# 20 | 答疑课堂：模块三热点问题解答

2019-07-04 刘超

你好，我是刘超。

不知不觉“多线程性能优化“已经讲完了，今天这讲我来解答下各位同学在这个模块集中提出的两大问题，第一个是有关监测上下文切换异常的命令排查工具，第二个是有关blockingQueue的内容。

也欢迎你积极留言给我，让我知晓你想了解的内容，或者说出你的困惑，我们共同探讨。下面我就直接切入今天的主题了。

## 使用系统命令查看上下文切换

在第15讲中我提到了上下文切换，其中有用到一些工具进行监测，由于篇幅关系就没有详细介绍，今天我就补充总结几个常用的工具给你。

### 1. Linux命令行工具之vmstat命令

vmstat是一款指定采样周期和次数的功能性监测工具，我们可以使用它监控进程上下文切换的情况。

```
[root@localhost conf]# vmstat 1 3
procs -----------memory---------- ---swap-- -----io---- -system-- ------cpu-----
 r  b   swpd   free   buff  cache   si   so    bi    bo   in   cs us sy id wa st
 1  0 500040 2259324 156404 1634120    0    0     0     2    0    0  0  0 100  0  0
 0  0 500040 2259184 156404 1634120    0    0     0     0  454  923  0  0 100  0  0
 0  0 500040 2259076 156404 1634120    0    0     0    20  469  999  0  0 100  0  0
```

vmstat 1 3 命令行代表每秒收集一次性能指标，总共获取3次。以下为上图中各个性能指标的注释：

- **procs**
  r：等待运行的进程数
  b：处于非中断睡眠状态的进程数
- **memory**
  swpd：虚拟内存使用情况
  free：空闲的内存
  buff：用来作为缓冲的内存数
  cache：缓存大小
- **swap**
  si：从磁盘交换到内存的交换页数量
  so：从内存交换到磁盘的交换页数量
- **io**
  bi：发送到块设备的块数
  bo：从块设备接收到的块数
- **system**
  in：每秒中断数
  cs：每秒上下文切换次数
- **cpu**
  us：用户CPU使用时间
  sy：内核CPU系统使用时间
  id：空闲时间
  wa：等待I/O时间
  st：运行虚拟机窃取的时间

### 2. Linux命令行工具之pidstat命令

我们通过上述的vmstat命令只能观察到哪个进程的上下文切换出现了异常，那如果是要查看哪个线程的上下文出现了异常呢？

pidstat命令就可以帮助我们监测到具体线程的上下文切换。pidstat是Sysstat中一个组件，也是一款功能强大的性能监测工具。我们可以通过命令 yum install sysstat 安装该监控组件。

通过pidstat -help命令，我们可以查看到有以下几个常用参数可以监测线程的性能：

```
[root@localhost conf]# pidstat -help
Usage: pidstat [ options ] [ <interval> [ <count> ] ]
Options are:
[ -d ] [ -h ] [ -I ] [ -l ] [ -r ] [ -s ] [ -t ] [ -U [ <username> ] ] [ -u ]
[ -V ] [ -w ] [ -C <command> ] [ -p { <pid> [,...] | SELF | ALL } ]
[ -T { TASK | CHILD | ALL } ]
```

常用参数：

- -u：默认参数，显示各个进程的cpu使用情况；
- -r：显示各个进程的内存使用情况；
- -d：显示各个进程的I/O使用情况；
- -w：显示每个进程的上下文切换情况；
- -p：指定进程号；
- -t：显示进程中线程的统计信息

首先，通过pidstat -w -p pid 命令行，我们可以查看到进程的上下文切换：

```
[root@localhost ~]# pidstat -w -p 16079
Linux 3.10.0-514.el7.x86_64 (localhost)         07/02/2019      _x86_64_        (4 CPU)

02:12:34 PM   UID       PID   cswch/s nvcswch/s  Command
02:12:34 PM     0     16079      0.00      0.00  java
```

