

## ROBOTSKA EDUKACIJA „ROBOTSKA PISMENOST“ ANTE PORTAS?

Gojko Nikolić  
gojko.nikolic@ttf.hr

### Sažetak

*Obrađen je pregled razvoja robota i njihov utjecaj na društvo i čovjeka. Opisano je sve veće usmjerenje njihovog razvoja prema tzv. servisnim robotima, odnosno društvenim robotima koji će biti sastavni dio našeg svakodnevnog života, prisutni u skoro svim djelatnostima čovjeka. Prikazana su rješenja antropomorfnih robota kao krajnje moguće oblikovanje robota i prilagođavanje suživotu s čovjekom. Posebno je ukazano na utjecaj digitalne tehnologije kao i robota na proces razmišljanja novih generacija rođenih u vremenu njihovog postojanja. Kako će 21. stoljeće biti obilježeno robotima i novim tehnologijama nužno je mlade generacije pripremiti za to novo doba. Isto tako veliki interes djece za robote i njihov rad kao oblik fizičke realizacije i interpretacije informatičkih rješenja, valja iskoristiti za neposredno učenje. U tom smislu prikazana su različita rješenja kompleta dijelova za slaganje robota od najjednostavnijih do složenih pomoću kojih se mogu učiti razni nastavni predmeti. Kroz aktivni rad sastavljanja stječu se i tehnička znanja o mehanici, elektronici i programiranju. Razvija se mašta i inovativnost. Prikazan je i način učenja s robotima kada se oni pojavljuju kao pomoćnici nastavniku što je već realizirano za učenje stranih jezika na različite načine. Nastavne programe u kojima se uči o i s robotima već su uvele neke zemlje poput Australije, Amerike, Finske. Sadržaj članka ima cilj upoznati čitatelja s tom problematikom.*

*Ključne riječi: društveni roboti, robotska edukacija, roboti za djecu, kompleti dijelova za slaganje robota*

### 1. Roboti i trendovi razvoja

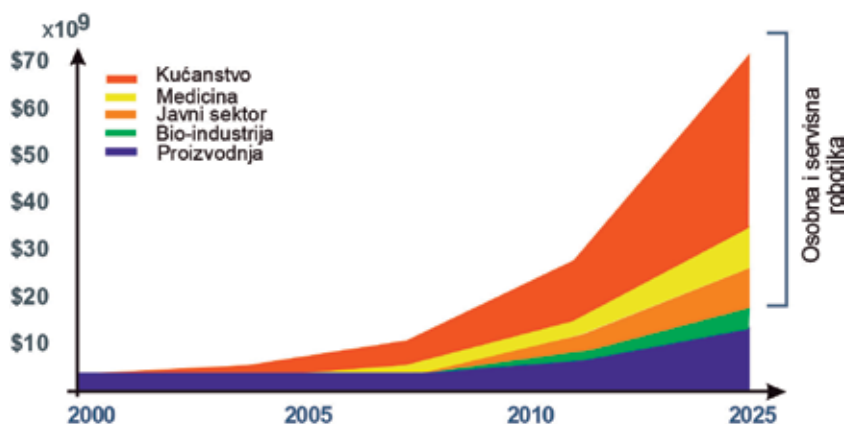
Dvadesetprvo stoljeće će biti obilježeno robotskom revolucijom. Promijenit će svijet u kojem živimo, odnos čovjeka prema prirodi, kao i odnos čovjek-robot. Stvorit će jedan sasvim novi svijet, poslovne, radne i životne uvjete i navike. Omogućit će potpuno drugačiji način života i stvoriti nove društvene odnose. Roboetika će određivati prava i odnos čovjeka prema robotu te će imati dominantnu ulogu u novim društvenim odnosima. To će se dogoditi brzo, promjene će biti nagle i današnja mlada generacija bit će sastavni dio tog novog društva. Jesmo li ih pripremili za te velike i značajne promjene?

Što je to danas robot, mijenja li se i nastaje li nova definicija? Više ne vrijede postojeće definicije koje se uče u školi, na fakultetima ili se nalaze u udžbenicima i stručnoj literaturi. Ne vrijedi više ono uvriježeno mišljenje napisano u *Webster's dictionary* da je robot "automatizirani uređaj koji obavlja funkcije koje se obično pripisuju čovjeku". Osim za industrijske robote, ne vrijede više ni definicije organizacije ISO (*International Standard Organisation*), RIA (*Robot Institute of America*) ili JIRA (*Japan Industrial Robot Association*). Postoje raznolika rješenja robota i presudna je njihova ekspanzija na različite druge djelatnosti i s različitim tehničkim rješenjima te ih postojeće definicije ne mogu obuhvatiti [1].

Sve više je među robotima prisutna jako velika skupina servisnih robota koji se primjenjuju u kućanstvu, medicini, školstvu i odgoju djece, istraživanju na zemlji i u svemiru, poljoprivredi, građevinarstvu, vojnim aktivnostima itd. Unutar tih skupina ogroman je broj različitih rješenja s većim ili manjim stupnjem ugrađene umjetne inteligencije, robota malih i minijaturnih dimenzija, bioničkih robota itd. itd.

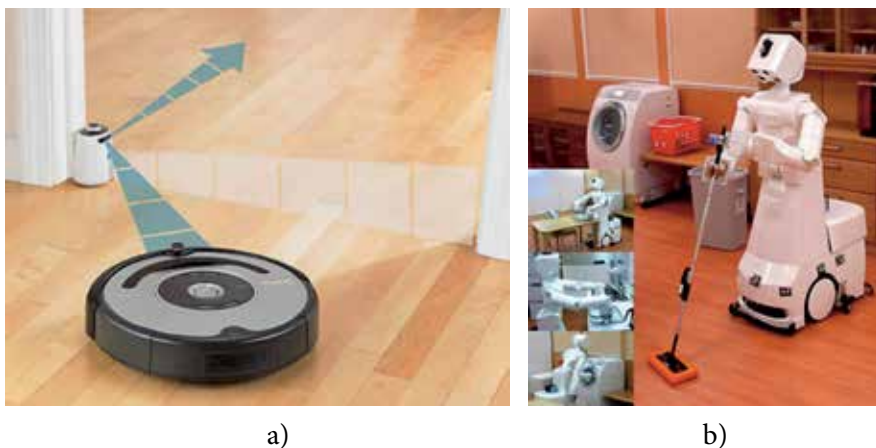
Jedan od naših najpoznatijih robotičara prof. dr. sc. Bojan Jerbić, profesor na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, dao je vrlo zanimljivu definiciju koja može obuhvatiti skoro sve vrste robota. Ona glasi „*Robot je informatički stroj koji ima fizičku stranu, odnosno robot je fizičko proširenje računalne tehnologije koji pretvara informaciju u rad neposredno utječući na nas i našu okolinu*“. Nedostatak te definicije je što obuhvaća sve današnje strojeve, jer najveći broj njih ima procesore koji informacijama upravljaju izvršnim elementima strojeva. Prema toj definiciji u skupinu robota spadaju i perilice za rublje, razni strojevi u procesima proizvodnje, automati za kavu, klima uređaji itd. itd. Možda bi ipak uža definicija robota trebala označavati uređaj koji ima procesorsku jedinicu, senzore pomoću kojih percipira svoj okoliš i motore koji pokreću aktuatora koji mogu biti različito projektirani i za različite namjene [6].

Smatra se da će do 2040. godine svako kućanstvo razvijenih zemalja imati ili će koristiti nekog robota. Do sada su se uglavnom najviše razvijali industrijski i vojni roboti. Sada je sve više razvoj usmjeren na tzv. društvene (uslužne) robote, te medicinske robote. Najbolje o tome govore financijska ulaganja u pojedine vrste robota prikazana dijagramom na slici 1 [10].



Slika 1: Financijska ulaganja u razne vrste robota u sljedećim godinama

Tek dvadeseto stoljeće razvojem matematike, računarstva i informatike, ostvarilo je put razvoju umjetne inteligencije kao znanosti. Ona se bavi računarskim rješavanjem problema povezanih s inteligencijom. Danas s obzirom na stanje tehnike svjesni smo da ono što u prirodi poznajemo kako funkcionira možemo, uz više ili manje uspjeha, i realizirati. Što se tiče umjetne inteligencije treba prije svega poznavati funkcioniranja ljudske inteligencije. Još ne znamo kako funkcioniraju procesi mišljenja, učenja i percepcije, kako nastaju osjećaji, što je to svijest i sl. Tek tada kada to spoznamo moći ćemo te funkcije i procese programski, odnosno računalno interpretirati. Tri su temelja funkcioniranja inteligencije na kojima se gradi umjetna inteligencija: sposobnost apstraktnog mišljenja, sposobnost učenja i sposobnost snalaženja u novim situacijama. Dio ovih funkcija (niže razine) riješen je i uspješno se već koristi kod inteligentnih robota [11].



**Slika 2: Roboti za rad u kući: a) robot za čišćenje poda u stanu iRobot Roomba, b) robot za čišćenje i obavljanje drugih kućanskih poslova**

Kako je već bilo rečeno, industrijski roboti koji su ranije bili većina više to nisu, razvijaju se roboti za druge namjene. Za ovo razmatranje interesantni su prije svega roboti koji će pomagati u kući za obavljanje kućanskih poslova, u prometu, u trgovinama, dakle u sklopu našeg svakodnevnog života. Već postoje roboti poput iRobot Roomba (promjera 33 cm) za čišćenje u kući i nalaze se u mnogim kućanstvima diljem svijeta pa i u Hrvatskoj, slika 2a. Još složeniji roboti mogu kuhati, servirati, nositi rublje i stavljati ga u perilicu, izabrati program za pranje, a kada im se isprazni baterija priključuju se sami na električnu utičnicu, slika 2b. Primat će komande glasom što trebaju napraviti, snalazit će se u nesređenom prostoru, ljudskom okruženju koje se stalno mijenja. Tehnika je već danas spremna i može realizirati takve robote [10].

Radi se na razvoju robota koji bi poučavali djecu u školi i kod kuće, nadgledali njihove domaće zadatke, pazili na njih i zamijenili roditelje za vrijeme njihove zauzetosti na poslu ili izbjivanja izvan kuće [10]. Ta funkcija robota da može na određeni način učiti djecu, adolescente i studente, sve je intenzivniji pravac istraživanja ne samo psihologa, pedagoga, metodičara već i nastavnika. Svugdje, u svim poslovima pa i nastavnim, robot se pojavljuje kao pomoćnik.

Takvi roboti već postoje ili će uskoro biti uobičajeni dio našeg života. Oni će sigurno utjecati na naš život i značajno ga promijeniti. Pitanje nije kada će se to dogoditi već jesmo li sve poduzeli da nas takav budući život ne iznenadi i ne doživimo neku vrstu šoka. Nije pitanje da li smo ih spremni prihvatiti, već kako živjeti s tim robotima? [2]

Iako smo danas svjesni da robot nije ljudsko biće, što će biti kada oni postanu potpuno slični nama, kada budu mogli potpuno samostalno komunicirati i obavljati povjerene im poslove, kada ih se više jednostavno ne bude moglo razlikovati od ljudi? Hoće li ga osobe koje žive s takvim robotima od najranijeg djetinjstva smatrati strojem? [2]

Smatra se da će ovaj utjecaj društvenih robota značajnije utjecati na djecu i tinejdžere, jer je sigurno da će oni imati značajno mjesto u njihovom intelektualnom razvoju.

