

Inteligentni web

Sobotinčić, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka / Sveučilište u Rijeci**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:195:634037>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-12**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Informatics and Digital Technologies - INFORI Repository](#)



Sveučilište u Rijeci – Fakultet informatike i digitalnih tehnologija

Diplomski studij informatike

Poslovna informatika

Ana Sobotinčić

Inteligentni web

Diplomski rad

Mentor: doc. dr. sc. Lucia Načinović Prskalo

Rijeka, veljača 2024.

Zadatak za diplomski rad



Rijeka, 18.4.2023.

Zadatak za diplomski rad

Pristupnik: Ana Sobotinčić

Naziv diplomskog rada: Inteligentni web

Naziv diplomskog rada na eng. jeziku: Intelligent web

Sadržaj zadatka: Zadatak diplomskog rada je proučiti temu inteligentnog weba, opisati primjere inteligentnih web aplikacija i usluga, saznati koje su mogućnosti u korištenju umjetne inteligencije u području weba i koje su prednosti ali i nedostaci odnosno problemi u tom području.

Mentor:

Doc. dr. sc. Lucia Načinović Prskalo

Voditeljica za diplomske radove:

Prof. dr. sc. Ana Meštrović

Zadatak preuzet: 18.4.2023.

(potpis pristupnika)

Sažetak

U ovome diplomskom radu daje se teoretski pregled teme inteligentnog weba, počevši s pregledom razvoja umjetne inteligencije te njenih područja, pa i same primjene umjetne inteligencije na Webu. Napravljen je pregled odabranih primjera inteligentnih web usluga i aplikacija, detaljno su opisani te navedeni primjeri.

Glavni cilj rada je proučiti temu inteligentnog weba, opisati primjere inteligentnih web aplikacija i usluga, saznati koje su mogućnosti u korištenju umjetne inteligencije na webu i koje su prednosti ali i nedostaci odnosno problemi u tom području te gdje ima prostora za napredak.

Ključne riječi: inteligentni web, umjetna inteligencija, personalizirane preporuke, analiza sentimenta, razgovorni agenti, pretraživači, otkrivanje prijevara

Sadržaj

Zadatak za diplomski rad	2
Sažetak.....	3
1. Uvod	6
2. Umjetna inteligencija	7
2.1. Povijest i razvoj umjetne inteligencije	8
2.2. Područja umjetne inteligencije	11
2.2.1. Računalni vid	11
2.2.2. Neizrazita logika	13
2.2.3. Ekspertni sustavi.....	14
2.2.4. Robotika	16
2.2.5. Strojno učenje	17
2.2.6. Duboko učenje	18
2.2.7. Obrada prirodnog jezika.....	20
3. Inteligentni web.....	21
4. Primjeri inteligentnih web aplikacija i usluga.....	21
4.1. Personalizirane preporuke	21
4.1.1. Definicija problema preporuka	23
4.1.2. Pristupi rješavanju problema personalizacije preporuka.....	23
4.1.3. Primjeri inteligentnih sustava za preporuke	26
4.2. Analiza sentimenta.....	28
4.2.1. Općeniti postupak analize sentimenta.....	28
4.2.2. Primjena analize sentimenta	31
4.3. Chatbots (razgovorni agenti)	31
4.3.1. Podjela razgovornih agenata.....	31
4.3.2. Primjeri razgovornih agenata	33
4.4. Pretraživači.....	34
4.4.1. Značajke pretraživača.....	35
4.4.2. Primjeri pretraživača	35
4.5. Otkrivanje prijevara	37
4.5.1. Značajke otkrivanja prijevara	37
5. Rasprava	39
6. Zaključak.....	42
Popis slika	43

Popis tablica 43
Reference 44

1. Uvod

Inteligentni web je pojam koji obuhvaća primjenu tehnika umjetne inteligencije, uključujući strojno učenje i obradu prirodnog jezika, s ciljem unapređenja funkcionalnosti i inteligencije web aplikacija i usluga. To se postiže integracijom algoritama umjetne inteligencije u dizajn i razvoj web aplikacija i usluga s ciljem poboljšanja njihove sposobnosti za učenje, zaključivanje i interakciju s korisnicima. Ideja inteligentnog weba je u stvarnosti tek krenula s razvojem, te postoje primjeri web aplikacija i usluga koji su u nekoj mjeri integrirali algoritme umjetne inteligencije u dizajn i razvoj.

Primjeri takvih web aplikacija i usluga su personalizirane preporuke koje koriste algoritme umjetne inteligencije kako bi korisnicima aplikacija pružale što kvalitetnije preporuke (Portugal, Alencar i Cowan 2018.). Još jedan primjer je analiza sentimenta koja se može primijeniti na velike skupove podataka koji se sastoje od recenzija, komentara i mišljenja različitih ljudi kako bi se odredilo mišljenje o nekom proizvodu ili usluzi (Wadawadagi i Pagi 2020.). Mnogi razgovorni agenti se tako temelje na umjetnoj inteligenciji kako bi informirali korisnike sa što točnijim informacijama, ako su trenirani na dobrom skupu podataka. (Miklosik, Evans i Qureshi 2021.) Pretraživači koriste umjetnu inteligenciju za određivanje relevantnih rezultata (Bharadiya 2023.), a proces otkrivanja prijevара koristi tehnike umjetne inteligencije za detekciju i rješavanje pokušaja prijevара (Tittel 2015.).

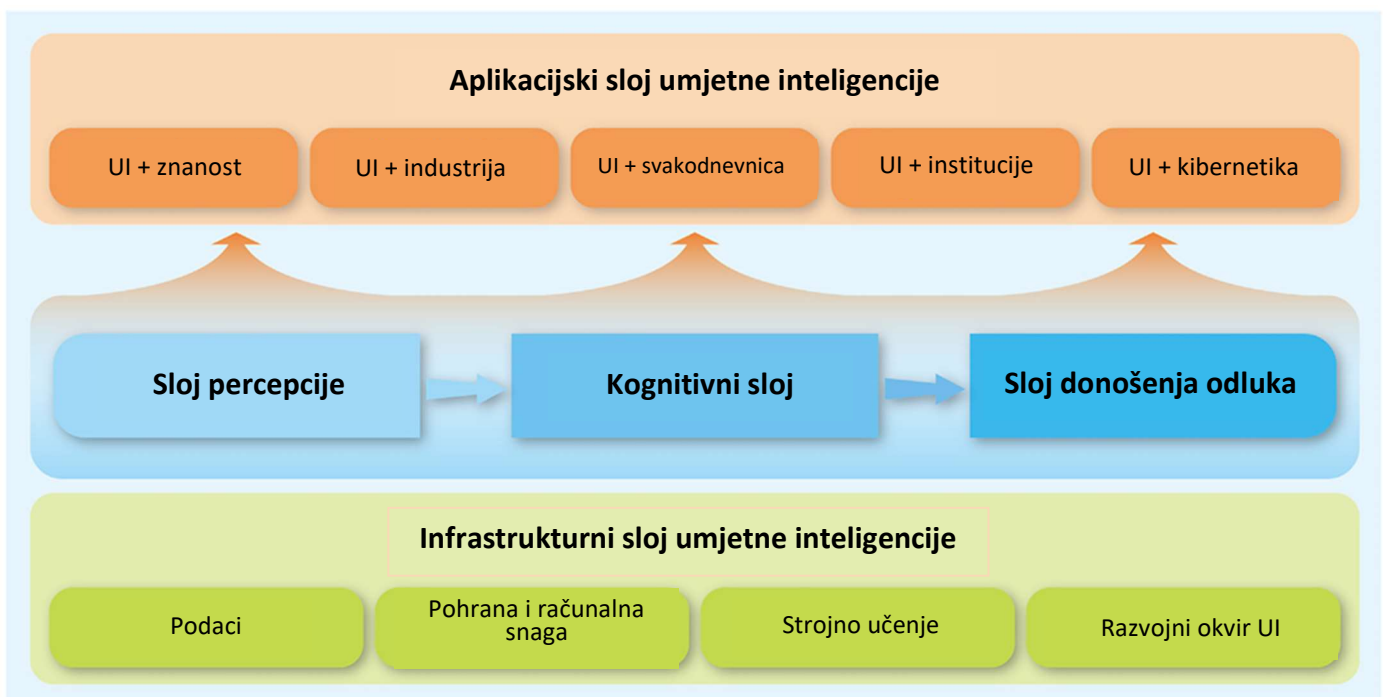
Rad je organiziran tako da je u 2. poglavlju napravljen pregled umjetne inteligencije s potpoglavljima 2.1. Povijest i razvoj umjetne inteligencije i 2.2. Područja umjetne inteligencije gdje su nabrojana i opisana glavna područja umjetne inteligencije. Potom je proveden glavni dio rada, opis ideje Inteligentnog weba u poglavlju 3., a u poglavlju 4. su detaljno pregledana pet primjera inteligentnih Web aplikacija i usluga: 4.1. Personalizirane preporuke, 4.2. Analiza sentimenta, 4.3. Chatbots (razgovorni agenti), 4.4. Pretraživači i 4.5. Otkrivanje prijevара. Potom je u poglavlju 5 provedena kratka rasprava o prednostima te izazovima u pregledanim primjerim te je na kraju u poglavlju 6. dan zaključak rada.

2. Umjetna inteligencija

Umjetna inteligencija (UI, engl. *Artificial Intelligence (AI)*) je područje u računarstvu koje se bavi razvojem mogućnosti računala da izvršava zadatke za koje je inače potrebna inteligencija (Hrvatska enciklopedija 2013.-2024). Ovaj pojam je u javnosti prisutan sve češće, osobito zadnjih nekoliko godina nakon pojave svima dobro poznatog ChatGPT-a kojeg je razvila tvrtka OpenAI krajem 2022. godine. Umjetna inteligencija nastoji simulirati ljudsku inteligenciju koristeći strojeve (Xu, Liu i Cao 2021.). Postoje mnogobrojne definicije umjetne inteligencije, a prvi ju je definirao John McCarthy 1956. godine kao „znanstvena disciplina koja se bavi izgradnjom računalnih sustava čije se ponašanje može protumačiti kao inteligentno.“ Jedna od novijih definicija umjetne inteligencije je „sposobnost sustava da ispravno interpretira podatke izvan sustava, uči iz tih podataka te da koristi ta saznanja kako bi postigao određene ciljeve i izvršio zadatke kroz fleksibilnu prilagodbu.“ (Kaplan i Haenlein 2019.). No, neki autori tvrde da umjetna inteligencija obuhvaća mnogo različitih područja s različitim ciljevima te ne postoji točna i precizna definicija (Wang 2019.).

Cilj umjetne inteligencije je stvaranje sustava koji je sposoban razmišljati na način sličan čovjeku ili oponašati ljudsko ponašanje: opažanje, razmišljanje, učenje, planiranje, predviđanje, itd. Proces razvoja umjetne inteligencije uključuje različite tipove inteligencije:

- Perceptivnu inteligencija: razvoj senzora za vid, dodir, sluh – kao što je i u čovjeka
- Kognitivnu inteligenciju: razvoj sposobnosti indukcije, zaključivanja i prikupljanja znanja, razmišljanja na način sličan čovjeku
- Inteligencija odluka: korištenje različitih metoda i znanja kako bi se donijela najoptimalnija odluka



Slika 1 Općeniti razvojni okvir umjetne inteligencije (Xu, Liu i Cao 2021.)

Slika 1 prikazuje razvojni okvir umjetne inteligencije koji je potreban kako bi se ostvario cilj razvoja prethodno spomenutih tipova inteligencije. Na dnu je infrastrukturni sloj koji uključuje podatke, pohranu i računalnu snagu, algoritmi strojnog učenja i razvojni okvir umjetne inteligencije. Trenirajući UI modele pomoću elemenata u infrastrukturnom sloju, moguće je naučiti unutarnje zakonitosti podataka za podršku i izradu UI aplikacija. Na vrhu su navedene sfere u kojima se primjenjuje UI što je aplikacijski sloj umjetne inteligencije: znanost, industrija i proizvodnja, svakodnevni život, društveno upravljanje te kibernetički prostor.

Najbitnije grane umjetne inteligencije su (Garanhel 2023.):

1. Računalni vid
2. Neizrazita (engl. *fuzzy*) logika
3. Ekspertni sustavi
4. Robotika
5. Strojno učenje
6. Duboko učenje
7. Obrada prirodnog jezika

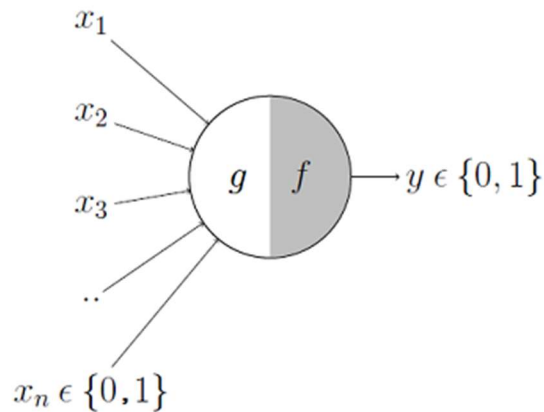
Posljednjih desetak godina razvoj umjetne inteligencije je nevjerojatno ubrzao i UI je postala ogromna industrija. UI se danas koristi u gotovo svakoj industriji, te je svakako utjecala i na daljnji razvoj Interneta.

2.1. Povijest i razvoj umjetne inteligencije

Neki smatraju da se počeci ideje o umjetnoj inteligenciji naziru još u starim mitovima i legendama, poput legende o Golemu, gdje je figura izrađene od gline oživjela te poprimila ljudske osobine (Hrvatska enciklopedija 2013.-2024). Književno djelo koje se treba spomenuti kao inspiracija mnogima na području umjetne inteligencije, točnije robotike, jest znanstveno fantastična kratka priča *Runaround* autora Isaaca Asimova napisana 1942. godine. U svojoj priči Asimov piše o robotu te stvara „Tri zakona robotike“, koji su i danas vrlo poznati. Ta pravila redom glase (Haenlein i Kaplan 2019.):

1. Robot nikada ne smije nauditi čovjeku niti svojom pasivnošću dopustiti da se čovjeku naudi.
2. Robot uvijek mora izvršiti naredbu koju mu je dao čovjek, osim ako se ta naredba suprotstavlja Prvom zakonu.
3. Robot mora štiti samoga sebe, osim ako se to ne suprotstavlja Prvom ili Drugom zakonu.

Moglo bi se reći da su ljudi oduvijek imali potrebu stvoriti život od nečega neživog. No, to je bilo teško izvesti u vrijeme kada se nije puno znalo o ljudskom mozgu, te su otkrića na području neuroznanosti bila ključna za pomak u razvoju umjetne inteligencije, osobito neuronskih mreža. Warren S. McCulloch i Walter H. Pitt su 1943. godine pokušali shvatiti kako neuroni u mozgu izvode kompleksne funkcije, te su stvorili matematički model umjetnog neurona (Piccinini 2004.). Taj model se zove McCulloch-Pittsov model neurona, binarni neuron s dva moguća stanja, aktivan (1) i neaktivan (0).



Slika 2 McCulloch-Pitts arhitektura neurona (Kariyawasam 2023.)

Slika 2 prikazuje arhitekturu McCulloch-Pittsovog neurona. Moguće je n broj ulaza, koji su obično binarne varijable s mogućim vrijednostima 0 ili 1. U g se prihvaćaju svi ulazi n – poput dendrita (produžeci na neuronu koji primaju signale) u neuronu, a u f se donosi konačna odluka. Odluka izađe izlazom y , koji je također binarna varijabla. Ovaj model prikazuje biološki neuron, ali je kasnije postao vrlo utjecajan u razvoju umjetnih neuronskih mreža te se smatra temelj svih kasnije razvijenih kompleksnih neuronskih mreža (Kariyawasam 2023.).

Daljnja otkrića u neuroznanosti poput onoga koje se desilo 1949. godine kada nastaje Hebbovo pravilo, prema Kanađaninu Donaldu Hebbu, koje glasi: „neuroni koji se podražuju skupa umrežuju se skupa“, su bila bitna za kasnije realiziranje ideje o umjetnoj inteligenciji te umjetnim neuronskim mrežama. Ovo se danas smatra prvim i najjednostavnijim pravilom za učenje neuronskih mreža (GeeksForGeeks 2020.).

Engleski matematičar Alan Mathison Turing, koji je u Drugom svjetskom ratu dešifrirao nacistički kod ENIGMA, 1950. godine u svom radu „Computing Machinery and Intelligence“ postavlja pitanje „Mogu li računala razmišljati?“. U tom radu prvi puta objavljuje poznati Turingov test čija je svrha testirati inteligenciju stroja: ako osoba A razgovara s osobom B i računalom u isto vrijeme, te ne može sa sigurnošću razabrati tko je tko, onda je to računalo inteligentno (Haenlein i Kaplan 2019.). Ovaj test je od velike važnosti za područje umjetne inteligencije, no primio je i mnoge kritike te potaknuo i filozofske rasprave na temu. Među poznatijim kritičarima je filozof John Searle koji je smatrao da računala koja izvode program ne mogu imati um ili svijest, bez obzira na to čine li se inteligentnima, što je i nastojao dokazati misaonim eksperimentom „Kineska soba“ (Wikipedia 2023.).

Prethodno spomenuti John McCarthy i suradnici Marvin Minsky, Nathaniel Rochester i Claude E. Shannon su zapamćeni kao tvorci pojma „umjetna inteligencija“ 1956. godine tijekom projekta *Dartmouth Summer Research Project* na Dartmouth College-u. To je vrlo važan projekt kojem su prisustvovali mnogi koje se danas smatra važnim ličnostima u povijesti umjetne inteligencije, te je to bilo prvo takvo okupljanje i predstavljalo je svjetlu budućnost u području UI-e (Wikipedia 2023.) (Haenlein i Kaplan 2019.).

