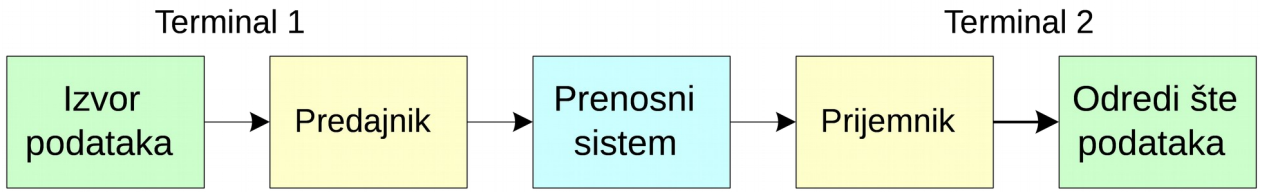
Osnove računarskih mreža

Uvod

- Cilj je prenos informacija između dva čvora u mreži
- Informacije mogu biti generisane:
  - Interno – strane računara u mreži
  - Eksterno – od kamere ili mikrofona
- Mrežni uređaji ne moraju biti računari
  - Npr. disk, kamera, štampač
- Raznolikost informacija i uslova prenosa uzrokuju visoku kompleksnost sistema
- Projektovanje računarskih mreža stoga zahteva specijalizovana znanja iz različitih inžinjerskih oblasti
- Računarske mreže su inicijalno zamišljene za prenos teksta/dokumenata a ne A/V podataka

Osnovne komponente



- Računarski sistem (terminal)
  - Uređaj za ulaz/izlaz, obradu i/ili čuvanje podataka
- Komunikacioni sistem
  - sredstvo prenosa podataka uz njihovu pripremu, tj.
  - kodiranje uz proširenje ili smanjenje njihovog obima
- Mrežni sistem (komutacioni)
  - sposobnost efikasne upotrebe prenosnih i komutacionih resursa
  - pravila komunikacije između računarskih sistema i programa

Osnovni zadaci

- Iskorišćenje prenosnog sistema
- Sprega (interface)
- Generisanja signala
- Sinhronizacija
- Formatiranje poruka
- Detekcija i otklanjanje grešaka
- Adresiranje
- Kontrola razmene podataka
- Kontrola toka
- Rutiranje (usmeravanje)
- Oporavak
- Sigurnost
- Upravljanje mrežom

Mrežne usluge

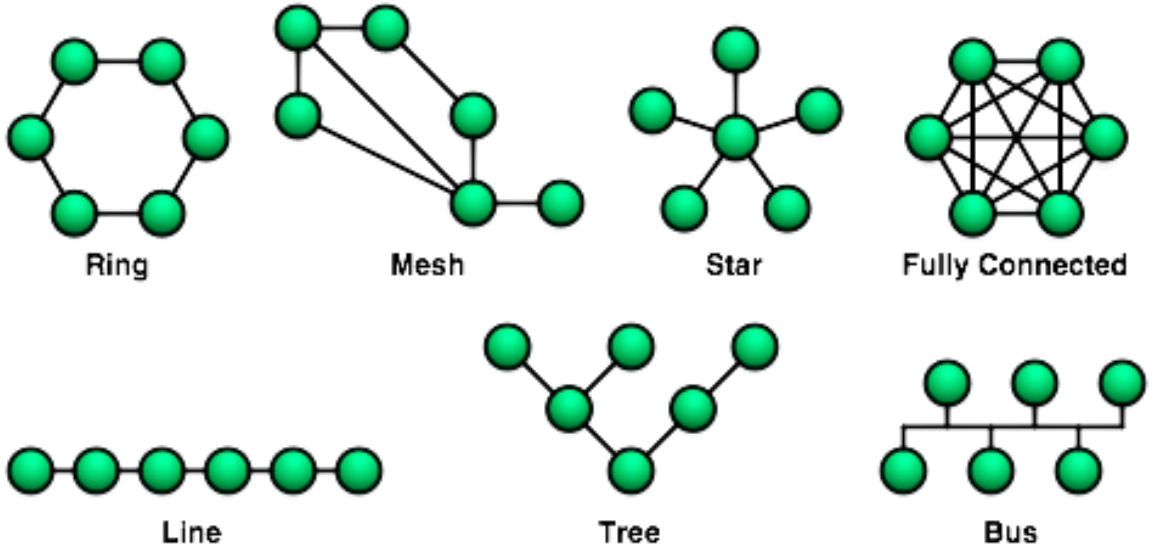
- Deljenje resursa
  - Računarskih (memorija, procesorsko vreme)
- Centralni (mainframe) računari + terminali (ranije)
- Savremeni računari su jeftiniji od mrežne opreme (sem LAN)
  - Printera, periferne oprema
  - Informacija
- Pristup bazama podataka različitog tipa
  - Usluge (services)
    - Email, FTP, Telnet, Web pristup
    - Video konferencija
    - Pristup DB
    - Klijent/server aplikacije, P2P

Tipovi mrežnih veza

- Birani vod (switched, dial-up)
  - preko serije komutatora i deonica
- Iznajmljeni vod (leased)
  - trajno uspostavljen kroz javnu mrežu
- Privatni vod (private, dedicated)
  - slično iznajmljenom
  - u celosti raspoloživ korisniku

Topologija

- Fizička
- Logička



Komutiranje

- Komutiranje kanala
  - Dodela resursa radi upotrebe
- Komutiranje poruka
- Komutiranje paketa
  - Deljenje resursa
  - Virtualni kanali
  - Datagrami

Mrežne usluge (1)

- Sinhrone
  - Sesija sa kontinualnom tokom podataka (npr. glas)
  - Obično zahteva ograničena i fiksna kašnjenja
- Asinhrone
  - Sesija obuhvata prenos sekvence poruka
  - burst režim: interaktivne sesije, file transfer, email
- Connection oriented
  - Sesije koje se održavaju u dužem periodu
  - Isporuka paketa po redu i vremenu (npr.Telnet, FTP)
- Connectionless
  - Jednokratna transakcija (npr. email)

Mrežne usluge (2)

