežne performanse
- Normizacija

Komunikacijska mreža



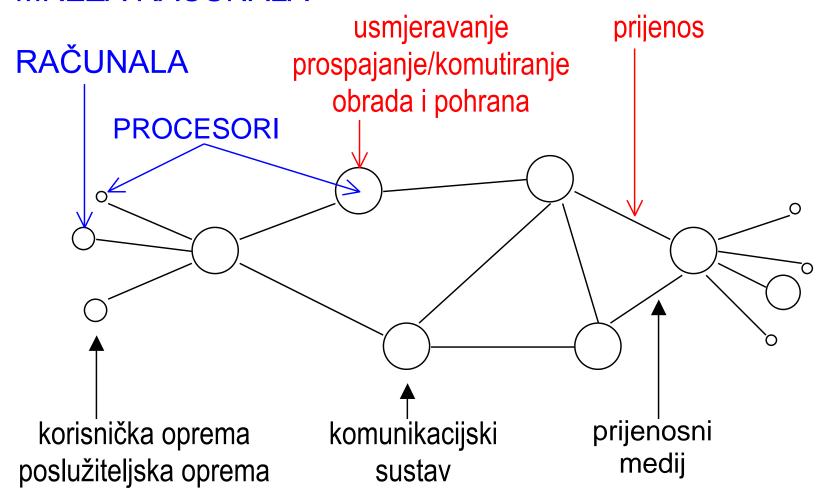
Komunikacijsku mrežu čine međusobno povezani komunikacijski sustavi na koje se spaja korisnička oprema (komunikacijska, računalna) i druga oprema potrebna za pružanje informacijskih i komunikacijskih usluga te potporu aplikacija korisnicima (poslužiteljska računala i drugi sustavi).

 Mreža se može predočiti grafom čiji čvorovi odgovaraju sustavima (računalnim, komunikacijskim), a grane prijenosnim medijima koji ih međusobno povezuju.

Prikaz mreže



MREŽA RAČUNALA



Vrste mreža



Klasifikacijski kriteriji:

- Rasprostranjenost (područje na kojem se prostire)
- Namjena (javna/privatna)
- Vrsta informacije medij (govor, podatak, slika,)
- Način komuniciranja (kanal, paket)
- Topologija (povezanost čvorova)
- Pokretljivost korisnika (da/ne)

Rasprostranjenost



- mreža širokog područja
 (engl. Wide Area Network, WAN)
- metropolitanska ili gradska mreža (engl. Metropolitan Area Network, MAN)
- lokalna mreža
 (engl. Local Area Network, LAN)
- ostale:
 - kućna mreža (engl. Home Network)
 - osobna mreža (engl. Personal Area Network, PAN)
 - tjelesna mreža (engl. Body Area Network, BAN)
 - **...**

Namjena



Javna mreža (engl. public network)

 dostupna korisnicima s ugovornim odnosom s mrežnim operatorom (engl. network operator)

Privatna mreža (engl. private network)

- namijenjena ograničenoj skupini korisnika unutar iste zajednice, primjerice:
 - akademska i istraživačka mreža (engl. Academic Research Network, ARN)
 - mreža poduzeća (engl. enterprise network)
 - korporacijska mreža (engl. corporate network)

Vrsta informacije



Od:

- govor (npr. telefonska mreža)
- podatak (npr. Internet)
- slika (npr. kabelska televizija)

Prema:

- više vrsta informacije više medija objedinjeno istom mrežom (engl. multimedia),
- više usluga u istoj mreži (engl. multiservice), uz
- međusobno povezivanje raznovrsnih mreža

