中国移动
China Mobile

通向“亿万级”实时流计算之路

——我们的架构与实践

康祖令 博士、数据科学家
浙江移动网管中心

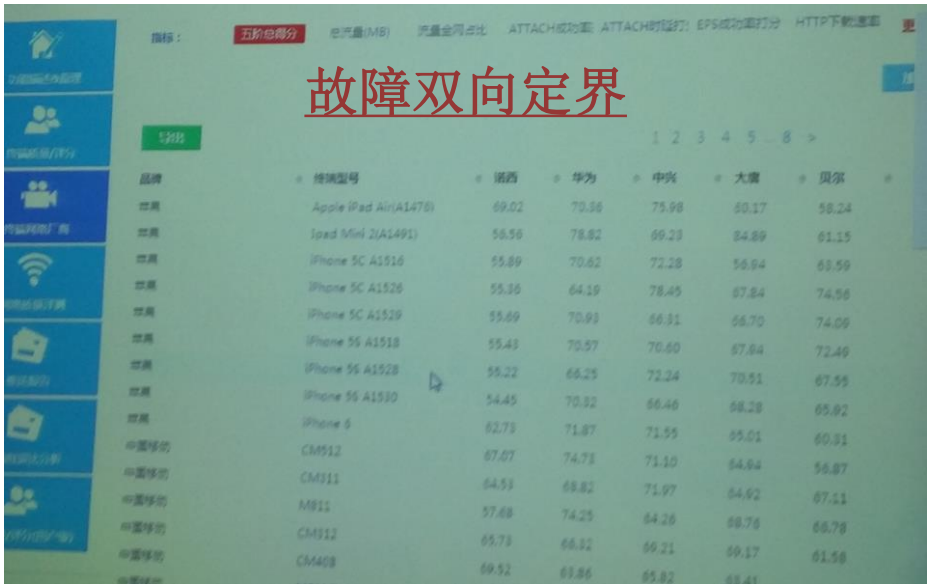
2016年7月

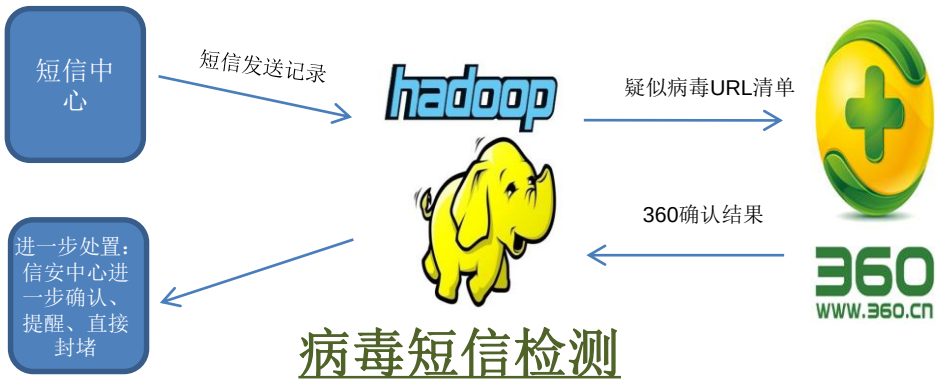
