

Alati generativne umjetne inteligencije u obrazovanju

Petanjek, Patricija

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:131:441114>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-15**



Sveučilište u Zagrebu
Filozofski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Humanities
and Social Sciences

Repository / Repozitorij:

[ODRAZ - open repository of the University of Zagreb
Faculty of Humanities and Social Sciences](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FILOZOFSKI FAKULTET
ODSJEK ZA INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE ZNANOSTI
(za diplomski rad) SMJER INFORMATIKA (ISTRAŽIVAČKI)
Ak. god. 2023./2024.

Patricija Petanjek

Alati generativne umjetne inteligencije u obrazovanju

Diplomski rad

Mentor: prof. dr. sc. Sanja Seljan

Zagreb, rujan 2024.

Izjava o akademskoj čestitosti

Izjavljujem da je ovaj rad rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Također izjavljujem da nijedan dio rada nije korišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Patricija Petayek

(Potpis)

Zahvaljujem se svojoj mentorici, profesorici Sanji Seljan, koja je imala ključnu ulogu u oblikovanju mog obrazovanja. Vaše usmjerenje i kontinuirana podrška motivirali su me da uvijek težim boljem i hrabro se suočavam s akademskim izazovima.

Posebnu zahvalnost dugujem svom dečku, M.H., koji je bio moj najveći oslonac tijekom cijelog procesa. Tvoja ljubav i bodrenje pomogli su mi da ustrajem i završim ovaj rad. Hvala ti što si uvijek bio uz mene.

Mojoj dragoj sestri Neli želim puno sreće na fakultetu. Tek si sada zakoračila u ovaj svijet, i sigurna sam da ćeš ostvariti sve svoje ciljeve. Hvala ti što si me trpila.

Hvala mojoj prijateljici Miji, koja je bila moja suputnica kroz cijeli akademski put. Zajedno smo se bodrile, motivirale i gurale naprijed. Hvala ti što si uvijek vjerovala u mene.

Na kraju, želim se zahvaliti i samoj sebi. Ustrajala sam, pokazala snagu i odlučnost te prebrodila sve prepreke na ovom putu. Ovaj rad je rezultat mog truda i predanosti, i ponosna sam na sve što sam postigla.

Sadržaj

Sadržaj.....	ii
1. Uvod.....	1
2. UMJETNA INTELIGENCIJA	3
2.1. Pojmovno određenje umjetne inteligencije	3
2.2. Algoritimi i podskupovi umjetne inteligencije	5
2.2.1. Simbolička umjetna inteligencija.....	8
2.2.2. Strojno učenje.....	10
2.2.3. Duboko učenje.....	11
2.3. Obrada prirodnog jezika	14
2.3.1. Veliki jezični modeli.....	17
3. GENERATIVNA UMJETNA INTELIGENCIJA.....	20
3.1. Pojmovno određenje generativne umjetne inteligencije	20
3.2. Alati generativne umjetne inteligencije	22
3.2.1. Generiranje teksta	26
3.2.2. Generiranje slika.....	29
3.2.3. Generiranje koda	31
3.2.4. Generiranje glazbe	32
3.2.5. Generiranje videa	32
3.2.6. Generiranje govora.....	33
3.3. Primjena generativne umjetne inteligencije	34
3.3.1. Umjetnost i dizajn	34
3.3.2. Arhitektura	35
3.3.3. Marketing.....	36
3.3.4. Medicina	37
3.3.5. Obrazovanje	39

4.	OBJAŠNJIVA UMJETNA INTELIGENCIJA.....	41
4.1.	Pojmovno određenje objašnjive umjetne inteligencije	41
4.2.	Povezanost s GAI.....	42
5.	GENERATIVNA UMJETNA INTELIGENCIJA U OBRAZOVANJU.....	48
5.1.	Alati generativne umjetne inteligencije u obrazovanju.....	49
5.1.1.	Obrazovni GAI alati.....	50
5.1.2.	Akademski GAI alati	56
5.2.	Upute za korištenje GAI u obrazovanju	66
5.3.	Smjernice za korištenje GAI u obrazovanju.....	68
5.3.1.	Smjernice za učitelje, profesore i nastavnike	68
5.3.2.	Smjernice za učenike i studente	70
5.3.3.	Smjernice za istraživački rad	73
5.3.4.	Smjernice u Hrvatskoj.....	74
5.4.	Rasprava.....	75
5.4.1.	Prilike	76
5.4.2.	Prepreke	79
5.4.3.	Prioriteti	82
6.	ISTRAŽIVANJE.....	85
6.1.	Cilj i metodologija	85
6.2.	Izrada prilagođenog GPT-a	87
6.2.1.	Definicija cilja	88
6.2.2.	Postavljanje pokretača razgovora.....	89
6.2.3.	Dodavanje dodatnog znanja	90
6.2.1.	Odabir mogućnosti.....	95
7.	REZULTATI	97
7.1.	Prvo istraživačko pitanje.....	97
7.2.	Drugo istraživačko pitanje	103

8. RASPRAVA	110
8.1. Učinkovitost prilagođenih GPT modela u obrazovnoj domeni	110
8.2. Automatizacija prompt inženjering u obrazovnoj domeni	111
8.3. Implikacije za buduća istraživanja	112
9. Zaključak	115
10. Literatura	119
Sažetak	133
Summary	134
Popis slika	135
Popis tablica	136
Popis jednadžbi	137

1. Uvod

Posljednjih godina akademski krajolik svjedoči značajnoj transformaciji, ponajviše potaknutoj integracijom naprednih tehnologija. Među raznim tehnološkim dostignućima, umjetna inteligencija se izdvaja kao revolucionarna, osobito u području obrade prirodnog jezika. Sposobnost umjetne inteligencije da razumije, interpretira i generira ljudski jezik otvorila je nove mogućnosti za unapređenje obrazovanja i akademskog istraživanja.

U akademskoj zajednici, istraživači, edukatori i studenti neprestano traže alate i resurse koji mogu poboljšati i olakšati proces stjecanja i širenja znanja. Generativna umjetna inteligencija, poput alata *ChatGPT*, nudi brojne mogućnosti, uključujući personalizirano učenje, automatizaciju administrativnih zadataka te podršku u istraživanju i pisanju akademskih radova. Ove tehnologije omogućuju studentima pristup prilagođenim odgovorima na njihova pitanja, podršku u učenju u stvarnom vremenu i pristup visokokvalitetnim obrazovnim materijalima. Istovremeno, nastavnici mogu koristiti ove alate za kreiranje interaktivnih nastavnih materijala, automatizaciju ocjenjivanja i administrativnih zadataka te za pripremu predavanja i istraživačke aktivnosti. Međutim, implementacija generativne umjetne inteligencije u obrazovni sustav donosi niz izazova koji zahtijevaju pažljivo razmatranje i regulaciju. Etička pitanja, akademski integritet te pouzdanost i pristranost algoritama samo su neki od ključnih aspekata. Stoga je razvoj jasnih smjernica i edukacija svih dionika ključan za sigurno i učinkovito uvođenje generativne umjetne inteligencije u obrazovni sustav. Smjernice trebaju osigurati odgovorno korištenje tehnologije definiranjem etičkih standarda, zaštite privatnosti, sprječavanjem pristranosti te protokola za sprječavanje zloupotrebe tehnologije. Edukacija nastavnika, studenata i administrativnog osoblja omogućuje razumijevanje potencijala, rizika i najboljih praksi, stvarajući sigurno obrazovno okruženje koje koristi prednosti generativne umjetne inteligencije uz minimiziranje rizika. Ovaj rad nastoji pružiti sveobuhvatan pregled načina na koji generativna umjetna inteligencija može transformirati akademski svijet, osvjetljavajući pritom izazove i nudeći smjernice za njihovo prevladavanje.

Praktični dio ovog rada uključuje razvoj i implementaciju *Promptologa*, prilagođenog GPT modela osmišljenog za optimizaciju studentskih upita na hrvatskom jeziku. Cilj ovog istraživanja je stvoriti alat koji može poboljšati kvalitetu interakcije

između studenata i generativnih AI alata, pružajući točne, relevantne i kontekstualno prilagođene odgovore. Razvoj *Promptologa* temelji se na analizi specifičnih obrazovnih potreba i izazova, s naglaskom na prilagodbu modela za učinkovito rješavanje različitih zadataka unutar obrazovnog okruženja.

S obzirom na sve navedeno, ovaj rad pruža sveobuhvatan pregled trenutnog stanja i mogućih smjerova razvoja generativne umjetne inteligencije u akademskom svijetu. Kroz analizu izazova i mogućnosti koje ova tehnologija donosi, kao i kroz empirijsku evaluaciju i razvoj prilagođenih modela, rad doprinosi boljem razumijevanju potencijala generativne umjetne inteligencije te nudi smjernice za njezino uspješno integriranje u akademsku praksu. Ovo istraživanje ima za cilj osigurati da se generativna umjetna inteligencija koristi na način koji je u skladu s najvišim akademskim standardima i koji donosi najveću moguću korist svim sudionicima u obrazovnom procesu.

2. UMJETNA INTELIGENCIJA

Novi napredak umjetne inteligencije (engl. *Artificial intelligence* - AI) izazvao je temeljni preokret u načinu našeg korištenja tehnologije. AI je postala središnji fokus proučavanja i primjene u različitim akademskim i praktičnim domenama. Njezin utjecaj proteže se preko širokog spektra aktivnosti, obuhvaćajući poboljšanje istraživačkih metodologija do same transformacije obrazovnih pristupa. Posebno je značajan utjecaj u području obrade prirodnog jezika (engl. *Natural language processing* -NLP) i primjene velikih jezičnih modela, koji su revolucionarizirali način interakcije s digitalnim sustavima i omogućili sofisticirano razumijevanje i generiranje ljudskog jezika. S obzirom na prijelaz u eru generativne umjetne inteligencije (engl. *Generative artificial intelligence* - GAI), od ključne je važnosti temeljito razumjeti osnovne koncepte u području GAI te razlike u odnosu na tradicionalni pristup. Radi boljeg razumijevanja, neophodno je pružiti sveobuhvatni uvod u umjetnu inteligenciju, s posebnim naglaskom na napredovanje kroz poddomene strojnog učenja (engl. *Machine learning* - ML) i dubokog učenja (engl. *Deep learning* - DL), kao i ključne doprinose NLP-a i velikih jezičnih modela u ovom polju.

2.1. Pojmovno određenje umjetne inteligencije

Kroz stoljeća, čovječanstvo je težilo razumijevanju procesa razmišljanja istražujući kako suptilne materijalne strukture mogu obavljati funkcije kao što su percepcija, analiza, predikcija i upravljanje kompleksnijim sustavima od samog čovjeka. Umjetna inteligencija proširuje ovo istraživanje s ciljem koji uključuje ne samo razumijevanje, već i stvaranje entiteta sposobnih za inteligentno ponašanje.

Umjetna inteligencija, predstavlja jedno od najbrže rastućih područja unutar moderne tehnologije, privlačeći veliku pozornost kako akademskih krugova tako i industrije. Unatoč njezinom širokom utjecaju, jedinstvena i opće prihvaćena definicija umjetne inteligencije još uvijek nije formalizirana, što se može pripisati njenom interdisciplinarnom karakteru i dinamičnom napretku tehnologije (Wang, 2008).

U najširem smislu, umjetna inteligencija se odnosi na sposobnost strojeva da izvode zadatke koji bi tradicionalno zahtijevali ljudsku inteligenciju, uključujući, ali ne ograničavajući se na učenje, razumijevanje jezika, percepciju, rješavanje problema i donošenje odluka. Stuart Russell i Peter Norvig nude široku definiciju (2016), opisujući

umjetnu inteligenciju kao znanost i praktičnu izradu inteligentnih strojeva. Ova opća definicija služi kao temeljni okvir, ali nijanse i implikacije se mogu znatno razlikovati ovisno o specifičnoj primjeni i tehnološkom pristupu.

McCarthy je na konferenciji u Dartmouthu 1956. godine predstavio naziv *artificial intelligence* kao način opisivanja nove grane znanosti koja se bavi stvaranjem strojeva sposobnih za izvođenje zadataka povezanih s ljudskom inteligencijom (McCarthy et al., 2006). Ova definicija naglašava dvostruki fokus umjetne inteligencije; teorijsku osnovu koja se tiče razumijevanja principa inteligencije te praktičnu primjenu tih principa u stvaranju funkcionalnih strojeva.

Marvin Minsky (1967), također pionir u istraživanju umjetne inteligencije, definirao je AI kao računalni program koji je sposoban obavljati zadatke koji, kada ih obavlja čovjek, zahtijevaju inteligenciju. Ova definicija stavlja naglasak na izvedbene sposobnosti i praktičnu primjenu umjetne inteligencije, sugerirajući da je AI više od pukog simuliranja ljudskog razmišljanja, AI uključuje i stvaranje operativne efikasnosti.

Suvremene perspektive često istražuju umjetnu inteligenciju kroz prizmu strojnog učenja i dubokog učenja, tehnika koje strojevima omogućuju da uče iz podataka i samostalno se prilagođavaju (LeCun et al., 2015). Ove metode proširuju tradicionalne pristupe umjetnoj inteligenciji omogućujući stvaranje sustava koji mogu evoluirati i poboljšavati svoje performanse kroz interakciju s okolinom.

Unatoč varijacijama u definicijama, postoji konsenzus među stručnjacima da je ključni cilj umjetne inteligencije razviti sustave koji mogu samostalno funkcionirati i prilagoditi se na nove izazove, pri čemu kontinuirano poboljšavaju svoje sposobnosti (Goertzel, 2007). Kako se tehnologija razvija, tako će i koncepti umjetne inteligencije nastaviti evoluirati, odražavajući nove mogućnosti i promjene u tehnološkom i društvenom kontekstu.

Postoje različiti pristupi umjetnoj inteligenciji, od kojih su neki (Jiang et al., 2020):

- **Simbolička umjetna inteligencija** (engl. *Symbolic artificial intelligence* - SAI): Ovaj pristup koristi simbole i pravila za obradu informacija. SAI se oslanja na logiku i formalno zaključivanje kako bi izvodio zadatke.
- **Strojno učenje**: Ova grana umjetne inteligencije fokusira se na razvoj tehnika koje omogućuju računalima da uče iz iskustva. Algoritmi strojnog učenja

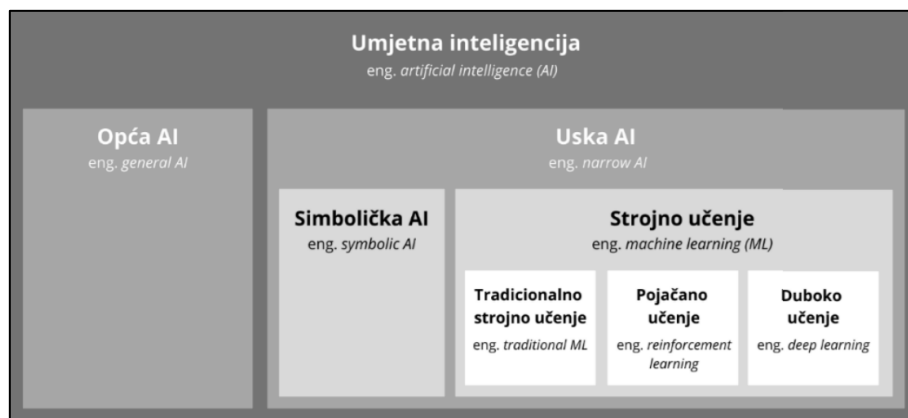
analiziraju podatke kako bi identificirali obrasce i donijeli zaključke, bez izričitog programiranja.

- **Duboko učenje:** Ovo je podskup strojnog učenja koji koristi neuronske mreže s više slojeva za obradu podataka. Duboko učenje pokazalo je izvanredne rezultate u područjima poput prepoznavanja slika, obrade prirodnog jezika i mnogih drugih.

Umjetna inteligencija pokazuje nevjerojatan potencijal za promjenu načina na koji živimo i radimo, ali isto tako zahtijeva pažljivu regulaciju kako bi se osiguralo da se koristi na način koji je u skladu s moralnim i etičkim načelima.

2.2. Algoritimi i podskupovi umjetne inteligencije

Hijerarhija umjetne inteligencije (Slika 1.) strojnog učenja (ML) i dubokog učenja (DL) predstavlja složenu strukturu koja opisuje odnos između ovih različitih područja unutar šireg polja umjetne inteligencije.



Slika 1 Hijerarhijski odnos u sustavima umjetne inteligencije (Izvor: Agni, 2024)

Na vrhu hijerarhije nalazi se pojam umjetne inteligencije, koji predstavlja općeniti koncept računalnih sustava ili programa koji pokazuju sposobnost razmišljanja i ponašanja sličnog ljudskom. Ovo područje obuhvaća širok spektar tehnika i pristupa, uključujući strojno učenje i duboko učenje.

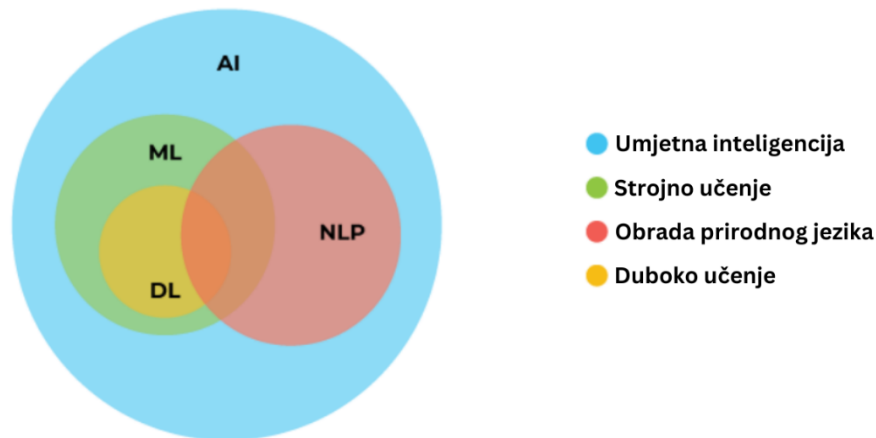
Strojno učenje predstavlja podvrstu umjetne inteligencije koji se fokusira na razvoj algoritama i tehnika koji omogućuju računalima da uče iz podataka i iskustva.

Ova disciplina obuhvaća različite vrste učenja, uključujući nadzirano, nenadzirano i polunadzirano učenje, te se koristi za rješavanje raznovrsnih problema poput prepoznavanja uzoraka, predviđanja i odlučivanja (Badillo et al., 2020). Duboko učenje predstavlja podskup strojnog učenja koji se temelji na korištenju neuronskih mreža s više slojeva za analizu podataka i izvođenje zadataka. Ova tehnika omogućuje računalima da nauče složene obrasce i izvode zadatke koji zahtijevaju visoku razinu apstraktnog razumijevanja. Duboko učenje je posebno učinkovito u područjima poput prepoznavanja slika, obrade prirodnog jezika, analize sentimenta i autonomnih sustava. Iako su AI, ML i DL povezani i međuovisni, svako područje ima svoje specifične karakteristike, metode i primjene. Dok se AI odnosi na širi koncept inteligentnih računalnih sustava, ML se fokusira na razvoj tehnika učenja iz podataka, dok DL predstavlja specifičnu tehniku unutar ML-a koja se temelji na neuronskim mrežama s više slojeva. Kroz njihovu međusobnu integraciju i daljnji razvoj, ova područja nastavljaju transformirati način na koji računala razumiju i obrađuju informacije, doprinoseći napretku umjetne inteligencije i tehnologije u cjelini.

Unutar hijerarhije AI/ML/DL, svaki sloj predstavlja sve složenije razine obrade podataka i apstraktnog razumijevanja. Na početku, AI obuhvaća opći koncept inteligentnih računalnih sustava, dok strojno učenje unutar tog područja predstavlja specifične tehnike učenja iz podataka. Unutar strojnog učenja, duboko učenje predstavlja najnapredniju tehniku koja se temelji na složenim neuronskim mrežama. Duboko učenje, iako je dio strojnog učenja, izdvaja se po tome što koristi neuronske mreže s više slojeva za analizu podataka. Ove mreže, inspirirane strukturom ljudskog mozga, omogućuju računalima da nauče složene obrasce i izvode zadatke koji zahtijevaju visoku razinu apstraktnog razumijevanja. Primjene dubokog učenja obuhvaćaju područja poput prepoznavanja slika, obrade prirodnog jezika, autonomnih sustava i još mnogo toga. Kroz ovu hijerarhiju vidljivo je da AI, ML i DL zajedno čine moćan alat za rješavanje raznih problema u različitim područjima ljudskog djelovanja. Integracija i daljnji razvoj ovih područja omogućuju računalima da postižu sve veću razinu inteligencije i učinkovitosti, što će dalje oblikovati način na koji interagiramo s tehnologijom i obavljamo zadatke u budućnosti (Jiang et al., 2020).

Nadalje, iako se obrada prirodnog jezika, strojno učenje i umjetna inteligencija ponekad koriste naizmjenično, oni imaju različite definicije. AI je krovni pojam za

strojeve koji mogu simulirati ljudsku inteligenciju, dok su NLP i ML podskupovi AI-a (Slika 2.).



Slika 2 Odnos umjetne inteligencije i njezinih podskupova (Izvor:Autor)

Obrada prirodnog jezika oblik je umjetne inteligencije koji strojevima daje mogućnost ne samo čitanja, već i razumijevanja i tumačenja ljudskog jezika (Crowdhary i Crowdhary, 2020). Pomoću NLP-a strojevi mogu shvatiti pisani ili izgovoreni tekst i obavljati zadatke uključujući prepoznavanje govora, analizu osjećaja i automatsko sažimanje teksta. Neka rješenja temeljena na NLP-u uključuju prijevod, prepoznavanje govora, analizu sentimenta, sustave pitanja/odgovora, chatbotove, automatsko sažimanje teksta, tržišne informacije, automatsku klasifikaciju teksta i automatsku provjeru gramatike. Automatska klasifikacija teksta koristi NLP tehnike za bržu i precizniju analizu velikih količina sigurnosno relevantnih podataka, čime se značajno unapređuje učinkovitost u analizi i prepoznavanju važnih informacija (Seljan, Tolj i Dunder, 2023). Prepoznavanje govora predstavlja još jednu ključnu primjenu NLP-a, posebno u kontekstu identifikacije prijevornih glasovnih poruka, što doprinosi poboljšanju sigurnosti komunikacijskih sustava (Kovač, Dunder i Seljan, 2022). U području strojnog prevođenja, napredne NLP metode omogućuju očuvanje semantičke i stilističke vrijednosti teksta, čak i kod izazovnih zadataka kao što je prevođenje poezije i jezika s malim resursima (Dunder, Seljan i Pavlovski, 2020). Analiza sentimenta na društvenim mrežama omogućuje tvrtkama praćenje reakcija korisnika na nove proizvode te prilagodbu marketinških strategija u skladu s tim reakcijama. Ovo pomaže tvrtkama bolje razumjeti tržište i prilagoditi svoju ponudu potrebama i očekivanjima korisnika. Sustavi pitanja/odgovora, koji koriste NLP

tehnike, automatski odgovaraju na uobičajena pitanja korisnika, što značajno poboljšava učinkovitost korisničke podrške i smanjuje opterećenje službe za korisnike.

Ovi primjeri ilustriraju široku primjenu NLP-a u raznim područjima, povećavajući efikasnost i pružajući korisne alate za automatizaciju i analizu podataka. NLP tehnologije kontinuirano transformiraju način na koji komuniciramo, analiziramo informacije i donosimo odluke, čime se ostvaruju značajne prednosti u različitim industrijama. S obzirom na utjecaj podataka u svakom segmentu poslovanja, obrazovanje vezano uz podatkovnu pismenost i obradu velikih količina podataka sastavni je dio kurikuluma različitih disciplina (Šalamon et al., 2024).

2.2.1. Simbolička umjetna inteligencija

Simbolička umjetna inteligencija pristupa problemima koristeći simbole i pravila kako bi obradila informacije. Ovaj pristup temelji se na korištenju logike i formalnog zaključivanja za rješavanje problema. U simboličkoj umjetnoj inteligenciji, sustavi se sastoje od simbola koji predstavljaju različite entitete ili koncepte, te pravila koja opisuju odnose između tih simbola. Ključni elementi simboličke umjetne inteligencije uključuju (Jiang et al., 2022):

1. Simboli su osnovne jedinice informacija u simboličkoj umjetnoj inteligenciji. Oni mogu predstavljati objekte, ideje, akcije ili bilo koji drugi koncept koji je relevantan za problem koji se rješava.
2. Pravila su formalne izjave koje opisuju odnose između simbola. Ova pravila mogu biti jednostavna ili kompleksna i koriste se za zaključivanje ili donošenje odluka na temelju dostupnih informacija.
3. Inferencija je proces zaključivanja koji se koristi za izvođenje novih informacija iz dostupnih simbola i pravila. Ovaj proces može uključivati primjenu logičkih operacija poput zaključivanja prema naprijed ili prema nazad.

Simbolička umjetna inteligencija često se koristi u područjima gdje je formalno zaključivanje ključno, poput računalnog jezika, logike, matematike i strojnog prijevoda. Ovaj pristup može biti posebice koristan kada je potrebno razumjeti i rješavati probleme koji zahtijevaju složena pravila ili logičke operacije. Unatoč svojim prednostima, simbolička umjetna inteligencija može pokazivati ograničenja u suočavanju s problemima koji uključuju velike količine nestrukturiranih podataka ili

složene obrasce koji nisu lako izraženi pomoću simbola i pravila (Hoehndorf & Queralt-Rosinach, 2017). U takvim situacijama, drugi pristupi umjetnoj inteligenciji, poput strojnog učenja i dubokog učenja, mogu biti učinkovitiji.

U simboličkoj umjetnoj inteligenciji, problemi se rješavaju putem simbola i pravila koja opisuju njihove međuodnose. Simboli predstavljaju entitete ili koncepte, dok pravila definiraju njihove veze i omogućuju zaključivanje na temelju dostupnih informacija. Ovaj pristup često se koristi u disciplinama poput računalnog jezika, logike i matematike gdje je formalno zaključivanje ključno. Primjerice, u računalnom jeziku, simbolička umjetna inteligencija može se koristiti za analizu sintakse i semantike programa te za generiranje ispravnog izvršnog koda (Xu et al., 2021).

Jedna od glavnih prednosti simboličke umjetne inteligencije je njezina sposobnost jasnog i preciznog zaključivanja putem logičkih operacija. To je naročito korisno u situacijama gdje su problemi dobro definirani i mogu se izraziti pomoću simbola i pravila. Na primjer, u medicini se simbolička umjetna inteligencija može se koristiti za dijagnosticiranje bolesti putem analize simptoma i medicinskih podataka.

Međutim, simbolička umjetna inteligencija može biti ograničena u suočavanju s problemima koji uključuju velike količine nestrukturiranih podataka ili složene obrasce koji nisu lako izraženi simbolima i pravilima. Ovaj pristup pokazuje poteškoće u rješavanju problema kao što su prepoznavanje slika ili obrada prirodnog jezika, gdje su potrebne dublje razine razumijevanja i obrade podataka. Unatoč navedenim ograničenjima, simbolička umjetna inteligencija i dalje ima svoje mjesto u širokom spektru primjena umjetne inteligencije. Integracija simboličke umjetne inteligencije s drugim pristupima, poput strojnog učenja, može proširiti njezine mogućnosti i omogućiti joj da se nosi s kompleksnijim problemima. Kroz daljnji razvoj i istraživanje, simbolička umjetna inteligencija i dalje će ostati važan alat u stvaranju inteligentnih sustava koji obavljaju različite zadatke u različitim područjima (Chen et al., 2020).

Simbolička umjetna inteligencija također igra ključnu ulogu u razvoju sustava koji mogu obavljati složene zadatke poput planiranja, raspoređivanja resursa ili donošenja odluka u okruženjima s ograničenjima. (Xu et al., 2021) Primjerice, u logistici, simbolička umjetna inteligencija može se koristiti za optimizaciju ruta dostave ili raspoređivanje resursa poput vozila i osoblja. Još jedan važan aspekt simboličke umjetne inteligencije je njezina uloga u razvoju sustava koji su transparentni i lako

shvatljivi korisnicima. Budući da se simbolička umjetna inteligencija oslanja na jasne simbole i pravila, odluke koje donosi mogu biti lako razumljive i provjerljive. To je posebice važno u područjima poput medicinske dijagnostike ili pravosuđa gdje je važno osigurati da odluke sustava mogu biti objašnjene i opravdane. Simbolička umjetna inteligencija i dalje ostaje važan i relevantan pristup u polju umjetne inteligencije. Iako je izazvana napretkom u području strojnog učenja i dubokog učenja, simbolička umjetna inteligencija i dalje pruža vrijedne alate i tehnike za rješavanje širokog spektra problema u različitim domenama. Kroz integraciju s drugim pristupima i daljnji razvoj tehnologije, simbolička umjetna inteligencija nastavit će ostvarivati napredak i doprinos razvoju inteligentnih sustava koji obogaćuju naše društvo i način života (Krenn et al., 2022).

2.2.2. Strojno učenje

Strojno učenje je grana umjetne inteligencije koja se bavi razvojem algoritama i tehnika koji omogućuju računalima da uče iz podataka i iskustva, te donose odluke ili izvode zadatke bez izričitog programiranja. Glavna ideja strojnog učenja je stvaranje modela koji mogu analizirati podatke, identificirati obrasce i donositi zaključke, što ih čini izuzetno korisnima za predviđanje budućih događaja ili donošenje informiranih odluka (Salvagno et al., 2023).

Jedan od ključnih koncepta u strojnom učenju je podjela na nadzirano, nenadzirano i polunadzirano učenje. U nadziranom učenju, modeli se treniraju na označenim podacima, gdje se ulazi i izlazi podataka jasno definiraju. Nenadzirano učenje uključuje analizu neoznačenih podataka kako bi se identificirali obrasci ili strukture. Polunadzirano učenje kombinira elemente nadziranog i nenadziranog učenja. Primjene strojnog učenja su širokog spektra i obuhvaćaju mnoga područja, uključujući prepoznavanje uzoraka, predviđanje trendova (Radišić et al., 2023) analizu teksta (Katalinić et al., 2022), prepoznavanje govora i strojno prevođenje (Zaghouani et al., 2024), filtriranje podataka, sustave preporuka, dijagnostiku bolesti i mnoge druge. Na primjer, u medicini se strojno učenje se koristi za analizu medicinskih slika radi dijagnosticiranja bolesti ili identifikacije rizičnih faktora. Jedna od ključnih prednosti strojnog učenja je njegova sposobnost obrade velikih količina podataka i izvlačenja korisnih informacija iz njih. Ovi modeli mogu otkriti obrasce i zakonitosti koji

nisu očiti ljudskom oku ili tradicionalnim metodama analize podataka. Iako strojno učenje donosi mnoge koristi, postoje i izazovi poput potrebe za kvalitetnim i obilnim podacima za učenje (Dunđer et al., 2023; Radišić et al., 2023)), poteškoća u interpretaciji rezultata modela (Radišić et al., 2023), pristranosti podataka te pitanja privatnosti i sigurnosti podataka. Unatoč tim izazovima, strojno učenje ostaje ključnim područjem u razvoju umjetne inteligencije i tehnologije u cjelini. Kroz daljnje istraživanje, inovacije i primjene, strojno učenje nastavit će ostvarivati značajan utjecaj na naše svakodnevne živote, transformirajući način na koji radimo, komuniciramo i donosimo odluke (Zhai et al., 2021).

Strojno učenje također igra ključnu ulogu u području razvoja autonomnih sustava, poput bespilotnih letjelica ili samovozećih automobila. Kroz analizu podataka s raznih senzora, strojno učenje omogućuje tim sustavima da donose brze i precizne odluke u stvarnom vremenu, što rezultira povećanom sigurnošću i učinkovitošću. Osim toga, strojno učenje je ključno i u području financija (Pejić Bach et al., 2019), gdje se koristi za analizu tržišta, predviđanje cijena dionica, upravljanje portfeljima i otkrivanje prijevara. Modeli strojnog učenja mogu analizirati ogromne količine financijskih podataka kako bi identificirali obrasce i trendove koji pomažu investitorima i tvrtkama u donošenju informiranih odluka (Krstić et al., 2019, Pejić Bach et al., 2019). Još jedna značajna primjena strojnog učenja je u području obrade prirodnog jezika, gdje se koristi za prepoznavanje entiteta, analizu sentimenta, strojno prevođenje i generiranje teksta. Ovi modeli omogućuju računalima da razumiju i generiraju ljudski jezik na razini koja je sve bliža ljudskom razumijevanju. Kroz daljnji razvoj tehnologije i primjene, strojno učenje nastavit će transformirati različite industrije i oblikovati našu budućnost. Važno je kontinuirano istraživanje i razvoj novih algoritama i tehnika kako bi se iskoristio puni potencijal strojnog učenja i osiguralo njegovo odgovorno i korisno korištenje u različitim područjima ljudske djelatnosti (Gupta et al., 2021).

2.2.3. Duboko učenje

Duboko učenje je područje umjetne inteligencije koje se bavi razvojem algoritama inspiriranih strukturom ljudskog mozga, poznate kao neuronske mreže s više slojeva. Ova tehnika omogućuje računalima da nauče složene obrasce i izvode zadatke koji zahtijevaju visoku razinu apstraktnog razumijevanja.

Jedna od ključnih karakteristika dubokog učenja je njegova sposobnost autonomnog učenja iz velikih količina podataka. Neuronske mreže s više slojeva koriste se za analizu podataka kako bi identificirale obrasce i zakonitosti, a zatim koristile te informacije u svrhu predviđanja ili donošenje odluka. Primjene dubokog učenja su raznovrsne i obuhvaćaju područja poput prepoznavanja slika, obrade prirodnog jezika, automatskog prevođenja, prepoznavanja govora, analize sentimenta i mnogih drugih. Na primjer, u medicini, duboko učenje se koristi za dijagnostiku bolesti putem analize medicinskih slika ili genetičkih podataka (Xu et al., 2021).

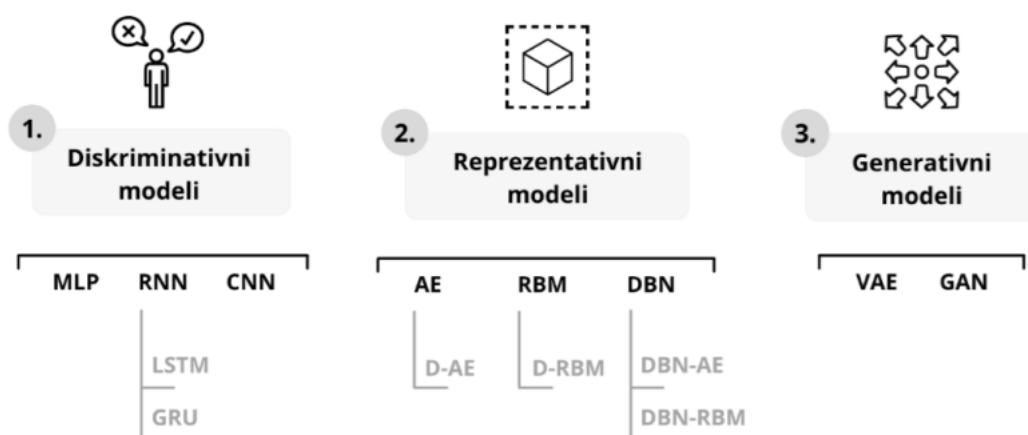
Jedna od glavnih prednosti dubokog učenja je njegova skalabilnost i sposobnost obrade velikih količina podataka. Ova tehnika pokazala je izvanredne rezultate u mnogim područjima, često nadmašujući performanse tradicionalnih pristupa. Međutim, duboko učenje može imati i svoje izazove, uključujući potrebu za velikim skupovima podataka za učenje, složene arhitekture mreža koje zahtijevaju napredne računalne resurse i poteškoće u interpretaciji rezultata. Unatoč tim izazovima, duboko učenje ostaje jedno od najperspektivnijih područja u umjetnoj inteligenciji, nastavljajući transformirati način na koji računala razumiju i obrade informacije. Kroz daljnji razvoj tehnologija i primjena, duboko učenje će nastaviti ostvarivati značajne napretke i doprinositi inovacijama u različitim domenama ljudskog djelovanja. Uz svoju sveprisutnost u različitim područjima, duboko učenje je potaknulo napredak u područjima poput autonomne vožnje, gdje se koristi za prepoznavanje prometnih znakova, detekciju pješaka i donošenje odluka u stvarnom vremenu. Osim navedenog, duboko učenje u području prirodnog jezika omogućuje računalima da prevode tekstove, generiraju govorni sadržaj ili analiziraju sentiment u velikim količinama teksta (Salvagno et al., 2023).

Jedno od najzanimljivijih područja primjene dubokog učenja je u kreiranju umjetničkih djela i kreativnih sadržaja. Generativne neuronske mreže, poput GAN-ova (engl. *Generative Adversarial Networks* - GAN), koriste se za stvaranje novih slika, glazbe ili teksta koji mogu imati visoku estetsku vrijednost. Osim toga, duboko učenje igra ključnu ulogu u području personalizacije usluga i iskustava. Tvrtke koriste tehnike dubokog učenja kako bi analizirale podatke o ponašanju korisnika i pružile im personalizirane preporuke proizvoda, sadržaja ili usluga. Unatoč svim prednostima, važno je naglasiti da duboko učenje i dalje predstavlja izazove, uključujući potrebu za rješavanjem problema poput interpretacije odluka neuronskih mreža ili osiguravanja

etički odgovorne) primjene tehnologije. Kroz daljnje istraživanje, razvoj algoritama i primjenu, duboko učenje će nastaviti ostvarivati značajan utjecaj na našu svakodnevicu, mijenjajući način na koji se provodi interakcija s tehnologijom i oblikuje budućnost umjetne inteligencije.

Napredak tehnologije dubokog učenja ukazuje da će se i dalje proširivati te unapređivati primjene u raznim područjima. Primjerice, u području zdravstva duboko učenje može revolucionirati dijagnostiku i terapiju bolesti, omogućujući personaliziran pristup liječenju na temelju genetskih profila pacijenata i medicinskih podataka.

U industriji, duboko učenje (Slika 3.) sve se više koristi za optimizaciju proizvodnih procesa, održavanje opreme i predviđanje kvarova prije nego što se dogode.



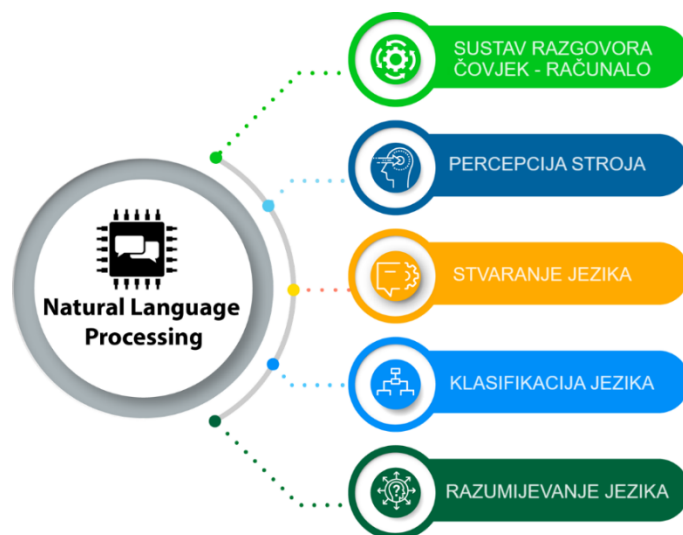
Slika 3 Procesi dubokog učenja (Izvor: Zhang et al., 2021)

Ovo može rezultirati povećanom efikasnošću, smanjenjem troškova i poboljšanjem ukupne produktivnosti. Također, u području istraživanja i razvoja, duboko učenje igra ključnu ulogu u identifikaciji novih materijala, lijekova i kemijskih spojeva koji imaju potencijal za primjenu u raznim područjima, poput farmacije, energetike i materijala. (Mak et al., 2023) Daljnji napredak u dubokom učenju također će omogućiti razvoj novih interaktivnih sustava i sučelja koji će omogućiti korisnicima da komuniciraju s računalima na prirodniji i intuitivniji način. Sve u svemu, duboko učenje predstavlja ključnu tehnologiju koja oblikuje suvremeni svijet i nastavit će revolucionirati način na koji živimo, radimo i interagiramo s tehnologijom u godinama

koje dolaze. Kroz daljnje istraživanje, inovacije i primjene, duboko učenje će ostati ključni motor tehnološkog napretka i društvenih promjena.

2.3. Obrada prirodnog jezika

Obrada prirodnog jezika predstavlja područje umjetne inteligencije koje se bavi razumijevanjem, interpretacijom i generiranjem ljudskog jezika od strane računalnih sustava. Ova disciplina omogućuje računalima da obrade, analiziraju i interpretiraju tekstualne podatke na način sličan ljudskom razumijevanju, čime se otvaraju mnoge mogućnosti za razne primjene u različitim industrijama i sektorima (Slika 4.).



Slika 4 Ključni procesi NLP-a (Izvor: Xoriatnt, 2024)

Jedna od ključnih zadaća obrade prirodnog jezika jest razumijevanje i analiza teksta (Crowdhary i Crowdhary, 2020). To uključuje prepoznavanje entiteta (poput imenovanih entiteta i ključnih pojmova), izvlačenje informacija, analizu sentimenta (emocija) te identifikaciju sintaktičke i semantičke strukture rečenica. Ovi procesi omogućuju računalima da razumiju značenje teksta i izvuku korisne informacije iz njega. Osim razumijevanja teksta, NLP se također koristi za generiranje teksta. To uključuje stvaranje novih rečenica, pasusa ili čak cjelovitih tekstova na temelju unaprijed definiranih pravila, obrazaca ili modela. Generativni modeli u NLP-u mogu se koristiti za stvaranje raznih sadržaja, poput članaka, priča, pjesama ili čak dijaloga s korisnicima. Primjene obrade prirodnog jezika su raznovrsne i obuhvaćaju područja

kao što su pretraživanje na webu, prepoznavanje govora, strojno prevođenje, analiza sentimenta u društvenim mrežama, chatbotovi, automatska analiza teksta u medicini, pravu ili financijama te mnoge druge. Napretkom tehnologije i razvojem algoritama, NLP nastavlja ostvarivati značajan utjecaj na naše svakodnevne živote, transformirajući način na koji komuniciramo s računalima i obrađujemo tekstualne informacije.

Jedna od ključnih tehnika u obradi prirodnog jezika jest analiza sentimenta, koja se koristi za određivanje pozitivnosti, negativnosti ili neutralnosti teksta. Ova tehnika omogućuje tvrtkama i organizacijama da prate javno mišljenje o njihovim proizvodima, uslugama ili događajima putem analize komentara na društvenim mrežama, recenzija proizvoda ili novinskih članaka (Hofmann et al., 2024). Također, NLP se koristi u području pretraživanja na webu, gdje se tehnike obrade prirodnog jezika primjenjuju za poboljšanje rezultata pretraživanja. Analizom teksta na web stranicama, algoritmi pretraživanja mogu bolje razumjeti sadržaj i povezati korisnike s relevantnim informacijama prema njihovim upitima. Osim toga, NLP igra ključnu ulogu u razvoju chatbotova i virtualnih asistenata koji mogu komunicirati s korisnicima na prirodan način, razumijevajući njihove upite i pružajući odgovarajuću pomoć ili usluge (Kang et al., 2020). Ova tehnologija sve više postaje nezaobilazan dio korisničkog iskustva u raznim aplikacijama i platformama. Daljnjim razvojem tehnologije i istraživanjem novih algoritama, obrada prirodnog jezika nastavit će napredovati i pružati sve naprednije mogućnosti u raznim područjima. Od medicinskih dijagnoza do analize sentimenta na društvenim mrežama, NLP će ostati ključni alat u razumijevanju i obradi teksta u digitalnom svijetu.

Primjena NLP-a u različitim industrijama pokazuje njegovu široku primjenu. U sektoru korisničke podrške NLP omogućuje automatizaciju odgovora na česta pitanja kroz chatbot, što značajno smanjuje vrijeme odgovora i povećava zadovoljstvo korisnika. U zdravstvu NLP može analizirati i interpretirati kliničke bilješke, olakšavajući time brže donošenje dijagnostičkih odluka. U financijskom sektoru NLP se koristi za analizu sentimenta na tržištima, automatizirajući praćenje i interpretaciju mišljenja investitora izvedenih iz vijesti ili društvenih medija. Osim toga, u obrazovanju NLP može personalizirati učenje analiziranjem odgovora i stilova učenja studenata, prilagođavajući materijale i brzinu predavanja individualnim potrebama. Sveukupno, NLP nastavlja transformirati način na koji interagiramo s tehnologijom, pružajući nove

i uzbudljive mogućnosti za unaprjeđenje efikasnosti i kvalitete u mnogim aspektima života i rada.

