

Umjetna inteligencija i digitalni asistenti u obrazovanju

Karácsonyi, Dávid

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:131:464042>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-13**



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

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FILOZOFSKI FAKULTET
ODSJEK ZA INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE ZNANOSTI
Ak. god. 2019./ 2020.

Dávid Karácsonyi

Umjetna inteligencija
i digitalni asistenti u obrazovanju

Diplomski rad

Mentorica: dr. sc. Kristina Kocijan, izv. prof.

Zagreb, 2020.

Izjava o akademskoj čestitosti

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

Dávid Karácsonyi

(potpis)

Sadržaj

Izjava o akademskoj čestitosti	1
Sadržaj	2
1. Uvod	3
1.1. Predmet i cilj rada	3
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja.....	4
1.3. Sadržaj i struktura rada.....	4
2. Umjetna inteligencija.....	6
2.1. Povijest umjetne inteligencije	6
2.2. Umjetna inteligencija danas	9
2.3. Glavna raspodjela sustava umjetne inteligencije	12
2.3.1. Ekspertni sustavi	13
2.3.2. Neuronske mreže – konekcionizam	14
2.3.3. Evolucijski algoritmi.....	16
2.3.4. Inteligentni agenti	17
2.3.5. Inteligentni agenti kao kognitivni alati za edukaciju	18
3. Virtualni asistenti.....	22
3.1. Jill Watson – virtualni asistent u masovnim otvorenim tečajevima na mreži	23
3.2. Beacon - mobilni asistent	27
3.3. Roboti u učionici	29
3.3.1. Elias.....	30
3.3.2. Yuki.....	32
4. Analiza ankete i etička pitanja	35
4.1. Opći podaci	36
4.2. Podaci o studiju	37
4.3. Podaci o poznavanju umjetne inteligencije.....	38
4.4. Stajališta o korištenju programa umjetne inteligencije u obrazovanju	41
4.5. Prednosti i mane implementacije umjetne inteligencije.....	45
4.6. Analiza problema	50
5. Kako će umjetna inteligencija promijeniti obrazovanje?	53
6. Zaključak.....	56
7. Literatura	58
8. Prilozi	66
8.1. Anketa	66
Sažetak.....	71

1. Uvod

1.1. Predmet i cilj rada

Tehnologija umjetne inteligencije iz godine u godinu brzo napreduje, a time i mogućnosti iskorištavanja umjetne inteligencije (UI) u svakoj grani znanosti. Implementacija UI-ja u mobitelima, automobilima ili u obliku osobnih asistenata na gotovo svakom pametnom telefonu postavlja pitanje je li moguće iskoristiti ovu nevjerojatno sofisticiranu tehnologiju u podučavanju čovjeka.

Znanstvenici koji se godinama bave tim pitanjem (Baylor, 1999; Goel i Polepeddi, 2016) došli su do nevjerojatnih, koliko teoretskih, toliko i praktičnih rezultata te su predstavili razne alate koji uz malo modifikacije mogu biti korisni u svakoj učionici, bila ona fizička ili virtualna. S obzirom na pandemijsku situaciju koja je nedavno pogodila svijet, virtualne učionice možda su jedno od najperspektivnijih područja u koje bi svjetsko obrazovanje moglo uložiti rad i novac. Hrvatska u tom pogledu kaska za svijetom ne pokazujući pretjerani interes za razvoj obrazovanja u kojem je uvrštena umjetna inteligencija jer 2020. godine nije financiran nijedan takav projekt.

U radu će se analizirati primjena umjetne inteligencije i njezin utjecaj u današnjoj izvedbi obrazovanja. Fokus u ovom radu bit će primarno na visokoškolskom obrazovanju jer se sveučilišni profesori najviše bave proučavanjem područja umjetne inteligencije, a njihovi studenti svojom interakcijom mogu više pridonijeti razvoju tih programa nego djeca i tinejdžeri. Osim toga prikazat će se kako su pionirske institucije uključile UI u svoj program kako bi olakšale posao ne samo profesorima, već i studentima. Cilj je rada razmotriti pozitivne i negativne strane umjetne inteligencije u obrazovanju, s jedne strane sa stajališta znanosti, s druge strane sa stajališta anketiranih studenata.

1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

Za pisanje teorijskog dijela rada koristiti će se domaća i strana literatura. S obzirom na to da se radi o društveno-tehnološkoj temi koja još nije uzela velikog maha u Hrvatskoj, većina literature bit će strana literatura u obliku znanstvenih i stručnih članaka dostupnih na internetu, kao i opća literatura iz područja umjetne inteligencije i tehnologije općenito.

Budući da tema kojom se rad bavi obrađuje usko područje u obrazovanju, dio literature razmatrat će i mišljenja stručnjaka iz relevantnog područja kojima je cilj implementirati UI u obrazovanje, stvoriti jednu vrstu simbioze između učitelja, studenata i programa na bazi umjetne inteligencije. Na kraju, dio rada bavit će se anketom koja je preispitala stavove studenata iz raznih zemalja diljem svijeta i njihova iskustvima i interakcije s već spomenutom tehnologijom te će se na temelju ankete provesti analiza i procijeniti etički problemi na koje bi se moglo naići uvođenjem ove tehnologije u obrazovanje.

1.3. Sadržaj i struktura rada

Rad je strukturiran u četiri glavne cjeline. U prvom će se poglavlju predstaviti razvoj umjetne inteligencije od njezinih začetaka sve do danas te će se opisati raspodjela glavnih sustava koji se već desetljećima koriste, i to ne samo u obrazovanju. Predstaviti će se i neki od poznatijih programa u svijetu kao i načini na koje oni pomažu institucijama u organiziranju obrazovanja. Tema trećeg poglavlja jest predstavljanje potencijalne iskoristivosti umjetne inteligencije u budućnosti iz futurističkog pogleda uzimajući u obzir mišljenja stručnjaka i dosadašnja postignuća u njezinoj implementaciji. Nakon toga analizirat će se anketa provedena u više država svijeta, predstaviti će se stavovi studenata o tome smatraju li da je umjetna inteligencija u učionici nešto čemu se možemo veseliti ili ipak postoje neki etički razlozi za oprez. U petom poglavlju objasniti će se na koje bi dijelove prilikom razvoja umjetne inteligencije u obrazovanju

čovječanstvo trebalo paziti kako se umjetna inteligencija ne bi koristila u loše svrhe te će biti predstavljeni dobri smjerovi i ciljevi razvoja sustava za pomoć u obrazovanju. Na kraju će se dati zaključak cjelokupnog rada i prikazati smatraju li studenti da se digitalni asistenti trebaju uvesti u obrazovanje.

2. Umjetna inteligencija

2.1. Povijest umjetne inteligencije

Kako bismo mogli shvatiti početak povezivanja računala s pojmom „umjetna inteligencija“, trebamo se vratiti otprilike sedamdeset godina u prošlost, u doba slavnog engleskog matematičara i polihistora Alana Turinga koji 1948. godine izdaje izvještaj pod nazivom *Intelligent Machinery*. U njemu Turing predstavlja mnoge koncepte koji će kasnije postati okosnice polja umjetne inteligencije, kao što je na primjer logički pristup rješavanju problema kao i ideja da se „intelektualna aktivnost sastoji uglavnom od raznih načina pretraživanja“ (Turing i Copeland 2004:354). Time je predstavio nešto što je on nazivao „genetsko ili evolucijsko pretraživanje“, a što se danas naziva **evolucijski algoritam**. U istom je manifestu napisao najraniji opis „igre oponašanja“, danas poznate kao **Turingov test**.

Dvije godine kasnije Turing izdaje rad pod nazivom *Computing Machinery and Intelligence* u kojem opisuje kako treba graditi inteligentne strojeve i, što je važnije, kako testirati njihovu „inteligenciju“. Turing je bio godinama ispred svoga vremena. Predvidio je da će otprilike pedeset godina nakon objave njegova rada ljudi moći programirati računala do te razine da će ispitivači koji budu provodili „igru oponašanja“ imati samo sedamdeset posto izgleda točno utvrditi je li partner s kojim komuniciraju zapravo stroj ili se s druge strane nalazi prava osoba (Turing, 1950).

Turing se često susretao s izjavama znanstvenika koji su pokušali pobiti „sposobnost“ računala da bude inteligentno izlažući razne primjere aktivnosti koje računalo ne može „napraviti“. Kako bi predstavio besmislenost programiranja računala da napravi neke od primjera aktivnosti tijekom kojih ljudi pokazuju svoju „inteligenciju“, odnosno neku sferu postojanja koje računalo nikad neće moći dosegnuti, Turing je uzeo za primjer jednu takvu tezu koja kaže da računala nikad neće moći „uživati u jagodama sa šlagom“

(Turing, 1950:12). Kao odgovor na navedenu tezu tvrdi da bi se računala možda i mogla izgraditi s takvom aktivnosti u cilju, ali bilo koji pokušaj da se to učini bio bi idiotski (Turing, 1950). Ljudi naime trebaju graditi računala kako bi pridonijeli razvoju čovječanstva i olakšali obavljanje zadataka koji se lako mogu izračunati pomoću algoritama.

No kao što je to slučaj kod svakog početka revolucionarne tehnologije, Turing nije mogao sam napraviti veliki skok u području informatike. U njegovo doba računala nisu imala ključan preduvjet za moguću inteligenciju, a to je bila činjenica da nisu mogla spremati naredbe, već su ih samo bila sposobna izvršavati. Druga bitna činjenica bila je ta da je cijena najma računala u to doba iznosila više od dvjesto tisuća dolara na mjesec. Obični ljudi, čak i poznati poput Turinga, nisu si mogli priuštiti takav trošak, a velike kompanije koje su imale pristup računalima nije bilo lako uvjeriti da je strojna inteligencija vrijedna ulaganja (Anyoha, 2017).

Iako je Turing jedan od najpoznatijih predstavnika tehnološkog pokreta novoga doba, naziv „umjetna inteligencija“ ne dolazi od njega, već ga je stvorio John McCarthy kojega često nazivaju ocem umjetne inteligencije. Naziv je nastao kad su ga naveli kao temu seminara na konferenciji u Dartmouthu 1956. gdje je jedan od osnivača bio McCarthy. Tamo je rečena sljedeća važna pretpostavka: „Istraživanje će polaziti na temelju pretpostavke da se svaki aspekt učenja ili bilo koja druga značajka inteligencije u osnovi može toliko precizno opisati da se stroj može natjerati da ju simulira“ (McCarthy *et al.*, 1955:2).¹ Na istoj je konferenciji prikazan program *Logic Theorist* koji je bio stvoren s izravnom namjerom da oponaša vještine rješavanja problema koju posjeduju ljudi (*Logic Theorist - Complete History of the Logic Theorist Program*, n.d.). Osmislili su ga Herbert Simon i Allen Newell, a program su koristili za dokazivanje matematičkih teorema iz drugog poglavlja *Principie Mathematice* (*Logic Theorist - Complete History of the Logic Theorist Program*, n.d.). Danas se taj program smatra prvim programom umjetne

¹ Ovo je slobodni prijevod autora ovog rada koji u izvorniku glasi: „*The study is to proceed on the basis of the conjecture that every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it.*“

inteligencije, kao i začetnikom područja heurističkog programiranja te je tako ostavio velik utjecaj na nadolazeće razdoblje razvoja umjetne inteligencije (*Logic Theorist - Complete History of the Logic Theorist Program*, n.d.).

U idućih nekoliko desetljeća umjetna inteligencija razvijala se i pokazivala obećavajuće rezultate, posebice u području rješavanja problema (engl. *General Problem Solver*) i prepoznavanja prirodnog jezika (ELIZA), što je zaokupilo pozornost američkog ministarstva obrane (Anyoha, 2017). No nakon što je učinjen prvi korak ka stvaranju inteligentnih sustava, počeli su se pokazivati i prvi problemi. Hans Moravec, student Johna McCarthyja, objasnio je da su „računala još uvijek milijunima puta preslaba da pokažu inteligenciju“ (Moravec, 1978, para. 4).

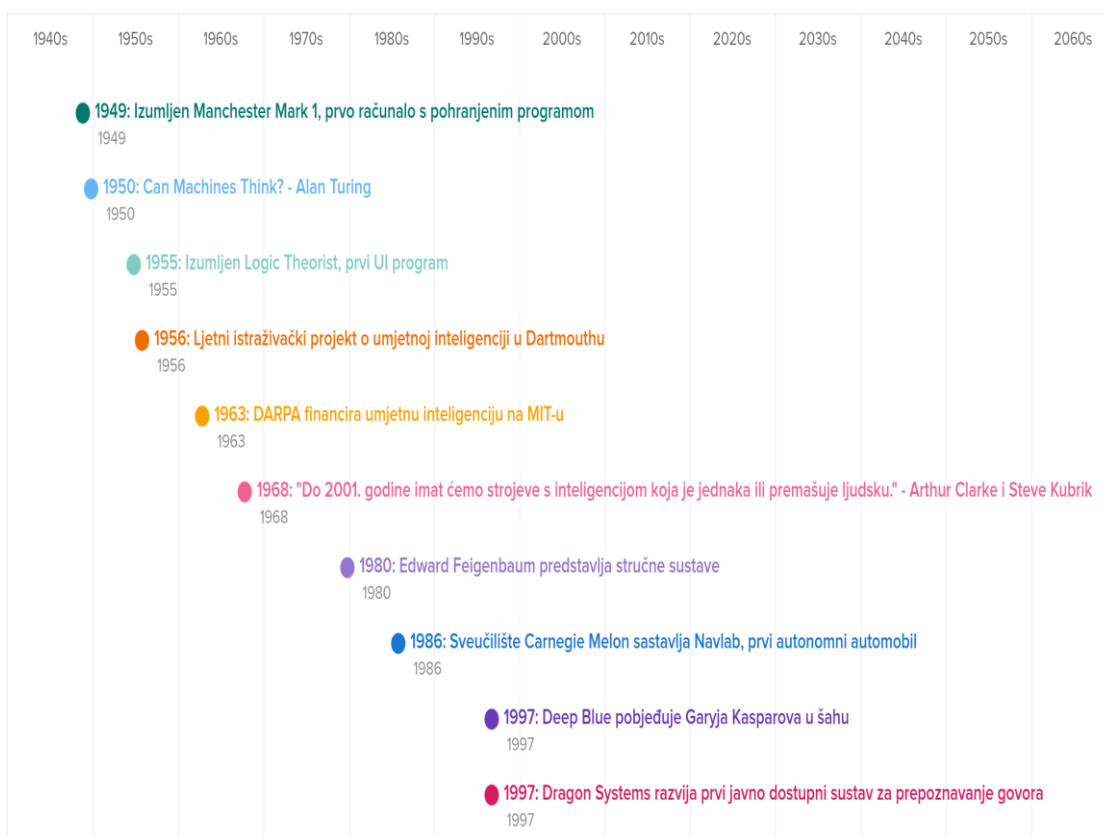
Novi val razvoja umjetne inteligencije došao je osamdesetih godina dvadesetog stoljeća kada su se pojavile dvije velike novosti u svijetu razvoja pametnih računala. John Hopfield² i David Rumelhart³ popularizirali su metodu „dubokog učenja“ što je računalima pomoglo da uče iz iskustva, a Edward Feigenbaum⁴ otkrio je stručne sustave koji su oponašali način donošenja odluka stručnjaka iz pojedinih područja. Na drugoj strani svijeta Japan je ulagao velik novac u stručne sustave i druge podvige vezane uz UI u sklopu njihova projekta *Fifth Generation Computer Project* u sklopu kojeg su namjeravali revolucionirati računalno procesiranje, primijeniti logičko programiranje i općenito razviti umjetnu inteligenciju. Iako većina tih ciljeva nije dostignuta, smatra se da je projekt inspirirao novu generaciju znanstvenika i inženjera u grani umjetne inteligencije. Financiranje projekta stalo je 1990., umjetna inteligencija nije više bila u središtu pozornosti, no upravo su se tada ostvarila najveća postignuća. Razvijen je program za igranje šaha, Deep Blue, koji je pobijedio Garyja Kasparova, što je bio velik

² John Hopfield američki je znanstvenik kome se pripisuje otkriće asocijativne neuronske mreže. Godine 1982. predstavio je rad *Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities*.

³ David Rumelhart bio je američki psiholog i jedan od prvih u svijetu koji je koristio povratno širenje (engl. *backpropagation*) kako bi trenirao neuronske mreže te taj princip prikazao u radu *Learning representations by back-propagating errors*.

⁴ Edward Feigenbaum računalni je znanstvenik koji djeluje u području umjetne inteligencije, često ga se naziva ocem ekspertnih sustava, a zbog svojeg doprinosa u području UI i stručnih sustava 2012. uvršten je među članove Muzeja računalne povijesti (engl. *Computer History Museum*).

korak u razvoju programa koji donosi odluke umjetnom inteligencijom. Iste je godine razvijen i sustav za prepoznavanje govora koji je ugrađen u operativni sustav Windows. To je značilo velik napredak za područje umjetne inteligencije koje se bavi govorom (Anyoha, 2017). Još jedan veliki skok dogodio se kada je predstavljen Kismet, robot koji simulira osjećaje i koristi više senzora kako bi shvatio što ga okružuje i reagirao u skladu s time (MIT team building social robot, 2001). Povijest razvoja umjetne inteligencije s ključnim točkama može se vidjeti na slici 1.



Slika 1. Vremenska lenta razvoja umjetne inteligencije

2.2. Umjetna inteligencija danas

Danas je umjetna inteligencija jedno od područja u koje vlasti i tehnološke kompanije ulažu najviše novca za razliku od nekada. Razvile su se i poddiscipline umjetne

inteligencije, tako da danas možemo govoriti na primjer o strojnom učenju i njegovoj grani – dubokom učenju, robotici i podatkovnoj znanosti. Tehnološkim i industrijskim razvojem također se proširila i sfera područja u kojoj se umjetna inteligencija primjenjuje koristeći jednu ili više svojih poddisciplina.

Danas u upotrebi možemo pronaći autonomne automobile, dostavne robote i dronove, audiosustave i videosustave za prepoznavanje osoba i lica, kao i razne osobne pomoćnike. Takvi sustavi sa svakom novom interakcijom s ljudima uče i shvaćaju potrebe korisnika, s vremenom efektivno automatizirajući svoje radnje nakon čega više neće imati potrebe za ikakvim ulaznim podacima.

Primjene umjetne inteligencije možemo pronaći gotovo svuda oko sebe: najbliži softveri vjerojatno su nam digitalni asistenti poput Appleove Siri ili Amazonove Alexe koji se ponašaju poput pravog, organiziranog digitalnog tajnika koji nam uređuje kalendar, pomaže naći željene informacije, organizirati sastanke i druge administrativne stvari. Takvi sustavi funkcioniraju na principu strojnog učenja, što znači da postaju sve pametniji što više rješavaju zadatke koje im zadajemo.

U području pametnih automobila najpoznatiji proizvođač zasigurno je Tesla čiji su automobili postali megapopularni i poznati po svojoj sposobnosti sigurnog upravljanja vozilima. Štoviše, internetom kruže viralne slike gdje su vozači Tesle fotografirani kako spavaju za volanom na brzim cestama, a automobilu to ne predstavlja nikakav problem (Lee, 2019).

U području rada s korisnicima jedan od popularnih primjera korištenja UI-ja je *Cogito*, algoritam koji analizom razgovora prepoznaje emocije koje čovjek svojim načinom govora nesvjesno izriče (*Leading Emotional Intelligence and Voice Analysis*, n.d.). Na kraju imamo Netflix i Pandoru, sustave za prijenos audio- i videosadržaja koji implementiraju filmove ili glazbu koju korisnik pusti te, koristeći svoje ogromne baze podataka koje se iz dana u dan šire, na temelju prošlih predloženih i ocijenjenih filmova i pjesama analiziraju koji bismo glazbeni naslov ili film idući htjeli čuti ili vidjeti. Najveća prednost ove vrste preporučivanja jest ta što preporuke iz dana u dan postaju točnije i

kvalitetnije, no mana je što se novi filmovi s manje budžeta, kao i manje poznati glazbenici vrlo često utope u moru preporuka koje vode na mnogo poznatije filmove i pjesme (Adams, 2017). Sve se to do prije nekoliko desetljeća moglo pronaći samo u znanstvenofantastičnim knjigama i filmovima, no ubrzani razvoj umjetne inteligencije već je stigao i samo je pitanje vremena kada će umjetna inteligencija sama moći donositi točne odluke.

