

Modelovanje i simulacije u obrazovanju

dr Dragan Lambić

Modelovanje i simulacije u obrazovanju

Predavanja: 3 časa

Vežbe: 3 časa

Bodovi

Prisustvo predavanjima: 5 bodova

Prisustvo vežbama: 5 bodova

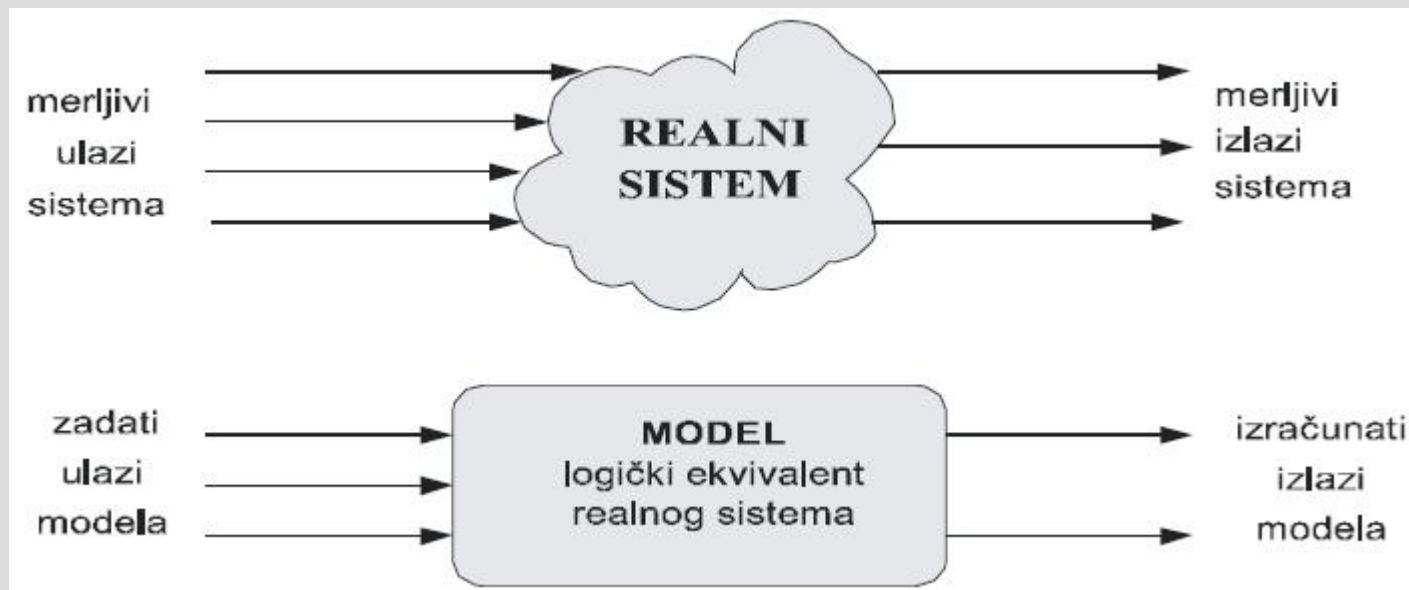
Seminarski rad (koncipiranje modela): 20 bodova

