

I - Zaokružite tačne odgovore:

1. Asocijacija je:
 - a) kontrolisano uključivanje detalja
 - b) formalna specifikacija modela
 - c) **preskavanje višeg ka nižem nivou**

2. Koji od navedenih modela je statički:
 - a) simulacija diskretnih događaja
 - b) kontinulna simulacija
 - c) **Monte Karlo simulacija**

3. Proces procene korektnosti simulatora:
 - a) validacija
 - b) **verifikacija**
 - c) determinizam

4. Koje od navedenih metoda su kontinulani:
 - a) **spuštanje skijaša niz padinu**
 - b) dolazak autobusa na stanicu
 - c) **padanje jabuke na glavu Isaka Njutna**

5. Diskretni vremenski modeli rešavaju se:
 - a) **diferencijalnim jednačima**
 - b) interakcijom procesa
 - c) **Markovljevim lancima**

6. Apstrakcija je je:
 - a) **kontrolisano uključivanje detalja**
 - b) formalna specifikacija modela
 - c) preskavanje višeg ka nižem nivou

7. Koji od navedenih modela je dinamički:
 - a) **simulacija diskretnih događaja**
 - b) **kontinulna simulacija**
 - c) Monte Karlo simulacija

8. Anomalije kod neformalnog opisa modela su što je:
 - a) nekompletan, nejasan i promenljiv
 - b) nekonzistentan, nepromenljiv i nejasan
 - c) **nekompletan, nekonzistentan i nejasan**

9. Koje od navedenih metoda su kontinulani:
 - a) **oscilacije klatna na satu**
 - b) **padanje lista s drveta**
 - c) isplata studentskih kredita

10. Karakteristike stohastičkih modela:
 - a) novo stanje sistema u potpunosti je određeno prethodnim stanjem
 - b) ponašanje sistema se može predvideti
 - c) **postojanje slučajnih promenljivih u modelu**

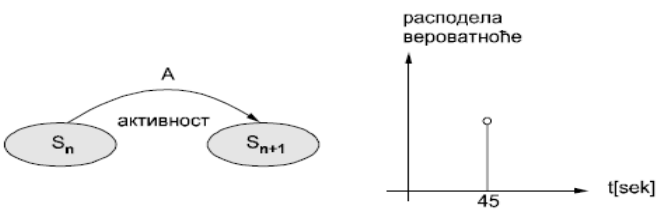
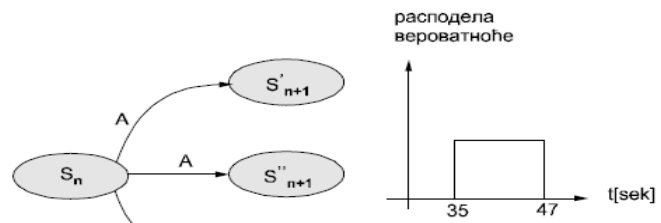
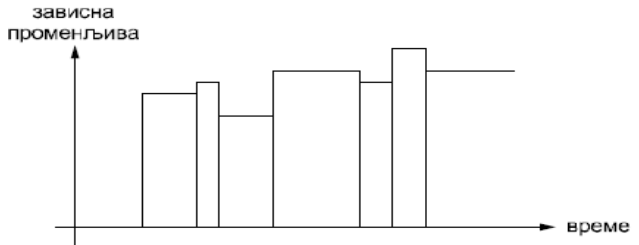
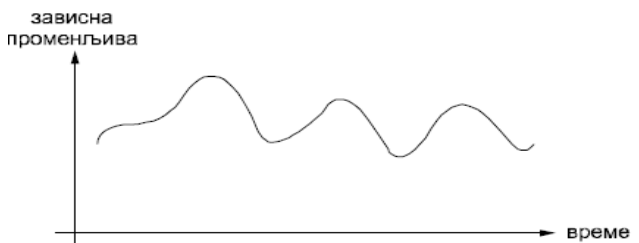
11. Diskretni događaj je:
 - a) **podizanje naplatne rampe**
 - b) pregledanje galerije na internetu uz pomoc misa
 - c) smena godisnjih doba

II - Odgovori na pitanja:

1. Proces utvrđivanja stepena slaganja podataka o realnom sistemu sa podacima modela naziva se: **VALIDACIJA MODELA**
2. Preslikavanje koje podrazumeva kontrolisano isključivanje detalja prilikom opisa modela naziva se: **APSTRAKCIJA**
3. Složeni fenomeni koji nisu dovoljno poznati najčešće se rešavaju primenom: **MONTE KARLO SIMULACIJE**
4. Neka je V skup promenljivih, t vreme simulacije i B skup blokova. Tada se trojka KSS = (B, V, t) naziva: **APSTRAKTI KONTINUALNI SIMULACIONI SISTEM**
5. Modeliranje je proces kojim se uspostavlja veza između **REALNOG SISTEMA** i **MODELA**, dok je simulacija proces koji uspostavlja vezu između **MODELA** i **RAČUNARA**.
6. Struktura klasičnog digitalnog računara sastoji se od: **PROCESORA, MEMORIJE i ULAZNO-IZLAZNIH UREĐAJA**
7. Identifikabilnost ocene parametara determinističkog modela zavisi od: **SPECIFIČNOSTI PRIMENJENOG ULAZA I POČETNIH USLOVA** i **STRUKTURE JEDNAČINA I OGRANIČENJA**.
8. Kod modela sa diskretnim događajima, pojam aktivnosti označava: **SKUP DOGAĐAJA KOJI MENJAJU STANJE JEDNOG ILI VIŠE ENTITETA**
9. Iterativna procedura u kojoj se ponašanje modela poredi s ponašanjem relanog sistema: **VALIDACIJA**
10. Preslikavanja od višeg ka nižem nivou u hijerarhiji specifikacije sistema naziva: **ASOCIJACIJA**
11. Deterministički problemi koje je ili skupo rešavati, najčešće se rešavaju primenom: **MONTE KARLO SUMULACIJE**
12. Model koji ne sadrži sve situacije koje mogu da nastupe je **NEKOMPLETAN**, a ako su u opisu predviđena dva ili više pravila čijom primenom se dobijaju kontradiktorne akcije, model je

- NEKONZISTENTAN**. Ako u jednoj situaciji treba obaviti dve ili više akcija, a pri tome nije definisan njihov redosled, onda je model **NEJASAN**
13. Statistički problemi koji nemaju analitička rešenja se rešavaju primenom: **MONTE KARLO SIMULACIJE**
 14. Tri vrste računara koje se mogu koristiti za simulaciju su: **ANALOGNI, DIGITALNI i HIBRIDNI**
 15. Kod ocene parametara stohastičkog modela, identifikabilnost parametara i sistema zavisi od: **STRUKTURE, ULAZA i PROCEDURE PROCENE**
 16. Kod modela sistema sa diskretnim događajima, događaj predstavlja: **PROMENE STANJA SAMO U POJEDINIM TAČKAMA U VREMENU**
 17. Verovatnoća da će student 90% položiti ispit je: **STOHAISTIČKI MODEL**
 18. Modeli koji nemaju nijednu promenljivu stanja nazivaju se: **MODELI BEZ MEMORIJE ILI TRENUTNE FUNKCIJE**, ako imaju bar jedno stanje u pitanju su: **MODELI S MEMORIJOM**
 19. Formalni kriterijum za utvrđivanje validnosti uprošćenog modela za date eksperimentalne uslove je: **HOMOMORFIZAM**
 20. Simulacija kontinualnih sistema odnosi se na: **EKSPERIMENTISANJE SISTEMA ČIJA SE STANJA MENJAJU KONTINUALNO**, najčešće se predstavlja: **SKUPOM DIFERENCIJALNIH JEDNAČINA KOJE SE REŠAVAJU NUMERIČKIM PUTEM**
 21. Eksterni događaji su: **ONI DOGAĐAJI KOJI NE ZAVISE OD MODELA, PREDSTAVLJAJU UTICAJ OKOLINE NA SISTEM**, dok interni događaji: **ZAVISE OD MODELA I U NJEMU SE GENERIŠU**
 22. Uslovi koji trebaju da se zadovolje za homomorfizam su: **OČUVANJE FUNKCIJE NASTUPANJA VREMENA, OČUVANJE FUNKCIJE PRELAZA STANJA i OČUVANJE IZLAZNE FUNKCIJE**
 23. MONIAC je vrsta: **ANALOGNOG RAČUNARA**
 24. Modeli koji za izračunavanje vrednosti promenljivih stanja uzimaju u obzir i buduće vrednosti ulaznih promenljivih su **ANTICIPATORSKI MODELI**. Ukoliko to nije slučaj, model je **NEANTICIPATORSKI**
 25. Kod modela sistema sa diskretnim događajima, pored koncepata koji opisuju strukturu, kao što su **OBJEKTI, RELACIJE MEĐU NJIMA i NJIHOVI ATRIBUTI** uvedeni su i koncepti za opis dinamike. To su: **DOGAĐAJ, AKTIVNOST i PROCES**
 26. Ukoliko je strukturamodela (pravila interakcije između objekata modela) zavisna od vremena, tada se radi o vremenski promenljivom - **VARIJANTNOM MODELU**. U suprotnom, kada je struktura modela nezavisna od vremena, model se naziva vremenski **NEPROMENLJIV-INVARIJANTAN**. Takav model se još naziva i **STACIONARNI MODEL**.

