

06 | 如何处理消费过程中的重复消息？

2019-08-03 李玥

消息队列高手课

[进入课程 >](#)



讲述：李玥

时长 13:59 大小 12.81M



你好，我是李玥。上节课我们讲了如何确保消息不会丢失，课后我给你留了一个思考题，如果消息重复了怎么办？这节课，我们就来聊一聊如何处理重复消息的问题。

在消息传递过程中，如果出现传递失败的情况，发送方会执行重试，重试的过程中就有可能会产生重复的消息。对使用消息队列的业务系统来说，如果没有对重复消息进行处理，就有可能会导致系统的数据出现错误。

比如说，一个消费订单消息，统计下单金额的微服务，如果没有正确处理重复消息，那就会出现重复统计，导致统计结果错误。

你可能会问，如果消息队列本身能保证消息不重复，那应用程序的实现不就简单了？那有没有消息队列能保证消息不重复呢？

消息重复的情况必然存在

在 MQTT 协议中，给出了三种传递消息时能够提供的服务质量标准，这三种服务质量从低到高依次是：

At most once: 至多一次。消息在传递时，最多会被送达一次。换一个说法就是，没什么消息可靠性保证，允许丢消息。一般都是一些对消息可靠性要求不太高的监控场景使用，比如每分钟上报一次机房温度数据，可以接受数据少量丢失。

At least once: 至少一次。消息在传递时，至少会被送达一次。也就是说，不允许丢消息，但是允许有少量重复消息出现。

Exactly once：恰好一次。消息在传递时，只会被送达一次，不允许丢失也不允许重复，这个是最高的等级。

这个服务质量标准不仅适用于 MQTT，对所有的消息队列都是适用的。我们现在常用的绝大部分消息队列提供的服务质量都是 At least once，包括 RocketMQ、RabbitMQ 和 Kafka 都是这样。也就是说，消息队列很难保证消息不重复。

说到这儿我知道肯定有的同学会反驳我：“你说的不对，我看过了 Kafka 的文档，Kafka 是支持 Exactly once 的。”我在这里跟这些同学解释一下，你说的没错，Kafka 的确是支持 Exactly once，但是我讲的也没有问题，为什么呢？

Kafka 支持的“Exactly once”和我们刚刚提到的消息传递的服务质量标准“Exactly once”是不一样的，它是 Kafka 提供的另外一个特性，Kafka 中支持的事务也和我们通常意义理解的事务有一定的差异。在 Kafka 中，事务和 Exactly once 主要是为了配合流计算使用的特性，我们在专栏“进阶篇”这个模块中，会有专门的一节课来讲 Kafka 的事务和它支持的 Exactly once 特性。

稍微说一些题外话，Kafka 的团队是一个非常善于包装和营销的团队，你看他们很巧妙地用了两个所有人都非常熟悉的概念“事务”和“Exactly once”来包装它的新的特性，实际上它实现的这个事务和 Exactly once 并不是我们通常理解的那两个特性，但是你深入了解 Kafka 的事务和 Exactly once 后，会发现其实它这个特性虽然和我们通常的理解不一样，但确实和事务、Exactly once 有一定关系。

这一点上，我们都要学习 Kafka 团队。一个优秀的开发团队，不仅要能写代码，更要能写文档，能写 Slide (PPT)，还要能讲，会分享。对于每个程序员来说，也是一样的。

我们把话题收回来，继续来说重复消息的问题。既然消息队列无法保证消息不重复，就需要我们的消费代码能够接受“消息是可能会重复的”这一现状，然后，通过一些方法来消除重复消息对业务的影响。

