38 | Tomcat拒绝连接原因分析及网络优化

2019-08-08 李号双

深入拆解Tomcat & Jetty

进入课程 >

讲述：李号双
时长 08:09　大小 7.48M

专栏上一期我们分析各种 JVM OutOfMemory 错误的原因和解决办法，今天我们来看看网络通信中可能会碰到的各种错误。网络通信方面的错误和异常也是我们在实际工作中经常碰到的，需要理解异常背后的原理，才能更快更精准地定位问题，从而找到解决办法。

下面我会先讲讲 Java Socket 网络编程常见的异常有哪些，然后通过一个实验来重现其中的 Connection reset 异常，并且通过配置 Tomcat 的参数来解决这个问题。

常见异常

java.net.SocketTimeoutException

指超时错误。超时分为**连接超时**和**读取超时**，连接超时是指在调用 Socket.connect 方法的时候超时，而读取超时是调用 Socket.read 方法时超时。请你注意的是，连接超时往往是由于网络不稳定造成的，但是读取超时不一定是网络延迟造成的，很有可能是下游服务的响应时间过长。

java.net.BindException: Address already in use: JVM_Bind

指端口被占用。当服务器端调用 new ServerSocket(port) 或者 Socket.bind 函数时，如果端口已经被占用，就会抛出这个异常。我们可以用`netstat -an`命令来查看端口被谁占用了，换一个没有被占用的端口就能解决。

java.net.ConnectException: Connection refused: connect

指连接被拒绝。当客户端调用 new Socket(ip, port) 或者 Socket.connect 函数时，可能会抛出这个异常。原因是指定 IP 地址的机器没有找到；或者是机器存在，但这个机器上没有开启指定的监听端口。

解决办法是从客户端机器 ping 一下服务端 IP，假如 ping 不通，可以看看 IP 是不是写错了；假如能 ping 通，需要确认服务端的服务是不是崩溃了。

java.net.SocketException: Socket is closed

指连接已关闭。出现这个异常的原因是通信的一方主动关闭了 Socket 连接（调用了 Socket 的 close 方法），接着又对 Socket 连接进行了读写操作，这时操作系统会报“Socket 连接已关闭”的错误。

java.net.SocketException: Connection reset/Connect reset by peer: Socket write error

指连接被重置。这里有两种情况，分别对应两种错误：第一种情况是通信的一方已经将 Socket 关闭，可能是主动关闭或者是因为异常退出，这时如果通信的另一方还在写数据，就会触发这个异常（Connect reset by peer）；如果对方还在尝试从 TCP 连接中读数据，则会抛出 Connection reset 异常。

为了避免这些异常发生，在编写网络通信程序时要确保：

程序退出前要主动关闭所有的网络连接。

检测通信的另一方的关闭连接操作，当发现另一方关闭连接后自己也要关闭该连接。

java.net.SocketException: Broken pipe

指通信管道已坏。发生这个异常的场景是，通信的一方在收到“Connect reset by peer: Socket write error”后，如果再继续写数据则会抛出 Broken pipe 异常，解决方法同上。

java.net.SocketException: Too many open files

指进程打开文件句柄数超过限制。当并发用户数比较大时，服务器可能会报这个异常。这是因为每创建一个 Socket 连接就需要一个文件句柄，此外服务端程序在处理请求时可能也需要打开一些文件。

你可以通过`lsof -p pid`命令查看进程打开了哪些文件，是不是有资源泄露，也就是说进程打开的这些文件本应该被关闭，但由于程序的 Bug 而没有被关闭。

如果没有资源泄露，可以通过设置增加最大文件句柄数。具体方法是通过`ulimit -a`来查看系统目前资源限制，通过`ulimit -n 10240`修改最大文件数。

Tomcat 网络参数

接下来我们看看 Tomcat 两个比较关键的参数：maxConnections 和 acceptCount。在解释这个参数之前，先简单回顾下 TCP 连接的建立过程：客户端向服务端发送 SYN 包，服务端回复 SYN + ACK，同时将这个处于 SYN_RECV 状态的连接保存到**半连接队列**。客户端返回 ACK 包完成三次握手，服务端将 ESTABLISHED 状态的连接移入**accept 队列**，等待应用程序（Tomcat）调用 accept 方法将连接取走。这里涉及两个队列：

