

1. OSNOVNI POJMOVI INFORMATIKE

1.1. NEKE DEFINICIJE NAUKE

1.2. KARAKTERISTIKE NAUKE

1.3. KLASIFIKACIJA NAUKE

1.4. KIBERNETIKA

1.5. AUTOMATSKA OBRADA PODATAKA

1.6. DEFINICIJE INFORMATIKE

1.1. NEKE DEFINICIJE NAUKE

Nauka je jedna od čovjekovih djelatnosti koju su u prošlosti, a i danas, razni autori nastojali definisati. Mišljenje je da prikladna definicija nauke mora biti dovoljno široka da obuhvati sve njene aspekte, a dovoljno kruta da isključi sve što je nenaučno u mišljenju, znanju, iskustvu i postupku. U svojoj knjizi "Metodologija znanstveno istraživačkog rada", M. Žugaj citira navode P. Freedmana, pa kaže: "Nauka je oblik ljudske aktivnosti pomoću koje čovječanstvo stječe sve veće i tačnije znanje i razumijevanje prirode, njene prošlosti, sadašnjosti i budućnosti, kao i sve veću sposobnost da se prilagodi svojoj okolini i da je mijenja, a isto tako da mijenja svoje vlastite karakteristike" (M. Žugaj, 1997, str. 8-12). U knjizi autor citira više naučnika navodeći još nekoliko definicija nauke. Evo nekih:

- Nauka je sistematizirana i argumentirana suma znanja u određenom historijskom razdoblju o objektivnoj stvarnosti do koje se došlo svjesnom primjenom određenih metoda istraživanja.
- Nauka je način spoznavanja.
- Nauka je organizirano znanje.
- Nauka je zajedničko, koherentno, organizirano i sistematizirano znanje ljudskog roda.
- Nauka je saznanje o činjenicama, pojavama, zakonima i njihovim vjerovatnim uzrocima, a stečeno je i povjereno egzaktnim posmatranjem, organiziranim eksperimentom i pravilnim razmišljanjem.
- Izraz nauka označava složen skup činjenica i hipoteza u kojima se teoretski element obično može dokazati i u tom smislu uključuje nauke koje se bave društvenim činjenicama i pojavama.

“Nauka je cjelokupnost argumentovanih provjerenih znanja o objektivnoj stvarnosti, njezinoj prošlosti, sadašnjosti i budućnosti. Nije to zbir nekakvih vječitih i neprikosnovanih istina, već zbir istraženih i sistematiziranih spoznaja koje odgovaraju određenom stepenu društvenog razvoja i prethodno ostvarenim naučnim dostignućima. Stoga se nauka neprekidno mijenja i razvija te tako upošljava sve veći krug pripadnika društva i postaje vodećom snagom društvenog života i napretka” (A. Dragičević, 1991, str. 921).

1.2. KARAKTERISTIKE NAUKE

Karakteristike razvoja nauke su: jedinstvenost nauke; svjestan kolektivizam rada naučnika (grupni, timski rad); zakon ubrzanog razvoja nauke; sličnost u etapama razvoja nauke, dinamički karakter nauke i diferencijaciju i integraciju nauke. Kao karakteristike nauke navode se:

- **Društveni karakter nauke.** Ona služi interesima cijelog društva i napretka čovječanstva.
- **Jedinstvo naučne teorije i prakse.** Svako znanje iz prakse raste i u praksi se provjerava. „Ništa nije tako praktično kao dobra teorija“ (I. Kant).
- **Kreativnost nauke (stvaralaštvo).** Za kreativnost nauke potrebna je jedna kritična veličina inteligencije. Ta veličina prikazana je koeficijentom inteligencije $QI=120-130$. Povećanje inteligencije preko ove veličine ne garantuje odgovarajuće povećanje kreativnosti.
- **Naučno istraživanje i primjena naučne metode.** Za naučno istraživanje je karakteristično da ima naučnu svrhu, ciljeve i zadatke te da se koristi naučnom metodom. Nauka se od svih drugih oblika društvene svijesti najviše razlikuje upravo metodom.
- **Internacionalnost nauka.** Ona je općeljudska i internacionalna po društvenoj ulozi, predmetu i metodama istraživanja, po unutarnjim zakonima razvoja i po svrsi, ciljevima i zadacima. Duboka internacionalnost nauke ogleda se i u dosljednoj borbi za plodotvornu međunarodnu saradnju. Nauka se ne može svesti u nacionalne okvire. Naučno djelo ne može biti vlasništvo jednog grada, regije ili jednog naroda. „Nauka nema domovine, ali je naučnik ima“.

Iz pojma nauke neminovno proističe i pojam znanja. Prema A. Dragičeviću, znanje je "... sveukupnost stečenih spoznaja o prirodi, društvu, istoriji i čovjeku. Stiče se odgojem i obrazovanjem, upoznavanjem i iskustvom, izmjenom misli i izučavanjem. Stalno se proširuje i mijenja usporedo s razvojem čovjeka i sredine kojoj pripada. Posebnu važnost ima u novije vrijeme, te se sve više pojavljuje i ističe kao vodeći faktor proizvodnje - prvenstveno ukoliko proističe iz aktualne naučno-tehničke revolucije i djeluje kao organizirano znanje”.

1.3. KLASIFIKACIJA NAUKE

M. Žugaj (1997) kaže da se nauke "... danas najčešće klasificiraju po predmetu koji proučavaju, ili po metodama kojim se služe, ili po svrsi ili po cilju prema kojem se usmjeravaju" (Žugaj, 1997, str. 16). To bi se trebalo utvrditi Pravilnikom o utvrđivanju naučnih područja, gdje se utvrđuju naučna područja, naučna polja unutar naučnih područja, te naučne grane unutar naučnih polja, s pripadajućim klasifikacijskim oznakama.

Danas kod nas imamo ova naučna područja:

- **prirodne nauke**
- **biomedicina i zdravstvo**
- **biotehničke nauke**
- **društvene nauke**
- **humanističke nauke**

1.4. KIBERNETIKA

1948. godine, na Univerzitetu Masačusets, nastalo je poznato djelo "Kibernetika", profesora Norberta Wienera, kada je i nastala kibernetika kao naučna disciplina u današnjem smislu. Pojam "kibernetika" nastao je od grčke riječi "kibernautes", što znači vođa mornara, odnosno kormilar. Kao termin u nauci spominje se već u Platona (427.-347. g. p.n.e.), kao znanje o upravljanju društvom.

Primjena kibernetike nije mimoišla ni jedno područje nauke. Malo je pojmova toliko upotrebljivanih, a čije se značenje tako često definiše na različit način. Postoji na desetine različitih definicija pojma kibernetika, pa se zato i javlja velik broj neusaglašenih stavova u pogledu definicije pojma kibernetika.

Za naše je potrebe adekvatna i prihvatljiva definicija koju je dao Norbert Wiener, a koja kaže da je:

Kibernetika teorija komunikacije i postupaka upravljanja i regulisanja kod mašina i živih organizama. Jedna od popularnijih definicija jest i ta da je kibernetika nauka koja se bavi izučavanjem općih zakonitosti upravljanja dinamičkim sistemima i tvorevinama u prirodi, tehnici i društvu.

Pitanje podjele kibernetike nije precizno definisano. U našim razmatranjima zadovoljit ćemo se podjelom na teorijsku, tehničku i primijenjenu kibernetiku. Predmet našeg razmatranja je samo primijenjena kibernetika, čije se područje dijeli na bioniku i informatiku, ali se može dijeliti i prema

djelatnosti u kojoj se primjenjuje: medicinska, ekonomska, vojna, kriminalistička, svemirska itd. Bionika je kao pojam nastala kombinacijom riječi biologija i elektronika, a obuhvaća onaj dio kibernetike koji se bavi istraživanjem živih sistema, kao i njihovim modeliranjem. Medicinska kibernetika je npr. grana bionike.

