

UNIVERZITET U SARAJEVU  
EKONOMSKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

**PRIMJENA VJEŠTAČKE INTELIGENCIJE U OBRAZOVANJU**

Sarajevo, april 2024. godine

IBRAHIMOVIĆ ŠUKRIJA

U skladu sa članom 54. Pravila studiranja za I, II ciklus studija, integrisani, stručni i specijalistički studij na Univerzitetu u Sarajevu, daje se

### **IZJAVA O AUTENTIČNOSTI RADA**

Ja, Ibrahimović Šukrija, student drugog (II) ciklusa studija, broj index-a 5618-73989 na programu menadžment, smjer menadžment, izjavljujem da sam završni rad na temu:

#### **PRIMJENA VJEŠTAČKE INTELIGENCIJE U OBRAZOVANJU**

pod mentorstvom prof.dr. Amre Kapo izradio samostalno i da se zasniva na rezultatima mog vlastitog istraživanja. Rad ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene materijale drugih autora, osim onih koji su priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija uključujući i alate umjetne inteligencije.

Ovom izjavom potvrđujem da sam za potrebe arhiviranja predao elektronsku verziju rada koja je istovjetna štampanoj verziji završnog rada.

Dozvoljavam objavu ličnih podataka vezanih za završetak studija (ime, prezime, datum i mjesto rođenja, datum odbrane rada, naslov rada) na web stranici i u publikacijama Univerziteta u Sarajevu i Ekonomskog fakulteta.

U skladu sa članom 34. 45. i 46. Zakona o autorskom i srodnim pravima (Službeni glasnik BiH, 63/10) dozvoljavam da gore navedeni završni rad bude trajno pohranjen u Institucionalnom repozitoriju Univerziteta u Sarajevu i Ekonomskog fakulteta i da javno bude dostupan svima.

Sarajevo, 17.04.2024.

Potpis studenta/studentice:

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Obrazloženje teme istraživanja .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Predmet i problem istraživanja .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Ciljevi istraživanja .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4. Hipoteze istraživanja .....</b>	<b>4</b>
<b>1.5. Očekivani naučni doprinos rada .....</b>	<b>4</b>
<b>1.6. Ograničenja .....</b>	<b>5</b>
<b>2. TEORETSKI OKVIR .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Definisane vještačke inteligencije .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. Vještačka inteligencija u obrazovanju .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3. Primjeri primjene vještačke inteligencije u obrazovanju .....</b>	<b>18</b>
2.3.1. Personalizovano učenje kroz AI sisteme .....	24
2.3.2. Automatizacija zadatka ocjenjivanja .....	26
2.3.3. Analitika učenja i praćenje napretka .....	27
2.3.4. Pristupačnost obrazovanja kroz AI tehnologiju .....	28
<b>3. PREGLED EMPIRIJSKIH ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>28</b>
<b>4. EMPIRIJSKI PODACI .....</b>	<b>44</b>
<b>4.1. Uvod .....</b>	<b>44</b>
<b>4.2. Metodologija istraživanja .....</b>	<b>44</b>
<b>4.3. Podaci i analiza .....</b>	<b>44</b>
<b>4.4. Rezultati i diskusija .....</b>	<b>48</b>
<b>4.5. Zaključak .....</b>	<b>49</b>
<b>5. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>50</b>
<b>REFERENCE .....</b>	<b>51</b>
<b>PRILOZI .....</b>	<b>56</b>

## POPIS SLIKA

Slika 1: Dokazane i potencijalne obrazovne prednosti AI tehnologija .....	24
Slika 2: Rezultati predviđanja za 10-struku unakrsnu validaciju sa neuravnoteženim skupom podataka.....	30
Slika 3: Blok dijagram KnowEdu sistema.....	31
Slika 4: Istraživanje o zadovoljstvu konsultacijama.....	33
Slika 5: Poređenje između čovjeka i mašine .....	36
Slika 6: Rezultati klasifikacije za JRip klasifikatore .....	38
Slika 7: Mišljenje odgojitelja o tome smatraju li da će UI moći u budućnosti zamijeniti ..	42

## POPIS GRAFIKA

Grafik 1: Zastupljenost upotrebe vještačke inteligencije u obrazovanju.....	45
Grafik 2: Preferirani način izvođenja nastave .....	46
Grafik 3: Koliko često koristite online obrazovne platforme koje koriste vještačku inteligenciju za personalizovano učenje .....	46
Grafik 4: Može li vještačka inteligencija zamijeniti ulogu profesora .....	47
Grafik 5: Pravednost prilikom ocjenjivanja.....	48
Grafik 6: Poboljšanja u učenju i razumijevanju gradiva uz korištenje vještačke inteligencije .....	49
Grafik 7: Budućnost obrazovanja uz primjenu vještačke inteligencije .....	49

## POPIS SKRAĆENICA

AEG – Automatic Essay Grading; Automatsko ocjenjivanje eseja
AGI – Artificial General Intelligence; Opća vještačka inteligencija
AI – Artificial Intelligence; Vještačka inteligencija
AIED – Artificial Intelligence In Education, Vještačka inteligencija u obrazovanju
ANI – Artificial Narrow Intelligence; Uska vještačka inteligencija
CAI – Computer Assisted Instruction; Računarski podržano podučavanje
CRISP-DM – Cross Industry Standard Process for Data Mining; Standardni proces za više industrije za rudarenje podataka
EDM – Educational Data Mining Techniques; Tehnike rudarenja obrazovnih podataka
EDPS – European Data Protection Supervisor; Evropski nadzornik za zaštitu podataka
EEG – Electroencephalography; Elektroencefalografija
GPT – Generative Pre-trained Transformer; Generativni prethodno obučeni transformator
IDC – International Data Corporation
IKT – Inforamaciono-komunikacione tehnologije
IT – Informacione tehnologije
ITS – Intelligent Teaching System; Inteligentni sistem za podučavanje
LMS – Learning Management Systems; Sistemi upravljanja učenjem
NLP – Kompjuterski potpomognuto učenje jezika (eng. CALL- Computer-assisted language learning)
OECD – Organization for Economic Cooperation and Development; Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj
URL – Uniform Resource Locator

## SAŽETAK

Master teza na temu "Vještačka inteligencija u obrazovanju" istražuje spajanje najnovije tehnologije i obrazovnog sektora. Detaljno analizira različite načine integracije vještačke inteligencije u obrazovni sistem, pružajući sveobuhvatno razumijevanje njenog utjecaja. Teza ispituje prednosti i izazove vještačke inteligencije u obrazovanju, uzimajući u obzir faktore kao što su personalizovano učenje, analitika podataka i automatizovani sistemi za ocjenjivanje. Teza sadržava i studije slučaja, analizu podataka i razvoj alata ili sistema za obrazovanje temeljenih na vještačkoj inteligenciji. Kroz obimna istraživanja i analize, ova teza ima za cilj rasvijetliti transformacijski potencijal AI u obrazovanju i pružiti preporuke za odgovorno i efikasno korištenje AI kako bi se poboljšalo iskustvo učenja za studente širom svijeta. Istraživanje ističe potrebu za poštivanjem privatnosti, osiguranjem pravičnosti i sprečavanjem diskriminacije te očuvanjem transparentnosti prilikom implementacije AI tehnologija poput ChatGPT-a. Osim toga, istraživanje proučava etičku i odgovornu upotrebu vještačke inteligencije u obrazovnim sistemima, ističući važnost privatnosti, pravičnosti, transparentnosti i drugih ključnih aspekata. Teza naglašava i važnost očuvanja integriteta i odgovornosti sektora obrazovanja na globalnom nivou pridržavanjem ovih principa. Konačno, ova master teza doprinosi rastućem tijelu znanja u oblasti obrazovne tehnologije nudeći uvide u to kako vještačka inteligencija vrši transformaciju tradicionalne metode nastave i učenja te oblikuje budućnost obrazovanja.

Ključne riječi: vještačka inteligencija, obrazovanje, inteligentni sistemi, tehnologija, personalizovano učenje, online obrazovanje, analitika podataka

## **ABSTRACT**

The master's thesis on the topic "Artificial Intelligence in Education" explores the convergence of cutting-edge technology and the education sector. It provides a detailed analysis of various ways artificial intelligence is integrated into the educational system, offering a comprehensive understanding of its impact. The thesis examines the advantages and challenges of artificial intelligence in education, considering factors such as personalized learning, data analytics, and automated grading systems. It also includes case studies, data analysis, and the development of tools or systems for AI-based education. Through extensive research and analysis, this thesis aims to illuminate the transformative potential of AI in education and provide recommendations for its responsible and effective use to enhance the learning experience for students worldwide. The research emphasizes the need to respect privacy, ensure fairness, prevent discrimination, and maintain transparency when implementing AI technologies like ChatGPT. Furthermore, the research explores the ethical and responsible use of artificial intelligence in educational systems, highlighting the importance of privacy, fairness, transparency, and other key aspects. The thesis also underscores the importance of preserving the integrity and responsibility of the education sector on a global scale by adhering to these principles. Ultimately, this master's thesis contributes to the growing body of knowledge in the field of educational technology by offering insights into how artificial intelligence is transforming traditional teaching and learning methods and shaping the future of education.

**Key Words:** artificial intelligence, education, intelligent systems, technology, personalized learning, online education, data analytics

# 1. UVOD

## 1.1. Obrazloženje teme istraživanja

Upotreba tehnologije u obrazovanju datira od pojave računara prve generacije i njihovih naknadnih ažuriranih verzija (Schindler, *et al.* 2017). Nastavnici su viđeni kako koriste kompjutere u podučavanju, istraživanju i bilježenju ocjena učenika i drugim stvarima. Slično, studenti su, između ostalog, koristili računare u proučavanju, istraživanju i rješavanju problema. Također, računari su korišteni kao obrazovni resurs (analogno biblioteci ili laboratoriji), kao i sredstvo za održavanje baze podataka o studentima (Jones, 1985). Upotreba tehnologije u obrazovanju daleko je napredovala s pojavom umjetne/vještačke inteligencije (eng. Artificial Intelligence - AI).

Pojam „vještačka inteligencija“ potječe od Johna McCarthyja i označava pojavu inteligencije koja je ostvarena na vještački način, tačnije putem programiranja računara. Princip rada vještačke inteligencije kreće se u dva pravca; proučavanje prirodne inteligencije te postizanje inteligentnog ponašanja primjenom različitih pristupa kakve je u prirodnim sredinama nemoguće sresti. U proučavanje prirodne inteligencije ubrajamo spoznaju funkcija mozga, modeliranje rada istog te simuliranje ljudskog ponašanja (Balanskat, 2015).

Teorija računanja, razvijena od strane Alana Turinga, smatra se pretečom umjetne inteligencije. Prema istoj, mašina koristeći jedinice i nule može simulirati sve oblike matematičkih jednačina. Uz teoriju računanja i saznanja iz područja neurobiologije, teorije informacije i kibernetike, otvorila se mogućnost stvaranja vještačkog mozga (Chassignol, *et al.* 2018).

Polje umjetne inteligencije razvilo se u radionici fakulteta u SAD-u 1956. godine. John McCarthy je umjetnoj inteligenciji dodijelio taj naziv kako bi se ista počela razlikovati od same kibernetike. Uz Johna McCarthyja u stvaranju umjetne inteligencije sudjelovali su i Allen Newell, Herbert Simon, Marvin Minsky te Arthur Samuel. Oni su, uz pomoć svojih učenika, započeli razvijati programe. Prva mogućnost za koju su osposobili računar jeste bila igra Dame, u kojoj je računar veoma brzo postao bolji i sposobniji od čovjeka. Uz to, osposobili su računare za rješavanje algebarskih problema, dokazivanje logičkih teorema i razumijevanje engleskog jezika. Sredinom šezdesetih godina, ministarstvo odbrane SAD-a finansiralo je sva istraživanja na području umjetne inteligencije. Jedan od osnivača umjetne inteligencije, Herbert Simon, izjavio je kako će mašine u roku dvadeset godina biti sposobne činiti sve što čini čovjek. Krajem dvadesetog stoljeća, umjetna inteligencija se počela upotrebljavati u logistici, medicini, statistici, ekonomiji te matematici, ostvarujući Simonova predviđanja. Računar IBM kompanije usavršen za igranje šaha, Deep blue, prvi je računar koji je pobijedio svjetskog prvaka u šahu, Garryja Kasparova, 11. maja 1997.

## 1.2. Predmet i problem istraživanja

Umjetna inteligencija se koristi gotovo u svim područjima današnjice. Prisutnost iste dovela je do značajnih ekonomskih i društvenih promjena. Primjer pozitivnog utjecaja umjetne inteligencije kako bi se postigle društvene promjene jeste grupa studenata sveučilišta u Južnoj Karolini koja je umjetnu inteligenciju iskoristila kako bi istaknula problem velikog broja beskućnika. Nadalje, istraživači na Stanfordu koriste umjetnu inteligenciju za analizu satelitskih fotografija kako bi došli do saznanja koja su područja najsiromašnija te kako bi postigli promjenu nabolje (Marr, 2020).

Tehnologija umjetne inteligencije donosi mnogo koristi u raznim područjima, uključujući i obrazovanje. Mnogi istraživači tvrde kako umjetna inteligencija i mašinsko učenje mogu povećati nivo obrazovanja. Najnovije inovacije omogućuju programerima da nauče računar obavljati komplikovane zadatke. To dovodi do mogućnosti poboljšanja procesa učenja. Međutim, nemoguće je zamijeniti mentora ili profesora. Vještačka inteligencija pruža brojne pogodnosti kako za studente tako i za nastavnike (Schmelzer, 2019).

Proučavajući vještačku inteligenciju, Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj (OECD) definisala je AI kao mašinski sistem sposoban da daje predviđanja, preporuke ili da utiče na okruženje pomoću datih ciljeva koje definiše čovjek. Kao i svaki sistem, sistemi vještačke inteligencije posjeduju različite nivoe autonomije, u zavisnosti od dizajna. Prikupljanje i obrada podataka, razvoj i tumačenje modela, kao i verifikacija i validacija, čine faze životnog ciklusa AI sistema (Vincent-Lancrin, 2020). Vještačka inteligencija je sastavni element interneta stvari zbog tehnologija poput dubokog učenja, računarskog vida, obrade prirodnog jezika i mašinskog učenja. Može da se koristi kako za predviđanje, tako i za optimizaciju (SAS, 2020).

Vještačka inteligencija je proces koji studente ojačava da savladaju računarske programe koji im omogućavaju da dizajniraju konkretne projekte i izvršavaju zadatke koji zavise od ljudske pomoći. Često se koriste kao pomoć studentima, jer im pribavljaju neophodne informacije kad god je potrebno (Kim, 2019). Vještačka inteligencija, mobilne/računarske aplikacije, virtuelna stvarnost, mašinsko učenje i druge tehnologije bi mogle u značajnoj mjeri poboljšati obrazovni sistem.

Dvije najvažnije studije o uvođenju vještačke inteligencije u obrazovni sistem su:

- Institucije spremne za budućnost: Analiza usvajanja AI-ja i sposobnosti u vezi sa vještačkom inteligencijom u sektoru američkog visokog obrazovanja (sproveo IDC – International Data Corporation, naručilac: Microsoft) i
- HolonIQ Global Executive Panel.

IDC u svom istraživanju tvrdi da najznačajnija ograničenja u vezi sa primjenom AI-ja jesu finansijske prirode, budući da uspješna primjena ove tehnologije može da bude vrlo skupa,



zatim nedovoljno razvijene kompetencije unutar kompanije koje bi omogućile razvoj adekvatnog rješenja, nemogućnost njihovog privlačenja, ali i činjenica da data strategija nije prioritetna.

Drugo istraživanje u kome su učestvovali direktori EdTech kompanija navodi da je glavna prepreka u primjeni vještačke inteligencije u obrazovanju zapravo nedostatak adekvatnih resursa koji bi mogli da proizvedu takvo rješenje (39%); slijedi nedostatak finansijskih sredstava za AI inicijative (34%), i manjak podataka (30%), pri čemu u manjak podataka također spadaju fragmentirani sistemi iz kojih se podaci prikupljaju, odnosno problemi u vezi sa politikom privatnosti. Autori ovog istraživanja dolaze do zaključka da vizija i primjena vještačke inteligencije prevazilaze funkcionalne granice i stvaraju visoke troškove implementacije, zbog čega nije iznenađujuće što menadžment kompanije i nedostatak tehničke infrastrukture predstavljaju dodatne prepreke, koje se moraju uzeti u razmatranje (Anđelić, 2013). Najistaknutiji trendovi u obrazovanju podrazumijevaju poboljšan pristup obrazovanju, koji je dodatno olakšan primjenom sistema učenja na daljinu i novih tehnologija. Uticaj ovih tehnoloških promjena najbolje se može vidjeti u povećanoj primjeni vještačke inteligencije i mašinskog učenja u visokom obrazovanju. Također, primjetni su viši nivo individualizacije u pristupu studentima i uzimanje u obzir njihovih pojedinačnih potreba, znanja i vještina. Nemogućnost pronalaženja dovoljnog broja nastavnika ubrzala je primjenu softvera koji zamjenjuje nastavnike, kako u državnim tako i u privatnim visokoškolskim institucijama (Kuleto, *et al.* 2021).

Veći dio umjetne inteligencije u obrazovanju (AIED) uključuje primjenu AI tehnika za mainstream pristupe učenju, pristupe koje dijeli većina, i teži da odražava (ili automatizuje) postojeće obrazovne pretpostavke i prakse. Osim toga, veliki dio AIED-a je dizajniran (bilo namjerno ili ne) da zamijeni nastavnike ili da ih svede na funkcionalnu ulogu a ne da im pomogne u efikasnijem podučavanju (Holmes, *et al.* 2019). U ovom radu ćemo iznijeti neke od mogućnosti, od kojih su neke bile nagoviještene pomoću AIED alata, dok su druge nove i složene za postizanje, a sve otvaraju zanimljiva društvena pitanja. Potencijalni uticaj primjene vještačke inteligencije u obrazovanju na učenike, nastavnike i šire društvo tek treba da se u potpunosti razradi. Ovo važi za široki spektar pitanja kao što su tačnost, izbor, predviđanja, privatnost, posao nastavnika i ono čemu bismo trebali podučavati đake i studente.

Zbog svega navedenog, ovaj završni rad sagledava dosadašnje tehnike primjene vještačke inteligencije u obrazovanju i mogućnosti napretka u korištenju vještačke inteligencije.

Problem istraživanja: Analiza trenutne upotrebe vještačke inteligencije u obrazovanju. Istražiti najnovije trendove i prakse u obrazovanju, te ukazati na ogroman potencijal vještačke inteligencije.

### 1.3. Ciljevi istraživanja

- Pružiti sveobuhvatan pregled literature koji je vezan za upotrebu vještačke inteligencije u obrazovanju
- Istražiti koje mogućnosti ima vještačka inteligencija u obrazovanju;
- Istražiti koji su zahtjevi, odnosno uslovi potrebni za uvođenje vještačke inteligencije u obrazovanje;
- Istražiti etička pitanja koja postavlja uvođenje i upotreba vještačke inteligencije;
- Pružiti uvid u upotrebu vještačke inteligencije, kako bi se obrazovne institucije uvjerile da ona predstavlja održivu metodu za stvaranje smislenog i poboljšanog iskustva učenja, kako za učenike tako i za predavače.

### 1.4. Hipoteze istraživanja

Za potrebe istraživanja upotrebe vještačke inteligencije u obrazovanju, postavljamo sljedeće hipoteze:

Hipoteza 1: „Vještačka inteligencija može olakšati evaluaciju učenika i pružiti pravovremenu povratnu informaciju.“

Hipoteza 2: „Automatizacija administrativnih zadataka smanjiti će opterećenje nastavnika i omogućiti im da se više usredotoče na sam proces podučavanja.“

Hipoteza 3: „Vještačka inteligencija može pružiti inteligentnog, personalizovanog učitelja za svakog učenika.“

Hipoteza 4: „Korištenje vještačke inteligencije za optimizaciju nastavnih materijala rezultovati će boljom angažovanošću učenika i povećanjem njihove motivacije za učenje.“

Hipoteza 5: „Vještačka inteligencija može pružiti alate za pristupačnost koji pomažu učenicima s posebnim potrebama da pristupe obrazovanju na jednak način kao i ostali učenici.“

### 1.5. Očekivani naučni doprinos rada

Rezultati ovog istraživanja mogu pružiti vrijedan uvid u primjenu vještačke inteligencije u obrazovanju i potaknuti daljnji razvoj iste. Profesori i obrazovne institucije mogu koristiti rezultate kako bi informisali svoje pristupe učenju i razvili strategije za učinkovitiju implementaciju sistema vještačke inteligencije u svoje nastavne programe.

## 1.6. Ograničenja

Kao ograničenje istraživanja možemo navesti nemogućnost primjene rezultata na širu populaciju, jer se upitnik odnosi samo na studente a to su uglavnom mladi ljudi kojima upotreba tehnologije i vještačke inteligencije nije stran pojam.

## 2. TEORETSKI OKVIR

### 2.1. Definisanje vještačke inteligencije

Vještačka inteligencija je jedna od najnovijih oblasti nauke. Rad u ovoj oblasti je počeo ubrzo nakon Drugog svjetskog rata, a sam naziv je skovan 1956. godine. Uz molekularnu biologiju, AI se redovno navodi kao „oblast u kojoj bih najviše volio da budem“ od strane naučnika iz drugih disciplina. AI trenutno obuhvata ogromnu različitost podpolja, u rasponu od opštih (učenje i percepcija) do specifičnih, kao što je igranje šaha, dokazivanje matematičkih teorema, pisanje poezije, vožnja automobila i dijagnosticiranje bolesti. AI je relevantan za svaki intelektualni zadatak i zaista predstavlja univerzalno polje (Russell, 2010).

AI je mješavina dugogodišnjih problema iz etabliranih područja, uključujući filozofiju, lingvistiku, psihologiju, matematiku, fiziku, statistiku, teoriju odlučivanja, biofiziku i neuronauku. Donosi u ova polja moć kompjutera, i kao alata i kao metode istraživanja, te nam daje jedinstvenu perspektivu na neko utvrđeno pitanje (Ginsberg, 2012).

Želja za inteligentnim mašinama bila je samo neuhvatljiv san sve dok nije razvijen prvi kompjuter. Rani računari su mogli efikasno manipulirati velikim bazama podataka prateći propisane algoritme, ali nisu mogli da razmišljaju o datim informacijama. To je dovelo do pitanja da li bi kompjuteri ikada mogli razmišljati. Mašina se smatra inteligentnom ako može postići učinak na ljudskom nivou u nekom kognitivnom zadatku. Da bismo izgradili inteligentnu mašinu, moramo da uhvatimo, organizujemo i koristimo ljudsko stručno znanje u nekom problemskom području (Negnevitsky, 2005).

