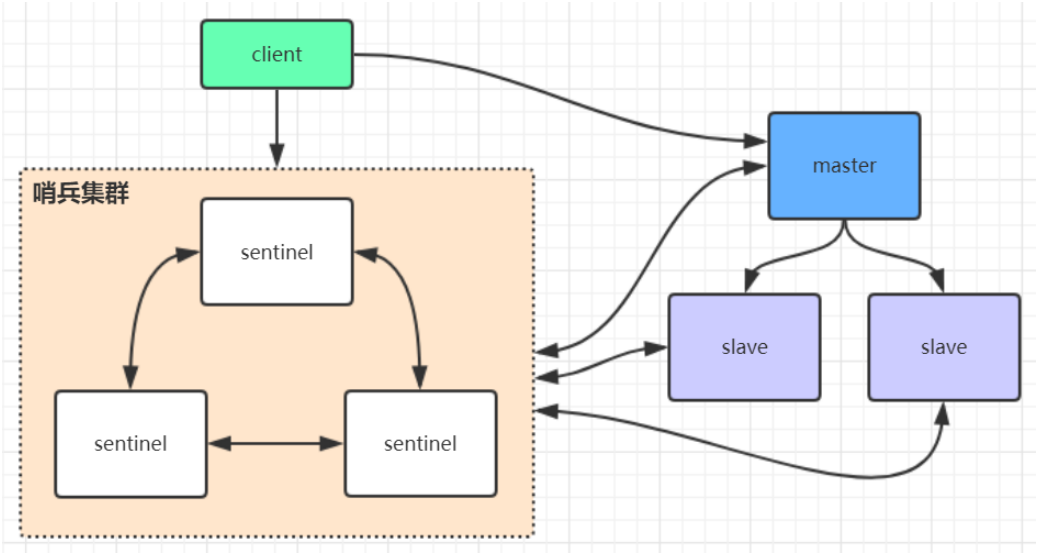
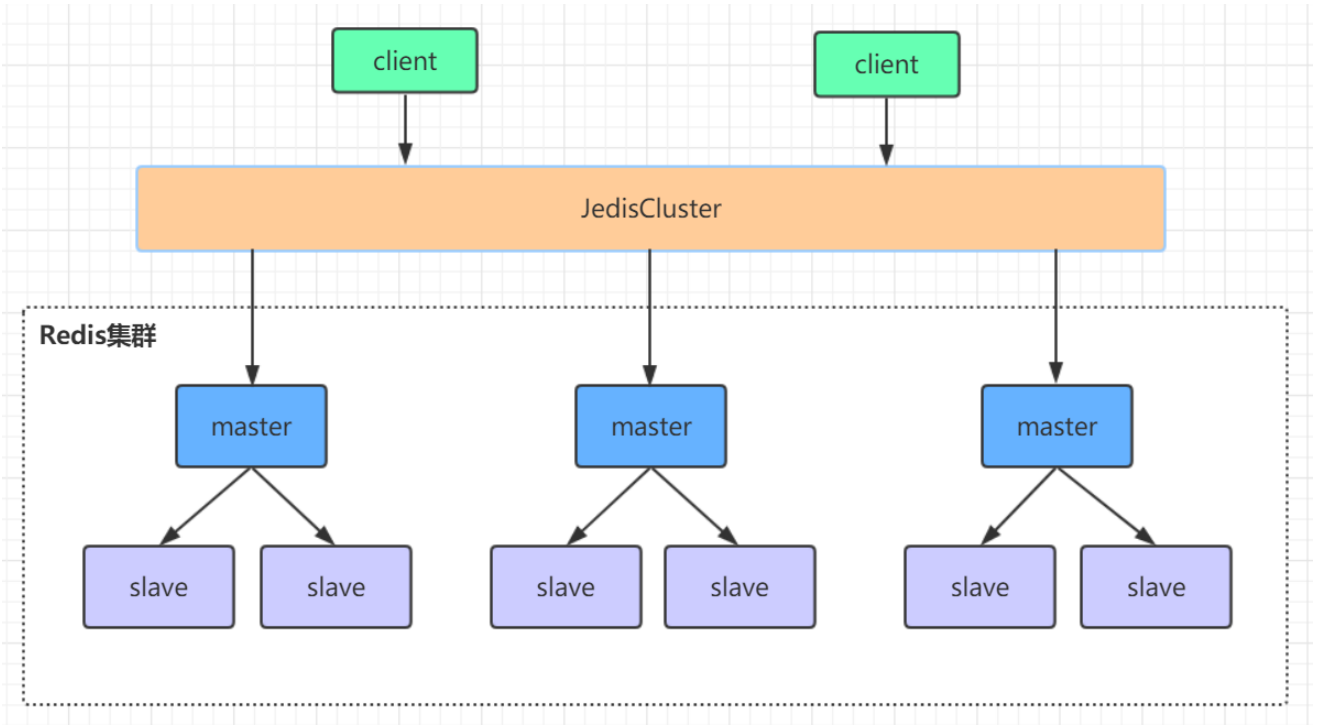
1、Redis集群方案比较

