

Credibilitatea modelului de simulare și posibila intervenție a managerului

Modelul de simulare conține în structura sa o serie de *elemente* definatorii printre care reținem: regula de luare a deciziei, cu ajutorul căreia se stabilește modul în care se vor obține rezultatele intermediare și finale; variabilele, care pot fi numerice sau logice; relațiile de legătură între variabile; starea sistemului; evenimentele exogene, evenimente care au loc indiferent de starea sistemului la un moment dat; legături de retroacțiune, în care rezultatele finale ale sistemului acționează asupra mărimilor de intrare; criteriile de oprire a algoritmului pentru delimitarea nivelului de precizie sau de finețe a modelului de simulare.

După construirea modelului, acesta se verifică. Deși verificarea se realizează etapizat, în cele mai multe cazuri, ea se consideră încheiată numai în situația în care întregul model dă rezultate satisfăcătoare, adică conforme cu realitatea, atât pentru aspectele cantitative cât și pentru cele de ordin calitativ.

Perfecționarea modelelor se bazează pe criteriul minimizării unei funcții scalare de eroare, care poate avea forme diferite, în raport de natura fenomenului.[5]

Plecând de la ideea că orice model se bazează pe date și parametri reali, devine necesar faptul de a obține date de încredere (corecte și în număr suficient), care să permită o reprezentare convenabilă a realității prin model.

Tot în acest sens se identifică, atunci când este cazul, aspectul ciclic sau periodic al fenomenului economic studiat, implicit orizontul de timp la care se referă.

Se lucrează cu trei categorii de **variabile**:

- variabile **conjuncturale**, care descriu tendințele de scurtă durată aproximabile cu ajutorul derivatelor de ordin I;
- variabile **tendențiale**, care descriu tendințele de durată medie, aproximabile cu ajutorul derivatelor de ordinul II;
- variabile **structurale**, care își manifestă influența pe orizonturi de timp îndepărtate.

Un model general poate fi scris sub forma următoare:

$$M(t) = \phi_1 (C_t) \theta_1 \phi_2 (T_t) \theta_2 \phi_3 (S_t)$$

Semnificația notațiilor este:

ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 - funcții ce vor fi determinate;

C_t - variabile conjuncturale

T_t - variabile tendențiale

S_t - variabile structurale

θ_1, θ_2 - operatori de calcul (+, -, *, /) ce realizează legăturile dintre subsansamblurile unui model general.

În cazul în care un sistem poate fi descris printr-o

funcție de forma:

$x_i = \phi_i (x_1, x_2, \dots, x_{i-1}, x_i, x_{i+1}, \dots, x_m)$, iar pentru un $x(i)$ oarecare se obține o corelație foarte bună între valorile date de model și cele din mediu, aceasta va fi adevărată pentru orice i ($i = 1, m$).

Proiectarea modelului de simulare se referă la stabilirea dimensionării diferitelor părți ale modelului prin parcurgerea unor operații cu referire la:

- precizarea condițiilor de începere a folosirii practice a modelului;
- alocarea de valori parametrilor de calcul în scopul de a se obține diferite răspunsuri din partea modelului studiat;
- stabilirea duratei sau lungimii fiecărui ciclu de calcule;
- numărul de cicluri de calcule, cu aceleași valori ale parametrilor de calcul;
- stabilirea variabilelor ale căror valori se cer a fi măsurate și alegerea metodelor și unităților de măsură.

Fiecare operație include un anumit grad de probabilitate, de aceea se realizează, în cele mai multe cazuri, unele evaluări sau calcule statistice.

Într-o fază preliminară se verifică gradul în care seriile de date primare sunt corelate între ele (studierea modelelor cu date corelate este extrem de complicată).

Acuratețea evaluărilor depinde în mod direct de numărul de observații sau de numărul de date. Astfel, dacă se dorește un anumit grad de precizie, pentru o anumită problemă și stare, este necesar să se determine corect *mărimea eșantionului*.

Ideal ar fi ca modelul de simulare să poată fi comparat direct cu sistemul pe care îl "imită", dar acest lucru nu este întotdeauna posibil deoarece comparația se realizează între două "seturi" de observații.

În cel mai bun caz analiza scoate în evidență caracteristici identice cu sistemul "real" și poate fi considerat corect dacă nu este negat de anumite ipoteze.