用幂等性解决重复消息问题

一般解决重复消息的办法是，在消费端，让我们消费消息的操作具备幂等性。

幂等 (Idempotence) 本来是一个数学上的概念，它是这样定义的：

如果一个函数 $f(x)$ 满足： $f(f(x)) = f(x)$ ，则函数 $f(x)$ 满足幂等性。

这个概念被拓展到计算机领域，被用来描述一个操作、方法或者服务。一个幂等操作的特点是，**其任意多次执行所产生的影响均与一次执行的影响相同。**

一个幂等的方法，使用同样的参数，对它进行多次调用和一次调用，对系统产生的影响是一样的。所以，对于幂等的方法，不用担心重复执行会对系统造成任何改变。

我们举个例子来说明一下。在不考虑并发的情况下，“将账户 X 的余额设置为 100 元”，执行一次后对系统的影响是，账户 X 的余额变成了 100 元。只要提供的参数 100 元不变，那即使再执行多少次，账户 X 的余额始终都是 100 元，不会变化，这个操作就是一个幂等的操作。

再举一个例子，“将账户 X 的余额加 100 元”，这个操作它就不是幂等的，每执行一次，账户余额就会增加 100 元，执行多次和执行一次对系统的影响（也就是账户的余额）是不一样的。

如果我们系统消费消息的业务逻辑具备幂等性，那就不用担心消息重复的问题了，因为同一条消息，消费一次和消费多次对系统的影响是完全一样的。也就可以认为，消费多次等于消费一次。

从对系统的影响结果来说：**At least once + 幂等消费 = Exactly once**。

那么如何实现幂等操作呢？最好的方式就是，**从业务逻辑设计上入手，将消费的业务逻辑设计成具备幂等性的操作**。但是，不是所有的业务都能设计成天然幂等的，这里就需要一些方

法和技巧来实现幂等。

下面我给你介绍几种常用的设计幂等操作的方法：

1. 利用数据库的唯一约束实现幂等

例如我们刚刚提到的那个不具备幂等特性的转账的例子：将账户 X 的余额加 100 元。在这个例子中，我们可以通过改造业务逻辑，让它具备幂等性。

首先，我们可以限定，对于每个转账单每个账户只可以执行一次变更操作，在分布式系统中，这个限制实现的方法非常多，最简单的是我们在数据库中建一张转账流水表，这个表有三个字段：转账单 ID、账户 ID 和变更金额，然后给转账单 ID 和账户 ID 这两个字段联合起来创建一个唯一约束，这样对于相同的转账单 ID 和账户 ID，表里至多只能存在一条记录。

这样，我们消费消息的逻辑可以变为：“在转账流水表中增加一条转账记录，然后再根据转账记录，异步操作更新用户余额即可。”在转账流水表增加一条转账记录这个操作中，由于我们在这个表中预先定义了“账户 ID 转账单 ID”的唯一约束，对于同一个转账单同一个账户只能插入一条记录，后续重复的插入操作都会失败，这样就实现了一个幂等的操作。我们只要写一个 SQL，正确地实现它就可以了。

基于这个思路，不光是可以使用关系型数据库，只要是支持类似“INSERT IF NOT EXIST”语义的存储类系统都可以用于实现幂等，比如，你可以用 Redis 的 SETNX 命令来替代数据库中的唯一约束，来实现幂等消费。

2. 为更新的数据设置前置条件

另外一种实现幂等的思路是，给数据变更设置一个前置条件，如果满足条件就更新数据，否则拒绝更新数据，在更新数据的时候，同时变更前置条件中需要判断的数据。这样，重复执行这个操作时，由于第一次更新数据的时候已经变更了前置条件中需要判断的数据，不满足前置条件，则不会重复执行更新数据操作。

比如，刚刚我们说过，“将账户 X 的余额增加 100 元”这个操作并不满足幂等性，我们可以把这个操作加上一个前置条件，变为：“如果账户 X 当前的余额为 500 元，将余额加 100 元”，这个操作就具备了幂等性。对应到消息队列中的使用时，可以在发消息时在消

