

尚硅谷技术之 Zookeeper

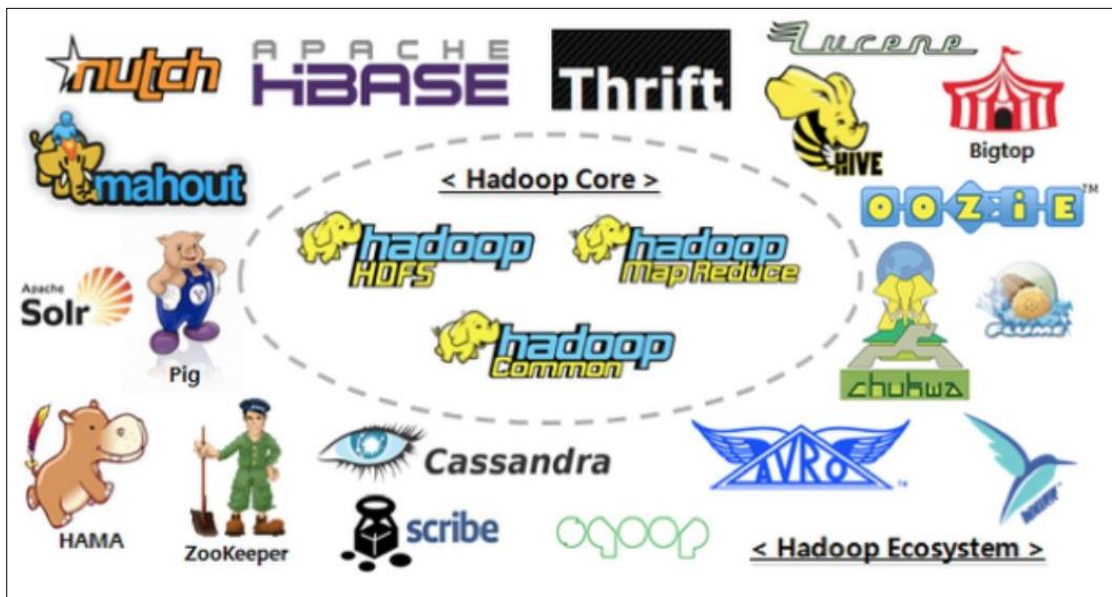
（作者：尚硅谷研究院）

版本：V3.3

第 1 章 Zookeeper 入门

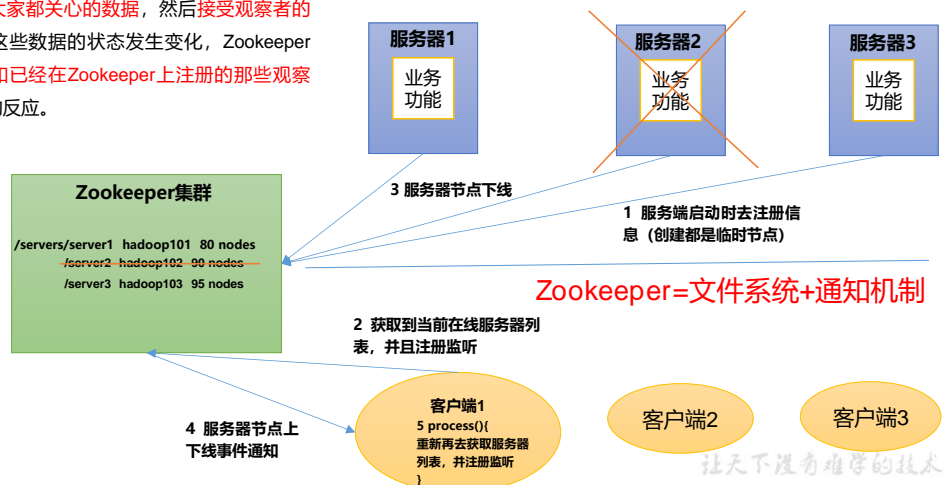
1.1 概述

Zookeeper 是一个开源的分布式的，为分布式框架提供协调服务的 Apache 项目。



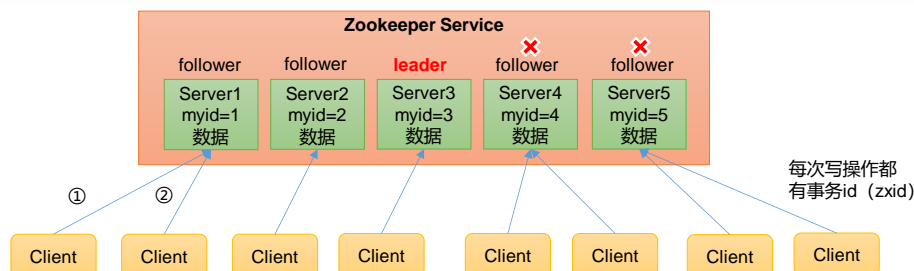
Zookeeper工作机制

Zookeeper从设计模式角度来理解：是一个基于观察者模式设计的分布式服务管理框架，它负责存储和管理大家都关心的数据，然后接受观察者的注册，一旦这些数据的状态发生变化，Zookeeper 就将负责通知已经在Zookeeper上注册的那些观察者做出相应的反应。