Neka od najnovijih dostignuća u primjeni NLP-a su opisana u istraživanju Tunstalla (2020). Automatizacija poslova predstavlja jedno od ključnih dostignuća, gdje se NLP koristi za automatizaciju rutinskih zadataka koji uključuju rad s tekstom, poput pregledavanja dokumenata, pisanja izvješća i odgovaranja na e-poštu. Ova automatizacija omogućuje zaposlenicima da se posvete kreativnijim i strateškim zadacima. Drugo značajno dostignuće je razvoj chatbotova i virtualnih asistenata, koji koriste NLP za razumijevanje prirodnog jezika i pružanje korisnih informacija ili pomoći. Ova tehnologija je posebno korisna za korisničke centre, banke i druge organizacije koje žele pružiti podršku 24/7. NLP također igra važnu ulogu u analizi društvenih mreža, omogućujući analizu osjećaja i trendova. Ova analiza može biti vrlo korisna za tvrtke koje žele pratiti što se govori o njihovim proizvodima ili uslugama, kao i za političke kampanje koje žele mjeriti javno mišljenje. Uz to, NLP se koristi za razvoj sve sofisticiranijih modela za prevođenje jezika koji bolje razumiju nijanse jezika i proizvode prirodnije zvučeće prijevode. Na kraju, NLP se može koristiti za automatsko generiranje sadržaja, poput opisa proizvoda ili vijesti, što je izuzetno korisno za tvrtke koje žele brzo i učinkovito stvoriti velike količine sadržaja.

U kontekstu AI, NLP omogućava razvoj interaktivnih sustava kao što su virtualni asistenti (poput *Siri*, *Alexa* i *Google Assistant*), koji koriste glasovno upravljanje i tekstualne upite za izvršavanje naredbi ili za pružanje informacija korisnicima. Ovi sustavi oslanjaju se na napredne algoritme za obradu jezika kako bi razumjeli upite i generirali prikladne odgovore. NLP se koristi u automatizaciji poslovnih procesa putem tehnologije poput automatiziranih sustava za obradu prirodnih jezika koji mogu izvlačiti informacije iz velikih skupova podataka ili dokumentacija. Na primjer, u pravnom sektoru, AI sustavi opremljeni NLP tehnologijama mogu analizirati i sintetizirati velike količine pravnih dokumenata brže i točnije nego što bi to mogli ljudi (Wu et al., 2023). NLP je ključan u povećanju interaktivnosti, produktivnosti i efikasnosti u mnogim industrijskim sektorima, što dovodi do sve veće integracije AI u svakodnevni život i rad. Kako se tehnologija nastavlja razvijati, može se očekivati da će uloga NLP-a postati još važnija, otvarajući nove mogućnosti za inovacije i unaprjeđenja u svijetu umjetne inteligencije.

2.3.1. Veliki jezični modeli

Veliki jezični modeli (engl. *Large language model*-LLM) predstavljaju vrhunac razvoja u području računalne obrade prirodnog jezika. Ovi modeli koriste napredne algoritme dubokog učenja i ogromne količine podataka kako bi razumjeli, generirali i interaktivno komunicirali s ljudskim jezikom na način koji je bio nezamisliv prije samo nekoliko godina. Ovi modeli, sposobni za obradu i generiranje teksta s nevjerojatnom koherentnošću i preciznošću, imaju potencijal transformirati način na koji komuniciramo s tehnologijom, kao i mnoge industrije koje ovise o obradi jezika (Minaee et al., 2024).

Napredak u obradi prirodnog jezika evoluirao je od statističkog prema neuralnom modeliranju jezika, a zatim od unaprijed treniranih jezičnih modela (engl. *Pre-trained language model* - PLM) do velikih jezičnih modela (Naveed et al., 2023). Dok se konvencionalno modeliranje jezika trenira za specifične zadatke u nadziranim okruženjima, PLM-ovi se treniraju u samonadziranim okruženjima na velikom korpusu teksta s ciljem učenja generičke reprezentacije koja je primjenjiva na razne NLP zadatke. Unaprijed trenirani jezični modeli pokazuju znatne prednosti jer omogućuju finu prilagodbu za specifične zadatke, čime nadmašuju performanse tradicionalnog modeliranja jezika (Devlin et al., 2018). Ovi modeli, kada su prošireni s više parametara (deseci do stotine milijardi) i većim skupovima podataka (GB do TB), prelaze u domenu velikih jezičnih modela, donoseći još veće performanse i mogućnosti (Minaee et al., 2024).

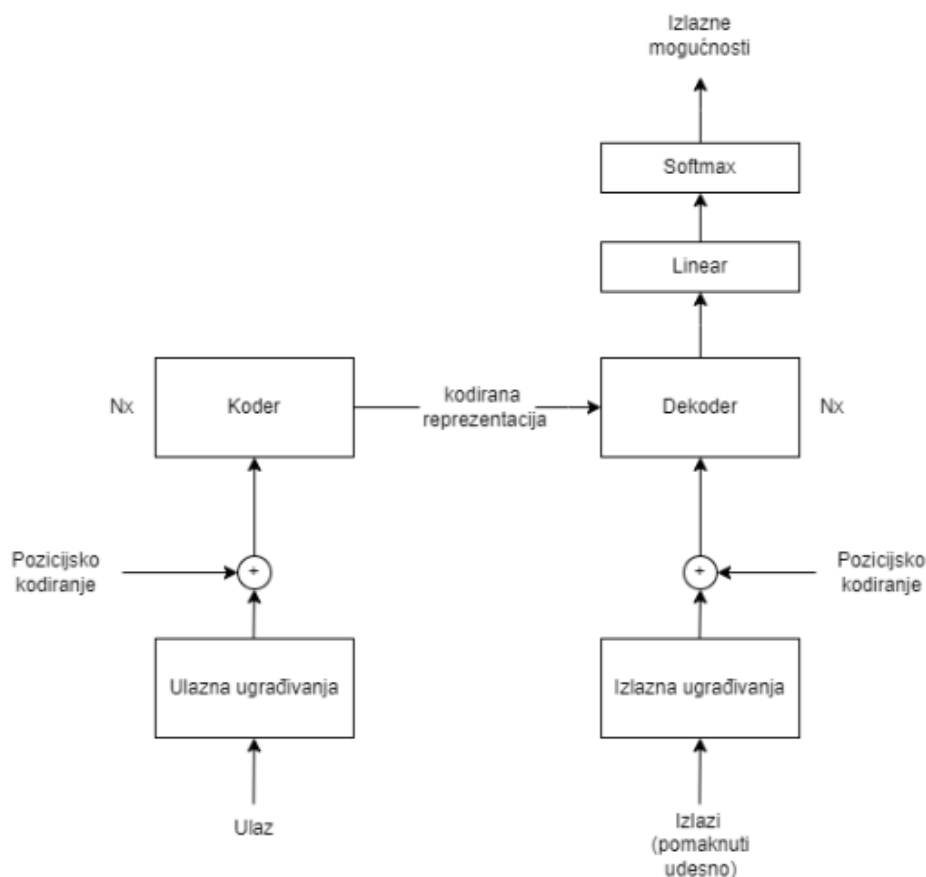
U središtu modernih velikih jezičnih modela nalazi se sofisticirana neuronska mreža poznata kao *Transformer*. Predstavljena od strane Vaswanija i njegovih suradnika (2017.), ova arhitektura donosi revoluciju u obradi prirodnog jezika zahvaljujući svojoj sposobnosti da učinkovito upravlja odnosima između riječi unutar rečenice, bez obzira na njihovu poziciju. Ovo predstavlja značajan napredak u odnosu na prethodne modele koji su imali poteškoća s dugoročnim ovisnostima u tekstu. *Transformeri* koriste inovativan mehanizam nazvan samo-pažnja (engl. *self-attention*), koji omogućuje modelu da procijeni važnost svake riječi u rečenici u odnosu na druge riječi (Vaswani et al., 2017).

Funkcija pažnje, prikazana u Jednadžbi 1, koristi upite (Q), ključeve (K) i vrijednosti (V) kao ulazne podatke i mapira ih na izlaznu vrijednost (Vaswani et al., 2017). Dimenzija K i Q vektora označena je kao d_k , što skalira skalarnu vrijednost kako bi se spriječili problemi s nestajanjem gradijenta, što je čest problem u neuronskim mrežama gdje gradijent funkcije gubitka postaje premalen, rezultirajući nedovoljno treniranom mrežom. U mehanizmima samopažnje, Q, K i V izvedeni su iz istog ulaza.

$$\text{attention}(\mathbf{Q}, \mathbf{K}, \mathbf{V}) = \text{softmax}\left(\frac{\mathbf{QK}^T}{\sqrt{d_k}}\right)\mathbf{V}$$

Jednadžba 1. Funkcija pažnje

Ova sposobnost omogućuje modelu da precizno uhvati kontekst i međusobne odnose unutar rečenice. Arhitektura transformatora sastoji se od enkodera, koji obrađuje ulazni tekst, i dekodera, koji generira izlazni tekst. Transformatori se obično koriste za izgradnju generativnih AI modela, kao što su generativni unaprijed obučeni transformatori, koji su sposobni generirati koherentan i kontekstualno relevantan tekst (Radford & Narasimhan, 2018). Modeli kao što su *BERT* i *OpenAI GPT* temelje se na arhitekturi transformatora, dodatno naglašavajući njihovu važnost i utjecaj na područje umjetne inteligencije. (Minaee et al., 2024) Slika 5. prikazuje pojednostavljeni prikaz transformatorske arhitekture.



Slika 5 Pojednostavljeni prikaz transformatorske arhitekture (Izvor: Autor)

Veliki jezični modeli predstavljaju značajan napredak u razvoju jezičnih modela unutar područja umjetne inteligencije, drastično proširujući količinu podataka korištenih za obuku i zaključivanje. Ova proširenja omogućuju modelima umjetne inteligencije da postignu dosad neviđeni nivo sposobnosti i performansi (Kerner, 2023). Neki od primjera najkorištenijih velikih jezičnih modela danas uključuju *Pathways Language Model* (PaLM), *BERT*, *Generative Pre-trained Transformers* (GPT) i *LLaMA* (Aminu, 2023). Ovi modeli mogu razumjeti složene jezične obrasce i kontekste, te mogu generirati odgovore koji su prirodni i smisleni. Također, LLM-ovi mogu prepoznati i prilagoditi se različitim stilovima pisanja, tonovima i temama što ih čini izuzetno fleksibilnim alatima.

3. GENERATIVNA UMJETNA INTELIGENCIJA

Umjetna inteligencija postala je izuzetno popularna tema, privlačeći pažnju istraživača, industrijskih stručnjaka i šire javnosti. Njezina rastuća popularnost može se pripisati sposobnosti stvaranja realističnih i kreativnih rezultata te širokoj primjeni u područjima kao što su medicina, obrazovanje, umjetnost, glazba, marketing i razvoj softvera. Poseban pristup unutar AI-a doživio je značajan rast krajem 2022. godine: generativna umjetna inteligencija (engl. *Generative Artificial Intelligence* - GAI). Uvođenje modela kao što su *ChatGPT*, *DALL-E* i *Midjourney*, koji koriste velike jezične modele, označilo je prekretnicu u primjeni AI za generiranje sadržaja. Ovi modeli omogućili su širokoj publici jednostavan pristup stvaranju tekstova sličnih onima koje pišu ljudi, realističnih slika i čak glazbe, čime su proširili mogućnosti kreativnog izražavanja i inovacija.

3.1. Pojmovno određenje generativne umjetne inteligencije

Generativna umjetna inteligencija predstavlja područje tehnologije koje se fokusira na dizajniranje i treniranje algoritama koji mogu stvarati nove sadržaje. Temelji se na generativnim modelima koji uče iz velikih količina podataka kako bi mogli generirati nove instance podataka koje su slične originalima, ali ipak jedinstvene. Međutim, konceptu 'generativne umjetne inteligencije' nedostaje univerzalno prihvaćena definicija, što dovodi do mogućih nesporazuma. Iako se bilo koji model koji proizvodi sadržaj može tehnički smatrati generativnim, istraživačka zajednica umjetne inteligencije često rezervira ovaj izraz za složene modele koji generiraju visokokvalitetan materijal sličan ljudskom (Foster, 2019). Takvi modeli koriste napredne tehnike kako bi proizveli sadržaje koji su ne samo realistični, već i kreativni, prelazeći granice onoga što se tradicionalno smatralo mogućim u umjetnoj inteligenciji.

Tang et al. (2024) smatraju da je generativna umjetna inteligencija podvrsta umjetne inteligencije koja se fokusira na stvaranje novih sadržaja, poput slika, teksta, glazbe i koda. Umjesto da samo analizira postojeće podatke, generativni AI modeli uče obrasce u tim podacima i koriste ih za generiranje novih, originalnih kreacija. Korzynski et al. (2023) navode da je generativna umjetna inteligencija moćna tehnologija koja koristi strojno učenje za kreiranje realističnog i kreativnog sadržaja. Umjesto da se oslanja na ljudsku intervenciju, generativni AI modeli samostalno

generiraju nove podatke na temelju toga što su naučili iz ogromnih skupova podataka. To im omogućuje da stvaraju stvari poput :

- Slika
- Teksta
- Glazbe
- Videozapisa
- Koda
- Generativnog sadržaja

Prema Huang et al. (2024) generativni AI modeli se obično treniraju na velikim skupovima podataka koji sadrže primjere sadržaja koji žele generirati. Tijekom treninga, model uči prepoznati obrasce u tim podacima i razumjeti odnose između različitih elemenata. Na temelju tog znanja, model može samostalno generirati novi sadržaj koji slični podacima na kojima je treniran.

Neki od pristupa generativnoj AI jesu (Bengesi et al., 2024):

- Generativne suparničke mreže (GAN)
- Modeli temeljeni na transformatorima
- Varijacijski autoenkoderi (VAE)
- Difuzijski modeli

Generativne suparničke mreže koje su predstavili Ian Goodfellow i njegovi suradnici (2014), označile su značajan napredak u području generativnog modeliranja. GAN predstavlja pristup gdje dvije mreže rade u suparništvu; jedna stvara podatke, dok druga procjenjuje kvalitetu tih podataka, na taj način kontinuirano poboljšavajući kvalitetu generiranih rezultata.

Transformatori predstavljaju revolucionarnu arhitekturu koja je postavila temelje za razne zadatke, uključujući strojno prevođenje i generiranje jezika. Nastavljaju utjecati na dizajn neuronskih mreža u budućnosti (Radford & Narasimhan, 2018).

Idući model u području generativne umjetne inteligencije su varijacijski autoenkoderi (engl. *Variational Autoencoder- VAE*), koje su predstavili Kingma i suradnici (2013). Ovi modeli se sastoje od enkodera i dekodera. Enkoder ima zadatak kodirati zadani ulaz u nižu dimenzionalnost, poznatu kao latentni prostor, dok dekoder ima zadatak dekodirati taj latentni izlaz natrag u njegov izvorni oblik. Tijekom ovog

procesa, u latentni prostor se uvodi varijacija koristeći standardnu Gaussovu distribuciju. Cilj je dobiti izlaz koji ima sličnu srednju vrijednost i varijancu kao i izvorni ulaz nakon uvođenja varijacije. Na taj način, VAE omogućuju strukturirano učenje značajnih reprezentacija podataka i generiranje novih uzoraka iz te distribucije podataka.

Difuzijski modeli razvijeni su s ciljem poboljšanja performansa jednostavnih GAN mreža, a prvi su ih predstavili Salimans i suradnici (2016.). U kasnijem razdoblju, Kingma i suradnici (2016) uveli su varijantu difuzijskog modela pod nazivom inverzni autoregresivni tok (engl. *Inverse Autoregressive Flow*). On se koristi kao ključni element za izgradnju generativnih modela i predstavlja oblik normalizirajućeg toka. Ova vrsta generativnog modela nastoji naučiti složene vjerojatnosne distribucije transformirajući jednostavnu osnovnu distribuciju u ciljnu distribuciju kroz niz invertibilnih transformacija. Ovaj pristup omogućuje generativnim modelima da precizno i učinkovito generiraju nove uzorke podataka koji odgovaraju željenoj distribuciji.

Navedeni modeli pronalaze široku primjenu u različitim područjima demonstrirajući izuzetan potencijal za inovacije i kreativno stvaranje. Kako tehnologije generativne umjetne inteligencije nastavljaju napredovati, očekujemo da će se njihova upotreba i mogućnosti dodatno razvijati, nadmašujući dosadašnje granice i primjene umjetne inteligencije.

3.2. Alati generativne umjetne inteligencije

Generativna umjetna inteligencija pokriva širok spektar zadataka, koji svi uključuju stvaranje novih podataka na temelju zadanih ulaznih informacija. Ovi zadaci obuhvaćaju (Bengesi et al., 2024):

- Generiranje teksta
- Generiranje slika
- Generiranje koda
- Generiranje glazbe
- Generiranje videa
- Generiranje govora

Za svaki od ovih zadataka koriste se različiti napredni alati. Različite tvrtke razvile su alate s ciljem rješavanja specifičnih problema u stvarnom svijetu kao što je prikazano u tablici. Od pojave alata *ChatGPT*, zabilježen je eksponencijalni rast u razvoju i dostupnosti GAI alata. Potražnja za tim alatima, kao i njihova upotreba, značajno su porasli, tako da se sada koriste ne samo u istraživačke svrhe, već i u svakodnevnim i komercijalnim primjenama (Deloitte, 2024).

U tablici 1. predstavljeni su najpoznatiji i najčešće korišteni alati (Bengesi et al., 2024). Uključeni su detalji kao što su njihove funkcionalnosti, kompanija, godina izdavanja i kategorija. Većina ovih alata za unos koriste tekstualne podatke. U određenim slučajevima, datumi izdavanja mogu biti označeni kao N/A zbog nedostupnosti informacija. Važno je napomenuti da se *Google* izdvaja kao glavni razvijatelj velikog broja generativnih alata, a slijede ga *Meta AI* i *OpenAI*.

Tablica 1. Alati generativne umjetne inteligencije (Izvor: Autor)

ALAT	KOMPANIJA	FUNKCIONALNOST	GODINA	DODATNI OPIS
AI Art	Nightcafe	Text-to-Image	2019	Generiranje slika
AlphaCode	DeepMind	Text-to-Code	2022	Generiranje koda, kreativnog sadržaja i odgovaranje na pitanja na informativan način
Altered Studio	Altered	Text-to-Speech	2023	Generiranje glasa
Amper	Amper	Text-to-Music	2023	Generiranje glazbe različitih žanrova
AppleGPT	Apple	Text-to-Text	2023	Chatbot koji sažima tekst i odgovara na pitanja
AudioCraft	Meta AI	Text-to-Music	2023	Generiranje glazbe
Bard (Gemini)	Google	Text-to-Text	2023	Konverzijski chatbot koji generira tekst nalik ljudskom
Boomy	Boomy	Text-to-Music	2019	Generiranje glazbe bez prethodnog znanja
Canva AI	Canva	Text-to-Image	2023	Generiranje slika
ChatGPT	OpenAI	Text-to-Text	2022	Konverzijski chatbot koji generira tekst nalik ljudskom
ChatGPT plus (GPT-4)	OpenAI	Text-to-Text	2023	Napredni ChatGPT, konverzijski chatbot koji generira tekst nalik ljudskom
ChatSonic	Writesonic	Text-to-Image, Text-to-Text,	2022	Konverzijski chatbot koji može generirati ljudske tekstualne odgovore i slike
Claude 2	Anthropic	Text-to-Text	2023	Generiranje sadržaja, AI pomoćnik

CM3leon	Meta AI	Text-to-Image	2023	Generiranje teksta i slika
Codex	OpenAI	Text-to-Code	2021	Generiranje koda
Codey	Google	Text-to-Code	2023	Generiranje koda
DALL-E 2	OpenAI	Text-to-Image	2023	Generiranje slika
DeepDream	Google	Text-to-Image	2015	Generiranje psihodeličnih slika
Descript	Descript	Text-to-Video	2020	Generiranje videa
Devin	Cognition Labs	Text-to-Code	2024	Generiranje cijelih aplikacija
Dreamstudio	Stability AI	Text-to-Image	2022	Generiranje foto-realističnih slika
Einstein GPT	SalesForce	Text-to-Text	2023	Generiranje teksta, kreativnog sadržaja, prijevoda i Q&A
Eleven Labs	Eleven Labs	Text-to-Speech	N/A	Generiranje glasa
Firefly	Adobe	Text-to-Image	2023	Generiranje slika
FlashGPT	Neuroflash	Text-to-Text	2020	Generativni chatbot koji koristi flash
Galactica	Meta AI	Text-to-Science	2022	Alat za znanstveno pisanje
Gen-2	RunwayML	Text-to-Video	2023	Generiranje videa
Generate	Cohere	Text-to-Text	2022	Generiranje sadržaja
Genny	Lovo	Text-to-Speech, Text-to-Image	2020	Generiranje govora i umjetničkih slika
GitHub Copilot	Microsoft/GitHub/OpenAI	Text-to-Code	2021	Generiranje koda i prijedloga
Grammarly GO	Grammarly	Text-to-Text	2023	AI aistent za komunikaciju i pisanje
Harmonai	Harmonai	Text-to-Music	N/A	Generiranje glazbe
Imagen	Google	Text-to-Image	2023	Generiranje realističnih slika
Imagen Video	Google	Text-to-Video	2022	Generiranje 1280x768 HD videa pri 24 sličice u sekundi ograničenog na nežive objekte
Jasper	Jasper	Text-to-Text	2021	Generiranje kreativnih sadržaja
Jeda	Jeda.Ai	Text-to-Image	N/A	Pretvaranje ideja u dijagram toka
Jenni	Jenni	Text-to-Text	2015	Alat za akademsko pisanje
Jukebox	OpenAI	Text-to-Speech	2020	Generiranje glazbe
Kits	Kits AI	Text-to-Speech	N/A	Generiranje glasa
LaMDA 2	Google	Text-to-Speech	2022	Chatboti za korisničku podršku, Q&A, prijevod, istraživanje
Make-A-Video	Meta AI	Text-to-Video	2022	Generiranje videa
Metamate	Meta AI	Text-to-Code	2023	Poboljšanje točnosti AI generiranih odgovora
Microsoft Copilot	Microsoft	Text-to-Text	2024	Dovršavanje koda i generiranje teksta
MidJourney	Midjourney, Inc	Text-to-Image	2022	Generiranje realističnih i kreativnih
Minerva	Google	Text-to-Science	2022	Generiranje rješenja problema kvantitativnog zaključivanja
Mubert	Mubert	Text-to-Music	N/A	Generiranje glazbe
Murf	Murf.Ai	Text-to-Speech	2020	Generiranje govora za kreativni sadržaj i prezentacije
MuseNet	OpenAI	Text-to-Music	2019	Generiranje glazbe različitih žanrova
MusicGen	Meta AI	Text-to-Music	2023	Generiranje glazbe

MusicLM	Google	Text-to-Music	2023	Generiranje visokokvalitetne glazbe
NovelAI	Anlatan	Text-to-Image	2021	Generiranje slika i pričanja priča
Overdub	Descript's	Text-to-Speech	2021	Generiranje realističnog govora
PaLM 2	Google	Text-to-Text	2023	Generiranje koda, kreativnog sadržaja, prijevoda i Q&A
Parti	Google	Text-to-Image	2023	Generiranje realističnih slika
PEER	Meta AI	Text-to-Text	2022	Alat za pisanje
Perplexity	Perplexity.ai	Text-to-Text	2022	Alat za pisanje
Phenaki	Google	Text-to-Video	2023	Generiranje animiranih videa
Photosonic	Writesonic	Text-to-Image	2020	Generiranje slika
Pi	Inflection	Text-to-Text	2023	Chatboti za korisničku podršku, Q&A, prijevod, istraživanje
Quillbot	Course Hero	Text-to-Text	N/A	Parafraziranje i prepisivanje teksta
Read	Read.ai	Speech-to-Text	2021	Generiranje sažetaka virtualnog sastanka, transkripti, reprodukcija i naglašavanje akcijskih stavki, ključnih pitanja i angažmana u stvarnom vremenu
RoomGPT	RoomGPT.io	Text-to-Image	2023	Generiranje dizajna doma i sobe
Scribe	Scribe AI	Text-to-Text	2023	Generiranje dokumentacije, vodiča, SOP-a i priručnika za obuku
Sensei	Adobe	Text-to-Image	2016	Generiranje automatskog tijeka rada i personaliziranje korisničkog iskustva
Shepherd	Meta AI	Text-to-Text	2023	AI asistent za učenje
Sora	OpenAI	Text-to-Video	2024	Generiranje realističnih video scena
Soundful	Soundful	Text-to-Music	2021	Generiranje prilagođene glazbe prema individualnim potrebama
Soundraw	Soundraw Inc	Text-to-Music	2021	Generiranje glazbe
Speechelo	Speechelo	Text-to-Speech	N/A	Generiranje realističnog govora
Stable diffusion	Stability AI	Text-to-Image	2022	Generiranje slika
StarCoder	Huggingface + ServiceNow	Text-to-Code	2023	Otklanjanje programskih pogrešaka
StarryAI	StarryAI Inc	Text-to-Image	2021	Generiranje slika
Studio bot	Google	Text-to-Code	2023	Generiranje koda za Android developere pomoću vrhunskog velikog jezičnog modela
StyleGAN	Nvidia	Text-to-Image	2019	Generiranje realističnih i kreativnih slika
Synthesia	Synthesia	Text-to-Video	2018	Generiranje videa
Synthesys	Synthesys	Text-to-Speech	2020	Generiranje glasovnog govora
TexTalky	Textalky	Text-to-Speech	2021	Generiranje realističnog govora
Voice Over	Speechify	Text-to-Speech	N/A	Generiranje glasa

VoiceBox	Meta AI	Text-to-Speech	2023	Generiranje glasovnih isječaka
WaveNet	DeepMind	Text-to-Speech	2016	Generiranje realističnog govora ili drugih audio ulaza
WellSaid	WellSaid Lab	Text-to-Speech	N/A	Generiranje glasa
Whisper	OpenAI	Text-to-Speech	2022	Prepoznavanje govora i prijevod
Wordtune Spice	AI21 Labs	Text-to-Text	2023	Generiranje teksta

3.2.1. Generiranje teksta

Generativni AI modeli za prirodni jezik poznati su kao veliki jezični modeli (LLM) ili generativni unaprijed trenirani transformatori (engl. *Generative Pre-trained Transformers – GPT*), prema terminologiji kompanije *OpenAI*. Njihova sposobnost generiranja teksta temelji se na naprednim modelima dubokog učenja, posebice rekurentnih neuronskih mreža (engl. *Recurrent Neural Network - RNN*) i transformatorskih modela. Ovi modeli prolaze kroz velike količine tekstualnih podataka kako bi naučili jezične obrasce, stilove pisanja i kontekstualne veze među riječima i rečenicama (Bandi et al., 2023). Kada se koriste za generiranje teksta, ovi modeli mogu proizvesti rečenice koje zvuče kao da dolaze od čovjeka, čitave paragrafe ili čak članke koji su stilski i gramatički slični ljudski napisanom sadržaju. Generativna umjetna inteligencija transformirala je način na koji stvaramo, uređujemo i koristimo tekstualne sadržaje. Istaknuti alati u ovom području uključuju :

- *ChatGPT* (od kompanije *OpenAI* temeljen na *GPT 3.5 / 4*)
- *Gemini* (od Kompanije *Google* na temelju *Gemini Pro*)
- *Claude* (od kompanije *Anthropic*)

Ovi alati nude relativno slična sučelja gdje korisnici mogu komunicirati s modelima i dobiti tekstualne odgovore. Evaluacija ovih modela još uvijek predstavlja izazov, ali se trenutno smatra da je *ChatGPT* napredniji od ostalih, posebno u pogledu zaključivanja i točnosti informacija. Zbog toga je *ChatGPT* postao gotovo sinonim za generativnu umjetnu inteligenciju.

ChatGPT je napredna platforma umjetne inteligencije koja omogućuje korisnicima interakciju s računalom putem prirodnog jezika. Nakon početnog izdanja, *OpenAI* je proizveo seriju varijantnih modela poznatih kao serija GPT-n, kako je sažeto

u tablici 2, gdje je svaki nasljedni model veći i učinkovitiji od prethodnika. GPT-4 je najnovija varijanta koja je izdana u ožujku 2023. godine (Bengesi et al., 2024).

Tablica 2. Razvoj GPT-a (Izvor: Autor)

	GPT-1	GPT-2	GPT-3 / GPT-3.5	GPT-4
Trening parametri	117 milijuna	1.5 milijardi	175 milijardi	Nepoznato
Skup podataka	BooksCorpus	WebText	CommonCrawl	Javne i privatno dostupne
Datum izdanja	lip.18	vlj.19	lip. 2020 ožu. 2022	ožu.23
Maksimalna duljina tokena	1024	1024	4096	8192-32,768
NLP zadaci	Da	Da	Da	Da
Generiranje slika	Ne	Ne	Ne	Da
Akademski i profesionalni usporedni pokazatelj	Ne	Ne	Ne	Ljudska razina performansi na pravosudnim, medicinskim i SAT ispitima

Temeljen na GPT arhitekturi, *ChatGPT* koristi duboko učenje kako bi razumio korisničke upite i generirao relevantne odgovore u stvarnom vremenu. Ova tehnologija omogućuje korisnicima da postavljaju pitanja, razgovaraju, traže savjete ili jednostavno razmjenjuju ideje s AI sustavom na način koji je intuitivan i prirodan. Jedna od glavnih prednosti alata *ChatGPT* je njegova sposobnost kontekstualizacije i razumijevanja nijansi jezika. Ovaj sustav može pratiti tok razgovora, prepoznati implicitne informacije i prilagoditi svoje odgovore prema kontekstu. To omogućuje fluidne i smislene interakcije koje simuliraju ljudski razgovor na impresivan način. *ChatGPT* ima širok spektar primjena u različitim područjima, uključujući korisničku podršku, edukaciju, zabavu, istraživanje i još mnogo toga. Na primjer, može se koristiti za automatizaciju odgovora na česta pitanja u korisničkoj podršci, za generiranje kreativnih priča ili pjesama, za pružanje personaliziranih preporuka ili savjeta, ili čak za simulaciju razgovora s poznatim povijesnim likovima ili izmišljenim likovima. *ChatGPT* je koristan alat za istraživanje i razvoj novih tehnologija u području obrade prirodnog jezika. Omogućuje istraživačima i inženjerima da eksperimentiraju s različitim arhitekturama, algoritmima i pristupima, te da poboljšaju razumijevanje i performanse AI sustava u različitim jezičnim kontekstima. *ChatGPT* predstavlja izvanredan primjer kako napredna tehnologija može unaprijediti našu svakodnevicu, olakšavajući komunikaciju i interakciju s računalima na način koji je prirodan i

intuitivan. Ova tehnologija se kontinuirano razvija i poboljšava, nudeći sve veće mogućnosti i potencijal za inovacije u budućnosti.

Još jedan koristan alat u ovom području je i *Google Gemini*. *Google Gemini*, poznat kao *Bard* i *Duet AI*, predstavljaju skup naprednih AI modela koji pomažu korisnicima u raznim zadacima. Model nudi širok spektar funkcija, uključujući pisanje, planiranje, učenje, istraživanje i prevođenje (Tredinnick & Laybats, 2023). *Gemini* može pomoći u pisanju različitih vrsta teksta, od kratkih poruka do dugih eseja i izvješća, generirajući tekst na temelju uputa te predlažući ideje i ispravljajući gramatičke pogreške. Također, pomaže u planiranju vremena i zadataka, stvarajući kalendare, postavljajući podsjetnike i predlažući načine za optimizaciju vremena. U kontekstu učenja, *Gemini* može odgovoriti na pitanja, pružiti sažetke informacija i generirati kvizove za provjeru znanja. Osim toga, pomaže u istraživanju tema koje zanimaju korisnika, pronalazeći relevantne informacije iz različitih izvora i sažimajući ih na jasan način. Na kraju, *Gemini* podržava više jezika i može precizno prevoditi tekstove s jednog jezika na drugi, što ga čini svestranim alatom za razne jezične potrebe.

Claude je GAI alat koju su osnivali bivši zaposlenici kompanije *OpenAI*. On predstavlja značajan napredak u razvoju generativne umjetne inteligencije (Anthropic, 2023). Njegovo stvaranje proizašlo je iz želje da se sigurnosni problemi umjetne inteligencije rješavaju strože nego kod prethodnika. Ključne sposobnosti alata *Claude* temelje se na naprednoj obradi jezika, sličnoj alatu *ChatGPT*, ali s posebnim značajkama koje naglašavaju etičku upotrebu i sigurnost umjetne inteligencije. Jezični model kompanije *Claude* omogućuje prirodne, tekstualne razgovore, vješt je u sažimanju, donošenju odluka, pitanjima i odgovorima te pisanju koda. Ono što *Claude* čini jedinstvenim jest njegova posvećenost ustavnim načelima umjetne inteligencije, koja vode njegove odgovore i interakcije (Lozić & Štular, 2023). Ova etička osnova razlikuje pristup generiranju odgovora, osiguravajući da se usklade s unaprijed definiranim etičkim smjernicama. Sposobnost da istovremeno obrađuje i razumije velike količine teksta dodatno ga izdvaja, čineći ga robusnim alatom za analizu opsežnih dokumenata i podataka (Anthropic, 2023).

3.2.2. Generiranje slika

Generativni modeli za slike također se razvijaju koristeći veliki broj instanci (primjera) za treniranje koje se sastoje od parova teksta i slika (Saharia et al., 2022). Alati za generiranje slika koriste napredne metode dubokog učenja i kombinaciju tehnika iz NLP-a i računalnog vida kako bi omogućili generiranje visoko kvalitetnih i realističnih slika iz tekstualnih opisa. Za razliku od velikih jezičnih modela koji generiraju tekst sekvencijalno, riječ po riječ, modeli za slike sintetiziraju slike postupnim dodavanjem detalja kroz niz iterativnih koraka. Ovi modeli za obradu tekstualnih upita često se kombiniraju s LLM-ovima.

Ove tehnologije imaju široku primjenu u različitim industrijama, uključujući umjetnost, marketing, e-trgovinu i istraživanje. (Zhang et al., 2023). Generirani vizualni sadržaji omogućuju značajno unaprjeđenje različitih tehnoloških i kreativnih procesa, pružajući nove mogućnosti za inovacije i optimizaciju. Istaknuti alati u ovom području uključuju:

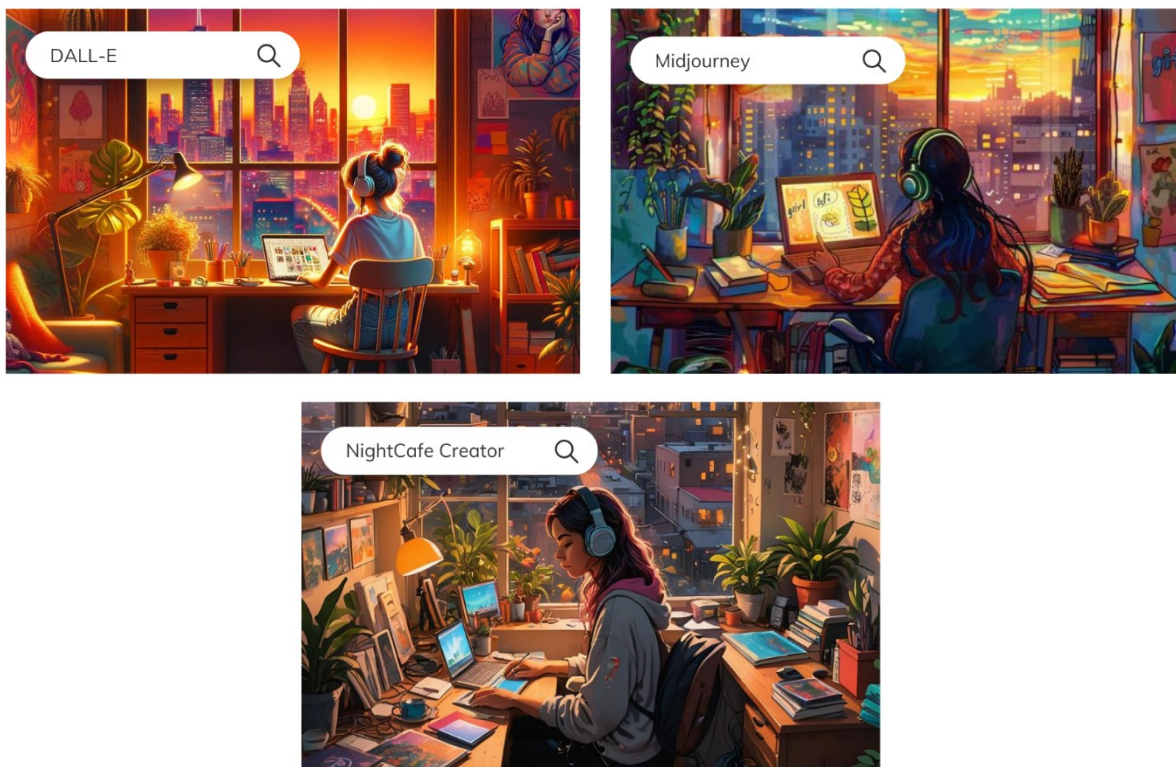
- *DALL-E*
- *Midjourney*
- *NightCafe Creator*

DALL-E je revolucionarna umjetna inteligencija razvijena od strane kompanije *OpenAI*, koja predstavlja značajan korak naprijed u generativnoj umjetnoj inteligenciji. *DALL-E* je AI sustav koji je sposoban generirati realistične slike iz teksta. Ova inovativna tehnologija koristi duboko učenje i generativne modele kako bi interpretirala opise i kreirala vizualne prikaze tih opisa. Jedna od ključnih značajki alata *DALL-E* je njegova sposobnost stvaranja potpuno novih slika na temelju apstraktnih ili čak apsurdnih upita. Na primjer, *DALL-E* može generirati slike imaginarnih životinja, objekata ili scena koje su opisane tekstu korisnika (Borji, 2023). Ova sposobnost otvara širok spektar kreativnih mogućnosti i potencijala za stvaranje jedinstvenih umjetničkih djela, konceptualnih ilustracija ili čak novih dizajnerskih ideja. Pored toga, *DALL-E* ima potencijalne primjene u različitim područjima poput dizajna, marketinga, edukacije i medicine. Na primjer, može se koristiti za stvaranje vizualnih elemenata za marketinške kampanje, generiranje ilustracija za udžbenike ili medicinske atlase, ili čak za pomoć umjetnicima i dizajnerima u generiranju novih kreativnih ideja.

Alat *Midjourney* je još jedan alat generativne umjetne inteligencije koji koristi napredne algoritme strojnog učenja za prevođenje tekstualnih upita u zadivljujuće vizualne prikaze (Wong, 2024). Sustav je obučen na ogromnom repozitoriju slika i njihovih odgovarajućih tekstualnih opisa, što mu omogućuje uspostavljanje složenih veza između jezika i vizualnih elemenata (Wong, 2024). Ova tehnologija omogućila je umjetnicima i dizajnerima istraživanje novih sfera kreativnosti, lako generirajući jedinstvene i privlačne slike koje bi bilo teško ili dugotrajno proizvesti tradicionalnim metodama.

Slično tome, alat *NightCafe Creator* pojavljuje se kao istaknuta platforma za stvaranje slika na temelju teksta. Algoritmi alata *Nightcafe* koriste snagu difuzijskih modela, optimiziranih za sintetiziranje visokokvalitetnih slika iz tekstualnih upita. Ovi difuzijski modeli, obučeni na opsežnim skupovima podataka slika i odgovarajućeg teksta, mogu proizvesti zapanjujuće realistične i maštovite vizuale koji izazivaju granice ljudskog umjetničkog izraza (Wong, 2024). Svestranost ovog alata omogućuje korisnicima eksperimentiranje s različitim stilovima, od fotorealističnih prikaza do nadrealnih (nerealističnih) i apstraktnih kompozicija, čime se proširuju kreativne mogućnosti za vizualno pripovijedanje. Kao ilustracija koncepta, proveden je eksperiment koristeći navedene alate kao subjekte. Modeli su dobili tekstualni opis: "*A cozy room with a lofi girl seated at a desk by a large window, overlooking a vibrant cityscape at sunset. Warm lighting from fairy lights, colorful posters, and plants. The girl wears headphones, immersed in studying or drawing with a laptop and books on the desk. Rich colors and detailed surroundings.*" Dobiveni odgovarajući izlazi prikazani su na slici 6.

Unatoč svojim impresivnim sposobnostima, zbog ovih alata javljaju se važna pitanja o etici i odgovornosti u korištenju umjetne inteligencije. Važno je pažljivo razmotriti kako se ova tehnologija koristi kako bi spriječila zloupotreba ili neželjene posljedice. Stoga, iako GAI obećava revoluciju u generiranju vizualnih sadržaja, potrebno je pažljivo razmatranje njezine primjene i implikacija kako bi se osiguralo da se koristi na odgovoran i koristan način.



Slika 6 . Slike generirane umjetnom inteligencijom (Izvor: Autor)

3.2.3. Generiranje koda

Alati umjetne inteligencije za generiranje koda specijalizirani su softverski alati sposobni automatski proizvoditi blokove koda za različite programske jezike na temelju tekstualnih opisa danih kao ulaz (Li et al., 2022). Ovi alati koriste sofisticirane modele obučene na opsežnim javno dostupnim repozitorijima koda, s milijardama parametara. Njihov je primarni cilj pomoći ljudskim programerima razumijevajući običan engleski jezik i prevodeći ga u funkcionalni kod. Istaknuti alati u ovom području uključuju (Idrisov & Schlippe, 2024):

- *StarCoder*
- *Codex*
- *CoPilot (GitHub)*
- *Codey*
- *Code Interpreter*

Također je važno napomenuti da nekoliko alata za generiranje, uključujući *ChatGPT* i *Gemini* i *Microsoft Copilot* također imaju sposobnost generiranja koda.

3.2.4. Generiranje glazbe

S razvojem umjetne inteligencije, glazba je pokazala vrlo visoku sposobnost i potencijal za automatsko stvaranje. Alati za generiranje glazbe posvećeni su rješavanju problema automatske kompozicije glazbe i trenutno je jedno od najproduktivnijih područja u polju računalne kreativnosti (Zhao et al., 2022). Ovaj proces uključuje uzimanje različitih vrsta unosa kao što su tekstualni opisi i njihovo pretvaranje u nove glazbene kompozicije. Te kompozicije uključuju značajke ritama, melodije, skladne akorde i razne glazbene instrumente. Ovi alati koriste prednosti Generativne AI za stvaranje glazbe u raznim žanrovima i stilovima.

Istaknuti alati u ovom području uključuju (Bengesi et al., 2024):

- *MuseNet*
- *Jukebox*

Ove inovativne platforme pokazuju ogroman potencijal umjetne inteligencije u skladanju glazbe, omogućujući neviđenu kreativnost i prilagodljivost. GAI nudi nove alate skladateljima za razvijanje svog materijala, inspiriraju nove načine stvaranja i rada s glazbom te pružaju slušateljima mogućnost personalizacije njihovih glazbenih iskustava. Evolucija umjetne inteligencije u generiranju glazbe ne samo da mijenja kreativni proces, već i širi horizonte glazbenog istraživanja.

3.2.5. Generiranje videa

Pomoću AI alata za generiranje videa korisnici mogu brzo i jednostavno stvoriti visoko personalizirane i zanimljive video materijale. Ovi alati koriste najnovija dostignuća u dubokom učenju i obradi prirodnog jezika kako bi generirali videe iz pisanih opisa. Generiranje videozapisa uključuje primjenu naprednih metoda dubokog učenja, kao što su GAN i Video difuzijski modeli za stvaranje novih videozapisa predviđanjem okvira temeljenih na prethodnim okvirima (Singer et al., 2022). Ove sofisticirane tehnike omogućuju generiranje kontinuiranih i realističnih video sekvenci, značajno unapređujući kvalitetu i koherentnost proizvedenih video sadržaja. Istaknuti alati u ovom području uključuju:

- *Make-A-Video*
- *Adobe Sensei*

- *DeepArt*

U području kreiranja videozapisa najpoznatiji model je *Make-A-Video* kompanije *Meta AI*, platforma koja koristi AI kako bi automatski pretvorila tekst u privlačne videozapise (Singer et al., 2022). Korisnici mogu unijeti tekstualni sadržaj, a alat će automatski generirati video s prilagođenim vizualnim elementima, glazbom i animacijama.

