35 | 答疑解惑（三）：主流消息队列都是如何存储消息的？

2019-10-15 李玥

你好，我是李玥。

在我们一起做了两个实践案例以后，相信你或多或少都会有一些收获。在学习和练习这两个实践案例中，我希望你收获的不仅仅是流计算和RPC框架的设计实现原理，还能学会并掌握在实现这些代码过程中，我们用到的很多设计模式和编码技巧，以及代码背后无处不在的“松耦合”、“拥抱变化”这些设计思想。最重要的是，把这些学到的东西能最终用在你编写的代码中，才是真正的收获。

照例，在每一模块的最后一节课，我们安排热点问题答疑，解答同学们关注比较多的一些问题。

1. 主流消息队列都是如何存储消息的？

我在之前的课程中提到过，现代的消息队列它本质上是一个分布式的存储系统。那决定一个存储系统的性能好坏，最主要的因素是什么？就是它的存储结构。

很多大厂在面试的时候，特别喜欢问各种二叉树、红黑树和哈希表这些你感觉平时都用不到的知识，原因是什么？其实，无论是我们开发的应用程序，还是一些开源的数据库系统，在数据量达到一个量级之上的时候，决定你系统整体性能的往往就是，你用什么样的数据结构来存储这些数据。而大部分数据库，它最基础的存储结构不是树就是哈希表。

即使你不去开发一个数据库，在设计一个超大规模的数据存储的时候，你也需要掌握各种数据库的存储结构，才能选择一个适合你的业务数据的数据库产品。所以，掌握这些最基础的数据结构

相关的知识，是很有必要的，不仅仅是为了应付面试。

在所有的存储系统中，消息队列的存储可能是最简单的。每个主题包含若干个分区，每个分区其实就是一个WAL（Write Ahead Log），写入的时候只能尾部追加，不允许修改。读取的时候，根据一个索引序号进行查询，然后连续顺序往下读。

接下来我们看看，几种主流的消息队列都是如何设计它们的存储结构的。

先来看Kafka，Kafka的存储以Partition为单位，每个Partition包含一组消息文件（Segment file）和一组索引文件（Index），并且消息文件和索引文件一一对应，具有相同的文件名（但文件扩展名不一样），文件名就是这个文件中第一条消息的索引序号。

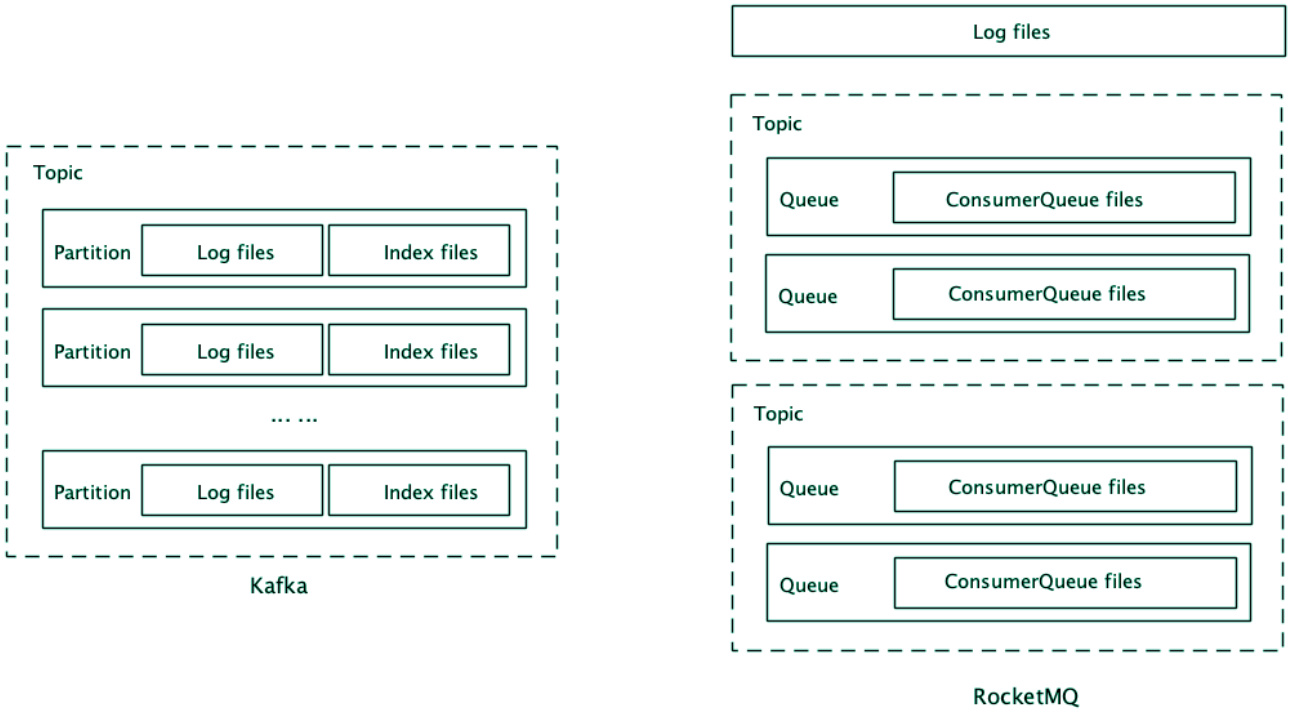
每个索引中保存索引序号（也就是这条消息是这个分区中的第几条消息）和对应的消息在消息文件中的绝对位置。在索引的设计上，Kafka采用的是稀疏索引，为了节省存储空间，它不会为每一条消息都创建索引，而是每隔几条消息创建一条索引。