流计算在运营商中有什么用途？

中国移动 China Mobile

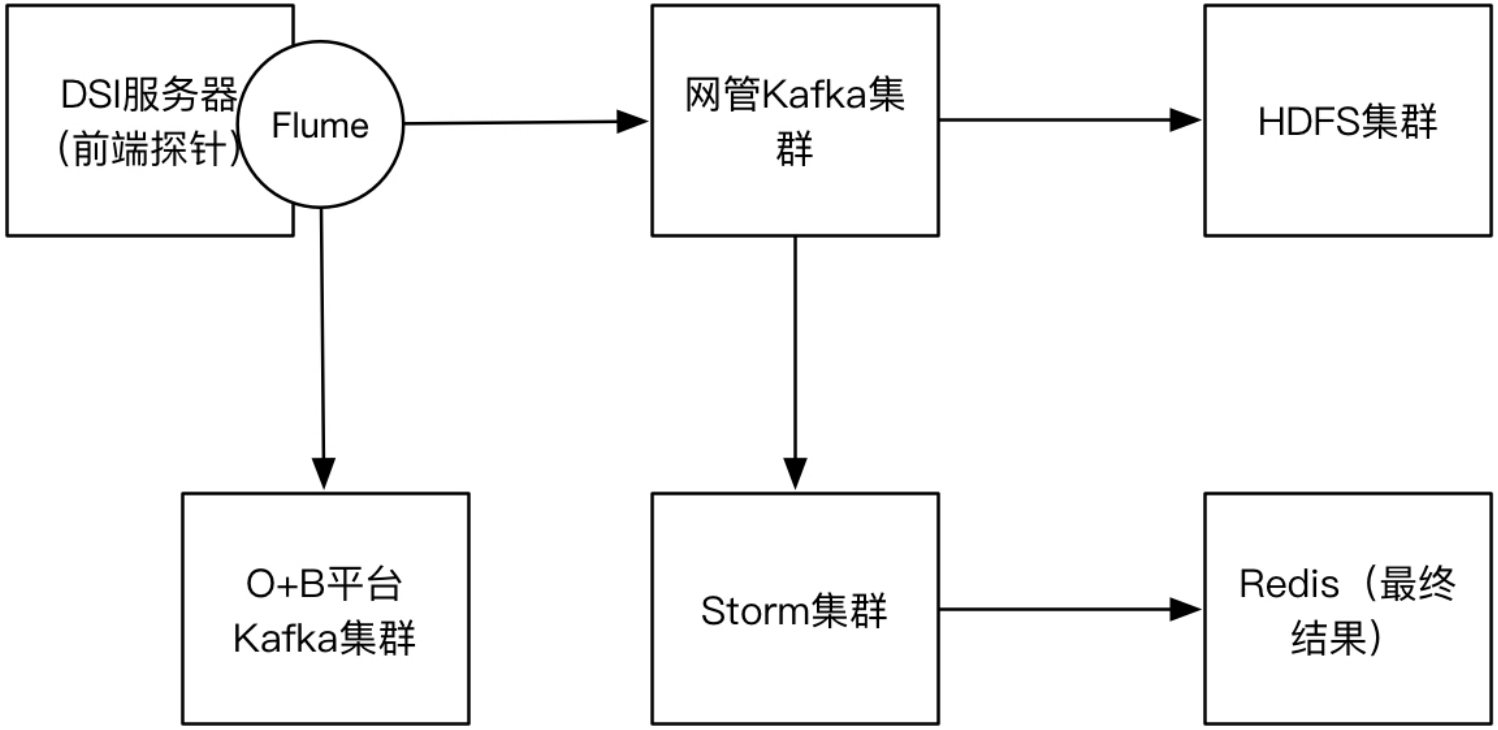
- 应用领域：时延敏感的应用领域
- 网络层面：
  - 实时性能监控
  - 故障预测
- 位置信息服务：
  - 实时人流（标签）
  - 实时标签
  - 用户行为预测

