

RAZVOJ ROBOTA I PROMJENE KOJE ONI DONOSE

DEVELOPMENT OF ROBOTS AND CHANGES THAT ROBOTS BRING

Gojko Nikolić¹

¹*Tekstilno–tehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

Sažetak

U radu su prikazani pravci razvoja robota, te neki značajniji reprezentanti pojedinih razvojnih pravaca. Istaknut je utjecaj primjene robota na konkurentnost gospodarstava. Prikazana su istraživanja utjecaja na zaposlenost i vrstu zanimanja koja će biti nepotrebna, kao i na zanimanja koja će biti tražena. Navedena su neka moguća zanimanja koja će biti interesantna u budućnosti. Analizirana je inicijativa Europe u periodu do 2020. godine pokretanjem SPARC projekta, te tržišni efekti kao i dodatna zapošljavanja koja se očekuju. Prikazana je situacija u Hrvatskoj s aspekta primjene robota ali i proizvodnih i razvojnih potencijala našeg gospodarstva. Istaknuti su primjeri uspješnih tvrtki koji se bave razvojem i primjenom robota. Opisana je problematika sustava obrazovanja i obrazovnih institucija iz područja robotike.

Ključne riječi: roboti, SPARC, primjena robota, edukacija o robotima

Abstract

This paper presents directions in which robots have been developing as well as some significant examples of individual development directions. The impact of the robot application on the competitiveness of the economies is highlighted. The paper also studies their impact on employment and the type of jobs and skills that will become obsolete and unnecessary and the jobs and skills that will be in high demand in future. We analyzed European initiative launched as the SPARC project for the period up to 2020, its impact on markets as well as the additional employment that is expected. The situation in Croatia in terms of robot application including both production and development potential of Croatian economy is presented. Examples of

successful companies in the development and application of robots are pointed out. The paper describes the aspects of education and educational institutions in the field of robotics.

Keywords: robots, SPARC, application of robots, education about robots

1. Uvod

1. Introduction

Iako je automatizacija napravila revoluciju u procesima proizvodnje i omogućila zadovoljavanje sve većih potreba za dobrima koje je nametnuo eksponencijalni rast broja ljudi na zemlji, uvijek su se tražili pokazatelji koji bi definirali usporedivi stupanj mehanizacije i automatizacije u nekom proizvodnom pogonu, tvornici, regiji ili državi. Prvo je to bila potrošnja pare parnih strojeva za ustanovljenje stupnja mehanizacije proizvodnih linija. Zatim neko vrijeme bila je to potrošnja električne struje. Sredinom šezdesetih godina za ustanovljavanje stupnja automatizacije to je bila potrošnja stlačenog zraka¹. Stlačeni zrak je bio pogonski medij za pneumatske elemente koji su (a i danas) čine između 65 i 70% primijenjenih elemenata u automatiziranim pogonima. Kao i kod električne struje i stlačeni zrak koristio se je i za “neautomatizirane” namjene, poput čišćenja izradaka i radnog mjesta na strojevima, izbacivanje izradaka iz stroja ili naprave, bojanje i sl. Tako da ti podaci daju samo približnu sliku i mogu služiti za analizu trenda ili usporedbe s drugima. Danas neposredni ljudski rad više neće moći zadovoljavati zahtjeve suvremene proizvodnje na svim radnim mjestima.

¹ [2] Čalić D: Automatizacija, izdanje JAZU, Zagreb 1962., strana 69.

Za te vrste poslova koriste će se roboti, što se najbolje vidi na visokoserijskim proizvodnim linijama, a posebno u automobilske industriji. Primjena robota postaje mjerilo suvremene proizvodnje 21. stoljeća. Brojem korištenih robota može se ocijeniti suvremenost nekog pogona ili industrije neke države.

Prema ekonomskim i demografskim kriterijima Europske komisije, zemlja veličine Hrvatske trebala bi imati najmanje 2000 robota. Dostupni podaci ukazuju da ih je u Hrvatskoj instalirano tek oko 150, što znači da je prisutno veliko zaostajanje u tehnološkom razvoju [1]. Ti pokazatelji o broju primijenjenih robota na proizvodnim linijama nisu samo indikator suvremenosti proizvodnje već i njene ekonomičnosti.

2. Utjecaj robota na zaposlenost

2. *The impact of robots on employment*

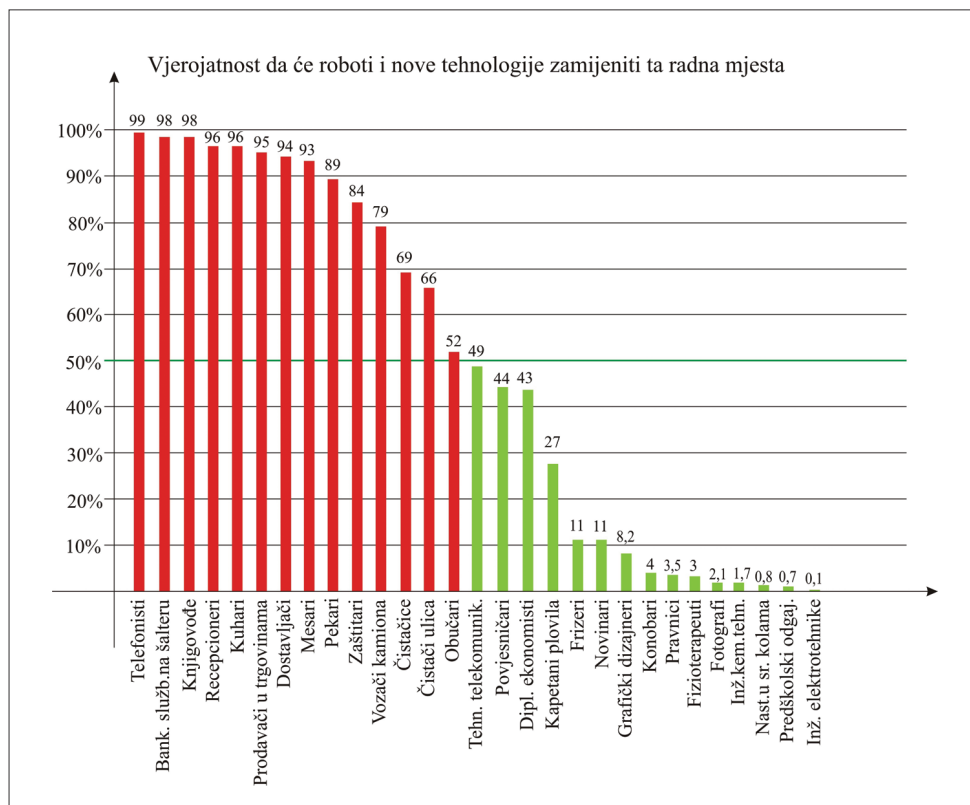
Ta velika primjena robota imati će i negativne posljedice po zaposlenost. Još je akademik D. Čalić s Ekonomskog fakulteta u Zagrebu 1962. godine [2] pisao o raslojavanju društva primjenom automatizacije i smanjenje potrebe za zanimanja kvalificiranih i viskokvalificiranih radnika, a potrebama za nekvalificiranim radnicima i pogotovo za visoko obrazovanim. To je pokazalo i istraživanje pod nazivom "The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?" (Budućnost zaposlenosti: Koliko su radna mjesta podložna kompjutorizaciji?) Oksfordskog sveučilišta. To istraživanje su proveli 2013. god. ekonomist Carl Benedikt Frey i inženjer Michael A. Osborne, i ono ukazuju da bi 2033. god. primjenom automatizacije moglo nestati 47% sadašnjih poslova [3] [4] [31]. Histogramom na slici 1 prikazan je stupanj vjerojatnosti zamjene samo nekih zanimanja s robotima (od 702 koje su oni razmatrali), odnosno suvremenim automatiziranim uređajima ili računalima [4] [31]. To ne znači da će se za toliki broj radnika povećati njihov broj na burzi rada, jer će nastati potreba za novim zanimanjima i vrstama poslova, koje u ovom trenutku ni ne znamo koja će to biti. Prognozeri budućnosti ovako su prikazali tu situaciju: "razvoj znanosti i tehnike sili nas

