49-桥接模式：如何实现支持不同类型和渠道的消息推送系统？

上一节课我们学习了第一种结构型模式：代理模式。它在不改变原始类（或者叫被代理类）代码的情况下，通过引入代理类来给原始类附加功能。代理模式在平时的开发经常被用到，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。

今天，我们再学习另外一种结构型模式：桥接模式。桥接模式的代码实现非常简单，但是理解起来稍微有点难度，并且应用场景也比较局限，所以，相当于代理模式来说，桥接模式在实际的项目中并没有那么常用，你只需要简单了解，见到能认识就可以，并不是我们学习的重点。

话不多说，让我们正式开始今天的学习吧！

桥接模式的原理解析

桥接模式，也叫作**桥梁模式**，英文是**Bridge Design Pattern**。这个模式可以说是23种设计模式中最难理解的模式之一了。我查阅了比较多的书籍和资料之后发现，对于这个模式有两种不同的理解方式。

当然，这其中“最纯正”的理解方式，当属GoF的《设计模式》一书中对桥接模式的定义。毕竟，这23种经典的设计模式，最初就是由这本书总结出来的。在GoF的《设计模式》一书中，桥接模式是这么定义的：“Decouple an abstraction from its implementation so that the two can vary independently。”翻译成中文就是：“将抽象和实现解耦，让它们可以独立变化。”

关于桥接模式，很多书籍、资料中，还有另外一种理解方式：“一个类存在两个（或多个）独立变化的维度，我们通过组合的方式，让这两个（或多个）维度可以独立进行扩展。”通过组合关系来替代继承关系，避免继承层次的指数级爆炸。这种理解方式非常类似于，我们之前讲过的“组合优于继承”设计原则，所以，这里我就不多解释了。我们重点看下GoF的理解方式。

GoF给出的定义非常的简短，单凭这一句话，估计没几个人能看懂是什么意思。所以，我们通过JDBC驱动的例子来解释一下。JDBC驱动是桥接模式的经典应用。我们先来看一下，如何利用JDBC驱动来查询数据库。具体的代码如下所示：

```
Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver");//加载及注册JDBC驱动程序
String url = "jdbc:mysql://localhost:3306/sample_db?user=root&password=your_password";
Connection con = DriverManager.getConnection(url);
Statement stmt = con.createStatement();
String query = "select * from test";
ResultSet rs=stmt.executeQuery(query);
while(rs.next()) {
  rs.getString(1);
  rs.getInt(2);
}
```

如果我们想要把MySQL数据库换成Oracle数据库，只需要把第一行代码中的com.mysql.jdbc.Driver换成oracle.jdbc.driver.OracleDriver就可以了。当然，也有更灵活的实现方式，我们可以把需要加载的Driver类写到配置文件中，当程序启动的时候，自动从配置文件中加载，这样在切换数据库的时候，我们都不需要修改代码，只需要修改配置文件就可以了。

不管是改代码还是改配置，在项目中，从一个数据库切换到另一种数据库，都只需要改动很少的代码，或者完全不需要改动代码，那如此优雅的数据库切换是如何实现的呢？

源码之下无秘密。要弄清楚这个问题，我们先从com.mysql.jdbc.Driver这个类的代码看起。我摘抄了部分相关代码，放到了这里，你可以看一下。

```
package com.mysql.jdbc;
import java.sql.SQLException;

public class Driver extends NonRegisteringDriver implements java.sql.Driver {
 static {
  try {
   java.sql.DriverManager.registerDriver(new Driver());
  } catch (SQLException E) {
   throw new RuntimeException("Can't register driver!");
  }
 }

 /**
  * Construct a new driver and register it with DriverManager
  * @throws SQLException if a database error occurs.
  */
 public Driver() throws SQLException {
  // Required for Class.forName().newInstance()
 }
}
```

结合com.mysql.jdbc.Driver的代码实现，我们可以发现，当执行Class.forName(“com.mysql.jdbc.Driver”)这条语句的时候，实际上是做了两件事情。第一件事情是要求JVM查找并加载指定的Driver类，第二件事情是执行该类的静态代码，也就是将MySQL Driver注册到DriverManager类中。

