百知教育 — Spring系列课程 — AOP编程

第一章、静态代理设计模式

1. 为什么需要代理设计模式

1.1 问题

- 在JavaEE分层开发开发中，那个层次对于我们来讲最重要

```
DAO ---> Service --> Controller

JavaEE分层开发中，最为重要的是Service层
```

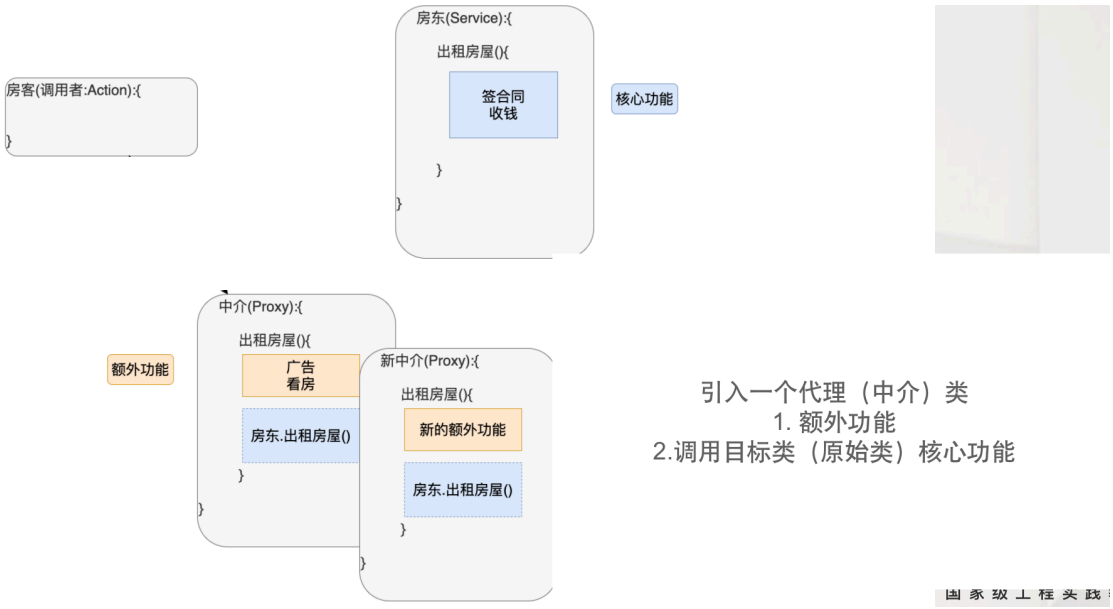
- Service层中包含了哪些代码?

```
Service层中 = 核心功能(几十行 上百代码) + 额外功能(附加功能)
1. 核心功能
    业务运算
    DAO调用
2. 额外功能
    1. 不属于业务
    2. 可有可无
    3. 代码量很小

    事务、日志、性能...

```

- 额外功能书写在Service层中好不好?

```
Service层的调用者的角度(Controller):需要在Service层书写额外功能。
                                                    软件设计者: Service层不需要额外功能

```

- 现实生活中的解决方式



2. 代理设计模式

1.1 概念

```
1  通过代理类，为原始类（目标）增加额外的功能
2  好处：利于原始类(目标)的维护
```

1.2名词解释

```
1  1．目标类  原始类
2       指的是  业务类  (核心功能  -->  业务运算  DAO调用)
3  2．目标方法，原始方法
4       目标类(原始类)中的方法  就是目标方法  (原始方法)
5  3．额外功能  (附加功能)
6       日志，事务，性能
```

1.3 代理开发的核心要素

```
代理类 = 目标类(原始类) + 额外功能 + 原始类(目标类)实现相同的接口

房东 ---> public interface UserService{
                m1
                m2
          }
          UserServiceImpl implements UserService{
                m1 ---> 业务运算 DAO 调用
                m2
          }
          UserServiceProxy implements UserService
                m1
                m2
```

1.4 编码

静态代理：为每一个原始类，手工编写一个代理类 (.java .class)

```java
public class UserServiceProxy implements UserService {
    private UserServiceImpl userService = new UserServiceImpl();

    @Override
    public void register(User user) {
        System.out.println("----log-----");
        userService.register(user);
    }

    @Override
    public boolean login(String name, String password) {
        System.out.println("----log-----");
        return userService.login(name,password);
    }
}
```

1.5 静态代理存在的问题

```
1. 静态类文件数量过多，不利于项目管理
    UserServiceImpl
UserServiceProxy
    OrderServiceImpl
OrderServiceProxy
2. 额外功能维护性差
    代理类中 额外功能修改复杂(麻烦)
```

第二章、Spring的动态代理开发

1. Spring动态代理的概念

```
概念：通过代理类为原始类(目标类)增加额外功能
好处：利于原始类(目标类)的维护
```

2. 搭建开发环境

```
<dependency>
  <groupId>org.springframework</groupId>
  <artifactId>spring-aop</artifactId>
  <version>5.1.14.RELEASE</version>
</dependency>

<dependency>
  <groupId>org.aspectj</groupId>
  <artifactId>aspectjrt</artifactId>
  <version>1.8.8</version>
</dependency>

<dependency>
  <groupId>org.aspectj</groupId>
  <artifactId>aspectjweaver</artifactId>
  <version>1.8.3</version>
```

```
17  </dependency>
18
```

