

REZONOVANJE NA OSNOVU SLUČAJEVA U SISTEMIMA PODRŠKE ODLUČIVANJU KOJI SE ZASNIVAJU NA ZNANJU

CASE-BASED REASONING IN KNOWLEDGE-BASED DECISION SUPPORT SYSTEMS

Slavko Matanović*
My Software doo Brčko

APSTRAKT

U članku se istražuje mogućnost primjene rezonovanja koje se zasniva na slučajevima u sistemima podrške odlučivanju, naročito u inteligentnim sistemima za podršku odlučivanju, ekspertnim sistemima i drugim sistemima podrške odlučivanju koji se zasnivaju na znanju iz baza znanja. Za istraživanje korišćene su metode deskripcije, analize, sinteze i komparacije. Cilj rada je da se ukaže na mogućnost primjene rezonovanja koje se zasniva na slučajevima za podršku odlučivanju. Zaključeno je da se metode i tehnike rezonovanja na slučajevima mogu koristiti za automatizaciju prikupljanja i smještanja znanja u baze znanja, ali i za sticanje znanja učenjem na osnovu slučajeva iz prošlosti, koje se može koristiti za donošenje boljih odluka u budućnosti.

Ključne riječi: rezonovanje, slučajevi, znanje, odlučivanje, sistemi podrške odlučivanju

ABSTRACT

The article explores the possibility of applying case-based reasoning in decision support systems, especially in intelligent decision support systems, expert systems and other knowledge-based decision support systems. The study implements methods of description, analysis, synthesis and comparison. Its aim is to draw attention to the possibility of applying case-based reasoning in the field of decision support. The research showed that the methods and techniques of the case-based reasoning could be used to automate the collection and storage of knowledge in the knowledge bases, as well as for acquiring knowledge by learning based on cases from the past that can be used to make better decisions in the future.

Keywords: reasoning, cases, knowledge, decision, decision support systems

UVOD

Prilikom projektovanja sistema za podršku odlučivanju, koji se zasnivaju na znanju, neophodno je značajnu pažnju posvetiti metodama prikupljanja znanja potrebnog za formiranje baze znanja. Evidentno je opšte nastojanje da se proces prikupljanja znanja i donošenje odluka automatizuje. Za unapređenje procesa donošenja odluka menadžeri se mogu koristiti različitim metodama i pristupima prikupljanja i sticanja znanja koje se kreću od tradicionalnog inženjeringa znanja do interaktivnog prikupljanja znanja, mašinskog učenja i rezonovanja koje se zasniva na slučajevima.

TEHNIKE I METODE MAŠINSKOG UČENJA

Pristup prikupljanju znanja koje se naziva mašinsko učenje, obuhvata izvođenje pravila iz primjera. Implementacija mašinskog učenja zahtijeva postavljanje indukcionog algoritma za transformisanje primjera u pravila. Osamdesetih godina prošloga vijeka projektovan je induktivni algoritam (ID3 algoritam) (ID – Iterative Dichotomiser¹) koji se primjenjivao u komercijalnim ljuskama ekspertnih sistema, kao što je KDS ljuska (KDS – Knowledge Delivery System – Sistem za isporuku znanja) (Quinlan, 1983: 463-482). Prikupljanje znanja od eksperata može da bude suočeno s neraspoloženjem i drugim subjektivnim slabostima eksperta koji nije u mogućnosti da obezbijedi tačno znanje, dok je mašinsko učenje nastojanje da se znanje eksperta implicitno izvede iz odluka koje su se donosile u prošlosti. Drugim riječima, umjesto da se od eksperta

* slav.matan@gmail.com

¹ Dihotomizer potiče od riječi dihotomija (diha – na dva, tomio – siječem, grč.). Dihotomija je podjela na dva dijela, podjela koja sadrži dva člana, podjela roda na dvije vrste (Vujaklija, 1977: 245).

traži da artikuliše znanje o odlučivanju, modul sistema koji uči u mogućnosti je da identifikuje strukturu i pravila iz prošlih podataka smještenih u baze podataka i dokumentaciju organizacije (Turban et al., 2005: 652).

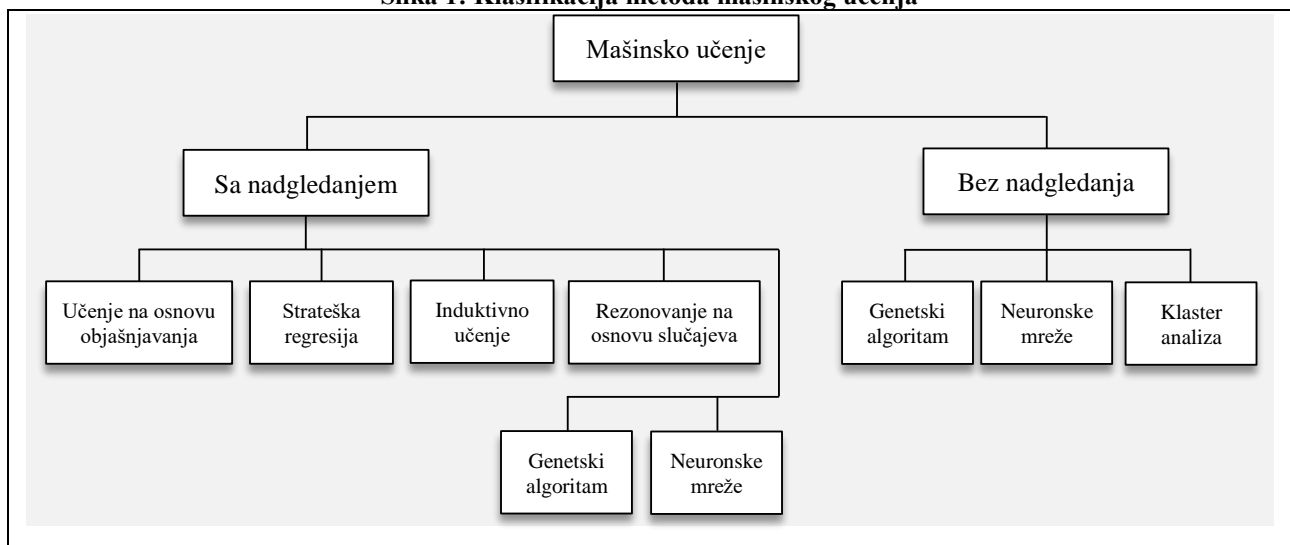
Područje mašinskog učenja, koje primjenjuje karakteristike i metodologije kognitivne psihologije i vještačke inteligencije, proučava procedure izračunavanja kojima se koriste ljudi i mašine u implementaciji procesa učenja i razvija nove tehnologije koje pomažu boljem shvatanju toga procesa. Uprkos njegovoj jedinstvenoj suštini mašinsko učenje obuhvataju dvije osnovne oblasti koje su smještene u šire naučno područje (Matsatsinis & Siskos, 2003: 253). Značajan broj studija o mašinskom učenju posvećen je predstavljanju znanja i organizaciji memorije, dvjema stvarima koje su sazajna područja vještačke inteligencije i kognitivne psihologije. Učenje može da se pojavi u bilo kojem poslovanju kojem je potrebna inteligencija, bilo da se radi o dijagnozi, planiranju, prirodnim jezicima, mehaničkoj kontroli ili o nečem sličnom. Prema tome, mašinsko učenje može se posmatrati kao oblast istraživanja i razvoja.

