# 持管窥天——Kafka

@八斗学院　　郑老师

## OutLine

- Kafka简介
- Kafka Core
- 【实践】搭建基于Kafka消息队列系统
- 【实践】Flume & Kafka

## 简 介

- Kafka是Linkedin于2010年12月份开源的消息系统
- 一种分布式的、基于发布/订阅的消息系统
- 特点：
  - 消息持久化：通过**O(1)**的磁盘数据结构提供数据的持久化 [1,2,3..n] O(n)
  - 高吞吐量：每秒百万级的消息读写 partition
  - 分布式：扩展能力强
  - 多客户端支持：java、php、python、c++ ……
  - 实时性：生产者生产的message立即被消费者可见

解耦/削峰/异步/

有消费者主动拉去Topic/partition里面的消息.

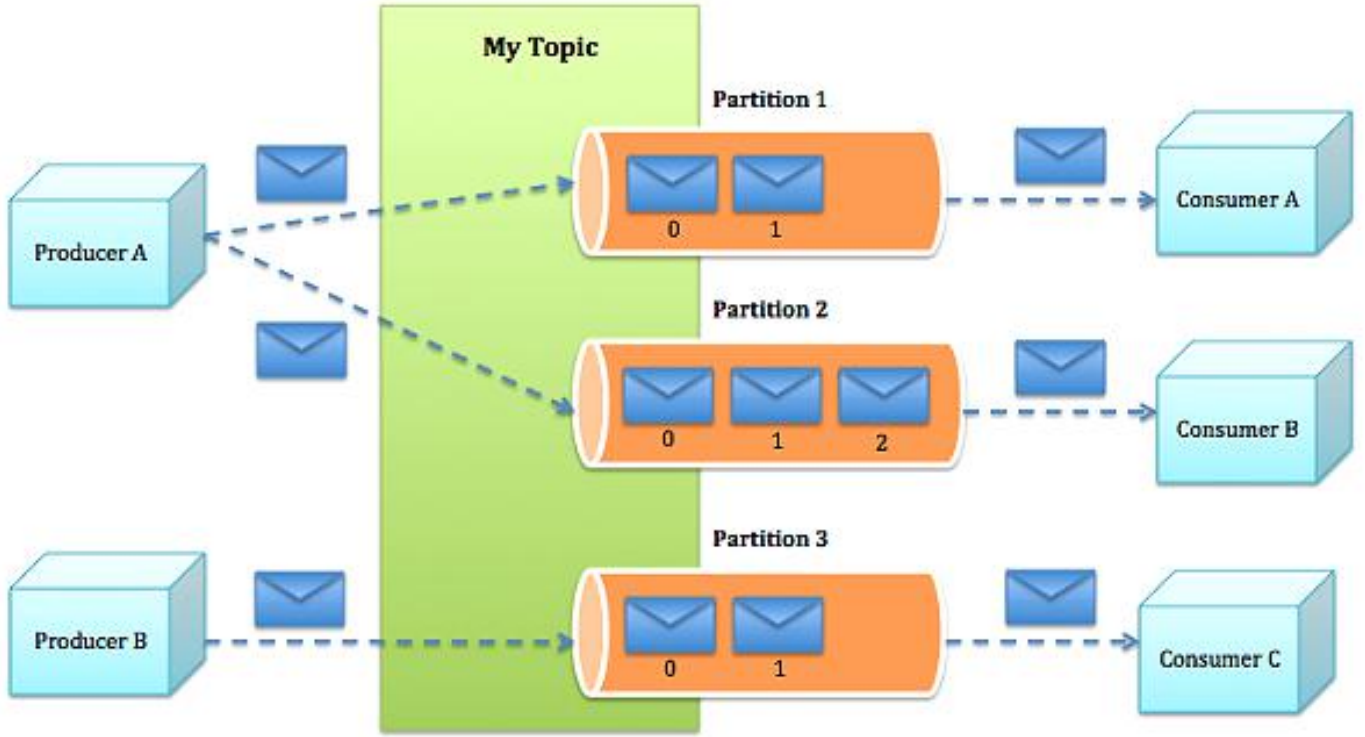
## 基本组件

kafka也有消息副本机制..

- Broker：每一台机器叫一个Broker
- Producer：日志消息生产者，用来写数据 比如：flume sink写kafka
- Consumer：消息的消费者，用来读数据 比如：spark streaming
- Topic：不同消费者去指定的Topic中读，不同的生产者往不同的Topic中写
- Partition：在Topic基础上做了进一步区分分层
- 比如topic为“test”，2个分区：test-0 test-1

