Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia

Threads em Java

(Aula 17)

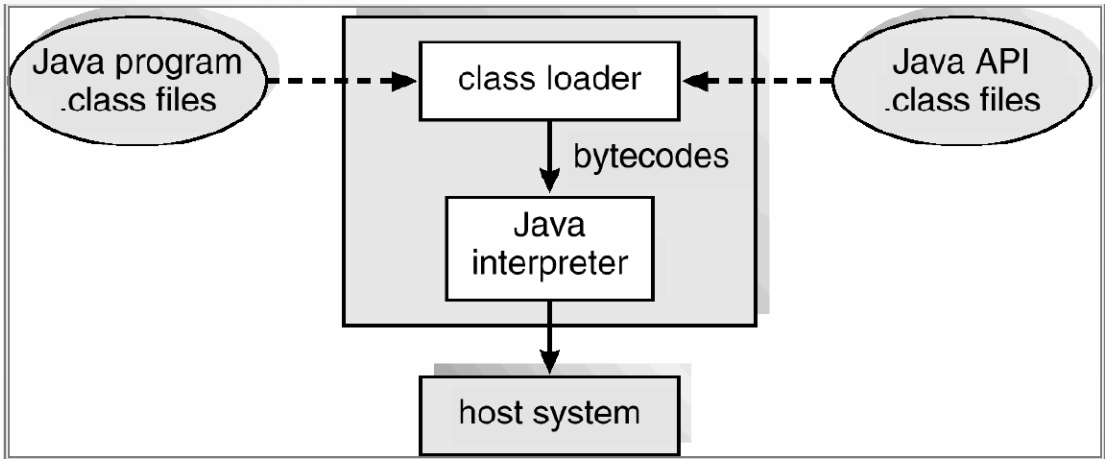
Universidade Federal do Espírito Santo
Departamento de Informática

Java Threads

- Difícil de classificar com user thread ou kernel thread
- As threads Java são gerenciadas pela JVM.
- Threads em Java podem ser criadas das seguintes maneiras:
  - Fazendo "extend" da classe Thread.
  - Implementando a interface Runnable.
- A JVM só suporta um processo
  - Criar um novo processo em java implica em criar uma nova JVM p/ rodar o novo processo

Java

- Componentes:
  - Especificação da linguagem de programação
  - API Java
  - JVM: Máquina Virtual Java
- JVM:



JVM

- Programas Java compilados são bytecodes independentes de plataforma de execução da JVM
- A JVM consiste de:
  - Carregador de classes (Class loader)
  - Verificador de classes (Class verifier)
  - Interpretador runtime (Runtime interpreter)

Java Threads

- Toda aplicação Java tem pelo menos uma thread (sem considerar o system thread)
- Do ponto de vista do desenvolvedor, o programa começa com uma thread, chamada de *main thread*.
- A main thread cria novas threads.

Java Threads *(2)*

- Cada thread é associada com uma instância da classe Thread.
- Duas estratégicas possíveis para criar uma thread:
  - Instanciando a classe Thread;
  - Delegando criação/gerência da thread para "executor" (high-level concurrency objects)

Exemplo de criação de Thread em Java

- A aplicação que cria instância de Thread deve fornecer o código a ser executado na thread.
- Passando um objeto Runnable para o construtor da classe Thread:

```
public class HelloRunnable implements Runnable {
   public void run() {
       System.out.println("Hello from a thread!");
   }
   public static void main(String args[]) {
       (new Thread(new HelloRunnable())).start();
} }
```

Exemplo de criação de Thread em Java *(2)*

- Fazendo subclass de Thread (que também implementa Runnable)

```
public class HelloThread extends Thread {
   public void run() {
       System.out.println("Hello from a thread!");
   }
   public static void main(String args[]) {
       (new HelloThread()).start();
   }
}
```

