34. 图解支付系统金额处理规范

大家好，我是隐墨星辰，深耕境内/跨境支付架构设计十余年。今天和大家聊一个资损防控的课题：交易系统中金额的计算、存储、传输相关的最佳实践。

这篇文章主要讲清楚：交易系统（电商、支付等）金额处理常见资损场景，如何构建一个适合公司业务的Money类，应用Money的最佳实践，包括计算、存储、传输，目的是在金额处理上减少资损风险。

1. 背景

前几天有同学私聊我问了几个问题：

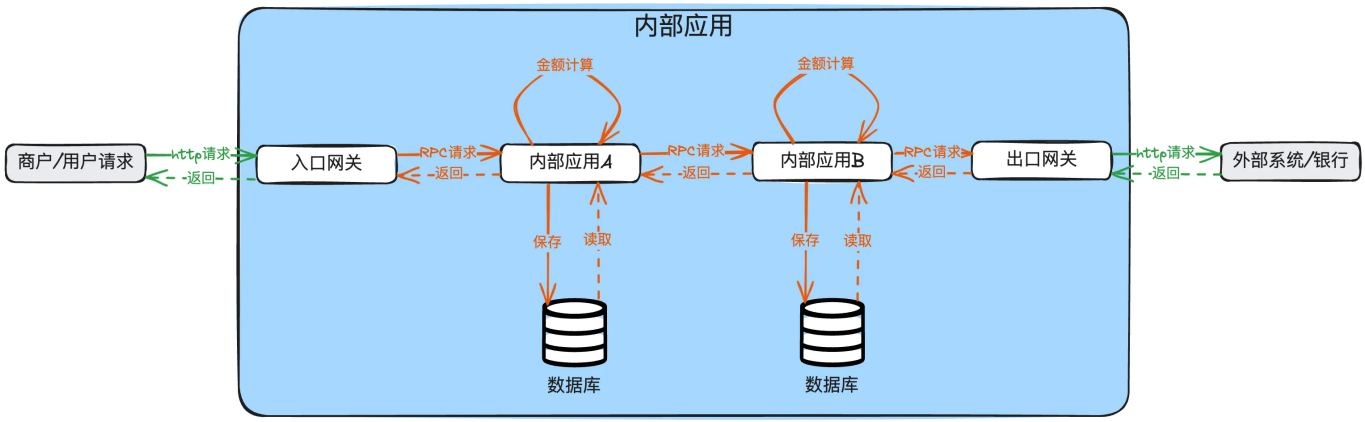
1. “做国际支付，不同的币种的最小单位不同，比如人民币是分，日元是元，那数据库里面应该

应该保存整数还是小数？”

2. “从哪里获取到这个币种的最小单位是多少？”
3. “我赞成你说的不应该直接对金额进行加减乘除操作，但我还是不知道怎么做，怎样才能落地呢？”

以前在公司时，也有兄弟部门因为金额处理不当，导致了好几万的资损故障，然后过来问我金额处理的最佳实践，当时也给他们做过一次相关分享。

2. 金额处理场景



从上图可以看到，对于交易系统而言，一共有下面几种场景需要做金额处理：

1. 接收外部请求。比如商户下单100元，或用户转账1000元。
2. 内部应用处理。比如计算手续费等。
3. 内部应用保存到数据库，从数据库读取。
4. 内部应用之间传输。
5. 发送给外部系统或银行渠道。比如向银行请求扣款100元。

