# 千变万化的锁

# Lock接口

## 简介、地位、作用

### 1.作用

1. 锁是一种工具，用于控制对共享资源的访问。
2. Lock和Synchronized，这两种是最常见的锁，他们都可以达到线程安全的目的，但是在使用上和功能上又有较大的不同。
3. Lock并不是用来替代synchronized的，而是当使用synchronized不合适或不足以满足要求的时间，来提供高级功能的。
4. lock接口最常见的实现类是ReentrantLock。
5. 通常情况下，Lock只允许一个线程来访问这个共享资源，不过有的时候，一些特殊的实现也可允许并发访问，比如ReadWriteLock里面的ReadLock。

## 为什么synchronized不够用？为什么需要Lock？

1. 为什么Synchronized不够用？
   1. 效率低：锁的释放情况少、试图获得锁时不能设定超时、不能中断一个正在试图获得锁的线程
   2. 不够灵活(读写锁更灵活)：加锁和释放的时机单一，每个锁仅有单一的条件(某个对象)，可能是不够的
   3. 无法知道是否成功获取到锁

## 方法介绍

1.在Lock中声明了四个方法来获取锁

2.lock()、tryLock()、tryLock(long time,TimeUnit unit)和lockInterruptibly()

3.那么这四个方法有什么区别呢？

1.lock()

1.lock()就是最普通的获取锁。如果锁已被其他线程获取，则进行等待。

2.Lock不会像synchronized一样在异常时自动释放锁。

3.因此最佳实践是，在finally中释放锁，以保证发生异常时锁一定被释放

4.lock()方法不能被中断，这会带来很大的隐患：一旦陷入死锁，lock()就会陷入永久等待

2.tryLock()

1.tryLock()用来尝试获取锁，如果当前锁没有被其他线程占用，则获取成功。则返回true，否则返回false，代表获 取锁失败

2.相比于lock，这样的方法显然功能更强大了，我们可以根据是否能获取到锁来决定后续程序的行为。

3.该方法会立刻返回，即便在拿不到锁时不会一直在那等

3.tryLock(long time,TimeUnit unit)：超时就放弃(代码演示，代码在ThreadLock.src.lock.lock.TryLockDeadLock)。

4.lockInterruptibly()；相当于tryLock(long time,TimeUnit unit)把超时时间设置为无限。在等待死锁的过程中，线程可以被中断

5.unlock()：解锁

## 可见性保证

### 可见性

可见性是java内存模型里面最重要的一个部分，他指的是我们线程与线程之间，他们并不是随时可以看到对方最新的动态的，比如说我第一个线程修改了a =1，第二个线程可能看到还是刚才的那个值，可能刚才是0，那么他看到可能就是0。也可能是1。这就是可见性问题

### happens-before

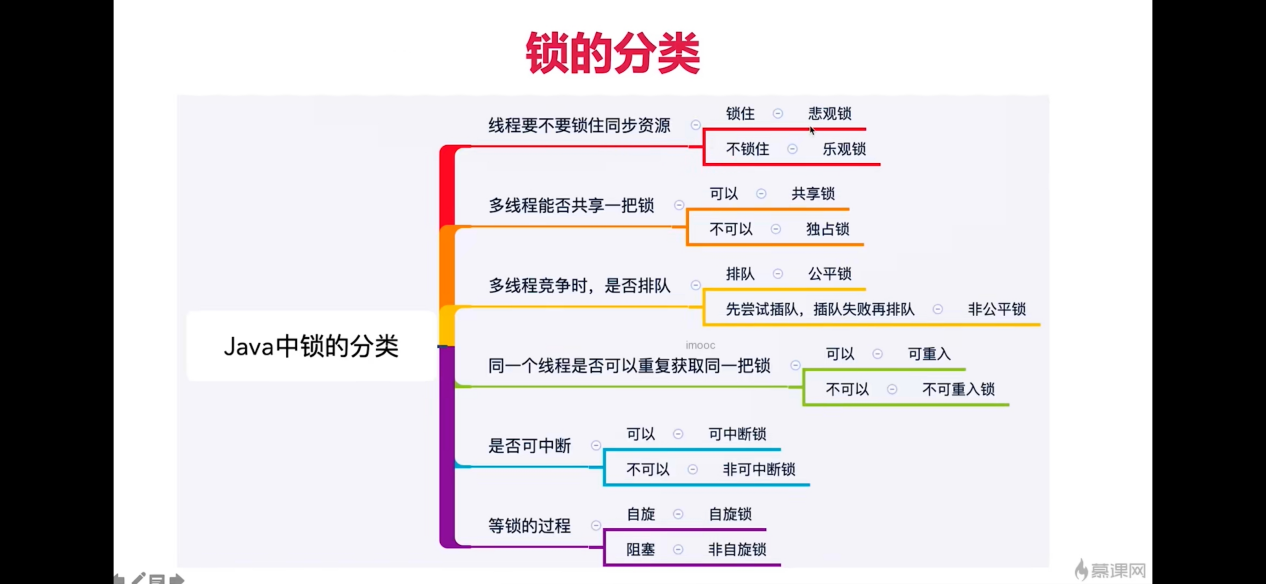
Happens-before原则指的就是说我们这件事发生了，如果其他线程一定能看到我之前所做的修改的话，就代表她们拥有happens-before。

### 3.Lock的加解锁和synchronized有同样的内存语义，也就是说，下一个线程加锁后可以看到所有前一个线程解锁前发生的所有操作

# 锁的分类

## 概述

1. 这些分类，是从各种不同角度出发去看的
2. 这些分类并不是互斥的，也就是多个类型可以并存：有可能一个锁，同时属于两种类型
3. 比如ReentrantLock既是互斥锁，又是可重入锁。
4. 好比是你是一个男人，同时又是一个军人，这是不互斥的。



# 乐观锁和悲观锁

## 为什么会诞生非互斥同步锁(乐观锁) --- 互斥同步锁的劣势(悲观锁)

### 互斥同步锁的劣势

* 1. 阻塞和唤醒所带来的性能劣势

因为悲观锁锁住之后，他就是独占的，其他线程如果还想获得相同的资源，那就必须等待，这带来的最大问题就是性能问题。这个性能问题主要就是发生在线程的阻塞和唤醒阶段。一些列操作会带来服务器性能的损耗。

* 1. 永久阻塞

如果持有锁的线程被永久阻塞，比如遇到了无限循环、死锁等活跃性问题，那么等待该线程释放锁的那几个悲催的线程，将永远也得不到执行。

* 1. 优先级反转

如果我们被阻塞的线程优先级比较高，而持有锁的线程优先级比较低，那么这会导致优先级反转，由于我们本身给线程设置的优先级，想让优先级搞得那个线程多运行，而让少的线程少运行，可是一旦我们这个优先级低的线程他拿到这个锁之后，假设说他不释放，或者说它释放的比较慢，那么这段时间，即便你另外的线程优先级很高，即便你能执行，你也没有用的，因为你必须要等待我们的锁释放，你才能执行，这就是导致虽然你的优先级实际很高，但是你会降到比我还低这种情况，导致优先级反转

