面向对象：Apache Flink Connector

符文益 2018K8009922030

一．Apache Flink Connector 简介

0. 什么是 Apache Flink？

Apache Flink 是由 Apache 软件基金会开发的开源流处理框架，其核心是用 Java 和 Scala 编写的分布式流数据流引擎。Flink 以数据并行和流水线方式执行任意流数据程序，Flink 的流水线运行时系统可以执行批处理和流处理程序。此外，Flink 的运行时本身也支持迭代算法的执行。

Apache Flink 的数据流编程模型在有限和无限数据集上提供单次事件（event-at-a-time）处理。在基础层面，Flink 程序由流和转换组成。

1. 什么是 Apache Flink Connector？

Flink 作为一个流批统一的计算引擎，需要从不同的第三方存储引擎中通过 Source 读取数据信息进行处理并通过 sink 写回到后续的存储引擎中。Connector 就作为 Flink 与数据库/数据流交互的连接件。

先看一看数据输入输出 Flink 的方式。

A、预定义的 source 和 sink:

基于文件的 source/sink：readTextFile(path) / writeAsTest

基于 socket 的 source/sink:　socketTextStream/ writeToSocket

基于内存里的 collections（集合）、Iterator（迭代器):　fromCollection\fromElements / Print\ printToError

B、Bundled Connectors(Flink 提供的)

Apache Kafka(source/sink)

Apache Cassandra(sink)

这两个方式也包括在我要分析的源码中，后续会详细介绍我们可以通过直接调用 API 使用。

C、Apache Bahir 中的连接器

D、Async I/O

这一次我负责的模块是 Connector-base，kafka，cassandra，hive 这四个部分。

2. 什么是 Flink Kafka？

Kafka 是由 Apache 软件基金会开发的一个开源流处理平台，由 Scala 和 Java 编写。Kafka 是一种高吞吐量的分布式发布订阅消息系统，它可以处理消费者在网站中的所有动作流数据。

Kafka connector 在生产环境中与 kafka 进行数据交互。用 kafka consumer 读取 kafka 生产环境数据，处理后用 kafka producer 写入 kafka 的 producer 分区。

3. 什么是 Flink Cassandra？

Cassandra 是一套开源分布式 NoSQL 数据库系统。它最初由 Facebook 开发，用于储存收件箱等简单格式数据，是一种流行的分布式结构化数据存储方案。

Cassandra connector 特点：提前写入日志（对非确定性程序，必须启用提前写日志）/检查点与容错（至少一次传输请求）

4. 什么是 Flink Hive？

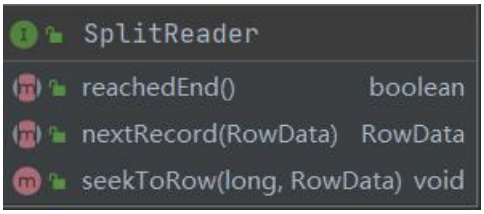
hive 是基于 Hadoop 的一个数据仓库工具，用来进行数据提取、转化、加载，这是一种可以存储、查询和分析存储在 Hadoop 中的大规模数据的机制。hive 数据仓库工具能将结构化的数据文件映射为一张数据库表，并提供 SQL 查询功能，能将 SQL 语句转变成 MapReduce 任务来执行。Hive 的优点是学习成本低，可以通过类似 SQL 语句实现快速 MapReduce 统计，使 MapReduce 变得更加简单，而不必开发专门的 MapReduce 应用程序。hive 十分适合对数据仓库进行统计分析。

