Threads

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro
Prof. Edwar Saliba Júnior
Janeiro de 2013

Introdução

- *Multithreading*:
  - fornece múltiplas *threads* de execução para a aplicação;
  - permite que programas realizem tarefas concorrentemente;
  - às vezes faz-se necessário a sincronização das *threads* para que estas funcionem de acordo com o que se propõe no programa.

Dica de desempenho

- Um problema com aplicativos de uma única *thread* é que atividades longas devem ser concluídas antes que outras atividades possam ser iniciadas;
- Em um aplicativo com múltiplas *threads*, *estas* podem ser distribuídas por múltiplos processadores (se estiverem disponíveis), de modo que múltiplas tarefas são realizadas concorrentemente e o aplicativo pode operar de modo mais eficiente;
- *Multithreading* também pode aumentar o desempenho em sistemas de um único processador que simula a concorrência; quando uma *thread* não puder prosseguir, outra pode utilizar o processador.

Dica de Portabilidade

- Ao contrário das linguagens que não têm capacidades de *multithreading* integradas (como C e C++) e, portanto, devem fazer chamadas não-portáveis para primitivos de *multithreading* do sistema operacional, o Java inclui primitivos de *multithreading* como parte da própria linguagem e de suas bibliotecas. Isso facilita a manipulação de *threads* de maneira portável entre plataformas.

