

MAŠINSKO UČENJE I REZONOVANJE NA SLUČAJEVIMA

MACHINE LEARNING AND CASE-BASED REASONING

Sladana Stević, dipl. ekon.
Ekonomski fakultet Brčko
e-mail: sladja04@hotmail.com

APSTRAKT

Top menadžment preduzeća, kao i menadžment na ostalim nivoima, svakodnevno donosi određene odluke. Neke od njih su jednostavnije, strukturirane, a druge specifičnije, često rizičnije, i zahtijevaju veću pažnju menadžmenta kao i saradnju sa ekspertima. Kod donošenja ovakvih odluka ne smije se osloniti samo na jednostavne metode, kao što su statističke ili finansijske, nego je potrebno pozvati u pomoć dodatno znanje računarskih informacionih sistema kakav je na primjer, ekspertni sistem, bilo samostalno ili integrisan sa drugim računarskim informacionim sistemima. Pošto se ekspertni sistemi zasnivaju na preuzimanju znanja od eksperata, zbog čega je njihovo korišćenje ograničeno, za rješavanje još kompleksnijih situacija koristi se mašinsko učenje. Ono se odnosi na skup više metoda koje pokušavaju da nauče mašinu da riješi problem ili da podrži njegovo rješavanje primjenjujući istorijske slučajeve, a jedna od tih metoda jeste rezonovanje na osnovu slučajeveva.

Ključne riječi: mašinsko učenje, rezonovanje na bazi slučajeveva

ABSTRACT

Company's top management teams, as well as the other level management, make certain decisions on daily bases. Some of them are simple, structured, but some of them are specific, often risky, and require more management attention and cooperation with experts. Making complex decisions must not rely solely on simple methods, such as statistical and financial; it is necessary to use the additional knowledge of computer information systems such as, for example, an expert system, either independently or integrated with other computer information systems. Because the expert systems are based on knowledge acquired from experts, which is why their use is limited, for resolving more complex situations machine learning is usually used. It refers to collection of methods that attempt to teach a machine to solve a problem or to support its resolution by applying historical cases, and one of these methods is case-based reasoning.

Key words: machine learning, case-based reasoning

UVOD

Kada su prije nekoliko decenija projektovani sistemi za obradu podataka to je predstavljalo veliki napredak i olakšanje prilikom formulisanja i prezentovanja informacija koje su bile potrebne menadžmentu preduzeća. U narednim godinama otišlo se korak dalje i informacioni sistemi još preciznije su nudili informacije za rješavanje rutinskih problema sa kojima se susretao menadžment preduzeća. Osim rutinskih, morale su se donositi i kompleksne odluke koje su zahtijevale i bolje performanse računarskih informacionih sistema. Svi ovi sistemi oslanjali su se na određene baze, prvo je bila u pitanju baza podataka, zatim baza informacija i na kraju u baze su bile smještene odluke, ali ni jedan od njih nije mogao da ponudi korisniku nešto novo, kombinaciju prethodnih rješenja koja bi najbolje odgovarala novom problemu ili zaključak na osnovu prethodnog iskustva koji bi se mogao primijeniti i u trenutnoj situaciji. Zbog toga se javlja nastojanje da se rad informacionih sistema poistovijeti sa radom čovjeka i to prvenstveno radom, tj. razmišljanjem eksperta. U fokus se stavljaju baze znanja koje su kreirane za svako specifično područje za koje bi bilo potrebno angažovati eksperta i tako nastaju ekspertni sistemi. Računarski informacioni sistemi postaju još veća pomoć donosiocima odluka onda kada se uspostave relacije između različitih specifičnih baza znanja i na osnovu toga nastaju inteligentniji sistemi za podršku menadžmentu. Oni funkcionišu na osnovu mašinskog učenja, isto kao što eksperti svoje poslove obavljaju zahvaljujući učenju tokom školovanja i prakse.

Nastanku i razvoju mašinskog učenja biće posvećen prvi dio ovoga rada. Nakon toga pažnja će biti usmjerena na tehnike i metode mašinskog učenja, izvršiće se njihova klasifikacija a poseban osvrt biće na rezonovanje na bazi slučajeveva prilikom čega će se napraviti poređenje između ove metode učenja računarskog informacionog sistema i učenja učenika koga nadgleda njegov učitelj. Proces koji se odvija kod

primjene ove metode biće grafički prikazan i objašnjen a ukratko će biti riječi o alatima i aplikacijama koje se uglavnom koriste za ovu svrhu.