În consecință, un model de simulare nu are o valabilitate universală, ci poate fi valabil pentru atingerea unui anumit scop și în cadrul unor anumite ipoteze.

Pentru a analiza modul de funcționare a modelului în comparație cu sistemul real, acesta se presupune a fi "**cutie neagră**"; în consecință detaliile de funcționare nu sunt cunoscute.

Metoda testării tip "cutie neagră" este simplă. Se observă comportamentul sistemului "real" în anumite

condiții, iar ulterior modelul este supus funcționării în condiții similare. Dacă modelul este valid, observațiile cu

privire la acesta ar trebui să nu difere de cele referitoare la sistemul “real”.

Compararea celor două seturi de observații se face prin metode statistice, se apelează la teste de verificare a unor ipoteze, iar credibilitatea testului este exprimată prin indicele de probabilitate.

Erorile de validare ce pot apărea sunt erori de tipul I, când o ipoteză corectă este respinsă în mod greșit.

Erorile de tip II apar când ipoteza falsă este acceptată ca fiind adevărată.

Erorile de tip zero sunt foarte grave deoarece cel ce realizează testul urmărește o serie de aspecte inutile – rezultă un model greșit, ultrasofisticat.

Modelul este considerat valid din punct de vedere statistic, dar se dovedește nefolositor, deoarece el răspunde unor probleme neimportante.

Această abordare se poate realiza asupra întregului model sau asupra unor părți din acesta.

În situația în care modelul de simulare și sistemul “real” sunt considerate **transparente** se realizează validarea tip “**cutie albă**”. Structurile interne sunt foarte bine cunoscute și înțelese.

Validarea de acest tip este utilă în procesul de construire a modelului, nicidecum în faza finală.

În timp ce în cazul validării de tip “cutie neagră” se pune accent pe puterea de predicție a modelului, în validarea tip “cutie albă” accentul cade pe activitățile interne ale modelului.

Majoritatea simulărilor includ o logică statică ce conturează comportamentul sistemului. Într-o simulare discretă acestea sunt reguli de tipul **dacă (condiții) – atunci (acțiune)**. Astfel se poate controla sistemul real.

Într-o simulare continuă este mai probabil să existe legi ce controlează comportamentul sistemului în condiții extreme.

Dacă o simulare s-ar baza doar pe logica statică a componentelor unui sistem ea **nu** ar fi utilă, deoarece simularea se folosește pentru a imita comportamentul dinamic al sistemului. Trebuie de fapt validată performanța dinamică (de acțiune) a modelului în timpul funcționării.

Materialele (suportul) animate (expunerea dinamică a trăsăturilor modelului) sunt părți integrante din programul simulării.

Variabilele și stările sistemului pot fi monitorizate în timp ce programul rulează astfel se pot depista erorile în logica de acțiune.

Pe cât posibil trebuie evitată ultrasofisticarea modelului care dăunează într-o abordare dinamică, deoarece apar o mulțime de perturbații în sistem, cărora modelul trebuie să le răspundă favorabil.

Ultrasimplificarea este un alt caz extrem, ce trebuie evitat, deoarece nu reușește să surprindă aspecte importante, detalii utile.

Evitarea erorilor de tip zero se poate realiza fie prin stabilirea rapidă a scopului propus prin model, fie prin adoptarea unui mod de abordare explicit și evolutiv al modelului.

Atribuirem programului de simulare caracterul de model numai atunci când **credibilitatea** lui este **verificată** și **practic dovedită**, deoarece numai pe baza rezultatelor unor astfel de modele se pot lua decizii, ele sunt cele care reprezintă corect sistemul studiat.

În cazul unei probleme eronat structurate se poate concepe un program informatic greșit sau se poate ajunge la rezultate derutante. De aceea, este utilă validarea modelului prin testarea sa pas cu pas.

Există două părți componente, și anume: *verificarea* (se referă la corectitudinea construcției procesului, a programării modelului) și *validarea* propriu-zisă (se referă la verificarea conceptuală, se verifică părțile componente și relațiile între ele).

Strâns legată de validitatea modelului este *senzitivitatea* lui la influențele exterioare. Din studiu rezultă alternative de configurare alături de simplificarea structurii lui.

