



Mreže računala

Vježbe 01

Zvonimir Bujanović
Slaven Kožić
Vinko Petričević

Osnovne informacije o kolegiju

- Termini predavanja:
PON 10-12h [Zvonimir Bujanović]
- Termini vježbi:
PON 08-10h [Zvonimir Bujanović]
SRI 14-16h [Vinko Petričević]
SRI 16-18h [Vinko Petričević]
PET 16-18h [Slaven Kožić]

Svi nastavni materijali, informacije i obavijesti nalazit će se na web stranicama kolegija:

- <http://www.math.hr/nastava/mreze/>

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

2

Polaganje kolegija

- sudjelovanje u nastavi – 4%
- 2 kolokvija – 25% + 25%
- 2 domaće zadaće – 8% + 8%
- završni ispit – 30%

Pravo na potpis: prisutnost na bar 50% predavanja i vježbi.

Popravni samo završni ispit.

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

3

Gradivo na vježbama

1. Upoznavanje sa mrežnom infrastrukturom – Ethernet, TCP/IP, alati za mrežnu dijagnostiku (ping, traceroute...)
2. Često korištene mrežne aplikacije – ssh, sftp, web...
3. Programiranje u mrežnom okruženju – Socket API
4. Upoznavanje sa strukturom HTML dokumenata, izrada i postavljanje web stranica

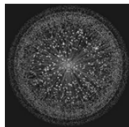
29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

4

Literatura

- Skripta i prezentacije dostupni na webu kolegija
- Douglas E. Comer. *Computer Networks and Internets with Internet Applications (Fifth Edition)*. Prentice Hall, 2009.
- Materijali na dostupni na internetu...

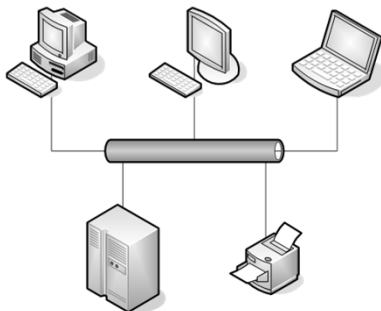


29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

5

Lokalna računalna mreža (LAN)

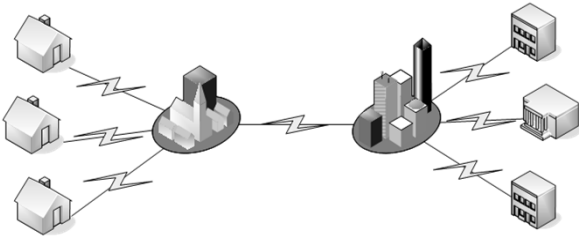


29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

6

Mreža širokog područja (WAN)



29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

7

Usmjernici (routeri)

- Usmjernik povezuje dvije (ili više) fizičke mreže



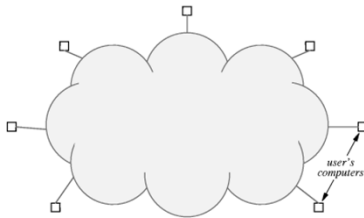
Svaka od mreža može biti LAN ili WAN

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

8

Logička struktura interneta



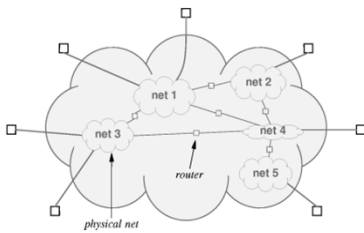
Korisnik ima iluziju da je riječ o jednoj velikoj mreži...

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

9

Fizička struktura interneta



... dok fizička struktura otkriva mnogo raznorodnih mreža povezanih usmjernicima

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

10

OSI referentni model informacijske mreže

Fizički sloj

- električka i fizička svojstva mrežnih uređaja
- npr. naponski nivoi, broj pinova na konektorima

Primjer uređaja:

- NIC (Network Interface Card) – mrežni adapter
- mrežni koncentrator (hub)
- mrežni ponavljač (repeater)

Primjeri mrežnih standarda:

- V.90/V.92 telefonski standardi, USB, Ethernet, Bluetooth

fizički sloj

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

11

OSI referentni model informacijske mreže

Sloj podatkovnog linka (data link)

- razmjena podataka između mrežnih uređaja na lokalnoj mreži
- pristup uređajima ostvaruje na temelju *hard-kodiranih (MAC) adresa*
- kako organizirati podatke u okvire (frames) – format okvira (što piše u header-u i sl.), kako preneti podatke preko mreže

sloj podatkovnog linka

fizički sloj

Primjer uređaja: switch

Primjeri mrežnih standarda: Ethernet, PPP (point-to-point protocol)

29.09.2014.

