

Flink 的容错机制

左元

2021 年 7 月 20 日

尚硅谷大数据组

- 一致性检查点 (checkpoint)
- 从检查点恢复状态
- Flink 检查点算法 (Chandy-Lamport 算法的变种)
- 保存点 (save points)

一致性检查点 (Checkpoints)

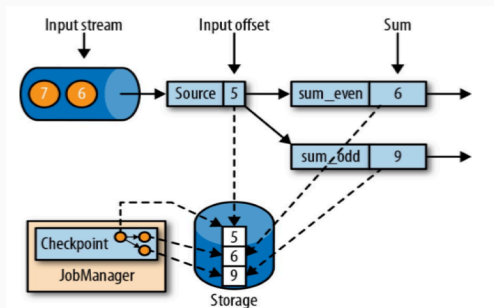


图 1: 一致性检查点

- Flink 故障恢复机制的核心，就是应用状态的一致性检查点
- 有状态流应用的一致检查点，其实就是所有任务的状态，在某个时间点的一份拷贝（一份快照）；这个时间点，应该是所有任务都恰好处理完一个相同的输入数据（其实就是检查点屏障）的时候

从检查点恢复状态

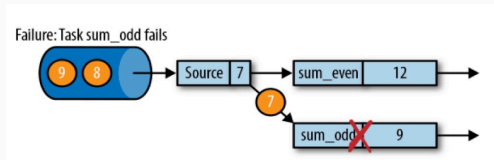


图 2: 故障

- 在执行流应用程序期间，Flink 会定期保存状态的一致检查点
- 如果发生故障，Flink 将会使用最近的检查点来一致恢复应用程序的状态，并重新启动处理流程

从检查点恢复状态

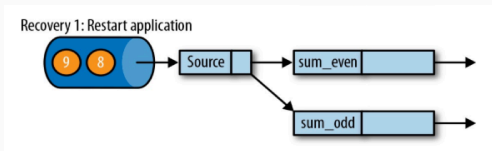


图 3: 重启应用

- 遇到故障之后，第一步就是重启应用

从检查点恢复状态

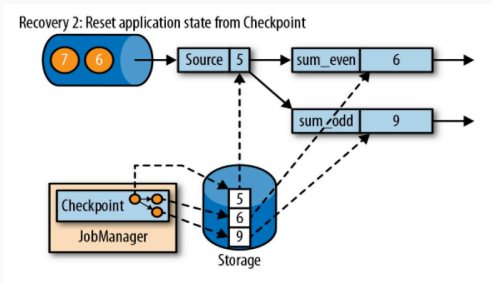


图 4: 读取状态

- 第二步是从 checkpoint 中读取状态，将状态重置
- 从检查点重新启动应用程序后，其内部状态与检查点完成时的状态完全相同

从检查点恢复状态

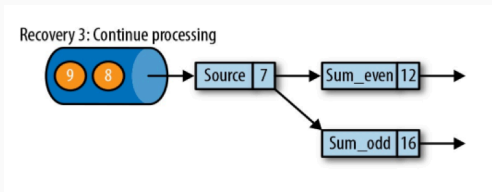


图 5: 重新消费

- 第三步：开始消费并处理检查点到发生故障之间的所有数据
- 这种检查点的保存和恢复机制可以为应用程序状态提供“精确一次”（exactly-once）的一致性，因为所有算子都会保存检查点并恢复其所有状态，这样一来所有的输入流就都会被重置到检查点完成时的位置

检查点的实现算法

- 一种简单的想法（同步的思想）
 - 暂停应用，保存状态到检查点，再重新恢复应用（Spark Streaming）
- Flink 的改进实现（异步的思想）
 - 基于 Chandy-Lamport 算法的分布式快照算法
 - 将检查点的保存和数据处理分离开，不暂停整个应用

检查点分界线（Checkpoint Barrier，检查点屏障）

- Flink 的检查点算法用到了一种称为分界线（barrier）的特殊数据形式，用来把一条流上数据按照不同的检查点分开
- 分界线之前到来的数据导致的状态更改，都会被包含在当前分界线所属的检查点中；而基于分界线之后的数据导致的所有更改，就会被包含在之后的检查点中

