# 尚硅谷大数据技术之 Zookeeper

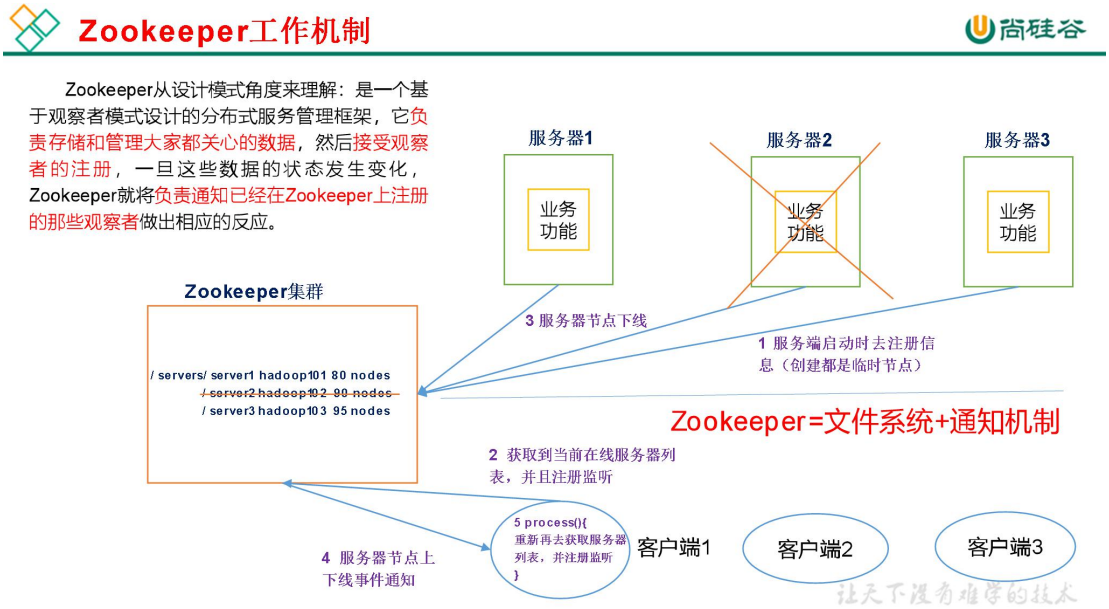
(作者：尚硅谷大数据研发部)

版本：V2.0

## 第 1 章 Zookeeper 入门

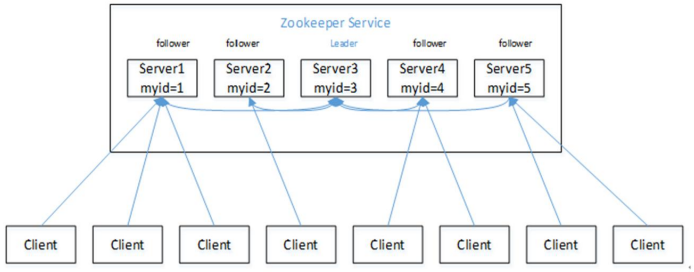
### 1.1 概述

Zookeeper 是一个开源的分布式的，为分布式应用提供协调服务的 Apache 项目。



## 1.2 特点

Zookeeper特点




1）Zookeeper：一个领导者（Leader），多个跟随者（Follower）组成的集群。

2）集群中只要有半数以上节点存活，Zookeeper集群就能正常服务。

3）全局数据一致：每个Server保存一份相同的数据副本，Client无论连接到哪个Server，数据都是一致的。

4）更新请求顺序进行，来自同一个Client的更新请求按其发送顺序依次执行。

5）数据更新原子性，一次数据更新要么成功，要么失败。

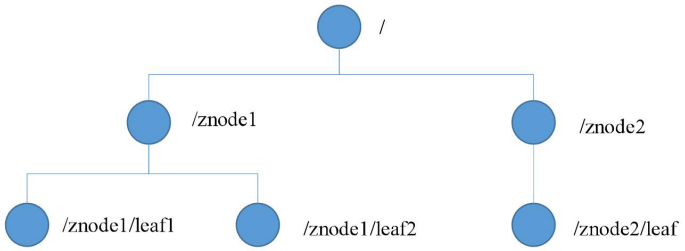
6）实时性，在一定时间范围内，Client能读到最新数据。



## 1.3 数据结构

数据结构

ZooKeeper数据模型的结构与Unix文件系统很类似，整体上可以看作是一棵树，每个节点称做一个ZNode。每一个ZNode默认能够存储1MB的数据，每个ZNode都可以通过其路径唯一标识。





