JAVA KONKURENTNO PROGRAMIRANJE

Aleksandar Kartelj
Matematički Fakultet, Beograd

kartelj@matf.bg.ac.rs
http://www.matf.bg.ac.rs/~kartelj

Teme

- Konkurentnost
  - Modeli, dizajn, Java
- Dizajn konkurentnih objekata
  - Neporomenljivost, zaključavanje, zavisnost stanja...
- Uvođenje konkurentnosti u aplikacijama
  - Autonomne petlje, jednosmerne poruke, interaktivne poruke, otkazivanje
- Konkurentne arhitekture aplikacija
  - Tok, paralelizam, slojevitost
- Biblioteke
  - Korišćenje, izgradnja i dokumentovanje reiskoristivih konkurentnih klasa

Konkurentnost

- Zašto da?
  - Dostupnost
    - Minimizacija vremena čekanja na odgovor, maksimizacija protoka
  - Modelovanje
    - Simuliranje autonomnih objekata, animacije
  - Paralelizam
    - Iskorišćavanje multiprocesorskog okruženja, više I/O istovremeno
  - Zaštita
    - Izolovanje aktivnosti u okviru niti
- Zašto ne?
  - Kompleksnost
    - Sigurnosni problemi, kompozicija aktivnosti
  - Preopterećenje
    - Visoko korišćenje resursa

Tipične primene

- I/O zavisni pristupi
  - Konkurentni pristu web stranicama, bazi podataka, soketima..
- GUI
  - Konkurentno hvatanje događaja, osvežavanje ekranskih kontrola..
- Izvršavanje stranog koda
  - Konkurentno izvršavanje apleta, JavaBeans...
- Demonski procesi (na Serverima obično)
  - Konkurentno opsluživanje više klijentskih zahteva
- Simulacije
  - Konkurentno simuliranje više realnih objekata

Konkurentno programiranje

- Konkurentnost je **konceptualno** svojstvo softvera
- Konkurentni programi mogu imati sledeća svojstva:
  - **Operabilnost nad više CPU**: klasteri, arhitekture spec. namene
  - **Paralenost**: mapiranje softvera na više CPU, radi poboljšanja performansi
  - **Deljeni pristup resursima**: objekti, memorija, fajl deskriptori, soketi..
  - **Distribuiranost:** konkurentni programi koji NE dele resurse

Objektni modeli

Modeli opisuju način gledanja na objekte

Uobičajeni entiteti:

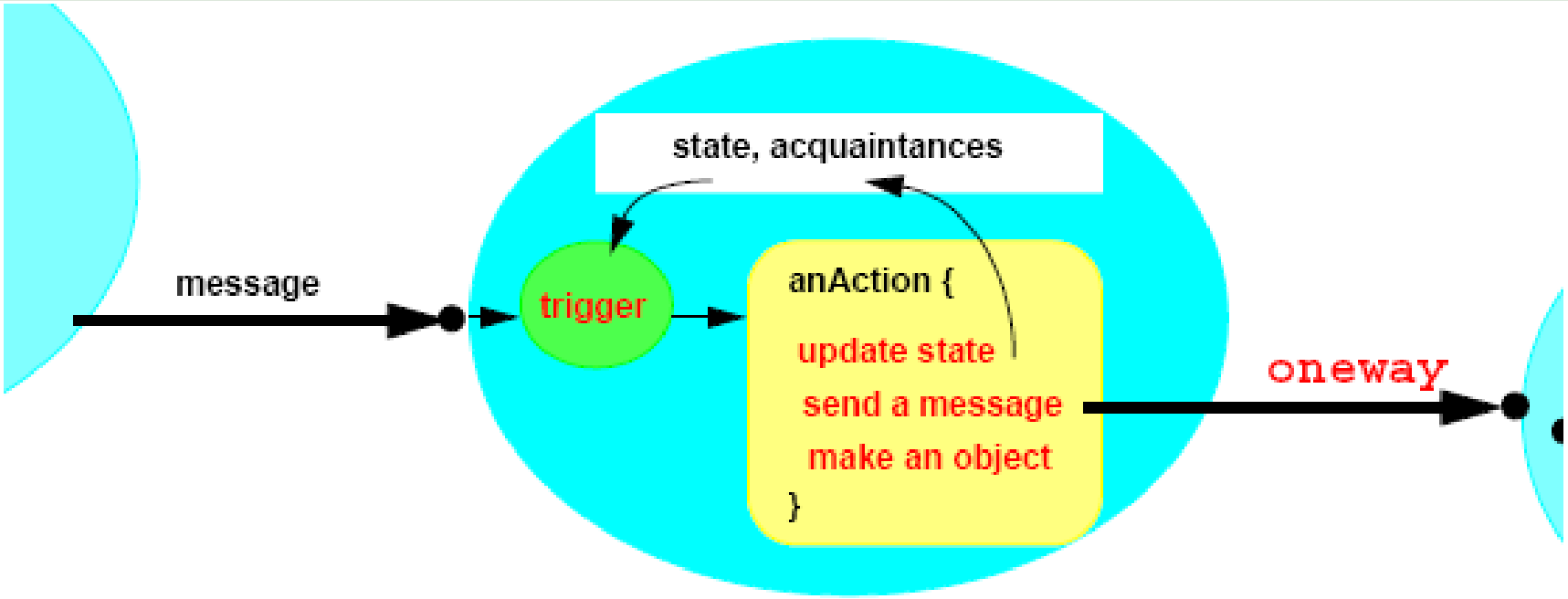
- Klase, stanja, reference, metodi, identiteti, ograničenja
- Enkapsulacija

