



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](mailto: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

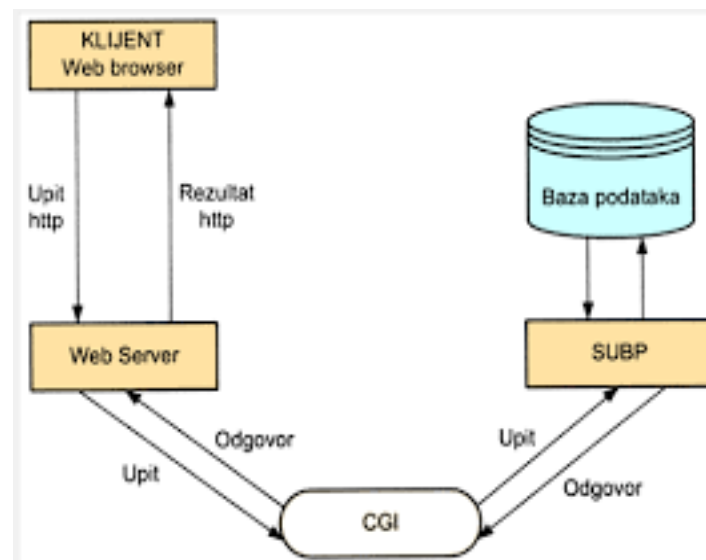
# Sadržaj nastave(1)

## ○ **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***

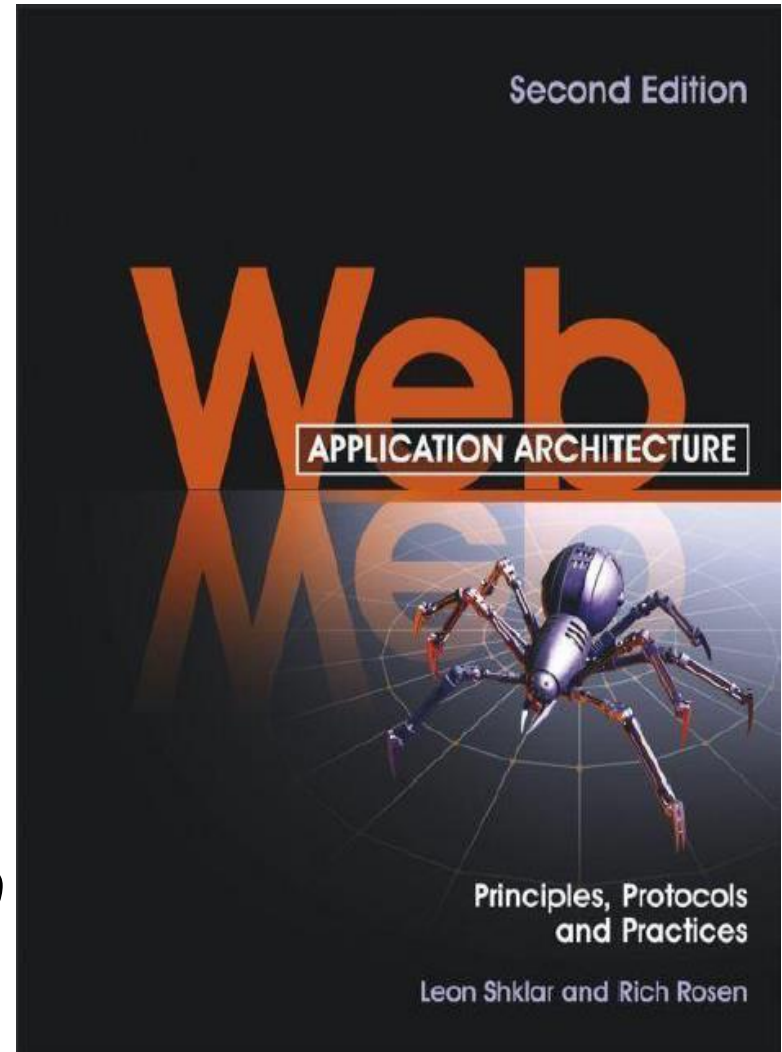
- JavaScript, CSS, DHTML, AJAX

# 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

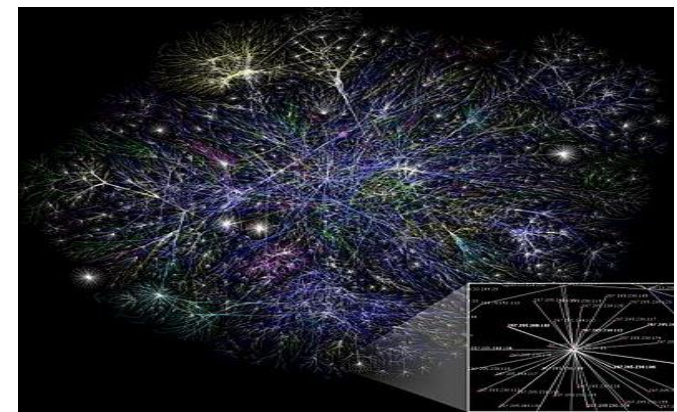
# Šta je Internet?