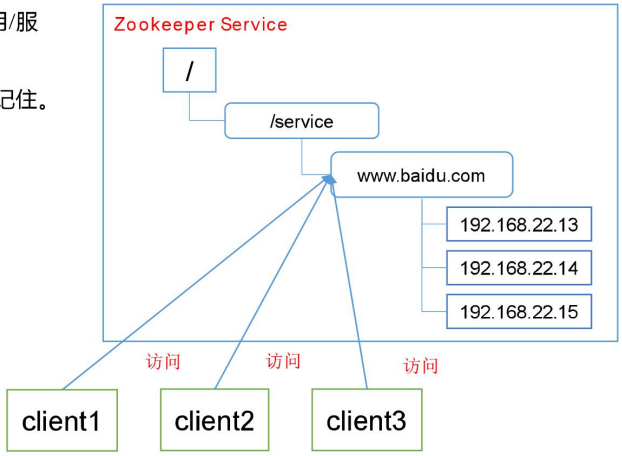

## 1.4 应用场景

提供的服务包括：统一命名服务、统一配置管理、统一集群管理、服务器节点动态上下线、软负载均衡等。

## 统一命名服务

在分布式环境下，经常需要对应用/服务进行统一命名，便于识别。

例如：IP不容易记住，而域名容易记住。






## 统一配置管理

1）分布式环境下，配置文件同步非常常见。

（1）一般要求一个集群中，所有节点的配置信息是一致的，比如 Kafka 集群。

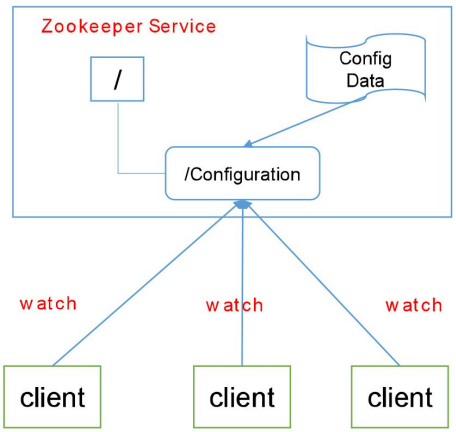
（2）对配置文件修改后，希望能够快速同步到各个节点上。

2）配置管理可交由ZooKeeper实现。

（1）可将配置信息写入ZooKeeper上的一个Znode。

（2）各个客户端服务器监听这个Znode。

（3）一旦Znode中的数据被修改，ZooKeeper将通知各个客户端服务器。



## 统一集群管理

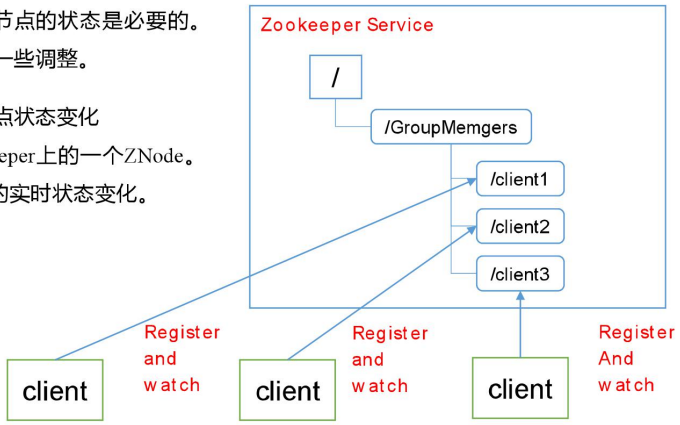
1）分布式环境中，实时掌握每个节点的状态是必要的。

（1）可根据节点实时状态做出一些调整。

2）ZooKeeper可以实现实时监控节点状态变化

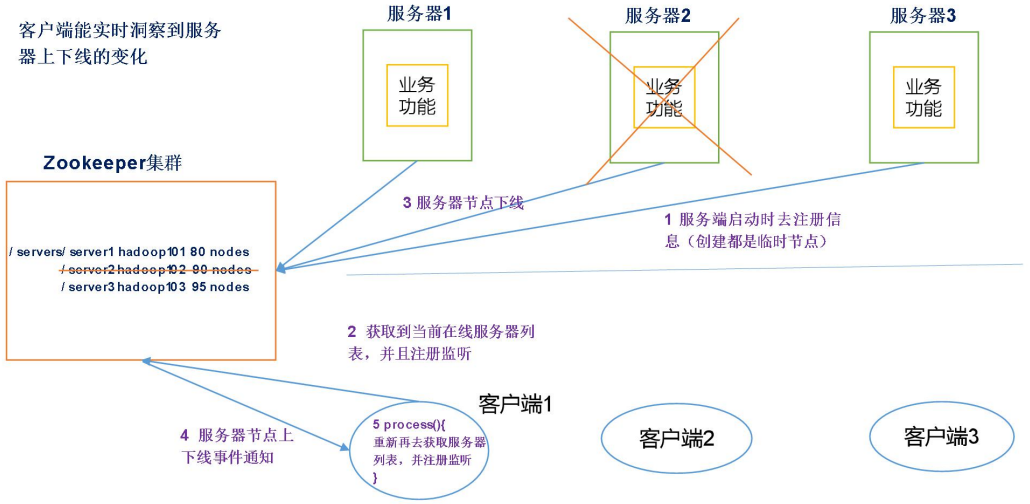
（1）可将节点信息写入ZooKeeper上的一个ZNode。

（2）监听这个ZNode可获取它的实时状态变化。



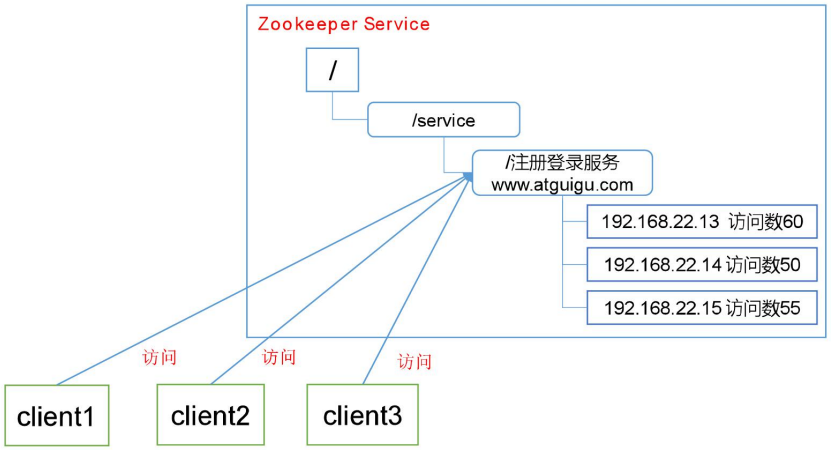



## 服务器动态上下线



### 软负载均衡

在Zookeeper中记录每台服务器的访问数，让访问数最少的服务器去处理最新的客户端请求






## 1.5 下载地址

1．官网首页：

https://zookeeper.apache.org/

2．下载截图，如图 5-5，5-6，5-7 所示

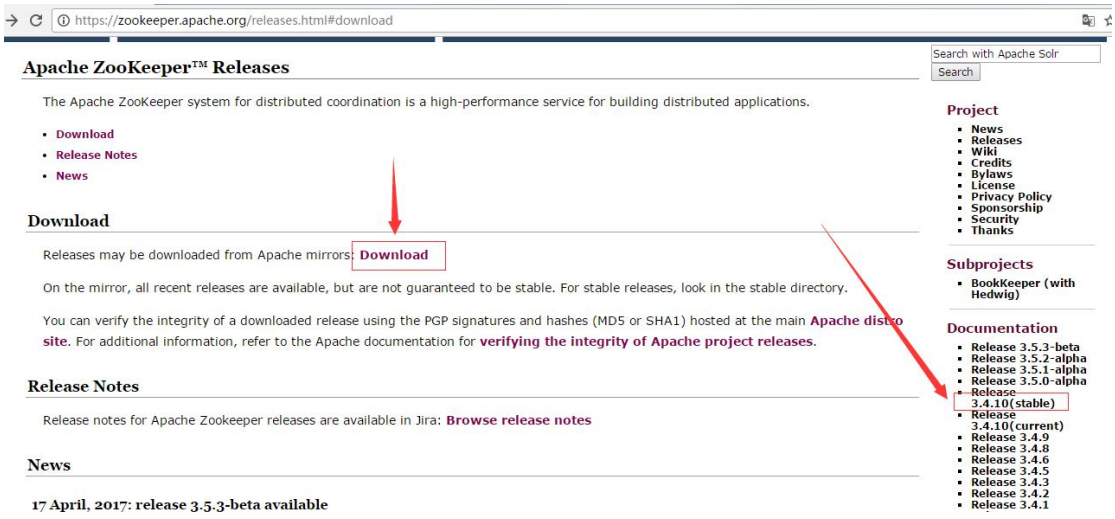



图 5-5　Zookeeper 下载（一）


图 5-6　Zookeeper 下载（二）


图 5-7　Zookeeper 下载（三）

# 第 2 章　Zookeeper 安装

## 2.1　本地模式安装部署

### 1．安装前准备

（1）安装 Jdk

（2）拷贝 Zookeeper 安装包到 Linux 系统下

（3）解压到指定目录

```
[atguigu@hadoop102 software]$ tar -zxvf zookeeper-3.4.10.tar.gz
-C /opt/module/
```

