



Programiranje korisničkih
interfejsa:

Lekcija 1: Uvod

zima 2019/2020

Branimir M. Trenkić

Fakultet za kompjuterske nauke, Univerzitet Megatrend



O meni

- **Branimir M. Trenkić**
- Doktor tehničkih nauka, oblast – računarske i telekomunikacione mreže
- Redovni profesor **Fakulteta za kompjuterske nauke** Megatrend Univerziteta
- e-mail: trenkic.branimir@gmail.com
- Molim da subject- linija Vašeg email-a počinje sa kodom ***PKI20***



O predmetu....

- Obim: **2 + 2** (7 ESPB bodova)
- Termini:
 - Predavanja: **ponedeljak** 13:00 – 14:45, sala K3
 - Vežbe: **četrtek** 13:00 – 14:45, sala K3

Cilj predmeta

RFC 1958: “The principle of **constant change** is perhaps the only principle of the Internet that should survive indefinitely....”

Posao – rešavanje praktičnih problema



Cilj predmeta

- Cilj nastave je da upozna studente sa ***principima funkcionisanja*** najpopularnijeg Internet servisa - **WWW**
- Poseban akcenat je stavljen na ***moderne tehnologije*** na kojima ovaj servis počiva





Ishod predmeta

- ***Ishod predmeta***: Studenti će po završetku kursa:
- Steći ***temeljno razumevanje funkcionisanja*** komponenti WEB sistema,
- Imati ***praktična znanja*** neophodna ***za razvoj i instalaciju*** jednostavnih elemenata WEB sistema (pre svega, Web stranica)



Izvođenje nastave

- **Predavanja**: upoznavanje studenata sa **principima funkcionisanja** svih ključnih komponenti **WEB sistema** i **savremenim tehnologijama** kojima se one realizuju
- **Vežbe**: na kojima će studenti upoznati sa **praktičnim aspektima tehnologija** koje čine okosnicu WEB-a

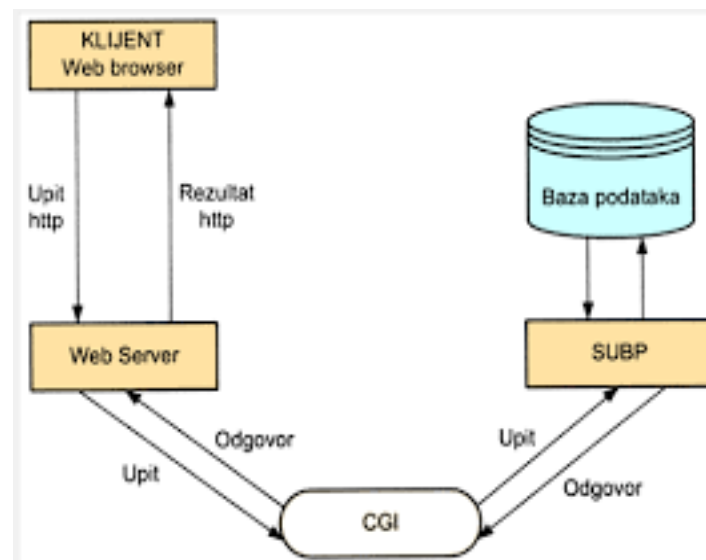
Sadržaj nastave(1)

○ **Internet**

- Osnovni koncepti (TCP/IP + aplikacioni sloj)
- Bazične Internet usluge i protokoli
- Klijent-server paradigma

○ **Web sistem**

- Osnovni principi funkcionisanja



Sadržaj nastave(2)

- ***Tri ključne gradivne komponente (tehnologije) Web sistema***

- Jezik za obeležavanje (***HTML***)
- Šema uniformne notacije za adresiranje dostupnih resursa preko mreže (***URL***)
- Transportni protokol u okviru Web sistema (***HTTP***)



Sadržaj nastave(3)

○ *Web serveri*

- Osnovne operacije
- Arhitektura servera, moduli i interakcija
- Prijem i interpretacija HTTP zahteva i kreiranje HTTP odgovora
- Mehanizmi za dostavu *dinamičkih sadržaja* (**CGI** –nedostaci ovog rešenja)
- Alternative: Open source **PHP**, ASP, JSP i Ruby



Sadržaj nastave(4)

- ***Web pretraživači***

- Pregled funkcionalnosti
- Razmatranje arhitektonskih rešenja
- Obrada HTTP zahteva i odgovora
- Podrška za kolačiće, keširanje i autorizaciju

- ***Tehnologije za interaktivnu prezentaciju sadržaja na klijentskoj strani***

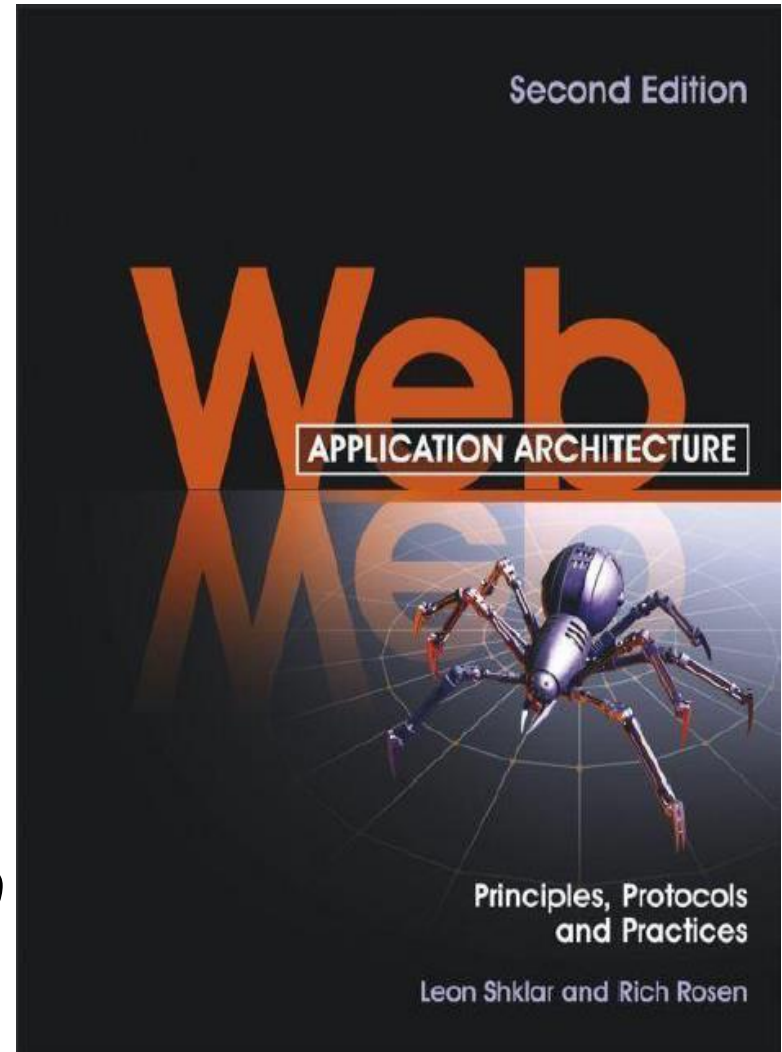
- JavaScript, CSS, DHTML, AJAX

Sadržaj nastave(5)

- ***Tehnologije pretraživanja***
 - Pregled algoritama
 - Mašine za Web pretraživanje
 - Aplikacije za pretraživanje sajtova
- ***Bezbednost Web aplikacija***
 - Bezbednost na strani servera
 - Napadi vezani za autentifikaciju
 - Napadi vezani za autorizaciju
 - Napadi na klijentsku stranu

Osnovni materijal kursa

Leon Shklar, Rich Rosen,
Web Application
Architecture,
Principles, Protocols and
Practices
Second Edition,
John Wiley & Sons Ltd, 2009





Osnovni materijal kursa

- ***Prezentacije predavanja*** (u pdf-formatu) – na sajtu predmeta
- ***Dodatni materijali*** u elektronskoj verziji – na sajtu predmeta



Način polaganja

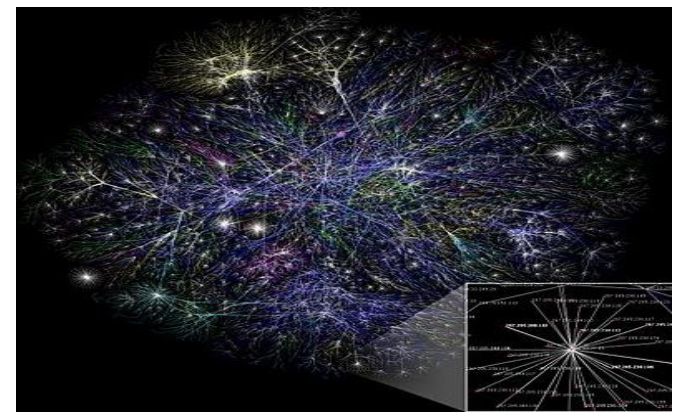
- ***Predispitne obaveze***
 - Aktivnost na nastavi (10 poena)
 - Odbrana vežbi (20 poena)
 - Teorijski deo ispita – Dva kolokvijuma (2 x 35 poena)
 - ***Više od 50 poena – položen ispit!***
- ***Ispit***
 - U prvom roku (januarski) priznaju se rezultati na osnovu predispitnih obaveza

Šta je Internet?



- **Internet je javno dostupna, globalna, paketska mreža za prenos podataka** koja zajedno povezuje računare i računarske mreže **korišćenjem** istoimenog protokola (**IP-Internet protocol**)
- Sam pojam **“Internet”** izveden je od engleskih reči **“interconnected”** (međusobno spojeni) i reči **“networks”** (mrežni sistemi računara)

Šta je Internet?