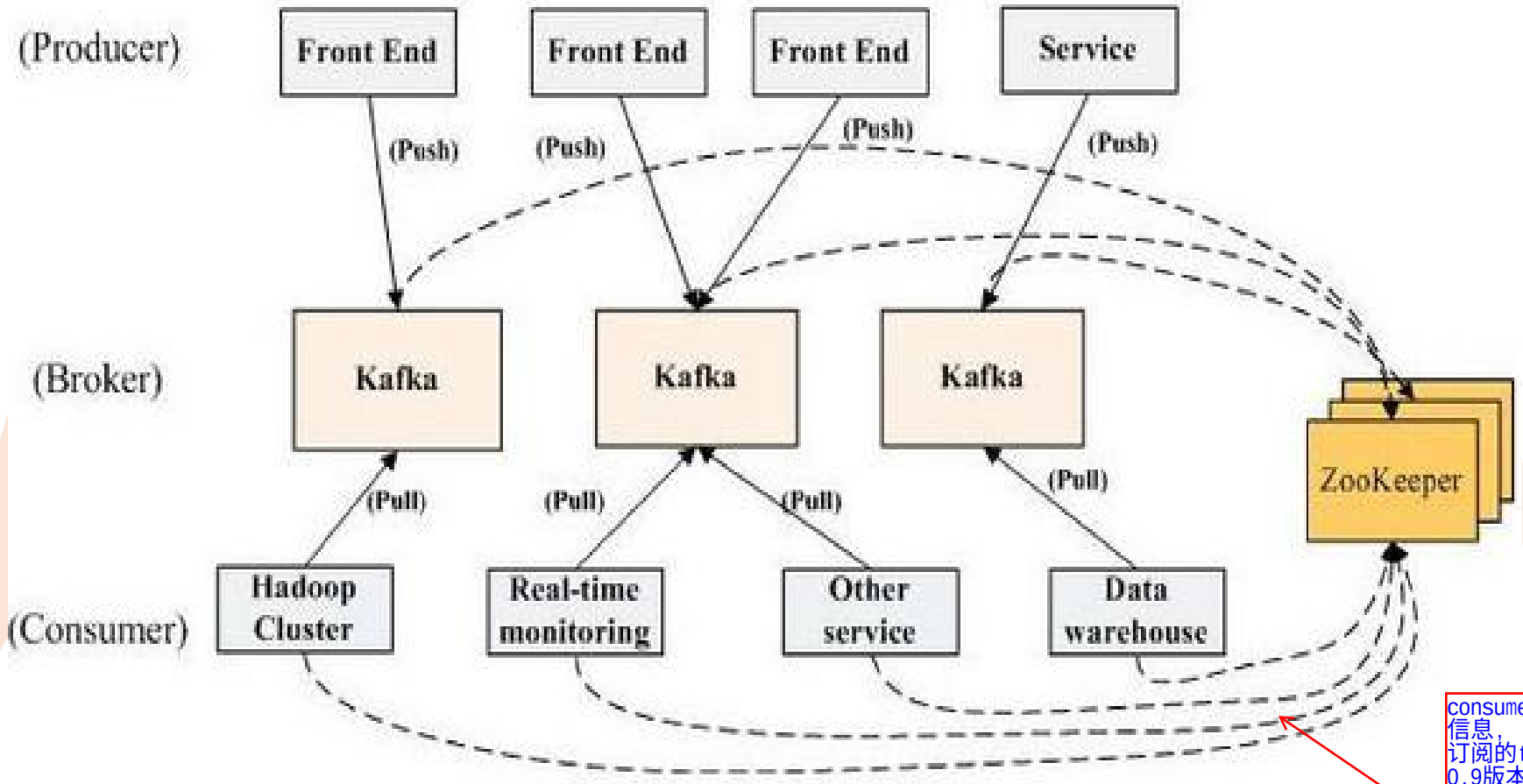
topic消息负载均衡,提高consumer的并发度
同一时刻 一个partition服务于同一个consumer group 里的一个consumer

## 基本组件




- Kafka内部是分布式的、一个Kafka集群通常包括多个Broker
- zookeeper负载均衡：将Topic分成多个分区，每个Broker存储一个或多个Partition
- 多个Producer和Consumer同时生产和消费消息

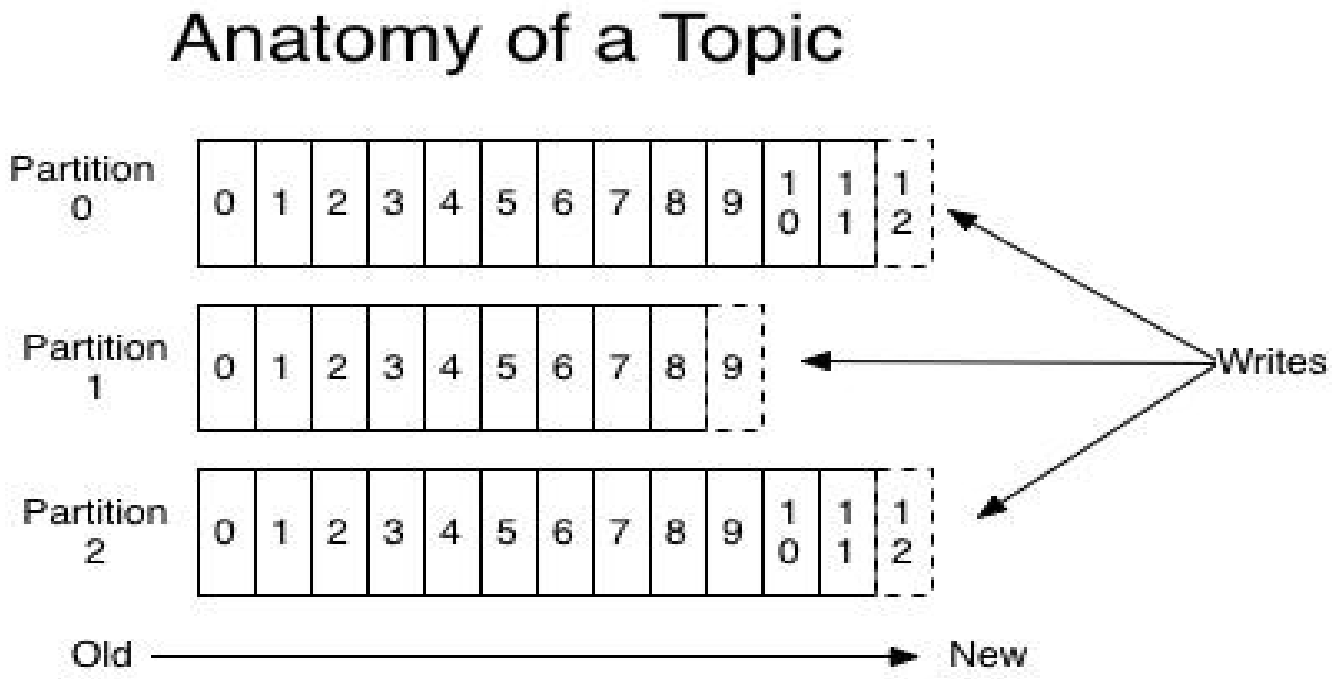
## 基本组件




consumer启动的时候会在zk上注册自己的信息，
订阅的topic/partition信息
0.9版本之前
消费消息的offset偏移量....在zk上
0.9之后 存储在kafka集群上
因为 每次消费消息都修改zk上的offset,和zk持续频繁交互高并发影响性能.

