

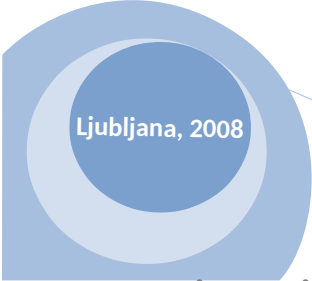
Ljubljana, 2008

Komunikacija v računalniškem omrežju

Komunikacija v računalniškem omrežju

Komunikacijski protokoli

Maturitetna seminarska naloga iz Informatike



Ljubljana, 2008

Komunikacija v računalniškem omrežju

Gimnazija Bežigrad

1 Povzetek (Abstract)

1.1 Slovenski

Na področju telekomunikacij je komunikacijski protokol skupek standardov za predstavitev podatkov, signaliziranje, avtentikacijo in zaznavanje napak, kar vse je potrebno za pošiljanje informacij po komunikacijskem kanalu. Primer preprostega komunikacijskega protokola prilagojenega za glasovno komunikacijo je govor radio operaterja mobilnim postajam. Komunikacijski protokoli za digitalna računalniška omrežja omogočajo zanesljivo izmenjavo podatkov preko nepopolnega komunikacijskega kanala. Komunikacijski protokol je v bistvu sledenje določenim pravilom z namenom, da sistem deluje pravilno.

1.2 English

In the field of telecommunications, a communications protocol is the set of standard rules for data representation, signaling, authentication and error detection required to send information over a communications channel. An example of a simple communications protocol adapted to voice communication is the case of a radio dispatcher talking to mobile stations. The communication protocols for digital computer network communication have many features intended to ensure reliable interchange of data over an imperfect communication channel. Communication protocol is basically following certain rules so that the system works properly.

2 Ključne besede

- protokol – skupek pravil, dogovorov ali postopkov, ki se uporabljajo v različnih okoliščinah
- TCP/IP – Internetni sklad protokolov
- paket – na področju informacijske tehnologije je paket urejen blok podatkov

3 Kazala

3.1 Kazalo vsebine

1 POVZETEK (ABSTRACT).....	1
1.1 SLOVENSKI.....	1
1.2 ENGLISH.....	1
2 KLJUČNE BESEDE.....	1
3 KAZALA.....	2
3.1 KAZALO VSEBINE.....	2
3.2 KAZALO SLIK.....	2
4 KOMUNIKACIJA V RAČUNALNIŠKEM OMREŽJU.....	3
4.1 UVOD.....	3
4.2 VEČPLASTNA ARHITEKTURA RAČUNALNIŠKIH OMREŽIJ.....	3
4.3 KOMUNIKACIJSKI PROTOKOLI.....	4
4.4 OSI MODEL.....	5
4.5 KOMUNIKACIJA MED SISTEMI.....	6
4.6 TCP/IP MODEL.....	7
4.6.1 Internet.....	7
4.6.2 TCP/IP sklad protokolov.....	8
4.6.3 IP paket.....	9
4.6.3.1 Lovljenje paketov.....	10
4.6.3.1.1 Wireshark.....	10
4.6.3.1.2 Primer ulovljenega in analiziranega paketa.....	11
4.7 SKLEP.....	12
5 LITERATURA.....	13
6 PRILOGE.....	13

3.2 Kazalo slik

Slika 1: Večplastne povezave.....	4
Slika 2: OSI in TCP/IP.....	6
Slika 3: Enkapsulacija.....	7
Slika 4: Wireshark.....	11

4 Komunikacija v računalniškem omrežju

4.1 Uvod

Da lahko naprave v omrežju medsebojno sodelujejo, se morajo razumeti. Tako kot ljudje pri komuniciranju uporabljamo pogovorni jezik – besede in slovnična pravila – uporabljajo naprave pri svojem povezovanju računalniški omrežni jezik. Ta je zgrajen iz številnih dogovorov, ki jim pravimo protokoli. Protokol opredeljuje zapis podatkov, ki se prenašajo v omrežju, določa način izbire ustrezne poti, skrbi za odpravljanje morebitnih napak itn.

Uporaba protokola ni posebnost računalniških omrežij. Uporabljamo jih tudi pri vsakdanjem pogovoru, pošiljanju pisem, telefoniranju ipd. Ko napišemo na pisemsko ovojnico naslov prejemnika, upoštevamo vsaj en protokol: da bo pismo dostavljeno pravi osebi, mora biti naslov napisan tako, da ga poštna služba razume.