- **Internet je najveća i najznačajnija** mreža današnjice
- Ona povezuje **veliki broj različitih mreža** i računare **široj cele planete**
- S obzirom na to da Internet veoma kompleksan, **teško je definisati ga** jednom rečenicom
- Dve grupe opisa Interneta se mogu sresti u literaturi:
 - **Strukturni** opis
 - **Funkcionalni** opis



Strukturni opis Interneta

- Definiše se ***preko komponenti*** koje ga sačinjavaju (hardverskih, komunikacionih i softverskih) i njihove ***međusobne organizacije***
- Internet je ***WAN mreža*** koja povezuje veliki broj manjih privatnih ili javnih mreža
- Internet omogućava računarima i drugim uređajima povezanim na ove mreže da ***međusobno komuniciraju***



Strukturni opis Interneta

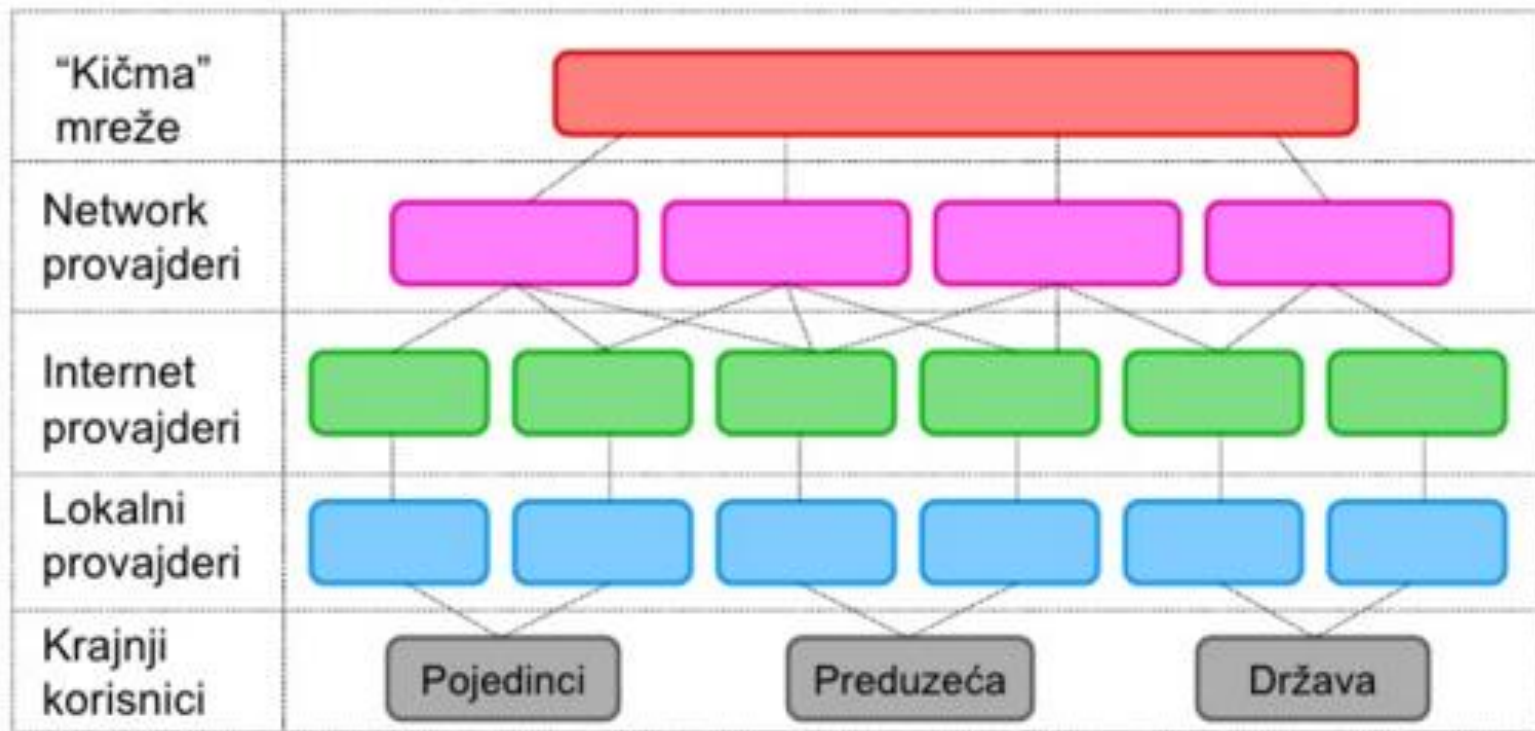
- **Komunikacioni kanali** pripadaju **vrlo različitim komunikacionim tehnologijama** (raznih vrsta kablova, bežičnih veza, satelitskih veza)
- Krajnji računari se nazivaju **host računari**
- Između host računara postoje obično samo posredne veze preko uređaja koji se nazivaju **ruteri**



Strukturni opis Interneta

- Struktura Interneta je **hijerarhijska**:
 - host računari su povezani u **mrežu** njihovih **lokalnih Internet provajdera** (dobavljača) (*Internet Service Provider – ISP*),
 - uređaji lokalnih provajdera su povezani u **regionalne mreže**,
 - regionalne mreže su povezane u **nacionalne** i **internacionalne mreže**, itd.

Strukturni opis Interneta



Strukturni opis Interneta

- I host računari i ruteri poštuju **IP protokol** komunikacije koji, između ostalog, svakom od njih dodeljuje jedinstvenu logičku adresu koja se naziva **IP adresa**
- IP protokol definiše mogućnost slanja paketa informacija **između hostova i rutera**
- **Paketi** informacija od hosta do hosta putuju preko niza rutera, pri čemu se **putanja automatski određuje** i hostovi nemaju kontrolu nad putanjom paketa (**paketsko komutiranje**)



Funkcionalni opis Interneta

- Definiše se **preko usluga koje nudi** svojim korisnicima
- Internet je **mrežna infrastruktura** koja omogućava **rad distribuiranim aplikacijama** koje korisnici Interneta koriste
 - **web** (World Wide Web) - koji omogućava korisnicima pregled hipertekstualnih dokumenata,
 - **elektronsku poštu** (*e-mail*),
 - **prenos datoteka** (*ftp, scp*) između računara,
 - **upravljanje računarima na daljinu** preko prijavljivanja na udaljene računare (*telnet, ssh*),



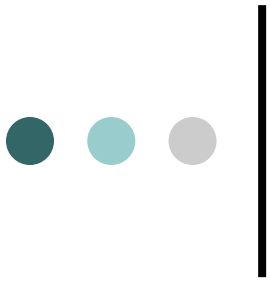
Funkcionalni opis Interneta

- Vremenom se gradi sve veći i veći broj novih aplikacija
 - Ove aplikacije međusobno komuniciraju preko svojih specifičnih **aplikacionih protokola** (npr. HTTP, SMTP, POP3, . . .)
- Svi aplikacioni protokoli komuniciraju korišćenjem dva **transportna protokola**: **TCP** i **UDP**



Funkcionalni opis Interneta

- Transportni protokoli Interneta su:
- **TCP** - protokol *sa uspostavljanjem konekcije* koji garantuje da će podaci koji se šalju biti dostavljeni ispravno, u potpunosti i u redosledu u kome su poslani
- **UDP** - protokol *bez uspostavljanja konekcije* koji **ne daje** nikakve **garancije** o dostavljanju



Istorijat Interneta

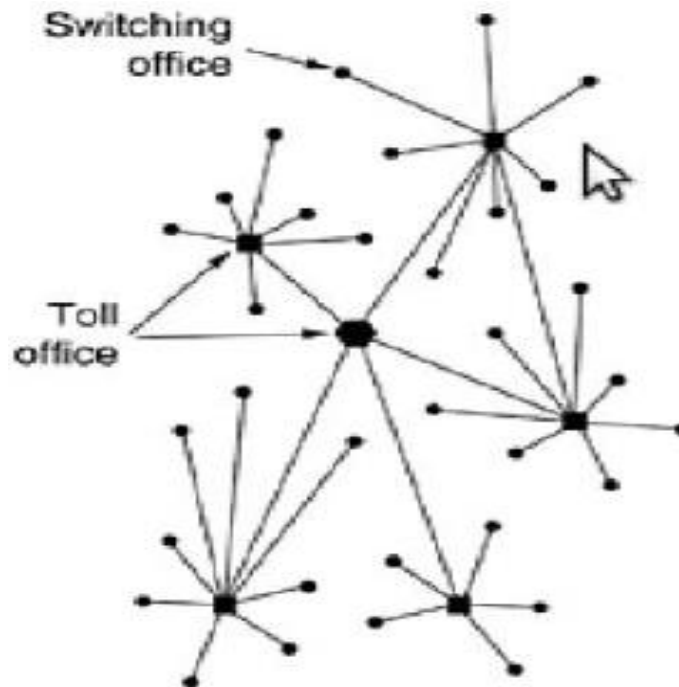


Prve ideje

- ***Kasnih 1950-tih godina***, na vrhuncu hladnog rata, ***Ministarstvo odbrane USA*** je želelo da uspostavi ***mrežu komunikacije*** projektovanu tako da ***može da preživi*** eventualni prvi nuklearni udar protivnika
- U to vreme vojne komunikacije su koristile ***javnu telefonsku mrežu***, koja se smatrala veoma ranjivom

Prve ideje

- **Hijerarhijski način organizacije telefonske mreže** jasno ukazuje da ukoliko dođe do kvara u malom broju čvorova, većina komunikacije biva **prekinuta**



Prve ideje

- Oko **1960. godine** Ministarstvo odbrane angažuje **RAND** korporaciju, a **Pol Baran** predlaže rešenje prikazano na slici:



- Podaci od čvora do čvora putuju **bilo kojom od dostupnih putanja**



Prve ideje

- Predloženo je da se koristi **digitalno paketsko komutiranje** (*packet-switching*)
- U Pentagonu je ovaj koncept prihvaćen, međutim, nakon konsultacija sa AT&T, vodećom telefonskom kompanijom u SAD, **koncept biva odbačen**



ARPANET

- **U oktobru 1957**, **kao odgovor** na rusko lansiranje satelita Sputnik, predsednik SAD Ajzenhauer **osniva ARPA** - agenciju čiji je zadatak da **subvencioniše istraživanja** pri univerzitetima i kompanijama čije se ideje čine obećavajućim
- **1967. godine**, direktor ARPA **Lari Roberts**, odlučuje da jedan od zadataka ARPA treba da bude i **ulaganje u komunikacije**



ARPANET

- Nailazi se na ranije odbačen ***Baranov rad***, čiji je ***minijaturni prototip*** već bio ***implementiran*** u Velikoj Britaniji i donosi se odluka da se ***sagradi mreža***, koja će biti poznata pod imenom ***ARPANET***

ARPANET - karakteristike

- ARPANET ima sledeće **karakteristike**:
 - Svaki **čvor** se sastojao od **računara** (hosta) na koji je **nadograđen uređaj** pod imenom **IMP** (*Interface Message Processor*)
 - Kako bi se povećala **pouzdanost**, svaki **IMP je bio povezan bar sa još dva** udaljena IMP-a
 - Udaljeni IMP-ovi su međusobno bili povezani **žičanim** komunikacionim **linijama** brzine **56Kbps** – najbržim u to vreme



ARPANET - karakteristike

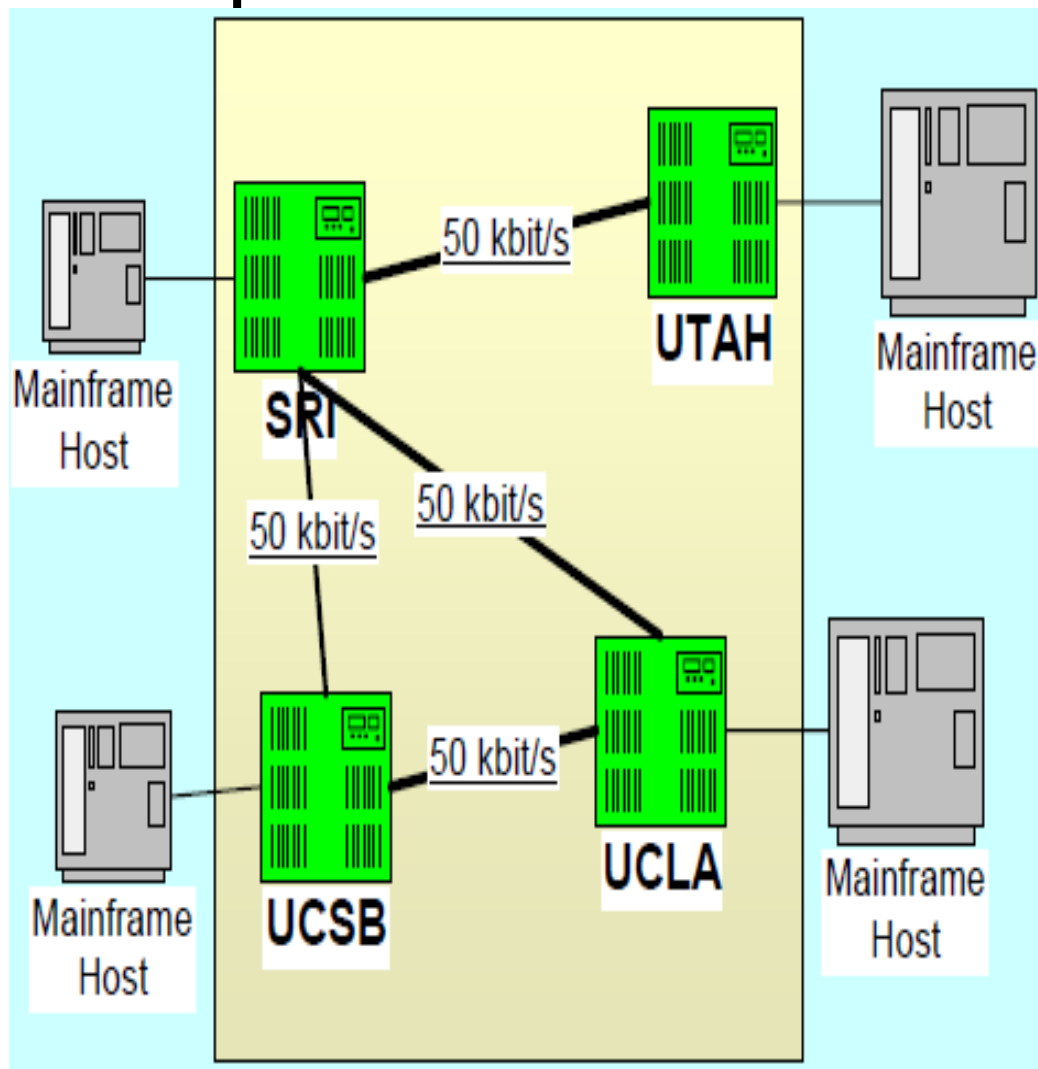
- ARPANET ima sledeće ***karakteristike***:
 - ***Poruke*** koje su slane između hostova su se ***delile na pakete*** fiksirane dužine i svaki paket je mogao da putuje alternativnim putanjama
 - Svaki ***paket*** je morao ***u potpunosti*** da bude ***primljen*** u jedan IMP pre nego što se prosledi sledećem
 - ARPANET je bila prva ***store-and-forward packet-switching*** mreža



ARPANET

- Tender za **izgradnju mreže** dobila je američka kompanija **BBN Technologies**
- Mreža je prvi put javno prikazana u decembru **1969. godine** sa **četiri povezana čvora**:
 - **UCLA** (University of California at Los Angeles)
 - **UCSB** (University of California at Santa Barbara)
 - **SRI** (Stanford Research Institute)
 - **UU** (University of Utah)

ARPANET (s kraja 1969.)



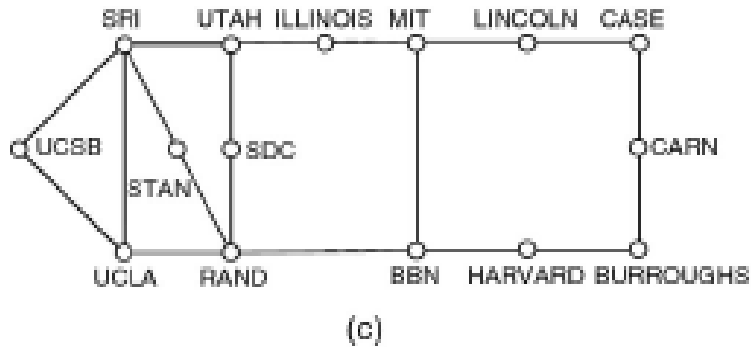
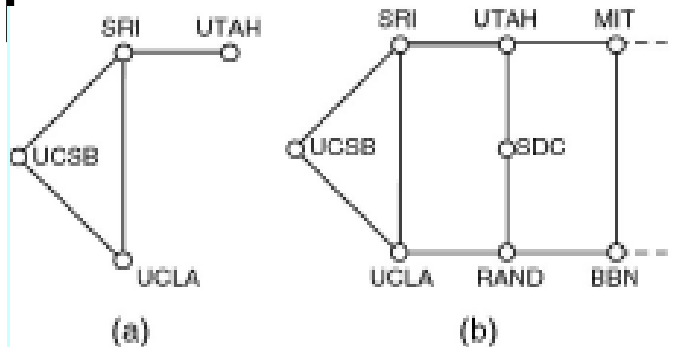
Softver korišćen za komunikaciju između hostova - *Network Control Protocol (NCP)*



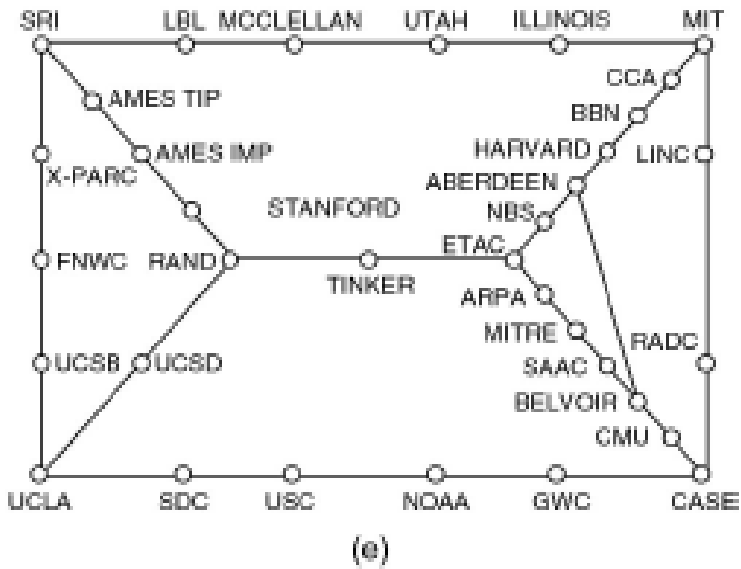
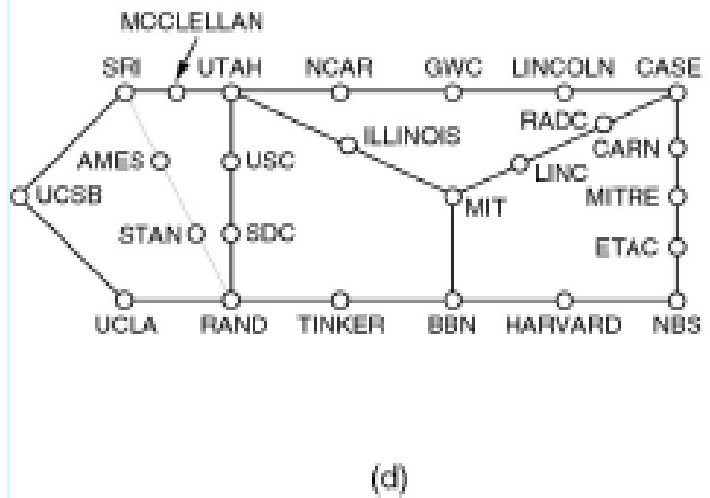
ARPANET

- Mreža je izrazito **brzo rasla** i do kraja **1972.** godine bilo je povezano **četrdesetak velikih čvorova** u SAD
- Kako bi se pomoglo rastu ARPANET-a, ARPA je takode financirala i istraživanja na polju **satelitskih komunikacija** i pokretnih **radio mreža**

ARPANET



decembar 1969.



septembar 1972.

