Java中的多线程你只要看这一篇就够了

作者 纳达丶无忌 (/u/957e5f43e612) + 关注
2016.05.10 20:38* 字数 4140 阅读 36326 评论 19 喜欢 446
(/u/957e5f43e612)

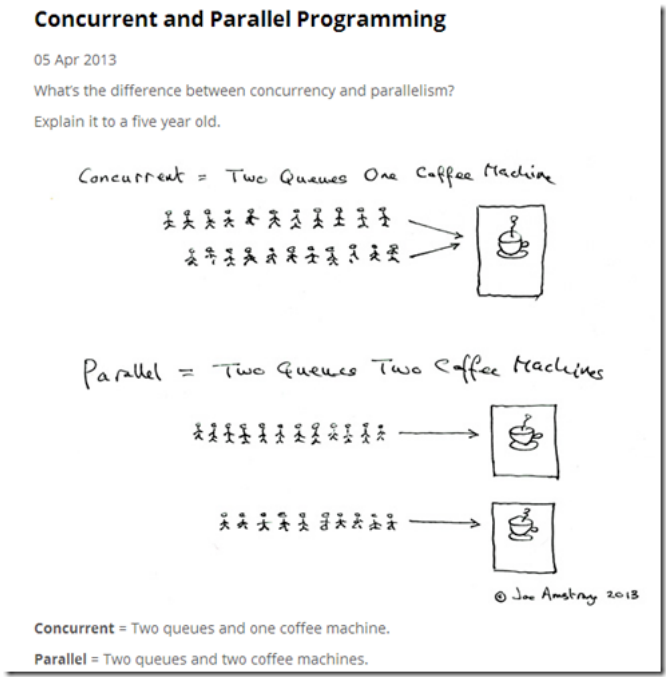
引

如果对什么是线程、什么是进程仍存有疑惑，请先Google之，因为这两个概念不在本文的范围之内。

用多线程只有一个目的，那就是更好的利用cpu的资源，因为所有的多线程代码都可以用单线程来实现。说这个话其实只有一半对，因为反应“多角色”的程序代码，最起码每个角色要给他一个线程吧，否则连实际场景都无法模拟，当然也没法说能用单线程来实现：比如最常见的“生产者，消费者模型”。

很多人都对其中的一些概念不够明确，如同步、并发等等，让我们先建立一个数据字典，以免产生误会。

- 多线程：指的是这个程序（一个进程）运行时产生了不止一个线程
- 并行与并发：
  - 并行：多个cpu实例或者多台机器同时执行一段处理逻辑，是真正的同时。
  - 并发：通过cpu调度算法，让用户看上去同时执行，实际上从cpu操作层面不是真正的同时。并发往往在场景中有公用的资源，那么针对这个公用的资源往往产生瓶颈，我们会用TPS或者QPS来反应这个系统的处理能力。



并发与并行

- 线程安全：经常用来描绘一段代码。指在并发的情况之下，该代码经过多线程使用，线程的调度顺序不影响任何结果。这个时候使用多线程，我们只需要关注系统的内存，cpu是不是够用即可。反过来，线程不安全就意味着线程的调度顺序会影响最终结果，如不加事务的转账代码：

```
void transferMoney(User from, User to, float amount){
  to.setMoney(to.getBalance() + amount);
  from.setMoney(from.getBalance() - amount);
}
```

- 同步：Java中的同步指的是通过人为的控制和调度，保证共享资源的多线程访问成为线程安全，来保证结果的准确。如上面的代码简单加入 `@synchronized` 关键字。在保证结果准确的同时，提高性能，才是优秀的程序。线程安全的优先级高于性能。