### 2．配置修改

（1）将/opt/module/zookeeper-3.4.10/conf 这个路径下的 zoo_sample.cfg 修改为 zoo.cfg；

```
[atguigu@hadoop102 conf]$ mv zoo_sample.cfg zoo.cfg
```

（2）打开 zoo.cfg 文件，修改 dataDir 路径：

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.4.10]$ vim zoo.cfg
```

修改如下内容：

dataDir=/opt/module/zookeeper-3.4.10/zkData

（3）在/opt/module/zookeeper-3.4.10/这个目录上创建 zkData 文件夹

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.4.10]$ mkdir zkData
```

3．操作 Zookeeper

（1）启动 Zookeeper

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.4.10]$ bin/zkServer.sh start
```

或

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.4.10]$ bin/zkServer.sh start
/usr/zookeeper/conf/zoo.cfg
```

（2）查看进程是否启动

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.4.10]$ jps
4020 Jps
4001 QuorumPeerMain
```

（3）查看状态：

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.4.10]$ bin/zkServer.sh status
ZooKeeper JMX enabled by default
Using config: /opt/module/zookeeper-3.4.10/bin/../conf/zoo.cfg
Mode: standalone
```

（4）启动客户端：

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.4.10]$ bin/zkCli.sh
```

或

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.4.10]$ bin/zkCli.sh -server
ip:port
```

（5）退出客户端：

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 0] quit
```

（6）停止 Zookeeper

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.4.10]$ bin/zkServer.sh stop
```

或

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.4.10]$ bin/zkServer.sh stop
/usr/zookeeper/conf/zoo.cfg
```

## 2.2 配置参数解读

Zookeeper中的配置文件zoo.cfg中参数含义解读如下：

1．tickTime =2000：通信心跳数，Zookeeper 服务器与客户端心跳时间，单位毫

秒

Zookeeper使用的基本时间，服务器之间或客户端与服务器之间维持心跳的时间间隔，也就是每个tickTime时间就会发送一个心跳，时间单位为毫秒。

它用于心跳机制，并且设置最小的session超时时间为两倍心跳时间。(session的最小超时时间是2*tickTime)

### 2．initLimit =10：LF 初始通信时限

集群中的Follower跟随者服务器与Leader领导者服务器之间初始连接时能容忍的最多心跳数（tickTime的数量），用它来限定集群中的Zookeeper服务器连接到Leader的时限。

### 3．syncLimit =5：LF 同步通信时限

集群中Leader与Follower之间的最大响应时间单位，假如响应超过syncLimit * tickTime，Leader认为Follwer死掉，从服务器列表中删除Follwer。

### 4．dataDir：数据文件目录+数据持久化路径

主要用于保存 Zookeeper 中的数据。

### 5．clientPort =2181：客户端连接端口

监听客户端连接的端口。

6. maxClientCnxns=60：最多客户端数（其实就是线程池线程数量）

7. Autopurge.snapRetainCount=3：表示在 dataDir 中最多保留多少快照数（ZK 在运行时会对当前 ZK 中的所有结点产生类似 linux 的快照），当 dataDir 中的快照数超过 Autopurge.snapRetainCount 时就要启用快照合并了

8. Autopurge.purgeInterval=1：配置文件中有注释，这个 1 单位是小时，表示每隔一个小时检测一下快照数有没有超过设定值，如果超过则执行快照合并

# 第 3 章 Zookeeper 实战（开发重点）

## 3.1 分布式安装部署

### 1．集群规划

在 hadoop102、hadoop103 和 hadoop104 三个节点上部署 Zookeeper。

### 2．解压安装

（1）解压 Zookeeper 安装包到/opt/module/目录下

```
[atguigu@hadoop102 software]$ tar -zxvf zookeeper-3.4.10.tar.gz
-C /opt/module/
```

（2）同步/opt/module/zookeeper-3.4.10 目录内容到 hadoop103、hadoop104

```
[atguigu@hadoop102 module]$ xsync zookeeper-3.4.10/
```

### 3．配置服务器编号

（1）在/opt/module/zookeeper-3.4.10/这个目录下创建 zkData

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.4.10]$ mkdir -p zkData
```

（2）在/opt/module/zookeeper-3.4.10/zkData 目录下创建一个 myid 的文件

```
[atguigu@hadoop102 zkData]$ touch myid
```

添加 myid 文件，注意一定要在 linux 里面创建，在 notepad++里面很可能乱码

（3）编辑 myid 文件

```
[atguigu@hadoop102 zkData]$ vi myid
```

在文件中添加与 server 对应的编号：

```
2
```

（4）拷贝配置好的 zookeeper 到其他机器上

```
[atguigu@hadoop102 zkData]$ xsync myid
```

并分别在 hadoop103、hadoop104 上修改 myid 文件中内容为 3、4

### 4．配置 zoo.cfg 文件

（1）重命名/opt/module/zookeeper-3.4.10/conf 这个目录下的 zoo_sample.cfg 为 zoo.cfg

```
[atguigu@hadoop102 conf]$ mv zoo_sample.cfg zoo.cfg
```

（2）打开 zoo.cfg 文件

```
[atguigu@hadoop102 conf]$ vim zoo.cfg
```

修改数据存储路径配置

```
dataDir=/opt/module/zookeeper-3.4.10/zkData
```

增加如下配置

```
#######################cluster##########################
server.2=hadoop102:2888:3888
server.3=hadoop103:2888:3888
server.4=hadoop104:2888:3888
```