da bi već danas u obrazovnim institucijama učenike i studente trebali pripremati za poslove i tehnologije koje još ne postoje i osposobljavati ih za uspješno rješavanje probleme za koje još ne znamo niti da postoje". Postavlja se pitanje da li se ovom konstatacijom pretjerava? Odgovor se može potražiti u činjenici da je deset zanimanja i poslova koja su bila najtraženija u 2010. godini, uopće nisu postojala 2004. godine, dakle samo šest godina ranije [5]. Koji su to novi poslovi koji dolaze i zamjenjuju postojeće koje će raditi roboti? Na to pitanje pokušao je dati odgovor poznati japanski znanstvenik Michio Kiku koji smatra da je svijet ušao u tzv. intelektualni kapitalizam u kojem će:

- nestati potreba za tzv. repetitivnim zanimanjima ili poslovima, jer se oni mogu zamijeniti robotima,
- tražiti će se zaposlenici na poslovima koja zahtijevaju imaginaciju, kreativnost, talent, znanstveni pristup, inovativnost, tj. poslovi koje robot neće biti sposoban da radi najmanje još sljedećih 40 do 50 godina, a možda i više,
- i dalje će biti traženi liječnici, iako će veliki dio posla dijagnostike i operativnih zahvata obavljati roboti i drugi uređaji,
- biti će potreba i za vojnicima i policajcima, ali kao stratezima koji će upravljati vojskom robota,
- i dalje će biti potrebni suci, advokati, političari i slična zanimanja [3] [6].

Ne smije se samo kriviti robote za takav budući scenarij. U povijesti su zabilježeni slučajevi gdje je novim tehnologijama došlo do gubitka velikog broja radnih mjesta. Treba se sjetiti prve industrijske revolucije kada dolaskom parnih strojeva u industriji nestaje ogroman broj radnih mjesta. Nastaje bunt radnika, ali ništa nije moglo zaustaviti taj trend. Slično se dogodilo i u poljoprivredi. Početkom prošlog stoljeća u proizvodnji hrane bilo je uključeno oko 70% stanovništva. Tehnološkim inovacijama i razvojem poljoprivrednih strojeva danas je taj postotak značajno manji i u razvijenim zemljama iznosi samo 3%.

Kada se misli na utjecaj primjene robota u proizvodnim procesima obično se pod tim podrazumijeva sveprisutna automatizacija, proizvodne linije upravljane i nadzirane računalima, automatski strojevi i uređaji.



Slika 1
Histogram
vjerojatnosti zamjene
nekih radnih
mjesto robotima ili
automatiziranim
uređajima (nacrtano
prema tabelarnom
prikazu [4])

Figure 1
Probability histogram
of jobs replaced by
robots or automated
devices (according to
table [4])

Tome doprinosi i široki pojam što je to robot. Uređaje koje nazivamo robotom ne odgovaraju više temeljnim definicijama robota (RIA, JIRA, ISO i dr.) jer je razvoj robota daleko odmakao od tih definicija koje su opisivale isključivo industrijskog robota [7]. Danas se pod robotom podrazumijevaju uređaji koji obavljaju svoju funkciju koristeći senzorske, aktuatorске i upravljačke sustave, ali sve više dobivaju samostalnost u “odlučivanju” i koriste određene funkcije umjetne inteligencije u obavljanju zacrtanih zadataka. Tu su široke mogućnosti rješenja što ovisi o području primjene, kao i davanju stupnja samostalnosti “odlučivanja” robotu. Kako razvoj ide dalje bilo u mehanici (ili bionici), senzoricima, upravljanju, razvoju umjetne inteligencije to su zadaci robota sve kompleksniji i on se sve više “ponaša” kao čovjek. U daljnjem razvoju dobiva i “izgled” čovjeka pa i njegove “emocije”. Radi toga nije više moguće jednom definicijom obuhvatiti i odrediti razne vrste robota. Roboti su samo jedan segment novih tehnologija, ali onaj koji doseže najviši stupanj automatizacije, te može “direktno” zamijeniti radnika pogotovo na svim poslovima koji ne traže kreativnost već su svakodnevni, rutinski. Kako su roboti došli na kraju tog procesa automatizacije, namijenjenoj ne samo industriji, nego svim poslovima oko nas,

to se onda njima i pripisuje najveća “zasluga” za gubitak radnih mjesta. Nije u pitanju samo gubitak radnih mjesta mnogo toga se mijenja i promijeniti će se. Možda sljedeći citat najbolje karakterizira situaciju koja nas očekuje u skoroj budućnosti i na čijem se pragu danas nalazimo “Na pragu smo robotske revolucije koja će promijeniti svijet u kojem živimo, promijeniti će i odnos čovjeka prema prirodi, kao i odnos čovjek – robot (“živi” stroj), stvoriti jedan sasvim novi svijet, nova tržišta, poslovne, radne i životne uvjete. Robotska revolucija koja će obilježiti 21. stoljeće, omogućiti će potpuno drugačiji način života i dalje produbiti jaz između bogatih i siromašnih.” [8].

Robotom je dobiven idealni radnik koji će čovjeka svugdje zamijeniti, ispunjena je vjekovna težnja ljudi da uvijek neko radi za njih od nekada pripitomljenih životinja, robova, kmetova, nadničara, strojeva. Roboti će mnogo toga promijeniti u životu čovjeka, ne samo od ekonomskih i moralnih zakona, već društvenih odnosa, etike, odnosa živog i neživog, svjesnog i upravljanog itd. Možda će kapitalizam kojemu je pokretačka snaga u profitu, morati krenuti u drugačiju raspodjelu ostvarene dobiti. Dijeliti će je s onima koji su zbog robota izgubili radno

mjesto. To je danas hereza, a možda će sutra biti potreba i realnost.

3. Obrazovanje i nova zanimanja

3. *Education and new professions*

Interesantna su razmatranja o vrstama poslova koje će u budućnosti raditi čovjek, a koje se već danas mogu predvidjeti. Evo nekih mogućih budućih poslova, osim onih koji će se odnositi na konstrukciju, održavanje robota, programiranje novih aplikacija i sl.:

1. Digitalni arhitekti – koji će dizajnirati virtualne zgrade za propagandne poruke.
2. Njegovanje starijih osoba – njegovanje kod kuće.
3. Konzultanti za dobrobit starijih osoba – specijalizirani za osobnu njegu.
4. Osobe za izradu dijelova tijela – za atletičare i vojnike.
5. Vertikalni farmeri – koji će usjeve sijati vertikalno kako bi uštedio na prostoru.
6. Kontrolori klime – odnosno osobe koje će upravljati i mijenjati vremenske obrasce.
7. Osobe za dizajniranje i upravljanje hologramima – virtualnih ljudi.
8. Brokери za vrijeme – koji će upravljati vašim viškom vremena koje ćete moći nekom ponuditi u zamjenu za novac ili neku drugu robu.
9. Osobni menadžeri za brendove – koji će razvijati i upravljati vašim osobnim brendom.
10. Haptički programeri – koji će koristiti znanost dodira za razvoj proizvoda.
11. Projektanti bioničkih sustava – projektiranje sustava koji predstavljaju kombinaciju organskih i anorganskih materijala, bioloških rješenja iz prirode i elektroničkih i mehaničkih dijelova [9] itd. itd.