1.5. AUTOMATSKA OBRADA PODATAKA

Automatska obrada podataka može se definisati kao manipulisanje i obrada podataka od izvora do krajnjeg proizvoda, upotrebom mehaničkih ili elektronskih mašina, uz minimalnu intervenciju čovjeka.

1.5.1. KOMPONENTE SISTEMA ZA OBRADU PODATAKA

U načelu, osnovne komponente sistema za obradu podataka su oprema i programi namijenjeni toj opremi (*hardware* i *software*). Međutim, za efikasan rad potrebni su i:

- obučeni ljudi za rad na sistemu (*lifeware*),
- organizacijske metode (*orgware*),
- povezanost sistema (*netware*) i
- organizovana baza podataka (*dataware*).

Sistem za obradu podataka nazivamo i informacionim sistemom, čiju strukturu čine *lifeware*, *orgware*, *netware* i *dataware*.

1.5.1.1. Podaci i informacije

Riječ "informacija" potiče od latinske riječi "informare" = obavijestiti.

Informacija kao pojam poznata je još od najstarijih vremena. Aristotel, u staroj Grčkoj, govori o informacijama i njihovom prenošenju. I u srednjem vijeku mnogi napredni ljudi, uglavnom filozofi, proučavaju informaciju i njene osnovne karakteristike.

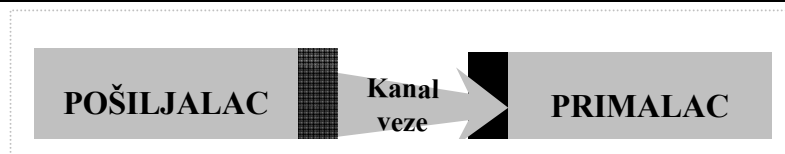
Tokom XX vijeka pojam informacije i teorije vezane za ovaj pojam se intenzivnije proučavaju. Pojavljuju se razne definicije informacije koje uglavnom daju filozofi ovog vremena. Jedna od najčešće korištenih definicija, koja ima i značajnu širinu u pogledu njene primjene, a dao ju je ruski filozof Ursul, glasi:

"Informacija predstavlja preslikavanje stanja jednog subjekta u stanje drugog subjekta. Pri tome ovo preslikavanje na drugi subjekat ne mora da bude istovjetno kod svih subjekata."

Iz ove definicije pojma informacije, vidi se da je ona vezana za proces prenošenja, odnosno komuniciranja među subjektima. Pri tome subjekat u procesu komuniciranja može da bude čovjek, mašina, knjiga itd. U ovom procesu stvara se veza između subjekata koji komuniciraju. Ta veza može da bude putem govora, muzike, pisma, slika, odnosno velikog broja ljudskih aktivnosti.

Osnovne komponente jednog komunikacijskog procesa su:

1. informacioni izvor (*pošiljalac*) – koji šalje informacije,
2. prijemnik (*primalac*) – koji prima informacije i
3. kanal veze – preko koga se informacije prenose.



Slika: 1.1. Pojednostavljeni proces komuniciranja

Jedna izdvojena komunikaciona veza, kao na slici 1.1, može da pripada jednom od slijedeća dva tipa:

1. kooperativna ili dvosmjerna komunikaciona veza i
2. nekooperativna ili jednosmjerna komunikaciona veza.

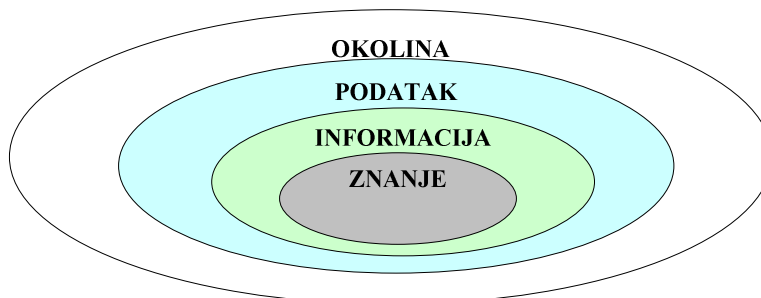
U svakodnevnom govoru koristi se još jedan pojam koji je vezan za informaciju. To je pojam podataka. Pojmovi podatak i informacija su ključni u domenu obrade informacija.

Potrebno je ipak praviti određenu razliku između podatka i informacije.

Podatkom se u općem slučaju može smatrati određeni zapis o nekom događaju, pojavi, ili karakteristici iz okoline koju nazivamo objektivna stvarnost.

Podatak u trenutku kada je generisan, odnosno zapisan, ne mora da ima uticaja na ponašanje budućeg korisnika. Tek kada se podatak koristi, za donošenje određenih odluka s ciljem rješavanja nekog problema, onda on prerasta u informaciju. Na primjer, ljeakarski nalaz je skup podataka koji postaju informacije kada dođu do ljeakara koji ih može interpretirati i donijeti odgovarajuće odluke o načinu liječenja pacijenta potrebnim lijekovima, eventualnoj operaciji i slično. Može se kazati i da se informacija sastoji od elemenata koje nazivamo podacima, te da obradom podataka dolazimo do željene informacije.

Podaci u suštini postaju informacije tek onda kada spoznamo njihov smisao, kada nam povećaju znanje i pomažu u rješavanju naših problema. Podatke je moguće prikupljati, obrađivati, čuvati i mijenjati način njihovog zapisivanja. Oni imaju i određena svojstva: preciznost, vrijeme trajanja, kvalitet i slično. Očito je da su pojmovi podatak, informacija i znanje povezani i da daju određenu sliku okoline. Taj odnos može se predstaviti šematski kao na slici 1.2.



Slika: 1.2. Prikaz odnosa okolina-podatak-informacija-znanje

Sa slike 1.2 je jasno da se često pojavljuje potreba da se određeni događaji, koji se zbivaju u okolini, moraju na neki način registrovati u obliku skupa podataka. U suprotnom, došlo bi do njihovog gubitka. Ovako uočeni podaci mogu se odmah koristiti i tada predstavljaju informacije. Međutim, ovakav podatak se i ne mora odmah koristiti, nego se može čuvati na pogodnom mediju. To može da bude papir, ali za velike količine podataka koje se registruju u današnje vrijeme, sve je pogodniji računar. To se naročito odnosi na slučajeve kada ove podatke treba obraditi i prezentirati ih u preglednijem obliku. Obradivanje velikih količina podataka za čovjeka je vrlo zamoran i dugotrajan posao. Savremeni računari to rade veoma brzo i bez grešaka.

Ukoliko se podatak, registrovan na nekom mediju, ne koristi i ako nema nikakvih šansi da se ikad iskoristi, on prestaje da bude podatak.