（3）同步 zoo.cfg 配置文件

```
[atguigu@hadoop102 conf]$ xsync zoo.cfg
```

（4）配置参数解读

```
server.A=B:C:D。
```

**A** 是一个数字，表示这个是第几号服务器；

集群模式下配置一个文件 myid，这个文件在 dataDir 目录下，这个文件里面有一个数据就是 A 的值，Zookeeper 启动时读取此文件，拿到里面的数据与 zoo.cfg 里面的配置信息比较从而判断到底是哪个 server。

**B** 是这个服务器的地址；

**C** 是这个服务器 Follower 与集群中的 Leader 服务器交换信息的端口；

D 是万一集群中的 Leader 服务器挂了，需要一个端口来重新进行选举，选出一个新的 Leader，而这个端口就是用来执行选举时服务器相互通信的端口。

4．集群操作

（1）分别启动 Zookeeper

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.4.10]$ bin/zkServer.sh start
[atguigu@hadoop103 zookeeper-3.4.10]$ bin/zkServer.sh start
[atguigu@hadoop104 zookeeper-3.4.10]$ bin/zkServer.sh start
```

（2）查看状态（语法：./bin/zkServer.sh status 或 ./bin/zkServer.sh status /usr/zookeeper/conf/zoo.cfg）

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.4.10]# bin/zkServer.sh status
JMX enabled by default
Using config: /opt/module/zookeeper-3.4.10/bin/../conf/zoo.cfg
Mode: follower
[atguigu@hadoop103 zookeeper-3.4.10]# bin/zkServer.sh status
JMX enabled by default
Using config: /opt/module/zookeeper-3.4.10/bin/../conf/zoo.cfg
Mode: leader
[atguigu@hadoop104 zookeeper-3.4.5]# bin/zkServer.sh status
JMX enabled by default
Using config: /opt/module/zookeeper-3.4.10/bin/../conf/zoo.cfg
Mode: follower
```

## 3.2 客户端命令行操作

表 5-1

| 命令基本语法 | 功能描述 |
| --- | --- |
| help | 显示所有操作命令 |
| ls path [watch] | 使用 ls 命令来查看当前 znode 中所包含的内容 |
| ls2 path [watch] | 查看当前节点数据并能看到更新次数等数据 |
| create | 普通创建<br>-s 含有序列<br>-e 临时（重启或者超时消失） |
| get path [watch] | 获得节点的值 |
| set | 设置节点的具体值 |
| stat | 查看节点状态 |
| delete | 删除节点 |
| rmr | 递归删除节点 |

1．启动客户端

```
[atguigu@hadoop103 zookeeper-3.4.10]$ bin/zkCli.sh
```

2．显示所有操作命令

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 1] help
```

3．查看当前 znode 中所包含的内容

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 0] ls /
[zookeeper]
```

4．查看当前节点详细数据

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 1] ls2 /
[zookeeper]
cZxid = 0x0
ctime = Thu Jan 01 08:00:00 CST 1970
mZxid = 0x0
mtime = Thu Jan 01 08:00:00 CST 1970
pZxid = 0x0
cversion = -1
dataVersion = 0
aclVersion = 0
ephemeralOwner = 0x0
dataLength = 0
numChildren = 1
```

5．分别创建 2 个普通节点

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 3] create /sanguo "jinlian"
Created /sanguo
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 4] create /sanguo/shuguo
"liubei"
Created /sanguo/shuguo
```

6．获得节点的值

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 5] get /sanguo
jinlian
cZxid = 0x100000003
ctime = Wed Aug 29 00:03:23 CST 2018
mZxid = 0x100000003
mtime = Wed Aug 29 00:03:23 CST 2018
pZxid = 0x100000004
cversion = 1
dataVersion = 0
aclVersion = 0
ephemeralOwner = 0x0
dataLength = 7
numChildren = 1
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 6]
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 6] get /sanguo/shuguo
liubei
cZxid = 0x100000004
ctime = Wed Aug 29 00:04:35 CST 2018
mZxid = 0x100000004
mtime = Wed Aug 29 00:04:35 CST 2018
pZxid = 0x100000004
cversion = 0
dataVersion = 0
aclVersion = 0
ephemeralOwner = 0x0
dataLength = 6
numChildren = 0
```

7．创建短暂节点

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 7] create -e /sanguo/wuguo
"zhouyu"
Created /sanguo/wuguo
```

（1）在当前客户端是能查看到的

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 3] ls /sanguo
[wuguo, shuguo]
```

（2）退出当前客户端然后再重启客户端

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 12] quit
[atguigu@hadoop104 zookeeper-3.4.10]$ bin/zkCli.sh
```

（3）再次查看根目录下短暂节点已经删除

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 0] ls /sanguo
[shuguo]
```

### 8．创建带序号的节点

（1）先创建一个普通的根节点/sanguo/weiguo

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 1] create /sanguo/weiguo
"caocao"
Created /sanguo/weiguo
```

（2）创建带序号的节点

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 2] create -s
/sanguo/weiguo/xiaoqiao "jinlian"
Created /sanguo/weiguo/xiaoqiao0000000000
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 3] create -s
/sanguo/weiguo/daqiao "jinlian"
Created /sanguo/weiguo/daqiao0000000001
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 4] create -s
/sanguo/weiguo/diaocan "jinlian"
Created /sanguo/weiguo/diaocan0000000002
```

如果原来没有序号节点，序号从 0 开始依次递增。如果原节点下已有 2 个节点，则再排序时从 2 开始，以此类推。

### 9．修改节点数据值

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 6] set /sanguo/weiguo "simayi"
```

### 10．节点的值变化监听

（1）在 hadoop104 主机上注册监听/sanguo 节点数据变化

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 26] [zk:
localhost:2181(CONNECTED) 8] get /sanguo watch
```

（2）在 hadoop103 主机上修改/sanguo 节点的数据

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 1] set /sanguo "xisi"
```

（3）观察 hadoop104 主机收到数据变化的监听

```
WATCHER::
WatchedEvent state:SyncConnected type:NodeDataChanged
path:/sanguo
```

### 11．节点的子节点变化监听（路径变化）

（1）在 hadoop104 主机上注册监听/sanguo 节点的子节点变化

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 1] ls /sanguo watch
[aa0000000001, server101]
```

（2）在 hadoop103 主机/sanguo 节点上创建子节点

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 2] create /sanguo/jin "simayi"
Created /sanguo/jin
```

（3）观察 hadoop104 主机收到子节点变化的监听

```
WATCHER::
WatchedEvent   state:SyncConnected   type:NodeChildrenChanged
path:/sanguo
```

