

# Primjena umjetne inteligencije s naglaskom na pomorstvo i promet

---

**Nakićen, Josip**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:287662>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-22**



**Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**  
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**JOSIP NAKIĆEN**

**PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE S NAGLASKOM NA  
POMORSTVO I PROMET**

**DIPLOMSKI RAD**

Rijeka, 2023.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE S NAGLASKOM NA  
POMORSTVO I PROMET  
APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE WITH  
EMPHASIS ON SHIPPING AND TRANSPORT**

**DIPLOMSKI RAD**

Kolegij: Umjetna inteligencija

Mentor: doc. dr. sc. Dario Ogrizović

Komentor: dr. sc. Nikola Anđelić

Student: Josip Nakićen

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112076828

Rijeka, rujan 2023.

Student: Josip Nakićen

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112076828

### IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI DIPLOMSKOG RADA

Kojom izjavljujem da sam diplomski rad s naslovom

PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE S NAGLASKOM NA POMORSTVO I  
PROMET

izradio samostalno pod mentorstvom

doc. dr. sc. Dario Ogrizović

te komentorstvom dr. sc. Nikola Anđelić

stručnjaka/stručnjakinje iz tvrtke \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_.

U radu sam primijenio metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio literaturu koja je navedena na kraju diplomskog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo u diplomskom radu na uobičajen, standardan način citirao sam i povezao s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Student

Nakićen Josip

Josip Nakićen

---

Student: Josip Nakićen

Studijski program: Logistika i Menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112076828

IZJAVA STUDENTA – AUTORA  
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG DIPLOMSKOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor diplomskog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa diplomskim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog diplomskog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Student

Nakićen Josip

## SAŽETAK

U ovome radu opisani su povijest i razvoj umjetne inteligencije, kao i sami pojam inteligencije, koje je potrebno razumjeti prije prelaska na pojašnjavanje primjene. U nastavku je pojašnjena primjena u različitim područjima, njene vrste odnosno oblici, tehnologije na kojima se temelji, te je odrađena usporedba prednosti i nedostataka umjetne inteligencije i strojnog učenja. Nakraju je definirana i objašnjena primjena u području pomorstva i prometa.

Umjetna inteligencija je sposobnost nekog uređaja da oponaša ljudske aktivnosti poput zaključivanja, učenja, planiranja i kreativnosti. Ona se svakoga dana sve više primjenjuje u našim životima, te nema sumnje kako će s njenim daljnjim razvojem primjene biti sve veće. Umjetna inteligencija se temelji na umjetnim neuronskim mrežama. Umjetne neuronske mreže imitiraju neuronsku mrežu ljudskog mozga te pomažu u razvijanju umjetne inteligencije pomoću algoritama strojnoga učenja. Strojno učenje omogućuje drugačije učenje odnosno ponašanje od onog koji mu je programirala neka ljudska osoba.

Primjene umjetne inteligencije su ogromne, od zdravstva odnosno medicine pa do proizvodnje, financija i obrazovanja. Rad je naviše fokusiran na primjene umjetne inteligencije unutar pomorskog i prometnog sektora. Neke od glavnih primjena za pomorstvo su planiranje putovanja, autonomni brodovi te planiranje otpreme kontejnera, dok su za promet tj. cestovni promet neke od glavnih primjena u području inteligentnih transportnih sustava poput detektiranja zagušenosti prometa, zaustavljanja nesreća te pametnog parkiranja.

Ključne riječi: Umjetna inteligencija, neuronske mreže, strojno učenje, pomorstvo, promet

## **SUMMARY**

This paper describes the history and development of artificial intelligence, as well as the concept of intelligence itself, which must be understood before moving on to clarifying its application. The following explains the application in different areas, its types or forms, technologies on which it is based on, and a comparison of the advantages and disadvantages of artificial intelligence and machine learning is made. Finally, the application in the field of shipping and transport is defined and explained.

Artificial intelligence is the process of simulating the human brain using a computer system. It is applied more and more every day in our lives, and there is no doubt that with its further development, its applications will increase. Artificial intelligence is based on artificial neural networks. Artificial neural networks imitate the neural network of the human brain and help develop artificial intelligence using machine learning algorithms. Machine learning enables different learning or behavior from the one programmed by a human person.

The applications of artificial intelligence are massive, from health and medicine to production, finance and education. This paper is focused on the applications of artificial intelligence within the maritime and transport sectors. Some of the main applications for shipping are travel planning, autonomous ships and container shipping planning, while for transport, more precisely road transport, some of the main applications are in the field of intelligent transport systems such as detecting traffic congestion, stopping accidents and smart parking.

Keywords: Artificial intelligence, neural networks, machine learning, maritime, transport

# SADRŽAJ

|  |            |
|--|------------|
| <b>SAŽETAK</b> .....   | <b>I</b>   |
| <b>SUMMARY</b> .....   | <b>II</b>  |
| <b>SADRŽAJ</b> .....   | <b>III</b> |
| <b>1. UVOD</b> .....   | <b>1</b>   |
| 1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA.....                              | 1          |
| 1.2. RADNA HIPOTEZA .....  | 1          |
| 1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA .....  | 1          |
| 1.4. ZNANSTVENE METODE .....   | 2          |
| 1.5. STRUKTURA RADA.....   | 2          |
| <b>2. POVIJEST I POČETAK RAZVOJA UMJETNE INTELIGENCIJE</b> .....               | <b>4</b>   |
| 2.1. NEURONSKE MREŽE .....   | 7          |
| 2.1.1 Umjetne neuronske mreže.....   | 10         |
| 2.1.2 Konvolucijske neuronske mreže.....                                       | 12         |
| <b>3. UMJETNA INTELIGENCIJA</b> .....  | <b>15</b>  |
| 3.1 RAZVOJ UMJETNE INTELIGENCIJE I VELIKI PODACI.....                          | 17         |
| 3.1.1 Strojno učenje (engl. Machine Learning).....                             | 21         |
| 3.1.2 Duboko učenje (engl. Deep Learning).....                                 | 30         |
| 3.2 OBLICI UMJETNE INTELIGENCIJE.....  | 32         |
| 3.3. PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE .....                                      | 38         |
| 3.4. TEHNOLOGIJE TEMELJENE NA UMJETNOJ INTELIGENCIJI .....                     | 42         |
| 3.5 PREDNOSTI I NEDOSTATCI UMJETNE INTELIGENCIJE .....                         | 44         |
| <b>4. PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE U POMORSTVU</b> .....                     | <b>46</b>  |
| 4.1. PREDNOSTI KORIŠTENJA UMJETNE INTELIGENCIJE U POMORSKOJ<br>INDUSTRIJI..... | 50         |
| <b>5. PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE U PROMETU</b> .....                       | <b>53</b>  |
| <b>6. ZAKLJUČAK</b> .....  | <b>58</b>  |
| <b>LITERATURA</b> .....  | <b>59</b>  |
| <b>POPIS SLIKA</b> .....   | <b>62</b>  |
| <b>POPIS TABLICA</b> .....   | <b>63</b>  |



|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| <b>POPIS GRAFIKONA .....</b> | <b>63</b> |
| <b>POPIS SHEMA.....</b>      | <b>63</b> |

# **1. UVOD**

## **1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA**

Problem istraživanja: Na osnovi činjenica prikupljenih u ovome radu problem ovoga istraživanja je primjena umjetne inteligencije u različitim područjima i sektorima, posebice u sektorima pomorstva i prometa.

Predmet istraživanja: Predmet ovoga istraživanje je definirati što je umjetna inteligencija kao i koja je njena uloga, cilj i primjena. Također će ovo istraživanje pojasniti razvoj, načine učenja i sve ono što je potrebno za funkcioniranje umjetne inteligencije.

Objekt istraživanja: Prateći problem i predmet istraživanja ovoga rada, objekt istraživanja bi bio odrediti odnosno opisati općenite primjene umjetne inteligencije, te se poviše fokusirati kako se umjetne inteligencija primjenjuje u sektoru pomorstva i u sektoru prometa.

## **1.2. RADNA HIPOTEZA**

Radna hipoteza s obzirom na problem, predmet i objekt istraživanja je povijest i razvoj umjetne inteligencije, definiranje umjetne inteligencije i svega usko povezanog s njom te objašnjavanje njene primjene s naglaskom na primjenu unutar pomorstva i prometa.

## **1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA**

Svrha i ciljevi ovoga istraživanja su pojasniti što je to umjetna inteligencija, kako se razvija i uči te njezine prednosti i nedostatke. Nakon što je to pojašnjeno, daljnji cilj je fokusirati se na specifičnu primjenu umjetne inteligencije unutar područja pomorstva i cestovnoga prometa.

## **1.4. ZNANSTVENE METODE**

U ovome radu koristile su se različite vrste metoda poput metode deskripcije, metode sinteze, metode analize, metode nabiranja i metode podjele te nekoliko ostalih metoda koje su pomogli pri izradi ovoga rada.

## **1.5. STRUKTURA RADA**

Ovaj rad je podijeljen u šest cjelina. U prvoj cjelini točnije Uvodu su postavljeni problem, predmet i objekt istraživanja, radna hipoteza te svrha i ciljevi istraživanja. Nabrojane su metode korištene prilikom pisanja rada te je pojašnjena struktura rada.

Druga cjelina fokusira se na samu povijest nastanka umjetne inteligencije kroz godine te na početak njenog razvoja kroz objašnjavanje neurona, bioloških i umjetnih neuronskih mreža i konvolucijskih neuronskih mreža te načina na koji one rade i funkcioniraju.

Treća cjelina se bavi približavanjem pojma inteligencije odnosno umjetne inteligencije kroz definiranje njenih zadataka i ciljeva. Analiziraju se i objašnjavaju načini na koje se umjetna inteligencija razvija odnosno uči pomoću strojnog i dubokog učenja, također se definiraju različite vrste učenja unutar samog strojnog učenja. Nadalje se pojašnjavaju i opisuju različiti oblici umjetne inteligencije, te se formuliraju različite primjene umjetne inteligencije u različitim poljima poput proizvodnje, marketinga, medicine i slično. Definiiraju se i tehnologije umjetne inteligencije te se nakraju navode prednosti i nedostaci umjetne inteligencije i strojnog učenja.

Četvrta cjelina namijenjena je primjeni umjetne inteligencije u pomorstvu odnosno pomorskom sektoru. Navedene su te objašnjenje razne primjene koje umjetne inteligencija ima unutar pomorstva poput pozicioniranja kontejnera, planiranja ruta i smanjivanja potrošnje goriva. Također su pojašnjenje prednosti korištenja umjetne inteligencije sa gledišta prijevoznika i špeditera te sa gledišta lučkih operatora.

Peta cjelina opisuje značaj i prednosti primjene umjetne inteligencije u cestovnom prometu odnosno u održavanju samoga cestovnoga prometa. U nastavku ove cjeline fokus je

stavljen na inteligentne transportne sustave i tehnologije unutar ITS-a, navedene su različite primjene te je definirano kako točno umjetna inteligencija djeluje na njih.

U posljednjoj šestoj cjelini, odnosno Zaključku opisan je sažetak ovoga rada te je potvrđena radna hipoteza. Navedena je budućnost umjetne inteligencije i kakav može biti njen daljnji potencijalni razvoj.

## 2. POVIJEST I POČETAK RAZVOJA UMJETNE INTELIGENCIJE

„Umjetna inteligencija se kao ideja prvi puta javlja par tisuća godina u nazad, kada su drevni filozofi razmatrali pitanja života i smrti. U drevnim vremenima tadašnji izumitelji su izrađivali stvari zvane „automati“ (engl. automats), to su bili mehanički uređaji koji su se kretali neovisno o ljudskoj intervenciji. Riječ automat potječe iz starogrčkog jezika i znači „djelovanje vlastitom voljom“. Jedan od najranijih zapisa o automatu potječe iz 400. godine prije Krista i odnosi se na mehaničkog goluba koji je stvorio prijatelj filozofa Platona. Više od tisuću godina kasnije, jedan od najpoznatijih automata stvorio je Leonardo da Vinci oko 1495. godine.“<sup>1</sup>

Temelji za umjetnu inteligenciju kreću u dvadesetim godinama 20.og stoljeća kada je puno pažnje bilo usmjereno na ideju o umjetnim ljudima, u toliko velikoj količini da se krenulo postavljati pitanje je li zapravo moguće stvoriti umjetni mozak. Tada su neki kreatori napravili verzije onoga što danas nazivamo robotima, bili su relativno jednostavni, većinom na parni pogon i mogli su izvoditi neke izraze lica te čak i hodati. Sami pojam umjetnih ljudi i riječi robot se prvi puta službeno pojavljuje u znanstveno-fantastičkoj predstavi češkog pisca Karel Čapeka 1921. godine pod nazivom „Rossum’s Universal Robots“ u kojoj upoznaje ljude s tim pojmovima. Također 1929.godine japanski profesor Makoto Nishimura izrađuje prvog japanskog robota po nazivu Gakutensoku. McCulloch i Pitts 1943. godine objavljuju prvi matematički model za izgradnju umjetnog neurona s čime kreće razvoj umjetne inteligencije. Šest godina nakon 1949. godine D.Hebb predlaže teoriju točnije pravilo za modificiranje veza između dva neurona, te one postaju jače i snažnije što se više koriste. Samo godinu dana kasnije A. Turing utemeljuje Turingov test. To je metoda ispitivanja umjetne inteligencije koja određuje je li računalo sposobno razmišljati kao ljudsko biće ili ne. Turing je predložio da se za računalo može reći da posjeduje umjetnu inteligenciju ako može oponašati ljudske reakcije u određenim uvjetima. Sami test je zapravo bio igra oponašanja od tri igrača od kojih su dva čovjeka i jedan inteligentni stroj, od kojih jedan čovjek postavlja pitanja preostalim igračima (stroju i čovjeku), te se na temelju postavljenih pitanja pokušava utvrditi koji je od njih čovjek, a koji stroj. Iste godine M. Minsky i D. Edmonds osmišljavaju prvu neuronsku mrežu od 40 neurona.

---

<sup>1</sup> <https://www.tableau.com/data-insights/ai/history> (17.4.2023.)

Od polovice 20.og stoljeća dolazi do velikih očekivanja po pitanju umjetne inteligencije. Osmišljavaju se tri zakona robotike, A. Samuel osmišljava program za samoučenje igre dame te se također programiraju računala za igranje šaha. John McCarthy 1956. godine prvi predstavlja izraz umjetna inteligencija te dvije godine kasnije prezentira prvi high-level programski jezik po imenom LISP. Widrow i Hoff 1960. godine predstavljaju jednoslojnu umjetnu neuronsku mrežu. Dok F. Rosenblatt 1962. godine daje dokaz konvergencije perceptrona. 1965. godine se pojavljuje razgovorni program ELIZA, te u narednim godinama također dolazi do ostalih saznanja poput pravila rezolucije, semantičke mreže i ograničenja neuronske mreže.

U 1970-im godinama se pojavljuju sustavi temeljeni na znanju: DENDRAL- sustav temeljen na znanju zaključenom o molekularnim strukturama organskih spojeva na temelju spektroskopije masa – 450 pravila, MYCIN – 550 pravila – nema teorijskog modela kao podloge, uvođenje faktora izvjesnosti, PROLOG - logički programski jezik popularan u Europi, dolazi do ukupnog napretka u obradi prirodnog jezika.

U periodu od 1980. do 1988. godine kompanije su trošile više od milijardu dolara godišnje na ulaganje u UI – industriju. Također u tom periodu dolazi do povratka neuronskih mreža (Werbos algoritam) te se pojavljuje prvi uspješni komercijalni sustav stručnjaka dizajniran za konfiguriranje narudžbi za nove računalne sustave pod nazivom DEC R1.

Zatim dolazi do AI zima (AI winter) , duže vremensko razdoblje sa minimalnim interesom i smanjenim ulaganjima u području UI. Dvije velike zime UI su sredina 1970-ih te krajem 1980-ih zbog ekonomske krize, te prekid financiranja istraživanja na području umjetne inteligencije.

U 90-im godinama 20.og stoljeća točnije 1992. godine dolazi do pojave SVM (Support Vector Machines) – Metoda potpornih vektora. Prvotno je ta metoda bila razvijena 1963. godine no postaje popularna tek 1992. te se primjenjivala za prepoznavanje rukopisa, i u tom segmentu zamijenila je neuronske mreže. Pet godina kasnije Deep Blue (IBM) računalo pobjeđuje šahovskog prvaka Garrya Raskopova. Također iste te godine odigrava se prva RoboCup nogometna utakmica.

S početkom 21. stoljeća komercijalno dostupni postaju interaktivni robotizirani kućni ljubimci („pametne igračke“), te iRobot’s Roomba autonomni usisavač, tj. robot koji vrši radnju uz izbjegavanje prepreka. Sa početkom kreće i Blue Brain projekt 2005. godine, čiji je cilj bio

razviti digitalnu rekonstrukciju mozga. Dok četiri godine kasnije Google razvija autonomni automobil.

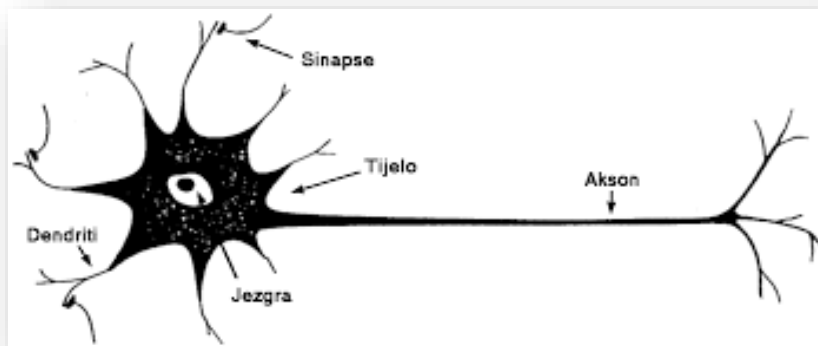
Od 2010. godine pa sve do danas kreće era dubokog učenja, 2011. godine IBM-ovo Watson računalo pobjeđuje na televizijskom kvizu Jeopardy. Pojavljuju se aplikacije na pametnim telefonima koje koriste prirodni jezik da bi odgovorili na postavljena pitanja ili dali prijedloge poput Apple-ove Siri, Google-ovog Google Now te Microsoft-ova Cortana.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> [https://moodle.srce.hr/2022-2023/pluginfile.php/7707251/mod\\_resource/content/1/UI\\_01.pdf](https://moodle.srce.hr/2022-2023/pluginfile.php/7707251/mod_resource/content/1/UI_01.pdf) (19.4.2023)

## 2.1. NEURONSKE MREŽE

Prirodni neuron je osnovni element mozga, slično tome osnovni element od svake neuronske mreže je umjetni ili jednostavan neuron. Neuron je osnovni građevni blok za sve vrste neuronskih mreža. Neurone kao i neuronske mreže možemo podijeliti na biološke i umjetne. Biološki neuron je zapravo osnovni element živčanog sustava poput ljudskog mozga. Sastoji se od tijela stanice, jezgre, dendrita, aksona i sinapsi koje su povezane s drugim neuronima (Slika.1) . Biološki neuron može primiti signale iz svoga okruženja, obraditi te signale te poslati signale drugim neuronima.



