

# Razvoj i primjena robotike

---

**Pakter, Mateo**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:419337>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-02**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Fakultet informatike u Puli

**Mateo Pakter**

**Razvoj i primjena robotike**

Završni rad

Pula, rujan 2021.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Fakultet informatike u Puli

**Mateo Pakter**

**Razvoj i primjena robotike**

Završni rad

**JMBAG:** 0303082649, redovan student

**Studijski smjer:** Preddiplomski studij informatike

**Predmet:** Informacijska tehnologija i društvo

**Znanstveno područje:** Društvene znanosti

**Znanstvena grana:** Informacijsko i programsko inženjerstvo

**Mentor:** Doc. dr. sc. Snježana Babić

Pula, rujan 2021.



## IZJAVA

o korištenju autorskog djela

Ja, Mateo Pakter dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom Razvoj i primjena robotike koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama. Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, rujan, 2021. godina

Potpis

Mateo Pakter



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani \_\_\_\_\_Mateo Pakter\_\_\_\_\_, kandidat za prvostupnika \_\_\_\_\_Informatike\_\_\_\_\_ tehnologije ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student

Mateo Pakter

U Puli, rujan, 2021. godina



# SADRŽAJ

1. Uvod .....	1
2. Robotika .....	2
2.1 Opći pojam robotika.....	3
2.2 Povijest robotike .....	4
2.3 Karakteristike robota.....	6
2.4 Funkcionalnost robota .....	6
2.5 Vrste robota .....	7
3. Robotika i umjetna inteligencija .....	10
3.1 Opći pojam umjetne inteligencije .....	10
3.1.1 Neuronske mreže .....	12
3.2 Povezanost robotike i umjetne inteligencije .....	13
3.3 Primjena umjetno inteligentnih robota.....	14
4. Karijere u robotici.....	16
4.1 Inženjer u robotici .....	16
4.2 Kako postati inženjer robotike.....	18
4.3 Informatičar u polju robotike .....	18
4.4 Robotika u školstvu.....	19
5. Industrija 4.0 .....	21
6. Primjeri primjene robotike u poslovnim i drugim okruženja.....	23
6.1 SAM (Semi-automated mason) – robot zidar.....	23
6.2 Robotika u medicini .....	25
6.2.1 ROSA .....	26
6.3 Edukacijski robot.....	27
6.3.1 Bee-Bot.....	27
7. Prednosti i izazovi primjene robota u poslovnim i drugim okruženjima .....	29
7.1 Prednosti primjene robotike u poslovnim i drugim okruženjima .....	29
7.2 Izazovi i posljedice primjene robotike u poslovnim i drugim okruženjima .....	30
8. Zaključak .....	31
9. Sažetak.....	32

# 1. Uvod

Roboti koji rade umjesto ljudi tema su jako puno starih filmova, a uzimajući u obzir trenutne tehnološke napretke u robotici, to je i postala stvarnost. Primjena robotike i robota u poslovnim okruženjima omogućuje efikasnu i jeftinu radnu snagu. Otvaraju se mogućnosti za nova visoko kvalitetna radna mjesta koja zahtijevaju ljudsku kreativnost i inteligenciju.

Većina ljudi, kada se počne pričati o robotima, pomisli na neku vrstu *metalne* osobe, koja se može kretati, pričati, skakati i obavljati razne poslove. Trenutni je cilj specijalizirati robota da obavlja jedan zadatak na najbolji mogući način. Kada se napokon pojave humanoidni roboti sa sposobnošću kompleksnog razmišljanja koji mogu obavljati različite zadatke, oni sigurno neće izgledati poput nespretnih limenih ljudi, već će i iskusnom oku teško biti uočiti razliku između takvog robota i čovjeka (Nikolić, 2016).

Cilj ovoga rada je objasniti pojam i primjenu robotike te prikazati kako se robotika razvijala, koja je svrha robotike i kako se zapravo robotika primjenjuje u poslovnim okruženjima.

Rad se sastoji od šest poglavlja. U uvodnom dijelu rada, opisano je polje robotike s ciljem objasniti što je robotika, kako je robotika povezana s robotima i prikazati robotiku kao predstavnika nove informatičke grane. Drugo poglavlje opisuje umjetnu inteligenciju i prikazuje kako umjetna inteligencija utječe na robotiku uz pomoć neuronskih mreža. Zatim slijedi poglavlje o karijerama u robotici. Posao inženjera robotike je pravljenje, održavanje i programiranje robota. Četvrto poglavlje prikazuje izazove i prednosti industrijske revolucije. Hrvatska je dio industrije 4.0 te je uložila veliku svotu novaca u razvoj i primjenu robotike prije ulaska u Europsku Uniju. Primjeri primjene robotike je peto poglavlje te se fokusira na moderna poslovna okruženja koja su implementirali robote. Zadnje poglavlje objašnjava zašto implementacija robota može poboljšati ili pogoršati poslovno okruženje.



## 2. Robotika

U današnjem svijetu, radi svih mogućnosti i prednosti koje pružaju, informacijske tehnologije imaju veliki utjecaj na razvijanje i napredak društva. Računala se nalaze u svim kućama i imamo pristup informacijama kao nikada prije. Svakodnevne obaveze najčešće rješavamo modernom tehnologijom, koja se razvija svakodnevno. Brzi znanstveni i tehnološki napreci imaju utjecaj na društvo i promjene koje se događaju u tome društvu. Tvrtke i poslovnice moraju pratiti ove tehnologije kako bih ostali konkurentni.

Glavni predstavnik ove nove tehnologije je grana robotike. Roboti, koji su jedna od novih tehnologija ovoga stoljeća, još uvijek se istražuju i razvijaju. Kako bi sam napredak tehnologije išao u dobrome smjeru, cijelo društvo se treba obrazovati i prilagoditi na ove promjene koje se događaju. Prije samo par desetljeća, roboti su bili nešto što su ljudi zamišljali samo u filmovima a danas su ti filmovi stvarnost. Roboti koji hodaju, roboti koji pričaju, roboti koji pomažu starijim ljudima su dio sadašnjosti i u razvijenim zemljama se koriste svakodnevno.

Danas se najviše primjenjuju industrijski roboti. Primjer takvih robota toga možemo vidjeti u građevini, gdje se koriste kako bi bolje i efikasnije napravili posao i smanjili moguću opasnost. Roboti se vrlo često koriste i za okruženja koja su opasna za čovjeka (podvodni roboti, svemirske robotske letjelice, roboti za razminiranje), koristimo ih kao sredstva unutarnjeg transporta, ali i za zabavu, natjecanja te kao dječje igračke. Posebni se napor ulažu u razvoj čovjekolikoga robota, kakvog je npr. Banka Tokyo-Mitsubishi u poslovnici u Tokiju predstavila za rad na recepciji. Robota je razvilo francusko poduzeće „Aldebaran Robotics“, podružnica japanskog tehnološkog i telekomunikacijskog diva SoftBank Corp. (Novaković, 2016, str. 1)

Na globalnoj razini prodaja robota raste ponajprije zahvaljujući potražnji automobilske i elektroničke industrije te se očekuje opći porast svjetske robotike. U svijetu je 2007. bilo oko 6,5 milijuna, a 2011. oko 18 milijuna robota. U automobilskoj industriji Japan rabi oko 350 000 robota, EU oko 350 000, ostale Europske zemlje oko 10 000, SAD oko 130 000, te Azija i Australija oko 75 000 robota. (Novaković, 2016, str. 1)

## 2.1 Opći pojam robotika

Ljudi često ne obraćaju pažnju na svoje izražavanje kada govore o robotima i robotici te vrlo često koriste pojmove na pogrešan način. Robotika je primijenjena tehnička znanost koja predstavlja spoj strojeva i računalne tehnike. Ona uključuje različite oblasti kao što su projektiranje strojeva, teoriju upravljanja i regulacije, mikroelektroniku, kompjutersko programiranje, umjetnu inteligenciju, ljudski faktor i teoriju proizvodnje. Drugim riječima, robotika je interdisciplinarna znanost koja pokriva područja mehanike, informatike i automatike (Velagić, str. 1).

Pošto robotika pokriva toliko puno tehnoloških znanosti, znanstveno polje robotike je vrlo opširno i može se proučavati na razne načine. Može se učiti opširno i pokušati naučiti što više teoretskih pojmova i eksperimentima doći do poželjnih rezultata ili ići u dubinu i specijalizirati se za određeni dio robotike. Za razliku od robotike, robot je proizvod polja robotike, gdje se izrađuju programibilni strojevi koji mogu pomoći ljudima ili oponašati ljudske radnje (Moravec, 2020).

Roboti su izvorno izgrađeni za obavljanje monotonih zadatak (na primjer poput gradnje automobila na pokretnoj traci), ali od tada su se proširili i izvan njihove početne uporabe za obavljanje jednostavnih monotonih zadataka te počeli primjenjivati u gašenju požara, čišćenju domova, i pomaganju u kompleksnim operacijama. Svi roboti su različiti i imaju različitu razinu anatomije. Nekim robotima upravljaju ljudi i izvršavaju zadatke gdje čovjek ima potpuno kontrolu dok neki roboti mogu obavljati svoje zadatke bez ikakvog nadzora čovjeka. Još je jedno otvoreno pitanje koje nastaje kod programa i da li su programi dio robotike. Robot u *programu* je vrsta kompjuterskoj programa koji obavlja svoj zadatak automatski, kao na primjer chat-bot. Međutim, nepravilno je poimati da su oni roboti jer se nalaze u računalu i nemaju svoje tijelo. *Robot* je svaki stroj s automatskim upravljanjem koji zamjenjuje ljudski trud, iako po izgledu ne može nalikovati ljudskim bićima, niti obavljati funkcije na ljudski način. S druge strane, robotika je inženjerska disciplina koja se bavi projektiranjem izgradnjom i radom robota. (Moravec, 2020)

## 2.2 Povijest robotike

Početke robota možemo naći u starom grčkom mitu, gdje se spominje da je bog Hefest, koji se smatra bogom kovača, zaštitnikom obrtnika, kipara, metalurga i vatre, stvorio mehaničke djeve od zlata koje su imale dar govora. Oko 400 godina prije Krista, grčki filozof Arhitas od Tarentuma je izradio mehaničkoga goluba, koji je najvjerojatnije bio pogonjen parom i mogao je letjeti. Ovo nam dokazuje da su ljudi još u davne dane imali ideje automatizacije i robotima, iako nisu razmišljali o njima na isti način kao ljudi danas (Dorsey, 2020).

