

Umjetna inteligencija u obrazovanju

Krvavica, Antonia

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Filozofski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:142:458575>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-31**



FILOZOFSKI FAKULTET
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

Repository / Repozitorij:

[FFOS-repository - Repository of the Faculty of Humanities and Social Sciences Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Filozofski fakultet

Sveučilišni dvopredmetni diplomski studij informacijskih tehnologija i nakladništva

Antonia Krvavica

Umjetna inteligencija u obrazovanju

Diplomski rad

Mentorica: Izv. prof. dr. sc. Anita Papić

Osijek, 2024.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Filozofski fakultet

Odsjek za informacijske znanosti

Sveučilišni dvopredmetni diplomski studij informacijskih tehnologija i nakladništva

Antonia Krvavica

Umjetna inteligencija u obrazovanju

Diplomski rad

Znanstveno područje društvenih znanosti, znanstveno polje informacijskih znanosti

Mentorica: Izv. prof. dr. sc. Anita Papić

Osijek, 2024.

Izjava o akademskoj čestitosti

Izjavljujem s punom materijalnom i moralnom odgovornošću da sam ovaj rad samostalno napisala/napisao, da je rad nastao samostalnim istraživanjem zadane teme, da u njemu nema kopiranih ili prepisanih dijelova teksta tuđih radova koji nisu označeni kao citati s navođenjem izvora odakle su preneseni, da je u radu odgovorno primijenjena suvremena tehnologija, odnosno da rad nije autorstvo umjetne inteligencije, što pokazuje i bibliografija upotrijebljena tijekom obrade teme.

Svjesna sam/svjestan sam da je predaja završnog ili diplomskog rada čiji je sadržaj djelo drugoga studenta, treće osobe ili umjetne inteligencije, prepisivanje većega dijela ili cijeloga završnog ili diplomskog rada teška povreda studentskih obveza i etičkih načela znanstvene čestitosti, koja podliježe stegovnoj odgovornosti.

Studentica/student

Antonia Kmaica, 0122223471

ime i prezime, JMBAG

U Osijeku dan, godina

24.09.2024.

Sažetak

U ovom radu razmatra se razvoj i primjena umjetne inteligencije s posebnim naglaskom na njezinu upotrebu u obrazovanju. Cilj rada je analizirati različite grane umjetne inteligencije te istražiti utjecaj generativne umjetne inteligencije, konkretno alata ChatGPT na obrazovanje studenata i njihovu percepciju tehnologije umjetne inteligencije. Prikazuje se povijesni razvoj umjetne inteligencije i opisuje njezina primjena kroz različite grane. Nadalje, istražuje se uloga umjetne inteligencije u obrazovanju, pri čemu se razmatraju primjene u obrazovnim ustanovama. Posebice se proučava ChatGPT, njegova pojava, razvoj i specifične primjene u obrazovanju. Teorijski okvir rada temelji se na analizi relevantne literature, a empirijski dio istraživanja temelji se na anketi koja je provedena među studentima Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Korišten je anketni upitnik sa 17 pitanja, koji je uključivao demografske podatke, upoznatost studenata s ChatGPT-om, učestalost njegove primjene u akademske svrhe te stavove o njegovom utjecaju na obrazovni proces i potrebi za regulacijom ovih alata. Rezultati pokazuju da je ChatGPT postao značajan alat u akademskom životu studenata, ali i da izaziva podijeljene stavove o njegovom utjecaju na obrazovanje. Većina studenata prepoznaje njegove prednosti, kao što su ušteda vremena i olakšano učenje, no također su svjesni izazova poput smanjenja kritičkog mišljenja i ovisnosti o tehnologiji. Rad naglašava potrebu za uvođenjem smjernica za etičnu uporabu generativne umjetne inteligencije u obrazovanju te za daljnjim istraživanjima koja bi uključila percepciju profesora o ovoj temi.

Ključne riječi

umjetna inteligencija, obrazovanje, primjena umjetne inteligencije, ChatGPT

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Umjetna inteligencija	2
2.1. Povijesni razvoj umjetne inteligencije do danas	5
2.2. Različite grane umjetne inteligencije i njihova primjena	9
2.2.1. Strojno učenje (Machine learning)	10
2.2.2. Duboko učenje (Deep learning).....	13
2.2.3. Generativna umjetna inteligencija (Generative AI).....	15
2.2.4. Obrada prirodnog jezika (Natural language processing).....	16
2.2.5. Robotika (Robotics)	18
3. Umjetna inteligencija u obrazovanju	23
3.1. Primjena umjetne inteligencije u obrazovanju	24
3.2. Prednosti i nedostaci upotrebe umjetne inteligencije u obrazovanju	28
4. ChatGPT – pojava i razvoj.....	31
4.1. Primjena ChatGPT-a	32
4.1.1. Primjena ChatGPT-a u obrazovanju	33
5. Dosadašnja istraživanja o umjetnoj inteligenciji u obrazovanju	35
6. Istraživanje o umjetnoj inteligenciji u obrazovanju	37
6.1. Cilj i istraživačka pitanja	37
6.2. Metodologija	37
6.3. Rezultati.....	38
6.4. Rasprava	54
7. Zaključak.....	57
8. Literatura	59
10. Prilozi	68

1. Uvod

Umjetna inteligencija je, prije svega, moćna tehnologija koja predstavlja jednu od najrevolucionarnijih tehnologija našeg doba, transformirajući način na koji živimo, radimo i učimo. Može se reći i da je na nezaustavljivom razvojnog putu.

Umjetna inteligencija se sve više integrira u različite aspekte modernog društva, od industrije i zdravstva do obrazovanja. Kroz svoju sposobnost oponašanja ljudskih kognitivnih funkcija, poput učenja i rješavanja problema, UI postaje ključna tehnologija koja oblikuje budućnost. Strojevi koji posjeduju umjetnu inteligenciju mogu percipirati svoje okruženje, donositi odluke te izvršavati zadatke s visokom razinom preciznosti i učinkovitosti. Primjeri primjene UI uključuju prepoznavanje govora, autonomna vozila i obradu prirodnog jezika, čime se otvaraju nebrojene mogućnosti za poboljšanje svakodnevnog života.

Uvođenje tehnologije značajno je utjecalo i na obrazovni sustav. Tradicionalne metode podučavanja, koje su se stoljećima oslanjale na učitelje kao primarne izvore znanja, mijenjaju se pod utjecajem digitalizacije i umjetne inteligencije. Dostupnost informacija putem interneta transformirala je način na koji učenici pristupaju učenju, dok su nove tehnologije poput strojnog učenja i inteligentnih tutora omogućile personalizirano i prilagođeno obrazovanje. Kroz digitalne alate, komunikacija između učitelja i učenika više nije ograničena na fizičku učionicu, već se širi na razne virtualne platforme koje olakšavaju suradnju i razmjenu informacija.

Ovaj diplomski rad bavi se analizom povijesnog razvoja i primjene umjetne inteligencije, s posebnim naglaskom na njezinu ulogu u obrazovanju. Rad će razmotriti ključne grane umjetne inteligencije, poput strojnog i dubokog učenja, obrade prirodnog jezika, generativne UI, robotike s naglaskom na njihovu integraciju u obrazovne procese. Osim toga, istražiti će se prednosti i nedostaci upotrebe UI u obrazovnim sustavima, uz poseban osvrt na ChatGPT, njegovu primjenu u obrazovanju i potencijal za buduće inovacije.

Na kraju rada provedeno je empirijsko istraživanje s ciljem ispitivanja navika i stavova studenata prema korištenju alata umjetne inteligencije ChatGPT u obrazovanju. Ispitanici su bili studenti sa Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Kroz ovo istraživanje nastojalo se utvrditi koliko studenti koriste ovaj alat u akademskom kontekstu, njihove stavove o njegovoj korisnosti te potencijalne etičke i praktične izazove koje prepoznaju u primjeni ChatGPT-a u obrazovnom procesu.

2. Umjetna inteligencija

Od antičkih vremena ljudi su nastojali razumjeti funkcioniranje ljudskog mozga. Pitanja poput: kako ljudi misle, prepoznaju objekte, donose zaključke i odluke te komuniciraju sa svojom okolinom, bila su u središtu pozornosti. Koje karakteristike definiraju inteligentno ponašanje? Što je inteligencija i je li ona svojstvena samo čovjeku? Mnoge teorije su postavljene, a odgovori su raznovrsni. Znamo mnogo o inteligenciji i ljudskom mozgu, ali to znanje je daleko od potpunog.¹ Ljudska inteligencija se općenito definira kao mentalna kvaliteta koja obuhvaća sposobnosti učenja iz iskustva, prilagodbe na nove situacije, razumijevanja i rukovanja apstraktnim konceptima, te korištenja znanja za upravljanje okolinom. Ovo uključuje vještine poput rješavanja problema, kritičkog razmišljanja, brzog učenja i razumijevanja složenih ideja.²

Pojam umjetne inteligencije ili, izvorno engleski, *Artificial Intelligence*, skraćeno *AI* odnosno *UI*, ne može se definirati jednoznačno i univerzalno prihvaćenom definicijom. Ipak, ona je imitacija ljudske inteligencije koju još uvijek ne razumijemo u potpunosti. Svaki stručnjak koji se bavi istraživanjem u području umjetne inteligencije ima vlastito viđenje i interpretaciju onoga što *UI* predstavlja. Ova raznolikost perspektiva proizlazi iz različitih pristupa, metoda i aplikacija koje umjetna inteligencija može imati u različitim kontekstima. Zanimljivo je da je nedostatak precizne, univerzalno prihvaćene definicije umjetne inteligencije vjerojatno pomogao ovom području da raste, cvjeta i napreduje ubrzanim tempom. Ipak, definicija ostaje važna, posebno kad se uzmu u obzir različite perspektive.³

Evo najvažnijih definicija umjetne inteligencije:

1. **Marvin Minsky (MIT):** Umjetna inteligencija je znanost čiji je cilj napraviti umjetnu tvorevinu - stroj sposoban rješavati zadatke za čije je rješenje potrebna inteligencija ako ih rješava čovjek.
2. **Patrick Winston (MIT):** Umjetna inteligencija proučava postupke računanja koji bi omogućili percepciju, zaključivanje i djelovanje.

¹Stipaničev, D.; Šerić, L.J.; Braović, M. Uvod u umjetnu inteligenciju. Split: Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje u Splitu, 2021. URL: <https://ai.fesb.hr/knjiga/AI-knjiga-FINAL.pdf> (2024-09-05)

²Sternberg, Robert J.. Human intelligence. // Encyclopedia Britannica Online. Encyclopedia Britannica, 1999. URL: <https://www.britannica.com/science/human-intelligence-psychology> (2024-05-15)

³Sheikh, H., Prins, C., Schrijvers, E. Artificial Intelligence: Definition and Background. // Mission AI. Research for Policy. Springer, Cham. (2023). URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-21448-6_2 (2024-09-05)

3. **Edward Feigenbaum (Stanford University):** Umjetna inteligencija je dio računalnih znanosti čiji je cilj istraživanje simboličkog, nealgoritamskog procesa rezoniranja i prikazivanja simboličkog znanja te njihova primjena u inteligentnim strojevima.
4. **McGraw Hill Encyclopedia of Science & Technology:** Umjetna inteligencija je područje računarstva povezano s razumijevanjem prirode inteligentnih postupaka i konstruiranjem umjetnog sustava sposobnog provoditi takve postupke.

Ove definicije ističu ključne aspekte UI, kao što su sposobnost rješavanja zadataka koji zahtijevaju inteligenciju, oponašanje ljudskih kognitivnih procesa, te istraživanje i primjena simboličkog znanja u inteligentnim strojevima.⁴

Definicije umjetne inteligencije mogu se promatrati sa tri različita stajališta, u tehničkom, filozofskom i praktičnom smislu. Tehnička definicija fokusira se na UI kao granu računalne znanosti koja razvija sustave sposobne za obavljanje zadataka koji zahtijevaju ljudsku inteligenciju. Takvi sustavi koriste algoritme strojnog učenja i dubokog učenja za analizu velikih količina podataka i donošenje informiranih odluka. UI se može definirati kao sposobnost računala ili računalno kontroliranih robota da izvršavaju zadatke povezane s inteligentnim bićima.⁵

S filozofskog stajališta, umjetna inteligencija može se promatrati kroz prizmu sposobnosti strojeva da posjeduju svijest, razumijevanje i kognitivne sposobnosti slične ljudskim. Ova perspektiva uključuje pitanja o prirodi inteligencije i svijesti, te postavlja izazove u pogledu etičkih i moralnih implikacija stvaranja inteligentnih strojeva. Filozofi raspravljaju o mogućnosti da strojevi posjeduju istu razinu svjesnosti kao ljudi i istražuju što bi to značilo za društvo.⁶

U praktičnom smislu, UI se definira kao tehnologija koja omogućuje računalima i sustavima da poboljšaju učinkovitost i produktivnost automatizacijom i optimizacijom procesa u različitim industrijama. Primjeri uključuju korištenje UI za otkrivanje prijevара u financijama, analizu

⁴ Stipaničev, D.; Šerić, Lj.; Braović, M. Nav. dj.

⁵ Copeland, B.J.. Artificial intelligence. // Encyclopedia Britannica Online. Encyclopedia Britannica, 1999. URL: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence> (2024-05-15)

⁶ Boden, M. Artificial intelligence. // Craig, Edward (ur.) Routledge Encyclopedia of Philosophy, Routledge, New York, 1998., str. 71-72 URL: https://bdblibrary.weebly.com/uploads/1/7/5/9/17596003/the_shorter_routledge_encyclopedia_of_philosophy.pdf (2024-09-05)

medicinskih slika u zdravstvu, te personalizaciju obrazovnih sadržaja u obrazovanju. Ova primjena tehnologija UI omogućava značajne operativne i funkcionalne prednosti u stvarnom svijetu.⁷

Ova raznolikost definicija odražava multidisciplinarnu prirodu umjetne inteligencije i njezinu primjenu u različitim kontekstima. S obzirom na širok raspon mogućnosti i izazova koje UI donosi, nije iznenađujuće da ne postoji jedna, sveobuhvatna definicija koja bi zadovoljila sve aspekte i perspektive ovog kompleksnog područja. Nije iznenađujuće da je umjetnu inteligenciju teško jasno definirati.

Umjetna inteligencija dijeli se na jaku i slabu, ovisno o stupnju razvijenosti. Jaka umjetna inteligencija posjeduje sposobnost razmišljanja na razini čovjeka, s mogućnošću donošenja odluka i razumijevanja svijeta slično kao ljudski um. S druge strane, slaba umjetna inteligencija obuhvaća sustave kojima se mogu pripisati samo određena inteligentna svojstva, poput prepoznavanja govora ili osnovne obrade podataka, ali bez stvarnog razumijevanja ili svjesnosti.⁸

Jaka umjetna inteligencija, poznata i kao svjesna umjetna inteligencija, odnosi se na strojeve sposobne za inteligentno ponašanje, osjećaje i razumijevanje vlastitih procesa rasuđivanja. Cilj je replicirati ljudske mentalne sposobnosti, poput emocija i kreativnosti. Za razliku od slabe umjetne inteligencije, koja je alat za istraživanje uma i simulira inteligenciju, jaka UI može posjedovati vlastita kognitivna stanja. Prema funkcionalističkoj teoriji, dobro programirano računalo može imati funkciju uma. John Searle je kritizirao jaku umjetnu inteligenciju, osobito kroz svoj argument kineske sobe iz 1980. godine, tvrdeći da manipulacija simbolima nije isto što i stvarno razumijevanje. Searle je time osporio ideju da računala mogu imati istu razinu razumijevanja kao ljudi, ističući razliku između simulacije i stvarnog razumijevanja.⁹

Umjetna inteligencija može se podijeliti u četiri glavne vrste, koje istraživači identificiraju u pokušaju definiranja naprednijih oblika UI i pojmova poput inteligencije i svijesti. Reaktivne mašine predstavljaju najosnovniji oblik UI, koji reagira na trenutne podražaje bez mogućnosti prisjećanja prošlih događaja, što ih čini korisnima za specifične zadatke poput igranja šaha. Mašine s ograničenom

⁷ Built In. Artificial Intelligence. URL: <https://builtin.com/artificial-intelligence>

⁸Prister, V. Umjetna inteligencija. // Media, culture and public relations, 10, 1(2019), str. 67-72, URL: <https://doi.org/10.32914/mcpr.10.1.7> (2024-09-05)

⁹ Putica, M. Umjetna inteligencija: Dvojbe suvremenoga razvoja. // Hum : časopis Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Mostaru, 13, 20(2018.), str. 198-213, URL: <https://hrcak.srce.hr/219733> (2024-09-05)

memorijom, poput autonomnih vozila, imaju sposobnost pohrane i korištenja prethodnih podataka za donošenje odluka, iako im je sposobnost prisjećanja ograničena na kratke vremenske okvire. Teorija uma odnosi se na hipotetički tip UI koji bi mogao razumjeti i percipirati ljudske emocije te koristiti te informacije za donošenje vlastitih odluka, iako takva UI još ne postoji. Najnapredniji oblik UI, koji također još ne postoji, bio bi samosvjesna umjetna inteligencija, koja bi posjedovala svijest o sebi i razumjela emocionalna stanja drugih, što predstavlja konačni cilj razvoja opće umjetne inteligencije.¹⁰

Svaka tehnološka inovacija nosi sa sobom prednosti i nedostatke, a umjetna inteligencija nije iznimka. Iako postoje brojne rasprave o koristima i rizicima UI, važno je razumjeti što UI zapravo radi. Korištenje UI donosi brojne prednosti za tvrtke, poput smanjenja ljudskih pogrešaka, eliminacije rizika za ljude u opasnim situacijama, 24-satne dostupnosti, nepristranog donošenja odluka te uštede troškova kroz automatizaciju repetitivnih poslova. Također, UI može obraditi velike količine podataka i omogućiti njihovu analizu na način koji nadmašuje ljudske sposobnosti. Međutim, implementacija UI je skupa i zahtijeva kontinuirano održavanje kako bi ostala relevantna i učinkovita. Nedostatak emocija i kreativnosti u UI znači da ne može donositi originalna rješenja ili razumjeti emocionalne implikacije svojih odluka. Dodatno, s porastom uporabe UI, smanjuje se potreba za ljudskim radom u određenim sektorima, što može dovesti do etičkih pitanja, posebno u vezi s privatnošću podataka i sigurnošću potrošača.¹¹

2.1. Povijesni razvoj umjetne inteligencije do danas

Kako bi se lakše razumjelo trenutno stanje razvoja umjetne inteligencije i u kojoj mjeri ona može simulirati inteligentno ponašanje, u nastavku će biti prikazan kratak pregled povijesti umjetne inteligencije.

Umjetna inteligencija ima dugu i fascinantnu povijest koja seže unazad više od 70 godina. U tom razdoblju ističe se Alan Turing, britanski matematičar, kriptograf i pionir računalne znanosti. Predstavio je razne koncepte koji su kasnije postali temelj za istraživanje i razvijanje umjetne

¹⁰ Courseera Staff. What Is Artificial Intelligence? Definition, Uses, and Types, 2024. URL: <https://www.coursera.org/articles/what-is-artificial-intelligence> (2024-09-05)

¹¹ What are the advantages and disadvantages of artificial intelligence (AI)? URL: <https://www.tableau.com/data-insights/ai/advantages-disadvantages> (2024-09-05)

inteligencije. Godine 1948. objavio rad pod nazivom “*Intelligentni strojevi*” u kojem se razmatraju mogući načini na koje bi strojevi mogli pokazivati inteligentno ponašanje. Kao vodič koristi se analogija s ljudskim mozgom. Ističe se da se potencijali ljudske inteligencije mogu ostvariti samo ako je osigurano odgovarajuće obrazovanje. Istraživanje se uglavnom usredotočuje na analogni proces učenja primijenjen na strojeve. Turing smatra da se stroju treba pristupiti kao novorođenom djetetu te ga na taj način učiti.¹² Zatim je 1950. godine objavio članak koji je i danas ostao središnja tema rasprava među stručnjacima. Svoj rad pod nazivom “*Računalni strojevi i inteligencija*”, započinje ključnim pitanjem koje je oblikovalo daljnji razvoj umjetne inteligencije: “*Predlažem da razmotrimo pitanje: 'Mogu li strojevi misliti?'*”.¹³ U tom radu, Turing je detaljno opisao kako izgraditi inteligentne strojeve i, što je još važnije, kako testirati njihovu "inteligenciju". Bio je daleko ispred svog vremena, predviđajući da će se, otprilike pedeset godina nakon objave njegovog rada, ljudi moći koristiti računalima na takav način da će u "igri oponašanja" (danas poznatoj kao Turingov test) ispitivači imati samo sedamdeset posto šanse ispravno procijeniti je li njihov sugovornik zapravo stroj ili prava osoba.¹⁴ Prema Turingovom testu, stroj se smatra inteligentnim ako osoba koja komunicira s njim putem računalnog terminala ne može utvrditi radi li se o stvarnoj osobi ili stroju. Da bi se postigao takav nivo oponašanja ljudske komunikacije, sustav mora biti dovoljno sofisticiran da prevari ispitanika. Da bi to postigao, sustav mora imati sposobnosti kao što su procesiranje prirodnog jezika, reprezentacija znanja, automatsko rasuđivanje i strojno učenje. Turingov test stekao je veliku popularnost u računalnoj zajednici, što je dovelo do organiziranja godišnjih natjecanja s novčanim nagradama za programere koji razviju programe koji će postići najbolji rezultat na tom testu.¹⁵

Iako je Turing jedan od najpoznatijih predstavnika umjetne inteligencije, začetnikom se smatra John McCarthy. Izraz "umjetna inteligencija" skovan je na kongresu održanom 1956. na Dartmouth Collegeu. Kongres je organizirao McCarthy gdje je okupio pionire tog područja i potaknuo sustavna istraživanja. A kasnije je postao autor osnovnog programskog jezika za umjetnu inteligenciju, LISP-

¹²Turing, A. M. *Intelligent Machinery*. 1948. URL: <https://weightagnostic.github.io/papers/turing1948.pdf> (2024-09-05)

¹³Prister, V. Nav. Dj.

¹⁴ Turing, A. M. I.—*Computing Machinery and Intelligence*. // *Mind*, LIX(236), (1950), str. 433–460. URL: <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433> (2024-09-05)

¹⁵ Valerjev, P. *Uloga umjetne inteligencije u istraživanju uma: povijest i perspektiva* // *Mozak i um - Trajni izazov čovjeku* / Žebec, M....[et al.]. / Zagreb: Institut društvenih znanosti Ivo Pilar, 2006. str. 105-122 URL: https://www.pilar.hr/wp-content/images/stories/dokumenti/zbornici/mozak_i_um/mozak_i_um_105.pdf (2024-09-05)

a (1958.), zbog čega ga danas smatraju ocem umjetne inteligencije.¹⁶ Na istoj konferenciji je predstavljen i program Logički teoretičar (*Logic Theorist*, 1955.) kojeg su osmislili Herbert Simon i Allen Newell. To je program za automatsko rasuđivanje koji sam može izvoditi logičke teoreme koji se danas smatra prvim računalnim programom umjetne inteligencije.¹⁷ Newell i Simon nastavljaju rad te 1961. godine razvijaju *General Problem Solver* (GPS), program koji rješava probleme simulirajući ljudske strategije pomoću analize sredstva i cilja, što ga čini prvim uspješnim modelom ljudskog mišljenja. Godinu kasnije, Rosenblatt razvija *PERCEPTRON*, oblik neuronske mreže koji se i danas koristi, dokazujući da algoritam učenja može prilagoditi veze perceptrona za bilo koji ulaz. Između 1963. i 1968. Minskyjevi studenti stvaraju niz sustava za rješavanje problema u ograničenim domenama, tzv. mikrosvjetoima.¹⁸

Ono što je obilježilo 70-e godine prošlog stoljeća jest razvoj ekspertnih sustava te programi za razumijevanje prirodnog jezika. U 80-im godina 20. stoljeća dolazi do novog vala razvoja umjetne inteligencije. Umjetna inteligencija postaje industrija s razvojem ekspertnih sustava za specijalizirane potrebe, kao i napretkom u robotici i umjetnim neuronskim mrežama. Do 1985. godine, preko 180.000 robota djeluje na proizvodnim trakama diljem svijeta, a više od 100 tvrtki koristi robotske sustave za vizualno prepoznavanje. Godine 1988. ističe se značaj vjerojatnosti i teorije odlučivanja, uz razvoj mreža vjerovanja za zaključivanje u uvjetima neizvjesnosti. Napredak se također ostvaruje u prepoznavanju govora, gdje dominiraju skriveni Markovljevi modeli.¹⁹

Od 90-ih godina, UI bilježi ubrzani napredak u robotici (autonomni roboti), računalnom vidu, strojnom učenju i reprezentaciji znanja. Razvijaju se cjelovite kognitivne arhitekture, poput ACT-a (*Adaptive Control of Thought*, Anderson, 1983.) i SOAR-a (Newell, Laird, Rosenbloom, kasnih 80-ih), uz brojne revizije. Dolazi do komercijalizacije robotike u industriji, potrošnji i opasnim okruženjima poput svemirskih istraživanja. Pojavljuju se natjecanja za *Turingov test*, Računalo IBM-a, *Deep Blue*, postalo je prvo računalo koje je 11. svibnja 1997. pobijedilo svjetskog prvaka u šahu, Garryja Kasparova. Male aplikacije za specifične zadatke, poput obrade jezika i umjetnih tutora, sve

¹⁶Valerjev, P. Nav. Dj.

¹⁷Priester, V. Nav. Dj.

¹⁸Valerjev, P. Nav. Dj.

¹⁹Valerjev, P. Nav. Dj.

su prisutnije u svakodnevnim programima, igrama, uređajima i vozilima, dok UI sve više nalazi primjenu u uslužnim djelatnostima poput prodaje karata i informiranja o prometu.²⁰

Razdoblje 60-ih godina bilo je obilježeno velikim optimizmom i visokim očekivanjima, potaknutim ranim uspjesima, a nakon toga uslijedilo je razdoblje u kojemu se uvidjelo kako su problemi stvaranja cjelovitijih inteligentnih sustava mnogo složeniji unatoč prvobitnoj pretpostavci.²¹ U 70-im i 80-im godinama, područje umjetne inteligencije doživjelo je stagnaciju jer su pretjerana očekivanja iz ranih dana ostala neispunjena, a napredak gotovo zaustavljen. Razlog neuspjeha u to vrijeme bio je nedostatak dovoljne računalne snage; računala su tada imala snagu usporedivu s inteligencijom insekata. Tijekom tog razdoblja, iako je računalna snaga rasla, dostupna financijska sredstva za UI su opadala. Dok su se u 60-im koristili superračunala vrijedna 10 milijuna dolara, do 90-ih je istraživanje moralo raditi s osobnim računalima vrijednim samo nekoliko tisuća dolara. Počeo se osjećati novi val optimizma među istraživačima, iako su stručnjaci svjesni i dalje prisutnih izazova.²²

Početak 21. stoljeća ponovno su pojačana istraživanja umjetnih neuronskih mreža, osobito s pojavom dubokih neuronskih mreža (*Deep Neural Networks*), koje su povezane sa strojnim učenjem. Posljednja faza razvoja umjetne inteligencije, faza inteligentnih agenata, započela je krajem 90-ih godina i traje do danas. U ovoj fazi definira se agent kao samostalni programski ili hardverski entitet koji djeluje autonomno u svom okruženju, koristeći različite metode umjetne inteligencije. Istraživanja su usmjerena na interakcije između inteligentnih entiteta, s posebnim fokusom na kooperaciju, koordinaciju i konkurenciju. Agenti postaju temelj inteligentnih sustava koji se sve češće primjenjuju u komercijalnim okruženjima. Nakon 2010. godine, duboko učenje počinje se industrijski primjenjivati, posebno u zadacima prepoznavanja govora. *Google* 2010. pokreće *Google Brain*, koji je 2012. uspio prepoznati sliku mačke, a 2014. opisati scenu na slici. Iste godine, 2012., pojavljuje se i *TensorFlow*, programska biblioteka otvorenog koda pogodna za strojno učenje. Godine 2011. IBM-ov program *Watson*, specijaliziran za pronalaženje odgovora na pitanja iz općeg znanja, pobijedio je dva suparnika u kvizu *Jeopardy!*. U 2016. godini, *Google-ov* program *AlphaGo* pobijedio je najboljeg svjetskog igrača igre Go, Leeja Sedola. Godine 2019. EU donosi etičke smjernice za razvoj sustava

²⁰ Isto.

