

OSI referentni model

Uvod

- ❑ **Protokol** – skup pravila koja definišu komunikacione funkcije.
- ❑ Osnovna **namena komunikacionih funkcija** – obezbede učesnicima u komunikaciji da šalju, primaju i interpretiraju informacije koje žele da razmene.
- ❑ **Protokol** definiše format i redosled poruka koje se razmenjuju između dva ili više učesnika u komunikaciji, kao i akcije koje se vrše na osnovu poslanih i primljenih poruka.
- ❑ **Skup protokola** – familija protokola koji rade zajedno i omogućavaju komunikaciju između aplikacija, tj. programa.
- ❑ Pojedina realizacija skupa protokola naziva se **protokol stek**.
- ❑ Najčešće: protokol stek = skup protokola

OSI referentni model

- ❑ Međunarodna organizacija za standarde **ISO** (International Standard Organisation)
- ❑ u saradnji sa međunarodnom organizacijom za telekomunikacije **ITU-TSS** (International Telecommunications Union – Telecommunications Standardization Sector)
- ❑ Izdala je 1978.god **OSI** (Open System Interconnection) **referentni model** protokola za komunikaciju u mrežama za prenos podatka

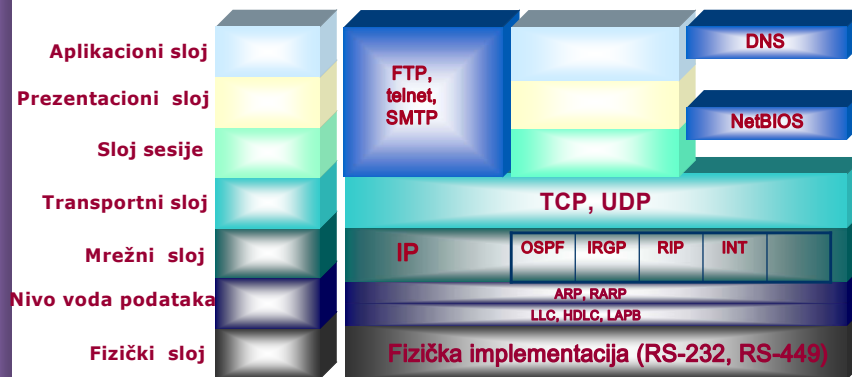
3

OSI referentni model

- ❑ Uloga OSI referentnog modela –
 - ❖ omogućiti komunikaciju bilo kojih računara, bilo gde u svetu, sve dok se pridržavaju OSI standarda
 - ❖ standardizacija pravila za komunikaciju između različitih računarskih mreža
- ❑ Prvi zadatak – pronalaženje zajedničkih logičkih i funkcionalnih celina postojećih protokola – **nivoi OSI referentnog modela**, koji su definisani komunikacionim funkcijama koje vrše
- ❑ Međusobno pozicioniranje datih protokola, jer se protokoli nastali u različitim uslovima i za različite potrebe ne mogu direktno porediti

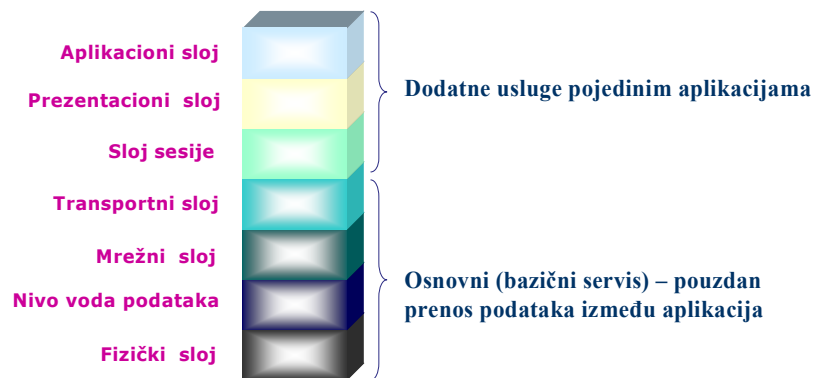
4

Arhitektura OSI referentnog modela



5

Arhitektura OSI referentnog modela



6

Arhitektura OSI referentnog modela

- ❑ **Fizički nivo** – fizički interfejs između uređaja, definiše pravila po kojima se pojedinačni biti šalju; definisani su električni i mehanički parametri jedne fizičke veze
- ❑ **Nivo voda podataka** – ispravan prenos podataka, korišćenjem algoritama za detekciju i ispravljanje grešaka
- ❑ **Mrežni nivo** – obezbedi prenos podataka između entiteta transportnog sloja, bez obzira na strukturu mreža kojima pripadaju – uspostavljanju, održavanju i raskidanju veze između korisnika
- ❑ **Transportni nivo** – obezbeđuje višim nivoima transparentan, pouzdan prenos podataka između dve aplikacije, ne ulazeći u sadržaj samih podataka

7

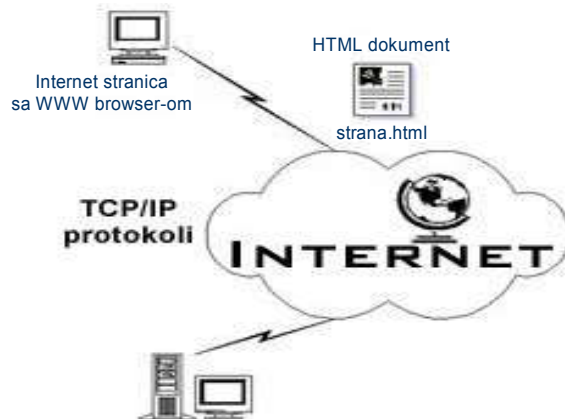
Arhitektura OSI referentnog modela

- ❑ **Nivo sesije** – mehanizmi za kontrolu i organizaciju dijaloga između dva entiteta prezentacionog nivoa, tako da dijalog bude nezavisan od prekida veze nižih nivoa
- ❑ **Nivo prezentacije** – obezbedi mehanizme za prevođenje podataka u formu koju mogu razumeti obe strane u komunikaciji
- ❑ **Aplikacioni nivo** – upravljačke funkcije za podršku distribuiranim aplikacijama