半连接队列：保存 SYN_RECV 状态的连接。队列长度由`net.ipv4.tcp_max_syn_backlog`设置。

accept 队列：保存 ESTABLISHED 状态的连接。队列长度为`min(net.core.somaxconn，backlog)`。其中 backlog 是我们创建 ServerSocket 时指定的参数，最终会传递给 listen 方法：

```
int listen(int sockfd, int backlog);
```

复制代码

如果我们设置的 backlog 大于`net.core.somaxconn`，accept 队列的长度将被设置为`net.core.somaxconn`，而这个 backlog 参数就是 Tomcat 中的**acceptCount**参数，默认值是 100，但请注意`net.core.somaxconn`的默认值是 128。你可以想象在高并发情况下当 Tomcat 来不及处理新的连接时，这些连接都被堆积在 accept 队列中，而**acceptCount**参数可以控制 accept 队列的长度，超过这个长度时，内核会向客户端发送 RST，这样客户端会触发上文提到的“Connection reset”异常。

而 Tomcat 中的**maxConnections**是指 Tomcat 在任意时刻接收和处理的最大连接数。当 Tomcat 接收的连接数达到 maxConnections 时，Acceptor 线程不会再从 accept 队列中取走连接，这时 accept 队列中的连接会越积越多。

maxConnections 的默认值与连接器类型有关：NIO 的默认值是 10000，APR 默认是 8192。

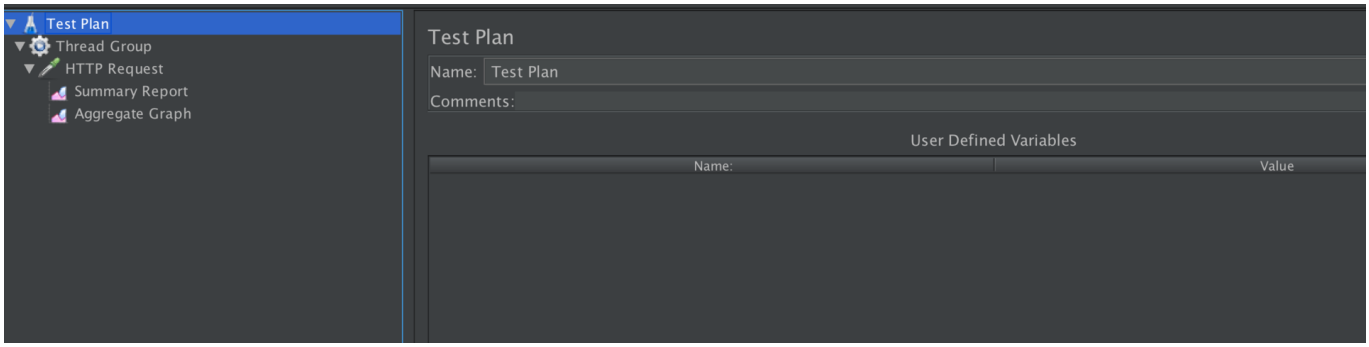
所以你会发现 Tomcat 的最大并发连接数等于**maxConnections + acceptCount**。如果 acceptCount 设置得过大，请求等待时间会比较长；如果 acceptCount 设置过小，高并发情况下，客户端会立即触发 Connection reset 异常。