3. Spring动态代理的开发步骤

1. 创建原始对象(目标对象)

```java
 public class UserServiceImpl implements UserService {
     @Override
     public void register(User user) {

      System.out.println("UserServiceImpl.register 业务运算 + DAO ");
     }

     @Override
     public boolean login(String name, String password) {

      System.out.println("UserServiceImpl.login");
          return true;
     }
 }

```

```xml
 <bean id="userService" class="com.baizhiedu.proxy.UserServiceImpl"/>
```

2. 额外功能 MethodBeforeAdvice接口

```
1  额外的功能书写在接口的实现中，运行在原始方法执行之前运行额外功能。
```

```
1  public class Before implements MethodBeforeAdvice {
2      /*
3        作用：需要把运行在原始方法执行之前运行的额外功能，书写在before方法中
4       */
5      @Override
6      public void before(Method method, Object[] args, Object target) throws Throwable {
7          System.out.println("------method before advice log--------");
8      }
9  }
```

```
1  <bean id="before" class="com.baizhiedu.dynamic.Before"/>
```

3. 定义切入点

```
切入点：额外功能加入的位置

目的：由程序员根据自己的需要，决定额外功能加入给那个原始方法
 register
 login

简单的测试：所有方法都做为切入点，都加入额外的功能。
```

```
<aop:config>
    <aop:pointcut id="pc" expression="execution(* *(..))"/>
</aop:config>
```

4. 组装 (2 3整合)

```
表达的含义：所有的方法 都加入before的额外功能
<aop:advisor advice-ref="before" pointcut-ref="pc"/>
```

5. 调用

```
 目的：获得Spring工厂创建的动态代理对象，并进行调用
 ApplicationContext ctx = new ClassPathXmlApplicationContext("/applicationContext.xml");
 注意：
    1. Spring的工厂通过原始对象的id值获得的是代理对象
    2. 获得代理对象后，可以通过声明接口类型，进行对象的存储

 UserService userService=(UserService)ctx.getBean("userService");

 userService.login("")
 userService.register()

