

# CMS 垃圾回收机制

## 1: CMS 是什么

CMS 全称 Concurrent Low Pause Collector , , 是一款并发的、使用标记-清除算法的垃圾回收器 , 是 jdk1.4 后期版本开始引入的新 gc 算法 , 在 jdk5 和 jdk6 中得到了进一步改进 , 它的主要适合场景是对响应时间的重要性需求 大于对吞吐量的要求 , 能够承受垃圾回收线程和应用线程共享处理器资源 , 并且应用中存在比较多的长生命周期的对象的应用。CMS 是用于对 tenured generation 的回收 , 也就是年老代的回收 , 目标是尽量减少应用的暂停时间 , 减少 full gc 发生的几率 , 利用和应用程序线程并发的垃圾回收线程来标记清除年老代。在我们的应用中 , 因为有缓存的存在 , 并且对于响应时间也有比较高的要求 , 因此希望能尝试使用 CMS 来替代默认的 server 型 JVM 使用的并行收集器 , 以便获得更短的垃圾回收的暂停时间 , 提高程序的响应性。

## 2: CMS 有什么用?

CMS 以获取最小停顿时间为目的。

在一些对响应时间有很高要求的应用或网站中 , 用户程序不能有长时间的停顿 , CMS 可以用

### 3: CMS 执行过程

初始标记(STW initial mark)

并发标记(Concurrent marking)

并发预清理(Concurrent precleaning)

重新标记(STW remark)

并发清理(Concurrent sweeping)

并发重置(Concurrent reset)

**初始标记**：在这个阶段，需要虚拟机停顿正在执行的任务，官方的叫法 STW(Stop The World)。这个过程从垃圾回收的"根对象"开始，只扫描到能够和"根对象"直接关联的对象，并作标记。所以这个过程虽然暂停了整个 JVM，但是很快就完成了。

**并发标记**：这个阶段紧随初始标记阶段，在初始标记的基础上继续向下追溯标记。并发标记阶段，应用程序的线程和并发标记的线程并发执行，所以用户不会感受到停顿。

**并发预清理**：并发预清理阶段仍然是并发的。在这个阶段，虚拟机查找在执行并发标记阶段新进入老年代的对象(可能会有一些对象从新生代晋升到老年代，或者有一些对象被分配到老年代)。通过重新扫描，减少下一个阶段"重新标记"的工作，因为下一个阶段会 Stop The World。

**重新标记**：这个阶段会暂停虚拟机，收集器线程扫描在 CMS 堆中剩余的对象。扫描从"跟对象"开始向下追溯，并处理对象关联。

**并发清理**：清理垃圾对象，这个阶段收集器线程和应用程序线程并发执行。

**并发重置**：这个阶段，重置 CMS 收集器的数据结构，等待下一次垃圾回收。



## 4: CMS 有什么缺点？

1) CMS 回收器采用的基础算法是 Mark-Sweep。所有 CMS 不会整理、压缩堆空间。这样就会有一个问题：经过 CMS 收集的堆会产生空间碎片。CMS 不对堆空间整理压缩节约了垃圾回收的停顿时间，但也带来了堆空间的浪费。为了解决堆空间浪费问题，CMS 回收器不再采用简单的指针指向一块可用堆空间来为下次对象分配使用。而是把一些未分配的空间汇总成一个列表，当 JVM 分配对象空间的时候，会搜索这个列表找到足够大的空间来 hold 住这个对象

2)需要更多的 CPU 资源。从上面的图可以看到，为了让应用程序不停顿，CMS 线程和应用程序线程并发执行，这样就需要有更多的 CPU，单纯靠线程切换是不靠谱的。并且，重新标记阶段，为空保证 STW 快速完成，也要用到更多的甚至所有的 CPU 资源。当然，多核多 CPU 也是未来的趋势

3) CMS 的另一个缺点是它需要更大的堆空间。因为 CMS 标记阶段应用程序的线程还是在执行的，那么就会有堆空间继续分配的情况，为了保证在 CMS 回收完堆之前还有空间分配给正在运行的应用程序，必须预留一部分空间。也就是说，CMS 不会在老年代满的时候才开始收集。相反，它会尝试更早的开始收集在回收完成之前，堆没有足够空间分配；默认当老年代使用 68% 的时候，CMS 就开始行动了。 - XX:CMSInitiatingOccupancyFraction

