

PROCENA ZNANJA STUDENATA KORIŠĆENJEM PRAVILA ODLUČIVANJA THE EVALUATION OF STUDENTS' KNOWLEDGE BY USAGE OF THE DECISION RULES

Vladimir Brtko, Dragica Radosav, Eleonora Brtko

REZIME: Evaluacija postignuća studenata je važan aspekt u domenu obrazovanja. Proteklih godina teorija fazi skupova se koristi sa ciljem postizanja pogodnog sistema ocenjivanja. U ovom radu istražujemo fazi inferentni sistem Mamdani tipa koji uzima u obzir važnost, kompleksnost i težinu pitanja koja su upućena studentu. Sa druge strane istražujemo tehnike automatskog generisanja If Then pravila. Glavni cilj je definicija fazi inferentnog sistema koji je lak za implementaciju i ugradnju u postojeće obrazovne softvere ili web bazirane sisteme za upravljanje kursevima kao i poređenje sa sistemom koji koristi automatski generisana If Then pravila.

KLJUČNE REČI: Fazi inferentni sistemi, Procena znanja studenata, Ako Onda pravila, Teorija grubih skupova

ABSTRACT: Evaluation of students' learning achievement is a very important task in the domain of education. In recent years fuzzy set theory is applied with the purpose to achieve reasonable grading system. In this paper we investigate the application of Mamdani based fuzzy inference system which provides a useful way to consider importance, complexity and difficulty of the questions. On the other side we investigate the technique for automatic synthesis of If Then rules. The main goal is definition of fuzzy inference system which is easy to implement and incorporate into educational software systems or web based course management systems as well as comparison with the system which uses automatically synthesized If Then rules.

KEY WORDS: Fuzzy Inference Systems, Knowledge Evaluation, If Then Rules, The Rough Sets Theory

1. UVOD

Teorija fazi skupova (Fuzzy Set Theory, L. A. Zadeh, 1965), do sada je primenjena u različitim i brojnim domenima istraživanja. Između ostalog, teorija fazi skupova postaje osnov generalizacije Bulovske logike koja vodi ka fazi logici (Fuzzy Logic). Umesto dva stanja $\{0,1\}$, koristi se interval $[0, 1]$, a karakteristična funkcija pripadnosti klasičnih (crisp) skupova, zamenjena je merom pripadnosti fazi skupu koja je definisana funkcijom pripadnosti. Veliki praktični značaj nađen je u mogućnosti konstrukcije inferentnih sistema koji umesto mehanizama zaključivanja baziranih na klasičnoj logici, koriste mehanizme zaključivanja bazirane na fazi logici. Nastaju fazi inferentni sistemi (Fuzzy Inference Systems – FIS) koji koriste mehanizme zaključivanja fazi tipa, poznati su: Mamdani i Takagi–Sugeno–Kang (TSK, ili Sugeno) tipovi fazi zaključivanja. Moguća je primena fazi inferentnih sistema u domenu obrazovanja kao zasebnih modula ili u sklopu širih sistema – Course Management Systems (CMS). Postaje evidentno da se obrazovni proces menja tako da se sa repetitivnog stila učenja prelazi na stil koji preferira razumevanje gradiva, načine sticanja i korišćenje novog znanja. Teorije učenja koje se koriste nisu asocijativne i bihejviorističke već konstruktivističke i kognitivne. Od učenika se očekuje da unapredi stil samoobučavanja i svoje veštine. Promene u vidu ubrzanog tehničko – tehnološkog razvoja utiču na društvo u celini, međutim obrazovni sistem je “inertan” po svojoj prirodi, nije sklon brzim promenama i modernizaciji tako da u tom procesu postoje mnogobrojne prepreke. Osnovni problem kojim se ovaj rad bavi jeste moguća uloga i primena fazi inferentnih sistema u procesu modernizacije obrazovnog sistema.

Iako su mnoge ideje o korišćenju teorije fazi skupova (posebno fazi inferentnih sistema) u obrazovne svrhe nastale 80-tih i 90-tih godina prošlog veka (Wilson et. al.) [1, 2],

Weon i Kim [3] su 2001. godine predložili metod za upotrebu teorije fazi skupova u obrazovanju pri proceni znanja studenata. Prema ovoj metodi, znanje studenata procenjuje se postavljanjem pitanja ili zadataka koje rešavaju studenti, a odgovori se procenjuju na osnovu:

- značaja pitanja,
- tačnosti odgovora,
- težine pitanja i
- kompleksnosti pitanja.

