

Mr. VANJA BEVANDA

Asistent na Ekonomskom fakultetu u Mostaru

UMJETNOST INŽENJERINGA ZNANJA

UDK 65.011.56

Simpozijски referat

Primljeno: 10. prosinca 1995.

Sažetak

U radu se izučava inženjering znanja, kao način izvođenja procesa aktivizacije znanja eksperta za potrebe izgradnje ekspertnog sustava. Daje se prikaz osnovnih metoda i tehnika akvizicije i prikaza znanja eksperta poslovnog odlučivanja, u cilju utvrđivanja "što radi i što pri tom zna" inženjer znanja kao subjekt tog procesa.

Ključne riječi: *umjetna inteligencija, ekspertni sustav, akvizicija znanja, inženjering znanja, inženjer znanja.*

UVOD

Danas se pod pojmom umjetne inteligencije podrazumijeva sposobnost sustava za obradu informacija da samostalno kreira unutarnji model nekog ograničenog problema i da taj model mijenja na osnovu datih i stalno promjenjivih kriterija vrednovanja u cilju postizanja učinkovitog rješenja problema u okviru traženih vrijednosti (D. Baldwin i G. M. Kasper, 1986. g.).

Korektno je reći da su jedno od područja primjene umjetne inteligencije i ekspertni sustavi, koji se ponašaju u određenom smislu slično vrhunskim stručnjacima u specifičnoj oblasti ljudskog djelovanja.

Ekspertni sustavi su samo jedan od vidova informacijske podrške donositelju odluke i omogućavaju mu razmatranje kompleksnih problemskih situacija (mnogo kriterija, atributa i domena) uz mogućnost njihovog stimuliranja i mijenjanja, te ujedno pružanja odgovora na pitanja: Zašto se proces rješavanja problema odvija "tako" kako se odvija, i što bi se dogodilo sa rješenjem da smo postupili drugačije?

Ekspertni sustavi su obično sastavljeni od tri komponente:

1. baze znanja (knowledge base)
2. mehanizma zaključivanja (inference engine)
3. korisničkog posrednika (user inference).

Problemi s kojim se susrećemo prilikom izgradnje i uporabe ekspertnih sustava tiču se baze znanja, tj. procesa identificiranja i opisa znanja nekog eksperta. Događa se često da je znanje kojim raspolažemo nepotpuno i/ili neizrecivo pa je to glavna prepreka širem i bržem potvrđivanju ekspertnih sustava u praksi. Na tržištu su dostupne ljuške ekspertnih sustava, a bazu znanja je potrebno samostalno razvijati za svaki konkretni problem.

U radu se govori o posebnostima akvizicije znanja eksperta kao sastavnog dijela aktivnosti izgradnje ekspertnog sustava, odnosno o inženjeringu znanja kao jednom od načina odvijanja spomenutog procesa. Najprije će biti govora o procesu akvizicije znanja općenito njegovim fazama i načinima njegovog izvođenja. U drugom dijelu, razmatraju se metode i tehnike crpljenja i prikaza u okviru inženjeringa znanja. Treće poglavlje se odnosi na inženjering znanja kao subjekta opisanog procesa, na opisu onog što radi i što treba pri tom znati.

1. PROCES AKVIZICIJE ZNANJA

Pod pojmom akvizicije znanja podrazumijevaju se prijenos i transformiranje ekspertize rješavanja problema iz nekog izvora znanja u program (B. G. Buchanan i E. H. Shortliffe, 1985. god.).

Ekspertiza kojom se stručnjak bavi, a koju želimo prenijeti u program, jeste skup definicija, veza, specijalnih činjenica, algoritama, strategija i heuristika o uskom, specifičnom području (problemu).

Riječ je o crpljenju znanja iz eksperta i njegovom uobličavanju u bazu znanja kao komponentu ekspertnog sustava. Ako govorimo o procesu, onda uzimamo u razmatranje transformaciju ulaza u izlaz iz tog procesa, a nju je moguće promatrati u slijedećim fazama (F. Hayes - Routh, D. A. Waterman i D. B. Lenut, prema A. Barr, P. R. Cohen E. A. Feigenbaum, 1989):

1. **identificiranje** - određivanje osobina problema, izbor problema pogodnog za rješavanje ekspertnim sustavom.
2. **konceptualiziranje** - identificiranje i objašnjenje pojmova i relacija potrebnih za opis rješavanja problema i znanja.
3. **formalizacija** - oblikovanje strukture pomoću koje ćemo organizirati znanje.
4. **implementiranje** - formuliranje pravila za pretvorbu znanja.
5. **provjeravanje** - vrednovanje pravila kojim se organizira znanje.

