

# Projektovanje softvera

Dijagrami stanja



# Uvod

- Automat stanja (eng. *state machine*)
  - ponašanje koje specificira stanja kroz koja prolazi neki primerak ili interakcija, kao odgovor na događaje, proizvodeći akcije
  - modeluje ponašanje nekog primerka klasifikatora ili protokol interakcije
- Entitet (primerak/protokol) reaguje na događaje promenom stanja
  - promena stanja izaziva nove događaje i akcije
- Dijagram stanja je graf koji prikazuje automat stanja
  - temena su stanja ili pseudostanja
  - grane su prelazi
- Dijagrami stanja se fokusiraju na događajima vođeno ponašanje
- Dijagrami aktivnosti se fokusiraju na tok aktivnosti
- Dijagrami stanja se kreiraju za entitete koji pokazuju bitno dinamičko ponašanje
- Dijagram stanja – formalna specifikacija ponašanja
- U osnovi se koriste Harelovi dijagrami sa modifikacijama u duhu OOD

# Kontekst primene automata stanja

- Kontekst primene može da bude:
  - objekat klase (u opštem slučaju – primerak ponašajućeg klasifikatora)
  - slučaj korišćenja
  - akter
  - podsistem/sistem
  - metod/operacija
- Automat stanja se primenjuje da specificira ponašanje
  - elemenata modela koji moraju da odgovaraju na asinhrono događaje
  - elemenata modela čije tekuće ponašanje zavisi od istorije
- Automat stanja se uspešno koristi za modelovanje ponašanja reaktivnih sistema
  - reaktivni sistem - odgovara na signale koje daju akteri
  - akteri su skupovi uloga iz spoljašnjeg sveta

# Elementi dijagrama stanja

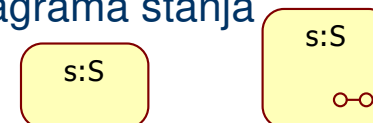
- Dijagram stanja prikazuje:
  - stanja i pseudostanja (čvorovi grafa),
  - prelaze (tranzicije) između stanja (grane grafa)
  - događaje koji prouzrokuju promenu stanja i
  - akcije koje rezultuju iz promene stanja

# Stanja i podautomati stanja

- Stanje je situacija u toku životnog veka entiteta u kojoj entitet može da postoji
- U jednom stanju entitet
  - ispunjava neki uslov,
  - obavlja neku aktivnost ili
  - čeka događaj
- Primeri:
  - uslov – student je u stanju upisan ili stanju mirovanja
  - aktivnost – student pohađa nastavu ili student polaže ispite u ispitnom roku
  - čekanje – student je završio pripremu ispita i čeka na početak ispitnog roka
- Grafička notacija:



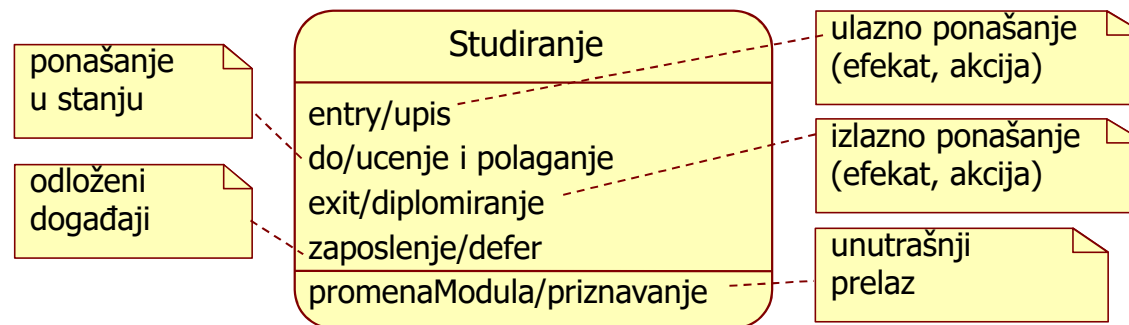
- Stanje podautomata – stanje koje predstavlja posebno definisan automat stanja koje može da se pojavi na više mesta unutar dijagrama stanja
  - referenca na poseban automat stanja unutar nekog automata stanja