NASTANAK I RAZVOJ MAŠINSKOG UČENJA

Do nastanka mašinskog učenje kao mehaničkog učenje koje omogućava sistemu da prilagodi svoje ponašanje potrebama okruženja i da reaguje na promjene u njemu doveo je nastanak i razvoj prethodnih informacionih sistema (informacionih sistema za obradu podataka, upravljačkih informacionih sistema, informacionih sistema za podršku odlučivanju i ekspertnih sistema). Kada je razvijen informacioni sistem za obradu podataka to je uveliko olakšalo dotadašnji način obavljanja iste aktivnosti zbog brzine, tačnosti, kvaliteta, obima obrađenih podataka i slično. Usavršavanjem softvera javlja se mogućnost da se kreirane informacije pomoću informacionog sistema za obradu podataka više prilagode potrebama upravljačke strukture, odnosno javljaju se upravljački informacioni sistemi koji su menadžerima mogli da pomognu u rješavanju rutinskih problema. Daljim razvojem hardvera i usavršavanjem softvera, a uz potrebu donošenja nestruktuiranih odluka, razvijaju se informacioni sistemi za podršku odlučivanju. Nakon sistema koji su bazirani na podacima, zatim na informacijama, i na odlukama, javljaju se informacioni sistemi zasnovani na znanju, tj. ekspertni sistemi.

Ekspertni sistemi su dio vještačke inteligencije koja predstavlja sposobnost računara da rješavanju problema pristupe gotovo jednako kao čovjek, pa analogno tome, ovi sistemi treba da se prilikom rješavanja problema ponašaju kao lica koja su eksperti za određeni problem, odnosno da razmišljaju na isti način. Pošto su se ekspertni sistemi odnosili na tačno određeno područje koje zahtijeva specijalizovana znanja tako je za svako posebno područje bio razvijen specifičan sistem rješavanja problema. Dalji razvoj informacionih sistema dovodi do potrebe višestruke integracije koja se zadovoljava razvojem integrisanih sistema zasnovanih na pravilima i slučajevima ili sistema vještačkih neuronskih mreža i genskih algoritama. Vrijeme u kome se nalazimo nastoji da poistovijeti performanse računarskih sistema sa ponašanjem ljudskog mozga, pa se tako sve više govori o dvije vrste inteligencije, neuronskoj i molekularnoj.

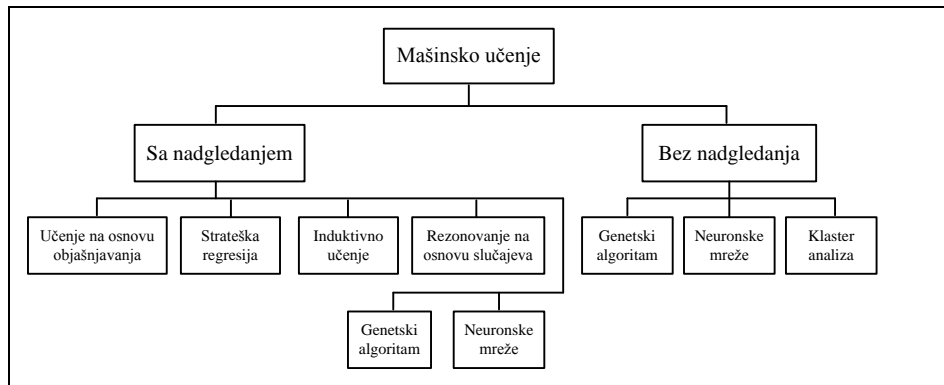
TEHNIKE I METODE MAŠINSKOG UČENJA

Čovjek se ponaša u skladu sa onim što je naučio. Analogno tome, i računar treba da se ponaša prema onome što nauči, s tim što je učenje računara mehaničko, odnosno mašinsko učenje. Čovjek uči kroz iskustvo, posmatranjem, analiziranjem, zaključivanjem i na slične načine, a ista suština treba da bude i kod mašinskog učenja. Prednost upotrebe mašinskog učenja u odnosu na znanje koje ima ekspert jeste, između ostalog, u tome što na upotrebu ekspertovog znanja mogu uticati i njegove subjektivne slabosti, kao na primjer neraspoloženje, a model koji se zasniva na mašinskom učenju u stanju je da automatski primijeni podatke prikupljenje u prošlosti o strukturi i pravilima rješavanja određenih problema.

