记一次JavaSDK性能从8000提升至30000的过程

原创 李辉忠 FISCO BCOS开源社区 2月11日

李辉忠

FISCO BCOS 研发负责人

AUTHOR | 作者

缘起

FISCO BCOS在中国信通院可信区块链测评中达到2万+ TPS的交易处理能力，在同类产品中处于领先水平。此次测试标的是底层平台，目的是压测得出底层平台的性能上限，主要评估目标是底层平台的交易处理能力。

交易构造是由客户端（集成了SDK）完成，客户端通常可以非常容易实现平行扩展。

SDK要完成交易构造的过程，实现交易组包、编码、签名、发送等一系列操作，这些过程本身是无状态的，客户端可以通过多线程的方式进行扩展，一个客户端性能达到瓶颈，可以增加更多客户端进行扩展。

虽然“堆机器”的平行扩展方式可以解决发送端的性能问题，但是机器本身就是珍贵的资源，进一步优化算法效率，提高资源利用率，将大有裨益。于是，我们打算先测试一下JavaSDK目前的性能，主要评测生成交易的性能。

生成交易包括交易组包、参数编码、交易编码、交易签名等过程，其中，交易签名是最重要的环节，测试数据如下：

8核机器，测试本地生成50W笔交易的耗时

完全并行：每秒生成**8498笔**交易，平均每笔交易耗时0.12毫秒

完全串行：每秒生成1504笔交易，平均每笔交易耗时0.66毫秒

对比C++实现交易签名，这个性能实属不高。根据以往经验判断，这里大有优化空间啊！于是团队开始了一次JavaSDK的性能优化之路。

过程

关于性能优化，社区做过多次分享，可以补充阅读下列文章：

FISCO BCOS共识优化之路

区块链的同步及其性能优化方法

FISCO BCOS中交易池及其优化策略

FISCO BCOS性能优化——工具篇

FISCO BCOS的速度与激情：性能优化方案最全解密

让木桶没有短板，FISCO BCOS全面推进并行化改造

这些性能优化的过程中，感触最深的有两句话：

『过早的优化是万恶之源』

『没有任何证据支撑的优化是万恶之源』

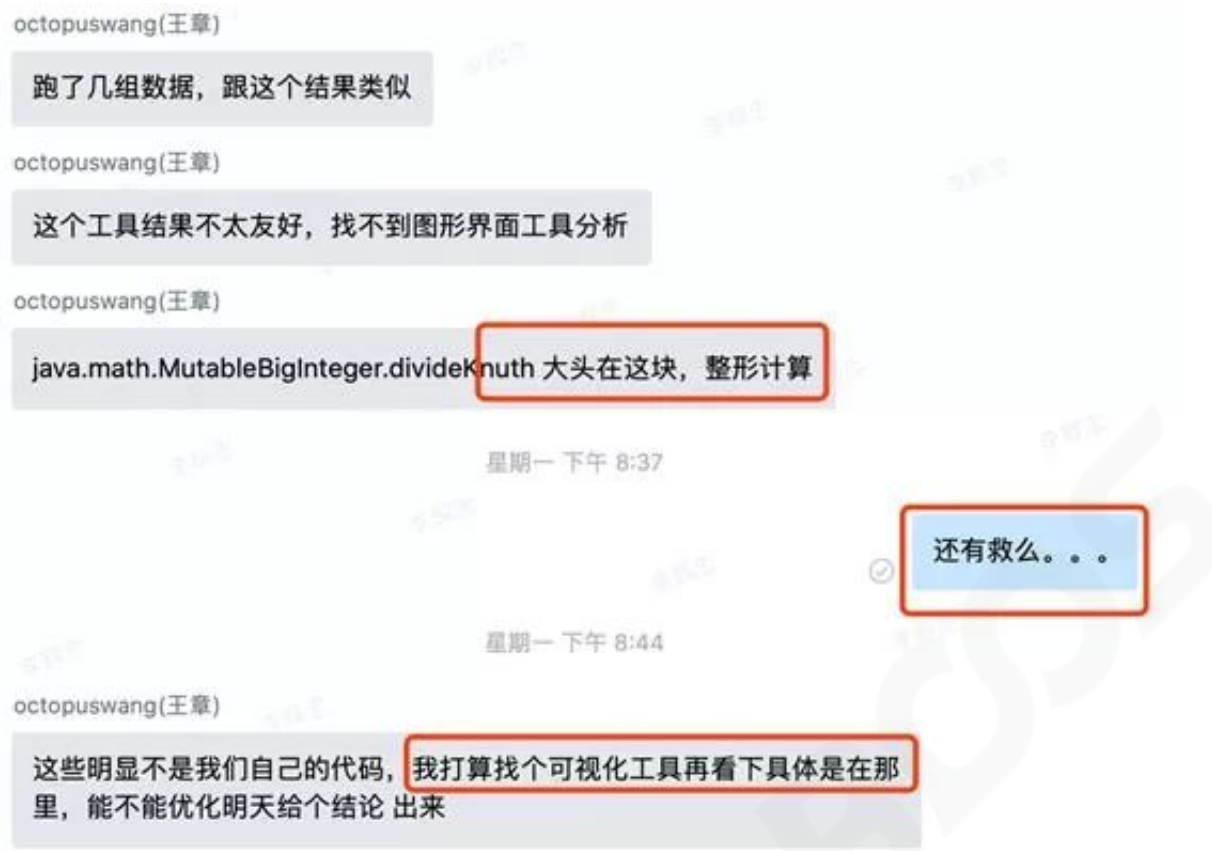
优化要靠数据说话，而获取数据需要靠有效的分析工具，所以此次JavaSDK的性能优化，首要任务就是确定采用什么性能分析工具。