## 5: 其他

Cms 其他参数

-XX:+UseConcMarkSweepGC	开启此参数使用 CMS 搜集器
-XX:+UseCMSInitiatingOccupancyOnly	使用手动定义初始化定义开始 CMS 收集;禁止 hostspot 自行触发 CMS GC 默认值为 true;与 CMSInitiatingOccupancyFraction 搭配使用
-XX:CMSInitiatingOccupancyFraction=70	设定 CMS 在对内存占用率达到 70%的时候开始 GC
XX: CMSFullGCsBeforeCompaction	在上一次 CMS 并发 GC 执行过后 ,到底还要再执行多少次 full GC 才会做压缩。默认值为 0
-XX:+CMSScavengeBeforeRemark	CMS GC 前启动一次 ygc , 目的在于减少 old gen 对 ygc gen 的引用 , 降低 remark 时的开销

## 6: 实际应用

jdk1.6 默认的 gc 策略是 UseParallelGC 年轻代并行年老代串行, jdk1.7 默认的 gc 策略是 UseParallelOldGC 年轻代并行年老代也并行

jdk1.6 设置参数-XX:+UseParallelOldGC 就设置成年老代和年老代都并行了。

ps:在测试过程中发现加-XX:+UseParallelOldGC 参数,虽然从 JVM 参数看生效了,但是通过 jconsole 查看,加这个参数前后的老年代的收集器都是 PS MarkSweep 收集器



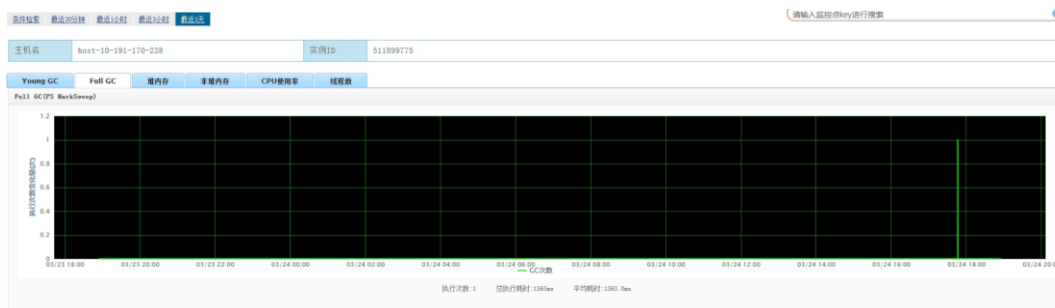
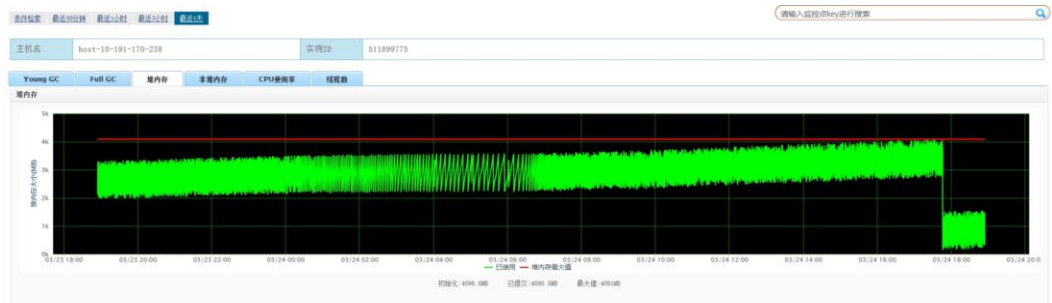
The screenshot shows the JConsole VM Summary tab for a Java HotSpot(TM) 64-Bit Server VM. The title bar indicates the date and time: 2016年3月29日 星期二 上午11时07分36秒 CST. The summary includes connection details (pid: 10568, org.apache.catalina.startup.Bootstrap start), runtime statistics (正常运行时间: 6 minutes, 处理 CPU 时间: 2 minutes), and garbage collection information. The garbage collection section shows that the current collector is PS MarkSweep, with 1 collection completed in 0.017 seconds. The heap size is 553,073 Kb, and the total memory is 2,085,888 Kb. The VM parameters at the bottom include -Xdebug, -Xrunjdwp:transport=dt\_socket,address=127.0.0.1:62592,suspend=y,server=n, -Xms2048m, -Xmx2048m, -XX:MaxPermSize=512m, -Dfile.encoding=UTF-8, -XX:-UseParallelOldGC, -Dcom.sun.management.jmxremote=-Dcom.sun.

