# 多线程

相关链接：

https://segmentfault.com/a/1190000013813740

https://blog.csdn.net/javazejian/article/details/50896505

http://ifeve.com/java-concurrency-thread-directory/

## 基本概念

### Linux环境查找哪个线程使用CPU最高

1）获取项目的pid

jps或ps -ef | grep java

2）查看项目中每条线程占用CPU百分比

top -h -p pid #使用"top -H -p pid"+"jps pid"可以很容易地找到某条占用CPU高的线程的线程堆栈，从而定位占用CPU高的原因

### 进程与线程的定义

进程：一个进程是一个独立（self contained）的运行环境，它可以被看作一个程序或者一个应用。

线程：线程是在进程中独立运行的一个子任务，是操作系统能够进行运算调度的最小单位。

### 多线程好处

发挥多核CPU优势，提高资源利用率。

例如，从磁盘读取一个文件需要5秒，处理一个文件需要2秒。CPU等待第一个文件被读取完。然后开始读取第二个文件；当第二文件在被读取的时候，CPU会去处理第一个文件。

单核CPU上所谓的"多线程"那是假的多线程，同一时间处理器只会处理一段逻辑，只不过线程之间切换得比较快，看着像多个线程"同时"运行罢了。

多核CPU上的多线程才是真正的多线程，它能让你的多段逻辑同时工作，多线程，可以真正发挥出多核CPU的优势来，达到充分利用CPU的目的。

### 守护线程和用户线程

线程分为守护线程、用户线程（默认）。

setDaemon(true) //设置线程为守护线程（在调用start()方法之前设置）

守护线程：会作为进程的守护者，如果进程内没有用户线程时，守护线程也会被销毁，即使是该线程没有运行结束。

守护线程最典型的例子就是GC线程。

### 线程安全

问题：一个线程在读一个内存时，另一个线程正向该内存进行写操作，那进行读操作的那个线程将获得什么结果呢？

线程安全：如果你的代码在多线程下执行和在单线程下执行永远都能获得一样的结果，那么你的代码就是线程安全的。

非线程安全：在多线程环境下，数据访问前后出现结果不一致情况。存在多线程先后修改数据。

线程安全的代码不包含竞态条件。当多个线程同时更新共享资源时会引发竞态条件。

线程安全：Vector、HashTable、StringBuffer

非线程安全：ArrayList、LinkedList、HashMap、HashSet、TreeMap、TreeSet、StringBuilder

### 共享资源介绍

-1）局部变量

局部变量存储在线程自己的栈中，即局部变量永远不会被多个线程共享。因此基础类型的局部变量是线程安全的。

public void method1() {

long threadSafeInt = 0; //基础类型的局部变量

threadSafeInt++;

}

-2）局部的对象引用

因为引用所指的对象并没有存储在线程的栈内，而是都存在于共享堆中。如果在某个方法中创建的对象不会逃逸出该方法（附：该对象没有return，从而不会被其它方法获取）

逃逸的方式：将该对象返回

线程逃逸规则：

如果一个资源的创建、使用、销毁都在同一线程内完成，且永远不会脱离该线程的控制，则该资源的使用就是线程安全的。

资源可以是对象、数组、文件、数据库连接、套接字等等。这里的销毁指不再有引用指向对象。

-3）对象成员

对象成员存储在堆上。如果两个线程同时更新同一个对象的同一个成员，那这个代码就不是线程安全的。

当然，如果这两个线程在不同的对象实例上调用同一方法，就不会导致竞态条件。

### 线程运行机制

一个CPU每个时刻只能执行一条线程；

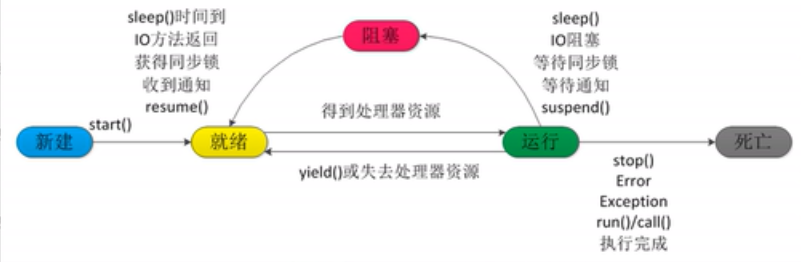
操作系统给每条线程分配不同长度的时间片；(出现线程状态)

操作系统会从一堆线程中随机选取一条执行；(出现上下文切换)

每条线程用完自己的时间片后，即使任务还没完成，操作系统也会剥夺它的执行权，让另一条线程去执行。

### 线程的生命周期

5种生命周期：新建、就绪、运行、阻塞、死亡



说明：

-1）新建态(new)：新创建一个线程对象，jvm为其分配内存空间（创建方法栈和程序计数器），并初始化成员的变量。

-2）就绪态(Runnable)：调用该对象的start()方法，该线程处于就绪状态，线程进入可运行线程池中，等待获取CPU的使用权。

-3）运行态(Running)：就绪态的线程获取了CPU，开始执行程序代码，该线程进入运行状态。

-4）阻塞态(Blocked)：线程因为某种原因放弃了CPU的使用权，暂时停止运行。阻塞态的线程直到进入就绪态，才有机会转到运行态。

-5）死亡态(Dead)：线程执行完了或者因异常退出了run()方法，该线程结束生命周期

阻塞态分类：

1、等待阻塞:调用wait()方法，JVM会把该线程放入等待池中

2、同步阻塞:在获取同步锁时，该同步锁已被别的线程占用，则JVM会把该线程放入锁池中

3、其它阻塞:执行sleep()或join()方法，或者发出了I/O请求

## 并发问题

并发需要注意的问题：上下文切换、死锁、资源限制

### 并行(Parallel)和并发(Concurrent)

并行(parallellism)：在多个cpu同一时间处理多个任务

并发(concurrency)：是指在一个cpu处理的线程中一直不断的切换任务，最终给人的感觉就像是执行了多个任务。（理解高并发概念）

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。

### 上下文切换

多线程的上下文切换是指CPU控制权由一个已经正在运行的线程切换到另外一个就绪并等待获取CPU执行权的线程的过程。

当一条线程的时间片用完后，操作系统会暂停该线程，并保存该线程相应的信息，然后再随机选择一条新线程去执行，该过程就是“上下文切换”。

多线程不一定在多核处理器才支持的，单核处理器也支持。

CPU通过给每个线程分配一定的时间片，由于时间非常短通常是几十毫秒，所以CPU可以不停的切换线程执行任务从而达到了多线程的效果。

但是由于在线程切换的时候需要保存本次执行的信息，在该线程被CPU剥夺时间片后又再次运行恢复上次所保存的信息的过程就称为上下文切换。

线程对于异步操作很好，如果你有1000个线程应用程序中运行，上下文切换可能比你的业务实际工作还要做得多。克服这个问题的方法之一是使用'固定'的线程池。固定意思大小不变的有界的。

永远不要让它无限：您可以使用连接池，线程池，队列和许多其他机制来获得性能。可能在测试过程中，所有这些确实非常好，但是如果不限制最大值将自讨苦吃。，对不可预知的条件这是一个很好的防守的做法。

上下文切换步骤：

1）暂停正在执行的线程；

2）保存该线程的相关信息（如：执行到哪一行、程序计算的中间结果等）；

3）从就绪队列中随机选一条线程；

4）读取该线程的上下文信息，继续执行。

上下文切换是由开销的：

1）每次进行上下文切换时都需要保存当前线程的执行状态，并加载新线程先前的状态；

2）原因：如果上下文切换频繁，CPU在上下文切换上的时间占比就会上升，而真正处理任务的时间占比就会减少。

附：为了提高并发程序的执行效率，让CPU把时间花在刀刃上，我们需要减少上下文切换的次数。

减少上下文切换：

1）减少线程的数量

2）控制同一把锁上的线程数量

3）采用无锁并发编程。采用 CAS(compare and swap) 算法，仅在线程内部需要更新共享变量时使用CAS算法来更新，这种方式不会阻塞线程，并保证更新过程的安全性。（如 Atomic 包就是采用 CAS 算法）

### 任务的状态

1）需要并发执行的任务是无状态的：HASH分段

所谓无状态：是指并发执行的任务没有共享变量，它们都独立执行。对于这种类型的任务可以按照ID进行HASH分段，每段用一条线程去执行。

2）需要并发执行的任务是有状态的：CAS算法

如果任务需要修改共享变量，那么必须要控制线程的执行顺序，否则会出现安全性问题。

解决线程的执行顺序：你可以给任务加锁，保证任务的原子性与可见性，但这会引起阻塞，从而发生上下文切换；

### 死锁

描述：线程1给对象A加锁后再给对象B加锁，而线程2给对象B加锁后再给对象A加锁。使得线程1和线程2因为需获取的资源已被占用而发生死锁。

当多个线程相互等待已经被对方占用的资源时，就会产生死锁。

情况如下：

Thread1 lock A，waits for B

Thread2 lock B，waits for A

如何避免死锁：

1、加锁顺序（线程需按照某种顺序加锁）

2、加锁时限(线程尝试获取锁时加上一定的时限，超过时限则放弃对该锁的请求，并释放自己占有的锁)

3、死锁检测

### 重排序

重排序指编译器、处理器在不改变程序执行结果的前提下，重新排列指令的执行顺序，以达到最佳的运行效率。

数据依赖：若相邻的两条指令访问同一个变量，并且其中又一条指令执行写操作，那么这样的两条指令之间存在数据依赖。对于有数据依赖关系的指令，不会发生重排序。

编译器和处理器只会对没有依赖关系的指令进行重排序。

as-if-serial：？？？

volatile不会发生重排序

分类：

-1）编译器优化：对于没有数据依赖关系的操作，编译器在编译的过程中会进行一定程度的重排。例如，a=1和x=b，它们之间没有数据依赖关系，调换位置没影响。

-2）指令重排序：CPU优化行为，也是对不存在数据依赖关系的指令进行一定程度的重排。

# 锁介绍

相关链接：https://segmentfault.com/a/1190000017766364#articleHeader8

## 分类（15种）

## 公平锁/非公平锁

-1）公平锁：

指多个线程按照申请锁的顺序来获取锁。

-2）非公平锁：

指多个线程获取锁的顺序并不是按照申请锁的顺序。有可能造成优先级反转或饥饿现象

ReentrantLock通过构造函数指定该锁是否是公平锁，默认非公平锁。非公平锁的优点是吞吐量比公平锁大。

Synchronized也是一种非公平锁。由于其并不像ReentrantLock通过AQS来实现线程调度，所以并没有任何方法将Synchronized变成公平锁

## 重入锁/不可重入锁

-1）可重入锁

指可重复可递归调用的锁，在外层使用锁之后，在内层仍然可以使用，并且不发生死锁（前提是指同一个对象或class）。

ReentrantLock和Synchronized都是可重入锁。

实例：

synchronized void method1() throws Exception {

Thread.sleep(500);

method2();