好了，让我们开始吧。我准备分成几部分来总结涉及到多线程的内容：

1. 扎好马步：线程的状态
2. 内功心法：每个对象都有的方法（机制）
3. 太祖长拳：基本线程类
4. 九阴真经：高级多线程控制类

扎好马步：线程的状态

先来两张图：

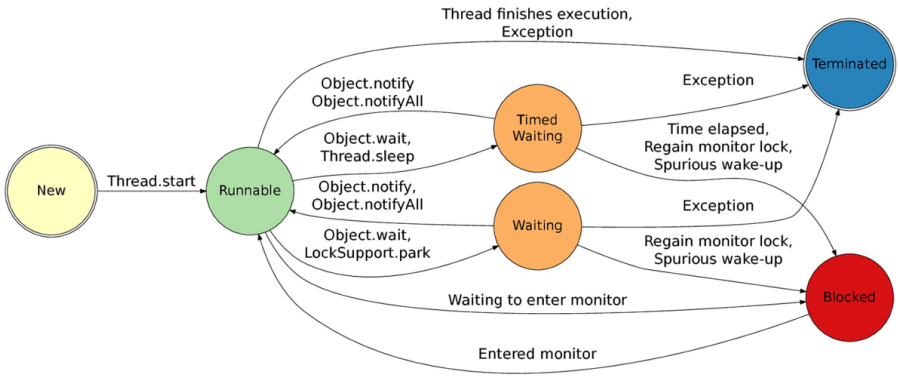
public static enum **Thread.State**
extends Enum<Thread.State>

A thread state. A thread can be in one of the following states:

- **NEW**
  A thread that has not yet started is in this state.
- **RUNNABLE**
  A thread executing in the Java virtual machine is in this state.
- **BLOCKED**
  A thread that is blocked waiting for a monitor lock is in this state.
- **WAITING**
  A thread that is waiting indefinitely for another thread to perform a particular action is in this state.
- **TIMED_WAITING**
  A thread that is waiting for another thread to perform an action for up to a specified waiting time is in this state.
- **TERMINATED**
  A thread that has exited is in this state.

A thread can be in only one state at a given point in time. These states are virtual machine states which do not reflect any operating system thread states.

线程状态



线程状态转换

各种状态一目了然，值得一提的是"Blocked"和"Waiting"这两个状态的区别：

- 线程在Running的过程中可能会遇到阻塞(Blocked)情况
  对Running状态的线程加同步锁(Synchronized)使其进入(lock blocked pool),同步锁被释放进入可运行状态(Runnable)。从jdk源码注释来看，blocked指的是对monitor的等待（可以参考下文的图）即该线程位于等待区。

- 线程在Running的过程中可能会遇到等待（Waiting）情况
  线程可以主动调用object.wait或者sleep，或者join（join内部调用的是sleep，所以可看成sleep的一种）进入。从jdk源码注释来看，waiting是等待另一个线程完成某一个操作，如join等待另一个完成执行，object.wait()等待object.notify()方法执行。

> **Waiting状态和Blocked状态**有点费解，我个人的理解是：Blocked其实也是一种wait，等待的是monitor，但是和Waiting状态不一样，举个例子，有三个线程进入了同步块，其中两个调用了object.wait()，进入了waiting状态，这时第三个调用了object.notifyAll()，这时候前两个线程就一个转移到了Runnable,一个转移到了Blocked。
>
> 从下文的monitor结构图来区别：每个 Monitor在某个时刻，只能被一个线程拥有，该线程就是 “Active Thread”，而其它线程都是 “Waiting Thread”，分别在两个队列 “ Entry Set”和 “Wait Set”里面等候。在 “Entry Set”中等待的线程状态Blocked,从jstack的dump中来看是 “Waiting for monitor entry”，而在 “Wait Set”中等待的线程状态是Waiting，表现在jstack的dump中是 “in Object.wait()”。

此外，在runnable状态的线程是处于被调度的线程，此时的调度顺序是不一定的。Thread类中的yield方法可以让一个running状态的线程转入runnable。