U [3] je ustanovljen nedostatak originalne metode Weon-a i Kim-a (WK metod), koji se odnosi na subjektivnost parametra “težina pitanja”. Predložen je metod procene znanja studenata koji koristi fazi funkcije pripadnosti i fazi If Then (Ako Onda) pravila. Uvedene su fazi promenljive, definisane su njihove vrednosti. Radi detaljnije analize ovog proširenja WK metode pogledati [1, 3]. U [4] je opisana konkretna implementacija FIS-a pomoću softverskog paketa MatLab (korišćen je Fuzzy Logic Toolbox). Razrađen je i opisan model procene znanja učenika koji se oslanja na proširenje WK metode opisano u [3]; dakle, koriste se fazi promenljive čije su vrednosti lingvističke i predstavljene su pomoću fazi funkcija pripadnosti. Definisan je sistem fazi If Then pravila. Sistem fazi zaključivanja koji se koristi je Mamdani tipa. Predmet istraživanja ovog rada odnosi se na sistem fazi If Then pravila Mamdani tipa, subjektivnost koja se javlja pri definisanju ovog sistema i moguće načine automatskog generisanja sistema fazi if Then pravila. Po tom pitanju, istraživanja mogu začeti u domene Data Mining-a, sistema baziranih na znanju (Knowledge Based Systems - KBS) i teorije grubih skupova (Rough Set Theory, Z. Pawlak, 1982).

Struktura rada je sledeća: Poglavlje dva sadrži kratak opis WK metode koja koristi fazi pristup proceni znanja studenta. U poglavlju tri dat je opis implementacije fazi mehanizma

zaključivanja koji koristi FIS Mamdani tipa. Opisane su fazi promenljive, njihove lingvističke vrednosti kao i sistem fazi pravila. Poglavlje četiri sadrži kratak opis dosadašnjih istraživanja postupaka automatske sinteze fazi If Then pravila, sa akcentom na domen obrazovanja. Prezentovana je jednostavna studija slučaja. Poglavlje pet je zaključno – u njemu su iznesena zaključna zapažanja kao i smernice budućeg rada.

2. METODA WEON KIM-A

WK metoda podrazumeva procenu znanja studenta uzimajući u obzir značaj, težinu, kompleksnost pitanja i tačnost odgovora. Vreme koje je studentu potrebno da da odgovor je takođe uzeto u obzir. WK metoda podrazumeva postojanje baterije pitanja P koja sadrži n pitanja: $P = P_1, P_2, \dots, P_n$. Svako pitanje može se sastojati od m potpitanja: $P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{im}, 1 \leq i \leq n$. Tačnost odgovora (response accuracy) $COR(P_i)$ na pitanje P_i se računa na sledeći način:

$$COR(P_i) = COR(P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{im}) = \bigcup_{i=1}^n \left\{ P_i, \sum_{j=1}^m (\mu_{P_{ij}} \times \mu_{T_{ij}}) \right\} \quad (1)$$

Ovde $\mu_{P_{ij}}$ označava vrednost funkcije pripadnosti za potpitanje j pitanja P_i . Ako je $\mu_{P_{ij}} = 1$ onda je odgovor na j -to potpitanje i -tog pitanja potpuno korektan; za $\mu_{P_{ij}} = 0$ odgovor na j -to potpitanje i -tog pitanja je potpuno netačan. U (1) Σ predstavlja algebarsku sumu dok \times predstavlja algebarski proizvod, $\mu_{T_{ij}}$ predstavlja vrednost funkcije pripadnosti za vreme potrebno da student da odgovor na potpitanje P_{ij} . Pored tačnosti odgovora, WK metoda podrazumeva procenu znanja studenta u zavisnosti od ukupne važnosti baterije pitanja $ICOR(P)$, ukupne kompleksnosti baterije pitanja $CCOR(P)$ i ukupne težine baterije pitanja $DCOR(P)$. Navedene vrednosti se računaju pomoću (1) variranjem parametara funkcija pripadnosti i uvođenjem težinskog faktora k tako da umesto $\mu_{T_{ij}}$ imamo $\mu_{T_{ij}}^k$. Npr. ako je potpitanje važno onda je $k=0.5$, ako je potpitanje osrednje važnosti $k=1$, napokon ako je potpitanje male važnosti $k=2$.

U nastavku rada, važnost, kompleksnost i težina posmatrane su kao fazi promenljive; predložene su lingvističke vrednosti ovih promenljivih koje su predstavljene fazi skupovima, odnosno pomoću pogodnih funkcija pripadnosti. Po ugledu na WK metodu definisan je sistem fazi If Then pravila. Fazi inferentni sistem (FIS) Mamdani tipa implementiran je i isproban pomoću Fuzzy Logic Toolbox-a u sklopu softverskog paketa MatLab.