- **哨兵模式**



在redis3.0以前的版本要实现集群一般是借助哨兵sentinel工具来监控master节点的状态，如果master节点异常，则会做主从切换，将某一台slave作为master，哨兵的配置略微复杂，并且性能和高可用性等各方面表现一般，特别是在主从切换的瞬间存在访问瞬断的情况，而且哨兵模式只有一个主节点对外提供服务，没法支持很高的并发，且单个主节点内存也不宜设置得过大，否则会导致持久化文件过大，影响数据恢复或主从同步的效率

- **高可用集群模式**



redis集群是一个由多个主从节点群组成的分布式服务器群，它具有复制、高可用和分片特性。Redis集群不需要sentinel哨兵也能完成节点移除和故障转移的功能。需要将每个节点设置成集群模式，这种集群模式没有中心节点，可水平扩展，据官方文档称可以线性扩展到上万个节点(官方推荐不超过1000个节点)。redis集群的性能和高可用性均优于之前版本的哨兵模式，且集群配置非常简单

2、Redis高可用集群搭建

- **redis安装**

```
下载地址：http://redis.io/download
安装步骤：
# 安装gcc
yum install gcc

# 把下载好的redis-5.0.3.tar.gz放在/usr/local文件夹下，并解压
wget http://download.redis.io/releases/redis-5.0.3.tar.gz
tar xzf redis-5.0.3.tar.gz
cd redis-5.0.3

# 进入到解压好的redis-5.0.3目录下，进行编译与安装
make

# 修改配置
daemonize yes #后台启动
# 需要注释掉bind
# bind 127.0.0.1（bind绑定的是自己机器网卡的ip，如果有多块网卡可以配多个ip，代表允许客户端通过机器的哪些网卡ip去访问，内网一般可以不配置bind，注释掉即可）

# 启动服务
src/redis-server redis.conf

# 验证启动是否成功
ps -ef | grep redis

# 进入redis客户端
/usr/local/redis/bin/redis-cli

# 退出客户端
quit

# 退出redis服务：
（1）pkill redis-server
（2）kill 进程号
（3）src/redis-cli shutdown
```

