MREŽE RAČUNALA

Mrežni sustavi: pojmovi i načela

U ovom poglavlju iznijeti su temeljni elementi i načela rada računalnih mreža. Pritom se u prikazima raznih elemenata govori o njihovim funkcijskim osobinama, više nego o podrobnostima njihove tehničke realizacije. Poglavlje počinje s opisom metode klijent-server, koju ilustriramo na primjeru traženja i nalaženja jedne web stranice. Zatim govorimo o čvorovima, vezama i putovima, o metodama prijenosa podataka i o tvorbi sastavljene mreže. Dijeljenje resursa je jedan od temeljnih načina rada u računalnim sustavima; u računalnim mrežama je takav način rada izrazito prisutan.

U četvrtom odjeljku govorimo o "arhitekturi" računalne mreže, odnosno o slojevima i protokolima koji definiraju strukturu mrežnih čvorova, a time i strukturu računalne mreže koja se sastoji od takvih čvorova. Ovdje govorimo i o inkapsulaciji, kao metodi višestrukog "pakiranja" sadržaja koji se prenose računalnom mrežom.

Slijede prikazi OSI modela i Internet (TCP/IP) modela, kao dvaju dominantnih modela strukture mrežnih čvorova, odnosno računalnih mreža. Prvi od tih modela je rezultat teorijskog oblikovanja strukture mrežnih čvorova (i mreže), dok drugi model opisuje strukturu čvorova u sastavljenoj mreži Internet, koja je razvijena uglavnom praktičkim radom na razvoju jednog računalnog komunikacijskog sustava.

U zadnjem odjeljku dan je prikaz još nekoliko temeljnih pojmova iz prostora računalnih mreža, kao što su propusnost, širina frekventnog pojasa, zadržavanje, otkrivanje grešaka u prijenosu podataka i pouzdanost prijenosa podataka.

Klijent i opslužitelj

Mnogi procesi u računalnim sustavima odvijaju se prema metodi klijent-server (client-server). Klijenti i serveri su obično softverski sustavi (programi). Klijent je sustav koji šalje neki zahtjev serveru, a server je sustav koji izvršava taj zahtjev; pritom, server obično predaje klijentu rezultat izvršenja njegova zahtjeva, ali ne mora uvijek biti tako. Naprimjer, ako web preglednik (browser) kao klijent, traži neku web stranicu od web servera, onda server dostavlja tu stranicu klijentu. Međutim, u situaciji kad neki klijent traži od servera koji upravlja bazom podataka, da izvrši upis nekih sadržaja (podataka) u bazu, onda se rezultat izvršenja tog zahtjeva ne šalje klijentu; server tada klijentu obično šalje obavijest o izvršenju tražene operacije.

Pojam klijent (client) se obično ne prevodi, pa onda nije neophodno prevoditi ni pojam *server*. Inače, taj pojam može se prevesti sa opslužitelj, jer server opslužuje klijente u smislu u kojem opskrbljivači (robama i uslugama) opskrbljuju svoje klijente. Pojam "poslužitelj" nije dobar, ali je postao široko poznat i korišten; čini se da ono što nije dobro, izgleda nekako privlačnije. U ovom tekstu koristiti ćemo pojam opslužitelj, ali ćemo isto tako koristiti i pojam server.

**SLIKA 1**

Čvorovi, veze i putovi

Dobra definicija računalne mreže nije jako važna za uspješan rad računalne mreže, a takvu definicinu nije ni lako oblikovati. Recimo ovako: računalna mreža je sustav koji omogućava prijenos informacijskih sadržaja između dvaju ili više samostalnih računala. Za govor o mreži poželjno je da sustav sadrži više računala (ne samo dva); međutim, nema osnove za to da se mrežu definira počevši od nekog većeg broja računala, tako da moramo početi od minimalnog broja koji je potreban za prijenos sadržaja, a to znači od dva računala.

Računala koja su uključena u mrežu nazivano čvorovima mreže. Čvorove dijelimo na dvije osnovne vrste i to prema njihovim ulogama, odnosno prema vrstama poslova koje obavljaju. Računala na kojima rade serveri i na koje se izravno vezuju klijenti (korisnici), nazivamo domaćinima (hosts). Domaćine međusobno povezuje sustav čvorova i veza, koji ostvaruje prijenos sadržaja (podataka) između domaćina. Čvorove čija je primarna namjena da ostvaruju prijenos podataka u mreži, možemo nazvati prijenosnim čvorovima, ili kraće prijenosnicima. Postoji više vrsta prijenosa i prijenosnika; čvorovi te vrste imaju posebne nazive koji zavise od funkcija koje obavljaju; o tome će biti više riječi u nastavku. Na slici 1.2 dan je prikaz osnovne strukture jednog mrežnog sustava koji sadrži spomenute vrste čvorova.