大数据在运营商网络维护和优化中的应用举例

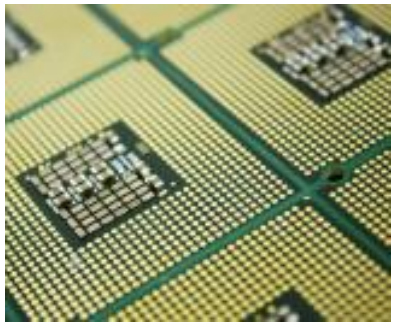




平台架构


DSI服务器
(前端探针)
Flume
网管Kafka集群
HDFS集群
O+B平台
Kafka集群
Storm集群
Redis（最终结果）

平台与数据规模



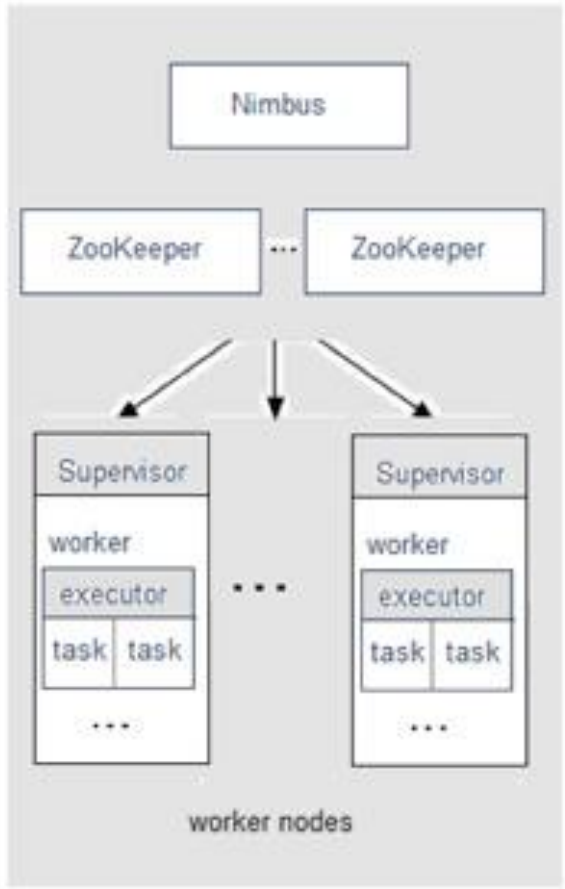
