

55-享元模式（下）：剖析享元模式在Java Integer、String中的应用

上一节课，我们通过棋牌游戏和文本编辑器这样两个实际的例子，学习了享元模式的原理、实现以及应用场景。用一句话总结一下，享元模式中的“享元”指被共享的单元。享元模式通过复用对象，以达到节省内存的目的。

今天，我再用一节课的时间带你剖析一下，享元模式在Java Integer、String中的应用。如果你不熟悉Java编程语言，那也不用担心看不懂，因为今天的内容主要还是介绍设计思路，跟语言本身关系不大。

话不多说，让我们正式开始今天的学习吧！

享元模式在Java Integer中的应用

我们先来看下面这样一段代码。你可以先思考下，这段代码会输出什么样的结果。

```
Integer i1 = 56;
Integer i2 = 56;
Integer i3 = 129;
Integer i4 = 129;
System.out.println(i1 == i2);
System.out.println(i3 == i4);
```

如果不熟悉Java语言，你可能会觉得，i1和i2值都是56，i3和i4值都是129，i1跟i2值相等，i3跟i4值相等，所以输出结果应该是两个true。这样的分析是不对的，主要还是因为你对Java语法不熟悉。要正确地分析上面的代码，我们需要弄清楚下面两个问题：

- 如何判定两个Java对象是否相等（也就代码中的“==”操作符的含义）？
- 什么是自动装箱（Autoboxing）和自动拆箱（Unboxing）？

在[加餐一](#)中，我们讲到，Java为基本数据类型提供了对应的包装器类型。具体如下所示：

基本数据类型	对应的包装器类型
int	Integer
long	Long
float	Float
double	Double
boolean	Boolean
short	Short
byte	Byte
char	Character



所谓的自动装箱，就是自动将基本数据类型转换为包装器类型。所谓的自动拆箱，也就是自动将包装器类型转化为基本数据类型。具体的代码示例如下所示：

```
Integer i = 56; //自动装箱  
int j = i; //自动拆箱
```

数值56是基本数据类型int，当赋值给包装器类型（Integer）变量的时候，触发自动装箱操作，创建一个Integer类型的对象，并且赋值给变量i。其底层相当于执行了下面这条语句：

```
Integer i = 59; 底层执行了：Integer i = Integer.valueOf(59);
```

反过来，当把包装器类型的变量i，赋值给基本数据类型变量j的时候，触发自动拆箱操作，将i中的数据取出，赋值给j。其底层相当于执行了下面这条语句：

```
int j = i; 底层执行了：int j = i.intValue();
```

弄清楚了自动装箱和自动拆箱，我们再来看，如何判定两个对象是否相等？不过，在此之前，我们先要搞清楚，Java对象在内存中是如何存储的。我们通过下面这个例子来说明一下。

```
User a = new User(123, 23); // id=123, age=23
```

针对这条语句，我画了一张内存存储结构图，如下所示。a存储的值是User对象的内存地址，在图中就表现为a指向User对象。



当我们通过“==”来判定两个对象是否相等的时候，实际上是在判断两个局部变量存储的地址是否相同，换句话说，是在判断两个局部变量是否指向相同的对象。

了解了Java的这几个语法之后，我们重新看一下开头的那段代码。

```
Integer i1 = 56;  
Integer i2 = 56;  
Integer i3 = 129;  
Integer i4 = 129;  
System.out.println(i1 == i2);  
System.out.println(i3 == i4);
```

前4行赋值语句都会触发自动装箱操作，也就是会创建Integer对象并且赋值给i1、i2、i3、i4这四个变量。根据刚刚的讲解，i1、i2尽管存储的数值相同，都是56，但是指向不同的Integer对象，所以通过“==”来判定是否相同的时候，会返回false。同理，i3==i4判定语句也会返回false。

不过，上面的分析还是不对，答案并非是两个false，而是一个true，一个false。看到这里，你可能会比较纳闷了。实际上，这正是因为Integer用到了享元模式来复用对象，才导致了这样的运行结果。当我们通过自动装箱，也就是调用valueOf()来创建Integer对象的时候，如果要创建的Integer对象的值在-128到127之间，会从IntegerCache类中直接返回，否则才调用new方法创建。看代码更加清晰一些，Integer类的valueOf()函数的具体代码如下所示：

```
public static Integer valueOf(int i) {  
    if (i >= IntegerCache.low && i <= IntegerCache.high)  
        return IntegerCache.cache[i + (-IntegerCache.low)];  
    return new Integer(i);  
}
```