Postoje dvije osnovne vrste mašinskog učenja, prva zahtijeva nadgledanje a druga ne. Učenje sa nadgledanjem je proces izvođenja znanja iz skupa opservacija čiji su izlazi poznati, dok se učenje bez nadgledanja koristi za otkrivanje znanja iz skupa podataka čiji su izlazi nepoznati [Radovanoć, L., 2012, str.128]. Prva vrsta učenja analogna je situaciji učenja pri kojoj učenik uči novu lekciju uz pomoć učitelja, a druga vrsta učenja može se uporediti sa učenikom koji uči tako što je izložen višestrukom ponavljanju situacija [Soldić-Aleksić, J., 2001, str.147-148]. Analogno navedenim primjerima, mašinsko učenje s nadgledanjem postojalo bi onda kada inženjeri, po potrebi, prate rezultate koje daje informacioni sistem i poredi ga sa onim koji bi dali eksperti, dok bi mašinsko učenje bez nadgledanja bilo prisutno u situaciji kada se informacionom sistemu postavi određeni zahtjev i na rezultate koje on predloži može se u potpunosti osloniti, bez potrebe za bilo kakvom kontrolom.

Prilikom mašinskog učenja mogu se koristiti različite metode, neke su karakteristične za jednu a neke za obje vrste učenja, kao što je to prikazano na slici 1. Za učenje s nadgledanjem može se primjenjivati učenje na osnovu objašnjenja, strateška regresija, induktivno učenje, rezonovanje na osnovu slučajeva, genetski algoritam ili neuronske mreže. Učenje na bazi objašnjenja pretpostavlja da postoji dovoljno teorija koje obezbjeđuju racionalizaciju zbog koje jedna instanca jeste ili nije prototipski član klase. Ova metoda do sada nije primjenjivana u realnom svijetu. Genetski algoritmi pokušavaju da slijede neke procedure bioloških sistema. Sve ostale metode služe za akviziciju znanja, s tim što pored toga strateška regresija dovodi do

rješavanja problema, rasuđivanje na bazi slučajeva i analogno rasuđivanje do zaključivanja, a neuronsko računanje, pored akvizicije znanja i zaključivanja, koristi se i za podršku odlučivanju [prilagođeno prema Sukanović, M., Delibašić, B., 2010, str. 248]. Genetski algoritam i neuronske mreže karakteristične su i za jednu i za drugu vrstu učenja, a klaster analiza samo za učenje bez nadgledanja jer doprinosi grupisanju objekata na osnovu njihovih karakteristika prilikom čega nije potrebno nadgledanje sa strane i kontrola rezultata koje ponudi.



Slika 1: Klasifikacija metoda mašinskog učenja

Izvor: [Turban, E. et. al., 2005, p. 654]

REZONOVANJE NA OSNOVU SLUČAJEVA

Rezonovanje na osnovu slučajeva zasniva se na korišćenju prošlih događaja ili slučajeva koji su prihvaćeni za objašnjavanje novih slučajeva u novim situacionim kontekstima. Ova metoda se ne zasniva na pravilu, već na slučaju (scenario, aktuelno istorijsko iskustvo ili pojava) koji predstavlja dio konteksta znanja na operacionom nivou [Banjanin, M., i sar., 2007, str. 38]. Slučaj obično obuhvata: problem koji opisuje realno stanje u momentu događanja slučaja, rješenje koje postavlja izvedeno rješenje prema tom problemu i rezultat koji opisuje realno stanje nakon što se slučaj dogodi [Radovanović, L. 2012, str.130]. Slučajevi mogu da se prezentuju kao okviri, objekti, predikti, semetričke mreže i pravila, a najčešće su u upotrebi frejmovi i objekti za predstavljanje slučajeva. U svakom slučaju treba da postoji funskiconalnost i jednostavnost prikupljanja informacija koje se predstavljaju u njemu [Waston, I., Marir, F.,1994, pp. 327-354]. Na osnovu karakteristika i načina upravljanja slučajevi se mogu klasifikovati u tri vrste: okosnice, paradigme i priče [Kolodner, J.L., 1993]. Okosnice su slučajevi koji se javljaju često i samim tim mogu se shvatiti kao određena pravila. Slučajevi koji se ne javljaju često nego u određenim situacijama su paradigme a znanje koje one pružaju odnosi se na iskustvo i posebno su zanimljive za rezonovanje na osnovu slučajeva jer se njima ne može upravljati zaključivanjem na osnovu pravila. Jedinstveni slučajevi predstavljaju priče koje svoje znanje oblikuju kao lekcije. Rezonovanje koje se zasniva na slučajevima prilagođava solucije koje su se koristile za rješavanje ranijih problema upotrebi u rješavanju novih, omogućavanjem da računari pregledaju prošle slučajeve i generišu pravila koja mogu da se ulančavaju (unaprijed ili unazad) za rješavanje problema [Turban, E. et. al., 2005, pp. 654].

