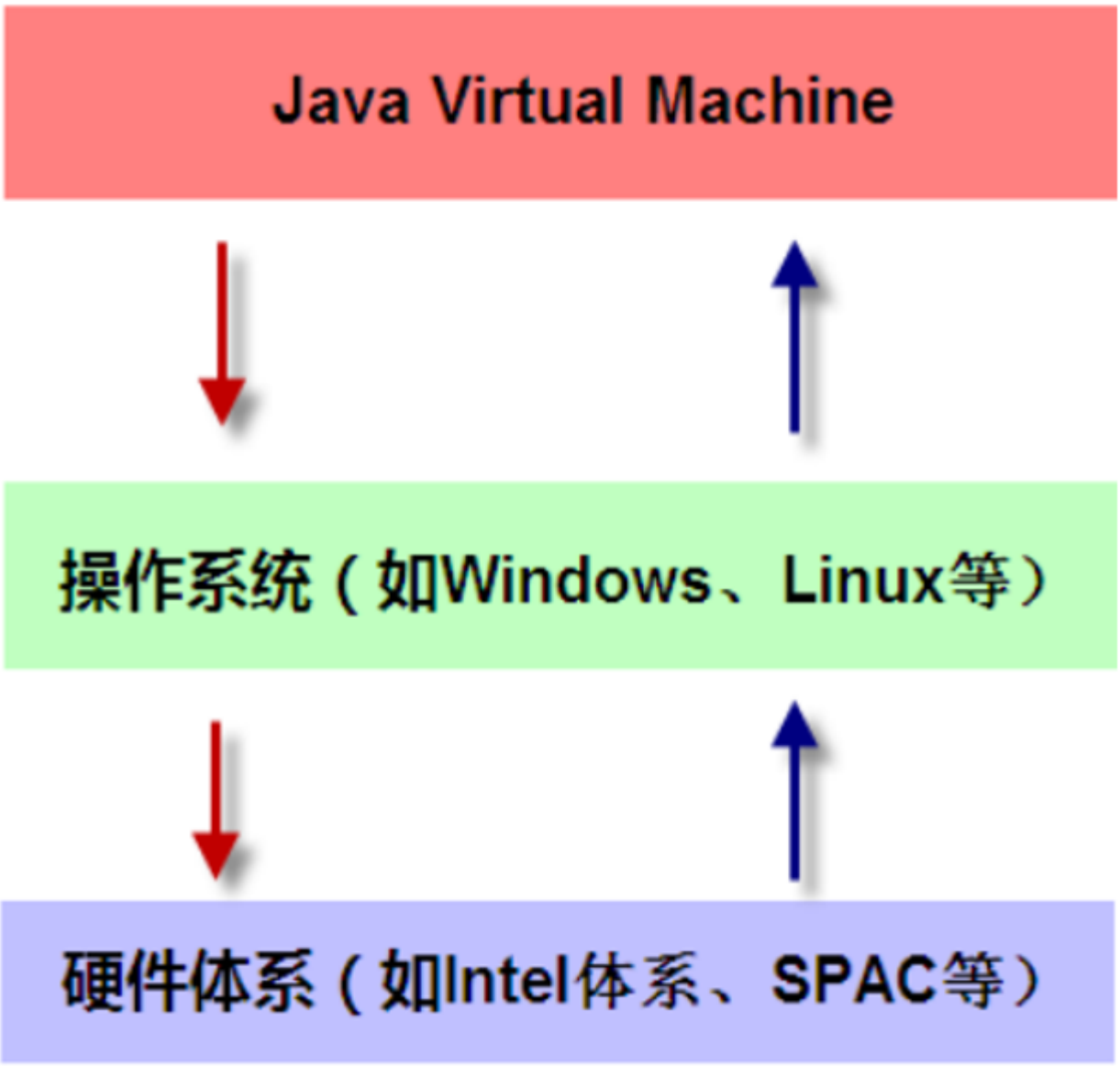
JVM

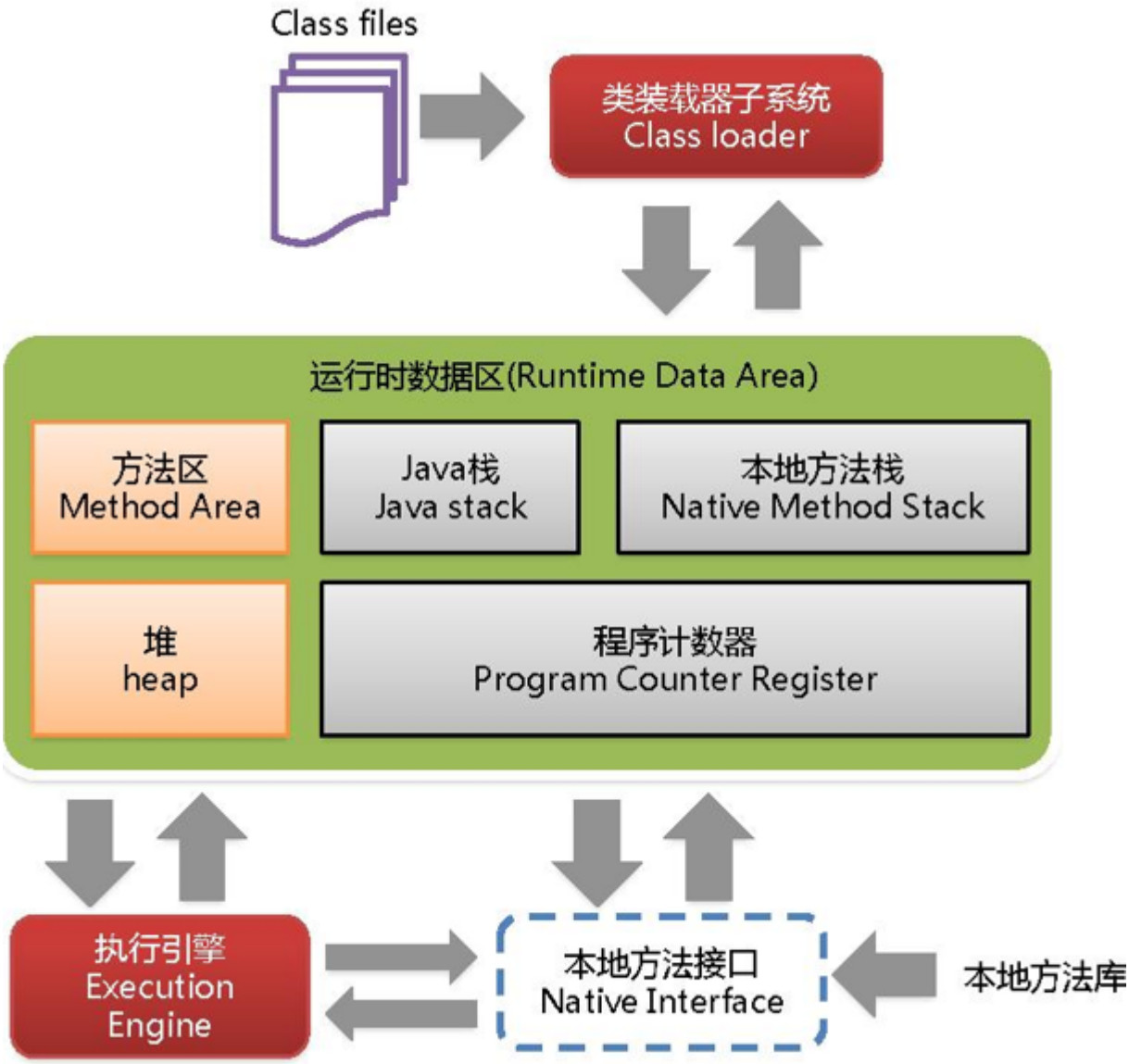
> 熟悉JVM架构与GC垃圾回收机制以及相应的堆参调优，有过在linux进行系统调优的经验

一、JVM组成结构谈谈



JVM是运行在操作系统之上的，他与硬件没有直接的交互。

二、JVM体系结构概览



1. Class Loader类加载器

   负责加载class文件，class文件在文件开头有特定的文件标示，并且ClassLoader只负责class文件的加载，值与他是否可以允许，则由Execution Engine决定