内功心法：每个对象都有的方法（机制）

synchronized, wait, notify 是任何对象都具有的同步工具。让我们先来了解他们

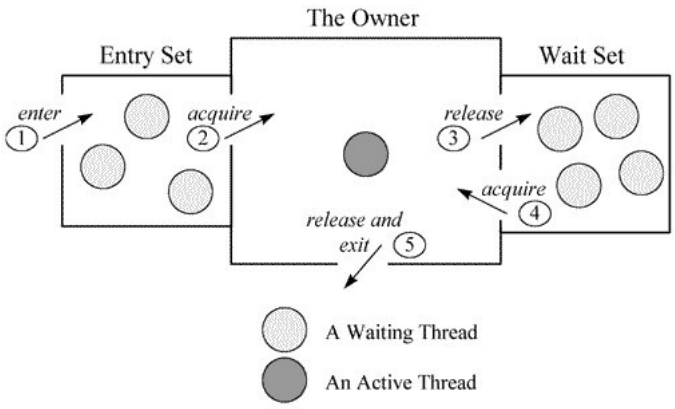


Figure 20-1. A Java monitor.

monitor

他们是应用于同步问题的人工线程调度工具。讲其本质，首先就要明确monitor的概念，Java中的每个对象都有一个监视器，来监测并发代码的重入。在非多线程编码时该监视器不发挥作用，反之如果在synchronized 范围内，监视器发挥作用。

wait/notify必须存在于synchronized块中。并且，这三个关键字针对的是同一个监视器（某对象的监视器）。这意味着wait之后，其他线程可以进入同步块执行。

当某代码并不持有监视器的使用权时（如图中5的状态，即脱离同步块）去wait或notify，会抛出java.lang.IllegalMonitorStateException。也包括在synchronized块中去调用另一个对象的wait/notify，因为不同对象的监视器不同，同样会抛出此异常。

再讲用法：

- synchronized单独使用：
  - 代码块：如下，在多线程环境下，synchronized块中的方法获取了lock实例的monitor，如果实例相同，那么只有一个线程能执行该块内容

```
public class Thread1 implements Runnable {
   Object lock;
   public void run() {
       synchronized(lock){
         ..do something
       }
   }
}
```

- 直接用于方法： 相当于上面代码中用lock来锁定的效果，实际获取的是Thread1类的monitor。更进一步，如果修饰的是static方法，则锁定该类所有实例。

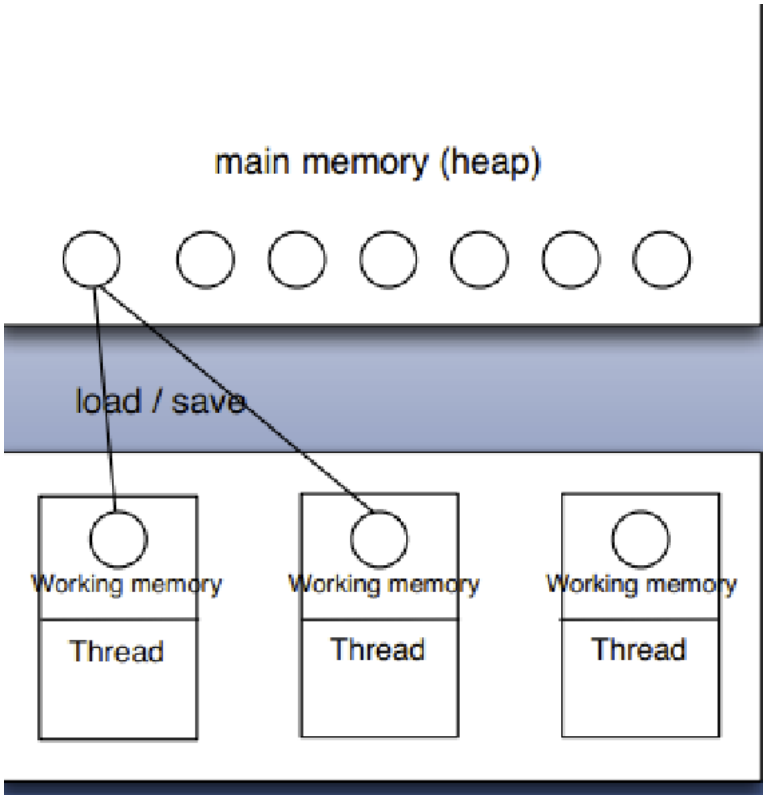
```
public class Thread1 implements Runnable {
   public synchronized void run() {
        ..do something
   }
}
```