²¹ Isto.

²² Bostrom, N. How long before superintelligence? // International Journal of Futures Studies, 2(1998.) URL: <https://nickbostrom.com/superintelligence.htm> (2024-09-05)

UI.²³ Posljednje desetljeće obilježeno je dominacijom generativne umjetne inteligencije. *OpenAI* predstavlja GPT (*Generative Pretrained Transformer*) velike jezične modele, GPT-2 i GPT-3. Posebno važna godina je 2022. kada ista tvrtka lansira *ChatGPT*, korisničko sučelje za GPT-3 koje može generirati složene, koherentne i kontekstualne rečenice te duže tekstove kao odgovor na korisničke upite, što stavlja umjetnu inteligenciju u središte svjetskih medijskih naslova te pokreće nevideni val inovacija i usvajanja tehnologija UI.²⁴ U 2024. godini Europska unija donosi Zakon o umjetnoj inteligenciji, koji nastoji osigurati da sustavi UI korišteni unutar EU budu "sigurni, transparentni, sljedivi, nediskriminirajući i ekološki prihvatljivi." Istovremeno, *Claude 3 Opus*, veliki jezični model razvijen od strane tvrtke *Anthropic*, nadmašuje GPT-4, postajući prvi veliki jezični model (LLM) koji je to postigao.²⁵ Danas, najnoviji trendovi u umjetnoj inteligenciji sugeriraju nastavak njenog intenzivnog razvoja. Multimodalni modeli, koji mogu koristiti različite vrste podataka kao ulaz, pružaju složenija i bogatija iskustva. Ovi modeli kombiniraju tehnologije poput računalnog vida za prepoznavanje slika i obrade prirodnog jezika (NLP) za prepoznavanje govora. Istovremeno, manji modeli također bilježe napredak.²⁶ Umjetna inteligencija se razvila do nevjerojatne razine, postala je dio naše svakodnevice, utječući na osobne živote, ali i na velike tvrtke i organizacije, njihovo poslovanje i donošenje odluka. Tvrtke poput *Google-a*, *Facebook-a*, *IBM-a* i *Amazona* uz pomoć umjetne inteligencije kreiraju nevjerojatne uređaje.²⁷

2.2. Različite grane umjetne inteligencije i njihova primjena

Umjetna inteligencija široko je polje koje se sastoji od nekoliko grana, od kojih svaka ima svoje specifične ciljeve, tehnike i metode. Svaka od ovih grana doprinosi cjelokupnom razvoju i primjeni umjetne inteligencije u različitim domenama, uključujući medicinu, obrazovanje, financije, transport, zabavu, industriju i druge sektore. Razvoj ovih tehnologija nastavlja se ubrzavati, otvarajući nove mogućnosti i izazove u svim aspektima modernog života.

²³ Stipaničev, D.; Šerić, L.J.; Braović, M. Nav. Dj.

²⁴ What is generative AI?, 2024. URL: <https://www.ibm.com/topics/generative-ai> (2024-09-06)

²⁵ Built In. Artificial Intelligence. URL: <https://builtin.com/artificial-intelligence> (2024-09-06)

²⁶ What is artificial intelligence (AI)?, 2024. URL: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence> (2024-09-06)

²⁷ History of Artificial Intelligence, 2023. URL: <https://www.javatpoint.com/history-of-artificial-intelligence> (2024-09-06)

Evo nekoliko glavnih grana umjetne inteligencije:

2.2.1. Strojno učenje (Machine learning)

Strojno učenje ključna je komponenta umjetne inteligencije koja omogućuje strojevima da uče i poboljšaju svoju izvedbu u zadacima tijekom vremena. Ključni pojmovi unutar strojnog učenja uključuju nadzirano učenje, nenadzirano učenje i učenje s potkrepljenjem. Nadzirano strojno učenje je prevladavajuća metoda u razvoju sustava umjetne inteligencije. Ovaj pristup uključuje obuku modela na označenim podacima, gdje algoritam uči mapirati ulazne podatke u točan izlaz na temelju danih oznaka.²⁸

Nenadzirano učenje je vrsta strojnog učenja gdje se model trenira na neoznačenim podacima, dopuštajući sustavu da identificira obrasce i strukture unutar podataka bez eksplicitnog vodstva. Učenje bez nadzora posebno je važno za umjetnu inteligenciju, omogućujući računalima da autonomno prepoznaju složene procese i obrasce. Ova metoda je vrijedna za scenarije u kojima označeni podaci mogu biti ograničeni ili skupi za nabavu, osnažujući sustav da otkrije skrivene obrasce i uvide unutar podataka.²⁹

Učenje s pojačanjem još je jedan ključni koncept u strojnom učenju, karakteriziran sustavnim učenjem putem pokušaja i pogrešaka primanjem povratnih informacija u obliku nagrada ili kazni. Ovaj proces odražava kako organizmi uče iz posljedica svojih postupaka, pri čemu pozitivno potkrepljenje povećava vjerojatnost ponašanja, a negativno potkrepljenje je smanjuje. Učenje s potkrepljenjem pokazalo je učinkovitost u različitim primjenama, uključujući rehabilitaciju nakon moždanog udara.³⁰

Duboko učenje, podskup strojnog učenja, koristi neuronske mreže za učenje hijerarhijskih prikaza podataka putem nadziranih i nenadziranih pristupa učenju. Stabla odlučivanja, neuronske mreže, strojevi potpornih vektora, naivni Bayes, linearna regresija i algoritmi k-najbližih susjeda obično se

²⁸Bzdok, D.; Krzywinski, M.; Altman, N. Machine learning: supervised methods. // *Nature Chemical Biology*, 15, 1(2018), str. 5-6. URL: <https://doi.org/10.1038/nmeth.4551>(2024-07-13)

²⁹Dridi, S. Unsupervised learning - a systematic literature review, (2024). URL: <https://doi.org/10.31219/osf.io/mpkht>(2024-07-13)

³⁰Kazi, F.; Patil, D. A mini review on effectiveness of reinforcement learning in stroke rehabilitation. // *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 13, 6(2022), str. 2902-2904. URL: <https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S06.377> (2024-07-13)

koriste u strojnom učenju za zadatke kao što je klasifikacija. Ovi algoritmi igraju ključnu ulogu u obradi i analizi opsežnih skupova podataka za donošenje predviđanja i odluka.³¹

Strojno učenje, temeljna komponenta umjetne inteligencije, ima ključnu ulogu u raznim domenama, uključujući kibernetičku sigurnost, zdravstvo, financije itd. Tehnologije umjetne inteligencije, kao što su strojno učenje, obrada prirodnog jezika, analiza ponašanja i duboko učenje, mogu značajno unaprijediti kibernetičku sigurnost. One pružaju snažnu zaštitu protiv raznovrsnih kibernetičkih prijetnji, uključujući zlonamjerni softver, phishing napade i prijetnje iznutra, omogućujući sustavima da bolje prepoznaju i odgovore na ove opasnosti.³² Teoretski temelji umjetne inteligencije u kibernetičkoj sigurnosti naglašavaju važnost strojnog učenja i njegove primjene u jačanju sigurnosnih mjera. Štoviše, UI, kao grana računalne znanosti, ima za cilj replicirati i proširiti ljudsku inteligenciju u strojevima, pri čemu je strojno učenje ključni aspekt postizanja tog cilja.³³ Strojno učenje omogućuje računalima da samostalno uče iz podataka, bez eksplicitnog programiranja, čime se olakšava razvoj inovativnih zdravstvenih rješenja. Krična uloga strojnog učenja u inteligentnoj analizi podataka za stvaranje pametnih i automatiziranih aplikacija naglašava njegovu važnost u unapređenju sposobnosti umjetne inteligencije u različitim sektorima.³⁴

Primjena strojnog učenja proteže se na različita područja gdje se algoritmi dubokog učenja koriste za pružanje točnih predviđanja.³⁵ Ova upotreba naprednih tehnika strojnog učenja prikazuje transformativni potencijal umjetne inteligencije u poboljšanju dijagnostičke točnosti i ishoda pacijenata. Tehnologija strojnog učenja ima sposobnost oponašanja ljudskih procesa učenja, otvarajući nove mogućnosti za inovacije vođene umjetnom inteligencijom u različitim industrijama.

³¹Punia, S....[et al.]. Performance analysis of machine learning algorithms for big data classification. // International Journal of E-Health and Medical Communications, 12(4) (2021), str. 60-75. URL: <http://doi.org/10.4018/IJEHMC.20210701.oa4>(2024-07-13)

³²Jawaid, S. Artificial intelligence with respect to cyber security. // Journal of Advances in Artificial Intelligence 1, 2(2023.), str. 96-102. URL: <https://doi.org/10.20944/preprints202304.0923.v1>(2024-07-13)

³³Sheng, B....[et al.]. An overview of artificial intelligence in diabetic retinopathy and other ocular diseases. // Frontiers in Public Health, 10 (2022). URL: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.971943> (2024-07-13)

³⁴Sarker, I. Machine learning: algorithms, real-world applications and research directions. // Sn Computer Science, 2, 3(2021). URL: [10.1007/s42979-021-00592-x](https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x)(2024-07-13)

³⁵Kuwahara, T. ...[et al.]. Current status of artificial intelligence analysis for endoscopic ultrasonography. // Digestive Endoscopy, 33, 2(2020), str. 298-305. URL: [10.1111/den.13880](https://doi.org/10.1111/den.13880)(2024-07-13)

Strojno učenje koristi napredne statističke metode za izdvajanje ključnih značajki iz skupova podataka, omogućujući poboljšanu analizu i interpretaciju složenih znanstvenih podataka.³⁶

U kontekstu algoritamske pismenosti i rastuće uloge knjižnica, naglašava se prožimajuća priroda umjetne inteligencije u suvremenom društvu, ističući njezinu složenost, sveprisutnost i posljedični utjecaj na svakodnevni život.³⁷ Duboko učenje, istaknuti računalni pristup unutar strojnog učenja, pokazao je izvanredan uspjeh u složenim kognitivnim zadacima, prikazujući transformativnu moć tehnologija UI u pomicanju granica ljudskih sposobnosti.³⁸

U području zdravstvene zaštite, strojno učenje, kao potpodručje umjetne inteligencije, revolucionira dijagnostiku i liječenje bolesti.³⁹ Pandemija COVID-19 pokazala je kako su umjetna inteligencija i strojno učenje bili primijenjeni u borbi protiv krize. UI se pokazala korisnom pomažući u otkrivanju infekcija, predviđanju izbijanja, te čak u razvoju lijekova i cjepiva. Istraživanja su dokazala da tehnike UI, poput rudarenja bioloških podataka i algoritama strojnog učenja, mogu igrati ključnu ulogu u detekciji, dijagnostici i klasifikaciji COVID-19.⁴⁰ Duboko učenje odigralo je ključnu ulogu u obuci umjetnih neuronskih mreža s velikim skupovima podataka, omogućujući rješavanje različitih izazova koje je pandemija donijela. Time je naglašena prilagodljivost i svestranost tehnika strojnog učenja u odgovoru na dinamične scenarije iz stvarnog života. Različite perspektive o umjetnoj inteligenciji također ističu etička razmatranja povezana s njenim različitim konceptima, osvjetljavajući složenu prirodu etike i upravljanja umjetnom inteligencijom.⁴¹

U domeni medicine, strojno učenje igra ključnu ulogu u unapređenju dijagnostičkih sposobnosti i ishoda liječenja.⁴² Kombinacija strojnog učenja i umjetne inteligencije u zdravstvu ističe njihov

³⁶Ramírez, C. ...[et al.]. Applications of machine learning in spectroscopy. // *Applied Spectroscopy Reviews*, 56(8-10) (2020), str. 733-763. URL: <https://doi.org/10.1080/05704928.2020.1859525> (2024-07-13)

³⁷Ridley, M.; Pawlick-Potts, D. Algorithmic literacy and the role for libraries. // *Information Technology and Libraries*, 40, 2(2021). URL: <https://doi.org/10.6017/ital.v40i2.12963> (2024-07-13)

³⁸Taye, M. Understanding of machine learning with deep learning: architectures, workflow, applications and future directions. // *Computers*, 12, 5(2023), str. 91. URL: <https://doi.org/10.3390/computers12050091> (2024-07-13)

³⁹Ahmad, M. Using artificial intelligence (ai) technology in the health sector has several goals. // *Middle East Research Journal of Engineering and Technology*, 4, 01(2024), str. 5-9. URL: [10.36348/merjet.2024.v04i01.002](https://doi.org/10.36348/merjet.2024.v04i01.002) (2024-07-13)

⁴⁰Islam, M. ...[et al.]. A systematic review on the use of ai and ml for fighting the covid-19 pandemic. // *IEEE Transactions on Artificial Intelligence*, 1, 3(2020), str. 258-270. URL: [10.1109/TAI.2021.3062771](https://doi.org/10.1109/TAI.2021.3062771) (2024-07-13)

⁴¹Stahl, B.C. Perspectives on Artificial Intelligence. // *Artificial Intelligence for a Better Future. SpringerBriefs in Research and Innovation Governance*. Springer, Cham. (2021). URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-69978-9_2 (2024-07-13)

⁴²Sharma, M....[et al.]. Review on artificial intelligence in medicine. // *Journal of Young Pharmacists*, 15, 1(2023), str. 1-6. URL: [10.5530/097515050514](https://doi.org/10.5530/097515050514) (2024-07-13)

međusobno ovisan odnos, gdje strojno učenje pruža ključne tehnike koje jačaju primjene umjetne inteligencije u pružanju inovativnih rješenja za njegu pacijenata. Povećani naglasak na interpretabilnosti i objašnjivosti umjetne inteligencije podvlači važnost transparentnih i razumljivih sustava koji mogu izgraditi povjerenje i podržati donošenje odluka u složenim područjima.⁴³

Strojno učenje stoji kao kamen temeljac umjetne inteligencije, pokreće inovacije, učinkovitost i transformativne promjene u različitim sektorima. Od kibernetičke sigurnosti do zdravstvene zaštite i šire, integracija tehnika strojnog učenja unutar okvira umjetne inteligencije nastavlja redefinirati granice onoga što je ostvarivo, najavljujući budućnost u kojoj inteligentni sustavi besprijekorno surađuju s ljudskom stručnošću kako bi odgovorili na složene izazove i otključali nove mogućnosti.

2.2.2. Duboko učenje (Deep learning)

Duboko učenje, podskup umjetne inteligencije i strojnog učenja, steklo je značajnu važnost u raznim područjima zahvaljujući svojoj sposobnosti da automatski uči prikaze iz podataka korištenjem neuronskih mreža.⁴⁴ Za razliku od tradicionalnih metoda strojnog učenja koje zahtijevaju ručno izdvajanje značajki, algoritmi dubokog učenja mogu automatski naučiti bitne značajke i njihove težine za izradu predviđanja na novim podacima.⁴⁵ Jedna od najčešćih vrsta dubokih neuronskih mreža koja se koristi u širokom rasponu aplikacija je konvolucijska neuronska mreža (CNN), koja se ističe u zadacima poput prepoznavanja slike i govora izravnim učenjem značajki iz slika ili teksta.⁴⁶

Neuronske mreže igraju središnju ulogu u dubokom učenju, s arhitekturama poput konvolucijskih neuronskih mreža, mreža dubokih uvjerenja i rekurentnih neuronskih mreža koje se često koriste. Te su mreže osmišljene tako da oponašaju strukturu i funkciju ljudskog mozga, omogućujući im obradu složenih podataka i izdvajanje smislenih obrazaca. Tehnike dubokog učenja, osobito one koje koriste

⁴³Kamath, U.; Liu, J. Introduction to interpretability and explainability. // *Explainable Artificial Intelligence: An Introduction to Interpretable Machine Learning*. Springer, Cham. (2021). URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-83356-5_1(2024-07-13)

⁴⁴Sarker, I. Machine learning: algorithms, real-world applications and research directions. // *Sn Computer Science*, 2, 3(2021). URL: <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>(2024-07-20)

⁴⁵Erickson, B....[et al.]. Toolkits and libraries for deep learning. // *Journal of Digital Imaging*, 30, 4(2017), str. 400-405. URL: [10.1007/s10278-017-9965-6](https://doi.org/10.1007/s10278-017-9965-6)(2024-07-20)

⁴⁶Bashar, A. Survey on evolving deep learning neural network architectures. // *Journal of Artificial Intelligence and Capsule Networks*, 1, 2(2019), str. 73-82. URL: <https://doi.org/10.36548/jaicn.2019.2.003>(2024-07-20)

umjetne neuronske mreže poput CNN-a, pokazale su veliko obećanje u raznim domenama, uključujući analizu medicinske slike, gdje su korištene za poboljšanje identifikacije i dijagnoze raka otkrivanjem složenih obrazaca u velikim skupovima podataka.⁴⁷

Štoviše, duboko učenje bilo je ključno u naprednim poljima poput gastrointestinalne endoskopije, gdje su umjetne neuronske mreže korištene za razvoj sofisticiranih algoritama za analizu slike i prepoznavanje uzoraka. Ove aplikacije ističu svestranost dubokog učenja u različitim domenama i njegov potencijal da revolucionira tradicionalne prakse automatiziranjem složenih zadataka i poboljšanjem dijagnostičke točnosti.⁴⁸ Pored toga, uspjeh dubokog učenja u zadacima kao što je predviđanje neplaćanja kreditne kartice pokazuje njegovu vrhunsku izvedbu u usporedbi s tradicionalnim modelima strojnog učenja, naglašavajući njegovu učinkovitost u rukovanju velikim i složenim skupovima podataka.⁴⁹

Evolucija arhitektura dubokog učenja bila je predmet opsežnog istraživanja, sa studijama usmjerenim na poboljšanje učinkovitosti i performansi neuronskih mreža kroz inovativne pristupe dizajnu. Istražujući razvojne arhitekture neuronskih mreža, istraživači nastoje pomaknuti granice mogućnosti dubokog učenja i odgovoriti na izazove koji se odnose na skalabilnost, interpretabilnost i generalizaciju. Ova kontinuirana evolucija naglašava dinamičnu prirodu istraživanja dubokog učenja i stalnu potragu za razvojem snažnijih i svestranijih algoritama za različite primjene.⁵⁰

Duboko učenje predstavlja transformativni pristup strojnom učenju koji koristi neuronske mreže za automatsko učenje zamršenih uzoraka i prikaza iz podataka. S aplikacijama koje obuhvaćaju razna područja kao što su zdravstvo, obrazovanje i financije, duboko učenje nastavlja poticati inovacije i pomicati granice umjetne inteligencije. Iskorištavanjem snage neuronskih mreža i naprednih algoritama, duboko učenje ima potencijal revolucionirati industrije, poboljšati procese donošenja odluka i otvoriti put za budućnost u kojoj inteligentni sustavi igraju središnju ulogu u oblikovanju našeg svijeta.

⁴⁷Zuo, W. Deep learning for enhancing cancer identification and diagnosis. // Applied and Computational Engineering, 27, 1(2023), str. 199-205. URL:[10.54254/2755-2721/27/20230093](https://doi.org/10.54254/2755-2721/27/20230093)(2024-07-20)

⁴⁸Berzin, T. ...[et al.]. Position statement on priorities for artificial intelligence in gi endoscopy: a report by the asge task force. // Gastrointestinal Endoscopy, 92, 4(2020), str. 951-959. URL: [10.1016/j.gie.2020.06.035](https://doi.org/10.1016/j.gie.2020.06.035)(2024-07-20)

⁴⁹Chou, T.; Lo, M. Predicting credit card defaults with deep learning and other machine learning models. // International Journal of Computer Theory and Engineering, 10, 4(2018), str. 105-110. URL: [10.7763/IJCTE.2018.V10.1208](https://doi.org/10.7763/IJCTE.2018.V10.1208) (2024-07-20)

⁵⁰ Bashar, A., Nav. Dj.

2.2.3. Generativna umjetna inteligencija (Generative AI)

Generativna umjetna inteligencija (gen UI) odnosi se na modele dubokog učenja koji mogu stvarati složeni originalni sadržaj, kao što su dugi tekstovi, slike, videozapisi ili zvuk, kao odgovor na korisnički zahtjev ili upit. Generativni modeli kodiraju pojednostavljene reprezentacije svojih podataka za obuku i koriste ih za stvaranje novog sadržaja sličnog izvornom, ali ne identičnog. Ova tehnologija, koja se prvotno koristila za analizu numeričkih podataka, značajno se razvila u posljednjem desetljeću, razvijajući se u tri glavna smjera: varijacijski autoenkoderi (VAEs), difuzijski modeli, i transformeri. Posebno transformari stoje u središtu većine današnjih naprednih generativnih UI alata kao što su *ChatGPT*, *GPT-4*, *Copilot*, *BERT*, *Bard* i *Midjourney*.⁵¹

Generativna umjetna inteligencija općenito djeluje u tri faze: Prvo, temeljni model, koji je osnova za različite generativne UI aplikacije, trenira se na velikim količinama neobrađenih, nestrukturiranih podataka, predviđajući sljedeći element u sekvenci (poput riječi u rečenici ili dijela slike) i kontinuirano podešavajući model kako bi smanjio razlike između svojih predviđanja i stvarnih podataka. Nakon toga, model se često prilagođava specifičnim zadacima putem finog podešavanja na temelju označenih podataka ili povratnih informacija korisnika kako bi se poboljšala njegova točnost i relevantnost. Na kraju, aplikacija generativne UI kontinuirano se evaluira i ponovno podešava kako bi se poboljšala kvaliteta i preciznost, s mogućnošću proširivanja modela dodatnim izvorima podataka izvan početnog seta za obuku, čime se osigurava ažuriranost i točnost generiranih sadržaja.⁵²

Generativna umjetna inteligencija donosi brojne mogućnosti u poslovanju, a njene primjene se neprestano šire kako tehnologija napreduje i organizacije je sve više integriraju u svoje procese. U marketingu, ubrzava stvaranje sadržaja i omogućuje personalizirane marketinške poruke u stvarnom vremenu, dok napredni *chatbotovi* pružaju individualizirane odgovore i izvršavaju radnje u ime korisnika. U softverskom razvoju, alati za generiranje koda automatiziraju i ubrzavaju modernizaciju aplikacija, posebno prilagodbu zastarjelih sustava hibridnim cloud okruženjima. Generativna UI također može automatizirati izradu i reviziju dokumenata, čime se zaposlenici mogu posvetiti složenijim zadacima, ubrzavajući tako procese u odjelima kao što su ljudski resursi, pravni poslovi,

⁵¹ What is artificial intelligence (AI)?, 2024. URL: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence> (2024-09-06)

⁵² What is generative AI?, 2024. URL: <https://www.ibm.com/topics/generative-ai> (2024-09-06)

nabava i financije. U znanosti i inženjeringu, pomaže u pronalaženju inovativnih rješenja za složene probleme, poput sinteze medicinskih slika za obuku medicinskih sustava. Ove primjene samo su početak, a daljnji razvoj generativne UI donijet će još inovativnije primjene u različitim sektorima.⁵³

Generativna umjetna inteligencija predstavlja ključnu tehnologiju koja omogućuje stvaranje originalnog sadržaja i ubrzava inovacije u različitim industrijama. Kroz napredak modela poput transformera i prilagodbe specifičnim zadacima, gen UI nudi personalizirane i efikasne alate u marketingu, razvoju softvera, te znanosti. Svojom sposobnošću automatizacije složenih procesa i prilagođavanja novim podacima, gen UI transformira poslovne operacije i nudi nove mogućnosti za rješavanje kompleksnih izazova, čime značajno unapređuje učinkovitost i inovativnost u mnogim sektorima.

2.2.4. Obrada prirodnog jezika (Natural language processing)

Obrada prirodnog jezika (NLP) ključna je komponenta umjetne inteligencije s primjenama u raznim područjima kao što su zdravstvo, obrazovanje i istraživanje. NLP uključuje automatizirane tehnike za analizu i obradu ljudskog jezika, omogućujući strojevima da razumiju, interpretiraju i generiraju tekstualne podatke.⁵⁴ Jedna od ključnih značajki NLP-a je njegova sposobnost pretvaranja nestrukturiranog teksta u strukturirane podatke, olakšavajući ekstrakciju vrijednih informacija iz velikih količina tekstualnih podataka. Ovaj strukturirani format omogućuje učinkovito pronalaženje specifičnih informacija, što je korisno u raznim područjima gdje je detaljna analiza izvješća ključna.⁵⁵

U zdravstvu je NLP transformirao obradu i korištenje medicinskih podataka. Izvlačenjem strukturiranih informacija iz kliničkog teksta, NLP osnažuje pružatelje zdravstvenih usluga da poboljšaju skrb o pacijentima, provedu istraživanja i poboljšaju ishode. NLP je bio ključan u zadacima kao što su medicinska dijagnoza, dokumentacija, analiza ishoda i prihvatljivost za klinička ispitivanja,

⁵³ Isto.