Nakon grčke dolazimo do Leonarda da Vinci-a i njegovog robotskog viteza (Slika 1.). Navodno je Leonardo bio fasciniran ljudskom anatomijom te je danima i satima se bavio seciranjem trupala i proučavanjem ljudskog tijela. Ovaj izum se smatra prvim pravim ljudskim robotom a napravljen je u 15. stoljeću davne 1495 godine. Opet vidimo ljudsku fascinaciju i maštu koja je potrebna za razvitak robotike. Ovaj izum se danas nalazi na izložbi u Berlinskom muzeju. (Dorsey, 2020)



Slika 1. Robotski vitez (izvor:<https://rabortayouth.ru/hr/leonardo-da-vinchi-bot-znakomstv-robot-rycar-zloi-muzykalnyi-tigr.html> )

Naziv *robot* prvi je puta upotrijebljeno u igrokazu češkoga pisca Karela Čapeka zvanom R.U.R. Igrokaz je objavljen 1920. godine i govori o Rossum Universal Robots, koji su androidne sluge. Roboti su predstavljeni kao jeftina radna snaga bez radničkih prava, a njihovo korištenje mijenja samu ekonomiju. Međutim roboti se pobunjuju te uništavaju cijelo čovječanstvo. Tri zakona robotike (često skraćena na Tri zakona, također poznati i kao Asimovljevi zakoni) su set pravila koje je smislio znanstveno fantastični pisac Issac Asimov. Zakoni su prvi put uvedeni u kratkoj priči iz 1942., Runaround, iako su bili nagoviješteni u par prijašnjih priča. Tri zakona su (Vrbanus, 2020, str. 1):

- Robot ne smije naškoditi čovjeku ili svojom pasivnošću dopustiti da se čovjeku naškodi.
- Robot mora slušati ljudske naredbe, osim kad su one u suprotnosti s prvim zakonom.
- Robot treba štiti svoj integritet, osim kad je to u suprotnosti s prvim ili drugim zakonom.

Ovi zakoni prevladavaju u znanstveno-fantastičnim filmovima i serijama, te se navode u mnogim knjigama i filmovima. Kasnije je dodan i nulti zakon koji glasi:

- Robot ne smije naškoditi čovječanstvu ili svojom pasivnošću dopustiti da se čovječanstvu naškodi.

Isaac Asimov je umro 6. travnja 1992. u New Yorku, ostavivši iza sebe suprugu Janet i dvoje djece iz prvog braka (Vrbanus, 2020, str. 1). Komercijalnu proizvodnju prvoga industrijskog robota naziva Unimate započeli su George Devol od 1952 do 2011 godine i Joseph Engelberger od 1956 do 2015 godine početkom 1960-ih u SAD-u (Novaković, 2016, str. 1).

## 2.3 Karakteristike robota

U današnjem svijetu je sve više robota, no svaki je robot posebno napravljen kako bi izvršavao svoj zadatak. Svaki robot ima neke određene karakteristike pomoću kojih ga možemo lakše karakterizirati i opisati, kao primjer (Daley, 2020):

- Svi roboti sadrže neku vrstu mehaničke konstrukcije. Taj mehanički dio robota pomože mu u obavljanju zadatke i prilagođavanju okruženju u kojemu će biti korišten. Ta konstrukcija može biti vrlo različita robota do robota no sigurno je reći da svako robot ima svoju zasebnu vrstu mehaničke konstrukcije
- Svi roboti imaju svoje elektroničke komponente koje upravljaju prijašnjom mehaničkom konstrukcijom i napajaju robota. Roboti trebaju neku vrstu napajanja kako bi radili i obavljali svoj zadatak pravilno.
- Svi roboti imaju neku vrstu računalnoga programiranja. Bez napisanog koda koji govori robotu što treba raditi, robot ne bi bio različit od običnog mehanizma. Umetanje programa u robota daje mu mogućnost da za što treba napraviti, kada i zašto te kako napraviti svoj zadani zadatak.

Prethodno navedene karakteristike će se vrlo vjerojatno brzo proširiti i umjesto tri karakteristike bit će ih puno više, jer umjetna inteligencija i programi napreduju iz dana u dan ne zamišljenom brzinom. U bliskoj budućnosti ove tehnologije će biti fleksibilnije, roboti pametniji i efikasniji. Iako je polje robotika mlado, puno je obećanja koja su do nedavno bila moguća za zamisliti samo u znanstveno fantastičnim filmovima. Od same dubine oceana pa sve do neba, svemira i drugih planeta, robot ima priliku pomoći čovječanstvu na ne zamislive načine (Daley, 2020).

## 2.4 Funkcionalnost robota

Robote po funkcionalnost dijelimo na dvije vrste (Zia, 2021) :

- *Nezavisni roboti* – nezavisni roboti su roboti koji mogu obavljati i raditi svoj zadatak bez ikakvoga ljudskog operatora ili bez ikakve ljudske kontrole. Ovi roboti traže vrlo zahtjevno pravljenje i programiranje, no dopušta im da preuzmu mjesto ljudi ako rade opasne zadatke. Primjeri ovih robota bili bi roboti koji se

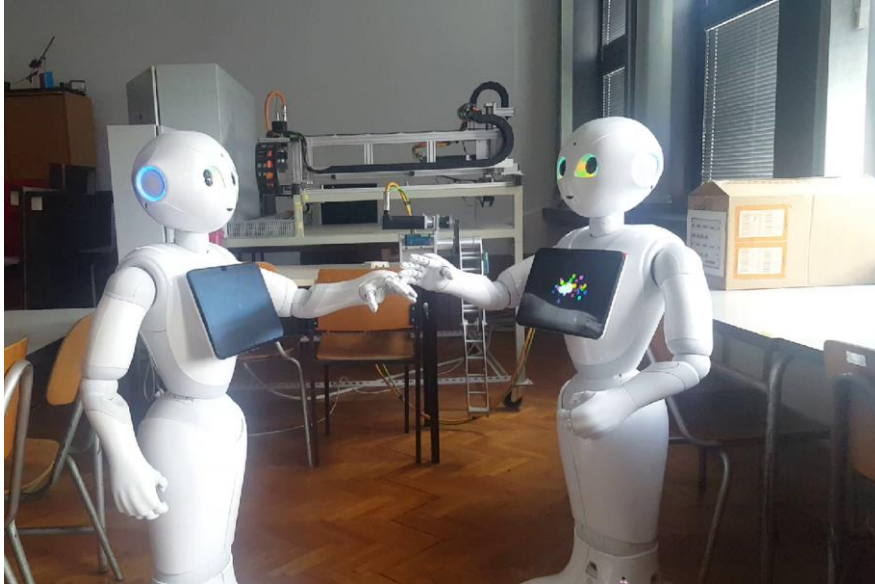
koriste u poslovima s bombama i minama. Ovi roboti radi svoje posebnosti su u mogućnosti uzeti poslove ljudima zato što su jeftiniji brži i efikasniji no daju mjesta za rast tvrtkama.

- *Zavisni roboti* – zavisni roboti su roboti koji ne mogu sami obavljati zadatke nego moraju biti u kontaktu s čovjekom kako bi obavljali svoje zadatke. Iako je ovo relativno nova vrsta tehnologije, pokazuje ne vjerojatan potencijal zato što se ovi roboti mogu iz programirati da im se upravlja pomoću ljudskoga uma.

## 2.5 Vrste robota

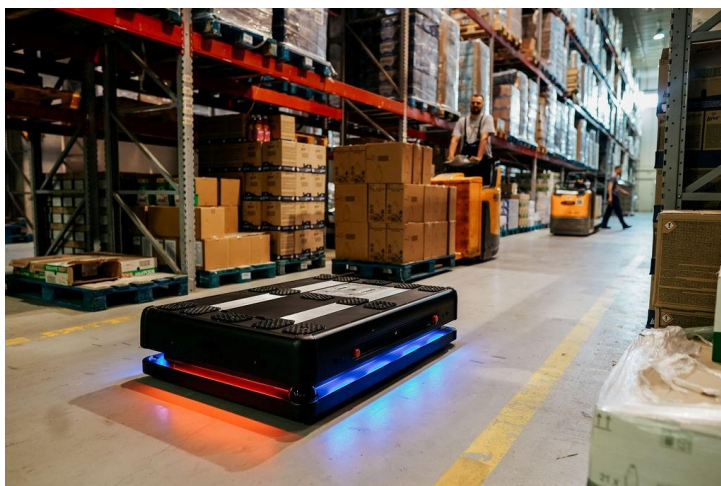
Mehanički roboti dolaze u mnogim oblicima i veličinama kako bi učinkovito izvršavali svoje zadatke za koje su programirani i dizajnirani. Iako su svi roboti drugačiji, radi lakše kategorizacije određeno je ovih pet vrsta robota (Daley, 2020):

- *Unaprijed programirani roboti* – unaprijed programirani roboti rade u okruženjima gdje su zaduženi za jednostavne, monotone zadatke. Primjer unaprijed programiranoga robota bila bi mehanička ruka, koja bi se nalazila na pokretnoj traci u nekoj tvornici automobila. Posao bi robota bio da postavi vrata, zašarafi dio motora i radi takve slične zadatke. Razlog za korištenje ovoga robota je to što može obavljati svoj zadatak duže, brže i efikasnije od čovjeka.
- *Humanoidni roboti* – humanoidni roboti su robotike koji radi izgledaju kao ljudi ili oponašaju ljude i ljudske aktivnosti kao na primjer trčanje, plivanje, nošenje objekata skakanje i tako dalje. Ponekada su i dizajnirani da imaju ljudsko lice i da oponašaju emocije. (Slika 2.) je primjer humanoidnoga robota iz klinike za traumatologiju koji može ostvariti kvalitetnu više kanalnu interakciju s ljudima. Ima sposobnost prepoznavanja ljudskih lica i prepoznavanja ljudske emocije.



