

Uvod u Internet

Uvod

- Pojava Interneta je jedan od najvažnijih događaja u ljudskoj istoriji – revolucija u komunikaciji i poslovanju.
- Teme ove nastavne jedinice:
 - Šta je Internet i kako funkcioniše?
 - Pregled istorijskog razvoja.
 - Opis TCP/IP protokola (Transmission Control Protocol / Internet Protocol).
 - Tekući trendovi i kako se oni mogu razvijati u budućnosti.

Šta je Internet?

- Telegraf i telefon – uređaji za komunikaciju s-kraja-na-kraj (eng. end-to-end communication).
- Radio i TV – uređaji za širenje informacije (eng. broadcast).
- Telekomunikacioni medijumi su omogućili ljudima da se informišu i zabave (eng. entertainment).
- Internet se pojavio kao alternativni oblik komuniciranja.
- On je sada postao primarni medijum za sve oblike komuniciranja – jedan-jedan, jedan-više i više-više (eng. one-to-one, one-to-many, many-to-many).

Definicija Interneta

- Internet je globalna svetska mreža koja povezuje računarske sisteme.
- Postoji široka lepeza sistema, od kamere do super računara, uključujući i sisteme u svemiru (sateliti i sl.).
- Razvoj Interneta u tako veliku mrežu je zasnovano na saradnji vlada, industrije i obrazovnih institucija širom sveta.
- Širenje informacije putem Interneta, s druge strane, dovodi do novih tehnoloških prodora.

Istorijat Interneta

- Inicijalno je Internet bio namenjen za prenos vojne informacije preko nekoliko računara.
- Postepeno su Univerziteti otkrili da Internet predstavlja brži put za deljenje informacije i Internet se proširio na nekoliko stotina računara.
- Zatim se i biznis komuna zainteresovala za deljenje informacije preko mreže.
- Glavni motiv za sve je bio “deljenje informacije”.
- Širenje informacije brzinom elektronskih medija je postala potreba skoro svakog ljudskog bića.
- Rast preko političkih i geografskih granica je indikator da je deljenje informacije postala realna svetska potreba.

Uvod u Internet

5

1950-te

- Jedan od glavnih događaja koji je pokrenuo razvoj Interneta je lansiranje satelita Sputnjik od strane SSSR.
- To je dovelo do stvaranja ARPA (Advanced Research Project Agency) unutar US DoD-a (Department of Defence).

Uvod u Internet

6

1960-te

- ARPA je započela istraživanja o umrežavanju računara sa sistemima za deljenje vremena (eng. time-sharing).
- Mnogi Univerziteti su učestvovali u ovim istraživanjima.
- Telekomunikacioni giganti su istraživali mogućnosti povezivanja računara preko postojećih telefonskih linija.
- Napravljen je plan za prvu ARPA mrežu, ARPANET.
- To je bila prva glavna mreža sa komutacijom paketa.

1970-te

- Na ARPANET su priključene mreže istraživačkih laboratorija i Univerziteta.
- Napravljeno je program za elektronsku poštu (e-mail) i aplikacije za neformalnu komunikaciju putem teksta (eng. text-chat).
- Pojavili su se RFC (Request for Comment) dokumenti za Telnet i FTP (File Transfer Protocol).
- Napravljen je Ethernet kao protokol za umrežavanje (eng. networking).
- Pojavio se TCP/IP koncept protokola za transport i komunikaciju.

1980-te (1/2)

- Napravljene su mnoge mreže, uključujući BITNET, MILNET, CSNET, NSFNET, UUNET i USENET.
- TCP/IP je postajao osnovni protokol za komunikaciju preko ovih mreža.
- Pojavio se pojam Internet - mreža koja se sastoji od više podmreža (eng. sub-networks).
- Instalirano je puno UNIX računara na Univerzitetima.
- Uveden je DNS (Domain Name System) radi rukovanja imenovanjem računara (eng. host) između mreža i podmreža.
- Pojavili su se virusi kao posledice grešaka (eng. bug).

1980-te (2/2)

- Prve pojave virusa su dovodile do potpunog zaustavljanja Interneta.
- Internet je stabilizovan krajem 80-tih, kad se pojavljuju worms.
- Krajem ovog perioda bilo je oko 100.000 računara povezanih na Internet u nekoliko zemalja.

1990-te (1/3)

- Napuštena je ARPANET.
- Širene su veze između više pod mreža u nekoliko zemalja.
- Evropska organizacija za nuklearna istraživanja CERN je uvela WWW (World Wide Web).
- Uvedene su mreže na bazi brzih veza: 1.5Mb/s T1 do 45Mb/s T3 (u Evropi E1-E3).
- Formiran je InterNIC (Internet Network Information Center) radi administriranja usluga na Web-u.
- Mnoge komune su ustanovile svoje prezentacije na Web-u.

1990-te (2/3)

- Upotreba PC-a i telefonskih linija je počela da raste eksponencijalno zahvaljujući pojavi ISP-a (Internet Service Provider).
- Oživeo je koncept pretraživanja (eng. browsing) Web-a.
- Pojavili su se mnogi skript jezici, a HTML je postao de fakto standard.
- Napravljene su hiljade RFC-a.
- Kasnih 90-tih je uvedeno elektronsko poslovanje (eng. e-commerce).
- Distribuirane obrade ulaze u fokus istraživanja.
- Pojavljuju se hakeri i zaštita postaje jedna od glavnih briga.

1990-te (3/3)

- Izmišljene su nove tehnologije i protokoli u cilju zaštićivanja Interneta.
- Počinje priključivanje malih i kućnih uređaja (mobilni telefoni, veš mašine, itd.).
- Pojavljuje se podrška mobilnim korisnicima.
- Zbog Y2K problema mnogi Internet resursi su poboljšani.
- Internet i dalje raste eksponencijalno, priključuju se milioni krajnjih računara na Internet.
- Internet konačno postaje stabilniji i pouzdaniji.

2000-te (1/2)

- IPv4 adresni prostor je iscrpljen.
- Nova verzija, IPv6, rešava ovaj problem.
- Poslovanje preko mreže raste eksponencijalno.
- Kapacitet infrastrukture se konzumira povećanom brzinom.
- Zavisnost biznisa i ljudi od Interneta postaje zastrašujuća.
- Zbog toga zaštita Interneta dobija još više na značaju.
- Putem Interneta se prenose različiti informacioni sadržaji (eng. media content), kao što su video, telefonija i HDTV (High Definition TV) preko Interneta.

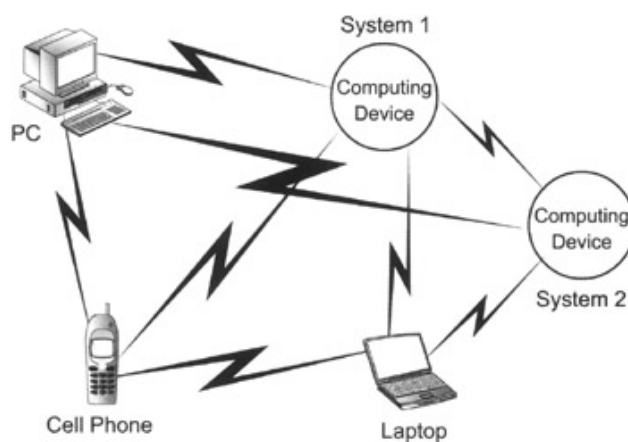
2000-te (2/2)

- Prosečni korisnik (PC sa telefonskom linijom) zahteva širi propusni opseg.
- ISDN i DSL linije sa brzinama do 600kb/s postaju široko dostupne prosečnim korisnicima.
- Mreža se ne koristi samo za komuniciranje, već i kao server datoteka, server za računanje i aplikacioni server.
- Eksponencijalno raste deljenje datoteka, resursa za računanje i distribuiranih aplikacija.
- Razvijaju se nove tehnologije distribuiranog umrežavanja.