Sve je započelo s robotom igračkom za djecu poput japanskog *Tamagotchi-ja* (1997.), koji je bio osmišljen tako da se za njega trebalo brinuti kao za dijete, npr. kada plače trebalo ga je nahraniti i sl., slika 3a. Sljedeći proizvod, nalik robotu, bila je igračka *Furby* proizvedena 1998. godine, slika 3b.



a)



b)



c)

Slika 3: Početak društvenih robota: a) Tamagotchi, b) Furby, c) PaPeRo

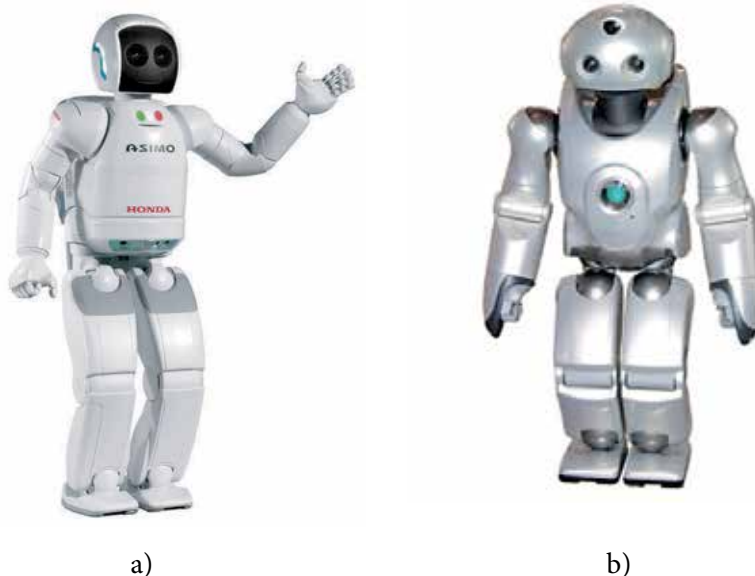
Robot *Furby* za razliku od *Tamagotchija* govori, smije se, pleše, maše ušima, pomiče oči, reagira kada se pokraj njega nađe neki drugi *Furby* i sl. Danas se uz pomoć mobitela može s njim komunicirati. To nije ni živo biće, a nije ni neživi stroj, možda bi ga se moglo nazvati „materijaliziranim digitalnim bićem“ [1].

Navedene igračke za mlade i starije, nisu se prestale proizvoditi s *Furbyjem*. Tvrtka Toshiba razvila je društvene robote koje je nazvala „prijatelji kroz život“. To su autonomni roboti *Toshiba Wheelie*, *ApriAlpha* i *ApriAttenda* (2005.) koji su imali zadatak pomoći starijima u kući, te robot *ApriPoko* (2008.), koji je vrlo znatiželjan te spreman naučiti nešto novo i pomoći ukućanima u upravljanju elektroničkim uređajima. Može se kretati, prepoznaje osobe, sam uključuje električne aparate. Može pratiti osobu, što zahtijeva trodimenzionalnu orijentaciju i sl.

Japanska tvrtka NEC Corporation razvila je 2001. „osobni“ robot *PaPeRo* „Partner-type Personal Robot“ koji prepoznaje lica. Razvijen je da bude partner čovjeku i da živi s njim, slika 3c. Od robota *PaPeRo-a* nastalo je nekoliko različitih verzija, koje uključuju verziju za njegu djece (2003. i 2005.).

Ti osobni roboti potakli su razvoj društvenih robota s različitim namjenama: za kućne poslove (kuhanje, spremanje, pranje, serviranje), za obrazovanje djece, za njegu bolesnika u bolnicama i kod kuće, za pomoć starijima i nemoćnima, za razgovore i pravljenje društva usamljenima, za zabavu, za čuvanje kuće sa zadatkom da dojavljuje svaki neželjeni događaj koji je nastao u kući i sl. [10].

Svijet znanosti i tehnologije uvijek je u potrazi za efikasnim načinima integriranja novih dostignuća u svakodnevni život čovjeka [51]. Ljudi su uvijek bili opčinjeni robotima, valjda zbog osjećaja mogućnosti „stvaranja novog života“, odnosno preuzimanje uloge stvoritelja. Danas već možemo robotima dati određene funkcije u društvu. Razvoj je nezaustavljiv i usmjeren prema mogućnosti boravka i rada robota u okruženju čovjeka. Traži se da oni budu što sličniji čovjeku. Humanoidni roboti već su realnost. Roboti *ASIMO* (Honda) i *QRIO* (Sony), slika 4, danas su najsavršeniji humanoidni roboti, koji mogu obavljati razne zadatke.



Slika 4: a) Robot ASIMO tvrtke Honda i b) robot QRIO tvrtke Sony

Robot *ASIMO* (skraćenica od *Advanced Step in Innovative Mobility*) projektirala japanska tvrtka Honda 2000. godine. U novijoj konstrukciji visok je oko 130 cm i težak oko 54 kg (119 funti). Dizajniran je za rad u stvarnim uvjetima, može trčati, penjati se uz stepenice, plesati, svirati i sl. Može raspoznavati okoliš, prepoznavati lica (do deset i povezati ih s njihovim imenom), komunicirati glasom i odgovarati na pitanja [25].

Robot *QRIO* tvrtke Sony (2003.), je siromašniji u mogućnostima. Visok je oko 0,6 m i težak 7,3 kg (16 funti). Može trčati i kretati se u prostoru koje prepoznaje. Komunicira glasom, može prepoznati lica, može razgovarati i sa skupinom osoba [26].

Postoje i drugi humanoidni roboti s licem kao u čovjeka poput onih koje je izradio japanski prof. Hiroshi Ishiguro koji potpuno po izgledu sliče čovjeku. Prvo je napra-

vio curicu poput svoje kćeri, a potom poznate androide: 2005. robota ginoldu - ženski android *Repliee Q1Expo*, (nova verzija 2011. kao *Actroid-F*) slika 5a, 2008. robota androida *Geminoid HI-4*, slika 6a), te 2012. robota ginoldu *Geminoid F*, slika 6b), koja može napraviti 36 izražaja lica. Po uzoru na *Geminoid F*, danski profesor Henrik Scharfe s Aalborg Sveučilišta projektirao je *Geminoida DK* na svoju sliku i priliku kao i prof. H. Ishiguro. On radi grimase s licem, smije se, trepće očima i sl., slika 6c [1] [27]. Neki od njih mogu razumjeti standardna pitanja (čak na više jezika) i odgovarati na njih.



a)



b)

Slika 5: a) Android *Repliee Q1Expo* namijenjen za recepcije, b) kineska ginolda Jiajia („robot goddess“) [32]



a)



b)



c)

Slika 6: Androidi prof. H. Ishiguroa: a) *Geminoid HI-4*, b) ginolda *Geminoid F*, c) android *Geminoid DK* profesora Scharfe-a

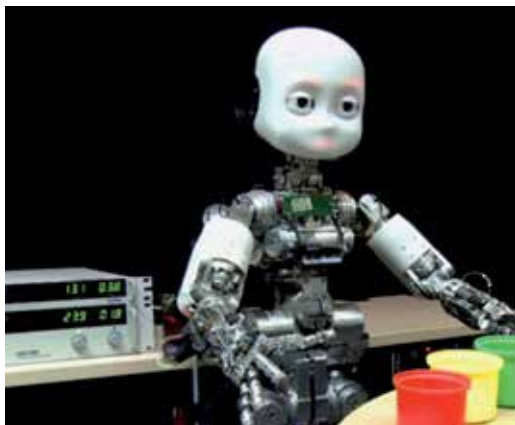
Kinezi su se također uključili u utrku za izradu robota s ljudskim licem koji mogu komunicirati, usklađivati mimiku lica s izrečenim i sl., slika 5b. Napravili su robota „robot goddess“ imenom Jiajia [32].

Intenzivno se radi na daljnjem razvoju robota sposobnih za složeniju komunikaciju s ljudima. Pri tome je bitna UI (umjetna inteligencija). Za istraživanje ljudske spoznaje i umjetne inteligencije razvijen je robot dijete *iCub* (dvoipolgodisnje dijete), slika 7. Dijete



stječe mnoge kognitivne sposobnosti u interakciji s okolinom i drugim ljudima. Pri tome koristi svoje udove i osjetila, čime njegov unutarnji model svijeta u velikoj mjeri određuje oblik ljudskog tijela. Robot je osmišljen kako bi se testirala ta hipoteza, omogućujući proces učenja na isti način kao malo dijete, poput njegovog komuniciranja s vanjskim svijetom [33]. Saznanja o tome mogu poslužiti u oblikovanju i postupcima robota koji ima ulogu učitelja.

Robot *ICub* je u mogućnosti uspješno izvršili sljedeće zadatke: kretati se prateći vizualne markere na podu, rješavati izlaz iz složenih 3D labirinata, gađanje strelicama s lukom uz učenje kako pogoditi središte mete, može prilagođavati lice sukladno emocijama, a kod hvatanja predmeta šakama može kontrolirati snagu stiska, može hvatati male predmete kao što su loptice, plastične boce, itd. izbjegava sudaranje u nesređenoj okolini i sl. [33].



**Slika 7: Kod robota *iCub* istraživači koriste umjetnu neuronsku mrežu radi omogućavanja spoznaje o vanjskom svijetu [30]**

Moguće je da tek za desetak godina bude razvijen robot sa značajno razvijenom UI s kojim bi mogli voditi složenije razgovore.

## **2. Generacijske razlike i pojam „robotska pismenost“**

Od nedavno je uveden pojam „*računalne pismenosti*“. Vrijeme već sada nalaže da se uvede i novi pojam „*robotske pismenosti*“. Danas djeca već u osnovnoj školi suvislo vladaju i rade s mobitelom, a neka koja imaju računalo i s njim. Iznenaduju nas činjenice da se te nove generacije drugačije odnose prema tim modernim tehnologijama od nas. Tehnologije toliko brzo napreduju da ono što je bilo moderno danas već sutra nije, dolazi novo. Mlade generacije te tehnološke novine jednostavnije prihvaćaju.

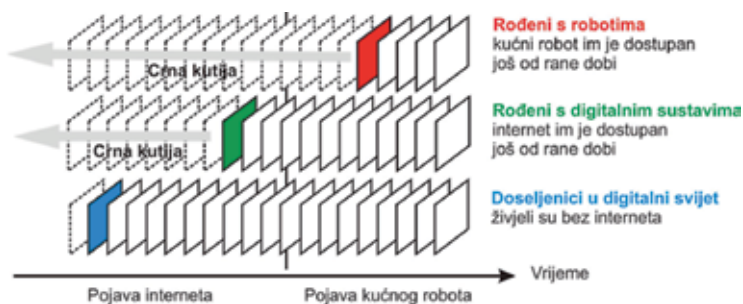
Tehnologija nas sili da svoja ustaljena shvaćanja moramo mijenjati. Već se shvatilo, što je pred dvadesetak godina bilo nezamislivo, da je danas neophodno za život i rad poznavanje rada na računalu, i nazivamo to „*informatičkom pismošću*“. Isto tako tehnika i rad s

brojnim tehničkim uređajima neraskidivi je dio svakog segmenta našeg življenja od posla, kuće, zabave, javnog mjesta, jednom riječju svugdje. I do sada je to postojalo, ali naš izbor kod tih tehničkih uređaja se svodio na uključiti-isključiti, biraj taj i taj program i s tim je naša intervencija uglavnom završila. Budući strojevi roboti, odnosno informatički strojevi koji informatičku odluku realiziraju preko svojih aktuatora, zahtijevaju interakciju između korisnika i stroja. Sve više smo na pragu te nove tehnologije koju nazivamo robotskom revolucijom, koja mijenja i viđenje postojeće tehnike. Nije li već došlo vrijeme da je ta, uskoro neophodna, „*robotska pismenost*“ jednako značajna onoj informatičkoj, da postaje važnija od detaljnih znanja iz povijesti i zemljopisa koje učimo u školi, jer će biti neophodna za svakodnevni život. Već sada se, ali će se i sve više, ispreplitati i nadopunjavati informatika i robotika. Danas kroz tu robotsku edukaciju stječu se znanja ne samo o robotima već i o informatici, ali i o mehanici i elektronici. Robot je najkompletniji i najkompleksniji mehatronički objekt.