- **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

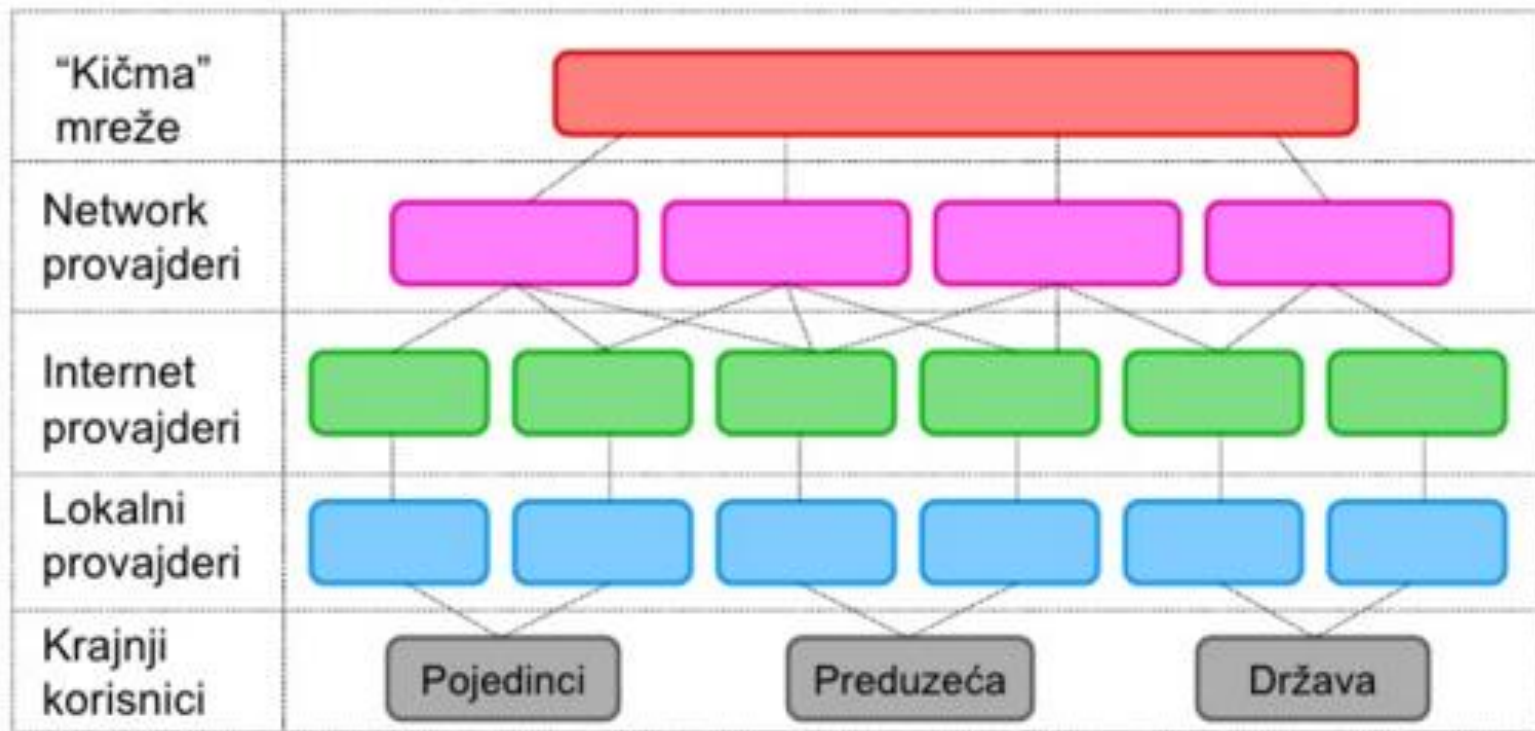
- **Komunikacioni kanali** pripadaju **vrlo različitim komunikacionim tehnologijama** (raznih vrsta kablova, bežičnih veza, satelitskih veza)
- Krajnji računari se nazivaju **host računari**
- Između host računara postoje obično samo posredne veze preko uređaja koji se nazivaju **ruteri**



# 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

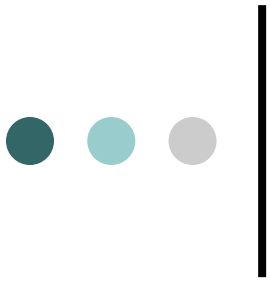
- Vremenom se gradi sve veći i veći broj novih aplikacija
  - Ove aplikacije međusobno komuniciraju preko svojih specifičnih **aplikacionih protokola** (npr. HTTP, SMTP, POP3, . . . )
- Svi aplikacioni protokoli komuniciraju korišćenjem dva **transportna protokola**: **TCP** i **UDP**