Vještačka inteligencija je kompleksno područje koje može imati različite definicije ovisno o kontekstu i fokusu. U nastavku ćemo iznijeti nekoliko različitih definicija vještačke inteligencije:

- „Vještačka inteligencija je područje računarske nauke koje se bavi stvaranjem računarskih programa i mašina koje su sposobne razmišljati i učiti poput ljudi.“ (Cambridge rječnik)
- „Vještačka inteligencija se definiše kao sposobnost računarskog sistema da obavlja zadatke koji obično zahtijevaju ljudsku inteligenciju, kao što su

prepoznavanje uzoraka, donošenje odluka, jezičko razumijevanje i rješavanje problema." (Merriam-Webster rječnik)

- „Vještačka inteligencija se opisuje kao simulacija ljudskog razmišljanja pomoću računarskih modela kako bi se postigla specifična ciljevima orijentisana ponašanja." (Investopedia.com)
- „Vještačka inteligencija se odnosi na sposobnost računarskih sistema da izvode zadatke koji zahtijevaju ljudsku inteligenciju. Ovi sistemi mogu učiti, razmišljati i prilagoditi se promjenama." (World Health Organization)
- „Vještačka inteligencija je polje nauke koje istražuje kako stvoriti računarske programe i mašine koji će pokazivati ponašanje koje, kada bi ga ispoljavali ljudi, bismo smatrali inteligentnim." (Stanford Encyclopedia of Philosophy)
- „Vještačka inteligencija predstavlja nauku i inženjering usmjerene na stvaranje inteligentnih računarskih programa“ (John McCarthy)
- „Vještačka inteligencija se odnosi na računarske programe koji su sposobni postati pametniji od najboljeg ljudskog mozga na svakom zadatku". (Elon Musk)

Prema stepenu inteligencije, umjetna inteligencija se dijeli se tzv. slabu i jaku umjetnu inteligenciju. Slaba umjetna inteligencija zasniva se na ideji da se računari mogu programirati na inteligentne načine u svrhu rješavanja specifičnih problema bez da te probleme razumiju. Smatra se da se inteligentno ponašanje može modelirati i tada koristiti primijenjeno na računarima kako bi se rješavali kompleksni problemi. Slaba AI je specijalizirana samo za jedno područje. Pametni telefoni i računari sadrže niz aplikacija slabe umjetne inteligencije kao što su filteri za neželjenu e-poštu, osobni asistenti itd.

Slaba AI, koja se naziva i umjetnom uskom inteligencijom (ANI – engl. Artificial Narrow Intelligence), predstavlja ograničeni oblik umjetne inteligencije. ANI može izvrsno obavljati određene zadatke kombinovanjem složenih algoritama, mašinskog učenja i brojnih drugih tehnologija ovisno o primjeni. Slaba AI koristi se samo za posebne i definisane zadatke, dok je jaka AI hipotetički oblik koji doseže ljudsku inteligenciju i primjenjuje mentalne modele – poput procesa učenja, vožnje automobila, kuhanja hrane i pisanja programskih kodova. Mnogi strahovi i zabrinutosti za AI odnose se na jaku AI.

Cilj jake umjetne inteligencije je realizacija umjetnog čovjeka, umjetnog mozga i uma, koji ima emocionalna stanja te je svjestan svojih aktivnosti. Ključna razlika između slabe i jake umjetne inteligencije je u tome što razvijena slaba umjetna inteligencija, na primjer, za prepoznavanje govora ne može prenijeti svoje zaključke na drugo područje. Pretpostavlja se da bi jaka AI, koja se naziva i umjetnom općom inteligencijom (AGI – engl. Artificial General Intelligence) mogla dostići nivo ljudi i u budućnosti izvršavati uobičajene zadatke koje za sada može postići samo ljudsko biće. Da bi se postigla AGI potreban je hardver koji je kompatibilan s ljudskim mozgom, a takav računar već postoji u Kini, pod nazivom Tianhe-2. Međutim, softver koji je napredan kao ljudski mozak još nije stvoren.

Prema istraživanju naučnika sa područja AI polovina ispitanika smatra da postoji 50% vjerovatnoće da će AGI biti moguća do 2040., a do 2065. godine vjerovatnoća je procijenjena na 90%. Dok 75% stručnjaka pretpostavlja da će ljudi i dalje raditi poslove koje danas obavljaju i narednih 30 godina (Bostrom, 2014).

Razvoj vještačke inteligencije (AI) predstavlja jedan od najuzbudljivijih i najinovativnijih segmenata savremene nauke i tehnologije. AI se bavi stvaranjem sistema koji imaju sposobnost razumijevanja, učenja, zaključivanja i donošenja odluka – sposobnosti koje obično povezujemo s ljudskom inteligencijom. Historija razvoja AI obuhvata niz ključnih trenutaka koji su oblikovali put od ranih koncepata do današnjih dubokih neuronskih mreža i umjetne opće inteligencije. Prvi rad koji je danas općepriznat kao AI uradili su Warren McCulloch i Walter Pitts (1943). Oni su se oslanjali na tri izvora: znanje o osnovnoj fiziologiji i funkciji neurona u mozgu, formalna analiza propozicionalne logike prema Russellu i Whiteheadu i Turingova teorija računanja. Alan Turing je definisao inteligentno ponašanje računara kao sposobnost postizanja performansi na nivou čovjeka u kognitivnom zadatku. Alan Turing, često nazivan ocem računarske nauke, postavio je temelje razmišljanja o umjetnoj inteligenciji svojim radom "Computing Machinery and Intelligence" iz 1950. godine. U tom radu, Turing je predstavio poznati Turingov test kao način da se ispita može li mašina ponašanjem prevazići ljudsku inteligenciju. Turingov test je pružio osnovu za verifikaciju i validaciju sistema zasnovanih na znanju. U 1950-ima, računarski programi su se razvijali s ciljem simulacije inteligentnog ponašanja. Claude Shannon je 1950. godine stvorio prvi program za igru šaha. Ovaj program, iako ograničen u mogućnostima, predstavljao je prvi korak prema razvoju umjetne inteligencije u smislu igara i logičkog razmišljanja. Godine 1956. ljetna radionica na Dartmouth koledžu okupila je deset istraživača zainteresovanih za proučavanje mašinske inteligencije, koje je predvodio John McCarthy, i tu je rođena nova nauka - vještačka inteligencija. Sljedećih 20 godina ovim poljem će dominirati ovi ljudi i njihovi studenti i kolege sa MIT-a, CMU-a, Stanforda i IBM-a.

1958. godine McCarthy je definisao jezik visokog nivoa Lisp, koji je trebao postati dominantni AI programski jezik u narednih 30 godina. Ovaj jezik omogućio je istraživačima da razvijaju alate za manipulaciju simbola i rješavanje problema u obliku logičkih izraza. Sa Lispom, McCarthy je imao alat koji mu je bio potreban, ali pristup oskudnim i skupim računarskim resursima također je bio ozbiljan problem. Iste godine McCarthy je objavio rad pod naslovom Programi sa zdravim razumom, u kojem je opisao Advice Taker, hipotetički program koji se može smatrati prvim kompletnim AI sistemom. Od početka, istraživači umjetne inteligencije nisu bili stidljivi u predviđanju svojih nadolazećih uspjeha. Često se citira sljedeća izjava Herberta Simona iz 1957. godine: „ *Nije mi cilj da vas iznenadim ili šokiram – ali najjednostavniji način na koji mogu sumirati je da kažem da sada u svijetu postoje mašine koje misle, koje uče i koje stvaraju. Štaviše, njihova sposobnost da rade ove stvari će se brzo povećavati sve dok - u vidljivoj budućnosti - raspon problema s kojima se mogu nositi ne bude koekstenzivan s opsegom na koji je ljudski um primijenjen*“. U sljedećem desetljeću, istraživači su razvili koncepte simboličke umjetne inteligencije. Ova faza razvoja

usmjerila se na korištenje formalnih simbola i logike za modeliranje ljudskog razmišljanja. Iako su konkretni rezultati bili ograničeni, simbolička AI je doprinijela razvoju algoritama za simboličku manipulaciju, rješavanje problema i upravljanje znanjem. Tijekom ovog razdoblja, razvijeni su prvi "ekspertni sistemi" - računarski programi koji su simulirali znanje i iskustvo stručnjaka u određenom području. Ovi sistemi koristili su bazu znanja i pravila kako bi donosili zaključke i rješavali probleme u specifičnim domenama kao što su medicina i inženjering.

Unatoč ranim uspjesima, razvoj vještačke inteligencije suočio se s ograničenjima simboličke AI. Složenost problema i nedostatak tehnoloških resursa usporili su napredak. Složenost problema kao što su prepoznavanje uzoraka i obrada prirodnog jezika bili su teško rješivi pomoću tradicionalnih metoda. Osim toga, simbolička vještačka inteligencija suočila se s problemom "eksplozije kombinatorike", gdje je broj mogućih stanja i puteva razloženih simboličkim izračunima postao prevelik za praktično rješavanje. Stoga se period 70-ih često se naziva "zimom vještačke inteligencije" zbog smanjenog interesa i finansiranja za istraživanja.

Prvi uspješan komercijalni ekspertski sistem, R1, počeo je sa radom u Digital Equipment Corporation (McDermott, 1982). Program je pomogao u konfiguraciji narudžbi za nove računarske sisteme, do 1986., to je kompaniji uštedilo oko 40 miliona dolara godišnje. Do 1988. godine, DEC-ova AI grupa je imala raspoređeno 40 ekspertskih sistema. DuPont je imao 100 u upotrebi i 500 u razvoju, čime je uštedio oko 10 miliona dolara godišnje. Gotovo svaka velika američka korporacija imala je svoju AI grupu i koristila je ili je istraživala ekspertne sisteme. Sve u svemu, AI industrija je procvjetala sa nekoliko miliona dolara u 1980. na milijarde dolara u 1988., uključujući stotine kompanija koje su gradile ekspertne sisteme, sisteme vizije, robote i softver i hardver specijaliziran za ove svrhe. Godine 1986. David Rumelhart i Geoffrey Hinton razvili su model dubokih neuronskih mreža za obradu složenih uzoraka. Međutim, tehnička i računarska ograničenja tog vremena usporila su napredak u ovom području.

Početak 21. stoljeća, dolazi do pravog procvata vještačke inteligencije, vođenog napretkom u procesorskoj snazi i dostupnosti velikih količina podataka. Duboko učenje, koncept temeljen na dubokim neuronskim mrežama, postaje ključno za prepoznavanje uzoraka u podacima. Ova tehnika revolucionira područja kao što su prepoznavanje objekata u slikama, prepoznavanje govora i obrada prirodnog jezika. Primjene dubokog učenja proširuju se na mnoge domene kao što su medicina, finansije, sigurnost i mnoge druge industrije. U posljednjem desetljeću, duboko učenje i umjetna inteligencija postali su sveprisutni u mnogim aspektima našeg života. Razvijene su aplikacije poput personalnih asistenata (npr. Siri, Google Assistant), autonomnih vozila, prepoznavanja lica, medicinske dijagnostike, finansijske analize, igara i mnogih drugih. Nick Bostrom, direktor Future of Humanity Institute na britanskom Sveučilištu Oxford, primijetio je još 2006. godine da je umjetna inteligencija sada integralni dio našeg svakodnevnog života: "Puno najnovijih tehnologija umjetne inteligencije prodrlo je u opću primjenu, često bez naziva umjetna

inteligencija, jer kada nešto postane dovoljno korisno i dovoljno uobičajeno, više se ne označava kao umjetna inteligencija" (Bostrom, 2014). Ponovno, vrlo malo ljudi danas prepoznaje Siri kao tipičan primjer umjetne inteligencije, već je više percipira kao osobnog asistenta temeljenog na algoritmima koji je dio svakodnevnih životnih iskustava. S obzirom na njihov sve veći značaj unutar globalne digitalne infrastrukture, postavlja se pitanje kako se algoritmi promišljaju dok se pripremamo za različite moguće budućnosti.

Različiti ljudi pristupaju umjetnoj inteligenciji s različitim ciljevima na umu. Filozofi (od 400. godine p.n.e.) učinili su umjetnu inteligenciju zamislivom uzimajući u obzir ideje da je um na neki način poput mašine, da radi na znanju kodiranom u nekom unutrašnjem jeziku i da se ta misao može koristiti za odabir radnji koje treba preduzeti. Matematičari su pružili alate za manipulaciju izjavama logičke sigurnosti, kao i nesigurnim, probabilističkim izjavama. Oni također postavljaju temelje za razumijevanje računanja i razmišljanja o algoritmima. Ekonomisti su riješili problem donošenja odluka koje maksimiziraju očekivani ishod za donosioca odluke. Neuronaučnici su otkrili neke činjenice o tome kako mozak funkcionira i na koji način je sličan i različit od kompjutera. Psiholozi su usvojili ideju da se ljudi i životinje mogu smatrati mašinama za obradu informacija. Lingvisti su pokazali da se upotreba jezika uklapa u ovaj model, a računarski inženjeri su obezbijedili sve moćnije mašine koje omogućavaju AI aplikacije. Svi oni su na neki način oblikovali ili potpomogli razvoj umjetne inteligencije.

Rani izbor naziva oblasti "vještačka inteligencija" efektivno pretpostavlja da je moguće stvaranje ne-ljudske inteligencije. Ovaj antropomorfizam vještačke inteligencije također neizbježno implicira prisustvo neke vrste djelovanja (na primjer, "učenje" zahtijeva nekoga ili nešto što "uči"). U svakom slučaju, važno je napomenuti da vještačku inteligenciju ne bi trebalo sagledavati samo u tehničkom smislu; umjesto toga, vještačka inteligencija je složen društveno-tehnički artefakt koji treba shvatiti kao nešto što je konstruisano putem složenih društvenih procesa (Eynon, 2021). Drugim riječima, kada razmatramo vještačku inteligenciju, moramo uzeti u obzir i ljudske dimenzije i tehnološke dimenzije istovremeno.

Umjetna inteligencija postaje sveprisutna. Tehnologija seže u toliko aspekata naših života da nemamo izbora nego da se suočimo s njenim utjecajima. Stvaranje i primjena AI mijenja naše živote i zajednice na bezbroj načina. Ove promjene je često teško razumjeti i predvidjeti, a samo se ubrzavaju zbog npr. pandemije COVID-19. Iako AI pruža vidljive prednosti, prikupljanje, korištenje i zloupotreba podataka koji se koriste za obuku i unos, kao i sam algoritam, mogu izložiti ljude rizicima za koje nisu ni znali da postoje. Poslodavci mogu pratiti učinak i ponašanje na radnom mjestu na prikrivene i neočekivane načine. Potencijalni zaposlenik može biti odbijen za posao zbog informacija koje automatizovani alat prikuplja dok istražuje profil osobe na društvenim mrežama. Lokalna uprava može koristiti prepoznavanje lica da identifikuje svakog pojedinca. Uočavamo porast upotrebe ovih alata od strane industrije, vlade, pa čak i akademskih institucija jer svi oni primjenjuju AI algoritme za donošenje odluka koje mijenjaju naše živote na direktan i potencijalno štetan

način. Često izgovarano opravdanje za upotrebu takvih alata vještačke inteligencije je da su oni „bolji“ od ljudi koji donose odluke (Borenstein, 2021).

Etičnost u upotrebi vještačke inteligencije obuhvata širok spektar pitanja i izazova. Bez obzira na kontekst primjene, ključno je osigurati da AI tehnologija bude korištena na način koji poštuje moralne i društvene norme. Etičnost u upotrebi vještačke inteligencije je ključna kako bi se osiguralo da ova tehnologija donese koristi društvu bez nanošenja štete pojedincima ili grupama. Ako se usredotočimo samo na one koji dizajniraju AI tehnologiju, postoji ogroman potencijal oblikovanja onoga što programeri uče i poticanja ih da prihvate ključnu poruku da je etika isprepletena s cijelim procesom dizajna (prije, za vrijeme i nakon). Nadalje, etika ne bi trebala biti samo sastavni dio ili naknadno razmišljanje, ona je neodvojiva komponenta u svakoj fazi prilikom učenja o AI. Kada podučavamo matematičke izvedbe funkcije linearne regresije za nadzirano učenje u AI, također možemo spomenuti upotrebu metrike kao načina za procjenu pravednosti rezultata, u nadi da ćemo se približiti rezultatu koji je "ispravan" i "pravedniji". Izazovi koji se pojavljuju u vezi s AI prelaze disciplinske granice i suviše su složeni za bilo kakvu pojedinačnu stručnost da se njima bavi. Uvidi od strane pravnika, sociologa, stručnjaka za politiku, filozofa i drugih, zajedno s naučnicima i inženjerima, mogu biti posebno vrijedni pri određivanju kako edukovati studente o etici u vezi s vještačkom inteligencijom. Drugi ključni aspekt edukacije o etici u vezi s AI je razvijanje kritičkog razmišljanja i vještina etičkog rasuđivanja kod studenata koje se mogu prenositi na različite profesionalne kontekste (Borenstein, 2021).

AI je brže napredovao u protekloj deceniji zbog veće upotrebe naučnih metoda u eksperimentisanju i upoređivanju pristupa. Unatoč ogromnom napretku, vještačka inteligencija suočava se s nizom izazova kao što su etička pitanja, transparentnost algoritama, prepoznavanje pristrasnosti i sigurnost sistema. Budućnost vještačke inteligencije uključuje daljnji napredak u autonomnim sistemima, robotskoj inteligenciji, tehnološkim inovacijama i dubokom razumijevanju ljudskog razmišljanja. Budućnost vještačke inteligencije obuhvata integraciju u svakodnevni život, razvoj "opšte" umjetne inteligencije koja bi mogla razumjeti i obavljati različite zadatke, te rješavanje složenih problema u nauci, medicini, ekonomiji i drugim disciplinama. Kroz historiju su se pojavili razni izazovi i prekretnice, ali danas AI igra ključnu ulogu u mnogim aspektima našeg života. Razvoj robotike dovodi do bliže saradnje ljudi i mašina. Industrijski roboti rade ruku pod ruku s ljudskim „kolegama“. U privatnom okruženju službeni roboti ne bi trebali imati samo pomoćnu, već i društvenu ulogu. Nova generacija inteligentnih sistema mora se dinamički prilagoditi svojim korisnicima i njihovom okruženju. Umjesto unaprijed određenih procesa i ručne konfiguracije, mašinsko učenje i algoritamsko planiranje djelovanja temeljeno je na podacima korisnika i okoline. U budućnosti bi autonomni sistemi trebali rješavati složene zadatke, učiti, donositi nezavisne odluke i biti sposobni reagovati na promjenjive procese bez ljudske intervencije. U budućnosti će vještačka inteligencija vjerovatno nastaviti transformisati naš svijet, postavljajući nove standarde u tehnologiji, društvu, ali i u obrazovanju.



## 2.2. Vještačka inteligencija u obrazovanju

Upotreba tehnologije u obrazovanju datira još od pojave računara prve generacije i njihovih kasnijih ažuriranih verzija (Schindler, *et al.* 2017). Profesori su bili viđeni kako koriste računare u nastavi, istraživanju i bilježenju ocjena studenata te obavljanju drugih zadataka. Slično tome, studenti su, između ostalog, koristili računare za učenje, istraživanje i rješavanje problema. Također, računari su se koristili kao obrazovni resurs (analogno biblioteci ili laboratoriji), kao i sredstvo za održavanje baza podataka o informacijama studenata (Jones, 1985). Iako granice nisu strogo definisane, veze između vještačke inteligencije i obrazovanja su grupisane pod četiri naslova:

1. Učenje uz pomoć vještačke inteligencije,
2. Korištenje vještačke inteligencije za učenje o učenju,
3. Učenje o vještačkoj inteligenciji i
4. Priprema za vještačku inteligenciju (Holmes, *et al.* 2019).

Učenje uz pomoć vještačke inteligencije podrazumijeva upotrebu alata pokretanih vještačkom inteligencijom u nastavi i učenju, uključujući:

- Upotrebu vještačke inteligencije za direktnu podršku učenicima, uključujući alate kao što su inteligentni sistemi za podučavanje, okruženja za istraživačko učenje, automatsku evaluaciju pisanja, orkestratore mreža učenja, četbotove i vještačku inteligenciju za podršku učenicima s invaliditetom;
- Upotrebu vještačke inteligencije za podršku administrativnim sistemima (kao što su regrutacija, izrada rasporeda i upravljanje učenjem);
- Upotrebu vještačke inteligencije za direktnu podršku nastavnicima (iako, osim pametne kustoske obrade materijala za učenje, ima malo primjera).

Korištenje vještačke inteligencije za učenje o učenju nije striktno vještačka inteligencija, što gotovo uvijek podrazumijeva neku vrstu automatizacije, ali uključuje analizu istih ili sličnih podataka kao i alati za "učenje uz pomoć vještačke inteligencije" i koristi slične analitičke tehnike. Ovdje se podaci koriste za saznavanje kako učenici uče, napreduju u učenju ili koje metode učenja su efikasne - cilj je informisati prakse učenika, nastavnika ili drugih zainteresovanih strana, ili podržati prijem, zadržavanje studenata i planiranje programa. Ovo se preklapajuće, ali ipak različito područje obično naziva analitika učenja ili rudarenje obrazovnih podataka.

Učenje o vještačkoj inteligenciji uključuje povećanje znanja i vještina o vještačkoj inteligenciji kod učenika svih uzrasta (od osnovnog obrazovanja, preko srednjeg, do tercijarnog) i njihovih nastavnika, obuhvatajući tehnike vještačke inteligencije (npr. mašinsko učenje) i tehnologije vještačke inteligencije (npr. obrada prirodnog jezika), zajedno sa statistikom i kodiranjem na kojima sve to počiva (Holmes, *et al.* 2021). Priprema za vještačku inteligenciju podrazumijeva osiguranje da su svi građani pripremljeni za moguće uticaje vještačke inteligencije na njihove živote - pomažući im da pronađu odgovore

na pitanja poput etike vještačke inteligencije, pristrasnosti podataka, nadzora i potencijalnog uticaja na poslove. U stvari, priprema za vještačku inteligenciju uvijek treba biti integrisana u obrazovanje o vještačkoj inteligenciji; izdvaja se samo kako bi dobila pažnju koju zaslužuje i kako ne bi postala rutinska aktivnost. Primjena AI u obrazovanju donosi brojne prednosti, ali također stvara niz etičkih izazova i pitanja koja zahtijevaju pažljivo razmatranje. Ovaj odlomak će istražiti ključne etičke aspekte primjene i upotrebe vještačke inteligencije u obrazovanju.

Jedan od najvažnijih etičkih izazova u primjeni AI u obrazovanju je pitanje privatnosti i sigurnosti podataka studenata. AI sistemi prikupljaju velike količine podataka o studentima kako bi prilagodili nastavu i pružili personalizovano iskustvo učenja. Ovi podaci uključuju informacije o učenju, rezultatima testova, ponašanju i čak emocionalnom stanju studenata. Nedostatak odgovarajućih sigurnosnih mjera može rezultovati ozbiljnim kršenjima privatnosti i potencijalnim zloupotrebama ovih podataka. Prema European Data Protection Supervisor (EDPS) u njihovom izvještaju "Edukacija u eri umjetne inteligencije: zaštita prava i sloboda učenika", ističe se potreba za jasnim smjernicama i zakonodavstvom koja će osigurati zaštitu podataka studenata u kontekstu primjene AI u obrazovanju. Zatim, ako algoritmi nisu pažljivo dizajnirani, mogu favorizovati određene grupe studenata, stvarajući nejednakost u obrazovanju. Izvještaj Harvard Graduate School of Education pod nazivom "The Promise and Peril of AI in K-12 Education" istražuje ove izazove, ističući potrebu za transparentnošću u dizajnu algoritama i pravo studenata na žalbu u slučaju nepravde. Transparentnost u dizajnu i primjeni AI u obrazovanju ključna je za očuvanje povjerenja studenata, nastavnika i roditelja. Svi sudionici trebaju razumjeti kako algoritmi rade, kako donose odluke i kako se koriste podaci, kako bi primjena vještačke inteligencije u obrazovanju ostvarila svoj puni potencijal.

Uspon umjetne inteligencije čini nemogućim zanemarivanje ozbiljne rasprave o njenoj budućoj ulozi u nastavi i učenju u obrazovanju te o vrsti odluka koje će obrazovne institucije donijeti u vezi s tim pitanjem. Trenutna upotreba tehnoloških rješenja poput "sistema upravljanja učenjem" ili IT rješenja za otkrivanje plagijata već postavlja pitanje tko postavlja dnevni red za nastavu i učenje: korporativne inicijative ili visokoškolske ustanove? Uspon tehnogospodara i kvazi-monopol nekoliko tehnoloških divova također nosi pitanja o važnosti privatnosti i mogućnosti distopijske budućnosti. Osim toga, mnogi skupovi zadataka koji trenutno čine srž nastavne prakse na visokom obrazovanju bit će zamijenjeni AI softverom temeljenim na složenim algoritmima koje dizajniraju programeri, a koji mogu prenositi vlastite pristrasnosti ili agende u operativne sisteme. Kontinuirana kritika i istraživanje predloženih rješenja ostaju ključni kako bi se osiguralo da univerziteti ostanu institucije sposobne održati civilizaciju, poticati te razvijati znanje i mudrost. Smatramo da je potrebno istraživanje etičkih implikacija trenutne kontrole razvoja AI i mogućnosti smanjenja bogatstva ljudskog znanja i perspektiva monopolom nekoliko entiteta. Također vjerujemo da je važno usmjeriti daljnja istraživanja na nove uloge nastavnika u novim putanjama učenja za studente, s novim skupom diplomskih atributa, fokusiranih na maštu,

kreativnost i inovacije - skup sposobnosti i vještina koje mašine teško mogu replicirati (Popenici, 2017).