工具：发现java自带的分析工具挺管用

采用HPROF跑了一次，得到下面这样的数据报告：

```
CPU SAMPLES BEGIN (total = 418417) Mon Feb  3 18:39:03 2020
rank   self  accum   count trace method
   1 45.42% 45.42%  190034 301592
java.math.MutableBigInteger.divideKnuth
   2  9.52% 54.93%   39816 301222
sun.nio.ch.EPollArrayWrapper.epollWait
   3  2.51% 57.44%   10500 301555
java.math.MutableBigInteger.divideMagnitude
   4  1.56% 59.01%    6546 301550
java.math.MutableBigInteger.divideMagnitude
   5  1.52% 60.52%    6341 301885
java.security.AccessController.doPrivileged
   6  1.34% 61.86%    5606 300734 java.util.Arrays.copyOfRange
   7  1.30% 63.16%    5427 301559 java.util.Arrays.copyOfRange
```

数据显示，热点在很底层的库函数。这个结论并不符合预期，说明 SDK本身代码不是热点，性能优化比较难入手。



幸运的是，很快好消息就来了：采用java自带的另一个工具jvisualvm，较好地可视化输出性能分析数据，同时也很直观地显示出JavaSDK本身存在热点。

分析：找到一个“伪热点”

octopuswang(王章)

@wheatli(李辉忠) @catli(李陈希) 热点在这两个函数，这两个函数都使用SecureRandom生成随机数，这个类的随机数非常的慢。
createTransaction 随机数用于交易的nonce参数。createRandom 随机数用于国密签名接口。

If you want a cryptographically strong random numbers in Java, you use SecureRandom. Unfortunately, **SecureRandom can be very slow**. If it uses /dev/random on Linux, it can block waiting for sufficient

创建交易的nonce参数没必要用这么强的随机数，可以优化下。

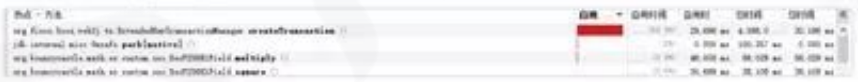
通过jvisualvm工具分析出来，最大的热点是在生成随机数，这让我等有些吃惊。

catli(李陈希)

[redacted]随机数竟然这么耗时。。可以试下uuid

上面分析的是国密版本，对于非国密如何呢？跑了一遍，热点依旧可见在createTransaction，那就试试uuid吧。

octopuswang(王章)



octopuswang(王章)