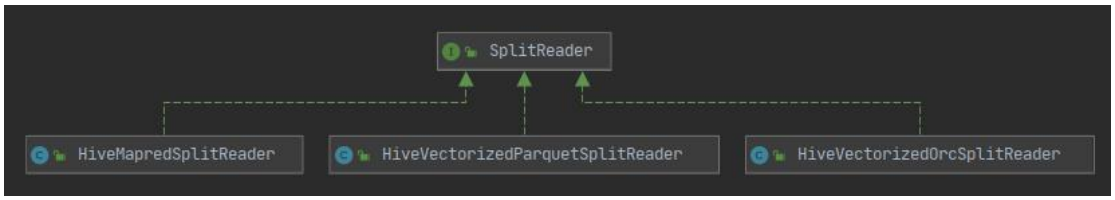
5. 相同与不同

开头提到，既然我的任务是需要讲 base\kafka\Cassandra\hive 这四个 connector，我就需要先从表面分析一下它们四者的异同。

A、关于 splitreader

Splitreader 是一个 base、hive、kafka 三者共有的接口，其中，kafka 直接实现了 base 中提供的 splitreader 接口，而 hive 拥有自己独立的 splitreader 接口并用三个不一样的类去实现。





1.hive 类图

其中，类 HiveMapredSplitReader 通过 hadoop mapreduce 方式读取文件。

B、关于 sink、source 部分

Kafka 是一个处理平台，hive 是一个数据的统计分析工具，两者都有 sink/source 两个独立类；而 Cassandra 是一个数据库系统，只有 sink 类。

C、关于序列化器

三者都有独立的序列化器。

二. 主要功能分析与建模

0. Connector 主要类与接口简介

首先，我们先介绍最基础的 connector-base。Connector-base 一共有 2 个主要模块，分别是 fetcher 和 reader。其中使用到的 SplitFetcher 类是 connector 的核心类。

SplitFetcher 类是一个内部的 fetcher，它的作用是从外部系统轮询获取信息。它的两个参数都由泛型表示，其中 E 代表读取元素类型 element type，SplitT 代表 split 的类型。之前

提到 flink 是一个分布式系统，其中最大的一个特点就是它的并行性，比如数据可以分成若干部分并行传输处理，这或许就是 split 存在的要义。

```
1   public class SplitFetcher<E, SplitT extends SourceSplit> implements Runnable
```

2.SplitFetcher 类

还有一个要介绍的是接口 SplitReader，它是一个用来读 splits 的接口，实现它的类可以读取 single split 或者 multiple splits，它的参数与 SplitFetcher 相同。

```
2   public interface SplitReader<E, SplitT extends SourceSplit>
```

3.SplitReader 类

1. 主要类属性与方法

根据 SplitFetcher 的类图我们可以看到，splitReader 接口是 splitfetcher 的其中一个属性。

splitFetcher 还有很多方法，其中 run 和 runonce 方法都用于运行 fetch 这一操作任务；Wakeup 方法用于唤醒执行 fetcher 任务的线程；shutdown 方法用于关掉 fetcher 任务。

4.SplitFetcher 类图

2. 需求建模

下面对我模拟的 SplitFetcher 读取过程进行分析，判断如果 SplitFetcher 需要从外部系统读取信息，应当如何建模：

```
82  需求建模
83
84      [用例名称]
85          split读取器splitfetcher
86      [场景]
87          who:读取的splits、读取器reader、splits放置队列（比如queue）
88          where:存储器或者处理器
89          when:运行时
```

5.需求建模-1

现在我们缺少的是如何启动 SplitFetcher，如何将 split 分配给 SplitFetcher,以及在 split 中的记录未被全部读取时，如何频繁得将 SplitFetcher 唤醒这些细节。从而得到以下的用例描述：

```
需求建模

    [用例描述]
        1.实例化splitfetcher和split(包括其中的records)
        2.为splitfetcher分配一个执行fetch任务的线程
        3.为splitfetcher分配一个唤醒它的线程
        4.fetcher读取，wakeup线程通过某种计数方式唤醒fetcher直至split中的record读完
        5.SplitFetcher关闭
        6.线程回收
    [用例价值]
        完成split的读取
    [约束和限制]
        split数量和每个split中的records数量
```

6.需求建模-2

找到其中的动词和名词：

```
需求建模

    [名词]: splitfetcher、split、线程
    [动词]: 执行、唤醒、读取、关闭、回收
```