Učenje uz pomoć vještačke inteligencije je fokus istraživačkog polja vještačke inteligencije u obrazovanju (AIED) barem od 1980-ih godina. Tokom protekla tri desetljeća, većina istraživanja u polju vještačke inteligencije u obrazovanju usmjerena je na podršku učenju putem vještačke inteligencije, što prema definiciji ima za cilj automatizaciju funkcija nastavnika, kako bi učenici mogli nezavisno ili samostalno učiti bez prisustva nastavnika. Upotreba vještačke inteligencije za podršku učenju postaje sve popularnija u glavnom toku obrazovanja (Becker, 2017; Holmes *et al.*, 2019; Miao i Holmes, 2021a), kao i u srodnim oblastima (npr. pravno obrazovanje, Carrel, 2018; istraživanje nauke, Gobert *et al.*, 2013; stomatološko obrazovanje, Majumdar i sar., 2018; medicinsko obrazovanje, Sapci i Sapci, 2020; i inženjersko obrazovanje, Silapachote i Srisuphab, 2016). Tokom mnogih godina, podrška učenju uz pomoć vještačke inteligencije je napredovala i uključivala, na primjer: prilagodljive alate za učenje u složenim domenima kao što su programski jezici, matematika, medicina, fizika, dijagnostika avionike, fabrike za proizvodnju papira i celuloze te elektronika (Wasson, 1997); prikupljanje i analizu širokog spektra signala iz učionica (npr. mjerenje pažnje, empatije i emocija), korištenje sve većeg raspona hardvera (od mobilnih telefona do EEG slušalica); razvoj četbotova dizajniranih da pružaju podršku učenicima 24/7, orkestratore mreža učenja koji su osmišljeni za izgradnju zajednica učenika, automatsku evaluaciju pisanja, uključivanje otvorenih modela učenika (koje učenici mogu pregledati kako bi bolje razumjeli svoje vlastito učenje) i obezbjeđivanje funkcionalnosti nadzora nastavnika putem stalno prisutnih kontrolnih panela s podacima (Holmes, *et al.* 2022). Učenje uz pomoć vještačke inteligencije može se još odnositi na vještačku inteligenciju za podršku nastavnicima i vještačku inteligenciju za podršku institucijama.

Više od 30 godina provode se istraživanja u implementaciji vještačke inteligencije u području obrazovanja. Razvijaju se i promovišu alati za učenje koji su fleksibilni, personalizovani, učinkoviti, inkluzivni i privlačni. AI se može definisati kao naučna disciplina modeliranja koja se koristi za istraživanje, razvoj i primjenu formaliziranih modela koji imaju značajne aspekte relevantne za učenje i podučavanje. Prilagodljivo okruženje za učenje prilagođava pristupe učenju i materijale na temelju sposobnosti i zahtjeva pojedinačnih učenika. AI temeljeni pametni sistem učenja koji uključuje inteligentne tutore i virtualnu stvarnost sastoji se od ključnih karakteristika AI-a poput prepoznavanja i usklađivanja uzoraka, donošenja odluka i izbora, konceptualnog interfejsa i zaključivanja, izvođenja i sekvencijalne kontrole, planiranja i rješavanja problema. Kvalitativno vrednovanje studentskog učinka temelji se na sistemu temeljenom na znanju i nadziranom mašinskom učenju (Kumar, 2019).

Učenje sve više postaje online, kontekstualizirano kulturnim obilježjima zajednice i integrisano s drugim aspektima života zajednice. U takvom okruženju bit će mnogo prilika za trenutačno učenje relativno malih dijelova znanja u kontekstu primjene. Iako će se neko učenje odvijati isključivo posredstvom informacionih tehnologija, vrlo često će biti potrebe

za ljudskim angažmanom, preuzimanjem uloge učitelja ili saradnika. To će posebno biti istinito kada se znanje prenosi iz jedne kulturne zajednice u drugu, gdje će često biti potrebna ljudska pomoć kako bi se novo znanje tumačilo na načine koji su razumljivi članu neke druge zajednice. Takva pomoć morat će biti reaktivna prema fragmentiranim stilovima učenja. Poučavanje će stoga također biti fragmentirano. Moguće je identifikovati dvije vrste tehnologija koje će biti ključne u takvom fragmentiranom okruženju učenja i poučavanja. Jedna vrsta će biti "pomoćne" tehnologije koje ostaju u pozadini i stupaju na scenu kada se prepozna potreba za učenjem. Ove tehnologije će morati odrediti kada je potrebno intervenirati te zatim osmisliti pedagošku strategiju kako bi pomogle učeniku nakon što se intervencija dogodi. Potrebu za intervencijom može generisati vanjski izvor, od ljudi ili tehnologije, na primjer kada netko donese znanje u zajednicu ili sistem preporuka ili filtriranja sugerise da nešto može biti zanimljivo. Druga vrsta AIED tehnologije koja će podržavati učenje u takvom fragmentiranom svijetu bit će simulativno i istraživački orijentisano okruženje. Trenutno se takva okruženja smatraju alatima za učenje s posebnom namjenom, primjenjivima u vrlo rijetkim situacijama. Stoga je teško vidjeti kako se mogu integrisati u općenitu sliku učenja, odnosno obrazovanja. Međutim, u fragmentiranom svijetu se mogu uvesti u određene zajednice kako bi zadovoljili određene obrazovne potrebe, čim se one prepoznaju. Ova okruženja bit će posebno korisna kada je prepoznata potreba da određeni članovi zajednice savladaju teške vještine koje ih prisiljavaju na sintezu znanja (umjesto da samo uče činjenice). Područje AIED je idealno smješteno da utječe i doprinosi ne samo tehnologiji učenja, već i drugim područjima računarne nauke uključujući i discipline poput psihologije, antropologije i sociologije. S druge strane, ove discipline trebale bi moći prenositi ideje, tehnike i informacije AIED-u, posebno kako sve više usvajaju aspekte računarne paradigme (McCalla, 2000).

Godinama je postojao fokus na alate vještačke inteligencije koji imaju za cilj automatsku ocjenu zadataka učenika, ponovo uglavnom sa namjerom da se uštedi vrijeme nastavnicima. Međutim, vještačka inteligencija nije sposobna za dubinu interpretacije ili tačnost analize koju može pružiti ljudski nastavnik. Čak i da je vještačka inteligencija sposobna za fer i tačno ocjenjivanje slobodnog teksta, implementacija takvog sistema također bi zanemarila koliko nastavnik saznaje o svojim učenicima kada čita ono što su napisali - uvidi koje nijedan kontrolni panel neće pružiti. Također postoji i upotreba vještačke inteligencije za formativno ocjenjivanje zadataka, vođenje učenika kako da poboljšaju svoje prve verzije zadataka prije nego ih podnesu za ocjenjivanje, što postaje oblast interesovanja. Ukratko, iako bi vještačka inteligencija mogla uštediti vrijeme nastavnicima, iako za to postoji malo dokaza, još uvijek nije jasno kakav bi uticaj mogao biti na kvalitetu nastave i učenja (Holmes, *et al.* 2022).

Iako postoji malo dokaza da se vještačka inteligencija direktno koristi za podršku osnovnim ili srednjim obrazovnim institucijama, nedavni sistematski pregled literature o primjeni vještačke inteligencije u visokom obrazovanju (Zawacki-Richter, *et al.* 2019) primijetio je da je gotovo polovina (48%) uključenih studija istraživala podršku vještačke inteligencije administrativnim i institucionalnim uslugama. Tri glavne vrste vještačke inteligencije za podršku institucijama uključuju automatizaciju procesa koji se odnose na prijeme studenata,

olakšavanje komunikacije sa studentima i planiranje raspodjele resursa. Još jedan fokus vještačke inteligencije za podršku institucijama je korištenje četbotova kako bi se olakšala komunikacija s učenicima i pružile usluge koje rade non-stop. Na primjer, Univerzitet Georgia State je pokrenuo četbota nazvanog Pounce u pokušaju da podrži učenike koji su tražili podršku i savjetovanje, posebno one koji su prelazili iz srednje škole na koledž i nisu bili upoznati sa akademskim načinom života (Page, 2017). Ovaj pristup su kasnije pažljivo pratile i druge obrazovne institucije.

Slijedeće četiri transpozicije određuju parametre onoga što se može postići primjenom tehnologija umjetne inteligencije u obrazovanju (Cope, *et al.* 2021):

1. Imenovanje: Od bitova 0 i 1 do Unicodea, sve u svijetu može se imenovati brojevima, uključujući grafeme koji predstavljaju foneme u abecednim jezicima, grafeme koji predstavljaju ideograme na kineskom, emotikone i brojeve na svim jezicima, te alfanumeričke URL-ove, proizvode brojeve, serijske brojeve i mnoge druge vrste imena, čitljive od strane ljudi i/ili mašina. U "internetu stvari", prepoznavanje imena je automatizovano, i objekti mogu izgovarati svoja imena. Računski rečeno, značenje se predstavlja i bilježi kao binarni brojevi, koji nisu praktično čitljivi za ljude. Ovi brojevi koji predstavljaju imena također su neizračunljivi - nema smisla sabirati brojeve koji leže u osnovi Unicodea ili URL-ova. Gubici u ovoj transpoziciji su ograničenja imenovanja - u kojoj mjeri riječ, na primjer, sveobuhvatno i jednoznačno uhvati ideju, ili emotikon emociju. Dobit u digitalnom svijetu je broj stvari koje se mogu imenovati, znatno više nego što je prirodno moguće zapamtiti ili spontano izreći.
2. Računljivost: Stvari koje se mogu imenovati također se mogu brojati i njihove količine izračunati, ili kao primjerci (jedna stvar nakon druge), ili kao pojmovi (grupisanje više stvari jer dijele kriterijske karakteristike). Međutim, transpozicija iz jedne stvari u više od jedne uključuje smanjenje svojstava te stvari na odabrane kriterijske aspekte. Na taj način, empirijske razlike u svijetu smanjuju se na konceptualne redovitosti. Unatoč ovom gubitku, računari mogu brojati i računati mnogo veće brojeve od ljudi bez njihove pomoći, automatski u slučaju skupova podataka, iako cijena izračuna često uključuje statističko normiranje koje usmjerava značenje prema prosjeku. Algoritmi koji manipuliraju brojevima također mogu automatizovati postupak putem niza izračuna, pri čemu se jedan izračun izvršava uvjetno nakon drugog. Kao način razmišljanja, ovaj niz izračuna može se opisati kao usko mehaničko "instrumentalno razmišljanje" (Horkheimer, 1974). Moć algoritma nije u njegovoj urođenoj pameti, već u automatizaciji ogromnog broja nerazumnih koraka. Mali izračuni predstavljaju postupne Booleove odluke, svaka od njih trivijalna, ali na kraju složena zbog velikog broja mogućih grana u konzekventnom stablu odlučivanja.
3. Mjerenje: Mjerni uređaji mogu odrediti i izračunati neka osobna ili ljudski doživljena značenja u svijetu, u nekim slučajevima ne posredovane tekstualnim oznakama, ali ne i druge. Na primjer, udaljenosti, dimenzije, oblici, boje,

vremena, temperature i zvukovi jednostavno se mogu "pročitati" od strane mašina. Od stvari koje se mogu automatski mjeriti, mnogo toga sada se može obaviti pomoću okolnih digitalnih senzora. Iz tih brojeva može se izračunati promjena i mogu se projektovati tendencije, koristeći matematičke principe razvijene u algebri, infinitezimalnom računu ili Bayesovom zaključivanju - i na nivou koji nije bio moguć prije umjetne inteligencije. Međutim, postoje ograničenja, pa tako mnogi doživljaji koje ljudi doživljavaju se ne mogu automatski izmjeriti, odnosno ne može im se dodijeliti vrijednost uz pomoć senzora, npr. okusi, mirisi, teksture ili osjećaji. Oni zahtijevaju imenovanje ljudskim oznakama prije nego što postanu izračunljivi, a zatim je izračunavanje ovisno o prikladnosti oznaka i intrinzičnoj, odnosno unutrašnjoj težini njihovog izračunavanja.

4. Prikazivanje: Pod tim podrazumijevamo, činiti značenje materijalnim. Digitalni alati za renderiranje daju fizički oblik razmišljanju (predstavljanje). U materijalnom izražavanju tog razmišljanja podržavaju komunikaciju i interpretaciju, ili reprezentaciju artefakata značenja od strane druge osobe koja nailazi na te artefakte. Između ulaza (tipkovnica, kamera, mikrofona, senzor) i renderiranja (zaslon, stranica, zvučnik, taktilna obavijest ili 3D ispisani objekt) postoji bolna količina apsolutno dosadne transpozicije putem brojeva i binarnih izračuna. Bez obzira na granularnost, ovo nikada nije bez gubitaka. Najveći gubici za navodnu umjetnu inteligenciju su stvari i osobni doživljaji sa svojom beskrajnom, diferenciranom specifičnošću i ovisnošću o kontekstu za svoje puno značenje. U suštini, takva značenja nikada se ne mogu svesti na broj niti smisleno izračunati.

Na ovaj način, procesi transpozicije značenja putem binarnih brojeva u umjetnoj inteligenciji nisu ni nalik ljudskoj inteligenciji i nikada ne mogu biti. Umjetna inteligencija je i puno manje i puno više od ljudske inteligencije. U obrazovanju, moramo prepoznati manje (ne smijemo se zanijeti i misliti da će mašine zamijeniti nastavnike), te iskoristiti više - dizajnirajući novu vrstu obrazovanja koja u potpunosti koristi prednosti umjetne inteligencije (Cope, 2021).

Dok je potreba da svi građani budu pismeni (sposobni čitati i pisati) i numerički pismeni (sposobni razumjeti i raditi s brojevima) odavno prepoznata, nedavno su, kao što smo vidjeli, predložene i brojne druge pismenosti. To uključuje: naučnu pismenost (sposobnost da se bavite pitanjima povezanim sa naukom, kao što je naučna metoda), IKT ili digitalnu pismenost (sposobnost korištenja digitalnih tehnologija kako bi se efikasno funkcionisalo u društvu znanja), finansijsku pismenost (sposobnost razumijevanja i efikasnog korištenja vještina kao što su lično finansijsko upravljanje, pravljenje budžeta i ulaganje) te kulturnu i građansku pismenost (sposobnost razumijevanja, cijenjenja, analiziranja i primjene znanja o humanističkim disciplinama). Iako samo mali broj ukupne populacije učenika možda želi ili treba da nauči više o vještačkoj inteligenciji kako bi postali dizajneri ili programeri vještačke inteligencije, sugestija je da bi svi građani sada također trebali biti ohrabreni i podržani da

dostignu određeni nivo pismenosti o vještačkoj inteligenciji. Trebali bi imati znanje, vještine i vrijednosti usmjerene na razvoj, implementaciju i korištenje tehnologija vještačke inteligencije. „Građani svijeta trebaju razumjeti kakav bi mogao biti uticaj vještačke inteligencije, što vještačka inteligencija može da uradi i što ne može, kada je vještačka inteligencija korisna i kada bi se njena upotreba trebala dovesti u pitanje, te kako bi vještačka inteligencija mogla biti usmjerena za opšte dobro“ (Miao, *et al.* 2021). Iz različitih razloga, pismenost o vještačkoj inteligenciji može se smatrati proširenjem ili specijalizacijom IKT/digitalne pismenosti - i zaista, to je gotovo uvijek tako obrađivano u nekoliko primjera vladama odobrenih kurikuluma o vještačkoj inteligenciji koje je UNESCO identifikovao (Miao, *et al.* 2022). Pismenost o vještačkoj inteligenciji ne može biti ograničena samo na njene tehnološke komponente. Umjesto toga, pismenost o vještačkoj inteligenciji treba obuhvatiti i tehnološke i ljudske dimenzije vještačke inteligencije, kako ona funkcionise (tehnike i tehnologije) tako i kakav uticaj ima na ljude (na ljudsku kogniciju, privatnost itd.). Ukratko, obuka o vještačkoj inteligenciji koristeći pojednostavljenu tehničku terminologiju je važna, ali obuka o onome što vještačka inteligencija radi je nepotpuna bez objašnjenja ljudi, moći i političkih motivacija koje stoje iza usvajanja automatizovanih odluka (Holmes, *et al.* 2019). Slično se dešavalo i sa terminima kao što su „oblak“ (eng. Cloud), „veliki podaci“ (eng. Big Data) i „mašinsko učenje“, termin „vještačka inteligencija“ preuzeli su trgovci i autori reklamnih tekstova. Zahvaljujući tome javlja se iskrivljena slika, jer mnogo toga što ljudi nazivaju vještačkom inteligencijom je zapravo analiza podataka - drugim riječima, posao kao i svaki drugi. Međutim, kod vještačke inteligencije naglasak je na proširenju, u kojem inteligentni softver pomaže ljudima da komuniciraju i nose se sa sve digitalnijim svijetom u kojem živimo i ogromnim količinama podataka koje on proizvodi (Bates, *et al.* 2020).

Kada se razmatra uticaj tehnologije kao što je vještačka inteligencija i njena upotreba u obrazovanju, također je važno zauzeti makro-perspektivu: "stoga nije moguće procijeniti niti upravljati društvenim uticajima tako što ćemo proučavati tehnologiju odvojeno od njenog ekonomskog, političkog i socijalnog konteksta" (Parson, 2019). Široka upotreba alata vještačke inteligencije u obrazovanju također se može opisati kao prikrivena privatizacija, budući da je većina trenutno korištenih alata vještačke inteligencije u obrazovnim kontekstima obezbijeđena od strane komercijalnih igrača. Dodatni problem je taj što ovi alati rijetko su zasnovani na dokazanim pedagoškim potrebama: "Upravo je ovo nastojanje za tržišno orijentisanim proizvodima ono što izgleda da definiše opći pristup privatnog sektora, umjesto bilo kakvog osnovnog obrazovnog opravdanja za dizajn i razvoj aplikacija vještačke inteligencije" (Knox, 2020).

Većina alata vještačke inteligencije namijenjenih za upotrebu u obrazovanju zahtijeva određeni nivo tehničke kompetencije i jezičkih vještina. Prema tome, vještačka inteligencija može pogoršati, umjesto ublažiti, nejednakosti u obrazovanju između bogatih i siromašnih, između sposobnih i učenika s invaliditetom, te između onih koji imaju pristup pouzdanoj širokopojasnoj infrastrukturi i onih koji to nemaju (Biggs, 2018). Iz istih razloga, također postoji kritična potreba za odgovarajućim profesionalnim razvojem nastavnika (kao i za

administratore i donosioce politika), kako bi mogli donositi odluke, potpomognute informacijama, o tome koji bi alati vještačke inteligencije mogli biti odgovarajući za njihovu učionicu, kako ti alati općenito funkcionišu, šta mogu postići, kako ih najbolje koristiti, koji su izazovi i rizici, te koje neželjene posljedice mogu nastati.

Obrazovanje je potpomognuto umjetnom inteligencijom (AI) barem na dva načina: (1) u obrazovnom procesu – pomoć i modifikacije pedagogije te rutinske funkcije profesora; i (2) u području obuhvata i sadržaja obrazovanja – koja vrsta obrazovanja je potrebna. Iako je fokus na sudjelovanju AI-a, može biti teško razlikovati ga od drugih tehnoloških napredaka, posebno kada je riječ o radnom životu. AI i povezani tehnološki napreci zamijeniti će neke profesije (npr. nastava neće biti potrebna), dok će se druge profesije impresivno transformirati (didaktički materijali će trebati ažuriranje) te će biti stvoreno značajno mnogo novih zanimanja (trebat će izraditi nove didaktičke pristupe). U obrazovnim operacijama vještačka inteligencija će biti reformator i olakšavatelj, mijenjajući karakteristike i podjelu rada (Alam, 2021).

Tokom 2020. godine, uprkos pandemiji korona virusa, investicije rizičnog kapitala u startupove za vještačku inteligenciju dostigle su ukupno 75 milijardi američkih dolara za tu godinu, od čega je oko 2 milijarde dolara investirano u kompanije koje se bave vještačkom inteligencijom u obrazovanju, većinom u Sjedinjenim Američkim Državama. To su upravo te kompanije koje svoje pristupe prodaju širom svijeta, stvarajući ono što je nazvano kolonijalizmom vještačke inteligencije u obrazovanju: kompanije koje polažu prava na teritoriju u obrazovnom pejzažu širom svijeta, stvarajući asimetrije u moći među tržištima i državama. U stvari, obraćanje pažnje na kulturnu različitost je možda jedna od najkomplicovanijih tema u oblasti vještačke inteligencije u obrazovanju koju treba razmatrati, posebno uzimajući u obzir pretežnu ravnotežu istraživanja sprovedenih na globalnom sjeveru i izazove u prenosu odgovarajućih i efikasnih politika i praksi (Blanchard, 2015). Vještačka inteligencija u obrazovanju je predugo bila domen dominiran računarstvom centriranim pogledima bez adekvatne pažnje posvećene pedagogiji ili posebnoj prirodi obrazovanja i razvoju djeteta: "Možemo prepustiti drugima (računarskim naučnicima, inženjerima vještačke inteligencije i velikim tehnološkim kompanijama) da odluče kako će se vještačka inteligencija u obrazovanju odvijati, ili možemo ući u produktivan dijalog" (Holmes, *et al.* 2023).

### **2.3. Primjeri primjene vještačke inteligencije u obrazovanju**

Vještačka inteligencija ima značajan potencijal za revoluciju u području obrazovanja. Tehnologija umjetne inteligencije donosi mnogo koristi u raznim područjima, uključujući i obrazovanje. Mnogi istraživači tvrde kako umjetna inteligencija i mašinsko učenje mogu povećati nivo obrazovanja. Najnovije inovacije su omogućile programerima da nauče računare obavljati komplikovane zadatke. To dovodi do mogućnosti poboljšanja procesa učenja. Međutim, nemoguće je zamijeniti mentora ili profesora (Schmelzer, 2019). Jedan od uvjerljivih motiva za usvajanje AI u obrazovanju je povećan broj studenata sa različitih



geografskih lokacija upisanih na kurseve u visokom obrazovanju koji se održavaju na centralnom mjestu, zajedno sa ograničenim finansiranjem (Tahiru, 2021).

Može se napraviti nekoliko predviđanja o budućem razvoju inteligentnih sistema nastave na osnovu kratkoročnih ciljeva i dugoročnih mogućnosti. Kako omjer performansi računara i cijena računara nastavlja da se poboljšava, široka ekspanzija sistema podučavanja će se i dalje vidjeti u novim oblastima za podučavanje i obuku. Inicijative ugrađene u ove sisteme, kao npr. kvalitativno rezonovanje, mašinsko učenje, rasuđivanje zasnovano na slučajevima, arhitekture opšte namjene i multimedija, olakšaće proučavanje ljudskog učenja i podučavanja i ubrzaće moć nastavnika, njihovo prihvatanje u učionici i spremnost programera da ih izrade (Woolf, *et al.* 2001).