Gotovo svi modeli procesa akvizicije podržavaju navedene faze, a razlike između njih odnose se na karakteristike izvora iz kojih se crpi znanje. Inženjering znanja je jedan od modela u kojem su podijeljene slijedeće uloge:

- cjelokupni proces izvodi inženjer znanja koji ispituje eksperta i kreira mapu znanja (knowledge map) i primjenjuje metode i tehnike prikaza znanja,
- ekspert je objekt tog procesa (ali ne i pasivan), onaj kojeg ispituju ili/i promatraju i iz kojeg crpe znanje.

Drugi modeli procesa akvizicije znanja nastoje isključiti inženjera znanja iz procesa zbog mogućih i čestih komunikacijskih problema s ekspertom. Oni su bazirani na direktnom dijalogu eksperta i programa. Alati, kao što je npr. TEIRESIAS (korišten za konstruiranje poznatog MYCIN-a) sadrže modele kojima ekspert može graditi i usavršavati bazu bez pomoći inženjera znanja. Pokazalo se da su za jednostavnije probleme takvi alati dostatni uz nešto malo treninga. Kako kompleksnost sustava raste suma vremena utrošenog na razvoj enormno raste, pa je neophodna prisutnost inženjera znanja u ulozi prevoditelja.

Postoje modeli akvizicije znanja u kojima se nastoje ostaviti izvan transformacijskog procesa i eksperte i inženjere znanja (reading modeli). Ovdje se razvijaju alati za pažljivo iščitavanje literature u potrazi za činjenicama i pravilima koji će biti uključeni u bazu znanja. U ovom slučaju je potrebno mnogo više vremena utrošiti na pripremu članka no što bi se utrošilo za intervjuiranje eksperta.

Na današnjem stupnju razvoja ekspertnih sustava, modela i alata akvizicije, još uvijek je najviše u uporabi klasičan inženjering znanja sa tripletom:

ekspert i njegovo umijeće rješavanja problema \Rightarrow inženjer znanja (metode i tehnike crpljenja i prikaza znanja) \Rightarrow baza znanja i njezino usavršavanje.

2. METODE I TEHNIKE AKVIZICIJE ZNANJA U OKVIRU INŽENJERINGA ZNANJA

Crpljenje znanja jeste kompleksan proces. Prosto rečeno, to zahtijeva prikupljanje znanja koje se uključuje u ekspertni sustav. U širem smislu proces obuhvaća cjelokupni proces inženjeringa znanja, uključujući intervjuiranje eksperta, razvoj mape znanja i njezino pretvaranje u bazu znanja, potom testiranje i revidiranje znanja zajedno s ekspertom i korisnicima. Preduvjet odvijanja procesa jeste postojanje procesa dobivanja informacija od eksperta. Da bi olakšali njegovo izvođenje neki inženjeri znanja stavljaju se u ulogu eksperta; drugi ispituju jednog, a neki više eksperata. Načini dobivanja informacija od eksperta su različiti. Globalno se

moгу u okviru inženjeringa znanja, podijeliti na dvije grupe: ispitivanje eksperata (intervjui) i promatranje eksperata na djelu.

1. **Ispitivanje eksperta** podrazumijeva da se od eksperta traži da se prisjeti svega što je činio ili da zamisli kako bi postupio u rješavanju određenog problema.

2. **Promatranje eksperta** u njegovom radu usmjereno je na utvrđivanje njegovog aktualnog ponašanja dok rješava stvarni i/ili simulirani slučaj. Ovdje je vrlo značajno odrediti problem koji će se promatrati. Kada je to utvrđeno zahtijeva se od eksperta glasno razmišljanje i obrazloženje primijenjenih postupaka i razloga za procjene i odluke. Takvo ponašanje je moguće i snimati. Onda ekspert naknadno pruža objašnjenja.