Radanje Interneta

- **1972. godina**
- Pripadnici jezgra ARPANET razvojne grupa
 - Vinton Serf (engl. Vinton Cerf)
 - Bob Kan (engl. Robert Kahn)
- **Internetting- projekat**
- Cilj: **međusobno povezivanje tehnološki različitih mreža**
 - Heterogenost
 - Proširljivost
 - Autonomija

Radanje Interneta

- ***Problemi heterogenosti*** koje je trebalo prevazići:
 - Različitost u formatima (dužini) paketa
 - Različitost u mrežnim interfejsima
 - Različitost u brzini prenosa
 - Različitost po zahtevima pouzdanosti rada
- ***Moguća rešenja*** prevazilaženja heterogenosti:
 - a)Prevođenje***
 - b)Unifikacija mrežnog sloja***

Radanje Interneta

- “*A Protocol for Packet Network Intercommunication*”, IEEE Trans on Comms, Vol Com-22, No 5 May 1974
- Prepoznati su **nedostaci prevođenja**
 - Nedostatak funkcionalnosti
 - Loša proširljivost
- **Rešenje:** (a) Standardizovati ključna svojstva u svim mrežama i (b) definisati mali broj funkcija koje svi hostovi i mreže povezane na Internet – moraju implementirati (**mrežni sloj**)

● ● ● | Rađanje Interneta

- Ključna svojstva ***predloženog rešenja***:
- ***Ključna ideja***: odbačeno prevođenje u korist posebnog posredničkog uređaja – dat mu je naziv ***gateway***
 - Novi protokol IP u svim elementima mreže
 - Adresiranje je zajedničko za celu mrežu
 - Standardni format paketa
 - Gateway izvršava funkciju fragmentacije i asembliranje

● ● ● | Rađanje Interneta

- Novi protokol -TCP (Transmission Control Protocol)
 - ***Nova verzija NCP-a***
 - Radikalna ideja: ***Izmeštanje odgovornosti za kontrolu grešaka u prenosu iz IMP-a na hostove***
 - Isprepletane funkcije transportnog i mrežnog sloja
- Neposredno nakon toga (***Jon Postel***),
- Podela protokola na dva protokola:
 - ***TCP*** (Transmission Control Protocol)
 - ***IP***₄₃ (Internet Protocol)



Rađanje Interneta

- **IP** (*Internet Protocol*)
 - Datagrami
 - Rutiranje
- **TCP** (*Transmission Control Protocol*)
 - Funkcije višeg nivoa
 - Segmentacija i reasembliranje
 - Detekcija i korekcija grešaka u prenosu
- Nova kombinacija protokola – pod nazivom **TCP/IP**

● ● ● | Rađanje Interneta

- Kompanija **BBN** i univerzitet **Berkley** su ugradili softversku podršku ovih protokola u **Berkley Unix** operativni sistem kroz uvođenje programskog interfejsa za mrežno programiranje (tzv. **soketa**)
- **1983.** godina
- Odgovorni odustaju od originalnog **ARPANET protokola** i **TCP/IP** postaje zvanični protokol ARPANET mreže.



ARPANET

- Tokom **1980-tih** **veliki broj dodatnih** mreža, naročito **LAN**, je povezan na ARPANET
- Povećanjem dimenzije mreže, **pronalaženje odgovarajućeg hosta** postaje problematično i uvodi se **DNS** (*Domain Name System*) **servis**



NSFNET

- Kasnih 1970-tih, fondacija *U.S. National Science Foundation* (**NSF**) uviđa ogroman **pozitivan uticaj** ARPANET-a **na razvoj nauke**, kroz omogućavanje udaljenim istraživačima da **dele podatke** i učestvuju u **zajedničkim istraživanjima**
- Da bi neki univerzitet mogao da koristi ARPANET, neophodno je bilo da ima **ugovor sa Ministarstvom odbrane USA**, što mnogi univerziteti nisu imali



NSFNET

- NSF odlučuje da se izgradi ***naslednik ARPANET mreže***, koja bi omogućila **slobodan pristup** svim univerzitetskim istraživačkim grupama
- Projekat je započeo izgradnjom mreže okosnice (*backbone*), koja je povezivala ***šest velikih računarskih centara*** u SAD
- Super-računarima su priključeni komunikacioni uređaji koji su nazivani ***fuzzball- ruteri*** (poput IMP u slučaju ARPANET)



NSFNET

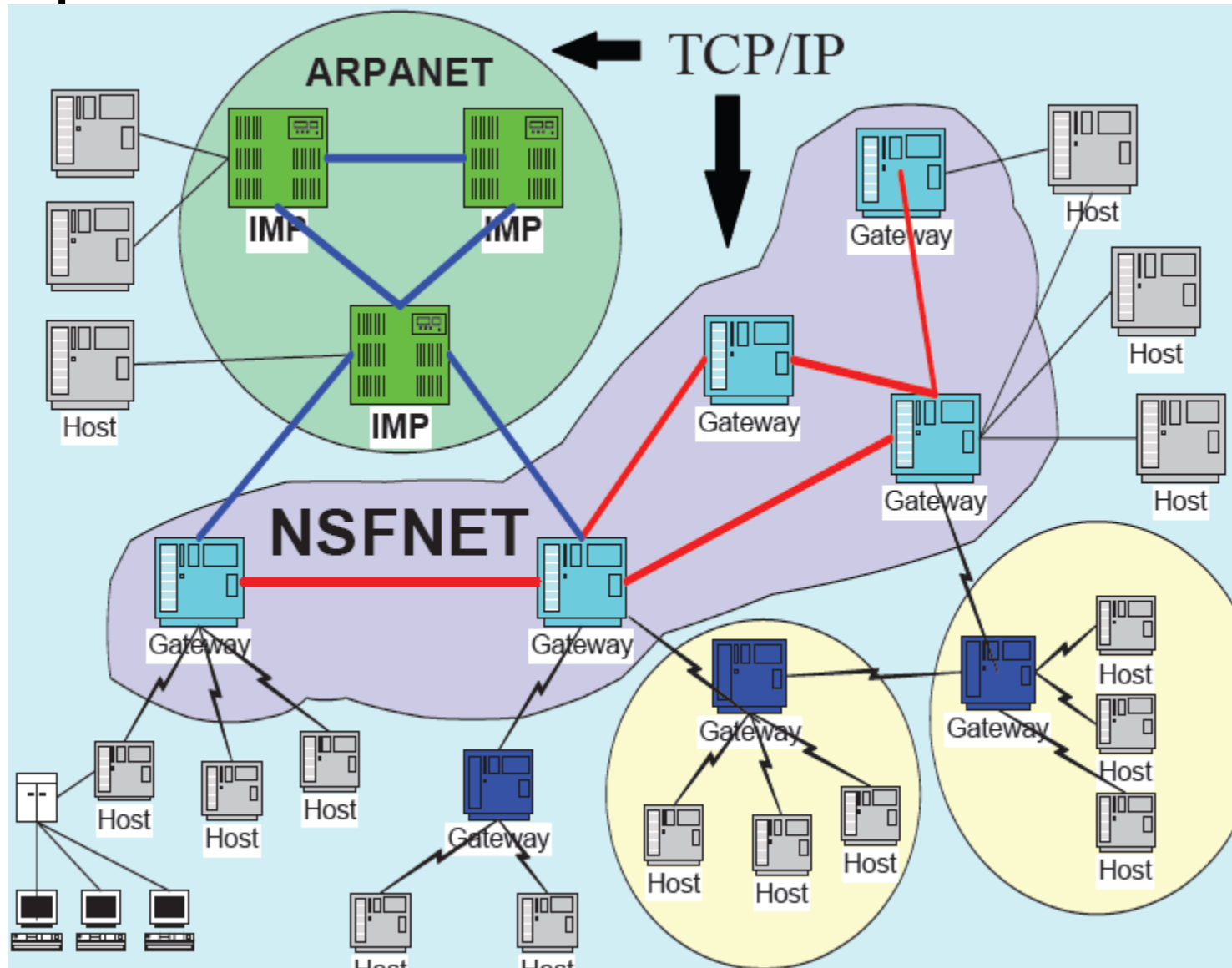
- **Karakteristike** razvijene mreže:
 - **Hardverska** tehnologija je bila identična tehnologiji korišćenoj za ARPANET
 - **Softver** se razlikovao - mreža je odmah bila **zasnovana na TCP/IP protokolu**
- Pored kičme, NSF je izgradio i **dvadesetak regionalnih mreža** koje su povezane na kičmu, čime je zvanično izgrađena mreža poznata kao **NSFNET**



NSFNET

- Ova mreža je **priključena na ARPANET** povezivanjem fuzball i IMP na univerzitetu CMU (**Carnegie-Mellon University**)
- NSFNET je bio **veliki uspeh**
 - **Komunikaciona tehnologija** u kičmi mreže je kroz nekoliko faza proširivana i unapređivana **do brzina od 1.5Mbps** početkom 1990-tih

Nova mreža je rođena!