Način komuniciranja: komunikacijski kanal



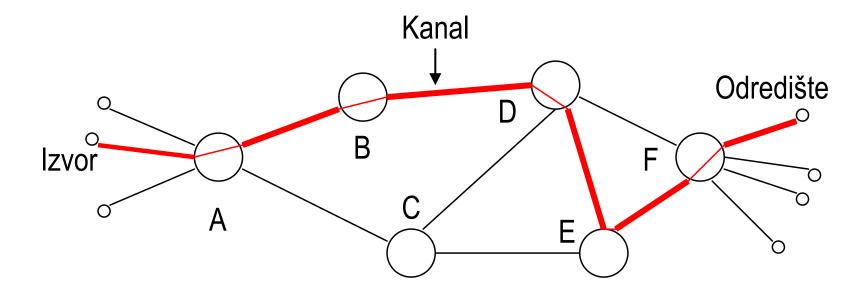
Komunikacijski kanal

- put kroz mrežu između izvora i odredišta određenog kapaciteta (bit/s) koji se dodjeljuje na zahtjev (npr. pozivanjem), ili trajno (npr. najmom), zauzet cijelo vrijeme trajanja komunikacije
- prednost: prikladno za kontinuirani protok informacija u stvarnom vremenu, npr. kod razgovora, kad je važno održati vremenske uvjete komuniciranja kako se ne bi ugrozila razumljivost zbog prevelikog kašnjenja ili promjene kašnjenja
- nedostatak: neučinkovito, jer se dodijeljeni kapacitet zauzima (i naplaćuje) neovisno o tome da li se i koliko informacije prenosi

Mreža s komutacijom kanala



engl. circuit switched network



Način komuniciranja: paket



(Informacijski) paket

- informacija se dijeli na blokove kojima se dodaje zaglavlje s adresom na temelju koje ih se usmjerava od izvora do odredišta, i drugom upravljačkom informacijom
- prednost: mreža se zauzima samo tijekom prijenosa paketa, a broj i veličina paketa može se prilagoditi količini informacije; u razdobljima kad jedan izvor ne odašilje pakete, mogu se prenositi paketi iz drugih izvora.
- nedostatak: teže održati vremenske uvjete komuniciranja (kašnjenje i promjena kašnjenja); dio kapaciteta se troši na prijenos upravljačke informacije - zaglavlja paketa

Mreža s komutacijom paketa



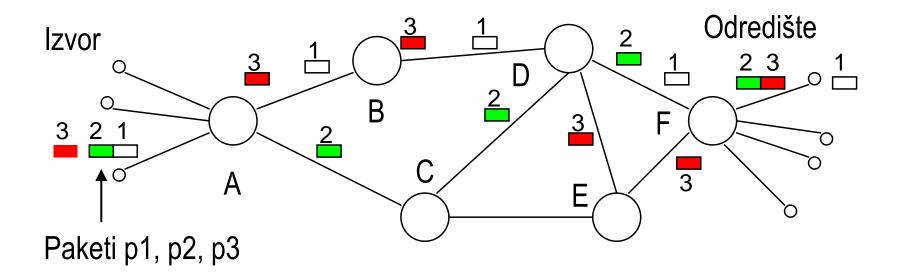
engl. packet switched network

Usmjeravanje paketa (engl. routing):

- datagramski
- virtualni kanal

Datagram

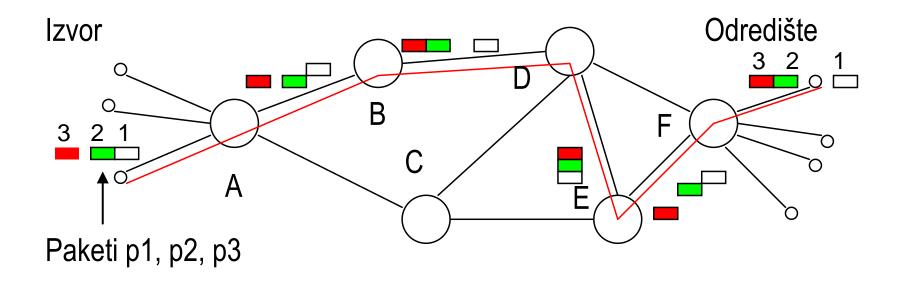




Svaki paket usmjerava se zasebno kroz mrežu, od izvora prema odredištu, pri čemu se može dogoditi da paketi prolaze različitim putovima; takav paket naziva se datagram.