```

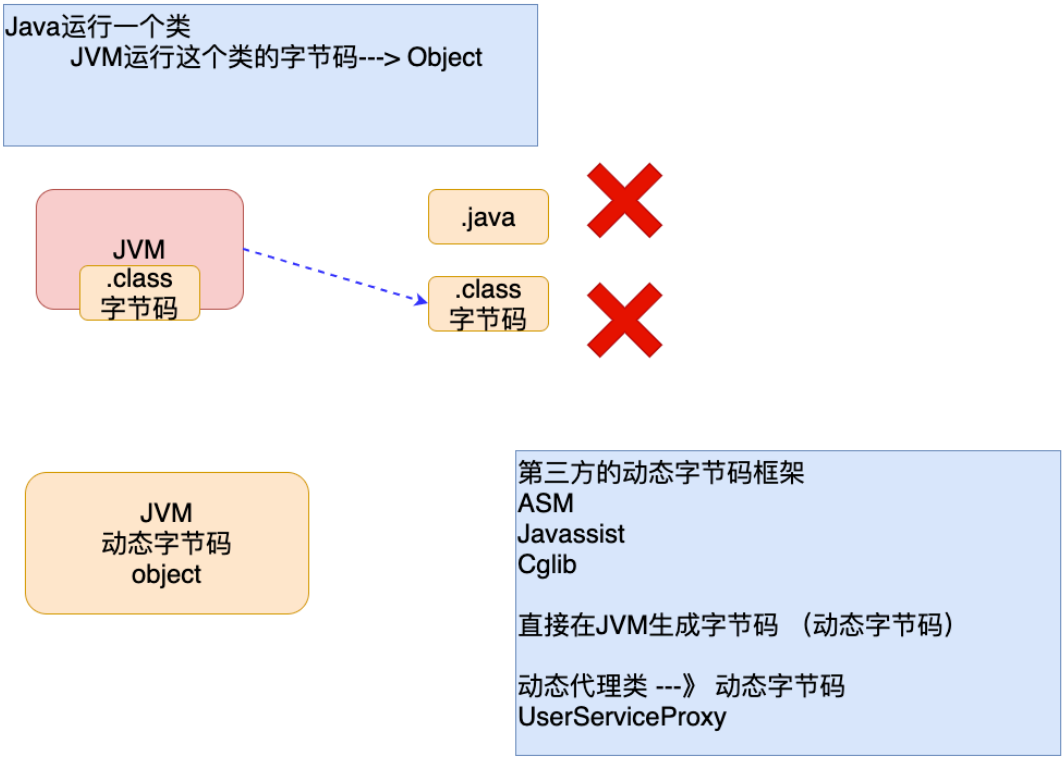
4. 动态代理细节分析

1. Spring创建的动态代理类在哪里?

Spring框架在运行时，通过动态字节码技术，在JVM创建的，运行在JVM内部，等程序结束后，会和JVM一起消失

什么叫动态字节码技术：通过第三个动态字节码框架，在JVM中创建对应类的字节码，进而创建对象，当虚拟机结束，动态字节码跟着消失。

结论：动态代理不需要定义类文件，都是JVM运行过程中动态创建的，所以不会造成静态代理，类文件数量过多，影响项目管理的问题。



2. 动态代理编程简化代理的开发

```
1    在额外功能不改变的前提下，创建其他目标类（原始类）的代理对象时，只需要指定原始(目标)对象即可。
```

3. 动态代理额外功能的维护性大大增强

第三章、Spring动态代理详解

1. 额外功能的详解

- MethodBeforeAdvice分析

```
1. MethodBeforeAdvice接口作用：额外功能运行在原始方法执行之前，进行额外功能操作。

public class Before1 implements MethodBeforeAdvice {
    /*
        作用：需要把运行在原始方法执行之前运行的额外功能，书写在before方法中

        Method：额外功能所增加给的那个原始方法
```

```
 8                  login方法
 9
10                  register方法
11
12                  showOrder方法
13
14          Object[]: 额外功能所增加给的
    那个原始方法的参数。String
    name,String password
15
                    User
16
17          Object: 额外功能所增加给的那
    个原始对象  UserServiceImpl
18
                OrderServiceImpl
19          */
20      @Override
21      public void before(Method
    method, Object[] args, Object
    target) throws Throwable {
22          System.out.println("----
    -new method before advice log---
    ---");
23      }
24  }
25
```

```
2. before方法的3个参数在实战中，该如何使用。
    before方法的参数，在实战中，会根据需要进行使用，不一定都会用到，也有可能都不用。

    Servlet{
        service(HttpRequest request,HttpResponse response){
 request.getParameter("name") -->

                response.getWriter() --->

        }

    }

```

- MethodInterceptor(方法拦截器)

```
methodinterceptor接口：额外功能可以根据需要运行在原始方法执行 前、后、前后。
```

```
1  public class Arround implements
   MethodInterceptor {
2      /*
3              invoke方法的作用:额外功能
   书写在invoke
4                                  额外功能
   原始方法之前
5
   原始方法之后
6
   原始方法执行之前 之后
7              确定: 原始方法怎么运行
8
9              参数: MethodInvocation
    (Method):额外功能所增加给的那个原始
   方法
10                         login
11                         register
12
    invocation.proceed() ---> login
   运行
13
           register运行
14
15              返回值: Object: 原始方法
   的返回值
16
```

```
17          Date convert(String
    name)
18       */
19
20
21
22      @Override
23      public Object
    invoke(MethodInvocation
    invocation) throws Throwable {
24              System.out.println("--
    ---额外功能 log----");
25              Object ret =
    invocation.proceed();
26
27              return ret;
28      }
29  }
30
31
```

额外功能运行在原始方法执行之后

```
@Override
public Object
invoke(MethodInvocation
invocation) throws Throwable {
  Object ret =
invocation.proceed();
  System.out.println("-----额外功
能运行在原始方法执行之后----");

  return ret;
}
```

额外功能运行在原始方法执行之前，之后

```
什么样的额外功能 运行在原始方法执行之前，之后都要添加?
事务

@Override
public Object invoke(MethodInvocation invocation) throws Throwable {
  System.out.println("-----额外功能运行在原始方法执行之前----");
  Object ret = invocation.proceed();
  System.out.println("-----额外功能运行在原始方法执行之后----");

  return ret;
}
```

额外功能运行在原始方法抛出异常的时候

```
@Override
public Object invoke(MethodInvocation invocation) throws Throwable {

  Object ret = null;
  try {
```

```
6       ret = invocation.proceed();
7     } catch (Throwable throwable)
  {
8
9       System.out.println("-----原
  始方法抛出异常 执行的额外功能 ----
  ");
10      throwable.printStackTrace();
11    }
12
13
14    return ret;
15  }
```

MethodInterceptor影响原始方法的返回值

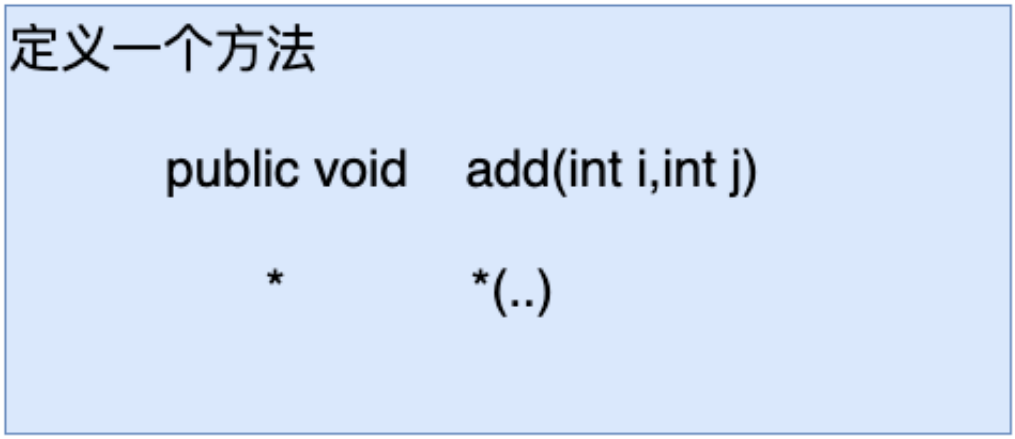
```
原始方法的返回值，直接作为invoke方法的返回值返回，MethodInterceptor不会影响原始方法的返回值

MethodInterceptor影响原始方法的返回值
Invoke方法的返回值，不要直接返回原始方法的运行结果即可。

@Override
public Object invoke(MethodInvocation invocation) throws Throwable {
   System.out.println("------log-----");
   Object ret = invocation.proceed();
   return false;
}
```