Učenje kao proces ličnog usavršavanja ima i karakteristike inteligentnog ponašanja. Shvatanje učenja važna je oblast istraživanja vještačke inteligencije koja više istražuje osnovne principe inteligencije od njene primjene. Mašinsko učenje neophodno je i radi obezbjeđivanja mogućnosti da se inteligentni sistemi za podršku odlučivanju, ekspertni sistemi i drugi sistemi podrške odlučivanju sami unapređuju. Čovjek uči kombinovanjem više kompleksnih sazajnih procesa, kao što su indukcija, dedukcija, analogija i drugi postupci: posmatranje, analiziranje primjera i sl. Tehnike mašinskog učenja ne razlikuju se bitno od procesa učenja čovjeka. Većina tih tehnika omogućava da se slične ideje prihvate i implementiraju u računarske programe i inteligentne sisteme kao što su inteligentni sistemi podrške odlučivanju.

Postoje dvije osnovne vrste mašinskog učenja: (1) učenje s nadgledanjem (*supervised learning*) i (2) učenje bez nadgledanja (*unsupervised learning*) (Soldić-Aleksić, 2001: 147-148). Učenje s nadgledanjem je proces izvođenja znanja iz skupa opservacija čiji su izlazi poznati. Na primjer, izvlačenje skupa pravila iz prošlih pozajmljenih evaluacionih podataka ili slučajeva. S obzirom na to da su odluke za te pozajmljene slučajeve poznate, mogu se testirati načini rada uvedenih modela, ako se primijene na te slučajeve (Turban, 2005: 653). Ova vrsta učenja analogna je situaciji učenja pri kojoj učenik uči novu lekciju uz pomoć učitelja (Soldić-Aleksić, 2001: 147). Učenje bez nadgledanja koristi se za otkrivanje znanja iz skupa podataka čiji su izlazi nepoznati. Tipična primjena jeste klasifikacija potrošača u nekoliko različitih stilova života. Prije klasifikacije ne zna se koliko ima različitih vrsta stilova življenja niti koji potrošač pripada određenom stilu (Turban, 2005: 653). Ova vrsta učenja može se uporediti s učenikom koji uči tako što je izložen višestrukom ponavljanju situacija (Soldić-Aleksić, 2001: 147).

Na slici 1. prikazane su metode mašinskog učenja koje mogu da se primijene u navedenim vrstama učenja.

Slika 1: Klasifikacija metoda mašinskog učenja



Izvor: (Turban et al., 2005: 654)

Kao što se na slici vidi neke metode odnose se samo na jednu vrstu mašinskog učenja, dok se neuronske mreže i genetski algoritam mogu primjenjivati i za jednu i za drugu vrstu mašinskog učenja.

REZONOVANJE NA OSNOVU SLUČAJEVA

Za razliku od ekspertnih sistema i sistema za podršku odlučivanju, čija se tehnologija i funkcionisanje zasnivaju na znanju, koje je predstavljeno kao skup pravila, neki sistemi, umjesto baze pravila, koriste se dokumentima i podacima koji se zasnivaju na iskustvu i koji se nazivaju slučajevi. Takvi sistemi koriste se učenjem zasnovanom na slučajevima (CBS – Case-based reasoning).