APP#
3

CPU CORE
480

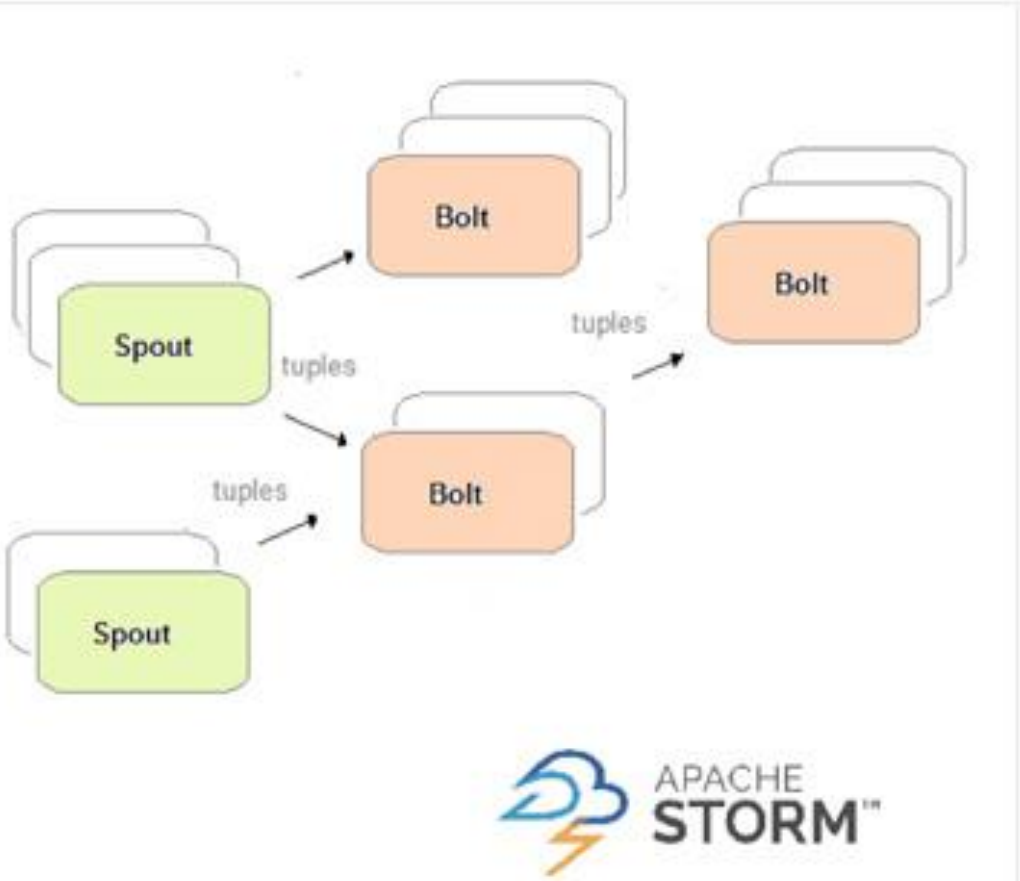
数据量
约50TB/天

记录数
约1200亿/天

Storm的主要组件



Storm平台的
物理结构

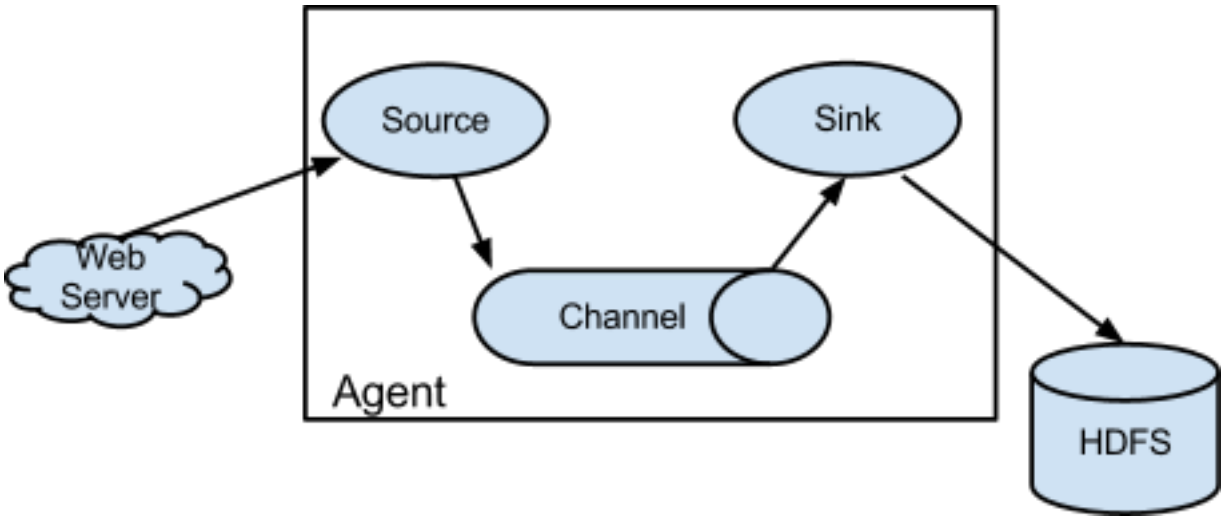


一个Topology的