Četiri osnovne operacije

- Prihvatanje poruke
- Ažuriranje lokalnog stanja
- Slanje poruke
- Kreiranje novog objekta

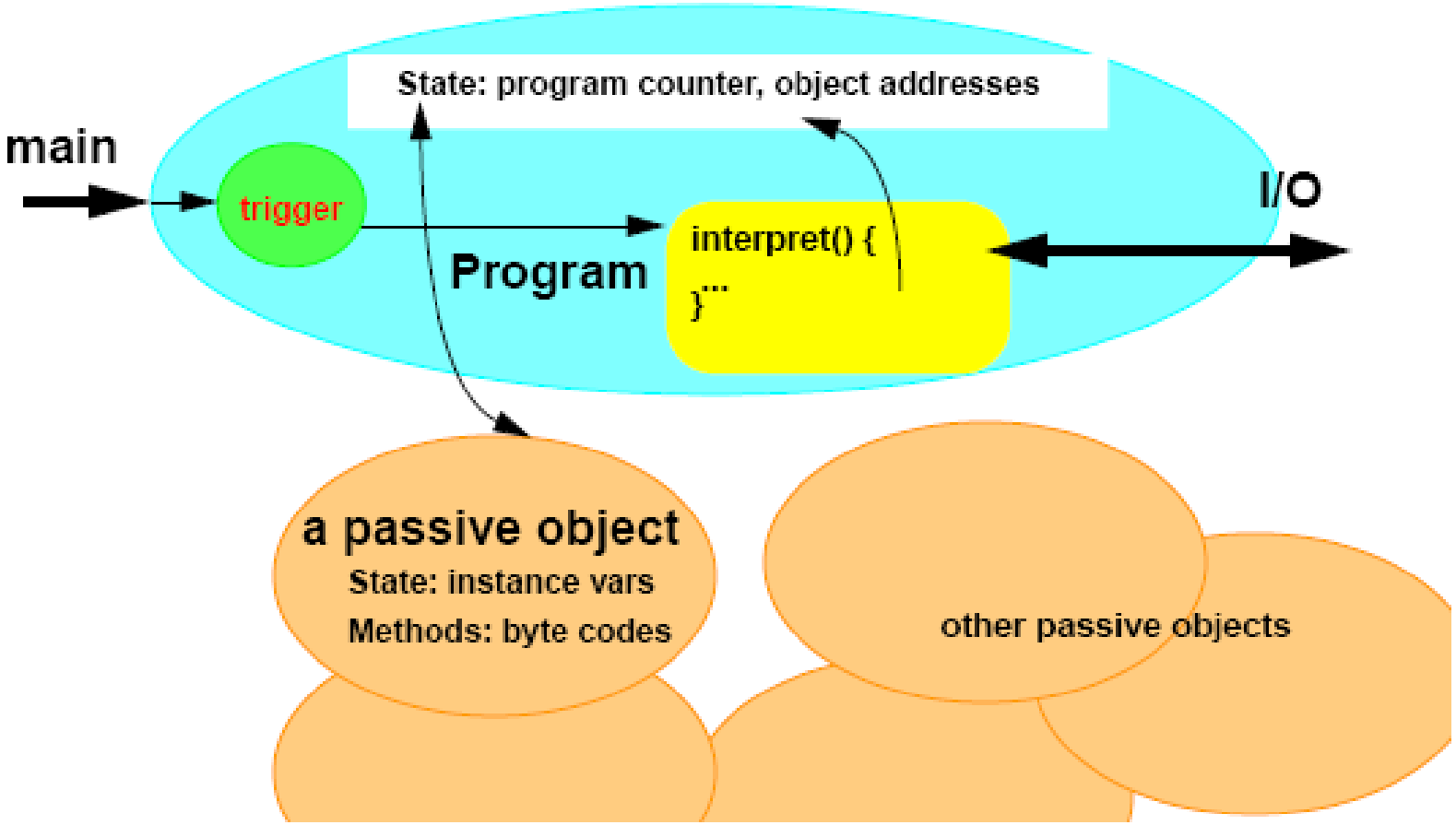
Modeli se obično razlikuju u pravilima izvršavanja ovih operacija. Dve osnovne kategorije: AKTIVNI I PASIVNI