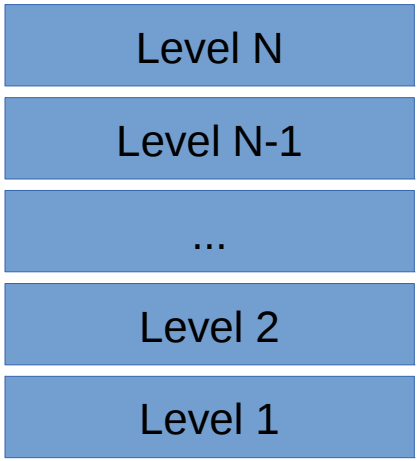
- Quality of Service – QoS
  - Mehanizmi prenosa koji mogu obezbediti različite prioritete ili načine prenosa, raznim korisnicima, ili garantovati određeni nivo performansi u skladu sa zahtevima aplikativnog programa
  - Dinamička kontrola politike rukovanja paketima, suprotno od klasičnih best-effort mreža (npr. SDN)
  - Važno za prenos multimedijalnih sadržaja u uslovima ograničenih mrežnih kapaciteta (VoIP, IP-TV)

Protokoli

- Komunikacioni protokol predstavlja skup pravila koja definišu način komunikacije između dva čvora
- Protokoli definišu tri elementa:
  - Sintaksa – format podataka i signala
  - Semantika – kontrolne informacije za koordinaciju i kontrolu grešaka
  - Vremenske kontrole – vremenski okviri i redosled događaja, uključujući brzinu
- Protokoli su podeljeni po nivoima

Hijerarhija protokola (1)

- Komunikacioni sistem je podeljen na nivoe gde u svakom nivou imamo više protokola.
- Skup nivoa se naziva “Protocol Stack”

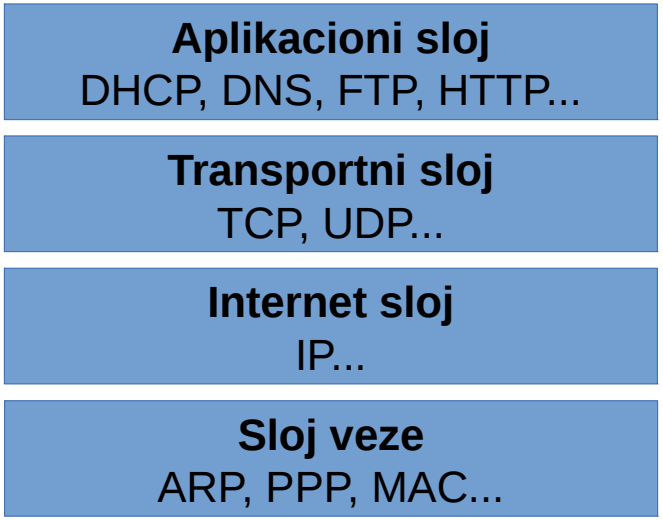


Hijerarhija protokola (2)

- Imamo dva opšte prihvaćena modela podele protokola po nivoima
- ISO OSI

Hijerarhija protokola (3)

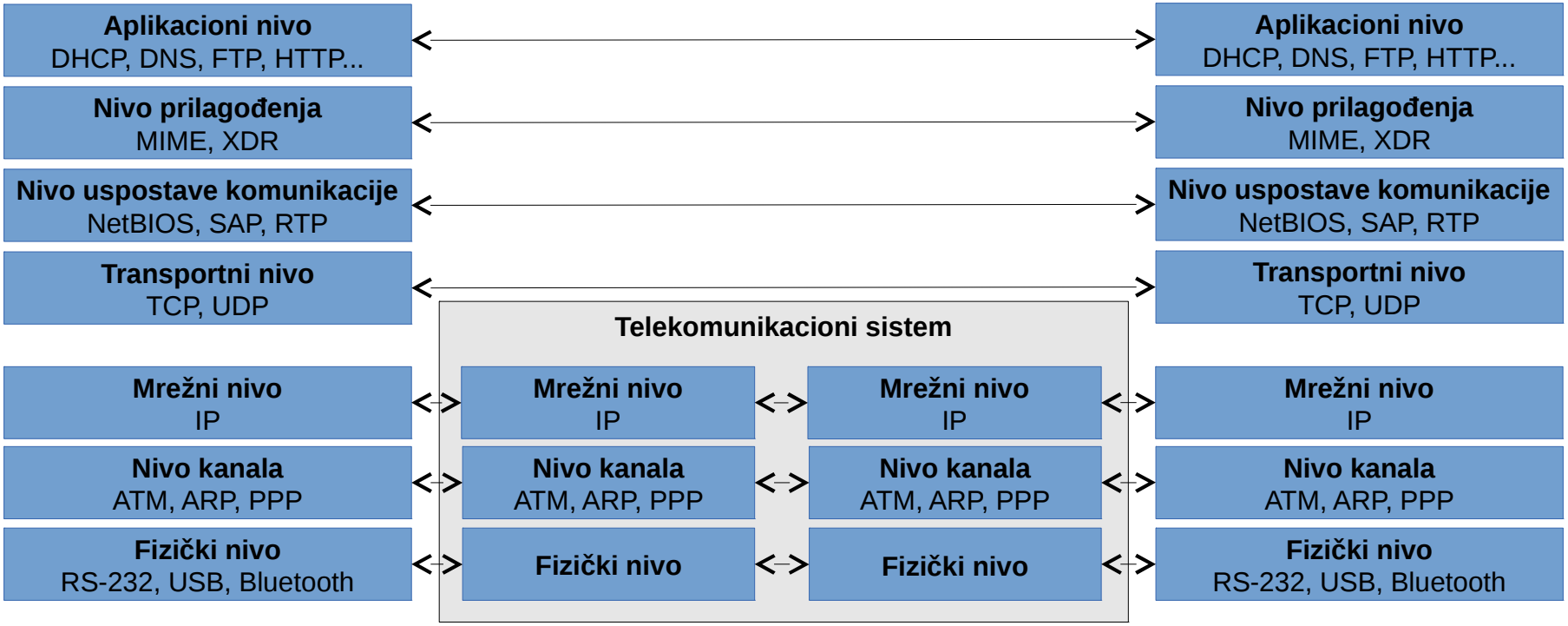
- Internet protocol suite
- SCADA



Hijerarhija protokola (4)

- Nivoi protokola su logički podeljeni
- Svaki nivo direktno komunicira samo sa nivoima ispod i iznad njega
- Logički, svaki nivo komunicira sa istim nivoom na drugom čvoru