Svojevremeno su bile teorije o tri tipa „načina rada“ mozga povezana s trenutkom kada je nastala nova tehnologija. Smatralo se da oni koji su se rodili dok nije bilo televizije imaju drugačiji odnos i način razmišljanja prema tehnologijama, od onih koju su se rodili kasnije kada je TV bila u svakoj kući kao sastavni dio kućanskih uređaja. Još drugačiji način (digitalnog) razmišljanja imala su djeca koja su od najranije mladosti imala mobilni telefon i mogla raditi na računaru. Sada postoje slična razmišljanja ali malo pomaknuta unaprijed jer onih koji su se rodili dok nije bilo televizije skoro više i nema, a dolaze generacije koje će stasati kada kućni roboti budu njihovi svakodnevni „sudruzi“. U toj raspravi neki su nazvani digitalnim „domorocima“ a drugi digitalnim „doseljenicima“ [2].

Pod pojmom digitalni „domoroci“ smatraju se oni rođeni na kraju 20. stoljeća, koji se sada uključuju u odraslo društvo. Oni koriste internet, kao što koriste zrak i vodu. Žive u novim društvenim odnosima nastalim novim tehnološkim medijima, i imaju novi osjećaj za vrijednosti tog društva. Oni lako uspostavljaju veze s drugim osobama na internetu, lagano stvaraju nove tvrtke i organizacije. Uvjereni su da su informacije uvijek postojale na internetu i da su besplatne. Ne razlikuju svoje odnose na internetu od onih u stvarnom životu; i nisu jako zainteresirani za stvarne susrete. Ove karakteristike, vrlo često dovode do nesporazuma s digitalnim „doseljenicima“ (imigrantima). To su oni rođeni prije kraja 20. stoljeća za koje je novi medij, kao što je internet, nova tehnologija u odnosu na onu koju su navikli kao što je telefon, televizija i novine. To je za njih evolucijski skok koji donosi potrebu za promjenom u načinu ponašanja, savladavanje novih znanja što kod nekih izaziva napor pa i otpor [2].

Slika 8: Odnos između novih tehnologija i korisnika konceptualnih modela [2]





Autori [2] su slikom 8 zorno prikazali odnos između protoka vremena i konceptualnih modela tehnologija. Novi oblik modela stvara se na temelju starih konceptualnih modela, pa tako ne možemo razumjeti mehanizam nove tehnologije bez potrebe učenja novog. Ako se preskoči ovaj proces, one se samo mogu shvatiti kao crne kutije. Naime, starije generacije će shvatiti mehanizam kroz proces evolucije, a sljedeće generacije će prihvatiti zrele tehnologije kao crne kutije sustava. To je ono što uzrokuje razliku u njihovom ponašanju. Stoga se može pretpostaviti da su različita shvaćanja medija uzrok disocijacije vrijednosti među generacijama [2].

Za razliku od informacijskih medija na internetu, roboti imaju fizičke strukture i fizičko sučelje. Ako se ne koristi ispravno, mogu uzrokovati ozbiljne štete za operatera. To naglašava važnost aktivnog, učinkovitog obrazovanja korisnika o robotima [2].

Kada se spominje robotska edukacija, ne misli se samo o edukaciji o robotima, već i edukaciji s njima. Pri tome se uči o njima, stvarajući ih ali i kroz proces suradnje s njim. Naime taj oblik edukacije s njima je višeslojan. On obuhvaća u početku jednostavno slaganje različitih objekata iz setova (kitova) materijala prepuštajući djetetu razvijanje njegove mašte. Kod toga se mogu uključivati najjednostavniji oblici programiranja ili bolje rečeno unaprijed predviđenih instrukcija. Sljedeći korak za malo stariju djecu je također slaganje iz gotovih dijelova u setu pokretnih objekata. Ti objekti obično imaju i neku elektroniku koju treba postaviti, spojiti, te jednostavnim programskim jezikom pokrenuti izgrađeni objekt. Najčešće su ugrađeni i senzori preko kojih postoji neka „komunikacija“ s okolinom. Kroz taj postupak izrade robota nauči se mnogo na najjednostavniji način iz raznih područja od strojarstva, elektronike do informatike.

To je još uvijek pasivni oblik učenja s robotom, dok aktivni za starije učenike je onaj kroz komunikaciju s robotom, kada je on na neki način instruktor (mentor, kolega, učitelj i sl.). Tada su to već humanoidni roboti a neki i s ugrađenim određenim oblicima UI. Prikadni su za učenje jezika, muzike, ispravljanje zadataka iz matematike i fizike, podučavanje o geometriji i sl.

Do sada je u obrazovanju primjena robotske tehnologije bila usmjerena na podršku u nastavi predmeta koji su usko vezani za struku robotike, kao što su programiranje robota, izgradnju robota ili mehatronika [5]. To je bio nastavni plan i program tehničkih škola posebno za smjer tehničara za mehatroniku, odnosno tehničkih fakulteta.

Uvođenje robotske edukacije u nastavu i na nižoj razini u bilo kojem obliku treba pratiti adekvatni program, educirani nastavnici i neophodna oprema.

Pred nekoliko godina u izvješću OECD-a (2008.) primijećeno je da je „tehnologija svugdje, osim u školama“ [5]. Pri tome se misli na obrazovanje o novim tehnologijama (s robotima) na svim razinama.

Ipak robotika je u obrazovanju već skoro jedno desetljeće izazvala pozornost nastavnika, istraživača, političara, vlasti i drugih bitnih utjecajnih čimbenika [3]. Samoinicijativno se u to područje uključuju pojedini inicijativni nastavnici kroz natjecanja učenika, ali bez uključivanja u nastavne planove i programe. Nema dugoročnih ciljeva uvođenja robotičke pismenosti i edukacije uz pomoć robota u nastavi kako bi se ostvarila bolja kvaliteta nastave i obrazovanja, u oblikovanju tehničkih i socijalnih vještina i interesa, te motivirala mlade ljude za znanost i tehnologiju [3]. Zaboravlja se činjenica da je za djecu ključno manipuliranje predmetima za izgradnju njihovog znanja (Piaget).

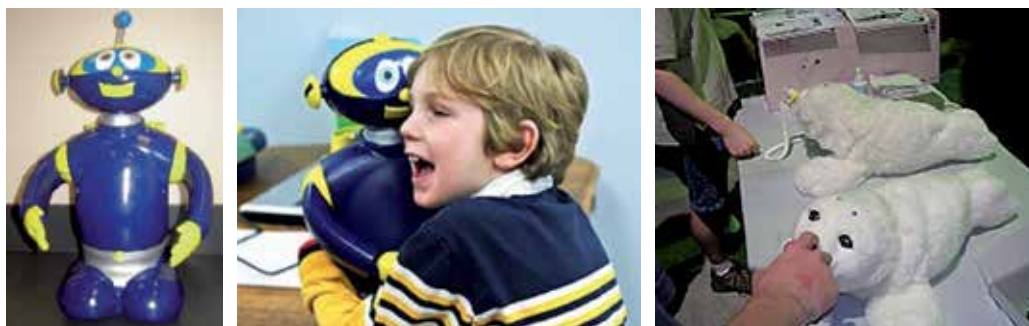
Obrazovna robotika stvara okruženje za učenje u kojima djeca mogu komunicirati s njihovom okolinom i raditi na stvarnim problemima. U tom smislu obrazovna robotika može biti odličan alat za djecu kroz konstruktivistička iskustva učenja [5].

### 3. Utjecaj robota na dijete

Društveno ponašanje robota je uglavnom povezano s ulogom robota u igri ili edukaciji, adekvatno dobi djeteta. Ustanovljeno je da djeca preferiraju ponašanje ljudskog izgleda i glas poput *ASIMO* robota. Kod istraživanja kada su bila dana dva robota bez emocija humanoidni robot i robotski pas, ustanovljeno je da su (mlađa) djeca i njihovi roditelji radije imali robotskog pasa. Ipak „fizički izgled“ poput čovjekolikog robota, uz izražaj emocija, prikladan je za asistiranje kod pojedinih nastavnih predmeta [8].

Iz pedagogije je poznato da je učenje u skupini korisnije od individualnog učenja [56]. Bilo bi zanimljivo vidjeti hoće li se taj trend replicirati i na vrijeme procesa učenja djeteta kada samostalno uči nasuprot učenja s robotom ili učenja s drugim djetetom. Ako rezultati dokazuju da suradničko učenje s robotom jednako učinkovito, ili neznatno lošije, od učenja s drugim djetetom onda će ovo biti prvi korak u širem priznavanju integracija robota u obrazovanje. Slično istraživanje provedeno je u mjeranju iskustva igre djece kada igraju sami, s prijateljima ili s robotom [8].

Ustanovljeno je da i djeca s poteškoćama u razvoju prihvaćaju robota i pomaže im u terapiji. Za tu namjenu projektiran je robot *CosmoBot* kojeg liječnici koriste za terapiju djece između 5 i 12 godina zaostale u razvoju, slika 9a. Korištenjem ovog robota ustanovilo se da se može napraviti terapija zanimljiva za djecu s kojom se postiže bolji uspjeh i dugoročni ciljevi terapije. Slično *CosmoBot*-u postoje roboti poput plišanih igraćaka, koji se također koriste u terapeutske svrhe. Takav je robot *PARO*, koji slični plišanoj igrački za bebe, s kojim se ostvaruje iskustvo terapije kao sa životinjama ali bez problema koji nastaju s pravim životinjama. Robot *PARO* je projektiran da može „izraziti različita raspoloženja“, ovisno o interakciji pacijenata s njim, on se može naučiti kako reagirati na određeno ime kada ga se s njim pozove nekoliko puta, slika 9b [13]. Projektirala ga je japanska tvrtka AIST još početkom 1993., ali je prvi put prikazan javnosti krajem 2001. godine [14]. Pacijenti mogu biti djeca ali i starije dementne osobe [15] [16].



a)

b)

Slika 9: Terapeutski roboti: a) *CosmoBot* [13], b) robot *PARO* [14]

U Sjedinjenim Američkim Državama u Kaliforniji, robot nazvan RUBI namijenjen je predškolskoj djeci za igru ali i za učenje [49].



Slika 10: Dijete grli svog prijatelja robota RUBI-ja [58]

Prvi i osnovni korak je ustanovljavanje da li se dijete može igrati s robotom. Zajednička pozornost je jedan važan korak u razvoju djece ali i odraslih. To je situacija kada se djeca i odrasli usredotoče na treći objekt, recimo loptu. Ako majka ili otac uzmu loptu i bace je ona će poskakivati gore i dolje, a dijete će gledati loptu i vidjeti kako ona poskakuje. Zatim će uhvatiti loptu pokušavajući je baciti želeći da i njemu ona poskakuje gore-dolje.

Robot RUBI može privući jednaku pozornost. RUBI će poput djeteta okrenuti glavu i gledati loptu kako poskakuje. Zatim, ako se dijete okrene i pokaže npr. plišanog medu, RUBI će se okrenuti i pogledati medu i tako dalje. Dijete vidi da i robota RUBI zanima isto što i njega, sličan mu je po zainteresiranosti, te tako uspostavlja svoj odnos s njim, slika 10. Drugim riječima, robot je u stanju na taj način neverbalno komunicirati s djetetom [58].