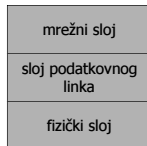
Mreže računala - Vježbe 01

12

OSI referentni model informacijske mreže

Mrežni sloj (Network):

- opisuje način pridruživanja adresa "višeg nivoa" (npr. IP) adresama na hardverskom nivou (MAC)
- opisuje način prijenosa paketa sa jednog na drugi kraj mreže (tj. između potencijalno raznorodnih mreža)



Primjer uređaja:

- router – preformatira pakete dobivene iz vanjske mreže u oblik čitljiv u lokalnoj mreži; ima dva mrežna adaptera

Primjer mrežnih standarda: IPv4, IPv6

29.09.2014.

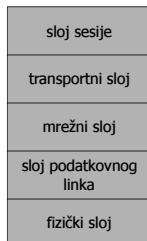
Mreže računala - Vježbe 01

13

OSI referentni model informacijske mreže

Transportni sloj:

- kako ostvariti pouzdani transfer paketa, npr. spriječiti gubitak ili dupliciranje



Primjer mrežnih standarda: TCP, UDP

Sloj sesije (session):

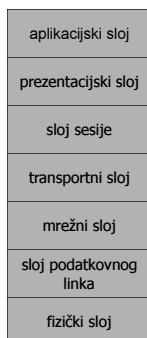
- kako uspostaviti komunikaciju između dva udaljena računala, kako ju sinhronizirati (npr. sliku sa zvukom)

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

14

OSI referentni model informacijske mreže



Prezentacijski sloj:

- način predstavljanja podataka na različitim računalima je mora biti isti (npr. spremanje integera – je li najznačajnija znamenka lijevo ili desno u 4bytnom prikazu; oznake prelaska u novi red) – ovaj sloj se brine za konverziju

Aplikacijski sloj:

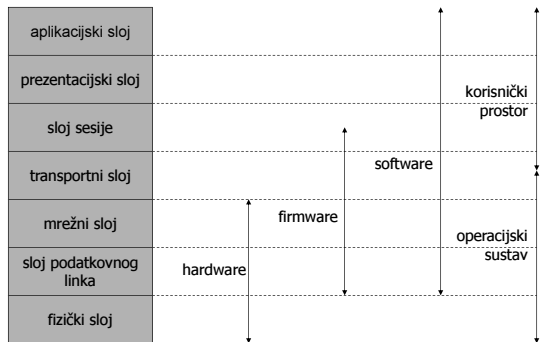
- opisuje kako neka pojedina aplikacija koristi mrežu – npr. za prijenos datoteka između 2 udaljena računala koristi se FTP protokol, za dohvat web-stranica HTTP
- telnet, SMTP, IRC

29.09.2014.

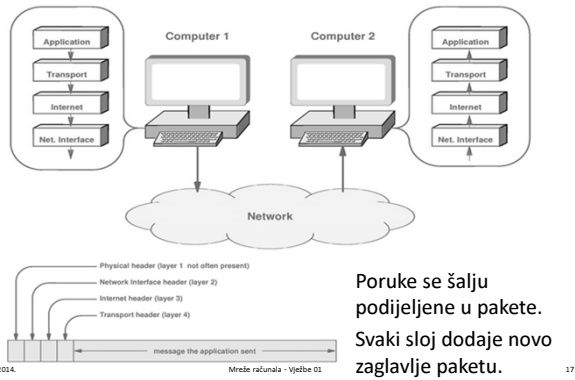
Mreže računala - Vježbe 01

15

OSI referentni model informacijske mreže



Protok podataka kroz slojeve



Ethernet (IEEE 802.3)

- Opisuje komunikaciju unutar lokalne mreže (LAN)
- Sloj podatkovnog linka
- Uređaji spojeni u mrežu koriste dijeljeni medij (žicu)
- Svako Ethernet sučelje posjeduje jedinstvenu 48-bitnu adresu
 - to je tzv. MAC adresa
 - zapisana je u hardware-u uređaja (tj. mrežnoj kartici)
 - npr: C0 : B4 : 23 : 17 : 9A : CF
 - neke adrese su specijalne: npr. broadcast adresa – sve jedinice: FF : FF : FF : FF : FF : FF

Kako radi Ethernet?

