

第20讲 | 并发包中的ConcurrentLinkedQueue和LinkedBlockingQueue有什么区别？

2018-06-21 杨晓峰





第20讲 | 并发包中的ConcurrentLinkedQueue和LinkedBlockingQueue有什么区别？

杨晓峰

- 01:45 / 08:36

在上一讲中，我分析了Java并发包中的部分内容，今天我来介绍一下线程安全队列。Java标准库提供了非常多的线程安全队列，很容易混淆。

今天我要问你的问题是，[并发包中的ConcurrentLinkedQueue和LinkedBlockingQueue有什么区别？](#)

典型回答

有时候我们把并发包下面的所有容器都习惯叫作并发容器，但是严格来讲，类似ConcurrentLinkedQueue这种“Concurrent*”容器，才是真正代表并发。

关于问题中它们的区别：

- Concurrent类型基于lock-free，在常见的多线程访问场景，一般可以提供较高吞吐量。
- 而LinkedBlockingQueue内部则是基于锁，并提供了BlockingQueue的等待性方法。

不知道你有没有注意到，java.util.concurrent包提供的容器（Queue、List、Set）、Map，从命名上可以大概区分为Concurrent、CopyOnWrite和Blocking*等三类，同样是线程安全容器，可以简单认为：

- Concurrent类型没有类似CopyOnWrite之类容器相对较重的修改开销。
- 但是，凡事都是有代价的，Concurrent往往提供了较低的遍历一致性。你可以这样理解所谓的弱一致性，例如，当利用迭代器遍历时，如果容器发生修改，迭代器仍然可以继续遍历。
- 与弱一致性对应的，就是我介绍过的同步容器常见的行为“fast-fail”，也就是检测到容器在遍历过程中发生了修改，则抛出ConcurrentModificationException，不再继续遍历。
- 弱一致性的另外一个体现是，size等操作准确性是有限的，未必是100%准确。
- 与此同时，读取的性能具有一定的不确定性。

考点分析

今天的问题是又是一个引子，考察你是否了解并发包内部不同容器实现的设计目的和实现区别。

队列是非常重要的数据结构，我们日常开发中很多线程间数据传递都要依赖于它，Executor框架提供的各种线程池，同样无法离开队列。面试官可以从不同角度考察，比如：

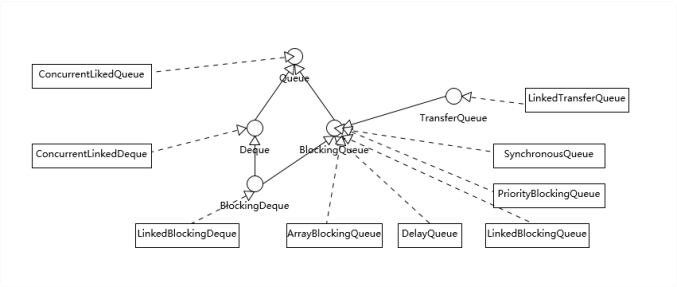
- 哪些队列是有界的，哪些是无界的？（很多同学反馈了这个问题）
- 针对特定场景需求，如何选择合适的队列实现？
- 从源码的角度，常见的线程安全队列是如何实现的，并进行了哪些改进以提高性能表现？

为了更好地理解这一讲，需要你掌握一些基本的队列本身和数据结构方面知识，如果这方面知识比较薄弱，《数据结构与算法分析》是一本比较全面的参考书，专栏还是尽量专注于Java领域的特性。

知识扩展

线程安全队列一览

我在[专栏第8讲](#)中介绍过，常见的集合中如LinkedList是个Deque，只不过不是线程安全的。下面这张图是Java并发类库提供的各种各样的线程安全队列实现，注意，图中并未将非线程安全部分包含进来。



我们可以从不同的角度进行分类，从基本的数据结构的角度分析，有两个特别的Deque实现，ConcurrentLinkedDeque和LinkedBlockingDeque。Deque的侧重点是支持对队列头尾都进行插入和删除，所以提供了特定的方法，如：