实际上，这里的IntegerCache相当于，我们上一节课中讲的生成享元对象的工厂类，只不过名字不叫xxxFactory而已。我们来看它的具体代码实现。这个类是Integer的内部类，你也可以自行查看JDK源码。

```
/**
 * Cache to support the object identity semantics of autoboxing for values between
 * -128 and 127 (inclusive) as required by JLS.
 *
 * The cache is initialized on first usage. The size of the cache
 * may be controlled by the {@code -XX:AutoBoxCacheMax=<size>} option.
 * During VM initialization, java.lang.Integer.IntegerCache.high property
 * may be set and saved in the private system properties in the
 * sun.misc.VM class.
 */
private static class IntegerCache {
    static final int low = -128;
    static final int high;
    static final Integer cache[];

    static {
        // high value may be configured by property
        int h = 127;
        String integerCacheHighPropValue =
            sun.misc.VM.getSavedProperty("java.lang.Integer.IntegerCache.high");
        if (integerCacheHighPropValue != null) {
            try {
                int i = parseInt(integerCacheHighPropValue);
                i = Math.max(i, 127);
                // Maximum array size is Integer.MAX_VALUE
                h = Math.min(i, Integer.MAX_VALUE - (-low) - 1);
            } catch (NumberFormatException nfe) {
                // If the property cannot be parsed into an int, ignore it.
            }
        }
        high = h;

        cache = new Integer[(high - low) + 1];
        int j = low;
        for(int k = 0; k < cache.length; k++)
            cache[k] = new Integer(j++);

        // range [-128, 127] must be interned (JLS7 5.1.7)
        assert IntegerCache.high >= 127;
    }

    private IntegerCache() {}
}
```

为什么IntegerCache只缓存-128到127之间的整型值呢？

在IntegerCache的代码实现中，当这个类被加载的时候，缓存的享元对象会被集中一次性创建好。毕竟整型值太多了，我们不可能在IntegerCache类中预先创建好所有的整型值，这样既占用太多内存，也使得加载IntegerCache类的时间过长。所以，我们只能选择缓存对于大部分应用来说最常用的整型值，也就是一个字节的大小（-128到127之间的数据）。

实际上，JDK也提供了方法来让我们可以自定义缓存的最大值，有下面两种方式。如果你通过分析应用的JVM内存占用情况，发现-128到255之间的数据占用的内存比较多，你就可以用如下方式，将缓存的最大值从127调整到255。不过，这里注意一下，JDK并没有提供设置最小值的方法。

```
//方法一：
-Djava.lang.Integer.IntegerCache.high=255
//方法二：
-XX:AutoBoxCacheMax=255
```

现在，让我们再回到最开始的问题，因为56处于-128和127之间，i1和i2会指向相同的享元对象，所以i1==i2返回true。而129大于127，并不会被缓存，每次都会创建一个全新的对象，也就是说，i3和i4指向不同的Integer对象，所以i3==i4返回false。

实际上，除了Integer类型之外，其他包装器类型，比如Long、Short、Byte等，也都利用了享元模式来缓存-128到127之间的数据。比如，Long类型对应的LongCache享元工厂类及valueOf()函数代码如下所示：

```
private static class LongCache {
    private LongCache(){}

    static final Long cache[] = new Long[-(-128) + 127 + 1];

    static {
        for(int i = 0; i < cache.length; i++)
            cache[i] = new Long(i - 128);
    }
}

public static Long valueOf(long l) {
    final int offset = 128;
    if (l >= -128 && l <= 127) { // will cache
        return LongCache.cache[(int)l + offset];
    }
    return new Long(l);
}
```

在我们平时的开发中，对于下面这样三种创建整型对象的方式，我们优先使用后两种。

```
Integer a = new Integer(123);
Integer a = 123;
Integer a = Integer.valueOf(123);
```

第一种创建方式并不会使用到IntegerCache，而后面两种创建方法可以利用IntegerCache缓存，返回共享的对象，以达到节省内存的目的。举一个极端一点例子，假设程序需要创建1万个-128到127之间的Integer对象。使用第一种创建方式，我们需要分配1万个Integer对象的内存空间；使用后两种创建方式，我们最多只需要分配256个Integer对象的内存空间。

