



CONSIDERAȚII PRIVIND CONCEPTUL DE MODELARE ȘI SIMULARE (M&S)

CONSIDERATIONS ON THE CONCEPT MODELING AND SIMULATION (M & S)

Lt.col.drd. Viorel CUCU*

Expansiunea tehnologică a dezvoltat pe piață o serie de noi tehnologii care au schimbat viziunea în domeniul M&S. Toate acestea au înglobat o serie de soluții în domeniul M&S, aplicabile și în domeniul militar în dezvoltarea capacităților, instruire, achiziții și sprijin oferit operațiilor.

The technological expansion has developed on the market a number of new technologies that have changed the way in the field of M & S. All these have incorporated a number of solutions in the field of M & S, applicable to military capability development, training, procurement and support operations.

Cuvinte-cheie: modelare; simulare.

Keywords: modelling; simulation

Procesul de M&S a fost folosit cu mult timp înainte de apariția calculatoarelor. Modelele și simulările au o istorie îndepărtată, cele mai vechi constând în linii trasate în nisip, utilizând obiecte, precum nuiele și pietre pentru a reprezenta caracteristicile terenului, fortificații, dispunerea trupelor etc. Unele dintre cele mai timpurii forme de M&S include *Chaturanga* (un joc hindus asemănător șahului), *The Kings Game* din anul 1600, *Kriegspiel* (un joc german).

Preocupările în acest domeniu au progresat în mod rapid, astfel odată cu dezvoltarea tehnologiei în domeniu s-au făcut pași importanți în utilizarea M&S în majoritatea domeniilor.

Conceptul de *modelare* reprezintă procesul prin care producem un model, acesta fiind o reprezentare a construcției și a modului de lucru a unui anumit sistem de care suntem interesați. Un model trebuie să fie o aproximare a sistemului real, care să includă cât mai multe dintre caracteristicile sale importante, și să nu fie foarte complex astfel încât să nu fie înțeles și să nu-l putem experimenta.

Modelul care să ne mulțumească trebuie să fie un compromis între realism și simplitate. Specialiștii în simulare recomandă creșterea complexității

modelelor de tip *iterativ*. Una dintre problemele esențiale în cadrul procesului de modelare este validarea modelului, care ulterior să poată fi folosit în activitățile de simulare.

Modelele se pot clasifica în următoarele categorii: *matematice, fizice și procesuale*.

Modelele matematice sunt acele modele care sunt descrise de simboluri matematice și relații, care sunt construite utilizând algoritmi sau proceduri și ecuații matematice.

În general, un model destinat pentru studii de simulare este un model matematic dezvoltat cu ajutorul software-ului. Astfel, putem aminti despre modele matematice de tip deterministic (unde variabilele de intrare și cele de ieșire sunt valori fixe), stocastice (unde cel puțin una dintre valorile de intrare sau cele de ieșire este probabilistică), statice (unde timpul nu este luat în considerare) și dinamice (unde timpul este luat în considerare și interacționează cu celelalte variabile)¹.

Modelele fizice sunt acele modele care sunt descrise de structuri fizice și relații care în mod curent sunt construite cu o înaltă fidelitate (detaliată).

Modelele procesuale sunt acele modele care sunt reprezentate în simulare prin relații dinamice de tip matematic și de tip logic (Fig. 1).

*Modelul conceptual*³ (Fig. 2) reprezintă o abstractizare a lumii reale, care servește ca un

*Universitatea Națională de Apărare „Carol I”
e-mail: cuviorel@yahoo.com

cadru de referință pentru dezvoltarea federațiilor prin documentarea în vederea simulării entităților importante, a acțiunilor cheie și a interacțiunii acestora. Modelul conceptual al federației trebuie să descrie ce federație va reprezenta, limitarea ipotezelor acestor reprezentări, precum și alte capacități necesare pentru a satisface cerințele utilizatorului. O altă abordare descrie modelul conceptual ca o implementare a simulării reprezentată independent de arhitectura exercițiului și a obiectivelor de instruire, cerințe și mediu. Modelul include logică și algoritmi și recunoaște în mod explicit asumări și limitări.

În domeniul militar, a fost introdusă noțiunea de *model conceptual al spațiului misiunii (CMMS)*. Grupul de lucru NATO, NMSG-058 (*NATO Modelling and Simulation Group*), a finalizat în iulie 2012 un raport referitor la modelul conceptual utilizat în modelare și simulare, denumit *Conceptual Modeling (CM) for Military Modeling and Simulation (M&S)*, Final Report of MSG-058.