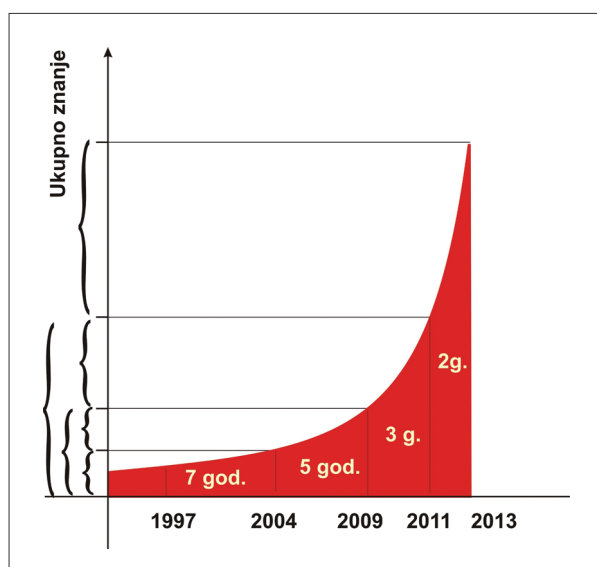
Postojati će stalna potreba za učenjem novih znanja pa i promjenom zanimanja. To će biti stalni zadatak, jer se mora raditi ne samo zbog dohotka već iz nužne potrebe čovjeka da je koristan i da ispuni slobodno vrijeme. Sagledavajući sve te trendove, prognoze i postojeću situaciju, obrazovanje formalno kao i neformalno mora sa svojom organizacijom i nastavom prethoditi najmanje pet godina ranije. Nažalost naše obrazovanje i po metodama, sadržaju i pristupu je više od dvadeset godina u zaostatku. Treba se samo usporediti s naprednim sustavima

obrazovanja u Americi i Europi, pa da se uoče bitne razlike [10] [11].

Potrebe tehničkog i tehnološkog razvoja, gospodarstva i društva općenito određuju i najučinkovitiji oblik obrazovanja. Odatle sve počinje, to nije posljedica već uzrok, polazište, najznačajniji sektor u društvu. Živimo u vremenu kada generičke znanosti već skoro u jednoj godini udvostručuju ukupno znanje čovječanstva. Ranije to je trajalo stoljećima, pa desetljećima, a pred par godina događalo se u nekoliko godina da bi danas za to trebala navodno samo jedna godina, slika 2. Već godinama se traži izlaz kako u relativno inertnom formalnom obrazovnom sustavu, ograničenom vremenskim trajanjem edukacije, zadovoljiti te potrebe, pomiriti neophodno osnovno, temeljno znanje i stalnu potrebu za usvajanjem novog znanja. Nema čarobnog štapića da se to realizira. Niz mjera može pomoći da se približi tom cilju. Na razini sustava to je sigurno legalizacija i prihvaćenje tzv. trećeg stupa obrazovanja kroz cjeloživotno učenje, nakon formalnog to je neformalno i informalno obrazovanje, što je Europa već napravila, a mi samo deklarativno prihvatili [30].

Na razini nastavnih kolegija to su mjere koje omogućuju stalno osuvremenjivanje nastavnih sadržaja, stalna sustavna (godišnja) edukacija nastavnika i što je najvažnije problemski pristup u nastavi. On zahtjeva integraciju teorijske i praktične nastave i rad u suvremenim praktikumima. Svi polaznici (učenici, studenti) dobivaju tijekom studija svoje projekte, od lakših prema složenijim koje trebaju riješiti ili sami ili u timovima. Velika pozornost se pridaje “ferijalnoj” praksi, odnosno radu u radnom okruženju tijekom studija koji odgovara zanimanju za koji se osoba priprema. Kada se govori o nastavnim sadržajima treba prihvatiti činjenicu da sve više dolazi, skoro u svim područjima, do integracije različitih znanja, polidisciplinarnost i interdisciplinarnost je nezaobilazna. Čak za neka tako oblikovana zanimanja traženi su i novi nazivi poput mehatroničara, kao kombinacije mehaničara, elektroničara i informatičara. Danas postoje zanimanja bioinformatičara, koji integriraju informatiku i biološke informatičke procese, ili pak bioničara koji u područje mehatroničara ili

strojara integrira biološke procese, odnosno biološka (tehnička) rješenja koja su budućnost. Do kada će se davati ta imena kada se u svaku struku uključuju druge? Danas nema više struke u kojoj nije uključena npr. informatika. Sutra će to biti i druge znanosti. Vjerujem da će biti normalno da struka prati razvoj na svom području i da automatski uključuje sve nove sadržaje, ali ne mijenjajući ime (ne naglašavajući time da su studij osuvremenili zahtjevima razvoja struke, jer se to smatra normalnim).



Slika 2 Simbolički prikaz sve kraćeg vremenskog trajanja dupliranja ukupnog znanja

Figure 2 Symbolic display ever shorter time between each doubling of total knowledge

3.1 Obrazovne institucije

3.1 Educational Institutions

Skoro svi tehnički fakulteti u Hrvatskoj uveli su kolegije koji se bave prije svega primjenom robota u procesima proizvodnje, a samo neki i razvojem robota, uglavnom softvera. Većina je opremila svoje praktikume robotima za praktičnu provjeru rada prema napisanim programima. Vjerojatno je najznačajniji na području primjene i razvoja robota Fakultet strojarstva i brodogradnje u Zagrebu. Intenzivno radi s gospodarstvom rješavajući probleme robotiziranih linija za njihovu proizvodnju (Elektro kontakt,

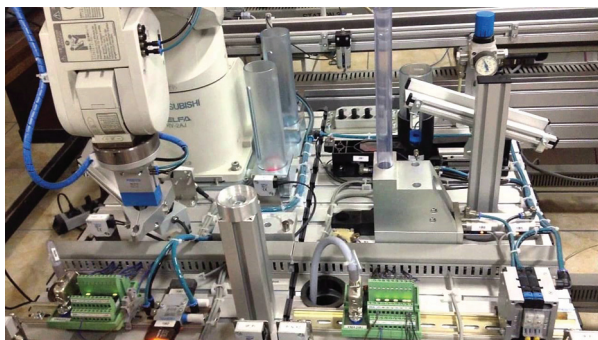
Rade Končar, HSTEC, i dr.), slika 3. U zadnjih nekoliko godina krenuo je u razvoj neurokirurškog robota (Ronna), koje je prošao predklinička ispitivanja, a sada je u pripremi za prvu operaciju. Značaj katedre za robotiku prepoznala je i Japanska tvornica Fanuc koja ih je imenovala stručnim konzultantima za Europu. Temeljem dobivenih sredstava na natječaju iz strukturnog fonda u iznosu oko 25 miliona kn, stvaraju vjerojatno najsuvremeniji praktikum robotike u Europi.