息体中带上当前的余额，在消费的时候进行判断数据库中，当前余额是否与消息中的余额相等，只有相等才执行变更操作。

但是，如果我们要更新的数据不是数值，或者我们要做一个比较复杂的更新操作怎么办？用什么作为前置判断条件呢？更加通用的方法是，给你的数据增加一个版本号属性，每次更数据前，比较当前数据的版本号是否和消息中的版本号一致，如果不一致就拒绝更新数据，更新数据的同时将版本号 +1，一样可以实现幂等更新。

3. 记录并检查操作

如果上面提到的两种实现幂等方法都不能适用于你的场景，我们还有一种通用性最强，适用范围最广的实现幂等性方法：记录并检查操作，也称为“Token 机制或者 GUID（全局唯一 ID）机制”，实现的思路特别简单：在执行数据更新操作之前，先检查一下是否执行过这个更新操作。

具体的实现方法是，在发送消息时，给每条消息指定一个全局唯一的 ID，消费时，先根据这个 ID 检查这条消息是否有被消费过，如果没有消费过，才更新数据，然后将消费状态置为已消费。

原理和实现是不是很简单？其实一点儿都不简单，在分布式系统中，这个方法其实是非常难实现的。首先，给每个消息指定一个全局唯一的 ID 就是一件不那么简单的事儿，方法有很多，但都不太好同时满足简单、高可用和高性能，或多或少都要有些牺牲。更加麻烦的是，在“检查消费状态，然后更新数据并且设置消费状态”中，三个操作必须作为一组操作保证原子性，才能真正实现幂等，否则就会出现 Bug。

比如说，对于同一条消息：“全局 ID 为 8，操作为：给 ID 为 666 账户增加 100 元”，有可能出现这样的情况：

t0 时刻：Consumer A 收到条消息，检查消息执行状态，发现消息未处理过，开始执行“账户增加 100 元”；

t1 时刻：Consumer B 收到条消息，检查消息执行状态，发现消息未处理过，因为这个时刻，Consumer A 还未来得及更新消息执行状态。

这样就会导致账户被错误地增加了两次 100 元，这是一个在分布式系统中非常容易犯的错误，一定要引以为戒。

对于这个问题，当然我们可以用事务来实现，也可以用锁来实现，但是在分布式系统中，无论是分布式事务还是分布式锁都是比较难解决问题。

小结

这节课我们主要介绍了通过幂等消费来解决消息重复的问题，然后我重点讲了几种实现幂等操作的方法，你可以利用数据库的约束来防止重复更新数据，也可以为数据更新设置一次性的前置条件，来防止重复消息，如果这两种方法都不适用于你的场景，还可以用“记录并检查操作”的方式来保证幂等，这种方法适用范围最广，但是实现难度和复杂度也比较高，一般不推荐使用。

这些实现幂等的方法，不仅可用于解决重复消息的问题，也同样适用于，在其他场景中来解决重复请求或者重复调用的问题。比如，我们可以将 HTTP 服务设计成幂等的，解决前端或者 APP 重复提交表单数据的问题；也可以将一个微服务设计成幂等的，解决 RPC 框架自动重试导致的重复调用问题。这些方法都是通用的，希望你能做到触类旁通，举一反三。

思考题

最后请你想一下，为什么大部分消息队列都选择只提供 At least once 的服务质量，而不是级别更高的 Exactly once 呢？欢迎在留言区与我分享讨论。

感谢阅读，如果你觉得这篇文章对你有帮助的话，也欢迎把它分享给你的朋友。



消息队列高手课

从源码角度全面解析 MQ 的设计与实现

李玥

京东零售技术架构部资深架构师



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。

© 版权归极客邦科技所有，未经许可不得传播售卖。页面已增加防盗追踪，如有侵权极客邦将依法追究其法律责任。

上一篇 05 | 如何确保消息不会丢失？

精选留言 (25)