1.2 特点

Zookeeper特点

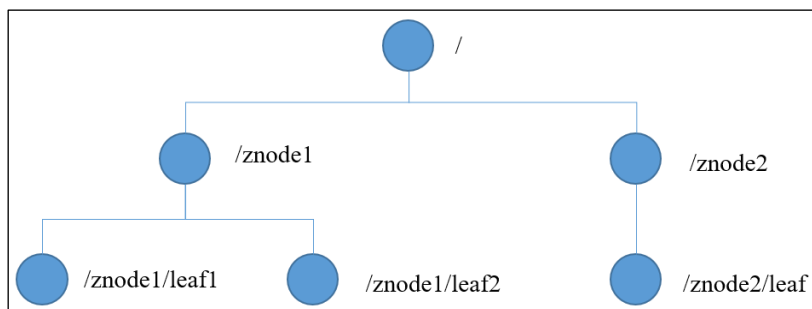


- 1) Zookeeper: 一个领导者 (Leader), 多个跟随者 (Follower) 组成的集群。
- 2) 集群中只要有 **半数以上** 节点存活, Zookeeper 集群就能正常服务。所以 Zookeeper 适合安装奇数台服务器。
- 3) 全局数据一致: 每个 Server 保存一份相同的数据副本, Client 无论连接到哪个 Server, 数据都是一致的。
- 4) 更新请求顺序执行, 来自同一个 Client 的更新请求按其发送顺序依次执行。
- 5) 数据更新原子性, 一次数据更新要么成功, 要么失败。
- 6) 实时性, 在一定时间范围内, Client 能读到最新数据。

让天下没有难学的技术

1.3 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

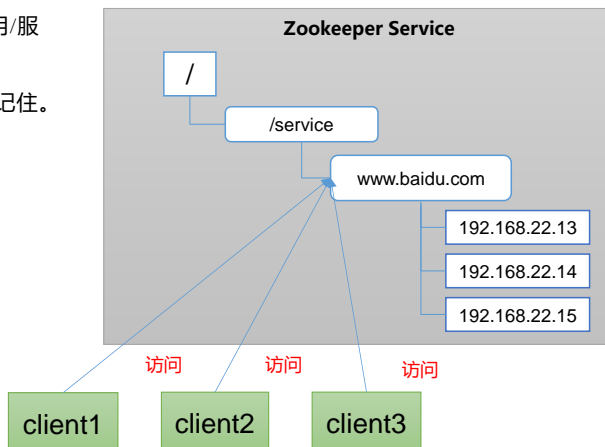
提供的服务包括: 统一命名服务、统一配置管理、统一集群管理、服务器节点动态上下线、软负载均衡等。



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。



让天下没有难学的技术



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。

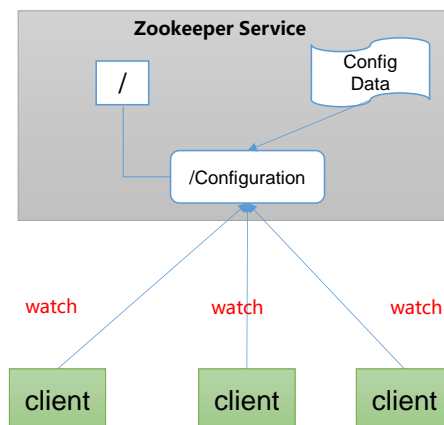
(2) 对配置文件修改后，希望能够快速同步到各个节点上。

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。

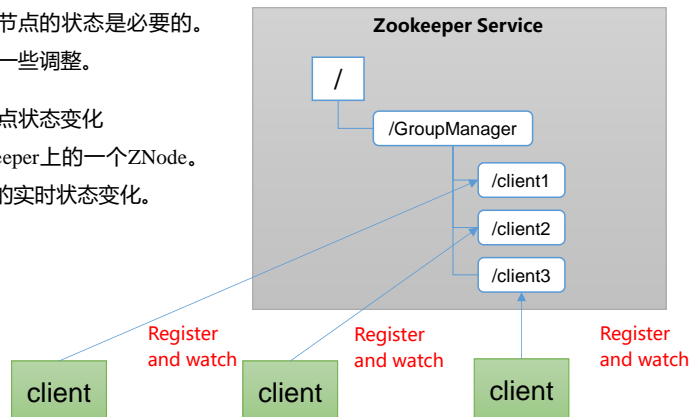
(3) 一旦Znode中的数据被修改，ZooKeeper将通知各个客户端服务器。



