|  |  |
| --- | --- |
|  | Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad |

**UDK: 004.9**

**DOI:** [**https://doi.org/10.24867/12BE34Gula**](https://doi.org/10.24867/12BE34Gula)

**EKSPERTSKI SISTEMI I NJIHOVA PRIMENA U CHATBOT APLIKACIJAMA**

**EXPERT SYSTEMS AND THEIR APPLIANCE IN CHATBOT APPLICATIONS**

Mario Gula, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – RAČUNARSTVO I AUTOMATIKA**

**Kratak sadržaj –** *U ovom radu biće opisani ekspertski sistemi i njihova primena u četbot aplikacijama. Četbot aplikacija ume da odgovara na pitanja vezana samo za određenu temu a u ovom slučaju to je košarka. Aplikacija je napisana u Python programskom jeziku. Pored konkretne implementacije jednog ekspertskog sistema rad diskutuje i o računarskoj tehnici i njenom uticaju na čoveka. Predstavljaju se i različiti četbot agenti kao i njihove prednosti i mane. Takođe se prikazuje i jedan od najaktuelnijih četbotova današnjice.*

**Ključne reči:** *Ekspertski sistemi, sistemi bazirani na znanju, četbot*

**Abstract** – *This paper will describe rule-based systems and their application in chatbot applications. The chatbot application is capable to answer only questions from a specific topic and the selected topic is basketball. The application is implemented in Python programming language. Besides the concrete implementation of one expert system this paper also discusses computer technology and its impact on humans. Moreover, the paper shows different types of chatbot agents and their advanages and flaws. It also shows one state-of-the-art chatbot system.*

**Keywords:** *Expert systems, rule-based systems, chatbot*

**1. UVOD**

U ovom radu se prolazi kroz proces izgradnje ekspertskog sistema, šta je sve neophodno, ko sve učestvuje u izgradnji, koji su benefiti itd. Objašnjava se šta je četbot i čemu on služi, od čega se sastoji, različiti načini da se implementira četbot sistem kao i različiti agenti koji se mogu koristiti prilikom implementacije. Kao primer najsavremenijeg četbota današnjice uzet je Google-ov Meena četbot koji je se pojavio početkom 2020. godine, i objašnjen je način njegove izrade.Za kraj rada je ostavljena implementacija jednog ekspertskog sistema u četbot aplikaciji. Projekat je rađen u Python programskom jeziku uz pomoć raznih biblioteka. Rešavao se problem četbot aplikacije koja može da odgovara na pitanja vezana za sport košarku. Rešenje je implementirano uz oslonac na neke već postojeće radove. Podaci koji su korišteni za razvoj aplikacije su dobavljeni sa Wikipedia stranice o košarci.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Kupusinac, vanr. prof.**

Nakon toga, prikazana je implementacija četbot aplikacije u vidu koda i u nekoliko poglavlja je objašnjeno čemu svaki deo tog koga čini. Za kraj je ostavljena analiza dobi­jenih rezultata i predlog mogućih poboljšanja.

**2. EKSPERTSKI SISTEMI**

Ekspertski sistem je računarski program koji obezbeđuje rešenja ekspertskog nivoa za važne probleme i takođe je:

1. Heurističan – rezonuje sa osuđivačkim znanjem kao i sa formalnim znanjem za date probleme
2. Transparentan – obezbeđuje objašnjenje za svoju liniju rezonovanja i odgovara na pitanja o znanju koje poseduje
3. Fleksibilan – integriše novo znanje inkrementalno na svoje već postojeće znanje [1].

To je sistem koji koristi tehnologije veštačke inteligencije da bi simulirao odlučivanje i ponašanje čoveka ili organi­zacije koja ima ekspertsko znanje za datu oblast. Tipično, ES uključuje bazu znanja koja sadrži akumulirano iskustvo i zaključivanje (***rule engine***) koje predstavlja skup pravila koja primenjuju bazu znanja na svaku situaciju u kojoj se program nađe. Sposobnosti sistema se mogu povećavati tako što se povećava baza znanja ili skup pravila. Najnoviji sistemi se mogu oslanjati na mašinsko učenje koje im omogućava da poboljšavaju svoje performanse sa povećanjem iskustva, baš kao što čovek to čini [2].

