

17 | ReadWriteLock：如何快速实现一个完备的缓存？

2019-04-06 王宝令

Java并发编程实战

[进入课程 >](#)



讲述：王宝令

时长 09:33 大小 8.76M



前面我们介绍了管程和信号量这两个同步原语在 Java 语言中的实现，理论上用这两个同步原语中任何一个都可以解决所有的并发问题。那 Java SDK 并发包里为什么还有很多其他的工具类呢？原因很简单：**分场景优化性能，提升易用性。**

今天我们就介绍一种非常普遍的并发场景：读多写少场景。实际工作中，为了优化性能，我们经常会使用缓存，例如缓存元数据、缓存基础数据等，这就是一种典型的读多写少应用场景。缓存之所以能提升性能，一个重要的条件就是缓存的数据一定是读多写少的，例如元数据和基础数据基本上不会发生变化（写少），但是使用它们的地方却很多（读多）。

针对读多写少这种并发场景，Java SDK 并发包提供了读写锁——ReadWriteLock，非常容易使用，并且性能很好。

那什么是读写锁呢？

读写锁，并不是 Java 语言特有的，而是一个广为使用的通用技术，所有的读写锁都遵守以下三条基本原则：

1. 允许多个线程同时读共享变量；
2. 只允许一个线程写共享变量；
3. 如果一个写线程正在执行写操作，此时禁止读线程读共享变量。


读写锁与互斥锁的一个重要区别就是**读写锁允许多个线程同时读共享变量**，而互斥锁是不允许的，这是读写锁在读多写少场景下性能优于互斥锁的关键。但**读写锁的写操作是互斥的**，当一个线程在写共享变量的时候，是不允许其他线程执行写操作和读操作。

快速实现一个缓存

下面我们就实践起来，用 `ReadWriteLock` 快速实现一个通用的缓存工具类。

在下面的代码中，我们声明了一个 `Cache<K, V>` 类，其中类型参数 `K` 代表缓存里 `key` 的类型，`V` 代表缓存里 `value` 的类型。缓存的数据保存在 `Cache` 类内部的 `HashMap` 里面，`HashMap` 不是线程安全的，这里我们使用读写锁 `ReadWriteLock` 来保证其线程安全。`ReadWriteLock` 是一个接口，它的实现类是 `ReentrantReadWriteLock`，通过名字你应该就能判断出来，它是支持可重入的。下面我们通过 `rwl` 创建了一把读锁和一把写锁。

`Cache` 这个工具类，我们提供了两个方法，一个是读缓存方法 `get()`，另一个是写缓存方法 `put()`。读缓存需要用到读锁，读锁的使用和前面我们介绍的 `Lock` 的使用是相同的，都是 `try{}finally{}` 这个编程范式。写缓存则需要用到写锁，写锁的使用和读锁是类似的。这样看来，读写锁的使用还是非常简单的。

 复制代码

```
1 class Cache<K,V> {
2     final Map<K, V> m =
3         new HashMap<>();
4     final ReadWriteLock rwl =
5         new ReentrantReadWriteLock();
6     // 读锁
7     final Lock r = rwl.readLock();
8     // 写锁
9     final Lock w = rwl.writeLock();
10    // 读缓存
```

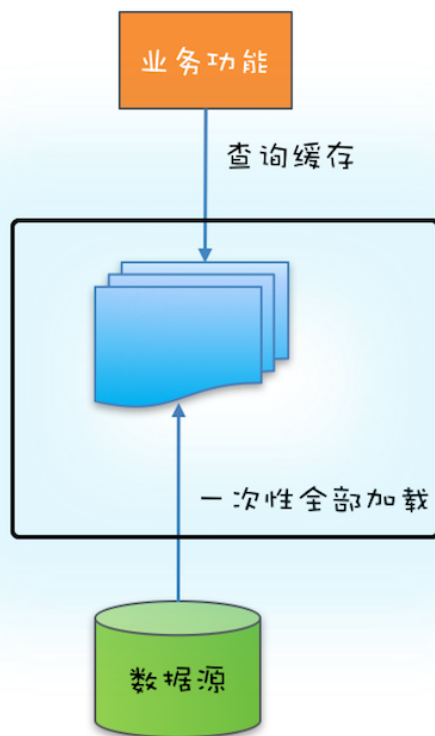
```

11  V get(K key) {
12      r.lock();
13      try { return m.get(key); }
14      finally { r.unlock(); }
15  }
16  // 写缓存
17  V put(String key, Data v) {
18      w.lock();
19      try { return m.put(key, v); }
20      finally { w.unlock(); }
21  }
22  }