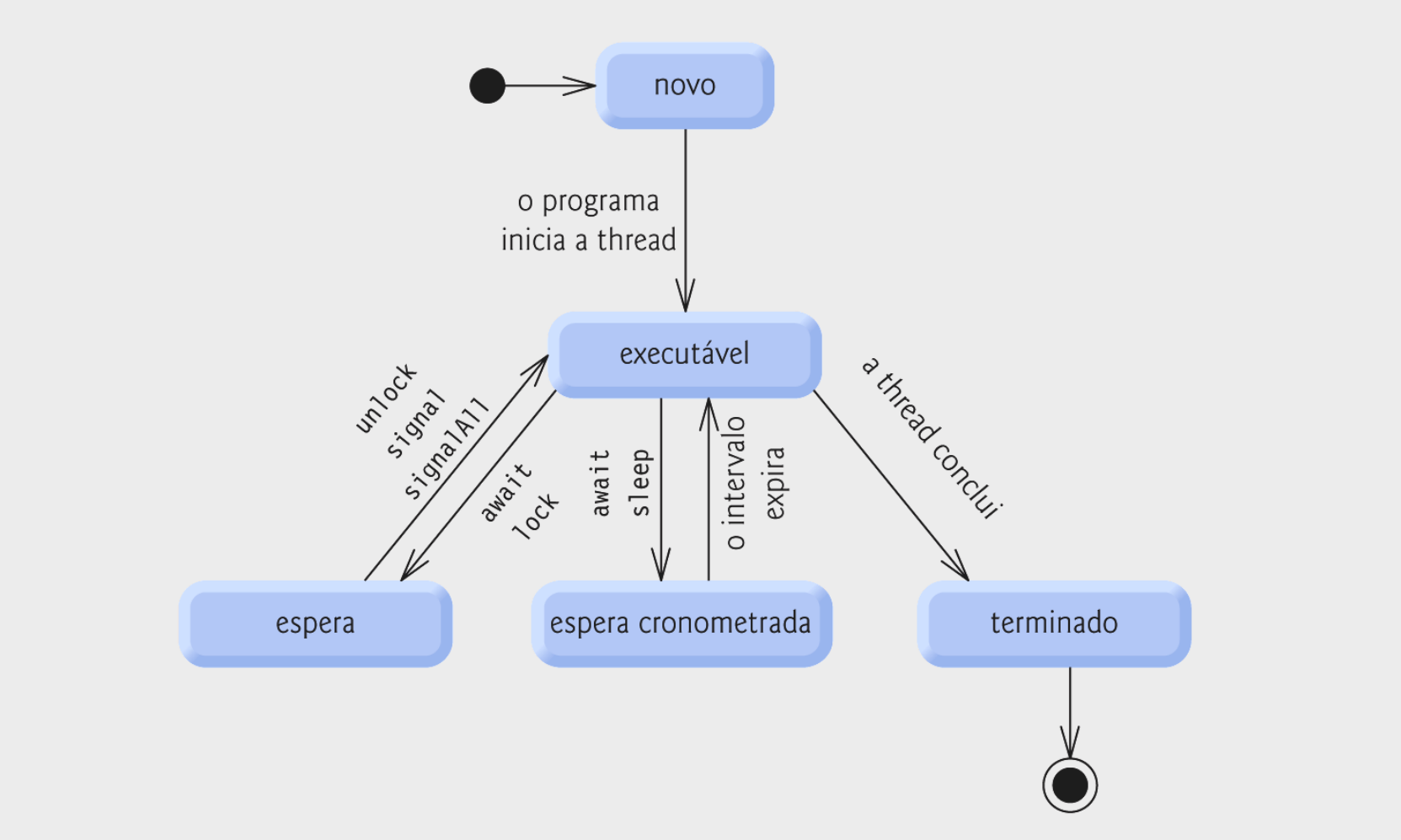
Estados de *thread*: Classe *Thread*

- Estados da *thread*:
  - **novo***:*
    - uma nova *thread* inicia seu ciclo de vida no estado **novo**;
    - permanece nesse estado até o programa iniciar a *thread*, colocando-a no estado **executável**;
  - **executável***:*
    - uma *thread* que entra nesse estado está executando sua tarefa;
  - ***em espera****:*
    - uma *thread* entra nesse estado a fim de esperar que uma outra *thread* realize uma tarefa.

Estados de *thread*: Classe *Thread*

- Estados de *thread*: (continuação)
  - **espera cronometrada**:
    - uma *thread* entra nesse estado para esperar uma outra *thread* ou para transcorrer um determinado período de tempo;
    - uma *thread* nesse estado retorna ao estado **executável** quando ela é sinalizada por uma outra *thread* ou quando o intervalo de tempo especificado expirar;
  - **terminado***:*
    - uma *thread* no estado **executável** entra nesse estado quando completa sua tarefa.

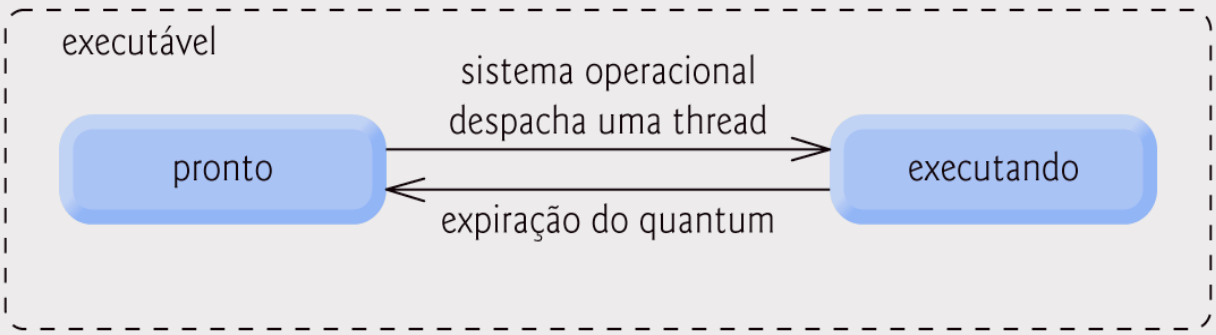
Diagrama de Estado do Ciclo de Vida da *Thread*



Estados da *thread*: Classe *Thread*

- Visão do sistema operacional do estado **executável***:*
  - **pronto***:*
    - uma *thread* nesse estado não está esperando uma outra *thread*, mas está esperando que o sistema operacional atribua a *thread* a um processador;
  - **em execução***:*
    - uma *thread* nesse estado tem atualmente um processador e está executando;
    - uma thread no estado **em execução** frequentemente utiliza uma pequena quantidade de tempo de processador chamada fração de tempo, ou *quantum*, antes de migrar de volta para o estado **pronto***.*

Visualização Interna do Sistema Operacional do Estado Executável da Thread em Java



Prioridades e Agendamento de *Threads*

- Prioridades:
  - cada *thread* Java tem uma prioridade;
  - as prioridades do Java estão no intervalo entre **MIN_PRIORITY** (uma constante de 1) e **MAX_PRIORITY** (uma constante de 10);
  - as *threads* com prioridade mais alta são mais importantes e terão um processador alocado antes das *threads* com prioridades mais baixas;
  - a prioridade-padrão é **NORM_PRIORITY** (uma constante de 5).