Osnovni Internet principi

- Pojam Internet je izveden iz dva korena “inter” i “network”.
- Mogućnost međusobnog povezivanja dve mreže uvodi definiciju Interneta.
- Koliko se Internet razlikuje od mreže?
- Pa, ne previše. Objašnjenje sledi.

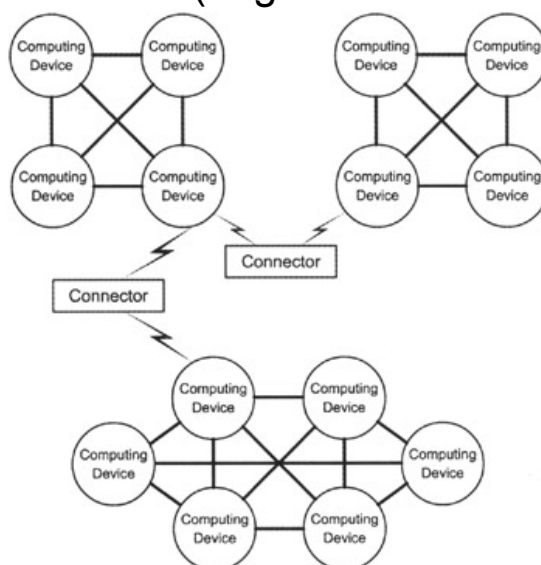
Mreža se pravi povezivanjem više računarskih uređaja



Uvod u Internet

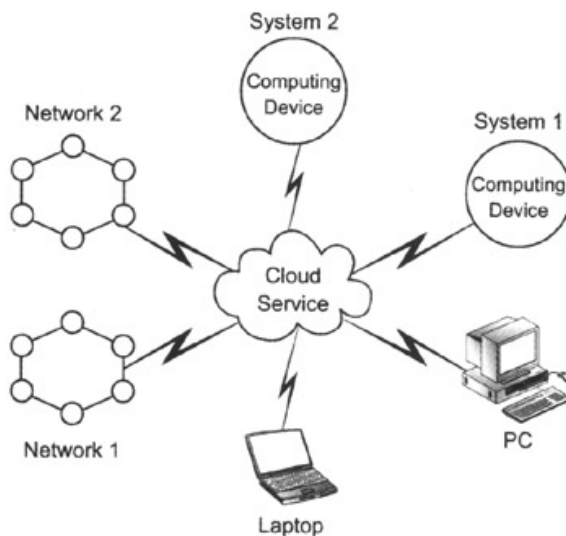
17

Mreža može da se napravi i od više podmreža (eng. sub-networks)



18

Internet se dobija povezivanjem mreža i podmreža



19

Preliminarni ciljevi Interneta (1/2)

- Strateška vojno-orijentisana komunikacija različitih računarskih uređaja.
- Deljenje informacije između vojnih baza u cilju efektivnog raspoređivanja vojnih strategija.
- ARPANET je robusna i pouzdana mreža za potrebe rata.
- To je glavni princip iza celog projekta, iako je bilo i mnogo drugih ciljeva.
- Nema centralizovane komandne i kontrolne jedinice, tako da nema jedne tačke napada gde bi neprijateljski projektil mogao da sruši mrežu.
- U to vreme to se smatralo skoro nerešivim zadatkom.

Preliminarni ciljevi Interneta (2/2)

- U ARPANET-u je rađeno na raznim projektima pre nego što je paketski komutirana komunikacija izabrana za njen glavni protokol.
- Time je postignuta željena robustnost i pouzdanost.
- Kako?

Komutacija paketa kao osnova robustosti i pouzdanosti (1/2)

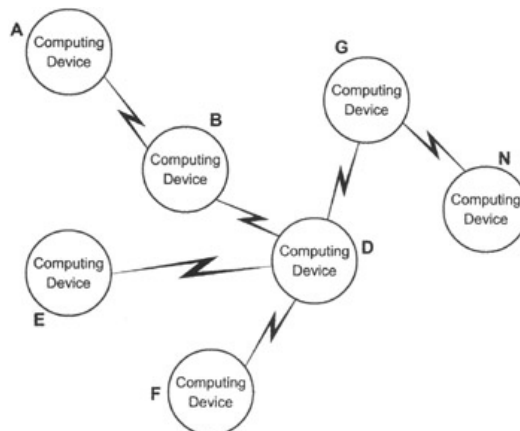
- Mreža se sastoji od više čvorova.
- Svaki čvor je povezan sa svim drugim čvorovima bilo direktno ili indirektno.
- Prema tome, postoji više puteva između čvora izvorište i čvora odredište.
- Informacija se šalje u malim paketima, čija veličina se obično ne menja.
- Npr. ako je paket veličine 1 bajt, potrebno je 100 paketa da bi se prenela informacija opisana sa 100 bajta.
- Mreža usmerava ove pakete do njihovog odredišta.

Komutacija paketa kao osnova robustosti i pouzdanosti (2/2)

- Kako mreža ovo postiže?
- Pošto ne postoji unapred zadana putanja, prvi čvor koji ima neku inteligenciju usmerava paket prema njegovom odredištu, upućujući ga nekom od svojih suseda.
- Ova strategija je veoma neefikasna, pošto isporuka paketa nije zagarantovana.
- Glavna ideja iza ovog protokola je da se ova nepouzdanost koristi kao prednost.

Primer

- Hipotetička mreža sa čvorovima od A do Z.
- Hipotetički protokol zahteva postojanje unapred određenih putanja za veze između čvorova.
- Npr. putanja između A i N ide preko B, D i G.
- Ako npr. čvor D otkáže, komunikacija A-N je onemogućena.
- Čvor D je tačka mogućeg otkaza (eng. single point of failure).

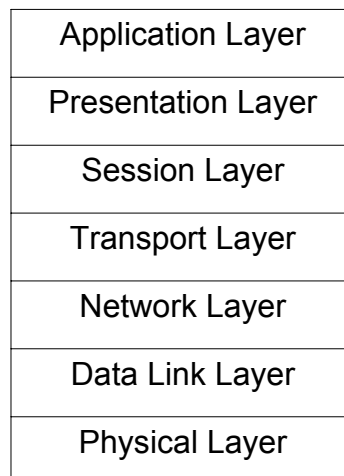


ARPANET – mreža bez slabih tačaka

- U ARPANET-u u slučaju otkaza nekog čvora, saobraćaj se usmerava preko drugih čvorova u mreži.
- Naravno u slučaju otkaza odredišnog čvora ne može se ništa uraditi.
- Protokol koji se u ARPANET-u koristio 70-tih je NCP (Network Control Protocol).
- Vremenom je razvijen TCP/IP.
- Da bi se razumeo Internet mora se razumeti TCP/IP, a da bi se razumeo TCP/IP mora se razumeti ISO OSI.

Kratak pregled ISO OSI

- Nedostatak prvih mreža sa komutacijom paketa je bio što su samo čvorovi istog proizvođača mogli međusobno da komuniciraju.
- Rešenje je ponuđeno u obliku ISO OSI referentnog modela.
- Model je napravljen u obliku slojevite arhitekture.
- Svaki sloj ima sopstvene obaveze.
- OSI je hijerarhijska i modularna arhitektura.
- Slojevi su slabo povezani.