Nakon tog projekta redaju se uzbuđljiva nova postignuća, poput prvog UI programa *Logic Theorist*, kojeg su 1956. godine stvorili Allen Newell, J.C. Shaw te Herbert Simon. Potom je nastala ELIZA, prvi razgovorni agent kojeg je stvorio profesor Joseph Weizenbaum u razdoblju od 1964. do 1966. na MIT

Artificial Intelligence Laboratory-u. ELIZA je prvi program koji je uspio proći Turingov test (Wikipedia 2023.). 1972. godine u Japanu na sveučilištu Waseda dovršen je WABOT-1, prvi android – humanoidni robot. Mogao je hodati, pričati s ljudima pomoću umjetnih usta, mjeriti udaljenosti i smjerove objekata pomoću umjetnih očiju i ušiju, te držati i prebacivati predmete rukama (Wikipedia 2023.).



Slika 3 WAIBOT-1 prvi android (AIWS 2023.)

Nekoliko godina kasnije, Frank Rosenblatt gradi Mark I Perceptro, temeljen na McCulloch-Pittsovom neuronu. Cilj stroja je bila prepoznavanje slika, te je mogao „učiti“ na greškama. Godinu dana kasnije, Marvin Minsky i Seymour Papert objavljuju knjigu *Perceptrons*. Ta je knjiga zapravo bila odgovor Rosenblattovom stroju, u kojoj su kritizirali njegov rad te iznijeli pesimistički stav o budućnosti umjetne inteligencije. Mnogi smatraju da je ovaj rad kriv za stagnaciju u području UI-e, jer su daljnja istraživanje okrenula leđa perceptronu, barem na neko vrijeme (IBM 2023.). Još jedan razlog stagnacije u razvoju umjetne inteligencije jest smanjenje financiranja od strane vlade u SAD-u i Velikoj Britaniji na svim većim sveučilištima zbog dotadašnjih nezadovoljavajućih rezultata (Haenlein i Kaplan 2019.).

Tek 80-tih godina dolazi do promjene. Japanska vlada kreće s većim investicijama kako bi potakla razvoj UI, a 1982. godine John P. McDermott na sveučilištu Carnegie Mellon razvija XCON, ekspertni sustav koji je koristila američka tvrtka DEC za automatski odabir dijelova računala prema potrebi kupca. Pomoću ovog sustava, DEC je uštedio 25 milijuna dolara godišnje (HandWiki 2023.). U isto vrijeme znanstvenici i investitori se ponovno vraćaju na ideju o neuronskoj mreži, nakon što je Paul Werbos algoritam povratnog širenja (engl. *backpropagation*) primijenio na McCulloch-Pittsov neuron – perceptron što je kasnije postalo standardni postupak. (Wikipedia 2023.) Također, tijekom ovog razdoblja raste interes za istraživanje u području sustava temeljenih na znanju i inženjeringu znanja (Wikipedia 2023.).

No, slijedi još jedan period stagnacije. Ekspertni sustavi su se pokazali skupima za održavanje i previše napora je bilo potrebno kako bi se ažurirali. Zaključeno je kako su korisni samo u specifičnim slučajevima. Mnoge tvrtke koje su se bavile UI se do 1993. morale obustaviti svoj rad jer su očekivanja bila mnogo veća od samih rezultata. To je bio kraj „prvog komercijalnog vala UI“ (Wikipedia 2023.).

Potom slijedi nekoliko bitnih postignuća u razvoju umjetne inteligencije. 1997. ekspertni sustav *Deep Blue* kojeg je razvio IBM pobjeđuje svjetskog prvaka u šahu Garryja Kasparova, što je označavalo

prekretnicu u povijesti UI. Deep Blue je mogao procesuirati 200,000,000 poteza u sekundi (Wikipedia 2023.). 2005. godine robot razvijen na sveučilištu Stanford pobjeđuje na DARPA Grand Challenge-u, natjecanju za autonomna vozila. Samostalno je prešao 210 kilometara po cesti u pustinji koju nije prethodno prošao. Dvije godine kasnije vozilo „Boss“ osvaja istu nagradu prešavši 88 kilometara u urbanoj sredini, poštujući sva prometna pravila. U veljači 2011. godine, Watson tvrtke IBM, pobjeđuje u kvizu Jeopardy! dva najuspješnija natjecatelja. Iste godine tvrtka Apple u svoje mobilne telefone i računala dodaje virtualnog asistenta Siri (Wikipedia 2023.).

Daljnji razvoj i istraživanja doveli su nas do današnje situacije gdje je umjetna inteligencija sveprisutna u svijetu oko na. Sve velike tvrtke danas koriste UI za poboljšanje poslovanja te traže nove načine kako koristiti UI. Tehnike UI su olakšale i ubrzale rješavanje problema poput „Big Data“ – tehnologija velikih podataka (Wikipedia 2023.). Do 2016. industrija je procijenjena na više od 8 milijardi dolara, a u 2023. godini ta vrijednost je iznosila 196.63 milijardi dolara (Grand View Research 2023.).

2.2. Područja umjetne inteligencije

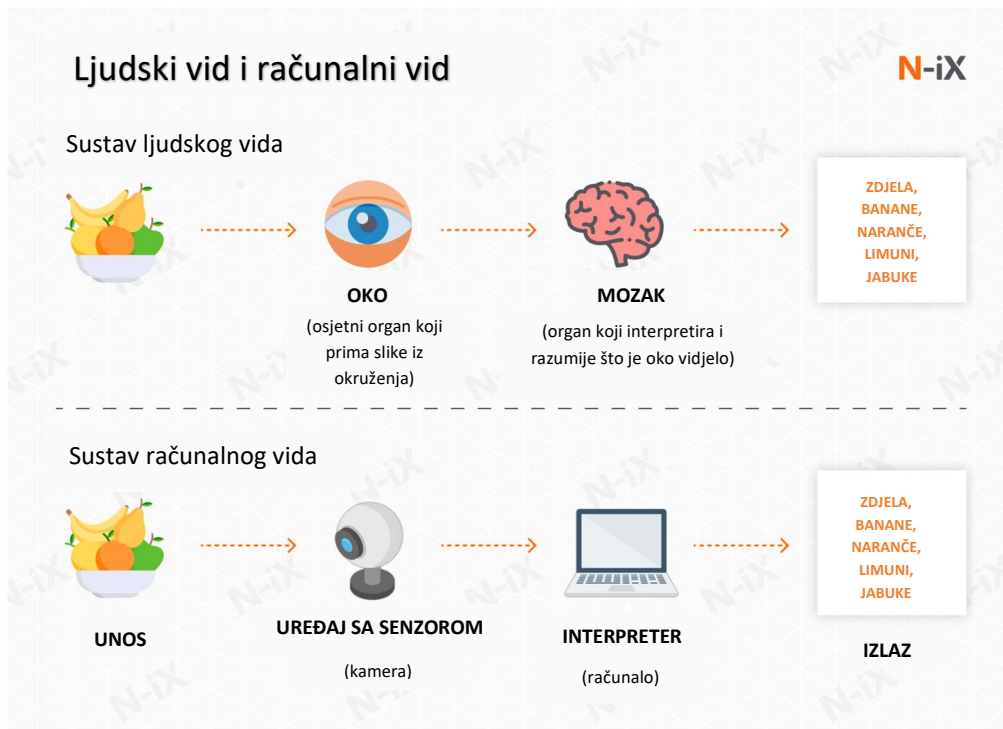
2.2.1. Računalni vid

Računalni vid (engl. *Computer Vision, CV*) je grana umjetne inteligencije gdje se računalima nastoji razviti sposobnost „vida“ – dohvaćanja smislenih informacija iz digitalnih slika ili videozapisa te stvaranje određenih zaključaka iz tih informacija. Računalni vid omogućuje računalima gledanje, promatranje i razumijevanje (IBM 2023.). Razumijevanje digitalnih slika zapravo znači transformaciju slike u informacije koje su potrebne kako bi se mogle donesti neka odluka ili izvršiti odgovarajuća akcija. Ono uključuje metode za dohvaćanje, procesiranje te analiziranje digitalnih slika (Wikipedia 2024.). Glavni cilj ovog područja jest dohvaćanje željenih informacija iz različitih vizualnih izvora: kamere, videozapisi, multi-dimenzionalni podaci iz 3D skenera, medicinski uređaji. Područje računalnog vida uključuje: rekonstrukciju scena (3D rekonstrukcija), detekcija objekata, detekcija događanja, prepoznavanje aktivnosti, praćenje videa, prepoznavanje objekata, procjena 3D položaja, učenje, indeksiranje, procjena kretanja, vizualno vođenje, modeliranje 3D scene i obnavljanje slika (Wikipedia 2024.).

Prilikom prepoznavanja objekta u računalnom vidu najčešći su sljedeći zadaci:

- Klasifikacija objekta (Object Classification): U ovom problemu objekt na fotografiji se nastoji smjestiti u određenu kategoriju.
- Identifikacija objekata (Object Identification): U ovom problemu cilj je prepoznati objekt na fotografiji.
- Verifikacija objekta (Object Verification): Verifikacija objekta je provjera nalazi li se traženi objekt na fotografiji.
- Detekcija objekta (Object Detection): Prilikom detekcije objekta cilj je raspoznati točnu lokaciju objekta na fotografiji.
- Detekcija orijentira objekta (Object Landmark Detection): U ovom problemu cilj je pronaći i odrediti glavne obrise objekta na fotografiji.
- Segmentacija objekta (Object Segmentation): Prilikom segmentacije objekta nastoje se odrediti pikseli koji pripadaju objektu.

- Prepoznavanje objekta (Object Recognition): Nastoji se prepoznati i razlikovati sve objekte na slici te gdje su smješteni.



Slika 4 Ljudski vid i računalni vid (N-ix 2023.)

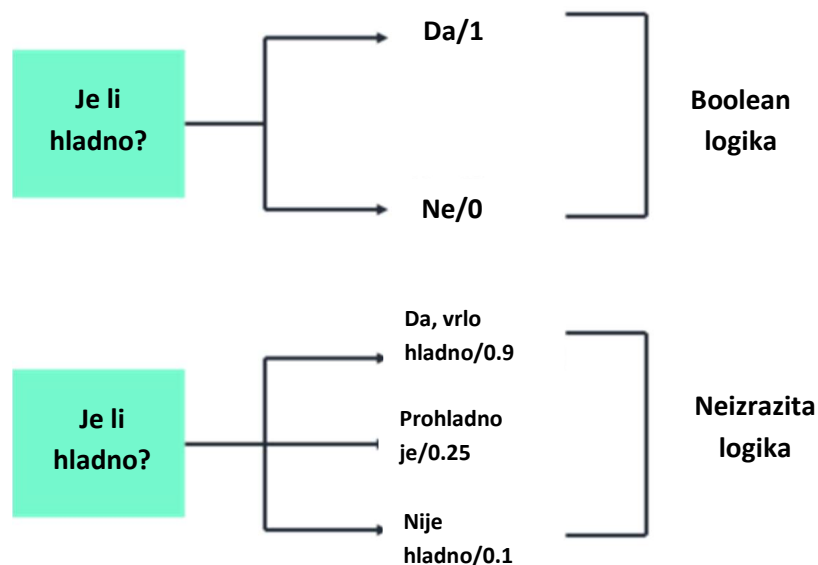
U području računalnog vida istraživanje je započelo 1959. godine kada su neuropsiholozi u eksperimentu s mačkom zaključili kako procesiranje slike u mozgu započinje s jednostavnim oblicima. Isti sistem se nastoji primijeniti i na računala kako bi računalo moglo procesuirati slike. Slika 4 prikazuje sličnosti između procesa dohvaćanja i interpretacije onoga što vidi čovjek te kako taj proces imitiramo pomoću računala. Općeniti proces računalnog vida započinje prvo s prikupljanjem slika. Slika može biti iz različitih izvora u 2D ili 3D formatu. Slike se moraju predprocesirati – „očistiti“ na način koji je potreban kako bi se zadovoljili uvjeti tehnike koju koristimo npr. smanjene buke, povećanje kontrasta. Tehnike umjetne inteligencije koje se koriste za računalni vid su duboko učenje i konvolucijske neuronske mreže (engl. *Convolutional Neural Network – CNN*). Pomoću dubokog učenja računalo se „nauči“ kontekstu podataka iz slike. Bitno je imati dovoljno veliku bazu podataka na kojoj se model može trenirati. Konvolucijske neuronske mreže pomažu pri učenju na način da „rastavljaju“ slike na piksele koje i označi. Pomoću oznaka algoritam izvodi predikcije te provjerava točnost tih predikcija. Ponavljanjem ovog postupka, računala uspijevaju „vidjeti“ slike na način sličan čovjeku. Prvo se prepoznaju vanjske linije i jednostavni oblici objekta, a kroz ponavljanja predikcija gradi se ostatak slike (informacije).

Računalni vid se primjenjuje u različitim industrijama poput automobilske industrije – autonomna vozila koriste računalni vid kako bi se mogla snalaziti u prostoru, identificirati prometne znakove, druge aute, pješake, bicikliste. Bitno je da je algoritam vrlo precizan te točno prepoznaje sve objekte oko njega iz sigurnosnih razloga. Poznat je i primjer NASA-inog Curiosity rover, autonomno vozilo koje trenutno istražuje Mars (IBM 2023.). U medicini postoji posebna grana koja se naziva medicinski računalni vid, te se uglavnom koristi prilikom dijagnoze pacijenata. Nakon što se pacijentu slika

određeni dio tijela, računalo detektira tumore i druge promjene, mjeri krvni tlak ili dimenzije organa (Wikipedia 2024.).

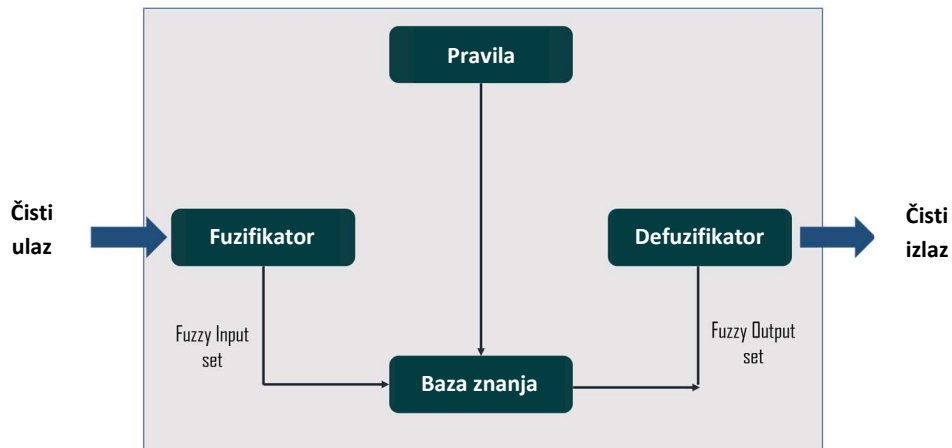
2.2.2. Neizrazita logika

Neizrazita logika (engl. *fuzzy logic, FL*) je tehnika za donošenje odluka ili zaključaka gdje se zaključak nalazi između 1 (istina) i 0 (laž). Neizrazita logika se koristi kada je potrebno pronaći smisao u temama koje nisu posve razjašnjene. Ovu tehniku je stvorio znanstvenik Lotfi A. Zadeh 1965. godine, koji je primijetio nedostatak u zaključivanju kada se radi o nejasnim podacima (Goyal 2022.).



Slika 5 Boolean logika i neizrazita logika (Edureka 2023.)

Slika 5 ilustrira moguće vrijednosti zaključka u boolean logici i u neizrazitoj logici. Ova metoda imitira ljudski način donošenja odluka na način da uzme u obzir sve mogućnosti između „ne“ ili „da“ odnosno sve digitalne vrijednosti između 0 i 1. Inače je u računalima korištena boolean logika – jedine moguće vrijednosti su 0 ili 1. Neizrazita logika oponaša čovjeka – primjerice, ako osoba A upita osobu B hoće li se vidjeti sljedeći tjedan, a osoba B nije sigurna hoće li biti u mogućnosti, osoba B ne može zasigurno odgovoriti „da“ ili „ne“, već će odgovoriti „možda“. Neizrazita logika u umjetnoj inteligenciji omogućava računalu da donosi zaključke na isti način. Ova metoda je korisna kada se radi s podacima koji nisu posve jasni (neizraziti) (Edureka 2023.).



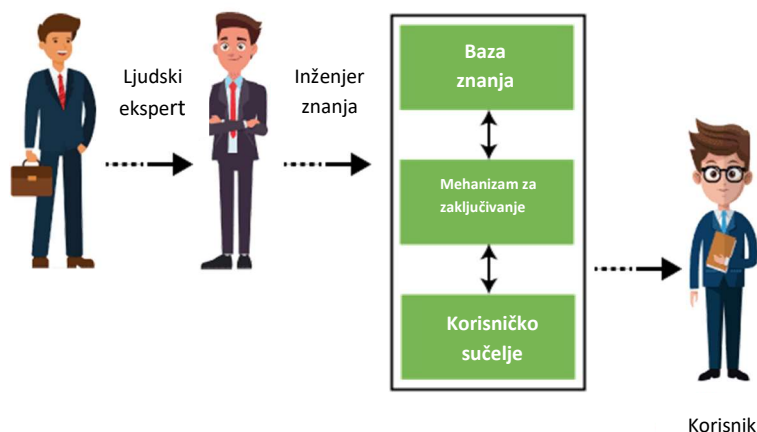
Slika 6 Arhitektura neizrazite logike (Edureka 2023.)

