30 | 线程本地存储模式：没有共享，就没有伤害

2019-05-07 王宝令

民国年间某山东省主席参加某大学校庆演讲，在篮球场看到十来个人穿着裤衩抢一个球，观之实在不雅，于是怒斥学校的总务处长贪污，并且发话：“多买几个球，一人发一个，省得你争我抢！”小时候听到这个段子只是觉得好玩，今天再来看，却别有一番滋味。为什么呢？因为其间蕴藏着解决并发问题的一个重要方法：**避免共享**。

我们曾经一遍一遍又一遍地重复，多个线程同时读写同一共享变量存在并发问题。前面两篇文章我们突破的是写，没有写操作自然没有并发问题了。其实还可以突破共享变量，没有共享变量也不会有并发问题，正所谓是**没有共享，就没有伤害**。

那如何避免共享呢？思路其实很简单，多个人争一个球总容易出矛盾，那就每个人发一个球。对应到并发编程领域，就是每个线程都拥有自己的变量，彼此之间不共享，也就没有并发问题了。

我们在《11 | Java线程（下）：为什么局部变量是线程安全的？》中提到过**线程封闭**，其本质上就是避免共享。你已经知道通过局部变量可以做到避免共享，那还有没有其他方法可以做到呢？有的，**Java语言提供的线程本地存储（ThreadLocal）就能够做到**。下面我们先看看ThreadLocal到底该如何使用。

ThreadLocal的使用方法

下面这个静态类ThreadId会为每个线程分配一个唯一的线程Id，如果**一个线程**前后两次调用ThreadId的get()方法，两次get()方法的返回值是相同的。但如果是**两个线程**分别调用ThreadId

的get()方法，那么两个线程看到的get()方法的返回值是不同的。若你是初次接触ThreadLocal，可能会觉得奇怪，为什么相同线程调用get()方法结果就相同，而不同线程调用get()方法结果就不同呢？

```
static class ThreadId {
  static final AtomicLong
  nextId=new AtomicLong(0);
  //定义ThreadLocal变量
  static final ThreadLocal<Long>
  tl=ThreadLocal.withInitial(
    ()->nextId.getAndIncrement());
  //此方法会为每个线程分配一个唯一的Id
  static long get(){
    return tl.get();
  }
}
```

能有这个奇怪的结果，都是ThreadLocal的杰作，不过在详细解释ThreadLocal的工作原理之前，我们再看一个实际工作中可能遇到的例子来加深一下对ThreadLocal的理解。你可能知道SimpleDateFormat不是线程安全的，那如果需要在并发场景下使用它，你该怎么办呢？

其实有一个办法就是用ThreadLocal来解决，下面的示例代码就是ThreadLocal解决方案的具体实现，这段代码与前面ThreadId的代码高度相似，同样地，不同线程调用SafeDateFormat的get()方法将返回不同的SimpleDateFormat对象实例，由于不同线程并不共享SimpleDateFormat，所以就像局部变量一样，是线程安全的。

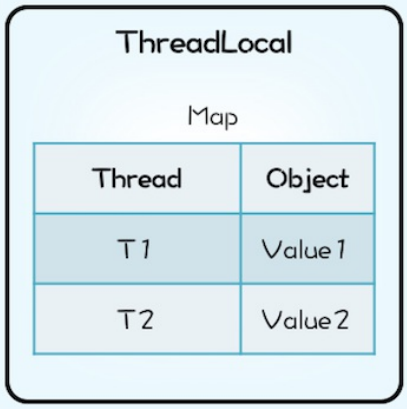
```
static class SafeDateFormat {
  //定义ThreadLocal变量
  static final ThreadLocal<DateFormat>
  tl=ThreadLocal.withInitial(
    ()-> new SimpleDateFormat(
      "yyyy-MM-dd HH:mm:ss"));

  static DateFormat get(){
    return tl.get();
  }
}
//不同线程执行下面代码
//返回的df是不同的
DateFormat df =
  SafeDateFormat.get();
```