```

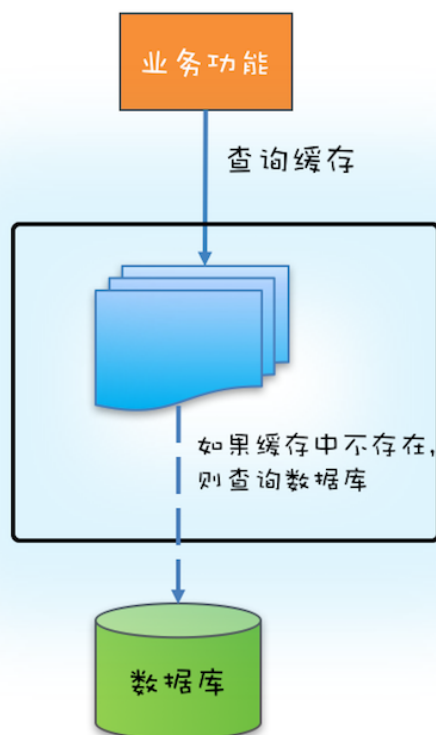
如果你曾经使用过缓存的话，你应该知道**使用缓存首先要解决缓存数据的初始化问题**。缓存数据的初始化，可以采用一次性加载的方式，也可以使用按需加载的方式。

如果源头数据的数据量不大，就可以采用一次性加载的方式，这种方式最简单（可参考下图），只需在应用启动的时候把源头数据查询出来，依次调用类似上面示例代码中的 put() 方法就可以了。



缓存一次性加载示意图

如果源头数据量非常大，那么就需要按需加载了，按需加载也叫懒加载，指的是只有当应用查询缓存，并且数据不在缓存里的时候，才触发加载源头相关数据进缓存的操作。下面你可以结合文中示意图看看如何利用 ReadWriteLock 来实现缓存的按需加载。




缓存按需加载示意图

实现缓存的按需加载

文中下面的这段代码实现了按需加载的功能，这里我们假设缓存的源头是数据库。需要注意的是，如果缓存中没有缓存目标对象，那么就需要从数据库中加载，然后写入缓存，写缓存需要用到写锁，所以在代码中的⑤处，我们调用了 `w.lock()` 来获取写锁。

另外，还需要注意的是，在获取写锁之后，我们并没有直接去查询数据库，而是在代码⑥⑦处，重新验证了一次缓存中是否存在，再次验证如果还是不存在，我们才去查询数据库并更新本地缓存。为什么我们要再次验证呢？

 复制代码

```
1 class Cache<K,V> {
2     final Map<K, V> m =
3         new HashMap<>();
4     final ReadWriteLock rwl =
5         new ReentrantReadWriteLock();
```

```


6   final Lock r = rwl.readLock();
7   final Lock w = rwl.writeLock();
8
9   V get(K key) {
10      V v = null;
11      // 读缓存
12      r.lock();           ①
13      try {
14          v = m.get(key); ②
15      } finally{
16          r.unlock();     ③
17      }
18      // 缓存中存在，返回
19      if(v != null) {    ④
20          return v;
21      }
22      // 缓存中不存在，查询数据库
23      w.lock();           ⑤
24      try {
25          // 再次验证
26          // 其他线程可能已经查询过数据库
27          v = m.get(key); ⑥
28          if(v == null){ ⑦
29              // 查询数据库
30              v= 省略代码无数
31              m.put(key, v);
32          }
33      } finally{
34          w.unlock();
35      }
36      return v;
37  }
38 }