## Topic

- 一个Topic是一个用于发布消息的分类或feed名，kafka集群使用分区的日志，每个分区都是有顺序且不变的消息序列。
- commit的log可以不断追加。消息在每个分区中都分配了一个叫offset的id序列来唯一识别分区中的消息。
- offset
- a=[1,2,3,4,5,6]
- a[3]=> offset<=>3
- 4



## Topic

- 举例：若创建topic1和topic2两个topic，且分别有13个和19个分区，则整个集群上会相应会生成共32个文件夹
- topic1 13个分区 topic1-【0~12】
- topic2 19个分区 topic2-【0~18】

```
node4: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic1-10
node4: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic1-2
node4: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic2-10
node4: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic2-18
node4: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic2-2
node2: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic1-0
node2: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic1-8
node2: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic2-0
node2: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic2-16
node2: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic2-8
node8: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic1-6
node8: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic2-14
node8: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic2-6
node7: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic1-5
node7: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic2-13
node7: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic2-5
node3: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic1-1
node3: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic1-9
node3: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic2-1
node3: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic2-17
node3: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic2-9
node6: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic1-12
node6: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic1-4
node6: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic2-12
node6: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic2-4
node5: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic1-11
node5: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic1-3
node5: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic2-11
node5: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic2-3
node1: drwxr-xr-x 2 root root 4.0K Mar  3 13:01 topic1-7
```

## Topic

- 无论发布的消息是否被消费，kafka都会持久化一定时间（存储空间）（可配置）。
- 在每个消费者都持久化这个offset在日志中。通常消费者读消息时会使offset值线性的增长，**但实际上其位置是由消费者控制，它可以按任意顺序来消费消息。**比如复位到老的offset来重新处理。
- 每个分区代表一个并行单元。

## Message

- message（消息）是通信的基本单位，每个producer可以向一个topic（主题）发布一些消息。如果consumer订阅了这个主题，那么新发布的消息就会广播给这些consumer。
- message format：
  - message length : 4 bytes　-1 空
  - "magic" value : 1 byte （kafka服务协议版本号，做兼容）
  - crc32 : 4 bytes
  - timestamp 8 bytes
  - **payload : n bytes**