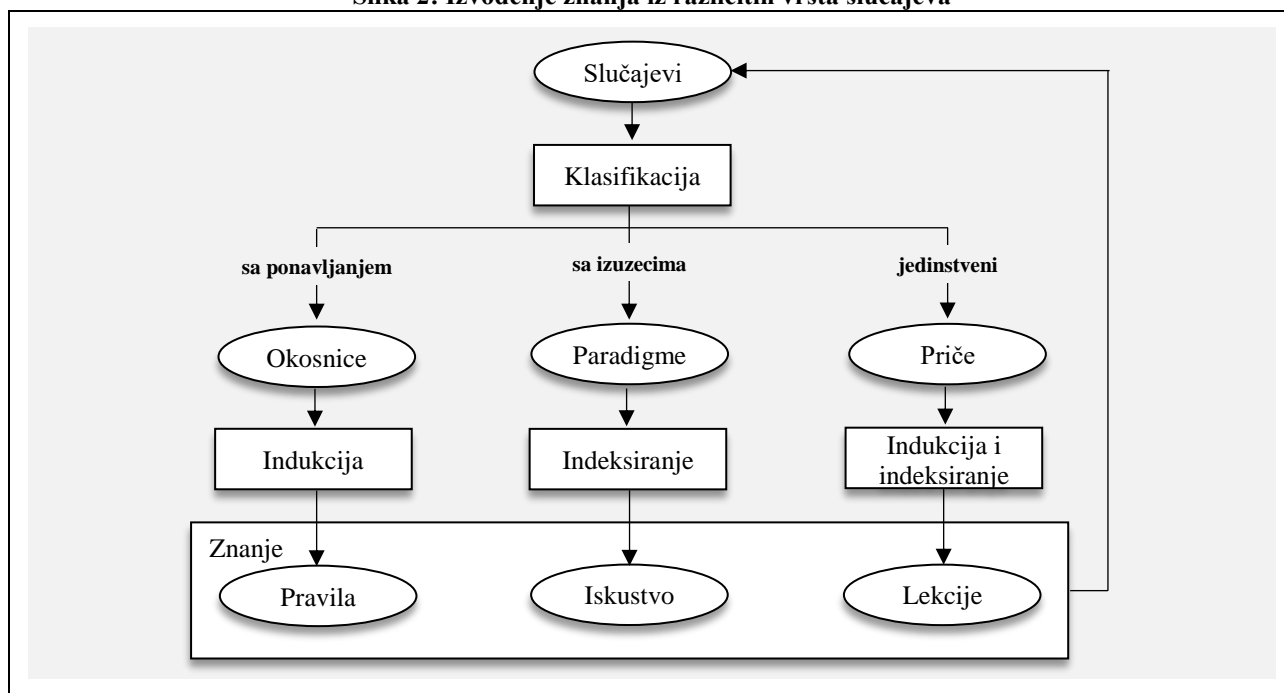
Slučaj obično obuhvata:

- 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.

Slučajevi, koji obuhvataju probleme i njihova rješenja, mogu da se koriste za izvođenje rješenja za nove probleme, dok slučajevi i rezultati mogu da se koriste za evaluaciju novih rješenja. Za predstavljanje slučajeva mogu da se koriste različiti oblici prezentovanja znanja vještačke inteligencije: okviri, objekti, predikati, semantičke mreže i pravila. Većina CBR softvera koristi se frejmovima i objektima za predstavljanje slučajeva. Među istraživačima ne postoji konsenzus o tome koje informacije slučaj treba da sadrži. Međutim, dva pragmatična mjerila mogu se uzeti u obzir prilikom odlučivanja šta bi trebalo da se predstavi u slučaju: funkcionalnost i jednostavnost prikupljanja informacija koje se predstavljaju u slučaju (Watson & Marir, 1994: 327-354).

Na osnovu karakteristika i načina upravljanja slučajevi se mogu klasifikovati u tri vrste: okosnice, paradigme i priče, slika 2 (Kolodner, 1993). Okosnice se pojavljuju veoma često i gotovo da su postale standard, a pomoću induktivnog učenja mogu da se generalizuju unutar pravila ili drugih oblika znanja. Paradigme sadrže određene jedinstvene karakteristike koje ne mogu da se generalizuju. Zato je neophodno da se indeksiraju i čuvaju u bazi znanja za buduće pozivanje i korišćenje. Priče su posebni slučajevi koji sadrže bogat sadržaj i posebne karakteristike i duboke implikacije.

Slika 2: Izvođenje znanja iz različitih vrsta slučajeva



Izvor: (Turban et al., 2005: 656)

Na slici 2 prikazan je i način upravljanja tim vrstama slučajeva. Rezonovanje na osnovu slučajeva naročito je dizajnirano za obradu slučajeva u obliku paradigmi kojim se ne može pravilno upravljati zaključivanjem na osnovu pravila.

Rezonovanje koje se zasniva na slučajevima prilagođava solucije koje su se koristile za rješavanje ranijih problema da bi se koristile u rješavanju novih problema omogućavanjem da računari pregledaju prošle slučajeve i generišu pravila koja mogu da se ulančavaju (unaprijed ili unazad) za rješavanje problema (Turban et al., 2005: 654).

U tabeli 1 prikazano je poređenje rezonovanja na pravilima i rezonovanja na slučajevima, prema različitim kriterijumima.

Tabela 1: Rezonovanje na bazi slučajeva i rezonovanje na bazi pravila

Kriterijum	Rezonovanje na pravilima	Rezonovanje na slučajevima
Osnovni dio znanja	Pravilo	Slučaj (događaj)
Stepen finoće	Čist	Grub
Jedinice prikupljanja znanja	Pravila, heuristike ²	Slučajevi, heuristike
Mehanizam objašnjavanja	Povratno traganje djelovanja pravila	Prethodni slučajevi
Karakterističan izlaz	Odgovor i mjera povjerenja	Odgovor i prethodni slučajevi
Stepen prenosa znanja s problema na problem	Visok ako se radi o povratnom traganju; nizak ako se radi o determinističkim pravilima	Nizak
Brzina kao funkcija veličine baze znanja	Eksponencijalna ako se radi o povratnom traganju; linearna ako se radi o determinističkim pravilima	Logaritamska, ako je balansirano stablo indeksa
Zahtevi oblasti istraživanja	Rječnik iz oblasti Dobar skup pravila zaključivanja Malo pravila ili sekvencijalna primjena pravila Oblast većinom ispunjava pravila	Rječnik iz oblasti Baza podataka primjera slučajeva (baza slučajeva) Stabilnost (modifikovano ispravno rješenje vjerovatno je još dobro) Mnogo izuzetaka od pravila
Prednosti	Fleksibilno korišćenje znanjem Mogući optimalni odgovori	Brz odgovor Brzo prikupljanje znanja Objašnjenje pomoću primjera
Nedostaci	Skupo izračunavanje Projektovanje dugo traje Odgovori po sistemu crne kutije	Ispodoptimalna rješenja Redundantna baza znanja