2. 切入点详解

```
切入点决定额外功能加入位置(方法)

<aop:pointcut id="pc"
expression="execution(* *(..))"/>
exection(* *(..)) ---> 匹配了所有方法
    a  b  c

1. execution()   切入点函数
2. * *(..)       切入点表达式
```

2.1 切入点表达式

1. 方法切入点表达式



```
*  *(..)  --> 所有方法

* ---> 修饰符  返回值
* ---> 方法名
()---> 参数表
..---> 对于参数没有要求（参数有没有，参数有几个都行，参数是什么类型的都行）
```

- 定义login方法作为切入点

```
* login(..)

# 定义register作为切入点
* register(..)
```

- 定义login方法且login方法有两个字符串类型的参数 作为切入点

```
 * login(String,String)

 #注意：非java.lang包中的类型，必须要写全限定名
 * register(com.baizhiedu.proxy.User)

 # ..可以和具体的参数类型连用
 * login(String,..)  --> login(String),login(String,String),login(String,com.baizhiedu.proxy.User)
```

- 精准方法切入点限定

```
 修饰符 返回值 包.类.方法(参数)

     * com.baizhiedu.proxy.UserServiceImpl.login(..)
     * com.baizhiedu.proxy.UserServiceImpl.login(String,String)
```

2. 类切入点

```
1    指定特定类作为切入点(额外功能加入的位置)，自然这个类中的所有方法，都会加上对应的额外功能
```

- 语法1

```
1    #类中的所有方法加入了额外功能
2    * com.baizhiedu.proxy.UserServiceImpl.*(..)
```

- 语法2

```
1    #忽略包
2    1. 类只存在一级包 com.UserServiceImpl
3    * *.UserServiceImpl.*(..)
4
5    2. 类存在多级包 com.baizhiedu.proxy.UserServiceImpl
6    * *..UserServiceImpl.*(..)
```

3. 包切入点表达式 实战

```
1    指定包作为额外功能加入的位置，自然包中的所有类及其方法都会加入额外的功能
```

- 语法1

```
#切入点包中的所有类，必须在proxy中，不能在proxy包的子包中
* com.baizhiedu.proxy.*.*(..)
```

- 语法2

```
#切入点当前包及其子包都生效
* com.baizhiedu.proxy..*.*(..)
```

2.2 切入点函数

```
切入点函数：用于执行切入点表达式
```

1. execution

```
1  最为重要的切入点函数，功能最全。
2  执行 方法切入点表达式 类切入点表达式 包切入点表达式
3
4  弊端：execution执行切入点表达式 ，书写麻烦
5        execution(* com.baizhiedu.proxy..*.*(..))
6
7  注意：其他的切入点函数 简化是execution书写复杂度，功能上完全一致
```

2. args

```
1  作用：主要用于函数(方法) 参数的匹配
2
3  切入点：方法参数必须得是2个字符串类型的参数
4
5  execution(* *(String,String))
6
7  args(String,String)
```

3. within

```
作用：主要用于进行类、包切入点表达式的匹配

切入点：UserServiceImpl这个类

execution(* *..UserServiceImpl.*(..))

within(*..UserServiceImpl)

execution(* com.baizhiedu.proxy..*.*(..))

within(com.baizhiedu.proxy..*)

```

4.@annotation

```
作用：为具有特殊注解的方法加入额外功能

<aop:pointcut id="" expression="@annotation(com.baizhiedu.Log)"/>
```

5. 切入点函数的逻辑运算

```
1    指的是 整合多个切入点函数一起配合工作，进而完成更为复杂的需求
```

- and与操作

```
1   案例：login 同时 参数 2个字符串
2
3   1. execution(* login(String,String))
4
5   2. execution(* login(..)) and args(String,String)
6
7   注意：与操作不同用于同种类型的切入点函数
8
9   案例：register方法 和 login方法作为切入点
10
11  execution(* login(..)) or execution(* register(..))
12
```

- or或操作

```
1  案例：register方法 和 login方法作为切入点
2
3  execution(* login(..)) or execution(* register(..))
```

第四章、AOP编程

1. AOP概念

```
1  AOP (Aspect Oriented Programing) 面向切面编程 = Spring动态代理开发
2  以切面为基本单位的程序开发，通过切面间的彼此协同，相互调用，完成程序的构建
3  切面 = 切入点 + 额外功能
4
5  OOP (Object Oritened Programing) 面向对象编程 Java
6  以对象为基本单位的程序开发，通过对象间的彼此协同，相互调用，完成程序的构建
7
8  POP (Producer Oriented Programing) 面向过程(方法、函数)编程 C
9  以过程为基本单位的程序开发，通过过程间的彼此协同，相互调用，完成程序的构建
```