Pentru **verificarea** realizării corecte a modelului au fost dezvoltate o serie de metode în cadrul software-engineering, care identifică și îndepărtează greșelile de programare (programarea structurată, top-down, Programdesign ș.a.).

Cu relevanță în special pentru programele de simulare sunt cunoscute: metoda “trace”, adică precizarea efectelor evenimentelor asupra modificărilor de stare corespunzătoare, prezentarea unor mesaje cheie și mesaje de precizare a cauzelor greșelilor în cazul unor proceduri sau metode “a structured walk through” utilizată în cazul lucrului în echipă (fiecare comandă este explicată și verificată în comun).

În general, se ține seama de faptul că la orice creștere a complexității se retestează modelul.

Pentru verificarea codurilor din program se recomandă metode de vizualizare a acestora.

Data fiind importanța **validării**, prezentăm pentru început câteva caracteristici ale acesteia.

Validarea este caracteristică fiecărui model. În funcție de problematica fiecărui model simulat se stabilesc criteriile specifice de validare pentru a furniza un rezultat real.

Validarea este o categorie graduală. În cazul unei decizii de tipul “**sau-sau**”, modelul este considerat valid numai în măsura în care atinge esența problemei reale. În anumite cazuri, creșterea gradului de validitate al modelului se poate realiza doar cu costuri foarte mari. În acest sens a fost stabilită o funcție a relației dintre valoarea marginală a informației și costul marginal în cazul creșterii gradului de validitate al modelului.(fig. 1).

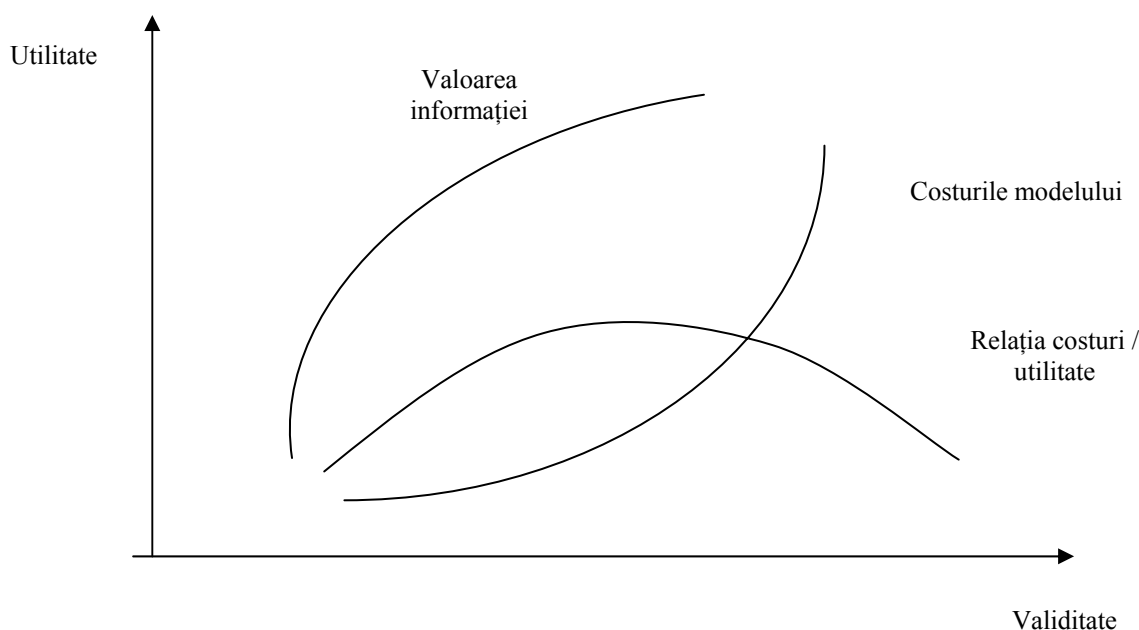


Figura 1 - Relația dintre valoarea marginală a informației și costul marginal

Validarea este rezultatul unui proces de negociere. Un model este util în cazul în care beneficiarul crede în valabilitatea lui. Ca proces de negociere, validitatea poate fi privită sub aspectul criteriilor și metodelor de validare utilizate.

În practică acest lucru se realizează ca o colaborare între părțile implicate, completată cu competențele analitice și metodologice ale consultanților specializați și cu experiența beneficiarului.

