

## Laboratorijska vježba broj 2

### KOMANDE *PING* I *TRACERT*. PERFORMANSE MREŽE SA STANOVIŠTA KAŠNJENJA

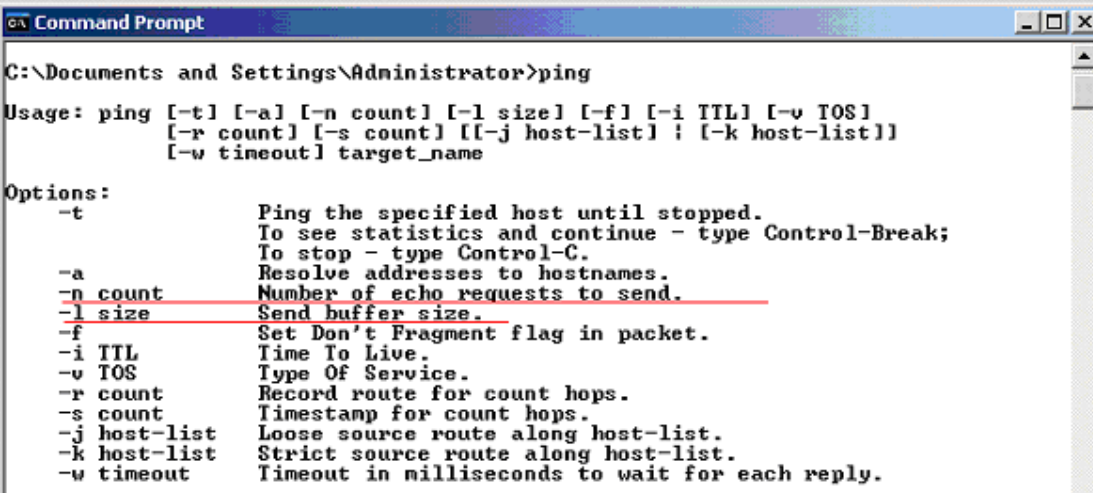
Teorijska osnova vježbe:

#### PING

**Packet Internet Grouper (ping)** je osnovni alat za ispitivanje postojanja konekcije između dva entiteta i otkrivanja problema u računarskim mrežama. Ping podrazumijeva slanje ICMP (*Internet Control Message Protocol*) poruke - *echo request* (zahtjev za eho) do određiškog čvora. Ako je konekcija ispravna (funkcionalna), određiški čvor prima ICMP zahtjeve i na njih odgovara porukom *echo response* (eho odgovor). Ping paket obično sadrži 32, 56 ili 64 bajta podataka. Ako host koji šalje zahtjev primi odgovor u određenom roku, smatra se da je veza stabilna, što znači da su svi mrežni uređaji između krajnjeg čvora i stanice koja šalje ping ispravno podešeni za prenos podataka. Ping daje sledeće informacije:

- Svakom paketu ping dodjeljuje jedinstven broj u nizu i obavještava o brojevima paketa koje primi, kao i o njihovom redosledu. Na taj način moguće je utvrditi da li su paketi izgubljeni, duplirani ili im je redosled izmijenjen.
- Ping provjerava kontrolni zbir (*checksum*) svakog poslatog i primljenog paketa pa se mogu otkriti neki oblici oštećenja.
- Ping dodjeljuje vremenski pečat (*timestamp*) svakom paketu, a određiški čvor ga vraća, pa se može izračunati koliko je trajala razmjena paketa - *Round Trip Time* - RTT
- Omogućava testiranje funkcionalnosti mrežne kartice (neke funkcije slojeva 1 i 2, npr. brzina prenosa, kontrola prenosa, detekcija greške), kao i mogućnost računara da razmjenjuje podatke preko mreže. Ovo se ostvaruje pingovanjem bilo koje adrese iz opsega 127.0.0.1-127.255.255.254.