Virtualni kanal





Najprije se određuje put kojim će se paketi usmjeravati kroz mrežu od izvora do odredišta, a zatim se svi paketi usmjeravaju tim istim putom, a što se naziva virtualnim kanalom (engl. virtual circuit).

Topologija



Regularne topologije:

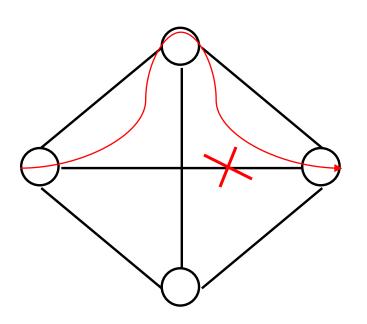
- potpuna povezanost (engl. fully connected)
- zvijezda (engl. star)
- sabirnica (engl. bus)
- prsten (engl. ring)
- stablo (engl. tree)

Ostale topologije:

- nepotpuna povezanost
- međusobno povezane različite regularne topologije

Potpuna povezanost

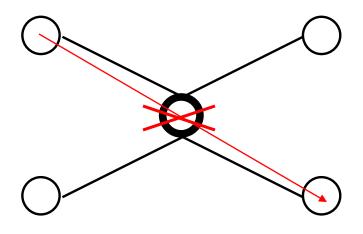




Izravna povezanost svaka dva čvora u mreži

- jednostavno prospajanje i usmjeravanje informacijskih tokova
- otpornost na kvarove pri prekidu grane između dva čvora može ostvariti alternativni put preko ostalih čvorova
- primjena: umjereni broj čvorova i/ili ograničeno područje zbog troškova povezivanja (manje mreže)





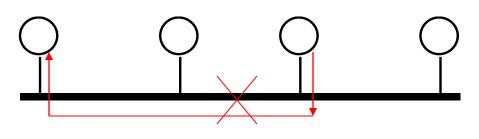
Središnji čvor na koji su spojeni svi ostali čvorovi posreduje pri komunikaciji između njih

- smanjen broj grana u mreži
- osjetljivost na kvarove ispad središnjeg čvora onemogućuje ikakvu komunikaciju
- primjena: ograničeno područje (lokalna mreža, priključak korisnika na mrežu)

Sabirnica



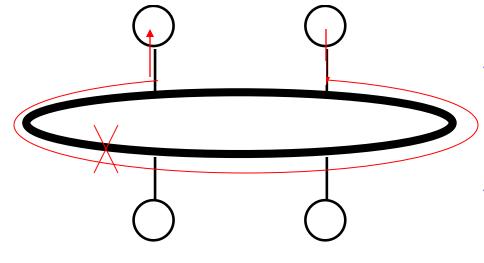
Svi čvorovi priključeni na zajednički prijenosni medij



- potrebni posebni mehanizmi dodjele prava komuniciranja pojedinom čvoru
- osjetljivost na kvarove prekid onemogućuje komunikaciju
- primjena: lokalna mreža

Prsten

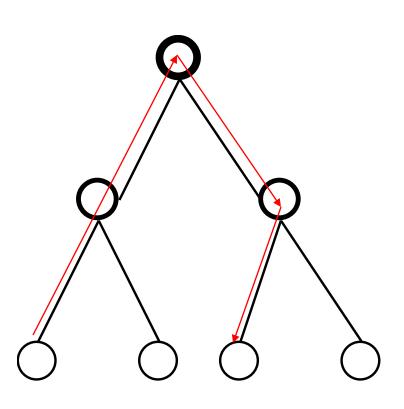




Svi čvorovi priključeni na zajednički prijenosni medij koji stvara zatvoreni put

- potrebni posebni mehanizmi dodjele prava komuniciranja pojedinom čvoru
- osjetljivost na kvarove prekid prstena onemogućuje komunikaciju
- primjena: mreže velikog kapaciteta (optičke mreže)