# 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

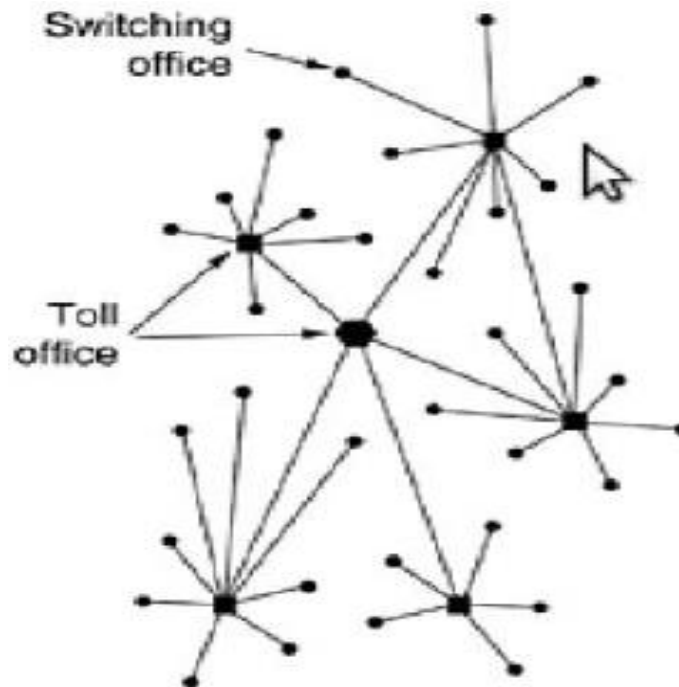


## Prve ideje

- ***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

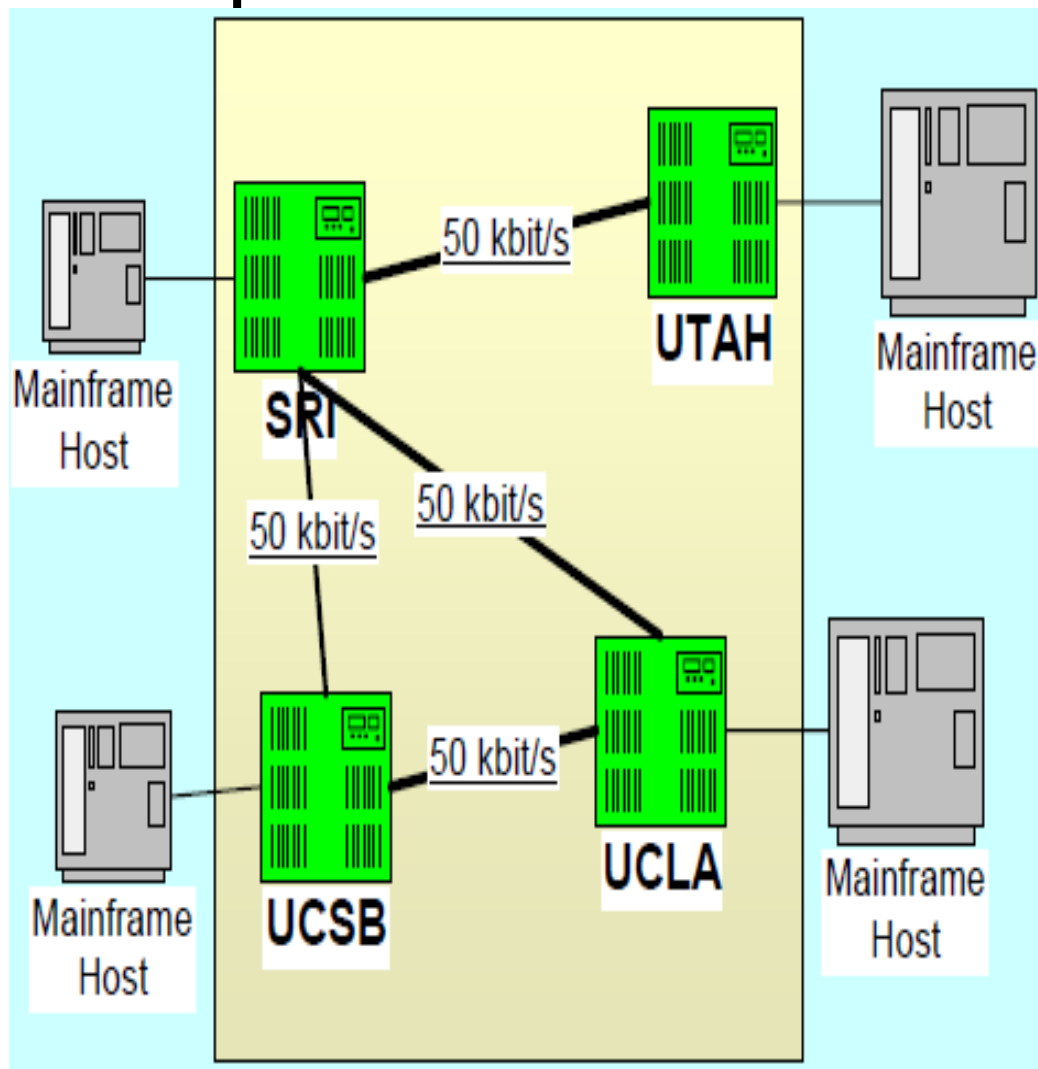
- ARPANET ima sledeće ***karakteristike***:
  - ***Poruke*** koje su slane između hostova su se ***delile na pakete*** fiksirane dužine i svaki paket je mogao da putuje alternativnim putanjama
  - Svaki ***paket*** je morao ***u potpunosti*** da bude ***primljen*** u jedan IMP pre nego što se prosledi 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.)