Ethernet okvir (frame)

Preambula	Odredišna adresa	Izvorišna adresa	Tip okvira	CRC
8 byteova	6	6	2	0-1500

- Preambula – niz alternirajućih 0 i 1 koji se koristi za sinkronizaciju
- CRC – Cyclic Redundancy Check
- Svako Ethernet sučelje čita svaki okvir primljen s medija i utvrđuje odredišnu adresu – ako se odredišna adresa ne podudara s onom od danog Ethernet sučelja (ili broadcast adresom), okvir se odbacuje

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

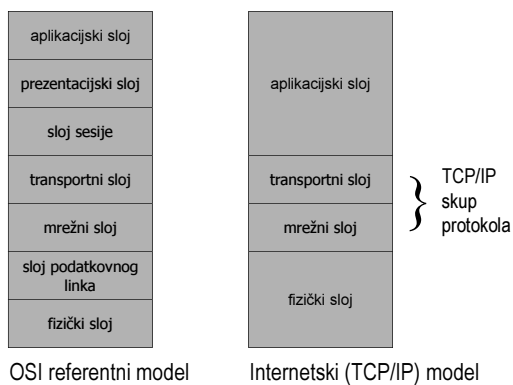
19

- Internet se sastoji od mnogo LAN-ova i WAN-ova koji nisu svi bazirani na Ethernetu
- Kakav protokol koristiti da bi računala s raznorodnih mreža mogla međusobno komunicirati?
- Za komunikaciju među računalima na internetu koristi se TCP/IP skup protokola
 - može se koristiti s različitim slojevima podatkovnog linka

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

20

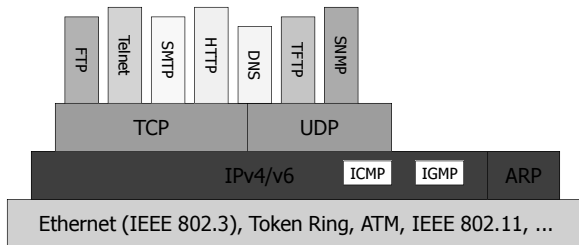


29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

21

Internetski protokolni stog



29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

22

IP protokol

- IP protokol predstavlja mrežni sloj
 - usluga dostave paketa (host-to-host), tzv. IP datagrama
 - translacija između različitih slojeva podatkovnog linka
- IP protokol pruža nespojnu (*connectionless*) i nepouzdanu uslugu dostave IP datagrama
 - nespojna – svaki IP datagram neovisan je od ostalih
 - nepouzdana – ne postoji garancija da će IP datagram biti uspješno dostavljen na odredište

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

23

IP adresa

- Internetska ili IP adresa je broj koji globalno i jednoznačno označava mrežni uređaj priključen na internet
 - sastoji se od 32 bita podijeljenih u 4 grupe od po 8 bitova (obično se razdvajaju točkom)
 - npr. IP adresa računala student jest 161.53.8.14
- IP adresa može biti zadana i simbolički (tada se obično naziva 'host name')
 - takav oblik je ljudima razumljiviji i lakše pamtljiv
 - za preslikavanje između numeričkih i simboličkih adresa nadležan je DNS (Domain Name System)
 - sustav imenovanja domena:
 - računalo.poddomena.domena
 - npr. 'host name' računala student (161.53.8.14) jest student.math.hr

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

24

Enkapsulacija:

IP datagram kao dio okvira u podatkovnom sloju

- da bi dva udaljena računala koristila opisanu infrastrukturu, podaci koji se šalju po lokalnim (među)mrežama imaju specijalni format:

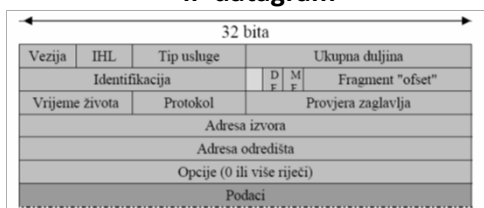


29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

25

IP datagram



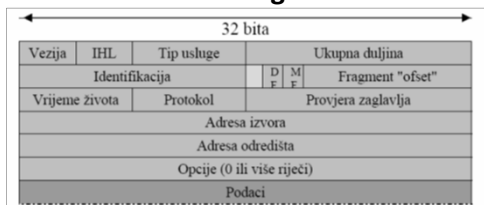
- verzija – trenutno 4; IHL – duljina *headera*
- tip usluge – slati poruku preko rute sa najmanjim zastojem ili najvećom propusnošću
- identifikacija – broj koji jednoznačno određuje (početni) datagram

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

26

IP datagram



- DF – 1 ako se datagram ne smije dijeliti na manje (zbog različitih veličina frame-ova u različitim mrežama), 0 ako smije
- MF – 1 ako slijedi još fragmenata originalnog datagrama, 0 ako je ovo zadnji
- fragment offset – na kojem mjestu (byte-u) je trenutni fragment u originalnom datagramu

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

27

Mrežni alati: ping

- je li udaljeno računalo dostupno? Koliko je ukupno vrijeme od slanja upita do primanja odgovora (*round-trip time*)?

```
[student]/math/zbujanov $ /etc/ping www.google.com
PING www.google.com: 64 byte packets
64 bytes from 173.194.113.49: icmp_seq=0. time=42. ms
64 bytes from 173.194.113.49: icmp_seq=1. time=41. ms
64 bytes from 173.194.113.49: icmp_seq=2. time=41. ms
64 bytes from 173.194.113.49: icmp_seq=3. time=41. ms
64 bytes from 173.194.113.49: icmp_seq=4. time=41. ms

----www.google.com PING Statistics----
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip (ms)  min/avg/max = 41/41/42
```

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

31

Mrežni alati: traceroute / tracet / tracepath

- kojim putem putuje paket do udaljenog računala?
- detektiranje mrežnih problema: gdje se gube paketi, gdje postoji vatrozid (*firewall*), da li dio mreže funkcionira itd.

```
$ traceroute www.ubuntu.com

Tracing route to www.ubuntu.com [91.189.90.58]
over a maximum of 30 hops:
  0  26 ms  99 ms  98 ms  speedtouch.lan [192.168.5.1]
  1  20 ms  18 ms  23 ms  bng01-101.net.iskon.hr [213.191.132.214]
  2  21 ms  23 ms  20 ms  89.164.86.0
  3  24 ms  28 ms  28 ms  bdr01.net.iskon.hr [89.164.64.205]
  4  19 ms  20 ms  21 ms  ted-a.ccr01.rag01.atlas.cogentco.com [149.6.30.40]
  5  29 ms  28 ms  29 ms  teb-0-0-22.ccr01.vie01.atlas.cogentco.com [130.117.48.77]
  6  *      *      *      level3.vie01.atlas.cogentco.com [130.117.14.30]
  7  69 ms  59 ms  65 ms  ae-16-16-ebr1.Budapest1.Level3.net [4.69.153.154]
  8  60 ms  60 ms  59 ms  ae-44-44-ebr3.Frankfurt1.Level3.net [4.69.201.114]
  9  *      *      *      Request timed out.
 10  *      *      *      Request timed out.
 11  *      *      *      Request timed out.
 12  *      *      *      Request timed out.
 13  *      *      *      Request timed out.
 14  60 ms  50 ms  50 ms  ae-124-3510-edges.london1.Level3.net [4.69.166.37]
 15  61 ms  113 ms  60 ms  SOURCE-NANA.edges.london1.Level3.net [212.187.138.82]
 16  59 ms  61 ms  63 ms  eth0.lutin.canonical.com [91.189.88.10]
 17  60 ms  61 ms  62 ms  www.ubuntu.com.avocado.canonical.com [91.189.90.58]

Trace complete.
```