Komanda **ping** neće dati odgovor ako postoji problem na linkovima, ili ako mrežni uređaji nisu konfigurisani na odgovarajući način (npr. krajnjem čvoru nije dodjeljena IP adresa, server nije dobro konfigurisan i sl.). Sintaksa komande ping zavisi od operativnog sistema, i u Windows-u izgleda kao na slici 2.1:



```
Command Prompt
C:\Documents and Settings\Administrator>ping

Usage: ping [-t] [-a] [-n count] [-l size] [-f] [-i TTL] [-v TOS]
           [-r count] [-s count] [[-j host-list] | [-k host-list]]
           [-w timeout] target_name

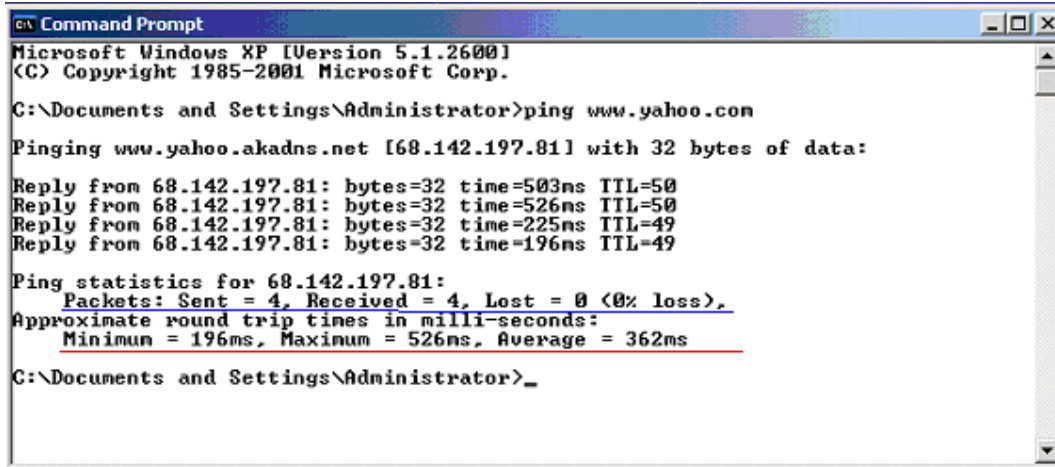
Options:
  -t           Ping the specified host until stopped.
               To see statistics and continue - type Control-Break;
               To stop - type Control-C.
  -a           Resolve addresses to hostnames.
  -n count    Number of echo requests to send.
  -l size     Send buffer size.
  -f           Set Don't Fragment flag in packet.
  -i TTL      Time To Live.
  -v TOS      Type Of Service.
  -r count    Record route for count hops.
  -s count    Timestamp for count hops.
  -j host-list Loose source route along host-list.
  -k host-list Strict source route along host-list.
  -w timeout  Timeout in milliseconds to wait for each reply.
```

Slika 2.1. Sintaksa komande ping u Windowsu

Na slici se uočavaju i različite opcije naredbe **ping**. One koje će se koristiti na vježbi su označene (podvučene crvenom linijom). Naredba ping se zadaje u jednom od sledeća dva oblika:

- ping IP adresa odredišnog čvora (**ping 192.168.1.55**), ili
- ping URL adresa (**ping www.yahoo.com**)

Zadavanjem naredbe **ping** u osnovnom formatu dobija se rezultat prikazan na slici 2.2:



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

C:\Documents and Settings\Administrator>ping www.yahoo.com

Pinging www.yahoo.akadns.net [68.142.197.81] with 32 bytes of data:

Reply from 68.142.197.81: bytes=32 time=503ms TTL=50
Reply from 68.142.197.81: bytes=32 time=526ms TTL=50
Reply from 68.142.197.81: bytes=32 time=225ms TTL=49
Reply from 68.142.197.81: bytes=32 time=196ms TTL=49

Ping statistics for 68.142.197.81:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 196ms, Maximum = 526ms, Average = 362ms