Hijerarhijska struktura

- komunikacija nadređenog i njemu podređenog čvora je izravna, a svaka druga zahtijeva posredovanje jednog ili više čvorova
- primjena: međunarodna nacionalna - regionalna - lokalna povezanost

Arhitektura mreže



Dijelovi mreže:

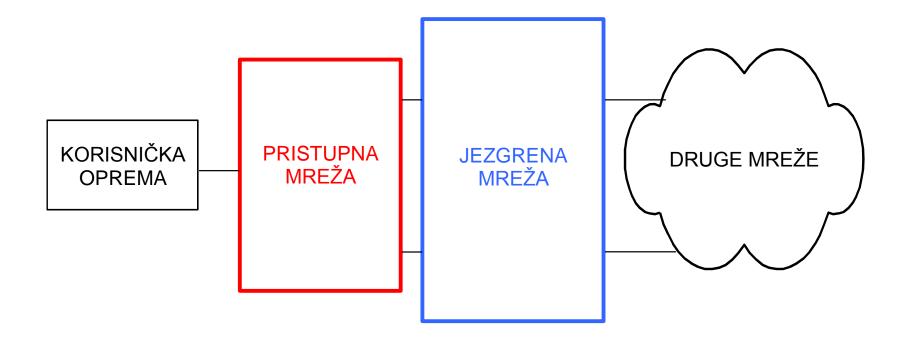
- pristupna mreža (engl. access network) preko koje se priključuju korisnici
- jezgrena mreža (engl. core network) koja povezuje sustave u pristupnoj mreži te omogućuje komunikaciju s drugim mrežama

Slojevi mreže:

 vertikalna podjela funkcija po slojevima (engl. layer), od prijenosa informacije fizičkim medijem (najniži sloj), do usluga i primjena na raspolaganju korisnicima (najviši sloj)

Dijelovi mreže





Slojevita mrežna arhitektura (1)



Aplikacijski sloj, sloj primjene
(N+1)-sloj
(N)-sloj
(N-1)-sloj
Fizički sloj

Vertikalna dekompozicija na slojeve

- svakom sloju dodjeljuju se funkcije i specificiraju sučelja sa susjednim slojevima kako bi viši sloj mogao koristiti uslugu nižeg sloja
- najviši je uvijek aplikacijski sloj koji predočuje aplikacije i usluge za korisnike
- najniži je uvijek fizički sloj koji omogućuje stvarni prijenos informacije fizičkim medijem

Slojevita mrežna arhitektura (2)



Namjena:

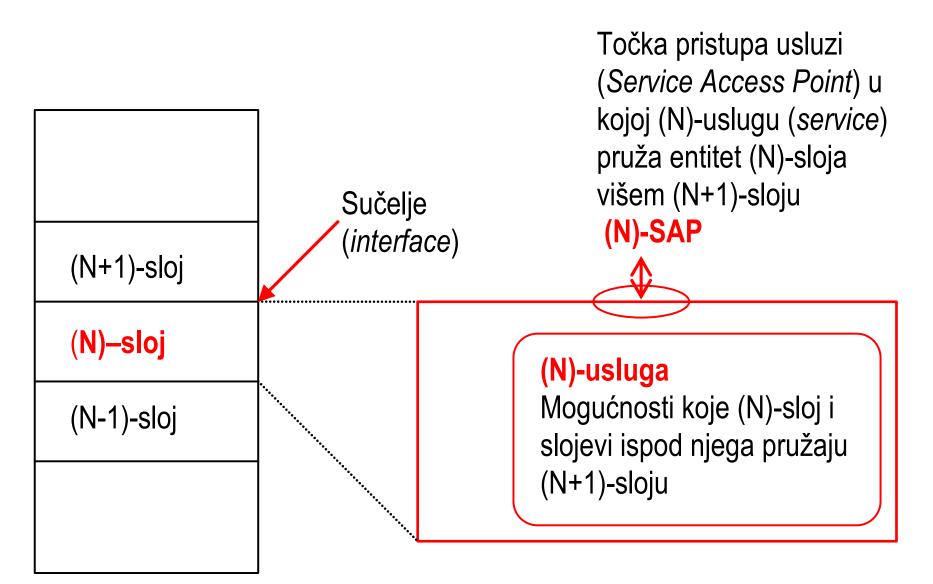
- definiranje koncepata i normiranje,
- utvrđivanje pravila povezivanja sustava u mrežu te mreža međusobno,
- stvaranje otvorenih rješenja, neovisnih o proizvođaču opreme ili mrežnom operatoru.