让天下没有难学的技术

统一集群管理

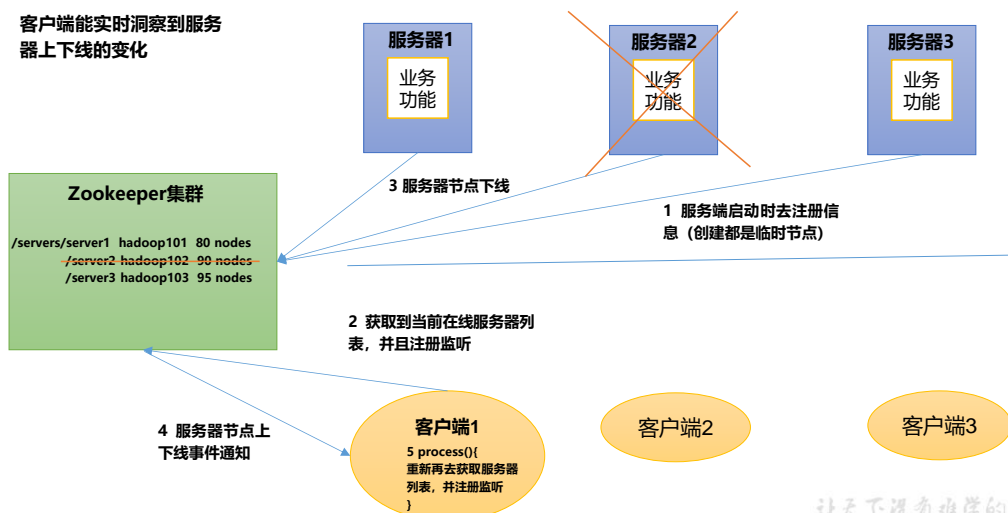
- 1) 分布式环境中，实时掌握每个节点的状态是必要的。
 - (1) 可根据节点实时状态做出一些调整。
- 2) ZooKeeper可以实现实时监控节点状态变化
 - (1) 可将节点信息写入ZooKeeper上的一个ZNode。
 - (2) 监听这个ZNode可获取它的实时状态变化。



