08-哨兵集群：哨兵挂了，主从库还能切换吗？

你好，我是蒋德钧。

上节课，我们学习了哨兵机制，它可以实现主从库的自动切换。通过部署多个实例，就形成了一个哨兵集群。哨兵集群中的多个实例共同判断，可以降低对主库下线的误判率。

但是，我们还是要考虑一个问题：如果有哨兵实例在运行时发生了故障，主从库还能正常切换吗？

实际上，一旦多个实例组成了**哨兵集群**，即使有哨兵实例出现故障挂掉了，其他哨兵还能继续协作完成主从库切换的工作，包括判定主库是不是处于下线状态，选择新主库，以及通知从库和客户端。

如果你部署过哨兵集群的话就会知道，在配置哨兵的信息时，我们只需要用到下面的这个配置项，设置**主库的IP**和**端口**，并没有配置其他哨兵的连接信息。

```
sentinel monitor <master-name> <ip> <redis-port> <quorum>
```

这些哨兵实例既然都不知道彼此的地址，又是怎么组成集群的呢？要弄明白这个问题，我们就需要学习一下哨兵集群的组成和运行机制了。

基于pub/sub机制的哨兵集群组成

哨兵实例之间可以相互发现，要归功于Redis提供的pub/sub机制，也就是发布/订阅机制。

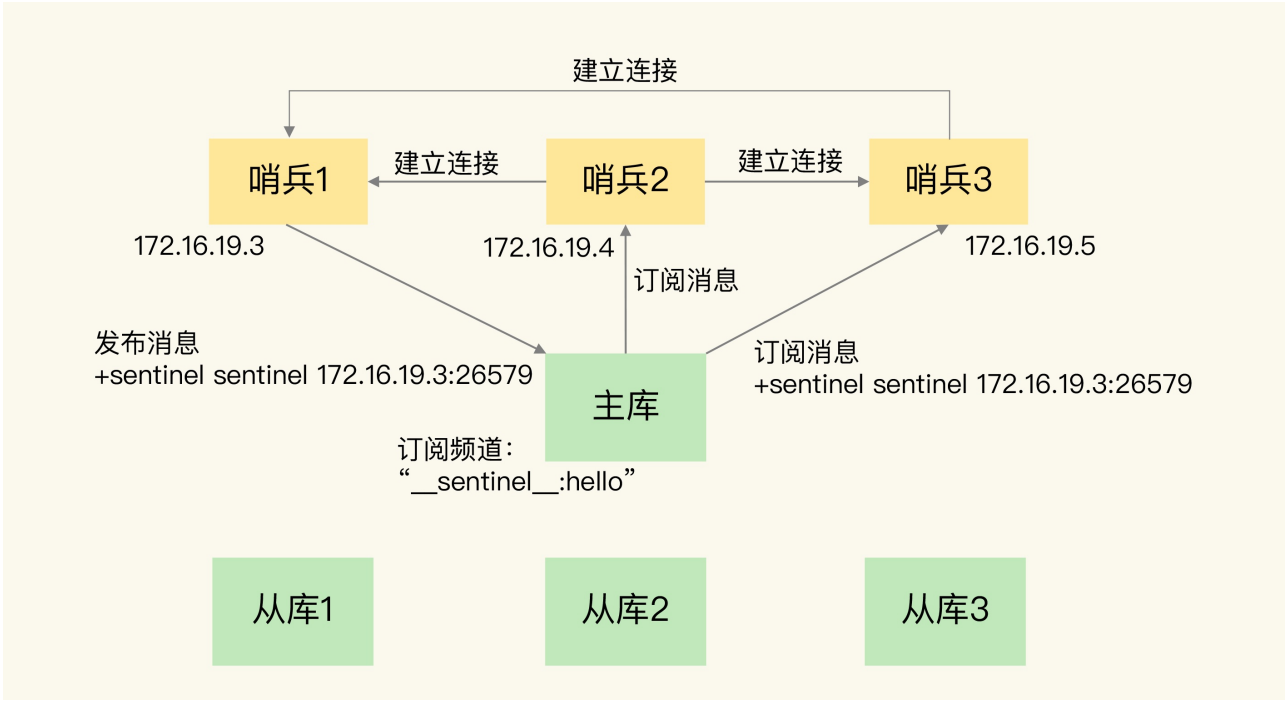
哨兵只要和主库建立起了连接，就可以在主库上发布消息了，比如说发布它自己的连接信息（IP和端口）。同时，它也可以从主库上订阅消息，获得其他哨兵发布的连接信息。当多个哨兵实例都在主库上做了发布和订阅操作后，它们之间就能知道彼此的IP地址和端口。