Slika 2. Primjer humanoidnog robota (izvor:<https://zimo.dnevnik.hr/galerija/buducnost-je-u-klinici-za-traumatologiju-humanoidni-robot-s-fer-a-odusevio-lijecnike-i-pacijente-u-zagrebackoj-bolnici---609150.html/61899897/609150> )

- *Autonomni roboti* – autonomni roboti su roboti koji rade svoj posao ne ovisno o ljudskim operaterima. To su roboti koji svoje zadatke obavljaju u prostorima u kojima ne trebaju ljudsku pažnju i pozornost. Posebni su zato što koriste svoje senzore da bi *doživjeli* svijet oko njih i donijeli odluke koje su optimalne po njihovim podacima i njihovom misiji. Jedan zanimljiv primjer ovakvoga robota bio bi robot koji usisava. On koristi senzore kako bi putovao po kući svojom slobodom i obavljao svoj zadatak. U Ivanić-gradu se koristi robot koji sam prevozi robu između odredišta (Slika 4.). Robot može obavljati svoj zadatak bez ikakve ljudske intervencije.



Slika 3. Primjer autonomnog robota (izvor: <https://www.bug.hr/startup/autonomni-skladisni-roboti-gideon-brothersa-u-pilot-projektu-s-orbicom-11318>)

- *Teleoperacijski roboti* – teleoperacijski roboti su polu-automatski roboti koji koriste bežičnu mrežu kako bi dopustili upravljanje čovjeka koji se nalazi daleko od robota. Ovi roboti se koriste u ekstremnim situacijama ili ekstremnim vremenima. Ovi roboti mogu biti korišteni za čišćenje mina ili za popravljavanje podmornica.
- *Augmentacijski roboti* – augmentacijski roboti su roboti koji se koriste kako bi, ili ojačali ljudske sposobnosti ili ih zamijenile ako ih je čovjek ozljedom izgubio. Ovo je područje gdje znanstvena fantastika doista može oživiti jer u današnjim danima tek smo počeli shvaćati i koristiti ovakvu tehnologiju.



### **3. Robotika i umjetna inteligencija**

Robotika i umjetna inteligencija su vrlo propulzivna područja tehnike i znanosti. Glavni i osnovni cilj kombiniranja umjetne inteligencija i robotike je automatizacija ili možda još bolje rečeno omogućavanje robotima da obavljaju posao ljudi bez kontroliranja. Ciljevi kombiniranja ovih tema je osposobiti strojeve da zamijene ljudski rad u djelatnostima koje su opasne, fizički i psihički naporne ili poslovi koji se ponavljaju cijeli dan. Područja primjene ove tehnologije je ogromna. Kao primjer možemo uzeti industriju, transport za autonomna vozila, poljoprivredu, zdravstvo, Internet, sigurnost, školu i puno drugih.

#### **3.1 Opći pojam umjetne inteligencije**

Jedan od najinteresantnijih izuma čovjeka u zadnjih sto godina je umjetna inteligencija. Umjetna inteligencija je grana računalnih znanosti. Uključuje razvoj računalnih programa za izvršavanje zadataka koji bi inače zahtijevali ljudsku inteligenciju. Algoritmi umjetne inteligencije mogu se pozabaviti učenjem, percepcijom, rješavanjem problema, razumijevanjem jezika i/ili logičkim zaključivanjem (Mohammed, 2018/2019, str. 3).

Cilj umjetne inteligencije je objasniti način djelovanja biološkoga svijeta te primijeniti potrebne karakteristike na najbolji mogući način. Drugim riječima, život koji poznajemo danas neće još dugo ostati isti, već ćemo pomoću umjetne inteligencije promijeniti sam način ljudskoga života. Samo područje umjetne inteligencije možemo gledati kao spoj našega mozga i svih njegovih živčanih sustava i računalnih znanosti. Međutim, tu dolazimo i do problema. Naime naše znanje o ljudskom je vrlo malo te znanstvenici još uvijek nisu uspjeli shvatiti kako naš mozak radi i obrađuje određene podatke, zadatke i veze među živčanim sustavima. Ako koristimo umjetnu inteligenciju zapravo koristimo metode i algoritme. Iz tog razloga lagano je zaključiti da sama baza i znanost umjetne inteligencije ima svoje temelje u matematici i statistici no nije samo matematika i statistika. Koristeći neizrazitu logiku zapravo pokušavamo „naučiti“ neuronske mreže da razmišljaju na način koji nije binarna logika 0 i 1. Tako se same neuronske mreže približavaju boljem oponašanju ljudskoga mozga, a znanstvenici koji

rade na neuronskim mrežama tvrde da je to jedan od načina poboljšavanja razumijevanja ljudskoga mozga. Na taj način bolje ćemo upoznati sebe te riješiti razne medicinske i biomedicinske probleme s kojima se ljudi danas bore. Umjetna inteligencija je znanost koja se svaki dan razvija i svaki dan otkriva nešto novo te omogućava čovjeku jedan novi način razmišljanja. Umjetna inteligencija povezuje informatiku i robotiku, znanost i inženjerstvo. (Mohammed, 2018/2019).

Sadašnji i budući gospodarski rast i društvene dobrobiti Europe sve se više oslanjaju na vrijednost koja proizlazi iz podataka. Umjetna inteligencija jedno je od najvažnijih područja za podatkovno gospodarstvo. Danas je većina podataka povezana s potrošačima te se pohranjuje i obrađuje na središnjoj infrastrukturi u oblaku. S druge strane, mnogo opsežniji budući podaci velikim će dijelom potjecati iz industrije, poduzeća i javnog sektora te će se pohranjivati u raznim sustavima, u prvom redu na računalnim uređajima koji rade na rubu mreže. Zbog toga se otvaraju nove prilike za Europu, koja ima vodeći položaj u digitaliziranoj industriji i poslovnim aplikacijama, ali relativno slab položaj u sektoru potrošačkih platformi (unija, 19.02.2020). Jednostavno rečeno, umjetna inteligencija skup je tehnologija koje se koriste podacima, algoritmima i računalnom snagom. Napredak u računalstvu i sve veća dostupnost podataka stoga su ključni pokretači današnjeg procvata UI-ja. (Mohammed, 2018/2019).

Alan Turing je 1936. godine postavio temelje umjetnoj inteligenciji. Razvio je informatičko računalo, tzv. Turingov stroj, što je rezultiralo mogućnošću kojom se neživo može učiniti inteligentnim. Time je pokazao kako je moguće izumiti stroj koji se može koristiti za izračunavanje bilo kojega komutacijskog procesa ili se njime može riješiti bilo koji algoritam. Analizu inteligencije strojeva obrazložio je Alan Turing u članku *Computing Machinery and Intelligence*. S ciljem stvaranja inteligentna stroja izradio je eksperiment nazvan Turingov test. Da bi test pokazao mogu li računala misliti, Turing je predložio igru oponašanja 1950. Test se temelji na postavljanju pitanja računalu i čovjeku. Ako ispitivač ne uspijeva jasno razlikovati njihove odgovore, računalo se smatra inteligentnim strojem (Mohammed, 2018/2019).

### 3.1.1 Neuronske mreže

Neuronske mreže se mogu opisati kao računalni modeli s određenim posebnim karakteristikama kao na primjer, sposobnost učenja, sposobnost prikupljanja podataka, sposobnost organiziranja podataka itd. Glavna uloga neuronske mreže je simulacija djelovanja živčanog sustava mozga. Komuniciraju procesnim jedinicama koji međusobno šalju zadatke, primaju zadatke ili nastavljaju slanje zadatka do iduće procesne jedinice (Chen, 2020)..

Neuronska mreža je niz algoritama koji nastoje prepoznati temeljne odnose u skupu podataka kroz proces koji oponaša način na koji ljudski mozak funkcionira. U tom smislu, neuronske mreže odnose se na sustave neurona, organske ili umjetne prirode. Neuronske mreže mogu se prilagoditi promjenjivim ulazima, pa mreža generira najbolji mogući rezultat bez potrebe za redizajniranjem izlaznih kriterija. Napravljene su da budu jednostavne uz široku primjenu a uz to da budu otporne na oštećenja. Svake godine, određeni broj živčanih stanica prestane funkcionirati, no bez obzira na to ljudski mozak i dalje radi svoj posao. Međutim, ako dođe do moždanoga udara, odumire veliki broj živčanih stanica i narušava se otpornost. Vrlo često živčane stanice koje su pogođene udarom su oštećene i ne mogu se vratiti u funkcionalnosti kao prije. Iz tog razloga neuronske mreže trebaju razviti otpornost na oštećenja čak i kada dođe do velikih poteškoća (Chen, 2020)..

### 3.2 Povezanost robotike i umjetne inteligencije

Jednostavno rečeno, umjetna inteligencija skup je tehnologija koje se koriste podacima, algoritmima i računalnom snagom. Samim time, robotika je savršen kandidat za umjetnu inteligenciju jer robotima može primijeniti sve te potrebne komponente (Mohammed, 2018/2019).