逻辑结构

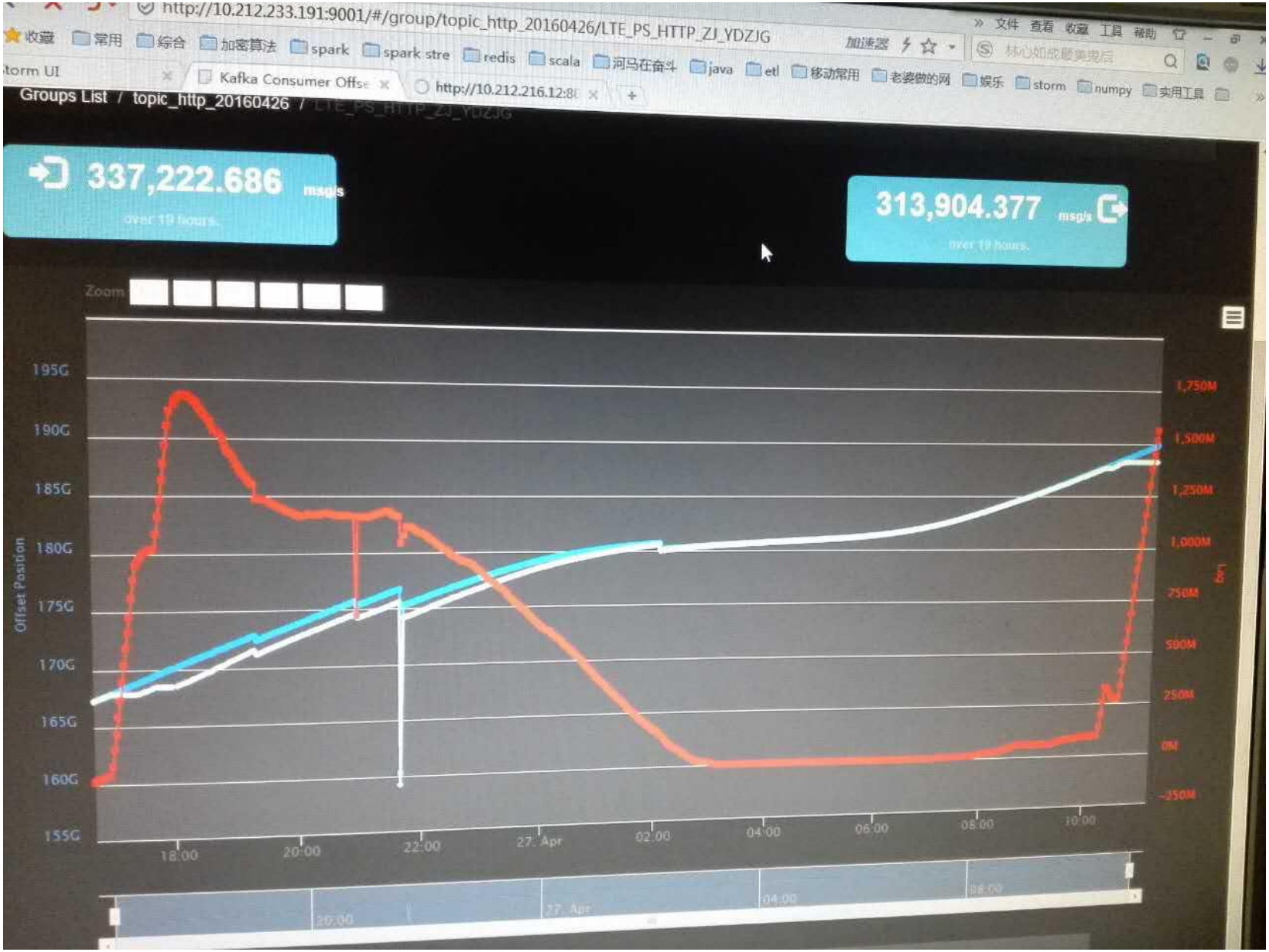
实践经验（1）：从SDTP到Flume Source：透传 Vs. 落盘

【问题描述】在Flume出现流量瓶颈，说的更准确一些，是在Flume的前一级服务器出现数据堆积

- 透传，单线程
- 落盘，多线程



实践经验（2）：Kafka的流量“陷阱”