Ovisno da li je slučaj stvaran ili simuliran, da li je objašnjenje eksperta trenutačno ili naknadno moguće je primijeniti na ovaj način četiri tehnike crpljenja znanja. Ovakva je tehnika čak idealna za rješavanje problema prezauzetosti eksperta (nedostatka vremena za "seanse" intervjua). No i dalje ostaje problem kada i koje uzorke ponašanja treba promatrati.

Većina ekspertnih sustava danas je zasnovana na ispitivanju eksperata, pa se čini poželjnim istraživanje procedure rada s ekspertom intervjuiranjem.

Intervjuiranje je opet temelj uspješnog odvijanja procesa akvizicije. Postoji mnogo načina da se ono ostvari. Različite škole (naročito psihološke) pružaju različite tehnike (alate) koje potpomažu takvo ispitivanje. Navest ćemo samo neke od njih (Zbornik radova, Neum, 1989.): Repertoarske rešetke, tehnike kritičnih događaja, tehnike uparivanja karakteristika i odluka, razlikovanje ciljeva, analiza odlučivanja.

Repertoarske rešetke

Prema shvaćanju G. A. Kelly-ja koji je razvio ovu tehniku na području psihologije ličnosti; svaka osoba na svoj specifičan način percipira procese i događaje. Pri tom izgrađuje vlastite spoznaje o njima, izgrađuje hipoteze i provjerava ih na vlastitom iskustvu. Naslanjajući se na ovakav teorijski predložaj, kreiraju se "repertoarske rešetke" sačinjene od elemenata i konstrukcija osobina koje svaki od njih posjeduje. Elementi se ocjenjuju, opisuju s obzirom na stupanj posjedovanja tih osobina. U tome se obično koriste skale procjenjivanja.

Da bi se tehnika mogla učinkovito primijeniti potrebno je jasno odrediti i definirati problem. Stalnim procjenjivanjem elemenata (i njihovih osobina), izbacivanjem suvišnih, uvođenjem novih odvija se proces kojem je cilj vjerodostojni prikaz ekspertovog znanja u obliku rešetaka s ključnim mjestima (čvorovima). Za analiziranje ovako dobivenih podataka obično se upotrebljavaju faktorska analiza i/ili klasterska analiza.

Prva, faktorska analiza (koja je vrlo skupa i zahtijevna) omogućava proučavanje strukture skupa osobina, s obzirom na to kako je njihova varijanca objašnjena skupom faktora, dok klasterska analiza, dopušta

grupiranje elemenata na temelju njihovih međusobnih odnosa (interkoleracije, sličnosti i sl.) u podskupove tj. klastere.

Tehnika kritičnih događaja

Ima korijena u području primijenjene psihologije. U njoj se od eksperta traži da potanko opiše značajne i zanimljive primjene iz vlastitog iskustva, a naročito korake koji su rezultirali uspješnim rješavanjem problema. Kod ove tehnike treba imati na umu da se radi o netipičnim uzorcima osnovanog skupa slučajeva (primjera) i da se takvim informacijama potrebno oprezno koristiti. Tehnika je pogodna za stjecanje znanja o činjenicama i nekim heuristikama.

Tehnika uparivanja karakteristika i odluka

Od eksperta se traži da navede skup značajnih osobina konkretne problemske situacije i skup mogućih, rezultirajućih odluka. Zatim se one grupiraju u parove - osobine situacija sa odlukama. Na taj način pravila se ne izriču verbalno, nego se podrazumijevaju u formiranim parovima. U nedostatku sposobnosti verbalnog opisivanja što zna, ekspertu je ova tehnika mnogo bliža od drugih.

Razlikovanje ciljeva

Utvrđeno je da se u rješavanju problema stvara čitavo ustrojstvo posrednih i neposrednih ciljeva. Identificiranjem takve strukture ciljeva s utvrđivanjem razloga za njihovo međusobno razlikovanje moguće je izgraditi strukturirani model znanja o ekspertu.

Analiza odlučivanja

Analiza odlučivanja je tehnika crpljenja znanja kojim se identificiraju problem odlučivanja, ciljevi i njihova moguća stanja, posljedice mogućih akcija (njihove vjerojatnosti) i kriteriji odlučivanja, odnosno utvrđuje se cjelokupni proces odlučivanja na kojem ekspert radi. Pri tom se koriste stabla i tabele odlučivanja, na osnovi kojih se pokušava utvrditi neophodno znanje.