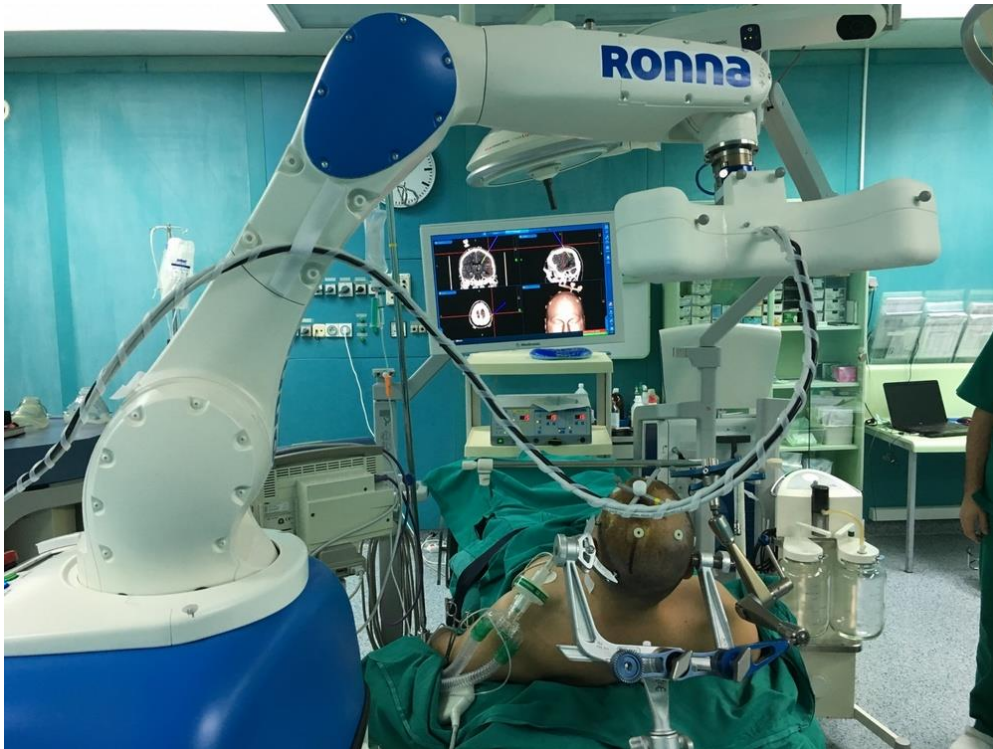
Napredak u robotici i sve veća dostupnost podataka stoga su ključni pokretači današnjeg procvata UI-ja. Europa može povezati svoje tehnološke i industrijske prednosti s visokokvalitetnom digitalnom infrastrukturom i regulatornim okvirom koji se temelji na njezinim temeljnim vrijednostima te tako postati globalni predvodnik u inovacijama u podatkovnom gospodarstvu i njihovim primjenama kako je utvrđeno u europskoj podatkovnoj strategiji. Na temelju toga može razviti ekosustav za umjetnu inteligenciju koji će koristiti od te tehnologije donijeti cijelom europskom društvu i gospodarstvu: građani će osjetiti napredak u mnogim područjima, među kojima su poboljšana zdravstvena skrb, rjeđi kvarovi kućanskih aparata, sigurniji i čišći prometni sustavi, bolje javne usluge, poslovanje će napredovati jer će se, na primjer, u područjima u kojima je Europa osobito napredna (strojevi, promet, kibersigurnost, poljoprivreda, zeleno i kružno gospodarstvo, zdravstvo i sektori s visokom dodanom vrijednosti kao što su moda i turizam) razviti nova generacija proizvoda i usluga, a usluge od javnog interesa poboljšat će se, primjerice, zbog nižih troškova pružanja usluga (prijevoz, obrazovanje, energetika i gospodarenje otpadom), veće održivosti proizvoda te alata s pomoću kojih će tijela kaznenog progona jamčiti zaštitu građana, uz odgovarajuće zaštitne mjere kako bi se poštovala njihova prava i slobode. Robot koji svira klavir (Slika 4.) je primjer umjetne inteligencije u robotu gdje robot sam odlučuje pomoću ugrađenih algoritama koje note će pritisnuti na klavijaturi (Chen, 2020) .



Slika 4. Umjetno-inteligentni robot koji svira klavir (izvor: [https://static.dw.com/image/50107502\\_403.jpg](https://static.dw.com/image/50107502_403.jpg))

### 3.3 Primjena umjetno inteligentnih robota

Jedan od primjera umjetno inteligentnih robota je robot koji se naziva RONNA (Slika 5.). To je robot koji može svakodnevno pomagati u operacijama kirurzima u KB Dubrava. Ovaj robot je trenutno zadužen za operaciju mozga, no radi umjetne inteligencije uskoro će moći biopsije izvoditi potpuno samostalno dok se do sljedeće godine očekuje kako će moći pomagati i na operacijama kralježnice. Vodeći europski neurokirurg dr. Darko Chudy i prof. dr. Bojanom Jerbićem, razvili su dvoručni robotski neurokirurški sustav nazvan RONNA. Prva operacija izvedena je upravo u KB Dubrava pod vodstvom dr. Darka Chudyja 10.03.2016. godine. Robot je vrijedan 3,7 milijuna kuna, a istraživački tim je 2014. godine dobio bespovratna sredstva iz Europske Unije. Ovo je primjer dobre prakse u republici Hrvatskoj, odnosno kako se uz stručan tim, i kvalitetno vođenje poslovanja može doći do izvrsnih rezultata (Pranić, 2018).



Slika 5. RONNA (izvor:

<https://100.fsb.hr/hr/119/FSB+robot+RONNA+u+neurokirurgiji+u+Zagrebu#inarticlefancybox-1>)

Glavnu nagradu u kategoriji najbolje inovacije na međunarodnoj konferenciji Hamlyn o medicinskoj robotici, u organizaciji Imperial College u Londonu, dobio je hrvatski neurokirurški robot RONNA G4. Pobijedio je vrlo jaku konkurenciju iz Italije, Kanade, Koreje, Njemačke, Nizozemske, SAD i Švicarske. Robota RONNA osmislili su prof. dr. sc. Bojan Jerbić, inženjer robotike sa zavoda za robotiku i automatizaciju proizvodnih sustava Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, i doc. dr. Darko Chudy iz Kliničke bolnice Dubrava. Hrvatski znanstveno-lijčnički tim počeo je razvijati ovoga robota prije deset godina, a RONNA G4 se od 2016. primjenjuje u neurokirurškim operacijama. Sljedeći korak za RONNA robota je da dobije CE markicu jer bi to omogućilo da projekt postane proizvod koji bi se mogao prodavati i izvan Hrvatske. Već sada postoji ogroman interes u inozemstvu. Ovo je rijetka prilika da se Hrvatska i Hrvatski proizvodi natječu na svjetskoj razini s ostalim velikim državama poput Kine, Amerike itd. (Pranić, 2018)

## 4. Karijere u robotici

Karijera iz robotike iz dana u dan postaje sve više i više popularna jer se sve više ljudi susreće s robotima i robotskim tehnologijama u svojem poslu. Karijera u robotici je jako privlačna. Vrlo je moguće naći dobar posao s voljom za učiti. Iako do nedavno, robotika se smatrala stvari budućnosti, danas je jednostavno još jedna grana u kojoj se može zaposliti. Početci poslova u robotici bili su u dvadesetom stoljeću, unutar podizanja i pomjerana teških predmeta koji bi bili ili teški ili nemoguću za podići od strane ljudi. Razvoj je išao da roboti obavljaju prljave i opasne poslove, kako bi se uštedjelo vrijeme, novac i radna snaga. Cilj robotike je dizajnirati inteligentne mašine koje mogu pomoći i pomoći ljudima u svakodnevnom životu i svima osigurati sigurnost. Robotika se oslanja na dostignuća informacionog inženjerstva, računarskog inženjerstva, elektroničkog inženjerstva i drugih. Osoba koja proučava robotiku može se nazvati „inženjerom robotike“ ili robotikom. Iako se često koristi „inženjer robotike“. (worldscholarshipforum, 2021)

### 4.1 Inženjer u robotici

Inženjer robotike je osoba koja je odgovorna za stvaranje robota. Ta se osoba bavi sistemima koje će taj robot obavljati i održava sistem toga robota kako bi se osiguralo da robot obavlja svoj posao. Inženjer pomaže da sa svojim izumima osigura sigurnost i efikasnost. Inženjer robotike provest će veliku većinu svog vremena dizajnirajući planove potrebne za izgradnju robota. Oni također dizajniraju procese potrebne za pravilno pokretanje robota. Neki od ovih profesionalaca odgovorni su i za dizajn mašina koje zapravo sastavljaju robote. (worldscholarshipforum, 2021)

Ostale dužnosti inženjera robotike su:

- Pregled i odobravanje procjena troškova i kalkulacija dizajna.
- Služe kao tehnička podrška za robotske sisteme koje su stvorili.
- Podučavanje planova za robote.

- Istraživanje dizajna, rada i performansi komponenata ili sistema robotskog mehanizma.
- Zgrada, konfiguracija i testiranje robota.
- Dizajniranje softverskih sistema za kontrolu nad njihovim robotskim sistemima, poput onih robota koji se koriste za proizvodnju.
- Projektiranje automatiziranih robotskih sistema koji se koriste za povećanje razine proizvodnje i preciznosti u određenoj industriji.
- Analiza i procjena prototipa i robotskih sistema koje su stvorili.