- synchronized, wait, notify结合:典型场景生产者消费者问题

```
/**
   * 生产者生产出来的产品交给店员
   */
  public synchronized void produce()
  {
      if(this.product >= MAX_PRODUCT)
      {
          try
          {
              wait();
              System.out.println("产品已满,请稍候再生产");
          }
          catch(InterruptedException e)
          {
              e.printStackTrace();
          }
          return;
      }

      this.product++;
      System.out.println("生产者生产第" + this.product + "个产品.");
      notifyAll();   //通知等待区的消费者可以取出产品了
  }

  /**
   * 消费者从店员取产品
   */
  public synchronized void consume()
  {
      if(this.product <= MIN_PRODUCT)
      {
          try
          {
              wait();
              System.out.println("缺货,稍候再取");
          }
          catch (InterruptedException e)
          {
              e.printStackTrace();
          }
          return;
      }

      System.out.println("消费者取走了第" + this.product + "个产品.");
      this.product--;
      notifyAll();   //通知等待去的生产者可以生产产品了
  }
```

volatile

多线程的内存模型：main memory（主存）、working memory（线程栈），在处理数据时，线程会把值从主存load到本地栈，完成操作后再save回去(volatile关键词的作用：每次针对该变量的操作都激发一次load and save)。



volatile

针对多线程使用的变量如果不是volatile或者final修饰的，很有可能产生不可预知的结果（另一个线程修改了这个值，但是之后在某线程看到的是修改之前的值）。其实道理上讲同一实例的同一属性本身只有一个副本。但是多线程是会缓存值的，本质上，volatile就是不去缓存，直接取值。在线程安全的情况下加volatile会牺牲性能。

太祖长拳：基本线程类

基本线程类指的是Thread类，Runnable接口，Callable接口
Thread 类实现了Runnable接口，启动一个线程的方法：

```
MyThread my = new MyThread();
my.start();
```

Thread类相关方法：

```
//当前线程可转让cpu控制权，让别的就绪状态线程运行（切换）
public static Thread.yield()
//暂停一段时间
public static Thread.sleep()
//在一个线程中调用other.join(),将等待other执行完后才继续本线程。
public join()
//后两个函数皆可以被打断
public interrupte()
```

关于中断：它并不像stop方法那样会中断一个正在运行的线程。线程会不时地检测中断标识位，以判断线程是否应该被中断（中断标识值是否为true）。终端只会影响到wait状态、sleep状态和join状态。被打断的线程会抛出InterruptedException。
Thread.interrupted()检查当前线程是否发生中断，返回boolean
synchronized在获锁的过程中是不能被中断的。

中断是一个状态！interrupt()方法只是将这个状态置为true而已。所以说正常运行的程序不去检测状态，就不会终止，而wait等阻塞方法会去检查并抛出异常。如果在正常运行的程序中添加while(!Thread.interrupted())，则同样可以在中断后离开代码体

Thread类最佳实践：
写的时候最好要设置线程名称 Thread.name，并设置线程组 ThreadGroup，目的是方便管理。在出现问题的时候，打印线程栈 (jstack -pid) 一眼就可以看出是哪个线程出的问题，这个线程是干什么的。

如何获取线程中的异常

```
try{
    Thread t = new Thread(new Task());
    t.setUncaughtExceptionHandler(new UncaughtExceptionHandler() {
        @Override
        public void uncaughtException(Thread t, Throwable e) {
            System.out.println("catch 到了");
        }
    });
    t.start();
}catch (Exception e) {
    System.out.println("catch 不到");
}
```