# Elementi stanja

- Ime – tekst koji razlikuje jedno od drugih stanja
  - upisuje se u odeljak imena (unutar simbola stanja) ili
  - u poseban pravougaoni jezičak iznad gornjeg levog ugla simbola stanja
  - stanje može da bude i anonimno (bez imena)
- Ulazno ponašanje (efekat, akcija)
  - radnja koja se obavi pri ulasku u stanje
- Izlazno ponašanje (efekat, akcija)
  - radnja koja se obavi pri izlasku iz stanja
- Ponašanje (aktivnost) u stanju
  - radnja koja se izvršava dok je kontekst (modelovani entitet) u datom stanju
- Odloženi događaji
  - lista događaja koji se ne obrađuju u datom stanju već se smeštaju u red čekanja
- Unutrašnji prelazi
  - prelazi koji obrađuju događaj i zadržavaju entitet u istom stanju
  - različiti su od samo-prelaza: ne izazivaju izlazno pa ulazno ponašanje
- Podstanja (kod složenih stanja)
  - stanja koja postoje unutar datog stanja, sekvencijalno ili konkurentno aktivna

# Primer stanja



# Pseudostanja i specijalna stanja

- Početno (*initial*) ●
  - Završno (*final*) ⊙
  - Ulazno (*entry*) ○
  - Izlazno (*exit*) ⊗
  - Sinhro (*fork/join*) —
  - Izbor (*choice*) ◇
  - Spoj (*junction*) ●
  - Plitka istorija (*shallow h.*) ⊙<sub>H</sub>
  - Duboka istorija (*deep h.*) ⊙<sub>H\*</sub>
  - Okončavajuće ⊗
- Svi navedeni simboli temena grafa označavaju pseudostanja, osim završnog  
– završno stanje je specijalno stanje
- Ulazno/izlazno pseudostanje:  
– ulazna/izlazna tačka složenog ili podautomata stanja  
– identifikuje odgovarajuće podstanje složenog stanja odnosno stanje podautomata
- Pseudostanja izbor/spoj se koriste za grane (prelaze)

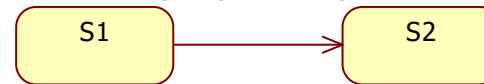




# Prelazi

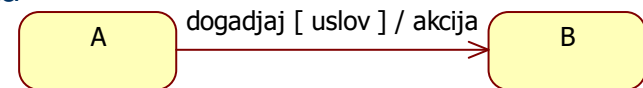
- Prelaz je relacija između dva stanja
- Prelaz ukazuje da:
  - kada se dogodi specificirani okidački događaj
  - ako je ispunjen specificirani zaštitni uslov
  - entitet napušta jedno stanje uz moguće obavljanje akcije i ulazi u naredno stanje

- Grafička notacija – strelica:



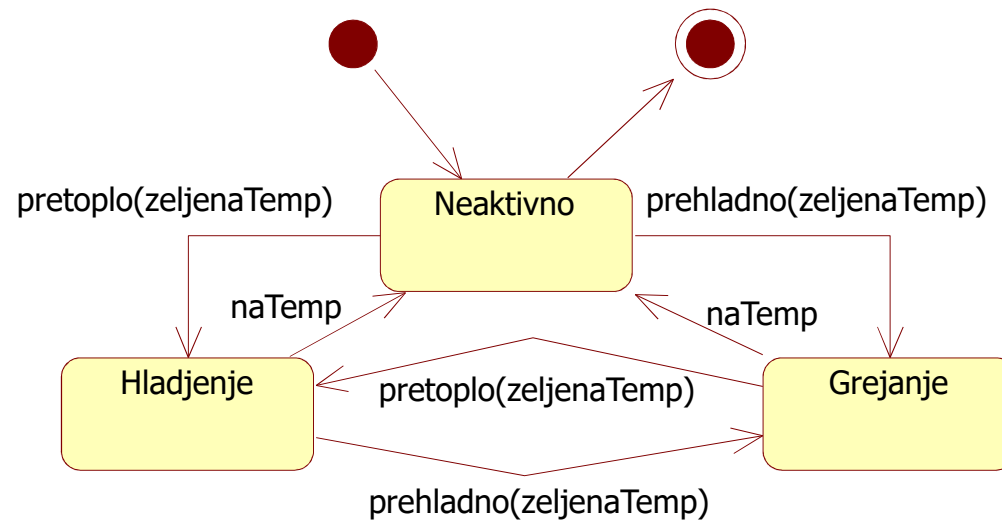
- Elementi prelaza

- događaj je zbivanje koje nema trajanje i može da prouzrokuje prelaz
  - može da ima argumente u zagradama, koji mogu da se koriste u uslovu ili akcijama
  - može da se navede i lista događaja razdvojenih zaptetama
- zaštitni uslov je Bulov izraz koji čini prelaz mogućim kada je uslov ispunjen
- akcija je radnja koja je pridružena prelazu i može da bude:
  - poziv operacije objekta vlasnika automata stanja ili drugog objekta koji je vidljiv datom vlasniku
  - slanje signala nekom objektu
  - kreiranje ili uništavanje drugog objekta
  - može da se navede i lista akcija razdvojenih tačka-zaptetama



# Primer dijagrama stanja

- Sistem klima-uređaja

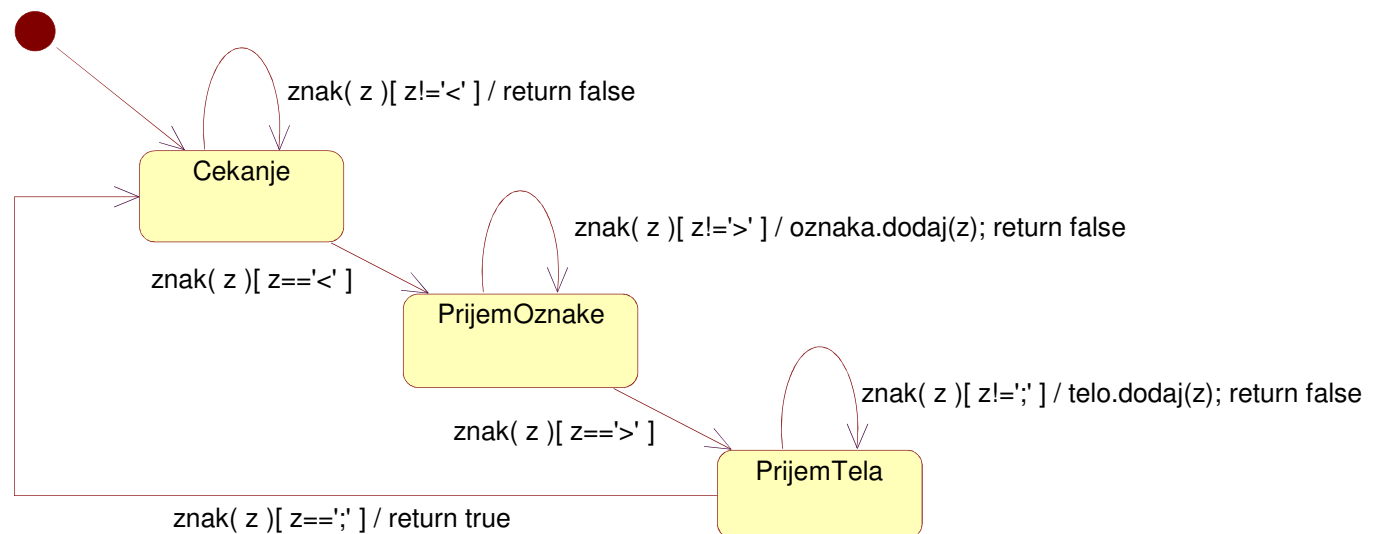


# Murovi i Milijevi automati

- Kada se modeluje ponašanje entiteta akcije mogu da se vežu za:
  - stanja ili
  - prelaze
- Automat može biti:
  - Murovog (*Moor*) tipa – sve akcije su vezane za stanja
  - Milijevog (*Mealy*) tipa – sve akcije su vezane za prelaze
- U praksi dijagrami stanja kombinuju Murove i Milijeve automate

# Primer automata Milijevoog tipa

- Automat stanja za parsiranje poruka - niza znakova koji odgovaraju sintaksi:
  - '<' string '>' string ';' ;
- Prvi string predstavlja oznaku (*tag*), a drugi telo poruke (*body*)
- Automat radi beskonačno – nema završnog stanja