Slika 1. Biološki neuron

Izvor: <https://hrcak.srce.hr/file/322233> (20.4.2023.)

Za razliku od biološkog, umjetni neuron je računalni element koji je dizajniran za simuliranje bioloških neurona u umjetnoj neuronskoj mreži. Kao i biološki neuron umjetni također ima mogućnost primanja signala, obrade te slanja tih signala drugim neuronima, no radi različito od biološkog neurona.

Umjetni se neuron po funkcionalnosti može podijeliti na 3 funkcije:

- Propagirajuća funkcija,
- Aktivacijska funkcija, i
- Izlazna funkcija.

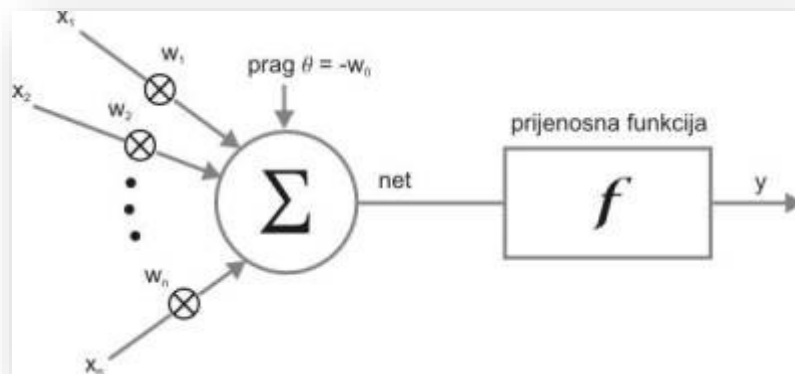
Propagirajuća funkcija je funkcija koja prima unose od povezanih neurona te na te unese neurone multiplicira težine. Rezultat ove funkcije se može izračunati kao suma umnožaka svakog unosa poveznih umjetnih neurona sa težinama koje njima pripadaju.



Aktivacijska funkcija je funkcija koja aktivira umjetni neuron odnosno daje mu mogućnost aktivacije. Svrha aktivacijske funkcije je uvođenje nelinearnosti u izlaz neurona. Aktiviranjem neurona obavlja se određena aktivnost ili funkcija.

Izlazna funkcija je funkcija koja računa vrijednosti koje se prenose neuronima. Za pojedini neuron računa vrijednost iz njegovog stanja dok je aktiviran.

Na Slici 2. „možemo vidjeti općeniti model umjetnoga neurona. Gdje  $x$  varijable predstavljaju ulazne signale koji su uglavnom realni brojevi, težinski faktor  $w$  opisuje jakost sinapse, tijelo stanice je zbrajalo te  $y$  koji je prijenosna aktivacijska funkcija primijenjena na dobivenu težinsku sumu.“



Slika 2. Umjetni neuron

Izvor: <https://www.sumfak.unizg.hr/~botanika/projekt02123/ann.htm> (21.4.2023.)

Biološki neuron je također veoma fleksibilan i ima mogućnost prilagođavanja raznim promjenama u okruženju, dok umjetni neuron ima fiksni skup pravila za obradu signala i nema tu mogućnost prilagođavanja promjenama u danom okruženju. Usprkos tim razlikama, umjetni neuron nadahnut je biološkim neuronima i pokušava simulirati njihovu funkciju kao i sami način rada.

Neuronska mreža je zapravo apstraktni računalni model ljudskog mozga, skup međusobno povezanih jednostavnih procesnih elemenata čija se funkcionalnost temelji na biološkom neuronu. Procjenjuje se da ljudski mozak ima  $10^{11}$  sićušnih jedinica koji se nazivaju

neuroni. Ti neuroni su međusobno povezani s procijenjenih  $10^{15}$  veza. Neuronska mreža se smatra temeljnim funkcionalnim izvorom inteligencije.

Biološka neuronska mreža je jedan složeni sustav neurona u mozgu i samom živčanom sustavu kod ljudi i životinja. Te mreže omogućuju obradu informacija u stvarnom vremenu, što podrazumijeva percepciju, kretnju, osjećaj i razmišljanje. Unutar biološke neuronske mreže dendriti primaju ulaz s drugih neurona, akson prenosi impulse dalje, dok sinapse omogućuju interakciju između neurona. Presinaptički proces oslobađa tvar koja difundira kroz sinaptičku pukotinu i izaziva post sinaptički proces.

Tablica 1. Razlike između BNM i UNM

| Kriterij                     | Biološke neuronske mreže (BNM)                          | Umjetne neuronske mreže (UNM)  |
|------------------------------|---|--|
| <b>Obrada</b>                | Izvode se paralelno, sporije ali superiornije od UNM    | Izvode se paralelno, brže ali inferiornije od BNM                          |
| <b>Veličina</b>              | $10^{11}$ neurona i $10^{15}$ međusobnih veza           | $10^2$ do $10^4$ čvorova (ovisi o vrsti aplikacije)                        |
| <b>Učenje</b>                | Toleriraju nejasnoće                                    | Za toleriranje nejasnoća potrebnim su vrlo precizni i strukturirani podaci |
| <b>Tolerancija na greške</b> | Učinkovitost se pogoršava čak s djelomičnim oštećenjima | Tolerancija na greške jer omogućavaju robusne performanse                  |
| <b>Kapacitet pohrane</b>     | Pohranjuju podatke u sinapsi                            | Pohranjuju podatke u neprekidnim memorijama                                |

Izvor: Izradio autor prema predavanjima iz kolegija Umjetna Inteligencija - <https://moodle.srce.hr/2022-2023/course/view.php?id=154614> (23.4.2023.)

### 2.1.1 Umjetne neuronske mreže

Prvi rad o umjetnim neuronskim mrežama objavili su McCulloch i Pitts 1943. godine. Oni su koristili vrlo jednostavan model neurona koji, kao i biološki neuron, obrađuje signale putem sinaptičke i somatske operacije. Taj vrlo jednostavan model neurona nazvan je perceptron. Perceptron je jednoslojna neuronska mreža koja služi kao linearni klasifikator. Svaka neuronska mreža sastoji se od ulaznog, skrivenog i izlaznog sloja. Ulazni sloj prihvaća ulazne značajke. Pruža informacije iz vanjskog svijeta mreži, na ovom sloju se ne izvode nikakvi proračuni, čvorovi ovdje samo prosljeđuju informacije odnosno značajke skrivenom sloju. U skrivenome sloju čvorovi nisu izloženi vanjskom svijetu, oni su dio apstrakcije koju pruža bilo koja neuronska mreža. Skriveni sloj izvodi sve vrste izračuna na značajkama unesenim kroz ulazni sloj i prenosi rezultat na izlazni sloj. Izlazni sloj donosi informacije koje je mreža naučila u vanjski svijet.

Alexander i Morton su u 1990. godini izjavili da je umjetna neuronska mreža masivno paralelni distribuirani procesor koji je pogodan za pamćenje iskustvenog znanja.

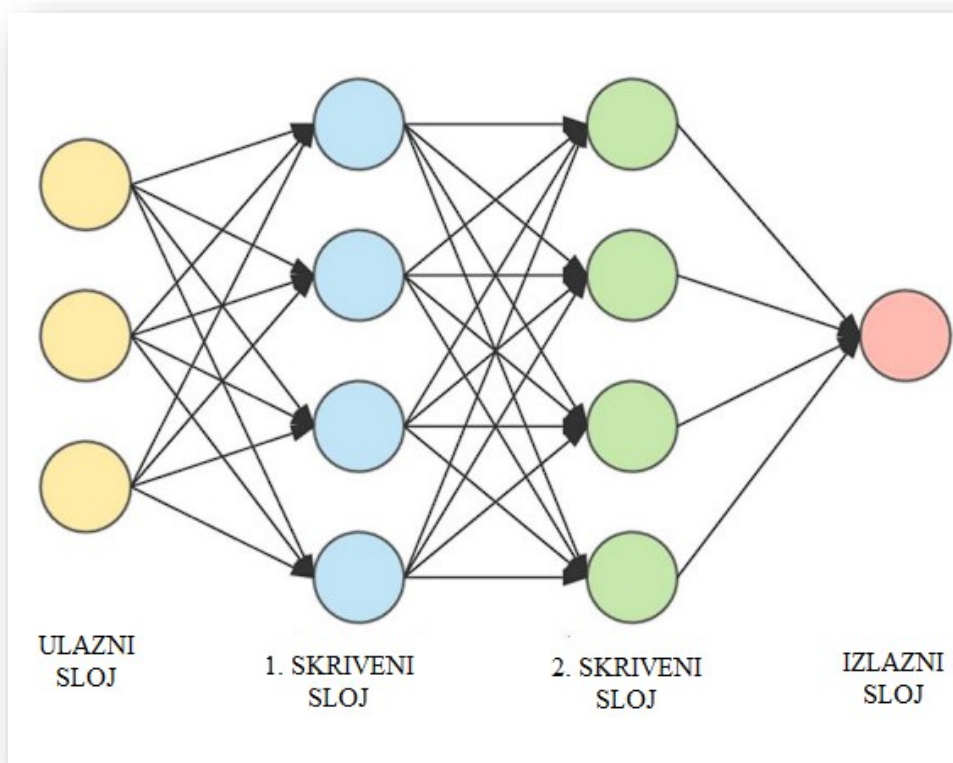
Umjetne neuronske mreže su znači metoda ili vrsta tehnike kojom se razvija umjetna inteligencija. Umjetne neuronske mreže su dio algoritama strojnog učenja odnosno dio onih algoritama koji uče iz primjera, te njihovo učenje zapravo nije eksplicitno. Umjetne neuronske mreže imaju mogućnost prilagodbe na promjene ulaznih podataka, te je to razlog zbog kojeg umjetna neuronska mreža može dati najbolje moguće rješenje bez potrebe za redizajnim izlaznih kriterija.

Umjetne neuronske mreže pokušavaju imitirati strukturu prirodne neuronske mreže ljudskog mozga. Da nam netko zada zadatak da identificiramo pasminu određenog psa iz dobivenih 10 slika različitih pasa, mi bi pregledavali svaku sliku gledajući boju i pasminu psa kako bi mogli definirati način traženu pasminu. Umjetne neuronske mreže mogu procijeniti ova pitanja u djeliću sekunde. Svaki sloj umjetne neuronske mreže koristio bi vlastiti skup koncepata i upita za rješavanje zadanoga zadatka. Konačan ishod bi bio kompilirati sve obrasce koje neuronska mreža može pronaći unutar informacija koje su joj dane.

Različiti dizajni strukture ili topologije same umjetne neuronske mreže se dobivaju povezivanjem različitih umjetnih neurona ili jedinica. Povezivanje umjetnih neurona se može izvoditi na različite načine, te se prema načinu povezivanja mogu podijeliti na:

- Acikličke ili unaprijedne,
- Prečice,
- Rekurzivne ili ponavljajuće, i
- Lateralno ponavljajuće.

Ujedno prema načinu na koji se povežu dobiju svoj naziv poput umjetne neuronske mreže s povratnom ili rekurzivnom vezom.



Slika 3. Umjetna neuronska mreža

Izvor: <https://repozitorij.etfos.hr/en/islandora/object/etfos%3A3043/datastream/PDF/view> (26.4.2023)

## 2.1.2 Konvolucijske neuronske mreže

Također vrijedne spominjanja su konvolucijske neuronske mreže koje su podvrsta umjetnih neuronskih mreža te spadaju u algoritam dubokog učenja koje se najčešće primjenjuju za analiziranje vizualnih i slušnih podataka poput slike, govora i zvuka. Ova vrsta neuronske mreže funkcionira na principu konvolucije. Konvolucija je operacija koja predstavlja dvije funkcije s realnim domenama. Mogu se primijeniti na najjednostavnijem primjeru signala, gdje konvolucija jednog signala s drugim signalom producira treći signal koji može prikazivati više informacija o prvom signalu nego on sam.

Imaju tri glavne vrste slojeva:<sup>3</sup>

- Konvolucijski sloj,
- Sloj sažimanja, i
- Potpuno povezani sloj.

Konvolucijski sloj je prvi sloj konvolucijske neuronske mreže koji je ujedno i njen temeljni građevni blok te se na njemu odvija većina izračuna. On zahtjeva nekoliko komponenti točnije ulazne podatke, filtre te kartu obilježja. U ovome sloju izvodi se sami proces konvolucije te zato i smatra sredinom konvolucijske neuronske mreže. Što je ovaj sloj dublji to se više značajki na samoj slici može detektirati.

Objedinjavanje odnosno sažimanje slojeva provodi smanjenje dimenzionalnosti, smanjujući broj parametara u ulazu, odnosno odgovoran je za smanjenje prostorne veličine konvolucijske značajke. To je smanjenje računalne snage potrebne za obradu podataka. Postoje dva načina operacija sažimanja koje se koriste, sažimanje maksimalnih vrijednosti te prosječno sažimanje. Maksimalno sažimanje radi na način da kako se filtar pomiče preko ulaza, odabire piksel s maksimalnom vrijednošću za slanje u izlazni niz. Prosječno sažimanje se obavlja dok se filtar kreće preko ulaza, izračunava prosječnu vrijednost unutar receptivnog polja za slanje u izlazni niz.

---

<sup>3</sup> <https://www.ibm.com/topics/convolutional-neural-networks#What+are+convolutional+neural+networks%3F>  
(28.4.2023)

Iako se mnogo informacija gubi u sloju sažimanja, on također ima niz prednosti za konvolucijske neuronske mreže. Pomaže smanjiti složenost, poboljšati učinkovitost i ograničiti rizik od prekomjernog opremanja.

Potpuno povezani sloj zapravo opisuje sam sebe. Vrijednosti piksela ulazne slike nisu izravno povezane s izlaznim slojem u djelomično povezanim slojevima. Međutim, u potpuno povezanom sloju, svaki čvor u izlaznom sloju povezuje se izravno s čvorom u prethodnom sloju. Ovaj sloj obavlja zadatak klasifikacije na temelju značajki provedenih kroz prethodne slojeve i njihove različite filtere.

Neke od prednosti konvolucijskih neuronskih mreža su:

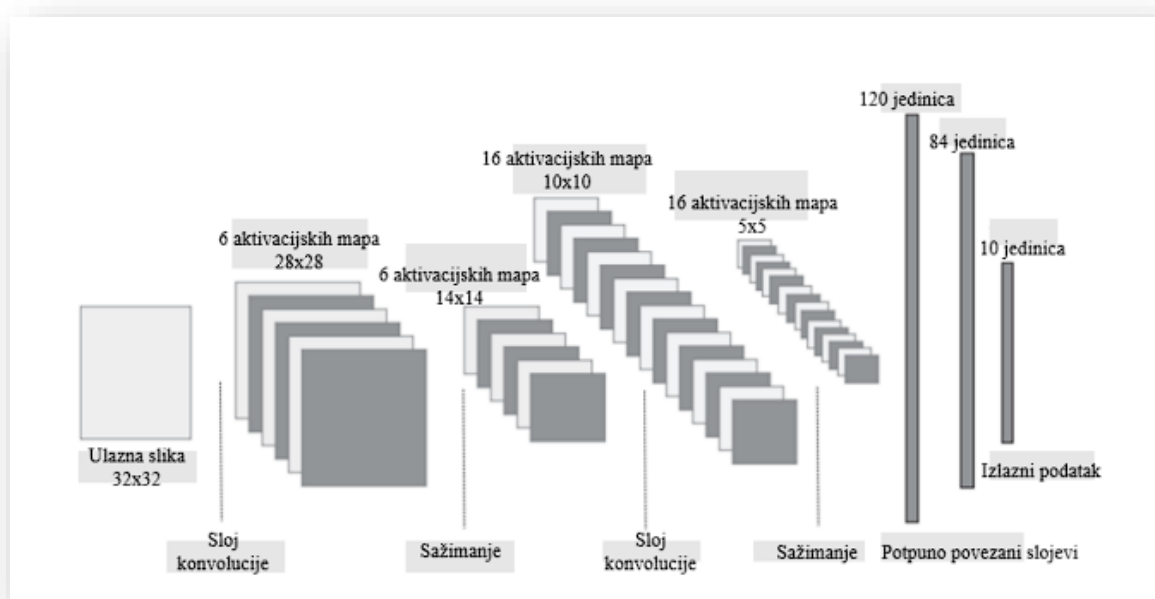
- Dobar u otkrivanju uzoraka i značajki u slikama, videozapisima i audio signalima,
- Otporne na invarijantnost translacije, rotacije i skaliranja,
- Obuka od jednog do drugog kraja, nema potrebe za ručnim izdvajanjem značajki, i
- Može obraditi velike količine podataka i postići visoku točnost.

Dok bi neki od nedostataka bili:

- Računalno skupo za treniranje te zahtijeva velike količine memorije,
- Može biti sklon prekomjernom opremanju ukoliko nema dovoljno podataka ili ako oni nisu pravilno regulirani,
- Zahtjeva velike količine označenih podataka, i
- Interpretabilnost je ograničena, otežano je razumjeti što je točno mreža naučila.

Na slici 4. je prikazana prva uspješna konvolucijska neuronska mreža koju je kreirao Yann LeCun 1990. te godine pod nazivom LeNet arhitektura.

„U ovu vrstu konvolucijske neuronske mreže, ulazni podaci se predstavljaju kao ulazne slike dimenzija 32x32 koje idu kroz sloj konvolucije i za rezultat daju 6 aktivacijskih mapa dimenzija 28x28. One se zatim sažimaju za duplo svoje dimenzije odnosno dobiva se 6 slika dimenzija 14x14. Nakon toga ponovo prolaze kroz sloj konvolucije gdje se dobiva 16 aktivacijskih mapa koje su dimenzija 10x10, dok ih sloj sažimanja reducira na dimenzije 5x5. Cijeli proces je popraćen sa dva potpuno povezana sloja.“<sup>4</sup>



Slika 4. Dijagram LeNet5 konvolucijske neuronske mreže

Izvor: <https://repositorij.unipu.hr/islandora/object/unipu%3A4735/datastream/PDF/view> (30.4.2023.)

<sup>4</sup> <https://repositorij.unipu.hr/islandora/object/unipu%3A4735/datastream/PDF/view>

### 3. UMJETNA INTELIGENCIJA

Kako bi shvatili što je umjetna inteligencija moramo prvo definirati pojam inteligencije kao i pojam nečega umjetnoga. Inteligencija kao pojam se može definirati kao sposobnost objedinjavanja i razdvajanja pojmova, prosudbe i logičkog zaključivanja, te apstraktnog mišljenja. „Dok se ljudska inteligencija može objasniti kao mentalna kvaliteta koja se sastoji od sposobnosti učenja iz iskustva, prilagodbe novim situacijama, razumijevanja te rukovanja različitim konceptima i korištenim znanjima za manipuliranje svojim okruženjem.“<sup>5</sup>

Pojam umjetno u svakodnevnom govoru znači sintetički tj. stvoreno od strane čovjeka te općenito ima negativno značenje kao manji oblik neke stvarne stvari. Umjetni objekti su često superiorniji od stvarnih i prirodnih objekata. Kao na primjer umjetni cvijet, koji je predmet načinjen od svile i žice te raspoređen na način da imitira i svojim izgledom podsjeća na pupoljak ili cvijet. Takva vrsta cvijeta ima prednost u smislu da ne zahtijeva sunce ili vodu kako bi se održavao, te predstavlja praktičan ukras u domu ili nekoj prostoriji. Naravno njegov miris i osjećaj je nepostojeći u odnosu na prirodni cvijet, ali umjetni može izgledati vrlo sličan pravome. Još jedan primjer vrijedan spominjanja je umjetno svjetlo koje proizvode svijeće i žarulje, to umjetno svjetlo je superiornije od prirodnog (Sunčevog) svjetla jer je uvijek dostupno naprema Sunčeve svjetlosti koja se dobiva samo kada se Sunce logično pojavi na nebu. No najbolje se mogu shvatiti prednosti koje pružaju uređaji za umjetno kretanje poput automobila, vlakova, motora te bicikla u smislu brzine, izdržljivosti i olakšanja ljudskog života u odnosu na trčanje i hodanje.