写入消息的时候非常简单，就是在消息文件尾部连续追加写入，一个文件写满了再写下一个文件。查找消息时，首先根据文件名找到所在的索引文件，然后用二分法遍历索引文件内的索引，在里面找到离目标消息最近的索引，再去消息文件中，找到这条最近的索引指向的消息位置，从这个位置开始顺序遍历消息文件，找到目标消息。

可以看到，寻址过程还是需要一定时间的。一旦找到消息位置后，就可以批量顺序读取，不必每条消息都要进行一次寻址。

然后我们再来看一下RocketMQ，RocketMQ的存储以Broker为单位。它的存储也是分为消息文件和索引文件，但是在RocketMQ中，每个Broker只有一组消息文件，它把在这个Broker上的所有主题的消息都存在这一组消息文件中。索引文件和Kafka一样，是按照主题和队列分别建立的，每个队列对应一组索引文件，这组索引文件在RocketMQ中称为ConsumerQueue。RocketMQ中的索引是定长稠密索引，它为每一条消息都建立索引，每个索引的长度（注意不是消息长度）是固定的20个字节。

写入消息的时候，Broker上所有主题、所有队列的消息按照自然顺序追加写入到同一个消息文件中，一个文件写满了再写下一个文件。查找消息的时候，可以直接根据队列的消息序号，计算出索引的全局位置（索引序号x索引固定长度20），然后直接读取这条索引，再根据索引中记录的消息的全局位置，找到消息。可以看到，这里两次寻址都是绝对位置寻址，比Kafka的查找是要快的。



对比这两种存储结构，你可以看到它们有很多共通的地方，都是采用消息文件+索引文件的存储方式，索引文件的名字都是第一条消息的索引序号，索引中记录了消息的位置等等。

在消息文件的存储粒度上，Kafka以分区为单位，粒度更细，优点是更加灵活，很容易进行数据迁移和扩容。RocketMQ以Broker为单位，较粗的粒度牺牲了灵活性，带来的好处是，在写入的时候，同时写入的文件更少，有更好的批量（不同主题和分区的数据可以组成一批一起写入），更多的顺序写入，尤其是在Broker上有很多主题和分区的情况下，有更好的写入性能。

索引设计上，RocketMQ和Kafka分别采用了稠密和稀疏索引，稠密索引需要更多的存储空间，但查找性能更好，稀疏索引能节省一些存储空间，代价是牺牲了查找性能。

可以看到，两种消息队列在存储设计上，有不同的选择。大多数场景下，这两种存储设计的差异其实并不明显，都可以满足需求。但是在某些极限场景下，依然会体现出它们设计的差异。比如，在一个Broker上有上千个活动主题的情况下，RocketMQ的写入性能就会体现出优势。再比如，如果我们的消息都是几个、十几个字节的小消息，但是消息的数量很多，这时候Kafka的稀疏索引设计就能节省非常多的存储空间。

2. 流计算与批计算的区别是什么？

有些同学在《29 | 流计算与消息（一）：通过Flink理解流计算的原理》的课后留言提问，对于“按照固定的时间窗口定时汇总”的场景，流计算和批计算是不是就是一样的呢？对于这个问题，我们通过一个例子来分析一下就明白了。