8

TCP/IP

TCP/IP Protokoli



Uvod

- ❑ **TCP/IP (Transmission Control Protocol and Internet Protocol) protokol stek** – naziv za skup protokola koji se koriste za povezivanje računarskih mreža (TCP i IP su samo dva protokola iz tog skupa, najpoznatiji i najčešće korišćeni iz celog skupa)
- ❑ IP deo odgovara mrežnom-nivou (*network-layer*) OSI modela, dok TCP deo transportnom-nivou (*transport-layer*)

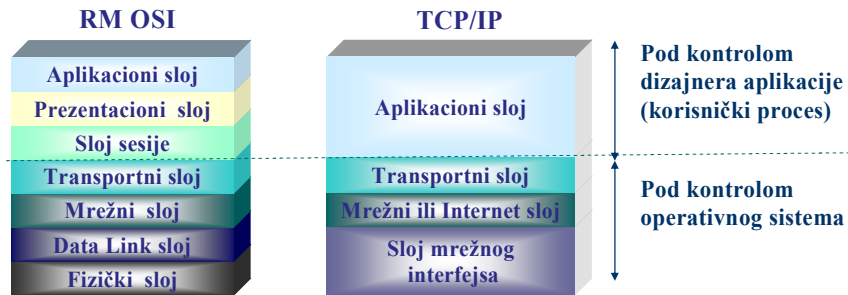
11

Specifičnosti TCP/IP protokola

- ❑ **Autonomnost** – povezivanje različitih mreža ne sme uticati na interno funkcionisanje pojedinih lokalnih mreža
- ❑ **Pouzdanost usluge** – u slučaju greške ili gubitka neke od poruka vrši se njihovo ponovno slanje – retransmisija
- ❑ **Decentralizovana kontrola** – ne postoji globalna kontrola nad međusobnim povezivanjem mreža
- ❑ **Ruteri bez memorije** – ruteri ne beleže informacije o porukama koje prosleđuju

12

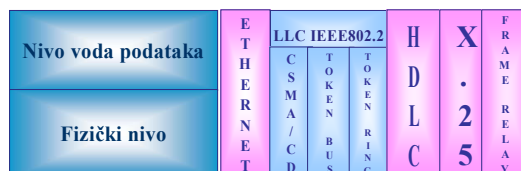
OSI i TCP/IP model



13

Nivoi TCP/IP protokola

- 1** Nivo pristupa mreži – pristup hosta lokalnoj mreži i prenos podataka između računara na istoj mreži
Mrežne tehnologije na kojima je TCP/IP implementiran možemo grubo podeliti:
- ❖ LAN (Token Ring, ethernet, CSMA/CD, FDDI, HDLC)
 - ❖ **Modemske veze** (SLIP, PPP) koje pripadaju nivou podataka po OSI referentnom nivou
 - ❖ WAN mreže sa komutacijom paketa (X.25, Frame Relay, ISDN)



14

Pozicioniranje protokola namenjenih LAN-ovima unutar OSI referentnog modela

Nivoi TCP/IP protokola

2 Mrežni nivo – Internet nivo – povezivanje različitih mreža.

- ❖ Odgovoran za kretanja podataka kroz mreže i pronalaženje optimalnog puta između izvora i odredišta (rutiranje)
- ❖ Prenos podataka vrši se u skokovima tj. pojedini čvorovi ne znaju celu putanju
- ❖ Najvažniji protokol ovog nivoa: IP

15

Nivoi TCP/IP protokola

3 Transportni nivo – prenos podataka između dve aplikacije na dva udaljena računara

- ❖ Pruža usluge sa “kraja na kraj”
- ❖ Vrší povezivanje dve **aplikacije**, za razliku od Internet nivoa koji vrši povezivanje dva **računara**
- ❖ Protokol za uspostavu veze –TCP ili
- ❖ Protokol bez uspostave veze - UDP

16

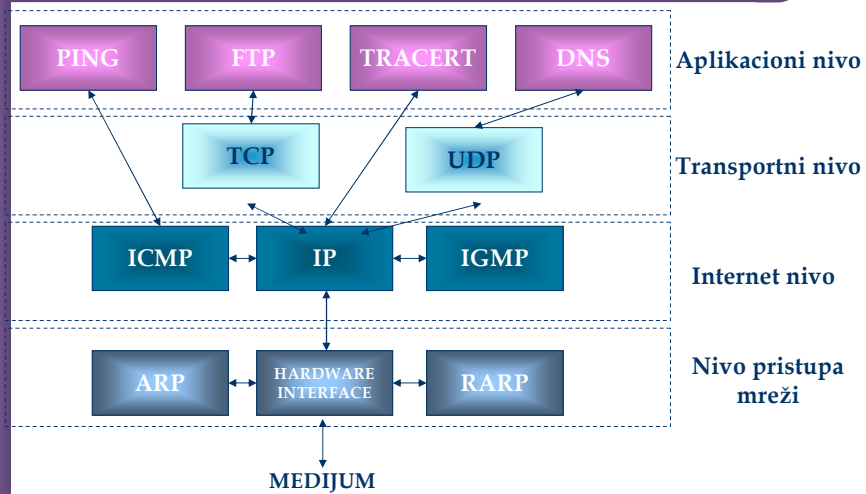
Nivoi TCP/IP protokola

4 Aplikacioni nivo – bavi se potrebama određene aplikacije (FTP, E-mail, WWW, itd)

- ❖ Deo mrežne aplikacije koji obezbeđuje prenos podataka između klijentske i serverske strane aplikacije