Ovim kratkim prikazom metoda i tehnika akvizicije znanja i njegovom analizom postaje jasno da u literaturi nema točnih diferenciranosti klasifikacija. Pojedini autori, pod akvizicijom znanja podrazumijevaju i crpljenje znanja od eksperata i prikaz (reprezentiranje) istog (npr. kod P. Harmon-a i B. Sawyer-a, 1990. g.). Kod drugih su to dva odvojena, slijedna procesa.

Ne želeći ispitivati razloge za i protiv pojedinog pristupa, primjetit ćemo da navedene metode (i tehnike koje ih podržavaju) pružaju odgovor na pitanje: "Što pitati eksperta?" tj. na koji način mu olakšati "iskazivanje neizrecivog znanja", te kako prikazati dobivene odgovore.

2.1. Metode i tehnike prikaza znanja

Reprezentiranje znanja se može razumjeti kao kreiranje njegove stilizirane verzije u nekoj oblasti, uporabom određenog skupa konvencija (sintakse i semantike), s osnovnim ciljem omogućavanja uporabe znanja unutar ekspertnog sustava.

Akvizicija i prikaz znanja nisu odvojeni procesi. Oni se međusobno nadopunjuju, pa se veliki dio procesa izgradnje prototipa sustava odvija njihovom isprepletenošću.

Metode i tehnike predstavljanja znanja moguće je podijeliti na mnogo načina, gledano sa različitih aspekata, ali svaka od njih nastoji:

- podržavati ekspertni sustav u učinkovitom i efektivnom obavljanju svoje funkcije,
- olakšati postizanje novog i mijenjanja raspoloživog znanja i
- omogućiti razvijanje i primjenu različitih metoda uporabe znanja.

Metode prikaza znanja mogu se grupirati na temelju dva konceptualna pogleda (A. Barr, P. R. Cohen i E. A. Feigenbaum, 1989.). Elementi znanja se u jednom pristupu globano grupiraju oko osnovnih objekata (ili koncepcija) ili se grupiraju oko akcija između tih objekata.

Na nižem stupnju apstrakcije, u literaturi se obično razmatraju slijedeće metode prikaza znanja:

1. - semantičke mreže (semantic network)
2. - produkcijska pravila (rule-based systems)
3. - okviri (frames)
4. - prikaz znanja zasnovan na logici

1. Semantičke mreže

Ovo je standardna tehnika prikazivanja modela čovjekove memorije. Može se na različite načine kombinirati s drugim tehnikama prikaza znanja. Lako je razumljiva i primjenjuje se od pojave i razvoja umjetne inteligencije. Znanje se lako obuhvaća i razumije putem crtanja grafova i dijagrama i obično podržava hijerarhijski izgrađene relacije (Objekt - Atribut - Vrijednost modela). Osim već pomenute relacije "IS-A", omogućava i slijedeće veze između objekata: HAS-A, CAUSED-BY, DEFINITION i sl.

2. Produkcijska pravila

Zbog svoje jednostavnosti, produkcijska pravila se danas koriste u većini ekspertnih sustava, pa se čaka veličina sustava mjeri brojevima pravila koje oni posjeduju. Produkcijska pravila (rule) sastoje se iz dva dijela:

- uvjeta i

- rezultata, zaključka tj. akcije koju će računalo poduzeti, tj. produkcijska pravila imaju oblik:

AKO uvjet ONDA akcija ili

AKO je tvrdnja točna (lažna) ONDA je zaključak točan (lažan).

Za učinkovitu uporabu produkcijskih pravila od strane ekspertnih sustava moraju postojati upravljački sustav, koji upravlja redoslijedom aktiviranja produkcijskih pravila, i radna memorija kao promjenjiva baza specifičnih podataka o stanju problema (V. Srića i V. Čerić, u grupa autora: "Poslovna informatika I", DRIP, Zagreb, 1993.).

1. - Selekcija - selektira odnosno pravilo i pridružuje mu objekte, atribute i vrijednosti,
2. - Komparira pravila i objekte u potrazi za združenim uzorkom,
3. - Raspoređuje tj. određuje koje će se pravilo aktivirati, ako ih ima više i koje zadovoljavaju uvjet,
4. - "Izvršava" odabrano pravilo.