比如，你要在一个学校门口开个网吧，到底能不能赚钱需要事先进行调研，看看学生的流量够不够撑起你这个网吧。然后，你就蹲在学校门口数人头，每过来一个学生你就数一下，数一下一天中每个小时会有多少个学生经过，这是流计算。你还可以放个摄像头，让它自动把路过的每个人

都拍下来，然后晚上回家再慢慢数这些照片，这就是批计算。简单地说，流计算就是实时统计计算，批计算则是事后统计计算，这两种方式都可以统计出每小时的人流量。

那这两种方式哪种更好呢？还是那句话，**看具体的使用场景和需求**。流计算的优势就是实时统计，每到整点的时候，上一个小时的人流量就已经数出来了。在T+0的时刻就能第一时间得到统计结果，批计算相对就要慢一些，它最早在T+0时刻才开始进行统计，什么时候出结果取决于统计的耗时。

但是，流计算也有它的一些不足，比如说，你在数人头的时候突然来了个美女，你多看了几眼，漏数了一些人怎么办？没办法，明天再来重新数吧。也就是说，对于流计算的故障恢复还是一个比较难解决的问题。

另外，你数了一整天人头，回去做分析的时候才发现，去网吧的大多数都是男生，所以你需要统计的是在校男生，而不是所有人的数量。这时候，如果你保存了这一天所有人的照片，那你重新数一遍照片就可以了，否则，你只能明天上街再数一次人头。这个时候批计算的优势就体现出来了，因为你有原始数据，当需求发生变化的时候，你可以随时改变算法重新计算。

总结下来，大部分的统计分析类任务，使用流计算和批计算都可以实现。流计算具有更好的实时性，而批计算可靠性更好，并且更容易应对需求变化。所以，大部分针对海量数据的统计分析，只要是对实时性要求没有那么高的场景，大多采用的还是批计算的方式。

3. RPC框架的JDBC注册中心

上节课《34 | 动手实现一个简单的RPC框架（四）：服务端》的课后思考题，要求你基于JDBC协议实现一个注册中心，这样就可以支持跨服务器来访问注册中心。这个作业应该是我们这个系列课程中比较难的一个作业了，我在这里也给出一个实现供你参考。

这个参考实现的代码同样在放在GitHub上，你可以在这里查看或者下载，它和之前的RPC框架是同一个项目的不同分支，分支名称是jdbc-nameservice。同样，我把如何设置环境，编译代码，启动数据库，运行这个RPC框架示例的方法都写在了README中，你可以参照运行。

相比于原版的RPC框架，我们增加了一个单独的Module：jdbc-nameservice，也就是JDBC版的注册中心的实现。这个实现中，只有一个类JdbcNameService，和LocalFileNameService一样，他们都实现了NameService接口。在JdbcNameService这个注册中心实现中，它提供JDBC协议的支持，注册中心的元数据都存放在数据库中。

我们这个思考题，其中的一个要求就是，能兼容所有支持JDBC协议的数据库。虽然JDBC的协议是通用的，但是每种数据库支持SQL的语法都不一样，所以，我们这里把SQL语句作为一种资源文件从源代码中独立出来，这样确保源代码能兼容所有的JDBC数据库。不同类型的数据的SQL语句，可以和数据库的JDBC驱动一样，在运行时来提供就可以了。

这个数据库中，我们只需要一张表就够了，这里面我们的表名是rpc_name_service，表结构如

下：

列名	类型	长度	限定
service_name	VAECHAR	255	NOT NULL
uri	VAECHAR	255	NOT NULL

为了能自动根据数据库类型去加载对应的sql，我们规定sql文件的名称为：[SQL名] [数据库类型].sql。比如我们使用的HSQLDB自动建表的SQL文件，它的文件名就是：ddl.hsqldb.sql。JdbcNameService这个类的实现就比较简单了，在connect方法中去连接数据库，如果rpc_name_service不存在，就创建这个表。在registerService中往数据库中插入或者更新一条数据，在lookupService中去数据库查询对应服务名的URI。

在使用的时候，还需要在CLASSPATH中包含下面几个文件：

1. add-service.[数据库类型].sql
2. lookup-service.[数据库类型].sql
3. ddl.[数据库类型].sql
4. 数据库的JDBC驱动JAR文件。

