

## **Ekspertni sistemi (2)**

### **Analogija sa čovekovim načinom rešavanja problema**

Da bi se uspostavile analogije sa čovekovim načinom rešavanja problema, potrebno je odgovoriti na sledeća pitanja:

- Šta je pozajmljeno od čoveka u izradi ekspertnih sistema?
- Koje su misaone aktivnosti eksperta u rešavanju problema?
- Ko učestvuje u izgradnji ekspertnih sistema?
- Šta je dobro u ekspertnim sistemima?
- Zašto je potrebno ostaviti mesto čoveka u ekspertnom sistemu?

Na osnovu analiziranih aktivnosti čoveka u načinu rešavanja problema, mogu se definisati sledeće grupe elemenata važnih za izgradnju inteligentnih sistema za donošenje odluka, i to: nivo opisa, priroda rešenja, ocena situacije, kvantifikaciona oznaka, definisanje cilja, izbor i pretraživanje.

#### **Nivo opisa**

Može se reći da čovekov nivo opisa situacije je u okvirima makropristupa, tj. to je apstraktni nivo kojim se vrši grubo opisivanje. Polazne informacije za ovako uprošćen opis su u intuitivnom, dosta nejasnom obliku. Suprotan pristup u opisu bio bi mikropristup, gde bi se opisivanje vršilo na elementarnom nivou, ali bi ovo opisivanje bili veliko i teško za pretraživanje.

#### **Priroda rešenja**

Drugi element je priroda rešenja. Čoveku kao misaonom biću je nesvojstveno da misli i donosi odluke količinski. On misli pre svega kvalitativno kada traži neko rešenje, a količinska odluka za njega igra pomoćnu ulogu.

#### **Ocena situacije**

Različita znanja koja poseduje čovek sadrže elemente ocene situacije. Pritom čovek prevodi konkretne količinske karakteristike u uopštene kvalitativne, što se može formulisati kao faza osmišljavanja situacije. Prilikom realizacije izabranog rešenja postupak je suprotan, tj. uopštene kvalitativne karakteristike prevode se u konkretne količinske i to se može formulisati kao faza količinske transformacije situacije. Na ovaj način se želi uspostavljanje korelacija između opšteg i posebnog. Na prvi način se znatno skraćuje prostor pretraživanja mogućih rešenja, a drugi omogućava realizaciju rešenja i odražava se u tačnosti jednoznačne ocene.

#### **Kvantifikaciona oznaka**

Kvantifikacione ocene su subjektivne verovatnoće kojima se pripisuje učestalost događaja. Npr. može se definisati sledeća skala kvantifikacionih oznaka:

- 0.00 – nikad se ne koristi
- 0.25 – retko se koristi
- 0.50 – ni često ni retko

0.75 – često se koristi

1.00 – uvek se koristi

Između nivoa ovako grubo definisane skale moguće je definisati nijanse koje sadrže svoje kvantifikacione vrednosti.

### **Definisanje cilja**

Sledeći element je definisanje cilja. Za realizaciju ovog elementa koriste se dva pristupa. Prvim pristupom zadatak je fiksiran na jednom kraju, tj. ako je zadato početno stanje onda je potrebno naći konačno stanje i ako je zadato konačno stanje treba naći polazne podatke. Drugi tip zadatka je zadatak sa dva fiksirana kraja i karakteriše se zadavanjem konkretnih polaznih podataka i konkretnog željenog rezultata. Zadaci drugog tipa u traženju dopuštenih rešenja su osnovni i tipični.

### **Izbor**

Sledeći element je izbor koji se vezuje za rešavanje kompleksne ciljne strategije od vrha do dna po svim hijerarhijskim nivoima.

### **Pretraživanje**

Poslednji element je pretraživanje. Apriori se ovaj problem vezuje za problem opisivanja, jer što je detaljnije opisivanje to je više otežano pretraživanje i obrnuto. Ovo uslovljava izgradnju višeravanske kompleksne strategije pretraživanja. Ovaj pristup omogućava približavanje rešenju putem hijerarhijskih jednoravanskih rešenja različitog stepena opštosti, tj. dobijamo proceduru pretraživanja kao sekvencu dobijenih jednonivovskih rešenja sa sve većim porastom stepena detaljnosti.

## **Prednosti primene ekspertnih sistema**

Moguće je postaviti pitanje: zašto razvijati ekspertne sisteme kad postoje ljudi eksperti? Na to pitanje pokušaćemo da na ovom mestu damo odgovor definišući koje su to prednosti u primeni ekspertnih sistema.

