

SISTEM SUPORT DE DECIZIE CU BAZĂ DE CUNOȘTIȚE BAZAT PE TEORIA "ROUGH SET" DESTINAT EVALUĂRII RISCULUI DE INVESTIȚIE AL FIRMELOR/ÎNTRERPRINDERILOR

Dr. mat. Maria Moise

Institutul de Cercetări în Informatică

Rezumat: Lucrarea prezintă o abordare nouă a evaluării riscului de investiție al firmelor bazată pe "rough set theory". Această teorie recentă reprezintă o extensie a teoriei fuzzy, iar conceptele sale pot fi utilizate pentru analiza sistemelor de informare, în particular a cunoștințelor dobândite prin experiență. În general, sistemele de informare din domeniul financiar descriu o mulțime de obiecte (firme) cu ajutorul unei mulțimi de atribute (indicatori financiari și variabile calitative), numite *atribute de condiție*. După opinia experților, firmele pot fi clasificate în grupe de risc cu ajutorul *atributelor de decizie*. Pentru descoperirea relațiilor, sub formă de *reguli de decizie*, dintre descrierea firmelor pe baza atributelor de condiție și a atributelor de decizie se folosesc algoritmi bazați pe "rough set theory", cu ajutorul cărora se determină submulțimile minimale ale atributelor de condiție care vor permite clasificarea firmelor într-o mulțime redusă de atribute, fără însă a diminua cu nimic calitatea clasificării. Atributele reduse constituie faptele dintr-o bază de fapte, iar regulile generate automat constituie mulțimea de reguli din baza de reguli a unui sistem expert. Deci, conceptele "rough set" pot fi utilizate în achiziția asistată de calculator a cunoștințelor aferente unei baze de cunoștințe dintr-un sistem expert.

Pe baza conceptelor sus menționate s-a realizat un sistem experimental de tip "sistem suport de decizie cu bază de cunoștințe", care poate fi utilizat în rezolvarea problemelor reale de evaluare a riscului.

Cuvinte cheie: sistem suport de decizie cu bază de cunoștințe, "rough set", mulțime aproximată inferior, mulțime aproximată superior, indice de acuratețe a aproximării.

1. Introducere

Evaluarea riscului de investiție a constituit, de-a lungul timpului, o preocupare majoră atât a specialiștilor din instituții de cercetare de sine stătătoare sau universitare, cât și a practicienilor din întreprinderi. Prima abordare a determinării riscului de investiție s-a bazat pe calculul unor indicatori financiari, considerați multă vreme ca indicatori obiectivi, de măsurare a riscului.

În ultima perioadă, evoluția calculatoarelor și a tehnologiei informației a permis elaborarea unor sisteme informatice performante, care oferă o asistare semnificativă personalului interesat în selectarea celor mai bune firme pentru finanțare. Astfel, primele instrumente bazate pe metode statistice multivariate (*discriminant analysis, cluster analysis*) permiteau clasificarea firmelor în grupuri de risc, cu ajutorul unui scor calculat, care reprezenta gradul de risc al firmei. Cele mai reprezentative metode din această categorie sunt acelea ale "credit scoring"-ului care stabileau o funcție discriminantă, folosind suma indicatorilor financiari ai firmelor, și care realizau o clasificare a firmelor în grupe de risc "mare" și "mic". Mai târziu, au fost elaborate instrumente informatice, bazate pe *metodologia de asistare a deciziilor multicriteriale*

(eng. MCDA), care permitea, de asemenea, clasificarea firmelor în grupe de risc. Cele mai recente instrumente informatice de tip "sisteme suport de decizie cu baze de cunoștințe" sau "sisteme expert", bazate pe tehnicile Inteligenței Artificiale, au permis formalizarea raționamentelor specialiștilor și ale experților și efectuarea de raționamente cu acestea, realizându-se astfel instrumente eficiente de evaluare și de diagnostic financiar.

În acest articol, prezentăm o nouă metodă de determinare a riscului, bazată pe teoria "rough set", recent introdusă (în anul 1982) de Pawlak și care reprezintă o extensie a teoriei fuzzy. "Rough set" poate fi folosită în sistemele de informare, la descrierea unei mulțimi de obiecte, caracterizată de mai multe atribute, care pot fi de natură cantitativă sau calitativă, în situația în care datele nu pot fi descrise cu precizie.

În cadrul acestei lucrări, am utilizat teoria "rough set" la determinarea "mulțimii reduse a atributelor", atribute semnificative, care caracterizează o mulțime de firme ce fac obiectul procesului de investiție, și am generat automat regulile de decizie, utilizate în clasificarea firmelor pe grupe de risc. Pentru mulțimea de firme dată inițial, valorile atributelor reduse pot constitui cunoștințele factice dintr-o bază de fapte, iar regulile de decizie generate pot constitui regulile de efectuare a inferențelor dintr-o bază de reguli. Astfel, putem afirma că algoritmi bazați pe "rough set" pot fi utilizați în procesul de achiziție asistată de calculator a cunoștințelor.

Pe baza algoritmilor utilizați, a fost proiectat și realizat un sistem experimental de tip "sistem suport de decizie cu bază de cunoștințe", care permite clasificarea firmelor în trei grupe de risc, în funcție de valoarea atributului de decizie.

2. Conceptele de bază ale teoriei "Rough Set"

Notăm prin S un sistem de informare, reprezentat sub forma $S=(U, Q, V, \rho)$, unde U este o mulțime finită de obiecte, numită *univers*, Q este o mulțime nevidă de atribute, $V=\cup V_q$, cu V_q reprezentând domeniul atributului q , și $\rho: U \times Q \rightarrow V$ este funcția de informare astfel ca $\rho(x, q) \in V_q$, oricare ar fi $q \in Q$ și $x \in U$.

Fie $S=(U, Q, V, \rho)$ un sistem de informare și fie submulțimea $P \subseteq Q$ și elementele $x, y \in U$. Spunem că

două elemente x și y sunt *indiscernibile* față de atributele din P în sistemul S , dacă și numai dacă $\rho(x,q) = \rho(y,q)$ pentru orice $q \in P$.

Orice submulțime $P \subseteq Q$ generează o relație binară pe U , numită *relație de indiscernibilitate*, pe care o vom nota prin $IND(P)$. Evident, $IND(P)$ este o relație de echivalență pentru orice submulțime P din mulțimea de atribute, care determină clase de echivalență, numite *mulțimi P-elementare* în S . Notăm prin $U/IND(P)$ (sau pe scurt U/P) familia tuturor claselor de echivalență, generate de relația $IND(P)$ și prin $Des_P(X) = \{(q,v) : \rho(x,q) = v, (\forall) x \in X \text{ și } (\forall) q \in P\}$.