非国密的。。

按照李大神的思路，nonce换成uuid算法试一下

但是，打脸，来得是那叫一个快，UUID的实现也是基于SecureRandom。

octopuswang(王章)

晕死，用UUID跑的结果跟securerandom一样，还一直在纠结，刚翻了下UUID的代码，直接就看到这句 static final SecureRandom numberGenerator = new SecureRandom(); 🤦

群聊出现好长时间的静默……

那就研究一下SecureRandom吧，看看为什么它会这么慢，也了解Java随机数的一些相关背景知识。

终于，下面这个知识点让我们重拾兴奋。
（https://zhuanlan.zhihu.com/p/72697237）

性能检测

简析，基准：100000随机数，单线程

> 1、 Random： 2毫秒

2、 **ThreadLocalRandom**： 1毫秒

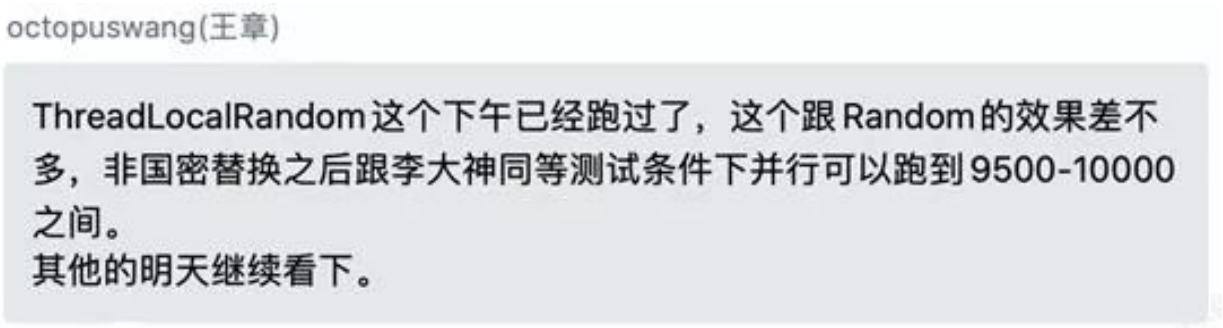
3、 **SecureRandom**

1）默认算法，即SHAR1PRNG：80毫秒左右。

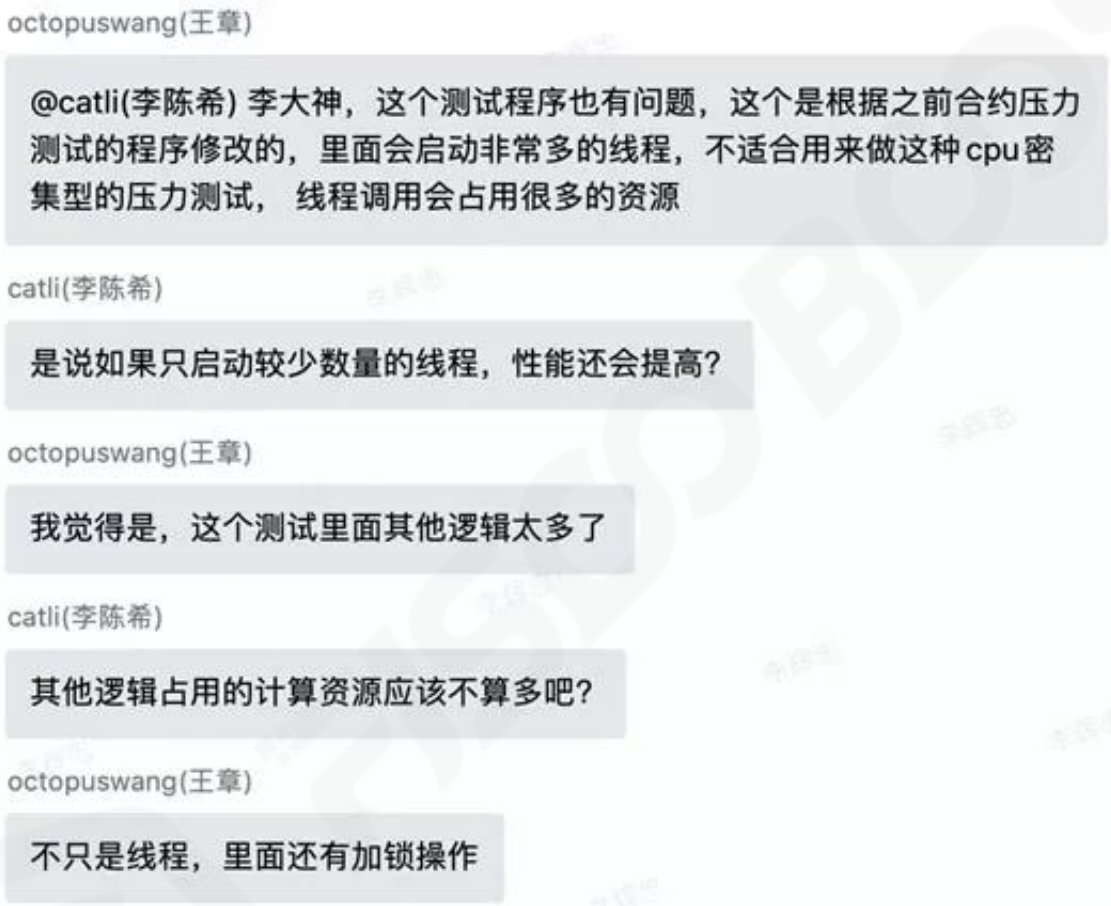
2）NativePRNG：90毫秒左右。

4、 **SplittableRandom**： 1毫秒

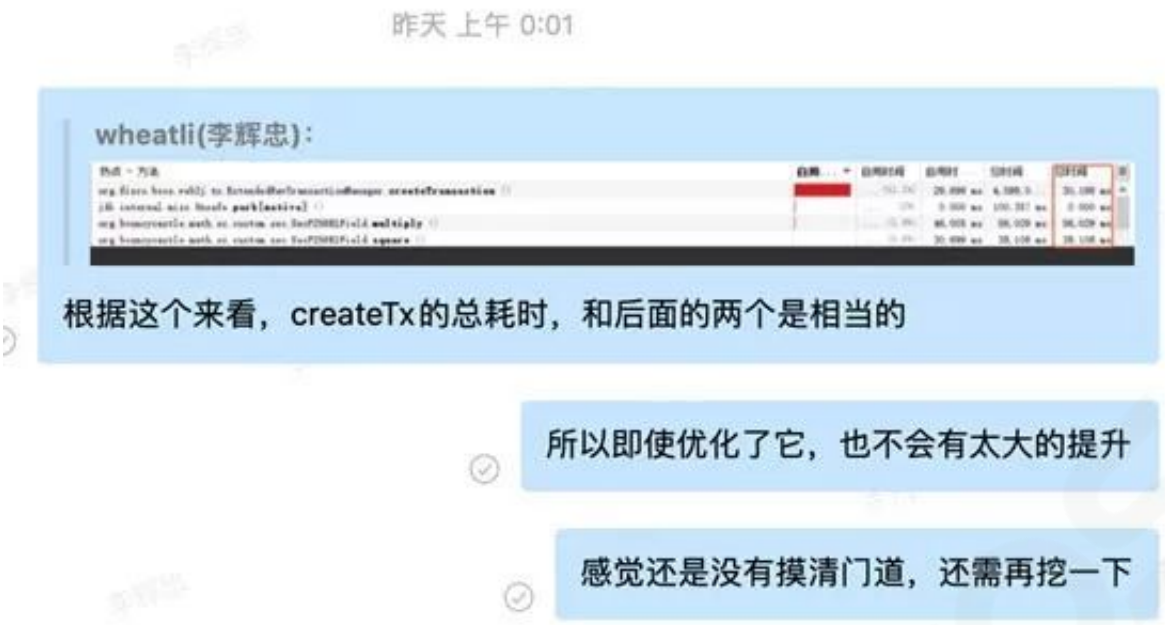
我那句“采用ThreadLocalRandom替换SecureRandom计算Nonce”还未敲字出去，新一轮打脸已经开始了。