- 尾部插入时需要的addLast(e)、offerLast(e)。
- 尾部删除所需要的removeLast()、pollLast()。

从上面这些角度，能够理解ConcurrentLinkedDeque和LinkedBlockingQueue的主要功能区别，也就足够日常开发的需要了。但是如果我们深入一些，通常会更加关注下面这些方面。

从行为特征来看，绝大部分Queue都是实现了BlockingQueue接口。在常规队列操作基础上，Blocking意味着其提供了特定的等待性操作，获取时（take）等待元素进队，或者插入时（put）等待队列出现空位。

```
/**
 * 获取并移除队列头结点，如果必要，其会等待直到队列出现元素
 *
 */
E take() throws InterruptedException;

/**
 * 插入元素，如果队列已满，则等待直到队列出现空位
 *
 */
void put(E e) throws InterruptedException;
```

另一个BlockingQueue经常被考察的点，就是是否有界（Bounded、Unbounded），这一点也往往会影响我们在应用开发中的选择，我这里简单总结一下。

- ArrayBlockingQueue是最典型的有界队列，其内部以final的数组保存数据，数组的大小就决定了队列的边界，所以我们在创建ArrayBlockingQueue时，都要指定容量，如

```
public ArrayBlockingQueue(int capacity, boolean fair)
```

- LinkedBlockingQueue，容易被误解为无边界，但其实其行为和内部代码都是基于有界的逻辑实现的，只不过如果我们没有在创建队列时就指定容量，那么其容量限制就自动被设置为Integer.MAX_VALUE，成为了无界队列。
- SynchronousQueue，这是一个非常奇葩的队列实现，每个删除操作都要等待插入操作，反之每个插入操作也都要等待删除动作。那么这个队列的容量是多少呢？是1吗？其实不是的，其内部容量是0。
- PriorityBlockingQueue是无边界的优先队列，虽然严格意义上讲，其大小总归是要受系统资源影响。
- DelayedQueue和LinkedTransferQueue同样是无边界的队列。对于无边界的队列，有一个自然的结果，就是put操作永远也不会发生其他BlockingQueue的那种等待情况。

如果我们分析不同队列的底层实现，BlockingQueue基本都是基于锁实现，一起来看看典型的LinkedBlockingQueue。

```
/** Lock held by take, poll, etc */
private final ReentrantLock takeLock = new ReentrantLock();

/** Wait queue for waiting takes */
private final Condition notEmpty = takeLock.newCondition();

/** Lock held by put, offer, etc */
private final ReentrantLock putLock = new ReentrantLock();

/** Wait queue for waiting puts */
private final Condition notFull = putLock.newCondition();
```

我在介绍ReentrantLock的条件变量用法的时候分析过ArrayBlockingQueue，不知道你有没有注意到，其条件变量与LinkedBlockingQueue版本的实现是有区别的。notEmpty、notFull都是同一个再入锁的条件变量，而LinkedBlockingQueue则改进了锁操作的粒度，头、尾操作使用不同的锁，所以在通用场景下，它的吞吐量相对要更好一些。

下面的take方法与ArrayBlockingQueue中的实现，也是有不同的，由于其内部结构是链表，需要自己维护元素数量值，请参考下面的代码。

```
public E take() throws InterruptedException {
    final E x;
```

```
final int c;
final AtomicInteger count = this.count;
final ReentrantLock takeLock = this.takeLock;
takeLock.lockInterruptibly();
try {
    while (count.get() == 0) {
        notEmpty.await();
    }
    x = dequeue();
    c = count.getAndDecrement();
    if (c > 1)
        notEmpty.signal();
} finally {
    takeLock.unlock();
}
if (c == capacity)
    signalNotFull();
return x;
}
```

类似ConcurrentLinkedQueue等，则是基于CAS的无锁技术，不需要在每个操作时使用锁，所以扩展性表现要更加优异。

相对比较另类的SynchronousQueue，在Java 6中，其实现发生了非常大的变化，利用CAS替换掉了原本基于锁的逻辑，同步开销比较小。它是Executors.newCachedThreadPool()的默认队列。

