JVM调优实战

学习目标

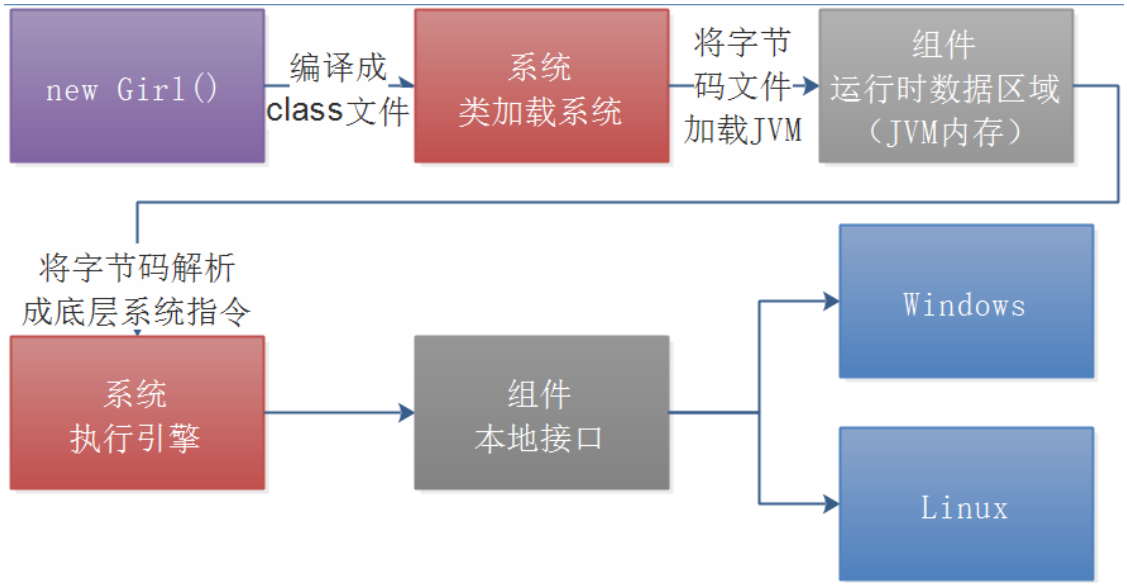
- JVM介绍
- 为什么要学习JVM
- JVM内存模型
- JVM调试实战

1 JVM介绍

JVM是Java Virtual Machine（Java虚拟机）的缩写，JVM是一种用于计算设备的规范，它是一个虚构出来的计算机，是通过在实际的计算机上仿真模拟各种计算机功能来实现的。Java虚拟机包括一套字节码指令集、一组寄存器、一个栈、一个垃圾回收堆和一个存储方法域。 JVM屏蔽了与具体操作系统平台相关的信息，使Java程序只需生成在Java虚拟机上运行的目标代码（字节码）,就可以在多种平台上不加修改地运行。JVM在执行字节码时，实际上最终还是把字节码解释成具体平台上的机器指令执行。

JVM包含两个子系统和两个组件，两个子系统为Class loader(类装载)、Execution engine(执行引擎)；两个组件为Runtime data area(运行时数据区)、Native Interface(本地接口)。

- Class loader(类装载)：根据给定的全限定名类名(如：java.lang.Object)来装载class文件到Runtime data area中的method area。
- Execution engine（执行引擎）：执行classes中的指令。
- Native Interface(本地接口)：与native libraries交互，是其它编程语言交互的接口。
- Runtime data area(运行时数据区域)：JVM的内存区域。