Mnoge aplikacije potaknute umjetnom inteligencijom već se koriste u školama i univerzitetima. Mnoge uključuju AIED i tehnike rudarenja obrazovnih podataka (EDM) kako bi "pratili" ponašanje studenata - na primjer, prikupljajući podatke o prisustvu na nastavi i predaji zadaća kako bi identificirale (i pružile podršku) studentima koji su u opasnosti da napuste studij. Drugi istraživači umjetne inteligencije istražuju nove korisničke interfejse, poput obrade prirodnog jezika, prepoznavanja govora i gesta, praćenja pokreta očiju i drugih fizioloških senzora, koji bi se mogli koristiti za poboljšanje kako AIED tako i ne-AIED softvera (Luckin, 2016).

Umjetna inteligencija (AI) je temelj svih sistema inteligentnih tutora omogućenih obradom prirodnog jezika (NLP). Ti sistemi pomažu u razvijanju kvaliteta poput samopromišljanja, odgovaranja na duboka pitanja, rješavanja konfliktnih izjava, generisanja kreativnih pitanja i razvijanja vještina donošenja odluka. Sposobnosti učenja učenika znatno su porasle nakon uvođenja web-baziranog obrazovanja. Nastavnici također koriste ove platforme pri oblikovanju nastavnog plana, što može koristiti svim ostalim učenicima koji još uvijek ne koriste ove sisteme. Prirodni matematički problemi u obliku unaprijeđenih tehnika igranja privlače većinu učenika osnovnih škola da uče osnovne matematičke pojmove na interaktivan način. Usporedba različitih pristupa ili strategija koje primjenjuju učenici u rješavanju problema povećava prirodnu konkurenciju i napredno matematičko razmišljanje u osnovnom obrazovanju. Svi ovi stručni sistemi potiču učenike da izgrade nove strategije za ispravno rješavanje problema. To potiče višedimenzionalne vještine učenika što dovodi do povećanja dubokog učenja. Ovi alati potiču web-bazirano učenje nad tradicionalnim učenjem temeljenim na predavanjima. Upotreba tehnika prepoznavanja glasa i govora te obrade prirodnog jezika u sistemima za poduku pomaže učenicima da shvate snagu virtualne stvarnosti u obrazovanju. Učenje iz ovih sistema temelji se na ponovljenom ponovnom aktiviranju, tj. prikazu određenog znanja. Interaktivno eksperimentisanje s predmetima poput fizike, hemije i statistike čini ove sisteme razumljivijima za učenike. Uvođenje robotskih laboratorija u institucije novi je način predstavljanja fizičkih robota umjesto virtualnih robota koji mogu pokazati sve ljudske sposobnosti. Za buduće generacije, umjetna inteligencija postaje nužnost, jer pokušava nadmašiti ljudsku percepciju ili inteligenciju na precizniji način (Malik, *et al.* 2019).

AI pruža brojne pogodnosti kako za studente tako i nastavnike. Neke od tih pogodnosti su ITS-ovi za specijalnu edukaciju, NLP za učenje jezika, obrazovni roboti, EDM za predviđanje performansi, neuronske mreže za evaluaciju nastave, afektivno računarstvo za detekciju emocija učenika, sistemi preporuka za personalizovano učenje itd. Učinkovitost ITS-a za podučavanje autističnih učenika uveliko duguje njihovoj sposobnosti da pruže trenutne i personalizovane instrukcije i povratne informacije, što je jednako učinkovito kao i individualno podučavanje. Time se prevazilaze poteškoće u predviđanju i prepoznavanju negativnog ponašanja autističnih učenika. NLP je instrument za kompjuterski potpomognuto učenje jezika (eng. CALL). Prvo, mnoge nove CALL aplikacije uključuju različite tehnologije automatskog prepoznavanja govora kako bi stvorili realistična i zanimljiva iskustva učenja omogućavajući kompjuterima da razumiju govor učenika i reaguju u skladu s tim ili daju povratne informacije o kvalitetu govora. Osim toga, NLP također omogućava automatsku povratnu informaciju, odnosno korekciju gramatike i evaluaciju pisanja i prevođenje. Obrazovni roboti korisni su za motivisanje učenika i učvršćivanje apstraktnih i složenih tema. Predviđanje učinka učenika je važno u EDM-u za rudarenje smislenih obrazaca i znanja iz velikih obrazovnih podataka koristeći mašinsko učenje i data mining. Efikasnost EDM-a u učenju predviđanja je naširoko izvještavana. Sa brzim rastom visokog obrazovanja, kvalitet nastave je stavljen u centar pažnje, te neuronske mreže mijenjaju evaluaciju kvaliteta nastave izbjegavajući ljudsku subjektivnost kako bi poboljšali tačnost i efektivnost evaluacije. Također, utjecaj na učenje je primanje više pažnje kako bi se bolje razumjele emocije i spoznaja učenika i kako bi se pružila afektivna intervencija i podrška za povećanje samopoimanja i motivacije učenika (Chen, *et al.* 2022).

Veći dio umjetne inteligencije u obrazovanju (AIEd) uključuje primjenu AI tehnika za mainstream pristupe učenju i teži da odražava (automatizuje) postojeće obrazovne pretpostavke i prakse. Osim toga, veliki dio AIEd-a je dizajniran (bilo namjerno ili ne) da zamijeni nastavnike ili da ih svede na funkcionalnu ulogu a ne da im pomogne u efikasnijem podučavanju (Holmes, *et al.* 2019).

Budući da su teorije obrazovanja i učenja rijetko usvojene u istraživanju AIEd kako bi podržale učenje i poučavanje, sugerise se potreba za bliskom kombinacijom AI tehnologija s teorijama obrazovanja i učenja. Prema Ouyangu postoje tri AIEd paradigme kako bi sistemski sažeo na koji način se AI tehnike koriste za rješavanje obrazovnih pitanja. Paradigma jedan "AI-usmjeren, učenik-kao-primatelj" i paradigma dva "AI-podržan, učenik-kao-saradnik" su glavne AIEd paradigme u posljednja tri desetljeća koje pružaju usluge učenja kako bi se učenici pratili i sarađivali u učenju. Paradigma tri "AI-osnažen, učenik-kao-vođa" ukazuje na razvojni trend AIEd-a, tj. promicanje ljudske inteligencije integrisane u umjetnu inteligenciju, kako bi se riješili problemi poput pristrasnosti u AI algoritmima, nedostatka upravljanja i nedostatka transparentnosti u vezi s tim zašto i kako se donosi odluka.

Kako bi se olakšao razvoj AIEd prema Paradigmi tri, bitni faktori uključuju: tehnike prikupljanja multimodalnih podataka, AI algoritamski modeli u stvarnom vremenu i

višedimenzionalne osobine AIEd-a. Prvo, prikupljanje multimodalnih podataka omogućuje bolje tumačenje, dokazivanje i podršku bogatstvu i složenosti ljudskog učenja. Razvoj naprednih tehnika interakcije ima potencijal da transformiše tehnike prikupljanja multimodalnih podataka. Na primjer, raznovrsno prikupljanje multimodalnih podataka, uključujući podatke o fiziološkom osjećaju, praćenju pogleda, elektroencefalografiji, pomoglo je dobijanju višedimenzionalnog razumijevanja statusa učenika i postizanju dobre prognoze učenja. Drugo, AI algoritamski modeli u stvarnom vremenu imaju potencijal da prikupljaju i povratne informacije prema ljudim, što može bolje olakšati ulogu učenika ili učitelja u obrazovanju. Interakcija čovjeka i računara može integrisati modele AI u stvarnom vremenu, kao i multimodalne ulazne podatke. Modeli AI u stvarnom vremenu osiguravaju način na koji istraživači prikupljaju i razumiju podatke koje korisnici generišu kako bi pružili dublje razumijevanje stvarne interakcije između ljudi i tehnologije. Treće, osim tehnika, višedimenzionalne karakteristike AIEd-a, kao što su društvene, kognitivne, emocionalne, filozofske, etičke dimenzije, ključni su elementi u obrazovnom kontekstu. Kada AI tehnologije mogu donositi bolje računске i logičke odluke od ljudi, ljudi imaju određene karakteristike koje AI ne može nadmašiti u percepciji, emocijama, osjećajima i spoznajama. Stoga Paradigma tri usmjerava se prema pristupu umjetne inteligencije usredotočene na čovjeka i trebala bi pristupiti AI iz ljudske perspektive uzimajući u obzir višedimenzionalne karakteristike, uvjete i kontekste ljudi. Valja napomenuti da upotreba naprednih tehnika ne garantuje razvoj paradigme AI-osnažen, učenik-kao-vođa. Na primjer, istraživači su koristili tehnologiju interfejsa mozak-računar za prikupljanje informacija o elektroencefalografiji učenika kako bi otkrili psihološke, emocionalne ili nivoe pažnje učenika. Iako se u ovom slučaju koristi najsavremenija tehnika, kao i mnoge druge primjene AI, ne razmatraju se potrebe i ciljevi učenika, učenik nije obaviješten o tome kako se podaci koriste i u koje svrhe, te učenik nije osnažen da preuzme kontrolu nad vlastitim učenjem. Sveukupno, integracija ljudske inteligencije i mašinske inteligencije može pomoći AIEd-u u prijelazu s Paradigme jedan i dva prema Paradigmi tri; posebno, dizajniranje modela AI u stvarnom vremenu koji mogu ugraditi tehnike prikupljanja i analize multimodalnih podataka i integrisati ljudsku kogniciju, razmišljanje i prosudbe, predstavlja način ostvarivanja Paradigme tri. Sveukupno, razvoj AIEd-a prolazi kroz Paradigmu jedan AI-usmjeren, učenik-kao-primatelj i Paradigmu dva, AI-podržan, učenik-kao-saradnik, te se trenutno kreće prema Paradigmi tri AI-osnažen, učenik-kao-vođa kako bi se olakšala učenička inicijativa, osnaživanje i personalizacija, omogućavajući učenicima da razmišljaju o učenju i vode do iterativnog razvoja učenika usmjerenog učenja. Ključno je istaknuti da AIEd nije samo o implementaciji AI tehnologije; to je integracija pedagoških, društvenih, kulturnih i ekonomskih dimenzija tijekom procesa primjene tehnologije. Na temelju postojećih obrazovnih teorija, istraživači mogu izvući nove interpretacije ili ideje o pedagogiji i naukama o učenju proizašlim iz primjena AIEd-a. Budući razvoj područja AIEd-a mora voditi do iterativnog razvoja učeničkog, podatkovno vođenog, personalizovanog učenja u sadašnjem dobu znanja (Ouyang, 2021).

Kako AI rješenja imaju potencijal strukturalno promijeniti univerzitetske administrativne usluge, područje nastave i učenja u visokom obrazovanju postavlja drugačiji niz izazova.

Rješenja umjetne inteligencije odnose se na zadatke koji se mogu automatizovati, ali ih još uvijek nije moguće zamisliti kao rješenje za složenije zadatke visokog učenja. Poteškoće superkompjutera u detektiranju ironije, sarkazma i humora obilježene su različitim pokušajima koji su svedeni na površna rješenja temeljena na algoritmima koji mogu pretraživati faktore poput ponovljene upotrebe interpunkcijskih znakova, korištenja velikih slova ili ključnih fraza. Postoji nova euforija o mogućnostima AI u obrazovanju, ali imamo razloga biti svjesni stvarnih ograničenja algoritamskih rješenja AI u složenim nastojanjima učenja u visokom obrazovanju. Na primjer, možemo se prisjetiti entuzijastičnog i nesumnjivog povjerenja u AI sposobnosti revolucionarnog novog automobila koje je u maju 2016. godine dovelo do smrti vozača, kada je automobil s 'autopilotom' prošao ispod prikolice koju softver nije detektovao (Reuters/ABC 2016).

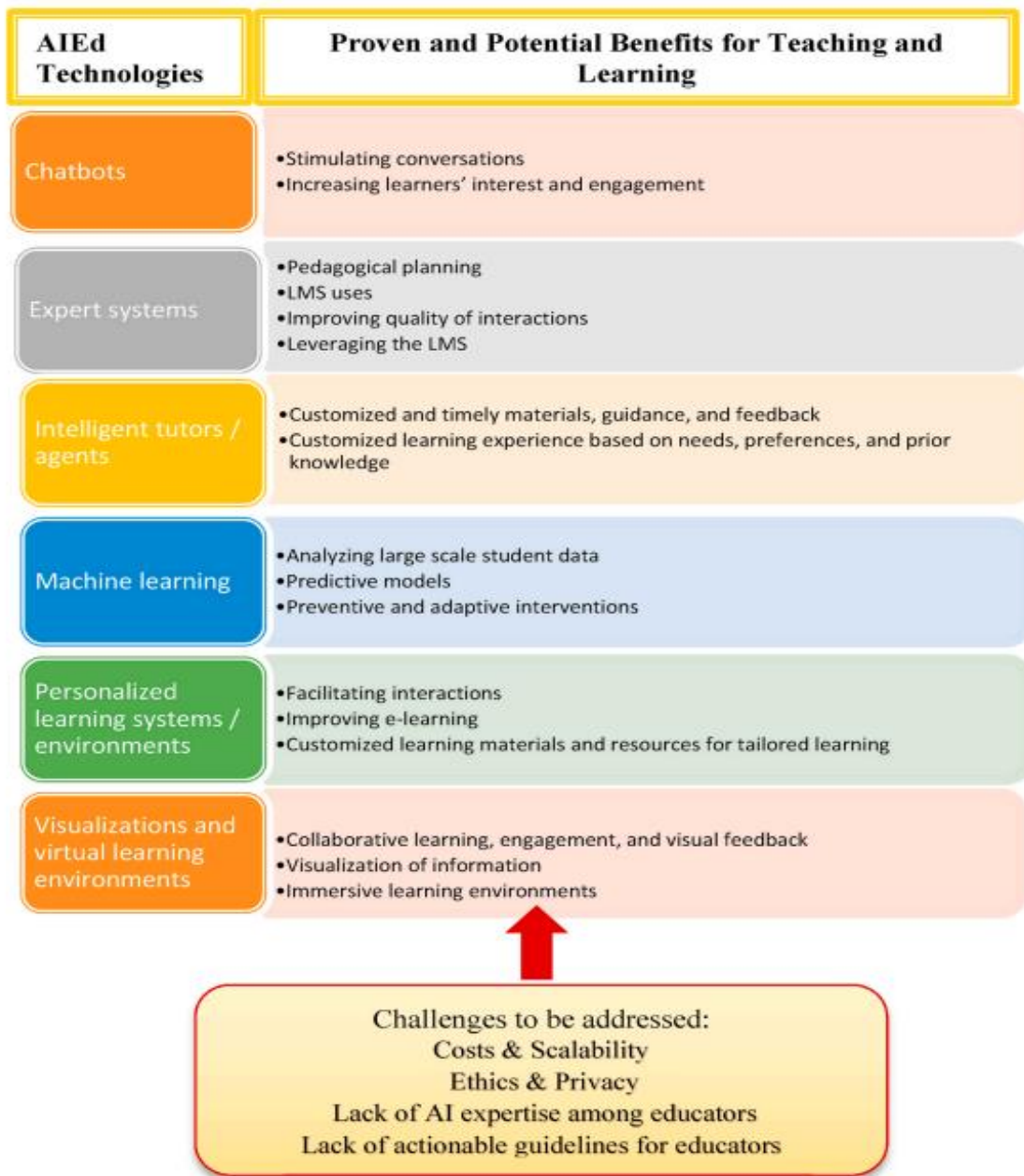
Postoji dosljedna evidencija da AI rješenja otvaraju novi horizont mogućnosti za nastavu i učenje u visokom obrazovanju. Međutim, važno je priznati trenutna ograničenja tehnologije i priznati da AI (još uvijek) nije spreman zamijeniti profesore, već predstavlja stvarnu mogućnost njihovog proširenja. Sada vidimo kako računarski algoritmi utječu na najbanalnije aspekte svakodnevnog života. Visoko obrazovanje smješteno je u središte ove duboke promjene, koja donosi izvanredne prilike i rizike. Primjećujemo tendencije da se tehnološki napredak doživljava kao rješenje ili zamjena za čvrsta pedagoška rješenja ili dobro predavanje (Popenici, 2017).

Stvarni potencijal tehnologije u visokom obrazovanju je - kada se pravilno koristi - proširiti ljudske sposobnosti i mogućnosti nastave, učenja i istraživanja. To je u skladu s nekim od najambicioznijih istraživačkih agendi u ovoj oblasti, poput "Nacionalnog plana istraživanja i razvoja umjetne inteligencije," objavljenog od strane američkog predsjednika Baracka Obame u oktobru 2016. godine. Izvještaj navodi da "zidovi između ljudi i AI sistema polako počinju nestajati, pri čemu AI sistemi nadmašuju i poboljšavaju ljudske sposobnosti. Potrebno je temeljno istraživanje za razvoj učinkovitih metoda interakcije i saradnje između ljudi i AI" (Savjet za nacionalnu nauku i tehnologiju SAD-a 2016).

Kako primjećujemo da značajni napreci u mašinskom učenju i umjetnoj inteligenciji otvaraju nove mogućnosti i izazove za visoko obrazovanje, važno je primijetiti da je obrazovanje eminentno ljudski usmjeren napor, a ne tehnološko rješenje. Unatoč brzim napredovanjima u AI, ideja da se možemo osloniti isključivo na tehnologiju opasna je staza, te je važno zadržati fokus na ideji da ljudi trebaju prepoznati probleme, kritizirati, identificirati rizike i postavljati važna pitanja koja mogu započeti od pitanja poput privatnosti, struktura moći i kontrole do potrebe njegovanja kreativnosti i otvaranja vrata sreći i neočekivanim stazama u nastavi i učenju. Održavanje akademske skepse po ovom pitanju posebno je važno u obrazovanju, budući da se to može svesti na dostavu i prisjećanje informacija; trebamo zadržati cilj izgradnje obrazovanih umova i odgovornih građana koji su privrženi općim vrijednostima humanizma. Uloga tehnologije u visokoškolskom obrazovanju je poboljšati ljudsko razmišljanje i proširiti obrazovni proces, a ne smanjivati ga na skup postupaka za isporuku, kontrolu i procjenu sadržaja. S usponom AI rješenja, sve je važnije za obrazovne

institucije biti na oprezu i vidjeti hoće li moć kontrole nad skrivenim algoritmima koji ih pokreću biti monopolizirana od strane tehno-gospodara. Frank Pasquale napominje u svojoj revolucionarnoj knjizi 'The Black Box Society' da "Odluke koje su se nekoć temeljile na ljudskom razmišljanju sada se donose automatski. Softver kodira hiljade pravila i uputa izračunatih u djeliću sekunde." Oni koji kontroliraju algoritme koji pokreću AI rješenja sada imaju neviđeni utjecaj na ljude i svaki sektor savremenog društva. Interna arhitektura megakorporacija poput Facebooka ili Googlea ne slijedi demokratski model, već one blagonaklonih diktatora koji znaju šta je najbolje i odlučuju bez konzultacija sa svojim unutarnjim ili vanjskim subjektima. Monopol i snažna kontrola nad izvorima informacija, gušenje kritike i utišavanje de facto kroz invizibilizaciju pogleda koji nisu usklađeni s interesima i narativima koje promiču interesi tehno-gospodara, stoje u izravnom suprotstavljanju višem učenju. Istodobno, rapidni napredak AI-a dvostruko je praćen naporom defunkcioniranih univerziteta da pronađu ekonomska rješenja kako bi izjednačila iscrpljene proračune. AI već ima sposobnost zamijeniti velik broj administrativnog osoblja i asistenata za nastavu u visokom obrazovanju. Stoga je važno istražiti učinke ovih faktora na učenje u visokom obrazovanju, pogotovo u kontekstu rastuće potražnje za inicijativom, kreativnošću i 'poduzetničkim duhom' kod diplomaca. Ovaj rad otvara pitanje utjecaja umjetne inteligencije (AI) na nastavu i djeluje kao istraživačka analiza literature i nedavnih studija o tome kako AI može promijeniti ne samo način učenja studenata, već i cijelu arhitekturu obrazovanja (Popenici, 2017).

Slika 1: Dokazane i potencijalne obrazovne prednosti AI tehnologija



Izvor: *AI technologies for education: Recent research & future directions. Computers and Education: Artificial Intelligence*

### 2.3.1. Personalizovano učenje kroz AI sisteme

Personalizovani sistem e-učenja je efikasan u prenošenju poboljšanog učenja svojim korisnicima. U poređenju sa konvencionalnim sistemom elektronskog učenja, koji svakom učeniku pruža slične sadržaje, personalizovani sistem učenja pruža specifične sadržaje učenja učenicima. Personalizacija se zasniva na tehnikama zasnovanim na vještačkoj inteligenciji u kojima se odgovarajući sadržaji za svakog učenika određuju korištenjem nivoa razumijevanja učenika i preferiranih načina učenja. Sistemi za elektronsko učenje (e-učenje)

sve više dobijaju na popularnosti zbog svoje velike razmjernosti (skalabilnosti) i ogromnog potencijala da omoguće neprekidno i pristupačno učenje 24 sata dnevno, 7 dana u sedmici. Vještačka inteligencija može značajno unaprijediti e-učenje putem personalizovane dostave sadržaja učeniku (Bozkurt, *et al.* 2021). Personalizacija podrazumijeva da se svaki učenik ocjenjuje i podučava individualno. U tu svrhu, može se koristiti sistem zasnovan na vještačkoj inteligenciji kako bi se procijenio nivo učenika i odredio odgovarajući sadržaj. Na primjer, ako se učenik loše snalazi na određenoj temi, ta tema se može ponoviti - možda kroz drugačiji način dostave sadržaja. Slično tome, ako učenik pokazuje viši nivo razumijevanja, može mu se predavati sljedeći nivo sadržaja koji je povezan s predmetom (Rodrigues, *et al.* 2019).

Dostavljanje personalizovanog sadržaja učeniku može biti izuzetno značajno za efikasan sistem e-učenja. Ovo je posebno korisno kada online obrazovanje mijenja ili nadoknađuje fizičku nastavu, kao što je slučaj u nedavnoj pandemiji (COVID-19). Osim toga, personalizovani sistemi e-učenja mogu također biti primijenjeni za obrazovanje širih masa, jer pružaju ekonomičan način dostave obrazovanja (McCutcheon, *et al.* 2015).

Personalizovani sistem učenja ima sljedeće osnovne zahtjeve:

- Prilagodljivost: personalizovani sistem učenja treba biti prilagodljiv kako bi mogao isporučiti personalizovani sadržaj prema nivou svakog učenika. Prilagodljivost podrazumijeva isporuku sadržaja prema preferiranom modalitetu učenika. To zahtijeva razvoj učeničkog sadržaja koristeći različite načine učenja. Na primjer, učenicima se može predavati putem igara, videa i čitanja naglas. Oni mogu imati različite preference i sklonosti prema svakom načinu. Obim modaliteta se može dalje razložiti na okruženja, pozadine, boje i objekte korištene u načinu učenja.
- Kontinuirane procjene: periodične procjene su neizostavan dio personalizovanog sistema učenja. To omogućava sistemu da procijeni attribute prilagodljivosti.
- Preporuke putem prilagodljivosti: preporučivanje efikasnog sadržaja je neizostavno za personalizovano učenje. To se postiže pomoću sistema zasnovanog na vještačkoj inteligenciji koji izračunava personalizovane preporuke na osnovu procjena i podataka o korištenju učenika. Ove preporuke treba kontinuirano ažurirati kako bi se poboljšalo iskustvo učenika.
- Evaluacija preporuka putem praćenja znanja: personalizovani sistem učenja preporučuje personalizovani sadržaj svakom učeniku. Međutim, ove preporuke također treba testirati i procijeniti kako bi se ocijenila performansa sistema i identificirale mjere za poboljšanje (Murtaza, *et al.* 2022).

U konačnici, razvoj personalizovanih sistema za učenje zasnovanih na umjetnoj inteligenciji zahtijeva interdisciplinarni pristup koji spaja znanje iz područja pedagogije, psihologije, nauke o podacima i računarske nauke kako bi se stvorio efikasan i prilagodljiv alat za obrazovanje.