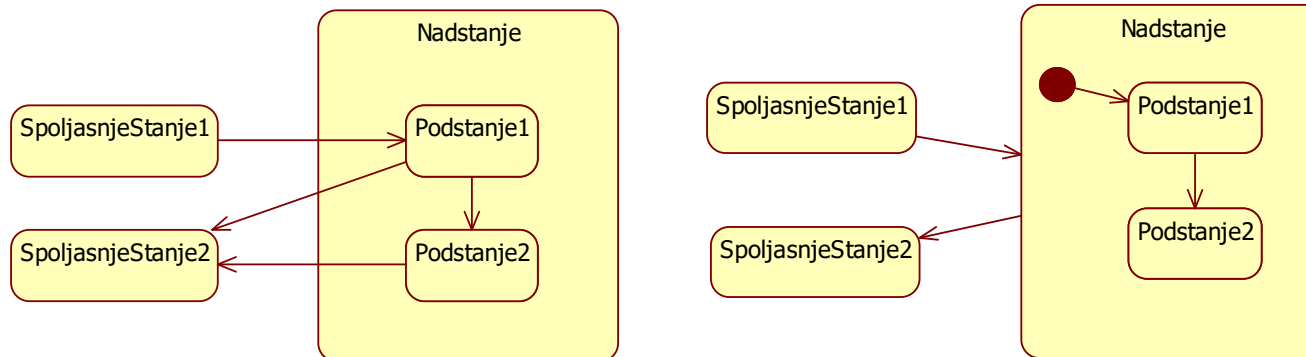


# Složena stanja

- Jednostavno stanje
  - stanje koje nema unutrašnju strukturu automata stanja
- Složeno (kompozitno) stanje
  - stanje koje ima unutrašnja stanja, tj. predstavlja automat stanja
- Složena stanja se koriste da se smanji grafička kompleksnost
- Nadstanje (spoljašnje, obuhvatajuće stanje)
  - stanje koje obuhvata više unutrašnjih (ugnežđenih) stanja
- Podstanje je unutrašnje (ugnežđeno) stanje
- Kada se entitet nalazi u podstanju – istovremeno se nalazi i u nadstanju
- Podstanja mogu biti:
  - sekvencijalna
  - konkurentna

# Sekvencijalna podstanja

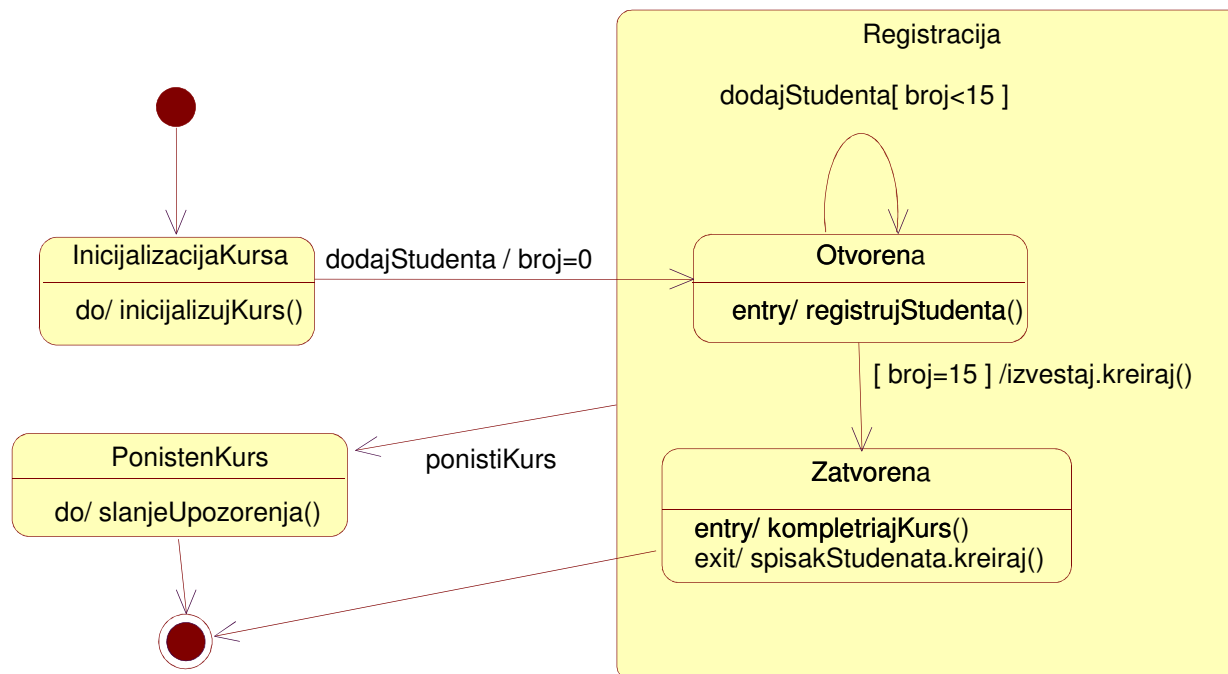
- Prelazi mogu da se događaju:
  - između podstanja
  - između podstanja ili nadstanja i stanja izvan nadstanja (spoljašnjeg stanja)
- Ako je nadstanje odredište prelaza iz spoljašnjeg stanja
  - nadstanje sa sekvencijalnim podstanjima treba da sadrži početno stanje
- Ako je nadstanje izvor prelaza
  - najpre se napušta podstanje pa nadstanje
- Pri prelazu u/iz nadstanja izvršavaju se ulazne/izlazne akcije i nadstanja i podstanja