3. 金额计算常见误区及严重后果

对于研发经验不足的团队而言，经常会犯以下几种错误：

1. **没有定义统一的Money类**，各系统间使用BigDecimal、double、long等数据类型进行金额处

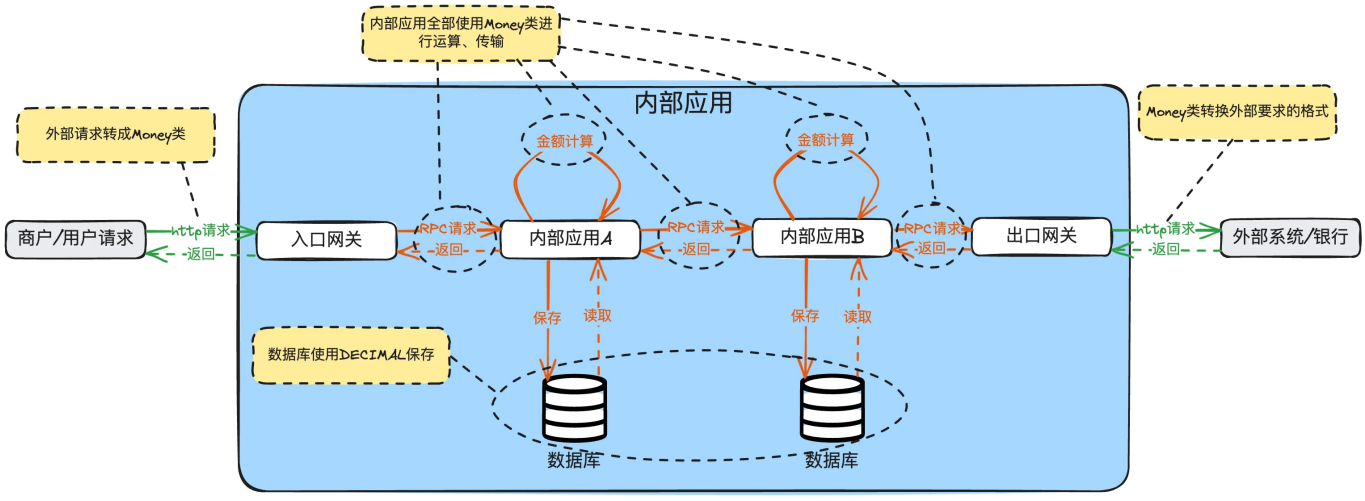
理及存储。

2. 定义了统一的Money类，**但是写代码时不严格遵守**，仍然有些代码使用BigDecimal、double、long等数据类型进行金额处理。
3. **手动对金额进行加、减、乘、除运算，单位（元与分）换算。**

带来的后果，通常就是资金损失，再细化一下，最常见的情况有下面3种：

1. **手动做单位换算导致金额被放大或缩小100倍**。
   a. 比如大家规定传的是元，但是其中有位同学忘记了，以为传的是分，外部渠道要求传元，就手动乘以100。或者反过来。
   b. 还有一种情况，部分币种比如日元最小单元就是元，假如系统约定传的是分，外部渠道要求传元，就可能在网关处理时手动乘以100。
2. **1分钱归属问题**。比如结算给商家，或计算手续费时，碰到除不尽时，使用四舍五入，还是向零舍入，还是银行家舍入？这取决于财务策略。
3. **精度丢失**。在大金额时，double有可能会有精度丢失问题。

4. 金额处理原则



直接上答案：

1. **制定适用于公司业务的Money类**来统一处理金额。
2. 在**入口**网关接收到请求后，就**转换为Money类**。
3. 所有内部应用的金额处理，**强制全部使用Money类运算、传输**，禁止自己手动加减乘除、单

位换算（比如元到分）。

4. 数据库使用DECIMAL类型保存，保存单位为元。
5. 在出口网关外发时，再根据外部接口文档要求，转换成使用指定的单位。有些是元，有些是分（最小货币单位）

5. 制定Money类

JAVA有制定金额处理规范JSR 354（Java Specification Request 354），对应的实现包是Java Money API（javax.money），它提供了一套用于处理货币和货币计算的API。不过我们通常选择实现自己的Money类，主要是方便，可以自由定制，比如小数舍入问题。

一个Money类通常包括以下几个主要方面：

1. 通过参数生成一个Money类。
2. 加减乘除处理。
3. 比较处理。
4. 获取金额（元）和获取最小单位金额（元或分）。

5.1. 核心属性

Java

```java
public class Money implements Comparable<Money>, Serializable {
    /**
     * 币种最小单位
     */
    private long cent;

    /**
     * 币种
     */
    private Currency currency;

}
```

5.2. 通过金额数值和币种一个Money类

通过币种最小单位创建

```java
    /**
     * 创建Money对象
     *
     * @param minorUnits
     * @param currencyCode
     * @return
     */
    public static Money of(long minorUnits, String currencyCode) {
        Currency currency = Currency.getInstance(currencyCode);
        assertNotNull(currency, "currency can not be null: " + currencyCode);

        return of(minorUnits, currency);
    }

    /**
     * 创建Money对象
     *
     * @param minorUnits
     * @param currency
     * @return
     */
    public static Money of(long minorUnits, Currency currency) {
        Money money = new Money(0, currency);

        money.cent = minorUnits;

        return money;
    }
```