```

原因是在高并发的场景下，有可能会有多线程竞争写锁。假设缓存是空的，没有缓存任何东西，如果此时有三个线程 T1、T2 和 T3 同时调用 get() 方法，并且参数 key 也是相同的。那么它们会同时执行到代码⑤处，但此时只有一个线程能够获得写锁，假设是线程 T1，线程 T1 获取写锁之后查询数据库并更新缓存，最终释放写锁。此时线程 T2 和 T3 会再有一个线程能够获得写锁，假设是 T2，如果不采用再次验证的方式，此时 T2 会再次查询数据库。T2 释放写锁之后，T3 也会再次查询一次数据库。而实际上线程 T1 已经把缓存的值设置好了，T2、T3 完全没有必要再次查询数据库。所以，再次验证的方式，能够避免高并发场景下重复查询数据的问题。

读写锁的升级与降级


上面按需加载的示例代码中，在①处获取读锁，在③处释放读锁，那是否可以在②处的下面增加验证缓存并更新缓存的逻辑呢？详细的代码如下。

 复制代码

```
1 // 读缓存
2 r.lock();           ①
3 try {
4     v = m.get(key); ②
5     if (v == null) {
6         w.lock();
7         try {
8             // 再次验证并更新缓存
9             // 省略详细代码
10        } finally{
11            w.unlock();
12        }
13    }
14 } finally{
15     r.unlock();      ③
16 }
```

这样看上去好像是没有问题的，先是获取读锁，然后再升级为写锁，对此还有个专业的名字，叫**锁的升级**。可惜 ReadWriteLock 并不支持这种升级。在上面的代码示例中，读锁还没有释放，此时获取写锁，会导致写锁永久等待，最终导致相关线程都被阻塞，永远也没有机会被唤醒。锁的升级是不允许的，这个你一定要注意。

不过，虽然锁的升级是不允许的，但是锁的降级却是允许的。以下代码来源于 ReentrantReadWriteLock 的官方示例，略做了改动。你会发现在代码①处，获取读锁的时候线程还是持有写锁的，这种锁的降级是支持的。

 复制代码

```
1 class CachedData {
2     Object data;
3     volatile boolean cacheValid;
4     final ReadWriteLock rwl =
5         new ReentrantReadWriteLock();
6     // 读锁
7     final Lock r = rwl.readLock();
8     // 写锁
9     final Lock w = rwl.writeLock();
10
11     void processCachedData() {
```



```
12    // 获取读锁
13    r.lock();
14    if (!cacheValid) {
15        // 释放读锁，因为不允许读锁的升级
16        r.unlock();
17        // 获取写锁
18        w.lock();
19        try {
20            // 再次检查状态
21            if (!cacheValid) {
22                data = ...
23                cacheValid = true;
24            }
25            // 释放写锁前，降级为读锁
26            // 降级是可以的
27            r.lock(); ①
28        } finally {
29            // 释放写锁
30            w.unlock();
31        }
32    }
33    // 此处仍然持有读锁
34    try {use(data);}
35    finally {r.unlock();}
36 }
37 }
```

总结

读写锁类似于 `ReentrantLock`，也支持公平模式和非公平模式。读锁和写锁都实现了 `java.util.concurrent.locks.Lock` 接口，所以除了支持 `lock()` 方法外，`tryLock()`、`lockInterruptibly()` 等方法也都是支持的。但是有一点需要注意，那就是只有写锁支持条件变量，读锁是不支持条件变量的，读锁调用 `newCondition()` 会抛出 `UnsupportedOperationException` 异常。

今天我们用 `ReadWriteLock` 实现了一个简单的缓存，这个缓存虽然解决了缓存的初始化问题，但是没有解决缓存数据与源头数据的同步问题，这里的数据同步指的是保证缓存数据和源头数据的一致性。解决数据同步问题的一个最简单的方案就是**超时机制**。所谓超时机制指的是加载进缓存的数据不是长久有效的，而是有时效的，当缓存的数据超过时效，也就是超时之后，这条数据在缓存中就失效了。而访问缓存中失效的数据，会触发缓存重新从源头把数据加载进缓存。

当然也可以在源头数据发生变化时，快速反馈给缓存，但这个就要依赖具体的场景了。例如 MySQL 作为数据源头，可以通过近实时地解析 binlog 来识别数据是否发生了变化，如果发生了变化就将最新的数据推送给缓存。另外，还有一些方案采取的是数据库和缓存的双写方案。