通过上面两个例子，相信你对ThreadLocal的用法以及应用场景都了解了，下面我们就来详细解释ThreadLocal的工作原理。

ThreadLocal的工作原理

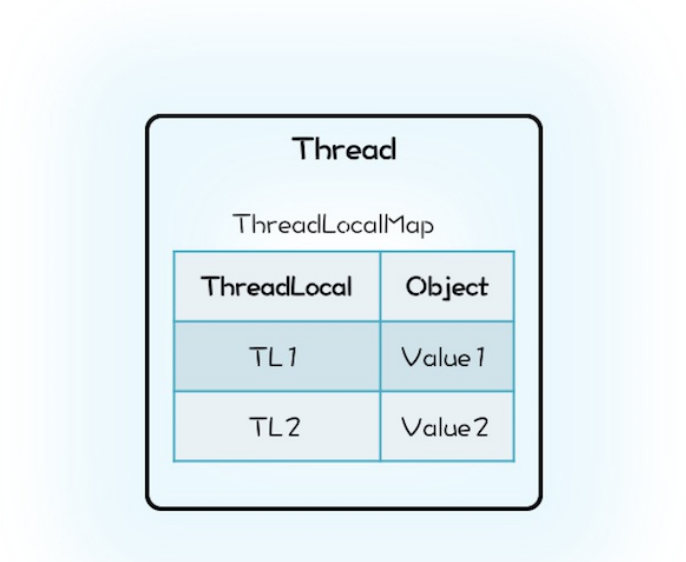
在解释ThreadLocal的工作原理之前， 你先自己想想：如果让你来实现ThreadLocal的功能，你会怎么设计呢？ThreadLocal的目标是让不同的线程有不同的变量V，那最直接的方法就是创建一个Map，它的Key是线程，Value是每个线程拥有的变量V，ThreadLocal内部持有这样的一个Map就可以了。你可以参考下面的示意图和示例代码来理解。



ThreadLocal持有Map的示意图

```
class MyThreadLocal<T> {
  Map<Thread, T> locals =
    new ConcurrentHashMap<>();
  //获取线程变量
  T get() {
    return locals.get(
      Thread.currentThread());
  }
  //设置线程变量
  void set(T t) {
    locals.put(
      Thread.currentThread(), t);
  }
}
```

那Java的ThreadLocal是这么实现的吗？这一次我们的设计思路和Java的实现差异很大。Java的实现里面也有一个Map，叫做ThreadLocalMap，不过持有ThreadLocalMap的不是ThreadLocal，而是Thread。Thread这个类内部有一个私有属性threadLocals，其类型就是ThreadLocalMap，ThreadLocalMap的Key是ThreadLocal。你可以结合下面的示意图和精简之后的Java实现代码来理解。



Thread持有ThreadLocalMap的示意图

```
class Thread {
  //内部持有ThreadLocalMap
  ThreadLocal.ThreadLocalMap
    threadLocals;
}
class ThreadLocal<T>{
  public T get() {
    //首先获取线程持有的
    //ThreadLocalMap
    ThreadLocalMap map =
      Thread.currentThread()
        .threadLocals;
    //在ThreadLocalMap中
    //查找变量
    Entry e =
      map.getEntry(this);
    return e.value;
  }
  static class ThreadLocalMap{
    //内部是数组而不是Map
    Entry[] table;
    //根据ThreadLocal查找Entry
    Entry getEntry(ThreadLocal key){
      //省略查找逻辑
    }
    //Entry定义
    static class Entry extends
    WeakReference<ThreadLocal>{
      Object value;
    }
  }
}
```

初看上去，我们的设计方案和Java的实现仅仅是Map的持有方不同而已，我们的设计里面Map属于ThreadLocal，而Java的实现里面ThreadLocalMap则是属于Thread。这两种方式哪种更合理呢？很显然Java的实现更合理一些。在Java的实现方案里面，ThreadLocal仅仅是一个代理工具

类，内部并不持有任何与线程相关的数据，所有和线程相关的数据都存储在Thread里面，这样的设计容易理解。而从数据的亲缘性上来讲，ThreadLocalMap属于Thread也更加合理。

当然还有一个更加深层次的原因，那就是**不容易产生内存泄露**。在我们的设计方案中，ThreadLocal持有的Map会持有Thread对象的引用，这就意味着，只要ThreadLocal对象存在，那么Map中的Thread对象就永远不会被回收。ThreadLocal的生命周期往往都比线程要长，所以这种设计方案很容易导致内存泄露。而Java的实现中Thread持有ThreadLocalMap，而且ThreadLocalMap里对ThreadLocal的引用还是弱引用（WeakReference），所以只要Thread对象可以被回收，那么ThreadLocalMap就能被回收。Java的这种实现方案虽然看上去复杂一些，但是更加安全。

Java的ThreadLocal实现应该称得上深思熟虑了，不过即便如此深思熟虑，还是不能百分百地让程序员避免内存泄露，例如在线程池中使用ThreadLocal，如果不谨慎就可能导致内存泄露。

