目录

21 DelayQueue 源码解析

更新时间：2019-10-17 10:46:05

> 如果不想在世界上虚度一生，那就要学习一辈子。
>
> ——高尔基

引导语

之前我们说的阻塞队列，都是资源足够时立马执行。本章我们说的队列比较特殊，是一种延迟队列，意思是延迟执行，并且可以设置延迟多久之后执行，比如设置过 5 秒钟之后再执行，在一些延迟执行的场景被大量使用，比如说延迟对账等等。

1 整体设计

DelayQueue 延迟队列底层使用的是锁的能力，比如说要在当前时间往后延迟 5 秒执行，那么当前线程就会沉睡 5 秒，等 5 秒后线程被唤醒时，如果能获取到资源的话，线程即可立马执行。原理上似乎很简单，但内部实现却很复杂，有很多难点，比如当运行资源不够，多个线程同时被唤醒时，如何排队等待？比如说在何时阻塞？何时开始执行等等？接下来我们从源码角度来看下是如何实现的。

1.1 类注释

类注释上比较简单，只说了三个概念：

1. 队列中元素将在过期时被执行，越靠近队头，越早过期；
2. 未过期的元素不能够被 take；
3. 不允许空元素。

这三个概念，其实就是三个问题，下文我们会一一看下这三点是如何实现的。

1.2 类图

目录

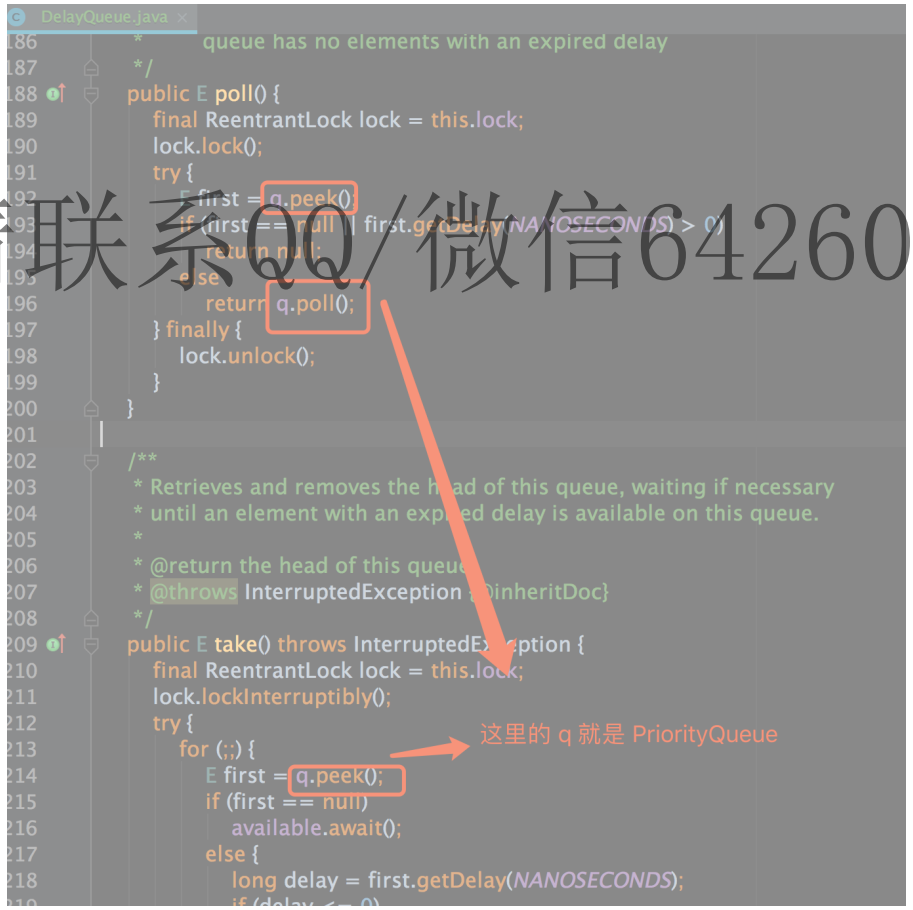
```
public class DelayQueue<E extends Delayed> extends AbstractQueue<E>
    implements BlockingQueue<E> {
```

从泛型中可以看出，DelayQueue 中的元素必须是 Delayed 的子类，Delayed 是表达延迟能力的关键接口，其继承了 Comparable 接口，并定义了还剩多久过期的方法，如下：

```
public interface Delayed extends Comparable<Delayed> {
    long getDelay(TimeUnit unit);
}
```

也就是说 DelayQueue 队列中的元素必须是实现 Delayed 接口和 Comparable 接口的，并覆写了 getDelay 方法和 compareTo 的方法才行，不然在编译时，编译器就会提醒我们元素必须强制实现 Delayed 接口。