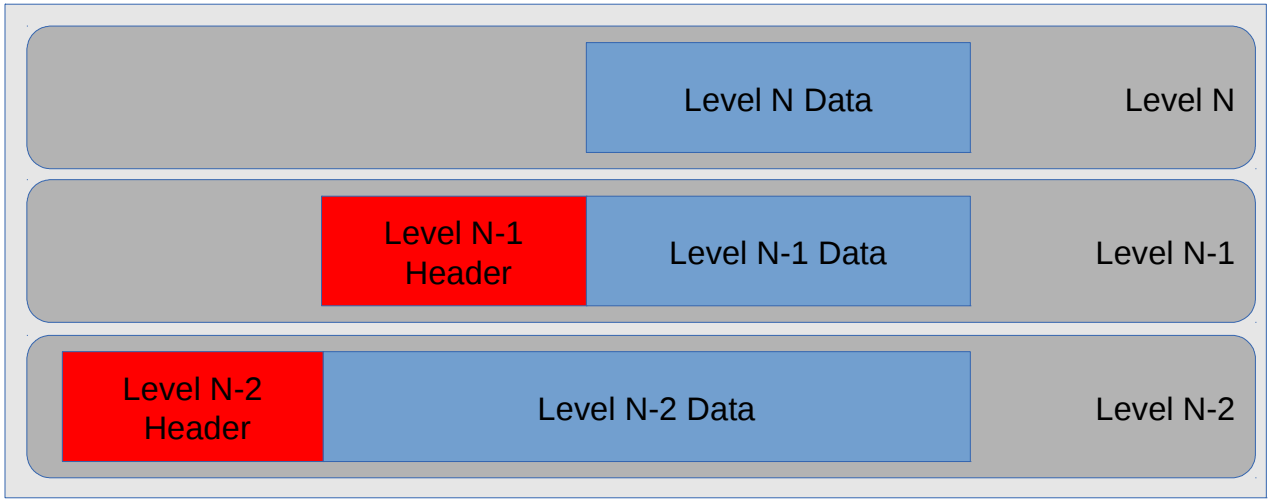
Hijerarhija protokola (5)



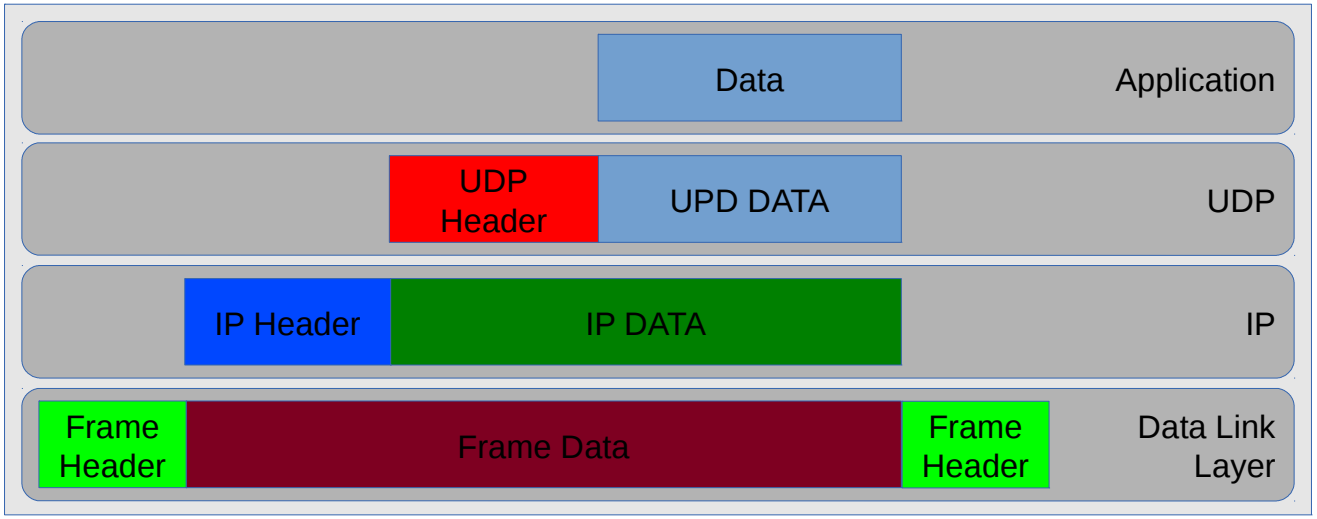
Enkapsulacija podataka (1)

- Proces u kom se sadržaj podataka protokola višeg nivoa apstrahuje u nižem nivou se zove enkapsulacija podataka
- Enkapsulacija podataka je neophodna da bi se nivoi protokola logički podelili i fokusirali na uslugu koju trebaju da obave
- Nivo N dodaje svoje zaglalje na podatke prosledjene od N+1 nivoa i celokupnu proširenu poruku prosledjuje nivou N-1

Enkapsulacija podataka (2)



UDP Enkapsulacija



Fizički nivo

- Prilagođenje karakteristikama fizičkog medijuma (parice, koaksijalni kabl, bežični prenos podataka, optički kabl, IR, Bluetooth):
  - Prenos bita ili reči
  - Sinhronizacija električnih signala