Nakon što je dijete uspostavilo kontakt s RUBI-jem, mogu se uključiti sofisticiranije interakcije. Robot RUBI je osjetljiv na dodir zaslona računala koji mu je postavljen na trbuhu, te se dijete može naučiti odabrati boje, pjesme i slične stvari koje djeca jako vole. Toliko se nauče na robota RUBI-ja da dolaze svaki dan u igraonicu, i očekuju da će ga vidjeti. Uznemireni su ako RUBI-ja nema. Prihvatili su RUBI-ja kao prijatelja i dio svog života [58].

Sljedeći je korak kako dijete naučiti da razumije nove pojmove. Socijalna interakcija će biti presudna za postizanje tog cilja. Robot će biti u mogućnosti snimiti svaki odgovor koji dijete daje i pratiti ga s vremenom kako bi se utvrdilo što je dijete usvojilo i koje probleme ima. Tada će biti u mogućnosti da se primijeni nastavni plan koji je optimalan za uzrast i interes djeteta. Robot omogućuje stvaranje individualiziranog kurikuluma na temelju svih informacija o tom djetetu koje se sakuplja u memoriji robota. Zadaci će biti znatno složeniji kad se aplicira učenje s robotom za stariju djecu. Zbog popularnosti računalne igre među djecom mogućnosti za takve aplikacije su ogromne [58]. Sve

dok robot prolazi ova ispitivanja interakcije i angažiranost djeteta - koja uključuje puno elemenata, uključujući i nesvjesne izraze lica - tada se događa učenje. Kada nedostaju ovi socijalni znakovi, učenje je neučinkovito [58].

Taj utjecaj na djecu, njihova zainteresiranost i privrženost robotima potakla je znanstvenike da se usmjere na mogućnost šire edukacije pomoću robota, ali ne samo djece. Za edukaciju u kojoj robot ima ulogu pomoćnika (asistenta) ili samostalno radi koristi se jedan od sljedećih pojmova: robotska edukacija, edukacija s robotima, obrazovanje uz pomoć robota (engl. Robotics in Education, Educational Robotics).

Takvi roboti za edukaciju moraju se prilagođavati uzrastu, interesu, prethodnom znanju i moraju pobuditi interes djece. Svaka dobna razina djece zahtijevat će posebne robote, kod kojih je prilagođen izgled, funkcija rada, način gradnje, kao i softver. Mora se usmjeriti veća pozornost na te zahtjeve jer će biti integrirani u životi mladih ljudi. Roboti mogu biti zabavna platforma za učenje o računalima, elektronicima, strojarstvu, jezicima i muzici. Pokazalo se da djeca s njima imaju bolje rezultate u učenju. Posebno pokazuju više interesa kod učenja jezika uz asistenciju robota u odnosu na učenje uz pomoć audio kazeta i knjiga.

Obrazovni roboti spadaju u nove obrazovne tehnologije, kako bi olakšali učenje i poboljšali obrazovanje. Oni su samo još jedan novi alat, nova tehnologija, koja ima mogućnost poboljšanja i olakšanja procesa edukacije. Iako svi roboti ne zahtijevaju i socijalne interakcije oni pružaju i tu mogućnost [8].

Uloga edukacije robotima treba promatrati kao sredstvo poticanja važnih životnih vještina (kognitivni i osobni razvoj, timski rad) kroz koje djeca (učenici) mogu razviti svoj potencijal korištenjem mašte. Prednosti obrazovanja robotima su važni za svu djecu te ne trebaju biti usmjereni samo na talentiranu djecu već i cijeli razred.

#### 4. Zašto je dobro započeti s robotskom edukacijom rano?

Primjena robotske edukacije u školama je tek negdje realizirana, tako da puno povratnih informacija još nema. Ne zna se da li su svi oni razlozi uvođenja robotske edukacije postignuti. Iako postoje opravdanja zbog trenda razvoja tehnike, ogromne motivacije učenika za učenje i stvaranje, koje su vidljive kod raznih oblika primjene robotike u vanškolskim aktivnostima, hoće li se sve to ostvariti i u sklopu nastave? Koja je najprikladnija uloga koju robot treba preuzeti (mentor, tutor, kolega, asistent) i za koje sve nastavne predmete, odnosno aktivnosti? Na početku 21. stoljeća poslovi i društvene aktivnosti traže da se njeguju i razvijaju istraživačke vještine, kreativno razmišljanje, samostalno donošenje odluka, rješavanje problema, komunikacija i timski rad, usvajaju i razvijaju vještine u novim tehnologijama. Ako se robotske tehnologije koriste u skladu s gore navedenim stavovima, imat će važnu ulogu jer mogu pružiti konstruktivistička iskustva učenja, promovirati osnovne vještine potrebne na radnom mjestu u ovom stoljeću. Time će nove generacije steći "robotičku pismenost" neophodnu za život u budućem "kreativnom društvu".

Već je rečeno da se u te procese trebaju uključiti djeca svih dobnih skupina, a proces bi trebao ići sve do razine sveučilišnog obrazovanja.

To je proces koji treba stalno razvijati i osmišljavati, a sada se već nude strategije za uključivanje velikog broja učenika u robotsku edukaciju. To su projekti s naglaskom na pojedinim izabranim interesantnim temama, projekti koji kombiniraju dizajn i inženjering; projekti koji potiču pripovijedanje, organiziranje izložbi, interna natjecanja. Treba se odmaknuti od tradicionalnog pristupa robotici, jer to nije dovoljno motivirajuće za mlade osobe [5].

Roboti nisu univerzalni lijek za sve, ali nude velike mogućnosti u nastavi i učenju koji nisu u neposrednoj vezi s robotima.

Više država je pokrenulo uvođenje robotske edukacije. Vlada australske države Queensland objavila je plan po kojim bi učenje robotike bilo obavezno za djecu od predškolske dobi do 10. godine. Postoji više inicijativa da se robotika podučava u školama, poput Robotics Academy u SAD-u, ali i u Finskoj [6].

## 5. Učenje s robotima o robotima

U najranijim godinama robotska edukacija svodi se na upoznavanje s robotima i razvijanje mašte oko njihovog izgleda i mogućnosti. Za to postoje brojni jeftini setovi (kitovi) materijala poput *LEGO Mindstorms*. Djeca prihvaćaju i jednostavne životinje ili insekte koji se mogu lagano „programirati“ poput npr. pčelice *Bee Bot*, slika 11 [18] koja se lako može pritiskom na određenom mjestu programirati i uključiti u jednostavne igre u kojima se uče osnovne matematičke operacije [17].



a)



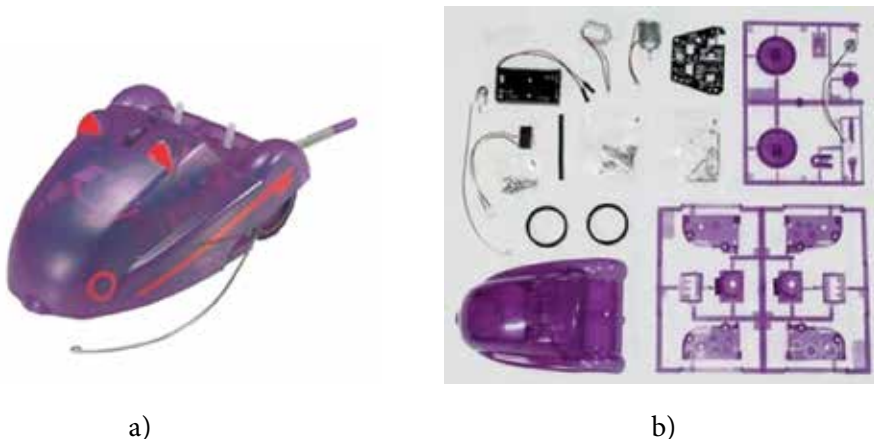
b)

Slika 11: a) Pčelica *Bee Bot*, b) igra za kretanje *Bee Bot* (programiranjem) [18]

Za robotsku edukaciju postoje brojni robotski setovi, u rasponu od jeftinih jedno-funkcijskih setova do skupih funkcionalnih humanoidnih robota. Unutar toga širokog asortimana postoje mnogi setovi koji pružaju mogućnost edukacije ne samo o robotici, već i elektronici i informatici. Mogu se izraditi različiti roboti i unijeti u njih program. Veliki broj takvih setova ima već navedena tvrtka *LEGO Mindstorms*. Pokazalo se da

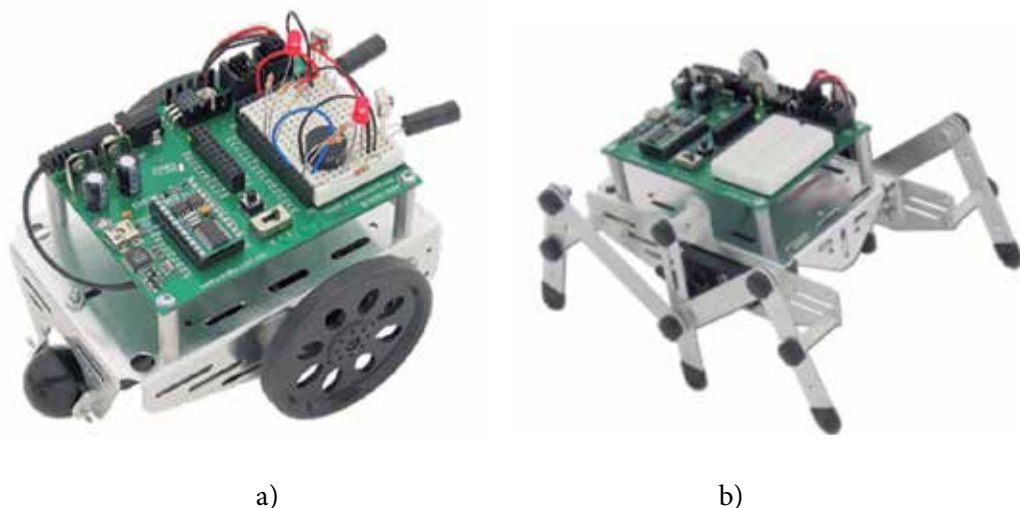
oni omogućuju široku lepezu tema obrazovanja u rasponu od informatike odnosno programiranja, fizike, mehanike i robotike [8].

Jedan od prvih setova materijala za izradu robota je *OWI-9910 Weasel*, za čije sastavljanje je dovoljan odvijač i žica, slika 12. Omogućuje dvije najosnovnije robotske aktivnosti: kod kretanja prati rub zida i liniju koju slijedi [19].



Slika 12: a) Robot *OWI-9910-Weasel*, b) set materijala za izradu robota [19]

Drugi jednostavni robot s nešto više funkcija je *Boe-Bot* robot koji može biti programiran da slijedi liniju, riješi izlaz iz labirinta, slijedi svjetlo ili može komunicirati s drugim robotom, slika 13. Ovim setom elementa za robota *Boe Bat* uče se i osnove elektronike, sensorike, kao i programiranje s programom *PBASIC* [20] [21].



Slika 13: a) Robot *Boe Bat*, osnovni kit, b) *Crawler Kit* za *Parallax* mali robot



Ako setovima treba dopustiti više mehaničke slobode i fleksibilnosti s dizajnom robota, tada je prikladna složenija kategorija robota iz kitova *LEGO Mindstorms*, slika 14 [22]. Njihovi roboti mogu ponuditi učenje široke lepeze tema od informatike odnosno programiranja, fizike i robotike [8]. Postoji obrazovna inačica proizvoda nazvana *Lego Mindstorms* za škole. Ima različite početne i napredne setove za izradu robota, a programiranje se obavlja različitim programskim jezicima [7] [22].