Drugi popularan alat je *Adobe Sensei*, koji integrira AI tehnologiju u *Adobe Premiere Pro* softveru za uređivanje videozapisa (Piduru, 2023). *Sensei* omogućuje automatsko označavanje i organiziranje video materijala, poboljšanje kvalitete slike, kao i upotrebu naprednih alata za obradu zvuka i automatsko stvaranje videa na temelju unesenih parametara.

Također, *DeepArt* je AI alat koji koristi duboke neuronske mreže kako bi pretvorio statične slike u dinamične videozapise (Wang et al., 2023). Korisnici mogu pretvoriti svoje slike u animirane videozapise, dajući im novu dimenziju i estetski dojam.

3.2.6. Generiranje govora

Generiranje videozapisa često se može vidjeti u upotrebi s generiranjem govora. Modeli za generiranje govora provode niz koraka koji uključuju sintezu govora, poboljšanje i pretvorbu (Ning et al., 2019). Proces poboljšanja obuhvaća rukovanje šumom, modulaciju tona, prenošenje emocija i druge nijansirane značajke (Kaur & Singh, 2022). Istaknuti alati u ovom području uključuju :

- *Whisper*
- *Speechelo*
- *Synthesys*
- *Voice Over*
- *WaveNet*

Ovi alati su vrlo učinkoviti u generiranju glasova ili govora koji vjerno oponašaju prirodni jezik, čime se učinkovito zamagljuje granica između ljudske i umjetne sinteze govora. Dodati još koju rečenicu o važnosti etičkih principa

3.3. Primjena generativne umjetne inteligencije

Generativna umjetna inteligencija ima široku i rastuću primjenu u različitim industrijama, značajno unapređujući kreativne i poslovne procese. U umjetnosti i dizajnu, generativna AI može pomoći umjetnicima i dizajnerima da eksperimentiraju s novim oblicima i stilovima, generirajući inovativne vizualne materijale koji mogu poslužiti kao inspiracija za daljnji rad (Bozkurt, 2023). U medijskoj produkciji, generativna AI može automatizirati stvaranje sadržaja kao što su animacije ili glazbene kompozicije, omogućujući bržu i troškovno efikasniju produkciju. U industriji video igara, generativna AI se koristi za kreiranje dinamičnih igračih okruženja i nepredvidljivih *gameplay* iskustava, gdje svaki novi prolaz kroz igru može rezultirati potpuno novim scenarijima. Također, u marketingu, generativna AI može pomoći u stvaranju personaliziranih reklamnih kampanja koje automatski generiraju vizualne i tekstualne sadržaje prilagođene interesima i preferencijama ciljane publike. Generativna umjetna inteligencija predstavlja revolucionarnu tehnologiju koja nudi ogroman potencijal za inovacije u mnogim sektorima, od umjetnosti do industrije zabave, pružajući nove načine za kreiranje i personalizaciju sadržaja na načine koji prije nisu bili mogući. U nastavku su detaljno opisane neke od ključnih primjena generativne umjetne inteligencije.

3.3.1. Umjetnost i dizajn

Generativna umjetna inteligencija revolucionira svijet umjetnosti i dizajna omogućujući stvaranje novih i jedinstvenih umjetničkih djela. Algoritmi poput *DALL-E*, *MidJourney* i drugih omogućuju umjetnicima i dizajnerima stvaranje složenih vizualnih kompozicija koje kombiniraju različite stilove i elemente (Bandi et al., 2023). Ovi alati ne samo da proširuju kreativne mogućnosti, već i ubrzavaju proces dizajna, omogućujući brzu iteraciju i eksperimentiranje s različitim konceptima. Umjetnici, pisci, glazbenici i filmski autori sve više koriste generativne AI alate kao izvor inspiracije, ili čak suradnika, u stvaranju novih umjetničkih djela. Ovi alati mogu generirati različite varijacije ili kombinacije ideja, stilova i elemenata, pružajući umjetnicima nove perspektive i mogućnosti za kreativno izražavanje.

U području računalnog dizajna i inženjeringa, generativna AI može automatizirati proces dizajniranja proizvoda, pomažući inženjerima u generiranju optimalnih dizajna

komponenti ili struktura koje zadovoljavaju specifične zahtjeve performansi ili troškova. Ovo može rezultirati uštedama vremena i resursa u razvojnom procesu, kao i u poboljšanju kvalitete konačnih proizvoda.

Prema istraživanju Yana i suradnika (2024), generativna umjetna inteligencija nudi brojne primjene. Jedna od ključnih primjena je generativni dizajn, gdje AI može stvoriti mnogobrojne dizajnerske opcije koje zadovoljavaju specifične zahtjeve i funkcionalnosti. Generativna umjetna inteligencija istražuje široke dizajnerske prostore (područja) i generira jedinstvena rješenja koja ljudski dizajneri možda ne bi zamislili, čime se ubrzava razvoj proizvoda i optimiziraju dizajni za čimbenike poput težine, čvrstoće i korištenja materijala. Nadalje, AI može analizirati velike skupove podataka iz znanosti o materijalima kako bi otkrila ili dizajnirala materijale s vrhunskim svojstvima prilagođenim specifičnim aplikacijama, kao što su nove legure za lakše avione ili biokompatibilni materijali za implantate. Također, generativna umjetna inteligencija može personalizirati korisnička sučelja ili dizajn proizvoda prema korisničkim preferencijama ili ergonomske podacima. Automatizacija dizajnerskih tokova rada još je jedna značajna primjena, gdje se ponavljajući zadaci poput generiranja varijacija postojećih proizvoda ili izrade tehničkih crteža mogu automatizirati, omogućujući dizajnerima da se posvete kreativnijim zadacima. Konačno, AI može optimizirati procese 3D ispisa stvaranjem složenih, laganih struktura podrške ili predlaganjem učinkovitih putanja ispisa, kao i usavršiti proizvodne tehnike kako bi se minimizirao otpad i racionalizirala proizvodnja. Ove primjene ilustriraju širok spektar mogućnosti koje generativna umjetna inteligencija donosi u različite kreativne industrije i procese dizajna.

3.3.2. Arhitektura

Dalje, u području urbanog planiranja i arhitekture, generativna AI može pomoći u dizajniranju gradskih prostora ili arhitektonskih struktura koje su funkcionalne, estetski privlačne i prilagođene potrebama lokalne zajednice. Kroz simulacije i iterativni proces dizajniranja, generativna umjetna inteligencija može generirati različite prijedloge i alternative koje se mogu koristiti kao osnova za donošenje informiranih odluka u planiranju gradskog razvoja (Lucchi, 2023). Ova tehnologija omogućuje brzo generiranje mnoštva različitih ideja za dizajn zgrada ili urbanih

prostora, što arhitektima i urbanistima omogućuje istraživanje novih mogućnosti i pronalaženje kreativnih rješenja koja možda inače ne bi razmotrili. Nadalje, generativni AI se može koristiti za optimizaciju dizajna zgrada i urbanih prostora s obzirom na različite čimbenike poput energetske učinkovitosti, prirodnog osvjetljenja i prometnog toka, čime se potiče stvaranje održivijih i živopisnijih gradova. Osim toga, generativna umjetna inteligencija može stvoriti personalizirane urbane prostore koji odgovaraju specifičnim potrebama i željama lokalnih zajednica. Na primjer, AI može dizajnirati igrališta prilagođena djeci različitih dobi i sposobnosti. Također, generativni AI može predvidjeti kako će se gradovi i zgrade mijenjati s vremenom, pomažući urbanistima i arhitektima u donošenju informiranih odluka o izgradnji održivih i otpornih gradova. Konačno, generativna umjetna inteligencija može uključiti javnost u proces planiranja i dizajna putem interaktivnih alata koji omogućuju ljudima da daju povratne informacije o dizajnu novih zgrada ili parkova. Ove primjene ilustriraju kako generativna AI može revolucionirati planiranje gradskog razvoja i unaprijediti kvalitetu života u urbanim sredinama.

3.3.3. Marketing

Jedan od najznačajnijih utjecaja generativne umjetne inteligencije u marketingu jest njezina sposobnost proizvodnje visokokvalitetnog, personaliziranog sadržaja u velikim razmjerima. Generativni AI alati poput *GPT-4* i *DALL-E* mogu stvoriti tekstove, slike, pa čak i videozapise koji vjerno oponašaju ljudsku kreativnost (Kietzmann et al., 2018). Ova sposobnost marketinškim stručnjacima omogućuje stvaranje prilagođenog sadržaja za različite segmente njihove publike, čime se povećava angažman i stopa konverzije. Na primjer, alati vođeni umjetnom inteligencijom mogu proizvesti personalizirane kampanje putem e-pošte, objave na društvenim mrežama i opise proizvoda koji dublje rezoniraju s preferencijama i ponašanjima potrošača.

Personalizacija je ključna komponenta suvremenih marketinških strategija, a generativna umjetna inteligencija značajno poboljšava ovaj aspekt analizom velikih količina podataka o korisnicima kako bi predvidjela njihove preferencije i obrasce ponašanja. Umjetna inteligencija može generirati personalizirane preporuke, dinamičke modele cijena i prilagođeno oglašavanje, čime se poboljšava ukupno korisničko iskustvo (Davenport et al., 2019). Ova razina personalizacije ne samo da

potiče prodaju, već također povećava lojalnost i zadržavanje kupaca stvaranjem relevantnijih i zanimljivijih interakcija s markom.

Generativna umjetna inteligencija također igra ključnu ulogu u donošenju odluka vođenih podacima. Korištenjem algoritama strojnog učenja umjetna inteligencija može, u usporedbi s tradicionalnim metodama, učinkovitije analizirati tržišne trendove, raspoloženje potrošača i konkurentsko okruženje. To marketinškim stručnjacima omogućuje donošenje informiranih odluka o razvoju proizvoda, tržišnom pozicioniranju i strategijama kampanja. Generativna umjetna inteligencija može simulirati različite marketinške scenarije i predvidjeti njihove ishode, omogućujući marketinškim timovima da optimiziraju svoje strategije s većom preciznošću i agilnošću (Huang & Rust, 2022).

Ovi napredni alati pomažu marketinškim stručnjacima da brže i efikasnije reagiraju na promjene u ponašanju potrošača i tržišnim uvjetima, pružajući im konkurentsku prednost na dinamičnom tržištu. S obzirom na ove prednosti, generativna umjetna inteligencija postaje neizostavan alat u arsenalu modernih marketinških profesionalaca, omogućujući im da stvore dublje, personalizirane veze s potrošačima i optimiziraju svoje marketinške napore za postizanje najboljih mogućih rezultata.

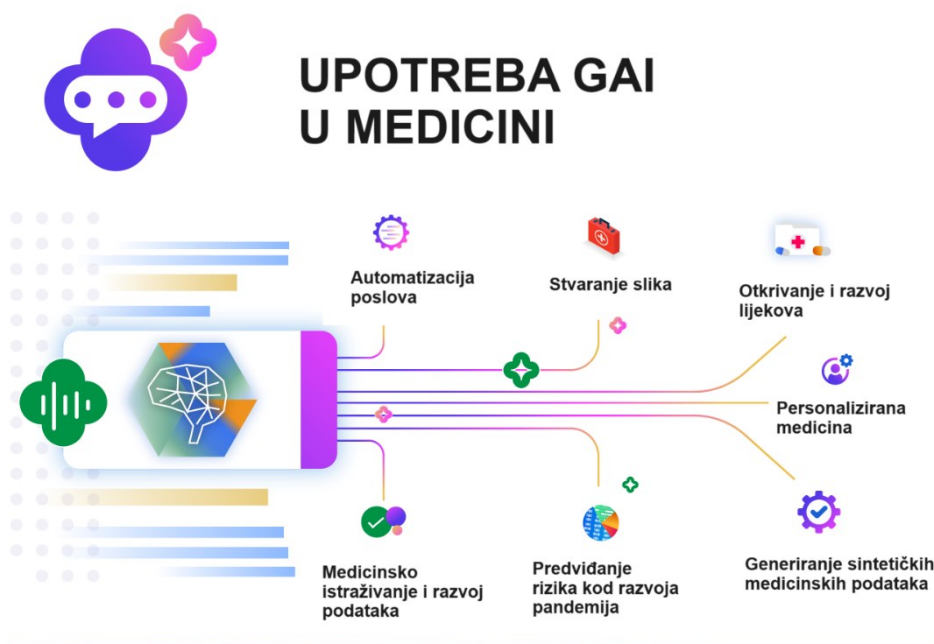
3.3.4. Medicina

Generativna umjetna inteligencija ima značajnu primjenu i u znanstvenim istraživanjima i inženjeringu. Na primjer, u području medicine, generativna AI može pomoći u razvoju novih lijekova identificirajući potencijalne kemijske spojeve ili molekularne strukture koje imaju terapijski potencijal. Kroz simulacije i generiranje virtualnih modela, ova tehnologija omogućuje istraživačima da brže identificiraju najbolje kandidate za daljnje testiranje, što može ubrzati proces razvoja lijekova i smanjiti troškove istraživanja i razvoja. Jedno od ključnih područja primjene je u razvoju novih lijekova i terapija. Korištenjem generativnih modela, znanstvenici mogu istražiti ogroman broj kemijskih spojeva i molekula kako bi identificirali potencijalne kandidate za liječenje različitih bolesti. Ova tehnologija omogućuje brže otkrivanje novih lijekova i terapija, smanjujući troškove istraživanja i razvoja te ubrzavajući proces od laboratorijskih ispitivanja do kliničkih ispitivanja.

Odri (2023) navodi primjenu u sljedećim područjima:

- Razvoj proteina: Proteini su ključni gradivni blokovi života i imaju važne uloge u mnogim biološkim procesima. Generativna AI se može koristiti za dizajniranje proteina sa željenim svojstvima, što bi se moglo koristiti za razvoj novih lijekova, enzima ili materijala. Na primjer, *DeepMind* (kompanija za AI koju je kupio Google) razvio je program *AlphaFold* koji koristi deep learning za predviđanje strukture proteina iz njihovih aminokiselinskih sekvenci.
- Medicinska slika: Generativni AI se može koristiti za poboljšanje medicinskih slika, kao što su rendgenski snimci i MRI skenovi. Na primjer, model se može trenirati na snimkama zdravih i bolesnih tkiva, a zatim se može koristiti za sintetiziranje novih snimki ili za poboljšanje postojećih snimaka kako bi se poboljšala dijagnoza.
- Personalizirana medicina: Generativna AI se može koristiti za razvoj personaliziranih planova liječenja za pojedine pacijente. Na primjer, model se može trenirati na podacima pacijenata i njihovim povijestima bolesti kako bi se predvidjela njihova reakcija na različite lijekove ili tretmane.

Generativna umjetna inteligencija također ima primjenu u personaliziranoj medicini (Slika 7.).



Slika 7 Različite mogućnosti upotrebe generativne umjetne inteligencije u medicini (Izvor: Xenostack, 2024)

Kroz analizu velikih količina podataka o pacijentima, uključujući genetske informacije, medicinske zapise i kliničke podatke, AI sustavi mogu generirati individualizirane preporuke za dijagnozu, liječenje i praćenje bolesti. Ovo može poboljšati preciznost dijagnoze i terapije, pružajući pacijentima personalizirane i učinkovite tretmane. Još jedno važno područje primjene generativne umjetne inteligencije u medicini jest medicinska slika. Generativni modeli mogu analizirati medicinske slike poput rendgenskih snimaka, magnetske rezonancije (MRI) ili računalne tomografije (CT) kako bi identificirali abnormalnosti, tumore ili druge patološke promjene. Ovo može pomoći radiolozima i drugim zdravstvenim stručnjacima u bržem i preciznijem dijagnostičiranju bolesti, što može biti ključno za pravovremeno liječenje i poboljšanje ishoda za pacijente.

3.3.5. Obrazovanje

Uvođenje alata *ChatGPT* u studenom 2022. godine značajno je potaknulo raspravu o utjecaju umjetne inteligencije na visoko obrazovanje (Pinzolits, 2023). Ovaj alat izazvao je značajne promjene u akademskom okruženju, osobito kada su studenti počeli koristiti *ChatGPT* za pisanje akademskih eseja i radova. *ChatGPT*, kao napredni veliki jezični model, sposoban je oponašati ljudsku konverzaciju. Veliki jezični modeli, pokazali su impresivne rezultate u prepoznavanju jezičnih obrazaca i predviđanju kontekstualnih riječi, pri čemu se *ChatGPT* posebno ističe u generiranju koherentnih i relevantnih tekstualnih odgovora uz minimalni unos korisnika. Koristeći opsežnu bazu podataka jezičnih obrazaca, taj alat može pružiti odgovore koji precizno reflektiraju kontekst korisničkih upita. Generativne tehnologije umjetne inteligencije, poput alata *ChatGPT*, posjeduju značajan potencijal za unapređenje akademske zajednice, pružajući personalizirana i prilagodljiva iskustva učenja, povećavajući angažman studenata i smanjujući administrativno opterećenje nastavnika i administratora (Harry, 2023). Međutim, ove promjene također nameću potrebu za preispitivanjem nastavnih metoda, kurikuluma i pristupa ocjenjivanju. Važno je temeljito procijeniti prednosti i ograničenja ovih AI tehnologija, uključujući potencijalne etičke izazove, te prilagoditi nastavne strategije kako bi se osiguralo njihovo učinkovito i etički prihvatljivo korištenje u obrazovnom procesu (Ungerer & Slade, 2022).

U kontekstu obrazovanja, generativna umjetna inteligencija može se koristiti za stvaranje personaliziranih iskustava učenja, razvoj obrazovnog sadržaja i poboljšanje interakcije nastavnika i učenika (Vafadar & Amani, 2024). Jedan od najznačajnijih doprinosa generativne umjetne inteligencije u obrazovanju je njena sposobnost da prilagodi iskustva učenja individualnim potrebama učenika. Analizom podataka o napretku učenika, stilovima učenja i preferencijama, GAI sustavi mogu generirati prilagođene lekcije koje se bave jedinstvenim potrebama svakog učenika. Ova personalizacija može dovesti do boljeg angažmana i boljih obrazovnih rezultata. Generativna AI može pomoći u stvaranju obrazovnih materijala. Na primjer, AI može generirati zadatke za vježbanje, kvizove, pa čak i cijele udžbenike. Ova mogućnost ne samo da štedi vrijeme nastavnicima, već također osigurava da je sadržaj ažuran i usklađen s trenutnim obrazovnim standardima. Alati generativne umjetne inteligencije mogu stvoriti impresivna i interaktivna okruženja za učenje. Virtualni učitelji, na primjer, mogu pružiti povratne informacije i podršku u stvarnom vremenu, pomažući studentima da razumiju složene koncepte. Simulacije vođene umjetnom inteligencijom također mogu ponuditi praktična iskustva u predmetima poput znanosti i inženjerstva, gdje je praktična primjena ključna (Vafadar & Amani, 2024).

Budućnost generativne umjetne inteligencije u obrazovanju je obećavajuća, s kontinuiranim istraživanjem i razvojem usmjerenim na rješavanje trenutnih ograničenja. Zajednički naponi između edukatora, znanstvenika i kreatora smjernica ključni su za iskorištavanje punog potencijala umjetne inteligencije uz istovremeno ublažavanje njezinih rizika (Gökoğlu, 2024). Inovacije kao što su adaptivne platforme za učenje vođene umjetnom inteligencijom, inteligentni sustavi podučavanja i napredne obrazovne simulacije vjerojatno će postati sve prisutnije, dodatno

Generativna umjetna inteligencija predstavlja ključni dio tehnološkog napretka koji oblikuje našu budućnost na različitim područjima. Kroz svoju sposobnost stvaranja novih sadržaja, optimizacije procesa i poboljšanja interakcija, ova tehnologija obećava da će donijeti brojne koristi i inovacije u naš svakodnevni život i rad.

4. OBJAŠNJIVA UMJETNA INTELIGENCIJA

Kako sustavi umjetne inteligencije postaju sve prisutniji u raznim stvarnim primjenama, razumijevanje unutarnjeg funkcioniranja ovih "crnih kutija" modela postaje sve važnije (Broniatowski, 2021). Objasnjiva umjetna inteligencija (eng. *Explainable artificial intelligence* - XAI) pojavila se kao ključno područje istraživanja koje nastoji riješiti ovaj izazov, pružajući praktične i etičke prednosti u raznim domenama (Galaitis et al., 2022).

4.1. Pojmovno određenje objašnjive umjetne inteligencije

Objasnjiva umjetna inteligencija je grana umjetne inteligencije koja se bavi razumijevanjem i tumačenjem odluka i predikcija donesenih od strane AI sustava (Ahmed et al., 2022). Dok su tradicionalni AI modeli često složeni i teško interpretirani, XAI teži pružiti transparentnost i razumljivost u procesima donošenja odluka. Ovo je posebno važno u područjima gdje su odluke AI sustava kritične, poput medicine, financija ili pravosuđa. Jedan od pristupa XAI-u je korištenje interpretabilnih modela, koji su jednostavniji i lakši za tumačenje od kompleksnih neuronskih mreža. Ovi modeli omogućuju korisnicima da bolje razumiju kako AI dolazi do svojih predikcija i kako se određeni ulazni podaci odražavaju na izlazne rezultate. Drugi pristup je postprocesiranje, gdje se analiziraju i vizualiziraju rezultati AI modela kako bi se lakše interpretirali. Ovo može uključivati ispitivanje važnosti značajki, generiranje grafova ili vizualizacija donesenih odluka. XAI ima široku primjenu u različitim područjima. Na primjer, u medicini, XAI može pomoći liječnicima da bolje razumiju dijagnostičke odluke AI sustava, pružajući im povjerenje u predložene terapije ili postupke. U financijskom sektoru, XAI može pomoći analitičarima da razumiju razloge iza preporuka za ulaganje ili kreditne ocjene. U području pravosuđa, XAI može pružiti sudovima i odvjetnicima uvid u razloge donesenih odluka u pitanjima kao što su kaznene presude ili uvjeti slobode. Objasnjiva umjetna inteligencija ima ključnu ulogu u osiguravanju transparentnosti, pouzdanosti i razumljivosti AI sustava u različitim područjima. Kroz primjenu interpretabilnih modela i postprocesiranje, XAI omogućuje korisnicima da bolje razumiju i povjere se odlukama donesenim od strane AI sustava, čime se osigurava odgovorno korištenje ove tehnologije za dobrobit društva (Dwiwedi et al., 2023).

Neke od definicija objašnjive umjetne inteligencije su sljedeće:

- Objašnjiva umjetna inteligencija je područje istraživanja koje se bavi razvojem metoda i alata za promatranje i razumijevanje odluka koje donose modeli umjetne inteligencije (Linardatos et al., 2020)
- XAI je skup tehnika koje nam pomažu razumjeti kako AI modeli donose odluke. XAI je proces činjenja AI modela transparentnim i razumljivim za ljude. Cilj XAI-a je izgraditi AI modele koji su transparentni, mogu se protumačiti i provjeriti (Holzinger et al., 2023)
- XAI je važan jer može pomoći u izgradnji povjerenja u AI modele, poboljšati njihovu robustnost i omogućiti im da se lakše integriraju u ljudske sustave (Li et al., 2020)

4.2. Povezanost s GAI

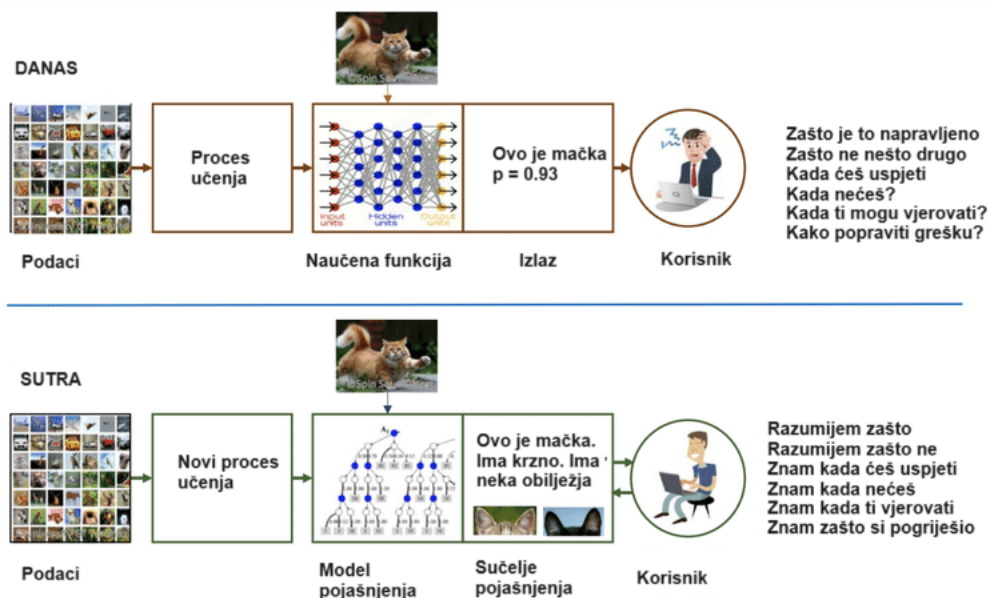
Povezanost između objašnjive umjetne inteligencije i generativne umjetne inteligencije proizlazi iz potrebe za razumijevanjem i tumačenjem odluka donesenih od strane kompleksnih generativnih modela. Generativni modeli, poput GAN ili autoregresivnih modela, mogu biti izuzetno složeni i teški za tumačenje zbog svoje strukture i procesa generiranja podataka. U kontekstu XAI-a, postoji potreba za razvijanjem metoda i tehnika koje omogućuju razumijevanje unutarnjih procesa generativnih modela i tumačenje njihovih odluka. Ovo je posebno važno u slučajevima kada se generativni modeli koriste za stvaranje novih sadržaja, poput slika, teksta ili zvuka gdje je potrebno razumjeti kako i zašto model donosi određene kreativne odluke (Ahmed et al., 2022).

Jedan pristup povezivanju XAI-a i generativne umjetne inteligencije je kroz analizu i interpretaciju latentnih prostora generativnih modela. Latentni prostor predstavlja skrivene reprezentacije podataka koje generativni modeli koriste za stvaranje novih primjera (Asperti, 2023). Analiza ovog prostora može pružiti uvid u strukturu i distribuciju podataka te omogućiti tumačenje kako modeli generiraju nove primjere. Drugi pristup je kroz interpretaciju rezultata generativnih modela i tumačenje generiranih podataka. Ovo može uključivati analizu karakteristika generiranih slika, teksta ili zvuka kako bi se razumjelo koje značajke ili obrasce model favorizira prilikom generiranja novih primjera. Povezanost između XAI-a i generativne umjetne

inteligencije leži u potrebi za razumijevanjem i tumačenjem odluka donesenih od strane složenih AI sustava. Razvojem metoda i tehnika za tumačenje generativnih modela, moguće je postići veću transparentnost i razumljivost u procesima generiranja podataka, što doprinosi odgovornom korištenju generativne umjetne inteligencije u različitim područjima. Dalje, integracija objašnjive umjetne inteligencije s generativnim modelima omogućuje razvoj novih tehnika i alata koji poboljšavaju transparentnost i interpretabilnost generiranih sadržaja. Ovo je posebno važno u kontekstu primjena generativne umjetne inteligencije u kreativnim industrijama, poput umjetnosti, dizajna i glazbe, gdje je razumijevanje procesa stvaranja ključno za umjetnički izraz i estetske odluke.

Korištenje interpretabilnih modela predstavlja ključan pristup u objašnjivoj umjetnoj inteligenciji, koji omogućuje lakše razumijevanje odluka donesenih od strane AI sustava. Za razliku od kompleksnih neuronskih mreža koje imaju veliki broj skrivenih slojeva i parametara, interpretabilni modeli su jednostavniji i transparentniji, što olakšava njihovo tumačenje. Primjer jednog takvog interpretabilnog modela je logistička regresija, koja je jednostavna i lako interpretirana linearna metoda koja se često koristi u klasifikacijskim problemima. Logistička regresija pruža jasne koeficijente za svaku značajku, što omogućuje razumijevanje utjecaja svake značajke na konačnu klasifikaciju ili predikciju. Drugi primjer su stabla odlučivanja, koji se temelje na nizu pravila i grananja koja vode do konačnih odluka. Ovi modeli pružaju intuitivne dijagrame koji jasno prikazuju putanju donošenja odluka, što ih čini izuzetno pogodnima za tumačenje i razumijevanje. Interpretabilni modeli omogućuju korisnicima da bolje razumiju kako AI sustavi dolaze do svojih predikcija i odluka. To je posebno važno u područjima gdje su transparentnost i razumljivost ključne, poput medicine, gdje liječnici trebaju razumjeti razloge iza preporuka AI sustava kako bi pouzdano donijeli odluke o dijagnozi i terapiji. Korištenje interpretabilnih modela pruža sredstvo za postizanje transparentnosti i povjerenja u AI sustave, čime se osigurava odgovorno korištenje ove tehnologije u različitim područjima (Islam et al., 2021).

Postprocesiranje (Slika 8.) u objašnjivoj umjetnoj inteligenciji odnosi se na analizu i interpretaciju rezultata AI modela kako bi se bolje razumjelo zašto su donesene određene odluke ili predikcije. Ovaj pristup omogućuje dodatno tumačenje i razumijevanje unutarnjih procesa AI sustava, što je ključno za postizanje transparentnosti i povjerenja u tehnologiju.



Slika 8 Procesiranje u objašnjojvoj umjetnoj inteligenciji (Izvor: Das et al., 2020)

Jedna od tehnika postprocesiranja je analiza važnosti značajki, gdje se utvrđuje koji su atributi ili značajke ulaznih podataka imali najveći utjecaj na konačnu odluku modela. Ovo može uključivati korištenje metoda poput gradientnih atributnih mapa (engl. *Grad-CAM*), koje vizualiziraju koji dijelovi ulaznih podataka su najviše doprinijeli donesenoj odluci. Druga tehnika je generiranje grafova ili vizualizacija koji prikazuju unutarnje procese AI modela. Na primjer, može se stvoriti graf koji prikazuje kako se informacija obrađuje kroz različite slojeve neuronske mreže ili kako su povezane različite značajke ulaznih podataka. Također, postprocesiranje može uključivati analizu utjecaja promjena u ulaznim podacima na izlazne predikcije AI modela. Ovo omogućuje testiranje osjetljivosti modela na različite scenarije i uvjete, što pruža bolje razumijevanje njegove pouzdanosti i robusnosti (Das et al., 2020).

Osim spomenutih metoda, XAI obuhvaća i tehnike analize važnosti značajki, koje omogućuju identifikaciju ključnih atributa ili značajki u procesu donošenja odluka AI sustava. Ove tehnike pružaju uvid u to koje karakteristike podataka imaju najveći utjecaj na konačni rezultat, što olakšava razumijevanje odluka donesenih od strane AI sustava. Nadalje, tehnike postprocesiranja uključuju vizualizaciju rezultata kroz grafove, dijagrame ili druge vizualne prikaze, što omogućuje korisnicima da bolje razumiju proces donošenja odluka. Primjenom ovih različitih metoda i tehnika, XAI pruža korisnicima transparentnost, razumljivost i povjerenje u korištenje umjetne

inteligencije, čime se osigurava odgovorno i etičko korištenje AI sustava u različitim područjima.

Analiza važnosti značajki je ključna tehnika u objašnjivoj umjetnoj inteligenciji koja omogućuje identifikaciju i razumijevanje utjecaja pojedinih atributa ili značajki na konačne odluke AI sustava. Ova tehnika pruža korisnicima uvid u to koje karakteristike podataka su ključne za proces donošenja odluka te koje imaju najveći utjecaj na rezultat. Postoje različite metode za analizu važnosti značajki, a neke od najčešćih uključuju (Ehsan et al., 2021):

- Metoda važnosti značajki u stabilima odlučivanja
- Permutacijska važnost značajki
- Shapley vrijednosti
- Lokalno objašnjavanje modela

Metoda važnosti značajki u stabilima odlučivanja koristi interpretabilne modele koji omogućuju intuitivno razumijevanje procesa donošenja odluka. Ova metoda omogućuje rangiranje značajki prema njihovoj važnosti u procesu klasifikacije ili predikcije.

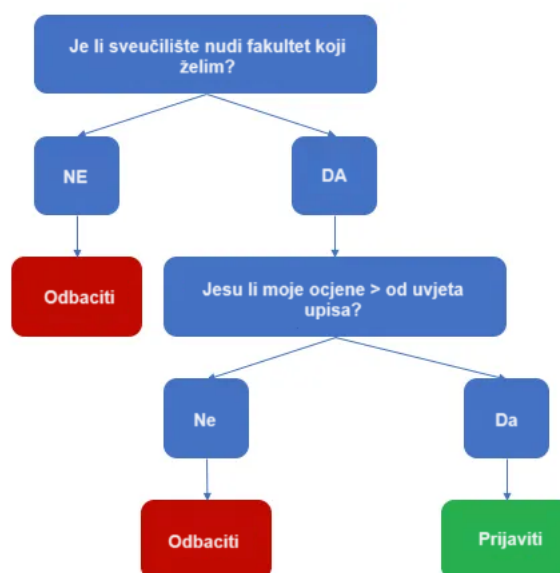
Permutacijska važnost značajki procjenjuje važnost analizirajući promjene u performansama modela kada se vrijednosti pojedinih značajki permutiraju ili mijenjaju, pri čemu se značajke čije permutacije rezultiraju najvećim gubitkom performansi smatraju ključnima.

Shapley vrijednosti, koncept iz teorije igara, koriste se za određivanje doprinosa svake značajke u konačnom rezultatu. Ova tehnika kvantificira doprinos svake značajke u donošenju odluka, olakšavajući razumijevanje procesa donošenja odluka AI sustava.

Lokalno objašnjavanje modela fokusira se na analizu važnosti značajki na razini pojedinačnih primjera ili instanci, omogućujući razumijevanje načina na koji se donose odluke za određeni primjer, što je posebno korisno u dijagnostičke svrhe.

Analiza važnosti značajki pruža korisnicima uvid u to koje karakteristike podataka AI sustav smatra bitnima za donošenje odluka, što je ključno za razumijevanje i povjerenje u njegove predikcije i klasifikacije. Ova tehnika omogućuje korisnicima da identificiraju ključne obrasce i informacije u podacima, što može biti korisno za daljnje

odlučivanje i analizu. Analiza važnosti značajki ključan je dio objašnjive umjetne inteligencije, omogućujući detaljno razumijevanje uloge svake značajke u procesu donošenja odluka AI sustava. Različitim metodama kao što su metoda važnosti značajki u stablima odlučivanja (slika 9.), permutacijska važnost značajki, Shapley vrijednosti i lokalno objašnjavanje modela, XAI omogućuje analizu i kvantifikaciju doprinosa svake značajke u konačnom rezultatu. Na primjer, metoda važnosti značajki u stablima odlučivanja omogućuje identifikaciju ključnih značajki putem rangiranja, dok permutacijska važnost značajki procjenjuje važnost promjenom performansi modela nakon permutacije značajki. Shapley vrijednosti pružaju kvantitativne ocjene doprinosa svake značajke, dok lokalno objašnjavanje modela omogućuje analizu važnosti na razini pojedinačnih primjera. Ove tehnike omogućuju korisnicima bolje razumijevanje procesa donošenja odluka AI sustava, identifikaciju ključnih obrazaca i informacija u podacima te donošenje informirane odluke na temelju tih uvida. Ova analiza važnosti značajki ključna je za poboljšanje transparentnosti, razumljivosti i povjerenja u AI sustave, osiguravajući odgovorno i etičko korištenje umjetne inteligencije u različitim područjima primjene.



Slika 9 Primjer stabla odlučivanja pri upisu na fakultet (Izvor: Holtes, 2021)

Stabla odlučivanja su interpretabilni modeli koji se često koriste u objašnjivoj umjetnoj inteligenciji zbog svoje jednostavnosti i lakoće interpretacije. Ovi modeli

rekonstruiraju logičke odluke na način koji je intuitivan za ljude, što ih čini posebno pogodnima za razumijevanje procesa donošenja odluka AI sustava. Stabla odlučivanja sastoje se od niza čvorova koji predstavljaju testove na značajkama podataka i grana koje predstavljaju rezultat svakog testa. Analiza važnosti značajki u stablima odlučivanja omogućuje identifikaciju ključnih značajki rangiranjem, gdje se one koje su češće korištene u gornjim razinama stabla smatraju važnijima za donošenje odluka. Osim toga, stabla odlučivanja omogućuju vizualizaciju procesa donošenja odluka putem dijagrama stabala, što olakšava razumijevanje kriterija na temelju kojih AI sustav dolazi do svojih predikcija. Stoga su stabla odlučivanja važan alat u XAI-u jer omogućuju transparentnost i interpretabilnost AI sustava, čineći ih prikladnima za primjenu u područjima gdje je potrebno razumjeti i tumačiti odluke, poput medicine, financija ili pravosuđa. Analizom važnosti značajki u stablima odlučivanja, XAI omogućuje korisnicima da identificiraju ključne obrasce u podacima i donose informirane odluke na temelju tih uvida, što doprinosi transparentnosti i povjerenju u korištenje umjetne inteligencije u različitim područjima primjene (Holtes, 2021).

5. GENERATIVNA UMJETNA INTELIGENCIJA U OBRAZOVANJU

U posljednjih nekoliko godina akademsko se okruženje značajno transformiralo, velikim dijelom zahvaljujući integraciji naprednih tehnologija. Među njima se umjetna inteligencija istaknula kao ključna inovacija, posebno u području obrade prirodnog jezika. Ovaj tehnološki napredak znatno je unaprijedio našu sposobnost razumijevanja, interpretacije i generiranja ljudskog jezika, otvarajući nove puteve za akademsko istraživanje i obrazovanje.

Pojava modela *ChatGPT* je intenzivirala raspravu o utjecaju umjetne inteligencije te je izazvala značajne promjene u visokom obrazovanju kada su ga studenti počeli koristiti za izradu svojih eseja. Uvođenje alata generativne umjetne inteligencije u obrazovni sustav dovelo je do značajnih promjena u pedagoškim pristupima edukatora, koji su morali prilagoditi svoje metode poučavanja i osmisliti nove načine motiviranja studenata. S obzirom na to da je sprječavanje studenata u korištenju generativne umjetne inteligencije pokazano neuspješnim, neki autori su predložili konstruktivne pristupe za implementaciju GAI tehnologija u obrazovni sustav (Mollick & Mollick, 2023). U središtu ove rasprave nalazi se potreba za preispitivanjem osnovnih razloga obrazovanja. Dok je proširenje akademskog znanja zasigurno važan cilj, drugi ključni aspekt trebao bi biti poučavanje studenata vještinama učenja, što nadilazi puko memoriranje i reprodukciju činjenica.

GAI mogu biti izuzetno korisni za akademsku zajednicu i studente, pružajući personalizirana i adaptivna iskustva učenja, poboljšavajući angažman studenata te smanjujući opterećenje nastavnika i administratora (Hashmi & Bal, 2024). Ove tehnologije omogućuju kreiranje prilagođenih obrazovnih sadržaja koji odgovaraju individualnim potrebama učenika, čime se poboljšava kvaliteta obrazovnog procesa i olakšava administrativni rad (Vafadar & Amani, 2024). Istraživači, edukatori i studenti sve više traže alate koji olakšavaju stjecanje i širenje znanja.

Kako je ovaj rad posvećen alatima generativne umjetne inteligencije u obrazovanju, odgovarajuće su aplikacije korištene i za pretraživanje literature na ovu temu. Usluge poput *Elicit*, *Litmaps* i *Scite* korištene su za proširenje pretrage literature i podršku analitičkom procesu. Važno je napomenuti da većina navedenih generativnih

alata umjetne inteligencije trenutno ne podržava hrvatski jezik; iznimke predstavljaju *Gemini* i *ChatGPT*.

5.1. Alati generativne umjetne inteligencije u obrazovanju

Alati generativne umjetne inteligencije značajno transformiraju načine na koje se provode istraživanja i odvija obrazovni proces. Primjene generativne umjetne inteligencije u obrazovanju i akademskoj zajednici međusobno se nadopunjuju unaprjeđujući obrazovne i istraživačke prakse. Možemo razlikovati dvije perspektive primjene alata generativne umjetne inteligencije (Pinzolit, 2023):

- Obrazovnu
- Akademsku

GAI alati u obrazovanju podrazumijevaju primjenu generativne umjetne inteligencije u svrhu poučavanja i učenja. S druge strane GAI alati u akademskom okruženju odnose se na primjenu generativnu umjetne inteligencije za istraživanje i izradu akademskih i istraživačkih radova.

Uključivanje GAI-a u obrazovanje pomaže unaprijediti iskustvo učenja koje učitelji i profesori pružaju svojim studentima. Ovi alati koriste generativnu umjetnu inteligenciju za personaliziranu nastavu, povratne informacije i interaktivna iskustva učenja, prilagođavajući se individualnim potrebama (Sobel & Kushnir, 2006). Alati usmjereni na učenike također imaju potencijal poboljšati angažman i motivaciju studenata uvođenjem elemenata gamifikacije poput znački i ljestvica (Ghaban & Hendley, 2020, Jaworski et al., 2024, Jaworski et al., 2017, Jaworski et al. 2021,). Takvi alati mogu pomoći u razvoju vještina poput donošenja odluka i rješavanja problema pružajući učenicima prilike za aktivno sudjelovanje u okruženju za učenje (Sobel & Kushnir, 2006). GAI alati za pisanje mogu pomoći studentima da poboljšaju svoje vještine pisanja (Alharbi, 2023). Osim toga, GAI alati usmjereni na učenike mogu pomoći nastavnicima u identificiranju učenika koji se suočavaju s poteškoćama i pružiti pravovremenu podršku kako bi se spriječilo napuštanje škole (Topali et al., 2019). Usklađivanjem GAI tehnologija poput alata *ChatGPT* s nastavnim planom i programom, nastavnici osiguravaju da je integracija besprijekorno uklopljena u postojeći nastavni okvir, stvarajući kohezivno i učinkovito okruženje za učenje.

U akademskom kontekstu, generativna umjetna inteligencija osigurala je razvoj alata za pretraživanje literature, analizu sadržaja, znanstveno pisanje i uređivanje. Ovi alati obećavaju ubrzati akademske procese uz dodavanje dubine i uvida u znanstveno istraživanje. Na primjer, GAI alati za pretraživanje literature mogu brzo skenirati i analizirati velike količine akademskih publikacija, identificirajući relevantne studije i ključne uvide s neviđenom brzinom i točnošću (Pinzolits, 2023). Ova sposobnost ne samo da štedi dragocjeno vrijeme istraživačima i studentima, već i osigurava pristup najnovijim i najcjelovitijim informacijama. Nadalje, alati za analizu sadržaja mogu pomoći istraživačima u otkrivanju obrazaca i trendova unutar velikih skupova podataka, omogućujući robusnije i detaljnije analize (Crompton & Song, 2021). U području akademskog pisanja, GAI alati mogu pomoći autorima sugeriranjem poboljšanja u jasnoći, koherentnosti i stilu, kao i identificiranjem potencijalnih pogrešaka ili nedosljednosti (Pinzolits, 2023). Ovi alati također mogu pomoći u procesu uređivanja, osiguravajući da akademski radovi zadovoljavaju najviše standarde kvalitete i rigoroznosti.

Ova sveobuhvatna primjena generativne umjetne inteligencije omogućuje poboljšanja u svim aspektima visokoškolskih institucija, čineći ih učinkovitijima i prilagođenijima potrebama korisnika (Crompton & Song, 2021). Kako GAI nastavlja evoluirati, njegov utjecaj na akademski i obrazovni krajolik će rasti, nudeći nove mogućnosti za inovacije i poboljšanja.

5.1.1. Obrazovni GAI alati

Pregled postojeće literature ukazuje na to da tehnologija generativne umjetne inteligencije može biti neprocjenjiv obrazovni resurs, zauzimajući različite uloge koje poboljšavaju cjelokupno obrazovno iskustvo (Javaid et al., 2023). Međutim, integracija ovih alata također je potaknula nastavnike da ponovno razmotre svoje metode poučavanja, kurikulum i ocjenjivanje. Razumijevanje pedagoških pristupa i najboljih praksi ključno je za učinkovito korištenje generativne umjetne inteligencije u obrazovanju.