Aktivni objektni modeli

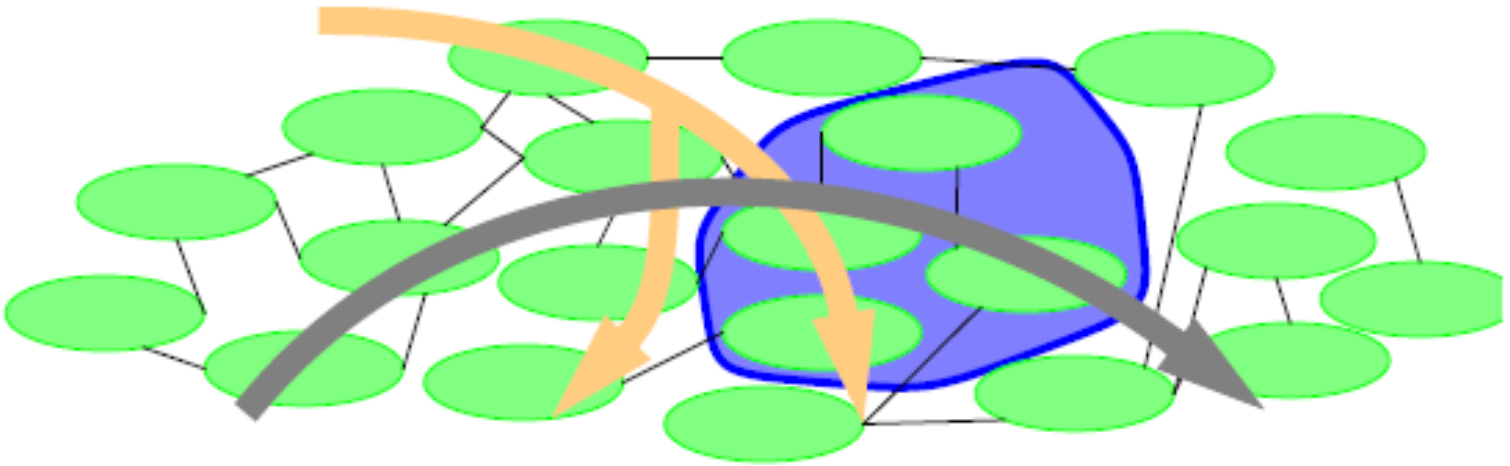


- Jedna nit = jedna radnja u momentu (kao proces)
- Akcije su reakcija na primljene poruke
- Sve poruke su jednosmerene
- Asinhrona, sinhrono razmenjivanje poruka, redovi čekanja...