队列使用场景与典型用例

在实际开发中，我提到过Queue被广泛使用在生产者-消费者场景，比如利用BlockingQueue来实现，由于其提供的等待机制，我们可以少操心很多协调工作，你可以参考下面样例代码：

```
import java.util.concurrent.ArrayBlockingQueue;
import java.util.concurrent.BlockingQueue;

public class Consumer-Producer {
    public static final String EXIT_MSG = "Good bye!";
    public static void main(String[] args) {
        // 使用较小的队列，以更清晰地展示出展示其影响
        BlockingQueue<String> queue = new ArrayBlockingQueue<>(3);
        Producer producer = new Producer(queue);
        Consumer consumer = new Consumer(queue);
        new Thread(producer).start();
        new Thread(consumer).start();
    }

    static class Producer implements Runnable {
        private BlockingQueue<String> queue;
        public Producer(BlockingQueue<String> q) {
            this.queue = q;
        }

        @Override
        public void run() {
            for (int i = 0; i < 20; i++) {
                try{
                    Thread.sleep(5L);
                    String msg = "Message" + i;
                    System.out.println("Produced new item: " + msg);
                    queue.put(msg);
                } catch (InterruptedException e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }

            try {
                System.out.println("Time to say good bye!");
                queue.put(EXIT_MSG);
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }

    static class Consumer implements Runnable{
        private BlockingQueue<String> queue;
        public Consumer(BlockingQueue<String> q){
            this.queue=q;
        }
    }
}
```

```
@Override
public void run() {
    try{
        String msg;
        while(!EXIT_MSG.equalsIgnoreCase( msg = queue.take())){
            System.out.println("Consumed item: " + msg);
            Thread.sleep(10L);
        }
        System.out.println("Got exit message, bye!");
    }catch(InterruptedException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
}
```

上面是一个典型的生产者-消费者样例，如果使用非Blocking的队列，那么我们就自己去实现轮询、条件判断（如检查poll返回值是否null）等逻辑，如果没有特别的场景要求，Blocking实现起来代码更加简单、直观。

前面介绍了各种队列实现，在日常的应用开发中，如何进行选择呢？

以LinkedBlockingQueue、ArrayBlockingQueue和SynchronousQueue为例，我们一起来分析一下，根据需求可以从很多方面考量：

- 考虑应用场景中对队列边界的要求。ArrayBlockingQueue是有明确的容量限制的，而LinkedBlockingQueue则取决于我们是否在创建时指定，SynchronousQueue则干脆不能缓存任何元素。
- 从空间利用角度，数组结构的ArrayBlockingQueue要比LinkedBlockingQueue紧凑，因为其不需要创建所谓节点，但是其初始分配阶段就需要一段连续的空间，所以初始内存需求更大。
- 通用场景中，LinkedBlockingQueue的吞吐量一般优于ArrayBlockingQueue，因为它实现了更加细粒度的锁操作。
- ArrayBlockingQueue实现比较简单，性能更好预测，属于表现稳定的“选手”。
- 如果我们需要实现的是两个线程之间接力性（handoff）的场景，按照[专栏上一讲](#)的例子，你可能会选择CountDownLatch，但是[SynchronousQueue](#)也是完美符合这种场景的，而且线程间协调和数据传输统一起来，代码更加规范。
- 可能令人意外的是，很多时候SynchronousQueue的性能表现，往往大大超过其他实现，尤其是在队列元素较小的场景。

今天我分析了Java中让人眼花缭乱的各种线程安全队列，试图从几个角度，让每个队列的特点更加明确，进而希望减少你在日常工作中使用时的困扰。

一课一练

关于今天我们讨论的题目你做到心中有数了吗？今天的内容侧重于Java自身的角度，面试官也可能从算法的角度来考察，所以今天留给你的思考题是，指定某种结构，比如栈，用它实现一个BlockingQueue，实现思路是怎样的呢？