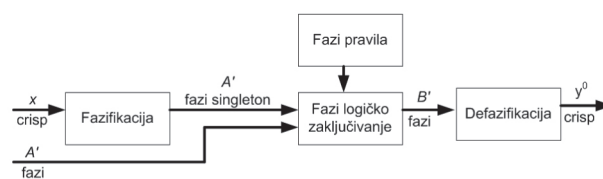
Tabela 1– Nazivi ulaznih fazi promenljivih, izlazna fazi promenljiva – vrednosti i opsezi.

Izlazna promenljiva	Ulazne promenljive				
GradeLevel (trimf) 5 - 10	Importance (gaussmf) 0 - 10	Complexity (gaussmf) 0 - 10	Difficulty (gaussmf) 0 - 10	Time (gaussmf) 0 - 10	Accuracy (trimf) 0 - 10
VeryBad	Low	Simple	Easy	Fast	Mismatch
Bad	High	Medium	Medium	Slow	NearMiss
Good		Complex	Difficult		Accurate
VeryGood					
Excelent					

3. FAZI INFERENTNI SISTEM – MODIFIKACIJA WK METODE

Prema WK metodi definisane su fazi promenljive i pripadajuće lingvističke vrednosti. U Tabeli 1 dati su nazivi fazi promenljivih, njihovih vrednosti i oblici fazi funkcija pripadnosti. Korišćene su: Gausove (gaussmf) i trougaone (trimf) funkcije pripadnosti za definisanje vrednosti ulaznih promenljivih, a vrednosti izlazne promenljiva – GradeLevel predstavljene su pomoću funkcija pripadnosti trougaonog oblika (trimf).

Mamdani FIS pruža mogućnost da ulazne promenljive nisu skalarnе vrednosti već su predstavljene fazi skupovima [5]. Na Slici 1 prikazana je šema fazi kontrolera koji koristi Mamdani tip fazi zaključivanja.



Slika 1. – Mamdani tip fazi zaključivanja

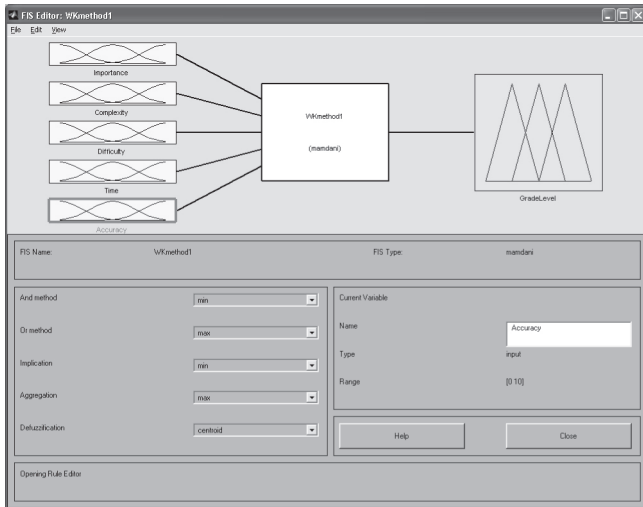
U ovom slučaju, ulazne promenljive su realni brojevi iz opsega 0 – 10, dok je opseg izlazne promenljive 5 – 10. Iz tog razloga korak fazifikacije ulaza je neophodan, kao i korak defazifikacije agregiranih vrednosti. Sistem fazi pravila mora biti definisan tako da je moguće izvesti zaključak B' koji posle defazifikacije daje konačni izlaz sistema y^0 . Mamdani tip fazi zaključivanja koristi t_{\min} (t norma – fazi AND implementirana je kao funkcija *min*) i Mamdani implikaciju. U slučaju *sup-t* kompozicije je:

$$\mu_{B'}(y) = \sup_{x \in X} \min(\mu_A(x), \mu_R(x, y)) = \sup_{x \in X} \min(\mu_A(x), \min(\mu_A(x), \mu_B(y))) = \min(\sup_{x \in X} \min(\mu_A(x), \mu_A(x)), \mu_B(y)) = \min(\alpha, \mu_B(y)), \quad (2)$$

gde je $\alpha = \sup_{x \in X} \min(\mu_A(x), \mu_A(x))$. Parametar α se naziva *stepen saglasnosti* fazi skupova A i A' .