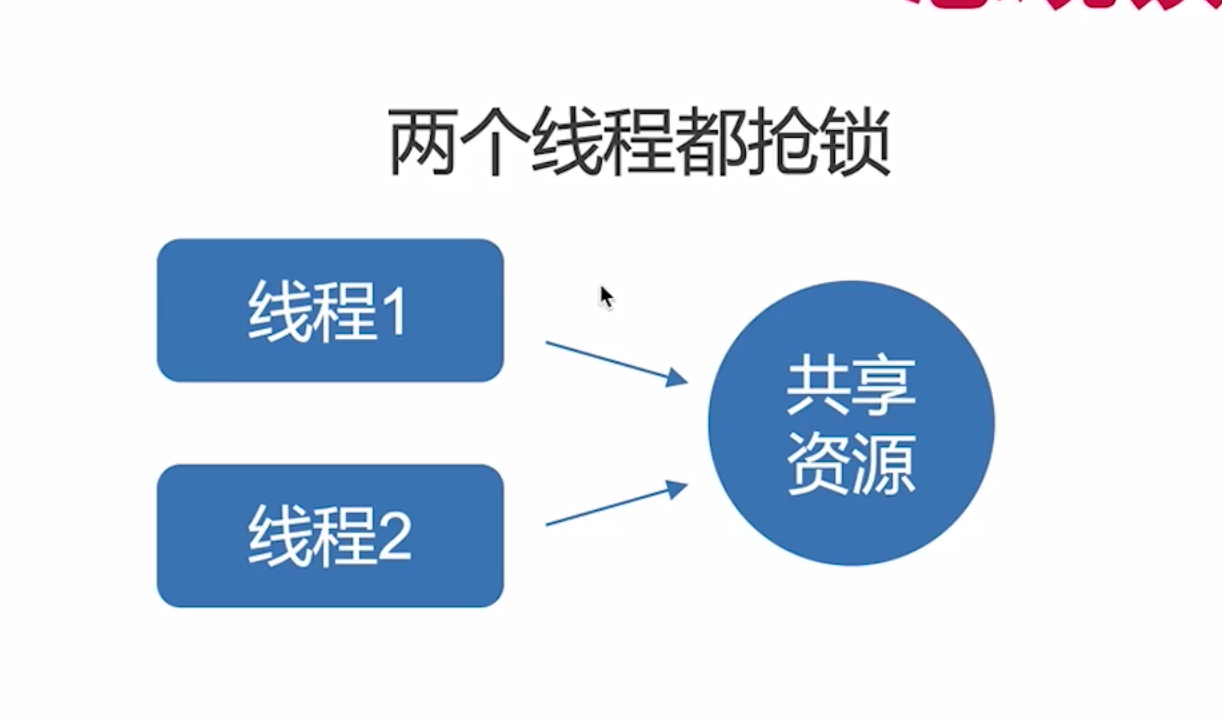
## 什么是乐观锁和悲观锁

### 人的性格

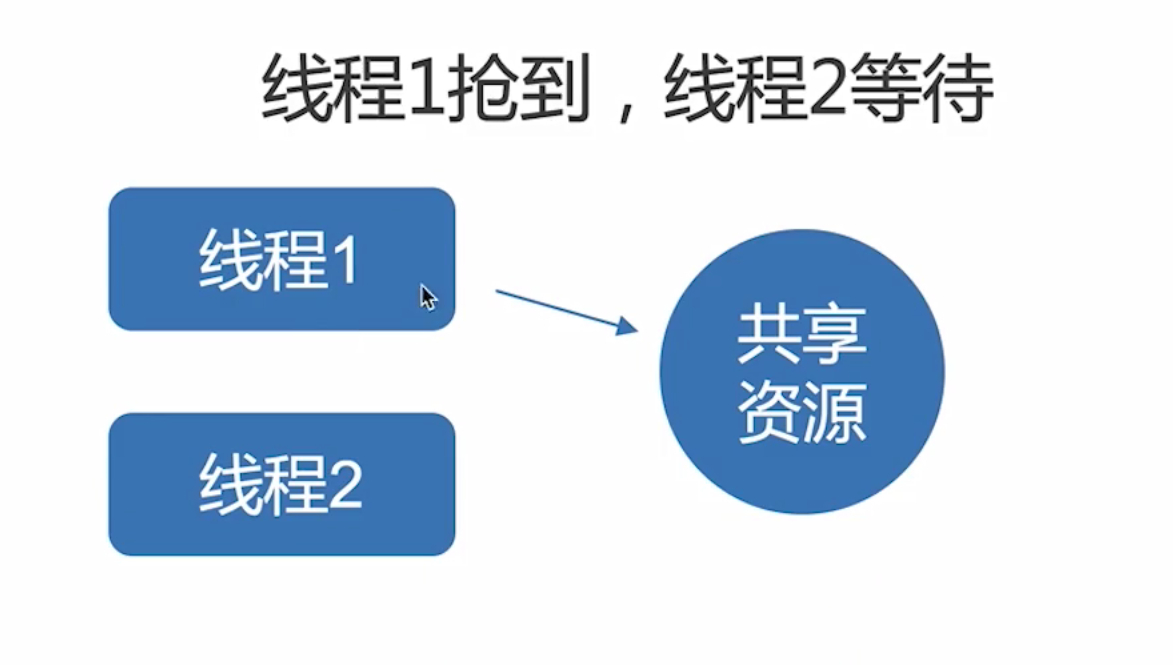
从人的性格来讲也是分为乐观和悲观的

### 从是否锁住资源的角度来分类

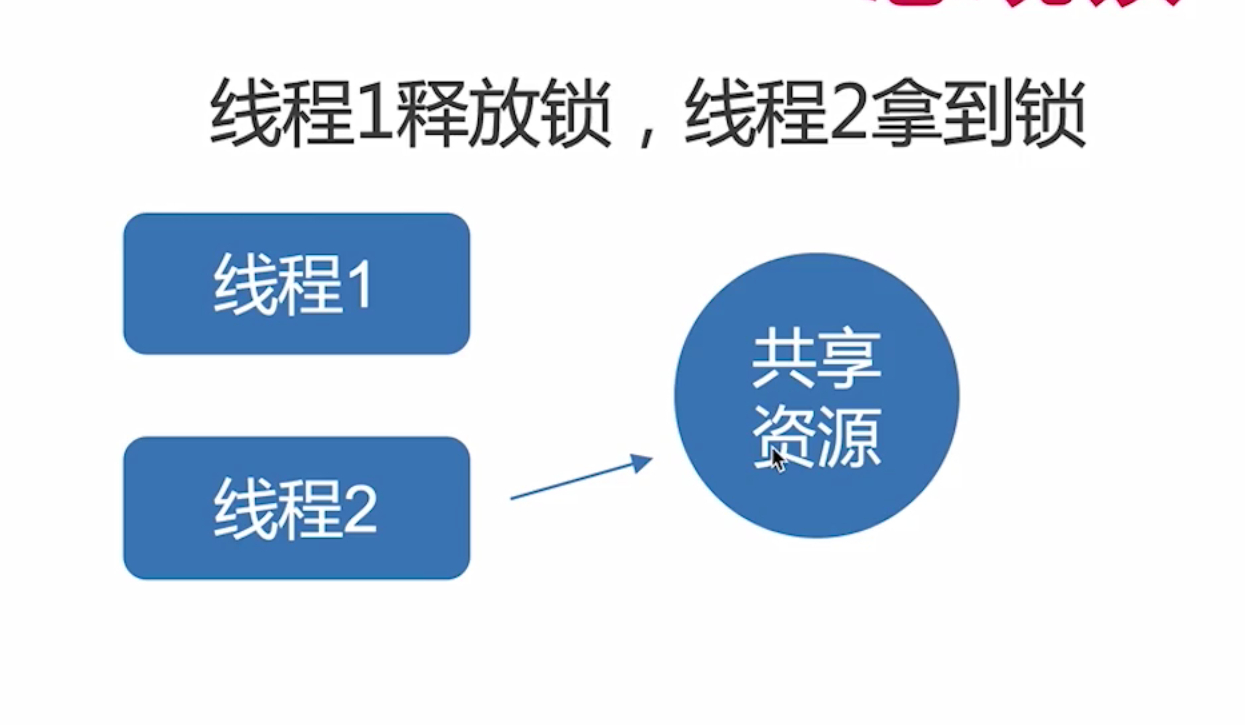
1. 悲观锁：如果我不锁住这个资源，别人就会来抢，就会造成数据结果错误，所以每次悲观锁为了确保结果的正确性，就会在每次获取并修改数据时，把数据锁住，让别人无法访问该数据，这样就可以确保数据的内容万无一失。
2. java中最典型的悲观锁就是synchronized和Lock相关类
3. 悲观锁在执行的时候是一个什么样的流程？