Veliki razvoj tehnologije za sobom povlači pitanje što zapravo jest, a što nije umjetna inteligencija. Teško je doći do jednostavnog objašnjenja jer ne vidimo svi na isti način što takvi sustavi rade za nas. Tako možemo naići na definiciju da je umjetna inteligencija „umjetni oblik života čija inteligencija nadilazi ljudsku“ (Mantell, 2019, para. 4) – ali budući da ljudska ruka „stvara“ takvu inteligenciju, ne možemo reći da je navedena definicija točna – barem za sada. Općeprihvaćena definicija jest ona da UI predstavlja „korištenje računala kako bi se modeliralo ili oponašalo inteligentno ponašanje, koje se može naći kod ljudi, koristeći algoritme kako bi se to inteligentno ponašanje naučilo i izvodilo uz minimalnu ljudsku intervenciju“ (Mantell, 2019, para. 6).

Profesor Dimiter Dobrev⁵ 2000. godine dao je formalnu definiciju umjetne inteligencije. Potpuno je odvojio pojam znanja od inteligencije i tretirao takav sustav kao sustav koji ništa ne zna, ali je sposoban sve naučiti. Usporedio ga je s ljudskim djetetom, i slično kao što je ljudsko dijete rođeno u svijet o kojemu ništa ne zna, teoretski stavlja jedan takav program u neki arbitrarni svijet. U tom svijetu taj program svojim ponašanjem prolazi kroz određena *S* stanja i tako utječe na svijet u kojem živi i mijenja ga. On umjetnu inteligenciju definira kao „program koji u nekom arbitrarnom svijetu ne bi preživljavao ništa gore od čovjeka“ (Dobrev, 2012:2).

Umjetnu bismo inteligenciju na jednostavan način mogli definirati kao „inteligenciju koju je stvorio čovjek i koja nije nastala prirodnim putem“ (Mantell, 2019, para. 9) tako zapravo povezujući definiciju nečega što je umjetno s pojmom inteligencije. Ali

⁵ Dimiter Dobrev profesor je logike, diskretne matematike, umjetne inteligencije i programskog jezika Prolog na sveučilištu u Sofiji. Autor je mnogih radova iz područja umjetne inteligencije, a jedan od najpoznatijih njegovih radova izdan je 2000. godine pod nazivom *AI – What is this*.

navedena definicija otvara mnoga potpitanja za drugi dio izraza „umjetna inteligencija“, kao na primjer što definira inteligenciju i čime se ona može mjeriti? Vratimo se i na trenutak Johnu McCarthyju koji je izrekao zanimljivu izjavu da „čim umjetna inteligencija radi ono što želimo, više ju nitko ne naziva umjetnom inteligencijom“ (Vardi, 2012:5).

Unatoč svim definicijama, možemo vidjeti da računala još uvijek nisu ni približno fleksibilna za primjenu u više područja znanosti odjednom. Isto tako ne možemo sa sigurnošću tvrditi da su na primjer računalo koje je pobijedilo Garyja Kasparova u šahu ili algoritam koji je pobijedio svjetskog prvaka u Go inteligentniji nego bilo koje autonomno vozilo. Kada bi se ti sustavi stavili u poziciju onog drugog ili bi se postavili da odrađuju neku aktivnost za što nisu programirani, bili bi gotovo beskorisni. Računala su odlična u rješavanju za nas teških zadataka poput teških matematičkih problema, ali kada je riječ o nečemu što je nama jednostavno, poput hodanja, što čovjek čini gotovo automatski, računalo to ne može izvoditi bez konstantne čovjekove intervencije. Ipak, svakodnevno koristimo algoritme za koje i ne znamo da koriste neki od sustava umjetne inteligencije, a za neke od njih često bismo odmahнули rukom kada bi nam netko rekao da su umjetna inteligencija. Ali ako malo bolje razmislimo i shvatimo da je UI svuda oko nas, bilo to u obliku našeg pametnog telefona, kao predložene serije na Netflixu, ili glazba na Spotifyju i Youtubeu, naša bi stvarnost nekome iz sredine prošloga stoljeća izgledala poput znanstvenofantastičnoga filma.

2.3. Glavna raspodjela sustava umjetne inteligencije

Razvojem tehnologije umjetna se inteligencija počela koristiti u gotovo svakom području ljudskog života. Bolnice koriste umjetnu inteligenciju za organiziranje smjena, raspoređivanje kreveta, dijagnosticiranje i liječenje bolesti. Financijske organizacije koriste umjetnu inteligenciju kako bi otkrile prevare vezane uz kreditne kartice, aviokompanije ju koriste za određivanje cijene avionskih karata, naširoko se koristi i u osiguravajućoj, meteorološkoj, inženjerskoj i aeronautičkoj industriji, a sve je popularnija i u obrazovanju kao pomoć profesorima i studentima u obliku robota ili

programa za davanje prijedloga. UI je postala važan dio u području analitike. Sustavi koje pokreće umjetna inteligencija mogu biti neovisni sustavi koji sami donose odluke ili mogu biti uvršteni u neki veći analitički sustav i u njemu obavljati određene zadaće.

Sustavi umjetne inteligencije koji se danas koriste u ljudskim djelatnostima mogu se podijeliti u četiri kategorije:

- ekspertni sustavi
- neuronske mreže
- evolucijski algoritmi
- inteligentni agenti (Haag i Cummings, 2013).

2.3.1. Ekspertni sustavi

Ekspertni sustavi, također se nazivaju i sustavima za upravljanje znanjem, sustavi su koje pokreće umjetna inteligencija kako bi mogućnostima razlučivanja došli do zaključka. Ekspertni se sustavi uglavnom izgrađuju za određeno područje, takozvanu domenu, na primjer medicinski ekspertni sustav koristi se za izdavanje recepata za antibiotike i dijagnosticiranje bolesti, ili u šumarstvu za pomaganje u pošumljavanju područja (Mišljenčević i Maršić, 1991).

Glavne komponente ekspertnih sustava jesu baza znanja, stroj za zaključivanje i sučelje prema korisniku za pretraživanje baze znanja koja se popunjava znanjima stručnjaka iz tog područja. Inženjer znanja organizira informacije stručnjaka u sustav prijedloga, najčešće koristeći obrazac *if-then* (Turing i Copeland 2004).

Stručni sustavi efektivni su zbog toga što su konzistentni pri pružanju rješenja za ponavljajuće probleme i zadatke sve dok algoritmi za zaključivanje ostaju nepromijenjeni. Osim toga pružaju detaljan proces zaključivanja kroz koji prolaze prilikom odgovaranja na problem, a osim toga mogu neprekidno raditi čime nadilaze ljudska ograničenja. Ako ikada neki dio baze znanja sustava zastari ili se izbacila iz opće primjene, stručni se sustav lako može izmijeniti i nadograditi novim znanjem (Das, 2018).

No kao što je to i kod svakog sustava, i stručni sustavi imaju svoje mane. Ne mogu raspoznavati probleme koji nemaju potpune informacije u bazi znanja (Mišljenčević i Maršić, 1991) niti imaju sposobnost „zdravog razuma“ ni kreativnog razmišljanja kada se suoče s neuobičajenim okolnostima jer su sve odluke koje donose zasnovane na skupu pravila zaključivanja koji je programiran u njih (Das, 2018). Također cijena ugradnje i održavanja stručnog sustava dosta je velika, a za kvalitetan rad i nadogradnju sustavu je, osim njegova tvorca, potrebna i stručna osoba s kojom se prilikom nadogradnje baze znanja treba konzultirati, a tek nakon toga može se doći do laboratorijskog širenja baze znanja jer samo neki stručni sustavi omogućuju izravnu izmjenu baze znanja (Mišljenčević i Maršić, 1991).

Usprkos svim nedostacima stručni sustavi imaju mnogo više prednosti. Iz tog se razloga često koriste, između ostaloga i u obrazovanju. Prilikom implementacije u obrazovanje najčešće se koriste za prepoznavanje osobina studenata, analizu učinka studenata, procjenu e-učenja, osnovnu provjeru studentske kompetencije, akademskog savjetovanja, poboljšanje učenja, organiziranje plana nastave, pretpostavljanje učinka studenata i u još mnogo drugih područja (Supriyanto *et al.*, 2018)

2.3.2. Neuronske mreže – konekcionizam

Konekcionizam se razvio iz pokušaja da se shvati kako ljudski mozak funkcionira na neuronskoj razini i kako ljudi uče i pamte. U svojim počecima konekcionizam je bilo znanje izračunavanja uz pomoć mreža umjetnih neurona. Temeljio se na načelima asocijacionizma koja tvrde da su elementi i ideje međusobno povezani iskustvom i da se ta složenost može objasniti skupom jednostavnih pravila. Konekcionizam kao teoriju prvi su predstavili Herbert Spencer, William James i Edward Thorndike na samom početku 20. stoljeća (Petrović, 2013), no prvi takav računalni sustav opisao je Turing 1948. godine u svojem manifestu nazivajući ga „neorganiziranim strojevima“ (Turing i Copeland, 2004:395). Kao primjer dao je naizgled nasumično povezane mreže elemenata koji podsjećaju na biološke neurone. Tako je opisao prve vrste neuronskih mreža kao

„najjednostavnije modele živčanih sustava“ koji bi se mogli organizirati uz pomoć treniranja (Turing i Copeland, 2004:418).

Iz osnova konekcionizma razvile su se prve neuronske mreže ili umjetne neuronske mreže. One su sustavi koji do nekog zaključka dolaze simulirajući sposobnost za klasificiranje pojedinih pojmova a da se ne prolazi kroz prethodno određene opisane korake kako bi došli do rješenja, oponašajući tako biološke neuronske mreže, to jest, način na koji ljudi razmišljaju i dolaze do novih znanja. Prvu su neuronsku mrežu sa 128 neurona 1954. godine pokrenuli Belmont Farley i Wesley Clark (Copeland, 2020). Uspjeli su je istrenirati da prepoznaje jednostavne uzorke, no otkrili su da se prilikom oštećenja neuronska mreža ponaša slično kao mozak: uništenjem do deset posto neurona u istreniranoj neuronskoj mreži učinak mreže nije se promijenio (Copeland, 2020).

Neuronske mreže zbog svoje prirode daju dobre temelje za primjenu i rješavanje problema u različitim područjima ljudskog rada. Jedan od najznačajnijih eksperimenata u području obrade jezika dogodio se 1986. godine kada su David Rumelhart i James McClelland istrenirali neuronsku mrežu da stvara oblike za prošla vremena iz jednostavnih engleskih glagola. Stroj je primio oko četriristo engleskih glagola, a nakon što su ispitivači provukli sve glagole kroz mrežu, sama je mogla stvoriti točan oblik glagola. Danas su neuronske mreže u području obrade prirodnog jezika mnogo razvijenije. Danas postoje primjeri gdje takvi sustavi prepoznaju pisani i izgovoreni tekst koji se može odmah prevoditi na strani jezik (Prasad *et al.*, 2007; Pires *et al.*, 2011; Grad, 2020). Razumijevanje prirodnog jezika još je uvijek jedno od najatraktivnijih područja umjetne inteligencije, stoga se na njemu radi i dandanas (Copeland, 2020).

Osim obrade prirodnih jezika, neuronske su mreže pogodne i za vizualno percipiranje likova i linija. Jedan od najpoznatijih, i najkontroverznijih slučajeva u ovom području zasigurno je trenutačna situacija u Kini gdje je implementiran sustav **Face++** s umjetnom inteligencijom koji prepoznaje ljudska lica i sve radnje koje ljudi poduzimaju, pritom im dodjeljujući „društvene bodove“ za ponašanje. Impresivno je koliko informacija jedan takav sustav može prikupljati i donositi odluke kome dodijeliti bodove. No kako je to

najpoznatiji sustav za prepoznavanje lica na svijetu na kojem radi tristo tisuća razvojnih programera iz sto pedeset zemalja svijeta, njegove će se mogućnosti vrlo vjerojatno samo proširivati i primjenjivat će se u sve širem području svakodnevnog života (Marr, n.d.).

2.3.3. Evolucijski algoritmi

Evolucijski su algoritmi sustavi bazirani na umjetnoj inteligenciji koji prate metodu pokušaja i pogreške sličnu procesu evolucije što vodi do razvoja dobrog rezultata, odnosno kroz svaku generaciju stvara se sve optimiziranije rješenje nekog problema. Drugim riječima: nalazi kombinacije ulaznih podataka koji daju najbolje izlazne podatke. Kako bi došli do svojih rezultata, evolucijski algoritmi koriste tri različita koncepta evolucije:

1. **selekcija** – preživljavanje najjačih s ciljem da se da prednost boljim rezultatima
2. **križanje** – kombinacija raznih dijelova dobrih rezultata u nadi da će rezultat u idućoj generaciji biti još bolji
3. **mutacija** – nasumično isprobavanje kombinacija i analiza uspjeha (ili neuspjeha) rezultata (Mišljenčević i Spasojević, n.d.).

Evolucijski su algoritmi najuspješniji u okruženjima gdje postoji jako velik broj mogućih rješenja nekog problema, što znači da ovakvi algoritmi mogu simulirati i analizirati rješenja inteligentno i mogu izračunati mnogo više mogućnosti brže i detaljnije nego što to može napraviti čovjek.

Kako bi evolucijski algoritam dolazio do rezultata koje želimo vidjeti, potrebno mu je reći što sadrži „dobro“ rješenje kako bi algoritam znao na što treba obraćati pozornost prilikom simulacija (Haag i Cummings, 2013). Jedno od popularnih područja korištenja ove vrste algoritama je treniranje navigacije robota i izbjegavanja njihovih sudara s preprekama, kako možemo vidjeti u primjeru Istraživačkog laboratorija pomorskog centra u Washingtonu (Schultz, 1994). Kao mjera predostrožnosti test se prvo odvijao u

virtualnoj simulaciji jer bi greške u stvarnim sustavima bile preskupe ili opasne. Sustav koji laboratorij naziva *SAMUEL* ima određene skupove pravila koji se odnose na robotove senzore i koji, prilikom dolaska u kontakt s podražajem koji odgovara pravilu, određuju radnju koju bi robot trebao poduzeti. Tijekom svakog ciklusa u kojem se robot nalazi u nekoj određenoj situaciji, čitač provjerava trenutačno stanje senzora kako bi našao pravilo koje odgovara stanju u kojem se robot nalazi. Svaki se ciklus ponavlja sve dok se neki zadatak ne riješi ili ne bude neuspješan, što utječe na promjenu pravila prilikom nove generacije (Schultz, 1994).

2.3.4. Inteligentni agenti

Roesler i Hawkins (1994) inteligentne agente opisali su kao neovisne računalne programe koji djeluju unutar softverskih okruženja kao što su operativni sustavi, baze podataka ili računalne mreže. Oni su sustavi koji pomažu ili djeluju umjesto nas dok radimo repetitivne zadatke na računalima. Jedan od najpoznatijih primjera inteligentnih agenata bila je spajalica *Clippy* iz Microsoft Worda 97. koja je korisnicima davala prijedloge za vrijeme njihova rada ovisno o tome što su u određenom trenutku učinili. Na primjer, ako korisnik napiše riječ „Dragi/Draga“, *Clippy* je pretpostavio da će korisnik početi pisati pismo te mu je dao odgovarajuće savjete za pisanje pisma (Baylor, 1999).

Inteligentni se agenti primjenjuju za vrlo širok spektar zadataka, a dijele se u četiri skupine:

- **informacijski agenti**
- **nadzorni agenti**
- **agenti za rudarenje informacijama**
- **korisnički agenti** (Haag i Cummings, 2013).

Informacijski agenti pretražuju neku zadanu informaciju i vraćaju je korisniku. Najpoznatija primjena ovih agenata jesu takozvani *buyer* agenti, odnosno „*shopping* botovi“. Primjena takvih agenata može se vidjeti na Amazonovim stranicama kada

prilikom kupnje „iskoče“ proizvodi koji bi se kupcu mogli svidjeti, ovisno o tome što se nalazi u košarici ili što je do tada kupljeno.

Nadzorni agenti, još ih se naziva i prediktivnim agentima, inteligentni su agenti koji neprestano nadziru i izvještavaju o nekom skupu informacija (Haag i Cummings, 2013).

Agenti za rudarenje informacijama djeluju u skladištu podataka i otkrivaju značajne informacije. Skladište podataka skuplja informacije iz mnoštva raznih izvora, a agenti prolaze kroz sve te podatke i traže informacije koje se mogu efektivno koristiti za određeni cilj. Jedna od najčešćih vrsta rudarenja podacima jest klasifikacija koja pronalazi uzorke u informacijama i kategorizira ih u klase. Budući da je prepoznavanje uzoraka jača strana neuronskih mreža, ne čudi da su one dio mnogih sustava za rudarenje podacima (Haag i Cummings, 2013).

Korisničke agente još se naziva i osobnim agentima, a služe tome da poduzimaju radnje umjesto korisnika. Toj skupini pripadaju agenti koji provjeravaju elektronsku poštu i sortiraju je po postavljenim kriterijima, u računalnim igrama u ulozi su protivnika, automatski ispunjavaju obrasce na internetu i s korisnicima razgovaraju o raznim životnim temama (Haag i Cummings, 2013).

2.3.5. Inteligentni agenti kao kognitivni alati za edukaciju

Osim što služe za obavljanje i automatiziranje računalnih zadataka, inteligentni se agenti mogu koristiti i u obrazovanju kao alati koji bi studentima olakšali proces učenja. Lajoie i Derry (1993) kognitivne alate opisuju kao „mentalne i računalne uređaje koji potpomažu, vode i proširuju proces razmišljanja studenata“, a korištenje inteligentnih sustava dijele u dvije skupine:

1. korištenje sustava kao kognitivnog alata za stimuliranje studenta da sam prati i dijagnosticira svoj učinak
2. korištenje sustava kao inteligentnog učitelja.

Glavni problem nalazi se u ograničavanju sustava da ne počne misliti umjesto učenika, već da učenik počne razmišljati sam za sebe, i to što efektivnije. Kako bi

inteligentni agent najbolje potpomogao proces učenja, nužno je da učenik aktivno koristi sustav kao kognitivni alat umjesto da pasivno pusti agentu da sam izvlači informacije. Na taj način alat zapravo stvara okruženje u kojem je učenik primoran više i dublje razmišljati o problemu, a alat služi da potakne učenika da se uključi u analizu svojih kognitivnih procesa.

Inteligentni agent također može biti razvijen kako bi analizirao učenikov pristup pojedinom zadatku, izgradio bazu podataka načina na koje je već pokušao riješiti problem i sukladno tome dao prijedlog boljih strategija za rješavanje pojedinog zadatka.