让天下没有难学的技术

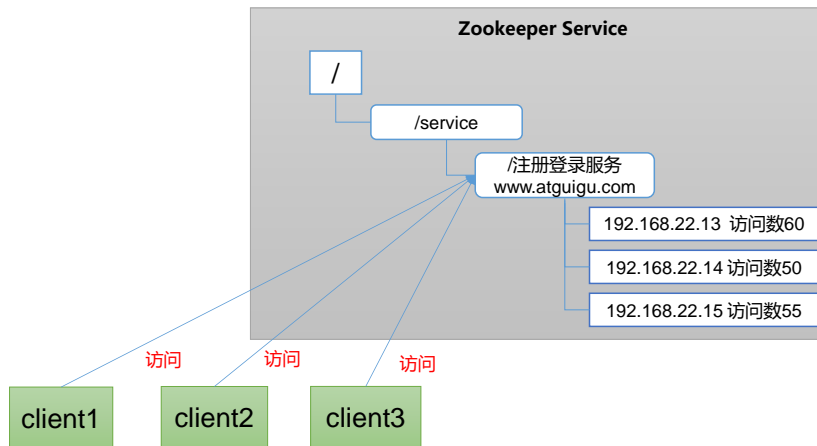
服务器动态上下线

客户端能实时洞察到服务器上下线的变化



让天下没有难学的技术

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



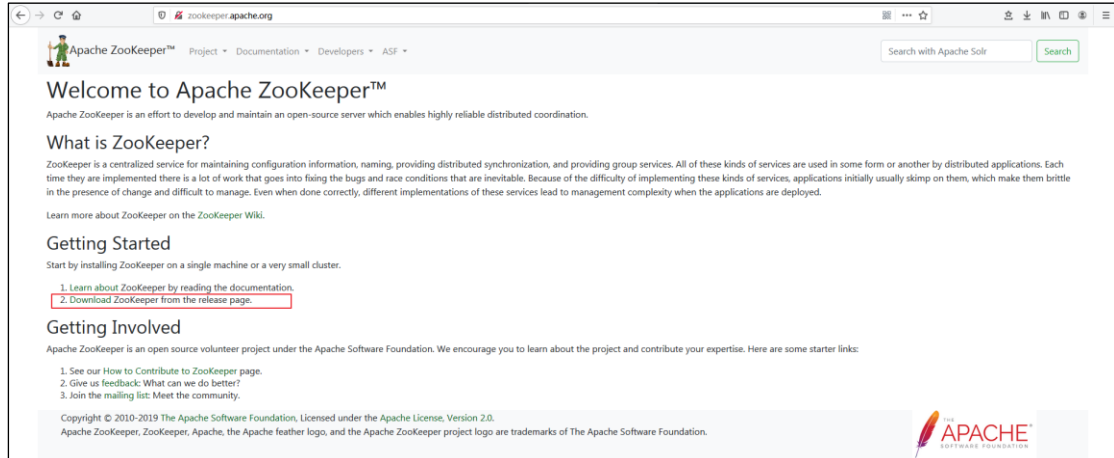
让天下没有难学的技术

1.5 下载地址

1) 官网首页:

<https://zookeeper.apache.org/>

2) 下载截图



zookeeper.apache.org/releases.html

Apache ZooKeeper™ Releases

The Apache ZooKeeper system for distributed coordination is a high-performance service for building distributed applications.

- Download
- Verifying Hashes and Signatures
- Release Notes
- News

Download

Apache ZooKeeper 3.7.0 is our current release, and 3.6.3 our latest stable release.

Apache ZooKeeper 3.7.0

Apache ZooKeeper 3.7.0(asc, sha512)

Apache ZooKeeper 3.7.0 Source Release(asc, sha512)

Apache ZooKeeper 3.6.3

Apache ZooKeeper 3.6.3(asc, sha512)






Apache ZooKeeper 3.6.3 Source Release(asc, sha512)

Apache ZooKeeper 3.5.9

Apache ZooKeeper 3.5.9(asc, sha512)

Apache ZooKeeper 3.5.9 Source Release(asc, sha512)


Older releases are available in the archive.

	zookeeper-3.5.5/	2019-05-20 10:41	-
	zookeeper-3.5.6/	2019-10-16 00:35	-
	zookeeper-3.5.7/	2020-02-14 12:32	-
	zookeeper-3.5.8/	2020-07-03 04:35	-
	zookeeper-3.5.9/	2021-04-10 08:52	-

3) 下载 Linux 环境安装的 tar 包

← → ↻ 🔒 archive.apache.org/dist/zookeeper/zookeeper-3.5.7/

Index of /dist/zookeeper/zookeeper-3.5.7

Name	Last modified	Size	Description
 Parent Directory		-	
 apache-zookeeper-3.5.7-bin.tar.gz	2020-02-14 12:32	8.9M	
 apache-zookeeper-3.5.7-bin.tar.gz.asc	2020-02-14 12:32	659	
 apache-zookeeper-3.5.7-bin.tar.gz.sha512	2020-02-14 12:32	163	

第 2 章 Zookeeper 本地安装

2.1 本地模式安装

1) 安装前准备

更多 Java - 大数据 - 前端 - python 人工智能资料下载，可百度访问：尚硅谷官网

(1) 安装 JDK

(2) 拷贝 apache-zookeeper-3.5.7-bin.tar.gz 安装包到 Linux 系统下

(3) 解压到指定目录

```
[atguigu@hadoop102 software]$ tar -zxvf apache-zookeeper-3.5.7-bin.tar.gz -C /opt/module/
```

(4) 修改名称

```
[atguigu@hadoop102 module]$ mv apache-zookeeper-3.5.7 -bin/zookeeper-3.5.7
```

2) 配置修改

(1) 将/opt/module/zookeeper-3.5.7/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-3.5.7]$ vim zoo.cfg
```

修改如下内容:

```
dataDir=/opt/module/zookeeper-3.5.7/zkData
```

(3) 在/opt/module/zookeeper-3.5.7/这个目录上创建 zkData 文件夹

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.5.7]$ mkdir zkData
```

3) 操作 Zookeeper

(1) 启动 Zookeeper

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.5.7]$ bin/zkServer.sh start
```

(2) 查看进程是否启动

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.5.7]$ jps
4020 Jps
4001 QuorumPeerMain
```

(3) 查看状态

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.5.7]$ bin/zkServer.sh status
ZooKeeper JMX enabled by default
Using config: /opt/module/zookeeper-3.5.7/bin/../conf/zoo.cfg
Mode: standalone
```

(4) 启动客户端

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.5.7]$ bin/zkCli.sh
```