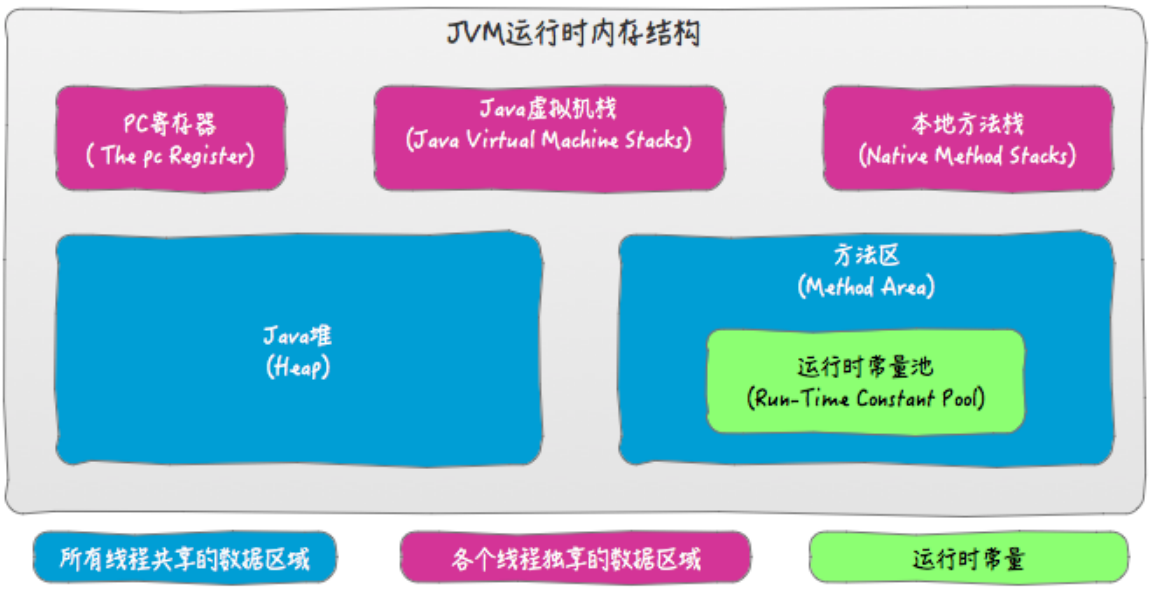
2 为什么要学习JVM

JVM按上面的介绍，还提供了一个非常重要的功能就是大家熟知的内存管理。相对于C、C++语言每次去申请空间都要手动地去 allcate,使用结束之后还要手动free掉。JVM从这个层面释放程序员们对内存分配和管理的精力，只需要去关注业务逻辑地实现，不再需要花费更多的心力在内存分配和回收上。

JVM帮我们管理了内存是帮我们省事了，但是当代码写的不恰当的时候会导致内存溢出或者内存泄漏，这个时候，如果你对JVM一无所知，就**无法快速定位和处理问题**?

3 JVM内存模型

3.1 JVM运行时内存区域结构



1. PC寄存器

   每个线程启动的时候，都会创建一个程序计数器(Program Counter),就是一个指针，指向方法区中的方法字节码（用来存储指向下一条指令的地址,也即将要执行的指令代码），由执行引擎读取下一条指令。

2. 栈 JVM Stack

   各种基本数据类型(`boolean`、`byte`、`char`、`short`、`int`、`float`、`long`、`double`)、对象引用(引用指针，并非对象本身)

3. 本地方法栈 Native Method Stack

   Java调用非Java代码的接口，该方法的实现由非Java语言实现。

4. 方法区 Method Area

   用于存储虚拟机加载的：静态变量+常量+类信息+运行时常量池 （类信息：类的版本、字段、方法、接口、构造函数等描述信息 ）

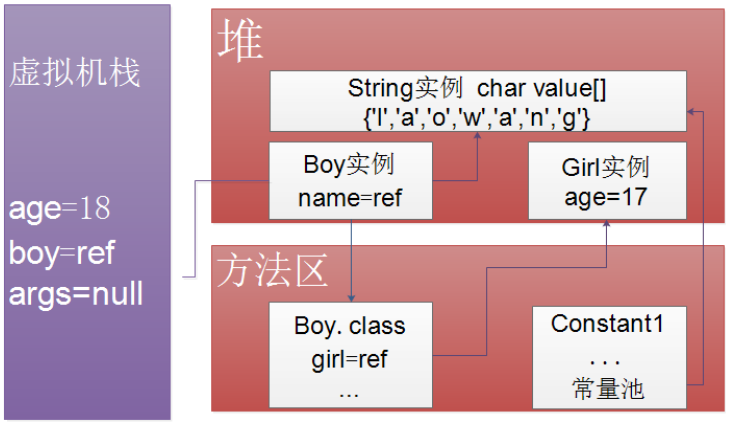
5. 堆 Java Heap

   所有的对象实例以及数组都要在堆上分配，此内存区域的唯一目的就是存放对象实例

   堆是Java 虚拟机所管理的内存中最大的一块。所有线程共享的一块内存区域，在虚拟机启动时创建

3.2 java实例对象在内存中的分配

```java
public class Boy {
    private String name;
    private static Girl girl = new Girl();
    public Boy(String name) {
        this.name = name;
    }
    public static void main(String[] args)
{
        Boy boy = new Boy("laowang");
        int age = 18;
        System.out.println(age);
    }
}
class Girl {
    private int age = 17;
}
```