Gledajući inteligentne agente kao alate u edukaciji, Baylor predlaže njihovu primjenu u tri područja:

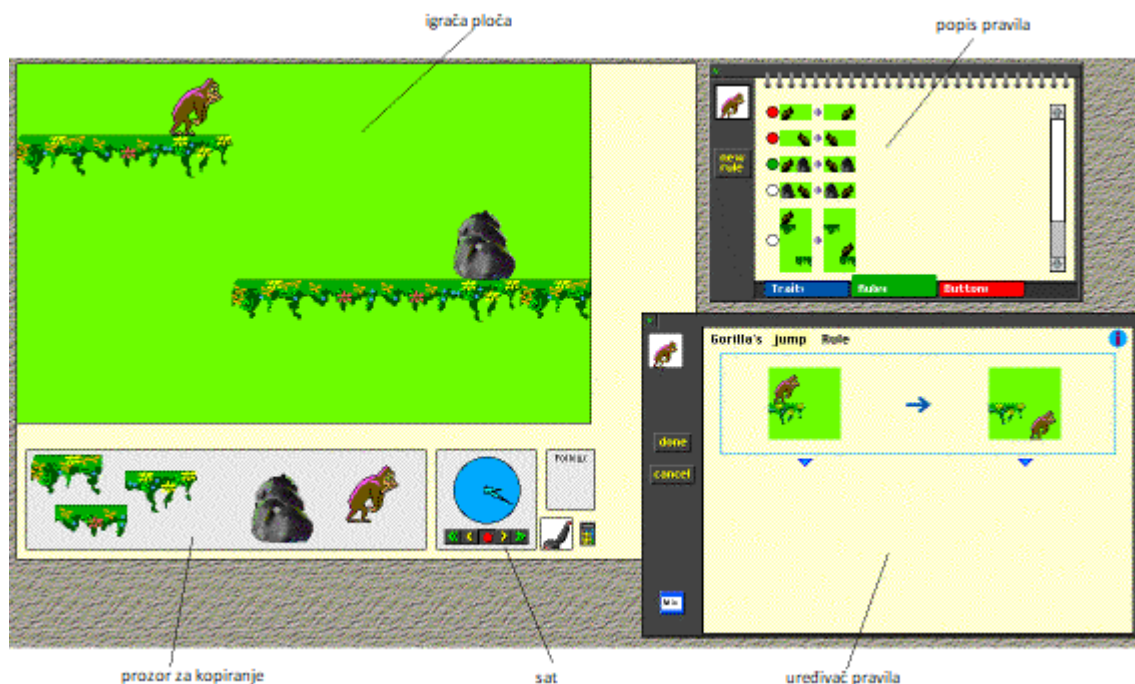
1. upravljanje velikim količinama informacija
2. agent u ulozi pedagoškog stručnjaka
3. stvaranje programskog okruženja u kojem učenik sam gradi agenta (Baylor, 1999).

Kada govorimo o upravljanju velikim količinama informacija, velika potencijalna iskoristivost inteligentnih agenata u obrazovanju filtriranje je mnoštva informacija i njihovo uređivanje i pripremanje ovisno o specifikacijama učenika. U tom bi slučaju učenik mogao odabrati što sve želi naći, a agent bi mogao neovisno odraditi svoje procese i krajnji rezultat dostaviti učeniku. Kahn i Cerf (1988) takve agente koji prolaze kroz izbor informacija nazivaju „knowbotovima“.

Kada je inteligentni agent u ulozi pedagoškog stručnjaka, može nadzirati i procijeniti kada i kako treba intervenirati kod učenika (na primjer, kada treba nešto dodatno objasniti, pomoći ili dati povratnu informaciju). Takav odnos između sustava i učenika može se opisati kao kognitivno naukovanje u kojem učenik radi na svom učinku dok surađuje sa stručnjakom, odnosno inteligentnim agentom. U takvom bi slučaju poželjna situacija bila da kako učenik napreduje i razvija svoje sposobnosti, tako inteligentni agent polako iščezava iz prvog plana i dopušta učeniku da preuzima više inicijative. Iako ova metoda ima mnogo mana budući da inteligentni agenti nisu toliko fleksibilni kao

ljudski učitelji, koncept obećava sve više kako se emocionalna i pedagoška znanja implementiraju u tehnologiju (Baylor, 1999).

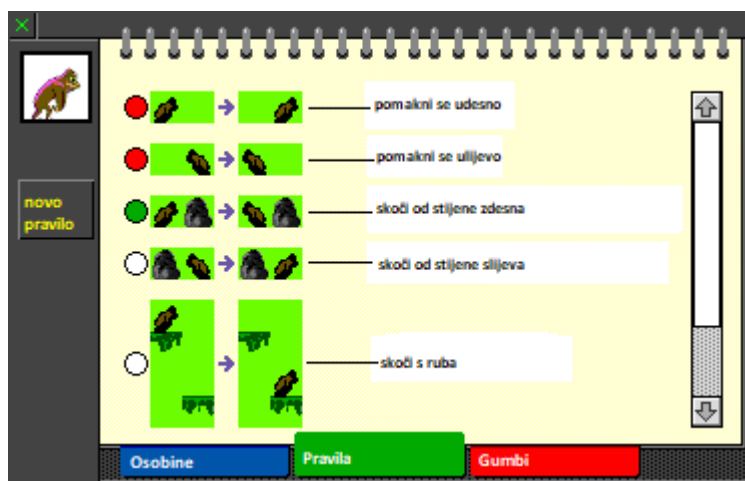
Posljednja u nizu mogućih iskoristivosti inteligentnih agenata jest stvaranje i podučavanje inteligentnog agenta. Kearsley (1993) predlaže ugradnju agenta u programsko okruženje koje bi omogućavalo učeniku da nauči kako narediti agentu da riješi zadatak po volji studenta. Smith, Cypher i Spohrer (1997.) stvorili su grafičko sučelje za program *KidSim* koji je namijenjen djeci i odraslima bez programerskog iskustva kako bi naučili stvarati i uređivati ponašanje simulacija ovisno o zadatku i tako naučili programirati i istraživati dinamičke odnose između objekata. Slike 2 i 3 prikazuju izgled tog grafičkog sučelja i pravila za određene naredbe.



Slika 2. Izgled glavnog sučelja programa *KidSim*⁶

Izvor: <http://acypher.com/Publications/CACM/KidSimCACM.html>

⁶ Opisi pojedinih prozora slobodan su prijevod autora ovog rada koji u izvornom obliku u smjeru kazaljke na satu glase: game board, list of rules, rule editor, clock, copy box



Slika 3. Prikaz objašnjenja pravila koje program prati⁷

Izvor: <http://acypher.com/Publications/CACM/KidSimCACM.html>

⁷ Opisi pojedinih prozora slobodan su prijevod autora ovog rada koji u izvornom obliku odozgo prema dolje glase: move right, move left, bounce off a rock to right, bounce off a rock to left

3. Virtualni asistenti

Napredak tehnologije sve više otvara mogućnost za implementaciju umjetne inteligencije u obrazovne ustanove, a situacija s globalnom pandemijom koronavirusa 2020. godine pokazala je da bi svaki obrazovni sustav teoretski mogao funkcionirati ako bi se odlučilo da se nisko, srednje i visoko obrazovanje odluči održavati iz udobnosti doma kako za učenike tako i za predavače. Sa stajališta zaposlenja eksponencijalni rast broja ljudi na Zemlji znači da uvijek postoji potreba za novim učiteljima, a umjetna inteligencija možda može ponuditi dobro rješenje za taj problem. Već se pretpostavlja da će se implementacija umjetne inteligencije u američkom obrazovnom sektoru povećati za 47 % do 2022. godine (*Artificial Intelligence Market in the US Education Sector 2018-2022*, 2018). Suradnja UI-ja i ljudskih učitelja ne samo da bi uštedjela na financijskim resursima koji dolaze sa zapošljavanjem sve većeg broja učitelja, već bi svakom učitelju uštedjela dragocjeno vrijeme koje je potrebno da se učenicima pruži dobro obrazovanje.

Jedan od bitnih čimbenika kada se govori o obrazovanju jest pristup učenju koje učenik ima prema gradivu: ne uči svako dijete na jednak način niti svako dijete ima tendenciju aktivnog sudjelovanja u nastavi. Često je jedino rješenje tog problema održavanje lekcija „jedan na jedan“, ili odlazak na instrukcije. Programi bazirani na umjetnoj inteligenciji pružili bi svakom učeniku pojedinačni pristup gradivu koji bi mu pomogao da svlada znanje potrebno za pojedine predmete (Lynch, 2018), a programi poput algoritma izdavačke kuće *Cram101*⁸ i *JustTheFacts101*⁹ koriste umjetnu

⁸ Cram101 izdavač je koji koristi svoj program baziran na umjetnoj inteligenciji kako bi izvukao najvažnije informacije iz udžbenika i radnih knjiga i na temelju njih stvorio novu, efektivniju knjigu zajedno sa zadacima za najbolje zadržavanje znanja. Kao prednost navode i to da jedna njihova radna knjiga košta kao samo djelić cijene udžbenika koji provuku kroz svoj program.

⁹ JustTheFacts101 naziv je algoritma kompanije *Content Technologies Inc.* koja se bavi razvojem umjetne inteligencije, a specijalizira se za automatizaciju proizvodnje, poslovnih procesa te instruktivni dizajn i aplikativna rješenja za sadržaj. Aktivni su i u području obrazovanja te isto kao i Cram101 koriste umjetnu

inteligenciju kako bi gradivo iz udžbenika i radnih bilježnica sveli na štivo koje se lako može naučiti (Blythe, 2018).

Na način sličan navedenim programima inteligentni sustavi podučavanja (engl. *intelligent tutoring systems*) stvaraju personalizirani plan rada koji se mijenja ovisno o studentovu učinku. Neki od vodećih primjera takve tehnologije nalaze se na institutu Carnegie Learning (*MATHiaU*) i sveučilištu Carnegie Mellon (*iTalk2Learn*). *MATHiaU* je sustav koji pruža lekcije i povratne informacije u realnom vremenu učenicima u visokom obrazovanju, a cilj mu je potpuno zamijeniti kolegije koji pružaju dopunsku nastavu (*Math Learning Software | MATHiaU by Carnegie Learning*, n.d.), dok *iTalk2Learn* nadzire mlađe učenike (od 5 do 11 godina) i bilježi njihov napredak, duševno stanje i kognitivne kompetencije dok uče matematiku (*iTalk2Learn*, n.d.), a razvojem tehnologije planira se da takav sustav stvori cjeloživotnu personaliziranu platformu za učenje (Blythe, 2018). Postoje inteligentni sustavi koji su dobili veliku pažnju javnosti zbog svojih uspjeha i vrlo je moguće da će upravo oni biti pioniri svoje vrste u području uporabe umjetne inteligencije u edukaciji.

3.1. Jill Watson – virtualni asistent u masovnim otvorenim tečajevima na mreži

Razvoj interneta omogućio je studentima diljem svijeta da pristupe tečajevima koje nude razne institucije, a o popularnosti i efikasnosti tih tečajeva možemo zaključiti iz statistike koja kaže da se u 2016. godini više od pedeset osam milijuna studenata upisalo na više od šest tisuća osamsto online tečajeva koje pruža više od sedamsto institucija (Goel *et al.*, 2016), a taj je broj danas mnogo veći (110 milijuna studenata, 13,5 tisuća tečajeva, više od 900 institucija) (Shah, 2019). Iako takvi tečajevi pružaju odličnu mogućnost za stjecanje znanja kojem na drugi način ne bi bilo moguće pristupiti, znanje

inteligenciju za optimiziranje radnih knjiga i udžbenika. Na svojoj stranici pišu: „Pomoću vlastitog AI-ja možemo kreirati obrazovne sadržaje po cijeni kojoj nema ravne. Naši AI sustavi zajedno s dvadeset zaposlenika mogu stvoriti isto što i veliki izdavač koji ima tisuću zaposlenih. Rušimo barijere troškova i dokazali smo da AI može proizvesti bolji sadržaj za manje vremena, i to uz samo djelić cjelokupnog troška.“

koje studenti zadrže na kraju jednog takvog tečaja je upitno, a glavni razlog tome može se pripisati nedostatku interaktivnosti između studenta i profesora te je to jedan od glavnih ciljeva na kojemu se treba raditi kada se razmišlja o unapređenju takvog načina prenošenja znanja (Goel *et al.*, 2016).

Velik broj studenata onemogućuje da se profesor osobno posveti svakomu od njih, osim neizravno, putem materijala koji se pruža prilikom obrade lekcija. Kao primjer profesori Goel i Polepeddi uzimaju virtualni tečaj instituta Georgia Tech pod nazivom *Introduction to Computing* koji ima dvije sekcije: jedna je namijenjena izabranim studentima instituta koji prilikom prolaska kroz tečaj osim materijala za nastavu imaju mogućnost u bilo kojem trenu posavjetovati se s tri asistenta. Druga je sekcija namijenjena bilo kome tko se preko interneta upiše na tečaj, no ti pristupnici imaju mogućnost savjetovati se samo s materijalima koji su uključeni u nastavu, što ih već u početku stavlja u lošiji položaj u odnosu na prvu skupinu. Profesori Goel i Polepeddi nadalje navode da bi devedeset devet posto studenata druge skupine imalo značajnu korist od ljudske pomoći u nastavi, no daju pretpostavku da ako bi jedan asistent bio podijeljen na pedeset učenika, to bi značilo da bi samo za njihov tečaj bilo potrebno više od milijun asistenata za pedeset osam milijuna studenata upisanih na tečajeve 2016. godine. Postavlja se pitanje kako je moguće pružiti adekvatnu pomoć studentima koji se upisuju na online tečajeve (Goel *et al.*, 2016).

Georgia Tech University u svom programu nudi lokalnu i virtualnu nastavu za predmet *Knowledge based AI* u sklopu svojeg diplomskog programa *Online Masters of Science in Computer Science*. Studenti upisani u studij imaju pristup forumu na kojem postavljaju pitanja i rješenja zadataka vezanih uz studij, a profesor Goel i njegov mali tim asistenata odgovaraju na ta pitanja, a zadatke ocjenjuju i ostavljaju povratnu informaciju. Ispostavilo se da je online zajednica studenata bila mnogo aktivnija nego onaj dio studenata koji je nastavu pohađao na fakultetu. Online grupa imala je tri puta više upisanih nego lokalna grupa, a broj objava na forumu premašio je brojku od dvanaest tisuća objava (u usporedbi s lokalnom grupom koja je na forum objavila manje

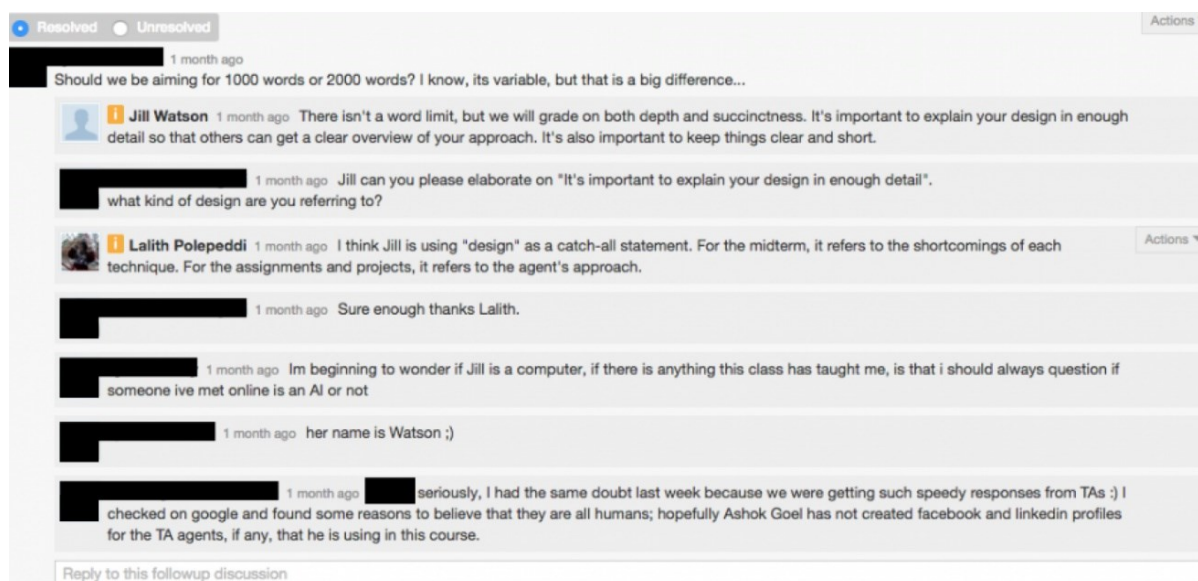
od dvije tisuće puta). To je predstavilo problem predavačima koji nisu imali dovoljno vremena pružiti kvalitetne odgovore u prihvatljivom vremenu, no primijetili su da studenti često postavljaju ista pitanja iz tjedna u tjedan te su došli na ideju virtualnog asistenta koji bi mogao iskoristiti podatke iz već postavljenih pitanja da sam odgovori na njih, što bi ljudskim asistentima dalo više vremena da riješe kompleksnija pitanja (Goel *et al.*, 2016).

Na scenu dolazi virtualna asistentica Jill Watson, točnije tri iteracije programa koji pomaže profesorima pri vođenju nastave u sklopu predmeta KBAI (*Knowledge based AI*). Dobila je ime Watson jer je tim koji je radio na prvoj iteraciji programa dobio prava od IBM-a za korištenje aplikacijskog programskog sučelja *Bluemix* koje je korišteno u programiranju Watsona.¹⁰ Isto tako kada je došao red na drugu iteraciju, nakon što su studenti shvatili da je Jill samo algoritam (prikazano na slici 4), Goel je sa svojim suradnicima odlučio drugu verziju algoritma nazvati Stacy Sisko. Prva verzija, odnosno Jill, ostala je aktivna i preimenovali su je u Lana Brauna (Goel *et al.*, 2016). Algoritmi druge iteracije koristili su IBM-ovo programsko sučelje i, za razliku od prve iteracije koja je koristila epizodičnu memoriju iz prethodnih semestara, novi algoritmi koristili su semantičke procese bazirane na konceptualnim prikazima, na primjer, Stacy je analizirala pojedinačne studentske objave u kojima se predstavljaju profesorima, dijelove objave rasporedila bi u koncepte i na temelju njih stvorila indeks na temelju kojeg bi ispisivala relevantne odgovore. U trećoj iteraciji algoritam se vraća na epizodičnu memoriju. Jill, sada Liz Duncan / Cassidy Kimball, koristi memoriju iz prethodnih semestara, no također pitanja studenata organizira u pojedine koncepte i koristi ih kao indekse kako bi izvukla relevantni odgovor iz epizodične memorije pitanja razvrstanih u kategorije (Goel *et al.*, 2016).

Zaključno, Goel piše da je prvotna motivacija za razvoj Jill bila ta da bude dio edukativne tehnologije u potpori za učenje. Također navodi da koristi implementiranu

¹⁰ Program je dobio ime Jill po jednom studentskom projektu naziva „Pitaj Jill“ (engl. *Ask Jill*) koji je greškom nazvan tako. Vjerovalo se da se žena osnivača IBM-a zvala Jill, iako se u stvarnosti zvala Jeannette. Za ostale nazive nije pronađeno jesu li ime dobili po nekoj određenoj osobi ili ne.

umjetnu inteligenciju kako bi autonomno odgovorila na često postavljana studentska pitanja razne tematike te pružila dobrodošlicu studentima na forumima (Goel *et al.*, 2016). Primjer razgovora studenata i Jill na forumu možemo vidjeti na slici 4. On Jill smatra eksperimentom u razvoju inteligentnih agenata koji koriste umjetnu inteligenciju za tehnološki orijentirane domene, odabranu demografiju i vrlo ciljano okruženje interakcije između računala i čovjeka u kojem je čovjeku jako teško napraviti razliku između odgovora ljudskog stručnjaka i umjetne inteligencije. U skladu s tim, tim je vidio da je prijelaz s epizodične memorije na semantičko procesiranje koje uzima u obzir konceptualne prikaze bio korak u pozitivnom smjeru ka pokrivanju spektra pitanja na koje algoritam može odgovarati. Jill Watson pokus je u kolaboraciji čovjeka i umjetne inteligencije, a predmet KBAI postao je mikrodruštvo u kojem ljudi i inteligentni agenti zajedno mogu djelovati (Goel *et al.*, 2016).



Slika 4. Interakcija između studenata i Jill Watson

Izvor: Goel i Polepeddi, 2016.

3.2. Beacon - mobilni asistent

„Chatbotovi“ nisu nova tehnologija. Već ih se godinama koristi za pojednostavljivanje komunikacije između stručnjaka i korisnika u raznim institucijama te najčešće služe tome da se problem brže identificira ili, ako je moguće, riješi bez uključivanja stručnjaka. No što se tiče implementacije „chatbotova“ u obrazovanju, Sveučilište u Staffordshireu 2019. godine odlučilo je predstaviti novog „digitalnog prijatelja“, prvog svoje vrste u Ujedinjenom Kraljevstvu, kojemu je svrha pružati potporu studentima tijekom njihova obrazovanja (*Introducing Beacon – a digital friend to Staffordshire University students!*, 2019).

