

牛客大学高薪加成系列课

集群的故障转移



Redis集群内的节点通过ping/pong消息实现节点通信，消息不但可以传播节点槽信息，还可以传播其他状态，如：主从状态、节点故障等。因此，故障发现也是通过消息传播机制实现的。

■ 主观下线

指某个节点认为另一个节点不可用，即下线状态；

这个状态不是最终的故障判定，只能代表一个节点的意见，可能存在误判的情况。

■ 客观下线

指标记一个节点真正的下线，是集群内多个节点都认为该节点不可用，从而达成共识的结果；

如果是持有槽的主节点故障，则需要为该节点进行故障转移。

■ 主观下线

集群中每个节点都会定期向其他节点发送ping消息，接收节点回复pong消息作为响应；

如果在cluster-node-timeout时间内通信一直失败，则发送节点会认为接收节点存在故障，把接收节点标记为主观下线（pfail）状态。

■ 主观下线的流程

1. 节点a发送ping消息给节点b，如果通信正常将接收到pong消息，节点a更新最近一次与节点b的通信时间；
2. 如果节点a与节点b通信出现问题则断开连接，下次会进行重连。如果一直通信失败，则节点a记录的与节点b最后通信时间将无法更新；
3. 节点a内的定时任务检测到与节点b最后通信时间超过cluster-node-timeout时，更新本地对节点b的状态为主观下线（pfail）。

■ 客观下线

当某个节点判断另一个节点主观下线后，相应的节点状态会跟随消息在集群内传播。ping/pong消息会携带1/10的其他节点状态数据，当接收节点发现消息中含有主观下线节点时，会将其信息保存到下线报告链表中。通过Gossip消息传播，集群内节点不断收集到故障节点的下线报告。当半数以上持有槽的主节点都标记某个节点是主观下线时，触发客观下线流程。

■ 客观下线的流程

1. 当消息内含有其他节点的pfail状态则会判断发送节点的状态，如果发送节点是主节点则对报告的pfail状态进行处理，如果是从节点则忽略；
2. 找到pfail对应的节点结构，更新下线报告链表；
3. 统计有效的下线报告数量，如果小于集群内持有槽的主节点总数的一半则退出；
4. 当下线报告大于持有槽的主节点总数的一半时，标记对应故障节点为客观下线状态；
5. 向集群广播一条fail消息，通知所有的节点将故障节点标记为客观下线，fail消息只包含故障节点的ID。

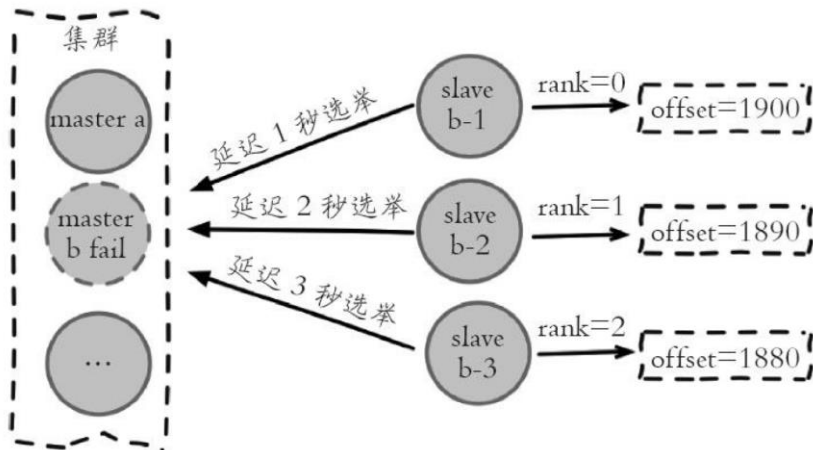
故障节点变为客观下线后，如果下线节点是持有槽的主节点则需要在它的从节点中选出一个替换它，从而保证集群的高可用。下线主节点的所有从节点承担故障恢复的义务，当从节点通过内部定时任务发现自身复制的主节点进入客观下线时，将会触发故障恢复流程：资格检查 -> 准备选举 -> 发起选举 -> 选举投票 -> 替换主节点。

1. 资格检查

每个从节点都要检查最后与主节点断线的时间，判断是否有资格替换故障的主节点。如果从节点与主节点断线时间超过`cluster-node-time*cluster-slave-validity-factor`，则当前节点不具备故障转移资格。

2. 准备选举

- 当从节点符合故障转移资格后，更新触发故障选举的时间，只有达到该时间后才能执行后续流程；
- 之所以采用延迟触发机制，主要是通过对多个从节点使用不同的延迟选举时间来支持优先级问题；
- 复制偏移量越大说明从节点延迟越低，那么它应该具有更高的优先级来替换故障主节点。