Validarea are loc pe parcursul derulării întregului proiect. Ea se pune încă din faza de definire a elementelor până la conceptualizarea modelului și experimentarea lui. Fazele procesului decurg iterativ.

În literatură [3,4] metodele de evaluare se grupează după anumite criterii.

Pentru utilizator sunt importante: validarea funcțională (verifică plauzibilitatea modelului, gradul de reacție a modelului simulat, comportamentul său), validarea rezultatelor (se compară rezultatele obținute și se analizează în ce măsură acestea se apropie de realitate și/sau îmbunătățesc sistemul real) și validarea teoretică (validarea rezultatelor simulării prin comparație cu rezultatele teoretice calculate cu alte modele).

Pentru **validarea rezultatelor** se utilizează metode statistice de verificare a rezultatelor obținute în simulări staționare.

Se pot verifica datele de ieșire prin mărimi comparative cu cele din sistemele reale. Pentru serii de valori comparabile din sistemul real, se determină valori medii pe grupe semnificative și se aplică un test statistic.

În cazul în care rezultatele nu pot fi validate prin comparație cu realitatea, testele de plauzibilitate se referă la

răspunsurile raționale, logice ale sistemului la diverși stimuli. Se poate cunoaște comportamentul modelului prin experimentarea sa.

În practică există situații când se elimină voit anumite caracteristici care pot genera un comportament neveridic; de asemenea, modelul se testează cu valori extreme pentru ca prin rezultatele extreme obținute să se poată determina limitele sistemului.

Validarea simulărilor nestaționare depinde foarte mult de tipul modelului analizat. În cazul în care modelul este într-adevăr nestaționar, se determină diferența rezultată pentru valorile de intrare ca urmare a variației temporale.

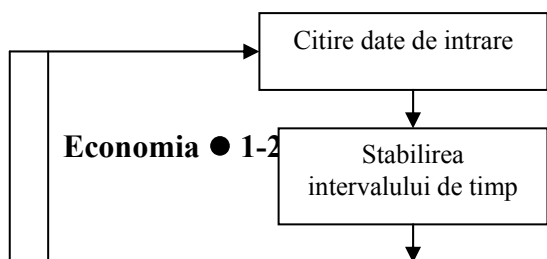
Comparația rezultatelor se realizează cu metode statistice pentru fiecare fază a modelului.

În consecință, se consideră orizonturi temporale limitate, iar pentru fiecare perioadă se determină starea specifică. De fiecare dată validarea teoretică este însoțită de validarea funcțională.

Analiza de sensibilitate permite experimentarea unor modele cu scopul de a urmări reacția sistemului în condiții de variație controlată a parametrilor externi sau a proceselor interne din sistem.

Nu este vorba de validarea sistemului simulat ci de **generarea unor scenarii** de funcționare și de evoluție a rezultatelor.

Sunt stabilite limite posibile de depășire a rezultatelor precum și a abaterii și dispersiei acestor rezultate. De aceea, analiza de sensibilitate se consideră a fi o analiză de tipul "what-if", "ce se întâmplă dacă...". Pentru aceasta se construiește un sistem de intervale de valori bazat pe calcule anticipate de eficiență.



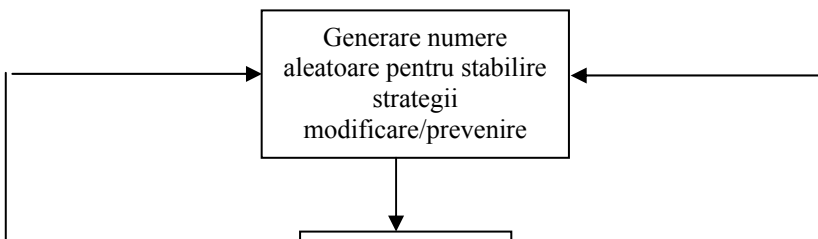


Figura 2 (continuare)

Analiza de senzitivitate se utilizează în special atunci când datele de intrare nu sunt valide, când repartiția datelor de intrare este determinată subiectiv, când informațiile despre inputuri sunt înrudite, când se pot emite doar ipoteze

vagi despre relațiile din sistem în special în relația cauză – efect.

În toate aceste situații există așa numite “puncte critice” care conduc cu necesitate la emiterea unor premise alternative, iar rezultatul este obținut sub formă de scenariu.