12．删除节点

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 4] delete /sanguo/jin
```

13．递归删除节点

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 15] rmr /sanguo/shuguo
```

14．查看节点状态

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 17] stat /sanguo
cZxid = 0x100000003
ctime = Wed Aug 29 00:03:23 CST 2018
mZxid = 0x100000011
mtime = Wed Aug 29 00:21:23 CST 2018
pZxid = 0x100000014
cversion = 9
dataVersion = 1
aclVersion = 0
ephemeralOwner = 0x0
dataLength = 4
numChildren = 1
```

## 3.3 API 应用

### 3.3.1 Eclipse 环境搭建

1．创建一个 Maven 工程

2．添加 pom 文件

```
<dependencies>
     <dependency>
         <groupId>junit</groupId>
         <artifactId>junit</artifactId>
         <version>RELEASE</version>
     </dependency>
     <dependency>
         <groupId>org.apache.logging.log4j</groupId>
         <artifactId>log4j-core</artifactId>
         <version>2.8.2</version>
     </dependency>
     <!--
https://mvnrepository.com/artifact/org.apache.zookeeper/zook
eeper -->
     <dependency>
         <groupId>org.apache.zookeeper</groupId>
         <artifactId>zookeeper</artifactId>
         <version>3.4.10</version>
     </dependency>
</dependencies>
```

3．拷贝 log4j.properties 文件到项目根目录

需要在项目的 src/main/resources 目录下，新建一个文件，命名为“log4j.properties”，在文件中填入。

```
log4j.rootLogger=INFO, stdout
log4j.appender.stdout=org.apache.log4j.ConsoleAppender
log4j.appender.stdout.layout=org.apache.log4j.PatternLayout
log4j.appender.stdout.layout.ConversionPattern=%d   %p   [%c]
- %m%n
log4j.appender.logfile=org.apache.log4j.FileAppender
log4j.appender.logfile.File=target/spring.log
log4j.appender.logfile.layout=org.apache.log4j.PatternLayout
log4j.appender.logfile.layout.ConversionPattern=%d   %p   [%c]
- %m%n
```

### 3.3.2 创建 ZooKeeper 客户端

```
private static String connectString =
 "hadoop102:2181,hadoop103:2181,hadoop104:2181";
  private static int sessionTimeout = 2000;
  private ZooKeeper zkClient = null;

  @Before
  public void init() throws Exception {

  zkClient = new ZooKeeper(connectString, sessionTimeout, new
Watcher() {

        @Override
        public void process(WatchedEvent event) {

            // 收到事件通知后的回调函数（用户的业务逻辑）
            System.out.println(event.getType()   +   "--"   +
event.getPath());

            // 再次启动监听
            try {
                zkClient.getChildren("/", true);
            } catch (Exception e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    });
  }
```

### 3.3.3 创建子节点

```
// 创建子节点
@Test
public void create() throws Exception {

     // 参数 1：要创建的节点的路径； 参数 2：节点数据 ； 参数 3：节点
权限 ；参数 4：节点的类型
     String   nodeCreated   =   zkClient.create("/atguigu",
"jinlian".getBytes(),                  Ids.OPEN_ACL_UNSAFE,
CreateMode.PERSISTENT);
}
```

### 3.3.4 获取子节点并监听节点变化

```
// 获取子节点
@Test
public void getChildren() throws Exception {

     List<String>   children   =   zkClient.getChildren("/",
true);

     for (String child : children) {
        System.out.println(child);
     }

     // 延时阻塞
     Thread.sleep(Long.MAX_VALUE);
}
```

### 3.3.5 判断 Znode 是否存在

```
// 判断 znode 是否存在
@Test
public void exist() throws Exception {

  Stat stat = zkClient.exists("/eclipse", false);

  System.out.println(stat == null ? "not exist" : "exist");
}
```

## 3.4 监听服务器节点动态上下线案例（扩展）

1. 需求

某分布式系统中，主节点可以有多台，可以动态上下线，任意一台客户端都能实时感知到主节点服务器的上下线。

2．需求分析，如图 5-12 所示

服务器动态上下线案例分析

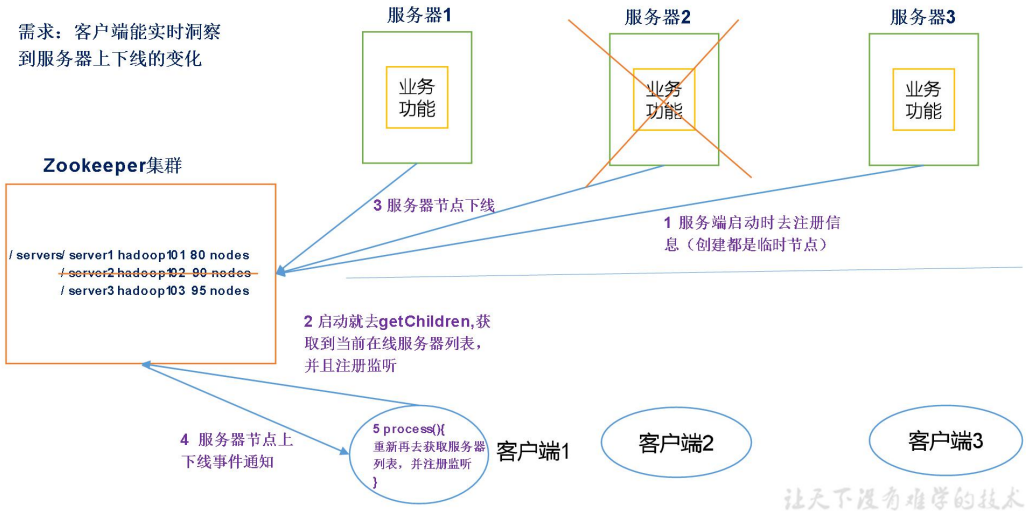



图 5-12 服务器动态上下线

3．具体实现

（0）先在集群上创建/servers 节点

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 10] create /servers "servers"
Created /servers
```