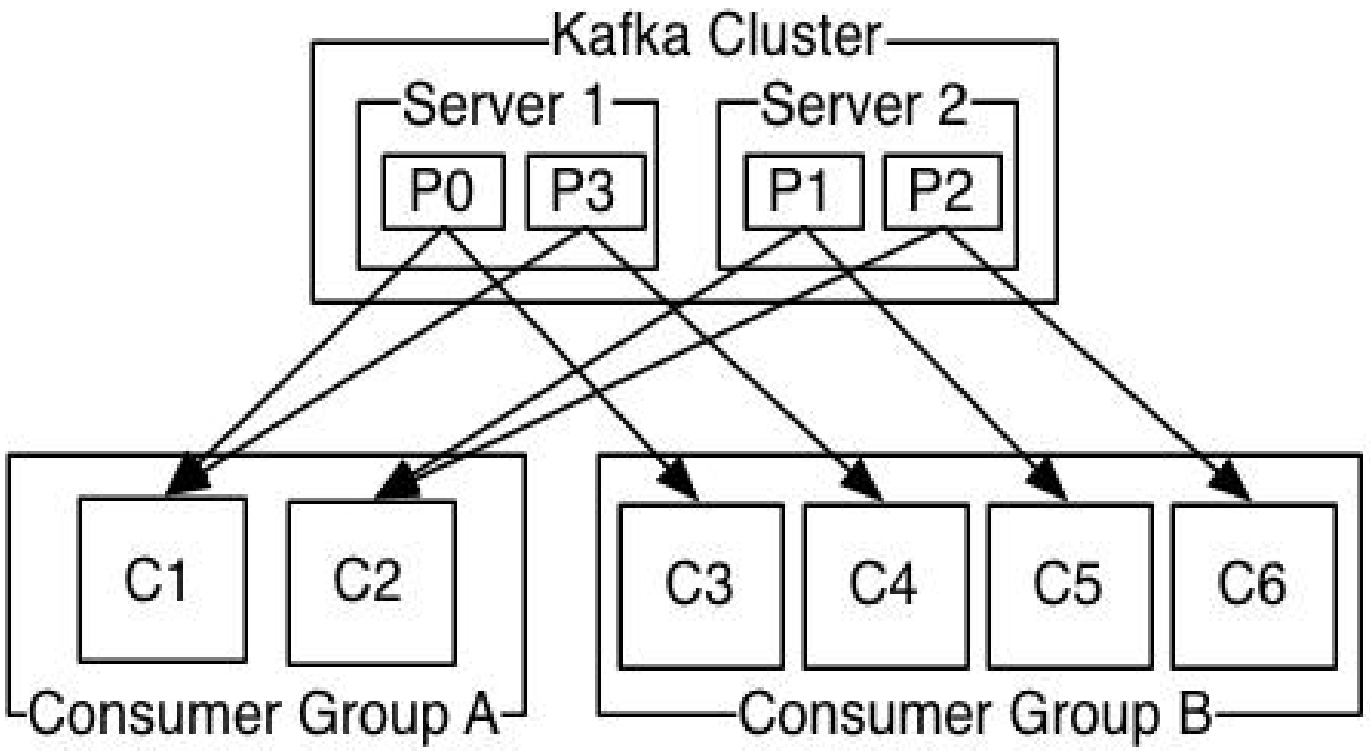
## Producer

- 生产者可以发布数据到它指定的topic中，并可以指定在topic里哪些消息分配到哪些分区（比如简单的轮流分发各个分区或通过指定分区语义分配key到对应分区）
- 生产者直接把消息发送给对应分区的broker，而不需要任何路由层。
- 批处理发送，当message积累到一定数量或等待一定时间后进行发送。

## Consumer

- 一种更抽象的消费方式：消费组（consumer groupid）streaming
- 该方式包含了传统的queue和发布订阅方式
  - 首先消费者标记自己一个消费组名。消息将投递到每个消费组中的某一个消费者实例上。
  - 如果所有的消费者实例都有相同的消费组，这样就像传统的queue方式。
  - 如果所有的消费者实例都有不同的消费组，这样就像传统的发布订阅方式。
  - 消费组就好比是个逻辑的订阅者，每个订阅者由许多消费者实例构成(用于扩展或容错)。
- 相对于传统的消息系统，kafka拥有更强壮的顺序保证。
- 由于topic采用了分区，可在多Consumer进程操作时保证顺序性和负载均衡。

## Consumer



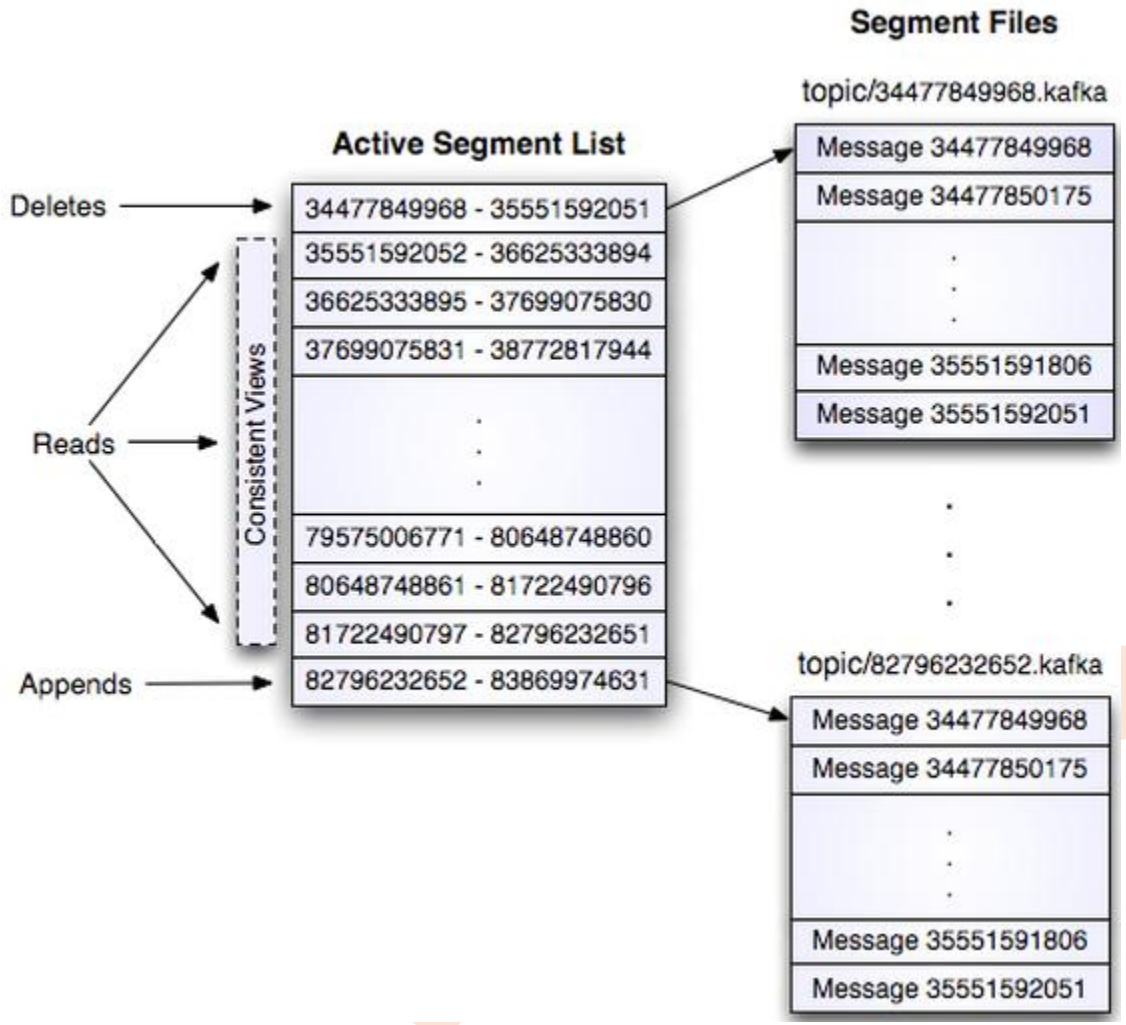
## OutLine

- Kafka简介
- Kafka Core
- 【实践】搭建基于Kafka消息队列系统
- 【实践】Flume & Kafka

## 持久化

- Kafka存储布局简单：Topic的每个Partition对应一个逻辑日志（一个日志为相同大小的一组分段文件）
- 每次生产者发布消息到一个分区，代理就将消息追加到最后一个段文件中。当发布的消息数量达到设定值或者经过一定的时间后，一段文件真正flush磁盘中。写入完成后，消息公开给消费者。
- 与传统的消息系统不同，Kafka系统中存储的消息没有明确的消息Id。
- 消息通过日志中的逻辑偏移量来公开。

