

并发篇

1. 线程状态

要求

- 掌握 Java 线程六种状态
- 掌握 Java 线程状态转换
- 能理解五种状态与六种状态两种说法的区别

六种状态及转换

分别是

- 新建
 - 当一个线程对象被创建，但还未调用 start 方法时处于**新建**状态
 - 此时未与操作系统底层线程关联
- 可运行
 - 调用了 start 方法，就会由**新建**进入**可运行**
 - 此时与底层线程关联，由操作系统调度执行
- 终结
 - 线程内代码已经执行完毕，由**可运行**进入**终结**
 - 此时会取消与底层线程关联
- 阻塞
 - 当获取锁失败后，由**可运行**进入 Monitor 的阻塞队列**阻塞**，此时不占用 cpu 时间
 - 当持锁线程释放锁时，会按照一定规则唤醒阻塞队列中的**阻塞**线程，唤醒后的线程进入**可运行**状态
- 等待
 - 当获取锁成功后，但由于条件不满足，调用了 wait() 方法，此时从**可运行**状态释放锁进入 Monitor 等待集合**等待**，同样不占用 cpu 时间
 - 当其它持锁线程调用 notify() 或 notifyAll() 方法，会按照一定规则唤醒等待集合中的**等待**线程，恢复为**可运行**状态
- 有时限等待
 - 当获取锁成功后，但由于条件不满足，调用了 wait(long) 方法，此时从**可运行**状态释放锁进入 Monitor 等待集合进行**有时限等待**，同样不占用 cpu 时间
 - 当其它持锁线程调用 notify() 或 notifyAll() 方法，会按照一定规则唤醒等待集合中的**有时限等待**线程，恢复为**可运行**状态，并重新去竞争锁
 - 如果等待超时，也会从**有时限等待**状态恢复为**可运行**状态，并重新去竞争锁
 - 还有一种情况是调用 sleep(long) 方法也会从**可运行**状态进入**有时限等待**状态，但与 Monitor 无关，不需要主动唤醒，超时时间到自然恢复为**可运行**状态

其它情况 (只需了解)

- 可以用 interrupt() 方法打断**等待**、**有时限等待**的线程，让它们恢复为**可运行**状态

- park, unpark 等方法也可以让线程等待和唤醒

五种状态

五种状态的说法来自于操作系统层面的划分

- 运行态：分到 cpu 时间，能真正执行线程内代码的
- 就绪态：有资格分到 cpu 时间，但还未轮到它的
- 阻塞态：没资格分到 cpu 时间的
 - 涵盖了 java 状态中提到的**阻塞、等待、有时限等待**
 - 多出了阻塞 I/O，指线程在调用阻塞 I/O 时，实际活由 I/O 设备完成，此时线程无事可做，只能干等
- 新建与终结态：与 java 中同名状态类似，不再啰嗦

2. 线程池

要求

- 掌握线程池的 7 大核心参数

七大参数

1. corePoolSize 核心线程数目 - 池中会保留的最多线程数
2. maximumPoolSize 最大线程数目 - 核心线程+救急线程的最大数目
3. keepAliveTime 生存时间 - 救急线程的生存时间，生存时间内没有新任务，此线程资源会释放
4. unit 时间单位 - 救急线程的生存时间单位，如秒、毫秒等
5. workQueue - 当没有空闲核心线程时，新来任务会加入到此队列排队，队列满会创建救急线程执行任务
6. threadFactory 线程工厂 - 可以定制线程对象的创建，例如设置线程名字、是否是守护线程等
7. handler 拒绝策略 - 当所有线程都在繁忙，workQueue 也放满时，会触发拒绝策略
 1. 抛异常 java.util.concurrent.ThreadPoolExecutor.AbortPolicy
 2. 由调用者执行任务 java.util.concurrent.ThreadPoolExecutor.CallerRunsPolicy
 3. 丢弃任务 java.util.concurrent.ThreadPoolExecutor.DiscardPolicy
 4. 丢弃最早排队任务 java.util.concurrent.ThreadPoolExecutor.DiscardOldestPolicy

代码说明

day02.TestThreadPoolExecutor 以较为形象的方式演示了线程池的核心组成

3. wait vs sleep

要求

- 能够说出二者区别

一个共同点，三个不同点

共同点

- wait(), wait(long) 和 sleep(long) 的效果都是让当前线程暂时放弃 CPU 的使用权，进入阻塞状态

不同点

- 方法归属不同
 - sleep(long) 是 Thread 的静态方法
 - 而 wait(), wait(long) 都是 Object 的成员方法，每个对象都有
- 醒来时机不同
 - 执行 sleep(long) 和 wait(long) 的线程都会在等待相应毫秒后醒来
 - wait(long) 和 wait() 还可以被 notify 唤醒，wait() 如果不唤醒就一直等下去
 - 它们都可以被打断唤醒
- 锁特性不同（重点）
 - wait 方法的调用必须先获取 wait 对象的锁，而 sleep 则无此限制
 - wait 方法执行后会释放对象锁，允许其它线程获得该对象锁（我放弃 cpu，但你们还可以用）
 - 而 sleep 如果在 synchronized 代码块中执行，并不会释放对象锁（我放弃 cpu，你们也用不了）