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

Slika 2.2. Format komande ping

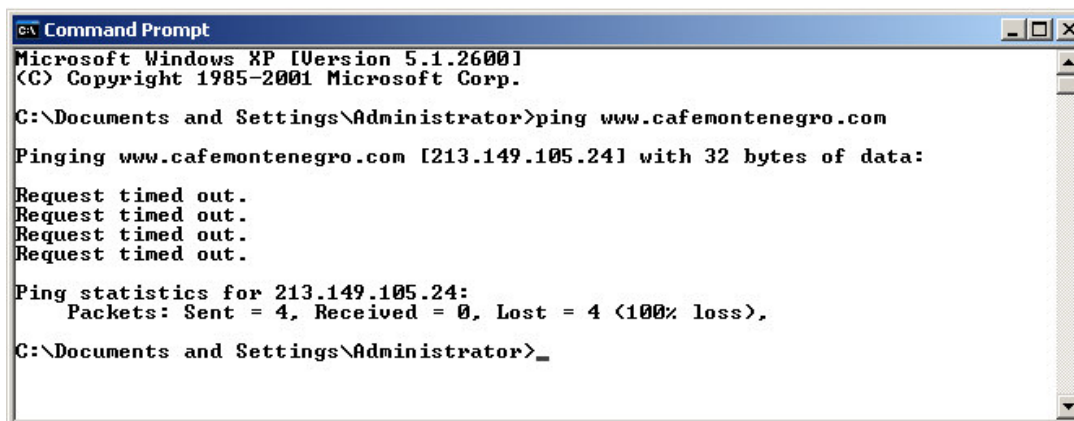
U ovom slučaju naredba **ping** se izvršava slanjem četiri ICMP paketa dužine 32 bajta. Prvo se izvršava translacija URL adrese ([www.yahoo.com](http://www.yahoo.com)) u odgovarajuću IP adresu (68.142.197.81). Dobijeni rezultat pokazuje da je konekcija ispravna i bez gubitaka, jer su primljena sva četiri eho odgovora (označeno plavom linijom na slici). *Round trip time* (RTT) za svaki poslati paket se razlikuje (opcija *time*) jer ono zavisi od trenutnog stanja na linkovima i čvorištima na putu do odredišta koje se pinguje (opterećenost linka, kašnjenje u redovima čekanja). Zato se na kraju prikazuje minimalna, maksimalna i srednja vrijednost RTT-a za ova četiri pokušaja (označeno crvenom linijom). Ukoliko su linkovi zagušeni može se desiti da ne stignu odgovori na sve poslate zahtjeve (*Request timed out*).

Za promjenu osnovne forme naredbe **ping** koriste se dodatne opcije. Neke od njih su:

- **ping -t** – podrazumijeva kontinualno pingovanje željenog hosta. Prekidanje pingovanja vrši se naredbom *Ctrl+C*, a pregled trenutne statistike dobijenih odgovora naredbom *Ctrl+Break*. Zadaje se u formatu:  
ping -t URL (ili IP adresa)  
(Npr. naredbom **ping -t www.yahoo.com** vršili bi kontinualno pingovanje sajta [www.yahoo.com](http://www.yahoo.com))
- **ping -l** – omogućava da se promijeni veličina ping paketa koji se šalje. Zadaje se u formatu:  
ping -l broj koji predstavlja željenu veličinu paketa u bajtima URL (ili IP adresa)  
(Npr. naredbom **ping -l 1000 www.yahoo.com** vrši se pingovanje sajta [www.yahoo.com](http://www.yahoo.com) paketima veličine 1000 bajta)
- **ping -n** – omogućava da se promijeni broj poslatih ping paketa. Zadaje se u formatu:  
ping -n broj koji predstavlja željeni broj ping paketa URL (ili IP adresa)  
(Npr. naredbom **ping -n 10 www.yahoo.com** vrši se pingovanje sajta [www.yahoo.com](http://www.yahoo.com) 10 puta).

Na osnovu poznate veličine poslatog ping paketa i dobijenog RTT-a može se izračunati efektivna propusnost mreže ( $L/(RTT/2)$ ). Precizniji rezultati se dobijaju korišćenjem većih paketa.

Naredba **ping** se može koristiti i u maliciozne svrhe, pa se neki sajtovi štite od takvih napada zabranjivanjem slanja ICMP eho odgovora (slika 2.3).



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

C:\Documents and Settings\Administrator>ping www.cafemontenegro.com

Pinging www.cafemontenegro.com [213.149.105.24] with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.