}

synchronized void method2() throws Exception {

Thread.sleep(1000);

}

说明：如果synchronized不是可重入锁，method2可能不会被当前线程执行，可能造成死锁。

-2）不可重入锁：

与可重入锁相反，不可递归调用，递归调用就发生死锁。

实例1：

--使用自旋锁来模拟一个不可重入锁

public class UnreentrantLock {

private AtomicReference<Thread> owner = new AtomicReference<Thread>();

public void lock() {

Thread current Thread.currentThread();

//“自旋”

for (;;) {

if (!owner.compareAndSet(null, current)) {

return;

}

}

}

public void unlock() {

Thread current = Tread.currentThread();

owner.compareAndSet(current, null);

}

}

说明：使用原子引用来存放线程，同一线程两次调用lock方法，如果不执行unlock()方法释放锁，第二次调用自旋时会产生死锁。这个锁就不是可重入的，而实际上同一个线程不必每次都去释放锁再来获取锁，这样的调度切换是很耗资源的。

实例2：

--把它变成一个可重入锁

public class UnreentrantLock {

private AtomicReference<Thread> owner = new AtomicReference<Thread>();

private int state = 0;

public void lock() {

Thread current = Thread.currentThread();

if (current == owner.get()) {

state++;

return;

}

//“自旋”

for (;;) {

if (!owner.compareAndSet(null, current)) return;

}

}

public void unlock() {

Thread current = Thread.currentThread();

if (current == owner.get()) {

if (state != 0) {

state--;

} else {

owner.compareAndSet(current, null);

}

}

}

}

说明：在执行每次操作之前，判断当前锁持有者是否是当前对象，采用state计数，不用每次去释放锁。

ReentranLock可重入锁实现：

--参照nonfairTryAcquire方法。

## 独享锁/共享锁

-1）独享锁：

该锁每一次只能被一个线程所持有。

-2）共享锁：

该锁可被多个线程共有，典型的就是ReentrantReadWriteLock里的读锁，它的读锁是可以被共享的，但是它的写锁确每次只能被独占。

另外读锁的共享可保证并发读是非常高效的，但是读写和写写，写读都是互斥的。

独享锁与共享锁也是通过AQS来实现的，通过实现不同的方法，来实现独享或者共享。

对于Synchronized而言，当然是独享锁。

## 乐观锁/悲观锁

-1）悲观锁：

参考synchronized关键字

在多线程竞争下，加锁、释放锁会导致比较多的上下文切换和调度延时，引起性能问题。

一个线程持有锁会导致其它所有需要此锁的线程挂起。

如果一个优先级高的线程等待一个优先级低的线程释放锁会导致优先级倒置，引起性能风险。

-2）乐观锁：

每次不加锁而是假设没有冲突而去完成某项操作，如果因为冲突失败就重试，直到成功为止。

## 自旋锁

自选好处：

synchronized里面的代码执行得非常快，不妨让等待锁的线程不要被阻塞，而是在synchronized的边界做忙循环，这就是自旋。如果做了多次忙循环发现还没有获得锁，再阻塞，这样可能是一种更好的策略。

自旋锁：指当一个线程在获取锁时，若该锁已经被其它线程获取，那么该线程将循环等待，然后不断的判断锁是否能够被成功获取，直到获取锁才会退出循环。

cas(compare and swap)算法是一种无锁算法，是乐观锁的一种实现方式，cas算法中又涉及到自旋锁。

简单例子：

public class SpinLock {

private AtomicReference<Thread> cas = new AtomicReference<Thread>();

public void lock() {

Thread current = Thread.currentThread();

// 利用cas

while (!cas.compareAndSet(null, current)) {

// do nothing

}

}

public void unlock() {

Thread current = Thread.currentThread();

cas.compareAndSet(current, null);

}

}

说明：lock()方法利用cas，当第一个线程A获取锁时，能成功获取到，不会进入while循环；在线程A没有释放锁，另一线程B又来获取锁，此时由于不满足cas，所以就会进入while循环，不断判断是否满足cas，直到线程A调用unlock()方法释放锁。

## 可重入锁(ReentrantLock)

ReentrantLock lock = new ReentrantLock(); //创建锁对象

lock.lock(); lock.unlock(); //加锁、解锁

## 读写锁(ReentrantReadWriteLock)

实现读写分离的锁。尤其适应在在高并发访问下读多写少的情况下，性能要远高于重入锁。

在读锁下，多个线程可以并发进行访问。在写锁下，只能一个一个的顺序访问。

相关api：

ReentrantReadWriteLock readWriteLock = new ReentrantReadWriteLock();

ReentrantReadWriteLock.ReadLock readLock = readWriteLock.readLock(); //读操作锁

ReentrantReadWriteLock.WriteLock writeLock = readWriteLock.writeLock(); //写操作锁

readLock.lock(); readLock.unlock(); //读加锁、读解锁

writeLock.lock(); writeLock.unlock(); //写加锁、写解锁

读写锁原理：

读写锁，即存在两把锁，可以用AQS的同步状态标识其中的一把锁，再引入一个新的属性表示另一把锁，但是这样做就变成了二元并发安全问题，使问题变得更加复杂。

ReentrantReadWriteLock采用“按位切割”的方式，将32位的int型state变量分为高16位和低16位，高16位代表读状态，低16位代表写状态，读锁共享、写锁互斥。

对于写锁，用低16位表示线程的重入次数；而读锁因为可以同时有多个线程，所以重入次数需要通过其它方式来记录，那就是ThreadLocal变量。

假设状态变量是c：

1）读状态就是c>>>16（无符号右移16位），即抹掉低的16位，剩下的就是c的高16位；

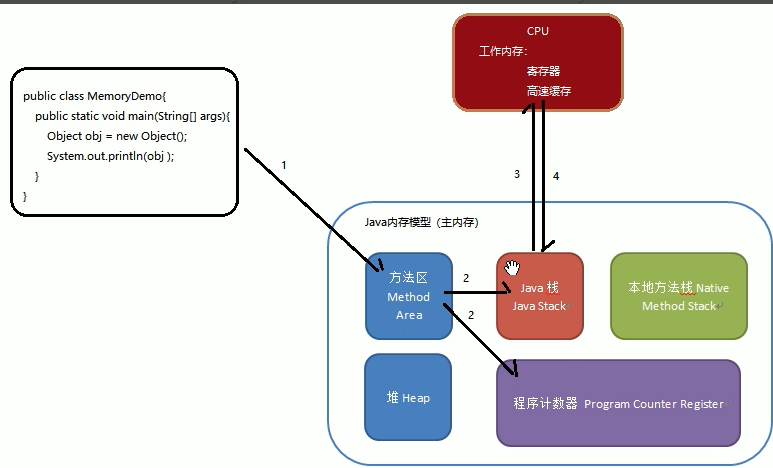
2）写状态是c&((1 << 16) -1)，即c&00000000000000001111111111111111，与运算之后，高16位被抹掉，剩下的就是c的低16位。

3）如果读线程申请读锁，当前写锁重入次数不为0时，则等待，否则可以马上分配；如果是写线程申请写锁，当前状态为0则可以马上分配，否则等待。

# Java内存模型（JMM，Java memory model）

## JMM载入代码流程

流程如图所示：



说明：

-1）首先类加载器将Java代码载入方法区；

-2）然后执行引擎从方法区找到main方法；

-3）为方法创建栈帧放入方法栈，同时创建栈帧的程序计数器；

-4）执行引擎请求CPU执行该方法；

-5）CPU将方法栈数据加载到工作内存（寄存器和高速缓存器），执行该方法；

-6）CPU执行完后将执行结果从工作内存同步到主内存。

线程计算时，原始的数据来自内存，在计算过程中有些数据可能被频繁读取，这些数据被存储在寄存器和高速缓存中，当线程计算完后,这些缓存的数据再写回内存。

当多个线程同时读写某个内存数据时，就会产生多线程并发问题,要解决这些问题就涉及多线程的三个特征：原子性、有序性、可见性。

为了保证多线程的三个特征，Java引入了很多控制机制：ThreadLocal、原子类、Lock类、volatile关键字。

## 相关概念

相关链接：http://www.hollischuang.com/archives/1003

多线程通信的主要方式就是共享内存的方式，线程安全性问题主要关注3个：原子性、可见性、有序性。

java内存模型(JMM)解决了可见性和有序性的问题，而锁解决了原子性的问题。

并发的两个关键问题：线程之间如何通信及线程之间如何同步。

通信：指线程之间以何种机制来交换信息。在命令式编程中，线程间的通信机制有两种：共享内存和消息传递。

Java内存模型的抽象：

所有实例域、静态域和数组元素存储在堆内存中，堆内存在线程之间共享。

局部变量(Local variables)、方法定义参数(formal method parameters)和异常处理器参数(exception handler parameters)不会在线程之间共享，它们不会有内存可见性问题，也不受内存模型的影响。

java线程之间的通信由java内存模型(JMM)控制。JMM决定一个线程对共享变量的写入对另一个线程可见。

JMM定义了线程和主内存之间的抽象关系：

线程之间的共享变量存储在主内存(main menory)中，每个线程都有一个私有的本地内存(local memory)，本地内存中存储了该线程以读/写共享变量的副本。

本地内存是JMM的一个抽象概念，并不真实存在。它涵盖了缓存，写缓冲区，寄存器以及其它的硬件和编译器优化。

分类：主内存(main memory)和工作内存(working memory)