## 持久化

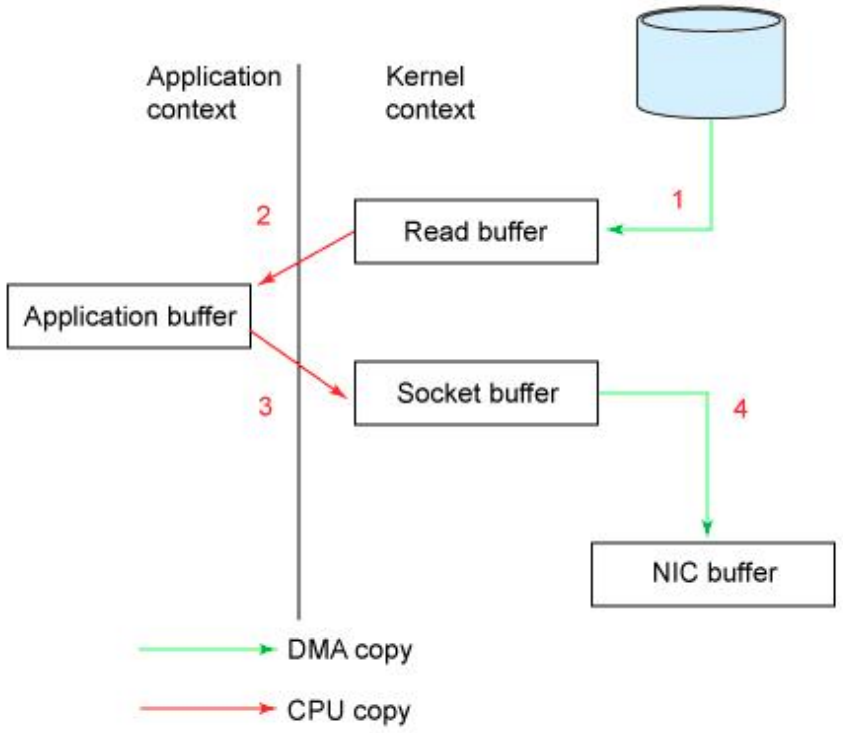


## 传 输 效 率

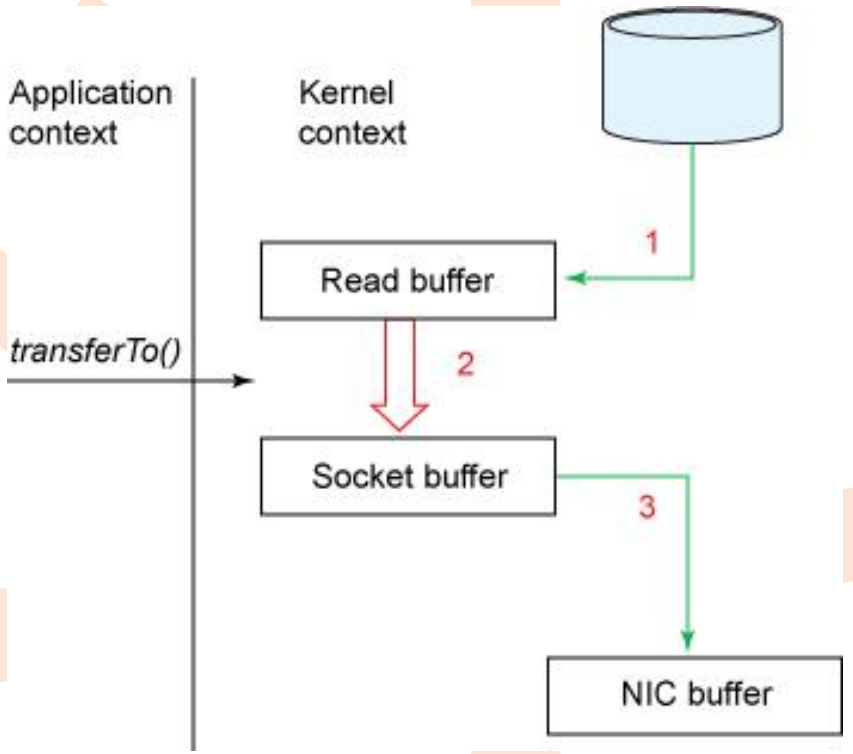
- 生产者提交一批消息作为一个请求。消费者虽然利用api遍历消息是一个一个的，但背后也是一次请求获取一批数据，从而减少网络请求数量。
- Kafka层采用无缓存设计，而是依赖于底层的文件系统页缓存。这有助于避免双重缓存，及即消息只缓存了一份在页缓存中。同时这在kafka重启后保持缓存warm也有额外的优势。因kafka根本不缓存消息在进程中，故gc开销也就很小
- zero-copy：kafka为了减少字节拷贝，采用了大多数系统都会提供的sendfile系统调用

## 传 输 效 率

### 传统方式




### Zero-Copy



## 无状态的Broker

- Kafka代理是无状态的：意味着消费者必须维护已消费的状态信息offset。这些信息由消费者自己维护，代理完全不管。这种设计非常微妙，它本身包含了创新
  - 从代理删除消息变得很棘手，因为代理并不知道消费者是否已经使用了该消息。Kafka创新性地解决了这个问题，它将一个简单的基于时间的SLA应用于保留策略。当消息在代理中超过一定时间后，将会被自动删除。
  - 这种创新设计有很大的好处，消费者可以故意倒回到老的偏移量再次消费数据。这违反了队列的常见约定，但被证明是许多消费者的基本特征。