Slika 6 prikazuje arhitekturu neizrazite logike: elementi su redom ulaz, fuzifikacija, pravila, baza znanja, defuzifikacija, izlaz. Ulaz su čisti podaci koji ulaze u fuzifikator, koji pretvara ulaz u „fuzzy“ set. To znači da pretvara set brojeva u set koji dijeli ulaz na različite rangove. Na primjer, ako su podaci za ulaz set koji predstavlja moguće temperature zraka u sljedećem tjednu od 0°C do 15°C, fuzzy set bi mogao izgledati kao: „vrlo hladno“, „hladno“, „umjereno hladno“. Pravila sadrže sve uvjete koje primjenjujemo na donošenje odluke. Potom se stvori baza znanja koja sadrži sva pravila i primjeni ih na fuzzy set. Na kraju dolazi do defuzifikacije gdje se dobije konačni rezultat – čisti izlaz (Edureka 2023.).

Ova tehnika u umjetnoj inteligenciji se primjenjuje u raznim industrijama poput zdravstvene industrije, automobilske industrije, vojne industrije, transportnim sustavima. Tvrtka Nissan koristi neizravnu logiku u svojim autima za kontrolu sustava za kočenje vozila (Garanhel 2023.).

2.2.3. Ekspertni sustavi

Ekspertni sustavi su računalni programi koji služe za rješavanje složenih problema tako da imitiraju ljudskog stručnjaka. Vrlo složene probleme rješavanju uz pomoć logike i pravila prema upitu korisnika te izvlače znanje iz baze znanja (JavaTpoint 2023.). Ekspertni sustavi su prethodno spomenuti u poglavlju o povijesti umjetne inteligencije kao prvi uspješni pristup u UI.



Slika 7 Komponente ekspertnih sustava (JavaTpoint 2023.)

Ekspertni sustavi pomažu pri donošenju odluka tako što koriste i činjenice i heuristiku, baš poput stručnjaka. U ekspertnim sustavima je bitna **baza znanja** (engl. *Knowledge Base*) – što je veća to će rezultati i performanse ekspertnog sustava biti bolji. Još jedna bitna komponenta ekspertnih sustava jest korisničko sučelje. Uz pomoć korisničkog sučelja korisnik ekspertnog sustava komunicira s sustavom, prima njegove upite u određenom obliku te prosljeđuje upit sljedećoj bitnoj komponenti – mehanizmu za zaključivanje (engl. *Inference engine*). On je kao „mozak“ ekspertnog sustava, glavna procesna jedinica sustava koja primjenjuje pravila na bazu znanja te donosi zaključke i ekstrahira potrebno znanje iz baze znanja. Kada se donese odluka, na korisničkom sučelju se prikaže konačan zaključak. Postoje 2 tipa mehanizma za zaključivanje (JavaTpoint 2023.):

1. Deterministički mehanizam za zaključivanje: U ovom tipu zaključci se baziraju na činjenicama i pravilima te se pretpostavlja da su zaključci doneseni na ovaj način točni.
2. Probabilistički mehanizam za zaključivanje: U ovom tipu zaključci se baziraju na vjerojatnosti te se pretpostavlja da postoje nesigurnosti u zaključcima.

Prednosti ovih sustava su njihova brzina odgovora na korisnički upit, za razliku od čovjeka dostupni su konstantno, ako je baza znanja dovoljno velika i podaci u njoj su točni postoji mala šansa za grešku. Mane ekspertnih sustava su: moguće greške u odluci ako postoje greške u bazi znanja, manjak kreativnosti za razliku od čovjeka, još uvijek su vrlo skupi za razvoj i održavanje, prikupljanje znanja je težak i dugi proces (JavaTpoint 2023.).

Ekspertni sustavi su razvijeni za donošenje odluka za određenu domenu. Koriste se u različitim industrijama za različite primjene: savjetovanje, donošenje odluka, rješavanje problema, interpretacija unosa, objašnjenje problema, predviđanje rezultata, dijagnoza. Najpoznatiji ekspertni sustavi su DENDRAL, MYCIN, PXDES i CaDeT (JavaTpoint 2023.).

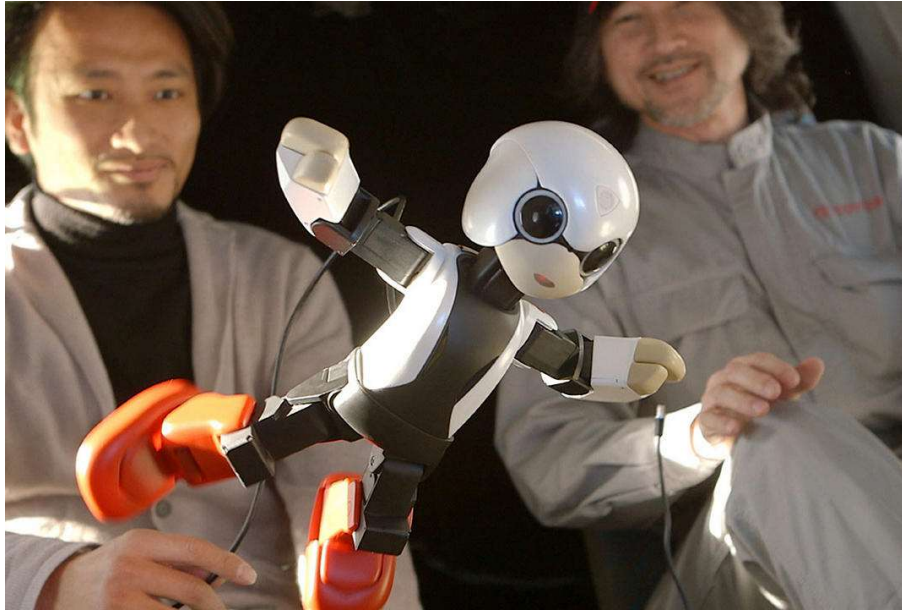
2.2.4. Robotika

Sljedeća grana umjetne inteligencije koja će biti opisana je robotika. Robotika je interdisciplinarna znanost koja se bavi razvojem, dizajniranjem, radnjom i primjenom robota. Pojam *robotika* je stvoren u prethodno spomenutom dijelu Issaca Asimova „Runaroud“ u kojem je opisao i tri zakona robotike (Hrvatska enciklopedija 2013.-2024.). Roboti su automatizirani strojevi koji imaju sposobnost obavljanja zadaća slično poput čovjeka. Postoje nekoliko generacija robota s različitim stupnjem autonomnosti, a roboti koji koriste umjetnu inteligenciju pripadaju trećoj generaciji robota. Takvi roboti imaju sposobnost učenja i donošenja odluka i zbog toga se mogu snalaziti u nepredviđenim situacijama, te posjeduju visok stupanj autonomnosti (Hrvatska enciklopedija 2013.-2024.). Cilj robotike je stvoriti strojeve koji mogu pomoći ljudima na različite načine kao na primjer olakšavanje u proizvodnji, rad u teškim uvjetima, rad u opasnim uvjetima, poslovi koji uključuju ponavljanje istog postupka više puta. S pojavom umjetne inteligencije ova grana se počela ubrzano razvijati te su roboti danas sve češća pojava u svijetu oko nas (Wikipedia 2023.).

Svi roboti se sastoje od 3 glavne komponente (Wikipedia 2023.):

- Mehanička komponenta – uključuje okvir robota u bilo kojem obliku. Ovisno o namjeni robota, ova komponenta će biti drugačija jer forma robota slijedi njegovu funkciju.
- Električne komponente – potrebne su kako bi se robot mogao pokrenuti i kontrolirati, omogućuju kretanje robota, pokretanje senzora robota te izvođenje funkcije za koju je robot stvoren.
- Programska komponenta – softver robota određuje što i kako robot izvodi, najbitniji dio robota. Postoje tri tipa softvera robota: za daljinsko upravljanje, umjetna inteligencija te hibrid. Roboti na daljinsko upravljanje imaju set naredbi koje su određene te može izvesti samo te naredbe kada primi signal. Taj signal najčešće prima od čovjeka putem daljinskog upravljača. Roboti s umjetnom inteligencijom su autonomni, sami komuniciraju sa njihovim okolišem, samostalno rješavaju probleme. Roboti hibridi kombiniraju umjetnu inteligenciju s daljinskim upravljanjem.

Primjena robota s umjetnom inteligencijom je vrlo široka, a smatra se da će vrijednost industrije u 2024. doseći 19.01 milijarda dolara (Statista 2024.). Pametni roboti su najčešći u proizvodnji, uslužnim djelatnostima te znanosti i medicini (Interac 2022.). Na zapadu tvrtka Amazon koristi pametne dronove koji kupcima dostavljaju pakete, a u tehnologiju dronova puno ulažu i ostale tvrtke kao što su Boeing, Google, Lockheed Martin, Northrop, Grumman, AeroVironment i dr. (Dirican 2015.). Pametni roboti su vrlo rašireni i u azijskim zemljama poput Japana, Kine, Južne Koreje i Singapura. U Japanu je čak 25 000 robota koji izvode razne poslove u industrijama poput farbanja, nošenja teških predmeta, slaganje dijelova, zavarivanje. Osim u tvornicama, roboti rade i u muzejima, hotelima i kafićima gdje poslužuju hrane i piće ili odgovaraju na pitanja klijenata. U Japanu su u društvu prisutni različiti tipovi robota: humanoidni roboti koji su izgrađeni da izgledaju poput ljudi te da svojim ponašanjem podsjećaju na čovjeka, životinjski roboti čija je svrha uglavnom pružati utjehu ljudima, kućni roboti koji obavljaju kućanske poslove, društveni roboti koji rade u kafićima, roboti zaštitari koji obavljaju zaštitarske poslove, roboti astronauti poput Kirobo robota, prikazan na slici 8, koji je u pratnji japanskoga astronauta u Internacionalnoj svemirskoj postaji (Interac 2022.).



Slika 8 Kirobo, robot astronaut (Toyota 2015.)

2.2.5. Strojno učenje

Strojno učenje (engl. *Machine Learning, ML*) je grana u umjetnoj inteligenciji koje obuhvaća razvoj i primjenu raznih algoritama koji imaju sposobnost učenja iz podataka. Algoritmi primjenjuju statističke metode i oponašaju način na koji čovjek uči, te postepeno povećavaju svoju točnost (IBM 2023.). Tehnike strojnog učenja primjenjuju se na različita područja unutar umjetne inteligencije poput velikih jezičnih modela ili računalnog vida, a primjenjuju se i na ostala područja poput medicine ili poljodjelstva.

Algoritmi strojnog učenja se mogu razložiti na 3 glavna dijela (IBM 2023.):

1. Proces odluka: Algoritmi strojnog učenja uglavnom izvode klasifikaciju ili predikciju nad ulaznim podacima (klasificirani ili neklasificirani) te proizvode procjenu o uzorku u podacima.
2. Funkcija pogreške: Pomoću funkcije pogreške vrednuju se rezultati dobiveni modelom, te je moguće izračunati i točnost modela.
3. Optimizacija modela: Ako je moguće, model se može i optimizirati kako bi se dobila što veća točnost modela tako što se prilagođavaju težine kako bi se postigla što manja razlika između stvarnih rezultata te dobivenih predikcija.

Postoje 3 pristupa strojnog učenja: nadzirano učenje, nenadzirano učenje i učenje s povratnom vezom.

Nadzirano učenje

Kod nadziranog učenja (engl. *Supervised learning, SL*) model koristi klasificirani skup podataka i njegove klase kako bi dobili što točniju klasifikaciju ili predikciju. Model se trenira na podacima čije su klase poznate te će na temelju poznatih podataka primjenom algoritma za nadzirano učenje dobiti rezultat (IBM 2023.). Kako bi model trenirali, potrebno je skup podataka podijeliti na skup za treniranje i skup

za testiranje, gdje je skup za treniranje obično veći. Model uči na skupu za treniranje, a kada želimo provjeriti njegovu točnost, unosimo podatke iz skupa za testiranje. Dobivene predikcije tada možemo usporediti sa stvarnim rezultatima te dobiti točnost modela (GeeksForGeeks 2023.). Postoje dva problema koja se rješavaju nadziranom učenjem: klasifikacija i regresija. U klasifikaciji rezultat je klasa podatka, npr. hoće li osoba biti odobrena za kredit, a u regresiji rezultat je predikcija neke vrijednosti, kao npr. koja će biti cijena terena (GeeksForGeeks 2023.). Najpoznatiji algoritmi nadziranog učenja su: stroj s potpornim vektorima, linearna regresija, naivni Bayesov algoritam, stabla odluke, k-najbližih susjeda, neuronske mreže (IBM 2023.).

Nenadzirano učenje

Nenadzirano učenje (engl. *Unsupervised learning, UL*) koristi algoritme kako bi analizirali i klasterirali neklasificirane podatke u skupu podataka u kojemu nisu poznate klase. Algoritmi nastoje pronaći uzorke ili sličnosti u skupu podataka i na neki način grupirati podatke bez nadzora čovjeka, od kuda i potječe sam naziv (IBM 2023.). Model se izvodi na skupu podataka gdje klase nisu poznate i nema skupa za treniranje za razliku od nadziranog učenja, već algoritama sam pronalazi skrivene strukture na skupu podataka. Točnost algoritama nenadziranog učenja je zbog toga manja od točnosti algoritama nadziranog učenja. Takvi se algoritmi koriste za grupiranje, detekciju anomalija ili smanjenje dimenzionalnosti (GeeksForGeeks 2023.). Neki od algoritama nenadziranog učenja su: grupiranje k-sredina, neuronske mreže, hijerarhijsko grupiranje (IBM 2023.).

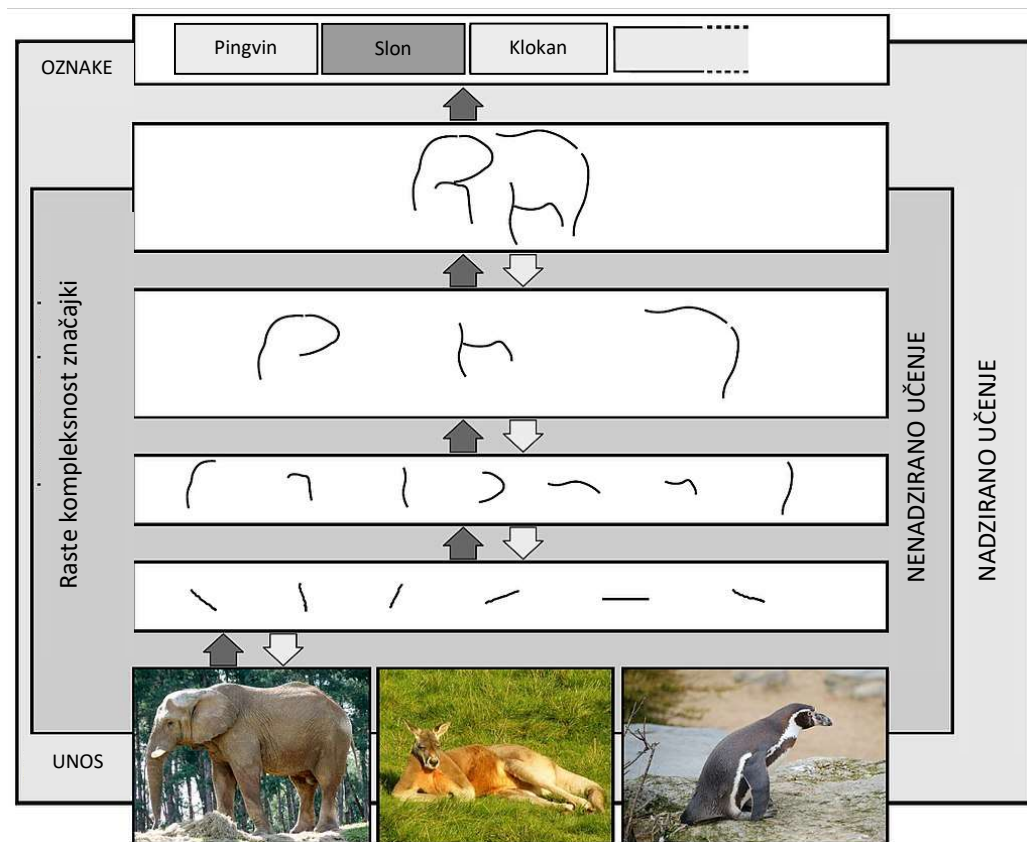
Učenje s povratnom vezom

Učenje s povratnom vezom (engl. *Reinforcement learning, RL*) je autonomni sustav koji uči kroz pokušaje i greške, tražeći rješenje i izvođenje akcija u kojima je nagrada najveća odnosno traženje najuspješnijeg rješenja (IBM 2023.). Model uči na iskustvu tijekom interakcije s okolinom, a ne na skupu podataka za treniranje kao što to rade algoritmi nadziranog učenja. Nakon svake izvedene akcije, algoritam dobiva povratnu informaciju koja mu pomaže u evaluaciji donesene odluke – je li ona točna, neutralna ili netočna. Osnovni algoritam učenja s povratnom vezom je Markovljev proces odlučivanja. Ovakvi algoritmi mogu se koristiti u video igrama ili autoindustriji (GeeksForGeeks 2023.).

2.2.6. Duboko učenje

Sljedeća grana umjetne inteligencije koja će biti opisana je duboko učenje. Duboko učenje (engl. *Deep learning*) se bazira na umjetnim neuronskim mrežama s najmanje tri sloja u mreži (Wikipedia 2023.). Umjetne neuronske mreže se temelje na ljudskom mozgu tako što imitiraju način na koji neuroni u mozgu međusobno šalju signale. Svaki model umjetnih neuronskih mreža ima ulazni sloj, zatim jedan ili više skrivenih slojeva te na kraju izlazni sloj. Slojevi se sastoje od mnogo umjetnih neurona u neuronskim mrežama koji su povezani s drugim neuronima. Svaki umjetni neuron ima težinu i prag. Ako je izlaz određenog umjetnog neurona prešao definirani prag, podaci se šalju u sljedeći sloj (Garanhel 2023.). Većina modela dubokog učenja temelje se na višeslojnim umjetnim neuronskim mrežama poput konvolucijskih neuronskih mreža. Svaki sloj neuronske mreže uči kako pretvoriti ulazne podatke u neki oblik reprezentacije podataka. Primjerice, kao na slici 9, prilikom prepoznavanja slike ulazni podaci u modelu mogu biti matrica piksela te svaki sloj te piksele uči: prvi sloj gradi rubove slike,

drugi sloj slaže rubove, treći sloj gradi oblike, četvrti sloj prepoznaje objekte na slici, pritom model sve uči samostalno (Wikipedia 2023.).