- **redis集群搭建**

redis集群需要至少三个master节点，我们这里搭建三个master节点，并且给每个master再搭建一个slave节点，总共6个redis节点，这里用三台机器部署6个redis实例，每台机器一主一从，搭建集群的步骤如下：

```
第一步：在第一台机器的/usr/local下创建文件夹redis-cluster，然后在其下面分别创建2个文件夹如下
（1）mkdir -p /usr/local/redis-cluster
（2）mkdir 8001 8004

第一步：把之前的redis.conf配置文件copy到8001下，修改如下内容：
（1）daemonize yes
```

```
（2）port 8001（分别对每个机器的端口号进行设置）
（3）dir /usr/local/redis-cluster/8001/（指定数据文件存放位置，必须要指定不同的目录位置，不然会丢失数据）
（4）cluster-enabled yes（启动集群模式）
（5）cluster-config-file nodes-8001.conf（集群节点信息文件，这里800x最好和port对应上）
（6）cluster-node-timeout 5000
（7）# bind 127.0.0.1（bind绑定的是自己机器网卡的ip，如果有多块网卡可以配多个ip，代表允许客户端通过机器的哪些网卡ip去访问，内网一般可以不配置bind，注释掉即可）
（8）protected-mode no （关闭保护模式）
（9）appendonly yes
如果要设置密码需要增加如下配置：
（10）requirepass zhuge （设置redis访问密码）
（11）masterauth zhuge （设置集群节点间访问密码，跟上面一致）

第三步：把修改后的配置文件，copy到8004，修改第2、3、5项里的端口号，可以用批量替换：
:%s/源字符串/目的字符串/g

第四步：另外两台机器也需要做上面几步操作，第二台机器用8002和8005，第三台机器用8003和8006

第五步：分别启动6个redis实例，然后检查是否启动成功
（1）/usr/local/redis-5.0.3/src/redis-server /usr/local/redis-cluster/800*/redis.conf
（2）ps -ef | grep redis 查看是否启动成功

第六步：用redis-cli创建整个redis集群(redis5以前的版本集群是依靠ruby脚本redis-trib.rb实现)
# 下面命令里的1代表为每个创建的主服务器节点创建一个从服务器节点
# 执行这条命令需要确认三台机器之间的redis实例要能相互访问，可以先简单把所有机器防火墙关掉，如果不关闭防火墙则需要打开redis服务端口和集群节点gossip通信端口16379(默认是在redis端口号上加1W)
# 关闭防火墙
# systemctl stop firewalld # 临时关闭防火墙
# systemctl disable firewalld # 禁止开机启动
（1）/usr/local/redis-5.0.3/src/redis-cli -a zhuge --cluster create --cluster-replicas 1 192.168.0.61:8001 192.168.0.62:8002 192.168.0.63:8003 192.168.0.61:8004 192.168.0.62:8005 192.168.0.63:8006

第七步：验证集群：
（1）连接任意一个客户端即可：./redis-cli -c -h -p (-a访问服务端密码，-c表示集群模式，指定ip地址和端口号）
  如：/usr/local/redis-5.0.3/src/redis-cli -a zhuge -c -h 192.168.0.61 -p 800*
（2）进行验证： cluster info（查看集群信息）、cluster nodes（查看节点列表）
（3）进行数据操作验证
（4）关闭集群则需要逐个进行关闭，使用命令：
/usr/local/redis-5.0.3/src/redis-cli -a zhuge -c -h 192.168.0.60 -p 800* shutdown
```

3、Java操作redis集群

借助redis的java客户端jedis可以操作以上集群，引用jedis版本的maven坐标如下：

```
<dependency>
    <groupId>redis.clients</groupId>
    <artifactId>jedis</artifactId>
```

```
    <version>2.9.0</version>
</dependency>
```

Java编写访问redis集群的代码非常简单，如下所示：

```
public class JedisClusterTest {
 public static void main(String[] args) throws IOException {

 JedisPoolConfig config = new JedisPoolConfig();
 config.setMaxTotal(20);
 config.setMaxIdle(10);
 config.setMinIdle(5);

 Set<HostAndPort> jedisClusterNode = new HashSet<HostAndPort>();
  jedisClusterNode.add(new HostAndPort("192.168.0.61", 8001));
  jedisClusterNode.add(new HostAndPort("192.168.0.62", 8002));
  jedisClusterNode.add(new HostAndPort("192.168.0.63", 8003));
  jedisClusterNode.add(new HostAndPort("192.168.0.61", 8004));
  jedisClusterNode.add(new HostAndPort("192.168.0.62", 8005));
  jedisClusterNode.add(new HostAndPort("192.168.0.63", 8006));

  JedisCluster jedisCluster = null;
  try {
  //connectionTimeout: 指的是连接一个url的连接等待时间
  //soTimeout: 指的是连接上一个url，获取response的返回等待时间
  jedisCluster = new JedisCluster(jedisClusterNode, 6000, 5000, 10, "zhuge", config);
  System.out.println(jedisCluster.set("cluster", "zhuge"));
  System.out.println(jedisCluster.get("cluster"));
  } catch (Exception e) {
  e.printStackTrace();
  } finally {
  if (jedisCluster != null)
  jedisCluster.close();
  }
  }
}

运行效果如下：
OK
zhuge
```