Slika 14: Razni proizvodi kitova *Lego Mindstorms*

Ovi jednostavni kitovi su jeftini i zato dostupni širem krugu korisnika, a projektirani su tako da su prikladni za učenje i razvijanje vlastitih rješenja. Budući da su jeftini dostupni su svima i omogućuju praktično proučavanje teorijskog znanja iz elektrotehnike, strojarstva i računalnih znanosti [4].

Ne postoji sustavno uvođenje robotike u školske programe europskih škola. Međutim, mnoštvo prikladnih konstruktivističkih robotskih kitova (alata) kojih ima veliki broj (*LEGO Mindstorms NXT*, *Arduino* i dr.) su pripremili teren za popularnost robotike među učenicima svih uzrasta. Tijekom posljednjeg desetljeća pokazalo se da su se djeca s oduševljenjem uključila u robotičku edukaciju kroz igru i međusobna natjecanja te tako postigli ciljeve učenja i usvajanje novih znanja i vještina. Sve više se zainteresiranost djece potiče natjecanjima na robotskim turnirima koji se organiziraju uglavnom izvan škole, te postoje i svjetska natjecanja [5]. Djeca iz Hrvatske također su se uključila u ta natjecanja i često osvajaju medalje, iako su im konkurencija djeca iz bogatijih država koje daleko više ulažu u opremu za edukaciju.

U literaturi [6] ističe se pet značajnih razloga za podučavanje robotike u školama, a to su:

1. ***Djeci je to zabavno***, iskustvo je pokazalo da su robotika i dizajn video igara dva najuspješnija načina uvođenja informatičke tehnologije u školsku satnicu.
2. ***To je učinkovit način usvajanja programiranja*** jer učenici kroz programiranje robota lakše uče kako oblikovati programske naredbe. Uz to i nauče o potrebi za preciznim uputama.
3. ***Pružuje korisne vještine za buduće zapošljavanje***, jer je jasno da će u budućnosti sve

više rasti potreba za programerima koji trebaju programirati mehaničke uređaje. Svi sofisticirani strojevi to zahtijevaju, a pogotovu budući roboti kojih će biti svugdje. Stječu se i vještine osobnog rada kod izradu i montažu dijelova, saznanja o alatima i njihovoj uporabi i sl.

4. *Prikladno je za djecu vrlo različitih sposobnosti*, jer je dokazano da su roboti posebno prikladni za djecu s autizmom. Ta djeca dobro odgovaraju na mirne, jasne i konzistentne interakcije, upravo onakve kakve pružaju roboti. U tom smislu najviše je odmakao robot NAO. Posebno su razvijene igre za NAO robote kako bi učili autističnu djecu. Ponavljanja, predvidljivost i jasne emocije dobro djeluju na takvu djecu.
5. *Demistificiranje kompleksnih tehnologija* jer rad s robotima razbija strah od nepoznatih novih tehnologija. U bliskoj budućnosti brojne poslove koje rade ljudi radit će roboti te će u, relativno kratkom vremenu, doći do nestanka nekih repetitivnih poslova, odnosno zanimanja, ali će se otvoriti kreativni poslovi vezani za nove tehnologije posebno robote.

Razumijevanje što strojevi mogu, a što ne mogu, najbolji je način za sprečavanje straha. Iskustvo u konstruiranju i programiranju robota stvara znanje o njihovim mogućnostima i kvalitetama. Robotika pomaže u pokrivanju rastućih zahtjeva da se u školama više uči tehnika, tehnologija, matematika i fizika, te stvara bolje razumijevanje kako se ti predmeti međusobno nadopunjuju [6].

## 6. Robot kao učitelj

Japan, a u novije vrijeme i Južna Koreja, žele biti uključeni u globalizaciji i njeni građani žele naučiti engleski jezik, koji je postao jezik međunarodne komunikacije. Mnogi roditelji u Južnoj Koreji žele da im djeca svladaju engleski jezik. Za tu edukaciju troše mnogo novaca. Učenici pohađaju škole u kojima engleski jezik predaju strani nastavnici, koje su doveli i zaposlili iz inozemstva. Nedostatak profesionalnih engleskih nastavnika doveo je do inovacije - robota nastavnika. Ideju je podržala Južnokorejska vlada. Razvijeno je nekoliko takvih robota nastavnika (asistenata) a jedan od njih je robot nazivom Engkey koji učenike učiti engleski jezik, slika 15.

Pilot program s tim robotom bio je četiri mjeseca pod pokroviteljstvom vlade. Taj je robot također daljinski povezan s engleskim učiteljem na Filipinima, koji vide i čuju djecu i s njima pričaju. Simpatični su izgledom i imaju ekran s ljudskim licem. Postavljen je na kotače te se može kretati po razredu dok govori. Roboti su također u mogućnosti čitati knjige i plesati uz glazbu pokretati glavu i ruke. Može pratiti izgovorene riječi i ispravljati krive. Uči djecu jednostavnim pjesmicama. Kamere snimaju izraze lica nastavnika i prikazuju ga na ekranu robota. Radi se na razvoju i instaliranju dodatnih programa koji bi ih učinili još autonomnijima. U školama ih ima već oko trideset, a plan je da će roboti učiti učenike poslije školske nastave u dvadesetjednoj školi u gradu Daegu [57]. Roboti se ne

moгу trajno koristiti kao zamjena nastavnika u školskom okruženju, ali nakon te uloge mogu se koristiti kao društvo za djecu s poteškoćama u učenju. Ta djeca trebaju posebnu pozornost i vrstu učenja [51].



Slika 15: Robot Engkey podučava učenike u engleskom [28] [29] [57]

U Seulu je tvrtka Yujin Robotics, razvila robot tipa TelePresence nazvan *Robosem*, koji učenike uči engleski jezik, slika 16. On je po načelu telekonferencije (TelePresence) kao i robot *Engkey* povezan s centralom i nastavnikom engleskog jezika u drugoj zemlji (Filipinima), slika 17 [49]. *Robosem* nije nastavnik već samo asistent u učenju. Ima i instalirane programe (lekcije) za sudjelovanje u nastavi. Istraživači u Tajvanu, navode da se djeca bila otvorenija u razgovoru s robotom na stranom jeziku nego s nastavnikom. Osim toga, roboti se nikad ne umore kao nastavnici i s njima se može stalno ponavljati i prakticirati jezik bez problema [8].



Slika 16: Robot Robosem u razredu [63]



Slika 17: Načelo rada robota asistenta (Robosem) kod učenja jezika [62]

Isto tako robot *iRubi Q* tvrtke Yujin Robotics (Južna Koreja), slika 18, razumije i reagira na 1000 glasovnih naredbi, a koristi se i za druge poslove poput prijenosa vijesti i vremenske prognoze, a može biti i učitelj engleskog jezika [59] [60] [61].



Slika 18: Robot *iRubi Q* iz Južne Koreje kao kućni ljubimac [59]

Robot je visok 45 cm, i može također imati funkciju nadzora kuće te omogućiti vlasnicima da gledaju svoje domove dok su oni izvan njih. Robot *iRubi Q* je ispitan i odobren od nadležnih institucija da se može koristiti u dječjim vrtićima [59].

Istražuje se da li bi takvi roboti mogli preuzeti ulogu asistenata i u drugim nastavnim predmetima.

U osnovnoj školi u Tokiju postavljena je ginolda (ženski android) *Saya* kao prvi učitelj robot s potpuno ljudskim licem, slika 19. Više od 15 godina profesor Hiroshi Kobayashi razvijao je ginoldu *Saya* [55]. U početku (2004.) je stvorena da radi kao recepcionar i tajnica u japanskim tvrtkama, ali sada su je znanstvenici reprogramirali u namjenu za učiteljicu [56].



Slika 19: Učenici moraju dirnuti svoju novu učiteljicu Sayu [56]

Robot *Saya* može izvesti niz programiranih pokreta lica kao što su pomak obrva, a lice joj je sposobno izraziti šest osnovnih emocija važnih u komunikaciji - iznenađenje, strah, gađenje, ljutnju, sreću i tugu. Tvorac robota *Saya* Hiroshi Kobayashi izjavio je da je glavna svrha robota ostvariti određeni oblik komunikacije s djecom, te da u tom smislu može poslužiti i u školama [56].

Na Tehničkom fakultetu u Istanbulu došli su na ideju da uče djecu znakovni jezik uz pomoć robota, slika 20. To su djeca čiji su roditelji gluhoonijemi ili su ona sama gluhoonijema. Temeljem znakovnog opisa predmeta dijete bira sliku predmeta, a robot provjerava da li je dijete dobro odabralo sliku predmeta odnosno shvatilo poruku znakovnim jezikom [48]. Taj način uz pomoć prstiju mogao bi se koristiti i za početak učenja matematičkih operacija.



Slika 20: Položaj prstiju u znakovnom jeziku [48]



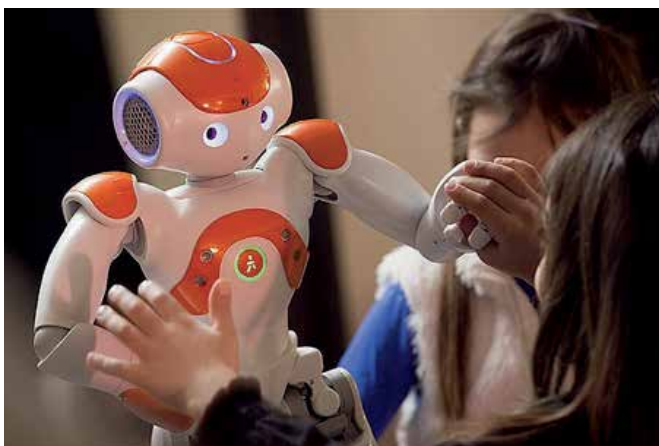
Na University of Hertfordshire u Velikoj Britaniji razvijen je robot Kaspar namijenjen da pomaže autističnoj djeci. Specijalno je dizajniran s ljudskim licem i može iskazati različite izraze lica i odgovarajući fizički kontakt, čime je prikladan za učenje s djecom posebnih potreba.

Robot NAO je jedan od novijih i najperspektivnijih robota namijenjen prije svega djeci, za komunikaciju s njima i za učenje, slika 21. To je programabilni čovjekoliki robot kojeg je razvila 2004. godine francuska tvrtka Aldebaran Robotics iz Pariza. Relativno je male visine (53 cm) i težine 4,3 kg (9,5 lb) i prilagođen za rad s djecom [42].

Iznimno je dobro ekipiran opremom. Ima sonar s kojim određuje udaljenost (od 1 cm do 3 m) od prepreke, ima dvije kamere visoke rezolucije od 1220 piksela kojima snima 30 slika/s, 4 mikrofona s kojima određuje lokaciju zvuka, dva hi-fi zvučnika i glasovni sintesajzer, ima mogućnost wi-fi spajanja s internetom. Slike koje snimi može poslati bežično na definiranu adresu. Dobro mu je razvijen softver za prepoznavanje lica, ostvaruje očni kontakt i okreće se prema osobi koja mu govori. Prepoznaje boju i oblik. Govori 19 jezika. Preko laptopa bežično mogu mu se davati dodatne instrukcije. SW se stalno razvija i nadopunjuje [68].



a)



b)

Slika 21: a) NAO robot, b) NAO robot u igri s djecom [34] [38]

Našao je široku primjenu zbog mogućnosti da uspješno detektira emocije. Koristi se i za edukaciju iz područja matematike i engleskog jezika. Omogućava učenicima poboljšanje međusobne komunikacije, te sekvenciranje i razumijevanje uzroka i posljedica. Opremljen je brojnim sensorima, kao npr. sensorima dodira te ako ga se dotakne za ruku on će je prihvatiti i šetati uz ljudsko biće.