Slika 3 Laboratorij za robotiku na FSB u Zagrebu

Figure 3 Laboratory of Robotics at the FSB in Zagreb

I srednje strukovne škole koje u uvele smjer mahatroničara (inicijativom autora ovog članka) imaju jedan ili više robota, tako da i završeni tehničari su ovladali znanjima potrebnim za primjenu i upravljanje robotima. Na slici 4 je prikazana jedna didaktička linija MPS (Modular Production System) s postavljenim robotom Mitsubishi RV-2AJ, i ostalim napravama za simulaciju proizvodnog rada. Takvih ili sličnih uređaja ima u nekim strukovnim školama u Hrvatskoj. Kao primjer može se navesti Tehnička škola Ruđera Boškovića u Zagrebu. Druge škole imaju robote s kojima kombiniraju odgovarajuće proizvodne procese kao npr. Prva tehnička škola Tesla u Zagrebu, Tehnička škola u Šibeniku, Elektrostrojarska škola u Varaždinu i dr. To budi nadu da će ipak doći do šire primjene robota i povećanje konkurentnosti našeg gospodarstva na svjetskom tržištu. Postoji znanje i mogućnost, nedostaje samo razumijevanje onih koji bi trebali usmjeravati gospodarstvo kroz financijsku i fiskalnu politiku



Slika 4 Didaktička MPS linija tvrtke Festo s robotom Mitsubishi RV-2AJ i odgovarajućim napravama za simulaciju proizvodnog rada (prospekt tvrtke Festo)

Figure 4 Didactic MPS line from Festo company with Mitsubishi RV-2AJ robot and appropriate tools to simulate production work (Festo flyer)

4. Razvoj robota

4. Development of robots

Robotika je prekretnica u znanstvenom i tehnološkom smislu. Razvojem umjetne inteligencije, sensorike, računalstva, elektronike i drugih tehnologija, roboti od industrijskih strojeva postaju pametni “suradnici” na poslu, obavljajući sada poslove u medicini, uslužnim djelatnostima, u kući za koje se nikada nije mislilo da će ih moći obavljati strojevi. Oni sve više postaju sastavni dio našeg života i više nego li smo danas svjesni. Već nam je postalo normalno da zrakoplovi imaju auto-pilote što su zapravo u neku ruku robotizirani sustavi koji zamjenjuju pilote, razumljivo nam je da postoje automatizirana svemirska vozila, ali sada već kreće i prva serijska proizvodnja automobila bez vozača, ili onih koji se sami parkiraju [1]. Lako i brzo smo prihvatili Internet, pametne telefone i niz drugih visokosofisticiranih uređaja u kratkom vremenu u proteklih desetak godina. Više ne bi mogli bez njih. Razvoj robota (u širem smislu te riječi) je u 21 stoljeću usmjeren na raznovrsne primjene, slika 5. Oni će sigurno obilježiti prvu polovicu 21 stoljeća. Nema područja ljudske djelatnosti gdje roboti nisu već prisutni ili se ne radi na njihovoj primjeni. Razvoj, istraživanja i primjena robota posebno je usmjerena na tzv. društvene i medicinske robote. U te vrste robota sada su i najznačajnija ulaganja, slika 6 (nije uključena vojna industrija).

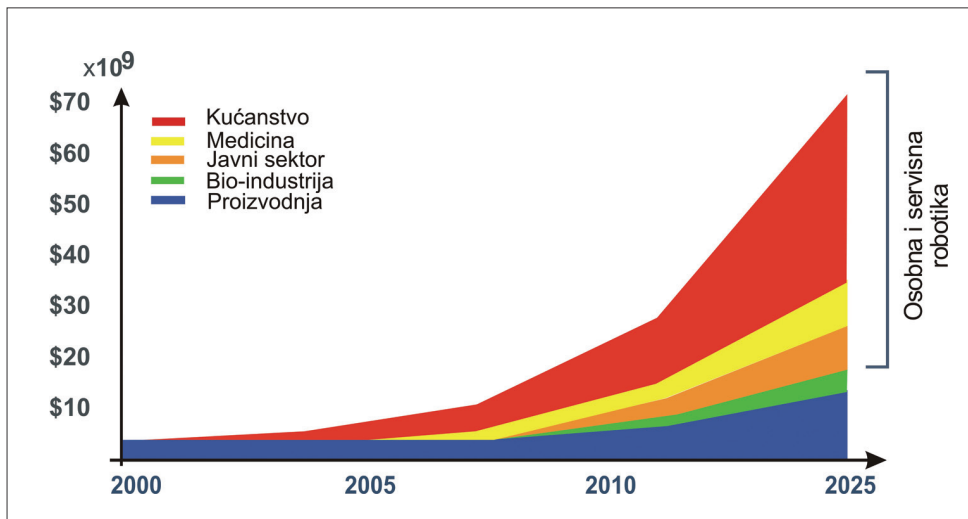


Slika 5 Pravci razvoja i primjene robota (razrađeno prema [12])

Figure 5 Trends of development and application of robots (elaborated according to [12])

Budućnost razvoja robota s današnjeg našeg svjetonazora, morala, znanja, društvenih odnosa biti će možda potpuno šokantna. U nedalekoj budućnosti roboti će po izgledu sličiti ljudima (slika 7), sa znanjem, rasuđivanjem i drugim intelektualnim mogućnostima većim od čovjeka, ali i sa određenom dozom “osjećaja”. Kao takvi uklopiti će se u zajednicu. Nastati će promjene socijalnih odnosa u društvu, i do sada još nezamislivi društveni i međuljudski odnosi (prijateljstva i druženja, a možda i više od toga). Iz toga će proizaći niz etičkih i moralnih dilema i pitanja, koja će biti vrlo kompleksna i koja možemo sada samo naslutiti. Već danas bi se morala odrediti pravila rada i ponašanja za budućnost koja nije tako daleka, u kojoj će dominantnu ulogu u novim odnosima u društvu igrati roboetika i prava (“svjesnih”) robota [8].

Humanoidni roboti već su realnost. Roboti ASIMO (Honda) i QRIO (Sony) danas su najsavršeniji humanoidni roboti, koji mogu obavljati razne zadatke: trčati, penjati se i silaziti niz stepenice, plesati, svirati, posluživati, komunicirati na raznim jezicima i sl. [7]. Već je izrađeno nekoliko robota s ljudskim likom poput onih koje je izradio Japanski prof. Hiroshi Ishiguro sa Sveučilišta u Osaki. Prvo je izradio curicu poput njegove kćeri, zatim 2005. poznate ginoldu (ženski “android”) Repliee Q1Expo, potom 2008. robota androida Geminoid HI-4, na svoju sliku i priliku. Najsavršenija ginolda



Slika 6
Prikaz ulaganja u različita područja primjene robota [12]

Figure 6
An overview of investments in different areas of application of robots [12]

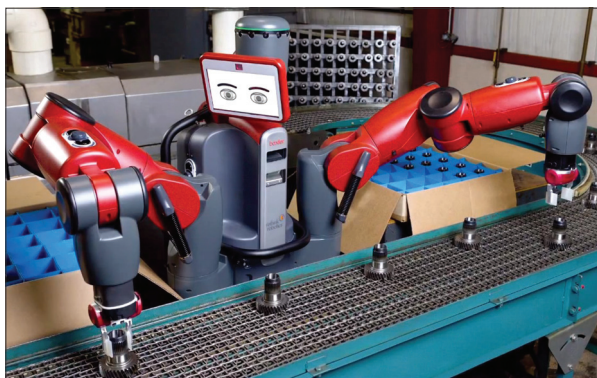
je izrađena 2012. pod nazivom Geminoid F (slika 7). Njegovim stopama je krenuo i danski profesor Henrik Scharfe s Aalborg Sveučilišta koji je prema svom liku projektirao 2011. androida Geminoida DK.