集群的Spring Boot整合Redis连接代码见示例项目：redis-sentinel-cluster

1、引入相关依赖：

```
<dependency>
 <groupId>org.springframework.boot</groupId>
 <artifactId>spring-boot-starter-data-redis</artifactId>
</dependency>

```

```xml
<dependency>
 <groupId>org.apache.commons</groupId>
 <artifactId>commons-pool2</artifactId>
</dependency>
```

springboot项目核心配置：

```yaml
server:
 port: 8080

spring:
 redis:
 database: 0
 timeout: 3000
 password: zhuge
 cluster:
 nodes: 192.168.0.61:8001,192.168.0.62:8002,192.168.0.63:8003,192.168.0.61:8004,192.168.0.62:8005,192.168.0.63:8006
  lettuce:
  pool:
  max-idle: 50
  min-idle: 10
  max-active: 100
  max-wait: 1000

```

访问代码：

```java
@RestController
public class IndexController {

 private static final Logger logger = LoggerFactory.getLogger(IndexController.class);

 @Autowired
 private StringRedisTemplate stringRedisTemplate;

 @RequestMapping("/test_cluster")
  public void testCluster() throws InterruptedException {
  stringRedisTemplate.opsForValue().set("zhuge", "666");
  System.out.println(stringRedisTemplate.opsForValue().get("zhuge"));
  }
}
```

4、Redis集群原理分析

Redis Cluster 将所有数据划分为 16384 个 slots(槽位)，每个节点负责其中一部分槽位。槽位的信息存储于每个节点中。

当 Redis Cluster 的客户端来连接集群时，它也会得到一份集群的槽位配置信息并将其缓存在客户端本地。这样当客户端要查找某个 key 时，可以直接定位到目标节点。同时因为槽位的信息可能会存在客户端与服务器不一致的情况，还需要纠正机制来实现槽位信息的校验调整。

槽位定位算法

Cluster 默认会对 key 值使用 crc16 算法进行 hash 得到一个整数值，然后用这个整数值对 16384 进行取模来得到具体槽位。

HASH_SLOT = CRC16(key) mod 16384

跳转重定位

当客户端向一个错误的节点发出了指令，该节点会发现指令的 key 所在的槽位并不归自己管理，这时它会向客户端发送一个特殊的跳转指令携带目标操作的节点地址，告诉客户端去连这个节点去获取数据。客户端收到指令后除了跳转到正确的节点上去操作，还会同步更新纠正本地的槽位映射表缓存，后续所有 key 将使用新的槽位映射表。

```
192.168.0.61:8001> set name abc
-> Redirected to slot [5798] located at 192.168.0.61:8004
OK
192.168.0.61:8004>
```