4. lock vs synchronized

要求

- 掌握 lock 与 synchronized 的区别
- 理解 ReentrantLock 的公平、非公平锁
- 理解 ReentrantLock 中的条件变量

三个层面

不同点

- 语法层面
 - synchronized 是关键字，源码在 jvm 中，用 c++ 语言实现
 - Lock 是接口，源码由 jdk 提供，用 java 语言实现
 - 使用 synchronized 时，退出同步代码块锁会自动释放，而使用 Lock 时，需要手动调用 unlock 方法释放锁
- 功能层面
 - 二者均属于悲观锁、都具备基本的互斥、同步、锁重入功能
 - Lock 提供了许多 synchronized 不具备的功能，例如获取等待状态、公平锁、可打断、可超时、多条件变量
 - Lock 有适合不同场景的实现，如 ReentrantLock, ReentrantReadWriteLock
- 性能层面
 - 在没有竞争时，synchronized 做了很多优化，如偏向锁、轻量级锁，性能不赖
 - 在竞争激烈时，Lock 的实现通常会提供更好的性能

公平锁

- 公平锁的公平体现
 - **已经处在阻塞队列**中的线程（不考虑超时）始终都是公平的，先进先出
 - 公平锁是指**未处于阻塞队列**中的线程来争抢锁，如果队列不为空，则老实到队尾等待
 - 非公平锁是指**未处于阻塞队列**中的线程来争抢锁，与队列头唤醒的线程去竞争，谁抢到算谁的
- 公平锁会降低吞吐量，一般不用

条件变量

- ReentrantLock 中的条件变量功能类似于普通 synchronized 的 wait, notify，用在当线程获得锁后，发现条件不满足时，临时等待的链表结构
- 与 synchronized 的等待集合不同之处在于，ReentrantLock 中的条件变量可以有多个，可以实现更精细的等待、唤醒控制

代码说明

- day02.TestReentrantLock 用较为形象的方式演示 ReentrantLock 的内部结构

5. volatile

要求

- 掌握线程安全要考虑的三个问题
- 掌握 volatile 能解决哪些问题

原子性

- 起因：多线程下，不同线程的**指令发生了交错**导致的共享变量的读写混乱
- 解决：用悲观锁或乐观锁解决，volatile 并不能解决原子性

可见性

- 起因：由于**编译器优化、或缓存优化、或 CPU 指令重排序优化**导致的对共享变量所做的修改另外的线程看不到
- 解决：用 volatile 修饰共享变量，能够防止编译器等优化发生，让一个线程对共享变量的修改对另一个线程可见

有序性

- 起因：由于**编译器优化、或缓存优化、或 CPU 指令重排序优化**导致指令的实际执行顺序与编写顺序不一致
- 解决：用 volatile 修饰共享变量会在读、写共享变量时加入不同的屏障，阻止其他读写操作越过屏障，从而达到阻止重排序的效果
- 注意：
 - **volatile 变量写**加的屏障是阻止上方其它写操作越过屏障排到 **volatile 变量写**之下
 - **volatile 变量读**加的屏障是阻止下方其它读操作越过屏障排到 **volatile 变量读**之上
 - volatile 读写加入的屏障只能防止同一线程内的指令重排

代码说明

- day02.threadsafe.AddAndSubtract 演示原子性

- day02.threadsafe.ForeverLoop 演示可见性
 - 注意：本例经实践检验是编译器优化导致的可见性问题
- day02.threadsafe.Reordering 演示有序性
 - 需要打成 jar 包后测试
- 请同时参考视频讲解

6. 悲观锁 vs 乐观锁

要求

- 掌握悲观锁和乐观锁的区别

对比悲观锁与乐观锁

- 悲观锁的代表是 synchronized 和 Lock 锁
 - 其核心思想是【线程只有占有了锁，才能去操作共享变量，每次只有一个线程占锁成功，获取锁失败的线程，都得停下来等待】
 - 线程从运行到阻塞、再从阻塞到唤醒，涉及线程上下文切换，如果频繁发生，影响性能
 - 实际上，线程在获取 synchronized 和 Lock 锁时，如果锁已被占用，都会做几次重试操作，减少阻塞的机会
- 乐观锁的代表是 AtomicInteger，使用 cas 来保证原子性
 - 其核心思想是【无需加锁，每次只有一个线程能成功修改共享变量，其它失败的线程不需要停止，不断重试直至成功】
 - 由于线程一直运行，不需要阻塞，因此不涉及线程上下文切换
 - 它需要多核 cpu 支持，且线程数不应超过 cpu 核数

代码说明

- day02.SyncVsCas 演示了分别使用乐观锁和悲观锁解决原子赋值
- 请同时参考视频讲解

7. Hashtable vs ConcurrentHashMap

要求

- 掌握 Hashtable 与 ConcurrentHashMap 的区别
- 掌握 ConcurrentHashMap 在不同版本的实现区别

更形象的演示，见资料中的 hash-demo.jar，运行需要 jdk14 以上环境，进入 jar 包目录，执行下面命令

```
java -jar --add-exports java.base/jdk.internal.misc=ALL-UNNAMED hash-demo.jar
```