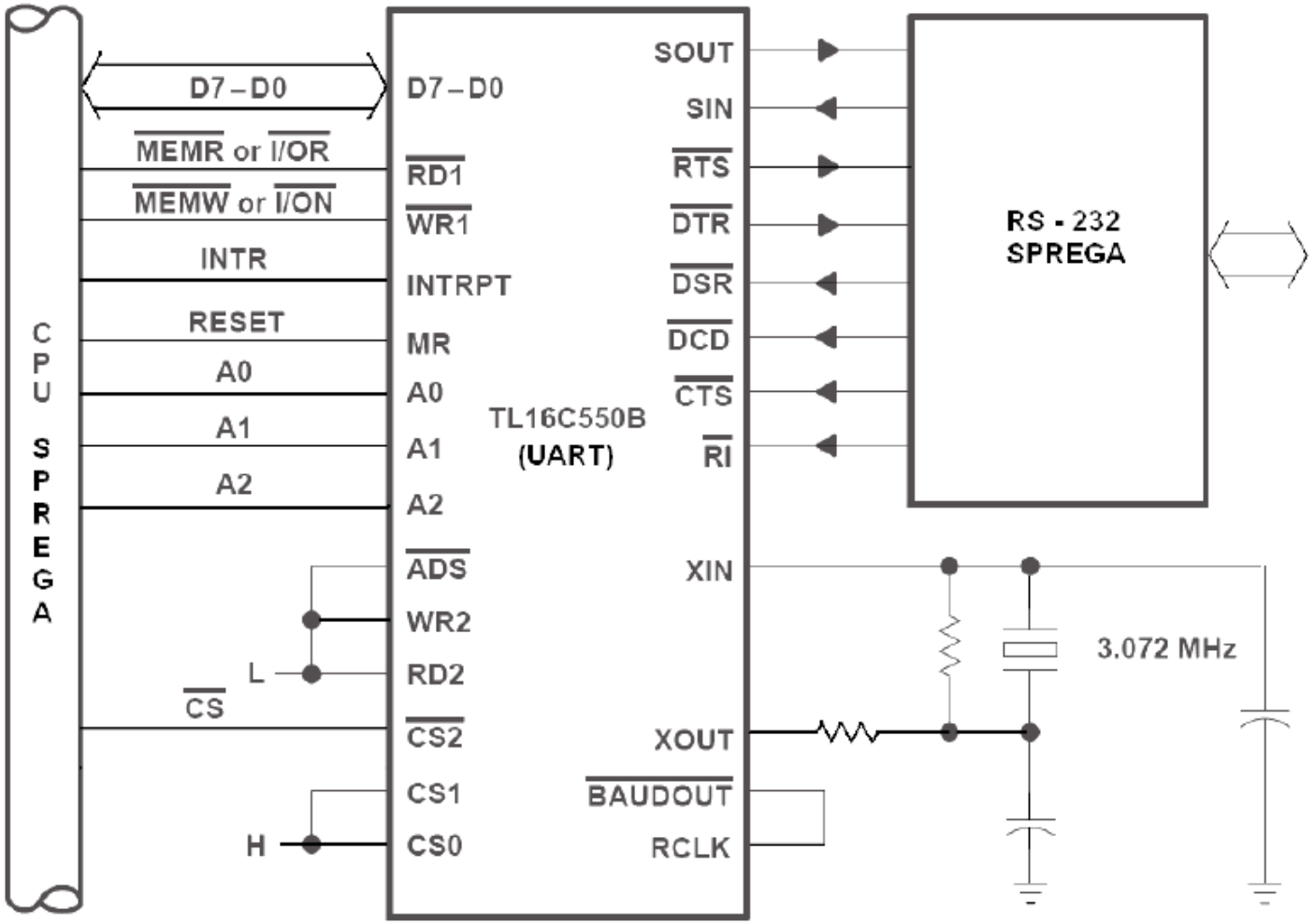
Nivo kanala (1)

- Zadužen za isporuku paketa između dva direktno povezana čvora uz uspostavu veze i kontrolu toke
- Rukovanje grešakama koje se pojave u fizičkom nivou (npr. kolizija)
- Deli se na dva podnivoa radi prilagođenja fizičkoj prirodi prenosnog medijuma:
  - LLC (Logical Link Control)
  - MAC (Media Access Control)

Nivo kanala (2)

- Primer protokola nivoa kanala:
  - UART (Universal Asynchronous Receiver / Transmitter)
- Vrši paralelno / serijsku konverziju u slučaju slanja i obrnuto u slučaju primanja podataka
  - Ethernet
- Standardan protokol lokalnih mreža
- Sinhrona komunikacija

UART i RS-232 Sprega

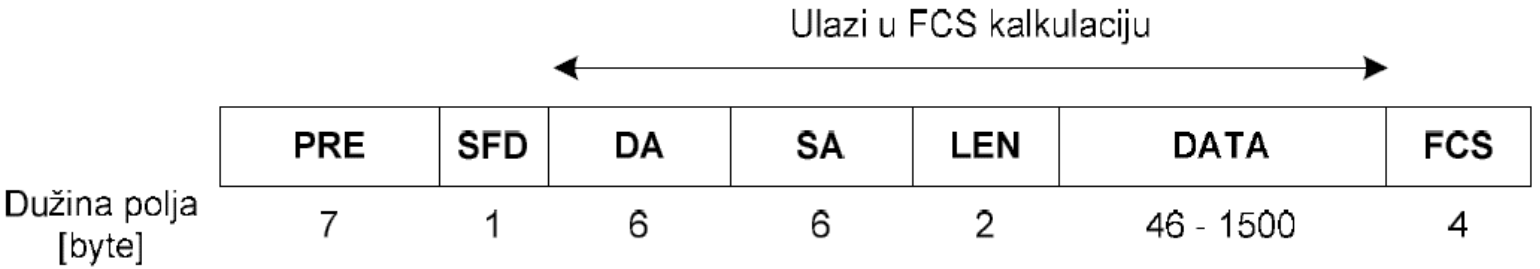


Ethernet (1)

- Predstavlja familiju različitih LAN tehnologija
- Koristi CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect) mehanizam za detekciju kolizija
- Maksimalno vreme koje je potrebno da bi se kolizija detektovala je jednaka dvostrukom vremenu propagacije signala
- U zavisnosti od fizičkog izlaza – možemo imati parice, optiku ili wireless

Ethernet (2)

- Format Ethernet okvira



PRE = Preambula (101010....10)
SFD = Početak okvira (10101011)
DA = Odredišna adresa
SA = Adresa izvora

LEN = Dužina polja podataka
DATA = Podaci
FCS = Kontrolna sekvenca okvira

Mrežni nivo

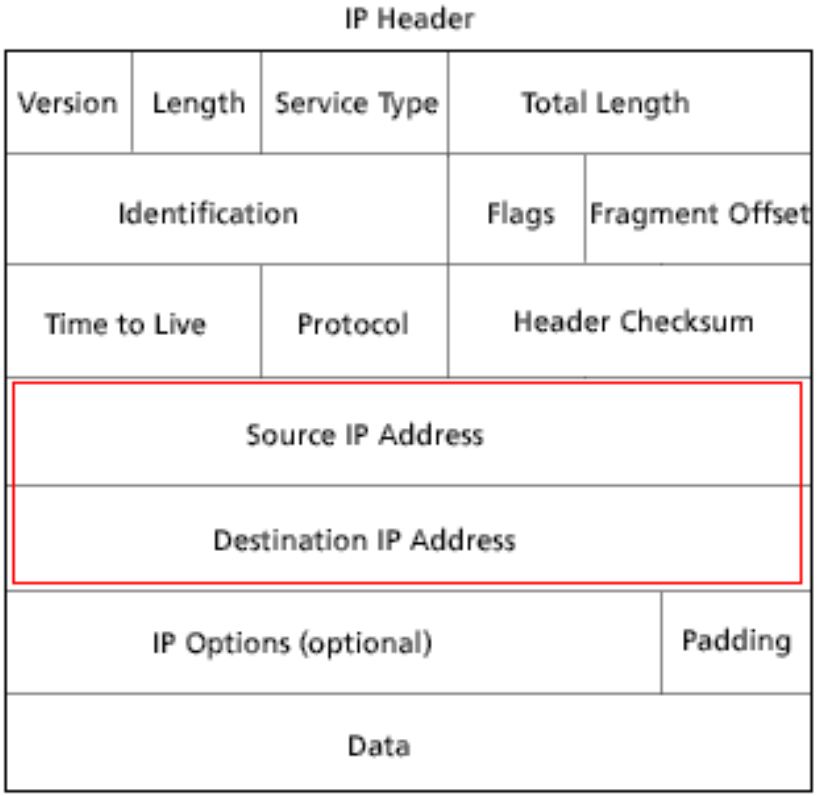
- Zadužen za prenos podataka između mrežnih podsistema
- Bavi se problemima adresiranja, kontrole toka i rukovođenja greškama