Sloj aplikacije (eng. application layer)

- Sloj aplikacije obezbeđuje API (Application Programming Interface) za korisničku aplikaciju.
- Drugim rečima, ovaj sloj preuzima odgovornost za mrežne detalje, tako da korisnička aplikacija ne mora da brine o njima.
- Primeri korisničkih aplikacija su: usluga prenosa datoteka, usluga štampanja, usluga elektronske pošte, konzole za upravljanje mrežom, procesi klijent-server, itd.

Sloj predstavljanja (eng. presentation layer)

- Obezbeđuje standarde kodiranja.
- Odgovoran je za pregovaranje između aplikacije i ostatka protokol steka.
- On obezbeđuje funkcije za prevođenje i konverziju pomoću kojih se podaci mogu uspešno razmenjivati.
- Npr. aplikacija na PC-u šalje podatke u ASCII obliku.
- Sloj predstavljanja pretvara ASCII u standardni mrežni oblik (ASN.1) i šalje ga ostatku protokol steka.
- Na prijemnoj strani, sloj predstavljanja prima podatke u standardnom mrežnom obliku, koji je generički za ostatak steka, i pretvara ih u ASCII.

Sloj veze (eng. session layer)

- Obezbeđuje komunikacioni kanal između računara.
- Ovi komunikacioni kanali se nazivaju sesijama.
- Primeri protokola sloja veze su: RPC (Remote Procedure Call), Apple Talk i NFS (Network File System).

Transportni sloj (eng. transport layer)

- Upravlja prenosom podataka preko mreže.
- Tj. obezbeđuje mehanizme kontrole toka da bi obezbedio integritet podataka između čvorova.
- Ovaj mehanizam potvrđuje prijem svakog segmenta podataka i ispravan redosled segmenata.
- Sve ukupno, odgovornost ovog sloja je da segmentira podatke koje prima od sloja veze i upućuje ih mrežnom sloju.
- U suprotnom smeru on sklapa segmente koje prima.
- Primeri protokola ovog sloja su TCP i UDP (User Datagram Protocol).

Mrežni sloj (eng. network layer)

- Obezbeđuje adresiranje krajnjih računara.
- Adresiranje se zasniva na usmeravanju informacije između krajnjih računara preko mreže.
- Drugim rečima, rukuje prenosom i saobraćajem između krajnjih računara.
- Takođe, obezbeđuje razrešenje adresa za segmente koje prosleđuju objekti sloja kanala (eng. data link layer).

Sloj kanala (eng. data link layer)

- Definiše kako se pristupa podacima iz fizičkog medijuma.
- Formatira informaciju u okvire (eng. frames), koje prosleđuje na gore.
- U obrnutom smeru, informaciju od gore pretvara u niz bita koje prosleđuje fizičkom sloju.
- Koristi koncept fizičkog adresiranja (tzv. MAC adresa) da bi identifikovao pojedine fizičke uređaje.
- Neki primeri protokola ovog nivoa su ARP (Address Resolution Protocol) i RARP (Reverse Address Resolution Protocol).

Fizički sloj (eng. physical layer)

- Rukuje fizičkim detaljima slanja i prijema bita preko fizičkog kanala.
- Obično je kanal napravljen od vodova, kao što je upredena parica ili optičko vlakno.
- Može koristiti i bežične medije, kao što su infracrveni ili radio talasi.
- Može podržavati različite topologije, kao što su zvezda, prsten ili magistrala.
- Jedan primer ovog sloja je Ethernet standard.

TCP/IP model

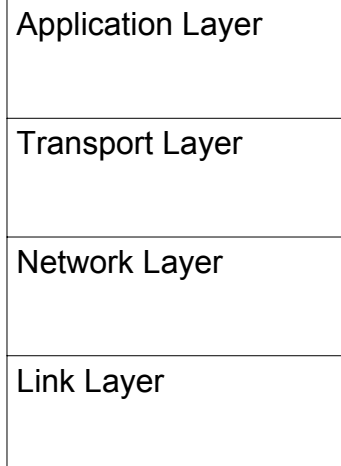
- U velikoj meri se zasniva na ISO OSI.
- TCP/IP je familija protokola (eng. protocol family, protocol suite) koja omogućava komunikaciju različitih računarskih platformi (HW + operativni sistem).
- Postoje neki osnovni zahtevi koji moraju biti ispunjeni da bi se računar mogao priključiti na TCP/IP mrežu.

Osnovni zahtevi za uključenje u mrežu

- Fizička arhitektura računara (CPU, memorija, monitor, disk itd.)
- Mrežna kartica (komponenta koja povezuje računar sa mrežom preko mrežnog kabla).
- Operativni sistem (programska komponenta koja upravlja fizičkom arhitekturom i aplikacionim programima).
- TCP/IP protokol stek (familija protokola koja omogućava umrežavanje sistema).

TCP/IP slojevita arhitektura

- TCP/IP je slojevit protokol, kao i svi drugi mrežni protokoli.
- Sloj je podsistem unutar steka sa zadatim odgovornostima.
- TCP/IP protokol stek je arhitektura sa 4 sloja, nasuprot ISO OSI koji ima 7 slojeva.



Sloj aplikacije

- Obezbeđuje zajedničku spregu preko koje korisničke aplikacije komuniciraju sa donjim slojevima.
- Dakle, obezbeđuje spregu (eng. interface) između aplikacija i mreže.

Transportni sloj

- Odgovoran je za kontrolu toka između dva krajnja računara (eng. host).
- Ovaj sloj je dužan da informaciju koju prima od aplikacije segmentira (paketizira) i prosleđuje je mrežnom sloju.
- U suprotnom smeru, transportni sloj sklapa pakete koje prima od mrežnog nivoa i tako dobijenu informaciju prosleđuje aplikaciji.

Mrežni sloj

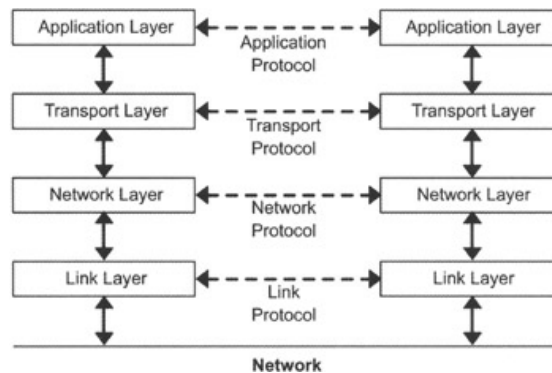
- Zadužen je za usmeravanje paketa kroz mrežu.
- Takođe je odgovoran za kontrolu i upravljanje porukama, kao i za rukovanje grupama (eng. multicasting).

Nivo kanala

- Rukuje fizičkim detaljima sistema.
- Drugim rečima, odgovoran je za sprezanje operativnog sistema sa mrežnom karticom unutar računara.

Komunikacija između TCP/IP čvorova

- Svaki čvor mreže mora podržavati TCP/IP da bi mogao da se priključi na mrežu.
- Na slici su prikazani protokoli komunikacije.
- Mreža je predstavljena sa donja tri nivoa TCP/IP protokol steka.
- Oni rukuju mrežnim detaljima, bez da išta znaju o aplikacijama.
- Aplikativni sloj je sprega aplikacije sa mrežom.