17

Međusoban odnos protokola TCP/IP protokol steka



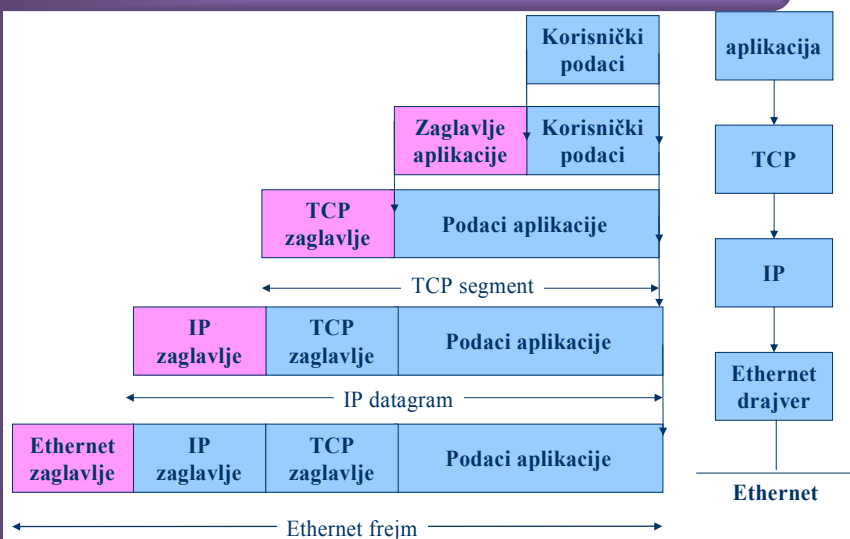
18

Enkapsulacija podataka

- ❑ Protokoli međusobno komuniciraju razmenjivanjem podataka i kontrolnih informacija
- ❑ Svaki od protokola predaje podatke protokolu ispod sebe pridružujući podacima kontrolne informacije u obliku zaglavlja (**header**)
- ❑ Protokoli na određenom nivou ne ulaze u sadržaj podataka koje razmenjuju, već ih samo pakuju (**enkapsuliraju**) i prosleđuju sledećem nivou (za njih su to samo blokovi bita)

19

Primer enkapsulacije podataka unutar TCP/IP protokol steka



20

Osnovne karakteristike zaglavlja

- ❑ **Zaglavlje nivoa pristupa mreži** sadrži adresu računara na datoj fizičkoj mreži na kojoj se računar nalazi (tzv. fizička adresa)
 - ❖ Podaci koji se razmenjuju - paketi
- ❑ **U zaglavlju Internet nivoa** nalazi se adresa računara koja ga jednoznačno određuje na Internetu (Internet ili IP adresa) – funkcija:
 - ❖ Protokolima gornjih nivoa stvori utisak da koriste jedinstvenu mrežu
 - ❖ Prenos podataka između računara koji ne pripadaju istoj mreži
 - ❖ Jedinica podataka – datagram
- ❑ **Zaglavlje transportnog nivoa** – informacije za proveru ispravnosti prenetih podataka i raspodelu podataka
 - ❖ Jedinica podataka TCP segment /UDP datagram
- ❑ **Zaglavlje aplikacionog nivoa** sadrži informacije vezane za datu aplikaciju

21

The image shows the letters 'ARP' in a bold, blue, sans-serif font. The text is centered within a white rectangular area. To the left of this white area is a large, dark purple shape that resembles a stylized letter 'C' or a partial 'U'. A horizontal purple bar extends from the right side of this shape, passing behind the white area and ending in a rounded tip.

ARP

- ❑ Internet adrese na jedinstven način određuju računare na Internetu
- ❑ Te adrese imaju smisla samo unutar TCP /IP protokol steka, dok se na LAN-ovima koriste tzv. fizičke ili hardverske adrese specifične za svaku od pojedinih mreža
- ❑ Protokol koji omogućava određivanje fizičke adrese na osnovu Internet adrese računara - **ARP – address resolution protocol**
- ❑ Preslikavanje koje obezbeđuje ARP – dinamičko ili automatsko, jer se odvija bez učešća aplikacije ili administratora sistema

23

Postupak prevođenja Internet adresa u fizičke adrese

ARP zahtev sadrži:

- 1) Fizičku adresu pošiljaoca
- 2) Ethernet broadcast adresu
- 3) Internet adrese i pošiljaoca i primaoca
- 4) Kod operacije koji specificira da računar koji “prepozna” svoju Internet adresu datu u ovom zahtevu pošalje ARP odgovor sa svojom fizičkom adresom

ARP odgovor sadrži

- 1) Fizičku adresu računara koji šalje odgovor
- 2) Fizičku adresu računara koji je poslao ARP zahteve
- 3) Internet adrese i pošiljaoca i primaoca

24

Internet protokol - IP

Osobine IP

- IP obezbeđuje osnovne funkcije:
 - ❖ Definiše osnovnu jedinicu podataka (datagram) kao i tačan format svih podataka koji se koriste na Internetu
 - ❖ Odgovoran je za fragmentaciju datagrama na mestima spajanja mreža različitih maksimalnih veličina paketa i njihovo spajanje na odredištu
 - ❖ Vršiti rutiranje datagrama kroz mrežu
 - ❖ Poseban protokol ICMP (*Internet Control Message Protocol*) u saradnji sa IP definiše pravila ponašanja rutera u slučaju gubitka datagrama

