

PRIRODA SIMULACIJE I ISTORIJSKI OSVRT

Svrha simulacije je utvrđivanje informacija o ponašanju realnih (postojećih ili budućih) sistema korišćenjem modela, u cilju njihovog optimalnog planiranja i korišćenja, pri čemu računarsko modeliranje predstavlja svakako i najekonomičniji put realizacije kompleksnih simulacija. Reč je o jednom od svakako najmoćnijih alata čija primena obezbeđuje kvalitetnu analizu, kvantifikovanje i dimenzionisanje pretovarnih i logističkih sistema uopšte.

Pod simulacijom se, u stvari, podrazumeva realizovanje eksperimenta na apstraktnom modelu sistema predstavljenom, po pravilu, u obliku programa za računar, mada se, u principu, simulacija može realizovati i bez primene računara, izvodjenjem potrebnih izračunavanja "ručno".

U pokušaju odredjivanja pojma "simulacija", moguće je takodje smatrati da se radi o kognitivnom procesu, tj. jednom od mentalnih procesa saznavanja, gde se u procesu spoznaje koristi simulacija. Isto tako, "*simulacija se može definisati i kao kompjuterska tehnika koja imitira dinamičko ponašanje realnog sistema*" (Heragu S. [1997]). Imitacija ponašanja realnosti podrazumeva generisanje "veštačke istorije" funkcionisnja sistema i na bazi toga ocenu budućeg stanja.

Danas je proces razvoja računarskih simulacionih modela i njihovog korišćenja u znatnoj meri olakšan razvojem alata sa integrisanim okruženjem, a posebno razvojem vizuelnih interaktivnih simulacionih softvera kao što su, naprimer, ARENA, EXTEND i FLEXSIM čijom se primenom eliminiše veliki broj problema koji su bili prisutni u fazi razvoja računarskog programa, testiranja i verifikacije modela, ali i problema pri samoj realizaciji eksperimenta i tokom prikupljanja i obrade statističkih podataka. Pored toga, značajna mogućnost koju ovi softveri nude jeste mogućnost vizuelnog praćenja toka simuliranog procesa. Za potpuniji uvid u raspoložive softverske alate, kojih je danas zaista veliki broj, preporučuje se poseta web stranici <http://www.idsia.ch/%7Eandrea/sim/simtools.html> .

Istorijski, primena simulacije vezuje se najčešće za korišćenje tehnike poznate danas kao Monte Karlo, popularizovane u početku od strane velikana kao što su Enriko Fermi i Džon fon Nojman, koji su uvideli značaj pristupa koji je u periodu II Svetskog rata predložio poljski matematičar Stanislaw Ulam.

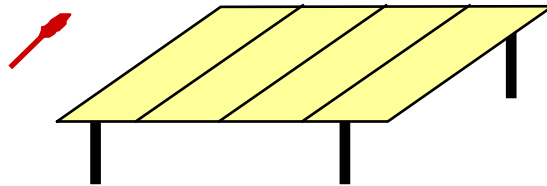
Taj pristup, baziran na korišćenju slučajnih brojeva za izračunavanje složenih integralnih funkcija, kasnije je uobičen i publikovan kao Metod Monte Karlo (Metropolis N, Ulam S., 1949). Medjutim, koreni simulacije sežu i mnogo dalje.

Još 1733, francuski prirodnjak Buffon formuliše problem odredjivanja verovatnoće da će igla dužine L , bačena na površinu na kojoj je iscrtana mreža linija na medjusobnom razmaku D , pasti na neku od linija:

(<http://mathworld.wolfram.com/BuffonsNeedleProblem.html>).

Rešavanje ovog problema omogućuje ocenu vrednosti broja π , a kako proces rešavanja problema podrazumeva višestruko ponavljanje eksperimenta – bacanja igle, reč je u suštini o simulacionom eksperimentu na modelu. Sam simulacioni eksperiment realizovao je više od jednog veka kasnije (1864), kapetan O. C. Fox, ponovivši ga tri puta, sa po 500, 530 i 590 bacanja, pr čemu su dobijene ocene za π iznosile 3.1780, 3.1423 i 3.1416:

(http://www.riskglossary.com/link/monte_carlo_method.htm).



- proceniti π (George Louis Leclerc, c. 1733)
- Bacanje igle dužine l na sto koji je podeljen linijama dužine $d (>l)$ $\frac{2l}{\pi d}$
- P (igla prelazi liniju) = $\frac{2l}{\pi d}$
- ponavljanje; evidencija linija pređena = proporciji vremena kada je $\frac{2l}{\hat{p}d}$
- procena π na osnovu $\frac{2l}{\hat{p}d}$

Primena simulacije podrazumeva nekoliko aktivnosti koje, u suštini, odgovaraju fazama sistemskog pristupa, odnosno sistemske analize:

- formulisanje problema (formalizaciju i uprošćavanje sistema koji se modelira)
- razvoj konceptualnog modela sistema
- razvoj računarskog programa
- testiranje i verifikaciju modela
- realizovanje simulacionog eksperimenta i
- interpretaciju rezultata.