Ping statistics for 213.149.105.24:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),

C:\Documents and Settings\Administrator>_
```

Slika 2.3. Primjer pingovanja sajta koji ne šalje eho odgovore

**Zadatak 1:**

Provjeriti da li je mrežna kartica na računaru na kojem radite pravilno instalirana i da li je moguće ostvariti konekciju sa ostalim računarima na mreži. Koju naredbu ste koristili u ovu svrhu?

**Zadatak 2:**

Pingovati sledeće adrese i odgovoriti na postavljena pitanja:

- a) susjedni računar
- b) [www.ac.me](http://www.ac.me)
- c) [www.google.com](http://www.google.com)
- d) [www.uq.edu.au](http://www.uq.edu.au)

Da li je došlo do gubitka paketa? Kolike su minimalne, maksimalne i srednje vrijednosti RTT u navedenim primjerima? Uporediti dobijene vrijednosti RTT. Zbog čega se javlja tolika razlika?

**Zadatak 3:**

- a) Pingovati adresu [www.t-com.me](http://www.t-com.me). Koliko paketa je izgubljeno?
- b) Ponoviti pingovanje iste adrese. Da li dobijeni rezultat ukazuje na to da nije moguće ostvariti konekciju sa odgovarajućim serverom?
- c) Otvoriti Internet explorer i ukucati adresu [www.t-com.me](http://www.t-com.me). Da li je moguće pristupiti ovoj stranici? Objasniti.

**Zadatak 4:**

Pingovati susjedni računar sa paketima veličine:

- a) 1000 B
- b) 10000B
- c) 100000B

Kolika je maksimalna veličina ping paketa?

**Zadatak 5:**

Ponoviti zadatak 2 u slučaju da se promijeni broj poslatih ping paketa sa 4 na 10, a veličina paketa podesi na 1500 B.

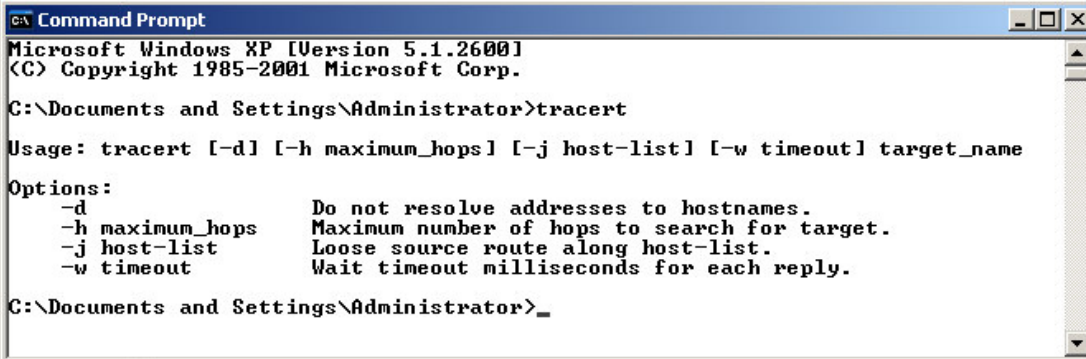
**Zadatak 6:** Na osnovu rezultata dobijenih u zadatku 5 (srednje RTT) izračunati efektivnu propusnost mreže.

## TRACERT (TRACEROUTE)

**Tracert** (*trace route*) naredbom dobijaju se informacije o RRT-u, a ujedno, stiče se uvid i o broju hopova između izvorišnog i odredišnog čvora u mreži. On koristi iste *echo request* i *echo response* zahtjeve kao i **ping**, samo na nešto drugačiji način. **Tracert** šalje tri puta uzastopno

pakete do svakog rutera na putu do odredišnog čvora, i daje informaciju o RTT do svakog od njih. Kada ruter, koji se nalazi na putu prema odredišnom hostu, primi jedan od *echo request* paketa, on izvoru šalje poruku koja sadrži ime i adresu rutera.

Ako nije moguće ostvariti konekciju između dva hosta, **tracert** naredba omogućava da se precizno utvrdi koji uređaj izaziva gubitak paketa.



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

C:\Documents and Settings\Administrator>tracert

Usage: tracert [-d] [-h maximum_hops] [-j host-list] [-w timeout] target_name

Options:
  -d          Do not resolve addresses to hostnames.
  -h maximum_hops  Maximum number of hops to search for target.
  -j host-list  Loose source route along host-list.
  -w timeout    Wait timeout milliseconds for each reply.

C:\Documents and Settings\Administrator>_
```