1）主内存：存储类成员变量(static修饰)等。

2）工作内存：java线程的本地内存，是单独给某个线程分配的，存储局部变量等，同时会复制主内存的共享变量作为本地的副本。

3）主存为所有线程共享，工作内存中存放的是该线程所需共享变量的拷贝（目的是为了减少和主内存通信的频率，提高效率）。

4）线程要对主内存中的内容进行操作时，首先需要拷贝到自己的工作内存，一般为了速度，工作内存一般是在cpu的cache中的。

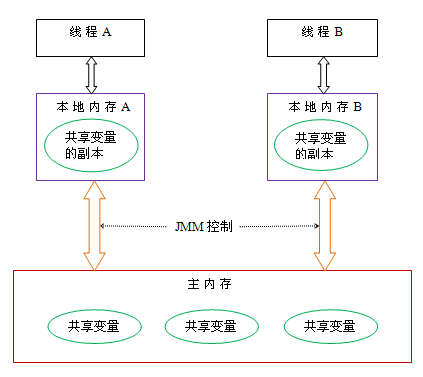
5）volatile变量不会产生工作内存的拷贝，而是直接与主内存交互。

注：Java内存模型(JMM)和JVM运行时数据区不是同一概念

-1）JMM都是围绕原子性、可见性、有序性来讲的；

-2）JMM定义了JVM如何与计算机的内存进行交互。

线程对变量的所有操作都需要在工作内存中完成，不可直接操作主内存。



从上图来看，线程A和线程B之间通信时：

-1）首先，线程A把本地内存A更新过的共享变量刷新到主内存中

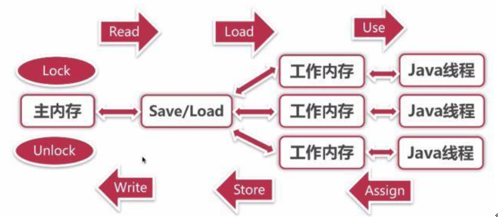
-2）然后，线程B到主内存中去读取线程A之前已更新过的共享变量。



如图所示，本地内存A和B有主内存中共享变量x的副本。假设初始时，这三个内存中的x值都为0。线程A在执行时，把更新后的x值(假设为1)临时存放在自己的本地内存A中。当线程A和线程B需要通信时，线程A首先会把自己本地内存中修改后的x值刷新到主内存中，此时主内存中的x值变为了1。随后，线程B到主内存中去读取线程A更新后的x值，此时线程B的本地内存的x值也变为了1。

JMM通过控制主内存与每个线程的本地之间的交互，来提供内存可见性保证。

## 线程的原子操作



Java语言规范定义了线程的六种原子操作：

-1）read

负责从主存储器（main memory）读取到工作存储器（working memory）

-2）write

负责从工作存储器（working memory）写回到主存储器（main memory）

-3）use

表示线程引用工作存储器（working memory）的值

-4）assign

表示线程将值指定给工作存储器（working memory）

-5）lock

表示线程取得锁定

-6）unlock

表示线程解除锁定

## 原子性、可见性、有序性

### 可见性

可见性指的是一线程修改完某个共享变量后，另一线程立即能访问到该变量最新修改后的值。即一条线程对共享变量的修改，对其它线程立即可见。

可见性问题描述：

-1）当本地线程在创建时，会从主存中读取一个共享变量的副本，且仅修改该副本而并不会立即刷新到主存中去，这样其它线程并不会获取到共享变量的修改。

-2）局部变量不存在可见性问题，而共享变量就会有可见性问题。

可见性遵循一个规则：

1）当一个线程运行结束后，所有写的变量都会被flush回主存(main memory)中

2）当一个线程第一次读取某个变量时，会从主存(main memory)中读取最新的

3）volatile变量会被立即写回到主存(main memory)中

4）当一个线程释放锁后，所有的变量的变化都会flush到主存(main memory)中，然后一个使用了这个相同的同步锁的进程，就会重新加载所有的使用到的变量，这样保证了线程的可见性。

### 原子性

原子性指的是当某一个线程修改i的值的时候，从取出i到将新的i的值写给i之间不能有其他线程对i进行任何操作。

对任意单个volatile变量的读/写具有原子性。但类似于volatile++这种复合操作不具有原子性。

通过锁机制或者CAS操作可以保证操作的原子性。

# 创建线程

## 创建形式（3种）

-1）继承Thread类，重写run()方法

-2）实现Runnable接口，重写run()方法，并将对象传入thread对象中

-3）实现Callable接口，将Callable对象传入FutureTask对象，再将Future对象传入Thread对象中

### 实现Runnable接口和继承Thread类比较

-1）接口更适合多个相同程序代码的线程去共享同一个资源；

-2）接口可避免Java中单继承的局限；

-3）线程池只能放入实现Runnable或Callable接口的线程，不能直接放入继承Thread的类。

### Runnable和Callable比较

-1）实现Callable接口的线程能返回执行结果，而Runnable不行；

-2）Callable接口的call()方法允许抛异常，而Runnable的run()方法不允许抛异常；

-3）实现Callable接口的线程可以调用Future.cancel()取消执行，而实现Runnable接口的线程不行。

附：FutureTask对象的get()方法来返回执行结果，此方法会阻塞主线程直到获取“将来结果”，若不调用此方法时主线程不会阻塞！

## 线程相关方法

### Thread方法描述

Thread的静态方法：currentThread()、sleep()、yield()

Thread的实例方法：start()、run()、join()、join(1000)

说明：

-1）currentThread() :获取当前线程

-2）sleep() :让当前线程睡眠，交出CPU，让CPU去执行其它任务。1、该方法不会释放锁，其它线程无法访问到该对象。2、需捕获异常

-3）yield() :交出CPU权限，让CPU去执行其他的线程。 1、不释放锁。2、只能让拥有相同优先级的线程有获取CPU执行时间的机会

-4）join()：把指定的线程加入到当前线程。例main是主线程，在main中创建了线程A，若在main中调用了线程A的join()方法，则在等线程A结束后才会再执行main代码

如何确保main方法所在的线程在main方法退出之前执行完？

答：使用Thread类的join()方法

sleep和wait的区别：

-1）sleep方法来自于Thread类，该方法不会释放锁，使用时需要捕获异常。

-2）wait方法来自于Object类，该方法会释放锁。

-3）wait、notify和notifyAll方法只能在同步控制方法或同步控制块中使用，而sleep方法可以在任何地方使用。

### Object的wait/notify/notifyAll方法

Object方法描述：

-1）wait()、notify()和notifyAll()方法是native方法，且是final方法，不可被重写；

-2）调用某对象的wait()方法能让当前线程阻塞，前提是当前线程已拥有此对象的锁

-3）调用某对象的notify()方法能够唤醒一个正在等待该对象锁的线程。若存在多个等待该对象锁的线程，则只能唤醒其中一个线程。

-4）调用notifyAll()能够唤醒所有正在等待这个对象锁的线程

wait()与notify()/notifyAll() 区别:

-1）前提：调用该方法的当前线程必须持有对象的监视器锁，通俗来说，只能在同步代码块中使用这些方法。synchronized(x){ x.notify(); 或x.wait(); }//在同步块中

-2）wait方法：阻塞当前线程，让出监视器锁，不再参与锁竞争，知道其它线程来通知，或者直到设定的超时等待时间到了。

-3）notify和notifyAll方法：唤醒通知那些阻塞线程，让它们从wait处返回。

为啥这些方法是Object类的？

由于每个对象都拥有monitor（即锁），所以让当前线程等待某个对象的锁，当然应该通过这个对象来操作了。而不是用当前线程来操作，因为当前线程可能会等待多个线程的锁，如果通过线程来操作，就非常复杂了。

如果调用某个对象的wait()方法，当前线程必须拥有这个对象的monitor（即锁），因此调用wait()方法必须在同步块或者同步方法中进行（synchronized块或者synchronized方法）。

### Condition的await/signal/signalAll方法

Condition中方法的描述：

-1）Condition是在java 1.5中才出现的，它用来替代传统的Object的wait()、notify()实现线程间的协作，相比使用Object的wait()、notify()，使用Condition的await()、signal()这种方式实现线程间协作更加安全和高效。

-2）Condition是个接口，基本的方法就是await()和signal()方法。

-3）Condition依赖于Lock接口，生成一个Condition的基本代码是lock.newCondition()

-4）调用Condition的await()和signal()方法，都必须在lock保护之内，就是说必须在lock.lock()和lock.unlock之间。

## Callable和Future介绍

Callable和Future，一个产生结果，一个拿到结果；

Callable接口提供的call()方法作为线程执行体，可以有返回值，该返回值能被Future拿到，也可以声明抛出异常。

Java5提供了Future接口来代表Callable接口里call方法的返回值，并且提供了一个Future接口的实现类FutureTask，这个实现类既实现了Future接口，还实现了Runnable接口，因此可以作为Thread类的target。

### Callable接口

Runnable接口与Callable接口描述：

public interface Runnable {

public abstract void run(); //该方法没有任何返回值

}

public interface Callable<V> {

V call() throws Exception; //有返回值，可抛出异常

}

Runnable的run方法没有返回值，不能抛出异常。

抛出异常作用：若在任务执行过程发生异常，我们可将它向上抛给调用者，我们甚至可利用这个特性中断一个任务的执行。

注：不能直接调用call()方法，否则无法利用多线程。我们应将call方法提交给另外一个线程执行, 并在合适的时候, 判断任务是否完成, 然后获取线程的执行结果或者撤销任务, 这种思路的实现就是Future接口

### Future接口

用来代表一个异步操作的执行结果。你可以用它来判断任务是否完成、进行中断任务操作、获取执行任务的结果。

Future接口描述：

public interface Future<V> {

//获取执行结果，若任务还在执行中，就阻塞等待

V get() throws InterruptedException, ExecutionException;

//在指定时间内得到执行结果

V get(long timeout, TimeUnit unit) throws InterruptedException, ExecutionException, TimeoutException;

//尝试取消一个任务的执行, 它的返回值是boolean类型, 表示取消操作是否成功

boolean cancel(boolean mayInterruptIfRunning);

boolean isCancelled();

//一个任务已经结束, 则返回true。存在三种情况：1、正常执行；2、抛出异常；3、任务取消

boolean isDone();

}

注：cancel操作返回true并不代表任务真的就是被取消了，这取决于发动cancel状态时任务所处的状态：

-1）如果发起cancel时任务还没有开始运行，则随后任务就不会被执行；

-2）如果发起cancel时任务已经在运行了。若mayInterruptIfRunning为true，则当前在执行的任务会被中断；若为false则可以允许正在执行的任务继续运行，直到它执行完。

### FutureTask介绍

是Future接口的实现类，表示了一种抽象的可生成结果的计算。

FutureTask中所使用到的接口：Runnable、Callable、Future、RunnableFuture以及所使用到的工具类Executors、Unsafe。

FutureTask实现了Runnable和Future两个接口，因此它既可以作为Runnable被线程执行，又可以作为Future得到Callable的返回值。