Kao što je rečeno, za rezonovanje na bazi slučajeva, od tri vrste slučajeva, najzanimljivije su paradigme jer se dešavaju češće nego priče, a ne zasnivaju se na strogim pravilima kao okosnice. Samim tim ono je pogodnije za rješavanje nestruktuiranih problema. Ako se izvrši poređenje između rezonovanja zasnovanog na slučajevima i rezonovanja zasnovanog na pravilima onda se može zaključiti da je rezonovanje zasnovano na slučajevima nastalo da bi pružilo alternativu koja bi dopunila i ispravila nedostatke koje proizilaze iz rezonovanja zasnovanog na pravilima.

Proces prikupljanja pravila za ove sisteme daleko je jednostavniji s obzirom da nije potrebno apstrahovati pravila iz dostupnih informacija, a održavanje je jednostavnije jer je lakše inkorporiranje novog znanja u postojeću bazu znanja [Radovanović, L., 2012, str. 133]. Kod rezonovanja na pravilima da bi se problem objasnio vršilo se traganje unazad i uzimala su se u obzir djelovanja pravila. Rezonovanje na slučajevima objašnjenja daje za slučajeve koji nisu pravila a na osnovu prethodnih slučajeva koji su sačuvani u bazi znanja. Kod tradicionalnih metoda rezonovanja postojao je visok stepen prenosa znanja s problema na problem kada se vršilo povratno traganje jer se smatralo da se sve dešava po određenim, istim pravilima, a

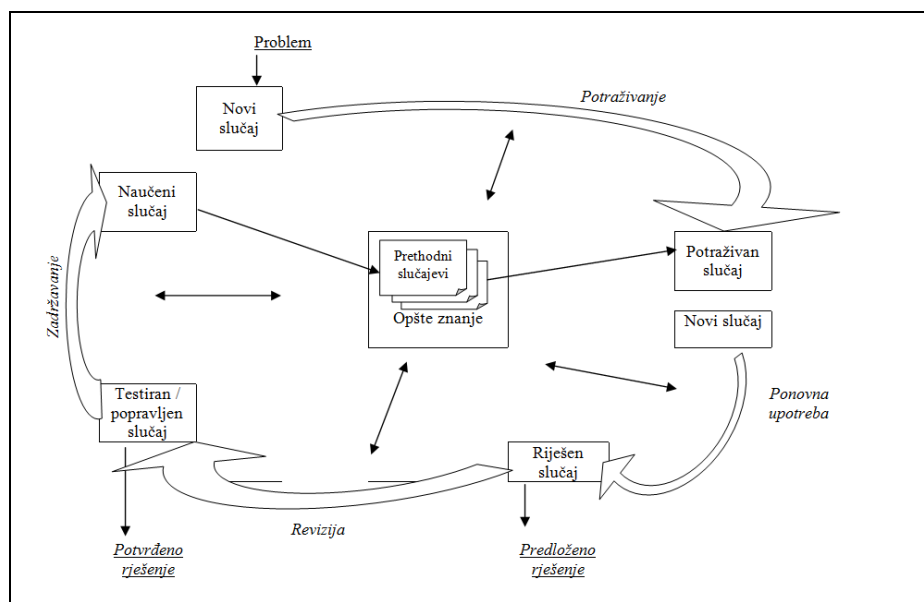
nizak kada su u pitanju deterministička pravila. Kod rezonovanja zasnovanog na slučajevima ovaj stepen je uvijek nizak jer svaki slučaj ima određenu specifičnost, odnosno ne postoje identična pravila. Zahtjevi oblasti istraživanja kod rezonovanja zasnovanog na pravilima odnosili su se na riječnik iz oblasti, dobar skup pravila zaključivanja, malo pravila ili njihova sekvencijalna primjena i na to da oblast većinom ispunjava pravila. Rezonovanje na bazi slučajeva u oblasti istraživanja imalo je sledeće zahtjeve: rječnik iz oblasti, postojanje baze slučajeva, stabilnost rješenja i mnogo izuzetaka od pravila [prilagođeno prema Turban, E. et. al., 2005, pp. 655].