*Modelul conceptual al spațiului misiunii*⁵ reprezintă abstracții din lumea reală, care servesc ca un cadru de referință pentru dezvoltarea simulărilor prin captarea de informații despre

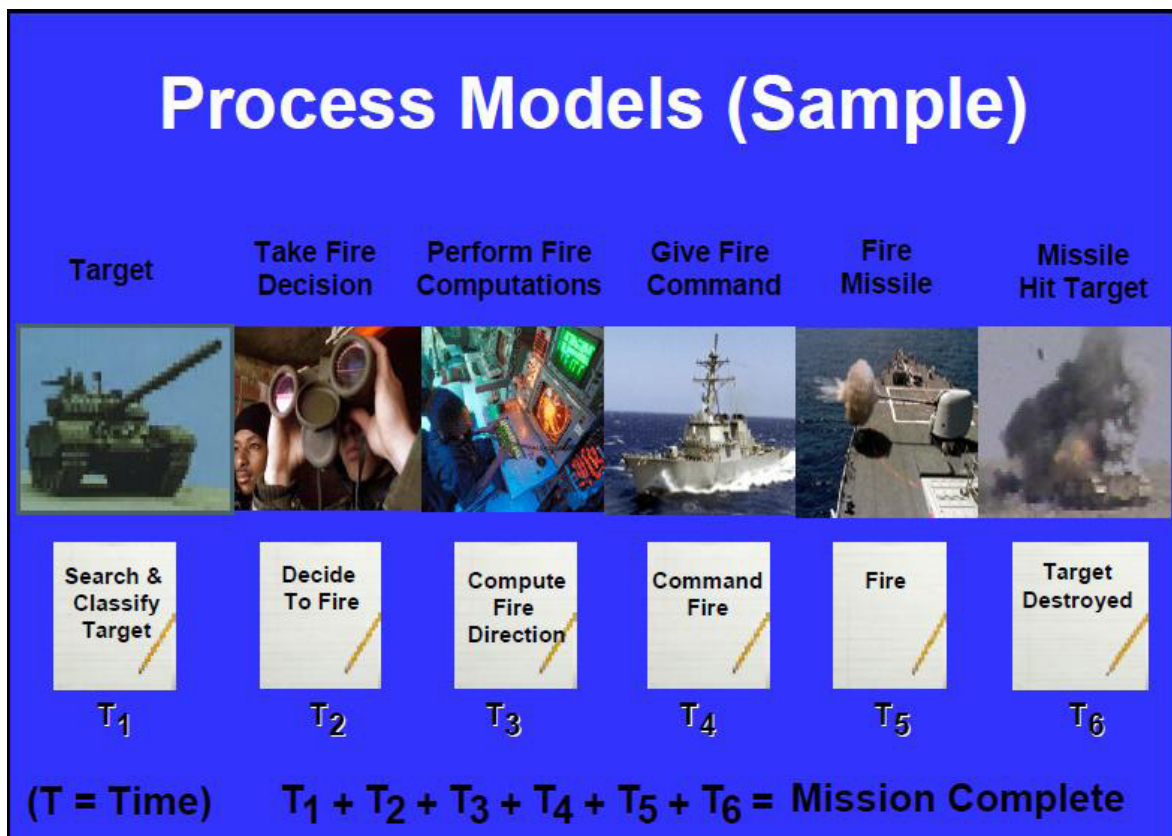


Fig. 1 Model procesual²

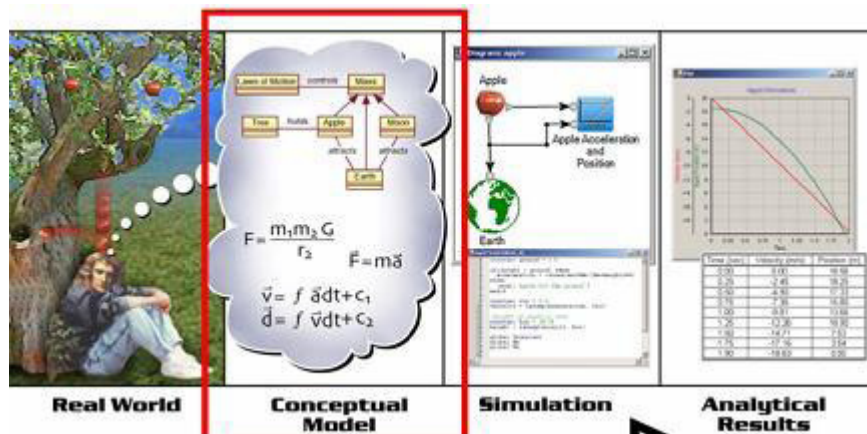


Fig. 2 Evoluția unui model conceptual⁴



entitățile importante implicate în orice misiune și acțiunile cheie a interacțiunilor acestora. Ele sunt puncte de vedere neutre ale simulărilor acestor entități privind acțiunea și interacțiunea care are loc în lumea reală.

