

## 48 | 代理模式：代理在RPC、缓存、监控等场景中的应用

王争 · 设计模式之美



前面几节，我们学习了设计模式中的创建型模式。创建型模式主要解决对象的创建问题，封装复杂的创建过程，解耦对象的创建代码和使用代码。

其中，单例模式用来创建全局唯一的对象。工厂模式用来创建不同但是相关类型的对象（继承同一父类或者接口的一组子类），由给定的参数来决定创建哪种类型的对象。建造者模式是用来创建复杂对象，可以通过设置不同的可选参数，“定制化”地创建不同的对象。原型模式针对创建成本比较大的对象，利用对已有对象进行复制的方式进行创建，以达到节省创建时间的目的。

从今天起，我们开始学习另外一种类型的设计模式：结构型模式。结构型模式主要总结了一些类或对象组合在一起的经典结构，这些经典的结构可以解决特定应用场景的问题。结构型模式包括：代理模式、桥接模式、装饰器模式、适配器模式、门面模式、组合模式、享元模式。今天我们要讲其中的代理模式。它也是在实际开发中经常被用到的一种设计模式。

话不多说，让我们正式开始今天的学习吧！

## 代理模式的原理解析

**代理模式**（Proxy Design Pattern）的原理和代码实现都不难掌握。它在不改变原始类（或叫被代理类）代码的情况下，通过引入代理类来给原始类附加功能。我们通过一个简单的例子来解释一下这段话。


这个例子来自我们在第 25、26、39、40 节中讲的性能计数器。当时我们开发了一个 MetricsCollector 类，用来收集接口请求的原始数据，比如访问时间、处理时长等。在业务系统中，我们采用如下方式来使用这个 MetricsCollector 类：

 复制代码

```
1 public class UserController {
2     //...省略其他属性和方法...
3     private MetricsCollector metricsCollector; // 依赖注入
4
5     public UserVo login(String telephone, String password) {
6         long startTimestamp = System.currentTimeMillis();
7
8         // ... 省略login逻辑...
9
10        long endTimeStamp = System.currentTimeMillis();
11        long responseTime = endTimeStamp - startTimestamp;
12        RequestInfo requestInfo = new RequestInfo("login", responseTime, startTimestamp);
13        metricsCollector.recordRequest(requestInfo);
14
15        //...返回UserVo数据...
16    }
17
18    public UserVo register(String telephone, String password) {
19        long startTimestamp = System.currentTimeMillis();
20
21        // ... 省略register逻辑...
22
23        long endTimeStamp = System.currentTimeMillis();
24        long responseTime = endTimeStamp - startTimestamp;
25        RequestInfo requestInfo = new RequestInfo("register", responseTime, startTimestamp);
26        metricsCollector.recordRequest(requestInfo);
27
28        //...返回UserVo数据...
29    }
30 }
```

很明显，上面的写法有两个问题。第一，性能计数器框架代码侵入到业务代码中，跟业务代码高度耦合。如果未来需要替换这个框架，那替换的成本会比较大。第二，收集接口请求的代码跟业务代码无关，本就不应该放到一个类中。业务类最好职责更加单一，只聚焦业务处理。

为了将框架代码和业务代码解耦，代理模式就派上用场了。代理类 `UserControllerProxy` 和原始类 `UserController` 实现相同的接口 `IUserController`。`UserController` 类只负责业务功能。代理类 `UserControllerProxy` 负责在业务代码执行前后附加其他逻辑代码，并通过委托的方式调用原始类来执行业务代码。具体的代码实现如下所示：