## 交付保证

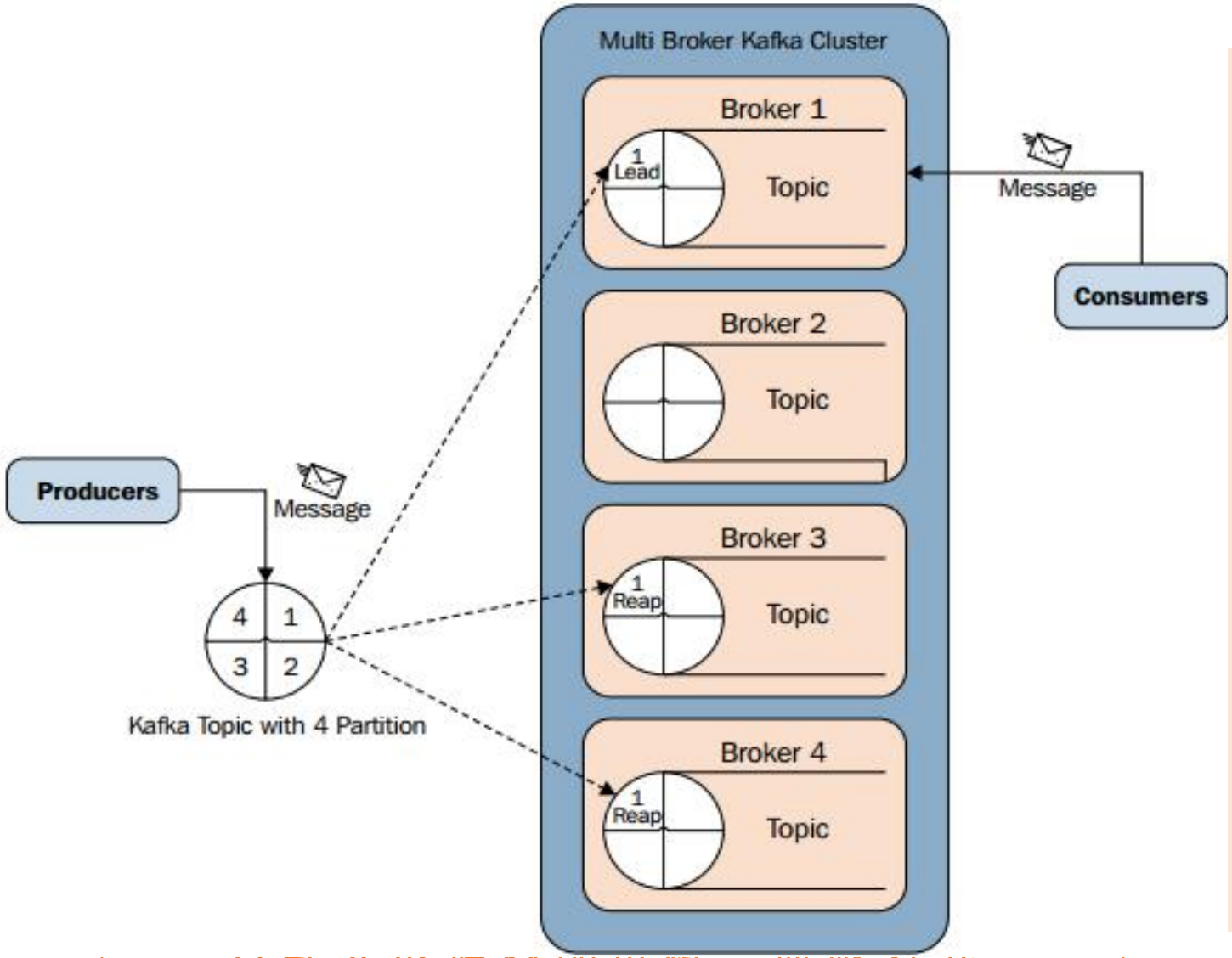
- Kafka默认采用at least once的消息投递策略。即在消费者端的处理顺序是**获得消息->处理消息->保存位置**。这可能导致一旦客户端挂掉，新的客户端接管时处理前面客户端已处理过的消息。

- 三种保证策略：
  - At most once 消息可能会丢，但绝不会重复传输
  - At least one 消息绝不会丢，但可能会重复传输
  - Exactly once 每条消息肯定会被传输一次且仅传输一次

## 副 本 管 理

- kafka将日志复制到指定多个服务器上。
- 复本的单元是partition。在正常情况下，每个分区有一个leader和0到多个follower。
- leader处理对应分区上所有的读写请求。分区可以多于broker数，leader也是分布式的。
- follower的日志和leader的日志是相同的， follower被动的复制leader。如果leader挂了，其中一个follower会自动变成新的leader.