从图中我们可以看出，普通的java实例对象内存分配，主要在这三个区域：虚拟机栈、堆、方法区。

3.2.1 从内存区域来分析

- **虚拟机栈:**只存放局部变量
- **堆:**存储对象的实例
- **方法区：**存放Class信息和常量信息。

3.2.2 从变量的角度来分析

局部变量:

- 基本类型的值直接存在栈中。如age=18
- 如果是对象的实例，则只存储对象实例的引用。如Boy=ref

实例变量：存放在堆中的对象实例中。如Boy的实例变量 name=ref

静态变量：存放在方法区中的常量池中。如Boy.class中的Girl=ref

4 JVM调试实战

4.1 调试工具

VisualVM是JDK自带的一款全能型性能监控和故障分析工具，包括对CPU使用、JVM堆内存消耗、线程、类加载的实时监控，内存dump文件分析，垃圾回收运行情况的可视化分析等，对故障排查和性能调优很有帮助。

环境：安装JDK1.8并配置

打开dos窗口输入: jvisualvm , 如下图:

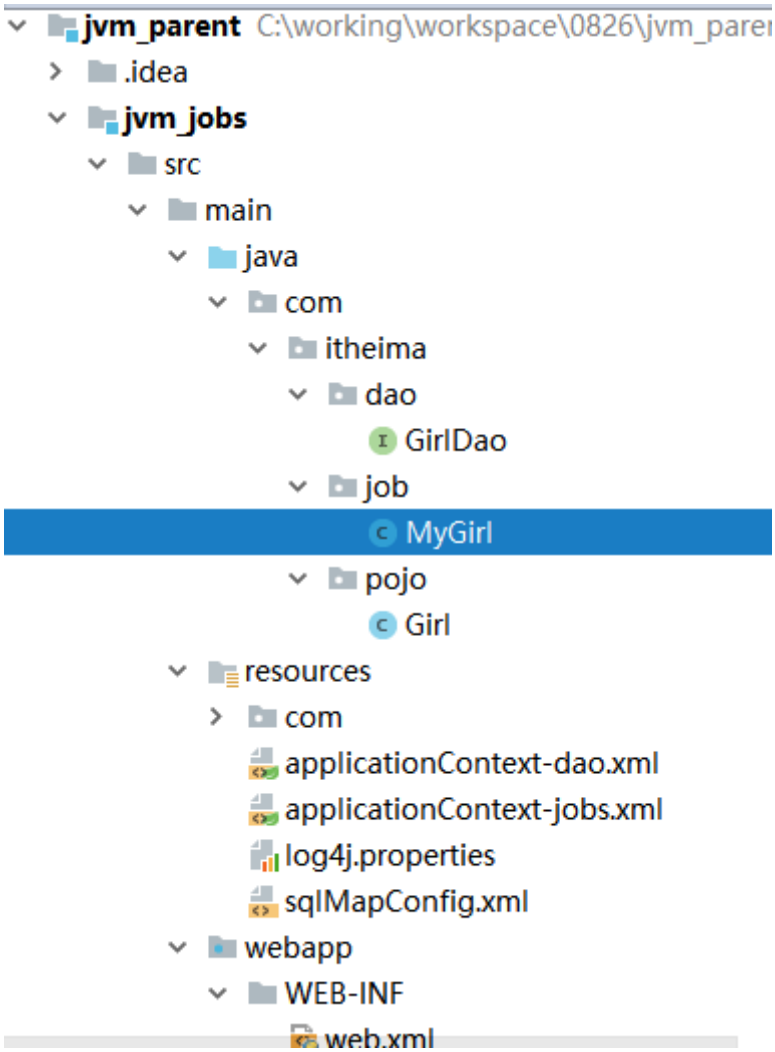
4.2 数据库准备

```
/**创建数据库 以及 美女表**/
CREATE DATABASE IF NOT EXISTS `itcast_jvm` DEFAULT CHARSET utf8 COLLATE
utf8_general_ci;
```

