

## Sisteme inteligente pentru asistarea deciziilor în marketing bazate pe modele (I)

Autori: **Gheorghe Orzan**  
**Traian Surcel**

**Abstract:** Sistemele inteligente bazate pe modele constituie o primă categorie de sisteme informatice interactive de asistare a deciziei (SIAD). Ele au realizat desprinderea de sistemele informatice de procesare a tranzacțiilor OLTP, ce utilizau modele de calcul direct, modele care sunt de fapt relații de calcul indicate prin proceduri algoritmice, metodologii, acte normative, legislație. Aici se includ programele de gestiune internă, de gestiunea stocurilor, a planurilor de afaceri și de marketing, din domeniul financiar-contabile, se personal și salarizare, în general pentru gestiunea tehnico-operativă.

**Cuvinte cheie:** asistarea deciziilor, marketing, modele, probabilitate, utilități, certitudine, programare, euristica, algoritmi, simulări

Pasul înainte pe care-l realizează sistemele inteligente pentru asistarea deciziilor îl constituie utilizarea unor modele care țin cont de specificul proceselor decizionale și criteriile de analiză și construiesc variante de decizie ce sunt evaluate și prezentate decidenților. Acest lucru presupune cunoașterea analitică a mecanismului decizional, pentru a identifica elementele implicate în actul decizional, legăturile dintre ele și intercondiționările cu mediul decizional, precum și legitățile, criteriile pe baza cărora se desfășoară actul alegerii propriu zise.

Avem nevoie de o astfel de perspectivă cuprinzătoare asupra mecanismului decizional pentru a înțelege că decizia nu este un act singular al unei simple alegeri dintre două sau mai multe alternative, este un act cu o temeinică fundamentare informațională.

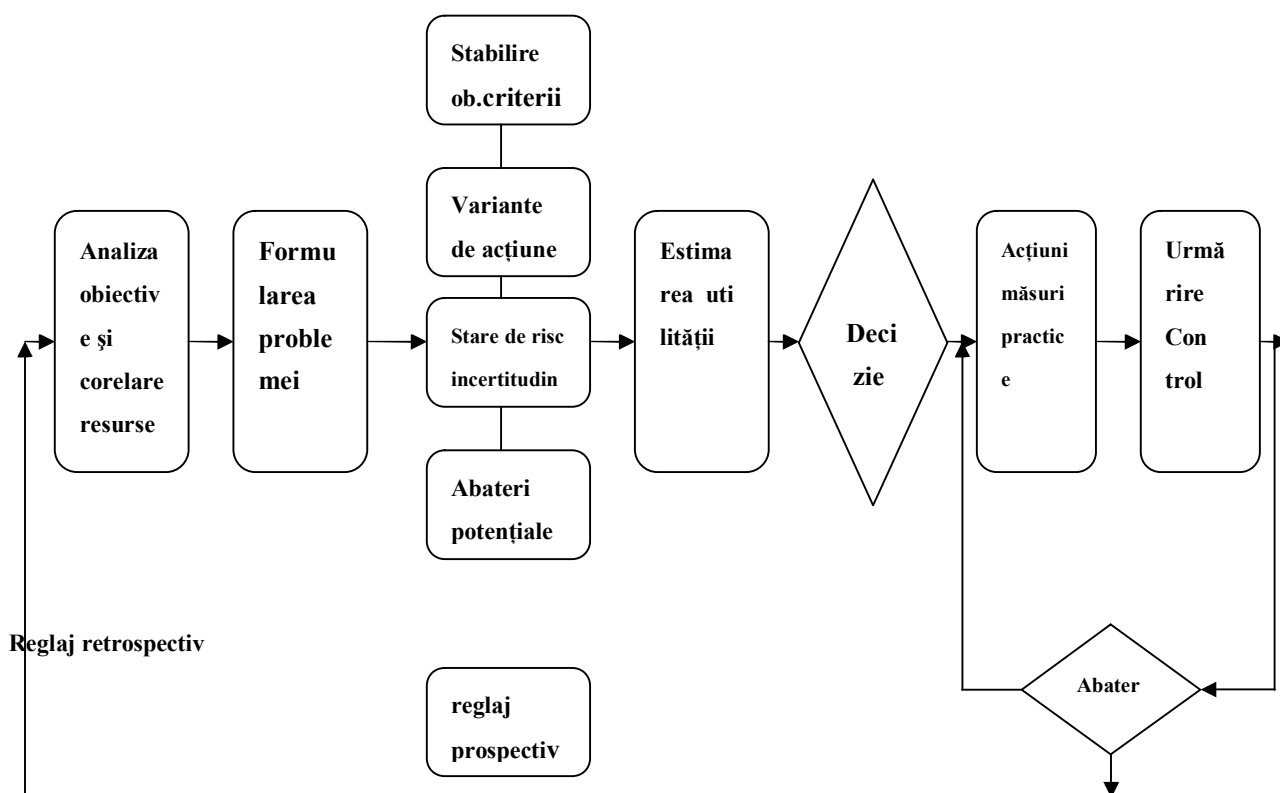
Fundamentarea complexă a procesului decizional trebuie să înceapă cu analiza obiectivelor și corelarea acestora cu resursele, numai astfel putem ajunge la intuirea și formularea problemei decizionale, care este de fapt prima etapă a modelării procesului decizional.