Posao inženjera u robotici se velikom većinom obavlja u laboratorijima i uredima. Jedna od najlošijih strana posla kao inženjer je radno vrijeme od četrdeset sati tjedno, često je potrebno ostati prekovremeno i u slobodno vrijeme potrebno je učiti za posao koji radi, kako bi ostao u tijeku. Projekti znaju biti dugi i teški, te čim se završi jedan projekt, odmah se kreće na sljedeći. (worldscholarshipforum, 2021)



## 4.2 Kako postati inženjer robotike

Jedna od glavnih prednosti koje robotika ima nad ostalim informatičkim i društvenim znanostima je da za ulazak u ovo područje je najbitnije imati fakultetsku diplomu. Budući da se tehnologija robotike oslanja na stručnost mnogih različitih inženjerskih disciplina, inženjeri koji su se specijalizirali za robotiku često imaju diplome iz mehaničkog, proizvodnog, električnog, elektroničkog ili industrijskog inženjerstva. Za napredovanje je vrlo često potrebna magistarska ili doktorska diploma, no s kvalitetnim radom moguće je napredovati i bez nastavljanja školovanja. Jedna od vrlo bitnih stavki dobrog inženjera, koja se vrlo često zaboravi ili ne uzima u obzir dovoljno je koliko je inženjer informatike dobar u surađivanju s timom. Dobra komunikacija može olakšati posao, dok loša komunikacija može imati katastrofične posljedice. Smatra se da svaki inženjer zna vješto koristiti računalo te da ima dobro znanje matematike, fizike i elektronike. (worldscholarshipforum, 2021)

Ako pokažete znanje i imate sreće posao Vam može biti ponuđen i na kraju fakulteta. Posao također možete pronaći u novinama, stranicama za traženje poslova ili na tradicionalan način, slanjem životopisa u tvrtke u koje bi željeli raditi. Poslovni iz robotike postaju popularniji svakim danom. Sve više i više ljudi traži rad u polju robotike. Potencijal zarade je velik, no ipak ovisi od tvrtke do tvrtke.

## 4.3 Informatičar u polju robotike

Informatičar mora biti fleksibilan i brzo se prilagoditi na bilo kakve promjene u poslu. Ako dođe novi programski jezik, očekuje se da će ga informatičar savladati i naučiti vrlo brzo. Programiranje je ključna vještina, ne samo za informatičara, već i za inženjera robotike. Tu, međutim dolazimo do problema. Neki zaposlenici dolaze u robotike bez znanja programiranja i potrebno je steći znanje programiranja. U koliko netko želi dobiti diplomu iz robotike, (Miguel Cazorla, 2016) navodi sljedeće predmete kao osnovu za uspješnu karijeru u robotici. Ti predmeti su sljedeći : programiranje 1 koje će se fokusirati na osnove programiranja, objektno-orijentirano programiranje, računala, gdje je fokus na osnovnu uporabu računala i zadnji tečaj je algoritamski i

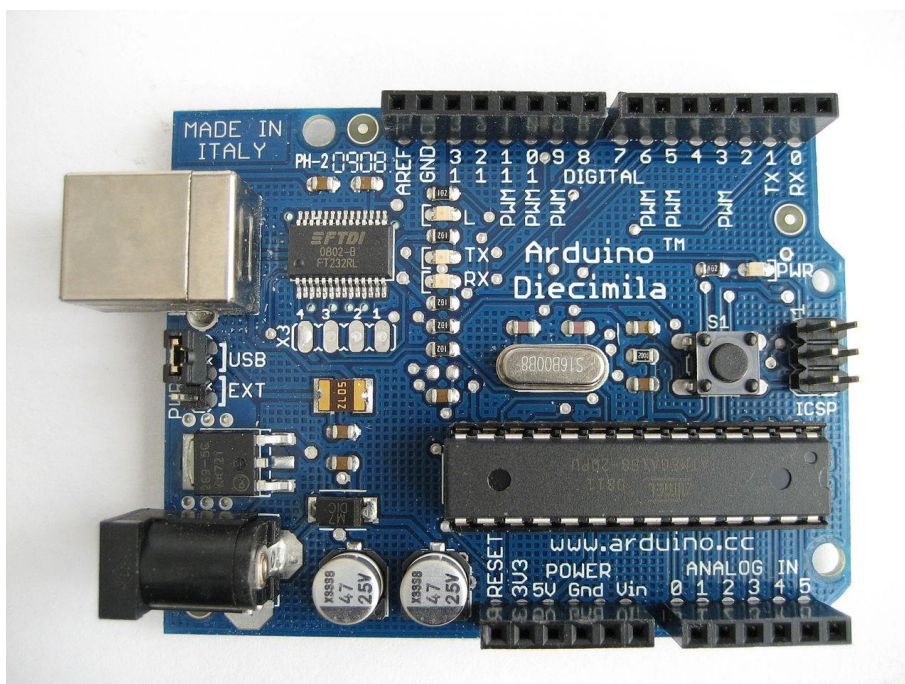
inteligentni sustavi. Studenti moraju steći potpune vještine programiranja prije nego li bi uopće vidjeli i imali bilo kakav odnos s robotom.

Na pitanje koji programski jezik se koristi u robotici, (Owen-Hill, 2016) preporučuje postavljanje drugoga pitanja: koji programski jezik da počnem sada učiti. Inženjeri robotike ne daju jednostavne odgovore na ovo pitanje jer nema točnoga ni netočnoga odgovora. Informatičar mora biti fleksibilan i lako ući u bilo koji programski jezik potreban za zadatak.

#### **4.4 Robotika u školstvu**

Robote možemo koristiti na razne načine, no jedna od modernih ideja je u školstvu. Obrazovanje budućega naraštaja treba biti jedna od najbitnijih tema razgovora. Robotika kao predmet, ili predmet koji sadrži neke dijelove robotike, mogu dovesti do povećanoga interesa i logičnog razmišljanja kod djece već u osnovnoj školi. Važno je djecu naučiti ponešto o robotici i automatici jer smo u današnjoj svakodnevici sve više okruženi automatskim sustavima i robotima. Ideja uvođenja robotike u opće obrazovanje zasnovana je na uvjerenju da će se time osigurati lakše i jednostavnije korištenje robota, usvojiti opće znanje o načelima robotskih naprava te osposobiti učenike da kritički promatraju i manipuliraju automatiziranim uređajima, s ciljem njihove nadogradnje i poboljšanja. Primarni ciljevi ovakve nastave je usmjereni na razvoj spoznajnih vještina ili drugim riječima, kognitivnih mehanizama učenika za uspješno rješavanje tehničkih problema. Jedna od najvećih prepreka koje pronalazimo za uvođenje robotike u školama je opremljenost škola. Neke su škole imaju svu potrebnu edukacijsku opremu i računala pa imaju mogućnost omogućiti djeci pravu edukaciju u robotici i mogu prijaviti djecu na razna natjecanja iz robotike, dok s druge strane neke škole nemaju ni minimalne mogućnosti za poučavanje automatike i robotike. Osiguravanje minimalnih uvjeta u školama bi omogućilo svim školama pravu edukaciju u robotici (Veronika Brlek, 2020, str. 118).

Arduino je softverska platforma koja omogućava stvaranje raznim uređaja i naprava. Koristi se kao naprava koja spaja fizički i računalni svijet u jedno. Osnovan 2005 godine od tvrtke koja se zove smart project (Admin, 2020).



Slika 6. Arduino diecimila

(izvor:[https://hr.m.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Arduino\\_Diecimila\\_6.jpg](https://hr.m.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Arduino_Diecimila_6.jpg))

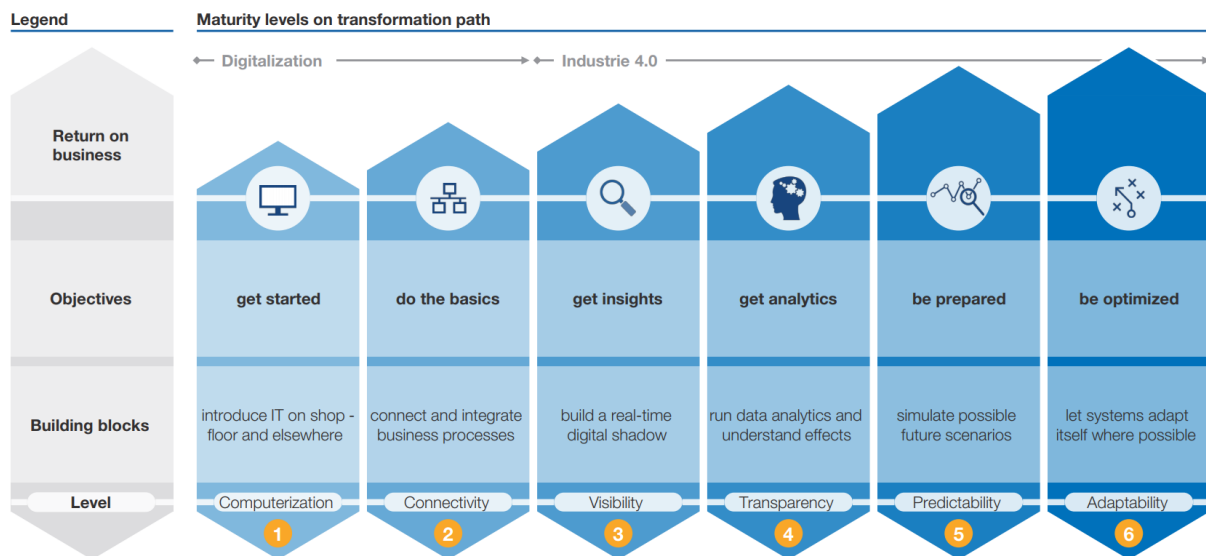
Arduino koristimo kako bi napravili elektroničke projekte te je savršen primjer nečega što bi djeci bilo lagano za shvatiti i vrlo zanimljivo. Od jednostavnih LED natpisa i teksta do malih robota, ukoliko bi robotika bila uvedena u škole arduino je jedan od vrlo laganih implementacija predmeta robotike. Raniji razredi bi mogli raditi projekte poput mijenjanja boje teksta ili mijenjanje natpisa na LED svijetlu dok bi veći razredi mogli raditi male robote koji bi obavljali neki zadatak poput malog robot auta ili robot dizala (Admin, 2020).

