

10. SIMULAREA SISTEMELOR CU EVENIMENTE DISCRETE

10.1. Elemente teoretice

Simularea (derivat de la cuvântul latin "simulatio") se poate defini ca un proces prin care se construiește un model al unui sistem real, cu care se realizează experimente, în scopul înțelegerii comportamentului sistemului analizat și/sau evaluării diferitelor strategii.

Simularea la calculator este procesul prin care se construiește un model matematico-logic al unui sistem real și cu care se realizează experimente pe un calculator.

Simularea este utilizată pentru problemele care nu pot fi abordate prin metode matematice analitice, precum și pentru problemele în care intervin mărimi probabilistice sau interacțiuni dinamice cu feedback.

Un proces de simulare presupune parcurgerea următoarelor etape:

- 1) formularea și analiza problemei;
- 2) construirea modelului de simulare;
- 3) proiectarea și realizarea experimentelor de simulare;
- 4) analiza (statistică) rezultatelor și selectarea celei mai bune soluții (decizii).

Construirea modelului de simulare implică următorii pași:

- elaborarea unui model conceptual;
- transpunerea modelului conceptual într-un model computerizat;
- verificarea modelului de simulare;
- analiza sensibilității modelului;
- validarea modelului de simulare.

Proiectarea experimentelor de simulare se referă la a stabili:

- numărul de simulări;
- numărul de experimente ale fiecărei simulări;
- condițiile inițiale pentru experimente;
- perioada necesară aducerii sistemului artificial într-o stare stabilă;
- modalitatea de reducere a variației rezultatelor din cauza numerelor aleatoare.

Analiza (statistică) a rezultatelor vizează intervalele de încredere, compararea și evaluarea variantelor decizionale.

Spre deosebire de modelele de optimizare, modelele de simulare sunt "executate" și nu rezolvate: fiind dat un anumit set de intrări și caracteristici ale modelului, acesta este executat pentru a se observa comportamentul sistemului pe care îl reprezintă.

Simularea sistemelor cu evenimentelor discrete studiază modele de simulare în care sunt definite evenimente ce sunt activate la anumite momente de timp și care afectează starea sistemelor studiate. Momentele de timp la care un eveniment este activat sunt aleatoare.

În multe cazuri, aceste modele de simulare tratează situațiile în care, în anumite perioade de timp, pot apare neconcordanțe între cererea de servicii sau activități și resursele disponibile pentru realizarea lor. De obicei, aceste neconcordanțe conduc la *fenomene de așteptare* (materiale care așteaptă să fie prelucrate la un anumit utilaj; mijloace de transport care așteaptă să încarce/descarce mărfuri; clienți care așteaptă la o stație de servire etc.) și, implicit, la formarea *firelor de așteptare* (cozilor).

În general, un fenomen de așteptare poate fi caracterizat prin:

- existența unui număr de clienți (solicitanți) pentru efectuarea unui anumit serviciu;
- incertitudinea momentului când va fi solicitată efectuarea serviciului;
- existența unui anumit număr de stații de servire care realizează serviciul solicitat de clienți;
- incertitudinea duratei de realizare a unui anumit serviciu;
- incertitudini privind comportamentul clienților după sosirea în firul de așteptare.

Ansamblul format din firul (firele) de așteptare și stația (stațiile) de servire constituie *sistemul de așteptare*.

Analiza unui sistem de așteptare presupune cunoașterea de informații privind:

a) sosirile în sistem:

- modalitatea de sosit a clienților;
- distribuția sosirilor;
- mărimea sursei de clienți;

b) mecanismul de servire:

- numărul stațiilor de servire;
- distribuția duratelor de servire;
- poziția firelor de așteptare în raport cu stațiile de servire;

c) caracteristicile firului de așteptare (cozii):

- disciplina de servire a clienților, care poate fi: FIFO ("first in, first out"); LIFO ("last in, first out"); aleatoare (după anumite priorități);
- capacitatea firului de așteptare, ce poate fi finită sau infinită;
- posibilitatea de renunțare la serviciu a unora dintre clienți.