（1）服务器端向 Zookeeper 注册代码

```
package com.atguigu.zkcase;
import java.io.IOException;
import org.apache.zookeeper.CreateMode;
import org.apache.zookeeper.WatchedEvent;
import org.apache.zookeeper.Watcher;
import org.apache.zookeeper.ZooKeeper;
import org.apache.zookeeper.ZooDefs.Ids;

public class DistributeServer {

   private      static      String      connectString      =
"hadoop102:2181,hadoop103:2181,hadoop104:2181";
   private static int sessionTimeout = 2000;
   private ZooKeeper zk = null;
   private String parentNode = "/servers";

   // 创建到 zk 的客户端连接
   public void getConnect() throws IOException{

      zk = new ZooKeeper(connectString, sessionTimeout, new
Watcher() {

         @Override
         public void process(WatchedEvent event) {

         }
```

```
        });
    }

    // 注册服务器
    public void registServer(String hostname) throws Exception{

        String create = zk.create(parentNode + "/server",
hostname.getBytes(),                    Ids.OPEN_ACL_UNSAFE,
CreateMode.EPHEMERAL_SEQUENTIAL);

        System.out.println(hostname +" is online "+ create);
    }

    // 业务功能
    public void business(String hostname) throws Exception{
        System.out.println(hostname+" is working ...");

        Thread.sleep(Long.MAX_VALUE);
    }

    public static void main(String[] args) throws Exception {

        // 1 获取 zk 连接
        DistributeServer server = new DistributeServer();
        server.getConnect();

        // 2 利用 zk 连接注册服务器信息
        server.registServer(args[0]);

        // 3 启动业务功能
        server.business(args[0]);
    }
}
```

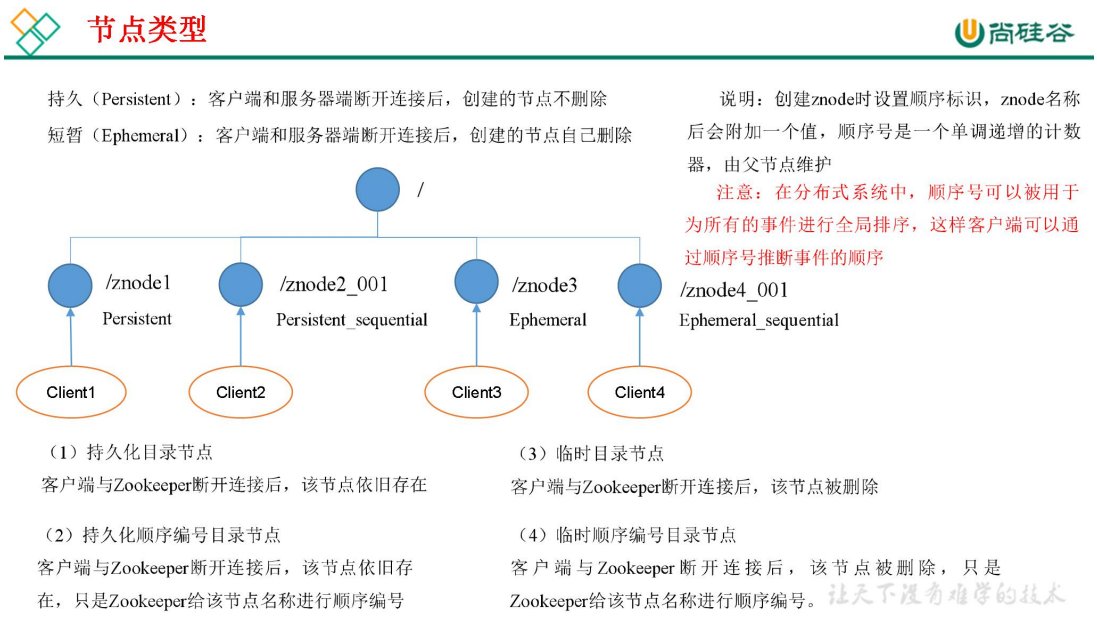
（2）客户端代码

```
package com.atguigu.zkcase;
import java.io.IOException;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import org.apache.zookeeper.WatchedEvent;
import org.apache.zookeeper.Watcher;
import org.apache.zookeeper.ZooKeeper;

public class DistributeClient {

    private      static      String      connectString      =
"hadoop102:2181,hadoop103:2181,hadoop104:2181";
    private static int sessionTimeout = 2000;
    private ZooKeeper zk = null;
    private String parentNode = "/servers";

    // 创建到 zk 的客户端连接
    public void getConnect() throws IOException {
        zk = new ZooKeeper(connectString, sessionTimeout, new
Watcher() {
```

```
            @Override
            public void process(WatchedEvent event) {

                // 再次启动监听
                try {
                    getServerList();
                } catch (Exception e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
        });
    }

    // 获取服务器列表信息
    public void getServerList() throws Exception {

        // 1 获取服务器子节点信息，并且对父节点进行监听
        List<String>  children  =  zk.getChildren(parentNode,
true);

        // 2 存储服务器信息列表
        ArrayList<String> servers = new ArrayList<>();

        // 3 遍历所有节点，获取节点中的主机名称信息
        for (String child : children) {
            byte[] data = zk.getData(parentNode + "/" + child,
false, null);

            servers.add(new String(data));
        }

        // 4 打印服务器列表信息
        System.out.println(servers);
    }

    // 业务功能
    public void business() throws Exception{

        System.out.println("client is working ...");
        Thread.sleep(Long.MAX_VALUE);
    }

    public static void main(String[] args) throws Exception {

        // 1 获取 zk 连接
        DistributeClient client = new DistributeClient();
        client.getConnect();

        // 2 获取 servers 的子节点信息，从中获取服务器信息列表
        client.getServerList();

        // 3 业务进程启动
        client.business();
    }
}
```

# 第 4 章 Zookeeper 内部原理

## 4.1 节点类型




## 4.2 Stat 结构体

1）czxid-创建节点的事务 zxid

每次修改 ZooKeeper 状态都会收到一个 zxid 形式的时间戳，也就是 ZooKeeper 事务 ID。

事务 ID 是 ZooKeeper 中所有修改总的次序。每个修改都有唯一的 zxid，如果 zxid1 小于 zxid2，那么 zxid1 在 zxid2 之前发生。

2）ctime - znode 被创建的毫秒数(从 1970 年开始)

3）mzxid - znode 最后更新的事务 zxid

4）mtime - znode 最后修改的毫秒数(从 1970 年开始)