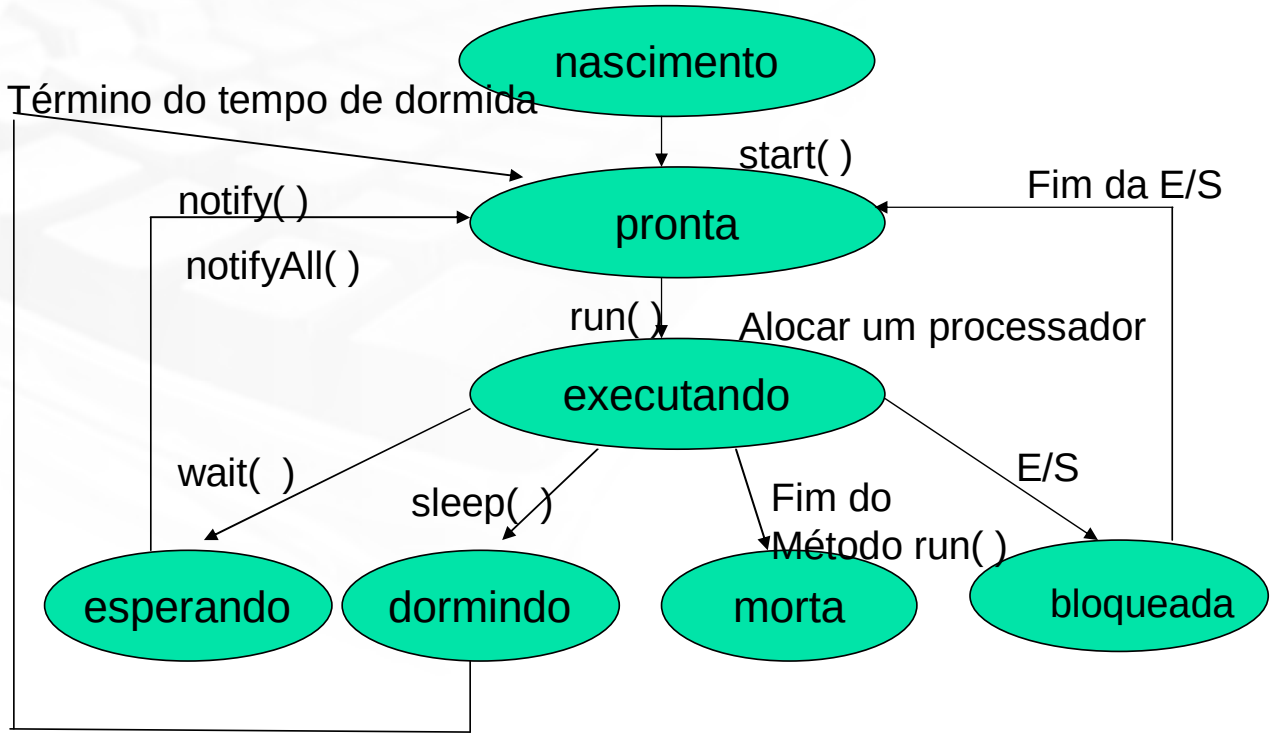
Principais métodos da Classe Thread

- run(): é o método que executa as atividades de uma thread. Quando este método finaliza, a thread também termina.
- start(): método que dispara a execução de uma thread. Este método chama o método run( ) antes de terminar.
- sleep(int x): método que coloca a thread para dormir por x milisegundos.

Principais métodos da Classe Thread

- join( ): método que espera o término da thread para qual foi enviada a mensagem para ser liberada.
- interrupt( ): método que interrompe a execução de uma thread.
- interrupted( ): método que testa se uma thread está ou não interrompida.