Slika 7 Ginolda Geminoid F prof Hiroshi-a Ishiguro-a (2012.)

Figure 7 Ginolda Geminoid F Professor Hiroshi Ishiguro's a (2012)

Predviđa se da bi trend razvoja robota (uključivo i industrijskih) bio prema univerzalnosti i fleksibilnosti namijenjen ne samo velikim serijama već i malim i često promjenjivim i različitim poslovima. Među prvima razvijen je takav robot s dvije ruke koje imaju 7 stupnjeva slobode (i izrazom “lica”) Baxler, slika 8. Radno područje je slično onom od čovjeka. On je plasiran na tržište u rujnu 2012. Zbog niske cijene (cca 22.000\$), visoke fleksibilnosti i sposobnosti za rad u okruženju ljudi bez zaštitnog kaveza, ovaj je robot dobro primljen od strane industrije. Jednostavno se može naučiti raditi vođenjem ruke robota po putanji koji treba ostvariti [13]. Dovoljno je “pаметan” da se prilagodi nastalim promjenama na radnom mjestu. Vizijski sustavi robota lociraju izradak u prostoru, a ako dođe do ispadanja predmeta on nastavlja raditi. Što se tiče sigurnosti, Baxter ima senzore za otkrivanje ljudi u kontaktnoj udaljenosti koji signaliziraju robotu da uspori kretanje na sigurnu brzinu rada. Nestankom električnog napajanja ruke Baxter robota se spuštaju polako, dovoljno sporo da se radnik makne s puta na vrijeme [14]. Vodeće tvrtke diljem Sjeverne Amerike već su postavili Baxter robote u svoje proizvodne pogone. Obzirom na nisku cijenu dostupan je za mala i srednja poduzeća. Softver se stalno usavršava tako da mu je danas već dva puta povećana brzine rada, uz veću preciznost pokreta [15]. Jedan od smjerova razvoja robota ide i prema prilagodljivim robotima (popustljivim). To su Light – Weight Robots (LWR) koji su lagani, fleksibilni, revolucionarne strukture.



Slika 8 Baxter robot na liniji za pakiranje, izgled robota s prikazom mehanizama u ruci [13]

Figure 8 Baxter robot on the line for packaging, appearance of the robot with mechanisms in the hand [13]



Slika 9 KUKA-in lagani i prilagodljivi robot Light-Weight Robots (LWR) [16]

Figure 9 KUKA's light and flexible robot Light-Weight Robots (LWR) [16]

Opremljeni su senzorima i posebno su posvećeni radu u osjetljivom području ljudske interakcije. Dovoljno ga je dodirnuti on se zaustavlja a kada ga se otpusti on nastavlja s radom. Prvog je proizvela tvrtka KUKA, (slika 9) a danas ih ima već mnogo različitih proizvođača.

Ruka ima 7 stupnjeva slobode gibanja, a u svom kretanju može se zaustaviti na dodir i može se slobodno voditi u prostoru [16]. Ima korisnu nosivost od 7 kgod. Idealan je za rukovanje i montažu izradaka. Zbog svoje male težine od 16 kp, robot je izuzetno energetski učinkovit i lako se prijenosi te se može koristiti za širok raspon različitih poslova [17]. Stalno se razvija tako da je već napravljeno više generacija LWR-ova. Takav robot korišten je i za prvi Hrvatski neurokirurški robot Ronna.

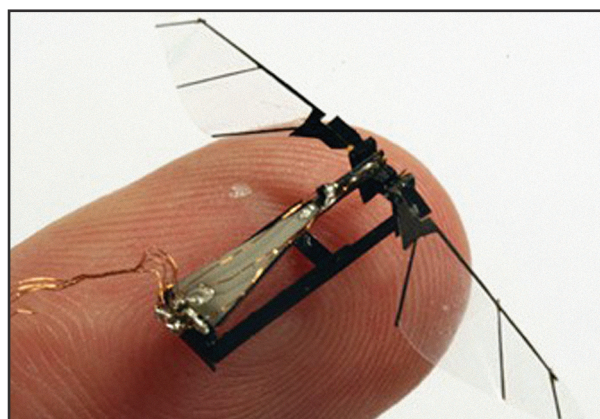


Slika 10 Robot Care-O-Bot za kućanstvo i domove umirovljenika

Figure 10 Robot Care-O-Bot for household and retirement homes

Perspektivno razvojno područje robota su tzv. društveni roboti namijenjeni pomoći

Ljudima u svakodnevnom životu. Jedan takav je namijenjen kućanstvu, kao i poslovima u domovima umirovljenika. Produljenjem života populacija u svijetu sve više stari, te nastaje potreba brige o njima. U Njemačkom Institutu "Fraunhofer" je razvijen prototip robota Care-O-Bot, slika 10. Predviđeno je da svojim vlasnicima sprema hranu i piće, podsjeća ih da je vrijeme za uzimanje lijekova ili pak da je vrijeme za njihovu omiljenu seriju na televiziji. U slučaju bilo kakve opasnosti ili problema odmah obavještava hitnu pomoć. Robot se izvrsno kreće u prostoru predviđenom za ljudski boravak. Upravljanje s njima je glasovno, a sposoban je naučiti i nove glasovne komande. Znanstvenici su Care-O -Bota testirali u njemačkim



a)



b)

Slika 11 Razne vrste letećih kukaca-robota za vojsku
a) leteći kukac sa Harvard Univerziteta [19],
b) minijaturni vojni dron za izviđanje i bojevo djelovanje [20]

Figure 11 Different types of flying insects-robot for military a) a flying insect from Harvard University [19], b) a miniature military drone for reconnaissance and combat action [20]

muzejima, gdje su obavljali poslove vođiča [8] Velika očekivanja od robota je u njihovoj minijaturizaciji. Korist od njih očekuje vojska (izviđanje, ometanje, napad), medicina – roboti bi se unosili u tijelo pacijenta (dijagnoza, kirurgija, liječenje), geologija (istraživanje nafte), svemirska istraživanja itd. [29]. Najčešće se danas izrađuju minijaturni roboti kukci koji lete, poput vilinskih konjica, minijaturnih ptica, odnosno leptira i sl., slika 11. Vojska predviđa da će svaki vojnik imati svoga robota – kukca za izviđanje ili napad na neprijatelja [18].

5. Situacija u EU

5. The situation in the EU

Rečeno je da robotika ima mogućnosti da značajno i pozitivno promijeni način života, proizvodne procese, proizvodnost ali i sigurnost rada. Sve više robotika postaje značajna i za mala poduzeća, fleksibilne procese rada koja uglavnom počinju dominirati industrijom Europe. Najveći rast prodaje robota se očekuje u neproizvodnim organizacijama.