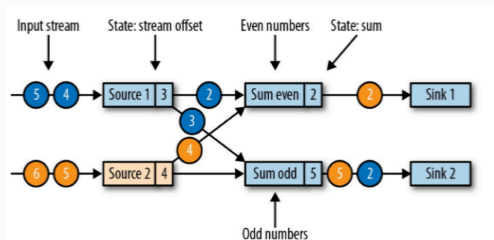


图 6: 两个输入流的应用程序

- 现在是一个有两个输入流的应用程序，用并行的两个 Source 任务来读取

Flink 检查点算法

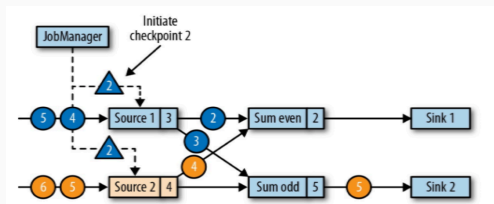


图 7: 启动检查点

- JobManager 会向每个 Source 任务发送一条带有新检查点 ID 的消息，通过这种方式来启动检查点

Flink 检查点算法

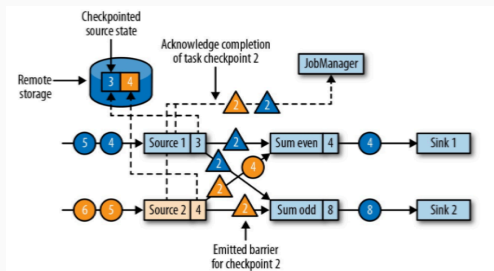


图 8: 向下游传播检查点

- 数据源将它们的状态写入检查点，并发出一个检查点 barrier
- 状态后端在状态存入检查点之后，会返回通知给 Source 任务，Source 任务就会向 JobManager 确认检查点完成

Flink 检查点算法

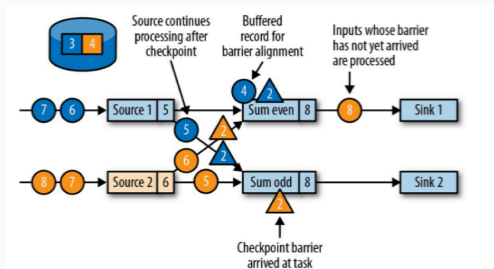


图 9: 分界线对齐

- 分界线对齐: barrier 向下游传递, sum 任务会等待所有输入分区的 barrier 到达
- 对于 barrier 已经到达的分区, 继续到达的数据会被缓存
- 而 barrier 尚未到达的分区, 数据会被正常处理

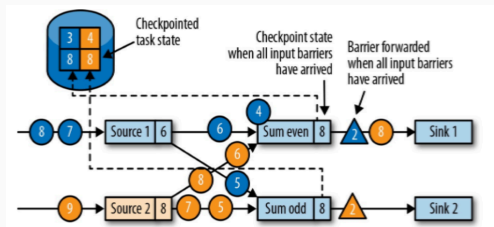


图 10: 继续向下游转发检查点分界线

- 当收到所有输入分区的 barrier 时，任务就将其状态保存到状态后端的检查点中，然后将 barrier 继续向下游转发

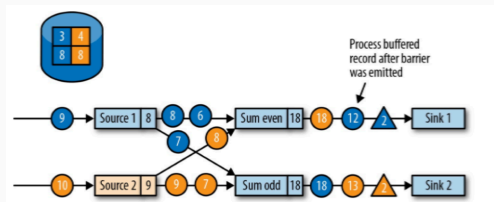


图 11: 任务正常处理数据

- 向下游转发检查点 barrier 后，任务继续正常的数据处理

Flink 检查点算法

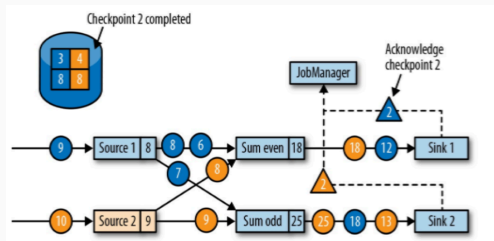


图 12: 检查点完成

- Sink 任务向 JobManager 确认状态保存到 checkpoint 完毕
- 当所有任务都确认已成功将状态保存到检查点时，检查点就真正完成了

保存点 (Savepoints)

- Flink 还提供了可以自定义的镜像保存功能，就是保存点 (savepoints)
- 原则上，创建保存点使用的算法与检查点完全相同，因此保存点可以认为就是具有一些额外元数据的检查点
- Flink 不会自动创建保存点，因此用户（或者外部调度程序）必须明确地触发创建操作，savepoint 是手动执行的
- 保存点是一个强大的功能。除了故障恢复外，保存点可以用于：有计划的手动备份，更新应用程序，版本迁移，暂停和重启应用，等等

Q & A