1.6. DEFINICIJE INFORMATIKE

Informatika (lat. informare - dati oblik, predočiti, obavijestiti), nauka o informacijama, njihovom oblikovanju, prenošenju, registrovanju, obrađivanju i korištenju. Razvila se primjenom tehničkih sredstava za obradu podataka, a posebno kompjutora. Prema tome, može se reći da je informatika naučna disciplina koja istražuje sistem, funkcije, oblikovanje i rad informacionih sistema pomoću kompjutora. Izraz informatika uglavnom se koristi u Evropi (npr franc. information i automatique). U SAD su u upotrebi izrazi Information Science, u smislu dokumentacijskih, bibliotekarskih i drugih obrada i korištenja informacija, i Computer Science,

u smislu primjene elektronskih kompjutora za rješavanje numeričkih problema. N. Liplijn (1993) ističe ove definicije informatike:

“Informatika je nauka ili tehnologija koja se bavi informacijama u kompjutorskim sistemima; pojam se upotrebljava uglavnom u kontinentalnoj Europi“ (Dictionary of Computing, Data Communications, Hardware and Software Basics);

➤ „Informatika je nauka prikupljanja, memorisanja, obrade i prikazivanja informacija; to je prevod francuske riječi *informatique*, orjentisane na obradu podataka“ (MacMillan Dictionary of Information Technology);

➤ „Informatika je nauka o informacijama, njihovom oblikovanju, prenošenju, registrovanju, obrađivanju i korištenju, koja se razvila s primjenom tehničkih sredstava za obradu podataka, a posebno kompjutera; pojam informatika nastao je spajanjem riječi *informacija* i *automatika* i uglavnom se više udomaćio u Evropi.

➤ “Riječ “informatika” upotrebljava se više ili manje kao sinonim za pojam “informatička tehnologija” (Webster's New World Dictionary of Computer Terms)”.

“Pravodobno, sistemski i kontinuirano informiranje pretpostavka je svakog uspješnog društvenog djelovanja i pogotovo modernog privređivanja. Ono postaje posebna djelatnost sve šireg kruga ljudi koji u toj oblasti obavljaju poslove organizatora, analitičara, programera, operatera itd, zajednički se nazivaju informatičari. Njihova organizovana djelatnost u radnim kolektivima i društvenim zajednicama, skupa s materijalnim i drugim sredstvima koja su za to potrebna, predstavljaju određeni informacijski sistem” (A. Dragičević, 1991).

1.6.1. INFORMATIKA KAO PRIVREDNA GRANA

Informatika kao privredna grana privlači pažnju od 1976. godine, kada je Marc Porat na to skrenuo pažnju u pionirskom radu *The Information Economy* (Informatička ekonomija), suprotstavljajući ustaljenoj tročlanoj podjeli privrednih sektora (poljoprivreda, industrija, usluge) novu četveročlanu podjelu sektora: poljoprivreda, industrija, usluge, informatika. U informatički privredni sektor ulaze sirovine (data), oprema (kompjuter), osnovne kvalifikacije (korištenje opreme) i krajnji proizvod (informacija). U širem smislu informatički sektor obuhvata: obrazovanje, komunikacije, štampu, kinematografiju, radno mjesto, proizvodnju opreme i potrošnju materijala (hardver), industriju sirovina i komponenata za proizvodnju opreme i potrošnog materijala, izradu softvera. Informatika kao poseban sektor društvenog djelovanja, ima mnoge posebne osobine, po kojima se razlikuje od drugih sektora privrede. Najvažnije su:

- sektor je proizvodnje s najvećom stopom rasta;
- raspodjelom prikupljanja informacija zaokupljen je najvažnijim oblikom društvene podjele rada;
- sektor je djelovanja s najvećim vanjskim učincima;
- troškovi proizvodnje informacija ne ovise od mjesta njihova korišćenja i najvećim su dijelom to troškovi izazvani od strane primaoca;
- informacija kao resurs ne ulazi u tradicionalnu analizu proizvodne funkcije zbog kompleksnosti informacionih djelovanja;
- informatički sektor koristi najnapredniju (visoku) tehnologiju te prednjači u razvoju društvenih proizvodnih snaga;
- sektor raspolaže s najobrazovanimim i najkvalificiranijim društvenim kadrovima: naučnicima, istraživačima, informatičarima i drugim specijaliziranim stručnjacima;
- bilježi najviši stepen internacionalizacije privređivanja i drugog života te se utoliko brže razvija ukoliko je povezaniji s cjelinom svijeta;

1.6.2. OBILJEŽJA INFORMATIČKIH DOSTIGNUĆA

Pouzdanost se može reći da savremene informacione tehnologije otvaraju neograničene mogućnosti, kako u sferi prikupljanja, memorisanja i obrade informacija, tako i u sferi distribucije informacija uz mogućnost njihova pretraživanja i ažuriranja od strane šireg kruga subjekata – korisnika. Dvije inovacije koje su obilježile modernu civilizaciju i prethodna dva milenijuma su atomska energija i kompjuteri. U upotrebi se nalazi na hiljade najrazličitijih računara čija masovna primjena potvrđuje da je čovječanstvo zakoračilo u informatičku eru.

Minijaturizacija. Zahvaljujući virtuoznoj minijaturizaciji elektronskih elemenata, mikroprocesori su našli svoje mjesto kako u proizvodima široke potrošnje (digitalni satovi, džepni kalkulatori, videorekorderi i dr.), tako i tamo gdje trebaju povećati produktivnost rada u proizvodnji. Mikroelektronička tehnologija nalazi se gotovo u svim područjima ljudskog rada i poslovanja, a pojavljuje se kao produžetak njegova intelekta. No, kad god se govori o mikroelektroničkoj obradi informacija, odmah moramo imati na umu računar kao sredstvo za prikupljanje, obradu, memorisanje i distribuciju informacija.

Robotizacija. Kao posljedica mikrokompjutorizacije pojavile su se nove mašine - roboti a zatim i robotizacija koja upravo doživljava u svjetskim okvirima svoj izrazito buran razvoj. Prema japanskom industrijskom standardu JISB 0134 iz 1979. godine, robot se definiše "kao mehanički

sistem koji može izvoditi fleksibilne funkcije kretanja koje odgovaraju funkcijama kretanja živih organizama ili pak takve funkcije kretanja kombinovati s inteligentnim funkcijama, slijedeći ljudsku volju". Za sada su to još uvijek manipulatori "bez mozga" koji bez problema mogu smrviti čovjeka koji uđe u njihovo područje djelovanja i to naravno, bez predumišljaja. Kao takvi sigurno postižu bolje rezultate od čovjeka zaposlenog na takvom mjestu, kako po kvaliteti i ujednačenosti proizvoda tako i po izdržljivosti u radu i po troškovima proizvodnje. Već danas postoje roboti koji nisu stvoreni samo za jednu fazu rada, nego se mogu reprogramirati za razne poslove, što im pruža brojne mogućnosti primjene u gotovo svim sferama ljudske aktivnosti. Valja kazati da robotizacija nema alternative a prva praktična iskustva pokazuju da roboti ne ostavljaju radnike bez posla, nego im omogućuju da rade intelektualno značajnije poslove, a one zamorne i teške poslove prepuštaju upravo njima - robotima. I na kraju ovoga dijela, valja kazati da će robotizacija pogoditi samo one koji se ne budu znali ili ne budu htjeli prilagoditi novim promjenama.

Telematika. Telematizacija kao spoj telekomunikacije i informatike, predstavlja novu naučnu disciplinu koja proučava hardversku i softversku organizaciju rada na osnovu neposredne komunikacije. Telematika ustvari omogućuje završni proces prenosa primanja informacija - podataka. No, već su sada u primjeni mreže za obradu podataka, informacione baze i sistemi za njihovo potraživanje, teletekst sistemi, e-pošta, interaktivne on line kompjutorske mreže.

Digitalizacija. Četvrto područje velikih promjena je digitalizacija uredskog poslovanja. Ogromni administrativni aparat što obično podrazumijeva ispunjavanje formulara i pretraživanje po arhivi, kao i razne druge jednostavne i zamorne poslove, predstavljaju idealno područje za implementaciju savremene informatičke tehnologije. Stoga su računarska obrada informacija, tekst procesori i nove tehnike memorisanja, pretraživanja i prenosa informacija kao i mikrografija, veliki izazov kako za administrativni aparat tako i za uredsko poslovanje kao cjelinu (V. Grbavac, 1996, str. 25-27).