⁵⁴ Davidson, E. ...[et al.]. The reporting quality of natural language processing studies: systematic review of studies of radiology reports. // BMC Medical Imaging, 21, 1(2021). URL: <https://doi.org/10.1186/s12880-021-00671-8>(2024-07-20)

⁵⁵ Sorin, V. ...[et al.]. Deep learning for natural language processing in radiology—fundamentals and a systematic review. // Journal of the American College of Radiology, 17, 5(2020), str. 639-648. URL: [10.1016/j.jacr.2019.12.026](https://doi.org/10.1016/j.jacr.2019.12.026)(2024-07-20)

pokazujući svoju svestranost i značaj u sektoru zdravstvene skrbi.⁵⁶ Štoviše, NLP se koristi za izdvajanje društvenih odrednica zdravlja iz elektroničkih zdravstvenih zapisa, dodatno naglašavajući njegovu ulogu u unapređenju brige o pacijentima i javnozdravstvenih inicijativa.⁵⁷

Analiza osjećaja, ključna tehnika NLP-a, uključuje korištenje algoritama za određivanje osjećaja ili emocionalnog tona u tekstualnim podacima. Analizirajući jezične obrasce i kontekst, analiza sentimenta nudi vrijedan uvid u javno mnijenje, povratne informacije kupaca i društvene trendove. Ova je tehnika osobito vrijedna u razumijevanju osjećaja i angažmana učenika u obrazovnom okruženju, omogućujući nastavnicima da prilagode svoje pristupe podučavanju na temelju povratnih informacija i emocija učenika.⁵⁸

Prijevod jezika, još jedna bitna tehnika NLP-a, olakšava komunikaciju na različitim jezicima i kulturama. S napretkom u modelima strojnog prevođenja kao što je neuronsko strojno prevođenje, NLP je značajno poboljšao točnost i tečnost prevedenog teksta, omogućujući besprijekornu međujezičnu komunikaciju. U obrazovnom kontekstu, mogućnosti prevođenja jezika vođene NLP-om mogu prevladati jezične barijere, čineći obrazovne resurse pristupačnijim različitim studentskim populacijama i potičući globalnu suradnju i razmjenu znanja.⁵⁹

Generiranje teksta, ključni aspekt NLP-a, uključuje strojeve koji stvaraju tekst sličan ljudskom. Pomoću tehnika kao što su jezično modeliranje i neuronske mreže, NLP sustavi mogu generirati koherentan i kontekstualno relevantan tekst, od automatiziranih odgovora u chatbotovima do kreativnog pisanja i stvaranja sadržaja. U obrazovanju, generiranje teksta koje pokreće NLP može se iskoristiti za razvoj interaktivnih materijala za učenje, pružanje personaliziranih povratnih informacija učenicima i stvaranje zanimljivog obrazovnog sadržaja. Iskorištavanjem mogućnosti generiranja

⁵⁶ Krauze, A. Natural language processing – finding the missing link for oncologic data, 2022. // *Int J Bioinform Intell Comput*, 1, 1(2022). URL: [10.61797/ijbic.v1i1.140](https://doi.org/10.61797/ijbic.v1i1.140)(2024-07-20)

⁵⁷ Patra, B. ...[et al.]. Extracting social determinants of health from electronic health records using natural language processing: a systematic review. // *Journal of the American Medical Informatics Association*, 28, 12(2021), str. 2716-2727. URL: [10.1093/jamia/ocab170](https://doi.org/10.1093/jamia/ocab170)(2024-07-20)

⁵⁸ Martin, S. Comparing human vs. machine-assisted analysis to develop a new approach for big qualitative data analysis. (2024). URL: <https://doi.org/10.1101/2024.07.16.24310275>(2024-07-21)

⁵⁹ Melnyk, O. Generative artificial intelligence terminology: a primer for clinicians and medical researchers. // *Cureus* 15, 12(2023). URL: [10.7759/cureus.49890](https://doi.org/10.7759/cureus.49890)(2024-07-21)

teksta, edukatori mogu poboljšati kvalitetu resursa za učenje i ponuditi prilagođenu podršku učenicima.⁶⁰

Obrada prirodnog jezika (NLP) temeljni je element umjetne inteligencije s različitim primjenama u zdravstvu, obrazovanju i šire. Korištenjem tehnika poput analize osjećaja, prijevoda jezika i generiranja teksta, NLP olakšava analizu, interpretaciju i generiranje tekstualnih podataka, mijenjajući način na koji se informacije obrađuju i koriste. Kako NLP nastavlja napredovati, njegov utjecaj na umjetnu inteligenciju i razne industrije je spreman proširiti se, pokrenuti inovacije i transformirati način na koji se bavimo i iskorištavamo jezične podatke.

2.2.5. Robotika (Robotics)

Robotika je inženjersko područje koje se bavi dizajnom, proizvodnjom i radom robota, automatiziranih strojeva koji imitiraju i zamjenjuju ljudske aktivnosti, posebno one koje su ljudima teške, opasne ili zamorne. Roboti se često koriste u proizvodnji za obavljanje ponavljajućih ili opasnih zadataka na proizvodnim linijama, ali i u istraživačkim misijama na teško dostupnim lokacijama poput svemira i dubokog mora. Integracija umjetne inteligencije i strojnog učenja proširuje mogućnosti robota, omogućujući im donošenje informiranijih autonomnih odluka i prilagodbu novim situacijama i podacima. Na primjer, roboti sa strojnim vidom mogu naučiti sortirati predmete prema obliku i boji na proizvodnoj liniji.⁶¹

Robotika je znanstvena disciplina koja se bavi razvojem strojeva, tzv. robota, koji automatski ili poluautomatski obavljaju zadatke prema unaprijed definiranim programima i algoritmima. Roboti mogu biti upravljani od strane ljudi ili funkcionirati potpuno autonomno pod nadzorom računalnih aplikacija. Uključuje planiranje, izgradnju i programiranje strojeva koji komuniciraju s fizičkim svijetom i najčešće zamjenjuju ljude u rutinskim, ponavljajućim zadacima. Roboti se mogu klasificirati prema veličini, području primjene, namjeni i broju. Što se tiče veličine, variraju od nanobota (0,1–10 mikrometara), koji su u ranoj fazi istraživanja i primjenjuju se u medicini, do mikrobota, milibota i minibota, koji su veći i već u uporabi, pa sve do malih i srednjih robota poput

⁶⁰Isto

⁶¹ Burns E., Laskowski N., i Tucci L. Artificial intelligence. 2024. URL: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/AIArtificial-Intelligence> (2024-09-06)

kućanskih i humanoidnih, te velikih robota koji se koriste u industriji i građevini. Prema području primjene, roboti se dijele na osobne, koji pomažu pojedincima u svakodnevnim zadacima, i industrijske, specijalizirane za određene zadatke u proizvodnji i građevinarstvu. Što se tiče namjene, roboti mogu biti posebne namjene, obavljajući specifične zadatke, ili opće namjene, prilagođavajući se različitim zadacima kroz promjenu komponenti i programiranja. Prema broju, roboti mogu raditi pojedinačno, u timovima ili u rojevima, gdje velik broj jednostavnih robota zajednički obavlja zadatke, slično pčelinjim zajednicama.⁶²

Primjena robota danas obuhvaća sva područja ljudske djelatnosti, a smatra se jednim od ključnih smjerova razvoja čovječanstva u 21. stoljeću. Ovisno o zadacima koji su im namijenjeni, roboti će se temeljiti na raznovrsnim tehničkim rješenjima, kombinirajući biološke i anorganske materijale te umjetnu inteligenciju. Trenutno se provode eksperimenti s razvojem robota od „žive materije“, odnosno genetski modificiranih organizama koji izvršavaju programirane funkcije. Robotika se postupno udaljava od isključivo industrijskih primjena, prelazeći u širi spektar korištenja.⁶³ Roboti su svuda oko nas, a mnogi ne izgledaju onako kako ih zamišljamo. Često ih susrećemo svakodnevno, a da toga nismo ni svjesni.⁶⁴

Primjena robota u medicini započela je prije dvadesetak godina i postaje sve značajnija. Razvoj robotike i visoka razina sigurnosti omogućili su njihovu upotrebu u različitim područjima medicine, uključujući oftalmologiju, urologiju, ginekologiju, kardiologiju, neurologiju, ortopediju, te u fizioterapiji, brizi o nepokretnim pacijentima, distribuciji lijekova i nadzoru pacijenata. Medicinski roboti, poput sustava "da Vinci", pomažu kirurzima u izvođenju preciznih operacija, smanjujući traumu pacijenata. Robotska kirurgija postaje sve popularnija zbog svojih prednosti kao što su veća kvaliteta, sigurnost i fleksibilnost. Razvoj medicinskih robota uključuje različite tipove, od kirurških do dijagnostičkih i rehabilitacijskih, a njihova primjena raste u gotovo svim medicinskim disciplinama.⁶⁵

⁶² Uvod u robotiku i automatizaciju. URL: <https://courses.minnalearn.com/hr/courses/emerging-technologies/robotics-and-automation/introduction-to-robotics-and-automation/> (2024-09-06)

⁶³ Nikolić, G. Medicina - perspektivno područje primjene robotike. // *Polytechnic and design*, 4, 3(2016), str. 208-224. URL: <https://doi.org/10.19279/TVZ.PD.2016-4-3-01> (2024-09-06)

⁶⁴ Važna područja robotike. URL: <https://courses.minnalearn.com/hr/courses/emerging-technologies/robotics-and-automation/important-areas-of-robotics/> (2024-09-06)

⁶⁵ Nikolić, G., Nav. Dj.

Velika skupina robota danas pomaže medicinskom osoblju u njezi bolesnika, bilo u bolnicama ili kod kuće. Njihova uloga uključuje dostavu lijekova, komunikaciju udaljenih liječnika s pacijentima i vizualne preglede. Jedan od globalnih izazova je starenje populacije, posebno u Japanu, gdje infrastruktura teško prati potrebe starijeg stanovništva. U Njemačkoj je Institut *Fraunhofer* razvio robota *Care-O-Bot*, namijenjenog domovima za starije osobe. Ovaj robot dostavlja hranu i piće, podsjeća na uzimanje lijekova, upozorava na omiljene emisije i obavještava hitnu pomoć u slučaju opasnosti.⁶⁶

Potrošačka robotika već je prisutna u kućanstvima kroz uređaje poput robotskih usisavača, čistača podova, perača prozora, čistača bazena i kosilica, čime olakšava obavljanje kućanskih poslova. Među humanoidnim robotima, Ubtech Lynx s ugrađenom Amazon Alexom nudi glasovne naredbe za upravljanje pametnim uređajima, prepoznaje lica te može asistirati u sportskim aktivnostima. Robotski čistači bazena automatski čiste dno i zidove bazena koristeći senzore i četke, dok robotski usisavači, opremljeni sensorima i računalom, autonomno čiste dom, pamteći nacrt prostora i samostalno se pune kad je potrebno.⁶⁷

Autonomna vozila, posebno automobili, mogu voziti bez ljudske interakcije, koristeći napredne AI metode za analizu okoline putem senzora. Udruženje inženjera automobilske industrije (SAE) definira šest razina automatizacije: Razina 0 pruža osnovna upozorenja i pomoć; Razina 1 uključuje automatiziranu podršku za vozača poput prilagodljivog tempomata; Razina 2 omogućuje autonomiju više funkcija, ali zahtijeva stalni nadzor vozača (npr. Teslin Autopilot); Razina 3 omogućuje automobilu upravljanje u određenim uvjetima uz spremnost vozača da preuzme kontrolu; Razina 4 donosi gotovo potpunu autonomiju gdje vozač može, ali ne mora intervenirati (npr. Waymo); Razina 5 predstavlja potpunu autonomiju bez ikakve ljudske intervencije. Dok razine 0, 1 i 2 zahtijevaju nadzor vozača, razine 3, 4 i 5 označavaju novo doba autonomne vožnje koje će značajno utjecati na društvo, s najvećim promjenama očekivanim na razini 4, kada vozilo može voziti gotovo potpuno samostalno.⁶⁸

Industrijski roboti, ključni za proizvodnju, obavljaju ponavljajuće i monotone zadatke bez prekida, zamjenjujući ljude u potencijalno opasnim radnjama uz visoku učinkovitost i preciznost. Sastoje se

⁶⁶ Isto

⁶⁷ Važna područja robotike, Nav. Dj.

⁶⁸ Važna područja robotike, Nav. Dj.

od tijela (upravljačke jedinice) i ruke (manipulatora), a mogu biti upravljani ljudima ili računalima. Postoji više vrsta robota, kao što su zglobni, šestoosni, SCARA, paralelni, kartezijski, cilindrični, polarni i suradnički (koboti), svaki prilagođen specifičnim industrijskim zadacima poput zavarivanja, lijevanja, podizanja i postavljanja predmeta. Roboti značajno smanjuju troškove proizvodnje i omogućuju ljudima da se usmjere na zadatke s većom dodanom vrijednošću, poput upravljanja i održavanja strojeva, nadzora proizvodnje i osiguravanja kontinuiteta poslovanja. Iako zahtijevaju početno ulaganje i održavanje, dugoročno su isplativiji od ljudske radne snage jer povećavaju produktivnost i preciznost u proizvodnim procesima.⁶⁹

Poljoprivredni roboti, koji rade na poljima i farmama, koriste se za povećanje učinkovitosti u proizvodnji hrane obavljanjem ponavljajućih zadataka poput žetve, sijanja, plijevljenja, orezivanja i prorjeđivanja. Roboti za žetvu koriste napredne tehnologije, poput kamera i algoritama umjetne inteligencije, kako bi prepoznali zrele plodove i pažljivo ih ubrali bez oštećenja biljaka, dok roboti za plijevljenje autonomno uklanjaju korov pomoću GPS-a i senzora. Ostali poljoprivredni roboti uključuju one za sijanje, košnju, špricanje i pakiranje. Potreba za poljoprivrednim robotima raste zbog sve manjeg interesa mladih za fizički rad na poljima, a ovi roboti nude ekološki prihvatljiva rješenja koja mogu smanjiti bacanje hrane i unaprijediti učinkovitost u poljoprivredi.⁷⁰

Robotika je jedan od najfuturističnijih dijelova vojne tehnologije, s primjenom u zadacima prevencije i intervencije. Roboti za detekciju bombi i uklanjanje eksplozivnih naprava, koji su mali, lagani i energetski učinkoviti, zamjenjuju ljude u opasnim situacijama uz pomoć kamera visoke rezolucije i robotskih ruku. Bepilotne letjelice predstavljaju poluautomatsku vojnu tehnologiju gdje računala upravljaju kretanjem, dok kontrolu na bojištu preuzima čovjek ili tim operatera.⁷¹

Roboti se koriste za istraživanje i promatranje, posebno u svemiru, gdje zamjenjuju ljude u opasnim i zahtjevnim uvjetima, podnoseći ekstremne temperature i zračenja. Roboti poput Mars rovera (Sojourner, Spirit, Opportunity, Curiosity) prikupljaju podatke i uzorke te provode analize, dok mikroroveri, koji su lagani i opremljeni kamerama, istražuju geokemiju planeta. Humanoidni roboti

⁶⁹ Isto

⁷⁰ Isto

⁷¹ Važna područja robotike, Nav. Dj.

su razvijeni da pomažu astronautima u opasnim zadacima i olakšavaju osjećaj usamljenosti u svemiru, a sve zajedno predstavljaju ključne inovacije za buduća svemirska istraživanja.⁷²

Robotika je postala ključna tehnologija 21. stoljeća s primjenama u gotovo svim sferama ljudske djelatnosti. Roboti se koriste u industriji, medicini, poljoprivredi, vojsci, istraživanju svemira i svakodnevnom životu, obavljajući složene i opasne zadatke s većom preciznošću i učinkovitosti od ljudi. Njihov razvoj, temeljen na kombinaciji mehanike, elektronike i umjetne inteligencije, omogućuje rješenja koja poboljšavaju produktivnost, sigurnost i kvalitetu života. Uz sve veću integraciju robota u društvo, očekuje se da će njihova uloga nastaviti rasti, redefinirajući granice ljudskih mogućnosti.

⁷² Isto

3. Umjetna inteligencija u obrazovanju

Umjetna inteligencija u obrazovanju predstavlja područje koje se oslanja na postojeće discipline, ali istovremeno uvodi nove ideje. Kombinira principe iz umjetne inteligencije, kognitivne znanosti i obrazovanja. Ipak, postavlja i vlastita ključna istraživačka pitanja kao što su: kako definiramo i prikazujemo znanje? Na koji način možemo optimizirati učenje svakog učenika? Koje su nastavne metode najučinkovitije, i u kojim situacijama ih treba primijeniti?⁷³

Suvremeno obrazovanje sve više koristi napredne tehnologije kako bi poboljšalo proces učenja. Iako se trenutno nalazimo u ranoj fazi obrazovnih inovacija i brojna istraživanja su u tijeku, osnovne "komercijalne" aplikacije koje su dostupne još uvijek nisu široko prihvaćene. Umjetna inteligencija se sve više povezuje s općim obrazovnim trendovima, osobito u kontekstu korištenja računala i informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT). Iako se većina istraživanja fokusira na razvoj UI tehnologija, manje se pažnje posvećuje njihovoj praktičnoj primjeni, što rezultira sporijim prodorom UI-a u područja poput obrazovanja, unatoč brzom tehnološkom napretku. Zbog toga su mnoge potencijalne primjene UI-a u obrazovanju još uvijek neistražene i neiskorištene. Međutim, s rastućom sviješću među edukatorima o prednostima koje UI može donijeti u dizajnu kurikuluma, personalizaciji učenja i ocjenjivanju, očekuje se da će ovo područje u narednim godinama postati sve značajnije. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se u potpunosti shvatilo kako UI može unaprijediti procese poučavanja i učenja, kako za nastavnike, tako i za učenike. Ključno je stvoriti okruženje u kojem se UI vidi kao alat koji podržava nastavnike i poboljšava obrazovno iskustvo za sve učenike, umjesto da se doživljava kao zamjena za nastavnike. Za uspješnu integraciju UI-a u obrazovni sektor, potrebno je odgovorno i smisljeno uključivanje u procese poučavanja i učenja.⁷⁴

Gledajući u budućnost, potencijal umjetne inteligencije u obrazovanju je golem, sa sposobnošću transformacije tradicionalnih metoda poučavanja i ishoda učenja.⁷⁵ Integracija umjetne inteligencije

⁷³ B. P. Woolf. Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning. // Elsevier & Morgan Kaufmann, 2008. URL: https://www.researchgate.net/publication/232322117_Building_Intelligent_Interactive_Tutors_Student-Centered_Strategies_for_Revolutionizing_E-Learning (2024-08-30)

⁷⁴ H. Allam. ...[et al.]. Artificial Intelligence in Education: An Argument of Chat-GPT Use in Education // *9th International Conference on Information Technology Trends (ITT)*, Dubai, United Arab Emirates, (2023), str. 151-156, URL: [10.1109/ITT59889.2023.10184267](https://doi.org/10.1109/ITT59889.2023.10184267) (2024-08-30)

⁷⁵ Aliabadi, R., Singh, A., Wilson, E. Transdisciplinary AI Education: The Confluence of Curricular and Community Needs in the Instruction of Artificial Intelligence. // Schlippe, T., Cheng, E.C.K., Wang, T. (eds) / *Artificial Intelligence in Education Technologies: New Development and Innovative Practices*. AIET 2023. Lecture Notes on Data Engineering

i strojnog učenja u obrazovanju područje je koje se brzo razvija, a dugoročne implikacije na ishode učenja učenika zahtijevaju daljnje dubinsko proučavanje.⁷⁶ Očekuje se da će primjena umjetne inteligencije u obrazovanju nastaviti rasti, s fokusom na pristupe koji se temelje na podacima kako bi se povećala učinkovitost podučavanja i poboljšala kvaliteta obrazovanja. Gledajući unaprijed, budući potencijal umjetne inteligencije u obrazovanju leži u njezinoj transformativnoj sposobnosti da revolucionira tradicionalne metode podučavanja i poboljša obrazovne rezultate.⁷⁷

3.1. Primjena umjetne inteligencije u obrazovanju

Umjetna inteligencija (UI) postupno je integrirana u obrazovne postavke, revolucionarizirajući metodologije podučavanja i iskustva učenja. Rane implementacije umjetne inteligencije u obrazovanju bile su usmjerene na povećanje učinkovitosti poučavanja kroz razvoj i primjenu tehnologija umjetne inteligencije.⁷⁸ Ovi rani napori postavili su temelje za evoluciju alata i sustava umjetne inteligencije koji se koriste u obrazovnim okruženjima, s ciljem stvaranja inteligentnog obrazovnog sustava koji bi mogao podržati učenike na različite načine.⁷⁹

Evolucija alata UI u obrazovanju dovela je do pojave robota pomoćnika u nastavi, pametnih učionica temeljenih na umjetnoj inteligenciji i sustava za podršku podučavanju engleskog jezika, između ostalog, usmjerenih na stvaranje inteligentnijeg obrazovnog okruženja.⁸⁰ Nadalje, integracija razvijajućih UI tehnologija kao što su veliki jezični modeli (LLM), algoritmi strojnog učenja, virtualna stvarnost (VR), proširena stvarnost (AR), chatbotovi i analitika učenja podataka (DLA) značajno je

and Communications Technologies, Springer, Singapore, 190 (2023). URL: https://doi.org/10.1007/978-981-99-7947-9_11(2024-07-21)

⁷⁶Abuhassna, H....[et al.]. The information age for education via artificial intelligence and machine learning: a bibliometric and systematic literature analysis. // International Journal of Information and Education Technology, 14, 5(2024), str. 700-711. URL: [:10.18178/ijiet.2024.14.5.2095](https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.5.2095)(2024-07-21)

⁷⁷Ahmad, K....[et al.]. Data-driven artificial intelligence in education: a comprehensive review. // IEEE Transactions on Learning Technologies, 17 (2024), str. 12-31. URL: <https://doi.org/10.35542/osf.io/zvu2n>(2024-07-21)

⁷⁸Nasir, M. Utilizing artificial intelligence in education to enhance teaching effectiveness. // Proceedings of ICE, 2(1) (2024), str. 280-285. (2024-08-30) URL: <https://doi.org/10.32672/pice.v2i1.1367>

⁷⁹Zhao, Q.; Nazir, S. English multimode production and usage by artificial intelligence and online reading for sustaining effectiveness. // Mobile Information Systems, (2022), str. 1-16. URL: <https://doi.org/10.1155/2022/6780502>(2024-07-21)

⁸⁰Isto

utjecala na obrazovanje odraslih, pružajući personalizirane iskustva učenja i praćenje napretka učenika.⁸¹

Strojno učenje postalo je transformativni alat u području obrazovanja, revolucionirajući tradicionalne metode podučavanja iskorištavanjem uvida temeljenih na podacima za personalizaciju iskustava učenja i poboljšanje prediktivne analitike. Korištenjem algoritama strojnog učenja, edukatori mogu analizirati pojedinačne podatke učenika kako bi prilagodili obrazovni sadržaj, nastavne metode i materijale kako bi zadovoljili jedinstvene potrebe svakog učenika.⁸² Ova razina prilagodbe nadilazi puku prilagodbu, zadirući u zamršenost procesa učenja učenika, uzimajući u obzir faktore kao što su tempo, sklonosti učenju, snage i slabosti. Primjena strojnog učenja u obrazovanju ne samo da povećava učinkovitost poučavanja, već i optimizira proces učenja prilagođavanjem pedagoških strategija individualnim potrebama.⁸³ Jedna od ključnih prednosti uključivanja strojnog učenja u obrazovanje je njegova sposobnost predviđanja ishoda i stope uspjeha učenika putem prediktivnih analitičkih modela.⁸⁴ Korištenjem nadziranih tehnika strojnog učenja kao što su logistička regresija i neuronske mreže, obrazovne ustanove mogu predvidjeti vjerojatnost da će student položiti predmet, čime se omogućuje pravovremena intervencija za podršku studentima koji se bore.⁸⁵ Štoviše, strojno učenje olakšava identifikaciju ključnih pokazatelja uspjeha optimiziranjem procesa učenja i prilagođavanjem metoda podučavanja kako bi se poboljšala ukupna obrazovna učinkovitost.⁸⁶ Ova sposobnost predviđanja proširuje se na modele predviđanja zapošljivosti, gdje su strojno učenje, rudarenje podataka, prediktivna analitika i pristupi znanosti o podacima integrirani kako bi se izveli obrasci uspješnosti učenika i predvidjeli budući ishodi.⁸⁷

Uz personalizirano učenje i prediktivnu analitiku, strojno učenje igra ključnu ulogu u optimizaciji interakcije u učionici i sustava upravljanja obrazovanjem. Nastavnici mogu iskoristiti algoritme

⁸¹Storey, V. Integrating artificial intelligence (ai) into adult education. // International Journal of Adult Education and Technology, 15, 1(2024), str. 1-15. URL: <https://orcid.org/0000-0001-8868-0802>(2024-07-21)

⁸²Tjahyaningtijas, H. Machine learning on academic education: bibliometric studies. // E3s Web of Conferences, 450 (2023). URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20234500201> (2024-07-13)

⁸³Nelyub, V. Machine learning to identify key success indicators. // E3s Web of Conferences, 431 (2023). URL: [10.1051/e3sconf/202343105014](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343105014)

⁸⁴Cui, Y.; Fu, C.; Shiri, A.; Yang, F. Predictive analytic models of student success in higher education. // Information and Learning Sciences, 120(3/4) (2019), str. 208-227. URL: [10.1108/ILS-10-2018-0104](https://doi.org/10.1108/ILS-10-2018-0104) (2024-07-13)

⁸⁵Isto

⁸⁶Nelyub, V. Nav. dj.

⁸⁷Crasta, L.; Shailashri, V. A systematic review on the employability prediction model for the management students. // International Journal of Case Studies in Business It and Education, (2023), str. 1-15. URL: [10.47992/IJAEML.2581.7000.0164](https://doi.org/10.47992/IJAEML.2581.7000.0164) (2024-07-13)

strojnog učenja za analizu različitih čimbenika kao što su razine znanja učenika, stilovi učenja i obrasci ponašanja, omogućujući dinamičku prilagodbu interakcija u razredu u stvarnom vremenu.⁸⁸ Nadalje, razvoj okvira za predviđanje akademskog uspjeha učenika u STEM obrazovanju korištenjem metoda strojnog učenja naglašava potencijal za kontinuiranu optimizaciju modela i integraciju pedagoških metodologija s tehnološkim napretkom.⁸⁹

Integracija strojnog učenja u obrazovnu tehnologiju ne samo da unapređuje metodologije podučavanja, već također doprinosi rješavanju etičkih izazova u K12 okruženjima. Prijave umjetne inteligencije u obrazovanju, uključujući personalizirane platforme za učenje, automatizirane sustave ocjenjivanja i tehnologije prepoznavanja lica, imaju za cilj promicanje učenja učenika, podršku učiteljima i pružanje uvida u ponašanja učenika.⁹⁰ Štoviše, uključivanje strojnog učenja i višedimenzionalnog modeliranja podataka u sustave upravljanja obrazovanjem naglašava važnost kontinuiranog poboljšanja metoda izračuna radi povećanja točnosti sustava.⁹¹ Utjecaj strojnog učenja na obrazovanje nadilazi personalizirano učenje i prediktivnu analitiku i obuhvaća tehnike analize velikih podataka i vizualizacije. Korištenjem analitike velikih podataka, prediktivne analitike i strojnog učenja, edukatori mogu izvući vrijedne uvide iz golemih količina obrazovnih podataka, omogućujući informirano donošenje odluka i strateško planiranje.⁹² Nadalje, korištenje vizualizacije i tehnika strojnog učenja u obrazovanju, kao što je dokazano studijom slučaja o podacima o procjeni stanja K-12, prikazuje potencijal za poboljšanje prikupljanja podataka, modeliranja i vizualizacije u obrazovnoj domeni.⁹³

⁸⁸ Ren, S. Optimization of english classroom interaction models incorporating machine learning. // Journal of Electrical Systems 20, 6s(2024), str. 1669-1681. URL: [10.52783/jes.3086](https://doi.org/10.52783/jes.3086) (2024-07-13)

⁸⁹Abdrakhmanov, R. ...[et al.]. Development of a framework for predicting students' academic performance in stem education using machine learning methods. // International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 15(1) (2024). URL: <http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2024.0150105> (2024-07-13)

⁹⁰Akgün, S.; Greenhow, C. Artificial intelligence in education: addressing ethical challenges in k-12 settings. // Ai and Ethics, 2(3) (2021), str. 431-440. URL: [10.1007/s43681-021-00096-7](https://doi.org/10.1007/s43681-021-00096-7) (2024-07-13)

⁹¹ Xu, Q.; Deng, H. Research on education management system based on machine learning and multidimensional data modeling. // Applied Mathematics and Nonlinear Sciences, 9(1) (2023). URL: [10.2478/amns.2023.1.00072](https://doi.org/10.2478/amns.2023.1.00072) (2024-07-13)

⁹²Lyu, W.; Zhu, F. Big data analysis in general education: opportunities and concerns. // International Journal of Emerging Technologies in Learning 17, 16(2022) str.243-268 URL: <https://doi.org/10.2991/iserss-18.2018.14> (2024-07-13)

⁹³ Taylor, L. Leveraging visualization and machine learning techniques in education: a case study of k-12 state assessment data. // Multimodal Technologies and Interaction, 8(4) (2024), str. 28. URL: [10.3390/mti8040028](https://doi.org/10.3390/mti8040028) (2024-07-13)

Integracija strojnog učenja u obrazovanju otvorila je novu eru personaliziranog učenja, prediktivne analitike i donošenja odluka na temelju podataka u obrazovnim okruženjima. Iskorištavanjem snage algoritama strojnog učenja, edukatori mogu prilagoditi iskustva učenja pojedinačnim učenicima, predvidjeti rezultate učenika, optimizirati interakcije u učionici i poboljšati ukupnu obrazovnu učinkovitost. Kontinuirani napredak i usavršavanje metodologija strojnog učenja u obrazovanju ima golemo obećanje za transformaciju prakse poučavanja i učenja, u konačnici oblikujući budućnost obrazovanja.