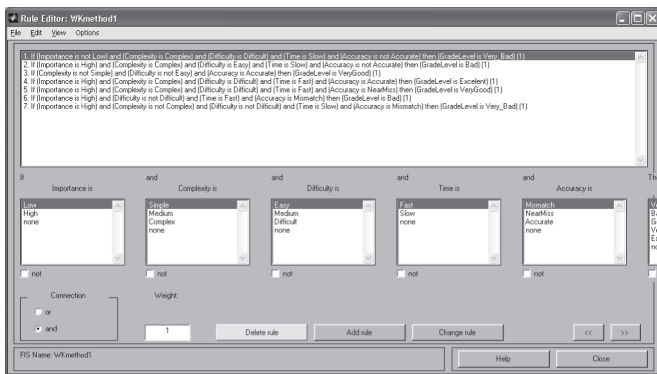
U (2) sa A je označen antecedent pravila, B je konsekvent, A' je ulazna vrednost, dok je B' izlaz. Izabrani metodi implementacije fazi AND, OR operatora, implikacije i agregacije mogu se videti sa Slike 2. Metod defazifikacije je „centroid“.

Mamdani tip fazi zaključivanja bazira se na generalizovanom Modus Ponens-u (Generalized Modus Ponens - GMP) i poklapa se sa rezultatima koji se dobijaju primenom metode odsecanja [5].



Slika 2. – Fazi inferentni sistem Mamdani tipa – fazi promenljive

Fazi If Then pravila prikazana su na Slici 3. Izabrano je sedam pravila koja koriste AND (*min*) fazi logički operator u antecedentu i negaciju (*not*). Cilj je bio izbor manjeg broja pravila tako da FIS daje zadovoljavajuće rezultate. Fazi If Then pravila imaju ulogu pravila odlučivanja (Decision Rules) u ovom sistemu.

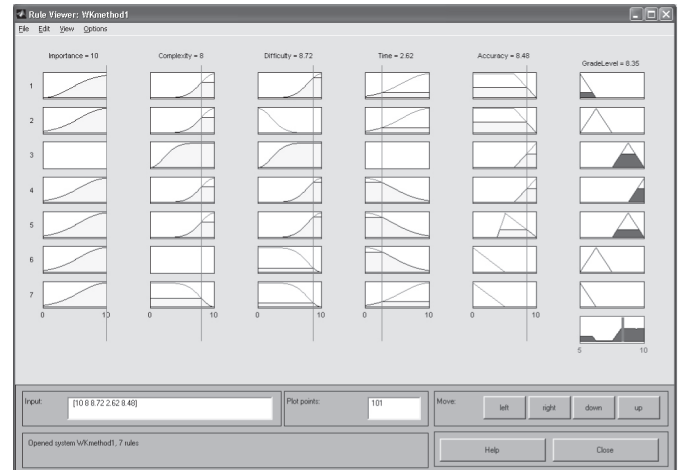


Slika 3. – Sedam fazi If Then pravila

FIS funkcioniše na sledeći način: vrednosti Importance, Complexity i Difficulty su prethodno definisane za svako pitanje, student daje odgovor kojem se pridružuje realan broj (Accuracy) iz opsega [0, 10]; 0 – odgovor je potpuno netačan, 10 – odgovor je potpuno tačan. U zavisnosti od navedenih vrednosti, FIS procenjuje znanje studenta (GradeLevel). Na primeru sa Slike 4 grafički je prikazano funkcionisanje fazi inferentnog sistema.

U ovom primeru za vrednosti Importance=10, Complexity=8, Difficulty=8.72, Time=2.62 minute i Accuracy=8.48, FIS procenjuje da je znanje studenta, GradeLevel=8.35. Fazi promenljive uključene u antecedente fazi If Then pravila, odnosno njihove vrednosti, predstavljene su žutom bojom. Konsekventi

pravila i njihove vrednosti predstavljene su plavom bojom. Na Slici 4 jasno se mogu videti mere pripadnosti određene tankom crvenom linijom. Rezultat defazifikacije agregiranih vrednosti svih sedam pravila predstavljena je debljom crvenom linijom. Funkcionisanje FIS-a u okruženju obrazovnog računarskog softvera ili Web baziranog sistema je potpuno automatizovano i može biti transparentno za studenta.



Slika 4. – Funkcionisanje fazi pravila – grafički prikaz

Sistem se može podešavati izmenom, brisanjem ili dodavanjem novih fazi If Then pravila, kao i izborom funkcija pripadnosti preko kojih su definisane vrednosti fazi promenljivih. Vrednosti fazi promenljivih su lingvističke (koriste se reči govornog jezika), a fazi If Then pravila su po formi bliska rečenicama kakve su u svakodnevnoj upotrebi, što svakako predstavlja značajnu prednost FIS-a. Posebno je potrebno naglasiti da iskustvo projektanta sistema ima značajan uticaj na rad sistema, uključujući njegove subjektivne slabosti! Pitanje od daljeg interesa je: Da li se sistem If Then pravila može automatski generisati, čime bi bila izbegnuta subjektivna procena projektanta sistema?

