



# INFORMACIJSKA TEHNOLOŠKA REVOLUCIJA NA POČETKU 21. STOLJEĆA

Vitimir GRBAVAC  
Agronomski fakultet, Zagreb

Božidar TEPEŠ  
Filozofski fakultet, Zagreb

Franko ROTIM  
Fakultet prometnih znanosti, Zagreb

UDK: 007"200"  
Pregledni rad

Primljeno: 26.9.2001.

U radu se opisuje informacijska tehnološka revolucija kao najznačajniji i najutjecajniji pratilac iz industrijskog u postindustrijsko društvo. Provedeno istraživanje je pokazalo da se sve uspješnijom i učinkovitijom primjenom mikroelektronike neprekidno unapređuje i mijenja čovjekov predmetni i virtualni svijet, kako u kompjutorski integriranoj proizvodnji, telekomunikacijama, tako i u optoelektronici i biotehnologiji. Istraživanja su pokazala da povezanost znanosti i tehnologije sa znanjem generira i održava istraživačko i stvaralačko okruženje, u kojem permanentno revolucioniranje tehnologije prati isto tako stalno inoviranje i unapređivanje načina i odnosa društvene proizvodnje, sveukupne djelatnosti i svakodnevnog života ljudi. Zapravo, u raspravi se potanko prate ti procesi u materijalnoj proizvodnji, društvenoj povezanosti i angažiranosti pojedinaca, njihovih organizacija i zajednica. U radu je također prikazan tijek tih promjena, čiji su temelji i poticaji u informacijskoj tehnološkoj revoluciji i njenim postignućima. No, doista teško je znanstveno predvidjeti i opisati što će se sve zbiti i kakvim će se revolucionarnim promjenama neizvjesna sutrašnjica ispuniti. Zato se i rasprava ograničava na predviđanje osnovnih pravaca budućeg tehnološkog i društvenog razvitka koji će u posvemašnjoj globalizaciji sve više ujediniti ljude i omogućiti im da se rasterete svakog rutinskog rada i posvete razvitku svojih ljudskih potencijala.

✉ Vitimir Grbavac, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,  
Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska.  
E-mail: vgrbavac@yahoo.com

## UVOD

---

Danas, na početku trećeg tisućljeća Kristove ere, sa sigurnošću možemo kazati da je nekoliko povijesno važnih informacijsko-tehnoloških otkrića preobrazilo društveni krajolik ljudskoga rada i življenja diljem našeg planeta. Zapravo, suvremeno povijesno razdoblje u kojem se odvija smjena drugog s trećim milenijem, obilježeno je epohalnim promjenama u životu i djelovanju svakog pojedinca, svih naroda i ukupnog čovječanstva. U osnovi svega leži znanstveno-tehnološka revolucija u kojoj vodeću ulogu ima visoka informacijska tehnologija, izrasla na širokoj i svestranoj primjeni mikroelektronike u svim društvenim djelatnostima. Pod njenim utjecajem, već gotovo pet desetljeća, permanentno se razvijaju i mijenjaju ustaljeni načini rada, djelovanja i razmišljanja, a usporedo s time i odnosi među ljudima, njihovim organizacijama i društvenim zajednicama.

Danas općenito pod informacijskim tehnologijama razumijevamo skup tehnologija koje se baziraju na mikroelektronici, a to su: kompjutorske tehnologije, telekomunikacijske/radio-televizijske tehnologije, tehnologije bazirane na optoelektronici i tehnologije genetskog inženjerstva. One čine užu tehnološku jezgru informacijskih tehnologija, koje će u sljedećih 50 godina izmijeniti našu realnu sliku poimanja svijeta. Predviđanja se temelje na logici Moorova zakona po kojoj bi računala 2050. godine dosegla procesnu snagu ljudskoga mozga, i kao takvi mogli bi biti osobna pomoć svakom čovjeku, jer će biti u stanju memorirati sve što je jednom pročitano, slušano ili gledano. Naime, brojna predviđanja razvitka informacijskih tehnologija, i na njima temeljenih znanja, kazuju nam da će se do 2050. godine gotovo sve relevantne informacije nalaziti u tzv. virtualnom prostoru (engl: *cyberspace*), uključujući i veliki dio ljudskoga znanja i kreativnoga rada, pa zato vjerujemo da će se odgovor na pitanje – kako pristupiti tim novim resursima, tražiti u izgradnji takvog kompjutorskog sustava koji će "u sebi sadržavati samoga čovjeka".

### **O informacijskoj tehnološkoj revoluciji**

Činjenica jest da bi se tehnološke promjene trebale odvijati postupno i postojano, bez velikih turbulencija, ali je isto tako činjenica da se kao takve kroz povijest nisu nikada događale, nego su uobičajno predstavljale jednu kulturnu predrasudu glede objektivnog ili neobjektivnog poimanja i prihvaćanja tih promjena. Gledano u tom kontekstu, povijest ljudskoga života i društva, kao što ga mi i mnogi drugi autori vidimo, čine dugovremenska razdoblja mirnih/postojanih stanja (u smislu tehnoloških inovacija), obilježenih rijetkim intervalima većih događaja (tehnoloških revolucija), koji se pojavljuju velikom brzi-

nom i uglavnom pomažu uspostavi sljedeće/nove "postojane ere". (Gould, 1980.) Stoga je naše mišljenje, a nismo usamljeni u tome (Kranzberg, 1992.), da na početku 21. stoljeća proživljavamo jedan od takvih rijetkih povijesnih intervala, a okarakteriziran je izgradnjom nove tehnološke, društvene i ekonomske paradigme (Fisher, 1985.) organizirane oko informacijskih tehnologija, pri čemu pod tehnologijom podrazumijevamo "korištenje naučnog znanja za određivanje radnih postupaka, na način da se isti mogu ponavljati."

Za razliku od nekih drugih autora, među informacijske tehnologije svrstavamo srodnu grupu tehnologija baziranih na mikroelektronici (Saxby, 1990.), uključujući genetički inženjering i njegov nagli razvoj te sve širu primjenu (Marx, 1989.). Tome je ponajprije razlog usmjerenost genetičkog inženjeringa na dešifriranje, postupak i moguće reprogramiranje informacijskih kodova žive materije, jer se od 1990-ih biologija, elektronika i informatika sve više približavaju i prekrivaju u primjenama, materijalima, i što je još važnije u konceptualnom pristupu, što svakako zaslužuje daljnju analizu kojoj ćemo također pokloniti dužnu pozornost. Također valja istaknuti da se oko navedene jezgre informacijske tehnologije, u zadnja tri desetljeća dvadesetog stoljeća, grupirao sastav većine tehnoloških prodora koji je obuhvaćao napredne materijale, izvore energije, medicinske aplikacije, tehnike proizvodnje (kao što je nano-tehnologija) i tehnologije prijenosa (Lyon, 1995.). Prema tome, sve upućuje na to da živimo u svijetu koji je, prema riječima Nicholasa Negroponte, već postao digitalan i sveprisutan (Negroponte, 1995.).

Istraživanja su pokazala da sadašnju tehnološku revoluciju ne karakterizira samo centralizacija znanja i informacija, već njihova primjena na stvaranje novoga znanja i strojeva za obradu i distribuciju informacija, kada tu promjenu gledamo kroz povratnu vezu između inovacije i njenog korištenja (Hall, Preston, 1988.). Sukladno kazonomu, i uporaba novih telekomunikacijskih tehnologija (u prethodna tri desetljeća), prošla je kroz tri različite faze, i to: automatizaciju zadataka, korištenje eksperimenata i preoblikovanje aplikacija (Bar, 1990.). Po Rosenbergu, u prve dvije faze tehnološke su inovacije napredovale učenjem kroz korištenje (Rosenberg, 1982.), dok su u trećoj fazi korisnici učili tehnologiju radom te su na taj način ovladavali novim primjenama. Na taj je način dinamika povratne veze između uvođenja nove tehnologije, njenog korištenja i razvoja u novim područjima postala mnogo brža u okviru nove tehnološke paradigme.

No, sve rastuća integracija između ljudskog uma i stroja (uključujući DNA stroj), poništava ono što Bruce Mazlish naziva "četvrtim diskontinuitetom" između ljudi i strojeva (Mazlish, 1993., 9), i to na način da iz temelja mijenja osnovu na-

DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...

šega rađanja, života, učenja, rada, proizvodnje, potrošnje, snova, borbe ili umiranja. Naravno, organizirani kulturno-institucionalni kontekst i svrhovito društveno djelovanje imaju odlučujući utjecaj na novi tehnološki sustav, ali taj sustav ima vlastitu ugrađenu logiku, koju karakterizira sposobnost prijenosa svih podataka u zajednički informacijski sustav preko potencijalno sveprisutne globalne mreže putem koje se odvija komunikacija.

