

## 23 | 如何优化垃圾回收机制？

2019-07-13 刘超



你好，我是刘超。

我们知道，在Java开发中，开发人员是无需过度关注对象的回收与释放的，JVM的垃圾回收机制可以减轻不少工作量。但完全交由JVM回收对象，也会增加回收性能的不确定性。在一些特殊的业务场景下，不合适的垃圾回收算法以及策略，都有可能导致系统性能下降。

面对不同的业务场景，垃圾回收的调优策略也不一样。例如，在对内存要求苛刻的情况下，需要提高对象的回收效率；在CPU使用率高的情况下，需要降低高并发时垃圾回收的频率。可以说，垃圾回收的调优是一项必备技能。

这讲我们就把这项技能的学习进行拆分，看看回收（后面简称GC）的算法有哪些，体现GC算法好坏的指标有哪些，又如何根据自己的业务场景对GC策略进行调优？

### 垃圾回收机制

掌握GC算法之前，我们需要先弄清楚3个问题。第一，回收发生在哪里？第二，对象在什么时候可以被回收？第三，如何回收这些对象？

#### 1. 回收发生在哪里？

JVM的内存区域中，程序计数器、虚拟机栈和本地方法栈这3个区域是线程私有的，随着线程的创建而创建，销毁而销毁；栈中的栈帧随着方法的进入和退出进行入栈和出栈操作，每个栈帧中分配多少内存基本是在类结构确定下来的时候就已知的，因此这三个区域的内存分配和回收都具

有确定性。

那么垃圾回收的重点就是关注堆和方法区中的内存了，堆中的回收主要是对象的回收，方法区的回收主要是废弃常量和无用的类的回收。

2. 对象在什么时候可以被回收？

那JVM又是怎样判断一个对象是可以被回收的呢？**一般一个对象不再被引用，就代表该对象可以被回收。**目前有以下两种算法可以判断该对象是否可以被回收。

**引用计数算法：**这种算法是通过一个对象的引用计数器来判断该对象是否被引用了。每当对象被引用，引用计数器就会加**1**；每当引用失效，计数器就会减**1**。当对象的引用计数器的值为**0**时，就说明该对象不再被引用，可以被回收了。这里强调一点，虽然引用计数算法的实现简单，判断效率也很高，但它存在着对象之间相互循环引用的问题。

**可达性分析算法：****GC Roots**是该算法的基础，**GC Roots**是所有对象的根对象，在JVM加载时，会创建一些普通对象引用正常对象。这些对象作为正常对象的起始点，在垃圾回收时，会从这些**GC Roots**开始向下搜索，当一个对象到 **GC Roots** 没有任何引用链相连时，就证明此对象是不可用的。目前**HotSpot**虚拟机采用的就是这种算法。

以上两种算法都是通过引用来判断对象是否可以被回收。在 **JDK 1.2** 之后，**Java** 对引用的概念进行了扩充，将引用分为了以下四种：

引用类型	功能特点
强引用（Strong Reference）	被强引用关联的对象永远不会被垃圾收集器回收掉
软引用（Soft Reference）	软引用关联的对象，只有当系统将要发生内存溢出时，才会去回收软引用引用的对象
弱引用（Weak Reference）	只被弱引用关联的对象，只要发生垃圾收集事件，就会被回收
虚引用（Phantom Reference）	被虚引用关联的对象的唯一作用是能在这个对象被回收器回收时收到一个系统通知

3. 如何回收这些对象？

了解完Java程序中对象的回收条件，那么垃圾回收线程又是如何回收这些对象的呢？JVM垃圾回收遵循以下两个特性。

**自动性：**Java提供了一个系统级的线程来跟踪每一块分配出去的内存空间，当JVM处于空闲循环时，垃圾收集器线程会自动检查每一块分配出去的内存空间，然后自动回收每一块空闲的内存块。

**不可预期性：**一旦一个对象没有被引用了，该对象是否立刻被回收呢？答案是不可预期的。我

们很难确定一个没有被引用的对象是不是会被立刻回收掉，因为有可能当程序结束后，这个对象仍在内存中。

垃圾回收线程在JVM中是自动执行的，Java程序无法强制执行。我们唯一能做的就是通过调用System.gc方法来"建议"执行垃圾收集器，但是否可执行，什么时候执行？仍然不可预期。

## GC算法

JVM提供了不同的回收算法来实现这一套回收机制，通常垃圾收集器的回收算法可以分为以下几种：

回收算法类型	优点	缺点
标记-清除算法（Mark-Sweep）	不需要移动对象，简单高效	标记-清除过程效率低，GC产生内存碎片
复制算法（Copying）	简单高效，不会产生内存碎片	内存使用率低，且有可能产生频繁复制问题
标记-整理算法（Mark-Compact）	综合了前两种算法的优点	仍需要移动局部对象
分代收集算法（Generational Collection）	分区回收	对于长时间存活对象的场景回收效果不明显，甚至起到反作用