Današnja omrežja uporabljajo za prenos podatkov v omrežju navadno skupek protokolov TCP/IP (angl. Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Vsaka naprava v omrežju ima po tem protokolu enoličen naslov, ki ga imenujemo naslov IP. Po dogovoru IPv4 (angl. Internet Protocol version 4) IP sestavljajo štiri števila med 0 in 255, ki so ločena s piko npr. 253.64.234.6 (štiri 8-bitna števila). Celotni naslovni prostor je torej velik 32 bitov, kar je približno 4,2 milijarde možnih naslovov. IPv4 v klasičnih omrežjih še vedno dobro služi svojemu namenu, za naslavljanje zahtevnejših omrežij in omrežij prihodnosti pa se je razvil nov dogovor z oznako IPv6 (128 bitov velik naslovni prostor, kar omogoča 6×10^{23} različnih naslovov na m^2 zemlje). Kadar želimo poslati napravi v omrežju določene podatke, moramo poznati njen naslov IP.

Ker si ljudje lažje zapomnimo imena kot številke, pogosto namesto naslova IP za naslavljanje raje uporabljamo ime. Za pretvarjanje razpoznavnega imena v naslov IP skrbi poseben sistem imenskega prostora DNS (angl. Domain Name System), ki se nahaja na imenskih strežnikih v omrežju.

4.2 Večplastna arhitektura računalniških omrežij

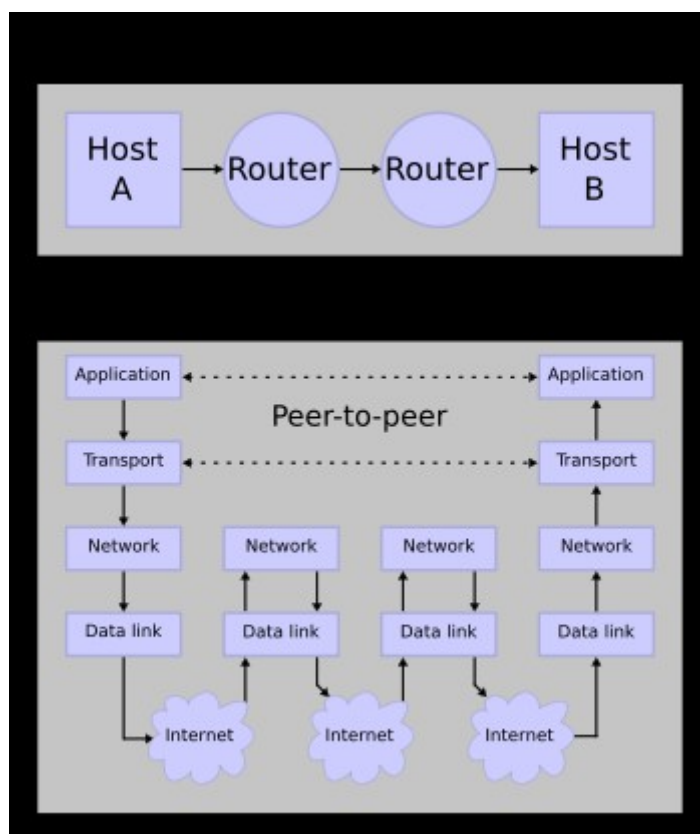
Ob prenosu podatkov iz enega računalnika na drugega je treba definirati veliko stvari, npr. nivoje signalov, konektorje, način preverjanja in odpravljanja napak pri prenosu itd. Če te storitve razdelimo na plasti, ki so ena od druge neodvisne, je izvedba teh storitev veliko enostavnejša. Zato je informacijsko komunikacijski sistem (IKS) funkcionalno porazdeljen v več plasti, kjer vsaka plast predstavlja in združuje sorodne storitve. V grobem delimo IKS na tri funkcionalne plasti:

- plast informacijskega sistema
- plast transportnega sistema (npr. vzpostavlja zvezo med oddajnim in sprejemnim računalnikom)
- plast prenosnega kanala (npr. zagotavlja prenos podatkov od vozlišča do vozlišča)

Vsaka plast v večplastni arhitekturni zgradbi IKS lahko nudi določeno storitev višje ležeči sosednji plasti. To pomeni, da lahko višje ležeča plast (N+1) zahteva določeno storitev od nižje plasti (plast N). Višja plast se tako imenuje uporabnik storitve (ang. service user), nižje ležeča plast, ki izvaja storitev, pa izvajalec storitev (ang. service provider).