Slika 9 Prikaz slike koristeći višeslojne neuronske mreže (Wikipedia 2023.)

Duboko učenje može biti nadzirano, učenje s povratnom vezom ili nenadzirano. Neke od tehnika dubokog učenja su: duboke neuronske mreže, duboke mreže vjerovanja, rekurentne neuronske mreže, konvolucijske neuronske mreže, transformeri. Ove tehnike se primjenjuju u ostalim područjima umjetne inteligencije poput računalnog vida, prepoznavanja govora, obrada prirodnog jezika, bioinformatika i mnoge druge grane (Wikipedia 2023.). Tehnike dubokog učenja se primjenjuju u gotovo svim industrijama i uslugama koje koristimo u svakodnevnom životu. Policijski službenici ih mogu koristiti za detekciju kriminalnih aktivnosti te izvlačenja dokaza iz audio ili video zapisa. Financijske institucije ih koriste kako bi predvidjeli cijene dionica ili za detekciju prijevara. Razgovorni agenti se koriste i u stvarnom svijetu i na web sjedištima različitih trgovina i drugih usluga. Primjena u medicini je također široka te je duboko učenje optimiziralo proces analize i detekcije promjena ili bolesti na medicinskim snimkama pacijenata (IBM 2023.).

2.2.7. Obrada prirodnog jezika

Obrada prirodnog jezika (eng. *Natural Language Processing*) je područje u računarstvu kojemu je cilj omogućiti računalu da razumije jezik – napisan ili izgovoren, baš kao što i čovjek može. Kako bi se to postiglo koriste se različite tehnike računalne lingvistika koje se kombiniraju sa statističkim modelima i modelima strojnog učenja, osobito dubokog učenja. Na taj način moguće je računalom procesirati jezik te značenje toga što piše ili što je izgovoreno te namjeru i sentiment teksta (IBM 2023.).

Postoje tri glavna pristupa obradi prirodnog jezika, a to su simbolički, statistički te najpopularniji pristup – neuronske mreže. U simboličkom pristupu, koji je nastao 50-tih godina prošloga stoljeća, računalno može razumjeti jezik pomoću određenog skupa pravila te rječnika koji su bili strogo definirani. Ovakav pristup je vrlo ograničen u usporedbi s ostala dva pristupa. Statistički pristup je nastao u 1980.-tima te u ovom pristupu računalno predviđa značenje ili sljedeću riječ u tekstu na temelju prethodnih riječi, te se gleda kolika je vjerojatnost da se riječ ili skup riječi pojavljuje uz drugu riječ u tekstu. Kasnih 2000.-tih pa sve do danas primjenjuju se tehnike dubokog učenja koje su se pokazale najtočnijima te najefikasnijima.

Neki od zadaća obrade prirodnog jezika su (IBM 2023.):

- Prepoznavanje govora (engl. *Speech recognition*): U procesu prepoznavanja govora računalno pretvara glasovne snimke u tekstualni oblik, što koriste mnoge web usluge primjerice Google pretraživača. Cilj je stvoriti što bolji algoritam koji može raspoznati govor usprkos naglasku, brzini izgovaranja riječi ili različite intonacije.
- Označavanje dijela govora (engl. *Part of speech tagging*): Označavanja dijela govora služi kako bi računalno određeni dio rečenice točno razumjelo s obzirom na kontekst te mjesto u rečenici gdje riječ ili skup riječi nalazi.
- Razlučivanje značenja riječi (engl. *Word sense disambiguation*): U slučaju da je u tekstu riječ koja je istoznačnice, bitno je takve riječi selektirati te odrediti njihov kontekst u rečenici kako ne bi došlo do pogrešnog razumijevanja teksta.
- Prepoznavanje imenovanih entiteta (engl. *Named entity recognition*): Kada u tekstu imamo npr. imena lokacija, imena osoba, datume, bitne entitete za taj tekst, tada će ti entiteti biti izdvojeni kao važni za taj tekst.
- Analiza sentimenta (engl. *Sentiment analysis*): Pomoću analize sentimenta teksta dobivamo informacije o tonu teksta, koje su glavne emocije, razumijevanje sarkazma, sumnje te ostalih subjektivnih informacija.
- Generiranje prirodnog jezika (engl. *Natural language generation*): Generiranje prirodnog jezika je proces u kojem se nastoji generirati jezik u tekstualnom ili izgovorenom obliku.

Općenito tehnike obrade prirodnog jezika se primjenjuju u većini inteligentnih web aplikacija i usluga zbog velikog broja tekstualnih podataka na Internetu. Razgovorni agenti, pretraživači, sustavi za preporuke, virtualni asistenti – svi oni koriste tehnike obrade prirodnog jezika.

3. Inteligentni web

Pojam **inteligentni web** nije striktno definiran u literaturi, ali općenito uključuje korištenje tehnika umjetne inteligencije poput strojnog učenja i obradu prirodnog jezika kako bi se poboljšale sposobnosti i inteligencija web aplikacija i usluga. To znači integracija algoritama umjetne inteligencije u dizajn i razvoj web-baziranih sustava s ciljem poboljšanja njihove sposobnosti za učenje, zaključivanje i interakciju s korisnicima.

Ovaj pojam se često spominje uz pojmove „web inteligencija“, „web 3.0“, „semantički web“ te čak i „web 4.0“. U znanstvenom radu „Intelligent Internet systems“ (Levy i Weld 2000.), autori su predviđali veliki rast i snažan utjecaj umjetne inteligencije na web aplikacije i usluge, te potiču na korištenje tehnika umjetne inteligencije i istraživanje u tom području. Grupiraju aplikacije na Internetu u četiri kategorije te u njima uviđaju prilike za korištenje tehnika UI kako bi se unaprijedila usluga: modeliranje korisnika, otkrivanje i analiza udaljenih izvora informacija, integracija informacija te upravljanje web stranicama. Danas je korištenje umjetne inteligencije na Webu standard, te sve velike kompanije, ali i one manje, koriste tehnike umjetne inteligencije kako bi poboljšali uslugu svojim korisnicima. Google je razvio Vertex AI platformu koja nudi korisnicima da izgrađuju i koriste rješenja temeljena na umjetnoj inteligenciji za vlastite Web aplikacije i usluge.

Ideja inteligentnog weba uključuje personalizirano iskustvo na Webu, napredne virtualne asistente i razgovorne agente koji mogu razgovarati s ljudima i razumjeti njihove zahtjeve, decentralizaciju Weba pomoću *blockchain* tehnologija što bi značilo veću sigurnost te integraciju proširene stvarnosti (engl. *Augmented reality*, AR) i virtualne stvarnosti (engl. *Virtual reality*, VR). Ova ideja nije u potpunosti ostvarena, ali se smatra da će ovako izgledati budućnost Interneta (GeeksForGeeks 2023.). No, korištenjem tehnike umjetne inteligencije poput rudarenja podataka, obrade prirodnog jezika i strojnog učenja moguće je unaprijediti postojeće Web aplikacije i usluge, te na taj način možemo naslutiti kakva će biti budućnost Interneta.

4. Primjeri inteligentnih web aplikacija i usluga

4.1. Personalizirane preporuke

Prvi primjer koji će biti opisan su personalizirane preporuke. Personalizirane preporuke dobivene su korištenjem raznih algoritama kako bi tvrtke korisniku ili kupcu pružale preporuke njihovih proizvoda ili usluga (Portugal, Alencar i Cowan 2018.). Preporuke su dobivene na temelju analize ponašanja korisnika te informacija o korisniku. Prvi takvi sustavi su se predlagali u znanstvenim radovima o kolaborativnom filtriranju sredinom 90-tih godina prošloga stoljeća, te se od tada intenzivno razvijaju zbog svoje široke primjene i ključni su dio mnogih web aplikacija i usluga (Adomavicius i Tuzhilin 2005.). Sve popularniji način razvijanja sustava personaliziranih preporuka jest korištenjem algoritama umjetne inteligencije. Količina dostupnih informacija, usluga te proizvoda na Internetu je nevjerovatno velika, te je ovo jedan od načina kako bi se korisniku moglo olakšati pretraživanje web aplikacija (Ricci,

Rokach i Shapira 2011.). Tvrtke profitiraju implementacijom algoritme za stvaranje personaliziranih preporuka na vlastite web aplikacije. Autori knjige *Recommender Systems Handbook* (Ricci, Rokach i Shapira 2011.) navode nekoliko razloga kako i zašto tvrtke koje implementiraju personalizirane preporuke u web aplikacije mogu pospješiti svoje poslovanje:

1. **Povećanje prodaje:** Autori navode kako se kao rezultat implementacije personaliziranih preporuka povećava prodaja jer personalizirane preporuke korisniku nude ono za što bi korisnik bio zainteresiran zaista kupiti. Na ovaj način se smanjuje broj pasivnih posjetitelja Internet trgovine, odnosno povećava se broj korisnika web aplikacije koji kupuju proizvode, a smanjuje se broj onih koji samo gledaju ponudu.
2. **Veća raznolikost ponude za kupca:** Pomoću personaliziranih preporuka kupac lakše pronalazi predmete koji zahtijevaju specifičnu definiciju pri traženju. Primjerice, web aplikacija za pronalazak turističkih destinacija korisniku može preporučiti manje poznata mjesta, a ne samo najpopularnija, ako se iz korisnikovog profila može zaključiti da bi mu se takva destinacija svidjela.
3. **Povećanje zadovoljstva kupca:** Dobar algoritam za personalizirane preporuke znači da će korisnik u kraćem vremenu pronaći ono što će mu se svidjeti, preporuke će mu biti relevantne. To dovodi do većeg zadovoljstva korisnika u procesu potrage i kupovine na web aplikaciji.
4. **Povećanje odanosti kupca:** Autori smatraju da će korisnik biti zadovoljan ako ga online trgovina tretira kao vrijednog kupca koji se stalno vraća. U isto vrijeme, što više kupovine korisnik odradi u toj Internet trgovini, time algoritam daje preciznije preporuke.
5. **Povećanje razumijevanja želja kupca:** Sklonosti korisnika mogu biti prikupljene ili predviđene od strane algoritma, te tvrtka s tim podacima može unaprijediti proizvodnju proizvoda ili broj predmeta koje će proizvesti. Samim time poboljšava se i poslovanje tvrtke.

Iz svih nabrojanih razloga možemo zaključiti i da se poboljšava općenito iskustvo korisnika kada web aplikacije preporučuju proizvode i usluge koje bi se korisniku mogle svidjeti, jer na taj način korisnik brže pronalazi proizvod koji odgovara njegovim zahtjevima. Još neke prednosti dobro razvijenih sustava za preporuke su širenje točnih informacija velikom broju korisnika na društvenim mrežama (Binu i Amruth 2020.). No, mnogi su zabrinuti o količini podataka s kojima kompanije raspolažu. U jednom radu autori (Milano, Taddeo i Floridi 2020.) ukazuju na moguće etičke probleme personaliziranih preporuka poput kršenja privatnosti korisnika, utjecanje na identitet korisnika, prikazivanje neprimjernog sadržaja, nepravednost i pristranost u prikazu sadržaja. Još jedan problem kod sustava za preporuke su korisnici s lažnim identitetom koji objavljuju lažne recenzije i na taj način negativno utječu na sustav i njegovu pouzdanost (Roy 2022.).

Jedan od načina na koji se može razviti sustav za personalizirane preporuke na web aplikacijama je korištenjem tehnika umjetne inteligencije kao što su strojno učenje te duboko učenje (Nalbandyan 2023.). Korištenjem spomenutih tehnika može se razviti sustav koji ima mogućnosti prikupljanja i analize velikog broja podataka iz kojih se može iščitati i proizvesti vrijedni zaključci na temelju kojih svi korisnici mogu dobiti što točnije preporuke (Nalbandyan 2023.).

Ovakvi sustavi imaju vrlo široku primjenu u različitim industrijama poput e-trgovina, društvenih mreža, *streaming* platformama itd.

4.1.1. Definicija problema preporuka

Problem preporuka se najčešće definira kao procjena koliko će se predmet svidjeti korisnicima koji ga još nisu vidjeli (Adomavicius i Tuzhilin 2005.). Procjena se obično temelji na tome kako je korisnik ocijenio predmete koje je prethodno vidio. To možemo formulirati na ovaj način: Neka je C skup svih korisnika, a S skup svih mogućih proizvoda koji se mogu preporučiti (npr. glazbeni izvođač, video, restorani). Oba skupa mogu biti brojčano jako veliki. Neka je u funkcija korisnosti koja mjeri korisnost predmeta s korisniku c

$$u: C \times S \rightarrow R$$

gdje je R potpuno uređeni skup. Tada za svakog korisnika $c \in C$ želimo preporučiti predmet $s' \in S$ koji gdje je funkcija korisnosti za korisnika maksimalna. To možemo zapisati kao (Adomavicius i Tuzhilin 2005.):

$$\forall c \in C, s'_c = \arg \max_{s \in S} u(c, s).$$

Korisnost nekog predmeta se može predstaviti ocjenom predmeta, ovisno o tome koliko se predmet svidio korisniku (npr. od 1 do 5). Predviđanje korisnosti predmeta za određenog korisnika ovisi o odabranom algoritmu. Postoje različiti pristupi, ali u literaturi se navode tri glavna i najpopularnija pristupa za stvaranje sustava personaliziranih preporuka: sustavi za preporuke temeljeni na kolaborativnom filtriranju (engl. *Collaborative-Filtering Recommendation System*), sustavi za preporuke temeljeni na sadržaju (engl. *Content-Based Recommendation System*), te hibridni sustavi za preporuke (engl. *Hybrid-Based Recommendation System*) (Adomavicius i Tuzhilin 2005.). Ostali manje popularni pristupi su sustavi za preporuke temeljeni na znanju (engl. *Knowledge-Based Recommendation System*), sustavi za preporuke temeljeni na demografiji (engl. *Demographic-Based Recommendation Systems*), te sustavi za preporuke temeljeni na koristi (engl. *Utility-Based Recommendation Systems*).

4.1.2. Pristupi rješavanju problema personalizacije preporuka

U sljedećem poglavlju biti će opisani tri najbitnija pristupa kojima se rješava problem personalizacije preporuka.

Sustavi za preporuke temeljeni na kolaborativnom filtriranju

Najpopularnija pristup za stvaranje sustava personaliziranih preporuka su preporuke temeljena na kolaborativnom filtriranju. Prvi put se termin „kolaborativnog filtriranja“ pojavljuje 1992. godine. Prilikom određivanja koji predmet će biti preporučen kojem korisniku, u sustavima gdje su preporuke temeljene na kolaborativnom filtriranju algoritam preporučuje predmete (filtriranje) na temelju ostalih korisnika (kolaboracija). Na primjer – korisnik A i korisnik B imaju jednaku korisnost za predmete od 1 do k . Možemo zaključiti da će imati istu korisnost i za predmet $k + 1$. Korisnici koji imaju slične interese imat će i slične preporuke te algoritam to iskorištava kako bi korisniku predložio predmet koji su ostali korisnici sa sličnim ili istim interesima u prošlosti već kupili ili gledali, ovisno o predmetu

(Burke, Felfering i Göker 2011.). Slika 10 prikazuje kolaborativno filtriranje na primjeru platforme za gledanje filmova. Korisnik A i korisnik B imaju zajedničku prošlost gledanja filmova te algoritam zaključuje da bi se korisniku B mogao svidjeti film koji je pogledao korisnik A te mu ga i preporučuje.

Filmovi zajednički korisniku A i korisniku B



Slika 10 Kolaborativno filtriranje (Nvidia n.d.)

Kako bi algoritam bio što točniji, bitna je povijest svih korisnika na web aplikaciji te njihove interakcije sa sadržajem aplikacije: kako je korisnik ocijenio prošle predmete koje je kupio, koji žanr filma najčešće gleda ili kakvu glazbu najviše sluša.

Prednosti ovog pristupa jest jednostavnost implementiranja i dodavanja novih podataka te se ovim pristupom poboljšava predikcija personaliziranih preporuka. U ovom pristupu dolazi do problema ako se radi o novom korisniku jer algoritam nema informacije na temelju kojih ne može personalizirati preporuku. Također dolazi do problema skalabilnosti jer broj korisnika i predmeta može biti jako veliki, te kako bi se to sve izračunalo potrebna je velika računalna snaga (Shah, i dr. 2017.). Dvije najpoznatije metode dobivanja preporuka temeljenim na kolaborativnom filtriranju su metoda temeljena na susjedima (engl. *Neighborhood Based Method*) te metoda temeljena na modelu (engl. *Model-Based Method*) (Shah, i dr. 2017.).

Sustavi za preporuke temeljeni na sadržaju

Drugi pristupi koji će biti opisan jesu sustavi za preporuke temeljeni na sadržaju. Ovaj algoritam se može usporediti s nadziranom učenjem jer ga možemo promatrati kao klasifikaciju preporuke sadržaja u dvije klase – klasa „korisna preporuka korisniku A“ i klasa „nekorisna preporuka korisniku A“ (Burke,

Felfering i Göker 2011.). U ovom pristupu preporuke se dobivaju na temelju atributa predmeta (sadržaj) na način da se uspoređuje s profilom korisnika. Sadržaj svakog predmeta se prikazuje vektorom koji se analiziraju te preporučuju korisniku s kojim je pronađena sličnost (Shah, i dr. 2017.). Slika 11 ilustrira kako je sustav korisniku preporučio film koji ima iste žanrove i iste glumce kao i prethodni filmovi koje je korisnik pogledao.