Izrada simulacije na računaru (vežbe): 40 bodova

Usmeni ispit: 30 bodova

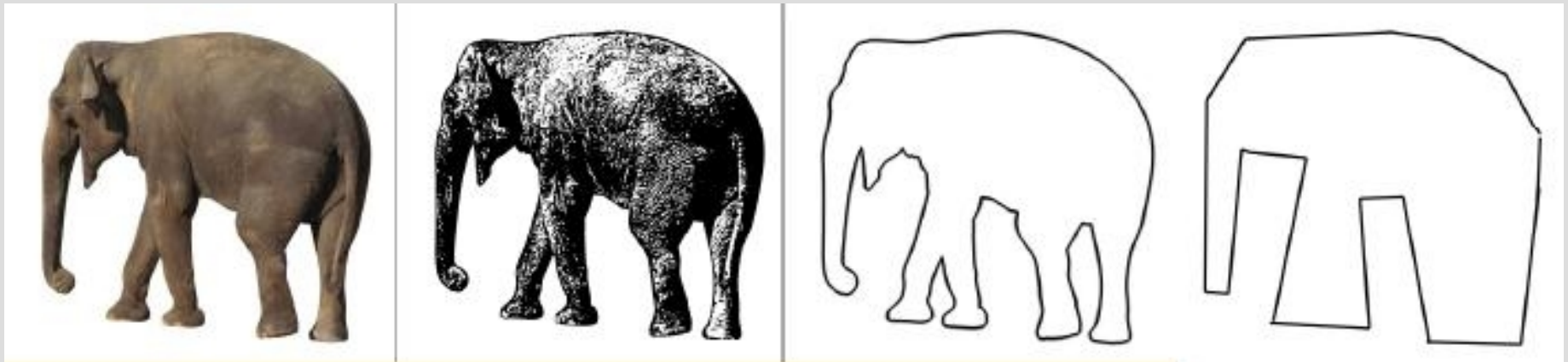
Modelovanje

Modelovanje je osnovni proces ljudskog uma. To je proces korišćenja zamene (modela) umesto realnog sistema sa ciljem da se dođe do određenog saznanja. Zamena se koristi u slučaju da je korišćenje realnog sistema teško (ili nemoguće) izvodljivo, ili da je suviše skupo u smislu novca, resursa, vremena, itd. Rezultat modelovanja je model.



Modelovanje

Model je uprošćena i idealizovana slika realnosti. Model je apstrakcija realnog sistema, zadržava samo one osobine originala koje su bitne za izučavanje. Nivo apstrakcije (uprošćavanja) utiče na validnost modela tj. na uspešnost predstavljanja realnog sistema preko modela. Isuviše složeni modeli su skupi i njihova primena nije adekvatna dok suviše prosti modeli ne predstavljaju realni sistem sa dovoljnom preciznošću .



Modelovanje

Reč model potiče od latinske reči modus, što znači mera.

“Umanjena slika planiranog ili postojećeg objekta”
(Webster New World Dictionary).

“Matematički ili fizički sistem koji podleže specifičnim pravilima, a koristi se za razumevanje fizičkih, bioloških i društvenih sistema sa kojima je u određenoj analogiji”
(McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms).

Modelovanje

Cilj modelovanja:

- Upotrebiti model umesto realnog sistema radi određenog saznanja
- Izbegava se opasnost eksperimenta nad realnim sistemom
- Analiza dobijenih rezultata treba da obezbedi efikasnije upravljanje realnim sistemom
- Ne treba da reprodukuje stvarnost u potpunosti već treba da iskaže (formalno opiše) deo strukture ili ponašanja realnog sistema

Modelovanje

Predmeti modelovanja i simulacije

- Pravljenje prototipa
- Predstavljanje određenih procesa u edukativne svrhe
- Predstavljanje novih uslova i sredina
- Distribucija vode, struje, gasa
- Službe za hitne intervencije
- Računarski sistemi
- Saobraćajni sistemi (raskrsnice, luke, ...)
- Proizvodni pogoni
- Banke, pošte, samoposluge, ...

Modelovanje

PRIMERI UPOTREBE MODELA

- **Marketing:** Ako je cena proizvoda porasla, koliko će potražnja opasti?
- **Nabavka:** Ako postoji više izvora sirovina i više postrojenja, kako rasporediti sirovine po postrojenjima?
- **Sinteza:** Koji procesi su neophodni za proizvodnju željenog proizvoda?
- **Projektovanje:** Koji tipovi uređaja i kojih dimenzija su neophodni za produkciju proizvoda?

Modelovanje

PRIMERI UPOTREBE MODELA

- **Proizvodnja:** Koji operativni uslovi će dati maksimalni prinos proizvoda?
- **Upravljanje:** Kako se izlazna veličina može održavati na željenoj vrednosti pomoću manipulativne promenjive?
- **Bezbednost:** Ako se dogodi otkaz uređaja kako će to uticati na operatera i ostalu opremu?
- **Životna sredina:** Koliko će trajati razgradnja opasnog otpada u zagađenom zemljištu?

Vrste modela

Prva podela:

1. **Mentalni** (misaoni) modeli. Konstruiše ih ljudski um i na osnovu toga deluje. Omogućavaju komunikaciju među ljudima, planiranje aktivnosti itd.
2. **Verbalni** modeli su direktna posledica mentalnih modela, njihov izraz u govornom jeziku. Uobičajeno se predstavljaju u pisanom obliku i spadaju u klasu neformalnih modela.
3. **Fizički** modeli predstavljaju umanjene modele realnog sistema. Ponašaju se kao njihovi originali a prave se na osnovu sličnosti ili fizičkih zakona.