不能用try,catch来获取线程中的异常

Runnable

与Thread类似

Callable

future模式：并发模式的一种，可以有两种形式，即无阻塞和阻塞，分别是isDone和get。其中Future对象用来存放该线程的返回值以及状态

```
ExecutorService e = Executors.newFixedThreadPool(3);
 //submit方法有多重参数版本，及支持callable也能够支持runnable接口类型.
Future future = e.submit(new myCallable());
future.isDone() //return true,false 无阻塞
future.get() // return 返回值，阻塞直到该线程运行结束
```

九阴真经：高级多线程控制类

以上都属于内功心法，接下来是实际项目中常用到的工具了，Java1.5提供了一个非常高效实用的多线程包:*java.util.concurrent*, 提供了大量高级工具,可以帮助开发者编写高效、易维护、结构清晰的Java多线程程序。

1.ThreadLocal类

用处：保存线程的独立变量。对一个线程类（继承自Thread)
当使用ThreadLocal维护变量时，ThreadLocal为每个使用该变量的线程提供独立的变量副本，所以每一个线程都可以独立地改变自己的副本，而不会影响其它线程所对应的副本。常用于用户登录控制，如记录session信息。

实现：每个Thread都持有一个TreadLocalMap类型的变量（该类是一个轻量级的Map，功能与map一样，区别是桶里放的是entry而不是entry的链表。功能还是一个map。）以本身为key，以目标为value。
主要方法是get()和set(T a)，set之后在map里维护一个threadLocal -> a，get时将a返回。ThreadLocal是一个特殊的容器。

2.原子类（AtomicInteger、AtomicBoolean……）

如果使用atomic wrapper class如atomicInteger，或者使用自己保证原子的操作，则等同于synchronized

```
//返回值为boolean
AtomicInteger.compareAndSet(int expect,int update)
```

该方法可用于实现乐观锁，考虑文中最初提到的如下场景：a给b付款10元，a扣了10元，b要加10元。此时c给b2元，但是b的加十元代码约为：

```
if(b.value.compareAndSet(old, value)){
   return ;
}else{
   //try again
   // if that fails, rollback and log
}
```

AtomicReference
对于AtomicReference 来讲，也许对象会出现，属性丢失的情况，即oldObject == current，但是oldObject.getPropertyA != current.getPropertyA。
这时候，AtomicStampedReference就派上用场了。这也是一个很常用的思路，即加上版本号

3.Lock类

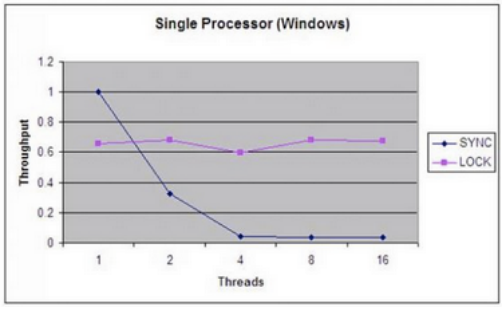
lock: 在java.util.concurrent包内。共有三个实现：

- ReentrantLock
- ReentrantReadWriteLock.ReadLock
- ReentrantReadWriteLock.WriteLock

主要目的是和synchronized一样， 两者都是为了解决同步问题，处理资源争端而产生的技术。功能类似但有一些区别。

区别如下：

1. lock更灵活，可以自由定义多把锁的枷锁解锁顺序（synchronized要按照先加的后解顺序）
2. 提供多种加锁方案，lock 阻塞式, trylock 无阻塞式, lockInterruptily 可打断式， 还有trylock的带超时时间版本。
3. 本质上和监视器锁（即synchronized是一样的）
4. 能力越大，责任越大，必须控制好加锁和解锁，否则会导致灾难。
5. 和Condition类的结合。
6. 性能更高，对比如下图：



synchronized和Lock性能对比

ReentrantLock
可重入的意义在于持有锁的线程可以继续持有，并且要释放对等的次数后才真正释放该锁。
使用方法是：

1.先new一个实例

```
static ReentrantLock r=new ReentrantLock();
```

2.加锁

```
r.lock()或r.lockInterruptibly();
```

此处也是个不同，后者可被打断。当a线程lock后，b线程阻塞，此时如果是lockInterruptibly，那么在调用b.interrupt()之后，b线程退出阻塞，并放弃对资源的争抢，进入catch块。（如果使用后者，必须throw interruptable exception 或catch）