Actul decizional este precedat de un întreg proces de analiză a problemei care face obiectul deciziei și în urma căruia se definesc:

- variantele de acțiune;
- criteriile de decizie;
- stările naturii – starea de certitudine, risc sau incertitudine;
- consecințele aplicării în practică a diverselor variante de acțiune.

Acest proces duce în final la actul alegerii pe baza evaluării criteriilor și consecințelor. El se încheie cu evaluarea rezultatelor înregistrate ca urmare a transpunerii deciziei în acțiuni, în lumea reală. Această evaluare deschide un nou ciclu decizional care va urmări corectarea eventualelor erori, abateri de la rezultatele scontate.

Pentru a ajunge la formularea problemei decizionale este nevoie de culegerea și analiza atentă a informațiilor referitoare la aria de cuprindere și desfășurarea procesului economic analizat, referitor la relațiile cu alte procese și sisteme economice cu care se interconstrucționează reciproc. Se are în vedere concentrarea într-o formă sintetică a principalelor caracteristici și elemente ale procesului decizional, și stabilirea variantelor și alternativelor de acțiune.



**Figura 1:** Modelul global al procesului decizional

Formularea unei probleme decizionale este legată nemijlocit de definirea unor criterii și obiective, în baza cărora vor fi analizate, departajate, ordonate, și selectate variantele sau alternativele de acțiune ale decidentului.

În activitatea de marketing, cele mai frecvente criterii se materializează prin condițiile specifice mix-ului de marketing. Aceste criterii legate de produs, preț, promovare, distribuție, pot fi de natură tehnică, economică și socială. Ele reprezintă restricțiile și influențele care se resimt în politica de marketing a firmei.

Interacțiunile în dinamica lor, specifică realității economice analizate în cadrul procesului decizional, implică pentru fiecare criteriu de decizie a mai multor nivele,

cuantificabile, necesare pentru caracterizarea cantitativă sau calitativă a fenomenului economic. Diversele variante de acțiune ale decidentului vor avea drept *consecințe* atingerea unui anumit *nivel*, pentru fiecare dintre criteriile analizate. Aceste nivele concrete vor reprezenta *obiectivele* considerate din unghiul de vedere al criteriilor decizionale în discuție.

Decizia de alegere a unei variante de acțiune trebuie corelată cu analiza abaterilor potențiale determinate de cunoașterea probabilităților de realizare a consecințelor variantelor de acțiune. Cunoașterea acestor probabilități definesc particularitățile universului decizional în care se situează decidentul, situații denumite *stări ale naturii*. Acest univers decizional poate fi caracterizat de:

- condiții de certitudine;
- condiții de risc;
- condiții de incertitudine.

Cunoașterea sigură a consecințelor pentru decizia luată, deci a rezultatelor aplicării fiecărei variante, înseamnă situarea procesului decizional în *condiții de certitudine*. Cunoașterea *numai a probabilităților* de producere a rezultatelor ne situează în *condiții de risc*. Ignoranța statistică, adică necunoașterea probabilităților de producere a rezultatelor, ne plasează în condiții de incertitudine. Cu această precizare a existenței și necesității luării în considerare și a stărilor naturii, avem imaginea completă a elementelor pe care le va analiza decidentul în cadrul procesului decizional în vederea alegerii variantei optime, proces care poate fi sintetizat în următorul model analitic.