Vrste modela

4. **Matematički** modeli se koriste ako su veze između objekata opisane matematičkim relacijama (funkcijama). Polazi se od verbalnog modela koji se transformiše u stanje koje se može opisati matematičkim jezikom. Spadaju u klasu apstraktnih modela a primenjuju se u naučnim i inženjerskim disciplinama.

Različiti fizički modeli mogu imati iste matematičke modele pa se kaže da između njih postoji matematička analogija (analogija u ponašanju). To pruža mogućnost da se neki od fizičkih objekata jednog modela koristi za analizu drugog modela i tada se on naziva analogni model.

Vrste modela

5. **Konceptualni** modeli nastaju na osnovu strukture, logike rada sistema. Zovu se još i strukturni modeli pošto u grafičkom obliku ukazuju na strukturu sistema te su zgodno sredstvo za komunikaciju. Predstavljaju osnovu za izradu računarskih modela.

6. **Računarski** (simulacioni) modeli su prikaz konceptualnih modela u obliku računarskih programa korišćenjem programskih jezika i usko su vezani za razvoj računarske nauke.

Modeli se često dele na **materijalne** (hemijska struktura molekula, model aviona) i **simboličke** (matematički, konceptualni, računarski, simulacioni).

Vrste modela

Druga podela:

1. **Neformalni** opis modela daje osnovne pojmove o modelu i najčešće nije potpun i precizan. Zbog toga se vrši podela na:

- a. **objekte** – to su delovi iz kojih se sastoji model;
- b. **opisne promenljive** – opisuju stanje u kome se objekat nalazi u nekom vremenskom trenutku;
- c. **pravila interakcije objekata** – definišu kako objekti modela utiču jedni na druge i na opisne promenljive u cilju promena njihovog stanja.

Vrste modela

Neformalni opis je dosta brz i lak te zbog toga može biti **nekompletan** (ne sadrži sve situacije koje mogu da nastupe), **nekonzistentan** (predviđanje dva ili više pravila za istu situaciju – kontradiktorne akcije), **nejasan** (ako nije definisan redosled akcija). Ovakve situacije se prevazilaze pravilima i konvencijama u komuniciranju zvanim formalizmi.

2. **Formalni** opis modela treba da obezbedi veću preciznost, potpunost u opisivanju modela. Omogućava i formalizovanje nekompletnosti, nekonzistentnosti i nejasnosti kao i usmeravanje pažnje na karakteristike objekata koje su od najvećeg značaja za istraživanje (apstrakcija).

Modelovanje

Preporuke pri izradi modela:

1. granica modela mora biti odabrana tako da model obuhvata samo fenomene od interesa;
2. model ne sme biti suviše složen niti detaljan;
3. model ne sme suviše da pojednostavi problem;
4. model je razumno rastaviti na više modula radi lakše izgradnje i provere;
5. korišćenje neke od proverenih metoda za razvoj algoritama i programa;
6. provera logičke i kvantitativne ispravnosti i modela i modula.