除此之外 DelayQueue 还大量使用了 PriorityQueue 队列的大量功能，这个和 SynchronousQueue 队列很像，大量复用了其它基础类的逻辑，代码示例如下：



PriorityQueue 中文叫做优先级队列，在此处的作用就是可以根据过期时间做优先级排序，让先过期的可以先执行，用来实现类注释中的第一点。

这里的复用的思想还是蛮重要的，我们在源码中经常会遇到这种思想，比如说 LinkedHashMap 复用 HashMap 的能力，Set 复用 Map 的能力，还有此处的 DelayQueue 复用 PriorityQueue 的能力。小结一下，如果想要复用需要做到哪些：

1. 需要把能遇见可复用的功能尽量抽象，并开放出可扩展的地方，比如说 HashMap 在操作数组的方法中，都给 LinkedHashMap 开放出很多 after 开头的方法，便于 LinkedHashMap

DelayQueue 采用的组合，组合的意思就是把可复用的类给依赖进来。

2 演示

为了方便大家理解，写了一个演示的 demo，演示了一下：

```
public class DelayQueueDemo {
      // 队列消息的生产者
 static class Product implements Runnable {
  private final BlockingQueue queue;
  public Product(BlockingQueue queue) {
   this.queue = queue;
  }

  @Override
  public void run() {
   try {
    log.info("begin put");
    long beginTime = System.currentTimeMillis();
    queue.put(new DelayedDTO(System.currentTimeMillis() + 2000L,beginTime));//延迟 2 秒
    queue.put(new DelayedDTO(System.currentTimeMillis() + 5000L,beginTime));//延迟 5 秒
    queue.put(new DelayedDTO(System.currentTimeMillis() + 1000L * 10,beginTime));//延迟
    log.info("end put");
   } catch (InterruptedException e) {
    log.error("" + e);
   }
  }
 }
      // 队列的消费者
 static class Consumer implements Runnable {
  private final BlockingQueue queue;
  public Consumer(BlockingQueue queue) {
   this.queue = queue;
  }

  @Override
  public void run() {
   try {
    log.info("Consumer begin");
    ((DelayedDTO) queue.take()).run();
    ((DelayedDTO) queue.take()).run();
    ((DelayedDTO) queue.take()).run();
    log.info("Consumer end");
   } catch (InterruptedException e) {
    log.error("" + e);
   }
  }
 }

 @Data
 // 队列元素，实现了 Delayed 接口
 static class DelayedDTO implements Delayed {
  Long s;
  Long beginTime;
  public DelayedDTO(Long s,Long beginTime) {
   this.s = s;
   this.beginTime =beginTime;
  }

  @Override
```

目录

```
    @Override
    public int compareTo(Delayed o) {
      return (int) (this.getDelay(TimeUnit.MILLISECONDS) - o.getDelay(TimeUnit.MILLISECONDS
    }

    public void run(){
      log.info("现在已经过了{}秒钟",(System.currentTimeMillis() - beginTime)/1000);
    }
  }
      // demo 运行入口
  public static void main(String[] args) throws InterruptedException {
    BlockingQueue q = new DelayQueue();
    DelayQueueDemo.Product p = new DelayQueueDemo.Product(q);
    DelayQueueDemo.Consumer c = new DelayQueueDemo.Consumer(q);
    new Thread(c).start();
    new Thread(p).start();
  }
}
```

打印出来的结果如下：

```
06:57:50.544 [Thread-0] Consumer begin
06:57:50.544 [Thread-1] begin put
06:57:50.551 [Thread-1] end put
06:57:52.554 [Thread-0] 延迟了2秒钟才执行
06:57:55.555 [Thread-0] 延迟了5秒钟才执行
06:58:00.555 [Thread-0] 延迟了10秒钟才执行
06:58:00.556 [Thread-0] Consumer end
```


写这个代码的目的主要想演示一下延迟执行的例子，我们大概的思路是：

1. 新建队列的元素，如 DelayedDTO，必须实现 Delayed 接口，我们在 getDelay 方法中实现了现在离过期时间还剩多久的方法。
2. 定义队列元素的生产者，和消费者，对应着代码中的 Product 和 Consumer。
3. 对生产者和消费者就行初始化和管理，对应着我们的 main 方法。

虽然这只是一个简单的 demo，但实际工作中，我们使用 DelayQueue 基本上就是这种思想，只不过写代码的时候会更加通用和周全，接下来我们来看下 DelayQueue 是如何实现 put 和 take 的。