4. MOGUĆNOST AUTOMATSKOG GENERISANJA SISTEMA IF THEN PRAVILA

Osnovu mogućnosti automatskog generisanja If Then pravila predstavlja postojanje podataka u formi tabele (Flat Table) koja je često predstavljena uz pomoć MS Excel dokumenta. Podaci mogu biti analizirani raznim tehnikama koji rezultuju stabilima odlučivanja (Decision Trees), sistemima (skupovima) If Then pravila, itd. U daljem tekstu date su osnovne informacije o teoriji grubih skupova (Rough Set Theory) koju je uveo poljski matematičar Z. Pawlak [6], kao još jedan pokušaj definisanja alternativne teorije skupova koja uključuje neprecizne (vague) koncepte. Njen značaj uočen je u oblastima veštačke inteligencije i kognitivnih nauka, tačnije u domenima: mašinskog učenja, prikupljanja podataka, data mining-a, analizi odlučivanja, ekspertnim sistemima, sistemima za podršku odlučivanju, prepoznavanju obrazaca i induktivnom rezonovanju. Tehnike bazirane na ovoj teoriji mogu se upotrebiti za automatsko generisanje sistema If Then pravila, ne obavezno fazi tipa.

4.1. Kondicioni atributi i atribti odluke

Kao startna pozicija daljih razmatranja podrazumeva se postojanje informacionog sistema koji je, sa stanovišta teorije grubih skupova, definisan na sledeći način:

Neka je sa A označen skup atributa. Neka je $C \subset A$ i $D \subset A$ tako da $C \cap D = \emptyset$. Atributi iz C se zovu kondicioni atributi (Condition Attributes), a atributi iz D se zovu atributi odluke (Decision Attributes). Informacioni sistem u kome su definisani skupovi kondicionih atributa i atributa odluke se zove sistem odlučivanja (Decision System) ili sistem odluke. U većini praktičnih slučajeva, od informacionog sistema do sistema odlučivanja se dolazi odabirom jednog atributa odluke, dok ostali atributi predstavljaju kondicione atribute.

Primer 1:

Skup atributa: $A = \{Importance, Complexity, Difficulty, Accuracy, Time, GradeLevel\}$,
 Skup kondicionih atributa: $C = \{Importance, Complexity, Difficulty, Accuracy, Time\}$,
 Skup atributa odluke: $D = \{GradeLevel\}$.

Uvođenje skupa kondicionih atributa i skupa atributa odluke omogućuje da se svakom objektu univerzuma koji je predstavljen redovima tabele, pridruži zapis:

$$\bigwedge_{a \in C} a = a(x) \Rightarrow \bigwedge_{d \in D} d = d(x),$$

gde je sa $a = a(x)$ označena vrednost atributa a objekta x ; analogno $d = d(x)$ označava vrednost atributa d objekta x . Ovim je superpozicija vrednosti atributa odluke izražena preko superpozicije vrednosti kondicionih atributa. Superpozicija je ovde predstavljena logičkom konjunkcijom. Time je moguće definisati pravila odlučivanja u formi If Then.

4.2. Redukcija skupa kondicionih atributa

Tehnike bazirane na teoriji grubih skupova omogućuju tzv. redukciju skupa kondicionih atributa pri čemu se, na egzaktan način, vrši procena uticaja vrednosti kondicionih atributa na vrednosti atributa odluke. Od velikog praktičnog značaja pri redukciji podataka jeste zadržavanje samo onih kondicionih atributa koji ostvaruju uticaj na vrednosti atributa odluke. Uobičajeno, postoji nekoliko podskupova kondicionih atributa koji se zovu redukti. Proračun redukta koji sadrži minimalni broj atributa spada u klasu NP problema. Za dalju analizu tehnika redukcije pogledati [6, 7]. Očigledno je da je proračun svih mogućih redukta kompleksan zadatak, međutim u većini praktičnih primena nije potrebno proračunati sve redukte nego samo neke od njih. Često korišćeni algoritama za proračun redukta su:

- 1. Varijacija Džonsonovog algoritma** (The Variation of Johnson's algorithm), [8] je algoritam koji može da proizvede jedan redukt skup.
- 2. Genetski algoritam**, [9] omogućuje pronalaženje aproksimativnih redukta preko parametra cena atributa (Attribute Costs). Ovakav algoritam omogućuje proračun većeg broja redukta raznih dužina.

If Then pravila generišu se preklapanjem atributa iz redukt skpova preko sistema odlučivanja i očitavanjem vrednosti.