Hashtable 对比 ConcurrentHashMap

- Hashtable 与 ConcurrentHashMap 都是线程安全的 Map 集合
- Hashtable 并发度低，整个 Hashtable 对应一把锁，同一时刻，只能有一个线程操作它

- ConcurrentHashMap 并发度高，整个 ConcurrentHashMap 对应多把锁，只要线程访问的是不同锁，那么不会冲突

ConcurrentHashMap 1.7

- 数据结构：Segment(大数组) + HashEntry(小数组) + 链表，每个 Segment 对应一把锁，如果多个线程访问不同的 Segment，则不会冲突
- 并发度：Segment 数组大小即并发度，决定了同一时刻最多能有多少个线程并发访问。Segment 数组不能扩容，意味着并发度在 ConcurrentHashMap 创建时就固定了
- 索引计算
 - 假设大数组长度是 2^m ，key 在大数组内的索引是 key 的二次 hash 值的高 m 位
 - 假设小数组长度是 2^n ，key 在小数组内的索引是 key 的二次 hash 值的低 n 位
- 扩容：每个小数组的扩容相对独立，小数组在超过扩容因子时会触发扩容，每次扩容翻倍
- Segment[0] 原型：首次创建其它小数组时，会以此原型为依据，数组长度，扩容因子都会以原型为准

ConcurrentHashMap 1.8

- 数据结构：Node 数组 + 链表或红黑树，数组的每个头节点作为锁，如果多个线程访问的头节点不同，则不会冲突。首次生成头节点时如果发生竞争，利用 cas 而非 synchronized，进一步提升性能
- 并发度：Node 数组有多大，并发度就有多大，与 1.7 不同，Node 数组可以扩容
- 扩容条件：Node 数组满 3/4 时就会扩容
- 扩容单位：以链表为单位从后向前迁移链表，迁移完成的将旧数组头节点替换为 ForwardingNode
- 扩容时并发 get
 - 根据是否为 ForwardingNode 来决定是在新数组查找还是在旧数组查找，不会阻塞
 - 如果链表长度超过 1，则需要对节点进行复制（创建新节点），怕的是节点迁移后 next 指针改变
 - 如果链表最后几个元素扩容后索引不变，则节点无需复制
- 扩容时并发 put
 - 如果 put 的线程与扩容线程操作的链表是同一个，put 线程会阻塞
 - 如果 put 的线程操作的链表还未迁移完成，即头节点不是 ForwardingNode，则可以并发执行
 - 如果 put 的线程操作的链表已经迁移完成，即头节点是 ForwardingNode，则可以协助扩容
- 与 1.7 相比是懒惰初始化
- capacity 代表预估的元素个数，capacity / factory 来计算出初始数组大小，需要贴近 2^n
- loadFactor 只在计算初始数组大小时被使用，之后扩容固定为 3/4
- 超过树化阈值时的扩容问题，如果容量已经是 64，直接树化，否则在原来容量基础上做 3 轮扩容

8. ThreadLocal

要求

- 掌握 ThreadLocal 的作用与原理
- 掌握 ThreadLocal 的内存释放时机

作用

- ThreadLocal 可以实现【资源对象】的线程隔离，让每个线程各用各的【资源对象】，避免争用引发的线程安全问题
- ThreadLocal 同时实现了线程内的资源共享

原理

每个线程内有一个 ThreadLocalMap 类型的成员变量，用来存储资源对象

- 调用 set 方法，就是以 ThreadLocal 自己作为 key，资源对象作为 value，放入当前线程的 ThreadLocalMap 集合中
- 调用 get 方法，就是以 ThreadLocal 自己作为 key，到当前线程中查找关联的资源值
- 调用 remove 方法，就是以 ThreadLocal 自己作为 key，移除当前线程关联的资源值

ThreadLocalMap 的一些特点

- key 的 hash 值统一分配
- 初始容量 16，扩容因子 2/3，扩容容量翻倍
- key 索引冲突后用开放寻址法解决冲突

弱引用 key

ThreadLocalMap 中的 key 被设计为弱引用，原因如下

- Thread 可能需要长时间运行（如线程池中的线程），如果 key 不再使用，需要在内存不足（GC）时释放其占用的内存

内存释放时机

- 被动 GC 释放 key
 - 仅是让 key 的内存释放，关联 value 的内存并不会释放
- 懒惰被动释放 value
 - get key 时，发现是 null key，则释放其 value 内存
 - set key 时，会使用启发式扫描，清除临近的 null key 的 value 内存，启发次数与元素个数，是否发现 null key 有关
- 主动 remove 释放 key, value
 - 会同时释放 key, value 的内存，也会清除临近的 null key 的 value 内存
 - 推荐使用它，因为一般使用 ThreadLocal 时都把它作为静态变量（即强引用），因此无法被动依靠 GC 回收