Europa već ima značajnu poziciju u robotici, držeći 32% aktualnog svjetskog tržišta, industrijske robotike. U drugim neproizvodnim područjima kod malih servisnih robota europski proizvođači proizvode 63% (tu nisu uključeni vojni roboti). Europska pozicija na domaćem tržištu i tržištu uslužnih robota predstavlja tržišni udio od 14%, a zbog svoje trenutne veličine, to je mnogo manja gospodarska aktivnost u Europi nego u druga dva područja [21].

U području znanstvenog razvoja robotike, Europa ima jaku svjetsku poziciju. Europska raznolikost u znanosti prikladna je za multi – disciplinarno područje kao što je robotika. Europa je osobito jaka u tehnologijama koje ostvaruju suradnju robota i ambijentalne inteligencije. Razvija se govor i povezanost čovjeka i stroja temeljem haptičke tehnologije, sigurnost, znanost o materijalima i inženjerstvo, navigacija i izbjegavanje sudara, učenje, biomimikrija u energetici, bionika i kibernetika. Uporaba robotike u društvu postavlja mnoga pravna, etička i društvena pitanja. Europa je ta pitanja inicirala i postavila kao ključna kod istraživanja i razmatranja implementacije i

korištenja robotike u europskom društvu. Tržište robota razvija se brzo i robotika će biti ključna za konkurentsku prednost. Za održavanje i izgradnju svog položaja Europa treba poduzeti zajedničke akcije koristeći svoje regionalne i nacionalne potencijale. Europa ima iskustvo i uspjeh u robotici. Nakon sektora industrijskih robota, koji je još uvijek okosnica automatizacije, primjena je usmjerena prema profesionalnim uslužnim robotima u poljoprivredi, logistici, podvodnim radovima, u zraku, za inspekciju, i mnogim drugim poslovnim za poboljšanje produktivnosti, sigurnosti i zdravlja [21]. Europska zajednica svjesna tih trendova je zacrtala razvoj robotike, te je uz energetiku i transport, to jedan od ključnih pravaca razvoja u ovom stoljeću. Strategija razvoja robotike u EU razrađena je u koordinaciji EUROP (European Robotics Technology Platform) i CARE (Coordination Action for Robotics in Europe) uz sudjelovanje vodećih 180 europskih proizvođača i instituta. Europska komisija financira istraživačke i razvojne projekte robotike s oko 100.000.000 eura godišnje. Slična je situacija i kod drugih razvijenih zemalja tako npr. Japan ulaže 150.000.000, Južna Koreja 100.000.000, a SAD više od 570.000.000 US dolara godišnje [1]. Europska komisija i navedene tvrtke ambiciozno su pokrenuli najveću svjetsku inicijativu pod nazivom SPARC za primjenu robotike na područjima proizvodnje,

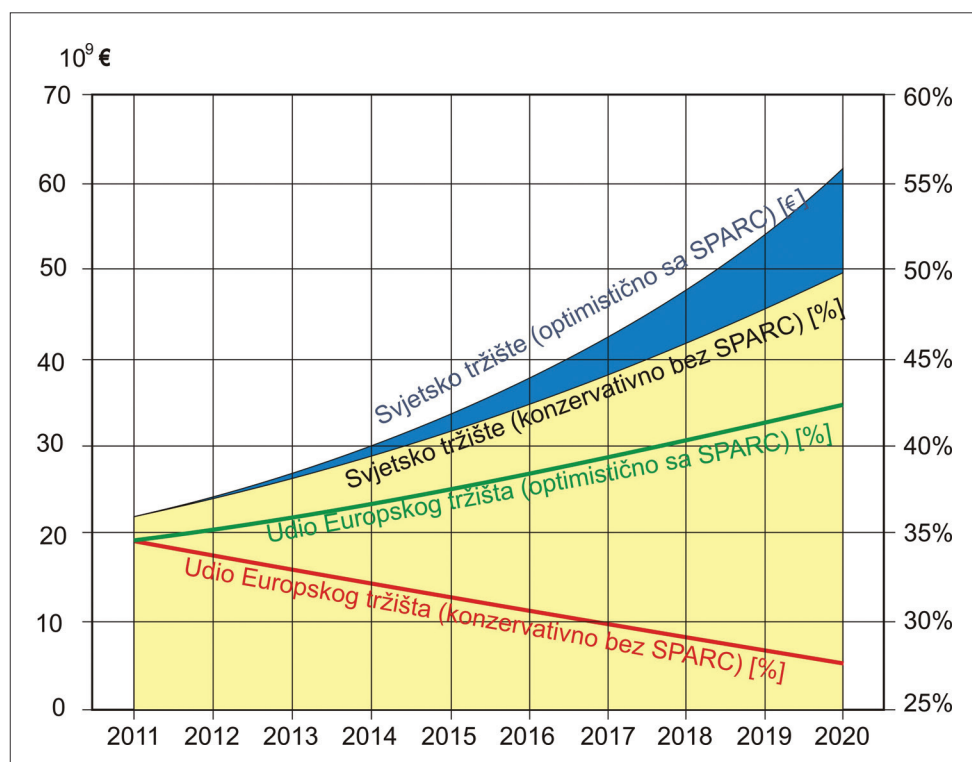
poljoprivrede, medicine, transporta, civilne sigurnosti i kućanstva. Cilj inicijative je stvaranje više od 240.000 radnih mjesta u Europi te povećanje udjela Europe na globalnom tržištu na 42% (slika 12). Europska komisija će uložiti ukupno 700 milijuna eura, a npr. euRobotics AISBL 2,1 milijardu eura, u vremenu od 2014. do 2020. [22] [23]. Kako je izjavila potpredsjednica Europske komisije Neelie Kroes cilj je da “Europa mora biti proizvođač, a ne samo potrošač robota. Roboti mogu učiniti mnogo više od toga da zamijene ljude – često rade stvari koje čovjek ne može ili ne želi učiniti i poboljšavaju sve, od kvalitete života do naše sigurnosti. Integracija robota u europsku industriju pomaže nam stvoriti i zadržati radna mjesta u Europi.”²[22]

6. Situacija u Hrvatskoj

6. The situation in Croatia

Interesantno je koliko malo postoji povjerenja u Hrvatskoj u vlastite stručne snage. Svaki uspjeh nekog našeg znanstvenika, stručnjaka, inovatora ili gospodarstvenika je skoro senzacija. Na tehničkim fakultetima nije prisutna spoznaja

² Izlaganje pod naslovom “Why the European Commission is starting the world’s largest civilian robotics innovation programme” na Press Conferenciji Inauguration of the European SPARC Programme on Robotics održanoj 03.06.2014. na sajmu AUTOMATICA 2014 [23]



Slika 12
Procjene svjetskog kretanja na tržištu robotike i mogući učinci SPARC-a (nacrtano prema [21])

Figure 12
Estimates of world market trends in the area of robotics and possible effects of SPARC (according to [21])