除了哨兵实例，我们自己编写的应用程序也可以通过Redis进行消息的发布和订阅。所以，为了区分不同应用的消息，Redis会以频道的形式，对这些消息进行分门别类的管理。所谓的频道，实际上就是消息的类别。当消息类别相同时，它们就属于同一个频道。反之，就属于不同的频道。**只有订阅了同一个频道的应用，才能通过发布的消息进行信息交换**。

在主从集群中，主库上有一个名为“__sentinel__:hello”的频道，不同哨兵就是通过它来相互发现，实现互相通信的。

我来举个例子，具体说明一下。在下图中，哨兵1把自己的IP（172.16.19.3）和端口（26579）发布到“__sentinel__:hello”频道上，哨兵2和3订阅了该频道。那么此时，哨兵2和3就可以从这个频道直接获取哨兵1的IP地址和端口号。

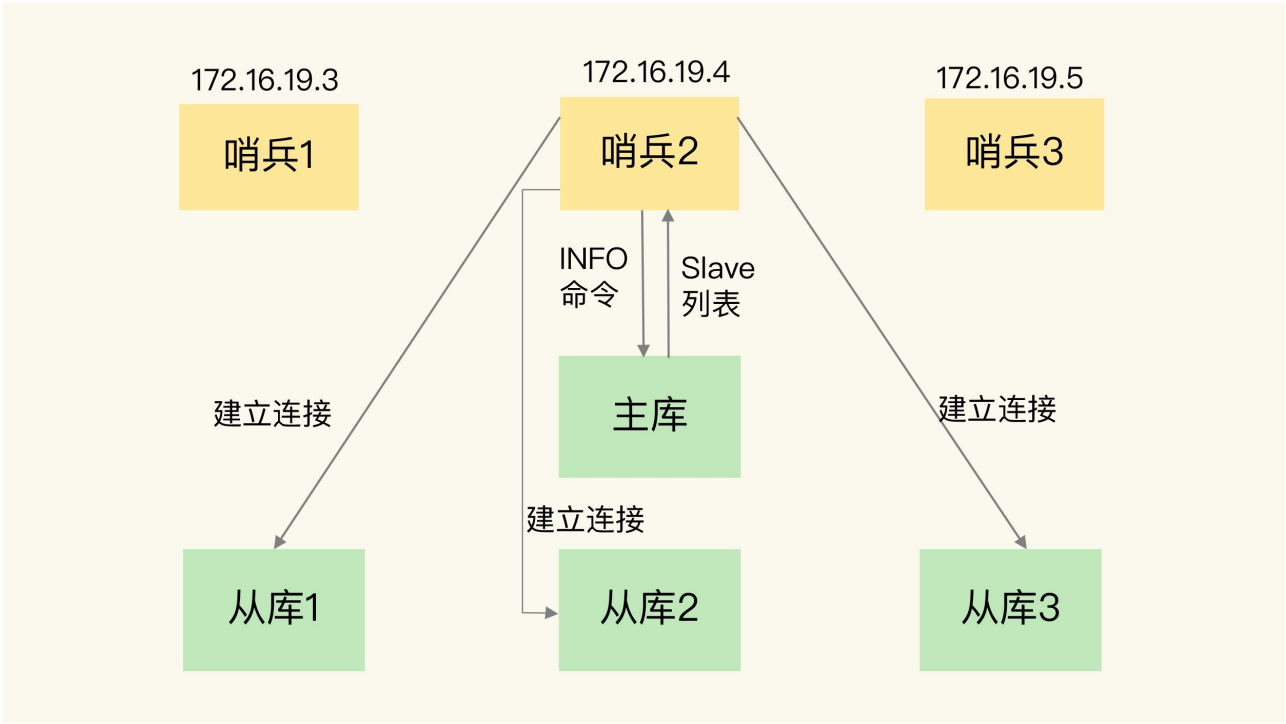
然后，哨兵2、3可以和哨兵1建立网络连接。通过这个方式，哨兵2和3也可以建立网络连接，这样一来，哨兵集群就形成了。它们相互间可以通过网络连接进行通信，比如说对主库有没有下线这件事儿进行判断和协商。