Koncept ekspertskog sistema je prvi put razvijen 1970-ih od strane Edward Feigenbauma, profesora i osnivača ***Knowledge Systems Laboratory*** na Stanford Univerzitetu. Feigenbaum je objasnio da se svet kreće od obrade poda­taka ka „obradi znanja“, a tranzicija je omogućena pomo­ću novih procesorskih tehnologija i kompjuterskih arhi­tektura. Ekspertski sistemi su igrali veliku ulogu u mno­gim industrijama kao što su finansijske usluge, tele­komunikacije, zdravstvo, korisnički servis, transport, video igre, proizvodnja, avijacija i pisana komunikacija. Dva rana ES su prvi prodrli u zdravstvo za medicinske dijagnoze:

* Dendral – koji je pomogao hemičarima da identifikuju organske molekule
* MYCIN – koji je pomogao u identifikaciji bakterija i preporuci antibiotika i doza

Neki skorije razvijen ES, ROSS je „pravnik veštačke inte­ligencije“ baziran na IBM-ovom ***Watson cognitive com­puting*** sistemu. ROSS se zasniva na samoučenju koje koristi ***data mining***, prepoznavanje šablona, ***deep lear­ning*** i procesiranje prirodnog jezika (NLP) da bi opo­našao rad ljudskog mozga.

**3. ČETBOT**

Četbot je softverska aplikacija koja komunicira sa koris­nikom putem teksta ili konverzijom teksta u govor, umesto obezbeđivanja direktnog kontakta sa živim ljud­skim agentom. Dizajnirani da ubedljivo simuliraju način na koji bi se čovek ponašao kao razgovorni partner, četbot sistemi obično zahtevaju kontinuirano podešavanje i testiranje, a mnogi u proizvodnji i dalje nisu u mogućnosti da adekvatno preusmere ili prođu industrijski standardni Turingov test. Četbot je mašinski sistem za konverzaciju koji interaguje sa ljudskim korisnicima pomoću prirodnog ljudskog jezika [3].

Četbotovi se obično koriste u dijaloš­kim sistemima za različite svrhe, uključujući korisničku službu, usmeravanje zahteva ili za prikupljanje infor­macija. Dok neke aplikacije za čet koriste opsežne procese klasifikacije reči, procesore prirodnog jezika i sofisticirane softvere veštačke inteligencije, drugi jednostavno pretražuju opšte ključne reči i generišu odgovore koristeći uobičajene izraze dobijene iz pridružene biblioteke ili baze podataka. Četbotovi zamenjuju neke od poslova koji su tradicionalno obavljali ljudi, kao što je npr. online podrška klijentima [4]. Danas se većini četbotova pristupa putem interneta preko pristupačnih mesta na veb lokaciji ili putem virtuelnih asistenata poput Google Assistant-a, Amazon Alexa ili aplikacija za razmenu poruka kao što su Facebook Messenger ili VeChat. Četbotovi su obično klasifikovani u kategorije korišćenja koje uključuju trgovinu (e-trgovina putem chat-a), obrazovanje, zabavu, finansije, zdravlje, vesti, produktivnost.

Ljudi iz marketinga ih koriste za skriptovanje poruka koje su vrlo slične sekvenci automatskog odgovora. Takve sekvence mogu biti pokrenute korisničkim prijavljiva­njem ili upotrebom ključnih reči u korisničkim interak­cijama. Nakon aktiviranja, niz poruka se isporučuje do sledećeg očekivanog odgovora korisnika. Svaki se odgo­vor korisnika koristi u stablu odluke kako bi se pomoglo četbotu da se kreće nizom odgovora kako bi isporučio ispravnu poruku odgovora.

Četbotovi bazirani na pravilima se nazivaju botovi bazirani na stablu odluka. Kao što ime govori, oni rade tako što koriste niz unapred definisanih pravila. Ova pravila su osnova za vrste problema sa kojima je četbot upoznat i za koji može da donese rešenja. Poput dija­grama toka, četbotovi zasnovani na pravilima preslikavaju razgovore. To rade u iščekivanju šta bi Četbotovi zasno­vani na pravilima mogu koristiti veoma jednostavna ili komplikovana pravila. Međutim, ne mogu da odgovore na bilo koja pitanja izvan definisanih pravila.