Dijeljenje resursa

U računalnim mrežama odvija se velik broj komunikacija istodobno. Da bi to bilo moguće, elementi računalne mreže trebaju podržavati (opsluživati) velik broj komunikacija istodobno (ili paralelno). U tom kontekstu govori se o dijeljenju resursa, čime se mislim na dijeljenje kapaciteta elemenata koji tvore računalnu mrežu. Dakle, više procesa i tokova podataka dijeli kapacitete istih elemenata mrežnog sustava, odnosno odvija se preko istih elemenata toga sustava istodobno ili paralelno.

Multipleksiranjem se općenito naziva način rada kada jedna brza jedinica opslužuje više sporijih jedinica. Taj naziv zvuči nezgrapno i koristi se neprecizno, ali je prilično raširen pa ćemo ga ovdje koristiti. Slika 1.5 ilustrira na koji način prijenosnici P1 i P2 multipleksiranjem podržavaju više komunikacija istodobno, koje se odvijaju preko jedne fizičke veze. Za vezu između tih dvaju prijenosnika može se isto reći da radi na multipleksan način jer prenosi sadržaje više komunikacija istodobno.

Slojevi i protokoli

Strukturu čvorova koji tvore računalnu mrežu obično se opisuje pod naslovom "arhitektura računalne mreže"; bolji naslov mogao bi biti arhitektura (ili struktura) mrežnih čvorova. Međutim, može se reći da arhitektura (struktura) čvorova koji tvore računalnu mrežu ujedno tvori arhitekturu računalne mreže. Ili obrnuto: strukturne osobine računalne mreže određuju strukturu njenih čvorova. Drugim riječima, elementi koji definiraju način rada neke računalne mreže ujedno određuju koje elemente (svojstva, funkcije) trebaju sadržavati čvorovi te mreže.

Složene sustave obično se dijeli na podsustave, jer se time olakšava njihovo oblikovanje i razvoj, kao i kasnije mijenjanje i održavanje. Kod računalnih mreža, čvorove (kao sustave) obično se opisuje u terminima slojeva i protokola. Načelno govoreći, svaki sloj možemo smatrati jednim podsustavom mrežnog čvora, koji ostvaruje jedan određeni skup operacija. Protokol je precizan opis jednog entiteta (elementa); jedan sloj može sadržavati više takvih entiteta, ali ponekad sadrži samo jedan entitet (i naziva se prema tom entitetu). Protokolom se naziva i realizacija onog entiteta koji je tim protokolom opisan. Naprimjer, kod mreže Internet, IP (Internet Protokol) je opis jednog elementa te mreže; ali tako se naziva i softver koji realizira element koji je opisan tim protokolom. Radi razlikovanja tih dviju stvari, opis entiteta naziva se specifikacijom protokola, a realizacija tog opisa (to jest, element mreže) naziva se protokolom. Međutim, u praksi se često koristi pojam protokol za obje stvari, uzimajući pritom da se zna (iz konteksta) da li je riječ o opisu elementa ili o elementu. Protokoli mogu biti realizirani softverski ili hardverski; protokoli nižih slojeva često se realiziraju hardverski, dok se protokoli viših slojeva realiziraju softverski.

Kod dijeljenja složenih sustava na podsustave (ili slojeve) uvijek se postavlja pitanje na koliko podsustava podijeliti dani sustav. Jer sustav se može promatrati (opisati) na razne načine, pri čemu se sustav kao jednu cjelinu može dijeliti na više ili manje podsustava (slojeva). Računalna mreža, odnosno njeni čvorovi na kojima rade razni serveri (aplikacije, usluge, servisi), ima barem dva sloja, i to aplikacijski sloj i fizički sloj (hardver). Struktura i način rada računalne mreže ukazuju da bi tome trebalo dodati još barem dva sloja, kako je to učinjeno na slici 1.7.