哨兵除了彼此之间建立起连接形成集群外，还需要和从库建立连接。这是因为，在哨兵的监控任务中，它需要对主从库都进行心跳判断，而且在主从库切换完成后，它还需要通知从库，让它们和新主库进行同步。

那么，**哨兵是如何知道从库的IP地址和端口的呢？**

这是由哨兵向主库发送INFO命令来完成的。就像下图所示，哨兵2给主库发送INFO命令，主库接受到这个命令后，就会把从库列表返回给哨兵。接着，哨兵就可以根据从库列表中的连接信息，和每个从库建立连接，并在这个连接上持续地对从库进行监控。哨兵1和3可以通过相同的方法和从库建立连接。



你看，通过pub/sub机制，哨兵之间可以组成集群，同时，哨兵又通过INFO命令，获得了从库连接信息，也能和从库建立连接，并进行监控了。

但是，哨兵不能只和主、从库连接。因为，主从库切换后，客户端也需要知道新主库的连接信息，才能向新主库发送请求操作。所以，哨兵还需要完成把新主库的信息告诉客户端这个任务。

而且，在实际使用哨兵时，我们有时会遇到这样的问题：如何在客户端通过监控了解哨兵进行主从切换的过程呢？比如说，主从切换进行到哪一步了？这其实就是要求，客户端能够获取到哨兵集群在监控、选主、切换这个过程中发生的各种事件。

此时，我们仍然可以依赖pub/sub机制，来帮助我们完成哨兵和客户端间的信息同步。

基于pub/sub机制的客户端事件通知

从本质上说，哨兵就是一个运行在特定模式下的Redis实例，只不过它并不服务请求操作，只是完成监控、选主和通知的任务。所以，每个哨兵实例也提供pub/sub机制，客户端可以从哨兵订阅消息。哨兵提供的消息订阅频道有很多，不同频道包含了主从库切换过程中的不同关键事件。

频道有这么多，一下子全部学习容易丢失重点。为了减轻你的学习压力，我把重要的频道汇总在了一起，涉及几个关键事件，包括主库下线判断、新主库选定、从库重新配置。

事件	相关频道
主库下线事件	+sdown（实例进入“主观下线”状态）
	-sdown（实例退出“主观下线”状态）
	+odown（实例进入“客观下线”状态）
	-odown（实例退出“客观下线”状态）
从库重新配置事件	+slave-reconf-sent （哨兵发送SLAVEOF命令重新配置从库）
	+slave-reconf-inprog （从库配置了新主库，但尚未进行同步）
	+slave-reconf-done（从库配置了新主库，且和新主库完成同步）
新主库切换	+switch-master（主库地址发生变化）

知道了这些频道之后，你就可以**让客户端从哨兵这里订阅消息**了。具体的操作步骤是，客户端读取哨兵的配置文件后，可以获得哨兵的地址和端口，和哨兵建立网络连接。然后，我们可以在客户端执行订阅命令，来获取不同的事件消息。