Fie submulțimile $P \subseteq Q$ și $Y \subseteq U$ pentru care definim următoarele mulțimi:

- mulțimea ce reprezintă *aproximarea P-inferioară* a lui Y , notată $\underline{P}Y$, definită prin $\underline{P}Y = \cup \{X \in U / P : X \subseteq Y\}$, adică mulțimea obiectelor din U , care pot fi clasificate cu siguranță ca elemente ale lui Y , folosind mulțimea atributelor P ;

- mulțimea ce reprezintă *aproximarea P-superioară* a lui Y , notată $\overline{P}Y$, definită prin $\overline{P}Y = \cup \{X \in U / P : X \cap Y \neq \emptyset\}$, adică mulțimea obiectelor din U care pot fi posibil clasificate ca elemente din Y folosind mulțimea atributelor;

- $BI_P(Y) = \overline{P}Y - \underline{P}Y$, adică mulțimea obiectelor care nu pot fi cu certitudine clasificate în Y , folosind numai mulțimea atributelor din P .

Fiecărei submulțimi $Y \subseteq U$ i se poate asocia un *indicator de acuratețe a aproximării* definit astfel:

$$\gamma_P(Y) = \frac{\text{card}(\underline{P}Y)}{\text{card}(\overline{P}Y)}$$

2.1. Reducerea atributelor

Abordarea "rough set" poate fi utilizată în analiza cunoștințelor prin descoperirea relațiilor dintre atribute. Se știe că submulțimea de atribute $R \subseteq Q$ depinde de submulțimea de atribute $P \subseteq Q$ din sistemul S , notată prin $P \rightarrow R$, dacă și numai dacă $IND(P) \subseteq IND(R)$.

Pentru determinarea mulțimii reduse a atributelor este necesar să se calculeze următoarele:

- *mulțimea Y- a redusei din P*, notată $RED_Y(P)$, care este submulțimea minimală $R \subseteq P \subseteq Q$ astfel ca $\gamma_P(Y) = \gamma_R(Y)$;

¹ Mulțimea $Des_P(X)$ reprezintă o descriere a mulțimii P-elementare $X \in U / P$ după valorile atributelor din p .

- nucleul Y , notat $CORE_Y(P)$, care este rezultatul dat de intersecția tuturor redusei, adică $CORE_Y(P) = \cap RED_Y(P)$.

Mulțimea $CORE_Y(P)$ reprezintă mulțimea atributelor reduse (mulțimea atributelor semnificative).

Mulțimea redusă de atribute are proprietatea de a furniza aceeași calitate a clasificării obiectelor din sistemul S ca și mulțimea inițială de atribute.

2.2. Generarea regulilor de decizie

Abordarea "rough set" poate fi utilizată la determinarea regulilor de decizie, aferente unui sistem de informare care poate fi reprezentat sub formă de tabel de decizie² $T = (U, C \cup D, V, \rho)$.

Pentru generarea regulilor de decizie se utilizează *relația de echivalență de indiscernibilitate* care generează clasele de echivalență. Notăm prin $U/IND(C)$ familia tuturor mulțimilor C-elementare, numite *clase de condiție*, notată prin X_i și $U/IND(D)$ familia mulțimilor D-elementare, numite *clase de decizie*, notată prin Y_j . Cu aceste notații putem defini o *regulă de decizie*³ (C,D) astfel:

$$Des_C(X_i) \Rightarrow Des_D(Y_j)$$

Notăm prin $\{r_{ij}\}$ mulțimea tuturor regulilor de decizie pentru fiecare clasă Y_j (cu $j=1, \dots, n$). Deci,

$$\{r_{ij}\} = \{Des_C(X_i) \Rightarrow Des_D(Y_j) : X_i \cap Y_j \neq \emptyset, \text{ cu } i=1, \dots, k\}.$$

O regulă de decizie este deterministă, dacă și numai dacă $X_i \subseteq Y_i$ și nondeterministă, în caz contrar.

3. Sistemul Suport de Decizie cu Bază de Cunoștințe destinat evaluării riscului de investiție

Folosind conceptele "rough set", prezentate succint anterior, am realizat un instrument de tip sistem suport de decizie cu bază de cunoștințe, destinat evaluării riscului de investiție al firmelor/întreprinderilor, care va fi prezentat în cele ce urmează.

² Un tabel de decizie este de natură deterministă, dacă și numai dacă $C \rightarrow D$, adică $IND(C) \subseteq IND(D)$, și de natură nondeterministă, în caz contrar.

³ Regulile de decizie sunt instrucțiuni logice de tip IF THEN referitor la descriptorii claselor de echivalență de condiție și de decizie.

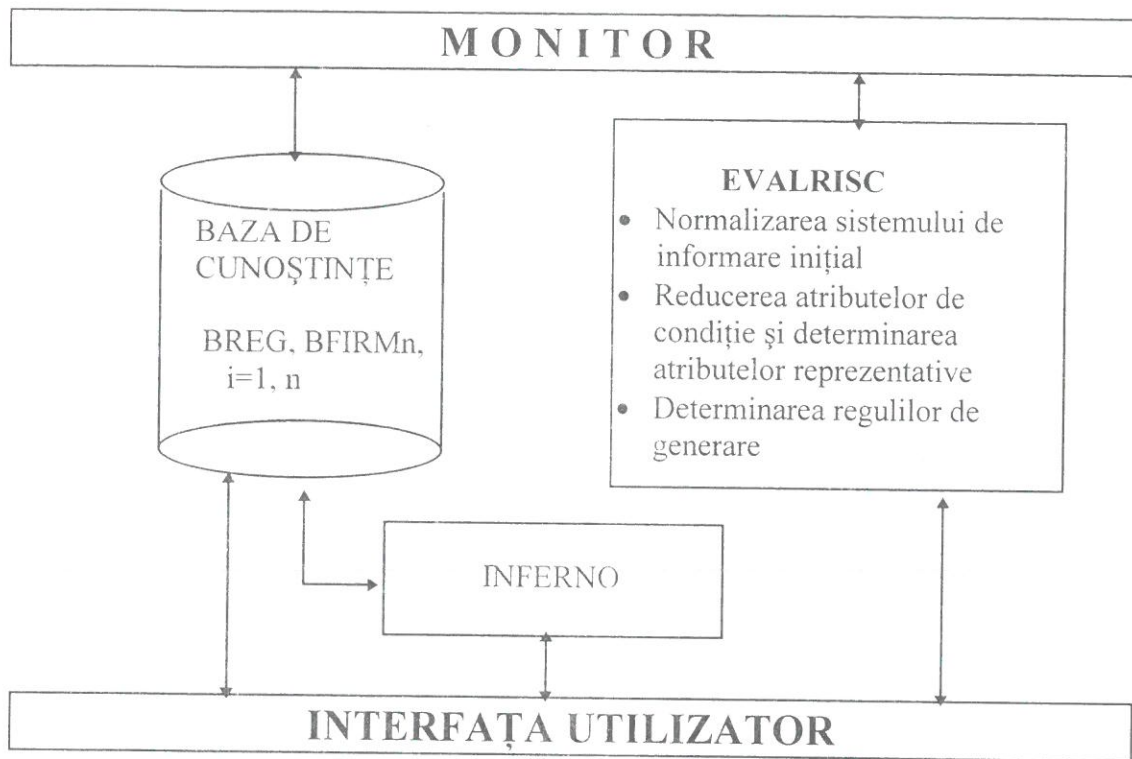


Figura 3.1 Arhitectura sistemului

3.1. Arhitectura sistemului

În figura 3.1. este prezentată arhitectura sistemului.