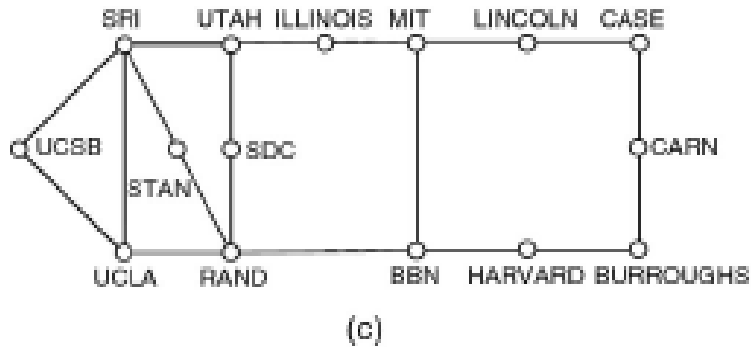
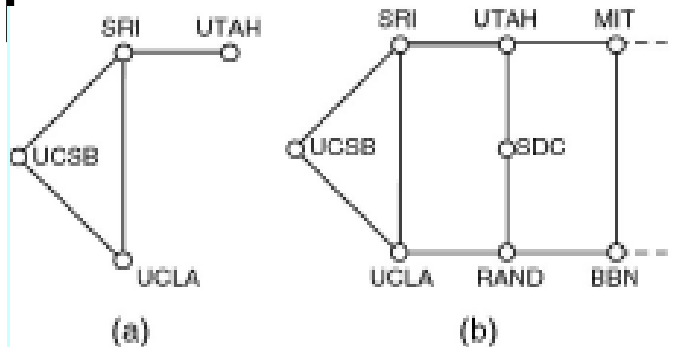
**Softver** korišćen za komunikaciju između hostova - *Network Control Protocol (NCP)*



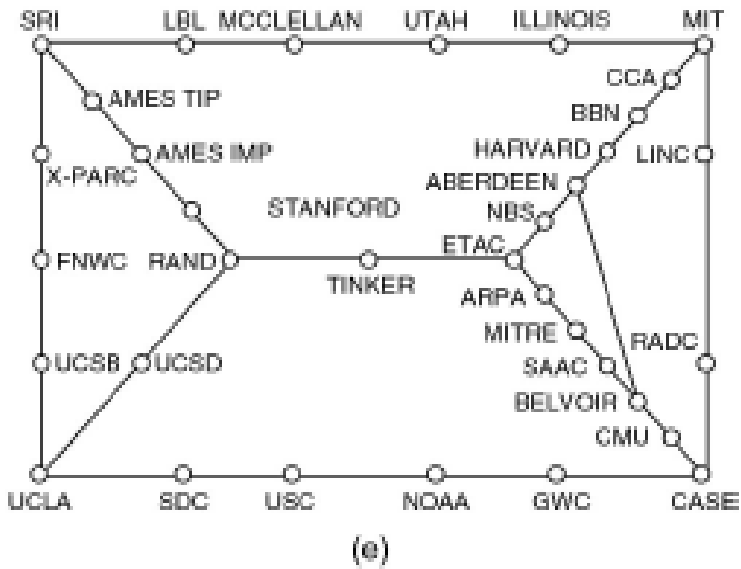
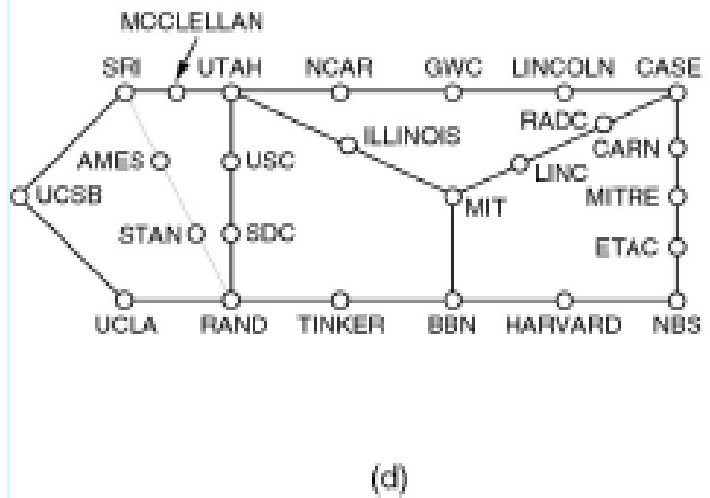
# ARPANET