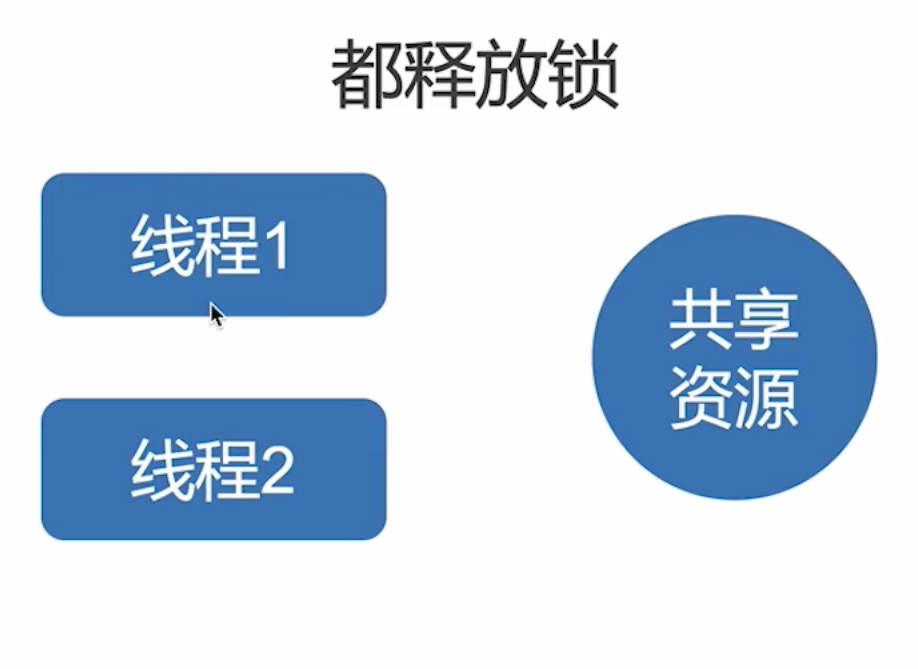
首先假设两个线程都去抢这把锁，只有一个想爱你成能抢到。



我们假设线程1抢到，那么线程2就开始等待。他就开始反复的等待

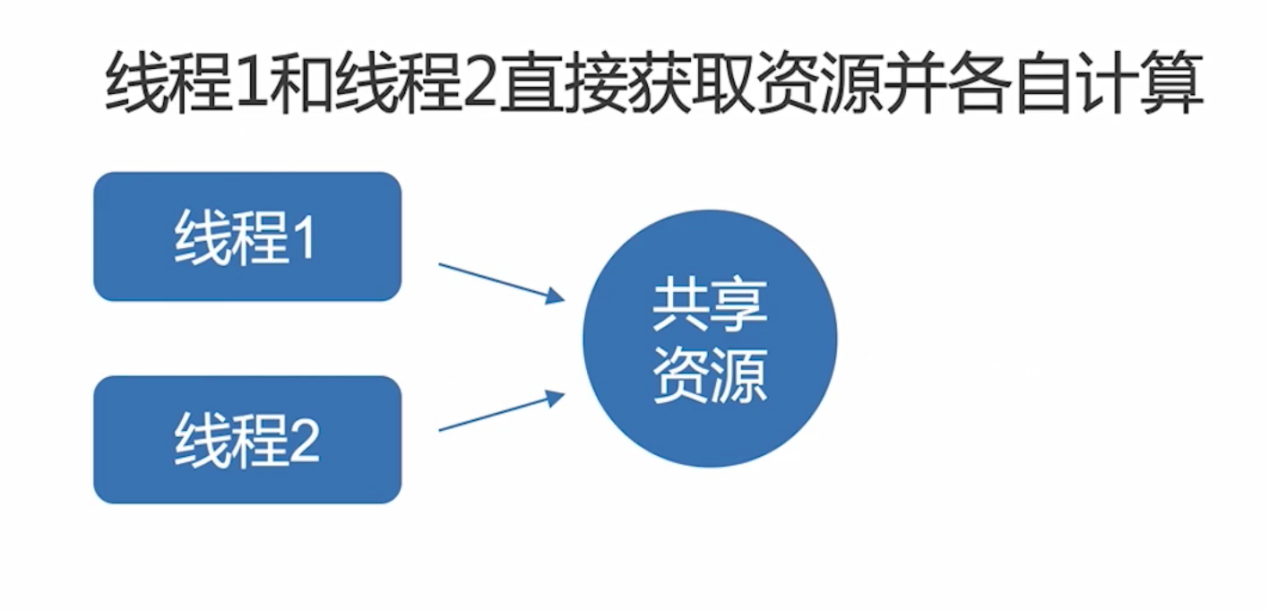


直到线程1释放了之后线程2才能拿到，然后呢线程2拿到之后去执行完自己的逻辑。

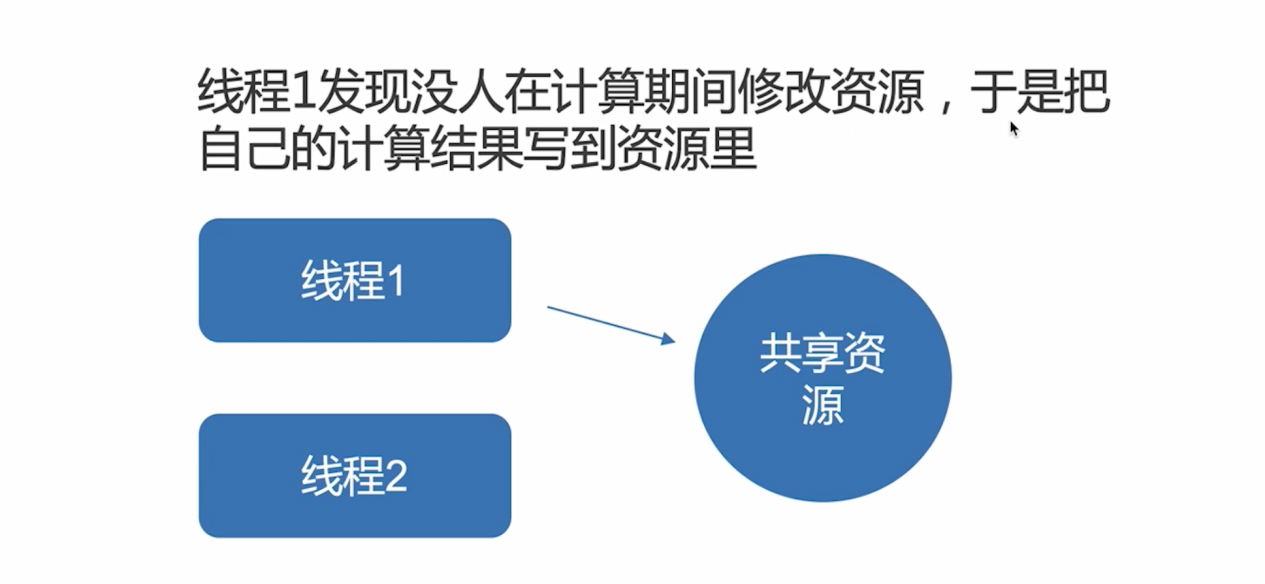


最终把他给释放掉。

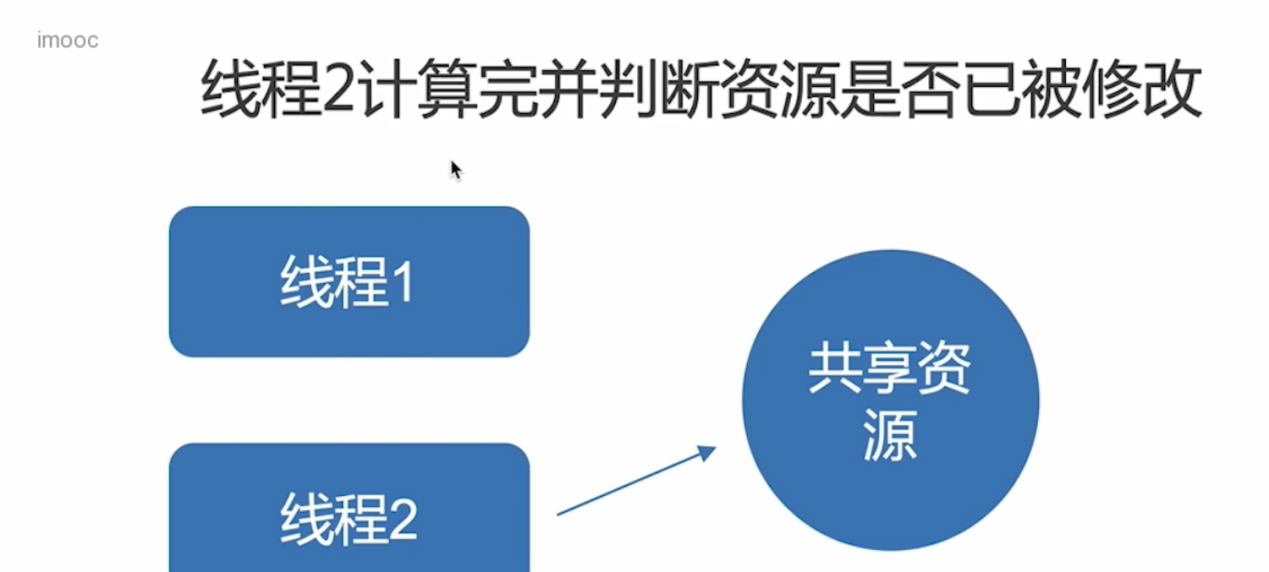
1. 乐观锁；认为自己在处理操作的时候不会有其它线程来干扰，所以并不会锁住被操作对象，
2. 乐观锁：在更新的时候，去对比在我修改的期间数据有没有被其他人改变过：如果没被改变过，就说明真的是只有我自己在操作，那我就正常去修改数据
3. 乐观锁：如果数据和我一开始拿到的不一样了，说明其他人在这段时间诶修改过数据，那我就不能继续刚才的更新数据过程了，我会选择放弃、报错、重试等策略。。
4. 乐观锁：乐观锁的实现一般都是利用CAS算法来实现的，CAS的核心思想就是我可以在一个原子操作内，把你这个数据对比并且交换。那么在此期间是不会有人能打断我的。
5. 乐观锁是是如何操作一个数据的？