举个例子，你可以执行如下命令，来订阅“所有实例进入客观下线状态的事件”：

```
SUBSCRIBE +odown
```

当然，你也可以执行如下命令，订阅所有的事件：

```
PSUBSCRIBE  *
```

当哨兵把新主库选择出来后，客户端就会看到下面的switch-master事件。这个事件表示主库已经切换了，新主库的IP地址和端口信息已经有了。这个时候，客户端就可以用这里面的新主库地址和端口进行通信了。

```
switch-master <master name> <oldip> <oldport> <newip> <newport>
```

有了这些事件通知，客户端不仅可以在主从切换后得到新主库的连接信息，还可以监控到主从库切换过程中发生的各个重要事件。这样，客户端就可以知道主从切换进行到哪一步了，有助于了解切换进度。

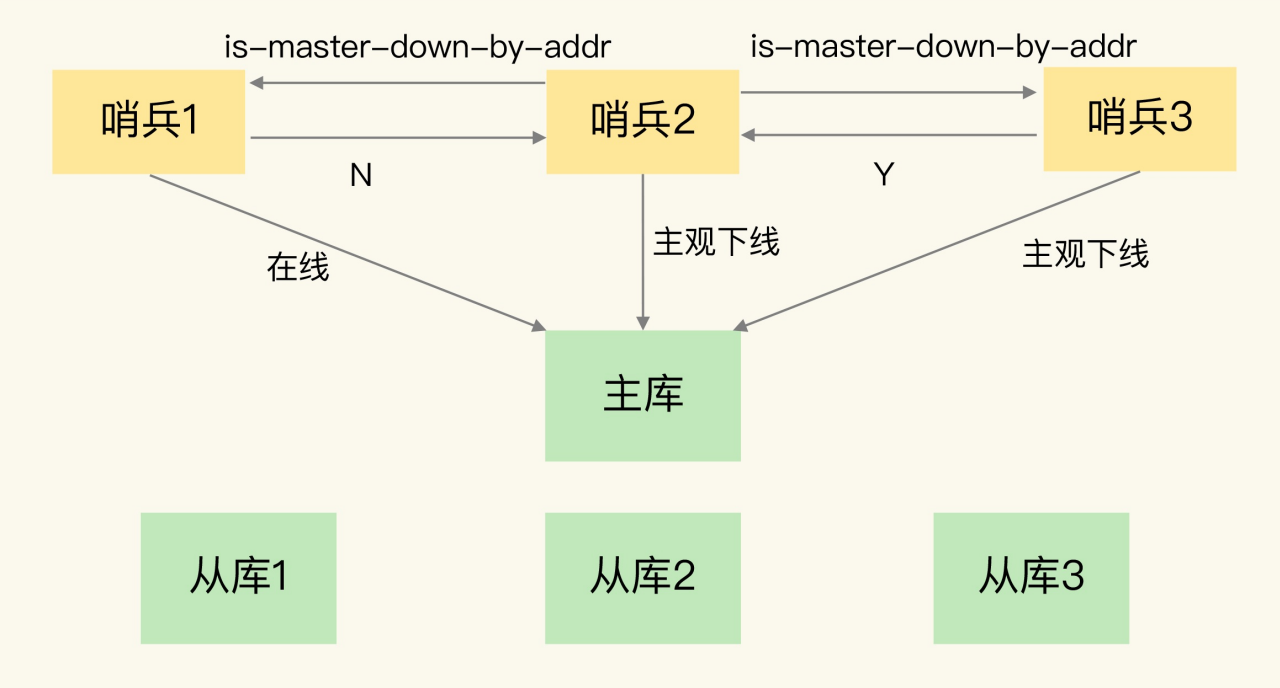
好了，有了pub/sub机制，哨兵和哨兵之间、哨兵和从库之间、哨兵和客户端之间就都能建立起连接了，再加上我们上节课介绍主库下线判断和选主依据，哨兵集群的监控、选主和通知三个任务就基本可以正常工作了。不过，我们还需要考虑一个问题：主库故障以后，哨兵集群有多个实例，那怎么确定由哪个哨兵来进行实际的主从切换呢？