### 2.3.2. Automatizacija zadatka ocjenjivanja

Inicijalno, vještačka inteligencija je uzela oblik računara i tehnologija vezanih za računarstvo, prelazeći na web-bazirane i online sisteme za inteligentno obrazovanje, da bi na kraju došlo do korištenja ugrađenih računarskih sistema zajedno s drugim tehnologijama, kao što su humanoidni roboti i web-bazirani četbotovi, kako bi samostalno ili uz instruktore obavljali dužnosti i funkcije instruktora. Korištenjem ovih platformi, instruktori su bili u mogućnosti efikasnije i efektivnije obavljati različite administrativne funkcije, poput pregledavanja i ocjenjivanja zadataka studenata, te postizati veći kvalitet u svojim nastavnim aktivnostima. Vještačka inteligencija već može automatizovati ocjenjivanje domaćih zadataka i evaluaciju eseja, što omogućava instruktorima da više vremena provode sa studentima u individualnom radu. Programeri vještačke inteligencije stvaraju nove načine za ocjenjivanje pisanih radova i ispitnih pitanja. Što se tiče nastavnih materijala, vještačka inteligencija kreira prilagodljive digitalne interfejsse za učenje koji se primjenjuju na studente svih uzrasta i razreda (Chen, *et al.* 2020).

Implementacija vještačke inteligencije za ocjenjivanje testova u obliku kratkih odgovora u online okruženju učenja je uspješno dokazana u prethodnim studijama. Nadalje, tvrdi se da bi automatizovano ocjenjivanje pomoću vještačke inteligencije moglo služiti kao pomoć učenicima i pomoći im da postignu bolje rezultate na ispitima. Također, ocjenjivači bazirani na vještačkoj inteligenciji mogu doprinijeti pravednijem procesu ocjenjivanja. S obzirom na etičke brige u vezi sa tehnologijom i njenu prihvatljivost ključni aspekt za prihvatanje iste mogu biti objašnjenja ocjenjivanja i transparentnosti procesa ocjenjivanja koje ovi sistemi pružaju studentima (Schlippe, 2022). Osim toga, budući da se sistemi vještačke inteligencije oslanjaju na postojeće podatke iz prethodnih evaluacija za obuku, oni se mogu posebno dobro koristiti za ocjenjivanje standardizovanih testova, kao što su nacionalni stručni ispiti, gdje su podaci iz prethodnih testova obimni i standardizovano ocjenjivanje je prioritet. Ali, ovi sistemi mogu biti manje kompetentni prilikom ocjenjivanja pojedinačnih univerzitetskih ispita koji često prolaze kroz promjene formata svake godine i gdje bi prošli podaci o ocjenjivanju mogli biti ograničeni.

Također, primjena vještačke inteligencije za ocjenjivanje složenih zadataka može se pokazati nedovoljnom, što zahtijeva da se ocjene vještačke inteligencije skaliraju ili ponderiraju uzimajući u obzir različite varijable koje su jedinstvene za svaki zadatak. Ove varijable mogu uključivati samostalni rad i doprinos učenika, njihovo razumijevanje i prikaz postojeće literature o određenoj temi, te scenarije s ograničenim podacima za obuku. Ravnoteža u procjeni koja kombinuje transparentan ili objašnjiv sistem vještačke inteligencije i ljudski angažman vjerojatno će donijeti najpozitivnije rezultate u pogledu kvalitete ocjena i prihvatljivosti upotrebe vještačke inteligencije za ocjenjivanje radova studenata, barem u predvidljivoj budućnosti (Schlippe, 2022).

Zahvaljujući budućoj podršci vještačke inteligencije, nastavnici bi potencijalno mogli smanjiti svoj radni teret, preusmjeravajući svoj osnovni fokus na kreiranje inovativnih



planova lekcija, učešće u profesionalnom razvoju i pružanje personalizovane podrške i mentorstva svakom učeniku. Sve ove aktivnosti su od suštinskog značaja za unapređenje uspjeha učenja u vezi s vještinama i izazovima budućnosti.

### 2.3.3. Analitika učenja i praćenje napretka

Istraživanje analize učenja generisalo je vrijedne primjere kognitivnih proširivača u različitim oblicima (npr. nadzorne ploče za nastavnike i učenike) kako bi podržali i proširili kogniciju nastavnika i učenika. Pozicioniranje sistema vještačke inteligencije kao kognitivnih proširivača značajno se razlikuje od pozicioniranja tih sistema kao potpuno autonomnih vanjskih sistema. Prvi slučaj "inteligenciju" postavlja unutar sistema spojenih ljudi i vještačke inteligencije, dok drugi slučaj to čini samo unutar vještačke inteligencije. Istraživanje nerealizovanih sistema vještačke inteligencije uparenih sa ljudima je relativno manje, posebno u oblastima društvenih nauka kao što je obrazovanje (Cukurova, 2019). Fokus na ove sisteme u takvim oblastima može dovesti do produktivnijih rezultata.

Praćenje napretka učenika putem vještačke inteligencije je proces koji omogućava analizu i ocjenu napretka učenika kroz interakciju s obrazovnim sadržajem i aktivnostima. Ovo praćenje može biti automatizovano i prilagođeno individualnim potrebama svakog učenika, čime se omogućava bolje razumijevanje njihovog učenja i pružanje prilagođenih podrški (Siemens, 2013). U nastavku ćemo navesti nekoliko primjera kako se praćenje napretka učenika putem vještačke inteligencije primjenjuje:

- Learning Management Systems (LMS): Sistemi za upravljanje učenjem, poput Moodle-a, Blackboard-a ili Canvas-a, često sadrže alate za praćenje napretka učenika. Vještačka inteligencija se može koristiti za analizu rezultata testova, praćenje aktivnosti i angažovanosti učenika te generisanje preporuka za dalje učenje.
- Adaptive Learning Platforms: Platforme za prilagodljivo učenje koriste vještačku inteligenciju kako bi analizirale učeničke performanse i prilagodile sadržaj prema individualnim potrebama. Na primjer, Knewton je platforma koja prati napredak učenika i prilagođava sadržaj u stvarnom vremenu.
- Automatizovano ocjenjivanje: Vještačka inteligencija može automatizovati ocjenjivanje testova, zadataka i eseja. Alati poput Turnitina koriste AI za ocjenjivanje originalnosti i kvalitete pisanih radova.
- Praćenje kretanja očiju: Vještačka inteligencija može pratiti kretanje očiju učenika dok čitaju ili prate sadržaj. Ovo praćenje može pružiti uvid u to na koje dijelove sadržaja se učenik fokusira.
- Analiza angažovanosti: Vještačka inteligencija može analizirati kako učenici komuniciraju s online materijalima, poput videozapisa ili interaktivnih modula. Na temelju ovih podataka, može se razumjeti koliko su učenici angažovani i razumiju li gradivo.

- Generisanje preporuka: Vještačka inteligencija može koristiti podatke o prethodnim performansama učenika kako bi generisala personalizovane preporuke za dalje učenje, kao što su dodatni resursi ili vježbe za određene koncepte (Pardo, 2014).

#### 2.3.4. Pristupačnost obrazovanja kroz AI tehnologiju

Da bi se adekvatno odgovorilo dinamičnim promjenama uzrokovanim rapidnim razvojem AI, iskoristile prilike i izbjegle eventualne opasnosti, potrebno je da se društvo adekvatno edukuje. Edukacije iz oblasti AI trebaju biti pristupačne svim građanima sa različitim nivoima obrazovanja i profesijama, a to uključuje formalni obrazovni sistem (svi nivoi), neformalno obrazovanje i cjeloživotno učenje, kao i šira javnost. Pristupačna edukacija je posebno bitna da bi se razvila fleksibilnost za budući dinamični razvoj AI oblasti, ali i održala kompetitivna prednost. Prvenstveno uzimajući u obzir da AI omogućava automatizaciju određenih procesa, promjenu radnih navika, te izrazito utiče na kompetitivnost i produktivnost. Kroz univerzitetsko obrazovanje potrebno je formirati master programe posebno fokusirane na AI. Kroz strateški pristup potrebno je definisati realističan cilj novih doktorskih i magistarskih pozicija iz ovih oblasti, da bi se proaktivno zadovoljile buduće potrebe tržišta rada. Pored specijaliziranih smjerova iz AI, radi širokog uticaja, važno je razmotriti potrebu uspostavljanja interdisciplinarnih programa sa AI temama kao dopunskim u okviru drugih programa. Ovo je izrazito bitno za podršku i usvajanje upotrebe AI u drugim oblastima (npr. pravo, psihologija, medicina itd.). U obrazovnom sistemu treba redovno unapređivati kurikulum prema trenutnim dostignućima. Također, potrebno je stimulisati prakse i mobilnost studenata i osoblja univerziteta kroz međunarodnu saradnju. Zbog izražene kompetitivnosti u AI oblasti, posebno je bitno stimulisanje vrhunskih rezultata i razvijanje liderstva u naučno-tehnološkom razvoju određenih tema (Ajanović, *et al.* 2022).

### 3. PREGLED EMPIRIJSKIH ISTRAŽIVANJA

Zahvaljujući umjetnoj inteligenciji, studenti sada mogu studirati kad god i gdje god žele. Personalizovani povratni odgovori na zadatke, kvizove i druge provjere mogu se generisati pomoću AI algoritama i koristiti kao nastavno sredstvo kako bi se studentima pomoglo da uspiju. Fokus ovog rada je na utjecaju novih tehnologija na studentsko učenje i obrazovne ustanove. S brzim usvajanjem novih tehnologija u visokom obrazovanju, kao i nedavnim tehnološkim napretkom, moguće je predvidjeti budućnost visokog obrazovanja u svijetu u kojem je umjetna inteligencija sveprisutna. Uprava, podrška studentima, nastava i učenje svi mogu imati koristi od korištenja ovih tehnologija; identifikujemo neke izazove s kojima se mogu suočiti visokoškolske ustanove i studenti, te razmatramo moguće smjerove istraživanja. U ovom dijelu rada ćemo obratiti pažnju na ranija istraživanja provedena na temu primjene vještačke inteligencije u obrazovanju.

## *Istraživanje I: Analiza tehnika mašinskog učenja za upravljanje zadržavanja studenata*

Zadržavanje studenata je ključan dio mnogih sistema upravljanja upisima. Utječe na rangiranje univerziteta, reputaciju škole i finansijsko blagostanje. Zadržavanje studenata postalo je jedan od najvažnijih prioriteta za donositelje odluka u visokoškolskim ustanovama. Kako bi se unaprijedilo zadržavanje studenata, potrebno je razumjeti složene razloge koji stoje iza odustajanja. Da bi se postigao uspjeh, također je važno tačno identifikovati studente koji su pod rizikom da napuste školovanje. Tradicionalno, odustajanje studenata na univerzitetu se definiše kao broj studenata koji ne dobiju diplomu na toj instituciji.

U ovom istraživanju smo pratili popularnu metodologiju rudarenja podataka nazvanu CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining), koja se sastoji od šest koraka: (1) razumijevanje oblasti i postavljanje ciljeva istraživanja, (2) identifikacija, pristupanje i razumijevanje relevantnih izvora podataka, (3) predprocesiranje, čišćenje i transformacija relevantnih podataka, (4) razvijanje modela korištenjem usporedivih analitičkih tehnika, (5) procjena validnosti i korisnosti modela međusobno i u odnosu na ciljeve istraživanja, te (6) implementacija modela za korištenje u procesima donošenja odluka. U ovom istraživanju su izgrađene i upoređene četiri popularne metode klasifikacije (npr. vještačke neuronske mreže, stabla odlučivanja, podržane vektorske mašine i logistička regresija), zajedno sa tri tehnike ansambla (npr. bagging, boosting i fuzija informacija). U prvom setu eksperimenata, koristili smo originalni skup podataka koji se sastojao od 16.066 zapisa. Na osnovu deseterostruke unakrsne validacije, podržane vektorske mašine su dale najbolje rezultate sa ukupnom stopom predviđanja od 87,23%, a stabla odlučivanja su se istakla kao drugoplasirana sa ukupnom stopom predviđanja od 87,16%. Slijede vještačke neuronske mreže i logistička regresija sa ukupnim stopama predviđanja od 86,45% i 86,12% redom.

U narednoj rundi eksperimenata, koristili smo dobro izbalansirani skup podataka u kojem su dvije klase podjednako zastupljene. Prilikom primjene ove metode, uzeli smo sve uzorke iz manjinske klase (tj. "Ne" klasa) i nasumično izabrali isti broj uzoraka iz većinske klase (tj. "Da" klasa), te ovaj proces ponovili deset puta kako bismo smanjili uticaj slučajnog uzorkovanja. Svaki od ovih procesa uzorkovanja rezultovao je skupom podataka od 7.018 zapisa, od čega je 3509 označeno kao "Ne", a 3509 kao "Da". Koristeći metodologiju deseterostruke unakrsne validacije, razvijali smo i testirali modele za sve četiri vrste modela. Rezultati ovih eksperimenata prikazani su u Tabeli. Na osnovu rezultata uzoraka koji nisu korišteni prilikom izgradnje modela, podržane vektorske mašine su postigle najbolju ukupnu tačnost predviđanja od 81,18%, a slijede ih stabla odlučivanja, vještačke neuronske mreže i logistička regresija sa ukupnim tačnostima predviđanja od 80,65%, 79,85% i 74,26% redom.

*Slika 2: Rezultati predviđanja za 10-struku unakrsnu validaciju sa neuravnoteženim skupom podataka*

		ANN(MLP)		DT(C5)		SVM		LR	
		No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes
Confusion Matrix	No	2309	464	2311	417	2313	386	2125	626
	Yes	781	2626	779	2673	777	2704	965	2464
SUM		3090	3090	3090	3090	3090	3090	3090	3090
Per-class accuracy		74.72%	84.98%	86.50%	86.50%	74.85%	87.51%	68.77%	79.74%
Overall accuracy		79.85%		80.65%		81.18%		74.26%	

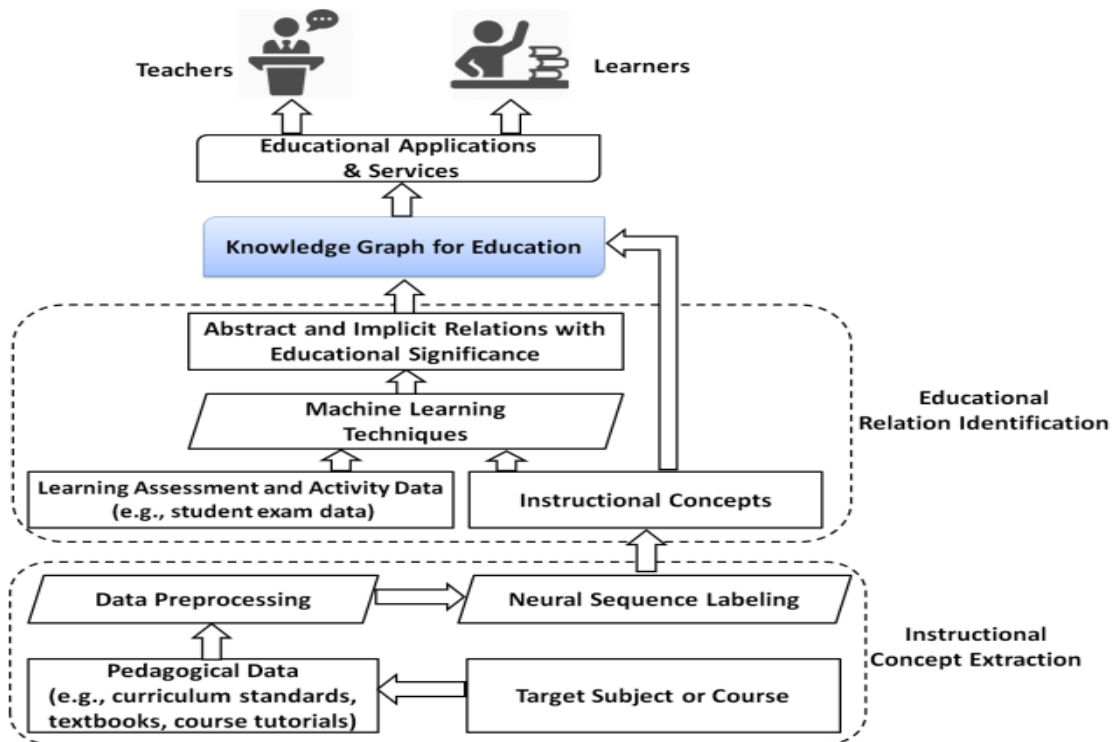
*Izvor: A comparative analysis of machine learning techniques for student retention management*

Naši rezultati pokazuju da, uz dovoljno podataka sa odgovarajućim varijablama, metode rudarenja podataka su sposobne predviđati odustajanje bruceša sa tačnošću od otprilike 80%. Rezultati također pokazuju da, bez obzira na upotrijebljeni model predviđanja, izbalansirani skup podataka (u poređenju s neizbalansiranim/originalnim skupom) daje bolje modele za identifikaciju studenata koji su skloni napustiti koledž prije svog drugog semestra. Od četiri individualna modela predviđanja korištena u ovom istraživanju, podržane vektorske mašine su se pokazale najboljima, zatim slijede stabla odlučivanja, neuronske mreže i logistička regresija (Delen, 2010).

*Istraživanje II: Knowedu: Sistem za konstruisanje grafika znanja za obrazovanje*

Motivisani širokim primjenama grafika znanja i rastućom potražnjom u oblasti obrazovanja, predlažemo sistem nazvan KnowEdu, koji automatski konstruiše grafike znanja za obrazovanje. Iskorištavajući heterogene podatke (npr. pedagoške podatke i podatke o procjeni učenja) iz oblasti obrazovanja, ovaj sistem prvo izdvaja koncepte predmeta ili kurseva, a potom identifikuje obrazovne odnose među konceptima. Konkretno, koristi neuronski algoritam za označavanje sekvenci na pedagoškim podacima kako bi izvukao instruktivne koncepte, te primjenjuje probabilističko rudarenje pravila udruživanja na podatke o procjeni učenja kako bi identifikovao odnose sa obrazovnim značajem. Grafici znanja djeluju kao integrisano skladište informacija koje povezuje heterogene podatke iz različitih domena.

Slika 3: Blok dijagram KnowEdu sistema



Izvor: Knowedu: A system to construct knowledge graph for education. Ieee Access.

Blok dijagram sistema KnowEdu prikazan je na Slici 3. Njegova hijerarhijska arhitektura uglavnom se sastoji od dva modula: Modula za izdvajanje instruktivnih koncepata i Modula za identifikaciju obrazovnih odnosa. Njihovi opšti opisi dati su kako slijedi:

- Modul za izdvajanje instruktivnih koncepata: Glavni cilj ovog modula je izdvajanje instruktivnih koncepata za određeni predmet ili kurs. Ovaj modul uglavnom koristi pedagoške podatke, obično uključujući kurikulumske standarde, udžbenike i vodiče za kurseve, koji su obično u svrhu podučavanja i prikupljaju se iz oblasti obrazovanja. Oni se možda prvo moraju konvertovati iz štampanih dokumenata u format mašinsko čitljivog teksta. Nakon odabira podataka i konverzije formata, tehnike prepoznavanja imenovanih entiteta, posebno neuronsko označavanje sekvenci, mogu se koristiti za izdvajanje instruktivnih koncepata. Ključni rezultati ovog modula su izdvojeni koncepti koji su osnova izgrađenih grafika znanja.
- Modul za identifikaciju obrazovnih odnosa: Glavni cilj ovog modula je identifikacija obrazovnih odnosa koji povezuju instruktivne koncepte kako bi se direktno podržao proces učenja i podučavanja. S obzirom na to da su obrazovni odnosi više implicitni i apstraktni, ovaj modul uglavnom koristi podatke o procjeni učenja i aktivnostima koji mogu odražavati kognitivni proces i proces sticanja znanja kod učenika, te koristi najnovije tehnike rudarenja podataka, kao što je probabilističko rudarenje pravila udruživanja. Na kraju, identificirani odnosi

povezuju instruktivne koncepte kako bi se formulisali željeni grafici znanja za obrazovanje, koji mogu podržavati različite aplikacije i usluge kako za učenike tako i za nastavnike.

Predstavili smo i implementirali sistem KnowEdu, koji automatski konstruiše grafike znanja za obrazovanje. Ovaj sistem izdvaja instruktivne koncepte i implicitne obrazovne odnose iz heterogenih izvora podataka, uglavnom uključujući standardne kurikulumske podatke i podatke o procjeni učenja. Za izdvajanje instruktivnih koncepata koriste se modeli neuronskih mreža, a za identifikaciju odnosa pretpostavke uvodi se probabilističko rudarenje pravila udruživanja. Na širem planu, ovaj sistem KnowEdu je pokazao izvodljivost i efikasnost automatske izgradnje posvećenih grafika znanja za različite predmete ili kurseve. Različite personalizovane usluge podučavanja i učenja, kao što su online dijagnoza prepreka u učenju i inteligentna preporuka resursa za učenje, mogu se razviti koristeći takve posvećene grafove znanja, posebno za sljedeću generaciju platformi za masovno otvoreno online učenje (Chen, *et al.* 2018).

### *Istraživanje III: Implementacija i evaluacija online istraživačkih konsultacija za studente*

Online konsultacije se održavaju putem alata Citrix GoToMeeting i slijede sličan format među bibliotekarima. Tipična sesija koja traje jedan sat za studente može obuhvatiti kako efikasno pretraživati EBSCO Discovery Service za njihovu disertacijsku temu, kako pronaći citirane članke putem Google Scholar i kako pronaći objavljene disertacije slične njihovoj temi. Na osnovu istraživačkih potreba korisnika, mogu se predložiti i demonstrirati dodatni specijalizirani resursi, kako unutar baza podataka NCU biblioteke, tako i izvan biblioteke putem otvorenih pristupnih resursa.

Istraživačka pitanja postavljena u ovom istraživanju su:

IP1. Da li su studenti zadovoljni online konsultacijama za istraživanje?

IP2. Možemo li pokazati da su studenti naučili istraživačke tehnike kao rezultat online konsultacija za istraživanje?

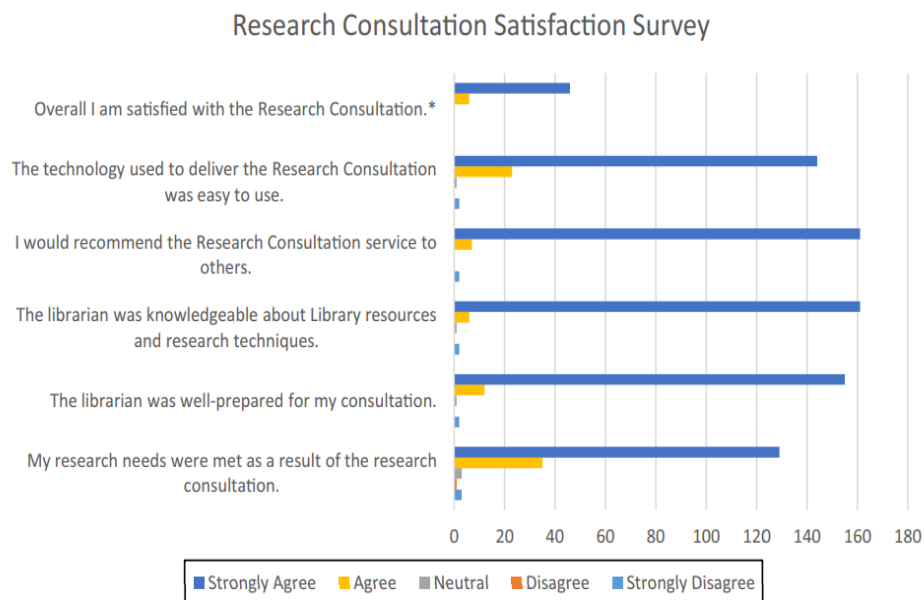
IP3. Da li su studenti bolje u stanju pronaći relevantne izvore za svoje teme nakon online konsultacija za istraživanje?