Internet Protokol - IP (1)

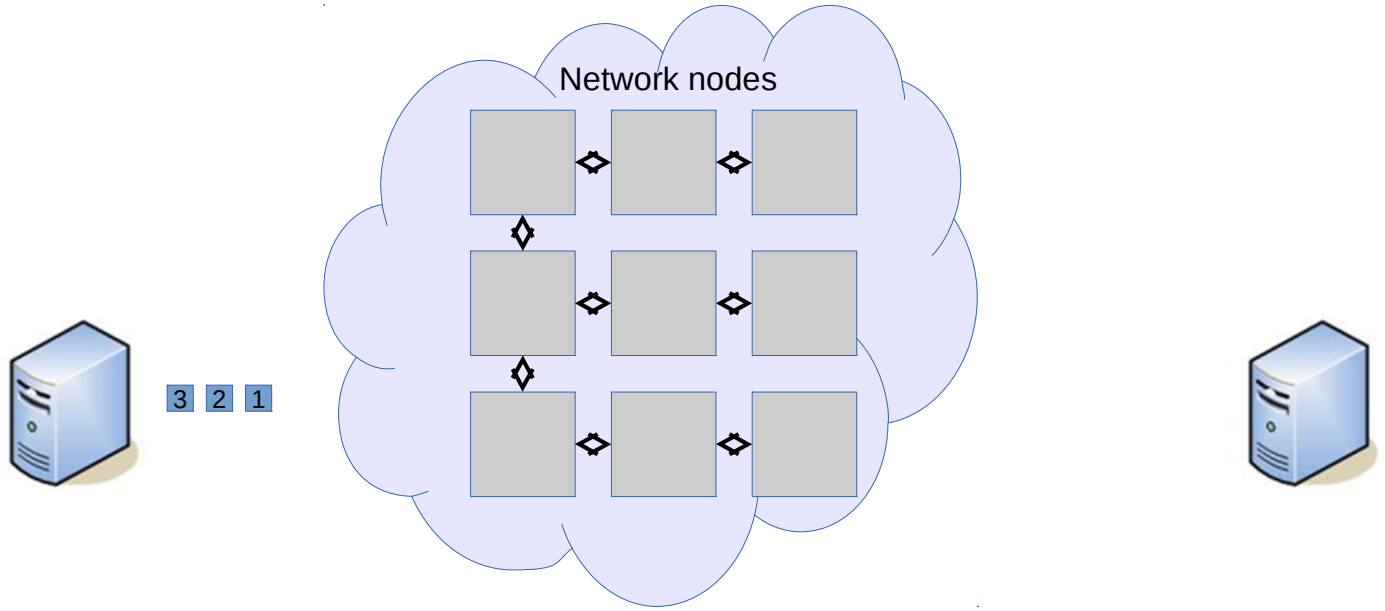
- Radi na nivou paketa (datagram)
- Maksimalna veličina paketa je 64KB ali su paketi uglavnom manji
- Zadužen je za usmeravanje (rutiranje) paketa na osnovu IP adrese
- Connectionless protokol
- Koristi se za povezivanje heterogenih udaljenih mreža
- Best-effort servis, odnosno ne radi ponovno slanje paketa

Internet protocol (2)

- Adrese odredišta i izvora su najvažniji



Internet protocol (3)



