

PRIJEDLOG ORGANIZACIJE BAZE ZNANJA
ZA EKSPERTSKE SUSTAVE II GENERACIJE

A SUGGESTION OF KNOWLEDGE BASE ORGANIZATION
IN SECOND GENERATION EXPERT SYSTEMS

H. Bilić, I. Boljat, Z. Grbac,
A. Jadrić, D. Marković, P. Slapničar, S. Saša

Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje
Split, R. Boškovića bb

U radu se razmatra baza znanja za 2. generaciju ekspertske sustava koja kao podlogu koristi relacijsku bazu podataka. Prikažani su struktura i tipovi pravila te njihovo inicijalno formiranje procesom samoučenja na temelju uzročnog modela.

The paper discusses the knowledge base supported by relational database. The knowledge base is in second generation expert systems. The design and types of rules as well as their initial formation by causal model based learning process are shown.

1. UVOD

Ekspertski sustavi se zasnivaju na tehnikama formuliranja znanja dobivenog bilo od stručnjaka za odgovarajuće područje, bilo iz dokumenata ili prikupljenog iz knjiga i sličnih izvora. Od konvencionalnih programa razlikuju se po organizaciji, načinu izvođenja i dijalogu s korisnikom [1,2].

Baze znanja su elementi ekspertske sustava, koji, korištenjem elektroničkih računala, predstavljaju podlogu za formuliranje znanja. Ključne aktivnosti u sustavu znanja, osim prikupljanja i izbora odgovarajuće formalne prezentacije,

jesu mehanizam zaključivanja i pročišćavanje te izrada korisničkog sučelja [1,8].

Jedan od najčešće korištenih načina prikazivanja znanja su produkcijska pravila tipa

A K O *uzrok* T A D A *akcija*,

gdje se *uzrok* sastoji od više elementarnih uzroka povezanih logičkim operatorima (I, ILI), a *akcija* od više elementarnih akcija također povezanih logičkim operatorima, odnosno:

$uzrok = uzrok_1 < I | ILI \ uzrok_2 > < I | ILI \ uzrok_3 >$
 $akcija = akcija_1 < I | ILI \ akcija_2 > .. < .. >$.

Pravila se kod unaprijednog zaključivanja smještaju u sekvencijalnu listu, a ukoliko se ne koriste varijabilni podaci, moguće ih je smjestiti u graf [6]. Primjena grafa omogućava efikasniji postupak pretraživanja pravila.

Prva generacija ekspertskih sustava zasnovana je u potpunosti na heurističkom znanju u obliku pravila, što rezultira značajnim ograničenjem - sustav ne funkcionira izvan područja definiranog pravilima [5]. Druga generacija ekspertskih sustava sastoji se iz produkcijskih pravila i modela. Kod takvih ekspertskih sustava omogućeno je tzv. dubinsko zaključivanje (engl. deep reasoning), koje, ukoliko ne dođe do rješenja unutar područja definiranog produkcijskim pravilima, ne dovodi do prekida rada već prelazi na zaključivanje preko modela sustava.

Ekspertski sustavi druge generacije nalaze primjenu u raznim tehničkim sustavima, naročito za dijagnostiku, pa je i većina korištenih termina prilagođena za ove svrhe. Tako se ovdje umjesto termina *uzrok* koristi termin *simptom*. Za opis funkcioniranja tehničkog sustava često se koristi uzročni model.

Algoritam dubinskog zaključivanja istražuje moguće uzroke kvara preko zadanog modela. Kada su uzroci ustanovljeni, moguće ih je zapisati u obliku novih pravila što se naziva samoučenjem. Pored toga korisnik može dobiti potpunije i logičnije objašnjenje rezultata dubinskog zaključivanja.

Cilj je, dakle, spojiti najbolja svojstva oba pristupa: heuristička pravila za dobivanje bržeg rješenja, a

dubinsko zaključivanje kada problem nije pokriven heurističkim pravilima [4].

U daljnjem radu bit će prikazana struktura pravila za ekspertske sustave druge generacije, njihovo inicijalno formiranje, postupak integracije i kombinacije, tj. dobivanje novih pravila, te prijedlog organizacije baze znanja druge generacije ekspertskih sustava.

2. STRUKTURA PRAVILA U EKSPERTSKIM SUSTAVIMA II GENERACIJE

Kod ekspertskih sustava druge generacije koriste se tri tipa pravila [4]:

-*Usmjeravajuća* (fokusirajuća) pravila sužavaju područje pretraživanja grupiranjem svih pravila o nekoj komponenti.