VM 摘要	
2016年3月29日 星期二 上午11时07分36秒 CST	
连接名称: pid: 10568 org.apache.catalina.startup.Bootstrap start	正常运行时间: 6 minutes
虚拟机: Java HotSpot(TM) 64-Bit Server VM 版本 24.80-b11	处理 CPU 时间: 2 minutes
供应商: Oracle Corporation	JIT 编译器: HotSpot 64-Bit Tiered Compilers
名称: 10568@BJYF-KONGCYAT	编译总时间: 15.725 秒
活动线程: 100	当前类已装入: 10,503
峰: 109	已装入类的总数: 10,503
守护线程: 98	已卸载类的总数: 0
已启动的线程总数: 119	
当前堆大小: 553,073 Kb	分配的内存: 2,085,888 Kb
堆大小的最大值: 2,085,888 Kb	暂挂结束操作: 0 个对象
垃圾收集器: Name = 'PS MarkSweep', Collections = 1, Total time spent = 0.017 秒	
垃圾收集器: Name = 'PS Scavenge', Collections = 38, Total time spent = 0.420 秒	
操作系统: Windows 7 6.1	物理内存总量: 8,305,308 Kb
体系结构: amd64	可用物理内存: 3,920,844 Kb
处理器的数目: 4	交换空间总量: 16,608,780 Kb
分配的虚拟内存: 2,247,316 Kb	可用交换空间: 10,765,556 Kb
VM 参数: -Xdebug -Xrunjdwp:transport=dt_socket,address=127.0.0.1:62592,suspend=y,server=n -Xms2048m -Xmx2048m -XX:MaxPermSize=512m -Dfile.encoding=UTF-8 -XX:-UseParallelOldGC -Dcom.sun.management.jmxremote=-Dcom.sun.	

这只是那个

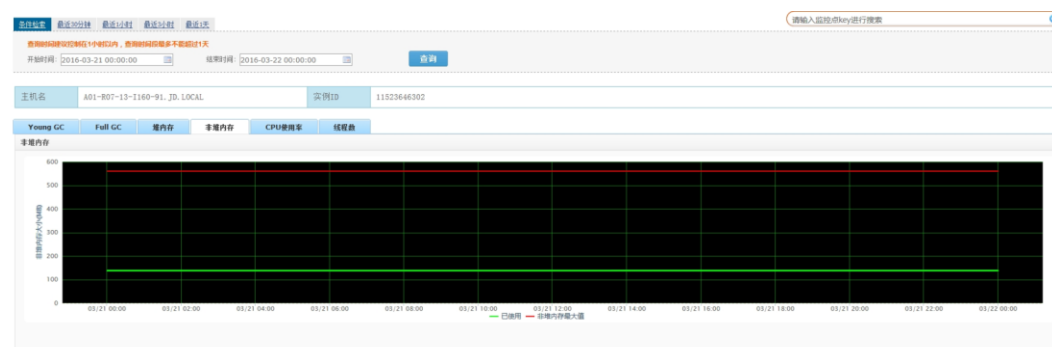
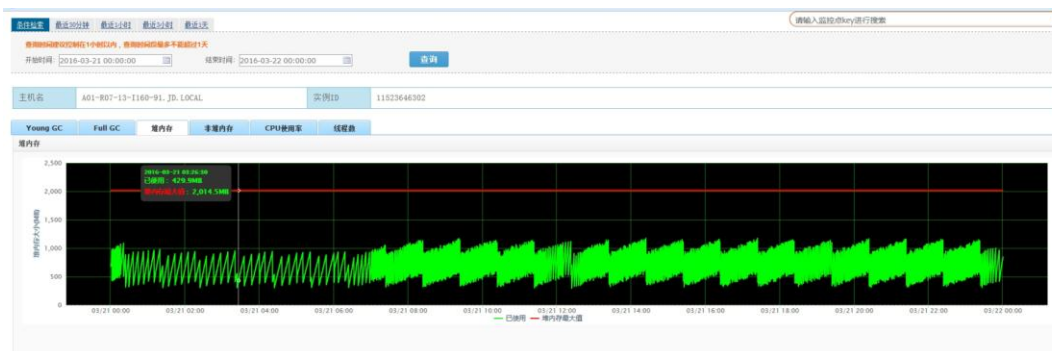
MXBean 的名字叫做 PS MarkSweep 而已。只用 UseParallelGC 与用了 UseParallelOldGC 背后实际的 collector 不一样，前者在 HotSpot VM 内是 PSMarkSweep，后者是 PSParallelCompact