U području obrazovanja, duboko učenje pronašlo je primjenu u alatima za prepoznavanje slike i govora, revolucionirajući način na koji se obrazovni sadržaj isporučuje i ocjenjuje. Iskorištavanjem algoritama dubokog učenja, obrazovne platforme mogu pružiti personalizirana iskustva učenja, automatizirati procese ocjenjivanja, pa čak i pomoći učenicima s posebnim potrebama putem tehnologija prepoznavanja govora. Korištenje dubokog učenja u obrazovanju usklađeno je sa širim trendom integriranja naprednih tehnologija u okruženja za učenje kako bi se poboljšali ishodi i angažman učenika.⁹⁴

Unutar obrazovanja, NLP ima potencijal revolucionarizirati tradicionalne metode poučavanja i obogatiti iskustva učenja učenika. Automatizirano ocjenjivanje značajna je primjena NLP-a u obrazovanju, gdje algoritmi mogu procijeniti i evaluirati studentske zadatke, nudeći pravovremene povratne informacije i personalizirane mogućnosti učenja. Osim toga, chatbotovi koje pokreće NLP tehnologija mogu pružiti trenutnu podršku i smjernice učenicima, poboljšavajući njihove ishode učenja i angažman. Ove aplikacije naglašavaju važnost NLP-a u obrazovanju i njegovu sposobnost da usmjeri obrazovne procese dok zadovoljava individualne potrebe učenika.⁹⁵

Robotika u obrazovanju igra ključnu ulogu u pripremi učenika za tehnološki naprednu budućnost. Ona povezuje mehaniku, elektroniku, računalstvo i automatiku, a uvođenje robotske edukacije omogućuje djeci stjecanje vještina poput programiranja, kritičkog razmišljanja i rješavanja tehničkih problema. Kroz praktične aktivnosti, učenici uče ne samo o osnovnim načelima rada robota, već i o tome kako ih unaprijediti. Setovi poput Lego Mindstorms i Bee-Bot pružaju priliku za jednostavno

⁹⁴Ouahi, M. Analysis of deep learning development platforms and their applications in sustainable development within the education sector. // E3s Web of Conferences, 477 (2024), URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447700098>(2024-07-20)

⁹⁵Altundağ, İ...[et al.]. Assessing the competence of chatgpt-3.5 artificial intelligence system in executing the acls protocol of the aha 2020. (2023). URL: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3035900/v1>(2024-07-20)

učenje kroz igru. Osim toga, rad s robotima potiče kreativnost, uklanja strah od tehnologije i omogućuje uključivanje djece različitih sposobnosti, uključujući djecu s autizmom.⁹⁶

Obrazovna robotika postala je ključni element STEM obrazovanja, integrirajući podučavanje znanosti, tehnologije, inženjerstva i matematike s naglaskom na praktično učenje. Kroz projektno učenje, robotika pomaže učenicima razvijati vještine kodiranja, računalnog razmišljanja i inženjeringa kroz stvarne primjene tehnologije⁹⁷, te je posljednjih godina postala popularna kao alat za pripremu mladih za tržište rada i društvenu uključenost. Iako je robotika prepoznata kao vrijedna za razvoj kognitivnih i socijalnih vještina učenika od predškolske do srednjoškolske dobi, kao i za podučavanje raznih predmeta, njezine aktivnosti često nisu integrirane u redovni nastavni plan, već se odvijaju izvan školskih sati, vikendima ili u ljetnim kampovima.⁹⁸

Trenutni trendovi u UI u obrazovanju ukazuju na pomak prema korištenju aplikacija povezanih s UI koji podjednako utječu na učenike i profesore. Osim toga, razvoj obrazovnih platformi potpomognutih umjetnom inteligencijom dobio je na snazi, a nastavnici i učenici izražavaju pozitivna mišljenja o korištenju takvih platformi za poboljšanje iskustava poučavanja i učenja.⁹⁹

3.2. Prednosti i nedostaci upotrebe umjetne inteligencije u obrazovanju

Kako se UI sve se više integrira u obrazovne postavke, sa sobom donosi niz prednosti i nedostataka. Jedna od ključnih prednosti umjetne inteligencije u obrazovanju su personalizirana iskustva učenja, koja učenicima omogućuju da uče vlastitim tempom i na način koji je u skladu s njihovim jedinstvenim stilovima učenja. Korištenjem alata UI kao što su chatbotovi, edukatori mogu pružiti trenutne povratne informacije, prilagodljive resurse za učenje i interaktivne platforme koje

⁹⁶ Brlek, V. Edukativni roboti i njihova primjena u obrazovanju. // Diplomski rad, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet, 2020. URL: [urn:nbn:hr:147:058245](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:hr:147:058245) (2024-08-30)

⁹⁷ Tosheva, E. Educational robotics in technological education., 2023. URL: https://www.researchgate.net/publication/369551111_Educational_robotics_in_technological_education (2024-08-30)

⁹⁸ Tolić, D. Edukativni roboti i njihova primjena u primarnom obrazovanju. // Diplomski rad, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Učiteljski fakultet, 2022. URL: [urn:nbn:hr:147:356499](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:hr:147:356499) (2024-08-30)

⁹⁹ Niu, S. ...[et al.]. and students' views of using an ai-aided educational platform for supporting teaching and learning at chinese schools. // Education Sciences, 12, 12(2022), str. 858. URL: [10.3390/educsci12120858](https://doi.org/10.3390/educsci12120858)(2024-07-21)

zadovoljavaju individualne potrebe učenika.¹⁰⁰ Dodatno, umjetna inteligencija doprinosi učinkovitosti u administrativnim zadacima, pojednostavljajući procese kao što su ocjenjivanje, raspored i upravljanje podacima, što profesorima može uštedjeti dragocjeno vrijeme i resurse. Automatiziranjem ovih rutinskih zadataka, profesori se mogu više usredotočiti na pružanje kvalitetne nastave i podrške učenicima.¹⁰¹ Štoviše, umjetna inteligencija poboljšava pristupačnost za studente s invaliditetom nudeći prilagođenu podršku i prilagodbe kako bi ispunili njihove zahtjeve učenja. Omogućuje im ravnopravno sudjelovanje prilagođavajući metode učenja njihovim specifičnim potrebama, poput pretvaranja teksta u zvuk ili korištenja vizualnih materijala, osiguravajući inkluzivno okruženje i jednake mogućnosti za sve.¹⁰²

Unatoč prednostima koje umjetna inteligencija nudi u obrazovanju, postoje i neki nedostaci. Jedan od glavnih nedostataka umjetne inteligencije u obrazovanju je potencijal za smanjenu ljudsku interakciju, budući da oslanjanje na tehnologiju može umanjiti angažman licem u lice između učenika i nastavnika.¹⁰³ Ljudska povezanost i društvena interakcija igraju ključnu ulogu u procesu učenja, potičući suradnju, komunikaciju i emocionalnu podršku. Stoga je postizanje ravnoteže između alata za učenje vođenih umjetnom inteligencijom i ljudske interakcije ključno za održavanje holističkog obrazovnog iskustva.¹⁰⁴ Pretjerano oslanjanje na umjetnu inteligenciju nosi rizik da učenici izgube kreativno razmišljanje i vještine koje zahtijevaju pisanje jer se oslanjaju na UI za obavljanje zadataka, ispita i zadaća. Također, postoji rizik razvijanja ovisnosti o tehnologiji i uređajima. Osim toga, uvođenje UI u obrazovanje također zahtijeva znatna financijska ulaganja zbog potrebe za tehničkom infrastrukturom, stalnim održavanjem i razvojem. Osiguravanje opreme za pametne učionice, ažuriranje programa i baza podataka te rješavanje potencijalnih tehničkih kvarova, predstavljaju velike financijske izdatke.¹⁰⁵

¹⁰⁰Kamalov, F.; Calonge, D.; Gurrib, I. New era of artificial intelligence in education: towards a sustainable multifaceted revolution. // *Sustainability*, 15, 16(2023), str. 12451. URL: <https://doi.org/10.3390/su151612451>(2024-07-25)

¹⁰¹Harry, A. Role of ai in education. // *Interdisciplinary Journal and Hummanity (Injurity)*, 2, 3(2023), str. 260-268. URL: [10.58631/injurity.v2i3.52](https://doi.org/10.58631/injurity.v2i3.52)(2024-07-25)

¹⁰²H. M. Alomran, O. H. Alhazmi. Artificial Intelligence and its Effectiveness in Modern Teaching. // *International Conference on Data Science, Agents & Artificial Intelligence (ICDSAAI)* (2023), str. 1-7, URL: [10.1109/ICDSAAI59313.2023.10452470](https://doi.org/10.1109/ICDSAAI59313.2023.10452470)

¹⁰³Yu, L.; Yu, Z. Qualitative and quantitative analyses of artificial intelligence ethics in education using vosviewer and citnetexplorer. // *Frontiers in Psychology*, 14 (2023). URL: [10.3389/fpsyg.2023.1061778](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1061778)(2024-07-25)

¹⁰⁴Almusaed, A. ...[et al.]. Enhancing student engagement: harnessing "ai"’s power in hybrid education—a review analysis. // *Education Sciences*, 13, 7(2023), str. 632. URL: [10.3390/educsci13070632](https://doi.org/10.3390/educsci13070632)(2024-07-25)

¹⁰⁵H. M. Alomran, O. H. Alhazmi. Nav. Dj.

Nadalje, veliki izazov predstavlja nedostatak iskustva u korištenju tehnologije i neprihvatanje ideje prelaska s tradicionalnog obrazovnog sustava na obrazovni sustav koji koristi alate umjetne inteligencije ili nespremnost da se ona koristi. Postoji potreba za kontinuiranim usavršavanjem i razvijanjem vještina, kod profesora, a isto tako i kod učenika, u korištenju alata i programa umjetne inteligencije u obrazovanju.¹⁰⁶

Međutim, integracija umjetne inteligencije u obrazovanje izaziva etička pitanja kojima se treba pažljivo pozabaviti. Pitanja kao što su privatnost podataka, algoritamska pristranost i transparentnost UI sustava predstavljaju značajne izazove koji zahtijevaju pažljivo razmatranje i regulaciju.¹⁰⁷ Osiguravanje transparentnosti, odgovornosti i pravednosti u sustavima umjetne inteligencije presudno je za izgradnju povjerenja među dionicima i zaštitu studentskih prava. Štoviše, mogućnost umjetne inteligencije da ovjekovječi nejednakosti i ojača postojeće predrasude naglašava potrebu za stalnim praćenjem i evaluacijom aplikacija umjetne inteligencije u obrazovnim okruženjima.¹⁰⁸

Integracija umjetne inteligencije u obrazovanje nudi bezbroj prednosti, uključujući personalizirana iskustva učenja, administrativnu učinkovitost i poboljšanu dostupnost za različite učenike. Međutim, etički problemi, smanjena ljudska interakcija i tehnološke ovisnosti predstavljaju značajne izazove koji zahtijevaju pažljivo razmatranje i proaktivne mjere. Rješavanjem ovih nedostataka putem etičkih smjernica, dizajna usmjerenog na čovjeka i strateškog planiranja, obrazovne ustanove mogu iskoristiti puni potencijal umjetne inteligencije za poboljšanje ishoda poučavanja i učenja, istovremeno čuvajući dobrobit i prava svih učenika.

¹⁰⁶ Isto

¹⁰⁷ Kooli, C. Chatbots in education and research: a critical examination of ethical implications and solutions. // Sustainability, 15, 7(2023), str. 5614. URL: <https://doi.org/10.3390/su15075614>(2024-07-25)

¹⁰⁸ Kadaruddin, K. Empowering education through generative ai: innovative instructional strategies for tomorrow's learners. // International Journal of Business Law and Education, 4, 2(2023), str. 618-625. URL: [10.13140/RG.2.2.22205.27367](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22205.27367)(2024-07-25)

4. ChatGPT – pojava i razvoj

ChatGPT je tekstualno-generativni sustav umjetne inteligencije razvijen od strane američke tvrtke OpenAI. Ovaj sustav funkcionira kao chatbot, omogućujući korisnicima interakciju u obliku razgovora, simulirajući ljudsku komunikaciju.¹⁰⁹ Snažan je alat koji predstavlja integraciju različitih tehnologija kao što su duboko učenje, nenadzirano učenje, fino podešavanje instrukcija, učenje više zadataka, učenje u kontekstu i učenje putem pojačanja.¹¹⁰ Javnosti je postao dostupan 30. studenog 2022. godine; u roku od 5 dana privukao je više od milijun korisnika.¹¹¹ U samo dva mjeseca od lansiranja, postigao je izniman uspjeh, prikupivši 100 milijuna korisnika, što ga čini najbrže rastućom aplikacijom u povijesti. Za usporedbu su uzete aplikacije poput TikTok-a, kojoj je trebalo devet mjeseci, te Instagram-a, kojoj je, za isti broj korisnika, bilo potrebno dvije godine.¹¹² Prema službenom priopćenju, ChatGPT je dokazao svoju učinkovitost u različitim zadacima koji uključuju razumijevanje i generiranje jezika što uključuje višejezični strojni prijevod, otkrivanje grešaka u kodiranju, pisanje priča, prepoznavanje i priznavanje vlastitih grešaka te odbijanje neprikladnih zahtjeva.¹¹³

OpenAI je tvrtka specijalizirana za istraživanje i primjenu umjetne inteligencije, a misija tvrtke je osigurati da opća umjetna inteligencija donese dobrobit cijelom čovječanstvu.¹¹⁴ Osnovani su je 2015. godine Sam Altman, Greg Brockman, Elon Musk, Ilya Sutskever, Wojciech Zaremba i John Schulman kao rezultat suradnje stručnjaka s različitim iskustvima u tehnološkom poduzetništvu, strojnom učenju i softverskom inženjeringu. Elon Musk od veljače 2018. godine više nije uključen u organizaciju, dok je Sam Altman trenutno na čelu OpenAI-a kao izvršni direktor.¹¹⁵

¹⁰⁹Pocock, K. What is ChatGPT, and what is it used for? Travanj, 2024. URL: <https://www.pcguides.com/apps/what-is-chat-gpt/>(2024-08-01)

¹¹⁰ T. Wu....[et al.]. A Brief Overview of ChatGPT: The History, Status Quo and Potential Future Development. // *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 10, 5(2023), str. 1122-1136, URL: [10.1109/JAS.2023.123618](https://doi.org/10.1109/JAS.2023.123618)(2024-08-01)

¹¹¹Pocock, K. Nav. dj.

¹¹² D. Milmo, ChatGPT reaches 100 million users two months after launch // *The Guardian*, Veljača 2023. URL: <https://www.theguardian.com/technology/2023/feb/02/chatgpt-100-million-users-open-ai-fastest-growing-app>(2024-08-01)

¹¹³ T. Wu....[et al.]. Nav. dj.

¹¹⁴ OpenAI. URL: <https://openai.com/about/>(2024-08-01)

¹¹⁵ Marr, B. A Short History Of ChatGPT: How we got to where we are today. Svibanj, 2023. URL: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/05/19/a-short-history-of-chatgpt-how-we-got-to-where-we-are-today/>(2024-08-01)

Razvoj ChatGPT-a obilježen je stalnim napretkom, pri čemu je svaka verzija nadograđivala prethodne alate.¹¹⁶ Razvijen je na temelju početnog GPT (Generative pre-trained Transformer) modela. GPT-1, razvijen 2018. godine, prvi je model posvećen treniranju generativnog jezičnog modela temeljenog na Transformer okviru putem nenadziranog učenja. Kasnije je dodatno prilagođen za specifične zadatke. GPT-2, razvijen 2019. godine, uvodi ideju učenja na više zadataka s više parametara i podataka u odnosu na GPT, što omogućuje generalizaciju na većinu nadziranih zadataka bez dodatnog podešavanja. GPT-3 je dodatno poboljšao performanse modela kombinirajući meta-učenje s učenjem u kontekstu, povećavši broj parametara za 100 puta u odnosu na GPT-2. InstructGPT, pilot verzija ChatGPT-a, koristi učenje s pojačanjem uz ljudsku povratnu informaciju kako bi model bolje slijedio korisničke namjere.¹¹⁷ Konačno, GPT-4, kao veliki multimodalni model koji prihvaća slikovne i tekstualne upite, može rješavati složene probleme s većom točnošću zahvaljujući širem općem znanju i sposobnostima rješavanja problema. GPT-4 kreativniji je nego ikad prije. Može generirati, uređivati i surađivati s korisnicima na kreativnim i tehničkim zadacima pisanja te postiže performanse na razini ljudi na raznim profesionalnim i akademskim zadacima. Kako bi se poboljšalo ponašanje, u obzir su uzete povratne informacije od ljudi, od stručnjaka u područjima kao što su sigurnost i zaštita umjetne inteligencije, a i samih korisnika ChatGPT-a.¹¹⁸ OpenAI je također razvio i Dall-E generator slika koji se pokreće umjetnom inteligencijom. Na temelju tekstualnog opisa generira slike.¹¹⁹ A još jedan njihov uspjeh predstavlja i Sora, model koji pretvara tekst u video. Može generirati videozapise u trajanju do jedne minute bez opadanja kvalitete.¹²⁰

4.1. Primjena ChatGPT-a

Chat GPT ima širok raspon primjena u različitim područjima među različitim korisnicima. Izvrsno odgovara na pitanja iz područja akademske zajednice, medicine, tehnologije i korisničke podrške te podržava kreativne zadatke poput pisanja eseja, poezije i članaka. U programiranju pomaže u generiranju koda, ispravljanju grešaka te davanju prijedloga specifičnih za različite programske jezike. Također pomaže u podučavanju predmeta poput matematike, prevodi tekstove na više jezika

¹¹⁶ Isto

¹¹⁷ T. Wu...[et al.]. Nav. dj.

¹¹⁸ OpenAI. URL: <https://openai.com/index/gpt-4/> (2024-08-01)

¹¹⁹ OpenAI. URL: <https://openai.com/index/dall-e-3/> (2024-08-01)

¹²⁰ OpenAI. URL: <https://openai.com/index/sora/> (2024-08-01)

te obavlja klasifikaciju teksta i analizu sentimenta. Chat GPT je koristan i u specijaliziranim područjima poput geofizike, medicine i društvenih znanosti analizirajući podatke i izrađujući izvješća. Pomaže medicinskim stručnjacima u pripremi dokumenata, nudi podršku pri donošenju kliničkih odluka, pomaže u otkrivanju lijekova te služi kao virtualni medicinski asistent. Dodatno, doprinosi filozofskim raspravama, istraživanju tržišta, političkoj analizi i financijskom sektoru pružajući uvide, savjete o investicijama i otkrivanje prijevara.¹²¹

4.1.1. Primjena ChatGPT-a u obrazovanju

ChatGPT se u obrazovanju može koristiti na više načina, poput pružanja individualizirane podrške kao virtualni tutor koji odgovara na pitanja, objašnjava pojmove i prilagođava svoje odgovore potrebama učenika. Može pomagati u rješavanju domaćih zadaća davanjem savjeta, objašnjenja i korak-po-korak uputa, kao i pružanjem jezične prakse kroz razgovore, povratne informacije o gramatici, vokabularu i izgovoru. Također može olakšati istraživanje i pretraživanje informacija, sažimati članke ili knjige, te preporučivati dodatne materijale za čitanje. U području pisanja, ChatGPT pomaže s gramatičkim i stilskim savjetima, poboljšanjem strukture teksta i organizacijom eseja. Prilikom pripreme za ispite, može nuditi praktična pitanja, objašnjavati pojmove, pružati strategije učenja i simulirati ispitne uvjete, čime pomaže učenicima u prepoznavanju područja za napredak.¹²² Također može automatski ocjenjivati eseje, čime se štedi vrijeme profesorima, te omogućiti personalizirano učenje preporukom prilagođenih resursa prema učenikovim potrebama. On dakako ima potencijal revolucionirati obrazovanje personalizacijom učenja i automatizacijom zadataka, no treba ga koristiti kao alat koji podržava učenje, a ne kao zamjenu za profesore.¹²³

Iako Chat GPT ima mnoge primjene, također ima značajna ograničenja i nedostatke. Podaci su aktualni samo do 2021. godine, ali može koristiti alate za pretraživanje interneta te tako doći do aktualnijih podataka. Može davati netočne odgovore, posebno u matematici, fizici i ispravljanju koda, zbog ograničenog razumijevanja sintakse i semantike. Postoje sigurnosni rizici, posebno za

¹²¹ S. K. Singh, S. Kumar and P. S. Mehra. Chat GPT & Google Bard AI: A Review // 2023InternationalConferenceonIoT, CommunicationandAutomationTechnology (ICICAT) (2023), str. 1-6 URL: [10.1109/ICICAT57735.2023.10263706](https://doi.org/10.1109/ICICAT57735.2023.10263706) (2024-08-01)

¹²² H. Allam. ...[et al.]. Nav. dj.

¹²³ V. Božić, P. Indrasen. GPT and education. // (2023.) URL: [10.13140/RG.2.2.18837.40168](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18837.40168) (2024-08-01)

organizacije koje rade s osjetljivim podacima, a nedostaje mu i ljudski zdravi razum. Osim toga, njegova upotreba može ometati ljudsku kreativnost i negativno utjecati na studente, potičući prečace u učenju i smanjujući njihove sposobnosti rješavanja problema.¹²⁴Obzirom da se temelji na umjetnoj inteligenciji i strojnom učenju, nastavit će učiti i razvijati se tijekom budućeg razdoblja kako bi pomaknuo svoje granice, poboljšao se i popravio nedostatke.

¹²⁴ S. K. Singh, S. Kumar and P. S. Mehra. Nav.dj.

5. Dosadašnja istraživanja o umjetnoj inteligenciji u obrazovanju

Obzirom da je umjetna inteligencija u obrazovanju, posebice korištenje alata generativne UI, poput ChatGPT-a, aktualna tema kojom se bave mnogi, do danas je nastalo mnogo istraživanja u ovom području. U ovom radu bit će prikazano nekoliko dosadašnjih istraživanja.