总之，具体采用哪种方案，还是要看应用的场景。

课后思考

有同学反映线上系统停止响应了，CPU 利用率很低，你怀疑有同学一不小心写出了读锁升级写锁的方案，那你该如何验证自己的怀疑呢？

欢迎在留言区与我分享你的想法，也欢迎你在留言区记录你的思考过程。感谢阅读，如果你觉得这篇文章对你有帮助的话，也欢迎把它分享给更多的朋友。



Java 并发编程实战

全面系统提升你的并发编程能力

王宝令
资深架构师



新版升级：点击「👤请朋友读」，20位好友免费读，邀请订阅更有**现金**奖励。

© 版权归极客邦科技所有，未经许可不得传播售卖。页面已增加防盗追踪，如有侵权极客邦将依法追究其法律责任。

上一篇 16 | Semaphore：如何快速实现一个限流器？

下一篇 18 | StampedLock：有没有比读写锁更快的锁？



密码123456

2019-04-06

👍 57

有多少跟我一样，发的内容能够看的懂。一到思考题，要么不会，要么心里的答案答非所问。



crazypok...

2019-04-06

👍 8

老师，可不可以这样理解，ReadWirtelock不支持锁的升级，指的是：在不释放读锁的前提下，无法继续获取写锁，但是如果在释放了读锁之后，是可以升级为写锁的。锁的降级就是：在不释放写锁的前提下，获取读锁是可以的。请老师指正，感谢。

作者回复: 可以这样理解，不过释放了读锁，也就谈不上升级了



linqw

2019-04-07

👍 6

1、课后习题感觉可以使用第一种方法：①ps -ef | grep java查看pid②top -p查看java中的线程③使用jstack将其堆栈信息保存下来，查看是否是锁升级导致的阻塞问题。第二种方法：感觉可以调用下有获取只有读锁的接口，看下是否会阻塞，如果没有阻塞可以在调用下写锁的接口，如果阻塞表明有读锁。

2、读写锁也是使用volatile的state变量+加上happens-before来保证可见性么？ ...

展开 ∨



缪文@有赞

2019-04-07

👍 5

老师，感觉这里的读写锁，性能还有可以提升的地方，因为这里可能很多业务都会使用这个缓存懒加载，实际生产环境，写缓存操作可能会比较多，那么不同的缓存key，实际上是没有并发冲突的，所以这里的读写锁可以按key前缀拆分，即使是同一个key，也可以类似ConcurrentHash一样分段来减少并发冲突

展开 ∨

作者回复: 可以这样



WL

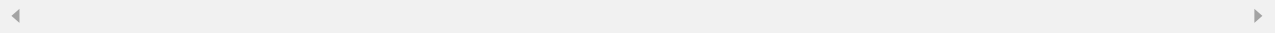
2019-04-09

👍 3

老师我们现在的项目全都是集群部署, 感觉在这种情况下是不是单机的Lock,和Synchronized都用不上, 只能采用分布式锁的方案? 那么这种情况下, 如何提高每个实例的并发效率?

展开 ▾

作者回复: 分布式有分布式的锁, 单机的效率就是靠多线程了



西西弗与卡...

2019-04-06

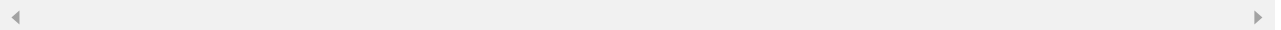
👍 3

考虑到是线上应用, 可采用以下方法

1. 源代码分析。查找ReentrantReadWriteLock在项目中的引用, 看下写锁是否在读锁释放前尝试获取
2. 如果线上是Web应用, 应用服务器比如说是Tomcat, 并且开启了JMX, 则可以通过JConsole等工具远程查看下线上死锁的具体情况

展开 ▾

作者回复: 👍



iron_man

2019-04-06

👍 2

王老师, 写锁降级为读锁的话, 前面的写锁是释放了么? 后面可不可以讲一下这个读写锁的实现机制呢, 这样可以对这种锁有更深入的理解, 锁的升级降级也就不会用错了

展开 ▾



Dylan

2019-04-06

👍 2

一般都说线程池有界队列使用ArrayBlockingQueue, 无界队列使用LinkedBlockingQueue, 我很奇怪, 有界无界不是取决于创建的时候传不传capacity参数么, 我现在想创建线程池的时候, new LinkedBlockingQueue(2000)这样定义有界队列, 请问可以吗?