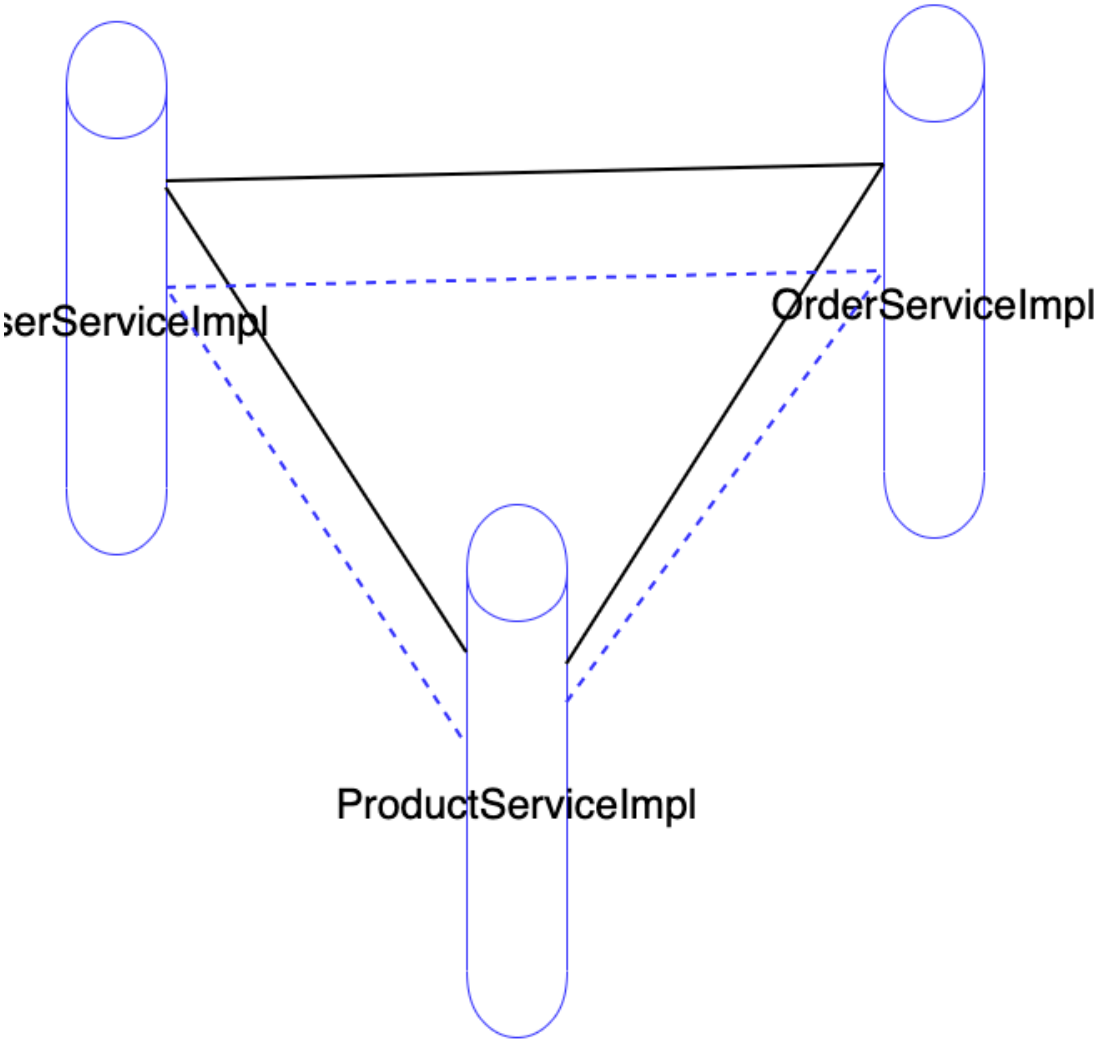
```
AOP的概念：
        本质就是Spring得动态代理开发，通过代理类为原始类增加额外功能。
        好处：利于原始类的维护

注意：AOP编程不可能取代OOP，OOP编程有意补充。
```