Estados da thread

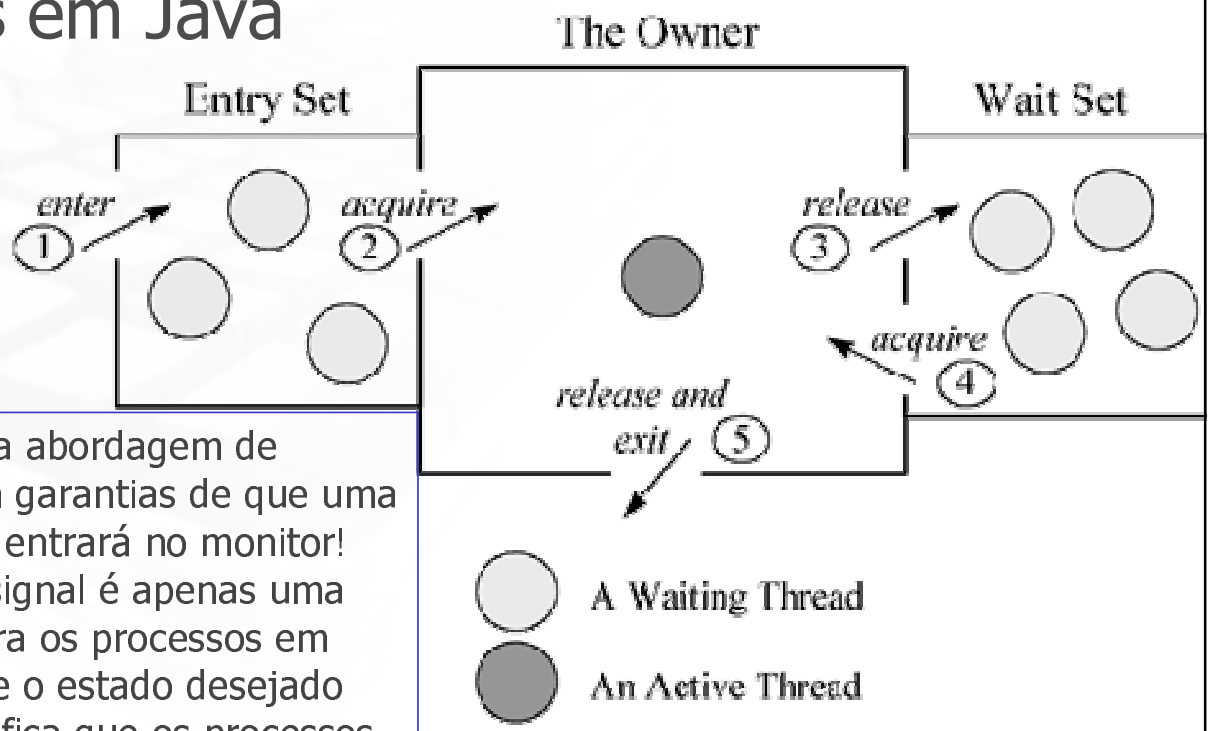


Sincronização de Threads em Java

- O controle de execução de sessões críticas em Java é garantido por um mecanismo de monitores
- Sessão de código (RC) é executada por apenas uma thread em um determinado instante de tempo
- Thread que deseja executar a RC, pede permissão para execução;
  - Se tiver permissão, executa região bloqueando entrada para outras threads
  - Se não tiver a permissão (outra thread está executando), bloqueia até liberar

http://java.sun.com/docs/books/tutorial/essential/concurrency/index.html

Monitores em Java



Baseada na abordagem de *Hansen*, mas sem garantias de que uma *waiting thread* entrará no monitor! Portanto, um signal é apenas uma indicação (para os processos em espera) de que o estado desejado existe. Isto significa que os processos que estão esperando devem sempre checar a condição antes começar a executar no monitor.

Sincronização de Threads em Java *(cont.)*

- Todos os objetos Java são potencialmente *monitores*
- Objetos e classes possuem um lock intrínseco
- Para fazer chamada a algum método de um objeto compartilhado (monitor), deve-se obter o lock
- O mesmo para métodos de classe (static)
- A palavra *synchronized* é usada para se obter o lock de um objeto monitor (ou classe) em java

Granularidade de Sincronização

- Classe
- Objeto
- Bloco de código

Sincronização de Classe

- Garante que apenas uma thread vai executar um (*synchronized*) método no escopo de uma classe (static method)

```
class Buffer {
  private static Pilha p;
  initialize { p = new Pilha(); }
  public Buffer(){}
  syncronized static public void Insere( Object _o ) {
        p.Push( _o );
 }
 syncronized static public Object Retira() {
        return p.Pop();
 }
}
```

Sincronização de Objeto

- Garante que apenas uma thread vai executar um (*synchronized*) método no escopo de um objeto

```
class Buffer {
 private Pilha p;
 public Buffer(){
  p = new Pilha();
 }
 syncronized public void Insere( Object _o ) {
  p.Push( _o );
 }
 syncronized public Object Retira() {
  return p.Pop();
 }
}
```