在我们这个实现中，已经包含了HSQLDB这种数据库的SQL文件和驱动，你也可以尝试提供MySQL的SQL文件和驱动，就可以使用MySQL作为注册中心的数据库了。

4. 完成作业的最佳姿势

我们案例篇的几个编码的作业，都是基于课程中讲解的代码进行一些修改和扩展，很多同学在留言区分享了代码。为了便于你修改和分享代码，建议你使用GitHub的Fork功能，用法也很简单，在示例项目的GitHub页面的右上角，有一个Frok按钮，点击之后，会在你自己的GitHub账号下面创建一份这个项目的副本，你可以在这个副本上进行修改和扩展来完成你的作业，最后直接分享这个副本的项目就可以了。

总结

以上就是我们这次热点问题答疑的全部内容了，同时我们这个系列课程的最后一篇：案例篇到这里也就结束了。

这个案例篇模块不同于前两个模块，之前主要是讲解一些消息队列相关的实现原理、知识和方法技巧等等，案例篇的重点还是来通过实际的案例，来复习和练习前两篇中涉及到的一些知识。我们案例篇中每节课的作业，大多也都是需要你来写一些代码。

希望你在学习案例篇的时候，不要只是听和看，更重要的就是动手来写代码，通过练习把学到的

东西真正的消化掉。也欢迎你在评论区留言，分享你的代码。

感谢阅读，如果你觉得这篇文章对你有一些启发，也欢迎把它分享给你的朋友。

精选留言

芥末小龙 1

玥哥，已经完结了，在重新撸一遍 希望有更大的收获。

2019-10-16

作者回复

记得来请我吃饭哈。

2019-10-16

jack 1

老师，关于RocketMQ以broker为单位进行存储，那么读取的时候，每个主题岂不是得去不同的文件中分别读取批量消息，读取性能上是不是不如kafka呢？

2019-10-15

作者回复

从存储结构上来说，确实是这样的。

2019-10-16

leslie 1

除了手动案例的实践部分：基本上算是全程跟完了，这个专栏是自己第一个全程基本完全一篇

不拉的学习完的课程；感谢老师一路以来的辛勤付出和答惑。
老师今天所提的算法问题其实后面自己在读老师贴出来的代码就意识到了自己的这个弱点，同样是由于意识到课程的算法这块需求，特意参加了算法训练营-现在是极客大学算法训练营第四期的学员，希望在第四期完课时自己这块的致命弱点能强化许多。虽然开学典礼和覃超老师沟通时说我要毕业有点难度，不过自己会努力的去学和练，相信只要付出了努力且跟着老师学习自己应当可以毕业；同样这几天的实践由于去北京参加开学典礼落下了，动手实践只能后面补上然后强化了。
记得老师在开篇词留的话题是"留言区立个 Flag，写下你的学习计划或目标"：3个月左右的坚持跟下来我觉得我达到了自己的目标-算是不辜负自己的努力和老师的辛勤教诲，现在只是欠缺实践操作而已。感谢老师一路来的顿顿教诲和辛勤付出，希望将来还能看到老师的分享；谢谢。

2019-10-15

humor 0

DriverManager是怎么知道加载哪个JDBC驱动的呢？ 代码里并没有把驱动的类名传过去呀

2019-10-16

作者回复

JDBC 4.0 已经支持SPI机制了，只要把驱动放在classpath里面就会自动加载的。

2019-10-16

A9 0

RocketMQ以Broker为单位，较粗的力度牺牲了灵活性，带来的好处是在写入的时候，同时写入的文件更少，有更好的批量（不同主题和分区的数据可以组成一批一起写入），更多的顺序写入，尤其是在Broker上有很多主题和分区的情况下，有更好的写入性能

老师，关于RocketMQ的Broker单文件写入CommitLog的问题，感觉上按照partition来写入的Kafka不是能有更高的并发写入吗，为什么写单个文件的RocketMQ会有更好的写入性能？

2019-10-16

作者回复

这个是磁盘的特性决定的，磁盘的连续顺序写的性能要远远好于 并发写。

2019-10-16

每天晒白牙 0

老师的专栏写的真好，特别深入，实战篇偷懒了没去操作，需要找时间写写这个rpc框架了，前面30多节都坚持了

2019-10-15

乐溪溪520 0

跟着老师的更新，把专栏学习了一遍。当然，一遍肯定是不能掌握所有的知识点的。需要两次或者三次的学习，才能把重要的知识转化成自己的知识。一个专栏的结束不是结束，而是新的开始。感谢老师的分享。

2019-10-15