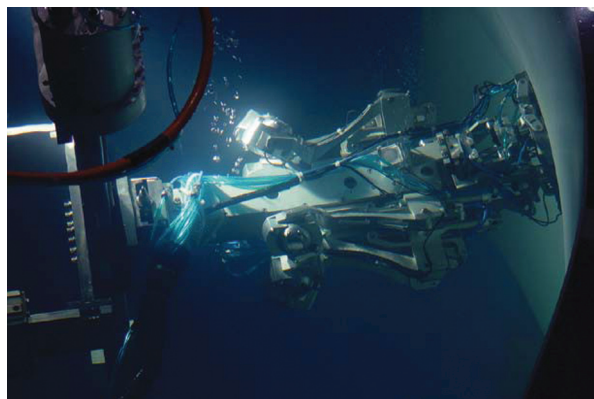
o tome da je gospodarstvo ono (i realno jedino) koje verificira znanstvena, istraživačka i inovativna postignuća stručnjaka s fakulteta. Nije to dovoljno ni zakonom regulirano i oblik priznavanja postignuća za napredak u struci. Ni fakulteti se tako ne vrjednuju. Zato nije ni čudno kada od uvaženog prof. sa FER-a dobijete primjedbu "što se vi to (tim u kojem je autor ovog članka) petljate sa neorokirurškim robotom, kada su to već sigurno izmislili Amerikanci". Kao da kod nas ne postoji dovoljno znanja, ideja i entuzijazma da se osmisli novo, inovativno. Ono što kod nas ne postoji je prepoznavanje perspektivnih ideja, potom financiranje i na kraju ulaganje u proizvodnju. Svi koji su imali ideju i krenuli u njenu realizaciju susreli su se s ovim problemima. Ideje i izumi koje dobivaju najznačajnije nagrade na najprestižnijim sajmovima inovacija u svijetu u najvećem broju slučajeva, iako je napravljen i ispitan prototip, ne nalaze realizaciju u proizvodnji posebno kod nas. Radi toga svijetli primjeri u našoj industriji nakon osamostaljenja o kojima će biti riječi, daju nadu da će se situacija može i mora promijeniti.

Kao primjer tvrtki koje se bave razvojem i primjenom na području robotike treba istaknuti prije svega dvije: tvrtku INETEC (Institute for Nuclear TEchnology) iz Zagreba i HSTEC (High Speed technique) iz Zadra.

Tvrtka INETEC osnovana je 1991. godine zajedničkim ulaganjem s američkim partnerom. Danas je njeno ime sinonim za tehnološku i uslužnu izvrsnosti u nuklearnoj industriji. Jedna je od najuspješnijih tvrtki u svijetu što potvrđuje velik broj sklopljenih ugovora na zahtjevnom međunarodnom tržištu od nuklearnih elektrana u Bugarskoj, Finskoj, Mađarskoj, Ukrajini, SAD-u, Sloveniji i Rusiji. [24] Stalno rade na istraživanjima, razvoju, projektiranju, izgradnji i izradi opreme, alata i sonde, uključujući softver i instrumente za nerazorna ispitivanja. Ima oko 50 zaposlenika među kojima nekoliko doktora znanosti.

Tvrtka vodi brigu o obrazovanju te je 1991. godine ustrojen Intec NDT školu i centar za obuku. U suradnji s Međunarodnom agencijom za atomsku energiju sudjelovali su u projektima, programima obrazovanja i usavršavanja u području nuklearne sigurnosti elektrana i poboljšanja pouzdanosti. Njihovi robotski sustavi za ispitivanje nuklearnih postrojenja su njihove originalne inovacije, a sami ih

u pogonu proizvode i ispituju [25]. Kao primjer tih specifičnih robota mogu se izdvojiti dva: LANCER koji je osmišljen da bi zadovoljio sve zahtjeve koji se odnose na ispitivanje reaktora u nuklearnoj elektrani RPV (Reactor Pressure Vessel) kao i korektivne aktivnosti. Obavlja podvodna ultrazvučna testiranja, uzimanje uzoraka, kao i potrebna bušenja, te druge korektivne akcije, slika 13 [25].



Slika 13 Podvodni robot LANCER tvrtke INETEC [25]

Figure 13 Underwater robot LANCER from the INETEC company [25]

Drugi interesantni robot te tvrtke je FORERUNNER, slika 14. To je mobilni robot koji se primjenjuje kod PWR (Pressurized Water Reactor) za inspekciju SG (Steamgenerator). Podešava se za različite cijevne konfiguracije i promjere [25]. U kombinaciji s raznim modulima za SG inspekcije obavlja i popravak [26].



Slika 14 Mobilni robot za ispitivanje cijevi FORERUNNER tvrtke INETEC [26]

Figure 14 Mobile robot for tube testing FORERUNNER from the INETEC company [26]

Druga značajna hrvatska tvrtke je HSTEC iz Zadra koja osnovana 1997, u jednom od pogona zadarskog industrijskog diva SAS-a. Osnovna politika tvrtke zasniva se na vlastitim inovacijama, razvijanju novih proizvoda, primjeni robota te primjeni znanosti u industriji. Razvijaju nove alatne strojeve i vlastito projektirane automatizirane linije. Uglavnom se svi proizvodi izvoze na njemačko i američko tržište. Godine 2006. u suradnji s FSB-om krenuli su razvijati tzv. scara (Selected Compliance Assembly Robot Arm) robote na jednoj novoj ideji, slika 15. Konstruirali su robotsku ruku za punjenje, pražnjenje i posluživanje strojeva u automobilskoj industriji. Koristili su veliku financijsku pomoć tadašnjeg Tehnologijskog vijeća i Hrvatskog instituta za tehnologiju (HIT). Konstrukcija je riješena tako da je dobivena jedna od najbržih struktura scara robota. Robota su pripremili za obradu, za sve manipulacije, posluživanje i automatizaciju, a pripremaju i robote za zavarivanje i lemljenje. Rade robote i za hrvatskog kupca Elektro-kontakt iz Zagreba. Suraduju s RTW Institutom u Darmstadtu i Sveučilištem u Beču. Danas imaju oko 50 zaposlenih. Pokreću studij elektronike i robotike na Sveučilištu u Zadru.[27]



Slika 15 Dva osnivača tvrtke M. Šarlija i Ž. Goja pokraj svog SCARA robota [27]

Figure 15 The two founders of the company M. Šarlija and Ž. Goja beside their SCARA robot [27]

Treba istaknuti i proizvodne tvrtke koje su uvele u svoj proizvodni pogon robote među kojima prednjači tvrtka Elektro kontakt iz Zagreba, ali i druge tvrtke primjenjuju robote za pojedine operacije poput Tvornice Rade Končar, Tvornice radijatora u Lipovici, slika 16 [28].



Slika 16 Robot na poslovima izvlačenja odljevka tlačnog lijeva [28]

Figure 16 Robot on jobs of beading the casting die-cast [28]

7. Zaključak

7. Conclusion

Ovo 21. stoljeće biti će stoljeće u kojem će dominirati roboti, koji će se koristiti skoro za sve poslove koje čovjek radi. Predviđanja su da će u prvoj polovini stoljeća biti zaposleni na repetitivnim poslovima, a kasnije će se moći u uključiti i u one intelektualne i kreativne poslove. Nastati će velike promjene u društvu, doći će do još većeg raslojavanja društva, a zakoni će morati uzimati u obzir i “prava” robota pogotovo kada oni postanu “svjesni” svog postojanja i “oboružani” osjećajima.

Danas oni predstavljaju rješenja boljeg privređivanja, jeftinije proizvodnje a time i boljeg plasmana na tržištu. Nije zanemariv već i danas njihov značajan utjecaj, (osim u industriji), na ratištima, u operacijskim salama, u dijagnostici, u osvajanju svemira, podvodnim istraživanjima, inspekciji i održavanju atomskih reaktora itd., a uskoro na automobilima i drugim prometima. Ono što slijedi i već se razvija je fascinantno, možda tehnologija ide prebrzo da prilagodimo život tim promjenama. Ključna je edukacija o robotima još od srednjih škola. Roboti daju ogromne mogućnosti primjene a ideje i sposobnost stručnjaka usmjerava primjenu u nešto novo. Cijene postaju sve niže, tako da njihova primjena s originalnim inovativnim rješenjima dostupna je svim stručnim ljudima te

je tu šansa i za male zemlje ali sa odgovarajućim znanjem i idejama. Tu Hrvatska treba tražiti svoju

šansu, koja se ona nudi na “dlanu”, samo je treba prepoznati. Neki već jesu.