Pasivni objektni modeli



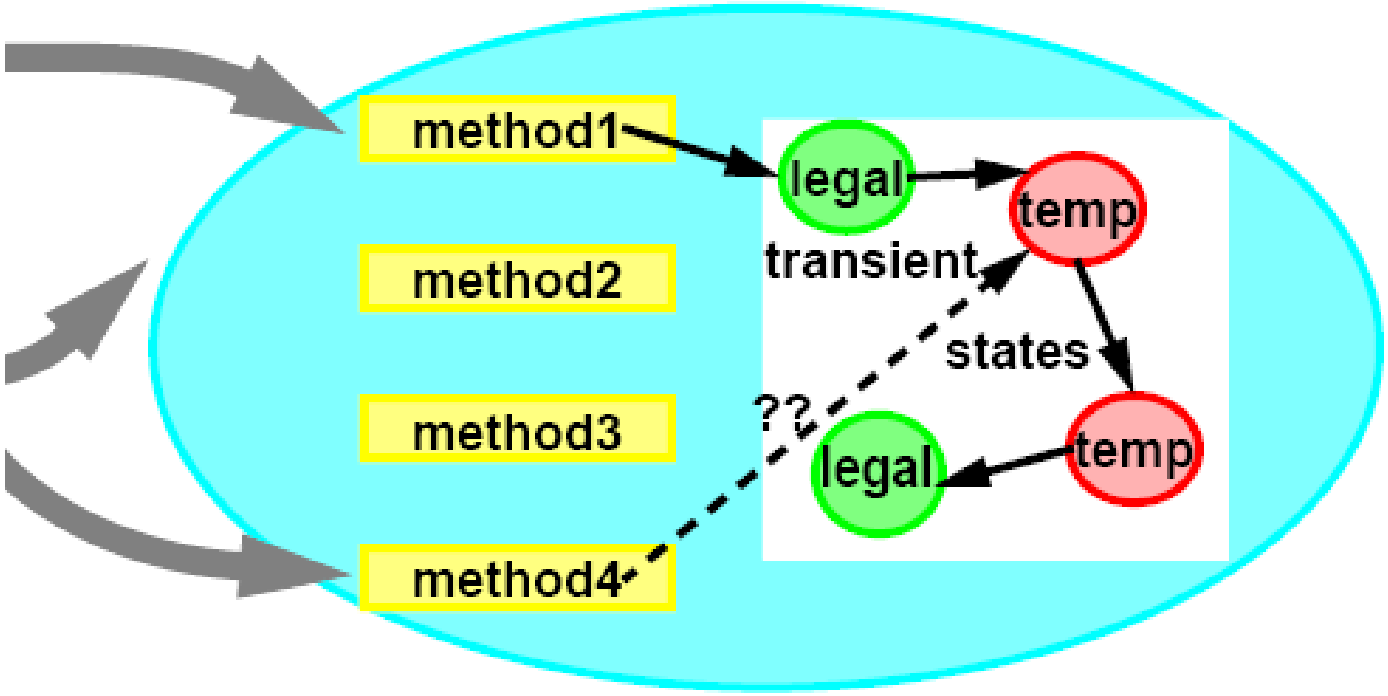
Sistem = Objekti + Aktivnosti



- **Objekti:** strukture podataka, komponente, JavaBeans, RMI objekti…
  - Mogu biti korišćeni od strane više aktivnosti – fokus je na sigurnosti
- **Aktivnosti:** poruke, niti, sesije, skripti, transakcije, tokovi podataka...
  - Fokus je na efikasnosti

Sigurni objekti

- Izvršavaju akcije **samo** kada su u konzistentnom stanju



Primeri nekonzistentnih stanja

- Istovremeno iscrtavanje i pomeranje figure na ekranu
- Povlačenje sredstava sa bankovnog računa u toku transfera novca
- Čitanje sa memorijske lokacije dok je u toku pisanje po istoj

Efikasne aktivnosti

- Svaka aktivnost bi trebalo da vrši napredak ka završenju i to što je pre moguće
  - Svaki pozvani metod bi trebalo u nekom momentu da se izvrši, a ideja je napraviti da se to desi što je pre moguće (efiksanost)

- Aktivnost može da se ne završi (nije efikasna) ukoliko:
  - Objekat ne može da primi poruku
  - Metod blokira čekanje na događaj, poruku ili uslov
  - Nedovoljni ili nepravedno raspodeljeni resursi
  - Različite greške i padovi sistema...