Nezavisnost od mrežnih detalja

- Aplikacija ne mora ništa da zna o načinu usmeravanja informacije kroz mrežu od strane donja 3 nivoa.
- Tako je aplikacija potpuno odvojena od mrežnih detalja.
- Korisniče aplikacije u dve krajnje tačke logički komuniciraju jedna s drugom. U stvarnosti one komuniciraju preko donjih slojeva.
- Prema tome, TCP/IP je modularan protokol zasnovan na slojevima.

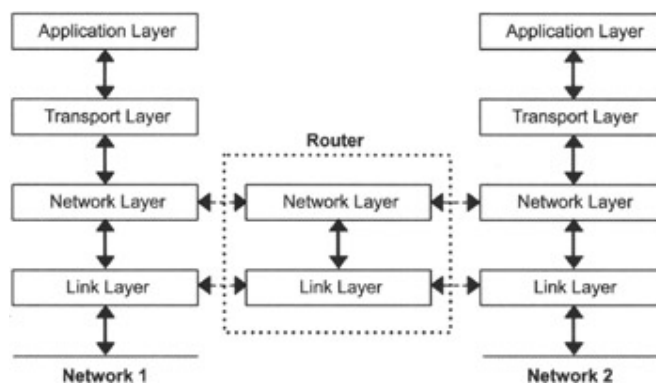
Fizička arhitektura Interneta

- Internet je mreža sačinjena od više mreža.
- Ove mreže se sastoje od čvorova koji se međusobno povezuju direktno putem kablova ili preko koncentratora (eng. *hub*).
- *Koncentrator* je uređaj koji omogućava međusobno povezivanje više čvorova mreže.
- Mreže se povezuju pomoću *komutatora* ili *usmerivača* (eng. *router*).
- *Usmerivač* je uređaj koji usmerava pakete koji potiču iz jedne mreže ka odredištima u drugoj mreži.
- Usmerivač tipično koristi IP protokol da bi usmeravao datagrame.

Uvod u Internet

43

Mreže povezane preko usmerivača



- Usmerivač koristi mrežni sloj da bi povezoao dve mreže.
- Dve mreže iste tehnologije se mogu povezati i preko *mosta* (eng. *bridge*).
- Most koristi sloj kanala da bi povezoao dve mreže.

44

TCP/IP protokoli

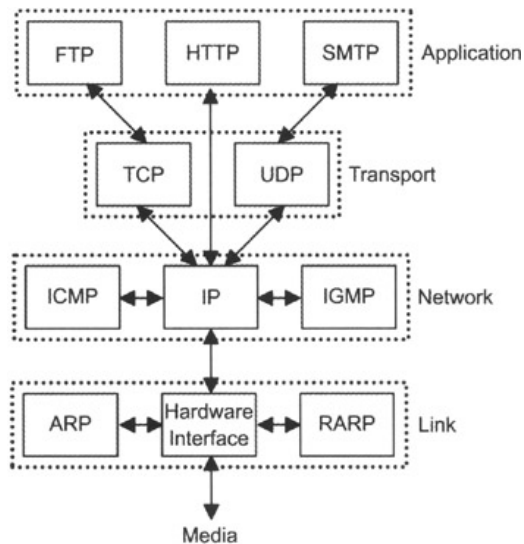
- TCP je transportni protokol.
- IP je mrežni protokol.
- IP obezbeđuje uslugu usmeravanja datagrama kroz mrežu.
- Ova usluga je nepouzdana, pošto IP ne garantuje isporuku datagrama.
- S druge strane TCP garantuje isporuku segmenata.
- TCP obezbeđuje kontrolu toka i prenosa između dva krajnja računara.
- TCP je takođe zadužen za slanje i prijem paketa potvrde, kao i za ponovo slanje nepotvrđenih paketa.

Uvod u Internet

45

TCP/IP familija protokola

- TCP/IP protokol stek se u stvari sastoji od puno drugih protokola, koji su smešteni u 4 osnovna sloja.
- Najvažniji protokoli su TCP, UDP i IP.



TCP

- TCP je protokol pouzdanog prenosa koji se nalazi u transportnom sloju.
- Radi na vrhu IP koji je deo mrežnog sloja.
- Iako je IP nepouzdan protokol, TCP realizuje mehanizme kontrole toka i prenosa koji obezbeđuju pouzdan prenos informacije.
- TCP potvrđuje svaki paket koji primi, tako da pošiljaoc zna da je paket stigao na svoje odredište.
- U slučaju da TCP sa predajne strane ne primi potvrdu, on ponovo šalje nepotvrđeni paket (eng. retransmission).
- Na taj način aplikacija može računati da će mreža obaviti pouzdanu isporuku informacije željenom odredištu.

UDP (1/2)

- UDP (User Datagram Protocol) je protokol za razmenu korisničkih datagrama.
- Komunikacija između dva krajnja računara se obavlja slanjem i prijemom korisničkih datagrama.
- UDP je protokol nepouzdanog prenosa.
- Kao i TCP, nalazi se u transportnom sloju i koristi IP, koji se nalazi u mrežnom sloju.
- Kao i TCP, zadužen je za kontrolu toka podataka.
- Međutim UDP ne garantuje isporuku paketa.

UDP (2/2)

- UDP je protokol bez uspostave veze (eng. connectionless), tj. ne poseduje mehanizme za uspostavu i raskid veze.
- Pošto je UDP mnogo jednostavniji od TCP-a, on je i mnogo brži.
- U suštini UDP proširuje IP uvođenjem koncepta *prolaza* (eng. port). To je u stvari poštansko sanduče u koje se smeštaju poruke namenjene nekom procesu.

IP

- IP je protokol unutar mrežnog sloja.
- Koristi se kao centralna tačka između mnogih protokola, kao što su TCP, UDP, ICMP i IGMP.
- Odgovoran je za usmeravanje paketa, koje šalje transportni sloj, kroz TCP/IP mrežu.
- Pre svega je zadužen za usmeravanje datagrama ka njegovom odredištu i ograničenje vremena njegovog života.
- Podržava i niz opcija, kao što su:
 - Vremensko pečačenje
 - Zapis izabranih deonica na putanji datagrama
 - Usmeravanje po zadatoj putanji

ICMP

- ICMP (Internet Control Message Protocol) je nadzorno-upravljački deo Internet protokola.
- Koristi se za prenos informacije o grešci i upravljačke informacije između usmerivača i krajnjeg računara.
- Primeri poruka o greškama su: nemogućnost daljeg usmeravanja datagrama i zagušenje mreže.
- Najvažnije ICMP poruke su:
 - Zahtev za odjekom i odjek (eng. echo request/replay).
 - Poruka preusmeravanja (eng. redirect).
 - Zahtev za smanjenje brzine slanja (eng. source quench).

IGMP

- IGMP (Internet Group Management Protocol) je protokol koji usmerivači i krajnji računari koriste za prenos informacije o pripadnosti grupama.
- Analogan je ICMP. I on se posmatra kao deo IP-a.
- Krajnji računar radi u dve faze:
 - Na početku on šalje IGMP poruku za prijavljivanje u datu grupu, koju prima IGMP usmerivač.
 - Pošto je pripadnost grupi privremena, lokalni IGMP usmerivač periodično proziva registrovane kranje računare radi provere pripadnosti.