- 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 finansirala 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***<sub>43</sub> (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

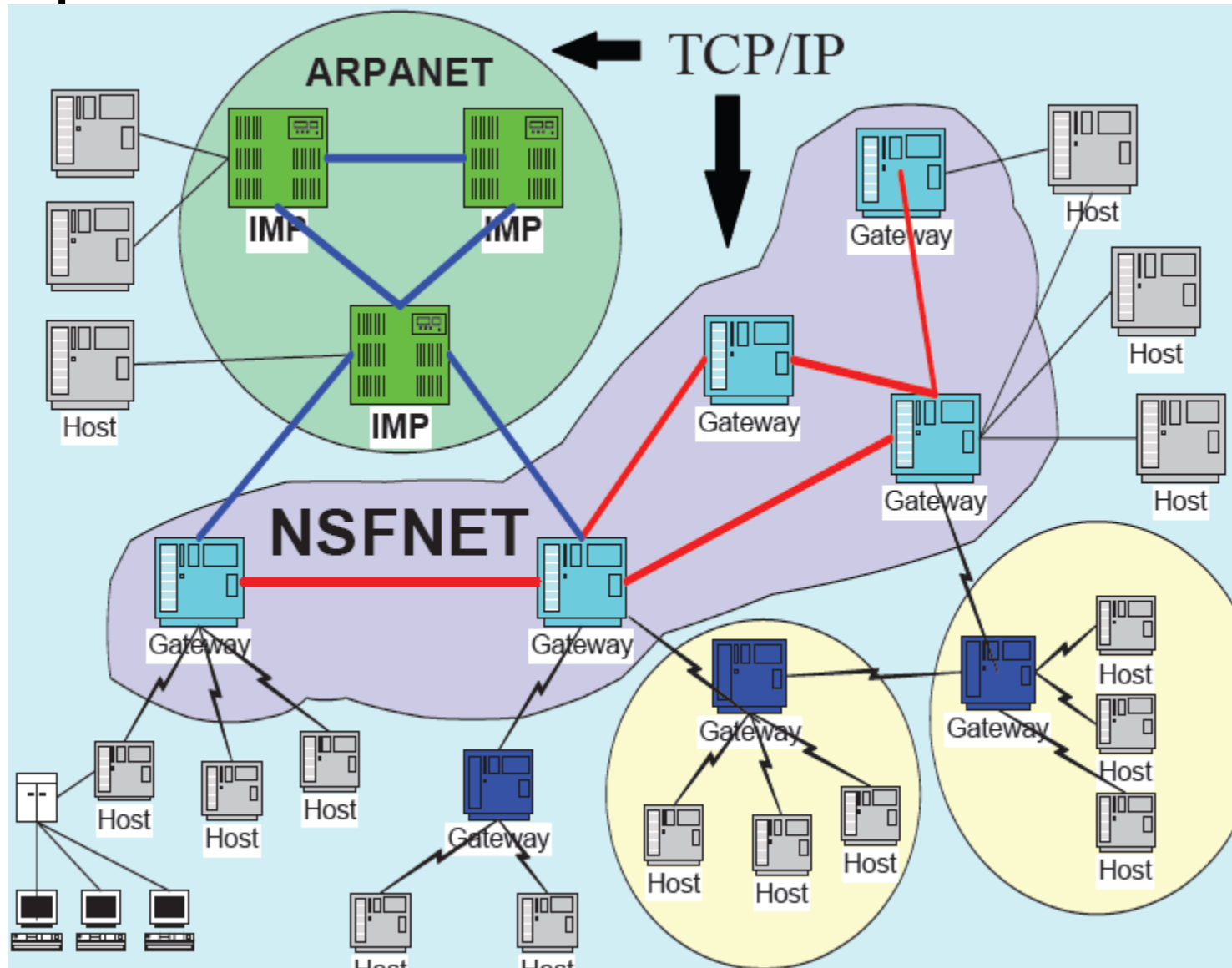
- **Karakteristike** razvijene mreže:
  - **Hardverska** tehnologija je bila identična tehnologiji korišćenoj za ARPANET
  - **Softver** se razlikovao - mreža je odmah bila **zasnovana na TCP/IP protokolu**
- Pored kičme, NSF je izgradio i **dvadesetak regionalnih mreža** koje su povezane na kičmu, čime 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 1.5<sup>52</sup>Mbps 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



