

1. Увод

Сваки од претходна три века у развоју људске цивилизације био је доминантан по некој од технологија. 18. век познат је као индустријска револуција, 19. век је век парних машина. У 20. веку кључна технологија је сакупљање, обрада и дистрибуција информација, доминантна је и инсталација у целом свету распрострањене телефонске мреже, затим проналазак радија и телевизије, појава и изузетно ширење рачунарске индустрије и лансирање комуникационих сателита.

Као последица брзог технолошког прогреса ове области рапидно се међусобно приближавају и разлике између сакупљања, преношења, смештања и обраде информација брзо нестају. Организације са хиљадама пословница распрострањених на широком географском подручју очекују да притиском на дугме могу да добију податке и са најудаљенијих локација. Будући да способност сакупљања, обраде и дистрибуције информација расте повећавају се захтеви за софистицираном обрадом информација.

Иако је рачунарска индустрија млада у поређењу са осталим индустријама развој и примена рачунара достигли су спектакуларни напредак у кратком времену. У време прве две декаде постојања рачунарски системи били су високоцентрализовани, обично у оквиру једне велике просторије. Средње компаније, по величини, или универзитети могли су имати један или два рачунара, док су велике институције могле имати неколико рачунара. Идеја да ће за двадесет година рачунари једнаке моћи бити мањи од поштанске марке и да ће се масовно производити изгледала је као научна фантастика.

Повезивања рачунара и комуникација имало је дубоког утицаја на начин како су рачунарски системи организовани. Концепт рачунског центра као собе са великим рачунаром, где су корисници доносили податке на обраду, сада је потпуно застарео. Стари модел једног рачунара који опслужује целокупну рачунарску обраду у оквиру организација замењен је системом у коме велики број просторно раздвојених а међусобно повезаних рачунара обавља посао. Овај систем назива се рачунарска мрежа.

Користићемо термин „рачунарска мрежа” који означава међусобно повезани скуп аутономних рачунара. За два рачунара каже се да су повезани уколико су у могућности да размењују информације. Комуникација не мора да буде преко бакарних жица: могу да се користите и оптичка влакна, микроталаси и комуникациони сателити. Захтевајући да рачунар буде аутономан издвајамо га из господар/слуга релације¹. Уколико неки рачунар укључује, искључује или њим управља други рачунар он није аутономан. Систем са једном управљачком целином и великим бројем „робова” није мрежа; није то ни рачунар са удаљеним штампачима и терминалима.

У литератури постоји конфузија између појма рачунарске мреже и појма дистрибуирани системи. Кључна разлика је у томе што за дистрибуирани систем постојање више аутономних рачунара није видљиво кориснику. Корисник може да откуца кома-

¹ Master/Slave

нду, да покрене програм и цео програм је покренут. Ствар је оперативног система да одабере најбољи процесор, пронађе и пренесе улазне програме ка том процесору и смести резултат на одговарајуће место.

Другим речима корисник није свестан да постоји више процесора. Цео систем изгледа као виртуелни једнопроцесорски систем. Функције као што су смештање извршних програма до процесора и датотека на дискове, померање датотека између места где су смештене и места на којима су потребне и све друге системске функције аутоматске су. Добро познат пример дистрибуираног система је *World Wide Web* у коме све изгледа као један документ¹.

У рачунарској мрежи корисник мора експлицитно да се пријави, експлицитно покрене удаљени програм, експлицитно помери датотеке и генерално сам води рачуна о управљању мрежом. Са дистрибуираним системом ништа не мора да буде експлицитно урађено, систем све уради сам, без увида корисника.

Дистрибуирани систем је софтверски систем направљен на врху мреже. Софтвер даје висок степен кохезије и транспарентности. Тако граница између рачунарске мреже и дистрибуираног система лежи у софтверу (оперативном систему) а не у хардверу. У сваком случају, постоји значајно преклапање између ова два појма. На пример и дистрибуирани системи и рачунарске мреже захтевају померање датотека. Разлика лежи у томе ко захтева пренос, систем или корисник.