Sincronização de Bloco

- Garante que apenas uma thread vai executar o conjunto de instruções definidas dentro do bloco
- É usado um objeto auxiliar (e.x. *this) para garantir exclusão mútua*

```
class Buffer {
 private Pilha p;
 public Buffer(){
  p = new Pilha();
 }
 public void Insere( Object _o )
 {
  syncronized(this)
  { p.Push( _o ); }
 }
```

```
syncronized public Object Retira()
{
  Object aux;
  syncronized(this)
  { aux = p.Pop();    }
  return aux;
 }
}
```

Sincronização de Bloco (métodos independentes)

- São usados objetos auxiliares distintos para evitar exclusão mútua (*interleave*) entre métodos

```
public class MsLunch
{ private long c1 = 0;
  private long c2 = 0;
  private Object lock1 = new Object();
  private Object lock2 = new Object();
  public void inc1() {
     synchronized(lock1){
       c1++;
     }
  }
  public void inc2() {
     synchronized(lock2){
       c2++;
     }
 }
 }
```

Sincronização Reentrante

- Uma thread não pode obter um lock que está com outra thread
- Mas uma thread pode obter um lock que ela já possui
- Permite um método (synchronized) chamar outro método também synchronized
- Evita que uma thread cause o bloqueio de si mesma

Guarded Blocks

- Usados para coordenar as ações das threads
- Um "guarded block" começa perguntando (*polling*) se uma condição é verdadeira

```
// joy é uma variável compartilhada
public synchronized guardedJoy(){
   while(!joy){
      try {
        wait(); /* bloqueia a thread até algum evento ser
   notificado. Note que pode ser qualquer evento, não
   necessariamente o que esperamos */
      } catch (InterruptedException e) {}
   }
   System.out.println("Joy and efficiency have been achieved!");
}
```

Guarded Blocks (cont)

- Sempre use o "wait" dentro de um loop que testa se a condição esperada foi satisfeita (Abordagem de Hansen). Não assuma que a interrupção foi para a condição específica que estávamos esperando
- Mesmo que o evento tenha sido o que estávamos esperando, pode ser que a condição não seja mais a mesma quando a thread ganhar permissão de executar

Wait

- Quando uma thread executa *o.wait*, ela precisa ter o lock intrínseco do objeto *o*
- Executar o wait dentro de um método synchronized é uma maneira simples de obter o lock
- Quando uma thread chama o wait, a thread libera o lock e suspende a execução

NotifyAll *(cont.)*

- Uma outra thread que obtenha o lock vai chamar *o.notifyAll*, que informa a todas as threads que estejam esperando por aquele lock que algo importante aconteceu

```
public synchronized notifyJoy(){
  joy = true;
  notifyAll();
}
```

Exemplo dos Filósofos

```
class DiningServer {

   private boolean checkStarving = false;
   private int numPhils = 0;
   private int[] state = null;
   private static final int
      THINKING = 0, HUNGRY = 1, STARVING = 2, EATING = 3;

   public DiningServer(int numPhils, boolean checkStarving) {
      this.numPhils = numPhils;
      this.checkStarving = checkStarving;
      state = new int[numPhils];
      for (int i = 0; i < numPhils; i++) state[i] = THINKING;
      System.out.println("DiningServer: checkStarving="
         + checkStarving);
   }

   private final int left(int i) { return (numPhils + i - 1) % numPhils; }

   private final int right(int i) { return (i + 1) % numPhils; }
```

Exemplo dos Filósofos (cont.)

```
private void seeIfStarving(int k) {
   if (state[k] == HUNGRY && state[left(k)] != STARVING &&
         state[right(k)] != STARVING) {
      state[k] = STARVING;
      System.out.println("philosopher " + k + " is STARVING");
    }
 }

 private void test(int k, boolean checkStarving) {
    if (state[left(k)] != EATING && state[left(k)] != STARVING &&
         (state[k] == HUNGRY || state[k] == STARVING) &&
         state[right(k)] != STARVING && state[right(k)] != EATING)
      state[k] = EATING;
    else if (checkStarving)
      seeIfStarving(k); // simplistic naive check for starvation
 }
```

Exemplos

```
    public synchronized void takeForks(int i) {
        state[i] = HUNGRY;
        test(i, false);
        while (state[i] != EATING)
            try {wait();} catch (InterruptedException e) {}
    }

    public synchronized void putForks(int i) {
        state[i] = THINKING;
        test(left(i), checkStarving);
        test(right(i), checkStarving);
        notifyAll();
    }
}
```