

常见锁

xbZhong

2025-09-02

本页 PDF

悲观锁

悲观锁认为自己在使用数据的时候**一定会有别的线程来修改数据**，因此在获取数据的时候会先加锁，确保数据不会被其他线程修改

- `synchronized` 和 `Lock` 接口的实现类都是悲观锁

乐观锁

乐观锁认为自己在使用数据的时候**不会有别的线程修改数据**，所以不会添加锁

- 如果这个数据没有被更新，当前线程会将自己修改的数据成功写入
- 如果数据已经被其它线程更新，根据不同的方式执行不同的操作

采用无锁编程实现，常用 CAS 算法

`java.util.concurrent` 包中的原子类就是通过 CAS 实现了乐观锁

CAS 算法涉及到三个操作数：

- 需要读写的内存值 V，也就是数据库中的值
- 进行比较的值 A，初始时做查询得到的值
- 要写入的新值 B

基本思想：

- 比较内存值 V 和旧的期望值 A 是否相等，相等则把 B 的值写入内存
- 如果不相等则**重复执行刚才的操作直到成功**

ABA 问题：资源被从 A 改成 B，又从 B 改成 A，说明这个资源被修改过，但是之前的方法是检测不出来的

- 解决思路：在变量前面追加**版本号或者时间戳**

公平锁

公平锁是指多个线程**按照申请锁的顺序来获得锁**，线程直接进入队列中排队

- 等待锁的线程不会饿死
- 整体吞吐效率较低

实现

```
Lock l = new ReentrantLock(true);
```

非公平锁

非公平锁是指资源加锁后，新进来的线程会和队列中排队的线程进行竞争，**竞争成功则拿到锁，失败则需到队列进行排队**

- 等待锁的线程可能饿死
- 吞吐效率高

实现

```
Lock l = new ReentrantLock(false);
```

排他锁（写锁）

排他锁指的是该锁一次只能被一个线程所持有

- synchronized、ReentrantReadWriteLock.WriteLock 和 Lock 的实现类都是**排他锁**

共享锁（读锁）

共享锁指的是该锁能被多个线程所持有

- 获得共享锁的线程只能读数据，不能修改数据
- ReentrantReadWriteLock.ReadLock 是共享锁

可重入锁（递归锁）

可重入锁指的是在同一个线程在**外层方法获得锁**的时候，**内层方法会自动获得锁**，不会因为之前的锁没释放而造成阻塞

- ReentrantLock 和 synchronized 都是可重入锁
- 一定程度上可以避免死锁

Synchronize

- 随着并发量的增加，锁的形态也会发生变化
- 锁越重，性能越差，但越安全

无锁

无锁没有对资源进行锁定，所有的线程都能访问并修改资源，最终只有一个线程可以修改成功

- 修改操作在循环内进行，线程会不断尝试修改共享资源，如果出现冲突会一直**进行循环尝试**
- CAS 原理就是基于无锁的实现

偏向锁

偏向锁是指一段同步代码一直被一个线程所访问，该线程会自动获取锁，**可以看作是一个可重入锁**

- 只有线程第一次获取锁的时候会进行一次 CAS 操作
- 轻量级锁的获取和释放依赖多次 CAS 原子指令
- 线程不会主动释放偏向锁，除非有别的**线程来竞争偏向锁**
 - 偏向锁的撤销需要等待**全局安全点**（在这个时间点上没有字节码正在执行，此时不会执行任何代码）
 - * 安全点：**线程的执行状态时确定的**，JVM 可以安全地执行一些需要暂停所有线程的操作

- 首先暂停拥有偏向锁的线程，判断锁对象是否处于被锁定状态。撤销偏向锁后恢复到**无锁或轻量级锁**的状态

工作流程：

- 当一个线程访问同步代码块并获取锁，JVM 会检查**对象头**的 Mark Word
 - 如果此时无锁，JVM 会通过 CAS 操作在 Mark Word 中的线程 ID 字段改成线程的 ID
 - 如果成功，该线程就**拥有了该对象的锁**
- 线程进入和退出的时候检测 Mark Word 是否存储着当前线程的 ID