2. AOP编程的开发步骤

```
1. 原始对象
2. 额外功能（MethodInterceptor）
3. 切入点
4. 组装切面（额外功能+切入点）
```

3. 切面的名词解释

```
切面 = 切入点 + 额外功能

几何学
    面 = 点 + 相同的性质
```



第五章、AOP的底层实现原理

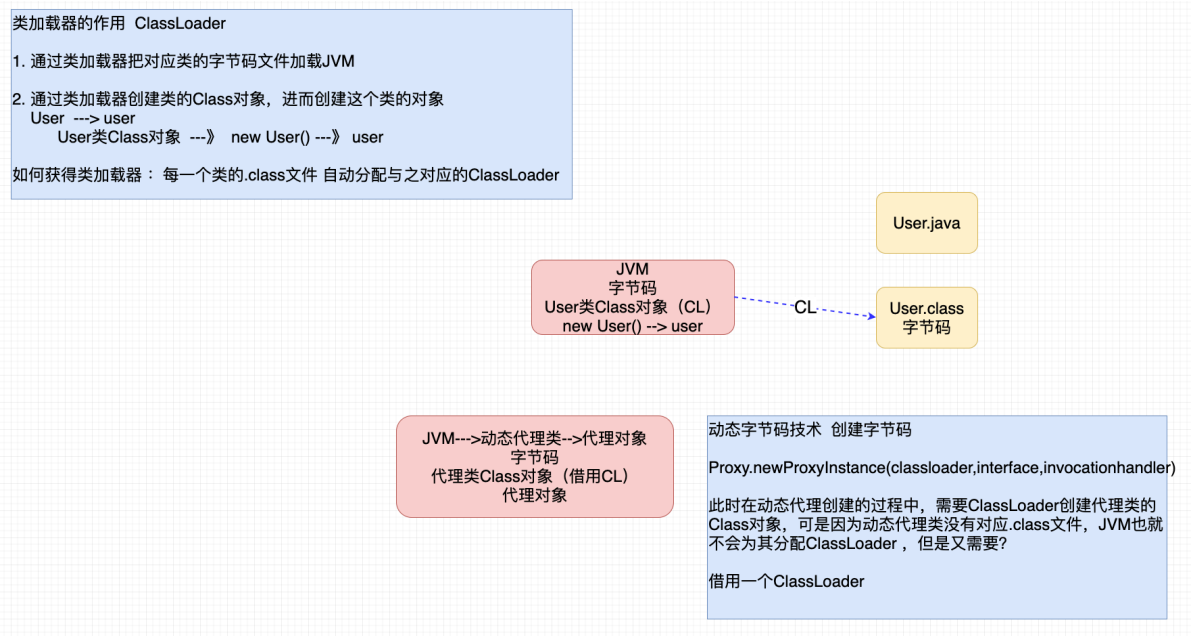
1. 核心问题

```
1. AOP如何创建动态代理类(动态字节码技术)
2. Spring工厂如何加工创建代理对象
   通过原始对象的id值，获得的是代理对象
```

2. 动态代理类的创建

2.1 JDK的动态代理

- Proxy.newProxyInstance方法参数详解



- 编码

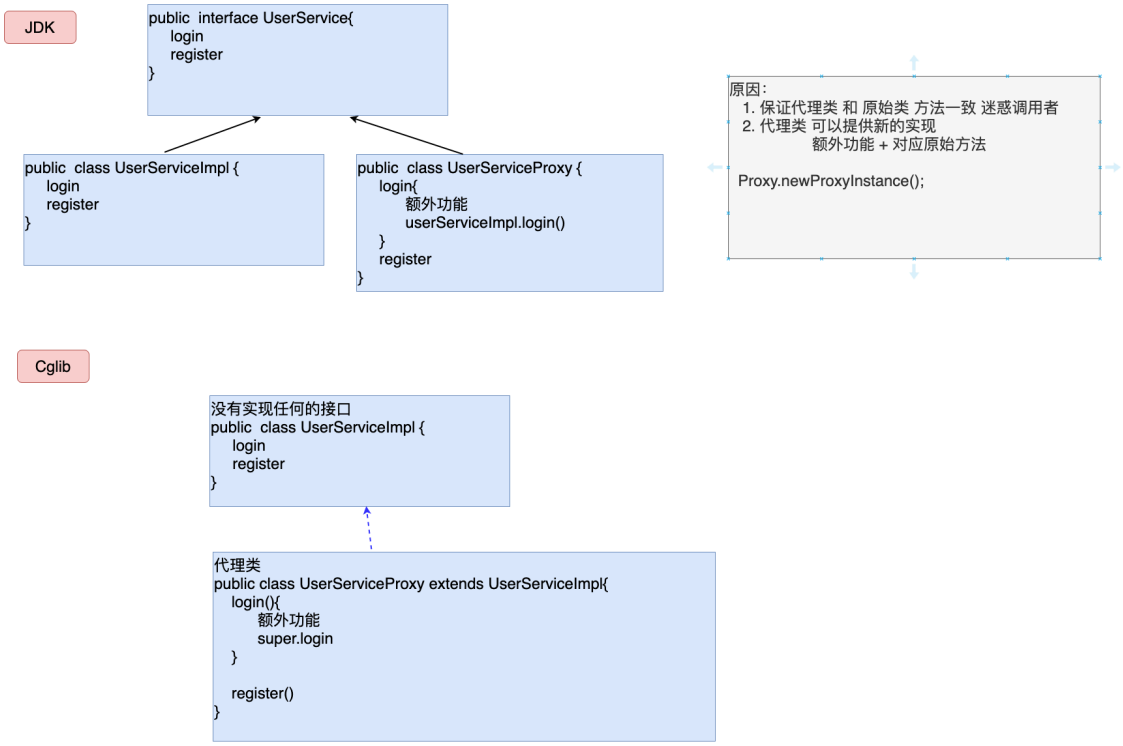
```java
public class TestJDKProxy {

    /*
        1. 借用类加载器 TestJDKProxy
        UserServiceImpl
        2. JDK8.x前

            final UserService userService = new UserServiceImpl();
     */
    public static void main(String[] args) {
        //1 创建原始对象
        UserService userService = new UserServiceImpl();

        //2 JDK创建动态代理
        /*

         */

        InvocationHandler handler = new InvocationHandler(){
```

```
20                @Override
21                public Object
    invoke(Object proxy, Method
    method, Object[] args) throws
    Throwable {
22
     System.out.println("------proxy
    log --------");
23                    //原始方法运行
24                    Object ret =
    method.invoke(userService,
    args);
25                    return ret;
26                }
27            };
28
29            UserService
    userServiceProxy =
    (UserService)Proxy.newProxyInsta
    nce(UserServiceImpl.class.getCla
    ssLoader(),userService.getClass(
    ).getInterfaces(),handler);
30
31
     userServiceProxy.login("suns",
    "123456");
```

```
32
     userServiceProxy.register(new
    User());
33      }
34  }
35
```

