

Poslovne simulacije

Vanja Vagner

ŠTO SU SIMULACIJE?

Iako se pojam simulacije danas uglavnom veže uz računalne igrice i zabavu, on ima mnogo šire značenje i primjenu.

Po samoj definiciji, **simulacija** je *imitacija neke stvarne pojave, stanja ili procesa*. Budući da se svaki sustav, bio on fizički, matematički, ekonomski ili neki drugi, može pojednostavljeno prikazati pomoću nekog **modela**, na simulaciju možemo gledati i kao na *provedbu danog modela u vremenu*.

Simulacije su se pojavile još u davnoj prošlosti, i to u obliku jednostavnih igara i strojeva za uvježbavanje određenih vještina. Tako se, na primjer, za obuku konjice u Prvom svjetskom ratu koristio *drveni konj*, koji je simulirao živog konja i na njemu su vojnici učili jahati. Danas su područja primjene simulacija znatno šira. Uz već spomenutu primjenu na području zabave i edukacije, simulacije se također primjenjuju u gotovo svim granama znanosti, medicine, te u politici i ekonomiji.



Slika 1. *Simulacija jahanja*

VRSTE SIMULACIJA

Ovisno o namjeni i tipu korisnika, razlikujemo više vrsta simulacija. **Edukativne simulacije** koriste se za objašnjavanje *teorija* i *znanja*. One korisnicima omogućuju stjecanje iskustva i eksperimentiranje sa sustavom, što uvelike olakšava usvajanje teorijske podloge i razvoj novih vještina. Osim toga su i vrlo praktične jer omogućuju eksperimentiranje u sigurnim uvjetima, **bez rizika** od **ozljede** ili nanošenja **štete**.

Među edukativnim simulacijama svakako su najpoznatije simulacije leta ili vožnje, koje se koriste za obuku pilota i budućih vozača u autoškolama. No u zadnje vrijeme sve je češća upotreba simulacija u srednjoškolskom i akademskom obrazovanju, pa tako i u **profesionalnom usavršavanju**.



Slika 2. *Simulacija leta*

Simulacije se koriste i u **znanstvenom istraživanju**, kako za ispitivanje postojećih hipoteza, tako i za formuliranje novih teorija. Budući da mi kontroliramo uvjete u simulaciji, moguće je ispitivanje različitih

scenarija, te **ponavljanje pokusa** proizvoljan broj puta. Iz tih su razloga simulacije danas nezaobilazan dio svakog istraživačkog procesa.

Poslovne simulacije opisuju različite ekonomske sustave te se koriste za prognoziranje ponašanja tih sustava. Simulacije te vrste počele su se intenzivnije koristiti prije 50-ak godina i danas su nezaobilazna metoda u razvijanju **ljudskih potencijala**. Također se koriste i za ispitivanje različitih *strategija, analizu podataka* i kao potpora *odlučivanju*. Vrlo bitna karakteristika poslovnih simulacija jest **efikasno korištenje vremena**. Naime, dok bi u stvarnom svijetu za analizu nekog procesa bio potreban *dulji* vremenski period, razdoblje od godine dana u simulaciji možemo odigrati proizvoljno *brzo* te tako potrebne podatke dobiti u vrlo kratkom roku.

Mogućnost interakcije sa sustavom i drugim korisnicima čini simulacije zabavnima i zanimljivim širokom spektru korisnika. Stoga se simulacije danas sve češće koriste i za zabavu. Većina se računalnih korisnika sreća s barem jednom od brojnih simulacijskih igara, a rijetki su oni koji se ubrzo ne „navuku” na takav oblik zabave. Među najpoznatijim igrama svakako je popularni *Sim* serijal igara: *SimCity, The Sims, SimFarm, SimEarth, SimAnt* i drugi.

POSLOVNA SIMULACIJA

Ove sam godine u sklopu studija *Financijske i poslovne matematike* na PMF – Matematičkom odjelu imala priliku upoznati se s poslovnom simulacijom *Capstone Business Simulation*. Glavni cilj ove simulacije jest omogućiti studentima uvid u poslovanje poduzeća i to tako da oni sami preuzmu vođenje jedne **virtualne kompanije**.