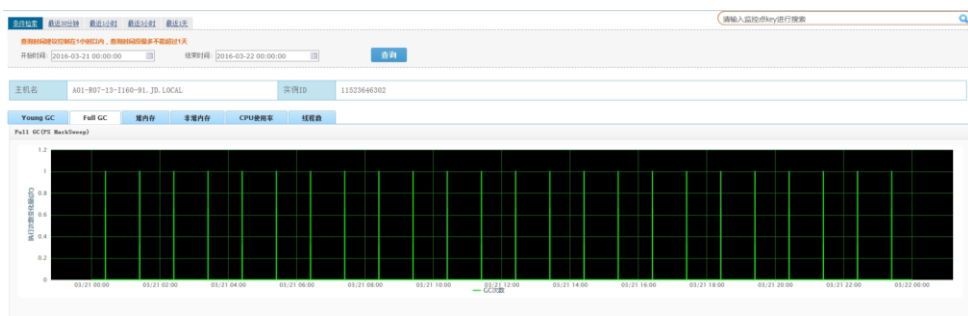
无论是 1.6 还是 1.7，年老代在**无外力**的情况下，是要达到峰值才进行 gc，如下图



二、tomcat6 会定时执行 gc，默认间隔是一小时

为啥很多应用堆内存、非堆内存使用量都较少，但是也触发了 full gc 呢，如图





观察 full gc 的情况，是不是执行的很有规律，像是定时执行的，是的，tomcat6 是会定时执行 gc，默认的时间是 1 小时，这样预防了内存泄露的情况，但是也影响到了收集器的原本的性能，所以在 tomcat 7028 和 6036 之后的版本里，把延迟时间调整了，不会再每小时调用一次了

而且对于内存增长很快，一个小时内就把堆内存打满的情况（当然排除是堆内存大小设置的不合理，或代码有问题情况外），这个防护显然是无效的，还是应该选择合适系统的收集器，而不是单依赖这个防护

### 三、gc 收集器

表 3-1 垃圾收集相关的常用参数

参 数	描 述
UseSerialGC	虚拟机运行在 Client 模式下的默认值，打开此开关后，使用 Serial + Serial Old 的收集器组合进行内存回收
UseParNewGC	打开此开关后，使用 ParNew + Serial Old 的收集器组合进行内存回收
UseConcMarkSweepGC	打开此开关后，使用 ParNew + CMS + Serial Old 的收集器组合进行内存回收。Serial Old 收集器将作为 CMS 收集器出现 Concurrent Mode Failure 失败后的后备收集器使用
UseParallelGC	虚拟机运行在 Server 模式下的默认值，打开此开关后，使用 Parallel Scavenge + Serial Old (PS MarkSweep) 的收集器组合进行内存回收
UseParallelOldGC	打开此开关后，使用 Parallel Scavenge + Parallel Old 的收集器组合进行内存回收

这个图片引用自周志明先生的《深入理解 Java 虚拟机：JVM 高级特性与最佳实践》中表 3-1，P65

图片中是参数对应的收集器，在实践中我们发现对于大多数的应用领域，评估一个垃圾收集 (GC) 算法如何根据如下两个标准：

1. 吞吐量越高算法越好
2. 暂停时间越短算法越好

串行的就不用多说了，单处理器可以使用

Parallel Scavenge 收集器是基于吞吐量的，重点考虑的是高性能。为了增加吞吐量，gc 的次数会控制，如第一点中的截图所示，快达到堆内存峰值时才执行一次 full gc ,gc 一次时间比较长,我们都知道 gc 时，服务是暂停的，对于交互性的系统来说，显然是不行的。所以 Parallel Scavenge 比较适合没有交互的系统，如 worker、mq 消费的系统

CMS 收集器是基于暂停时间的，重点考虑的是响应时间，暂停时间要小。这个算法不会等到年老代满了才进行回收，而是达到一定比例（可用参数设置）就进行回收（如下图），对

于交互型的系统比较适合此收集器