Ovi četbotovi ne uče kroz interakcije. Takođe, rade samo sa scenarijima za koje se treniraju. Za poređenje, četbotovi veštačke in­teligencije koji koriste mašinsko učenje razumeju kontek­st i nameru pitanja pre formulisanja odgovora. Ovi čet­botovi generišu vlastite odgovore na složenija pitanja koristeći odgovore na prirodnom jeziku. Što se više koriste i treniraju ovi roboti to oni više uče i to bolje rade sa korisnikom. Iako botovi zasnovani na pravilima imaju manje fleksibilan razgovorni tok, ove zaštitne šine su takođe prednost. Može se bolje garantovati iskustvo koje će pružiti, dok su četbotovi koji se oslanjaju na mašinsko učenje malo manje predvidljivi.

Neke druge prednosti četbota koji se zasniva na pravilima jesu:

* Oni se obično brže obučavaju (jeftinije)
* Lako se integrišu sa nasleđenim sistemima
* Pojednostavljuju primopredaju ljudskom agentu
* Visoko su odgovorni i sigurni
* Mogu uključivati interaktivne elemente
* Mediji nisu ograničeni na tekst interakcije

A neke od mana četbotova baziranih na pravilima su nedostatak emocija – Za razliku od ljudi, četbotovi nemaju emocije iako to nije ključno da bi se konverzacija uspela usmeriti u pravom smeru. Ljudi iz korisničkog servisa bi mogli da razumeju emociju korisnika i da svoj odgovor usklade sa tim ali četbot nema tu mogućnost zbog toga što su pre- programirani. Naredna mana je to što nisu jednostavni za kreiranje – Zahtevno je kreirati četbot aplikaciju od nule, zahteva puno vremena i truda. Takođe je potrebno i puno resursa, kako finansijskih tako i ljudskih, poput eksperta, programera, menadžera itd. Ovi četbotovi rešavaju pitanja „prvog nivoa“ – To je jedna od najvećih mana ovih sistema što mogu da daju odgovore samo na „jednostavnija“ pitanja ili služe da usmere korisnika u pravom smeru, a nisu u mogućnosti da reše kompleksne zahteve. U takvim slučajevima najčešće usmere korisnika ka nekome iz korisničke službe ko će moći da pomogne sa tim problemom. Još jedna mana je to što zahteva održavanje – Četbotovi zahtevaju stalno pregledanje, održavanje, optimizaciju u smislu baze znanja i načina komunikacije sa korisnicima. Treba se dodavati novo, korisno znanje u bazu pošto se znanje vremenom menja.

Da bi se kreirali četbotovi veštačke inteligencije koriste se algoritmi mašinskog učenja da bi se naučio ljudski jezik koji se uglavnom koristi tokom konverzacija. Procesiranje prirodnog jezika (***natural language processing***) se koristi da bi se dodala veštačka inteligencija u četbotove da bi im to omogućilo razumevanje ljudi i njihovog prirodnog razgovora. Kada je četbot razvijan za posebnu industriju, sektor ili kompaniju tada se ključne reči i izjave koje sadrže određene bitne reči uzimaju u obzir u procesu obrade pomoću NLP-a. Na primer, za elektronsku trgovinu, četbot podaci bi trebali da sadrže normalne upite koji se dešavaju prilikom ***online*** poručivanja, uplaćivanja novca, dostave poručenog proizvoda i zamena ili povrat proizvoda. Kada su takvi podaci prikupljeni, anotiraju se tako da mašina zna koje su važne reči i da može da uči iz tih konverzacija i da odgovara prikladno. U suštini četbot predstavlja aplikaciju mašinskog učenja gde developeri koriste ogromne količine podataka i odgovarajućih algoritama da bi se proizveli najbolji odgovori. Ti podaci sadrže setove sličnih pitanja sa najbitnijim odgovorima koji rešavaju korisnikov problem. Četbot tako uči šta su najbolji odgovori za određenu formu pitanja i koje akcije da preduzme ukoliko se neka beznačajna pitanja pojave. Iako su četbotovi veštačke inteligencije napredniji, oni nisu uvek potrebni. Za manje kompanije ili one sa specifičnim ciljevima, četbotovi zasnovani na pravilima su pogodnije rešenje.