Umjetna inteligencija različitim ljudima znači različite stvari. Neki vjeruju da je umjetna inteligencija zapravo sinonim za bilo koji oblik inteligencije postignut od strane neživih sustava; tvrde da nije važno ako takvo inteligentno ponašanje ne dolazi na isti način kao i kod ljudi. Drugi tvrde da sustavi umjetne inteligencije moraju biti sposobni oponašati ljudsku inteligenciju.

Alan Turing je na prilično jedinstven način definirao umjetnu inteligenciju, izjavio je da „ako postoji stroj iza zastora i čovjek je u interakciji s njim na bilo koji način, bilo to putem

---

<sup>5</sup> <https://www.britannica.com/science/human-intelligence-psychology#ref13341> (3.5.2023.)



zvuka ili neke vrste tipkanja, te se za to vrijeme čovjek osjeća kao da je u interakciji sa drugim čovjekom tada je taj stroj umjetno inteligentan“. To ne cilja direktno na pojam inteligencije, nego se usredotočuje na ljudsko ponašanje i ljudsku prirodu. Iz te perspektive umjetna inteligencija ne znači izgradnju nekog super inteligentnog stroja koji može riješiti bilo koji problem u tren oka, već znači izgraditi stroj koji je sposoban ljudski se ponašati. Gradnja takvih strojeva koji oponašaju ljude ne zvuči primamljivo i interesantno. U moderno vrijeme kada se spomene umjetna inteligencija misli se na strojeve koji su sposobni na obavljanje jednog ili više zadataka poput razumijevanja ljudskog jezika, izvođenje složenih mehaničkih zadataka, rješavanje kompleksnih računalnih problema koji mogu imati veliki broj podataka u maloj količini vremena. Sa stajališta ljudskog ponašanja umjetna inteligencija se može podijeliti na dva aspekta, prvi je inteligentan stroj koji sposoban komunicirati sa ljudima, ali nema sposobnost kretanja. Dok je drugi inteligentan stroj koji uključuje fizičku interakciju s ljudskim kretanjama što spada u područje robotike.

Umjetna inteligencija odnosi se na simulaciju ljudske inteligencije u strojevima koji su programirani da misle i djeluju poput ljudi. Uključuje razvoj algoritama i računalnih programa koji mogu obavljati zadatke koji obično zahtijevaju ljudsku inteligenciju kao što su vizualna percepcija, prepoznavanje govora, donošenje odluka i prevođenje jezika. Umjetna inteligencija ima potencijal napraviti revoluciju u mnogim industrijama i ima širok raspon primjena, od virtualnih osobnih pomoćnika do samo upravljajućih automobila.

Cilj umjetne inteligencije bi zapravo predstavljao stvaranje računalnog softvera ili hardverskog sustava koje pokazuje razmišljanje koje se može usporediti s ljudskim tj. prikazati karakteristike koje se obično povezuju s ljudskom inteligencijom.

Stoga bi neka najjednostavnija definicija umjetne inteligencije bila ta da je umjetna inteligencija znanost izrade strojeva koji rade stvari za koje zahtijevaju inteligenciju ako bi ih izvršavao čovjek.

### 3.1 RAZVOJ UMJETNE INTELIGENCIJE I VELIKI PODACI

Razvijanje umjetne inteligencije se provodi primjenom tehnologija strojnog učenja (ML) te dubokog učenja (DL). Tri glavna koraka razvoja umjetne inteligencije bi onda bili: Veliki podaci (engl. Big data), te već spomenuto strojno učenje i duboko učenje.

Veliki podaci su tehnologija koja služi za prikupljanje, obradu i analizu velike količine podataka. Odnose se na skup podataka koji su u svojoj veličini ogromni te ili pristižu velikom brzinom ili se sastoje od različitih vrsta podataka ili bilo koja od ovih kombinacija koje nadilaze tradicionalnu pohranu unutar relacijskih baza podataka.

Podaci mogu biti podijeljeni na 3 načina:

- Strukturirani,
- Polu-strukturirani, i
- Nestrukturirani.

Strukturirani podaci pohranjeni su u bazi podataka po tipu podataka koji sadrže te spadaju u relacijske podatke. Upotrebom sustava za upravljanje bazom podataka i drugih softverskih alata, visoko uređeni strukturirani podaci mogu se brzo pretraživati, analizirati i obraditi. Svaka stavka informacija čuva se u vlastitom polju ili stupcu i često se bilježi u tabelarnom formatu, poput proračunske tablice ili tablice baze podataka, radi strukturirane pohrane podataka. Određeni broj polja s unaprijed određenim formatom i jednom vrstom podataka kao što su brojevi, datumi ili tekst karakteristike su strukturiranih podataka. To omogućuje korištenje raznih alata za upravljanje bazom podataka za pokretanje upita i jednostavne analize podataka. Podaci o kupcima, podaci o prodaji, financijski podaci i evidencija zaliha su neki od primjera strukturiranih podataka. Poslovna inteligencija, analitika podataka i druge aplikacije koje trebaju brzu i učinkovitu obradu i analizu podataka često koriste ovu vrstu podataka. Budući da se mogu brzo spremirati, obraditi i analizirati pomoću sofisticirane analize podataka i algoritama strojnog učenja, strukturirani podaci ključni su dio velikih podataka.

Nestrukturirani podaci su vrsta podataka bez određene strukture, i nemoguće ih je pohraniti u tradicionalnom obliku, te ih je zbog toga teže analizirati i rukovati njima pomoću različitih alata i tehnika baza podataka. Nestrukturirani podaci najčešće uključuju tekstualne i multimedijske sadržaje, poput e-pošte, videa, fotografija, audio datoteka, prezentacija i drugih vrsta poslovnih dokumenata. Nestrukturirani podaci ne pridržavaju se postavljenog formata ili sheme, za razliku od strukturiranih podataka. Uvidi se sada mogu prikupiti iz nestrukturiranih podataka zahvaljujući nedavnom razvoju obrade prirodnog jezika, računalnog vida i drugih tehnologija strojnog učenja. Za analizu slikovnih i video podataka i prepoznavanje objekata, lica i drugih vizualnih aspekata, mogu se koristiti algoritmi računalnog vida. Budući da čine znatan dio podataka koji se danas prikupljaju, nestrukturirani podaci ključni su dio velikih podataka.

Polu-strukturirani podaci su vrsta podataka koja nije u relacijskoj bazi podataka, no sadrže neke od elemenata strukturiranih podataka koji pojednostavljaju njihovu analizu. Ovu vrstu podatak najčešće koriste web stranice, poruke u e-pošti kao i XML dokumenti. Polu-strukturirani podaci nemaju potpuno definiranu strukturu što znači da neke vrijednosti u poljima neće biti konzistentni, može doći do miješanja teksta, grafike ili tablice gdje će svaki od tih elemenata imati svoj naziv ili oznaku, ali će se razlikovati po sadržaju. Polu-strukturirani podaci su fleksibilniji u odnosu na strukturirane podatke u tome što olakšavaju pohranu i samo rukovanje velikom količinom podataka koji mogu biti različitih oblika i struktura. No kako podaci nisu konzistentni i ujednačeni može ih se teže protumačiti naprema strukturiranih podataka.

Tablica 2. Primjer različitih vrsta podataka

| Nestrukturirani  | Polu-strukturirani   | Strukturirani  |        |      |     |        |   |      |    |       |   |       |    |       |   |        |    |       |   |      |    |       |   |         |    |       |
|--|--|--|--------|------|-----|--------|---|------|----|-------|---|-------|----|-------|---|--------|----|-------|---|------|----|-------|---|---------|----|-------|
| <p>This university has 5600 students.</p> <p>Johns ID is number 1, he is 18 years old and already holds B.Sc. degree.</p> <p>Davids ID is number 2, he is 31 years old and holds a Ph.D. degree. Roberts ID is number 3, he is 51 years old and also holds the same degree as David, a Ph.D. degree.</p> | <pre> &lt;University&gt;   &lt;Student ID="1"&gt;     &lt;Name&gt;John&lt;/Name&gt;     &lt;Age&gt;18&lt;/Age&gt;     &lt;Degree&gt;B.Sc.&lt;/Degree&gt;   &lt;/Student&gt;   &lt;Student ID="2"&gt;     &lt;Name&gt;David&lt;/Name&gt;     &lt;Age&gt;31&lt;/Age&gt;     &lt;Degree&gt;Ph.D.&lt;/Degree&gt;   &lt;/Student&gt;   ..... &lt;/University&gt; </pre> | <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="978 427 1043 504">ID</th> <th data-bbox="1043 427 1182 504">Name</th> <th data-bbox="1182 427 1264 504">Age</th> <th data-bbox="1264 427 1390 504">Degree</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="978 504 1043 573">1</td> <td data-bbox="1043 504 1182 573">John</td> <td data-bbox="1182 504 1264 573">18</td> <td data-bbox="1264 504 1390 573">B.Sc.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="978 573 1043 642">2</td> <td data-bbox="1043 573 1182 642">David</td> <td data-bbox="1182 573 1264 642">31</td> <td data-bbox="1264 573 1390 642">Ph.D.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="978 642 1043 712">3</td> <td data-bbox="1043 642 1182 712">Robert</td> <td data-bbox="1182 642 1264 712">51</td> <td data-bbox="1264 642 1390 712">Ph.D.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="978 712 1043 781">4</td> <td data-bbox="1043 712 1182 781">Rick</td> <td data-bbox="1182 712 1264 781">26</td> <td data-bbox="1264 712 1390 781">M.Sc.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="978 781 1043 851">5</td> <td data-bbox="1043 781 1182 851">Michael</td> <td data-bbox="1182 781 1264 851">19</td> <td data-bbox="1264 781 1390 851">B.Sc.</td> </tr> </tbody> </table> | ID     | Name | Age | Degree | 1 | John | 18 | B.Sc. | 2 | David | 31 | Ph.D. | 3 | Robert | 51 | Ph.D. | 4 | Rick | 26 | M.Sc. | 5 | Michael | 19 | B.Sc. |
| ID   | Name   | Age  | Degree |      |     |        |   |      |    |       |   |       |    |       |   |        |    |       |   |      |    |       |   |         |    |       |
| 1  | John   | 18   | B.Sc.  |      |     |        |   |      |    |       |   |       |    |       |   |        |    |       |   |      |    |       |   |         |    |       |
| 2  | David  | 31   | Ph.D.  |      |     |        |   |      |    |       |   |       |    |       |   |        |    |       |   |      |    |       |   |         |    |       |
| 3  | Robert   | 51   | Ph.D.  |      |     |        |   |      |    |       |   |       |    |       |   |        |    |       |   |      |    |       |   |         |    |       |
| 4  | Rick   | 26   | M.Sc.  |      |     |        |   |      |    |       |   |       |    |       |   |        |    |       |   |      |    |       |   |         |    |       |
| 5  | Michael  | 19   | B.Sc.  |      |     |        |   |      |    |       |   |       |    |       |   |        |    |       |   |      |    |       |   |         |    |       |

Izvor: Izrađeno prema predavanjima iz kolegija Analiza velikih podataka - <https://moodle.srce.hr/2022-2023/course/view.php?id=154610> (11.5.2023.)

Umjetna inteligencija i veliki podaci imaju sinergijski odnos u smislu da umjetna inteligencija zahtjeva veliku količinu podataka za učenje i poboljšanje procesa donošenja različitih odluka, dok analiza velikih podataka upotrebljava umjetnu inteligenciju kako bi se bolje analizirali podaci. „Umjetna inteligencija kada se primjeni na velike podatke pruža prednosti poput; detektiranja odstupanja gdje umjetna inteligencija analizira podatke kako bi se otkrile neobične pojave u njima, može odrediti vjerojatnost nekog ishoda pomoću korištenja poznatoga znanja s vjerojatnošću utjecaja na budući utjecaj, te također može otkriti tj. prepoznati različite uzorke u velikim podacima koje ljudi ne bi mogli prepoznati.“<sup>6</sup>

Bez strojnog učenja ove prednosti ne bi bile moguće koji je glavni pokretač i snaga umjetne inteligencije. Umjetna inteligencija u kombinaciji s velikim podacima ima sljedeće ciljeve: rasuđivanje, strojno učenje, opću inteligenciju, robotiku, obradu prirodnog jezika, računalni vid te programiranje. Porastom analize velikih podataka i dostupnošću samih podataka došlo je do porasta za interesom za umjetnu inteligenciju kao i razvijanjem njene interakcije.

Zaključak je da umjetna inteligencija kako bi sazrijela, te se razvijala i učila zahtjeva ogromnu količinu podataka koju mora obraditi, a u tome veliku ulogu ima već spomenuto strojno učenje.

---

<sup>6</sup> <https://nexusintegra.io/big-data-vs-artificial-intelligence/> (10.5.2023.)

### 3.1.1 Strojno učenje (engl. Machine Learning)

Termin strojno učenje prvi puta se koristi 1959. godine kada ga Arthur Samuel koristi u kontekstu strojnog rješavanja igre dame. Pojam se odnosi na računalni program koji može naučiti drugačije se ponašati naprema onog načina na koji je programiran od strane nekog čovjeka. Strojno učenje je pod-područje umjetne inteligencije koje uključuje razvoj algoritama i statističkih modela koji omogućuju računalima da kroz iskustvo poboljšaju svoje performanse u zadacima. Strojno učenje je takozvani kamen temeljac umjetne inteligencije, te je osnovna ideja strojnog učenja da nauči obavljati određeni zadatak iz dobivenih podataka, identificira različite obrasce i njihovu točnost te koriste te podatke za donošenje raznih odluka ili izvršavanje samih zadataka.

Strojno učenje ima neke ključne koncepte i terminologije koje su specifične za samo funkcioniranje i koje je potrebno znati kada se priča o strojnom učenju.

Prvi od njih su algoritmi koji su središte tijekom rada strojnog učenja. Algoritmi definiraju kako se podaci o učenju iskorištavaju za učenje iz svojih prikaza te se zatim koriste za izradu predviđanja traženih varijabli. Najbolji primjer ovakvog algoritma je algoritam linearne regresije, takav algoritam se koristi kako bi pronašao najbolji način za minimiziranje pogreške između stvarnih i predviđenih vrijednosti tražene varijable. To se obavlja pomoću linearnih jednadžbi. Ova vrsta algoritma se najbolje se može koristiti za probleme koji se mogu prikazati linearnim odnosima, kao naprimjer predviđanje visina osoba na temelju njihove dobi. No ipak nisu svi problemi rješivi s pomoći linearne jednadžbe jer veza između varijable i ulaznih podataka može biti nelinearna te je predstavljena krivuljom, a ne ravnom linijom. Ova vrsta nelinearnog algoritma može biti korištena za probleme koji su prezentirani nelinearnim vezama. Primjer je predviđanje napredovanja bolesti u nekoj populaciji. Ovaj algoritam za cilj ima naučiti kako podijeliti podatke u manje podskupine dok ta podskupina ne bude što sličnija vezi u toj traženoj varijabli. Odabir algoritma za rješavanje traženog problema ovisi o više čimbenika te je često preporučljivo isprobati više algoritama dok se ne nađe onaj koji najbolje rješava traženi problem.

Drugi ključni koncept je obuka, to je proces pomoću kojega algoritam uči. Pomaže konvergirati liniju ili krivulju koja najbolje odgovara na temelju ulaznih skupova podataka i ciljnih varijabli. Tijekom samoga procesa obuke ulazni podaci i traženi cilj se unose u serijama. Tijekom procesa obuke, ulazni skup podataka se dijeli u tri skupine ; obuku, validaciju i

testiranje. Skup podataka o obuci je većina ulaznih podataka i koristi se za prilagođavanje i obuku modela. Skup podataka za validaciju koristi se za procjenu izvedbe modela, dok je testni skup podataka zapravo skup podataka u kojem se vrši konačna evaluacija modela te se utvrđuje može li se on implementirati. Sami proces treniranja i podešavanja je učestao, te zahtjeva puno ponavljanja metode pokušaja i pogreške kako bi se odredila najbolja kombinacija parametara koji će se koristiti u konačnom modelu. Evaluacija modela strojnog učenja vrši se metrikom odnosno metodom pod nazivom metrika procjene, koja određuje koliko je zapravo model dobar.

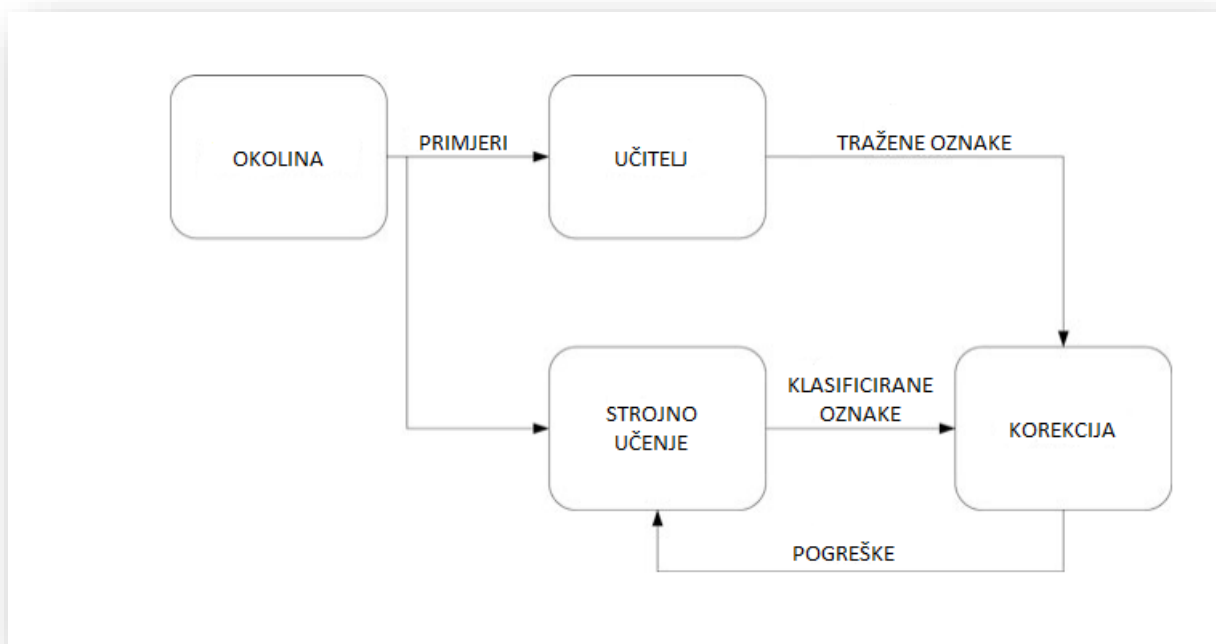
Treći dolazi model. Model strojnog učenja je zapravo produkt koji proizlazi iz procesa obuke. U principu kada se algoritam obučava pomoću danih podataka kao rezultat dobijemo model. Model prihvaća ulazne parametre i daje predviđene vrijednosti tražene varijable, ulazni parametri moraju biti jednaki po strukturi i formatu kao i ulazni parametri podataka namijenjenih za obuku. Model se može zatim formatirati u format koji može biti pohranjen kao datoteka, te se zatim implementirati u tijek rada za generiranje predviđanja. Kako bi se generirala ta predviđanja model se mora deserilizirati odnosno dekonstruirati iz svoje datoteke u kojoj je pohranjen. Ideja pohranjivanja modela na diskove serijalizacijom omogućuje prenosivost tog modela.