 复制代码

```
1 public interface IUserController {
2     UserVo login(String telephone, String password);
3     UserVo register(String telephone, String password);
4 }
5
6 public class UserController implements IUserController {
7     //...省略其他属性和方法...
8
9     @Override
10    public UserVo login(String telephone, String password) {
11        //...省略login逻辑...
12        //...返回UserVo数据...
13    }
14
15    @Override
16    public UserVo register(String telephone, String password) {
17        //...省略register逻辑...
18        //...返回UserVo数据...
19    }
20 }
21
22 public class UserControllerProxy implements IUserController {
23     private MetricsCollector metricsCollector;
24     private UserController userController;
25
26     public UserControllerProxy(UserController userController) {
27         this.userController = userController;
28         this.metricsCollector = new MetricsCollector();
29     }
30
31     @Override
32     public UserVo login(String telephone, String password) {
33         long startTimeStamp = System.currentTimeMillis();
34
```

```

35     // 委托
36     UserVo userVo = userController.login(telephone, password);
37
38     long endTimeStamp = System.currentTimeMillis();
39     long responseTime = endTimeStamp - startTimestamp;
40     RequestInfo requestInfo = new RequestInfo("login", responseTime, startTimestamp);
41     metricsCollector.recordRequest(requestInfo);
42
43     return userVo;
44 }
45
46 @Override
47 public UserVo register(String telephone, String password) {
48     long startTimestamp = System.currentTimeMillis();
49
50     UserVo userVo = userController.register(telephone, password);
51
52     long endTimeStamp = System.currentTimeMillis();
53     long responseTime = endTimeStamp - startTimestamp;
54     RequestInfo requestInfo = new RequestInfo("register", responseTime, startTimestamp);
55     metricsCollector.recordRequest(requestInfo);
56
57     return userVo;
58 }
59 }
60
61 //UserControllerProxy使用举例
62 //因为原始类和代理类实现相同的接口，是基于接口而非实现编程
63 //将UserController类对象替换为UserControllerProxy类对象，不需要改动太多代码
64 IUserController userController = new UserControllerProxy(new UserController());

```

参照基于接口而非实现编程的设计思想，将原始类对象替换为代理类对象的时候，为了让代码改动尽量少，在刚刚的代理模式的代码实现中，代理类和原始类需要实现相同的接口。但是，如果原始类并没有定义接口，并且原始类代码并不是我们开发维护的（比如它来自一个第三方的类库），我们也没办法直接修改原始类，给它重新定义一个接口。在这种情况下，我们该如何实现代理模式呢？

对于这种外部类的扩展，我们一般都是采用继承的方式。这里也不例外。我们让代理类继承原始类，然后扩展附加功能。原理很简单，不需要过多解释，你直接看代码就能明白。具体代码如下所示：

```

1 public class UserControllerProxy extends UserController {
2     private MetricsCollector metricsCollector;
3
4     public UserControllerProxy() {
5         this.metricsCollector = new MetricsCollector();
6     }
7
8     public UserVo login(String telephone, String password) {
9         long startTimeStamp = System.currentTimeMillis();
10
11         UserVo userVo = super.login(telephone, password);
12
13         long endTimeStamp = System.currentTimeMillis();
14         long responseTime = endTimeStamp - startTimeStamp;
15         RequestInfo requestInfo = new RequestInfo("login", responseTime, startTimeStamp);
16         metricsCollector.recordRequest(requestInfo);
17
18         return userVo;
19     }
20
21     public UserVo register(String telephone, String password) {
22         long startTimeStamp = System.currentTimeMillis();
23
24         UserVo userVo = super.register(telephone, password);
25
26         long endTimeStamp = System.currentTimeMillis();
27         long responseTime = endTimeStamp - startTimeStamp;
28         RequestInfo requestInfo = new RequestInfo("register", responseTime, startTimeStamp);
29         metricsCollector.recordRequest(requestInfo);
30
31         return userVo;
32     }
33 }
34 //UserControllerProxy使用举例
35 UserController userController = new UserControllerProxy();

```


## 动态代理的原理解析

不过，刚刚的代码实现还是有点问题。一方面，我们需要在代理类中，将原始类中的所有的方法，都重新实现一遍，并且为每个方法都附加相似的代码逻辑。另一方面，如果要添加的附加功能的类不止一个，我们需要针对每个类都创建一个代理类。

如果有 50 个要添加附加功能的原始类，那我们就要创建 50 个对应的代理类。这会导致项目中类的个数成倍增加，增加了代码维护成本。并且，每个代理类中的代码都有点像模板式的“重复”代码，也增加了不必要的开发成本。那这个问题怎么解决呢？

我们可以使用动态代理来解决这个问题。所谓**动态代理**（Dynamic Proxy），就是我们不事先为每个原始类编写代理类，而是在运行的时候，动态地创建原始类对应的代理类，然后在系统中用代理类替换掉原始类。那如何实现动态代理呢？

如果你熟悉的是 Java 语言，实现动态代理就是件很简单的事情。因为 Java 语言本身就已经提供了动态代理的语法（实际上，动态代理底层依赖的就是 Java 的反射语法）。我们来看一下，如何用 Java 的动态代理来实现刚刚的功能。具体的代码如下所示。其中，MetricsCollectorProxy 作为一个动态代理类，动态地给每个需要收集接口请求信息的类创建代理类。