Za razliku od Jill, Beacon će studentima pomagati u obliku mobilne aplikacije i svaki ga student može instalirati. Beacon također studentima pruža personaliziraniji uvid u njihove zadatke: daje informacije o studentskim kolegijima, omogućava kontakt s takozvanim „osobnim mentorima“ koje utjelovljuju profesori fakulteta, no, kao i Jill, pruža informacije na otprilike četiristo čestih pitanja vezanih uz postrojenja na kampusu, usluge pomoći kao i ostale svakidašnje informacije koje su relevantne za studente.

Osim za pomoć pri organizaciji radnih zadataka, Beacon je izgrađen kako bi poticao studente na efektivno učenje za što bolje razvijanje potrebnog znanja te njegovo dugoročno zadržavanje. Osim toga, vicekancelarka iz ureda za studentska iskustva kaže kako će im „ova nova aplikacija pomoći da izgrade pozitivne odnose sa studentima i čak filtrirati one studente kojima treba dodatna potpora“ (*Introducing Beacon – a digital friend to Staffordshire University students!*, 2019, para. 5). Interakcija između studenata i Beacona održava se tekstualnim porukama ili putem glasovnog razgovora, na što dobiju opciju prilikom spajanja na sustav, a kao što je slučaj i s drugim sustavima, što ga studenti više budu koristili, to će on postajati „pametniji“. Jedan od profesora, Martin Jones, dodaje da na sveučilištu znaju da većina studenata provodi mnogo vremena na internetu te da imaju izraženu potrebu za trenutačnim odgovorima na svoje upite i tu Beacon zapravo dolazi do izražaja jer studentima omogućava interakciju i pruža trenutačne odgovore na sva njihova pitanja. Sa sveučilišta također kažu da planiraju

implementaciju vremenskih podsjetnika za pojedinačne kolegije i prijedloge za knjige i druga korisna pomagala pri učenju (*Introducing Beacon – a digital friend to Staffordshire University students!*, 2019).

Beacon je bio toliko uspješan projekt da je prozvan najboljim neprofitnim projektom 2019. godine na stranici *Digital Technology Leaders Awards* (URL: <https://event.computing.co.uk/digitaltechnologyleaderawards/en/page/home>), a po riječima Andrewa Proctora, direktora digitalnih usluga na Sveučilištu u Staffordshireu, „ovo je samo početak Beaconovih sposobnosti i utjecaja. Čvrsto vjerujemo da je to početak jednog od najkreativnijih i najinovativnijih razvoja u području višeg obrazovanja koje će omogućiti osoblju i studentima da preobrazu iskustvo studiranja“ (*UK's first AI digital student coach wins national technology award, 2019*, para. 10). Korištenje Beaconove aplikacije, najčešća pitanja i najkorištenije značajke prikazani su na slici 5.



Slika 5. Statistički podaci o aplikaciji *Beacon* Sveučilišta u Staffordshireu

Izvor: <https://www.insidehighered.com/blogs/student-affairs-and-technology/university-deploys-chatbot-technology-enhance-student>

3.3. Roboti u učionici

Popularna kultura u zadnjih nekoliko desetljeća formirala je prikaz robota kao tehnologiju koja će se sigurno koristiti u svakom području života, od pomaganja u kući, vožnje automobila, rada u velikim industrijama pa sve do ispunjavanja zadataka životnog partnera, glavnog savjetnika na međuzvezdanim misijama i slično. Isto tako među ljudima postoji veliki strah da će roboti zamijeniti mnoge poslove koji se daju automatizirati. I dok je istina da će inteligentni strojevi (možda ne u obliku humanoidnih robota na kakve smo navikli u filmovima) zamijeniti velik broj jednostavnih poslova, obrazovanje je područje oko kojeg postoje podijeljena mišljenja. Jedna strana smatra da će roboti potpuno preuzeti zadatak održavanja predavanja i ocjenjivanja pismenih i usmenih radova, dodatno navodeći kako već postoje roboti koji obavljaju tu ulogu (*Professor Robot – why AI could soon be teaching in university classrooms*, 2019). Drugi tvrde da će roboti u predvidivoj budućnosti imati ulogu jedino asistenta u nastavi, nikada neće potpuno zamijeniti učitelje (*Robots will never replace teachers but can boost children's education*, 2018), ispravljat će jednostavne i repetitivne ispite i zadatke koji ne zahtijevaju ljudsku maštovitost, čime će uvelike olakšati rad profesora (*Robots will never replace teachers but can boost children's education*, 2018).

Pozitivne strane društvenih robota u ulozi agenata za podučavanje: proračuni škola se smanjuju, potreba za sve većom personalizacijom kurikula za djecu s posebnim potrebama dobra su podloga za ovakve robote koji pružaju pomoć pri učenju „jedan na jedan“. U usporedbi s virtualnim asistentima roboti imaju nezgodnu manu toga što hardver nije jeftin, no istraživanja su pokazala da su roboti bolji kada zadatak zahtijeva interakciju sa stvarnim svijetom, na primjer kada se vježba rukopis ili neki sportski pokret. Osim toga, fizički roboti kod korisnika će izazvati društvenije ponašanje i korisnici često više uživaju u interakciji s robotom nego s virtualnim asistentom. Sama fizička

prisutnost robota nekim je korisnicima dovoljna da bolje razumiju gradivo i zapamte ga, isto kao što svojom fizičkom prisutnošću potiče na djelovanje za razliku od virtualnih agenata (Belpaeme *et al.*, 2018).

Jedno od rješenja koje se pruža jest implementacija robota kao posrednika između učenika i učitelja. Jedan eksperiment stavio je robota u poziciju savjetnika tijekom igre kroz koju su učenici prolazili. Robot je igraču dijelio savjete, podsjećao ga da obraća pažnju na resurse koji su mu na raspolaganju te ga fizički i verbalno poticao. Na početku robotove prijedloge prati učitelj te ga korigira u njegovim odlukama kako bi djetetu pružio dobro iskustvo, no s vremenom robot uzima u obzir odluke koje mu je učitelj predložio, a kako se može iščitati iz učiteljeva komentara, robot je donosio sve bolje odluke koje je učitelj prihvatio kao točne (Senft *et al.*, 2019).

No pri izgradnji robota učitelja za skupine studenata postoje tehničke prepreke na koje možemo naići. Prva od njih je ta da sustavi umjetne inteligencije još nemaju dovoljno razvijenu društvenu podlogu koja se može naći kod profesora. Roboti bi trebali točno moći razumjeti sve što korisnici, u ovom slučaju učenici izgovore, ili bilo kakvu interakciju započnu. Taj je element ljudskosti jako teško simulirati jer svaka osoba ima drukčiji način na koji razgovara, recimo neke osobe koriste sleng, sarkazam, ironiju, a put kojim se robotika razvija još ne otkriva rješenje za navedeni problem. Osim toga, kao društveno orijentiran tehnološki sustav robot bi trebao moći prepoznati govor tijela svakog od svojih učenika, kao i njihove izraze lica, događaje koji nisu matematički utemeljeni, a sve nabrojeno mora uzeti u obzir kada treba prijeći na teži problem ili na novu lekciju, što je nekad komplicirano i za ljudske učitelje (Belpaeme *et al.*, 2018).

3.3.1. Elias

Finska je poznata kao zemlja s jednim od najrazvijenijih obrazovnih sustava što se vidi po njihovu odnosu prema profesorima, kurikulumu koji se mijenja u skladu s novim znanjima i fokusom na podučavanje vještina umjesto znanja (*Education lifted Finland out of poverty, says professor Kirsti Lonka*, 2018). Zbog toga ne treba začuditi kada se pročita

da su škole u Finskoj u svojim učionicama počele testirati i robote. U školama finskog grada Tamperea može se naići na društveno-obrazovnog robota Eliasa koji profesorima pomaže pri podučavanju jezika i matematike, a svoje zadatke može obavljati na 23 različita jezika (*Elias Robot - Bring fun to the classroom | Language Learning | Robots*, n.d.). Elias je pravi obrazovni robot s nultom tolerancijom na nasilje i s mogućnošću poticanja studenata na učenje. U centru njegova sustava nalaze se sljedeće programirane osobine kojima se može pohvaliti:

- pruža sigurno i neutralno učenje – Elias nikada neće osuđivati ili ismijavati učenike ako naprave pogrešku
- nikada se neće umoriti od repetitivnih zadataka – kako i priliči jednom robotu
- postavlja pitanja sukladno učenikovoj razini znanja – Elias može personalizirati brzinu podučavanja prema razini i brzini učenja pojedinog djeteta, nešto što može biti teško i za većinu iskusnih profesora
- potiče studente da aktivno sudjeluju u učenju
- pruža povratne informacije profesorima (*Elias Robot - Bring fun to the classroom | Language Learning | Robots*, n.d.).

No Eliasa još uvijek pokreće prva verzija sustava i nema sumnje da će se u sljedećim generacijama njegove sposobnosti znatno promijeniti. Za sada je njegov izgled još uvijek jednostavan i kompaktan, što se može vidjeti na slici 6.



Slika 6. Elias

Izvor: <https://twitter.com/EliasRobotCom>

3.3.2. Yuki

Yuki je robot koji već dvije godine redovito radi na njemačkom sveučilištu Philipps u Marburgu. Trenutačno djeluje kao asistent profesoru Jürgen Handke, profesoru koji je poznat kao jedan od pionira u korištenju robota u obrazovanju i jedan je od prvih profesora na svijetu koji je počeo koristiti robota kao asistenta u nastavi. Yuki još uvijek nije potpuno samostalan robot, još uvijek treba pomoć pri dolasku u učionicu (*Meet Germany's First Robot Lecturer | DW | 23.02.2019, 2019*). Patrick Heinsch zaslužan je za programiranje i upravo zahvaljujući njemu Yuki konstantno uči i napreduje svoje znanje. Yuki umjetnu inteligenciju koristi i za učenje i podučavanje, a u videoprikazu (*Meet Germany's First Robot Lecturer | DW | 23.02.2019, 2019*) Yuki drži predavanje iz engleske lingvistike, no ono je samo jedno od područja u kojem drži predavanja. Osim što je uveo Yuki u proces nastave, profesor Handke pruža malo drugačiji pristup učenju

novog znanja: studentima se za svako pitanje pruža određeno vrijeme potrebno za rješavanje zadatka. U tom vremenu mogu slobodno koristiti mobitel i tablete za pronalazak točnog odgovora. Na taj način treniraju vještinu pronalaska informacija i njihovo razumijevanje umjesto da prate standardni način učenja. Profesor Handke vjeruje da podučavanje s profesorom u centru pažnje nije učinkovito, već cijeni interaktivni pristup uz pomoć tehnologije koji može provoditi samo zahvaljujući Yuki; robot sam vodi nastavu, pokreće i mijenja prezentacije i računa vrijeme dok se profesor može potpuno posvetiti studentima jer se robot brine za sve tehničke stvari. Osim toga, s vremena na vrijeme brine se za konzultacije sa studentima, izvještava ih o njihovu napretku i statusu ispita i studija. Yuki još uvijek nema dovoljno razvijenu umjetnu inteligenciju, ne može odgovarati na spontano postavljena pitanja, već samo na ona koja su prije unesena u njegov sustav (*Meet Germany's First Robot Lecturer | DW | 23.02.2019, 2019*).

Studenti su podijeljenog mišljenja, neki smatraju da je Yuki dobra motivacija za nastavu i da im pomaže da se opuste tijekom rješavanja zadataka, dok drugi govore da nema nikakve razlike između robota i virtualnog softvera s robotskim glasom koji bi djelovao kao program u pozadini. Osim studenata, postoje profesori koje brine Yukijeva pojava. Osjećaju se ugroženo jer smatraju da će za nekoliko godina dobiti otkaz jer neće biti potrebe za njihovim znanjem ako roboti budu mogli preuzeti sve zadatke podučavanja.

Yuki sam tvrdi da postoje tri razloga zašto bi se roboti trebali koristiti na sveučilištima:

1. mogu olakšati posao predavačima
2. mogu preuzimati monotone zadatke
3. mogu savjetovati studente (*Meet Germany's First Robot Lecturer | DW | 23.02.2019, 2019*).

Handke ima nove planove za svog robota u učionici. Cilj mu je naime razviti robota do te mjere da svako jutro s njim može izravno razgovarati i na početku svakog nastavnog dana zajedno dogovarati koje će procedure robot provoditi za određeni razred, odnosno

koje će nastavno gradivo obrađivati ili ispitivati (*Meet Germany's First Robot Lecturer | DW | 23.02.2019, 2019*).

Sir Anthony Seldon, stručnjak za obrazovanje, smatra da će roboti u idućih deset godina biti u mogućnosti prepoznavati izraze dječjeg lica i čak analizirati njihov mozak kako bi se mogli prilagoditi brzini njihova učenja (Rouhiainen, 2018). Neke škole u Kini već koriste tehnologiju za prepoznavanje dječjeg lica i ta tehnologija svakih trideset sekundi profesorima savjetuje kako optimizirati ili personalizirati načine podučavanja. Štoviše, Seldon tvrdi da će u budućnosti inteligentni asistenti i roboti studente pratiti kroz sve godine njihova školovanja. To će im omogućiti da se jako dobro upoznaju sa studentima i tako otkriju bolje načine za pružanje motivacije i personaliziranog učenja. S druge strane takav razvoj tehnologije mogao bi profesore staviti u drugi plan, više ne bi imali ulogu predavača, već nadgledatelja ili mentora (Rouhiainen, 2018). Na slici 7 se vidi Yuki u primjeni u učionici.



Slika 7. Yuki u učionici

Izvor: https://twitter.com/juergen_handke

4. Analiza ankete i etička pitanja

U sklopu rada provedeno je i studentsko istraživanje u obliku javne ankete pod naslovom ***Artificial intelligence in education***. Cilj ankete bio je analizirati i usporediti stavove studenata o implementaciji umjetne inteligencije u nastavu. Uz to ispitala se već postojeća razina prisutnosti umjetne inteligencije sa stajališta studenata koji studiraju na raznim fakultetima i raznim smjerovima.

Analiza u sklopu istraživanja za potrebe rada provedena je od 23. travnja do 8. kolovoza 2020. godine. Nastojalo se pokriti ne samo područje Republike Hrvatske, već i ostalih zemalja svijeta, sveukupno njih jedanaest (uključujući i Hrvatsku). Anketu je ispunilo sveukupno 348 studenata.

Budući da je cilj bio prikupiti informacije iz više zemalja, anketa je provedena na engleskom jeziku kako bi svi sudionici mogli jasno razumjeti pitanja i sukladno tome odgovoriti. Istraživanje je provedeno anonimno, a ispitanici su na početku upoznati sa svrhom istraživanja, kao i kratkim uvodom u razvoj tehnologije i umjetne inteligencije u području obrazovanja.

Anketnim upitnikom prikupljali su se

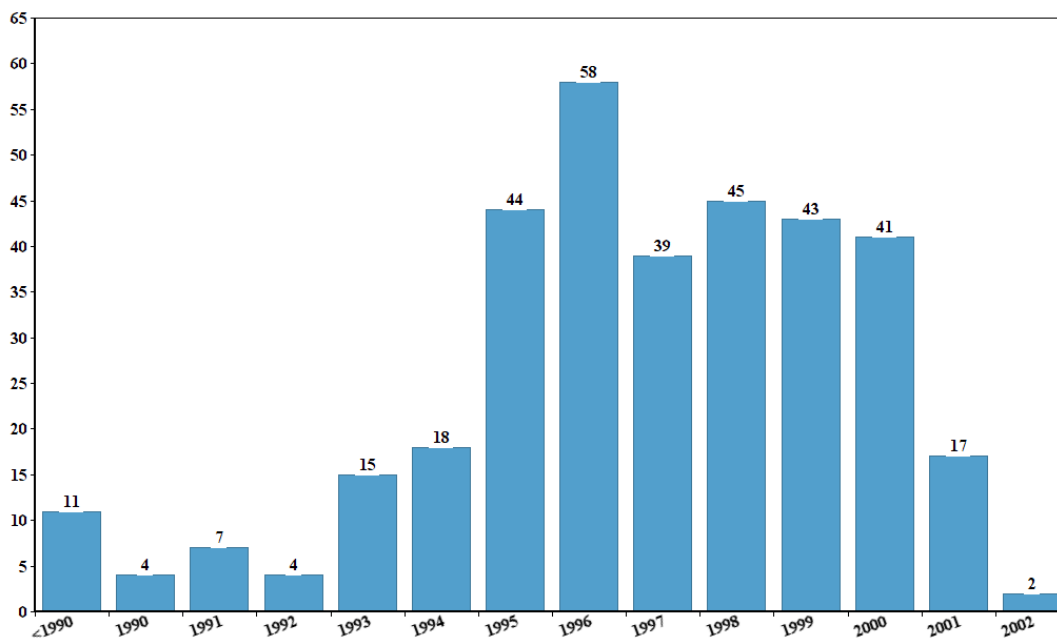
- **opći podaci** (spol, godina rođenja)
- **podaci o studiju** (zemlja u kojoj ispitanici studiraju, područje studija)
- **podaci o poznavanju umjetne inteligencije** (jesu li imali kolegije vezane uz učenje o umjetnoj inteligenciji; što im prvo padne na pamet kada čuju pojam „umjetna inteligencija“; znaju li koriste li njihova obrazovna institucija umjetnu inteligenciju u svrhu poboljšanja obrazovanja; jesu li se ikad susreli s UI sustavom koji pomaže u obrazovanju; koriste li forume ili slične medije kako bi pronašli informacije o studiju)
- **stajališta o korištenju programa umjetne inteligencije u obrazovanju** (bi li htjeli imati UI sustave koji bi im pomagali u obrazovanju, ako da, koje sustave i zašto, a ako ne, zašto ne bi htjeli)

- **prednosti i mane implementacije umjetne inteligencije u visoko obrazovanje** (što smatraju pozitivnim stranama uvođenja nekih od navedenih vrsta UI sustava u obrazovanje; u kojim bi situacijama bilo dobro imati inteligentnog pomoćnika, a u kojima ne bi).

4.1. Opći podaci

Od ukupno 348 ispunjenih obrazaca veći dio populacije bio je ženskog spola, njih 75,6 %, a muškaraca je bilo 24,4 %.

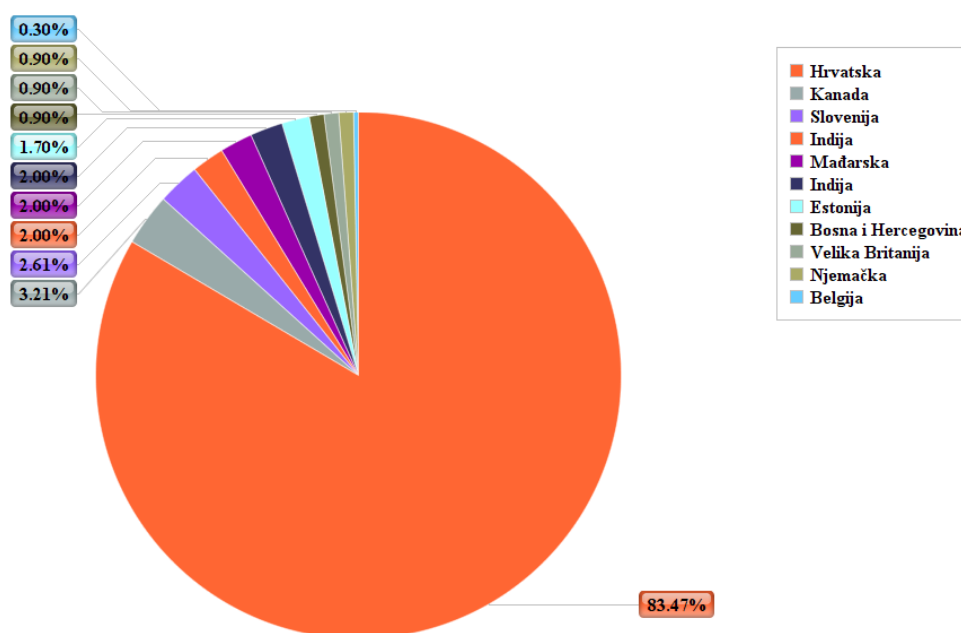
Na grafikonu 1 možemo vidjeti godine rođenja ispitanika koji su sudjelovali u anketi. Od 348 sudionika najviše se ispitanika rodilo između 1995. i 2000. godine. Godine 1996. godine rodio se najveći broj ispitanika, njih 58. Najmanje je ispitanika iz 2002. godine, njih dvoje, a ispitanika rođenih 1994. i ranije ima sveukupno 58.