 写留言



微微一笑

2019-08-03

解决一个问题，往往會引发别的问题。若消息队列实现了exactly once，会引发的问题有：①消费端在pull消息时，需要检测此消息是否被消费，这个检测机制无疑会拉低消息消费的速度。可以预想到，随着消息的剧增，消费性能势必会急剧下降，导致消息积压；②检查机制还需要业务端去配合实现，若一条消息长时间未返回ack，消息队列需要去回调看下消费结果（这个类似于事物消息的回查机制）。这样就会增加业务端的压力，与很多...
[展开](#)

作者回复: 



14



oscarwin

2019-08-03

我觉得最重要的原因是消息队列即使做到了Exactly once级别，consumer也还是要做幂等。因为在consumer从消息队列取消息这里，如果consumer消费成功，但是ack失败，consumer还是会取到重复的消息，所以消息队列花大力气做成Exactly once并不能解决业务侧消息重复的问题。

展开 ▼

作者回复: 凸 凸 凸



linqw

2019-08-03

学习完如何处理消费过程中的重复消息，写下自己的理解，老师有空帮忙看下哦

1、使用数据库的唯一索引防止消息被重复消费，感觉如果业务系统存在分库分表，消费消息被路由到不同的库或表，还是会存在问题。

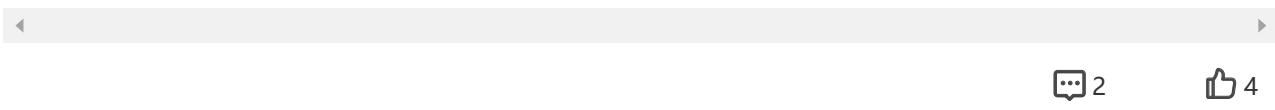
2、为更新的数据设置前置条件，可以在消息中附带属性，比如当前账户的总金额，或者表中多加一个版本号字段，配合数据库行锁，类似乐观锁的概念，Java CAS，比较内存中...

展开 ▼

作者回复:

第一个问题，一般来说分库分表也不会有问题，为什么？因为，使用我们的方法，对于一条具体的消息，总是会落到确定的某个库表上，它的重复消息也会落地同样的库表上，所以分库分表不是问题。

第五个问题，有的消息队列会有一个特殊的队列来保存这些总是消费失败的“坏消息”，然后继续消费之后的消息，避免坏消息卡死队列。这种坏消息一般不会是因为网络原因或者消费者死掉导致的，大多都是消息数据本身有问题，消费者的业务逻辑处理不了导致的。



盛

2019-08-03

对于老师说的为何都是支持At least once:是不是与以下几种情况相关；不对之处还望老师指出，因为我是刚好最近有时会有些异常数据联想到的也算是学习此课的初衷之一。

1.硬件异常或者系统异常导致的数据丢失：这里想咨询老师一下，消息队列为何不能做成像数据库一样的用undo log和redo log去避免硬件的这种异常。

2.就像为何网络协议中一样TCP和UDP的区别：消息反馈可能不是每一个反馈一次，有...

展开 ▼

作者回复: A1 : 主要是出于性能考虑。

A2 : 大部分消息队列在实现的时候，都是批量收发的，但是，采用基于位置的确认机制，是可以保证顺序的。



David Mao

2019-08-03

请教一下老师，重复消息多的话可能会影响效能，消息队列有这方面的设计考量吗？

作者回复: 这个还是需要使用消息队列的用户来考虑。



nightmare

2019-08-03

kafka就算用事务，也不能保证没有重复消费，它有可能发生rebalance时，消费了数据没有提交



Leon

2019-08-05

之前有个止盈止损的股票平仓问题，通过消息队列发送给平仓服务去平仓，当时还没考虑到重复平仓问题，现在看来可以用全局uuid来防止这个问题，因为平仓服务是单点的，所以不用考虑分布式系统的难题，不过如果后面平行扩展了就要考虑分布式事务了