Osnovni modeli:

- referentni model povezivanja otvorenih sustava (engl. Open System Interconnection Reference Model, OSI RM)
- referentni model TCP/IP (internetski model)
 (engl. TCP/IP Reference Model)

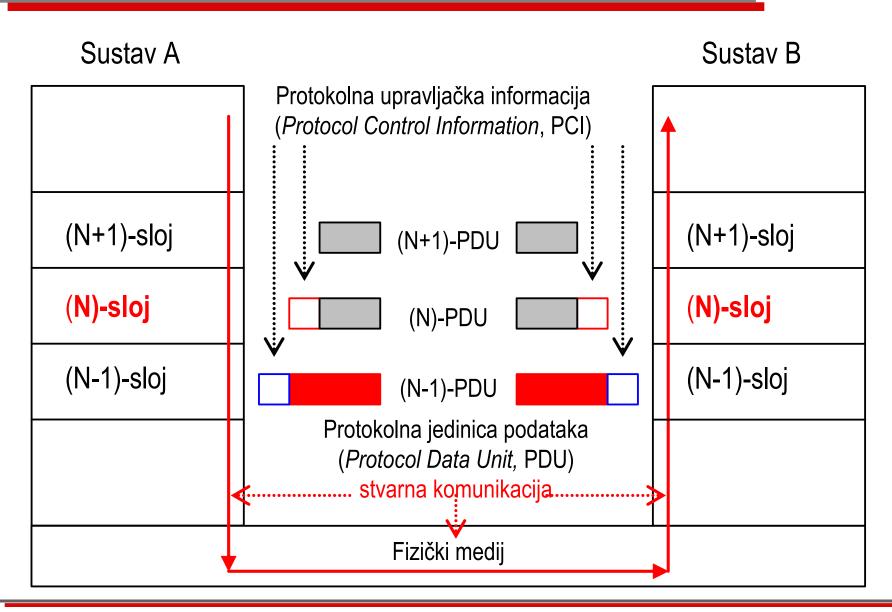
Koncept sloja





Komunikacija između slojeva





Komunikacija unutar sloja



Sus	tav A	Protokol:	Sustav B
		skup pravila i formata (sintaksa i semantika) koji određuju komunikacijsko	
(N+1))-sloj	ponašanje u (N)-sloju	(N+1)-sloj
(N)-s	loj	(N)-protokol (N)-PDU	(N)-sloj
(N-1)	-sloj		(N-1)-sloj
		virtualna	
		komunikacija	
		Fizički medij	

Komunikacijski protokol



Skup pravila

- za postupak razmjene informacije između entiteta u mreži (npr. dva računala, korisničke opreme i pristupnog čvora, dva čvora u mreži, dva korisnika, korisnika i davatelja usluge)
- kojim se ostvaruje usklađenost predajnog i prijamnog entiteta te
- zaštita od mogućih pogrešaka u prijenosu i kvarova na sustavima i prijenosnim medijima.

Skup formata

jedinice podataka koje služe za razmjenu informacije.