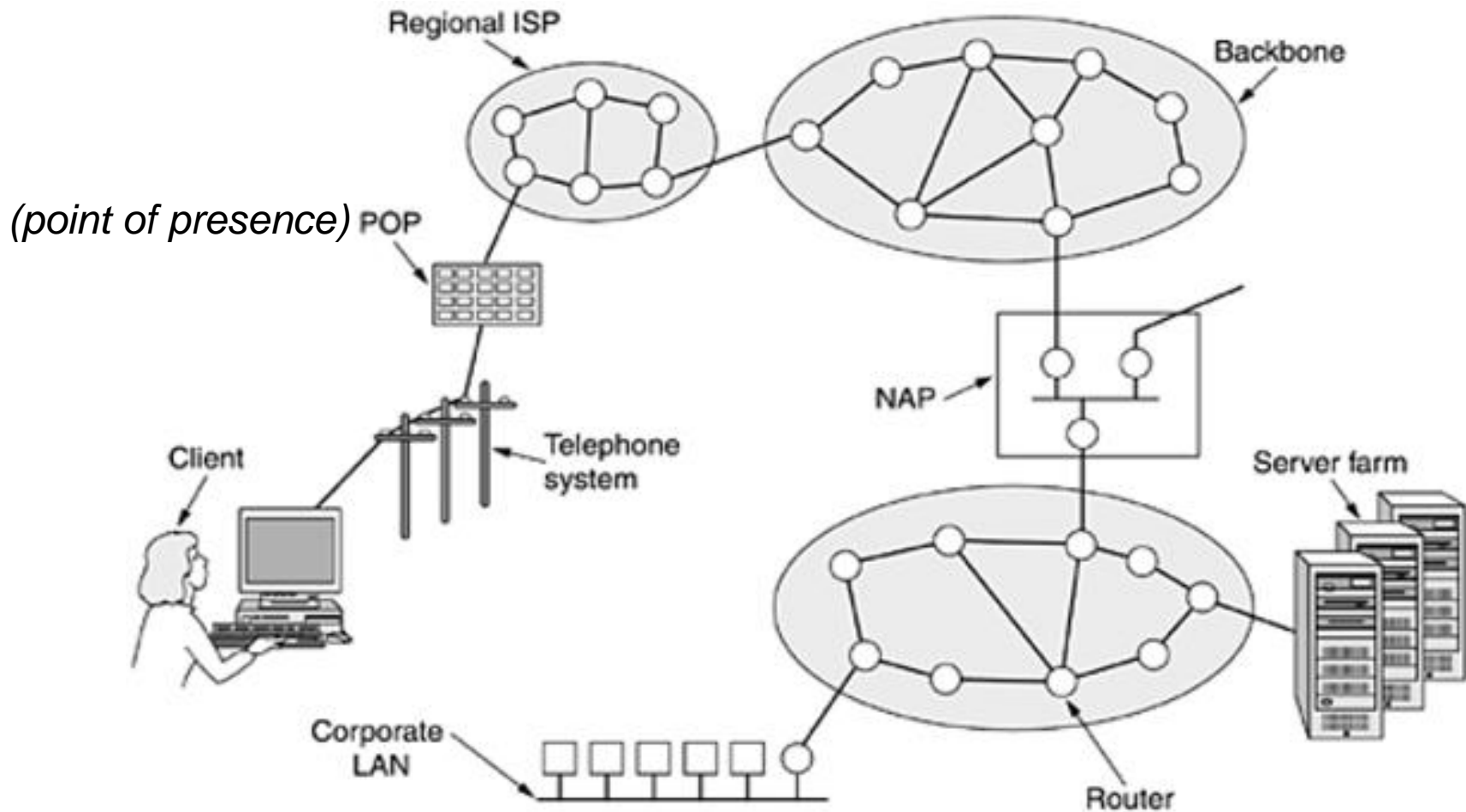
# Arhitektura Interneta

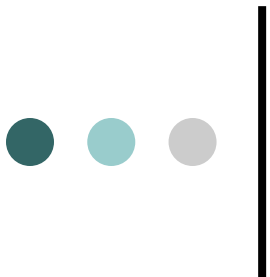


# Arhitektura današnjeg Interneta

- **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

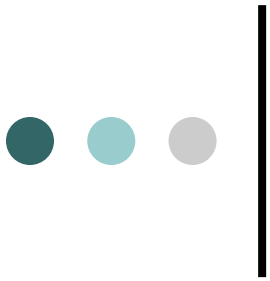
# Tehnologije pristupa

## ○ *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

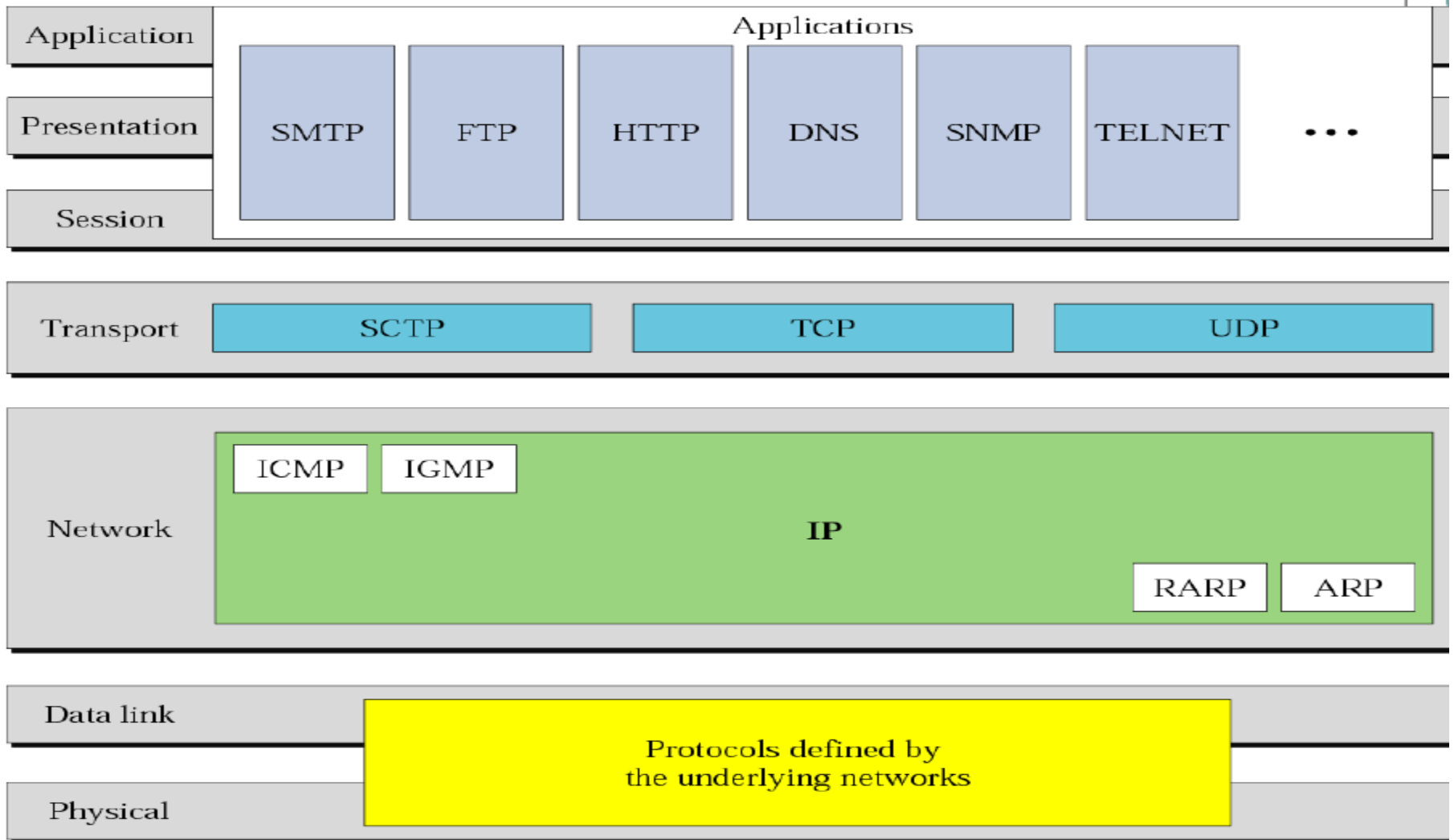
# Tehnologije pristupa

- ***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**





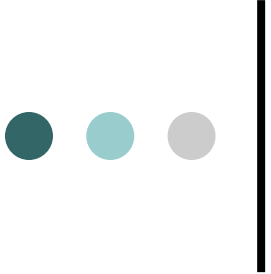
# IP adrese

- ***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, titled "Command Prompt", displaying the output of the "ipconfig" command. It lists network adapters and their configurations:

- Ethernet adapter Ethernet 2: Media State: Media disconnected; Connection-specific DNS Suffix: .act.f.bg.ac.rs
- Ethernet adapter Ethernet: Connection-specific DNS Suffix: ; Link-local IPv6 Address: fe80::ca277:9abbc:a208:c58ec2; 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:e27bc15; IPv4 Address: 192.168.56.1; Subnet Mask: 255.255.255.0; Default Gateway: ;
- Tunnel adapter isatap.{4D7F95FP1-818a-488E-8408-345C4EP83E2B}: Media State: Media disconnected; Connection-specific DNS Suffix: ;
- Tunnel adapter BTOM Adapter1: Connection-specific DNS Suffix: ; IPv6 Address: 2002::935b::430a::935b::430a; Default Gateway: ;
- Tunnel adapter isatap.{42680112F-7848-4081-9158-81963EE6F717}: Media State: Media disconnected; Connection-specific DNS Suffix: ;