**3.1. Agenti**

Agenti se mogu podeliti u dve jasno odvojene grupe:

* Četbot agenti
* Virtuelni agenti

Obe grupe su proizvod veštačke inteligencije ali se često svrstavaju kao jedno iako to nisu. Četbot agenti su generalno korišćeni za dobavljanje informacija kao što su na primer podaci o nekom proizvodu, dok su virtuelni agenti mogu da asistiraju prilikom obavljanja neki poslova, kao što su podsećanje na sastanak, upravljanje to- do listom, zapisivanje beleški itd. Ako se Četbot agent upita za takvu asistenciju, „zbuniće se“ i verovatno će stalno ponavljati ista pitanja zbog pojašnjenja. Obe se smatraju konvencionalnim interfejsima ali su suštinski različit.

Za komunikaciju, četbotovi sarađuju sa korisnicima samo kada se dogodi unapred određena radnja, poput korisnika koji upisuje u skočni okvir ili razgovara sa uređajem koji „sluša”. Zatim četbot poravnava ključne reči od korisnika, upoređujući ih sa njihovim memorisanim znanjem. Uzimajući „najverovatniji” odgovor, četbot korisniku šalje skriptovane informacije. Neće „ići sa žice” ili „učiti” na osnovu interakcije. Četbot agenti su automatizovani programi korišćeni kao posrednik u komunikaciji sa čovekom putem teksta ili audio zapisa. Ovaj softver unapređen veštačkom inteligencijom je uglavnom korišćen od strane kompanija da bi obogatio korisnički servis. Četbot agenti imaju presudnu ulogu u korisničkom servisu gde su korišćeni kao sredstvo za dobavljanje informacija.

Virtuelni agenti su napredniji od četbotova: mogu više jer imaju više veština - tehnologije. U poslednje vreme su postali popularni zbog napretka u veštačkoj inteligenciji i kognitivnom računarstvu. Virtuelni agenti su takođe poznati kao virtuelni asistenti ili inteligentni virtuelni agenti. U zavisnosti od obuke koja se pruža, virtuelni agenti se mogu koristiti za razumevanje namere korisnika, pružanje personalizovanih, tačnih odgovora i osnovno rešavanje problema, a sve na ljudski „zvučan” način, mogu izvršiti vrlo ponovljive zadatke, poput pomoći u upravljanju osnovnim računima ili bavljenju prodajnim potencijalima kako bi ih kvalifikovali i razmenjuje naprednije interakcije sa ljudskim agentima, glatko, jasno.

Virtuelni agent je lični, digitalni, softverski baziran agent koji asistira čoveku u obavljanju dnevnih aktivnosti kao što su postavljanje budilnika, zakazivanje sastanaka, obavljanje poziva, kucanje poruka i tome slično. Virtuelni agent je sličan personalnom ljudskom asistentu koji npr. zapisuje beleške u toku sastanka, čita poruke i email-ove itd.

**3.2. Najsavremeniji četbot**

U 2020. godini jedan od najsavremenijih četbot sistema je Google-ov Meena četbot. Istraživači u Google Brain-u su predstavili Meena, četbot koji može da priča skoro o bilo čemu [5]. Ovaj četbot karakteriše model neuronske mreže od čak 2,6 milijardi parametara koji daje bolje performanse od bilo kog postojećeg konverzacionog modela.

Ovaj model je baziran na popularnom Trans­former seq2seq arhitekturi, i njegova specifična arhitek­tura je otkrivena korišćenjem evolutivnih neuronskih arhitektskih pretraga, sa jednim ciljem, unapređivanje zbunjenosti u toku konverzacija. Evolutivni algoritam pretrage je proizveo arhitekturu u kojoj je bio jedan transformer enkoder blok i čak 13 transformer dekoder blokova. Istraživači pretpostavljaju da je Meena doseže bolji kvalitet konverzacije zbog svog moćnog dekoder modula.

Model je treniran korišćenjem konverzacionih niti (thread) koje su bile organizovane u formi stabla i uzorci su sadržali 7 kontekstnih prelaza između učesnika. Podaci korišćeni da se trenira Meena su dolazili iz konverzacija sa socijalnih mreža i ukupno su sadržali 341 GB teksta koji je prethodno filtriran. To znači da je Meena treniran na čak 40 milijardi reči u periodu od 30 dana.

Da bi procenili uspešnost nove metode koju su koristili, naučnici su odlučili da naprave novu metriku koju su nazvali Sensibleness and Specificity Average. Ova metrika je napravljena da zabeleži najbitnije aspekte prirodnog razgovora. Koristeći ovu metriku, istraživači su sračunali rezultate sedam drugih četbotova pored Meena-e, kao i ljudske performanse. Meena pobedio ostale agente, osvojivši čak 79% SSA rezultata, 23 procenta više nego drugoplasirani četbot Mitsuki i Cleverbot, a samo 7% manje od ljudskog nivoa.