7.需求建模-3

从中抽象出 3 个类以及它们的属性和方法：

```
需求建模

    [类]: splitfetcher
    [方法]:run(执行)、fetch and read(读取)
    [属性]:状态

    [类]: split
    [方法]:还没想到
    [属性]:split类型、records类型、records数量

    [类]: 线程
    [方法]:join(回收)、wakeup(唤醒)
    [属性]:还没想到
```

8.需求建模-4

3. 测试实例与流程

我们以 flink-connector-base/src/test 中的 SplitFetcherTest 类的 testWakeup 方法讲解一下主要的流程。

A) 初始化属性和实例化类

第一步包括初始化 splits 的数量 numSplits，每个 splits 的记录数 numRecordsPerSplit，每读多少个记录数唤醒 fetcher 的记录数 WakeupRecordsInterval，元素队列 elementQueue，mock 对象 MockSplitReader 的实例以及由此实例化的 Fetcher。

```
final int numSplits = 3;
final int numRecordsPerSplit = 10_000;
final int wakeupRecordsInterval = 10;
final int numTotalRecords = numRecordsPerSplit * numSplits;

FutureCompletingBlockingQueue<RecordsWithSplitIds<int[]>> elementQueue =
    new FutureCompletingBlockingQueue<>(1);
SplitFetcher<int[], MockSourceSplit> fetcher =
        new SplitFetcher<>(
                0,
                elementQueue,
                new MockSplitReader(2, true),
                ExceptionUtils::rethrow,
                () -> {});
```

9.步骤 1

B) 初始化每个 split 的内容，包括了初始化 splits 以及其中的 records。

```
List<MockSourceSplit> splits = new ArrayList<>();
for (int i = 0; i < numSplits; i++) {
    splits.add(new MockSourceSplit(i, 0, numRecordsPerSplit));
    int base = i * numRecordsPerSplit;
    for (int j = base; j < base + numRecordsPerSplit; j++) {
        splits.get(splits.size() - 1).addRecord(j);
    }
}
```

10.步骤 2

C) 调用 splitfetcher 的 addSplits 方法将 splits 添加到 fetcher，这一操作是异步的。

```
fetcher.addSplits(splits);
```

11.步骤 3

D) 为 Fetcher 分配一个执行任务的线程。

```
Thread fetcherThread = new Thread(fetcher, "FetcherThread");
```

12.步骤 4

E) 为 Fetcher 分配一个时常唤醒它的进程。若 Fetcher 没有读取完所有的记录，则每完成一次规定的记录数通过调用 fetcher 的 wakeup 函数唤醒 Fetcher 一次（如果被阻塞则唤醒）。

```
AtomicInteger wakeupTimes = new AtomicInteger(0);
AtomicBoolean stop = new AtomicBoolean(false);
Thread wakeUpCaller = new Thread("Wakeup Caller") {
    @Override
    public void run() {
        int lastWakeup = 0;
        while (recordsRead.size() < numTotalRecords && !stop.get()) {
            int numRecordsRead = recordsRead.size();
            if (numRecordsRead >= lastWakeup + wakeupRecordsInterval) {
                fetcher.wakeUp(false);
                wakeupTimes.incrementAndGet();
                lastWakeup = numRecordsRead;
            }
        }
    }
};
```

13.步骤 5

F）调用 fetcher 的 shutdown 方法关闭它，并且等待回收所有线程。

```
stop.set(true);
fetcher.shutdown();
fetcherThread.join();
```