IP fragmentacija

- Veličina paketa neke mreže – kompromis između više faktora
 - ❖ Brzina prenosa
 - ❖ iskorišćenost medijuma
- **Maksimalna veličina paketa - MTU** (*Maximum Transmission Unit*) – izražava se u bajtima
- IP – omogućiti spajanje mreža različitih MTU
- Na mestu spoja dve mreže različitih MTU mora izvršiti deljenje dužih paketa na više manjih, tako da oni po dužini odgovaraju mreži sa manjim MTU-om - **postupak IP fragmentacije**

27

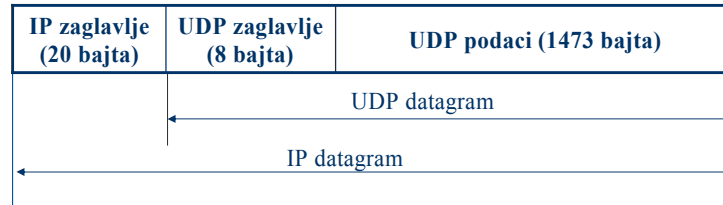
IP fragmentacija

- Ponovno sastavljanje datagrama vrši se samo na određitu
- Nakon fragmentacije svaki od fragmenata postaje novi datagram sa svojim IP zaglavljem, koji se nezavisno rutira kroz mrežu - fragmenti ne stignu redom kojim su poslani
- Informacije IP zaglavljaja omogućiće ispravno sastavljanje fragmenata

28

Primer fragmentacije IP datagrama

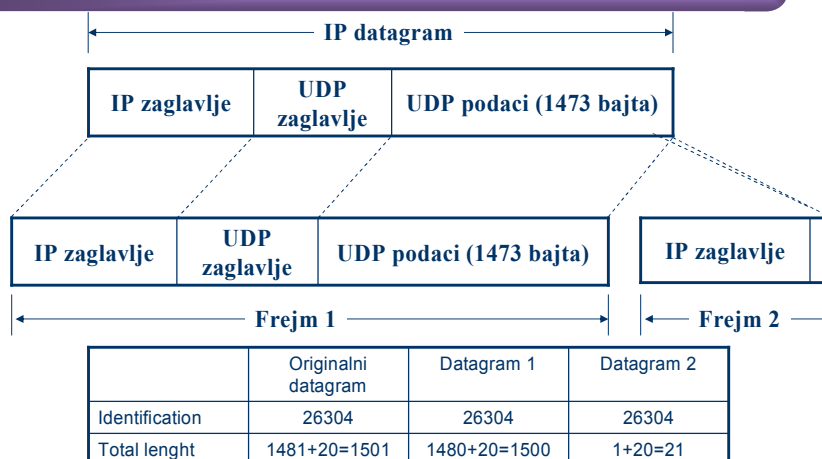
- Posmatramo UDP datagram dužine 1481 bajt, od čega prvih 8 bajta čine UDP zaglavlje dok su preostala 1473 bajta podaci



- UDP datagram se enkapsulira u IP datagram čije zaglavlje ima 20 bajta što daje ukupnu dužinu IP datagrama od 1501 bajta
- Ukoliko želimo da ovaj datagram prenesemo preko mreže čiji je MTU 1500 bajta (tipična dužina *Ethernet* frejma) moramo izvršiti njegovu fragmentaciju na dva nova datagrama

29

Primer fragmentacije IP datagrama



30

Primer fragmentacije već fragmentiranih datagrama

- U slučaju da fragmentirani datagrami treba da prođu preko mreže čiji je MTU 596 bajta, od prvog datagrama nastaje tri nova

	Datagram 1	Datagram 1a	Datagram 1b	Datagram 1c
Identification	26304	26304	26304	26304
Total length	1480+20=1500	576+20=596	576+20=596	328+20=348

31

IPv4

- IPv4 je osnovni protokol Interneta, čiji inicijalni dizajn nije predviđao okolnosti koje su se pojavile ekspanzijom i popularnošću Interneta i računarskih tehnologija.
- Ove okolnosti se ogledaju u sledećim problemima i potrebama:
 - Eksplozivni rast Interneta
 - Nedostatak IPv4 adresnog prostora - sadrži 32-bitnu IP adresu određene čvorove
 - Velike tabele rutiranja
 - Autokonfiguracija
 - Bezbednost podataka na IP nivou
 - QoS (*Quality of Service*)

32

IP Ver 6

- ❑ U **IPv6**, novi (ali ne još široko korišćen) standardni Internet protokol, gde su adrese 128 bita široke, što bi, čak i sa velikim dodelama netblokova, trebalo da zadovolji blisku budućnost.
- ❑ Teoretski, postojalo bi tačno 2^{128} , ili 3.403×10^{38} unikatnih adresa domaćinskih interfejsa.
- ❑ Kada bi zemlja bila sačinjena kompletno od zrna peska od 1cm^3 , onda bi mogla da se dodeli jedinstvena adresa svakom zrnju u 300 miliona planeta veličine zemlje.
- ❑ Ovaj veliki prostor za adrese će biti retko popunjen što omogućava da se ponovo kodira više informacija za rutovanje u same adrese.