NSFNET

- Vremenom se shvatilo da ***vlada SAD nema mogućnost*** samostalnog ***finansiranja*** održavanja i proširivanja NSFNET mreže
- Odlučeno je ***da se mreža preda komercijalnim kompanijama*** koje bi, uz ostvarivanje sopstvenog profita, izvršile značajne investicije u razvoj
 - Dobar potez i 1990-tih godina, uključivanjem komercijalnih kompanija, brzina komunikacije u okviru NSFNET okosnice, ***povećana je sa 1.5Mbps na 45Mbps***



NSFNET

- Različite kompanije počinju da grade ***zasebne kičmene komunikacione kanale***, pa da bi bila moguća komunikacija različitim kanalima ***svi oni bivaju povezani u okviru čvorova pod imenom NAP (Network Access Point)***
- Umesto postojanja jedinstvene mreže okosnice, paket koji putuje može da bira bilo koju od raspoloživih kičmenih infrastruktura

Mreža svih mreža

- **Paralelno** sa razvojem ARPANET-a i NSFNET-a, **i na ostalim kontinentima** nastaju mreže pravljene po uzoru njih (npr. u Evropi su izgradene **EuropaNET** i **EBONE**)
- Sve ove postepeno bivaju povezane **u jedinstvenu svetsku mrežu**
- **Sredinom 1980-tih** godina počinje se ova kolekcija različitih spojenih mreža posmatrati kao **međumreža (internet)**, a kasnije i kao jedinstveni svetski entitet – **Internet***



Mreža svih mreža

- Danas se može smatrati da je **uređaj priključen na Internet** ukoliko
 - koristi softver koji komunicira **TCP/IP protokolima**,
 - ima **IP adresu** i
 - može da **šalje IP pakete** ostalim uređajima na Internetu

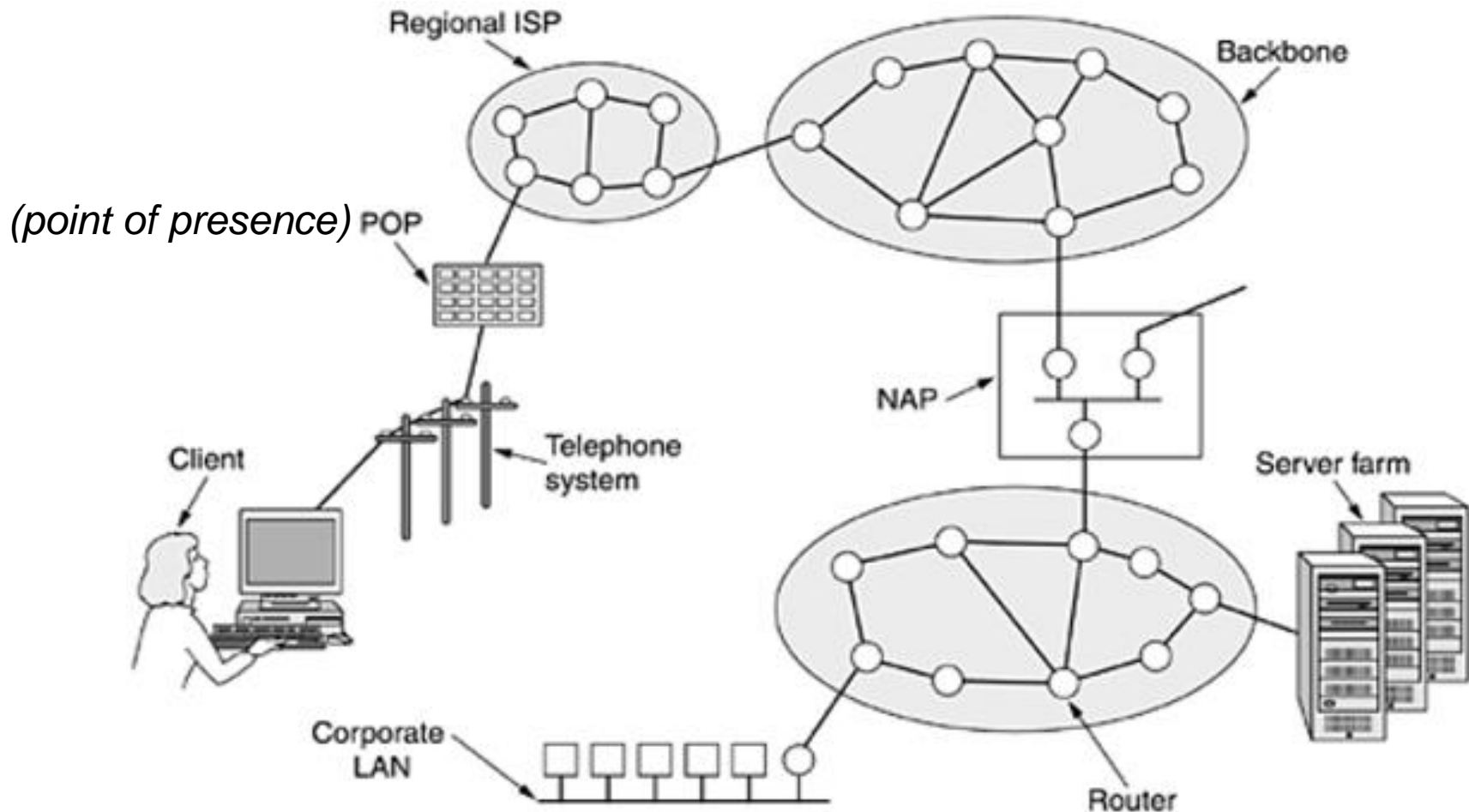


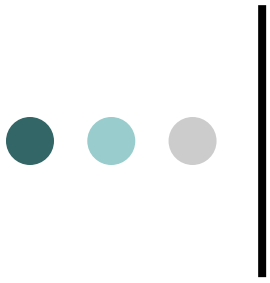
Arhitektura Interneta

Arhitektura današnjeg Interneta

- **Klijent** se povezuje, nekom od pristupnih tehnologija, (na slici modemskim (dial-up) pristupom) sa **ISP računarom**
- **ISP** održava **regionalnu mrežu** svojih rutera i **povezan** je na neku od **okosnica** (kičmi) **Interneta**
- **Različite okosnice** su povezane u okviru **NAP-stanice** rutera koji pripadaju različitim kičmama, a u okviru NAP su povezani brzom LAN vezom

Arhitektura današnjeg Interneta





Tehnologije pristupa Internetu



Pristup Internetu

- ***Tehnologije pristupa Internetu*** (access networks) su tehnologije kojima se ***realizuje deo Internet infrastrukture*** između host računara i prvog rutera
- Ovaj deo komunikacije se ponekad naziva lokalna petlja (*local loop*) ili poslednja milja (*last mile*)



Pristup Internetu

- Iako predstavlja ***jako mali procenat geografske razdaljine koji podaci prelaze***, često predstavlja ***usko grlo u komunikaciji***
- Komunikacija u ovom delu se obično vrši ***korišćenjem zastarele postojeće infrastrukture fiksne telefonije*** i vrši se na analogan način
- Promene na tom polju i napredak tehnologije su sada vidljive, čak i u nerazvijenim zemljama



Tehnologije pristupa

- **Modemski pristup** - korišćenje **već postojeće** infrastrukture fiksne telefonije (*plain old telephone system*, POTS)
- Računar se priključuje na telefonsku infrastrukturu preko uređaja koji se naziva **modem** koji ima zadatak da vrši **analogno/digitalnu konverziju**

Tehnologije pristupa

- **DSL** - digitalna pretplatna linija (*Digital Subscriber Line*) je tehnologija za **istovremeni prenos** glasovnog signala i digitalnih podataka **velikim brzinama** preko parica fiksne **telefonske mreže**
 - Korisnici istovremeno mogu i da telefoniraju i da prenose podatke, što ranije nije bilo moguće
 - DSL ostvaruje stalnu vezu i nema potrebe za okretanjem broja prilikom uspostavljanja veze (**nije dial up**)



Tehnologije pristupa

- **ISDN** - slično DSL tehnologiji, ova tehnologija (*Integrated Services Digital Network*) uvodi **direktne digitalne veze** zasnovane na žicama **javne telefonije** kojima se **istovremeno prenosi** glasovni signal i digitalni podaci (**na zasebnim kanalima**)



Tehnologije pristupa

- **HFC - Optičko-kablove mreže** (*Hybrid fibre-coaxial*) su mreže koje se zasnivaju na **kombinovanom prenosu podataka kroz optička vlakna i koaksijalne kablove** koje služe za istovremeni prenos televizijskog signala, radio signala, i digitalnih podataka

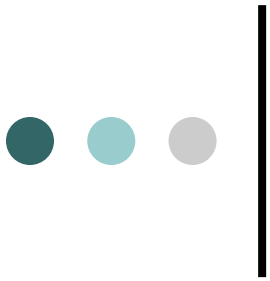
Tehnologije pristupa

○ *Mreže mobilne telefonije*

- *Razvoj* mobilne telefonije karakteriše se **generacijama**
- *U prvoj* generaciji vršen je **analogni prenos** glasa,
- *U drugoj* generaciji **digitalni prenos glasa**,
- *U okviru treće* generacije omogućen je **digitalni prenos glasa i podataka**, a
- *U četvrtoj* generaciji je omogućen prenos veoma **velikih količina podataka** sa znatno **većim brzinama** i minimalnim kašnjenjem