Ova tri elementa (produkcijska pravila, upravljački sustav i radna memorija) poznati su pod imenom "produkcijski sustavi".

3. - Okviri

Naziv "okvir" - eng. frame, predložio je M. Minsky za označavanje jednog od načina prikaza objekta ili pojave. To je opis objekta koji sadrži slotove za sve informacije povezane s datim objektom. Slot je osnovna komponenta mreže i smješta se u tzv. otvore, a osim atributa može predstavljati i činjenice, pravila, procedure, vrijednosti instrukcije i sl.

Mreža se može shvatiti kao skup slotova, povezanih s nekim objektom, a opća struktura ima oblik:

((i; (j1, v1)(j2, v2), ...(jk, vk)))

gdje je:

i - ime okvira

jk - ime slota

vk - vrijednost slota

Moguće je razvijati hijerarhijsku strukturu okvira, kada slot okvira sadrži ime nekog drugog okvira i njihov međusobni odnos. Tada okviri podsjećaju na semantičku mrežu. Slotovi mogu sadržavati i povezivati informacije na različite načine. Najjednostavniji način je umetanje vrijednosti u slot. Drugi način jeste ukazivanje na manjkajuće vrijednosti i na vrijednosti kojim će one biti zamijenjene. Treći način je nazvan "proceduralna povezanost" u slotu. Njime se definira procedura koja će se odvijati u cilju determiniranja vrijednosti slota. Uporabom trećeg načina povezivanja informacija u slot, okviri umnogome podsjećaju na klasične programe u konvencionalnom programiranju.

Prilikom uporabe ove metode prikaza znanja, susrećemo se s pojmom "demon". To su "skriveni" procedure koje između ostalog sadrže kontrolne mehanizme ekspertnog sustava. Oni su ugrađeni u logiku sustava i realiziraju se u nekim situacijama. Npr. demon se koristi da bi se utvrdilo da li je neki slot već popunjen, izbjegavajući konflikt sustava navodeći ga da pristupi slotu u neko drugo vrijeme i sl.

4. - Prikaz znanja zasnovan na logici

Ovo je metoda zasnovana na filozofskom i matematičkom studiju logike. Riječ je o formalnoj metodi predstavljanja logičkih tvrdnji i relacija između njih. Osnova logike jeste da neka tvrdnja može imati samo dvije vrijednosti: istinu i laž.

Moguće je povezivati dvije ili više tvrdnji uporabom logičkih operacija: AND, OR, NOT ili IMPLIES. Obično se koriste "tablice istinitosti" kao metoda predstavljanja odnosa i operacija. One omogućavaju dedukciju novih informacija iz osnovnih koje su definirane kao istinite. Određen vid uporabe logike u predstavljanju znanja jest predikatni račun. Predikat je slika objekta koja može biti istinita ili lažna. Predikat može operirati sa više objekata.

Osnovno ograničenje uporabe osnova logike jeste što inženjer znanja u njenoj uporabi, mora definirati sva pitanja kroz da/ne pristup tako da ovaj pristup nije izravan kao ostali. Ali ipak su, uprkos kompleksnosti, mnogi precizni sustavi izgrađeni uporabom stanovitog logičkog formalizma.

2.2. Kompariranje prikazanih metoda i tehnika prikaza znanja

U prethodnom odlomku prikazali smo samo osnovne metode reprezentiranja znanja. Pri izgradnji baze znanja tj. ekspertnih sustava, inženjeri preferiraju baze s kojim su nekada uspješno rješavali problem. Nije svejedno koja metoda se u određenim prilikama upotrebljiva. Primjena pojedine metode na neki problem, rezultirati će različitom učinkovitošću u rješavanju. Postavljaju se pitanja: "Za koje probleme ćemo koristiti pojedinu metodu?" ili "Kako usporediti prikazane metode, s kojeg aspekta, na osnovu kojih kriterija?" i sl. Odgovore na ova i slična pitanja pružili su nam D. Baldwin i G. M. Kasper, 1986., koji su usporedili metode prikaza znanja na osnovu tri kriterija, a u cilju pronalaženja metode koja može poduprijeti ekspertni sustav u području strateškog odlučivanja.