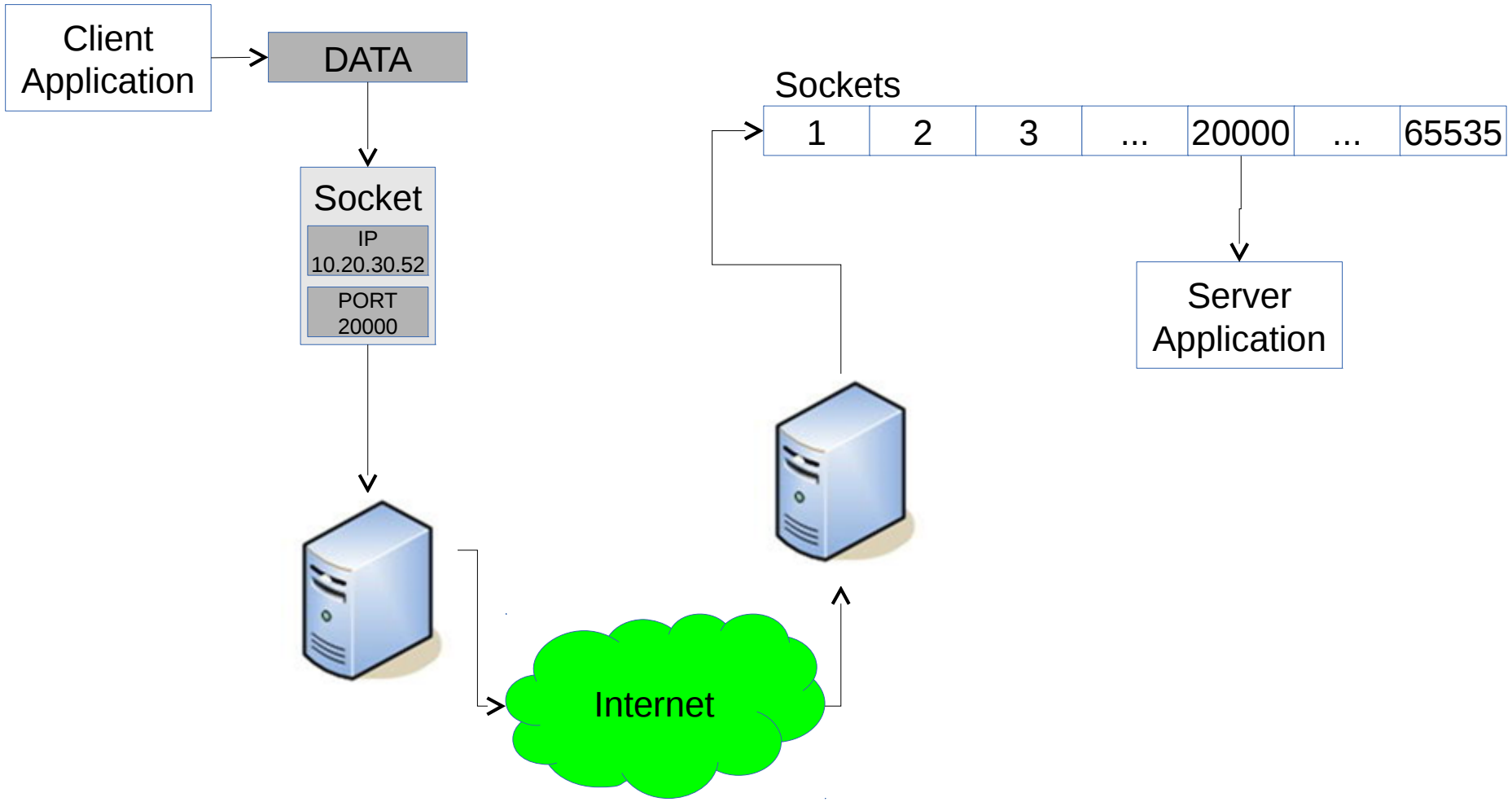
Internet protokoli transportnog sloja

- Omogućuju end-to-end komunikaciju između aplikacija
- Ovo se postiže multipleksiranjem poruka po portovima
- Izdvojićemo UDP i TCP protokole

TCP/UDP adresiranje

- Za jednoznačno obeležavanje odredišne aplikacije se koristi socket
- Socket predstavlja strukturu koja sadrži IP adresu i port
- IP adresa jednoznačno određuje računar u mreži i njome se definiše odredišni računar
- Port jednoznačno određuje odredišni proces (aplikaciju)

Usmeravanje TCP/UDP paketa



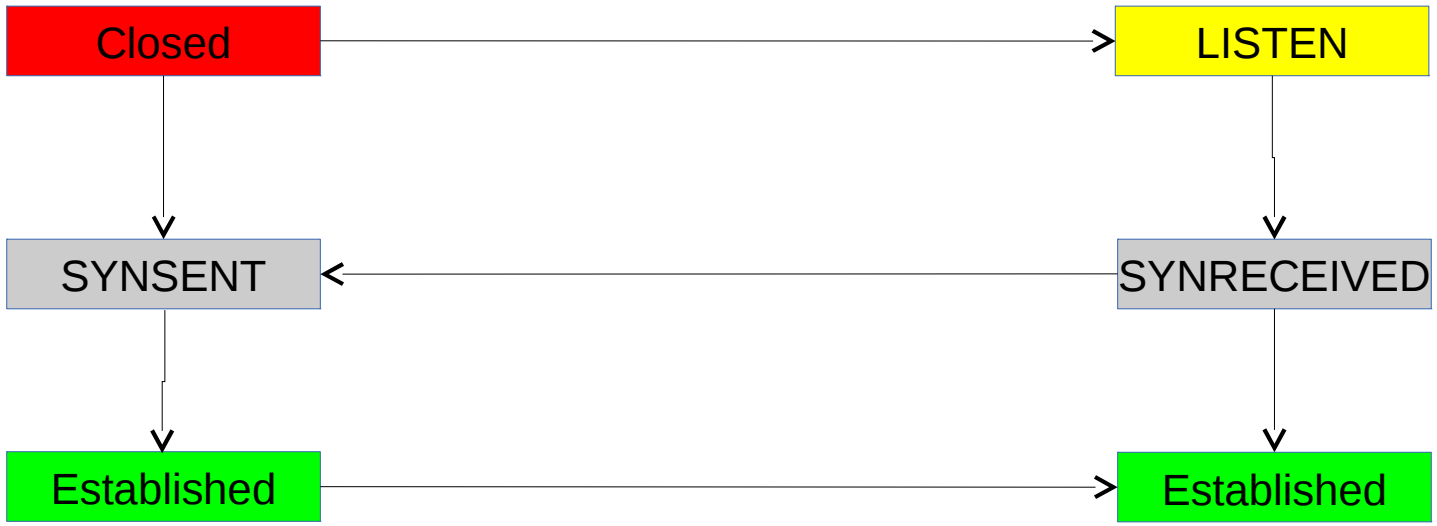
User Datagram Protocol

- Prenos datagrama – message oriented
- Jednostavan je
- Nema stanja
- Ne garantuje isporuku datagrama - unreliable
- Ne garantuje isporuku paketa u redosledu u kom su poslati
- UDPv6 uključuje obavezno check-sum polje
- Jedina razlika je u odnosu na IP je što dodaje port