Considerăm:

- mulțimea criteriilor de decizie:  $X$   
 $X = \{X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_r\}$

Fiecărui criteriu  $X_j$ , i se poate asocia un *coeficient de importanță* pe care îi vom nota:  $q_j$ , cu proprietatea:

$$\sum_{j=1}^r q_j = 1$$

- mulțimea stărilor naturii:  $N$

$$N = \{N_1, N_2, \dots, N_k, \dots, N_n\}$$

Fiecărei stări a naturii  $N_k$ , i se poate asocia probabilitate de apariție pe care îi vom nota:  $p_k$ , cu proprietatea:

$$\sum_{k=1}^n p_k = 1$$

- mulțimea variantelor de acțiune posibile:  $V$   
 $V = \{V_1, V_2, \dots, V_i, \dots, V_m\}$

Fiecărei variante  $V_i$  îi va corespunde o consecință  $x_{ijk}$  care va fi consecința variantei  $V_i$  pentru criteriul  $X_j$  și starea naturii  $N_k$

V a r i a n t e	Starea naturii $N_1$ ( $p_1$ )	Starea naturii $N_k$ ( $p_k$ )	Starea naturii $N_n$ ( $p_n$ )
	Criterii de decizie $X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_r$	Criterii de decizie $X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_r$	Criterii de decizie $X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_r$
$V_1$	$x_{111} \dots x_{1j1} \dots x_{1r1}$	$x_{11k} \dots x_{1jk} \dots x_{1rk}$	$x_{11n} \dots x_{1jn} \dots x_{1rn}$
$V_2$	$x_{211} \dots x_{2j1} \dots x_{2r1}$	$x_{21k} \dots x_{2jk} \dots x_{2rk}$	$x_{21n} \dots x_{2jn} \dots x_{2rn}$
.....	.....	.....	.....
$V_i$	$x_{i11} \dots x_{ij1} \dots x_{ir1}$	$x_{i1k} \dots x_{ijk} \dots x_{irk}$	$x_{i1n} \dots x_{ijn} \dots x_{irn}$
.....	.....	.....	.....
$V_m$	$x_{m11} \dots x_{mj1} \dots x_{mr1}$	$x_{m1k} \dots x_{mjk} \dots x_{mrk}$	$x_{m1n} \dots x_{mjn} \dots x_{mrn}$

Figura 2: Matricea consecințelor

Atât criteriile de decizie cât și variantele decizionale pot fi conjugate cu factorul timp. Modelul prezentat mai sus poate fi analizat și din punctul de vedere al unui succesiuni de procese decizionale prin introducerea a „t” momente decizionale. Pentru fiecare astfel de moment sunt necesare estimările adecvate pentru ansamblu de consecințe și stări ale naturii.

Există situații când problema decizională se poate defini prin reprezentarea restricțiilor economice sub forma unui sistem de relații liniare:

$$\begin{cases} \sum a_{ij} * x_j \geq b_i, & (i = 1, 2, \dots, m) \\ x_j \geq 0 & , (j = 1, 2, \dots, n) \end{cases}$$

În acest caz pentru „r” criterii de decizie și „s” stări ale naturii se pot scrie r\*s funcții de eficiență:

$$\text{opt } F_{hk} = \text{opt } \sum_j^{1,n} q_{hkj} * x_j \quad (h = 1, 2, \dots, r) ; (k = 1, 2, \dots, n)$$

unde fiecare din funcțiile  $F_{hk}$  au coeficientul de importanță  $q_h$  și probabilitatea de realizare a stării naturii corespunzătoare  $p_k$ .

Fiind definit astfel modelul complex al procesului decizional prin precizarea elementelor sale: variante, criterii de decizie, stările naturii, următoarea etapă în asistarea procesului decizional o constituie „alegerea soluției optime”.

**În condiții de certitudine** se pot folosi în alegerea soluției optime metoda estimării și însumării utilităților în scopul alegerii variantei ce corespunde utilității sumă maxime.

$$V^* = \sum_j^{1,n} p_{ij} * u_{ij}, (i = 1,2, \dots, m)$$

unde:  $V^*$  - varianta ce corespunde soluției de utilitate maximă dintre variantele  $V_i$ ;  
 $u_{ij}$  - utilitatea estimată pentru consecința  $x_{ij}$  a variantei  $V_i$  pentru criteriul  $X_j$

Se pot utiliza pentru rezolvarea modelelor liniare tehnicile de programare simplex, sau programare liniară cu mai multe funcții obiectiv, etc.