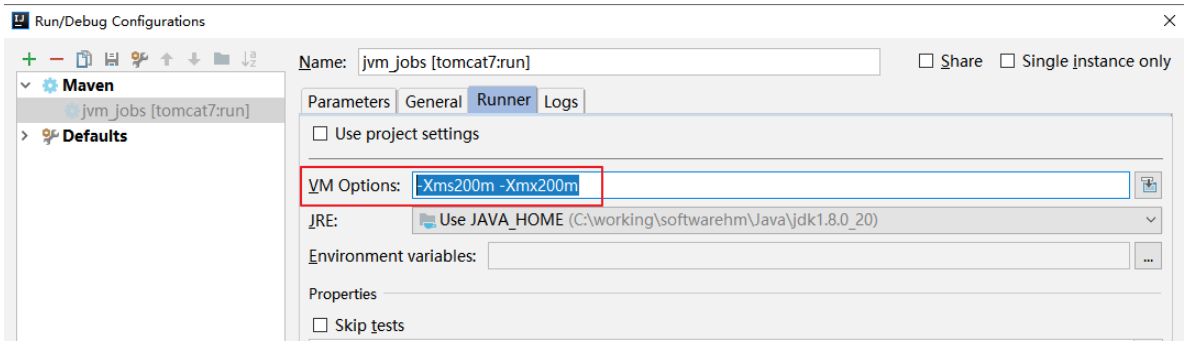
```
DROP TABLE IF EXISTS `girl`;
CREATE TABLE `girl` (
   `id` bigint(20) NOT NULL AUTO_INCREMENT COMMENT 'ID',
   `name` varchar(100) DEFAULT NULL COMMENT '女孩姓名',
     `age` varchar(3) DEFAULT NULL COMMENT '年龄',
     `address` varchar(100) DEFAULT NULL COMMENT '地址',
   PRIMARY KEY (`id`)
 ) ENGINE=MyISAM AUTO_INCREMENT=0;

/**创建存储过程造数据**/
DROP PROCEDURE IF EXISTS proc_girl;
DELIMITER $$
SET AUTOCOMMIT = 0$$
CREATE  PROCEDURE proc_girl()
BEGIN
DECLARE v_cnt DECIMAL (10)  DEFAULT 0 ;
dd:LOOP
          INSERT  INTO girl (name,age,address)
VALUES (CONCAT('美女技师',v_cnt),FLOOR(18 + (RAND() * 7)),CONCAT('东
莞',v_cnt,'号'));
                  COMMIT;
                    SET v_cnt = v_cnt+1 ;
                           IF  v_cnt = 10000000 THEN LEAVE dd;
                          END IF;
         END LOOP dd ;
END;$$
DELIMITER ;

/**执行存储过程  大概执行10分钟左右**/
call proc_girl;

/**测试语句**/
select * from girl where name like '%美女技师%' order by age limit 10,100
```