Posamezne plasti sistema med seboj komunicirajo preko vmesnikov ali pristopnih točk. Glavna naloga vmesnika je, da prejeta informacijo s plasti ali nivoja N+1 predela tako, da je razumljiva nižji plasti N.

Plasti se znotraj komunikacijskega sistema lahko sporazumevajo vzdolžno (vertikalna komunikacija) preko pristopnih točk ali vmesnikov. Če pa poteka komunikacija med različnimi sistemi, je potrebna prečna ali horizontalna komunikacija med istoležečimi sloji ali plastmi različnih okolij. Pravila, ki omogočajo komunikacijo med dvema plastema N, v različnih sistemih imenujemo komunikacijski protokol.



Slika 1: Večplastne povezave

4.3 Komunikacijski protokoli

Ko govorimo o računalniških komunikacijah, mislimo na povezavo uporabnika z računalnikom in računalnika z računalnikom.

Če želimo, da bo računalnik razumel našo sporočilo, moramo naše sporočilo najprej pretvoriti v obliko, ki je računalniku poznana. Zato vsak znak, ki ga vnesemo v računalnik ustrezno kodiramo v zaporedje samih ničel in enic.

S tem smo vzpostavili stik z računalnikom. Ko želimo, da bi to sporočilo, ki smo ga vnesli v svoj računalnik lahko sprejel drug računalnik, ki je v povezavi z našim, moramo zagotoviti komunikacijo med računalnikoma. Komunikacija na nivoju računalnikov poteka na podoben način, kot komunikacija med ljudmi. Ljudje, ki želijo med seboj komunicirati, morajo poznati besede in slovnična pravila. Dva, ki pa govorita različni jezik, potrebujeta prevajalca. Prav tako računalniki pri svojem povezovanju uporabljajo računalniški jezik. Ta je strukturiran v obliki dogovorjenih pravil in postopkov, ki jim pravimo protokoli. Zato računalnika, ki uporabljata različne protokole, potrebujeta posrednika, ki bi znal te protokole ustrezno pretvoriti.

Dva različna tipa računalnikov potrebujeta iste protokole, da se lahko med seboj sporazumevata.

Protokol je torej predpisan način, s katerim si dva ali več računalnikov ali drugih omrežnih naprav izmenjuje podatke oziroma skupek pravil ali dogovorov o tem, kako komunicirati in kako razumeti prenešeno sporočilo. Protokol je računalniški jezik, strukturiran v obliki različnih pravil, dogovorov in postopkov, ki vodijo in opravljajo prenos informacij.

Zdi se, da bi bilo najbolje, predvsem pa najlažje, če bi v omrežju deloval le en tak jezik, pa vendar burna računalniška zgodovina govori v prid razslojenim protokolom. Tako v omrežnih pogovorih ne srečamo le enega, ampak celo vrsto protokolov ali slojev protokolov (ang. protocol layer).

Specifikacija protokola je njegova natančna definicija, protokoli pa so implementirani v sklopu strojne opreme, operacijskih sistemov in uporabniških programov. Znotraj OSI referenčnega modela so predstavljene naslednje večje skupine protokolov: LAN protokoli, WAN protokoli, usmerjevalni (ang. routing) protokoli in usmerjani (ang. routed) protokoli.

4.4 OSI model

OSI model (Open System Interconnection) – medsebojno povezovanje odprtih sistemov je standardizirano v referenčnem modelu, ki definira funkcije povezovanja v sedmih hierarhičnih slojih. Protokoli zgornjih 4 slojev definirajo prehajanje sporočil od in k uporabnikom, spodnji pa med vozlišča omrežja. To je standardni opis za to, kako naj bi se prenašala sporočila med katerikoli točkama v omrežju. Vsak sloj se opira na omrežni sloj, prav tako pa transportni sloj streže sejnemu.

1. Fizična plast (Physical Layer) (najnižji): Skrbi za prenos surovih podatkov od izvora do cilja preko fizičnega medija, ki poteka preko omrežnih meja vendar brez strojne opreme.

2. Podatkovno-povezovalna plast (Data Link Layer): direktne povezave med komponentami v omrežju, razdeljen na logično povezovalno kontrolo, neodvisna od mrežne topologije, in MAC-a – nabor pravil za prehod podatkov iz enega fizičnega prenosnega sredstva v drugega, ki je specifičen za topologijo.