4.3. Studija slučaja

U sledećoj studiji slučaja korišćen je postojeći softverski sistem zasnovan na teoriji grubih skupova: Rosetta – A Rough Set Toolkit for Analysis of Data. Rosetta sistem je razvijen zajedničkim naporom Grupe za sisteme zasnovane na znanju, departmana za Računare i informatičke nauke NTN univerziteta iz Trondhajma (Norveška) i Grupe za logiku Instituta za matematiku varšavskog Univerziteta (Poljska) [10].

Podaci su konstruisani sa namerom sprovođenja ove studije slučaja i prikazani su Tabelom 2. Skupovi kondicionih atributa i atributa odluke definisani su u Primeru 1. Vrednosti Importance, Difficulty, Time i Accuracy su prethodno definisane ili merene, dok vrednost atributa Grade Level određuje projektant (ekspert).

Tabela 2 – Univerzum sadrži 10 objekata, pet kondicionih atributa i jedan atribut odluke

Student	Kondicioni atributi				Atribut odluke
	Importance	Difficulty	Time	Accuracy	Grade Level
x_1	8	9	2	5	7
x_2	7	5	4	3	5
x_3	2	4	3	2	5
x_4	5	1	5	8	6
x_5	9	6	7	7	7
x_6	6	7	9	10	8
x_7	9	8	8	9	9
x_8	9	9	9	10	10
x_9	9	7	9	8	9
x_{10}	7	8	3	6	7

Varijacija Džonsonovog algoritma uz pomoć sistema Rosetta generiše sledeći redukt skup kondicionih atributa: {Importance, Difficulty}. Egzaktom metodom je ustanovljeno da samo dva kondiciona atributa imaju uticaj na vrednosti atributa odluke!

If Then pravila generisana na osnovu ovog redukta prikazana su u Tabeli 3:

Tabela 3 – Deset If Then pravila nastalih na osnovu redukta primenom varijacije Džonsonovog algoritma

If	Then
Importance(8) AND Difficulty(9)	Grade Level(7)
Importance(7) AND Difficulty(5)	Grade Level(5)
Importance(2) AND Difficulty(4)	Grade Level(5)
Importance(5) AND Difficulty(1)	Grade Level(6)
Importance(9) AND Difficulty(6)	Grade Level(7)
Importance(6) AND Difficulty(7)	Grade Level(8)
Importance(9) AND Difficulty(8)	Grade Level(9)
Importance(9) AND Difficulty(9)	Grade Level(10)
Importance(9) AND Difficulty(7)	Grade Level(9)
Importance(7) AND Difficulty(8)	Grade Level(7)

Primenom Genetskog algoritma za proračun redukta pomoću sistema Rosetta generisana su tri redukt skupa:

{Importance, Difficulty}, {Difficulty, Accuracy}, {Importance, Accuracy}.

Na osnovu sva tri redukt skupa generisana su If Then pravila prikazana u Tabeli 4.

Tabela 4 – Trideset If Then pravila nastalih na osnovu redukta primenom Genetskog algoritma

If	Then
Importance(8) AND Difficulty(9)	Grade Level(7)
Importance(7) AND Difficulty(5)	Grade Level(5)
Importance(2) AND Difficulty(4)	Grade Level(5)
Importance(5) AND Difficulty(1)	Grade Level(6)
Importance(9) AND Difficulty(6)	Grade Level(7)
Importance(6) AND Difficulty(7)	Grade Level(8)
Importance(9) AND Difficulty(8)	Grade Level(9)
Importance(9) AND Difficulty(9)	Grade Level(10)
Importance(9) AND Difficulty(7)	Grade Level(9)
Importance(7) AND Difficulty(8)	Grade Level(7)
Difficulty(9) AND Accuracy(5)	Grade Level(7)
Difficulty(5) AND Accuracy(3)	Grade Level(5)
Difficulty(4) AND Accuracy(2)	Grade Level(5)
Difficulty(1) AND Accuracy(8)	Grade Level(6)
Difficulty(6) AND Accuracy(7)	Grade Level(7)
Difficulty(7) AND Accuracy(10)	Grade Level(8)
Difficulty(8) AND Accuracy(9)	Grade Level(9)
Difficulty(9) AND Accuracy(10)	Grade Level(10)
Difficulty(7) AND Accuracy(8)	Grade Level(9)
Difficulty(8) AND Accuracy(6)	Grade Level(7)
Importance(8) AND Accuracy(5)	Grade Level(7)
Importance(7) AND Accuracy(3)	Grade Level(5)
Importance(2) AND Accuracy(2)	Grade Level(5)
Importance(5) AND Accuracy(8)	Grade Level(6)
Importance(9) AND Accuracy(7)	Grade Level(7)
Importance(6) AND Accuracy(10)	Grade Level(8)
Importance(9) AND Accuracy(9)	Grade Level(9)
Importance(9) AND Accuracy(10)	Grade Level(10)
Importance(9) AND Accuracy(8)	Grade Level(9)
Importance(7) AND Accuracy(6)	Grade Level(7)