2. Execution Engine执行引擎 负责解释命令，提交操作系统执行

3. Native Interface 本地接口

   Java语言本身不能对操作系统底层进行访问和操作，但是可以通过JNI接口调用其他语言来实现对底层的访问。

4. Native Method Stack 本地方法栈

   java在内存中专门开辟了一块区域处理标记为native的代码，他的具体做法是Native Method Stack中登记native方法，在Execution Engine执行时加载native libraies。

5. Runtime Data Area 运行数据区

6. Method Area方法区

   方法去是被所有线程共享，所有字段和方法字节码、以及一些特殊方法如构造函数，接口代码也在此定义。简单说，所有定义的方法的信息都保存在该区域，此区属于共享区间。用来保存装载的类的元结构信息。

   静态变量+常量+类信息+运行时常量池存放在**方法区**

   实例变量存在**堆内存**中

7. PC Register 程序计数器

   每个线程都有一个程序计数器，就是一个指针，指向方法区中的方法字节码（下一个将要执行的指令代码），有执行引擎读取下一条指令，是一个非常小的内存空间，可以忽略不记

   栈管运行，堆管存储

8. **Java Stack 栈**

   栈也叫栈内存，主管Java程序的运行，是在线程创建时创建，它的生命期是跟随线程的生命期，线程结束栈内存也就释放，**对于栈来说不存在垃圾回收问题**，只要线程一结束该栈就Over，生命周期和线程一致，是线程私有的。**基本类型的变量、实例方法、引用类型变量都是在函数的栈内存中分配**

> **栈管运行，堆管存储**

三、栈（Stak）

栈也叫栈内存，主管Java程序的运行，是在线程创建时创建，它的生命期是跟随线程的生命期，线程结束栈内存也就释放，**对于栈来说不存在垃圾回收问题**，只要线程一结束该栈就Over，生命周期和线程一致，是线程私有的。**基本类型的变量、实例方法、引用类型变量都是在函数的栈内存中分配**

3.1 栈存储什么

先进后出，后进先出即为栈

栈帧中主要保存3类数据

- 本地变量（Local Variables）：输入参数和输出参数以及方法内的变量；
- 栈操作（Operand Stack）：记录出栈、入栈的操作；
- 栈帧数据（Frame Data）：包括类文件、方法等。