如果说收集算法是内存回收的方法论，那么垃圾收集器就是内存回收的具体实现，JDK1.7 update14 之后Hotspot虚拟机所有的回收器整理如下（以下为服务端垃圾收集器）：

回收器类型	回收算法	特点	设置参数
Serial New / Serial Old回收器	复制算法/标记-整理算法	单线程复制回收，简单高效，但会暂停程序导致停顿	-XX:+UseSerialGC（年轻代、老年代回收器为：Serial New、Serial Old）
ParNew New / ParNew Old回收器	复制算法/标记-整理算法	多线程复制回收，降低了停顿时间，但容易增加上下文切换	-XX:+UseParNewGC（年轻代、老年代回收器为：ParNew New、Serial Old，JDK1.8中无效） -XX:+UseParallelOldGC（年轻代、老年代回收器为：Parallel Scavenge、Parallel Old）
Parallel Scavenge回收器	复制算法	并行回收器，追求高吞吐量，高效利用CPU	-XX:+UseParallelGC（年轻代、老年代回收器为：Parallel Scavenge、Serial Old） -XX:ParallelGCThreads=4（设置并发线程）
CMS回收器	标记-清理算法	老年代回收器，高并发、低停顿，追求最短GC回收停顿时间，CPU占用比较高，响应时间快，停顿时间短	-XX:+UseConcMarkSweepGC（年轻代、老年代回收器为：ParNew New、CMS（Serial Old作为备用））
G1回收器	标记-整理+复制算法	高并发、低停顿，可预测停顿时间	-XX:+UseG1GC（年轻代、老年代回收器为：G1、G1） -XX:MaxGCPauseMillis=200（设置最大暂停时间）

其实在JVM规范中并没有明确GC的运作方式，各个厂商可以采用不同的方式实现垃圾收集器。我们可以通过JVM工具查询当前JVM使用的垃圾收集器类型，首先通过ps命令查询出进程ID，再通过jmap -heap ID查询出JVM的配置信息，其中就包括垃圾收集器的设置类型。



```

[root@localhost ~]# jmap -heap 29438
Attaching to process ID 29438, please wait...
Debugger attached successfully.
Server compiler detected.
JVM version is 25.191-b12

using thread-local object allocation.
Parallel GC with 4 thread(s)

Heap Configuration:
  MinHeapFreeRatio          = 0
  MaxHeapFreeRatio          = 100
  MaxHeapSize                = 8589934592 (8192.0MB)
  NewSize                   = 429391872 (409.5MB)
  MaxNewSize                = 1717567488 (1638.0MB)
  OldSize                   = 1718091776 (1638.5MB)
  NewRatio                  = 4
  SurvivorRatio              = 4
  MetaspaceSize              = 21807104 (20.796875MB)
  CompressedClassSpaceSize   = 1073741824 (1024.0MB)
  MaxMetaspaceSize           = 1759218604415 MB
  GLHeapRegionSize           = 0 (0.0MB)

Heap Usage:
PS Young Generation
Eden Space:
  capacity = 1405091840 (1340.0MB)
  used     = 1374612800 (1310.9329223632812MB)
  free     = 30479040 (29.06707763671875MB)
  97.8308151017374% used
From Space:
  capacity = 3670016 (3.5MB)
  used     = 3620912 (3.4531707763671875MB)
  free     = 49104 (0.0468292236328125MB)
  98.66202218191964% used
To Space:
  capacity = 12582912 (12.0MB)
  used     = 0 (0.0MB)
  free     = 12582912 (12.0MB)
  0.0% used
PS Old Generation
  capacity = 1718091776 (1638.5MB)
  used     = 21777496 (20.768638610839844MB)
  free     = 1696314280 (1617.7313613891602MB)
  1.267539738226417% used

19957 interned Strings occupying 2608464 bytes.
[root@localhost ~]#

```

## GC性能衡量指标

一个垃圾收集器在不同场景下表现出的性能也不一样，那么如何评价一个垃圾收集器的性能好坏呢？我们可以借助一些指标。

**吞吐量：**这里的吞吐量是指应用程序所花费的时间和系统总运行时间的比值。我们可以按照这个公式来计算GC的吞吐量：系统总运行时间=应用程序耗时+GC耗时。如果系统运行了100分钟，GC耗时1分钟，则系统吞吐量为99%。**GC的吞吐量一般不能低于95%。**

**停顿时间：**指垃圾收集器正在运行时，应用程序的暂停时间。对于串行回收器而言，停顿时间可能会比较长；而使用并发回收器，由于垃圾收集器和应用程序交替运行，程序的停顿时间就会变短，但其效率很可能不如独占垃圾收集器，系统的吞吐量也很可能会降低。