请在留言区写写你对这个问题的思考，我会选出经过认真思考的留言，送给你一份学习奖励礼券，欢迎你与我一起讨论。

你的朋友是不是也在准备面试呢？你可以“请朋友读”，把今天的题目分享给好友，或许你能帮到他。



| | |
|-------------------------|------------|
| sunlight001 | 2018-06-21 |
| 这个看着很吃力啊，都没接触过💎💎 | |
| 无能可称 | 2018-06-27 |
| @Jerry银银。用两个栈可以实现ffo的队列 | |
| crazyone | 2018-06-22 |

| | |
|--|------------|
| 从上面这些角度，能够理解 ConcurrentLinkedDeque 和 LinkedBlockingQueue 的主要功能区别。 这段应该是 “ConcurrentLinkedDeque 和 LinkedBlockingDeque 的主要功能区别” | |
| 灰飞灰猪不会灰飞.烟灭 | |
| 老师 线程池中如果线程已经运行结束则删除该线程。如何判断线程已经运行结束了呢？ 源码中我看见按照线程的状态， 我不清楚这些状态值哪来的。Java代码有判断线程状态的方法吗？ 谢谢老师 | 2018-06-21 |
| 作者回复 | |
| 所谓结束是指terminated？ 正常的线程池移除工作线程，要么线程意外退出，比如任务抛异常，要么线程闲置，又规定了闲置时间；线程池中线程是把额外封装的，本来下章写了，内容篇幅超标移到后面了， 慢慢来；有，建议学会看文档，自己找答案 | 2018-06-22 |
| 石头狮子 | |
| 实现课后题过程中把握以下几个维度， 1，数据操作的锁粒度。 2，计数，遍历方式。 3，数据结构空，满时线程的等待方式，有锁或无锁方式。 4，使用离散还是连续的存储结构。 | 2018-06-21 |
| 石头狮子 | |
| 实现课后题过程中把握以下几个维度， 1，数据操作的锁粒度。 2，计数，遍历方式。 3，数据结构空，满时线程的等待方式，有锁或无锁方式。 4，使用离散还是连续的存储结构。 | 2018-06-21 |
| 汉彬 | |
| 用栈实现BlockingQueue，我的理解是：栈是LIFO，BlockingQueue是FIFO，因此需要两个栈。take时先把栈A全部入栈到栈B，然后栈B出栈得到目标元素；put时把栈B全部入栈到栈A，然后栈A再入栈目标元素。相当于倒序一下。 | 2018-07-17 |
| 不知道理解对不对，请老师指出。 | |
| 爱新觉罗老流氓 | |
| 杨老师，“与弱一致性对应的，就是我介绍过的同步容器常见的行为“fast-fail”，也就是检测到容器在遍历过程中发生了修改，则抛出 ConcurrentModificationException，不再继续遍历。” 这一段落里，快速失败的英文在doc上是“fail-fast”，在ArrayList源码中文档可以搜到。 还有，同步容器不应该是“fail-safe”吗？ | 2018-07-03 |
| 作者回复 | |
| 谢谢指出，我查查是不是我记反了 | 2018-07-04 |
| Invoker.C | |
| 求老师解答一个困扰已久的问题，就是初始化arrayblockingqueue的时候， capacity的大小如何评估和设置？ 望解答 | 2018-06-27 |
| 作者回复 | |
| 不清楚你的硬件、业务特点，一个大概原则是尽量让进和出的速率一致，不然出慢，进就block，反过来也不好；实际操作上，你试试找时机检查remaincapacity，就可以判断进出速率的对比 | 2018-06-28 |
| Jerry银银 | |
| 用栈来实现BlockingQueue，换句话说，用先进后出的数据结构来实现先进先出的数据结构，怎么感觉听起来不那么对劲呢？请指点 | 2018-06-22 |
| hansc | |
| 老师，copyonwritte 涉及到用户太切换到内核态吗？ | 2018-06-22 |
| 猕猴桃 盛哥 | |
| <pre>{ "test": [[89, 90, [[1093, 709], [1056, 709]]]] }</pre> | 2018-06-22 |
| 测试题：这个json用java对象怎么表示？ | |
| 夏洛克的救赎 | |
| 老师你好，问个题外问题，在jdk10源码 string类中，成员变量coder起到什么作用？ 如何理解？ | 2018-06-21 |
| 作者回复 | |
| 编码，区分拉丁和非拉丁语系 | 2018-06-22 |