No, kako se razvoj ne odvija istovremeno i proporcionalno diljem zemaljske kugle (kroz sve nacije i kontinente), a i Mokyr je ukazivao (Mokyr, 1990.) da se tehnološka revolucija dogodila samo u malom broju društava i proširila u relativno ograničenom zemljopisnom području, postoje i brojni konflikti pa i sukobi različito razvijenih civilizacija. Zapravo, povijest nas uči da dodir civilizacija različitih tehnoloških razina često ima za posljedicu uništenje manje razvijene ili one civilizacije koja znanje pretežito koristi za mirnodopske svrhe, kao što je to bio slučaj s uništenjem drevne američke civilizacije od španjolskih osvajača (Hugh, 1993.).

Gledano u tom kontekstu, vidimo da je trebalo gotovo dva stoljeća da se industrijska revolucija sa zapadnoeuropskih obala proširi na veći dio zemaljske kugle. Pri tome je njeno širenje bilo vrlo selektivno a ritam usporen. Čak niti u Engleskoj sredinom devetnaestog stoljeća, područja koja su zapošljavala većinu radne snage i davala najmanje polovinu bruto nacionalnog proizvoda, nisu bila pod utjecajem novih industrijskih tehnologija (Ibid 12, 83). Za razliku od industrijskih, nove informacijske tehnologije nečujno su se proširile zemaljskom kuglom za manje od tri desetljeća i ovladale mnogim aspektima ljudskog rada i djelovanja. Međutim, informacijska tehnološka postignuća u današnjem svijetu kazuju da i danas postoje velika područja i značajan dio stanovništva koji su isključeni iz novog tehnološkog sustava. Slijedom toga, možemo reći da je danas veći dio teritorija zemaljske kugle bio povezan sredinom 1990-ih godina u novi tehnološki sustav (koji se počeo razvijati još 60-tih godina prošloga stoljeća u Americi) te da se ubrzano razvija sukladno ciljevima i zadacima koji se pred njega postavljaju.

## **ZBÍLJA INFORMACIJSKE TEHNOLOŠKE REVOLUCIJE**

Budući da obol današnjem vremenu daje aktualna informacijska tehnološka revolucija, koja se već više od tri desetljeća nezadrživo širi diljem našega planeta sudarajući se sa svim ostacima industrijske prošlosti, mišljenja smo da je opravdano i znanstveno korisno istražiti određene činjenice koje daju neizbrisivi pečat ovom svjetskopovijesnom prevratu. O kratkoj, ali intenzivnoj povjesti informacijske tehnološke revolucije pisali su mnogi autori (Castells, 1997.) s različitog aspekta pa za-

DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...

to smatramo da je neophodno potrebno znanstvenoj i inoj javnosti dati jedan noviji i potpuniji pregled vezan uz zbilju informacijsko-tehnološkog razvitka.

Iako se znanstvene i industrijske prethodnice tehnologija temeljenih na elektronici mogu naći desetljećima prije 1940-ih godina (telefon, radio, vakuumska cijev), veći tehnološki prodori su se dogodili za vrijeme Drugog svjetskog rata i nakon njega, a među njih ubrajamo prvi programibilni računar i tranzistor, kao početnu jezgru informacijske tehnološke revolucije dvadesetog stoljeća.

Tranzistor, kojega su 1954. godine u Bell laboratorijima (New Jersey), izumila tri fizičara – Bardeen, Brattain i Shockley, omogućio je procesiranje električkih impulsa brzim ritmom u binarnom obliku, čime se kodira logika i ostvaruje komunikacija između strojeva, a te uređaje za procesiranje nazivali smo poluvodičima odnosno čipovima. Zapravo, prvi korak u širenju tranzistora učinio je Shockley izumom spojnog tranzistora 1951. godine. Njegova proizvodnja i rasprostranjenost upotreba zahtijevali su nove proizvodne tehnologije i korištenje odgovarajućeg materijala. Prijelaz na silicij, doslovce građenje nove revolucije na pijesku, prvi je započeo Texas Instruments (u Dallasu) 1954. godine. No, odlučujući korak u mikroelektronici učinjen je 1957. godine, konstrukcijom integriranog kruga kojega su zajednički izumili Jack Kilby, inženjer u Texas Instruments, i Bob Noyce, jedan od osnivača Fairchilda. Noyce je prvi proizveo integrirani krug korištenjem planarnog postupka. To je pokrenulo tehnološku eksploziju jer su u samo tri godine, između 1959. i 1962. godine cijene poluvodiča pale za 85%, a u sljedećih deset godina proizvodnja je porasla 20 puta, od čega 50% za vojne svrhe (Braun, Macdonald, 1982.). Radi usporedbe navedimo, u vrijeme industrijske revolucije za pad cijena pamučne odjeće od 85% u Britaniji trebalo je oko 70 godina (1780.-1850.). Daljnja tehnološka kretanja ubrzala su se 1960-ih poboljšanjem tehnologije proizvodnje i boljom konstrukcijom čipova. Na taj način prosječna cijena integriranog kruga pala je, s 50 dolara 1962. godine na 1 dolar 1971. godine.

Divovski skok u širenju mikroelektronike na sve strojeve učinjen je 1971. godine izumom mikroprocesora (računala na čipu) Intelovog inženjera Teda Hoffa. Taj tehnološki izum omogućio je da obrada podataka može biti locirana na različitim mjestima, a utrka u koncepciji izgradnje mikroprocesora odvijala se na području sve veće integracije kapaciteta krugova na jednom čipu. Na taj je način tehnologija konstrukcije i proizvodnje stalno prekoračivala granice integracije, za koje se prije mislilo da su fizički nemoguće bez korištenja novih materijala i napuštanja silicija. Unatoč predviđanjima iz 1990-

DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...

-ih, po kojima se daje daljnjih 10 do 20 godina opstanka krugovima na silicijskoj osnovi, razina integracije je u zadnja dva desetljeća napredovala velikim skokovima.

Zapravo, mikroelektronika je dovela do bitnih promjena uvodeći "revoluciju unutar revolucije", a pojava mikroprocesora 1971. godine, sa sposobnošću ugradnje računala na čip, preokrenula je svijet elektronike, pa i čitav svijet, naglavačke. Godine 1975. Ed Roberts, inženjer koji je stvorio malu kompaniju za računala MITS u Albukverku, Novi Meksiko, konstruirao je računalo naziva Altair. Stroj je bio primitivan proizvod, ali je bio sagrađen na temelju mikroprocesora kao računalo malih dimenzija. To je računalo bilo temelj za konstrukciju Apple I, a zatim Apple II, prvih komercijalno uspješnih mikrokompjutora. No, već 1982. godine tvrtka Apple Computers dosegla je prodaju od 583 milijuna dolara, najavljujući eru neprekidnog povećanja snage računala. IBM je brzo reagirao i 1981. uveo svoju seriju mikrokompjutora jednostavnog naziva "osobno računalo" (engl. *Personal Computer-PC*), što je uskoro prihvaćeno kao sinonim za mikrokompjutore. No, budući da nije izgrađen na vlastitoj tehnologiji, nego na tehnologiji razvijenoj iz drugih izvora, postao je ranjiv na kloniranje. Iako je ta činjenica, kao i pogrešna poslovna predviđanja glede budućnosti osobnih kompjutora, ugrozila IBM-ovu poslovnu dominaciju na tržištu PC-a, također je omogućila široku rasprostranjenost i dominaciju IBM-ovih klonova usprkos nadmoćnosti Apple strojeva. Appleov Macintosh iz 1984. bio je prvi korak prema obradi podataka prikladnoj za korisnike (engl. *user-friendly*), s uvođenjem korisničkog sučelja temeljenog na ikonama. Naime, temeljni uvjet za širenje mikrokompjutora bio je ispunjen već prije razvojem novoga softvera prilagođenog njihovom radu (Egan, 1995.). Softver za osobna računala počeo se razvijati sredinom 1970-ih u Altairu kada su tada dva mlada harvardska stručnjaka, Bill Gates i Paul Allen, prilagodili programski jezik BASIC za rad na Altair stroju 1976. Uočivši njegove mogućnosti osnovali su tvrtku Microsoft, današnjeg softverskog diva za sustavni softver u klasi osobnih računala.

Rastuća snaga čipova posljednjih 15 godina rezultirala je eksponencijalnim povećanjem mikroracunarske obrade podataka, smanjujući sve više dominaciju i ulogu velikih kompjutora. Tako su početkom 1990-ih godina mikrokompjutori s jednim čipom imali snagu procesiranja nekih velikih IBM računala od samo pet godina ranije. Kao posljedica toga, umreženi sustavi temeljeni na mikroprocesorima, sastavljeni od manjih stolnih računala (klijent) i opsluživanih od snažnijih namjenskih strojeva (servera), sve više zamjenjuju specijalno-namjenske kompjutore za obradu podataka, kao što su to tradicionalni mainframe i superkompjutori.



DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...