Računarska simulacija

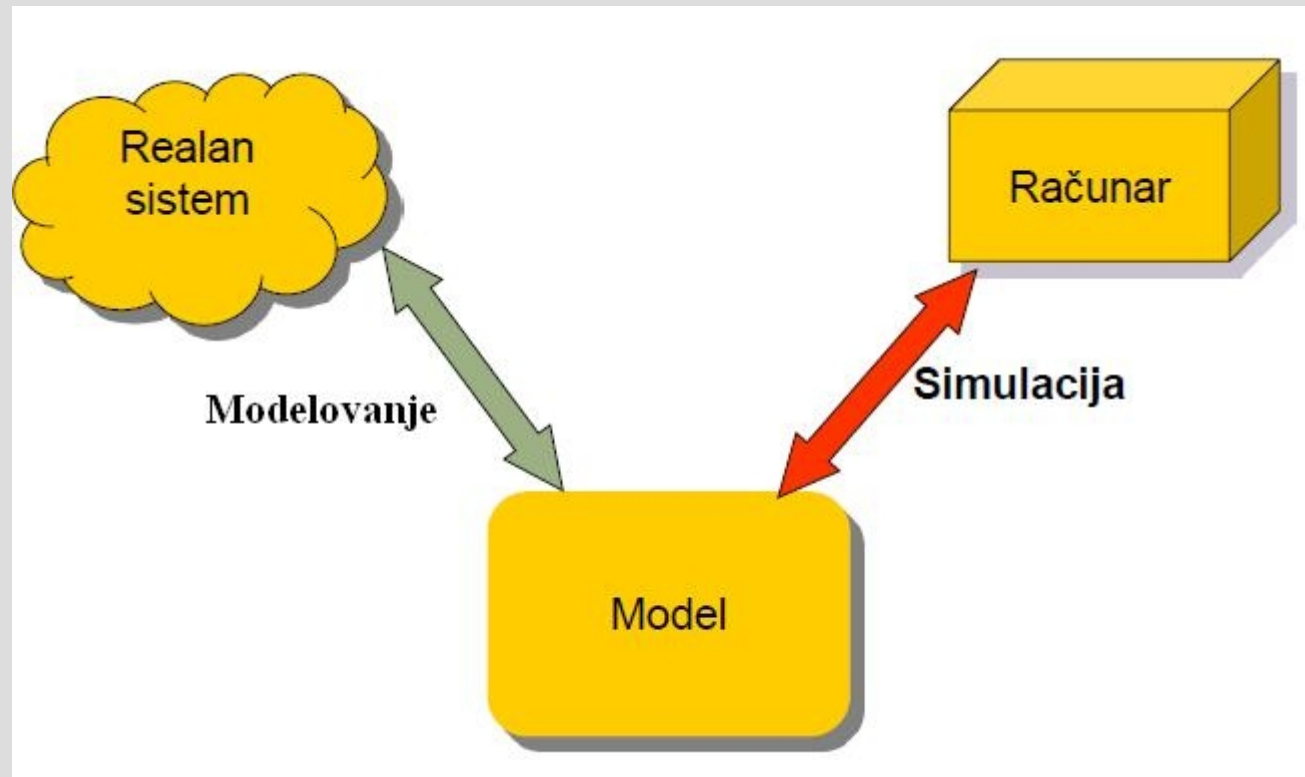
Modelovanje i simulacija predstavljaju složenu aktivnost koja sadrži tri elementa:

1. **Realni sistem** je uređen, međuzavistan skup elemenata koji formiraju jednu celinu i deluju zajednički kako bi ostvarili zadati cilj. Realni sistem je izvor podataka, oblika $y=f(x)$, za specifikaciju modela.

2. **Model** je apstraktni prikaz sistema, daje njegovu strukturu, komponente i njihovo uzajamno delovanje. U računarstvu model predstavlja skup instrukcija (program) koje služe da se generiše ponašanje simuliranog sistema. Model ima svoje objekte koji su opisani atributima i promenljivama.

Računarska simulacija

3. **Računar** je uređaj za izvršavanje instrukcija modela, koje generišu razvoj modela u vremenu na osnovu ulaznih podataka.



Računarska simulacija

Modelovanje je proces kojim se uspostavlja veza između realnog sistema i modela. Odnosi se na validnost modela koja opisuje koliko verno model predstavlja simulacioni sistem (validacija).