当返回值并不是立刻得到时，用另一个线程去计算返回值，而当前线程在使用这个返回值之前可以做其它的操作，等到需要这个返回值时，再通过Future得到。

构造函数：

public FutureTask(Callable<T> callable) {...}

public FutureTask(Runnable runnable, T result) {...}

### RunnableFuture接口

它同时实现了RUnnable接口和Future接口

public interface RunnableFuture<V> extends Runnable, Future<V> {

void run();

}

# 线程间通信方式

为什么要线程通信？

多个线程并发执行时，在默认情况下CPU是随机切换线程，有时我们希望按规则执行线程，此时就需要线程之间协调通信。

## 概念

java里面进行多线程通信的主要方式就是共享内存的方式，线程安全性问题主要关注3个：原子性、可见性、有序性。

java内存模型(JMM)解决了可见性和有序性的问题，而锁解决了原子性的问题。

在java中多线程间的通信是使用“等待/通知机制”来实现的。

## 实现方式

1、休眠唤醒方式：

Object.wait/notify/notifyAll #必须在synchronized中使用，没被锁怎么会存在等待/唤醒

Condition.await/signal/signalAll #必须在lock锁中使用

2、同步计数器(CountDownLatch)

用于某个线程等待若干个其它线程执行完之后，它才执行。

3、循环屏障(CycilcBarrier)

一组线程等待至某个状态之后再全部同时执行

4、信号量(Semaphore)

用于控制对某组资源的访问权限

实例：8个工人使用3台机器，机器为互斥资源（即每次只能一个人使用）

5、阻塞队列BlockingQueue就是为线程之间共享数据而设计的。

注：

我们唤醒时应使用notifyAll()，如果使用notify()随机唤醒的可能是同一类线程，这样会导致死锁；

将if改成while，比如生产者线程有多个，当本生产者线程wait之后，假如另一个生产者线程得到锁（本该消费者得到），如果是if，那么此线程就会继续执行，会导致数据错乱。如果是while则会继续等待。

## synchronied关键字的等待/通知机制

前提：必须获取对象的对象级别锁，即synchronied修饰的函数或代码块；

-1）线程A调用了对象O的wait()方法进入等待状态；

-2）线程B调用了对象O的notify()或notifyAll()方法，线程A收到通知后从对象O的wait()方法返回，进而执行后续操作。

## Condition条件对象的等待/通知机制

即Lock锁对象，通过锁对象的条件对象来实现等待/通知机制

线程A调用了条件对象的await()方法进入等待状态;

线程B调用了条件对象的signal()或者signalAll()方法，线程A收到通知后从条件对象的await()方法返回，进而执行后续操作。

附：上面两种方式并不会立即激活一个等待线程。它们仅仅都只是解除等待线程的阻塞状态，以便这些线程可以在当前线程解锁或者退出同步方法后，通过争夺CPU执行权实现对对象的访问。

如何正确使用wait()方法？使用if还是while？

synchronized(obj) {

while (condition does not hold)

obj.wait(); //(Releases lock, and reacquires on wakeup)

… // Perform action appropriate to condition

}

## 同步计数器(CountDownLatch)

例如：要等n个任务执行完才结束主线程

--相关api：

CountDownLatch count = new CountDownLatch(N); //创建计数器

count.countDown(); //count-1

count.await(); //阻塞线程，直到count=1

概念：

CountDownLatch是JDK提供的一个同步工具，它可以让一个或多个线程等待，一直等到其它线程执行完成一组操作。

主要方法有countDown和await方法，CountDownLatch在初始化时，需要指定用给定一个整数作为计数器。当调用countDown方法时，计数器会被减1；当调用await方法时，如果计数器大于0时，线程会被阻塞，一直到计数器被countDown方法减到0时，线程才会继续执行。计数器是无法重置的，当计数器被减到0时，调用await方法都会直接返回。

countDown方法不会阻塞线程，await方法会阻塞线程直到计数器减到0。

实例：比如张三、李四和王五几个人约好去饭店一起去吃饭，要等到所有人都到齐了才让服务员上菜。

### CountDownLatch底层实现

CountDownLatch有个内部类Sync，它继承了AbstractQueuedSynchronizer类，其中维护了一个整数state，并保证了修改state的可见性和原子性。

1、创建CountDownLatch对象：会创建一个Sync对象并将计数值传给Sync对象

public CountDownLatch(int count) {

if (count < 0) throw new IllegalArgumentException("count < 0");

this.sync = new Sync(count);

}

2、调用countDown方法：只调用Sync对象的releaseShared方法

public void countDown() {

sync.releaseShared(1);

}

releaseShared方法：先对计数器进行减1操作，如果减1后的计数器为0，唤醒被await方法阻塞的所有线程

public final boolean releaseShared(int arg) {

if (tryReleaseShared(arg)) { //对计数器进行减一操作

doReleaseShared();//如果计数器为0，唤醒被await方法阻塞的所有线程

return true;

}

return false;

}

tryReleaseShared方法：先获取当前计数器的值，如果计数器为0时，就直接返回；如果不为0时，使用CAS方法对计数器进行减1操作

protected boolean tryReleaseShared(int releases) {

for (;;) {//死循环，如果CAS操作失败就会不断继续尝试。

int c = getState();//获取当前计数器的值。

if (c == 0)// 计数器为0时，就直接返回。

return false;

int nextc = c-1;

if (compareAndSetState(c, nextc))// 使用CAS方法对计数器进行减1操作

return nextc == 0;//如果操作成功，返回计数器是否为0

}

}

3、调用await方法：只调用了Sync实例的acquireSharedInterruptibly方法

public void await() throws InterruptedException {

sync.acquireSharedInterruptibly(1);

}

acquireSharedInterruptibly方法：判断计数器是否为0，如果不为0则阻塞当前线程

public final void acquireSharedInterruptibly(int arg)

throws InterruptedException {

if (Thread.interrupted())

throw new InterruptedException();

if (tryAcquireShared(arg) < 0)//判断计数器是否为0

doAcquireSharedInterruptibly(arg);//如果不为0则阻塞当前线程

}

tryAcquireShared方法：是AbstractQueuedSynchronizer中的一个模板方法，其具体实现在Sync类中，其主要是判断计数器是否为零，如果为零则返回1，如果不为零则返回-1。

protected int tryAcquireShared(int acquires) {

return (getState() == 0) ? 1 : -1;

}

## 循环屏障(CycilcBarrier)

概念：让一组线程到达一个屏障时被阻塞，直到所有线程都到达屏障时，屏障才会开门，所有被屏障拦截的线程才会继续干活。屏障能重新使用。

例如：1）水桶只能装满水后才倒掉 2）汽车要等20人全部坐满才发车 3）一大小为5W的随机数组，用5个线程分别计算1W个元素的和，最后汇总。

--相关api：

await() //阻塞线程，直到等待的线程数量达到parties后所有线程被释放

reset() //回到初始状态

### CyclicBarrier和CountDownLatch区别

都在java.util.concurrent包下，都可以用来表示代码运行到某个点上。

CyclicBarrier的某线程运行到某个点上后，该线程立即停止运行，直到所有的线程都到达了这个点，所有线程才重新运行；CountDownLatch的某线程运行到某个点上后，只是给该变量值-1，该线程继续运行。

CyclicBarrier只能唤起一个任务，CountDownLatch可以唤起多个任务。

CyclicBarrier可重用；CountDownLatch不可重用，当数值为0时该CountDownLatch就不能用了。

问：怎么实现所有线程在等待某个事件的发生才会去执行？

CyclicBarrier

## 信号量(Semaphore)

概念：一个信号量相当于持有一些许可（permits），线程可以调用acquire()方法获取一个许可，调用release()来归还一个许可。

作用：用来限制访问某段代码块的线程数量。

Semaphore有一个构造函数，可以传入一个int型整数n，表示某段代码最多只可有n个线程可以访问，若超过n个则等待，直到某线程执行完毕这段代码块后再进入。

实例：8个工人和3台机器工作，一个人只能操作一台机器，使用acquire()来获取机器，release()来归还机器。

--相关api：

Semaphore semaphore = new Semaphore(3); //代表许可数

semaphore.acquire(); //申请许可

semaphore.release(); //归还许可

# Volatile关键字

## 特点

记住两点：内存可见性、避免指令重排序

1）修饰变量。

2）不会产生工作内存的拷贝，直接与主内存交互，这样保证可见性但不保证原子性。原子性问题需synchronized或者CAS相关操作配合进行。

实践：volatile和cas结合，能保证原子性。

## volatile作用

volatile主要作用：1）避免指令重排序 2）可见性保证

volatile重排序规则：

JVM 或者 JIT为了获得更好的性能会对语句重排序，但是 volatile 类型变量即使在没有同步块的情况下赋值也不会与其他语句重排序。

读操作：第一行为volatile读操作时，不管第二行是啥（普通读写或volatile读写），都不能进行重排序。保证volatile读操作之后的操作不会被重排序到volatile之前。

写操作：第二行为volatile写操作时，不管第一行操作是啥（普通读写或volatile读写），都不能进行重排序。保证volatile写之前的所有操作都不会被重排序到volatile之后。

volatile保证共享变量的内存可见性原因：

volatile 提供 happens-before 的保证，确保一个线程的修改能对其他线程是可见的。

volatile不会产生工作内存的拷贝，直接与主内存交互，这样保证可见性但不保证原子性。

## 使用场景

-1）对变量的写操作不依赖于当前值。类似于volatile++这种复合操作不具备原子性，其操作等价于：int i = get(); i = i+1; set(i);

-2）该变量没有包含在具有其他变量的不变式中。如low<up

-3）volatile最适用一个线程写，多个线程读的场合。如果有多个线程并发写操作，仍然需要使用锁或者线程安全的容器或者原子变量来代替。参考hashMap中fail-fast机制(transient volatile int modCount)

-4）结合使用volatile和synchronized实现“开销较低的读-写锁”。实际上，这些条件表明，可以被写入volatile变量的这些有效值独立于任何程序的状态，包括变量的当前状态。

## 实例

实例一：单例模式中的双重检查锁定

//volatile是为了禁止指令重排序

private static volatile Singleton single=null;

--缺点描述: <https://segmentfault.com/a/1190000015549706#articleHeader8> ！！

## 可以创建volatile数组吗？

可以，不过只是一个指向数组的引用，而不是整个数组。如果改变引用指向的数组，将会受到volatile保护；但是如果改变数组中的元素，volatile标识符就不能起到之前的保护作用了。

