

8. SISTEME EXPERT BAZATE PE REGULI

Mijloacele prin care sistemele expert își ating obiectivele se bazează pe mulțimi de fapte și reguli euristice, adică reguli pentru gestiunea cunoștințelor. Un sistem expert bazat pe reguli are trei componente:

➤ **baza de cunoștințe** (sau **baza de reguli**) care descrie universul domeniului în care se aplică sistemul expert; reprezentarea cunoștințelor se face utilizând **reguli** de forma:

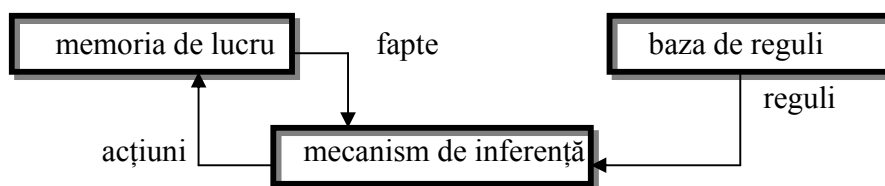
IF <condiție_1> și ...<condiție _k>
THEN <acțiune>

(<condiție_1> și ...<condiție _k> se numesc premisele regulii)

➤ **memoria de lucru** care conține informația de stare necesară rezolvării unei probleme; această informație este de obicei organizată sub forma unei mulțimi de aserțiuni numite **fapte**; trebuie făcută distincție între **faptele inițiale**, care reprezintă datele inițiale ale problemei de rezolvat și **faptele dinamice**, care sunt deduse pe măsura derulării procesului de rezolvare a problemei.

➤ **mecanismul de inferență** care reprezintă componenta de control și execuție dintr-un sistem bazat pe reguli; acest mecanism realizează selectarea unei reguli din baza de cunoștințe și declanșarea acestei reguli; efectul acestei declanșări este modificare memoriei de lucru.

Arhitectura unui sistem bazat pe reguli este prezentată mai jos:



Mecanismul de inferență poate folosi trei moduri de raționament:

➤ *deductiv*, dirijat de fapte (*inferență cu înlănțuire înainte*)

➤ *inductiv*, dirijat de scop (*inferență cu înlănțuire înapoi*)

➤ *mixt*

Un proces de inferență cu înlănțuire înainte pornește de la o mulțime de fapte inițiale care sunt încărcate în memoria de lucru. La fiecare pas se determină o regulă ale cărei premise sunt satisfăcute de conținutul curent al memoriei. Se declanșează acțiunea asociată acelei reguli, după care procesul se reia. Acest proces se oprește dacă este îndeplinită una din următoarele condiții:

- conținutul memoriei de lucru satisface o anumită condiție
- nu mai există reguli aplicabile
- s-a epuizat o cantitate de efort de calcul predefinit

Un proces de inferență cu înlănțuire înapoi pornește de la un scop (o problemă de rezolvat) pe care îl descompune în subprobleme primitive. De aceea se spune că acest mod de raționament este dirijat de scop în sensul găsirii faptelor care permit atingerea acestuia. Se observă că raționament este invers decât raționamentul deductiv. La fiecare pas se selectează o regulă care are în partea de concluzii cel puțin unul dintre obiectivele de rezolvat. Premisele acestei reguli se adaugă la obiectivele ce trebuie rezolvate. Acest proces se oprește dacă este îndeplinită una dintre următoarele condiții:

- mulțimea obiectivelor de rezolvat devine vidă
- nu mai există reguli aplicabile
- s-a epuizat o cantitate de efort de calcul predefinit

Raționamentul mixt încearcă să realizeze compromisuri între cele două moduri de raționament de bază: deductiv și inductiv. Principiul general al acestui mod de raționament este următorul: se fixează un scop, se determină faptele deductibile, se aplică mai întâi raționamentul inductiv, care va solicita utilizatorul pentru specificarea valorilor unor fapte necunoscute, dar interogabile și apoi se aplică raționamentul deductiv pentru a deduce tot ce este posibil ș.a.m.d.