Napretku u mikroelektronici i softveru moramo dodati veće tehnološke skokove u mogućnostima umrežavanja. Tako se od sredine 1980-ih mikrokompjutori sve manje koriste kao autonomni sustavi, već kao sustavi koji rade u mrežama s povećanom pokretljivošću na bazi prijenosnih računala. Izvanredna prilagodljivost i sposobnost povećavanja memorije i kapaciteta obrade podataka dijeljenjem snage u elektroničkoj mreži na odlučujući način je pomakla kompjutorsko doba 1990-ih, iz centralizirane pohrane i serijske obrade podataka u umreženu interaktivnu podjelu snage računala. Zapravo, nije se samo promijenio čitav tehnološki sustav, nego i njegove društvene i organizacijske interakcije. Tako je prema američkoj statističkoj evidenciji prosječna cijena obrade podataka pala s oko 75 dolar na milijun operacija u 1960. godini na manje od jedne stotinke centa u 1990. godini.

Telekomunikacije su također doživjele revoluciju kombinacijom "čvornih" tehnologija i novih veza (tehnologije prijenosa). Tako je prvi industrijski proizvedeni elektronički prekidač ESS-1 (u Bell Labsu 1969.), sredinom 1970-ih godina bio usavršen tehnologijom integriranih krugova digitalnim prekidačima. Time se znatno povećala brzina, snaga i fleksibilnost uz maksimalnu uštedu prostora, energije i rada u odnosu na analogne uređaje. Iako je ATT, osnivač Bell Labsa, zbog velikih ulaganja u analognu opremu u početku imao odbojan stav prema njihovom uvođenju, pridružio se utrci kada je 1977. godine kanadski Northern Telecom, zahvaljujući digitalnim prekidačima, osvojio udio tržišta SAD-a.

Napredak u optoelektronici (optički kablovi i laserski prijenos) i tehnologiji paketnog digitalnog prijenosa rapidno su povećali kapacitet linija za prijenos. Tako je Integrated Broadband Networks (IBN) uspio značajno preteći revolucionarne prijedloge iz 1970-ih za Integrated Services Digital Network (ISDN). Naime, dok se kapacitet prijenosa ISDN bakrenom žicom procjenjivao na 144.000 bitova, 1990-ih bi se IBN optičkim kabelom, da je bio ostvaren, moglo prenijeti kvadrilijun bitova. Radi usporedbe, podsjetimo se da je 1956. prvi transatlantski telefonski kabel prenosio 50 komprimiranih krugova glasa, dok je 1995. godine optički kabel mogao prenijeti 85.000. Taj kapacitet prijenosa, temeljen na optoelektronici, zajedno s naprednom građom prekidača i usmjerivača, poput asinkronog načina prijenosa (ATM) i protokola za kontrolu prijenosa (TCP/IP), temelj su tzv. informacijske superprometnice 1990-ih (engl. *superhighway*).

Stanična telefonija snažno se raširila diljem svijeta 90-ih, doslovce prekrivajući Aziju pejdžerima i Latinsku Ameriku mobilima, oslanjajući se na obećanje (npr. od Motorole) o porastu sveopće pokrivenosti uređajima za osobnu komunikaci-

DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...

ju prije 2005 godine. Tako mobilna telefonija, oslanjajući se na snagu računala za usmjeravanje poruka, daje u isto vrijeme osnovicu za sveprisutnu obradu podataka i za neograničenu, interaktivnu elektroničku komunikaciju u stvarnom vremenu (engl. *real time*).

Kao izazov novom tehnološkom razvoju ubrzo se nametnula biotehnologija. Začetke biotehnologije nalazimo već na babilonskim pločicama, s opisom priprave piva; kretanja u mikrobiologiji 6.000 godina prije Krista. Daljnji poticaj nalazimo u znanstvenom otkriću osnovne strukture života, dvostruke spirale DNA, Francisa Cricka i Jamesa Watsona na Sveučilištu u Cambridgeu 1953. godine. No, tek je početkom 1970-ih godina DNA, koja prepleće i mijenja raspored gena, a u tehnološkoj je osnovi genetičkog inženjeringa, omogućila primjenu cjelokupnog znanja. Tako se Stanleyu Cohenu, Sveučilište Stanford, i Herbertu Boyeru, Sveučilište u San Francisku, pripisuje otkriće postupaka kloniranja gena 1973. godine, iako je njihov rad bio temeljen na istraživanjima nobelovca Paula Berga sa Stanforda. Prethodnomu valja dodati, da su u istraživanjima 1975. godine na Harvardu izolirani prvi geni sisavaca iz hemoglobina kunića te da je 1977. godine bio kloniran prvi ljudski gen.

Ubrzo nakon tih otkrića uslijedila je utrka u stvaranju komercijalnih firmi, od kojih su većina bile ogranci većih sveučilišta i bolničkih istraživačkih centara. Veliki broj takvih firmi pojavio se u Sjevernoj Kaliforniji, Novoj Engleskoj i Merilendu. Tvrtke Genentech u južnom San Franciscou, Cetus u Berkeleyu, Biogen u Cambridgeu, Massachusetts, bile su među prvima koje su koristile nove genetske tehnologije u medicinske svrhe. Nakon toga slijedila je primjena u poljodjelstvu putem mikroorganizama, od kojih su neki bili genetički izmijenjeni, a dodjeljivan im je sve veći broj zadataka, među kojima i čišćenje zagađenja često izazvanog od istih kompanija i agencija.

Istovremeno, javnost se kroz medije upozna sa zastrašujućim mogućnostima koje je otvarala potencijalna sposobnost inženjeringa životom, uključujući i ljudski život. Sve više izražene znanstvene teškoće i tehnički problemi, moralne i etičke nedoumice, veće pravne prepreke proizišle iz opravdane zabrinutosti, usporile su često hvaljenu biotehnološku revoluciju 1980-ih godina. Značajne investicije bile su izgubljene, dok su neke od najinovativnijih kompanija, uključujući Genentech, bile preuzete od farmaceutskih divova, poput Hoffman-La Roche i Mercka, koji su bolje od bilo koga drugoga shvaćali da ne mogu ponoviti skupu aroganciju, koju su kompjutorske tvrtke pokazivale prema inovativnim počecima. No, kupnja malih inovativnih firmi zajedno s njihovim znanstve-



DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...

nim resursima, postala je glavna orijentacija farmaceutske i kemijske industrije zbog kontrole nad komercijalnim koristima biološke revolucije.

Krajem 80-ih i tijekom 90-ih snažniji su znanstveni pritisci, kao i nova generacija smionih poduzetnika koji su revitalizirali biotehnologiju, s odlučujućim usmjeravanjem na genetski inženjering kao revolucionarnu tehnologiju na tom polju. Genetsko kloniranje je ušlo u novu fazu kada je 1988. godine Harvard formalno patentirao dobivanje miša genetskim inženjeringom. Na tragu očekivanja stvorenih tim otkrićem, vlada SAD-a je 1990. odlučila sponzorirati i osnovati 15-godišnji program kolaboracije vrijedan 3 milijarde dolara. On se ostvarivao pod koordinacijom Jamesa Watsona, koji je okupio neke od najnaprednijih mikrobioloških istraživačkih timova za stvaranje mape ljudskog genoma, tj. prepoznavanja i utvrđivanja položaja 60.000 do 80.000 gena koji sačinjavaju abecedu ljudske vrste (Teitelman, 1989.). Tako su stvoreni uvjeti za prepoznavanje neprekidnog niza ljudskih gena odgovornih za različite bolesti. Omogućilo je to da se već sredinom 90-ih utvrdi položaj za oko 7% ljudskih gena, s odgovarajućim razumijevanjem njihove funkcije. Naravno da to stvara mogućnost djelovanja na takve gene, kao i na one koji će tek biti otkriveni, čineći ljudsku vrstu sposobnom ne samo za kontrolu nekih bolesti, nego i za prepoznavanje biološke sklonosti i utjecaja na njih, s potencijalnom izmjenom genetske sudbine.

### **Sudionici i mjesta nastajanja informacijske tehnološke revolucije**

Iako je industrijska revolucija bila britanska, a informacijska američka, u oba su slučaja znanstvenici i industrijalci iz drugih zemalja igrali važnu ulogu u otkriću i širenju novih tehnologija. Zapravo, zemlje kao što su Francuska i Njemačka bile su glavni izvori talenata i primjene u industrijskoj revoluciji, dok su znanstvena otkrića nastala u Engleskoj, Francuskoj, Njemačkoj i Italiji bila u samim korijenima novih tehnologija u elektronici i biologiji. Također je domišljatost japanskih kompanija bila presudna u jačanju proizvodnih procesa u području elektronike te u prodiranju informacijskih tehnologija u svakodnevni život kroz nalet novih inovativnih proizvoda (Forester, 1993.).