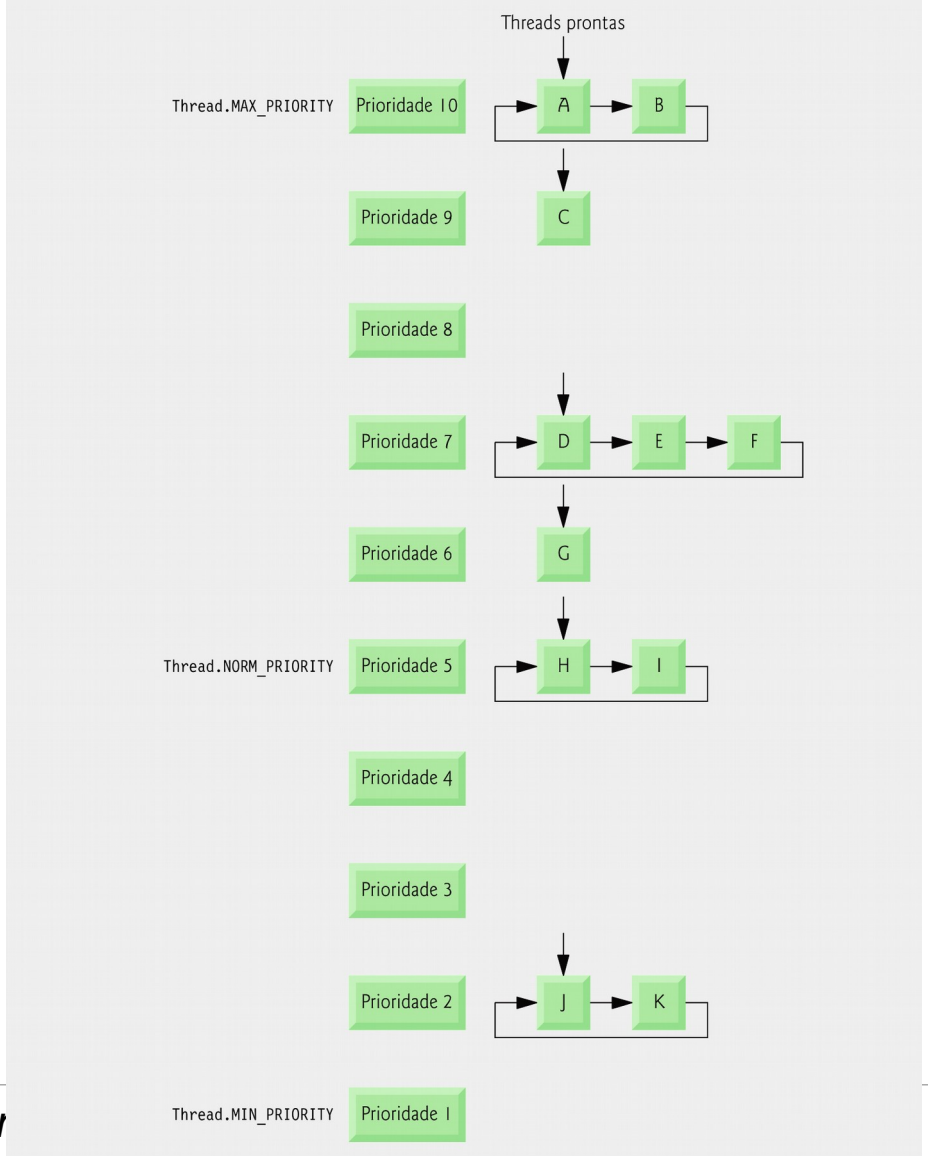
Prioridades e agendamento de *Threads*

- Agendador de *thread*:
  - determina qual *thread* é executada em seguida;
  - uma implementação simples executa *threads* com a mesma prioridade no estilo rodízio;
  - *threads* de prioridade mais alta podem fazer preempção da *thread* atualmente **em execução**.
  - em alguns casos, as *threads* de prioridade alta podem adiar indefinidamente *threads* de prioridade mais baixa; o que também é conhecido como inanição.

Dica de portabilidade

- O agendamento de *thread* é dependente de plataforma;
- um aplicativo que utiliza *multithreading* pode comportar-se diferentemente em plataformas distintas (*e. g.* Windows e GNU/Linux).