 复制代码

```
1 public class MetricsCollectorProxy {
2     private MetricsCollector metricsCollector;
3
4     public MetricsCollectorProxy() {
5         this.metricsCollector = new MetricsCollector();
6     }
7
8     public Object createProxy(Object proxiedObject) {
9         Class<?>[] interfaces = proxiedObject.getClass().getInterfaces();
10        DynamicProxyHandler handler = new DynamicProxyHandler(proxiedObject);
11        return Proxy.newProxyInstance(proxiedObject.getClass().getClassLoader(), inte
12    }
13
14    private class DynamicProxyHandler implements InvocationHandler {
15        private Object proxiedObject;
16
17        public DynamicProxyHandler(Object proxiedObject) {
18            this.proxiedObject = proxiedObject;
19        }
20
21        @Override
22        public Object invoke(Object proxy, Method method, Object[] args) throws Thrown
23            long startTimestamp = System.currentTimeMillis();
24            Object result = method.invoke(proxiedObject, args);
25            long endTimestamp = System.currentTimeMillis();
26            long responseTime = endTimestamp - startTimestamp;
```



```
27     String apiName = proxiedObject.getClass().getName() + ":" + method.getName(  
28     RequestInfo requestInfo = new RequestInfo(apiName, responseTime, startTimes  
29     metricsCollector.recordRequest(requestInfo);  
30     return result;  
31 }  
32 }  
33 }  
34  
35 //MetricsCollectorProxy使用举例  
36 MetricsCollectorProxy proxy = new MetricsCollectorProxy();  
37 IUserController userController = (IUserController) proxy.createProxy(new UserCont
```

实际上，Spring AOP 底层的实现原理就是基于动态代理。用户 配置好需要给哪些类创建代理，并定义好在执行原始类的业务代码前后执行哪些附加功能。Spring 为这些类创建动态代理对象，并在 JVM 中替代原始类对象。原本在代码中执行的原始类的方法，被换作执行代理类的方法，也就实现了给原始类添加附加功能的目的。

## 代理模式的应用场景

代理模式的应用场景非常多，我这里列举一些比较常见的用法，希望你能举一反三地应用在你的项目开发中。

### 1. 业务系统的非功能性需求开发

代理模式最常用的一个应用场景就是，在业务系统中开发一些非功能性需求，比如：监控、统计、鉴权、限流、事务、幂等、日志。我们将这些附加功能与业务功能解耦，放到代理类中统一处理，让程序员只需要关注业务方面的开发。实际上，前面举的搜集接口请求信息的例子，就是这个应用场景的一个典型例子。

如果你熟悉 Java 语言和 Spring 开发框架，这部分工作都是可以在 Spring AOP 切面中完成的。前面我们也提到，Spring AOP 底层的实现原理就是基于动态代理。

### 2. 代理模式在 RPC、缓存中的应用

实际上，RPC 框架也可以看作一种代理模式，GoF 的《设计模式》一书中把它称作远程代理。通过远程代理，将网络通信、数据编解码等细节隐藏起来。客户端在使用 RPC 服务的时

候，就像使用本地函数一样，无需了解跟服务器交互的细节。除此之外，RPC 服务的开发者也只需要开发业务逻辑，就像开发本地使用的函数一样，不需要关注跟客户端的交互细节。

关于远程代理的代码示例，我自己实现了一个简单的 RPC 框架 Demo，放到了 GitHub 中，你可以点击这里的 [🔗 链接](#) 查看。

**我们再来看代理模式在缓存中的应用。**假设我们要开发一个接口请求的缓存功能，对于某些接口请求，如果入参相同，在设定的过期时间内，直接返回缓存结果，而不用重新进行逻辑处理。比如，针对获取用户个人信息的需求，我们可以开发两个接口，一个支持缓存，一个支持实时查询。对于需要实时数据的需求，我们让其调用实时查询接口，对于不需要实时数据的需求，我们让其调用支持缓存的接口。那如何实现接口请求的缓存功能呢？

最简单的实现方法就是刚刚我们讲到的，给每个需要支持缓存的查询需求都开发两个不同的接口，一个支持缓存，一个支持实时查询。但是，这样做显然增加了开发成本，而且会让代码看起来非常臃肿（接口个数成倍增加），也不方便缓存接口的集中管理（增加、删除缓存接口）、集中配置（比如配置每个接口缓存过期时间）。