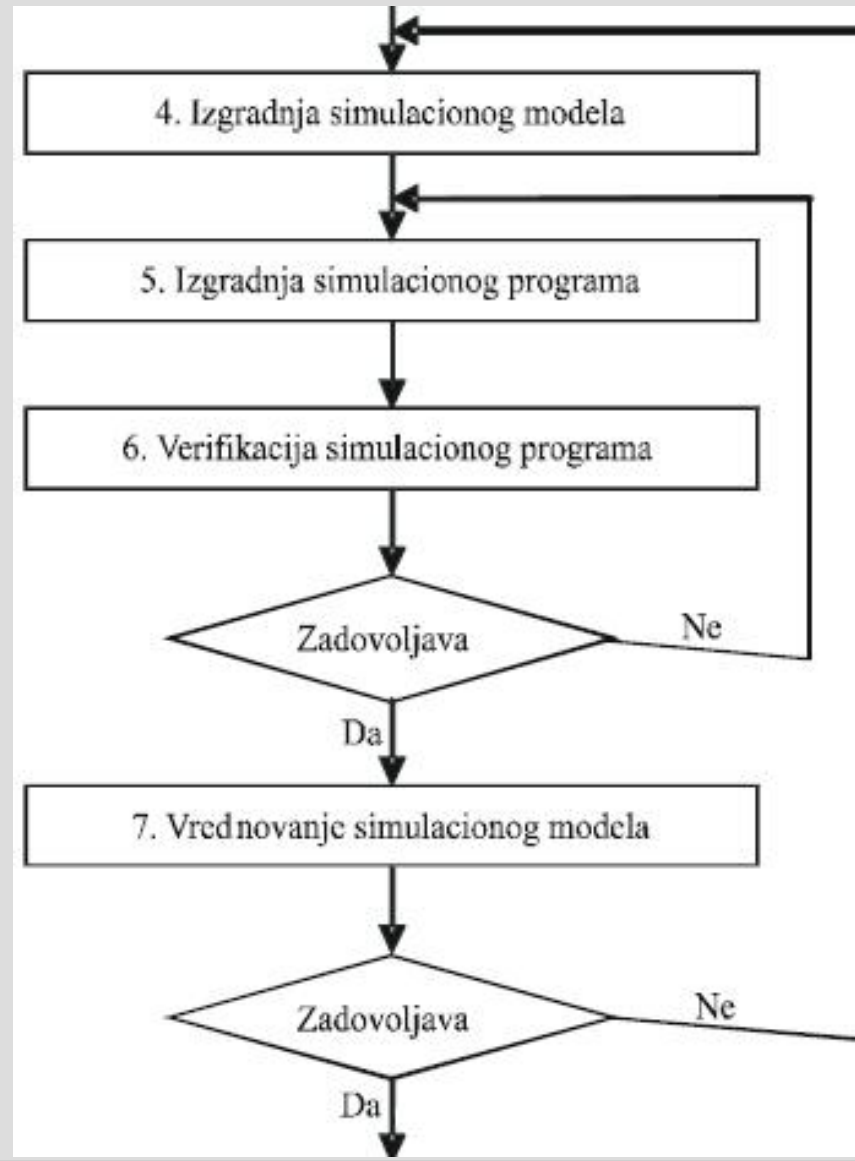
Simulacija je proces koji uspostavlja vezu između modela i računara. Odnosi se na proveru da li simulacioni program verno prenosi model na računar i na tačnost kojom računar vrši instrukcije. Procena korektnosti simulatora zove se verifikacija.

Računarska simulacija

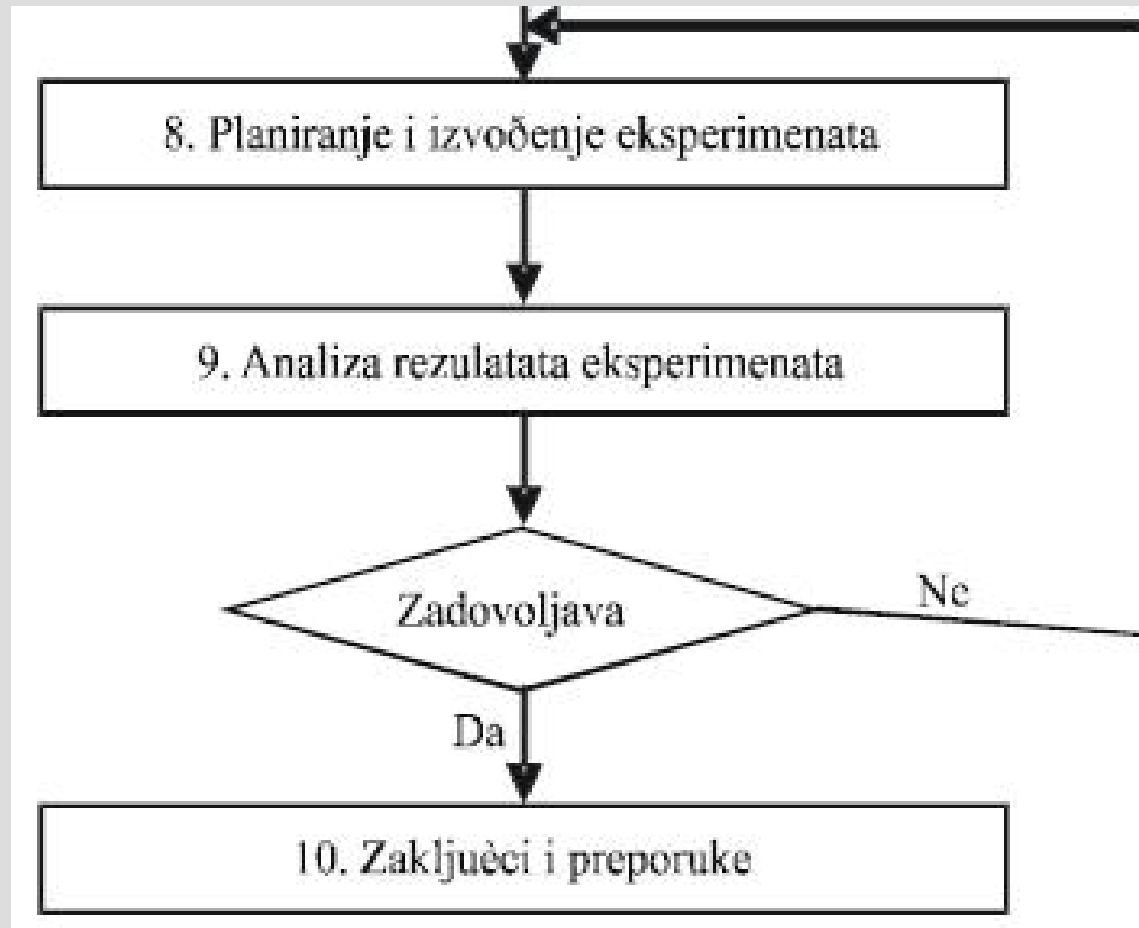
Simulacioni proces je proces rešavanja stvarnih problema pomoću simulacionog modelovanja. Sastoji se iz više koraka i nije strogo sekvencijalna, moguć je povratak na prethodne korake procesa.