-Pravila za *provjeru* definiraju za koja će se stanja aktivirati dubinsko zaključivanje unutar zadane mreže kojom je opisan sustav.

-Pravila za *rješenje* direktno pridružuju rješenja simptomima, a sastoje se od *primarnih* simptoma (ključne obilježja), *sekundarnih* simptoma (dodatnih ograničenja) i potrebnih akcija kojima se djeluje (u terminologiji dijagnostičkih sustava, "otklanja kvar").

Pravila se inicijalno formiraju tako da se za primarni simptom stavi nepoželjno stanje, sekundarni simptom je prazan, a primjenom akcije nestaje nepoželjno stanje.

Postojećim pravilima mogu se direktno dodavati samo *ortogonalna* pravila, tj. ona koja imaju međusobno različite i primarne simptome i akcije.

Postupak integracije primjenjuje se na pravila s jednakim primarnim simptomima tako da se sekundarnim simptomima starog pravila dodaju akcije novog pravila, a negacija akcije novog pravila postaje njegov sekundarni simptom. Funkcionalno isti rezultat dobio bi se i zamjenom redosljeda pravila, ali je potrebno voditi računa da se u pravilima nalaze lakše dostupne veličine.

Navedene postupke ilustrirat će se pravilima za dijagnostiku kvara TV prijemnika.

Neka je zadano *pravilo₁*, kojem treba dodati *pravilo₂*:

	<i>pravilo₁:</i>	<i>pravilo₂:</i>
PRIMARNI SIMPTOM	Nema slike	Nema slike
SEKUNDARNI SIMPTOMI	---	---
AKCIJA	Osigurač	Ispravljač

Nakon integracije će biti:

	<i>pravilo₁:</i>	<i>pravilo₂:</i>
PRIMARNI SIMPTOM	Nema slike	Nema slike
SEKUNDARNI SIMPTOMI	Ispravljač OK	Ispravljač nije OK
AKCIJA	Osigurač	Ispravljač

Ako je potrebno dodati pravilo s jednakom akcijom kao u postojećem pravilu, dolazi do njihove kombinacije u samo jedno pravilo pri čemu je primarni simptom unija primarnih simptoma, sekundarni simptom je presjek sekundarnih simptoma, a akcija ostaje nepromijenjena.

	<i>pravilo₁:</i>	<i>pravilo₂:</i>
PRIMARNI SIMPTOM	Nema slike	Nema tona
SEK. SIMPTOM	Ispravljač OK	Ispr. i NF poj. OK
AKCIJA	Osigurač	Osigurač

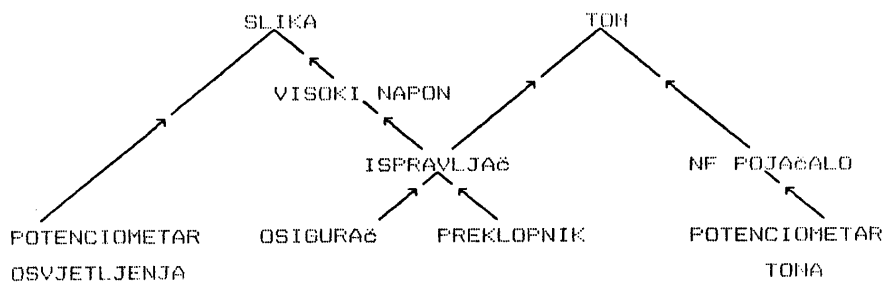
Nakon kombinacije dobije se:

PRIMARNI SIMPTOM	Nema slike Nema tona
SEKUNDARNI SIMPTOM	Ispravljač OK
AKCIJA	Osigurač

Prikaz pravila nakon integracije i kombinacije dat će se tablicama poglavlja 4.

3. UZROČNI MODEL I POSTUPAK SAMOUČENJA

Rad složenijih tehničkih sustava može se prikazati pomoću uzročnog modela [4] koji se sastoji od skupa međusobno ovisnih svojstava komponenata. Neka svojstva su lako uočljiva, a neka uz teškoće. Uzročne relacije mogu se prikazati mrežom čvorova koji predstavljaju svojstva komponenata. Na slici 1. prikazan je dio uzročnog modela televizijskog prijemnika.



Slika 1. Dio uzročnog modela TV prijemnika.