Osnovni kriteriji za klasifikaciju metoda su:

1. - Omogućava li pojedina metoda obuhvat općeg, apstraktnog (deep) znanja ili/i specifičnog (surface) znanja?
2. - Podržava li deduktivno zaključivanje, ili neku alternativnu metodu zaključivanja (vjerojatnošću, pogađanje, nadopunu nedostajućih informacija i sl.),
3. - kakva su ekspresivna snaga metode i njezina učinkovitost pretraživanja.

Rezultati ovog istraživanja prikazani su slijedećom slikom:

METODA	Deep ili surface znanje	Metode zaključivanja	Ekspresivna snaga	Efikasnost pretraživanja (traganja)
LOGIKA	-	dedukcija	odlična	slaba
semantičke mreže	deep	mного tipova	prosječna	prosječna
produkcijaska pravila	surface	mного tipova	prosječna	ispod prosječna
Okviri	deep i surface	mного tipova	prosječna	dobra

Analiza tabele pokazuje da logički sustavi imaju dvije osnovne prednosti: veliku ekspresivnu moć i da su pravila zaključivanja kompletna (zbog toga je učinkovitost traganja i zaključivanja slaba (spora). Njezina primjena isto tako rezultira mnogim problemima: izgradnja takvog sustava zahtijeva jako mnogo vremena (a onda i troškova) i teško ju je primijeniti na široka područja (kompleksne probleme); omogućava zaključivanje samo dedukcijom iz početnih uvjeta i prethodno izvedenih teorema. Da bi se omogućilo izražavanje vjerojatnosti, moguće je da subjekt tvrdnjama pridruži stupnjeve povjerenja. No, to je samo malo poboljšanje osobina.

Semantičke mreže u tabeli su dobar primjer uzročnosti i povezanosti izražajne moći tehnike i učinkovitosti pretraživanja pravila. Jedini način povećavanja brzine traganja jeste reduciranje dobro definiranih formula. One teže predstavljaju opće "deep" znanje, a problemi nastaju kada treba izraziti proceduralno znanje. Primjenjuje različite načine rezoniranja; dedukciju, vjerojatnost, zaključivanje i na osnovu manjkavih informacija i sl. Obično se kombinira s logikom ili produkcijskim pravilima kako bi se predstavilo i specifično znanje.

Većina sustava sa specifičnim znanjem je opisana u produkcijskim pravilima, tj. produkcijskim sustavima. Ovi sustavi su relativno efikasni u mnogim domenama i prilagodljivi su problemima čija se priroda može izraziti procedurama (npr. znanje planiranja). Ostale prednosti proistječu iz mogućnosti obuhvaćanja dobrog predstavljanja i specifičnog znanja. Na različite načine se mogu zaključivati jerojatnost, pogađanje, dedukcija itd. kao i kod semantičkih mreža, nema garancije da će zaključivanje biti kompletno. Poseban problem produkcijskih sustava tiče se neučinkovitosti u velikim domenama. Ako su pravila u sustavu modularno predstavljena efikasnost traganja direktno ovisi o sposobnosti mehanizma zaključivanja ekspertnog sustava da selektira aktiviranje korektnog pravila. Što je sustav veći, vjerojatnost pogrešnog izbora raste.

Okviri omogućavaju rezoniranje i s neproceduralnim znanjem i s procedurama. Pretraživanje je brže, veze između okvira su vodič procesu zaključivanja. Kada je pronađen okvir specificirana procedura kontrolira taj proces. Okviri omogućavaju odvojeno manipuliranje i dubokim, općim

znanjem i specifičnim znanjem, što im je velika prednost. Osnovni problem okvira odnosi se na težinu implementiranja znanja u forme koncepata i atributa.

Već smo napomenuli da je izbor metode i tehnike reprezentiranja u izravnoj ovisnosti o problemu koji ekspertni sustav želi podržati. Osnovna svrha baze znanja jeste da obasipa menedžera informacijama u procesu donošenja odluka. Odluke strategijske prirode zahtijevaju ad hoc, opću (deep) reprezentaciju znanja. Ali u većini slučajeva takvo znanje nije poznato. Mnogo ekonomskih modela svjedoči o teškoćama modeliranja varijabila okružja (environmental varijable). Ako su takvi modeli i razvijeni, vrlo su veliki i uzrokuju probleme pri traganju i "izvršavanju" pravila i procedura. Ekspertni sustavi na ovom stupnju odlučivanja mogu imati samo ulogu podrške, a nikako ne mogu zamijeniti donositelja odluka.