III - Odgovorite na pitanja i nacrtajte odgovarajuće grafike:

<p>Razlika između stohastičkih i determinističkih modela? Opisati i nacrtati grafik.</p>	<p>Deterministički modeli su oni čije se ponašanje može predvideti, odnosno u kojima je novo stanje sistema u potpunosti određeno prethodnim stanjem.</p> <p>Stohastički modeli su oni čije se ponašanje ne može unapred predvideti, ali se mogu odrediti verovatnoće promena stanja sistema. Za njih je karakteristično slučajno ponašanje, odnosno postojanje slučajnih promenljivih u sistemu.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>ПРОМЕНА СТАЊА</p> <p>ТРАЈАЊЕ АКТИВНОСТИ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ПРОМЕНА СТАЊА</p> <p>ТРАЈАЊЕ АКТИВНОСТИ</p> </div> </div> <p>(a) Детерминистички модели</p> <p>(б) Стохастички модели</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Stanje sistema S_n se pod uticajem aktivnosti A menja u S_{n+1}. Prikazana je aktivnost A sa determinističkim trajanjem od 45 sekundi. Npr trajanje pregleda jedne komponente određenog proizvoda. 2. Stanje sistema S_n se može promeniti ili u S'_{n+1} ili u S''_{n+1}, ili u S'''_{n+1}. Npr, komponenta se nakon pregleda može odbaciti ili ugraditi u finalni proizvod, pri čemu svako od stanja ima određenu verovatnoću.
<p>Razlika između kontinualnih i diskretnih modela? Opisati i nacrtati grafik.</p>	<p>U diskretnim modelima stanje sistema se menja samo u pojedinim tačkama u vremenu (nema kontinualne promene stanja). Takve promene se nazivaju događaji.</p> <p>U kontinualnim modelima promenljive stanja se menjaju kontinualno u vremenu.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>зависна променљива</p> <p>време</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>зависна променљива</p> <p>време</p> </div> </div> <p>(a) Дискретни модел</p> <p>(б) Континуални модел</p>

V - Odgovoriti na pitanja:

1. Ukratko objasniti prednosti i mane simulacije kontinualnih sistema na digitalnom računaru.

Prednosti digitalnog računara ogledaju se u velikom nivou apstrakcije kod pisanja programa (programer ne mora da poseduje znanje o električnim zakonitostima) i u velikoj tačnosti rešenja, dok je brzina izvođenja operacija znatno manja nego kod analognog računara. Problem digitalne simulacije kontinualnih sistema nije toliko u brzini, koliko je u mogućoj nestabilnosti numeričke integracije.

2. Navesti i ukatko objasniti korake simulacionog procesa.

1) Definicija cilja simulacione studije

Definicija željenog cilja i svrhe studije: problem koji treba rešiti (oblikovanje sistema, analiza sistema i sl.), granice sistem/okolina, nivo detaljnosti.

2) Identifikacija sistema

Opis komponenti sistema, interakcija komponenti, način rada, veze s okolinom, formalni prikaz sistema.

3) Prikupljanje podataka o sistemu i njihova analiza

4) Izgradnja simulacionog modela

5) Izgradnja simulacionog programa

6) Verifikacija simulacionog programa

Ukoliko verifikacija programa nije dala zadovoljavajuće rezultate, potreban je povratak na peti korak.

7) Vrednovanje (validacija) simulacionog modela

Ispitivanje da li simulacioni model adekvatno predstavlja stvarni . Ukoliko vrednovanje modela nije uspešno, potrebno je vratiti se na tačku 4.