14.步骤 6

三、核心流程设计分析

0. 类间关系

下图给出了类间关系总览：

为了进一步地抽象化和模块化，Connector-base 实现了一些更为具体的接口和类。

RecordswithsplitIds 接口的作用有两个：辅助移动到下一个 split，和辅助读取同一个 split 的下一个 records。

splitschange 抽象类改变当前的 split,返回 splits 的列表。

splitsreader 与上述两者有依赖的关系。

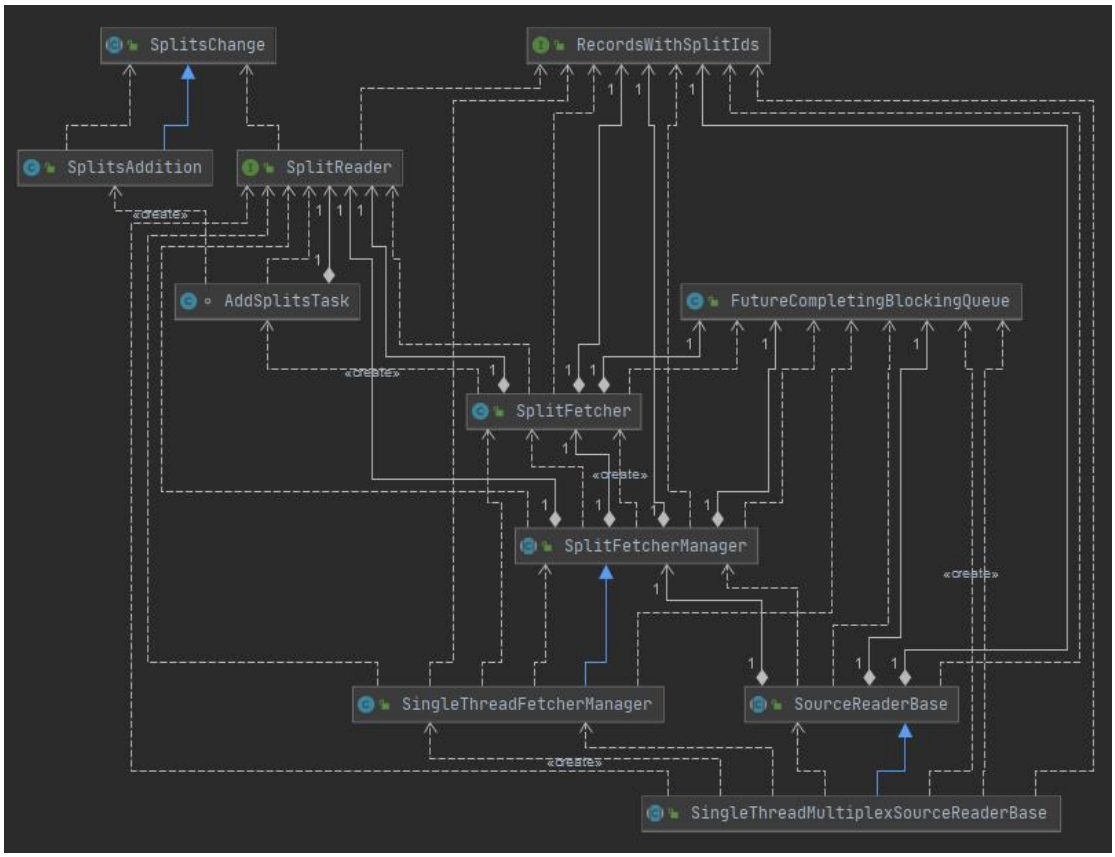
FutureCompletingBlockingQueue 类是一个队列，它在 Fetchtask 类中作为一个元素队列存在，存放取出的 records。

Fetchtask 类是一个读取记录到元素队列的任务类，而 Addsplitstask 是一个将任务分配到 splits 的类，两者的分工不同。

SplitFetcher 和上述两个 task 都有依赖关系，可以说是一个读取信息的完整任务。

SplitFetcherManager 和 SplitFetcher 是组合的关系，它负责启动以及控制 SplitFetcher 的生命周期，两者之间的关系十分密切。当然，SplitFetcherManager 有多种线程模型，而 SingleThreadFetcherManager 就是其中一类，它启用一个读取线程同时处理所有的 splits。