**垃圾回收频率：**多久发生一次指垃圾回收呢？通常垃圾回收的频率越低越好，增大堆内存空间可以有效降低垃圾回收发生的频率，但同时也意味着堆积的回收对象越多，最终也会增加回收时的停顿时间。所以我们只要适当地增大堆内存空间，保证正常的垃圾回收频率即可。

## 查看&分析GC日志

已知了性能衡量指标，现在我们需要通过工具查询GC相关日志，统计各项指标的信息。首先，我们需要通过JVM参数预先设置GC日志，通常有以下几种JVM参数设置：

```
-XX+PrintGC 输出GC日志
-XX+PrintGCDetails 输出GC的详细日志
-XX+PrintGCTimeStamps 输出GC的时间戳（以基准时间的形式）
-XX+PrintGCDateStamps 输出GC的时间戳（以日期的形式，如 2013-05-04T21:53:59.234+0800）
-XX+PrintHeapAtGC 在进行GC的前后打印出堆的信息
-Xloggc:./logs/gc.log 日志文件的输出路径
```

这里使用如下参数来打印日志：

```
-XX+PrintGCDateStamps -XX+PrintGCDetails -Xloggc:./gclogs
```

打印后的日志为：

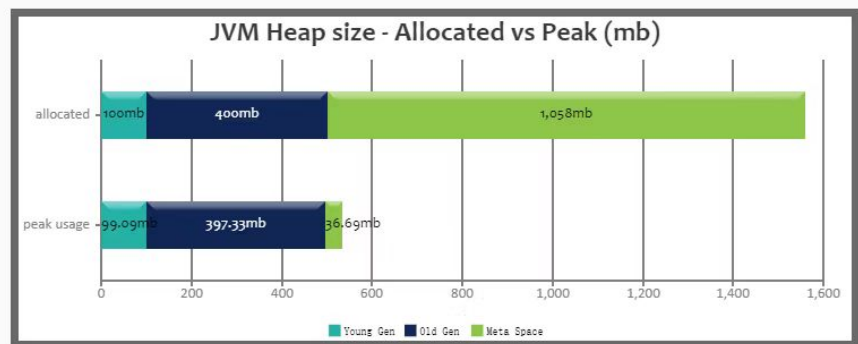
```
1 Java HotSpot(TM) 64-Bit Server VM (25.181-b13) for windows-amd64 JRE (1.8.0_181-b13), built on Jul  7 2018 04:01:33 by "java_re" with MS VC++ 10.0 (VS2010)
2 Memory: 4k page, physical 16696608k(4055756k free), swap 54445344k(33996432k free)
3 CommandLine flags: -XX:InitialHeapSize=1048576000 -XX:MaxHeapSize=1572864000 -XX:+PrintGC -XX:+PrintGCDetails -XX:+PrintGCTimeStamps -XX:+UseCompressedClassPoint
4 0.640: [GC (Allocation Failure) [PSYoungGen: 234769K->42492K(298496K)] 234769K->170029K(981504K), 0.2100955 secs] [Times: user=0.67 sys=0.13, real=0.21 secs]
5 0.945: [GC (Allocation Failure) [PSYoungGen: 298492K->42472K(469504K)] 426029K->366523K(1152512K), 0.3150446 secs] [Times: user=0.97 sys=0.16, real=0.32 secs]
6 1.432: [GC (Allocation Failure) [PSYoungGen: 469480K->42472K(469504K)] 793531K->713297K(1152512K), 0.5414956 secs] [Times: user=1.25 sys=0.27, real=0.54 secs]
7 1.973: [Full GC (Ergonomics) [PSYoungGen: 42472K->0K(469504K)] [ParOldGen: 670825K->657410K(1024000K)] 713297K->657410K(1493504K), [Metaspace: 4887K->4887K(10567
8 7.557: [Full GC (Ergonomics) [PSYoungGen: 427008K->0K(469504K)] [ParOldGen: 657410K->950235K(1024000K)] 1084418K->950235K(1493504K), [Metaspace: 5305K->5305K(105
9 11.897: [Full GC (Ergonomics) [PSYoungGen: 334950K->254985K(469504K)] [ParOldGen: 950235K->1023975K(1024000K)] 1285186K->1278961K(1493504K), [Metaspace: 5305K->5
10 20.102: [Full GC (Allocation Failure) [PSYoungGen: 254985K->254985K(469504K)] [ParOldGen: 1023975K->1023898K(1024000K)] 1278961K->1278884K(1493504K), [Metaspace:
11 Heap
12 PSYoungGen      total 469504K, used 274663K [0x00000000e0c00000, 0x0000000100000000, 0x0000000100000000)
13   eden space 427008K, 64% used [0x00000000e0c00000, 0x00000000f1839d38, 0x00000000fad00000)
14   from space 42496K, 0% used [0x00000000fad00000, 0x00000000fad00000, 0x00000000fd680000)
15   to   space 42496K, 0% used [0x00000000fd680000, 0x00000000fd680000, 0x0000000100000000)
16 ParOldGen       total 1024000K, used 1023898K [0x00000000a2400000, 0x00000000e0c00000, 0x00000000e0c00000)
17   object space 1024000K, 99% used [0x00000000a2400000, 0x00000000e0be6910, 0x00000000e0c00000)
18   Metaspace     used 5338K, capacity 5420K, committed 5504K, reserved 1056768K
19   class space   used 565K, capacity 592K, committed 640K, reserved 1048576K
20
```