4.3 启动工程

在idea工具打开代码目录中的jvm_parent工程，如下图：

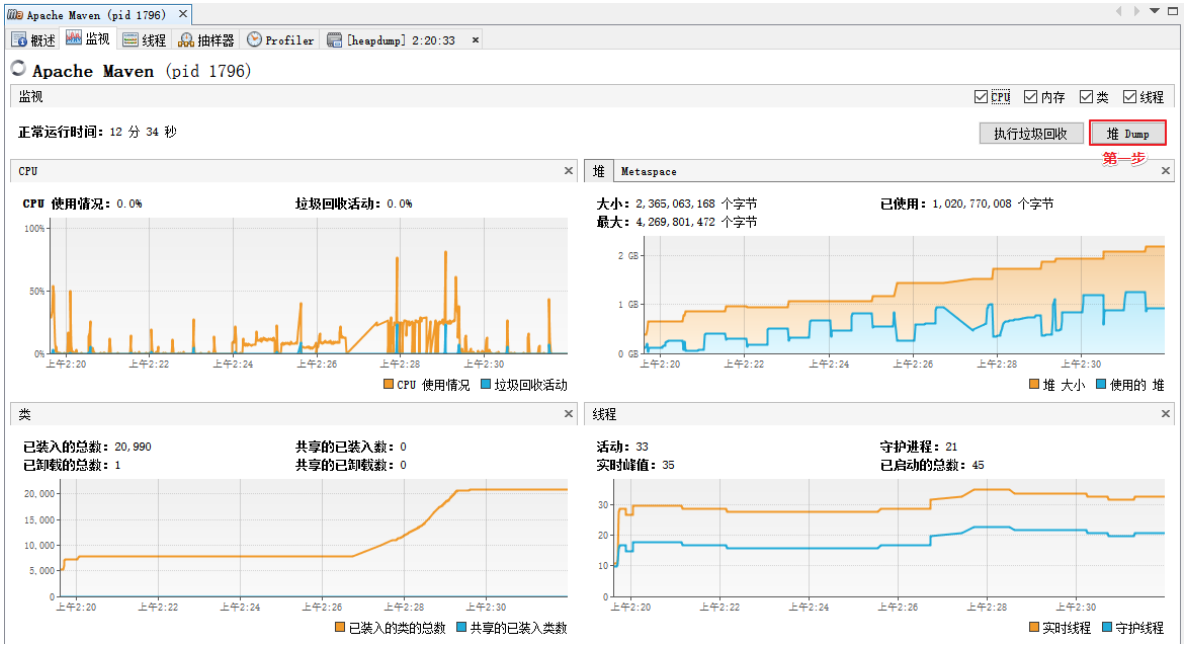


并设置-Xms200m -Xmx200m （堆 和 栈 内存大小设置），如下图

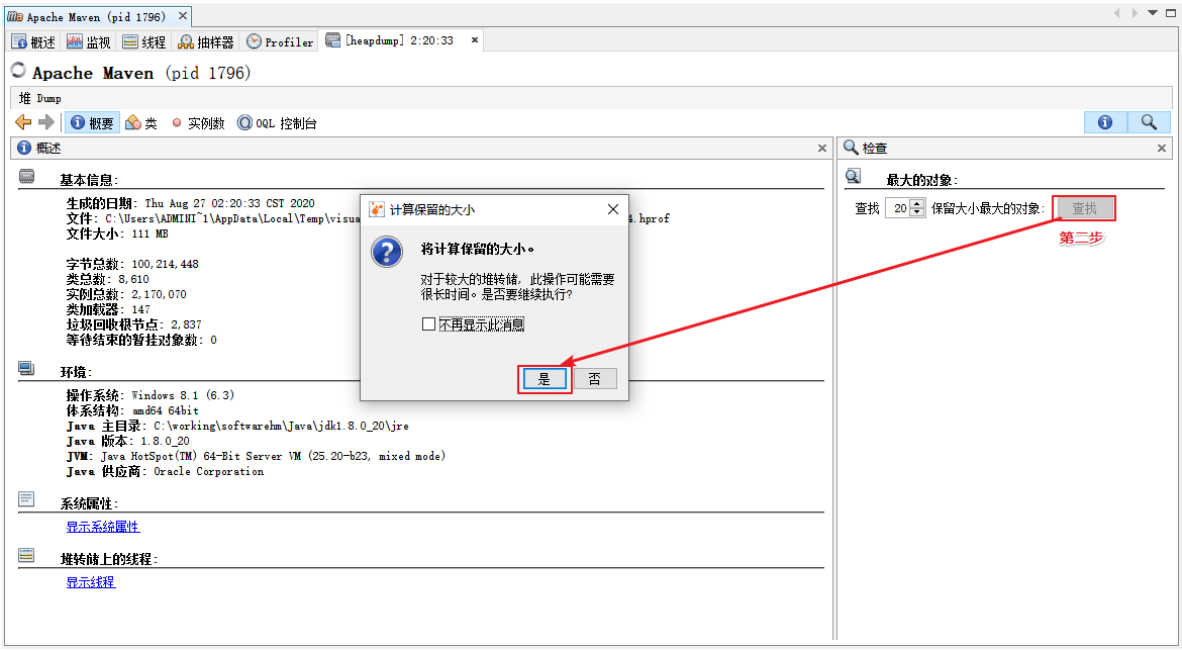


4.4 JVM分析

4.4.1 进入堆页面

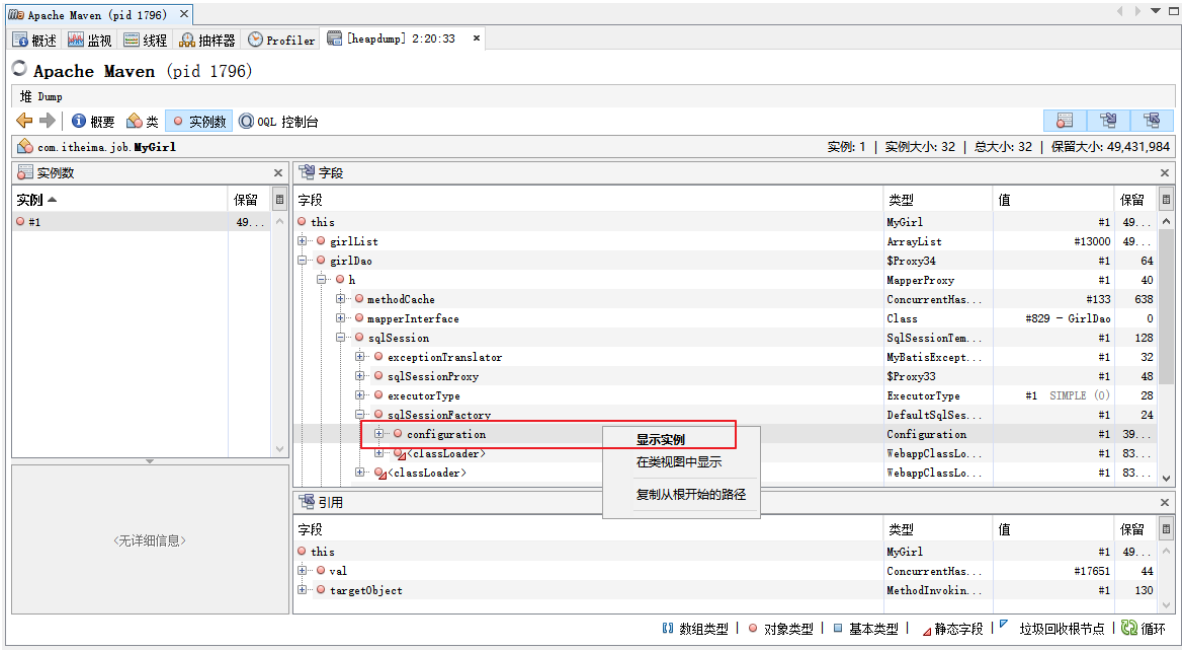


4.4.2 查询最大的对象

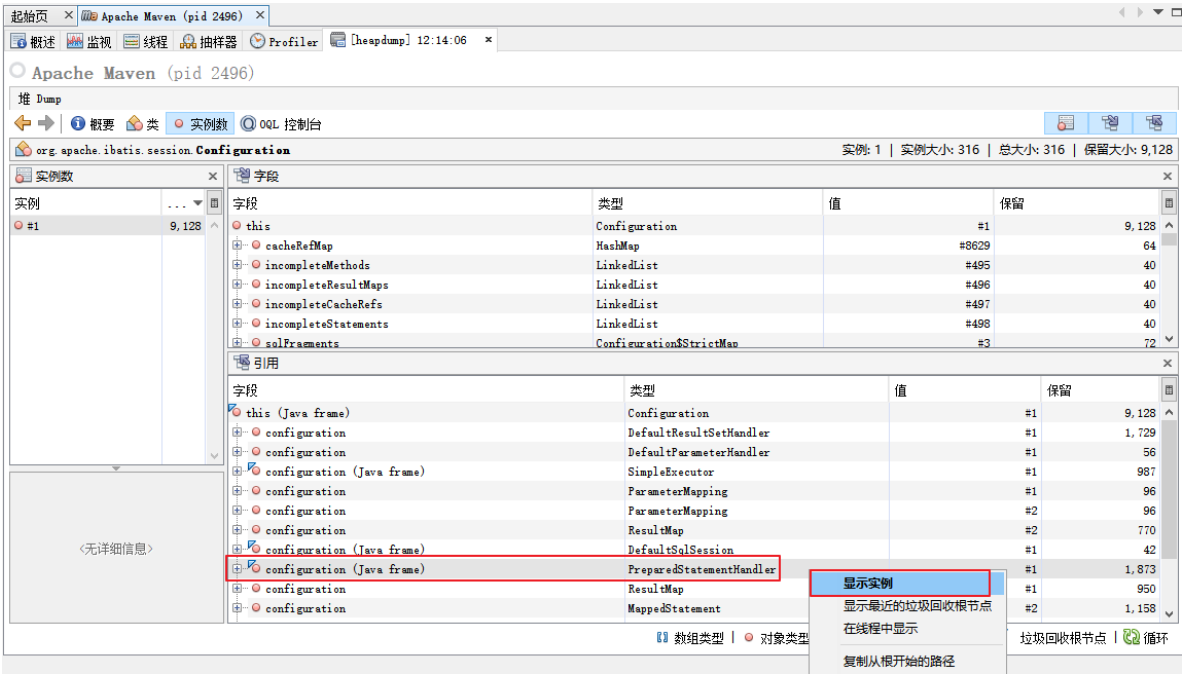


4.4.3 重点关注靠前的对象