ThreadLocal与内存泄露

在线程池中使用ThreadLocal为什么可能导致内存泄露呢？原因就出在线程池中线程的存活时间太长，往往都是和程序同生共死的，这就意味着Thread持有的ThreadLocalMap一直都不会被回收，再加上ThreadLocalMap中的Entry对ThreadLocal是弱引用（WeakReference），所以只要ThreadLocal结束了自己的生命周期是可以被回收掉的。但是Entry中的Value却是被Entry强引用的，所以即便Value的生命周期结束了，Value也是无法被回收的，从而导致内存泄露。

那在线程池中，我们该如何正确使用ThreadLocal呢？其实很简单，既然JVM不能做到自动释放对Value的强引用，那我们手动释放就可以了。如何能做到手动释放呢？估计你马上想到**try{}finally{}方案**了，这个简直就是**手动释放资源的利器**。示例的代码如下，你可以参考学习。

```
ExecutorService es;
ThreadLocal tl;
es.execute(()->{
  //ThreadLocal增加变量
  tl.set(obj);
  try {
    // 省略业务逻辑代码
  }finally {
    //手动清理ThreadLocal
    tl.remove();
  }
});
```

InheritableThreadLocal与继承性

通过ThreadLocal创建的线程变量，其子线程是无法继承的。也就是说你在线程中通过ThreadLocal创建了线程变量V，而后该线程创建了子线程，你在子线程中是无法通过ThreadLocal来访问父线程的线程变量V的。

如果你需要子线程继承父线程的线程变量，那该怎么办呢？其实很简单，Java提供了InheritableThreadLocal来支持这种特性，InheritableThreadLocal是ThreadLocal子类，所以用法和ThreadLocal相同，这里就不多介绍了。

不过，我完全不建议你在线程池中使用InheritableThreadLocal，不仅仅是因为它具有ThreadLocal相同的缺点——可能导致内存泄露，更重要的原因是：线程池中线程的创建是动态的，很容易导致继承关系错乱，如果你的业务逻辑依赖InheritableThreadLocal，那么很可能导致业务逻辑计算错误，而这个错误往往比内存泄露更要命。

总结

线程本地存储模式本质上是一种避免共享的方案，由于没有共享，所以自然也就没有并发问题。如果你需要在并发场景中使用一个线程不安全的工具类，最简单的方案就是避免共享。避免共享有两种方案，一种方案是将这个工具类作为局部变量使用，另外一种方案就是线程本地存储模式。这两种方案，局部变量方案的缺点是在高并发场景下会频繁创建对象，而线程本地存储方案，每个线程只需要创建一个工具类的实例，所以不存在频繁创建对象的问题。

线程本地存储模式是解决并发问题的常用方案，所以Java SDK也提供了相应的实现：ThreadLocal。通过上面我们的分析，你应该能体会到Java SDK的实现已经是深思熟虑了，不过即便如此，仍不能尽善尽美，例如在线程池中使用ThreadLocal仍可能导致内存泄漏，所以使用ThreadLocal还是需要你打起精神，足够谨慎。

课后思考

实际工作中，有很多平台型的技术方案都是采用ThreadLocal来传递一些上下文信息，例如Spring使用ThreadLocal来传递事务信息。我们曾经说过，异步编程已经很成熟了，那你觉得在异步场景中，是否可以使用Spring的事务管理器呢？

欢迎在留言区与我分享你的想法，也欢迎你在留言区记录你的思考过程。感谢阅读，如果你觉得这篇文章对你有帮助的话，也欢迎把它分享给更多的朋友。

精选留言

右耳听海

9

有个疑问请教老师，避免共享变量的两种解决方案，在高并发情况下，使用局部变量会频繁创建对象，使用threadlocal也是针对线程创建新变量，都是针对线程维度，threadlocal并未体现出什么优势，为什么还要用threadlocal

2019-05-07

作者回复

threadlocal=线程数，局部变量=调用量，差距太大了

2019-05-20

QQ怪

6

上面有些同学说多线程是simpledateformat会打印出一样名称的对象，我刚刚也试了下，的确可以复现，但其实是simpledateformat对象的toString()方法搞得鬼，该类是继承object类的tostring方法，如下有个hashcode()方法，但该类重写了hashcode方法，在追溯到hashcode方法，pattern.hashcode(),pattern就是我们的yyyy-MM-dd,这个是一直保持不变的，现在终于真相大白了

2019-05-07

作者回复

感谢回复！！！！

2019-05-12

晓杰

5

不可以，因为ThreadLocal内的变量是线程级别的，而异步编程意味着线程不同，不同线程的变量不可以共享

2019-05-07

作者回复

[]

2019-05-20

linqw 3

自己写了下对ThreadLocal的源码分析https://juejin.im/post/5ce7e0596fb9a07ee742ba79，感兴趣的可以看下哦，老师也帮忙看下哦