3.2. Descrierea procedurilor realizate

Procedurile pentru determinarea mulțimii reduse a atributelor și pentru generarea regulilor de decizie, realizate de componenta EVALRISC, au fost realizate în limbajul de programare BORLAND C, iar pentru asigurarea unei interfețe prietenoase cu utilizatorul s-a utilizat mediul de programare VISUAL BASIC.

Pentru încărcarea faptelor (valorile atributelor reduse pentru fiecare firmă) în bazele de fapte, încărcarea regulilor în baza de reguli și efectuarea inferențelor, s-a utilizat un generator de sisteme expert numit INFERNO⁴.

⁴ Generatorul de sisteme expert "INFERNO" a fost elaborat de laboratorul 2.10 în cadrul ICI. Alte detalii se găsesc în manualul de prezentare a produsului software (** INFERNO MANUAL DE PREZENTARE, autor V. Popa).

3.2.1. Descrierea procedurilor realizate în BORLAND C

Schema de înlanțuire a procedurilor realizate în limbajul de programare BORLAND C, aferente componentei EVALRISC este prezentată în figura 3.2.

• Introducere date (sistem de informare inițial)

Cunoștințele expertului sau ale specialistului, referitor la starea (evaluarea) anterioară a întreprinderilor din punct de vedere al riscului, pot fi prezentate în "sistemul de informare inițial". Firmele pot fi caracterizate de expert sau specialist după atributele de condiție cantitative⁵ (A1, A2, ..., A6) și calitative (A7, A8, ..., A12) și după atributul de decizie (A13=d). Această caracterizare stă la baza sistemului de informare inițial și poate fi prezentată sub forma unui tabel de decizie [14]. Datele de intrare sunt: numărul de firme "n" și valorile $p(i, j)$ cu $i=1, \dots, n$ și $j=1, \dots, 13$ de caracterizare a firmelor după fiecare atribut:

• Normalizare date (sistem de informare normalizat)

Normalizarea datelor nu este obligatorie, dar se recomandă pentru simplificarea calculelor. Procesul de normalizare constă din două etape:

⁵ Selectarea atributelor de condiție cantitative și calitative utilizate în elaborarea sistemului experimental reprezintă rezultatul unor discuții și schimburi de opinii cu cercetători de la Technical University of Poznan și DSS Laboratory of Technical University of Crete.

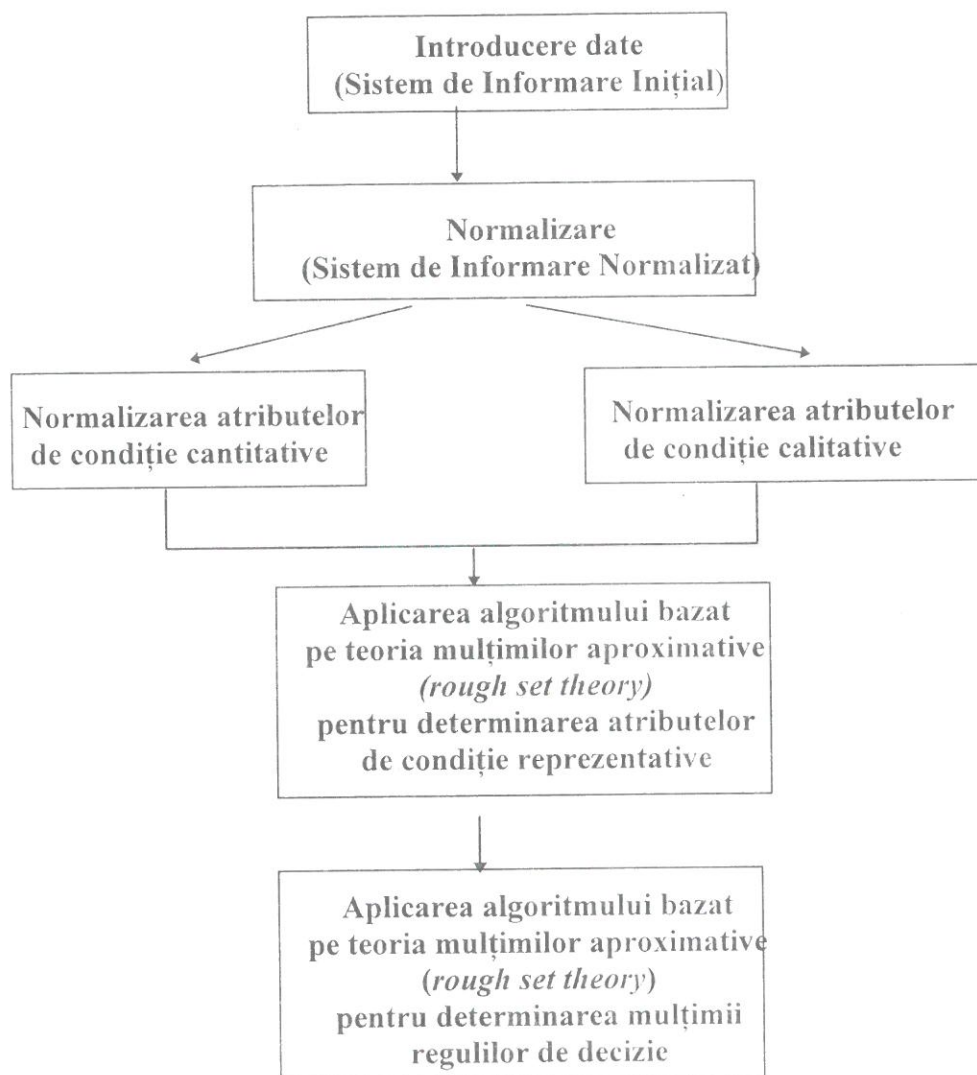


Figura 3.2 Procedurile de evaluare a riscului realizate în BORLAND C

a) normalizarea atributelor de condiție cantitative: valorile de caracterizare a firmelor după atributele A1, A2, ..., A6 se exprimă, de obicei procentual. Prin procesul de normalizare se transformă valorile procentuale în valori normalizate cuprinse între 1 și 5;

b) Codificarea atributelor de condiție calitative: valorile referitor la caracterizarea firmelor după atributele A7, A8, ..., A12 se exprimă prin informații calitative. Prin urmare, este necesară o normalizare a lor prin codificarea acestora cu valori de la 1 la 5.