ChatGPT, *Google Gemini* i *MS Copilot* su široko korišteni zbog svojih naprednih mogućnosti za generiranje teksta, omogućujući učinkovitije istraživanje, kreiranje sadržaja i rješavanje problema. Osim ovih popularnih alata, nastavnici i učenici koriste

i niz specijaliziranih GAI alata (Ruiz-Rojas et al., 2023). *Fliki* AI generira interaktivne prezentacije i kvizove, omogućujući nastavnicima stvaranje visokokvalitetnih, personaliziranih obrazovnih resursa. *Aistudio.com* proizvodi realistične AI videozapise, obogaćujući multimedijalne obrazovne materijale. *ChatPdf.com* sažima ključne ideje iz PDF-ova u kratke i jasne sažetke, poboljšavajući razumijevanje. *Leonardo AI* koristi računalni vid i strojno učenje za analizu slika i videozapisa, podržavajući znanstvene eksperimente. *Humata.ai* pruža personalizirane preporuke za sadržaj tečaja, prilagođavajući metode podučavanja potrebama pojedinih učenika. *Plus AI* olakšava izradu prezentacija, čineći ih zanimljivijima i učinkovitijima. *Juni Learning*, vodeći pružatelj online obrazovnih rješenja, koristi GAI alat *Anthropic* za pokretanje svog *Discord Juni Tutor* Bota (Anthropic, 2023). Ovaj online sustav za podučavanje osmišljen je kako bi pomogao studentima u postizanju akademskog uspjeha. Korištenjem naprednih jezičnih modela i umjetne inteligencije, *Juni Tutor Bot* pruža personaliziranu podršku i interaktivne lekcije, omogućujući studentima da učinkovito savladaju složene nastavne sadržaje i poboljšaju svoje akademske rezultate. Ovi alati čine učenje personaliziranim, interaktivnijim i učinkovitijim, nudeći nove mogućnosti za visokokvalitetna obrazovna iskustva. GAI može podržati edukatore i studente u zadacima:

- Ocjenjivanje
- Planiranje odgojno-obrazovnog procesa
- Pružanje obrazovnih resursa
- Asistencije u učenju i rješavanju zadataka

Ocjenjivanje je ključna komponenta visokog obrazovanja jer čini učenje studenata vidljivim i procjenjuje njihov napredak prema specifičnim ishodom učenja. Kako bi se poboljšao integritet ocjenjivanja, nužna je ravnoteža između formativnih i sumativnih ocjenjivanja tijekom vremena, prikupljenih iz više izvora (Matthew et al., 2023). GAI se može koristiti za generiranje pitanja koja nastavnici mogu koristiti za zadatke ili ispite radi procjene kompetencija učenika. Onal i Kulavuz-Onal (2023) potvrđuju da alati GAI, poput modela *ChatGPT*, mogu pomoći nastavnicima u kreiranju različitih tipova pitanja, kao što su pitanja temeljena na dijalogu i višestruki izbor te mogu prilagoditi zadatke ocjenjivanja prema različitim potrebama. Utvrdili su da se GAI može koristiti za vremenski zahtjevne zadatke kao što je generiranje relevantnih i prikladnih pitanja za ocjenjivanje. Osim postavljanja pitanja za ocjenjivanje, GAI

također može pomoći u samom ocjenjivanju. Istraživanja (Babitha et al, 2022) pokazuju kako GAI može doprinijeti ocjenjivanju online eseja, ukazujući na potencijal automatizacije i poboljšanja sustava ocjenjivanja. *ChatGPT* bi se mogao koristiti za djelomičnu automatizaciju procesa ocjenjivanja. Također se razvijaju i alati generativne umjetne inteligencije za ocjenjivanje kao što je *CoGrader* (Woodwalker, 2024). Prednost ovog pristupa je pružanje nepristrane povratne informacije učenicima. Komentari mogu biti personalizirani i prilagođeni gdje je potrebno za pružanje odgovarajuće povratne informacije. Osim ocjenjivanja dugih odgovora, literatura potvrđuje potencijal GAI za ocjenjivanje kratkih odgovora (Conijn et al., 2023). U tablici 3 prikazani su različiti načini na koje predavači mogu koristiti generativnu umjetnu inteligenciju za razne svrhe povezane s ocjenjivanjem.

Tablica 3 *Mogućnosti korištenja GAI za edukatore (Izvor: Autor)*

ZADATAK	PRIMJERI
Kreiranje kvizova i ocjenjivanja	Prompt: "Kreirajte šest pitanja s višestrukim izborom kako biste procijenili razumijevanje studenata o integraciji od prvih principa na prvoj godini sveučilišnog preddiplomskog studija kolegija iz matematike. Svako pitanje treba biti kategorizirano prema Bloomovoj taksonomiji, a točan odgovor treba biti naveden".
Ocjenjivanje eseja	GAI može pružiti objektivnu i dosljednu evaluaciju studentskih eseja, omogućujući predavačima da se usredotoče na pružanje detaljnijih povratnih informacija o sadržaju umjesto na ocjenjivanje. To štedi vrijeme predavačima i omogućuje im korištenje AI za davanje personaliziranih povratnih informacija studentima.
Generiranje sažetka problematičnih područja ocjenjivanja	Nakon ocjenjivanja svih eseja, GAI može izraditi sažetak problematičnih područja ocjenjivanja kako biste mogli poboljšati svoju nastavu.
Automatizirano ocjenjivanje kratkih odgovora	GAI može ocjenjivati pitanja s kratkim odgovorima i pružiti trenutne povratne informacije studentima, omogućujući predavačima da se usredotoče na pružanje detaljnijih povratnih informacija o složenijim pitanjima. To također štedi vrijeme predavačima, omogućujući im pružanje pravovremenih povratnih informacija studentima.
Personalizirane povratne informacije	GAI može analizirati rad svakog studenta kako bi identificirao individualne snage i slabosti, omogućujući predavačima da pružaju ciljane povratne informacije za svakog studenta. To pomaže u poboljšanju ishoda učenja studenata i štedi vrijeme u davanju povratnih informacija za svakog studenta.
Procjena jezične kompetencije	GAI može procijeniti razinu jezične kompetencije svakog studenta na određenom jeziku, omogućujući predavačima da pružaju individualizirane jezične instrukcije i podršku. To štedi vrijeme potrebno za ručnu evaluaciju jezične kompetencije svakog studenta.
Ocjenjivanje eseja prema zadanom kriteriju	Generirajte ocjenjivački kriterij za esej za studente druge godine diplomskog studija; Prompt: "Ocijenite sljedeći esej koristeći ocjenjivački kriterij: ...".

Generativna umjetna inteligencija može sudjelovati i u učinkovitoj izradi nastavnih priprema na različitim razinama i u različitim predmetima (Grassini, 2023). Pripreme se mogu generirati na različitim razinama kognitivnih zahtjeva za različite razrede i mogu se prilagoditi različitim potrebama učenika i nastavnika (Van den Berg & Du Plessis, 2023). Takav proces može smanjiti radno opterećenje edukatora i uštedjeti vrijeme, omogućujući im više vremena za evaluaciju ili prilagodbu planova lekcija gdje je to potrebno. Osim toga, imat će više vremena za poučavanje i izvedbu dodatnih aktivnosti u učionici. Tablica 4 prikazuje neke od načina na koje edukatori mogu koristiti generativnu umjetnu inteligenciju za poboljšanje svoje nastave.

Tablica 4 Mogućnosti korištenja GAI za nastavu (Izvor: Autor)

ZADATAK	PROMPT
Kreiranje planova lekcija	Dizajniraj sveobuhvatan plan lekcija za filozofiju prve godine preddiplomskog studija koji se fokusira na kontrastne poglede Kanta i Platona o stvarnosti. Plan uključuje izazovan grupni zadatak koji zahtijeva viši nivo razmišljanja i jasne kriterije za ocjenjivanje zadatka.
Pisanje ishoda lekcije	Ja sam predavač prve godine diplomskog studija i trebam napisati jasne i mjerljive ishode za svoju nadolazeću lekciju o genetici. Specifični ishodi su napisani u sljedećem formatu: "Do kraja ove jedinice, studenti će moći opisati znanstvene metode i pružiti primjere njihove primjene".
Izrada radnog lista	Ja sam srednjoškolski predavač koji predaje drugi razred francuskog jezika, kreiraj radni list za moje studente kako bi vježbali svoj vokabular. Radni list uključuje neke vježbe, aktivnosti, probleme i grupni rad.
Kreiranje PowerPoint prezentacija	Ja sam predavač povijesti treće u gimnaziji, kreiraj PowerPoint prezentaciju za moju nadolazeću lekciju o Drugom svjetskom ratu. Kreiraj je s deset angažirajućih i informativnih slajdova kako bi se poboljšalo iskustvo učenja mojih studenata.
Poboljšanje razumijevanja studenata	Ja sam nastavnik matematike za osmi razred i moji studenti imaju poteškoća s linearnim jednažbama. Nekoliko savjeta je ponuđeno kako pomoći poboljšanju njihovog razumijevanja ovog koncepta.
Identificiranje glavnih ideja kolegija, jedinice ili lekcije	Ja sam nastavnik engleskog jezika u srednjoj školi u trećem razredu, kreiraj nove jedinice o Shakespeareovom "Hamletu". Identificiraj glavne ideje za ovu jedinicu.
Evaluacija rezultata za točnost i potpunost	Evaluiraj točnost i potpunost rezultata.
Uzimanje u obzir perspektive studenta	Razmotri kakva bi vlastita reakcija kao studenta bila na podvrgavanje sadržaju ili zadatku.

Sposobnosti GAI nadilaze izrade nastavnih priprema. Grassini (2023) tvrdi da može pružiti obrazovne resurse koji se mogu prilagoditi različitim potrebama i

kontekstima. To smanjuje rutinske zadatke i pomaže nastavnicima da razmišljaju, inoviraju i budu kreativni u prezentiranju nastavnih materijala učenicima.

Kako bi učinkovito koristili GAI u nastavnim praksama, nastavnicima bi trebalo pružiti mogućnosti za profesionalni razvoj, resurse i kontinuiranu podršku kako bi osigurali da imaju potrebne vještine i znanje za učinkovito korištenje takvih alata (Ottenbreit-Leftwich et al., 2023). Kontinuirani profesionalni razvoj ključan je za edukatore kako bi bili u tijeku s najnovijim tehnološkim dostignućima. Sudjelovanje u stalnim programima obuke, istraživanje novih pedagoških pristupa i suradnja s drugim nastavnicima pomažu učiteljima da učinkovito uključe te tehnologije u svoje nastavne prakse.

Ambele i suradnici (2022) ističu potencijal generativne umjetne inteligencije kao asistenta u obrazovanju, naglašavajući njezinu sposobnost da poboljša iskustvo učenja pružanjem personalizirane podrške koja zadovoljava jedinstvene potrebe i stilove učenja studenata. GAI alati omogućuju personalizaciju obrazovnog iskustva, osiguravajući trenutne povratne informacije i pristup raznovrsnim resursima za unapređenje razumijevanja različitih predmeta. Korištenjem naprednih alata kao što je *ChatGPT* i *Gemini* studenti mogu poboljšati kritičko razmišljanje, kreativnost i rješavanje problema, istovremeno učinkovito izvršavajući zadatke poput pisanja eseja, rješavanja kompleksnih matematičkih jednadžbi i istraživanja složenih koncepata (Chan & Hu, 2023). GAI također podržava vizualnu i audio multimediju, stvarajući umjetnička djela i olakšavajući produkciju multimedijalnih sadržaja poput prezentacija, audiozapisa i videozapisa (Woodwalker, 2024). Konačno, GAI može učinkovito obavljati repetitivne i rutinske zadatke, oslobađajući vrijeme studentima za fokusiranje na učenje i istraživanje. Ovi alati ne samo da potiču akademski rast, već i promiču samostalno razmišljanje, učinkovitu suradnju i prilagodbu dinamičnom obrazovnom okruženju, čineći generativnu umjetnu inteligenciju neizostavnim dijelom suvremenog obrazovanja. Tablica 5 prikazuje neke od načina na koje studenti mogu koristiti generativnu umjetnu inteligenciju za poboljšanje svog učenja i rješavanje zadataka.

Tablica 5 *Mogućnosti korištenja GAI za studenete (Izvor: Autor)*

ZADATAK	PROMPT
Sažetak i teme	Pruži sažetak od 300 riječi o ulozi središnjih banaka u rješavanju makroekonomskih izazova.
Rješavanje jednadžbi	Riješi sljedeću kvadratnu jednadžbu: $x^2+5x+6=0$ $x^2 + 5x + 6 = 0$ i objasni korake. Zatim koristi te korake za rješavanje $0x^2+5x+6=0$

	jednadžbi s različitim vrijednostima kako bi vježbao rješavanje tih jednadžbi sam.
Pregled koncepata	Možeš li pružiti pregled koncepta kvantne mehanike?
Kreativno pisanje	Predloži kreativni zadatak za kratku priču koja uključuje putovanje kroz vrijeme. Procijeni prijedloge i koristi jedan ili kombinaciju njih za pisanje vlastitog kreativnog djela.
Alternativne formulacije	Imam problema s izražavanjem svog argumenta za ... Preformuliraj moje glavne točke.
Učenje jezika	Daj mi primjer složene rečenice koristeći riječ 'unatoč'.
Nacrt eseja	Moram napisati esej o uzrocima Drugog svjetskog rata. Možeš li mi pomoći stvoriti nacrt za organizaciju mojih ideja? Procijeni izlaz prema zahtjevima zadatka kako bi osigurao da pokrivaš glavne točke.
Povratne informacije	Pruži povratne informacije o mom eseju o klimatskim promjenama i predloži područja koja mogu poboljšati.
Kvaliteta jezika	Pruži povratne informacije o gramatici i vokabularu sljedećeg teksta ...
Priprema za ispit	Kreiraj šest pitanja s višestrukim izborom kako bi procijenio moje razumijevanje integracije od prvih principa u prvom razredu sveučilišnog kolegija iz matematike. Imaj na umu da tvoj predavač može postaviti druga pitanja.
Kod ili Excel formula	Objasni kako 'for' petlja radi u Pythonu i pruži primjer koda.
Planiranje projekata	Koje glavne teme trebaju biti pokrivena u ovoj temi: Afričke autohtone biljke? Procijeni izlaz prema zahtjevima zadatka i sadržaju modula kako bi osigurao da pokrivaš glavne točke.
Lektoriranje	Lektoriraj sljedeći tekst: ...
Excel formula	Kreiraj Excel formulu za izračunavanje prosjeka niza ćelija.
PowerPoint slajdovi	Kreiraj deset slajdova PowerPoint prezentacije na temu obnovljive energije ili koristi vlastiti tekst. Zatim je personaliziraj prema svom stilu.
Programski kod	Napiši Python program koji izračunava Fibonacci niz.
Životopis i intervju	Napiši životopis na temelju sljedećih informacija ...; dodatni dokument: Koristi moj životopis za pisanje popratnog pisma na temelju sljedećih ključnih zahtjeva iz opisa posla - zalijepi opis posla; Daj mi deset mogućih pitanja za intervju i odgovarajuće odgovore na temelju mog životopisa i opisa posla.
Sažetak čitanja	Napiši sažetak od 500 riječi o glavnim idejama " ... ". Procijeni izlaz prema zahtjevima zadatka i sadržaju modula kako bi osigurao da pokrivaš glavne točke.
Sinonimi i formulacije	Pruži alternativnu formulaciju za rečenicu: 'Rezultati istraživanja bili su neuvjerljivi'.
Prethodno znanje	Koje prethodno znanje trebam da bih razumio principe ponude i potražnje u ekonomiji?
Prijevod	Prevedi sljedeći odlomak s hrvatskog na španjolski: 'Internet je revolucionirao način na koji ljudi komuniciraju i dijele informacije.'
Podrška za učenje	Razdvoji korake uključene u rješavanje kvadratne jednadžbe i objasni svaki korak jednostavnim riječima.
Primjeri	Pruži primjer deduktivnog argumenta i induktivnog argumenta, te objasni razliku između njih.
Podrška za kodiranje	Objasni kako koristiti 'for' petlju u Pythonu za iteriranje kroz listu brojeva.
Savjeti za učenje	Koje su učinkovite strategije učenja za pripremu za ispite?
Pojmovnik	Kreiraj pojmovnik za uvod u kolegij psihologije na engleskom i hrvatskom.
Pitanja i odgovori	Generiraj deset pitanja s višestrukim izborom i odgovore na temu organske kemije.

5.1.2. Akademski GAI alati

Generativni alati umjetne inteligencije značajno redefinišu metodologije provođenja istraživanja i strukturu akademskih procesa. U kontekstu akademskih i istraživačkih radova, ovi alati omogućuju dubinsku analizu velikih skupova podataka, generiranje sadržaja, te optimizaciju repetitivnih zadataka, čime se poboljšava efikasnost i kvaliteta znanstvenih istraživanja. Uvođenjem sofisticiranih modela poput neuronskih mreža i velikih jezičnih modela, generativna umjetna inteligencija pomaže istraživačima u formuliranju hipoteza, izradi znanstvenih radova te izvođenju kompleksnih analitičkih postupaka s dosad neviđenom brzinom i preciznošću.

Istraživački radovi su ključni element akademске zajednice, a stvaranje takvih radova predstavlja temeljni cilj akademskih aktivnosti. Uvođenje generativne umjetne inteligencije u ovaj proces može značajno unaprijediti produktivnost i kvalitetu istraživanja. GAI pomaže istraživačima ne samo u analizi podataka, već i u strukturiranju i pisanju samih radova. Ovi alati omogućuju istraživačima da se fokusiraju na razvijanje originalnih ideja i kritičko razmišljanje, dok repetitivne i tehničke aspekte prepuštaju tehnologiji.

U akademskoj zajednici, prenošenje znanja i rezultata istraživanja je standardizirano akademskim stilom pisanja, koji je esencijalan za osiguravanje jasnosti, preciznosti i argumentiranosti. Kako bi se u potpunosti razumjela uloga i mogućnosti generativne umjetne inteligencije u visokom obrazovanju, prvo je važno definirati što je to akademski, istraživački i znanstveni rad i koja su pravila akademskog pisanja.

Akademski rad obuhvaća različite vrste pisanih djela, uključujući eseje, članke, disertacije i knjige, koji služe za prenošenje znanja i istraživačkih rezultata unutar akademске zajednice (Castillo-Martínez & Ramírez-Montoya, 2021). Istraživački rad specifično se odnosi na sistematsko istraživanje koje ima za cilj odgovoriti na specifična pitanja ili testirati hipoteze korištenjem znanstvenih metoda (Castillo-Martínez & Ramírez-Montoya, 2021). Znanstveni rad predstavlja publikacije koje su rezultat istraživačkih napora i obično prolaze kroz proces recenzije prije objavljivanja u znanstvenim časopisima (Castillo-Martínez & Ramírez-Montoya, 2021).

Akademsko pisanje predstavlja specifičan stil pisanja koji se koristi u akademskom i znanstvenom kontekstu s ciljem prenošenja ideja, istraživanja i

spoznaja na jasan, argumentiran i strukturiran način. Bitan je dio akademskog procesa jer omogućuje komunikaciju između znanstvenika, studenata i akademske zajednice te promovira razmjenu znanja i ideja. Ključne karakteristike akademskog pisanja uključuju preciznost, argumentiranost, jasnoću i akademski integritet. To znači da se u akademskom pisanju koriste jasni i precizni izrazi te da su tvrdnje i zaključci podržani relevantnim dokazima, istraživanjima ili citatima. Struktura akademskog teksta obično obuhvaća uvod, teorijski okvir, metodologiju istraživanja, rezultate, raspravu i zaključak. Osim toga, akademsko pisanje podrazumijeva poštivanje pravila citiranja i referenciranja izvora te izbjegavanje plagijata. Akademsko pisanje može biti izazovno zbog visokih standarda koje treba ispuniti, ali je ključno za razvoj kritičkog razmišljanja, analitičkih vještina i sposobnosti izražavanja kompleksnih ideja na strukturiran način (Paltridge, 2004). Radovi koji se pišu u akademskom okruženju moraju zadovoljiti kriterije originalnosti, jasnoće i preciznosti, argumentiranosti, metodologije, relevantnosti, etike te strukture i formatiranja (Paltridge, 2004). Originalnost je ključna jer znanstveni radovi trebaju sadržavati nove ideje, rezultate istraživanja ili spoznaje koje doprinose postojećem znanju. Jasnoća i preciznost osiguravaju da radovi budu razumljivi čitateljima, koristeći jezik prikladan za ciljanu publiku i izbjegavajući nepotrebne složenosti. Argumentiranost znači da svi aspekti rada, uključujući tvrdnje, hipoteze i zaključke, trebaju biti podržani relevantnim dokazima i logički prezentirani. Metodologija mora biti detaljno opisana kako bi se omogućila reprodukcija istraživanja, dok relevantnost znači da radovi trebaju doprinijeti razumijevanju ili rješavanju važnih pitanja u određenom području. Etika podrazumijeva poštivanje prava sudionika istraživanja, izbjegavanje plagijata i falsificiranja podataka te transparentnost u prijavljivanju sukoba interesa. Konačno, struktura i formatiranje trebaju biti usklađeni s prihvaćenim standardima za tip publikacije, uključujući jasan uvod, metode, rezultate, raspravu i zaključak.

Alati generativne umjetne inteligencije donose brojne koristi u izradi istraživačkih radova i akademskom pisanju, olakšavajući istraživačima i studentima različite aspekte procesa istraživanja i pisanja. Primjerice, alati za generiranje teksta, temeljeni na naprednim jezičnim modelima, omogućuju stvaranje inicijalnih verzija akademskih tekstova ili generiranje standardiziranih dijelova teksta, poput uvoda ili zaključka. Ovi alati značajno ubrzavaju proces pisanja, omogućujući istraživačima da se više posvete analizi rezultata i razvoju originalnih ideja. Nadalje, alati za uređivanje i provjeru teksta

koriste sofisticirane algoritme za detekciju gramatičkih i pravopisnih grešaka te daju sugestije za poboljšanje stila i strukture teksta, čime se povećava kvaliteta konačnog rada. Alati za pretraživanje znanstvene literature pomažu istraživačima u pronalaženju relevantnih radova i članaka, koristeći tehnike obrade prirodnog jezika za filtriranje rezultata pretraživanja. Na taj način, istraživači mogu brzo i učinkovito pronaći ključne izvore koji podržavaju njihovo istraživanje i razvoj hipoteza. Ovim primjenama, alati umjetne inteligencije unapređuju produktivnost, kvalitetu i učinkovitost akademskog pisanja te pridonose napretku istraživanja i razvoju znanja u različitim disciplinama. Prema navedenom, generativni alati umjetne inteligencije klasificirani su u četiri ključnih područja primjene, kako je prikazano u tablici 6, obuhvaćajući sve aspekte akademskog istraživanja i pisanja.

Tablica 6 Područja primjene akademskih GAI alata (Izvor: Autor)

PODRUČJA PRIMJENE	OPIS
Pronalaženje literature	Alati za pretraživanje i filtriranje znanstvene literature mogu koristiti tehnike obrade prirodnog jezika kako bi identificirali relevantne radove za određenu temu istraživanja.
Analiza istraživačkih članaka (radova)	Alati za poboljšano iskustvo čitanja (recenziranih) članaka. Oni mogu pružiti sažetke, izvući ključne uvide i ponuditi sučelje za postavljanje pitanja. Ovi alati su dizajnirani kako bi složene akademske radove učinili pristupačnijima i razumljivijima.
Generiranje hipoteza	Generativni modeli umjetne inteligencije za generiranje novih hipoteza ili ideja na temelju analize postojećih podataka. Ovi alati mogu otkriti skrivene obrasce ili veze među podacima koji mogu potaknuti daljnje istraživanje.
Pisanje i uređivanje	Alati za generiranje teksta ili uređivanje na temelju umjetne inteligencije mogu olakšati proces pisanja i uređivanja znanstvenih radova. Oni mogu sugerirati stilističke promjene, provjeriti gramatičke pogreške ili čak generirati dijelove teksta na temelju unesenih podataka.

5.1.2.1. Alati za pronalaženje literature

Autori se dosta bore s postupkom pronalaženja relevantne literature. Pronalaženje relevantne literature ključan je korak u pripremi akademskih radova jer pruža osnovu za istraživanje, analizu i interpretaciju tema. Postupak pronalaženja literature obično uključuje sljedeće korake; istraživači prvo jasno definiraju temu istraživanja kako bi usmjerili svoje pretraživanje, a zatim identificiraju ključne pojmove ili ključne riječi koji odražavaju bitne aspekte teme. Nakon toga, koriste bibliografske baze podataka poput *Google Scholar*, *Web of Science* ili *Scopus* za pretraživanje

relevantnih radova, filtrirajući rezultate prema različitim kriterijima kao što su vrsta izvora ili datum objave. Pregledavanjem rezultata, istraživači pažljivo analiziraju naslove, sažetke i ključne riječi radova kako bi odabrali one koji su najrelevantniji za njihovo istraživanje. Konačno, odabrane radove detaljno čitaju i analiziraju kako bi dobili dublje razumijevanje teme i korisne informacije za svoj rad. Ovaj postupak osigurava da akademski radovi budu utemeljeni na relevantnoj i pouzdanoj literaturi, što pridonosi kvaliteti i relevantnosti istraživanja.

Za pretragu literature najčešće se koriste alati kao što su *Consensus*, *Elicit*, *Inciteful*, *Laser AI*, *Litmaps*, *Research Rabbit*, *System Pro*, *Scite* i *Semantic Scholar*. GAI alati i njihove mogućnosti su prikazane u tablici 7.

Tablica 7 Alati za pronalaženje literature (Izvor: Autor)

ALAT	OPIS
Consensus	<i>Consensus</i> je tražilica koja pruža odgovore temeljene na dokazima iz znanstvenih istraživanja. Koristi GAI za izdvajanje ključnih nalaza iz recenziranih izvora i njihovu prezentaciju u sažetom i pristupačnom formatu. <i>Consensus</i> je potpuno bez reklama, što ga čini vrijednim resursom za pristup nepristranom znanju.
Elicit	<i>Elicit</i> je istraživački asistent inteligencijom koji koristi jezične modele za pronalaženje relevantnih akademskih radova, čak i bez savršenog podudaranja ključnih riječi. Također može sažeti i izvući ključne informacije, podržavati različite istraživačke zadatke i integrirati se s upraviteljima citata. <i>Elicit</i> je dostupan besplatno.
Inciteful	<i>Inciteful</i> je besplatan i otvoren alat za istraživanje koji koristi citate kako bi korisnicima pomogao u istraživanju i otkrivanju relevantne akademske literature. Njegove jedinstvene značajke uključuju alat za povezivanje literature za interdisciplinarnu studije i integraciju sa <i>Zoterom</i> . Platforma se brzo širi i trenutno se sastoji od dva različita alata, s više njih u razvoju.
Laser AI	<i>Laser AI</i> je aplikacija dizajnirana za pojednostavljenje sustavnih pregleda, posebno "živih" sustavnih pregleda. Njegov poluautomatski modul za izdvajanje podataka smanjuje vrijeme izdvajanja bez kompromitiranja kvalitete, obećavajući uštedu od 50% vremena u usporedbi s ručnim radnim procesima. <i>Laser AI</i> također nudi robusne sigurnosne i usklađene standarde.
Litmaps	<i>Litmaps</i> je alat koji pojednostavljuje proces pregleda literature stvaranjem vizualne karte relevantnih članaka i citata. Analizira obrasce citiranja kako bi pronašao najrelevantnije i povezane članke, smanjujući vrijeme potrebno za dovršetak pregleda literature dok poboljšava njegovu kvalitetu. <i>Litmaps</i> je popularan među doktorandima, znanstvenim komunikatorima i sveučilištima, pružajući koristi poput pronalaženja zanemarenih članaka, informiranja korisnika o novim publikacijama te olakšavanja učinkovite komunikacije i suradnje među kolegama.
Research Rabbit	<i>Research Rabbit</i> je digitalna platforma koja pojednostavljuje pretraživanje i upravljanje literaturom za istraživače. Nudi personalizirane preporuke, interaktivne vizualizacije i opcije suradnje, te se integrira s upraviteljima citata. Platforma je besplatna za istraživače i dobila je pozitivne povratne informacije za svoje intuitivno sučelje i značajke.
System Pro	<i>System Pro</i> je alat koji revolucionira pretraživanje i analizu znanstvene literature, osobito u području zdravstva i prirodnih znanosti. Efikasno sintetizirajući recenzirana istraživanja, korisnicima pruža točne, ažurirane preglede i

	transparentne citate. Također kontekstualizira pretraživanja preporučujući i vizualizirajući povezane teme, olakšavajući otkrivanje novih uvida.
Scite	<i>Scite.ai</i> je istraživački asistent koji pomaže istraživačima, studentima i piscima pretraživanjem milijuna istraživačkih članaka kako bi pružio pouzdane odgovore na pitanja i pomogao u zadacima pisanja. Također može pronaći suprotstavljene dokaze, sažeti sadržaj i pomoći u pronalaženju izvora za specifične izjave.
Semantic Scholar	<i>Semantic Scholar</i> je besplatni istraživački alat koji omogućava pristup opsežnoj bazi znanstvene literature. <i>Semantic Reader</i> je prošireni čitač koji nastoji transformirati znanstveno čitanje pružajući poboljšani kontekst i pristupačnost.

Za pretragu literature također se može koristiti *Google Gemini* koji je na autentičan način povezan s relevantnim istraživačkim bazama (Bhatia, 2023):

- *Google Scholar*
- *PubMed*
- *Semantic Scholar*
- *ArXiv*
- *Microsoft Academic*

Korištenje generativne umjetne inteligencije za pretragu znanstvene literature donosi niz prednosti istraživačima u akademskom okruženju. Alati mogu efikasno filtrirati i rangirati velike količine literature prema specificiranim kriterijima, čime istraživačima štede vrijeme i trud u pronalaženju relevantnih radova. Osim toga, GAI alati mogu koristiti napredne tehnike obrade prirodnog jezika i strojnog učenja kako bi identificirali ključne koncepte, trendove i uzorke unutar literature, pružajući istraživačima dodatne uvide i smjernice za daljnje istraživanje. Neke od prednosti su efikasnost, brzina, razumijevanje prirodnog jezika, identifikacija relevantnih tema i trendova, sinteza i sažimanje informacija, otkrivanje povezanih istraživanja, integracija s *Google Scholar*, višejezičnost i stalni razvoj (Bhatia, 2023).

GAI alati često nude personalizirane preporuke radova na temelju interesa, prethodnih pretraživanja i povijesti čitanja, što olakšava istraživačima pronalaženje relevantne literature iz njihovog područja interesa. Nadalje, alati generativne umjetne inteligencije mogu integrirati više izvora literature, uključujući znanstvene časopise, konferencijske radove, preddiplomske i doktorske disertacije te tehničke izvještaje, pružajući holistički pregled literature na određenu temu. Konačno, korištenje generativnih alata za pretragu literature omogućuje istraživačima brži pristup najnovijim istraživanjima i otkrićima u njihovom području, što može doprinijeti boljem

informiranju i napretku u akademskom istraživanju. Sve ove prednosti čine GAI alate neprocjenjivim resursom za istraživače koji žele efikasno istraživati, analizirati i razumjeti opsežne količine znanstvene literature.

5.1.2.2. Alati za analizu istraživačkih članaka

Analiza istraživačkih radova ključan je korak u akademskom istraživanju, omogućavajući istraživačima da identificiraju ključne uvide, trendove i zakonitosti u postojećoj literaturi te izvuku relevantne spoznaje i zaključke. Postupak analize istraživačkih članaka obično uključuje sljedeće korake; nakon prikupljanja relevantnih članaka, istraživači provode njihovu inicijalnu obradu kako bi identificirali najvažnije dijelove i uklonili suvišne informacije. Analiza članaka može uključivati sažimanje ključnih nalaza, sintezu informacija iz različitih izvora te vizualizaciju podataka kako bi se rezultati lakše interpretirali. Analizom istraživačkih članaka, istraživači dobivaju dublji uvid u svoje područje istraživanja, identificiraju praznine u postojećem znanju te formuliraju nove hipoteze i istraživačke smjernice. Ovaj proces omogućava donošenje informiranih odluka i formuliranje relevantnih zaključaka u okviru akademskog istraživanja.

Neki od najčešće korištenih alata generativne umjetne inteligencije za analizu istraživačkih članaka uključuju *Chat PDF*, *Explain Paper*, *Lateral AI*, *Open Read*, *Scholarly*, *SciSpace Copilot* i *Unriddle*. GAI alati i njihove mogućnosti su prikazane u tablici 8.

Tablica 8 Alati za analizu istraživačkih članaka (Izvor: Autor)

ALAT	OPIS
Chat PDF	<i>Chat PDF</i> pomaže istraživačima čitati i razumjeti složene akademske radove. <i>Chat PDF</i> koristi GAI za pružanje sučelja za razgovor, omogućujući istraživačima da postavljaju pitanja o radu i dobivaju odgovore u stvarnom vremenu. Sučelje temeljeno na razgovoru olakšava dobivanje informacija i odgovora iz PDF dokumenata.
Explain Paper	<i>Explain Paper</i> je online alat dizajniran za olakšavanje čitanja i razumijevanja istraživačkih radova. Korisnici mogu učitati istraživački rad na platformu, označiti bilo koji tekst i dobiti objašnjenje. Ova funkcionalnost ima za cilj učiniti istraživačke radove, koji često sadrže gust i složen jezik, pristupačnijima. Pruža jasne i sažete sažetke akademskih radova.
Lateral AI	<i>Lateral</i> je aplikacija koja nudi značajke kao što su pretraživanje teksta, organizacija nalaza, jednostavno dijeljenje i pregled dokumenata. Cilj aplikacije je učiniti istraživački rad organiziranim korištenjem GAI-a za lociranje i organizaciju nalaza.
Open Read	<i>Open Read</i> poboljšava angažman s recenziranim radovima pružajući jednostavne sažetke. Pruža interaktivne radove, promiče otvoreni pristup i nudi biblioteku knjiga

	te personalizirane planove čitanja. Međutim, još uvijek je u ranim fazama razvoja i može imati ograničenja u pokrivanju tema ili disciplina.
Scholarly	<i>Scholarly</i> je alat koji sažima znanstvene sadržaje, izdvaja strukturirane podatke i sažetke znanja te štedi vrijeme potrebno za izdvajanje ključnih informacija iz članka. Kreira sažetke u formatu Word ili PDF i podržava kolaborativno bilježenje i anotaciju. Također nudi proširenje za preglednik i stalno poboljšava svoje algoritme za sažimanje.
SciSpace Copilot	<i>SciSpace</i> je istraživačka platforma dizajnirana za pojednostavljenje otkrivanja i učenja u istraživanju. Nudi radni prostor od početka do kraja koji automatizira ponavljajuće zadatke i pomaže u brzom otkrivanju informacija. Platforma sadrži metapodatke za preko 200 milijuna radova i 50 milijuna full-text PDF-ova s otvorenim pristupom.
Unriddle	<i>Unriddle</i> je alat koji pojednostavljuje složene teme, sažima sadržaj i omogućava korisnicima postavljanje pitanja i dobivanje trenutnih odgovora. Može stvoriti prilagođeni GAI koristeći bilo koji dokument kao skup podataka, što ga čini korisnim za vođenje korisnika kroz složene teme. <i>Unriddle</i> je izgrađen na GPT-4 i može rukovati s oko 500.000 riječi. Idealan je za studente, istraživače i profesionalce kojima je potrebno brzo pronalaženje i razumijevanje relevantnih informacija.

Alati generativne umjetne inteligencije postali su ključni alati za analizu istraživačkih članaka u sve širem području akademskog istraživanja. Ovi alati uključuju automatsko sažimanje za izdvajanje suštine članaka, alate za sintezu informacija iz različitih izvora te semantičke alate za kontekstualizirano pretraživanje literature. Osim toga, nude analizu citata za praćenje utjecaja istraživanja, vizualizaciju mreža za grafički prikaz odnosa među člancima te rudarenje teksta za izdvajanje uvida iz velikih tekstualnih skupova podataka. GAI alati također uključuju analizu sentimenta za procjenu tona sadržaja i detekciju pristranosti kako bi se očuvala integritet istraživanja.

5.1.2.3. Alati za generiranje hipoteza

Generiranje hipoteza ključan je korak u istraživačkom procesu jer pomaže istraživačima da formuliraju predviđanja ili pretpostavke o odnosima među varijablama koje ispituju. Postupak generiranja hipoteza obično uključuje sljedeće korake; prvo, istraživači temeljeći se na literaturi, prethodnim istraživanjima ili promatranju fenomena, identificiraju varijable ili konstrukte koje žele istražiti. Zatim, na temelju tih varijabli formiraju hipoteze koje opisuju očekivane odnose između njih. Hipoteze mogu biti usmjerene na predviđanje pozitivnog, negativnog ili neutralnog odnosa između varijabli te se često izražavaju kao tvrdnje koje se mogu testirati empirijski. Važno je da hipoteze budu precizno formulirane i provjerljive, što znači da je njihovu valjanost moguće potvrditi ili opovrgnuti putem empirijskih istraživanja. Generiranje hipoteza pomaže istraživačima da usmjere svoje istraživanje prema određenim ciljevima i

pretpostavkama te pruža osnovu za planiranje istraživačkog dizajna i metodologije. Testiranjem hipoteza, istraživači mogu provjeriti svoje pretpostavke, proširiti znanje o istraživanom fenomenu i doprinijeti razumijevanju uzročnih veza među varijablama.

Neki od alata generativne umjetne inteligencije koji mogu pomoći u izradi hipoteza za znanstveno istraživanje uključuju *Gemini*, *Microsoft Copilot*, *SciSpace Copilot*, *ChatGPT* i *Hypothesis Generator*. *Hypothesis Generator*, specifično je dizajniran za identificiranje potencijalnih istraživačkih pitanja i hipoteza koje bi mogle biti relevantne za daljnje istraživanje. Proces uključuje prepoznavanje obrazaca i veza unutar podataka, omogućujući istraživačima formuliranje novih i inovativnih hipoteza temeljenih na postojećim dokazima i spoznajama. Na taj način, *Hypothesis Generator* pomaže u otkrivanju skrivenih veza i neotkrivenih područja unutar disciplina, što potiče razvoj originalnih istraživačkih ideja i ubrzava proces generiranja hipoteza.

5.1.2.4. Alati za pisanje i uređivanje

Kada je riječ o pisanju, alati za generiranje teksta mogu značajno pomoći istraživačima u stvaranju prvih verzija akademskih tekstova ili u generiranju dijelova teksta koji zahtijevaju standardizaciju, poput uvoda ili zaključka. Ovi alati ubrzavaju proces pisanja, omogućujući istraživačima da se više usredotoče na analizu rezultata ili na druge važne aspekte istraživanja. Nadalje, alati za uređivanje temeljeni na generativnoj umjetnoj inteligenciji mogu pomoći u provjeri gramatičkih i pravopisnih grešaka te dati sugestije za poboljšanje stila i strukture teksta. Kroz automatsko provjeravanje gramatičkih i pravopisnih grešaka, ovi alati pomažu u održavanju visoke razine jezične točnosti u akademskim radovima. Također, sugestije za poboljšanje stila i strukture mogu doprinijeti boljoj čitljivosti i razumljivosti teksta, poboljšavajući ukupnu kvalitetu rada. Korištenje GAI alata za pisanje i uređivanje omogućuje istraživačima da uštede vrijeme, poboljšaju kvalitetu svojih radova i učine ih još efikasnijim i profesionalnijima. Iz navedenog, moguće je izdvojiti tri vrste alata za pomoć pri pisanju:

- Alati za parafraziranje
- Alati za provjeru gramatike i stila
- Alati za generiranje teksta

Alati za parafraziranje koriste GAI za preformuliranje rečenica i odlomaka, zadržavajući izvorno značenje dok stvaraju novi tekst. Ovi alati posebno su korisni za izbjegavanje plagijata i poboljšanje originalnosti rada. *QuillBot* je jedan od najpoznatijih alata u ovoj kategoriji jer koristi sofisticirane algoritme kako bi ponudio različite načine preformuliranja teksta. Ovaj alat omogućuje istraživačima i studentima da brzo i učinkovito revidiraju svoje radove, osiguravajući da tekst ostane aktualan i jedinstven.

Preciznost i jasnoća ključne su za kvalitetu akademskih radova, a alati za provjeru gramatike i stila igraju vitalnu ulogu u postizanju tih standarda. *Grammarly* je jedan od najpoznatijih alata u ovoj kategoriji, pružajući detaljne analize gramatike, pravopisa i stila pisanja. Ovaj alat ne samo da identificira greške, već i daje sugestije za poboljšanje jasnoće i konzistentnosti teksta. Korištenjem ovog alata, istraživači i studenti mogu osigurati da su njihovi radovi jezično točni i stilistički dosljedni, što značajno doprinosi profesionalizmu i jasnoći akademskog pisanja. *ProWritingAid* je još jedan sveobuhvatan alat koji nudi analize gramatike, stila i strukture, dok *Hemingway Editor* dodatno poboljšava čitljivost ističući složene rečenice i pasivni glas, potičući studente i istraživače da pišu jednostavnije i jasnije.

Alati za generiranje teksta koriste napredne modele umjetne inteligencije kako bi kreirali tekstove prema specifičnim uputama korisnika. Ovi alati pružaju značajnu podršku u izradi početnih nacrtu eseja, članaka ili referenci. Među najčešće korištenim alatima generativne umjetne inteligencije, koji su sposobni generirati koherentan i relevantan tekst na temelju zadanih tema ili pitanja, ubrajaju se *Jenni.ai*, *PaperPal*, *Trinka*, *Wisio* i *Writefull*. Funkcionalnosti i mogućnosti ovih GAI alata detaljno su prikazane u tablici 9. Uz njih *ChatGPT*, *Gemini* i *Microsoft Copilot* također posjeduju sposobnost generiranja visokokvalitetnog sadržaja.

Tablica 9 Alati za pisanje i uređivanje (Izvor: Autor)

ALAT	OPIS
Jenni.ai	Jenni AI pruža funkcionalnosti poput automatskog dovršavanja teksta, citiranja u tekstu i parafraziranja te može pomoći s različitim vrstama sadržaja. Koristi kombinaciju vlastitih GAI sustava, GPT-4 i ChatGPT. Alat podržava više jezika i može generirati tekst na odabranom jeziku s mogućnošću prevođenja između jezika.
PaperPal	PaperPal je alat za uređivanje akademskih tekstova koji koristi GAI kako bi osigurao jasnoću, koherentnost i usklađenost s akademskim standardima pisanja. PaperPal analizira dokumente kako bi identificirao slabosti i ponudio poboljšanja, provjeravajući tehničku usklađenost i jezične standarde kvalitete koje postavljaju časopisi. Aplikacija je certificirana prema ISO / IEC 27001-2013.

Trinka	Trinka je alat za pisanje i uređivanje, dizajniran specifično za akademsko i tehničko pisanje. Pomaže istraživačima da poboljšaju jasnoću i koherentnost svojih radova te osigurava da tekst zadovoljava akademske standarde pisanja.
Wisio	Wisio je platforma koja pojednostavljuje proces znanstvenog pisanja. Nudi personalizirane prijedloge teksta, izdvajanje citata, prevođenje i alate za korekciju engleskog jezika.
Writefull	Writefull je alat koji pomaže u uređivanju akademskih tekstova koristeći GAI kako bi osigurao jasnoću, koherentnost i usklađenost s akademskim standardima pisanja. Writefull također pruža povratne informacije o jeziku i pomaže govornicima koji nisu izvorni govornici engleskog jezika da poboljšaju jezičnu kvalitetu svojih radova.

Upotrebom ovih alata istraživači mogu značajno povećati učinkovitost i kvalitetu svojih akademskih radova. Alati za parafraziranje osiguravaju da je rad originalan i dobro referenciran, dok alati za provjeru gramatike i stila osiguravaju da je jezična točnost na visokoj razini. Alati za generiranje teksta pružaju vrijedne smjernice i podršku u ranim fazama pisanja, omogućujući istraživačima da se usredotoče na dubinsku analizu i interpretaciju podataka. Kombinacija ovih alata rezultira radovima koji su ne samo jezično točni i profesionalno napisani, već i bogati sadržajem i duboko analizirani, što doprinosi općoj kvaliteti i utjecaju akademskih istraživanja.