Slika 11 Preporuke temeljene na sadržaju (Nvidia n.d.)

U ovom pristupu bitni su detalji filma poput žanra, glumaca, redatelja, te povijest i profil korisnika kako bi se došlo do personaliziranih preporuka.

Neke od prednosti sustava preporuka temeljenih na sadržaju su to što je neovisan od drugih korisnika i ovisi o samo jednom korisniku, nisu potrebni podaci drugih korisnika kako bi se došlo do preporuka, što rješava problem skalabilnosti. Zbog toga što ovisi o samo jednom korisniku, preporuke su više personalizirane te preporučuje manje popularne predmete ili potpuno nove predmete koji dosada nisu ocjenjeni (Google 2022.). Negativne strane ovog pristupa su težina unosa sadržaja za svaki predmet. Sve podataka o filmu ili glazbi ili odjeći je potrebno ručno unesti u računalo. Algoritam ovisi o tome koliko dobro je svaki detalj podatka zapisan. Još jedna negativna strana je to što ovakav pristup ograničava korisnika tako što mu preporučuje samo prema njegovim trenutnim interesima, što znači da se ovim pristupom interesi korisnika ne šire, što je loše za tvrtku (Google 2022.).

Hibridni sustavi za preporuke

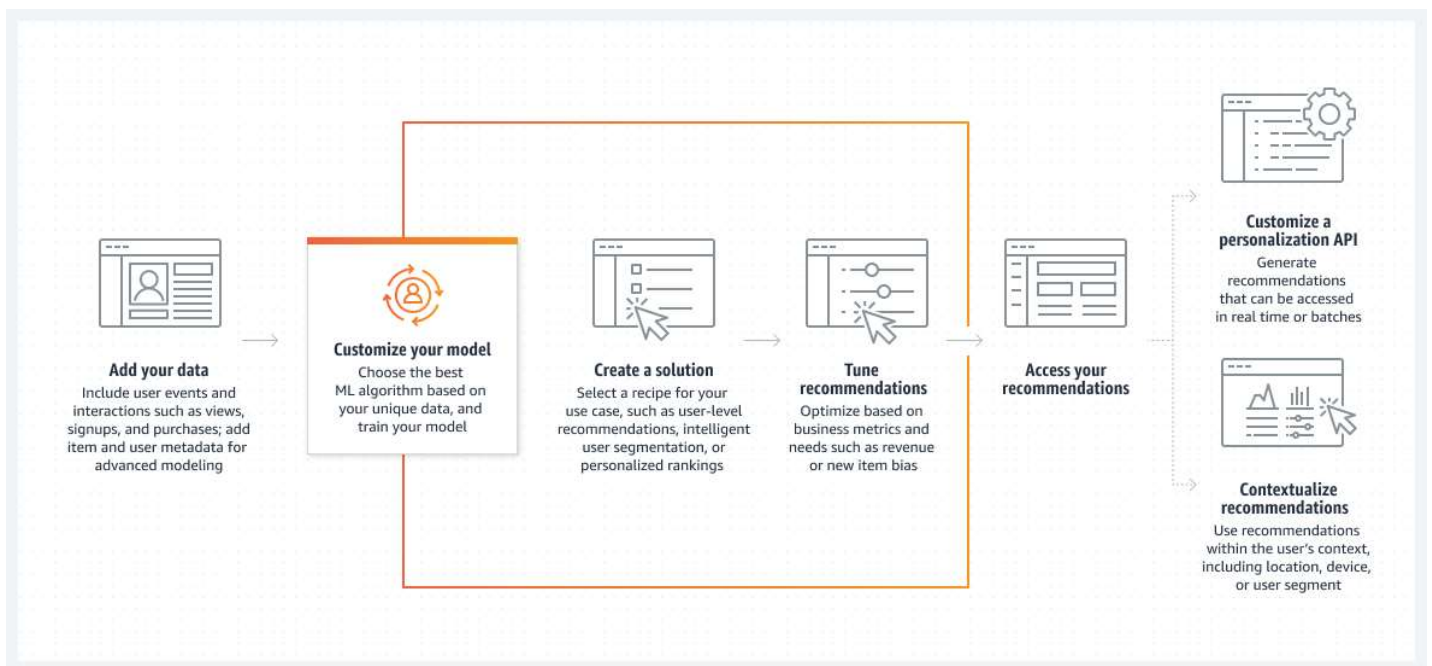
U hibridnom sustavu za preporuke su prethodno navedeni pristupi te drugi pristupi sjedinjeni u jedan pristup koji objedinjuje pozitivne strane, a glavni cilj ovog pristupa je ispraviti negativne strane ostalih pristupa za stvaranje sustava za preporuke. Ovakav pristup ovisi o aplikaciji, te kombinira dva ili više različitih pristupa kako bi se stvorio odgovarajući model za određenu aplikaciju.

4.1.3. Primjeri inteligentnih sustava za preporuke

Sustavi za preporuke na Webu koji primjenjuju umjetnu inteligenciju koriste mnoge velike kompanije kao što su Amazon, Netflix, Google ili društvene mreže kao što su Facebook ili Tiktok. Umjetna inteligencija je obogatila korisničko iskustvo te su algoritmi za preporuke danas jako precizni. Sustavi za preporuke se koriste za preporuku proizvoda, preporuke zabavnog sadržaja, društvene mreže, zdravlstvo, putovanja, financijske usluge.

Amazon Personalize

Na Internetu postoje brojne Web trgovine, čak 26 milijuna u cijelom svijetu i brojka konstantno raste, a dobar sustav za preporuke znači veći broj kupaca i veći profit tvrtke (Nalbandyan 2023.). Web trgovine preporučuju proizvode na temelju korisničke povijesti kupnje, preferencija, ponašanja te pretraživanja. Algoritmi analiziraju sve podatke koje imaju o kupcu kako bi mu mogli preporučiti odgovarajuće proizvode. Najpoznatiji primjer Web prodaje je Amazon, američka multinacionalna platforma. Amazon je razvio vlastiti sustav za preporuke koji se zove Amazon Personalize.



Slika 12 Amazon Personalize (Amazon 2023.)

Amazon Personalize je inteligentna web usluga koju ne koristi samo Amazon, već ju može implementirati bilo koja Web aplikacija u svoje sjedište. Koristi strojno učenje kako bi generirala preporuke za korisnike aplikacija. Slika 12 opisuje kako radi usluga Amazon Personalize: prije svega

potrebno je dodati podatke o korisnicima – koje proizvode su pregledavali, kupili, kada su se ulogirali, a opcionalno je dodavanje metapodataka kupaca i proizvoda. Zatim klijent sam odabire model i algoritam na kojem će trenirati model. Zatim odabire rješenje i podešava preporuke. Ova usluga optimizira preporuke, preciznije cilja korisnika, maksimalno iskoristi vrijednost korisničkih podataka te promovira određeni proizvod (Amazon 2023.).

Amazon Personalize ne koriste samo Web trgovine već i ostale kompanije kao npr. u filmskoj industriji za preporuke filmova i serija kompanije kao što su Warner Bros. Discovery, FOX, Discovery Education. Zatim, njemačka nogometna liga Bundesliga koristi Amazon Personalize na vlasitijoj aplikaciji, te su povećali broj pročitanih objava po korisniku za 67% i povišili vrijeme provedeno u aplikaciji za 17%. Platforma za edukaciju Coursera također koristi Amazon Personalise. Platforma za putovanja Traveloka je još jedan korisnik ove usluge, te Intuit, poslovno-financijska platforma (Amazon 2023.).

Netflix

Netflix je inteligentna web usluga koja svojim korisnicima pruža gledanje serija, dokumentaraca, filmova na zahtjev. Dostupan je na bilo kojem uređaju – televiziji, mobilnom uređaju, osobnom računalu, tabletu, itd. – te ima i web verziju i Android/iOS aplikaciju. Netflix ima širok izbor sadržaja u kojem se vrlo lako izgubiti, te su iz tog razloga morali izgraditi dobar sustav za preporuke, a dokaz tome da su preporuke dovoljno precizne jest veliki broj korisnika Netflix (Verma 2021.).

Cilj Netflixovog sustava za preporuke je da korisnik pronađe sadržaj koji ga zanima uz što manje truda. Ovaj sustav je hibridni sustav za preporuke, a kako bi došao do preporuke prikuplja razne korisničke podatke poput korisničkih dojmova, uzorke ponašanja, povijesti gledanja, ocjene gledanog sadržaja, zatim uključuje slične korisnike, te informacije o sadržaju kao što su žanr, glumci, kategorija. Uz to, koristi i informacije o vremenu gledanja, korištenog uređaj te doba dana kad je korišten Netflix. Zanimljivo je da se za stvaranje preporuka ne koriste godine korisnika niti spol (Netflix 2024.).

TikTok

TikTok je kineska platforma za dijeljenje kratkih videozapisa koju je razvila tvrtka ByteDance 2016. godine. Aplikacija je preuzeta više od 2 milijarde puta na globalnoj razini (Wikipedia 2024.). TikTok ima veliki utjecaj na kulturu mladih te se smatra kako je njihov sustav za preporuke nevjerojatno točan, a neki korisnici smatraju kako ih poznaje bolje nego što sami sebe poznaju, jer TikTok odlično predviđa što bi korisnik htio vidjeti (Smith 2021.). Njihov sustav za preporuke bazira se na četiri bitna faktora:

- Aktivnost korisnika – Pogledani videozapisi, preskočeni videozapisi, *lajkani* videozapisi, podijeljeni videozapisi, komentari na videozapisima.
- Predikcije - Na temelju korisničkih aktivnosti algoritam stvara predikcije te svaki video dobiva ocjenu – ako je ocjena visoka to znači da videozapis odgovara korisniku.
- Poredak videozapisa – ovisno o ocjeni predikcije, stvara se poredak videozapisa. *ForYou Page* je glavno sučelje na TikToku i čine ga videozapisi s najvišom ocjenom predikcije.
- Provjera sličnosti – Još jedan korak koji videozapisi moraju proći kako bi se pojavili na *ForYou Page* je provjera sličnosti između videa s najvišom ocjenom predikcije. Ako je videozapis vrlo sličan prethodno prikazanim videozapisima, zamijenjen je s videozapisom drugačijeg sadržaja.

4.2. Analiza sentimenta

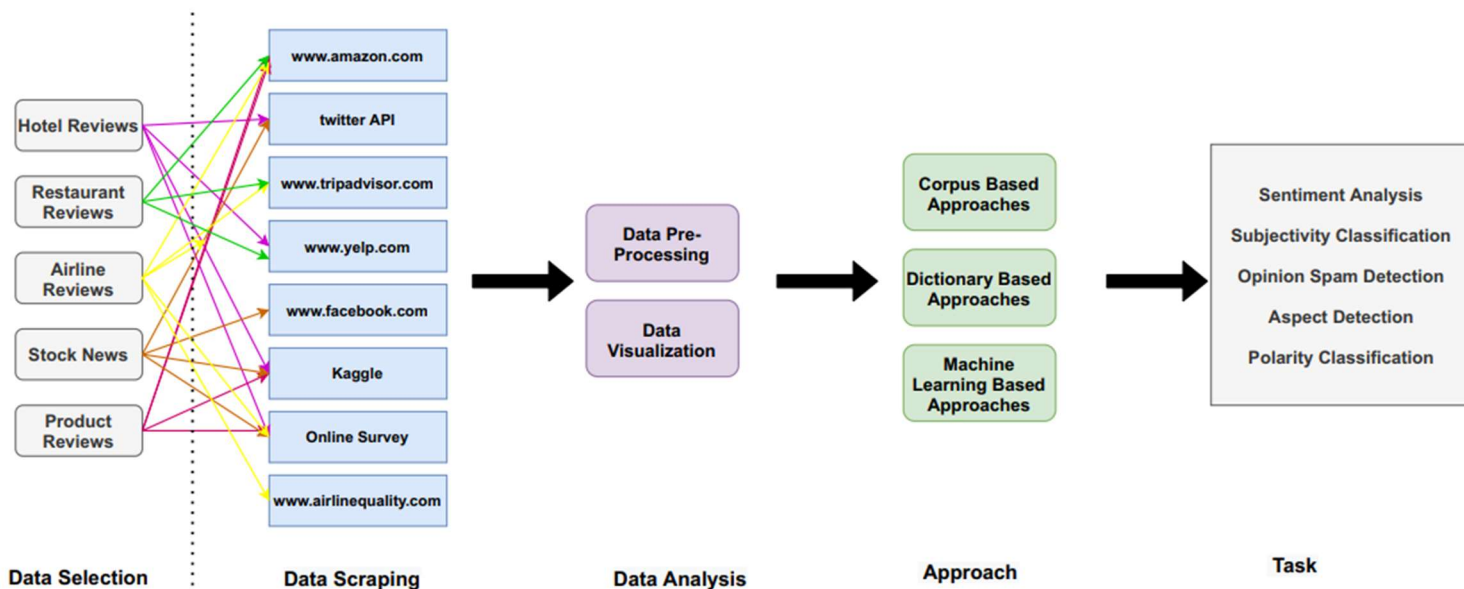
S obzirom na veliki rast web aplikacija poput društvenih mreža, blogova i web trgovina, komentari i mišljenja pojedinaca o različitim temama i proizvodima je vrlo česta pojava. Iz svih tih komentara i objava moguće je izvući mnogo zanimljivih informacija koje su korisne velikim kompanijama, pojedincima, vladi ili znanstvenicima. Analiza sentimenta je proces u kojem se prikupljaju i analiziraju mišljenja i dojmovi pojedinaca na Internetu o bilo čemu. Cilj je dokučiti emocije i stavove iz prikupljenih informacija. Na temelju informacija dobivenih analizom sentimenta mogu se donijeti nove odluke ili uvesti različite promjene koje će utjecati povoljno na poslovanje tvrtke (Wankhade, Chandra Sekhara Rao i Kulkarni 2022.).

Tvrtke često potiču svoje kupce za recenzije i mišljenja kako bi unaprijedili proizvode i usluge (Wadawadagi i Pagi 2020.). Glavni razlozi zašto je analiza sentimenta važna za tvrtke (GeeksForGeeks 2024.):

- **Analiza povratnih informacija kupaca:** Kompanije prikupljaju i vrše analizu nad komentarima i recenzijama kupaca kako bi saznali kako se kupci osjećaju o pojedinim proizvodima i uslugama koje se prodaju te na temelju tih informacije mogu poboljšati proizvode i usluge što povećava zadovoljstvo kupaca.
- **Upravljanje brendom tvrtke:** Prikupljanjem komentara s društvenih mreža te analize sentimenta tih komentara, tvrtke mogu saznati općeniti dojam o brendu i reputaciji brenda.
- **Inovacije i razvoj proizvoda:** Analizom sentimenta mogu se dobiti bitne informacije o postojećim proizvodima, ali i njihovim nedostacima, što može inspirirati tvrtku o stvaranju novih i bolji proizvoda koji će više odgovarati kupcima.
- **Analiza konkurencije:** Izvršavanje analize sentimenta nad konkurencijom, tvrtka može dobiti korisne informacije o tome što se kupcima sviđa ili ne sviđa kod konkurencije, te identifikacija slabosti ili snage same tvrtke. Te informacije upravitelji mogu uzeti u obzir prilikom donošenja važnih strateških odluka.
- **Evaluacija marketinške kampanje:** Analizom rasprava i mišljenja koje pojedinci objavljuju na društvenim mrežama o provedenoj marketinškoj kampanji tvrtke, kompanije evaluiraju provedenu kampanju te doznaju je li sentiment ciljane publike pozitivan ili negativan.

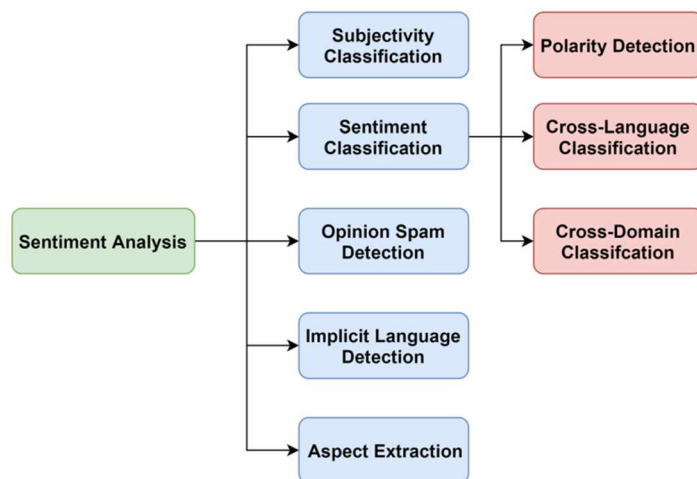
4.2.1. Općeniti postupak analize sentimenta

Analiza sentimenta dobivena je pomoću tehnika obrade prirodnog jezika i strojnog učenja. Na slici 13 je prikazan općeniti postupak analize sentimenta.



Slika 13 Općeniti postupak analize sentimenta (Wankhade, Chandra Sekhara Rao i Kulkarni 2022.)