Algoritam dubinskog zaključivanja počinje od neispravnog svojstva i istražuje uzroke kvara sve do uočljivih svojstava. Ako su ona neispravna, uzrok problema je pronađen. U suprotnom, rješenje problema je u teško uočljivim međukomponentama. Ovaj algoritam daje mogućnost redukcije sumnjivih komponenti pri čemu se koristi princip da ukoliko je efekat nekog svojstva normalan tada je i samo svojstvo normalno.

Neka je nepoželjno svojstvo "Slike nema" i neka su sva lako mjerljiva svojstva normalna - potencijometar osvjetljenja, osigurač i preklopnik. Tada se moguća greška nalazi u teže dostupnim komponentama - visokom naponu ili ispravljaču. Budući da je ton ispravan, ispravljač se isključuje i kao uzrok greške ostaje visoki napon.

Ovaj proces rezultirao bi formiranjem novog pravila:

PRIMARNI SIMPTOMI	Nema slike
SEKUNDARNI SIMPTOMI	Tona ima Potencijometar OK
AKCIJA	Visoki napon

4. ORGANIZACIJA BAZE ZNANJA ZA EKSPERTSKE SUSTAVE II GENERACIJE

Kod ekspertskih sustava prve generacije za prikaz baze znanja u formi produkcijskih pravila (AKO.. TADA) koriste se tablice simptoma (uzroka), akcija (posljedica) i varijabli [7].

Razlika u strukturi pravila ekspertskih sustava druge generacije u odnosu na prethodnu odražava se na organizaciju

baze znanja na slijedeći način:

-Tablica simptoma dopunjava se oznakom o vrsti simptoma (primarni / sekundarni). Ulančavaju se najprije svi primarni simptomi, a na njih se kazaljkom povezuju sekundarni simptomi, od kojih posljednji u lancu pokazuje na prvi primarni simptom.

-U tablici varijabli ne treba dodati kazaljku prema sekundarnim simptomima jer su oni povezani preko primarnih simptoma.

Tablica akcija ne mijenja se niti integracijom pravila (jednaki primarni simptomi - sekundarni se proširuju), niti kombinacijom (jednaka akcija, primarni simptomi se dobiju kao unija, tj. povezivanjem u lanac, a sekundarni kao presjek, tj. eventualno preskakanje u lancu nekog elementa).

Baza znanja za ekspertske sustave druge generacije realizirana je u obliku tablica simptoma, akcija i varijabli prikazanih tablicama 1., 2. i 3. u koje je upisan primjer iz poglavlja 2. Ovim tablicama odgovaraju relacije u terminologiji relacijskih baza podataka upravljački sustav kojih koristimo za njihovu realizaciju [3].

TABLICA 1: SIMPTOMI (dio pravila koji se odnosi na simptome).

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kazalj. AKO pravila	Kazalj. slijed. AKO	PRI / SEK	Kazalj. varijable	Vrijed. varijable	Relacija	Vjerojatnost	Operator	Kazalj. TADA pravila
10	20	PRI	1000	NE	=	1	0	100
20	10	SEK	1020	NE	=	1	0	100
30	40	PRI	1000	NE	=	1	0	110
40	50	PRI	1040	NE	=	1	0	110
50	30	SEK	1020	DA	=	1	0	110

U tablici 1. zapisani su podaci iz AKO dijelova pravila kao i veze na odgovarajuće TADA dijelove. Značenja polja tablice 1. su:

- 1 - Kazaljka AKO pravila je pokazivač AKO dijela pravila.
- 2 - Kazaljka slijedećeg AKO pravila je kazaljka u slučaju cikličkog povezivanja ili je jednaka polju 1, ako tog povezivanja nema.
- 3 - PRI/SEK je oznaka pripadnosti primarnim ili sekundarnim simptomima
- 4 - Kazaljka varijable ostvaruje vezu s varijablom upisanom u tablici 3.

- 5 - Vrijednost varijable je zadana vrijednost za odlučivanje.
- 6 - Relacija je relacijski operator varijable i njene vrijednosti.
- 7 - Vjerojatnost je mjera sigurnosti pojavljivanja zadane varijable
- 8 - Operator ima vrijednost I, ILI ili NULA ovisno da li su tvrdnje u TADA dijelu logički povezane sa I, ILI, ili postoji samo jedna tvrdnja.
- 9 - Kazaljke TADA pravila ostvaruju vezu AKO dijela pravila s TADA dijelovima.

TABLICA 2: AKCIJE (dio pravila koji se odnosi na akcije).