Jasno je da se generisanjem redukta primenom Genetskog algoritma dolazi do brojnijeg skupa If Then pravila u odnosu na skup If Then pravila nastao na osnovu redukta generisanog varijacijom Džonsonovog algoritma. Pokazano je da je moguće generisati If Then pravila koja nisu fazi tipa, automatski, na osnovu tabelarnih podataka. Bitno je uočiti da broj generisanih pravila nije u direktnoj vezi sa obimom (brojem objekata) sistema odlučivanja; postoji veza između broja i dužine redukt skupova i broja pravila. Sistem pravila se primenjuje tako što su vrednosti kondicionih atributa ulazne vrednosti, a sistem određuje vrednost atributa odluke (izlazna vrednost).

5. ZAKLJUČAK

Motivacija za ovaj rad nađena je u metodi koju su 2001. godine predložili Weon i Kim; metoda je kasnije proširena na više načina. Originalna metoda koristi fazi pristup evaluaciji

odgovora studenta (koristi se suma algebarskih proizvoda proračunatih mera pripadnosti fazi skupu). Metoda uzima u obzir: značaj, tačnost, težinu i kompleksnosti pitanja, a na osnovu vremena potrebnog da se dođe do odgovora procenjuje znanje studenta.

U ovom radu su značaj, tačnost, težina, kompleksnosti pitanja i vreme potrebno za odgovor definisane kao fazi promenljive sa pripadajućim lingvističkim vrednostima. Definisan je fazi inferentni sistem Mamdani tipa pomoću Fuzzy Logic Toolbox-a u sklopu softverskog paketa MatLab. Isprobano je funkcionisanje sistema koji obuhvata sedam fazi pravila.

Sa druge strane izvršena je studija slučaja koja na osnovu tabelarno organizovanih podataka, uz pomoć sistema Rosetta, automatski generiše If Then pravila koja nisu fazi tipa. U ovom slučaju vrednosti ulaznih podataka su prethodno definisane (Značaj, Težina, Kompleksnost) ili merene (Vreme, Tačnost odgovora), a vrednost izlaznog podatka (Procena znanja - Grade Level) je nastala na osnovu iskustva projektanta sistema koji je zadaje!

Poređenjem dva navedena pristupa moguće je izvesti sledeće zaključke:

1. Sistem zasnovan na fazi If Then pravilima je lak za upotrebu ali unosi mogućnost subjektivnog uticaja projektanta sistema koji na osnovu svog iskustva definiše fazi If Then pravila.
2. Automatskim generisanjem sistema If Then pravila izbegnuta je subjektivnost projektanta ali moraju prethodno biti obezbeđeni tabelarno organizovani podaci na osnovu kojih se generišu pravila koja nisu fazi tipa.
2. Funkcionisanje oba sistema je transparentno, a računski nije zahtevno.
3. Sistemi ne zavise od problemske oblasti (mogu se koristiti za razne nastavne predmete).

Konačan zaključak je sledeći: sistem fazi If Then pravila je moguće lako menjati ali se pri tome ne može garantovati izbegavanje subjektivnog uticaja projektanta. Sa druge strane, automatski generisan sistem If Then pravila koja nisu fazi tipa izbegava subjektivan uticaj prilikom definisanja pravila ali daje mogućnost projektantu sistema da iskaže nivo svoje ekspertize zadavanjem izlaznih vrednosti. Na Tehničkom fakultetu „Mihajlo Pupin“ u Zrenjaninu izvršena je programska implementacija oba navedena prilaza, koja izbegava upotrebu sistema MatLab i Rosetta, a time omogućava dalje eksperimente. Budući rad će se odnositi na poređenje dva navedena prilaza na konkretnim podacima koji su nastali u praksi.

REFERENCE

- [1] Shih-Ming Bai, Shyi-Ming Chen: Evaluating students' learning achievement using fuzzy, membership functions and fuzzy rules, Expert Systems with Applications 34, 399–410, 2008.
- [2] Wilson, E., Karr, C. L., Freeman, L. M.: Flexible, adaptive, automatic fuzzy-based grade assigning system. In Proceedings of the 1998 north American fuzzy information processing society (NAFIPS) conference, pp. 334–338, 1998.