**În condiții de risc** soluționarea problemei decizionale revine la alegerea alternativei căreia îi corespunde o utilitate complexă medie maximă.

$$V^* = \max \left( \sum_j^{1,n} p_{ij} * \left( \sum_j^{1,n} p_k * u_{ijk} \right) \right), (i = 1,2, \dots, m)$$

unde:  $u_{ijk}$ , - utilitatea pentru consecința  $x_{ijk}$  a variantei  $V_i$  criteriul  $X_j$  starea naturii  $N_k$

**În condiții de incertitudine** soluțiile se determină prin aplicarea metodelor de calcul cunoscute ca „strategii de joc contra naturii” sau:

- criteriul prudent – Wald;
- criteriul optimist – Hurwicz;
- criteriul regretelor – Savage;
- criteriul echiprobabil – Laplace.

După formularea deciziei, a alegerii unei alternative considerate optime, continuitatea procesului decizional impune transformarea deciziei în acțiuni, trecându-se la desfășurarea unui plan de acțiuni și controlul rezultatelor obținute prin derularea acestor acțiuni. Se trece astfel din domeniul informațional decizional în domeniul problemelor specifice sistemului de bază.

Din multitudinea de modele care pot fi construite pe baza orientărilor oferite de modelul global prezentat, ne vom opri în continuare asupra a trei categorii de modele mai des aplicabile în domeniul marketingului, și anume: *modele bazate pe analiză bayesiană; modele de regresie; modele de programare liniară.*

### ***Modele de decizie bazate pe analiză bayesiană***

Aceste modele se înscriu în categoria modelelor de decizie multicriterială care sunt utile în cazul problemelor în care intervin puține variante.

Deciziile de marketing sunt decizii, care de regulă sunt caracterizate de starea de risc sau incertitudine și au ca scop final maximizarea profitului sau reducerea costurilor. De aceea o primă problemă se pune chiar în legătură cu oportunitatea unei cercetări de marketing. Metodele de analiză bayesiană permit stabilirea valorii economice a

informației, într-un anumit context decizional. Cu ajutorul lor, se poate determina dacă cercetarea de marketing trebuie desfășurată sau dacă decizia va fi adoptată pe baza informațiilor deja existente.

Dacă valoarea anticipată a deciziei este mai mare în condițiile fundamentării ei pe baza informațiilor rezultate din cercetare, decât în absența acestora, realizarea cercetării este justificată. Totuși, în cazul în care costul cercetării este mai mare decât contribuția sa la procesul decizional, eforturile de cercetare nu sunt eficiente și cercetarea nu va fi proiectată și realizată.

Analiza bayesiană pentru estimarea valorii informațiilor obținute din cercetare se poate realiza cu un model multicriterial care se va rezolva, așa cum o să și ilustrăm, cu ajutorul programului de calcul tabelar EXCEL.

Să luăm în discuție exemplul unei firme care dorește să sporească profunzimea gamei oferite utilizatorilor prin lansarea pe piață a unui produs nou. Pentru produsul respective, decidenții trebuie să aleagă una dintre următoarele variante:

- V<sub>1</sub>, lansarea produsului pe baza unei strategii de preț de “smântânire”;
- V<sub>2</sub>, lansarea produsului pe baza unei strategii de preț mediu;
- V<sub>3</sub>, lansarea produsului pe baza unei strategii de preț de penetrare.

Pentru fiecare variantă, prețul stabilit are drept consecințe obținerea unui anumit profit diferențiat în funcție de reacția pieței manifestată prin cerere. Cererea pentru acest produs poate înregistra trei forme:

- cerere mică;
- cerere moderată;
- cerere mare.

**Primul pas** îl constituie crearea tabelului Excel în care se introduce matricea cu valorile „consecințelor” pentru fiecare variantă și criteriu, în cazul nostru pentru fiecare variantă de preț și mărime a cererii.