Izvor: (Turban et al., 2005: 655)

Rezonovanjem na osnovu slučajeva može se koristiti kao alternativnim pristupom kojim mogu da se prevaziđu nedostaci tradicionalnih metoda rezonovanja na pravilima (Matsatsinis & Siskos, 2003: 316-317). Rezonovanje na slučajevima je adekvatnije za nestrukturirana i nedovoljno proučena područja primjene. U poređenju sa sistemima koji se zasnivaju na pravilima, sistem koji se zasniva na slučajevima sličniji je savremenom procesu donošenja odluka menadžera. Osim toga, proces prikupljanja znanja za ove sisteme daleko je jednostavniji, s obzirom na to da nije potrebno apstrahovati pravila iz dostupnih informacija. Čini se da je i održavanje jednostavnije, jer je lakše inkorporiranje novog znanja u postojeću bazu znanja.

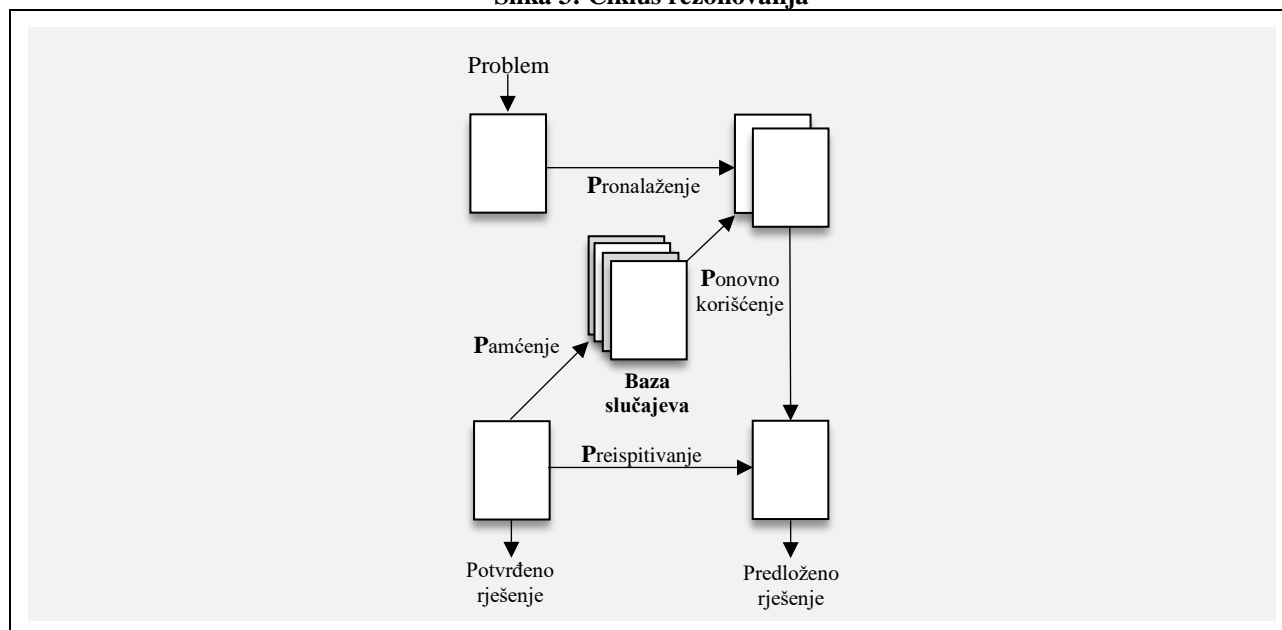
Rezonovanje na osnovu slučajeva ima i nedostataka. Dva najveća nedostatka (tabela 1) su: (1) rezonovanje ne daje dovoljno optimalna rješenja i (2) redundandnost baze znanja (Matsatsinis & Siskos, 2003: 317). Uprkos ovim nedostacima njegove prednosti: brz odgovor, brza akvizicija znanja i davanje objašnjenja pomoću primjera, čine ga prihvatljivim, pogotovo u područjima poslovnog odlučivanja na višim nivoima menadžmenta u kojima se donose nestrukturirane odluke.

² Heuristika – vještina i nauka o metodama u pronalaženju novih, naročito naučnih činjenica i saznanja (Vujaklija, 1977: 1049).

Proces rezonovanja na slučajevima

Proces koji obuhvata rezonovanje na slučajevima može se prikazati kao ciklus (slika 3) koji sadrži četiri RE (Aamodt & Plaza, 1994: 39-59). Umjesto četiri RE (RETRIEVE – pronalaženje, REUSE – ponovno korišćenje, REVISE – preispitivanje, RETAIN – pamćenje (memorisanje), koji potiču iz engleskog jezika, na slici 3 navode se, u duhu našeg jezika, četiri P aktivnosti (pronalaženje, ponovno korišćenje, preispitivanje i pamćenje) pomoću kojih može da se opiše ciklički proces rezonovanja na slučajevima: (1) pronalaženje najslabijeg slučaja, (2) ponovno korišćenje slučaja u nastojanju da se riješi problem, (3) preispitivanje, ako je potrebno, ponuđenog rješenja i (4) pamćenje (memorisanje) novog rješenja kao dijela novog slučaja.

Slika 3: Ciklus rezonovanja



Izvor: (prilagođeno Aamodt & Plaza, 1994)

Ciklus rezonovanja na osnovu slučajeva počinje upoređivanjem novog problema sa slučajevima u bazi slučajeva i pretraživanjem jednog ili više sličnih slučajeva. Rješenje, koje se sugerise i koje je u skladu sa slučajevima, ponovno se koristi i testira na uspjeh. Sve dok pronađeni slučaj nije u uskoj podudarnosti s ponuđenim rješenjem proces će se preispitivati stvaranjem novog slučaja koji može da se smjesti u bazu slučajeva. Na taj način zatvara se ciklus rezonovanja.