### **Postojanost**

Može se reći da sposobnosti eksperta vremenom opadaju jer čovek stari, i nije uvek i permanentno u situaciji da drži korak sa tehnološkim promenama dok su mogućnosti ekspertnog sistema nezavisne od vremena, zdravlja ili emocija.

### **Prenosivost**

Ekspertni sistem se projektuje tako da može da prenosi znanja, dok to za jednog eksperta može da bude težak, ponekad nerešiv problem. Ekspert je stručnjak za rešavanje problema, a ne za objašnjavanje svojih odluka i prenošenje iskustva. On za to najčešće nema vremena, sve i da hoće. Ekspertni sistem se projektuje tako da ima ugrađenu mogućnost da objasni kako je došao do neke odluke.

### **Pouzdanost**

Pri donošenju odluke, ekspert može da bude pod uticajem okoline i da bude subjektivan. Menadžer, naprimer, mora kvalitetno i efikasno da donese odluku, uprkos kratkoće vremena ili stresnih situacija kojima je izložen. Ekspertni sistem za iste ulazne parametre uvek donosi iste odluke. Na njega okolina ne utiče, pa zato kažemo da je on konzistentan.

### **Cena**

Ekonomski gledano cena ekspertnog sistema je niska u poređenju sa izdacima za rad eksperta. Tamo gde je potrebno mnogo stručnjaka jeftinije je primeniti ekspertni sistem. Ujedno je lakše obezbediti više računara nego obučiti stručnjaka za neku oblast.

### **Prednosti čoveka eksperta**

Za nove probleme ekspert nalazi kreativna rešenja i u stanju je da se adaptira na promene i novonastale situacije, dok ekspertni sistem može da rešava samo probleme iz uskog područja za koje poseduje ugrađeno znanje. Čovek raspolaže tehnikama pamćenja koje mu omogućavaju da pojedine informacije svrstava u grupe, pa čitavu grupu pamti kao jedan element. Sposobnost asocijacije omogućava mu povezivanje odvojenih predstava tako da jedna izaziva drugu. Čovekov nervni sistem je adaptivan i samoučeći, što mu omogućava uspešno snalaženje u novim i nepoznatim situacijama. Istovremeno, za novu vrstu problema ekspertni sistem je neefikasan, a često i neupotrebljiv. Da bi mogao da rešava nove situacije prvo mora da mu se proširi baza znanja odgovarajućim pravilima.

### **Senzorske sposobnosti čoveka**

Velika prednost čoveka je što informacije prima svim svojim čulima: vidom, sluhom, dodiranjem i mirisom, a ekspertni sistem manipuliše isključivo simbolima u vidu slova i brojeva. Percepcija je celovit čulni doživljaj objektivne stvarnosti. Na osnovu iskustva, čovek je u stanju da iz ukupno percipiranih informacija izdvaja bitne od nebitnih i iz haotične mase utisaka organizuje celinu opažanja. Čovek na čulni doživljaj stvarnosti odmah reaguje, pošto su centri opažanja povezani sa centrima za motoriku. Percepciju je nemoguće preneti na računar (računari imaju samo ograničenu mogućnost unosa slike i zvuka). Sve one informacije koje čovek percipira čulima moraju biti transformisane u simbole. Ovom transformacijom gubi se znatna količina informacija.

Ekspertni sistem ne poseduje širinu sagledavanja problema. Fokusira se samo na glavni problem. Uzimanje u obzir delova koji se odnose na glavni problem, ali su odvojeni od njega, zahteva obradu velikog broja drugih, sporednih informacija.

### **Zdrav razum**

Racionalan čovek se koristi zdravim razumom pri odlučivanju i u tome je racionalno ekspeditivan. Naprimer, ako se pojavi nekakav nelogičan podatak, on će ga odmah uočiti i bez oklevanja eliminisati iz daljeg razmatranja, dok ekspertni sistem mora da pretraži sve svoje podatke, da izgubi dosta vremena, da bi na kraju utvrdio nekonzistentnost podataka. Ako nekog čoveka pitate za adresu ili telefon Vuka Stefanovića Karadžića, on će vam se odmah nasmejati u lice. Ako isto pitanje postavite računaru, on prvo mora da pretraži svoju celokupnu bazu podataka o licima i adresama da bi odgovorio da tako nešto ne postoji.

Postojeći ekspertni sistemi imaju još uvek značajna ograničenja i zahtevaju intenzivan istraživački rad kako bi se od laboratorijskog sistema došlo do radno upotrebljivog.