现在，我们再来看一下，DriverManager类是干什么用的。具体的代码如下所示。当我们把具体的Driver实现类（比如，com.mysql.jdbc.Driver）注册到DriverManager之后，后续所有对JDBC接口的调用，都会委派到对具体的Driver实现类来执行。而Driver实现类都实现了相同的接口（java.sql.Driver），这也是可以灵活切换Driver的原因。

```
public class DriverManager {
  private final static CopyOnWriteArrayList<DriverInfo> registeredDrivers = new CopyOnWriteArrayList<Driver

  //...
  static {
    loadInitialDrivers();
    println("JDBC DriverManager initialized");
  }
  //...

  public static synchronized void registerDriver(java.sql.Driver driver) throws SQLException {
    if (driver != null) {
      registeredDrivers.addIfAbsent(new DriverInfo(driver));
    } else {
      throw new NullPointerException();
    }
```

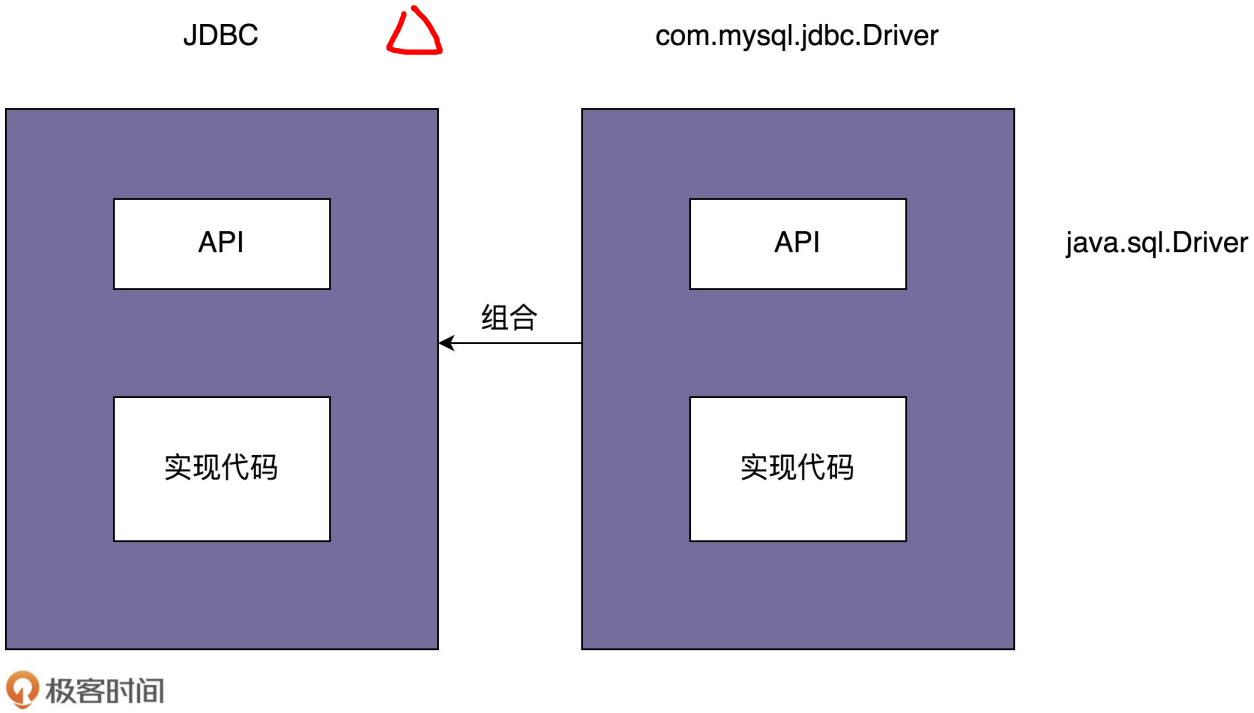
```
  }

  public static Connection getConnection(String url, String user, String password) throws SQLException {
    java.util.Properties info = new java.util.Properties();
    if (user != null) {
      info.put("user", user);
    }
    if (password != null) {
      info.put("password", password);
    }
    return (getConnection(url, info, Reflection.getCallerClass()));
  }
  //...
}
```

桥接模式的定义是“将抽象和实现解耦，让它们可以独立变化”。那弄懂定义中“抽象”和“实现”两个概念，就是理解桥接模式的关键。那在JDBC这个例子中，什么是“抽象”？什么是“实现”呢？