Chatbot ChatGPT, koji je OpenAI razvio i lansirao u studenom 2022., donosi mnoge prednosti u obrazovanju, ali i određene izazove. Iako je koristan za poboljšanje učenja, njegova vrijednost dolazi do izražaja samo uz promišljeno korištenje. Istraživači ističu važnost dodavanja vlastitih stavova uz rezultate koje generira. ChatGPT može pomoći u generiranju ideja i učenju jezika, a profesori trebaju poticati studente na njegovo korištenje uz vlastite zaključke. Studente treba educirati o pravilnoj upotrebi, a profesori bi trebali davati zadatke koji potiču kreativnost, a ne samo kopiranje informacija. Također, trening za kreiranje inovativnih zadataka bio bi koristan. Državne institucije i drugi ključni sudionici trebali bi uspostaviti regulatorni okvir za korištenje ChatGPT-a u obrazovanju. Ovo istraživanje pružaja korisne uvide visokoškolskim ustanovama o stavovima studenata prema ChatGPT-u, te mogu pomoći u oblikovanju politika korištenja ove tehnologije. Profesori mogu osmisлити kreativne projekte, dok studenti mogu naučiti kako ga učinkovito koristiti. Ovo istraživanje provedeno je na malom uzorku od 20 studenata putem intervjua, pa buduća istraživanja mogu obuhvatiti veći uzorak te ispitati stavove profesora o ulozi ChatGPT-a u visokom obrazovanju.¹²⁵ Ovaj članak istražuje primjenu ChatGPT-a u obrazovanju, analizirajući postojeća istraživanja pomoću SWOT analize. Rezultati pokazuju da ChatGPT ima potencijal poboljšati obrazovne procese, posebno podržavajući nastavnike i studente. Međutim, ističu se i etički izazovi koje treba razmotriti. Obrazovne institucije moraju uvesti pravedne politike kako bi osigurale odgovorno korištenje ove tehnologije.¹²⁶ U ovom članku govori se o izazovima i prilikama koje donose modeli obrade prirodnog jezika (NLP) poput ChatGPT-a i Google Barda te njihovom utjecaju na visoko obrazovanje. Istaknute su prednosti poput personaliziranog učenja, povratnih informacija i dostupnosti resursa, ali i izazovi kao što su gubitak ljudske interakcije, pristranost i etička pitanja. Kako bi se ti izazovi prevladali, sveučilišta bi

¹²⁵ Singh, P. Student's Perception of Chat GPT // 2023 International Conference on Electrical, Communication and Computer Engineering (ICECCE), Dubai, United Arab Emirates, 2023., str. 1-6 URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10442033> (2024-09-24)

¹²⁶ Dar M. A., ...[et al.]. Unveiling Chat GPT's Educational Prospects: A SWOT Analysis // 11th International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), New Delhi, India, 2024, str.. 1419-1423, URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10499038> (2024-09-24)

trebala koristiti NLP modele kao dopunu, a ne zamjenu za ljudsku interakciju, razvijati etičke smjernice i osigurati zaštitu privatnosti. Također, istraživanje navodi kako je važno uključiti studente u razvoj tih modela i osposobljavati nastavnike za njihovu primjenu. Zaključuje se da NLP modeli mogu unaprijediti obrazovanje, ali samo uz odgovorno korištenje.¹²⁷ Ovo istraživanje ispituje etičke izazove vezane uz korištenje Chat GPT-a u visokoškolskim ustanovama Latinske Amerike. Kroz anketu sa 220 sudionika, analizirani su stavovi i motivacije korisnika. Rezultati pokazuju da ispitanici smatraju Chat GPT umjereno dostupnim, uz pozitivne društvene stavove prema njegovoj primjeni. Ističu važnost personaliziranog obrazovanja, ali i potrebu za jasnim smjernicama o privatnosti i sigurnosti podataka. Regresijska analiza pokazala je da čimbenici poput spola, dobi i stavova o privatnosti utječu na korištenje AI. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se bolje razumjele etičke implikacije i omogućila odgovorna implementacija.¹²⁸ Ovo istraživanje ispituje kako se ChatGPT može koristiti za poboljšanje učenja i podučavanja u akademskom okruženju. Provedena je anketa među 430 studenata magistarskog studija računalnih znanosti na Sveučilištu Hertfordshire, kako bi se prikupila njihova mišljenja o korištenju alata. Istraživanje pokazuje da su studenti uglavnom upoznati s ChatGPT-om, ali ga rijetko koriste u akademske svrhe. Mnogi su skeptični prema njegovim pozitivnim učincima na učenje te smatraju da sveučilišta trebaju pružiti jasnije smjernice i bolju edukaciju o njegovoj primjeni. Zaključak studije je da ChatGPT može biti koristan alat, ali uz adekvatne smjernice i pravilno korištenje.¹²⁹

¹²⁷ Fuchs, K. Exploring the opportunities and challenges of NLP models in higher education: is Chat GPT a blessing or a curse? // *Front. Educ.*, 8(2023) URL: <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1166682> (2024-09-24)

¹²⁸ Huallpa, J. J. ...[et al.]. Exploring the ethical considerations of using Chat GPT in university education // *Periodicals of engineering and natural sciences*, 11, 4(2023.), str 105-115 URL: <http://dx.doi.org/10.21533/pen.v11i4.3770> (2024-09-24)

¹²⁹ Singh, H.; Tayarani-Najaran, M.-H.; Yaqoob, M. Exploring Computer Science Students' Perception of ChatGPT in Higher Education: A Descriptive and Correlation Study. // *Educ. Sci.* 2023, 13, 924. URL: <https://doi.org/10.3390/educsci13090924> (2024-09-24)

6. Istraživanje o umjetnoj inteligenciji u obrazovanju

6.1. Cilj i istraživačka pitanja

Ovo istraživanje za cilj ima analizirati navike studenata Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku u korištenju ChatGPT-a, alata generativne umjetne inteligencije, u visokom obrazovanju, te istražiti njihove stavove o utjecaju tih alata na razvoj njihovih vještina, znanja i studiranje. Istraživanje također ima za cilj ispitati mišljenja studenata o uvođenju konkretne politike uporabe generativne umjetne inteligencije u akademskom okruženju, kao i o mogućnostima, prilikama, izazovima i rizicima koje ovi alati donose u obrazovni kontekst.

Ovo su istraživačka pitanja:

1. Koje su navike studenata po pitanju korištenja ChatGPT-a i sličnih alata generativne umjetne inteligencije u svrhu studiranja?
2. Kakvi su stavovi studenata o utjecaju generativne umjetne inteligencije, posebice alata ChatGPT, na njihove vještina, znanja i studiranje?
3. Kakvi su stavovi studenata o uvođenju konkretne politike uporabe generativne umjetne inteligencije, posebice alata ChatGPT, u akademskom okruženju?
4. Kakvi su stavovi studenata o mogućnostima i prilikama, odnosno izazovima i rizicima koje donosi uporaba generativne umjetne inteligencije, posebice alata ChatGPT, u akademskom okruženju?

6.2. Metodologija

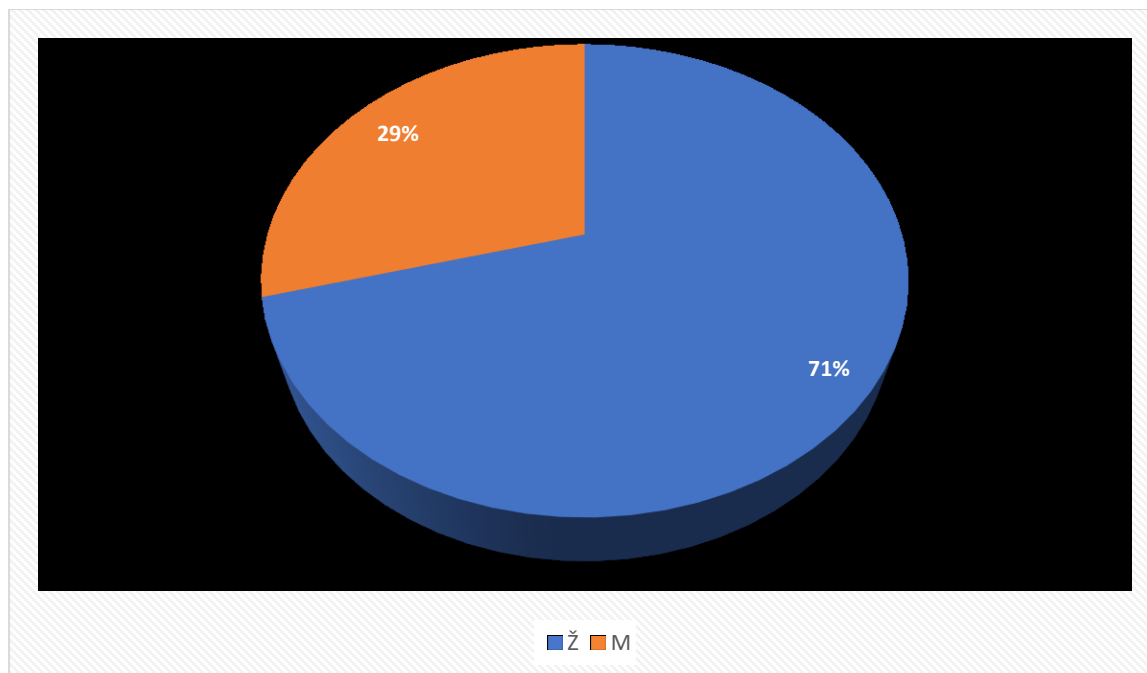
Istraživanje u ovom radu je kvantitativno istraživanje provedeno u rujnu 2024. godine, a za izradu istraživanja korištena je metoda ankete koja je mrežnim putem, putem društvenih mreža *Facebook* i *Instagram*, prosljeđena ispitanicima. Anketni upitnik izrađen je pomoću alata „Google obrasci“. Upitnik je bio anonimn, a njegovo ispunjavanje trajalo je oko deset minuta. Upitnik je obuhvaćao 17 pitanja koja su se sastojala od zatvorenih i višestrukih odgovora, sa skalama procjene (od 1 do 5), omogućujući statističku analizu i kvantifikaciju stavova ispitanika. Reprezentativni uzorak je činio slučajno odabran broj studenata sa različitih fakulteta i studijskih programa, a svi studenti pohađaju

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Upitnik je distribuiran mrežnim putem, čime je omogućeno sudjelovanje studentima različitih profila, godina studiranja i različitih akademskih usmjerenja. Istraživanje je obuhvatilo studente koji su bili upoznati s alatima generativne umjetne inteligencije, posebno s ChatGPT-om. Anketni upitnik obuhvatio je 113 ispitanika u dobi od 18 do 45 godina. Nakon što je dovoljan broj ispitanika ispunio anketni upitnik (njih 113), dobiveni su rezultati na temelju koji su doneseni daljnji zaključci u ovom radu. Podaci prikupljeni putem upitnika bit će analizirani korištenjem deskriptivne statistike. Od strane autora, dobiveni odgovori su preračunati u postotak, grafički prikazani te pobliže objašnjeni.

6.3. Rezultati

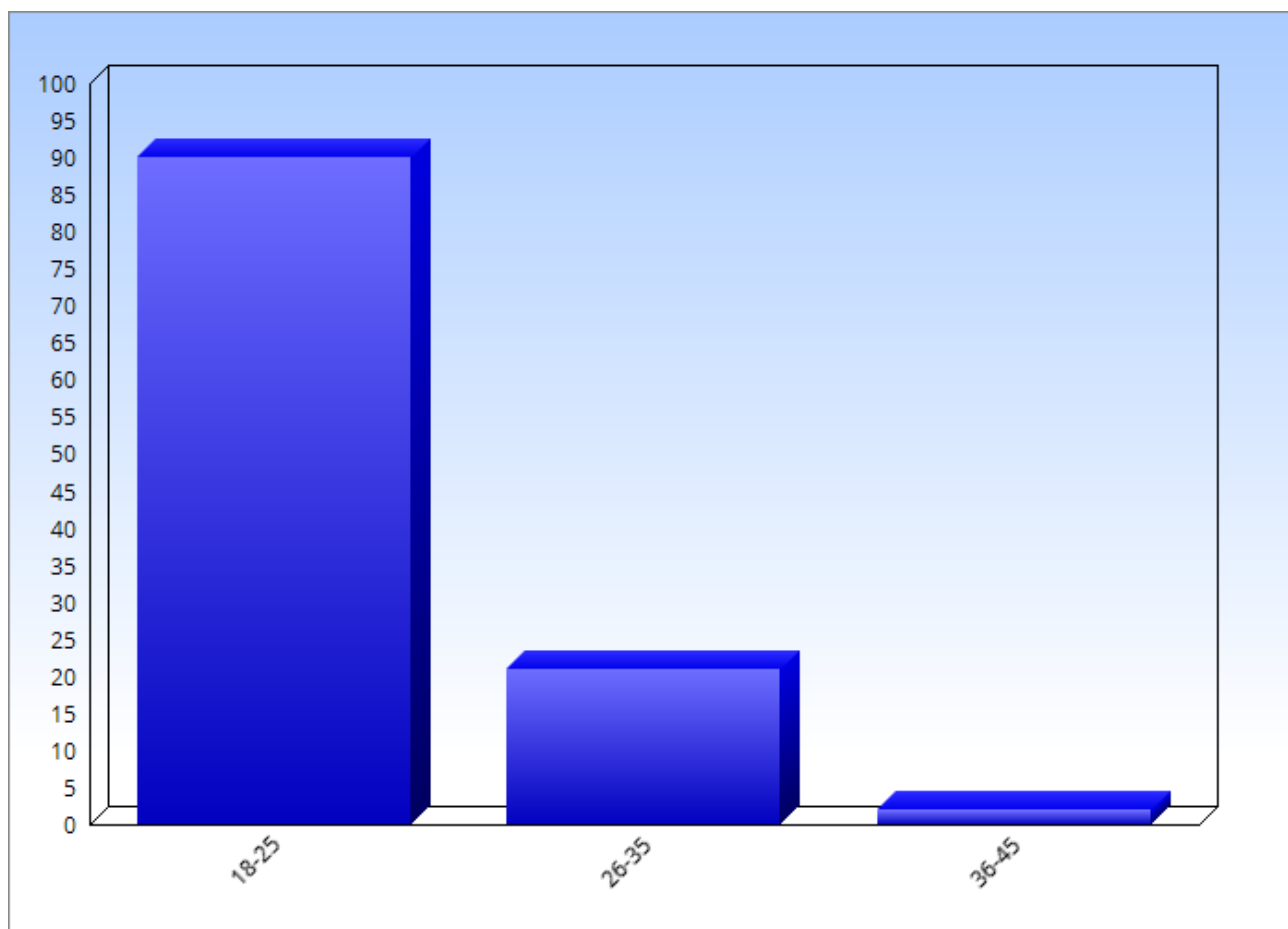
U ovom odlomku prikazani su rezultati ankete. Prvo su rezultati istraživanja grafički prikazani i objašnjeni, a zatim su prokomentirani od strane autora te uspoređeni. Na temelju usporedbe i dobivenih rezultata iznesen je zaključak.

Prvo su ispitane opće karakteristike ispitanika:



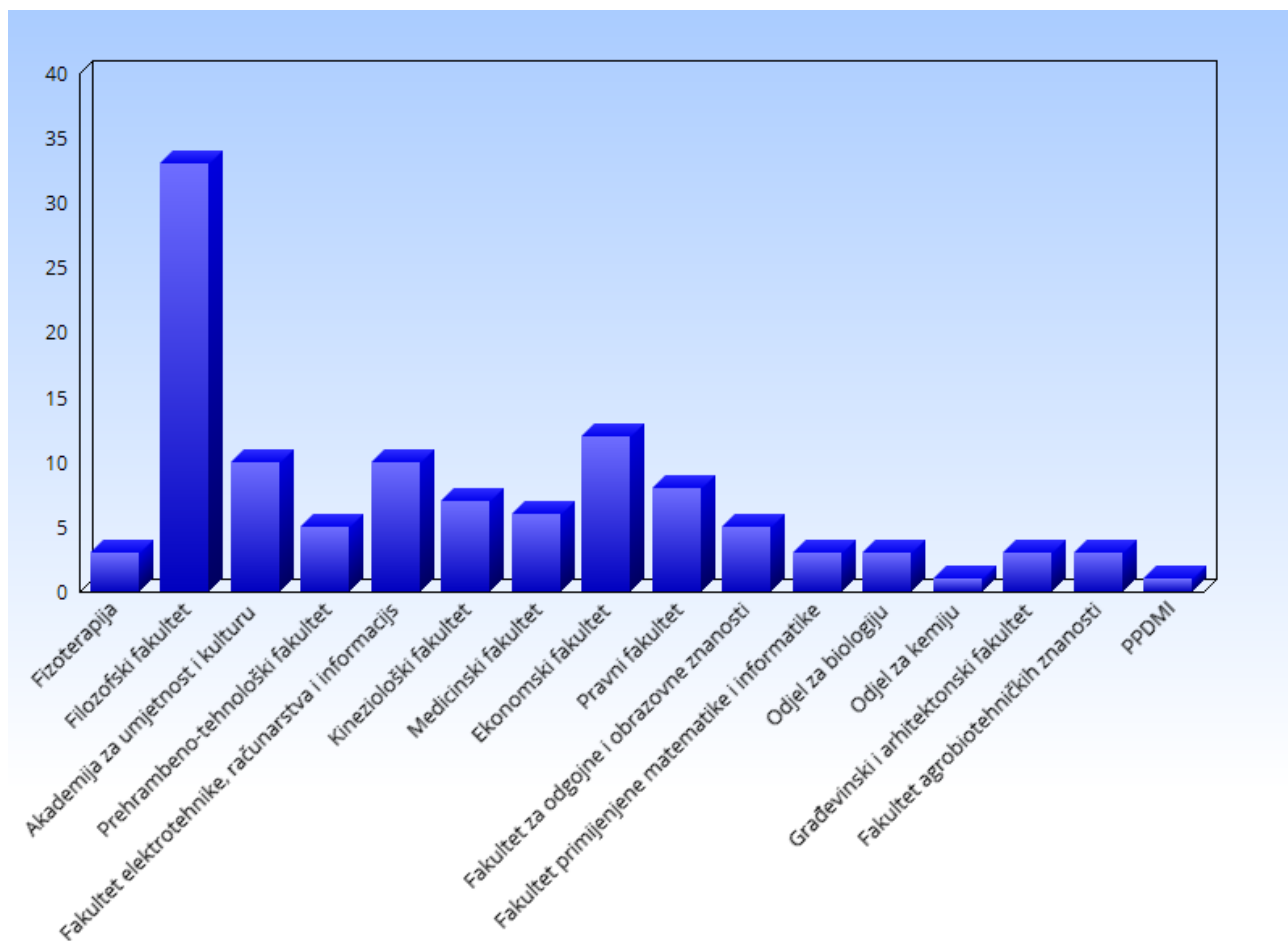
Slika 1. Spol ispitanika

U prvom pitanju većinski dio ispitanika je ženskog spola, i to čak 71%, dok muškarci čine 29% ispitanika.



Slika 2. Grafički prikaz ispitanika po dobi

Ovo pitanje bilo je otvorenog tipa, a radi boljeg prikaza rezultati ankete ispitanika po dobi podijeljeni su u rasponu od tri dobne skupine te prikazani grafom. Iz rezultata ankete možemo zaključiti da najveći postotak odgovora iznosi 79,6%, što znači da je najveći dio ispitanika u dobi od 18 do 25 godina. U dobi od 26 do 35 godina je 18,6% ispitanika, a najmanje je onih koji su u dobi od 36 do 45, što je 1,8% ispitanika.

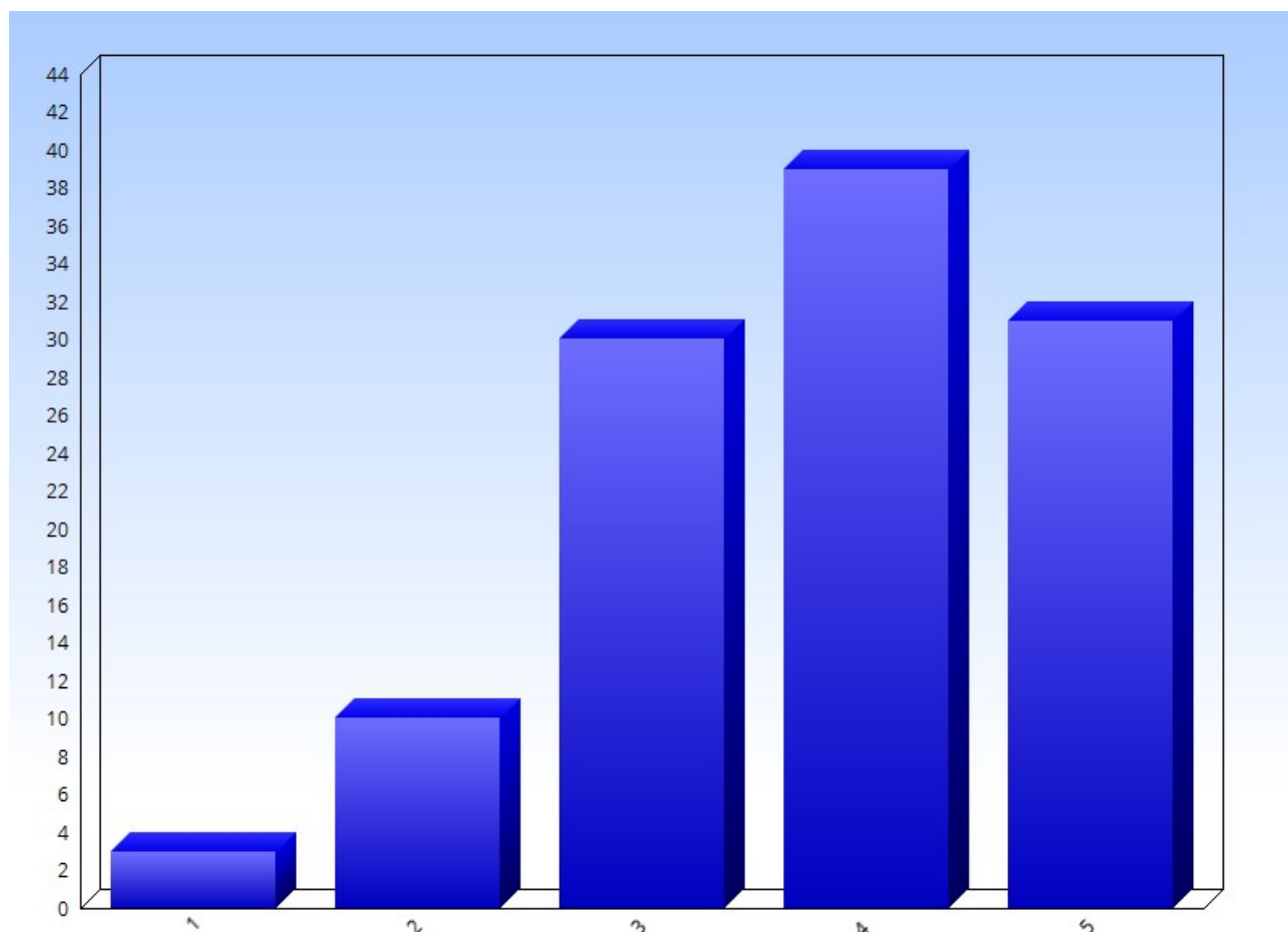


Slika 3. Grafički prikaz ispitanika po fakultetu

Na temelju trećeg pitanja u anketi, koje je bilo otvorenog tipa, ispitanici su odgovarali što studiraju. Ovaj pristup omogućio im je slobodu izražavanja, pa su neki ispitanici navodili naziv fakulteta, dok su drugi spominjali specifične studijske programe. Kako bi se dobiveni podaci lakše analizirali i grafički prikazali, svi odgovori su naknadno grupirani prema pripadajućim fakultetima. Ovaj način obrade podataka omogućio je jednostavniji grafički prikaz i analizu podataka, a zadržana je relevantnost. Najveći broj ispitanika dolazi s Filozofskog fakulteta koji čini 29,2% svih ispitanika u anketi. Drugi po zastupljenosti je Ekonomski fakultet s udjelom od 10,7%. Zatim treće mjesto dijele Akademija za umjetnost i kulturu te Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijske tehnologije, svaki s udjelom od 8,8 %. Pravni fakultet s udjelom od 7%, također ima značajan broj ispitanika. Kineziološki fakultet zastupljen je sa 6,2%, a Medicinski fakultet sa 5,3%. Prehrambeno-tehnološki fakultet i Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti imaju podjednaku zastupljenost s 4,4 % ispitanika. Sljedeća skupina fakulteta ima nešto manju zastupljenost od 2,7%, a to su Fizioterapija, Fakultet

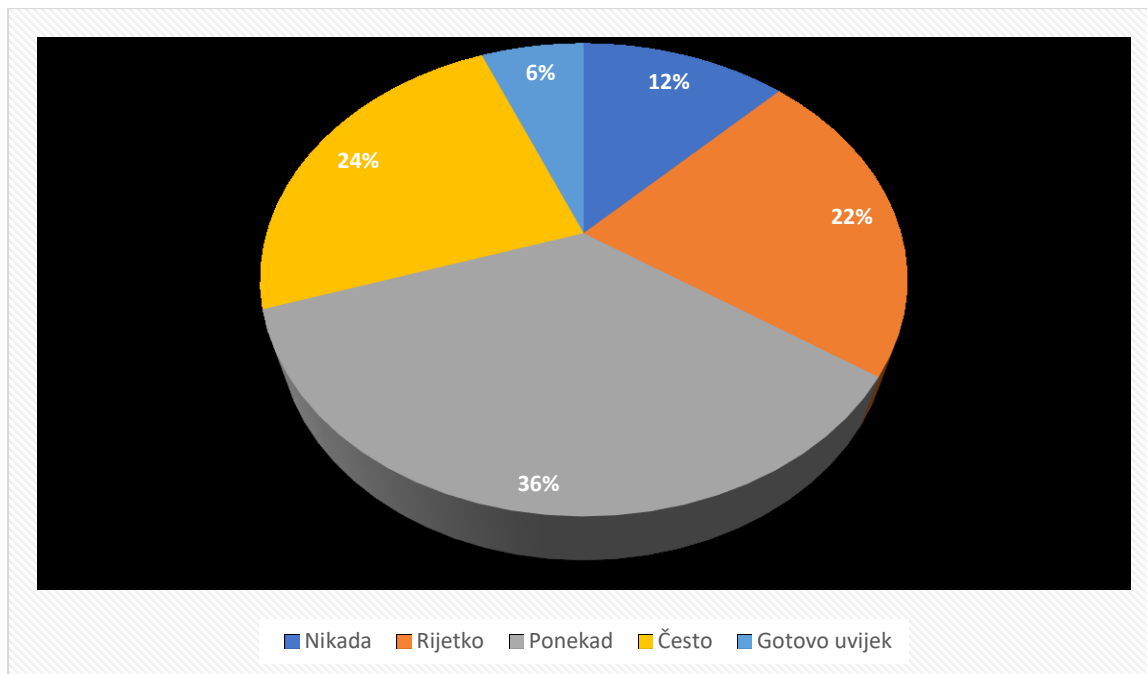
primijenjene matematike i informatike, Odjel za biologiju, Fakultet agrobiotehničkih znanosti te Građevinski i arhitektonski fakultet. Odjel za kemiju i PPDMI (Pedagoško-psihološko-didaktičko-metodička izobrazba) imaju najmanju zastupljenost, svaki s 0,9% ispitanika.

Nadalje su ispitane njihove navike, stavovi i mišljenja:



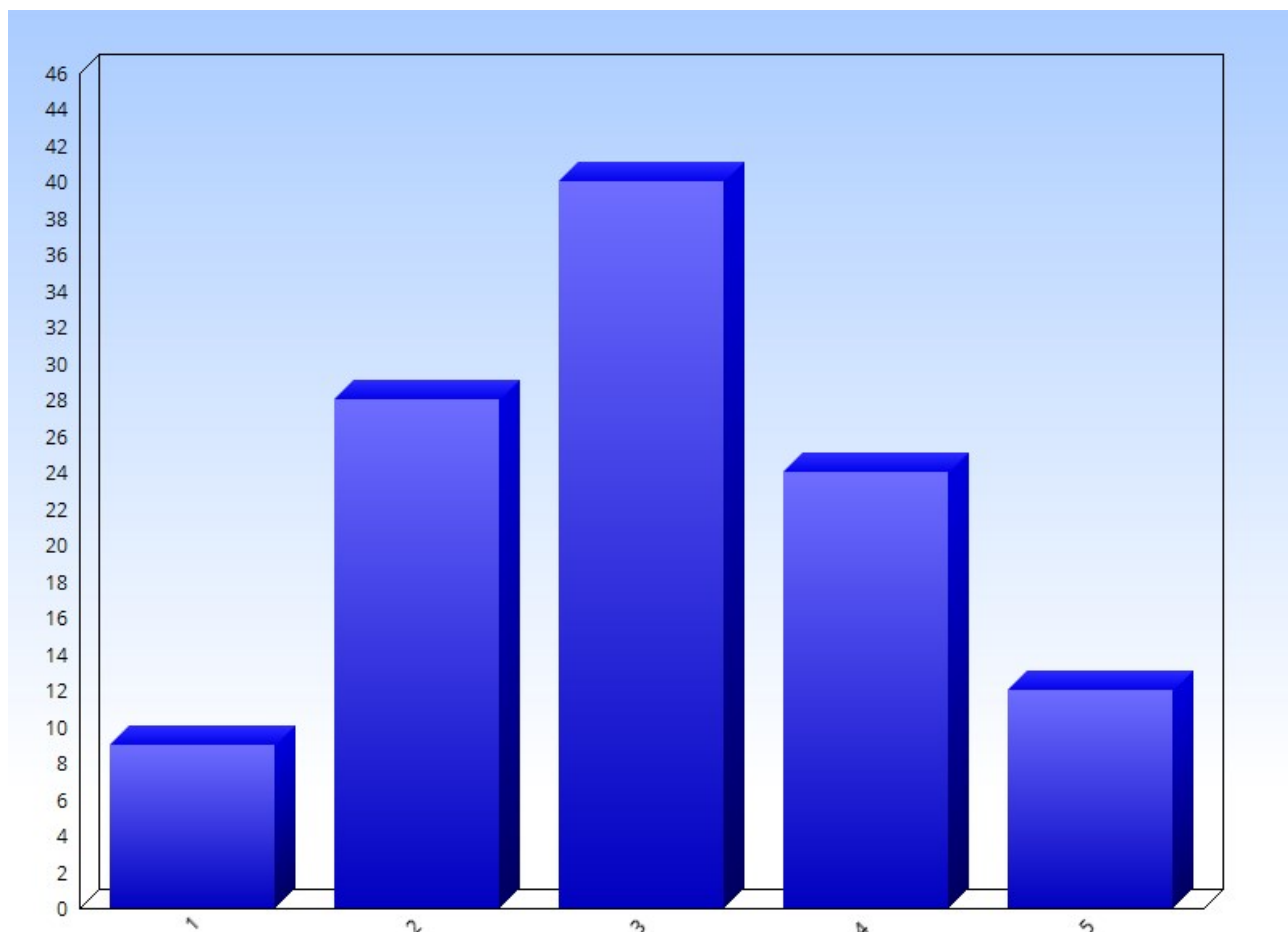
Slika 4. Procjena ispitanika o poznavanju ChatGPT-a

Rezultati prikazuju kako ispitanici procjenjuju svoje poznavanje ChatGPT-a na skali od 1 do 5, gdje 1 predstavlja „uopće nisam upoznat“, a 5 „izvrsno sam upoznat“. Najveći broj ispitanika, 34,5% izjavilo je da su vrlo dobro upoznati s ChatGPT-om. 27,4% ispitanika ocijenilo je svoje poznavanje kao izvrsno, a 26,5% smatra da su dobro upoznati. S druge strane, 8,8% ispitanika smatra da je slabo upoznata, a najmanji udio ispitanika od 2,7% uopće nije upoznat s tim alatom.