8) Planiranje simulacionih eksperimenata i njihovo izvođenje

9) Analiza rezultata eksperimenata

Tokom statističke analize će se može prikazati potreba za dopunom koraka 8.

10) Zaključci i preporuke

3. Ocena parametara determinističkog modela.

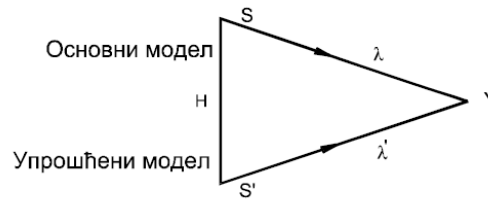
Bitno je shvatiti da identifikabilnost sistema i parametara zavisi od dva faktora:

Specifičnosti primenjenog ulaza i početnih uslova. Početni uslovi su bitni jer identifikabilnost sistema i parametara može zavisiti od njihovih vrednosti. Kad je u pitanju ulaz, može se dogoditi da se za dati sistem ulazni segment može podeliti u više posebnih kategorija. Neke od njih mogu obuhvatiti tip identifikabilnosti, dok druge mogu izazvati različite probleme neidentifikabilnosti.

Strukture jednačina i ograničenja. Neke strukture se mogu identifikovati ako se primene odgovarajući ulazi, dok su druge neidentifikabilne, bez obzira na to kakav se ulaz primeni.

4. Šta je homomorfizam? Objasniti i nacrtati očuvanja iz izlazne funkcije.

Homomorfizam je formalni kriterijum za utvrđivanje validnosti uprošćenog modela za date eksperimentalne uslove.



Слика 4.4. Очување излазне функције

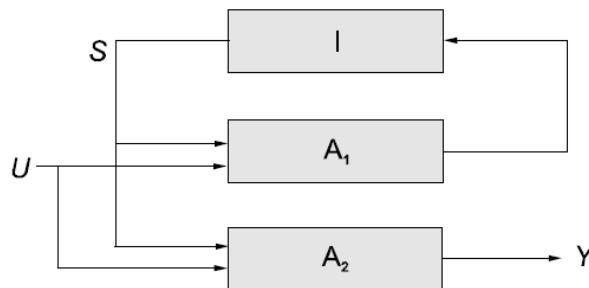
5. Navesti glavne elemente elektronskog analognog računara.

- 1) Naponski izvor
- 2) Potenciometar
- 3) Pojačivač
- 4) Integrator
- 5) Razni diodni ograničavači
- 6) Diodni generatori nelinearnih funkcija.

6. Napisati jednačine i nacrtati strukturu kontinualnog automata (SKS) za opis simulacije kontinualnih sistema.

$$S(t) := I \times A_1 \cdot \{U(t), S(t)\}$$

$$Y(t) := A_2 \cdot \{U(t), S(t)\}$$



Слика 6.2. Структура коначног аутомата СКС

7. Objasniti mehanizam pomaka vremena i prikazati razliku za konstatni priraštaj i na naredni događaj.

U simulaciji sistema sa diskretnim događajima koriste se dva osnovna mehanizma pomaka vremena: pomak vremena za konstantni prirast i pomak vremena na naredni događaj.

Pomak vremena za konstantni priraštaj

Kod ove strategije, vreme u simulacionom modelu se menja tako da se uvek dodaje konstantni priraštaj. Nakon svakog pomaka vremena, odnosno ažuriranja vrednosti simulacionog sata, ispituje se da li je u prethodnom intervalu vremena trebalo da dođe do nastupanja nekih događaja. Ukoliko jeste, tada se ti događaji planiraju za kraj intervala.

Ovaj pristup je najjednostavniji, ali ima određene nedostatke. Pomeranjem događaja na kraj vremenskog intervala u kojem bi oni trebalo da nastupe, uvodi se greška u izvođenje simulacije. Osim toga, događaji koji u stvarnosti nisu istovremeni u ovom se pristupu prikazuju kao istovremeni, a potom se određuje redosled njihovog izvođenja (koji se može razlikovati od redosleda zvođenja u stvarnosti).

Pomak vremena na naredni događaj

Kod ovog pristupa, simulacioni sat se pomera na vreme u kojem će nastupiti prvi naredni događaj (ili više njih). U tom trenutku se događaj izvede i napravi se odgovarajuća promena stanja sistema; zatim se ponovo ispituje koji će događaj sledeći nastupiti, itd. Simulacija se završava kada nema više događaja ili kada je zadovoljen neki unapred definisani uslov završetka simulacije (npr. tačno određeno trajanje simulacije). Ovakvim pristupom se izbegava greška u vremenu izvođenja događaja, a ujedno se preskaču i intervali u kojim nema događaja.