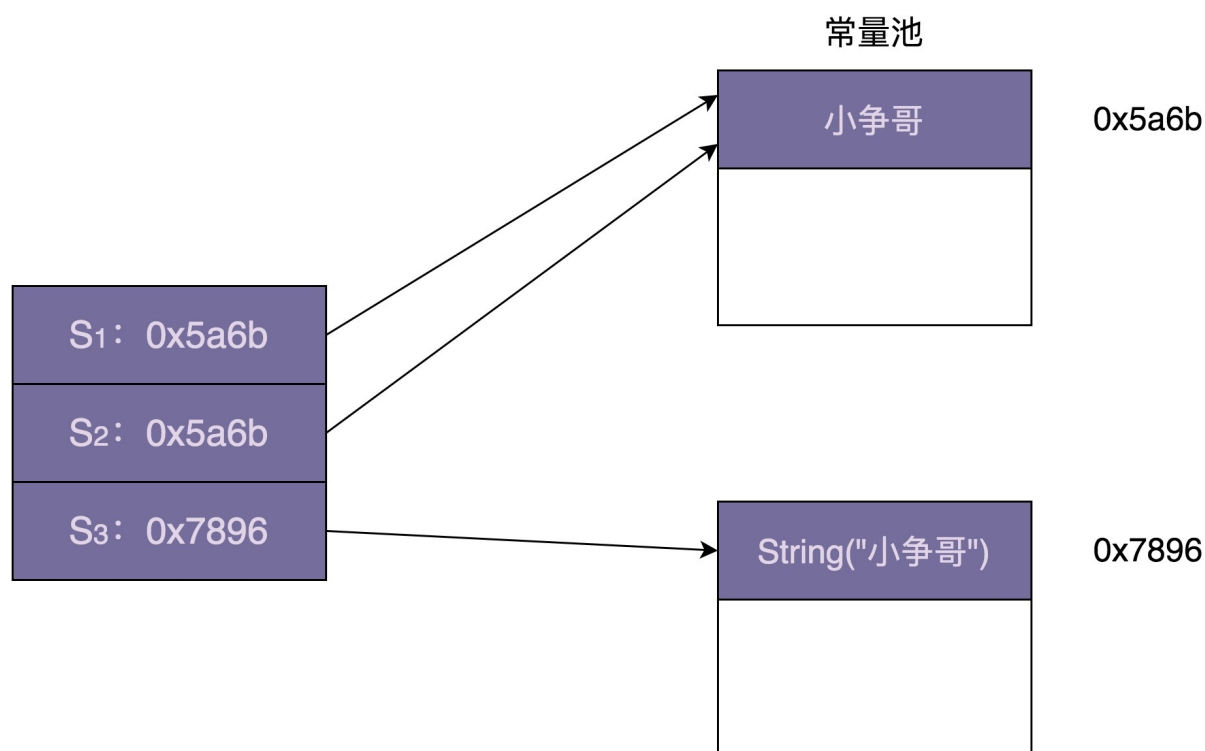
享元模式在Java String中的应用

刚刚我们讲了享元模式在Java Integer类中的应用，现在，我们再来看下，享元模式在Java String类中的应用。同样，我们还是先来看一段代码，你觉得这段代码输出的结果是什么呢？

```
String s1 = "小争哥";
String s2 = "小争哥";
String s3 = new String("小争哥");

System.out.println(s1 == s2);
System.out.println(s1 == s3);
```

上面代码的运行结果是：一个true，一个false。跟Integer类的设计思路相似，String类利用享元模式来复用相同的字符串常量（也就是代码中的“小争哥”）。JVM会专门开辟一块存储区来存储字符串常量，这块存储区叫作“字符串常量池”。上面代码对应的内存存储结构如下所示：



不过，String类的享元模式的设计，跟Integer类稍微有些不同。Integer类中要共享的对象，是在类加载的时候，就集中一次性创建好的。但是，对于字符串来说，我们没法事先知道要共享哪些字符串常量，所以没办法事先创建好，只能在某个字符串常量第一次被用到的时候，存储到常量池中，当之后再用到的时候，直接引用常量池中已经存在的即可，就不需要再重新创建了。

重点回顾

好了，今天的内容到此就讲完了。我们一块来总结回顾一下，你需要重点掌握的内容。

在Java Integer的实现中，-128到127之间的整型对象会被事先创建好，缓存在IntegerCache类中。当我们

使用自动装箱或者valueOf()来创建这个数值区间的整型对象时，会复用IntegerCache类事先创建好的对象。这里的IntegerCache类就是享元工厂类，事先创建好的整型对象就是享元对象。