Od studenata se očekuje da razviju i uspješno provedu strategiju, analiziraju konkurenciju, te da se upoznaju s različitim konceptima vođenja poduzeća. Radnja simulacije odvija se na tržištu električnih senzora, na kojem djeluje šest konkurentskih kompanija. Grupi podijelimo na šest protivničkih timova, a svakom je dodijeljena jedna od kompanija. Vođenje poduzeća svedeno je na upravljanje četirima primarnim funkcionalnim odjelima - R&D (engl. *Research & Development* – istraživanje i razvoj), marketing, proizvodnja i financije.

Odjel za razvoj i istraživanje zadužen je za kreiranje i razvijanje linije proizvoda. Početna linija sadrži pet različitih vrsta senzora, s mogućnošću nadogradnje do čak osam. Pri kreiranju novih proizvoda korisnici moraju obratiti pažnju na četiri karakteristike proizvoda - veličinu, izvedbu, pouzdanost i starost. S vremenom, kupci će željeti sve manje i jače senzore, stoga je, uz kreiranje novih senzora, potrebno kontinuirano razvijati i obnavljati već postojeću liniju proizvoda. Pri tome treba imati na umu vrijeme trajanja pojedinog projekta te, naravno, njegovu cijenu. Što je projekt zahtjevniji, to je za njegovu realizaciju potrebno više vremena, pa su i troškovi veći.

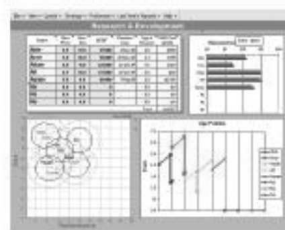


Figure 8.1 R&D Spreadsheet

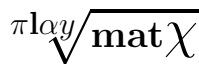


Figure 8.2 Marketing Spreadsheet

Slika 3. R&D i marketing

Odjel marketinga određuje cijene proizvoda te proračun za promociju i prodaju. Cijena proizvoda određuje se u skladu sa zahtjevima kupaca, uzimajući u obzir konkurenciju i trend opadanja cijena. Visina ulaganja u promociju određuje razinu osviještenosti kupaca o proizvodima, dok o ulaganjima u prodaju ovisi dostupnost samih proizvoda. Što su vaši budžeti za promociju i prodaju veći, to će više kupaca znati za vaše proizvode i lakše će doći do njih. Još jedna bitna zadaća marketinga jest prognoziranje prodaje, koja izravno utječe na količinu proizvodnje.

Odjel proizvodnje bavi se određivanjem rasporeda i količine proizvodnje pojedinog tipa senzora te razvijanjem kapaciteta i automatizacije tvornica. Kupovinom dodatnih kapaciteta izbjegava se uvođenje druge, ujedno i



skuplje smjene. Povećanjem automatizacije postrojenja smanjuje se broj potrebnih radnika, čime se smanjuju sami troškovi proizvodnje.



Figure 8.3 Production Spreadsheet

Slika 4. Proizvodnja

Sva tri odjela (ili, bolje rečeno, njihovi projekti), ovise o financijskoj podršci. Uloga odjela za financije jest osigurati dovoljnu količinu novca za financiranje svih potrebnih projekata, bilo direktno iz zarade poduzeća ili zaduživanjem. Poduzeće se može zadužiti na tri načina - izdavanjem dionica i obveznica te kratkoročnim kreditiranjem. Zanimljivo je da simulacija ne poznaje termin **bankrota** (stečaja), već u slučaju ulaska u *minus* automatski dobivate kredit od ozloglašenog kamatarara *Velikog Ala*. Ipak, ulazak u minus vrlo je nepovoljan jer takav kredit dolazi s jako visokom kamatom.

Simulacija traje osam *rundi*, a svaka *runda* predstavlja jednu poslovnu godinu. Na kraju svake godine dobivate iscrpan izvještaj vašeg poslovanja, kao i poslovanja vaših protivnika.

Simulacija također dodjeljuje i bodove svakom timu, ovisno o tome koliko je uspješno poslovao u protekloj godini. Na kraju zadnje runde simulacija proglašava pobjednika, odnosno tim koji je svojim uspješnim vođenjem osigurao svom poduzeću vodeće mjesto na tržištu. No neovisno o tome izlazite li iz simulacije kao pobjednik ili u dugovima do grla, izlazite sigurno s novim znanjem i većim iskustvom.