- cswch/s：每秒主动任务上下文切换数量
- nvcswch/s：每秒被动任务上下文切换数量

之后，通过pidstat -w -p pid -t 命令行，我们可以查看到具体线程的上下文切换：

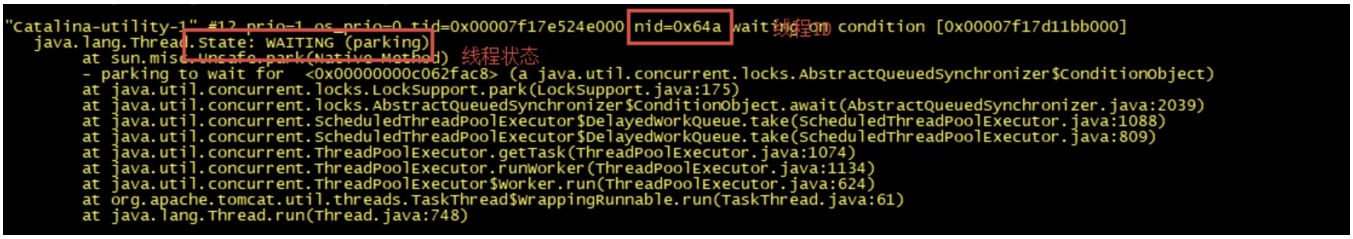
```
[root@localhost ~]# pidstat -w -p 16079 -t
Linux 3.10.0-514.el7.x86_64 (localhost)         07/02/2019      _x86_64_        (4 CPU)

02:14:27 PM   UID      TGID       TID   cswch/s nvcswch/s  Command
02:14:27 PM     0     16079         -      0.00      0.00  java
02:14:27 PM     0         -     16079      0.00      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16080      0.00      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16081      0.00      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16082      0.00      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16083      0.00      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16084      0.00      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16085      0.05      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16086      0.00      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16087      0.00      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16088      0.00      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16089      0.01      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16090      0.01      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16091      0.01      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16092      0.00      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16093      0.90      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16098      0.00      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16099      0.00      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16100      0.00      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16116      0.00      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16117      0.09      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16118      0.09      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16119      0.09      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16120      0.09      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16121      0.09      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16122      0.09      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16123      0.00      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16124      0.45      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16126      0.00      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16129      0.00      0.00  |__java
02:14:27 PM     0         -     16131      1.48      0.00  |__java
```

### 3. JDK工具之jstack命令

查看具体线程的上下文切换异常，我们还可以使用jstack命令查看线程堆栈的运行情况。jstack是JDK自带的线程堆栈分析工具，使用该命令可以查看或导出 Java 应用程序中的线程堆栈信息。

jstack最常用的功能就是使用 jstack pid 命令查看线程堆栈信息，通常是结合pidstat -p pid -t一起

查看具体线程的状态，也经常用来排查一些死锁的异常。




每个线程堆栈的信息中，都可以查看到线程ID、线程状态（wait、sleep、running等状态）以及是否持有锁等。

我们可以通过jstack 16079 > /usr/dump将线程堆栈信息日志dump下来，之后打开dump文件，通过查看线程的状态变化，就可以找出导致上下文切换异常的具体原因。例如，系统出现了大量处于BLOCKED状态的线程，我们就需要立刻分析代码找出原因。

## 多线程队列

针对这讲的第一个问题，一份上下文切换的命令排查工具就总结完了。下面我来解答第二个问题，是在17讲中呼声比较高的有关blockingQueue的内容。

在Java多线程应用中，特别是在线程池中，队列的使用率非常高。Java提供的线程安全队列又分为了阻塞队列和非阻塞队列。

### 1.阻塞队列

我们先来看下阻塞队列。阻塞队列可以很好地支持生产者和消费者模式的相互等待，当队列为空的时候，消费线程会阻塞等待队列不为空；当队列满了的时候，生产线程会阻塞直到队列不满。

在Java线程池中，也用到了阻塞队列。当创建的线程数量超过核心线程数时，新建的任务将会被放到阻塞队列中。我们可以根据自己的业务需求来选择使用哪一种阻塞队列，阻塞队列通常包括以下几种：