Dintre avantajele pe care le oferă simularea se pot menționa:

- utilizarea ei nu interferează cu sistemul real analizat;
- testarea anumite proiecte noi fără a angaja resursele de achiziționare;
- adresabilitatea directă managerilor implicați;
- comprimarea/dilatarea timpului pentru accelerarea/încetinirea desfășurării procesului investigat;
- observarea interacțiunilor dintre diferite variabile și determinarea influenței acestora asupra performanței sistemului;
- identificarea ”locurilor înguste” în care procesele sunt întârziate excesiv;
- efectuarea de analize de sensibilitate de tipul ”*Ce se întâmplă dacă...?*”
- cuantificarea riscului inerent unui sistem.

Principalele dezavantaje ale simulării sunt următoarele:

- construirea modelului de simulare poate deveni complicată și scumpă pentru sisteme complexe;
- datorită naturii aleatoare a intrărilor, rezultatele sunt variabile stochastice;
- calitatea rezultatelor obținute depinde de calitatea datelor folosite;
- unicitatea simulării, rezultatele obținute fiind valabile numai pentru sistemul analizat;
- nu este garantată obținerea unor soluții optime.

10.2. Modulul Queuing System Simulation

Modulul **Queuing System Simulation** din produsul software **WinQSB** permite simularea sistemelor de așteptare cu una sau mai multe etape.

Principalele caracteristici ale acestui modul sunt următoarele:

- Modelează sisteme de așteptare care conțin: populații de clienți care sosesc în sistem, stații de servire, cozi și/sau colectori de clienți evacuați din sistem fără servire completă.
- Pune la dispoziția utilizatorului:
 - 18 distribuții de probabilitate (inclusiv valori discrete) pentru definirea sosirii clienților în sistem și a timpului de așteptare;
 - 9 reguli de servire a clienților;
 - 10 discipline de așteptare în coadă;
- Acceptă datele problemei în format tabelar, cu structură predefinită, sau în format grafic cu simboluri predefinite.
- Returnează în format tabelar rezultatele analizei referitoare la fiecare categorie de componente a sistemului de așteptare.

Decizii optime în management cu WinQSB 2.0

Ovidiu Aurelian Blăjină

1. PROGRAMARE LINIARĂ

- 1.1. Elemente teoretice
- 1.2. Modulul Linear and Integer Programming
- 1.3. Aplicații
 - 1.3.1. Programare liniară
 - 1.3.2. Programare în numere întregi
 - 1.3.3. Programare stochastică

2. PROBLEME DE TIP TRANSPORT

- 2.1. Elemente teoretice
- 2.2. Modulul Network Modeling. Tipul Transportation Problem
- 2.3. Aplicații

3. PROGRAMARE PĂTRATICĂ

- 3.1. Elemente teoretice
- 3.2. Modulul Quadratic and Integer Quadratic Programming
- 3.3. Aplicații

4. PROGRAMARE NELINIARĂ

- 4.1. Elemente teoretice
- 4.2. Modulul Nonlinear Programming
- 4.3. Aplicații
 - 4.3.1. Programare convexă
 - 4.3.2. Programare geometrică

5. PROGRAMARE MULTIOBIECTIV

- 5.1. Elemente teoretice
- 5.2. Modulul Linear and Integer Goal Programming
- 5.3. Aplicații

6. PREVIZIUNE

- 6.1. Elemente teoretice
- 6.2. Modulul Forecasting and Linear Regression
- 6.3. Aplicații

7. TEORIA DECIZIEI

- 7.1. Elemente teoretice
- 7.2. Modulul Decision Analysis
- 7.3. Aplicații

8. PROCESE MARKOV

8.1. Elemente teoretice

8.2. Modulul Markov Process

8.3. Aplicații

9. ORGANIZAREA ȘI AMPLASAREA FACILITĂȚILOR

9.1. Elemente teoretice

9.2. Modulul Facility Location and Layout

9.3. Aplicații

10. SIMULAREA SISTEMELOR CU EVENIMENTE DISCRETE

10.1. Elemente teoretice

10.2. Modulul Queuing System Simulation

10.3. Aplicații