

Sloj mreže

Ako se dve stanice nalaze u istoj mreži, sloj mreže nije ni potreban. Tako, na primer, u difuznoj mreži koja nije povezana sa drugim mrežama sloj mreže često ne postoji ili je veoma „tanak“. Sloj mreže postaje neophodan ako su dve stanice koje žele da komuniciraju povezane na različite linkove ili ako se nalaze u različitim mrežama, a linkovi ili mreže su povezani posebnim uređajima za povezivanje, tj. **ruterima**. Tada sloj mreže isporučuje paket od izvorišta preko više linkova ili mreža do krajnjeg odredišta.

Za razliku od sloja veze koji je zadužen za isporuku jedinica podataka sloja veze (tj. ramova) između dva susedna čvora (dakle stanica koje se nalaze u istoj lokalnoj mreži ili na istom linku), sloj mreže se bavi isporukom jedinica podataka sloja mreže (paketa) od izvorišta do krajnjeg odredišta, tj. s kraja na kraj veze. Sloj mreže je odgovoran za:

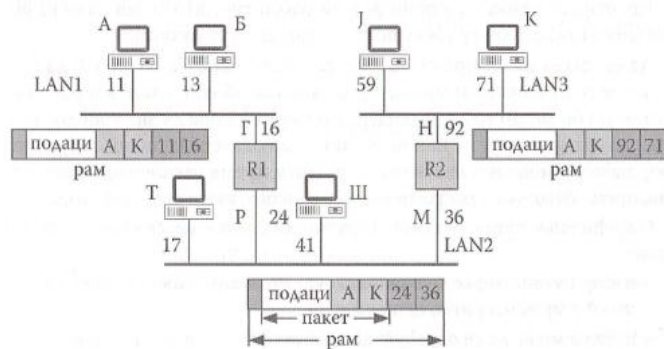
- **Logičko adresovanje** (neophodno je kada izvorišni i odredišni računar nisu u istoj mreži)
- **Određivanje putanje** tj. rutiranje
- **Kontrolu zagušenja**
- **Fragmentovanje paketa** ako je potrebno

Da bi sloj mreže obavio postavljene zadatke, u zaglavlju paketa postoji nekoliko polja kojih nema u zaglavlju rama (npr. brojač skokova, polje sledećeg skoka, povratna informacija o zagušenju, itd.)

Logičko adresovanje

Fizičko adresovanje se obavlja u sloju veze i dovoljno je kada se stanice nalaze u istoj lokalnoj mreži. U protivnom sloj mreže unosi zaglavlje paketa **logičke adrese** odredišta i izvorišta.

Na slici dat je primer kako se odvija komunikacija između stanica koje se nalaze u različitim mrežama. Prikazane su tri lokalne mreže koje su međusobno povezane dvoportnim ruterima R1 i R2. Stanice koje se nalaze u različitim mrežama ne mogu direktno da komuniciraju koristeći samo fizičku adresu jer ona omogućava direktnu komunikaciju samo unutar date mreže. Zato se svakoj stanici, pored fizičke adrese (na slici simbolički predstavljene dvocifrenim brojem), dodeljuje i logička adresa (na slici simbolički predstavljena jednim slovom). Pošto u ovom primeru svaki ruter spaja po dve mreže, to svaki ruter ima dve fizičke i dve logičke adrese, po jednu na svakoj mreži u koju je uključen. Logičke adrese, kao i fizičke adrese, moraju biti jednoznačne.



Slika1 – Primer korišćenja fizičkih i logičkih adresa u slučaju kada stanica čija je logička adresa A šalje ram stanici koja se nalazi u drugoj lokalnoj mreži i čija je logička adresa K

Na slici je prikazan slučaj kada stanica sa logičkom adresom A i fizičkom adresom 11, koja se nalazi u LAN1, upućuje ram stanici sa logičkom adresom K i fizičkom adresom 71 koja se nalazi u LAN3. Kako LAN1 i LAN3 nisu direktno povezani, da bi ram iz stanice A stigao u stanicu K, on mora da prođe kroz LAN2, odnosno mora da prođe kroz dva rutera.

Izvorišna stanica u sloju mreže u zaglavlje paketa unosi logičke adrese izvorišta i krajnjeg odredišta (A i K), a u sloju veze u zaglavlje rama unosi fizičke adrese izvorišta (tj. 11) i neposrednog odredišta u svojoj mreži, a to je ruter R1 koji je povezan u tu mrežu (tj. 16). Svaki ruter zna adrese svih ostalih rutera. Kada ram stigne u ruter R1 koji povezuje LAN1 i LAN2, ovaj uvidom u logičke adrese (što obavlja u sloju mreže) vidi da se krajnje odredište ne nalazi u LAN2, pa ram upućuje u ruter R2 koji povezuje LAN2 i LAN3. Da bi to uradio, ruter R1 mora u ramu koji šalje da promeni fizičke adrese odredišta i izvorišta: sada je izvorište rama ruter R1 koji u LAN2 ima fizičku adresu 24, a odredište rama je ruter R2 sa fizičkom adresom 36. Kada ruter R2 primi ram, on pregledom logičke adrese odredišta vidi da se krajnje odredište nalazi u LAN3, ap ram prosleđuje u njegovo krajnje odredište tako što u ram unosi svoju fizičku adresu 92, kao izvorišnu adresu i fizičku adresu krajnjeg odredišta, 71.

Logičke adrese ostaju sve vreme nepromenjene.