【问题描述】Kafka出现瓶颈

实践经验（3）：运算结果的更新方式：增量式 Vs. 覆盖式

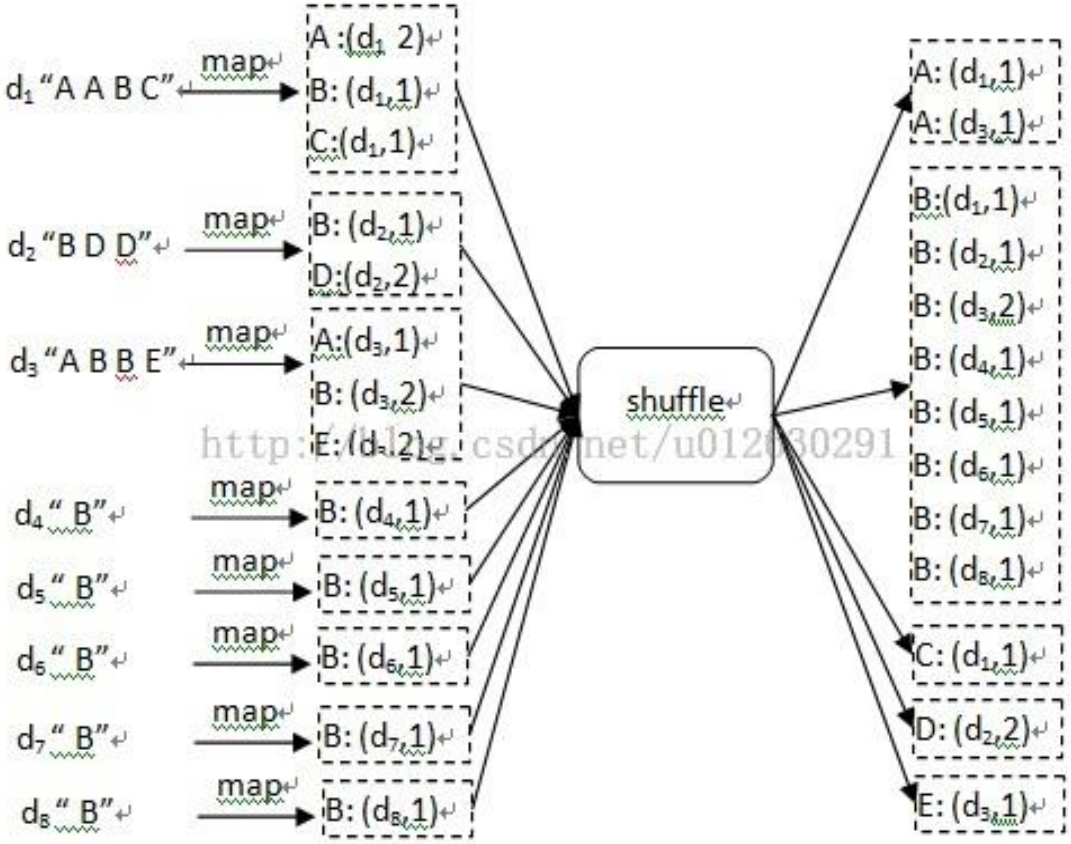
【问题描述】严重的结果稳定性问题。以某省会城市的5分钟流量为例，比如一般都在800GB上下，但有时候某一次计算结果突然下降到400GB左右

- 在不考虑数据延迟的情况下，为了计算5分钟的流量，我们需要在Bolt中设置一个变量hz_bytes以保存中间结果。比如在10:03的时候，hz_bytes中实际保存了10:00 ~ 10:03的该市流量。当10:05时，该Bolt就将hz_bytes的值输出到Redis中。
- 如果这个Bolt所在的Executor在10:03挂掉，Storm会重新选择一个Worker，并重新调度该Bolt——这是Storm的一个最基本的HA机制。但是当Bolt重新启动后，hz_bytes却已经丢失了之前暂存的10:00~10:03流量。
- 所以，最后写出到Redis的，实际上是10:03~10:05的流量。这就是结果中流量会突然减少的原因。

	增量式	覆盖式
性能	?	?
健壮性	?	?

实践经验（4）：数据倾斜与分片

【问题描述】因某个Bolt处理的数据量特别大，导致集群性能严重不足。



【例】如果计算每个地市的总流量（某省的话，总共是11个地市），一种做法是直接根据地市对数据进行分片，然后直接汇总。但是由于某些大城市的流量特别大，从而导致处理这些地区Bolt的压力特别大，从而大幅度延缓了整个Toplogy的处理性能。