Agendamento de Prioridade de *Threads*



Criando e Executando *Threads*

- A interface **`Runnable`**:
  - meio preferido de criar um aplicativo com *multithreads*;
  - declara o método **`run`**;
  - executado por um objeto que implementa a interface **`Executor`**.
- Interface **`Executor`**:
  - declara o método **`execute`**;
  - cria e gerencia um grupo de *threads* chamado *pool* de *threads.*

Criando e Executando *Threads*

- Interface **`ExecutorService`**:
  - é uma subinterface de `Executor` que declara outros métodos para gerenciar o ciclo de vida de um `Executor`;
  - pode ser criada utilizando os métodos `static` da classe `Executors`;
  - o método **`shutdown`** finaliza as *threads* quando as tarefas são concluídas.
- Classe **`Executors`**:
  - o método **`newFixedThreadPool`** cria um *pool* que consiste em um número fixo de *threads*;
  - o método **`newCachedThreadPool`** cria um *pool* que cria novas *threads* conforme necessário.

Exemplo 01

- Interface Runnable
  - Parte 01 - Classe Main.
  - Parte 02 - Classe ImprimeTarefa

Sincronização de *Thread*

- Sincronização de *threads*:
  - fornecido ao programador com exclusão mútua,
    - acesso exclusivo a um objeto compartilhado;
  - implementado no Java utilizando bloqueios.
- **Interface Lock**:
  - o método **`lock`** obtém o bloqueio, impondo a exclusão mútua;
  - o método **`unlock`** libera o bloqueio;
  - a classe **`ReentrantLock`** implementa a interface **`Lock`**.

Sincronização de *Thread*

- Variáveis de condição:
  - se uma *thread* que mantém o bloqueio não puder continuar a sua tarefa até uma condição ser satisfeita, a *thread* pode esperar uma variável de condição;
  - criadas chamando **`newCondition`** do método **`lock`**;
  - representadas por um objeto que implementa a **`interface Condition`**.
- **`Interface Condition`**:
  - declara os métodos: **`await`** - para fazer uma *thread* esperar; **`signal`** - para acordar uma *thread* em espera; e **`signalAll`** - para acordar todas as *threads* em espera.

Erro comum de Programação

- O impasse (*deadlock*) ocorre quando uma *thread* em espera (vamos chamá-la de thread1) não pode prosseguir porque está esperando (direta ou indiretamente) outra *thread* (vamos chamá-la de thread2) prosseguir;
- Simultaneamente, a thread2 não pode prosseguir porque está esperando (direta ou indiretamente) a thread1 prosseguir.
- Como duas *threads* estão esperando uma à outra, as ações que permitiriam a cada *thread* continuar a execução nunca ocorrem.

Observação de Engenharia de *Software*

- O bloqueio que ocorre com a execução dos métodos **`lock`** e **`unlock`** pode levar a um impasse se os bloqueios nunca forem liberados;
- As chamadas para método **`unlock`** devem ser colocadas em blocos **`finally`** para assegurar que os bloqueios sejam liberados e evitar esses tipos de impasses.

Erro Comum de Programação

- É um erro se uma *thread* emitir um **`await`**, um **`signal`** ou um **`signalAll`** em uma variável de condição sem adquirir o bloqueio dessa variável de condição;

- Isso causa uma **`IllegalMonitorStateException`**.

Relacionamento entre Produtor e Consumidor Sem Sincronização

- Relacionamento produtor/consumidor:
  - O produtor gera dados e os armazena na memória compartilhada;
  - O consumidor lê os dados da memória compartilhada;
  - A memória compartilhada é chamada *buffer*.

Exemplo 02
Buffer Não Sincronizado

- Parte 01 - Classe Main.
- Parte 02 - Interface Buffer
- Parte 03 - Classe BufferNaoSincronizado
- Parte 04 - Classe Produtor
- Parte 05 - Classe Consumidor

Relacionamento entre Produtor e Consumidor com Sincronização

- Relacionamento produtor/consumidor:
  - Este exemplo utiliza **Locks** e **Conditions** para implementar a sincronização.

Erro Comum de Programação

- Esquecer de sinalizar (`signal`) uma *thread* que está esperando por uma condição, é um erro de lógica;
- A *thread* permanecerá no estado de *espera*, o que a impedirá de continuar trabalhando;
- Essa espera pode levar a um adiamento indefinido ou a um impasse.