33

Mehanizmi tranzicije sa IPv4 na IPv6

- ❑ Prelazak sa IPv4 na IPv6 je komplikovan i dugotrajan proces koji karakteriše neophodnost postojanja oba protokola na zajedničkoj fizičkoj infrastrukturi
- ❑ Paralelno sa dizajnom IPv6, osmišljene su različite tehnologije i tipovi adresiranja koji omogućavaju komunikaciju uređaja u okruženju oba protokola
- ❑ Mehanizmi tranzicije sa IPv4 na IPv6 treba da olakšaju integraciju novih IPv6 i postojećih IPv4 mreža i aplikacija

34

IPv6

- Kako bi se zadovoljili zahtevi današnjeg (i budućeg) Interneta, IPv6 donosi sledeće karakteristike:
 - Veći adresni prostor
 - Jednostavnije zaglavlje za efikasniju obradu paketa
 - Slojevitost u hijerarhijskoj strukturi mreže za efikasnije rutiranje
 - Fleksibilno zaglavlje sa nizom opcija
 - Podršku za široko primenjene protokole rutiranja
 - Podršku za autokonfiguraciju računara
 - Podršku za bezbednost podataka
 - Ugrađena podrška za alokaciju resursa i kvalitet servisa (QoS)

35

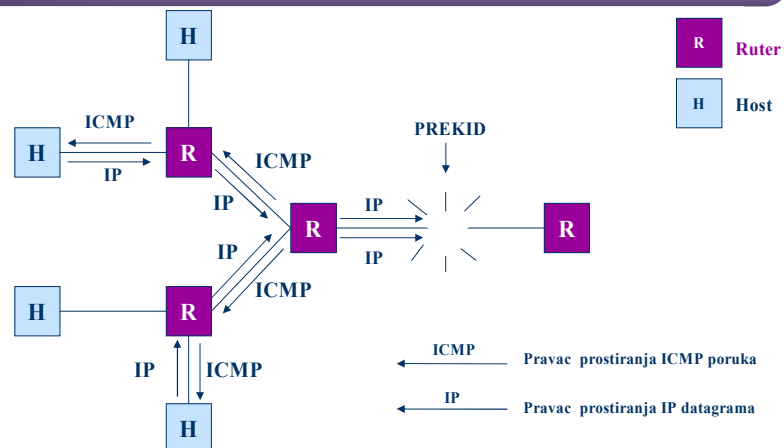
ICMP

ICMP

- ❑ **ICMP – Internet control message protocol**
- ❑ Namenjen je za komunikaciju računara na Internet nivou
- ❑ Koristi se za generisanje i rukovanje porukama o greškama i drugim događajima koji zahtevaju pažnju
- ❑ Koristi se samo za **prijavlivanje grešaka**, ali ne i za njihovo ispravljanje, ne čini IP pouzdanim
- ❑ Po definiciji protokola, ICMP poruka može biti generisana, ali i ne mora – zavisi od konfiguracije

37

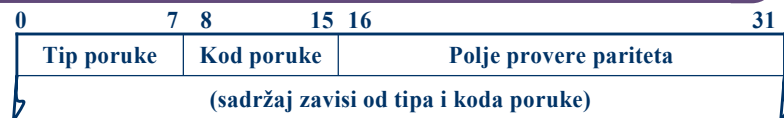
Primer nastanka ICMP poruka



Detektovanje problema - nemogućnost isporuke ili gubitak IP datagrama
ICMP poruka – obaveštenje računarima koji pokušaju da prenesu podatke preko veze u prekidu

38

Format ICMP poruke



- ❑ **Polje tipa poruke (*Type field*)** – identifikacija određene ICMP poruke. Postoji 15 različitih tipova poruka
- ❑ **Polje koda (*Code field*)** – dodatni opis poruke
- ❑ **Polje provere pariteta (*Checksum*)** - računa se za celokupnu ICMP i služi za proveru validnosti primljenog ICMP paketa

39

Tipovi ICMP poruka

1. **Poruke zahteva ili upita (*query messages*) i poruke odgovora (*response messages*)** međusobna razmena informacija između računara. Primeri:
 - a. Zahtev za ehom i odgovor na njega
 - b. Zahtev za mrežnom maskom i odgovor na njega
 - c. Oglašavanje rutera – ruter objavljuje svoje stanje svim ostalim ruterima

40

Tipovi ICMP poruka

2. **Poruke o grešci (*error messages*)** – slučajevi kada određeni računar nije u mogućnosti da prosledi neki IP datagram. Primeri:
 - a. **Nedostižna destinacija** koja može biti prouzrokovana, npr.
 - ◆ Nedostižnom mrežom, nedostižnim računarom, protokolom ili portom
 - b. **Izvor suviše brzo šalje poruke,**
 - c. **Preusmeravanje** - ovu poruku koriste ruteri da obaveste izvor o povoljnijoj putanji odredišta
 - d. **Problemi sa parametrima** nastaju u slučaju grešaka sintaksne i semantičke prirode kao što su
 - ◆ Pogrešno zaglavlje
 - ◆ Nedostatak zahtevane opcije...

41

Pravila za generisanje ICMP poruke

- Upotreba ICMP poruka ne sme stvoriti dodatne probleme u radu mreže
- Pravila kada se ICMP poruka **ne generiše**:
 - ❖ Na osnovu greške na bilo kojoj drugoj ICMP poruci – izbegava da greška na jednoj ICMP poruci izazove novu ICMP poruku
 - ❖ ICMP poruka se generiše samo za prvi fragment datagrama
 - ❖ U slučaju IP datagrama koji koristi *broadcast* ili *multicast* Internet adresu

42

Aplikacije koje koriste ICMP i IP

- ❑ Ping program
- ❑ Tracert program
- ❑ Neotrace program

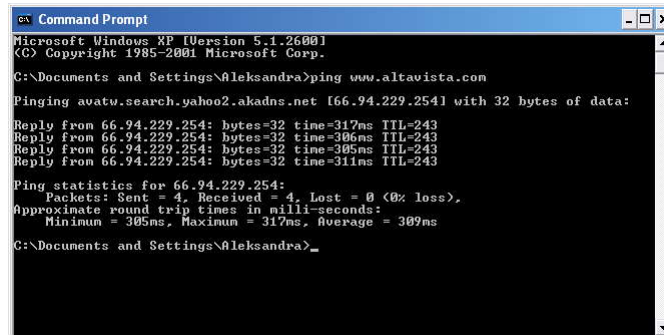
43

Ping program

- ❑ Ping program služi za proveru dostupnosti nekog računara
- ❑ Program šalje ICMP poruku zahteva za ehom očekujući ICMP poruku odgovora na eho – u slučaju prijema odgovora – traženi računar je dostupan
- ❑ Nezamenljiv alat za otkrivanje problema na mreži
- ❑ Ukoliko neki računar ne možemo “pingovati” – nećemo moći pokrenuti ni bilo koju drugu aplikaciju na njemu
- ❑ Ping se može koristiti za određivanje:
 - ❖ **RTT – Round Trip Time** – dužine vremena koje protekne od trenutka slanja nekog segmenta do prijema potvrde o njegovom prijemu (parametar važan za ispravno funkcionisanje TCP retransmisije izgubljenih ili oštećenih segmenata)
 - ❖ Internet adrese na osnovu simboličkog imena