3.释放锁

```
r.unlock()
```

必须做！何为必须做呢，要放在finally里面。以防止异常跳出了正常流程，导致灾难。这里补充一个小知识点，finally是可以信任的：经过测试，哪怕是发生了OutofMemoryError，finally块中的语句执行也能够得到保证。

ReentrantReadWriteLock

可重入读写锁（读写锁的一个实现）

```
    ReentrantReadWriteLock lock = new ReentrantReadWriteLock()
    ReadLock r = lock.readLock();
    WriteLock w = lock.writeLock();
```

两者都有lock,unlock方法。写写，写读互斥；读读不互斥。可以实现并发读的高效线程安全代码

4.容器类

这里就讨论比较常用的两个：

- BlockingQueue
- ConcurrentHashMap

BlockingQueue
阻塞队列。该类是java.util.concurrent包下的重要类，通过对Queue的学习可以得知，这个queue是单向队列，可以在队列头添加元素和在队尾删除或取出元素。类似于一个管　　道，特别适用于先进先出策略的一些应用场景。普通的queue接口主要实现有PriorityQueue（优先队列），有兴趣可以研究

BlockingQueue在队列的基础上添加了多线程协作的功能：

	Throws exception	*Special value*	*Blocks*	*Times out*
Insert	add(e)	offer(e)	put(e)	offer(e, time, unit)
Remove	remove()	poll()	take()	poll(time, unit)
Examine	element()	peek()	*not applicable*	*not applicable*

BlockingQueue

除了传统的queue功能（表格左边的两列）之外，还提供了阻塞接口put和take，带超时功能的阻塞接口offer和poll。put会在队列满的时候阻塞，直到有空间时被唤醒；take在

队　列空的时候阻塞，直到有东西拿的时候才被唤醒。用于生产者-消费者模型尤其好用，堪称神器。

常见的阻塞队列有：

- ArrayListBlockingQueue
- LinkedListBlockingQueue
- DelayQueue
- SynchronousQueue

ConcurrentHashMap
高效的线程安全哈希map。请对比hashTable , concurrentHashMap, HashMap

5.管理类

管理类的概念比较泛，用于管理线程，本身不是多线程的，但提供了一些机制来利用上述的工具做一些封装。
了解到的值得一提的管理类：ThreadPoolExecutor和 JMX框架下的系统级管理类 ThreadMXBean
ThreadPoolExecutor
如果不了解这个类，应该了解前面提到的ExecutorService，开一个自己的线程池非常方便：

```
ExecutorService e = Executors.newCachedThreadPool();
    ExecutorService e = Executors.newSingleThreadExecutor();
    ExecutorService e = Executors.newFixedThreadPool(3);
    // 第一种是可变大小线程池，按照任务数来分配线程，
    // 第二种是单线程池，相当于FixedThreadPool(1)
    // 第三种是固定大小线程池。
    // 然后运行
    e.execute(new MyRunnableImpl());
```

该类内部是通过ThreadPoolExecutor实现的，掌握该类有助于理解线程池的管理，本质上，他们都是ThreadPoolExecutor类的各种实现版本。请参见javadoc：

java.util.concurrent.ThreadPoolExecutor.ThreadPoolExecutor(int corePoolSize, int maximumPoolSize, long keepAliveTime, TimeUnit unit, BlockingQueue<Runnable> workQueue, ThreadFactory threadFactory)

Creates a new `ThreadPoolExecutor` with the given initial parameters and default rejected execution handler.