Kako simulacioni modeli predstavljaju univerzalni metod za rešavanje problema u praktično svim segmentima, to je ovoj oblasti posvećen impozantan broj knjiga, stručnih i naučnih radova, praktičnih uputstava, primera i sl. Pregled knjiga iz ove oblasti, kao i uvid u to gde i kako se sve simulacija izučava, može se pronaći na web stranici

<http://sosresearch.org/simulationeducation/> .

Postoji više načina klasifikacije simulacionih modela, a kategorizacija se najčešće sprovodi u odnosu na sledeće karakteristike:

– STATIČKI - DINAMIČKI

Statički modeli opisuju sisteme kod kojih protok vremena ne igra nikakvu ulogu i ne utiče na ponašanje sistema. Primer modela ovoga tipa je prethodno pomenuti problem Buffon-a, a pored niza drugih moguće je pomenuti i problem odredjivanja vrednosti određenog integrala primenom simulacije. Dinamički modeli, nasuprot statičkim, opisuju ponašanje sistema u vremenu prateći stanja sistema preko vrednosti različitih veličina koje se odnose na pojedine elemente modela. Treba istaći da su modeli sistema rukovanja materijalom po svojoj prirodi najčešće dinamički.

– KONTINUALNI - DISKRETNI

Mada je retko koji sistem u celosti kontinualan ili diskretan, ovakva kategorizacija upućuje, u stvari, na dominantno ponašanje sistema, pa ako se kao takva i prihvati, pod pojmom kontinualnih sistema obuhvaćeni su oni kod kojih promenljive stanja menjaju vrednost kontinualno u vremenu, dok pojam diskretnih sistema podrazumeva da do promene stanja dolazi samo u odredjenim vremenskim trenucima.

Primer diskretnog sistema svakako je dolazak vozila na front pretovara, odnosno vrednost promenljive koja prati broj vozila prislelih na pretovar. Kao tipičan primer kontinualnog sistema, odnosno promenljive stanja koja menja vrednost kontinualno u vremenu, u literaturi se često navodi primer nivoa veštačkog jezera ispred brane (Banks i dr. 2005), a u oblasti pretovarnih sistema ovaj karakter ima, naprimer, količina robe na traci trakastog transportera, u slučaju da je reč o transporterima za rasute materijale. Ovde treba istaći da je, iako naizgled postoji značajna razlika izmedju ove dve kategorije, diskretnim modelima moguće opisivati kontinualne sisteme i obrnuto, što znači da je, naprimer, diskretnim modelima simulirati rad pneumatskih transportera. Pri tome je od značaja samo odredjivanje vremenskog intervala u kome se sistem posmatra.

– DETERMINISTIČKI - STOHAISTIČKI

Deterministički simulacioni modeli su oni kod kojih su sve promenljive stanja determinističke veličine, a stohastički su oni kod kojih je bar jedna promenljiva slučajna veličina.

Simulacija pretovarnih sistema, s obzirom na prirodu logističkih i procesa rukovanja materijalom, najčešće se realizuje DINAMIČKIM-DISKRETNIM-STOHAISTIČKIM modelima. Otuda je u nastavku nešto detaljnije, koliko to dopuštaju okviri ove knjige koja se simulacijom bavi samo kao jednom od tehnika modeliranja pretovarnih sistema, razmotrena ova klasa simulacionih modela.

Osnovne postavke simulacionog modeliranja

Fundamentalni koncept simulacionog modeliranja, proistekao iz same ideje Metode Monte Karlo, jeste koncept slučajnih brojeva, odnosno pseudoslučajnih brojeva, što je uobičajen pristup u računarskoj simulaciji.

Generisanjem slučajnih brojeva, saglasno osnovnim principima simulacije, te konceptu i strukturi modela kao i uvedenim matematičkim relacijama, kreira se "veštačka istorija" modeliranog sistema, odnosno generišu se uzorci, tj. skupovi vrednosti promenljivih stanja koji se potom obradjuju primenom statističkih metoda i teorije verovatnoće. Na isti način kako bi se to činilo i sa podacima iz uzorka dobijenog snimanjem podataka u realnom sistemu.

Koncept modela kreira se na način da predstavlja sliku stvarnosti uprošćenu do nivoa na kom elementi modela, njihove medjusobne veze i karakteristike dovoljno tačno oponašaju realni sistem i njegovu strukturu. Preciznije, do nivoa na kom elementi modela, njihove medjusobne veze i karakteristike, dovoljno dobro opisuju realni sistem u odnosu na aspekte koji su predmet simulacije, tj. u odnosu na postavljene ciljeve.

Pristup kreiranju simulacionog modela i definisanju njegove strukture, iako baziran na primeni osnovnih principa simulacije, povezan je u značajnoj meri i sa alatom koji se koristi, tj. sa karakteristikama softvera u kome se razvija računarski program modela.

Prema tome, simulacija, odnosno simulaciono modeliranje, počiva na četiri osnovna stuba, kako je to prikazano na slici:

- principi simulacije i struktura modela
- simulacioni softver
- statističke metode i teorija verovatnoće
- generatori slučajnih brojeva

Detaljniji prikaz može se naći u velikom broju knjiga iz ove oblasti, kao što su, naprimer (Law A.M., i Kelton W.D., 2000), (Fishman G.S., 2001), (Radenković B., 2004), (Banks J. i dr. 2005), ako se imaju u vidu samo neka od najnovijih izdanja.