Protokoli za transport u realnom vremenu

- RTP (Real-time Transport Protocol) je protokol za prenos zvuka i slike preko Interneta. On obezbeđuje:
 - Brojanje paketa (obezbeđivanje informacije o redosledu).
 - Vremensko pečaćenje (eng. time stamp).
- RTCP (Real-time Transport Control Protocol) služi za nadzor uslova RTP prenosa, kao i za komunikaciju krajnjih tačaka izvan opsega.
- H.323 i SIP (Session Initiation Protocol) su protokoli za uspostavu, održavanje i raskid multimedijalnih veza preko Interneta.

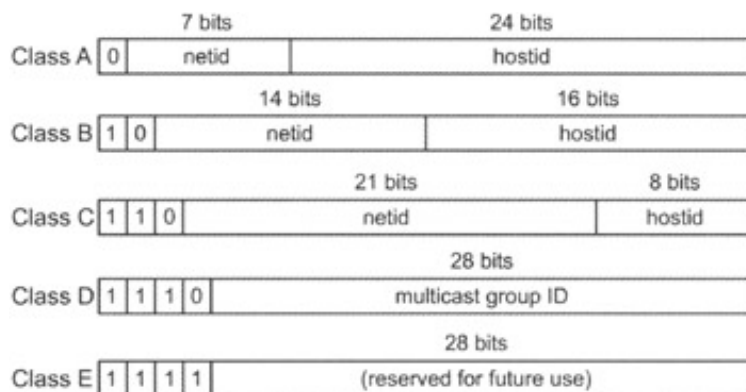
Adresiranje u Internetu

- Svakom čvoru u Internetu se dodeljuje jedinstvena IP adresa, koja služi za njegovu identifikaciju.
- IP adresa šema koristi 32-bitne cele brojeve.
- IP adresa se sastoji iz dva dela: identifikacija mreže i identifikacija krajnjeg računara (eng.host).
- Prvi deo sa naziva *mrežni deo* IP adrese, ili *mrežni prefiks* i on identifikuje mrežu kojoj čvor pripada.
- Drugi deo IP adrese identifikuje sam čvor unutar zadate mreže.

Notacija sa decimalnim brojevima i tačkama

- IP adrese se pišu u obliku 4 decimalna broja, koji su međusobno razdvojeni tačkama.
- Npr. 140.252.133.33
- Izvorna kovanice za ovu notaciju su *dotted decimal notation* ili *dotted quad notation*.
- IP adresa je dužine 32 bita. Svaki bajt adrese se predstavlja jednim decimalnim brojem.
- Bajti se još nazivaju *oktetima*, a njihov opseg je 0-255.
- Postoji 5 klasa IP adresa.

Klase IP adresa



Opsezi pojedinih klasa IP adresa

Klasa	Opseg
A	0.0.0.0 do 127.255.255.255
B	128.0.0.0 do 191.255.255.255
C	192.0.0.0 do 223.255.255.255
D	224.0.0.0 do 239.255.255.255
E	240.0.0.0 do 255.255.255.255

A klasa IP adresa

- Prvi oktet predstavlja mrežni deo adrese.
- Preostala 3 okteta identifikuju krajnji računar.
- Prvi bit, prvog okteta, je 0, tako da je opseg vrednosti tog okteta od 1 do 127.
- Prema tome, može biti maksimalno 127 mreža klase A.
- Dodeljuju se vladinim agencijama i veoma velikim organizacijama, kao što je IBM.



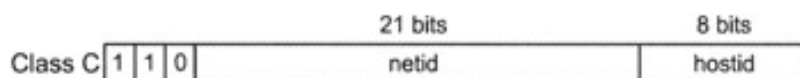
B klasa IP adresa

- Prva dva okteta čine mrežni deo adrese.
- Druga dva okteta adresiraju krajnji računar.
- Prva dva bita su 10, tako da je opseg prvog okteta od 128 do 191.
- Dodeljuju se velikim organizacijama.



C klasa IP adresa

- Prva tri okteta identifikuju mrežu.
- Zadnji oktet identifikuje krajnji računar, koji može biti od 1 do 254.
- Prva tri bita su 110, tako da je opseg prvog okteta od 192 do 223.
- Dodeljuju se malim organizacijama.



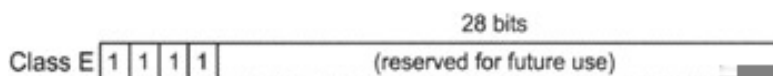
D klasa IP adresa

- Adresa klase D je specijalna adresa koja se dodeljuje multikast grupi.
- Prva četiri bita su 1110 tako da je opseg prvog okteta od 224 do 239.
- Ova klasa nema mrežni deo i deo koji adresira računar, već je cela adresa dodeljena multikast grupi.



E klasa IP adresa

- Predstavlja specijalnu klasu koja je rezervisana za buduću upotrebu.
- Prva četiri bita su 1111, tako da je opseg prvog okteta od 240 do 255.



Dodela IP adresa

- InterNIC je kontrolni autoritet koji dodeljuje IP adrese.
- On dodeljuje samo mrežni prefiks, tj. mrežni deo IP adrese.
- Zadatak dodele ostatka IP adrese je poveren administratoru mreže ili ISP-u na koji ne čvor priključen.

Sistem imena domena, DNS (Domain Name System)

- Da bi dva čvora mogla da komuniciraju, čvor izvorište mora znati adresu čvora odredište.
- Da bi se izbeglo pamćenje IP adresa izmišljen je alternativni sistem imenovanja čvorova, tzv. DNS.
- DNS je adresna šema koja obezbeđuje bazu podataka sa imenima računara i odgovarajućim preslikavanjem u jedinstvene IP adrese.

DNS = Distribuirana baza podataka

- Preciznije, DNS je sistem distribuirane baze podataka, koji obezbeđuje protokol za razrešavanje (eng. resolution) imena krajnjeg računara.
- Drugim rečima, ako je dato ime računara, DNS može da ga razreši (tj. preslika) u njemu odgovarajuću IP adresu.
- DNS radi i u drugom smeru, ako je data IP adresa, DNS može da izvede ime u koje se preslikava ta IP adresa.

Kako Internet radi?

- Internet je skup povezanih računara i mreža.
- Cilj Interneta je da obezbedi medijum za komunikaciju ovih sistema.
- Na osnovnom nivo, korisnik ima Web pretraživač putem kog pristupa Internetu.
- To je programska uložna komponenta pomoću koje korisnik pristupa informaciji koja je raspoloživa na Internetu.
- To je logički prozor u Internet.
- Posmatrajmo scenarijo u kom korisnik najpre otvori pretraživač i zatim krene u pretragu Interneta.

Scenario pretraživanja Interneta (1/4)

- Korisnik unosi adresu i pritiska ENTER taster.
- Pretraživač čita Internet adresu u obliku sličnom <http://www.google.com/index.html>
- Ovaj oblik se naziva uniformni pronalazač resursa, URL (eng. Uniform Resource Locator).
- Pretraživač razbija URL na njegov protokol, ime računara i ime datoteke.
- U primeru gore, *http* je protokol, ime računara je www.google.com a ime datoteke je *index.html*.
- Nakon toga pretraživač uspostavlja vezu sa adresiranim računarom.

Scenario pretraživanja Interneta (2/4)

- Da bi uspostavio vezu sa računarom www.google.com, pretraživač se obraća DNS serveru.
- DNS server, koji je raspoloživ na Internetu, razrešava ime računara u njemu odgovarajuću IP adresu.
- Nakon što dobije IP adresu računara www.google.com, pretraživač uspostavlja vezu sa njim.
- Obično se Web server izvršava na krajnjem računaru (eng. host).
- Pretraživač se povezuje sa Web serverom na određenom prolazu (eng. port) koji određen zadatim protokolom.