实际上，JDBC本身就相当于“抽象”。注意，这里所说的“抽象”，指的并非“抽象类”或“接口”，而是跟具体的数据库无关的、被抽象出来的一套“类库”。具体的Driver（比如，com.mysql.jdbc.Driver）就相当于“实现”。注意，这里所说的“实现”，也并非指“接口的实现类”，而是跟具体数据库相关的一套“类库”。JDBC和Driver独立开发，通过对象之间的组合关系，组装在一起。JDBC的所有逻辑操作，最终都委托给Driver来执行。

我画了一张图帮助你理解，你可以结合着我刚才的讲解一块看。



桥接模式的应用举例

在第16节中，我们讲过一个API接口监控告警的例子：根据不同的告警规则，触发不同类型的告警。告警支持多种通知渠道，包括：邮件、短信、微信、自动语音电话。通知的紧急程度有多种类型，包括：SEVERE（严重）、URGENCY（紧急）、NORMAL（普通）、TRIVIAL（无关紧要）。不同的紧急程度对应不同的通知渠道。比如，SERVE（严重）级别的消息会通过“自动语音电话”告知相关人员。

在当时的代码实现中，关于发送告警信息那部分代码，我们只给出了粗略的设计，现在我们来一块实现一下。我们先来看最简单、最直接的一种实现方式。代码如下所示：

```
public enum NotificationEmergencyLevel {
  SEVERE, URGENCY, NORMAL, TRIVIAL
}

public class Notification {
  private List<String> emailAddresses;
  private List<String> telephones;
  private List<String> wechatIds;

  public Notification() {}

  public void setEmailAddress(List<String> emailAddress) {
    this.emailAddresses = emailAddress;
  }

  public void setTelephones(List<String> telephones) {
    this.telephones = telephones;
  }

  public void setWechatIds(List<String> wechatIds) {
    this.wechatIds = wechatIds;
  }

  public void notify(NotificationEmergencyLevel level, String message) {
    if (level.equals(NotificationEmergencyLevel.SEVERE)) {
      //...自动语音电话
    } else if (level.equals(NotificationEmergencyLevel.URGENCY)) {
      //...发微信
    } else if (level.equals(NotificationEmergencyLevel.NORMAL)) {
      //...发邮件
    } else if (level.equals(NotificationEmergencyLevel.TRIVIAL)) {
      //...发邮件
    }
  }
}

//在API监控告警的例子中，我们如下方式来使用Notification类：
public class ErrorAlertHandler extends AlertHandler {
  public ErrorAlertHandler(AlertRule rule, Notification notification){
    super(rule, notification);
  }


  @Override
  public void check(ApiStatInfo apiStatInfo) {
    if (apiStatInfo.getErrorCount() > rule.getMatchedRule(apiStatInfo.getApi()).getMaxErrorCount()) {
      notification.notify(NotificationEmergencyLevel.SEVERE, "...");
    }
  }
}
```

Notification类的代码实现有一个最明显的问题，那就是有很多if-else分支逻辑。实际上，如果每个分支中的代码都不复杂，后期也没有无限膨胀的可能（增加更多if-else分支判断），那这样的设计问题并不大，没必要非得一定要摒弃if-else分支逻辑。

不过，Notification的代码显然不符合这个条件。因为每个if-else分支中的代码逻辑都比较复杂，发送通知的所有逻辑都扎堆在Notification类中。我们知道，类的代码越多，就越难读懂，越难修改，维护的成本也就越高。很多设计模式都是试图将庞大的类拆分成更细小的类，然后再通过某种更合理的结构组装在一起。

针对Notification的代码，我们将不同渠道的发送逻辑剥离出来，形成独立的消息发送类（MsgSender相关类）。其中，Notification类相当于抽象，MsgSender类相当于实现，两者可以独立开发，通过组合关系（也就是桥梁）任意组合在一起。所谓任意组合的意思就是，不同紧急程度的消息和发送渠道之间的对应关系，不是在代码中固定写死的，我们可以动态地去指定（比如，通过读取配置来获取对应关系）。