在Java String类的实现中，JVM开辟一块存储区专门存储字符串常量，这块存储区叫作字符串常量池，类似于Integer中的IntegerCache。不过，跟IntegerCache不同的是，它并非事先创建好需要共享的对象，而是在程序的运行期间，根据需要来创建和缓存字符串常量。

除此之外，这里我再补充强调一下。

实际上，享元模式对JVM的垃圾回收并不友好。因为享元工厂类一直保存了对享元对象的引用，这就导致享元对象在没有任何代码使用的情况下，也不会被JVM垃圾回收机制自动回收掉。因此，在某些情况下，如果对象的生命周期很短，也不会被密集使用，利用享元模式反倒可能会浪费更多的内存。所以，除非经过线上验证，利用享元模式真的可以大大节省内存，否则，就不要过度使用这个模式，为了一点点内存的节省而引入一个复杂的设计模式，得不偿失啊。

课堂讨论

IntegerCache只能缓存事先指定好的整型对象，那我们是否可以借鉴String的设计思路，不事先指定需要缓存哪些整型对象，而是在程序的运行过程中，当用到某个整型对象的时候，创建好放置到IntegerCache，下次再被用到的时候，直接从IntegerCache中返回呢？

如果可以这么做，请你按照这个思路重新实现一下IntegerCache类，并且能够做到在某个对象没有任何代码使用的时候，能被JVM垃圾回收机制回收掉。

欢迎留言和我分享你的想法，如果有收获，欢迎你把这篇文章分享给你的朋友。

精选留言：

- Peter Cheng 2020-03-09 11:10:31
课后题。因为整型对象长度固定，且内容固定，可以直接申请一块连续的内存地址，可以加快访问，节省内存？而String类不行。[4赞]
- Liam 2020-03-09 09:22:40
享元池用weak reference持有享元对象 [4赞]
- 小晏子 2020-03-09 22:48:30
如果IntegerCache不事先指定缓存哪些整形对象，那么每次用到的时候去new一个，这样会稍微影响一些效率，尤其在某些情况下如果常用到-128~127之间的数，可能会不停的new/delete, 不过这个性能问题在大部分时候影响不是很大，所以按照string的设计思路也是可行的，
按照这个思路设计IntegerCache类的话，如下
private static class IntegerCache {

```
public static final WeakHashMap<Integer, WeakReference<Integer>> cache =  
new WeakHashMap<Integer, WeakReference<Integer>>(); //也可以提前分配容量
```

```
private IntegerCache(){}  
}
```

```
public static Integer valueOf(int i) {
```

```

final WeakReference<Integer> cached = IntegerCache.cache.get(i);
if (cached != null) {
    final Integer value = cached.get(i);
    if (value != null) {
        return value;
    }
}
WeakReference<Integer> val = new WeakReference<Integer>(i);
IntegerCache.cache.put(i, val);
return val.get();
} [1赞]

```

- webmin 2020-03-09 14:30:56

抛砖引玉实现了一个有限范围的缓存 (-128~2048383(127 * 127 * 127))

```

public class IntegerCache {
    private static final int bucketSize = 127;
    private static final int level1Max = bucketSize * bucketSize;
    private static final int max = bucketSize * bucketSize * bucketSize;
    private static final WeakHashMap<Integer, WeakHashMap<Integer, WeakHashMap<Integer, WeakReference<Integer>>>> CACHE = new WeakHashMap<>();

    public static Integer intern(int integer) {
        if (integer <= 127) {
            return integer;
        }

        if (integer > max) {
            return integer;
        }

        synchronized (CACHE) {
            Integer l1 = 0;
            int tmp = integer;
            if (integer >= level1Max) {
                l1 = integer / level1Max;
                integer -= level1Max;
            }
            Integer l2 = integer / bucketSize;
            Integer mod = integer % bucketSize;
            WeakHashMap<Integer, WeakHashMap<Integer, WeakReference<Integer>>>> level1 = CACHE.computeIfAbsent(l1, val -> new WeakHashMap<>());
            WeakHashMap<Integer, WeakReference<Integer>>> level2 = level1.computeIfAbsent(l2, val -> new WeakHashMap<>());
            WeakReference<Integer> cache = level2.computeIfAbsent(mod, val -> new WeakReference<>(tmp));
            Integer val = cache.get();
            if (val == null) {
                val = integer;
                level2.put(mod, new WeakReference<>(val));
            }
            return val;
        }
    }
}