Pentru realizarea modelului conceptual al spațiului misiunii, întâlnim două tendințe contradictorii, prima fiind *de a realiza o reprezentare cât mai fidelă a spațiului misiunii și este justificată prin dorința de a realiza un înalt realism operațional*⁶, iar cea de-a doua constă în *simplificarea modelului, cu scopul obținerii unui model fezabil, apt să soluționeze problemele specifice utilizării sale*⁷.

După finalizarea modelului propus, faza următoare este introducerea acestuia în simulare pentru verificare și validare.

Etimologic, conceptul de *simulare* provine din latinescul *simulatio*, care reprezintă capacitatea de a reproduce, a imita sau a reprezenta ceva.

Dicționarul explicativ al limbii române, specifică că simularea este „realizarea, cu ajutorul unor programe speciale, a modelului unui sistem real, pe baza unui număr mare de parametri, pentru a putea prognoza modul de funcționare a acestuia. Prin modificarea parametrilor se pot obține diverse variante, pentru a o selecționa pe cea optimă. Gradul de precizie este influențat de complexitatea sistemului real”⁸.

Conceptul de *simulare* este, în sensul cel mai larg acceptat, un instrument prin care putem evalua performanțele unui sistem, existent sau propus, sub diferite configurații care ne interesează pe perioade determinate de timp.

Literatura de specialitate clasifică simularea în trei categorii: reală, virtuală și constructivă (LVC).

Simularea reală implică oameni reali și sisteme reale, fiind executate în mediu real. Este o simulare costisitoare, consumatoare de timp și cu posibile riscuri de producere a unor defecțiuni.

În Armata României, funcționează un Centru de instruire prin luptă al forțelor terestre – CIL-FT, în poligonul Cincu, care utilizează această formă de pregătire-*simularea reală*.

Principala capabilitate de care dispune în acest domeniu este sistemul MILES IWS, compus din patru subsisteme, astfel:

- subsistemul MILES, care dispune de echipamente pentru autovehicule și personal;

- subsistemul de comunicații, format din antenă și radioreleu mobil;
- subsistemul EXCON, compus dintr-un număr variabil de servere.

MILES IWS (Individual Weapon System) este un sistem de simulare care folosește raze laser pentru a simula executarea focului cu diferite categorii de armament, precum și recepționarea focului inamic. Rolul lui constă în crearea condițiilor de pregătire cât mai apropiate de realitatea câmpului de luptă prin folosirea muniției de manevră în corelare cu posibilitatea de marcarea a focului diferitelor categorii de armament, precum și a efectelor acestuia.

Principalele facilități puse la dispoziție de sistem sunt prezentate mai jos, astfel:

- ușor de instalat și de demontat;
- simulează caracteristicile tactico-tehnice ale focului diferitelor categorii de armament;
- folosirea muniției de manevră creează realitatea câmpului de luptă;
- indiferent de categoria de armament se execută aceleași operațiuni pentru tragere ca și la tragerile cu muniție de război;
- detectează focul inamic, ce fel de categorie de armament folosește inamicul, stabilește identitatea trăgătorului, precum și efectele focului asupra țintei;
- semnalele audio indică – tragerea în apropierea țintei (două sunete scurte) sau lovirea țintei (sunet continuu);
- este compatibil cu orice alt sistem MILES;
- folosește emițătoare laser care nu sunt dăunătoare vederii.

Exercițiile de instruire prin simulare reală executate cu acest sistem au fost cele de repetarea misiunii cu unitățile care au participat la misiuni în teatrele de operații din Irak și Afganistan.