这个方向的讨论为本次性能优化之旅豁开了另一扇思考之门~



讨论很有道理，再仔细看数据，从数据层面也印证了这个想法。



实验测试证明这是一个正确的方向，线程数降下来，这个热点就消失了。随机数那里出现热点是因为压测并发线程数开启太多，太多线程抢占资源导致随机数获取较慢。

再分析：找到令人震惊的热点

经过第一轮分析，算是找到一个“伪热点”，但性能提升依旧收效甚微。革命尚未成功，同志还需努力！

降低线程数再跑一次性能分析，得到性能数据如下：

热点 - 方法	自用时间 [%]	自用时间	自用时间 (CPU)	总时间	总时间 (CPU)
org.bouncycastle.math.ec.custom.sec.SecP256K1Field.multiply ()		84,98... (22.3%)	84,987 ms	104,104 ms	104,104 ms
org.bouncycastle.math.ec.custom.sec.SecP256K1Field.square ()		56,26... (14.7%)	56,269 ms	71,811 ms	71,811 ms
org.bouncycastle.math.ec.custom.sec.SecP256K1Field.reduce ()		36,05... (9.4%)	36,059 ms	36,059 ms	36,059 ms
jdk.internal.reflect.GeneratedMethodAccessor47.invoke ()		32,67... (8.6%)	32,677 ms	32,677 ms	32,677 ms
org.fisco.bcos.web3j.crypto.Sign.recoverFromSignature ()		21,95... (5.7%)	21,951 ms	239,662 ms	238,750 ms
org.bouncycastle.math.raw.Nat.subFrom ()		16,05... (4.2%)	16,057 ms	16,057 ms	16,057 ms
org.bouncycastle.crypto.signers.ECDSASigner.generateSignature ()		13,57... (3.6%)	13,576 ms	88,309 ms	88,073 ms
org.bouncycastle.math.ec.custom.sec.SecP256K1Field.multiplyAddToExt ()		11,05... (2.9%)	11,055 ms	11,055 ms	11,055 ms
org.bouncycastle.math.ec.custom.sec.SecP256K1Field.squareN ()		9,864... (2.6%)	9,864 ms	13,529 ms	13,529 ms

乍一看，热点分布又是很底层的基础库操作，焦虑又弥漫心头...