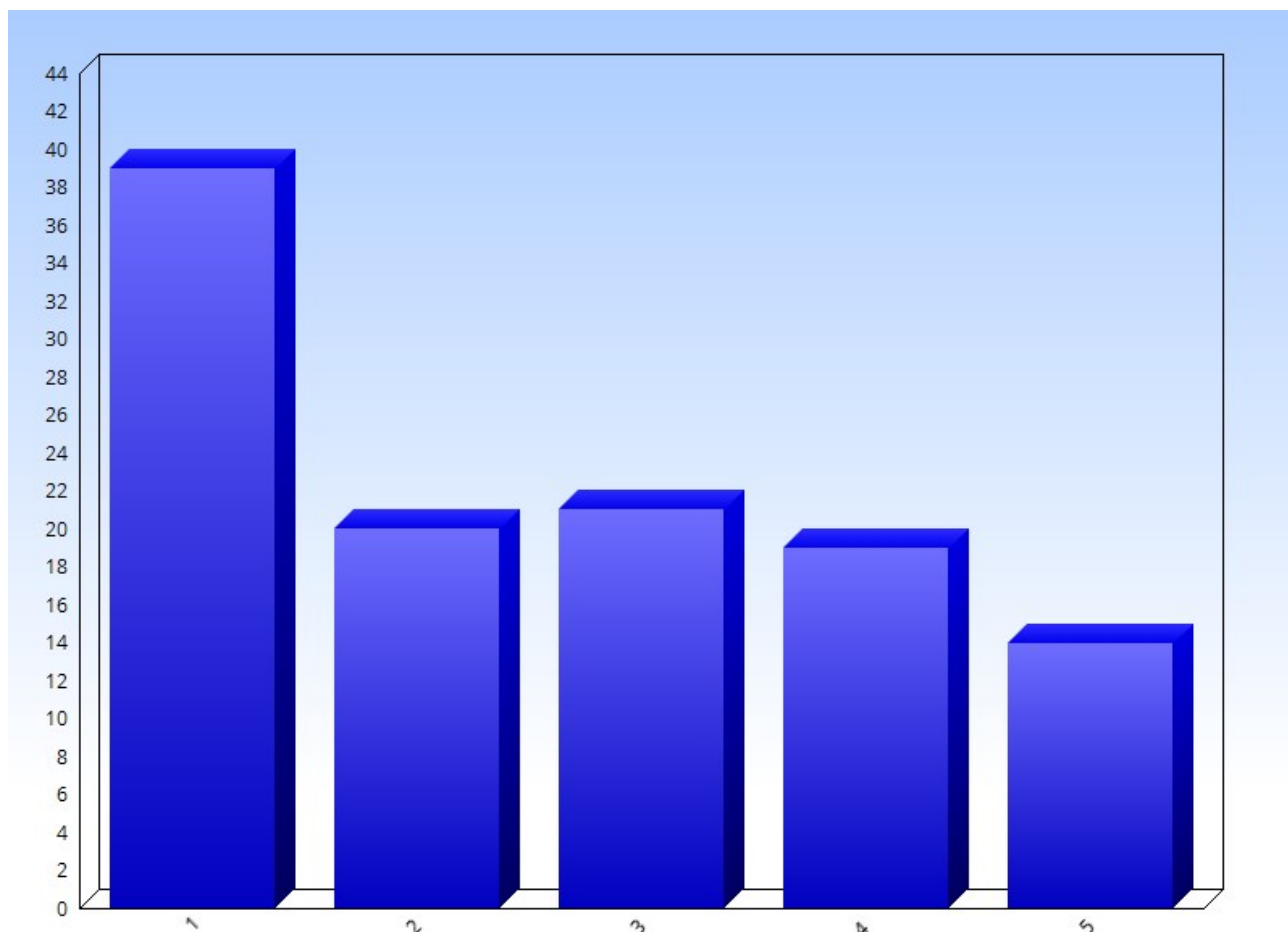
Slika 5. Učestalost korištenja ChatGPT-a u akademske svrhe

Što se tiče učestalosti korištenja ChatGPT-a u akademske svrhe, najveći broj ispitanika ovaj alat koristi ponekad, njih 36%, 24% ga koristi često, 22% je izjavilo da ga rijetko koristi, a 12% ispitanika nikada ne koristi. Najmanji postotak, 6% ispitanika, koristi ChatGPT gotovo uvijek.



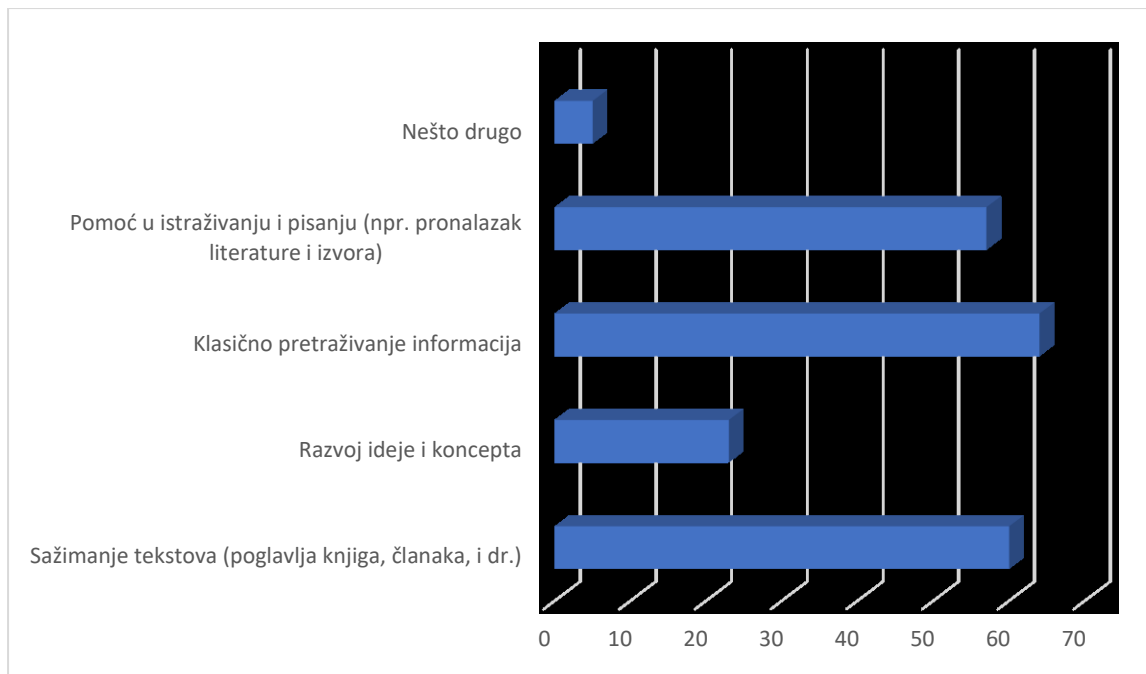
Slika 6. Utjecaj ChatGPT-a na rad studenata

Na temelju prikupljenih podataka, ispitanici su ocijenili utjecaj ChatGPT-a na njihov rad na skali od 1 do 5, gdje 1 predstavlja „u potpunosti negativan utjecaj“, a 5 „u potpunosti pozitivan utjecaj“. Najveći broj ispitanika, njih 35,4%, smatra da ChatGPT nema ni pozitivan ni negativan utjecaj na njihov rad. Zatim, 24,8% ispitanika smatra da ChatGPT ima uglavnom negativan utjecaj, dok 8% vjeruje da ima potpuno negativan utjecaj. S druge strane, 21,2% ispitanika smatra da ChatGPT ima uglavnom pozitivan utjecaj na njihov rad, a 10,6% smatra kako ima u potpunosti pozitivan utjecaj.



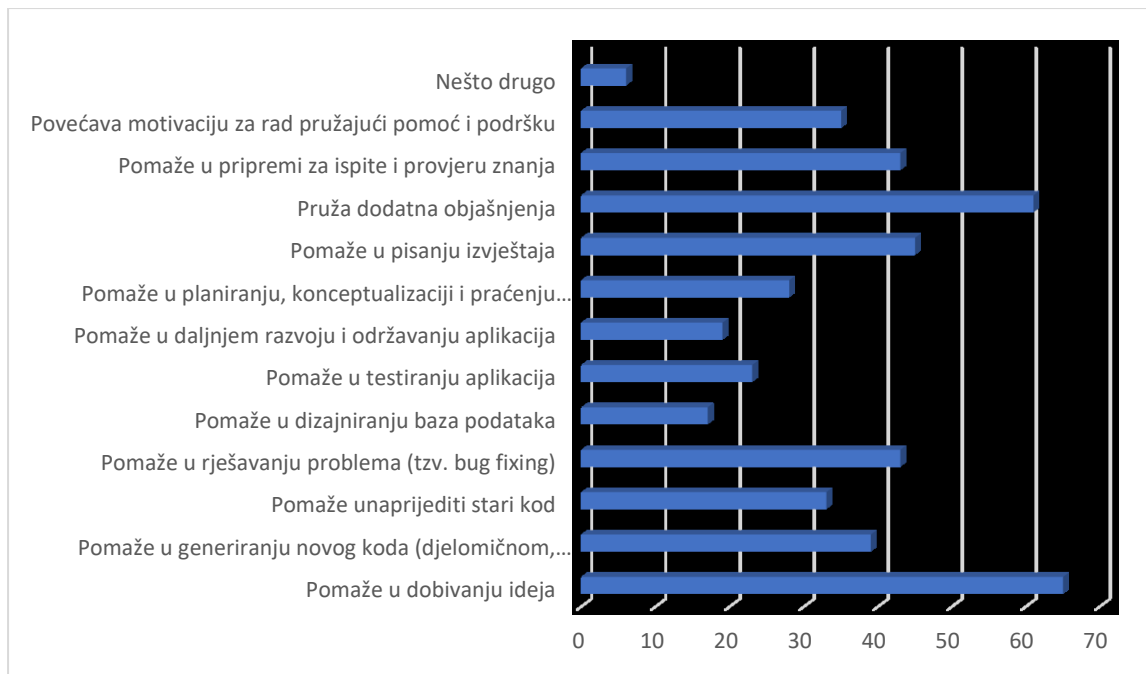
Slika 7. Korištenje ChatGPT-a za prijevod i jezično uređivanje na stranom jeziku

Prema rezultatima pitanja o korištenju ChatGPT-a za prijevod i jezično uređivanje u svrhu poboljšanja vještina pisanja na stranom jeziku (npr. engleskom jeziku), ispitanici su ocijenili svoju učestalost korištenja alata na skali od 1 do 5, gdje 1 predstavlja „nikada“, a 5 „skoro uvijek“. Najveći broj ispitanika, 34,5% izjavilo je da nikada ne koristi ChatGPT za prijevod i jezično uređivanje. 18,6% ispitanika koristi povremeno, 17,7% rijetko, 16,8% koristi često, a najmanji dio ispitanika, 12,4% skoro uvijek koristi alat u ove svrhe.



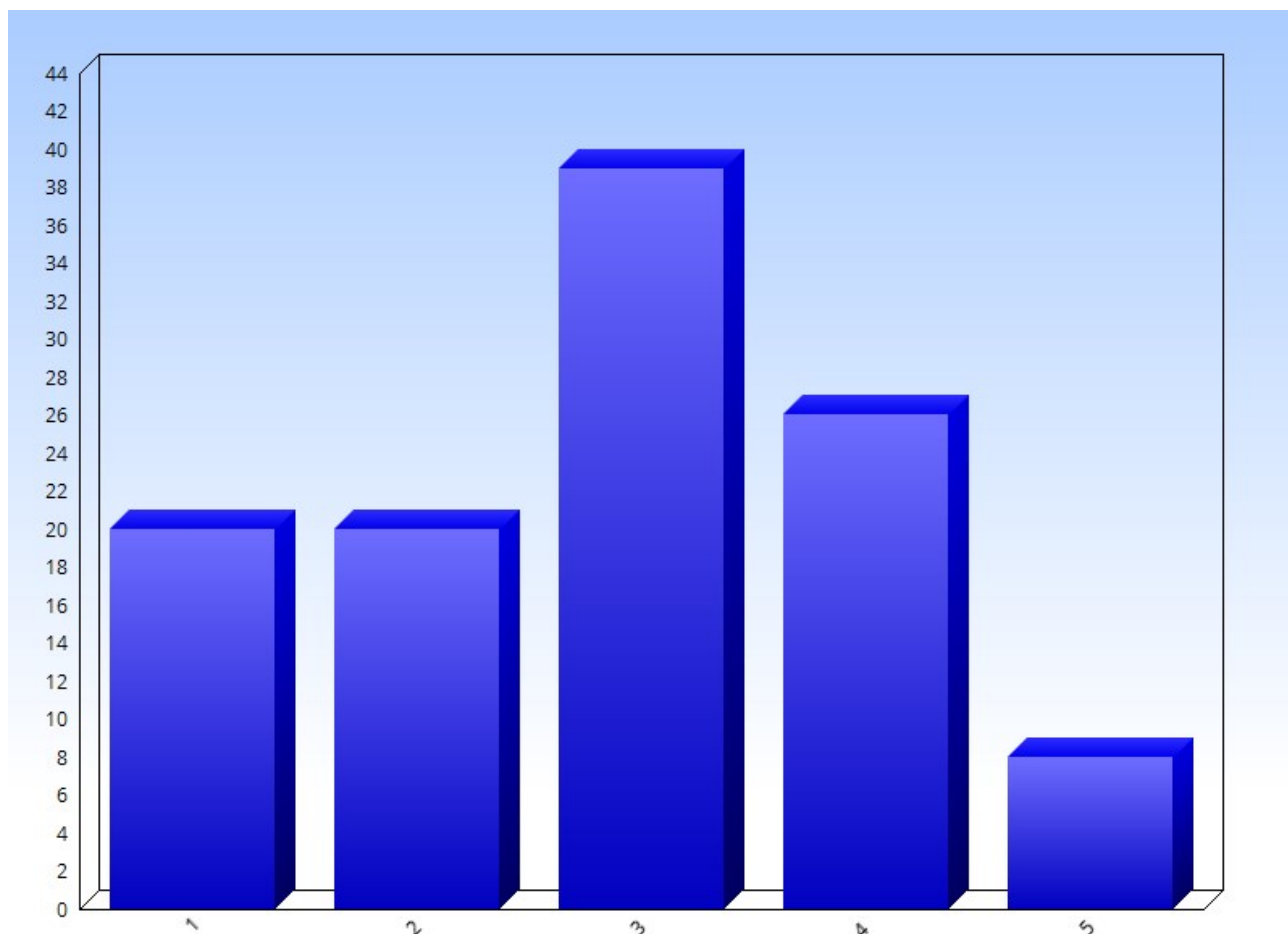
Slika 8. Korištenje ChatGPT-a za druge aktivnosti i zadatke

Graf prikazuje upotrebu ChatGPT-a za različite aktivnosti i zadatke, prema odgovoru ispitanika. Ispitanici su imali mogućnost višestrukih odgovora što omogućuje dublji uvid u načine na koji koriste ovaj alat. Klasično pretraživanje informacija je bila najzastupljenija aktivnost sa 56,6% ispitanika. Zatim, 53,1% ispitanika koristi ChatGPT za sažimanje tekstova (poglavlja knjiga, članaka, i dr.), a pomoć u istraživanju i pisanju koristi njih 50,4%. Malo manji postotak njih koristi ChatGPT pri razvoju ideja i koncepta, 46,9%. Samo 4,5% ispitanika koristi ovaj alat u neke druge svrhe, a to su programiranje, traženje pogrešaka u kodu, brojanje kalorija, traženje recepata, smišljanje treninga, prijevod i gramatika, za svakodnevne upite, oblikovanje i uređivanje tekstova, smišljanje prijedloga metodičke naravi. Također njih 7% je navelo kako ne koristi ChatGPT za druge aktivnosti i zadatke.



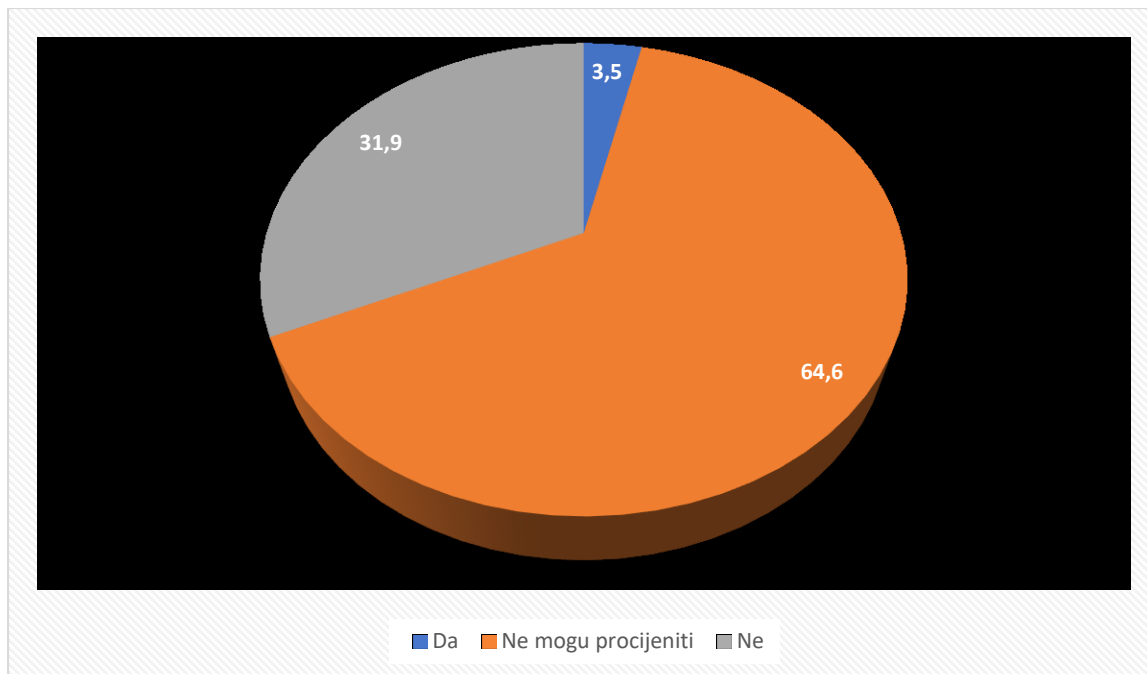
Slika 9. Korištenje ChatGPT-a za pomoć studentima u učenju informatike, odnosno programiranju i razvoju aplikacija

Graf prikazuje upotrebu ChatGPT-a za pomoć studentima u učenju informatike, programiranju i razvoju aplikacija. Većina ispitanika, njih 57,5% koristi ChatGPT za dobivanje ideja, a njih 54% kaže kako im alat pruža dodatna objašnjenja. Značaj broj ispitanika koristi ChatGPT za praktične zadatke kao što su pisanje izvještaja 39,8% i rješavanje problema s kodom (bug fixing) 38,1%. Kada se govori o programiranju, za generiranje novog koda koristi se 34,5% ispitanika, dok 29,2% koristi za unapređivanje starog koda. Nešto manji broj ispitanika koristi ChatGPT za specifične zadatke kao što su dizajniranje baza podataka 15% i testiranje aplikacija 20,4%. Za planiranje i praćenje projekata pože kod 24,8% ispitanika, a povećava motivaciju za rad kod 31% ispitanika. Manje od 2% ispitanika koristi ovaj alat za nešto drugo kao npr. „mogućnost stalnog ispitivanja istog bez da te osuđuje, ne umara se za razliku od prof. programiranja primjerice, itd.“, dok 4,4% navodi da im ChatGPT uopće ne pomaže jer npr. „samo sputava njihovu kreativnost“, „greške koje radi nadilaze korist“, „ne pomaže, kod koji napiše je rudimentaran jer chatgpt nema kapacitet razmišljati logički kako bi rješavao probleme“.



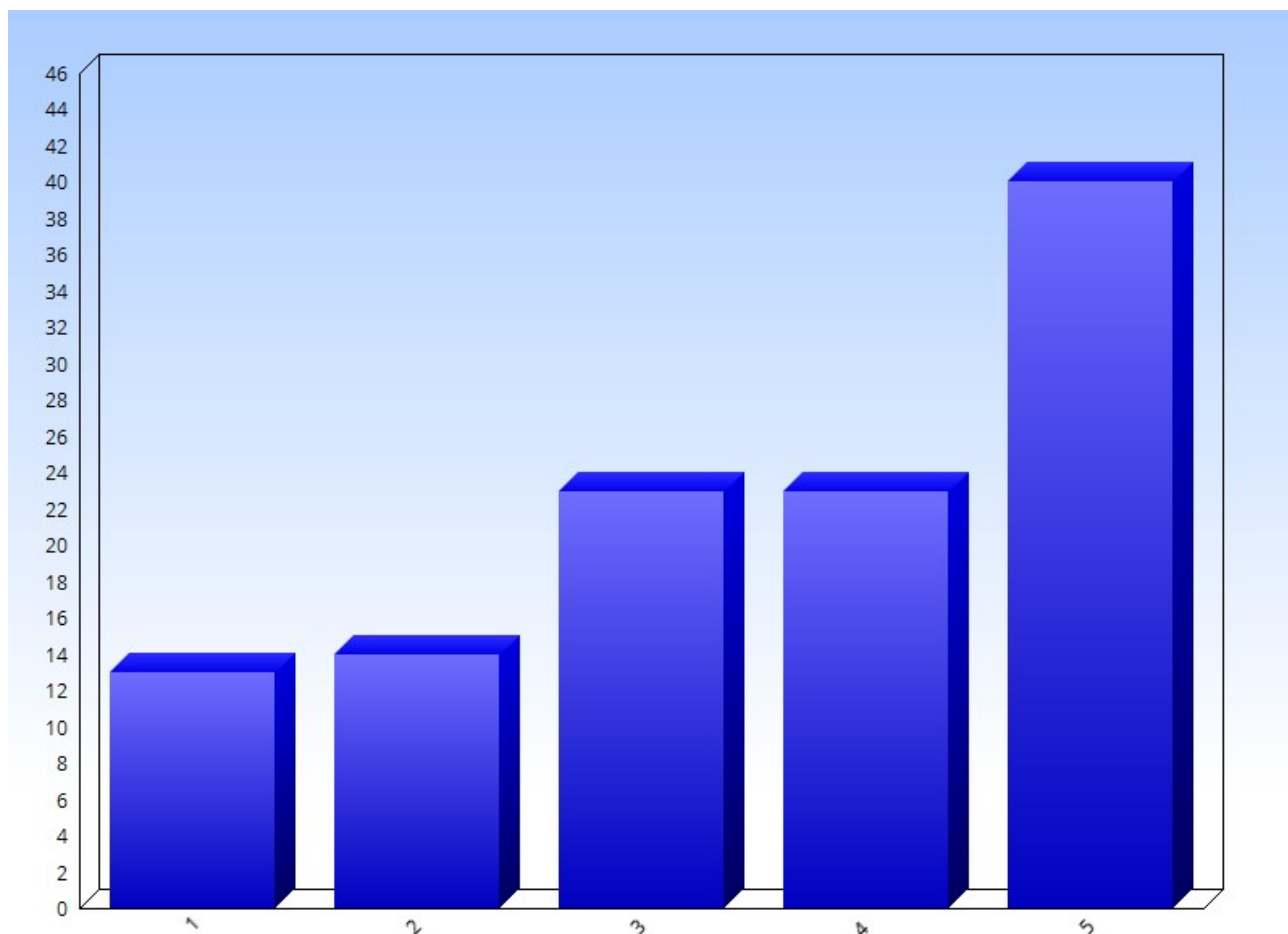
Slika 10. Sigurnosti softvera za detekciju plagijata u detekciji tekstova generiranih ChatGPT-om i sličnim alatima prema mišljenju ispitanika

Graf prikazuje razinu sigurnosti ispitanika u sposobnost softvera za detekciju plagijata, kao što je npr. Turnitin, da prepozna tekstove generirane alatima generativne umjetne inteligencije, kao što je ChatGPT i slično. Ispitanici su svoju sigurnost procijenjivali na skali od 1 do 5, gdje 1 označava „uopće nisam siguran“, a 5 „U potpunosti sam siguran“. Najveći broj ispitanika, 35,5% je izjavio kako ne može procijeniti. Također, veliki broj ispitanika uopće nije siguran ili je prilično nesiguran, oba sa 17,7% ispitanika. S druge strane, 23% ispitanika je donekle sigurno, dok samo 7,1% ispitanika ima potpunu sigurnost u sposobnost alata za detekciju.