## 5. Industrija 4.0

Industrija 4.0 predstavljaju četvrtu industrijsku revoluciju u kojoj je glavni fokus robot. Iako za razliku od prošle tri industrijske revolucije koje su donijele ogromne promjena na tadašnje društvo, četvrta revolucija nije bila toliko drastična. Često je pitanje da li se tu zapravo radi i modernizaciji i usavršavanju tehnologije ili o potpuno novom trendu. Na sajmu Hannover Messe, inicirala ju je 2011. godine Njemačka, kako bi se opisao učinak robotike na društvo nakon primjene parnog stroja, uvođenja masovne industrijske proizvodnje i informatičke revolucije i kao poticaj za razvoj industrije i automatizacije procesa proizvodnje, korištenjem suvremenih proizvodnih sredstava koja su objedinjena pod nazivom kibernetičko-fizički sustavi (Cyber-Physical System). Ti sustavi objedinjuju računalstvo, prijenos i obradu podataka te suvremene mehaničke sustave. Industrija 4.0 pojavila se pola stoljeća nakon treće industrijske revolucije, pri čemu je između svake prethodne prolazilo nekoliko stotina godina. Jedna od glavnih ideja ove revolucije da industrija 4.0 transformira sadašnje tradicionalne centralne procese i decentralizirane procese. Decentralizacija će omogućiti da mrežni elementi donose vlastite odluke, i na temelju njih pokreću određene aktivnosti, što će stubokom promijeniti proizvodnju kakvu danas poznajemo (Pavlič, 2019).

Hrvatska je također dio ove industrije. Prije nego što je Hrvatska ušla u Europsku uniju, počela su financiranja projekata koji bi poboljšali kvalitetu industrije robota i akademskih zajednica. Također bi omogućio Hrvatskoj da se pokaže na međunarodnoj razini. Projekti su bili uspjesi i dao je vrlo pozitivne rezultate za Hrvatsku i Europsku uniju zajedno. Europska unija i dalje financira razne članice kako bi poboljšala i ojačala industriju svih članica. Jedna od vrlo korisnih upotreba robotike je kod opasnih poslova. Jedan od ciljeva ove industrije je pomoći čovjeku na sve moguće načine i to je uspješno napravljeno. Roboti danas mogu pomoći čovjeku u obavljanju bilo kakvih aktivnosti tijekom dana, za bilo kakve opasne po život poslove ili kao sama radna snaga. Jedan primjer robota koji može to sve raditi je robot ISO 8373. Prema ISO 8373, robot je automatski upravljani, može se iznova programirati, višenamjenski manipulator, s mogućnošću programiranja u tri ili više osi, koji može biti stacionaran ili

mobilan za primjenu u industrijskoj automatizaciji. Pošto se radi o industriji jedan od glavnih značajki je novac. Sam robot bilo kojem poslodavcu predstavlja manje trošenje novaca. Ne samo to nego je robot i vrlo često efikasniji od čovjeka u obavljanju zadatka te troši manje resursa. To ih čini jednim od glavnih pokretača u bilo kojem poslu da rade. Mnoge tvrtke ne bi mogle biti svjetski konkurente ukoliko ne bi koristili robote a i bilo bi manje firmi općenito. Što više firme i tvrtke se natječu jedna s drugima, omogućavaju inovaciju i jeftinije cijene kupcima.



Slika 7. Put do pametne tvornice (izvor: [https://industrija40.hr/wp-content/uploads/2020/11/Razine\\_zrelosti\\_na\\_putu\\_digitalne\\_transformacije-1536x708.png](https://industrija40.hr/wp-content/uploads/2020/11/Razine_zrelosti_na_putu_digitalne_transformacije-1536x708.png))

Pametna tvornica jedan je primjer industrije 4.0. Ova slika prikazuje put prema agilnoj proizvodnji i organizaciji koja stalno uči. Svaki od ovih koraka pruža ogromne prednosti po količini proizvodnje i po kvaliteti proizvoda (Pavlič, 2019).

## **6. Primjeri primjene robotike u poslovnim i drugim okruženja**

Pošto je robotika toliko proširena u današnje vrijeme, i pošto se koristi u toliko puno polja, primjeri praktične robotike se mogu vidjeti svugdje oko nas. Sama robotika objedinjuje puno znanstvenih grana. Mehanika, elektronika, računalstvo i mnoge druge znanstvene grane, koriste robote kako bi olakšali i poboljšali zadane poslove. Prolaskom kroz razne sustave, vidjeti kako je robotika implementirana u tim područjima i kako se ta tehnologija može još bolje implementirati i iskoristiti.

### **6.1 SAM (Semi-automated mason) – robot zidar**

Raditi na gradilištu je jedan od naj fizički zahtjevnih poslova sadašnjice. Dugo radno vrijeme, rad na suncu i ozljede su vrlo česte pojave u ovom zanimanju. Uvođenjem robota smanjit će se napor ovoga već teškoga posla i omogućiti napredovanje na bolje i zanimljivije načine. Već davnih dana, 1900 godine. u Parizu, Jean-Marc Côté je predstavio upotrebu robota u graditeljstvu i kako bi to moglo utjecati na budućnost. Sa svojim idejama je iznio kako bi kamenje i cigle bile samostalno obrađene. Vrlo brzo nakon njegovih izjava i ideja, došlo je do masivne promjene u graditeljstvu. Kao primjer robota u gradnji odlučio sam se za robota koji se naziva SAM (Semi-Automated Mason). To je robot zidar koji je osmišljen u laboratorijima MIT-a. Zida zid do tri puta brže od zidara (Elshaer, Planradar, 2020).



Slika 8. SAM (izvor: <https://www.techexplorist.com/meet-sam-construction-robot-works-500-faster-humans/5357/>)

Ovakve inovacije su razlog zašto je robotika postala toliko korisna svim poslovnim okruženjima. Robot SAM skraćuje posao tako što ga brže radi i ukoliko se zida opasno područje, posao se može napraviti bez da se u opasnost dovode ljudski životi.

SAM naravno nije jedini robot koji može raditi ovaj posao. U Australiji su izumili robota kojega su nazvali „Hadrian“, koji navodno može naslagati 1000 cigli po satu. Međutim SAM nije još doveden do savršenstva. Uz ovog robota potreban je čovjek koji postavlja robota, nadgleda ga, ali i postavlja opeku na mjestima koja su problematična npr. u kutovima, ali i izgled gotovog zida dovršava čovjek. Ovaj robot može hodati ali i savladavati uspješno prepreke na gradilištu. Programiran je da doprinese brzini građenja, a ne da u potpunosti zamijeni ljudski rad no u bliskoj budućnosti, napraviti će se isti robot koji će moći raditi sam bez ljudske pomoći. To dovodi u pitanje da li će u budućnosti uopće biti potrebno zanimanje zidara ako će sav posao biti napravljen od strane robota. (Elshaer, Planradar, 2020)

## 6.2 Robotika u medicini

Medicina je zadnjih par desetljeća napredovala ne vjerojatnom brzinom i implementacija robota i robotike je glavni razlog za taj razvoj. Medicina, kojoj je cilj spašavanje ljudskih života može imati čak i najbolje rezultate primjenjujući robote. Danas u medicini, ulaganje financijski u robotiku je jedan od najperspektivnijih područja i tehnologija ulaganja. Rezultati vrlo jasno pokazuju koliko zapravo pomoć robota pomaže u medicini. Pošto je medicina grana ljudske djelatnosti s ciljem liječenja i rehabilitacije, ne možemo eksperimentirati na ljudskim životima. Korisnost robota je tek u zadnjih dvadesetak godina počelo imati pravu primjenu no kako vrijeme prolazi sve ima veći i značajniji utjecaj. Dostizanje visoke sigurnosti rada je bilo vrlo značajno za korištenje robota u medicini. Roboti kao pomoć kirurzima već se primjenjuju u svim područjima medicine od oftalmologije, urologije, ginekologije, kardiologije, neurologije, ortopedije, ali i u drugim medicinskim djelatnostima kao što je fizioterapija, pomoć nepokretnim bolesnicima, distribucija lijekova po bolesničkim sobama, nadzor pacijenata, udaljena komunikacija s pacijentom i medicinskim osobljem i mnogim drugima. Nove robotske primjene nalažu nova rješenja, kako u pogledu konstrukcije, tako i u metodama upravljanja, primjeni novih materijala i senzora. (Nikolić, 2016, str. 209)

Robote korištene u medicini koristimo kao savršen primjer tehničkih znanosti i medicine te kako miješanjem raznih znanosti možemo doći do vrlo bitnih otkrića. Korištenjem robota kao pomoć kirurzima ne znači da robot radi operacije, već kao i u primjeru s graditeljstvom, robot je „treća ruka“ kirurgu te mu pomaže na robotski zamišljen način, bilo to kao robotska ruka, mikroskopske oči ili s pokazivanjem informacije potrebne kirurgu za sigurniju i lakšu operaciju. (Nikolić, 2016)



## 6.2.1 ROSA

Robot zvan ROSA je razvijen i distribuiran od strane Med-tech. To je industrijski robot sa 6 stupnjeva slobode gibanja ugrađen na prijenosni stalak. Stalac sadrži elektroniku za napajanje i kontrolnu jedinicu robota (Gonzalez-Marzinez, 2016).