3.2 栈运行原理

栈中的数据都是以栈帧（Stack Frame）的格式存在，栈帧是一个内存去块，是一个数据集，是一个有关方法（Method）和运行期数据的数据集，

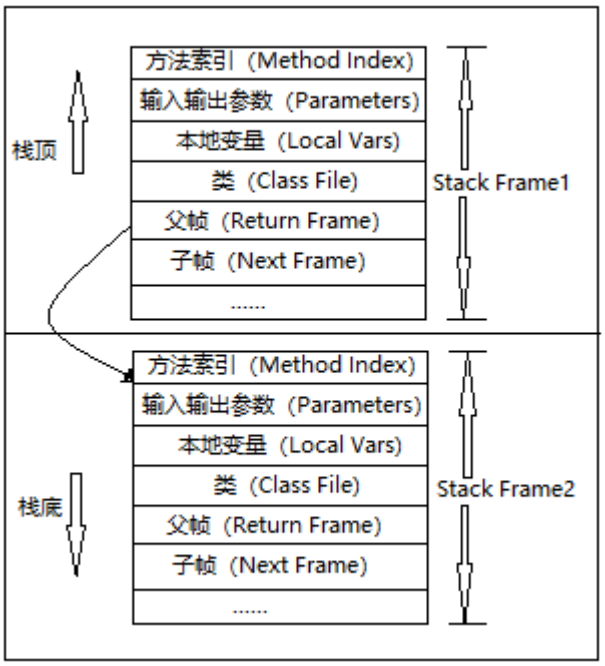
当一个方法A被调用时就产生一个栈帧F1，并被压入到栈中，

A方法调用了B方法，于是产生栈帧F2也被压入到栈，

B方法调用了C方法，于是产生栈帧F3也被压入到栈。。。

执行完毕后，先弹出F3，再弹出F2，再弹出F1.。。。

遵循“先进后出/后进先出”的原则。



图示在一个栈中有两个栈：

栈2是最先被调用的方法，先入栈，

然后方法2调用了方法1，栈帧1处于栈顶的位置，

栈帧2处于栈底，执行完毕后，依次弹出栈帧1和栈帧2，

线程结束，栈释放。

每执行一个方法都会产生一个栈帧，保存到栈（后进先出）的顶部，顶部栈就是当前的方法，该方法执行完毕后会自动将此栈帧出栈。

3.3 判断JVM优化是哪里

主要时优化堆

3.4 三种JVM

1. Sun公司的HotSpot
2. BEA公司的JRockit
3. IBM公司的 J9 VM

四、堆（Heap）

4.1 堆内存示意图

4.2 新生区

新生区是类的诞生、成长、消亡的区域，一个类再这里产生，应用，最后被垃圾回收器收集，结束生命。新生去又分欲两部分：伊甸区（Eden Space）和幸存者区（Survivor Space），所有的类都是再伊甸区被new出来。幸存区又连个：0区和1区。当伊甸园的空间用完是，程序有需要创建对象，JVM的垃圾回收器将对伊甸园区进行垃圾回收（Minor GC），将伊甸园区中的不再被其他对象所引用的对象进行销毁。然后将伊甸园区中的生于对象移动到幸存0区，若幸存0区也满了，再对该区进行垃圾回收，然后移动到1区。如果1区也满了，再移动到养老区。若养老区也满了，那么这时候将产生MajorGC（FullGC），进行养老区的内存清理。若养老区执行了FullGC后发现依然无法进行对象保存，就会产生OOM异常（OutOfMemoryError）。

- 如果出现`java.lang.OutOfMemoryError:Java heap space`异常，说明java虚拟机的堆内存不够。原因有二：
    1. Java虚拟机的对内存设置不够，可以通过参数-Xms、-Xmx来调整

       默认最大内存是机器的四分之一大小
    2. 代码中创建了大量大对象，并且长时间不能被垃圾收集器收集（存在被引用）

JDK1.8之后，永久代取消了，由元空间取代

4.3 养老区

养老区用于保存从新生区筛选出来的JAVA对象，一般池对象都在这个区域活跃。

4.4 永久区

永久存储区是一个常驻内存区域，用于存放JDK滋生所携带的Class，Interface的元数据，也就是说它存储的是运行环境必须的类信息，被装载进此区域的数据是不会被垃圾回收器回收掉的，关闭JVM才会释放此区域所占用的内存。