Prvi korak je prikupljanje podataka iz recenzija, objava na društvenoj mreži, komentara ispod proizvoda ili prikupljanje podataka s weba. Podaci koji se prikupljaju mogu biti ili u tekstualnom obliku ili kombinacija teksta s videom, glasovnim zapisom itd. Potom se podaci preprocesiraju kako bi se očistili i standardizirali, te se izvodi tokenizacija, a ponekad i lematizacija. Tokenizacija je postupak u kojem se rečenice rastavljaju na riječi – tokene, a lematizacijom riječi svodimo na njihov osnovni oblik (Hassan 2024.). Kada smo očistili podatke i dobili tokene, tada se selektiraju značajke, tj. Određuju se bitne značajke iz dobivenog skupa podataka (Wankhade, Chandra Sekhara Rao i Kulkarni 2022.). To se izvodi pomoću predstavljanja riječi u obliku *bag of words* ili na kompleksnije načine poput embeddinga riječi ili rečenica (Hassan 2024.). Cilj je otkriti je li sentiment prikupljenih podataka pozitivan, negativan ili neutralan (GeeksForGeeks 2024.). Tada odabiremo pristup kojim ćemo analizirati sentiment. U slučaju da koristimo pristup temeljen na pravilima, tada se radi o klasifikaciji sentimenta. Pravila se strogo definiraju te ih se koristi kako bi se tekst klasificirao kao pozitivan ili negativan (Hassan 2024.). Drugi slučaj je pristup korištenjem strojnog učenja, te se tada trenira model koji će analizirati sentiment nad podacima. Modeli mogu biti nadzirani ili nenadzirani. Koriste se logistička regresija, stroj s potpunim vektorima, stabla odluke, te algoritmi dubokog učenja - transformeri, rekurentne neuronske mreže, konvolucijske neuronske mreže (Wankhade, Chandra Sekhara Rao i Kulkarni 2022.).



Slika 14 Zadaci analize sentimenta (Wankhade, Chandra Sekhara Rao i Kulkarni 2022.)

Slika 14 prikazuje zadatke analize sentimenta koji se mogu provesti (Wankhade, Chandra Sekhara Rao i Kulkarni 2022.):

- Klasifikacija subjektivnosti (engl. *Subjectivity classification*): Klasifikacija subjektivnosti je često prva faza analize sentimenta; identificiraju se subjektivne ideje i emocije, te se nastoji razlikovati objektivno od subjektivnog. U ovom zadatku određuju se riječi poput „skupo“, „odlično“, „lijepo“.
- Klasifikacija sentimenta (engl. *Sentiment classification*):
 - o Detekcija polariteta (engl. *Polarity detection*): Kako bismo klasificirali sentiment, prvo odredimo polaritet – je li općeniti dojam pozitivan ili negativan, a ponekad i neutralan.
 - o Klasifikacija na više jezika: Ponekad se koristi i analiza na više jezika kako bi se došlo do sentimenta u tekstu. Model se trenira na izvornom jeziku, a evaluacija se izvodi na drugom jeziku.
 - o Klasifikacija na više domena: Klasifikaciju sentimenta možemo izvesti i analizom više različitih domena kako bi se došlo do točne analize tražene domene.
- Detekcija neželjenog mišljenja (engl. *Opinion spam detection*): Detekcija neželjenog mišljenja nastoji eliminirati recenzije koje su lažne – ovo se postiže korištenjem algoritama strojnog učenja. Detektiraju se meta podaci recenzije ili sadržaj recenzije. Ovo je veliki izazov jer je ponekad gotovo nemoguće doći do potrebnih podataka kako bi se moglo odrediti je li recenzija lažna ili izmišljena.
- Detekcija implicitnog jezika (engl. *Implicit language detection*): Još jedan izazov prilikom analize sentimenta je detekcija implicitnog jezika poput sarkazma, ironije, humora. Klasični pristup rješavanju ovog problema je uzeti u obzir jesu li korišteni emotikoni ili višestruko ponavljanje pravopisnih znakova.
- Izdvajanje aspekata (engl. *Aspect extraction*): Aspekti su u ovom kontekstu riječi koje imaju najveću frekvenciju – najviše se pojavljuju u tekstu. Jedan od načina na koji se aspekti izdvajaju je tako što se upotrebljuje prethodno strogo definirani set aspekata temeljen na domeni u kojoj se koristi. Aspekti se mogu izdvojiti i algoritmima strojnog učenja ili pristupima temeljenima na frekvenciji ili sintaksi.

Na kraju dobivene analize sentimenta, izvodi se evaluacija izvedbe (Hassan 2024.).

4.2.2. Primjena analize sentimenta

Analiza sentimenta pomaže kompanijama razumjeti kako se njihovi kupci osjećaju prema njihovom brendu, te na temelju klasifikacije emocija dobivenih iz komentara, recenzija i interakcija na društvenim mrežama, kompanije mogu donijeti ispravne odluke. Analizom sentimenta kompanije mogu dobiti saznanja o njihovom proizvodu ili uslugama: jesu li emocije uglavnom pozitivne ili negativne (polaritet), tko ima takvo mišljenje (profil kupca).

Primjenom analize sentimenta kompanije povećavaju zadovoljstvo kupaca jer mogu unaprjeđivati proizvode prema mišljenju većine kupaca, detektirati problem u stvarnom vremenu te se istaknuti na tržištu. Kupci imaju priliku izraziti svoje mišljenje i stavove o proizvodu što tvrtkama pruža uvid u to sviđa li se kupcu usluga/proizvod te kako unaprijediti uslugu/proizvod.

4.3. Chatbots (razgovorni agenti)

Razgovorni agent (engl. *Chatbot*) je računalni program koji koristi umjetnu inteligenciju kako bi simulirao razgovor s ljudskim korisnicima (IBM 2023.). Oni omogućuju korisnicima da postavljaju pitanja i zahtjeve te da korisnici dobiju točnu informaciju, bez da je potrebna ljudska pomoć tijekom prenošenja informacija korisniku u obliku razgovora na računalo (engl. *chat*). Koristi tehnike obrade prirodnog jezika te analizu sentimenta kako bi računalo razumjelo što je napisano (Adamopoulou i Moussiades 2020.).

Danas su razgovorni agenti vrlo česti te se koriste u edukaciji, Internet trgovinama, zdravstvu, zabavi i svim ostalim industrijama. Najvažniji razlog tomu je da omogućavaju smanjenje troškova te mogu komunicirati s mnogo klijenata u isto vrijeme, što uvelike pomaže u poslovanju. Također, ubrzavaju procese u svakodnevnom životu te u organizacijama, a igraju i veliku ulogu kod virtualnih asistenata poput Amazon Alexa-e i Siri (Adamopoulou i Moussiades 2020.).

Prednost inteligentnih razgovornih agenta je ta što se čini da se razgovor odvija sa stvarnom osobom tj. čine se inteligentni, te postaju sve „pametniji“ što je veća baza podataka i sa većim brojem interakcija s korisnikom (Miklosik, Evans i Qureshi 2021.). Još neke prednosti su ušteda financijskih sredstava tvrtkama koje ne moraju zaposliti stvarne osobe koje bi odgovarale na pitanja korisnika te su razgovorni agenti dostupni u bilo koje doba dana i mogu odgovarati na upite bilo kada (Meshram i VR 2021.). Nedostaci inteligentnih razgovornih agenta je manjak emocija prilikom komunikacije, potreba za održavanjem, te manjak pouzdanosti – ako podaci na kojima je razgovorni agent treniran nisu točni, neće biti niti rezultati (Meshram i VR 2021.).

4.3.1. Podjela razgovornih agenata

Razgovorne agente možemo podijeliti prema načinu rada na dvije kategorije (Hingrajia 2022.):

1. Razgovorni agenti temeljeni na pravilima
2. Razgovorni agenti temeljeni na umjetnoj inteligenciji

Razgovorni agenti temeljeni na pravilima funkcioniraju tako da imaju definiran skup pravila i uputa po kojima određuju kako odgovoriti na ono što je korisnik upisao, te pritom koriste algoritme za podudaranje uzoraka. Ovu metodu koristili su razgovorni agenti ELIZA i PARRY. Kada korisnik unese pitanje ili riječ, razgovorni agenti temeljeni na pravilima će odrediti ključnu riječ u korisnikovom unosu, te će pretražiti u bazi pravila uzorke koji koriste ključnu riječ. Kada ju pronađe, ponudit će korisniku svoj predefinirani odgovor (Hingrajia 2022.). Najčešći programski jezici koji se koriste prilikom izrade razgovornih agenata temeljenih na pravilima su AIML (Artificial Intelligence Markup Language), Rivescript te Chatscript (Adamopoulou i Moussiades 2020.).

AIML je otvorenog formata i temelji se na XML-u (Extensible Markup Language), te je najkorišteniji jezik za stvaranje razgovornih agenata. Kao glavno pravilo ima kategoriju, koja se sastoji od još najmanje dva elementa: uzorak (engl. *pattern*) i predložak (engl. *template*) (Wikipedia 2023.).

```
<category>
  <pattern>KAKO SE ZOVEŠ</pattern>
  <template>Zovem se Ana.</template>
</category>
```

Slika 15 Primjer kategorije u AIML

Slika 15 prikazuje primjer kategorije u AIML programskom jeziku. Kada bi ovog razgovornog agenta upitali: „KAKO SE ZOVEŠ“ dobili bismo odgovor: „Zovem se Ana.“ Unos korisnika se pretražuje po uzorku, a kao odgovor dobivamo ono što piše u predlošku. AIML i ostali jezici koji koriste metodu pretraživanja uzorka često se koriste zajedno s latentnom semantičkom analizom (LSA) prilikom generiranja odgovora na unose čiji uzorak ne odgovara niti jednom predlošku (Adamopoulou i Moussiades 2020.).

Ovakvi razgovorni agenti su vrlo brzi u odgovaranju jer ne stvaraju vlastite rečenice, ali u isto vrijeme zbog automatiziranih odgovora koji se često ponavljaju nedostaje im element ljudskosti koji mogu oponašati razgovorni agenti temeljeni na umjetnoj inteligenciji. Još jedan nedostatak je taj što je potrebno napisati uzorke za sve moguće unose korisnika. Jednostavni su za razumijevanje i implementaciju. Njihova primjena je široka te se koriste najčešće u internet trgovinama gdje odgovaraju na često postavljena pitanja kupaca, pronalaze proizvode, odgovaraju na bilo koji upit o proizvodu i sl. Koriste se za jednostavnije procese koji se mogu automatizirati bez korištenja umjetne inteligencije gdje se ne očekuje da će korisnikov unos biti kompliciran (Adomavicius i Tuzhilin 2005.).

Razgovorni agenti temeljeni na umjetnoj inteligenciji koriste metode strojnog učenja i obrade prirodnog jezika kako bi simulirali razgovor čovjeka i računala na način da računalo samostalno generira odgovore, ne koristi predefinirane odgovore te razumije što čovjek unosi (Adamopoulou i Moussiades 2020.). Razgovorni agenti koji koriste umjetnu inteligenciju imaju sposobnost učenja tijekom razgovora s ljudima što znači da što više razgovaraju s ljudima, to im je baza podataka veća te se samim time lakše prilagođavaju novim razgovorima, imaju veće razumijevanje te mogu prilagoditi svoje odgovore svakoj situaciji (AN INTRODUCTION TO AI CHATBOTS 2023.).

Obrada prirodnog jezika (engl. *Natural Language Processing*, NLP) je polje u umjetnoj inteligenciji koje proučava kako računala interpretiraju i kontroliraju prirodni jezik (Adamopoulou i Moussiades 2020.). Koristi postupke poput analize sentimenta, tokenizaciju, normalizaciju, parsiranje teksta kako bi računalo moglo razumjeti napisani tekst. Razumijevanje prirodnog jezika se koristi kako bi razgovorni agent mogao razumjeti unos na način da podjeli unos na 3 koncepta: entiteti (engl. *Entites*), namjera (engl. *Intent*) te kontekst (Hingrajia 2022.). Svaki razgovorni agent također ima i svoju bazu znanja s kojom je povezan, te na temelju nje generira odgovore. Bitni dio tehnologije razvoja razgovornih agenata su rekurentne neuronske mreže (engl. *Recurrent Neural Networks*, RNN) koje se koriste kako bi tijekom razgovora računalo uzimalo u obzir kontekst prethodnih unosa i odgovora (Hingrajia 2022.).

Razgovorni agenti temeljeni na umjetnoj inteligenciji funkcioniraju na način da kada korisnik upiše što želi te to pošalje, to što je napisano se interpretira pomoću obrade prirodnog jezika. Analizira se sentiment, namjera, značenje samog unosa, te na temelju svega navedenog generira se odgovor. Kako bi razgovorni agent bio što precizniji i točniji, potrebna je velika količina podataka na kojem će se trenirati model razgovornog agenta. Najpoznatiji primjeri takvih razgovornih agenta su IBM Watson, Siri, Cortana, Alexa, te u posljednje vrijeme ChatGPT (Hingrajia 2022.).

4.3.2. Primjeri razgovornih agenata

IBM Watsonx Assistant

IBM Watsonx Assistant je IBM-ov alat za stvaranje razgovornog agenta prilagođenog potrebama organizacije. Koristi velike jezične modele (engl. *Large Language Model*, LLM) te je povezan s IBM-ovim oblakom. Takvi razgovorni agenti namijenjeni su razgovoru s kupcima, ali se mogu prilagođavati svakoj organizaciji te se bazirati na njihovoj domeni znanja. Mogu komunicirati i u tekstualnom i u glasovnom obliku. Omogućuje upravljanje znanjem u organizaciji pomoću razgovornog agenta. IBM navodi da je 99% klijenata zadovoljno s implementacijom razgovornog agenta u njihovoj organizaciji te je postignuto smanjenje troškova za komunikaciju s kupcem za čak 370%. Također navode da je njihov razgovorni agent najbrži i najprecizniji. Moguća je integracija u bilo koju aplikaciju, uređaj ili Web sjedište, te naravno danonoćna dostupnost usluge. Nude mogućnost konstantne analitike te učenja razgovornog agenta kako bi se poboljšalo iskustvo kupaca. Watson Assistant mjeri sve performanse te ima mogućnost interpretacije analitike. Watsonx Assistans se koristi u bankarskim organizacijama, vladinim organizacijama, zdravstvu, prodaji, marketingu. Koristi se u korisničkoj službi, u ljudskim resursima (odgovara na pitanja zaposlenika unutar organizacije) te u marketingu (IBM 2024.).

ChatGPT

ChatGPT (Chat Generative Pre-Trained Transformer) je razgovorni agent temeljen na umjetnoj inteligenciji. Stvorio ga je istraživački laboratorij OpenAI u studenom 2022. godine. To je nevjerojatno moćan alat stvoren pomoću velikih jezičnih modela sa tehnikama nadziranog učenja te učenja potkrepljivanjem (engl. *Reinforcement learning*, RL). Svima je dostupan te ima razne mogućnosti kao što su: pisanje programskog koda i otklanjanje pogreška programskog koda, stvaranje glazbenih kompozicija, pisanje priča, pjesama, poezije. Može mijenjati i način govora, biti formalan ili manje formalan, razumije sentiment, razumije ton unosa, može izmišljati hipotetske situacije (Wikipedia 2024.).

Na slici 16 prikazano je kako na upit „Izmisli mačku u nekoliko rečenica na hrvatskom jeziku.“ ChatGPT odgovara s izmišljenom mačkom, detaljnim opisom i zanimljivim detaljima.

 **You**

Izmisli mačku u nekoliko rečenica na hrvatskom jeziku.

 **ChatGPT**

Upoznajte Mjauzum, neobičnu mačku sa svetlorozom dlakom koja ima šare u obliku malih srca. Njene oči su ombre nijanse ljubičaste i zelene, stvarajući magičan efekat.

Mjauzum ima neobičan talenat - kada maše svojim mekanim repićem, iz njega izlazi miris lavande koji umiruje sve oko nje. Ova draga mačka voli da se ušuška u mekane deke i sluša umirujuće zvuke prirode.

Njen omiljeni hobi je skakanje na visoke prozore i posmatranje sveta iznad, često iznenadjujući ptice svojim neobičnim izgledom. Mjauzum je simpatična i ljubazna mačka koja uvek traži priliku za maženje i šarmira sve svojom posebnom pojavom.



Slika 16 ChatGPT izmišlja mačku

Ima i svoje nedostatke, ponekad može dati odgovor koji izgleda točno ali u stvarnosti nije. Ali, bez obzira na to danas ga se smatra najboljim razgovornim agentom koji je ikad postojao (Wikipedia 2024.).

4.4. Pretraživači

Pretraživači (engl. *search engine*) su programski sustavi koji pronalaze web sjedišta koja odgovaraju pojmu unesenom u tražilicu. Rezultati pretrage obično se prikazuju u liniji rezultata, nazvanoj stranice rezultata pretraživača (engl. *Search engine results pages*, SERP). Dobivene informacije mogu biti web stranice, slike, videozapisi, PDF i druge vrsta datoteka. Pretraživači uglavnom koriste *web crawler* tehnike te dohvaćaju informacije u stvarnom vremenu. U današnje vrijeme pretraživači koriste tehnike dohvaćanja informacija (engl. *Information retrieval*, IR) te umjetnu inteligenciju, a neki pretraživači rudare podatke (engl. *Data mining*) iz postojećih baza podataka (Wikipedia 2023.).

Prednosti pretraživača koji koriste umjetnu inteligenciju su razumijevanje upita i kontekst upita, davanje točnijih i relevantnijih rezultata (Bharadiya 2023.). Kao negativno autori (Steiner, Magin i Geiß 2022.) naglašavaju kako nedostaje transparentnosti kriterija pri odabiru rezultata pogotovo kada je riječ o političkim upitima, te kako je algoritam pristran što utječe na mišljenje korisnika.