1.1 Коришћење рачунарских мрежа

Анализираћемо питање зашто су људи заинтересовани за рачунарске мреже и за шта се оне могу користити.

Дељење ресурса

Циљ је омогућити сваком у мрежи, независно од физичке локације ресурса и корисника, доступ свим програмима, опреми и подацима. То значи да ако је корисник удаљен 1000km од података, то га неће спречити да користи податке као да су локални.

Висока поузданост

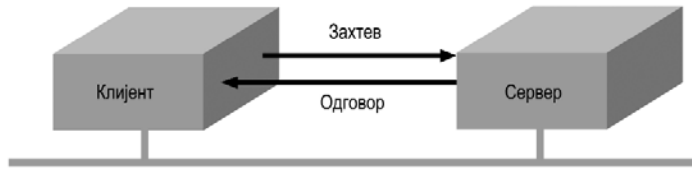
Сви програми могу да буду ископирани на више рачунара, тако да уколико један од њих није доступан (као последица хардверског проблема) могу се користити остале копије. Практично, присуство више централних процесорских јединица² значи да уколико једна откаже друга може да преузме посао, иако са мањим перформансама.

Уштеде

Мали рачунари имају бољи однос цена/карактеристике. То доводи до тога да многи пројектанти бирају системе који се састоје од персоналних рачунара, по један за сваког корисника, и са подацима који се чувају на једној или више централних машина, сервера. У овом моделу корисник се зове клијент а комплетна организација назива се клијент-сервер модел (илустровано је сликом 1.1).

¹ Web page

² CPU - Central Processing Unit



Слика 1.1 Клијент-сервер модел

У клијент-сервер моделу комуникација се генерално одвија у форми упита који клијент шаље серверу да он уради (изврши) неки посао за њега. По обављеном послу сервер шаље одговор натраг. Обично постоји велики број клијената који користе мали број сервера.

Још један циљ мреже је надоградивост, тј. способност да се побољшају перформансе система постепено, како се повећава обим посла, додавањем још процесора. У централизованом систему када се систем попуни он се мора заменити већим, који је обично скупљи и захтева промену у начину рада корисника. У клијент-сервер моделу могу се додати и нови клијенти и нови сервери. Коришћењем рачунарске мреже могуће је да два корисника раде на истом документу, прате измене тренутно¹, а да су географски дислоцирани. Један од разлога који је допринео да од 1980. године нагло порасте умрежавање рачунара је чињеница да рачунари који нису међусобно повезани немају никаквог смисла. Више међусобно повезаних (умрежених) рачунара чине рачунарску мрежу.

Јавне рачунарске мреже

Од 1990. године рачунарске мреже почеле су да пружају сервисе приватним лицима код њихових кућа. Навешћемо четири најважнија:

- приступ удаљеним информацијама,
- личност-личност комуникација,
- интерактивна забава,
- електронска трговина.

Приступ удаљеним информацијама је у различитим формама. Једна од често коришћених је приступ информационим системима као што је WWW, који садржи разноврсне информације (уметност, послови, кување, здравство, историја, наука, спорт, путовања ...).

Новине су доступне према потреби². Други вид је дигитална библиотека (магазини, часописи). Многе професионалне организације као што је ACM³ и IEEE⁴ *Computer Society* имају своје дигиталне библиотеке са часописима и зборницима радова са конференција којима се може приступити преко Интернета. У зависности од цене и величине може се десити да штампане књиге постану застареле.

Следећа широка категорија је комуникација личност-личност, практично одговор 21. века на телефон 19. века. Електронску пошту⁵, која може да садржи и звук и слику,

¹ On-line

² On-line

³ Association for Computing Machinery, www.acm.org

⁴ Institute of Electrical and Electronics Engineers, www.ieee.org, www.computer.org

⁵ E-mail

користе милиони људи. Електронска пошта у реалном времену омогућила је удаљеним корисницима да комуницирају без кашњења, уз могућност да се и виде и чују. Могу се одржати и виртуелни састанци између просторно удаљених људи (тзв. видеоконференција). Може се рећи да су транспорт и комуникације у међусобној трци.