- **Aplicarea algoritmului bazat pe teoria mulțimilor aproximative (rough set theory) pentru determinarea mulțimii reduse a atributelor de condiție semnificative**

Procedura constă în utilizarea teoriei mulțimilor aproximative la reducerea atributelor de condiție în vederea evaluării firmelor din punctul de vedere al

riscului atunci când firmele nu pot fi deosebite după anumite atribute, adică atunci când nu există suficiente informații, caz în care firmele sunt "indiscernibile".

- Se consideră următoarea partiție⁶ a mulțimii firmelor, conform valorii de caracterizare după atributul de decizie:

$$Y_i = \{F_j \mid \rho(j, 13) = i, \text{ cu } i=1,3\}$$

Aceste mulțimi sunt approximate inferior după mulțimile P după formula:

$$\underline{P}Y = \bigcup \{X \in U \mid P: X \subseteq Y\}$$

unde,

P = reuniunea mulțimii-nucleu curente (determinate la momentul curent) cu mulțimea formată dintr-un element nereprezentativ la momentul curent;

⁶ Pentru determinarea partiției s-au considerat un număr de 12 atribute de condiție care caracterizează firmele și un atribut de decizie.

U = mulțimea firmelor;

$U|P$ = familia claselor de echivalență determinată de relația de echivalență $IND(P)$.

- Fiecare mulțime Y_i este aproximată după n -c mulțimi P , unde c = cardinalul mulțimii-nucleu curente.

Mulțimea-nucleu inițială (cu care se începe algoritmul) este mulțimea vidă.

Relația de echivalență $IND(P)$ se definește astfel:

Orice două întreprinderi x și y sunt indiscernibile (adică nu pot fi deosebite după valoarea unui atribut) conform relației $IND(P)$ dacă și numai dacă $\rho(x,p)=\rho(y,p)$ pentru orice $p \in P$.

- Se calculează calitatea sortării (calitatea aproximării) la momentul curent, după formula:

$$\gamma_P(Y) = (\text{card}(PY_1) + \text{card}(PY_2) + \text{card}(PY_3)) / \text{card}(U)$$

Această valoare reprezintă raportul dintre numărul întreprinderilor sortate P - corect și numărul total de întreprinderi.

Atât timp cât această valoare nu este egală cu 1, se adaugă la mulțimea-nucleu curentă acel atribut nereprezentativ la momentul curent (cel care reprezintă diferența între o mulțime P și mulțimea-nucleu curentă) pentru care calitatea sortării este maximă și se reia procesul de aproximare pentru noua mulțime-nucleu. Algoritmul se oprește atunci când calitatea sortării devine egală cu 1.

- **Aplicarea algoritmului bazat pe teoria mulțimilor aproximative (rough set theory) pentru determinarea mulțimii regulilor de decizie**

Procedura constă în aplicarea teoriei mulțimilor aproximative la generarea automată a regulilor de decizie pe baza cărora se poate face apoi evaluarea firmelor. Este cunoscut faptul că în procesul de elaborare a sistemelor bazate pe cunoștințe, în particular al sistemelor expert, activitatea de achiziție a cunoștințelor, deci de elaborare a regulilor, este deosebit de dificilă și se realizează, de obicei, manual.

Prin folosirea procedurii de mai sus se asigură o generare automată.

Fie mulțimea-nucleu, atunci C este determinată de procedura precedentă.

- Se determina $U|C$, formată din clasele X_i , $i=1,k$.

Mulțimea regulilor de decizie pentru fiecare clasă de decizie Y_j , $j=1,3$ se notează:

$$\{r_{ij}\} = \{\text{DesC}(X_i) \Rightarrow \text{DesD}(Y_j) : X_i \cap Y_j \neq \emptyset, i=1,k\}$$

unde,

$$\text{Des}_C(X_i) = \{(q,v) : \rho(x,q)=v, x \in X_i, q \in C\} \text{ și } \text{Des}_D(Y_j) = \{(13,v) : \rho(y,13)=v, y \in Y_j\}$$

- Regulile astfel obținute pot fi apoi încărcate într-o bază de reguli, aferentă unui sistem bazat pe cunoștințe, iar faptele reprezintă valorile atributelor pentru fiecare firmă. Prin declanșarea mecanismului inferențial se obțin concluziile care conțin valoarea atributului de decizie $A13=d$ și care reflectă grupa de risc a întreprinderilor.

3.2.3. Descrierea procedurilor în VISUAL BASIC

Interfața Windows în mediul Visual Basic 3.0 permite o utilizare facilă a sistemului de către

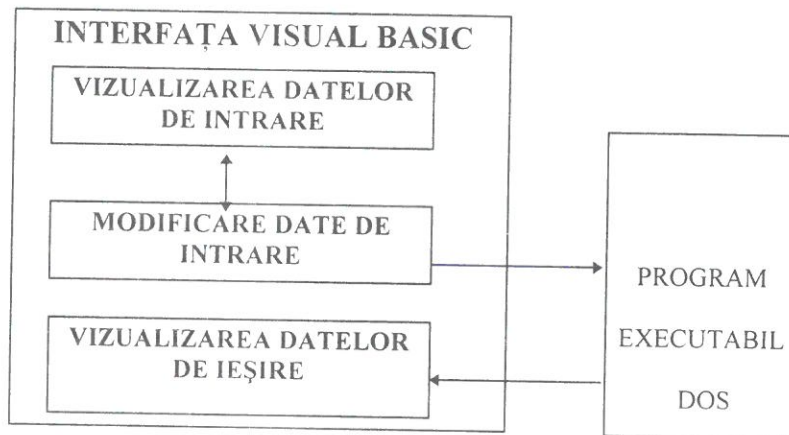


Figura 3.3. Structura funcțională a componentei EVALRISC sub VISUAL BASIC

utilizator. Datele de intrare experimentale sunt păstrate într-o bază de date ACCESS. Aceste date pot fi modificate în cadrul aplicației sub Windows, apoi sunt salvate în fișierele text care vor fi de fapt datele de intrare ale aplicației DOS. În urma apelării programului executabil DOS, datele de ieșire ale aplicației DOS sunt salvate în fișiere text, apoi sunt preluate de aplicația Windows și afișate în cadrul ferestrelor (figura 3.3).