Koristi ga se za terapiju djece s posebnim potrebama. Kod djece s autizmom, NAO robot bi autizam mogao prepoznati još u najranijoj dobi (drugoj godini života). Poznato je da takva djeca žive u svom svijetu i teško uspostavljaju kontakt s okolinom. Ustanovljeno je da NAO robot može objektivnije dijagnosticirati autizam od kliničara koji



su to do sada radili. Razlog tome je što autistična djeca puno bolje reagiraju na robote nego na ljude. Razlog je vjerojatno u tome jer su im roboti predvidivi i rade stvari uvijek na isti način.

Robot *NAO* vrlo precizno prati kontakt očima iz čega zaključuje da li se dijete želi dalje igrati ili ne. Robotovi pokreti djetetu su interesantni, jer se i on ponaša kao dijete imitirajući neke pokrete iz stvarnog svijeta koje dijete želi imitirati [34].

*NAO* nije igračka iako se ponaša kao igračka. On igra nogomet, pleše, teško ga je pobijediti u igri križić-kružić. Zglobovi imaju ukupno 25 stupnjeva slobode [39].

Projekt *L2TOR* (izgovara se „el-tutor“) financiran je od strane Europske unije, s ciljem kako bi roboti podučavali stani jezik djecu u dobi od četiri do šest godina. Robot bi imao mogućnost da prima emocionalne signale djece te da prilagođava svoj pristup svakom djetetu. Ako je dijete zainteresirano on nastavlja dalje, a ako pokazuje dosadu tada mijenja pristup. Robot može biti u kući, maloj školi ili vrtiću. Za sada je namijenjen djeci useljenika koji su imigrirali u Nizozemsku i Njemačku. Robot se obraća djeci na oba jezika materinjem i stranom koji treba naučiti.

Sasvim je logično da je kao robot izabran *NAO* zbog njegovih mogućnosti, slika 22. Na projektu zajednički rade znanstvenici s pet sveučilišta: Plymouth University, iz Engleske, Tilburg University i University of Utrecht iz Nizozemske, University of Bielefeld iz Njemačke, Koç University iz Turske, i dvije tvrtke Aldebaran Robotics iz Francuske i QBMT, iz Belgije [46]. Projekt traje od 1. siječnja 2016. do 31. prosinca 2018. godine [47].



Slika 22: Dječak kontaktira s *NAO* robotom [46]

„Problem s prethodnim generacijama strojeva namijenjenih nastavi bio je njihov potpuni nedostatak socijalne inteligencije“ rekao je istraživač Stefan Kopp sa Sveučilišta Bielefeld u Njemačkoj jedan od znanstvenika koji rade na *L2TOR*. On smatra da će roboti u sklopu programa *L2TOR* primijetiti suze, osmijeh, mrštenje, zijevanje i dinamički se prilagoditi prema djetetovim osjećajima. On navodi da su prethodna istraživanja pokazala da važno uzimanje

u obzir emocija jer je tada učinkovitije poučavanje. U realizaciji projekta postaje dva izazova, jedan je uspješno registriranje dječjih emocija, a drugi je kako na njega reagirati [52].

Prihvatanje robota kao učitelja i odnos djece prema njemu je drugačiji od odraslih. Djeca imaju tendenciju da pripisuju ljudske osobine objektima poput medvjedića s kojima se igraju. Poznato je da dio mozga koji je odgovoran za naše interpersonalne vještine postaje aktivan u prisustvu socijalnih robota. Odrasli znaju da imaju posla s robotima i tako se prema njima odnose, kod djece je drugačije [52].

Pilot projekt će se provesti s djecom imigranata u gradovima Utrecht i Tilburg kako bi poboljšali svoje znanje nizozemskog jezika, u području Bielefeldu u Njemačkoj poznavanje njemačkog jezika, a u Istanbulu učenje engleskog jezika [54]. Istraživači na ovom projektu smatraju da će se obučavanje djece provoditi ne samo za doseljeničku djecu već i za djecu nacionalnih manjina u zemlji kojima je važno razvijati odgovarajuće znanje književnog jezika [53].

Kada je riječ o procesima učenja smatra se da su nastavnici najbolji učitelji, ali da učenje s robotima daje djeci trodimenzionalnu opipljivu prisutnost koja im omogućuje efikasnije učenje. Osim toga, roboti imaju prednost pred nastavnicima, odnosno učiteljima jer imaju beskrajno mnogo strpljenja [54].

U školama je uobičajeno učenje drugog jezika s nastavnikom koji nema mogućnost da obučava samo jednog učenika (jedan-na-jedan) već cijeli razred. Davno je već ustanovljeno da se postižu najbolji rezultati kada je nastavnik posvećen radu samo s jednim učenikom. Osim toga često je problem da nastavnici dobro ne vladaju materinim jezikom učenika (nacionalne manjine, imigranti) [53]. Sve to može otkloniti robot učitelj, odnosno asistent. Istraživači projekta *L2TOR* su pred sebe postavili zadatak da osposobe robota da bude u mogućnosti da:

- uoči i prepozna predmete i događaje u okolišu,
- uoči i prepozna verbalne i neverbalne signale koje dolaze od djeteta,
- koristi način razmišljanja kao dijete,
- može pratiti jezične/pogreške i ponašanje djeteta,
- može potencijalno reagirati na dijete vremenski i semantički, i
- pruži odgovarajuće iskaze na različite načine (naročito govorom i gestikulacijom) i na različitim jezicima (materinji i jezik obučavanja) [53].

Često se ističe pretpostavka da će djeca bolje učiti pomoću robota zbog uzbuđenja i igre s njim ali također i da će pomoću njegovih postupaka ostvariti učinkovitije učenje. Potvrda ove pretpostavke može se utvrditi tek nakon primjene i dugoročnog praćenja učinka.



Slika 23: Prijateljski razgovor s NAO robotom [50]

Glavni cilj projekta *L2TOR* projekta je omogućiti djeci učenje jezika na nov način. Nužnost je stvoriti prijateljsko okruženje djetetu. NAO robot moći komunicirati s djetetom na razini koja potiče dijete da nauči nove riječi i gramatiku, tretirajući robota kao prijatelja, slika 23. Robot NAO će pratiti pojedinačni razvoj svakog djeteta, te će prilagoditi svoju interakciju koja će olakšati djetetu uspješnu sljedeću razinu učenja [53].

*Blue Frog Robotics*, robot francuske tvrtke Rodolphe Hasselvander još je na ispitivanju, slika 24. Dizajniran je kao prijateljski pratilac kod kuće, nadzire stan ili kuću dok su stanari izvan nje, odgovara na pozive, igra se s djecom i može komunicirati. Testiran je i za rad s autističnom djecom i odličan je pratilac djece s posebnim potrebama. Zamišljen je i za pomoć starijim i nemoćnima u staračkim domovima [43].



Slika 24: Francuski robot Blue Frog Robotics [43]

Kao potencijalni robot koji bi mogao učiti i nadgledati učenje djece je i robot *Pepper*. To je čovjekoliki robot koji je u stanju prepoznati glavne ljudske emocije i prilagođavati

svoje ponašanje prema raspoloženju sugovornika, slika 25. Ugodan je i simpatičan, te je vlasnicima puno više od robota, on je sudrug stvoren da komunicira s njima na najprirodniji i intuitivan način, preko svojih tjelesnih pokreta i glasa. Na temelju glasa, izraz lica, pokreta tijela i riječi koje se koristite, *Papper* će tumačiti te osjećaje i ponuditi svoje odgovarajuće ponašanje. On će odgovoriti izražavajući se kroz boju očiju, njegova tableta ili njegova tona glasa. Već ga koristi veliki broj prodavaonica u Japanu [44].



Slika 25: Humanoidni robot Papper [45]

Postoje i drugi roboti sa sličnim karakteristikama poput robota *Kirobo*, kojeg je projektirao prof. Tomotaka Takahashi sa Sveučilišta u Tokiju, a izradila tvrtka Toyota Motor Corporation. Prof. Takahashi je projektirao i niz drugih robota poput *RoBoHon*, *Robi*, *Ropid*, *Chroino*, *FT*, *Evolta*, *Tachikoma* i *Vision* [64] [65].

Robot *Kirobo* visini je 34 cm i težine 1 kg. Jedan od glavnih ciljeva projekta bio je ispitati da li robot može pružiti psihološku potporu čovjeku kada on doživi dugotrajnu samoću - poput astronauta za vrijeme dužeg boravka u svemiru - djelujući kao njihov razgovorni partner [65]. Zajedno je s astronautima lansiran u svemir 04. 08.2013. i ostao u svemiru 18 mjeseci, gdje je činio društvo astronautima, slika 26. Prema izjavama astronauta on im je bio govorniji sugovornik za vrijeme boravka u svemiru.



Slika 26: Robot Kirobo s astronautima u svemirskoj postaji [65]



Slika 27: Razgovor djece s robotom Mirata [67]

Bilizanac robotu *Kirobo* je robot *Mirata* koji je ostao na zemlji i namijenjen je za rad s djecom, slika 27 [67].

## 7. Rad s edukacijskim robotima

Učenici provode projekte s vlastitim tempom rada i uz minimalnu intervenciju odraslih. Instrukcije se daju samo onda kada je to potrebno, ali prilagođene individualnim potrebama učenika. Nužno je podržati i poticati učenikovu kreativnost i aktivnost. Kako je sve to novo za učenike tako su i neki rezultati nastali kao posljedica jake motivacije i entuzijazma mogu djelomično biti i zbog čari novosti [7].

U tablici 1 [8] prikazan je primjer učenja pojedinih tema, različitih uloga edukacijskih robota i događanja (mentor, prijatelj, sredstvo ili alat).

Tablica 1 [8] Primjer tema učenja s obzirom na različite uloge edukacijskih robota

Teme učenja	Uloga robota kao		Sredstvo, odnosno alat
	mentor, staratelj	kolega, prijatelj	
Strani jezik	Robot pomaže učenicima u pamćenju riječi	Kada učenik izgovara riječi pravilno, robot kaže „rekao si dobro“	Učenik nauči određene fraze u stranom jeziku uz igru s robotom
Znanost - matematika, fizika, geometrija	Robot prilagođava vježbe iz aritmetike na temelju uspješnosti učenika	Robot i učenik zajednički rješavaju vježbe u razredu iz nekog predmeta	Senzori i aktuatori u robotu omogućit će učenicima učenje fizike
Tehnologija	Robot analizira probleme u programskom zadatku s učenicima	Robot animacijom zvuka sreće iskazuje zadovoljstvo kada su učenici uspješno programirali robota	Učenici koriste LEGO Mindstorms NXT da bi naučili o programiranju

Roboti se biraju ovisno o prikladnosti njegovog korištenja za učenje, a ovisi o raznim faktorima: cijeni, namjeni, dobi učenika. U tablici 2 prikazan je primjer kako izvršiti izbor [8].