Dva najveća nedostatka rezonovanja na osnovu slučajeva su: ne daje dovoljno optimalna rješenja i redundarnost baze znanja [Matsatsinis, N.F., Siskos, Y., 2003, pp. 317] dok se prethodnom modelu zamjeralo to što je njegovo izračunavanje bilo skupo, projektovanje je dugo trajalo a odgovori su se svodili na sistem crne kutije. Kao prednosti rezonovanja na bazi slučajeva ističu se: brz odgovor, brza akvizija znanja i davanje objašnjenja pomoću primjera što ga čini prihvatljivim, pogotovu u područjima poslovnog odlučivanja na višim nivoima menadžmenta u kojima se donose nestruktuirane odluke [Radovanović, L., 2012, str. 133]. U odnosu na ovaj model, rezonovanje na pravilima imalo je skromene prednosti koje su se svodile na fleksibilno korišćenje znanjem i moguće optimalne odgovore.

PROCES REZONOVANJA NA SLUČAJEVIMA

Proces pomoću koga se odvija rezonovanje na bazi slučajeva oslanja se na 4P aktivnosti, odnosno obuhvata pronalaženje najsličnijeg slučaja, ponovno korišćenje slučaja, preispitivanje ponuđenog rješenja i pamćenje novog rješenja [Radovanović, L., 2012, str. 134]. Pronalaženje najsličnijeg slučaja podrazumijeva da se najsličniji slučajevi ili grupe slučajeva vraćaju iz baze slučajeva. Ponovnim korišćenjem slučaja nastoji se riješiti trenutni problem tako što se vrši njegovo povezivanje sa ranijim problemima.

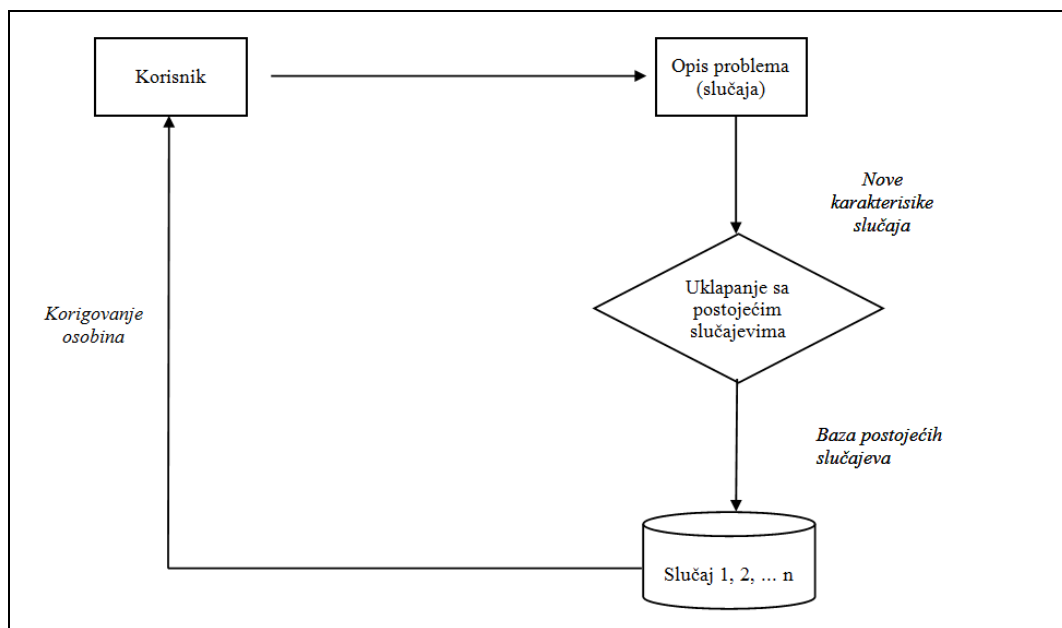
Preispitivanje ponuđenog rješenja podrazumijeva reviziju prethodnih rješenja i njihovo prilagođavanje za upotrebu u novim okolnostima. Na kraju, kao četvrto P, javlja se pamćenje novog rješenja kao dijela novog slučaja tako što se svi elementi slučaja koji se smatraju korisnim za novi problem skladište u bazu slučajeva [Banjanin, M., i sar., 2007, str. 38]. Ciklus rezonovanja na slučajevima može se predstaviti kao na slici 2.



Slika 2: Ciklus rezonovanja na osnovu slučajeva

Izvor: (prilagođeno) Banjanin, M., i sar., 2007, str. 38.

Ciklus rezonovanja na bazi slučajeva počinje upoređivanjem novog problema sa slučajevima koji su smješteni u bazi slučajeva i pretraživanjem jednog ili više sličnih slučajeva. Rješenje koje se sugerise i koje je u skladu sa slučajevima ponovo se koristi i testira na uspjeh. Sve dok ponuđen slučaj nije u uskoj podudarnosti sa ponuđenim rješenjem proces će se preispitivati stvaranjem novog slučaja koji može da se memoriše u bazu slučajeva. Na taj način zatvara se ovaj ciklus [Radovanović, L., 2012, str. 134]. Koncept modela rezonovanja baziranog na slučaju može se predstaviti kao na slici 3.