Spojna usluga



(engl. connection-oriented service)

- razmjeni jedinica podataka prethodi uspostavljanje veze kojim se određuje put kroz mrežu, a po završetku razmjene podataka veza se prekida
- sve jedinice podataka razmjenjuju se na isti način koji određuje "veza" (npr. usmjeravaju se istim putem, isporučuju se ispravne u redoslijedu u kojem su poslane i dr.)
- veza može biti:
 - stvarna,
 - virtualna,
 - logička,
 - **...**
- primjer: virtualni kanal

Nespojna usluga



(engl. connectionless service)

- svaka jedinica podataka razmjenjuje se neovisno o ostalima, odnosno usmjerava i isporučuje na odredištu neovisno o ostalima
- primjer: datagram
 - paketi se prenose od izvora do odredišta (prosljeđuju i usmjeravaju između čvorova) svaki za sebe
 - ne jamči se isporuka na odredištu
 - ne potvrđuje se primitak na odredištu
 - zaključak: nepouzdana usluga

Funkcije sloja



Svaki sloj treba moći:

- identificirati pošiljatelja i primatelja s kojima komunicira
- odrediti smjer prijenosa podataka:
 - jednosmjerno (engl. simplex)
 - dvosmjerno (engl. duplex)
 - naizmjenično, u oba smjera (engl. half-duplex)

Dodatno, sloj može:

- upravljati pogreškama otkrivati i ispravljati ih (engl. error control)
- upravljati tokom podataka (engl. flow control)
- usmjeravati jedinice podataka i
- višestruko iskoristiti raspoloživu vezu (engl. multiplex)

Referentni model OSI



- 7 Aplikacijski sloj, sloj primjene (*Application Layer*)
- 6 Prezentacijski/predodžbeni sloj (Presentation L.)
- 5 Sjednički sloj, sloj sesije (Session Layer)
- 4 Transportni sloj (*Transport Layer*)
- 3 Mrežni sloj (Network Layer)
- 2 Sloj podatkovne poveznice (*Data Link Layer*)
- 1 Fizički sloj (Physical Layer)

OSI: 1. fizički sloj



7 Aplikacijski sloj
6 Prezentacijski sloj
5 Sjednički sloj
4 Transportni sloj
3 Mrežni sloj
2 Sloj podatkovne poveznice
1 Fizički sloj

Komunikacijski put ostvaren fizičkim prijenosnim medijem između dva ili više fizičkih entiteta

- jedinica podataka: bit
 Osnovne funkcije
- prijenos slijeda bita
- mehaničko, električko/fotoničko i vremensko sučelje s prijenosnim medijem:
 - žični (engl. wired, wireline)
 - optički (engl. fibre optics)
 - bežični (engl. wireless)

OSI: 2. sloj podatkovne poveznice



Komunikacija između dva izravno povezana (susjedna) čvora

7 Aplikacijski sloj
6 Prezentacijski sloj
5 Sjednički sloj
4 Transportni sloj
3 Mrežni sloj
2 Sloj podatkovne poveznice
1 Fizički sloj

jedinica podataka: ograničeni niz bita
 okvir (engl. frame)

Osnovne funkcije

- prijenos okvira od točke do točke (engl. point-to-point) ili od točke do više točaka (engl. point-to-multipoint)
- upravljanje pogreškama
- upravljanje tokom

OSI: 3. mrežni sloj



7 Aplikacijski sloj
6 Prezentacijski sloj
5 Sjednički sloj
4 Transportni sloj
3 Mrežni sloj
2 Sloj podatkovne poveznice
1 Fizički sloj

Komunikacija između dva (krajnja) čvora u mreži, izravno ili preko međučvorova

 jedinica podataka: ovisna o vrsti mreže, npr. paket

Osnovne funkcije

- usmjeravanje jedinica podataka
- upravljanje pogreškama
- upravljanje tokom
- međusobno povezivanje mreža i podmreža

OSI: 4. transportni sloj



7 Aplikacijski sloj
6 Prezentacijski sloj
5 Sjednički sloj
4 Transportni sloj
3 Mrežni sloj
2 Sloj podatkovne poveznice
1 Fizički sloj

Transparentan prijenos s kraja na kraj mreže (engl. *end-to-end*)

- jedinica podataka: ovisna o vrsti mreže, npr. paket
 Osnovne funkcije
- transportne usluge:
 - prijenos bez pogrešaka (semantička transparentnost)
 - prijenos uz najmanje kašnjenje (vremenska transparentnost)
- upravljanje pogreškama
- upravljanje tokom