Posljednja ključna terminologija je zaključivanje, to je proces generiranja predviđanja iz uvježbanog odnosno obučenog modela. Model koji je obučen na prošlim podacima sada je izložen nevidljivim podacima za generiranje vrijednosti ciljane varijable. Koristi stečeno znanje koji je dobio tijekom faze obuke modela kako bi donio zaključke ili predviđanja o ciljanoj varijabli za prethodno nevidljive ulazne podatke. Cijeli proces faze zaključivanja se izvodi kroz nekoliko koraka, sve započinje s učitavanjem modela, zatim slijedi pretprocesiranje gdje se obrađuju i transformiraju novi podaci, zatim se ti obrađeni podaci unose u model, model zatim koristeći matematičke operacije generira rezultate odnosno dobivaju se predviđanja te posljednja slijedi naknadna obrada gdje se tumače dobivena predviđanja.

„Strojno učenje se prema načinu učenja može podijeliti na 4 načina:

1. Nadzirano učenje (engl. Supervised learning)
2. Ne nadzirano učenje (engl. Unsupervised learning)
3. Ojačano učenje (engl. Reinforcement learning)
4. Polu-nadzirano učenje (engl. Semi-supervised learning) “<sup>7</sup>

Nadzirano učenje je jedno od tehnika učenja strojnog učenja umjetne inteligencije. Računalni algoritam je treniran na ulaznim podacima koji su označeni za određeni ulaz. Algoritam tj. model se uvježbava sve dok ne može otkriti temeljne obrasce i odnose između ulaznih podataka i izlaznih oznaka, te mu to omogućuje da daje točne rezultate označavanja kada mu se prezentiraju nikad prije viđeni podaci. Nadzirano učenje je definirano korištenjem označenih skupova podataka za treniranje algoritama koji klasificiraju podatke te točno predviđaju ishode.



Shema 1. Blok dijagram rada nadziranog učenja

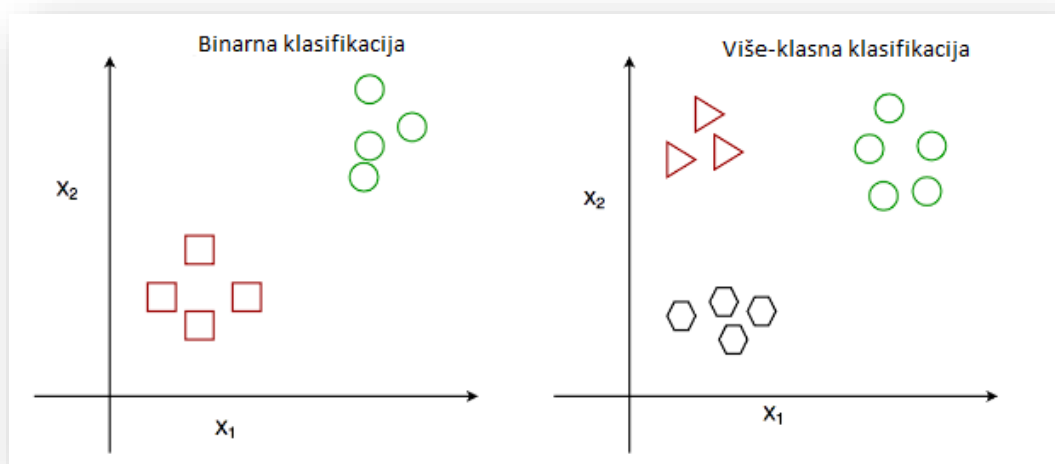
Izvor: Izradio autor prema - Taeho Jo, Machine Learning Foundations – Supervised, Unsupervised, and Advanced Learning, Springer Cham, 2021. str. 11.

<sup>7</sup> Taeho Jo, Machine Learning Foundations – Supervised, Unsupervised, and Advanced Learning, Springer Cham, 2021.



Cilj nadziranog učenja je minimiziranje pogrešne klasifikacije ili pogreške između ciljanog i izračunatog izlaza. Nadzirano učenje je dobro u problemima klasifikacije i regresije poput određivanja kategorije kojoj novinski članak pripada, te zadatak joj je dati smisao podacima u kontekstu određenih postavljenih pitanja. Nadzirano učenje pomaže u rješavanju niza problema koji se nalaze u stvarnome svijetu, od kojih je najjednostavniji primjer klasificiranje neželjene tj. spam e-pošte u zasebnu mapu, a ne u pristiglu poštu.

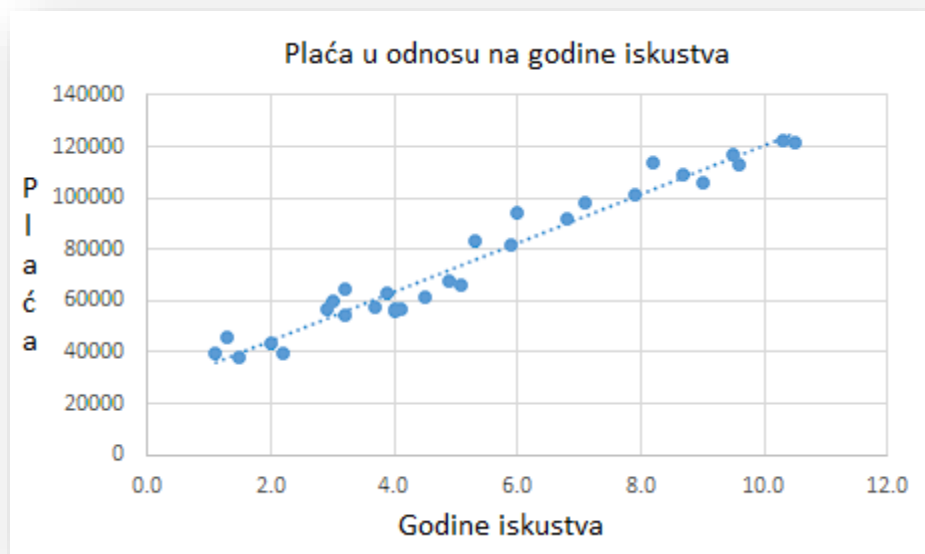
Klasifikacija se može definirati kao proces dodjele jednog ili nekoliko unaprijed definiranih klasa svakoj stavci odnosno predmetu. Najjednostavniji primjer klasifikacije je binarna klasifikacija gdje se stavka klasificira i pridružuje jednoj od dvije ponuđene klase. Binarna klasifikacija je klasifikacija svakog predmeta u pozitivnu ili negativnu kategoriju. Ukoliko se unaprijed definira više klasa, binarna klasifikacija se povećava u više-klasnu klasifikaciju, gdje su primjeri uzoraka svaki alociran u svoju klasu. Ukoliko je dopušteno pridružiti više od jedne kategorije među onima koje su unaprijed definirane to spada među mekanu klasifikaciju te ih je moguće razgraditi. Razgrađivanje više-klasnu klasifikacije u binarnu klasifikaciju, gdje se određeni broj prije definiranih klasa posebice svaki razgrađuje u pojedinu binarnu klasifikaciju koje se zatim klasificiraju u pozitivnu ili negativnu kategoriju odnosno klasu. Vrijedno je također spomenuti klasifikacijske algoritme koji su razvijeni kako bi dali najbolje rezultate za zadatke klasifikacije poput: stabla odluke (Decision tree), slučajnog šumskog klasifikatora (Random Forest Classifier), k-najbliži susjed (K- Nearest Neighbors) te potporni vektorski stroj (Support Vector Machine).



Grafikon 1. Binarna klasifikacija i više-klasna klasifikacija

Izvor: Prilagodio autor prema - <https://www.geeksforgeeks.org/ml-classification-vs-regression/> (12.5.2023.)

Regresija je proces pronalaženja modela ili funkcije za razlikovanje podataka u kontinuirane stvarne vrijednosti umjesto korištenja klasa ili diskretnih vrijednosti. Također se definira kao proces procjene izlazne vrijednosti na temelju više faktora, koristi se kada je cilj predvidjeti neku numeričku vrijednost poput temperature. U klasifikaciji izlazna vrijednost je bila diskretna, dok je u regresiji izlazna vrijednost kontinuirana. Postoje dvije vrste regresije; prva je Uni varijantna regresija gdje se procjenjuje samo jedna izlazna vrijednost te druga multi varijantna regresija gdje se procjenjuje više od jedne izlazne vrijednosti. Uni varijantna regresija znači ima jedan ulazni vektor koji ide u regresijski model te daje jednu kontinuiranu izlaznu vrijednost, dok multi varijantna gdje u regresijski model ulazi više ulaznih vektora te se dobiva onoliki broj kontinuiranih izlaznih vrijednosti koliko je ulaznih vektora ušlo. Regresijski model za cilj ima naučiti matematičku funkciju koja ulazne varijable i vrijednosti preslikava na izlazne. Kao i kod klasifikacijskih algoritama vrijedno je spomenuti i regresijske algoritme poput: Linearne regresije, Laso regresije, Logističke regresije i LGBM regresora.



Grafikon 2. Primjer linearne regresije

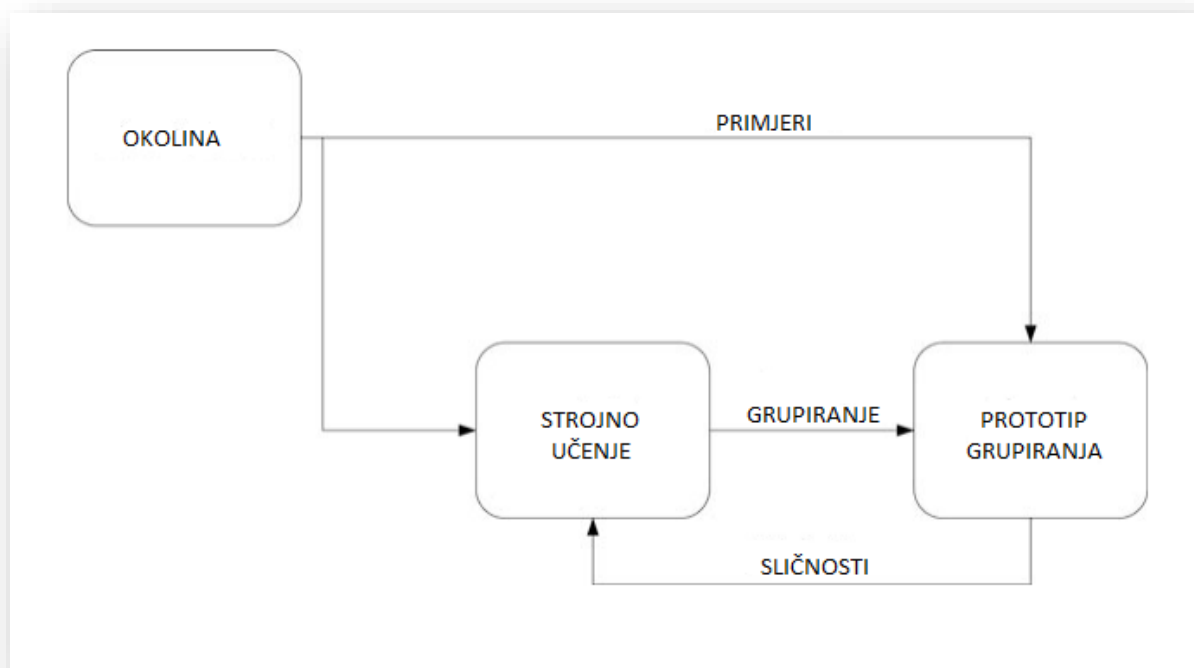
Izvor: Prilagodio autor prema - <https://nhantran.quora.com/Machine-Learning-Polynomial-Regression-with-Python> (16.5.2023.)

Tablica 3. Usporedba klasifikacije i regresije

|    | Klasifikacija  | Regresija   |
|----|--|---|
| 1. | Ciljne varijable su diskretne.   | Ciljne varijable su kontinuirane.   |
| 2. | Bavi se problemima poput klasifikacije neželjene e-pošte i predviđanja bolesti.  | Bavi se problemima poput predviđanja cijena kuća i predviđanja padalina.                                    |
| 3. | U ovom algoritmu pokušava se pronaći najbolja moguća granica odluke koja može razdvojiti dvije klase uz maksimalno moguće razdvajanje. | U ovom algoritmu pokušava se pronaći najprikladnija linija koja može predstavljati ukupni trend u podacima. |
| 4. | Suočava se s problemima poput binarne klasifikacije i više-klasne klasifikacije.   | Suočava se s problemima poput modela regresije kao i nelinearnih modela.                                    |
| 5. | Ulazni podaci su nezavisne varijable i kategorička zavisna varijabla.  | Ulazni podaci su nezavisne varijable i kontinuirana zavisna varijabla.                                      |
| 6. | Dobiveni rezultat su kategoričke oznake.   | Dobiveni rezultat su kontinuirane numeričke vrijednosti.  |
| 7. | Cilj je predvidjeti oznake kategorija odnosno klasa.   | Cilj je predviđanje kontinuiranih brojčanih vrijednosti.  |

Izradio autor prema: <https://www.geeksforgeeks.org/ml-classification-vs-regression/> (18.5.2023.)

Metoda nenadziranog učenja se bavi problemom gdje označeni podaci nisu dostupni. Ne postoji nikakav oblik nadziranih povratnih informacija koje se mogu dobiti iz procesiranja koje se događa, na temelju toga se može misliti da ne spada u strojne vrste učenja no učenje bez nadzora je sastavni dio strojnog učenja. Kao što nadzirano učenje ima klase, tako ne nadzirano učenje ima grupe. Nenadzirano učenje se može definirati kao proces optimiziranja grupiranih prototipa (clustering), ovisi o sličnostima među primjerima učenja. Cilj mu je pronaći skrivene strukture i uzorke u podacima bez ikakvih prethodno dobivenih oznaka ili varijabli.

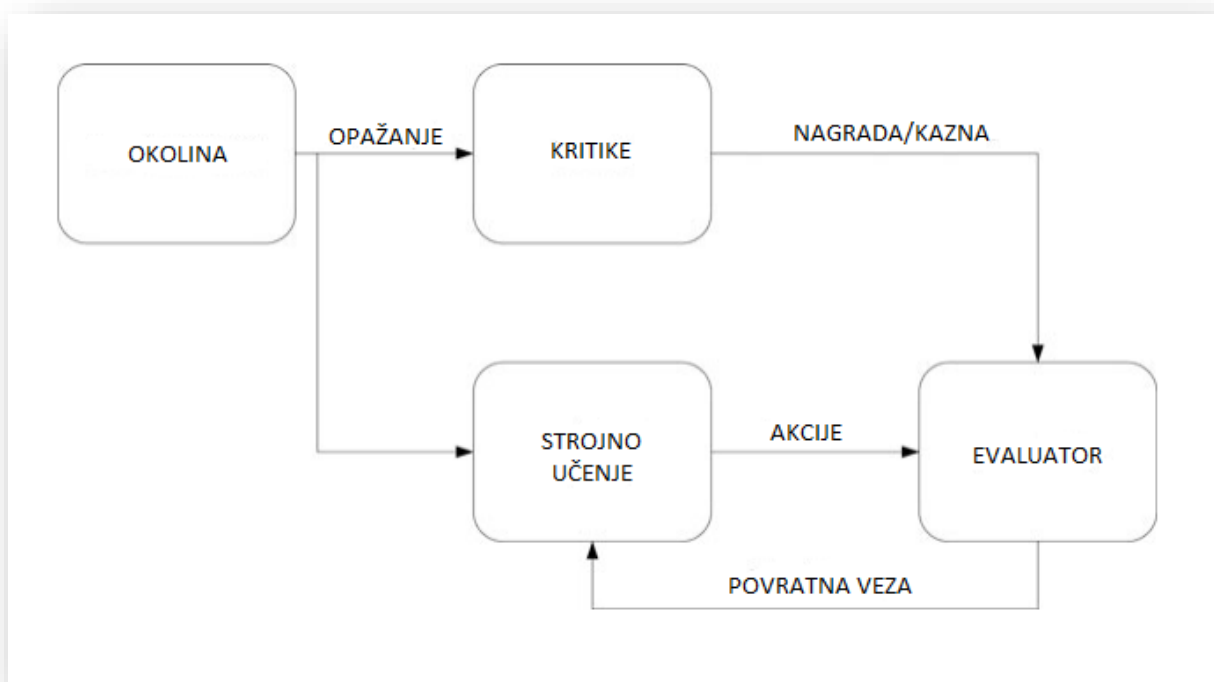


Shema 2. Blok dijagram rada nenadziranog učenja

Izvor: Izradio autor prema – Taeho Jo, Machine Learning Foundations – Supervised, Unsupervised, and Advanced Learning, Springer Cham, 2021. str. 13.

Kod ne nadziranog učenja glavni zadatak je grupiranje (clustering). Grupiranje se može definirati kao proces segmentiranja grupe stavki u podskupine od koje svaka sadrži slične stavke. Za razliku od klasifikacije i regresiju koja se primjenjuje na algoritme nadziranog načina učenja, grupiranje se primjenjuje samo na algoritme ne nadziranog načina učenja. Grupiranje se koristi za automatizaciju zbirke označenih primjera, tako da se grupiranje može integrirati s klasifikacijom za organiziranje podatkovnih stavki. Binarno grupiranje dijeli grupu u dvije podgrupe na temelju sličnosti među stavkama. Jedna grupa stavki je dana kao ulaz, iz te grupe stavki jedna stavka je nasumično odabrana te se na temelju nje rade dvije podgrupe od kojih jedna slična odabranoj stavci, a druga nije.