Odlike većine postojećih ekspertnih sistema mogu se svesti na sledeće:

- Ograničeni su na usko područje ekspertize. Kako se područje primene širi, tako broj mogućnosti koje treba obrađivati eksponencijalno raste, a efikasnost sistema eksponencijalno opada.
- Jezici i sredstva za predstavljanje znanja imaju ograničene izražajne mogućnosti.

- Interfejs ka korisniku (ulaz/izlaz) većine ekspertnih sistema je krut i nije na prirodnom jeziku.
- Proces izgradnje ekspertnog sistema nije dostigao naučnu egzaktnost, već još uvek, u velikoj meri, zavisi od veštine pojedinca.
- Neophodno je postojanje stručnjaka – autoriteta u oblasti, radi održavanja konzistentnosti elemenata u bazi znanja koji se preklapaju.
- Opasnost od jednostranog viđenja predmetne problematike, s obzirom na uobičajeno oslanjanje na samo jednog stručnjaka iz oblasti.
- Nepostojanost ponašanja, koja se ogleda u tome da i najbolji ekspertni sistemi mogu dati pogrešne odgovore.
- Otežano rukovanje većinom ekspertnih sistema.
- Zbog svojih ograničenja, ekspertni sistemi se prvenstveno koriste kao savetnici i asistenti u rešavanju problema. U budućnosti se očekuje veća postojanost ponašanja i veća autonomnost sistema, tako da se prevaziđe uloga inteligentne pomoći.

## OPRAVDANOST IZRADE EKSPERTNIH SISTEMA

Osnovna pitanja koja se postavljaju pred svakog budućeg korisnika ekspertnih sistema (ES) su:

- Da li je ES pogodan za rešavanje postavljenih zadataka?
- Koji su elementi odgovarajućih delatnosti najpristupačniji za izgradnju ES?

Jedan od najvažnijih zahteva je da u izgradnji ES učestvuju vrhunski specijalisti iz svoje oblasti. To su ljudi koji imaju veliko iskustvo profesionalnog rada u analiziranoj predmetnoj oblasti. Bez takvih saradnika, rad na izgradnji ES može biti uzaludan.

Sledeći bitan element je da se ocene pojedinih eksperata u osnovi podudaraju. Eksperti moraju znati da jasno objasne metode koje koriste pri rešavanju zadataka definisane predmetne oblasti. Ako su odgovori nejasni, specijalisti za izgradnju ES neće uspeti da "preuzmu" znanja i ugrade ih u odgovarajuće programe.

Sledeća karakteristika vezana je za zadatke koje će ES izvršavati. Izgrađeni ES zahteva intelektualnog a ne fizičkog početnika. Međutim, ako zadatak zahteva inteligentnog i fizičkog početnika, kao naprimer upravljanje mehaničkim manipulatorima, opsluživanje konvejera, to se intelektualni deo zadatka rešava metodama inženjerstva znanja, a fizički običnim tehničkim metodama.

Sledeća karakteristika je da postavljeni zadatak ne sme da bude isuviše težak. Ako ekspert ne može izvršiti obuku početnika odgovarajuće kvalifikacije (ako mu je zadatak nerazumljiv), ili ako su ekspertu potrebni dani i nedelje a ne časovi za rešavanje problema, to je verovatno isuviše složeno i za inženjera znanja koji treba da izvrši projektovanje ES. Međutim, ako je moguće izvršiti dekomponovanje zadatka na podzadatke, onda za svaki podzadatak može biti izgrađen odgovarajući ES.

Opravdanost izrade ES je u prvom redu vezana za mogućnost povećanja prihoda. Tipičan primer je izgradnja ES za ispitivanje rudnih bogatstava, kojima se mogu otkriti bogata nalazišta. Izgradnja ES je opravdana i u onim slučajevima ako nema na tržištu dovoljno eksperata a njihove usluge su skupe.

ES veliku opravdanost imaju i u onim zadacima gde je potrebno na više mesta imati eksperte, kao naprimer na platformama za istraživanje nafte, gde na svakoj platformi mora biti makar jedan specijalista. Na kraju, razrada ES je opravdana i u slučajevima nepogodnim za čoveka, kao što su atomski reaktori, kosmičke stanice ili poseta drugim planetama. Ključni faktori u opredeljenju smisla izgradnje ES su karakter, složenost i širina postavke

zadatka koji je potrebno rešiti. Karakter ES mora biti takav da se rešavanje zadatka izvodi manipulacijom simbolima i simboličkim strukturama, što je i osnovna razlika od klasičnog programiranja.