**4. IMPLEMENTACIJA JEDNOG EKSPERTSKOG SISTEMA**

U ovom poglavlju se rešavao problem kreiranja jednog ekspertskog sistema baziranog na pravilima. Konkretan sistem predstavlja četbot aplikaciju koja je namenjena za generalnu upotrebu i može se primeniti na bilo koju temu sa prethodno pripremljenim odgovarajućim podacima. Projekat je napisan u Python programskom jeziku i ne predstavlja rešenje namenjeno za komercijalne svrhe nego služi da se vidi primena ekspertskih sistema na realan problem i tako prikaže njihova primena u stvarnom svetu. Četbot nije univerzalan, ne može da „priča” o bilo kojoj temi, nego se drži jedne konkretne teme što je u ovom slučaju sport košarka.

Da bi se dobile potrebne informacije o odabranoj temi prvo se učitaju (***scrape***) informacije sa veb stranice i tako dobije potreban tekst o toj temi, a za to se koristi Beautifulsoup4 biblioteka. Nakon toga se tekst parsira u rečenice da bi stvorio zbirku podataka a zatim se koristi Pyton-ova ***regex*** biblioteka (re) za neke predprocesorske zadatke nad tekstom. Sve rečenice iz zbirke, kao i korisnički unos se pretvaraju u vektorsku formu i na osnovu toga se upoređuju kosinusne sličnosti (***cosine similarity***) i rečenica sa najvećom sličnošću biva izabrana kao odgovor na upit. Za ovu četbot aplikaciju je odabran ekspertski sistem baziran na pravilima zbog toga što problem koji rešava nije previše kompleksan da bi zahtevao sisteme sa veštačkom inteli­gencijom, i ponašanje sistema se može jasno definisati skupom pravila i samim tim se nameće ekspertski sistem baziran na pravilima kao optimalno rešenje. Podaci koriš­ćeni u ovom rešenju se dobavljaju sa veb stranice koja govori o konkretnoj temi za koju se pravi četbot. Podaci se dobavljaju prilikom pokretanja aplikacije i čuvaju se samo u memoriji, zbog toga bi usled ažuriranja veb stranice, podaci u aplikaciji mogli biti različiti prilikom ponovnog pokretanja.

Odgovori su generisani na osnovu kosinusne sličnosti vektorizovanih formi unetih rečenica i rečenica u zbirci omogućavaju ove dve skripte TfidVectorizer i cosine\_similarity. Kao što je već napomenuto, koristiće se Wikipedia članak o košarci da bi se kreirala zbirka. Zbirka predstavlja sve podatke koje imamo o konkretnoj temi u formi teksta. Prvo se dobavi članak sa veb stranice i izdvoji sve paragrafe iz teksta članka, nakon toga je tekst konvertovan u mala slova (lowercase) radi lakšeg procesiranja. Treba predobradom ukloniti sve specijalne karaktere i prazna mesta iz teksta. Predobrada teksta se radi zato što bot ne može da rukuje sa neobrađenim podacima, stoga se oni moraju konvertovati u odgova­rajuću formu da bi se optimizovao rad četbota.

Uklanjanje karaktera koji nisu iz alfabeta pada pod predobradu teksta. Tekst se izdeliti u reči i rečenice pošto se kosinusna sličnost korisničkog unosa poredi sa svakom rečenicom. To se vrši pomoću tokenizacije koja rečenicu rastavlja na sastavne delove – reči. Kreiraju se pomoćne funkcije koje će ukloniti znake interpunkcije iz korisničkog unosa i koje će lematizirati (lemmatize) tekst. Lematizacija se odnosi na smanjenje reči na korensku formu. Na primer, lema­tizacija engleske reči „ate” vraća „eat”, reč „throwing” će biti „throw” a reč „worse” će se svesti na „bad”.

Kada korisnik unese neki od pozdrava, aplikacija pretraži listu pozdrava od korisnika i ako je reč pronađena onda se nasumično bira neki pozdravi iz liste pozdrava za korisnika. Kreirana je metoda koja prima korisnički unos, nalazi kosinusnu sličnost korisničkog unosa i poredi je sa rečenicama iz zbirke. Koristi se funkcija da bi se pronašla kosinusna sličnost između poslednje stavke u listi svih reči (koja zapravo predstavlja korisnički unos jer je dodat na kraj liste) i rečeničnih vektora svih rečenica u zbirci.