3. Omrežna plast (Network Layer): usmerja podatke skozi vmesne sisteme in podomrežja, zaveda se mrežne topologije – povezljivosti med mrežnimi komponentami. Omrežni sloj

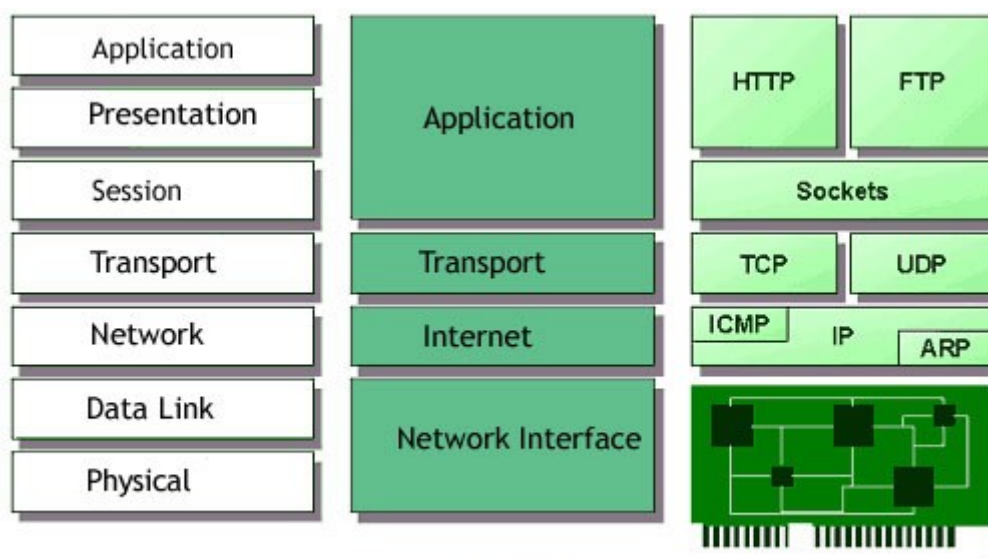
informira transportni sloj o statusu potencialnih in obstoječih povezavah v omrežju v smislu hitrosti, zanesljivosti, dostopnosti. Po navadi je implementiran z usmerjevalnikom.

4. Prenosna plast (Transport Layer): zanesljiv prenos od izvora do cilja. Določi lego komunikacijskih virov (hitro preneseni podatki). Sejni sloj da zahtevo transportnemu, ta sklone kompromis med ceno, hitrostjo in kapaciteto. Skrbi za obnovitev napak in da se hitrosti oddajnika in sprejemnika ujemata.

5. Plast seje (Session Layer): ustanavlja in zaključuje komunikacijske seje med procesom gostovanja in odgovarja za vzdrževanje celotne komunikacije.

6. Predstavitvena plast (Presentation Layer): Skrbi, da se informacije v komunikacijskih aplikacijah predstavljajo v skupnem formatu (ker različni sistemi uporabljajo različne notranje podatkovne formate).

7. Aplikacijska plast (Application Layer) (najvišji): Oskrbuje vmesnik, s katerim lahko komuniciramo drug z drugim v omrežju. Nudi visoko stopnjo podpore za omrežne aplikacije kot so baze podatkov v omrežju, programi za podatkovne baze, sporočila za vodenje elektronske pošte, krmiljene datoteke za programe, ki prenašajo datoteke.



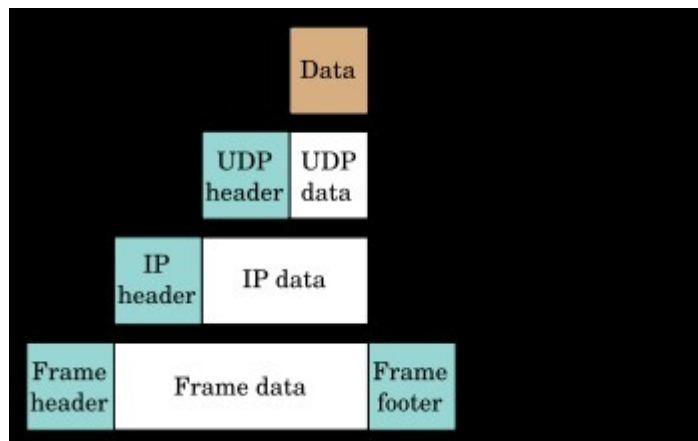
OSI and TCP/IP
Slika 2: OSI in TCP/IP

4.5 Komunikacija med sistemi

Komunikacija med dvema sistemoma poteka tako, da višje plasti modela OSI računalnika, ki želi posredovati informacijo (sistem A), posredujejo informacijo nižjim plastem: od aplikacijske plasti proti fizični plasti. Fizična plast posreduje informacijo na mrežni medij in jo pošlje sistemu, kateremu posredujemo informacijo (sistem B). V sistemu B se izvaja enak postopek v obratnem vrstnem redu: fizična plast prejme informacijo in jo posreduje višjim plastem - vse do aplikacijske plasti. Takšni komunikaciji pravimo vertikalna komunikacija, kjer informacija v sistemu A potuje od zgoraj navzdol, v sistemu B pa od spodaj navzgor.