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

32

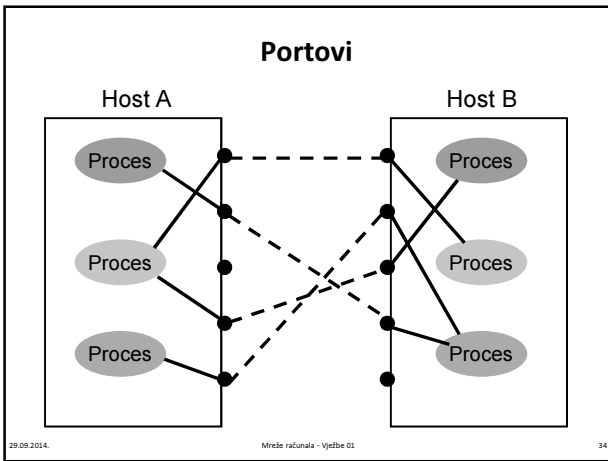
UDP protokol

- UDP (User Datagram Protocol)
 - transportni protokol koji pruža uslugu nespojne (*connectionless*) i nepouzdana komunikacijske veze između procesa (uoči: IP je između host-ova!)
 - koristi IP kako bi dostavio datagrame na određite
 - koristi *portove* kako bi omogućio komunikaciju između individualnih procesa (IP dostavlja datagrame od jednog računala do drugog. Na pojedinom računalu istovremeno više aplikacija-procesa može trebati pristup do raznih mrežnih resursa.)

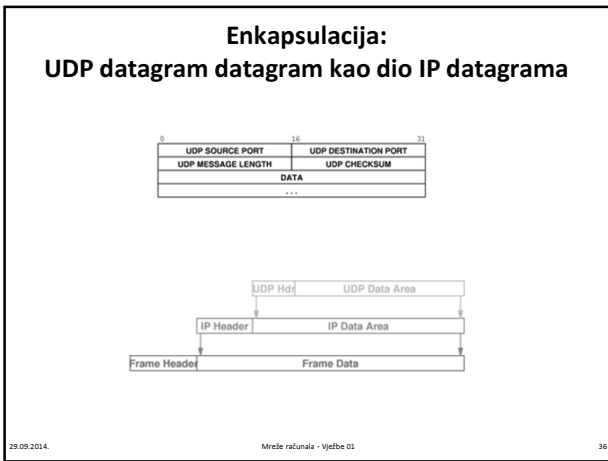
29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

33



- ### Portovi
- označeni sa 0-65535 (2 byte-ni integer)
 - neki (0-1023) su tzv. dobro poznati (*well-known ports*) za često korištene aplikacijske protokole:
 - FTP – port 21
 - telnet – port 23
 - SMTP – port 25
 - HTTP – port 80
 - dodjeljuje ih IANA (Internet Assigned Numbers Authority); vidi <http://www.iana.org/assignments/port-numbers>
 - neki (1024-49151) su također rezervirani (IANA), npr. za neke p2p mreže
 - ostali su dinamički / privatni i mogu se slobodno koristiti u aplikacijama
- 29.09.2014. Mreže računala - Vježbe 01 35



TCP protokol

- TCP (Transmission Control Protocol) je transportni protokol koji pruža uslugu spojne i pouzdane komunikacijske veze između procesa koja je tretirana kao struja byteova
 - spojna – ostvaruje se virtualna konekcija prema drugom hostu prije nego što započne prijenos podataka
 - notifikacija ukoliko vezu nije moguće ostvariti
 - notifikacija ukoliko se veza prekine
 - pouzdana – primitak svakog poslanog paketa biva potvrđen od strane primatelja
 - ukoliko se ne primi potvrda unutar određenog vremenskog okvira vrši se retransmisija paketa
 - također koristi *portove* kako bi omogućio komunikaciju između individualnih procesa

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

37

Usporedba protokola

- IP – protokol mrežnog sloja
 - nepouzdan i nespojni prijenos datagrama između hostova
- UDP – protokol transportnog sloja
 - nepouzdan i nespojni prijenos datagrama između procesa
- TCP – protokol transportnog sloja
 - pouzdan i spojni prijenos struje byteova između procesa
- TCP vs. UDP – koji je protokol bolji? ☺
 - nema jednoznačnog odgovora – ovisi o aplikaciji

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

38

Internetske usluge i aplikacijski protokoli

Usluga	Aplikacijski protokol
transfer datoteka	FTP / SFTP
pristup udaljenom računalu	telnet / ssh
mrežne novosti	NNTP
elektronička pošta	SMTP, POP3, IMAP
globalni informacijski sustav (www)	HTTP
imenička usluga	LDAP
višekorisnička tekstualna konverzacija	IRC