44

Ispis programa Ping



```
Command Prompt
Microsoft Windows XP [Version 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\Aleksandra>ping www.altavista.com

Pinging avatu.search.yahoo2.akadns.net [66.94.229.254] with 32 bytes of data:

Reply from 66.94.229.254: bytes=32 time=317ms TTL=243
Reply from 66.94.229.254: bytes=32 time=306ms TTL=243
Reply from 66.94.229.254: bytes=32 time=305ms TTL=243
Reply from 66.94.229.254: bytes=32 time=311ms TTL=243

Ping statistics for 66.94.229.254:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 305ms, Maximum = 317ms, Average = 309ms

C:\Documents and Settings\Aleksandra>
```

- ❑ Četiri poruke stigle su na odredište, nijedna nije izgubljena – računar je dostupan

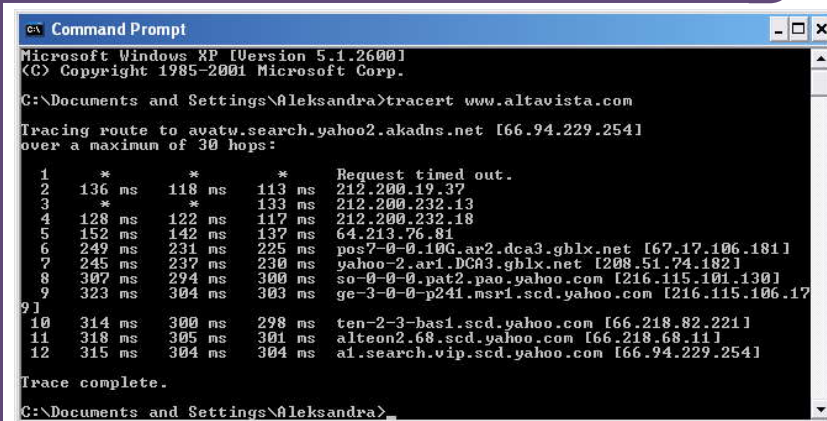
45

Tracert program

- ❑ **Tracert** – omogućava praćenje puta IP datagrama kroz mrežu, tj. beleži Internet adrese svih rutera kroz koje je datagram prošao
- ❑ Tracert u skokovima pronalazi Internet adrese rutera na putanji od pošiljaoca do odredišta, šaljući IP datagrame čije se TTL (Time to live – “vreme života” datagrama u sekundama) polje povećava u koracima po jedan
- ❑ Svi datagrami koji se šalju adresirani su na Internet adresu odredišta
- ❑ Pri svom radu Tracert generiše tri IP datagrama za svaku od vrednosti TTL-a

46

Tracert program



```
Microsoft Windows XP [Version 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\Aleksandra>tracert www.altavista.com

Tracing route to avatv.search.yahoo2.akadns.net [66.94.229.254]
over a maximum of 30 hops:

  0  *          *          *          Request timed out.
  1  *          *          *          Request timed out.
  2  136 ms    118 ms    113 ms    212.200.19.37
  3  *          *          *          Request timed out.
  4  128 ms    122 ms    117 ms    212.200.232.18
  5  152 ms    142 ms    137 ms    64.213.76.81
  6  249 ms    231 ms    225 ms    pos7-0-0.10G.an2.dca3.gblx.net [67.17.106.181]
  7  245 ms    237 ms    230 ms    yahoo-2-ar1.DCA3.gblx.net [208.51.74.182]
  8  307 ms    294 ms    300 ms    so-0-0-0.pat2.pao.yahoo.com [216.115.191.130]
  9  323 ms    304 ms    303 ms    ge-3-0-0-p241.msri.scd.yahoo.com [216.115.106.179]
 10  314 ms    300 ms    298 ms    ten-2-3-bas1.scd.yahoo.com [66.218.82.221]
 11  318 ms    305 ms    301 ms    alteon2.68.scd.yahoo.com [66.218.68.11]
 12  315 ms    304 ms    304 ms    al.search.vip.scd.yahoo.com [66.94.229.254]

Trace complete.

C:\Documents and Settings\Aleksandra>
```

Primer ispisa na ekranu računara prilikom korišćenja Tracert programa

47

Neotrace program

- ❑ Za neke rutere su javno dostupne njihove geografske lokacije sa unetim geografskim koordinatama
- ❑ Na osnovu ovih podataka, program NeoTrace je u mogućnosti da pored funkcija koje imaju Ping i Tracert da i grafičku predstavu putanje IP datagrama od izvora do odredišta