Upotreba u skladu s etičkim načelima alata generativne umjetne inteligencije za pisanje akademskih radova podrazumijeva poštovanje autorskih prava, akademskog integriteta i transparentnosti u procesu istraživanja i pisanja. Pri korištenju ovih alata, istraživači bi trebali osigurati da su svi rezultati, ideje i citati pravilno referencirani i pripisani izvornim autorima. To uključuje jasno označavanje generiranih tekstova ili dijelova teksta koji su proizvedeni pomoću alata umjetne inteligencije kako bi se izbjegla zabuna ili nesporazumi u vezi s autorskim pravima. Transparentnost u korištenju ovih alata također je važna, što znači da istraživači trebaju jasno opisati kako su alati korišteni u procesu istraživanja i pisanja, uključujući njihove prednosti, ograničenja i potencijalne utjecaje na krajnje rezultate. Nadalje, akademski integritet treba biti neupitan, a istraživači bi trebali izbjegavati plagijat ili neetično korištenje tuđih radova ili ideja. Poštivanjem ovih etičkih principa, istraživači osiguravaju integritet i kvalitetu svojih radova te doprinose očuvanju povjerenja i ugleda u akademskoj zajednici.

5.2. Upute za korištenje GAI u obrazovanju

Jedan od ključnih aspekata učinkovite upotrebe generativne umjetne inteligencije u obrazovanju je prompt inženjering (engl. *prompt engineering*). Prompt inženjering igra ključnu ulogu u optimizaciji komunikacije između ljudi i umjetne inteligencije, vodeći generativne AI modele da proizvode kontekstualno relevantne i smislene izlaze (Korzynski et al., 2023). Prompt, opis ili uputa je tekst na prirodnom jeziku koji zahtijeva od generativne umjetne inteligencije da izvrši određeni zadatak (Korzynski et al., 2023).

Shodno tome prompt inženjering definira se kao proces dizajniranja, oblikovanja i usavršavanja unosa kako bi se dobili specifični odgovori od generativnog AI modela, s ciljem optimizacije rezultata interakcije kroz pažljivo razmatranje zadanih opisa (Bozkurt & Sharma, 2023). Učinkovitost GAI-a značajno ovisi o algoritmima i podacima na kojima su izgrađeni, kao i o kvaliteti promptova koje primaju (Bsharat et al., 2023).

Stvaranje učinkovitih promptova za modele koji generiraju tekst uključuje suptilno razumijevanje specifičnog jezičnog zadatka. Budući da svaki zadatak ima jedinstvene zahtjeve, struktura promptova mora biti prilagođena u skladu s tim. Ovo je ključno jer način na koji je prompt strukturiran može značajno utjecati na izlaz modela, utječući na njegovu relevantnost, koherentnost i ukupnu učinkovitost. Za modele koji generiraju tekst, stvaranje promptova obično se oslanja na želju za rješavanjem specifičnog jezičnog zadatka, stoga se arhitektura promptova razlikuje od zadatka do zadatka. Kako bi mogli koristiti ovakvu generativnu umjetnu inteligenciju učinkovito, korisno je razmotriti nekoliko ključnih elemenata koji doprinose izradi pouzdanog opisa (Ekin, 2023):

- Kontekst
- Jasne upute
- Ulazni podaci
- Izlazni podaci

Prvo, kontekst je bitan. Pružanje konteksta uključuje davanje modelu informacije o ulozi koju treba preuzeti ili bilo koje situacijske detalje koji mogu utemeljiti njegove odgovore. Na primjer, ako je zadatak napisati sažetak diplomskog rada, kontekst može specificirati da model djeluje kao student informacijskih znanosti koji priprema diplomski rad. Ova osnova pomaže modelu generirati relevantnije i kontekstualno

prikladne odgovore. Drugo, jasne upute su od najveće važnosti. Komponenta upute prompta eksplicitno navodi zadatak koji treba izvršiti. Ova jasnoća pomaže modelu razumjeti što se točno očekuje. Treći element su ulazni podaci. Ulazni podaci uključuju sve potrebne informacije koje model treba koristiti kako bi učinkovito izvršio zadatak. Ovo može uključivati pružanje specifičnih podataka za *few-shot* učenje ili detaljne informacije relevantne za zadatak. Na primjer, ulazni podaci mogu uključivati naslov diplomskog rada, ključne ciljeve istraživanja, metodologiju i glavne nalaze. Pružanje ovih podataka pomaže modelu generirati odgovore koji su informirani i točni. Na kraju, specificiranje očekivanog formata izlaza je ključno. Precizno određivanje formata izlaza pomaže modelu razumjeti opseg i stil odgovora, osiguravajući da zadovolji korisnikove zahtjeve.

- **Primjer 1:** 'Objasni što je inženjering promptova. Piši kratko i bez nepotrebnih detalja.'
 - Ovaj primjer ne pruža jasnu strukturu za odgovor niti precizira ciljanu publiku. Izraz 'kratko i bez nepotrebnih detalja' nije dovoljno jasan.
- **Primjer 2:** 'Napiši objašnjenje u 3-5 rečenica o tome što je inženjering promptova. Piši kao da se obraćate srednjoškolu.'
 - Ovaj primjer pruža jasnu strukturu odgovora i specificira ciljanu publiku, čime signalizira odgovarajući ton i vokabular za korištenje u odgovoru.

Implementacija učinkovitih strategija od esencijalne je važnosti za poboljšanje performansi velikih jezičnih modela i generativne umjetne inteligencije u različitim primjenama. Slijedeći metode, smjernice i najbolje prakse o kojima se raspravlja u ovom radu, korisnici mogu postići točnije, relevantnije i prikladnije odgovore od generativnih modela za pretvorbu teksta u sliku i teksta u tekst.

Također je potrebno analizirati niz resursa koji olakšavaju proces inženjeringa promptova u sustavima generativne umjetne inteligencije. Ovi resursi obuhvaćaju platforme i baze podataka, kao što su *PromptBase* i *Promptvine*, koje pružaju gotove promptove ili omogućuju korisnicima razmjenu njihovih promptova s drugima. Open-source okviri, poput *OpenPrompta*, dodatno proširuju mogućnosti ovih resursa pružajući prilagodljivo okruženje za korisnike, omogućujući im da uče, eksperimentiraju i dizajniraju vlastite promptove, čime se potiče razvoj vještina u inženjeringu promptova.

Zajednice također igraju ključnu ulogu u ekosustavu generativne umjetne inteligencije. Platforme poput *Learn Prompting* okupljaju entuzijaste iz različitih područja, omogućujući im dijeljenje znanja, iskustava i najboljih praksi. Takve zajednice stvaraju poticajno okruženje koje promiče učenje i rast u području generativne umjetne inteligencije. Osim toga, brojni vodiči, kao što su *Prompting Guide* i *OpenAI Best Practices*, pružaju smjernice za inženjering promptova i općenite prakse za GAI. Ovi resursi su neprocjenjivi alati, posebice za početnike koji žele uspostaviti čvrste temelje i razumijevanje tehnika generativne umjetne inteligencije.

Kombinacija platformi, *open-source* okvira, zajednica i edukativnih resursa stvara sveobuhvatan sustav koji podržava učenje i razvoj vještina u inženjeringu tekstualnih upita za generativnu umjetnu inteligenciju. Ovi resursi ne samo da olakšavaju proces učenja za početnike, već također omogućuju iskusnim korisnicima da dodatno unaprijede svoje vještine i doprinesu razvoju zajednice generativne umjetne inteligencije. Integracija ovih različitih resursa omogućuje korisnicima da učinkovitije koriste generativne AI alate, pridonoseći tako njihovoj akademskoj i profesionalnoj izvrsnosti.

5.3. Smjernice za korištenje GAI u obrazovanju

Različite institucije, uključujući sveučilišta, istraživačke organizacije, obrazovne institucije i izdavačke kuće izdale su smjernice o primjerenom upotrebi generativne umjetne inteligencije kako bi se osiguralo optimalno iskorištavanje njihovih prednosti. Međutim, mnoštvo tih smjernica i preporuka stvorilo je složen okvir koji akademskoj zajednici otežava odabir odgovarajućih smjernica za specifične kontekste.

5.3.1. Smjernice za učitelje, profesore i nastavnike

Generativne tehnologije umjetne inteligencije, kao što su obrada prirodnog jezika i generiranje slika, nude inovativne mogućnosti za edukatore da poboljšaju iskustva podučavanja i učenja. Međutim, etička upotreba GAI u obrazovanju zahtijeva pažljivo razmatranje i pridržavanje smjernica koje prioritiziraju dobrobit učenika, kritičko razmišljanje i etičku odgovornost. Europska komisija pružila je niz etičkih smjernica kako bi pomogla nastavnicima u integriranju GAI u obrazovanje s integritetom i

transparentnošću. Ključne smjernice za nastavnike uključuju (Europska komisija, 2022):

- Transparentnost i odgovornost
- Etička razmatranja
- Dobrobit i autonomija učenika
- Kontinuirana evaluacija i poboljšanje

Nastavnici koji koriste GAI u obrazovanju moraju prioritizirati transparentnost i odgovornost. Važno je otvoreno komunicirati s učenicima, roditeljima i dionicima o upotrebi GAI tehnologija, uključujući njihovu integraciju u obrazovni okoliš i potencijalne implikacije za iskustva učenika. Potičući transparentnost, nastavnici mogu izgraditi povjerenje i riješiti zabrinutosti vezane uz privatnost podataka, algoritamske pristranosti i etičke implikacije upotrebe GAI.

Prilikom uključivanja GAI u obrazovne postavke, nastavnici moraju razmotriti etičke implikacije tih tehnologija. To uključuje osiguravanje odgovorne i etičke upotrebe GAI alata kako bi se izbjeglo širenje dezinformacija ili štetnog sadržaja. Nastavnici bi trebali upoznati učenike s etičkom upotrebom GAI, naglašavajući kritičko razmišljanje, digitalno građanstvo i respektabilno uključivanje u sadržaje generirane umjetnom inteligencijom. Promicanjem etičkih razmatranja, nastavnici mogu osnažiti učenike da se kreću digitalnim prostorom s integritetom i etičkom sviješću.

Dobrobit i autonomija učenika trebaju biti središnje razmatranje u upotrebi GAI u obrazovanju, kao što je to bio i slučaj s uvođenjem sustava za e-učenje (Klasnić et al., 2008; Klasnić et al., 2010). Nastavnici moraju prioritizirati sigurnost učenika, mentalno zdravlje i emocionalnu dobrobit prilikom implementacije GAI tehnologija. Ključno je stvoriti podržavajuću i uključivu obrazovnu okolinu koja osnažuje učenike da se kritički angažiraju s GAI alatima, uz poštovanje njihove autonomije i individualnih potreba u učenju. Nastavnici trebaju biti svjesni potencijalnog utjecaja GAI na dobrobit učenika i poduzeti proaktivne mjere kako bi riješili sve poteškoće koje se mogu pojaviti.

Nastavnici koji koriste GAI u obrazovanju trebali bi se baviti kontinuiranom evaluacijom i poboljšanjem svojih praksi. To uključuje traženje povratnih informacija od učenika, roditelja i kolega kako bi se procijenio utjecaj GAI na ishode podučavanja i učenja. Traženjem povratnih informacija, nastavnici mogu identificirati područja za poboljšanje, riješiti etičke zabrinutosti i prilagoditi svoju upotrebu GAI tehnologija kako

bi bolje zadovoljili potrebe obrazovne zajednice. Kontinuirana evaluacija i poboljšanje ključni su za osiguravanje odgovorne i etičke upotrebe GAI u obrazovnim postavkama.

Zaključno, smjernice za nastavnike o odgovornoj upotrebi generativne umjetne inteligencije u obrazovanju naglašavaju važnost transparentnosti, etičkih razmatranja, dobrobiti učenika i kontinuirane evaluacije. Pridržavajući se ovih smjernica, nastavnici mogu iskoristiti potencijal GAI tehnologija za poboljšanje iskustava podučavanja i učenja, dok ujedno poštuju principe integriteta, odgovornosti i etičke odgovornosti. Nastavnici igraju ključnu ulogu u oblikovanju etičke upotrebe GAI u obrazovanju i stvaranju obrazovnog okoliša koji prioritizira dobrobit učenika, kritičko razmišljanje i etičko angažiranje s AI tehnologijama.

5.3.2. Smjernice za učenike i studente

Alati generativne umjetne inteligencije pojavili su se kao istaknuti resursi u i suvremenom obrazovnom okruženju, nudeći studentima nove puteve za učenje i akademsku podršku. Međutim, integracija GAI tehnologija zahtijeva savjestan pristup učenika i studenata kako bi se osiguralo etičko i odgovorno korištenje ovih alata. Alati poput modela *ChatGPT* mogu izvršiti mnoge akademske i školske zadatke, čineći ih privlačnijima studentima koji se suočavaju s brojnim obvezama ili krizama s rokovima.

Široka upotreba velikih jezičnih modela prirodno je dovela do potražnje za alatima koji mogu detektirati sadržaj generiran umjetnom inteligencijom. Razvijeni su različiti alati za ovu svrhu, kao što su *TurnItIn*, *GPTZero* i *OpenAI-ov* klasifikator. (Bala & Alex Colvin, 2023). Međutim, tehničke metode za regulaciju korištenja umjetne inteligencije u učionicama trenutno imaju ograničenu učinkovitost bez drugih oblika dokaza. Za razliku od tradicionalnog plagijata, koji se oslanja na identificiranje doslovnih kopija teksta, otkrivanje sadržaja generiranog umjetnom inteligencijom može se izvršiti samo statistički, što rezultira lažno pozitivnim i negativnim rezultatima. Jedno moguće rješenje je da pružatelji usluga GAI ograniče svoje sustave kako bi spriječili odgovaranje na uobičajena pitanja iz domaćih zadaća. Iako je tehnički izvedivo da pružatelji usluga implementiraju ta ograničenja ili da sveučilišta upravljaju vlastitim ograničenim uslugama, ove mjere nisu bile nepogrešive. Osim pravednosti prema ostalim studentima i edukatorima, značajna zabrinutost je da bi oslanjanje na GAI moglo ometati studentsku praksu i povjerenje u svladavanje potrebnog znanja ili

vještina. Nastavnici bi trebali studentima objasniti važnost izvršavanja zadataka bez prečaca kako bi postigli ishode učenja, naglašavajući kako ti ishodi doprinose akademskom i osobnom razvoju i zašto su kršenja akademskog integriteta štetna za pojedinca i širu zajednicu za učenje. Uzimajući u obzir sve navedene argumente, dolazi se do zaključka da zabrana upotrebe takvih alata u obrazovnom i akademskom okruženju nije praktično izvediva (Yu, 2023).

Zabrinutost je uglavnom povezana s akademskom čestitošću, varanjem i plagiranjem. Sveučilišta i škole morali su razviti smjernice kao odgovor na GAI. Kako su mnoge od ovih smjernica razvijene u žurbi i mogle bi utjecati na veliki broj edukatora i učenika, postoji potreba da se ispita njihov sadržaj, pokrivenost i prikladnost. Istraživanje provedeno u listopadu 2023. usredotočilo se na analizu smjernica koje je razvilo 50 najboljih sveučilišta na svijetu u vezi s korištenjem alata generativne umjetne inteligencije (Moorhouse et al., 2023). Istraživanje je imalo za cilj utvrditi prisutnost smjernica, njihov sadržaj i savjete dane instruktorima u vezi s GAI i procjenom. Smjernice koje izdaju sveučilišta obuhvaćaju različite aspekte povezane s korištenjem alata generativne umjetne inteligencije (GAI) i evaluacijom, uključujući pitanja autorstva, plagijata, preporuke za oblikovanje evaluacijskih metoda, identifikaciju upotrebe GAI-a, odgovornost korisnika, pravilnu i nepravilnu primjenu GAI alata te komunikaciju sa studentima. Smjernice također naglašavaju važnost fokusiranja na vrijednost učenja, intelektualne borbe i procesa pronalaženja odgovora, a ne samo na sam konačni odgovor. Edukatori se potiču na pomaganje studentima da razumiju kratkoročne, srednje i dugoročne implikacije korištenja GAI alata za njih same i društvo. Sveukupno, istraživanje naglašava potrebu za jasnim smjernicama o korištenju GAI alata u obrazovanju kako bi se osigurala akademska čestitost, poduprlo edukatore u prilagodbi novim tehnologijama i promicalo etičko korištenje umjetne inteligencije u obrazovnim okruženjima. Stoga ključne smjernice za studente i učenike uključuju (Moorhouse et al., 2023):

- Razumijevanje akademske čestitosti
- Pravilno citiranje i priznanje
- Originalnost i kreativnost
- Kritičko razmišljanje i proces učenja
- Etičko korištenje tehnologije
- Savjetovanje s edukatorima

Prvenstveno, studenti moraju njegovati snažno razumijevanje načela akademskog integriteta i etičkih posljedica povezanih s ugradnjom GAI alata u njihove akademske napore. Imperativ je da studenti razaznaju granice između neprikladnog akademskog ponašanja, kao što je varanje i plagijat, u slučaju kada integriraju sadržaj generiran umjetnom inteligencijom u svoje znanstvene rezultate. Podržavajući načela akademskog poštenja, studenti mogu očuvati vjerodostojnost svog rada i održavati etičke standarde unutar svojih akademskih nastojanja.

U korištenju GAI alata za akademsku pomoć, studenti bi trebali dati prednost pedantnom citiranju i priznavanju sadržaja generiranog umjetnom inteligencijom. To podrazumijeva pripisivanje izvora informacija koje generiraju alati umjetne inteligencije kako bi se priznao intelektualni doprinos tih tehnologija. Kroz savjesno priznanje uloge umjetne inteligencije u njihovom radu, studenti pokazuju poštovanje prava intelektualnog vlasništva i naglašavaju svoju predanost akademskoj čestitosti.

Nadalje, studenti bi trebali nastojati očuvati originalnost i poticati kreativnost u svojim akademskim pothvatima, čak i kada se služe GAI alatima. Dok umjetna inteligencija može pružiti vrijedne uvide i podršku, studenti bi se trebali suzdržati od isključivog oslanjanja na sadržaj generiran umjetnom inteligencijom. Umjesto toga, trebali bi svoje zadatke prožeti osobnim uvidima, kritičkim analizama i posebnim perspektivama kako bi naglasili svoju individualnost i akademsku snagu.

Osim naglašavanja konačnih ishoda omogućenih GAI alatima, studenti trebaju naglasiti važnost procesa učenja i njegovanja vještina kritičkog mišljenja. Imperativ je da učenici shvate temeljne koncepte ugrađene u sadržaj generiran umjetnom inteligencijom i aktivno se uključe u proces učenja kako bi produbili svoje razumijevanje predmeta. Dajući prioritet učenju nad pukim rezultatom, studenti mogu povećati svoju akademsku oštroumnost i intelektualni rast.

Štoviše, studenti koji koriste GAI alate trebali bi pokazivati pozornost u pogledu etičkih implikacija tehnologije i razmatrati šire društvene posljedice svog oslanjanja na AI za akademske zadatke. Na studentima je da tehnologijom rukuju razborito i etički, uzimajući u obzir etičke dimenzije svojih postupaka na osobnoj i društvenoj razini. Pristupajući korištenju GAI alata kroz etičku prizmu, studenti mogu pridonijeti čestitom i etičkom akademskom miljeu.

Na kraju, u slučajevima nesigurnosti ili pitanja koja se odnose na odgovarajuću upotrebu GAI alata u akademskim aktivnostima, studenti bi trebali potražiti savjet od svojih nastavnika ili akademskih mentora za smjernice i objašnjenja. Traženje smjernica od edukatora može pomoći studentima u snalaženju u složenostima koje su svojstvene integraciji GAI tehnologije u njihove akademske zadatke dok se pridržavaju akademskih standarda i etičkih pravila.

5.3.3. Smjernice za istraživački rad

Generativna umjetna inteligencija pruža brojne mogućnosti u različitim sektorima, ali također nosi rizike, poput širenja dezinformacija u velikom opsegu i neetičkih upotreba koje mogu imati značajne društvene posljedice (Bala & Alex Colvin, 2023). Posebno je pogođeno akademsko i obrazovno područje, gdje GAI može ubrzati znanstvena otkrića i poboljšati istraživačke i obrazovne procese, ali također može ugroziti integritet i etiku istraživanja. Generativna umjetna inteligencija nudi nekoliko prednosti za istraživanje (Van Noorden & Perkel, 2023). Prvo, može ubrzati otkrića procesiranjem i analizom ogromnih skupova podataka u kratkom vremenu, čime se ubrzavaju znanstvena otkrića. Drugo, GAI poboljšava učinkovitost i brzinu istraživačkih i verifikacijskih procesa, podržavajući znanstvenike u njihovom radu. Treće, GAI pomaže osobama koje nisu izvorni govornici u pisanju tekstova na više jezika, što olakšava međunarodnu suradnju i diseminaciju rezultata. Nadalje, GAI može brzo generirati sažetke tekstova iz velikih korpusa, čime štedi vrijeme istraživačima. GAI pomaže i u automatskom pronalaženju i kontekstualizaciji velikih količina znanja, olakšavajući pristup relevantnim informacijama.

Međutim, ove prednosti prate značajni rizici. Tehnička ograničenja poput pristranosti, netočnosti i halucinacija GAI-a mogu negativno utjecati na rezultate istraživanja (Bala & Alex Colvin, 2023). Zloupotreba generativne umjetne inteligencije može ozbiljno ugroziti integritet istraživanja narušavanjem ustaljenih istraživačkih praksi. Osim toga alati su obilježeni ograničenom transparentnošću, pristupom i visokim troškovima, stvarajući prepreke za akademsku zajednicu. Nadalje, centralizacija vlasništva nad ovim alatima može ograničiti njihovu dostupnost i spriječiti inovacije, što ograničava njihov potencijal za široku primjenu i napredak u istraživanju.

Kako bi se odgovorilo na ove izazove, *European Research Area Forum* u ožujku 2024. objavljuje smjernice za odgovornu upotrebu generativne GAI u istraživanju (European Commission, 2024). Smjernice se dotiču problema pouzdanosti, iskrenosti, poštovanja i dogovornosti. Stoga ključne smjernice za istraživače uključuju (European Commission, 2024):

- Održavanje odgovornosti,
- Osiguranje transparentnosti
- Zaštitu privatnosti i povjerljivosti
- Poštivanje zakona
- Kontinuirano učenje
- Izbjegavanje osjetljivih aktivnosti

Istraživači i studenti moraju preuzeti odgovornost za sadržaj podržan generativnom umjetnom inteligencijom, kritički pristupati rezultatima koje ona pruža i izbjegavati korištenje lažiranih materijala. Transparentnost u istraživanju zahtijeva detaljno navođenje korištenih GAI alata, uključujući naziv alata, verziju, datum korištenja i utjecaj koji je korištenje imalo na istraživanje. Uz to, zaštita privatnosti i povjerljivosti obuhvaća očuvanje neobjavljenih ili osjetljivih radova i osobnih podataka, uz razumijevanje tehničkih i etičkih implikacija koje se odnose na privatnost, povjerljivost i intelektualno vlasništvo. Poštivanje zakona podrazumijeva pridržavanje nacionalnih, EU i međunarodnih propisa kako bi se izbjeglo prepisivanje i odgovorno postupanje s osobnim podacima. Kontinuirano učenje podrazumijeva da istraživači trebaju biti u toku s najboljim praksama za korištenje GAI alata te dijeliti stečeno znanje s kolegama i dionicima. Konačno, izbjegavanje osjetljivih aktivnosti uključuje suzdržavanje od korištenja GAI u recenzijama ili evaluacijama prijedloga kako bi se spriječilo nepravedno postupanje i izlaganje neobjavljenih radova.

5.3.4. Smjernice u Hrvatskoj

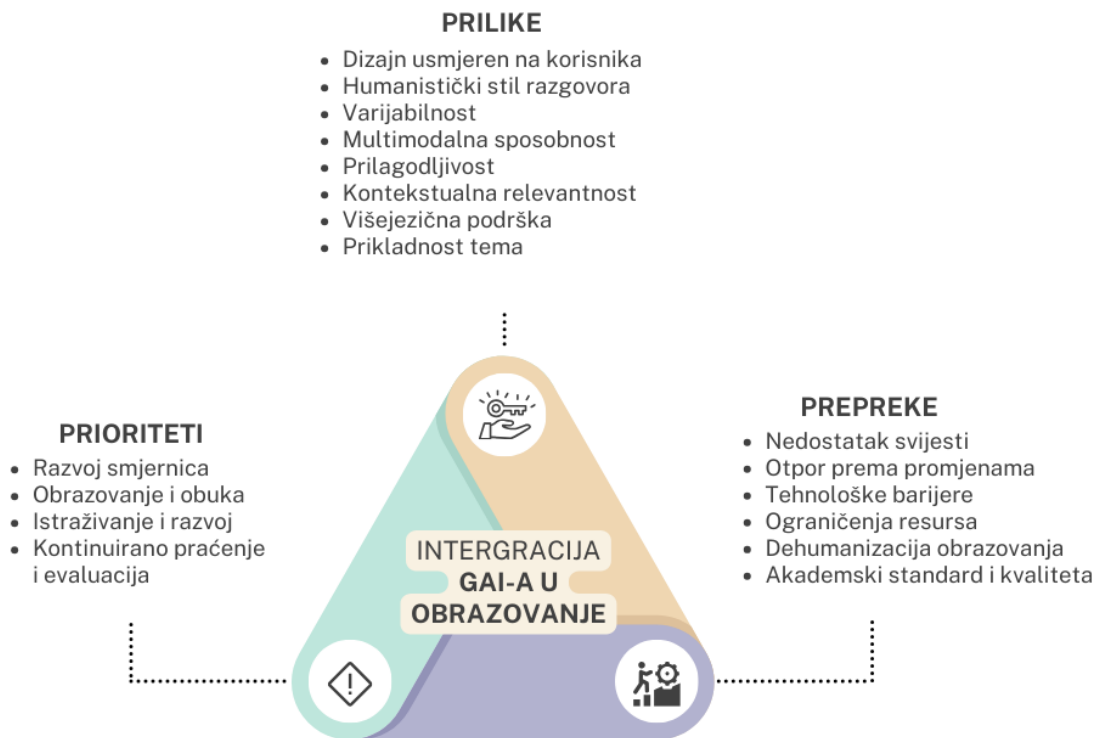
U Hrvatskoj, iako se prepoznaje utjecaj generativne umjetne inteligencije na obrazovanje, većina sveučilišta, fakulteta i škola još uvijek nije razvila smjernice i standarde za korištenje GAI-a u obrazovanju. Sveučilište u Zagrebu Fakultet organizacije i informatike (FOI) jedan je od prvih koji je prepoznao značajnu ulogu alata generativne umjetne inteligencije u oblikovanju i unapređenju procesa učenja,

poučavanja te znanstveno-istraživačke djelatnosti. Stoga, FOI je u svibnju 2024. objavio "Okvir korištenja alata umjetne inteligencije u nastavi, studentskim radovima i istraživanju" (Lovrenčić et al., 2024). FOI promiče primjenu alata umjetne inteligencije kao sredstva za poticanje inovacija i kreativnosti unutar akademske zajednice, uz istovremeno osiguranje da se korištenje tih alata obavlja na odgovoran, etički prihvatljiv i zakonski reguliran način. Također, Agencija za elektroničke medije i ured UNICEF-a za Hrvatsku objavili su u travnju 2024. edukativni priručnik "Umjetna inteligencija u obrazovanju". Ovaj priručnik, namijenjen učiteljima, nastavnicima, stručnim suradnicima, ravnateljima i ostalim stručnjacima u sustavu obrazovanja, donosi informacije, objašnjenja, primjere i pitanja za promišljanje i raspravu te prijedloge aktivnosti za učenike i učitelje (Blažić et al., 2024).

Istraživači i studenti koji se bave generativnom umjetnom inteligencijom u obrazovnom okruženju moraju se pridržavati temeljnih smjernica za održavanje akademskog integriteta, etičkog ponašanja i odgovornog korištenja tehnologije. Asimiliranjem etičkih razmatranja, pridržavanjem pedantnih praksi citiranja, poticanjem originalnosti, davanjem prioriteta procesu učenja, razmatranjem etičkih implikacija i traženjem smjernica kada je to potrebno, studenti mogu iskoristiti prednosti GAI alata uz održavanje etičkih standarda u svojim akademskim aktivnostima. Kroz savjestan i etički angažman s alatima generativne umjetne inteligencije, studenti, istraživači i nastavnici mogu obogatiti svoja obrazovna iskustva i njegovati kulturu akademskog integriteta unutar obrazovnih domena.

5.4. Rasprava

U ovom radu temeljito su istraženi i predstavljeni izazovi i prednosti integriranja umjetne inteligencije u obrazovni sustav. Sukladno prethodnim istraživanjima, pokazuje se da generativna umjetna inteligencija ima potencijal da revolucionira obrazovanje na više različitih načina (Tlili et al., 2023). Međutim, kako bi se maksimizirale sve prednosti koje umjetna inteligencija može ponuditi, prvo je potrebno riješiti niz značajnih izazova. U ovom kontekstu, ključne teme (Slika 10) vezane uz integraciju generativne umjetne inteligencije u obrazovanje obuhvaćaju prilike, prepreke i prioritete (Michel-Villarreal et al., 2023).



Slika 10 Teme vezane uz integraciju generativne umjetne inteligencije u obrazovanje (Izvor: Autor)

5.4.1. Prilike

Alati temeljeni na generativnoj umjetnoj inteligenciji značajno osnažuju obrazovne institucije pružanjem dinamički generiranog sadržaja koji potiče istraživanje i unaprjeđuje obrazovna okruženja. Ključna prednost ovih alata leži u njihovoj sposobnosti generiranja raznolikog i kontekstualno relevantnog sadržaja u stvarnom vremenu, što pruža podršku i edukatorima i studentima. Edukatori mogu unaprijediti svoje metode podučavanja, dok studenti mogu doživjeti personaliziraniji i interaktivniji proces učenja. Analizirajući opsežne skupove podataka, GAI sustavi temeljito obrađuju teme, pružajući sveobuhvatnu pokrivenost. Nadalje, skalabilnost GAI-a osigurava da institucije, bez obzira na veličinu, mogu iskoristiti ove mogućnosti. Integracija alata temeljenih na generativnoj umjetnoj inteligenciji u obrazovni sustav nudi brojne prilike za unapređenje pedagoških pristupa i poboljšanje iskustva učenja. Kao što su Chan i Colloton (2024) istaknuli, ključne prilike uključuju:

- Dizajn usmjeren na korisnika
- Humanistički stil razgovora
- Varijabilnost
- Multimodalna sposobnost

- Prilagodljivost
- Kontekstualna relevantnost
- Višejezična podrška
- Prikladnost tema

Korisnički orijentiran dizajn GAI alata odnosi se na sustavni pristup postavljanja korisnika u središte procesa dizajna i razvoja. Aplikacije dizajnirane s ovim pristupom jednostavne su za razumijevanje i uporabu, a prije svega prilagođene su korisnicima. Cilj je osigurati da napredna AI tehnologija bude pristupačna i razumljiva svima. Jednostavan način interakcije koju predstavljaju GAI alati kao *ChaGPT* omogućuje korisnicima brzo razumijevanje korištenja alata i trenutni pronalazak vrijednosti u njemu. Ovaj tip interakcije poznat je u obrazovnim okruženjima, podsjećajući na dijalog između studenta (korisnika) i mentora ili učitelja (GAI sustava). Također, sposobnost interakcije putem teksta je praktična jer korisnici ne moraju uvijek verbalizirati svoje misli (Long, 2018), što je jedan od razloga popularnosti mnogih GAI alata za tekst. Istraživanja također pokazuju da i Gen-Z i milenijalci preferiraju komunikaciju putem teksta nad razgovorom (Long, 2018).

Jedna od značajnih prednosti GAI-a je njegov humanistički stil komunikacije, koji učenje čini pristupačnijim i manje zastrašujućim. Ovaj stil razlaže složene teme na jednostavnije koncepte što studentima olakšava studentima razumijevanje teških makrokonceptata.

Uz to, GAI sustavi mogu generirati raznolik sadržaj, osiguravajući da studenti budu izloženi višestrukim perspektivama i objašnjenjima. Ova varijabilnost je ključna jer zadovoljava različite preferencije u učenju i potiče kritičko razmišljanje predstavljanjem različitih gledišta o istoj temi.

Napredak u tehnologijama poput *GPT-4* omogućio je umjetnoj inteligenciji multimodalne sposobnosti, obradu i generiranje teksta, slika i drugih vrsta podataka. To obogaćuje iskustvo učenja uključivanjem različitih oblika medija, čineći lekcije zanimljivijima i sveobuhvatnijima. Primjerice, lekcija iz biologije mogla bi uključivati tekstualna objašnjenja, dijagrame i interaktivne simulacije, pružajući bogatije obrazovno iskustvo.

Prilagodljivost GAI alata predstavlja ključnu prednost koja omogućuje njihovu implementaciju u raznovrsnim obrazovnim kontekstima, prilagođavajući se specifičnim

potrebama korisnika putem preciznog/finog podešavanja modela. Ova karakteristika omogućuje sveučilištima i drugim obrazovnim ustanovama da GAI modele prilagode na način da odgovaraju na pitanja koja su specifična za njihove tečajeve, programe i akademske smjernice. Proces prilagodbe uključuje treniranje modela na specifičnim skupovima podataka koji obuhvaćaju relevantne informacije o akademskim predmetima, smjernicama i istraživačkim područjima, čime se osigurava da odgovori koje AI pruža budu točni, kontekstualno relevantni i prilagođeni potrebama korisnika. Na taj način, studenti i nastavnici mogu dobiti precizne informacije i smjernice koje su u skladu s njihovim jedinstvenim obrazovnim zahtjevima i ciljevima. Prilagodljivost GAI alata također omogućuje personalizaciju interakcija, gdje sustav može prepoznati individualne stilove učenja i prilagoditi svoje odgovore kako bi poboljšao učinkovitost procesa učenja i poučavanja.

Kontekstualna relevantnost u GAI alatima odnosi se na sposobnost sustava da prepozna, razumije i odgovori na upite na način koji je prilagođen specifičnom kontekstu korisnika i situacije. Ova značajka omogućuje personalizaciju odgovora, povezivanje s prethodno obrađenim sadržajem, dinamičko prilagođavanje tijekom razgovora, te održavanje relevantnosti tijekom dužih interakcija. U visokoškolskom obrazovanju, GAI alati mogu prepoznati specifičnosti različitih akademskih disciplina i prilagoditi odgovore u skladu s tim, pružajući tehničku terminologiju i konceptualne okvire relevantne za specifične predmete. Na primjer, student koji traži pomoć u pisanju eseja iz ruske književnosti može dobiti savjete prilagođene temi eseja, stilu pisanja i zahtjevima zadatka, čime se osigurava da odgovori nisu generički, već duboko povezani s konkretnim akademskim kontekstom.

Višejezična podrška još je jedna vrijedna značajka GAI-a, što ga čini korisnim alatom u multikulturalnim i međunarodnim obrazovnim okruženjima. Ova sposobnost omogućuje studentima da uče na svom preferiranom jeziku, čineći obrazovanje pristupačnijim i uključivijim. Nadalje, GAI alati mogu osigurati da generirani sadržaj bude primjeren obrazovnom kontekstu, održavajući integritet i profesionalnost obrazovnog materijala.

Sveukupno, integracija alata generativne AI u obrazovni sustav predstavlja značajnu priliku za unapređenje obrazovnih metoda i postizanje boljih ishoda učenja. Pravilnom implementacijom i nadzorom, ove tehnologije mogu obogatiti obrazovno iskustvo i pripremiti studente za izazove suvremenog svijeta.

5.4.2. Prepreke

Integracija tehnologije generativne umjetne inteligencije u obrazovne institucije predstavlja značajne mogućnosti, ali i izazove. Glavne prepreke za usvajanje ove tehnologije uključuju (Michel-Villarreal et al., 2023):

- Nedostatak svijesti
- Otpor prema promjenama
- Tehnološke barijere
- Ograničenja resursa
- Dehumanizacija obrazovanja
- Akademski standard i kvaliteta

Ključna prepreka je nedostatak svijesti i razumijevanja među profesorima, administratorima i studentima, što može dovesti do nevoljkosti u istraživanju i usvajanju GAI-a. Ovaj problem dodatno otežava nedostatak jasnih akademskih smjernica koje bi vodile implementaciju inovativnih intervencija korištenjem GAI-a, čime se otežava empirijsko testiranje i usvajanje za potrebe podučavanja i učenja.

Integracija GAI tehnologija, poput alata *ChatGPT*, u obrazovne sustave često izaziva otpor među članovima obrazovnih sustava koji mogu preferirati tradicionalne metode poučavanja i učenja. Ovaj otpor može biti uzrokovan nedostatkom informacija ili razumijevanja o potencijalima i prednostima koje ovakvi alati mogu ponuditi u obrazovnom kontekstu, ali i strahom od mogućnosti gubitka posla i dehumanizacije procesa obrazovanja. Prema nedavnoj literaturi, postoji naglašena potreba za sustavnim osposobljavanjem akademskog osoblja kako bi se maksimizirao potencijal GAI-a u obrazovanju (Michel-Villarreal et al., 2023). Takvo osposobljavanje treba biti usmjereno na edukaciju nastavnika o načinima na koje se GAI može koristiti za unapređenje pedagoških praksi, uključujući personalizaciju učenja, automatsko generiranje nastavnih materijala, te pružanje brzih i točnih odgovora na studentska pitanja. Osim toga, obuka bi trebala obuhvatiti i etičke aspekte korištenja umjetne inteligencije u obrazovanju, kako bi se osiguralo odgovorno i transparentno korištenje tehnologije. Sustavnom obukom i podrškom, akademsko osoblje može razviti povjerenje u nove tehnologije i razumjeti kako ih integrirati na način koji poboljšava iskustvo učenja za student.

Tehnološke barijere ozbiljno ugrožavaju integraciju GAI alata u obrazovne institucije, posebno zbog neadekvatne infrastrukture i manjka tehničke stručnosti. Problemi s infrastrukturom obuhvaćaju nedovoljno brzi internet, zastarjelu računalnu opremu i nedostatak napredne mrežne infrastrukture, što značajno ograničava učinkovitost korištenja GAI tehnologija. Bez stabilne i brze mrežne infrastrukture, mogućnosti GAI alata za dinamičko generiranje i prilagodbu sadržaja postaju ograničene, što rezultira sporim i nepouzdanim performansama sustava. Osim toga, nedostatak tehničke stručnosti među nastavnim i administrativnim osobljem predstavlja dodatnu prepreku jer zahtijeva dodatne resurse za obuku i kontinuiranu podršku. Edukacija osoblja za učinkovito korištenje i održavanje GAI alata zahtijeva ulaganje vremena i financija, a bez adekvatne tehničke podrške postoji rizik od loše implementacije i ne optimalne uporabe tehnologija.

Ograničenja resursa, financijskih i kadrovskih, predstavljaju još jedan značajan izazov za obrazovna okruženja koja žele ulagati u i održavati GAI tehnologije. Financijska ograničenja mogu spriječiti institucije u nabavi potrebne opreme i softvera, kao i u zapošljavanju stručnjaka koji su ključni za uspješnu implementaciju i održavanje GAI sustava. Troškovi licenciranja, obuke i kontinuiranog održavanja mogu biti znatni, a bez odgovarajućeg financiranja, sveučilišta se mogu suočiti s problemima u održavanju kvalitete i pouzdanosti GAI alata. Kadrovska ograničenja dodatno kompliciraju situaciju jer sveučilišta možda neće imati dovoljno osoblja s potrebnim tehničkim znanjima za implementaciju i podršku ovih tehnologija. Nedostatak kvalificiranog osoblja može rezultirati preopterećenjem postojećih zaposlenika i smanjenjem učinkovitosti uvođenja novih tehnologija, što može negativno utjecati na cjelokupni obrazovni proces.

Dehumanizacija obrazovanja postaje značajan izazov u integraciji generativne umjetne inteligencije u obrazovne sustave, s potencijalom da naruši ključne ljudske interakcije koje su temelj cjelovitog razvoja učenika. Tradicionalni modeli obrazovanja temelje se na neposrednoj komunikaciji, emocionalnoj povezanosti i međuljudskim interakcijama između nastavnika i učenika, koji su ključni za poticanje ne samo intelektualnog, već i emocionalnog i socijalnog razvoja. Uvođenje GAI tehnologija, nosi rizik da tehnologija preuzme ulogu koju su do sada imali nastavnici. Takva promjena može dovesti do smanjenja prilika za razvoj empatije, socijalnih vještina i emocionalne inteligencije kod učenika, što su aspekti obrazovanja koji se ne mogu u potpunosti

zamijeniti tehnologijom. Nadalje, pretjerano oslanjanje na GAI može smanjiti kvalitetu osobne interakcije između nastavnika i učenika, što je ključno za izgradnju povjerenja i razumijevanja u obrazovnom procesu (Shah, 2023). Stoga je nužno osigurati pažljivu integraciju GAI tehnologija koja će zadržati i ojačati ljudsku dimenziju u obrazovanju. To zahtijeva promišljenu strategiju koja će omogućiti da GAI bude komplementarna podrška nastavnicima, a ne zamjena za ključne ljudske interakcije koje oblikuju kvalitetno obrazovno iskustvo.

Konačni izazov povezan je sa zloupotrebom, posebno u vezi s akademskim integritetom. Studenti bi mogli potencijalno zloupotrijebiti GAI alate za generiranje plagiranog sadržaja ili varanje na zadacima i ispitima. Ova zabrinutost široko je citirana u akademskoj literaturi, potičući rasprave o tome treba li tehnologiju zabraniti u institucijama visokog obrazovanja. Plagijat i akademsko nepoštenje već su dugo vremena prijetnja, ali novost GAI alata pojačava ove prijetnje zbog nejasnih akademskih politika i male vjerojatnosti otkrivanja (Awasthi, 2019). Nedavno istraživanje (Perkins & Roe, 2023) pokazalo je već naglašeni nedostatak jasnoće u vezi s korištenjem GAI alata u akademskim politikama, pri čemu je samo jedna od 142 anketirane institucije izričito zabranila korištenje AI-a. Stoga je imperativ da visokoobrazovne institucije daju prioritet pojašnjavanju institucionalnih očekivanja u vezi s korištenjem GAI alata u učenju i ocjenjivanju. Nužna je promjena politika akademskog integriteta kako bi se obuhvatile prijetnje GAI alata. Ta promjena trebala bi biti dostupna studentima i pružati im jasne upute o korištenju AI alata te moguće kazne za kršenje pravilnika. Niska vjerojatnost otkrivanja koju studenti percipiraju prilikom korištenja GAI alata za varanje još je jedan ključni problem. Istraživanja sugeriraju da se vjerojatnost studenata u varanju povećava kada vjeruju da su šanse za hvatanje minimalne (Giaccardi et al., 2020). Nedostatak alata za provjeru plagijata koji mogu otkriti sadržaj generiran GAI-jem može pojačati ovu prijetnju. Stoga, institucije visokog obrazovanja moraju stvoriti okruženje u kojem je akademsko nepoštenje omogućeno GAI alatima društveno neprihvatljivo, osiguravajući da su institucionalna očekivanja jasno komunicirana i razumljena. Iako GAI alati nastoje pružiti točne i korisne informacije, postoji mogućnost generiranja netočnih ili obmanjujućih odgovora. Ova zabrinutost je odjeknula i u akademskoj literaturi, koja naglašava kako inherentne pristranosti GAI alata mogu utjecati na točnost i

pouzdanost proizvedenih informacija (Lo, 2023). Održavanje akademskih standarda i kvalitete je ključno jer integracija GAI mora poboljšati, a ne ugroziti obrazovanje.

Rješavanje ovih prepreka predstavlja prilike za buduća istraživanja, kao što su istraživanje strategija za povećanje svijesti i razumijevanja generativne umjetne inteligencije, razvoj robusnih etičkih smjernica i osiguranje visokih akademskih standarda. Istraživanje načina prevladavanja tehnoloških, financijskih i regulatornih barijera, kao i poticanje interdisciplinarnе suradnje ključno je za uspješnu integraciju GAI-a u visokom obrazovanju. Obrazovne ustanove imaju jedinstvenu priliku oblikovati načela odgovorne upotrebe GAI-a, vodeći studente i osoblje ka formiranju navika koje su u skladu s etičkim standardima i poboljšavaju ishode učenja. Rješavanjem ovih izazova i slijedeći navedene smjerove istraživanja, može se učinkovito iskoristiti potencijal GAI tehnologija, obogaćujući obrazovno iskustvo i pripremajući studente za budućnost vođenu tehnologijom.