Pentru exemplificarea celor două moduri de raționament de bază vom considera următoarele reguli:

R1: IF a THEN b

R2: IF c THEN d

R3: IF b THEN c

Să presupunem că mulțimea faptelor inițiale este $\{a\}$. Dacă se aplică raționamentul deductiv și condiția de terminare este să numai existe reguli aplicabile, atunci inferența decurge astfel: se selectează regula R1 și mulțimea de fapte devine $\{a,b\}$. La al doilea pas se selectează regula R3 și noua mulțime de fapte obținute este $\{a,b,c\}$. La al treilea pas se selectează regula R2 mulțimea de fapte obținute devine $\{a,b,c,d\}$. Deoarece nu mai există reguli care să producă fapte noi, procesul de inferență se oprește. Dacă se aplică raționamentul inductiv și scopul care trebuie demonstrat este c atunci inferența decurge astfel: la primul pas se selectează regula R3 și noul obiectiv generat este b. La al doilea pas se selectează regula R1 și noul obiectiv generat este a. Acest obiectiv este adevărat ceea ce determină ca obiectivul b să fie adăugat la mulțimea de fapte. Ca atare premisa regulii R3 este adevărată și deci d este demonstrat. În momentul încheierii inferenței conținutul memoriei de lucru este $\{a,b,d\}$.

În PROLOG raționamentul folosit este cel inductiv. Prezentăm în continuare un microsistem expert de consiliere a persoanelor fizice în domeniul investițiilor. Sistemul va ține cont de

- vârsta clientului- persoanele mai în vârstă trebuie să fie mai precaute
- suma deja investită în depozite bancare-plasamente cu grad ridicat de siguranță
- suma deja investită în acțiuni ale societăților bine cotate la bursă- plasamente rentabile și cu grad de siguranță rezonabil

Sistemul va recomanda utilizatorului ce sumă este disponibilă pentru investiții riscante dar foarte rentabile.

domains

suma=real

varsta=integer

predicates

suma_medie_depozite(varsta,suma)

suma_medie_actiuni_bine_cotate(varsta,suma)

suficient_depozite(suma,suma)

suficient_actiuni_bine_cotate(suma,suma)

date_pers(varsta,suma,suma,suma)

recomandare(suma,suma,suma,suma,suma,suma).

afis_recomandare(suma)

```

consiliere
max(real,real,real)
fer
fer1
fer2
elimin_fer

```

clauses

```

fer:-makewindow(1,113,37,"Consiliere in domeniul investitiilor persoanelor
fizice",0,0,25,80). /*1*/

```

```

fer1:-makewindow(2,113,36,"Datele persoanei care investeste",2,2,12,75). /*2*/

```

```

fer2:-makewindow(3,113,36,"Recomandarea sistemului",16,2,7,75). /*3*/

```

```

max(X,X,X). /*4*/

```

```

max(X,Y,X):-X>Y. /*5*/

```

```

max(X,Y,Y):- X<Y. /*6*/

```

```

suma_medie_depozite(Varsta,1000):-Varsta<30. /*7*/

```

```

suma_medie_depozite(Varsta,3000):-Varsta>=30,Varsta<40. /*8*/

```

```

suma_medie_depozite(Varsta,6000):-Varsta>=40,Varsta<50. /*9*/

```

```

suma_medie_depozite(Varsta,9000):-Varsta>=50. /*10*/

```

```

suma_medie_actiuni_bine_cotate(Varsta,1000):-Varsta<30. /*11*/

```

```

suma_medie_actiuni_bine_cotate(Varsta,3000):-Varsta>=30,Varsta<40. /*12*/

```

```

suma_medie_actiuni_bine_cotate(Varsta,5000):-Varsta>=40,Varsta<50. /*13*/