3 放数据

我们以 put 为例，put 调用的是 offer 的方法，offer 的源码如下：

```
public boolean offer(E e) {
    final ReentrantLock lock = this.lock;
    // 上锁
    lock.lock();
    try {
        // 使用 PriorityQueue 的扩容，排序等能力
        q.offer(e);
        // 如果恰好刚放进去的元素正好在队列头
        // 立马唤醒 take 的阻塞线程，执行 take 操作
        // 如果元素需要延迟执行的话，可以使其更快的沉睡计时
        if (q.peek() == e) {
            leader = null;
            available.signal();
        }
```

```
        lock.unlock();
    }
}
```

可以看到其实底层使用到的是 PriorityQueue 的 offer 方法，我们来看下：

```
// 新增元素
public boolean offer(E e) {
    // 如果是空元素的话，抛异常
    if (e == null)
        throw new NullPointerException();
    modCount++;
    int i = size;
    // 队列实际大小大于容量时，进行扩容
    // 扩容策略是：如果老容量小于 64，2 倍扩容，如果大于 64，50 % 扩容
    if (i >= queue.length)
        grow(i + 1);
    size = i + 1;
    // 如果队列为空，当前元素正好处于队头
    if (i == 0)
        queue[0] = e;
    else
    // 如果队列不为空，需要根据优先级进行排序
        siftUp(i, e);
    return true;
}
// 按照从小到大的顺序排列
private void siftUpComparable(int k, E x) {
    Comparable<? super E> key = (Comparable<? super E>) x;
    // k 是当前队列实际大小的位置
    while (k > 0) {
        // 对 k 进行减倍
        int parent = (k - 1) >>> 1;
        Object e = queue[parent];
        // 如果 x 比 e 大，退出，把 x 放在 k 位置上
        if (key.compareTo((E) e) >= 0)
            break;
        // x 比 e 小，继续循环，直到找到 x 比队列中元素大的位置
        queue[k] = e;
        k = parent;
    }
    queue[k] = key;
}
```


可以看到，PriorityQueue 的 offer 方法主要做了三件事情：

1. 对新增元素进行判空；
2. 对队列进行扩容，扩容策略和集合的扩容策略很相近；
3. 根据元素的 compareTo 方法进行排序，我们希望最终排序的结果是从小到大的，因为我们想让队头的都是过期的数据，我们需要在 compareTo 方法里面实现：通过每个元素的过期时间进行排序，如下：

```
(int) (this.getDelay(TimeUnit.MILLISECONDS) - o.getDelay(TimeUnit.MILLISECONDS));
```

这样便可实现越快过期的元素越能排到队头。

4 拿数据

取数据时，如果发现有元素的过期时间到了，就能拿出数据来，如果没有过期元素，那么线程就会一直阻塞，我们以 take 为例子，来看一下核心源码：

```
for (;;) {
    // 从队头中拿数据出来
    E first = q.peek();
    // 如果为空，说明队列中，没有数据，阻塞住
    if (first == null)
        available.await();
    else {
        // 获取队头数据的过期时间
        long delay = first.getDelay(NANOSECONDS);
        // 如果过期了，直接返回队头数据
        if (delay <= 0)
            return q.poll();
        // 引用置为 null ，便于 gc，这样可以让线程等待时，回收 first 变量
        first = null;
        // leader 不为空的话，表示当前队列元素之前已经被设置过阻塞时间了
        // 直接阻塞当前线程等待。
        if (leader != null)
            available.await();
        else {
          // 之前没有设置过阻塞时间，按照一定的时间进行阻塞
            Thread thisThread = Thread.currentThread();
            leader = thisThread;
            try {
                // 进行阻塞
                available.awaitNanos(delay);
            } finally {
                if (leader == thisThread)
                    leader = null;
            }
        }
    }
}
```


可以看到阻塞等待的功能底层使用的是锁的能力，这个我们在后面章节中会说到。

以上演示的 take 方法是会无限阻塞，直到队头的过期时间到了才会返回，如果不想无限阻塞，可以尝试 poll 方法，设置超时时间，在超时时间内，队头元素还没有过期的话，就会返回 null。

5 总结

DelayQueue 是非常有意思的队列，底层使用了排序和超时阻塞实现了延迟队列，排序使用的是 PriorityQueue 排序能力，超时阻塞使用得是锁的等待能力，可以看出 DelayQueue 其实就是为了满足延迟执行的场景，在已有 API 的基础上进行了封装，我们在工作中，可以学习这种思想，对已有的功能能复用的尽量复用，减少开发的工作量。

← 20 SynchronousQueue 源码解析

22 ArrayBlockingQueue 源码解析 →

目录

欢迎在这里发表留言，作者筛选后可公开显示

慕盖茨4571687

对key减倍应该怎么理解

0 回复 2019-11-06

文贺 回复 **慕盖茨4571687**

同学你好，可以简单理解成二分查找法

回复 2019-11-07 10:47:44

千学不如一看，千看不如一练