Sredinom 1970-ih Silicijska dolina je privukla desetke tisuća sjajnih mladih umova iz cijeloga svijeta koji su dolazili radi izazova nove "tehnološke meke". Sastajali su se na istim mjestima radi razmjene ideja i informacija o novim inovacijama. Jedno od takvih mjesta bio je Home Brew Computer Club, čiji su mladi vizionari (uključujući Billa Gatesa, Stevea Jobsa i Stevea Wozniaka) sljedećih godina osnovali 22 kompanije, u-

DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...

ključujući Microsoft, Apple, Comenco i North Star. Klupski razgovor o članku iz *Popular Electronicsa* o Altair računalu Eda Roberta inspirirao je Wozniaka na konstrukciju mikrokompjutora Apple I, u njegovoj garaži u Menlo Parku, ljeti 1976. godine. Otprilike, u isto vrijeme, Bill Gates je osnovao Microsoft radi stvaranja operativnog sustava za mikrokompjutore. Slična priča može se ispričati o razvoju genetičkog inženjeringa, angažmanom vodećih znanstvenika sa Stanforda, San Francisca i Berkeleya, koji su uglavnom bili povezani s kompanijama lociranim u području Zaljeva (Blakely, Scotchmer, Levine, 1988.). Njihov primjer slijedili su u Bostonu/Cambridgeu oko Harvard-MIT-a, zatim u istraživačkom trokutu oko Sveučilišta Duke i Sveučilišta Sjeverna Carolina te u Marylandu oko većih bolnica, nacionalnih zdravstvenih istraživačkih instituta i Sveučilišta John Hopkins.

Nadalje, zbog svog položaja u mreži tehnoloških inovacija područje zaljeva San Francisco je moglo prijeći na svaki novi razvoj. Tako je, na primjer, dolazak multimedijских alata sredinom 1990-ih stvorio mrežu poslovnih veza između tehnoloških potencijala u kompanijama iz Silicijske doline i studija za proizvodnju slike u Hollywoodu, koja je nazvana "Silivood" industrija. Iznenaduje, za razliku od SAD-a glavni centri inovacija i proizvodnje u drugim zemljama postaju industrijski centri locirani na području i u okolici velikih gradova.

Uloga države je priznata kao odlučujuća u Japanu, gdje su velike korporacije dugo vremena, a naročito 80-ih, bile podržavane i vođene od Ministarstva za međunarodnu trgovinu i industriju (MITI) kroz serije istaknutih tehnoloških programa, od kojih su se neki pokazali promašenima (npr. peta generacija računala), dok su drugi pomogli pretvorbi Japana u tehnološku velesilu u samo 20 godina, kao što je to pisao Michael Borrus (Borrus, 1988.). Za razliku od američkog, u japanskom iskustvu ne postoje nove početničke inovativne firme a sveučilišta imaju malu ulogu. Strateško planiranje MITI-a, neprekidna suradnja između gospodarstva i vlade, glavni su elementi za objašnjenje japanske smjelosti i uzleta, kojima je nadjačao Europu i pretekao SAD u nekim segmentima informacijske tehnološke industrije.

Slična priča vrijedi za Južnu Koreju i Taiwan, iako su kod njih multinacionalne kompanije imale veću ulogu. Jake tehnološke baze Indije i Kine neposredno su povezane s njihovim vojno-industrijskim kompleksom, uz državno financiranje i upravljanje. Tako je bilo i u slučaju mnogih britanskih i francuskih tvrtki u elektroničkoj industriji do 1980. (Hall i sur., 1987.) No, u zadnjoj četvrtini dvadesetog stoljeća Europska zajednica je nastavila sa serijama tehnoloških programa radi održavanja koraka u međunarodnom natjecanju, sustavno po-

DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...

državajući "nacionalne šampione" čak i uz gubitak, ali bez mnogo rezultata. Ubrzo se pokazalo, da je jedini način tehnološkog preživljavanja za europske kompanije korištenje njihovih značajnih sredstava radi stvaranja saveza s japanskim i američkim tvrtkama, koje sve više postaju njihov glavni izvor *knowhowa* u naprednoj informacijskoj tehnologiji (Freeman, Sharp, Walker, 1991.).

I u SAD-u su vojni ugovori i tehnološke inicijative Ministarstva obrane imali odlučujuću ulogu u fazi oblikovanja informacijske tehnološke revolucije. Tako je npr. DARPA, inovativna istraživačka agencija za napredne istraživačke projekte Ministarstva obrane, imala u SAD-u ulogu koja se nije mnogo razlikovala od uloge MITI-a u tehnološkom razvoju Japana. O tome najbolje svjedoči inicijativa, učešće i početno financiranje ARPANET-a, mreže iz koje je kasnije nastao Internet (Stowsky, 1992.). U prilog tome govori i osnivanje SEMATECH-a od strane Ministarstva obrane, kada je suviše popustljiva Reaganova administracija poklekla pod japanskim pritiskom. Zapravo, taj konzorcij američkih elektroničkih kompanija osnovan je radi podrške skupih razvojnih i istraživačkih programa u proizvodnji elektronike, i to iz razloga nacionalne sigurnosti. Savezna američka vlada je također potpomogla kooperativne napore većih tvrtki, u suradnji na mikroelektronici kod stvaranja MCC, i to zajedno sa SEMATECH-om (Gibson, Everett, 1994.). Također se valja prisjetiti da su 50-ih i 60-ih godina vojni ugovori i svemirski program bili važno tržište za elektroničku industriju, posebice za one koji su opskrbljivali vojnu industriju u južnoj Kaliforniji, kao i za početničke inovatore u Silicijskoj dolini i Novoj Engleskoj (Roberts, 1991.). Te kompanije ne bi mogle preživjeti bez velikodušnog financiranja i zaštićenog tržišta koje im je osigurala vlada SAD-a. Posljedica je to želje za tehnološkom nadmoćnošću nad Sovjetskim Savezom, što se ubrzo pokazalo isplativom strategijom.

Istraživanja na području genetskog inženjeringa, na većim istraživačkim sveučilištima i zdravstvenim istraživačkim institutima, obilno su financirana i poduprta vladinim novcem (Kenney, 1986.). Tako je država, a ne inovativni poduzetnici, u svojim garažama u Americi i diljem svijeta bila začetnikom informacijske tehnološke revolucije (Castells, 1988.). Do početka 70-ih tehnološke inovacije su bitno poticane tržištem (Banegas, 1993.), a inovatori su, iako često još uvijek zaposleni kod većih kompanija (naročito u Japanu i Europi), nastavili uspostavljati vlastite poslovne odnose u Americi i diljem svijeta, što je još više dalo poticaj ubrzanju tehnološkog razvoja. Na taj način, oni su se koncentrirali oko mreža tvrtki, organizacija i institucija, radi stvaranja nove društveno-tehnološke paradigme.

## Paradigma informacijskog tehnološkog razvitka

Pojam "tehnološka paradigma", kojeg su razradili Carlote Perez, Christophera Freeman i Giovannia Dossi prihvaćajući klasičnu analizu znanstvene revolucije Kuhna, pomaže u organiziranju temelja sadašnje tehnološke transformacije, budući da uzajamno djeluje s ekonomijom i društvom (Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg, Soete, 1988.). Umjesto širenja definicije radi uključivanja drugih društvenih procesa pored ekonomskih, mislimo da je korisnije označiti one karakteristike koje sačinjavaju temelj informacijsko-tehnološke paradigme (Castells, 1997.), a čine materijalne temelje informacijskog društva. To su: informacija je sirovina, devijantnost učinaka novih tehnologija; logika umrežavanja; fleksibilnost informacijske tehnologije i konvergencija specijalno-namjenskih tehnologija.

(1) Informacija je sirovina. Riječ je o tehnologijama koje rade s informacijama, a ne kao što je to bilo u prethodnim tehnološkim revolucijama – da upravo informacije rade na tehnologijama.

(2) Devijantnost učinaka novih tehnologija. Polazi od činjenice da je informacija sastavni dio svih ljudskih djelatnosti pa su stoga svi postupci našeg pojedinačnog ili zajedničkog postojanja i djelovanja neposredno oblikovani novim tehnološkim medijem.

(3) Logika umrežavanja. Polazi od dobro prilagođene morfologije mreže rastućoj složenosti interakcija i nepredvidljivim paradigmama razvoja koje potječu iz kreativne snage takve interakcije. Ta topološka konfiguracija mreže sada može biti materijalno primijenjena u svim vrstama procesa i organizacija pomoću, u novije vrijeme dostupnih, informacijskih tehnologija.

(4) Fleksibilnost informacijske tehnologije. Dervira se iz logike mrežnog rada, a omogućava ne samo da su procesi reverzibilni, nego se organizacije i institucije mogu prilagođavati i čak temeljno promijeniti prestrojavanjem njihovih elemenata. Konfiguracija nove tehnološke paradigme se izdvaja sposobnošću preoblikovanja, što je odlučujuća sposobnost u društvu kojega karakteriziraju neprekidne promjene i potrebe organizacijske prilagodljivosti. Kao što je Mulgan napisao: "Mreže su stvorene ne samo radi komuniciranja, nego radi zauzimanja položaja, odnosno izdvajanja" (Mulgan, 1991., 21). Zato je bitno zadržati distancu između procjene pojave novih društvenih oblika i procesa, uvedenih i dopuštenih novim tehnologijama, te ekstrapoliranja mogućih posljedica takvog razvoja za društvo i ljude, pri čemu valja imati na umu da samo posebne analize i iskustvena promatranja mogu utvrditi rezultat interakcije između novih tehnologija i pojave novih društvenih oblika.

DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...

(5) Konvergencija specijalno namjenskih tehnologija. Konvergencija tehnologija dovela je do toga da su sada mikroelektronika, telekomunikacije, optoelektronika i kompjutori integrirani u isti informacijski sustav. Čak i razlike koje postoje među njima gube se rastućom integracijom poslovnih firmi u strateškim savezima i kooperativnim projektima. Nadalje, u okviru tehnološkog sustava, jedan element se ne može više zamisliti bez drugoga. Tako su npr. mikrokompjutori potpuno određeni snagom čipa, a konstrukcija i paralelno procesiranje mikroprocesora ovise o građi kompjutora. Telekomunikacije su sada samo jedan oblik procesiranja informacija, stoga su tehnologija prijenosa i povezivanja u isto vrijeme sve više različite i integrirane u istu mrežu, podržavanu kompjutorima (Williams, 1991.).

Daljnji pravci tehnološkog razvitka sežu ka biološkim istraživanjima, gdje se odlučujući napreci u prepoznavanju ljudskih gena i segmenata ljudskog DNA mogu postići samo zahvaljujući velikoj snazi kompjutora (Bishop, Waldholz, 1990.). S druge strane, uporaba bioloških materijala u mikroelektronici, iako još vrlo daleko od uopćene primjene, bila je u eksperimentalnoj fazi već 1995. godine kada je Leonard Adleman, kompjutorski znanstvenik na Sveučilištu u južnoj Kaliforniji, počeo rabiti sintetske molekule DNA te pomoću kemijske reakcije postigao da one rade kao materijalna osnovica za obradu podataka, i to prema logici kombinacije DNA (Allen, 1995.). Iako su istraživanja još daleko od materijalne integracije biologije i elektronike, logika biologije sve se više uvodi u elektroničke strojeve (Millan, 1996.). Tako Bruce Mazlish zagovara nužnost spoznavanja ljudskog biološkog razvoja, snaga koje vladaju čovječanstvom i svijest da su alati i strojevi neodjeljivi od razvoja ljudske naravi. To od nas traži shvaćanje da razvoj strojeva, koji kulminira s kompjutorima, čini neizbježnim svijest da iste teorije kojima objašnjavamo rad mehaničkih izuma vrijede također i za razumijevanje ljudskog bića i obratno, te da je razumijevanje ljudskog mozga u prirodi umjetne inteligencije (Mazlish, 1993.).

Zapravo, društvena dimenzija informacijske tehnološke revolucije ograničava se na slijed zakona o odnosu između tehnologije i društva, kojega je prije nekog vremena predložio Melvin Kranzberg. Kranzbergov Prvi zakon glasi: "Tehnologija nije ni dobra ni loša, niti je neutralna" (Kranzberg, 1985., 50); ona je doista sila koja, vjerojatno više nego ikada u okviru sadašnje tehnološke paradigme, prodire u jezgru života i uma.

## VIZIJA INFORMACIJSKE TEHNOLOŠKE REVOLUCIJE

859

Jedan od značajnih izazova u pogledu predviđanja tehnološke budućnosti jest – razlučiti iz moguće tehnološke premise što će biti izvedivo, i to kroz pogled u virtualni svijet, kompjutorske i mrežne platforme i njihove značajke. Po svemu su-

DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...

deći, virtualni prostor će se sastojati od hijerarhijski por-  
danih mreža koje povezuju različite računalne platforme, ko-  
je procesuiraju, spremaju i sučeljavaju se s okolinom korisni-  
ka virtualnog prostora u stvarnom svijetu. Taj će prostor, po  
svemu sudeći, biti izgrađen od triju međusobno zavisnih vr-  
sta komponenti, i to:

- kompjutorskih platformi i sadržaja koje one sadrže, sastavljenih od procesora, memorija i osnovnih sustavnih softvera

- tehnologije sučelja (hardvera i softvera) koje povezuju platforme s ljudima i drugim fizičkim sustavima te

- mrežne tehnologije za komunikaciju jednih s drugima.

Zapravo, s povećanom procesnom moći, memorijom i mo-  
gućnošću povezivanja s fizičkim svijetom, kompjutori imaju  
razvijen i sustav rukovanja s kompleksnim vrstama podataka.  
Iz retrospektive razvitka vidimo da su prvi kompjutori bili  
skalarni i rukovali su s jednostavnim podacima, da bi s vre-  
menom prešli na vektorski način rada i rukovanje s komplek-  
snim bazama podataka, grafičkim objektima za vizualizaciju i  
vremensko-upozoravajućim signalima za razumijevanje go-  
vora. Ubrzo zatim razvija se rad sa slikama, video i audio za-  
pisima te se osigurava prividna stvarnost za sinteze i analize.

Zapravo, nevjerojatnim se čini da će kućni kompjutori, sa-  
građeni na jednostavnoj procesorsko-memorijskoj strukturi,  
biti zamijenjeni. No, gotovo sasvim je sigurno da će glavni e-  
volucijski pravac biti širokonamjenski (vrlo jeftini) mikrosus-  
tavi (sustavi na čipu), kao kompjutori za pojedine aplikacije.

Po svemu sudeći, koncepcija građe multikompjutora za-  
snivat će se na fizičkom povezivanju kompjutora, i to na način  
da budu korišteni kao jedan sustav, ali s daleko većom sna-  
gom od bilo kojega kompjutora pojedinačno. Tako bi multi-  
kompjutori udovoljili sve većim potrebama glede procesira-  
nja i pohranjivanja podataka na razne servere, hostove i vir-  
tualne sustave. Također, oni mogu biti povezani u jedan dis-  
tribucijski sustav preko odgovarajućih mreža putem kojih se  
mogu pretvoriti u kolekciju neovisnih kompjutora, tzv. kla-  
ster blok računala. Na taj način mogu se, između ostaloga, ko-  
ristiti i za ubrzavanje procesiranja i pohranjivanja informacij-  
skih sadržaja na raznim mrežnim čvorovima. Tako klasteri po-  
staju serveri distribuiranih čvorova međusobno povezani In-  
ternetom.

Iz današnjega kuta gledano, za otprilike 5 godina nova mi-  
krosustavna industrija će eskalirati. Više međusobno pove-  
zanih firmi graditi će specijalizirane sustav-čip kompjutore kao  
"pametne aplikacije". Jednočipni, punomrežni sustavi, moći  
će biti uređeni tako da mogu biti upotrijebljeni svugdje. Neki  
primjeri objekata u koje će kompjutori biti uključeni su: apli-



DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...

kacije, knjige, slike ili igračke koje komuniciraju jedna s drugom i s nama pomoću glasa, slike i pokreta.

Činjenica je da mnoga predviđanja tehnološkog razvoja govore samo o brzom razvoju kompjutera, dok se najvažniji napredak ogleda u povećanju gustoće pri izgradnji poluvodičkih krugova i gustoći pohranjivanja na magnetske medije, izraženoj u bitovima po kvadratnom inču (Sematech, 1994.). Zapravo, od 1958. godine, kada su izumljeni integrirani krugovi, do 1972. godine broj tranzistora po jednom čipu je udvostručen svake godine. U 1972. godini taj se broj počeo udvostručavati svakih godinu i pol ili 60% godišnje, što je rezultiralo poboljšanjem za faktor 100 svakoga desetljeća (Bell, McNamara, 1991.). Slijedom toga, svake tri godine kapacitet memorije poluvodiča četverostruko se povećao. Taj fenomen je poznat kao Moorov zakon, po osnivaču i rukovoditelju Intela Gordonu Mooru (Moore, 1980.). Kao i u prošlosti, uobičajena arhitektura je potrebna kako bi podržala bezbrojne mogućnosti novih čipova (Patterson, 1995.), što je u biti opravdano iz razloga ekonomičnosti. Doista, tehnološki napredak će stimulirati novu industriju na konstruiranje računala specifičnih za aplikacije, koje zahtijeva partnerstvo korisnika, proizvođača integriranih sklopova, ECAD dobavljača, vlasnika intelektualnih prava i graditelja sustava. Opseg ove mikrosustavne industrije biti će ogroman, proizvedeći za najmanje dvije veličine više jedinica nego PC industrija. Zapravo, veliki sustavi sastavljat će se od jeftinih jedinica-klastera, prilagodljivih, multiprocesorskih računala koja komuniciraju međusobno putem brze sustavne mreže (SAN), a sami klasteri omogućavaju nadogradnju do tisuće čvorova i mogu samostalno raditi kao sustav za baze podataka ili za prijenos podataka preko žice (OLPT), a moći će iskoristiti i paralelizam nastao simultanim opsluživanjem više korisnika ili procesuirajući velik broj upita koji podrazumijevaju velike uređaje za pohranu.