Simularea virtuală implică oameni reali și sisteme virtuale. Este folosită în mod curent pentru antrenament în cadrul simulatoarelor. Aici sunt incluse simulatoarele utilizate de tanchiști, aviatori, artileriști (rachete antitanc dirijate) etc. Simularea virtuală a devenit mai atractivă odată cu dezvoltarea tehnologică în domeniul *serious games*. Un astfel de exemplu utilizat în domeniul militar este VBS 2 (*Virtual Battlespace 2*), dezvoltat în strânsă cooperare cu USMC (*United States Marine Corps*), departamentul de apărare din Australia și alte departamente de apărare interesate în dezvoltarea



proiectului și distribuit de către *Bohemia Interactive Australia*. Acesta oferă simulări în câmpul de luptă în mod realist având capacitatea de a acționa în mediu terestru, maritim și aerian. Instructorii pot crea noi scenarii și apoi să angajeze simulări din diferite puncte de vedere. De asemenea, poate fi folosit la învățarea doctrinelor, tacticilor, tehnici și proceduri la nivelul grupă, pluton. Sistemul suportă antrenarea în mediu virtual-3D a unei structuri de până la 100 de militari.

Simularea constructivă utilizează oameni și sisteme virtuale, precum și un mediu înconjurător virtual, definit și mediu sintetic. Aceasta este destinată în mod curent antrenării statelor majore de la nivel batalion în sus, dar și altor domenii, cum ar fi: testare de planuri, verificarea cursurilor de acțiune, dezvoltarea capabilităților, efectuarea achizițiilor.

Cele mai cunoscute sisteme de simulare constructivă în domeniul militar sunt: *JTLS (Joint Theater-Level Simulation)* și *JCATS (Joint Conflict and Tactical Simulation)*. Ambele sisteme pot asigura antrenarea în mediu terestru, naval și aerian, în orice condiții de anotimp, stare a vremii, relief în timp real sau accelerat.

Astfel de simulări pot asigura desfășurarea exercițiilor pe plan local sau distribuit (în locații situate la distanțe mari), ultimul fiind cunoscut sub denumirea de simulare distribuită. Exercițiile de simulare distribuită le întâlnim definite în literatura de specialitate ca fiind „un exercițiu unde ținta instruirii poate fi în diferite locații, spre exemplu orașe, țări sau continente datorat unor motive financiare, operaționale sau tehnice.”

La nivelul Alianței Nord Atlantice s-a dezvoltat o rețea de educație și instruire, denumită *NATO Education and Training Network (NETN)*. Această rețea intenționează integrarea și dezvoltarea capabilităților existente la nivel național în vederea instruirii și educării în cadrul Alianței a statelor majore de nivel operativ și tactic, precum și a pregătirii forțelor.

Simularea, ca oricare alt instrument, ne oferă o gamă largă de avantaje și dezavantaje în aplicarea ei în diferite domenii. Tehnica simulării este utilizată în mod frecvent și raportată la domeniile specifice de aplicare, reprezintă cel mai eficient mod de testare și evaluare a diferitelor activități. În continuare, voi prezenta o serie de *avantaje*, astfel:

- permite testarea fiecărui aspect al unei modificări propuse sau adăugate fără a angaja resurse pentru achiziționarea acestora, deci vă oferă posibilitatea unei alegeri corecte;
- permite accelerarea sau încetinirea unor fenomene, astfel încât să putem analiza mai bine anumite fenomene, mărinđ sau micșorând astfel timpul necesar analizei și testării;
- poate reconstitui (reda) anumite secvențe din timpul simulărilor, reușind astfel să înțelegem sau să aflăm răspunsuri la diferite întrebări, cum ar fi „de ce? cum?” etc.
- explorează diferite posibilități, proceduri și metode, fără experimentări care să utilizeze sisteme reale;
- cu ajutorul M&S se pot identifica și înțelege interacțiunile care concură la utilizarea sistemului, ținând cont că unele sisteme sunt atât de complexe că este imposibil să fie luate în considerare toate interacțiunile care au loc într-un anumit moment;
- poate identifica constrângerile care pot apărea în anumite cazuri în sistem, iar cu ajutorul M&S pot fi descoperite cauzele;
- poate oferi modalități de dezvoltare a înțelegerii cu privire la modul în care un sistem funcționează în mod real, decât indicând predicțiile cuiva despre modul de funcționare al unui sistem;
- permite vizualizarea unui plan care ne va ajuta să înțelegem anumite defecte de proiectare;
- putem construi un consens, astfel M&S vă poate oferi un punct de vedere obiectiv, în locul unei anumite păreri de la o anumită persoană despre un anumit sistem;
- poate aduce schimbări asupra unor anumite modele dintr-un sistem, dacă în urma simulărilor vă gândiți să răspundeți la întrebări precum „Ce s-ar întâmpla dacă?”;
- putem afirma că M&S este o investiție înțeleaptă, deoarece costurile de simulare sunt mici, în general 1% din suma totală care ar fi alocată pentru punerea în aplicare al unui întreg plan de testare;
- este un prilej în care se poate antrena echipa interesată în dezvoltarea unui proiect prin analiza și evaluarea datelor de intrare și de ieșire în simulare;



- putem utiliza M&S pentru a determina cerințele pentru un anumit sistem simulând diferite configurații al unui sistem.