Grafikon 1. Podjela ispitanika prema godini rođenja

4.2. Podaci o studiju

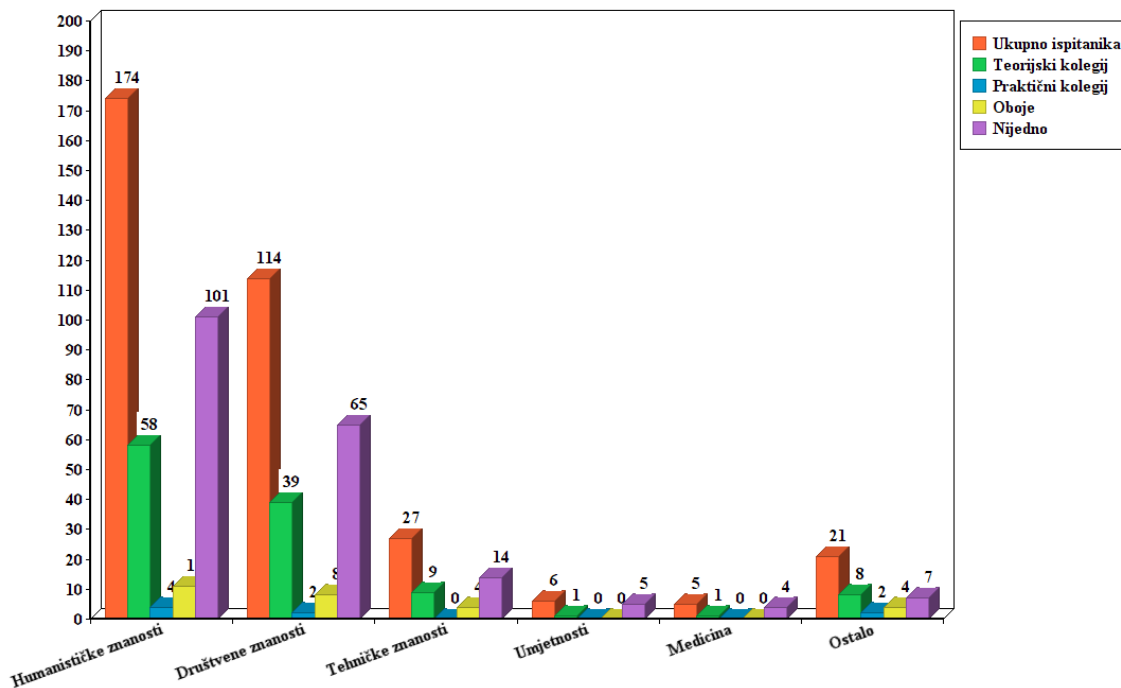
Najviše sudionika dolazi iz Hrvatske (83,3 %), no osim Hrvatske zastupljene su još i Kanada (3,2 %), Slovenija (2,6 %), Italija (2 %), Indija (2 %), Mađarska (2 %), Estonija (1,7 %), Bosna i Hercegovina (0,9 %), Ujedinjeno Kraljevstvo (0,9 %), Njemačka (0,9 %) i Belgija (0,3 %). Na grafikonu 2 možemo vidjeti tortni prikaz rasporeda ispitanika po zemljama.



Grafikon 2. Tortni prikaz zemlje studiranja ispitanika

Najveći broj sudionika studira na raznim područjima humanističkih znanosti (oko 40 % ukupnih ispitanika), zatim slijede studenti društvenih znanosti (oko 32 %). Studenti tehničkih usmjerenja čine samo 16,9 % ukupnih ispitanika, dok najmanji broj čine studenti umjetnosti (2 %) i medicinskih usmjerenja (1,5 %). Oko 6 % studenata studira na ostalim usmjerenjima.

Grafikon 3 prikazuje odnos između studijskih područja ispitanika i njihove dosadašnje susrete s umjetnom inteligencijom u sklopu njihova obrazovanja, odnosno jesu li slušali teorijske ili praktične kolegije vezane uz umjetnu inteligenciju.



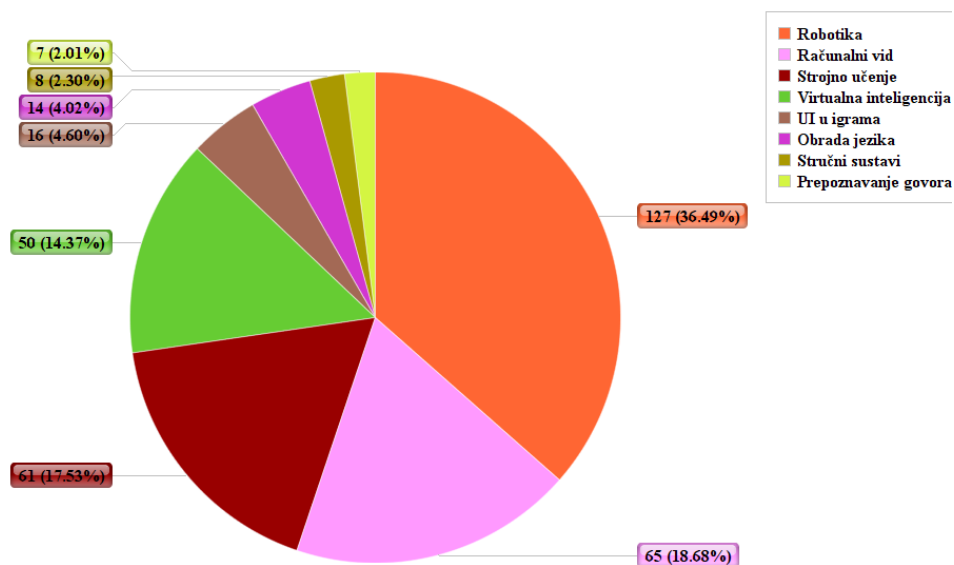
Grafikon 3. Prikaz prisutnosti UI kolegija na pojedinim studijskim grupama

4.3. Podaci o poznavanju umjetne inteligencije

Kako smo mogli vidjeti na Grafikonu 3, na pitanje o tome jesu li sudionici ikada učili o umjetnoj inteligenciji, bilo putem praktičnog ili teorijskog kolegija, 56,6 % sudionika odgovorilo je da se nije susrelo s temom umjetne inteligencije, 33 % ih je imalo teorijske kolegije, a najmanji dio (2,3 %) imao je praktične kolegije ili laboratorije. 7,8 % svih ispitanika slušalo je i teorijske i praktične kolegije.

Šestim se pitanjem nastojalo provjeriti što ljudima prvo prođe kroz glavu kada čuju pojam „umjetna inteligencija“. Daleko najveći postotak ispitanika (36,2 %) pojam povezuje s robotikom, slijede ga računalni vid (18,7 % ispitanika), strojno učenje (17,5 %) i virtualna inteligencija (14,4 %). Razmjerno malen broj ispitanika (4,6 %) naveo je umjetnu inteligenciju u videoigrama kao prvi izbor, a obrada prirodnog jezika bila je izbor samo 4 % ispitanika. Stručni sustavi (2,3 %) i prepoznavanje jezika (2 %) bili su

izbori najmanjeg broja ispitanika. Odnos ispitanikovih odabira možemo vidjeti na tortnom grafikonu 4.



Grafikon 4. Asocijacija na pojam „umjetna inteligencija“

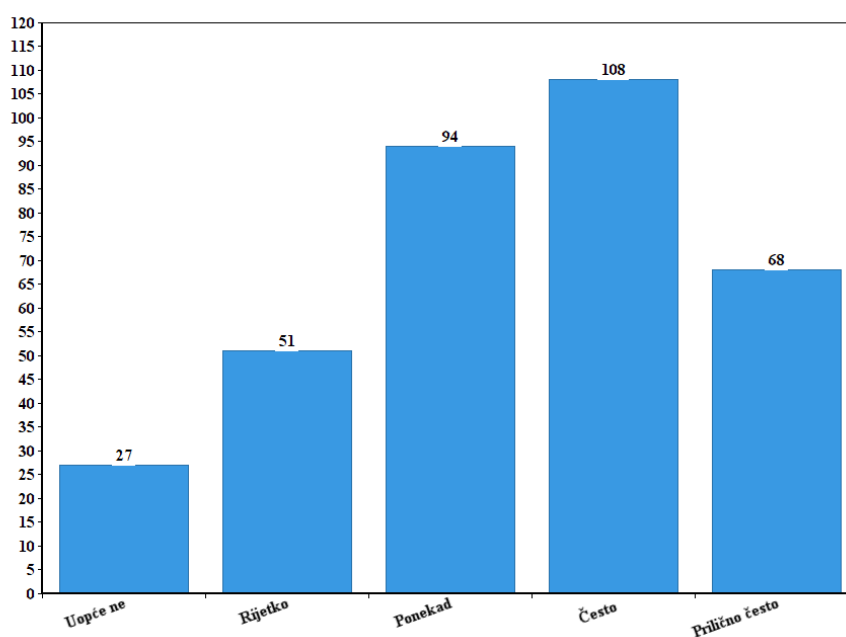
Na pitanje koristi li njihova obrazovna institucija UI u svojim programima, većina ispitanika označila je da nije svjesna te činjenice (61,8 %), 31,9 % označio je da ne koristi, a samo 6 posto označilo je da njihova škola koristi neku vrstu umjetne inteligencije za potrebe obrazovanja. Iduće pitanje traži od onih ispitanika koji su označili da njihova obrazovna institucija koristi neku vrstu UI-ja, neka nabroje, ako znaju, koje sustave koristi. 4,2 % ispitanika označilo je Translator dodatak za Microsoft PowerPoint¹¹, a mali broj ispitanika upisao je da njihova škola koristi OCR programe¹² i Loomen¹³ kao alat za pomoć pri učenju.

¹¹ Microsoft je 2017. godine na konferenciji Build predstavio novi dodatak za Powerpoint koji u realnom vremenu izgovoreni tekst, odnosno tekst koji se nalazi na slajdovima u prezentaciji prevodi na odabrani jezik koristeći algoritme temeljene na umjetnoj inteligenciji (Shum, “Microsoft Build 2017”).

¹² OCR programi postoje već nekoliko desetljeća, a kompanije su tek u posljednjih nekoliko godina počele koristiti algoritme na bazi umjetne inteligencije kako bi osigurali preciznost i točnost prepoznatog teksta uz pomoć strojnog učenja i računalnog vida.

Iduće pitanje ispitalo je susrete ispitanika s nekim UI programom koji pomaže u školstvu, tako je 5,5 % ispitanika odgovorilo da je imalo kontakta s UI sustavom koji pomaže pri organiziranju vremena i zadataka, 8,3 % označilo je da je imalo susret s nekom vrstom robota, a najviše ispitanika koji su pozitivno odgovorili (14,4 %) označilo je da je imalo susret s „chatbotom“. 77,6 % ispitanika napisalo je da nije imalo susret s nikakvim UI programom.

Iduća tri pitanja vezana su za korištenje foruma i sličnih portala radi informiranja o kolegijima i saznavanja informacija vezanih za pojedina predavanja. Deseto je pitanje provjeravano na Likertovoj ljestvici (vrijednosti se kreću od 1 = „uopće ne“ do 5 = „prilično često“) koriste li ispitanici forume ili slične medije kako bi saznali informacije vezane uz predavanja i kolegije. Samo mali broj ispitanika, njih 7,8 % uopće ne koristi medije kako bi prikupili informacije, dok ih većina studenata koristi često (31 %) ili prilično često (19,5 %). Raspodjelu odgovora možemo vidjeti na grafikonu 5.



Grafikon 5. Učestalost korištenja foruma i sličnih medija radi informiranja

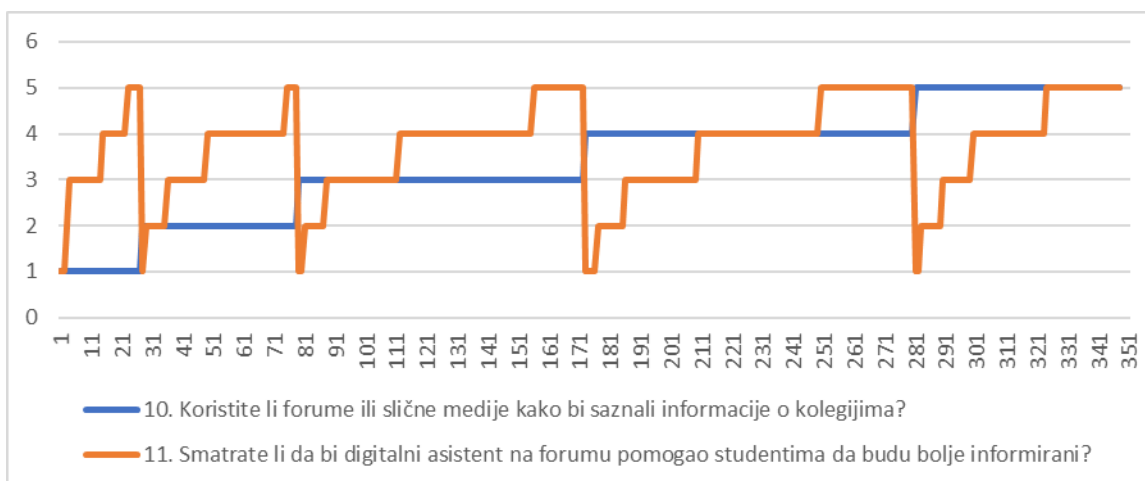
¹³ Iako Loomen kao sustav za upravljanje učenjem putem interneta predstavlja dobar korak ka razvoju virtualne učionice, ne može se reći da je on sustav baziran na umjetnoj inteligenciji. On je samo alat koji profesorima služi za postavljanje dokumenata, zadataka, online ispita i drugih sadržaja.

4.4. Stajališta o korištenju programa umjetne inteligencije u obrazovanju

Kada se u jedanaestom pitanju na Likertovoj ljestvici od jedan do pet (vrijednosti se kreću od 1 = „uopće ne“ do 5 = „jako“) provjeravalo misle li ispitanici da bi implementacija virtualnog asistenta koji bi pružao odgovore i informacije na forumu pomogla studentima u boljem informiranju o zadacima i kolegijima, odgovori su bili velikom većinom pozitivni: samo 3,2 % ispitanika misli da implementacija takvog asistenta ne bi uopće pomogla, a 8,9 % misli da ne bi puno pomogla. Ostatak ispitanika smatra da bi to bilo neutralno ili pozitivno iskustvo. Kako možemo vidjeti iz grafikona 6 koji uspoređuje odgovore na 10. i 11. pitanje, ispitanici koji su označili da ne koriste forume, uglavnom su smatrali da bi digitalni asistent na forumu bio od koristi studentima. To za sobom povlači više pretpostavki:

- studenti koji inače uopće ne koriste ili rijetko koriste forume, počeli bi ih koristiti jer bi znali da u svakom trenu mogu doći do brzog odgovora a da ne moraju duboko pretraživati
- ti isti studenti smatraju da na forumu trenutačno ne mogu naći dovoljno informacija ili da je to zastarjela tehnologija te da informacije mogu na bolji način saznati negdje drugdje.

S druge strane, studenti koji češće koriste forume (između ostalog imaju i veću zasićenost studenata iz stranih država) misle da takav asistent ne bi napravio neku značajnu promjenu kada bi bio implementiran na forumu. Iz toga se može postaviti hipoteza da su forumi dovoljno dobro organizirani i nude sve informacije koje trebaju nekom studentu, a u drugu ruku da bi implementacija digitalnog asistenta bila samo nepotrebno trošenje novca ako je za saznanje informacija potrebno uložiti samo malo vremena i truda.

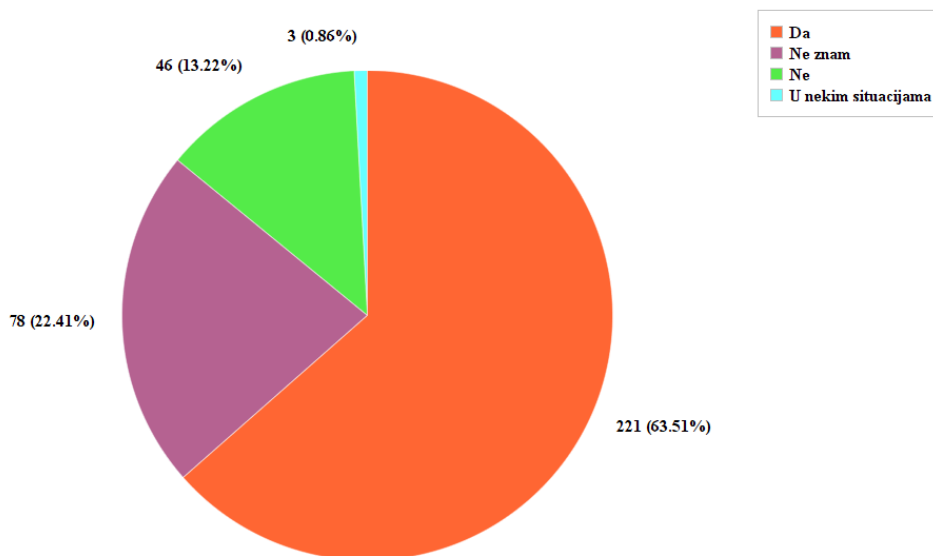


Grafikon 6. Usporedni prikaz korištenja foruma i dojam o učinkovitosti asistenta na forumu

Ispitanici su svoje odgovore obrazložili na sljedeći način: 68,4 % ispitanika smatra da bi takav virtualni asistent pomogao studentima da uštede na vremenu, 52,3 % njih smatra da bi na taj način mogli doći do točnijih informacija nego prije. 33,3 % smatra da bi zbog digitalnog asistenta studenti češće koristili forume, a 28,7 % ispitanika misli da bi implementacija takve tehnologije mogla biti dobar način za promoviranje tehnološkog razvoja obrazovne institucije. S druge strane, iako u malom broju, ima ispitanika koji smatraju da takav sustav nikad ne bi mogao zamijeniti odgovore stvarnih ljudi te da bi se diskusija na forumu bazirala jedino na frekventnosti odgovora asistenta.

Cilj idućeg pitanja bio je saznati koliki bi postotak ispitanika želio imati UI sustav kojim bi se mogli služiti i od kuće, kao što je na primjer osobni asistent na mobilnom telefonu. Većina ispitanika (63,5 %) odgovorila je pozitivno, dok su u manjini (13,2 %) oni koji smatraju da im takav sustav ne treba. Više je ispitanika (22,4 %) koji nisu sigurni bi li takav sustav bio dobra ideja ili ne. Grafikon 7 brojčano prikazuje kako postoji mnogo više studenata koji bi voljeli imati pristup nekoj vrsti digitalnog asistenta. Među pozitivnim odgovorima nalazi se najviše studenata iz stranih država, što znači da bez obzira na moguću veću/manju razvijenost obrazovnog sustava nego u Hrvatskoj, studenti bi voljeli

na više načina imati dodir sa svojom obrazovnom institucijom i imati bolji pristup informacijama.