5.4.3. Prioriteti

Identificirano je nekoliko prioriteta za ublažavanje izazova povezanih s upotrebom generativnih AI alata u visokom obrazovanju (Michel-Villarreal et al., 2023). Ti prioriteti uključuju:

- Razvoj smjernica
- Obrazovanje i obuka
- Istraživanje i razvoj
- Kontinuirano praćenje i evaluacija

Hitnost razvoja ili ažuriranja akademskih smjernica za upotrebu generativnih AI alata istaknuta je u postojećoj literaturi (Lo, 2023). Nove smjernice trebaju obuhvatiti širok spektar pitanja koja su ključna za održavanje visokih standarda u obrazovanju, uključujući akademski integritet, privatnost podataka, pristranost algoritama i etička razmatranja. Akademski integritet podrazumijeva osiguravanje da studenti ne koriste GAI alate na neetičan način, poput prepisivanja ili generiranja radova bez odgovarajuće atribucije. Privatnost podataka je kritična jer upotreba GAI alata često uključuje prikupljanje i obradu velikih količina osobnih podataka, što zahtijeva stroge mjere zaštite kako bi se spriječila zloupotreba ili curenje podataka. Pristranost algoritama predstavlja izazov jer modeli mogu reflektirati ili čak pojačati postojeće

društvene predrasude, stoga je važno razviti alate i metode za identificiranje i minimiziranje tih pristranosti. Etička razmatranja uključuju šire implikacije upotrebe GAI-a, kao što su utjecaji na zapošljavanje, društvenu jednakost i autonomiju korisnika. S obzirom na novost tehnologije i robusnost sustava upravljanja visokoškolskih institucija, vjerojatno je da će se jasniji stavovi o upotrebi generativnih AI alata razviti kasnije ove godine, što bi se trebalo pretočiti u pouzdane akademske smjernice (Sullivan et al., 2023). Očekuje se da će institucije postaviti temelje za ove politike kroz projekte i istraživanja koje će pomoći u razumijevanju najboljih praksi i identificiranju potencijalnih problema.

Nakon razvoja i usvajanja novih smjernica, ključno je usmjeriti resurse na obrazovanje i obuku kako bi se osigurala njihova učinkovita primjena. Sveučilišta i škole trebale bi organizirati radionice, seminare i online tečajeve kako bi povećale svijest među nastavnicima, studentima i administrativnim osobljem o prednostima, ograničenjima i potencijalnim rizicima korištenja GAI modela. Ove obrazovne inicijative trebale bi obuhvaćati praktične demonstracije korištenja GAI alata, rasprave o etičkim dilemama i strategije za integriranje AI u nastavni plan i program na način koji podržava aktivno i kritičko razmišljanje. Također je važno osigurati kontinuiranu podršku i razvoj kapaciteta unutar institucija kako bi se mogli prilagoditi brzim tehnološkim promjenama i kako bi se smanjio digitalni jaz između institucija i zemalja (Seljan et al., 2020).

Ulaganje u istraživanje i razvoj također važna je strategija implementiranja. To uključuje proučavanje utjecaja GAI modela na ishode učenja studenata, razvijanje algoritama za otkrivanje i ublažavanje pristranosti, istraživanje načina kombiniranja GAI modela s ljudskom ekspertizom te istraživanje etičkih okvira za upotrebu GAI u obrazovnim okruženjima (Michel-Villarreal et al., 2023). Ovi napori mogu pružiti uvide temeljene na dokazima kako bi se osigurala odluke o politici i najbolje prakse za integraciju generativne AI u obrazovanje. Još jedno važno pitanje je pasivna uloga koju obrazovne institucije trenutno igraju u istraživanju generativne AI. Većina najnaprednijih generativnih AI tehnologija ekskluzivni su proizvodi koje stvaraju nekolicina istaknutih tehnoloških korporacija koje posjeduju potrebne resurse za napredak AI, što je prikazano u prijašnjim poglavljima. To postavlja etička pitanja i protivi se kretanju prema transparentnosti i otvorenoj znanosti (Van Dis et al., 2023). Dignum (2023) se slaže da je razvoj GAI algoritama dosad bio usmjeren na

poboljšanje performansi, što rezultira netransparentnim sustavima koje je teško interpretirati. Stoga postoji poziv za nekomercijalne organizacije, uključujući obrazovne institucije, da značajno ulažu u postojeće GAI tehnologije kako bi stvorile transparentnije i demokratski kontrolirane tehnologije. Objašnjiva umjetna inteligencija (XAI) pojavila se kao ključno istraživačko područje koje nastoji riješiti ovaj izazov, nudeći praktične i etičke prednosti u različitim domenama uključujući i obrazovanje (Galaitis et al., 2022).

Važna strategija koja se prominentno spominje u postojećoj literaturi odnosi se na potrebu za preispitivanjem tradicionalnih načina ocjenjivanja (Perkins & Roe, 2023). Da bi se prevladali neki od izazova i prepreka koje generativna AI postavlja za učenje studenata i njihovu autentičnu procjenu, ova tehnologija mogla bi se koristiti u kombinaciji s aktivnim pedagoškim metodama, kao što su iskustveno učenje, učenje temeljeno na izazovima ili učenje temeljeno na problemima. U tom smislu, generativna AI mogla bi se koristiti za konstruktivno obogaćivanje nastave i učenja kroz aktivnosti koje nadilaze pasivni pristup u kojem studenti sjede, slušaju i izvršavaju zadatke. Na taj način, generativna AI ne može pružiti specifične odgovore na praktičnost rješavanja problema u stvarnim ili zamišljenim situacijama učenja, ali podržava studente u suočavanju s problemskim situacijama. Ovakav pristup nudi obećavajuću upotrebu generativne AI u svrhe poučavanja i učenja.

6. ISTRAŽIVANJE

Razvoj i usavršavanje LLM-a kao što je *ChatGPT* predstavljaju monumentalni pomak u mogućnostima umjetne inteligencije, krećući prema sustavima koji mogu razumjeti i generirati tekst sličan ljudskom. Jedan od važnih razvojnih koraka u ovom području je uvođenje značajke prilagođenih *GPT-ova* unutar *GPT-4* modela, koja je predstavljena u studenom 2023. godine. Ova inovacija omogućuje korisnicima da prilagode GAI modele prema specifičnim potrebama, čime se povećava njihova funkcionalnost i primjenjivost. U kontekstu obrazovanja, mogućnost prilagodbe *GPT-ova* nudi novu priliku za optimizaciju GAI alata, s ciljem poboljšanja podrške studentima i unapređenja obrazovnog procesa.

Učinkovita upotreba takvih generativnih AI alata u obrazovanju uvelike ovisi o preciznosti i relevantnosti upita koje korisnici unose. Kao što je već bilo naglašeno, prompt inženjering ima ključnu ulogu u ostvarivanju željenih rezultata. Ovaj proces uključuje kreiranje detaljnih i kontekstualno prikladnih upita kako bi se od GAI sustava dobili točni i korisni odgovori. S obzirom na složenost i zahtjevnost inženjeringa upita, ovaj zadatak često predstavlja izazov, osobito za korisnike bez specijalizirane obuke. Kompleksnost ovog procesa može otežati široku primjenu GAI alata, budući da učinkovito kreiranje upita zahtijeva visoku razinu stručnosti i značajno vrijeme.

Kako bi se suočili s ovim izazovima, ovaj dio rada fokusira se na razvoj "*Promptologa*", *GPT* modela na hrvatskom jeziku namijenjen studentima. Cilj je naglasiti specifičnost i funkcionalnost modela koji je osmišljen kao alat za podršku studentima u njihovom obrazovanju. *Promptolog* ima za cilj studentima olakšati formuliranje učinkovitih upita. Pojednostavljajući proces stvaranja upita, *Promptolog* nastoji poboljšati kvalitetu interakcija s generativnom umjetnom inteligencijom i unaprijediti obrazovno iskustvo studenata. Uvođenje prilagođenih *GPT-ova* i razvoj alata poput *Promptologa* predstavljaju značajan napredak u integraciji generativne umjetne inteligencije u obrazovanje.

6.1. Cilj i metodologija

Cilj ovog istraživanja je ispitati potencijal *GPT* modela kao dopunskih alata za optimizaciju studentskih promptova na hrvatskom jeziku, s namjerom poboljšanja

kvalitete i preciznosti rezultata koje studenti postižu prilikom korištenja generativne umjetne inteligencije. Predložena su dva istraživačka pitanja:

- IP1: Može li se *GPT* model prilagoditi specifičnom zadatku u domeni obrazovanja?
- IP2: Može li se automatizirati prompt inženjering za generativnu umjetnu inteligenciju u domeni obrazovanja?

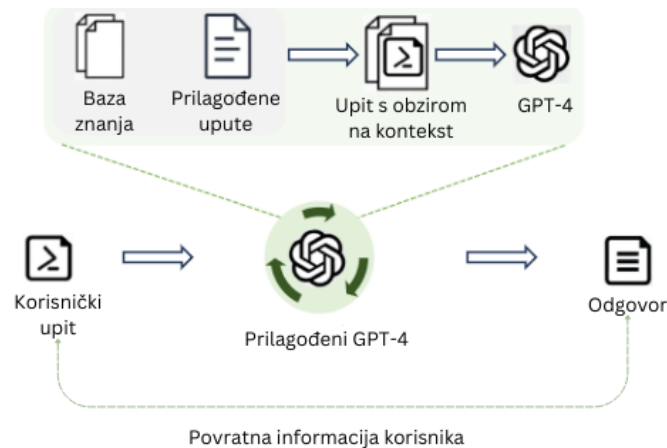
Prvo istraživačko pitanje usmjereno je na ispitivanje sposobnosti *GPT* modela da se prilagodi i bude učinkovit u rješavanju specifičnih obrazovnih zadataka, uzimajući u obzir jedinstvene zahtjeve i potrebe unutar obrazovnog okruženja.

Drugo istraživačko pitanje podrazumijeva mogućnost razvoja sustava ili metodologija koje bi omogućile automatsku optimizaciju promptova, čime bi se olakšalo korištenje generativne umjetne inteligencije u obrazovnom procesu, povećavajući pritom učinkovitost i kvalitetu interakcije između studenata i GAI alata.

Na kraju istraživanja, evaluacija će pružiti konkretne odgovore na postavljena istraživačka pitanja, omogućujući procjenu učinkovitosti *GPT* modela u prilagodbi specifičnim zadacima u obrazovnom kontekstu, kao i analizu mogućnosti automatizacije prompt inženjeringa za generativnu umjetnu inteligenciju. Ova evaluacija će pružiti sveobuhvatan uvid u prednosti, ograničenja i potencijalnu primjenu prilagođenih *GPT* modela u obrazovanju, čime će se odgovoriti na ključna istraživačka pitanja i postaviti temelje za daljnji razvoj i implementaciju tih tehnologija u obrazovnom procesu.

Prilagođeni *GPT-ovi* predstavljaju specijalizirane verzije *ChatGPT* modela koji korisnicima omogućuju prilagodbu modela za specifične zadatke ili određene domene. Ova prilagodba može varirati u složenosti, prilagođavajući se različitim funkcionalnim ulogama, od asistencije u kodiranju do pružanja tehničke podrške. Osnovna karakteristika prilagođenih *GPT-ova* jest njihova sposobnost integracije prilagođenih uputa i relevantnog znanja direktno u kontekst modela. Ovo omogućuje da, svaki put kada korisnik postavi upit, model koristi prilagođeni kontekst koji sadrži specifične smjernice i informacije relevantne za temu. Kao rezultat, model može generirati odgovore koji su ne samo informirani, nego i usklađeni s definiranim parametrima,

osiguravajući time relevantnost i prikladnost odgovora za konkretan zadatak ili temu (Slika 11).



Slika 11 Konfiguriranje prilagođenog GPT-a (Izvor: Autor)

Prilagođeni GPT *Promptolog* je razvijen kao dio istraživanja, usmjeren je na poboljšanje učinkovitosti upita koji se koriste s velikim jezičnim modelima u obrazovnom kontekstu. Ovaj alat je osmišljen s ciljem unapređenja izvedbe i kvalitete rezultata koje ovi modeli generiraju kada se primjenjuju u obrazovanju. *Promptolog* se sastoji od zbirke tehnika za inženjering promptova, koje omogućuju LLM-ovima da odaberu i primijene najprikladnije metode na temelju specifičnih obrazovnih potreba upita. Na taj način, alat omogućuje modelima učinkovitiji rad na raznovrsnim zadacima unutar obrazovne domene. Poboljšavanjem unosa u upite, *Promptolog* smanjuje dvosmislenost, usmjerava fokus modela i pojašnjava namjeru upita, što rezultira odgovorima koji su ne samo točniji nego i kontekstualno relevantniji za obrazovne svrhe. Time se povećava korisnost i prilagodljivost LLM-a za širok raspon primjena u obrazovanju, doprinoseći njihovoj učinkovitosti i pouzdanosti u različitim obrazovnim scenarijima.

6.2. Izrada prilagođenog GPT-a

Dizajniranje prilagođenog GPT-a, nazvanog *Promptolog*, zahtijevalo je metodičan i strukturiran pristup kako bi se osiguralo da alat ispunjava specifične potrebe optimizacije promptova na hrvatskom jeziku u obrazovnom kontekstu. Ovaj proces obuhvatio je nekoliko ključnih faza, koje su zajedno omogućile razvoj

specijaliziranog alata usmjerenog na unapređenje studentskih upita kroz primjenu tehnika prompt inženjeringa:

1. Definicija cilja
2. Postavljanje pokretača razgovora
3. Dodavanje dodatnog znanja
4. Odabir mogućnosti

6.2.1. Definicija cilja

Prva faza dizajna bila je usmjerena na precizno definiranje svrhe i ciljeva Promptologa. Utvrđeno je da će se alat koristiti za optimizaciju studentskih upita primjenom tehnika prompt inženjeringa te za pružanje objašnjenja provedenih promjena. Cilj ovih objašnjenja je omogućiti studentima dublje razumijevanje procesa i povećati njihovo znanje o tehnikama prompt inženjeringa. U ovoj fazi, koristeći sučelje za "kreiranje" unutar *GPT-4* platforme, definirani su osnovni parametri alata. Naziv "*Promptlog*," kratak opis, te specifične upute postavljeni su kao temelj za daljnji razvoj alata. Naziv Promptlog nije službeni termin, već je korišten u ovom radu kao konceptualni naziv za AI model zasnovan na *GPT* tehnologiji. Ovaj naziv spaja reč „prompt“, koja označava upit ili instrukciju koju korisnik daje modelu, sa sufiksom „-log“, sugerišući stručnost u oblasti kreiranja i optimizacije upita. Specifične upute sadrže nekoliko ključnih dijelova koji objašnjavaju kako alat funkcionira i kako se koristi. Prvo, objašnjene su osnove *Promptologa*, uključujući važnost preciznosti i fokusiranosti u promptovima, personalizaciju povratnih informacija korisnicima, prilagodbu upita specifičnim potrebama studenata te obavezno korištenje pravila iz priloženih datoteka. Nadalje, upute ističu primarni cilj alata, koji je osnaživanje korisnika vještinama za formuliranje učinkovitijih promptova na hrvatskom jeziku, kako bi se postigli precizniji i relevantniji odgovori. Detaljno je opisan i proces rada *Promptologa*, uključujući optimizaciju upita kroz dodavanje konteksta, preciziranje pitanja i uklanjanje nejasnoća, te pružanje povratnih informacija korisnicima. Upute također definiraju pravila koja *Promptlog* mora slijediti tijekom optimizacije kako bi se osigurala visoka kvaliteta i točnost odgovora, a opisan je i način interakcije s korisnicima te stil pisanja koji *Promptlog* koristi kako bi omogućio jasnu i učinkovitu komunikaciju.. Ove upute dodane su u dodatno znanje *Promptologa* kao PDF datoteka, što je bilo neophodno kako bi se osiguralo da se model dosljedno pridržava

definiranih smjernica tijekom cijele interakcije s korisnicima, uključujući proces optimizacije upita. Ove informacije poslužile su kao osnova za konfiguraciju i usmjeravanje funkcionalnosti alata, čime je postavljen okvir za ostvarenje obrazovnih ciljeva.

6.2.2. Postavljanje pokretača razgovora

Nakon definiranja osnovnih parametara alata, sljedeći korak uključivao je postavljanje pokretača razgovora. U ovom kontekstu, pokretači razgovora predstavljaju unaprijed definirane inicijalne promptove ili smjernice koje korisnicima omogućuju učinkovitu interakciju s alatom. Za *Promptolog*, postavljen je jedan glavni pokretač razgovora koji korisnicima pruža jasne smjernice za korištenje alata. Ovaj pokretač razgovora vodi korisnike kroz proces korištenja *Promptologa*, osiguravajući da se alat koristi na ispravan način. Postavljanje ovog pokretača također osigurava

Kako koristiti Promptolog?



Promptolog je alat namijenjen poboljšanju kvalitete upita koje korisnici postavljaju ChatGPT-u. Cilj je pomoći studentima, istraživačima, i drugima da dobiju preciznije i relevantnije odgovore, posebno u obrazovnom kontekstu.

Kako funkcionira Promptolog:

1. **Unos upita:** Korisnik unosi svoj upit. Na primjer, upit može biti jednostavan poput "Objasni Fourierovu transformaciju."
2. **Optimizacija:** Promptolog analizira i optimizira upit prema ključnim pravilima, kao što su jasnoća, preciznost, kontekstualizacija i kontrola opsega odgovora. To znači da bi inicijalni upit mogao biti proširen kako bi uključio dodatne informacije koje poboljšavaju kvalitetu odgovora. Na primjer, upit bi mogao biti optimiziran u obliku "Možeš li objasniti Fourierovu transformaciju i njezinu primjenu u [specifična primjena, npr. analiza signala], te pojasniti osnovne korake?"
3. **Povratna informacija:** Promptolog prikazuje originalni upit, optimizirani upit, te objašnjenje zašto su promjene napravljene. Ovo korisniku omogućuje da bolje razumije kako formulirati učinkovitije upite u budućnosti.

Primjer:

- **Originalni upit:** "Objasni važnost digitalnih arhiva."
- **Optimizirani upit:** "Kratko opiši važnost digitalnih arhiva u [specifični kontekst, npr. očuvanju informacija]."
- **Objašnjenje:** Optimizirani upit jasno naznačuje da je potreban kratak opis i dodaje prostor za preciziranje specifičnog konteksta. Ova struktura usmjerava korisnika na dodavanje ključnih detalja, omogućujući generiranje točnijeg i relevantnijeg odgovora.

Ova metoda osigurava da svi bitni aspekti prompta budu jasno definirani, što vodi do preciznijih i relevantnijih odgovora od strane ChatGPT-a.



Slika 12 Pokretač razgovora (Izvor: Autor)

konzistentnost u korištenju alata među različitim korisnicima, što je ključno za postizanje pouzdanih i ujednačenih ishoda.

6.2.3. Dodavanje dodatnog znanja

Jedan od ključnih elemenata u dizajnu prilagođenog *GPT-a* jest mogućnost integracije dodatnog znanja, što omogućuje alatu da pristupi relevantnim resursima i informacijama potrebnim za specifične zadatke. U kontekstu projekta *Promptolog*, ova faza uključivala je učitavanje dodatnih materijala, uključujući tri PDF dokumenta i jednu JSON datoteku, koji su postali sastavni dio baze znanja *GPT-a*. Ovi dokumenti obuhvaćaju pravila za optimizaciju promptova, primjere optimiziranih upita, tokove razgovora te upute za rad *Promptologa*. Prije same izrade bilo je nužno definirati pravila koja će se koristiti za optimizaciju promptova. Za definiranje tih pravila korištena su dva ključna metodološka pristupa:

- CLEAR okvir
- Tehnike efikasnog oblikovanja upita

CLEAR okvir predstavlja strukturirani pristup koji se fokusira na sažetost, logičnost, jasnoću, prilagodljivost i reflektivnost (eng. Concise, Logical, Explicit, Adaptive, and Reflective) u formulaciji upita. Ovaj okvir je osmišljen kako bi se promovirala informacijska pismenost kroz prompt inženjering (Lo, 2023), s ciljem da se omogući modelu da podrži obrazovne aktivnosti, posebno pomažući knjižničarima i studentima u njihovom istraživanju. Fokusirajući se na preciznost i jasnoću, CLEAR okvir osigurava da model točno razumije korisnički zahtjev, dok logička struktura upita pridonosi koherentnosti i redoslijedu informacija, čime se poboljšava kvaliteta generiranih odgovora.

S druge strane, tehnike efikasnog oblikovanja upita (Ekin, 2023) nadopunjuju CLEAR okvir nizom dodatnih strategija, uključujući kontrolu opsega odgovora, pružanje konteksta putem primjera, prilagodbu odgovora složenosti pitanja te održavanje ravnoteže između preciznosti i kreativnosti. Upravljanje opsegom odgovora omogućuje precizno prilagođavanje duljine i detaljnosti odgovora prema specifičnim potrebama korisnika. Kontekstualizacija putem primjera omogućuje modelu bolje razumijevanje specifičnih aspekata zadatka, čime se postižu točniji i informativniji odgovori. Prilagodba složenosti pitanja osigurava da odgovori budu u

skladu s prirodom i zahtjevima upita, dok ravnoteža između preciznosti i kreativnosti omogućuje fleksibilnost u odgovaranju, a istovremeno zadržava jasnoću i usmjerenost odgovora.

Kombinacija ovih metodoloških pristupa rezultirala je razvojem pravila koja osiguravaju visoku kvalitetu optimiziranih upita. Ova pravila djeluju kao standardizirani okvir koji se mora strogo poštovati tijekom cijelog procesa optimizacije, kako bi se osiguralo da svaki optimizirani upit zadovoljava sve potrebne kriterije prije nego što bude prosljeđen korisniku. Ovakav pristup ne samo da jamči relevantnost i točnost generiranih odgovora, već osigurava njihovu maksimalnu korisnost, pružajući tako visoku razinu profesionalnosti i akademske vrijednosti. Pravila za optimizaciju čine šest ključnih elemenata:

- Jasnoća i preciznost
- Logična struktura uputa
- Kontrola opsega odgovora
- Kontekstualizacija s primjerima
- Varijacija složenosti
- Ravnoteža između preciznosti i kreativnosti

Svakom od ovih pravila dodijeljen je prioritet, koji modelu signalizira koliko je važno pridržavati se određenog pravila u specifičnim kontekstima. Kroz formulu za primjenu, *GPT* dobiva konkretne korake koje treba slijediti kako bi struktura upita bila što bolja, a odgovori što korisniji i relevantniji. Pravila su detaljno objašnjena kako bi se modelu pružile smjernice za razumijevanje svrhe i načina primjene svakog pravila. Pravilima su također uključeni primjeri loših i dobrih upita, što *GPT-u* omogućuje razlikovanje između neadekvatnih i optimalnih formulacija te prilagodbu odgovora u skladu s time, čime se osigurava visoka kvaliteta interakcije s korisnikom. Pravila za optimizaciju su prikazana u tablici 10.

Tablica 10 Pravila za optimizaciju (Izvor:Autor)

NAZIV PRAVILA	Prioritet	Primjena	Objašnjenje	Formula za primjenu
Jasnoća i preciznost	Visoki	Svi promptovi	Budi jasan, direktan i konkretan, bez nepotrebnih riječi. Ne pretpostavljaj da AI razumije što želiš; budi eksplicitno jasan i detaljan u uputama.	1. Definiraj cilj; 2. Smanji nejasnoće; 3. Ukloni nepotrebne riječi.

Logična struktura uputa	Visoki	Kompleksni zadaci	Organiziraj svoje promptove u jasne, logične korake. Logična struktura pomaže AI-u da bolje razumije zadatak i generira relevantan odgovor.	1. Raspored uputa po logičnom slijedu; 2. Osiguraj da koraci slijede prirodni redoslijed.
Kontrola opsega odgovora	Srednji	Kratki odgovori, sažeci	Prilagodi duljinu i detaljnost odgovora prema potrebama. Jasno navedite želiš li kratak sažetak ili detaljan prikaz.	1. Definiraj željeni opseg; 2. Jasno navedite željeni format (kratko ili detaljno).
Kontekstualizacija s primjerima	Visoki	Tehničke teme, kompleksni zadaci	Dodaj kontekst ili konkretne primjere kako bi pomogao modelu da bolje razumije zadatak i generira točnije odgovore.	1. Dodaj kontekst; 2. Osiguraj konkretne primjere relevantne za zadatak.
Varijacija složenosti	Srednji	Jednostavna vs. kompleksna pitanja	Prilagodi promptove vrsti pitanja; jednostavna pitanja zahtijevaju brze odgovore, dok složenija pitanja traže dublju analizu.	1. Odredi vrstu pitanja; 2. Prilagodi detaljnost odgovora vrsti pitanja.
Ravnoteža između preciznosti i kreativnosti	Srednji	Kreativni zadaci	Osiguraj da prompt odgovara potrebama, ali ostavi prostora za kreativnost modela.	1. Definiraj osnovni okvir; 2. Ostavi otvorene elemente za kreativnost.

NAZIV PRAVILA	Loš Primjer	Dobar Primjer
Jasnoća i preciznost	Kako da riješim ovu jednadžbu?	Pojasni korake potrebne za rješavanje jednadžbe [jednadžba], koristeći osnovne algebarske operacije. Objasni zašto je važno poštivati redoslijed operacija.
Logična struktura uputa	Možeš li mi napisati uvod za esej?	Napiši uvod za esej na temu [tema], uključujući pregled glavnih točaka koje će biti obrađene i njihov značaj za [specifični kontekst].
Kontrola opsega odgovora	Trebam pomoć oko matke, ne kužim ove zadatke.	Objasni kako riješiti problem [tip problema] koristeći [metoda], uključujući svaki korak i primjenu ove metode na sličan zadatak, poput [primjer].
Kontekstualizacija s primjerima	Napiši mi sažetak ovog poglavlja.	Napiši sažetak [broj poglavlja] poglavlja knjige [naziv knjige], fokusirajući se na glavne događaje i njihov utjecaj na [glavni lik/situacija], te poveži ove događaje s temom knjige.
Varijacija složenosti	Pomozi mi s analizom ove pjesme, nemam inspiracije.	Napiši analizu pjesme [naziv pjesme] s naglaskom na teme koje autor obrađuje, stil pisanja i simboliku, te poveži te elemente s [povijesnim kontekstom].
Ravnoteža između preciznosti i kreativnosti	Napiši esej o važnosti obrazovanja.	Napiši esej o važnosti obrazovanja za [specifični aspekt, npr. osobni i profesionalni razvoj], uključujući [konkretne primjere, npr. uspješne karijere ili povijesne promjene] i [kreativne misli, npr. kako obrazovanje može oblikovati budućnost].

Primjeri promptova koji su korišteni kao podaci za treniranje i testiranje sustava razvijeni su na temelju autorovih uvida, s obzirom na to da nisu bili dostupni stvarni podaci o studentskim upitima. Ovi su primjeri zatim razvrstani u pet kategorija, koje uključuju:

- objašnjavanje teorijskih koncepata,
- rješavanje zadataka i problema,
- pripremu za ispite,
- pisanje akademskih radova
- istraživački rad i metodologiju (Tablica 11).

Tablica 11 Kategorije promptova (Izvor: Autor)

KATEGORIJA	Opis	Treniranje	Testiranje
Objašnjavanje teorijskih koncepata	Pomoć u razumijevanju složenih teorijskih pojmova iz različitih predmeta, kao što su matematika, fizika, kemija, povijest i književnost.	50	4
Rješavanje zadataka i problema	Detaljna objašnjenja i korak-po-korak rješavanje specifičnih matematičkih, fizikalnih, kemijskih ili programerskih zadataka.	50	4
Priprema za ispite	Savjeti za strategije učenja, organizaciju vremena, te pružanje primjera i simulacija ispita za učinkovitu pripremu.	50	4
Pisanje akademskih radova	Pomoć u strukturiranju, pisanju i referenciranju akademskih radova, eseja i seminarskih radova prema visokim akademskim standardima.	50	4
Istraživački rad i metodologija	Pomoć u pronalaženju izvora, odabiru istraživačkih metoda, analizi podataka i interpretaciji rezultata za temeljit i vjerodostojan istraživački rad.	50	4

Podaci za treniranje modela sadrže ključne informacije o procesu optimizacije upita (Tablica 12). Ovi podaci obuhvaćaju originalne upite zajedno s njihovim ručno optimiziranim verzijama, koje su prilagođene kako bi bile jasnije, konkretnije i bogatije kontekstom. Svaki upit je kategoriziran prema vrsti zadatka kojemu pripada, navedena su pravila korištena tijekom optimizacije te objašnjenje koje ističe kako su ta pravila poboljšala kvalitetu upita. Ovi podaci su strukturirani i pohranjeni u JSON formatu, što omogućuje jednostavnu uporabu i integraciju u proces treniranja modela, osiguravajući da generirani odgovori budu precizniji, relevantniji i bolje usklađeni s potrebama korisnika.

Tablica 12 Podaci za treniranje (Izvor Autor)

Kategorija	Originalni upit	Optimizirani upit	Pravilo korišteno	Objašnjenje
Objašnjavanje teorijskih koncepata	Možeš li mi objasniti Fourierovu transformaciju?	Možeš li objasniti Fourierovu transformaciju i njezinu primjenu u [specifična primjena, npr. analiza signala], te pojasniti osnovne korake?	Jasnoća i preciznost, Kontekstualizacija, Varijacija složenosti	Ovaj upit je optimiziran dodavanjem konteksta primjene i traženjem osnovnih koraka, što omogućuje precizniji i informativniji odgovor.
Rješavanje zadataka i problema	Možeš li mi pomoći riješiti ovaj integral?	Možeš li mi pokazati korake za rješavanje ovog integrala u [specifičan kontekst, npr. fizika ili inženjering], te objasniti kako se koristi u analizi?	Jasnoća i preciznost, Kontekstualizacija, Varijacija složenosti	Ovaj upit je optimiziran dodavanjem konteksta primjene i traženjem osnovnih koraka, što omogućuje precizniji i informativniji odgovor.
Priprema za ispite	Pomozi mi s pripremom za ispit iz linearnog programiranja.	Kako se učinkovito pripremiti za ispit iz linearnog programiranja, s naglaskom na rješavanje problema s ograničenjima [i uključujući specifične primjere zadataka]?	Jasnoća i preciznost, Kontekstualizacija, Varijacija složenosti	Ovaj upit je optimiziran traženjem specifičnih strategija i uključivanjem primjera kako bi se omogućio fokusiraniji i korisniji odgovor.
Pisanje akademskih radova	Pomozi mi s odabirom teme za diplomski rad iz ekonomije.	Predloži 3-5 relevantnih tema za diplomski rad iz ekonomije, s fokusom na [specifično područje, npr. makroekonomska politika].	Jasnoća i preciznost, Kontekstualizacija, Kontrola opsega odgovora	Ovaj upit je optimiziran traženjem specifičnog područja i broja tema, čime se omogućuje fokusiraniji i precizniji odgovor.
Istraživački rad i metodologija	Pomozi mi odabrati metodologiju za istraživanje iz sociologije.	Pomozi mi odabrati odgovarajuću metodologiju za istraživanje iz sociologije, uključujući [komparativnu analizu ili anketnu metodu].	Jasnoća i preciznost, Kontekstualizacija	Ovaj upit je optimiziran traženjem specifičnih metodologija za precizniji odgovor.

Kako bi se model mogao bolje usmjeriti na održavanje odgovarajuće forme konverzacije, koja je ključna za postizanje ciljeva interakcije, razvijene su smjernice za tok razgovora koje osiguravaju dosljednost i učinkovitost u komunikaciji s korisnicima. Razgovor započinje inicijalnim upitom korisnika, na što *Promptolog* odgovara pružajući jasan i informativan uvod u svoju svrhu i način rada. *Promptolog* je osmišljen kao alat koji poboljšava kvalitetu upita korisnika, s posebnim fokusom na studente i istraživače kojima je cilj dobiti preciznije i relevantnije odgovore u obrazovnom kontekstu. U daljnjem toku razgovora, *Promptolog* opisuje postupak rada: korisnik unosi svoj upit, alat ga analizira i optimizira prema unaprijed definiranim pravilima, a potom korisniku prikazuje originalni i optimizirani upit, uz objašnjenje promjena koje su napravljene. Ovaj proces ne samo da unapređuje kvalitetu odgovora, već također educira korisnike o tome kako mogu poboljšati svoje upite u budućnosti, čime se doprinosi njihovom razumijevanju i vještini formuliranja učinkovitijih pitanja. Tokom cijele interakcije, *Promptolog* se pridržava strukturiranog pristupa koji osigurava da razgovor teče logičnim redoslijedom, zadržavajući fokus na jasnoći, preciznosti i kontekstualnoj prilagodbi upita. Na taj način, korisnik je kontinuirano angažiran i usmjeren na postizanje boljih rezultata, dok se model pridržava smjernica koje osiguravaju dosljednost i visoku kvalitetu komunikacije.

Integracija ovih materijala omogućila je alatu da generira precizne i kontekstualno relevantne optimizacije, uz istovremeno pružanje objašnjenja za svaku izvršenu promjenu. Ova funkcionalnost omogućuje studentima ne samo poboljšanje njihovih promptova, već i učenje kroz proces, čime se povećava edukativna vrijednost alata.

6.2.1. Odabir mogućnosti

Posljednja faza dizajna *Promptologa* bila je usmjerena na integraciju specifičnih alata i funkcionalnosti koje odgovaraju potrebama korisnika u obrazovnom kontekstu, s ciljem optimizacije promptova. Osim što je optimiziran za pružanje preciznih i relevantnih odgovora na tekstualne upite, *Promptolog* uključuje i mogućnosti tumačenja koda te analize podataka, čime dodatno poboljšava kvalitetu generiranih promptova. Također, istražena je integracija alata poput *DALL-E* za generiranje vizualnih prikaza, poput grafova i ilustracija, kako bi korisnici mogli vizualizirati složene

koncepte i na taj način kreirati još kvalitetnije upite. Sve ove funkcionalnosti sinergijski doprinose postizanju glavnog cilja – optimizaciji promptova za što bolju podršku studentima u obrazovanju.

7. REZULTATI

Rezultati ovog istraživanja usmjereni su na evaluaciju učinkovitosti prilagođenog GPT modela, s posebnim fokusom na njegovu sposobnost pridržavanja definiranih pravila tijekom procesa interakcije i optimizacije promptova. Unutar ovog okvira, prikupljeni su testni podaci u obliku originalnih promptova jednako zastupljenih u svih pet kategorija (jasnoća i preciznost, logična struktura uputa, kontrola opsega odgovora, kontekstualizacija s primjerima, varijacija složenosti te ravnoteža između preciznosti i kreativnosti), koji su potom prošli proces optimizacije.

7.1. Prvo istraživačko pitanje

Prvo istraživačko pitanje glasi:

- IP1: Može li se GPT model prilagoditi specifičnom zadatku u domeni obrazovanja?

U svrhu odgovora na prvo istraživačko pitanje, rezultati su predstavljeni u tabličnom formatu, pri čemu su prikazani korisnički upiti i odgovori generirani od strane *Promptologa*. Ova analitička metoda omogućuje detaljnu evaluaciju dosljednosti modela u pridržavanju unaprijed definiranih pravila, kao i procjenu njegove učinkovitosti u ostvarivanju predviđene funkcije unutar obrazovnog konteksta. Odgovori su procijenjeni prema kriterijima:

- relevantnost
- slijeđenje pravila optimizacije.

Relevantnost se odnosi na to koliko dobro odgovor zadovoljava zahtjeve upita i koliko je prilagođen obrazovnom kontekstu. Ovaj kriterij ocjenjivan je na skali od 1 do 3, gdje 1 označava neadekvatan odgovor, 2 djelomično adekvatan, a 3 potpuno adekvatan odgovor. Slijeđenje pravila optimizacije procjenjuje koliko se upit pridržava definiranih smjernica za optimizaciju, kao što su jasnoća, preciznost, i logična struktura. Ovaj kriterij također je ocjenjivan na skali od 1 do 3, pri čemu 1 označava nedosljednost u praćenju pravila, 2 djelomičnu dosljednost, a 3 potpunu dosljednost. Evaluacija odgovora na ovaj način omogućuje objektivnu procjenu njihove kvalitete i usklađenosti sa zadanim smjericama.

Tablica 13 Odgovori Promptologa (Izvor: Autor)

Korisnik	Promptolog	Relevatnost	Slijedeće pravila
Objasni kvantnu superpoziciju.	<p>Originalni upit: "Objasni kvantnu superpoziciju."</p> <p>Optimizirani upit: "Objasni koncept kvantne superpozicije i kako se manifestira u kvantnim sustavima, koristeći konkretan primjer, poput Schrödingerove mačke."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit proširuje originalni zahtjev dodavanjem traženja konkretnih primjera, što omogućuje dublje razumijevanje koncepta kvantne superpozicije. Naveden je primjer Schrödingerove mačke, koji je često korišten za objašnjavanje kvantne superpozicije, kako bi odgovor bio konkretniji i lakše razumljiv. Time se osigurava da se ne dobije samo apstraktna definicija, već i praktičan primjer primjene tog koncepta.</p>	3	3
Pojasni kako funkcionira integral.	<p>Originalni upit: "Pojasni kako funkcionira integral."</p> <p>Optimizirani upit: "Pojasni osnovni princip integrala u matematici i kako se koristi za izračunavanje površine ispod krivulje, koristeći jednostavan primjer, poput funkcije $f(x)=x^2$."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit jasno traži objašnjenje temeljnog principa integrala, ali također precizira njegovu primjenu u izračunavanju površine ispod krivulje, što je jedan od najčešćih načina na koji se integrali koriste. Dodavanje konkretnog primjera funkcije $f(x)=x^2$ pomaže u ilustraciji koncepta, čineći odgovor konkretnijim i lakše razumljivim.</p>	3	3
Objasni što je oksidacija u kemiji.	<p>Originalni upit: "Objasni što je oksidacija u kemiji."</p> <p>Optimizirani upit: "Objasni pojam oksidacije u kemiji, uključujući što se događa s elektronima tijekom procesa i kako se oksidacija razlikuje od redukcije, uz primjer reakcije željeza s kisikom."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit ne samo da traži definiciju oksidacije, već i objašnjava ključnu kemijsku komponentu procesa, odnosno promjenu broja elektrona. Također, dodaje kontekst usporedbom s redukcijom, što je važno za potpuno razumijevanje redoks reakcija. Primjer reakcije željeza s kisikom (stvaranje hrđe) pruža konkretan primjer koji pomaže u vizualizaciji i razumijevanju oksidacije u svakodnevnom životu.</p>	3	3
Nabroji glavne karakteristike renesanse.	<p>Originalni upit: "Nabroji glavne karakteristike renesanse."</p> <p>Optimizirani upit: "Nabroji glavne karakteristike renesanse kao kulturnog i umjetničkog pokreta, s naglaskom na promjene u umjetnosti, filozofiji, i znanosti, te navedi nekoliko ključnih umjetnika i njihovih djela."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit jasno traži ključne karakteristike renesanse, ali također specificira područja koja su bila najviše pogođena tim pokretom: umjetnost, filozofija, i znanost. Dodavanje traženja primjera ključnih umjetnika i njihovih djela pomaže u konkretizaciji odgovora i pruža širi kontekst za razumijevanje renesanse kao cjelovitog kulturnog fenomena.</p>	3	3
Riješi ovaj sustav jednačbi.	<p>Originalni upit: "Riješi ovaj sustav jednačbi."</p> <p>Optimizirani upit: "Riješi sljedeći sustav linearnih jednačbi: $2x + 3y = 5$, $4x - y = 7$."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit uključuje konkretne jednačbe koje treba riješiti, što je ključno za generiranje točnog odgovora. Ako sustav jednačbi nije specificiran, ChatGPT ne može dati ispravno rješenje. Navođenjem stvarnih jednačbi, korisniku se osigurava precizan i koristan odgovor.</p>	3	3
Primijeni Newtonove zakone na tijelo na kosini.	<p>Originalni upit: "Primijeni Newtonove zakone na tijelo na kosini."</p> <p>Optimizirani upit: "Primijeni Newtonove zakone na tijelo koje se nalazi na kosini, uzimajući u obzir sve sile koje djeluju na tijelo (gravitacija, normalna sila, i sila trenja), te objasni kako se određuju ubrzanje tijela i uvjeti za mirovanje."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit jasno specificira da se treba analizirati sve sile koje djeluju na tijelo na kosini, što je ključno za primjenu Newtonovih zakona. Također, dodano je traženje objašnjenja za određivanje ubrzanja tijela i uvjete za mirovanje, što omogućuje cjelovito razumijevanje dinamike tijela na kosini, uključujući situacije kada tijelo miruje ili se kreće.</p>	3	3