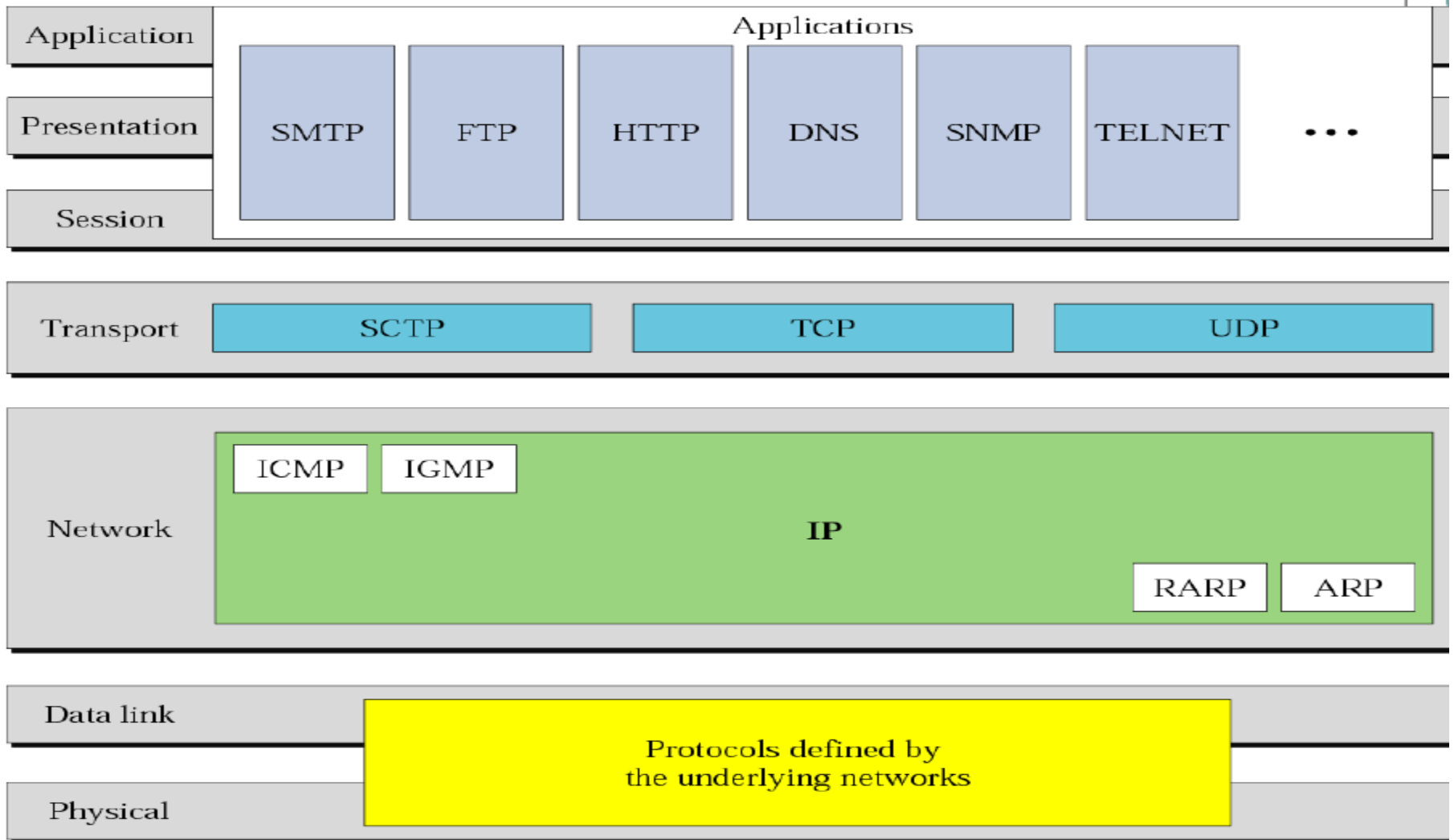
Tehnologije pristupa

- ***Tehnologije pristupa*** internetu koje koriste postojeće ***mreže mobilne telefonije*** u novije vreme postaju sve naprednije i ***sve šire korišćene***
 - U okviru ***četvrte generacije*** se koristi tehnologija ***Long Term Evolution(LTE)***, sa brzinom preuzimanja sadržaja ***do 105 Mbps*** i brzinom postavljanja sadržaja ***do 30 Mbps***, koja ***omogućuje gledanje*** odabranih ***sadržaja u visokoj definiciji*** (HD i 4K)



Internet protokoli

Shematski prikaz



● ● ● | Protokol mrežnog sloja - IP

- **Internet protokol** (Internet Protocol - IP) je protokol koji se koristi za komunikaciju u okviru **mrežnog sloja** Interneta
- Dve osnovne verzije ovog protokola su **IPv4** i **IPv6**
- U nastavku će detaljnije biti opisana **IPv4 verzija IP protokola**

● ● ● | Protokol mrežnog sloja - IP

- **Osnovni zadatak** - da dopremi (tj. rutira) paket **od izvora do odredišta**, isključivo **na osnovu navedene (IP) adrese**, bez obzira da li su izvor i odredište
 - ***u okviru iste mreže*** ili
 - između njih ***postoji jedna ili više drugih mreža***

● ● ● | Protokol mrežnog sloja - IP

- **Best Effort** protokol
 - Protokol **ne daje nikakve garancije** da će **paketi zaista i biti dopremljeni**,
 - Ne daje garancije o **ispravnosti dopremljenih** paketa,
 - Ne garantuje da će paketi biti dopremljeni **u istom redosledu** u kojem su poslani,
 - i slično.....
- Garancije ovog tipa obezbeđuju se **na višim slojevima komunikacije**



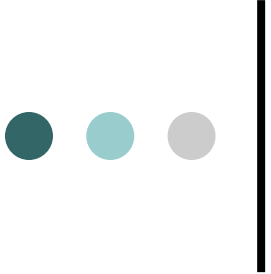
IP adrese

- ***IP protokol uvodi*** sistem adresa poznatih kao ***IP adrese***
- U okviru ***IPv4***, adrese su ***32-bitni neoznačeni brojevi***, koji se obično predstavljaju kao 4 dekadno zapisana broja između 0 i 255. Postoji ukupno **2^{32}** , tj. ***oko 4.3 milijarde*** različitih adresa IPv4, što se u današnje vreme pokazuje kao ***nedovoljno***
- ***IPv6*** donosi ***128-bitne*** adrese, što rešava ovaj problem



IP adrese

- Za **dodelu IP adresa**, zadužena je agencija *Internet Assigned Numbers Authority* (**IANA**), kao i pomoćni regionalni registri (*Regional Internet Registries* - **RIRs**)
- **Svaki uređaj** priključen na Internet ima **jedinstvenu IP adresu**
- Neki uređaji imaju uvek istu IP adresu (tzv. **statički dodeljenu**), dok se nekim uređajima dodeljuje različita adresa prilikom svakog povezivanja na mrežu (tzv. **dinamička dodela**)



IP adrese - notacija

- Na primer, zvanični **sajt VISER-a** ima **statički dodeljenu** adresu **195.252.117.130** ili binarno zapisano:

11000011 11111100 1110101 10000010

- **Dinamičke IP adrese** se dodeljuju **korišćenjem** specijalizovanog **protokola** za dinamičku konfiguraciju (*Dynamic Host Configuration Protocol - DHCP*)



IP adrese

- **Specijalizovani server** (tzv. **DHCP server**) je zadužen za **skup IP adresa** (koje određuje administrator mreže) i na zahtev uređaja koji se priključuje na mrežu **dodeljuje** mu neku u tom trenutku **slobodnu adresu**
- Server se može **konfigurisati**:
 - a) tako da dodeljuje **bilo koju** slobodnu IP **adresu**,
 - b) uvek istu adresu** koja se određuje na osnovu MAC adrese uređaja koji zahteva IP adresu

IP adrese - struktura

- **Prvi deo** IP adrese (*netid*) **određuje mrežu**, dok **drugi** određuje **računar u okviru mreže**
- **Ruter** do koga dođe paket, **određuje** da li je paket potrebno poslati
 - a) na neki lokalni čvor (koji se nalazi u istoj mreži kao i ruter) ili
 - b) na neki spoljašnji čvor



IP adrese

- Ranije su IP adrese bile deljene na **klase** (A, B, C, D, E) i svaka klasa je definisala broj bita za prvi i broj bita za drugi deo deo IP adrese
 - **Adrese klase A** su bile dodeljivane jako velikim mrežama (**8+24** bita - **128 blokova**(mreža) sa mogućih preko 16.7 miliona korisnika)
 - **Adrese klase B** su bile dodeljivane srednjim mrežama (**16+16** bita - preko **16 hiljada mreža** sa mogućih 65536 korisnika)
 - **Adrese klase C** su bile dodeljivane malim mrežama (**24+8** bita - preko **dva miliona mreža** sa mogućih 256 korisnika).