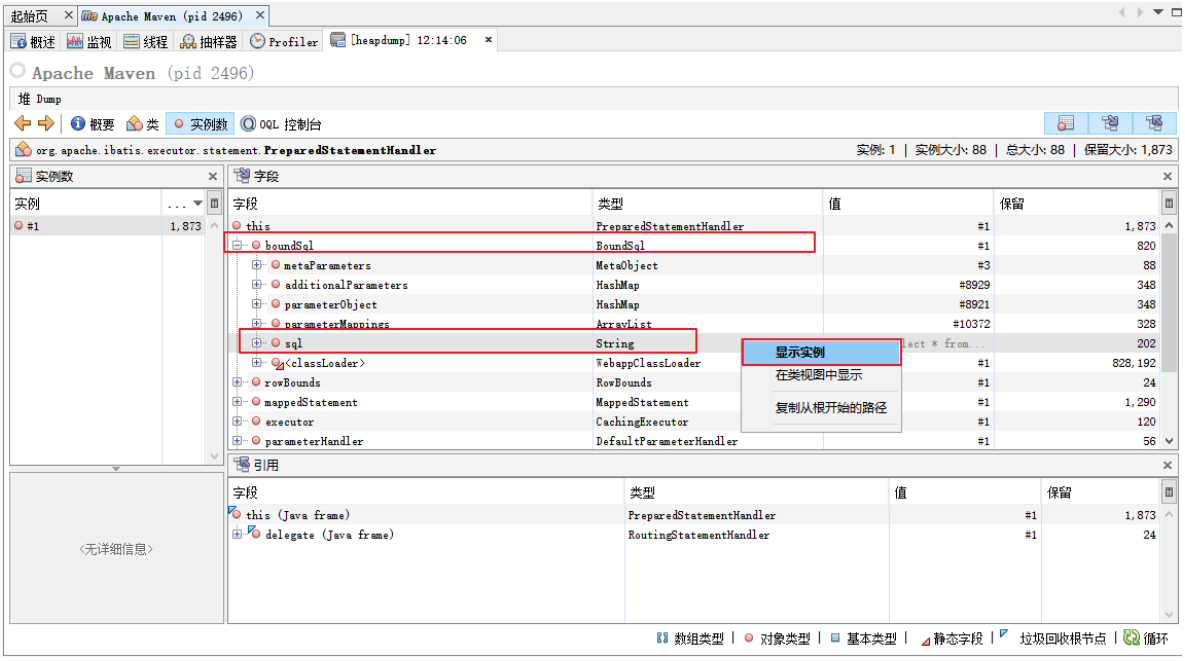
4.4.4 找到grilDao接口



4.4.5 找到PreparedStatementHandler



4.4.6 找到boundSql



4.4.7 分析Sql

根据实际情况进行优化

5 常见面试题

5.1 介绍下JVM内存模型

JVM 分为堆区和栈区，还有方法区，初始化的对象放在堆里面，引用放在栈里面，class 类信息常量池（static 常量和 static 变量）等放在方法区

a.方法区：主要是存储类信息，常量池（static 常量和 static 变量），编译后的代码（字节码）等数据
b.堆：初始化的对象，成员变量 （那种非 static 的变量），所有的对象实例和数组都要在堆上分配
c.栈：栈的结构是栈帧组成的，调用一个方法就压入一帧，帧上面存储局部变量表，操作数栈，方法出口等信息，局部变量表存放的是 8 大基础类型加上一个应用类型，所以还是一个指向地址的指针
d.本地方法栈：主要为 Native 方法服务
e.程序计数器：记录当前线程执行的行号

5.2 说一说类加载的过程

类装载分为以下 5 个步骤：
a.加载：根据查找路径找到相应的 class 文件然后导入；
b.验证：检查加载的 class 文件的正确性；
c.准备：给类中的静态变量分配内存空间；
d.解析：虚拟机将常量池中的符号引用替换成直接引用的过程。符号引用就理解为一个标示，而在直接引用直接指向内存中的地址；
e.初始化：对静态变量和静态代码块执行初始化工作。