8. Navesti osnovne karakteristike formalnih modela.

Formalni opis modela treba da obezbedi veću preciznost i potpunost u opisivanju modela, a ponekad omogućava i da se formalizuje postupak ispitivanja nekompletnosti, nekonzistentnosti i nejasnosti. Ono što je, ipak, najznačajnije jeste činjenica da uvođenje formalizama u metodologiju modeliranja omogućava da svu svoju pažnju usmerimo na one karakteristike objekata koje su od najvećeg značaja za naše istraživanje, dakle da koristimo apstrakcije.

9. Ukratko objasniti prednosti i mane simulacije kontinualnih sistema na analognom računaru.

Prednosti:

- mogućnost direktnog pristupa bilo kom funkcionalnom deluanalognog programa i
- mogućnost obavljanja velikog broja ponavljajućih operacija kombinovanih sa veoma velikom brzinom izračunavanja.

Nedostaci:

- Ne postoji ekvivalent reprezentaciji podataka u pokretnom zarezu (najčešći način predstavljanja kod digitalnih računara), te se mora voditi računa da se izbegnu moguća prekoračenja i greške svedu u podnošljive okvire, pa se podaci skaliraju.
- Ne mogu se izbeći razna tehnička ograničenja, onaj ko rukuje analognim računarom mora imati znanje kako se rukuje njime i koje su mu komponente.

10. Ocena parametara stohastičkog modela.

Kod stohastičkih sistema, izlazne sekvence su stohastički procesi, tako da se problem usložnjava zahtevom za uključivanje parametara pojedinih realizacija procesa. Problem identifikabilnosti se može podeliti u tri dela, odnosno identifikabilnost zavisi od sledeća tri faktora:

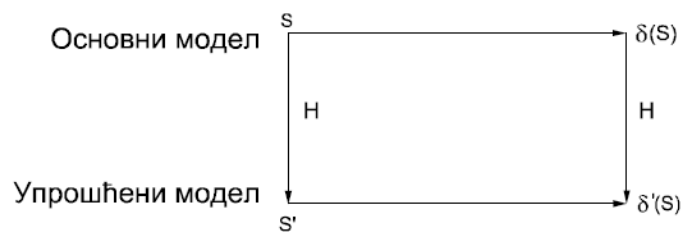
Strukture - koja parametre stavlja u relaciju jedne s drugima kao i sa ulazima i izlazima. Kao i u determinističkom slučaju, neidentifikabilnost može biti uzrokovana specifičnim strukturalnim odnosima komponenti sistema.

Ulaza - od kojih neki mogu biti suviše "prosti" da bi se postigla identifikabilnost.

Procedure procene - koje treba da budu konzistentne u smislu da konvergiraju ka stvarnim vrednostima parametara. Identifikabilnost sistema zahteva postojanje konzistentnog estimatora čija procena konvergira jednom od konačnih brojeva dopustivih vektora parametara. Identifikabilnost parametara zahteva isto, s tim što je dopustivi vektor parametara jedinstven.

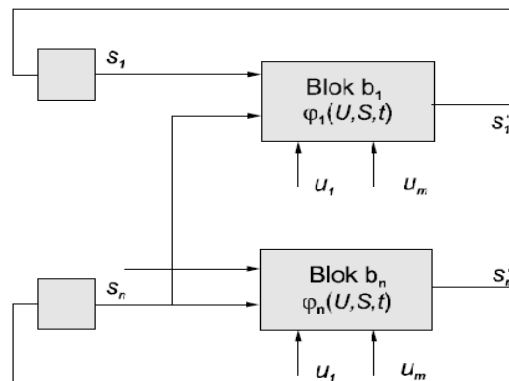
11. Šta je homomorfizam? Objasniti i nacrtati funkcije očuvanja prelaza stanja

Homomorfizam je formalni kriterijum za utvrđivanje validnosti uprošćenog modela za date eksperimentalne uslove.