Tomcat 网络调优实战

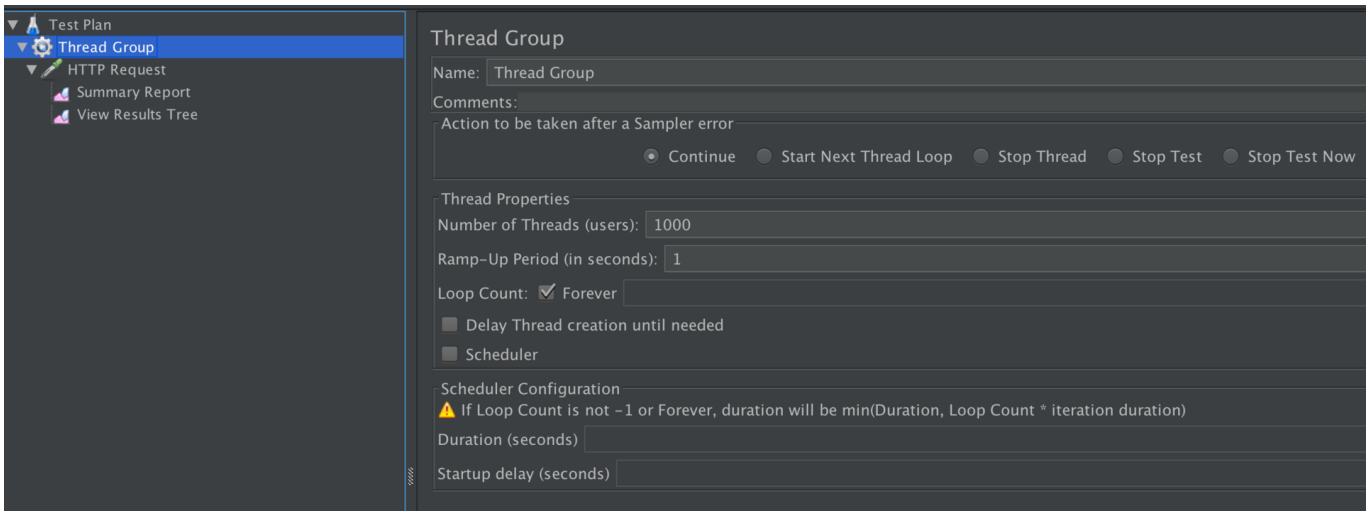
接下来我们通过一个直观的例子来加深对上面两个参数的理解。我们先重现流量高峰时 accept 队列堆积的情况，这样会导致客户端触发“Connection reset”异常，然后通过调整参数解决这个问题。主要步骤有：