48

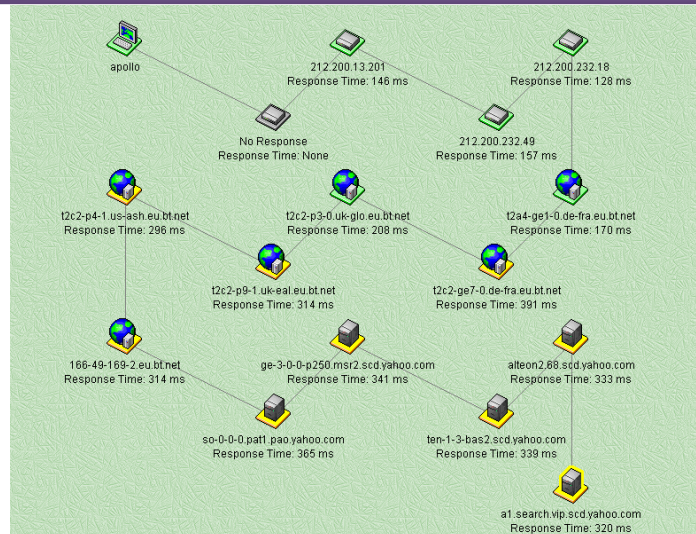
Neotrace program - Map view



49

Prikazani su samo ruteri čije geografske koordinate su poznate, dok je broj koji datagram zaista prolazi znatno veći.

Neotrace program - Node view



50

Neotrace program - List view

#	IP Address	Name	RT (ms)	Graph
1	192.168.0.2	apollo	0	
2	-----	No Response	--	
3	212.200.13.201	-----	146	
4	212.200.232.49	-----	157	
5	212.200.232.18	-----	128	
6	166.49.147.157	t2a4-ge1-0.de-fra.eu.bt.net	170	
7	166.49.172.44	t2c2-ge7-0.de-fra.eu.bt.net	391	
8	166.49.208.102	t2c2-p3-0.uk-glo.eu.bt.net	208	
9	166.49.208.133	t2c2-p9-1.uk-eal.eu.bt.net	314	
10	166.49.164.22	t2c2-p4-1.us-ash.eu.bt.net	296	
11	166.49.169.2	166-49-169-2.eu.bt.net	314	
12	216.115.101.128	so-0-0-0.pat1.pao.yahoo.com	365	
13	216.115.106.181	ge-3-0-0-p250.ms2.scd.yahoo.com	341	
14	66.218.82.219	ten-1-3-bas2.scd.yahoo.com	339	
15	66.218.68.11	alton2-68.scd.yahoo.com	333	
16	66.94.229.254	e1.search.vip.scd.yahoo.com	320	

51

Protokoli transportnog nivoa

Transportni nivo

- ❑ Odgovoran za prenos podataka između dve aplikacije na dva udaljena računara
- ❑ Obezbeđuje funkcionalnost sa “**kraja na kraj**” (“end-to-end” service) za protokole aplikacionog nivoa
- ❑ Transportni nivo koristi usluge Internet nivoa kao transportnog sredstva između računara – dok on vrši prosleđivanje podataka između više aplikacija
- ❑ Mora postojati samo u krajnjim sistemima, ruteri ga ne moraju posedovati

53

Protokoli transportnog nivoa

- ❑ **TCP (Transmission Control Protocol)** – omogućava servis sa uspostavljanjem veze i garantuje isporuku poruka
- ❑ **UDP (User Datagram Protocol)** – omogućava servis bez uspostavljanja veze koji ne garantuje isporuku poruka
- ❑ Aplikacije kod kojih je ključna **brzina prenosa podataka** koriste servise bez uspostavljanja veze,
- ❑ dok aplikacije kod kojih je bitna **ispravnost prenosa** koriste servise sa uspostavljanjem veze

54

Komunikacija bez uspostavljanja veze

- ❑ Nema uspostavljanja veze između aplikacija pre slanja podataka
- ❑ Jednosmeran prenos – od pošiljaoca ka primaocu, ne postoji garancija isporuke podataka
- ❑ Pošiljalac ne vodi evidenciju o poslatim porukama – poruke stignu redosledom kojim nisu poslate
- ❑ Osobine:
 - ❖ **jednostavnost** (prenos podataka je jedina funkcija servisa)
 - ❖ **prenos podataka najvećom mogućom brzinom** (nema uspostave veze, nema kašnjenja)
 - ❖ **nepouzdanost** (ne garantuje se isporuka podataka)

55

Komunikacija sa uspostavljanjem veze

- ❑ Može se podeliti u tri faze:
 - ❖ **Uspostavljanje veze** – Klijent zahteva uspostavu veze sa serverom; server odobrava zahtev – uspostavljena logička veza između klijentske i serverske aplikacije
 - ❖ **Prenos podataka** – dvosmerna razmena podataka; podaci su ispravno preneti ako postoji potvrda o prijemu
 - ❖ **Prekid veze** – veza se prekida nakon prijema potvrde o prekidu koju šalje suprotna strana
- ❑ Osnovne osobine:
 - ❖ Pouzdanost
 - ❖ Duže vreme prenosa podataka jer je potrebno čekati na potvrde o prijemu podataka pre slanja novih podataka, i uspostava veze unosi kašnjenje

56

Portovi

- ❑ Osnovne funkcije koje protokoli transportnog nivoa moraju uvesti:
 - ❖ Pouzdan prenos podata od pošiljaoca do odredišta
 - ❖ Mogućnost adresiranja pojedinih programa koji se istovremeno izvršavaju na jednom računaru i koji zahtevaju zasebnu komunikaciju sa programima na drugim računarima
- ❑ Prvi je ostvaren samo TCP-om, dok je UDP nepouzdan i ne ispunjava prvi zahtev
- ❑ **Portovi** – 16-bitni identifikacioni brojevi - omogućavaju razlikovanje svake aplikacije jednog računara koji želi da ostvari zasebnu komunikaciju sa aplikacijom na nekom drugom računaru

57

Portovi

- ❑ Prilikom povezivanja na neki server klijentska strana mora pored njegove Internet adrese znati i port koji ga određuje među ostalim aplikacijama datog računara
- ❑ Uvedeni su standardizovani portovi – klijenti ih znaju pre obraćanja serveru – rezervisani ili dodeljeni – well-known (dobro poznati) – dodeljuje IANA
- ❑ Primeri:
 - ❖ 20 (TCP) FTP Data
 - ❖ 21 (TCP) FRP Control
 - ❖ 23 (TCP) Telnet