通过币种单位元创建

这个方法将自动根据币种计算出最小单位。

比如人民币，传入1，money.cent赋值100，代表是100分（币种最小单位是分）。而日元，传入1，money.cent赋值1，代表是1日元（币种最小单位就是元）。

```java
    /**
     * 创建Money对象
     *
     * @param amount
     * @param currencyCode
     * @return
     */
    public static Money of(BigDecimal amount, String currencyCode) {
        Currency currency = Currency.getInstance(currencyCode);
        assertNotNull(currency, "currency can not be null: " + currencyCode);

        return of(amount, currency);
    }

    /**
     * 创建Money对象
     *
     * @param amount
     * @param currency
     * @return
     */
    public static Money of(BigDecimal amount, Currency currency) {
        Money money = new Money(0, currency);

        money.cent = amount.movePointRight(currency.getDefaultFractionDigits()).longValue();

        return money;
    }
```

5.3. 加减乘除

1. **注意除法有除不尽舍入的问题，需要根据业务来指定舍入的模式，建议默认提供四舍五入，但是保留指定模式的能力**。具体可以参考：java.math.RoundingMode。

UP：远零方向舍入。示例：1.6返回2，–1.6返回–2。

DOWN：向零方向舍入。示例：1.6返回1，–1.6返回–1。

CEILING：向上舍入。示例：1.6返回2，–1.6返回–1。

FLOOR：向下舍入。示例：1.6返回1，–1.6返回–2。

HALF_UP：四舍五入。示例：1.5返回2，–1.5返回–2。

HALF_DOWN：五舍六入。示例：1.5返回1，–1.5返回–1，1.6返回2，–1.6返回–2。

HALF_EVEN：银行家算法，尾数小于0.5舍，尾数大于0.5入，尾数等于0.5往最终结果是偶数的方向进。示例：1.51返回2，–1.49返回–1，2.5返回2，3.5返回4（**1.5，2.5，3.5，4.5，5.5等这些最终只出现2，4，4，4，6等偶数**）。

2. **加和减，需要先判断币种，只有币种相同才能做加减**。

```java

    /**
     * 除法
     *
     * @param value
     * @return
     */
    public Money divide(long value) {
        return divide(value, DEFAULT_ROUNDING);
    }

    /**
     * 除法
     *
     * @param value
     * @return
     */
    public Money divide(BigDecimal value) {
        return divide(value, DEFAULT_ROUNDING);
    }
    /**
     * 除法
     *
     * @param value
     * @return
     */
    public Money divide(BigDecimal value, RoundingMode roundingMode) {
        BigDecimal newCent = BigDecimal.valueOf(this.cent).divide(value, roundingMode);
        return Money.of(newCent.longValue(), this.currency);
    }

    /**
     * 除法
     *
     * @param value
     * @param roundingMode
     * @return
     */
    public Money divide(long value, RoundingMode roundingMode) {
        BigDecimal newCent = BigDecimal.valueOf(this.cent).divide(BigDecimal.valueOf(value), roundingMode);
        return Money.of(newCent.longValue(), this.currency);
    }

```

```
    /**
     * 加法
     *
     * @param value
     * @return
     */
    public Money add(Money value) {
        assertSameCurrency(value);
        return Money.of(this.cent + value.cent, this.currency);
    }

    /**
     * 减法
     *
     * @param value
     * @return
     */
    public Money subtract(Money value) {
        assertSameCurrency(value);
        return Money.of(this.cent - value.cent, this.currency);
    }

    /**
     * 乘法
     *
     * @param value
     * @return
     */
    public Money multiply(long value) {
        return Money.of(this.cent * value, this.currency);
    }

    /**
     * 乘法
     *
     * @param value
     * @param roundingMode
     * @return
     */
    public Money multiply(BigDecimal value, RoundingMode roundingMode) {
        long newCent = BigDecimal.valueOf(this.cent).multiply(value).setScale(0, roundingMode).longValue();
        return Money.of(newCent, this.currency);
    }

    public Money multiply(BigDecimal value) {
        long newCent = BigDecimal.valueOf(this.cent).multiply(value).setScale(0, DEFAULT_ROUNDING).longValue();
```

```
90            return Money.of(newCent, this.currency);
91        }
92
93
94        /**
95         * 相同币种比较
96         *
97         * @param value
98         */
99        private void assertSameCurrency(Money value) {
100           if (!Objects.equals(this.currency, value.currency)) {
101               throw new IllegalArgumentException("Money instances must hav
    e the same currency");
102           }
103       }
```