MATEMATIČKI MODEL

Zašto su zapravo simulacije zanimljive matematičarima? Uz to što nas privlači zabavna strana simulacije (pa i matematičari su samo ljudi ☺), iza svake simulacije stoji jedan jaki **matematički model**. Općenito, matematički model jest apstraktan model koji se koristi matematičkim jezikom (simbolima, operacijama, jednadžbama, . . .) kako bi opisao ponašanje nekog sistema. Na primjer, uzmemo neki sustav ili pojavu koju želimo opisati, tako da ona bude razumljiva računalu. Ponašanje tog sustava iskažemo, na primjer, pomoću niza jednadžbi. Time smo našli jedan matematički model, koji kasnije koristimo svaki put kada želimo promotriti taj sustav ili pojavu. Taj model može biti jako općenit ili vrlo detaljan, ovisno o tome koliko temeljito želimo analizirati odabrani proces. Također, bitno je znati odabrati primjeren model za određenu situaciju. Poznato je da ne postoji loš matematički model, već samo njegova loša primjena.

Kao što smo već rekli, *dobar matematički model temelj* je svake simulacije. Različitim vrstama modela dobivamo drukčije pristupe simulaciji. Tako na simulaciju možemo utjecati preko više *parametara* ili ne utjecati na zbivanja unutar simulacije (samo je pokrenemo i ona se sama vrti).

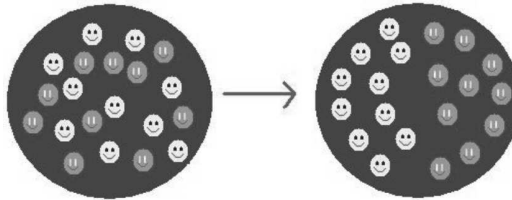
Modeli se razlikuju i po tome jesu li **deterministički** ili **stohastički**¹. Naime, u determinističkom modelu reakcija na svaki naš potez *točno je određena*, a u stohastičkom modelu postoji *više mogućih odgovora* na isti potez.

Jedan takav model je model **Monte Carlo**, koji se temelji na velikom broju parametara i jednadžbi. Zanimljiva primjena tog modela je u populacijskom istraživanju problema segregacije stanovništva.

Recimo da su na Zemlju doputovali izvanzemaljci *Zeleni*, čiji je matični planet uništen u kiši meteora. Budući da su ostali bez doma, mi smo im velikodušno ponudili da se nastane na našem planetu. Kako bismo potaknuli

¹U *PlayMath*-u ste imali priliku vidjeti neke modele. Primjer determinističkih modela možete naći u prilogima *Model sata* i *Model Čebiševljevo linearizirajućeg mehanizma*, *PlayMath* br. 4 (2004.) str. 18-19 i 20-21, a primjer stohastičkog modela u prilogu *Kako dobiti auto umjesto koze*, *PlayMath* br. 11 (2006.), str. 17-20.

suživot među dvjema vrstama, raselili smo sve ljude i Zelene na slučajan način, ali tako da u svakom gradu bude jednak broj ljudi i Zelenih. Našavši se u novom okružju, svaki Zeleni želi imati barem jednog susjeda svoje vrste i svaki čovjek želi imati barem jednog susjeda čovjeka. Ako taj uvjet nije ispunjen, čovjek ili Zeleni seli na novu slučajnu lokaciju. Simulacija ovog problema pomoću Monte Carlovog modela pokazuje da će se nakon nekog vremena stanovnici Zemlje u potpunosti podijeliti, odnosno ljudi će živjeti na jednom, a Zeleni na drugom kraju svijeta. Dok bi nam u stvarnom svijetu za analizu ovog problema bila potrebna desetljeća neprestanog promatranja (a i izvanzemaljci ☺), pomoću simulacije smo do rezultata došli u sasvim razumnom roku.



Slika 5. Izvanzemaljci

Područja primjene simulacija rastu svakim danom. Simulacije postaju sve realističnije, a matematički modeli na kojima se temelje postaju sve *kompleksniji*. Danas se na Internetu može naći više desetaka virtualnih svjetova, koji nastoje u svakom pogledu *simulirati* naš svakidašnji život.

Neki idu tako daleko da tvrde kako je i ovaj svijet samo obična simulacija koju su pokrenuli ljudi iz budućnosti (jedan matematički dokaz takve tvrdnje možete naći na <http://www3.interscience.wiley.com:8100/legacy/college/halliday/0471320005/simulations6e/index.htm>).

U svakom slučaju, jedno je sigurno: simulacije su snažan alat u spoznavanju svijeta oko nas.