Slika 3: Koncept modela rezonovanja na osnovu slučajeva

Izvor: (prilagodeno) Banjanin, M., i sar., 2007, str. 38.

Postupak rješavanja problema počinje tako što korisnik opisuje problem. Zatim se u obzir uzimaju nove karakteristike problema, odnosno slučaja, porede se i uklapaju sa postojećim slučajevima. Novi slučaj, kada se riješi, smiješta se u bazu slučajeva. Pored riješenog slučaja, u pomenutu bazu, potrebno je smjestiti i probleme koji se nisu uspješno riješili a uz njih se unose i objašnjenja zašto su neuspješni.

ALATI I APLIKACIJE SISTEMA REZONOVANJA NA OSNOVU SLUČAJEVA

Sistem za rezonovanje na osnovu slučajeva na raspolaganju ima veliki broj alata i aplikacija pomoću kojih ispunjava zahtjeve korisnika. Prilikom planiranja i projektovanja sistema, koji se zasniva na rezonovanju na osnovu slučajeva, korisna pomoć može da se pronade na CBR-PEB online sistemu koji omogućava pronalaženje informacija o CBR (Case-Based Reasoning - rezonovanje na osnovu slučajeva) sistemima po specifikacijama sličnim onom sistemu koje korisnik namjerava da projektuje [Radovanović, L., 2012, str. 135]. Neki od značajnijih alata kojima se postiže rezonovanje na osnovu slučajeva su na primjer Case Advisor, Spot Light, Intelix A/S i sl.

Case Advistor je inteligentni sistem koji organizacijama omogućava dijagnozu i rješavanje problema tako što će efikasno opisati i pronaći odgovarajuću soluciju iz baze znanja za rješavanje konkretnih problema. Ovaj softver funkcioniše pomoću tri elementa. Prvi je Case Advistor Authoring kojim se kreira slučaj. Drugi element ovog sistema je Case Advistor Problem Resolution kojim se pronalazi odgovarajući slučaj koji može poslužiti u rješavanju problema a treći element, Case Advistor WebServer, pomaže organizacijama da obezbijede podršku korisnicima preko Interneta.

Alat koji doprinosi rezonovanju na osnovu slučajeva, posebno kod rješavanja složenih problema, a oslanja se na iskustvo iz prošlosti prilikom pružanja podrške kod odlučivanja i upravljanja znajem jeste SpotLight. Ovaj alat pomaže korisniku da pronade rješenje na dva načina. Prvi način jeste da korisnik odgovara na pitanja koja mu sistem postavlja i tako dođe do najbližijeg slučaja u prošlosti koji će pomoći u rješavanju novog slučaja. Pitanja su ranigirana i sadrže dodatna pitanja koja će olakšati identifikaciju sličnog slučaja koji je ranije riješen. Drugi način omogućava da korisnik sam pretraži bazu znanja ovog alata u kojoj su smješteni svi prethodni slučajevi i tako pronade slučaj koji najbolje odgovara njegovom trenutnom slučaju. Kada korisnik pronade sličan slučaj tada pristupa materijalu koji je memorisan zajedno sa slučajem.

Ovaj alat takođe pomaže da se prikupi potrebno znanje za rješavanje problema u organizaciji i da se ono sačuva u strukturanoj bazi znanja, odnosno bazi slučajeva. Ova baza se gradi korišćenjem istorijskih podataka u obliku zabilješki i izvještaja. Nakon toga korisnik pretražuje ovu bazu i koristi postojeće

slučajeve. Ako se desi da trenutni problem nema sličnosti ni sa jednim slučajem u bazi pomenuti alat pruža mogućnost da se do rješenja dođe na drugi način, na primjer organizovanjem sastanka, gdje će se u rješavanje, osim korisnika, uključiti i druga lica koja su obično specijalisti. Kada tim riješi problem, zajedno sa svim inputima i rješenjima, on se smiješta u bazu slučajeva kao novi slučaj.

Danska softverska kuća, Intellix A/S, proizvela je veliki broj alata koji pomažu korišćenje tehnika vještačke inteligencije. Tako na primjer, njihov softverski okvir SOUL vrši kombinovanje najboljih karakteristika neuronskih mreža, ekspertnih sistema i njegovih vlastitih pronalazaka na području vještačke inteligencije [Radovanović, L., 2012, str. 137]. Alati ove kompanije postavljeni su tako da riješe neki problem na isti način kao što bi to uradili eksperti.