Problem dizajna konkurentnih programa

- Dva ekstremna pristupa:
  1. **Sigurnost na prvom mestu**
     - Pobrinuti se za sigurnost prvo, pa onda pokušati sa optimizacijom efikasnosti
     - Karakteristično za top-down OO dizajn
     - Može rezultirati sporim izvršavanjem i mrtvim stanjima (deadlocks)
  2. **Efikasnost na prvom mestu**
     - Dizajnirati održiv sistem, a onda pokušati sa poboljšanjem sigurnosti kroz koncepte zaključavanja i čuvanja resursa
     - Karakteristično za višenitno (multithreaded) sistemsko programiranje
     - Može rezultirati „bagovitim“ kodom

Garantovana sigurnost

„Nikad se ne izvrši nešto loše“

- Manifest na niskom nivou
  - Bitovi se uvek pravilno interpretiraju
  - Nema memorijskih konflikta tipa read/write ili write/write
- Manifest na visokom nivou
  - Objekti su dostupni samo kada su u konzistentnom stanju
  - Invarijantnost stanja

Garantovana efikasnost

„Uvek se bar nešto izvrši“ – uslov napretka

- Dostupnost
  - Izbegavanje bespotrebnog blokiranja
- Napredak
  - Izbegavanje zadržavanja resursa među više aktivnosti
  - Izbegavanje deadlock-a
  - Izbegavanje nepravednog organizovanja rasporeda
- Zaštita
  - Izbegavanje sukoba sa drugim programima
  - Sprečavanje „denial of service“ napada
  - Sprečavanje zaustavljanja rada pod uticajem stranih „agenata“

Pregled Jave

- Srž Jave (java core) je relativno mali i „dosadan“ objektno-orijentisani jezik
- Glavne razlike u odnosu na C++
  - Sigurnost u pogledu izvršavanja korišćenjem virtualne mašine
    - Nema nesigurnih operacija niskog nivoa (rad sa pokazivačima)
    - Automatsko skupljanje „đubreta“ (garbage collection)
  - Potpuno klas bazirana: nema globalnih promenljivih
  - Relativno jednostavnija: nema višestrukog nasleđivanja...
  - Objektne implementacije Array, String, Class...
  - Velike predefinisanje biblioteke klasa: AWT, Swing, Applets...

Java koncepti

- **Packaging: Objects, classes, components, packages**
- **Portability: Bytecodes, unicode, transports**
- **Extensibility: Subclassing, interfaces, class loaders**
- **Safety: Virtual machine, GC, verifiers**
- **Libraries: java.* packages**
- **Ubiquity: Run almost anywhere**

Napredni java koncepti

- **Concurrency: Threads, locks, ...**
- **Distribution: RMI, CORBA, ...**
- **Persistence: Serialization, JDBC, ...**
- **Security: Security managers, Domains, ...**

Osnovni java konstrukti

- **Classes – kalupi objektnih svojstava**
  - **Instance variables – polja koja predstavljaju stanje objekta**
  - **Methods – enkapsulirane procedure**
  - **Statics – polja i metodi vezani za klasu, a ne konkretnu instancu objekta te klase**
  - **Constructors – operacije prilikom kreiranja objekta**
- **Interfaces – skupovi deklarisanih metoda**
- **Subclasses – potklase (sve nasleđuju klasu Objekat)**
- **Inner classes – Klase unutar drugih klasa**
- **Packages – prostori imena za organizovanje skupova srodnih klasa**