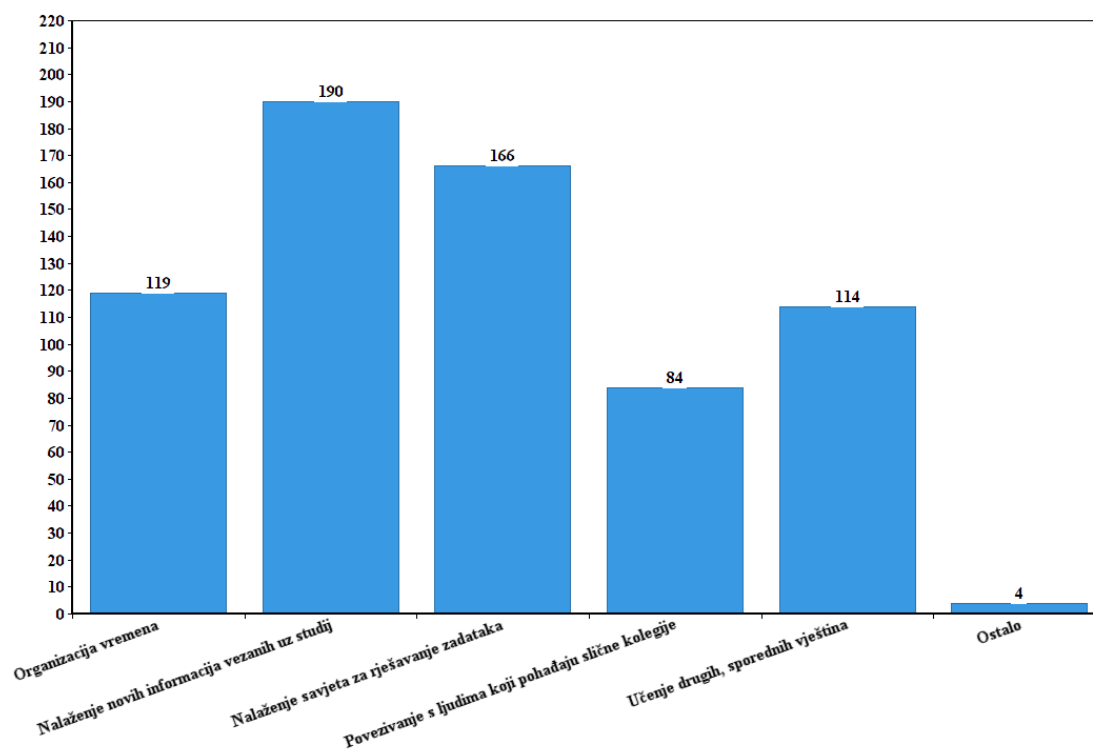


Grafikon 7. Prikaz interesa za korištenje digitalnog asistenta

Ispitanici koji smatraju da ne bi htjeli koristiti takvog asistenta svoje su odgovore obrazložili na različite načine. Najviše ispitanika smatra da im takav asistent nije potreban, no da u isto vrijeme umjetna inteligencija još nije razvijena do te mjere da bi takav asistent mogao pomoći sa svim pitanjima koja bi eventualno zanimala studente te bi se u tom slučaju konzultacije s profesorom zapravo pokazale kao bolje i jednostavnije rješenje. Velik dio ispitanika smatra da bi korištenje takvog pomagala dovelo do tog da se ne bi trudili oko svojih obaveza onoliko koliko bi htjeli ili jednostavno ne bi zapamtili informacije jednako dobro kao kada bi ih odlučili pronaći samostalno. Smatraju da bi korištenjem aplikacije izgubili priliku za vježbanje organiziranja vremena te da kada sami prolaze kroz prepreke koje ih s vremenom dovedu do potrebne informacije, mogu mnogo više toga naučiti, ovako bi informacije bile „previše dostupne“. Cijena je također čimbenik zbog kojeg pojedini ispitanici smatraju da se ne bi isplatilo stvarati takav alat, a

neki ispitanici napisali su i da takav odnos između čovjeka i programa umjetne inteligencije smatraju jezivim.

Iduće pitanje promatralo je drugu skupinu ispitanika, sve one koji su na pitanje implementacije UI sustava odgovorili s „da“ (njih 260), a potpitanje koje slijedi provjerava za kakve bi potrebe koristili takvog asistenta. Najviše ispitanika slaže se da bi asistent bio koristan kada bi trebalo pronaći nove informacije vezane uz studij te savjete i načine za rješavanje praktičnih zadataka koje moraju riješiti za kolegij. Podjednak broj glasova dobilo je korištenje asistenta za organizaciju vremena i učenje sporednih vještina nevezanih za konkretno područje studija kojim se studenti bave. Najmanje ispitanika (ali ipak 32,3 %) reklo je da bi takav sustav koristili za povezivanje s ljudima koji se bave istim područjem ili studiraju na sličnim kolegijima. Na sljedećem grafikonu možemo vidjeti odabire (postojala je mogućnost višestrukog odabira) studenata kojima bi digitalni asistent poslužio.



Grafikon 8. Područja korištenja digitalnog asistenta

54 % ispitanika smatra da bi korištenje takva asistenta bilo korisno i da bi organizacija učenja te slanje povratnih informacija u vezi sa zadacima pozitivno utjecalo na razvoj organizacije predavanja u usporedbi s načinom koji im se trenutačno pruža. Oni koji smatraju drugačije, navode da nema potrebe za time da umjetna inteligencija organizira sat ili ispravlja zadatke. Također misle da UI nikad neće moći zamijeniti ljudske instrukcije ili povratne informacije koje profesor može dati, a neki smatraju da se mogu sami organizirati dovoljno dobro te da bi UI bio samo beskoristan program. Našao se i ispitanik koji je dao odgovor kako bi takav sustav bio od više koristi profesorima, pružajući tako pogled iz druge perspektive. Isti ispitanik navodi jedan jasan problem što se tiče objektivnog ocjenjivanja dugačkih, „kreativnih“ odgovora: „Čini mi se da bi problematično bilo i objektivno davanje povratnih informacija, osobito ako je riječ o esejičkim zadaćama ili ispitnim pitanjima.“

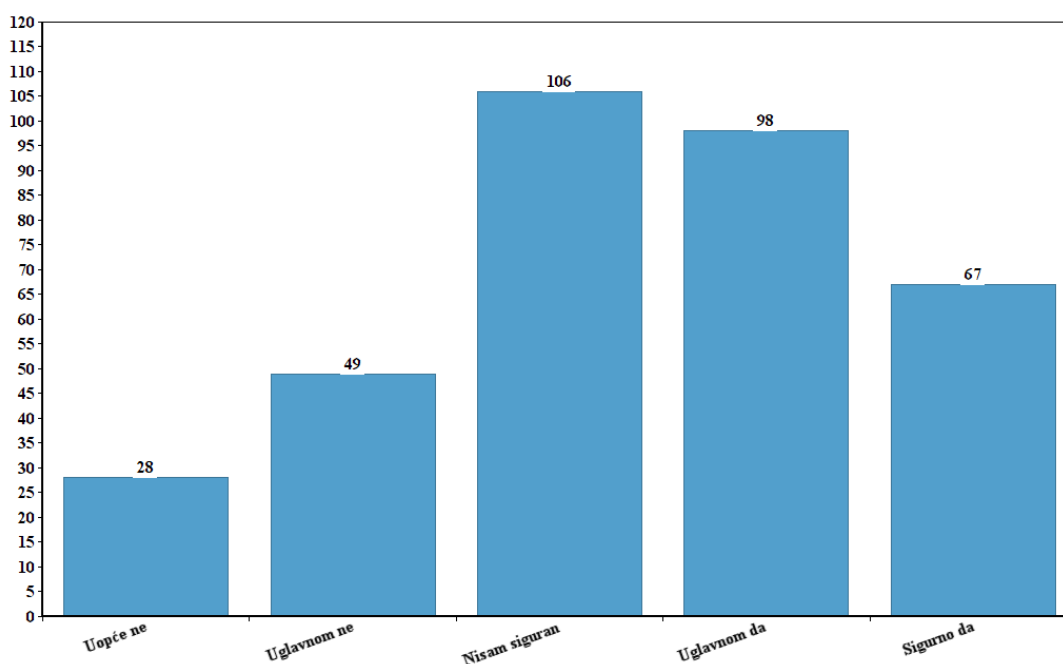
4.5. Prednosti i mane implementacije umjetne inteligencije

Na pitanje što vide kao glavnu prednost korištenja umjetne inteligencije u obrazovanju 63,2 % ispitanika odgovorilo je da bi tako brže dobili točne odgovore na najvažnija pitanja vezana uz studij. 40,2 % ispitanika smatra da bi izdvajanjem najbitnijih elemenata kurikula, umjesto da se podučavaju i slabiji, manje bitni dijelovi, umjetna inteligencija nudila bolji način za svladavanje potrebnog znanja. 39,1 % ispitanika misli da bi umjetna inteligencija dala bolje, detaljnije povratne informacije u vezi s njihovim zadacima, također smatraju da UI ne bi bila nepravedna u ocjenjivanju zadataka, niti da bi imala preferencije kada bi bila riječ o pojedinim studentima. 38,8 % ispitanika kao prednost UI-ja u obrazovanju označilo je „bolje upravljanje studentskim odgovornostima“. Zanimljiv primjer s kojim su se vjerojatno svi studenti susreli ističe sljedeće: „Na vrijeme bih saznao stvari, kao na primjer koju sam ocjenu dobio. Trenutačno slušam dva kolegija za koje nemam pojma kakva je situacija jer profesori nisu objavili nikakve rezultate ocjenjivanja. Robot bi bio programiran da objavi odgovor do nekog x datuma jer to mu je svrha.“ Još jedan zanimljiv odgovor ističe problematiku

odabira kolegija: „Odabir izbornih kolegija. UI bi mogao napraviti fantastičan posao što se tiče predstavljanja različitih opcija i kombiniranja stvari poput anketa ili primjera onoga što se uči na pojedinom kolegiju u predstavljanje tog kolegija.“ Na taj se način student može detaljnije posvetiti kolegijima koji ga zaista zanimaju na temelju onoga što je slušao i što mu se sviđa umjesto da gubi vrijeme na kolegije slične onima koje je već slušao, odnosno da izbjegne kolegije koji nisu u skladu s njegovom strukom. Osim toga, mali postotak ispitanika (0,9 %) smatra da uvođenjem UI u obrazovanje ne bismo dobili nikakve pozitivne napretke.

Puno više raznolikih odgovora našlo se u pitanju koje bi bile glavne mane UI u obrazovanju. 71 % ispitanika slaže se da bi prilikom ocjenjivanja esejičkih i ostalih pismenih zadataka, posebno onih u kojima je bitan stilski izričaj, umjetna inteligencija bila znatno lošija nego čovjek. Nadovezujući se na to, 51,4 % ispitanika smatra da bi bilo kakva interakcija s programom bila emocionalno prazna, što je možda jedan od najvažnijih elemenata u obrazovanju. 35,1 % ispitanika odgovorilo je da bi umjetna inteligencija na neki način prekidala profesorovo podučavanje tijekom sata, efektivno zaustavljajući stanje „flowa“, odnosno stanje udubljenosti u ono što trenutačno radimo. 29,3 % ispitanika odabralo je „zloupotrebu osobnih podataka studenata“ kao najveću manu implementacije UI-ja u obrazovanje. Od ostalih odgovora ispitanici su spomenuli da smatraju kako bi studenti postali previše ovisni o UI sustavu i prestali bi se truditi razvijati kognitivne vještine. Ispitanici također smatraju da mnogi profesori ne bi znali ili ne bi htjeli koristiti takav sustav u svojim predavanjima, što bi također u jednu ruku smanjilo efektivnost podučavanja i zadržalo potpuno tradicionalni način odnosa u učionici, a neki ispitanici smatraju da bi se sustav urušavao ili da ne bi radio kako bi trebao. Također se postavilo pitanje bi li jedan takav sustav na pravedan način ocjenjivao zadatke i bi li gledao sve detalje prilikom ocjenjivanja, a jedan je ispitanik spomenuo da bi upravo to što sustav nije pristran prema nekim studentima mogao biti problem. Među odgovorima također se pronašla i usporedba takvog UI sustava sa sudbinom suživota čovjeka i stroja u filmovima *Matrix* i *Terminator*.

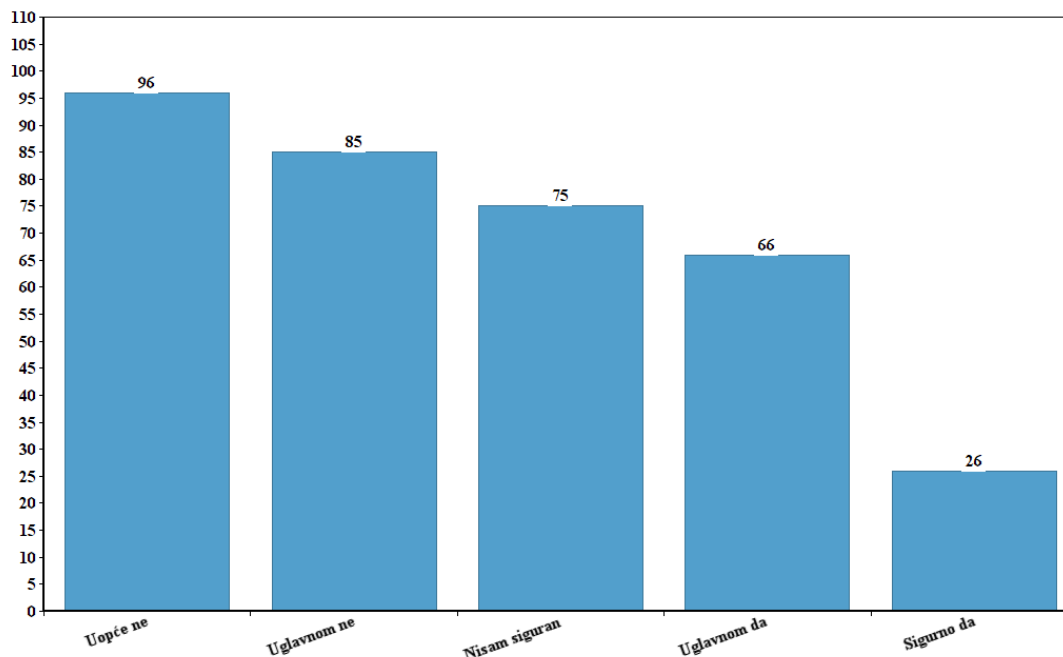
Kada im je postavljeno pitanje misle li da će njihovi osobni podaci biti više izloženi kada bi se u obrazovanje implementirao UI sustav, većina ispitanika naginjala je prema pozitivnom odgovoru. Grafikon 9 vizualno prikazuje da 47,4 % ispitanika vjeruje da će UI sustav njihove podatke učini više izloženima nego što je to bio slučaj do sada, 30,5 % ih vjeruje da njihovi podaci neće biti ništa više kao ni manje izloženi, a 22,1 % ispitanika smatra da njihovi osobni podaci neće biti nešto značajnije, odnosno išta više izloženi nego što je to bio slučaj do sada.



Grafikon 9. Prikaz dojma izloženosti osobnih podataka u slučaju uključivanja UI sustava u obrazovanje

Iduće je pitanje jedno od vječnih argumenata protiv korištenja UI u obrazovanju: hoće li umjetna inteligencija potpuno zamijeniti ljudske učitelje? Ispitanici su bili uglavnom podijeljenog mišljenja, no samo jako mali broj ukupnih ispitanika, njih 7,5 % smatra da bi se takav preokret zaista mogao dogoditi. Ipak, najviši postotak ispitanika, 27,6 % smatra da UI neće zamijeniti ljudske profesore. 24,4 % misli da je to vrlo malo vjerojatno, a samo 26,5 % ispitanika pretpostavlja da bi se to moglo dogoditi. 21,6 posto

nije sigurno. Na grafikonu 10 možemo vidjeti da više od pola ispitanika smatra kako je svijet na području obrazovanja još uvijek dosta daleko od takve budućnosti.

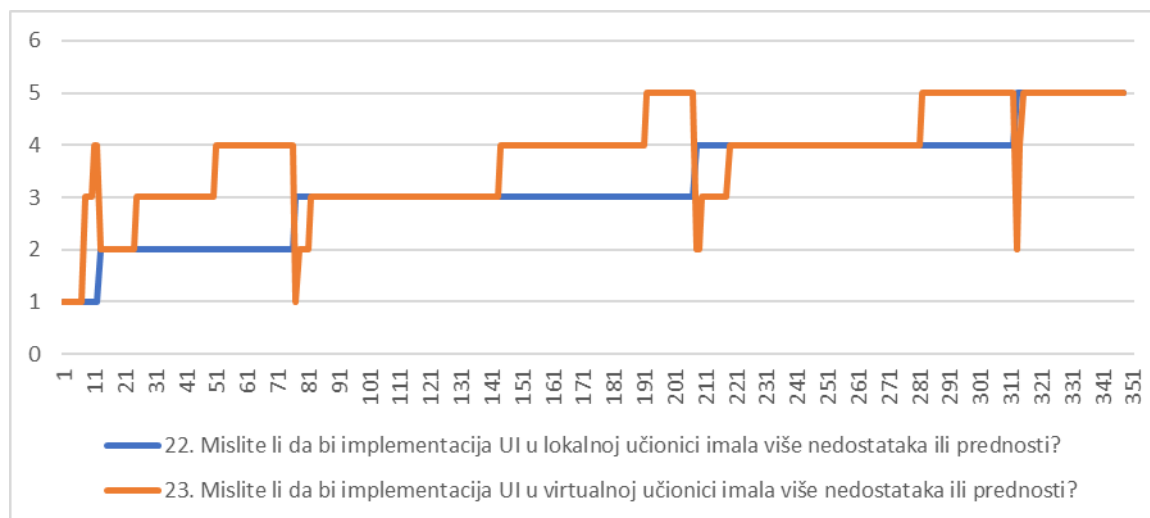


Grafikon 10. Predviđanje o tome hoće li umjetna inteligencija zamijeniti ljudske predavače u budućnosti

Posljednja dva pitanja ankete ispitivala su stavove studenata što se tiče implementacije umjetne inteligencije na razini lokalne i umrežene učionice. Pod pojmom „lokalna učionica“ podrazumijeva se standardni način održavanja predavanja kada se i profesor i studenti nalaze u istoj prostoriji i tijekom trajanja predavanja profesor drži sat. Pod pojmom „umrežena učionica“ podrazumijeva se pohađanje nastave u obliku internetskog tečaja. Svaki kolegij ima središnje čvorište, za primjer možemo uzeti stranicu pojedinog kolegija na Omega, ili tečaj na platformi poput Udacityja ili Udemyja koji već ima razrađeni plan i program onoga što podučava. Prednosti pojedinog načina održavanja nastave objašnjene su na kraju analize posljednjih dvaju pitanja. Pitanja su postavljena tako da su ispitanici davali odgovore na

skali od 1 (uvođenje UI-ja imalo bi više nedostataka) do 5 (uvođenje UI-ja imalo bi više prednosti).

Odgovori su ispunili očekivanja, tj. mnogo više ispitanika smatra da bi uvođenje UI-ja na razini umrežene učionice bilo puno korisnije nego uvođenje na lokalnoj razini, iako je i u slučaju lokalne učionice više onih koji drže da bi umjetna inteligencija donijela samo pozitivne elemente u obrazovanje. Na grafikonu 11 možemo vidjeti usporedbu odgovora. Ispitanici se slažu da bi implementacija UI programa na virtualnoj razini svakako imala mnogo više prednosti nego implementacija na lokalnoj razini. Budući da je puno lakše zamisliti interakciju s programom putem interneta, većina ispitanika ne može odrediti bi li umjetna inteligencija uživo bila više pozitivna ili negativna. U prošlim se poglavljima pokazalo da zaista postoji suradnja profesora i studenata s umjetnom inteligencijom, poglavito u obliku robota, ali ta je tehnologija još uvijek previše nova i vrlo vjerojatno jako skupa da bi je ispitanici uopće mogli zamisliti kako uživo djeluje sa studentima. U ovom slučaju, u usporedbi s prethodnim usporednim grafikonom, nije bilo velikih odskakanja u odabirima ispitanika. Odgovori su se uglavnom podudarali, no može se vidjeti da umjetnoj inteligenciji u virtualnim učionicama nalaze više prednosti nego nedostataka.