1.6.3. RAZVOJ INFORMATIKE KAO NAUKE

Informatika spada u red najsloženijih i najmlađih nauka u današnje vrijeme. Ima svoju naučnu i praktičnu osobinu, pa vrlo često nije lako odrediti gdje su granice između naučnog i praktičnog. Informatika (možda) kao naučna disciplina postoji više decenija, ali se pod ovim imenom spominje nešto više od pedeset godina. Ime joj je dao naučnik Filip Drejfis (Philippe Dreyfus) još 1962. godine, na taj način što je spojio prva dva sloga francuskih riječi: information (informasion) i zadnj dva sloga riječi automatique (otomatik).

Svaka nauka, racionalno je zasnovana kao cjelovito znanje o nekom predmetu, koja se koristi ranije definisanim pojmovnim okvirima i razrađenim metodama istraživanja. Na osnovu ove formulacije možemo reći da je informatika nauka, jer se koristi navedenim pojmovima. Pored toga, informatika je razvila sebi svojstven skup istraživačkih metoda a ona je i interdisciplinarnog karaktera. Informatika je višedisciplinarna nauka, a to znači da:

- **Disciplina** predstavlja određen skup znanja, koji ima svoje osobenosti u oblasti njegovih mehanizama, metoda i materije koju obuhvata.
- **Multidisciplinarnost** predstavlja sukobljavanje različitih disciplina među kojima nema uočljive veze. Npr. privredna matematika + sociologija + ekonomika preduzeća.
- **Pluridisciplinarnost** je sukobljavanje raznih disciplina koje su slabije ili jače povezane. Npr. geometrija + matematika + statistika.
- **Interdisciplinarnost** je interaktivno povezivanje više disciplina u jednu cjelinu, pri čemu se sinteza vrši na planu koncepta i metoda te na planu principa i aksioma. Npr. razvoj fizikalne hemije ili fiziologije rada.
- **Transdisciplinarnost** ide u sintezi korak dalje od interdisciplinarnosti i stvara novu aksiomatiku, koja je veoma dobro oruđe za teoriju i praksu nastalih interdisciplina.

Definiciju daje i Brusar (B.K. Brussaard):

“Informatika je disciplina koja proučava sisteme informacija i preradu informacija, u vezi sa implementacijom u ljudskim poslovima i mašinama, a prije svega u elektronskim sistemima za organizovanje podataka.”

Postoji još niz definicija koje bi se mogle pojednostaviti u definiciju: da je informatika naučna disciplina koja izučava načine oblikovanja, prenošenja, registrovanja, obrađivanja i korišćenja informacija.

Njen nastanak i razvoj vezani su uz razvoj i primjenu računara. Prema tome:

Informatika je naučna disciplina koja istražuje strukturu, funkcioniranje, oblikovanje i izgradnju informacionih sistema uz primjenu računarske podrške.

1.6.4. ISTORIJSKI RAZVOJ RAČUNARA

Kao i svaka historija, i historija razvoja elektronskih digitalnih računara ima i svoju praistoriju, tj. pojavu savremenih računara prethodili su mnogi pokušaji da se napravi nekakva mašina sposobna da izvodi jednostavnije ili složenije računarske operacije.

1.6.4.1. Prahistorija

Ako ne računamo različita ručna računska sredstva, poput različitih vrsta računaljki i abakusa koji su se javili još u starom vijeku, možemo reći da je prvu računsku mašinu napravio 1642. godine poznati francuski matematičar i fizičar Blez Paskal (Blaise Pascal, 1623-1662). On je tada imao samo 19 godina a pomenuti poduhvat je izveo da bi pomogao svom ocu koji je bio poreznik. Paskalova mašina je bila u potpunosti mehanička i koristila je zupčanike a pokretala se okretanjem ručice. Ta mašina je mogla da izvodi jedino operacije sabiranja i oduzimanja.

Međutim, trideset godina kasnije je slavni njemački matematičar Lajbnic (Gottfried Wilhelm von Leibnitz, 1646-1716) napravio računsku mašinu koja je, osim sabiranja i oduzimanja, mogla da izvršava i operacije množenja i djeljenja. Naravno da je i ova mašina bila u potpunosti mehanička i nije donijela nikakvu novinu u tehnologiji, ali ipak predstavlja ekvivalent jednostavnog džepnog kalkulatora 300 godina prije pojave džepnih kalkulatora kakve danas koristimo.

Na ovom polju se ništa nije dešavalo narednih 150 godina, sve dok Čarls Bebidž (Charles Babbage, 1792-1871), profesor matematike na Univerzitetu Kembridž, nije izumio diferencnu mašinu. Ova, takođe mehanička mašina, je mogla samo da sabira i oduzima, a koristila se za izračunavanje tablica u pomorskoj navigaciji. Mašina je projektovana tako da je izvršavala uvijek isti algoritam, metod konačnih razlika korišćenjem polinoma. Najinteresantnija karakteristika diferencne mašine je njeno rješenje izlaza. Rezultati su upisivani na bakrenu ploču pomoću čeličnih kalupa. Na izvjestan način, upotrebljeni metod je nagovijestio kasniju primjenu write-once medijuma, kao što su bile bušene kartice ili prvi optički diskovi.

Mada je diferencna mašina radila prilično dobro, Bebidž se nije zadovoljavao računskim sredstvom koje je moglo da izvršava samo jedan algoritam. Ubrzo je počeo da troši, za ono vrijeme, sve veće i veće sume sopstvenog kao i veliku svotu vladinog novca, na projekat i konstrukciju nasljednika diferencne mašine kojeg je nazvao analitička mašina.

Analitička mašina se može smatrati prvim mehaničkim programabilnim računarom. Ona je imala četiri dijela: memoriju, jedinicu za izračunavanje i ulaznu i izlaznu jedinicu zasnovane na principu bušenih kartica (naravno, sa odgovarajućim čitačem i bušačem kartica). Memorija je bila kapaciteta 1000 riječi od po 50 decimalnih cifara i služila je za smještanje promjenljivih i rezultata. Jedinica za izračunavanje je mogla da prihvati operande iz memorije, da ih sabira, oduzima, množi ili dijeli, i da vrati rezultat u memoriju. Kao i diferencna, i analitička mašina je bila u potpunosti mehanička.

Veliki napredak u odnosu na diferencnu mašinu sastojao se u tome što je analitička mašina bila računar opće namjene. Instrukcije su se čitale sa bušenih kartica i izvršavale. Neke instrukcije su nalagale prenos dva broja iz memorije u jedinicu za izračunavanje, izvršavanje određene operacije nad njima i vraćanje rezultata u memoriju. Druga grupa instrukcija je mogla da izvrši testiranje broja i uslovno grananje u odnosu na to da li je broj negativan ili pozitivan. Upisivanje različitih programa na bušene kartice je omogućavalo da analitička mašina izvršava različita izračunavanja, dok to nije bio slučaj sa diferencnom mašinom.

Kako je analitička mašina bila programabilna, potreban je bio softver, a samim tim i programer. Bebidž je za taj posao najmio ženu po imenu Ada Avgusta Lovelas, inače kćerku lorda Bajrona. Gospođa Ada je tako prvi programer na svijetu i njoj u čast je programski jezik Ada dobio ime (naročito zbog činjenice, što je naknadno utvrđeno, da su svi programi koje je ona napisala bili korektni).

Nažalost, Bebidž nikada nije do kraja realizovao analitičku mašinu zbog njene komplikovane mehaničke konstrukcije i nesavršenosti tehnologije devetnaestog vijeka. Ipak, njegov rad ima veliki značaj, s obzirom da i moderni računari imaju sličnu strukturu, pa se može reći da je Bebidž praotac modernih digitalnih računara.