## Volatile类型的double、long操作是原子性操作

volatile 修饰 long 和 double 变量的操作是原子性操作。

double 和 long 都是64位宽，对这两种类型的读都不是原子的（分两部分），先读取低32位，再读高32位，但volatile 中的这两种变量的读写是原子的。

# synchronized关键字

## 特点

修饰方法、块。一个线程在获取到监视器锁以后才能进入synchronized控制的代码块。

synchronized其实是一种悲观锁，线程持有该锁时会采用独占的方式访问这些变量。

synchronized在jdk1.6之后，已经改进优化。synchronized的底层实现主要依靠Lock-Free的队列，基本思路是自旋后阻塞，竞争切换后继续竞争锁，稍微牺牲了公平性，但获得了高吞吐量。在线程冲突较少的情况下，可以获得和CAS类似的性能；而线程冲突严重的情况下，性能远高于CAS。

synchronized关键字并非一开始就该对象加上重量级锁，也是从无锁->偏向锁->轻量级锁->重量级锁的过程。多数情况下，锁总是由同一线程获得，此时为偏向锁；存存在第二个线程申请同一锁对象时，偏向锁升级为轻量级锁；当同一时间由多个线程竞争锁时，锁就会升级为重量级锁。

自旋锁&自适应自旋锁：

轻量级锁失败后，虚拟机为了避免线程真实地在操作系统层面挂起，还会进行一项称为自旋锁的优化手段。

自旋锁：许多情况下，共享数据的锁定状态持续时间较短，切换线程不值得，通过让线程执行循环等待锁的释放，不让出CPU。如果得到锁，就顺利进入临界区。如果还不能获得锁，那就会将线程在操作系统层面挂起，这就是自旋锁的优化方式。但是它也存在缺点：如果锁被其他线程长时间占用，一直不释放CPU，会带来许多的性能开销。

自适应自旋锁：这种相当于是对上面自旋锁优化方式的进一步优化，它的自旋的次数不再固定，其自旋的次数由前一次在同一个锁上的自旋时间及锁的拥有者的状态来决定，这就解决了自旋锁带来的缺点。

修饰对象：

1、修饰代码块，称为同步代码块，其作用范围是大括号{}里面的代码，作用的对象是调用该代码块的对象。

2、修饰方法，称为同步方法，其作用范围是整个方法，作用的对象是调用该方法的对象。

3、修饰静态方法，其作用范围是整个静态方法，作用的对象是这个类的所有对象。

4、修饰类，其作用范围是synchronized后面大括号{}里面的代码，作用的对象是这个类的所有对象。

底层实现：

进入时，执行monitorenter，将计数器+1，释放锁monitorexit时，将计数器-1。当一个线程判断到计数器为0时，则当前锁空闲，可以占用；反之当前线程进入等待状态。

monitor机制：

synchronzed是在加对象锁。对象锁是一种重量级（monitor），synchronized的锁机制会根据线程竞争情况在运行时有偏向锁（单一线程）、轻量锁（多个线程访问synchronzed区域）、对象锁（重量锁，多个线程存在竞争的情况）、自旋锁等等。

线程欲进入synchronized时，会执行以下操作：

-1）强制写入主存储器（main memory）

当线程欲进入synchronized时，如果该线程的工作存储器（working memory）上有未映像到主存储器的拷贝，则这些内容会强制写入主存储器（store->write），则这些计算结果就会对其它线程可见（visible）

-2）工作存储器（working memory）的释放

当线程欲进入synchronized时，工作存储器上的工作拷贝会被全部丢弃。之后，欲引用主存储器上的值的线程，必定会从主存储器将值拷贝到工作拷贝（read->load）

线程欲退出synchronized时，会执行以下操作：

-1）强制写入主存储器（main memory）

当线程欲退出synchronized时，如果该线程的工作存储器（working memory）上有未映像到主存储器的拷贝，则这些内容会强制写入主存储器（store->write），则这些计算结果就会对其它线程可见（visible）。

# CAS介绍

CAS概念、ABA问题、Unsafe底层实现

## 概念

compare and swap，翻译为比较和交换。

CAS机制有3个基本操作数：内存地址V，旧的预期值A，要修改的新值B。仅当A和内存V对应的值相等时，才将内存V对应的值修改为B，否则什么都不做。

当然CAS一定要volatile变量配合，这样才能保证每次拿到的变量是主内存中最新的那个值，否则旧的预期值A对某条线程来说，永远是一个不会变的值A，只要某次CAS操作失败，永远都不可能成功。

CAS是个乐观锁技术，当多个线程尝试使用CAS同时更新同一个变量时，只有其中一个线程能更新变量的值，而其它线程都失败，失败的线程并不会被挂起，而是被告知这次竞争中失败，并可以再次尝试。

CAS不通过jvm，利用CPU的cmpxchg指令（汇编指令），同时借助Java本地方法JNI来完成Java的非阻塞算法，实现原子操作。

整个java.util.concurrent都是建立在CAS之上的，因此对于synchronized阻塞算法，J.U.C在性能上有了很大的提升。

使用场景：使用CAS在线程冲突严重时，会大幅降低程序性能；CAS只适合于线程冲突较少的情况使用。

## ABA问题

CAS会造成两个问题：

-1）许多线程反复尝试更新某一变量却不成功，这种循环反复的操作会给CPU带来很大的压力。

-2）ABA问题

ABA问题描述：

-1）账号有100块钱，由于提款机硬件存在小问题，提款操作被同时提交了两次，开启了两个线程，这两个线程都是获取当前值A为100元，要更新值B为50元。

-2）理想情况下，应该是一个线程更新成功，另一线程更新失败。

-3）线程1首先执行成功，把余额从100变成50，线程2因为某种原因阻塞。

-4）这时候，你妈妈刚好给你汇款50元，开启线程3。线程2仍然阻塞状态，而线程3执行成功，把余额50变成100。

-5）线程2恢复运行，由于比较实际值也是100元，所以成功把变量值100更新为50。

分析：原本线程2应当提交失败，余额应该保持为100元，结果由于ABA问题提交成功了。

解决1：利用版本号versionNumber比较可以有效解决ABA问题

解决ABA问题：使用AtomicStampedReference类

AtomicStampedReference(初始值, 时间戳) --构造函数设置初始值和初始时间戳

getReference() --获取预期值

getStamp() --获取时间戳

compareAndSet(预期值, 更新值, 预期时间戳, 更新时间戳) --实现CAS时间戳和预期值对比

## CAS实现（Unsafe介绍）

CAS可通过Unsafe实现，它提供了硬件级别的CAS原子操作。

CAS操作包含了三个操作数： 需要读写的内存位置，进行比较的原值，拟写入的新值。

在Unsafe类中，实现CAS操作的方法是： compareAndSwapXXX

public native boolean compareAndSwapObject(Object obj, long offset, Object expect, Object update);

public native boolean compareAndSwapInt(Object obj, long offset, int expect, int update);

public native boolean compareAndSwapLong(Object obj, long offset, long expect, long update);

实例：AtomicInteger的incrementAndGet()方法

private static final Unsafe unsafe = Unsafe.getUnsafe();

private static final long valueOffset;

pulic final int incrementAndGet() {

for (;;) { //cas自旋

int current = get(); //volatile关键字保证内存可见性

int next = current + 1;

if (compareAndSet(current, next)) {

return next;

}

}

}

public final boolean compareAndSet(int expect, int update) {

return unsafe.compareAndSwapInt(this, valueOffset, expect, update);

}

说明：

unsafe属性：为我们提供了硬件级别的原子操作。

valueOffset对象：通过unsafe.objectFieldOffset方法得到，所代表的是AtomicInteger对象的成员变量value在内存中的偏移量。我们可以简单把valueOffset理解成value变量的内存地址。

cas机制中使用了3个基本操作数：内存地址V，旧的预期值A，要修改的新值B。而unsafe的compareAndSwapInt方法参数包括了3个基本元素：valueOffset代表了V，expect代表了A，update代表了B。

# ThreadLocal类

## 概念

ThreadLocal用于创建线程的本地变量。目的是为了线程隔离，让每个线程都能拥有属于自己的变量空间，线程之间互不影响。副本之间相互独立，这样每一个线程都可以随意修改自己的变量副本，而不会对其他线程产生影响。

ThreadLocal是线程局部变量，即仅能被本线程访问，不能在线程之间进行共享访问的变量。

共享变量存在在主内存，线程要对主内存中的内容进行操作时，首先需要拷贝到自己的工作内存，因此这些变量不是线程安全的。当我们不希望其它线程共享它时，我们可以使用ThreadLocal。

当使用ThreadLocal维护变量时，其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的改变自己的副本，而不会影响其它线程对应的副本。

ThreadLocal相当于一个Map集合，key为当前线程。

## 常用方法：

void set(T value); //将此线程局部变量的当前线程副本中的值设置为指定值

T get(); //返回此线程局部变量的当前线程副本中的值

void remove(); //移除此线程局部变量当前线程的值

protected T initalValue(); //返回此线程局部变量的当前线程的“初始值”。是protected方法，是为了让子类继承而设计的。

set()方法描述：

public void set(T value) {

Thread t = Thread.currentThread();

ThreadLocalMap map = getMap(t);

if (map != null) map.set(this, value);

else createMap(t, value);

}

get()方法描述：

public T get() {

Thread t = Thread.currentThread();

ThreadLocalMap map = getMap(t);

if (map != null) {

ThreadLocalMap.Entry e = map.getEntry(this);

if (e != null) {

T result = (T)e.value;

return result;

}

}

return setInitialValue(); //初始的value值为null

}

# 线程池

相关教程：

https://www.cnblogs.com/dolphin0520/p/3932921.html

## 概念相关

在程序启动的时候就创建若干线程来响应处理，它们被称为线程池。作用是避免频繁地创建和销毁线程，达到线程对象的重用。

若每个任务都创建一个新的线程去执行时存在以下问题：

1）线程的创建和销毁需要一定的开销；

2）有可能造成系统创建大量同类线程而导致内存过大或者线程“过度切换”的问题

目的：

线程是稀缺资源，不能频繁的创建；

1）解耦作用：有任务执行时就从线程池中获取一条线程来执行任务；

2）若某时间内任务数量超出线程池的线程数时，则后面的线程任务就进入一个等待队列等待，直到线程池有线程处于空闲时才从等待队列获取要执行的任务进行处理。

好处：大大减少了线程创建和销毁的开销，也会缓解我们的应用处于超负荷时的情况。

《阿里巴巴Java手册》

【强制】线程资源必须通过线程池体提供，不允许在应用中显式创建线程。

## 线程池的创建

Java推荐使用Executors类创建线程池（）：

-1）newFixedThreadPool(nThreads)