Slika 9. ROSA (izvor: <https://orthofeed.com/wp-content/uploads/2017/03/rosa-robot1.png>)

Sustav se koristi specifično za pozicioniranje sonde u prostorijski i nema nikakvu interakciju s pacijentima. Umetanje alata ili druge interakcije s pacijentom spadaju pod odgovornost kirurga. Kirurški postupak je sljedeći: Uzima se 3D slika pacijenta i trajektorija sonde planira se na temelju dobivenih podataka. Lubanja pacijenta je fiksirana za operacijski stol putem hvataljke koja se nalazi sa strane ROSA robota. Robot se zatim pozicionira u neposrednu blizinu pacijenta i fiksira se za operacijski stol. Kočnice pomične jedinice uključuju se kako bi se minimizirali mogući neželjeni pomaci. Registracija se radi putem laserskog skenera. Skener je učvršćen za izvršni dio robota. On utvrđuje udaljenost od pacijentove glave i time dobiva 3D prikaz površine. Ti 3D podaci registriraju se u preoperativnu sliku pacijentove glave. Za potrebe registracije nisu potrebni markeri za registraciju ni stereotaktički okviri. Sterilnost se omogućuje omatanjem robota. Alat na izvršnom kraju robota pogodan je

za čak trideset i devet steriliziranja. Robot je opremljen sa senzorom sile i momenata na svom izvršnom dijelu. U tom načinu rada, kirurg može pomicati robota pomičući izvršni dio rukom. Ovdje se robot samo pomiče po unaprijed definiranoj trajektoriji. Pomoću toga načina, kirurg može mijenjati i udaljenost od pacijentove glave proizvoljno. (Gonzalez-Marzinez, 2016)

### **6.3 Edukacijski robot**

Interaktivna edukacije nije namijenjena samo starijim uzrastima. Djeca se od malih nogu susreću s internetom i imaju više informacija na raspolaganju nego ikad prije. Važno je osigurati djeci kvalitetno školovanje te pomoću robota možemo pristupiti interaktivnoj nastavi. Edukacija koja aktivira prirodnu želju za učenjem i upijanjem znanja u kritičnim fazama razvoja, bez opterećivanja klasičnim edukacijskim sadržajima moguća je radi robota. Cilj ovoga robota je uvesti zabavu i visoku kvalitetu učenja koja će djeci olakšati školu a u istu ruku izazvati ih s naprednim temama. Potrebno je praćenje i rad na robotu ako predstavlja previše kompleksne zadatke ili ako djeca bez problema mogu riješiti zadane probleme od robota. (Veronika Brlek, 2020, str. 118)

#### **6.3.1 Bee-Bot**

Djeca lako prihvaćaju igračke dok su mali te robot koji izgleda poput igračke je savršen način za učenje djece o robotici. Bee-Bot je robot koji izgleda kao mala pčela. Pčela Bee-Bot (Slika 10.), se može lagano programirati klikom na određeni gumb i uključiti neke jednostavne i lagane igre. Može se programirati da uči djecu osnovne matematičke operacije na zabavan način ili ih učiti čitati koristeći neki zanimljivi tekst iz neke priče ili bajke.



Slika 10. Bee-Bot (izvor: <https://www.robot-advance.com/EN/art-beebot-robot-1507.htm>)

Roboti omogućavaju edukaciju, ne samo u robotici, matematici i hrvatskom jeziku, već i u raznim ostalim područja poput informatike i elektronike na način koji djeci nije pretežak i naporan. To bi im omogućilo lakši prelazak na teže predmete u bliskoj budućnosti. (Veronika Brlek, 2020, str. 118)

## **7. Prednosti i izazovi primjene robota u poslovnim i drugim okruženjima**

Proizvodni sustavi se sve više nastoje automatizirati pa nije čudno što je sve veća primjena robota unutar njih. Napredak tehnologije u brojnim područjima, a poglavito u području automatizacije rezultirao je uvođenjem robota na različite načine. Međutim, to predstavlja razne izazove.

Među početnim podacima iz izvještaja o svjetskoj robotici za 2018. godinu, istakli su, da je svjetska prodaja industrijskih robota u 2017. godini s 380.550 jedinica dosegla novi rekord. To je čak 29 posto više nego li 2016. godine, pri čemu su najveći, čak 58-postotni rast zabilježili u Kini. Rast industrijskih robota se nastavlja s impresivnom brzinom po čitavom svijetu. Ovakav rast ili još veći se može očekivati u bliskoj i dalekoj budućnosti (Perme, 2019).

### **7.1 Prednosti primjene robotike u poslovnim i drugim okruženjima**

Cilj u primjeni robotike u poslovnim okruženjima je vrlo jednostavan – stvoriti jeftinoga radnika kojemu niti jedan posao neće biti dosadan. Roboti koji bez posebnog programiranja mogu obavljati raznovrsne fizičke poslove san su svakog poslodavca. Roboti se ne umaraju, ne spavaju, ne uzimaju pauze za obroke, rade danju i noću, ne mogu biti loše volje i sigurno neće zahtijevati bolje uvjete rada. Jedan od glavnih ciljeva moderne robotike, razvoj je robota koji mogu brzo i samostalno naučiti obavljati jednostavne fizičke poslove, uz godišnji trošak manji od plaće radnika na minimalcu. (Fisher, 2019).

Društvo se općenito mijenja iz informacijskog društva u društvo znanja te iz njega u društvo „sveprisutnog znanja”. U društvu „sveprisutnog znanja” uloga pametnih i autonomnih strojeva bit će ključno pitanje za kreatore politike. Pažnja će se morati usmjeriti na „tehnološke valove” poput digitalizacije, informacijske i komunikacijske tehnologije i robotike, ključnih elemenata u razvoju ovog novog društva sveprisutnog znanja (Osha, 2020).

Najveće prednosti sigurnosti i zdravlja na radu koje proizlaze iz šire upotrebe robotike trebale bi biti zamjena za ljude koji rade u nezdravim ili opasnim okruženjima. U svemirskoj, obrambenoj ili nuklearnoj industriji, ali i u logistici, održavanju i nadzoru,

autonomni roboti posebno su korisni za zamjenu ljudskih radnika koji obavljaju prljave, zatupljujuće ili nesigurne zadatke, čime se izbjegava izlaganje opasnim sredstvima i uvjetima te se smanjuju fizički, ergonomski i psihosocijalni rizici. Na primjer, roboti su već navikli obavljati ponavljajuće i monotone zadatke, rukovati radioaktivnim materijalom ili raditi u eksplozivnom okruženju. U budućnosti će roboti obavljati mnoge druge ponavljajuće, riskantne ili neugodne zadatke u raznim sektorima poput poljoprivrede, građevinarstva, prijevoza, zdravstva, vatrogasne zaštite ili usluga čišćenja (Osha, 2020). Naravno, nikada ne možemo imati samo pozitivne strane. Postoje razni problemi i izazovi koji se moraju riješiti što je prije moguće.

## **7.2 Izazovi i posljedice primjene robotike u poslovnim i drugim okruženjima**

Što se tiče budućnosti rada, važno je razmotriti u kojoj mjeri roboti mogu zamijeniti ili nadopuniti i poboljšati rad ljudi. Budućnost u kojoj se roboti i dalje razvijaju uglavnom kao nadopuna ljudima predstavljala bi najmanji izazov za društvo jer se ljudi ne bi trebali natjecati s robotima i automatima te bi tradicionalne uloge bile uglavnom zadržane. Međutim, ekonomski pritisak i pritisak produktivnosti vjerojatno će umjesto toga rezultirati pristupom zamjene, pri čemu pojedince i skupine u njihovom radu mijenja robotika i automatizacija. Općenito će manje radnika biti potrebno za rutinske poslove ili poslove s jasno definiranim zadaćama jer će njih obavljati industrijski i uslužni roboti. Rezultat ove tehničke promjene bit će relativan rast u potražnji za visokoobrazovanim radnicima i smanjena potražnja za niže obrazovanim radnicima koji inače obavljaju rutinske kognitivne i manualne zadatke. Ovo takozvano „pražnjenje” srednje-školovanih radnika mogla bi u nadolazećim desetljećima dovesti do gubitka jedne trećine svih trenutanih poslova. Ova dvojba između komplementarnosti i zamjena te ravnoteža između očuvanja posla i nezaposlenosti potaknute tehnologijom velik je izazov za kreatore politike, poslovanje i šire građansko društvo. Šire implikacije načina na koji će robotika promijeniti tržište rada, ekonomiju i društvo potežu teška društvena i politička pitanja. Rasprava o pametnim strojevima i utjecaju robota i sveprisutne tehnologije na društvo, ekonomiju i zaposlenost dosad je bila prilično pasivna i nije razrađeno mnogo dobro strukturiranih ideja o tome koliko se može razviti robotizirano i automatizirano društvo (Osha, 2020, str. 2-3).

## 8. Zaključak

Razvoj robotike u zadnja dva desetljeća je dokaz što sve ljudi mogu izumiti i napraviti u relativno malo vremena. Koristimo robotiku u svim aspektima našeg života, bili mi svjesni toga ili ne. Razvoj robotike u našoj bliskoj budućnosti, uvjetuje da obrazovni sustav bude prilagođavan sa što više fleksibilnosti kako bi u budućnosti mogli imati radnu snagu iz polja robotike. Kako je cilj ovoga završnoga rada bio educirati i uvesti sve zainteresirane ljude u polje robotike, važno je da robotika i razgovor o robotici postanu dio naše svakodnevice. Robotika nije znanstvena fantastika, već dio naše sadašnjosti i dio naše budućnosti.

Nakon tumačenja teorijskih osnova i definiranja temeljnih pojmova kao što su robotika, roboti, karakteristike robota i vrste robota, dolazimo do umjetne inteligencije i robotike. Spoj umjetne inteligencije i robotike je predstavlja opširnost robotike kao znanosti. Inženjeri robotike su sve traženiji i poslovni koje inženjeri trebaju raditi su fleksibilni i inovativni. Kako je četvrta industrijska revolucija u tijeku, roboti trebaju biti glavna tema razgovora radi njihovog ogromnog utjecaja na razvoj i rast tvrtaka. Praktični primjeri su tu da demonstriraju robote u radnom okruženju. Sve više robota vidimo na radnim mjestima, svaki dan na stranicama s novostima možemo vidjeti neki novi robotski izum i neku novi inovaciju. Važno je uzeti u obzir prednosti i nedostatke kada uvodimo robote na radna mjesta.