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

39

Mrežni alati: netstat

- pregled prometa koji se trenutno odvija na lokalnom host-u
- možemo doznati:
 - tip protokola (TCP/UDP)
 - lokalnu i udaljenu adresu
 - port koji se koristi
 - stanje TCP veze (CLOSE_WAIT, CLOSED, ESTABLISHED, FIN_WAIT_1, FIN_WAIT_2, LAST_ACK, LISTEN, SYN_RECEIVED, SYN_SEND, TIME_WAIT)

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

40

Mrežni alati: netstat

```
$ netstat -a
```

```
Active Connections
```

Protokol	Local Address	Foreign Address	State
TCP	0.0.0.0:135	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:445	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:5357	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49152	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49153	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49154	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49155	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49156	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49171	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	127.0.0.1:49164	Zvonimir-PC:49165	ESTABLISHED
TCP	127.0.0.1:49165	Zvonimir-PC:49164	ESTABLISHED
TCP	192.168.5.6:139	Zvonimir-PC:0	LISTENING
TCP	192.168.5.6:49296	cromath:ssh	ESTABLISHED
TCP	192.168.5.6:49373	ec2-54-165-98-73:https	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.5.6:49375	ec2-54-165-98-73:https	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.5.6:49377	ec2-54-165-98-73:https	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.5.6:49382	ec2-54-165-98-73:https	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.5.6:49384	ec2-54-165-98-73:https	CLOSE_WAIT
TCP	192.168.5.6:49928	fra02s18-in-f22:https	ESTABLISHED
TCP	192.168.5.6:50005	student:ssh	ESTABLISHED
TCP	192.168.5.6:50006	cache:https	ESTABLISHED
UDP	0.0.0.0:63062	:*:*	:*
UDP	0.0.0.0:63064	:*:*	:*
UDP	127.0.0.1:1900	:*:*	:*
UDP	127.0.0.1:63069	:*:*	:*
UDP	192.168.5.6:137	:*:*	:*
UDP	192.168.5.6:138	:*:*	:*

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

41

Mrežni alati: nmap

- besplatan mrežni alat za:
 - skeniranje otvorenih portova na računalu
 - detekcija operativnog sustava udaljenog računala
- većina računala na internetu blokira (filtrira) portove i onemogućuje korištenje ovakvih alata koji mogu poslužiti za detektiranje slabosti
- download: www.nmap.org

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

42

Mrežni alati: nmap

- primjenjen na lokalno računalo:

```
nmap 127.0.0.1

Starting Nmap 4.20 ( http://insecure.org ) at 2007-09-26 03:14 CEST
Interesting ports on localhost.localdomain (127.0.0.1):
Not shown: 1693 closed ports
PORT      STATE SERVICE
80/tcp    open  http
139/tcp   open  netbios-ssn
445/tcp   open  microsoft-ds
6000/tcp  open  X11

Nmap finished: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.148 seconds
```

- daje popis otvorenih portova – npr. na lokalnom računalu je pokrenut web-server (port 80), pa neko udaljeno računalo može npr. pomoću firefox-a pristupiti našem

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

43

Mrežni alati: nmap

- primjenjen na udaljeno računalo:

```
nmap ftp.carnet.hr

Starting Nmap 4.20 ( http://insecure.org ) at 2007-09-26 03:15 CEST
Interesting ports on ftp.CARNet.hr (161.53.160.21):
Not shown: 1693 closed ports
PORT      STATE SERVICE
21/tcp    open  ftp
80/tcp    open  http
135/tcp   filtered msrpc
136/tcp   filtered profile
137/tcp   filtered netbios-ns
138/tcp   filtered netbios-dgm
139/tcp   filtered netbios-ssn
411/tcp   filtered rfc
445/tcp   filtered microsoft-ds
4444/tcp  filtered krb524
6881/tcp  filtered bitcoient-tracker
7937/tcp  open  nstxecd
7938/tcp  open  lgtomapper
8080/tcp  filtered http-proxy

Nmap finished: 1 IP address (1 host up) scanned in 7.450 seconds
```

- otvoreni su portovi 21 i 80, odnosno ftp i web-serveri, pa tom računalu možemo pristupiti pomoću odgovarajućih klijenata