OSI: 5. sjednički sloj



7 Aplikacijski sloj		
6 Prezentacijski sloj		
5 Sjednički sloj		
4 Transportni sloj		
3 Mrežni sloj		
2 Sloj podatkovne poveznice		
1 Fizički sloj		

Usklađivanje sustava koji međusobno komuniciraju

- uspostavljanje, održavanje i prekidanje dijaloga
- dodjela prava za komuniciranje
- nastavljanje komunikacije u slučaju prekida

OSI: 6. prezentacijski sloj



7 Aplikacijski sloj		
6 Prezentacijski sloj		
5 Sjednički sloj		
4 Transportni sloj		
3 Mrežni sloj		
2 Sloj podatkovne poveznice		
1 Fizički sloj		

Prikaz (sintaksa) i značenje informacije (semantika) koja se razmjenjuje

- kodovi
- formati
- struktura podataka

OSI: 7. aplikacijski sloj



7 Aplikacijski sloj 6 Prezentacijski sloj 5 Sjednički sloj 4 Transportni sloj 3 Mrežni sloj 2 Sloj podatkovne poveznice 1 Fizčkii sloj

Aplikacije i usluge za korisnike

- aplikacijski (računalni) procesi
- skup protokola za korisničke usluge i aplikacije

Internetski model, TCP/IP



- 4 Aplikacijski sloj (Application Layer)
- 3 Transportni sloj (*Transport Layer*)

2 Mrežni sloj, internetski sloj (Network Layer, Internet Layer)

1 nije definiran -> sloj podatkovne poveznice i fizički sloj upotrijebljene mreže (pristupa mreži)

TCP

IP

Internetski model: 2. mrežni/internetski sloj



- 4 Aplikacijski sloj
- 3 Transportni sloj
- 2 Mrežni/internetski sloj

1

Protokol IP (Internet Protocol)

- i dodatni protokoli za usmjeravanje, kontrolu komunikacije i komunikaciju u skupini
- međusobno povezivanje mreža/podrmreža (engl. internetworking)
- mreža s komutacijom paketa, svaki se paket usmjerava zasebno - datagram
- IP preko X (IP over X, IPoX)
- Y preko IP (Y over IP, YoIP)

Internetski model: 3. transportni sloj



Protokoli:

4 Aplikacijski sloj

3 Transportni sloj

2 Mrežni/internetski sloj

1

Transmission Control Protocol, TCP

pouzdana transportna usluga:
 prijenos bez pogrešaka, uz
 isporuku potpune informacije u
 nepromijenjenom redoslijedu

User Datagram Protocol, UDP

jednostavna transportna usluga:
 prijenos uz najmanje moguće
 kašnjenje informacije

Internetski model: 4. aplikacijski sloj



4 Aplikacijski sloj

3 Transportni sloj

2 Mrežni/internetski sloj

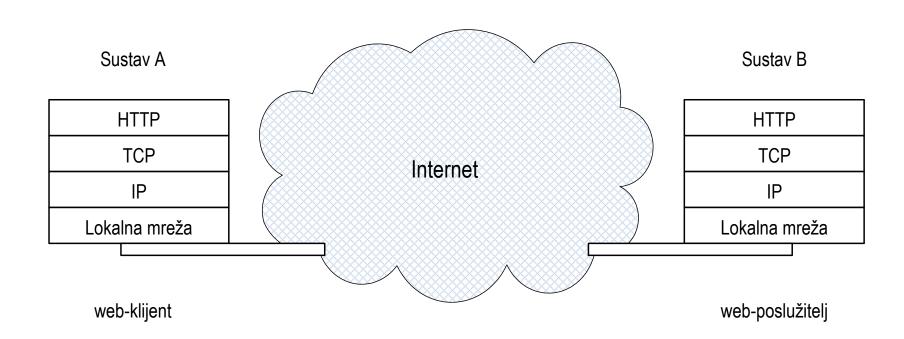
1

Aplikacijski protokoli za različite usluge i primjene

- korisnički, npr.:
 - SMTP (Simple Mail Transfer Protocol): elektronička pošta
 - HTTP (Hyper Text Transfer Protocol): WWW
- sustavski, npr.:
 - DNS (Domain Name System): sustav imenovanja domena

Primjer: protokolna izvedba weba na Internetu





Zašto protokol TCP, a ne UDP?