由哪个哨兵执行主从切换？

确定由哪个哨兵执行主从切换的过程，和主库“客观下线”的判断过程类似，也是一个“投票仲裁”的过程。在具体了解这个过程前，我们再来看下，判断“客观下线”的仲裁过程。

哨兵集群要判定主库“客观下线”，需要有一定数量的实例都认为该主库已经“主观下线”了。我在上节课向你介绍了判断“客观下线”的原则，接下来，我介绍下具体的判断过程。

任何一个实例只要自身判断主库“主观下线”后，就会给其他实例发送is-master-down-by-addr命令。接着，其他实例会根据自己和主库的连接情况，做出Y或N的响应，Y相当于赞成票，N相当于反对票。



一个哨兵获得了仲裁所需的赞成票数后，就可以标记主库为“客观下线”。这个所需的赞成票数是通过哨兵配置文件中的quorum配置项设定的。例如，现在有5个哨兵，quorum配置的是3，那么，一个哨兵需要3张

赞成票，就可以标记主库为“客观下线”了。这3张赞成票包括哨兵自己的一张赞成票和另外两个哨兵的赞成票。

此时，这个哨兵就可以再给其他哨兵发送命令，表明希望由自己来执行主从切换，并让所有其他哨兵进行投票。这个投票过程称为“Leader选举”。因为最终执行主从切换的哨兵称为Leader，投票过程就是确定Leader。

在投票过程中，任何一个想成为Leader的哨兵，要满足两个条件：第一，拿到半数以上的赞成票；第二，拿到的票数同时还需要大于等于哨兵配置文件中的quorum值。以3个哨兵为例，假设此时的quorum设置为2，那么，任何一个想成为Leader的哨兵只要拿到2张赞成票，就可以了。

这么说你可能还不太好理解，我再画一张图片，展示一下3个哨兵、quorum为2的选举过程。

时间	哨兵1（S1）	哨兵2（S2）	哨兵3（S3）
T1	给自己投1票Y 向S2、S3发投票请求， 表示要成为Leader		
T2			给自己投1票Y 向S1、S2发投票请求， 表示要成为Leader
T3	收到S3的请求，回复N	收到S3的请求，回复Y	
T4		收到S1的请求，回复N	
T5	1票Y，1票N		2票Y，成为Leader

在T1时刻，S1判断主库为“客观下线”，它想成为Leader，就先给自己投一张赞成票，然后分别向S2和S3发送命令，表示要成为Leader。

在T2时刻，S3判断主库为“客观下线”，它也想成为Leader，所以也先给自己投一张赞成票，再分别向S1和S2发送命令，表示要成为Leader。

在T3时刻，S1收到了S3的Leader投票请求。因为S1已经给自己投了一票Y，所以它不能再给其他哨兵投赞成票了，所以S1回复N表示不同意。同时，S2收到了T2时S3发送的Leader投票请求。因为S2之前没有投过票，它会给第一个向它发送投票请求的哨兵回复Y，给后续再发送投票请求的哨兵回复N，所以，在T3时，S2回复S3，同意S3成为Leader。

在T4时刻，S2才收到T1时S1发送的投票命令。因为S2已经在T3时同意了S3的投票请求，此时，S2给S1回复N，表示不同意S1成为Leader。发生这种情况，是因为S3和S2之间的网络传输正常，而S1和S2之间的网络传输可能正好拥塞了，导致投票请求传输慢了。

最后，在T5时刻，S1得到的票数是来自它自己的一票Y和来自S2的一票N。而S3除了自己的赞成票Y以外，还收到了来自S2的一票Y。此时，S3不仅获得了半数以上的Leader赞成票，也达到预设的quorum值（quorum为2），所以它最终成为了Leader。接着，S3会开始执行选主操作，而且在选定新主库后，会给其他从库和客户端通知新主库的信息。