## 副 本 管 理


Multi Broker Kafka Cluster
Broker 1
1
Lead
Topic
Broker 2
Topic
Broker 3
1
Reap
Topic
Broker 4
1
Reap
Topic
Message
Consumers
Producers
Message
4
1
3
2
Kafka Topic with 4 Partition

## 副 本 管 理

- 和其他分布式系统一样，节点“活着” 定义在于我们能否处理一些失败情况。kafka需要两个条件保证是“活着”
  - 节点在zookeeper注册的session还在且可维护（基于zookeeper心跳机制）
  - 如果是slave则能够紧随leader的更新不至于落得太远。

- kafka采用in sync来代替“活着”
  - 如果follower挂掉或卡住或落得很远，则leader会移除同步列表中的in sync。至于落了多远才叫远由replica.lag.max.messages配置，而表示复本“卡住”由replica.lag.time.max.ms配置

## 副 本 管 理

- 所谓一条消息是“提交”的，意味着所有in sync的复本也持久化到了他们的log中。这意味着消费者无需担心leader挂掉导致数据丢失。另一方面，生产者可以选择是否等待消息“提交”。
- kafka动态的维护了一组in-sync(ISR)的复本，表示已追上了leader,只有处于该状态的成员组才是能被选择为leader。这些ISR组会在发生变化时被持久化到zookeeper中。通过ISR模型和f+1复本，可以让kafka的topic支持最多f个节点挂掉而不会导致提交的数据丢失。

## 分布式协调

- 由于kafka中一个topic中的不同分区只能被消费组中的一个消费者消费，就避免了多个消费者消费相同的分区时会导致额外的开销（如要协调哪个消费者消费哪个消息，还有锁及状态的开销）。kafka中消费进程只需要在代理和同组消费者有变化时进行一次协调（这种协调不是经常性的，故可以忽略开销）。

- kafka使用zookeeper做以下事情：
  - 探测broker和consumer的添加或移除
  - 当第1条发生时触发每个消费者进程的重新负载。
  - 维护消费关系和追踪消费者在分区消费的消息的offset。

## Zookeeper的使用

- **Broker Node Registry**
- /brokers/ids/[0...N] --> host:port (ephemeral node)
  - broker启动时在/brokers/ids下创建一个znode，把broker id写进去。
  - 因为broker把自己注册到zookeeper中实用的是瞬时节点，所以这个注册是动态的，如果broker宕机或者没有响应该节点就会被删除。

- **Broker Topic Registry**
- /brokers/topics/[topic]/[0...N] --> nPartions (ephemeral node)
  - 每个broker把自己存储和维护的partion信息注册到该路径下。

## Zookeeper的使用

- **Consumers and Consumer Groups**
  - consumers也把它们自己注册到zookeeper上，用以保持消费负载平衡和offset记录。
  - group id相同的多个consumer构成一个消费租，共同消费一个topic，同一个组的consumer会尽量均匀的消费，其中的一个consumer只会消费一个partion的数据。
- **Consumer Id Registry**
- /consumers/[group_id]/ids/[consumer_id] --> {"topic1": #streams, ..., "topicN": #streams} (ephemeral node)
  - 每个consumer在/consumers/[group_id]/ids下创建一个瞬时的唯一的consumer_id，用来描述当前该group下有哪些consumer是alive的，如果消费进程挂掉对应的consumer_id就会从该节点删除。

## Zookeeper的使用

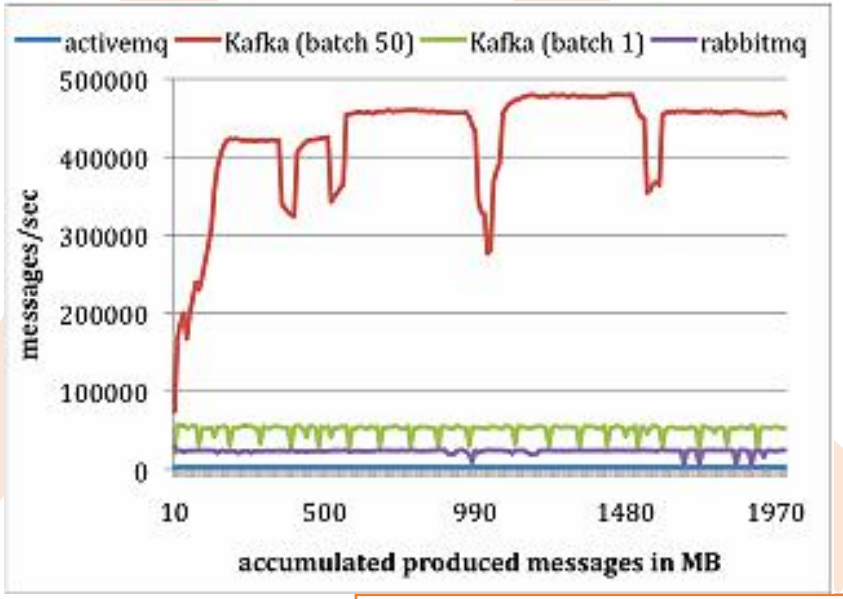
- **Consumer Offset Tracking**
- /consumers/[group_id]/offsets/[topic]/[partition_id] --> offset_counter_value ((persistent node)
  - consumer把每个partition的消费offset记录保存在该节点下。
- **Partition Owner registry**
- /consumers/[group_id]/owners/[topic]/[broker_id-partition_id] --> consumer_node_id (ephemeral node)
  - 该节点维护着partion与consumer之间的对应关系。

## Kafka对比其他消息服务

- LinkedIn团队做了个实验研究，对比Kafka与Apache ActiveMQ V5.4和RabbitMQ V2.4的性能。他们使用ActiveMQ默认的消息持久化库Kahadb。LinkedIn在两台Linux机器上运行他们的实验，每台机器的配置为8核2GHz、16GB内存，6个磁盘使用RAID10。两台机器通过1GB网络连接。一台机器作为代理，另一台作为生产者或者消费者。

## Kafka对比其他消息服务

- 生产者测试：
  - 对每个系统，运行一个生产者，总共发布1000万条消息，每条消息200字节。Kafka生产者以1和50批量方式发送消息。ActiveMQ和RabbitMQ似乎没有简单的办法来批量发送消息，LinkedIn假定它的批量值为1。结果如下图所示：