Takođe je većina zadataka heuristička po svojoj prirodi. Zadaci koji se mogu rešiti korićenjem algoritama, tj. formalnih procedura, garantujući dobijanje tačnog rešenja svaki put kada se primenjuju, nisu pogodni za izgradnju ES. Izgradnja ES ima smisla samo onda ako su se sva ostala sredstva pokazala neprimenjivim. S druge strane, ES ne treba ni da budu suviše laki. To mora biti ozbiljan zadatak, gde je potrebno da čovek potroši godine učenja i praktičnog rada da bi postao ekspert u konkretnoj predmetnoj oblasti.

Na kraju, za izgradnju ES mora se postaviti zadatak dovoljne širine. Dakle, on mora biti toliko uzak da bi se napravio, a i dovoljno širok da bi predstavljao praktični interes. Nažalost, širina je ograničena odgovarajućom predmetnom oblašću.

Najveće kočnice u razvoju ES su prvenstveno ljudske prirode, jer ljudski eksperti imaju utisak da im se želi oduzeti njihovo znanje. Jedan svetski priznati stručnjak za oboljenja visokog arterijskog pritiska jedino može povećati znanje ES jer raspolaže brojnim dosijeima retkih slučajeva.

S druge strane, vrše se pokušaji da u jednostavnim slučajevima, kao npr. obrada oboljenja soje, kompjuter sam izrađuje pravila. Regstruje se spoljašnji izgled biljke u određenom trenutku, stanje terena, klimatske prilike u nekoliko poslednjih nedelja itd., kao i obrada koju je potvrdio stručnjak, a program sam gradi pravila potrebna za izradu dijagnoze i njoj pridružene obrade, do nivoa od 30 pravila.

U poslednje vreme čine se pokušaji da se ES međusobno nadgrađuju ako imaju isti jezik definisanja baze znanja. Poznat je jedan ES sposoban da istovremeno obrađuje probleme iz područja geologije, kombinatorne analize i bridža.

Perspektiva razvoja ES je da bude veći "ekspert" u nekom određenom trenutku od bilo kog ljudskog eksperta. Ovo se pokušava postići tako što baza znanja treba da poseduje znanja većeg broja stručnjaka, čija se iskustva i znanja sistematizuju u zajedničku osnovu. No, sa druge strane pretil opasnost i od nekih kontradikcija i nekoherentnosti u bazi znanja.

Još uvek ne postoji sistem za sticanje znanja razvijen za kompjuter ni približno sličan ljudskom načinu. Još uvek su ES loši u npr. čitanju knjiga, prisustvovanju sastancima, diskusiji sa svojim "kolegama" itd. No, sa druge strane, ES često može pružiti bolju informaciju od čoveka eksperta jer se ne zamara, ne stari, i nepogrešiv je na svom maksimalnom nivou kompetencije.

U medicini i geologiji ES već sad imaju u većini slučajeva performanse koje se mogu ravnopravno upoređivati sa najboljim svetskim stručnjacima. Međutim, u nekim slučajevima radi se o tome da se stručnjaci ne slažu u pojedinim rešenjima. Tako je pet stručnjaka koji ne pripadaju ekipi koja je izradila ES na području medicinske dijagnostike Mycin izvršilo na bazi petnaest slučajeva ocenu sistema. U 72% slučajeva ocenjeno je da je ES odličan. Inače, u bolnici u Stanfordu lekari direktno potpisuju lekarske nalaze koje izrađuje ES.

Prilikom izrade ES potrebo je čuvati se "kombinacionih eksplozija", jer se može dogoditi da za bazu znanja na nivou od 500 pravila i 500 činjenica vreme izračunavanja bude neprihvatljivo. S druge strane, ponekad je složeno upravljati i mehanizmom za zaključivanje, jer on mora da omogući ekspertu da svoja znanja definiše u obliku pravila na "vlastitom" jeziku i na taj način učini ga nezavisnim od informatičara.

### Kada je razvoj ekspertnih sistema moguć i opravdan

Evidentno je da su ekspertni sistemi su još uvek nova oblast u primeni računara, pa malo zbog neznanja, a malo zbog preterivanja, postoji tendencija da se ekspertnim sistemom naziva i ono što nije ekspertni sistem. Isto tako, ekspertnim sistemima se pokušavaju rešiti problemi koji nisu podesni za rešavanje pomoću njih. Međutim, ekspertni sistemi nisu svemoguć i postoje već rečena jasna ograničenja njihove primene. Ne može se ekspertni sistem projektovati za svaku primenu, ni za svaki obim posla. Kada se onda to čini? To se čini ako je razvoj moguć, opravdan i odgovarajući.