Usporedba OSI - TCP/IP



7 Aplikacijski sloj	
6 Prezentacijski sloj	
5 Sjednički sloj	
4 Transportni sloj	
3 Mrežni sloj	
2 Sloj podatkovnog linka/veze	
1 Fizički sloj	

4 Aplikacijski sloj
3 Transportni sloj
2 Mrežni sloj
1

Kako korisnik "vidi" mrežu?



...kroz mogućnost upotrebe informacijskih i komunikacijskih usluga, odnosno aplikacija.

Kvaliteta usluge (engl. Quality of Service, QoS) definirana je kao zajednički učinak performansa usluge koji određuje stupanj zadovoljstva korisnika.

Čovjek izražava subjektivni dojam o kvaliteti usluge, npr.:

"slabo te razumijem", "dugo čekam stranicu weba", "datoteka je prenesena jako brzo", "u tekstu ima puno pogrešaka", "glas nije usklađen s otvaranjem usta", "slika je jako dobra", ...

Što su performanse?



Mrežne performanse

- definirane su kao sposobnost mreže ili dijela mreže da ostvari funkcije potrebne za komunikaciju između korisnika te korisnika i poslužiteljskih sustava
- karakterizirane su skupom izračunljivih i mjerljivih parametara, kao što su:
 - širina pojasa
 - propusnost
 - kašnjenje i
 - drugi
- svaki sloj i njegove performanse utječu na ukupne mrežne performanse

Širina pojasa



engl. bandwidth

B (Hz)

- širina frekvencijskog pojasa koja se može upotrijebiti za prijenos,
- fizikalno svojstvo prijenosnog medija, opisano najvišom frekvencijom koja se može prenijeti.

B (bit/s)

- maksimalni broj bita koji se može prenijeti u jedinici vremena
 - "digitalni" propusni opseg
 - brzina prijenosa bita (engl. bit rate)

Propusnost



engl. throughput

(bit/s)

- broj korisnih bita prenesen u jedinici vremena,
- manja je od kapaciteta kanala/propusnog opsega/brzine prijenosa bita, jer se uz korisne prenose i dodatni bitovi (ovisno o protokolu i načinu prijenosa)

Teorija informacije

 kapacitet kanala (bit/s) - najveća brzina prijenosa bita koja ovisi o širini frekvencijskog pojasa te odnosu signal/šum

Kašnjenje



engl. delay, latency

(s)

- vrijeme potrebno da bit s izvora stigne na odredište
- ako je riječ o izravnoj vezi, uključuje:
 - vrijeme potrebno za odašiljanje na izvoru,
 - vrijeme propagacije prijenosnim medijem (udaljenost/brzina svjetlosti u mediju),
 - vrijeme potrebno za prijam na odredištu.
- ako postoje međučvorovi, dodatno:
 - vrijeme čekanja na obradu,
 - vrijeme obrade u svakom čvoru.

Potrebno je precizno definirati relaciju za koju se izračunava ili mjeri kašnjenje!

Normizacija



- International Organisation for Standardisation (ISO) http://www.iso.org
- International Telecommunication Union (ITU) http://www.itu.int

ITU-T (International Telecommunication Union - Telecommunications)
CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et
Téléphonique) – stari naziv!

- Internet Engineering Task Force (IETF) http://www.ietf.org
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) http://www.ieee.org, http://standards.ieee.org

Razmislite i odgovorite (da/ne) ...



Kriterij usporedbe	Komutacija kanala	Komutacija paketa - datagram
Uspostava veze		
Dodijeljen fizički put		
Svi podaci idu istim putem		
Podaci uvijek stižu ispravnim redoslijedom		
Fiksna raspoloživa širina prijenosnog pojasa		
Primjenjuje se u Internetu		