```



```
}
```

```
}
```

```
public static int integersInCache() {  
    synchronized (CACHE) {  
        int sum = CACHE.size();  
        for (Integer key : CACHE.keySet()) {  
            WeakHashMap<Integer, WeakHashMap<Integer, WeakReference<Integer>>> tmp = CACHE.get(key);  
            sum += tmp.size();  
            for (Integer l2Key : tmp.keySet()) {  
                sum += tmp.get(l2Key).size();  
            }  
        }  
        return sum;  
    }  
}  
}  
}[1赞]
```

- 黄林晴 2020-03-09 07:51:19

打卡

做java 的我第一题竟然做错了

如果定义为int 就返回ture 了吧😂 [1赞]

- Vicent✿ 2020-03-10 00:26:43

突然想到一个问题，池技术有没有类似享元设计模式的存在，公用对象，不过会增加一些使用限制

- webmin 2020-03-09 14:31:18

//调用例子

```
public class FlyweightExample {  
    public static void main(String[] args) {  
        Integer i = IntegerCache.intern(16129);  
        System.out.println("16129:" + i);
```

```
  
        i = IntegerCache.intern(1612);  
        System.out.println("1612:" + i);
```

```
  
        i = IntegerCache.intern(161);  
        System.out.println("161:" + i);
```

```
  
        i = IntegerCache.intern(127);  
        System.out.println("127:" + i);
```

```
  
        i = IntegerCache.intern(100);  
        System.out.println("100:" + i);
```

```
  
        i = IntegerCache.intern(16129);  
        System.out.println("16129:" + i);
```

```
  
        i = IntegerCache.intern(1612);
```

```
System.out.println("1612:" + i);
```

```
i = IntegerCache.intern(161);  
System.out.println("161:" + i);
```

```
i = IntegerCache.intern(2048383);  
System.out.println("2048383:" + i);
```

```
i = IntegerCache.intern(16130);  
System.out.println("16130:" + i);
```

```
i = IntegerCache.intern(2048383);  
System.out.println("2048383:" + i);
```

```
i = IntegerCache.intern(16130);  
System.out.println("16130:" + i);
```

```
System.out.println("Integer objects in cache: " + IntegerCache.integersInCache());  
}  
}
```

- , 2020-03-09 11:45:20

补充 深入理解java虚拟机 里的两道有意思的题,请思考输出结果:

自动装箱 拆箱:

```
public static void main(String[] args){  
    Integer a = 1;  
    Integer b = 2;  
    Integer c = 3;  
    Integer d = 3;  
    Integer e = 321;  
    Integer f = 321;  
    Long g = 3L;  
    System.out.println(c==d);  
    System.out.println(e==f);  
    System.out.println(c==(a+b));  
    System.out.println(c.equals(a+b));  
    System.out.println(g==(a+b));  
    System.out.println(g.equals(a+b));  
}
```

考察知识点:Integer缓存,equals和==
字符串:

```
public static void main(String[] args) {  
    String str1 = new StringBuilder("计算机").append("软件").toString();  
    System.out.println(str1==str1.intern());  
    String str2 = new StringBuilder("ja").append("va").toString();  
    System.out.println(str2==str2.intern());  
}
```

考察知识点:1.intern的作用;2.玩

- Eden Ma 2020-03-09 10:53:52

突然理解OC中NSString等也用到了享元设计模式.

- Frank 2020-03-09 08:51:10

打卡 今天学习享元模式（下），收获进一步加深了对String类的字符串常量池的理解。在jdk中Integer和String都使用了享元模式来存储享元对象。

Integer类会存储-128~127之间的数字对应的包装类型对象，这些对象的创建时在类初始化阶段就创建好的。String类在运行时使用JVM提供的一块称之为“字符串常量池”的区域中来存储首次使用到的字符串常量，当后面再次使用到该常量时，直接去字符串常量池中取出引用使用即可。由于使用工厂来来存储享元对象，使得享元对象在JVM的根搜索算法中GC Roots可达，因此垃圾回收效果不友好。

课堂讨论题中的“并且能够做到在某个对象没有任何代码使用的时候，能被 JVM 垃圾回收机制回收掉”对垃圾回收机制理解不深，不知道有啥好办法。

- Jackey 2020-03-09 08:44:14

这节的例子可以拿来做题的题目😊

- 每天晒白牙 2020-03-09 08:41:39

新的一周开始了，坚持跟下去