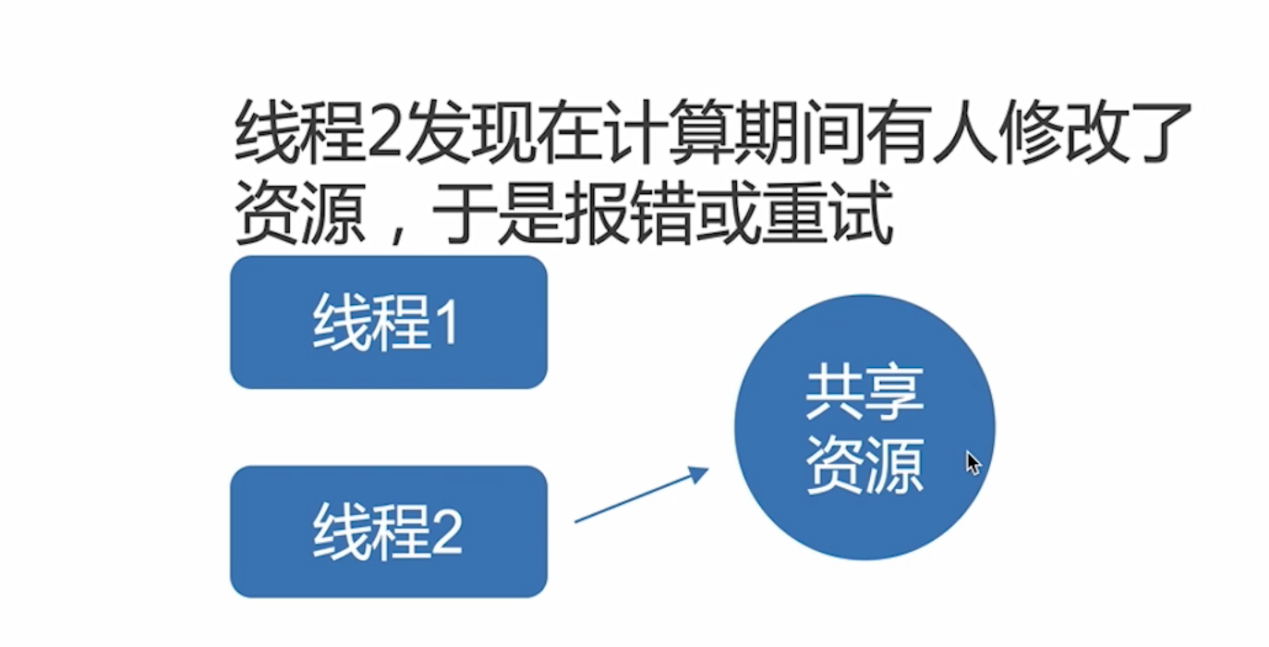
假设我们线程1和线程2相同时获得到这个资源，然后呢他们没有人回去锁它  
他们实际上是并行开始计算了，假设我们线程1先计算完，这个时候在计算完之后他不会立刻的会写进去，因为他计算完了他会去判断一下在此期间有没有人把它修改过。



如果线程1发现在此期间没有被人修改过，他就把结果去写进去



那么这个时候线程2他也就算完了，他也会去判断共享资源有没有被人修改过，实际上已经是被人修改过了，因为刚才已经被线程1修改过了，于是呢他就不把自己的结果给放进去了



线程2刚才计算的结果可以丢弃，或者重试或者报错，都可以，那么现成这个修改是失败的。

## 典型例子和应用

1. 典型例子

\* 悲观锁：synchronized和Lock接口

\* 乐观锁的典型例子就是原子类、并发容器等(原子类，并发容器他们的底层实现很多都用到了乐观锁的实现)

1. 代码演示
2. Git：Git就是乐观锁的典型例子，当我们往远程仓库push代码的时候，git就会检查远端仓库的版本是不是领先于我们现在的版本，如果远程仓库的版本号和本地的不一样，就表示有其他人修改了远端代码了，我们的这次提交就失败；如果远端和本地版本号一致，我们就可以顺利提交版本到远程仓库。
3. Git不适合用悲观锁，否则公司倒闭