Totodată, există și o serie de *dezavantaje*:

- cerințele de construire a unui model se bazează pe o instruire specială care are următoarele particularități:
 - M&S este o artă care se învață peste timp și se bazează pe o experiență îndelungată;
 - construirea aceluiași model de două persoane diferite pot avea similitudini, dar cu siguranță nu vor fi identice. Acesta este unul dintre argumentele pentru care la nivelul NATO s-a optat pentru construirea unei baze de date comune, la care să aibă acces toți partenerii;
 - construirea unui model realist necesită cunoștințe în domeniu care pot fi obținute de la un expert în domeniu.
- rezultatele simulării pot fi interpretate greșit (de multe ori rezultatele simulării sunt variabile aleatorii și este greu de determinat dacă o observație este un rezultat al unui sistem sau o valoare aleatoare);
- simularea modelelor construite și analiza ulterioară poate fi mare consumatoare de timp și scumpă. Economisirea de resurse pentru modelare și analiză poate duce la o simulare insuficientă pentru atingerea scopurilor urmărite, și poate consuma astfel, timp, efort și bani fără a atinge obiectivul propus;
- simularea poate fi folosită și în mod ineficient, când metoda analitică poate rezolva problema.

Se apreciază că simularea reprezintă o modalitate eficientă în testarea și evaluarea diferitelor activități, fiind totuși necesară punerea în balanță a avantajelor și a dezavantajelor specifice fiecărui caz în parte.

În concluzie, se poate observa dorința dezvoltării rapide a unor modele conceptuale care să poată fi utilizate de către întreaga comunitate din domeniul simulării (LVC) și care să poată oferi o instruire prin simulare, locală sau distribuită, tuturor celor interesați, care să fie în concordanță cu realitățile câmpului de luptă.

NOTE:

1 [http://www.inf.utfsm.cl/~hallende/download/Simul-2-2002/Introduction to Modeling and Simulation.pdf](http://www.inf.utfsm.cl/~hallende/download/Simul-2-2002/Introduction%20to%20Modeling%20and%20Simulation.pdf), Anu Maria, *Introduction to modeling and simulation*, Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference, 7-10 December 1997, Renaissance Waverly Hotel, Atlanta, GA, p. 7.

2 http://www.cs.bilkent.edu.tr/~cagatay/cs503/_M&S_02_Introduction.pdf, accesat 04.04.2013.

3 *Modeling and Simulation (M&S) Glossary*, Department of Defense, October, 2011, p. 83.

4 *Conceptual Modeling (CM) for Military Modeling and Simulation (M&S)*, Final Report of MSG-058, NATO, July 2012, p. 48.

5 *Ibidem*, p. 84.

6 Iulian Martin, *Teză de doctorat „Evoluții și tendințe în domeniul dezvoltării și perfecționării sistemelor de simulare a acțiunilor militare”*, București, 2008, p. 104.

7 *Ibidem*, p. 105.

8 <http://dexonline.ro/definitie/simulare>, accesat la 20 august 2014.

9 *Modeling and Simulation Glossary*, Department of Defense, October, 2011, p. 94.

BIBLIOGRAFIE

Modeling and Simulation Glossary, Department of Defense, October, 2011.

Modeling and Simulation Book of Knowledge (BOK), Department of Defense.

Conceptual Modeling (CM) for Military Modeling and Simulation (M&S), Final Report of MSG-058, NATO, July 2012.

Martin Iulian, *Teză de doctorat „Evoluții și tendințe în domeniul dezvoltării și perfecționării sistemelor de simulare a acțiunilor militare”*, București, 2008.

[www.inf.utfsm.cl/~hallende/download/Simul-2-2002/Introduction to Modeling and Simulation.pdf](http://www.inf.utfsm.cl/~hallende/download/Simul-2-2002/Introduction%20to%20Modeling%20and%20Simulation.pdf)

www.cs.bilkent.edu.tr

<http://dexonline.ro>