轻量级锁

轻量级锁指的是当锁是偏向锁的时候，其它**线程也在访问**，偏向锁会升级成轻量级锁，其它线程会通过**自旋**的方式尝试获得锁（**不阻塞**）

- 每个线程加锁或释放锁都会使用 CAS 去操作
- 若当前只有一个等待线程，则该线程通过**自旋进行等待**
 - 当**自旋超过一定次数**或者一个线程持有锁，一个在自旋等待，又有第三个线程来访时，轻量级锁会升级成重量级锁
- 采用的**自旋方式是自适应自旋**，自旋这种获得锁的方式会**占用 CPU 资源**
 - 收集锁的运行时信息（自旋成功率、锁持有时间等），动态调整自旋策略
 - * 成功率高：增加自旋次数，延长等待时间
 - * 失败率高：减少自旋次数，甚至直接阻塞

工作流程：

- JVM 会在当前线程的栈帧中建立一个名为**锁记录（Lock Record）**的空间，然后 copy 对象头中的 Mark Word 到锁记录中
- JVM 使用 CAS 操作尝试将对象的 Mark Word **更新为指向 Lock Record 的指针**，并将 Lock Record 的 owner **指针指向对象的 Mark Word**
- 如果更新操作成功，说明该线程拥有了该对象的锁
- 如果更新失败，JVM 会先检查对象的 Mark Word 是否指向当前线程的栈帧
 - 如果是就说明当前线程已经拥有了这个对象的锁，那就可以直接进入同步块继续执行
 - 否则说明多个线程竞争锁

重量级锁

重量级锁是通过**互斥量（Mutex）**来实现的，一个线程获取到锁进入同步块，没释放锁之前，**会阻塞其它未获得锁的线程**

- 导致应用态切换到内核态
- 依赖于 C++ 层面的 ObjectMonitor 对象，这个监视器最终会调用操作系统的**互斥量来管理线程的挂起和唤醒**
 - 当线程无法获得重量级锁时，它会被**挂起**，需要从用户态陷入到内核态
 - 锁被释放时，需要**唤醒**队列中等待的线程，也会导致线程从用户态陷入到内核态
 - * 状态切换开销大
 - * 被挂起的线程会发生线程上下文切换，**保存当前线程的状态并加载被唤醒线程的状态**，十分耗时

工作流程

- 当轻量级锁竞争加剧（自旋超过一定次数），**会升级为重量级锁，称为锁膨胀**
- Mark Word 中指向的**不再是栈帧中的锁记录**，而是指向 ObjectMonitor 的指针
- 所有未抢到锁的线程都会进入**阻塞状态**，开销最大

ObjectMonitor

- 每一个对象可以作为一个锁，当一个线程试图执行一个由 synchronized 修饰的代码块或方法时，它**要先获得这个对象对应的监视器锁**（背后实现就是 ObjectMonitor）

- 当锁升级为重量级锁，Mark Word 中就会存储一个指向 ObjectMonitor 的指针，线程就可以通过对象找到对应的 ObjectMonitor，进行**加锁和解锁的操作**
- **作用：**
 - 实现互斥锁
 - 支持可重入锁
 - 管理线程阻塞和唤醒
- **工作流程：**
 - 加锁
 1. **检查锁状态：**如果 `_owner==null`，线程通过 CAS 抢锁，成功则称为 `_owner`
 2. 如果 `_owner=` 当前线程，此时锁为**可重入锁**，`_recursions++`
 3. 让线程进行**短暂自旋，尝试抢锁**，自旋失败则进入 `_EntryList` 队列
 - 解锁
 1. **减少重入次数：**当 `_recursions==0` 则完全释放锁
 2. **唤醒等待线程：**从 `_EntryList` 唤醒一个**线程竞争锁（非公平）**
 - 等待/唤醒
 1. 线程释放锁，进入 `_WaitSet` 队列
 2. 被 `notify()` 唤醒后，移入 `_EntryList` 重新竞争锁