2.2 CGlib的动态代理

1 CGlib创建动态代理的原理：父子继承关系创建代理对象，原始类作为父类，代理类作为子类，这样既可以保证2者方法一致，同时在代理类中提供新的实现(额外功能+原始方法)



- CGlib编码

```
1  package com.baizhiedu.cglib;
2
3  import com.baizhiedu.proxy.User;
4  import
   org.springframework.cglib.proxy.
   Enhancer;
5  import
   org.springframework.cglib.proxy.
   MethodInterceptor;
6  import
   org.springframework.cglib.proxy.
   MethodProxy;
7
8  import java.lang.reflect.Method;
9
10 public class TestCglib {
11     public static void
   main(String[] args) {
12         //1 创建原始对象
13         UserService userService
   = new UserService();
14
15         /*
16           2 通过cglib方式创建动态代
   理对象
```

```
17
    Proxy.newProxyInstance(classloader,interface,invocationhandler)
18
19
    Enhancer.setClassLoader()
20
    Enhancer.setSuperClass()
21
    Enhancer.setCallback();  ---> MethodInterceptor(cglib)
22              Enhancer.create() --> 代理
23          */
24
25          Enhancer enhancer = new Enhancer();
26
27
    enhancer.setClassLoader(TestCglib.class.getClassLoader());
28
    enhancer.setSuperclass(userService.getClass());
29
30
```

```
31          MethodInterceptor
    interceptor = new
    MethodInterceptor() {
32              //等同于
    InvocationHandler --- invoke
33              @Override
34              public Object
    intercept(Object o, Method
    method, Object[] args,
    MethodProxy methodProxy) throws
    Throwable {
35
     System.out.println("---cglib
    log----");
36                  Object ret =
    method.invoke(userService,
    args);
37
38                  return ret;
39              }
40          };
41
42
     enhancer.setCallback(intercepto
    r);
43
```

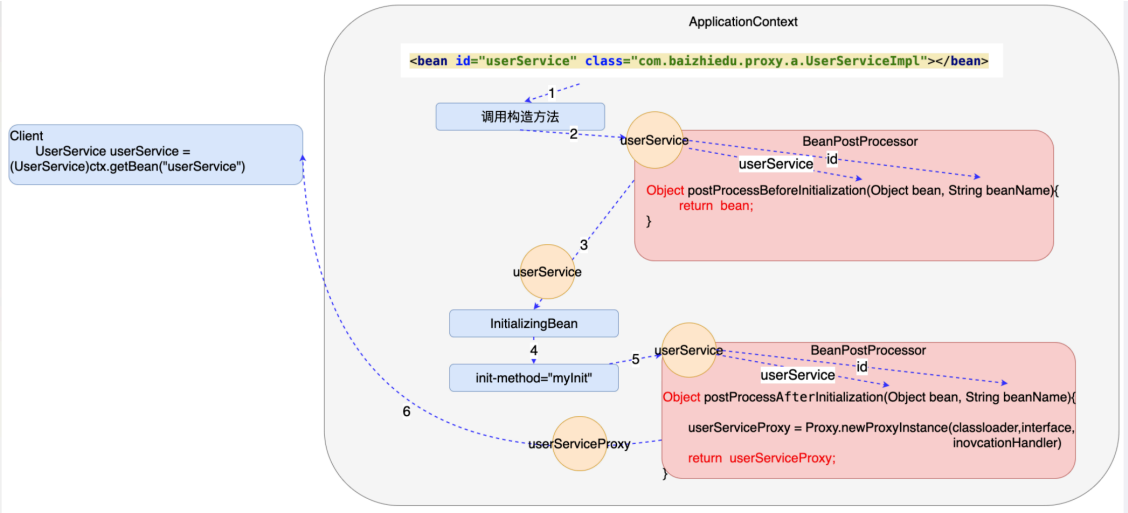
```
44              UserService
    userServiceProxy = (UserService)
    enhancer.create();
45
46
     userServiceProxy.login("suns",
    "123345");
47
     userServiceProxy.register(new
    User());
48      }
49  }
50
```

- 总结

```
1  1. JDK动态代理
   Proxy.newProxyInstance()  通过接口
   创建代理的实现类
2  2. Cglib动态代理 Enhancer
                通过继承父类创建的代理类
```

3. Spring工厂如何加工原始对象

- 思路分析



- 编码

```
1  public class
   ProxyBeanPostProcessor
   implements BeanPostProcessor {
2      @Override
3      public Object
   postProcessBeforeInitialization(
   Object bean, String beanName)
   throws BeansException {
4          return bean;
5      }
6
7      @Override
8      /*
9
   Proxy.newProxyInstance();
10      */
```

```
11      public Object
    postProcessAfterInitialization(O
    bject bean, String beanName)
    throws BeansException {
12
13          InvocationHandler
    handler = new
    InvocationHandler() {
14              @Override
15              public Object
    invoke(Object proxy, Method
    method, Object[] args) throws
    Throwable {
16
     System.out.println("----- new
    Log-----");
17                  Object ret =
    method.invoke(bean, args);
18
19                  return ret;
20              }
21          };
22        return
    Proxy.newProxyInstance(ProxyBean
    PostProcessor.class.getClassLoad
    er(),bean.getClass().getInterfac
    es(),handler);
```

```
        }
    }
```

```
<bean id="userService" class="com.baizhiedu.factory.UserServiceImpl"/>


<!--1. 实现BeanPostProcessor 进行加工
         2. 配置文件中对BeanPostProcessor进行配置
    -->

<bean id="proxyBeanPostProcessor" class="com.baizhiedu.factory.ProxyBeanPostProcessor"/>