展开 ▼



岁月安然

2019-08-05

级别更高的Exactly once实现的复杂度更高，就会远离高并发、高可用的特性



陈泽坛

2019-08-05

跟上，打卡。。。

展开 ▼



美美

2019-08-04

重复的消息是依次发送的，不能被两个consumer拉取到吧



Mark Yao

2019-08-04

性能取舍，即使满足消费端也要满足

展开 ▾



humor

2019-08-04

我感觉是消息队列没有办法做到exactly once吧。原因是网络环境太复杂，底层的tcp都做不到exactly once，上层的应用更加做不到了。

展开 ▾



青舟

2019-08-04

我能想到的点：

- 1，生产端需要为每条消息设置唯一id，消息队列要做去重处理
- 2.消息队列如何维护消息是否已经消费？针对每个消息都必须记录其消费状态，首先只能分配给一个消费者，并且需要知道消费结果，消费者拿到消息后可能还没处理就挂掉，或者处理了ack没完成就挂了，需要消息队列向消费者进行回查

展开 ▾



good葳

2019-08-03

跟tcp协议一样，有ack机制，所以，所以宁可多发也不要少发，否则丢消息了，很严重。如果不管就是udp了



约书亚

2019-08-03

exactly once的要想实现，一种选择是效仿mqtt qos2，做多次确认。这种方法理论上并不能100%避免消息重复，却使得性能大幅下降，得不偿失。另一种是mq的consumer实

现框架在内部对消息id做记录，并做重复性检查，但这又引来了新问题，框架的实现无法知道一条长时间没ack的消息发生了什么，没有进行去重的依据。看来这些是还是交给应用层更合适。

展开 ▼



星帆

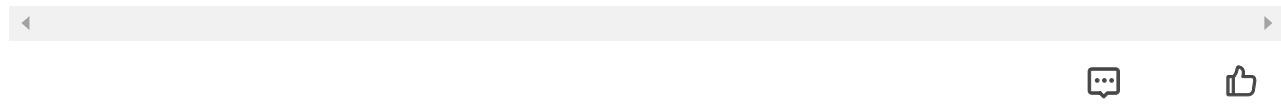
2019-08-03

mqtt服务器有推荐的吗？

展开 ▼

作者回复: 如果只是单节点的MQTT Server，找一个流行的开源的即可。

如果需要支撑海量的设备，必须部署集群，据我了解，还没有开源的做的特别好的，你可能需要买一个商业产品或者自己来开发。



Better me

2019-08-03

对于思考题，三种服务质量标准都有各自的使用场景，这就好比数据库中隔离级别的实现，Serializable隔离级别不仅可以避免脏读、不可重复读，还避免了幻读，但同时代价花费也是最高，性能很低。文中的Exactly once(恰好一次)基本类似，虽然一定程度上可以避免消息重复以及消息丢失，但其实现必然也意味着高代价、低性能。最后深深的感受到了架构的关键就是判断和取舍，以及针对特定场景去做特定的实现。

展开 ▼

作者回复: 凸 凸 凸



Jian

2019-08-03

在分布式环境下，如果让message queue负责实现exactly once，会导致其处理极其复杂，以及性能低下——这样的产品性价比不高。在分布式环境内，借助其他组件，结合特定的业务，才是解决exactly once最具性价比的方式。

展开 ▼

作者回复: 凸 凸 凸



许童童

2019-08-03

老师你好，在“检查消费状态，然后更新数据并且设置消费状态”中，三个操作必须作为一组操作保证原子性，才能真正实现幂等，否则就会出现 Bug。
不应该是保证隔离性吗？

作者回复: 如果只是保证隔离性：

A实例在执行“更新数据”的时候，
B实例也收到同一条消息，来检查消费状态，那还是“未消费”。

这不就重复消费了吗？



QQ怪

2019-08-03

我觉得主要是因为在性能上对恰好一次做了取舍

展开 ▼

作者回复: 凸 凸 凸