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

44

Mrežni alati: tcpdump / windump

- prati cjelokupni promet, sve pakete u kojima sudjeluje lokalno računalo
- zbog velikog broja paketa, ima puno opcija za filtriranje
- detalji:
 - man tcpdump (Linux)
 - <http://www.winpcap.org/windump/docs/manual.htm> (Windows)

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

45

tcpdump / windump

```
!:\windump
windump: listening on \Device\NPF_{64EA2780-80FD-4048-A194-28203D40044}
11:20:44.088131 IP mu-in-f147.google.com.80 > ZvoneLaptop.lan.6688: F 1330584419:1330584419(0) ack 1554491093 win 8190
11:20:44.089269 IP ZvoneLaptop.lan.6668 > mu-in-f147.google.com.80: . ack 1 win 65206
11:20:44.215496 IP ZvoneLaptop.lan.1068 > dsIdevice.lan.53: 547274 PRR7 147.135.85.209.in-addr.arpa. (45)
11:20:44.219922 IP dsIdevice.lan.53 > ZvoneLaptop.lan.1068: 54727 1/4/4 (216)
11:20:44.496571 arp who-has Skola.lan tell dsIdevice.lan
11:20:44.498852 arp who-has ubuntu.lan tell dsIdevice.lan
11:20:44.497042 arp who-has toel.lan tell dsIdevice.lan
11:20:44.497285 arp who-has Zvone.lan tell dsIdevice.lan
11:20:44.497647 arp who-has ZvoneLaptop.lan tell dsIdevice.lan
11:20:44.497661 arp reply ZvoneLaptop.lan is-at 00:90:f5:50:31:17 (oui unknown)
11:20:44.524960 IP ZvoneLaptop.lan.1068 > dsIdevice.lan.53: 63705 PRR7 4.1.168.192.in-addr.arpa. (42)
11:20:44.525167 IP dsIdevice.lan.53 > ZvoneLaptop.lan.1068: 63705 1/0/0 PRR[domain]
11:20:44.525702 IP ZvoneLaptop.lan.1068 > dsIdevice.lan.53: 33499 PRR7 241.4.254.169.in-addr.arpa. (44)
11:20:44.525973 IP dsIdevice.lan.53 > ZvoneLaptop.lan.1068: 33499 1/0/0 (68)
11:20:44.526474 IP ZvoneLaptop.lan.1068 > dsIdevice.lan.53: 49997 PRR7 2.1.168.192.in-addr.arpa. (42)
11:20:44.526922 IP dsIdevice.lan.53 > ZvoneLaptop.lan.1068: 49997 1/0/0 PRR[domain]
11:20:44.527420 IP ZvoneLaptop.lan.1068 > dsIdevice.lan.53: 29660 PRR7 3.1.168.192.in-addr.arpa. (42)
11:20:44.527814 IP dsIdevice.lan.53 > ZvoneLaptop.lan.1068: 29660 1/0/0 PRR[domain]
11:20:44.715279 IP ZvoneLaptop.lan.1068 > dsIdevice.lan.53: 31455 A7 www.index.hr. (30)
11:20:44.739854 IP dsIdevice.lan.53 > ZvoneLaptop.lan.1068: 31455 1/2/2 A www.index.hr. (124)
11:20:44.756640 IP ZvoneLaptop.lan.6681 > www.index.hr.80: S 1319945961:1319945961(0) win 65535 cmsg 1460,nop,nop,sacko
11:20:44.764874 IP www.index.hr.80 > ZvoneLaptop.lan.6681: S 1498644170:1498644170(0) ack 1319945962 win 16384 cmsg 141
nop,nop,sacko
11:20:44.765013 IP ZvoneLaptop.lan.6681 > www.index.hr.80: . ack 1 win 65535
11:20:44.765231 IP ZvoneLaptop.lan.6681 > www.index.hr.80: P 1:607(606) ack 1 win 65535
11:20:44.776343 IP www.index.hr.80 > ZvoneLaptop.lan.6681: . 1:1413(1412) ack 607 win 64929
11:20:44.781743 IP www.index.hr.80 > ZvoneLaptop.lan.6681: . 1413:2815(1412) ack 607 win 64929
11:20:44.781809 IP ZvoneLaptop.lan.6681 > www.index.hr.80: . ack 2815 win 65535
11:20:44.794082 IP www.index.hr.80 > ZvoneLaptop.lan.6681: . 2815:4237(1412) ack 607 win 64929
11:20:44.795262 IP www.index.hr.80 > ZvoneLaptop.lan.6681: . 4237:5649(1412) ack 607 win 64929
```