针对这些问题，代理模式就能派上用场了，确切地说，应该是动态代理。如果是基于 Spring 框架来开发的话，那就可以在 AOP 切面中完成接口缓存的功能。在应用启动的时候，我们从配置文件中加载需要支持缓存的接口，以及相应的缓存策略（比如过期时间）等。当请求到来的时候，我们在 AOP 切面中拦截请求，如果请求中带有支持缓存的字段（比如 `http://...?..&cached=true`），我们便从缓存（内存缓存或者 Redis 缓存等）中获取数据直接返回。

## 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，你需要掌握的重点内容。

### 1. 代理模式的原理与实现

在不改变原始类（或叫被代理类）的情况下，通过引入代理类来给原始类附加功能。一般情况下，我们让代理类和原始类实现同样的接口。但是，如果原始类并没有定义接口，并且原始类



代码并不是我们开发维护的。在这种情况下，我们可以通过让代理类继承原始类的方法来实现代理模式。

## 2. 动态代理的原理与实现

静态代理需要针对每个类都创建一个代理类，并且每个代理类中的代码都有点像模板式的“重复”代码，增加了维护成本和开发成本。对于静态代理存在的问题，我们可以通过动态代理来解决。我们不事先为每个原始类编写代理类，而是在运行的时候动态地创建原始类对应的代理类，然后在系统中用代理类替换掉原始类。

## 3. 代理模式的应用场景

代理模式常用在业务系统中开发一些非功能性需求，比如：监控、统计、鉴权、限流、事务、幂等、日志。我们将这些附加功能与业务功能解耦，放到代理类统一处理，让程序员只需要关注业务方面的开发。除此之外，代理模式还可以用在 RPC、缓存等应用场景中。

## 课堂讨论

1. 除了 Java 语言之外，在你熟悉的其他语言中，如何实现动态代理呢？
2. 我们今天讲了两种代理模式的实现方法，一种是基于组合，一种基于继承，请对比一下两者的优缺点。

欢迎留言和我分享你的思考，如果有收获，也欢迎你把这篇文章分享给你的朋友。

### AI智能总结

代理模式是一种常见的设计模式，通过引入代理类给原始类附加功能，而不改变原始类的代码。文章首先介绍了代理模式的原理和代码实现，以性能计数器为例，展示了如何使用代理模式解耦业务代码和框架代码。接着讲解了动态代理的原理，通过动态代理可以在运行时动态地创建原始类对应的代理类，从而避免为每个原始类编写代理类的繁琐工作。最后，文章列举了代理模式的应用场景，包括RPC、缓存、监控等多个领域。代理模式常用于业务系统中开发非功能性需求，如监控、统计、鉴权、限流、事务、幂等、日志，将这些附加功能与业务功能解耦，放到代理类中统一处理，让程序员只需关注业务方面的开发。此外，代理模式还可以应用于RPC、缓存等场景。文章内容详实，适合读者快速了解代理模式的概念及其应用。

## 全部留言 (107)

最新 精选



Kevin

2020-06-02

基于继承的静态代理实现的demo中稍微有些瑕疵。

login() 和register() 方法应该直接调用super.login() 和 super.register() ,然后再super前后插入额外的代码 。这样更像在代理，而不是在继承修改父类。给争哥提个不成熟的小建议。

作者回复: 我看看，多谢！



👍 2



海贼王

2020-11-28

文章很有实用性，对于拓展思路很有帮助

作者回复: 嗯嗯 多谢~！



成长型思维

2020-11-18

代理模式也叫中介模式吗

作者回复: 不是，两个不同的模式



小兵

2020-02-23

组合模式的优点在于更加灵活，对于接口的所有子类都可以代理，缺点在于不需要扩展的方法也需要进行代理。

继承模式的优点在于只需要针对需要扩展的方法进行代理，缺点在于只能针对单一父类进行代理。



,

2020-02-21

java中,动态代理的实现基于字节码生成技术(代码里就是newProxyInstance片段),可以在jvm运行时动态生成和加载字节码,类似的技术还有asm,cglib,javassist,平时编译java用的javac命令就是字节码生成技术的"老祖宗"

java中用到字节码生成技术的还有JSP编译器.AOP框架,反射等等

深入理解java虚拟机第三版里对动态代理的描述:

动态代理中所说的"动态",是针对使用Java代码实际编写了代理类的"静态"代理而言的,它的优势不在于省去了编写代理类那一点编码工作量,而是实现了可以在原始类和接口还未知的时候,就确定了代理类的行为,当代理类与原始类脱离直接联系后,就可以很灵活的重用于不同的应用场景之中