按照这个设计思路，我们对代码进行重构。重构之后的代码如下所示：

```
public interface MsgSender {
  void send(String message);
}

public class TelephoneMsgSender implements MsgSender {
  private List<String> telephones;

  public TelephoneMsgSender(List<String> telephones) {
    this.telephones = telephones;
  }

  @Override
  public void send(String message) {
    //...
  }

}

public class EmailMsgSender implements MsgSender {
  // 与TelephoneMsgSender代码结构类似，所以省略...
}

public class WechatMsgSender implements MsgSender {
  // 与TelephoneMsgSender代码结构类似，所以省略...
}

public abstract class Notification {
  protected MsgSender msgSender;

  public Notification(MsgSender msgSender) {
    this.msgSender = msgSender;
  }

  public abstract void notify(String message);
}

public class SevereNotification extends Notification {
  public SevereNotification(MsgSender msgSender) {
    super(msgSender);
  }

  @Override
  public void notify(String message) {
    msgSender.send(message);
  }
}

public class UrgencyNotification extends Notification {
```

```
  // 与SevereNotification代码结构类似，所以省略...
}
public class NormalNotification extends Notification {
  // 与SevereNotification代码结构类似，所以省略...
}
public class TrivialNotification extends Notification {
  // 与SevereNotification代码结构类似，所以省略...
}
```

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。

总体上来讲，桥接模式的原理比较难理解，但代码实现相对简单。

对于这个模式有两种不同的理解方式。在GoF的《设计模式》一书中，桥接模式被定义为：“将抽象和实现解耦，让它们可以独立变化。”在其他资料和书籍中，还有另外一种更加简单的理解方式：“一个类存在两个（或多个）独立变化的维度，我们通过组合的方式，让这两个（或多个）维度可以独立进行扩展。”

对于第一种GoF的理解方式，弄懂定义中“抽象”和“实现”两个概念，是理解它的关键。定义中的“抽象”，指的并非“抽象类”或“接口”，而是被抽象出来的一套“类库”，它只包含骨架代码，真正的业务逻辑需要委派给定义中的“实现”来完成。而定义中的“实现”，也并非“接口的实现类”，而是的一套独立的“类库”。“抽象”和“实现”独立开发，通过对象之间的组合关系，组装在一起。

对于第二种理解方式，它非常类似我们之前讲过的“组合优于继承”设计原则，通过组合关系来替代继承关系，避免继承层次的指数级爆炸。

课堂讨论

在桥接模式的第二种理解方式的第一段代码实现中，Notification类中的三个成员变量通过set方法来设置，但是这样的代码实现存在一个明显的问题，那就是emailAddresses、telephones、wechatIds中的数据有可能在Notification类外部被修改，那如何重构代码才能避免这种情况的发生呢？

```
public class Notification {
  private List<String> emailAddresses;
  private List<String> telephones;
  private List<String> wechatIds;

  public Notification() {}

  public void setEmailAddress(List<String> emailAddress) {
    this.emailAddresses = emailAddress;
  }

  public void setTelephones(List<String> telephones) {
    this.telephones = telephones;
  }

  public void setWechatIds(List<String> wechatIds) {
    this.wechatIds = wechatIds;
  }
  //...
```

```
}
```

欢迎留言和我分享你的思考和疑惑。如果有收获，也欢迎你把这篇文章分享给你的朋友。

精选留言：

- 下雨天 2020-02-24 11:06:59
  课后题：可以考虑使用建造者模式来重构！参见46讲中

  建造者使用场景：
  1.构造方法必填属性很多，需要检验
  2.类属性之间有依赖关系或者约束条件
  3.创建不可变对象(此题刚好符合这种场景)
  [4赞]

- 忆水寒 2020-02-24 10:13:04
  参数不多的情况可以在构造函数初始化，如果参数较多 就可以使用建造者模式初始化。 [3赞]

- 陈尧东 2020-02-24 12:57:40
  老师，有个疑问，重构后SevereNotification类依赖的都是接口MessageSender，没有依赖具体的实现，哪其它几个XxxNotification实现与其有何区别？ [1赞]

- 黄林晴 2020-02-24 12:23:42
  打卡 [1赞]

- 每天晒白牙 2020-02-24 10:52:40
  建造者模式 [1赞]

- 松花皮蛋me 2020-02-24 09:54:56
  这个模式和策略模式的区别是？ [1赞]

- 小晏子 2020-02-24 09:32:07
  “emailAddresses、telephones、wechatIds 中的数据有可能在 Notification 类外部被修改”的原因是对外暴露了修改接口set*，如果不想被修改那么就不要暴露set接口，这样的话初始化这些email，telephone和wechat的工作就放到构造函数里，用构造函数去初始化这些变量，这样初始化之后正常情况下外面没法修改。 [1赞]