Ojačano učenje se može definirati kao učenje koje percepciju dobiva iz okoline, to je vrsta učenja gdje se parametri ažuriraju za maksimiziranje nagrade i minimiziranje kazne. U ojačanom učenju ulazni podatak se dobiva iz vanjskog okruženja tj. okoline, dok se izlaz generira kao radnja. Nagrada ili kazna se daje iz okoline kao kritika, i parametri se ažuriraju za dobivanje nagrade i izbjegavanje kazne, koliko god je moguće. Ovaj tip učenja promatra se kao interakcija između okoline i agenta učenja. O nagradi ili kazni odlučuje okolina nakon poduzimanje akcije od strane agenta učenja. Okolina snažno utječe na odluku agenta učenja koja je radnja najpoželjnija iz opažanja. To igra svoju ulogu kritičara koji prosuđuje radnju od agenta učenja. Ojačano učenje koristi algoritme poput Q-učenja tj. Q tablica kako bi kombinirao strategije, različite funkcije vrijednosti i metode učenja kako bi agenti mogli donositi odluke u kompleksnim okruženjima. Q-učenje se koristi za dobivanje optimalne strategije donošenja odluka u okruženju odnosno okolini. Ideja Q-učenja je stvaranje i ažuriranje Q tablice odnosno njenih vrijednosti u koju se pohranjuju nagrade za svaku od kombinacija stanja i akcija.

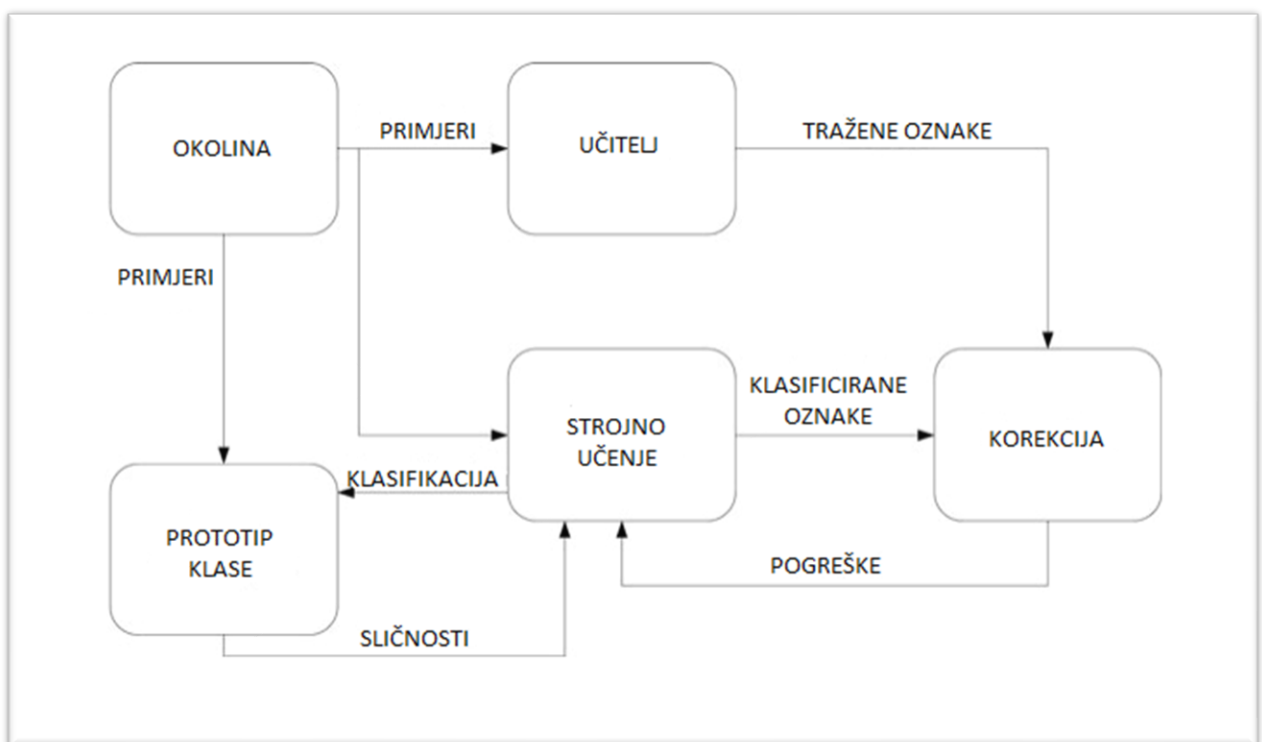


Shema 3. Blok dijagram rada ojačanog učenja

Izvor: Izradio autor prema - Taeho Jo, Machine Learning Foundations – Supervised, Unsupervised, and Advanced Learning, Springer Cham, 2021. str. 15

Polu-nadzirano učenje je vrsta učenja koja spaja tj. kombinira elemente nadziranog i ne nadziranog učenja, koristi označene i ne označene primjere učenja. Namijenjeno je za korištenje

neoznačenih primjera koje je vrlo jeftino nabaviti kao i označene primjere za obuku algoritama za učenje. Strojno učenje uči označene primjere minimizirajući pogreške između njihove ciljne oznake i izračunatih i neoznačenih primjera, ovisno o njihovoj sličnosti, kao mješavina nadziranog učenja i nenadziranog učenja. Dodavanjem neoznačenih primjera, polu-nadzirano učenje primjenjuje se na klasifikacijske zadatke i regresijske zadatke. Činjenica da je označene primjere skupo nabaviti, a neoznačeni su jeftini za napraviti je motivacija za korištenje polu-nadzirane vrste učenja. Ideja je ta da se korištenjem označenih i ne označenih podataka možemo bolje naučiti strukturu podataka. Sama uspješnost polu-nadziranog učenja ovisi o kvaliteti i distribuciji označenih i neoznačenih podataka.



Shema 4. Blok dijagram rada polu-nadziranog učenja

Izvor: Izradio autor prema - Taeho Jo, Machine Learning Foundations – Supervised, Unsupervised, and Advanced Learning, Springer Cham, 2021. str. 14.

### 3.1.2 Duboko učenje (engl. Deep Learning)

Duboko učenje je grana strojnog učenja. Ima sposobnost naučiti složene obrasce i veze tj. odnose unutar samih podataka. U dubokom učenju nema potrebe da se eksplicitno programira. Duboko učenje je postalo popularno u zadnje vrijeme zbog napretka u samoj snazi procesora kao i zbog dostupnosti velikih skupova podataka. Zbog toga što se duboko učenje temelji na umjetnim neuronskim mrežama odnosno dubokim neuronskim mrežama, te neuronske mreže su inspirirane strukturom i funkcijom bioloških neurona u ljudskome mozgu koji su dizajnirani za učenje iz velikih količina podataka. Duboko učenje koristi neuronske mreže za modeliranje i rješavanje složenih problema. Ključna karakteristika dubokog učenja je korištenje dubokih neuronskih mreža koje imaju više slojeva međusobno povezanih čvorova. Ove mreže mogu naučiti složene prikaze podataka otkrivajući hijerarhijske obrasce i značajke u podacima.

Algoritmi dubokog učenja mogu automatski učiti i poboljšavati se iz podataka bez potrebe za ručnim dodavanjem različitih značajki. Duboko učenje najveći uspjeh je postiglo u raznim područjima poput; prepoznavanja slika, prepoznavanja govora, obrade prirodnog jezika te davanja preporuka. Neke od najpoznatijih arhitektura dubokog učenja su konvolucijske neuronske mreže, rekurentne (ponavljajuće) neuronske mreže te mreže dubokog uvjerenja. Obuka samih dubokih neuronskih mreža obično zahtjeva veliku količinu podataka i računalnih resursa, no pojava računalnih oblaka te razvijanje specijaliziranih hardvera poput GPU-a (engl. Graphic Processor Unit) olakšali su treniranje dubokih neuronskih mreža.

Duboko učenje ima svojih prednosti no isto tako ima i nekoliko nedostataka. Sve ove prednosti i nedostatke koji će biti navedeni je potrebno uzeti u obzir kada se razmatra korištenje dubokog učenja u svrhu rješavanja nekoga zadatka.

Tablica 4. Prednosti i nedostaci dubokog učenja

|    | Prednosti dubokog učenja   | Nedostaci dubokog učenja  |
|----|--|---|
| 1. | Visoka točnost - Algoritmi dubokog učenja mogu postići najsuvremenije performanse u raznim zadacima, kao što su prepoznavanje slika i obrada prirodnog jezika.           | Visoki računalni zahtjevi - modeli dubokog učenja zahtijevaju velike količine podataka i računalnih resursa za obuku i optimizaciju.  |
| 2. | Automatizirano učenje značajki - Algoritmi dubokog učenja mogu automatski otkriti i naučiti relevantne značajke iz podataka bez potrebe za ručnim definiranjem značajki. | Zahtijeva velike količine označenih podataka - modeli dubokog učenja često zahtijevaju veliku količinu označenih podataka za obuku, čije prikupljanje može biti skupo i dugotrajno. |
| 3. | Skalabilnost - modeli dubokog učenja mogu se skalirati za rukovanje velikim i složenim skupovima podataka i mogu učiti iz ogromnih količina podataka.                    | Interpretabilnost - Modeli dubokog učenja mogu biti izazovni za tumačenje, što otežava razumijevanje načina na koji donose odluke.  |
| 4. | Fleksibilnost - modeli dubokog učenja mogu se primijeniti na širok raspon zadataka i mogu rukovati različitim vrstama podataka, kao što su slike, tekst i govor.         | Prekomjerno prilagođavanje - modeli dubokog učenja ponekad se mogu previše prilagoditi podacima za obuku, što rezultira lošom izvedbom na novim i nevidljivim podacima.             |
| 5. | Stalno poboljšanje - modeli dubokog učenja mogu neprestano poboljšavati svoju izvedbu kako više podataka postaje dostupno.   | Priroda crne kutije - Modeli dubokog učenja često se tretiraju kao crne kutije, što otežava razumijevanje kako funkcioniraju i kako su došli do svojih preporuka.                   |

Izvor: Izradio autor prema - <https://www.geeksforgeeks.org/introduction-deep-learning/>



### 3.2 OBLICI UMJETNE INTELIGENCIJE

„Umjetna inteligencija se može podijeliti na nekoliko oblika ovisno o razini složenosti te samoj sposobnosti sustava, te vrste bi bile:

1. Slaba (uska) umjetna inteligencija (engl. Narrow Artificial Intelligence)
2. Jaka umjetna inteligencija (engl. Artificial General Intelligence)
3. Umjetna super inteligencija (engl. Artificial Super Intelligence) “<sup>8</sup>

Slaba umjetna inteligencija nazvana i uskom umjetnom inteligencijom je umjetna inteligencija stvorena za rješavanje određenog problema ili izvršavanje određenog zadatka. Ona ne spada pod opću umjetnu inteligenciju te se koristi samo u određene svrhe. Algoritam učenja kod slabe umjetne inteligencije je dizajniran za uspješno izvršavanje jednog zadatka bez ljudske pomoći, te posjeduje sposobnost razmišljanja. Većina aplikacija koje danas postoje koje su bazirane na umjetnoj inteligenciji se mogu kategorizirati kao slaba umjetna inteligencija. Neki od primjera slabe umjetne inteligencije bi bili: Alexa, Siri, samovozeći automobili, Alpha - Go i slično.

---

<sup>8</sup> <https://www.geeksforgeeks.org/artificial-intelligence-an-introduction/> (1.6.2023.)

Tablica 5. Razlike između slabe i opće umjetne inteligencije

| Slaba umjetna inteligencija                                       | Opća umjetna inteligencija                                    |
|---|---|
| <b>Ograničena na rješavanje specifičnoga problema ili zadatka</b> | Izvodi opće (ljudske) inteligentne radnje                     |
| <b>Dobiva fiksne modele domena od strane programera</b>           | Može sama učiti te se razvija ovisno o svom radnom okruženju  |
| <b>Uči iz tisuća dobivenih označenih primjera</b>                 | Uči iz male količine primjera te iz nestrukturiranih podataka |
| <b>Izvršava refleksivne zadatke bez njihovog razumijevanja</b>    | Posjeduje cijeli niz ljudskih kognitivnih sposobnosti         |
| <b>Naučeno znanje se ne prenosi na druge domene ili zadatke</b>   | Prenosi naučeno znanje na druge domene i zadatke              |

Izvor: Izradio autor prema - [https://www.techopedia.com/definition/32874/narrow-artificial-intelligence-narrow-ai#:~:text=Narrow%20artificial%20intelligence%20\(narrow%20AI\)%20is%20a%20specific%20type%20of,be%20applied%20to%20other%20tasks](https://www.techopedia.com/definition/32874/narrow-artificial-intelligence-narrow-ai#:~:text=Narrow%20artificial%20intelligence%20(narrow%20AI)%20is%20a%20specific%20type%20of,be%20applied%20to%20other%20tasks). (3.6.2023.)

Jaka umjetna inteligencija je umjetna inteligencija opće namjene koja može pokazati ljudske sposobnosti poput učenja iz iskustva i zaključivanja, te izvršiti bilo koji zadatak koji je ljudsko biće sposobno izvršiti. Jaku umjetnu inteligenciju je teže stvoriti za razliku od slabe umjetne inteligencije, pravi sustavi jake umjetne inteligencije nisu još realizirani odnosno zasada ne postoje. Ukoliko se ona realizira trebala bi imati sposobnosti poput; apstraktnog mišljenja, pozadinskog znanja, zdravog razuma te razumijevanje uzroka i posljedica.

„Istraživači predviđaju da bi sustavi jake umjetne inteligencije mogli posjedovati mogućnosti više razine poput:

- Rukovati raznim vrstama i algoritmima učenja
- Stvoriti fiksne strukture za sve zadatke
- Razumjeti sustave simbola
- Koristiti različite vrste znanja
- Razumjeti sustave odnosno načine vjerovanja
- Uključiti se u metakogniciju i koristiti metakognitivno znanje“<sup>9</sup>

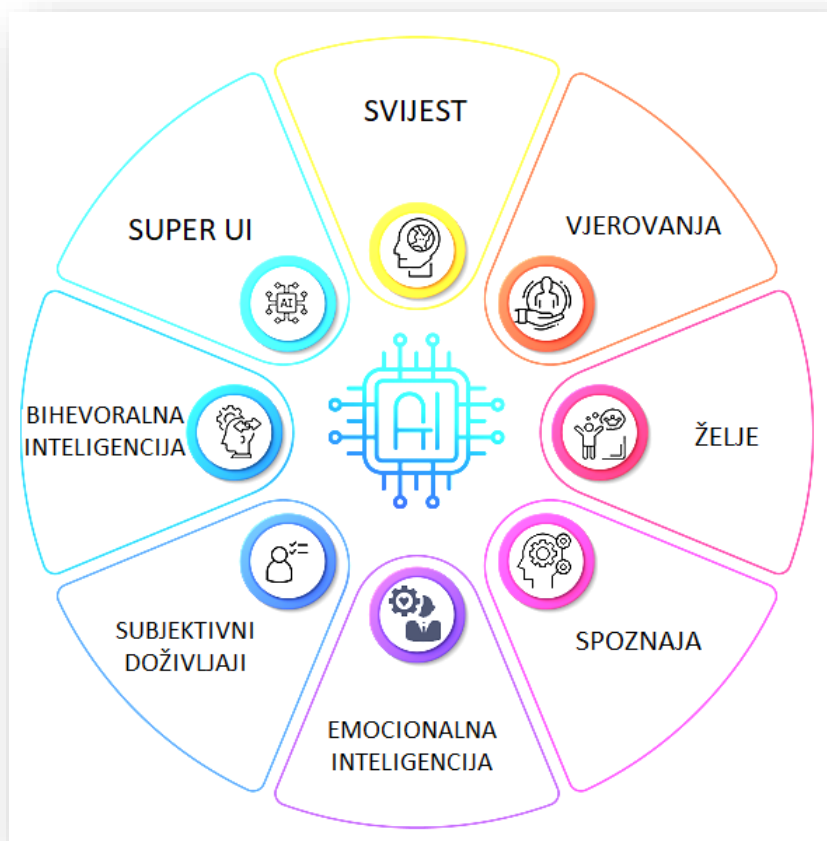
„Mnogi znanstvenici smatraju jaku umjetnu inteligenciju prijetnjom ljudskom postojanju, uključujući Stephena Hawkinga koji je 2014. godine izjavio da bi; “Razvoj potpune umjetne inteligencije mogao bi značiti kraj ljudske rase. Uzletjela bi sama od sebe i sve brže se redizajnirala. Ljudi, koji su ograničeni sporom biološkom evolucijom, ne bi se mogli natjecati i bili bi potisnuti.”<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/artificial-general-intelligence-AGI> (4.6.2023.)

<sup>10</sup> <https://www.edureka.co/blog/types-of-artificial-intelligence/> (4.6.2023.)

Umjetna super inteligencija je oblik umjetne inteligencije koji je sposoban nadmašiti ljudsku inteligenciju manifestiranjem kognitivnih vještina i razvojem vlastitih vještina razmišljanja. Ova vrsta inteligencije smatra se najnaprednijom, najmoćnijom i najinteligentnijom vrstom umjetne inteligencije.



Slika 5. Ljudske mogućnosti umjetne super inteligencije

Izvor: Prilagođeno sa - <https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/super-artificial-intelligence/> (7.6.2023.)

Strojevi sa super inteligencijom su samosvjesni i mogu razmišljati o apstrakcijama i interpretacijama koje ljudi ne mogu. To je zato što je sposobnost razmišljanja ljudskog mozga ograničena na skup od nekoliko milijardi neurona. Umjetna super inteligencija također može razumjeti kao i protumačiti ljudske emocije i iskustva, te razvija vlastita emocionalna razumijevanja, uvjerenja i želje, na temelju sposobnosti razumijevanja umjetne inteligencije.

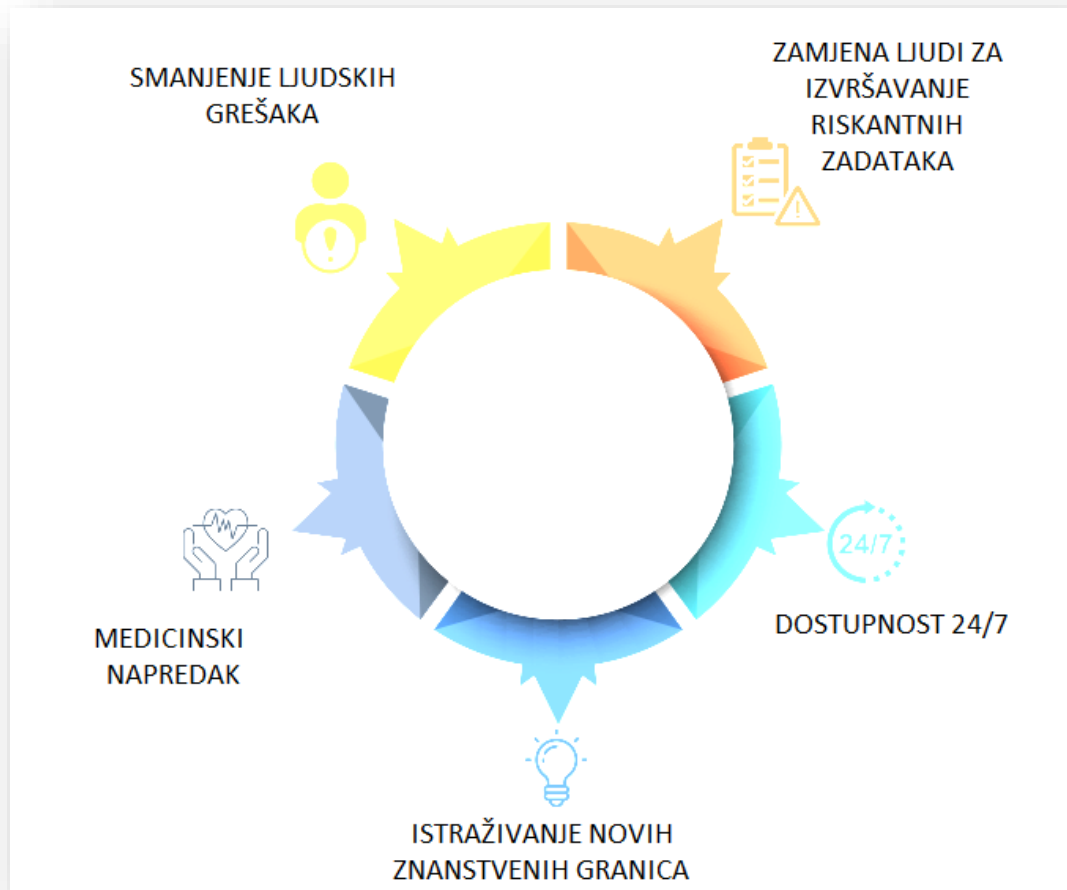
Mnogi stručnjaci smatraju umjetnu super inteligenciju prijetnju čovječanstvu. Neke od njenih potencijalnih prijetnji su prikazane na slici 6.