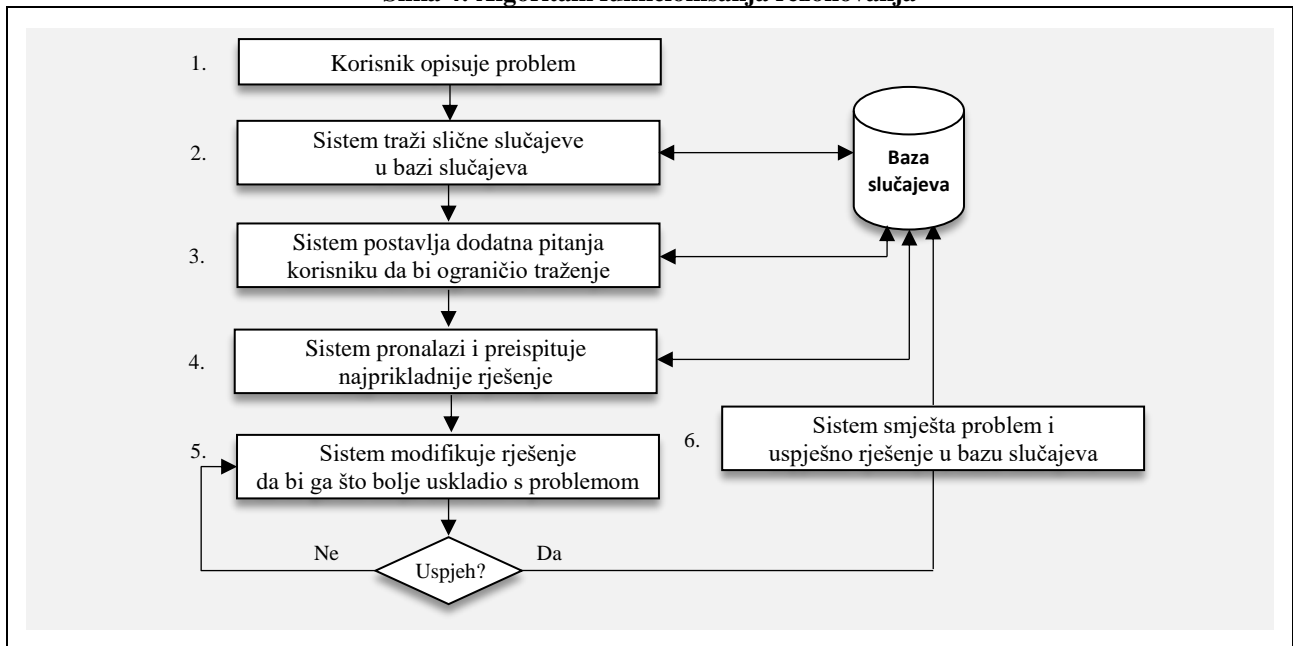
Prilikom rješavanja problema pomoću sistema koji se zasniva na rezonovanja na osnovu slučajeva može da se primijeni algoritam (blok-dijagram) prikazan na slici 4.

Iterativni postupak rješavanja problema korisnika počinje opisivanjem problema, a završava smještanjem problema i uspješnog rješenja u bazu slučajeva. Ako se u prvom prolasku kroz algoritam ne pronađe odgovarajuće rješenje problema, odnosno ne postigne uspjeh, sistem ponavljanjem određenih koraka u algoritmu modifikuje rješenje kako bi ga uskladio s problemom. U bazi slučajeva čuvaju se i slučajevi i problemi čije rješenje nije bilo uspješno. U bazu slučajeva, pored slučaja i problema, unose se i objašnjenja razloga neuspjeha.

Alati i aplikacije sistema za rezonovanje na osnovu slučajeva

Postoje mnogi komercijalni alati za rezonovanje na osnovu slučajeva koji imaju različite funkcije i mogućnost prilagođavanja različitim zahtjevima korisnika. Prilikom planiranja projektovanja sistema, koji se zasniva na rezonovanju na osnovu slučajeva, korisna pomoć može da se pronađe na CBR-PEB (*Case-based Reasoning Product Experience Base* – baza iskustva o proizvodima rezonovanja zasnovanog na slučajevima) *on-line* sistemu koji omogućava pronalaženje informacija o CBR sistemima po specifikacijama sličnim onom sistemu koji korisnik namjerava da projektuje (Radovanović, 2012:135).

Slika 4: Algoritam funkcionisanja rezonovanja



Izvor: (Laudon, K. C. & Laudon, J. P., 2012: 435)

U tabeli 2 prikazane su kompanije i odgovarajući CBR alati koje obično nude i konsultacije u vezi s tim alatima, a u tabeli 3 organizacije koje obezbjeđuju konsultacije, obuku i druge usluge vezane za CBR.

Tabela 2: Kompanije i odgovarajući CBR alati

Kompanija	CBR Alat(i)
AcknoSoft	KATE
Atlantis Aerospace Corporation	SpotLight
Brightware Inc.	ART*Enterprise
Case Bank Support Systems Inc.	SpotLight
Cognitive Systems Inc.	ReWind
Esteem Software Inc.	ESTEEM
Inductive Solutions Inc.	CasePower
Inference Corporation	k-Commerce (ranije se nazivao CBR3 ili CBR Express, CasePoint, Generator & WebServer)
IET-Intelligent Electronics	TechMate
Intellix A/S	KnowMan, Intellix Knowledge Server, Intellix Expertise Server, Online Investment Advisor
Isoft	ReCall
Sententia Software Inc.	CASE Advisor & Case Advisor Webserver
ServiceSoft	Knowledge Builder & Web Advisor
tecunno GmbH	CBR-Works and Inference's k-commerce
TreeTools	HELPDESK-3
The Haley Enterprise Inc.	The Easy Reasoner, CPR & HelpCPR
Webpresence Technology	The RapidReasoner

Izvor: (www.ai-cbr.org/tools.html; 17.11.2016).