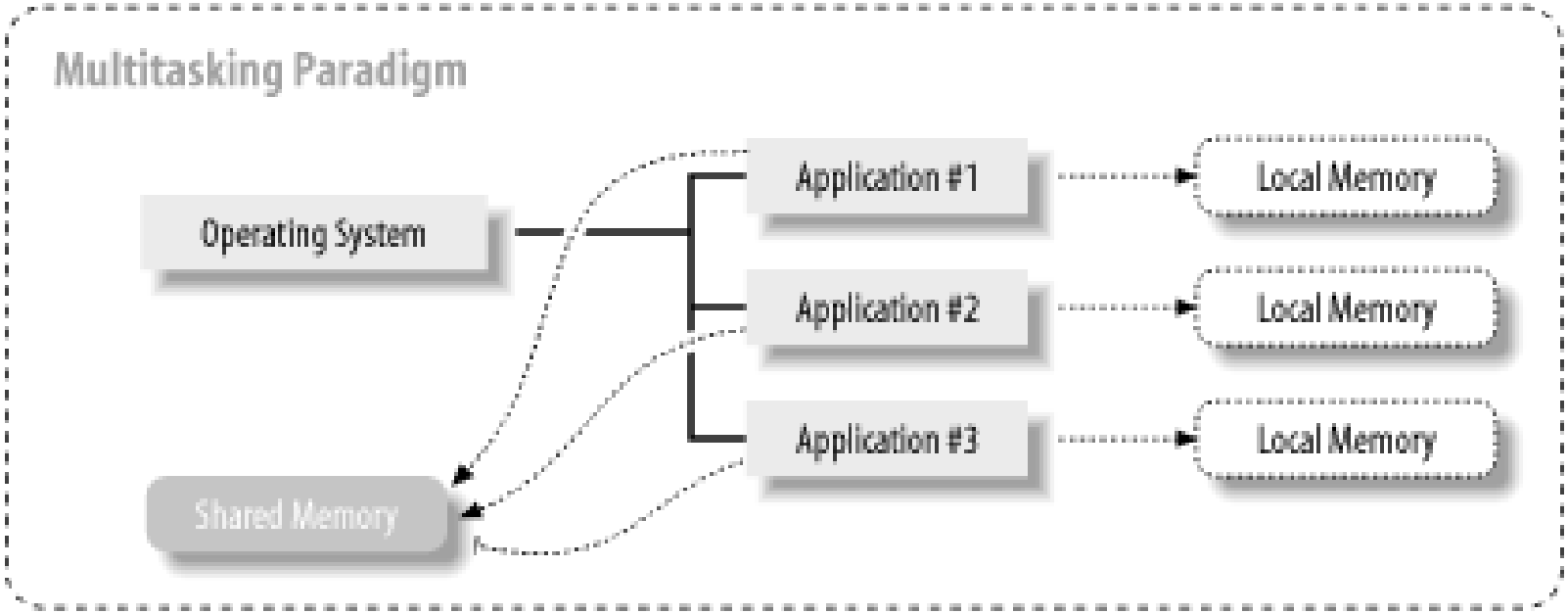
Osnovni java konstrukti

- **Visibility control - private, public, protected, per-package**
- **Qualifiers - semantička kontrola: final, abstract, etc**
- **Statements - naredbe su slične kao u C/C++**
- **Exceptions - Throw/catch kontrola u slučaju izuzetaka**
- **Primitive types - byte, short, int, long, float, char, boolean**