Poleg tega pa je potrebno upoštevati, da vsaka plast 'razume' le informacije, ki jih prejme od istoimenske plasti računalnika s katerim komunicira. Navidezno torej plast komunicira le z istoimensko plastjo, čemur pravimo horizontalna komunikacija.

Istoimenske plasti se sporazumevajo s pomočjo kontrolne informacije, ki je dodana podatkom v obliki glave (ang. header) ali repa (ang. trailer). V sistemu A vsaka plast navadno doda glavo (oziroma rep ali oboje) podatkom, ki jih je prejel od sosednje plasti, v sistemu B pa vsaka plast odvzame kontrolno informacijo. Dodajanje glave in/ali repa podatkom, ki jih prejmemo od sosednjih plasti, pravimo enkapsulacija.



Slika 3: Enkapsulacija

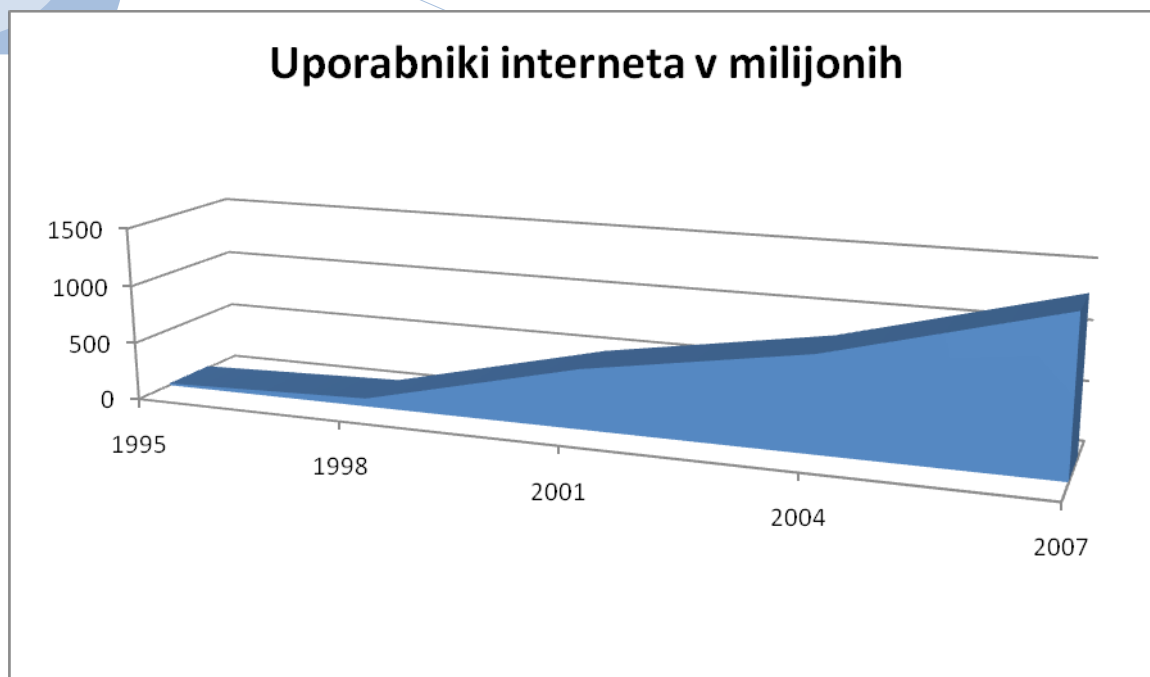
4.6 TCP/IP model

4.6.1 Internet

Internet je največje prostrano omrežje. Njegovo jedro so veliki in zmogljivi računalniki, ki so razporejeni po celem svetu. Med seboj so povezani z izredno hitrimi povezavami, ki jim pravimo hrbtenica omrežja internet. Nanjo so vezana manjša krajevna in prostrana omrežja.