Parameters:
corePoolSize the number of threads to keep in the pool, even if they are idle.
maximumPoolSize the maximum number of threads to allow in the pool.
keepAliveTime when the number of threads is greater than the core, this is the maximum time that excess idle threads will wait for new tasks before terminating.
unit the time unit for the keepAliveTime argument.
workQueue the queue to use for holding tasks before they are executed. This queue will hold only the `Runnable` tasks submitted by the `execute` method.
threadFactory the factory to use when the executor creates a new thread.
Throws:
IllegalArgumentException - if corePoolSize or keepAliveTime less than zero, or if maximumPoolSize less than or equal to zero, or if corePoolSize greater than maximumPoolSize.
NullPointerException - if `workQueue` or `threadFactory` are null.

ThreadPoolExecutor参数解释

翻译一下：
corePoolSize:池内线程初始值与最小值，就算是空闲状态，也会保持该数量线程。
maximumPoolSize:线程最大值，线程的增长始终不会超过该值。
keepAliveTime：当池内线程数高于corePoolSize时，经过多少时间多余的空闲线程才会被回收。回收前处于wait状态
unit：
时间单位，可以使用TimeUnit的实例，如TimeUnit.MILLISECONDS
workQueue:待入任务（Runnable）的等待场所，该参数主要影响调度策略，如公平与

否，是否产生饿死(starving)
threadFactory:线程工厂类，有默认实现，如果有自定义的需要则需要自己实现ThreadFactory接口并作为参数传入。

> 请注意：该类十分常用，作者80%的多线程问题靠他。

Java (/nb/4225145)

举报文章 © 著作权归作者所有

纳达丶无忌 (/u/957e5f43e612)
写了 47780 字，被 596 人关注，获得了 1087 个喜欢
(/u/957e5f43e612)
+关注
阿里巴巴技术专家 需要内推阿里，蚂蚁金服，菜鸟的可以私信联系我 全栈开发 机器学习爱好者 单词量早日...

如果觉得我的文章对您有用，请随意赞赏。您的支持将鼓励我继续创作！

赞赏支持

支 (/u/[illegible]3ce)

♡ 喜欢 (/sign_in) | 446

更多分享
(http://cwb.assets.jianshu.io/notes/images/389459[illegible]

登录 (/sign_in)后发表评论

19条评论 只看作者 按喜欢排序 按时间正序 按时间倒序

Luvvei (/u/f8b047078c43)
4楼 · 2016.05.13 19:16
(/u/f8b047078c43)
楼主写的不错，不过要说够还差远了。

5人赞 回复

飞空流雪 (/u/b4fcf592b9d1)
3楼 · 2016.05.12 14:09
(/u/b4fcf592b9d1)
楼主写的不错，建议synchronized和volate应该从可见性和原子性对比一下写更好

3人赞 回复

> Geckhan的读书笔记本 (/u/61da7bd7980d)： 高手！
> 2017.02.17 10:12 回复

添加新评论

6fb17932e3b6 (/u/6fb17932e3b6)
2楼 · 2016.05.12 08:25
(/u/6fb17932e3b6)
多线程

赞 回复

ashank (/u/807f6d160697)
5楼 · 2016.05.18 18:17
(/u/807f6d160697)
楼主，如何将一个正在执行的线程停止掉，本人用的是Executors.newCachedThreadPool()，请指教

赞 回复

> 纳达丶无忌 (/u/957e5f43e612)： @ashank (/users/807f6d160697) 停止跟使用什么线程池没关系。
> 简单地说，推荐在需要被终止的线程里设置变量bool stopped，在需要终止的逻辑处加上
> while(!stopped){
> .. do your stuff..
> }
> 不推荐的方式包括thread.interrupt()和thread.stop()。interrupt()参考本文中说明，stop()现已被deprecate，尽量不要使用。
> 2016.05.19 09:20 回复
>
> puyangsky (/u/731d520d1cc8)： @ashank (/users/807f6d160697) thread.yeild()这个？
> 2016.08.16 22:19 回复
>
> 添加新评论

kkzzzzzz (/u/55760013c0cf)
6楼 · 2016.09.11 12:13
(/u/55760013c0cf)
关于ThreadLocal类的说明有误，应该是以ThreadLocal为key，文章说以本身为key ，容易让人误解为以TreadLocalMap