On the right is the "Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4) Properties" dialog box, with the "General" tab selected. It contains the following settings:

- Use the following IP address:  (Selected)
- IP address: 147 . 91 . 67 . 138
- Subnet mask: 255 . 255 . 255 . 0
- Default gateway: 147 . 91 . 67 . 1
- Obtain an IP address automatically:  (Unselected)
- Obtain DNS server address automatically:  (Unselected)
- Use the following DNS server addresses:  (Selected)
- Preferred DNS server: 147 . 91 . 64 . 4
- Alternate DNS server: 147 . 91 . 66 . 2
- Validate settings upon exit:  (Unselected)

Buttons at the bottom include "Advanced...", "OK", and "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

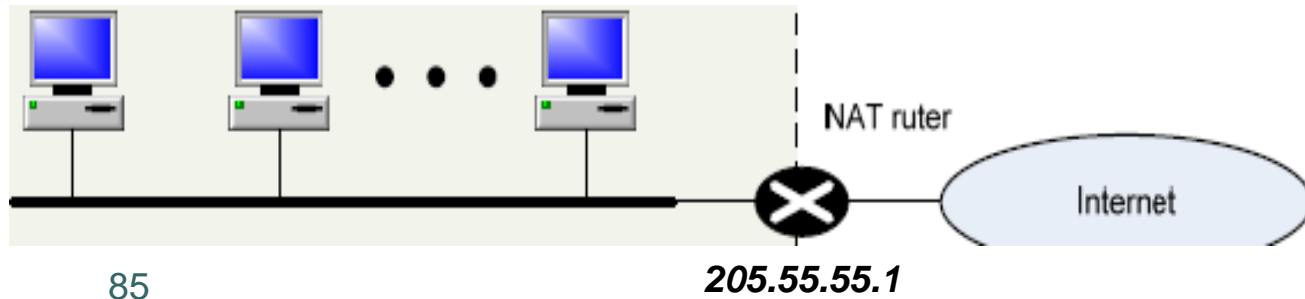
16.7 miliona adresa  
milion adresa  
65536 adresa

# 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

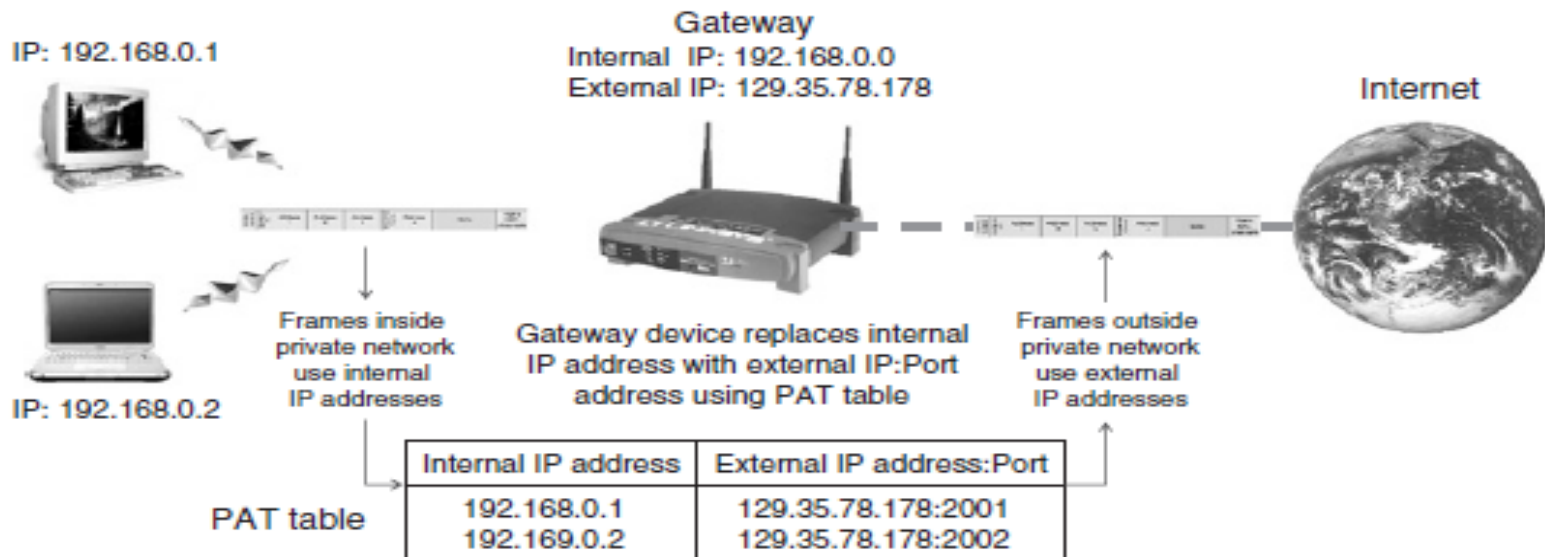
## Prevođenje port adresa

- 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)