IP adrese

- U slučaju da paket ***treba proslediti na neki spoljašnji čvor***, ruter gleda samo ***deo adrese koji određuje mrežu*** (u ovom slučaju identifikacija pojedinačnog računara nije relevantna) i korišćenjem svojih ***tabela i algoritama rutiranja*** određuje na koji od njemu susednih čvorova treba proslediti paket



IP adrese

- Vremenom se pokazalo da ***ovakva organizacija nije skalabilna***
- Obično su mreže kompanija imale potrebu za ***više od 256 uređaja***, tako su uzimale adrese klase B, čime je veliki broj adresa ostajao nedodeljen, jer je uređaja u okviru kompanije bilo ipak ***mnogo manje od 65 hiljada***



IP adrese

- U novije vreme se **koristi pristup** *Classless Inter-Domain Routing (CIDR)*
- U ovom slučaju, **bitovi adrese mogu biti na proizvoljan način podeljeni** između adrese mreže i adrese računara u mreži
- Uz IP adrese, šalje se i podatak o broju bita koje određuju mrežu (tzv. **subnet mask**)
- Notacija koja se obično koristi je **a.b.c.d/n** (npr. 194.24.16.0/20)

IP adrese

MS prompt> ipconfig

The image shows two overlapping windows from a Windows operating system. On the left is the 'Command Prompt' window, which displays the output of the 'ipconfig' command. It lists network adapters and their configurations, including Ethernet adapters and VirtualBox Host-Only Network adapters. On the right is the 'Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4) Properties' dialog box, which is set to 'Use the following IP address'. The IP address is 147.91.67.138, the subnet mask is 255.255.255.0, and the default gateway is 147.91.67.1. The 'Use the following DNS server addresses' section is also visible, with preferred and alternate DNS servers listed as 147.91.64.4 and 147.91.66.2 respectively.

```
Windows IP Configuration

Ethernet adapter Ethernet 2:

    Media State . . . . . : Media disconnected
    Connection-specific DNS Suffix . . : net.f.bg.ac.rs

Ethernet adapter Ethernet:

    Connection-specific DNS Suffix . . : 
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::ca277:9abbc:a208:c58e%2
    IPv4 Address. . . . . : 147.91.67.138
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 147.91.67.1

Ethernet adapter VirtualBox Host-Only Network:

    Connection-specific DNS Suffix . . : 
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::168c:b040:6a56:e27%c15
    IPv4 Address. . . . . : 192.168.56.1
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 

Tunnel adapter isatap.{D7F95FP1-218a-488E-9408-345C4EP83E2B}:

    Media State . . . . . : Media disconnected
    Connection-specific DNS Suffix . . : 

Tunnel adapter 6T04 Adapter1:

    Connection-specific DNS Suffix . . : 
    IPv6 Address. . . . . : 2002::935b::438a::935b::438a
    Default Gateway . . . . . : 

Tunnel adapter isatap.{22600112F-7848-4081-9158-81963EE6F717}:

    Media State . . . . . : Media disconnected
    Connection-specific DNS Suffix . . : 

C:\Users\valdo>
```

Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4) Properties

General

You can get IP settings assigned automatically if your network supports this capability. Otherwise, you need to ask your network administrator for the appropriate IP settings.

Obtain an IP address automatically

Use the following IP address:

IP address: 147 . 91 . 67 . 138

Subnet mask: 255 . 255 . 255 . 0

Default gateway: 147 . 91 . 67 . 1

Obtain DNS server address automatically

Use the following DNS server addresses:

Preferred DNS server: 147 . 91 . 64 . 4

Alternate DNS server: 147 . 91 . 66 . 2

Validate settings upon exit

Advanced...

OK Cancel



IP adrese

- Još ***jedan od načina*** da se ***prevaziđe nedostatak IP adresa*** je **uvođenje privatnih mreža** i ***preslikavanja mrežnih adresa*** (*network address translation - NAT*)
- Naime, u nekim slučajevima ***nije neophodno*** da svaki računar ***ima*** globalno ***jedinstvenu IP adresu***
 - Na primer, ***dovoljno je da ruter*** (u okviru kućne ili kompanijske mreže) ***ima*** globalno ***jedinstvenu IP adresu***, dok računari priključeni na njega mogu da koriste (lokalno jedinstvene) privatne adrese



IP adrese

- Za **privatne adrese** koristi se:

Klasa	Netid	Broj blokova
A	10.0.0	1
B	172.16 – 172.31	16
C	192.168.0 – 192.168.255	256

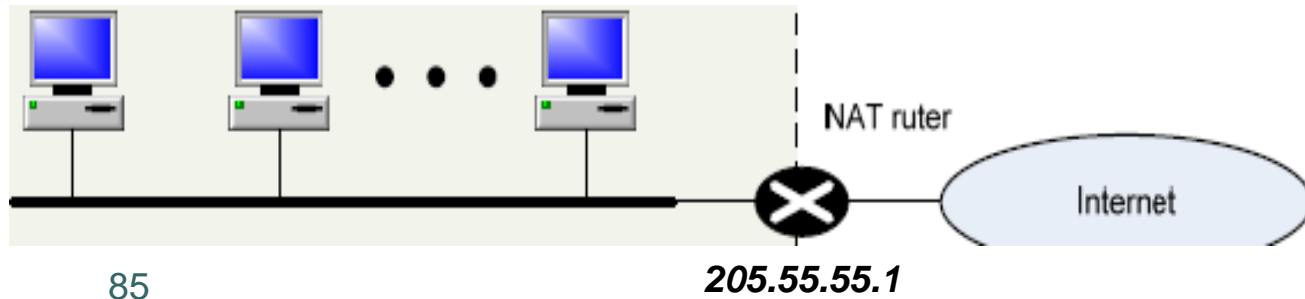
16.7 miliona adresa
milion adresa
65536 adresa

Tehnologije mrežnog sloja

Prevođenje mrežnih adresa (NAT)

- Kada računar šalje paket podataka van privatne mreže, **NAT ruter** preko koga je privatna mreža povezana na ostatak Interneta **će zameniti privatnu IP adresu** (192.168.0.1 u Tabeli) **sa javnom IP adresom** (npr. 205.55.55.1)

192.168.0.1



Tehnologije mrežnog sloja

Prevođenje mrežnih adresa (NAT)

<i>Private IP address</i>	<i>Public IP address</i>
192.168.0.1	205.55.55.1
192.168.0.2	205.55.55.2
192.168.0.3	205.55.55.3
192.168.0.4	205.55.55.4

- Prijemni ***server i Internet ruteri će prepoznati tu adresu kao validnu*** odredišnu adresu (u slučaju odgovora) i rutiranje paketa će biti korektno

Tehnologije mrežnog sloja

Prevođenje mrežnih adresa (NAT)

- Kada **izvorišni NAT ruter primi povratni paket podataka (odgovor)** on će **zameniti** odredišnu adresu iz paketa **sa** originalnom privatnom IP adresom računara koji je inicirao razmenu podataka
- Ovaj proces prevođenja privatne u javnu IP adresu u Internet getveju privatne mreže je poznat pod nazivom Prevođenje mrežnih adresa (NAT, *Network Address Translation*)

Tehnologije mrežnog sloja

Statički i dinamički NAT

- U praksi, **NAT može biti**
- **Statički** ili
 - Svaki računar u privatnoj mreži koji zahteva Internet pristup ima javnu IP adresu koja mu se pridružuje kroz **predhodno definisanu NAT tabelu**
- **Dinamički**
 - Postoji skup raspoloživih javnih IP adresa koje se **dodeljuju dinamički** (prevode u privatne) **na zahtev**



Tehnologije mrežnog sloja

Statički i dinamički NAT

- Treba naglasiti da je ***dinamički NAT*** daleko **češće rešenje u praksi** zato što je automatizovano i ne zahteva ručnu manipulaciju!

Tehnologije mrežnog sloja

Prevođenje port adresa

- Komplikacija nastaje ako:
 - **NAT ruter** privatne mreže *ima samo jednu javnu IP adresu* raspoloživu za dodeljivanje, *ili*
 - **Broj računara** iz privatne mreže **koji pokušavaju konekciju** kroz Internet **je veći** nego što je **broj raspoloživih javnih IP adresa** u getveju
- To je čest slučaj u malim organizacijama sa jednom Internet vezom do ISP

Tehnologije mrežnog sloja

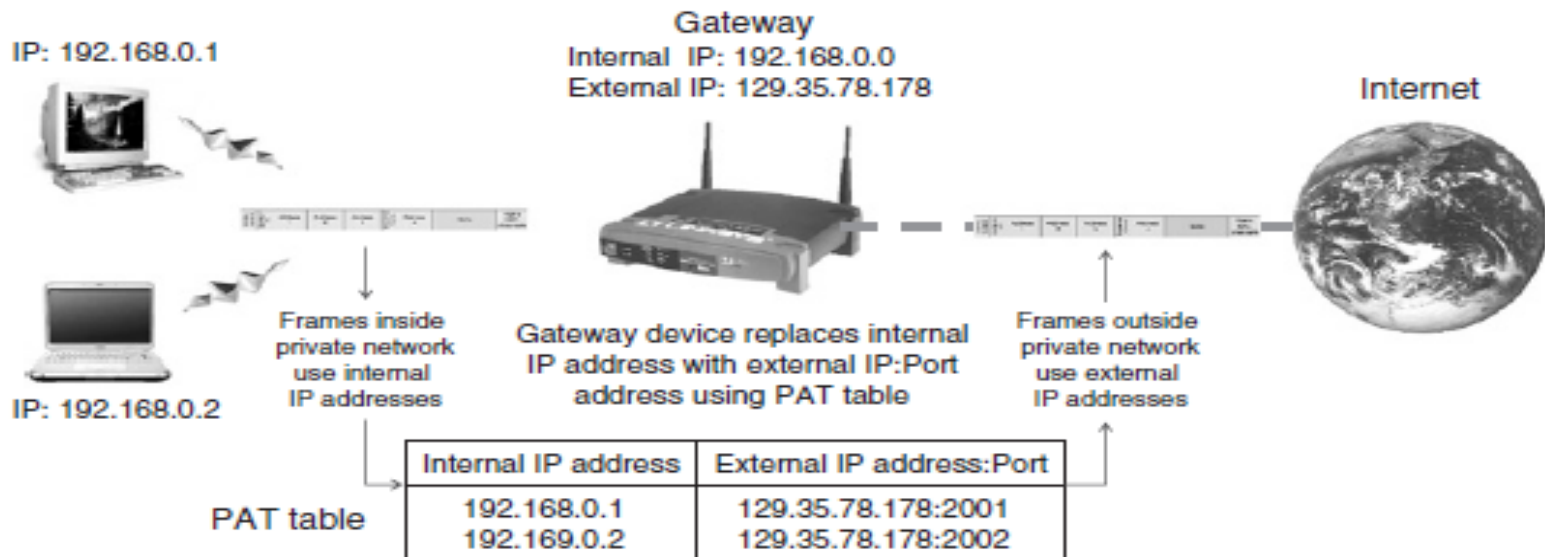
Prevođenje port adresa

- U tom slučaju, samo je jednom računaru iz privatne mreže omogućena konekcija kroz Internet u jednom trenutku
- **Rešenje!**
- **Prevođenje port adresa** (**PAT**, *Port Address Translation*) prevazilazi ovo ograničenje
- **Privatne IP adrese** se prevode **u različite port adrese** povezane sa tom jednom javnom IP adresom