În cea mai mare parte a ferestrelor, s-au folosit controale *ssdatagrid.vbx* care permit conectarea foarte ușoară la baze de date ACCESS, preluând datele din tabela dorită și afișarea lor tabelară pe ecran. Programul de interfață Visual Basic are toate operațiile înglobate într-un meniu. Componentele *meniului de rulare* sunt prezentate în schema de mai jos (figura 3.4):

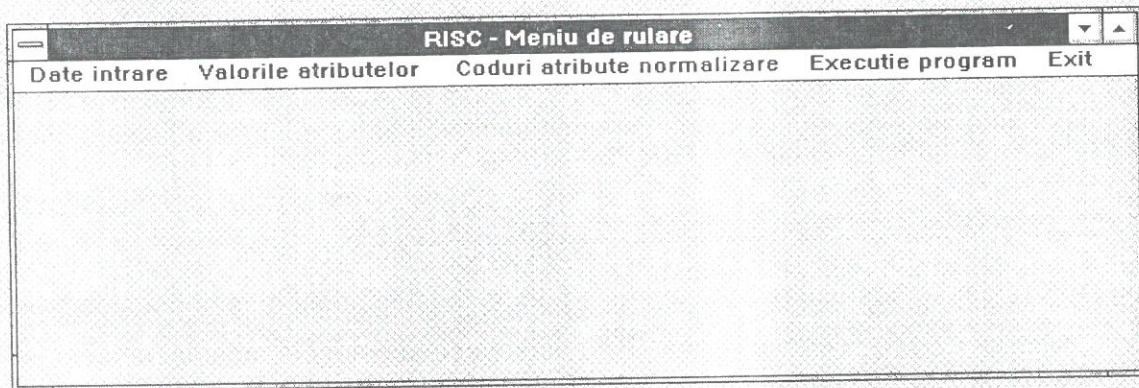


Figura 3.4. Meniul pentru execuția componentei EVALRISC

3.3. Efectuarea interfețelor cu generatorul INFERNO

Generatorul de sisteme expert INFERNO poate fi folosit în elaborarea sistemelor bazate pe cunoștințe/sistemelor expert al căror model de reprezentare a cunoștințelor se bazează pe reguli. Acest generator poate lua în considerație cunoștințele incerte și imprecise, întrucât utilizează o abordare a raționamentului aproximativ. Fiecărui fapt din premisă i se poate asocia un coeficient de încredere sau de imprecizie. De asemenea, oricărei reguli i se poate asocia o măsură de validitate din punctul de vedere al incertitudinii sau impreciziei. Această măsură de validitate reprezintă coeficientul de încredere sau neîncredere și este cuprins între -1 și 1. În cazul cunoștințelor imprecise acest coeficient ia valoarea între 0 și 1.

Validitatea concluziei este calculată astfel:

Fie C_{R1} coeficientul de validitate al regulei R1 și C_{R2} coeficientul de validitate al regulei R2, atunci coeficientul de validitate al concluziei C_C se determină prin:

$$C_C = C_{R1} + C_{R2} - C_{R1} * C_{R2}$$

Dacă validitatea regulei lipsește, atunci ea este considerată ca fiind precisă, iar generatorul INFERNO o consideră în mod implicit egală cu 1.

Modul de înlănțuire al regulilor este "forward" și "backward". Funcțiile principale ale generatorului sunt prezentate de meniul principal și sunt după cum urmează: FILE MENU, RULE MENU, NODE MENU, RUN MENU, OPTION MENU, GOAL MENU, HELP MENU, EXPLANATION MENU.

Pentru sistemul experimental de evaluare a riscului am încărcat 39 de baze de fapte care conțin cele 39 de firme împreună cu valorile atributelor de condiție reduse, determinate cu componenta bazată pe algoritmul "rough set", și o bază de reguli ce conține regulile generate automat.

4. Rezultate experimentale

Rezultatele experimentale obținute prin execuția sistemului experimental se referă la:

a) folosirea algoritmilor bazați pe "rough set" pentru: normalizarea atributelor cantitative, normalizarea atributelor calitative, determinarea atributelor reprezentative, generarea automată a setului de reguli de decizie pentru sistemul bazat pe cunoștințe;

b) folosirea generatorului INFERNO pentru încărcarea bazei de cunoștințe și efectuarea inferențelor pentru: baza de reguli BREG, bazele de fapte BFIRM1, BFIRM2,BFIRM39, efectuarea inferențelor și obținerea concluziilor, adică valoarea atributului de decizie "d".

Pentru ilustrarea modului în care se efectuează inferențele, am executat generatorul INFERNO

pentru nouă baze de fapte și anume: BFIRM1; BFIRM3; BFIRM11; BFIRM24; BFIRM28; BFIRM30; BFIRM34; BFIRM37; BFIRM39, iar rezultatele obținute sunt următoarele. Pentru firma 1, firma 3 și firma 11 atributul de decizie "d" are valoarea 1, deci riscul este mic și se poate face investiție. Pentru firma 24, firma 28 și firma 30 atributul de decizie "d" are valoarea 2, deci riscul este de natură incertă și este necesară o studiere a problemei de investiție. Pentru firma 34, firma 37 și firma 39 atributul de decizie "d" are valoarea 3, deci riscul este mare și nu se recomandă a se investi în aceste întreprinderi.

În cele ce urmează, sunt ilustrate câteva imagini de ecran, rezultate prin execuția sistemului experimental. De exemplu, pentru introducerea sistemului de informare inițial se apelează ecranul următor:

RISC - Meniu de rulare

RISC - Sistemul de informare inițial

Denumire_firma	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
Firma1	16.4	14.5	59.8	2.5	7.5	5.2	5	3	5	4	2	4	1
Firma2	35.8	67	64.9	1.7	2.1	4.5	5	4	5	5	4	5	1
Firma3	20.6	61.7	75.7	3.6	3.6	8	5	3	5	5	3	5	1
Firma4	11.5	17.1	57.1	3.8	4.2	3.7	5	2	5	4	3	4	1
Firma5	22.4	25.1	49.8	2.1	5	7.9	5	3	5	5	3	5	1
Firma6	23.9	34.5	48.9	1.7	2.5	8	5	3	4	4	3	4	1
Firma7	29.9	44	57.8	1.8	1.7	2.5	5	4	4	5	3	5	1
Firma8	8.7	5.4	27.4	3.3	4.5	4.5	5	2	4	4	1	4	1
Firma9	25.7	29.7	46.8	1.7	4.6	3.7	4	2	4	3	1	3	1
Firma10	21.2	24.6	64.8	3.7	3.6	8	4	2	4	4	1	4	1

Modifica OK

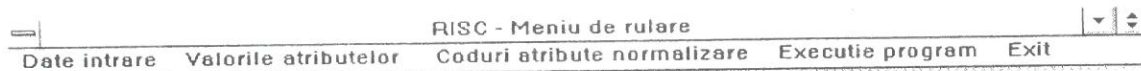
Pentru vizualizarea atributelor și semnificației acestora se apelează ecranul:

RISC - Valorile atributelor caracteristice

Denumire_atribut	Semnificație_atribut
A1	Castiguri dinaintea actiunii si/sau taxe (%)
A2	Venit net / valoare netă (%)
A3	Total obligatii / total active (%)
A4	Total obligatii / cash flow
A5	Cheltuieli / vinzari (%)
A6	Cheltuieli administrative si generale (%)
A7	Experienta managerului
A8	Pozitia pe piata a intreprinderii / firmei
A9	Structura tehnica - facilitati
A10	Organizare - personal
A11	Avantajul competitiei speciale a firmelor
A12	Flexibilitatea pietii
A13	Atribut de decizie

OK

Codificarea atributelor cantitative, utilizată pentru normalizare este ilustrată de ecranul:

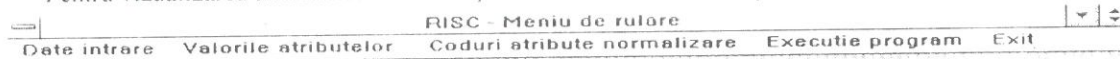


RISC - Codurile atributelor cantitative

		Coduri				
Atribute_cantitative		1	2	3	4	5
A1	<= 10	[10, 20]	[20, 30]	> 30		
A2	<= 10	[10, 15]	[15, 20]	[20, 30]	> 30	
A3	> 66.7	[66.7, 50]	[50, 33.3]	<= 33.3		
A4	> 3	[3, 2]	[2, 1]	<= 1		
A5	> 5	[5, 3]	[3, 2]	<= 2		
A6	> 8	[8, 6]	[6, 4]	[4, 2]	<= 2	

OK

Pentru vizualizarea atributelor calitative și codificarea utilizată se apelează ecranele următoare:



RISC - Codurile atributelor calitative

Denumire_atribut	Termeni_calitativi	Coduri
A7	Experienta managerului:	1
	- experienta negativa	2
	- fara experienta	3
	- experienta pozitiva pana la 5 ani	4
	- experienta pozitiva intre 5 si 10 ani	5
	- experienta pozitiva mai mare de 10 ani	

OK

RISC - Codurile atributelor calitative

Denumire_atribut	Termeni_calitativi	Coduri
A8	POZITIA FIRMEI PE PIATA	
	- competitie mare, pozitia saptamanala a firmei	1
	- competitie mare stabilita si firma competitiva	2
	- competitie moderata, pozitia mare a firmei	3
	- competitie saptamanala, pozitia de lider	4
	- pozitie singulara, monopol	5

OK

RISC - Codurile atributelor calitative

Denumire atribut	Termeni calitativi	Coduri
A9	STRUCTURA TEHNICA FACILITATI	
	- echipament uzat, invechit, met. de prod. depasite	1
	- structura tehnica moderata, cost de prod. mare	2
	- echipament relativ modernizat	3
	- structura tehnica buna, total modernizata	4
	- structura excelenta, metode de productie moderne	5

OK

RISC - Codurile atributelor calitative

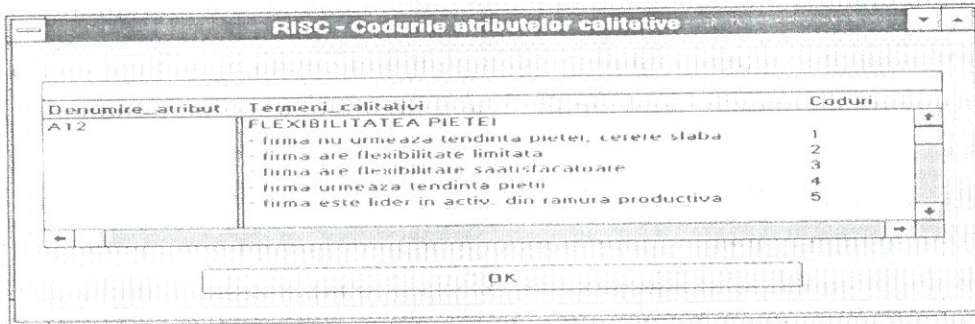
Denumire atribut	Termeni calitativi	Coduri
A10	ORGANIZARE PERSONAL	
	- organizare slaba	1
	- organizare moderata	2
	- organizare moderata spre bine	3
	- organizare buna	4
	- organizare excelenta	5

OK

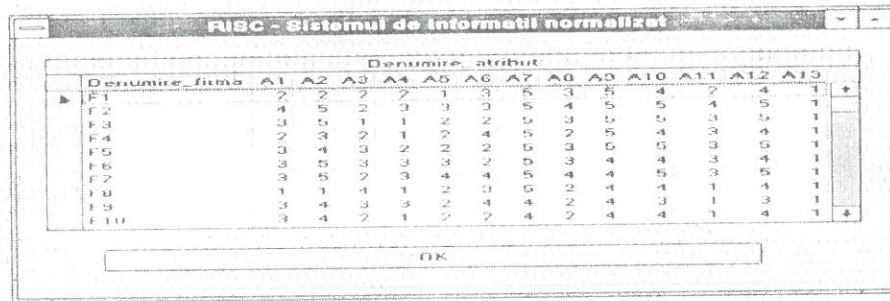
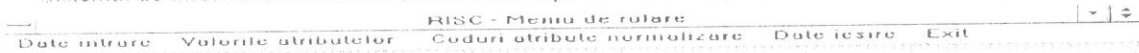
RISC - Codurile atributelor calitative

Denumire atribut	Termeni calitativi	Coduri
A11	AVANTAJELE COMPETITIVE SPECIALE ALE FIRMEI	
	- firma nu posedea expertiza pentru met. de prod.	1
	- firma posedea o mica expertiza pt. met. de prod.	2
	- firma posedea un nivel satisfactor al expertizei	3
	- firma posedea o expertiza exclusiva	4