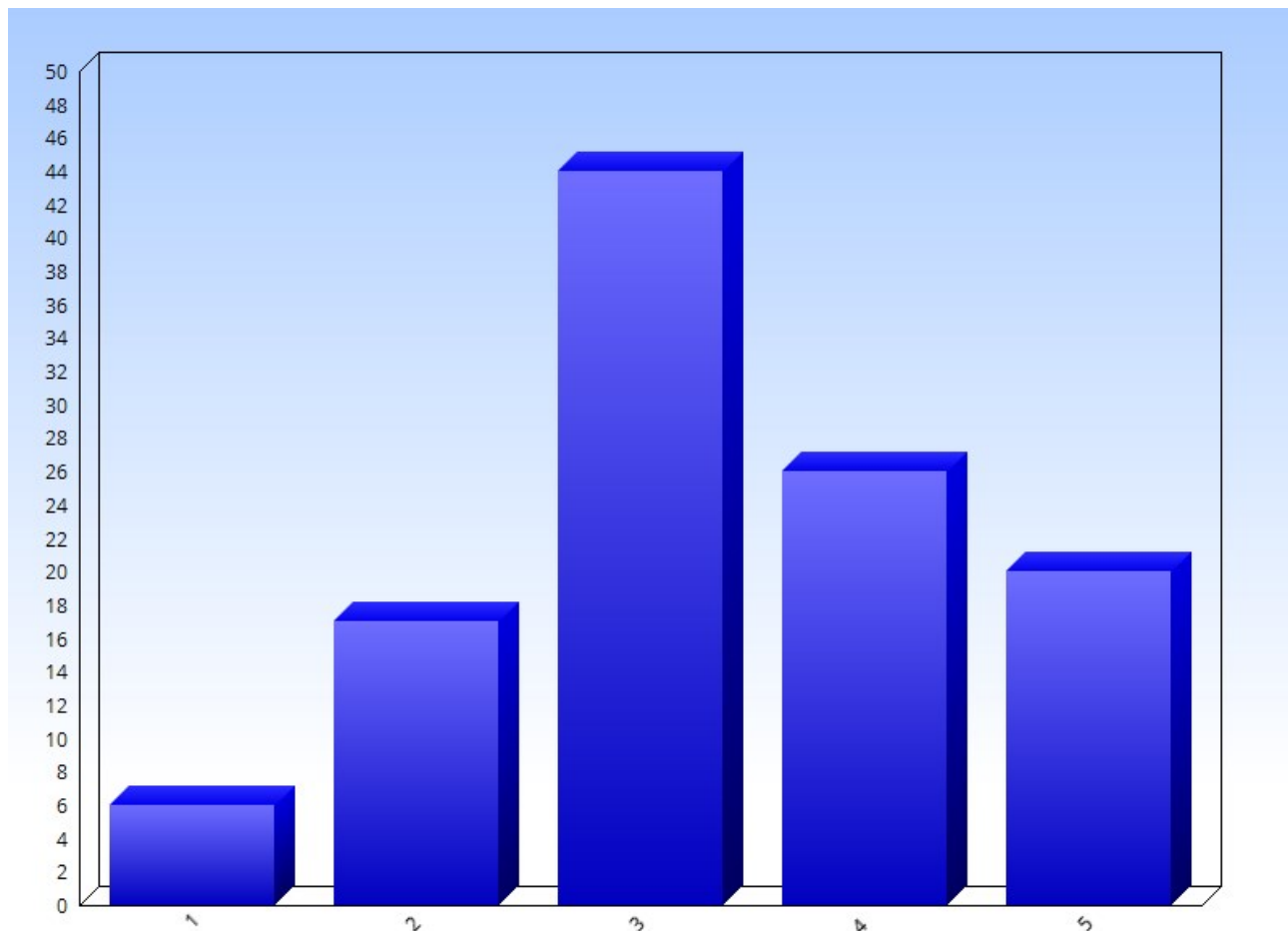
Slika 11. Mišljenje ispitanika o uspješnosti odgovora hrvatskih sveučilišta i fakulteta na izazove i rizike alata generativne umjetne inteligencije prema akademskoj zajednici

Graf prikazuje stavove ispitanika o tome kako su hrvatska sveučilišta i fakulteti odgovorili na izazove i rizike koje alati generativne umjetne inteligencije, poput ChatGPT-a, predstavljaju za akademsku zajednicu. Velika većina ispitanika, čak njih 64,6% ne može procijeniti, a značajan broj njih smatra kako institucije nisu uspješno odgovorile na sve izazove, 31,9%. Samo 3,5% ispitanika vjeruje kako su institucije uspješno reagirale.



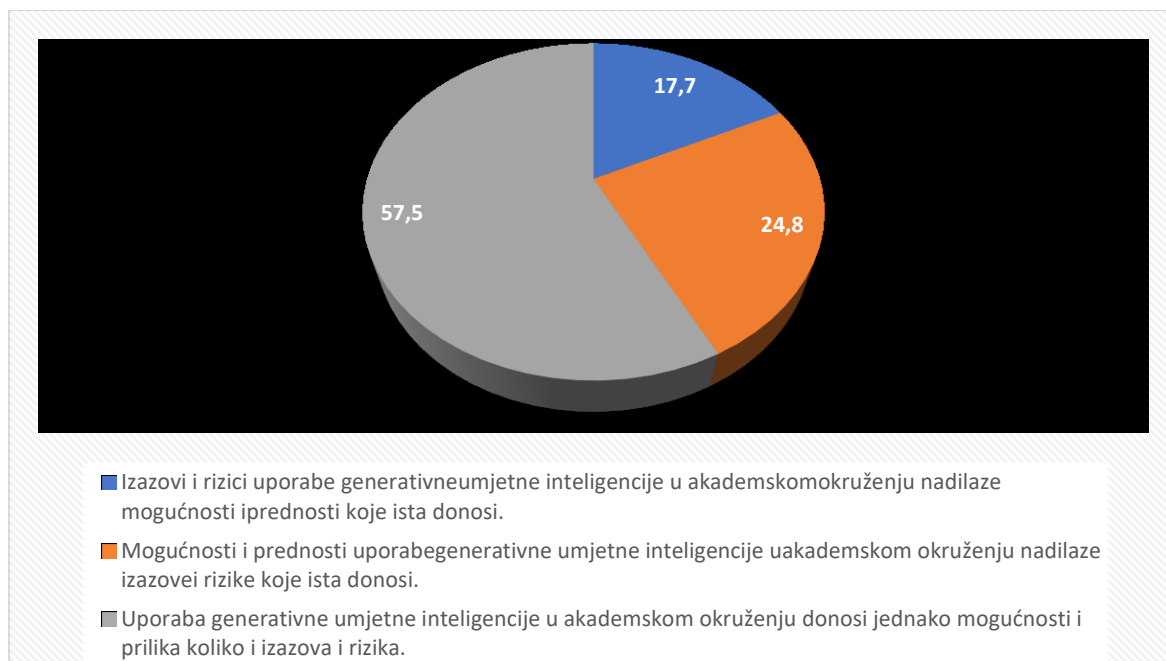
Slika 12. Mišljenje ispitanika o potrebi poučavanja korištenja ChatGPT-om tijekom studiranja

Graf prikazuje mišljenja i stavove ispitanika o slaganju s tvrdnjom da bi sveučilišta i fakulteti trebali poučavati korištenje ChatGPT-a u sklopu određenih kolegija ili dodatnog usavršavanja. To su izrazili na skali od 1 do 5, gdje 1 označava „uopće se ne slažem“, a 5 „u potpunosti se slažem“. Najveći broj ispitanika, 35,4% se u potpunosti slaže. Njih 20,4% se uglavnom slažu ili imaju neutralan stav, tj. niti se slažu niti ne slažu. S druge strane, Njih 12,4% se uglavnom ne slaže, a najmanji postotak ispitanika od 11,5% se uopće ne slaže s tom tvrdnjom.



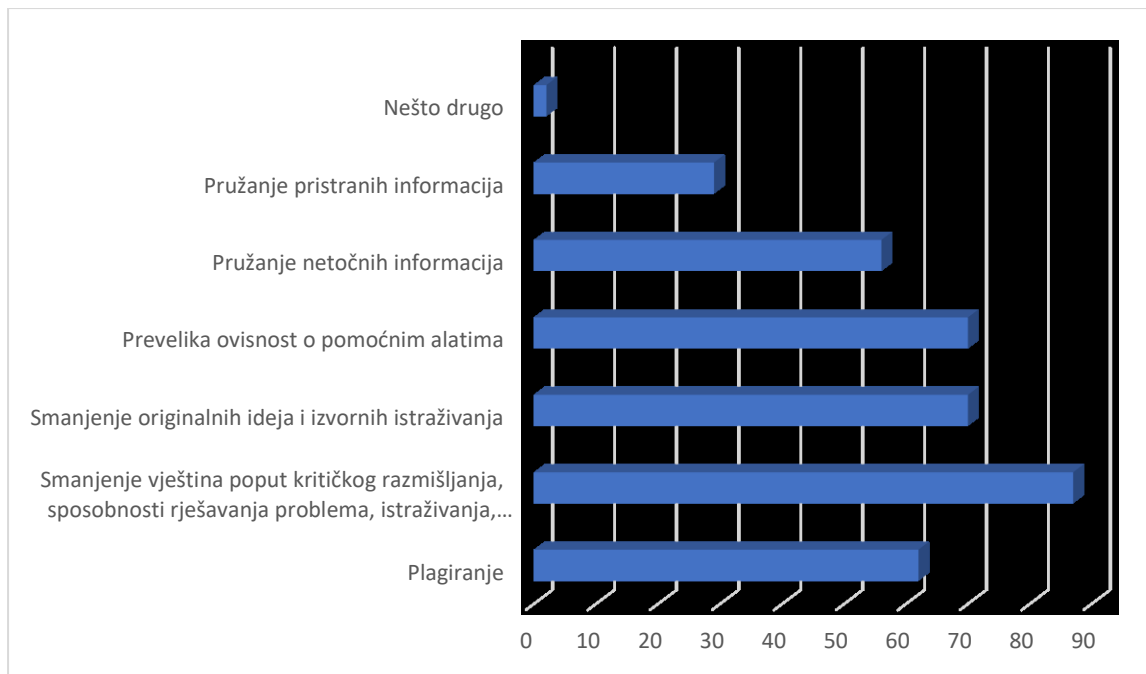
Slika 13. Percepcija utjecaja generativne umjetne inteligencije na vještine i znanja ispitanika

Graf prikazuje percepciju ispitanika o utjecaju generativne umjetne inteligencije alata poput ChatGPT-a na vlastite vještine i znanja, što su izrazili na skali od 1 do 5, gdje 1 označava „u potpunosti negativni utjecaj“, a 5 „u potpunosti pozitivan utjecaj“. Najveći broj ispitanika, 38,9% procijenio je utjecaj ChatGPT-a niti negativnim niti pozitivnim. 23% smatra da je utjecaj uglavnom pozitivan, a 17,7% smatra da je utjecaj potpuno pozitivan na njihove vještine i znanja. S druge strane, 15% ih smatra da ChatGPT ima uglavnom negativan utjecaj, dok najmanji broj ispitanika, 5,3% vjeruje kako ima potpuno negativan utjecaj.



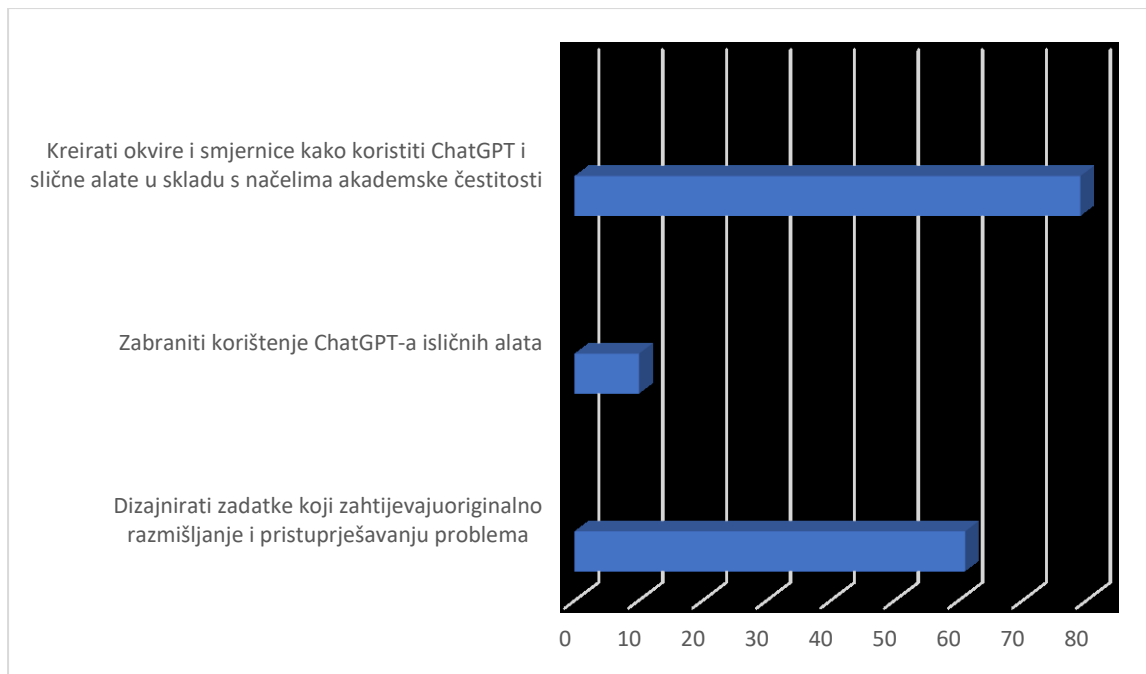
Slika 14. Grafički prikaz mišljenja ispitanika o navedenim tvrdnjama

Rezultati pitanja o percepciji uporabe generativne umjetne inteligencije u akademskom okruženju prikazuju tri glavne tvrdnje s kojima su ispitanici mogli izraziti slaganje. Najveći broj ispitanika, 57,5% smatra da uporaba generativne umjetne inteligencije u akademskom okruženju donosi jednako mogućnosti i prilika koliko i izazova i rizika. 24,8% ispitanika vjeruje da mogućnosti i prednosti uporabe generativne umjetne inteligencije nadilaze izazove i rizike. A najmanji postotak ispitanika od 17,7% izražava zabrinutost smatranjem da izazovi i rizici uporabe generativne umjetne inteligencije nadilaze mogućnosti i prednosti.



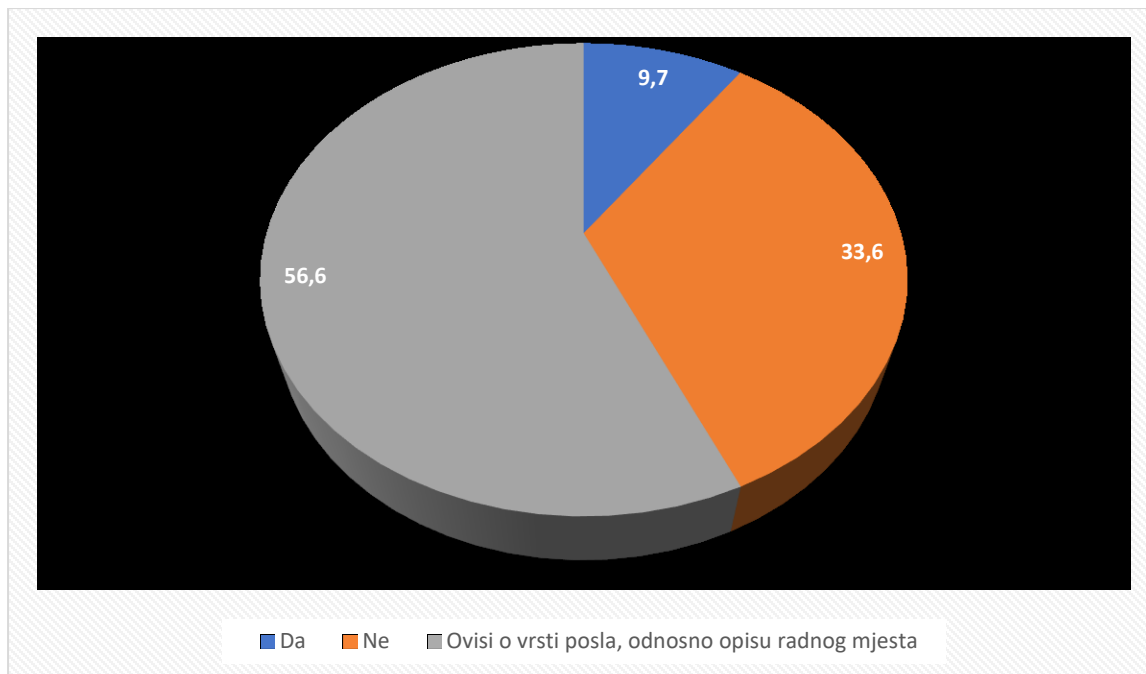
Slika 15. Najveće prijetnje korištenja ChatGPT-a u akademskom okruženju prema mišljenju ispitanika

Na pitanje o najvećim prijetnjama vezanim za korištenje ChatGPT-a u akademskom okruženju, postavljeno uz mogućnost višestrukih odgovora, ispitanici su izrazili svoje mišljenje na sljedeći način. Kao najveću prijetnju, 77% ispitanika smatra smanjenje vještina poput kritičkog razmišljanja, rješavanja problema, istraživanja, kreativnosti i imaginacije. Smanjenje originalnih ideja i izvornih istraživanja, kao i prevelika ovisnost o pomoćnim alatima, jednako su prepoznati kao značajni problemi, s 62%. Plagiranje je također visoko na ljestvici prijetnji, s 55% ispitanika, dok je pružanje netočnih informacija prijetnja prema mišljenju 50% ispitanika. Pružanje pristranih informacija zabrinjava 26% ispitanika, a 1,8% kao prijetnju su navela nešto drugo npr. „nedovoljna upućenost u etično korištenje“ i „nepismenost akademskih građana, smanjenje vokabulara, mogućnost nastanka prevelikog broja znanstvenih radova nastalih korištenjem UI-ja, a predstavljaju se kao izvorni znanstveni radovi.“



Slika 16. Metode za sprječavanje zlouporabe ChatGPT-a u obrazovanju prema mišljenju ispitanika

Na pitanje o sprečavanju zlouporabe ChatGPT-a i sličnih alata umjetne inteligencije u obrazovanju, ispitanici su imali mogućnost višestrukog odgovora. Kreiranje okvira i smjernica za korištenje ChatGPT-a prepoznato je kao najvažnija strategija, sa 70% ispitanika koji su podržali ovu opciju. Dizajniranje zadataka koji zahtijevaju originalno razmišljanje i rješavanje problema podržalo je njih 54%, a opcija zabrane korištenja ChatGPT-a i sličnih alata kao mjera sprječavanja zlouporabe dobila je najmanju podršku, s 8,8% ispitanika.



Slika 17. Mišljenje ispitanika o važnosti poznavanja ChatGPT-a pri zapošljavanju

Posljednje pitanje odnosilo se na mišljenje ispitanika o važnosti poznavanja korištenja ChatGPT-a kao jednu od ključnih vještina pri zapošljavanju. Više od polovice ispitanika, odnosno njih 56,6% smatra kako to ovisi o vrsti posla ili opisu radnog mjesta. Da poslodavci ne trebaju uzeti u obzir znanje o korištenju ChatGPT-a pri zapošljavanju smatra 33,6% ispitanika, a najmanji broj ispitanika od 9,7% smatra kako bi poslodavci ipak trebali uzeti poznavanje ChatGPT-a kao jednu od ključnih vještina.

6.4. Rasprava

Prema rezultatima provedene ankete koja analizira navike studenata Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku u korištenju ChatGPT-a i sličnih alata generativne umjetne inteligencije, može se donijeti nekoliko važnih zaključaka koji odgovaraju na navedena istraživačka pitanja. Većinski spol ispitanika činile su žene (71%), a najčešća dob ispitanika je u rasponu od 18 do 25 godina, što je bilo i očekivano obzirom da se upitnik odnosio isključivo na studentsku populaciju. Budući da su odgovori dolazili iz različitih disciplina, podaci su prikazani po fakultetima, što je omogućilo lakše razumijevanje obrazovne pozadine ispitanika. Podaci pokazuju značajnu dominaciju studenata s Filozofskog fakulteta, dok su ostali fakulteti nešto manje zastupljeni. Međutim, postoji

relativno ravnomjerna zastupljenost tehničkih, umjetničkih, pravnih i ekonomskih fakulteta. Iako neki fakulteti imaju manji postotak ispitanika i dalje doprinose raznolikosti uzoraka, ali čine manji dio cjelokupne slike. Većina ispitanika pokazuje dobro do visoko poznavanje ChatGPT-a, s naglaskom na kategorije „vrlo dobro“ i „izvrsno“ koje zajedno čine gotovo 62% odgovora što govori da većina studenata ima dosta samopouzdanja u vlastito razumijevanje i sposobnost korištenja ovog alata. Samo mali dio ispitanika je slabo ili uopće nije upoznat s ovim alatom, što upućuje na to da je ChatGPT prepoznat i dobro poznat alat među većinom studenata. Većina ispitanika koristi ChatGPT ponekad ili često u akademske svrhe (59,5%), dok manji dio njih koristi alat rijetko ili nikada (34,5%). Ovi podaci ukazuju na to da se ChatGPT relativno koristi u akademskoj zajednici, iako se koristi s različitom učestalosti među studentima, ovisno o osobnim potrebama. Mišljenja o utjecaju ChatGPT-a na studiranje su podijeljena. Većina ispitanika (61,9%) smatra da je utjecaj ChatGPT-a neutralan ili pozitivan, što pokazuje da ga većina studenata ne doživljava kao prijetnju njihovim vještinama, već kao alat koji može poboljšati određene aspekte studiranja i učenja. Ovi rezultati sugeriraju da, iako ChatGPT olakšava pristup informacijama i pojednostavljuje određene zadatke, studenti su oprezni i ne koriste ovaj alat prekomjerno zbog dugoročnih posljedica na razvoj njihovih kritičkih i kreativnih sposobnosti. Zabrinutost zbog pada kritičkih vještina i originalnosti potvrđuje potrebu za odgovornom upotrebom alata kako bi se izbjeglo oslanjanje na njega u mjeri koja bi mogla potkopati ključne akademske vještine. U kontekstu sposobnosti softvera poput Turnitina da prepoznaju tekstove generirane pomoću UI, podaci iz ankete ukazuju na visoku razinu nesigurnosti i neupućenosti studenata. Također, značajan dio ispitanika (64,6%) nije svjestan kako su hrvatska sveučilišta i fakulteti reagirali na alate generativne UI, dok ih dosta (31,9%) smatra da institucije nisu adekvatno odgovorile na ove izazove. Vrlo mali broj ispitanika (3,5%) ima povjerenje u uspješnost institucionalnih odgovora, što ukazuje na manjak povjerenja u trenutne strategije. Ovi rezultati naglašavaju potrebu za jasnijim, transparentnijim politikama i boljom edukacijom o korištenju alata UI u akademskom okruženju. Ispitanici su u velikoj mjeri podržali ideju uvođenja formalnih smjernica za korištenje generativne umjetne inteligencije u obrazovanju. Čak 63% studenata smatra da bi sveučilišta trebala poučavati korištenje alata poput ChatGPT-a kao dio redovnih ili izbornih kolegija. Ovi rezultati pokazuju visoku svijest studenata o važnosti odgovornog korištenja ovih alata te potvrđuju potrebu za jasnim politikama i smjernicama koje bi omogućile njihovu pravilnu i odgovornu upotrebu u obrazovnom sustavu. Studenti razumiju da uvođenjem konkretnih smjernica, one ne bi trebale biti restriktivne, već edukativne prirode, s ciljem da se studenti bolje pripreme za rad s

generativnom tehnologijom UI, ali na način koji poštuje načela akademske zajednice. Većina ispitanika (ukupno 61,9%) vidi utjecaj ChatGPT-a kao neutralan ili pozitivan, pri čemu najveći dio ima neutralno stajalište (38,9%), dok značajan postotak smatra da alat ima uglavnom ili potpuno pozitivan utjecaj (40,7%). S druge strane, manji postotak ispitanika (20,3%) smatra da je utjecaj uglavnom ili potpuno negativan. Ovi rezultati ukazuju na to da većina ispitanika ne vidi ChatGPT kao prepreku u učenju i razvoju, već ga doživljava kao potencijalno koristan alat, s time da postoji manja zabrinutost zbog mogućih negativnih posljedica korištenja tehnologije umjetne inteligencije. Većina ispitanika (57,5%) prepoznaje balans između mogućnosti i rizika koje donosi uporaba generativne umjetne inteligencije. Otprilike četvrtina ispitanika (24,8%) smatra da prednosti nadmašuju izazove, dok manji dio (17,7%) ima skeptičan stav prema alatima poput ChatGPT-a. Iako mnogi studenti vide pozitivne strane korištenja ovih alata, rezultati sugeriraju da su studenti svjesni rizika povezanih s njihovom zloupotrebom, poput smanjenja originalnosti, mogućnosti plagiranja i ovisnosti o alatima UI. Također je izražena zabrinutost oko točnosti i neutralnosti informacija, što dodatno naglašava potrebu za edukacijom o etičkom korištenju tehnologija UI. Rezultati ove ankete sugeriraju da većina ispitanika vidi regulaciju i edukaciju o korištenju ChatGPT-a kao ključne mjere za sprječavanje zlouporabe u akademskom okruženju. Umjesto zabrane, koja je dobila malo podrške, ispitanici preferiraju osmišljavanje zadataka koji potiču originalno razmišljanje te izradu smjernica i pravila o korištenju UI u skladu s načelima akademske čestitosti. Ovi podaci ukazuju na svijest među ispitanicima da alati UI imaju potencijal pozitivno utjecati na obrazovanje, ali samo ako se koriste na etičan i odgovoran način.

7. Zaključak

Umjetna inteligencija (UI) predstavlja tehnologiju koja omogućuje strojevima da obavljaju zadatke slične ljudskoj inteligenciji, a njezin razvoj obuhvaća raznolike grane poput strojnog učenja, dubokog učenja, generativne umjetne inteligencije, obrade prirodnog jezika i robotike. Kako je već navedeno u radu, umjetna inteligencija je postala ključni pokretač promjena u raznim sektorima industrije i našeg svakodnevnog života, pa tako i obrazovanja. Inovacije u području umjetne inteligencije utjecale su na način učenja, podučavanja i samo funkcioniranje obrazovnih sustava. UI omogućava personalizirane obrazovne pristupe, automatizira administrativne zadatke te osigurava povratne informacije u stvarnom vremenu, čime unaprjeđuje obrazovni sustav i smanjuje prepreke u učenju. Iako donosi značajne prednosti, postoje i mnogi izazovi, poput pitanja privatnosti, etičkih pitanja, netočnih i pristranih informacija.

Cilj istraživanja u ovom diplomskom radu bio je dublje razumijevanje navika i stavova studenata prema korištenju UI u fakultetskim obvezama, točnije alata generativne umjetne inteligencije kao što je ChatGPT. Rezultati istraživanja pokazuju da je ChatGPT postao značajan alat u akademskom životu studenata, te da ga koriste na razne načine, da ima mnogih prednosti, ali i nedostataka. Stavovi studenata o njegovom utjecaju i potrebama za regulacijom su podijeljeni. Dok većina studenata prepoznaje vrijednost generativne umjetne inteligencije, postoji i visoka svijest o potencijalnim rizicima i izazovima. Profesori bi trebali motivirati, poticati i educirati studente na etično i pametno korištenje ChatGPT-a uz dodavanje vlastitih zaključaka. Zadaci koje zadaju trebali bi poticati kreativnost i analizu, te tako umanjiti rizike kopiranja generiranog teksta. Ovo istraživanje ima vrijednost za sveučilište jer ga upoznaje s navikama i stavovima studenata prema korištenju UI u obrazovanju. Također, potiče studente o promišljanju učinkovitog korištenja ChatGPT-a za učenje i razvoj, a potiče i profesore o inovativnom razmišljanju prilikom osmišljavanja zadataka za studente. Istraživanje je provedeno na malom uzorku pa ne predstavlja širu populaciju. Moguća su daljnja istraživanja u kojima bi se ispitala percepcija fakulteta i profesora o ulozi ChatGPT-a u akademskom obrazovanju.