↑
Protokol koji ga koristi

58

Socketi

- ❑ Kombinacija Internet adrese i porta jednoznačno određuje jednu stranu u komunikaciji – *socket* (eng. priključak)
- ❑ Par *socket*-a klijentske i serverske strane jednoznačno definiše jednu TCP konekciju – logičku vezu između klijenta i servera
- ❑ Vezuje se samo za TCP, jer samo u TCP-u postoji logička veza između klijenta i servera

Primer: primer socket-a servera i klijenta dve TCP konekcije

IP adresa klijenta	IP adresa servera	Port klijenta	Port servera
147.91.173.51	216.32.74.50	2375	80
147.91.173.51	216.32.74.50	2376	80

59

UDP

UDP

- ❑ **UDP – User Datagram Protocol** – jednostavan protokol za slanje pojedinačnih datagrama
- ❑ Svaka poruka višeg nivoa biće poslata kao tačno jedan datagram
- ❑ Prenos UDP datagrama – enkapsulacijom u IP datagrame
- ❑ Vršiti proveru ispravnosti podataka celokupnog UDP datagrama
- ❑ Pruža servis bez uspostavljanja veze između klijenta i servera pre slanja podatka:
 - ❖ ne postoji kontrola toka – prijemni bafer odredišta prepuni – odbacivanje svih kasnije pristiglih datagrama
 - ❖ mogućnost istovremenog slanja jednog UDP datagrama većem broju računara – *multicasting* i *broadcasting* (što nije moguće sa TCP-om)

61

Format UDP datagrama

0	15 16	31
Port izvora (16 bita)	Port odredišta (16 bita)	
Ukupna dužina (16 bita)	Provera pariteta (16 bita)	
Podaci		

- ❑ **Port izvora** – identifikuje program koji šalje podatke
- ❑ **Port odredišta** – identifikuje program koji prima podatke
- ❑ **Ukupna dužina** – definiše dužinu UDP zaglavlje i UDP podataka u bajtima (minimalna veličina ovog polja je 8)
- ❑ **Provera pariteta** - služi za proveru ispravnosti UDP zaglavlja i podataka
- ❑ **Podaci predati UDP –u** mogu se sastojati od proizvoljnog broja bajtova

62

Protokoli u kojima se primenjuje UDP

- ❑ Obezbeđuje mehanizam slanja podataka drugom računaru sa minimumom intervencija protokola aplikacionog nivoa
- ❑ Primenjuje se:
 - ❖ u multimedijalnim aplikacijama koje zahtevaju prenos u realnom vremenu - prenos kontinualnog govora i slike
 - ❖ u protokolima čije poruke staju u jedan datagram, jer nema potrebe za uspostavljanjem veze, koje bi trajalo 4 puta duže od slanja pojedinačnog datagrama

63

TCP

TCP

- ❑ **TCP – Transmission Control Protocol**
- ❑ Pouzdan protokol sa uspostavljanjem veze – logička veza “sa kraja na kraj” i full-duplex prenos podataka između dve aplikacije
- ❑ Uspostavljanje veze – tačno dva kraja koji komuniciraju, tj dva socket-a, *broadcasting* i *multicasting* nije moguće primeniti
- ❑ Uspostavljanje logičke veze između aplikacija mora se izvršiti pre bilo kog prenosa podataka, dok se njeno raskidanje vrši nakon završetka prenosa

65

Blok za kontrolu prenosa

- ❑ Sve informacije koje opisuju jednu TCP konekciju – **blok za kontrolu prenosa (TCB – Transmission Control Block)**, koji sadrži informacije:
 - ❖ Internet adrese i portovi učesnika u komunikaciji, tj. njihovi socket-i
 - ❖ Veličine prijemnih memorija
 - ❖ Maksimalna veličina segmenta
 - ❖ Interval čekanja
 - ❖ RTT (*Round Trip Time*)
 - ❖ Devijacija RTT-a
- ❑ Skup svih informacija sadržanih u TCB-u – **logička veza ili virtuelno kolo**

66

Funkcije TCP protokola

- ❑ TCP omogućava sledeće funkcije protokolima viših nivoa:
 - ❖ Neprekidan tok podataka
 - ❖ Pouzdanost; da bi obezbedio pouzdanost mora da uvede nove mehanizme:
 - Ispravnost podataka proverava se korišćenjem checksum-a
 - Svaki TCP segment određen je jedinstvenim rednim brojem
 - Redni broj omogućava i sortiranje pristiglih segmenata
 - Uvođenje tajmera na strani pošiljaoca
 - ❖ Kontrola toka podataka
 - ❖ Multipleksiranje/Demultipleksiranje

67

Raskidanje TCP konekcije

- ❑ TCP konekcija – **full-duplex** konekcija – podaci se mogu razmenjivati nezavisno u oba smera – potrebno raskinuti svaki od smerova
- ❑ Obe strane (klijent i server) mogu inicirati raskidanje konekcije u jednom smeru – *half-closed connection*
- ❑ Strana koja je raskinula konekciju u jednom smeru može i dalje primati podatke
- ❑ TCP konekcija je potpuno zatvorena – prekine u oba smera

68

TCP protokol

- TCP karakterišu sledeće osobine:
 - ❖ pouzdan u radu,
 - ❖ orijentisan da podržava vezu između čvorova u mreži,
 - ❖ ponaša se kao nizovno-orijentisani server koji koristi princip potvrđivanja poruka
 - ❖ uz pomoć TCP-a, veza se inicijalno, uspostavlja a zatim održava dok prenos traje