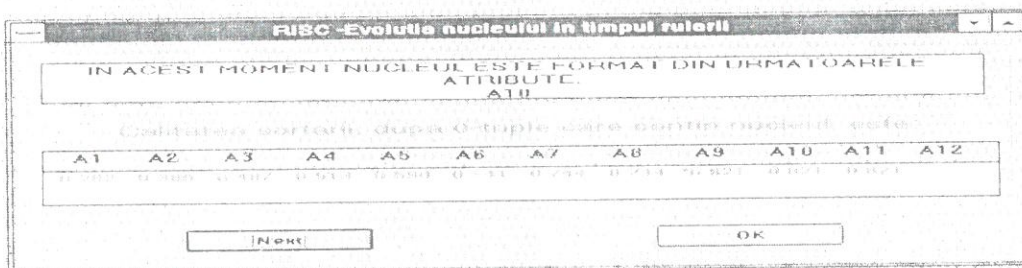
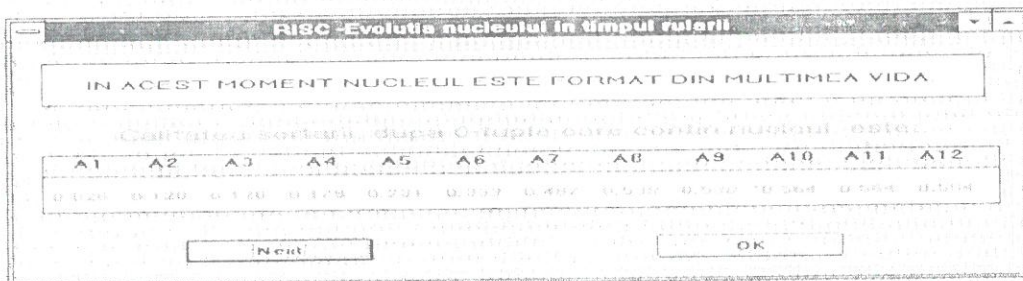
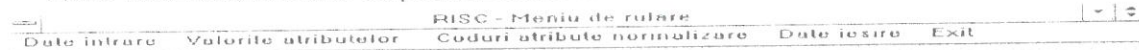
OK



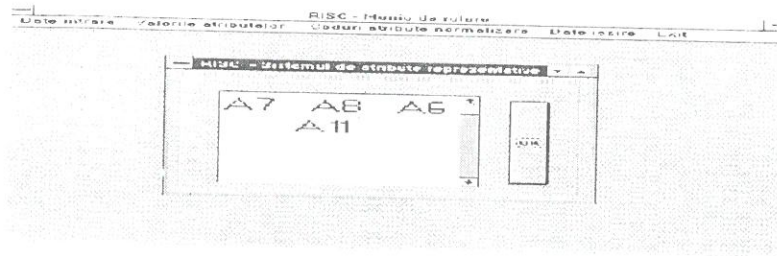
Sistemul de informare normalizat (datele sunt cuprinse între 1÷5) este:



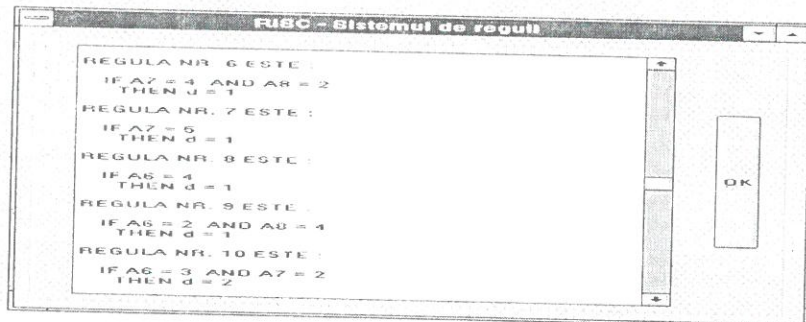
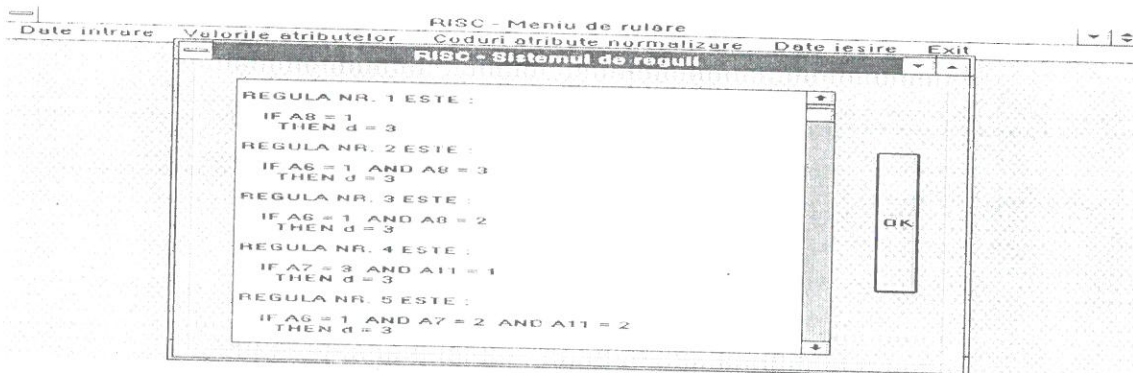
Pentru vizualizarea nucleului se apelează ecranele următoare:



Mulțimea redusă a atributelor este:



Mulțimea regulilor de decizie este dată de următoarele ecrane:



Rezultatele obținute cu generatorul INFERNO sunt ilustrate mai jos:

```

+----Code of Fired rules-----+-----+
|fapt1      | Run  Option  Goal  Help  Explanation |
|fapt2      |-----+-----+
|fapt3      |
|fapt4      |
|reg7       |
+-----+-----+
exit from query+-----+

NODE screen
-----
Attribute a6      string
Value 3          string
Belief 0.95      real from [0,1]
Disbelief 0      real from [-1,0]
Cf 0.95         Belief-Disbelie

+-----+
press Esc or F10 for next screen
NODE screen
-----
Attribute a7      string
Value 5          string
Belief 0.85      real from [0,1]
Disbelief 0      real from [-1,0]
Cf 0.85         Belief-Disbelie

+-----+
press Esc or F10 for next screen
NODE screen
-----
Attribute a8      string
Value 3          string
Belief 0.9       real from [0,1]
Disbelief 0      real from [-1,0]
Cf 0.9          Belief-Disbelie

+-----+
press Esc or F10 for next screen
NODE screen
-----
Attribute a11     string
Value 2          string
Belief 1         real from [0,1]
Disbelief 0      real from [-1,0]
Cf 1            Belief-Disbelie

+-----+
press Esc or F10 for next screen
NODE screen
-----
Attribute d       string
Value 1          string
Belief 0.9       real from [0,1]
Disbelief 0      real from [-1,0]
Cf 0.9          Belief-Disbelie

+-----+
press Esc or F10 for next screen

```

5. Concluzii

Lucrarea abordează problematica evaluării întreprinderilor mici și mijlocii prin prisma realizării unor instrumente informatice, bazate pe tehnicile Inteligenței Artificiale și ale teoriei "rough set" în vederea asistării factorilor de decizie în procesul decizional.

Procesele decizionale, corespunzătoare problematicii de "evaluare", sunt deosebit de complexe, de aceea folosirea instrumentelor informatice de către factorii de decizie este oportună.