赞 回复

> 纳达丶无忌 (/u/957e5f43e612)： 说的就是TreadLocalMap，你可能没看清楚
> 2017.03.08 11:22 回复
>
> kkzzzzzz (/u/55760013c0cf)： @知米丶无忌 (/users/957e5f43e612) 这个map是以ThreadLocal为key，
> 2017.03.25 20:40 回复
>
> 添加新评论

乔小欠儿 (/u/e19a14a23e4b)
7楼 · 2016.09.23 16:05
(/u/e19a14a23e4b)
你好，请教个问题，文中有这样一段介绍volatile：多线程的内存模型：main memory（主存）、working memory（线程栈），在处理数据时，线程会把值从主存load到本地栈，完成操作后再save回去(volatile关键词的作用：每次针对该变量的操作都激发一次load and save)。
请问这句“线程会把值从主存load到本地栈，完成操作后再save回去”的完成操作指的是run方法结束还是什么？

赞 回复

> 纳达丶无忌 (/u/957e5f43e612)： 跟虚拟机实现方式有关
> 2016.09.27 10:07 回复
>
> 添加新评论

gk2004busy (/u/86e5e082dd3a)
8楼 · 2016.09.27 09:05
(/u/86e5e082dd3a)
先顶顶再看看

赞 回复

怒放灬生命 (/u/1fcc26c8aee5)
9楼 · 2016.10.28 09:42
(/u/1fcc26c8aee5)
写的很详细

赞 回复

相互交流 (/u/6acf80da51eb)
10楼 · 2016.12.30 17:20
(/u/6acf80da51eb)
楼主，子线程怎么回收，，？？？

赞 回复

迅仔 (/u/bd7feebaba71)
11楼 · 2017.01.09 17:56
(/u/bd7feebaba71)
大神 我转下。。。

赞 回复

pengzee (/u/4e26d1cf2b06)
13楼 · 2017.03.07 11:52
(/u/4e26d1cf2b06)
百度百科：原子操作(atomic operation)是不需要synchronized"，这是Java多线程编程的老生常谈了。所谓原子操作是指不会被线程调度机制打断的操作；这种操作一旦开始，就一直运行到结束，中间不会有任何 context switch （切换到另一个线程）。这里和文章中的理解有歧义

赞 回复

> 纳达丶无忌 (/u/957e5f43e612)： 你好，我猜测你指的是和这一句『如果使用atomic wrapper class如atomicInteger，或者使用自己保证原子的操作，则等同于synchronized』。那么可能我表述不够准确，我所说的等同于synchronized是指语义上等同，但没有说需要加上synchronized关键字。
>
> 不知是否满意
>
> 2017.03.08 11:19 回复
>
> pengzee (/u/4e26d1cf2b06)： @知米丶无忌 (/users/957e5f43e612) 好的！ 非常感谢你的回复
>
> 2017.03.08 17:13 回复
>
> 添加新评论

被以下专题收入，发现更多相似内容

首页投稿 (/c/bDHhpK?utm_source=desktop&utm_medium=notes-included-collection)

程序员 (/c/NEt52a?utm_source=desktop&utm_medium=notes-included-collection)

IT共论 (/c/1113b792c0dc?utm_source=desktop&utm_medium=notes-included-collection)

Java开发那些事 (/c/bf318b68fddc?utm_source=desktop&utm_medium=notes-included-collection)

Think C... (/c/f91da3ac4d50?utm_source=desktop&utm_medium=notes-included-collection)

@IT·程序猿 (/c/ae290df20077?utm_source=desktop&utm_medium=notes-included-collection)

Java学习笔记 (/c/04cb7410c597?utm_source=desktop&utm_medium=notes-included-collection)

展开更多

更多精彩内容

技术管理的一些思考

纳达丶无忌

Go语言入门【三】：通过一段代码学Go…

纳达丶无忌

对不起，我不喜欢与人过分热络

神女小赵