Kako su sva pomenuta računaska sredstva bila mehanička, za praktične početke razvoja elektronskih računara uzimaju se tridesete i četrdesete godine XX vijeka. Prvi veliki korak u razvoju ovih mašina načinio je njemački student tehnike Konrad Zuse koji je tokom tridesetih godina napravio niz automatskih računskih mašina zasnovanih na tehnologiji elektromagnetnih releja. Interesantno je to da Zuse nije bio upoznat sa Bebidževim radom. Njegove mašine su uništene u bombardovanjima tokom II svjetskog rata, tako da one nisu uticale na dalji razvoj u ovoj oblasti. Ipak, Zuse je jedan od pionira na ovom polju.

Nešto kasnije su Džon Atanasov (John Atanasoff) sa Ajova Stejt Koledža i Džordž Stibic (George Stibbitz) iz Belovih Laboratorija projektovale kalkulatore. Atanasovljeva mašina je bila jako napredna za ono vrijeme. Koristila je binarnu aritmetiku i imala kondenzatore kao memorijske elemente koji su se povremeno osvježavali radi sprečavanja curenja naelektrisanja. Savremeni dinamički RAM čipovi upravo rade na ovom principu. Međutim, ova mašina nikada nije proradila zbog neodgovarajuće tehnologije ondašnjeg doba. Stibizov računar je bio primitivniji od Atanasovljevog, ali je proradio. Rad ove mašine je javno demonstriran 1940. godine na konferenciji u Darmut Koledžu. U publici je bio i Džon Mokli (John Mauckley), tada anonimni profesor fizike na Pensilvanijskom Univerzitetu.

Dok su Zuse, Stibic i Atanasov projektovale automatske kalkulatore, jedan mladić po imenu Hauard Ejken (Howard Aiken) se mučio ručno vršeci složena numerička izračunavanja tokom svog rada na doktorskoj disertaciji na Harvardu. Pošto je odbranio disertaciju shvatio je važnost mogućnosti računanja pomoću mašina. Otišao je u biblioteku i tamo otkrio Bebidžov rad. Odlučio je da napravi mašinu opće namjene na bazi releja umjesto mehaničkih zupčanika zbog kojih Bebidž i nije uspio. Njegova prva mašina, Mark I, završena je 1944. godine na Harvardu. Imala je 72 riječi memorije od po 23 decimalne cifre, i ciklus instrukcije od 6 sekundi. Za ulaz i izlaz su korištene bušene papirne trake. U vrijeme kada je Ejken dovršio slijedeću mašinu Mark II, elektromagnetni releji bili su prevaziđeni. Počela je era elektronike i era elektronskih digitalnih računara.

Prava historija elektronskih digitalnih računara dijeli se u nekoliko generacija. Vremenske periode tokom kojih su pojedine generacije trajale treba uzeti samo orijentaciono, jer različiti autori navode različite podatke. Ovo otuda što su računari pojedine generacije korišteni i poslije nastanka nove generacije računara, tako da je teško povući preciznu granicu.

1.6.4.2. Prva generacija (1945-1955)

Motiv za ubrzani rad na elektronskim računarima bio je II svjetski rat. Tokom jednog dijela rata njemačke podmornice su pravile pustoš među britanskim brodovima. Komande i podaci o kretanju savezničkih brodova bili su slati iz Berlina putem radio veze. Naravno da su Britanci mogli da prisluškujaju te radio poruke, ali je problem bio što su one bile šifrovane pomoću uređaja koji se zvao ENIGMA (interesantno je da je preteča ove mašine bio uređaj koji je konstruisao pronalazač amater Tomas Džeferson (Thomas Jefferson) - bivši predsjednik SAD). Još na početku rata je britanska obavještajna služba uspjela da nabavi jedan primjerak mašine ENIGMA. Ali, da bi se vršilo dešifrovanje, potrebno je bilo vršiti veliki broj izračunavanja, a sve je to moralo da bude obavljeno vrlo brzo pošto se radio poruka uhvati. Britanska vlada je oformila tajnu laboratoriju gdje je napravljen elektronski računar nazvan COLOSSUS. U projektovanju mašine učestvovao je i čuveni engleski matematičar Alen Tjuring (Alan Turing). COLOSSUS je proradio 1943, ali pošto je britanska vlada držala u strogoj tajnosti ovaj projekat i na njega je, kao na vojnu tajnu, stavljen tridesetogodišnji embargo, to COLOSSUS predstavlja slijepo crijevo, obzirom da nije uticao na razvoj drugih elektronskih računara. Ipak, bio je to prvi elektronski računar.

Osim što je izazvao uništenje Zuseovog rada i podstakao konstruisanje COLOSSUS-a, rat je uticao na razvoj informatike i u SAD. Vojsci SAD je, radi zauzimanja elemenata u teškoj artiljeriji, bilo potrebno izračunavanje različitih tabela. Taj posao je, kada se ručno obavljao, zahtijevao određeno vrijeme i bio je podložan greškama.

Već pomenuti Mokli, koji je bio upoznat sa radom Atanasova i Stibica, znao je za potrebu armije za mehaničkim kalkulatorom, ali je predložio izradu elektronskog računara. Prijedlog je prihvaćen 1943. godine, i Mokli i njegov postdiplomac Ekert (J. Presper Eckert) su počeli da rade na elektronskom računaru koga su nazvali ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer). Ova mašina se sastojala od 18000 vakumskih cijevi i 1500 releja. ENIAC je bio težak 30 tona i zauzimao je veličinu odbojkaškog igrališta. Snaga mašine bila je 140kW. Zli jezici kažu da se kvario u prosjeku svakih sedam minuta (što nije čudo, obzirom na ogromnu disipaciju i upotrebljenu tehnologiju) a za množenje dva broja potrebne su bile 3ms. Što se arhitekture tiče, ENIAC je imao dvadeset registara, a svaki je mogao da sadrži desetocifreni decimalni broj, i to tako što je svaka cifra predstavljena sa po deset vakumskih cijevi. Programirao se postavljanjem 6000 multipozicionih prekidača a veze između komponenata su bile žičane.

Mašina je završena 1946. godine kada je bilo prekasno da se upotrijebi u svrhu za koju je originalno bila namjenjena. Međutim, kako je rat bio završen, Mokli i Ekert su organizovali ljetnu školu sa ciljem da objasne svoj rad kolegama. Ova ljetnja škola predstavlja početak eksplozije interesovanja za izgradnju velikih računara.

Poslije tog istorijskog trenutka mnogi drugi istraživači su se dali na posao proizvodnje elektronskih računara. Prvi naredni računar koji je proradio 1949. godine bio je EDSAC izgrađen na Univerzitetu Kembridž u Velikoj Britaniji. Njegov autor bio je Moris Wilks (Maurice Wilkes), a ovaj računar vrijedi pomenuti jer je to bio prvi računar sa zapamćenim programom. Slijedili su JOHNIAC napravljen u firmi Rand Corporation, ILLIAC napravljen na Univerzitetu u Ilinoisu, MANIAC iz Los Alamos Laboratory i WEIZAC sa Vajcmanovog instituta u Izraelu.

Ekert i Mokli su počeli da rade na narednom računaru EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), ali je taj projekat bio fatalno ugrožen kada su njih dvojica napustila Univerzitet u Pensilvaniji radi osnivanja kompanije u Filadelfiji (Eckert-Mauchley Computer Corporation). Poslije više fuzionisanja, ova kompanija je postala današnja Unisys Corporation.