Tabela 1.

UTJECAJ PROBLEMA POJEDINE ORGANIZACIJSKE OBLASTI NA IZBOR METODA PRIKAZA ZNANJA

Tip odluke	Funkcijska sredstva	Metod prikaza znanja
Operacijske	zamjenjuje donositelja odluka	Produksijski sustavi
Taktičke	podržava donositelja odluka	Okviri i semantične mreže
Strategijske	podržava donositelja odluka	Kombinacija

Dokazano je da na operacijskoj razini donošenja odluka, ekspertni sustavi mogu u potpunosti zamijeniti donositelja odluka, jer se radi o odlukama rutinskog i repetitivnog karaktera. Izgradnju takvih sustava mogu podržati produksijski sustavi kao metod prikaza znanja.

Na višim organizacijskim razinama ekspertni sustavi pomažu ekspertima u donošenju odluka. Niti jedan samostalno primijenjen metod ne obećava uspjeh, pa je nužna njihova kombinacija.

Koje metode i tehnike kombinirati, za koje konkretne probleme, i sa kakvim rezultatom ostaje otvoreno pitanje. U praksi to ovisi o preferencijama i iskustvu inženjera znanja.

3. INŽENJER ZNANJA

Do sada u literaturi ne postoji točna definicija tko je i što je inženjer znanja i što on radi. U praksi to nije točno diferencirana profesija, jer poslove uglavnom obavljaju sustavni analitičari u informacijskim sustavima.

Ankete su pokazale (M. O'Neill, A. Morris, 1989. god.) da 70% ljudi koji obavljaju ove poslove, nazivaju sebe tako samo zbog toga što klijenti to od njih očekuju ili zato što se taj naziv u poduzeću plaća bolje.

Iako se ne slažu sa imenom, ispitanici su suglasni oko opisa poslova koje obavljaju:

- intervjuiraju eksperte,
- interpretiraju i organiziraju prikupljeno znanje,
- izgrađuju i razvijaju sustav,
- testiraju sustav i prezentiraju ga korisniku.

Za uspješno obavljanje tih zadataka od presudnog je značaja znati postavljati "prava" pitanja ekspertu i "organizirati" odgovore, odnosno znati koji su alati odgovarajući u obavljanju različitih zadataka. Obično akademski projekti nastoje isprobati nove metode izgradnje ekspertnog sustava, dok u komercijalnoj praksi inženjeri znanja nasotje brzo proizvesti rezultat putem djelomično strukturiranih intervju s ciljem što brže izgradnje prototipa baze znanja. Većina nastoje naći metodu praćenja eksperta i pri tom koriste slikovne prikaze problema. U trenutku kada izgrade prototip baze znanja, nastoje kroz testove slučajeva potaknuti eksperta na kritiku i usavršavanje sustava.

Nije sporno da se navedene metode akvizicije i prikaza znanja mogu naučiti i izvoditi vrlo uspješno. Postavlja se pitanje: "U čemu je posebnost inženjera znanja?" Utvrđeno je da su za uspješno obavljanje procesa akvizicije znanja eksperta presudne dvije osobine inženjera znanja koje se ne mogu učiti. To su osobnost (personality) i otvorenost (prodornost) uma prema novim idejama.

Cjelokupan proces je bremenit komunikacijskim problemima eksperta i inženjera znanja koji po definiciji ima manje znanja o problemu od samog eksperta. Pa čak se i njihovi rječnici pojmova obično razlikuju. Ako inženjer znanja nije spreman i sposoban uvijek i nanovo ulaziti u nova problemska područja (slobodni mislioci), učiti i ovladavati njima u komunikaciji s ekspertom, on neće moći obaviti zadatak koji je pred njim.

Veliki problem izučavanju osobina inženjera znanja jeste njihova različita nomenklatura. Uvažavajući ovaj problem, može se reći da je poželjno da inženjer znanja ima slijedeće osobine:

- vještine komuniciranja,
- takt i diplomaciju,
- dobre vještine intervjuiranja,
- povjerenje,
- inteligenciju,
- darovitost,
- osjećajnost,
- kreativnost...