**Tablica 2 [8] Izbor tipa robotskog seta ili humanoidnog robota temeljem teme učenja (uključivo potrebnog znanja iz informatike za korištenje, odnosno interakciju s robotom - tamnija boja)**

Teme učenja	Robotički kit materijala		Humanoidni robot
	Elektronički robotski kit	Kit mehaničkog robota	
Strani jezik		LEGO Mindstorms roboti uče robotski jezik ROILA (The Robot Interaction Language) igrajući igre s djecom	Robovie - čovjekoliki robot podučava engleski jezik
Znanost - matematika, fizika, geometrija	Učenici uče načela elektronike izradom robota pomoću višenamjenskog kompleta <i>Boe Bot</i>	Učenici koriste akcelerometar na <i>Thymio</i> robota za razumijevanje gravitacije	Učenici uče fiziku, razumijevajući proces kada humanoid udara loptu
Tehnologija	Učenici uče programiranje, dok slažu robota <i>Arduino</i>	Učenici nauče programiranje pomoću <i>LEGO Mindstorm</i> robota	Učenici uče o optici (vid) tijekom rada s <i>NAO</i> robotom

U robotskoj edukaciji došlo je do postupnog pomaka od teorije konstruktivizma (Piaget) do modernih obrazovnih metoda (Papert) [8].

Pojam konstruktivizma, obuhvaća učenje kada učenik oblikuje fizički artefakt i time stiče sposobnost rješavanja problema zbog motivacije. Većina robota su programabilni, te treba potaknuti učenike na razmišljanje, sa željom da riješe problem uključujući vlastitu kreativnost [8].

Smatra se da postoji i obrnuta uloga robota jer će omogućiti učenicima da preko robota razumiju ljude. Učenici mogu uočiti razlike u govoru ljudi i način kako roboti prepoznaju govor. To se uklapa u tumačenje konstruktivizma po kojem je učenje funkcija onoga što učenici znaju o stvarnom svijetu, u odnosu na što zaključuju u virtualnom svijetu. Izvršno se povezuju i teme iz biologije jer se preko ljudskih osjetila ostvaruje saznanje o robotskim sensorima [8].

## 8. Edukacija nastavnika

Značajan nedostatak je nepostojanje dobro definiranog kurikuluma i nastavnih materijala za učitelje. Robotsko obrazovanje još se uvijek gleda kao izvannastavna aktivnost



i dio neformalnog obrazovanja. Uloga nastavnika izravno je povezana s robotskom edukacijom igranjem s robotima i aktivnu edukaciju. Ako robot djeluje kao alat za učenje, u smislu učenja o robotu, onda je on u centru i glavni, a nastavnik preuzima ulogu posrednika. Ako robot preuzima pasivnu ulogu onda je teret na nastavniku za prijenos baze znanja npr. kod korištenje robota u podučavanju jezika. Očito je da je obuka nastavnika za robotiku i kako provesti robotiku u kurikulum postaje imperativ. To treba biti napravljeno prije nego li robot u potpunosti bude integriran u školama. Interesantno je da su u istraživanjima koja su provedena, učitelji bili kritičniji u vezi robotske edukacije u školama, nego roditelji i učenici. Možda je to neki strah da će ih roboti zamijeniti u nastavi što nije točno jer su oni samo alat za provedbu bolje nastave i koji može kvalitetno nadopuniti učenje motiviranjem učenika [8].

Nastavnike će trebati pripremiti da i oni smišljaju inovativne načine uvođenja robotike u svojim redovima, kao i nove programe [4].

Na kraju je jasno da treba podržati primjenu i implementaciju robotske edukacije u nastavne planove i programe škola. Prije toga je potrebno osnivati i pokrenuti obrazovanje za nastavnike iz robotske edukacije [5].

## 9. Zaključak

Razvoj modernih tehnologija u kojima roboti u ovom stoljeću zauzimaju najvažnije mjesto, promijenit će mnogo toga u svakodnevnom životu ljudi. Jasno je da se treba pripremiti za to vrijeme koje uskoro dolazi, kako taj tehnološki bum ne bi izazvao neku vrstu šoka. Zato je vrijeme da sadašnje mlade generacije pripremimo jer će to njima biti svakodnevno okruženje i sastavni dio života. To nije jedini razlog, jer zainteresiranost djece kroz taj oblik vlastitog stvaranja, mašte i kreacije stvara novu kvalitetu obrazovanja koja je nužna za buduće društvo u kojem će biti najcjjenjenije upravo te kvalitete kreativnosti. Stjecanje tog širokog tehničkog znanja uobičajeno se označava kraticom STEM, što znači Science (znanost), Technology (tehnologija), Engineering (inženjerstvo) i Mathematics (matematika). U sljedećem desetljeću očekuju nas ubrzani razvoj znanosti i tehnologiji, nastat će revolucija u genetskom inženjeringu i medicini, umjetnoj inteligenciji i informatici, nanotehnologiji i materijalima. One će preokrenuti temelje gospodarstva i načina života.

Kod uključivanja robota u proces edukacije nedostatak ljudskih emocija, a koje su neophodne u povezivanju s učenicima bio je jedan od ozbiljnijih problema koji se nisu mogli ostvariti hardverom ni softverom. Znanstvenici, inženjeri i psiholozi, svi zajedno rade na tome kako bi stvorili ljudima više prijateljski i emocionalno prilagođene robote [51].

Različita povijest, geni i čimbenici okoline, kombinirani zajedno, formiraju jedinstvenu osobnost svakog čovjeka. Zbog toga još uvijek robot neće biti u stanju razumjeti i prepoznati određena emocionalna stanja ljudi i neće biti u stanju adekvatno reagirati kao što to mogu ljudi. Roboti slijede specifične protokole dok su ljudi u svom ponašanju spontani i često nelogični, što robot (na sadašnjem razvoju UI) ne može uvijek razumjeti. Zato će

taj problem komunikacije robot-čovjek dugo vremena ostati na jednoj nižoj razini, i još neko vrijeme blokirati daljnji razvoj robota kao nastavnika u pravom smislu riječi.

Na 17. mjestu smo u EU po broju osoba koji su završile neke od škola ili fakulteta iz područja STEM. Naš obrazovni sustav, što nije novost, je trom i ne prati suvremena kretanja znanosti i tehnologije [69]. Akcije oko uvođenja robota u nastavu već od prvog razreda osnovne škole imaju ulogu motivacije za tehniku, iskazivanje kreativnosti, učene novoga kroz osobni rad. Stječu se početni temelji za „robotsku pismenost“. Mladima se na zanimljiv način kroz robotiku mogu približiti znanja iz automatike, elektronike, senzoričke, mehanike i informatike (STEM) te poticati njihovu kreativnost i inovativnost. Kasnije će se kod starijih učenika kroz nastavu produbljivati ta znanja. Što se tiče nove uloge robota kao nastavnika ili asistenta u edukaciji, oni su dobrodošli i mogu znatno pomoći u učenju, ali sigurno još ne mogu utjecati na psihički i emocionalni razvitak mladih jednako kao nastavnici.

## 10. Reference:

- [1] Nikolić, G. (2016). *Roboti će promijeniti naš život*, Školske novine, broj 13, Zagreb, 5. travnja 2016.
- [2] Suto, H. (2013). *Robot Literacy an Approach for Sharing Society with Intelligent Robots*, International Journal of Cyber Society and Education Pages 139-144, Vol. 6, No. 2, December 2013
- [3] Bredenfeld, A. i dr., (2010). *Robotics in Education Initiatives in Europe - Status, Shortcomings and Open Questions*, dostupno na <http://www.terecop.eu/simpar2010/tr-twr-2010/22-teachingrobotics.pdf>, objavljeno 2010.
- [4] Yu, X., Weinberg, J.B.: *Robotics in Education: New Platforms and Environments*, dostupno na [https://www.researchgate.net/profile/Jerry\\_Weinberg/publication/3344654\\_Robotics\\_in\\_Education\\_New\\_Platforms\\_and\\_Environments/links/540d78f80cf2f2b29a38528d.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jerry_Weinberg/publication/3344654_Robotics_in_Education_New_Platforms_and_Environments/links/540d78f80cf2f2b29a38528d.pdf), pristup 01. 06. 2016.
- [5] Alimisis, D. (2013). *Educational robotics: Open questions and new challenges*, *Themes in Science & Technology Education*, 6(1), 63-71, 2013
- [6] Kirinčić, V. (2015). *Zalet za budućnost: 5 razloga zašto bi se robotika trebala podučavati u školama*, <http://zagreb.voxterr.com/news/view/2036-zalet-za-buducnost-5-razloga-zasto-bi-se-robotika-trebala-poducavati-u-skolama>, objavljeno 31. 10. 2015.
- [7] Kärnä-Lin, E., i dr. (2006). *Can Robots Teach? Preliminary Results on Educational Robotics in Special Education*, ICALT, str. 319-321. IEEE Computer Society, (2006)
- [8] Mubin, O. i dr. (2013). *A Review of the Applicability of Robots in Education*, Technology for Education and Learning, 2013.

- [9] Viduka, M. (2007). *Robotika u obrazovanju*, Seminarski rad iz kolegija: „Sustavi za praćenje i vođenje procesa“, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb 2007.
- [10] Nikolić, G. (2014). Šok budućnosti, *OpenInfoTrend* 197/11/2014., str 38 do 47
- [11] Jerbić, B., Nikolić, G. (2015). *Ključna znanost 21. stoljeća*, *OpenInfoTrend* 199/06/2015., str. 64 do 68.
- [12] Nikolić, G. (2015). *Na pragu robotske revolucije*, *OpenInfoTrend* 200/09/2015., str. 66 do 69
- [13] McNickle, M. (2012). *10 Medical Robots That Could Change Healthcare*, dostupno na [http://www.informationweek.com/mobile/10-medical-robots-that-could-change-healthcare/d/d-id/1107696?page\\_number=7](http://www.informationweek.com/mobile/10-medical-robots-that-could-change-healthcare/d/d-id/1107696?page_number=7), objavljeno 12. 06. 2012.
- [14] *Paro (robot)*, dostupno na [https://en.wikipedia.org/wiki/Paro\\_\(robot\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Paro_(robot)), objavljeno 28. 01. 2016.
- [15] Griffiths, A. (2014). *How Paro the robot seal is being used to help UK dementia patients*, dostupno na <http://www.theguardian.com/society/2014/jul/08/paro-robot-seal-dementia-patients>, objavljeno 08. 07. 2014.
- [16] *PARO Therapeutic Robot*, dostupno na <http://www.parorobots.com/>, objavljeno 2014.
- [17] *Bee-Bot*, dostupan na <https://charwhitnai.wordpress.com/2013/06/29/bee-bot/>, objavljen 29. 06. 2013.
- [18] *Meet Bee Bot*, dostupno na <http://www.welbourneprimary.co.uk/home/classes/computing/computing-programme-of-study/computer-science/bee-bots>, pristup 01. 06. 2016.
- [19] *OWI-9910-Weasel*, dostupno na <https://www.pololu.com/product/318&prev=search>, pristup 05. 06. 2016.
- [20] *Boe-Bot*, dostupno na <https://en.wikipedia.org/wiki/Boe-Bot>, objavljeno 03. 11. 2015.
- [21] *Boe-Bot robot*, dostupno na <https://www.parallax.com/product/boe-bot-robot&prev=search>, pristup 05. 06. 2016.
- [22] *Lego Mindstorms*, dostupno na [https://en.wikipedia.org/wiki/Lego\\_Mindstorms](https://en.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms), objavljeno 06. 05. 2016.
- [23] *Robot Interaction Language*, dostupno na [https://en.wikipedia.org/wiki/Robot\\_Interaction\\_Language](https://en.wikipedia.org/wiki/Robot_Interaction_Language), objavljen 18. 04.2016.
- [24] *Latest Publication on ROILA*, dostupno na <http://roila.org/>, objavljeno 13. 09. 2014.