Трећа категорија је забава којој се придаје значајна пажња. Поменућемо видео пожељи: ускоро ће бити могуће одабрати било који филм, било када снимљен, у било којој земљи и имати га тренутно на свом екрану.

Термин електронска трговина има широко значење. Куповина „од куће“ је веома популарна и омогућава корисницима да прегледају електронске каталоге великог броја произвођача.

Све значајније је и приступ финансијским институцијама. Многи људи плаћају рачуне и електронски управљају својим банковним рачунима.

Рачунарске мреже од велике су важности људима који су географски удаљени од великих градова дајући им приступ услугама какав имају људи који живе у самом центру великог града. На пример:

- даљинско образовање (телеучење) може значајно да утиче на образовање,
- телемедицина (удаљено праћење пацијената) је у све већем развоју.

Укратко, способност стапања информација, комуникација и забаве резултовала је у новој, масовној индустрији заснованој на рачунарском умрежавању.

Мобилни корисници

Преносиви рачунари и PDA¹ системи део су рачунарске индустрије који се најбрже развија. Да би ови уређаји комуницирали међусобно а и са стационарним рачунарима потребне су бежичне рачунарске мреже. Бежичне мреже се користе за телефонске разговоре, електронску пошту, претраживање Интернета и приступ удаљеним датотекама. Користе их различите службе: таксисти, комуналне службе, војска. Бежичне технологије све су распрострањеније и бројне апликације их све више користе.

1.3 Класификација рачунарских мрежа

Генерално посматрано постоје два типа технологије преноса:

- од једног ка свима² (дифузно),
- од једног ка једном³ (тачка-тачка).

Рачунарске мреже које користе технологију „један ка свима“ имају један комуникациони канал који деле сви рачунари на мрежи. Кратку поруку (тзв. пакет) коју шаље било који рачунар примају сви остали. Адреса у адресном пољу специфицира коме је упућен пакет. После пријема пакета рачунар проверава адресно поље. Уколико је њему намењен, обрађује га, уколико није игнорише га.

С друге стране, рачунарске мреже које користе технологију „тачка-тачка“ обезбеђују много веза појединих парова рачунара. Да би прешао од извора до одређеног пакета мора да пређе један или више међурачунара.

¹ *Personal Digital Assistant* - лични дигитални асистент.

² *Broadcast*

³ *Point to point*

Удаљеност	Смештени на (у) истом (ој)	Примери
1 m	Делу просторије	Личне мреже
10 m	Просторији	Локалне рачунарске мреже
100 m	Згради	
1 km	Блоку зграда	
10 km	Граду	Мреже градског подручја
100 km	Држави	Мреже ширег подручја
1000 km	Континенту	
10 000 km	Планети	Интернет

Табела 1.1 Класификација међусобно повезаних рачунара (или делова) по величини

Један од начина класификације рачунарских мрежа је по њиховој величини. У табели 1.1 дата је класификација рачунарских мрежа поређаних по њиховој величини. На почетку табеле су мреже¹ које користи једна особа (личне мреже). На пример бежичне мреже² које повезују рачунар са мишем, тастатуром и штампачем су личне мреже. Иза њих су рачунарске мреже, рачунари који комуницирају разменом порука преко дужих каблова или бежичних система. Тако се мреже могу поделити на:

- личне мреже PAN³,
- локалне рачунарске мреже LAN⁴,
- рачунарске мреже градског подручја MAN⁵ и
- рачунарске мреже ширег подручја WAN⁶.

На крају веза две или више рачунарских мрежа назива се рачунарска мрежа међусобно повезаних мрежа⁷. Почетком 90-тих година констатовано је да постојање међусобно неповезаних мрежа нема никаквог смисла. Више мрежа које користе исти скуп протокола међусобно је повезано⁸ и названо Интернет. То је најпознатији пример мреже међусобно повезаних рачунарских мрежа.

Локалне рачунарске мреже

Локалне рачунарске мреже су типа један ка свима и имају следеће карактеристике:

- податке које шаље једна станица прима више станица, често и све станице мреже,
- станице деле заједнички трансмисиони медијум и због тога су потребне технике за приступ заједничком трансмисионом медијуму.