Scenariul va fi astfel construit încât să țină seama și de eventualele influențe exterioare cu care este posibil ca sistemul să se confrunte în viitor.

Capacitatea de a testa rapid și eficient cele mai interesante combinații oferite de scenariu presupune și o colaborare reală cu beneficiarul sistemului.

Procesul de validare și analiza de sensibilitate au un rol major în fundamentarea **simplificării** unui model de simulare. Se pot elimina o serie de structuri și relații care au influențe minore asupra modelului precum și descrierea stărilor sistemului cu un număr prea mare de variabile.

Ca urmare a reducerii complexității, efectele se concretizează în reducerea costurilor corespunzătoare simulării, un volum mai redus al datelor de intrare, reducerea cheltuielilor de implementare a modelului, interpretarea facilă.

Reducerea complexității unui model este posibilă numai în măsura în care realitatea permite acest lucru. Există o serie de principii de *simplificare* a unui model, posibil de aplicat, și anume:

- în cazul în care repartitia valorilor de intrare se prezintă ca o funcție de repartitie a valorilor empirice, se verifică existența unei familii de funcții de repartitie care ar putea duce la o aproximare mai bună (lucru posibil de realizat printr-o analiză de sensibilitate);
- parametrii care pe parcursul simulării cunosc variații slabe pot fi considerați constante;
- mărimea ce afectează în egală măsură toate alternativele poate fi eliminată;
- toate relațiile ce pot fi reprezentate prin funcții matematice se vor include în model;
- analiza de sensibilitate se poate utiliza pentru construirea combinațiilor posibile între valorile de intrare și cele de ieșire și pentru evaluarea consecințelor unor premise nesigure;
- în cazul modelelor cu structură ierarhizată, se validează de preferință modelele cu o structură mai simplă, după care urmează o extensie și asupra celor mai complicate.

Rezultă că dificultatea procesului de testare se referă la modul în care înțelegem și dimensionăm realitatea, deoarece modelul economico- matematic sau modelul de simulare este creația unui analist, prin care acesta reprezintă

într-un fel sau altul un anumit sistem.

Pentru ca modelul să surprindă multitudinea aspectelor din practică, se construiește algoritmul de simulare pentru

procese economice, cu intervenții operative de corectare a funcționării sistemului. Pentru aceasta, se pleacă de la cunoașterea stării inițiale a comportamentului sistemului economic, repartitia variabilelor sistemului economic, parametrii de stare, corelațiile dintre variabilele sistemului, caracteristicile evenimentelor și relațiile logice dintre acestea.

Schema bloc de concepere a algoritmului este prezentată în figura 2.

Pe timpul desfășurării proceselor economice, asupra sistemului își fac simțită prezența o serie de fenomene perturbatoare pentru care, pe bază de experiență și intuiție, echipa managerială poate formula o serie de strategii de prevenire a acestora.

Algoritmul este conceput de maniera ca managerul să poată interveni operativ pentru a corecta funcționarea sistemului în cazul în care constată unele abateri semnificative de mari ale parametrilor.

Deoarece se realizează analiza unor procese economice, strategia se selectează prin simulare, pe baza unor criterii economice precizate în formularea funcției obiectiv.

Prof. univ. dr. Camelia RAȚIU-SUCIU

Bibliografie

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. BONINI, CH. P.,
HAUSMAN, W.,
BIERMAN, H. 2. LAWRENCE, J.,
PASTERNAK, B. 3. LIEBL, F. 4. PIDD, M. 5. RAȚIU-SUCIU, C. 6. STOICA, M.,
ANDREICA, M.,
SĂNDULESCU, I. | <p><i>Quantitative Analysis for Management</i>, Irwin Mc Graw Hill, 9th Edition, 1997</p> <p><i>Applied Management Science. A Computer Integrated Approach for Decision Making</i>, John Wiley & Sons, 1998</p> <p><i>Simulation</i>, München, Oldenbourg Verlag, 1992</p> <p><i>Computer Simulation in Management Science</i>, USA, John Wiley & Sons, 1994</p> <p><i>Simularea sistemelor dinamice</i>, București, Editura ASE, 2000</p> <p><i>Introducere în modelarea procedurală</i>, Craiova, Scrisul românesc, 1989</p> |
|---|---|