4.4.1. Značajke pretraživača

Pretraživači pretražuju ogromnu količinu podataka te uzimaju u obzir različite uvjete kako bi odredili koji sadržaj je relevantan za uneseni upit (Muller 2023.). Pretraživači provode 3 procesa u stvarnom vremenu (Muller 2023.):

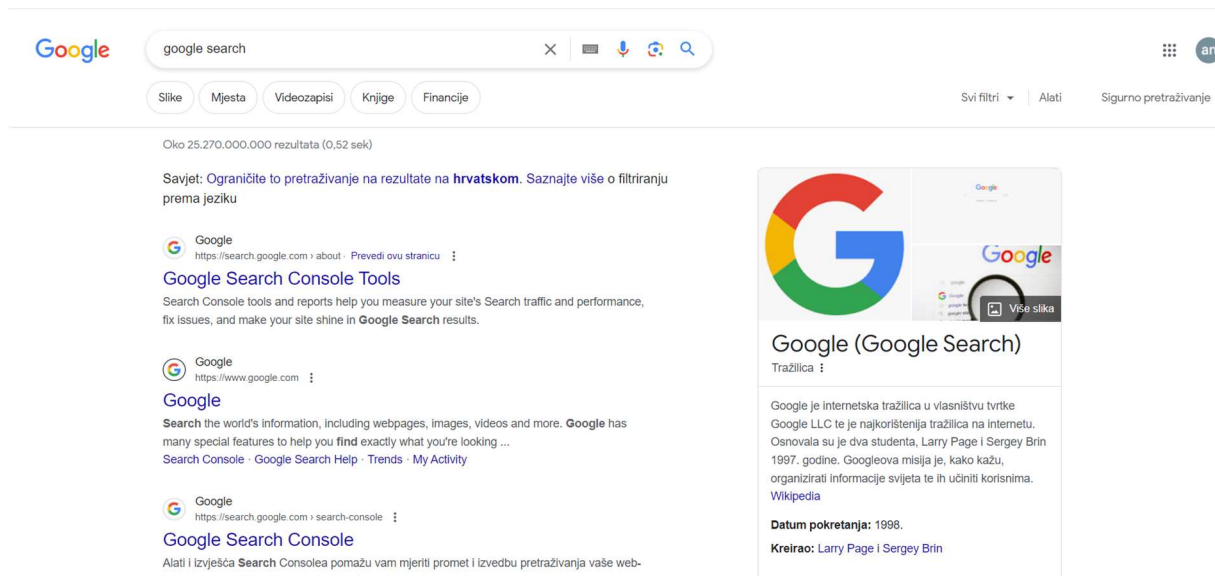
1. Pretraživanje Interneta kako bi se pronašao relevantan sadržaj i pregled podataka s Web stranica (engl. *Web crawling*): Crawling je proces koji koristi grupe robota (*crawlers* ili *spiders*) čiji je posao pretraživati sadržaj na Webu.
2. Pohranjivanje i organizacija relevantnih URL-ova koji su prethodno prikupljeni (engl. *Indexing*).
3. Ispisivanje rezultata pretrage na zaslonu koji najbolje odgovaraju traženom upitu poredanih od najrelevantnijeg do manje relevantnog (engl. *Ranking*).

Sav sadržaj na Webu se otkriva putem poveznica (Muller 2023.). Rezultati se prikazu na stranici rezultata pretraživača (SERP). Rezultati se mogu dobiti prethodno opisanim procesom pretraživanja gdje se na vrhu nalaze najrelevantniji rezultati, no moguć je i drugi način, gdje tvrtke plaćaju pretraživačima kako bi se njihova web sjedišta prikazala na vrhu stranice rezultata pretraživača. To se naziva *pay-per-click* (PPC) oglašavanje jer svaki puta kada osoba klikne na plaćeni rezultat, oglašivači plaćaju pretraživaču (Hardwich, Stox i Oh 2022.).

4.4.2. Primjeri pretraživača

Google Search

Google Search je Web pretraživač multinacionalne kompanije Google. To je najposjećenija Web stranica na Internetu i dostupna je u 149 jezika. Google Search je najpopularniji pretraživač na svijetu te je u 2022. godini posjedovao čak 92% vrijednosti tržišta pretraživača. Google Search omogućuje korisnicima unos pojmova te pretraživanje na cijelom Webu. Rezultate dobiva pomoću *PageRank* (PR) algoritma koji radi poredak važnosti web stranice, a od 2016. godine primjenjuje duboke neuronske mreže za što točnije pretraživanje. Od 2023. započelo je testiranje s tehnikama generativne umjetne inteligencije (engl. *Generative AI*). Ovim tehnikama nastoji se iz najrelevantnijih izvora generirati odgovor te ga prikazati korisniku na vrhu stranice s rezultatima (Wikipedia 2024.).



Slika 17 Google Search SERP

Slika 17 prikazuje Google Search stranicu rezultata pretraživača, rezultati se mogu filtrirati prema obliku datoteke, prema sadržaju, veličini slika itd. Sa strane se generira sažetak o temi upita koja daje najosnovnije informacije te link na daljnje informacije o temi – to je usluga nazvana Google Knowledge Graph, a podaci unutra se automatski generiraju iz različitih izvora. Moguće je pretraživati koristeći tekstualni unos te glasovni unos. Google analizira najpopularnija pretraživanja te tako može predvidjeti različite buduće trendove, a praćenje trendova je omogućeno svakome putem Google Trends (Wikipedia 2024.).

Google Search omogućuje plaćanje oglasa – plaćeni oglasi se pojavljuju na vrhu. Na taj način Google ostvaruje prihode od Web tražilice. Mnogi kritiziraju pad kvalitete rezultata pretraživanja zbog previsokog prioriteta plaćenih oglasa (Wikipedia 2024.).

Prilikom unošenja upita u Google tražilicu, nude se personalizirane predikcije i preporuke korisnicima koje su temeljene na povijesti pretraživanja. Također na mobilnoj verziji prikazuju se trenutačno najpopularnija pretraživanja u državi. Ovo su opcionalne postavke koje Google nudi te ih korisnik može uključiti i isključiti (Google 2024.).

Microsoft Bing

Microsoft Bing, poznatiji kao Bing, je Web pretraživač tvrtke Microsoft stvoren 2009. godine. Poslije Google Search-a je drugi najveći Web pretraživač. U veljači 2023. godine u Bing Web pretraživač integriran je Microsoft Copilot, chatbot inspiriran ChatGPT-4 koji koristi umjetnu inteligenciju, potez zbog kojeg je Bing dosegao 100 milijuna aktivnih korisnika. U istom mjesecu integrirali su i DALL-E 2, UI alat za generiranje slika tvrtke OpenAI (Wikipedia 2024.).

PubMed

PubMed je pretraživač Nacionalne knjižnice za medicinu u Sjedinjenim Američkim Državama za literaturu, časopise i knjige o temama koje se tiču biomedicine. Ima pristup MEDLINE-u, velikoj bazi podataka koja sadrži različitu literaturu i reference (Wikipedia 2024.).

Za što točnije, brže i relevantnije rezultata, PubMed koristi algoritme strojnog učenja. Trenutno koristi Best Match 25 algoritam koji računa frekvencije dokumenta i pojmova u kombinaciji sa *learning-to-rank* (LRT) algoritmom temeljen na strojnom učenju koji evaluira točnost Best Match 25 algoritma i dodatno poreda relevantnost rezultata (Kiester i Turp 2022.).

4.5. Otkrivanje prijevара

Otkrivanje prijevара se odnosi na poduzete mjere kojima se nastoje spriječiti kriminalne radnje na Webu. Prijevare mogu ozbiljno naštetiti kompanijama na Internetu stoga je bitno da tvrtke poduzmu sve mjere kako bi osigurale pravovremeno otkrivanje prijevара te kako bi se omogućilo sprječavanje prijevара ili ublažavanje posljedica prijevара (Kadar 2022.).

Važno je što prije otkriti prijevара ili pokušaj prijevара iz sljedećih razloga (Kadar 2022.):

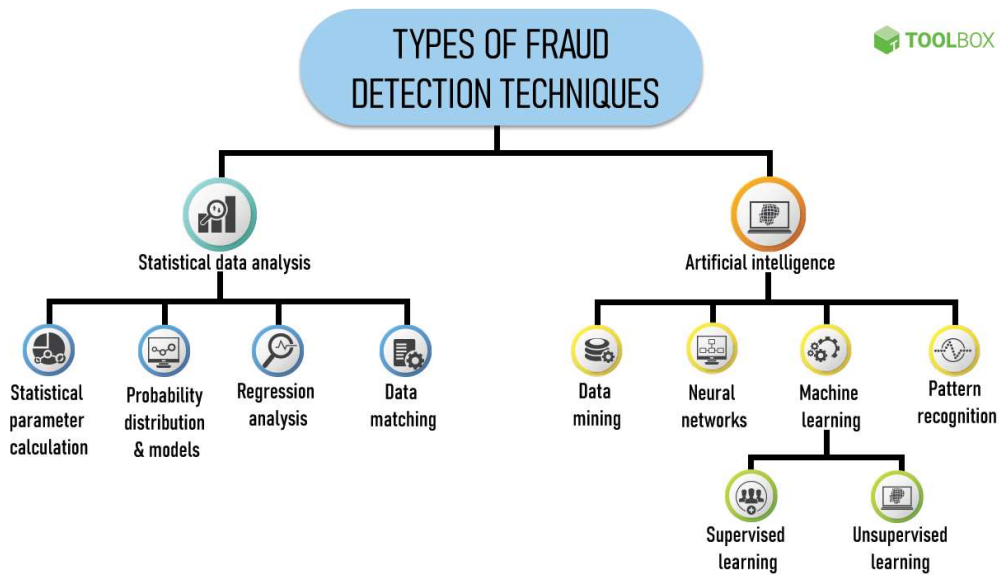
- Preko 50% organizacija je zbog prijevара financijski oštećeno
- Od spomenutih organizacija, čak četvrtina ih je izgubila preko milion dolara
- 30% organizacija navodi kako im je prijevара uzdrmala poslovanje
- 23% organizacija tvrdi kako je prijevара smanjila moral zaposlenicima

Meta ovakvih prijevара su Web trgovine i kompanije na Webu koje primaju ili šalju transakcije putem kartičnog plaćanja. Oni obavezno koriste sustave za otkrivanje prijevара koji provjeravaju tek stvorene račune – na taj način se rješavaju lažnih računa za koje se sumnja da bi mogli pokušati prijevaram. Provjerava se i je li kartica koja je korištena prilikom plaćanja ukradena (Tittel 2015.).

Sve tvrtke koje posluju na Webu moraju prihvatiti činjenicu da će se susresti s pokušajima prijevара (Kadar 2022.). Prijevара uključuje pranje novca, kibernetičke napade, krađu identiteta, lažne zahtjeve iz banke (Kanade 2021.).

4.5.1. Značajke otkrivanja prijevара

Postoje dva pristupa za otkrivanje prijevара: korištenje tehnika statističke analize podataka i tehnike umjetne inteligencije. Slika 18 prikazuje koje su tehnike korištene za svaka dva pristupa. Kod statističke analize podataka primjenjuju se statističke metode kao što su: statističko računanje parametara, analiza regresije, vjerojatnost distribucije i modela te spajanje podataka. Tehnike umjetne inteligencije koje se primjenjuju su rudarenje podataka, neuronske mreže, strojno učenje (nadzirano i nenadzirano), te prepoznavanje uzoraka.



Slika 18 Tehnike za otkrivanje prijevara (Kanade 2021.)

Općenito Web sustavi za otkrivanje prijevara uzimaju u obzir različite varijable kako bi se detektirala prijevara poput ponašanje korisnika, identifikacijski broj uređaja, geolokacija i dr. Tada uspoređuju podatke s uobičajenim podacima, te ako neki podatak posebno „iskače“, tada je transakcija automatski zaustavljena (Tittel 2015.).

Najčešće se primjenjuju u bankarskom i financijskom sektoru. Česte su i u Web trgovinama zbog prijevara tijekom transakcija. Web trgovine mogu imati po tisuće transakcija dnevno, pa se iz tog razloga koriste sustavi za otkrivanje prijave temeljeni na strojnom učenju. Na taj način je moguće provjeriti mnogo transakcija u isto vrijeme. Također se može saznati koji predmeti su najčešći predmet prijave, koja geolokacija nosi najveći rizik, te koja kartična plaćanja bi trebalo blokirati zbog visoke cijene povrata novca.

5. Rasprava

Tablica 1 Pozitivne i negativne strane i izazovi u inteligentnim web aplikacijama i uslugama

	Tehnike UI koje se primjenjuju	Pozitivno	Negativno/Izazovi
Personalizirane preporuke	Metoda K najbližih susjeda Metoda potpornih vektora Linearna regresija Neuronske mreže	Povećanje prodaje Veća raznolikost ponude za kupce Povećanje zadovoljstva kupca Povećanje odanosti kupca Povećanje razumijevanja želja kupca Širenje točnih informacija velikom broju korisnika	Kršenje privatnosti korisnika Utjecanje na identitet korisnika Prikazivanje neprimjerenog sadržaja Nepravednost u prikazu sadržaja Pristranost u prikazu sadržaja Lažne recenzije utječu na preporuke
Analiza sentimenta	Obrada prirodnog jezika Transformeri Rekurentne neuronske mreže Neuronske mreže Konvolucijske neuronske mreže	Uvid u sentiment kupaca o brendu/proizvodima/uslugama Donošenje informiranih odluka	Kršenje privatnosti korisnika

Razgovorni agenti	Obrada prirodnog jezika Rekurentne neuronske mreže (RNN)	Komunikacija kao s pravim čovjekom Što je više interakcija, to je chatbot bolji Ušteda financija Dostupnost korisnicima 24/7	Manjak emocija Potreba za održavanjem Ovisnost kvalitete o skupu za treniranje
Pretraživači	Strojno učenje Duboke neuronske mreže Generativna UI	Razumijevanje upita i kontekst upita Davanje točnijih i relevantnijih rezultata Personalizirane predikcije i preporuke unosa	Nedostaje transparentnosti kriterija pri odabiru rezultata Algoritam je pristran što utječe na mišljenja korisnika
Otkrivanje prijevara	Neuronske mreže Strojno učenje Prepoznavanje uzoraka	Detekcija prijevara Sprječavanje prijevara	/

Implementacija umjetne inteligencije u Web aplikacije i usluge je utjecala mnogo na kvalitetu i korisničko iskustvo na webu. Inteligentne web aplikacije i usluge imaju mnoge prednosti, ali i poneke nedostatke i izazove.

Sustavi za personalizirane preporuke primjenjuju različite tehnike umjetne inteligencije poput metode K najbližih susjeda, metode potpunih vektora, linearne regresije i neuronskih mreža. Prednosti dobrog sustava za personalizirane preporuke su povećanje prodaje, veća raznolikost ponude za kupce, povećanje zadovoljstva kupca, povećanje odanosti kupca, povećanje razumijevanja želja kupca, te širenje točnih informacija velikom broju korisnika. Negativne strane i izazovi su: kršenje privatnosti

korisnika, utjecanje na identitet korisnika, prikazivanje neprimjerenog sadržaja, nepravednost u prikazu sadržaja, pristranost u prikazu sadržaja, lažne recenzije utječu na preporuke.

Kod analize sentimenta koriste se tehnike obrada prirodnog jezika, transformeri, rekurentne neuronske mreže i konvolucijske neuronske mreže. Analiza sentimenta donosi nekoliko prednosti: uvid u sentiment kupaca o brendu, proizvodima ili uslugama koje nudi tvrtka te donošenje informiranih odluka, a nedostaci su narušavanje privatnosti korisnika.

Razgovorni agenti ili chatbots razvijeni su uz pomoć obrade prirodnog jezika i rekurentne neuronske mreže (RNN). Prednosti implementacije razgovornih agenata u organizaciju su dojam kupaca da je komunikacija kao s pravim čovjekom, veći broj interakcija poboljšava sam model razgovornog agenta, ušteda financija te dostupnost korisnicima 24/7. Negativne strane su: manjak emocija, potreba za održavanjem te ovisnost kvalitete o skupu za treniranje.

Pretraživači koriste strojno učenje, duboke neuronske mreže i generativnu umjetnu inteligenciju. Njihove prednosti su to što razumiju upite i kontekst upita, daju točnije i relevantnije rezultate, te opcionalne personalizirane predikcije i preporuke unosa. Negativne strane su to što nedostaje transparentnosti kriterija pri odabiru rezultata te je algoritam je pristran što utječe na mišljenja korisnika.

Za otkrivanje prijevara koriste se neuronske mreže, strojno učenje i prepoznavanje uzoraka. Otkrivanje prijevara ima sljedeće prednosti: detekcija prijevara i sprječavanje prijevara.

6. Zaključak

Inteligentni Web je zasada još uvijek ideja koja nije u potpunosti realizirana, ali smatram kako je ovo tek početak i u budućnosti će ideja inteligentnog weba zaživjeti. Moglo bi se reći da se tek nadziru promjene koje će donijeti primjena umjetne inteligencije na Webu. Mnoge Web aplikacije i usluge već primjenjuju razne tehnike UI, te su one donijele velike prednosti kompanijama tako što su unaprijedile poslovanje i usluge koje nude, obogatile su korisničko iskustvo i personalizaciju na Webu, omogućile su bolju zaštitu od prijevара, te omogućile saznanje i korištenje podataka korisnika kako bi se donijele važne strateške odluke. Inteligentne web aplikacije i usluge imaju i neke nedostatke i probleme koje treba još riješiti, no ovo je tek početak velike promijene na Webu te smatram da će u tom dijelu sigurno doći do napretka. Bitno je da su kompanije transparentne i iskrene sa svojim korisnicima, te da odgovorno postupaju s njihovim podacima jer velike kompanije i društvene mreže imaju širok doseg te mogu utjecati na mišljenja većine, ali i utjecati na privatnost korisnika.