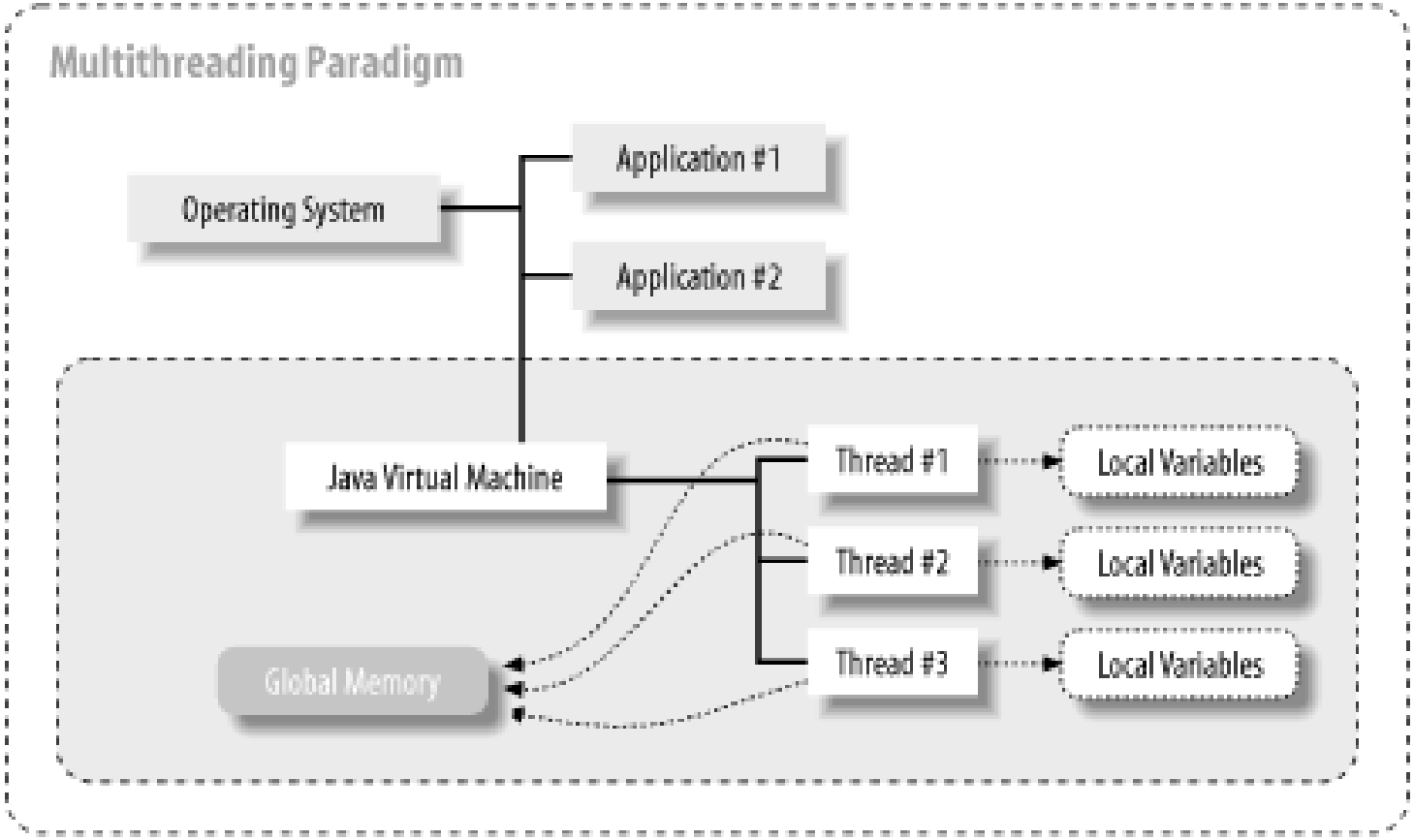
Particle applet

- t_particle\ParticleApplet.java

Multitasking

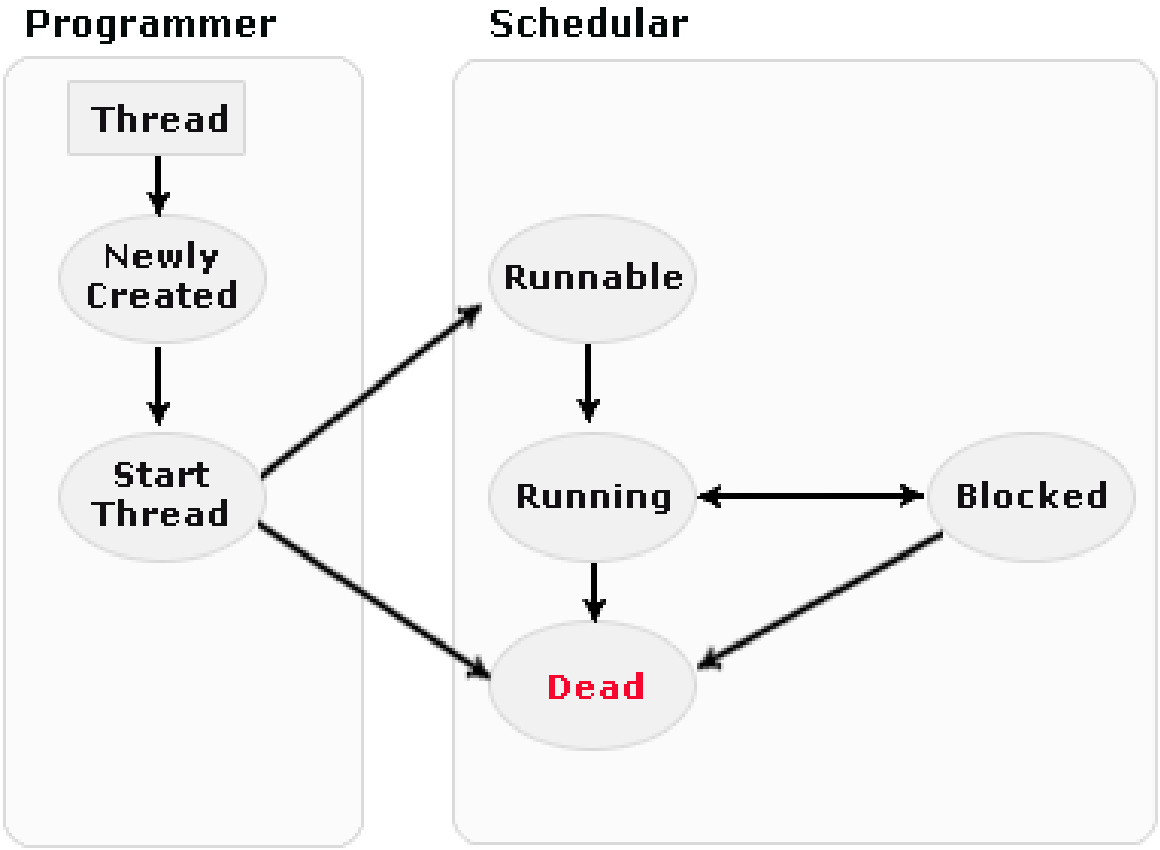


Multithreading

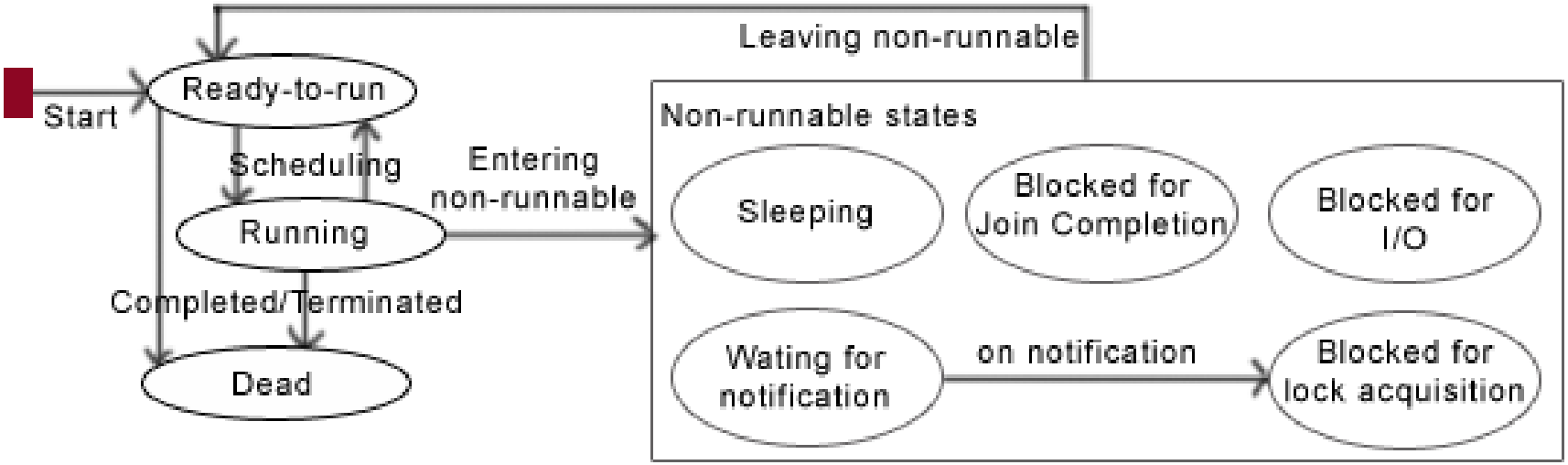


Životni ciklus niti

- http://www.roseindia.net/java/thread/life-cycle-of-threads.shtml



Životni ciklus niti - detaljnije



Java podrška za konkurentnost

- **Nit (thread) klasa predstavlja stanje jedne nezavisne aktivnosti i ima sledeće osobine:**
  - **Metode start, sleep ...**
  - **Veoma slabu garanciju kontrole i redosleda aktivnosti**
  - **Svaki Thread je član tzv. ThreadGroup-e koja se koristi za kontrolu pristupa i čuvanje podataka**
  - **Kod koji se izvršava u Thread-u je definisan metodom run()**
- **Synchronized metodi i blokovi koda kontrolišu atomičnost korišćenjem katanaca (locks)**
  - **Java postavlja automatske katance na tipove: byte, char, short, int, float i Object reference, ali ne i na double i long tip**
  - **volatile ključna reč kontroliše atomičnost jedne promenljive**
  - **Monitor metodi u klasi Object: wait(), notify(), notifyAll()**