5.4. 比较大小

Java

```
1
2       /**
3        * 对比
4        *
5        * @param value the object to be compared.
6        * @return
7        */
8       @Override
9       public int compareTo(Money value) {
10          assertSameCurrency(value);
11          return Long.compare(this.cent, value.cent);
12      }
```

5.5. 返回元和分单位的数字

所有内部应用全部使用getAmount()，不允许使用getCent()。保证内部应用大家的语义保持一致。

只有请求外部渠道时，如果渠道要求使用币种最小单位，才使用getCent()。

```java
/**
 * 获取金额数，单位为元
 * 内部系统强制使用getAmount，不能使用getCent。
 * 比如：人民币 1元，返回1，100分返回1。日元最小单位是1元，返回1
 *
 * @return
 */
public BigDecimal getAmount() {
    return BigDecimal.valueOf(cent, currency.getDefaultFractionDigits());
}

/**
 * 返回币种最小单位
 * 内部系统强制使用getAmount，不能使用getCent，除非在和银行渠道对接时，需要使用getCent。
 *
 * @return
 */
public long getCent() {
    return cent;
}
```

5.6. 完整的Money类示例

完整的Money类还有其它的一些方法，具体可以参考：https://gitee.com/yinmosc/gateway/blob/master/src/main/java/com/demo/gateway/common/Money.java

6. Money类实际应用最佳实践

从接收外部请求开始，到内部计算、存储，最后外发到渠道，完整实践说明。

6.1. 接收入口请求

在入口网关处，先转换成Money类，再往后请求。

```java
// 使用外部请求的参数构建Money类
Money payAmount = Money.of(BigDecimal.valueOf(outRequest.getPayAmount()),
outRequest.getCurrency());

// 构建内部请求
PayRequest request = new PayRequest();
request.setPayAmount(payAmount);
... ...

// 发给内部应用
payService.pay(request);
```

6.2. 内部应用运算

内部所有应用，全部使用Money类流转和计算。

```java
Money payAmount = request.getPayAmount();
Money fee = payAmount.multiply(BigDecimal.valueOf(0.03));

// 其它处理
```

6.3. 内部数据库存储

```java
Money payAmount = request.getPayAmount();
BigDecimal amount = payAmount.getAmount();
String currency = payAmount.getCurrency().getCurrencyCode();

// 构建DO
Order order = new Order();
order.setAmount(amount);
order.setCurrency(currency);
...

// 保存入库
saveToDB(order);

```

6.4. 外发处理

注意：

1. 渠道要求是元，使用：

   String amount = payAmount.getAmount();

2. 如果要求是分，使用:

   String amount = payAmount.getCent();

```java
Money payAmount = request.getPayAmount();

// 渠道要求是元，如果要求是分，使用: String amount = payAmount.getCent();
String amount = payAmount.getAmount();
String currency = payAmount.getCurrency().getCurrencyCode();


// 外发报文组装
... ...

```

7. 结束语

金额如果处理得不好，引来的直接后果就是资金损失，哪怕不是今天，早晚也得出事。

如果你是研发同学，发现内部还没有使用Money类处理金额，建议早点对内部系统做改造。如果你是产品经理，建议转给内部研发同学，避免研发同学踩坑。

这是《图解支付系统设计与实现》专栏系列文章中的第（34）篇。

深耕境内/跨境支付架构设计十余年，欢迎关注并星标公众号“隐墨星辰”，和我一起深入解码支付系统的方方面面。

专栏系列文章PDF合集不定时更新，欢迎关注我的公众号“隐墨星辰”，留言“PDF”获取。

有个支付系统设计与实现讨论群，添加个人微信（yinmon_sc）备注666进入。