**trier**

2020-04-11

粗略“翻译”至PHP，中间省略了很多关键的判断，主要是想知道有多少PHPPer在看。

```
interface IUserController
```

```
{  
    public function login(String $telephone, String $password);  
    public function register(String $telephone, String $password);  
}
```

```
class UserController implements IUserController
```

```
{  
    public function login(String $telephone, String $password)  
    {  
        echo 'is Login' . PHP_EOL;  
    }  
  
    public function register(String $telephone, String $password)  
    {  
  
    }  
}
```

```
class MetricsCollector
```

```
{  
    public function recordRequest($requestInfo)  
    {  
    }  
}
```

```
class RequestInfo
```

```
{  
    public function __construct($apiName, $responseTime, $startTimestamp)  
    {  
    }  
}
```

```
class MetricsCollectorProxy
```

```
{  
    private $proxiedObject;  
  
    private $metricsCollector;  
  
    public function __construct(MetricsCollector $metricsCollector)  
    {  
        $this->metricsCollector = $metricsCollector;  
    }  
  
    public function createProxy(object $object)  
    {  
        $this->proxiedObject = $object;  
        return $this;  
    }  
  
    public function __call($method, $arguments)  
    {  
        $ref = new ReflectionClass($this->proxiedObject);  
        if (!$ref->hasMethod($method))  
            throw new Exception("method not existed");  
    }  
}
```

```

    $method = $ref->getMethod($method);
    $startTimestamp = time();
    $userVo = $this->callMethod($method, $arguments);
    $endTimeStamp = time();
    $responseTime = $endTimeStamp - $startTimestamp;
    $requestInfo = new RequestInfo("login", $responseTime, $startTimestamp);
    $this->metricsCollector->recordRequest($requestInfo);

    return $userVo;
}

```

```

private function callMethod(\ReflectionMethod $method, $arguments)
{
    //前置判断省略
    $method->invokeArgs($this->proxiedObject, $arguments);
}
}

```

```

$proxy = new MetricsCollectorProxy(new MetricsCollector);
$userController = $proxy->createProxy(new UserController);
$userController->login(13800138000, 'pwd');

```

共 7 条评论 >

👍 32



LJK

2020-02-21

是时候展示我动态语言Python的彪悍了，通过\_\_getattr\_\_和闭包的配合实现，其中有个注意点就是在获取target时不能使用self.target，不然会递归调用self.\_\_getattr\_\_导致堆栈溢出：

```

class RealClass(object):
    def realFunc(self, s):
        print(f"Real func is coming {s}")

```

```

class DynamicProxy(object):
    def __init__(self, target):

```

```
self.target = target
```

```
def __getattr__(self, name):  
    target = object.__getattr__(self, "target")  
    attr = object.__getattr__(target, name)
```

```
def newAttr(*args, **kwargs):  
    print("Before Calling Func")  
    res = attr(*args, **kwargs)  
    print("After Calling Func")  
    return res  
return newAttr
```

共 5 条评论 >

👍 28



迷羊

2020-02-22

Java中的动态代理原理就是运行的时候通过asm在内存中生成一份字节码，而这个字节码就是代理类的字节码，通过System.getProperties().put("sun.misc.ProxyGenerator.saveGeneratedFiles", "true");设置可以保存这份字节码，反编译后看下其源码就知道Java中的动态代理是什么原理了。



👍 26



辣么大

2020-02-25

感谢争哥，今天终于学会了“动态代理”

还是要动手试试，代码在这 <https://bit.ly/37UqLNf>

学有余力的小伙伴，附上一些资料吧：

<https://docs.oracle.com/javase/8/docs/technotes/guides/reflection/proxy.html>

<https://www.baeldung.com/java-dynamic-proxies>

共 3 条评论 >

👍 17



不似旧日

2020-02-24

笔记：

– 什么是代理模式：它在不改变原始类（或叫被代理类）代码的情况下，通过引入代理类来给



原始类附加功能。

– 代理模式得实现：

– 静态代理

1. 实现被代理对象口： 要求被代理类和代理类同时实现相应的一套接口，通过代理类调用重写接口的方法，实际上调用的是原始对象的同样的方法。

2. 继承被代理对象：代理类继承原始类，然后扩展附加功能。

– 动态代理： 在运行的时候，动态地创建原始类对应的代理类，然后在系统中用代理类替换掉原始类。

1. jdk动态代理是利用反射机制生成一个实现代理接口的匿名类，在调用具体方法前调用InvokeHandler来处理。

2. cglib动态代理是利用asm开源包，对被代理对象类的class文件加载进来，通过修改其字节码生成子类来处理。

共 2 条评论 >

 11