Slika 6. Potencijalne prijetnje umjetne super inteligencije

Izvor: Prilagođeno prema - <https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/super-artificial-intelligence/> (9.6.2023.)

Unatoč strahovanju raznih stručnjaka, mnogi smatraju da umjetna super inteligencija može biti veoma korisna jer ima mogućnost revolucionarizirati bilo koji profesionalni sektor. Neke od potencijalnih prednosti super umjetne inteligencije su prikazani na slici 7.



Slika 7. Potencijalne prednosti umjetne super inteligencije

Izvor: Prilagodio autor prema - <https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/super-artificial-intelligence/> (13.6. 2023.)

Iako opseg umjetne super inteligencije nije još u potpunosti shvaćen, privukla je veliku pozornost stručnjaka i istraživača diljem svijeta. Donosi velike rizike, no uspije li se umjetna super inteligencija ostvariti, njezine prednosti bi postavile veliko postignuće za čovječanstvo i bile bi vrijedne tih rizika.

### 3.3. PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE

Umjetna inteligencija ima veliki broj praktičnih primjena u raznim industrijama i sustavima od kojih će se istaknuti:

- **Zdravstvo/medicina:** Umjetna inteligencija ostvaruje sve veći utjecaj u polju medicine i zdravstva te omogućava razne primjene i mogućnosti poput; dijagnosticiranja i predviđanja bolesti gdje umjetna inteligencija iskorištava medicinske podatke tj. laboratorijske nalaze i genetske profile kako bi se dijagnosticirale potencijalne bolesti, također može analizirati rendgenske snimke, CT skenove te MRI snimke kako bi pomogla radiolozima u identificiranju i dijagnosticiranju mogućih tumora ili infekcija. Umjetna inteligencija također u kontekstu medicine ima primjenu u pametnim zdravstvenim sustavima u kojima se koristi za razvoj tih sustava koji omogućuju praćenje zdravstvenog stanja pacijenata u stvarnom vremenu točnije njihovih vitalnih znakova, razine aktivnosti te kroničnih bolesti. Tu još spadaju personalizirano liječenje, robotska kirurgija, medicinsko istraživanje i ostali slični primjeri u medicini i zdravstvu na koje umjetna inteligencija uvelike utječe.
- **Financije:** Umjetna inteligencija u financijama odnosno financijskom sektoru otvara brojne mogućnosti i primjene poput; analize rizika gdje umjetna inteligencija analizira velike količine podataka u svrhu identifikacije rizičnih obrazaca i trendova, što pomaže u institucijama poput banaka i tvrtki u procjeni rizika i donošenju informiranih odluka o ulaganju. Veliku primjenu ima i u prediktivnoj analitici u kojoj koristi algoritme strojnog učenja za predviđanje budućeg kretanja tržišta, cijene dionica ili kamatnih stopa, što omogućava raznim investitorima u donošenju provjerenih odluka o ulaganju. Tu je još i kreditno vrednovanje u kojem umjetna inteligencija koristi korisničke podatke točnije kreditnu povijest, prihode i zaposlenje u svrhu procjene kreditnog rizika, što olakšava donošenje odluke o odobravanju kredita i smanjuje utrošeno vrijeme na obradu takvih zahtjeva. Osim ovih primjera, primjene u sektoru financija ima u detekciji prijevara, personaliziranim uslugama i automatizaciji procesa.

- Maloprodaja: U maloprodaji umjetna inteligencija ima brojne i značajne primjene koje mogu pomoći tvrtkama koje se nalaze u tom sektoru. Neki od primjera primjene su; personalizacija iskustva kupaca u kojoj se umjetna inteligencija koristi za prikupljanje i analiziranje podataka o ponašanju kupaca te stvara personalizirane prijedloge proizvoda i usluga. Zatim na temelju analiziranih podataka odnosno preferencija i prijašnjih kupovina može predložiti relevantne proizvode za svakog pojedinog kupca. Ulogu ima i u optimizacije cijene u kojoj analizira tržišne trendove, potencijalne konkurencije i druge faktore kako bi se prilagodila cijena proizvoda. Umjetna inteligencija može pratiti promjene u potražnji i konkurenciji te zatim preporučiti najoptimalnije cijene kako bi se maksimizirao profit odnosno povećala profitabilnost. Ostale ključne primjene u području maloprodaje su poboljšanje sigurnosti, prediktivna analiza zaliha te preporučivanje proizvoda.
- Proizvodnja: U proizvodnji umjetna inteligencija ima primjenu u optimiziranju lanca opskrbe gdje analizira velike količine podataka za identificiranje uzoraka i predviđanja potreba za resursima, materijalima i dijelovima, što omogućava bolje upravljanje zaliha, smanjenje troškova i poboljšanje učinkovitosti samoga opskrbnoga lanca. Ulogu ima i u kontroli kvalitete u kojoj koristi vizualnu analizu i strojno učenje za identifikaciju nedostataka i oštećenja u proizvodima za vrijeme samo proizvodnoga procesa, što omogućava pravovremeno otkrivanje i smanjivanje broja neispravnih proizvoda. Također umjetna inteligencija olakšava obavljanje složenih zadataka u proizvodnom okruženju pomoću robotske automatizacije odnosno programiranja robota. Ti roboti mogu biti opremljeni vizualnim sustavima za prepoznavanje objekata, što im zapravo omogućuje obavljanje preciznih radnji poput montaže, pakiranja i rukovanja proizvoda. Tu još spadaju primjene u personalizaciji proizvodnje proizvoda, prognoziranju potražnje, upravljanju energetsom učinkovitošću te predviđanju kvarova i u održavanju.
- Korisnička služba: Umjetna inteligencija najveću primjenu u korisničkoj službi ima kod chatbotova koji koriste tehnike obrade prirodnog jezika za razumijevanje, rješavanje i odgovaranje na upite korisnika. Chatbotovi mogu biti integrirani u aplikacijama, društvenim mrežama ili web stranicama i pružati informacije i riješiti probleme kod korisnika. Umjetna inteligencija može biti korištena i za



prepoznavanje govora odnosno obradu govora korisnika. To omogućuje korisnicima da putem glasa komuniciraju sa korisničkom podrškom umjesto da tipkaju svoje upite ili čekaju red za vrijeme telefonskog poziva. Umjetna inteligencija još ima primjenu u automatiziranju rješavanja problema te personalizaciji i analizi korisničkog iskustva.

- **Sigurnost:** Umjetna inteligencija ima primjenu u različitim aspektima sigurnosti poput; razvijanja naprednih sustava za nadzor i detekciju unutar sigurnosnih sustava, može analizirati video snimke nadzornih kamera te detektirati neuobičajene aktivnosti poput krađa i provala. Ima primjenu u prevenciji kibernetičkih napada gdje se koristi za razvijanje inteligentnih sustava koji detektiraju i zaustavljaju kibernetičke napade. Analizira velike podatke u mrežnom prometu te otkriva neuobičajene i sumnjive uzorke koju mogu dati naznaku da se radi o napadu ili prijetnji samoj sigurnosti. Također može identificirati ranjivosti u sustavima i predložiti mjere za poboljšanje sigurnosti. Neke od ostalih primjena su biometrijska identifikacija, analiza velikih podataka u svrhu sigurnosti te automatizacija sigurnosnih procesa.
- **Marketing:** Uloga umjetne inteligencije u marketingu raste sve više te omogućava razne prednosti stručnjacima u marketingu kao što su; personalizacija sadržaja kojom se marketinškim timovima omogućava prilagođavanje i personalizaciju sadržaja za svakog pojedinog korisnika na temelju prijašnje analize podataka o ponašanju, demografiji i preferencijama samih korisnika. Isto tako može predvidjeti potrošačke trendove analiziranjem velikih količina podataka o samim potrošačima, trendovima, povijesti kupnji i ostalih medija kako bi se predvidjeli budući trendovi. Predviđanje tih trendova omogućuje prilagođavanje marketinške strategije kod zaduženih stručnjaka. Umjetna inteligencija u marketingu primjenu još ima u analizi i optimizaciji kampanja, marketinškim chatbotovima, preporukama te u samoj automatizaciji marketinga.

- **Obrazovanje:** Uvođenje umjetne inteligencije u obrazovanje pomoglo je povećanju produktivnosti među školama i fakultetima, pomoću personaliziranog učenja u kojemu se prilagođava nastavni materijal te se prati napredak svakog pojedinog učenika te se za njih daju prilagođene preporuke za daljnje obrazovanje. Tu još pomažu virtualni asistenti za učenje koji pružaju pomoć van učionica kroz odgovaranje pitanja, davanje dodatnih objašnjenja i preporučivanje dodatnih materijala. Umjetna inteligencija može pratiti napredak učenika i dati procjenu kroz analizu učenikovih radova, testova i odgovora kako bi profesori dobili informaciju odnosno procjenu kako učenici razumiju određena područja i lekcije koje ih se podučavaju. U kontekstu obrazovanja umjetna inteligencija još ima primjene u adaptiranju materijala i kurikuluma, administrativnim zadacima te prilagodljivom testiranju učenika.

Umjetna inteligencija svojim primjenama revolucionira industrije i pomaže u rješavanju složenih problema. Ljudi iskorištavaju snagu umjetne inteligencije jer posao koji trebaju obaviti raste iz dana u dan. Stoga je automatizacija svakodnevnih zadataka pametna ideja. Ovo štedi osoblje organizacije, a istovremeno povećava učinak. Korištenjem umjetne inteligencije organizacije mogu dobiti kompetentne pojedince za razvoj tvrtke.

### 3.4. TEHNOLOGIJE TEMELJENE NA UMJETNOJ INTELIGENCIJI

Neke od bitnih tehnologija koje su temeljene na umjetnoj inteligenciji su:

- Računalni vid – Područje umjetne inteligencije koje se bavi obradom i analizom vizualnih informacija pomoću računalnih algoritama. Cilj je omogućiti računalima da „vide“ i zapravo razumiju svijet odnosno okolinu oko sebe na sličan način kao i ljudi. Koristi različite algoritme strojnog i dubokog učenja za obrađivanje tih vizualnih podataka. Upravo ti algoritmi pomoću analiziranja digitalnih slika i videozapisa prepoznaju obrasce, objekte, pokrete, lica i druge karakteristike unutar slika. Računalni vid se može primijeniti na probleme poput prepoznavanja objekata i lica, praćenja pokreta, autonomne vožnje i slično.
- Obrada prirodnog jezika (NLP) – je grana umjetne inteligencije koja je fokusirana na omogućavanje razumijevanja, interpretiranja i generiranja ljudskog jezika kod računala, koristeći različite tehnike i algoritme. Glavni zadatci obrade prirodnog jezika su; prepoznavanje govora, označavanje dijela govora, prepoznavanje entiteta odnosno fraza, analize osjećaja te odabira riječi s više značenja. Ima veliki broj primjena poput: otkrivanja neželjene pošte, virtualnih agenata i chatbotova, analize osjećaja društvenih medija, sažimanja teksta i strojnog prevođenja.
- Robotika – Roboti i sustavi automatizacije pokrenuti su umjetnom inteligencijom te mogu obavljati zadatke u proizvodnji, zdravstvu, maloprodaji i drugim vrstama industrija. Robotika se pomoću umjetne inteligencije fokusira na razvoj robotskih sustava koji bi imali sposobnosti učiti, razmišljati i donositi odluke koje su slične ljudskim odlukama. Umjetna inteligencija robotima omogućava sposobnost obrade senzorskih podataka, analiziranju podataka iz okoline i donošenju autonomnih odluka.

- Ekspertni sustavi – su sustavi umjetne inteligencije koji oponašaju sposobnost donošenja odluka ljudskih stručnjaka u određenome području. Razvijeni su kako bi mogli donositi odluke, rješavati probleme i pružati korisne informacije na bazi unaprijed definiranih pravila. Glavna svrha ovih sustava je maksimalno iskoristiti stručnosti ljudi kako bi se one prenijele na računalni sustav kako bi došlo do postizanja određene razine preciznosti, brzine i konzistencije koja nije uvijek moguća s ljudskim stručnjacima. Ekspertni sustavi mogu biti korisni u područjima medicine, prava, financija i inženjerstva.
- Chatbotovi - su virtualni pomoćnici koji se pokreću pomoću umjetne inteligencije te mogu komunicirati s korisnicima putem tekstualnih i glasovnih sučelja. Stvoreni su kako bi simulirali ljudsku interakciju i svojim korisnicima dali relevantne informacije ili dali određene usluge. Umjetna inteligencija chatbotovima daje nekolicinu prednosti poput; jezične obrade, strojnog učenja, kontekstualne svijesti, personalizacije i integracije s bazom znanja.

### 3.5 PREDNOSTI I NEDOSTATCI UMJETNE INTELIGENCIJE

Umjetna inteligencija i strojno učenje dijele mnoge prednosti no isto tako dijele i nekoliko nedostataka.

Tablica 6. Prednosti i nedostaci umjetne inteligencije i strojnog učenja

|    | Prednosti umjetne inteligencije i strojnog učenja  | Nedostaci umjetne inteligencije i strojnog učenja  |
|----|--|--|
| 1. | Brza i precizna obrada podataka - Umjetna inteligencija i strojno učenje mogu automatizirati složene procese i učiniti ih učinkovitijima. To može uštedjeti vrijeme i resurse i omogućiti usredotočivanje na više strateških zadataka. | Kompleksnost - sustavi umjetne inteligencije i strojnog učenja mogu biti kompleksni i teški za implementaciju, zahtijevajući specijaliziranu stručnost i resurse.  |
| 2. | Točnost - Algoritmi umjetne inteligencije i strojnog učenja mogu analizirati podatke i napraviti predviđanja s visokim stupnjem točnosti. To može dovesti do boljeg donošenja odluka i točnijih rezultata.                             | Priistranost - algoritmi umjetne inteligencije i strojnog učenja ponekad mogu proizvesti pristrane rezultate, ovisno o podacima koji se koriste za njihovu obuku. To može dovesti do nepravednih ili diskriminirajućih ishoda. |
| 3. | Pouzdanost - Umjetna inteligencija je u stanju donositi pouzdane odluke bez emocionalnih ili umornih faktora koji imaju utjecaj na ljude.  | Nedostatak transparentnosti - Neki sustavi umjetne inteligencije i strojnog učenja smatraju se "crnim kutijama", što znači da može biti teško razumjeti kako su došli do određene odluke ili preporuke.                        |
| 4. | Personalizacija - Umjetna inteligencija i strojno učenje mogu se koristiti za personalizaciju proizvoda i usluga pojedinačnim korisnicima, na temelju njihovih preferencija i ponašanja.   | Sigurnosni problemi - Sustavi umjetne inteligencije i strojnog učenja mogu biti osjetljivi na napade i pokušaje hakiranja, koji mogu ugroziti osjetljive podatke i sustave, te ugroziti privatne podatke ljudi.                |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 5. | Skalabilnost - Algoritmi umjetne inteligencije i strojnog učenja mogu se primijeniti na velike količine podataka, omogućujući organizacijama skaliranje svojih operacija, rukovanje većim količinama informacija te identifikaciju trendova. | Gubitak radnih mjesta - Kako automatizacija postaje sve prisutnija, može doći do zabrinutosti oko premještanja poslova i utjecaja na radnu snagu, odnosno gubitka radnih mjesta ljudi.                               |
| 6. | Inovacije - Umjetna inteligencija i strojno učenje mogu se koristiti za prepoznavanje novih prilika i stvaranje inovativnih rješenja za složene probleme.  | Kvaliteta podataka - Sustavi umjetne inteligencije i strojnog učenja oslanjaju se na visokokvalitetne podatke kako bi učinkovito funkcionirali. Podaci loše kvalitete mogu dovesti do netočnih predviđanja i odluka. |
| 7. | Ušteda troškova - Automatiziranjem procesa i povećanjem učinkovitosti, umjetna inteligencija i strojno učenje mogu pomoći u uštedi novca i smanjenju troškova kod rješavanja određenih zadataka.   | Nedostatak kreativnosti i intuitivnog razmišljanja - Umjetna inteligencija ne može kreativno razmišljati, nema intuiciju i ne može pokazati ljudsku empatiju, što može biti važno u određenim situacijama.           |

Izvor: Izradio autor prema - <https://www.geeksforgeeks.org/machine-learning-versus-artificial-intelligence/>  
(17.6.2023.)

Prednosti i nedostaci umjetne inteligencije i strojnog učenja variraju ovisno o tome gdje se točno primjenjuju, kao i o kontekstu u kojem se koriste ove određene tehnike.

## 4. PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE U POMORSTVU

Pomorski sektor je ključni dio globalnog gospodarstva, odgovoran je za prijevoz robe i materijala u i iz različitih dijelova svijeta. Pomorstvo je samo po sebi izrazito složeno i izazovno, te čak i mala poboljšanja mogu dati značajne prednosti. Tvrtke u pomorskom sektoru, kako bi ostale konkurentne trebale bi ulagati u rješenja umjetne inteligencije. Umjetna inteligencija tvrtkama može pomoći u automatiziranju zadataka, optimiziranju operacija i donošenju boljih odluka.

Umjetna inteligencija mijenja pomorsku industriju na tri posebna načina – pružanjem djelomične autonomije automatiziranim jedinicama, procjenom procesa i njihovim optimiziranjem te predviđanjem budućih trendova. Iskorištavanje prednosti sve ove tri mogućnosti način je da se nadmaši konkurencija i postignu ciljevi održivosti.