1. 下载和安装压测工具JMeter。解压后打开，我们需要创建一个测试计划、一个线程组、一个请求和，如下图所示。

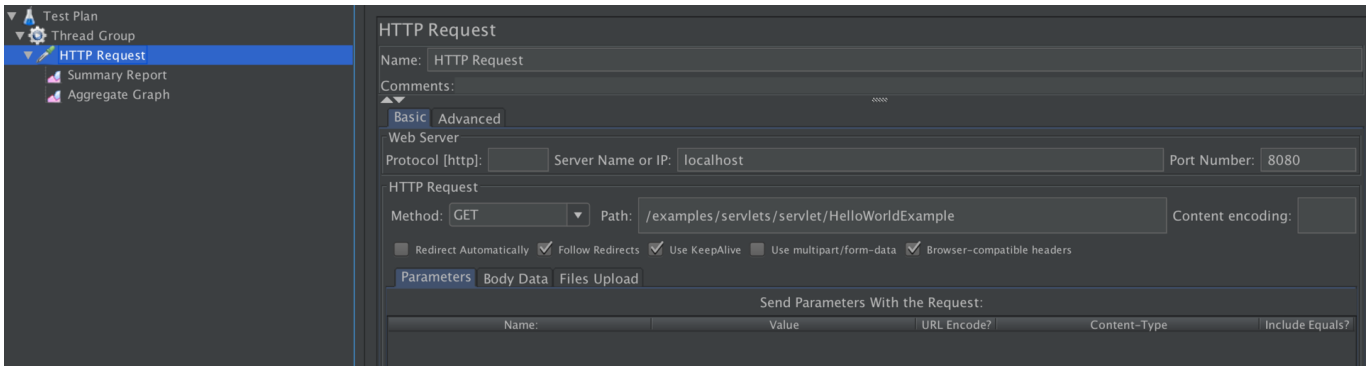
测试计划：



线程组（线程数这里设置为 1000，模拟大流量）：

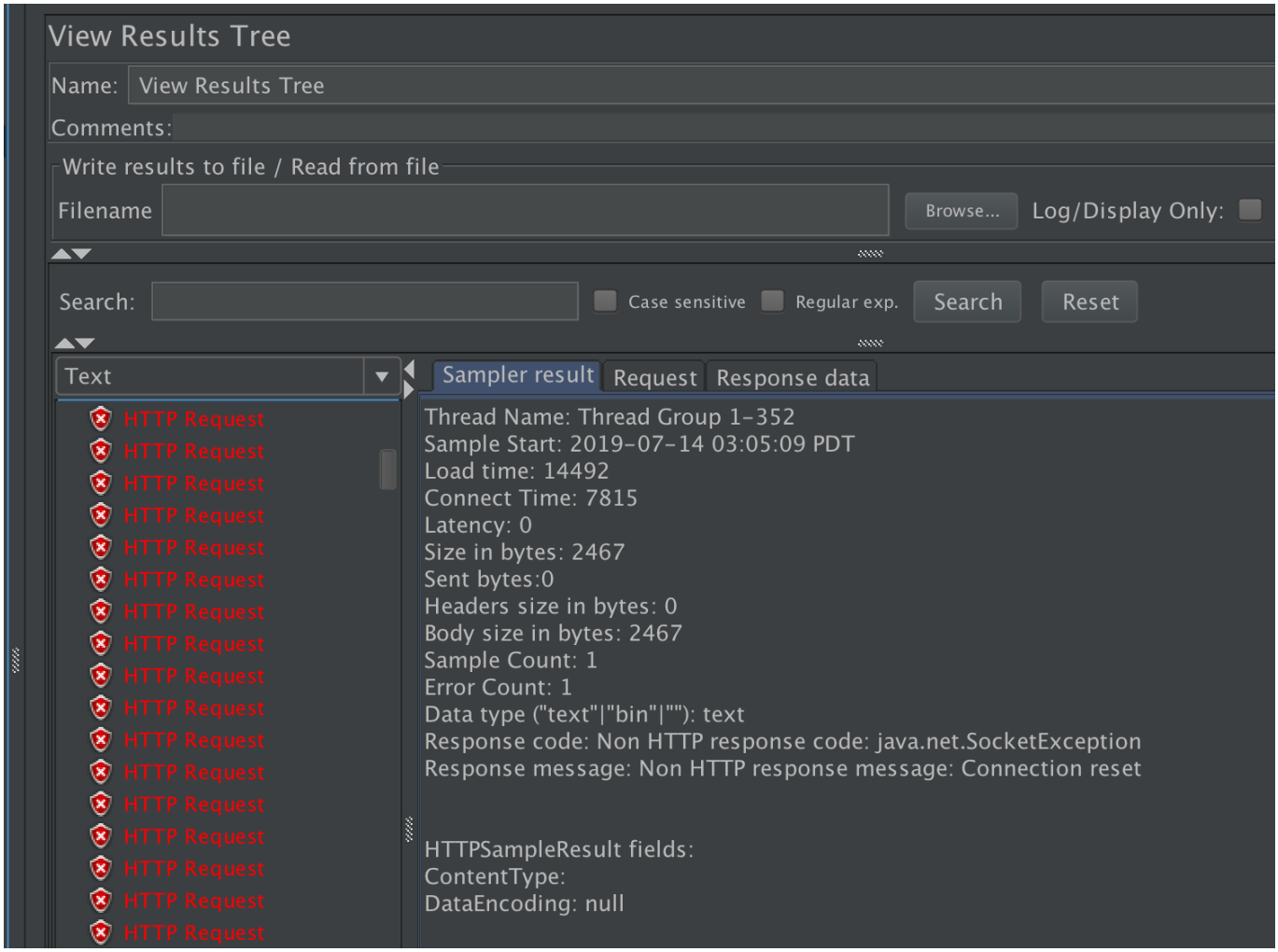


请求（请求的路径是 Tomcat 自带的例子程序）：



2. 启动 Tomcat。

3. 开启 JMeter 测试，在 View Results Tree 中会看到大量失败的请求，请求的响应里有“Connection reset”异常，也就是前面提到的，当 accept 队列溢出时，服务端的内核发送了 RST 给客户端，使得客户端抛出了这个异常。



4. 修改内核参数，在`/etc/sysctl.conf`中增加一行`net.core.somaxconn=2048`，然后执行命令`sysctl -p`。

5. 修改 Tomcat 参数 acceptCount 为 2048，重启 Tomcat。

```
-->
<Connector port="8080" protocol="org.apache.coyote.http11.Http11NioProtocol"
           connectionTimeout="20000"
           acceptCount="2048" maxThreads="400"/>
```