Case Advisor (www.ai-cbr.org/tools/sententia.html) je inteligentni sistem za dijagnozu i rješavanje problema koji omogućava organizacijama da efikasno opišu i pronađu odgovarajuću soluciju iz baze znanja za rješavanje problema njihovih kupaca. Softver se sastoji od tri komponente: *Case Advisor Authoring* – konfiguracija za kreiranje slučaja, *Case Advisor Problem Resolution* – mehanizam za pronalaženje odgovarajućeg slučaja za rješavanje problema i *Case Advisor WebServer* – inteligentna aplikacija podrške korisnicima za organizacije koje žele da obezbijede podršku korisnicima preko Interneta.

Tabela 3: Organizacije za konsultaciju, obuku i druge usluge CBR-a

Organizacija	Vrsta CBR ili druge usluge
ai-cbr	Konsultacije i CBR obuka
Andersen Consulting	Opšte konsultacije o vještačkoj inteligenciji uključujući i CBR
BSR Consulting	Konsultacije iz CBR
Erda	Švedska konsultantska kompanija za niz proizvoda za zaključivanje
Everest	Holandska konsultantska kompanija za upravljanje znanjem
Intelligent Applications Ltd.	CBR i <i>data mining</i> konsultacije
Ineractive Multimedia Systems	Konsultacije i distribucija KATE i CBR-Works
Kenniscentrum CIBIT	CBR i konsultacije o vještačkoj inteligenciji
Stottler Henke Associates, Inc. (SHAI)	Opšti konsalting za vještačku inteligenciju i distributer ESTEEM-a

Izvor: (www.ai-cbr.org/tools.html)

SpotLight (www.casebank.com) je alat za podršku odlučivanju i upravljanje znanjem koji se koristi iskustvom iz prošlosti. Njegova primarna uloga jeste pomaganje u rješavanju složenih problema kao što su, na primjer, problemi vezani za dijagnostikovanje grešaka na postrojenjima. *SpotLight* vodi korisnika ka rješenju problema postavljanjem pronicljivih, osnovnih pitanja, slično konsultaciji eksperta. *SpotLight* rješava slične probleme na osnovu sopstvene baze znanja koja se sastoji od riješenih problema koji se nazivaju slučajevi. Slični slučajevi predstavljaju se korisniku u rangiranom redoslijedu zajedno s dodatnim pitanjima. Korisnik može da pregleda slučajeve da bi pronašao slučaj koji najbolje odgovara njegovom trenutnom problemu ili daje odgovore na više pitanja. Čim korisnik pronađe odgovarajući slučaj pristupa materijalu koji je memorisan zajedno sa slučajem i koji sadrži osnovne uzroke, instrukcije za popravku, savjete, objašnjenja, kontakte i veze s odgovarajućim informacijama. Ostale uloge *SpotLight*-a su prikupljanje i čuvanje znanja potrebnog za rješavanje problema u organizaciji, a te aktivnosti mora da izvršava transparentno i efikasno. Znanje se dodaje strukturiranoj bazi znanja, koja se naziva baza slučajeva, na dva načina. U početku baza slučajeva gradi se korišćenjem istorijskih podataka kao što su zabilješke o održavanju i izvještaji o servisiranju incidentnog slučaja. Poslije toga, ako korisnik pronađe problem koji se ne podudara ni s jednim slučajem do tada, *SpotLight* pronalazi mogućnost da riješi problem s drugima, na primjer specijalistima, organizovanjem sastanka. Kad tim riješi problem sve relevantne informacije, uključujući i inpute koje je korisnik transparentno sakupio za vrijeme sastanka, jednostavno se ugrađuju u novi slučaj.

S obzirom na to da je osnovna tehnologija koju prati *SpotLight* zaključivanje na osnovu slučajeva (CBR) *CaseBank* je patentirao dodatke CBR skupu koji ne zavise od drugih CBR proizvoda na tržištu ako su namijenjeni za inteligentnu podršku odlučivanju u kompleksnom okruženju.

Intellix A/S (www.intellix.com/products), danska softverska kompanija, nudi više alata čiji se rad zasniva na bazama znanja, bazama ekspertiza, rezonovanju na osnovu slučajeva i drugim tehnikama vještačke inteligencije. *KnowMan* (www.ai-cbr.org/tools/knowman.html) se koristi jedinstvenim algoritmom učenja sa samouopštavanjem. Istorijski posmatrano vještačka inteligencija bila je podijeljena u nekoliko osnovnih područja istraživanja: vještačke neuronske mreže, s jedne strane, i drugu klasičnu ili simboličku vještačku inteligenciju. Neuronske mreže odnosile su se uglavnom na učenje i mogućnost primjene na sva područja, dok se klasična vještačka inteligencija bavila rezonovanjem. To su osnovni aspekti o inteligenciji. *Intellix A/S* je inkorporisao oba elementa u softverski okvir koji se naziva SOUL (*Self-Optimising Universal Learner* – univerzalni učenik sa samooptimiziranjem) i čija je suštinska tehnologija kombinovanje najboljih karakteristika neuronskih mreža, ekspertnih sistema i njegovih vlastitih pronalazaka na području vještačke inteligencije (Radovanović, 2012: 135-139).