如果S3没有拿到2票Y，那么这轮投票就不会产生Leader。哨兵集群会等待一段时间（也就是哨兵故障转移超时时间的2倍），再重新选举。这是因为，哨兵集群能够进行成功投票，很大程度上依赖于选举命令的正常网络传播。如果网络压力较大或有短时堵塞，就可能导致没有一个哨兵能拿到半数以上的赞成票。所以，等到网络拥塞好转之后，再进行投票选举，成功的概率就会增加。

需要注意的是，如果哨兵集群只有2个实例，此时，一个哨兵要想成为Leader，必须获得2票，而不是1票。所以，如果有个哨兵挂掉了，那么，此时的集群是无法进行主从库切换的。因此，通常我们至少会配置3个哨兵实例。这一点很重要，你在实际应用时可不能忽略了。

小结

通常，我们在解决一个系统问题的时候，会引入一个新机制，或者设计一层新功能，就像我们在这两节课学习的内容：为了实现主从切换，我们引入了哨兵；为了避免单个哨兵故障后无法进行主从切换，以及为了减少误判率，又引入了哨兵集群；哨兵集群又需要有一些机制来支撑它的正常运行。

这节课上，我就向你介绍了支持哨兵集群的这些关键机制，包括：

- 基于pub/sub机制的哨兵集群组成过程；
- 基于INFO命令的从库列表，这可以帮助哨兵和从库建立连接；
- 基于哨兵自身的pub/sub功能，这实现了客户端和哨兵之间的事件通知。

对于主从切换，当然不是哪个哨兵想执行就可以执行的，否则就乱套了。所以，这就需要哨兵集群在判断了主库“客观下线”后，经过投票仲裁，选举一个Leader出来，由它负责实际的主从切换，即由它来完成新主库的选择以及通知从库与客户端。

最后，我想再给你分享一个经验：**要保证所有哨兵实例的配置是一致的，尤其是主观下线的判断值down-after-milliseconds**。我们曾经就踩过一个“坑”。当时，在我们的项目中，因为这个值在不同的哨兵实例上配置不一致，导致哨兵集群一直没有对有故障的主库形成共识，也就没有及时切换主库，最终的结果就是集群服务不稳定。所以，你一定不要忽略这条看似简单的经验。

每课一问

这节课上，我给你提一个小问题。

假设有一个Redis集群，是“一主四从”，同时配置了包含5个哨兵实例的集群，quorum值设为2。在运行过程中，如果有3个哨兵实例都发生故障了，此时，Redis主库如果有故障，还能正确地判断主库“客观下线”吗？如果可以的话，还能进行主从库自动切换吗？此外，哨兵实例是不是越多越好呢，如果同时调大down-after-milliseconds值，对减少误判是不是也有好处呢？

欢迎你在留言区跟我交流讨论。如果你身边也有要学习哨兵集群相关知识点的朋友，也欢迎你能帮我把今天的内容分享给他们，帮助他们一起解决问题。我们下节课见。

精选留言：

- Kaito 2020-08-21 12:01:45

  Redis 1主4从，5个哨兵，哨兵配置quorum为2，如果3个哨兵故障，当主库宕机时，哨兵能否判断主库“客观下线”？能否自动切换？

  经过实际测试，我的结论如下：

  1、哨兵集群可以判定主库“主观下线”。由于quorum=2，所以当一个哨兵判断主库“主观下线”后，询问另外一个哨兵后也会得到同样的结果，2个哨兵都判定“主观下线”，达到了quorum的值，因此，哨兵集群可以判定主库为“客观下线”。

  2、但哨兵不能完成主从切换。哨兵标记主库“客观下线后”，在选举“哨兵领导者”时，一个哨兵必须拿到超过多数的选票(5/2+1=3票)。但目前只有2个哨兵活着，无论怎么投票，一个哨兵最多只能拿到2票，永远无法达到多数选票的结果。