Slika 2.4. Sintaksa komande tracert

Naredba tracert se zadaje u jednom od sledeća dva oblika :

- tracert IP adresa odredišnog čvora (tracert 192.168.1.55), ili
- tracert URL adresa (tracert www.google.com)

**Zadatak 7:** U command promptu otkucati naredbu **tracert** za sledeće adrese i odgovoriti na postavljena pitanja:

- susjedni računar
- [www.ac.me](http://www.ac.me)
- [www.google.com](http://www.google.com)
- [www.uq.edu.au](http://www.uq.edu.au)

Koliki je broj hopova u navedenim slučajevima?

Da li se u nekom slučaju javilo da je kašnjenje do nekog rutera manje nego kašnjenje do rutera prije njega? Objasniti kako je to moguće.

Startovati NeoTracePro (**Start -> Programs -> NeoTracePro -> NeoTracePro**). Gdje se nalaze krajnja čvorišta u zadatim primjerima?

## KAŠNJENJE USLED PRENOSA I KAŠNJENJE USLED PROPAGACIJE

Ukupno kašnjenje paketa od kraja do kraja je zbir sledećih komponentnih kašnjenja:

- kašnjenja usled obrade paketa,
- kašnjenja u redovima čekanja (baferima),
- kašnjenja usled prenosa i
- kašnjenja usled propagacije.

Kašnjenje usled prenosa je vrijeme potrebno za smiještanje svih bita jednog paketa na link. Ovo kašnjenje iznosi  $L/R$ , gdje je  $L$  veličina paketa u bitima, a  $R$  brzina prenosa linka u b/s, i obično je reda mikrosekunde do milisekunde.

Kašnjenje usled propagacije je vrijeme potrebno da signal pređe put od izvora do destinacije. Ono se računa kao  $d/c$ , gdje je  $d$  rastojanje između izvora i destinacije, a  $c$  brzina prostiranja signala po medijumu.  $c$  zavisi od vrste medijuma i kreće se u granicama od  $2 \times 10^8$  m/s do  $3 \times 10^8$  m/s (brzina svetlosti u vakumu).

Pokrenuti Internet Explorer i ukucati adresu:

[http://media.pearsoncmg.com/aw/aw\\_kurose\\_network\\_2/applets/transmission/delay.html](http://media.pearsoncmg.com/aw/aw_kurose_network_2/applets/transmission/delay.html)

**Zadatak 8:**

- a) Izabrati *Length*=100 km, *Rate*=512 Kb/s i *Packet size*=100 B i kliknuti **Start**. Koliko je ukupno kašnjenje?
- b) Povećati dužinu linka na 1000 km. Koliko je sada ukupno kašnjenje? Uporediti sa slučajem pod a). Šta se može zaključiti na osnovu toga?
- c) Vratiti dužinu linka na 100 km, a povećati veličinu paketa na 1 kB. Koliko je sada ukupno kašnjenje? Uporediti sa slučajem pod a). Šta se može zaključiti na osnovu toga?
- d) Vratiti veličinu paketa na 100 B, a povećati brzinu prenosa na 10 Mb/s. Koliko je sada ukupno kašnjenje? Uporediti sa slučajem pod a). Šta se može zaključiti na osnovu toga?

Pokrenuti Internet Explorer i ukucati adresu:

[http://media.pearsoncmg.com/aw/aw\\_kurose\\_network\\_2/applets/queuing/queuing.html](http://media.pearsoncmg.com/aw/aw_kurose_network_2/applets/queuing/queuing.html)

**Zadatak 9:**

Izabrati opcije da se paketi emituju brzinom (*Emission Rate*) od 500 paketa u sekundi i prenose brzinom (*Transmission Rate*) od 1000 paketa u sekundi.  
Šta se dešava ako se brzina prenosa (*Transmission Rate*) smanji na 350 paketa u sekundi.

**Zadatak 10:**

- a) Ako je veličina podataka 100 B, koliko to iznosi u bitima? Ponoviti račun za 3 kB i 2 MB.
- b) Izračunati koliko je ukupno kašnjenje kada se podaci veličine 50 kB prenose 10Mb/s linkom, ako je poznato  $RTT=150$  ms.