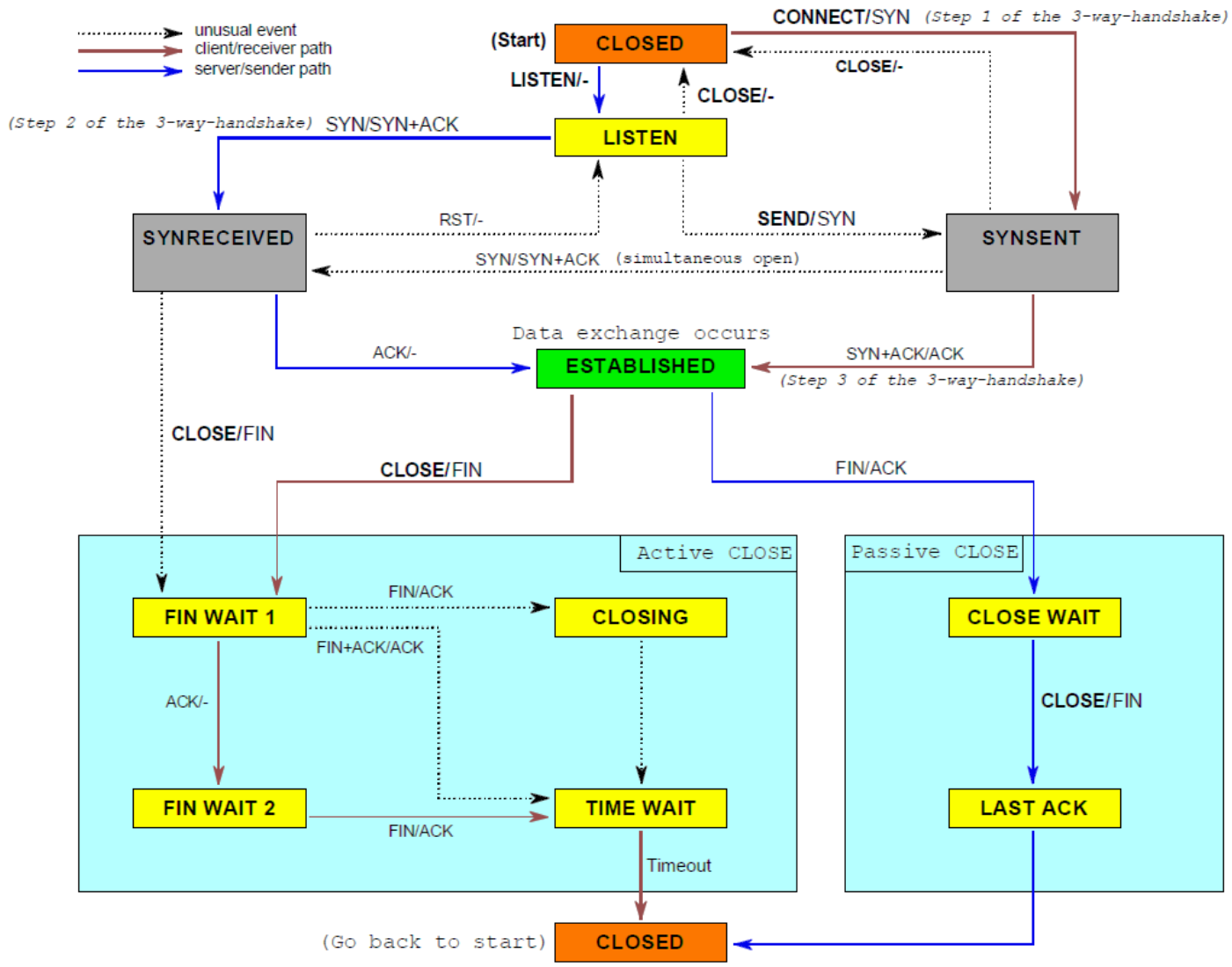
Transmission Control Protocol

- Omogućuje isporuku paketa u redosledu u kom su poslati
- Garantuje isporuku poruke - reliable
  - Vrši ponovno slanje u slučaju da je paket isporučen
  - Vrši proveru greške
  - Vrši kontrolu toka
  - Kontrola pravilne isporuke paketa
- Sporiji je od UDP-a
- Podaci se ne šalju u porukama već kao tok podataka
- Protokol sa uspostavom veze – connection oriented

Transmission Control Protocol (2)
Uspostava veze



Transmission Control Protocol (3)

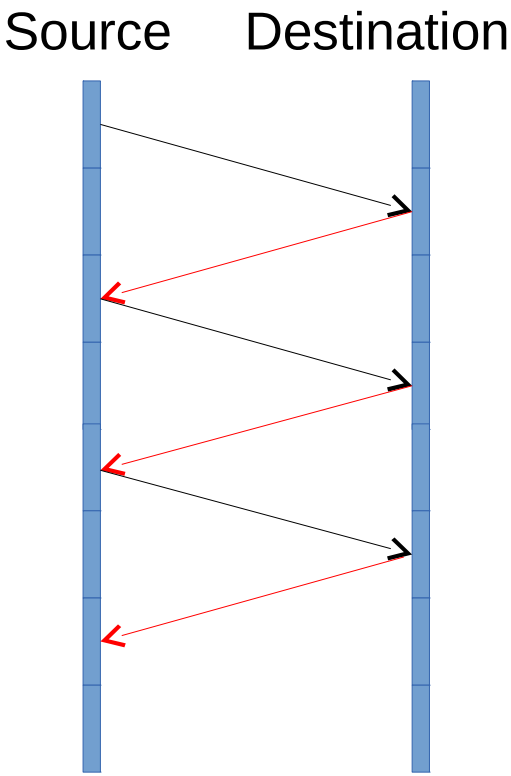


Upravljanje tokom

- Na prijemnoj strani se nalaze prihvatni baferi
- Ukoliko je pristizanje podataka brže nego što se podaci obrađuju može doći do prepunjavanja prihvatnih bafera i daljeg gubljenja paketa
- Svrha upravljanja tokom je da se ova situacija spreči
- Postoji nekoliko tehnika koje se koriste za rešavanje ovakvih problema

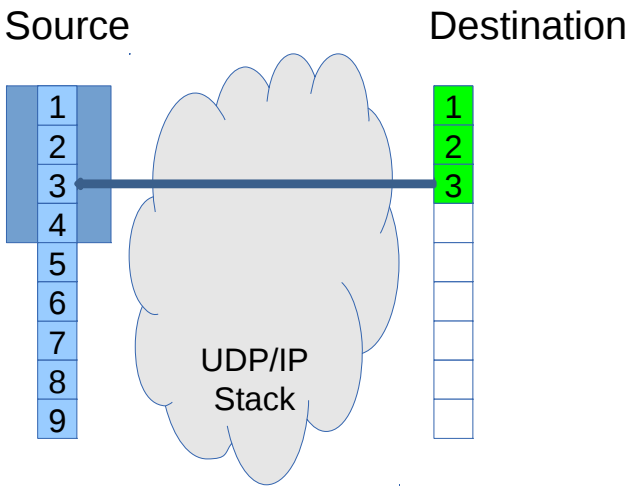
Stop and wait

- Najprostija tehnika gde predajna strana šalje paket i ne šalje sledeći dok ne primi potvrdu da je odredišna strana primila paket
- Ograničenje je to što se prenosi samo jedna poruka u datom trenutku
- Ovaj pristup je relativno efikasan ukoliko se šalju veće poruke
- Veće poruke međutim nisu zgodne zbog verovatnoće greške, duge retransmisije i potencijalnog seckanja poruke
- Čekanjem potvrde, ukupno vreme slanje jednog paketa je vreme slanje paketa i vreme primanja potvrde