¹ Термин рачунарска мрежа (*computer network*) користи се за системе у којима су међусобно повезани рачунари. Све је чешћа појава међусобно повезивања: рачунара, мобилних телефона, уређаја у домаћинству, алармних система, тако да је термин који се за све може употребити комуникациона мрежа, односно мрежа (*network*).

² *Wireless Network*

³ *Personal Area Network*

⁴ *Local Area Network*

⁵ *Metropolitan Area Network*

⁶ *Wide Area Network*

⁷ *Internetworking*

⁸ *Internetwork*

Локалне рачунарске мреже (LAN) су приватне мреже у оквиру једне зграде, блока зграда (кампуса) или у окружењу од пар километара раздаљине. Користе се за повезивање персоналних рачунара и радних станица у институцијама и омогућују дељење ресурса (нпр. штампача), размену података итд. Локалне рачунарске мреже разликују се међусобно по:

- величини,
- технологији (начину) преноса,
- топологији (начину физичке повезаности).

Рачунарске мреже градских подручја

Рачунарске мреже градских подручја (MAN) као што и само име указује обухватају подручје једног града. Најпознатији пример ове врсте је мрежа кабловске телевизије. Настала је као замена градског система антена, у коме је ваздушни пријем био лошег квалитета. Велике антене постављане су на неком од најближих узвишења, а одатле сигнали су се кабловским везама преносили до корисника.

Када је Интернет почео масовно да се користи кабловски ТВ оператери су закључили да би и они могли да обезбеде двосмерни приступ Интернету са изменама у свом систему у делу спектра који се не користи. Од тог тренутка кабловски ТВ дистрибутивни системи постају и рачунарске мреже градских подручја.

Рачунарске мреже ширих подручја

Рачунарске мреже ширих подручја (WAN) обухватају: шира градска подручја, једну државу или континент. Садрже скуп рачунара (крајњих станица) који су међусобно повезани комуникационим мрежама¹. Комуникациона мрежа се састоји од преносних (трансмисионих) линија и уређаја за преусмеравање (комутационих елемената) као што су различите врсте комутатора и рутера.

Данашње комуникационе мреже изузетно су сложени системи са линијама за пренос великог капацитета и уређајима за преусмеравања са имплементираним сложеним алгоритмима.

Бежичне рачунарске мреже

Бежичне рачунарске мреже нису нова идеја. Италијански физичар Маркони² 1901. године приказао је бежичну везу користећи Морзеоов код. Савремени бежични системи знатно су сложенији али је основна идеја остала иста. Бежичне мреже могу се на једноставан начин систематизовати у три категорије:

- међусобно повезивање делова рачунарских система,
- бежичне локалне рачунарске мреже,
- бежичне мреже ширег подручја.

Међусобно повезивање делова рачунарских система може се реализовати помоћу радио-таласа. Група компанија развила је бежичну мрежу Bluetooth. Поред тастатуре, миша, монитора, штампача могуће је повезати и дигиталне камере, слушалице, скенере и друге уређаје.

¹ У 2. глави биће детаљније анализиране комуникационе мреже.

² *Guglielmo Marconi*

Следећа категорија јесу бежичне локалне рачунарске мреже. То су системи код којих сваки рачунар има радио-модем и антену преко које може да комуницира са другим рачунарима или уређајима у рачунарској мрежи. Доста се пажње поклања стандардизацији оваквих система¹.

Трећу категорију представљају бежичне мреже које се користе у ширим географским подручјима, односно на већим растојањима. Пример су ћелијски (мобилни) телефонски системи који припадају групи ускопојасних бежичних система. До сада су развијене три генерације ових система. Прва генерација су аналогни системи (само за пренос говора). Друга генерација су дигитални системи али претежно намењени за пренос говора. Трећа генерација су дигитални системи који су предвиђени и за пренос говора и за пренос података. Растојања између базне станице и рачунара или телефона може да буде и неколико километара.