在 SingleThreadMultiplexSourceReaderBase 中，则分的更清晰，既可以 1 个线程代表一个 split,也可以 1 个线程同时处理所有 splits。



15.connetor-base 类图

这些类与接口的关系充分体现了面向对象的重要思想，这就是抽象、继承、关联和多态。

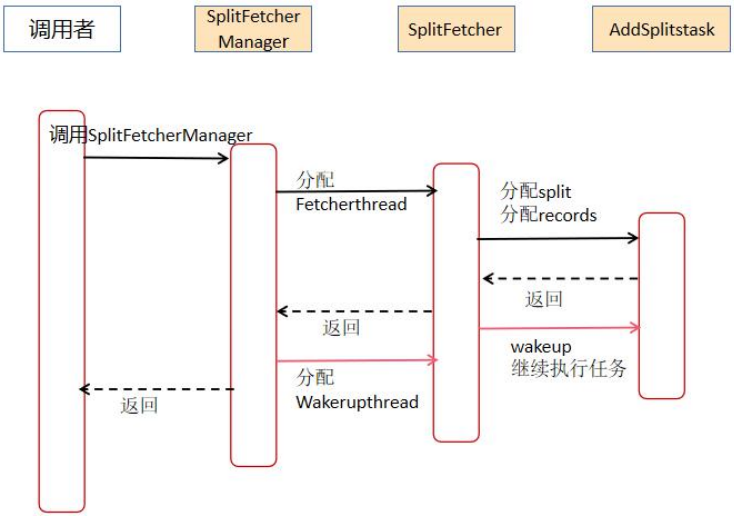
首先我们看到这张图中的依赖线有很多两头标 1 的虚线，这代表了关联、聚合、组合这三种关系，其中组合关系最为重要，许仙链接的两者非常相关，可以说是共存亡的关系。除了必要的对抽象类和继承类的继承之外，大部分类之间的关系都使用了依赖的关系，满足了组合/聚合复用原则，也就是尽量使用组合/聚合达到复用而非继承。

其次我们看到，SplitFetcher 依赖于 SplitReader 和 RecordsWithSplitIds 这两个接口，而不是用一个接口做所有的工作，满足了接口隔离原则，提供尽可能小的单独接口，而不是提供大的继承接口。

还可以看到，SplitCahnge 只做改变当前 Splits 这一件事情，而 FutureCompleteBlockingQueue 只做队列应当做的事，满足了单一职责原则，也就是每一个类应当只完成一件事情。