Da bi razvoj ekspertnog sistema bio moguć, potrebni su sledeći uslovi:

- rešavanje problema ne zahteva rasuđivanje zdravog razuma,
- zahteva misaone veštine,
- eksperti mogu da definišu metode rešavanja problema i oni su jedinstveni,
- problem nije suviše složen,
- problem je razumljiv.

Razvoj ekspertnog sistema je opravdan ako:

- postoji ekonomska isplativost, ekspertni sistem se razvija za praktičnu namenu,
- eksperti često napuštaju radno mesto,
- eksperti su retki,
- potrebna je ekspertiza na mnogo mesta,
- radno mesto je nepodesno ili čak štetno za čoveka, zbog kontaminiranosti ili drugog razloga koji ugrožava život, pa čoveka zamenjuje računar.

Razvoj ekspertnog sistema je odgovarajući u slučaju da:

- rešavanje problema zahteva rukovanje simbolima,
- koriste se heuristička rešenja,
- problem nije suviše jednostavan,
- rešenje ima praktičnu primenu,
- rešavanje problema nije suviše obimno.

### Odnos Sistema za podršku odlučivanju i Ekspertnih sistema

U savremenom okruženju podrazumeva se da je svaka ozbiljna, profesionalna delatnost podržana osmišljenim, najčešće računarom podržanim informacionim sistemom. Dakle, informacioni sistem koji vrši akviziciju, beleži transakcije i pruža izveštaje o stanju realnog sistema smatra se realnošću koja pruža potrebne, ali ne i dovoljne uslove za odlučivanje. Iz tih razloga je zapravo i došlo do razvoja disciplina o kojima je reč – DSS i ekspertnih sistema (ES).

DSS pretpostavlja postojanje neke vrste baznog informacionog sistema nad koji se nadgrađuje. S obzirom na kompleksnost problema koje obrađuje, to obično znači računarski i interaktivni sistem rada, mada u principu (ali samo teoretski) računar nije neophodan uslov funkcionisanju DSS.

Karakteristika	DSS	ES
<b>Cilj</b>	poboljšanje strukture odlučivanja	
<b>Predmet</b>	slabo strukturirani problemi	dobro strukturirani problemi
<b>Ko formira odluku?</b>	čovek i/ili sistem	sistem

<b>Metod manipulacije</b>	numerički	simbolički
<b>Domen problema</b>	kompleksni	integralni
<b>Tip problema</b>	ad hoc, pojedinačni	repetitivni
<b>Sadržaj baze podataka</b>	činjenična znanja	proceduralna i činjenična znanja
<b>Sposobnost rezonovanja</b>	nema	da, ograničeno
<b>Sposobnost objašnjenja</b>	ograničena	da
<b>IZLAZ</b>	podaci kao podrška odlučivanju	zaključak (odluka)

*Slika 8.4. Osnovne komparativne razlike DSS – ES*

Osnovni cilj DSS i ES je u osnovi isti, utoliko što je namena oba sistema povećanje kvaliteta odlučivanja. Ipak, filozofija koja leži u osnovi njihove izgradnje je dosta različita. Cilj DSS je da podrži korisnika kod donošenja (slabo strukturiranih) odluka, obezbeđujući mu brz i jednostavan pristup do podataka, modela i znanja. Na drugoj strani, cilj ES je da obezbedi korisniku zaključak ili odluku koja je tačna u svako doba (ili bar tačnija od bilo koje koju bi korisnik mogao da donese bez ES). Dakle, DSS pomaže pri odlučivanju, dok ES "odlučuje". Osim toga, ES se ne može koristiti kod slabo strukturiranih procesa odlučivanja.

Poređenjem operativnih razlika, zaključujemo da DSS dozvoljava korisniku suočavanje sa problemom na ličan, fleksibilan način, obezbeđujući mu mogućnost manipulacije podacima i kontrolu njihove upotrebe u toku procesa odlučivanja. ES korisniku ostavlja malo, ili nimalo, fleksibilnosti pri analizi problema. Umesto toga, izvodi se odgovarajući segment znanja na način koji je određen mehanizmom za zaključivanje.

S obzirom da ES deluje kao nezavisan konsultantski sistem, a DSS kao mehanizam za podršku odlučivanju, njihovi koncepti ni u kom slučaju nisu oprečni; sve više se radi na njihovom približavanju – do integrisanja, po nekoliko osnova: ES može biti generator alternativa – samostalno ili kao deo DSS, ali i obratno, memorisano znanje i odgovarajuća pravila DSS mogu postati deo ES. Hoće li ES dominantno postati deo DSS, ili obrnuto, nije u krajnjoj liniji od presudnog značaja.

Na osnovu knjige: **Menadžment informacioni sistemi**, prof. dr Alempije Veljović