5）pZxid-znode 最后更新的子节点 zxid

6）cversion - znode 子节点变化号，znode 子节点修改次数

7）dataversion - znode 数据变化号

8）aclVersion - znode 访问控制列表的变化号

9）ephemeralOwner- 如果是临时节点，这个是 znode 拥有者的 session id。如果不是临时节点则是 0。

10）dataLength- znode 的数据长度

11）numChildren - znode 子节点数量

## 4.3 监听器原理（面试重点）

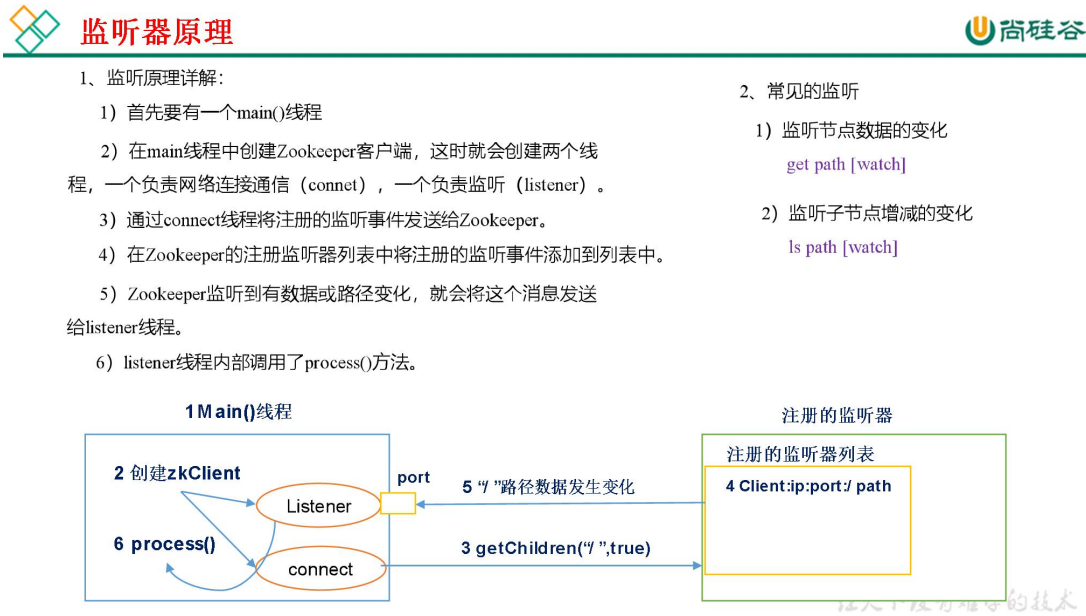



图 5-10 监听器原理

## 4.4 Paxos 算法（扩展）

Paxos 算法一种基于消息传递且具有高度容错特性的一致性算法。

分布式系统中的节点通信存在两种模型：共享内存（Shared memory）和消息传递（Messages passing）。基于消息传递通信模型的分布式系统，不可避免的会发生以下错误：进程可能会慢、被杀死或者重启，消息可能会延迟、丢失、重复，在基础 Paxos 场景中，先不考虑可能出现消息篡改即拜占庭错误的情况。Paxos 算法解决的问题是在一个可能发生上述异常的分布式系统中如何就某个值达成一致，保证不论发生以上任何异常，都不会破坏决议的一致性。


Paxos 算法流程中的每条消息描述如下：

1. Prepare: Proposer 生成全局唯一且递增的 Proposal ID (可使用时间戳加 Server ID)，向所有 Acceptors 发送 Prepare 请求，这里无需携带提案内容，只携带 Proposal ID 即可。
2. Promise: Acceptors 收到 Prepare 请求后，做出“两个承诺，一个应答”。
   两个承诺：
   a. 不再接受 Proposal ID 小于等于（注意：这里是<= ）当前请求的 Prepare 请求。
   b. 不再接受 Proposal ID 小于（注意：这里是< ）当前请求的 Propose 请求。
   一个应答：
   c. 不违背以前做出的承诺下，回复已经 Accept 过的提案中 Proposal ID 最大的那个提案的 Value 和 Proposal ID，没有则返回空值。
3. Propose: Proposer 收到多数 Acceptors 的 Promise 应答后，从应答中选择 Proposal ID 最大的提案的 Value，作为本次要发起的提案。如果所有应答的提案 Value 均为空值，则可以自己随意决定提案 Value。然后携带当前 Proposal ID，向所有 Acceptors 发送 Propose 请求。
4. Accept: Acceptor 收到 Propose 请求后，在不违背自己之前做出的承诺下，接受并持久化当前 Proposal ID 和提案 Value。
5. Learn: Proposer 收到多数 Acceptors 的 Accept 后，决议形成，将形成的决议发送给所有 Learners。

下面我们针对上述描述做三种情况的推演举例：为了简化流程，我们这里不设置 Learner。

情况1：

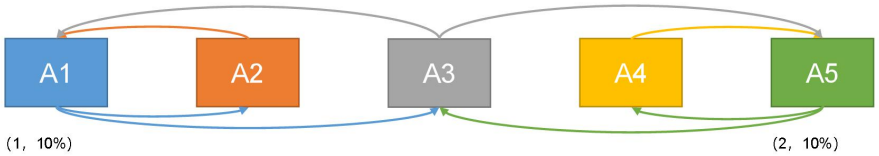
尚硅谷

- 有A1, A2, A3, A4, A5 5位议员，就税率问题进行决议。


- A1发起1号Proposal的Prepare，等待承诺；
- A2-A5回应Promise；
- A1在收到两份回复时就会发起税率10%的Proposal；
- A2-A5回应Accept；
- 通过Proposal，税率10%。

情况2：

- 现在我们假设在A1提出提案的同时，A5决定将税率定为20%




- A1，A5同时发起Prepare（序号分别为1，2）
- A2承诺A1，A4承诺A5，A3行为成为关键
- 情况1：A3先收到A1消息，承诺A1。
- A1发起Proposal（1，10%），A2，A3接受。
- 之后A3又收到A5消息，回复：（10%，1），并承诺A5。
- A5发起Proposal（2，10%），A3，A4接受。之后A1，A5同时广播决议。



Paxos 算法缺陷：在网络复杂的情况下，一个应用 Paxos 算法的分布式系统，可能很久无法收敛，甚至陷入活锁的情况。

情况3：

- 现在我们假设在A1提出提案的同时，A5决定将税率定为20%


- A1，A5同时发起Prepare（序号分别为1，2）
- A2承诺A1，A4承诺A5，A3行为成为关键
- 情况2：A3先收到A1消息，承诺A1。之后立刻收到A5消息，承诺A5。
- A1发起Proposal（1，10%），无足够响应，A1重新Prepare（序号3），A3再次承诺A1。
- A5发起Proposal（2，20%），无足够相应。A5重新Prepare（序号4），A3再次承诺A5。
- ……



造成这种情况的原因是系统中有一个以上的 Proposer，多个 Proposers 相互争夺 Acceptors，造成迟迟无法达成一致的情况。针对这种情况，一种改进的 Paxos 算法被提出：从系统中选出一个节点作为 Leader，只有 Leader 能够发起提案。这样，一次 Paxos 流程中只有一个 Proposer，不会出现活锁的情况，此时只会出现例子中第一种情况。