Ilustrirano je i prikazano na koji način i u koju svrhu je robotika primijenjena u modernim znanostima. Iako roboti na prvi pogled ne izgledaju posebno sami po sebi, njihov utjecaj na društvo je odraz u svim aspektima ljudskoga života. U budućnosti, roboti će moći utjecati na čovječanstvo na vrlo pozitivan način ako se tehnologija nastavi kretati ovim smjerom i fokusiramo naše resurse u obrazovanje i edukaciju mladih ljudi.

## 9. Sažetak

Robotika je u današnjem svijetu sve potrebija i uspješija, te će ta popularnost nastaviti rasti. Roboti će imati veliku ulogu u informatici, mehatronici i elektronici jer omogućavaju razvoj, rast i proširenje za navedene grane. Primjenom i implementacijom robota smo vidjeli nove inovacije i poboljšanje kvalitete. Glavni cilj ovog rada je bio objasniti pojam, razvoj i primjenu robotike. Rezultati ovog rada mogu biti od pomoći u razumijevanju polja robotike i mogućnosti iste primjene u današnjem svijetu.

Ključne riječi: robotika, roboti, umjetna inteligencija, informatika

## **Summary**

Robotics is increasingly needed and successful in today's world, and this popularity will continue to grow. Robots will play a major role in informatics, mechatronics and electronics as they enable development, growth and expansion for these industries. By applying and implementing robots, we have seen new innovations and quality improvements. The main goal of this paper was to explain the concept, development and application of robotics. The results of this paper can be helpful in understanding the field of robotics and the possibilities of its application in today's world.

**Keywords:** robotics, robots, artificial intelligence, informatics



## 9. Literatura

1. Zdenko Kovačić, Stjepan Bogdan, Vesna Krajči, (2000), Osnove robotike (Pristupljeno: 05.06.2021 )
2. Europska komisija, (2020), Bijela knjiga o umjetnoj inteligenciji – Europski pristup izvrsnosti i izgradnji povjerenja (Pristupljeno: 05.06.2021)
3. Vlatko Dolček, Isak Karabegović, (2002), Robotika (Pristupljeno: 05.06.2021)
4. G. Lipnjak, (2020), Robotika u funkciji zaštite zdravlja na radu (Pristupljeno: 05.06.2021)
5. J. Velagić , Laboratorija za Robotiku i autonomne sisteme (Pristupljeno: 06.06.2021)
6. G. Nikolić, (2016), Robotiska edukacija „robotska pismenost“ Ante Portas (Pristupljeno: 22.07.2021)
7. B. D. Bašić, J. Šnajder(2019/2020), Uvod u umjetnu inteligenciju (Pristupljeno: 22.07.2021)
8. T. Šurina, M. Crneković, Industrijski roboti, Školska knjiga, Zagreb, 1990. (Pristupljeno: 22.07.2021)
9. M. Putica, (2018), Umjetna inteligencija: dvojba suvremenog razvoja (Pristupljeno: 22.07.2021)
10. C. Isak, „Koja su 3 zakona robotike? I pridržavamo li ih se?“, Internet, link: <https://techacute.com/bs/3-zakona-robotike/> (Pristupljeno: 10.08.2021)
11. S. Vrbanus, „Prije 100 godina rodio se Isaac Asimov, autor zakona robotike“, Internet, link: <https://www.bug.hr/osobe/prije-100-godina-rodio-se-isaac-asimov-autor-zakona-robotike-13116> (Pristupljeno: 10.08.2021)
12. B. Novaković, „Robotika“, Internet, link: <https://tehnika.lzmk.hr/robotika/> (Pristupljeno: 10.08.2021)
13. T. Schnurrer, Robotika u neurorehabilitaciji: jučer, danas, sutra (Pristupljeno: 10.08.2021)

14. Z. Kovač, (2017.), Razvoj i primjena robotike u Hrvatskoj (Pristupljeno: 11.08.2021)
15. T. Pavlic, Osnove Robotike (Pristupljeno: 11.08.2021)
16. V. Brlek, P. Oreški, (2020), Edukativni roboti i njihova primjena u obrazovanju (Pristupljeno: 11.08.2021 )
17. H. Moravec, „Robotics“, Internet, link:  
<https://www.britannica.com/technology/robotics> (Pristupljeno: 02.09.2021)
18. Buldin, „Robotics“, Internet, link: <https://builtin.com/robotics> (Pristupljeno: 02.09.2021)
19. Može, „20 najplaćenijih poslova robotike u 2021. godini“, Internet, link:  
<https://worldscholarshipforum.com/bs/visoko-pla%C4%87eni-poslovi-iz-robotike/>  
(Pristupljeno: 03.09.2021 )
20. S. Bogdan, „Razvoj i primjena robotike u Hrvatskoj“, Internet, link:  
<https://www.hgk.hr/documents/robotikasazeci5a27e0f7002a0.pdf> (Pristupljeno: 03.09.2021)
21. B. Jerbić i G. Nikolić, „Ključna znanost“, Internet, link:  
<http://www.infotrend.hr/clanak/2015/7/kljucna-znanost-21.-stoljeca,84,1172.html>  
(Pristupljeno: 03.09.2021)
22. N. Perić, „Razvoj i primjena robotike u Hrvatskoj“, Internet, link:  
<http://www.icent.hr/vijesti/kratko-izvjesce-s-okruglog-stola-razvoj-i-primjena-robotike-u-hrvatskoj/> (Pristupljeno: 05.09.2021)
23. A. Elshaer, „Roboti na gradilištu: Kako gradnju možete učiniti još efikasnijom“, Internet, link: <https://www.planradar.com/hr/roboti-na-gradilistu/> (Pristupljeno: 05.09.2021)
24. G. Nikolić,(2016), MEDICINA - PERSPEKTIVNO PODRUČJE PRIMJENE ROBOTIKE (Pristupljeno: 05.09.2021)
25. M. Pavlić, „Uloga robota u industriji 4.0“, Internet, link: <https://mreza.bug.hr/uloga-robota-u-industriji-4-0/> (Pristupljeno: 05.09.2021)

26. C. Buttice, "5 Defining qualities of Robots", Internet, link:  
<https://www.techopedia.com/2/31572/trends/5-defining-qualities-of-robots>  
(Pristupljeno: 06.09.2021)
27. The University Of Sheffield, "What makes a robot a robot", Internet, link:  
<https://www.futurelearn.com/info/courses/robotic-future/0/steps/29367> (Pristupljeno:  
06.09.2021)
28. H.P. Moravec, "The future", Internet, link:  
<https://www.britannica.com/technology/robot-technology/The-future> (Pristupljeno:  
06.09.2021)
29. NASA, "ROBOT", Internet, link: <https://prime.jsc.nasa.gov/ROV/traits.html>  
(Pristupljeno: 07.09.2021)
30. FSB, "FSB robot RONNA u neurokirurgiji u Zagrebu", Internet, link:  
<https://100.fsb.hr/hr/119/FSB+robot+RONNA+u+neurokirurgiji+u+Zagrebu>  
(Pristupljeno: 09.09.2021)
31. J. Chen, "Neural Network", Internet, link:  
<https://www.investopedia.com/terms/n/neuralnetwork.asp> (Pristupljeno: 09.09.2021)
32. N.J. Ivandić, D.I. Konjevod, "Što je industrija 4.0", Internet, link:  
<https://industrija40.hr/sto-je-industrija-4-0/> (Pristupljeno: 09.09.2021)
33. A. O. Hill, "What is the best programming language for robotics", Internet, link:  
<https://blog.robotiq.com/what-is-the-best-programming-language-for-robotics>  
(Pristupljeno: 09.09.2021)
34. R. Dorsey, "Genijalni izumi Leonarda Da Vincija koji su zauvijek promijenili povijest", Internet, link: <https://hr.asayamind.com/ingenious-leonardo-da-vinci-inventions-that-forever-changed-history> (Pristupljeno: 15.09.2021)
35. A. Admin, "Introduction to Arduino Diecimila", Internet, link:  
<https://projectiot123.com/2020/04/06/introduction-to-arduino-diecimila/> (Pristupljeno:  
15.09.2021)
36. J. A. Gonzalez-Marzinez, "rosa", Internet, link:  
<https://www.neurosurgery.pitt.edu/centers/epilepsy/rosa> (Pristupljeno: 15.09.2021)

37. T. Perme, „vizija stvarnosti i izazovi robotizacije u industriji“, Internet, link: [https://irt3000.si/hr/vijesti/2019031017033427/vizija\\_stvarnost\\_i\\_izazovi\\_robotizacije\\_u\\_industriji/](https://irt3000.si/hr/vijesti/2019031017033427/vizija_stvarnost_i_izazovi_robotizacije_u_industriji/) (Pristupljeno: 15.09.2021)

38. I. Fisher, „Upoznajte svakodnevnog robota“, Internet, link: <https://www.moj-posao.net/Savjet/78864/Upoznajte-svakodnevnog-robot/3/> (Pristupljeno: 15.09.2021)

## Popis slika

Slika 1. Robotski vitez .....	5
Slika 2. Primjer humanoidnog robota .....	9
Slika 3. Primjer autonomnog robota .....	9
Slika 4. Umjetno-inteligentni robot koji svira klavir .....	14
Slika 5. RONNA .....	15
Slika 6. Arduino diecimila .....	21
Slika 7. Put do pametne tvornice .....	23
Slika 8. SAM.....	25
Slika 9. ROSA.....	27
Slika 10. Bee-Bot .....	38

## ZAHVALA

---

*Veliku zahvalnost dugujem mentorici Doc. Dr. sc. Snježani Babić na velikom strpljenju i pomoći pri izradi ovoga završnoga rada*

*Također se zahvaljujem svojim roditeljima koji su me podupirali i uvijek bili uz mene, bez obzira da li se radilo o teškim ili sretnim trenucima*

---