U biti, klasteri će zamijeniti glavna računala i miniračunalne servere građene kao velike multiprocesore s desetina procesora neovisno o mjestu na kojem se nalaze. Osobna računala s jednim do četiri procesora u osnovi će biti čvorovi s najboljim omjerom koštanja i učinka; mnogo su jeftiniji od glavnih računala, a mogu se i nadograđivati. Tako je u 1996. godini PC klaster od nekoliko desetina čvorova mogao obavljati milijardu transakcija dnevno (Moore, 1980.), a to je ukupno više transakcija nego što je moguće izvesti na bilo kojem klasteru glavnog računala. Zahtjev za mogućnošću proširivanja računala dolazi također i od neprekidne hipertrofije informacija s World Wide Web-a, čiji se promet kao i broj korisnika svake godine udvostručuje. Usporedo s rastom broja informacija rastu i očekivanja korisnika pa će u budućnosti Web serveri morati prenositi mnogo složenije multimedijalne zapise.

DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...

Doista, malo je vjerojatno da će klasteri, koji su ništa više od zbirke slabo povezanih računala, biti koristan temelj za tehničke izračune jer ovaj problem zahtijeva značajnu komunikaciju između računala za svaku kalkulaciju. No, ako se računalo razvija da postane opći korisni uređaj, mora se otклонiti i trenutni softverski paradoks, gdje bolji softver omogućuje više funkcija koje štede vrijeme, ali i povećava složenost sustava i troškove održavanja.

Internet i njegov najkomercijalniji servis World Wide Web potaknuli su stvaranje novih vrsta računala kao što su: mrežna računala za potrebe tvrtki, teleračunala i televizijska računala spojena na telefon ili televiziju. Dugoročno, bit će integrirani u sve telekomunikacijske uređaje, uključujući i mobilna računala i telefone. Ugradnjom Web računala u telefone, televizore (npr. Web TV) i igrače konzole, veliki dio svijeta dobit će direktan pristup Internetu bez uporabe osobnog računala.

Evolucija informacijske tehnološke revolucije nas očekuje i na području razvoja komunikacijske infrastrukture, tj. mreža. Matcalfov zakon kaže da je ukupna vrijednost neke mreže proporcionalna kvadratu broja korisnika, dok je cijena pretplate jednog korisnika proporcionalna broju svih pretplatnika. No, četiri vrste mreža bit će potrebne kako bi se upotpunio san o virtualnom svijetu i informacijskoj superprometnici, a to su:

- Široko-pojasne mreže (engl. *Wide Area Networks-WANs*), koje služe za povezivanje na tisuće većih i manjih korisnika.

- Konvencionalne telefonske mreže (engl. *Plain Old Telephone Services-POTS*), koje služe za povezivanje raznih korisnika.

- Lokalne i kućne mreže (engl. *Local and Home Network-LaHoNs*), koje služe za povezivanje na javne ili privatne mreže.

- Bežične mreže (engl. *Wireless Networks*), koje služe za povezivanje raznih korisnika i brzi prijenos informacijskih sadržaja.

Statistički pokazatelji u domeni komunikacijskih mreža nam kazuju da se svake tri godine udvostručuju, što u postotcima iznosi 10% za svaku dekadu. Gledano u tom kontekstu, Internet je u ranim 80-ima omogućavao prijenos od 10 megabajta u sekundi, da bi već 1994. to iznosilo 100 MB, a 1997. 1 GB ... Uskoro će nestati mnogi problemi s područja pomoćnih mreža, i to inkorporacijom inovacija novih vlakana (engl. *New Fiber*) i bežičnog prijenosa uz korištenje postojeće kablovske TV i POTS-a. Po svemu sudeći, u razdoblju od 10 do 20 godina instalirat će se mreže koje mogu primiti od 5 do 20 MB, a do 2050. godine vlakna s prijenosnim kapacitetom od tera i peta bita bit će na raspolaganju svakom korisniku, što današnji korisnik/čovjek može teško i zamisliti, aplikacije tako širokog frekventijskog spektra.

## OČEKIVANI UČINCI INFORMACIJSKE TEHNOLOŠKE REVOLUCIJE

Naročitu dragocjenost, proisteklu iz informacijskog tehnološkog razvitka, čini tzv. "daljinski pristup" koji, zanemarujući prostorna i vremenska ograničenja, omogućava korisniku komunikaciju s drugim korisnicima putem teksta, slike, audio ili videozapisa s djeljivim programskim operacijama. Daljinski pristup je moguće koristiti za posao, zabavu, edukaciju, kao i jednostavnu komunikaciju koja može ići dalje od telefona, videotelefonijske, elektroničke pošte i ćaskanja. Međutim, pitanje je možemo li razviti mehanizme koji će učiniti daljinsku prisutnost tako dobrom kao fizičku, ili možda boljom i od nje same?

Zapravo, 1960. godine Bell se odlučio raditi na izgradnji računala s govornim sučeljem, jer je predvidio da će biti potrebno dvadeset godina prije no što će se koristan program moći sastaviti (Krankel, 1995.). Međutim, napredak je bio dvostruko sporiji nego što je očekivao, a i kasnije, 1997. govorno je sučelje korišteno na relativno skromnoj razini, iako je sustav za govorno diktiranje bio dostupan već 1990. godine. No, bez obzira na to vjerujemo da možemo optimistično pretpostaviti da će do 2010. govorni ulaz i izlaz biti sveprisutni i dostupni za svaki elektronički uređaj, uključujući i automobile, računala, kućanske aparate, radio prijemnike, televizore, igračke, satove, uredske i sigurnosne sustave i uređaje kontrole okoline (npr. grijanje i osvjetljenje).

Također je mogućnost sinteze videa u realnom vremenu sljedeća barijera ljudskog sučelja. Ono će doista omogućiti da se čitave predstave i filmovi sintetički generiraju, odnosno da se stvore pretpostavke za sučeljavanje sintetizirane računalne slike i osobe. Čini se nevjerojatnim da će računalo kao osoba moći ostvariti vizualnu interakciju s čovjekom u sljedećih 50 godina. (Kurzweil, 1990.) Zapravo, pitanje je mogu li se u skoroj budućnosti izraditi roboti za opću namjenu koji su sposobni nositi se sa svakodnevnim radnim i kućnim uređajima i alatima kao što su stroj za pranje suđa, usisavač, pećnica, kopirni stroj, razni alati ili oprema te uredska opskrba? Ili ćemo jednostavno usavršiti pojedine uređaje koji zaista pojednostavljuju posao? Hoćemo li vidjeti kombinaciju oba pristupa? Za očekivati je da se u početku sgrade specijalizirani ali kompatibilni uređaji, koje će zatim slijediti roboti s mogućnošću izvođenja širokog spektra aktivnosti.

Također se dizajnira, upotrebljava i istražuje niz protećkih uređaja, uključujući i umjetne oči. Nije sigurno kada će se kompjutor biološki stopiti s čovjekom pomoću implantata u vizualni korteks radi umjetnog vida. Raspon aplikacija može varirati, od osobne zdravstvene njege, kontrole pomoći i poboljšanja životnih funkcija do sigurnosti i komunikacije.

Možemo čak zamisliti gradnju osobnog pomoćnika, koji se sastoji od tjelesnog kompjutora s mogućnošću snimanja,

DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...

razvrstavanja i reprodukcije svega što smo pročitali, čuli ili vidjeli. Tjelesni, umreženi kompjutor za nadzor mogao bi djelovati kao "anđeo čuvar" upozoravajući nas na potencijalne opasnosti i alarmirajući druge na pomoć. Između ostaloga, World Wide Web nudi najveći potencijal promjena na svim nivoima zdravstvene njege putem standardizacije i univerzalnog pristupa, uključujući on-line integraciju informacije vezane uz preventivno djelovanje.

## **TAMNA STRANA INFORMACIJSKE TEHNOLOŠKE REVOLUCIJE**

Brzina razvoja i širenja novih informacijskih tehnologija ima kao posljedicu to da i danas postoje velika područja i značajan dio stanovništva koji su isključeni iz novog znanstveno-tehnološkog sustava. Naime, rasprostiranje tehnologije je selektivno, kako u društvenom tako i u funkcionalnom smislu, a različit vremenski redoslijed dostupnosti tehnologije za ljude, zemlje i regije kritični je izvor nejednakosti u suvremenom društvu. Isključena područja su komunikacijski, kulturno i prostorno nepovezana, a postoje u američkoj unutrašnjosti ili u Europi, u siromašnim afričkim prostorima ili nerazvijenim poljoprivrednim područjima Kine, Indije i središnje Australije.