就是说我在写代码的过程中，你是不能提交的，因为我把整个的远端仓库都给锁住了，这段时间内只能我来提交，那么可能就会造成今天我一整天都在写代码，一致锁住，那么其他人就没有办法去协作，其他人写的也都发布不上去，那么效率就会非常低下。

1. 数据库
2. 、select for update就是悲观锁。

当我们用了select for update语句执行数据库，那么他就会把库给锁住，然后呢你再去更新，更新的期间其他人不能修改。

1. 、用version控制数据库就是乐观锁

\* 添加一个字段lock\_version，这个是专门用来记录版本号的

\* 先查询这个更新语句的version：select \* from table，先把版本号给查出来

\* 然后update set num = 2,version = version + 1 where version = 1 and id = 5

Where version = 1(其实上面的语句查询出来的版本号)其实就是在检查在更新过程中其他人有没有修改过该语句。

如果version被更新了等于2，不一样就会更新出错，这就是乐观锁的原理。

## 开销对比

1. 悲观锁的原始开销要高于乐观锁，但是特点是一劳永逸，临界区持锁时间就算越来越差，也不会对互斥锁的开销造成影响。
2. 相反，虽然乐观锁一开始的开销比悲观锁小，但是如果自旋时间很长或者不停重试，那么消耗的资源也会越来越多。

## 两种锁各自的使用场景

1. 悲观锁：是和并发写入多的情况，适用于临界区持锁时间比较长的情况，悲观锁可以避免大量的无用自旋等消耗，典型情况：

\* 临界区有IO操作：持有锁时间会比较长

\* 临界区代码复杂或者循环量大

\* 临界区竞争非常激烈

2、乐观锁：适合并发写入，小大部分是读取的场景，不加锁的能让读取性能大大提高。

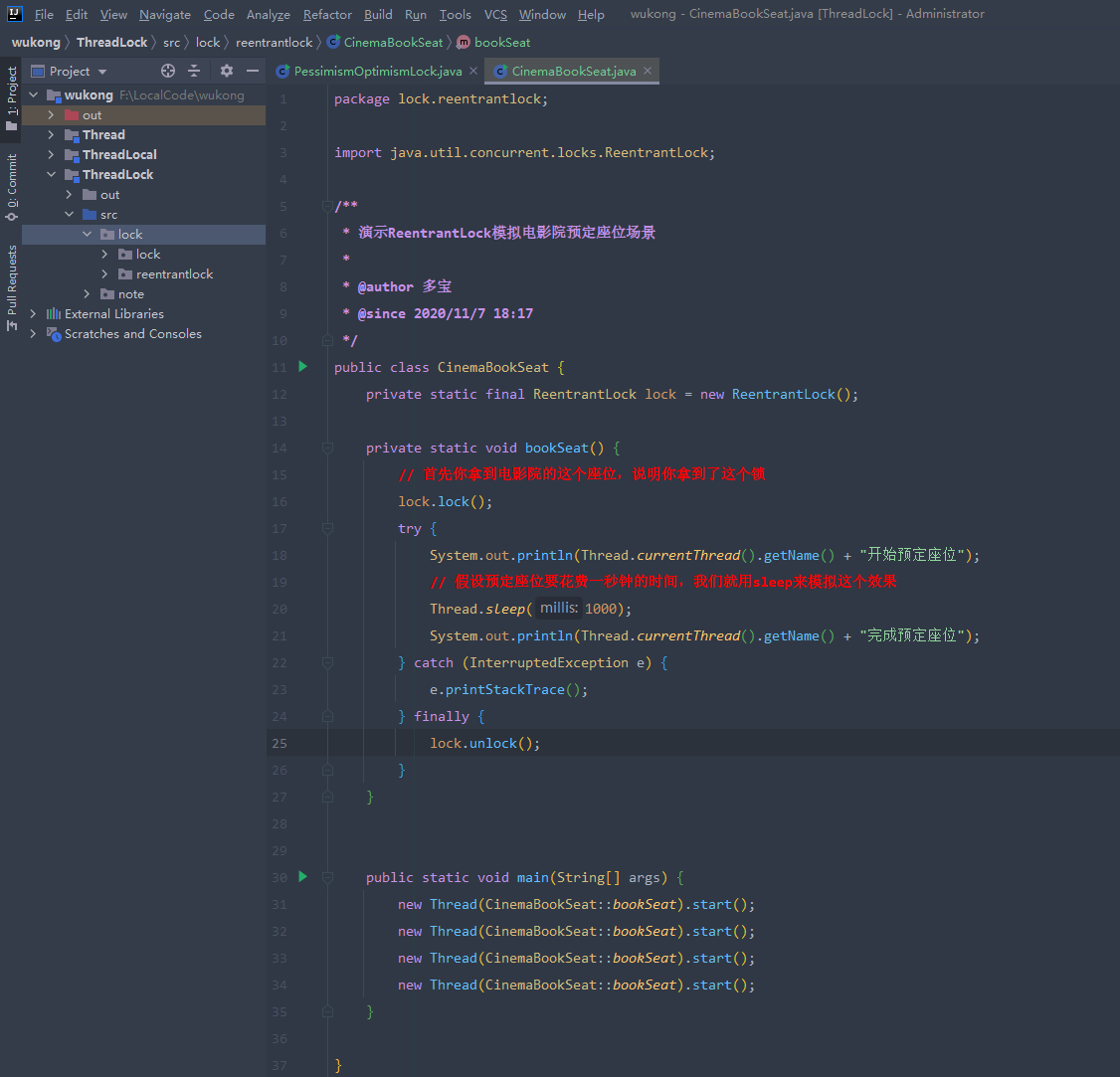
# 可重入锁和非可重入锁，以ReentrantLock为例(重点)

## 使用案例

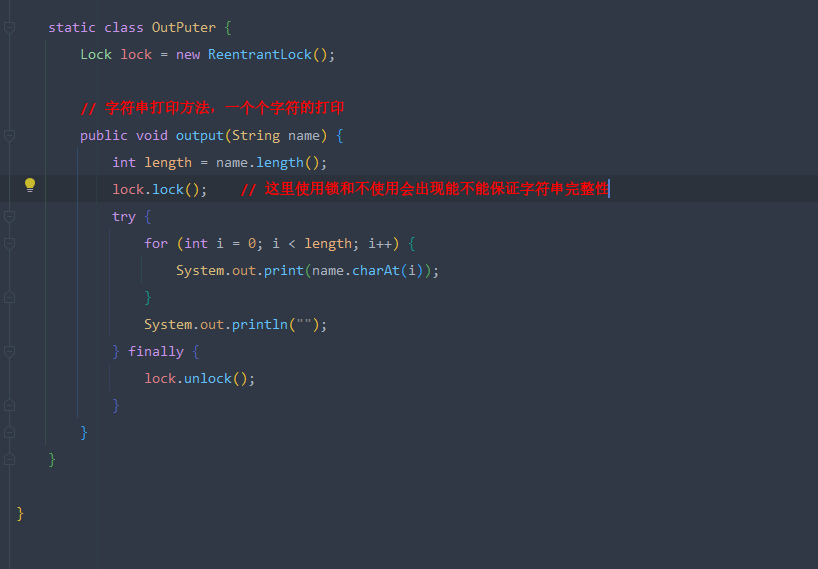
### 预定电影院座位

来到电影院之前需要预定票和座位，因为我们在预定座位的时间很可能我们的座位是并发预定的，选完座位之后APP会显示该座位为你锁定三分钟，请您付款。其实这个过程就是上锁了。