1. 时序图

下面仅以 SplitFetcherManager、AddSplitstask、SplitFetcher 类来绘制流程时序图



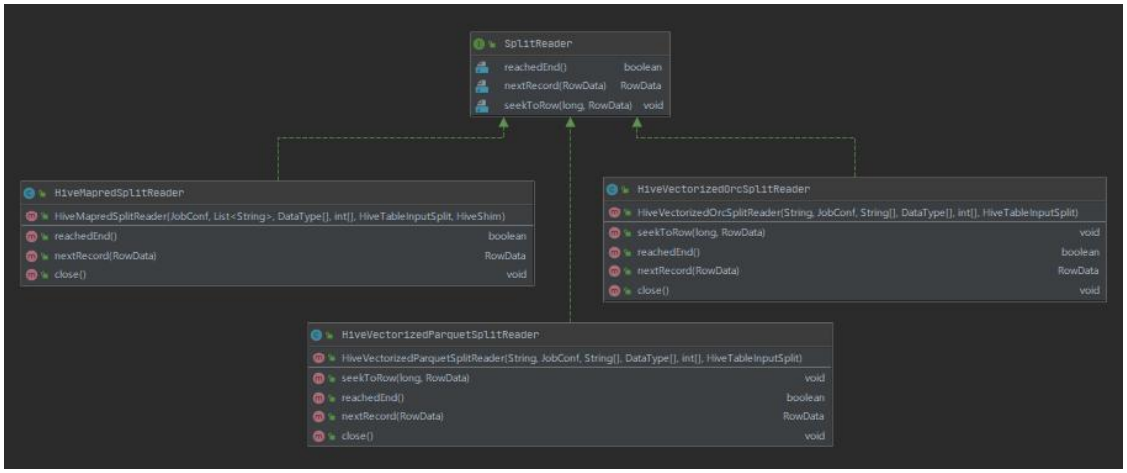
16.时序图

四、高级设计意图分析

0.Strategy 策略模型

Strategy 模型的策略是，针对一组算法，将每一个算法封装到具有共同接口的独立的类中，从而使它们可以相互替换。为了避免在多个相似算法用 if-else 维护的情况，将这些算法封装成类，任意替换。

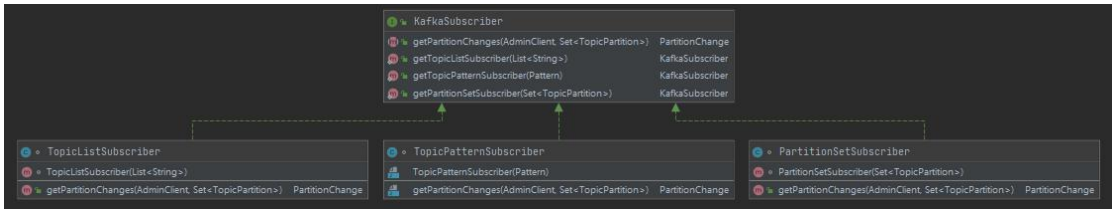
Hive-connector 的 splitreader 中运用了 Strategy 策略模型。可以看到 SplitReader 一共有三类方法，reachedEnd，nextRecord 和 seektoRow。而实现它的 3 个类，HiveMapredSplitReader、HiveVectorizedOrcSplitReader 以及 HiveVectorizedParquetSplitReader 都 override 了这三个方法。



17.Hive 类图

Kafka-connector 也体现了策略模型，kafka 消费者循序用不同的方式从主题进行消费 KafkaSubscriber 接口提供了自身这个统一的接口令 kafka source 能够支持多种订阅模式。

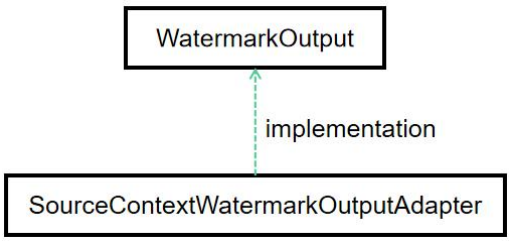
TopicListSubscriber、TopicPatternSubscriber、PartitionSetSubscriber 这三个类代表了三种不同的订阅策略，都 override 了 PartitionChange 方法。



18.Kafka 类图

1. Adapter 适配器模型（试图口胡）

适配器模式的作用是将一个类的接口转换成客户希望的另一个接口，让原本由于接口不兼容而不能一起工作的那些类可以一起工作。虽然在类图上没有体现，但是我个人认为 kafka 中的 SourceContextWatermarkOutputAdapter 类体现了适配器模型，是其中的 Adapter。我目前唯一能明确的是它实现了 WatermarkOutput 接口，即 Target 是 WatermarkOutput 类。不能确认是因为其中的 Client 和 Adaptee 这两个角色不属于我负责的这部分代码。

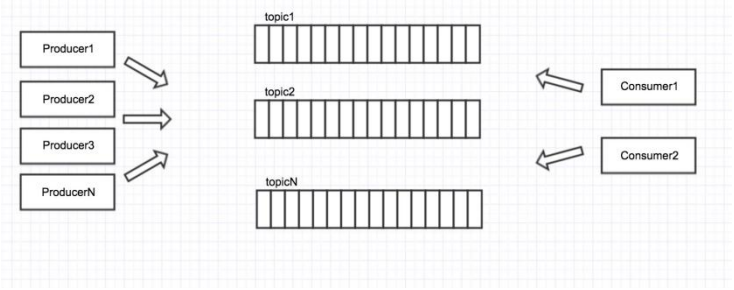


19.Kafka 类图

五．番外篇（简单介绍一下我了解的 kafka）

0.基础概念简介

Kafka 是高可靠的、持久化的消息队列。每个 topic 也就是自定义的一个队列，producer 往队列中放消息，consumer 从队列中取消息，topic 之间相互独立。