  但是投票选举过程的细节并不是大家认为的：每个哨兵各自1票，这个情况是不一定的。下面具体说一下：

  场景a：哨兵A先判定主库“主观下线”，然后马上询问哨兵B（注意，此时哨兵B只是被动接受询问，并没有去询问哨兵A，也就是它还没有进入判定“客观下线”的流程），哨兵B回复主库已“主观下线”，达到quorum=2后哨兵A此时可以判定主库“客观下线”。此时，哨兵A马上可以向其他哨兵发起成为“哨兵领导者”的投票，哨兵B收到投票请求后，由于自己还没有询问哨兵A进入判定“客观下线”的流程，所以哨兵B是可以给哨兵A投票确认的，这样哨兵A就已经拿到2票了。等稍后哨兵B也判定“主观下线”后想成为领导者时，因为它已经给别人投过票了，所以这一轮自己就不能再成为领导者了。

  场景b：哨兵A和哨兵B同时判定主库“主观下线”，然后同时询问对方后都得到可以“客观下线”的结论，此时它们各自给自己投上1票后，然后向其他哨兵发起投票请求，但是因为各自都给自己投过票了，因此各自都拒绝了对方的投票请求，这样2个哨兵各自持有1票。

  场景a是1个哨兵拿到2票，场景b是2个哨兵各自有1票，这2种情况都不满足大多数选票(3票)的结果，因此无法完成主从切换。

  经过测试发现，场景b发生的概率非常小，只有2个哨兵同时进入判定“主观下线”的流程时才可以发生。我测试几次后发现，都是复现的场景a。

  哨兵实例是不是越多越好？

  并不是，我们也看到了，哨兵在判定“主观下线”和选举“哨兵领导者”时，都需要和其他节点进行通信，交换信息，哨兵实例越多，通信的次数也就越多，而且部署多个哨兵时，会分布在不同机器上，节点越多带来的机器故障风险也会越大，这些问题都会影响到哨兵的通信和选举，出问题时也就意味着选举时间会变长，切换主从的时间变久。

  调大down-after-milliseconds值，对减少误判是不是有好处？

  是有好处的，适当调大down-after-milliseconds值，当哨兵与主库之间网络存在短时波动时，可以降低误判的概率。但是调大down-after-milliseconds值也意味着主从切换的时间会变长，对业务的影响时间越久，我们需要根据实际场景进行权衡，设置合理的阈值。 [25赞]

- Darren 2020-08-21 09:59:00

  1、可以正确的判断主库“客观下线”，以为其中一个哨兵已经获得了“客观下线”所需要的投票数；

2、不能进行自动的主从切换，因为在主从切换的时候，必须选择出一个主哨兵，但是选择主哨兵有2个条件：
2.1 拿到半数以上的赞成票；
2.2 拿到的票数同时还需要大于等于哨兵配置文件中的 quorum 值。
此时可以满足投票数，但是拿不到半数以上的投票，因此无法选出主哨兵，所以无法进行主从切换。
3、哨兵的实例不是越多越好，因为哨兵的选举使用的是Raft协议，这个协议是Paxos协议的变种，这种协议在选主时，需要所有的节点参与投票，所以节点越多，选举耗时可能就会更久，所以根据对服务SLA的要求，评估一个节点可能出现问题的概率，选择合适的哨兵数量。
4、down-after-milliseconds不是越大越好的，虽然可以减少误判的概率，但是问题真正发生时，服务的不可用状态也会更久，所以down-after-milliseconds要根据真实的业务场景，进行取舍。 [4赞]

- kingdompeak 2020-08-21 07:41:06
1.可以判断主库“客观下线”。比如哨兵实例1判断主库为客观下线，然后向哨兵实例2发送is-master-down-by-addr命令，如果哨兵实例2此时也判断主库为客观下线，就会返回Y，此时哨兵实例1就会有两个Y（包括自己的），满足配置项quorum，所以就可以判断主库客观下线。
2.不能进行主从进行主从切换前需要选执行切换操作的Leader。由于两个哨兵实例在选Leader的事情上都只会给自己投票，所以各自的得票数只能为1，满足不了成为Leader的两个条件（1.得票数大于哨兵实例数的一半；2.满足quorum配置项），所以选不出Leader，自然无法执行主从切换。
3.调大此参数对误判有好处，由于存活的哨兵实例只有两个，如果恰好某段时间，两个实例与主库的网络连接不好，则很容易都将其标记为主观下线，进而就标记为客观下线了，进而就产生了误判，时间长点，在哨兵实例少的情况下会减少误判情况的发生。 [3赞]