Napiši rekurzivnu Python funkciju za faktorijel.	<p>Originalni upit: "Napiši rekurzivnu Python funkciju za faktorijel."</p> <p>Optimizirani upit: "Napiši rekurzivnu Python funkciju koja izračunava faktorijel zadanog cijelog broja n. Uključi provjeru da je n nenegativan broj."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit traži konkretnu implementaciju rekurzivne funkcije za izračunavanje faktorijela u Pythonu, ali također dodaje važno ograničenje: provjeru da je broj n nenegativan. Ovo je ključno jer faktorijel nije definiran za negativne brojeve, pa ova provjera osigurava ispravno funkcioniranje funkcije i sprječava greške tijekom izvršavanja.</p>	3	3
Izračunaj molarnu koncentraciju.	<p>Originalni upit: "Izračunaj molarnu koncentraciju."</p> <p>Optimizirani upit: "Izračunaj molarnu koncentraciju otopine koja sadrži 5 grama NaCl u 250 ml otopine. Navedite molarnu masu NaCl i pokažite sve korake u izračunu."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit jasno postavlja zadatak izračuna molarne koncentracije, ali dodaje potrebne informacije kao što su masa tvari i volumen otopine. Navođenjem specifične tvari (NaCl) i traženjem molarne mase te prikaza svih koraka izračuna, upit postaje dovoljno detaljan da se može dobiti točan i edukativan odgovor.</p>	3	3
Predloži plan za organizaciju učenja.	<p>Originalni upit: "Predloži plan za organizaciju učenja."</p> <p>Optimizirani upit: "Predloži detaljan plan za organizaciju učenja za studenta koji priprema ispit iz [predmet, npr. matematike], uključujući raspored učenja, postavljanje ciljeva, metode ponavljanja, i pauze tijekom dana. Plan bi trebao obuhvatiti razdoblje od [npr. 4 tjedna] do ispita."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit specificira predmet učenja i traži detaljan plan koji uključuje ključne aspekte organizacije učenja, kao što su raspored, ciljevi, metode ponavljanja i pauze. Dodavanje vremenskog okvira (npr. 4 tjedna) omogućuje kreiranje realističnog i primjenjivog plana koji se može prilagoditi potrebama korisnika. Ovaj kontekst pomaže generirati strukturiran i praktičan plan učenja.</p>	3	3
Navedi tipična pitanja iz termodinamike.	<p>Originalni upit: "Navedi tipična pitanja iz termodinamike."</p> <p>Optimizirani upit: "Navedi pet tipičnih pitanja koja se postavljaju u termodinamici na osnovnim razinama obrazovanja, s naglaskom na zakone termodinamike, entalpiju, entropiju i Carnotov ciklus. Također, uključi jedno pitanje koje zahtijeva izračun."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit specificira broj pitanja i ključne teme unutar termodinamike, kao što su zakoni termodinamike, entalpija, entropija i Carnotov ciklus. Također, dodaje zahtjev za uključivanje pitanja koje zahtijeva izračun, što pomaže u generiranju uravnoteženog seta pitanja koja pokrivaju i teorijske i praktične aspekte termodinamike. Ovo korisniku daje konkretniji i relevantniji odgovor.</p>	3	3
Predloži najbolju pripremu za ispit iz povijesti.	<p>Originalni upit: "Predloži najbolju pripremu za ispit iz povijesti."</p> <p>Optimizirani upit: "Predloži najbolju strategiju pripreme za ispit iz povijesti, uključujući učinkovite tehnike učenja za pamćenje datuma i događaja, pregled ključnih tema i razdoblja, te metode ponavljanja kao što su izrada vremenskih linija i korištenje flash kartica. Uključi i savjete za organizaciju vremena i rješavanje prethodnih ispitnih pitanja."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit traži konkretnu strategiju pripreme za ispit iz povijesti, s fokusom na specifične tehnike koje pomažu u pamćenju datuma i događaja, kao i na pregled ključnih povijesnih tema. Dodavanjem metoda ponavljanja, poput izrade vremenskih linija i flash kartica, te organizacije vremena i rješavanja prethodnih ispitnih pitanja, upit omogućuje stvaranje sveobuhvatnog i praktičnog plana za pripremu ispita.</p>	3	3
Pomozi mi zapamtiti formule iz fizike.	<p>Originalni upit: "Pomozi mi zapamtiti formule iz fizike."</p> <p>Optimizirani upit: "Predloži strategije za učinkovito pamćenje formula iz fizike, uključujući metode poput vizualizacije, korištenja mnemotehnika, redovitog ponavljanja i rješavanja zadataka koji primjenjuju te formule. Također, preporučite načine za organizaciju i strukturiranje bilješki kako bi se olakšalo učenje."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit ne traži samo pomoć u pamćenju formula, već specificira različite tehnike koje mogu pomoći u tom procesu. Vizualizacija i mnemotehnike pomažu u stvaranju mentalnih poveznica, redovito ponavljanje osigurava dugoročno pamćenje, a rješavanje zadataka pomaže u praktičnoj primjeni znanja. Dodavanje</p>	3	3

	savjeta za organizaciju bilješki pomaže u strukturiranju učenja, čineći ga učinkovitijim.		
Napiši uvod za seminarski rad.	<p>Originalni upit: "Napiši uvod za seminarski rad."</p> <p>Optimizirani upit: "Napiši uvod za seminarski rad na temu '[odabrana tema]', u kojem ćeš predstaviti glavne ciljeve istraživanja, relevantnost teme za trenutna istraživanja ili društvene probleme, te pregledati strukturu rada, uključujući glavne dijelove koji će biti obrađeni."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit traži konkretan uvod za seminarski rad, uz naglašavanje teme rada. Također, uključuje smjernice za predstavljanje glavnih ciljeva istraživanja, relevantnosti teme, te pregled strukture rada. Ovaj pristup omogućuje da uvod bude jasniji, precizniji i relevantniji za specifičan zadatak, čime se postavlja solidna osnova za ostatak rada.</p>	3	3
Strukturiraj moj akademski rad.	<p>Originalni upit: "Strukturiraj moj akademski rad."</p> <p>Optimizirani upit: "Strukturiraj moj akademski rad na temu '[odabrana tema]', uključujući prijedlog za sljedeće dijelove: uvod s definicijom problema i ciljevima istraživanja, pregled literature, metodologiju istraživanja, analizu rezultata, raspravu, zaključak i preporuke za daljnja istraživanja. Uključi i smjernice za dužinu svakog dijela."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit jasno traži strukturiranje akademskog rada, ali dodaje potrebne informacije kao što su tema rada i specifični dijelovi koji bi trebali biti uključeni. Navođenje glavnih sekcija (uvod, pregled literature, metodologija, analiza, rasprava, zaključak) pomaže u kreiranju jasnog i logičnog okvira za rad. Dodavanje smjernica za dužinu svakog dijela osigurava da rad bude uravnotežen i primjeren zahtjevima akademskog pisanja.</p>	3	3
Pomogni mi s referenciranjem izvora.	<p>Originalni upit: "Pomogni mi s referenciranjem izvora."</p> <p>Optimizirani upit: "Pomogni mi s pravilnim referenciranjem izvora u mom akademskom radu prema [odabrani stil citiranja, npr. APA, MLA, Chicago]. Navedi pravila za citiranje knjiga, članaka iz časopisa, internetskih izvora i drugih vrsta publikacija. Uključi i primjere za svaki tip izvora."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit traži pomoć u referenciranju, ali specifično prema određenom stilu citiranja (npr. APA, MLA, Chicago). Također, traži pravila za citiranje različitih vrsta izvora, uključujući knjige, članke, internetske izvore i druge publikacije, zajedno s primjerima. Ovaj pristup omogućuje korisniku da dobije detaljne, točne i praktične smjernice za referenciranje u skladu s akademskim standardima, što je ključno za izradu kvalitetnog rada.</p>	3	3
Provjeri moju analizu podataka.	<p>Originalni upit: "Provjeri moju analizu podataka."</p> <p>Optimizirani upit: "Provjeri moju analizu podataka u [odabrani kontekst, npr. istraživanje, eksperiment], s naglaskom na točnost korištenih statističkih metoda, interpretaciju rezultata i prikaz podataka. Također, provjeri jesu li svi zaključci podržani odgovarajućim dokazima i jesu li grafički prikazi jasno označeni i pravilno interpretirani."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit precizira u kojem kontekstu je analiza podataka napravljena (npr. istraživanje, eksperiment) i na koje aspekte se treba fokusirati tijekom provjere. Navedeni su ključni elementi kao što su točnost statističkih metoda, interpretacija rezultata, i prikaz podataka, te jesu li zaključci pravilno potkrijepljeni dokazima. Time se osigurava da pregled analize bude temeljit i da se uoče potencijalne greške ili propusti u analizi.</p>	3	3
Pronađi relevantne izvore za moj rad.	<p>Originalni upit: "Pronađi relevantne izvore za moj rad."</p> <p>Optimizirani upit: "Pronađi relevantne akademske izvore za moj rad na temu '[odabrana tema]', uključujući recentne članke iz stručnih časopisa, knjige, i pregledne radove. Posebno se fokusiraj na izvore objavljene u posljednjih [npr. 5 godina] i na one koji pokrivaju ključne teorije ili istraživanja vezana uz moju temu."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit jasno specificira temu rada i vrstu izvora koji su potrebni (članci, knjige, pregledni radovi). Također, traži fokus na recentne izvore (npr. posljednjih 5 godina) i ključne teorije ili istraživanja, što osigurava da prikupljeni izvori budu relevantni, aktualni i korisni za podršku akademskom radu. Ovaj pristup omogućuje korisniku da dobije kvalitetne i tematski usklađene izvore za svoj rad.</p>	3	3
	Originalni upit: "Predloži istraživačku metodu za moju temu."	3	3

Predloži istraživačku metodu za svoju temu.	<p>Optimizirani upit: "Predloži odgovarajuću istraživačku metodu za moj rad na temu [odabrana tema]. Uključujući argumente zašto je ta metoda najprikladnija, te smjernice za prikupljanje podataka, uzorkovanje i analizu rezultata. Ako je moguće, navedite i primjere sličnih istraživanja koja su koristila istu metodu."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit traži prijedlog istraživačke metode, ali dodaje kontekst specifične teme. Također, traži argumentaciju za odabranu metodu i smjernice za prikupljanje podataka, uzorkovanje i analizu, što pomaže u izradi sveobuhvatnog istraživačkog plana. Navođenje sličnih istraživanja koja su koristila istu metodu može dodatno podržati izbor metode i pružiti korisne primjere za primjenu u radu.</p>		
Pomozi mi analizirati podatke.	<p>Originalni upit: "Pomozi mi analizirati podatke."</p> <p>Optimizirani upit: "Pomozi mi analizirati podatke prikupljene za [opis istraživanja ili eksperimenta, npr. anketu o zadovoljstvu korisnika]. Usmjeri se na primjenu odgovarajućih statističkih metoda, kao što su [npr. t-test, ANOVA, regresijska analiza], i interpretaciju rezultata. Također, provjeri jesu li podaci pravilno obrađeni i vizualizirani u skladu s istraživačkim ciljevima."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit jasno specificira vrstu podataka i kontekst istraživanja, što omogućuje precizniji odgovor. Dodaje fokus na primjenu određenih statističkih metoda, ovisno o potrebama analize, i traži pomoć u interpretaciji rezultata. Također, uključuje provjeru pravilnosti obrade i vizualizacije podataka, što je ključno za dobivanje točnih i korisnih zaključaka iz analize. Ovaj pristup osigurava da analiza bude temeljita i usklađena s istraživačkim ciljevima.</p>	3	3
Interpretiraj rezultate istraživanja.	<p>Originalni upit: "Interpretiraj rezultate istraživanja."</p> <p>Optimizirani upit: "Interpretiraj rezultate istraživanja provedenog na temu [odabrana tema], s naglaskom na ključne nalaze i njihovu povezanost s postavljenim hipotezama. Objasni kako rezultati utječu na postojeće teorije ili prakse, te navedi moguće implikacije ili preporuke za daljnja istraživanja. Ako su prisutni neočekivani rezultati, analiziraj njihove potencijalne uzroke."</p> <p>Objašnjenje: Optimizirani upit jasno definira što se traži u interpretaciji rezultata, uključujući povezanost s hipotezama, utjecaj na postojeće teorije ili prakse, te implikacije za daljnja istraživanja. Dodavanjem analize neočekivanih rezultata, korisnik dobiva dublje i sveobuhvatnije razumijevanje rezultata, što je ključno za njihovu interpretaciju i prezentaciju u radu. Ovaj pristup osigurava da interpretacija bude temeljita, relevantna i usklađena s ciljevima istraživanja.</p>	3	3

Analiza rezultata upita pokazala je izuzetno visok nivo kvalitete u pogledu relevantnosti i pridržavanja pravila optimizacije. Svaki upit je ocijenjen kao potpuno adekvatan, što znači da su odgovori u potpunosti odgovarali na postavljene zahtjeve i bili potpuno relevantni za obrazovni kontekst. Također, svi upiti dosljedno su slijedili pravila optimizacije, pri čemu su ocijenjeni najvišom ocjenom za jasnoću, preciznost i logičnu strukturu. Ovi rezultati ukazuju na to da su upiti ne samo optimizirani prema zadanim smjernicama, već i da pružaju odgovore koji su visoko relevantni i korisni u obrazovnim situacijama. Sveobuhvatna dosljednost u slijeđenju pravila osigurava da se svaki upit tretira s maksimalnom pažnjom prema detaljima, čime se osigurava da rezultirajući odgovori budu u skladu s najvišim standardima kvalitete. Ovaj obrazac optimizacije potvrđuje da su svi upiti efektivno prilagođeni potrebama korisnika i obrazovnog konteksta, što doprinosi postizanju ciljeva učenja na optimalan način.

Promjene u promptovima jasno pokazuju da su optimizirani promptovi značajno poboljšali jasnoću, preciznost i specifičnost upita, što je ključno za postizanje učinkovitih i korisnih odgovora u obrazovnom kontekstu. Ova poboljšanja ukazuju na dosljednu sposobnost *GPT* modela da prepozna gdje originalnim promptovima nedostaje detalja ili su previše općeniti te da odgovarajuće reagira na te nedostatke. Model se uspješno prilagodio potrebama korisnika kroz dosljednu primjenu tehnika za optimizaciju upita. Takva prilagodba omogućuje modelu da generira odgovore koji su ne samo jasniji i relevantniji za korisnike, već i precizno usklađeni s obrazovnim ciljevima, što doprinosi boljem učenju i razumijevanju sadržaja. Osim toga, struktura optimiziranih promptova dodatno naglašava sposobnost modela da se prilagodi specifičnim obrazovnim zahtjevima i kontekstima. U svakom slučaju, model je ne samo poboljšao osnovne promptove već je i dodao specifične zahtjeve koji su prilagođeni specifičnim potrebama korisnika. Primjeri tih prilagodbi uključuju traženje konkretnih primjera, pojašnjavanje specifičnih uvjeta ili pružanje dodatnih informacija koje su ključne za postizanje preciznog i relevantnog odgovora. Ova dosljednost u optimizaciji ukazuje na to da se *GPT* model učinkovito prilagodio zadatku optimizacije obrazovnih promptova.

Posebno je važno napomenuti da je *GPT* model, osim generiranja optimiziranih promptova, također pružao dobra i duboka objašnjenja koja su studentima mogla pomoći da sami bolje pišu vlastite promptove. Ova objašnjenja ne samo da poboljšavaju trenutne odgovore već djeluju i kao obrazovni resurs, omogućujući studentima da razumiju logiku iza optimizacije promptova i da nauče kako formulirati svoje upite na način koji će rezultirati kvalitetnijim odgovorima. Tako model ne samo da služi kao alat za trenutačno rješavanje problema, već i kao vodič koji pomaže studentima u razvijanju vještina potrebnih za učinkovitu interakciju s generativnom umjetnom inteligencijom u budućnosti.

Sposobnost *GPT* modela da se prilagodi u optimizaciji promptova jasno ukazuje na njegov potencijal kao moćnog alata u obrazovnom procesu. Model ne samo da doprinosi poboljšanju kvalitete obrazovnih materijala, već također omogućuje studentima dublje razumijevanje i usvajanje znanja kroz precizno i kontekstualizirano pružanje informacija. Takve prilagodbe čine model iznimno učinkovitim u situacijama gdje su potrebna detaljna objašnjenja ili gdje složeni koncepti zahtijevaju jasniju prezentaciju kako bi studenti mogli lakše pratiti i razumjeti sadržaj. Dodatno, zbog

objašnjenja koja model pruža, *GPT* može djelovati i kao vrijedan obrazovni resurs, pomažući studentima da razviju vlastite vještine u formuliranju kvalitetnih upita pri interakciji sa generativnom umjetnom inteligencijom. Rezultati stoga jasno pokazuju da se *GPT* model može uspješno prilagoditi specifičnim zadacima u domeni obrazovanja, čime se potvrđuje njegova višestruka vrijednost, kako kao alat za poboljšanje trenutnih obrazovnih procesa, tako i kao resurs za kontinuirano učenje i razvoj studenata.

7.2. Drugo istraživačko pitanje

Drugo istraživačko pitanje glasi:

- IP2: Može li se automatizirati prompt inženjering za generativnu umjetnu inteligenciju u domeni obrazovanja?

Drugo istraživačko pitanje usmjereno je na istraživanje potencijala automatizacije u optimizaciji promptova s ciljem maksimizacije učinkovitosti i kvalitete interakcije između studenata i generativnih alata umjetne inteligencije. Kako bi se procijenili učinci optimizacije promptova, provedena je usporedba odgovora koje pruža *ChatGPT 4o* na originalne promptove za testiranje i njihove optimizirane verzije. Rezultati ove usporedbe temeljito su analizirani i kategorizirani prema specifičnim akademskim aktivnostima, što je omogućilo detaljan uvid u različite aspekte i kontekste primjene ovih optimizacija.

Analiza je pokazala da optimizacija promptova ima različite učinke ovisno o specifičnoj kategoriji interakcije. U nekim slučajevima, kao što je objašnjavanje teorijskih koncepata i priprema za ispite, optimizirani promptovi značajno poboljšavaju kvalitetu i korisnost odgovora. Nasuprot tome, u kategorijama koje uključuju rješavanje zadataka i problema, učinci optimizacije su manje izraženi, a ponekad čak i kontraproduktivni. Ova varijabilnost ukazuje na potrebu za selektivnim pristupom optimizaciji, uzimajući u obzir kontekst i specifične zahtjeve svake situacije.

U kategoriji objašnjavanja teorijskih koncepata, optimizirani upiti su pokazali jasne prednosti, pružajući odgovore koji su ne samo precizniji i jasniji, već i bogatiji u smislu dodatnih primjera i matematičkih formulacija (Tablica 14). Ova dodatna složenost omogućuje korisnicima dublje razumijevanje teorijskih tema, što je ključno

u obrazovnim i akademskim kontekstima gdje se od učenika ili studenata očekuje ne samo memoriranje, već i primjena naučenih koncepata u različitim situacijama. Strukturirani i jasno definirani odgovori olakšavaju korisnicima praćenje logičkog toka informacija i njihovu praktičnu primjenu, što je od posebne važnosti pri poučavanju složenih znanstvenih koncepata.

Tablica 14 Usporedba odgovora u kategoriji objašnjavanja teorijskih koncepata (Izvor: Autor)

Korisnik	<i>Nabroj glavne karakteristike renesanse.</i>	<i>Nabroj glavne karakteristike renesanse kao kulturnog i umjetničkog pokreta, s naglaskom na promjene u umjetnosti, filozofiji, i znanosti, te navedi nekoliko ključnih umjetnika i njihovih djela</i>
Chat	<p>Renesansa je kulturni pokret koji je započeo u Italiji u 14. stoljeću i proširio se širom Europe do 17. stoljeća. Ovaj period označava prijelaz iz srednjeg vijeka u moderno doba i karakteriziran je obnovljenim interesom za klasičnu umjetnost, filozofiju, znanost i književnost. Glavne karakteristike renesanse uključuju: 1. Humanizam - Fokus na čovjeka i svijet: Renesansa je donijela pomak s teocentričnog (Bog u centru) na antropocentrični (čovjek u centru) pogled na svijet. Humanizam je naglašavao vrijednost i potencijal ljudskih bića, interes za ljudske probleme, te individualizam. - Studij klasične antike: Učenjaci su se vraćali grčkim i rimskim tekstovima, istražujući i prevodeći djela antičkih autora, što je dovelo do obnove znanja u filozofiji, književnosti i umjetnosti. 2. Obnova interesa za klasičnu umjetnost i arhitekturu - Inspiracija u antici: Umjetnici su se ugledali na proporcije, harmoniju i idealizaciju ljepote koje su pronašli u klasičnoj grčkoj i rimskoj umjetnosti. Arhitektura se vraća klasičnim elementima poput stupova, lukova i kupola. - Perspektiva u slikarstvu: Razvoj linearne perspektive u umjetnosti, gdje se prostorni odnosi prikazuju na dvodimenzionalnoj površini, omogućio je realističnije prikaze. 3. Razvoj znanosti i prirodne filozofije - Empirizam i eksperiment: Razvija se znanstvena metoda, gdje se promatranje i eksperiment koriste za istraživanje prirodnih pojava. To je bilo suprotno dogmatskom prihvaćanju autoriteta i tradicije iz srednjeg vijeka. - Značajna otkrića: Renesansni znanstvenici kao što su Galileo Galilei, Leonardo da Vinci i Nicolaus Copernicus dali su ključne doprinose astronomiji, anatomiji, fizici i drugim znanostima. 4. Rast individualizma - Umjetnici kao individualci: Umjetnici su počeli biti prepoznati po svom osobnom stilu i individualnom talentu. Prije su bili smatrani samo zanatlijama, ali tijekom renesanse njihova se uloga promijenila u ulogu kreativnih genija. - Samosvijest: Ljudi su postali više usmjereni na samospoznaju, što se ogledalo u književnosti, filozofiji i umjetnosti. Pojam "univerzalnog čovjeka" ili "čovjeka renesanse" predstavlja osobu s mnogim talentima i interesima. 5. Napredak u književnosti - Upotreba narodnog jezika: Književnici su počeli pisati na narodnim jezicima umjesto na latinskom, što je omogućilo širu dostupnost književnih djela. Dante Alighieri, Geoffrey Chaucer i William Shakespeare su primjeri autora koji</p>	<p>Renesansa je kulturni i umjetnički pokret koji je obuhvatio razdoblje od 14. do 17. stoljeća, započevši u Italiji i kasnije se proširivši na ostatak Europe. To je bilo razdoblje velikih promjena u umjetnosti, filozofiji, znanosti i društvu općenito, karakterizirano obnovljenim zanimanjem za klasične grčke i rimske ideale. Glavne karakteristike renesanse: Humanizam: U središtu renesanse bio je humanizam, intelektualni pokret koji je stavio naglasak na čovjeka, njegovo dostojanstvo i potencijal. Humanisti su proučavali klasike, vjerujući da se kroz njih može postići bolji moralni i intelektualni razvoj. Povratak klasičnim idealima: Renesansni umjetnici, filozofi i znanstvenici crpili su inspiraciju iz antičke Grčke i Rima. To se očitovalo u umjetnosti kroz povratak klasičnim proporcijama, realizmu i temama iz mitologije i povijesti. Realizam i perspektiva u umjetnosti: Jedna od ključnih inovacija u renesansnoj umjetnosti bila je uporaba linearnog perspektivnog prikaza prostora, što je omogućilo stvaranje realističnijih prikaza. Umjetnici su počeli proučavati anatomiju kako bi preciznije prikazali ljudsko tijelo. Pokroviteljstvo umjetnosti: Tijekom renesanse, bogati meceni, poput obitelji Medici u Firenci, sponzorirali su umjetnike, što je omogućilo stvaranje nekih od najpoznatijih djela u povijesti umjetnosti. Znanstvena revolucija: Renesansa je također označila početak znanstvene revolucije. Filozofi i znanstvenici počeli su dovoditi u pitanje srednjovjekovne dogme i razvijali su eksperimentalne metode za istraživanje prirode. Individualizam: Umjetnici i mislioci renesanse isticali su važnost individualnog izraza i osobnog postignuća. Pojava potpisivanja umjetničkih djela, što je bilo rijetko u srednjem vijeku, svjedoči o rastućem značaju individualizma. Promjene u umjetnosti: Realizam i naturalizam: Umjetnici su težili što vjernijem prikazu ljudskog tijela i prirode. Razvili su tehnike koje su omogućile trodimenzionalni prikaz prostora i volumena. Upotreba svjetla i sjene: Umjetnici poput Leonarda da Vincija koristili su tehniku sfumata, koja je omogućila mekane prijelaze između svjetla i sjene, stvarajući dojam dubine i realnosti. Perspektiva: Linearna perspektiva, koju je uveo Filippo Brunelleschi, omogućila je umjetnicima da</p>

su pisali na jeziku naroda. - Tematska raznovrsnost: Djela su počela istraživati teme iz svakodnevnog života, ljudskih emocija, političke teorije i društvenih problema, uz održavanje interesa za mitologiju i klasičnu tradiciju. 6. Razvoj tiskarstva - Gutenbergova tiskarska preša: Izum tiskarskog stroja s pomičnim slovima omogućio je masovnu proizvodnju knjiga, što je znatno povećalo dostupnost i širenje znanja. To je bilo ključno za širenje ideja renesanse širom Europe. 7. Političke promjene - Jačanje nacionalnih država: U ovom periodu dolazi do centralizacije vlasti i jačanja monarhija, što je vodilo stvaranju modernih nacionalnih država. - Machiavellijeva politika: Filozofi poput Niccolò Machiavelli razvijali su nove političke teorije koje su promatrale vlast i državu na realističan, ponekad ciničan način, neovisno o moralnim i religijskim normama. Renesansa je bila razdoblje intenzivne kulturne, umjetničke, znanstvene i političke promjene koje su postavile temelje za modernu Europu.

stvore dojam trodimenzionalnog prostora na dvodimenzionalnoj površini. Promjene u filozofiji: Humanizam: Pojava humanizma potaknula je interes za proučavanje klasične literature, filozofije i umjetnosti, naglašavajući vrijednost ljudskog iskustva i racionalnog mišljenja. Odmak od srednjovjekovnog skolasticizma: Filozofi su se sve više okretali od srednjovjekovnih autoriteta i dogmi, prema istraživanju svijeta putem logike i empirijskih dokaza. Promjene u znanosti: Empirizam: Znanstvenici poput Galilea Galileija počeli su isticati važnost eksperimenta i promatranja u razumijevanju prirodnih fenomena, postavljajući temelje modernoj znanosti. Heliocentrični sustav: Nikola Kopernik je predložio heliocentrični sustav, u kojem se Sunce, a ne Zemlja, smatra središtem svemira, što je izazvalo revoluciju u astronomiji. Ključni umjetnici i njihova djela: Leonardo da Vinci: Djela: Mona Lisa, Posljednja večera, Vitruvijev čovjek. Doprinos: Kombinacija umjetnosti i znanosti, istraživanja ljudske anatomije, perspektive i proporcija. Michelangelo Buonarroti: Djela: David, Sikstinska kapela (freske), Pietà. Doprinos: Majstorstvo u skulpturi i slikarstvu, izražavanje snage i emocija kroz ljudsko tijelo. Raffaello Sanzio (Rafael): Djela: Škola iz Atene, Madona Sixtina, Transfiguracija. Doprinos: Elegancija i sklad u kompoziciji, idealizacija ljudske figure. Filippo Brunelleschi: Djelo: Kupola katedrale Santa Maria del Fiore u Firenci. Doprinos: Razvoj linearne perspektive, arhitektonske inovacije. Sandro Botticelli: Djela: Rođenje Venere, Proljeće. Doprinos: Alegorijska umjetnost, elegancija linija, ponovna upotreba klasičnih tema. Renesansa je bila razdoblje izuzetnog kulturnog procvata koje je značajno oblikovalo smjer europske povijesti i postavilo temelje za moderno doba. Umjetnici, filozofi i znanstvenici tog razdoblja ostavili su neizbrisiv trag na ljudsku civilizaciju, svojim radom redefinišući pojam ljepote, znanja i ljudskog potencijala.

Nasuprot tome, u kategoriji rješavanja zadataka i problema, optimizacija upita nije uvijek rezultirala poboljšanjem kvalitete odgovora (Tablica 15). U brojnim primjerima, poput rješavanja sustava jednadžbi ili izračuna molarne koncentracije, odgovori su ostali gotovo identični onima generiranim iz originalnih upita, bez značajnog unapređenja u pogledu jasnoće ili točnosti. Dodatno, u kontekstu programiranja, optimizirani upiti su povremeno doveli do netočnosti, čime je istaknuto da optimizacija nije uvijek korisna, a u određenim slučajevima može biti i kontraproduktivna. Ova varijabilnost u učinkovitosti optimizacije sugerira potrebu za pažljivim razmatranjem kada i kako optimizirati upite, posebno u područjima gdje je preciznost ključna.

Tablica 15 Usporedba odgovora u kategoriji rješavanja zadataka i problema (Izvor:Autor)

Korisnik	Napiši rekurzivnu Python funkciju za faktorijel.	Napiši rekurzivnu Python funkciju koja izračunava faktorijel zadanog cijelog broja n. Uključi provjeru da je n nenegativan broj.
ChatGPT	<p>Evo kako možete napisati rekurzivnu funkciju u Pythonu za izračunavanje faktorijela nekog broja:</p> <pre>python def faktorijel(n): # Bazni slučaj: faktorijel od 0 ili 1 je 1 if n == 0 or n == 1: return 1 else: # Rekurzivni poziv: n! = n * (n-1)! return n * faktorijel(n - 1) # Testiranje funkcije broj = 5 print(f"Faktorijel broja {broj} je {faktorijel(broj)}")</pre> <p>Objašnjenje:</p> <p>Bazni slučaj: Ako je n jednak 0 ili 1, funkcija vraća 1, jer je faktorijel od 0 i 1 definiran kao 1.</p> <p>Rekurzivni slučaj: Ako n nije 0 ili 1, funkcija vraća $n \times \text{faktorijel}(n-1)$, tj. množi broj n s faktorijelom broja n-1. Ova rekurzija se ponavlja sve dok ne dođe do baznog slučaja.</p> <p>Na primer, ako unesete broj 5, funkcija će vratiti $5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 120$.</p>	<pre>def faktorijel(n): # Provjera da je n nenegativan broj if n < 0: raise ValueError("Broj mora biti nenegativan.") # Bazni slučaj: faktorijel od 0 ili 1 je 1 if n == 0 ili n == 1: return 1 # Rekurzivni poziv: n! = n * (n-1)! return n * faktorijel(n - 1) # Primjer korištenja funkcije n = 5 faktorijel(n) Rekurzivna Python funkcija za izračunavanje faktorijela zadanog cijelog broja n je uspješno izračunala da je faktorijel broja 5 jednak 120. Ova funkcija provjerava je li zadani broj n nenegativan i zatim koristi rekurziju kako bi izračunala faktorijel. Ako je n manji od nule, funkcija će podići grešku. Ako je n jednak 0 ili 1, vraća se 1, što je bazni slučaj rekurzije. Za sve druge vrijednosti, funkcija se poziva rekurzivno.</pre>

U okviru pripreme za ispite, optimizirani upiti su doveli do značajnog poboljšanja u kvaliteti pruženih odgovora, čime su ispunili specifične zahtjeve akademske pripreme na mnogo učinkovitiji način nego što je to bio slučaj s originalnim upitima. Optimizirani odgovori su pokazali višu razinu detaljnosti i strukturiranosti, što je ključno za uspješan prijenos složenih informacija studentima koji se pripremaju za ispite. Kroz ove odgovore, studenti su dobili jasne i precizne upute za organizaciju učenja, uključujući metode za postavljanje ciljeva, tehnike ponavljanja gradiva, i strategije za upravljanje vremenom koje su prilagođene akademskim potrebama. Jedan od ključnih aspekata ovih optimiziranih odgovora je njihova sposobnost da ne samo prenesu informacije, već i da ih učine pristupačnijima i razumljivijima kroz dodatna objašnjenja i primjere. Na primjer, prilikom preporuke strategija za učinkovito pamćenje složenih koncepata ili formula, optimizirani odgovori su uključili praktične savjete kao što su mnemotehnike, vizualizacija, i strukturirano bilježenje informacija. Ove metode ne

samo da olakšavaju proces učenja, već također omogućuju studentima da bolje upravljaju velikim količinama informacija, što je ključno za postizanje visokih akademskih rezultata. Poboljšanje je također vidljivo u načinu na koji su optimizirani odgovori strukturirani. Umjesto generaliziranih smjernica, ovi odgovori su specifično usmjereni na individualne potrebe studenata, prilagođavajući strategije učenja njihovim specifičnim ispitnim ciljevima. Na primjer, prilikom davanja savjeta o organizaciji učenja, optimizirani odgovori su uključili konkretne prijedloge za izradu vremenskih rasporeda, postavljanje realističnih dnevnih i tjednih ciljeva, te korištenje metoda aktivnog učenja. Ovaj pristup ne samo da pomaže studentima u organizaciji i planiranju njihovog vremena, već ih također motivira da ostanu dosljedni i usmjereni na svoje akademske ciljeve. Općenito, optimizirani upiti rezultirali su sadržajem koji je akademski rigorozniji, bolje prilagođen specifičnim potrebama korisnika, i praktičniji za primjenu u stvarnim ispitnim situacijama. Kroz ove poboljšane odgovore, studenti dobivaju alate koji im omogućuju ne samo da uspješno savladaju ispitni materijal, već i da razviju dublje razumijevanje i bolje organizacijske vještine koje su neophodne za dugoročni akademski uspjeh. Ovaj pomak u kvaliteti odgovora jasno pokazuje vrijednost optimizacije upita u kontekstu pripreme za ispite, jer osigurava da su informacije ne samo točne, već i izuzetno korisne i relevantne za korisnika.

Što se tiče pisanja akademskih radova, implementacija optimiziranih upita rezultirala je primjetnim poboljšanjima u kvaliteti odgovora, no ta poboljšanja nisu dostigla razinu drastičnih promjena. Optimizirani upiti često dovode do odgovora koji su obilježeni višim stupnjem detaljnosti, bolje organizirane strukture, te jasnijih i preciznijih formulacija. Dodatno, optimizirani odgovori obogaćeni su dodatnim primjerima i objašnjenjima, što pridonosi njihovoj korisnosti i pristupačnosti za akademske korisnike (Tablica 16). Ova poboljšanja omogućuju precizniji i sistematičniji prijenos informacija, čime se povećava vrijednost i efektivnost pruženih odgovora. Međutim, unatoč ovim poboljšanjima metodološki pristupi ostaju uglavnom nepromijenjeni u odnosu na originalne odgovore. Drugim riječima, optimizacija pridonosi poboljšanju estetske i funkcionalne kvalitete odgovora, ali ne uvodi bitne promjene u sadržaju ili dubinskoj analizi tema.

Tablica 16 Usporedba odgovora u kategoriji pisanje akademskih radova (Izvor: Autor)

Korisnik	Napiši uvod za seminarski rad.	<i>Napiši uvod za seminarski rad na temu generativan umjetna inteligencija u obrazovanju, u kojem ćeš predstaviti glavne ciljeve istraživanja, relevantnost teme za trenutna istraživanja ili društvene probleme, te pregledati strukturu rada, uključujući glavne dijelove koji će biti obrađeni.</i>
ChatGPT	<p>Uvod Tema ovog seminarskog rada bavi se [unesite temu seminara], koja predstavlja ključnu problematiku u [odgovarajućem području studija, npr. sociologiji, ekonomiji, biologiji, itd.]. Kroz povijest, [opis glavnog pojma ili fenomena] bio je predmet mnogih istraživanja i rasprava, zbog svoje složenosti i utjecaja na različite aspekte društva, ekonomije i znanosti. Danas, s obzirom na [trenutno stanje ili aktualna zbivanja vezana uz temu], ova tema postaje još relevantnija i zahtijeva detaljno proučavanje i analizu. Cilj ovog rada je pružiti sveobuhvatnu analizu [glavne teme], istražiti njezin povijesni razvoj, te razumjeti njezine suvremene implikacije. Rad će također istražiti ključne teorijske pristupe i modele koji se koriste za objašnjavanje [odabrane teme], kao i praktične primjene u [odabranoj oblasti]. Nadalje, poseban naglasak će biti stavljen na [specifični aspekt koji želite istražiti]. Metodologija korištena u ovom radu uključuje [kratak opis metodologije, npr. analizu literature, anketno istraživanje, studiju slučaja], što će omogućiti temeljitu obradu i razumijevanje svih relevantnih aspekata teme. Na kraju rada, bit će predstavljeni zaključci i preporuke koje proizlaze iz provedenog istraživanja, s posebnim osvrtom na buduće pravce istraživanja i praktične implikacije. Na ovaj način, rad ima za cilj ne samo obogatiti naše razumijevanje [teme], već i pridonijeti širem diskursu u [odabranoj oblasti], otvarajući put za daljnje istraživanje i diskusiju.</p>	<p>Uvod Razvoj generativne umjetne inteligencije (AI) predstavlja jednu od najuzbudljivijih i najrevolucionarnijih promjena u suvremenom društvu, s posebnim naglaskom na njezinu primjenu u obrazovanju. Generativna AI, koja uključuje modele poput GPT-a i DALL-E, sposobna je stvarati sadržaj kao što su tekst, slike i glazba, te tako nudi nove mogućnosti za personalizirano učenje, kreativnu podršku i analizu obrazovnih podataka. S obzirom na ubrzan razvoj tehnologije i sve veću dostupnost ovih alata, postavlja se pitanje kako se generativna AI može učinkovito integrirati u obrazovni sustav, s ciljem poboljšanja procesa učenja i poučavanja. Glavni cilj ovog istraživanja je analizirati potencijal generativne umjetne inteligencije u obrazovanju, istražujući načine na koje se može koristiti za poticanje kreativnosti, prilagođavanje nastavnih sadržaja i poboljšanje interakcije između učenika i nastavnika. Nadalje, rad će se baviti etičkim i društvenim implikacijama korištenja generativne AI u obrazovanju, uključujući rizike povezane s dezinformacijama, pristranostima u modelima i privatnosti učenika. Ova tema je izuzetno relevantna u kontekstu trenutnih istraživanja, jer se obrazovni sustavi diljem svijeta suočavaju s izazovima prilagodbe tehnologiji i potrebe za inovacijom u nastavi. Uz to, društveni problemi poput nejednakog pristupa obrazovanju i potrebe za inkluzivnim obrazovnim praksama dodatno naglašavaju važnost istraživanja kako generativna AI može pridonijeti rješavanju ovih pitanja. Struktura rada bit će organizirana na sljedeći način: u prvom dijelu, predstaviti će se pregled generativne umjetne inteligencije, uključujući njezinu povijest, tehnologije i primjere korištenja. Drugi dio rada fokusirat će se na analizu primjene generativne AI u obrazovanju, uključujući konkretne primjere i studije slučaja. Treći dio razmotrit će etičke, pravne i društvene implikacije korištenja ove tehnologije u obrazovanju. Na kraju, rad će ponuditi zaključke i preporuke za buduća istraživanja i praksu, s naglaskom na održivi razvoj i inkluzivnost u obrazovnom sustavu. Ovaj rad nastoji pridonijeti razumijevanju potencijala generativne umjetne inteligencije u obrazovanju, te otvoriti raspravu o njezinom odgovornom i etičkom korištenju.</p>

U kontekstu istraživačkog rada i metodologije, optimizirani promptovi pokazali su značajan potencijal za poboljšanje kvalitete i korisnosti odgovora. Takvi odgovori pružaju dublje i detaljnije analize istraživačkih pristupa, metodoloških okvira i interpretacije rezultata. Osim toga, optimizirani odgovori uključuju ažurne i relevantne informacije prilagođene specifičnim istraživačkim kontekstima i ciljevima, što je posebno korisno za istraživače u fazi dizajniranja i provođenja istraživanja, kao i u interpretaciji i prezentaciji nalaza prema visokim akademskim standardima.

Iz svega navedenog, jasno je da optimizacija promptova može biti moćan alat za poboljšanje interakcije s *ChatGPT-om*, no njezina učinkovitost varira ovisno o kontekstu i prirodi traženih informacija. U kategorijama koje zahtijevaju objašnjenje složenih koncepata ili pružanje strateških savjeta, poput objašnjavanja teorijskih koncepata i pripreme za ispite, optimizacija promptova značajno poboljšava kvalitetu i korisnost odgovora. Nasuprot tome, u kategorijama koje zahtijevaju precizne i tehnički točne informacije, poput rješavanja zadataka i problema vezano uz programiranje, optimizacija promptova mora biti pažljivo prilagođena kako bi se osigurala relevantnost i točnost odgovora.

8. RASPRAVA

Rezultati ovog istraživanja pružaju vrijedne uvide u primjenu prilagođenih *GPT* modela u obrazovanju, s posebnim naglaskom na njihovu sposobnost optimizacije upita kako bi se poboljšala kvaliteta interakcije između korisnika, konkretno studenata, i generativnih alata umjetne inteligencije. *Promptolog*, kao specijalizirani *GPT* model razvijen u ovom istraživanju, pokazao je značajan potencijal u unapređenju preciznosti i relevantnosti odgovora kroz prilagodbu upita, čime doprinosi poboljšanju obrazovnog iskustva.

8.1. Učinkovitost prilagođenih *GPT* modela u obrazovnoj domeni

Prvo istraživačko pitanje bavilo se sposobnošću *GPT* modela da se prilagodi specifičnim obrazovnim zadacima. *Promptolog* se pokazao izuzetno učinkovitim u ovom kontekstu, dosljedno primjenjujući sva zadana pravila tijekom procesa optimizacije upita. Model je ispravno interpretirao svaki prompt i primijenio odgovarajuća pravila kako bi optimizirao upit na način koji je osigurao točne, jasne i obrazovno relevantne odgovore. Osim toga, objašnjenja koja su pratila optimizirane upite bila su izuzetno detaljna i informativna. Ova objašnjenja nisu samo pružala korisnicima odgovore, već su im također davala vrijedne uvide u sam proces optimizacije, čime su doprinosila njihovom dubljem razumijevanju kako pravilno formulirati vlastite upite u budućnosti. Ovaj edukativni aspekt *Promptologa* nije zanemariv, jer kroz njega model ne samo da ispunjava funkciju alata za trenutačno rješavanje problema, već se pokazuje i kao resurs koji može značajno doprinijeti kontinuiranom obrazovanju korisnika. Kroz ova objašnjenja, korisnici stječu znanje o tehnikama koje su ključne za formuliranje učinkovitih upita, što je vještina koja je iznimno korisna u daljnjem obrazovnom i profesionalnom razvoju.

U konačnici, *Promptolog* je dokazao svoju sposobnost da ne samo dosljedno poštuje zadana pravila, već i da optimizira upite na način koji značajno poboljšava kvalitetu obrazovne interakcije. Ovaj uspjeh potvrđuje ne samo učinkovitost i pouzdanost *Promptologa* kao alata za podršku u učenju, već također naglašava njegov potencijal kao vrijednog resursa za kontinuirano obrazovanje i razvoj vještina studenata. Model je pokazao da može biti pouzdan partner u obrazovnom procesu, pružajući korisnicima ne samo točne i relevantne informacije, već i edukativne

smjernice koje im omogućuju da usavrše svoje sposobnosti korištenja generativnih alata umjetne inteligencije. Ovaj pristup ima potencijal da dugoročno doprinese povećanju kvalitete obrazovanja, jer ne samo da zadovoljava trenutne potrebe korisnika, već ih i osposobljava za uspješno snalaženje u složenim obrazovnim i profesionalnim situacijama u budućnosti.

8.2. Automatizacija prompt inženjering u obrazovnoj domeni

Drugo istraživačko pitanje usmjereno je na istraživanje potencijala automatizacije prompt inženjeringa s ciljem povećanja učinkovitosti i kvalitete interakcije između studenata i generativnih alata umjetne inteligencije. Kroz analizu rezultata, utvrđeno je da optimizacija promptova može značajno unaprijediti korisnost i relevantnost odgovora u određenim obrazovnim kategorijama. Na primjer, u kontekstu objašnjavanja teorijskih koncepata, optimizirani upiti su rezultirali odgovorima koji su obogaćeni dodatnim objašnjenjima, relevantnim primjerima i matematičkim formulacijama, što je omogućilo korisnicima dublje i preciznije razumijevanje obrađenih tema. Ova poboljšanja naglašavaju snagu automatizacije prompt inženjeringa u pružanju kvalitetnijih i informativnijih odgovora koji mogu bolje podržati obrazovne ciljeve korisnika. Automatizacija prompt inženjeringa, kada se provodi na ovaj način, može značajno smanjiti napor koji studenti ulažu u formuliranje upita, istovremeno povećavajući kvalitetu rezultata koje dobivaju. Ova metoda omogućuje bržu i efikasniju interakciju s generativnim alatima umjetne inteligencije, jer korisnici ne moraju ulagati toliko vremena i truda u precizno formuliranje svojih upita. Umjesto toga, model automatski optimizira upite kako bi se postigli najbolji mogući odgovori, što doprinosi učinkovitijem učenju i razumijevanju kompleksnih koncepata.

Unatoč ovim pozitivnim ishodima, analiza je također otkrila određene izazove i ograničenja u automatizaciji prompt inženjeringa. Konkretno, u situacijama koje zahtijevaju visoku razinu preciznosti, poput rješavanja matematičkih zadataka ili tehničkih izazova u programiranju, optimizacija promptova nije uvijek bila korisna. U tim kontekstima, pretjerano detaljna optimizacija ili pogrešno usmjeravanje promptova može dovesti do odgovora koji su zbunjujući ili čak netočni. To ukazuje na potencijalne rizike prekomjerne automatizacije, gdje model, u pokušaju da poboljša upit, može

nenamjerno dodati složenost ili informacije koje nisu nužno relevantne za specifični zadatak. Ovi nalazi upućuju na potrebu za selektivnim pristupom automatizaciji prompt inženjeringa. Nije svaka situacija pogodna za isti stupanj optimizacije, a korisničke potrebe i kontekst zadatka moraju se pažljivo uzeti u obzir prilikom primjene ovih tehnologija. Postoji potreba za finom regulacijom i prilagodbom algoritama koji se koriste u procesu optimizacije, kako bi se osiguralo da intervencije modela zaista poboljšavaju kvalitetu odgovora, a ne dovode do neželjenih ili kontraproduktivnih ishoda.

U konačnici, ovo istraživanje potvrđuje da automatizacija prompt inženjeringa ima značajan potencijal za unaprjeđenje obrazovnog procesa, ali zahtijeva pažljivu i promišljenu implementaciju. Ključ za maksimiziranje pozitivnih učinaka ove tehnologije leži u razumijevanju njezinih ograničenja i prilagođavanju pristupa specifičnostima zadatka i potrebama korisnika. Samo kroz pažljivu kalibraciju i stalnu evaluaciju može se postići optimalan učinak automatizacije, osiguravajući da ona ne samo da povećava učinkovitost, već i stvarno poboljšava kvalitetu obrazovnih interakcija i rezultata.

8.3. Implikacije za buduća istraživanja

Ovo istraživanje otkriva značajan potencijal generativne umjetne inteligencije, posebno kroz prilagodbu GPT modela poput *Promptloga*, za unaprjeđenje obrazovnog procesa. Prilagodba ovih modela pruža jedinstvenu priliku za personalizaciju učenja, omogućujući kreiranje obrazovnih materijala i interakcija koji su bolje usklađeni s individualnim potrebama i ciljevima studenata. Ovaj pristup ne samo da obogaćuje obrazovno iskustvo, već i otvara vrata za razvoj novih pedagoških strategija koje koriste snagu umjetne inteligencije za poboljšanje kvalitete nastave i učenja.

Jedna od ključnih implikacija ovog istraživanja je da uspjeh prilagođenih *GPT* modela u obrazovanju uvelike ovisi o njihovoj sposobnosti prilagodbe specifičnim zadacima i kontekstima unutar obrazovnog sustava. Dok je ovo istraživanje pokazalo kako *Promptlog* može učinkovito poboljšati kvalitetu obrazovnih interakcija, buduća istraživanja trebala bi se fokusirati na daljnje empirijske evaluacije tih modela u različitim obrazovnim okruženjima. Potrebno je provesti opsežnija istraživanja koje će

uključivati stvarne podatke o studentskim upitima, kao i analize njihove učinkovitosti u stvarnim učionicama i e-learning platformama. Takva istraživanja mogla bi pružiti vrijedne uvide u to kako prilagođeni *GPT* modeli mogu biti integrirani u svakodnevnu nastavu i kako se mogu prilagoditi potrebama različitih grupa studenata, uključujući one s različitim stupnjevima predznanja, interesima i stilovima učenja.