IP4. Da li se kvalitet citiranja studenata u prijedlozima, konceptnim radovima i/ili pregledima literature poboljšava nakon online konsultacija za istraživanje?

Od 2014. do 2016. godine, ukupno 412 učesnika koristilo je uslugu konsultacija za istraživanje. Na našem Upitniku o zadovoljstvu konsultacijama za istraživanje odgovorio je 171 ispitanik, od toga: 96% (165) studenata, 3% (5) osoblja i 0,6% (1) profesora.

Neočekivani ishod ovog projekta je zaključak da većina studenata koji koriste usluge konsultacija za istraživanje nije upoznata sa osnovnim vještinama istraživanja u biblioteci. Studenti koji koriste konsultacije se čini da nisu svjesni osnovnih tehnika pretrage, kao što su pretraga fraza ili korištenje Booleovih operatora.

Slika 4: Istraživanje o zadovoljstvu konsultacijama



*Izvor: Implementation and evaluation of online, synchronous research consultations for graduate students.*

Zaključno, ovaj projekt je pokazao kako uspješno implementirati i procijeniti online konsultacije za istraživanje. Razmatrane tehnike se mogu koristiti u potpuno virtualnim okruženjima, kao i u tradicionalnim, klasičnim školama koje već nude konsultacije za istraživanje licem u lice (Bezeta, *et al.* 2018).

#### *Istraživanje IV: Vještačka inteligencija kao efikasan asistent u učionici*

U metapregledu od 107 istraživanja, Wenting Ma i kolege su pronašli slične rezultate kao i VanLehn za korake bazirane na ITS-ovima (ITS - inteligentni sistem za podučavanje), kako u usporedbi s uvjetom bez podučavanja (tj. samo udžbenik; srednja veličina efekta = 0.36), tako i, još pozitivnije nego VanLehn, u usporedbi s instrukcijom u velikim grupama vođenom od strane ljudskog nastavnika (srednja veličina efekta = 0.44). Nisu pronašli razlike u usporedbi s ljudskim podučavanjem u malim grupama ili individualnim podučavanjem.

Isti autori su analizirali 22 sistema za podučavanje programiranja i također su pronašli "značajnu prednost ITS-ova nad instrukcijom u učionici vođenom od strane nastavnika i nad računarskom instrukcijom koja nije bazirana na ITS-ovima". Veći obuhvat sličnog istraživanja uključuje 280 studija i trenutno je u tijeku. U metapregledu od 50 istraživanja s

63 usporedbe, James Kulik i J.D. Fletcher su pronašli slična poboljšanja (srednja veličina efekta = 0.65), ali su razlikovali studije koje su koristile standardizovane testove od onih u kojima su testovi bili specifično usmjereni prema sistemu za podučavanje, pri čemu su manje efekte pronašli kada su korišteni standardizovani testovi. Sveukupno, zaključili su da "ovaj metapregled pokazuje da ITS-ovi mogu biti vrlo efikasni alati za podučavanje... Programeri ITS-ova davno su postavili cilj da unaprijede uspjeh podučavanja putem računarski potpomognutog instrukcijskog podučavanja i da se usklade s uspjehom ljudskog podučavanja. Naši rezultati impliciraju da su programeri ITS-ova već postigli oba ova cilja." Također su pronašli bolje rezultate za sisteme bazirane na koracima nego VanLehn, što su pripisali različitim metodologijama upoređivanja.

Manje efekte pronašli su Saiying Steenbergen-Hu i Harris Cooper u svom metapregledu učenika koji koriste ITS-ove u školskim okruženjima. Kulik i Fletcher su to pripisali slabijim kriterijima za uključivanje studija koje su koristili Steenbergen-Hu i Cooper. Također su primijetili da lošiji učenici čini se lošije prolaze s ITS-ovima nego široki spektar školskih učenika, iako su Kulik i Fletcher osporavali ovaj rezultat. Međutim, u paralelnom istraživanju studenata na sveučilištima, Steenbergen-Hu i Cooper su pronašli pozitivnije veličine efekta (u rasponu od 0.32 do 0.37) za ITS-ove u usporedbi s konvencionalnim podučavanjem. Zaključuju da su ITS-ovi "prikazali sposobnost da nadmaše mnoge metode podučavanja ili metode učenja u olakšavanju učenja sveučilišnih studenata iz raznih predmeta, iako nisu jednako efikasni kao ljudski nastavnici. ITS-ovi izgledaju da imaju izraženiji utjecaj na sveučilišne studente nego na učenike osnovne i srednje škole."

"Kognitivni tutori" prisutni su u otprilike 3.000 škola, a više od pola miliona studenata koristi kurseve svake godine. Oni pružaju pomoć sa sistemom korak-po-korak rješavanja problema u raznim domenama, većinom matematičkim, i dizajnirani su za upotrebu u kombinovanom obliku učenja, oslobađajući tako nastavnika da radi s drugom djecom. Nastavnici su osposobljeni da najbolje iskoriste dolazak ovih sistema u svoje učionice u smislu upravljanja svim učenicima u učionici prije, za vrijeme i nakon korištenja tutora. Veliko američko istraživanje kognitivnog tutora za algebru obuhvatilo je projekt između škola koji je uključivao 73 srednje škole i 74 osnovne škole iz sedam država. Škole su bile uparene: polovica je primila kognitivnog tutora za algebru i prilagodila svoje podučavanje da ga uključi kako su smatrali prikladnim, dok su ostali nastavili sa svojom redovnom metodom podučavanja algebre. Istraživanje je trajalo dvije godine i nije pronašlo značajne razlike u rezultatima na post-testovima u prvoj godini istraživanja, ali u drugoj godini su srednje škole koje su koristile kognitivnog tutora pokazale malu, ali značajnu veličinu efekta od 0.21. Sveukupni zaključak ovih metapregleda i analiza je da AIED sistemi bolje rade od CAI sistema (CAI - računarski podržano podučavanje) i ljudskih nastavnika koji rade u velikim razredima. Nešto su manje učinkoviti od individualnih ljudskih tutora. Napomenimo da je postojao stepen preklapanja između ovih metapregleda i analiza u pogledu kolekcija pojedinačnih evaluacija s kojima su izvučeni njihovi zaključci. Specifično istraživanje kognitivnog tutora za algebru procijenilo je njegovu upotrebu kao kombinaciju u redovnom podučavanju algebre u školama u kojima je isproban, a ne kao potpunu zamjenu za



nastavnike, i pronašlo dobre rezultate u srednjim školama u odnosu na osnovne škole te u drugoj godini istraživanja u odnosu na prvu godinu. Dobri rezultati na post-testovima nisu jedini kriterij za ocjenjivanje hoće li se određena obrazovna tehnologija usvojiti ili treba usvojiti. Međutim, opća poruka ovih evaluacija je da kombinovanje AIED tehnologije s drugim oblicima podučavanja donosi korist, posebno za starije učenike i studente na fakultetima koji studiraju STEM (Nauka, Tehnologija, Inženjering i Matematika) predmete (Du Boulay, 2016).

#### *Istraživanje V: Automatsko ocjenjivanje eseja korištenjem algoritma mašinskog učenja*

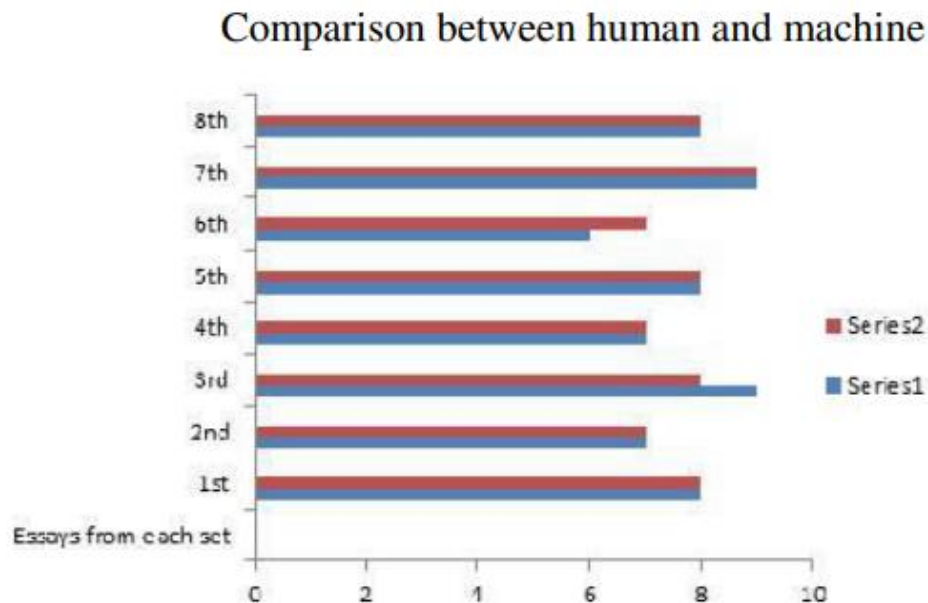
Eseji su ključni za procjenu akademske stručnosti i kompetentnosti, zajedno s povezivanjem različitih ideja, ali su primjetno vremenski zahtjevniji kada se ocjenjuju ručno. Ručno ocjenjivanje zahtijeva značajan vremenski angažman ocjenjivača i stoga je skup proces. Ako se dokaže da je automatizovano ocjenjivanje efikasno, smanjit će se ne samo vrijeme ocjenjivanja, već će i usporedba s ljudskim ocjenama rezultovati realističnim ocjenama. Cilj projekta je razviti sistem za automatsko ocjenjivanje eseja primjenom tehnika mašinskog učenja. Sistem će grupisati/kategorizirati korpus tekstualnih jedinica u manji broj diskretnih kategorija, koje odgovaraju mogućim ocjenama. Tehnika linearne regresije bit će upotrijebljena za obuku modela, uz primjenu različitih drugih tehnika klasifikacije i klasteriranja. Automatsko ocjenjivanje eseja (AEG) ili bodovanje postalo je stvarnost sada. Sistemi vještačke inteligencije pružaju mnogo obrazovnoj zajednici gdje se ocjenjivači moraju suočiti sa različitim vrstama poteškoća prilikom ocjenjivanja studentskih tekstova-eseja. Analiziranje studentskih eseja u određenom vremenskom roku, zajedno s povratnim informacijama, izazovan je zadatak.

Automatsko ocjenjivanje ima sposobnost da otkrije odgovore na neke od najosnovnijih problema u ocjenjivanju ljudskih eseja. U današnjim sistemima za bodovanje temeljenim na računaru, rezultati su povezani s izlazom i kvalitetom teksta koji je pružen u esejima. Svi ovi sistemi rade s različitim varijablama, a te varijable se mogu dobiti na različite načine, najtačnije spajanjem putem matematičkog pristupa. S druge strane, ljudi donose relevantne odluke na temelju različitih faktora i pod utjecajem različitih tehnika. Učinkovitost automatskog bodovanja u odnosu na ljudsko bodovanje temelji se uglavnom na preciznosti bodovanja, održavanju dosljednosti u primjeni istog skupa kriterija na sve eseje koji se dobiju tokom testiranja. Ovo se ne koristi samo u ocjenjivanju svih eseja, već igra i važnu ulogu u pružanju vrlo potrebne povratne informacije koja se može dobiti. I ono što je najvažnije vanjske okolnosti ne mogu uticati na računar.

Skup podataka koji smo koristili u našem radu je izvučen sa kaggle.com, sastoji se od podataka iz takmičenja koje je organizovala The Hewlett Foundation. Svi pruženi eseji već su ocijenjeni od strane ljudi i budući da je broj eseja prilično veliki, podijeljeni su u 8 setova eseja prema vrsti eseja. Naš projekt je koristio automatizovano ocjenjivanje eseja pomoću tehnike e-Rater. Prvo, esej se pruža kao ulaz i zatim se upoređuje sa esejima svakog seta. Nakon toga, eseji se upoređuju na temelju njihovih polariteta, korištenih riječi i sadržaja

eseja. Računar zatim kreira ocjenu za esej koristeći sve rezultate kako bi dobio konačnu ocjenu. Na slici broj 5 prikazuje se usporedba 8 eseja iz svih 8 setova ocijenjenih i od strane ljudskih stručnjaka i od strane računara, gdje Serija1 predstavlja ocjene ljudskih stručnjaka, a Serija2 predstavlja ocjene mašine-računara. Čitajući podatke prikazane na slici ispod, jasno je vidljivo da razlika između oba skora nije velika, što ukazuje na to da je računar sposoban procijeniti esej kao ljudski ocjenjivač.

*Slika 5: Poređenje između čovjeka i mašine*



*Izvor: Automated essay grading using machine learning algorithm. IOP Publishing.*

Automatizovano ocjenjivanje eseja je vrlo važna primjena mašinskog učenja. Ovaj trenutni pristup pokušava modelirati jezičke karakteristike kao što su jezička tečnost, gramatička ispravnost, informacijski sadržaj eseja iz određene oblasti te se trudi prilagoditi najbolje u prostoru navedenih karakteristika koristeći linearnu regresiju s baznim funkcijama. Dobijeni rezultati su legitimni i ohrabrujući (Ramalingam, *et al.* 2018).

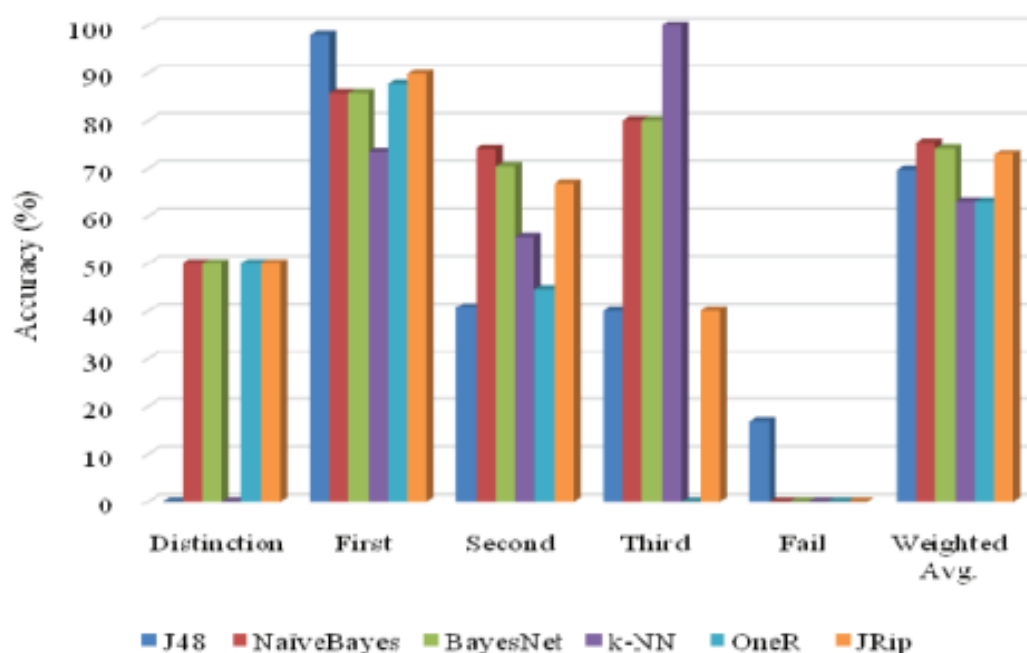
*Istraživanje VI: Komparativna analiza evaluacije klasifikacionih algoritama u predviđanju uspješnosti učenika*

Trenutno postoji sve veći interes za rudarenje podataka i obrazovne sisteme, što čini rudarenje obrazovnih podataka novom rastućom istraživačkom zajednicom. U stvarnom svijetu, predviđanje uspješnosti studenata je izazovan zadatak. Rast informacionih i komunikacionih tehnologija omogućava liderima visokog obrazovanja da dobiju pristup velikom obimu informacija koji igraju veoma važnu ulogu u ključnom procesu donošenja odluka. Jedan od osnovnih zahtjeva u ovom procesu je obezbjeđivanje visokokvalitetnih i relevantnih podataka liderima u oblasti obrazovanja u pravo vrijeme.

Klasifikacija je jednostavan proces otkrivanja prototipa (ili funkcije) koji prepoznaje značajne karakteristike klasa ili pojmova podataka, s ciljem da se model može koristiti za predviđanje klase objekata čija klasna oznaka nije poznata. Ona prognozira različite i nesortirane oznake u ogromnim skupovima podataka. Kao i kod klasifikacije, testni skup se koristi za izgradnju prediktora, ali nezavisni testni skup treba koristiti kako bi se procijenila njegova tačnost. Proces klasifikacije podataka uključuje učenje i klasifikaciju. U učenju, obučavajući podaci se analiziraju pomoću algoritma za klasifikaciju. U klasifikaciji, testni podaci se koriste za procjenu tačnosti pravila klasifikacije. Algoritam za obuku klasifikatora koristi prethodno grupisane primjere kako bi odredio skup parametara potrebnih za pravilno razlikovanje. EDM klasifikacija se koristi za kategorizaciju studenata kako bi oblikovala njihove stilove učenja i sklonosti.

Glavni cilj istraživanja je istražiti da li je moguće predvidjeti performanse studenata (izlaz) na osnovu različitih objašnjavajućih (ulaznih) varijabli koje su zadržane u modelu. Klasifikacijski model je izgrađen primjenom nekoliko različitih algoritama, pri čemu svaki od njih koristi različite tehnike klasifikacije. U ovom koraku se koristi WEKA Explorer aplikacija. Svaki klasifikator se primjenjuje u dvije opcije testiranja - unakrsna validacija (korištenje 10 sklopova i primjena algoritma 10 puta - svaki put se 9 sklopova koristi za obuku, a 1 sklop za testiranje) i podjela po postotku ( $2/3$  skupa podataka koristi se za obuku, a  $1/3$  za testiranje).

Slika 6: Rezultati klasifikacije za JRip klasifikatore



Izvor: A comparative analysis on the evaluation of classification algorithms in the prediction of students performance. Indian Journal of Science and Technology.

Rezultati klasifikacije pokazuju da Bayesovi klasifikatori poput Naivnog Bayesa i BayesNet klasifikatora izvode veoma dobro u poređenju s drugim klasifikatorima s najvišom ukupnom tačnošću, a zatim slijede JRip klasifikator i J48 klasifikator. K-NN i OneR izvode slabo i manje tačno u odnosu na ostale. Ukupna tačnost svih testiranih klasifikatora znatno premašuje 60 %. Naivni Bayes i BayesNet ostvaruju tačnost veću od 70 %. J48 postiže tačnost vrlo blizu 70 %. S druge strane, OneR i K-NN klasifikatori ostvaruju tačnost klasifikacije od samo 62.9 %.

Rezultati algoritama rudarenja podataka za klasifikaciju studenata na osnovu odabranih atributa otkrivaju da stopa predviđanja nije jednaka među algoritmima. Raspon predviđanja varira od 61 do 75 %. Osim toga, klasifikatori se različito ponašaju za pet klasa. Atributi podataka koji su uticali na proces klasifikacije su Prva i Druga klasa. Istraživanje se može dalje proširiti kako bi se proučile performanse drugih tehnika klasifikacije na većem skupu podataka (Anuradha, 2015).

*Istraživanje VII: Utjecaj AI na učenje u tehnologiji visokog obrazovanja.*

Umjetna inteligencija, koja se proširila kroz društvo i mogla bi imati značajan utjecaj na različite industrije, utemeljena je na napretku u području računara i tehnologiji povezanoj s računarima. Na primjer, AI je imao dubok utjecaj na područje obrazovanja. Definicija i opis umjetne inteligencije smatrali su se nužnima kako bi se razumjelo kako je AI utjecao na obrazovanje. Utvrđeno je da različite definicije AI daju različite principe, karakteristike i

prirodu AI. Rani znak budućeg razvoja i primjene AI na internetskim i online platformama je upotreba robota koji nalikuju ljudskim oblicima, koji mogu samostalno ili u saradnji sa ljudima obavljati različite obrazovne zadatke. Dodatno, jasno je da primjena umjetne inteligencije u obrazovanju pruža učenicima privlačnije i nagrađujuće obrazovno iskustvo.

Umjetna inteligencija je imala izuzetan učinak na nastavu, općenito, i posebno, na upotrebu tehnologije u određenim obrazovnim ustanovama. Zahvaljujući umjetnoj inteligenciji, nastavnici mogu brže i učinkovitije obavljati administrativne zadatke poput ocjenjivanja zadataka i pružanja povratnih informacija studentima. Kvaliteta nastave može se poboljšati korištenjem različitih oblika umjetne inteligencije poput kooperativnih robotskih agenata (CORA) i chatbotova (Chat). Zahvaljujući sposobnosti AI-a da procijeni sposobnosti i potrebe učenika te razvije i distribuira personalizovani ili prilagođeni sadržaj, omogućuje se bolje i bogatije iskustvo učenja za studente, što u konačnici poboljšava učenje. Kako se mijenjaju potrebe studenata, AI će igrati sve važniju ulogu u učionici. Model vjerovatnoće i kartografija znanja u AI obrazovanju su proučavani. Što se AI sistemi više puta povezuju s obrazovnim procesom, generisat će se sve više podataka, što će omogućiti preciznije preporuke informacija. Nastavnici i studenti će imati koristi od visokokvalitetnog sadržaja koji pružaju AI sistemi. U tom trenutku, korisnici će moći birati između različitih metoda kako bi došli do tačnog odgovora na svoj upit. Analizom stilova učenja studenata, emocionalnih stanja i samopouzdanja, idealni AI sistem će pomoći studentima razvijati svoje kreativne sposobnosti te poticati vlastitu inicijativu. Prirodni talenti studenata, duboko razumijevanje znanja, nivo akademskog postignuća i profesionalni razvoj će imati koristi od povećane upotrebe sistema umjetne inteligencije.

Provedeno je istraživanje kvalitativne prirode temeljeno na pregledu literature. U analizi istraživanja koristili su se članci iz časopisa, publikacije istraživačkih radova i zbornici konferencija sa stručnih skupova kako bi se postigli ciljevi istraživanja. Umjetna inteligencija je razvijena i koristi se u različitim industrijama zahvaljujući napretku u području računarske nauke i tehnologije. S pojavom ličnih/osobnih računara i naknadnim razvojem koji je povećao obradu i računarsku snagu, omogućujući istovremeno bolju integraciju u druge uređaje, platforme i uređaje u različitim fazama razvoja, umjetna inteligencija doživjela je porast korištenja u različitim industrijama. AI je već usvojen i koristi se u obrazovnim ustanovama. Temeljno je istražen utjecaj AI-a na administrativne, nastavne i ostale aspekte obrazovanja kako bi se utvrdilo kakav utjecaj je imao. Obrazovanje putem AI-a započelo je s upotrebom računara, a zatim je prešlo na online i web platforme. Sada, zahvaljujući ugrađenim sistemima, nastavnici i instruktori mogu sarađivati s robotima u obliku kooperativnih robota (cobot) ili humanoidnih robota, a chatbotovi mogu obavljati funkcije nastavnika ili instruktora. Upotreba ovih platformi i alata poboljšala je ili omogućila učinkovitost nastavnika, omogućujući bolji i/ili bogatiji obrazovni sadržaj. Umjetna inteligencija je poboljšala obrazovne rezultate studenata omogućujući nastavnicima da kreiraju nastavne lekcije prilagođene potrebama i sposobnostima određenih studenata. Ukupan utjecaj AI-a na obrazovanje može se vidjeti u administraciji, nastavi i učenju u obrazovnim ustanovama, kao i u sektoru obrazovanja u cjelini (Singh, 2022).