Tehnologije mrežnog sloja

Prevođenje port adresa

- Računar unutar privatne mreže šalje paket podataka kroz Internet
- Getvej zamenjuje izvorišnu adresu sa javnom IP adresom zajedno sa slučajnom port adresom između 1024 i 65536



Tehnologije mrežnog sloja

Prevođenje port adresa

- ***Kada se paket podataka vrati*** sa te odredišne adrese i adrese porta, ***PAT tabela*** omogućuje getveju da isporuči paket podataka do izvorišnog računara u privatnoj mreži

<i>Private IP address</i>	<i>Public IP address:Port</i>
192.168.0.1	129.35.78.178:2001
192.168.0.2	129.35.78.178:2002
192.168.0.3	129.35.78.178:2003
192.168.0.4	129.35.78.178:2004

Sistem imena domena

- **IP adrese** su pogodne za korišćenje od strane računara, ali **nisu pogodne za ljudsku upotrebu**
- Kako bi se ljudima olakšalo pamćenje adresa računara, **uveden je sistem imena domena** (*domain name system* - **DNS**)
- **DNS** se smatra specifičnim „**telefonskim imenikom**” **Interneta**, koji **imenima domena dodeljuje** razne informacije (najčešće **IP adrese**)

Sistem imena domena

- Na primer, ***studentski server*** Matematičkog fakulteta u Beogradu ima domen ***alas.matf.bg.ac.rs***
- ***Domeni su hijerarhijski organizovani*** i čitaju se ***s desna na levo***
 - Na primer, domen ***rs*** označava Republiku Srbiju, ***ac.rs*** označava akademsku mrežu u Srbiji, ***bg.ac.rs*** njen čvor u Beogradu, ***matf.bg.ac.rs*** označava Matematički fakultet, dok ***alas.matf.bg.ac.rs*** označava konkretan studentski server

Sistem imena domena

- ***Domeni najvišeg nivoa mogu biti*** bilo ***nacionalni*** (kao u navedenom primeru), bilo ***generički*** (npr. .com, .org, .net), a novom regulativom je liberalizovano korišćenje domena najvišeg nivoa
- Domeni se koriste u okviru ***jedinstvenih lokatora resursa na Vebu (URL)***, u okviru adresa elektronske pošte, itd.

Npr. <http://www.abcd.com/products.html>



Sistem imena domena

- Prilikom preslikavanja domena u adrese, koriste se ***usluge distribuirane DNS baze podataka***
 - Specijalizovani DNS serveri čuvaju delove ove baze
 - Ovi serveri su ***hijerarhijski organizovani*** i njihova hijerarhija uglavnom prati hijerarhiju domena

Sistem imena domena

```
Command Prompt

DNS Suffix Search List. . . . . : natf.bg.ac.rs
Ethernet adapter Ethernet 2:

Media State . . . . . : Media disconnected
Connection-specific DNS Suffix . : natf.bg.ac.rs
Description . . . . . : Intel(R) PRO/1000 PM Network Connection
Physical Address. . . . . : 00-24-21-5F-EE-06
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes

Ethernet adapter Ethernet:

Connection-specific DNS Suffix . :
Description . . . . . : Intel(R) 82566DM-2 Gigabit Network Connec
tion
Physical Address. . . . . : 00-24-21-5F-EE-05
DHCP Enabled. . . . . : No
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::ad77:9abb:a200:158e%12(Preferred)
IPv4 Address. . . . . : 147.91.67.138(Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Default Gateway . . . . . : 147.91.67.1
DHCPv6 Iaid . . . . . : 201335841
DHCPv6 Client DUID. . . . . : 00-01-00-01-1c-29-00-22-00-24-21-5f-ee-05

DNS Servers . . . . . : 147.91.64.4
                       147.91.66.2
NetBIOS over Tcpip. . . . . : Enabled
```

● ● ● | Protokoli transportnog sloja

- **TCP** (*Transmission Control Protocol*) je protokol transportnog sloja u okviru Interneta koji pre komunikacije vrši **uspostavljanje pouzdane konekcije između dva hosta**
- Kanal komunikacije je **dvosmeran** (eng. *full duplex*)
- Konekcija se uspostavlja tako što klijent i server razmene tri poruke (**three way handshake**):
 - (1) Klijent traži uspostavljanje konekcije, (2) server potvrđuje da prihvata konekciju i konačno (3) klijent potvrđuje da je konekcija uspostavljena

● ● ● | Protokoli transportnog sloja

- **Prava komunikacija** može da započne **tek nakon što je konekcija uspostavljena**, što može da traje neko vreme
- TCP **garantuje pouzdanost prenosa** podataka (*reliable transfer*) čime se garantuje da će paketi koji su poslani biti **ispravno primljeni** (i to **u istom redosledu** u kojem su poslani)
- Niži, mrežni slojevi ne garantuju ovakvu isporuku paketa

● ● ● | Protokoli transportnog sloja

- **TCP protokol** mora da se stara o tome da **paketi koji zalutaju** automatski budu **ponovno poslati**, kao i da na prihvatnoj strani automatski **permutuje primljene pakete** tako da **odgovaraju redosledu slanja**
- Da bi ovo moglo da bude realizovano, uvodi se **(a) brojanje paketa** i **(b) potvrda prijema** paketa (**acknowledgment**), tj. nakon prijema jednog ili više paketa, vrši se slanje poruke pošaljiocu koja govori da su ti paketi zaista primljeni



Protokoli transportnog sloja

- Pošaljioac, na osnovu ovoga, ***može da odluči da ponovno pošalje paket koji je ranije već bio poslat***, u slučaju da u određenom vremenskom periodu ne dobije potvrdu prijema

● ● ● | Protokoli transportnog sloja

- TCP uvodi ***kontrolu i korekciju grešaka*** (*error correction*)
 - Ovo je dodatna slaba provera (vrši se samo ***kontrola parnosti***), jer se pretpostavlja da se jača provera (obično CRC) vrši na nižim slojevima
 - Ipak, u praksi se pokazuje da ova provera ima smisla i uspeva da uoči i ispravi veliki broj grešaka koje promaknu ostalim kontrolama



Protokoli transportnog sloja

- TCP uvodi i ***kontrolu brzine protoka*** (***flow control***)
 - Njom se ***kontroliše brzina slanja*** kako se ne bi desilo da brzi uređaji šalju pakete brzinom većom od one kojom spori uređaji mogu da ih prime (npr. ***brz računar koji šalje podatke na spor mobilni telefon***)



Protokoli transportnog sloja

- Važna odlika TCP protokola je da vrši ***kontrolu zagušenja*** (*congestion control*)
 - Pojava zagušenja se javlja kada više čvorova pokušava da pošalje podatke kroz mrežu koja je već na granicama svoje propusne moći
 - U takvim situacijama, dešava se da brzina komunikacije u celoj mreži opada za nekoliko redova veličina

● ● ● | Protokoli transportnog sloja

- Važna odlika TCP protokola je da vrši kontrolu zagušenja (*congestion control*)
 - Naime, broj izgubljenih paketa se višestruko povećava jer unutrašnji čvorovi mreže (ruteri) ne mogu da prihvate nove pakete zato što su im ***prihvatni baferi prepuni***
 - TCP pokušava da detektuje ovakve situacije i da u tim slučajevima ***uspori sa slanjem paketa*** dok se mreža ne rastereti



Protokoli transportnog sloja

- Važna odlika TCP protokola je da vrši kontrolu zagušenja (*congestion control*)
 - Jedna od **tehnika koje se koriste** u cilju smanjenja zagušenja je da se pri početku komunikacije paketi šalju sporije (**slow-start**), a da se brzina slanja postepeno povećava kada se utvrdi da paketi zaista i stižu na odredište



Protokoli transportnog sloja

- Činjenica da TCP protokol da vrši kontrolu zagušenja je jedan od razloga zbog čega TCP spada ***u grupu sporijih protokola***
- Stoga se TCP ne koristi se za aplikacije kod kojih je brzina prenosa presudna



Protokoli transportnog sloja

- **UDP** (*User Datagram protocol*) je protokol transportnog sloja u okviru Interneta koji **ne vrši uspostavljanje konekcije** pre započinjanja komunikacije
- Prilikom korišćenja UDP protokola **ne vrši se potvrda prijema poslatih paketa**, tako da se komunikacija može smatrati nepouzdanom



Protokoli transportnog sloja

- Osnovni **razlozi korišćenja UDP protokola** su, pre svega, **njegova brzina** - zbog toga se uglavnom koristi od strane aplikacija koje imaju potrebu za komunikacijom **u realnom vremenu** (*real time*), kao što su npr. **audio-video prenosi**, **internet telefonija**, igrice i sl.
- Takođe, UDP se **koristi za aplikacione protokole** koji daju elementarne mrežne usluge i vrše kontrolu mreže (npr. DHCP, DNS, SNMP)