Primjene umjetne inteligencije u pomorstvu su ogromne, neki od tih posebnih slučajeva primjene su:

- Planiranje otpreme kontejnera ( Prediktivno planiranje) – omogućuje brodarskim kompanijama optimizaciju rasporeda plovila. Koristi podatke iz luke poput odredišta, vremena dolaska, putanje te trajanja putovanja koji su im pruženi od strane zajednice lučkih sustava kako bi najefikasnije upravljali svojim putovanjima. Prijevoznici planiraju i mijenjaju rasporede dolazaka kako bi izbjegli moguća zakašnjenja i zastoje pomoću podataka o prometu plovila. Umjetna inteligencija im omogućava da se lakše nose s nekakvim nepredviđenim scenarijama koji mogu biti uzrokovani hitnim slučajevima i prisilnim promjenama rute.
- Organizacija pozicioniranja kontejnera – Strojevi koje pokreće umjetna inteligencija mogu optimizirati pozicioniranje kontejnera kako bi najefikasniji način iskoristili raspoloživi prostor. Strojevi postavljaju kontejnere uz pomoć računalnog vida, donoseći autonomne odluke nakon učenja nenadziranim metodama. U praksi to izgleda tako da uređaj za praćenje prenosi sliku na uređaj koji identificira odnosno klasificira kontejner prepoznajući varijable poput veličine i oblika kontejnera. Nakon toga procjenjuje trenutnu konfiguraciju broskog skladišta kako bi se pronašao idealan i prikladan prostor za novi kontejner. Osim ovoga, ima mogućnost

otkrivanja pogrešno pozicioniranih kontejnera na temelju prije identificiranih uzoraka te ih preurediti. Ovisno o samim preferencijama prijevoznika, ove operacije mogu biti nadzirane ili autonomne.

- Planiranje putovanja i predviđanje ruta – Tvrtnke na temelju podataka u stvarnom vremenu mogu predvidjeti odnosno optimizirati svoje rute ovisno o varijablama poput vremena te reagirati na neočekivane događaje. Najbolji primjer zašto je ovakav model predviđanja kritičan za pomorstvo i pomorski sektor je incident u 2021. godini u Sueskom kanalu, kada je najfrekventnija ruta pomorskog prometa bila potpuno blokirana.
- Optimizacija potrošnje goriva i smanjenje emisija – Iako je cestovni promet taj koji stvara veliku većinu emisija CO<sub>2</sub> u logističkom sektoru, udio emisija iz pomorskog prometa u posljednjem desetljeću je u sve većem porastu. Rast e-trgovine odnosno online kupnje utječe na rast potražnje za globalnim pomorskim prijevozom. Iz toga razloga potreba su rješenja umjetne inteligencije koja će omogućiti smanjenje emisija brodova, jedan od primjera je predviđanje rute uključujući čimbenike potrošnje goriva. Osim smanjivanja emisija, umjetna inteligencija prijevoznicima može pomoći u smanjivanju njihovog utjecaja na onečišćenje. Mnoge brodarske tvrtke su u naumu postizanja tih ciljeva odlučile promijeniti se s linearnih na kružne strukture opskrbnoga lanca uz pomoć umjetne inteligencije.
- Autonomni brodovi i lučke operacije – Umjetna inteligencija i algoritmi strojnog učenja generiraju pokrete automatiziranih strojeva, što je omogućilo djelomičnu autonomiju jedinica poput brodova ili luka. Time postaju manje osjetljivi na ljudsku grešku te se smanjuje potražnja za radnom snagom kao i sami troškovi. Prijevoznicima omogućuje uštedu dragocjenog vremena zbog brzine automatiziranih procesa upravljanja teretom. Brodarske tvrtke mogu automatizirati kontejnerska vozila, dizalice i druge elemente koji upravljaju teretom. Automatizirana vozila su vitalna za rast cjelokupnog logističkog sektora, te pomorstvo također nije iznimka u tome. Diljem svijeta luke su započele koristiti takvu vrstu opreme u svojim objektima za istovar i utovar tereta te za najefikasniju distribuciju kontejnera. Kina predvodi u korištenju ove opreme te se očekuje da će do 2025. godine, luke u Kini uvesti do 7000 autonomnih kontejnerskih kamiona.



Zbog stabilnih uvjeta u lukama, automatizacija samovozećih vozila je prilično jednostavna. Naprema redovnih cesta, u lukama nema nepredviđenog prometa, što je velika prednost za samovozeća vozila. Još jedno područje koje se ubrzano razvija u kontekstu autonomije je autonomna plovidba. Autonomni samovozeći sustavi upravljanja brodom smanjuju vjerojatnost ljudske pogreške koja je najčešći uzrok sigurnosnih upozorenja i nesreća.

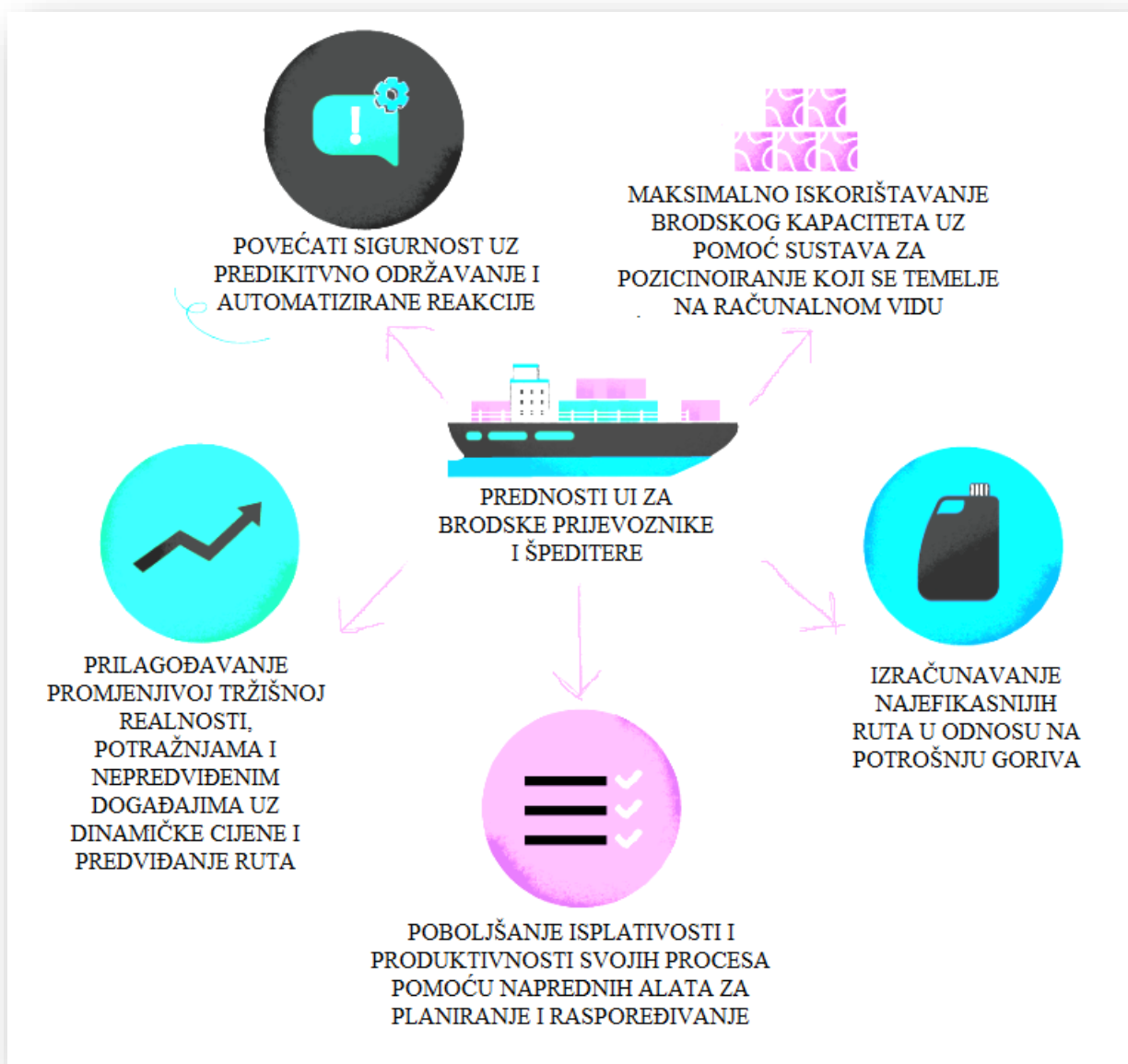
- Prediktivno održavanje – Brodarske tvrtke i tvrtke za upravljanje lukama koriste algoritme strojnog učenja i umjetne inteligencije za potrebe prediktivnog održavanja. Umjetna inteligencija omogućuje identificiranje problema kod strojeva prije nego što se oni eskaliraju tj. prije nego što dođe do zastoja koji mogu naštetiti cijelom opskrbnom lancu. Ovakva vrsta održavanja važna je za brodove zbog samoga načina funkcioniranja pomorske industrije. Jedna standardna pomorska ruta između Azije i Europe koja ide kroz Panamski kanal traje minimalno 22 dana, te tijekom tog vremena sami pristup podršci za održavanje može biti ograničen ili čak nemoguć. Umjetna inteligencija može identificirati probleme prije pokretanja rute, štedeći troškove brodskih tvrtki, te prijevoznicima omogućuje pravovremeno reagiranje umjesto oslanjanja na klasične preventivne mjere te time produžiti vijek trajanja broda.
- Dinamično određivanje cijena za brodsku industriju - Dinamičko određivanje cijena nije nov koncept, ali brodarska industrija još je daleko od toga da ga u potpunosti prihvati. Sve manja predvidljivost tržišta omogućava da ideja dobije sve veću količinu pozornosti na globalnoj razini. Algoritmi dinamičkog određivanja cijena procjenjuju cijenu koja je optimalna za prihod pomoću funkcije potražnje, izgrađene na temelju povijesnih podataka. Suprotno tradicionalnim jednadžbama, dinamički model također treba uključivati fluktuirajuće tržišne tendencije poput; kapaciteta plovila, cijene goriva, kašnjenja u opskrbnome lancu te vrhunca prodaje.
- Predviđanje potražnje – Kada se uzme u obzir kompliciranost strukture lanca pomorske opskrbe te same količine vremena koja je potrebna za otpremu robe i tereta, svaka moguća pogreška je veoma skupa. Standardne transportne rute traju danima ili čak tjednima te je nemoguće u stvarnome vremenu reagirati na promjene u potražnji na isti način na koji to može kopneni prijevoz. Zato je pomorski transport

robe važno planirati unaprijed te su prediktivni algoritmi umjetne inteligencije ključni za tu svrhu planiranja.

- Pojednostavljenje uredskih operacija uz pomoć obrade prirodnog jezika (NLP) – Uz sve što umjetna inteligencija obavlja u „vanjskome“ svijetu jednaki utjecaj ima i uredskim operacijama. Tvrtke pomoću obrade prirodnog jezika mogu pojednostaviti upravljanje fakturama automatizacijom prikupljanja informacija, generiranjem dokumenata ili uvođenjem digitalnih pomoćnika.

## 4.1. PREDNOSTI KORIŠTENJA UMJETNE INTELIGENCIJE U POMORSKOJ INDUSTRIJI

Globalizirani svijet danas uvelike ovisi o pomorskoj industriji, stoga je optimizacija njezinih procesa ključna za gospodarstva. Umjetna inteligencija može imati pozitivan utjecaj na sve faze procesa otpreme. Sve strane imaju korist od implementacije umjetne inteligencije.



Slika 8. Prednosti umjetne inteligencije za brodske prijevoznike i špeditere

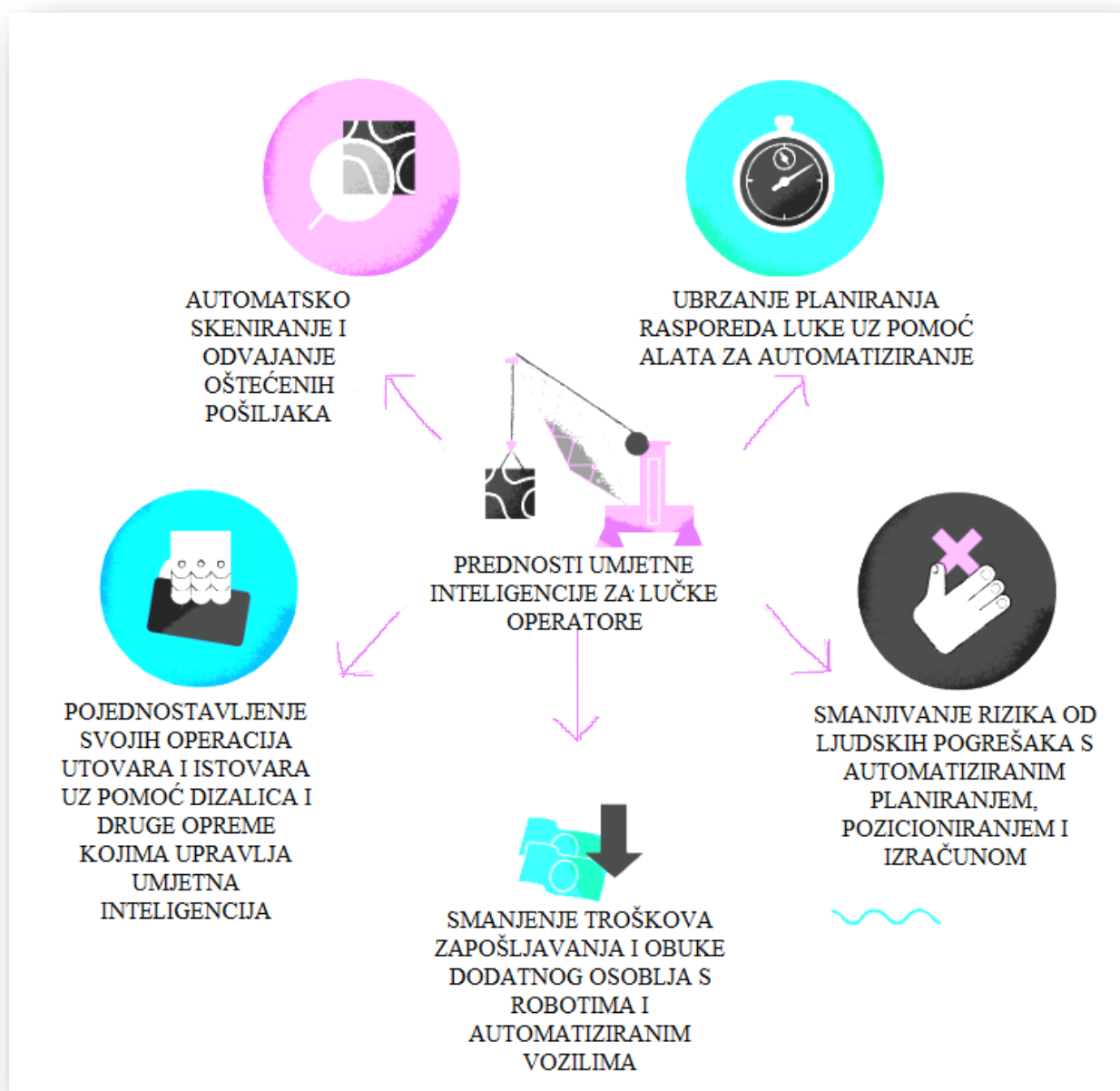
Izvor: Prilagodio autor prema - <https://nexocode.com/blog/posts/ai-in-maritime-artificial-intelligence-solutions-in-the-shipping-sector/> (20.6.2023.)

Kod prijevoznika i špeditera te prednosti su:

- poboljšanje isplativosti i produktivnosti svojih procesa pomoću naprednih alata za planiranje i raspoređivanje,
- prilagođavanje promjenjivoj tržišnoj realnosti, potražnjama i nepredviđenim događajima uz dinamičke cijene i algoritme za predviđanje ruta,
- izračunavanje najefikasnijih ruta u odnosu na potrošnju goriva,
- povećanje sigurnosti uz prediktivno održavanje i automatizirane reakcije, i
- maksimalno iskorištavanje broskog kapaciteta uz pomoć sustava za pozicioniranje koji se temelje na računalnom vidu.

Dok s druge strane kod lučkih operatera te prednosti bi bile:

- Pojednostavljenje svojih operacija utovara i istovara uz pomoć dizalica i druge opreme kojima upravlja umjetna inteligencija,
- Smanjenje troškova zapošljavanja i obuke dodatnoga osoblja s robotima i automatiziranim vozilima,
- Smanjivanje rizika od ljudskih pogrešaka s automatiziranim planiranjem, pozicioniranjem i izračunom,
- Ubrzanje planiranja rasporeda luke uz pomoć alata za automatiziranje, i
- Automatsko skeniranje i odvajanje oštećenih pošiljaka.



Slika 9. Prednosti umjetne inteligencije za lučke operatore

Izvor: Prilagodio autor prema - <https://nexocode.com/blog/posts/ai-in-maritime-artificial-intelligence-solutions-in-the-shipping-sector/> (22.6.2023.)

## 5. PRIMJENA UMJETNE INTELIGENCIJE U PROMETU

Umjetna inteligencija se u prometu odnosno u cestovnome prometu koristi kako bi pomogla pri analizi podataka u stvarnome vremenu koji su dobiveni iz različitih prijevoznih sredstava, što uključuje automobile, autobuse i vlakove. Umjetne inteligencija analizira te informacije kako bi se pronašli uzorci koji mogu ukazivati na sigurnosne rizike. Zatim se te informacije koriste za predlaganje načina za ublažavanje takvih rizika i smanjenja broja nesreća koje se mogu dogoditi.

„Mnogi procesi u cestovnom prometu mogu se značajno unaprijediti. Korištenje umjetne inteligencije u svrhu upravljanja i održavanja prometa ima mnoge prednosti:

- Omogućuje tečnost prometa bez velikih prometnih gužvi te je dobar za okoliš.
- Omogućava optimizaciju mnogih poslovnih procesa poput isporuka, što ima veliku korist za gospodarstvo.
- Smanjuje ljudsku pogrešku koja je daleko najveći uzrok nesreća kroz sveobuhvatno upravljanje odvijanja prometa. Uklanjanjem ljudskog faktora moglo bi doći do drastičnog smanjivanja broja nesreća.
- Predstavlja mnoge mogućnosti poput „Truck Platooninga“, što je koncept elektroničnog povezivanja nekoliko kamiona koji voze u konvoju na autocesti. Ljudski vozač sjedi u prvom odnosno vodećem vozilu, dok umjetna inteligencija preuzima kontrolu nad ostalim sljedećim vozilima“<sup>11</sup>

Umjetna inteligencija ima veliku ulogu i u inteligentnim transportnim sustavima (ITS). Inteligentni transportni sustavi obuhvaćaju primjenu senzorskih, analitičkih, kontrolnih i komunikacijskih tehnologija u kopnenom transportu kako bi se poboljšala sigurnost, mobilnost i učinkovitost. Inteligentni transportni sustavi uključuju širok raspon aplikacija koje obrađuju i dijele informacije kako bi se smanjile gužve, poboljšalo upravljanje prometom, smanjio utjecaj na okoliš i povećale prednosti prijevoza za komercijalne korisnike i javnost općenito.

---

<sup>11</sup> <https://www.clickworker.com/customer-blog/artificial-intelligence-road-traffic/#ITS> (24.6.2023.)