Posebno su bitna dva Intellixova alata, Intellix Expertise Server i Intellix Advisor. Pomoću prvog alata eksperti iz različitih oblasti u preduzeću daju podršku poslovnim procesima širom preduzeća. Da bi ovaj alat mogao da funkcioniše prethodno je potrebno da eksperti ili inženjeri znanja izgrade drugi alat, Intellix Advisor. Advisor može da bude samostalni softver ili ugrađen u informacioni sistem preduzeća. Njegov značaj je u tome što rješenje problema pruža automatizacijom ekspertiza posredstvom neuronske mreže. Intellix Advisor objedinjuje znanje i iskustvo koje je potrebno za podršku poslovnim procesima kao i poslovnom odlučivanju, prenosi poslovnu politiku kroz preduzeće i na kraju doprinosi rješavanju problema.

Ekspertiza koja je sadržana u Advisorima osnova je za upotrebu Intellix Expertise Servera, jer preporuke ili rješenja koja daje Intellix Expertise Server zasnivaju se na ekspertizi koja je sadržana u Intellix Advisoru. Ovaj proces funkcionise na način da kada se identifikuje problem, korisnik inicira sesiju pomoću Intellix Expertise Servera i pristupa Advisoru koji vodi dijalog postavljanjem određenih pitanja ili nuđenjem alternativa koje korisnik može da odabere, a poslije svakog pitanja neuronska mreža vrši ponovnu evaluaciju o tome koje bi sljedeće najvažnije pitanje moglo da dovede do rješenja što podsjeća na način kako to čini ekspert [Radovanović, L., 2012, str. 137].

Intellix je ponudio rješenje i za finansijska tržišta tako što osiguravajućim kompanijama i bankama omogućava da ponude potrošačima najbolju ukupnu vrijednost širokim spektrom proizvoda pomoću automatizacije ekspertiza. Alat koji je namijenjen za ovo područje jeste Online Investment Advisor. On se koristi patentiranom tehnologijom neuronske mreže i doprinosi ostvarenju dva cilja. Prvi cilj je optimizacija rješenja koja se ogleda u uspostavljanju idealne investicione strategija za klijente a na osnovu rezultata individualnog procesa koji se zasnivaju na datim odgovorima na početku i upravljanjem upitnikom. Druga svrha kojoj ovaj alat služi jeste da se obezbijedi važna dokumentacija o cjelokupnom sistemu. Na početku korišćenja sistem se trenira za obavljanje svoje funkcije tako što se za primjer uzimaju savjeti koje eksperti stvarno daju klijentima tokom dnevnih savjetodavnih sastanaka. Takvi primjeri smiještaju se u bazu kao ekspertiza koju će sistem da ponudi kao rješenje kada se pojavi slična situacija.

Ovaj alat se koristio kao pivot projekat u glavnoj danskoj finansijskoj instituciji Jyske Bank. Već tada je mogao da obezbijedi podršku u konsultacijama u vezi investiranja svim investicionim savjetnicima i samim tim da omogući konzistentan pristup procjeni zahtjeva klijenata i na osnovu toga preporučiti investicioni portfolio.

Jedan od alata za primjenu rezonovanja na osnovu slučajeva koji je bitno spomenuti jeste Context Navigator. On služi da se uporedi opis istraživanja sa opisom slučajeva koji su smješteni u bazi slučajeva. Predstavljanje slučaja može se vršiti prema dvije vrste karakteristika. Prava vrsta karakteristika su tekstualne kao neobrađeni tekst koji obezbjeđuje korisnik da bi opisao simptome i uzrok slučaja. Drugu vrstu karakteristika slučaja čine simboličke karakteristike a odnose se na formalizovane informacije koje mogu da nude spisak odgovora koje korisnik bira umjesto da unosi tekst. Za svaki slučaj vrši se njegovo poređenje sa opisanim slučajem koji je memorisan u bazi slučajeva a rezultati poređenja rangiraju se na listi i korisniku prikazuju samo oni s vrha te liste. Ako bilo koji slučaj dostigne rezultat veći od definisanog prihvatljivog praga biće istaknut korisniku pomoću ikonice a kontrole i provjere, kojima se korisnici obavještavaju da je sistem pronašao zadovoljavajuće rješenje, uvedene su u projekat [Chen, C. H., Occena, L. G., 2000, pp. 71-82].