Redis集群节点间的通信机制

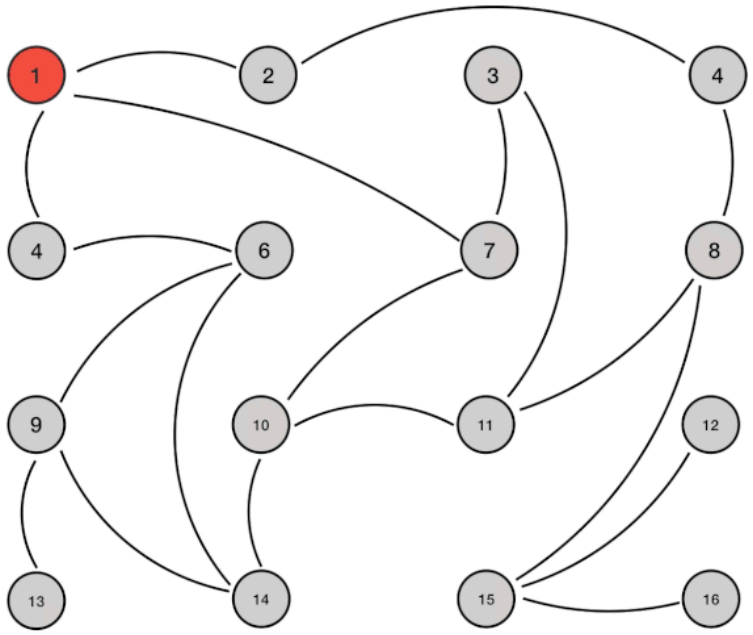
redis cluster节点间采取gossip协议进行通信

- 维护集群的元数据(集群节点信息，主从角色，节点数量，各节点共享的数据等)有两种方式：集中式和gossip

集中式：

优点在于元数据的更新和读取，时效性非常好，一旦元数据出现变更立即就会更新到集中式的存储中，其他节点读取的时候立即就可以立即感知到；不足在于所有的元数据的更新压力全部集中在一个地方，可能导致元数据的存储压力。 很多中间件都会借助zookeeper集中式存储元数据。

gossip：



gossip协议包含多种消息，包括ping，pong，meet，fail等等。

meet：某个节点发送meet给新加入的节点，让新节点加入集群中，然后新节点就会开始与其他节点进行通信；

ping：每个节点都会频繁给其他节点发送ping，其中包含自己的状态还有自己维护的集群元数据，互相通过ping交换元数据(类似自己感知到的集群节点增加和移除，hash slot信息等)；

pong: 对ping和meet消息的返回，包含自己的状态和其他信息，也可以用于信息广播和更新；
fail: 某个节点判断另一个节点fail之后，就发送fail给其他节点，通知其他节点，指定的节点宕机了。

gossip协议的优点在于元数据的更新比较分散，不是集中在一个地方，更新请求会陆陆续续，打到所有节点上去更新，有一定的延时，降低了压力；缺点在于元数据更新有延时可能导致集群的一些操作会有一些滞后。

gossip通信的10000端口

每个节点都有一个专门用于节点间gossip通信的端口，就是自己提供服务的端口号+10000，比如7001，那么用于节点间通信的就是17001端口。 每个节点每隔一段时间都会往另外几个节点发送ping消息，同时其他几点接收到ping消息之后返回pong消息。

网络抖动

真实世界的机房网络往往并不是风平浪静的，它们经常会发生各种各样的小问题。比如网络抖动就是非常常见的一种现象，突然之间部分连接变得不可访问，然后很快又恢复正常。
为解决这种问题，Redis Cluster 提供了一种选项`cluster-node-timeout`，表示当某个节点持续 timeout 的时间失联时，才可以认定该节点出现故障，需要进行主从切换。如果没有这个选项，网络抖动会导致主从频繁切换 (数据的重新复制)。

Redis集群选举原理分析

当slave发现自己的master变为FAIL状态时，便尝试进行Failover，以期成为新的master。由于挂掉的master可能会有多个slave，从而存在多个slave竞争成为master节点的过程， 其过程如下：
1.slave发现自己的master变为FAIL
2.将自己记录的集群currentEpoch加1，并广播FAILOVER_AUTH_REQUEST 信息
3.其他节点收到该信息，只有master响应，判断请求者的合法性，并发送FAILOVER_AUTH_ACK，对每一个epoch只发送一次ack
4.尝试failover的slave收集master返回的FAILOVER_AUTH_ACK
5.slave收到超过半数master的ack后变成新Master(这里解释了集群为什么至少需要三个主节点，如果只有两个，当其中一个挂了，只剩一个主节点是不能选举成功的)
6.slave广播Pong消息通知其他集群节点。