Internet nima lastnika ali osrednjega skrbnika. Vsak računalnik v omrežju in vsako omrežje, vključeno v internet, skrbi samo zase. Edini pogoj je, da podatke, ki jih ima, ponudi vsem v omrežju. Uporabniki zaznavajo omrežje internet kot eno samo omrežje. Protokol TCP/IP v ozadju skrbi za pravilnost prenosa, ustrezno naslavljanje in pošiljanje podatkov na ustrezne naslove. Nižjeravenski protokoli določajo električne in fizikalne standarde, ki jih je treba upoštevati, vrstni red bitov in bajtov, način oddajanja ter zaznavanja in odpravljanja napak. Višjeravenski protokoli se ukvarjajo z oblikovanjem podatkov in sporočil, komunikacijo med terminalom in računalnikom, nabori znakov, zaporedjem sporočil, ipd.

Zametki interneta so bili v omrežju ARPANET leta 1962, prelomnica v razvoju pa je nastopila leta 1982, ko so za omrežje prilagodili protokol TCP/IP.



4.6.2 TCP/IP sklad protokolov

1. Fizična plast (Physical Layer)
2. Podatkovno-povezovalna plast (Data Link Layer)
3. Omrežna plast (Internet Layer)

Ta sloj v grobem odgovarja omrežnemu sloju v referenčnem modelu OSI (gl. zgoraj). Datagrami, ki se pripravijo na prenosnem sloju, se skupaj z naslovom cilja posredujejo nižjemu, omrežnemu sloju. Ta sloj mora delovati po protokolu IP za katerokoli napravo, ki želi biti del interneta. Protokola IP ne zanima vsebina datagrama, njegova naloga je, da mu najde ustrezno pot skozi omrežje. Pri tem uporabljamo načelo prenosa brez trajno vzpostavljene povezave (ang. connectionless oriented protocol) za prenos sporočila. Vsak datagram je zato prepuščen zasedenosti posameznih podatkovnih poti in se lahko prenaša na isti naslov različno dolgo in po različnih poteh. Tudi IP doda datagramu nekaj dodatnih informacij, npr. IP verzijo, dolžino sporočila, IP naslov pošiljatelja (ang. source address) in naslovnika (ang. destination address), oznako uporabljenega prenosnega protokola (ICMP, TCP, UDP ali OSPF). IP izračuna tudi svojo nadzorno vsoto glave datagrama (ang. header checksum), ki zagotavlja, da je glava IP brez napak in omogoča preverjanje pravilnosti naslovov in oznak protokola, da bi sporočilo ne bilo posredovano na napačen naslov ali napačnemu prenosnemu protokolu.

4. Prenosna plast (Transport Layer)

Serijski protokol TCP/IP vključuje dva poglobljena protokola, ki v grobem odgovarjata transportnemu sloju in sloju serije v referenčnem modelu OSI (gl. zgoraj) in se imenujeta TCP in UDP (ang. User Datagram Protocol). Prenosni sloj mora poskrbeti za to, da se poslano sporočilo prenese od pošiljatelja k naslovniku v celoti in brez napak. Zaradi različne

arhitekture raznovrstnih fizičnih slojev, se prenosna sloja najprej dogovorita za največjo dolžino posameznega kosa sporočila, ki je sprejemljiva za oba. Ta del sporočila imenujemo datagram. TCP razseka sporočilo na ustrezno število datagramov, jih opremi še z dodatnimi informacijami (lahko bi rekli glavo dokumenta), kot je npr. številka pošiljateljevih in naslovnikovih vrat (ang. source port, destination port) in jih preda nižjemu sloju (IP). Ker se med potjo po omrežju lahko datagramu kaj zgodi, se na poseben način izračunava nadzorna vsota (ang. checksum). Ta omogoča preverjanje pravilnosti prenosa na naslovnikovi strani. Če se nadzorna vsota ne ujema z vsebino, TCP na naslovnikovi strani zahteva ponovitev prenosa pokvarjenega datagrama. Naslovnikova stran potrjuje sprejete datagrame. Ker bi potrjevanje vsakega datagrama vzelo preveč časa, se je uveljavilo načelo okna (ang. window), ki določa, koliko datagramov se odpošlje pred čakanjem na potrditev. Potrditev, ki pride od naslovnika, pove, do katerega datagrama je sprejem potekal brez težav. Če pošiljatelj v doglednem času ne prejme potrditve, samodejno ponovi nepotrjeni del sporočila.