Scenario pretraživanja Interneta (3/4)

- Pošto je u posmatranom primeru u pitanju http protokol, pretraživač kontaktira Web servera na podrazumevanom (eng. default) TCP prolazu 80.
- Dalje pretraživač upućuje upit vezan za željenu datoteku *index.html*.
- Ukoliko Web server pronađe zadatu datoteku, http veza koja je uspostavljena između pretraživača i Web servera se koristi za prenos datoteke *index.html* od servera do pretraživača.
- Nakon prijema datoteke *index.html*, HTML parser, koji je sastavni deo pretraživača, je parsira.

Scenario pretraživanja Interneta (4/4)

- Tokom parsiranja, HTML parser prikazuje odgovarajuću informaciju unutar konteksta pretraživača.
- Da bi se sve ovo odigralo, korisnički računar mora imati potreban hardver i TCP/IP protokol stek.

Scenario Telnet sesije

- Korisnik poziva komandu *telnet* (iz command prompt-a).
- Sa *open server* inicira uspostavu Telnet veze sa zadatim serverom.
- Komanda *telnet* kontaktira DNS server radi dobijanja IP adrese servera, a zatim uspostavlja sa njim TCP vezu na prolazu 23.
- Server pokreće proces za izvršenje zadati komandi.
- Telnet dalje prosleđuje ulaz sa tastature ka procesu na udaljenom računaru a u obrnutom smeru rezultate izvršenja udaljenog procesa ispisuje na ekranu.
- Znači se prenose u NVT (Network Virtual Terminal) obliku, a to je ustvari US ASCII.

Uvod u Internet

71

Scenario FTP sesije

- Korisnik poziva komandu *ftp* (iz command prompt-a).
- Komanda *ftp* kontaktira DNS server radi dobijanja IP adrese FTP servera, a zatim se uspostavljaju dve TCP veze između ftp klijenta i FTP servera:
 - Veza za prenos podataka preko TCP prolaza 20.
 - Kontrolna veza preko TCP prolaza 21.
- Primer FTP sesije:

```
ftp ftp.cs.purdue.edu
Name: anonymous
Password: guest
get public/remotefile localfile
close
quit
```

Uvod u Internet

72

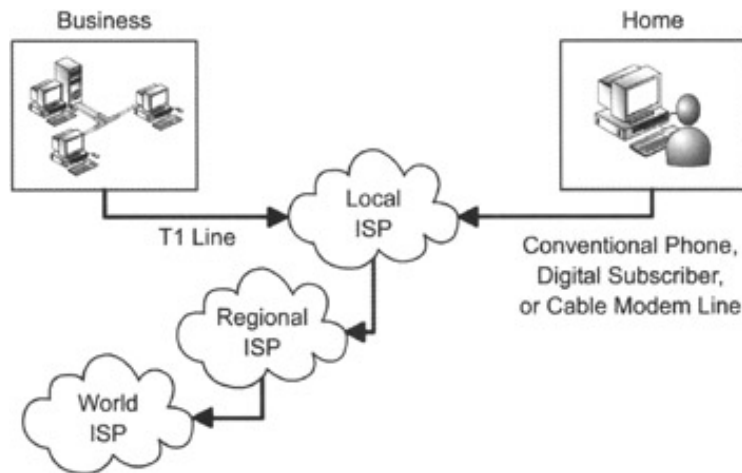
Scenarij slanja i prijema elektronske poruke

- Korisnik priprema elektronsku poruku u skladu sa RFC 822 (ASCII text, polja zaglavlja su *From:* i *To:*).
- Oblik e-mail adrese je: *local@domain*, gde je *local* ime poštanskog sandučeta, a *domain* ime mail servera.
- Program za slanje poruke kontaktira DNS servera radi dobijanja IP adrese servera, a zatim sa njim uspostavlja TCP vezu i preko nje putem SMTP protokola predaje poruku.
- Program za prijem poruka uspostavlja TCP vezu sa serverom a zatim putem protokola POP3 preuzima elektronsku poruku.

Načini priključenja računara na Internet

- Najveći broj računara se na Internet priključuje preko modema i telefonske/ISDN linije.
- Drugi način priključenja na Internet je indirektno preko LAN-a, kad računar mora da ima odgovarajuću LAN karticu.
- Ukoliko je računar priključen na LAN, on može biti povezna na Internet preko servera *zastupnik* (eng. *proxy*).
- Pored modema ili LAN kartice, potreban je i osnovni operativni sistem i jednostavan Internet pretraživač.
- Ako koristi modem, mora da ima i račun kod ISP-a.

PC računari povezani na Internet preko ISP



Uvod u Internet

75

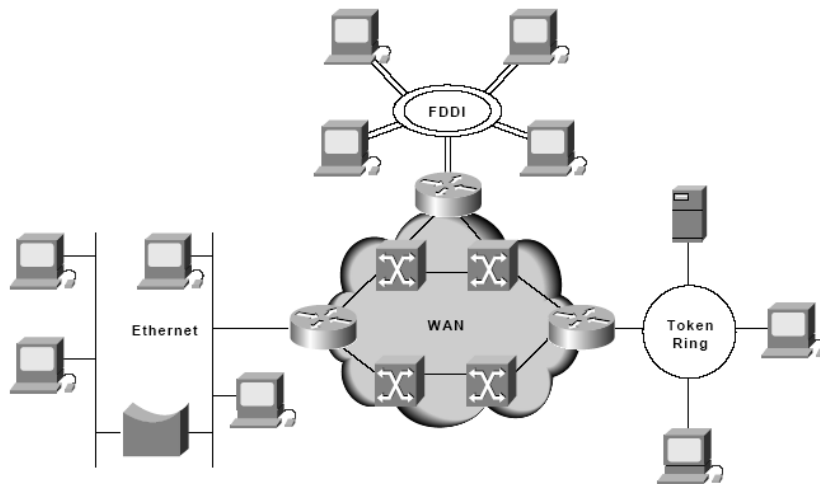
Osnove Interworking-a (Tehnički detalji)

- Internetwork je skup mreža međusobno povezanih mrežnim uređajima, koje funkcionišu kao jedna velika mreža.
- Internetworking se odnosi na uređaje i procedure putem kojih se prave i administriraju ovakve mreže.
- Primer Internetwork-a je dat na sledećoj slici.

Uvod u Internet

76

Primer Internetwork-a



Uvod u Internet

77

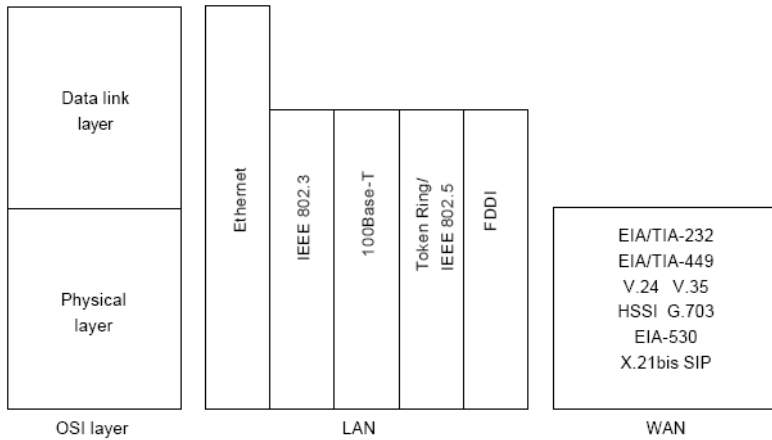
Mreža širokog područja, WAN (Wide Area Network)

- WAN povezuje LAN-ove geografski rasutih korisnika radi omogućavanja njihovog komuniciranja.
- Neke od tehnologija za povezivanje LAN-ova su: T1 (E1), T3 (E3), ATM, ISDN, ADSL, prospajanje okvira (eng. Frame Relay), radio veze i slično.
- Ove mreže se nazivaju i okosnice ili kičma-mreže (eng. backbone).