Grafikon 11. Usporedba prednosti i nedostataka umjetne inteligencije u lokalnoj i virtualnoj učionici

4.6. Analiza problema

Prije svega treba naglasiti prednosti i nedostatke „tradicionalnog“ i „modernog“ načina održavanja nastave. S obzirom na ovogodišnje promjene u obrazovanju koje su se dogodile diljem svijeta u vezi s virusom SARS-CoV-2 koji uzrokuje bolest COVID-19, gotovo su sve obrazovne institucije bile prisiljene održavanje predavanja prebaciti u mrežno okruženje. I Hrvatska je jedna od zemalja koja se dosta brzo snašla, a u slučaju osnovnoškolskog obrazovanja pokrenuti su i televizijski programi koji su trebali zamijeniti odlazak učenika u školu. Iako je brzo trebalo reagirati na promjenu, održavanje predavanja putem interneta pokazalo je da postoje neke prednosti nad standardnim odlaskom na nastavu (Erstad, 2017).

Možda najizraženija razlika između dviju vrsta pohađanja nastave jest fleksibilnost i mogućnost praćenje nastave s bilo kojeg mjesta. Ako nema nekih većih prepreka, ovaj način predavanja nije prednost samo za studente, već i za profesore. Ostavlja mnogo više vremena za posvećivanje istraživačkom radu ili, u slučaju studenata koji se sami uzdržavaju, mnogo fleksibilniji raspored što se tiče radnog vremena (Erstad, 2017). Iako je to pozitivna strana za starije studente, mlađi učenici u ovom slučaju mogu ostati zakinuti, pogotovo ako nemaju pristup tehnologiji ili im okruženje u domu ne pruža dovoljno slobode da se usredotoče na gradivo koje obrađuju. Također, ako još nisu dovoljno samostalni i ako ne znaju raditi bez profesora, online način pohađanja nastave na njih neće utjecati previše pozitivno.

S druge strane, razina samodiscipline i motivacije potrebne za samostalno učenje koje ovako udaljeni način podučavanja iziskuje mnogo je veća nego kao kad se nalazimo u okruženju opremljenom za učenje. Iako bi studente u tom slučaju neka vrsta umjetne inteligencije do neke mjere mogla motivirati na rad, sastanak licem u lice s profesorom i sama prisutnost kolega čine veliku razliku, kao i navika pohađanja predavanja i određivanje pojedinog dijela dana za učenje i izvršavanje zadataka (Erstad, 2017). Ipak,

postoje studenti kojima takav samostalni način učenja odgovara više nego rad s profesorom. Pružen im je puno veći spektar literature na otkrivanje, ako su dovoljno stimulirani, kreativnost i znatiželja će prevladati i vrijeme provedeno tako učeći može rezultirati puno boljim znanjem nego inače (*Remote training or classroom-based training? Which is best for you?*, n.d.).

Posljednji od čimbenika koji su u značajnoj mjeri različiti u ovim načinima održavanja nastave je komunikacija, kako između studenta i profesora, tako između studenata međusobno. U nekoj određenoj mjeri komunikacija se odvija i na online kolegijima, doduše ne nužno licem u lice, a kao dobar primjer rješavanja nedostatka komunikacije između profesora i studenta pokazao se spomenuti sustav Jill Watson. No unatoč razvoju tehnologije, tradicionalno održavanje nastave je sveprisutno i studenti ga doživljavaju kao poznato i sigurno okruženje (Erstad, 2017).

Kada je riječ o tome hoće li UI zamijeniti profesora u nastavi, treba uzeti u obzir način na koji ljudi uče i što sve uče osim znanja potrebnog za prolaz na kolegiju. Znanstvenici se slažu da je empatija jedan od najvažnijih čimbenika za postizanje dobrog međuodnosa između studenta i predavača (bez obzira radi li se o UI-ju ili čovjeku) (Sparks, 2019). Budući da smo utvrdili da umjetna inteligencija još uvijek nije dostigla dovoljno visoku razinu simuliranja empatije, možemo sa sigurnošću reći da ćemo još jedno vrijeme u učionicama vidjeti ljudske profesore, dok će umjetna inteligencija služiti samo kao asistent. Bitno je naglasiti da dobar odnos između studenata i profesora pomaže učenicima da se osjećaju sigurnije i ugodnije u razredu, a to izravno utječe na aktivnost i zainteresiranost (a također i na ocjenu). Dobar profesor, osim što prenosi znanje iz svog područja, studentima predstavlja drugačiji pogled na život, potiče ih da se razvijaju i prilagođavaju okolini. Za to vrijeme studenti kraj sebe imaju osobu punu (životnog) iskustva koja ih može pokrenuti u pravom smjeru i prenijeti mnogo više nego znanje potrebno za prolaz na kolegiju (Gonzalez, 2016).

Budući da je u bliskoj budućnosti cilj koristiti umjetnu inteligenciju samo kao asistenta u nastavi, bilo bi ju dobro iskoristiti za ispravljanje i ocjenjivanje repetitivnih zadataka (u čemu je već dobra), no problem dolazi na vidjelo kada je riječ o esejističkim zadacima.

Diljem svijeta koriste se razni algoritmi kada je riječ o rješavanju zadataka sa samo jednim točnim rješenjem, ali ocjenjivanje stilskog izražaja, kao kod sastavaka, prevoditeljskih i drugih esejističkih zadataka jednom takvom sustavu mogu zadati velike poteškoće (ako mu je cilj dobro i objektivno ispraviti zadatak). Problem kod stvaranja takva programa je to što se u njega treba uložiti jako puno vremena i novca. Kako bi uspio ispraviti esej, program bi trebao prepoznati koje sve uvjete dobar esej ispunjava kod većine profesora, no bitno je naglasiti da profesori neće uvijek na isti način gledati je li pojedini dio eseja točan (Chawla, 2019).

Iz istraživanja robotskog ispravljača naziva *E-rater* pokazalo se da takvi algoritmi nisu nepristrani kada je riječ o drukčijoj sintaksi, u ovom slučaju istraživanje se provodilo nad esejima kineskih i afroameričkih studenata. Problem je bio u tome što je robot najviše gledao duljinu eseja, ne obraćajući previše pažnje na druge stavke pa su tako studenti iz Kine dobivali bolje ocjene, uglavnom jer su im eseji bili dulji (Barlow, 2019). S druge strane ispostavilo se da se program može zavarati pisanjem besmislene rečenice, ali ako se u rečenicu ubace napredne riječi, program će dati visoku ocjenu (Chawla, 2019). Dobra strana korištenja takvih algoritama je ušteda na vremenu i novcu jer rezultate vraća gotovo odmah nakon predaje zadatka, ali ako program ne vraća dobre rezultate, je li on tada zbilja koristan? Čak i kineski program za ispravljanje zadataka koji je, prema riječima voditelja razvojnog centra za jezičnu inteligenciju Zhoua Jianshea, u razvoju deset godina, on ipak služi samo kao pomoć profesorima te nikada neće moći zamijeniti ljude jer „nema dušu“ (Chen, 2018, para. 28). Zhu Xiaoyan, voditeljica laboratorija za inteligentne tehnologije i sustave na Sveučilištu Tsinghua, slaže se da je razvoj takva sustava, barem u Kini, uzeo veliki mah i u posljednje vrijeme zbilja dobro napredovao, ali „ispravljanje eseja posao je za čovjeka“ (Chen, 2018, para. 41).

5. Kako će umjetna inteligencija promijeniti obrazovanje?

Nedvojbeno je da će se s vremenom način podučavanja morati promijeniti, a promjene će se također odnositi na umjetnu inteligenciju i njezinu implementaciju u nastavno okruženje. U trenutačnoj situaciji uspješno razvijanje pametnog asistenta za pomoć studentima (i profesorima) označilo bi vrhunac umjetne inteligencije u obrazovanju. Asistenti koji već danas postoje nalaze se, nažalost, daleko od toga, a razlog tomu je što se oni koriste za zadatke koji algoritmu ne predstavljaju puno problema te time fokus prelazi na sustav, a ne na studenta. Chris Piech¹⁴ i Lisa Einstein¹⁵ postavljaju pitanje je li stremljenje ka utopiji pametnog asistenta zbilja nešto čemu trebamo težiti i uz to iznose tri problema na koje bismo mogli naići na putu:

1. **slabljenje socijalnih i emocionalnih veza i vještina**
2. **zlouporaba UI-ja za proširenje moći**
3. **povreda prava mladih** (Piech i Einstein, 2020).

Obrazovne institucije nisu mjesto na kojima se stječe samo činjenično znanje, već studenti tamo razvijaju svoje društvene krugove, emocionalne vještine i odnose sa svojim mentorima koji im pružaju bitno životno znanje. UI sustavi samim načinom na koji funkcioniraju potiču učenike i studente na provođenje što veće količine vremena na internetu i uz svoje pametne uređaje. To bi se moglo pokazati kao problem jer će na taj način studenti biti odvojeni od svojih vršnjaka, a neće ni steći ključna znanja koja bi uspjeti naučiti kada bi kroz vlastita iskustva morali učiti iz grešaka koje su napravili. Najveći problem pokazao bi se ako se jednoga dana uvede UI koji će zamijeniti profesora i zbog kojega će djeca većinu svog vremena namijenjenog učenju provoditi za računalom, samo da se na kraju ispostavi da sustav nije dovoljno optimiziran i ne ispunjava svoj zadatak boljeg prenošenja znanja.

¹⁴ Chris Piech asistent je na odsjeku za računalne znanosti na Sveučilištu u Stanfordu i trenutačno se bavi strojnim učenjem kako bi shvatio ljudski način učenja.

¹⁵ Lisa Einstein volonterska je profesorica fizike i studentica na diplomskom studiju računalnih znanosti na sveučilištu u Stanfordu. Uz to bavi se pisanjem znanstvenih članaka na temu tehnologije i obrazovanja.

Što se druge točke tiče, inteligentni sustav koji ispunjava zadaću učitelja treba imati mogućnost analize psiholoških i emocionalnih stanja učenika kojima „pomaže“. Problem bi mogao nastati ako bi organi zaslužni za odlučivanje što se podučava u jednom trenutku odlučili imati zle namjere te putem takvih sustava iskorištavati stanja svijesti učenika kako bi proširili svoj utjecaj (Piech i Einstein, 2020). Osim toga i sami stvaratelji takvih inteligentnih sustava jedan su od izvora podataka koji ulaze u algoritme te ovisno o njima, slučajno ili namjerno, određeni bi dio populacije mogao biti diskriminiran (recimo ako većina ulaznih podataka dolazi od studenata određenog staleža i načina govora).

Nedostatak privatnosti i sigurnosti na internetu uvijek će biti šakaljivo pitanje kada je riječ o potpuno digitalnoj obradi studentskih podataka. Kada se na jednom mjestu nađu svi podaci o cijeloj jednoj (a nekada i više) generaciji studenata, trebaju se poduzeti dobre mjere kako bi se svi ti podaci primjereno zaštitili. Ako, na primjer, aplikaciju za inteligentnog asistenta dajemo u ruke jednoj informatički obrazovanoj osobi i jednoj osobi koja nije toliko upućena u zaštitu na internetu, rezultati bi mogli biti drastično različiti. Kako bi jedan takav program funkcionirao na način da predlaže relevantne sadržaje pojedinom studentu, a i da profesoru javlja studentov napredak i u čemu treba pomoć, on treba imati pristup povijesnim podacima onoga što je student učio i pretraživao. Kako bi se problem zlouporabe informacija mogao izbjeći što je više moguće, trebaju se uvesti politike koje će se brinuti da se prikupljaju samo podaci nužni za optimalno funkcioniranje sustava (Post, 2020). Ako bi se studenti mogli u sustavu voditi pod nekim pseudonimom, no da se kroz neki vanjski ključ mogu povezati sa svojim pravim informacijama u središnjem sustavu, to bi moglo biti jedno od rješenja za izbjegavanje barem jednog dijela problema.

Prisutnost problema ne mora nužno značiti da je uvođenje UI-ja u obrazovanje neminovno zlo koje će čovječanstvu donijeti samo nedaće. Problemi predstavljaju nove zadatke koje čovječanstvo mora riješiti kako bismo na što bolji način razvili sustave koji bi nam služili, pomagali i sudjelovali u razvoju tehnologije. Piech i Einstein postavili su

neke prijedloge čiji bi razvoj mogao biti dobra okosnica ka pravilnom razvoju obrazovanja:

1. korištenje UI-ja kako bi se automatizirali repetitivni zadaci
2. korištenje UI-ja za stvaranje zanimljivih problema za razvoj društvenih i emocionalnih interakcija
3. treniranje UI-ja da uz pomoć učitelja prepoznaje zadatke otvorenog tipa, procese koji dovode do određenih zaključaka
4. korištenje UI-ja za prijevod obrazovnog sadržaja kako bi ga što više učenika moglo pregledavati
5. korištenje UI-ja za prepoznavanje rizika za sigurnost mladih (Piech i Einstein, 2020).

Iako još nismo ni blizu utopijske (ili možda distopijske) situacije gdje roboti preuzimaju većinu ljudskih poslova, lako možemo zaključiti da će strojevi i inteligentni sustavi imati veliku ulogu u razvoju obrazovanja i pametne učionice. Najprije će preuzeti zadatke za koje nije potrebna profesorska intervencija, a već time profesorima će skinuti veliki teret i tako im omogućiti da se usredotoče na bitnije zadatke, bilo istraživačke, bilo one vezane uz nastavu. U takvom tandemu profesori će studentima razvijati životne i socijalne vještine te ih uputiti u pravom smjeru, a UI će ih pratiti u stopu i tako se i sam razvijati.

6. Zaključak

Umjetna se inteligencija od svojih početaka razvija vrlo brzo i u današnje vrijeme pod vrlo budnim okom predstavnika svih grana industrije. Od Turingova vizionarskog pogleda na budućnost i svih njegovih, za to vrijeme revolucionarnih ideja pa sve do umjetne inteligencije koja se pojavljuje u obliku osobnih pomoćnika na našim mobitelima, svijetom su se proširili sustavi umjetne inteligencije koji se mogu podijeliti u četiri kategorije: ekspertni sustavi, neuronske mreže, evolucijski algoritmi i inteligentni agenti.

Iako postoji mnogo primjera koji bolje svjedoče o razvoju UI-ja, obrazovanje predstavlja plodno područje za suradnju čovjeka i stroja. Ako bi studenti imali pristup optimiziranom obrazovanju, uz čiju bi pomoć i sami mogli pridonijeti neprestanom razvoju čovječanstva, onda je to područje u koje se zbilja treba uložiti.

U ovom su radu predstavljeni neki od značajnijih primjera korištenja umjetne inteligencije u onim oblicima u kojima ih čovječanstvo trenutačno može dovoljno dobro prihvatiti, no to nameće pitanje u kojem će obliku inteligentni asistenti djelovati u budućnosti. Samo je pitanje vremena kada ćemo uspjeti stvoriti optimiziranog asistenta koji će u suradnji s profesorom mladima pružati najbolje moguće obrazovanje, no do tada još uvijek moramo poraditi na nekim problemima koje UI ne može riješiti.

U rad je uključena i anketa kako bi se prikazao stav ispitanika, koji su u najvećoj mjeri studenti. Uzorak ispitanika bio je relativno malen, a većina njih ne studira na studijskim smjerovima koji su izravno povezani s korištenjem ili razvojem umjetne inteligencije., Svojim su odgovorima izrazili stavove o korištenju digitalnih asistenata. Većina ispitanika smatra da bi spoj umjetne inteligencije i obrazovanja imao pozitivan učinak na način predavanja nastavnog sadržaja, a mnogi od njih rado bi i koristili digitalne asistente kad bi im bili dostupni, najviše u svrhu postizanja boljih rezultata i otkrivanja novih informacija. Ispitanici koji smatraju da implementacija UI programa ne bi donijela puno

pozitivnih učinaka, svoja su razmišljanja uglavnom objašnjavali na sljedeća tri načina: ne treba im takav sustav da ih „vodi za ruku“, postoji prevelik rizik od zlouporabe osobnih informacija ili bi se po njihovu mišljenju takav sustav trebalo bolje razviti, zajedno s trenutačnom organizacijom održavanja nastave. Možda će jednom u budućnosti – kada se ponude rješenja svim potencijalnim problemima navedenima u ovom radu – umjetna inteligencija zaslužiti svoje mjesto u učionici.

7. Literatura

1. Adams, R. L. (2017) *10 Powerful Examples Of Artificial Intelligence In Use Today*, *Forbes*. Dostupno na: <https://www.forbes.com/sites/robertadams/2017/01/10/10-powerful-examples-of-artificial-intelligence-in-use-today/#1944583420de> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
2. Anyoha, R. (2017) *The History of Artificial Intelligence - Science in the News*. Dostupno na: <http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
3. *Artificial Intelligence Market in the US Education Sector 2018-2022* (2018). Dostupno na: <https://www.researchandmarkets.com/reports/4613290/artificial-intelligence-market-in-the-us> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
4. Barlow, R. (2019) *Robots May Be Grading Your Kid's Essays, With Bias*. Dostupno na: <https://www.wbur.org/cognoscenti/2019/11/12/robo-grading-rich-barlow> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
5. Baylor, A. (1999) 'Intelligent Agents as Cognitive Tools for Education', *Educational Technology*, 39(2), str. 36.–40. Dostupno na: <https://www.jstor.org/stable/44428519> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
6. Belpaeme, T. *et al.* (2018) 'Social robots for education: A review', *Science Robotics*, 3(21). doi: [10.1126/scirobotics.aat5954](https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat5954).
7. Blythe, G. (2018) *AI in education: The effect on the classroom*, *Medium*. Dostupno na: <https://hpmegatrends.com/ai-in-education-the-effect-on-the-classroom-46c1b569babb> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
8. *CACM KidSim article* (n.d.). Dostupno na: <http://acypher.com/Publications/CACM/KidSimCACM.html> (Pristupljeno: 13 rujna 2020.).
9. Chawla, V. (2019) 'Can Artificial Intelligence Replace Teachers To Grade Student Essays?', *Analytics India Magazine*, 8 November. Dostupno na:

<https://analyticsindiamag.com/artificial-intelligence-grade-essay-student/>

(Pristupljeno: 12 rujna 2020.).