Računarska simulacija



Računarska simulacija



Računarska simulacija

Koraci simulacionih procesa:

1. Definicija cilja simulacione studije;
2. Identifikacija sistema (opis komponenata, način rada, veza sa okolinom, formalni prikaz sistema);
3. Prikupljanje podataka o sistemu i njihova analiza;
4. Izgradnja simulacionog modela (stvaranje konceptualnog modela koji adekvatno opisuje sistem);
5. Izgradnja simulacionog programa (izbor programskog jezika i stvaranje simulacionog programa);

Računarska simulacija

6. Verifikacija simulacionog programa (da li program verno predstavlja model);
7. Validacija (vrednovanje) simulacionog modela (da li model adekvatno predstavlja realni sistem);
8. Planiranje simulacionih eksperimenata i njihovo izvođenje;
9. Analiza rezultata eksperimenata (najčešće statistička analiza);
10. Zaključci i preporuke.

Podela simulacionih modela

Prva podela je prema vrsti promenljivih u modelu:

- **Deterministički modeli** su modeli čije se stanje može predvideti tj. novo stanje je potpuno određeno prethodnim. Pr: stanje sistema S_n se menja pod uticajem aktivnosti A , determinističkog trajanja od 25 sekundi, u stanje S_{n+1} .
- **Stohastički modeli** čije se ponašanje ne može unapred predvideti ali se mogu predvideti verovatnoće promena stanja.

Podela simulacionih modela

Za stohastičke modele je karakteristično slučajno ponašanje, postojanje slučajnih promenljivih.

Pr: stanje S_n se pod uticajem aktivnosti A može promeniti u stanja S'_{n+1} , S''_{n+1} ili S'''_{n+1} prema uniformnoj raspodeli verovatnoća stanja.

Ovakav model se može koristiti za predstavljanje procesa igara na sreću, ili nekih sportskih simulacija kao što su košarka ili tenis.

Podela simulacionih modela

Druga podela je prema načinu na koji se stanje modela menja u vremenu:

- **Diskretni modeli** u kojima se stanje sistema menja samo u pojedinim tačkama u vremenu, nema kontinualne promene stanja. Te promene se nazivaju događaji.
- **Kontinualni modeli** u kojima se promenjive stanja menjaju kontinualno u vremenu. Na digitalnim računarima se ne mogu izvoditi kontinualne promene veličina već se moraju aproksimirati skupom diskretnih vrednosti.
- **Kontinualno - diskretni modeli** sadrže i kontinualne i diskretne promenljive.

Kontrolna pitanja

1. Šta je modelovanje?
2. Šta je model?
3. Navedite ciljeve modelovanja.
4. Navedite barem 4 primera upotrebe modela.
5. Navedite vrste modela koje postoje (dve podele).
6. Šta su fizički modeli?
7. Šta su matematički modeli?
8. Šta su konceptualni modeli?
9. Šta su računarski modeli?
10. Šta je neformalni opis modela?

Kontrolna pitanja

11. Koja pravila bi trebala da se poštuju prilikom izrade modela.
12. Koje elemente sadrži proces modelovanja i simulacije?
13. Šta je simulacija?
14. Navedite podelu simulacionih modela prema vrsti promenljivih u modelu.
15. Navedite podelu simulacionih modela prema načinu na koji se stanje modela menja u vremenu.