U ovom je preglednom radu istražena tema Inteligentnog Weba, te su navedeni i opisani primjeri inteligentnih Web aplikacija i usluga – personalizirane preporuke, analiza sentimenta, chatbots (razgovorni roboti), pretraživači te otkrivanje prijevара.

Popis slika

Slika 1 Općeniti razvojni okvir umjetne inteligencije (Xu, Liu i Cao 2021.)	7
Slika 2 McCulloch-Pitts arhitektura neurona (Kariyawasam 2023.).....	9
Slika 3 WAIBOT-1 prvi android (AIWS 2023.)	10
Slika 4 Ljudski vid i računalni vid (N-ix 2023.).....	12
Slika 5 Boolean logika i neizrazita logika (Edureka 2023.).....	13
Slika 6 Arhitektura neizrazite logike (Edureka 2023.).....	14
Slika 7 Komponente ekspertnih sustava (JavaTpoint 2023.).....	15
Slika 8 Kirobo, robot astronaut (Toyota 2015.)	17
Slika 9 Prikaz slike koristeći višeslojne neuronske mreže (Wikipedia 2023.)	19
Slika 10 Kolaborativno filtriranje (Nvidia n.d.)	24
Slika 11 Preporuke temeljene na sadržaju (Nvidia n.d.).....	25
Slika 12 Amazon Personalize (Amazon 2023.).....	26
Slika 13 Općeniti postupak analize sentimenta (Wankhade, Chandra Sekhara Rao i Kulkarni 2022.) .	29
Slika 14 Zadaci analize sentimenta (Wankhade, Chandra Sekhara Rao i Kulkarni 2022.).....	30
Slika 15 Primjer kategorije u AIML	32
Slika 16 ChatGPT izmišlja mačku	34
Slika 17 Google Search SERP	36
Slika 18 Tehnike za otkrivanje prijevara (Kanade 2021.).....	38

Popis tablica

Tablica 1 Pozitivne i negativne strane i izazovi u inteligentnim web aplikacijama i uslugama.....	39
---	----

Reference

- Adamopoulou, Eleni, i Lefteris Moussiades. »Chatbots: History, technology, and applications.« *Machine Learning with Applications*, 9. studeni 2020.
- Adomavicius, Gediminas, i Alexander Tuzhilin. »Toward the next generation of recommender systems: a survey of the state-of-the-art and possible extensions.« *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 17, lipanj 2005.: 734-749.
- AIWS. *This week in The History of AI at AIWS.net – Waseda University builds WABOT-1*. 20.. siječanj 2023. <https://aiws.net/the-history-of-ai/this-week-in-the-history-of-ai-at-aiws-net-waseda-university-builds-wabot-1-2/> (pokušaj pristupa 16. siječanj 2024.).
- Amazon. *Amazon Personalize*. 2023. . <https://aws.amazon.com/personalize/> (pokušaj pristupa 5. veljača 2024.).
- AN INTRODUCTION TO AI CHATBOTS. Drift. 2023. <https://www.drift.com/learn/chatbot/ai-chatbots/> (pokušaj pristupa 25.. siječanj 2023.).
- Bharadiya, Jasmin Praful. »Artificial Intelligence and the Future of Web 3.0: Opportunities and Challenges Ahead.« *American Journal of Computer Science and Technology*, 15. lipanj 2023.: 91-96.
- Binu, Thomas, i K. John Amruth. »Machine Learning Techniques for Recommender Systems - A Comparative Case Analysis.« *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1085, Annual International Conference on Emerging Research Areas on "COMPUTING & COMMUNICATION SYSTEMS FOR A FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION" (AICERA 2020)*. Kanjirapally: IOP Publishing, 2020.
- Burke, Robin, Alexander Felfering, i Mehmet H. Göker. »Recommender Systems: An Overview.« *AI Magazine*, 1. rujan 2011.: 13-18.
- Dirican, Cuneyt. »The Impacts of Robotics, Artificial Intelligence On Business and Economics.« *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 195 . Istanbul: Elsevier, 2015. 564-573.
- Edureka. <https://www.edureka.co/blog/fuzzy-logic-ai/>. 2023. <https://www.edureka.co/blog/fuzzy-logic-ai/> (pokušaj pristupa 16. siječanj 2024.).
- Garanhel, Marisa. *What are the top 7 branches of artificial intelligence?* 22. ožujak 2023. <https://www.aiacceleratorinstitute.com/what-are-the-top-7-branches-of-artificial-intelligence> (pokušaj pristupa 17. siječanj 2024.).
- GeeksForGeeks. *Hebbian Learning Rule with Implementation of AND Gate*. 26. studeni 2020. <https://www.geeksforgeeks.org/hebbian-learning-rule-with-implementation-of-and-gate/> (pokušaj pristupa 9. siječanj 2024.).
- . *Reinforcement learning*. 14.. travanj 2023. <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-reinforcement-learning/> (pokušaj pristupa 27. siječanj 2024.).

- . *Supervised and Unsupervised learning*. 4. prosinac 2023.
<https://www.geeksforgeeks.org/supervised-unsupervised-learning/> (pokušaj pristupa 27. siječanj 2024.).
- . *Supervised Machine Learning*. 24.. kolovoz 2023. <https://www.geeksforgeeks.org/supervised-machine-learning/> (pokušaj pristupa 26. siječanj 2024.).
- . *Web 4.0 - intelligent web*. 5.. lipanj 2023. <https://www.geeksforgeeks.org/web-4-0-intelligent-web/> (pokušaj pristupa 3. veljača 2024.).
- . *What is Sentiment Analysis?* 24.. siječanj 2024. <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-sentiment-analysis/> (pokušaj pristupa 1. veljača 2024.).
- Google. *Content-based Filtering Advantages & Disadvantages*. 18. srpanj 2022.
<https://developers.google.com/machine-learning/recommendation/content-based/summary> (pokušaj pristupa 21. prosinac 2023.).
- . *Manage Google autocomplete predictions*. 2024.
<https://support.google.com/websearch/answer/106230?hl=en&co=GENIE.Platform%3DAndroid> (pokušaj pristupa 5. veljača 2024.).
- Goyal, Kechit. *Fuzzy Logic in Artificial Intelligence: Architecture, Applications, Advantages & Disadvantages*. 7. rujan 2022. <https://www.upgrad.com/blog/fuzzy-logic-in-artificial-intelligence/> (pokušaj pristupa 18. siječanj 2024.).
- Grand View Research. *Artificial Intelligence Market Size & Trends*. 2023.
<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/artificial-intelligence-ai-market> (pokušaj pristupa 1. siječanj 2024.).
- Haenlein, Michael, i Andreas Kaplan. »A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence.« *California Management Review*, 17. srpanj 2019.: 5-14.
- HandWiki. *Xcon*. 2023. <https://handwiki.org/wiki/Xcon> (pokušaj pristupa 10. siječanj 2024.).
- Hardwich, Joshua, Patrick Stox, i Sam Oh. *How Search Engines Work*. 1. rujan 2022.
<https://ahrefs.com/blog/how-do-search-engines-work/> (pokušaj pristupa 8. veljača 2024.).
- Hassan, Muhammad. *Sentiment Analysis - Tools, Techniques and Examples*. 1. siječanj 2024.
<https://researchmethod.net/sentiment-analysis/> (pokušaj pristupa 2. veljača 2024.).
- Hingrajia, Mirant. *How do Chatbots Work? A Guide to Chatbot Architecture*. Maruti Techlabs, . 19.. prosinac 2022. <https://marutitech.com/chatbots-work-guide-chatbot-architecture/> (pokušaj pristupa 25. siječanj 2023.).
- Hrvatska enciklopedija. *Hrvatska enciklopedija*. 2013.-2024.
<https://www.enciklopedija.hr/clanak/63150> (pokušaj pristupa 4. siječanj 2024.).
- . *Robot*. 2013.-2024. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/robot> (pokušaj pristupa 24. siječanj 2024.).

- . *Robotika*. 2013.-2024. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/robotika> (pokušaj pristupa 24. siječanj 2024.).
- IBM. *Artificial Intelligence*. 2023. <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence> (pokušaj pristupa 10. siječanj 2024.).
- . *Chatbots*. IBM. 2023. <https://www.ibm.com/topics/chatbots> (pokušaj pristupa 23. siječanj 2023.).
- . *watsonx Assistant*. 2024. <https://www.ibm.com/products/watsonx-assistant> (pokušaj pristupa 8. veljača 2024.).
- . *What is computer vision?* 2023. <https://www.ibm.com/topics/computer-vision> (pokušaj pristupa 16. siječanj 2023.).
- . *What is deep learning?* 2023. <https://www.ibm.com/topics/deep-learning> (pokušaj pristupa 28. siječanj 2024.).
- . *What is machine learning?* 2023. <https://www.ibm.com/topics/machine-learning> (pokušaj pristupa 26. siječanj 2024.).
- . *What is natural language processing?* 2023. <https://www.ibm.com/topics/natural-language-processing> (pokušaj pristupa 31. siječanj 2024.).
- Interac. *The Ultimate Guide to Robots & AI in Japanese Culture*. 16. rujan 2022. <https://interacnetwork.com/robots-in-japan/> (pokušaj pristupa 25. siječanj 2024.).
- JavaTpoint*. 2023. <https://www.javatpoint.com/expert-systems-in-artificial-intelligence> (pokušaj pristupa 22. siječanj 2023.).
- Kadar, Tamas. *Fraud Detection: Its Importance & How to Choose the Right System*. 2022. <https://seon.io/resources/fraud-detection-and-prevention/> (pokušaj pristupa 8. veljača 2024.).
- Kanade, Vijay. »What Is Fraud Detection? Definition, Types, Applications, and Best Practices.« *Spiceworks*. 16. lipanj 2021. <https://www.spiceworks.com/it-security/vulnerability-management/articles/what-is-fraud-detection/> (pokušaj pristupa 8. veljača 2024.).
- Kaplan, Andreas M., i Michael Haenlein. »Siri, Siri, in My Hand: Who's the Fairest in the Land? On the Interpretations, Illustrations, and Implications of Artificial Intelligence.« *Business Horizons*, 62/1, Siječanj/veljača 2019.: 15-25.
- Kariyawasam, Janith. *The McCulloch-Pitts Neuron (First Computational Neuron)*. 19. kolovoz 2023. <https://medium.com/@janithlahirukariyawasam/the-mcculloch-pitts-neuron-first-computational-neuron-83b686cf8dac> (pokušaj pristupa 8. siječanj 2024.).
- Kiester, Lucy, i Clara, Turp. »Artificial intelligence behind the scenes: PubMed's Best Match algorithm.« *J Med Libr Assoc.*, 1. siječanj 2022.: 15-22.
- Levy, Alon Y., i Daniel S. Weld. »Intelligent Internet systems.« *Artificial Intelligence*, 16. veljača 2000.: 1-14.

- Meshram, Siddhant; Naik, Namit, i Megha VR. »Conversational AI: Chatbots.« *International Conference on Intelligent Technologies (CONIT)*. Karnataka: IEEE, 2021.
- Miklosik, Andrej, Nina Evans, i Athar Mahmood Ahmed Qureshi. »The Use of Chatbots in Digital Business Transformation: A Systematic Literature Review.« *IEEE Access*, vol. 9, 2021.: 106530-106539.
- Milano, Silvia, Mariarosara Taddeo, i Luciano Floridi. »Recommender systems and their ethical challenges.« *AI & Society*, 27.. veljača 2020.: 957-967.
- Muller, Brittany. *SEO 101*. 2023. <https://moz.com/beginners-guide-to-seo/why-search-engine-marketing-is-necessary> (pokušaj pristupa 8.. veljača 2024.).
- Nalbandyan, Araks. »AI Personalization in 2023: Examples, Tools, and Tips.« *10web*. 24. svibanj 2023. <https://10web.io/blog/ai-personalization/> (pokušaj pristupa 13. prosinac 2023.).
- Netflix. *How Netflix's Recommendations System Works*. 2024. <https://help.netflix.com/en/node/100639> (pokušaj pristupa 1. veljača 2024.).
- N-ix. *Computer vision*,. 2023. <https://www.n-ix.com/computer-vision/> (pokušaj pristupa 16.. siječanj 2024.).
- Nvidia. *Recommendation System*. n.d. <https://www.nvidia.com/en-us/glossary/data-science/recommendation-system/> (pokušaj pristupa 21. prosinac 2023.).
- Piccinini, Gualtiero. »The First Computational Theory of Mind and Brain: A Close Look at Mcculloch and Pitts's "Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity"«.« *Synthese* 141, kolovoz 2004.: 175-215.
- Portugal, Ivens, Paulo Alencar, i Donald Cowan. »The use of machine learning algorithms in recommender systems: A systematic review.« *Expert Systems with Applications*, Vol. 97, 23.. prosinac 2018.: 205-227.
- Ricci, Francesco, Lior Rokach, i Bracha Shapira. *Recommender Systems Handbook*. New York: Springer, 2011.
- Roy, Deepjyoti. »A systematic review and research perspective on recommender systems.« *Journal of Big Data*, 2022.: 9-59.
- Shah, Kunal, Akshaykumar Salunke, Saurabh Dongare, i Kisandas Antala. »Recommender systems: An overview of different approaches to recommendations.« *2017 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS)*. Coimbatore: IEEE, 2017. 1-4.
- Smith, Ben. »How TikTok Reads Your Mind.« *The New York Times*, 2021.
- Statista. *AI Robotics*. 2024. <https://www.statista.com/outlook/tmo/artificial-intelligence/ai-robotics/> (pokušaj pristupa 25.. siječanj 2024.).

- Steiner, Miriam, Melanie, Stark, Birgit Magin, i Stefan Geiß. »Seek and you shall find? A content analysis on the diversity of five search engines' results on political queries.« *Information, Communication & Society Vol. 25 Issue 2*, 24.. lipanj 2022.: 217-241.
- Tittel, Ed. »Introduction to Web fraud detection systems.« *TechTarget*. 20. kolovoz 2015.
<https://www.techtarget.com/searchsecurity/feature/Introduction-to-Web-fraud-detection-systems> (pokušaj pristupa 8.. veljača 2024.).
- »Top Use Cases of AI-Based Recommendation Systems.« *IT Convergence*. 8.. ožujak 2023.
<https://www.itconvergence.com/blog/top-use-cases-of-ai-based-recommendation-systems> (pokušaj pristupa 13. prosinac 2023.).
- Toyota. *Robot Astronaut Kirobo Awarded Two Guinness World Records™ Titles*. 2015.
<https://media.toyota.ca/en/releases/2015/robot-astronaut-kirobo-awarded-two-guinness-world-records-titles.html> (pokušaj pristupa 25.. siječanj 2024.).
- Verma, Harshit. *Netflix Recommendation Engine*. 21.. prosinac 2021.
<https://startuptalky.com/netflix-recommendation-engine/> (pokušaj pristupa 28.. siječanj 2024.).
- Wadawadagi, Ramesh, i Veerappa Pagi. »Sentiment analysis with deep neural networks: comparative study and performance assessment.« *Artificial Intelligence Review*, 22. svibanj 2020.: 6155-6195.
- Wang, Pei. »On Defining Artificial Intelligence.« *Journal of Artificial General Intelligence*, 12. kolovoz 2019.: 1-37.
- Wankhade, Mayur, Annavarapu Chandra Sekhara Rao, i Chaitanya Kulkarni. »A survey on sentiment analysis methods, applications, and challenges.« *Artificial Intelligence Review*, 7.. veljača 2022.: 5731-5780.
- Wikipedia. *Artificial Intelligence Markup Language*. Wikipedia. 25.. siječanj 2023.
https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_Intelligence_Markup_Language (pokušaj pristupa 25.. siječanj 2023.).
- . *Backpropagation*. 2023. <https://en.wikipedia.org/wiki/Backpropagation> (pokušaj pristupa 10.. siječanj 2024.).
- . *ChatGPT*. 2024. <https://en.wikipedia.org/wiki/ChatGPT> (pokušaj pristupa 3.. veljača 2024.).
- . *Chinese room*. 2023. https://en.wikipedia.org/wiki/Chinese_room (pokušaj pristupa 9. siječanj 2024.).
- . *Computer vision*. 2024. https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_vision (pokušaj pristupa 16.. siječanj 2024.).
- . *Deep learning*. 2023. https://en.wikipedia.org/wiki/Deep_learning (pokušaj pristupa 28.. siječanj 2024.).
- . *ELIZA*. Wikipedia. 2023. <https://en.wikipedia.org/wiki/ELIZA> (pokušaj pristupa 9. siječanj 2024.).

- . *Google Search*. 2024. https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Search (pokušaj pristupa 6.. veljača 2024.).
 - . *History of artificial intelligence*. 2023. https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_artificial_intelligence (pokušaj pristupa 16. siječanj 2024.).
 - . *John McCarthy (computer scientist)*. 2023. [https://en.wikipedia.org/wiki/John_McCarthy_\(computer_scientist\)](https://en.wikipedia.org/wiki/John_McCarthy_(computer_scientist)) (pokušaj pristupa 8.. siječanj 2024.).
 - . *Microsoft Bing*. 2024. https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Bing (pokušaj pristupa 20.. veljača 2024.).
 - . *PubMed*. 2024. <https://en.wikipedia.org/wiki/PubMed> (pokušaj pristupa 7.. veljača 2024.).
 - . *Robotics*. 2023. <https://en.wikipedia.org/wiki/Robotics> (pokušaj pristupa 25.. siječanj 2023.).
 - . *Search engine*. 2023. https://en.wikipedia.org/wiki/Search_engine (pokušaj pristupa 8.. veljača 2024.).
 - . *TikTok*. 2024. <https://en.wikipedia.org/wiki/TikTok> (pokušaj pristupa 3.. veljača 2024.).
- Xu, Yongjun, Xin Liu, i Xin Cao. »Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research.« *The Innovation*, 28. studeni 2021.