伴着凌晨的静谧，群聊再一次陷入了无言的沉默.....直到，我又抛出一个疑问。

章鱼哥（王章）秒回，团队的激情苏醒了~为他这个回复速度，也为这个回复结果！

签名算法的实现，居然是先签名然后再做验签，而验签就是为了获得一个叫recoveryID的值（关于ECDSA的recovery原理，将在另一篇详细展开）。

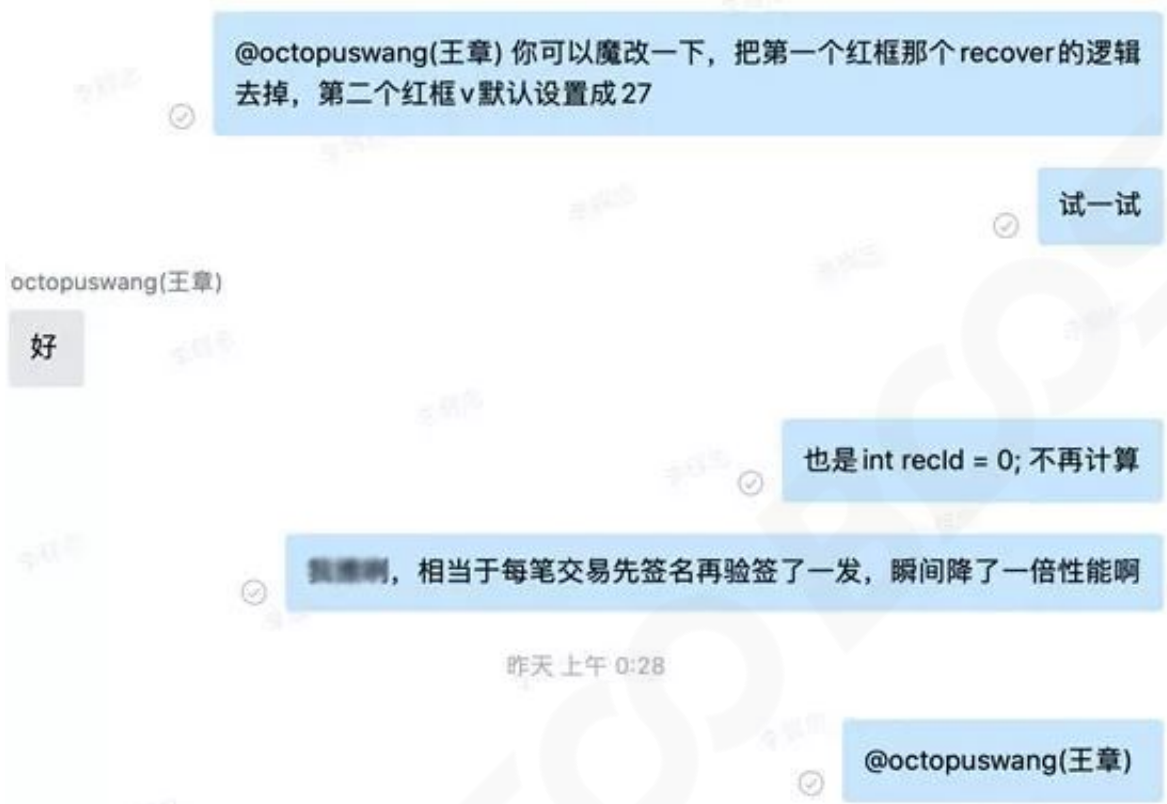
这里讲述一下我们为什么会兴奋。

recoveryID设置的目的是为了给未来使用者可以从签名快速恢复出公钥，如果没有这个recoveryID，恢复公钥就需要遍历4种可能性，然而，这里的实现方式在生成签名的时候是通过遍历查找来计算出recoveryID。

这种做法完全没有减小实际开销，只是采用“乾坤大挪移”把开销转移到签名环节了而已。实际上，recoveryID是有更快的计算方式可得到的，下一节可见。【这部分代码继承自web3j，之前没有