Za prenos kratkih sporočil se zaradi počasnosti TCP uporablja protokol UDP, ki mu sporočil ni potrebno razkosati, saj so dovolj kratka za en sam datagram, zato ni zaporedne oznake datagrama. V glavi, ki jo datagramu doda UDP, so navedena pošiljateljeva in naslovnikova vrata, dolžina datagrama in nadzorna vsota.. UDP se uporablja npr. za datotečni sistem NFS, kjer je nadvse pomembna hitrost in so razdalje kratke.

Posebna vrsta protokola je tudi ICMP (ang. Internet Control Message Protocol), ki se uporablja za izmenjavo sistemskih sporočil serije protokolov TCP/IP, kot so napake zaradi nedostopnosti ali sporočila za uskladitev obeh strani omrežne povezave in ni namenjen končnemu uporabniku na najvišjem sloju. Ker so sporočila ICMP vedno obdelana na sistemski ravni, glava v tem primeru ne vsebuje niti številke niti vrat. Tudi ta sporočila so dovolj kratka za en datagram in zato pri poenostavljenih protokolih odpade potreba po potrjevanju sprejema. Če prejemnik odgovora ne dobi v dovolj kratkem času, enostavno ponovi pošiljanje.

5. Aplikacijska plast (Application Layer)

Protokoli na aplikacijskem sloju TCP/IP podpirajo internetne aplikacije ali storitve, kot so: telnet, FTP, gopher, SMTP, POP, HTTP, ...

4.6.3 IP paket

IP protokol deluje z izmenjavo skupkov informacij – paketov. Paketi so kratka zaporedja bajtov, sestavljena iz glave in telesa. Glava vsebuje attribute paketa, telo pa podatke, ki jih paket prenaša.

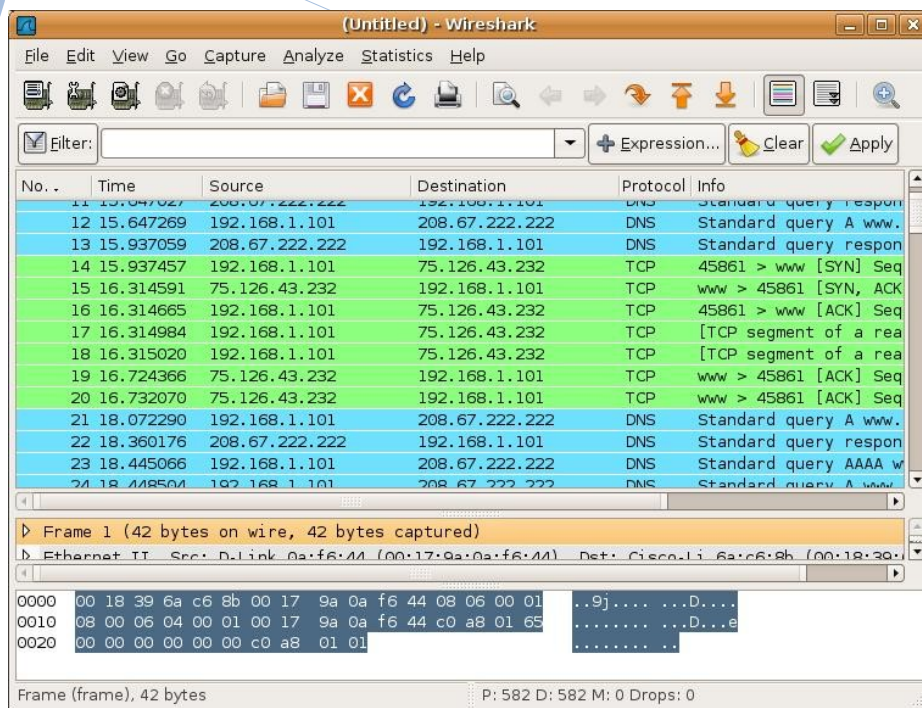
Tabela 1: Zgradba IP paketa

Odmik	Biti 0–3	4–7	8–15	16–31
0	Source address			
32	Destination address			
64	Zeros		Protocol	TCP length
96	Source port			Destination port
128	Sequence number			
160	Acknowledgement number			
192	Data offset	Reserved	Flags	Window
224	Checksum			Urgent pointer
256	Options (optional)			
256/288 +	Data			

4.6.3.1 Lovljenje paketov

4.6.3.1.1 Wireshark

Wireshark je program za analizo omrežnih protokolov (packet sniffer), s katerim lahko prestrežemo in shranimo omrežni promet. Program lovi pakete, nato dekodira in analizira njihovo vsebino na podlagi specifikacij protokolov.