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

46

Zadaci

1. Otkrijte putanje paketa do računala www.iskon.hr, www.google.com, www.irb.hr. Što zaključujete?
2. Pomoću programa ping provjerite da li je računalo www.fer.hr dostupno.
3. Otkrijte putanju paketa do računala student.math.hr
4. Pomoću programa ping na temelju 20 paketa saznajte srednje round-trip vrijeme do računala www.skype.com, uključite opširni prikaz.
5. Pomoću netstat alata utvrdite koji su portovi otvoreni za dolazne konekcije na lokalnom računalu.
6. Utvrdite koje su mrežne konekcije trenutno aktivne i prema kojim računalima na Internetu.

Do dodatnih opcija za svaki od alata možete doći pomoću:

```
man ime_alata (Linux)
ime_alata /? (Windows)
```

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

47

Mreža na Matematičkom odsjeku

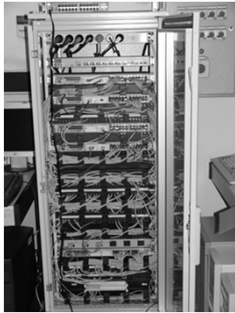
- 3 podmreže:
 - 161.53.8.0/24 za poslužitelje (javni servisi dostupni izvana, poput web-servera)
 - 192.168.88.0/23 za studentska računala
 - 192.84.104.0/23 za radne stanice djelatnika fakulteta
- tehnologija:
 - 100Mb Ethernet mreža bazirana na strukturnom UTP kabliranju
 - 1Gb Ethernet mreža između switcheva i unutar serverske mreže

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

48

Mreža na Matematičkom odsjeku



Komunikacijski ormarić s preklopnicama u koje se spajaju radne stanice (nalazi se u RC)

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

49

Mreža na Matematičkom odsjeku



switch za
servere

switchevi za
podrum (PR1)

Zoom: međusobno stackirani preklopnici (plava žica, bakar); optički spoj na uplink (crvena žica, optika)

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

50

Mreža na Matematičkom odsjeku

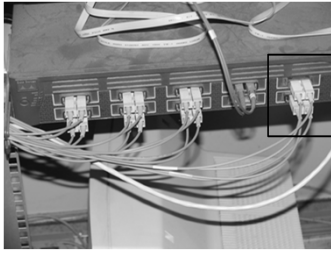
- Većina korištenih preklopnika su tvrtke HP, koji radnim stanicama pružaju brzine od 100 i 1000 megabita, na istom katu međusobno stackirani UTP kabelima dok se na vlastiti *uplink* spajaju optičkim kabelom, brzinom od 1 gigabit (1000 base SX). Hijerarhijski je najviše Layer 3 preklopnik tvrtke Cisco, model Catalyst imenom catmat.math.hr u koji se optičkim kabelima spajaju svi glavni preklopnici po katovima.

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

51

Mreža na Matematičkom odsjeku



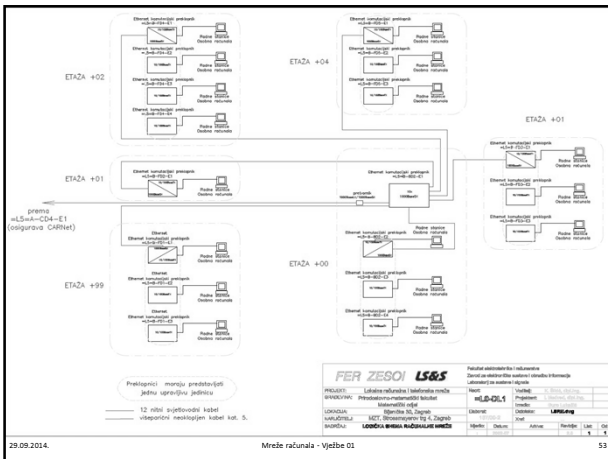
Optički kabeli

Layer 3 preklopnik catmat.math.hr
 Uređaj je na porti; s katova dolaze optički kabeli; s njega
 ide 1 link prema van (na firewall, pa prema IRB)

29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

52



29.09.2014.

Mreže računala - Vježbe 01

53