- **ArrayBlockingQueue**：一个基于数组结构实现的有界阻塞队列，按 FIFO（先进先出）原则对元素进行排序，使用ReentrantLock、Condition来实现线程安全；
- **LinkedBlockingQueue**：一个基于链表结构实现的阻塞队列，同样按FIFO（先进先出） 原则对元素进行排序，使用ReentrantLock、Condition来实现线程安全，吞吐量通常要高于ArrayBlockingQueue；
- **PriorityBlockingQueue**：一个具有优先级的无限阻塞队列，基于二叉堆结构实现的无界限（最大值Integer.MAX_VALUE - 8）阻塞队列，队列没有实现排序，但每当有数据变更时，都会将最小或最大的数据放在堆最上面的节点上，该队列也是使用了ReentrantLock、Condition实现的线程安全；
- **DelayQueue**：一个支持延时获取元素的无界阻塞队列，基于PriorityBlockingQueue扩展实现，与其不同的是实现了Delay延时接口；

- **SynchronousQueue**：一个不存储多个元素的阻塞队列，每次进行放入数据时,必须等待相应的消费者取走数据后，才可以再次放入数据，该队列使用了两种模式来管理元素，一种是使用先进先出的队列，一种是使用后进先出的栈，使用哪种模式可以通过构造函数来指定。

Java线程池Executors还实现了以下四种类型的ThreadPoolExecutor，分别对应以上队列，详情如下：

| 线程池类型 | 实现队列 |
| --- | --- |
| newCachedThreadPool | SynchronousQueue |
| newFixedThreadPool | LinkedBlockingQueue |
| newScheduledThreadPool | DelayQueue |
| newSingleThreadExecutor | LinkedBlockingQueue |

### 2.非阻塞队列

我们常用的线程安全的非阻塞队列是ConcurrentLinkedQueue，它是一种无界线程安全队列(FIFO)，基于链表结构实现，利用CAS乐观锁来保证线程安全。

下面我们通过源码来分析下该队列的构造、入列以及出列的具体实现。

**构造函数：**ConcurrentLinkedQueue由head 、tail节点组成，每个节点（Node）由节点元素（item）和指向下一个节点的引用 (next) 组成，节点与节点之间通过 next 关联，从而组成一张链表结构的队列。在队列初始化时， head 节点存储的元素为空，tail 节点等于 head 节点。

```
public ConcurrentLinkedQueue() {
   head = tail = new Node<E>(null);
}

private static class Node<E> {
        volatile E item;
        volatile Node<E> next;
            .
            .
}
```

**入列：**当一个线程入列一个数据时，会将该数据封装成一个Node节点，并先获取到队列的队尾

节点，当确定此时队尾节点的next值为null之后，再通过CAS将新队尾节点的next值设为新节点。此时p != t，也就是设置next值成功，然后再通过CAS将队尾节点设置为当前节点即可。

```
public boolean offer(E e) {
        checkNotNull(e);
        //创建入队节点
        final Node<E> newNode = new Node<E>(e);
        //t，p为尾节点，默认相等，采用失败即重试的方式，直到入队成功
        for (Node<E> t = tail, p = t;;) {
            //获取队尾节点的下一个节点
            Node<E> q = p.next;
            //如果q为null，则代表p就是队尾节点
            if (q == null) {
                //将入列节点设置为当前队尾节点的next节点
                if (p.casNext(null, newNode)) {
                    //判断tail节点和p节点距离达到两个节点
                    if (p != t) // hop two nodes at a time
                        //如果tail不是尾节点则将入队节点设置为tail。
                        // 如果失败了，那么说明有其他线程已经把tail移动过
                        casTail(t, newNode);  // Failure is OK.
                    return true;
                }
            }
            // 如果p节点等于p的next节点，则说明p节点和q节点都为空，表示队列刚初始化，所以返回
            else if (p == q)
                p = (t != (t = tail)) ? t : head;
            else
                // Check for tail updates after two hops.
                p = (p != t && t != (t = tail)) ? t : q;
        }
    }
```