### 代码演示一下这个类似于电影院抢座位的过程。(ReentrantLock的用法)

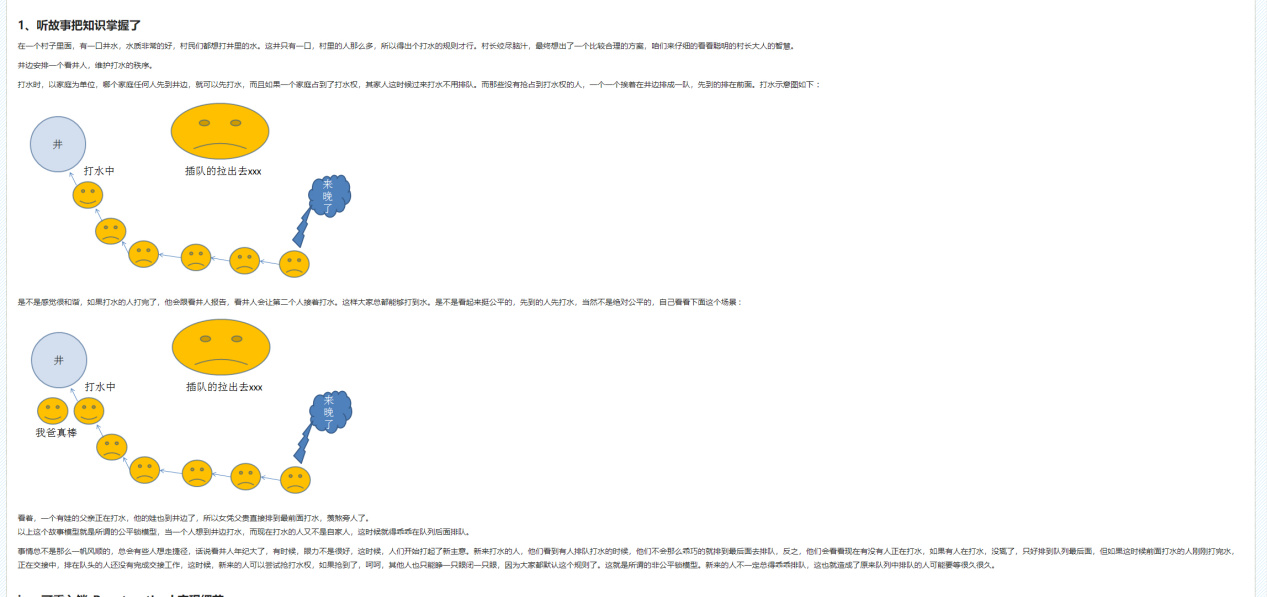


### 打印字符串



## 可重入性质

### 什么是可重入？



### 好处？

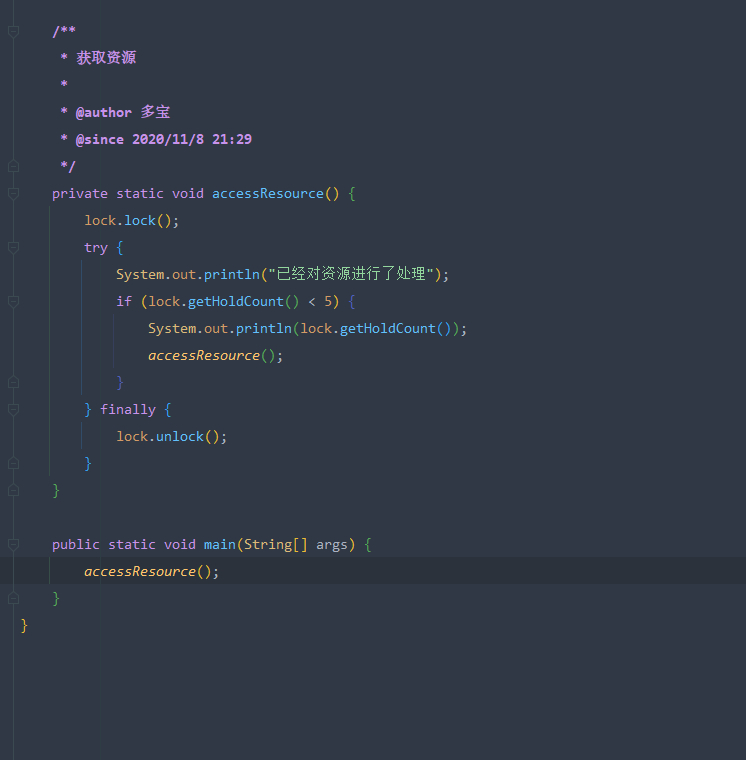
1. 、避免死锁

假设我们两个方法都被synchronized修饰了，或者是被同一个锁给锁住了，这个时候线程A运行第一个方法，她拿到锁了，可是这个时候，他如果是想执行第二个方法，这个方法被同样的锁锁住了，假设我们不具备可重入性，那么这个时候再去获取那把锁，你是获取不到的，因为这把锁你必须要先释放才能再次获取，你如果不具备可重入性的话，这个时候就发生死锁了，相当于我手上拿着这把锁，我还想获取这把锁，你是获取不到的，有了可重入性之后呢，我们就不会发生这种现象了，可以避免死锁的发生，

1. 、提升封装性

这样一来我们的加锁、解锁就没有那么麻烦，避免一次一次的加锁又解锁，降低了我们编程的难度

### 代码演示



### 已获得的锁得数量

Lock.getHoldCount()

### 源码对比：可重入锁ReentrantLock以及非可重入锁ThreadPoolExecutor的Worker类



实际上ReentrantLock他背后上锁的过程的核心是AQS，AQS是一个框架，可以说是一种工具，AQS是我们很多并发工具的一个核心，

### ReentrantLock的其他方法介绍。

1. isHeldByCurrentThread可以看出锁是否被当前线程持有
2. getQueueLength可以返回当前正在等待这把锁的队列有多长，一般这两个方法是开发和调试时候使用，上线后用到的不多

### 使用案例和回顾

1. 去电影院看电影的时候想去抢锁。
2. 打印字符串的方式看下锁的使用。

会发现如果我们不使用锁，多个线程之间确实是会顺序错乱。

1. 可重入性质(重点)

如果你多辆车其中一个摇到号，就可以为你其他的车同时上牌照，这就是可重入的性质。

可重入好处：

\* 避免死锁

\* 提升封装性

# 公平锁和非公平锁

## 什么是公平和非公平？

### 公平是指按照线程请求的顺序，来分配锁；非公平指的是，不完全按照请求的顺序，在一定情况下，可以插队。

### 注意：非公平也同样不提倡”插队”行为，这里的非公平，指的是”在合适的时机”插队，而不是盲目插队。

### 什么是合适的实际呢？

### 火车票被插队的例子

假设以前还没有12306网上APP的时候，大家还是会说排队去火车站买，那个时候是这样的，其实12306也没几年呢，那么我们那个时候买火车票，尤其是春运的时候，那个可是很难抢票的，这个时候一个插队那直接是影响到我能不能买到票，所以是非常关键的。这个时候，假设有这么一个情况，我们是排在队伍的第二位，然后再我们前面呢，有一个人，它是先于我们排队，所以它自然是先于我们买票。然后让买完了票，走了，下一个本来是我，可是因为经过了彻夜的排队，其实那个时候我的脑袋还是我那个嗡嗡作响，还不是特别清醒，确实该轮到我了，可是呢这个时候呢，我也没有一下子缓过神来，在那愣住了，这个时候第一个人本来已经走了，他突然回来，又问了一下乘务员，说，我就问一句，很快的，请问那个火车几点发车？就这样问一句，那么你说这个叫不叫插队？这个实际上就是完全模拟了我们在线程中插队的情况。