Razvoj sofisticiranijih algoritama za automatizaciju prompt inženjeringa također predstavlja ključnu oblast za daljnji napredak. Iako su rezultati ovog istraživanja pokazali da automatizacija može značajno poboljšati kvalitetu odgovora u mnogim kontekstima, postojeće tehnologije još uvijek imaju prostora za napredak. Na primjer, razvoj algoritama koji mogu dinamički prilagoditi stupanj optimizacije prema složenosti zadatka ili specifičnim potrebama korisnika može dodatno poboljšati učinkovitost i preciznost modela. Takvi napori mogli bi rezultirati stvaranjem sustava koji su u stanju bolje prepoznati nijanse u studentskim upitima i automatski prilagoditi svoje odgovore kako bi osigurali optimalnu podršku učenju.

Nadalje, buduća istraživanja trebala bi istražiti mogućnosti integracije prilagođenih *GPT* modela u različite obrazovne alate i platforme. Postoji potencijal za razvojem interaktivnih obrazovnih sustava koji koriste generativne modele za stvaranje dinamičkih nastavnih sadržaja, personalizirane povratne informacije i adaptivne strategije poučavanja. Takvi sustavi mogli bi ponuditi nastavnicima alate za bolju analizu napretka studenata, prilagodbu nastavnih planova i pružanje podrške na individualnoj razini, što bi u konačnici moglo dovesti do poboljšanja ishoda učenja.

Konačno, važno je naglasiti potrebu za kontinuiranim etičkim razmatranjem pri razvoju i implementaciji ovih tehnologija u obrazovanju. Dok generativna umjetna inteligencija nudi mnoge prednosti, uključujući personalizaciju i učinkovitost, također postavlja pitanja vezana uz pristranost modela, zaštitu privatnosti i odgovornost za odluke donesene na temelju generativne umjetne inteligencije. Buduća istraživanja trebala bi se baviti ovim pitanjima, s ciljem razvoja etičkih smjernica i najboljih praksi koje će osigurati da upotreba ovih tehnologija bude odgovorna i u skladu s obrazovnim vrijednostima i principima.

Sveukupno, ovo istraživanje postavlja temelje za daljnje istraživanje i razvoj u području primjene generativne umjetne inteligencije u obrazovanju, ističući potencijal prilagođenih *GPT* modela za transformaciju obrazovnog procesa. Uz pažljivo vođena

istraživanja i promišljenu implementaciju, ovi alati mogu postati ključni resursi za unaprjeđenje kvalitete obrazovanja i podršku studentima u njihovom učenju i razvoju.

9. Zaključak

Razvoj generativne umjetne inteligencije predstavlja ključnu prekretnicu u evoluciji tehnologije, s korijenima u strojnome učenju i naprednim jezičnim modelima. Razvoj GAI-a, koji je započeo s osnovnim konceptima strojnog učenja, prošao je kroz faze dubokog učenja i transformerskih modela, te je dosegao napredne velike jezične modele koji danas definiraju mogućnosti ove tehnologije. Veliki jezični modeli omogućuju umjetnoj inteligenciji ne samo da razumije i procesira prirodni jezik, već i da stvara nove sadržaje na razini sličnoj ljudskoj. Generativna umjetna inteligencija, sa svojim sposobnostima kreiranja tekstova, slika, glazbe, koda i mnogih drugih oblika sadržaja, postala je neizostavan alat u obrazovanju, čime omogućava nove mogućnosti za učenike, nastavnike i istraživače.

U praktičnom dijelu ovog istraživanja postavljena su dva ključna istraživačka pitanja usmjerena na procjenu potencijala *GPT* modela kao za optimizaciju studentskih promptova na hrvatskom jeziku, s namjerom poboljšanja kvalitete i preciznosti rezultata koje studenti postižu prilikom korištenja generativne umjetne inteligencije.

Prvo istraživačko pitanje istraživalo je može li se *GPT* model prilagoditi specifičnim zadacima u domeni obrazovanja. Rezultati su pokazali da je model sposoban za takvu prilagodbu, što se posebno očitivalo kroz optimizaciju promptova. Promjene u promptovima rezultirale su značajnim poboljšanjem u jasnoći, preciznosti i specifičnosti odgovora koje model generira. Optimizirani promptovi omogućili su modelu da pruži odgovore koji su bolje usklađeni s obrazovnim ciljevima, što doprinosi boljem učenju i razumijevanju sadržaja. Osim toga, model je pokazao sposobnost pružanja dodatnih objašnjenja, koja ne samo da poboljšavaju trenutne odgovore, već također djeluju kao obrazovni resursi, pomažući studentima da razviju vlastite vještine u formuliranju upita.

Drugo istraživačko pitanje bilo je usmjereno na ispitivanje mogućnosti automatizacije prompt inženjeringa za generativnu umjetnu inteligenciju u obrazovnom kontekstu. Rezultati su pokazali da automatizacija promptova može biti vrlo korisna, ali njezina učinkovitost varira ovisno o specifičnom kontekstu. U situacijama koje zahtijevaju objašnjavanje teorijskih koncepata i pripremu za ispite, optimizacija promptova značajno je poboljšala kvalitetu i korisnost odgovora. S druge

strane, u kategorijama koje uključuju rješavanje tehničkih zadataka, poput programiranja, optimizacija promptova nije uvijek rezultirala poboljšanjem i ponekad je bila kontraproduktivna. Ova varijabilnost naglašava potrebu za selektivnim pristupom u automatizaciji promptova, uzimajući u obzir specifične zahtjeve i kontekst svake situacije.

Rezultati ovog praktičnog istraživanja potvrđuju da *GPT* modeli imaju značajan potencijal u obrazovnom kontekstu, posebno kada su promptovi pažljivo optimizirani i prilagođeni specifičnim zadacima. Automatizacija prompt inženjeringa može dodatno povećati učinkovitost i kvalitetu interakcije između učenika i generativnih alata umjetne inteligencije, ali zahtijeva pažljivo razmatranje i prilagodbu ovisno o zadatku. Ova saznanja pružaju temelje za daljnji razvoj i implementaciju GAI alata u obrazovne procese, s ciljem unapređenja kvalitete obrazovanja i podrške studentima u njihovom učenju.

Nadalje, integracija generativne umjetne inteligencije u obrazovni sustav donosi revolucionarne promjene u načinu na koji se uči i poučava. Za nastavnike, GAI pruža mogućnosti automatizacije brojnih zadataka koji su tradicionalno oduzimali puno vremena, poput ocjenjivanja i evaluacije učeničkih radova. Umjetna inteligencija omogućuje brzu i preciznu procjenu učeničkih rezultata, čime se smanjuje administrativno opterećenje nastavnika, a njima ostaje više vremena za druge pedagoške aktivnosti. Planiranje nastavnog procesa postaje jednostavnije uz pomoć GAI alata, koji mogu analizirati podatke i predložiti strategije poučavanja prilagođene specifičnim potrebama pojedinih učenika. Nastavnici također mogu koristiti GAI za kreiranje obrazovnih resursa prilagođenih različitim stilovima učenja, čime se olakšava individualizirani pristup obrazovanju. Ovi alati također pružaju podršku u učenju i rješavanju zadataka, čime se učenicima nudi pomoć u realnom vremenu, prilagođena njihovim trenutnim potrebama i razumijevanju.

Za učenike, GAI nudi personaliziranu podršku koja poboljšava iskustvo učenja kroz prilagođene povratne informacije i pristup različitim resursima. Studenti mogu koristiti GAI alate za poboljšanje svojih vještina kritičkog razmišljanja, kreativnosti i rješavanja problema, što im omogućava učinkovitije izvršavanje zadataka poput pisanja eseja, rješavanja matematičkih jednadžbi ili istraživanja složenih koncepata. GAI također podržava multimedijalnu produkciju, omogućujući stvaranje prezentacija, audiozapisa i videozapisa, što dodatno obogaćuje obrazovno iskustvo. Osim toga, GAI

može preuzeti repetitivne i rutinske zadatke, oslobađajući vrijeme studentima za fokusiranje na dublje aspekte učenja i istraživanja.

U akademskom kontekstu, generativna umjetna inteligencija transformira proces istraživanja i pisanja. GAI alati mogu pomoći istraživačima u pronalaženju relevantne literature, analizi istraživačkih radova i generiranju hipoteza. To omogućuje bržu i učinkovitiju analizu velikih količina podataka te oslobađa vrijeme za kreativnije aspekte istraživačkog rada. GAI također može automatizirati pisanje i uređivanje akademskih radova, što olakšava academicima da se usmjere na ključne aspekte svojih istraživanja, dok AI alat preuzima rutinske zadatke. Na taj način, istraživanja postaju učinkovitija i preciznija, a rezultati istraživanja dostupniji i kvalitetniji.

Unatoč velikom potencijalu GAI-a u obrazovanju, trenutno postoji nedostatak jasnih smjernica za njegovu upotrebu. Mnoge od postojećih smjernica nisu dovoljno detaljne ili prilagođene specifičnim potrebama različitih korisničkih skupina – nastavnika, učenika i istraživača. Hrvatski obrazovni sustav tek treba razviti detaljne smjernice koje će regulirati upotrebu generativne umjetne inteligencije, posebno s obzirom na etičke aspekte i akademski integritet. Uvođenje jasnih pravila i protokola ključan je korak kako bi se osiguralo odgovorno korištenje GAI tehnologija u obrazovnim ustanovama, uz istovremeno osiguranje visokih standarda obrazovanja.

GAI se stoga ističe kao disruptivna tehnologija s potencijalom da značajno unaprijedi obrazovne procese kroz personalizaciju učenja, dinamičko generiranje sadržaja i potporu kako edukatorima, tako i studentima. Njegova prilagodljivost i multimodalne sposobnosti omogućuju transformaciju obrazovnih praksi u smjeru interaktivnijeg, kontekstualno relevantnijeg i inkluzivnijeg obrazovanja, što se u literaturi prepoznaje kao ključni korak prema modernizaciji obrazovnog sustava.

Ipak, rad također identificira značajne prepreke koje stoje na putu uspješne implementacije GAI-a u obrazovni kontekst. Ključni izazovi uključuju nedostatak svijesti i razumijevanja među ključnim akterima u obrazovnim institucijama, tehnološke barijere, otpor prema promjenama, te zabrinutost vezanu uz dehumanizaciju obrazovanja.

Ovi izazovi zahtijevaju promišljenu strategiju za njihovo prevladavanje, s posebnim naglaskom na razvoj boljih sveobuhvatnih smjernica, edukaciju, te kontinuirano istraživanje i praćenje utjecaja GAI tehnologija na obrazovne ishode. Ove

inicijative su ključne za razvoj svijesti i razumijevanja, te za osiguranje da svi sudionici obrazovnog procesa mogu učinkovito koristiti GAI u svrhu unapređenja obrazovnih ishoda.

Rad potvrđuje da generativna umjetna inteligencija ima potencijal postati neizostavan alat u modernom obrazovanju. Ipak, kako bi se osigurao uspjeh ovih tehnologija, ključno je da se implementiraju na prilagođen i odgovoran način, uz poštivanje etičkih standarda i kontinuirano praćenje njihovih učinaka na obrazovni proces. Buduća istraživanja trebala bi se usmjeriti na daljnju optimizaciju i evaluaciju GAI alata, kako bi se osigurala njihova učinkovitost i prilagodba specifičnim obrazovnim potrebama. Na taj način, generativna umjetna inteligencija može postati resurs od neprocjenjive vrijednosti u obrazovnom sustavu, pružajući inovacije i unapređenja koja će imati dugoročno pozitivan utjecaj na studente, nastavnike, istraživače i cjelokupni obrazovni proces.

10. Literatura

1. Abdullahi, A. (2023). What Is a Large Language Model? | Guide to LLMs. eWEEK. <https://www.eweek.com/artificial-intelligence/large-language-model/> (Pristupljeno: 27.05.2024).
2. Ahmed, I., Jeon, G., & Piccialli, F. (2022). From artificial intelligence to explainable artificial intelligence in industry 4.0: A survey on what, how, and where. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 18(8), 5031-5042.
3. Alharbi, W. (2023). The Use and Abuse of Artificial Intelligence-Enabled Machine Translation in the EFL Classroom: An Exploratory Study. *Journal of Education and e-Learning Research*, 10(4), 689-701.
4. Ambele, R., Kaijage, S., Dida, M., Trojer, L., & Kyando, N. (2022). A review of the Development Trend of Personalized learning Technologies and its Applications.
5. Anthropic. (2023). Introducing Claude. Anthropic. <https://www.anthropic.com/index/introducing-claude> (Pristupljeno: 22.06.2024).
6. Asperti, A. (2023) Generative models and their latent space - The Academic. *The Academic - Research, explained*. <https://theacademic.com/generative-models-and-their-latent-space/>
7. Awasthi, S. (2019). Plagiarism and Academic Misconduct: A Systematic Review. *DESIDOC Journal of Library and Information Technology*, 39(2), 94-100.
8. Babitha, M. M., Sushma, C., & Gudivada, V. K. (2022). Trends of Artificial Intelligence for online exams in education. *International Journal of Early Childhood Special Education*, 14(1), 2457-2463. <https://doi.org/10.9756/INT-JECSE/V14I1.290>
9. Badillo, S., Banfai, B., Birzele, F., Davydov, I. I., Hutchinson, L., Kam-Thong, T., & Zhang, J. D. (2020). An introduction to machine learning. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 107(4), 871-885.
10. Bala, K., & Colvin, A. (2023). Generative Artificial Intelligence for education and pedagogy. Center for Teaching Innovation.
11. Bandi, A., Adapa, P. V. S. R., & Kuchi, Y. E. V. P. K. (2023). The power of Generative AI: a review of requirements, models, Input–Output formats, evaluation

- metrics, and challenges. *Future Internet*, 15(8), 260.
<https://doi.org/10.3390/fi15080260>
12. Bengesi, S., El-Sayed, H., Sarker, M. K., Houkpati, Y., Irungu, J., & Oladunni, T. (2024). Advancements in Generative AI: A comprehensive review of GANs, GPT, autoencoders, diffusion model, and transformers. *IEEE Access*, 1. <https://doi.org/10.1109/access.2024.3397775>
13. Bhatia, P. (2023). ChatGPT for academic writing: A game changer or a disruptive tool?. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology*, 39(1), 1-2.
14. Blažić, A., Blašković, V., Dasović, D., Janeš, S., Kralj, L., Majdandžić, V., Marinić, N., Rakić, D., Slišurić, K., & Valečić, H. (2024). Umjetna inteligencija u obrazovanju. Agencija za elektroničke medije i Ured UNICEF-a za Hrvatsku.
15. Borji, A. (2022). Generated faces in the wild: Quantitative comparison of stable diffusion, midjourney and dall-e 2. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv:2210.00586>
16. Bozkurt, A. (2023). Generative artificial intelligence (AI) powered conversational educational agents: The inevitable paradigm shift. *Asian Journal of Distance Education*. <http://www.asianjde.com/ojs/index.php/AsianJDE/article/view/718>
17. Bozkurt, A., & Sharma, R. C. (2023). Challenging the status quo and exploring the new boundaries in the age of algorithms: Reimagining the role of generative AI in distance education and online learning. *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7755273>
18. Broniatowski, D. A. (2021). Psychological foundations of explainability and interpretability in artificial intelligence. <https://doi.org/10.6028/nist.ir.8367>
19. Castillo-Martínez, I. M., & Ramírez-Montoya, M. S. (2021). Research Competencies to Develop Academic Reading and Writing: A Systematic Literature Review. *Frontiers in Education*, 5. <https://doi.org/10.3389/educ.2020.576961>
20. Chan, C. K. Y., & Colloton, T. (2024). *Generative AI in higher education: The ChatGPT Effect*. Routledge.
21. Chan, C. K. Y., & Hu, W. (2023). Students' Voices on Generative AI: Perceptions, benefits, and challenges in Higher education. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2305.00290>

22. Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278.
23. Chowdhary, K., & Chowdhary, K. R. (2020). Natural language processing. *Fundamentals of Artificial Intelligence*, 603-649.
24. Conijn, R., Kahr, P., & Snijders, C. (2023). The Effects of Explanations in Automated Essay Scoring Systems on Student Trust and Motivation. *Journal of Learning Analytics*, 10(1), 37-53. <https://doi.org/10.18608/jla.2023.7801>
25. Crompton, H., & Song, D. (2021). The potential of artificial intelligence in higher education. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 62, 1-4. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n62a1>
26. Das, A., & Rad, P. (2020). Opportunities and challenges in explainable artificial intelligence (XAI): A survey. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv:2006.11371>
27. Davenport, T., Guha, A., Grewal, D., & Bressgott, T. (2020). How artificial intelligence will change the future of marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 48(1), 24-42.
28. Deloitte. (2024). U.S. state of generative AI report. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/consulting/us-state-of-gen-ai-report.pdf> (Pristupljeno: 11.6.2024).
29. Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2018, October 11). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1810.04805>
30. Dignum, V. (2023). Responsible Artificial Intelligence: Recommendations and Lessons Learned. In *Responsible AI in Africa: Challenges and Opportunities* (pp. 195-214). Springer International Publishing.
31. Dunder, I., Seljan, S., & Pavlovski, M. (2020). Automatic machine translation of poetry and a low-resource language pair. In *2020 43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO)* (pp. 1034-1039). IEEE. doi: 10.23919/MIPRO48935.2020.
32. Dwivedi, R., Dave, D., Naik, H., Singhal, S., Omer, R., Patel, P., & Ranjan, R. (2023). Explainable AI (XAI): Core ideas, techniques, and solutions. *ACM Computing Surveys*, 55(9), 1-33.

33. Ehsan, U., Passi, S., Liao, Q. V., Chan, L., Lee, I., Muller, M., & Riedl, M. O. (2021). The who in explainable AI: How AI background shapes perceptions of AI explanations. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv:2107.13509>
34. Ekin, S. (2023). Prompt engineering for chatgpt: a quick guide to techniques, tips, and best practices.. <https://doi.org/10.36227/techrxiv.22683919.v2>
35. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Directorate E-Prosperity, Unit E4 - Industry 5.0 & AI in Science. (2024). Living guidelines on the responsible use of generative AI in research.
36. Europska komisija, Glavna uprava za obrazovanje, mlade, sport i kulturu. (2022). Etičke smjernice namijenjene nastavnom osoblju za upotrebu umjetne inteligencije i podataka u poučavanju i učenju, Ured za publikacije Europske unije. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/246>
37. Foster, D. (2019). Generative Deep learning: Teaching Machines to Paint, Write, Compose and Play. O'Reilly Media.
38. Galaitsi, S. E., Keisler, J. M., Trump, B. D., & Linkov, I. (2020). The Need to Reconcile Concepts that Characterize Systems Facing Threats. Risk Analysis, 41(1), 3-15. <https://doi.org/10.1111/risa.13577>
39. Ghaban, W., & Hendley, R. (2020). Can we predict the best gamification elements for a user based on their personal attributes? In International Conference on Human-Computer Interaction (pp. 58-75). Springer International Publishing.
40. Giaccardi, E., Speed, C., Cila, N., & Caldwell, M. L. (2020). Things as Co-Ethnographers: Implications of a thing perspective for design and anthropology. In Routledge eBooks (pp. 235-248). <https://doi.org/10.4324/9781003085188-19>
41. Goertzel, B. (2007). Artificial general intelligence (Vol. 2, p. 1). C. Pennachin (Ed.). Springer.
42. Gökoğlu, S. (2024). Challenges and Limitations of Generative AI in Education. In Transforming Education With Generative AI: Prompt Engineering and Synthetic Content Creation (pp. 158-181).
43. Goodfellow, I. J., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., & Bengio, Y. (2014). Generative adversarial networks. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1406.2661>

44. Grassini, S. (2023). Shaping the future of education: exploring the potential and consequences of AI and ChatGPT in educational settings. *Education Sciences*, 13(7), 692.
45. Gupta, R., Srivastava, D., Sahu, M., Tiwari, S., Ambasta, R. K., & Kumar, P. (2021). Artificial intelligence to deep learning: machine intelligence approach for drug discovery. *Molecular Diversity*, 25, 1315-1360.
46. Harry, A. (2023). Role of AI in education. *Interdisciplinary Journal and Humanity*, 2(3), 260-268. <https://doi.org/10.58631/injury.v2i3.52>
47. Hashmi, N., & Bal, A. S. (2024). Generative AI in higher education and beyond. *Business Horizons*. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2024.05.005>
48. Hoehndorf, R., & Queralt-Rosinach, N. (2017). Data science and symbolic AI: Synergies, challenges and opportunities. *Data Science*, 1(1-2), 27-38.
49. Hofmann, G., Seljan, S., & Dunder, I. (2024). Analiza sentimenta za mjerenje imidža u turizmu. *Društvo i tehnologija*.
50. Holtes, G. (2021). Decision Tree. Towards Data Science. <https://towardsdatascience.com/decision-trees-understanding-explainable-ai-620fc37e598d> (Pristupljeno: 12. 5. 2024).
51. Holzinger, A., Saranti, A., Molnar, C., Biecek, P., & Samek, W. (2022). Explainable AI methods-a brief overview. In *International Workshop on Extending Explainable AI Beyond Deep Models and Classifiers* (pp. 13-38). Springer, Cham.
52. Huang, M., & Rust, R. T. (2022). A framework for collaborative artificial intelligence in marketing. *Journal of Retailing*, 98(2), 209-223. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2021.03.001>
53. Huang, Z., Che, C., Zheng, H., & Li, C. (2024). Research on Generative Artificial Intelligence for Virtual Financial Robo-Advisor. *Academic Journal of Science and Technology*, 10(1), 74-80.
54. Idrisov, B., & Schlippe, T. (2024). Program Code Generation with Generative AIs. *Algorithms*, 17(2), 62. <https://doi.org/10.3390/a17020062>

55. Islam, S. R., Eberle, W., Ghafoor, S. K., & Ahmed, M. (2021). Explainable artificial intelligence approaches: A survey. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv:2101.09429>
56. Javaid, M., Haleem, A., & Singh, R. P. (2023). ChatGPT for healthcare services: An emerging stage for an innovative perspective. *BenchCouncil Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations*, 3(1), 100105.
57. Jaworski, R., Dunder, I., & Seljan, S. (2021). Usability analysis of the concordia tool applying novel concordance searching. In *Information Technology and Systems: ICITS 2021, Volume 1* (pp. 128-138). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-03>
58. Jaworski, R., Seljan, S., & Dunder, I. (2017, November). Towards educating and motivating the crowd—a crowdsourcing platform for harvesting the fruits of NLP students' labour. In *Proc. 8th Language & Technology Conference—Human Language Technologies as a Challenge for Computer Science and Linguistics* (pp. 332-336).
59. Jaworski, R., Seljan, S., & Dunder, I. (2023). Four Million Segments and Counting: Building an English-Croatian Parallel Corpus through Crowdsourcing Using a Novel Gamification-Based Platform. *Information*, 14(4), 226. <https://doi.org/10.3390/info14110609>
60. Jiang, T., Gradus, J. L., & Rosellini, A. J. (2020). Supervised machine learning: a brief primer. *Behavior Therapy*, 51(5), 675-687.
61. Jiang, Y., Li, X., Luo, H., Yin, S., & Kaynak, O. (2022). Quo vadis artificial intelligence?. *Discover Artificial Intelligence*, 2(1), 4.
62. Kang, Y., Cai, Z., Tan, C. W., Huang, Q., & Liu, H. (2020). Natural language processing (NLP) in management research: A literature review. *Journal of Management Analytics*, 7(2), 139-172.
63. Katalinić, J., Dunder, I., & Seljan, S. (2023). Polarizing Topics on Twitter in the 2022 United States Elections. *Information*, 14(11), 609. <https://doi.org/10.3390/info14110609>

64. Kaur, N., & Singh, P. (2022). Conventional and contemporary approaches used in text to speech synthesis: a review. *Artificial Intelligence Review*, 56(7), 5837-5880. <https://doi.org/10.1007/s10462-022-10315-0>
65. Kerner, S. M. (2023). What is a large language model (LLM)? TechTarget. <https://www.techtarget.com/whatis/definition/large-language-model-LLM> (Pristupljeno: 27.05.2024).
66. Kietzmann, J., Paschen, J., & Treen, E. (2018). Artificial intelligence in advertising: How marketers can leverage artificial intelligence along the consumer journey. *Journal of Advertising Research*, 58(3), 263-267.
67. Kingma, D. P., & Welling, M. (2013). Auto-encoding variational bayes. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv:1312.6114>
68. Kingma, D. P., Salimans, T., Jozefowicz, R., Chen, X., Sutskever, I., & Welling, M. (2016). Improved variational inference with inverse autoregressive flow. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 29. Curran Associates, Inc.
69. Klasnic, K., Seljan, S., & Stancic, H. (2008, June). Quality parameters for the e-learning Omega system. In *ITI 2008-30th International Conference on Information Technology Interfaces* (pp. 519-526). IEEE. DOI: 10.1109/ITI.2008.4588464
70. Klasnić, K., Lasić-Lazić, J., & Seljan, S. (2010). Quality Metrics of an Integrated E-Learning System—students' perspective. *E-learning experiences and future*, 71-93.
71. Korzynski, P., Mazurek, G., Altmann, A., Ejdys, J., Kazlauskaite, R., Paliszkievicz, J., & Ziemba, E. (2023). Generative artificial intelligence as a new context for management theories: analysis of ChatGPT. *Central European Management Journal*, 31(1), 3-13.
72. Kovač, A., Dunđer, I., & Seljan, S. (2022). An overview of machine learning algorithms for detecting phishing attacks on electronic messaging services. In *2022 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO)* (pp. 954-961). IEEE. doi: 10.23919/MIPRO55190.2022.98
73. Krenn, M., Pollice, R., Guo, S. Y., Aldeghi, M., Cervera-Lierta, A., Friederich, P., & Aspuru-Guzik, A. (2022). On scientific understanding with artificial intelligence. *Nature Reviews Physics*, 4(12), 761-769.

74. Krstić, Ž., Seljan, S., & Zoroja, J. (2019). Visualization of big data text analytics in financial industry: a case study of topic extraction for Italian banks. *ENTRENOVA-ENTerprise REsearch InNOVation*, 5(1), 35-43.
75. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.
76. Li, X. H., Cao, C. C., Shi, Y., Bai, W., Gao, H., Qiu, L., & Chen, L. (2020). A survey of data-driven and knowledge-aware explainable AI. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 34(1), 29-49.
77. Li, Y., Choi, D., Chung, J., Kushman, N., Schrittwieser, J., Leblond, R., Eccles, T., Keeling, J., Gimeno, F., Lago, A. D., Hubert, T., Choy, P., De Masson D'Autume, C., Babuschkin, I., Chen, X., Huang, P., Welbl, J., Goyal, S., Cherepanov, A., & Vinyals, O. (2022). Competition-level code generation with AlphaCode. *Science*, 378(6624), 1092-1097. <https://doi.org/10.1126/science.abq1158>
78. Linardatos, P., Papastefanopoulos, V., & Kotsiantis, S. (2020). Explainable AI: A review of machine learning interpretability methods. *Entropy*, 23(1), 18.
79. Lo, C. K. (2023). What is the impact of CHATGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences*, 13(4), 410. <https://doi.org/10.3390/educsci13040410>
80. Long, D. W. (2018). Exploring Generational Differences in Text Messaging Usage and Habits. Doctoral dissertation, Nova Southeastern University.
81. Lovrenčić, S., Oreški, D., Schatten, M., Stapić, Z., & Zrinski, T. (2024). Okvir korištenja alata umjetne inteligencije u nastavi, studentskim radovima i istraživanju. Sveučilište u Zagrebu Fakultet organizacije i informatike.
82. Lozic, E., & Štular, B. (2023). ChatGPT v Bard v Bing v Claude 2 v Aria v human-expert. How good are AI chatbots at scientific writing? *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2309.08636>
83. Lucchi, N. (2023). ChatGPT: a case study on copyright challenges for generative artificial intelligence systems. *European Journal of Risk Regulation*, 1-23.
84. Mak, K. K., Wong, Y. H., & Pichika, M. R. (2023). Artificial intelligence in drug discovery and development. *Drug Discovery and Evaluation: Safety and Pharmacokinetic Assays*, 1-38.

85. Matthew, N. U. O., Bakare, N. K. M., Ebong, N. G. N., Ndukwu, N. C. C., & Nwanakwaugwu, N. A. C. (2023). Generative Artificial Intelligence (AI) Educational Pedagogy Development: Conversational AI with User-Centric ChatGPT4. *Journal of Trends in Computer Science and Technology*.
86. McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence, August 31, 1955. *AI Magazine*, 27(4), 12-12.
87. Michel-Villarreal, R., Vilalta-Perdomo, E., Salinas-Navarro, D. E., Thierry-Aguilera, R., & Gerardou, F. S. (2023). Challenges and opportunities of Generative AI for higher Education as explained by ChatGPT. *Education Sciences*, 13(9), 856. <https://doi.org/10.3390/educsci13090856>
88. Minaee, S., Mikolov, T., Nikzad, N., Chenaghlu, M., Socher, R., Amatriain, X., & Gao, J. (2024, February 9). Large Language Models: A Survey. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2402.06196>
89. Minsky, M. L. (1967). *Computation*. Prentice-Hall.
90. Mollick, E. R., & Mollick, L. (2023). Using AI to implement effective teaching strategies in classrooms: Five strategies, including prompts. *Social Science Research Network*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4391243>
91. Naveed, H., Khan, A. U., Qiu, S., Saqib, M., Anwar, S., Usman, M., Akhtar, N., Barnes, N., & Mian, A. (2023, July 12). A Comprehensive Overview of Large Language Models. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2307.06435>
92. Ning, Y., He, S., Wu, Z., Xing, C., & Zhang, L. (2019). A review of Deep learning based speech synthesis. *Applied Sciences*, 9(19), 4050. <https://doi.org/10.3390/app9194050>
93. Odri, G. A., & Yoon, D. J. Y. (2023). Detecting generative artificial intelligence in scientific articles: evasion techniques and implications for scientific integrity. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 109(8), 103706.
94. Onal, S., & Kulavuz-Onal, D. (2023). A Cross-Disciplinary Examination of the Instructional Uses of ChatGPT in Higher Education. *Journal of Educational Technology Systems*. <https://doi.org/10.1177/00472395231196532>

95. Ottenbreit-Leftwich, A., Glazewski, K., Jeon, M., Jantaraweragul, K., Hmelo-Silver, C. E., Scribner, A., & Lester, J. (2023). Lessons learned for AI education with elementary students and teachers. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(2), 267-289.
96. Paltridge, B. (2004). Academic writing. *Language Teaching*, 37(2), 87-105.
97. Pejić Bach, M., Krstić, Ž., Seljan, S., & Turulja, L. (2019). Text mining for big data analysis in financial sector: A literature review. *Sustainability*, 11(5), 1277. <https://doi.org/10.3390/su11051277>
98. Perkins, M., & Roe, J. (2023). Decoding Academic Integrity Policies: A Corpus Linguistics Investigation of AI and Other Technological Threats. *Higher Education Policy*. <https://doi.org/10.1057/s41307-023-00323-2>
99. Piduru, B. R. (2023). Transforming customer experience management: Adobe's AI and machine learning journey amidst the pandemic. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics (IJMLC)*, 1(1), 14-24.
100. Pinzolit, R. F. J. (2023). AI in academia: An overview of selected tools and their areas of application. *MAP Education and Humanities*, 4(1), 37-50. <https://doi.org/10.53880/2744-2373.2023.4.37>
101. Radford, A., & Narasimhan, K. (2018). Improving Language Understanding by Generative Pre-Training.
102. Radišić, B., Dunđer, I., & Seljan, S. (2023). Data Analysis of the Motivation and Factors for a Shorter Duration of Study. In *34th Central European Conference on Information and Intelligent Systems* (pp. 179-187). University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics Varaždin. <https://repositorij.ftrr.hr/islandora/ob>
103. Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: A modern approach*. Pearson.
104. Saharia, C., Chan, W., Saxena, S., Li, L., Whang, J., Denton, E., Ghasemipour, S. K. S., Ayan, B. K., Mahdavi, S. S., Lopes, R. G., Salimans, T., Ho, J., Fleet, D. J., & Norouzi, M. (2022). Photorealistic Text-to-Image Diffusion Models with Deep Language Understanding. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2205.11487>

105. Salimans, T., Goodfellow, I., Zaremba, W., Cheung, V., Radford, A., & Chen, X. (2016). Improved techniques for training GANs. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 29. Curran Associates, Inc.
106. Salvagno, M., Taccone, F. S., & Gerli, A. G. (2023). Can artificial intelligence help for scientific writing?. *Critical Care*, 27(1), 75.
107. Seljan, S., Miloloža, I., & Pejić Bach, M. (2020). e-Government in European countries: gender and ageing digital divide. *Interdisciplinary Management Research*, 16, 1563-1584.
108. Seljan, S., Tolj, N., & Dunder, I. (2023). Information Extraction from Security-Related Datasets. In *2023 46th MIPRO ICT and Electronics Convention (MIPRO)* (pp. 539-544). IEEE. doi: 10.23919/MIPRO57284.2023.10
109. Shah, P. (2023). *AI and the Future of Education: Teaching in the Age of Artificial Intelligence*. John Wiley & Sons.
110. Singer, U., Polyak, A., Hayes, T., Yin, X., An, J., Zhang, S., Hu, Q., Yang, H., Ashual, O., Gafni, O., Parikh, D., Gupta, S., & Taigman, Y. (2022). Make-A-Video: Text-to-Video Generation without Text-Video Data. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2209.14792>
111. Sobel, D. M., & Kushnir, T. (2006). The importance of decision making in causal learning from interventions. *Memory & Cognition*, 34, 411-419.
112. Sullivan, M., Kelly, A., & McLaughlan, P. (2023). ChatGPT in higher education: Considerations for academic integrity and student learning.
113. Šalamon, D., Blašković, L., Džidić, A., Varga, F., Seljan, S., Bosnić, I. (2024). Data literacy in higher education of agricultural sector: mapping competences in the course content. *Cogent Education* 11 (1), <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.23>
114. Tang, A., Li, K. K., Kwok, K. O., Cao, L., Luong, S., & Tam, W. (2024). The importance of transparency: Declaring the use of generative artificial intelligence (AI) in academic writing. *Journal of Nursing Scholarship*, 56(2), 314-318.
115. Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case

- study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>
116. Topali, P., Ortega-Arranz, A., Dimitriadis, Y., Martínez-Monés, A., Villagrà-Sobrino, S. L., & Asensio-Pérez, J. I. (2019). "Error 404-Struggling Learners Not Found" Exploring the Behavior of MOOC Learners. In *Transforming Learning with Meaningful Technologies: 14th European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2019, Delft, The Netherlands, September 16–19, 2019, Proceedings 14* (pp. 636-639). Springer International Publishing.
 117. Tredinnick, L., & Laybats, C. (2023). The dangers of generative artificial intelligence. *Business Information Review*, 40(2), 46-48.
 118. Tunstall, L., Von Werra, L., & Wolf, T. (2022). *Natural language processing with transformers*. O'Reilly Media.
 119. Ungerer, L., & Slade, S. (2022). Ethical Considerations of Artificial Intelligence in Learning Analytics in Distance Education Contexts. In *Springer Briefs in Education* (pp. 105-120). https://doi.org/10.1007/978-981-19-0786-9_8
 120. Vafadar, M., & Amani, A. M. (2024). Academic Education in the Era of Generative Artificial Intelligence. *Journal of Electronics and Electrical Engineering*, 110-124.
 121. Van den Berg, G. (2024). Generative AI and educators: Partnering in using open digital content for transforming education. *Open Praxis*, 16(2), 130-141.
 122. Van Dis, E. A. M., Bollen, J., Zuidema, W., Van Rooij, R., & Bockting, C. L. (2023). ChatGPT: five priorities for research. *Nature*, 614(7947), 224-226. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-00288-7>
 123. Van Noorden, R., & Perkel, J. M. (2023). AI and science: what 1,600 researchers think. *Nature*, 621(7980), 672-675. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-02980-0>
 124. Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30.
 125. Wang, P. (2008, March). What Do You Mean by "AI"? In *AGI* (Vol. 171, pp. 362-373).

126. Wang, W., Huang, X., & Roy, S. K. (2023). DeepArt: a benchmark to advance fidelity research in AI-Generated Content. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2312.10407>
127. Wong, C. (2024). AI-generated images and video are here: how could they shape research? *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-024-00659-8>
128. Woodwalker, J. (2024, February 27). CoGrader Review 2023 - AllThingsAI. AllThingsAI. <https://allthingsai.com/tool/cograder> (Pristupljeno: 13. 6. 2024).
129. Wu, L., Chen, Y., Shen, K., Guo, X., Gao, H., Li, S., & Long, B. (2023). Graph neural networks for natural language processing: A survey. *Foundations and Trends® in Machine Learning*, 16(2), 119-328.
130. Xenostack. (2023). Generative AI. <https://www.xenostack.com/blog/generative-ai-healthcare-system> (Pristupljeno: 30. 4. 2024).
131. Xu, Y., Liu, X., Cao, X., Huang, C., Liu, E., Qian, S., & Zhang, J. (2021). Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research. *The Innovation*, 2(4).
132. Yan, L., Martinez-Maldonado, R., & Gasevic, D. (2024, March). Generative artificial intelligence in learning analytics: Contextualising opportunities and challenges through the learning analytics cycle. In *Proceedings of the 14th Learning Analytics and Knowledge Conference* (pp. 101-111).
133. Yu, H. (2023). Reflection on whether Chat GPT should be banned by academia from the perspective of education and teaching. *Frontiers in Psychology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1181712>
134. Zaghouni, W., Seljan, S., Dunder, I., Yahiaoui, R., Al-Adwan, A. (2024). Creating a Multilingual Dataset in Arabic and Croatian from Sports Videos through a Data Processing Pipeline Combining ASR and MT.
135. Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Istenic, A., Spector, M., & Li, Y. (2021). A Review of Artificial Intelligence (AI) in Education from 2010 to 2020. *Complexity*, 2021, 1-18.
136. Zhang, C., Zhang, C., Zhang, M., & Kweon, I. S. (2023). Text-to-image diffusion models in Generative AI: a survey. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2303.07909>

137. Zhang, X., Yao, L., Wang, X., Monaghan, J., Mcalpine, D., & Zhang, Y. (2021). A survey on deep learning-based non-invasive brain signals: recent advances and new frontiers. *Journal of Neural Engineering*, 18(3), 031002.
138. Zhao, Z., Liu, H., Li, S., Pang, J., Zhang, M., Qin, Y., Wang, L., & Wu, Q. (2022). A review of intelligent music generation systems. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2211.09124>

Alati generativne umjetne inteligencije u obrazovanju

Sažetak

Brzi napredak umjetne inteligencije, posebno u obradi prirodnog jezika i razvoju naprednih jezičnih modela, značajno je utjecao na obrazovanje. Ovaj rad istražuje transformativni potencijal generativne umjetne inteligencije u obrazovnim okruženjima, ističući njezine koristi poput unapređenja nastavnih metodologija, personaliziranog učenja i pojednostavljenja administrativnih procesa. Također se razmatra kako ovi alati mogu podržati akademsko istraživanje kroz automatizaciju zadataka poput pregleda literature i parafraziranja.

U okviru rada provedeno je istraživanje s ciljem ispitivanja potencijala GPT modela za optimizaciju studentskih upita na hrvatskom jeziku. Istraživanje se fokusiralo na dva ključna pitanja: može li se GPT model prilagoditi specifičnim obrazovnim zadacima i može li se automatizirati proces prompt inženjeringa u obrazovanju. Evaluacija rezultata pokazala je da GPT modeli mogu značajno poboljšati preciznost i relevantnost odgovora, čime se unapređuje kvaliteta interakcije između studenata i AI alata.

Ovaj rad doprinosi dubljem razumijevanju uloge generativne umjetne inteligencije u obrazovanju te nudi strateške smjernice za njezinu etičku i učinkovitu implementaciju. Kroz kombinaciju teorijske analize i praktičnih istraživanja, pružaju se vrijedni uvidi koji mogu informirati buduće razvojne pravce i podržati inovacije usmjerene prema personaliziranijim i pristupačnijim obrazovnim iskustvima.

Ključne riječi: *Umjetna inteligencija, generativna umjetna inteligencija, obrazovanje, istraživanje, akademsko pisanje, etičnost, alati umjetne inteligencije*

Generative Artificial Intelligence Tools in Education

Summary

The rapid advancement of artificial intelligence, particularly in natural language processing and the development of advanced language models, has significantly impacted education. This paper explores the transformative potential of generative artificial intelligence in educational settings, highlighting its benefits such as enhancing teaching methodologies, personalized learning, and simplifying administrative processes. It also examines how these tools can support academic research by automating tasks such as literature reviews and paraphrasing.

The study conducted within this paper aims to assess the potential of GPT models for optimizing student prompts in the Croatian language. The research focused on two key questions: whether a GPT model can be adapted to specific educational tasks and whether the process of prompt engineering in education can be automated. The evaluation of the results showed that GPT models can significantly improve the accuracy and relevance of responses, thereby enhancing the quality of interaction between students and AI tools.

This paper contributes to a deeper understanding of the role of generative artificial intelligence in education and offers strategic guidelines for its ethical and effective implementation. By combining theoretical analysis and practical research, valuable insights are provided that can inform future development paths and support innovations aimed at more personalized and accessible educational experiences.

Key words: *Artificial intelligence, generative artificial intelligence, education, research, academic writing, ethics, artificial intelligence tools*

Popis slika

Slika 1 Hijerarhijski odnos u sustavima umjetne inteligencije (Izvor: Agni, 2024).....	5
Slika 2 Odnos umjetne inteligencije i njezinih podskupova (Izvor:Autor).....	7
Slika 3 Procesi dubokog učenja (Izvor: Zhang et al., 2021)	13
Slika 4 Ključni procesi NLP-a (Izvor: Xoriatnt, 2024).....	14
Slika 5 Pojednostavljeni prikaz transformatorske arhitekture (Izvor: Autor).....	19
Slika 6 . Slike generirane umjetnom inteligencijom (Izvor: Autor).....	31
Slika 7 Različite mogućnosti upotrebe generativne umjetne inteligencije u medicini (Izvor: Xenostack, 2024)	38
Slika 8 Procesiranje u objašnjivoj umjetnoj inteligenciji (Izvor: Das et al., 2020).....	44
Slika 9 Primjer stabla odlučivanja pri upisu na fakultet (Izvor: Holtes, 2021).....	46
Slika 10 Teme vezane uz integraciju generativne umjetne inteligencije u obrazovanje (Izvor: Autor)	76
Slika 11 Konfiguriranje prilagođenog GPT-a (Izvor: Autor).....	87
Slika 13 Pokretač razgovora (Izvor: Autor).....	89

Popis tablica

Tablica 1. Alati generativne umjetne inteligencije (Izvor: Autor)	23
Tablica 2. Razvoj GPT-a (Izvor: Autor).....	27
Tablica 3 Mogućnosti korištenja GAI za edukatore (Izvor: Autor).....	52
Tablica 4 Mogućnosti korištenja GAI za nastavu (Izvor: Autor)	53
Tablica 5 Mogućnosti korištenja GAI za studenete (Izvor: Autor).....	54
Tablica 6 Područja primjene akademskih GAI alata (Izvor: Autor)	58
Tablica 7 Alati za pronalaženje literature (Izvor: Autor).....	59
Tablica 8 Alati za analizu istraživačkih članaka (Izvor: Autor)	61
Tablica 9 Alati za pisanje i uređivanje (Izvor: Autor).....	64
Tablica 10 Pravila za optimizaciju (Izvor:Autor).....	91
Tablica 11 Kategorije promptova (Izvor:Autor)	93
Tablica 12 Podaci za treniranje (Izvor Autor)	94
Tablica 13 Odgovori Promptologa (Izvor: Autor)	98
Tablica 14 Usporedba odgovora u kategoriji objašnjavanja teorijskih koncepata (Izvor:Autor)	104
Tablica 15 Usporedba odgovora u kategoriji rješavanja zadataka i problema (Izvor:Autor)	106
Tablica 16 Usporedba odgovora u kategoriji pisanje akademskih radova (Izvor:Autor)	108

Popis jednadžbi

Jednadžba 1. Funkcija pažnje	18
------------------------------------	----