- 冰激凌的眼泪 2020-02-25 09:26:58
  在桥接模式中，所谓抽象就是要干什么，所谓实现就是怎么去干，但是这俩是没有抽象与实现的意义的。

- 小兵 2020-02-25 06:59:24
  最简单的是加一个非空判断，其次是在构造函数中赋值，这里并没有很复杂的逻辑，通过构造函数就可以了，如果逻辑复杂，可以考虑建造者模式。

- sunnywhy 2020-02-25 01:40:41
  课后题：首先去掉public的setter方法是必须的，然后可以用构造方法来初始化（没有太多参数的情况下，没有必要用builder模式）。另外，还要考虑是不是需要暴露getter方法，如果需要的话，可以返回一个不可修改的list（本文中list中的元素为String，所以不用担心单个元素被修改的情况，没有必要返回一个c

opy）

- 平风造雨 2020-02-25 00:56:42
  Builder模式隐藏目标对象的set方法，或者在set方法里深拷贝构建一个新的只读容器。

- Frank 2020-02-24 22:47:54
  1. 桥接模式是将“抽象”和“实现”解耦，让它们可以独立变化。重点在于理解“抽象”和“实现”。这个模式理解难度挺大的。
  2. 对于第二种理解“一个类存在两个（或多个）独立变化的维度，我们通过组合的方式，让这两个（或多个）维度可以独立进行扩展”不能理解清楚，一个类的不同维度怎么独立扩展？是像例子中的Notification类，抽离出发送渠道类，Notification演变成抽象，只定义需要子类实现的锲约。这样在物理上是变成两个类了。在逻辑上是不是可以理解成Notification的抽象和发送渠道实现在一定程度上是原先Notification类的不同维度的扩展？
  对于课堂讨论我能想到将Notification 类的创建设计成建造者模式，使其不可变。

- 李小四 2020-02-24 21:15:33
  设计模式_49:
  # 作业
  使用Builder模式

  # 感想
  老实讲，桥接这个模式，我现在还是似懂非懂(也就是不懂)，文章已经看了3遍了，还看了*Head First*中的解读，依然不是很明白，我想又要慢慢来了，期待一段时间后的一声 “哦。。。”

- 吴帆 2020-02-24 20:45:45
  这个模式挺精妙的，不知道最终使用的时候是不是通过传入等级再反射来生成Notification的实现类，类似于JDBC的用法。这样确实可以完成抽象和实现的解耦，丢掉那些讨厌的if else语句

- 不似旧日 2020-02-24 16:11:49
  简单的问题将复杂了， 建议看一看大话设计模式

- Jxin 2020-02-24 12:54:41
  1.防止引用类型成员变量内的属性或元素被外部程序修改。可以在set时赋值 目标参数的深拷贝对象，以保证当前引用类型成员变量的作用范围尽在当前类（同时，对引用类型成员变量的所有修改操作，也应以对象方法的方式，限定在当前类的对象上）。

  2.防止成员变量本身被修改。为成员变量加final标识（增强语意），如此一来，其赋值操作将被限制在构造器构造的时候完成，不会出现被二次修改的场景。

- webmin 2020-02-24 10:51:47
  public enum NotificationTargetAddressType {
  EMAIL,
  TELEPHONE,
  WECHAT
  }

  public class Notification {
  private Map<NotificationTargetAddressType,List<String>> targetAddresses;

```
public Notification(Map<NotificationTargetAddressType,List<String>> TargetAddresses) {
targetAddresses = TargetAddresses;
}

//...
}
```

- ， 2020-02-24 10:47:29
  课后题:我们项目有短信通知服务模块,我们使用的方式是每次调用短信服务时,请求体都需要携带发送的对象集合,短信模板,然后交给短信服务校验和发送
  如果需要邮件通知,微信通知的话,我的想法是这样的:
  将短信通知模块扩展成消息通知模块,将短信通知,邮件通知,微信通知等分别以不同的Sender分装起来,同时编写SMSService,EmailService来调用,同样,上层封装不同的接口开放出来(这样做的目的是隔绝变化,譬如短信通知可以扩展为短信通知和短信验证码验证,他们在处理上有很大的不同)
  Sender属于比较基础的内容,可与业务无关,以下沉为一个模块,但是Notification更偏向于高层的业务,因为不同的业务有不同的通知规则,Notification并不通用,所以应该将其放在调用者的服务里,专门封装消息模板,消息发送的对象,消息发送渠道等内容

- 峰 2020-02-24 08:12:20
  set 方法里拷贝一份值，而不是直接赋值。

- 君子幽幽 2020-02-24 08:04:21
  Builder模式用上