Sliding window

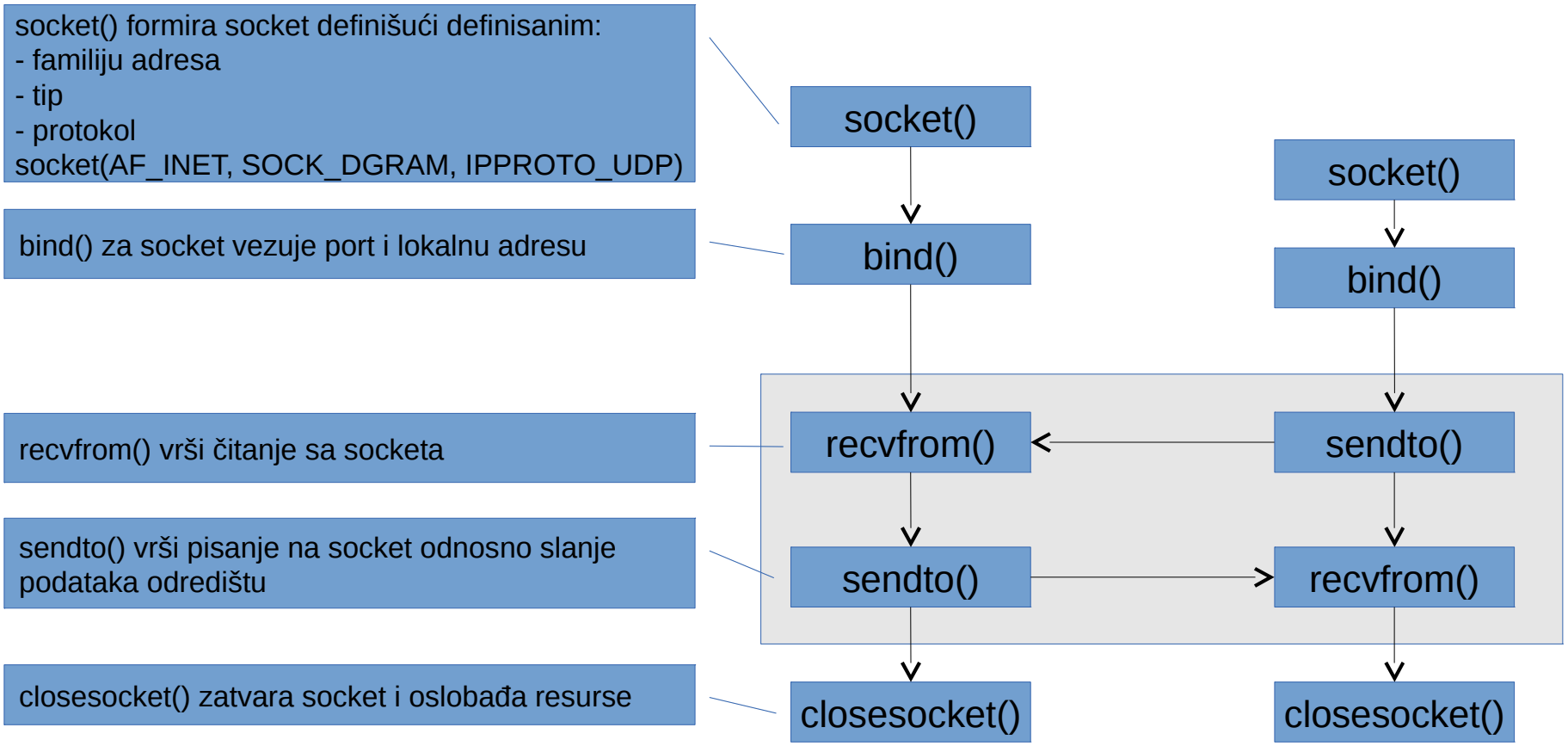
- Jedan od pristupa koji rešava problem je metod klizajućeg prozora
- Moguć jedino u full-duplex vezama
- Predajna strana pošalje N paketa sa svojim rednim brojevima od 0 do N-1
- Sledeći paket paket šalje tek kada je primljena potvrda da je paket sa rednim brojem n primljen
- Ukoliko u određenom vremenskom intervalu ne stigne potvrda, radi se retransmisija paketa



Programska podrška

- Koriste se Berkeley socket API koji je originalni Internet Protocol Suite (TCP/IP) API
- Svaki OS nudi Berkeley socket API
- Postoje dva režima rada soketa:
  - Blokirajući
  - Neblokirajući

UDP Barkeley API



TCP Barkeley API

socket() formira socket definišući definisanim:
- familiju adresa
- tip
- protokol

socket(AF_INET, SOCK_STREAM, IPPROTO_TCP)

bind() za socket vezuje port i lokalnu adresu

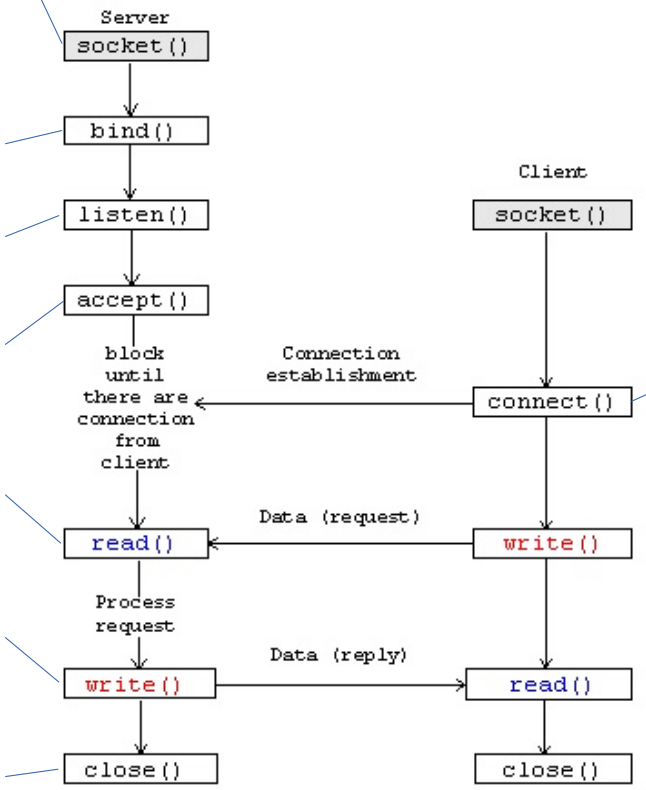
listen() prebacuje socket u režim čekanja veze sa klijentom

accept() čeka dok se klijent ne javi na određeni socket i vraća novi socket koji se dalje može koristiti za komunikaciju sa klijentima

read() vrši čitanje podataka sa socketa

write() vrši pisanje na socket odnosno slanje podataka odredištu

close() zatvara socket i oslobađa resurse



connect() uspostavlja vezu sa serverom preko određenog socketa