-2）newSingleThreadExecutor() //（注意它命名跟其它的不一样…）

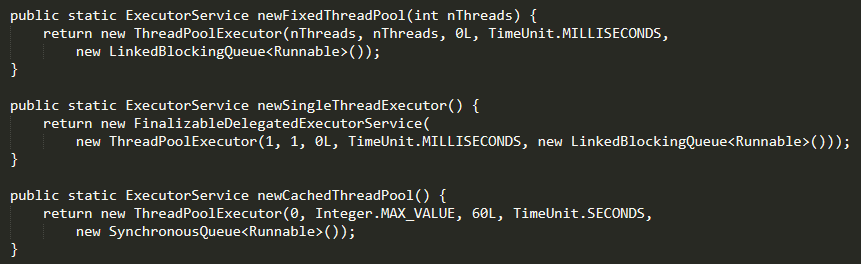
-3）newCachedThreadPool()

-4）newScheduledThreadPool(nThreads)

另外：可继承ThreadPoolExecutor类进行重写实现自定义线程池。

详情参见：《功能线程池》

这4种静态方法的具体实现如下：



线程池中的线程初始化：

默认情况下，创建线程池之后池中是没有线程的，需要提交任务之后才会创建线程。

### Executors类

Executors类是一个用于创建线程池的工厂类，这个类同时也提供了一些有用的静态方法。

因为Runnable接口没有返回值, 所以为了与Callable兼容, 我们额外传入了一个result参数, 使得返回的Callable对象的call方法直接执行Runnable的run方法, 然后返回传入的result参数。

### ExecutorService介绍

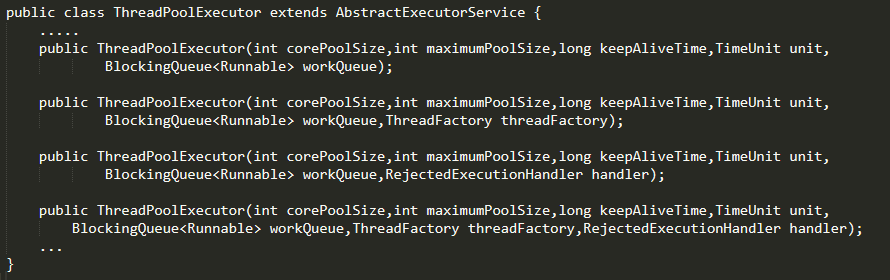
ExecutorService继承自Executor，它的目的是为我们管理Thread对象，从而简化并发编程，Executor使我们无需显示的去管理线程的生命周期，是JDK5之后启动任务的首选方式。

## ThreadPoolExecutor类

ThreadPoolExecutor类就是一个线程池。客户端调用submit(Runnable task)提交任务。

### 构造方法及参数说明

java.util.concurrent.ThreadPoolExecutor类是线程池中最核心的一个类。有4个构造方法：



参数说明：

-1）corePoolSize：核心线程数

核心线程会一直存活，即使没有任务需要执行。

当线程数小于核心线程数时，即使有线程空闲，线程池也会优先创建线程处理。

默认情况下，在创建了线程池后，线程池中的线程数为0，当有任务来之后，就会创建一个线程去执行任务，当线程池中的线程数目达到corePoolSize后，就会把到达的任务放到缓存队列中。

设置allowCoreThreadTimeout=true（默认false）时，核心线程会超时关闭。

-2）maximumPoolSize：最大线程数

当线程数>=corePoolSize，且任务队列已满时。线程池会创建新线程来处理任务

当线程数=maxPoolSize，且任务队列已满时，线程池会拒绝处理任务而抛出异常

-3）keepAliveTime：线程空闲后保持存活时间

当线程池中的线程数大于corePoolSize时，keepAliveTime才会起作用，如果一个线程空闲的时间达到keepAliveTime，则会终止，直到线程池中的线程数不超过corePoolSize。

当线程空闲时间达到keepAliveTime时，线程会退出，直到线程数量=corePoolSize

如果allowCoreThreadTimeout=true，则会直到线程数量=0

-4）workQueue：阻塞队列，用来存储等待执行的任务。

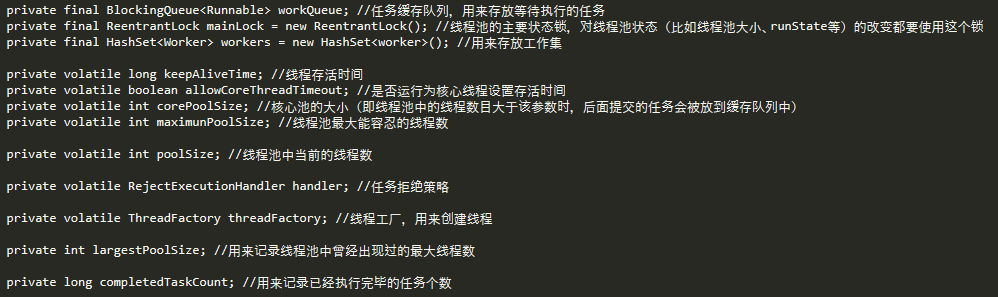
当核心线程数达到最大时，新任务会放在队列中排队等待执行。

-5）threadFactory：线程工厂，主要用来创建线程

-6）handler：拒绝处理任务的策略

当线程池的任务缓存队列已满并且线程池中的线程数目达到maximumPoolSize，如果还有任务到来就会采取任务拒绝策略。

### 成员变量



核心变量说明：

--corePoolSize、maximumPoolSize、largestPoolSize三个变量描述：

例子说明：假如有一个工厂，工厂里面有10个工人，每个工人同时只能做一件任务。因此只要当10个工人中有工人是空闲的，来了任务就分配给空闲的工人做；当10个工人都有任务在做时，如果还来了任务，就把任务进行排队等待；如果说新任务数目增长的速度远远大于工人做任务的速度，那么此时工厂主管可能会想补救措施，比如重新招4个临时工人进来；然后就将任务也分配给这4个临时工人做；如果说着14个工人做任务的速度还是不够，此时工厂主管可能就要考虑不再接收新的任务或者抛弃前面的一些任务了。当这14个工人当中有人空闲时，而新任务增长的速度又比较缓慢，工厂主管可能就考虑辞掉4个临时工了，只保持原来的10个工人，毕竟请额外的工人是要花钱的。这个例子中的corePoolSize就是10，而maximumPoolSize就是14（10+4）

### 执行顺序

描述：小于核心线程数，大于核心线程数&队列未满，队列已满&小于最大线程数，大于最大线程数

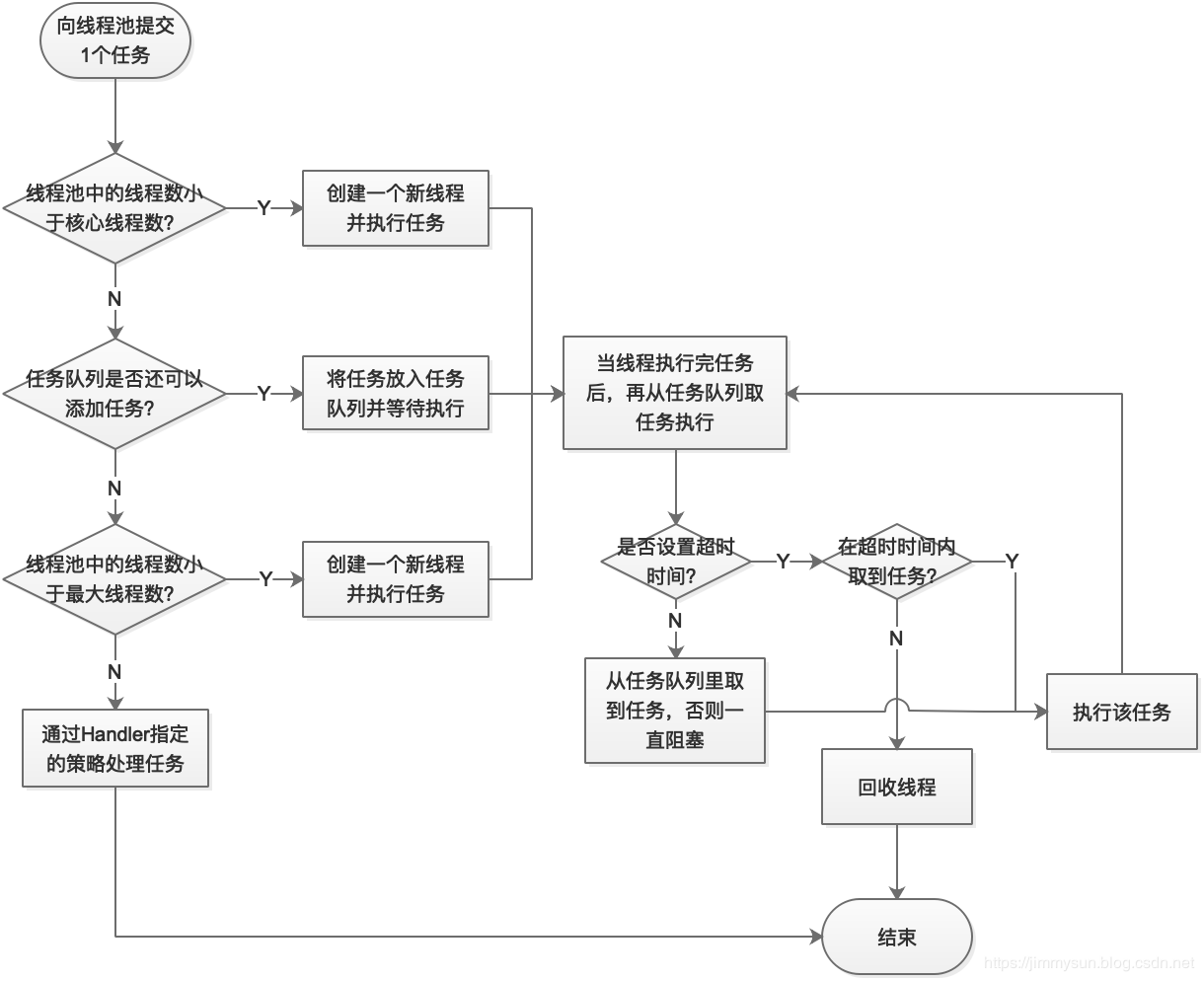
-1）当线程数小于核心线程数时，创建线程，即使池中有线程空闲，也会优先创建线程处理任务；