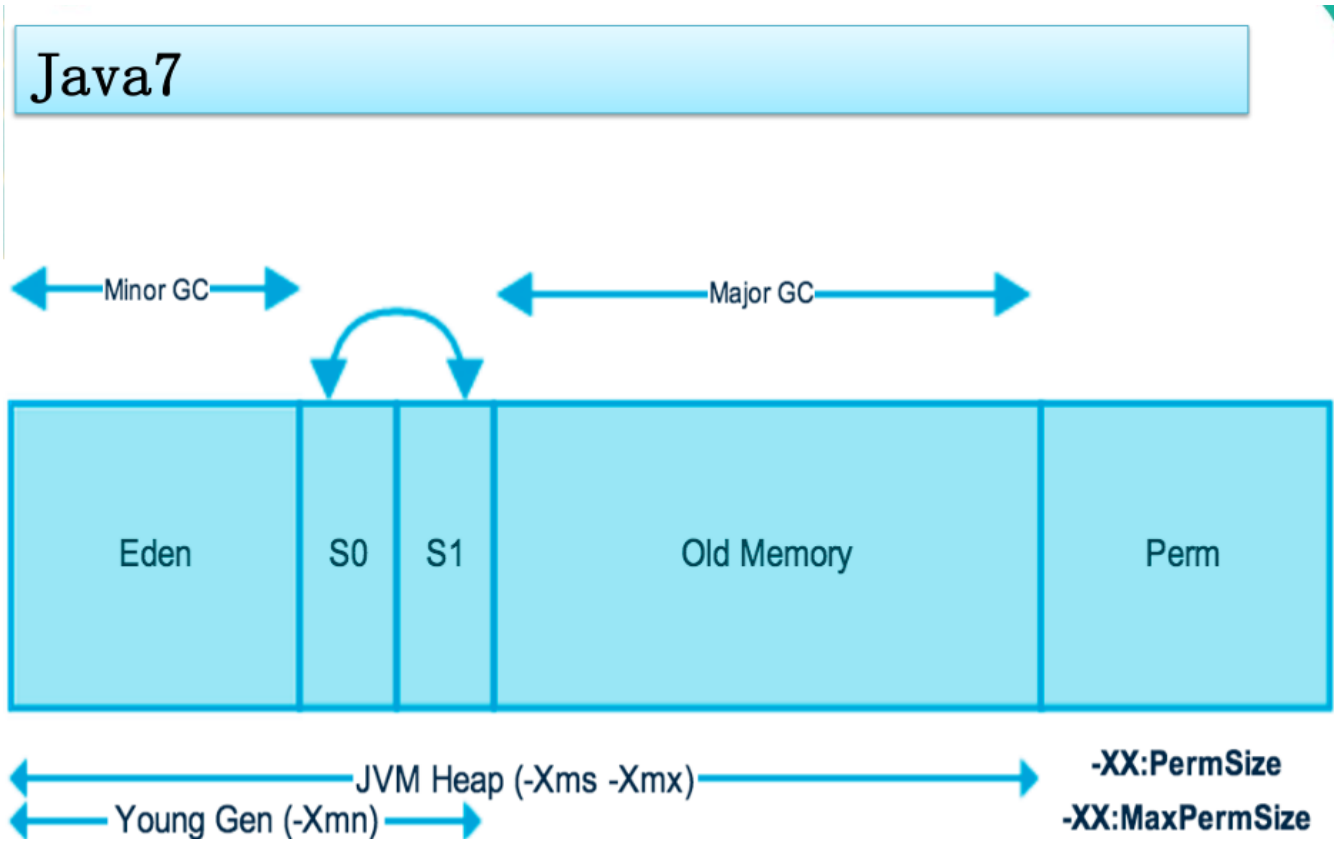
- 如果出现`java.lang.OutOfMemoryError:PermGen space`，说明是Java虚拟机对永久带Perm内存设置不够，一般出现这种情况，都是程序启动需要加载大量的第三方jar包。例如在一个Tomcat下部署了太多的应用。或者大量动态反射生成的类不断被加载，最终导致Perm区被沾满。
    - Jdk1.6之前：有永久代，常量值1.6在方法区
    - Jdk1.7：有永久代，但已经逐步“去永久代”，常量池1.7在堆
    - Jdk1.8之后：无永久代，常量池1.8在元空间