Pomoću *Intellix Expertise Servera* eksperti iz različitih oblasti daju podršku poslovnim procesima preduzeća. Eksperti ili inženjeri znanja upotrebljavaju *Intellix Designer* za izgradnju *Intellix Advisora* – rješenja koja se zasnivaju na automatizaciji ekspertiza posredstvom neuronske mreže. *Advisor* objedinjuje znanje i iskustvo potrebno za podršku poslovnom procesu i za podršku donošenju poslovnih odluka, distribuira poslovnu politiku preduzeća ili pomaže rješavanju problema. *Intellix Expertise Server* upotrebljava se za davanje preporuka ili rješenja koja se zasnivaju na ekspertizi sadržanoj u *Advisor*-ima koji mogu da budu samostalni softver ili ugrađeni u informacioni sistem preduzeća. *Intellix Expertise Server*, kao i ostali alati *Intellixa* oponašaju način na koji eksperti rješavaju problem. Identifikovanjem problema, koji treba da se riješi, korisnik inicira sesiju pomoću *Expertise Servera* i pristupa *Advisoru* koji vodi dijalog postavljanjem određenih pitanja ili nudi alternativu koje korisnik može da odabere. Poslije svakog pitanja neuronska mreža vrši ponovnu

evaluaciju o tome koje bi sljedeće najvažnije pitanje moglo da postigne rješenje, što podsjeća na način kako to čini ekspert.

Funkcionisanjem u konkurentnim finansijskim tržištima *Intellix* je prikupio provjerene podatke o uspješnom servisiranju finansijske djelatnosti. Danas *Intellix* servisira osiguravajuće kompanije i banke sistemima za automatizaciju ekspertiza koji im omogućavaju da ponude potrošačima najbolju ukupnu vrijednost širokim spektrom proizvoda. Za bankare konsultacija o investicijama predstavlja složeno područje, naročito u današnjim usitnjenim tržištima. Mnogi faktori utiču na izbor investicione strategije, pa, zato, zahtijevaju znanje o investicijama i mogućnost razumijevanja i usklađivanja strategije sa situacijom klijenta. Takve strategije centralizovane su u većini banaka, međutim izazov se nalazi u distribuciji tih ekspertiza savjetnicima klijenata banke u njenim filijalama i ekspoziturama. Da bi ukazao i riješio neka od tih pitanja jedno od rješenja bio je *Intellix*ov osnovni alat *Online Investment Advisor* kojeg je uveo kao pivot program u glavnoj danskoj finansijskoj instituciji *Jyske Bank* (www.intellix.com/industries/banking.html). Prema tome, *Online Investment Advisor* bio je u mogućnosti da obezbijedi podršku u konsultacijama o investiranju svim investicionim savjetnicima u *Jyske Bank* i na taj način omogućio konzistentan pristup procjeni zahtjeva klijenata i preporučivao investicioni portfolio koji se zasnivao na tim procjenama. Zahtjevi klijenata određivani su na osnovu niza pitanja koja je sistem postavljao. *Online Investment Advisor* se koristi patentiranom tehnologijom neuronske mreže tako da rezultati individualnog procesa koje se zasnivaju na datim odgovorima u početku i upravljanjem upitnikom vode ka ustanovljavanju idealne investicione strategije za klijenta. Pored pronalazjenja optimalnog rješenja *Intellix* sistem obezbjeđuje i važnu dokumentaciju o cjelokupnom procesu. Sistem se na početku trenira korišćenjem primjera s dnevnih savjetodavnih sastanaka na kojima klijenti dobijaju savjete od najiskusnijih i najobrazovanijih eksperata u banci. Korišćenjem tih slučajeva kao baze dobijena je dovoljna ekspertiza za *Online Advisor* tako da djeluje nezavisno, pa je sistem u mogućnosti da preporuči ekspertsko rješenje za bilo koju sličnu situaciju (Radovanović, 2012:137-138).

Sistem za podršku kupcima koji se zasniva na CBR projektovan je kao automatski sistem podrške odlučivanju koji pomaže *call* centru ili servisu kupaca da brzo otkriju probleme u računarskim sistemima i da predlože odgovarajuća rješenja. Sistem je projektovan za vodeću kompaniju informacione tehnologije i integraciju sistema u Kanadi i SAD. Kompanija nudi širok asortiman rješenja, usluga i mogućnosti podrške kupcima. Porastom broja različitih vrsta računarskog softvera i hardverskih proizvoda za personalne računare, vrste proizvoda koje kompanija podržava brzo su se umnožavale. Osnovna zamisao CBR sistema je da pamti i prilagođava rješenja koja su se koristila za rješavanje ranijih problema i njihovo korišćenje za rješavanje novih problema. Slučaj je osnovni element baze znanja za aplikacione sisteme koje se zasnivaju na rezonovanju na osnovu slučajeva. Opisivanje slučajeva je različito i zavisi od razvojne konfiguracije i alata. Alati ugrađeni u projekat zahtijevaju da se svaki slučaj predstavi stanjem problema (simptomom) i traženjem rješenja (akcije). Prema tome, slučaj obuhvata opis nekoliko pitanja i nekoliko akcija. Korisnik CBR sistema prvo unosi opis slučaja kojim se koristi CBR *Context Navigator* da bi se uporedio opis istraživanja s opisom slučajeva u bazi slučajeva. Ovaj posebni alat podržava dvije vrste karakteristika koje mogu da se odaberu za predstavljanje slučaja: tekstualne i simboličke karakteristike. Tekstualne karakteristike su neobrađeni tekst koji obezbjeđuje korisnik za opis simptoma i uzroka slučaja, dok simboličke karakteristike predstavljaju formalizovane informacije koje mogu da nude spisak odgovora koje korisnik bira umjesto da unosi tekst. Sistem koristi dva sistema upoređivanja da bi pronašao odgovarajući slučaj. Rezultat poređenja, koji se izračunava za svaki slučaj, pokazuje koliko se on podudara s opisom memorisanog slučaja u bazi. Slučajevi s vrha liste pokazuju se korisniku. Ako bilo koji slučaj dostigne rezultat veći od definisanog prihvatljivog praga, biće istaknut (osvijetljen) korisniku pomoću ikonice. Kontrole i provjere, kojima se korisnici obavještavaju da je sistem pronašao zadovoljavajuće rješenje, uvode se u projekat (Chen & Occena, 2000: 71-82).