8. Reference

8. References

- [1] Jerbić B.: A gdje smo mi u tome, časopis Open InfoTrend 193/10/2013, stranice 6-11.
- [2] Čalić D.: Automatizacija, JAZU, Zagreb 1962.
- [3] Podnar O.: Čovjekoliki roboti zamijeniti će radnike od krvi i mesa uz katastrofalne posljedice po ljudski rod, dostupno na <http://alternativa-za-vas.com/index.php/clanak/article/buducnost-roboti>, objavljeno 2013.
- [4] Galović God., Bulić P.: JE LI HRVATSKA SPREMNA? Za 20 godina nestat će 47 posto poslova, dostupno na <http://www.jutarnji.hr/je-li-hrvatska-spremna-za-20-godina-nestat-ce-47-posto-poslova/1172389/>, objavljeno 11.03.2014.
- [5] Fisch K., McLood S., Brenman J.: Jeste li znali?, HR izdanje Slavički R., Šomodji H., VDI Studio, prezentacija na videu (2008.).
- [6] Bičak D.: Razmišljajte o budućnosti jer u njoj će vaš posao možda nestati, dostupno na <http://www.hst.hr/index.php?r=Najnovije&cmd=show&id=1627&vv=1&PHPSESSID=kssj7gmhntf1salpnd4eem5087>, objavljeno 2010.
- [7] Nikolić God., Katalinić B., Rogale D., Jerbić B., Čubrić God.: Roboti & primjena u tekstilnoj i odjevnoj industriji, Sveučilišni udžbenik, Zrinski-TTF-Čakovec 2008. ISBN 978-953-7105-22-8
- [8] Nikolić God.: Šok budućnosti, časopis Open InfoTrend 197/11/2014, stranice 38-47.
- [9] Popisi “najtraženijih zanimanja u budućnosti” sve su češći. Jeste li već pronašli neki kojim biste se vi željeli baviti?, dostupno na <http://www.moj-posao.net/Vijest/72955/Najtrazenija-i-najbolje-placena-zanimanja-u-buducnosti/3/>, objavljeno 2013.
- [10] Klub 100, intervju s prof.dr.sc. D. Gojanovićem, OpeninfoTrend 197/11/2014., str 9 – 13
- [11] Radno mjesto INTEL, drugi dio intervjua s prof.dr.sc. D. Gojanovićem, OpeninfoTrend 198/03/2015., str 32 – 35.
- [12] Jerbić B.: Robotika u medicini, izazov 21. stoljeća, prezentacija u PP na Tribini: Presjecišta medicine i strojarstva, Zagreb, 2014.
- [13] Bélanger-Barrette M.: Emerging Applications in Robotic Industrial and Service Blog, dostupno na <http://blogod.robotiq.com/bid/69389/Software-Update-for-the-Collaborative-Robot-Baxter>, objavljeno 09.01.2014.
- [14] Owano N.: Your next assembly lines may have Baxter robot doing pick-up (w/ Video), dostupno na <http://phys.org/news/2012-09-lines-baxter-pick-up-video.html>, objavljeno 18.09.2012.
- [15] BAXTER with INTERA 3, dostupno na <http://www.rethinkrobotics.com/baxter/>, objavljeno 2014.
- [16] Light-Weight Robots, dostupno na http://www.dlr.de/rm-neu/en/desktopdefault.aspx/tabid-3803/6175_read-8961/ objavljeno 2010.
- [17] KUKA Roboter is presenting a new robot generation at Automatica 2010., dostupno na http://www.metal-supply.com/announcement/view/7193/kuka_roboter_is_presenting_a_new_robot_generation_at_automatica_2010#.UwJ63mJ5O-k, objavljeno 25. svibnja 2010.
- [18] Roboti - pauci kreću u borbu, dostupno na <http://www.jutarnji.hr/roboti---pauci-krecu-u-borbu/249138/>, objavljeno 05.05.2008.
- [19] Weinberger S.: The Army’s Weird Science: From Bugbots to Paintballs, dostupno na <http://www.w54.biz/showthread.php?1090-The-Weird-and-occasionally-Wonderful>, objavljeno 07.12.2010.,
- [20] Katalinić M.: Američka vojska uvodi nove ‘dronove’, dostupno na <http://www.dnevno.hr/vijesti/svijet/79401-americka-vojska-uvodi-nove-dronove.html>, objavljeno 22. veljače 2013.
- [21] Why is Robotics important?, dostupno na <http://sparc-robotics.eu/robotics-in-europe/>, objavljeno 2014.

- [22] Admin: Pokrenut najveći program robotike – 240.000 novih radnih mjesta!, dostupno na <http://www.europrojekti.eu/pokrenut-najveci-program-robotike-240-000-novih-radnih-mjesta/>, objavljeno 03.06.2014.
- [23] What is SPARC? The Partnership for Robotics in Europe, dostupno na <http://sparc-robotics.eu/about/>, objavljeno 2014.
- [24] Institut za nuklearnu tehnologiju obilježio 15 godina rada, dostupno na <http://www.index.hr/vijesti/clanak/institut-za-nuklearnu-tehnologiju-obiljezio-15-godina-rada/316709.aspx>, objavljeno 16.5.2006.
- [25] Prospektni materijal: brošura INETEC Institut za nuklearnu tehnologiju
- [26] FORERUNNER, INETEC, dostupno na <http://www.inetec.hr/en/products/robotics/steam-generator/tube-sheet-runner/>
- [27] Rogošić Ž.: Zadarski roboti za njemačku autoindustriju, dostupno na <http://arhiva.nacional.hr/clanak/42862/zadarski-roboti-za-njemacku-autoindustriju>, objavljeno Nacionalu br. 640, 18.02.2008.
- [28] Album: Posjet tvornici radijatora Lipovica 23.03.2010. dostupno na <http://www.ss-industrijskoobrtnicka-vt.skole.hr/fotogalerija?show=album&id=22>, objavljeno 2010.
- [29] Nikolić God.: Budućnost razvoja robota u području mikro i nano veličina, Zbornik radova 2. Znanstveno-stručnog savjetovanja, 28. rujna 2013., Krivodol, Hrvatska, strana 193-220
- [30] Nikolić God.: Cjeloživotno učenje, potrebne promjene u obrazovanju odraslih, Izlaganje na Savjetovanju “Cjeloživotno učenje, usklađenost sustava u RH pred ulazak u EU”, Četvrti susret ustanova za obrazovanje odraslih, Opatija 2013.
- [31] Frey C. B., Osborne A. M.: THE FUTURE OF EMPLOYMENT: HOW SUSCEPTIBLE ARE JOBS TO COMPUTERISATION?, dostupno na http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf, objavljeno 17.09.2013.

Stručni članak

AUTOR · AUTHOR

Gojko Nikolić – nepromjenjena biografija nalazi se u časopisu Polytechnic & Design Vol. 3, No. 2, 2015.

Korespondencija:
gojko.nikolic@ttf.hr