深入考究其实现方式，当前web3j还仍然是这种实现】

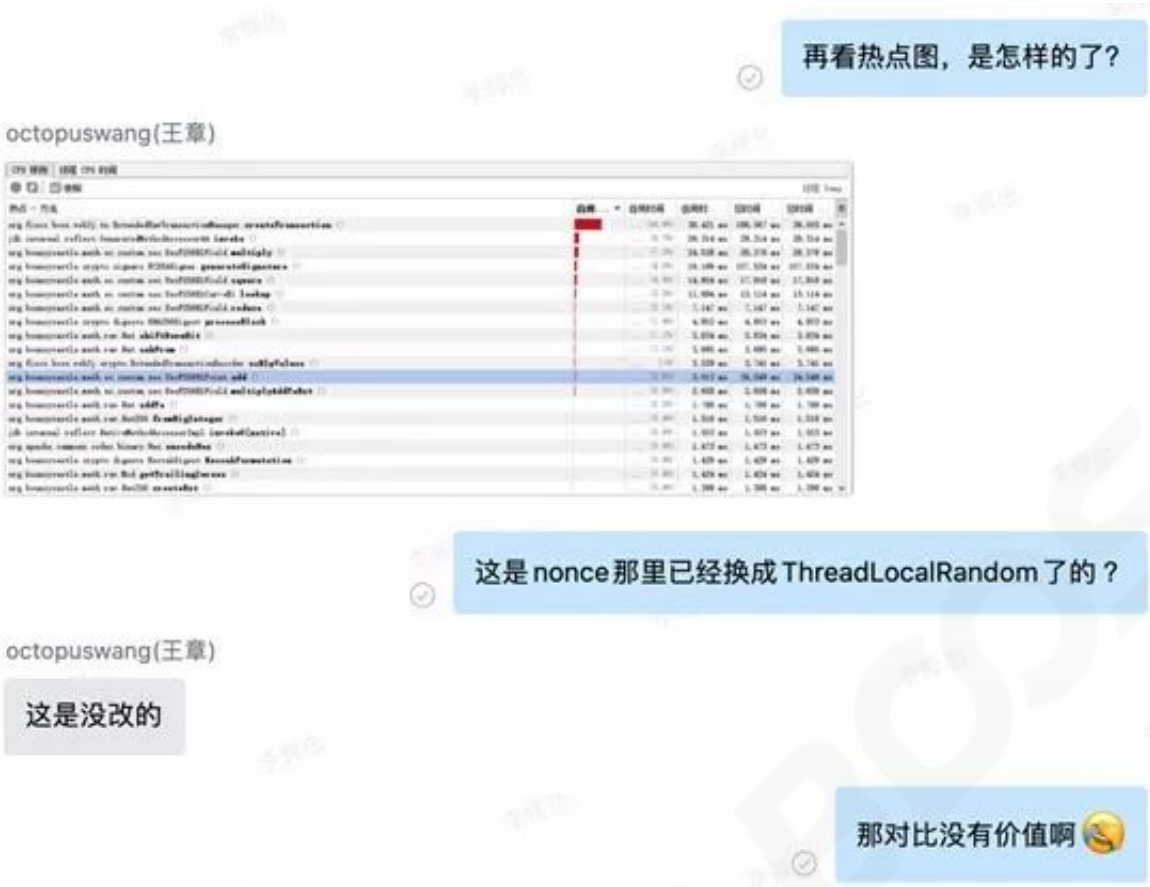
出于老码农的本能，发现症状就想要第一时间先搞清楚问题影响边界在哪里，于是就有了这样的分析和尝试：



同样老司机的章鱼哥快速给出了可喜的结论：

到这里，心里有底了！至少把recoverFromSignature干掉是能够翻倍提升性能的，至于怎么干掉，额...再说呗。

出于好奇，想再看看此时的性能数据会怎样（幸亏好奇了一下）。



重新调整姿势（换成采用ThreadLocalRandom生成nonce，以及线程并发数降低为10的版本），再来一发，再次获得惊喜的数据。

这种情况下，性能分布也比较均匀了，没有明显的热点。

凌晨一点，总算收获满意的成果，心情是棒棒的...

一秒之后，脑回路蹦出来个问题“国密的会怎样呢？”

明天再说吧（国密的优化会在另一篇再详细讲）。

填坑：recoveryID的计算方法

由于对Java密码学算法库（bc-java）不够熟悉，此处也遇到不少坑，最终通过继承密码算法库，将更多所需参数暴露返回给上层，总算实现了Java版本的recoveryID计算。

```
// Now we have to work backwards to figure out the recId needed to re
        ECPoint ecPoint = sig.p;
        BigInteger affineXCoordValue = ecPoint.normalize().getAffineX
        BigInteger affineYCoordValue = ecPoint.normalize().getAffineY

        int recId = affineYCoordValue.and(BigInteger.ONE).intValue();
        recId |= (affineXCoordValue.compareTo(sig.r) != 0 ? 2 : 0);
        if (sig.s.compareTo(halfCurveN) > 0) {
            sig.s = Sign.CURVE.getN().subtract(sig.s);
            recId = recId ^ 1;
        }
```

关于ECDSA算法的recover机制和recoveryID生成原理，将在后续的推送中详细展开，敬请期待。

后话

每一次做性能优化，都是一次很爽的体验，少不了熬夜，但永不缺激情。对代码进行抽丝剥茧，经历反复多次的发现瓶颈、无情打脸、重拾信心过程，最后到达柳暗花明。

再次用那两句话结尾：
过早的优化是万恶之源
没有任何数据支撑的优化是万恶之源

共勉！

FISCO BCOS

下载地址↓↓↓

https://github.com/FISCO-BCOS/FISCO-BCOS