2019-05-25

作者回复

有心[]

2019-05-25

承香墨影 1

老师您好，有个问题想请教。
在线程池中使用 ThreadLocal，您给的解决方案是，使用后手动释放。
那这样和使用线程的局部变量有什么区别？每次线程执行的时候都去创建对象并存储在 ThreadLocal 中，用完就释放掉了，下次执行依然需要重新创建，并存入 ThreadLocalMap 中，这样并没有解决局部变量频繁创建对象的问题。

2019-05-22

作者回复

这种用法一般是为了在一个线程里传递全局参数，也叫上下文信息，局部变量不能跨方法，这个用法不是用来解决局部变量重复创建的

2019-05-22

ddup 1

System.identityHashCode(dateFormat)); 这个来打印内存地址。

2019-05-16

刘晓林 1

getEntry(): 0x61c88647，解决hash碰撞的一个神奇的数

2019-05-11

QQ怪 1

扩展:可以打断点进ThreadLocal的getmap方法里面可以直接看到slf对象是不同的

2019-05-07

晓杰 1

请问一下老师，我刚刚对simpledateformat加threadlocal，但是不同线程得到的simpledateformat对象是一样的，代码如下：
public class Tool {

```
public static void main(String[] args) throws Exception{
System.out.println(SafeDateFormat.get());
System.out.println(Thread.currentThread().getName());
new Thread(new Runnable() {
@Override
public void run() {
System.out.println(Thread.currentThread().getName());
System.out.println(SafeDateFormat.get());
}
}).start();

}

static class SafeDateFormat{
static final ThreadLocal<SimpleDateFormat> sdf =
ThreadLocal.withInitial(()->new SimpleDateFormat("yyyy-MM-dd HH:mm:ss"));
static SimpleDateFormat get(){
return sdf.get();
}
}
}
```

请问存在什么问题

2019-05-07

作者回复

有同学已经找到原因了，是tostring的锅

2019-05-21

vic 1

想问一下如果gc发生在对threadLocal的 set和get操作之间，get的时候value对应的key已经被gc了，不是拿不到我之前放进threadLocal的对象了吗？这样对业务不会有问题吗？

2019-05-07

峰 1

java实现异步的方式基本上就是多线程了，而threadlocal是线程封闭的，不能在线程之间共享，就谈不上全局的事务管理了。

2019-05-07

张三 1

这节的ThreadLocal，我记得15年刚开始工作的时候，工作中有一个需要动态切换数据源的需求，Spring+Hibernate框架，当时通过百度查到用ThreadLocal，使用AOP在进入service层之前来切换数据源。正好跟这里文章说的Spring使用ThreadLocal来传递事物信息意思一样吧。

2019-05-07

张三 1

打卡！我认为不行吧，文末提到ThreadLocal创建的线程变量子线程无法继承了。

2019-05-07

GEEKBANG_6638780 0

@vic

想问一下如果gc发生在对threadLocal的 set和get操作之间，get的时候value对应的key已经被gc了，不是拿不到我之前放进threadLocal的对象了吗？这样对业务不会有问题吗？

是的，一般建议threadlocal采用static修饰，而且遵循try finally编程

2019-06-12

盐多必失 0

某山东省主席..... 宝令小哥哥这加密算法做得太好了，^_^

2019-06-09

作者回复

大智若愚，谁说的清呢，一起鄙视那些不加密的吧

2019-06-10

易儿易 0

老师，写demo的时候发现，threadlocalmap中始终会有两个陌生的entry，value是两个软引，分别是StringDecoder和StringEncoder，为什么会有这两个东西呢？这里指定的GBK是用来指明线程所有上下文文本编码格式的吗？

2019-05-24

看不到de颜色 0

异步编程应该慎用ThreadLocal。因为不再是同一个线程执行，所以获取不到原本想获取的数据

2019-05-19

张三 0

期待老师解答这里的思考题。

2019-05-17

Zach_ 0

异步场景中，被调用方可以自己用spring的事事务来管理吧？

2019-05-14

_light 0

老师，你好

阿里有一个TransmittableThreadLocal据说是支持线程池线程复用的继承了InheritableThreadLocal类的东西，我试了下确实可以，他可以在线程池线程执行时拿到正确的父类本地变量，其实也不是父类，就是初始化赋值TransmittableThreadLocal的那个线程的数据，因为我们的线程池一般都是静态全局的，谁是父类都说不清楚。感觉这个好强大啊，他包装了线程池，看了好几次源码都没啃下来，实在是好奇怎么实现的，老师有空可以帮我们分析下不啦

2019-05-09

作者回复

我也没看过，最近太忙了

2019-05-09