- [25] ASIMO, dostupno na <https://en.wikipedia.org/wiki/ASIMO>, objavljeno 07. 06. 2016.
- [26] QRIO, dostupno na <https://en.wikipedia.org/wiki/QRIO>, objavljeno 18. 01. 2016.
- [27] Actroid, dostupno na <https://en.wikipedia.org/wiki/Actroid>, objavljeno 06. 03. 2016.
- [28] Strother, J. (2011). *South Korean Students Learn English from Robot Teacher*, dostupno na <http://www.voanews.com/content/south-korean-students-learn-english-from-robot-teacher-117640783/167151.html>, objavljeno 08. 03. 2011.
- [29] Palk, S. (2010). *Robot teachers invade South Korean classrooms*, dostupno na <http://edition.cnn.com/2010/TECH/innovation/10/22/south.korea.robot.teachers/>, objavljeno 22. 10. 2010.
- [30] *Teaching robots to talk is child's play*, dostupno na [http://horizon-magazine.eu/article/teaching-robots-talk-child-s-play\\_en.html](http://horizon-magazine.eu/article/teaching-robots-talk-child-s-play_en.html), objavljeno 17. 08. 2015.
- [31] *Robot model for infant learning shows bodily posture may affect memory and learning*, dostupno na <http://news.indiana.edu/releases/iu/2015/03/robot-infant-posture-memory.shtml>, objavljeno 18. 03. 2015.
- [32] *New interactive "robot goddess" unveiled in east China*, dostupno na [http://news.xinhuanet.com/english/2016-04/15/c\\_135282841.htm](http://news.xinhuanet.com/english/2016-04/15/c_135282841.htm), objavljeno 15. 04. 2016.
- [33] iCub, dostupno na <https://en.wikipedia.org/wiki/iCub>, objavljeno 01. 03. 2016.
- [34] Gurney, J. (2014). *Welcome to Nao, your robot teacher*, dostupno na <http://www.telegraph.co.uk/education/educationnews/10923190/Welcome-to-Nao-your-robot-teacher.html>, objavljeno 25. 06. 2014.
- [35] *Nao Robot, NAO is the most widely used humanoid robot for academic purposes worldwide*, dostupno na <http://www.teq.com/nao-robot>, pristup 06. 06. 2016.
- [36] *Neobični profesor: Robot Nao predaje đacima!*, dostupno na <http://www.kurir.rs/neobicni-profesor-u-sad-robot-nao-predaje-dacima-clanak-722177>, objavljeno 02.04.2013
- [37] *NAO, Es la mejor plataforma para Educación*, dostupno na <http://aliverobots.com/nao-educacion/>, pristup 06. 06. 2016.
- [38] *Humanoidni robot*, dostupno na <http://www.noc-istrazivaca.com/humanoidni-robot/>, pristup 06. 06. 2016.
- [39] *Moj doktor je robot: Otkrivamo tajni život prvih hrvatskih robota*, dostupno na <http://wow.hr/vijesti/367534/moj-doktor-je-robot-otkrivamo-t>, objavljeno 13. 05. 2015.
- [40] Lilek, M. (2014). *Računalni podvig mladih ferovaca*, dostupno na <http://szzg.hr/799/racunalni-podvig-mladih-ferovaca/>, objavljeno 14. 01. 2014.

- [41] Nikolić, G. (2014). *Nove tehnologije donose promjene*, Andragoški glasnik Vol. 18(2), 25 – 43.
- [42] *Nao (Robot)*, dostupno na [https://en.wikipedia.org/wiki/Nao\\_\(robot\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Nao_(robot)), objavljeno 14. 05. 2016.
- [43] Freier, A.(2015). *Blue Frog Robotics raises \$200k + for companion robot Buddy*, dostupno na <http://appindex.com/blog/blue-frog-robotics-raises-200k-companion-robot-buddy/>, objavljeno 16. 07. 2015.
- [44] *Who is Pepper?*, dostupno na <https://www.ald.softbankrobotics.com/en/cool-robots/pepper>, pristup 06. 06. 2016.
- [45] Mlot, S. (2016). *SoftBank Opens Pepper Robot to Android Developers*, dostupno na <http://www.pcmag.com/news/344608/softbank-opens-pepper-robot-to-android-developers>, objavljeno 30. 05. 2016.
- [46] Schiller, B. (2016.). *Could Robots Help Kids Learn Second Languages Faster?*, dostupan na <http://www.fastcoexist.com/3056234/could-robots-help-kids-learn-second-languages-faster>, objavljeno 22. 02. 2016.
- [47] *L2TOR*, dostupno na <http://www.l2tor.eu/>, pristup 16. 06. 2016.
- [48] *Robot teaching sign language*, dostupno na <http://www.cs4fn.org/linguistics/robot-signing.php>, pristup 16. 06. 2016.
- [49] Powell, M.(2014.): *Robot Teachers in the Classroom*, dostupno na <http://iq.intel.com/robot-teachers-in-the-classroom/>, objavljeno 30. 10. 2014.
- [50] *Robots teach Germany's refugees a foreign language*, dostupno na <http://www.dw.com/en/robots-teach-germanys-refugees-a-foreign-language/a-19160251>, pristup 16. 06. 2016.
- [51] Talisic, L. (2015.). *Can Teachers be Replaced by Robots?*, dostupno na <http://leafmagazine.ca/can-teachers-be-replaced-by-robots/>, objavljeno 03. 09. 2015.
- [52] Krywko, J. (2016). *When Class Is Run by a Robot*, dostupno na <http://www.theatlantic.com/technology/archive/2016/01/robot-teaching-machines-language-learning-l2tor/426639/>, objavljeno 22. 01. 2016.
- [53] Belpaeme, T. i dr. (2015). *L2TOR - Second Language Tutoring using Social Robots*, dostupno na <https://icsrwonder2015.files.wordpress.com/2015/10/p2-belpaeme.pdf>, objavljeno 2015.
- [54] Pajarillo, P. (2015). *Robot Teaches Language For Immigrant Kids*, dostupno na <http://www.itechpost.com/articles/16850/20151127/robot-teaches-language-for-immigrant-kids.htm>, objavljeno 27. 11. 2015.

- [55] *Japan's First Robot Teacher*, dostupno na <http://www.robotliving.com/robot-news/japans-first-robot-teacher/>, objavljeno 06. 03. 2009.
- [56] Demetriou, D. (2009). *Robot teacher conducts first class in Tokyo school*, dostupno na <http://www.telegraph.co.uk/technology/5311151/Robot-teacher-conducts-first-class-in-Tokyo-school.html>, objavljeno 12. 05. 2009.
- [57] *Hi, I'm Robo-teacher: Droids with human faces wheeled into class to teach English*, dostupno na <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-1342152/Robot-teachers-human-faces-roll-classroom-run-English-lessons.html>, objavljeno 28. 12. 2010.
- [58] Patoine, B. (2009). *Will 'Rubi the Robot' Be the Ultimate Teacher's Aide?*, dostupno na <http://www.dana.org/News/Details.aspx?id=43476>, objavljeno 02. 09.2009.
- [59] *Korean Robots Set to Take Over the World*, dostupno na [http://english.chosun.com/site/data/html\\_dir/2007/03/13/2007031361011.html](http://english.chosun.com/site/data/html_dir/2007/03/13/2007031361011.html), objavljeno 13. 03. 2007.
- [60] Kim, R. (2006). *A true family member - intelligent robot 'iRobi Q'*, dostupno na <http://us.aving.net/news/view.php?articleId=27339>, dostupno na 25. 10. 2006.
- [61] *iRobi reacts to voice commands*, dostupno na <http://www.ubergizmo.com/2009/10/irobi-reacts-to-voice-commands/>, objavljeno 2009.
- [62] Gyeongam, J.: *English education model selection creation creative management schools*, dostupno na [http://www.jsghnews.com/bbs/board.php?bo\\_table=t-b\\_06\\_05&wr\\_id=1256](http://www.jsghnews.com/bbs/board.php?bo_table=t-b_06_05&wr_id=1256), pristup 21. 06. 2016.
- [63] *Future Education*, dostupno na [http://comm.cje.ac.kr/~robot/project/robosem/robosem\\_en.html&prev=search](http://comm.cje.ac.kr/~robot/project/robosem/robosem_en.html&prev=search), objavljeno 24. 09. 2013.
- [64] Bonković, I. (2016). *U Splitu čovjek koji je poslao robota u svemir: danas od njega možete čuti kakva nas budućnost čeka*, dostupno na <http://slobodnadalmacija.hr/dalmacija/split/clanak/id/304638/categoryid/17/u-splitu-covjek-koji-je-poslao-robota-u-svemir-danas-od-njega-mozete-cuti-kakva-nas-buducnost-ceka>, , objavljeno 07. 03. 2016
- [65] *Toyota u svemiru: Kirobo robot astronaut ostat će na Međunarodnoj svemirskoj postaji do jeseni 2014. godine*, dostupno na [http://automania.20minuta.hr/art/toyota\\_u\\_svemiru\\_kirobo\\_robot\\_astronaut](http://automania.20minuta.hr/art/toyota_u_svemiru_kirobo_robot_astronaut), objavljeno 25. 12. 2013.
- [66] Lynch, K.(2015). *Robot astronaut Kirobo sets two Guinness World Records titles*, dostupno na <http://www.guinnessworldrecords.com/news/2015/3/robot-astronaut-kirobo-sets-two-guinness-world-records-titles-375259>, objavljeno 27. 03. 2015.
- [67] Hižnjak, N. (2013). *Japonskij robot Kibo stanet novim členom ekipaža MKS*, dostupno na <http://hi-news.ru/robots/yaponskij-robot-kibo-stanet-novym-chlenom-ekipazha-mks.html>, objavljeno 28. 02. 2013.



- [68] Novak, T. (2015). *Moj doktor je robot*, časopis Globus br. 1274, od 08. 05. 2015., str. 52 do 59.
- [69] Milovan, A., Benčić, L. (2016). *Dva projekta koja će promijeniti budućnost Svenu, drugim učenicima i cijeloj Hrvatskoj*, dostupno na <http://www.jutarnji.hr/vijesti/obrazovanje/dva-projekta-koja-ce-promijeniti-buducnost-svenu-drugim-ucenicima-i-cijeloj-hrvatskoj/4489421/>, objavljeno 02. 07. 2016.

## ROBOTICS EDUCATION. ROBOTICS LITERACY ANTE PORTAS.

Gojko Nikolić

### Abstract

*This paper presents an overview of the development of robots and their influence on society and mankind. It describes the growing trend of directing their development towards so-called service robots, in other words, social robots which will be a basic part of our daily lives, present in almost all types of human labor. This paper provides solutions for anthropomorphic robots as a final version in robotic design and adapting them to coexist with humans. The influence of digital technology is strongly emphasized, as well as the influence robots may have on future generations born in the era of robots and their way of thinking. Since the 21st century will be marked by robots and new technologies, it is crucial to prepare young generations for the upcoming age. The great interest children have in robots and their work as a form of physical realization and interpretation of solutions in computer technology needs to be used in direct learning methods. In that respect, two solutions are presented for the issue of robot building kits; from the simplest ones, to the complex ones which may be used as learning tools in various subjects. Through the active process of building a robot, one acquires technical knowledge about mechanics, electronics and programming. It develops imagination and innovation. This paper describes a way of learning with robots where they appear as teacher assistants, which has already been realized in various ways in foreign language learning. Some countries like Australia, America, and Finland have already introduced such learning programs which include learning with and about robots. The contents of this paper aim to familiarize the reader with this topic.*

**Key words:** social robots, robotic education, robots for children, robot building kits