Slika 4: Wireshark

4.6.3.1.2 Primer ulovljenega in analiziranega paketa

Iz ulovljenega paketa lahko razberemo marsikatero informacijo.

```

Frame 1 (292 bytes on wire, 292 bytes captured)
  Arrival Time: Apr 10, 2008 17:49:38.388492000
  [Time delta from previous captured frame: 0.000000000 seconds]
  [Time delta from previous displayed frame: 0.000000000 seconds]
  [Time since reference or first frame: 0.000000000 seconds]
  Frame Number: 1
  Frame Length: 292 bytes velikost celotnega paketa
  Capture Length: 292 bytes
  [Frame is marked: False]
  [Protocols in frame: eth:ip:tcp:http:data]
  [Coloring Rule Name: HTTP]
  [Coloring Rule String: http || tcp.port == 80]
  Ethernet II, Src: Netgear_04:a7:50 (00:1b:2f:04:a7:50), Dst: Netgear_8a:d3:c2 (00:14:6c:8a:d3:c2) MAC
    Destination: Netgear_8a:d3:c2 (00:14:6c:8a:d3:c2)
      Address: Netgear_8a:d3:c2 (00:14:6c:8a:d3:c2)
      ....0 .... = IG bit: Individual address (unicast)
      ...0. .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
    Source: Netgear_04:a7:50 (00:1b:2f:04:a7:50)
      Address: Netgear_04:a7:50 (00:1b:2f:04:a7:50)
      ....0 .... = IG bit: Individual address (unicast)
      ...0. .... = LG bit: Globally unique address (factory default)
    Type: IP (0x0800)
  Internet Protocol, Src: 213.253.92.88 (213.253.92.88), Dst: 192.168.1.2 (192.168.1.2) IP naslovi
    Version: 4
    Header length: 20 bytes
    Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00)
      0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0x00)
      ....0. = ECN-Capable Transport (ECT): 0
      ....0 = ECN-CE: 0
    Total Length: 278
    Identification: 0xd044 (53316)
    Flags: 0x04 (Don't Fragment)
      0... = Reserved bit: Not set
      .1.. = Don't fragment: Set
      ..0. = More fragments: Not set
  
```

```
Fragment offset: 0
Time to live: 53
Protocol: TCP (0x06)
Header checksum: 0x809d [correct]
  [Good: True]
  [Bad : False]
Source: 213.253.92.88 (213.253.92.88)
Destination: 192.168.1.2 (192.168.1.2)
Transmission Control Protocol, Src Port: http (80), Dst Port: 62276 (62276), Seq: 1, Ack: 1, Len: 238 TCP atributi
Source port: http (80)
Destination port: 62276 (62276)
Sequence number: 1 (relative sequence number)
[Next sequence number: 239 (relative sequence number)]
Acknowledgement number: 1 (relative ack number)
Header length: 20 bytes
Flags: 0x18 (PSH, ACK)
  0... .... = Congestion Window Reduced (CWR): Not set
  .0.. .... = ECN-Echo: Not set
  ..0. .... = Urgent: Not set
  ...1 .... = Acknowledgment: Set
  .... 1... = Push: Set
  .... .0.. = Reset: Not set
  .... ..0. = Syn: Not set
  .... ...0 = Fin: Not set
Window size: 6424
Checksum: 0x8ca7 [correct]
  [Good Checksum: True]
  [Bad Checksum: False]
Hypertext Transfer Protocol protokol v telesu paketa
Data (238 bytes) velikost podatkov v telesu paketa
```

4.7 Sklep

Internet je dandanes nekaj samoumevnega, vendar pa se ni pojavil kar iz nič. Komunikacija v računalniških omrežjih poteka s protokoli, ti pa so se skupaj s tehnologijo potrebno za njih rezultat neprestanega razvoja informacijske tehnologije. Samo predstavljamo si lahko, kakšen bo internet prihodnosti in kje je meja digitalne povezanosti.

5 Literatura

- ❖ Wechtersbach, Rado (2005): *Informatika*. Ljubljana: Založba Saji.
- ❖ http://en.wikipedia.org/wiki/TCP/IP_model; 10.4.2008
- ❖ http://en.wikipedia.org/wiki/OSI_Model; 10.4.2008

6 Priloge

- pcap.txt – analiziran ulovljen paket
- Spletni sestavek