【解决办法】

先CELL级别汇总，

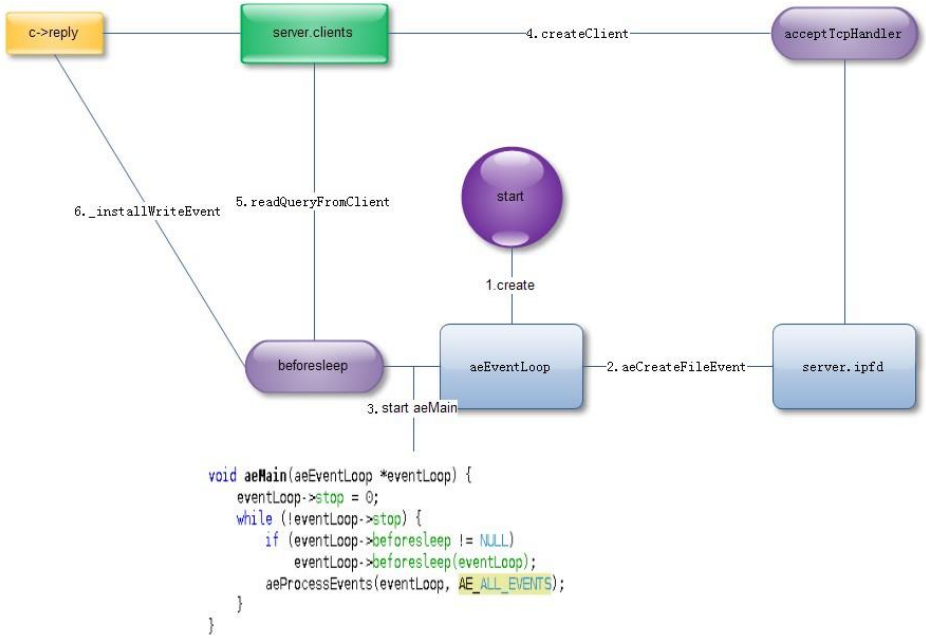
后地市级别二次汇总

【额外的性能开销？】

实践经验（5）：Redis的吞吐能力

【问题描述】因Redis读写能力不足，导致批量写Redis的Bolt出现性能瓶颈。

- ✓ 内存操作
- ✓ **单线程**
- ✓ 非阻塞IO（EPOLL）

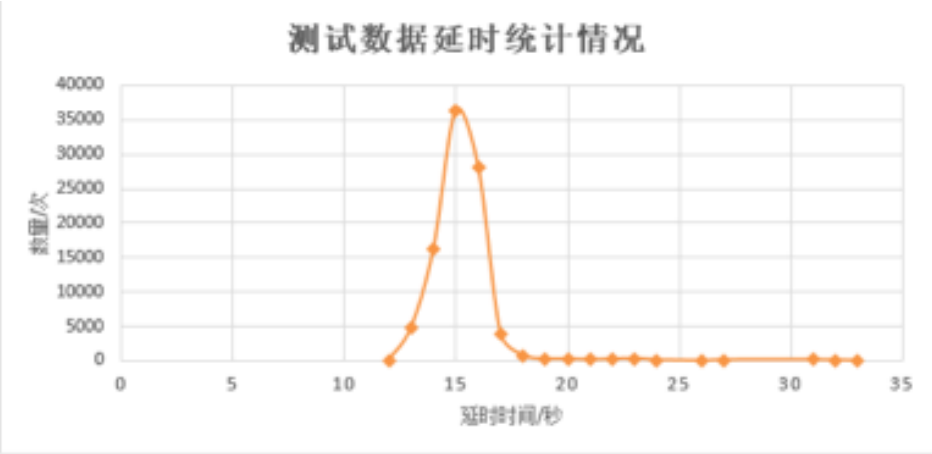


如何定位

- Storm UI中“读写Redis”的Bolt会频繁抛出类似“Redis连接池满，无法获得连接”、“Redis连接被复位”的Exception
- Redis采用的是单线程模型，因此，当出现性能瓶颈时，会有一个CPU CORE的使用率接近100%，这个可以通过“mpstat -P ALL”看到

实践经验（6）：数据延时的计算方法力

【问题描述】在现网调测和后期运行的过程中，如何确定数据延时的“分布”