1	2	3	4	5	6		
Kazalj. pravila	Kazalj. varijab.	Vrijednost	Relacija	Vjerojatnost	Kazaljka AKO pravila		
100	1030	DA	=	1	10		
110	1010	DA	=	1	30		

U tablici 2. zapisani su podaci iz TADA dijela pravila kao i pokazivači na odgovarajuće AKO dijelove pravila. Značenja polja u tablici 2. su:

- 1 - Kazaljka pravila je pokazivač TADA dijela pravila.
- 2 - Kazaljka varijable ostvaruje vezu s varijablom upisanom u tablici 3.
- 3 - Vrijednost varijable je zadana vrijednost za uspoređivanje.
- 4 - Relacija je relacijski operator varijable i njene vrijednosti.
- 5 - Vjerojatnost je mjera sigurnosti pojavljivanja zadane vrijednosti.
- 6 - Kazaljke AKO pravila ostvaruju vezu TADA dijela pravila sa AKO dijelovima potrebnim radi ostvarivanja povratnog zaključivanja.

TABLICA 3: VARIJABLE (dio pravila koji se odnosi na varijable).

1	2	3	4	5			
Kazaljka varijable	Ime varijable	AKO/TADA	Opis varijable	Referentna lista			
1000	S	AKO	SLIKA	10	30		
1010	O	TADA	OSIGURAC	110			
1020	I	AKO	ISPRAVLJAC	20	50		
1030	I	TADA	ISPRAVLJAC	100			
1040	T	AKO	TON	40			

U tablici 3. zapisane su sve varijable iz AKO i TADA dijelova pravila. Značenja polja u tablici 3. su:

- 1 - Kazaljka varijable je pokazivač same varijable.
- 2 - Ime varijable je skraćena (mnemonička) oznaka varijable.
- 3 - AKO/TADA je oznaka pripadnosti varijable AKO ili TADA dijelu pravila.
- 4 - Opis varijable se koristi za šire opisivanje varijable.
- 5 - Referentna lista je lista kazaljki na AKO i TADA dijelove pravila, gdje se varijabla pojavljuje.

5. ZAKLJUČAK

U razradi ekspertskih sustava druge generacije opisano je formiranje heurističkih pravila te dobivanje novih uz pomoć uzročnog modela. Na kraju je prikazana organizacija baze znanja pomoću tablica (relacija) simptoma, akcija i varijabli.

Može se zaključiti da osnovni zadatak u ekspertskim sustavima druge generacije, pored znatnih poboljšanja koje donosi obogaćivanje forme u kojoj se pravila prikazuju i njihovo komplementiranje uzročnim modelom, ostaje prikupljanje znanja (bilo u obliku pravila ili u obliku uzročnog modela) i efikasan mehanizam zaključivanja.

REFERENCIJE

- [1.] Hayes-Roth, F. (1984), "The Knowledge-Based Expert Systems", IEEE Comp, vol. 17, No. 9, Sept. 1984, pp. 11-28
- [2.] Lavrač, N, Varšek, A, Gams, M, Kononenko, I, Bratko, I, (1986), "Automatic Construction of the Knowledge Base for a Steel Classification Expert System", The 6-th Int. Workshop on Expert Systems and Their Applications, Avignon, April 1986.
- [3.] Han-lin, Li. (1986), "To Use RDBMS as a Building Tool of Data-Knowledge Base Systems", The 6-th Int. Workshop on Expert Systems and Their Applications, Avignon, April 1986, pp. 1143-1163.
- [4.] Steels, L. and W. Van De Velde (1986): "Learning In Second Generation Expert Systems", chapter 10 In Kowalik, J. S. (Editor) "Knowledge Based Problems Solving", Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs, N. J, 1986.
- [5.] Steels, L.: "Second Generation Expert Systems", Future Generation Comp. Sys, vol. 1, no. 4, pp. 213-221, 1985.
- [6.] Neapolitan, E. A. (1986), "Forward-chaining versus graph approach as the inference engine in expert systems", Proc. of Artif. Intel. III, SPIE vol. 635, pp. 62-69, apr. 1986.
- [7.] Bilić, H, Boljat, I, Grbac, Z, Jadrić, A, Marković, D, Slapničar, P, Saša, S (1989), "An Experiment With Knowledge Base", Zbornik radova X međunarodnog simpozija Kompjuter na sveučilištu, Cavtat, 1989, str 8.10.1-8.10.8.
- [8.] Simon, H. A. (1986), "Whether Software Engineering Needs To Be Artificially Intelligent", IEEE Trans. Software Eng, vol. SE-12, no. 7, pp. 726-732, 1986.