Zaključno, budući razvoj UI, posebice u obrazovanju, trebao bi se temeljiti na balansiranju prednosti tehnologije i njenih potencijalnih nedostataka. Jedan od glavnih ciljeva UI je da nam olakša svakodnevicu, a kako svakim danom nastavlja napredovati, za očekivati je da će imati sve veći utjecaj na društvo, a tako i na obrazovanje. Definitivno se može zaključiti kako postoji potreba za jasnim smjernicama i edukacijama, kako studenata, tako i profesora, o korištenju alata UI. Ključno je suočiti

se s izazovima i rizicima koje nose, a ne bježati od korištenja ovakvih alata ili ih u potpunosti zabraniti. Alati generativne UI javno su dostupni oko dvije godine, a društvo ih koristi za brojne zadatke i aktivnosti. U idućih nekoliko godina očekuje se još veći napredak i smanjenje nedostataka. Najveća prednost takvih alata je ta što štede vrijeme i rad, a ljudi jednostavno vole koristiti takve alate. Tvrdnja da ljudi ne bi trebali koristiti generativnu UI i alate poput ChatGPT-a jednaka je tvrdnji da ne bi trebali koristiti kalkulare. Osim polupismenog društva, drugog očitog nedostatka u korištenju alata generativne UI nema.

8. Literatura

1. Abdrakhmanov, R. ...[et al.]. Development of a framework for predicting students' academic performance in stem education using machine learning methods. // International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 15(1) (2024). URL: <http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2024.0150105>
2. Abuhassna, H...[et al.]. The information age for education via artificial intelligence and machine learning: a bibliometric and systematic literature analysis. // International Journal of Information and Education Technology, 14, 5(2024), str. 700-711. URL: [:10.18178/ijiet.2024.14.5.2095](https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.5.2095)
3. Ahmad, K...[et al.]. Data-driven artificial intelligence in education: a comprehensive review. // IEEE Transactions on Learning Technologies, 17 (2024), str. 12-31. URL: <https://doi.org/10.35542/osf.io/zvu2n>
4. Ahmad, M. Using artificial intelligence (ai) technology in the health sector has several goals. // Middle East Research Journal of Engineering and Technology, 4, 01(2024), str. 5-9. URL: [10.36348/merjet.2024.v04i01.002](https://doi.org/10.36348/merjet.2024.v04i01.002)
5. Akgün, S.; Greenhow, C. Artificial intelligence in education: addressing ethical challenges in k-12 settings. // Ai and Ethics, 2(3) (2021), str. 431-440. URL: [10.1007/s43681-021-00096-7](https://doi.org/10.1007/s43681-021-00096-7)
6. Aliabadi, R., Singh, A., Wilson, E. Transdisciplinary AI Education: The Confluence of Curricular and Community Needs in the Instruction of Artificial Intelligence. // Schlippe, T., Cheng, E.C.K., Wang, T. (eds) / Artificial Intelligence in Education Technologies: New Development and Innovative Practices. AIET 2023. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Springer, Singapore, 190 (2023). URL: https://doi.org/10.1007/978-981-99-7947-9_11
7. Almusaed, A. ...[et al.]. Enhancing student engagement: harnessing “aied”’s power in hybrid education—a review analysis. // Education Sciences, 13, 7(2023), str. 632. URL: [10.3390/educsci13070632](https://doi.org/10.3390/educsci13070632)
8. Altundağ, İ...[et al.]. Assessing the competence of chatgpt-3.5 artificial intelligence system in executing the acls protocol of the aha 2020. (2023). URL: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3035900/v1>

9. B. P. Woolf. Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning. // Elsevier & Morgan Kaufmann, 2008. URL: https://www.researchgate.net/publication/232322117_Building_Intelligent_Interactive_Tutors_Student-Centered_Strategies_for_Revolutionizing_E-Learning
10. Bashar, A. Survey on evolving deep learning neural network architectures. // Journal of Artificial Intelligence and Capsule Networks, 1, 2(2019), str. 73-82. URL: <https://doi.org/10.36548/jaicn.2019.2.003>
11. Berzin, T. ...[et al.]. Position statement on priorities for artificial intelligence in gi endoscopy: a report by the asge task force. // Gastrointestinal Endoscopy, 92, 4(2020), str. 951-959. URL: 10.1016/j.gie.2020.06.035
12. Boden, M. Artificial intelligence. // Craig, Edward (ur.) Routledge Encyclopedia of Philosophy, Routledge, New York, 1998., str. 71-72 URL: https://bdbalibrary.weebly.com/uploads/1/7/5/9/17596003/the_shorter_routledge_encyclopedia_of_philosophy.pdf
13. Bostrom, N. How long before superintelligence? // International Journal of Futures Studies, 2(1998.) URL: <https://nickbostrom.com/superintelligence.htm>
14. Brlek, V. Edukativni roboti i njihova primjena u obrazovanju. // Diplomski rad, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet, 2020. URL: urn:nbn:hr:147:058245
15. Built In. Artificial Intelligence. URL: <https://builtin.com/artificial-intelligence>
16. Burns E., Laskowski N., i Tucci L. Artificial intelligence. 2024. URL: <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/AIArtificial-Intelligence>
17. Bzdok, D.; Krzywinski, M.; Altman, N. Machine learning: supervised methods. // Nature Chemical Biology, 15, 1(2018), str. 5-6. URL: <https://doi.org/10.1038/nmeth.4551>
18. Chou, T.; Lo, M. Predicting credit card defaults with deep learning and other machine learning models. // International Journal of Computer Theory and Engineering, 10, 4(2018), str. 105-110. URL: 10.7763/IJCTE.2018.V10.1208
19. Copeland, B.J.. Artificial intelligence. // Encyclopedia Britannica Online. Encyclopedia Britannica, 1999. URL: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>
20. Courseera Staff. What Is Artificial Intelligence? Definition, Uses, and Types, 2024. URL: <https://www.coursera.org/articles/what-is-artificial-intelligence>

21. Crasta, L.; Shailashri, V. A systematic review on the employability prediction model for the management students. // International Journal of Case Studies in Business It and Education, (2023), str. 1-15. URL: 10.47992/IJAEML.2581.7000.0164
22. Cui, Y.; Fu, C.; Shiri, A.; Yang, F. Predictive analytic models of student success in higher education. // Information and Learning Sciences, 120(3/4) (2019), str. 208-227. URL: 10.1108/ILS-10-2018-0104
23. D. Milmo, ChatGPT reaches 100 million users two months after launch // The Guardian, Veljača 2023. URL: <https://www.theguardian.com/technology/2023/feb/02/chatgpt-100-million-users-open-ai-fastest-growing-app>
24. Dar M. A., ...[et al.]. Unveiling Chat GPT's Educational Prospects: A SWOT Analysis // 11th International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), New Delhi, India, 2024, str.. 1419-1423, URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10499038>
25. Davidson, E. ...[et al.]. The reporting quality of natural language processing studies: systematic review of studies of radiology reports. // BMC Medical Imaging, 21, 1(2021). URL: <https://doi.org/10.1186/s12880-021-00671-8>
26. Dridi, S. Unsupervised learning - a systematic literature review, (2024). URL:<https://doi.org/10.31219/osf.io/mpkht>
27. Erickson, B....[et al.]. Toolkits and libraries for deep learning. // Journal of Digital Imaging, 30, 4(2017), str. 400-405. URL: 10.1007/s10278-017-9965-6
28. Fuchs, K. Exploring the opportunities and challenges of NLP models in higher education: is Chat GPT a blessing or a curse? // Front. Educ., 8(2023) URL: <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1166682>
29. H. Allam. ...[et al.]. Artificial Intelligence in Education: An Argument of Chat-GPT Use in Education // 9th International Conference on Information Technology Trends (ITT), Dubai, United Arab Emirates, (2023), str. 151-156, URL: 10.1109/ITT59889.2023.10184267
30. H. M. Alomran, O. H. Alhazmi. Artificial Intelligence and its Effectiveness in Modern Teaching. // International Conference on Data Science, Agents & Artificial Intelligence (ICDSAAI) (2023), str. 1-7, URL: 10.1109/ICDSAAI59313.2023.10452470
31. Harry, A. Role of ai in education. // Interdisciplinaty Journal and Hummanity (Injury), 2, 3(2023), str. 260-268. URL: 10.58631/injury.v2i3.52

32. History of Artificial Intelligence, 2023. URL: <https://www.javatpoint.com/history-of-artificial-intelligence>
33. Huallpa, J. J. ...[et al.]. Exploring the ethical considerations of using Chat GPT in university education // Periodicals of engineering and natural sciences, 11, 4(2023.), str 105-115 URL: <http://dx.doi.org/10.21533/pen.v11i4.3770>
34. Islam, M. ...[et al.]. A systematic review on the use of ai and ml for fighting the covid-19 pandemic. // Ieee Transactions on Artificial Intelligence, 1, 3(2020), str. 258-270. URL: 10.1109/TAI.2021.3062771
35. Jawaid, S. Artificial intelligence with respect to cyber security. // Journal of Advances in Artificial Intelligence 1, 2(2023.), str. 96-102. URL: <https://doi.org/10.20944/preprints202304.0923.v1>
36. Kadaruddin, K. Empowering education through generative ai: innovative instructional strategies for tomorrow's learners. // International Journal of Business Law and Education, 4, 2(2023), str. 618-625. URL: 10.13140/RG.2.2.22205.27367
37. Kamalov, F.; Calonge, D.; Gurrib, I. New era of artificial intelligence in education: towards a sustainable multifaceted revolution. // Sustainability, 15, 16(2023), str. 12451. URL: <https://doi.org/10.3390/su151612451>
38. Kamath, U.; Liu, J. Introduction to interpretability and explainability. // Explainable Artificial Intelligence: An Introduction to Interpretable Machine Learning. Springer, Cham. (2021). URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-83356-5_1
39. Kazi, F.; Patil, D. A mini review on effectiveness of reinforcement learning in stroke rehabilitation. // Journal of Pharmaceutical Negative Results, 13, 6(2022), str. 2902-2904. URL: <https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S06.377>
40. Kooli, C. Chatbots in education and research: a critical examination of ethical implications and solutions. // Sustainability, 15, 7(2023), str. 5614. URL: <https://doi.org/10.3390/su15075614>
41. Krauze, A. Natural language processing – finding the missing link for oncologic data, 2022. // Int J Bioinform Intell Comput, 1, 1(2022). URL: 10.61797/ijbic.v1i1.140
42. Kuwahara, T. ...[et al.]. Current status of artificial intelligence analysis for endoscopic ultrasonography. // Digestive Endoscopy, 33, 2(2020), str. 298-305. URL: 10.1111/den.13880

43. Lyu, W.; Zhu, F. Big data analysis in general education: opportunities and concerns. // International Journal of Emerging Technologies in Learning 17, 16(2022) str.243-268 URL: <https://doi.org/10.2991/iserss-18.2018.14>
44. Marr, B. A Short History Of ChatGPT: How we got to where we are today. Svibanj, 2023. URL: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/05/19/a-short-history-of-chatgpt-how-we-got-to-where-we-are-today/>
45. Martin, S. Comparing human vs. machine-assisted analysis to develop a new approach for big qualitative data analysis. (2024). URL: <https://doi.org/10.1101/2024.07.16.24310275>
46. Melnyk, O. Generative artificial intelligence terminology: a primer for clinicians and medical researchers. // Cureus 15, 12(2023). URL: 10.7759/cureus.49890
47. Nasir, M. Utilizing artificial intelligence in education to enhance teaching effectiveness. // Proceedings of ICE, 2(1) (2024), str. 280-285. URL: <https://doi.org/10.32672/pice.v2i1.1367>
48. Nelyub, V. Machine learning to identify key success indicators. // E3s Web of Conferences, 431 (2023). URL: [10.1051/e3sconf/202343105014](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343105014)
49. Nikolić, G. Medicina - perspektivno područje primjene robotike. // Polytechnic and design, 4, 3(2016), str. 208-224. URL: <https://doi.org/10.19279/TVZ.PD.2016-4-3-01>
50. Niu, S. ...[et al.]. and students' views of using an ai-aided educational platform for supporting teaching and learning at chinese schools. // Education Sciences, 12, 12(2022), str. 858. URL: 10.3390/educsci12120858
51. OpenAI. URL: <https://openai.com/about/>
52. OpenAI. URL: <https://openai.com/index/dall-e-3/>
53. OpenAI. URL: <https://openai.com/index/gpt-4/>
54. OpenAI. URL: <https://openai.com/index/sora/>
55. Ouahi, M. Analysis of deep learning development platforms and their applications in sustainable development within the education sector. // E3s Web of Conferences, 477 (2024), URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447700098>
56. Patra, B. ...[et al.]. Extracting social determinants of health from electronic health records using natural language processing: a systematic review. // Journal of the American Medical Informatics Association, 28, 12(2021), str. 2716-2727. URL: 10.1093/jamia/ocab170
57. Pockock, K. What is ChatGPT, and what is it used for? Travanj, 2024. URL: <https://www.pcguides.com/apps/what-is-chat-gpt/>

58. Prister, V. Umjetna inteligencija. // Media, culture and public relations, 10, 1(2019), str. 67-72, URL: <https://doi.org/10.32914/mcpr.10.1.7>
59. Punia, S...[et al.]. Performance analysis of machine learning algorithms for big data classification. // International Journal of E-Health and Medical Communications, 12(4) (2021), str. 60-75. URL: <http://doi.org/10.4018/IJEHMC.20210701.oa4>
60. Putica, M. Umjetna inteligencija: Dvojbe suvremenoga razvoja. // Hum : časopis Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Mostaru, 13, 20(2018.), str. 198-213, URL: <https://hrcak.srce.hr/219733>
61. Ramírez, C. ...[et al.]. Applications of machine learning in spectroscopy. // Applied Spectroscopy Reviews, 56(8-10) (2020), str. 733-763. URL: <https://doi.org/10.1080/05704928.2020.1859525>
62. Ren, S. Optimization of english classroom interaction models incorporating machine learning. // Journal of Electrical Systems 20, 6s(2024), str. 1669-1681. URL: 10.52783/jes.3086
63. Ridley, M.; Pawlick-Potts, D. Algorithmic literacy and the role for libraries. // Information Technology and Libraries, 40, 2(2021). URL: <https://doi.org/10.6017/ital.v40i2.12963>
64. S. K. Singh, S. Kumar and P. S. Mehra. Chat GPT & Google Bard AI: A Review // 2023InternationalConferenceonIoT, CommunicationandAutomationTechnology (ICICAT) (2023), str. 1-6 URL: 10.1109/ICICAT57735.2023.10263706
65. Sarker, I. Machine learning: algorithms, real-world applications and research directions. // Sn Computer Science, 2, 3(2021). URL: 10.1007/s42979-021-00592-x
66. Sarker, I. Machine learning: algorithms, real-world applications and research directions. // Sn Computer Science, 2, 3(2021). URL: <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>
67. Sharma, M...[et al.]. Review on artificial intelligence in medicine. // Journal of Young Pharmacists, 15, 1(2023), str. 1-6. URL: 10.5530/097515050514
68. Sheikh, H., Prins, C., Schrijvers, E. Artificial Intelligence: Definition and Background. // Mission AI. Research for Policy. Springer, Cham. (2023). URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-21448-6_2
69. Sheng, B...[et al.]. An overview of artificial intelligence in diabetic retinopathy and other ocular diseases. // Frontiers in Public Health, 10 (2022). URL: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.971943> (2024-07-13)

70. Singh, H.; Tayarani-Najaran, M.-H.; Yaqoob, M. Exploring Computer Science Students' Perception of ChatGPT in Higher Education: A Descriptive and Correlation Study. // *Educ. Sci.* 2023, 13, 924. URL: <https://doi.org/10.3390/educsci13090924>
71. Singh, P. Student's Perception of Chat GPT // 2023 International Conference on Electrical, Communication and Computer Engineering (ICECCE), Dubai, United Arab Emirates, 2023., str. 1-6 URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10442033>
72. Sorin, V. ...[et al.]. Deep learning for natural language processing in radiology— fundamentals and a systematic review. // *Journal of the American College of Radiology*, 17, 5(2020), str. 639-648. URL: 10.1016/j.jacr.2019.12.026
73. Stahl, B.C. Perspectives on Artificial Intelligence. // *Artificial Intelligence for a Better Future. SpringerBriefs in Research and Innovation Governance.* Springer, Cham. (2021). URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-69978-9_2
74. Sternberg, Robert J.. Human intelligence. // *Encyclopedia Britannica Online. Encyclopedia Britannica*, 1999. URL: <https://www.britannica.com/science/human-intelligence-psychology>
75. Stipanicev, D.; Šerić, LJ.; Braović, M. Uvod u umjetnu inteligenciju. Split: Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje u Splitu, 2021. URL: <https://ai.fesb.hr/knjiga/AI-knjiga-FINAL.pdf>
76. Storey, V. Integrating artificial intelligence (ai) into adult education. // *International Journal of Adult Education and Technology*, 15, 1(2024), str. 1-15. URL: <https://orcid.org/0000-0001-8868-0802>
77. T. Wu...[et al.]. A Brief Overview of ChatGPT: The History, Status Quo and Potential Future Development. // *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 10, 5(2023), str. 1122-1136, URL: 10.1109/JAS.2023.123618
78. Taye, M. Understanding of machine learning with deep learning: architectures, workflow, applications and future directions. // *Computers*, 12, 5(2023), str. 91. URL: <https://doi.org/10.3390/computers12050091>
79. Taylor, L. Leveraging visualization and machine learning techniques in education: a case study of k-12 state assessment data. // *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(4) (2024), str. 28. URL: 10.3390/mti804002810.3390/mti8040028
80. Tjahyaningtijas, H. Machine learning on academic education: bibliometric studies. // *E3s Web of Conferences*, 450 (2023). URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20234500201>

81. Tolić, D. Edukativni roboti i njihova primjena u primarnom obrazovanju. // Diplomski rad, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Učiteljski fakultet, 2022. URL: urn:nbn:hr:147:356499
82. Tosheva, E. Educational robotics in technological education., 2023. URL: https://www.researchgate.net/publication/369551111_Educational_robotics_in_technological_education
83. Turing, A. M. I.—Computing Machinery and Intelligence. // Mind, LIX(236), (1950), str. 433–460. URL: <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>
84. Turing, A. M. Intelligen Machinery. 1948. URL: <https://weightagnostic.github.io/papers/turing1948.pdf>
85. Uvod u robotiku i automatizaciju. URL: <https://courses.minnlearn.com/hr/courses/emerging-technologies/robotics-and-automation/introduction-to-robotics-and-automation/>
86. V. Božić, P. Indrasen. GPT and education. // (2023.) URL: 10.13140/RG.2.2.18837.40168
87. Valerjev, P. Uloga umjetne inteligencije u istraživanju uma: povijest i perspektiva // Mozak i um - Trajni izazov čovjeku / Žebec, M....[et al.]. / Zagreb: Institut društvenih znanosti Ivo Pilar, 2006. str. 105-122 URL: https://www.pilar.hr/wp-content/images/stories/dokumenti/zbornici/mozak_i_um/mozak_i_um_105.pdf
88. Važna područja robotike. URL: <https://courses.minnlearn.com/hr/courses/emerging-technologies/robotics-and-automation/important-areas-of-robotics/>
89. What are the advantages and disadvantages of artificial intelligence (AI)? URL: <https://www.tableau.com/data-insights/ai/advantages-disadvantages>
90. What is artificial intelligence (AI)?, 2024. URL: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence>
91. What is artificial intelligence (AI)?, 2024. URL: <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence>
92. What is generative AI?, 2024. URL: <https://www.ibm.com/topics/generative-ai>
93. What is generative AI?, 2024. URL: <https://www.ibm.com/topics/generative-ai>
94. Xu, Q.; Deng, H. Research on education management system based on machine learning and multidimensional data modeling. // Applied Mathematics and Nonlinear Sciences, 9(1) (2023). URL: 10.2478/amns.2023.1.00072

95. Yu, L.; Yu, Z. Qualitative and quantitative analyses of artificial intelligence ethics in education using vosviewer and citnetexplorer. // *Frontiers in Psychology*, 14 (2023). URL: 10.3389/fpsyg.2023.1061778
96. Zhao, Q.; Nazir, S. English multimode production and usage by artificial intelligence and online reading for sustaining effectiveness. // *Mobile Information Systems*, (2022), str. 1-16. URL: <https://doi.org/10.1155/2022/6780502>
97. Zuo, W. Deep learning for enhancing cancer identification and diagnosis. // *Applied and Computational Engineering*, 27, 1(2023), str. 199-205. URL: [10.54254/2755-2721/27/20230093](https://doi.org/10.54254/2755-2721/27/20230093)

10. Prilozi

Anketni upitnik

Poštovani, pred Vama se nalazi online upitnik koji se provodi za potrebe istraživanja u sklopu diplomskog rada studentice Filozofskog fakulteta u Osijeku Antonije Krvavice, diplomskog studija informacijske tehnologije i nakladništva. Upitnik je u potpunosti anoniman, a popunjavanje upitnika traje desetak minuta.

Unaprijed se zahvaljujemo na sudjelovanju!

1. **Spol** M Ž
2. **Dob** ____
3. **Što studirate?** _____
4. **Kako biste procijenili svoje poznavanje alata umjetne inteligencije ChatGPT-a?**
 - Uopće nisam upoznat
 - Slabo sam upoznat
 - Dobro sam upoznat
 - Vrlo dobro sam upoznat
 - Izvrsno sam upoznat
5. **Koliko često koristite ChatGPT za akademske svrhe?**
 - Nikada
 - Rijetko
 - Ponekad
 - Često
 - Gotovo uvijek
6. **Kakvo je Vaše mišljenje o utjecaju ChatGPT-a na rad studenata?**
 - U potpunosti negativan utjecaj
 - Uglavnom negativan utjecaj
 - Ni pozitivan ni negativan utjecaj
 - Uglavnom pozitivan utjecaj
 - U potpunosti pozitivan utjecaj
7. **Koristite li ChatGPT za prijevod i jezično uređivanje kako biste poboljšali svoje vještine pisanja na stranom jeziku (npr. engleskom jeziku)?**
 - Nikada
 - Rijetko
 - Ponekad
 - Često

- Skoro uvijek
- 8. Koristite li ChatGPT za neke druge aktivnosti i zadatke?**
- Sažimanje tekstova (poglavlja knjiga, članaka, i dr.)
 - Razvoj ideje i koncepta
 - Klasično pretraživanje informacija
 - Pomoć u istraživanju i pisanju (npr. pronalazak literature i izvora)
 - Nešto drugo. Molimo Vas navedite što? ____
- 9. Kako ChatGPT najbolje pomaže studentima u učenju informatike, odnosno programiranju i razvoju aplikacija?**
- Pomaže u dobivanju ideja
 - Pomaže u generiranju novog koda (djelomičnom, potpunom)
 - Pomaže unaprijediti stari kod
 - Pomaže u rješavanju problema (tzv. bug fixing)
 - Pomaže u dizajniranju baza podataka
 - Pomaže u testiranju aplikacija
 - Pomaže u daljnjem razvoju i održavanju aplikacija
 - Pomaže u planiranju, konceptualizaciji i praćenju projekata
 - Pomaže u pisanju izvještaja
 - Pruža dodatna objašnjenja
 - Pomaže u pripremi za ispite i provjeru znanja
 - Povećava motivaciju za rad pružajući pomoć i podršku
 - Nešto drugo. Molimo Vas navedite što. ____
- 10. Koliko ste sigurni da softver za detekciju plagijata, kao što je Turnitin, može detektirati tekstove generirane ChatGPT-om i sličnim alatima generativne umjetne inteligencije?**
- Uopće nisam siguran
 - Prilično sam nesiguran
 - Ne mogu procijeniti
 - Donekle sam siguran
 - Uglavnom sam siguran
 - U potpunosti sam siguran
- 11. Smatrate li da su hrvatska sveučilišta i fakulteti uspješno odgovorili na izazove i rizike koje alati generativne umjetne inteligencije poput ChatGPT-a predstavljaju za akademsku zajednicu, odnosno proces studiranja i znanstveno-nastavnog rada?**
- Da.
 - Ne mogu procijeniti.
 - Ne.
- 12. Mislite li da bi sveučilišta i fakulteti u sklopu određenih kolegija ili dodatnog usavršavanja trebala poučavati kako koristiti ChatGPT tijekom studiranja?**
- Uopće se ne slažem

- Uglavnom se ne slažem
- Niti se slažem niti se ne slažem
- Uglavnom se slažem
- U potpunosti se slažem

13. Kako vidite utjecaj alata generativne umjetne inteligencije poput ChatGPT-a na Vaše vještine i znanja?

- U potpunosti negativan utjecaj
- Uglavnom negativna utjecaj
- Niti negativan niti pozitivan utjecaj
- Uglavnom pozitivan utjecaj
- U potpunosti pozitivan utjecaj

14. Odaberite tvrdnju s kojom se najviše slažete.

- Izazovi i rizici uporabe generativne umjetne inteligencije u akademskom okruženju nadilaze mogućnosti i prednosti koje ista donosi.
- Mogućnosti i prednosti uporabe generativne umjetne inteligencije u akademskom okruženju nadilaze izazove i rizike koje ista donosi.
- Uporaba generativne umjetne inteligencije u akademskom okruženju donosi jednako mogućnosti i prilika koliko i izazova i rizika.

15. Koje su, prema Vašem mišljenju, najveće prijetnje povezane s korištenjem ChatGPT-a u akademskom okruženju?

- Plagiranje
- Smanjenje vještina poput kritičkog razmišljanja, sposobnosti rješavanja problema, istraživanja, kreativnosti i imaginacije
- Smanjenje originalnih ideja i izvornih istraživanja
- Prevelika ovisnost o pomoćnim alatima
- Pružanje netočnih informacija
- Pružanje pristranih informacija
- Nešto drugo. Molimo Vas navedite što. ____

16. Na koji bi način nastavnici trebali spriječiti zluporabu ChatGPT-a i sličnih alata umjetne inteligencije?

- Dizajnirati zadatke koji zahtijevaju originalno razmišljanje i pristup rješavanju problema
- Zabraniti korištenje ChatGPT-a i sličnih alata
- Kreirati okvire i smjernice kako koristiti ChatGPT i slične alate u skladu s načelima akademske čestitosti

17. Trebaju li, prema Vašem mišljenju, poslodavci pri zapošljavanju uzeti u obzir znanje o korištenju ChatGPT-a kao jednu od ključnih vještina?

- Da
- Ne
- Ovisi o vrsti posla, odnosno opisu radnoga mjesta