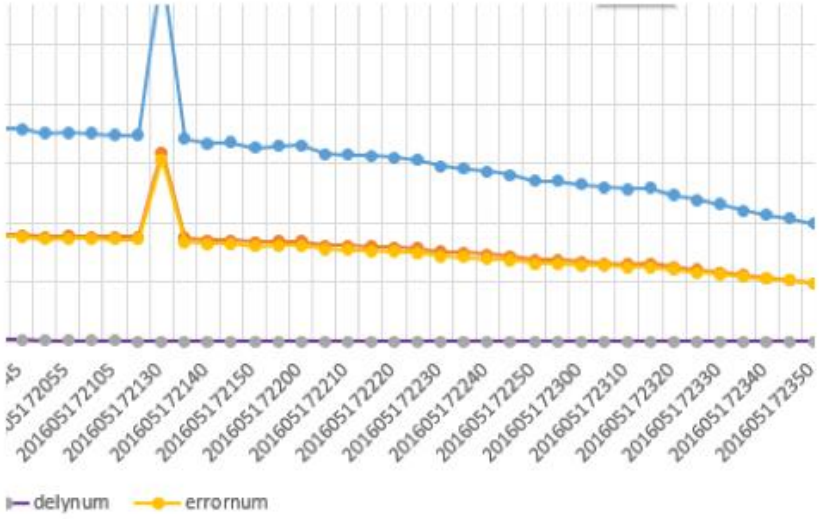
2类值得关注的数据延时

- 从Flume进，到Kafka出
- 从Flume进，到Storm输出最终结果（端到端延时）

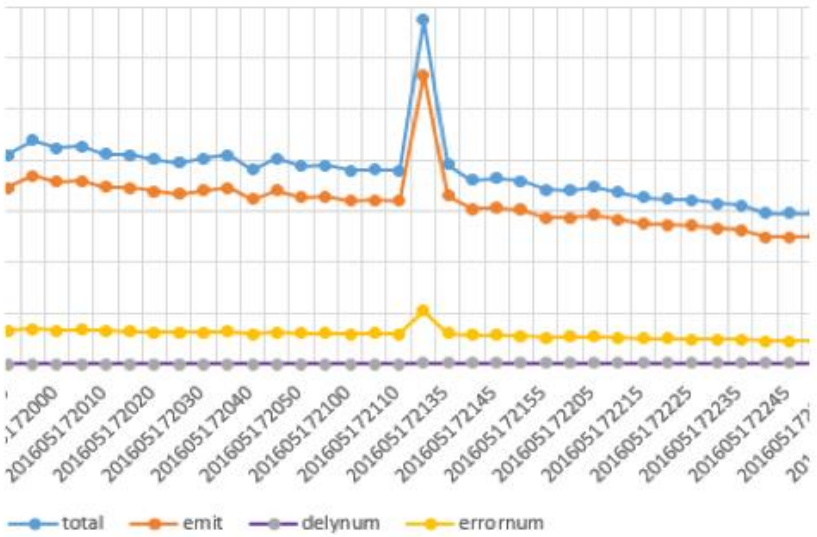
【基本思想】Flume源端随机生成测试数据，Storm端发现并保存数据

实践经验（7）：原始数据的清洗与过滤

【问题描述】处理的数据量严重偏少，统计出来的流量值只有其他途径的1/2”



过条件判断时的数据质量



正常条件的数据质量

在Spout端统计Storm处理的数据总量、过滤数量及由Spout最终Emit出来的量，以文件的形式保存，并通过脚本将数据进行统计处理

习惯与“脏数据”共事，对大数据从业者而言很重要！

实践经验（8）：基站小区活跃用户数的统计方法

【问题描述】在尽可能少消耗系统资源前提下，在误差允许的范围内，实时计算基站小区的活跃用户数（类似于UV的实时计算？）

最准确的方法——用HashSet保存手机号码

	Bloom Filter	HyperLogLog
资源消耗		★
误差	★	
统计结果的可聚合性		★

流计算系统的监控

- 重点关注
  - Flume、Kafka、Storm、Redis等各主要进程运行是否正常？
  - 数据在“流转”过程中在任何节点都不会出现“积压”？
  - 混入的测试数据的计算结果是否正确？
- Flume
  - 数据积压
  - 测试记录
- Kafka
  - Kafka Manager
  - Kafka Offset Monitor
- Storm：Storm UI
  - Spout和Bolt所发射的数据量，由此可以发现整个集群当前的数据处理量
  - 当某个Spout或者Bolt代码中有Exception抛出时，会在Storm UI中统一显示出来
- Redis
  - Redis进程的CPU使用率

中国移动
China Mobile

谢谢！