### *Istraživanje VIII: ChatGPT u obrazovanju*

Pokrenut od strane OpenAI (San Francisco, Kalifornija) u novembru 2022., ChatGPT sebe opisuje kao „moćan softver za mašinsko učenje koji koristi algoritam generativnog unaprijed obučenog transformatora (GPT) za generisanje ljudskih odgovora na unose zasnovane na tekstu“. ChatGPT je obučen za ogroman korpus podataka, uključujući članke, web stranice, knjige i pisane razgovore. Međutim, kroz proces finog podešavanja koji uključuje optimizaciju dijaloga, Chat GPT je sposoban da odgovori na upite na konverzacijski način. Tačnost chatbota u isporuci informacija zavisi od ulaznih podataka. Korisnici očekuju da će chatbot sistem dati precizne odgovore na njihove upite, što je izvodljivo samo kada su ulazni podaci tačni.

Kada je riječ o potencijalnim etičkim pitanjima vezanim za korištenje Chatbot-a i ChatGPT-a u obrazovanju, navedeni su sljedeći problemi:

- pouzdanost i tačnost informacija koje predstavlja
- potencijalne pristrasnosti u podacima, diskriminatorni ili obmanjujući odgovori
- pitanja privatnosti jer može prikupljati i čuvati lične podatke o studentima
- pitanja o ulozi nastavnika i uticaju prosvjetnih radnika na tržištu rada
- nedostatak ljudske interakcije, smanjen kvalitet obrazovnog iskustva za učenike
- pretjerano oslanjanje i zavisnost od tehnologije
- zabrinutost oko prava intelektualne svojine
- transparentnost i odgovornost jer bi moglo biti teško utvrditi kako chatbot donosi odluke

Uzimajući u obzir da je verzija ChatGPT-a, Microsoft 365 Copilot, dodana Office aplikacijama, uključujući Word, Excel, PowerPoint i Outlook korištenjem mašinskog učenja za analizu podataka iz raznih izvora, uključujući podatke telemetrije, povratne informacije korisnika i vlastitu stručnost Microsofta za pružanje proaktivnih preporuka, automatskog rješavanja problema i personalizovanih smjernica, nije teško predvidjeti da će uticaj ChatGPT-a u obrazovanju rasti u narednim danima. Stoga su neophodna dalja istraživanja kako bi se utvrdile potencijalne prednosti ovih novih tehnologija za obrazovanje i kako se one mogu pravilno i djelotvorno koristiti u svrhu razlikovanja generisanja teksta i ideja. Možemo pomoći u pripremi sljedeće generacije učenika za budućnost u kojoj je umjetna inteligencija sve važniji dio njihovih života (UNESCO, 2021.) integracijom obrazovnih alata zasnovanih na umjetnoj inteligenciji u njihove nastavne planove i programe i politike u skladu s tim.

Postoji nekoliko prednosti korištenja umjetne inteligencije u obrazovanju, ali i određenih poteškoća. AI može poboljšati ishode učenja, produktivnost i angažman učenika otvaranjem novih puteva za individualno obrazovanje, povratne informacije i pomoć. Unatoč tome, nemoguće je zanemariti etička i praktična pitanja koja okružuju primjenu umjetne inteligencije u obrazovanju. Važna pitanja koja treba riješiti uključuju mogućnost pristrasnosti u algoritmima umjetne inteligencije i zahtjev za dovoljnom pripremom i

podrškom nastavnika. Na kraju, potreban je zajednički napor koji uključuje edukatore, istraživače i kreatore politike kako bi se osigurala etička i odgovorna upotreba umjetne inteligencije u obrazovanju. Možemo izgraditi pravedniji i uspješniji obrazovni sistem koji djeci daje individualno podučavanje, povratne informacije i podršku koja im je potrebna rješavanjem problema koje postavljaju AI tehnologije i korištenjem njihovih prednosti (Adiguzel, *et al.* 2023).

Kako bismo osigurali da se ChatGPT koristi na način koji je siguran, pravedan i pristojan prema studentima, instruktorima i svim drugim sudionicima, potrebno je pridržavati se odgovornih i etičkih praksi prilikom primjene ove tehnologije u obrazovnom okruženju.

Primjena tehnologije umjetne inteligencije u obrazovnim okruženjima, kao što je ChatGPT, može donijeti mnoge koristi, ali isto tako postavlja pitanja vezana uz etiku i odgovornost. Da bi ChatGPT mogao biti korišten u obrazovanju, esencijalno je osigurati poštivanje privatnosti, nediskriminaciju i transparentnost u upotrebi ChatGPT-a. Prema zaključcima ovog istraživanja, preporučuje se da se prate svi ovi principi kako bi se osigurao integritet i odgovornost obrazovnog sektora širom svijeta (Mhlanga, 2023).

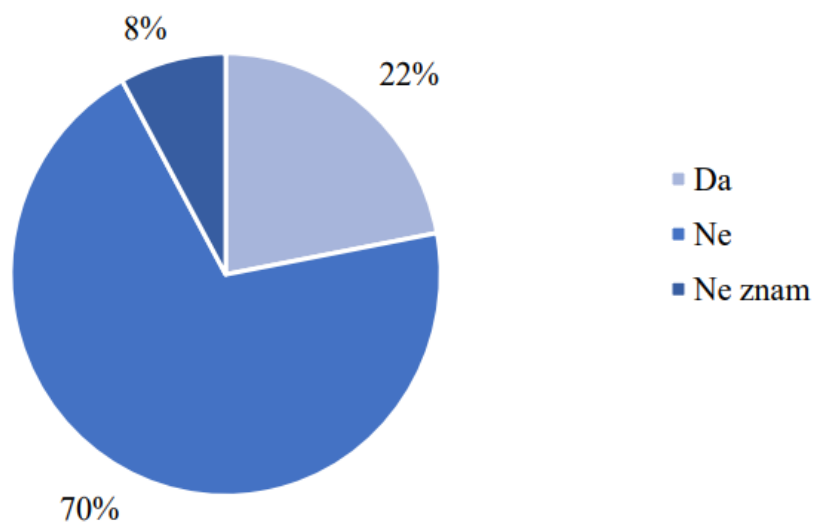
#### *Istraživanje IX: Umjetna inteligencija u ranom odgoju i obrazovanju*

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati odgojitelje o njihovim ličnim mišljenjima i stavovima o primjeni umjetne inteligencije u društvu općenito, na radnom mjestu i u privatnom okruženju. Istraživanje je provedeno u periodu od sedam dana, u mjesecu martu 2021. godine. Prije samog istraživanja ispitanici su dobili detaljne upute o svrsi anketnog upitnika te o poštivanju privatnosti njihovih podataka. Upitnik je bio anonimn.

Najveći broj ispitanika (73%) smatra da bi umjetna inteligencija mogla zamijeniti ljudsku radnu snagu u sektoru visoke i srednje tehnologije koja uključuje automobilsku industriju, proizvodnju mašina i opreme, farmaceutsku industriju, hemijsku, svemirsku i prehrambenu. Nešto manji broj ispitanika (47%) smatra kako umjetna inteligencija može zamijeniti sekundarne djelatnosti (industriju, građevinarstvo, energetiku, brodogradnju), a njih 22% smatra da bi umjetna inteligencija mogla zamijeniti ljudsku radnu snagu u tercijarnim djelatnostima (trgovina, promet, ugostiteljstvo, bankarstvo, turizam). Njih 13% smatra da umjetna inteligencija ne može zamijeniti ljudsku radnu snagu u niti jednoj djelatnosti, dok najmanji broj ispitanika (5%) smatra da umjetna inteligencija može zamijeniti ljudsku radnu snagu u kvartarnim djelatnostima (obrazovanje, nauka, zdravstvo). Jedno od pitanja je bilo: „Smatrate li da će UI moći u budućnosti zamijeniti neke poslove odgojitelja ili učitelja?“, i od sveukupnog broja ispitanika, njih 70% smatra da umjetna inteligencija neće moći u budućnosti zamijeniti neke poslove odgojitelja ili učitelja, dok 22% ispitanika smatra da će moći zamijeniti. Njih 8% je izjavilo da ne zna hoće li umjetna inteligencija zamijeniti neke poslove odgojitelja ili učitelja.

Slika 7: Mišljenje odgojitelja o tome smatraju li da će UI moći u budućnosti zamijeniti neke poslove odgojitelja ili učitelja

Smatrate li da će UI moći u budućnosti zamijeniti neke poslove odgojitelja ili učitelja?



Izvor: Umjetna inteligencija u ranom odgoju i obrazovanju. University of Zagreb.

Istraživanjem koje je provedeno prikazano je koliko su odgojitelji upoznati s umjetnom inteligencijom i kakvo je njihovo mišljenje o primjeni iste na radnom mjestu i u privatnom okruženju, sa osobnog i profesionalnog stajališta. Sa osobnog stajališta, prema dobijenim rezultatima ankete, odgojitelji su se izjasnili kako vlastito dijete ne bi povjerovali u vrtiću umjetno inteligentnom robotu odgojitelju. Navedeni razlozi koje odgojitelji ističu su nedostatak osjećaja, humanosti i empatije kod AI robota, te individualne potrebe djece koje automatizovani roboti ne mogu ispuniti. Također navode nedostatak povjerenja i premalo znanja o takvom robotu i njegovim mogućnostima. Rezultati ankete općenito pokazuju pozitivan stav odgojitelja u vezi primjene umjetne inteligencije u njihovim privatnim životima i unutar radnog okruženja (Kostrić, 2021).

#### *Istraživanje X: Primjena vještačke inteligencije u obrazovanju u BiH*

Vještačka inteligencija kao predmet izučavanja ne postoji u našim srednjim školama, čak ni u onim srednjim školama koje imaju nastavne planove i programe usko fokusirane na informacione tehnologije. U ovom istraživanju je obuhvaćeno 12 srednjih škola elektrotehničke i informatičke struke u najvećim gradovima u Bosni i Hercegovini. Pored svih problema koje je sa sobom donijela pandemija COVID-19, pozitivna stvar koja se desila je “prisilno” povećanje digitalne pismenosti profesora i nastavnika u školama. Prelazak na online nastavu je od nastavnika tražio nove modele tumačenja gradiva, istraživanja i primjenu savremenih tehnologija, korištenje naprednih softverskih alata i sl.



Nije postojao organizovan sistem izvođenja online nastave na nivou Bosne i Hercegovine, a koji bi definisao metode tumačenja gradiva, alate, sredstva, načine provjere znanja i druge oblike nastavnih pomagala za izvođenje nastave u specifičnim uslovima. Online nastava je od svake škole tražila razvoj vlastitog sistema rada sa učenicima, međusobnu koordinaciju i obučavanje nastavnika, upotrebu različitih softverskih alata i slično. Veoma često su nastavnici, na individualnom nivou, pronalazili rješenja koristeći se vlastitim istraživanjem i poznavanjem informacionih tehnologija. Kao posljedica se javila pojava da su neke škole uspjele i pored online nastave održati neophodan nivo tumačenja gradiva i provjere znanja, dok su druge škole imale velike probleme. Poseban značaj su dobili alati za učenje koji koriste AI, a kada su u pitanju tehničke škole. Sami učenici su tražili i istraživali tu vrstu alata sa ciljem boljeg shvatanja gradiva i vježbanja, a takvi alati su omogućavali prikaz postupka rješavanja određenih računskih problema. Druga vrsta alata su bili interaktivni alati koji su učenicima omogućavali istraživački pristup i STEAM pristup nastavi uopće. Učenici su na osnovu postupnog stjecanja znanja napredovali u razvoju koristeći softver koji je upotrebom elemenata AI davao dozvolu za prelazak na sljedeći nivo ili je to odbijao.

Bosna i Hercegovina tek treba da napravi pionirske korake u institucionalnom definisanju ove naučne oblasti. Logičan slijed događaja bi bilo prethodno usvajanje strategije za razvoj AI, a koja bi definisala ciljeve, metode, organizacione oblike, pravce djelovanja i svakako rokove za realizaciju planiranih aktivnosti. Paralelno sa tim, a kako se ne bi gubilo mnogo vremena, univerziteti sa školama mogu pokrenuti određene projekte i takmičenja. Škole je neophodno kadrovski pomoći u početku i uloga univerziteta i fakulteta koji se bave informacionim tehnologijama je u ovim prvim koracima presudna. Oni su ti koji bi trebali dati smjernice i pokrenuti stvari sa mrtve tačke. Problem uvođenja AI u obrazovni sistem u Bosni i Hercegovini predstavlja samo dio problema sa informacionim tehnologijama u obrazovnom sistemu Bosne i Hercegovine. Neophodno je shvatiti da je brzina promjena i pojavljivanja novih tehnologija i metoda u svijetu informacionih tehnologija daleko veća i daleko brža nego u bilo kojoj drugoj nauci danas i da ako želimo da naši učenici zaista steknu znanja koja će im sutra biti korisna u praktičnom radu onda moramo imati na neki način fleksibilne programe iz oblasti informatike. Primjena AI u nastavnom procesu, kao nastavnog pomagala, je postala praktično stvar sadašnjosti, a ne stvar budućnosti. Međutim, ona će u budućnosti zauzimati još važnije mjesto u izvođenju nastave, s obzirom na razvoj tehnologije, hardvera i softverskih alata.

AI je prisutna u našim životima i nije moguće ignorisati tu činjenicu. Svakodnevno koristimo njene "usluge" u svim segmentima ljudskog djelovanja i u tom smislu neophodno joj je posvetiti dovoljnu pažnju i integrisati je u obrazovni sistem na adekvatan način. Integracija ne može i ne smije biti stihijska nego plod naučne analize i osmišljenog plana (Zagorčić, 2022).

## **4. EMPIRIJSKI PODACI**

### **4.1. Uvod**

Obrazovanje je ključni element društva, a kontinuirani napredak tehnologije, posebno vještačke inteligencije, otvara nova vrata i pruža nove mogućnosti za unapređenje procesa učenja. AI ima potencijal izmijeniti temeljne paradigme obrazovanja, pružajući personalizovano učenje, poboljšavajući ocjenjivanje, olakšavajući pristup obrazovnim resursima i mnoge druge prednosti. Ovo empirijsko istraživanje usredotočit će se na analizu primjene AI u visokom obrazovanju te njene stvarne posljedice na proces učenja i obrazovne institucije.

### **4.2. Metodologija istraživanja**

Ovaj završni rad će se zasnivati na kvantitativnoj (empirijskoj) analizi. Za sprovođenje našeg istraživanja koristit će se knjige, članci te razni naučno-istraživački radovi, koji su pronađeni zahvaljujući Sci-Hub i Google Scholar bazi podataka. Deskriptivno istraživanje će se koristiti tokom definisanja principa i činjenica vezanih za temu studije, dok će komparativna metoda služiti za identifikaciju, analizu i poređenje sličnosti i razlika u faktorima koji utiču na obrazovanje sa i bez primjene vještačke inteligencije.

Podaci potrebni za kvantitativnu analizu prikupljat će se putem oblikovanog online upitnika na definisanom uzorku preko aplikacije Google Forms. Kako bismo dobili statistički značajne rezultate istraživanje će se vršiti na uzorku od sedamdeset (70) dobrovoljnih ispitanika. Ispitanici će biti studenti sa Univerziteta u Sarajevu. Važno je spomenuti da će se u ovoj analizi koristiti i kvalitativni i kvantitativni podaci. Kvalitativni podaci će se koristiti za definisanje pitanja, koja će se zatim u standardizovanom obliku koristiti u svrhu analize. U kvantitativnom dijelu rada koristit će se razne statističke metode kao što su: prikupljanje podataka, deskriptivna statistika, grafički prikaz podataka, inferencijalna statistička analiza, testiranje hipoteza, procjena i evaluacija statističkih modela i metoda, da bi se preciznije ispitali odgovori na zadata pitanja. SPSS, Microsoft Excel i drugi softveri će se koristiti kao alati za donošenje zaključaka o rješavanju problema koji je okarakteriziran u radu.

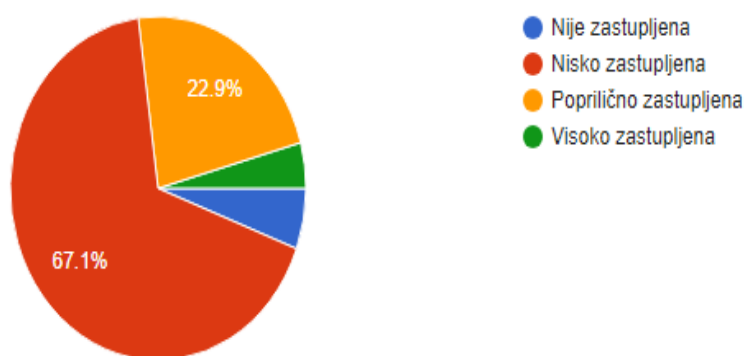
### **4.3. Podaci i analiza**

U svrhu istraživanja stvoren je Google obrazac, odnosno anketni upitnik pod nazivom „Upitnik o primjeni vještačke inteligencije u obrazovanju“, poštujući prava o privatnosti osobnih/ličnih podataka. Istraživanje je provedeno u periodu od mjesec dana, u mjesecu augustu 2023. godine. Prije samog istraživanja ispitanici su dobili detaljne upute o svrsi anketnog upitnika te o poštivanju privatnosti njihovih podataka. Upitnik je bio anoniman. Studenti su jedino trebali navesti spol (prvo pitanje) i prije početka anketiranja je napomenuto koje pitanje omogućuje zaokruživanje više tačnih odgovora.

Sveukupno je ispitano 70 studenata, od toga 31 ženskog a 39 studenata muškog spola. Svih 70 studenata je izjavilo da im je poznat pojam vještačke inteligencije. U trećem pitanju ispitanici su imali mogućnost višestrukog odgovora, gdje njih čak 58 (82.9%) smatra da vještačka inteligencija može zamijeniti ljudsku radnu snagu u tercijarnim djelatnostima kao što su trgovina, turizam, ugostiteljstvo i bankarstvo. 74.3% ili 52 studenta smatraju da je moguće zamijeniti sekundarne djelatnosti poput industrije, energetike i građevinarstva. Iđentičan procenat studenata 62.9%, vjeruje da AI može zamijeniti ljudsku radnu snagu u primarnim djelatnostima poput poljoprivrede i u sektoru visoke i srednje tehnologije (automobilska, farmaceutska i svemirska industrija). 37 studenata (52.9%) je izjavilo da AI može zamijeniti ljudsku radnu snagu u obrazovanju i zdravstvu (kvartarne djelatnosti), dok je samo njih 10% stava da vještačka inteligencija ne može zamijeniti ljudsku radnu snagu.

Kada je riječ o zastupljenosti upotrebe vještačke inteligencije u obrazovanju na fakultetima u sklopu Univerziteta u Sarajevu, vlada opće mišljenje da je vještačka inteligencija nisko zastupljena, kao sto možemo vidjeti na grafiku 1.

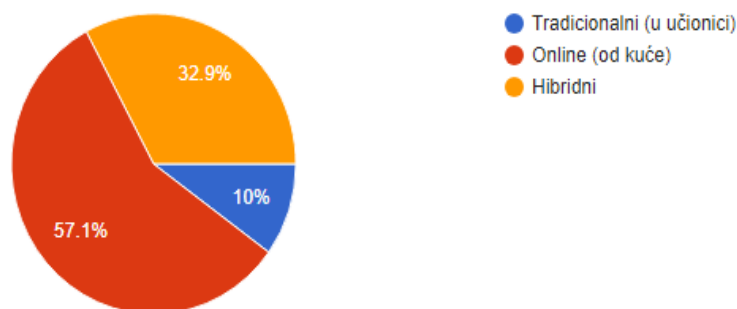
*Grafik 1: Zastupljenost upotrebe vještačke inteligencije u obrazovanju*



*Izvor: Autor završnog rada*

U petom pitanju najveći broj ispitanika (57.1%) izjasnilo se da preferira online način izvođenja nastave. 32,9% studenata je odabralo hibridni pristup kao idealan način izvođenja nastave, dok se 10% ispitanika odlučilo za tradicionalni pristup izvođenja nastave. Sve navedeno je prikazano na grafiku 2.

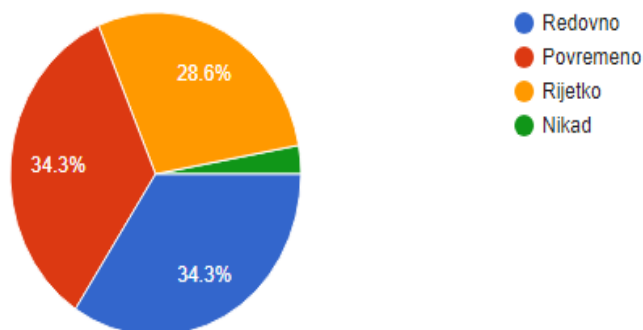
Grafik 2: Preferirani način izvođenja nastave



Izvor: Autor završnog rada

Šesto pitanje u sklopu anketnog upitnika glasi: „Koliko često koristite online obrazovne platforme koje koriste vještačku inteligenciju za personalizovano učenje?“, odgovori na ovo pitanje su očekivani. Naime, po 24 studenta izjavljuju da redovno i povremeno koriste online obrazovne platforme za učenje potpomognute vještačkom inteligencijom, a 20 njih, odnosno 28.6% rijetko koristi iste platforme. Od ispitanih samo 2 studenta (2.9%) nikad ne koriste navedene online platforme.

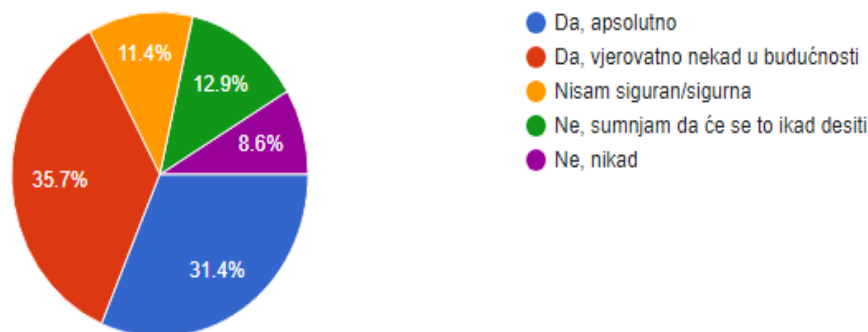
Grafik 3: Koliko često koristite online obrazovne platforme koje koriste vještačku inteligenciju za personalizovano učenje



Izvor: Autor završnog rada

Studenti su složni da je korištenje personalizovanog učenja putem vještačke inteligencije uglavnom korisno. Također, većina studenata je izjavila kako odobrava i samim tim i koristi virtualne asistente ili chatbotove u svrhu obrazovanja ili dobijanja informacija o nastavi. Ove odgovore smo dobili zahvaljujući pitanjima sedam i osam. Pitanje broj devet, „Smatrate li da vještačka inteligencija može zamijeniti ulogu profesora?“, nam je dalo najraznovrsnije odgovore. Na grafiku ispod možemo vidjeti procentualnu vrijednost istih, a njihov presjek vršimo u nastavku.

Grafik 4: Može li vještačka inteligencija zamijeniti ulogu profesora



Izvor: Autor završnog rada

Pregled odgovora na pitanje broj devet:

- ❖ Da, apsolutno (31.4% ili 22 studenta)
- ❖ Da, vjerovatno nekad u budućnosti (35.7% ili 25 studenata)
- ❖ Nisam siguran/sigurna (11.4% ili 8 studenata)
- ❖ Ne, sumnjam da će se to ikad desiti (12.9% ili 9 studenata)
- ❖ Ne, nikad (8.6% ili 6 studenata).