- [3] Weon, S., Kim, J.: Learning achievement evaluation strategy using fuzzy membership function. In Proceedings of the 31st ASEE/IEEE frontiers in education conference, Reno, NV, Vol. 1, pp. 19–24, 2001.
- [4] Vladimir Brtka, Eleonora Brtka, Dragica Radosav: Evaluacija postignuća studenata pomoću Mamdani fazi inferentnog sistema, Naučno stručni skup ITeO, Zbornik radova, str.53–58, Banja Luka, 2 – 3 oktobar, 2009.
- [5] Pero Subašić: Fazi logika i neuronske mreže, Tehnička knjiga, Beograd 1997.
- [6] Z. Pawlak, A. Skowron: Rudiments of rough sets, An International Journal of Information Sciences 177, pp. 3–27, 2007.
- [7] S. Greco, M. Benedetto, R. Slowinski: New Developments in the Rough Set Approach to Multi-Attribute Decision Analysis, in Bulletin of Int. Rough Set Society, Volume 2, Number 2/3, edited by S. Tsumoto et al., pp. 57–87, 1998.
- [8] D. S. Johnson: Approximation algorithms for combinatorial problems, Journal of Computer and System Sciences 9, pp. 256–278, 1974.
- [9] J. Wroblewski: Finding minimal reducts using genetic algorithms, in Proc. Int. Joint Conf. on Information Sciences, pp. 186–189, 1995.
- [10] A. Øhrn: Discernibility and Rough Sets in Medicine: Tools and Applications, PhD thesis, Department of Computer and Information Science, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway, 1999.
- [11] Wu M. H.: Research on applying fuzzy set theory and item response theory to evaluate learning performance. Master Thesis, Department of Information Management, Chaoyang University of Technology, Wufeng, Taichung County, Taiwan, Republic of China, 2003.
- [12] Ibrahim Saleh, Seong-in Kim: A fuzzy system for evaluating students' learning achievement, Expert Systems with Applications 36, pp. 6236–6243, 2009.
- [13] Chen Chih-Ming: Personalized E-learning system with self-regulated assisted mechanisms for promoting learning performance, An International Journal of Expert Systems with Applications 36, pp. 8816 – 8829, 2009.
- [14] Romero Cristóbal, Ventura Sebastián, García Enrique: Data mining in course management system: Moodle case study and tutorial, An International Journal of Computers & Education 51, pp. 368 – 384, 2008.
- [15] Eleonora Brtka, Dragica Radosav, Vladimir Brtka: Modul za data minig kao deo sistema e-učenja, InfoTech, Zbornik radova, 4 strane, Vrnjačka Banja, Jun 2009.
- [16] Eleonora Brtka: Data mining pristup analizi podataka u pedagoškom istraživanju, Magistarska teza, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, 2009.



Dr Vladimir Brtka, docent, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin”, Zrenjanin
e-mail: vbrtka@tfzr.uns.ac.rs
Oblasti interesovanja: Soft Computing, Teorija grubih skupova, Veštačka inteligencija, Sistemi bazirani na znanju



Dr Dragica Radosav, vanredni profesor, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin”, Zrenjanin
e-mail: radosav@tfzr.uns.ac.rs
Oblasti interesovanja: Projektovanje obrazovnog računarskog softvera, Projektovanje informacionih sistema, Inteligentni tutorski sistemi, Učenje na daljinu u web autorskim sistemima, HCI



Mr Eleonora Brtka, asistent pripravnik, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin”, Zrenjanin
e-mail: brtka@sbb.rs
Oblasti interesovanja: Informatika u obrazovanju, Data Mining, Projektovanje obrazovnog računarskog softvera, Web bazirani sistemi za učenje

info m

UPUTSTVO ZA PRIPREMU RADA

Tekst pripremiti kao Word dokument, A4, u kodnom rasporedu 1250 latinica ili 1251 ćirilica, na srpskom jeziku, bez slika.

Naslov, abstrakt i ključne reči dati na srpskom i engleskom jeziku.

Autor(i) treba da obavezno prilože svoju fotografiju, navede instituciju u kojoj radi i oblast kojom se bavi.

Jedino formatiranje teksta je normal, **bold**, *italic*, **bolditalic**, velika i mala slova.

Mesta gde treba ubaciti slike naglasiti u tekstu (Slika 1...)

Proveriti da li su poslate sve slike!

Slike pripremiti odvojeno, VAN teksta, imenovati ih kao u tekstu, u sledećim formatima: vektorske slike - cdr.

(ako ima teksta u okviru slika pretvoriti u krive), ai, fh, eps (šeme i grafikoni), rasterske slike: tif, psd, jpg

u rezoluciji 300 dpi 1:1 (fotografije, ekranski prikazi i sl.)

Molimo vas da obratite pažnju na veličinu i izgled slika (prema koncepciji časopisa)