Слика 4.3. Очување функције прелаза стања

12. Nacrtati blok dijagram detaljne strukture SKS.



Слика 6.3. Блок дијаграм детаљне структуре СКС

13. Objasniti generisanje događaja. Navesti pristupe generisanja događaja i razliku između njih.

Postoje dva pristupa generisanju događaja i to:

1. Definisanje događaja unapred (fixed event strategy). Kod ovog pristupa svi događaji su unapred poznati i definisani, a lista događaja sadrži slogove svih događaja.

2. Pristup zasnovan na narednom događaju (next event strategy). Kod ovog pristupa, poznat je jedino prvi naredni događaj, a lista događaja sadrži samo jedan slog, slog poznatog događaja. Pri izvršavanju događaja, planira se i ubacuje u listu njegov naslednik.

Događaje možemo svrstati u dve osnovne kategorije u odnosu na mesto nastanka (generisanja):

1) Eksterni događaji su oni događaji koji ne zavise od modela. Oni predstavljaju uticaj okoline na sistem. U tu vrstu događaja ubrajamo dolazak vozača u auto-servis, pojavu telefonskog poziva, dolazak kupca u samoposlugu, itd.

2) Interni događaji zavise od modela i u njemu se generišu. Primeri internih događaja su dolazak kupca u red za kasu, prekidanje veze po završetku razgovora, završetak operacije bolesnika itd.

14. Navesti osnovne karakteristike neformalnih modela.

Neformalni opis modela daje osnovne pojmove o modelu i, mada se teži njegovoj potpunosti preciznosti, on to najčešće nije. Prilikom izgradnje neformalnog opisa, upravo radi eliminisanja pomenutih nedostataka, vrši se podela na objekte, opisne promenljive i pravila interakcije objekata.

15. Napisati tipove Monte- Karlove simulacije i navesti primer.

- 1) Deterministički problemi koje je teško ili skupo rešavati (rešavanje integrala)
- 2) Složeni fenomeni koji nisu dovoljno poznati (analiziranje društvenih ili ekonomskih fenomena)
- 3) Statistički problemi koji nemaju analitička rešenja (testiranje novih hipoteza).

16. Kako se mogu podeliti metode integracije?

Na jednokoračne integracione metode i višekoračne integracione metode, ili prema drugoj podeli na metode sa konstantnom veličinom koraka i metode sa promenljivom veličinom koraka.

17. Šta je simulacija diskretnih događaja?

Metoda simulacionog modeliranja sistema kod kojih se diskretne promene stanja u sistemu ili njegovom okruženju događaju diskontinualno u vremenu.

18. Objasniti model koji je nekoinzistentan.

Model je nekonzistentan ako su u opisu predviđena dva ili više pravila čijom primenom se dobijaju kontradiktorne akcije.

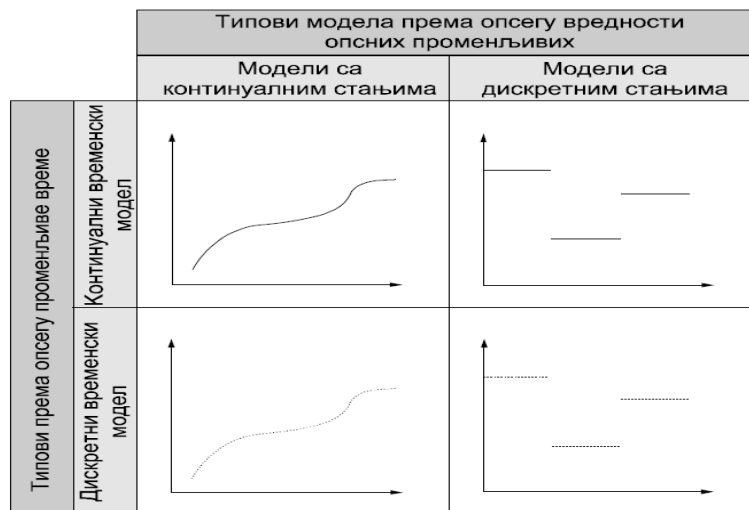
19. Šta je modeliranje?

U najširem smislu, modeliranje predstavlja isplativo (u smislu troškova) korišćenje nečega (model) umesto nečega drugog (realni istem) sa ciljem da se dođe do određenog saznanja.

20. Navedite vrste modela.

Mentalni (misaoni), verbalni, strukturni, fizički, analogni, matematički, simulacioni, računarski i razni drugi modeli. Često ih delimo na materijalne (model hemijske strukture molekula ili model aviona) i simboličke modele (matematički, konceptualni, računarski, simulacioni idr).