U međuvremenu, jedan od učesnika ENIAC projekta, Džon fon Nojman (John von Neumann) je otišao na Prinstonov Institut za napredne studije da bi radio na sopstvenoj verziji EDVAC-a, koju je nazvao IAS mašina. U vrijeme kada je počeo da se bavi računarima Fon Nojman je bio jedan od najvećih matematičara toga doba. Za njega kažu da je bio genije kalibra Leonarda da Vinčija. Govorio je više jezika, bio je stručnjak za fiziku i matematiku i mogao je da se prisjeti svega što je ikada čuo, vidio ili pročitao.

Fon Nojman je zaključio da je programiranje računara pomoću velikog broja prekidača i kablova sporo i teško, i da je bolje program predstaviti u digitalnom obliku u memoriji računara. On je takođe shvatio da je, umjesto decimalne aritmetike koju je koristio ENIAC, bolje koristiti binarnu aritmetiku (s obzirom da je kod ENIAC-a svaka cifra predstavljena sa po deset vakumskih cijevi od kojih je uvijek samo jedna bila upaljena). Njegov arhitekturni princip, poznat kao Fon Nojmanova mašina, primjenjen je kod prvog računara sa zapamćenim programom EDSAC, i još uvijek je osnova za gotovo sve računare i do današnjih dana. Ova arhitektura, kao i IAS mašina koju je fon Nojman izradio u saradnji sa Hermanom Goldštajnom (Herman Goldstine), imala je ogroman uticaj na dalji razvoj računara.

Fon Nojmanova mašina je imala pet osnovnih dijelova: memoriju, aritmetičko logičku jedinicu, jedinicu za upravljanje programom i ulaznu i izlaznu opremu. Memorija se sastojala od 4096 riječi od kojih je svaka imala 40 bitova. Svaka riječ je sadržala ili dvije 20-bitne instrukcije ili dva 39-bitna označena cijela broja. Osam bitova instrukcije je definisalo operaciju, a preostalih 12 je specificiralo riječ u memoriji.

Unutar aritmetičko logičke jedinice, preteča savremene CPU (Central Processing Unit) je bio specijalni interni 40-bitni registar nazvan akumulator. Tipična instrukcija, na primjer, sabira memorijsku riječ sa sadržajem akumulatora ili upisuje sadržaj akumulatora u memoriju. Mašina nije imala aritmetiku u pokretnom zarezu, jer je Fon Nojman smatrao da će svaki kompetentni matematičar moći da sam odredi poziciju decimalne tačke.

Otrilike u isto vrijeme kada je Fon Nojman pravio IAS mašinu, istraživači na MIT-u (Massachusetts Institute of Technology) su takođe pravili jedan računar. Taj računar zvan Whirlwind I je, za razliku od ENIAC-a i drugih mašina sličnog tipa koje su imale dugačke memorijske riječi, imao 16-bitne riječi i bio je projektovan za upravljanje u realnom vremenu. Ovaj projekat je doveo do izuma memorije od magnetnih jezgara Džeja Forestera (Jay Forrester), a kasnije i do prvog komercijalnog mini računara.

Dok se sve to dešavalo, IBM je bio mala kompanija koja je proizvodila bušače kartica i mašine za mehaničko sortiranje kartica (oni su i počeli sa proizvodnjom mehaničkih pisaaćih mašina i druge mehaničke kancelarijske opreme, pa otuda i ime kompanije - International Business Machines). Iako je IBM finansirao jedan deo projekta Hauarda Ejkena, oni nisu bili naročito zainteresovani za proizvodnju računara sve dok nisu 1953. godine proizveli računar 701. Dakle, dugo vremena pošto su Ekert i Mokli postali broj jedan na tržištu sa njihovim računarom UNIVAC. Računar 701 je imao 2k 36-bitnih riječi sa dvije instrukcije po riječi. To je bila prva u seriji mašina koje će za samo desetak godina postati dominantne na tržištu računara. Tri godine kasnije, proizveden je 704, koji je imao 4k riječi memorije izrađene u

tehnologiji magnetnih jezgara, 36-bitne instrukcije, i hardver za izvršavanje operacija u pokretnom zarezu. Godine 1958. IBM je proizveo svoj posljednji računar sa vakuumskim cijevima - mašinu sa oznakom 709.

Recimo nekoliko riječi i o softveru. Već smo pomenuli način na koji se programirao ENIAC. Kasnije se počelo sa računarima koji imaju zapamćene programe (EDSAC). U svakom slučaju, jezik na kome se programiralo bio je mašinski jezik - jezik nula i jedinica. Programi na takvom jeziku bili su nepregledne liste redova ispisanih nulama i jedinicama. Pisanje takvih programa bilo je mukotržno, njihovo čitanje još teže, a najgore je bilo pronaći grešku u programu. Uz sve to, mašinski jezici (kako im to i ime kaže) su mašini orijentisani: drugi računar - drugi jezik. Takve računare mogli su da programiraju samo oni koji su dobro poznavali njihovu arhitekturu. Vrlo brzo su programeri počeli da razmišljaju o tome kako da svoje programe skrate i učine jasnijim pa su se dosjetili da binarne nizove pretvore u brojeve u dekadnom, a kasnije u heksadekadnom brojnom sistemu. Ovo je tek malo smanjilo fizički obim listinga programa, a uvelo je potrebu za prvim rudimentarnim prevodiocima koji su prevodili dekadne, odnosno heksadekadne brojeve, nazad u binarni sistem (računari su još uvijek, pa i danas, razumjevali isključivo mašinski jezik). Nešto kasnije su uvedeni asemblerski jezici, ili jezici II generacije, gdje su naredbe predstavljane simboličkim oznakama. Ovo je dovelo do daljeg smanjenja obima programa, do nešto bolje čitljivosti, ali i do složenijih prevodilaca - asemblera. Međutim, i dalje se radi o mašini orijentisanim jezicima, a odnos broja naredbi mašinskog i asemblerskog jezika je 1:1. O operativnim sistemima nije bilo ni govora. Sve potrebne radnje je uglavnom izvršavao sam operater.

Ipak, era elektronskih digitalnih računara je započela, kao i nezaustavljiv intezivni razvoj na ovom polju. Jedan događaj u naučnom svijetu, tek koju godinu pošto je proizveden ENIAC, dovest će, u godinama koje su slijedile, do revolucije u oblasti informatike i, uopće, elektronike.

1.6.4.3. Druga generacija (1955-1965)

Godina 1948. donosi taj revolucionarni pomak. Naime, te godine su trojica stručnjaka, koji su radili za Bell Laboratories, Bardin (John Bardeen), Bretejn (Walter Brattain) i Šokli (William Shockley) izumjeli tranzistor, za šta su 1956. godine dobili Nobelovu nagradu za fiziku. Za samo desetak godina tranzistori su napravili revoluciju u računarskoj industriji, tako da su do kraja pedesetih vakumske cijevi potpuno izbačene iz upotrebe, bar što se proizvodnje računara tiče. Značajno su smanjene dimenzije računara kao i potrošnja, dok su brzina i pouzdanost rada znatno povećane. Sa pojavom diskretnih poluprovodničkih komponenti, javljaju se i prva štampana kola.