6. 再次启动 JMeter 测试，这一次所有的请求会成功，也看不到异常了。我们可以通过下面的命令看到系统中 ESTABLISHED 的连接数增大了，这是因为我们加大了 accept 队列的长度。

```
#netstat -an | awk '/^tcp/ {++S[$NF]} END {for(a in S) print a, S[a]}'
LISTEN 30
FIN_WAIT_1 585
SYN_SENT 595
LAST_ACK 476
CLOSE_WAIT 1
CLOSED 3
SYN_RCVD 476
TIME_WAIT 17223
ESTABLISHED 947
```

本期精华

在 Socket 网络通信过程中，我们不可避免地会碰到各种 Java 异常，了解这些异常产生的原因非常关键，通过这些信息我们大概知道问题出在哪里，如果一时找不到问题代码，我们还可以通过网络抓包工具来分析数据包。

在这个基础上，我们还分析了 Tomcat 中两个比较重要的参数：acceptCount 和 maxConnections。acceptCount 用来控制内核的 TCP 连接队列长度，maxConnections 用于控制 Tomcat 层面的最大连接数。在实战环节，我们通过调整 acceptCount 和相关的内核参数`somaxconn`，增加了系统的并发度。

课后思考

在上面的实验中，我们通过`netstat`命令发现有大量的 TCP 连接处在 TIME_WAIT 状态，请问这是为什么？它可能会带来什么样的问题呢？

不知道今天的内容你消化得如何？如果还有疑问，请大胆的在留言区提问，也欢迎你把你的课后思考和心得记录下来，与我和其他同学一起讨论。如果你觉得今天有所收获，欢迎你把它分享给你的朋友。

上一篇　37 | Tomcat内存溢出的原因分析及调优

下一篇　39 | Tomcat进程占用CPU过高怎么办？

精选留言 (10)

写留言

magicnum
2019-08-08

增大accept队列长度使得tomcat并发短连接数暴增，必然导致服务器处理完请求后需要主动断开连的连接数增加；断开连接时四次挥手的最后一个阶段，客户端要等待2mls时间来保证服务端收到了客户端的ack（如果服务端没有收到最后一次挥手ack会重试，这时客户端需要重新发送ack），这时会导致大量time_wait；一旦达到上限将导致服务器拒绝服务

展开

2

酱油君
2019-08-08

老师 这个问题我查了一下别处的答案 https://mp.weixin.qq.com/s/KtcDxcY-pZBsvwJhwuKJmw

说是tcp连接关闭的最后一步 time_wait 需要2MLS

...

展开

2 2

许童童

2019-08-08

TCP 连接处在 TIME_WAIT 状态，这个是TCP协议规定的，四次挥手时主动关闭方所处的一个状态，会等待2个MSL，所以在这个时间段内不会释放端口，如果并发量大的话，会导致端口不够用，从而影响新的TCP连接。

展开

1

QQ怪

2019-08-08

保留timewait是为了是高效复用tcp连接，避免重复创建连接造成资源浪费，但过多的也会造成服务端文件打开数过多造成资源浪费

展开

1

xxxl

2019-08-08

老师能讲下 maxConnections 与 maxThreads 的区别和联系吗？

1

酱油君

2019-08-09

哇 老师， 您这里讲的 和 网络编程 那一专栏里讲的部分内容一致诶 难怪我读起那篇文章来没有一点违和感，原来在这里已经阅读过一遍了啊。

展开

酱油君

2019-08-08

老师 我问一个和今天讲的不相关的问题

分布式系统里面可以使用多种不同的队列应用于不同的业务场景吗？

分布式系统里面可以使用不用属性的分布式锁应用于不同的业务场景吗？

展开

2

-W.LI-

2019-08-08

老师好!TCP链接time_wait我和线程状态搞混了。。。我哭

作者回复: 😄

nightmare

2019-08-08

timewait是由于什么原因引起的，tcp四次挥手的哪一个阶段？

罗乾林

2019-08-08

连接在TIME_WAIT状态停留的时间为2倍的MSL。在2MSL等待期间，该端口不能再被使用。