No, i tamo gdje se ona ponajviše proširila, a društvo u kratkom roku postalo ovisno o njenom nesmetanom funkcioniranju i korištenju, uočeni su brojni problemi. Tako je 1975. godine, u djelu *Šok budućnosti*, Alvin Tofler (Tofler, 1975.) poznati američki futurolog, nagovijestio moguće posljedice koje nova tehnologija i ubrzani tempo života nose sa sobom te upozorio na pojavu nove bolesti, tzv. "bolest mijene". Poremećaj do kojega dolazi posljedica je nesnalaženja i nepravodobnog prilagođavanja čovjeka novonastalim promjenama, koje uzrokuju razvoj visoke tehnologije, njezino sve šire korištenje i sve veće oslanjanje društva na njezina postignuća u svakodnevnom životu. Mijenja to iz osnove stari način života i rada te unosi promjene, ne samo u poslovnom djelovanju čovjeka već i u njegovoj svakodnevnici. Dovodi to do fizičkih i psihičkih posljedica kod njega. Tipični takvi poremećaji su "preopterećenost informacijama" i "stres odlučivanja".

Istovremeno, informatička je tehnologija donijela sa sobom nove oblike kriminalnih ponašanja te omogućila da se brojna već tradicionalna kaznena djela izvršavaju na jedan novi, drugačiji i lakši način nego ikada prije. Tome je posebno pridonio razvoj Interneta. Mogućnosti da Internet postane izvorom raznih nemoralnih i nezakonitih radnji kojima se sve više ugrožavaju prava i interesi pojedinaca i društva uočeni su već neko vrijeme. Tako se 1996. u izvješću Europske komisije pod nazivom *Action Plan on promoting safe use of the Internet*

DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...

upozorava na nužnost borbe protiv različitih štetnih i nezakonitih sadržaja na Internetu, protiv njegove zlorabe kroz kriminalne aktivnosti uperene protiv širokog kruga zakonom zaštićenih interesa, kao što su:

- nacionalna sigurnost (upute o izradi bombi, ilegalnoj proizvodnji droga, terorističkim aktivnostima)
- zaštita maloljetnika (pogrđni oblici marketinga, nasilje, pornografija)
- zaštita ljudskog dostojanstva (poticanje na rasnu mržnju i rasnu diskriminaciju)
- ekonomska sigurnost (prijevare, uputstva o krivotvorenju kreditnih kartica)
- informacijska sigurnost (neovlašteni pristup tuđem kompjutorskom sustavu)
- zaštita privatnosti (neovlašteni prijenos osobnih podataka, elektroničko maltretiranje)
- zaštita časti i ugleda (kleveta, nezakonito oglašavanje)
- intelektualno vlasništvo (nedopuštena distribucija autorskih djela, npr. softvera ili muzike).

Zaštita navedenih interesa i opisane karakteristike toga novog virtualnog prostora zahtijevaju da se ovome problemu pristupi na jedinstven način diljem svijeta. To podrazumijeva donošenje i usklađenost zakonodavstava, pravnu pomoć i međunarodnu suradnju zemalja; pomoć informatičke industrije u razvoju sigurnosnih rješenja, ali također i niz drugih mjera na području obrazovanja; podizanje svijesti o mogućim opasnostima te razvoj kompjutorske etike. No, kako se tome još uvijek u velikom dijelu ne poklanja odgovarajuća pozornost, počinitelji često ostaju nekažnjeni za svoja djela zato što u njihovoj zemlji ona nisu sankcionirana ili ih žrtve rijetko prijavljuju. Dodamo li tome iznimno visoku "tamnu brojku" kompjutorskog kriminala, tj. broj počinjenih djela koja nisu otkrivena, i kriminalni potencijal kojega, zahvaljujući velikom broju korisnika, nosi u sebi Internet, možemo samo naslutiti potencijalne opasnosti i štete koje nam u budućnosti prijete.

Brojne su također opasnosti koje prijete od biotehnologije i njenih mogućih zloraba koje je na ovom mjestu nemoguće sve popisati. Unatoč tome, ne treba zaboraviti da opasnosti ne leže u samoj tehnologiji kao takvoj, već u ljudima koji je koriste!

Današnja digitalna kultura ne podnosi stalnost i nepromjenjivost. Svojevrsne su joj neprekidne mutacije, skokovite promjene, sve složenije inovacije i kombinacije uređaja, programa, podataka i informacija. Trajnija kruta ograničenja njihova kolanja i korištenja sputavaju optimalno funkcioniranje informacijskih sustava i ometaju njihovo moguće unapređivanje, korištenje i razvijanje, koje nije uvijek plod namjerne akcije i nije ga lako predvidjeti.

## ZAKLJUČAK

---

Informacijsko-tehnološka revolucija zasigurno je jedan od najvećih povijesnih događaja, proizašao iz nezaustavljivog slijeda otkrića koja su uvelike promijenila način života i rada ljudi te odnosa među njima. Međutim, ona je samo nastavak revolucija koje su se zbile prije nje; od agrarne preko industrijske revolucije u 18. stoljeću.

Zapravo, industrijsko društvo je obrazovanjem građana i postupnim organiziranjem gospodarstva oko znanja i informacija pripremlilo tlo za osnaženje ljudskog uma i oslobodjenje ljudskih potencijala za kreativan rad. Uvođenjem nove informatičke tehnologije korisnici ne samo da usvajaju nove informacije, već je i samom uporabom usavršavaju, unapređuju i oplemenjuju. Na taj način, čovjekov um po prvi put u povijesti predstavlja proizvodnu snagu, a ne samo odlučujući element proizvodnog sustava.

Pored navedenog, biotehnologija, elektronika i informatika približavaju se i poklapaju u aplikacijama, materijalima i konceptualnom pristupu postajući sve više komplementarne znanosti. Zapravo, to je sve dovelo do neslučenih povećanja brzine i snage informacijske tehnologije te razmjerno tome povećane protočnosti i dostupnosti informacija uz smanjene troškove. Stoga ne iznenađuje da su se nove informacijske tehnologije proširile diljem svijeta neslućenom brzinom za manje od dva desetljeća, pri čemu se to širenje odvijalo selektivno, kako u društvenom tako i u funkcionalnom pogledu.

Također, pozitivni učinci novih tehnologija na ekonomski rast, medicinu, biologiju, kemiju i druge znanosti dramatično produžuju životni vijek, olakšavaju rad i pospješuju komunikaciju zbog čega se posebnim mjerama potiče razvoj daljnjih tehnoloških inovacija koje vode gospodarskom prosperitetu. Dosadašnji razvoj pokazao je, također, kako razvoj i širenje informacijsko-tehnološke revolucije dovodi do stvaranja proizvodnje inovacija koje teže privlačenju znanja, investicija i talenata iz cijeloga svijeta. Doista, nesumnjivo je da takav razvoj nosi u sebi i brojne opasnosti. Zapravo, mnogi veliki pomaci i otkrića nastaju gotovo spontano i iz težnje da se postigne nešto drugo, a nova postignuća često nadmaše ideje, namjere i očekivanja njihovih tvoraca, a ponekad dovedu i do neželjenih posljedica. No, istovremene koristi i štete od novih postignuća nije uvijek lako izbjeći pa stoga treba od slučaja do slučaja odmjeravati s koliko se žrtve može ostvariti uspjeh i omogućiti prosperitet.

Na temelju rečenoga, za očekivati je da će se rast i razvoj informacijske tehnologije u narednim desetljećima odvijati nesmanjenom brzinom, po već ustaljenim zakonima, jer se konvergencijom informatike, telekomunikacija i biotehnologije stva-



raju pretpostavke za taj svjetskopovijesni prevrat. Stoga, koliko će se on odvijati bez negativnih posljedica, ovisiti će u prvom redu o sposobnosti ljudi, njihovih organizacija i zajednica da pravovremeno uoče i odgovore na izazove i opasnosti koje pred njih stavlja aktualna informacijsko-tehnološka revolucija.

## LITERATURA

---

Allen, J. E. (1995.), New Computers may use DNA instead of chips, pp. 4, *San Francisco Chronicle*, May 13: B2.

Banegas, J. (1993.), *La industria de la información, Situación actual y perspectivas*, Madrid: Fundesco.

Bar, F. (1990.), *Configuring the Telecommunications Infrastructure for the Computer Age: The Economics of Network Control*, Berkeley, CA: University of California.

Bar, F. (1992.), Network flexibility: a new challenge for telecom policy, *Communications and Strategies*, special issue, June: 111-122.

Bishop, J. E. & Waldholz, M. (1990.), *Genome*, New York: Simon & Schuster.

Blakely, E., Scotchmer, S. & Levine, J. (1988.), *The Locational and Economic Patterns of California's Biotech Industry*, Berkeley, CA: University of California.

Bell, G., McNamara, J. (1991.), *High Tech Ventures: The Guide to Entrepreneurial Success*, Reading, Mass.: Addison-Wesley Publishing.

Borrus, M. G. (1988.), *Competing for Control: America's Stake in Microelectronics*, Cambridge, MA: Ballinger.

Braun, E., Macdonald, S. (1982.), *Revolution in Miniature: The History and Impact of Semiconductor Electronics Re-explored*, 2nd Cambridge: Cambridge University Press.

Castells, M. (1988.), The new industrial apace: information technology manufacturing and spatial structure in the United States, pp. 211. U: G. Sternlieb, J. Hughes: *America's Newarket Geography: Nation, Region and Metropolis*, New Brunswick, NJ: Rutgers University.