4.5 小总结

逻辑上堆由新生代、养老代、元空间构成、实际上堆只有新生和养老代；方法区就是永久代，永久代是方法区的实现

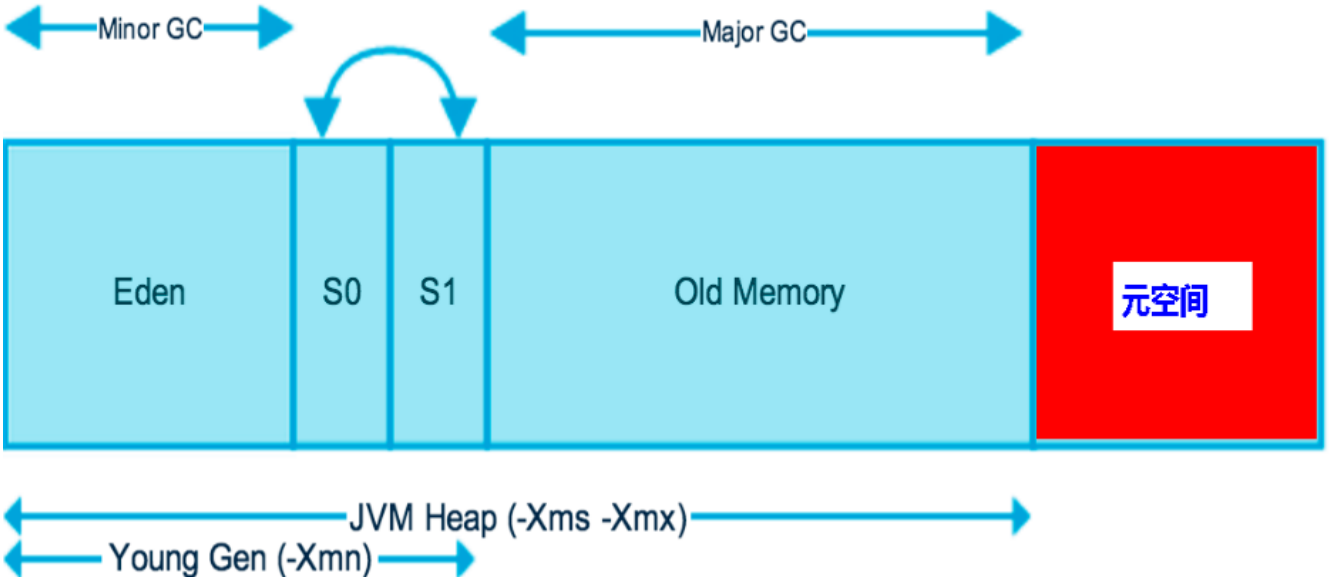
- 方法去（Method Area）和堆一样，是各个线程共享的内存区域，它用于存储虚拟机加载的类信息、普通常量、静态常量、编译器编译后的代码等，虽然JVM规范将方法去描述为堆的一个逻辑部分，但他却还有一个别名叫做Non-Heap（非堆），目的就是要和堆分开。
- 对于HotSpot虚拟机，很多开发者习惯将方法区成为“永久代”，但严格本质上说两者不同，或者说使用永久代来实现方法区而已，永久代是方法区（相当于一个接口Interface）的一个实现，JDK1.7的版本中，已经将原本放在永久代的字符串常量池移走。
- 常量池（Constant Pool）是方法区的一部分，Class文件除了有类的版本、字段、方法、接口等描述信息外，还有一项信息就是常量池，这部分内容将在类加载后进入方法区的运行时常量池中存放

五、JVM垃圾收集（Java Garbage Collection）



Java8

JDK 1.8之后将最初的永久代取消了，由元空间取代。



5.1 堆内存调优简介

-Xms	设置初始分配大小，默认为物理内存的“1/64”
-Xmx	最大分配内存，默认为物理内存的“1/4”
-XX:+PrintGCDetails	输出详细的GC处理日志

七、GC三大算法

7.1 GC算法总体概述

JVM在进行GC时，并非每次都对上面三个内存区域一起回收的，大部分时候回收的都是指新生代。

因此GC按照回收的区域又分了两种类型，一种是普通GC（MinorGC），一种时全局GC（FullGC）

- 普通GC：只针对新生代区域的GC
- 全局GC：针对年老代的GC，偶尔伴随对新生代的GC以及堆永久代的GC。

7.2 复制算法：MinorGC（普通GC）

新生代使用的MinorGC，这种GC算法采用的是复制算法（Copying），频繁使用

复制-->清空-->互换

7.2.1 原理

MinorGC会把Eden中的所有或的对象都移到Survivor区域中，如果Survivor区中放不下，那么剩下的活的对象就被移到Old Generation中，也即一旦收集后，Eden区就变成空的了。

当对象在Eden（包括一个Survivor区域，这里假设是from区域）出生后，在经过一次MinorGC后，如果对象还存活，并且能够被另外一块Survivor区域所容纳（上面已经假设为from区域，这里应为to区域，即to区域又足够的内存空间来存储Eden和from区域中存活的对象），则使用复制算法将这些仍然还存活的对象复制到另外一块Survivor区域（即to区）中，然后清理所有使用过的Eden以及Survivor区域（即from区），并且讲这些对象的年龄设置为1，以后对象在Survivor区没熬过一次MinorGC，就将对象的年龄+1，当对象的年龄达到某个值时（默认15，通过`-XX:MaxTenuringThreshold`来设定参数），这些对象就会成为老年代。