ZAKLJUČAK

Za potrebe procesa donošenja odluka menadžeri se mogu koristiti različitim metodama i pristupima prikupljanja i sticanja znanja, kao što je mašinsko učenje i rezonovanja koje se zasniva na slučajevima. Mašinsko učenje, kao pristup prikupljanju znanja, izvodi pravila iz primjera i nastoji da znanje implicitno izvede iz odluka koje su se donosile u prošlosti. Rezonovanje na osnovu slučajeva, koje predstavlja alternativni pristup tradicionalnim metodama zaključivanja koje se zasnivaju na pravilima, je prihvatljivije za nestrukturirana i nedovoljno proučena područja primjene i veoma je slično procesu donošenja odluka

menadžera. Proces prikupljanja znanja za sisteme koji se zasnivaju na rezonovanju je jednostavniji od ostalih sistema zaključivanja jer nije potrebno apstrahovanje pravila iz dostupnih informacija, a inkorporiranje novog znanja u postojeću bazu znanja, odnosno slučajeva je jednostavno.

Model procesa rezonovanje na slučajevima koji je prilagođen sadrži četiri P aktivnosti (pronalaženje, ponovno korišćenje, preispitivanje i pamćenje), umjesto originalnog modela koji sadrži četiri RE koji potiču od engleskih riječi: *retrieve*, *reuse*, *revise* i *retain*. Rezonovanje na osnovu slučajeva je iterativni postupak rješavanja problema koji počinje opisivanjem problema, a završava smještanjem problema i uspješnog rješenja u bazu slučajeva kojim se menadžeri mogu koristiti u budućnosti za rješavanje istih ili sličnih problema. U radu su navedeni komercijalni alati za rezonovanje na osnovu slučajeva koji imaju različite funkcije i mogućnost prilagođavanja različitim zahtjevima korisnika i preduzeća koja nude konsultacije, obuku i druge usluge u vezi sa sistemima rezonovanja koji se zasnivaju na slučajevima.

Opisani su neki od alata za podršku odlučivanju i upravljanje znanjem koji se koristi iskustvom iz prošlosti. Njihova primarna uloga jeste pomaganje korisniku u rješavanju problema postavljanjem pitanja, slično konsultaciji eksperta. Većina tih alata rješava slične probleme na osnovu sopstvene baze znanja koja se sastoji od riješenih problema, koji se nazivaju slučajevi. Slični slučajevi predstavljaju se korisniku u rangiranom redoslijedu zajedno s dodatnim pitanjima. Korisnik može da pregleda slučajeve da bi pronašao slučaj koji najbolje odgovara njegovom trenutnom problemu. U početku baza slučajeva gradi se korišćenjem istorijskih podataka, a zatim pomoću relevantnih informacija koje se ugrađuju u novi slučaj i smještaju u bazu slučajeva.

Eksperti i inženjeri znanja upotrebljavaju rezonovanje za izgradnju rješenja koja se zasnivaju na automatizaciji ekspertiza i objedinjavanju znanja i iskustva potrebnih za podršku donošenju odluka. Sistemi koji se zasnivaju na rezonovanju pomažu rješavanju problema na način kako to čini ekspert iz određene oblasti. Sistem za podršku kupcima, koji se zasniva na rezonovanju, projektovan je kao automatski sistem podrške odlučivanju koji pomaže da se otkriju problemi i predlože odgovarajuća rješenja. Alati omogućavaju da se slučaj predstavi u vidu problema i odgovarajućeg rješenja komparacijom sa sličnim problemima iz prošlosti koji se mogu primijeniti za donošenje odluka u budućnosti.

LITERATURA

1. Aamodt, A., Plaza, E. (1994). Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations and System Approaches. *AI Communications*. Vol 7(i), pp. 39-59. Preuzeto 17.11.2016. sa: www.ai-cbr.org/classroom/cbr-review.html.
2. Chen, C. H., Occena, L. G. (2000). Knowledge Decomposition for a Product Design Blackboard Expert System. *Artificial Intelligence in Engineering*. No. 14, pp. 71-82.
3. Kolodner, J. L. 1993. *Case-Based Reasoning*. Morgan Kaufmann. Preuzeto 17.11.2016. sa www.ai-cbr.org.
4. Laudon, K. C. & Laudon, J. P. (2012). *Management Information Systems*. N.J.: Prentice-Hall, Upper Saddle River.
5. Matsatsinis, N. F. & Siskos, Y. (2003). *Intelligent Support Systems for Marketing Decisions*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers Group.
6. Quinlan, R. J. (1983). In *Machine Learning - An Artificial Intelligence Approach*. Palo Alto: Tioga Publishing Co.
7. Radovanović, K. L. (2012). *Sistemi podrške odlučivanju*. Brčko: Ekonomski fakultet.
8. Soldić-Aleksić, J. (2001). *Intelligentni sistemi za poslovno odlučivanje*. Beograd: Ekonomski fakultet.
9. Turban, E. et al. (2005). *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. N.J.: Pearson Prentice Hall.
10. Vujaklija, M. (1977). *Leksikon stranih reči i izraza*. Beograd: Prosveta.
11. Watson, I. & Marir, F. (1994). Case-Based Reasoning: A Review. *The Knowledge Engineering Review*. Vol. 9. No. 4, pp. 327-354. Preuzeto 17.11.2016. sa: www.ai-cbr.org/classroom/cbr-review.html.
12. www.ai-cbr.org/classroom/cbr-review.html
13. www.ai-cbr.org/tools/knowman.html
14. www.ai-cbr.org/tools/sententia.html
15. www.casebank.com
16. www.intellix.com/industries/banking.html
17. www.intellix.com/products