5.3 哪些区域可能发生OutOfMemory异常?

a.java堆(区域)-存放对象的实例。
  异常信息：java.lang.OutOfMemory Error:Java heap space
  参数：-Xms（初始化堆）,-Xmx（最大堆）,-Xmn（新生代）
b.虚拟机栈和本地方法栈(区域)-控制方法的执行。
  异常信息：java.lang.OUtOfMemory Error
  参数：-Xss
c.方法区(区域)-存放Class的相关信息，如类名、访问修饰符、常量池、字段描述、方法描述等。
  异常信息：java.OutOfMemory Error:PermGen space
  参数：-XX:PermSize-XX:MaxPermSize
d.本机直接内存(区域)-如NIO，就是直接通过此内存实现。
  异常信息：java.lang.OutOfMemory Error,有allocate、Native字样
  参数：-MaxDirectMemorySize如不指定则与-Xmx一致。

5.4 垃圾收集的方法有哪些?

a.标记-清除算法：标记无用对象，然后进行清除回收。缺点：效率不高，无法清除垃圾碎片。
b.复制算法：按照容量划分二个大小相等的内存区域，当一块用完的时候将活着的对象复制到另一块上，然后再把已使用的内存空间一次清理掉。缺点：内存使用率不高，只有原来的一半。
c.标记-整理算法：标记无用对象，让所有存活的对象都向一端移动，然后直接清除掉端边界以外的内存。
d.分代算法：根据对象存活周期的不同将内存划分为几块，一般是新生代和老年代，新生代基本采用复制算法，老年代采用标记整理算法。

5.5 说一下 JVM 的主要组成部分及其作用?

JVM包含两个子系统和两个组件。
两个子系统为Class loader(类装载)、Execution engine(执行引擎)；
两个组件为Runtime data area(运行时数据区)、Native Interface(本地接口)。

a.Class loader(类装载)：根据给定的全限定名类名(如：java.lang.Object)来装载class文件到Runtime data area中的method area。
b.Execution engine（执行引擎）：执行classes中的指令。
c.Native Interface(本地接口)：与native libraries交互，是其它编程语言交互的接口。
d.Runtime data area(运行时数据区域)：这就是我们常说的JVM的内存。

作用:首先通过类加载器（ClassLoader）会把 Java 代码转换成字节码，运行时数据区（Runtime Data Area）再把字节码加载到内存中，而字节码文件只是 JVM 的一套指令集规范，并不能直接交给底层操作系统去执行，因此需要特定的命令解析器执行引擎（Execution Engine），将字节码翻译成底层系统指令，再交由 CPU 去执行，而这个过程中需要调用其他语言的本地库接口（Native Interface）来实现整个程序的功能。

5.6 说一下JVM调优工具?

JDK 自带了很多监控工具，都位于 JDK 的 bin 目录下，其中最常用的是 jconsole 和 jvisualvm 这两款视图监控工具。
jconsole：用于对 JVM 中的内存、线程和类等进行监控；
jvisualvm：JDK 自带的全能分析工具，可以分析：内存快照、线程快照、程序死锁、监控内存的变化、gc变化等。

5.7 线上环境CPU占用过高如何解决?

问题详细描述：生产环境上出现了OutOfMemoryError,伴随着这个问题随之而来的是Full GC, CPU 百分之百，频繁宕机重启等问题，严重影响业务的推广及使用。想优化代码，但是代码量很大，不可能把所有的代码都筛查一遍，如何定位问题?

```
ERROR [stderr] (RMI RenewClean-
[net.sf.ehcache.distribution.ConfigurableRMIClientSocketFactory@1d4c0])
Exception in thread "RMI RenewClean-
[net.sf.ehcache.distribution.ConfigurableRMIClientSocketFactory@1d4c0]"
java.lang.OutOfMemoryError: Java heap space
```

1.重启服务
2.通过JDK自带jvisualvm监控工具故障处理分析问题。
3.通过堆页面查找保留大小最大的对象（前20的堆中的对象）。
4.重点关注前几个对象
5.分析问题，通过工具查询到sql或代码。
6.对sql语句进行分析优化。
7.重新发布版本。