上图是运行很短时间的GC日志，如果是长时间的GC日志，我们很难通过文本形式去查看整体的GC性能。此时，我们可以通过[GCViewer](#)工具打开日志文件，图形化界面查看整体的GC性能，如下图所示：



## JVM Heap Size

Generation	Allocated ?	Peak ?
Young Generation	100 mb	99.09 mb
Old Generation	400 mb	397.33 mb
Meta Space	1.03 gb	36.69 mb
Young + Old + Meta space	1.52 gb	524.64 mb



## Key Performance Indicators

(Important section of the report. To learn more about KPIs, [click here](#))

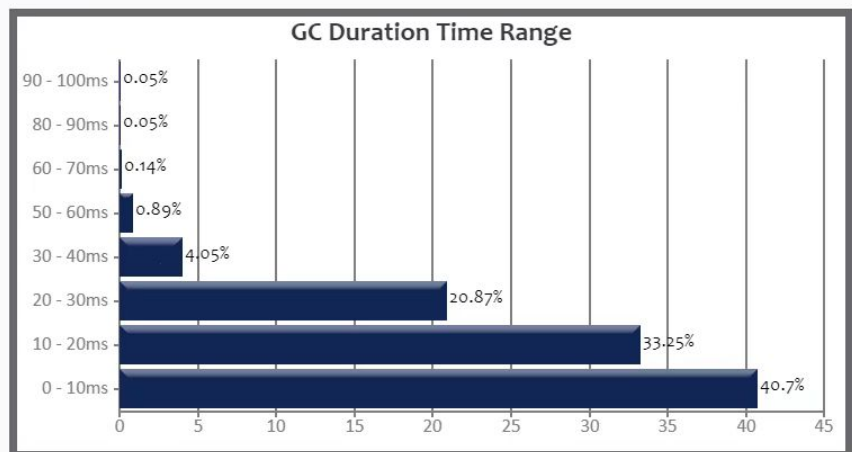
1 Throughput ? : 56.414%

2 Latency:

Avg Pause GC Time ?	18.5 ms
Max Pause GC Time ?	90.0 ms

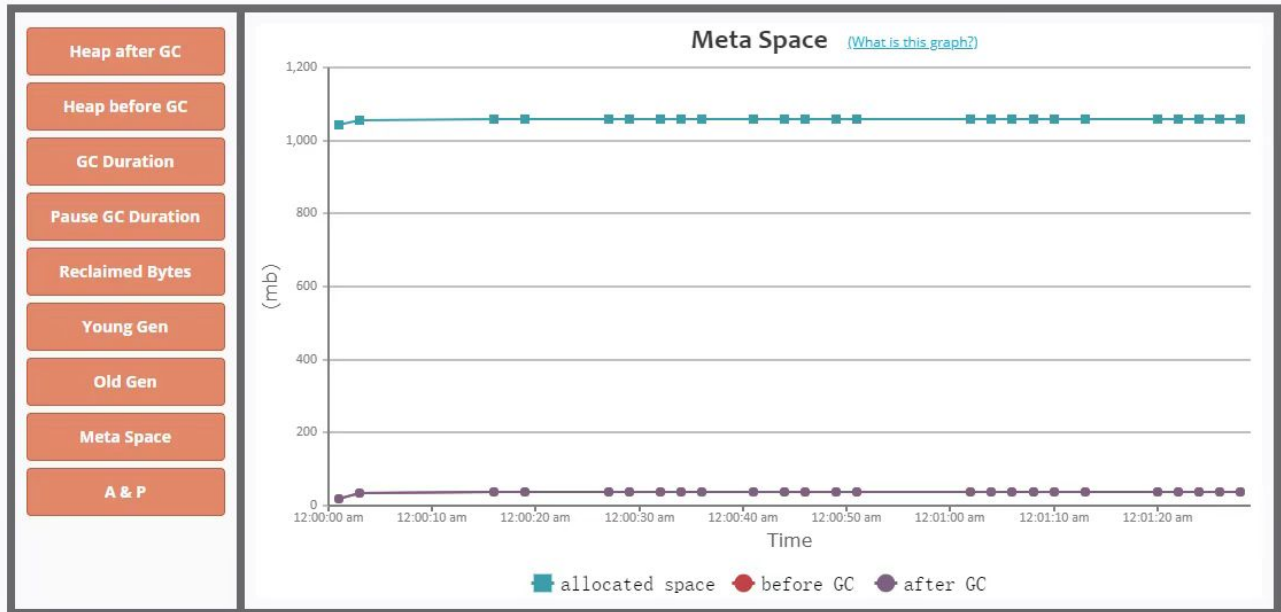
GC Pause Duration Time Range ?:

Duration (ms)		No. of GCs	Percentage
10	ms ▾ Change		
	0 - 10	864	40.7%
	10 - 20	706	33.25%
	20 - 30	443	20.87%
	30 - 40	86	4.05%
	50 - 60	19	0.89%
	60 - 70	3	0.14%
	80 - 90	1	0.05%
	90 - 100	1	0.05%

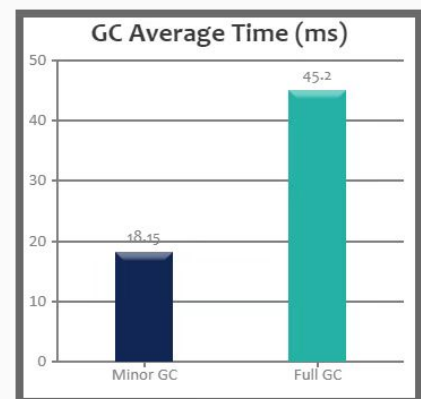
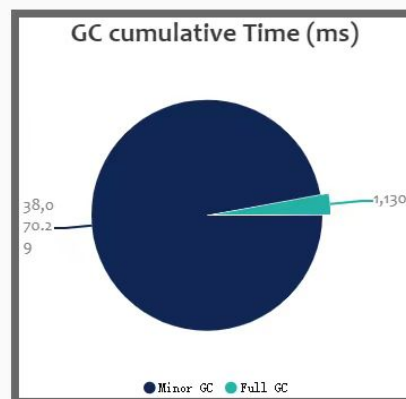
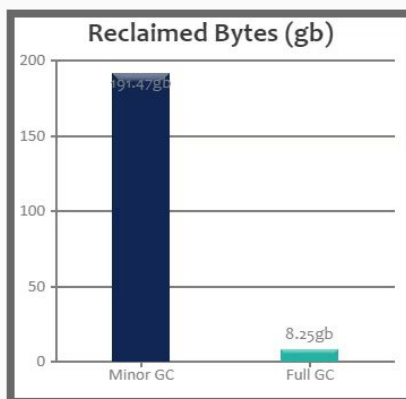


## Interactive Graphs

(All graphs are zoomable)



## GC Statistics ?



### Total GC stats

Total GC count ?	2123
Total reclaimed bytes ?	199.71 gb
Total GC time ?	39 sec 200 ms
Avg GC time ?	18.5 ms
GC avg time std dev	10.6 ms
GC min/max time	0 / 90.0 ms
GC Interval avg time ?	42.0 ms

### Minor GC stats

Minor GC count	2098
Minor GC reclaimed ?	191.47 gb
Minor GC total time	38 sec 70 ms
Minor GC avg time ?	18.1 ms
Minor GC avg time std dev	10.1 ms
Minor GC min/max time	0 / 60.0 ms
Minor GC Interval avg ?	42.0 ms

### Full GC stats

Full GC Count	25
Full GC reclaimed ?	8.25 gb
Full GC total time	1 sec 130 ms
Full GC avg time ?	45.2 ms
Full GC avg time std dev	13.9 ms
Full GC min/max time	30.0 ms / 90.0 ms
Full GC Interval avg ?	3 sec 650 ms



## GC Pause Statistics

Pause Count	2123
Pause total time	39 sec 200 ms
Pause avg time ⓘ	18.5 ms
Pause avg time std dev	0.0
Pause min/max time	0 / 90.0 ms

## ⚙️ Object Stats

(These are perfect [micro-metrics](#) to include in your performance reports)

Total created bytes ⓘ	200.04 gb
Total promoted bytes ⓘ	8.56 gb
Avg creation rate ⓘ	2.22 gb/sec
Avg promotion rate ⓘ	97.45 mb/sec

## 📄 Command Line Flags ⓘ

```
-XX:InitialHeapSize=524288000 -XX:MaxHeapSize=524288000 -XX:MaxNewSize=104857600 -XX:NewSize=104857600 -XX:+PrintGC -XX:+PrintGCDetails -XX:+PrintGCTimeStamps  
-XX:+UseCompressedClassPointers -XX:+UseCompressedOops -XX:+UseParallelGC
```

## GC调优策略

找出问题后，就可以进行调优了，下面介绍几种常用的GC调优策略。

### 1. 降低Minor GC频率

通常情况下，由于新生代空间较小，Eden区很快被填满，就会导致频繁Minor GC，因此我们可以通过增大新生代空间来降低Minor GC的频率。

可能你会有这样的疑问，扩容Eden区虽然可以减少Minor GC的次数，但不会增加单次Minor GC的时间吗？如果单次Minor GC的时间增加，那也很难达到我们期待的优化效果呀。