我们来想一下，这种情况下，主要是体现了什么呢？体现了第一：由于我从哪个呆萌的状态到缓过神来去执行，这就对应到我们线程从阻塞状态 -- 被唤醒，这个是需要一个长时间切换的。而刚才那个人，它呢，是很清醒的。他直接来问，问好之后，他就走，其实并没有影响到我们什么东西，因为那个时候，就算他不来问，我也是脑子不清楚，也没办法买票，这个也就是反映了我们这边非公平的意思。

## 为什么要有非公平锁？

### 看到这里，小伙伴们肯定会很生气了，联想到自己买票被插队的情况，更是怒火中烧，凭什么默认策略是非公平，我难道前面的线程白白排队了吗？JAVA的设计者是不是没有素质？

1. 实际情况并不是这样的，Java设计者这样设计的目的，是为了提高效率。
2. 避免了唤醒带来的空档期

我们为什么不希望锁都是公平的呢？毕竟公平是一种很好的现象，不公平是不好的，但是啊，如果我们始终是公平的话，那么他在把那个已经挂起的线程恢复过来的这段时间，是有开销的，而这段时间如果你是公平的话，你要求必须排队的话，那么这段时间谁都拿不到锁，谁都没办法处理，但是我们假设啊，我们是可以允许非公平的。

我们假设我们现在有三个线程，第一个线程A持有这把锁，线程B请求这把锁，由于这个锁已经A持有了，那么B自然而然要去休息，假设A这个时候释放了，那么B呢就要被唤醒，就要去拿到这把锁，假设与此同时突然C来请求这个锁，那么由于C这个线程啊，他本身由于是一直处于唤醒状态，他也没有休息，它是可以立刻执行的，那么C很有可能在B被完全唤醒之前就已经获得了并且是使用完了并且又释放掉了这把锁，这就形成了一种双赢的局面。

为什么叫双赢呢？第一个，C肯定是赢了，C没有排队，她拿到锁了，并且是用完了，释放了。

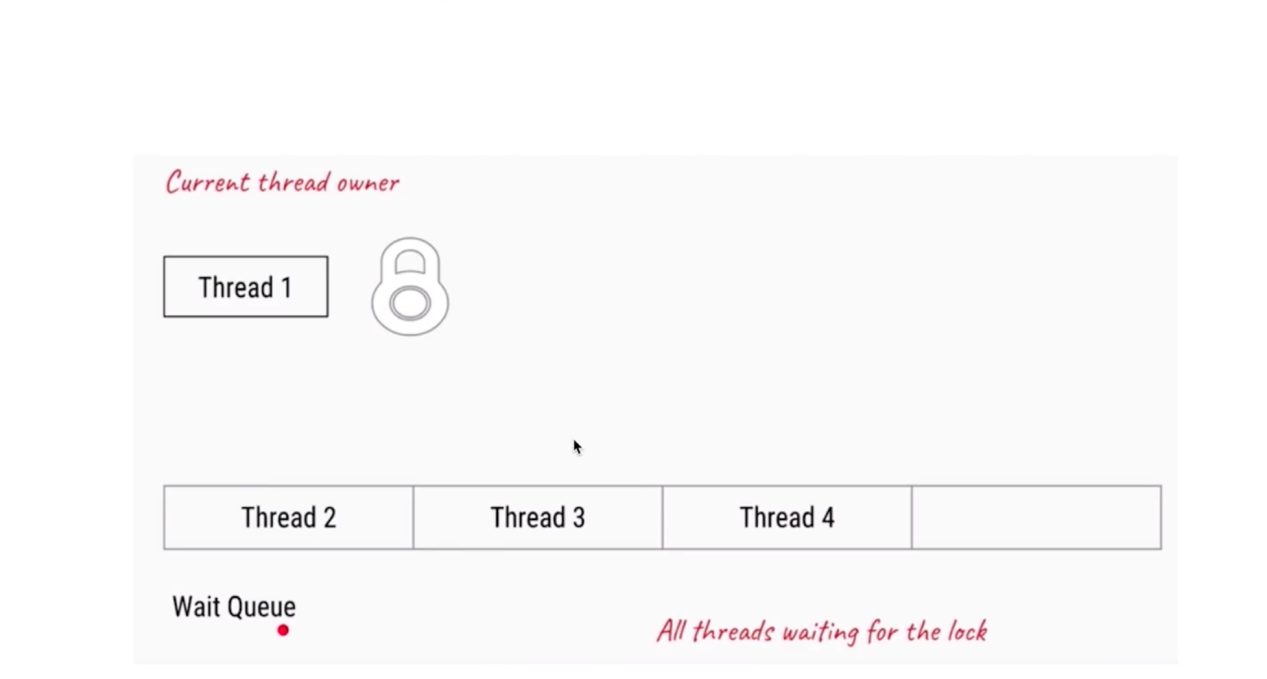
第二个其实B也没有输，为什么呢？B本身这段时间，他知道说A已经释放了，然后呢唤醒B，唤醒B的这个过程是耗时的，那么这段时间呢？本身这段时间，我既然耗时，我也拿不到锁，不如就让给别人，所以说，对于B而言，他拿到锁的时间并没有推迟，所以这是一种双赢的局面，这种插队呢，是可以带来吞吐量的提升的。这就是为什么会出现非公平锁的原因，主要就是因为啊，在我们大多数的情况下，由于这个唤醒的过程，这个开销，其实是比较大的，子啊这个期间，他为了增加我们的吞吐量，来给这个期间呢来给利用出去，这就是我们非公平设计的最根本的原因。

说到唤醒，举一个例子，以前呢女神，他换男朋友，换男朋友有空档期，在这个空档期的过程中，备胎来补上，为什么备胎补上啊？因为备胎，随叫随到，没有很高的唤醒成本，而男朋友呢，就像是里面切换的成本一样，也很慎重，阿么唤醒呢也是有很大成本的，所以这样一来就提高了效率。

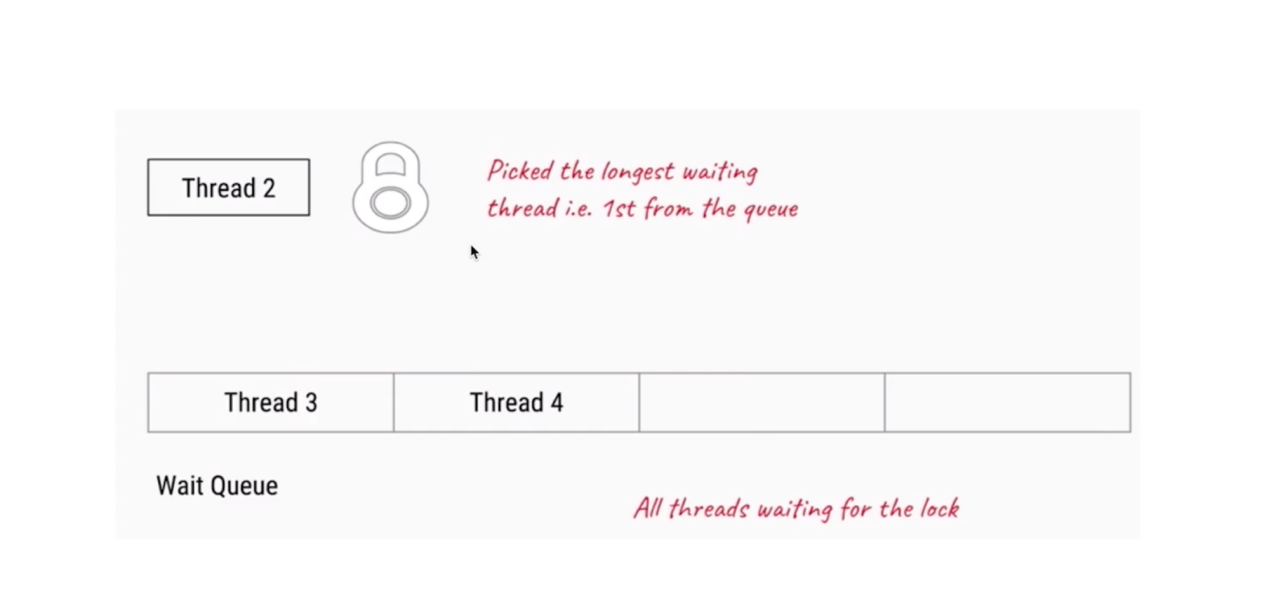
## 公平的情况(以ReentrantLock为例)