4. ZAKLJUČAK

Proces rješavanja problema odnosi se na situaciju u kojoj postoji jaz (razlika) između onog što se želi (cilj) i što je dato (inicijalno stanje) i gdje su koraci koji se trebaju poduzeti da bi se ostvarili ciljevi, nepoznati (R. E. Mayer, 1983. godine). Inženjer znanja pri izgradnji svakog novog ekspertnog sustava susreće se sa sličnom situacijom, tj. on mora rješavati problem. Posebnosti problemske situacije i eksperta iziskuju njegovu osobnu procjenu načina na koji će izgraditi bazu znanja (koje metode i njihove kombinacije će primijeniti), koja nije ništa drugo doli model znanja eksperta.

Model je uvijek pojednostavljena slika stvarnosti gledano s određenog aspekta (sačinjen za određenu namjenu) i veliko je umijeće oslikati stvarnost, a da ne dođe do deformirane slike, i s druge strane, da se udovolji zahtjevu da ekspert, a kasnije i korisnik, shvati sliku.

Ukoliko prihvatimo činjenicu da je rješavanje kompleksnih problema i njihovo modeliranje UMJETNOST, koja u potpunosti ovisi o subjektu izvođenja, onda možemo istim imenom nazvati i kreiranje baze znanja ekspertnog sustava koji će podržavati taktičku i stratešku razinu donošenja odluka u organizaciji.

5. LITERATURA

1. - D. Baldwin and G. M. Casper: "Toward Representing Management - domain Knowledge", North-Holland, DSSS 2, 1986, 159 - 172.
2. - A. Barr, P. R. Cohen, E. A. Figenbaum: "The Handbook of Artificial Intelligence", Vol. IV, Addison-Wesley Publishing Comp., 1989.
- 3.- B. G. Buchanan, E. H. Shortliffe: "Rule - Based Expert Systems - The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project", Addison - Wesley Publishing Comp., 1984.
4. - R. A. Edmunds: "The Prentice - Hall Guide to Expert Systems", Prentice - hall, 1988.
5. - "Expert Systems", The Internatioal Journal of Knowledge engineering; Vol. 6., No. 4, April 1989.
6. - "Expert Systems", The International Journal of Knowledge engineering; Vol. 6., No. 4, November 1989.
7. - Grupa autora: "Poslovna informatika I", DRIP, Zagreb, 1993.
8. - P. Harmon, D. King: "Expert Systems. Artifical Intelligence in Business", Wiley Press Book John Wiley and Sons, New York, 1985.

9. - P. Harmon, B. Sawyer: "Creating Expert Systems For Business and Industry", John Wiley and Sons, 1990.
10. - R. E. Mayer: "Thinking, Problem Solving, Cognition", W.H. Freeman and Comp., New York, 1983.
11. - Zbornik radova: "Ekonomika i izgradnja informacijskih sistema", Neum, 1990. godine.

Vanja Bevanda, M.Sc.

Assistant, Faculty of Economics, Mostar

THE ART OF ENGINEERING KNOWLEDGE

Summary

The article studies the engineering of knowledge, as one way in carrying out the process of acquiring expert knowledge needed in the establishing of an expert system. Basic methods and acquisition techniques are shown, as well as the knowledge of decision-making business experts, with the aim of establishing "what is done and what is known" by a knowledge engineer, as part of this process.

Key words: *artificial intelligence, an expert system, the acquisition of knowledge, engineering knowledge, knowledge engineer*

UVOD

U ovom povijesnom trenutku kada je Hrvatska stekla potpunu slobodu i nezavisnost poslije mirovnih sporazuma u Daytonu, mislimo da je izuzetno bitno da se odredi strategija dugoročnog ekonomskog razvoja Hrvatske, a unutra da se utvrde dugoročni ciljevi i prioritetni pravci gospodarskog razvoja polazeći pri tome od realne procjene prirodnih i društvenih resursa s kojima raspolaže Hrvatska te da se na temelju toga sagledaju mogući pravci aktivnosti kako bi se Hrvatska i hrvatsko gospodarstvo integriralo u suvremene europske tijekove. Određene zabune u svezi s potrebom izgradnje vlastite strategije gospodarskog razvoja hrvatske proizlaze iz nedavno održanog savjetovanja ekonomista Hrvatske kao i stavovi predstavnika izraženi na tom skupu da Hrvatskoj nije