Pentru realizarea experimentelor din această lucrare, s-a determinat *mulțimea redusă a atributelor de condiție* și s-au generat *regulile de decizie*, apoi s-a încărcat baza de cunoștințe a sistemului cu ajutorul generatorului de sisteme expert INFERNO cu fapte și reguli. Prin efectuarea inferențelor cu INFERNO, s-au obținut soluțiile care permit clasificarea firmelor pe grupe de risc și anume: "dacă atributul de decizie $d=1 \Leftrightarrow$ riscul este mic", "dacă atributul de decizie $d=2 \Leftrightarrow$ riscul este incert", "dacă atributul de decizie $d=3 \Leftrightarrow$ riscul este mare".

Prin aplicarea setului (format din 15 reguli) de reguli de decizie determinate folosind algoritmul bazat pe teoria mulțimilor aproximative se obține următoarea evaluare a firmelor din punctul de vedere al riscului:

(1) O firmă se consideră de risc mic și poate fi finanțată dacă una din următoarele reguli este îndeplinită:

- managerii au o experiență de lucru pozitivă de cel puțin 10 ani;
- managerii au o experiență pozitivă cuprinsă între 5 și 10 ani și firma are o poziție bine stabilită în condițiile unei competențe puternice;
- raportul financiar dintre cheltuielile generale și administrative și vânzări (A6) are o valoare cuprinsă între 2% și 4%;
- raportul financiar dintre cheltuielile generale și administrative și vânzări (A6) are o valoare cuprinsă între 6% și 8%, dar firma are o poziție de lider în condițiile unei competiții slabe.

(2) O firmă se consideră cu risc mare de eșec și cererile ei de credit ar trebui refuzate, dacă una din următoarele condiții este îndeplinită:

- firma are o poziție slabă în condițiile unei competiții puternice;
- firma are o poziție puternică în condițiile unei competiții moderate dar raportul financiar A6 este mai mare de 8%;

- firma nu are o experiență specială în ceea ce privește producția și managerii au cel mult 5 ani de experiență pozitivă;
- firma nu are o experiență bogată, dar managerii nu au experiență pozitivă și raportul financiar A6 este mai mare de 8%;
- nivelul de experiență al firmei este satisfăcător, firma are o poziție bine stabilită în condițiile unei competiții puternice dar raportul financiar A6 este mai mare de 8%.

(3) O firmă se consideră incertă din punct de vedere risc și ar trebui studiată, în continuare, dacă una din următoarele condiții este îndeplinită:

- raportul financiar A6 este între 4% și 6% dar managerii nu au o experiență pozitivă;
- firma are o poziție bine stabilită în condițiile unei competiții puternice, dar managerii nu au experiență pozitivă sau, dacă au experiență de cel mult 5 ani, firma nu are o experiență bogată în ceea ce privește metodele de producție;
- firma are o poziție de lider în condițiile unei competiții slabe, dar managerii au o experiență pozitivă decel mult 5 ani.

Un element de noutate cu caracter de originalitate îl constituie folosirea teoriei "rough set" în generarea automată a regulilor de decizie preluate apoi de către generatorul INFERNO.

Lucrarea se înscrie, pe de o parte, pe linia tematică a instrumentelor software de actualitate pentru economia românească, iar pe de altă parte, reprezintă o abordare conceptuală nouă a problematicii de evaluare a riscului prin utilizarea teoriei "rough set".

Bibliografie

1. CASTILLO, E., ALVAREZ, E.: Expert Systems and Learning, Ed. Granada, Spania, 1991.
2. COOPER R. B., ZMUD R. W.: Information Technology Implementation Research: A Technological Approach, Management Science, 36, 2, 1990, pp. 123-139.
3. DUBOIS, D., PRADE, H.: Putting rough sets and fuzzy sets together, in Intelligent Decision Support: Handbook of Applications and Advances of the Rough Set Theory, Kluwer Academic, Dordrecht, 1992.
4. FARRENY, H., SHALLAB, M.: Elements d'intelligence artificielle, Eds. Hermes, Paris, 1987.

5. **HART, A.:** Acquisition du savoir pour les systemes experts, Sciences Cognitives, Masson: King W. R., Rodriguez J. I., 1978, Evaluating Management Information Systems, MIS Quartely, september, 1988, pp. 43 - 51.
6. * * * **INFERNO.** Manual de prezentare și utilizare, 1992, Lab. 1.10 (ICI).
7. **LE MOIGNE, J. L.:** La modélisation des systèmes complexes. AFCET SYSTEMES, Dunod, 1990.
8. **LEVINE, P., POMEROL, J. C., SANEH, R.:** Rules Integrate Data in a Multicriteria Decision Support System. În: IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 20, 3, 1990, pp. 678 - 686.
9. **MOISE, M.:** RAPPORT DE RECHERCHE SUR "SIAD A BASE DE CONNAISSANCE FLOUE. În: Journal du LAFORIA, 1994, Paris.
10. **MOISE, M.:** Conferința "Preferințele fuzzy în asistarea deciziei". LAFORIA - Univ. P. M. Curie, 1995, Paris.
11. **MOISE, M.:** Fundamentarea asistării deciziei în evaluarea sistemelor complexe prin utilizarea modelării structurale fuzzy, GRANT'95 Academia Română, 1995.
12. **MOISE, M. ș. a.:** EXPLAN - Sistem Bazat pe Cunoștințe pentru asistarea întreprinzătorului în elaborarea planului de afaceri, TC - ICI București, 1993.
13. **MOISE, M. ș. a.:** SSD pentru alegerea alternativelor care fac obiectul unui studiu de fezabilitate, bazat pe modelarea structurală fuzzy și deciziile multiatribut, TC - ICI Bucuresti, 1995.
14. **MOISE, M.:** EVALRISC-Decision Support System for Evaluating the Firm's Bankruptcy Risk, accepted at "EUFIT'97", Aachen, Germany, 1997.
15. **MOISE, M.:** Metode și tehnici de modelare ierarhizată și de Inteligență Artificială utilizate în activitatea de elaborare a sistemelor informatice din economie", Bibl. ASE București, 1996. (Teză de doctorat).
16. **MOISE, M.:** EXMAN - Sistem bazat pe cunoștințe pentru diagnostic financiar, TC - ICI București, 1994.
17. **PAWLAK Z.:** Rough Set: Theoretical Aspects of Reasoning about Data, Kluwer Academic, 1991.
18. **PINSON, S.:** Credit Risk assement and meta-judgement, Theory and Decision, 1989.
19. **POMEROL, J. CH.:** Systemes experts et SIAD: enjeux et consequences pour les organisations. Harvard University, Boston, MA, SUA, 1990.
20. **SCOTT MORTON, M. S.:** Management decision systems, computer based support for decision making, Harvard University, Boston, MA, USA, 1971.
21. **PFEIFER, R., LÜTHI, H. J.:** Decision Support Systems and Expert Systems: A Compelmentary Relationship, in Sol H. G. et al Editeurs, Expert Systems and A. I. in DSS, pp. 41 - 51, D. reidel Publishing Company, 1987.