Uvod u Internet

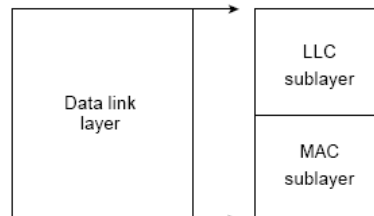
78

Fizički sloj ISO OSI (Realizacije u skladu sa LAN/WAN specifikacijama)



Sloj kanala ISO OSI

- IEEE je podelio ovaj sloj na LLC (eng. Logical Link Control) i MAC (Media Access Control).
- LLC je standardizovan u IEEE 802.2. Podržava veze sa i bez prethodne uspostave veze.
- IEEE MAC specifikacija uvodi MAC adrese koje identifikuju uređaje na ovom nivou komunikacije.



Aplikacioni sloj ISO OSI

- Postoje standardni aplikacioni protokoli i standardne aplikacije.
- Telnet i Rlogin – protokol i aplikacija za podršku udaljenom interaktivnom radu.
- FTP (File Transfer Protocol) i TFTP (Trivial File Transfer Protocol) – protokoli za prenos datoteka.
- RFC 822 – format elektronske poruke. SMTP (Simple Message Transfer Protocol) – protokol pomoću kog klijent šalje elektronsku poruku serveru. POP3 – protokol pomoću kog klijent preuzima poruku od servera.
- HTTP – protokol za pretragu Web stranica.

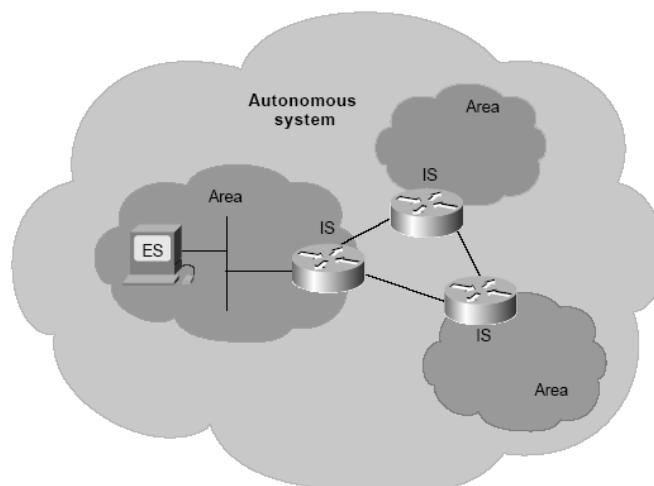
ISO hijerarhija mreža (1/2)

- Velike mreže se organizuju hijerarhijski.
- ISO uvodi pojmove krajnji sistem (ES – end system), međusistem (IS – intermediate system), oblast (area) i autonomni sistem (autonomous system).
- ES je mrežni uređaj koji ne obavlja usmeravanje i druge funkcije upućivanja saobraćaja. Primeri su terminali, PC računari i štampači.
- IS je mrežni uređaj koji obavlja usmeravanje ili druge funkcije upućivanja saobraćaja. Primeri su usmerivači, komutatori i mostovi.

ISO hijerarhija mreža (2/2)

- Oblast je logička grupa mrežnih segmeneta i uređaja priključenih na njih.
- Oblasti su delovi autonomnih sistema.
- Autonomni sistemi je skup mreža pod zajedničkom administracijom, koje dele zajedničku strategiju usmeravanja saobraćaja.
- Autonomni sistem se ponekad naziva domen.
- Sledeća slika ilustruje hijerarhijsku mrežu i njene komponente.

Hijerarhijska mreža sadrži puno komponenti



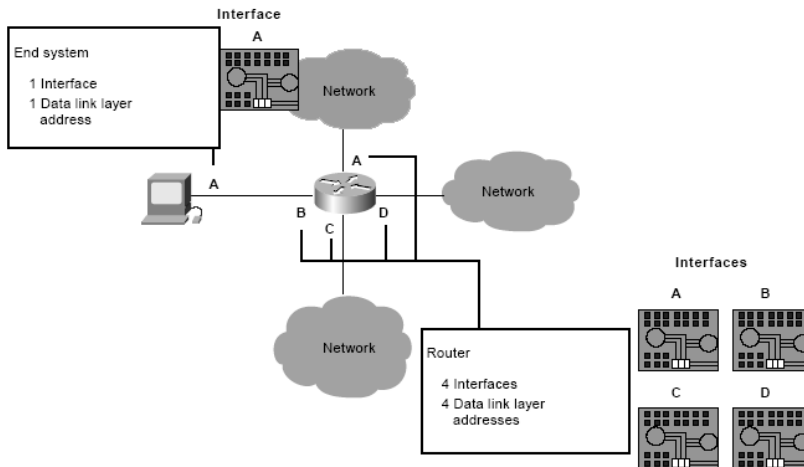
Internetwork adresiranje

- Postoje tri tipa adresa:
 - Adresa sloja kanala (data link layer address)
 - MAC (Media Access Control) adresa
 - Adresa mrežnog sloja (network layer address)

Adresa sloja kanala

- Jedinstveno identifikuje priključak na fizičku mrežu.
- Ponekad se naziva *fizička adresa* (eng. physical address ili hardware address).
- Krajnji računari obično imaju jednu fizičku adresu, a usmerivači više (onoliko koliko imaju priključaka).
- Primer je prikazan na sledećoj slici.

Fizičke adrese (adrese sloja kanala)

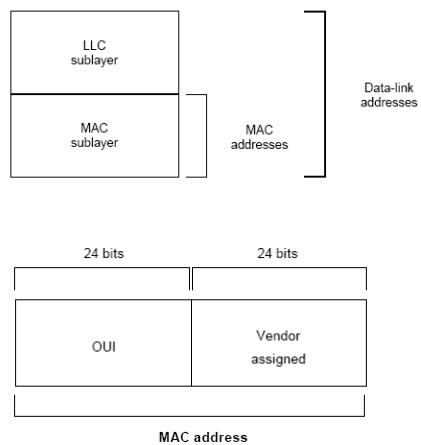


Uvod u Internet

87

MAC adrese

- MAC adrese se sastoje od podskupa adresa sloja kanala (fizičke adrese).
- MAC adresa identifikuje entitet u LAN-u koji koristi IEEE MAC adresiranje.
- MAC je 48-bitna adresa. OUI (Organizationally Unique Identifier) dodeljuje IEEE. Nižih 24 bita su serijski br. interfejsa.



Uvod u Internet

88

Preslikavanje adresa

- Pošto se saobraćaj usmerava na osnovu mrežne adrese, pojavljuje se potreba za preslikavanjem mrežne adrese u MAC adresu.
- Najčešće korišćena rešenja ovog problema su:
 - ARP (Address Resolution Protocol) protokol za preslikavanje mrežne adrese u MAC adresu.
 - Hello protokol za dobijanje MAC adrese drugog računara.
 - Ugradnja MAC adrese u mrežnu, ili generisanje MAC adrese nekim algoritmom.
- Najpopularnije rešenje ovog problema je primena ARP protokola.