-XX：MaxTenuringThreshold设置对象在新生代中存活的次数

7.2.2 解释

HotSpot JVM把年轻代分为了三部分：1个Eden区和两个Survivor区，默认比例是8:1:1，一般情况下，新创建的对象都会被分配到Eden区，这些对象经过第一次的MinorGC后，如果仍然存活，将会被移到Survivor区。对象Survivor区中每熬过一次MinorGC，年龄就增加一岁，当他的年龄增加到一定程度时，就会被移动到年老代中。因为年轻代中的对象基本都是朝生夕死（80%以上），所以在年轻代的垃圾回收算法使用的是复制算法，复制算法的基本思想就是将内存分为两块，每次只用其中一块，当这一块内存用完，就将活着的对象复制到另外一块上面。复制算法不会产生内存碎片。

复制要交换，谁空谁是to

7.3.3 劣势

复制算法弥补了标记清除算法中，内存布局混乱的缺点。

1. 浪费了一般的内存，太要命了
2. 如果对象的存活率很高，我们可以极端一点，假设是100%存活率，那么我们需要将所有对象都复制一遍，并将所有引用地址重置一遍。复制这一工作所花费的时间，在对象存活率达到一定程度是，将会变的不可忽视。所以从以上描述不难看出，复制算法想要使用，最起码对象的存活率要非常低才行，而且最重要的是，我们必须要客服50%的内存的浪费

7.3 标记清除/标记整理算法：FullGC又叫MajorGC（全局GC）

老年代一般是由标记清除或者是标记清除与标记整理的混合实现

7.3.1 标记清除（Mark-Sweep）

7.3.1.1 原理

1. 标记（mark）

   从根集合开始扫描，对存活的对象进行标记

2. 清除（Sweep）

   扫描整个内存空间，回收未被标记的对象，使用free-list记录可以区域。

7.3.1.2 劣势

1. 效率低（递归与全堆对象遍历），而且在进行GC的时候，需要停止应用程序，这会导致用户体验非常差劲
2. 清理出来的空闲内存不是连续的，我们的死亡对象都是随机的出现在内存的各个角落，限制把他们清除之后，内存的布局自然会乱七八糟，而为了应付这一点，JVM不得不维持一个内存的空闲列表，这又是一种开销，而且在分配数组对象的时候，寻找连续的内存空间会不太好找。

7.3.2 标记整理（Mark-Compact）

7.3.2.1 原理

1. 标记

   与标记-清除一样

2. 压缩整理

   再次扫描，并往一段滑动存活对象

7.3.2.2 劣势

效率不高，不仅要标记所有存活对象，还要整理所有存活对象的引用地址。从效率上说，效率要低于复制算法

7.4 小总结

- **内存效率**：复制算法>标记清除算法>标记整理算法
- **内存整齐度**：复制算法=标记整理算法>标记清除算法
- **内存利用率**：标记整理算法=标记清除算法>复制算法

分代收集算法

引用计数法：

- 缺点：每次对对象赋值时均要维护引用计数器，且计数器本身也有一定的消耗
- 较难处理循环引用

六、GC面试题

1. StackOverFlowError和OutOfMemoryError，谈谈你的理解
2. 一般什么时候会发生GC？如何处理？

   答：Java中的GC回有两种回收：年轻带的MinorGC，老年代的FullGC；新对象创建时如果伊甸园空间不足会触发MinorGC，如果此时老年代的内存空间不足会触发FullGC，如果空间都不足抛出OutOfMemoryError。

3. GC回收策略，谈谈你的理解

   答：年轻代（伊甸园区+两个幸存区），GC回收策略为“复制”；老年区的保存空间一般比较大，GC回收策略为“整理压缩”。

4. GC是什么

   频繁收集Young区，较少收集Old区，基本不动Perm区

5. JVM内存模型以及分区，需要详细到每个区放什么
6. 堆里面的分区：Eden,suirival from to,老年代，各自特点
7. GC的三种收集方法：标记清除、标记整理、复制算法的原理特点
8. MinorGC和Full GC分别在什么时候发生