Dijagrami stanja

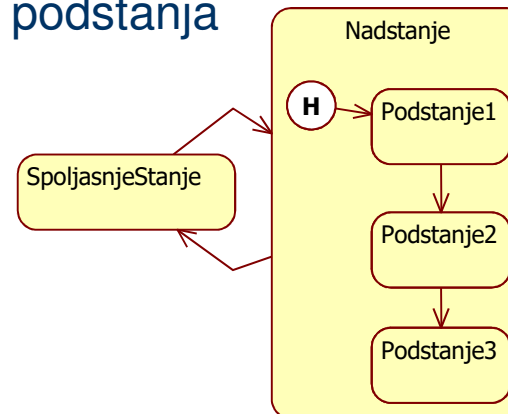
# Primer sekvencijalnih podstanja

- Registracija studenata za kurs



# Stanje sa istorijom

- Kada se uđe u nadstanje obično se kreće od početnog pseudostanja
- Ponekad postoji potreba da se krene od podstanja iz kojeg je napušteno nadstanje
- Simbol H u kružiću ukazuje da nadstanje pamti istoriju



- Simbol H u kružiću označava "plitku" istoriju
  - pamti se istorija (poslednje podstanje) samo neposredno ugnežđenog automata stanja
- Simbol H\* u kružiću označava "duboku" istoriju
  - pamti se istorija do najugnežđenijeg automata stanja proizvoljne dubine



# Konkurentna podstanja

- Konkurentna (ortogonalna) podstanja
  - dva ili više automata stanja koja se izvršavaju konkurentno (u paraleli)
  - izvršavaju se u kontekstu odgovarajućeg entiteta, kao i sekvencijalna
- Drugi način da se modeluje konkurentnost je pomoću aktivnih objekata
  - umesto deljenja jednog automata stanja entiteta na dva konkurentna podstanja definišu se dva aktivna objekta od kojih je svaki odgovoran za ponašanje jednog podstanja
- Od više sekvencijalnih podstanja jednog nadstanja
  - entitet može da bude samo u jednom podstanju (i nadstanju)
- Od više konkurentnih podstanja jednog nadstanja
  - entitet je u svakom od njih
- Prelaz u stanje sa konkurentnim podstanjima predstavlja *fork* prelaz
- Prelaz iz stanja sa konkurentnim stanjima predstavlja *join* prelaz
  - sva konkurentna podstanja moraju da budu završena da bi se izvršio prelaz *join* iz nadstanja
  - ako jedno konkurentno podstanje stigne do završnog stanja pre drugog – čeka na drugo
- Sekvencijalna podstanja koja obrazuju svako od konkurentnih podstanja
  - mogu da imaju početno, završno ili pseudostanja istorije

# Primer konkurentnih podstanja