ARP protokol

- Stanica najpre proverava lokalnu tabelu preslikavanja.
- Ako ne poseduje potrebno preslikavanje, upućuje svima (eng. broadcast) ARP zahtev.
- Računar koji prepozna svoju IP adresu šalje traženo preslikavanje u obliku para (IP,MAC) adresa u svom ARP odgovoru.
- Ako se određište nalazi u udaljenoj mreži, tj. mreži iza usmerivača, proces je isti, samo što tada stanica upućuje ARP zahtev radi dobijanja MAC adrese podrazumevane *kapije* ili *konvertora protokola* (eng. gateway).

Hello protokol

- Omogućava mrežnim uređajima da identifikuju jedan drugog i da provere da li je drugi još uvek aktivan.
- Kad se uređaj uključi on svima u mreži šalje *hello* poruku.
- Ostali vraćaju hello odgovor odmah, a nakon toga periodično da bi ukazali da su još uvek aktivni.
- Mrežni uređaji mogu utvrditi MAC adrese drugih uređaja analizom poruka hello protokola.

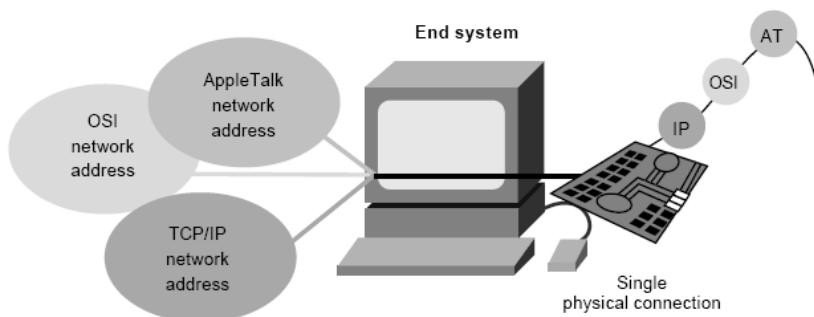
Protokoli sa predvidivim MAC adresama

- Tri protokola koriste tzv. *predvidive MAC adrese*.
- MAC adresa je predvidiva ukoliko je ugrađena u mrežnu adresu ili ako je generisana zadatim algoritmom.
- Ovi protokoli su:
 - XNS (Xerox Network System)
 - IPX (Novell Interwork Packet Exchange)
 - DECnet Phase IV

Adrese mrežnog sloja

- Identifikuju entitete mrežnog sloja.
- Postoje unutar hijerarhijskog adresnog prostora.
- Ponekad se nazivaju *virtualne* ili *logičke* adrese.
- Relacija između uređaja i mrežne adrese je logička i nije stalna.
- Obično se zasniva na segmentaciji mreže ili grupisanju koje nema fizičku osnovu.
- Krajnji sistemi (ES) zahtevaju po jednu mrežnu adresu za svaki protokol mrežnog sloja koji podržavaju.
- Sledeća slika ilustruje ovu dodelu mrežnih adresa.

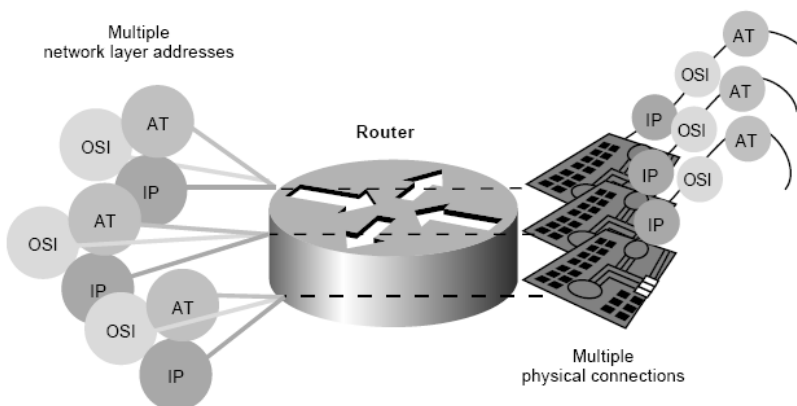
Primer dodele mrežnih adresa ES-u



Dodela mrežnih adresa usmerivaču

- Međusistemi (IS), kao što su usmerivači i sl., zahtevaju po jednu adresu po svakom priključku i po svakom protokolu mrežnog sloja koji podržavaju.
- Npr. usmerivač sa 3 priključka koji na svakom priključku podržava protokole AppleTalk, TCP/IP i OSI mora da ima po 3 mrežne adrese za svaki priključak, tj. oni ima sve ukupno 9 mrežnih adresa.
- Sledeća slika ilustruje ovaj primer.

Primer dodele mrežnih adresa IS-u

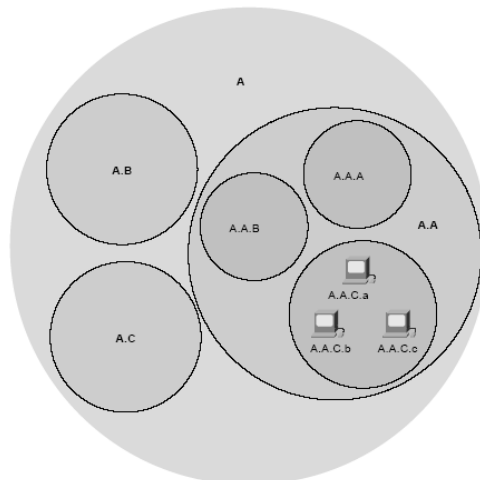


Hijerarhijski i ravan adresni prostor

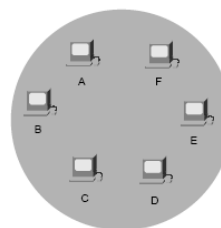
- Adresni prostor može biti hijerarhijski ili ravan.
- *Hijerarhijski adresni prostor* je organizovan u puno podgrupa, gde svaka naredna sužava adresu, sve dok ona ne ukaže na jedan uređaj.
- *Ravan* adresni prostor je organizovan u obliku jedne grupe (npr. broj lične karte).
- Hijerarhijski ima neke prednosti u odnosu na ravan adresni prostor.
- Npr. sortiranje i pretraživanje adresa je pojednostavljeno.

Upoređenje hijerarhijskog i ravnog adresnog prostora (eng. hierarchical, flat)

Hierarchical address space



Fiat address space



Dodela adresa

- Dodela adresa može biti statička i dinamička.
- *Statičke adrese* dodeljuje mrežni administrator.
- *Dinamičke adrese* se dodeljuju uređajima prilikom njihovog priključenja na mrežu.
- Dinamička dodela se obavlja putem nekog namenskog protokola.
- U nekim mrežama postoji serveri za dodelu adresa.
- Npr. u Internetu postoje tzv. RARP (Reverse ARP) serveri za ovu namenu.

Adrese i imena

- Uređaji u Internetu obično imaju i adrese i imena.
- Imena su nezavisna od lokacije i ona ostaju ista i prilikom premeštanja uređaja (npr. iz jedne u drugu zgradu).
- Mrežne adrese su najčešće zavisne od lokacije i menjaju se sa njenom promenom (iako je MAC adresa izuzetak od ovog pravila).
- Kao što se mrežna adresa preslikava u MAC adresu, tako se i imena obično preslikavaju u adrese.
- Npr. DNS (Domain Name System) preslikava ime uređaja u njegovu IP adresu.