## 4.5 选举机制（面试重点）

1）半数机制：集群中半数以上机器存活，集群可用。所以 Zookeeper 适合安装奇数台服务器。

2）Zookeeper 虽然在配置文件中并没有指定 Master 和 Slave。但是，Zookeeper 工作时，

是有一个节点为 Leader，其他则为 Follower，Leader 是通过内部的选举机制临时产生的。

3）以一个简单的例子来说明整个选举的过程。

假设有五台服务器组成的 Zookeeper 集群，它们的 id 从 1-5，同时它们都是最新启动的，也就是没有历史数据，在存放数据量这一点上，都是一样的。假设这些服务器依序启动，来看看会发生什么，如图 5-8 所示。

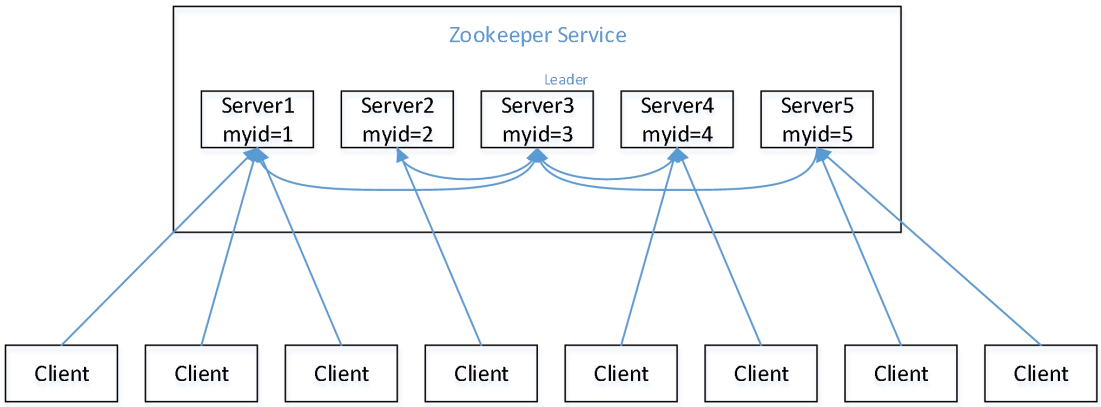



图 5-8 Zookeeper 的选举机制

（1）服务器 1 启动，发起一次选举。服务器 1 投自己一票。此时服务器 1 票数一票，不够半数以上（3 票），选举无法完成，服务器 1 状态保持为 LOOKING；

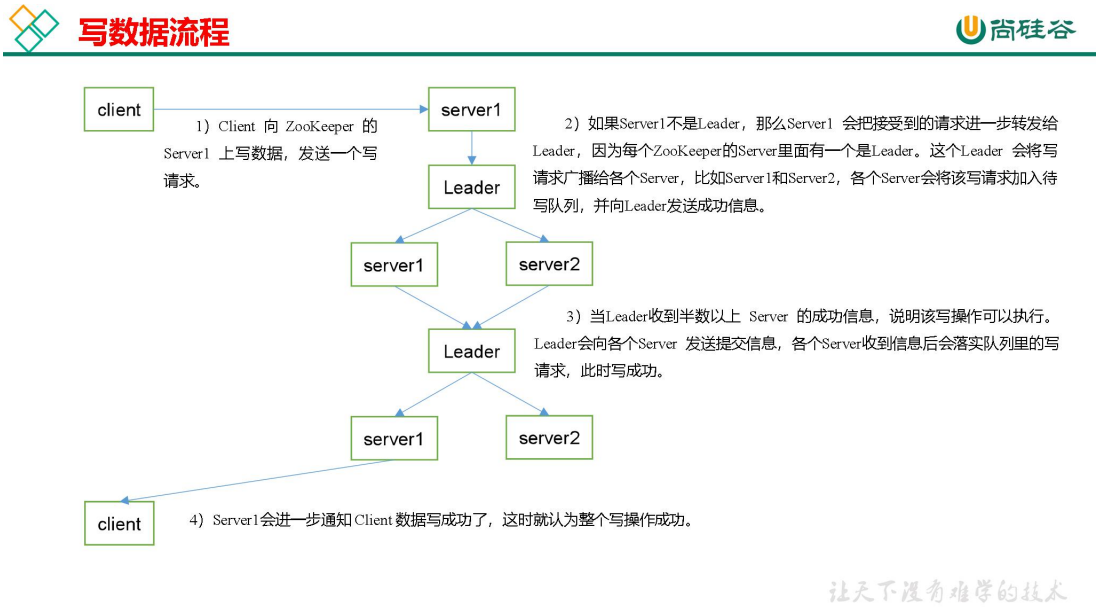
（2）服务器 2 启动，再发起一次选举。服务器 1 和 2 分别投自己一票并交换选票信息：此时服务器 1 发现服务器 2 的 ID 比自己目前投票推举的（服务器 1）大，更改选票为推举服务器 2。此时服务器 1 票数 0 票，服务器 2 票数 2 票，没有半数以上结果，选举无法完成，服务器 1，2 状态保持 LOOKING

（3）服务器 3 启动，发起一次选举。此时服务器 1 和 2 都会更改选票为服务器 3。此次投票结果：服务器 1 为 0 票，服务器 2 为 0 票，服务器 3 为 3 票。此时服务器 3 的票数已经超过半数，服务器 3 当选 Leader。服务器 1，2 更改状态为 FOLLOWING，服务器 3 更改状态为 LEADING；

（4）服务器 4 启动，发起一次选举。此时服务器 1，2，3 已经不是 LOOKING 状态，不会更改选票信息。交换选票信息结果：服务器 3 为 3 票，服务器 4 为 1 票。此时服务器 4 服从多数，更改选票信息为服务器 3，并更改状态为 FOLLOWING；

（5）服务器 5 启动，同 4 一样当小弟。

## 4.6 写数据流程






# 第 5 章 企业面试真题

## 5.1 请简述 ZooKeeper 的选举机制

详见 4.4。

## 5.2 ZooKeeper 的监听原理是什么？

详见 4.3。

## 5.3 ZooKeeper 的部署方式有哪几种？集群中的角色有哪些？集群最少需要几台机器？

（1）部署方式单机模式、集群模式
（2）角色：Leader 和 Follower
（3）集群最少需要机器数：3

## 5.4 ZooKeeper 的常用命令

ls create get delete set…