3. 发起选举

当从节点定时任务检测到故障选举时间到达后，则会发起选举流程；

a) 更新配置纪元

- 配置纪元是一个只增不减的整数，每个主节点自身维护一个配置纪元标识当前主节点的版本；
- 所有主节点的配置纪元都不相等，从节点会复制主节点的配置纪元；
- 整个集群又维护一个全局的配置纪元，用于记录集群内所有主节点配置纪元的最大版本；
- 配置纪元会跟随ping/pong消息在集群内传播，当发送方与接收方都是主节点，且配置纪元相等时则代表出现了冲突，nodeId更大的一方会递增全局配置纪元，并赋值给当前节点来区分冲突。

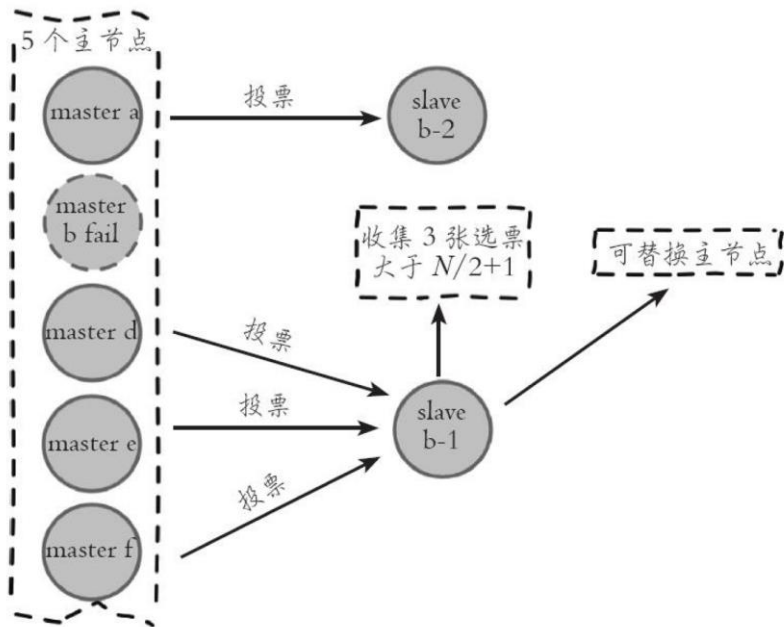
b) 广播选举消息

在集群内广播选举消息，并记录已发送过消息的状态，保证该从节点在一个配置纪元内只能发起一次选举。消息内容如同ping消息，只是将type类型变为FAILOVER_AUTH_REQUEST。

主节点具有更大的配置纪元代表了更新的集群状态，因此当节点进行ping/pong消息交换时，若出现slots等关键信息不一致时，以配置纪元更大的一方为准，防止过时的消息状态污染集群！

4. 选举投票

- 只有持有槽的主节点才会处理故障选举消息，每个持有槽的主节点在一个配置纪元内都有唯一的一张选票，当它接到第一个请求投票的从节点的消息时回复FAILOVER_AUTH_ACK消息作为投票，之后相同配置纪元内的其他从节点的选举消息将忽略；
- 当从节点收集到 $N/2+1$ 个持有槽的主节点投票时，从节点可以执行替换主节点的操作，例如集群内有5个持有槽的主节点，主节点b故障后还有4个，当其中一个从节点收集到3张票时代表获得了足够的选票，可以进行替换主节点的操作了。



5. 替换主节点

当从节点收集到足够的选票之后，触发替换主节点的操作：

- a) 当前从节点取消复制变为主节点；
- b) 执行`clusterDelSlot`操作撤销故障主节点负责的槽，并执行`clusterAddSlot`把这些槽委派给自己；
- c) 向集群广播pong消息，通知集群内所有的节点，当前的从节点变为主节点并接管了故障主节点的槽信息。

1. 主观下线识别时间 = `cluster-node-timeout`

2. 主观下线状态消息的传播时间 \leq `cluster-node-timeout/2`

消息通信机制对超过`cluster-node-timeout/2`未通信的节点发起ping消息;

消息在选择包含哪些节点时会优先选取下线状态的节点;

通常这段时间内能够收集到半数以上主节点的主观下线报告, 从而完成故障发现。

3. 从节点的转移时间 \leq 1000

发起选举存在延迟机制, 偏移量最大的从节点会最多延迟1秒发起选举;

通常第一次选举就会成功, 所以从节点执行转移时间一般都在1秒以内。

```
failover-time  $\leq$  cluster-node-timeout + cluster-node-timeout/2 + 1000
```



牛客大学

- 专业求职辅导 -

THANKS



关注【牛客大学】公众号
回复“牛客大学”获取更多求职资料