我们知道，单次Minor GC时间是由两部分组成：T1（扫描新生代）和T2（复制存活对象）。假设一个对象在Eden区的存活时间为500ms，Minor GC的时间间隔是300ms，那么正常情况下，Minor GC的时间为：T1+T2。

当我们增大新生代空间，Minor GC的时间间隔可能会扩大到600ms，此时一个存活500ms的对象就会在Eden区中被回收掉，此时就不存在复制存活对象了，所以再发生Minor GC的时间为：两次扫描新生代，即2T1。

可见，扩容后，Minor GC时增加了T1，但省去了T2的时间。通常在虚拟机中，复制对象的成本要远高于扫描成本。

如果在堆内存中存在较多的长期存活的对象，此时增加年轻代空间，反而会增加Minor GC的时

间。如果堆中的短期对象很多，那么扩容新生代，单次Minor GC时间不会显著增加。因此，单次Minor GC时间更多取决于GC后存活对象的数量，而非Eden区的大小。

## 2. 降低Full GC的频率

通常情况下，由于堆内存空间不足或老年代对象太多，会触发Full GC，频繁的Full GC会带来上下文切换，增加系统的性能开销。我们可以使用哪些方法来降低Full GC的频率呢？

**减少创建大对象：**在平常的业务场景中，我们习惯一次性从数据库中查询出一个大对象用于web端显示。例如，我之前碰到过一个一次性查询出60个字段的业务操作，这种大对象如果超过年轻代最大对象阈值，会被直接创建在老年代；即使被创建在了年轻代，由于年轻代的内存空间有限，通过Minor GC之后也会进入到老年代。这种大对象很容易产生较多的Full GC。

我们可以将这种大对象拆解出来，首次只查询一些比较重要的字段，如果还需要其它字段辅助查看，再通过第二次查询显示剩余的字段。

**增大堆内存空间：**在堆内存不足的情况下，增大堆内存空间，且设置初始化堆内存为最大堆内存，也可以降低Full GC的频率。

### 选择合适的GC回收器

假设我们有这样一个需求，要求每次操作的响应时间必须在500ms以内。这个时候我们一般会选择响应速度较快的GC回收器，CMS（Concurrent Mark Sweep）回收器和G1回收器都是不错的选择。

而我们的需求对系统吞吐量有要求时，就可以选择Parallel Scavenge回收器来提高系统的吞吐量。

## 总结

今天的内容比较多，最后再强调几个重点。

垃圾收集器的种类很多，我们可以将其分成两种类型，一种是响应速度快，一种是吞吐量高。通常情况下，CMS和G1回收器的响应速度快，Parallel Scavenge回收器的吞吐量高。

在JDK1.8环境下，默认使用的是Parallel Scavenge（年轻代）+Serial Old（老年代）垃圾收集器，你可以通过文中介绍的查询JVM的GC默认配置方法进行查看。

通常情况，JVM是默认垃圾回收优化的，在没有性能衡量标准的前提下，尽量避免修改GC的一些性能配置参数。如果一定要改，那就必须基于大量的测试结果或线上的具体性能来进行调整。