```

```

suma_medie_actiuni_bine_cotate(Varsta,8000):-Varsta>=50,Varsta<60. /*14*/

```

```

suma_medie_actiuni_bine_cotate(Varsta,12000):-Varsta>=60. /*15*/

```

```

suficient_depozite(Suma_medie,Suma_efectiva):-Suma_medie<=Suma_efectiva. /*16*/

```

```

suficient_actiuni_bine_cotate(Suma_medie,Suma_efectiva):-

```

```

Suma_medie<=Suma_efectiva. /*17*/

```

```

date_pers(Varsta,Suma_efectiva_dep,Suma_efectiva_act,Suma_invest):-

```

```

    shiftwindow(2),nl,write("Varsta = "),readint(Varsta),nl,

```

```

    write("Valoarea investitiilor in depozite = "),readreal(Suma_efectiva_dep),nl,

```

```

    write("Valoarea investitiilor in actiuni bine cotate = "),readreal(Suma_efectiva_act),

```

```

    nl, write("Suma pe care doriti sa o investiti = "),readreal(Suma_invest),nl. /*18*/

```

```

recomandare(Suma_invest,Suma_efectiva_dep,Suma_medie_dep,Suma_efectiva_act,

```

```

Suma_medie_act, Invest):-
    suficient_depozite(Suma_medie_dep,Suma_efectiva_dep),
    suficient_actiuni_bine_cotate(Suma_medie_act,Suma_efectiva_act),
    Invest=Suma_invest,! / *19*/
recomandare(Suma_invest,Suma_efectiva_dep,Suma_medie_dep,Suma_efectiva_act,
    Suma_medie_act,Invest):-
    Invest_rec=Suma_invest+(Suma_efectiva_dep-
Suma_medie_dep)+(Suma_efectiva_act-
    Suma_medie_act), max(0,Invest_rec,Invest). / *20*/
afis_recomandare(Suma):-shiftwindow(3),nl,write("Va recomandam sa investiti suma de
"),
    writef("%-30.2\n",Suma),cursor(4,30),
    write("pentru a termina apasati orice tasta..."), readchar(_). / *21*/
elimin_fer:-shiftwindow(1),    removewindow,    shiftwindow(2),    removewindow,
shiftwindow(3),
    removewindow. / *22*/
consiliere:-fer,fer1,fer2,
    date_pers(Varsta,Suma_efectiva_dep,Suma_efectiva_act,Suma_invest),
    suma_medie_depozite(Varsta,Suma_medie_dep),
    suma_medie_actiuni_bine_cotate(Varsta,Suma_medie_act),
    recomandare(Suma_invest,Suma_efectiva_dep,Suma_medie_dep,
                Suma_efectiva_act, Suma_medie_act,Invest),
    afis_recomandare(Invest),elimin_fer. / *23*/

```

Clauza 18 are ca efect citirea datelor de intrare: vârsta clientului, suma deja investită în depozite bancare, suma deja investită în acțiuni bine cotate și suma pe care dorește să o investească. Clauzele de la 7 la 10 stabilesc suma medie care ar trebui investită în depozite bancare de client. Se observă că această sumă crește odată cu vârsta. Clauzele de la 11 la 15 stabilesc suma medie care ar trebui investită în acțiuni bine cotate de către client. Și această sumă crește odată cu vârsta. Clauzele 16 și 17 stabilesc dacă s-a investit suficient în depozite, respectiv în acțiuni bine cotate. Clauzele 19 și 20 codifică recomandarea sistemului: dacă s-a investit suficient în depozite și acțiuni atunci se recomandă ca întreaga sumă să fie investită în acțiuni riscante, altfel doar o

parte din această sumă se investește, restul compensând sumele lipsă la valorile depozitelor și acțiunilor. Clauza 21 are ca efect afișarea recomandării sistemului. Interogarea se realizează prin:

Goal: consiliere