

30-线程本地存储模式：没有共享，就没有伤害

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"));

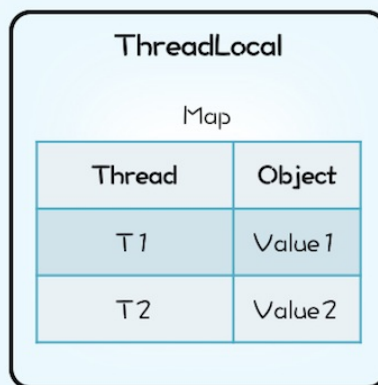
    static DateFormat get(){
        return tl.get();
    }
}
//不同线程执行下面代码
//返回的df是不同的
DateFormat df =
    SafeDateFormat.get();

```

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

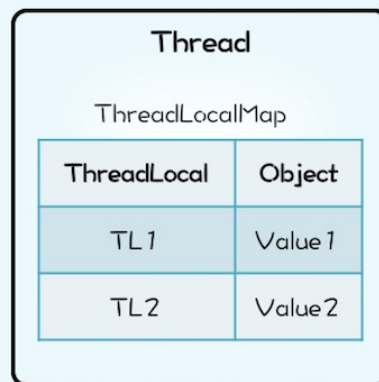
```

```

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。

Java 并发编程实战

全面系统提升你的并发编程能力

王宝令

资深架构师



新版升级：点击「 请朋友读」，20位好友免费读，邀请订阅更有**现金**奖励。

精选留言：

- 张三 2019-05-07 07:43:26
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。