从节点并不是在主节点一进入 FAIL 状态就马上尝试发起选举，而是有一定延迟，一定的延迟确保我们等待FAIL状态在集群中传播，slave如果立即尝试选举，其它masters或许尚未意识到FAIL状态，可能会拒绝投票
•延迟计算公式：
DELAY = 500ms + random(0 ~ 500ms) + SLAVE_RANK * 1000ms
•SLAVE_RANK表示此slave已经从master复制数据的总量的rank。Rank越小代表已复制的数据越新。这种方式下，持有最新数据的slave将会首先发起选举（理论上）。

集群脑裂数据丢失问题

redis集群没有过半机制会有脑裂问题，网络分区导致脑裂后多个主节点对外提供写服务，一旦网络分区恢复，会将其中一个主节点变为从节点，这时会有大量数据丢失。
规避方法可以在redis配置里加上参数(这种方法不可能百分百避免数据丢失，参考集群leader选举机制)：

```
1 min-slaves-to-write 1  //写数据成功最少同步的slave数量，这个数量可以模仿大于半数机制配置，比如集群总共三个节点可以配置1，加上leader就是2，超过了半数
```

注意：这个配置在一定程度上会影响集群的可用性，比如slave要是少于1个，这个集群就算leader正常也不能提供服务了，需要具体场景权衡选择。

集群是否完整才能对外提供服务

当redis.conf的配置cluster-require-full-coverage为no时，表示当负责一个插槽的主库下线且没有相应的从库进行故障恢复时，集群仍然可用，如果为yes则集群不可用。

Redis集群为什么至少需要三个master节点，并且推荐节点数为奇数?

因为新master的选举需要大于半数的集群master节点同意才能选举成功，如果只有两个master节点，当其中一个挂了，是达不到选举新master的条件的。

奇数个master节点可以在满足选举该条件的基础上节省一个节点，比如三个master节点和四个master节点的集群相比，大家如果都挂了一个master节点都能选举新master节点，如果都挂了两个master节点都没法选举新master节点了，所以奇数的master节点更多的是**从节省机器资源角度出发**说的。

Redis集群对批量操作命令的支持

对于类似mset，mget这样的多个key的原生批量操作命令，redis集群只支持所有key落在同一slot的情况，如果有多个key一定要用mset命令在redis集群上操作，则可以在key的前面加上{XX}，这样参数数据分片hash计算的只会是大括号里的值，这样能确保不同的key能落到同一slot里去，示例如下：

```
mset {user1}:name zhuge {user1}:age 18
```

假设name和age计算的hash slot值不一样，但是这条命令在集群下执行，redis只会用大括号里的 user1 做 hash slot计算，所以算出来的slot值肯定相同，最后都能落在同一slot。

哨兵leader选举流程

当一个master服务器被某sentinel视为下线状态后，该sentinel会与其他sentinel协商选出sentinel的leader进行故障转移工作。每个发现master服务器进入下线的sentinel都可以要求其他sentinel选自己为sentinel的leader，选举是先到先得。同时每个sentinel每次选举都会自增配置纪元(选举周期)，每个纪元中只会选择一个sentinel的leader。如果所有超过一半的sentinel选举某sentinel作为leader。之后该sentinel进行故障转移操作，从存活的slave中选举出新的master，这个选举过程跟集群的master选举很类似。

哨兵集群只有一个哨兵节点，redis的主从也能正常运行以及选举master，如果master挂了，那唯一的那个哨兵节点就是哨兵leader了，可以正常选举新master。

不过为了高可用一般都推荐至少部署三个哨兵节点。为什么推荐奇数个哨兵节点原理跟集群奇数个master节点类似。

```
文档：03-VIP-Redis缓存高可用集群.note
链接：http://note.youdao.com/noteshare?id=218d9ba28237a441217d0e024d410769&sub=8A5B0D9F4F044798BFBDBE12FC00F566
```