10. Chen, S. (2018) *China's schools are quietly using AI to mark students' essays*, *South China Morning Post*. Dostupno na: <https://www.scmp.com/news/china/society/article/2147833/chinas-schools-are-quietly-using-ai-mark-students-essays-do> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
11. Copeland, B. J. (2020) *Artificial intelligence - Connectionism*, *Encyclopedia Britannica*. Dostupno na: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
12. Das, N. (2018) 'Advantages and disadvantages of Expert Systems', *ilearnlot*. Dostupno na: <https://www.ilearnlot.com/expert-system-advantages-disadvantages/34332/> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
13. Dobrev, D. (2012) 'A Definition of Artificial Intelligence', *arXiv:1210.1568 [cs]*. Dostupno na: <http://arxiv.org/abs/1210.1568> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
14. *Education lifted Finland out of poverty, says professor Kirsti Lonka* (2018) *University of Helsinki*. Dostupno na: <https://www.helsinki.fi/en/news/education-news/kirsti-lonka-education-lifted-finland-out-of-poverty-but-we-need-to-keep-developing-to-remain-at-the-cutting-edge> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
15. *Elias Robot - Bring fun to the classroom | Language Learning | Robots* (no date) *Elias Robot*. Dostupno na: <https://www.eliasrobot.com> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
16. Erstad (2017) *Online vs. Traditional Education: What You Need to Know*. Dostupno na: <https://www.rasmussen.edu/student-experience/college-life/online-vs-traditional-education-answer-never-expected/> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
17. Goel, A. K. i Polepeddi, L. (2016) *Jill Watson: A Virtual Teaching Assistant for Online Education*. Technical Report. Georgia Institute of Technology. Dostupno na: <https://smartech.gatech.edu/handle/1853/59104> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
18. Gonzalez, R. (2016) *The Impact and Importance of Positive Student-Teacher Relationships, Empowered Learning Transformation Centers*. Dostupno na:

- <https://www.eltcenters.com/eltc-blog/2016/7/13/the-impact-and-importance-of-positive-student-teacher-relationships> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
19. Grad, P. (2020) *Google introduces real-time extended voice translation*. Dostupno na: <https://techxplore.com/news/2020-03-google-real-time-voice.html> (Pristupljeno: 13 rujna 2020.).
20. Haag, S. and Cummings, M. (2013) *Management information systems for the information age*. 9th ed. New York, NY: McGraw-Hill Irwin.
21. Handke, J. (2019) *Juergen Handke (@juergen_handke)*. / *Twitter, Twitter*. Dostupno na: https://twitter.com/juergen_handke (Pristupljeno: 13 rujna 2020.).
22. *Introducing Beacon – a digital friend to Staffordshire University students!* (2019). Dostupno na: <https://www.staffs.ac.uk/news/2019/01/introducing-beacon-a-digital-friend-to-staffordshire-university-students> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
23. *iTalk2Learn* (n.d.) *iTalk2Learn*. Dostupno na: <https://www.italk2learn.com/> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
24. Kahn, R. E. i Cerf, V. G. (1988) *The Digital Library Project : an open Architecture for a Digital Library System and a Plan for Its Development*. Corporation for National research Initiatives., u: Baylor, A. (1999) 'Intelligent Agents as Cognitive Tools for Education', *Educational Technology*, 39(2), str. 36.–40.
25. Kearsley, G. (1993) 'Intelligent agents and instructional systems: Implications of a new paradigm', *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 4(4), str. 295.–304., u: Baylor, A. (1999) 'Intelligent Agents as Cognitive Tools for Education', *Educational Technology*, 39(2), str. 36.–40.
26. Keary, T. (2019) 'AI and OCR: How optical character recognition is being revitalised', *Information Age*, 20 February. Dostupno na: <https://www.information-age.com/optical-character-recognition-tools-ocr-ai-123479324/> (Pristupljeno: 14 rujna 2020.).
27. Lajoie, S. P. i Derry, S. J. (eds) (1993) *Computers as cognitive tools*. Hillsdale, N.J: L. Erlbaum Associates (Technology in education series)., u: Baylor, A. (1999)

- ‘Intelligent Agents as Cognitive Tools for Education’, *Educational Technology*, 39(2), str. 36.–40.
28. *Leading Emotional Intelligence and Voice Analysis* (no date) *cogito*. Dostupno na: <https://www.cogitocorp.com/product/> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
29. Lee, T. B. (2019) *Another Tesla driver apparently fell asleep—here’s what Tesla could do*, *Ars Technica*. Dostupno na: <https://arstechnica.com/tech-policy/2019/09/how-tesla-could-fix-its-sleeping-driver-problem/> (Pristupljeno: 14 rujna 2020.).
30. *Logic Theorist - Complete History of the Logic Theorist Program* (n.d.). Dostupno na: <https://history-computer.com/ModernComputer/Software/LogicTheorist.html> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
31. Lynch, M. (2018) ‘Need a Teaching Assistant? Artificial Intelligence to the Rescue!’, *The Tech Advocate*, 24 March. Dostupno na: <https://www.thetechadvocate.org/need-teaching-assistant-artificial-intelligence-rescue/> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
32. Mantell, G. (2019) ‘What is Artificial Intelligence? » Elle Knows Machines’, *Elle Knows Machines*. Dostupno na: <https://elleknowsmachines.com/what-is-artificial-intelligence/> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
33. Marr, B. (n.d.) *The Amazing Ways Chinese Face Recognition Company Megvii (Face++) Uses AI And Machine Vision*, *Bernard Marr*. Dostupno na: <https://bernardmarr.com/default.asp?contentID=1883> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
34. *Math Learning Software | MATHiaU by Carnegie Learning* (n.d.). Dostupno na: <https://www.carnegielearning.com/products/software-platform/mathiau-learning-software/> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
35. Matthews, M. (2020) *How AI And Deep Learning Algorithms Deliver OCR Accuracy for Business - DZone AI*, *dzone.com*. Dostupno na: <https://dzone.com/articles/how-ai-and-deep-learning-algorithms-deliver-ocr-ac> (Pristupljeno: 14 rujna 2020.).

36. McCarthy, J. *et al.* (1955) 'A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence', str. 13.
37. Media, I. (n.d.) *Digital Technology Leaders Awards 2020*. Dostupno na: <https://event.computing.co.uk/digitaltechnologyleaderawards/en/page/home> (Pristupljeno: 13 rujna 2020.).
38. *Meet Germany's First Robot Lecturer | DW | 23.02.2019* (2019). Germany. Dostupno na: <https://www.dw.com/en/meet-germanys-first-robot-lecturer/av-47653794> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
39. Mišljenčević, D. i Maršić, I. (1991) *Umjetna inteligencija*. Zagreb: Školska knjiga.
40. Mišljenčević, N. i Spasojević, B. (n.d.) *Evolucijski algoritmi | Genetski Algoritmi*. Dostupno na: <http://www.zemris.fer.hr/~golub/ga/studenti/projekt2007/ga.html> (Pristupljeno: 13 rujna 2020.).
41. *MIT team building social robot* (2001) *MIT News | Massachusetts Institute of Technology*. Dostupno na: <https://news.mit.edu/2001/kismet> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
42. Moravec, H. (1978) 'Today's Computers, Intelligent Machines and Our Future', *Analog*, 99(2), pp. 59–84. Dostupno na: <https://frc.ri.cmu.edu/~hpm/project.archive/general.articles/1978/analog.1978.html> (Pristupljeno: 13 rujna 2020.).
43. Petrović, J. (2013) *learning_theories:connectionism [Learning Theories]*. Dostupno na: https://www.learning-theories.org/doku.php?id=learning_theories:connectionism (Pristupljeno: 13 rujna 2020.).
44. Piech, C. i Einstein, L. (2020) *A Vision of AI for Joyful Education, Scientific American Blog Network*. Dostupno na: <https://blogs.scientificamerican.com/observations/a-vision-of-ai-for-joyful-education/> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
45. Pires, E. M. *et al.* (2011) 'Voice interfaces for real-time translation of common tourist conversation', in *Proceedings of the 10th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems and the 5th Latin American Conference on Human-*

- Computer Interaction. Porto Alegre, BRA: Brazilian Computer Society (IHC+CLIHC '11), str. 232.–236.
46. Pirttinokka, N. (n.d.) *Elias Robot*  (@EliasRobotCom). / Twitter, Twitter. Dostupno na: <https://twitter.com/EliasRobotCom> (Pristupljeno: 13 rujna 2020.).
47. Post, B. (2020) *Artificial Intelligence in Education and Student Data Privacy: What Educators Need to Know*. Dostupno na: <https://blog.edmentum.com/artificial-intelligence-education-and-student-data-privacy-what-educators-need-know-0> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
48. Prasad, R. et al. (2007) 'Real-Time Speech-to-Speech Translation for PDAs', in 2007 IEEE International Conference on Portable Information Devices. 2007 IEEE International Conference on Portable Information Devices, str. 1.–5. doi: [10.1109/PORTABLE.2007.23](https://doi.org/10.1109/PORTABLE.2007.23).
49. *Priručnik za polaznike: Što je Loomen?* (n.d.). Dostupno na: <https://loomen.carnet.hr/mod/book/view.php?id=358024&chapterid=62769> (Pristupljeno: 14 rujna 2020.).
50. *Professor Robot – why AI could soon be teaching in university classrooms* (2019) *World Economic Forum*. Dostupno na: <https://www.weforum.org/agenda/2019/04/what-robots-and-ai-may-mean-for-university-lecturers-and-students/> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
51. *Remote training or classroom-based training? Which is best for you?* (n.d.) *Iberdrola*. Dostupno na: <https://www.iberdrola.com/talent/online-classes-vs-traditional> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
52. *Robots will never replace teachers but can boost children's education* (2018) *ScienceDaily*. Dostupno na: <https://www.sciencedaily.com/releases/2018/08/180815141433.htm> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
53. Roesler, M. i Hawkins, D. T. (1994) 'Intelligent agents: software servants for an electronic information world (and more!)', *Online*, 18(4), str. 18.–32., u: Baylor, A. (1999) 'Intelligent Agents as Cognitive Tools for Education', *Educational Technology*, 39(2), str. 36–40.

54. Rouhiainen, L. (2018) 'How To Use Robots in Education', *Lasse Rouhiainen*, 22 August. Dostupno na: <https://www.lasserouhiainen.com/how-to-use-robots-in-education/> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
55. Schultz, A. C. (1994) Learning Robot Behaviors Using Genetic Algorithms.
56. Senft, E. *et al.* (2019) 'Teaching robots social autonomy from in situ human guidance', *Science Robotics*, 4(35). doi: [10.1126/scirobotics.aat1186](https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat1186).
57. Shah, D. (2019) 'By The Numbers: MOOCs in 2019 — Class Central', *Class Central's MOOCReport*, 3 December. Dostupno na: <https://www.classcentral.com/report/mooc-stats-2019/> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
58. Shum, H. (2017) *Microsoft Build 2017: Microsoft AI – Amplify human ingenuity*, *The Official Microsoft Blog*. Dostupno na: <https://blogs.microsoft.com/blog/2017/05/10/microsoft-build-2017-microsoft-ai-amplify-human-ingenuity/> (Pristupljeno: 14 rujna 2020.).
59. Smith, D. C., Cypher, A. i Spohrer, J. (1994) 'KidSim: Programming agents without a programming language', u: Baylor, A. (1999) 'Intelligent Agents as Cognitive Tools for Education', *Educational Technology*, 39(2), str. 36.–40.
60. Sparks, S. D. (2019) 'Why Teacher-Student Relationships Matter - Education Week', *Education Week*, 13 March. Dostupno na: <https://www.edweek.org/ew/articles/2019/03/13/why-teacher-student-relationships-matter.html> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
61. Stoller, E. (2019) *University Deploys Chatbot Technology to Enhance Student Experience | Inside Higher Ed*. Dostupno na: <https://www.insidehighered.com/blogs/student-affairs-and-technology/university-deploys-chatbot-technology-enhance-student> (Pristupljeno: 13 rujna 2020.).
62. Supriyanto, G. *et al.* (2018) 'Application of expert system for education', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 434. doi: [10.1088/1757-899X/434/1/012304](https://doi.org/10.1088/1757-899X/434/1/012304).

63. Synced (2020) *Neural Network AI is the Future of the Translation Industry*, Synced. Dostupno na: <https://syncedreview.com/2020/05/20/neural-network-ai-is-the-future-of-the-translation-industry/> (Pristupljeno: 13 rujna 2020.).
64. Turing, A. M. (1950) 'I.—Computing Machinery and Intelligence', *Mind*, LIX(236), str. 433–460. doi: [10.1093/mind/LIX.236.433](https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433).
65. Turing, A. M. i Copeland, B. J. (2004) *The essential Turing: seminal writings in computing, logic, philosophy, artificial intelligence, and artificial life, plus the secrets of Enigma*. Oxford : New York: Clarendon Press ; Oxford University Press.
66. *UK's first AI digital student coach wins national technology award* (2019). Dostupno na: <https://www.staffs.ac.uk/news/2019/07/uks-first-ai-digital-student-coach-wins-national-technology-award> (Pristupljeno: 12 rujna 2020.).
67. Vardi, M. Y. (2012) 'Artificial intelligence: past and future', *Communications of the ACM*, 55(1). doi: [10.1145/2063176.2063177](https://doi.org/10.1145/2063176.2063177).

8. Prilozi

8.1. Anketa

Pitanja su u anketi u izvornom obliku pisana na engleskom jeziku kako bi je mogli riješiti ispitanici iz zemalja u kojima se ne govori hrvatskim jezikom. Za potrebe ovog rada pitanja su u popisu priloga prevedena na hrvatski. Prijevodi nisu doslovni, već su prilagođeni da odgovaraju prirodi hrvatskog jezika.

1. Navedite svoj spol.
 - a. žensko
 - b. muško
2. Upišite godinu svog rođenja.
3. U kojoj državi pohađate fakultet?
4. Koji je Vaš studijski smjer?
 - a. poljoprivredne znanosti - poljoprivreda, šumarstvo, ribarstvo
 - b. poljoprivredne znanosti - veterinarska medicina
 - c. umjetnost
 - d. humanističke znanosti - povijesne znanosti
 - e. humanističke znanosti - znanost o jeziku i književnosti
 - f. humanističke znanosti - ostalo
 - g. medicinske znanosti - osnovne medicinske znanosti
 - h. medicinske znanosti - kliničke medicinske znanosti
 - i. medicinske znanosti - zdravstvene znanosti
 - j. medicinske znanosti - medicinska biotehnologija
 - k. medicinske znanosti - ostalo
 - l. prirodne znanosti - biologija
 - m. prirodne znanosti - kemija

- n. prirodne znanosti - računalne i informacijske znanosti
 - o. prirodne znanosti - znanosti o zemlji
 - p. prirodne znanosti - matematika
 - q. prirodne znanosti - fizika
 - r. društvene znanosti - ekonomija
 - s. društvene znanosti - obrazovne i rehabilitacijske znanosti
 - t. društvene znanosti - kineziologija
 - u. društvene znanosti - pedagogija
 - v. društvene znanosti - psihologija
 - w. društvene znanosti - ostalo
 - x. tehničke znanosti - kemijsko inženjerstvo
 - y. tehničke znanosti - građevinarstvo
 - z. tehničke znanosti - elektrotehnika, elektronika i informacijska tehnologija
 - aa. tehničke znanosti - biotehnologija okoliša
 - bb. tehničke znanosti - znanost o okolišu
 - cc. tehničke znanosti - znanost o materijalima
 - dd. tehničke znanosti - strojarstvo
 - ee. tehničke znanosti - medicinsko inženjerstvo
 - ff. tehničke znanosti - nanotehnologija
 - gg. tehničke znanosti - ostalo
 - hh. ostalo
5. Jeste li imali teorijske ili praktične kolegije / laboratorije tijekom kojih ste učili o umjetnoj inteligenciji?
- a. teorijske
 - b. praktične
 - c. oboje
 - d. nijedno
 - e. ostalo
6. Što vam prvo pada na pamet kad čujete pojam „umjetna inteligencija“?
- a. robotika

- b. računalni vid (obrada slika, prepoznavanje predmeta, prepoznavanje riječi, prepoznavanje lica)
 - c. strojno učenje
 - d. virtualna inteligencija
 - e. ui u igrama
 - f. obrada prirodnog jezika
 - g. stručni sustavi
 - h. prepoznavanje govora
 - i. ostalo
7. Koristi li Vaša obrazovna institucija umjetnu inteligenciju u održavanju nastave?
- a. da
 - b. ne
 - c. nisam svjestan
8. Ako da, koji sustav koristi?
- a. priključak *Translator* za Microsoft PowerPoint
 - b. Bakpax
 - c. Microsoft Math
 - d. CENTURY
 - e. MATHiaU
 - f. niti jedan
 - g. ne znam
 - h. ostalo
9. Jeste li ikada imali susret sa sustavom, chatbotom ili robotom s implementiranom umjetnom inteligencijom koji Vam pomaže u učenju?
- a. UI sustav (za pomoć s organizacijom vremena, za davanje savjeta na što se usredotočiti prilikom učenja)
 - b. chatbot (za nalaženje informacija o određenim temama, da služi kao psihološki savjetnik tijekom studiranja)
 - c. robot (za učenje jezika, orijentaciju na kampusu)
 - d. ništa od navedenog

- e. ostalo
10. Koristite li online forume ili slične medije kako bi saznali informacije u vezi predavanja? (Likertova ljestvica)
- 1 – uopće ne, 5 – često
11. Mislite li da bi UI s umjetnom inteligencijom koji odgovara na takvim forumima pomogao studentima da budu bolje informirani o predavanjima i zadacima? (Likertova ljestvica)
- 1 – uopće ne, 5 – da, puno bi pomogao
12. Što mislite, na koji bi način pomogao?
- a. Uštedio bi studentima vrijeme
 - b. Dao bi točnije informacije
 - c. Studenti bi bili motiviraniji da koriste forum
 - d. Bio bi dobra promocija za fakultet/sveučilište
 - e. Ostalo
13. Biste li voljeli imati UI sustav koji bi Vam pomogao tijekom studiranja (na primjer osobni asistent kojeg možete koristiti od kuće)?
- a. da
 - b. ne
 - c. ne znam
 - d. ostalo
14. Ako ste odgovorili ne, objasnite zašto.
15. Ako ste odgovorili da, označite za što biste ga koristili.
- a. organizacija vremena
 - b. pronalazak novih informacija na internetu vezanih uz studij
 - c. dobivanje savjeta o pojedinim zadacima s predavanja
 - d. povezivanje s ljudima koji pohađaju slične kolegije, pridruživanje internetskim zajednicama
 - e. učenje sporednih vještina
 - f. ostalo

16. Mislite li da bi implementacija UI sustava u Vaša predavanja (na primjer, organizacija onog što učite, davanje povratnih informacija na zadatke) bila za Vas korisnija nego što je trenutni način na koji su predavanja organizirana? (Likertova ljestvica)
- 1 – nemam potrebe za takvim sustavom, 5 – da, to bi mi puno pomoglo
17. Ako ste na prethodno pitanje odgovorili s niskim brojem, objasnite zašto Vam takav sustav ne bi bio koristan?
18. Koje bi bile glavne prednosti implementacije UI sustava u obrazovanje?
- Dao bi brže odgovore na pitanja.
 - Bolje bi organizirao dužnosti studenata.
 - Dao bi bolje povratne informacije na zadatke.
 - Pomogao bi u učenju kurikula izdvajajući najbitnije dijelove.
19. Što bi bili glavni nedostaci implementacije UI sustava u obrazovanje?
- Ometanje predavača tijekom nastave
 - Zloupotrebio bi osobne podatke studenata
 - Ne bi bio toliko učinkovit pri ocjenjivanju esejističkih i stilskih tekstova
 - Interakcije s takvim sustavom bile bi emocionalno prazne
20. Mislite li da bi Vaši osobni podaci bili više ugroženi ako bi umjetna inteligencija bila uključena u obrazovanje? (Likertova ljestvica)
- 1 – uopće ne, 5 – sigurno da
21. Mislite li da će UI sustavi u budućnosti moći potpuno zamijeniti ljudske predavače? (Likertova ljestvica)
- 1 – uopće ne, 5 – da, potpuno
22. Mislite li da bi implementacija UI sustava na razini lokalne učionice imala više nedostataka ili prednosti? (Likertova ljestvica)
- 1 – nedostataka, 5 – prednosti
23. Mislite li da bi implementacija UI sustava na razini lokalne učionice imala više nedostataka ili prednosti? (Likertova ljestvica)
- 1 – nedostataka, 5 – prednosti

Sažetak

Cilj je ovog diplomskog rada istražiti i opisati tehnologije bazirane na umjetnoj inteligenciji koje se koriste u primarno visokoškolskom obrazovanju, prvotno u obliku digitalnih asistenata (aplikacija, robota, algoritama). U sklopu rada provedena je anonimna anketa u kojoj su ispitanici podijelili svoja mišljenja o implementaciji inteligentnih sustava u lokalne i virtualne učionice te općenito o umjetnoj inteligenciji u obrazovanju i kako bi ona mogla utjecati na one koji ju koriste. Anketu je ispunilo 348 ispitanika iz jedanaest država svijeta i s različitih studijskih grupa. Važno je vidjeti što studentima najviše smeta i što ih odbija od spajanja tradicionalnog načina podučavanja s novom tehnologijom, odnosno što je drugoj grupi privlačno kada je riječ o istoj situaciji.

Ključne riječi: *umjetna inteligencija, obrazovanje, robot, algoritam, informatika, tehnologija, škola*

Artificial Intelligence and Digital Assistants in Education

Abstract

The aim of this thesis is to explore and describe technologies based on artificial intelligence used in higher education, primarily in the form of digital assistants (applications, robots, algorithms). An anonymous survey was conducted as part of this thesis in which respondents shared their views on the implementation of intelligent systems in local and virtual classrooms, and in general on artificial intelligence in education and how it could affect those who use it. The survey was completed by 348 respondents from 11 countries. Many of them were studying in different study groups. It is important to see what are the aspects of AI that bother students the most and what discourages them from combining the traditional way of teaching with new technology, or conversely, what is attractive to the other group of students.

Key words: *artificial intelligence, education, robot, algorithm, informatics, technology, school*