SLIKA 2

Arhitektura Interneta

Računalna mreža Internet nastala je 1983. godine iz prvotne računalne mreže ARPANET čiji je razvoj počeo 1969. godine. Početak rada na razvoju računalne mreže financirala je agencija Advanced Research Projects Agency (ARPA), prema kojoj je prva mreža dobila ime. ARPA je jedna od agencija Ministarstva obrane SADa, koja se bavi financiranjem raznih istraživačkih i razvojnih projekata koji su zanimljivi za Ministarstvo obrane. Agencije ne izvode poslove, nego ugovaraju poslove sa institucijama koje izvode poslove.

Rad na razvoju računalne mreže ARPANET (a time i Internet) započeo je prije nego što je bio definiran OSI model. Arhitektura Internet čvorova (a time i Internet mreže) razvijena je kroz praksu i u skladu sa konkretnim potrebama koje je nalagao razvoj računalne mreže koja funkcionira dobro. Arhitektura Internet čvorova obično se naziva TCP/IP arhitekturom, prema njenim glavnim protokolima, IP (Internet Protocol) i TCP (Transmission Control Protocol). Arhitektura (ili hijerarhijska struktura) Internet čvorova prikazana je na slici 1.13.

Kapacitet mreže i pouzdanost

Dva osnovna pojma koja se javljaju u govoru o performansama računalnih mreža su propusnost (throughput) i zadržavanje (latency, delay). Propusnost veze je broj bitova koje ta veza može prenijeti u jedinici vremena, pri čemu se kao jedinica vremena uzima jedna sekunda. Ako neka veza može prenijeti 10 milijuna bitova u sekundi, onda je njena propusnost 10 Mbps. Ovdje "M" znači "mega", a "p" znači "u" (ili "po"; per). Propusnosti veza stalno rastu; taj porast se u velikoj mjeri postiže smanjenjem vremenskog trajanja signala sa kojima se prenose bitovi. Slika 1.16 pokazuje na koji način se to postiže.

Čim kraće traje jedan signal (čim "uži" je njegov zapis), tim više signala može "stati" u jednu sekundu, a to praktički znači biti prenijeto u jednoj sekundi. Porast preciznosti tehnoloških elemenata omogućava generiranje i čitanje sve užih (kraćih) signala, a time i stalni porast propusnosti veza.

*Zadržavanje*

Zadržavanje neke veze je vrijeme koje je potrebno da signal (kao nositelj sadržaja) stigne s jednog kraja veze na drugi kraj. Kao i kod propusnosti, razlikujemo zadržavanje u pojedinačnim vezama (tipa točka-točka) između dvaju izravno vezanih čvorova, i zadržavanje u sastavljenim vezama (tipa s-kraja-na-kraj) koje prolaze kroz više čvorova. U prvom slučaju, zadržavanje se dade precizno odrediti, dok u drugom slučaju zadržavanje zavisi od više faktora koji se mijenjaju, tako da se i zadržavanje mijenja s vremenom. Kod sastavljenih veza zadržavanje bitno zavisi od stanja (opterećenosti) čvorova kroz koje te veze prolaze. Zadržavanje se mjeri u milisekundama (ili u sekundama). Naprimjer, minimalno vrijeme koje je potrebno signalu (električnom ili optičkom) da stigne sa istočne obale SAD na zapadnu, iznosi 24 milisekunde. Stvarno zadržavanje na tako dugom putu je veće, jer ako signal i ne prolazi kroz prijenosnike, potrebno je da prođe kroz veći broj obnavljača signala; obnavljači zamjenjuju signal koji pomalo gubi oblik na putu, sa novim signalom. Zato se obično uzima da zadržavanje na putu iznosi otprilike dvostruko (ili više) od vremena koje je teorijski potrebno signalu da stigne s jednog kraja veze na drugi.Prijenos podataka obično iziskuje dvosmjernu komunikaciju između čvorova pošiljatelja i primatelja; vrijeme koje je potrebno da signal stigne od pošiljatelja do primatelja i natrag, naziva se povratnim vremenom ili vremenom povratnog puta (round-trip time RTT). Kao i kod putovanja u jednom smjeru, obično se uzima da je stvarno vrijeme povratnog puta dvostruko veće od njegove teorijski minimalne vrijednosti. Takvo povećavanje očekivanog zadržavanja na vezama potrebno je zato jer signali na putu obično prolaze kroz razne naprave (prijenosnike i obnavljače signala), što izaziva njihova dodatna zadržavanja (procesiranja i čekanja), čime stvarno zadržavanje na nekoj vezi postaje znatno veće od onog zadržavanja koje slijedi iz same brzine širenja signala u danom nosiocu signala.