Exemplo 03
Buffer Sincronizado

- Parte 01 - Classe Main.
- Parte 02 - Interface Buffer.
- Parte 03 - Classe BufferSincronizado.
- Parte 04 - Classe Produtor.
- Parte 05 - Classe Consumidor.

Relacionamento de Produtor / Consumidor: *Buffer* Circular

- *Buffer* circular:
  - Fornece espaço extra no *buffer*, onde o produtor pode colocar valores e o consumidor pode lê-los.

Dica de Desempenho

- Mesmo ao utilizar um *buffer* circular, é possível que uma *thread* produtora possa preencher o *buffer*, o que a forçaria a esperar até que uma consumidora consumisse um valor para liberar um elemento do *buffer*;
- De maneira semelhante, se o *buffer* estiver vazio em qualquer dado momento, a *thread* consumidora deve esperar até que a produtora produza outro valor;
- A chave para utilizar um *buffer* circular é otimizar o tamanho do *buffer* para minimizar a quantidade de tempo de espera da *thread*.

Exemplo 04
Buffer Circlular

- Parte 01 - Classe Main.
- Parte 02 - Interface Buffer.
- Parte 03 - Classe BufferCircular.
- Parte 04 - Classe Produtor.
- Parte 05 - Classe Consumidor.

Relacionamento Produtor / Consumidor: `ArrayBlockingQueue`

- `ArrayBlockingQueue`
  - Versão completamente implementada do *buffer* circular;
  - Implementa a interface **`BlockingQueue`**
  - Declara os métodos **`put`** e **`take`** para gravar e ler dados do *buffer*, respectivamente.

Exemplo 05 ArrayBlockingQueue

- Parte 01 - Classe Main.
- Parte 02 - Interface Buffer.
- Parte 03 - Classe ArrayBlockingQueue.
- Parte 04 - Classe Produtor.
- Parte 05 - Classe Consumidor.

Multithreading com GUI

- Componentes GUI Swing:
  - Não são seguros para *threads*;
  - As atualizações devem ser realizadas no caso de uma *thread* de despacho de evento:
    - Utiliza o método `static invokeLater` da classe `SwingUtilities` e passa para ele um objeto `Runnable`.

Exemplo 06
Threads / GUI

- Parte 01 - Classe RandomCharacters / Main.
- Parte 02 - Classe RunnableObject.

Outras Classes e Interfaces em `java.util.concurrent`

- Interface **`Callable`**:
  - declara o método **`call`**;
  - o método **`call`** permite que uma tarefa concorrente retorne um valor ou lance uma exceção;
  - o método **`ExecutorService`** `submit` recebe uma **`Callable`** e retorna uma **`Future`** que representa o resultado da tarefa.
- Interface **`Future`**:
  - declara o método **`get`**.
  - o método **`get`** retorna o resultado da tarefa representada pela **`Future`**.

Observação de Engenharia de *Software*

- O bloqueio que ocorre com a execução dos métodos **`synchronized`** podem levar a um impasse se os bloqueios nunca forem liberados;

- Quando ocorrem exceções, o mecanismo de exceção do Java se coordena com o mecanismo de sincronização para liberar bloqueios e evitar esses tipos de impasses.

Erro Comum de Programação

- Ocorre um erro se uma *thread* emite um **`wait`**, um **`notify`** ou um **`notifyAll`** sobre um objeto sem adquirir um bloqueio para ela;

- Isso causa uma **`IllegalMonitorStateException`**.

Exemplo 07
Método *Synchronized*

- Parte 01 - Classe Main.
- Parte 02 - Interface Buffer.
- Parte 03 - Classe SynchronizedBuffer.
- Parte 04 - Classe Produtor.
- Parte 05 - Classe Consumidor.

Monitores e Bloqueios de Monitor

- Monitores:
  - cada objeto Java tem um monitor;
  - permite que uma *thread* por vez execute dentro de uma instrução **`synchronized;`**
  - *threads* que esperam para adquirir o bloqueio de monitor são colocadas no estado *bloqueado;*
  - o método **`Object wait`** coloca uma *thread* no estado de espera;
  - o método **`Object notify`** acorda uma *thread* em espera e
  - o método **`Object notifyAll`** acorda todas as *threads* em espera.

Bibliografia

- DEITEL, H. M.; DEITEL, P. J. **Java Como Programar**; tradução Edson Furmankiewicz; revisão técnica Fábio Lucchini. 6a. ed., São Paulo: Pearson, 2005.