-2）当线程数大于等于核心线程数，且任务队列未满时，将任务放入任务队列；

-3）当线程数大于等于核心线程数，且任务队列已满：1.若线程数小于最大线程数，创建线程；2.若线程数等于最大线程数，抛出异常，拒绝任务。

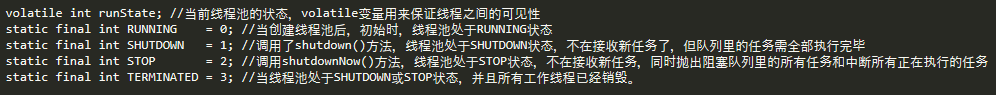
流程图：

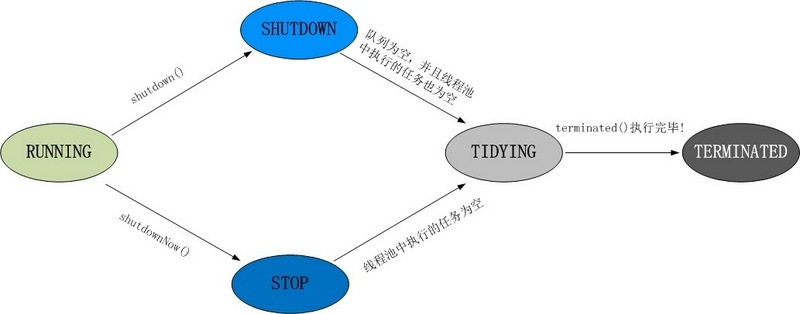
详情：<https://blog.csdn.net/u013541140/article/details/95225769>



### 线程池状态

在ThreadPoolExecutor中定义了一个volatile变量，另外定义了几个static final变量表示线程池的各个状态：





### 拒绝策略

当线程池的任务缓存队列已满并且线程池中的线程数目达到maximumPoolSize，如果还有任务到来就会采取任务拒绝策略。

分类（4种）：

-1）ThreadPoolExecutor.AbortPolicy:丢弃任务并抛出RejectedExecutionException异常。

-2）ThreadPoolExecutor.DiscardPolicy：也是丢弃任务，但是不抛出异常。

-3）ThreadPoolExecutor.DiscardOldestPolicy：丢弃队列最前面的任务，然后重新尝试执行任务（重复此过程）

-4）ThreadPoolExecutor.CallerRunsPolicy：由调用线程处理该任务

### 阻塞队列Queue

当核心线程数达到最大时，新任务会放在队列中排队等待执行。

并发Queue：

1）ConcurrentLinkedQueue：类，使用无锁的方式，适用于高并发场景，遵循先进先出的原则。

2）BlockingQueue：接口，阻塞队列，是一个支持两个附加操作的队列，常用于生产者和消费者场景。

BlockingQueue接口实现类：

-1）ArrayBlockinfQueue:基于数组实现，先进先出队列，创建时必须设定容量大小。并且可以指定公平性与非公平性，默认情况下为非公平的，即不保证等待时间最长的队列最优先能够访问队列。

-2）LinkedBlockingQueue:基于链表实现，先进先出队列，创建时可不需设置容量大小，默认为Integer.MAX\_VALUE.

-3）PriorityBlockingQueue:以上2种队列都是先进先出队列，而PriorityBlockingQueue是按照元素的优先级对元素进行排序，按照优先级顺序出队，每次出队的元素都是优先级最高的元素。另，PriorityBlockingQueue阻塞队列是无界阻塞队列，即大小无上限，而前面2种都是有上限的

-4）DelayQueue:基于PriorityQueue，是一种延时阻塞队列，DelayQueue中的元素只有当其指定的延迟时间到了，才能够从队列中获取到该元素。DelayQueue也是一个无界队列，因此往队列中插入数据的操作（生产者）永远不会被阻塞，而只有获取数据的操作（消费者）才会被阻塞。

-5）SynchronousQueue：这个队列比较特殊，它不会保存提交的任务，而是将直接新建一个线程来执行新来的任务

注：ArrayBlockingQueue和PriorityBlockingQueue使用较少，一般使用LinkedBlockingQueue和Synchronous。线程池的排队策略与BlockingQueue有关。

### 相关api方法

ThreadPoolExecutor的execute()/submit()方法描述：

作用：提交任务到线程池

-1）如果当前线程池中的线程数目小于corePoolSize，则每来一个任务，就会创建一个线程去执行这个任务；

-2）如果当前线程池中的线程数目>=corePoolSize，则每来一个任务，会尝试将其添加到任务缓存队列当中，若添加成功，则该任务会等待空闲线程将其取出去执行；若添加失败（一般来说是任务缓存队列已满），则会尝试创建新的线程去执行这个任务；

-3）如果当前线程池中的线程数目达到maximumPoolSize，则会采取任务拒绝策略进行处理；

-4）如果线程池中的线程数量大于 corePoolSize时，如果某线程空闲时间超过keepAliveTime，线程将被终止，直至线程池中的线程数目不大于corePoolSize；如果允许为核心池中的线程设置存活时间，那么核心池中的线程空闲时间超过keepAliveTime，线程也会被终止。

ThreadPoolExecutor的关闭方法：

-1）shutdown()：不会立即终止线程池，而是要等所有任务缓存队列中的任务都执行完后才终止，但再也不会接受新的任务。

-2）shutdownNow()：立即终止线程池，并尝试打断正在执行的任务，并且清空任务缓存队列，返回尚未执行的任务。

动态改变ThreadPoolExecutor线程数：

ThreadPoolExecutor提供了动态调整线程池容量大小的方法：setCorePoolSize()和setMaximumPoolSize()。

### 测试实例

--直接使用ThreadPoolExecutor创建线程池测试

--1）编写线程类

class Test1Task implements Runnable {

private int taskNum;

public Test1Task(int i) {

taskNum = i;

}

@Override

public void run() {

System.out.println("正在执行线程" + taskNum);

try {

Thread.currentThread().sleep(4000);

} catch (Exception e) {

e.printStackTrace();

}

System.out.println("线程" + taskNum + "执行完毕");

}

}

--2）测试类

public class Test1 {

public static void main(String[] args) {

ThreadPoolExecutor exec = new ThreadPoolExecutor(5, 10, 200, TimeUnit.MICROSECONDS, new ArrayBlockingQueue<Runnable>(5));

for (int i = 0; i < 15; i++) {

Test1Task task = new Test1Task(i);

exec.execute(task);

System.out.println("线程池中线程数" + exec.getPoolSize() + "，等待队列线程数："+exec.getQueue().size() + "，已执行完的任务数："+exec.getCompletedTaskCount());

}

exec.shutdown();

}

}

--3）结果分析

输出：略

当线程池中线程额数目大于5时，便将任务放入到任务缓存队列中，当任务缓存队列满了之后，便创建新的线程。如果上面程序中，将for循环中改成执行20个任务，就会抛出任务拒绝异常了。

## 功能线程池

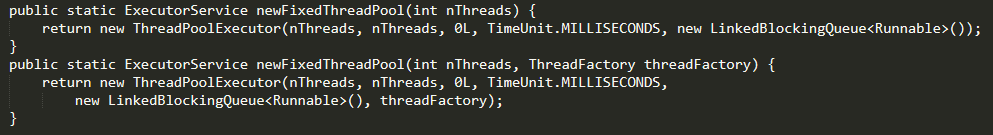
详情：https://blog.csdn.net/u013541140/article/details/95225769

Executor已经为我们封装了4种常见的功能线程池：

定长线程池（FixedThreadPool）、定时线程池（ScheduledThreadPool）、可缓存线程池（CachedThreadPool）、单线程化线程池（SingleThreadExecutor）

### 定长线程池（FixedThreadPool）

创建方法源码：



特点：corePoolSize和maximumPoolSize相等，任务队列为链表结构的有界队列。任何时间内最多有nThreads个线程处于活动状态执行任务。线程数量固定，执行完立即回收。

应用场景：控制线程最大并发数。

测试：

ExecutorService fixedThreadPool = Executors.newFixedThreadPool(3);

Runnable task = new Runnable() {

public void run() {

System.out.println(Thread.currentThread().getName() + "::执行任务");

}

};

fixedThreadPool.execute(task); // pool-1-thread-1::执行任务

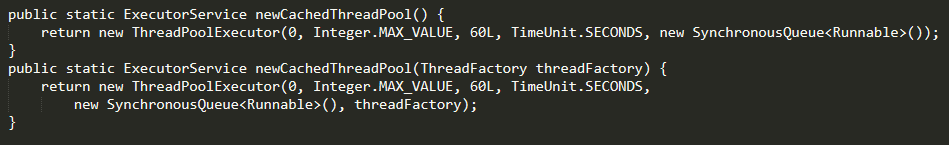
fixedThreadPool.execute(task); // pool-1-thread-3::执行任务

fixedThreadPool.execute(task); // pool-1-thread-1::执行任务

fixedThreadPool.execute(task); // pool-1-thread-2::执行任务

### 可缓存线程池（CachedThreadPool）

创建方法的源码：



特点：无核心线程，非核心线程数量为Integer.MAX\_VALUE，使用SynchronousQueue队列。这意味着所有任务一提交就加入到阻塞队列中，然后必须找到一条空闲线程去处理这个请求，找不到则在线程池新开辟一条线程。

当线程空闲超过60秒，就销毁线程，所以长时间处于空闲状态时，这种线程池几乎不占用资源。

缺点：若主线程提交任务的速度远大于CacheThreadPool的处理速度，则CacheThreadPool会不断地创建新线程来执行任务，这样可能会导致系统耗尽CPU和内存资源。

应用场景：可根据需要创建新线程，也可重用以前的线程。用于执行大量且耗时少的任务

测试：

ExecutorService fixedThreadPool = Executors.newCachedThreadPool();

Runnable task = new Runnable() {

public void run() {

System.out.println(Thread.currentThread().getName() + "::执行任务");