	A	B	C	D	E
1	<b>Profitul întregit în funcție de cerere</b>				
2		<b>mică</b>	<b>moderată</b>	<b>mare</b>	
3	<b>Variante de preț</b>				
4	Preț de smântânire	250	100	-80	
5	Preț mediu	110	260	-50	
6	Preț de penetrare	-90	0	170	
7					
8					

**Figura 3:** Tabelul Excel cu matricea consecințelor

S-au ales ca valori ale consecințelor, profiturile obtenabile în cazul fiecărei variante de preț, în funcție de cerere.

**Pasul doi** îl constituie luarea în considerare a probabilităților de producere a consecințelor asociate fiecărui nivel al cererii. Aceste probabilități sunt rezultatul experienței specialiștilor sau a unor rezultate ale unor cercetări de marketing anterioare.

În tabelul EXCEL astfel obținut inserăm formulele de calcul pentru formula valorii anticipate a fiecărei variante de decizie.

Construim un nou tabel Excel care să ne permită introducerea probabilităților fiecărui criteriu și recalcularea matricei consecințelor ponderate cu vectorul probabilităților, urmând pașii:

- 1 – introducem în celulele B3, C3, D3 probabilitățile asociate fiecărui nivel al cererii;
- 2 – recalculăm matricea consecințelor ponderate cu valorile probabilităților în zona de celule B9:D12, ca orice produs dintre o matrice și un vector linie (figura 4);

8		<b>Matricea consecințelor recalulate</b>		
9		=B\$3*B4	=C\$3*C4	=D\$3*D4
10		=B\$3*B5	=C\$3*C5	=D\$3*D5
11		=B\$3*B6	=C\$3*C6	=D\$3*D6
12				
13				

**Figura 4:** Formulele pentru recalcularea matricei consecințelor

Observație: în formulele de calcul trebuie să utilizăm pentru celulele vectorului de probabilități forma de „adresă absolută” – utilă în procesul de copiere al formulelor de calcul;

- 3 – în celulele D9:D11 introducem formulele de calcul a valorii anticipate a fiecărei variante, prin însumarea pe linii a datelor din matricea recalculată B9:C12 (vezi figura 5);

Modelul astfel construit și implementat foarte simplu cu ajutorul programului de calcul tabelar EXCEL, se va aplica în continuare pentru analize preposteroare utilizând ca date probabilități condiționate sau probabilități posteroare.

Modelul se poate extinde prin includerea formulelor de calcul specifice deciziilor din categoria criteriilor Wald, Laplace, Savage, Hurwicz, criteriile cunoscute drept criteriile: maximin, maxmax, minmin, minmax, după cum abordează alegerea variantei optime.

	A	B	C	D	E
1	<b>Profitul înregistrat în funcție de cerere</b>				
2		<b>mică</b>	<b>moderată</b>	<b>mare</b>	
3	<b>Variante de preț</b>	0,5	0,3	0,2	
4	Preț de smântânire	250	100	-80	
5	Preț mediu	110	260	-50	
6	Preț de penetrare	-90	0	170	
7					
8	<b>Matricea consecințelor recalculat</b>				<b>Valoarea anticipata</b>
9	Preț de smântânire	125	30	-16	139
10	Preț mediu	55	78	-10	123
11	Preț de penetrare	-45	0	34	262
12					

**Figura 5:** Tabelul Excel pentru analiza bayesiană apriori a valorilor anticipate

Pentru deciziile în condițiile de certitudine vectorul probabilităților se înlocuiește cu un vector al coeficienților de importanță , coeficienți atribuiți în mod subiectiv de decidenți pentru fiecare din criteriile după care se apreciază valoric consecințelor variantelor decizionale.

### **Bibliografie:**

- Boldur, G.** (1969) *Procese informaționale și de decizie*. Editura Științifică, București.
- Cătoiu, I.** (coord.) (2002) *Cercetări de Marketing*, Editura Uranus, București.
- Cronin, M.** (1996) *The Internet Strategy Handbook*, Editura Harvard Business School Press, Boston.
- Harmon, P., King, D.** (1985) *Expert Systems: Artificial in Business*, Editura John Wiley & Sons, New York.
- Kotler, P.** (1997) *Managementul Marketingului*, Editura Teora, București.
- Surcel, T., Șofronie, G. și Baron G.** (1998) *Informatică generală*, Editura Calipso 2000, București.
- Zaharie, D., Albescu, F.** (2001) *Sisteme informatice pentru asistarea deciziei*, Editura DuAl Tech, București.