- Q 2020-08-21 09:00:43
干货满满。。 最近一直在测试哨兵集群，get 到一个点: 自己还要给自己投一票！也就是每个哨兵只有一次投票权，投自己或别人！ [1赞]

- 范闲 2020-08-22 09:26:47
哨兵判断下线分为可能下线和确定下线两种状态。
在课后的例子中，5个哨兵正常2个，异常3个，qurum为2（判断确定下线的哨兵数目）

根据主从选举要求必须半数以上的节点同意，即要求数量大于N/2+1。此例中是5/2+1＝3，而只有2个哨兵活着因此不可能完成主从切换。

而确定下线的数目为2，2个哨兵可以完成确定下线的判断。

作者回复2020-08-22 13:35:02
理解到位了！

不过，一般我们还是叫主观下线和客观下线更多些。。

- 小喵喵 2020-08-21 14:40:08
老师请教下：
1、图示哨兵选举过程中，选举的结果取决于S2的投票，如果S2也投给自己，并且每轮投票都是只投给自己，岂不是无法选出“Leader”，是不是这个过程从了死循环呢？
2、投票投给谁，依据是什么？

- 漫步oo0云端 2020-08-21 14:12:34
老师：所以，每个哨兵实例也提供 pub/sub 机制，客户端可以从哨兵订阅消息。

我对这句话不太理解，客户端不是直接连主库操作吗？是使用主库IP连redis的，怎么会从哨兵订阅消息呢？是从主库拿到的哨兵的IP和端口号，连接的吗？但是客户端应该不会做这样的事情吧？我有点疑惑，请老师指教。

- 盟讯 2020-08-21 12:00:57
  可以判断客观下线，两个哨兵都会判断“主观下线”，达到仲裁值所需要的数：2。
  不会进行主从切换，因为在哨兵选择leader时，每一个哨兵都会选择自己，票数问题相等

  哨兵实例不是越多越好，实例越多通信越频繁，会造成网络拥塞。
  down-after-milliseconds的值高大对误判有好处，调大会对网络不稳定的导致通信不畅有好处，但是当主库出现故障时
  主从切换操作过程会增长，而且监控不迅速

- 倪大人 2020-08-21 10:45:34
  问个问题，文章里的S1、S2、S3那张图，为什么S2不能给自己投票？是不是在“客观下线”中投了赞成票的哨兵才能竞选leader?

- zhou 2020-08-21 10:05:19
  因为只有两个实例，quorum 是 2，所以两个实例必须都判断为主观下线，才会确认为客观下线。

  但只要其中一个实例确认为客观下线，另一个实例必然也会确认为客观下线。此时两个实例都希望申请成为 Leader，先给自己投票，然后请求对方投票。由于都已给自己投过票，无法给其他实例投票，最终导致这一轮无法产生 Leader。

  等待一段时间后，如果其中一个实例先发出 Leader 申请，可能会得到另一个实例的投票，该实例就会成为 Leader，可以进行选主。

- riryoutexi 2020-08-21 09:40:15
  整个哨兵集群都挂了，还会主从切换吗

  作者回复2020-08-22 00:31:30
  哨兵都挂了，无能为力了。。。

- Kirito 2020-08-21 09:28:24
  会有3个哨兵都投给自己的情况吗？那不是平票了😂

- 小贤 2020-08-21 08:51:25
  down-after-milliseconds 这个参数一般设置多大合适呢?

- test 2020-08-21 00:50:24
  可以判断客观下线，但是无法进行选主。调大参数对误判有好处。