}

};

fixedThreadPool.execute(task); // pool-1-thread-1::执行任务

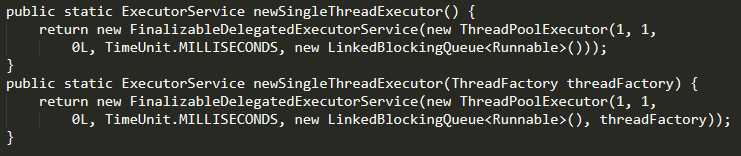
fixedThreadPool.execute(task); // pool-1-thread-4::执行任务

fixedThreadPool.execute(task); // pool-1-thread-3::执行任务

fixedThreadPool.execute(task); // pool-1-thread-2::执行任务

### 单线程化线程池（SingleThreadExecutor）

创建方法的源码：



特点：corePool和maximunPoolSize都为1，采用无界队列LinkedBlockingQueue。

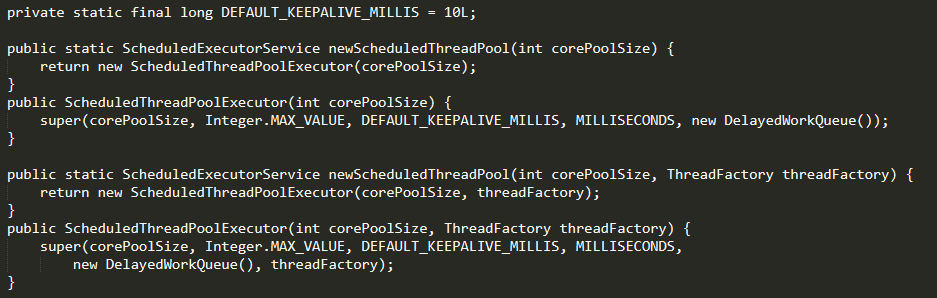
使用单一worker线程，它只会用唯一的工作线程来执行任务，保证所有任务按指定顺序(FIFO,LIFO,优先级)执行。

应用场景：不适合并发但可能引起IO阻塞性及影响UI线程响应的操作，如数据库操作、文件操作等。

实例：一些不太重要的收尾，日志等工作可以放到单线程的线程中去执行。日志记一般情况会比较慢，顺序执行会拖慢整个接口，堆积更多请求，还可能会对数据库造成影响（事务开启中），所以日志记录完全可以扔到单线程的线程池中，一条条的处理。

### 定时线程池（ScheduledThreadPool）

创建方法的源码：



特点：核心线程数量固定，非核心线程数量无限，执行完闲置10ms后回收，任务队列为延时阻塞队列。

应用场景：执行定时或周期性的任务。

测试：

ScheduledExecutorService scheduledThreadPool = Executors.newScheduledThreadPool(5);

Runnable task = new Runnable() {

public void run() {

System.out.println(Thread.currentThread().getName() + "：：执行任务");

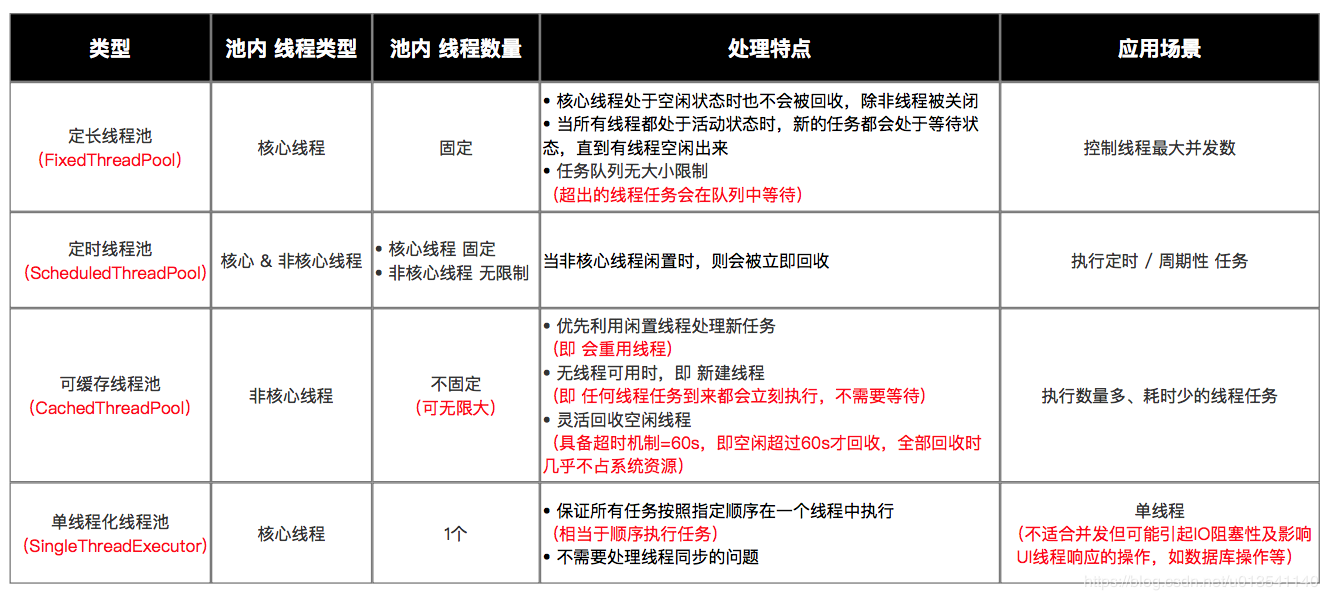
}

};

scheduledThreadPool.schedule(task, 1, TimeUnit.SECONDS);//延迟1s后执行

scheduledThreadPool.scheduleAtFixedRate(task, 10, 1000, TimeUnit.MILLISECONDS);//延迟10ms后、每隔1000ms执行任务

### 4种线程池对比



Executors的4个功能线程池虽然方便，但现在已经不建议使用了，而是建议直接通过使用ThreadPoolExecutor的方式。

FixedThreadPool和SingleThreadExecutor：主要问题是堆积的请求处理队列均采用LinkedBlockingQueue，可能会耗费非常大的内存，甚至OOM。

CachedThreadPool和ScheduledThreadPool：主要问题是线程数最大数是Integer.MAX\_VALUE，可能会创建数量非常多的线程，甚至OOM。

### 另：继承ThreadPoolExecutor类实现自定义线程池

实例：

public class ExecutorUtil {

private ExecutorService executor;

public ExecutorUtil(int maxPoolSize, int queueSize) {

this.executor = new ThreadPoolExecutor(

Runtime.getRuntime().availableProcessors(),

maxPoolSize,

120L,

TimeUnit.SECONDS,

new ArrayBlockingQueue<Runnable>(queueSize));

}

public void execute(Runnable task) {

this.executor.execute(task);

}

}

## 线程数设置

线程数设置：

计算密集型的任务的线程数为cpu核数+1，IO密集型的任务的线程数为2\*cpu核数。（仅为经验值：）

公式：线程数量 = cpu利用率的倒数 \* cpu核数

cpu利用率 = cpu时间 / (io时间 + cpu时间)

线程数量 = ((io时间 + cpu时间) / cpu时间) \* cpu核数。

最大可用的CPU核数：Runtime.getRuntime().availableProcessors();

问：为什么计算密集型的任务是N+1？

计算密集型任务频繁用到cpu，这样能防止cpu空闲

问：假如在一个请求中，计算操作需要5ms，DB操作需要100ms，对于一台8个CPU的服务器，怎么设置线程数呢？

首先这个任务整体上是一个IO密集型的任务。在处理一个请求的过程中，总共耗时100+5=105ms，而其中只有5ms是用于计算操作的，CPU利用率为5/(100+5)。

线程数大小 = ((100 + 5) / 5) \* 8 = 168

监控Java线程池的运行状态？

线程池执行类ThreadPoolExecutor给出了相关api，能够实时获取线程池的当前活动线程数、正在排队中的线程数、已经执行完成的线程数、总线程数等。

总线程数 = 排队线程数 + 活动线程数 + 执行完成的线程数

1.并发高、任务执行时间短的业务怎样使用线程池？

线程池中线程数目可以设值为CPU核数+1，减少线程上下文切换。

2.并发不高、任务执行时间长的业务怎样使用线程池？

-1）业务时间长集中在IO操作上，也就是IO密集型任务，因为IO操作并不占用CPU，所以不要让所有CPU闲下来，可以加大线程池中线程数目，让CPU处理更多业务。

-2）业务时间长集中在计算操作上，也就是计算密集型任务，设值为CPU核数+1，减少线程上下文切换。

3.并发高、任务执行时间长的业务怎样使用线程池？

这类任务的关键不在于线程池，而在于整体架构的设计。

考虑将业务里的数据做缓存、或增加服务器、或者将业务拆分成一个一个小任务。

# 问答题

## 问：如何让主线程等待子线程执行完后再执行？

描述：现主线程X，和两个子线程A和B，主线程X需要在线程A和B执行完成之后再执行。

方法1：使用join方法。在主线程X中添加 threadA.join(); threadB.join();

方法2：使用CountDownLatch实现。

方法3：使用Callable和FutureTask类，通过等待子线程返回值

## 问：Synchronized和Lock区别

1）Synchronized是Java内置关键字，可重入锁、不可中断、非公平；而Lock是Java类，可重入锁、可中断、可公平。

2）Synchronized无法判断是否获取锁的状态；Lock可以判断是否获取到锁。

3）Synchronized会自动释放锁（执行完/抛异常都会释放锁）；Lock需在finally中执行unlock方法释放锁，否则容易造成线程死锁。

4）Synchronized锁适合少量同步代码的同步问题，Lock锁适合大量同步代码的同步问题。

## 问：Java中用到的线程调度算法是什么？

抢占式。一个线程用完CPU之后，操作系统会根据线程优先级、线程饥饿情况等数据算出一个总的优先级并分配下一个时间片给某个线程执行。

## Thread.sleep(0)的作用是什么？

由于Java采用抢占式的线程调度算法，因此可能会出现某条线程常常获取到CPU控制权的情况，为了让某些优先级比较低的线程也能获取到CPU控制权，可以使用Thread.sleep(0)手动触发一次操作系统分配时间片的操作，这也是平衡CPU控制权的一种操作。

## 线程调度器(Thread Scheduler)和时间分片(Time Slicing)

线程调度器：是一个操作系统服务，它负责为Runnable状态的线程分配CPU时间。一旦我们创建一个并启动它，它的执行便依赖于线程调度器的实现。

时间分片：指的是将可用的CPU时间分配给可用的Runnable线程的过程。分配CPU时间基于线程优先级或线程等待的时间。

注：线程调度由应用程序来控制更好，即不要让你的程序依赖于线程的优先级。

## 什么是Java内存模型？

Java内存模型将内存分为了主内存和工作内存。