21. Objasniti klasifikaciju modela u odnosu na promenljivu vreme.



Слика 2.1 Врсте модела према опсегу променљиве време и према типу опсних променљивих

Skup vrednosti koje se dodeljuju promenljivoj "vreme" može biti prebrojiv ili neprebrojiv. Stoga razlikujemo modele sa kontinualnim vremenom i modele sa diskretnim vremenom.

Razlikujemo dve podklase ovih modela:

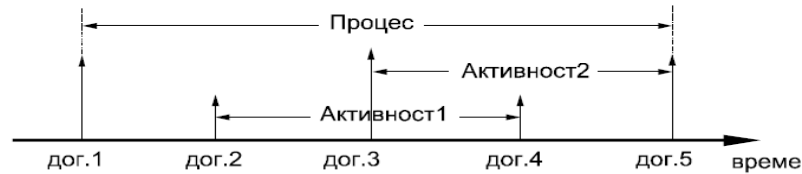
- modele sa kontinualnim vremenom i kontinualnim promenama stanja
- modele sa kontinualnim vremenom i diskretnim promenama stanja.

U diskretnim vremenskim modelima razlikujemo dve podklase modela :

- modele sa diskretnim vremenom i kontinualnim promenama stanja i
- modele sa diskretnim vremenom i diskretnim promenama stanja.

22. Grafički prikazati i objasniti odnos događaja, aktivnosti i procesa.

Однос догађаја, активности и процеса може се графички представити као на слици 7.1.



Слика 7.1 Однос догађаја, активности и процеса

За илустрацију ових појмова, послужимо се примером сервиса за оправку аутомобила. Догађаји би били: долазак возача (аутомобила) у сервис, заузимање канала и отпочињање поправке, завршетак оправке аутомобила, почетак прања аутомобила након поправке, завршетак прања, одлазак возача (аутомобила) из сервиса након обављене поправке и прања. Запазимо такође следеће две активности: сервисирање (оправка) аутомобила и прање аутомобила (ове се активности не преклапају као што је то случај са активностима на слици 7.1). Процес би обухватио све догађаје од доласка возача у сервис до његовог одласка након завршене поправке и прања.

IV - U odnosu na postojanje promenljivih definišite sledeće modele:

MODELI			Postojanje opisnih promenljivih		
			STANJA	ULAZNE	IZLAZNE
MODELI BEZ MEMORIJE (TRENUTNE FUNKCIJE)			NE	DA	DA
MODELI SA MEMORIJOM	AUTONOMNI MODELI	BEZ IZLAZA-ZATVOREN	DA	NE	NE
		SA IZLAZOM	DA	NE	DA
	NEAUTONOMNI MODELI	BEZ IZLAZA	DA	DA	NE
		SA IZLAZOM	DA	DA	DA

VI - Prikažite skupovne strukture i ukratko opišite elemente datih modela:

FORMALNI MODEL ULAZNO-IZLAZNOG SISTEMA	SIMULACIJA KONTINUALNIH SISTEMA	SIMULACIJA DISKRETNIH DOGAĐAJA
$M = \langle T, U, \Omega, S, Y, \delta, \lambda \rangle$	$M = (U, Y, S, \delta, \lambda, S_0)$	$M_d = \langle U, S, Y, \delta, \lambda, \tau \rangle$
<p>T - Временска база</p> <p>U - Скуп улаза</p> <p>Ω - Скуп улазних сегмената</p> <p>S - Скуп интерних стања</p> <p>Y - Скуп излаза</p> <p>δ - Функција прелаза стања</p> <p>λ - Функција излаза</p>	<p>U - скуп улаза</p> <p>Y - скуп излаза</p> <p>S - скуп променљивих стања</p> <p>δ - функција преноса $\delta: U \times S \rightarrow S$</p> <p>$\lambda$ - функција излаза $\lambda: U \times S \rightarrow Y$</p> <p>$S_0$ - скуп почетних стања (почетних услова)</p>	<p>U - скуп екстерних догађаја,</p> <p>S - скуп секвенцијалних стања дискретних догађаја</p> <p>Y - скуп излаза,</p> <p>δ - квази-преносна функција;</p> <p>λ - излазна функција; прсликава $S \rightarrow Y$</p> <p>τ - функција наступања времена; прсликава $S \rightarrow R^+$</p>