## 思考题

以上我们讲到了CMS和G1回收器，你知道G1是如何实现更好的GC性能的吗？

期待在留言区看到你的见解。也欢迎你点击“请朋友读”，把今天的内容分享给身边的朋友，邀请

他一起讨论。

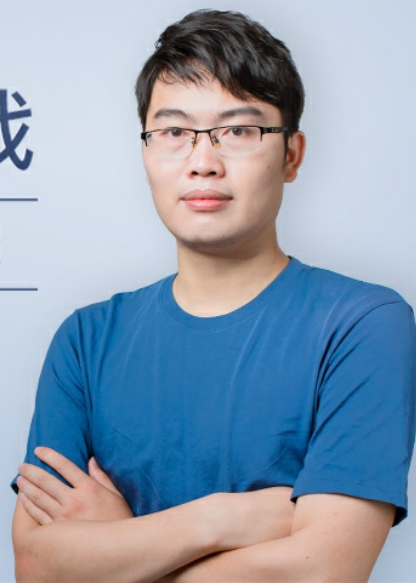


# Java 性能调优实战

覆盖 80% 以上 Java 应用调优场景

刘超

金山软件西山居技术经理



新版升级：点击「 请朋友读」，20位好友免费读，邀请订阅更有**现金**奖励。

## 精选留言



Jxin

14

1.7及前的都还好说，毕竟大部分开发都拜读过<深入理解jvm>。

回归整体，记得有点模糊了，如果有错误还请老师指正。首先cms在1.9已经被标记为废弃，主要原因在于标记清除下的悬浮内存，导致内存空间碎片化，进而导致fullGC的发生。不过其并行执行垃圾回收的性能还是值得认可的，至少1.9后主推的G1在常规情况下也是不如它的效率好的。接下来，说下G1，拼G1的堆内存结构比较特殊，虽然也有年代划分，但从物理角度上却不一样。G1将整块内存分配成若干个同等大小的reg。新生代（两个sub区加ed区）和老年代各自由不同数量的reg组成。垃圾回收的算法应该算是标记整理。所以其规避了cms内存碎片化的问题，大大降低了fullGC的频率。所以它虽然常态性能略输于cms但却没有cms特殊情况下的极端性能问题，总体更稳定。值得一提的是G1中各代的内存区域里reg间不一定是连续的，所以对于cpu缓存加载机制并不是特别友好，而且大对象占据超过一个reg时还带来内存浪费的问题。所以总的来说1.8可以用G1但得考虑场景，首先这个内存空间要大，保证每个reg尽量大，以减少内存浪费，保守估计8g以上用g1。实际公司很少会去升级jdk版本，大部分都是1.8，好在oracle一些1.9 10 11 12的特性都有以补丁的方式落到1.8。所以1.8还是比较安全实用的，虽然我们公司还是1.7，推不动哈。

2019-07-13

作者回复

赞，Region这块 Jxin讲解的通俗易懂。

2019-07-17



Liam

👍 13

1 minor gc是否会导致stop the world?

2 major gc什么时候会发生，它和full gc的区别是什么？

2019-07-14

作者回复

Liam提出的这两个问题非常好。

1、不管什么GC，都会发送stop the world，区别是发生的时间长短。而这个时间跟垃圾收集器又有关系，Serial、ParNew、Parallel Scavenge收集器无论是串行还是并行，都会挂起用户线程，而CMS和G1在并发标记时，是不会挂起用户线程，但其他时候一样会挂起用户线程，stop the world的时间相对来说小很多了。

2、major gc很多参考资料指的是等价于full gc，我们也可以发现很多性能监测工具中只有minor gc和full gc。

一般情况下，一次full gc将会对年轻代、老年代以及元空间、堆外内存进行垃圾回收。而触发Full GC的原因有很多：

- a、当年轻代晋升到老年代的对象大小比目前老年代剩余的空间大小还要大时，此时会触发Full GC;
- b、当老年代的内存使用率超过某阈值时，此时会触发Full GC;
- c、当元空间不足时（JDK1.7永久代不足），也会触发Full GC;
- d、当调用System.gc()也会安排一次Full GC;

2019-07-14



QQ怪

👍 6

G1与CMS的优势在于以下几点：

- 1、并行与并发：G1能够更充分利用多CPU、多核环境运行
- 2、分代收集：G1虽然也用了分代概念，但相比其他收集器需要配合不同收集器协同工作，但G1收集器能够独立管理整个堆
- 3、空间管理：与CMS的标记-清除算法不同，G1从整体上基于标记-整理算法，将整个Java堆划分为多个大小相等的独立区域（Region），这种算法能够在运行过程中不产生内存碎片
- 4、可预测的停顿：降低停顿时间是G1和CMS共同目标，但是G1追求低停顿外，还能建立可预测的停顿时间模型，能让使用者明确指定一个长度为M毫秒的时间片段内，消耗在垃圾收集器上的时间不得超过N毫秒。

2019-07-13

作者回复

赞。

理解G1中的几个重要概念：Region、SATB、RSet以及Pause Prediction Model，能更好的理解G1相对CMS的一些具体优势在哪里了。

2019-07-15



我又不乱来

👍 4

超哥，我建议可以分享一下那些对象可以作为gc root的对象，为什么这些对象可以做为gc root对象？

2019-07-13

作者回复

在Java语言里，可作为GC Root对象的包括如下几种： 1. Java虚拟机栈中的引用的对象； 2. 方法区中的类静态属性引用的对象； 3. 方法区中的常量引用的对象； 4. 本地方法栈中JNI的引用的对象。

我们知道，垃圾回收一般是回收堆和方法区的对象，而堆中的对象在正常情况下，一般是通过常量、全局变量、静态变量等间接引用堆中的对象，所以这些可以作为GC Root。

在任何上述的GCRoot中，有引用可以指向时，我们称之为对象可达。

2019-07-15



别忘微笑

👍 3

超哥，一个web应用，多久一次Full GC才算正常呢

2019-07-15

作者回复

需要根据具体的业务来分析，正常小对象且请求平缓的应用服务中，几天一次较为正常。如果有大量大对象创建或者承受高并发场景的服务，Full GC可能会更频繁。

2019-07-16



发条橙子。

👍 1

超哥 我想问下，相同的方法多次执行，再没有JIT编译的前提下，每一次执行都会进行一次解释执行莫？

2019-07-24

作者回复

是的

2019-07-26



-W.LI-

👍 1

老师好!Serial Old不是标记整理算法么?Serial new是复制吧。我记得年轻代都是采用复制的，老年代除了CMS是标记清除(存在内存碎片)别的好像都是标记整理整理吧。