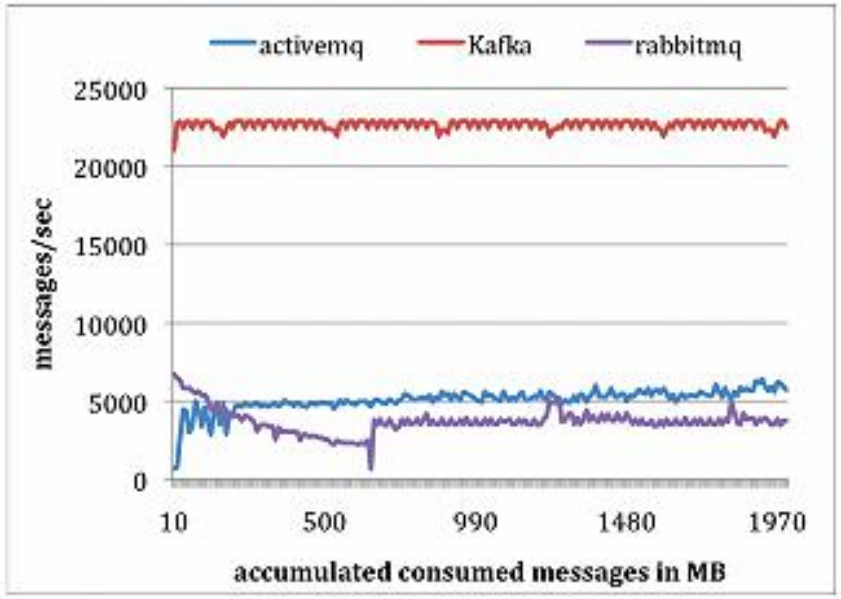



**Kafka性能要好很多的主要原因包括：**

1. Kafka不等待代理的确认，以代理能处理的最快速度发送消息。
2. Kafka有更高效的存储格式。平均而言，Kafka每条消息有9字节的开销，而ActiveMQ有144字节。其原因是JMS所需的沉重消息头，以及维护各种索引结构的开销。LinkedIn注意到ActiveMQ一个最忙的线程大部分时间都在存取B-Tree以维护消息元数据和状态。

## Kafka对比其他消息服务

- 消费者测试：
  - 为了做消费者测试，LinkedIn使用一个消费者获取总共1000万条消息。LinkedIn让所有系统每次读取请求都预获取大约相同数量的数据，最多1000条消息或者200KB。对ActiveMQ和RabbitMQ，LinkedIn设置消费者确认模型为自动。结果如图所示。




**Kafka性能要好很多的主要原因包括：**

1. Kafka有更高效的存储格式，在Kafka中，从代理传输到消费者的字节更少。
2. ActiveMQ和RabbitMQ两个容器中的代理必须维护每个消息的传输状态。LinkedIn团队注意到其中一个ActiveMQ线程在测试过程中，一直在将KahaDB页写入磁盘。与此相反，Kafka代理没有磁盘写入动作。最后，Kafka通过使用sendfile API降低了传输开销

## OutLine

- Kafka简介
- Kafka Core
- 【实践】搭建基于Kafka消息队列系统
- 【实践】Flume & Kafka

## Kafka对比其他消息服务

- 下载压缩包：
  - ]# wget http://mirrors.hust.edu.cn/apache/kafka/0.10.2.1/kafka_2.11-0.10.2.1.tgz
- 解压：
  - ]# tar xvzf kafka_2.11-0.10.2.1.tgz

## Kafka对比其他消息服务

- **启动Zookeeper：**
  - ]# ./bin/zookeeper-server-start.sh config/zookeeper.properties
- **启动server：**
  - ]# ./bin/kafka-server-start.sh config/server.properties
- **创建topic：**
  - ]# bin/kafka-topics.sh --create --zookeeper localhost:2181 --replication-factor 1 --partitions 2 --topic test

## Kafka对比其他消息服务

- **查看主题：**
  - ]# bin/kafka-topics.sh --list --zookeeper localhost:2181
- **查看主题详情：**
  - ]# bin/kafka-topics.sh --describe --zookeeper localhost:2181 --topic topic1
- **删除主题：**
  - ]# bin/kafka-topics.sh --zookeeper localhost:2181 --delete --topic test
  - 注意：如果kafaka启动时加载的配置文件中server.properties没有配置delete.topic.enable=true，那么此时的删除并不是真正的删除，而是把topic标记为：marked for deletion
  - 此时你若想真正删除它，可以登录zookeeper客户端，进入终端后，删除相应节点

## 搭建Kafka分布式集群，并读写消息

- **单独创建Topic：**
  - ]# bin/kafka-topics.sh --create --zookeeper 192.168.183.100:2181 --replication-factor 2 --partitions 1 --topic badou
- **Producer发消息：**
  - ]# ./bin/kafka-console-producer.sh --broker-list master:9092 --topic badou
- **Consumer读消息：**
  - ]# ./bin/kafka-console-consumer.sh --zookeeper master:2181 --topic badou --from-beginning

## OutLine

- Kafka简介
- Kafka Core
- 【实践】搭建基于Kafka消息队列系统
- 【实践】Flume & Kafka

## Flume & Kafka结合应用

- **启动Flume**
  - ]# ./bin/flume-ng agent --conf conf --conf-file ./conf/flume.conf -name producer -Dflume.root.logger=DEBUG,console
- **启动Zookeeper**
  - 略
- **启动Kafka Server**
  - ]# ./bin/kafka-server-start.sh config/server.properties
- **发送消息**
  - ]# echo '八斗学院' | nc -u master 8285
- **启动Consumer进行数据监控**
  - ]# bin/kafka-console-consumer.sh --zookeeper localhost:2181 --topic test --from-beginning

# Q&A

@八斗数据