Fragmentovanje

Mreže od kojih je sastavljen internet mogu se međusobno razlikovati, između ostalog i po maksimalno dozvoljenoj veličini paketa. Na primer, u ATM mrežama, paketi, tzv. ćelije, dužine su svega 48 bajtova, a u TCP/IP mrežama IP paketi mogu biti dugački 65.515 bajtova. Zato pri prelasku paketa iz jedne mreže u drugu ruter mora da proveri da li je dužina paketa koji je primio prihvatljiva za mrežu u koju taj paket treba da prosledi. Ako je pristigli paket duži od maksimalne dužine paketa koji naredna mreža može da prihvati, u sloju mreže rutera pristigli paket se rastavlja na manje delove tj. na pakete koji odgovaraju mreži u koju se prosleđuju. Proces rastavljanja paketa u sloju mreže naziva se fragmentovanje. Da bi kasnije mogao da se obavi inverzni proces, spajanje fragmenata datog paketa u prvobitni paket, fragmenti se numerišu kako bi se sačuvala informacija o međusobnom rasporedu fragmenata u paketu.

Inverzni proces, rekombinovanje fragmenata, može se obaviti na dva mesta: u izlaznom ruteru iz mreže zbog koje je fragmentovanje obavljeno ili u sloju mreže odredišne stanice.

U prvom slučaju kaže se da je reč o nevidljivom ili transparentnom fragmentovanju jer sledeće mreže kroz koje paket prolazi i odredišna stanica ne zanju da je u jednom delu interneta obavljeno fragmentovanje.

U drugom slučaju radi se o vidljivom ili netransparentnom fragmentovanju. U ovom slučaju fragmetni istog paketa mogu da putuju do odredišta različitim putanjama (što znači da u odredište mogu da stignu i mimo redosleda). Tek u sloju mreže odredišne stanice fragmenti se dovode u ispravan redosled i rekombinuju u prvobitan paket.

Kontrola zagušenja

Šta se događa ako stanice unose u mrežu veću količinu paketa no što mreža može da prihvati? Dolazi do zagušenja. Zagušenje dovodi do povećanja kašnjenja, a znatan broj paketa ne stiže u odredište.

Do zagušenja u mreži ili nekim njenim delovima dolazi kada resursi ne mogu da savladaju postojeći saobraćaj ili kada brzina rutera ne omogućava dovoljno brzu obradu paketa. Na primer, ako u ruter stiže mnogo paketa po ulaznom linku, u ruteru se formira red paketa koji čekaju da budu dalje poslati. Vreme koje protekne od trenutka kada paket stane u red do trenutka kada stigne na čelo reda predstavlja dodatno kašnjenje paketa.

Memorija rutera ima određeni kapacitet. Ako je priliv paketa u ruter veći od kapaciteta njegove memorije, prekobrojni paketi će biti jednostavno odbačeni. Rešenje nije u povećanju kapaciteta memorije jer paketi imaju definisano „vreme života“, pa paketu koji u baferu čeka na red da bude emitovan može da istekne „vreme života“ pre nego što stigne na čelo reda i da zato bude odbačen. Kada ruter R_j odbaci paket, susedni ruter R_i iz kojeg je bio poslat odbačeni paket uzaludno čeka potvrdu da je odredišni ruter R_j prihvatio paket, pa posle algoritmom definisanog perioda čekanja ponovo šalje taj paket. Otpremni ruter R_i, ne sme sve dok ne dobije potvrdu o prijemu datog paketa da izbriše iz svog bafera taj paket. A to znači da se smanjio raspoloživi kapacitet memorije rutera R_i, što očigledno pogoršava celu situaciju. Pored toga, ponovnim emitovanjem odbačenog paketa povećava se saobraćaj. Kada dođe do zagušenja, ako se ne preduzmu adekvatne mere za njegovo otklanjanje, zagušenost mreže ili nekih njenih delova se povećava tj. zagušenje ima tendenciju da samo sebe hrani i da se situacija pogoršava.

Zagušenje predstavlja problem posebno pri prenosu u realnom vremenu. Na smanjenje verovatnoće pojave zagušenja može se uticati:

- Izborom algoritma za rutiranje. Na primer, ako je algoritam projektovan tako da se, kada do odredišta ima više putanja, saobraćaj raspodeli po nekoliko putanja, manja je verovatnoća da će doći do zagušenja
- Pravilnim izborom dužine života paketa. Ako je vek paketa prekaratak, paket često neće stići do konačnog odredišta jer će u međuvremenu biti odbačen, pa će ga izvor reemitovati i tako prouzrokovati povećanje saobraćaja. Ako je vek predugačak, zalutali paketi se dugo zadržavaju u mreži i tako opet dovode do povećanja saobraćaja
- Izborom pogodnog redosleda po kome se paketi obrađuju u ruteru
- Adekvatnom politikom odbacivanja paketa kada u ruteru nema dovoljno memorijskog prostora. Najgore rešenje je ako se paketi odbacuju nasumice, po slučajnom izboru. Zbog toga je dobro ako paketi nose oznaku prioriteta.

Do zagušenja bi ređe dolazilo kada bi saobraćaj bio ravnomeran. Međutim, saobraćaj u računarskim mrežama obično je izrazito neravnomeran ili rafalan (eng *burst*). Zato se teži da se neravnomeran saobraćaj preobradi u ravnomeran. Taj se proces naziva oblikovanje saobraćaja. Tako se unapred smanjuje verovatnoća da dođe do zagušenja. Ako ipak dođe, onda se koriste druga rešenja na bazi trenutnog stanja mreže.

Borba protiv zagušenja generalno se vodi na dva načina:

- Uklanjanjem uzroka koji mogu dovesti do zagušenja
- Preduzimanjem odgovarajućih mera u zavisnosti od trenutnog stanja u mreži

Tako se i algoritmi za rutiranje mogu podeliti u dve osnovne grupe:

- Statičke algoritme, odnosno algoritme sa otvorenom petljom
- Dinamičke algoritme ili algoritme sa zatvorenom petljom