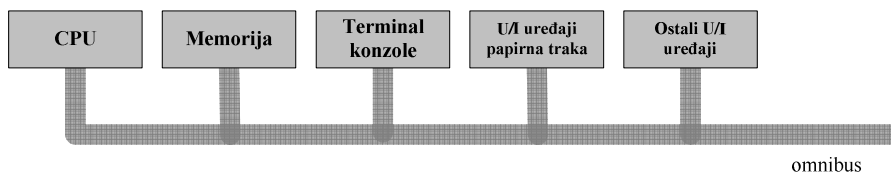
Prvi tranzistorizovan računar napravljen je u Linkolnovojoj laboratoriji na MIT-u. To je bila 16-bitna mašina poput Whirlwind I. Nazvan je TX-0 (Transistorized eXperimental computer 0) a namenjen je bio samo kao uređaj za testiranje jače mašine TX-2. TX-2 nije predstavljao bog zna šta, ali je jedan od inženjera koji je radio u laboratoriji, Kenet Olsen (Kenneth Olsen), 1957. godine formirao kasnije čuvenu kompaniju DEC i proizvodio komercijalne računare nalik na TX-0. To se događalo četiri godine prije pojave PDP-1 računara, prije svega jer su glavni dioničari kompanije DEC smatrali da još ne postoji tržište računara. Stoga je ova kompanija u početku uglavnom proizvodila mala štampana kola.

PDP-1 se konačno pojavio 1961. godine i imao je 4k 18-bitnih riječi i ciklus instrukcije od 5 μ s. Ove performanse su bile upola slabije od IBM 7090, tranzistorizovanog nasljednika mašine IBM 709 i najbržeg računara na svijetu toga doba. Međutim, PDP-1 je koštao 120,000\$, dok je IBM 7090 koštao milione dolara. DEC je prodao više desetina ovih računara i industrija miniračunara je rođena.

Jedan od prvih proizvedenih primjeraka računara PDP-1 dat je MIT-u gdje je privukao pažnju mladih genijalaca koji su vršili određene inovacije. Jedna od prvih je uvođenje CRT displeja i mogućnost da se upiše tačka bilo gdje u okviru ekrana dimenzija 512x512 tačkica. Nije prošlo mnogo vremena i studenti MIT-a su programirali PDP-1 tako da su mogli sa njim da se igraju svemirskih ratova. Tako je rođena prva video igra.

Nekoliko godina kasnije DEC je izbacio na tržište PDP-8 koji je bio 12-bitna mašina ali je koštala svega 16,000\$. Glavna novina kod ovog računara bila je jedinstvena magistrala nazvana omnibus. Ovaj princip je prihvaćen kod svih miniračunara i DEC je, prodavši 50 hiljada komada, postao vodeća kompanija u proizvodnji miniračunara. Na slici 1.3 vidimo princip povezivanja dijelova računara na omnibus.

U međuvremenu, kao što je već pomenuto, IBM je, sa pojavom tranzistora, napravio mašinu IBM 7090, a kasnije i 7094. 7094 je imao ciklus instrukcije od 2 μ s i 32k 36-bitnih riječi memorije sagrađene od magnetnih jezgara.



Slika: 1.3. Omnibus računara PDP-8.

U isto vrijeme kada je, proizvodnjom 7094, IBM postao glavna snaga u proizvodnji računara namjenjenih naučno-tehničkim izračunavanjima, ova kompanija je mnogo novca zarađivala od prodaje malih mašina orijentisanih poslovnoj primjeni, a sa oznakom 1401.

IBM 1401 je neobičan po tome što nije imao nijedan registar, pa čak ni fiksiranu dužinu riječi. Njegova memorija je bila kapaciteta 4k 8-bitnih bajtova. Svaki bajt je sadržao 6-tobitni znak, jedan administrativni bit i jedan bit koji je služio da ukaže na kraj riječi.

Godine 1964. je novoosnovana kompanija CDC proizvela model 6600. Ova mašina je skoro za red veličine bila brža od tada moćnog IBM 7094. Tajna njegove brzine ležala je u tome da je njegov CPU bio visoko paralelizovan, a unutar računara se nalazilo i nekoliko malih računara koji su upravljali poslovima i ulazno/izlaznim operacijama.

Vrijedi pomenuti još jedan računar iz ove generacije, a to je Burroughs B5000. Dok su se svi ostali proizvođači bavili samo hardverom, ovaj računar izrađen je tako da olakša posao prevodioca za jezik ALGOL 60.

Što se softvera tiče, u ovom razdoblju se javlja veliki pomak i na ovom planu. Javljaju se prvi jezici III generacije, ili viši programski jezici. Ovi jezici su proceduri orijentisani i praktično su omogućavali programiranje različitih mašina bez detaljnog poznavanja arhitekture. Osim toga bili su na znatno apstraktnijem nivou od mašinskih, odnosno asemblerskih jezika. Tako se 1956. godine pojavio FORTRAN, 1959. godine COBOL, 1960. godine ALGOL 60, a potom i mnogi drugi. Neki od jezika su u međuvremenu "izumrli", a neki se koriste i dan-danas. Naravno, kako mašina i dalje razumije isključivo mašinski jezik, potrebno je imati program prevodilac koji izvorni kod prevodi u nizove nula i jedinica. Prevodioci, a time i jezici, dijele se na kompilatorske i interpretatorske. Što se operativnih sistema tiče, zastupljena je bila paketna obrada.

1.6.4.4. Treća generacija (1965-1980)

Pronalazak integrisanih elektronskih kola 1964. godine donio je novi revolucionarni pomak u računarskoj industriji. U početku bila su to kola malog stepena integrisanosti (SSI - Small Scale of Integration) koja su dozvoljavala da nekoliko tranzistora bude na jednom čipu, a kasnije (1968. godine) su se pojavila MSI kola (Medium Scale of Integration) kod kojih je na jednom čipu smještno više desetina tranzistora. Godine 1971. dolazi do proizvodnje integrisanih kola velikog stepena integrisanosti (LSI - Large Scale of Integration) sa više stotina tranzistora na jednom čipu.

Zahvaljujući ovim pronalascima, računari su postajali manji, brži, pouzdaniji i jeftiniji. Do 1964. godine IBM je bio vodeća kompanija za proizvodnju računara. U to vrijeme pojavio im se veliki problem, jer dvije uspješne mašine, 7094 i 1401, nisu bile kompatibilne. Prvi računar je bila veoma brza mašina za numerička izračunavanja koja je koristila paralelnu binarnu aritmetiku na 36-bitnim registrima, dok je drugi bio ulazno/izlazni procesor koji je koristio sekvencijalnu decimalnu aritmetiku nad memorijskim

riječima proizvoljne dužine. Mnogi klijenti su željeli da imaju obje mašine, ali ne i posebne programerske timove koji ne bi mogli da saraduju.

Kada je došlo vrijeme da se ova dva proslavljena računara zamjene novim proizvodom, IBM je preduzeo radikalni korak. Uveo je jedan tip računara IBM System/360, zasnovan na integriranim kolima, koji je bio projektovan i za naučnu i za poslovnu primjenu. System/360 je sadržavao mnogo inovacija. To je bila familija mašina sa istim asemblerskim jezikom sve većeg kapaciteta i moći. Ovu ideju su ubrzo prihvatili i ostali proizvođači računara.

Još jedna velika novina bio je koncept multiprogramiranja, gdje je istovremeno više programa u memoriji i dok jedan obavlja ulazno/izlazne aktivnosti, drugi koristi CPU. Osim toga, ovaj računar je prva mašina koja je mogla da emulira druge računare. System/360 je riješio i dilemu oko korištenja paralelne binarne, odnosno sekvencijalne decimalne aritmetike. Mašina je imala 16 32-bitnih registara za binarnu aritmetiku, ali je memorija bila bajtovski orijentisana, kao kod 1401, a još uvijek su postojale sekvencijalne instrukcije za prenošenje zapisa promjenljive dužine po memoriji.