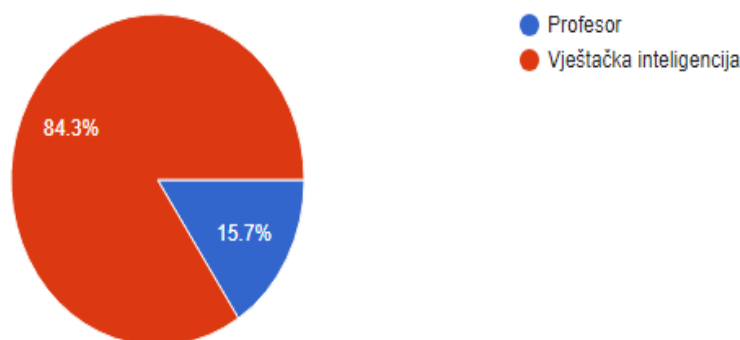
Možda čak i najzanimljiviji odgovor smo dobili na pitanje ko je pravedniji prilikom ocjenjivanja, profesor ili vještačka inteligencija (robot, softver, algoritam), gdje 84.3% studenata smatra da bi vještačka inteligencija bila pravednija prilikom ocjenjivanja. Nedostatak pravde ili pravednosti prilikom ocjenjivanja radova od strane profesora može biti složen i multifaktorski problem. U nastavku slijedi nekoliko razloga zašto se može javiti nedostatak pravde u ocjenjivanju radova i zbog čega bi studenti bili zadovoljniji kada bi vještačka inteligencija ocjenjivala njihove radove:

- 1) Subjektivnost: Profesori mogu biti podložni subjektivnom pristupu prilikom ocjenjivanja. Ovo može uključivati njihove lične preferencije, predrasude ili čak raspoloženje u trenutku ocjenjivanja, što može rezultovati nepravednim ocjenama.
- 2) Nedostatak jasnih kriterija: Nedostatak jasnih i preciznih kriterija za ocjenjivanje može rezultovati nedosljednim ocjenama. Ako profesori nemaju čvrst okvir za ocjenjivanje, ocjene se mogu značajno razlikovati, pa čak i između sličnih radova.
- 3) Ograničeni kapaciteti za ocjenjivanje: Profesori često imaju ograničeno vrijeme za ocjenjivanje velikog broja radova. To može dovesti do brzog i površnog ocjenjivanja, čime se gubi pravda u procesu.
- 4) Neprikladna očekivanja: Ako profesori imaju nerealna ili neprikladna očekivanja od studenata, to može rezultovati nepravednim ocjenama. Studenti se možda ne slažu s očekivanjima ili ne razumiju šta se od njih traži.

- 5) Nepotpune informacije: Profesori možda nemaju potpune informacije o radu ili zadatku koji ocjenjuju. Nedostatak konteksta ili nedovoljno informacija može također dovesti do nepravde.
- 6) Nedostatak obuke za ocjenjivanje: Profesori možda nisu adekvatno obučeni za ocjenjivanje ili nemaju pristup relevantnim resursima za pravedno ocjenjivanje.
- 7) Diskriminacija: Diskriminacija na osnovu pola, rase, etničke pripadnosti ili drugih faktora može rezultovati nepravdom u ocjenjivanju.

Kako bi se povećala pravda u ocjenjivanju radova, obrazovne institucije mogu raditi na uspostavljanju jasnih kriterija ocjenjivanja, pružanju obuke profesorima o pravednom ocjenjivanju i obezbjeđivanju transparentnih i dosljednih postupaka ocjenjivanja. Također je važno promovirati pravičnost i inkluzivnost (uključenost) u ocjenjivanju i obratiti pažnju na moguću diskriminaciju ili pristrasnost.

*Grafik 5: Pravednost prilikom ocjenjivanja*

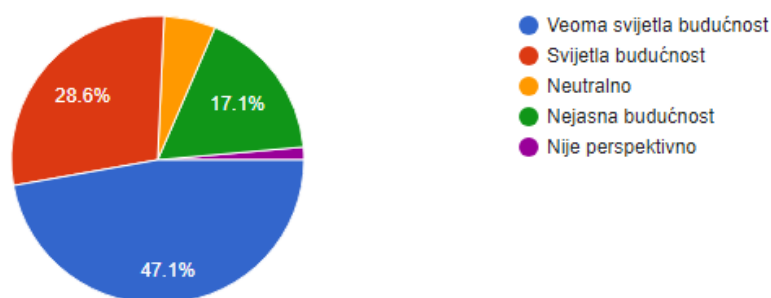


*Izvor: Autor završnog rada*

#### **4.4. Rezultati i diskusija**

Za kraj istraživanja postavljena su još dva pitanja. Zanimalo nas je da li studenti osjete primjetnu razliku u poboljšanju vlastitog učenja i razumijevanja gradiva ukoliko se koriste vještačkom inteligencijom pri učenju. Čak 45.7% studenata je primjetilo neka poboljšanja, a njih 37,1% je primjetilo značajna poboljšanja. Ukupno 82.8% studenata je dalo pozitivan odgovor na ovo pitanje, iz čega proizilazi njihovo odobravanje primjene vještačke inteligencije u obrazovanju.

Grafik 6: Poboľšanja u učenju i razumijevanju gradiva uz korištenje vještačke inteligencije



Izvor: Autor završnog rada

Posljednje pitanje se odnosi na njihova predviđanja vezana za budućnost upotrebe vještačke inteligencije u obrazovanju. Mnogi ispitanici, njih 47.1%, predviđaju veoma svijetlu budućnost, a 28.6% svijetlu budućnost. Četiri (4) ispitanika su izbjegla predviđanje budućnosti vještačke inteligencije, a 12 njih (17.1%) predviđa neizvjesnu budućnost. Samo jedan ispitanik smatra da vještačka inteligencija u obrazovanju nema perspektivnu budućnost.

Grafik 7: Budućnost obrazovanja uz primjenu vještačke inteligencije



Izvor: Autor završnog rada

#### 4.5. Zaključak

Rezultati ovog istraživanja mogu pružiti vrijedan uvid u primjenu vještačke inteligencije u obrazovanju i potaknuti razvoj iste. Iz ovog istraživanja saznajemo da je primjena AI na fakultetima u Sarajevu nisko zastupljena. Studenti podržavaju primjenu vještačke inteligencije u obrazovanju, i čak je forsiraju sa svojim preferencijama ka online ili bar hibridnom načinu izvođenja nastave. Također, možemo zaključiti da AI ima svijetlu budućnost u oblasti obrazovanja, a vjerovatno i šire. Profesori i obrazovne institucije mogu koristiti rezultate kako bi se informisali, te prilagodili svoje pristupe učenju i razvili strategije za učinkovitiju implementaciju sistema vještačke inteligencije u svoje nastavne programe. Kao ograničenje istraživanja možemo navesti nemogućnost primjene rezultata na širu populaciju, jer se upitnik odnosi samo na studente a to su uglavnom mladi ljudi kojima upotreba tehnologije i vještačke inteligencije nije stran pojam.

## 5. ZAKLJUČAK

Ovaj završni rad je istražio primjenu vještačke inteligencije u obrazovanju, razmatrajući mnoge aspekte njene integracije u obrazovne sisteme. Cilj ovog istraživanja bio je razumjeti kako AI oblikuje budućnost obrazovanja, identifikovati njene prednosti i izazove, razmotriti etičke implikacije i pružiti smjernice za odgovornu i efikasnu upotrebu vještačke inteligencije u cilju unapređenja iskustva učenja za studente širom svijeta.

Vještačku inteligenciju mnogi vide kao motor produktivnosti i ekonomskog rasta. Ona može povećati efikasnost sa kojom se stvari rade i znatno poboljšati proces donošenja odluka analizom velikih količina podataka. U današnjem digitalnom dobu, AI je postala neizostavan dio obrazovnih sistema. Ona omogućava personalizovano učenje, analizu podataka, automatizaciju i mnoge druge inovacije koje mijenjaju način na koji učimo i podučavamo. Kroz brojne studije slučaja i analize podataka, ova teza istražila je kako AI poboljšava rezultate učenja, povećava efikasnost obrazovanja i omogućava pristup obrazovanju široj populaciji. Korištenjem algoritama za analizu podataka, vještačka inteligencija može prilagoditi nastavu svakom studentu na osnovu njihovih sposobnosti, interesovanja i tempa učenja. Ovo rezultuje boljim razumijevanjem gradiva i većom motivacijom za učenje. Također, istraživanje je pokazalo da AI može poboljšati efikasnost obrazovanja putem automatizacije. Procesi kao što su ocjenjivanje zadataka i davanje povratnih informacija studentima mogu biti automatizovani uz pomoć AI, čime se oslobađa vrijeme profesora za fokusiranje na interaktivno učenje i podršku studentima. Ova efikasnost može rezultovati većim kapacitetom obrazovnih institucija za prihvatanje većeg broja studenata. Međutim, uz prednosti dolaze i izazovi. Istraživanje je identifikovalo etičke dileme vezane za privatnost podataka studenata i potencijalnu diskriminaciju u ocjenjivanju putem AI. Pristup obrazovanju također može postati neuravnotežen, jer neki studenti možda nemaju pristup tehnologiji potrebnoj za korištenje alata vještačke inteligencije.

U pogledu budućnosti obrazovanja, ovo istraživanje predviđa svijetlu perspektivu. AI će nastaviti oblikovati način na koji učimo, unapređujući personalizaciju i efikasnost. Važno je da se odgovorno koristi AI tehnologija. To uključuje obezbjeđivanje pravde i transparentnosti u ocjenjivanju, zaštitu privatnosti podataka studenata i rad na inkluzivnosti kako bi se osiguralo da svi studenti imaju pristup obrazovanju. Kroz istraživanje ove teme, možemo zaključiti da je vještačka inteligencija ključna komponenta budućnosti obrazovanja. Njena sposobnost personalizacije, analize podataka i automatizacije čini je moćnim alatom za poboljšanje iskustva učenja. Kroz dalja istraživanja i inovacije, možemo očekivati da će vještačka inteligencija nastaviti transformisati obrazovanje i pružati nove mogućnosti za učenike širom svijeta. Ovaj rad predstavlja samo jedan mali korak u cilju istraživanja ove oblasti. Za kraj pozivamo sve akademike i istraživače da se aktivno uključe u oblikovanje budućnosti obrazovanja uz pomoć vještačke inteligencije.



## REFERENCE

1. Adiguzel, T., Kaya, M. H., & Cansu, F. K. (2023). Revolutionizing education with AI: Exploring the transformative potential of ChatGPT. *Contemporary Educational Technology*, 15(3), ep429.
2. Aghion, P., Jones, B. F., & Jones, C. I. (2018). Artificial intelligence and economic growth. In *The economics of artificial intelligence: An agenda* (pp. 237-282). University of Chicago Press.
3. Ajanović, Z., Aličković, E., Branković, A., Delalić, S., Kurtić, E., Malikić, S., ... & Trbalić, B. (2022). Vizija bosne i hercegovine u doba umjetne inteligencije: svjetski trendovi, mogućnosti, odabrani primjeri i realistični ciljevi. *Umjetna inteligencija u Bosni i Hercegovini*, 13.
4. Alam, A. (2021, November). Possibilities and apprehensions in the landscape of artificial intelligence in education. In *2021 International Conference on Computational Intelligence and Computing Applications (ICCICA)* (pp. 1-8). IEEE.
5. Andjelic, S., & Kuleto, V. (2013, November). Web application for CAT testing of students. In *2013 21st Telecommunications Forum Telfor (TELFOR)* (pp. 861-864). IEEE.
6. Anuradha, C., & Velmurugan, T. (2015). A comparative analysis on the evaluation of classification algorithms in the prediction of students performance. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(15), 1-12.
7. Balanskat, A., & Engelhardt, K. (2015). *Computing our future*. Brussels.
8. Bates, T., Cobo, C., Mariño, O., & Wheeler, S. (2020). Can artificial intelligence transform higher education?. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 1-12.
9. Bezet, A., Duncan, T., & Litvin, K. (2018). Implementation and evaluation of online, synchronous research consultations for graduate students. *Library Hi Tech News*, 35(6), 4-8.
10. Biggs P. (2018). *The state of broadband 2018: broadband catalyzing sustainable development*, ITU, Geneva.
11. Blanchard, E. G. (2015). Socio-cultural imbalances in AIED research: Investigations, implications and opportunities. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 25, 204-228.
12. Borenstein, J., & Howard, A. (2021). Emerging challenges in AI and the need for AI ethics education. *AI and Ethics*, 1, 61-65.
13. Bostrom N. (2014). *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford University Press.
14. Bozkurt, A., Karadeniz, A., Baneres, D., Guerrero-Roldán, A. E., & Rodríguez, M. E. (2021). Artificial intelligence and reflections from educational landscape: A review of AI Studies in half a century. *Sustainability*, 13(2), 800.

15. Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., & Bilyatdinova, A. (2018). Artificial Intelligence trends in education: a narrative overview. *Procedia Computer Science*, 136, 16-24.
16. Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Ieee Access*, 8, 75264-75278.
17. Chen, P., Lu, Y., Zheng, V. W., Chen, X., & Yang, B. (2018). Knowedu: A system to construct knowledge graph for education. *Ieee Access*, 6, 31553-31563.
18. Chen, X., Zou, D., Xie, H., Cheng, G., & Liu, C. (2022). Two decades of artificial intelligence in education. *Educational Technology & Society*, 25(1), 28-47.
19. Cope, B., Kalantzis, M., & Searsmith, D. (2021). Artificial intelligence for education: Knowledge and its assessment in AI-enabled learning ecologies. *Educational Philosophy and Theory*, 53(12), 1229-1245.
20. Cukurova, M. (2019, May). Learning analytics as AI extenders in education: Multimodal machine learning versus multimodal learning analytics. *In Artificial intelligence and adaptive education (Vol. 2019)*. AIAED.
21. De Aguilera, M., & Mendiz, A. (2003). Video games and education: (Education in the Face of a “Parallel School”). *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 1-10.
22. Delen, D. (2010). A comparative analysis of machine learning techniques for student retention management. *Decision Support Systems*, 49(4), 498-506.
23. Du Boulay, B. (2016). Artificial intelligence as an effective classroom assistant. *IEEE Intelligent Systems*, 31(6), 76-81.
24. Ginsberg, M. (2012). *Essentials of artificial intelligence*. Newnes.
25. Goksel, N., & Bozkurt, A. (2019). Artificial intelligence in education: Current insights and future perspectives. *In Handbook of Research on Learning in the Age of Transhumanism* (pp. 224-236). IGI Global.
26. Holmes, W., Persson, J., Chounta, I. A., Wasson, B., & Dimitrova, V. (2022). Artificial intelligence and education: *A critical view through the lens of human rights, democracy and the rule of law*. Council of Europe.
27. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2023). *Artificial intelligence in education*. Globethics Publications.
28. Horkheimer, M. (1974). *Critique of instrumental reason*. London, UK: Verso.
29. Ilkka, T. (2018). *The impact of artificial intelligence on learning, teaching, and education*. European Union.
30. Jones, M. (1985). Applications of artificial intelligence within education. *Computers & mathematics with applications*, 11(5), 517-526.
31. Knox, J. (2020). Artificial intelligence and education in China. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 298-311.
32. Kostrić, M. (2021). *Umjetna inteligencija u ranom odgoju i obrazovanju* (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Teacher Education. Chair of Information Sciences).

33. Kuleto, V., Ilić, M., Dedić, V., & Raketić, K. (2021). Primena veštačke inteligencije i mašinskog učenja u visokom obrazovanju, dostupne platforme i ispitivanje svesti učenika. *Edtech*, 1(1), 18-28.
34. Kumar, D. N. (2019). Implementation of artificial intelligence in imparting education and evaluating student performance. *Journal of Artificial Intelligence and Capsule Networks*, 1(1), 1-9.
35. Loureiro, S. M. C., Guerreiro, J., & Tussyadiah, I. (2021). Artificial intelligence in business: State of the art and future research agenda. *Journal of business research*, 129, 911-926.
36. Luckin, R., & Holmes, W. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*.
37. Malik, G., Tayal, D. K., & Vij, S. (2019). An analysis of the role of artificial intelligence in education and teaching. In *Recent Findings in Intelligent Computing Techniques: Proceedings of the 5th ICACNI 2017, Volume 1* (pp. 407-417). Springer Singapore.
38. Marr, B. (2019). What is the impact of artificial intelligence (AI) on society. *Intelligent Business Performance*.
39. McCalla, G. (2000). The fragmentation of culture, learning, teaching and technology: implications for the artificial intelligence in education research agenda in 2010. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 11(2), 177-196.
40. McCutcheon, K., Lohan, M., Traynor, M., & Martin, D. (2015). A systematic review evaluating the impact of online or blended learning vs. face-to-face learning of clinical skills in undergraduate nurse education. *Journal of advanced nursing*, 71(2), 255-270.
41. McDermott, J. (1982). R1: A rule-based configurer of computer systems. *AIJ*, 19(1), 39-88.
42. Mhlanga, D. (2023). Open AI in education, the responsible and ethical use of ChatGPT towards lifelong learning. *Education, the Responsible and Ethical Use of ChatGPT Towards Lifelong Learning* (February 11, 2023).
43. Miao, F., Holmes, W., Huang, R., & Zhang, H. (2021). *AI and education: A guidance for policymakers*. UNESCO Publishing.
44. Murtaza, M., Ahmed, Y., Shamsi, J. A., Sherwani, F., & Usman, M. (2022). AI-based personalized e-learning systems: Issues, challenges, and solutions. *IEEE Access*.
45. Musk, E. (2019). An integrated brain-machine interface platform with thousands of channels. *Journal of medical Internet research*, 21(10), e16194.
46. Nagao, K., & Nagao, K. (2019). Artificial intelligence in education. *Artificial Intelligence Accelerates Human Learning: Discussion Data Analytics*, 1-17.
47. Negnevitsky, M. (2005). *Artificial intelligence: a guide to intelligent systems*. Pearson education.

48. Nishant, R., Kennedy, M., & Corbett, J. (2020). Artificial intelligence for sustainability: Challenges, opportunities, and a research agenda. *International Journal of Information Management*, 53, 102104.
49. Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100020.
50. Page, L. C., & Gehlbach, H. (2017). How an artificially intelligent virtual assistant helps students navigate the road to college. *Aera Open*, 3(4), 2332858417749220.
51. Pardo, A., & Siemens, G. (2014). Ethical and privacy principles for learning analytics. *British Journal of Educational Technology*, 45(3), 438-450.
52. Parson, E., Re, R., Solow-Niederman, A., & Zeide, E. (2019). *Artificial intelligence in strategic context: an introduction*.
53. Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). *Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development*.
54. Popenici, S. A., & Kerr, S. (2017). Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(1), 1-13.
55. Ramalingam, V. V., Pandian, A., Chetry, P., & Nigam, H. (2018, April). Automated essay grading using machine learning algorithm. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1000, p. 012030). IOP Publishing.
56. Risse, M. (2019). Human rights and artificial intelligence: An urgently needed agenda. *Hum. Rts. Q.*, 41, 1.
57. Rodrigues, H., Almeida, F., Figueiredo, V., & Lopes, S. L. (2019). Tracking e-learning through published papers: A systematic review. *Computers & Education*, 136, 87-98.
58. Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26, 582-599.
59. Russell, S. J. (2010). *Artificial intelligence a modern approach*. Pearson Education, Inc.
60. Schindler, L. A., Burkholder, G. J., Morad, O. A., & Marsh, C. (2017). Computer-based technology and student engagement: a critical review of the literature. *International journal of educational technology in higher education*, 14(1), 1-28.
61. Schlippe, T., Stierstorfer, Q., Koppel, M. T., & Libbrecht, P. (2022, July). Explainability in Automatic Short Answer Grading. *In International Conference on Artificial Intelligence in Education Technology* (pp. 69-87). Singapore: Springer Nature Singapore.
62. Schmelzer, R. (2019). AI applications in education. *Forbes*.
63. Siemens, G., Dawson, S. (2013). The potential of learning analytics in education. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(3), 49-58.

64. Singh, S. V., & Hiran, K. K. (2022). The Impact of AI on Teaching and Learning in Higher Education Technology. *Journal of Higher Education Theory & Practice*, 12(13).
65. Squire, K. D. (2008). Video games and education: Designing learning systems for an interactive age. *Educational technology*, 17-26.
66. Tahiru, F. (2021). AI in education: A systematic literature review. *Journal of Cases on Information Technology (JCIT)*, 23(1), 1-20.
67. Vincent-Lancrin, S., & Van der Vlies, R. (2020). *Trustworthy artificial intelligence (AI) in education: Promises and challenges*.
68. Wasson, B. (1997). Advanced educational technologies: The learning environment. *Computers in human behavior*, 13(4), 571-594.
69. Woolf, B. P., Beck, J., Eliot, C., & Stern, M. (2001). Growth and maturity of intelligent tutoring systems: A status report. *Smart Machines in Education: The coming revolution in educational technology*, 99-144.
70. Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators?. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-27.
71. Zhang, K., & Aslan, A. B. (2021). AI technologies for education: Recent research & future directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100025.

## **PRILOZI**

## Prilog 1: Upitnik o primjeni vještačke inteligencije u obrazovanju

Molimo vas da iskreno odgovorite na sljedeća pitanja o primjeni vještačke inteligencije u obrazovanju. Vaši odgovori će nam pomoći bolje razumjeti vaša iskustva i stavove na ovu temu.

1. Spol:
  - a) Muški
  - b) Ženski
2. Da li vam je poznat pojam "vještačka inteligencija" ?
  - a) Da
  - b) Ne
3. Šta mislite, u kojim bi djelatnostima vještačka inteligencija, u formi računarski kontrolisanih robota, mogla zamijeniti ljudsku radnu snagu ?
  - a) Primarna djelatnost (poljoprivreda, šumarstvo)
  - b) Sekundarna djelatnost (industrija, građevina, energetika)
  - c) Tercijarna djelatnost (trgovina, turizam, ugostiteljstvo, bankarstvo)
  - d) Kvarturna djelatnost (obrazovanje, zdravstvo)
  - e) Sektor visoke i srednje tehnologije (automobilska, farmaceutska, svemirska industrija)
  - f) Nijedno od navedenog
4. Po vašem mišljenju, u kojoj mjeri je zastupljena upotreba vještačke inteligencije u obrazovanju (na vašem fakultetu) ?
  - a) Nije zastupljena
  - b) Nisko zastupljena
  - c) Poprilično zastupljena
  - d) Visoko zastupljena
5. Koji način izvođenja nastave preferirate ?
  - a) Tradicionalni (u učionici)

- b) Online (od kuće)
  - c) Hibridni
6. Koliko često koristite online obrazovne platforme koje koriste vještačku inteligenciju za personalizovano učenje ?
- a) Redovno
  - b) Povremeno
  - c) Rijetko
  - d) Nikada
7. Kako ocjenjujete korisnost personalizovanog učenja putem tehnologija vještačke inteligencije ?
- a) Vrlo korisno
  - b) Korisno
  - c) Neutralno
  - d) Nekoristo
  - e) Potpuno nekoristo
8. Jeste li ikada koristili virtualne asistente ili chatbotove u svrhu obrazovanja ili dobijanja informacija o nastavi ?
- a) Da, redovno
  - b) Da, povremeno
  - c) Ne, nikad nisam koristio/la
9. Smatrate li da vještačka inteligencija može zamijeniti ulogu profesora ?
- a) Da, apsolutno
  - b) Da, vjerovatno nekad u budućnosti
  - c) Nisam siguran/sigurna
  - d) Ne, sumnjam da će se to ikad desiti
  - e) Ne, nikad



10. Po vašem mišljenju, ko je pravedniji prilikom ocjenjivanja, profesor ili vještačka inteligencija (robot, softver, algoritam) ?
- a) Profesor
  - b) Vještačka inteligencija
11. Jeste li primijetili poboljšanja u svom učenju i razumijevanju gradiva uz korištenje vještačke inteligencije?
- a) Da, primijetio/la sam značajna poboljšanja
  - b) Da, primijetio/la sam neka poboljšanja
  - c) Ne, nisam primijetio/la značajna poboljšanja
  - d) Ne koristim vještačku inteligenciju u učenju
12. Kako biste ocijenili budućnost obrazovanja s obzirom na sve veću primjenu vještačke inteligencije?
- a) Veoma svijetla budućnost
  - b) Svijetla budućnost
  - c) Neutralno
  - d) Nejasna budućnost
  - e) Nije perspektivno

Hvala Vam na sudjelovanju u anketi. Vaši odgovori će biti od velike pomoći za istraživanje o primjeni vještačke inteligencije u obrazovanju.