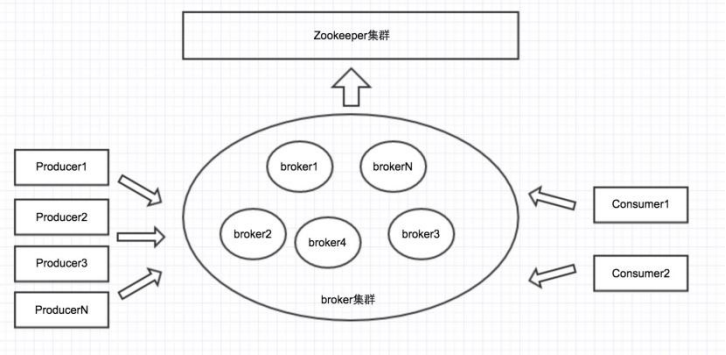


20.Kafka 逻辑结构图

每个 broker 是一台物理机器，在上面运行 kafka server 的一个实例，所有这些 broker 实例组成 kafka 的服务器集群。

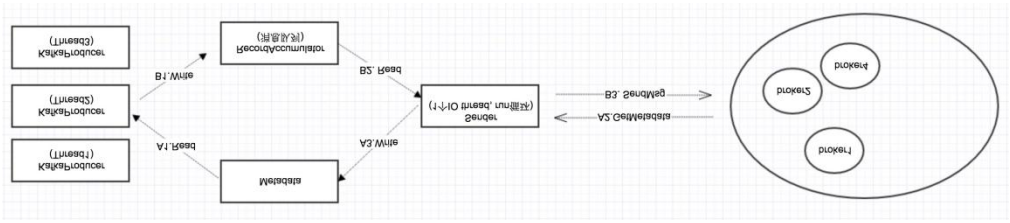
partition 是文件的目录。kafka 的 topic，在每个机器上，是用文件存储的。文件会分目录。为了使得 Kafka 的吞吐率可以水平扩展，物理上把 topic 分成一个或多个 partition，每

个 partition 在物理上对应一个文件夹，该文件夹下存储。



21.Kafka 物理结构图

数据流的走向是：KafkaProducer 把消息放到本地的消息队列 RecordAccumulator，然后一个后台线程 Sender 不断循环，把消息发给 Kafka 集群。Sender 从集群获取信息，然后更新 Metadata；KafkaProducer 先读取 Metadata，然后把消息放入队列。



22.producer 端架构图

1. 主要类简介

最重要的是 FlinkKafkaConsumer 和 FlinkKafkaProducer 类。FlinkKafkaProducer 是 Flink Sink，它将数据放入 Kafka 主题；FlinkKafkaConsumer 是流数据 source。

23.kafka 类图

2. 类与特征

A. KafkaTopicPartitionAssigner 类 vs PartitionSetSubscriber 类

区别：subscrible 函数只指定了 topic，不指定哪个 partition；

assign 函数：只指定 consumer 消费哪个 topic 的哪个 partition。

特点：分区（partition）可选自动分配 vs. 手动指定。

B. setCommitOffsetsOnCheckpoints 方法

Consumer strategy：消费确认问题。消费者拿到一个消息，然后处理这个消息的时候挂了，

如果这个时候 broker 认为这个消息已经消费了，那这条消息就丢失了。

解决方案及特点：消费者自己保存 committed offset，而不是依赖 kafka 的集群保存 committed offset，把消息的处理和保存 offset 做成一个原子操作。

六．总结

感谢老师和助教这学期的精彩讲解，并热烈地迎接新年到来！！！