Slijedeća bitna karakteristika ovog računara bio je, za to vrijeme, ogroman adresni prostor od 224 bajtova, odnosno 16MB. Obzirom na cijenu meorijskih čipova toga vremena, ovaj kapacitet je praktično značio beskonačnu veličinu. Nažalost, seriju 360 slijedile su serija 370, serija 4300, serija 3080 i serija 3090, sve sa istom arhitekturom. No, već sredinom osamdesetih godina, ograničenje od 16MB je postalo problem, pa je IBM morao djelimično da odustane od kompatibilnosti da bi uveo 32-bitno adresiranje, tj. adresni prostor od 232 bajtova.

Takođe je načinjen veliki napredak i u proizvodnji miniračunara kada je DEC proizveo PDP-11, 16-bitnog nasljednika računara PDP-8. PDP-11 je bio bajtovski orijentisana mašina sa registrima dužine riječi, a zbog izuzetno povoljnog odnosa cijena/performance doživio je veliki uspjeh na tržištu, a naročito su ga kupovali univerziteti.

Uopće, ovu generaciju računara, osim pomenutog, karakterišu i pojave koncepta keš memorije i virtuelne memorije, kao i koncepta djeljenja procesorskog vremena (time sharing). Osim toga, treba naglasiti da se u ovom razdoblju pojavio i prvi mikroprocesor (1971. godine), što će imati velikog značaja za kasniji razvoj računarske tehnike. Takođe se javljaju i prvi vektorski i protočni računari. Pomenimo i prvi superračunar Cray-1 iz 1974. godine.

1.6.4.5. Četvrta generacija (1980. do danas)

Do osamdesetih godina napredak u tehnologiji integriranih kola doveo je do stvarnja VLSI čipova (Very Large Scale of Integration) koji su mogli da sadrže nekoliko desetina hiljada, a zatim i nekoliko stotina hiljada, pa čak i nekoliko miliona tranzistora na jednom čipu. Naravno da je to vodilo ka manjim i bržim računarima. Cijena računara je pala do te mjere da se otvorila mogućnost da svaki pojedinac ima sopstveni računar. Tada je i započela era personalnih računara.

Tip	Tipičan MIPS	Tipičan kapacitet memorije	Primjer mašine	Primjer korišćenja
Personalni računari	1	1	IBM PS/2	Obrada teksta
Miniračunari	2	4	PDP-11/84	Upravljanje u realnom vremenu
Supermini računari	10	32	SUN-4	Mrežni fajl server
Veliki (mainframe) računari	30	128	IBM 3090/300	Bankarstvo
Superračunari	125	1024	Cray-2	Vremenska prognoza

Tabela: 1.1. Pet uobičajenih vrsta računara.

Personalni računari se, za razliku od velikih računara, mogu koristiti na različite načine: obradu teksta, unakrsne tabele i visoko interaktivne aplikacije koje nisu povoljne za primjenu kod velikih računara. Današnji računari se mogu grubo podijeliti u pet kategorija koje se donekle preklapaju. Ova podjela se zasniva na fizičkoj veličini, performansama i oblasti primjene, što je prikazano u tabeli 1.1.

Najnižu klasu čine personalni računari. To su stolne mašine zasnovane na mikroprocesorima, tj. procesorima izvedenim na jednom čipu, a obično su namjenjene samo jednoj osobi za korišćenje u kancelariji, u edukaciji ili za kućnu upotrebu.

Miniračunari se naveliko koriste u aplikacijama u realnom vremenu, na primjer za kontrolu vazdušnog saobraćaja ili automatizaciju fabrika. Teško je reći šta čini jedan miniračunar, jer mnoge kompanije proizvode ove računare sa 16-bitnim ili 32-bitnim mikroprocesorima uz isvjesnu količinu

memorije i ulazno/izlaznih čipova, gdje je sve to smješteno na jednoj štampanoj ploči. Funkcionalno je takva ploča ekvivalentna tradicionalnom miniračunaru kao što je PDP-11.

Supermini računar je u suštini veoma veliki računar, gotovo uvijek zasnovan na 32-bitnom procesoru sa nekoliko desetina megabajtova memorije. Takve mašine se koriste kao tajm šering mašine na čitavim odjeljenjima različitim institucija, kao mrežni serveri i na mnoge druge načine. Takve mašine su daleko moćnije od računara IBM 360 Model 75, najmoćnijeg velikog računara na svijetu u vrijeme njegovog pojavljivanja 1964. godine.

Tradicionalni veliki računari su nasljednici mašina kao što su IBM 360 i CDC 6600. Stvarna razlika između supermini računara i velikog računara je u ulazno/izlaznim mogućnostima i aplikacijama za koje se koriste. Tipični supermini može da ima jedan ili dva diska reda veličine 1GB, dok veliki može da ima i sto takvih. Supermini se koriste za ineteraktivne aplikacije, dok se većina velikih računara koristi za velike pakete poslova ili obradu transakcija kao što su one u bankarstvu ili za rezervaciju avionskih karata, gdje su potrebne ogromne baze podataka.

Na vrhu se nalaze superračunari. Ove mašine su specijalno projektovane tako da se maksimizira broj FLOPS-ova (FLoating point Operations Per Second). Sve što je ispod 1gigaflops se ne može smatrati superračunalom. Superračunari imaju jedinstvenu, visoko paralelnu arhitekturu radi postizanja tih brzina, a efikasni su samo kada se primjenjuju na mali opseg poslova.

Za ovu generaciju računara karaktersitičan je i intenzivni razvoj računarskih mreža različitih opsega (LAN, WAN i dr.). Naročitu ekspanziju je doživjela globalna mreža Internet. Historija Internet-a počinje 1969. godine kada je na UCLA prvi računar povezan sa ARPANET-om. Ova mreža je dobila naziv po svom sponzoru DARPA - Defense Advanced Research Project Agency (Vojna agencija za napredne istraživačke projekte), a sam njen početak bio je skroman, jer su povezane samo četiri univerzitetske lokacije: UCLA, Stanfordov istraživački institut, UC Santa Barbara i Univerzitet u Juti.

Početkom 1977. godine već je preko stotinu malih i velikih računara, uglavnom univerzitetskih, povezano je u mrežu ARPANET. Počeo je razvoj i drugih manjih mreža od kojih su mnoge bile povezane sa ARPANET-om, bilo direktno, bilo preko mrežnih prolaza (gateways). U to vrijeme američka vojska je došla do zaključka da se ova mreža isuviše širi i da je isuviše teško osigurati sigurno komuniciranje, pa je 1983. godine formirala sopstvenu mrežu MILNET koja je uključena u vojnu mrežu podataka DDN (Defense Data Network).

Danas u svijetu ima preko četiri miliona Internet servera (podatak iz sredine devedesetih), a od 1988. se taj broj stalno udvostručuje.

1.6.4.6. Peta generacija

Peta generacija računara je u povoju i razvija se tokom osamdesetih i devedesetih godina. Nju odlikuje masovni paralelizam, kao i proizvodnja računara koji su orijentisani određenim problemima. Takođe je karakteristična pojava RISC arhitektura (Reduced Instruction Set Computer). Ovi računari imaju mali broj instrukcija koje izvršavaju jednostavnu obradu. Uglavnom sve izvršavaju u toku jednog taktnog intervala za razliku od uobičajenih CISC mašina (Complex Instruction Set Computer) koje imaju veliki broj instrukcije, od kojih su mnoge prilično "moćne" ali za svoje izvršenje zahtijevaju veći broj taktnih intervala.

Mada su RISC mašine počele svoj život na tržištu, nije izvjesno kada će ova generacija (i hoće li u potpunosti) zamijeniti postojeću generaciju računara.

2. MATEMATIČKO LOGIČKE OSNOVE RAČUNARA

2.1. BROJNI SISTEMI

2.2. KODIRANJE

2.3. LOGIČKA ALGEBRA

**2.4. PRIMJENA LOGIČKE ALGEBRE U
INFORMATICI**