### 如果在创建ReentrantLock对象时，参数填写为true，那么这就是个公平锁：

### 假设线程1234是按照顺序调用lock的



首先是第一个线程拿到，那么234线程就开始在队列里面排队，等第一个执行完事之后，他就释放了，释放完之后，第二个线程拿到了锁。



为什么锁给到了第二个，因为第二个是最先进来排队的，那它等待的时间最长，于是呢就给了第二个，剩下的呢就毅然在队列里面进行排队，之后就开始执行线程3、4。

## 不公平的情况(以ReentrantLock为例)

### 对接上面不公平的情况，现在演示不公平的情况

1. 如果在线程1释放锁的时候，线程5恰好去执行lock，
2. 由于ReentrantLock发现此时并没有线程持有lock这把锁(线程2还没来得及获得到，因为获取需要时间)
3. 线程5可以插队，直接拿到这把锁，也就是ReentrantLock默认的公平策略，也就是”不公平”。



图的意思解释为，现在线程2还在排队，1一旦解锁，与此同时5来加锁，5直接就可以拿到这把锁。

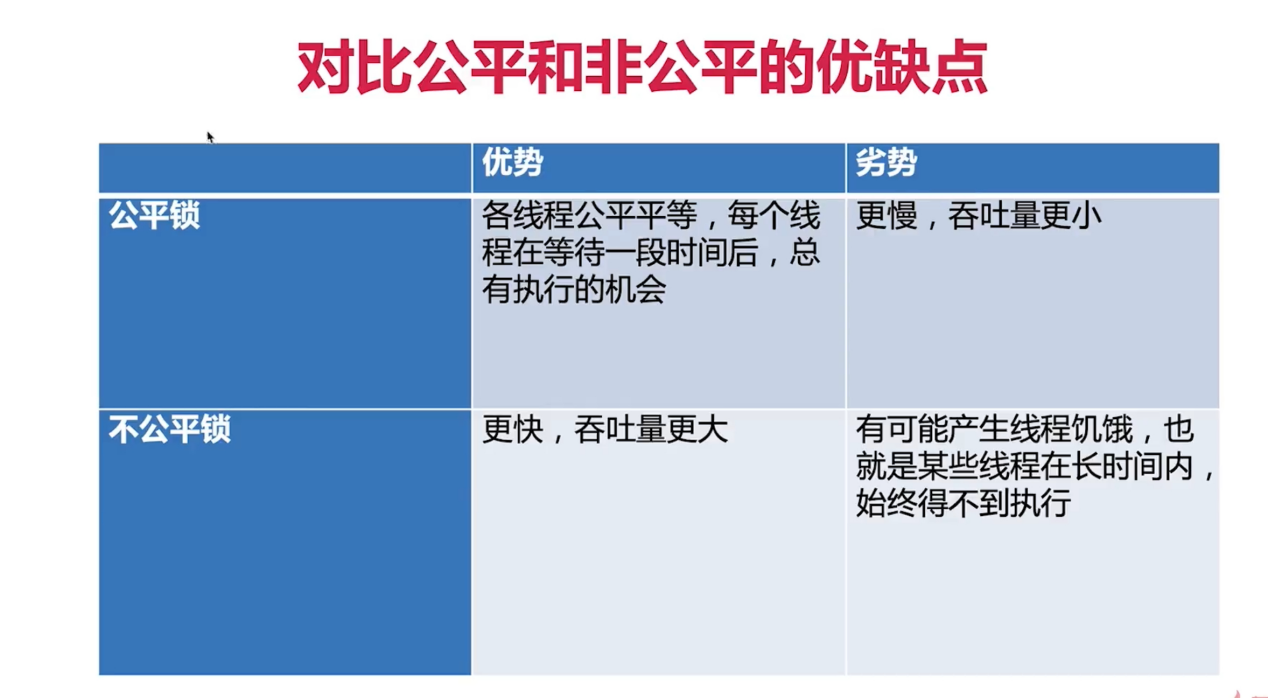
## 代码案例：演示公平和非公平的效果

## 特例

### 针对tryLock()方法，它是很猛的，他不遵守设定的公平的规则

### 例如：当有线程执行tryLock()的时候，一旦有线程释放了锁，那么这个正在tryLock()的线程就会获取到锁，即使在他之前已经有其它现在在等待队列里了。

## 对比公平和非公平的优缺点



公平锁在等待线程的过程中，时间被浪费了，所以速度会慢一些。

对于非公平锁而言，虽然是更快，吞吐量更大，但是会带来线程饥饿的问题，也就是说，每次我释放，总有人来抢，也就是某些线程在很长的一段时间内得不到执行。这就叫做是饥饿。

## 源码分析



公平锁：他会去判断是不是有人已经在队列中已经开始排队了(公平锁红色着重不分)，如果是没有的话，我再去获取，

非公平锁根本就不会判断是队列里面有没有人拿到锁

# 共享锁和排它锁：以ReentrantReadWriteLock读写锁为例(重点)

## 什么是共享锁和排它锁？

1. 排它锁又称为独占锁、独享锁
2. 共享锁，又称为读锁，获得共享锁之后，可以查看但无法共享和删除数据，其他线程此时也可以获取到共享锁，也可以查看但无法修改和删除数据。
3. 3.共享锁和排它锁的典型是读写锁ReentrantReadWriteLock，其中读锁是共享锁、写锁是独享锁

## 读写锁的作用

1. 在没有读写锁之前，我们假设使用ReentrantLock，那么虽然我们保证了线程安全，但是也浪费了一定的资源：多个读操作同时进行，并没有线程安全问题。
2. 在读的地方使用读锁，在写的地方使用写锁，灵活控制，如果没有写锁的情况下，读是无阻塞的，提高了程序的执行效率。

## 读写锁的规则

1. 多个线程只申请读锁，都可以申请到
2. 如果有一个线程已经占用了读锁，则此时其他线程如果要申请写锁，则申请写锁的线程会一直等待释放读锁。
3. 如果有一个线程已经占用了写锁，则此时如果其他线程申请写锁或者读锁，则申请的线程会一直等待释放写锁。
4. 一句话总结：要么是一个或多个线程同时有读锁，要么是一个线程有写锁，但是两者不会同时出现(要么多读，要么一写)
5. 换一种思路更容易理解：读写锁只是一把锁，可以通过两种方式锁定：读锁定和写锁定。读写锁可以同时被一个或多个线程读锁定，也可以被单一线程写锁定。但是永远不能同时是这把锁进行读锁定和写锁定。
6. 这里是把”获取写锁”理解为”要读写锁进行写锁定”，相当于是换了一种思路，不过原则是不变的

# 自旋锁和阻塞锁

# 可中断锁：顾名思义，就是可以响应中断的锁

# 9.锁优化