ZAKLJUČAK

Da bi računarski informacioni sistemi mogli da "razmišljaju" na način kako to rade eksperti u preduzeću potrebno je da steknu određeno znanje a to se postiže učenjem. Za informacione tehnologije karakteristično je mašinsko učenje kao proces koji podrazumijeva da se tokom godina poslovanja različiti slučajevi smiještaju u bazu slučajeva odakle će se oni koristiti kao rješenje ili bar usmjeriti na rješenje kada se u budućnosti desi identičan ili sličan slučaj. Specifičnost ovih baza je u tome što one sadrže riješene slučajeve, sa pozitivnim ishodom za preduzeće, a pored njih i one koji nisu riješeni, sa negativnim ishodom, i objašnjenje zašto se nalaze u takvoj kategoriji. Baze znanja objedinjuju ustvari različita iskustva do kojih se došlo na osnovu znanja i preporuka eksperata, a ta iskustva u prošlosti međusobno se povezuju i kombinuju da bi se sugerisalo najbolje rješenje za trenutne probleme. Mašinsko učenje može se odvijati preko više metoda, kao što su na primjer učenje na osnovu objašnjavanja, strateška regresija, induktivno učenje i rezonovanje na osnovu slučajeva, koji su karakteristični za učenje sa nadgledanjem, ili klaster analiza svojstvena za učenje bez nadgledanja, ili preko metoda kao što su genetski algoritam ili neuronsko računanje koje su karakteristične i za jednu i za drugu vrstu učenja.

U ovom radu pažnja je bila posvećena rezonovanju na osnovu slučajeva kao metodi učenja, odnosno zaključivanja, gdje se na bazi slučajeva iz prošlosti automatski može doći do rješavanja trenutnih problema. Ova metoda pogodna je za rješavanje nestrukturiranih problema, kod kojih se, dakle, ne primjenjuju pravila. Sam proces rezonovanja na osnovu slučajeva podrazumijeva da se desi novi slučaj zbog čega korisnik u bazi slučajeva pronalazi najbliži slučaj iz prošlosti, ponovo koristi taj slučaj, preispituje ga i adaptira, ako se za tim ukaže potreba, i na kraju ga smiješta u bazu slučajeva sa određenim objašnjenjem ako je došlo do prilagođavanja slučaja iz prošlosti novom slučaju. Pošto se ovdje zahtijeva interakcija između računarskog informacionog sistema i čovjeka, tj. ako se dese određena prilagođavanja potrebno je da čovjek ukaže sistemu na te promjene i unese ih kao objašnjenje u sistem, ova metoda može se poistovijetiti sa učenjem učenika koga nadgleda njegov učitelj.

Danas se na tržištu mogu pronaći različiti alati i aplikacije za primjenu metode rezonovanja na osnovu slučajeva. Sve one sadrže naprijed navedene karakteristike a cilj je da se prilikom donošenja odluka menadžemtu preduzeća može što više osloniti na ocjene alternativa koje im ponudi sistem, s tim što je neophodno konstantno usmjeravanje računarskog informacionog sistema na bitne faktore koje bi angažovani eksperti uzeli u obzir.

LITERATURA

- [1] Radovanović, L. (2012). *Sistemi podrške odlučivanju*, Ekonomski fakultet, Brčko.
- [2] Soldić-Aleksić, J. (2001). *Intelligentni sistemi za poslovno odlučivanje*, Ekonomski fakultet, Beograd.
- [3] Sukanović, M., Delibašić, B. (2010). *Poslovna inteligencija i sistemi za podršku odlučivanju*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd.
- [4] Turban, E. et. al. (2005). *Decision Support Systems and Intelligent Systems*, Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- [5] Banjanin, M., Petrović, L., Miladinović, D., Drakulić, G., Dimitrijević, A. (2007) *CBR- model za metaporuke u poštansko-komunikacionim servisima*, Telekomunikacioni forum TELEFOR, Beograd. (http://2007.telfor.rs/files/radovi/01_11.pdf).
- [6] Waston, I., Marir, F. (1994). *Case-Based Reasoning: A Review*, The Knowledge Engineering Review, Vol. 9, No. 4, pp 327-354. (www.ai-cbr.org/classroom/cbr-review.html).
- [7] Kolodner, J.L. (1993). *Case-Based Reasoning*, Morgan Kaufmann (www.ai-cbr.org).
- [8] Matsatsinis, N.F., Siskos, Y. (2003). *Intelligent Support Systems for Marketing Decisions*, Kluwer Academic Publishers Group, Dordrecht.
- [9] Chen, C. H., Occena, L. G. (2000). *Knowledge Decomposition for a Product Design Blackboard Expert System*, Artificial Intelligence in Engineering, No.14.