```

第六章、基于注解的AOP编程

1. 基于注解的AOP编程的开发步骤

1. 原始对象
2. 额外功能
3. 切入点

4. 组装切面

```
 # 通过切面类 定义了 额外功能 @Around
            定义了 切入点 @Around("execution(* login(..))")
            @Aspect 切面类

 package com.baizhiedu.aspect;

 import org.aspectj.lang.ProceedingJoinPoint;
 import org.aspectj.lang.annotation.Around;
 import org.aspectj.lang.annotation.Aspect;


 /*
        1. 额外功能
                public class MyArround implements MethodInterceptor{
```

```
15
16                          public
    Object invoke(MethodInvocation
    invocation){
17
18
     Object ret =
    invocation.proceed();
19
20
     return ret;
21
22                          }
23
24                      }
25
26          2. 切入点
27                  <aop:config
28
    <aop:pointcut id=""
    expression="execution(*
    login(..))"/>
29    */
30   @Aspect
31   public class MyAspect {
32
```

```
33      @Around("execution(* login(..))")
34      public Object arround(ProceedingJoinPoint joinPoint) throws Throwable {
35
36          System.out.println("------aspect log ------");
37
38          Object ret = joinPoint.proceed();
39
40
41          return ret;
42      }
43  }
44
```

```
1   <bean id="userService" class="com.baizhiedu.aspect.UserServiceImpl"/>
2
3       <!--
4           切面
5               1. 额外功能
6               2. 切入点
7               3. 组装切面
```

```
8
9
10        -->
11    <bean id="arround"
    class="com.baizhiedu.aspect.My
    Aspect"/>
12
13    <!--告知Spring基于注解进行AOP编
    程-->
14    <aop:aspectj-autoproxy />
```

2. 细节

1. 切入点复用

```
1   切入点复用：在切面类中定义一个函数
    上面@Pointcut注解  通过这种方式，定
    义切入点表达式，后续更加有利于切入点
    复用。
2
3   @Aspect
4   public class MyAspect {
5       @Pointcut("execution(*
    login(..))")
6       public void myPointcut()
    {}
7
```

```
 8
    @Around(value="myPointcut()")
 9      public Object
    arround(ProceedingJoinPoint
    joinPoint) throws Throwable {
10
11          System.out.println("-
    ---aspect log ------");
12
13          Object ret =
    joinPoint.proceed();
14
15
16          return ret;
17      }
18
19
20
    @Around(value="myPointcut()")
21      public Object
    arround1(ProceedingJoinPoint
    joinPoint) throws Throwable {
22
23          System.out.println("-
    ---aspect tx ------");
24
```

```
25              Object ret =
    joinPoint.proceed();
26
27
28              return ret;
29          }
30
31      }
```

2. 动态代理的创建方式

```
AOP底层实现   2种代理创建方式
1.  JDK  通过实现接口 做新的实现类方式 创建代理对象
2.  Cglib通过继承父类 做新的子类 创建代理对象

默认情况 AOP编程 底层应用JDK动态代理创建方式
如果切换Cglib
        1. 基于注解AOP开发
            <aop:aspectj-autoproxy proxy-target-class="true" />
        2. 传统的AOP开发
            <aop:config proxy-target-class="true">
            </aop>
```

第七章、AOP开发中的一个坑

```
1  坑：在同一个业务类中，进行业务方法间的相互调用，只有最外层的方法,才是加入了额外功能(内部的方法，通过普通的方式调用，都调用的是原始方法)。如果想让内层的方法也调用代理对象的方法，就要AppicationContextAware获得工厂，进而获得代理对象。
2  public class UserServiceImpl implements UserService, ApplicationContextAware {
3      private ApplicationContext ctx;
4
5
6      @Override
7      public void setApplicationContext(ApplicationContext applicationContext) throws BeansException {
8                  this.ctx = applicationContext;
9      }
10
11     @Log
12     @Override
13     public void register(User user) {
```

```
14
     System.out.println("UserServiceImpl.register 业务运算 + DAO ");
15          //throw new RuntimeException("测试异常");
16
17          //调用的是原始对象的login方法 ---> 核心功能
18          /*
19              设计目的: 代理对象的login方法 --->  额外功能+核心功能
20              ApplicationContext ctx = new ClassPathXmlApplicationContext("/applicationContext2.xml");
21              UserService userService = (UserService) ctx.getBean("userService");
22              userService.login();
23
24              Spring工厂重量级资源 一个应用中 应该只创建一个工厂
25           */
26
27          UserService userService = (UserService) ctx.getBean("userService");
```

```
28              userService.login("suns",
    "123456");
29          }
30
31          @Override
32          public boolean login(String
    name, String password) {
33
     System.out.println("UserServiceIm
    pl.login");
34              return true;
35          }
36      }
37
```

第八章、AOP阶段知识总结