**出列：**首先获取head节点，并判断item是否为null，如果为空，则表示已经有一个线程刚刚进行了出列操作，然后更新head节点；如果不为空，则使用CAS操作将head节点设置为null，CAS就会成功地直接返回节点元素，否则还是更新head节点。

```
public E poll() {
    // 设置起始点
    restartFromHead:
    for (;;) {
        //p获取head节点
        for (Node<E> h = head, p = h, q;;) {
            //获取头节点元素
            E item = p.item;
            //如果头节点元素不为null，通过cas设置p节点引用的元素为null
            if (item != null && p.casItem(item, null)) {
                // Successful CAS is the linearization point
                // for item to be removed from this queue.
                if (p != h) // hop two nodes at a time
                    updateHead(h, ((q = p.next) != null) ? q : p);
                return item;
            }
            //如果p节点的下一个节点为null，则说明这个队列为空，更新head结点
            else if ((q = p.next) == null) {
                updateHead(h, p);
                return null;
            }
            //节点出队失败，重新跳到restartFromHead来进行出队
            else if (p == q)
                continue restartFromHead;
            else
                p = q;
        }
    }
}
```

ConcurrentLinkedQueue是基于CAS乐观锁实现的，在并发时的性能要好于其它阻塞队列，因此很适合作为高并发场景下的排队队列。

今天的答疑就到这里，如果你还有其它问题，请在留言区中提出，我会一一解答。最后欢迎你点击“请朋友读”，把今天的内容分享给身边的朋友，邀请他加入讨论。

精选留言

-W.LI-

5

老师好!FGC正常情况多久一次比较合适啊?我们项目1.2天一次FGC老年代给了3G年轻代1G想吧年轻代给多点。有个定时任务，2小时一次用的线程池。给了40个线程并发请求4K次。设置了空闲回收策略回收核心线程。现在就是定时任务，每次都新建40个线程一张吃老年代内存。不设置回收这些线程不实用的那个吧小时就一直阻塞。怎么处理比较合适

2019-07-04

作者回复

GC在核心业务应用服务中越久发生越合适，且GC的时间不要太长。一般生产环境的FGC几天一次是比较正常的。40个线程是不是设置太大了，建议调小一些，当然需要你们具体压测验证下调小后的性能情况。

年轻代可以调大一些，如果年轻代太小，当MinorGC时，发现年轻代依然存活满对象，新的对象可能将无法放入到年轻代，则会通过分配担保机制提前转移年轻代的存活对象到老年代中，这样反而会增加老年代的负担。默认情况下老年代和新生代是2:1。建议没有特殊情况，不要固定设置老年代和新生代。

2019-07-05

张德

1

老师 Disruptor是不是比ConcurrentLinkedQueue性能更强呢???

2019-07-15

作者回复

对的，Disruptor是一款性能更高的有界队列，利用了生产者消费者模式实现，并采用无锁算法、避免伪共享、RingBuffer等优化手段提升该队列框架性能。

2019-07-30

咬你

1

老师，通过vmstat参数获取的参数，可否结合一些真实场景，分析下什么样的数据范围属于正常范围，出现什么样的参数，我们就需要重点关注

2019-07-04

作者回复

一般系统出现性能瓶颈，可以结果上下文切换指标进行分析。在之前15讲中，我已经通过一个真实案例讲解了，可以参考下，有什么问题欢迎沟通。

2019-07-07

Liam

1

我有2个问题想请教老师：

1 系统出现问题时我们一般会首先关注资源的使用情况，什么情况下可能是是上下文切换过多导致的呢？CPU消耗过高？

2 ConcurrentLinkedQueue是非阻塞的，是否意味着它会消耗过多的CPu

2019-07-04

作者回复

CPU消耗过高会引起上下文切换的增加，但并不代表这个就不正常了。正常情况下上下文切换在几百到几千，高峰时段会上升至几万，甚至几十万。

如果上下文长时间处于高位，这个时候我们就要注意了，这种情况有可能是某个线程长期占用CPU，例如之前我提到过的正则表达式出现的严重的回溯问题，就会在某一次回溯时，一直占用CPU，CPU的使用率高居不下，会导致上下文切换激增。

另外一种情况，就是之前你们的业务在高峰值出现的上下文切换在某个值，但是在业务迭代之后，高峰期的上下文切换的值异常高于之前的监控值。比如，我之前说的线程大小调整，导致了高峰期的上下文高出了十几倍之多。

ConcurrentLinkedQueue CAS操作会消耗CPU，但会及时释放，这不足以影响到系统的整体性能。

2019-07-05

godtrue

0

打卡+点赞

2019-09-10

nightmare

0

性能好是一方面，如果是抢购应用在需要用有界队列

2019-07-04