2019-07-13

作者回复

是标记整理算法。

2019-07-14



nightmare

👍 1



老师看完有两个疑问，第一这么查看minor gc回收之后 eden区存活对象的多少，第二 jmap -heap pid在图中只能看年轻代parallel gc看不到老年代的是什么垃圾回收器 对于提问 cms垃圾回收器还是分老年代和年轻代回收分多个阶段有和程序并行的阶段也有stop the world阶段 回收一整块老年代时间比较久，而 gc把年轻代和老年代也有划分，不过拆成一个region了，对region的回收成本低，而且会判断那些region回收的对象更多，而且cms要经过多次full gc才可能把不用的内存归还给操作系统 而g1只需要一次full gc就可以

2019-07-13

作者回复

我们可以通过jstat -gc pid interval查看每次GC之后，具体的每一个分区的内存使用率变化情况。我们可以通过查看JVM设置参数来查看具体的垃圾收集器的设置参数，使用的方式有很多，例如jcmd pid VM.flags可以查看到相关的设置参数。

2019-07-17



godtrue

0

很棒，很清晰的讲明白了什么是垃圾？有几种收集垃圾的方式？有几种具体的垃圾收集器？请问老师收集垃圾具体是一个什么原理？标记对应的内存可用了，还是将对应的数据都一个个清空了？

2019-09-11

作者回复

标记可以回收的对象，然后在垃圾回收时将对象回收

2019-09-14



风轻扬

0

老师。我翻阅了<深入理解java虚拟机>。里面提到了，Serial Old的老年代回收算法是：标记整理。不是标记清除。我查阅了oracle官网，看到的答案也是：mark-compact。应该就是标记整理

2019-09-08

作者回复

是标记和整理的过程

2019-09-11



风轻扬

0

老师。介绍这些垃圾回收器的官方网站，您有吗？

2019-09-06

作者回复

可以进入Oracle官网查看技术文档。链接中只是一部分

<https://docs.oracle.com/javase/8/docs/technotes/guides/vm/gctuning/index.html>

2019-09-10



风轻扬

0

老师，我今天监控了一下Idea的启动。然后把Idea启动的gc日志输出到log文件，上传到GC easy了。我年轻代设置的明明是-Xmn2048m，但是GC easy显示的年轻代还是之前的旧值1g，也就是1024。我又用visualVM监控了一下，visualVM显示的就是2048了，这是怎么回事呢？

2019-09-05

## 作者回复

可以校验下参数是否配置正确，连接的是否是IDE进程。我们也可以打开gc日志查看具体的信息，不太可能是GC easy的问题。

2019-09-07



努力奋斗的Pisces

0

G1已经没有分代可言了

2019-08-22

## 作者回复

对的，在后面的答疑课堂中详细讲到了G1

2019-08-24



K

0

第二个问题就是，比如说我指定了：-XX:+UseConcMarkSweepGC，也指定了：-XX:+UseParallelOldGC，那么年轻代、老年代分别是用了什么垃圾回收器呢？麻烦老师解答一下，谢谢！

2019-08-04

## 作者回复

我觉得前者会被后者覆盖，可以自己试试，然后通过指令查询相关的生效参数。

2019-08-06



K

0

老师好，我有两个问题想问一下。1.比如说看到jvm的参数，-XX:+UseConcMarkSweepGC，这个参数是单独指定了老年代的收集器呢，还是年轻代、老年代都指定了？

2019-08-04

## 作者回复

运行XX:+UseConcMarkSweepGC命令，默认会指定年轻代和老年代的垃圾收集器，分别为ParallelNewGC和ConcMarkSweepGC两种收集器。

2019-08-06



N

0

老师您好，公司ES服务器设置最大最小堆内存26个G，G1GC, XX:MaxGCPauseMillis =500，一段时间内old gc 都会稳定在500ms以内，但每天总会有1-2次old gc 时间很长，大概3000ms. 请问该如何优化呢？

2019-07-20

## 作者回复

设置的并发标记线程数量是多少呢？可以通过-XX:ConcGCThreads尝试适当调整这个数量，为服务器CPU核数的1/4，可以提高并发标记的效率。

由于JVM 垃圾回收和内存分配这块的调优错综复杂，需要我们再结合服务器上跑的相关的业务以及GC日志逐步调优。

2019-07-22





nightmare

👍 0

老师，查看minor gc存活对象的命令是什么呢

2019-07-15

| 作者回复

具体存活的对象是在随时变化的，很难追踪，目前只能通过各个区域的大小来分析GC效率。

2019-07-17



nightmare

👍 0

老师你的垃圾回收器serial old 和 parallel old都是标记整理算法吧，而图片上写的是标记清除算法？

2019-07-14

| 作者回复

serial old是标记清除算法，parallel old是标记整理算法。

2019-07-15