Поред описаних ускопојасних система мањих брзина² све се више ради на развоју широкопојасних бежичних рачунарских мрежа³. Пажња је усмерена на бежични приступ Интернету великом брзином за резиденцијалне (кућне) и пословне кориснике. Ови системи заобилазе телефонску мрежу и загушења која због великог саобраћаја у њој постоје.

1.5 Стандарди

Процес стандардизације важан је за све оне који учествују у свету комуникација. Без стандарда пренос података био би скоро немогућ. Специфична решења једног произвођача била би ексклузивна за пренос кроз комуникационе системе без могућности подржавања уређаја другог произвођача. Стандард омогућава да више произвођача нуде производе који могу ефикасно заједно да раде. Корисници добијају системе који имају унапред дефинисане карактеристике и могу успешно да раде једни са другима. Стандарди имају велики утицај на економију. Производи који су стандардизовани масовно се производе, тиме се снижава њихова цена и то их чини економски прихватљивим.

Постоје две категорије стандарда:

- *de facto* (латински - на основу чињеница) су стандарди који се једноставно појаве, без икаквог плана. IBM персонални рачунар и његови следбеници су *de facto* стандард за рачунаре који се користе за послове мањег обима,
- *de jure* (латински - по закону) су легални стандарди које су прописале организације за стандардизацију.

Интернационалне организације за стандарде деле се у две групе: оне које су основане међудржавним уговором и друге, добровољне, које не обавезују своје чланове да донете стандарде примењују.

У табели 1.2 дат је списак организација које се баве стандардизацијом.

¹ Серија стандарда IEEE 802.11. Биће детаљније описано у 13. глави.

² *Rate*. Јединица је бит у секунди (b/s). Користи се и термин проток.

³ Серија стандарда IEEE 802.16. Биће детаљније описано у 13. глави.

1. Увод

Име организације	Ознака	Карактер	Допринос/област
<i>International Organization for Standardization</i>	ISO	Интернационална/ добровољна	OSI слојевити модел
<i>Comite Consultif International Telegraphique et Telephonique</i>	CCITT (више не постоји)	Интернационална/ на основу повеље Уједињених нација.	Телекомуникациони стандарди
<i>International Telecommunications Union</i>	ITU-T	Интернационална/ на основу повеље Уједињених нација	Матична организација наследник CCITT-а
<i>American National Standards Institute</i>	ANSI	Представник владе САД у ISO	Стандарди у информационим технологијама
<i>Institut of Electrical and Electronics Engineers</i>	IEEE	Професионална организација	Стандарди у локалним рачунарским мрежама
<i>Internet Engineering Task Force</i>	IETF	Интернационална / отворена	Протоколи и други стандарди везани за Интернет
<i>International Architecture Board</i>	IAB	Интернационална / отворена	Надгледа стандарде које је развила IETF
<i>Request for Comments</i>	RFC	Технички извештаји	Доступна свима
<i>International Industrial Association</i>	EIA	Организација трговаца	Стандарди везани за електричне сигнале, ожичавање
<i>European Telecommunication Standard Institute</i>	ETSI	Европски институт	Стандарди у телекомуникацијама
<i>Third Generation Partnership Project</i>	3GPP	Организација произвођача	Стандарди у целуларним и мобилним системима треће генерације
<i>Federal Communications Commission</i>	FCC	Федерални комитет за комуникације САД-а	Регулаторно тело
<i>Wireless Fidelity Alliance</i>	Wi Fi Alliance	Организација произвођача	Издаје WiFi сертификат о усаглашености са стандардима серије IEEE 802.11
<i>Worldwide Interoperability for Microwave Access Forum</i>	Wi Max ¹ Forum	Организација произвођача	Издаје WiFi сертификат о усаглашености са стандардима серије IEEE 802.16
<i>Bluetooth Special Interest Group</i>	Bluetooth SIG	Организација произвођача	Издаје Bluetooth сертификат
<i>Internet Society</i>	ISOC	Професионална организација	Подршка расту и развоју Интернета

Табела 1.2 Организације које се баве стандардизацијом

¹ WiMax није технологија већ сертификат (потврда) да је опрема прошла тестирање о усаглашености и могућности међусобног рада, а у складу са скупом стандарда IEEE802.16.