Castells, M. (1997.), *The rise of the Network Society*. Blackwell Publishers Inc, Oxford, UK.

Dagnelie, G., Massof, R. W. (1996.), *Towards and Artificial Eye*, pp. 20-68, *IEEE Spectrum* (May).

Dondero, G. (1995.), *Information, communication, and wehicle technology*, Berkeley, CA: University of California.

Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G., Soete, L. (1988.), *Technical Change and Economic Theory*, London: Printer.

Dragičević, A. (1995.), *Politička ekonomija informacijskog društva*, Čakovec, Zrinski.

Dragičević, A., Dragičević, D. (2000.), *Leksikon ekonomije i informatike*, Zagreb, Informator.

Egan, T. (1995.), *The development and location patterns of software industry in the U.S.*, Berkeley, CA: University of California.

Fisher, C. (1985.), Studying technology and social life. U: M. Castells: *High Technology, Space, and Society*, Beverly Hills, CA: Sage.

DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...

Forester, T. (1993.), *Silicon Samurai: How Japan Conquered the World Information Technology Industry*, Oxford: Blackwell.

Freeman, C., Sharp, M., Walker, W. (1991.), *Technology and the Future of Europe*, London: Printer.

Gibson, D. G., Everett, R. (1994.), *Collaboration on Trial. The Microelectronics Computer Technology Corporation*, Boston, MA: Harvard Business School Press.

Gould, S. J. (1980.), *The Panda's Thumb: More Reflections on Natural History*, New York: Norton.

Grbavac, V. (1995.), *Informatika, kompjutori i primjena*, HZDP, Zagreb.

Gray, J. (1996.), *Scalable Servers*. (<http://www.research.com/research/barc/>)

Hall, P., Preston, P. (1988.), *The Carrier Wave: New Information Technology and the Geography of Innovation*, London: Unwin Hyuman.

Hall, P., Bornstein, L., Grier, R., Webber, M. (1987.), *Western Sunrise: The Genesis and Growth of Britain's Major High Technology Corridor*, London: Allen & Unwin.

Hall, S. S. (1987.), *Invisible Frontiers: The Race to Synthesize a Human Gene*, New York: Atlantic Monthly Press.

Hugh, T. (1993.), *The Conquest of Mexico*, London: Hutchinson.

Kenney, M. (1986.), *Biotechnology: The University-Industrial Complex*, New Haven: Yale University Pres.

Krankel, K. A. (1995.), *A Conversation with Gordon Bell*, ACM Interactions, Vol. II, No. 4, pp. 66-79.

Kranzberg, M. (1985.), *The information age: evolution or revolution?* U: B. R. Guile: *Information Technologies and Social Transformation*, Washington D. C.: National Academy of Engineering.

Kranzberg, M. (1992.), *The scientific and technological age*, pp. 63-65, *Bulletin of Science and Technology Society*.

Kurzweil, R. (1990.), *The Age of Intelligent Machines*, Cambridge: MIT Press.

Lyon, J., Gorner, P. (1995.), *Altered Fates: Gene Therapy and the Retooling of Human Life*, New York: W. W. Norton.

Marx, J. L. (1989.), *A Revolution in Biotechnology*, Cambridge: Cambridge University Press.

Mazlish, B. (1993.), *The Fourth Discontinuity: The Co-evolution of Humans and Machines*, New Haven: Yale University Press.

Millan, J. del Rocio (1996.), *Rapid, safe, and incremental learning of navigation strategies*, 26 (6), *IEEE Transactions on Systems, MAN, and Cybernetics*.

Mokyr, J. (1990.), *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*, New York: Oxford University Press.

Moore, G. (1980.), *Electronics* 53, No. 9, pp. 633 (April 17).

Moore, G. (1996.), *Nanometers and Gigabucks – Moore On Moore's Law*, University Video Corporation Distinguished Lecture. (<http://www.uvc.com/>)

Mulgan, G. J. (1991.), *Communication and Control: Networks and the New Economies of Communication*, New York: Guilford Press.

Negroponte, N. (1995.), *Being Digital*, New York: Alfred a. Knoph.

DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...

- Patterson, D. (1995.), *Microprocessors in 2020*, pp. 62-67 (September).
- Roberts, E. B. (1991.), *Entrepreneurs in High Technology: MIT and Beyond*, New York: Oxford University Press.
- Rosenberg, N. (1982.), *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Saxby, S. (1990.), *The Age of Information*, London: Macmillan.
- Sematech (1994.), *The National Semiconductor Roadmap*, Sematech and Semiconductor Industry Association, NJ.
- Stowsky, J. (1992.), From spin-off to spin-on: redefining the military's role in American technology development. U: W. Sandholtz, M. Borrus, J. Stowsky, S. Vogel, S. Weber, K. Konka: *The Highest Stakes: The Economic Foundations of the Next Security System*, New York: Oxford University Press.
- Teitelman, R. (1989.), *Gene Dreams: Wall Street, Academia, and the Rise of Biotechnology*, New York: Basic Books.
- Tofler, A. (1975.), *Šok budućnosti*, Otokar Keršovani, Rijeka.
- Williams, F. (1991.), *The New Telecommunications: Infrastructure for the Information Age*, New York: Free Press.

## The Information Technological Revolution at the Beginning of the 21<sup>st</sup> Century

Vitimir GRBAVAC  
Faculty of Agriculture, Zagreb

Božidar TEPEŠ  
Faculty of Philosophy, Zagreb

Franko ROTIM  
Faculty of Transport and Traffic Engineering, Zagreb

This paper describes the information technological revolution as the most important and most influential follower from the industrial to postindustrial society. Through the more successful and more efficient use of microelectronics the human world and Cyberspace have been constantly changing and improving, in computer integrated production, telecommunication relations, as well as in optoelectronics and biotechnology. Research shows that the connection between science, technology and knowledge generates and maintains an explorative and creative environment, in which permanent revolutionizing of technology is followed by continuing innovation and improvement of the means and relations between social production, and the everyday lives of people. The paper analyzes these processes in material production, social interrelations and the participation of each person, their organizations and communities. It deals with the flow of these changes based on the information technological revolution and its achievements. However, it is hard to scientifically predict and describe what will occur and how these revolutionary changes will develop in the future. Thus, this paper

DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...

is limited to predicting the basic directions of future technological and social development which will in a totally globalized world unite people more and help them withdraw from any routine work and turn to the development of their human potentials.

## Die informationstechnologische Revolution am Beginn des 21. Jahrhunderts

Vitomir GRBAVAC  
Landwirtschaftliche Fakultät, Zagreb

Božidar TEPEŠ  
Philosophische Fakultät, Zagreb

Franko ROTIM  
Fakultät für Verkehrswesen

Der vorliegende Artikel beschreibt die informationstechnologische Revolution als den bedeutendsten und einflussreichsten Umstand, der die Wandlung der Industrie- zur postindustriellen Gesellschaft begleitet. Die dem Artikel zugrunde liegende Untersuchung hat gezeigt, dass durch die immer erfolgreichere und wirksamere Anwendung der Mikroelektronik die materielle und virtuelle Welt des Menschen unablässig verbessert und verändert wird. Dies gilt sowohl für computergesteuerte Produktion und Telekommunikation als auch für Optoelektronik und Biotechnologie. Untersuchungen haben ergeben, dass in einem Rahmen, in dem Wissenschaft und Technologie miteinander verbunden sind, ein der Forschung und Kreativität förderliches Ambiente generiert und bewahrt wird. In einem solchen Umfeld verläuft die permanente technologische Revolutionierung parallel zu der ebenso permanenten Innovierung und Förderung der gesellschaftlichen Produktion, der gesamten Tätigkeit sowie dem Lebensalltag der Menschen. Der Artikel verfolgt im Detail diese Prozesse in der Güterproduktion, in der sozialen Verbundenheit und Engagiertheit von Einzelpersonen, Organisationen und Gemeinschaften. Die Autoren präsentieren außerdem den Verlauf von Veränderungen, die sich auf der informationstechnologischen Revolution und ihren Errungenschaften gründen. Es ist jedoch schwierig, auf wissenschaftliche Weise zu prognostizieren und zu beschreiben, was sich in Zukunft ereignen wird und welche revolutionären Wandel eintreten werden. Der Artikel beschränkt sich daher auf die Bestimmung der Hauptrichtungen, in denen die zukünftige technologische und gesellschaftliche Entwicklung verlaufen wird. Das Ziel dieser Entwicklung ist die Globalisierung, die die Menschen weltweit immer näher zusammenbringen und ihnen ermöglichen wird, sich von jeglicher routinemäßiger Arbeit zu befreien und sich voll und ganz der Entfaltung ihres eigenen Potentials zu widmen.

DRUŠ. ISTRAŽ. ZAGREB  
GOD. 12 (2003),  
BR. 5 (67),  
STR. 847-870

GRBAVAC, V., TEPEŠ, B.,  
ROTIM, F.:  
INFORMACIJSKA...