作者回复: 可以, ArrayBlockingQueue有界是因为必须传capacity参数, LinkedBlockingQueue传capacity参数就是有界, 不传就是无界



ycfHH

2019-05-07

👍 1

问题1: 获取写锁的前提是读锁和写锁均未被占用?

问题2: 获取读锁的前提是没有其他线程占用写锁?

基于以上两点所以只支持锁降级而不允许锁升级。

问题3

高并发下, 申请写锁时是不是中断其他线程申请读锁, 然后等待已有读锁全部释放再获...

展开 ▾

作者回复: 获取写锁的前提是读锁和写锁均未被占用

获取读锁的前提是没有其他线程占用写锁

申请写锁时不中断其他线程申请读锁

公平锁如果过有写申请, 能禁止读锁



xuery

2019-05-01

👍 1

读锁不能升级为写锁: 好理解, 本线程在释放读锁之前, 想要获取写锁是不一定能获取到的, 因为其他线程可能持有读锁(读锁共享), 可能导致阻塞较长的时间, 所以java干脆直接不支持读锁升级为写锁。

写锁可以降级为读锁: 也好理解, 本线程在释放写锁之前, 获取读锁一定是可以立刻获取到的, 不存在其他线程持有读锁或者写锁(读写锁互斥), 所以java允许锁降级

展开 ▾



老杨同志

2019-04-06

👍 1

老师, 如果读锁的持有时间较长, 读操作又比较多, 会不会一直拿不到写锁?

展开 ▾

作者回复: 不会一直拿不到, 只是等待的时间会很长



zhangtnt...

2019-04-06

👍 1

老师好，首先在机器启动未挂机时，监控JVM的GC运行指标，Survivor区一定持续升高，GC次数增多，而且释放空间有限。说明有线程肯定被持续阻塞。然后可以查看JVM的error.log，可以看到lock.BLOCK日志。可排查出锁的阻塞异常。要进一步排查，可review代码的锁使用情况。



密码123456

2019-04-06

👍 1

系统停止了响应，说明线程可能被占满了。cpu利用率低为什么会推断出，是读锁升级为写锁？是因为锁升级后，线程都是等待状态吗？是不是cpu高是锁竞争？还有怎么验证读锁升级为写锁？

展开 ∨

作者回复: 系统停止了响应,cpu利用率低大概率是死锁了，没法推断，只能大胆假设，小心求证



Lemon

2019-04-06

👍 1

看线程的堆栈

展开 ∨



Geek_ebda9...

2019-06-01

👍

老师既然读写锁的都是可以多线程读的，那为什么还要读锁，不是可以读的时候不加锁了么，有读锁的原因是不是因为有写锁，读到的时候要判断有没有写吧，如果没有写就读锁是没用的？

展开 ∨



文灏

2019-05-22

👍

王老师你好，有个问题想请教一下。既然允许多个线程同时读，那么这个时候的读锁意义

在哪里？

作者回复: 不用关心可见性，原子性，读到的都是对的



南北少卿

2019-05-14



王老师，读写锁中加读锁后如何避免写线程饿死？

展开 ∨

作者回复: 可以用公平锁



JackLei

2019-05-10



这个课程值得，我在极客买了9个课程

展开 ∨



小小少年

2019-05-02



我才勉强能看懂，😓😂

展开 ∨



有渔@蔡

2019-04-27



关于你说的锁升级问题，我觉得应该从ReadWriteLock的实现原理来解释。1.假如有线程在写，肯定不让读，这时读线程wait。所以，先读后写的锁升级就导致读线程永远等待。2.假如有线程在读，可以写，那么先读后写的锁降级是可以的。如果有线程在读时，不允许写，那么锁降级一样永远等待下去