Nakon sortiranja pretposlednja stavka u listi ima najveću kosinusnu sličnost sa korisničkim unosom, a poslednja stavka je sam korisnički unos, pa zbog toga nije selek­tovan. Nakon toga se izravna (flatten) kosinusna sličnost i proveri da li je jednaka nuli ili ne. Ako je sličnost odgova­rajućeg vektora nula (0), to znači da nema odgovora za dati korisnički upit, i u tom slučaju se prikazuje odgovarajuća poruka koja će korisnika obavestiti o tome. U slučaju da kosinusna sličnost nije jednaka nuli, znači da je pronađena slična rečenica kao i korisnički unos i u tom slučaju će se vratiti to kao odgovor.

**5. ZAKLJUČAK**

Ekspertski sistemi osiguravaju univerzalnu i stalnu raspoloživost eksperata, tj. ekspert je uvek dostupan. Ekspertski sistem treba da obavlja postavljene zadatke da bi ekonomski bio opravdan. Danas ekspertski sistemi imaju široku primenu u praksi, i to u oblastima kao što su medicina, ekonomija, avio-saobraćaj, auto industrija, menadžment...

Budućnost ekspertskih sistema je zagaran­tovana, pogotovo u ovim oblastima. Ekspertski sistemi će u budućnosti obavljati i mnoge upravljačke funkcije. Velika prednost ekspertskih sistema je kraće vreme odlu­čivanja, i oni su korisni kod problema kod kojih se odluke zasnivaju na analizi i interpelaciji ogromne količine podataka. U ovom radu se diskutovalo o ekspertskim sistemima, od čega se sastoje, koje su njihove karakteri­stike i njihov razvoj.

Istaknuta je upotreba četbotova u komercijalne svrhe i različite opcije za izgradnju jednog četbot sistema.

Poredili su se i različiti agenti koji služe za asistiranje ljudima, četbot agenti i virtuelni agenti, kao i njihove karakteristike i razlike. Za kraj je ostavljen primer implementacije jednog ekspertskog sistema u četbot aplikaciji. Aplikacija je napisana u Python programskom jeziku uz pomoć dodatnih biblioteka. Ova aplikacija predstavlja četbot koji može da priča samo o određenoj temi, a ta tema je košarka. Cilj ovog rada bio je prezen­tovanje jednog ekspertskog sistema u vidu četbot aplikacije. Zahtevi aplikacije su bili da se priča o odre­đenoj temi i pravila su jasno definisana pa nije bilo potrebe za uključivanjem mašinskog učenja u proces izgradnje četbota.

U toku rada su poređeni različiti tipovi četbot aplikacija i nakon toga se zaključuje da je ekspert­ski sistem dobar za ovaj četbot. Iako ovaj bot radi posao za koji je napravljen on se može još usavršiti. Proširenje skupa podataka bi za početak doprinelo tome da sistem ima više znanja i da može odgovarati na više pitanja.

**6. LITERATURA**

[1] Buchanan, Bruce G., and Richard O. Duda. "Principles of rule-based expert systems." Advances in computers. Vol. 22. Elsevier, 1983. 163-216.

[2] Rouse M. (Jun 2016.) Expert System. Search Enterprise AI. Preuzeto sa https://searchenterpriseai.techtarget.com/definition/exp ert-systemAaron Parecki, An Introduction to OAuth 2. O’Reily Webcast, 2012

[3] HAWAR, Bayan Abu; ATWELL, Eric Steven. Using corpora in machine-learning chatbot systems. International journal of corpus linguistics, 2005, 10.4: 489-516.

[4] Io, H. N., & Lee, C. B. (2017, December). Chatbots and conversational agents: A bibliometric analysis. In 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM) (pp. 215-219). IEEE.

[5] Adiwardana D. & Luong T. (28. Januar 2020.) Towards a Conversational Agent that Can Chat About…Anything. Google AI Blog. Preuzeto sa https://ai.googleblog.com/2020/01/towards- conversational-agent-that-can.html

**Kratka biografija:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Mario Gula** rođen je u Subotici 1995. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i automatika odbranio je 2020. godine.kontakt: gulamario95@gmail.com |