Uz pomoć raznih algoritama umjetna inteligencija i strojno učenje primjene u inteligentnim transportnim sustavima su:

- Otkrivanje anomalija na cestama – Stanje ceste ima veliki utjecaj na promet te može dovesti do prometne nesreće, kašnjenja i uzrokovanja štete na vozilu. Otkrivanje anomalija odnosno oštećenja na cesti ima važnu ulogu u samome razvoju inteligentnih transportnih sustava. Glavni cilj ovoga sustava detekcije je detektirati neravnine i rupe na cesti te obavijestiti vozača, kako bi se vozilo moglo iskontrolirati te spriječiti bilo kakva moguća oštećenja. Praćenje cestovnih površina poput otkrivanja cesta se može vršiti pomoću pametnih mobilnih uređaja koji su opremljeni GPS-om i uređajem za mjerenje akceleracije koji prikuplja podatke o ubrzanju. Te se ti podaci mogu koristiti za buduće analize stanja ceste.
- Detektiranje toka prometa i predviđanje vremena putovanja – Točno i pravovremeno detektiranje informacija o prometu je izrazito važno. Kako se tijekom godina povećao broj stanovnika tako se povećao i protok prometa, no to je dovelo do stvaranja prometnih nesreća i kašnjenja u transportu. Tehnike strojnog učenja su se pokazale sposobnima rješavati obrasce toka prometa te pridonijeti razvoju inteligentnih transportnih sustava. Predviđanje vremena putovanja cestovnih vozila također ima važan doprinos razvoju inteligentnog transportnog sustava. Javni prijevoz poput vlakova i autobusa može se efektivno koristiti ako postoji učinkovit sustav za otkrivanje protoka prometa i procjenu vremena putovanja.
- Otkrivanje i prevencija nesreća – Prevencija i otkrivanje nesreća u cestovnom prometu ključni su za razvoj pametnog prometnog sustava. Stvaranje pametnoga sustava za sprječavanje nesreća može spasiti ljudske živote. Omogućava vozačima da izbjegavaju uobičajene pogreške i usredotoče se na cestu kako bi se spriječile nesreće. Sustav za sprječavanje nesreća može obavijestiti vozača o svim kritičnim scenarijima i može upozoriti vozača da djeluje na vrijeme i izbjegne potencijalne nesreće, te njihovo brzo otkrivanje može sugerirati vozaču da ne ide tom određenom cestom te ga obavijestiti o mogućem kašnjenju do njegove određene lokacije.

- Pametno gradska svjetla – Za sami razvoj inteligentnog transportnog sustava veoma je korisno implementirati pametnu uličnu rasvjetu u gradu. Velika potrošnja energije dolazi od upaljene ulične rasvjete tijekom cijele noći. Uvođenjem pametne gradske rasvjete, potrošnja energije može se drastično smanjiti. Pametna gradska svjetla uvedena su na temelju IoT (internet stvari) infrastrukture. Za kontrolu mehanizma ulične rasvjete koriste se pametni senzori, GPS te bežični način komunikacije. Ti senzori pomažu u otkrivanju pokreta koji se automatski upravljaju LED svjetala ovisno o korištenju ulice noću. GPS se koristi kao centralizirani sustav za nadziranje svjetla te snimanje lokacije i podataka o gradu kako bi se lakše moglo održavati i popravljati oštećenja na svjetlima. Svjetlosne lampe na ulicama će biti opremljene kamerama i sensorima za detektiranje promjena vremena, oštećenih vozila koja su zaglavljena na ulici te će registrirati pješake i vozila koja prolaze tom ulicom. Te informacije će se koristiti za kontroliranje gradskih svjetala te će se moći obavljati učinkovita štednja energije što će pridonijeti bržem održavanju i razvoju pametnih gradova.
  
- Gradska infrastruktura – Sustav pametnoga gradskog prijevoza kako bi funkcionirao zahtjeva postojanje pametne infrastrukture, to će na mnoge načine beneficirati modernome prijevozu. Promjene u infrastrukturi pružaju veliki utjecaj na sustav javnog prijevoza i osiguravaju učinkovite načine komunikacije među različitim vozilima. Takva komunikacija među vozilima može se vršiti pomoću GPS uređaja te dati informacije poput detekcije položaja i brzine vozila. Te informacije se zatim učitavaju na server i koriste se kao upozorenje vozaču o obližnjem vozilu, to može pomoći u izbjegavanju nesreća i sudara kroz obavještavanje vozača o drugim vozilima u blizini, njihovim brzinama, kretanju i gužvi na cesti.
  
- Sustav za upravljanje sigurnosnim i hitnim slučajevima – Zbog broja nesreća i sudara na cestama, uvijek postoji rizik za ljude koji ulicom putuju kao pješaci. Čak i uz najnoviju tehnologiju u vozilima, sigurnost je glavna briga unutar razvoja inteligentnih transportnih sustava. Umjetna inteligencija je veoma važna u sigurnosti i upravljanju hitnim slučajevima pametnoga prijevoza. Tehnike umjetne inteligencije koriste se za razvoj pouzdane i sveobuhvatne baze podataka o nezgodama koje mogu pružiti informacije za trendove i analiziranje prometnih



nezgoda. Informacije i analize se zatim mogu koristiti za pružanje sigurne mobilnosti ljudima.

- Autonomna vozila – Napredovanje umjetne inteligencije omogućilo je uvođenje samovozećih vozila za one ljude koji imaju mogućnosti iskoristiti tu najnoviju tehnologiju. Autonomna odnosno samovozeća vozila koriste kombinaciju najnovijih tehnologija poput senzora, kamera, radara i tehnologija umjetne inteligencije za kretanje s jednog na drugo mjesto. Autonomna vozila zahtijevaju veliko povjerenje ljudi zbog pitanja sigurnosti kod ovakvih vrsta vozila. Korištenjem samovozećih vozila primijećene su velike promjene u transportnom sustavu kao i u njihovom utjecaju na sigurnost prometa i smanjenja zagušenja povodom njihovog predviđanja zbog umjetne inteligencije. Također se javlja opcija dijeljenja vožnje (Ride-sharing) pomoću kojega se mogu smanjiti gužve na cestama kao i potrošnja energije.
- Pametni sustav upravljanja parkiranjem – Algoritmi umjetne inteligencije pomogli su razvoju pametnih sustava parkiranja, koji su ključni za rast i razvoj pametnih gradova. Mnoga sveučilišta, fakulteti i javna mjesta suočavaju se s problemom organiziranja sistematskog sustava parkiranja kako se ne bi gubilo vrijeme na traženje parkirnog mjesta. Povodom toga, potreban je dobar strukturiran sustav koji ima mogućnost otkrivanja slobodnih parkirnih mjesta te može obavijestiti vozača unaprijed. Upravo to koristeći tehnologije umjetne inteligencije rade pametni sustavi upravljanja parkiranjem, oni otkrivaju slobodna parkirna mjesta te obavještavaju vozače o njima i pružaju konstantno ažuriranje za dostupnost parkirnih mjesta. Većina pametnih gradova opremljeno je sensorima za nadzor parkirališta koji vozačima mogu pomoći u pronalaženju dostupnog parkirnog mjesta. U današnje vrijeme s razvojem pametnih gradova, višekratna parkirališta opremljena su digitalnim sensorima. Vozači mogu dobiti online obavijest o tome koji je kat parkirališta prazan te može vozača usmjeriti prema tom katu. Ovo može pomoći uštedi vrijeme i energiju te smanjiti emisije ugljika smanjenjem broja vozača koji traže parkirna mjesta
- Prediktivni modeli – Zbog ubrzanog razvijanja inteligentnih transportnih sustava javlja se potreba za predviđanjem informacija o prometu koristeći napredne metode. Te metode imaju važnu ulogu u uspjehu podsustava inteligentnih transportnih

sustava. Ti podsustavi uključuju napredno upravljanje prometom, upravljanje komercijalnim vozilima, napredne putničke informacijske sustave i napredni javni transportni sustavi. Senzori koji su pričvršćeni na ceste i povijesni podaci izvučeni iz njih se zatim koriste za razvoj inteligentnih prediktivnih sustava.

U razvoju inteligentnih transportnih sustava kao glavni izazov se pokazala sigurnost. S napretkom tehnologije i razvijanjem pametne infrastrukture i pametnih transportnih sustava javlja se sve veća potreba za zaštitom sigurnosti sustava. Mogućnost proboja sigurnosti u pametnom upravljanju parkiranja ili u detekciji prometa može utjecati na komunikaciju između vozila te uzrokovati kašnjenja u vremenu za davanje odgovora. Napredne tehnologije poput analize velikih podataka trebale bi osigurati kibernetičku sigurnost kao i sigurnost cjelokupnog pametnog sustava.

## 6. ZAKLJUČAK

U ovome diplomskome radu istražene su te definirane različite primjene umjetne inteligencije u područjima pomorstva i prometa te je analiziran i prikazan njihov utjecaj na efikasnost, sigurnost te samu održivost unutar tih područja. Navedene primjene pokazuju koliko je umjetna inteligencija bitna za planiranje ruta, olakšavanje operacija unutar luka kao i kod samoga planiranja otpreme i skladištenja kontejnera u pomorstvu. Dok su navedene primjene u prometu pokazale koliko utječu na poboljšanje sigurnosti kod ljudi na cestama te kako olakšavaju život u pametnim gradovima kroz smanjenje gužvi, emisija, zakrčenosti te omogućavanja pametnog parkiranja. Donošenje preciznih odluka u stvarnome vremenu je ključno za funkcioniranje ovih sustava u kojima umjetna inteligencija ima primjenu, u tome pomažu napredne tehnike strojnog i dubokog učenja te obrade prirodnog jezika koje omogućavaju sustavima da uče iz velikih skupova podataka. Iako je broj prednosti primjena umjetne inteligencije ogroman, svejedno se javljaju sumnje, izazovi i pitanja koja se moraju razmotriti prilikom primjene umjetne inteligencije u određenom području. Izazovi poput gubitaka radnih mjesta, sigurnosti, pravne regulative, etičkih pitanja, gubitka kontrole te potencijalne pristranosti odnosno sklonosti. Stoga je potrebno sustave koji su temeljeni na umjetnoj inteligenciji osigurati da budu pouzdani, transparentni i odgovorni. S obzirom na trenutnu zanimaciju za umjetnom inteligencijom u budućnosti se definitivno očekuje daljnji napredak u područjima primjene umjetne inteligencije posebice u pomorstvu i prometu. Tehnološki razvoj, povećanje računalnih kapaciteta te veća dostupnost velikih količina podataka će pružiti nove mogućnosti u razvijanju pametnih sustava koji se temelje na umjetnoj inteligenciji, te je potrebno upravo pratiti nove inovacije i trendove kako bi se sve prednosti koje umjetna inteligencija može donijeti iskoristile u područjima pomorstva i prometa. Sama primjena umjetne inteligencije u pomorstvu i prometu je važan korak u unaprjeđenju i modernizaciji ovih dvaju područja. Primjenjivanjem ovih tehnologija umjetne inteligencije može se očekivati poboljšana efikasnost, smanjenje troškova i emisija te povećanje sigurnosti unutar područja pomorstva i prometa.

## LITERATURA

Internet izvori:

1. Tech Target – Artificial General Intelligence (AGI)  
<https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/artificial-general-intelligence-AGI> Pristupljeno – (16 .04.2023.)
2. Techopedia- Narrow Artificial Intelligence  
[https://www.techopedia.com/definition/32874/narrow-artificial-intelligence-narrow-ai#:~:text=Narrow%20artificial%20intelligence%20\(narrow%20AI\)%20is%20a%20specific%20type%20of,be%20applied%20to%20other%20tasks](https://www.techopedia.com/definition/32874/narrow-artificial-intelligence-narrow-ai#:~:text=Narrow%20artificial%20intelligence%20(narrow%20AI)%20is%20a%20specific%20type%20of,be%20applied%20to%20other%20tasks). Pristupljeno – (19.04.2023.)
3. Geeks for geeks – Artificial intelligence an introduction  
<https://www.geeksforgeeks.org/artificial-intelligence-an-introduction/> Pristupljeno – (21.04.2023.)
4. Predavanja iz kolegija umjetne inteligencije - <https://moodle.srce.hr/2022-2023/course/view.php?id=154614> Pristupljeno - (18.04.2023.)
5. Geeks for geeks – Introduction deep learning  
<https://www.geeksforgeeks.org/introduction-deep-learning/> Pristupljeno – (24.04.2023.)
6. Geeks for geeks – Deep learning tutorial <https://www.geeksforgeeks.org/deep-learning-tutorial/> Pristupljeno – (24.04.2023)
7. Geeks for geeks – Machine learning <https://www.geeksforgeeks.org/machine-learning/> Pristupljeno – (25.04.2023)
8. Geeks for geeks – Introduction convolutional neural network  
<https://www.geeksforgeeks.org/introduction-convolution-neural-network/> Pristupljeno – (27.04.2023)
9. Geeks for geeks – Artificial intelligence an introduction  
<https://www.geeksforgeeks.org/artificial-intelligence-an-introduction/> Pristupljeno – (29.04.2023.)
10. Geeks for geeks – Machine learning versus artificial intelligence  
<https://www.geeksforgeeks.org/machine-learning-versus-artificial-intelligence/> Pristupljeno – (02.05.2023.)

11. Geeks for geeks – Introduction machine learning  
<https://www.geeksforgeeks.org/introduction-machine-learning/> Pristupljeno – (02.05.2023.)
12. Spice works – Super artificial intelligence  
<https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/super-artificial-intelligence/> Pristupljeno – (07.05.2023.)
13. Simple learn – Artificial intelligence applications  
<https://www.simplilearn.com/tutorials/artificial-intelligence-tutorial/artificial-intelligence-applications> Pristupljeno – (10.05.2023.)
14. Predavanja iz kolegija Analiza velikih podataka - <https://moodle.srce.hr/2022-2023/course/view.php?id=154610> Pristupljeno - (11.5.2023.)
15. Nexo code – AI in maritime, artificial intelligence solutions in the shipping sector  
<https://nexocode.com/blog/posts/ai-in-maritime-artificial-intelligence-solutions-in-the-shipping-sector/> Pristupljeno – (15.05.2023.)
16. Sinay – What are the main technological innovation in the maritime industry for 2023.  
<https://sinay.ai/en/what-are-the-main-technological-innovation-in-the-maritime-industry-for-2023/> Pristupljeno – (17.05.2023.)
17. Sinay – what is artificial intelligence in smart port operations <https://sinay.ai/en/what-is-artificial-intelligence-in-smart-port-operations/> Pristupljeno – (19.05.2023.)
18. Marine insight – 10 smart ship technologies that maritime industry  
<https://www.marineinsight.com/know-more/10-smart-ship-technologies-that-maritime-industry/> Pristupljeno – (22.05.2023.)
19. Tech target – What is definition of intelligent transportation system  
[https://www.techtarget.com/whatis/definition/intelligent-transportation-system#:~:text=Intelligent%20transportation%20system%20\(ITS\)%20is,improve%20safety%2C%20mobility%20and%20efficiency.](https://www.techtarget.com/whatis/definition/intelligent-transportation-system#:~:text=Intelligent%20transportation%20system%20(ITS)%20is,improve%20safety%2C%20mobility%20and%20efficiency.) Pristupljeno – (25.05.2023.)
20. Click worker – Artificial intelligence road traffic  
<https://www.clickworker.com/customer-blog/artificial-intelligence-road-traffic/#ITS>  
Pristupljeno – (29.05. 2023.)
21. Pit.ba – Tri vrste umjetne inteligencije, razumijevanje umjetne inteligencije  
<https://pit.ba/tri-vrste-umjetne-inteligencije-razumijevanje-umjetne-inteligencije/>  
Pristupljeno – (29.05.2023.)

22. Macs – An introduction to neural networks

[http://www.macs.hw.ac.uk/~yjc32/project/ref-NN/Gurney\\_et\\_al.pdf](http://www.macs.hw.ac.uk/~yjc32/project/ref-NN/Gurney_et_al.pdf) Pristupljeno – (30.05.2023.)

Knjige:

1. Lucci S., Sarhan M. Musa., Kopec D. Artificial intelligence in the 21<sup>st</sup> century, Mercury Learning and Information; 3<sup>rd</sup> edition, 2022.
2. Wolf A., The Machine Learning Simplified: A Gentle Introduction to Supervised Learning, 2022.
3. Rana A., Rana Kumar A., Dhawan S., Sharma S., Elngar A. Ahmed., Convergence of Deep Learning and Artificial Intelligence in Internet of Things 1<sup>st</sup> Edition, CRC Press, 2022.
4. Brown D., Artificial Intelligence: This Book Includes: Machine Learning for Beginners, Artificial Intelligence for Business and Computer Networking for Beginners: A Complete AI and Deep Learning Guide, independently published, 2019.
5. Das S., Artificial Intelligence in Highway Safety 1<sup>st</sup> Edition, CRC Press, 2022.
6. Russell S., Norvig P., Artificial Intelligence: A Modern Approach 4<sup>th</sup> edition, Pearson; 4<sup>th</sup> edition, 2020.
7. Skansi S., Introduction to Deep Learning: From Logical Calculus to Artificial Intelligence, Springer; 1<sup>st</sup> ed. 2018 edition, 2018.

## POPIS SLIKA

|  |    |
|--|----|
| Slika 1. Biološki neuron .....   | 7  |
| Slika 2. Umjetni neuron .....  | 8  |
| Slika 3. Umjetna neuronska mreža.....  | 11 |
| Slika 4. Dijagram LeNet5 konvolucijske neuronske mreže .....                       | 14 |
| Slika 5. Ljudske mogućnosti umjetne super inteligencije.....                       | 35 |
| Slika 6. Potencijalne prijetnje umjetne super inteligencije .....                  | 36 |
| Slika 7. Potencijalne prednosti umjetne super inteligencije.....                   | 37 |
| Slika 8. Prednosti umjetne inteligencije za brodske prijevoznike i špeditere ..... | 50 |
| Slika 9. Prednosti umjetne inteligencije za lučke operatore.....                   | 52 |

## POPIS TABLICA

|  |    |
|--|----|
| Tablica 1. Razlike između BNM i UNM .....                                      | 9  |
| Tablica 2. Primjer različitih vrsta podataka .....                             | 19 |
| Tablica 3. Usporedba klasifikacije i regresije .....                           | 26 |
| Tablica 4. Prednosti i nedostaci dubokog učenja .....                          | 31 |
| Tablica 5. Razlike između slabe i opće umjetne inteligencije .....             | 33 |
| Tablica 6. Prednosti i nedostaci umjetne inteligencije i strojnog učenja ..... | 44 |

## POPIS GRAFIKONA

|  |    |
|--|----|
| Grafikon 1. Binarna klasifikacija i više-klasna klasifikacija..... | 24 |
| Grafikon 2. Primjer linearne regresije .....                       | 25 |

## POPIS SHEMA

|   |    |
|---|----|
| Shema 1. Blok dijagram rada nadziranog učenja .....     | 23 |
| Shema 2. Blok dijagram rada nenadziranog učenja .....   | 27 |
| Shema 3. Blok dijagram rada ojačanog učenja .....       | 28 |
| Shema 4. Blok dijagram rada polu-nadziranog učenja..... | 29 |