(5) 退出客户端:

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

(6) 停止 Zookeeper

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.5.7]$ bin/zkServer.sh stop
```

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: 通信心跳时间, Zookeeper服务器与客户端心跳时间, 单位毫秒



2) initLimit = 10: LF初始通信时限



Leader和Follower初始连接时能容忍的最多心跳数（tickTime的数量）

3) syncLimit = 5: LF同步通信时限



Leader和Follower之间通信时间如果超过 $\text{syncLimit} * \text{tickTime}$ ，Leader认为Follower死掉，从服务器列表中删除Follower。

4) dataDir: 保存Zookeeper中的数据

注意：默认的tmp目录，容易被Linux系统定期删除，所以一般不用默认的tmp目录。

5) clientPort = 2181: 客户端连接端口，通常不做修改。

第 3 章 Zookeeper 集群操作

3.1 集群操作

3.1.1 集群安装

1) 集群规划

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

思考：如果是 10 台服务器，需要部署多少台 Zookeeper？

2) 解压安装

(1) 在 hadoop102 解压 Zookeeper 安装包到/opt/module/目录下

```
[atguigu@hadoop102 software]$ tar -zxvf apache-zookeeper-3.5.7-bin.tar.gz -C /opt/module/
```

(2) 修改 apache-zookeeper-3.5.7-bin 名称为 zookeeper-3.5.7

```
[atguigu@hadoop102 module]$ mv apache-zookeeper-3.5.7-bin/zookeeper-3.5.7
```

3) 配置服务器编号

(1) 在/opt/module/zookeeper-3.5.7/这个目录下创建 zkData


```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.5.7]$ mkdir zkData
```

(2) 在/opt/module/zookeeper-3.5.7/zkData 目录下创建一个 myid 的文件

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

在文件中添加与 server 对应的编号（注意：上下不要有空行，左右不要有空格）

```
2
```

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

(3) 拷贝配置好的 zookeeper 到其他机器上

```
[atguigu@hadoop102 module]$ xsync zookeeper-3.5.7
```

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-3.5.7/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-3.5.7/zkData
```

#增加如下配置

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

(3) 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) 同步 zoo.cfg 配置文件

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

5) 集群操作

(1) 分别启动 Zookeeper

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.5.7]$ bin/zkServer.sh start
```

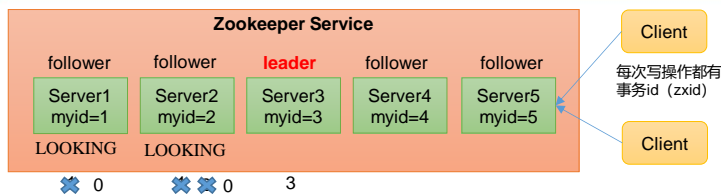
```
[atguigu@hadoop103 zookeeper-3.5.7]$ bin/zkServer.sh start
[atguigu@hadoop104 zookeeper-3.5.7]$ bin/zkServer.sh start
```

(2) 查看状态

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.5.7]# bin/zkServer.sh status
JMX enabled by default
Using config: /opt/module/zookeeper-3.5.7/bin/../conf/zoo.cfg
Mode: follower
[atguigu@hadoop103 zookeeper-3.5.7]# bin/zkServer.sh status
JMX enabled by default
Using config: /opt/module/zookeeper-3.5.7/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-3.5.7/bin/../conf/zoo.cfg
Mode: follower
```

3.1.2 选举机制（面试重点）

Zookeeper选举机制——第一次启动



SID: 服务器ID。用来唯一标识一台 ZooKeeper 集群中的机器，每台机器不能重复，和 myid 一致。

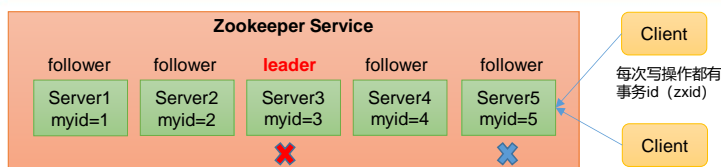
ZXID: 事务ID。ZXID 是一个事务ID，用来标识一次服务器状态的变更。在某一时刻，集群中的每台机器的 ZXID 值不一定完全一致，这和 ZooKeeper 服务器对于客户端“更新请求”的处理逻辑有关。

Epoch: 每个 Leader 任期的代号。没有 Leader 时同一轮投票过程中的逻辑时钟值是相同的。每投完一次票这个数据就会增加

- (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myid比自己目前投票推荐的（服务器1）大，更改选票为推荐服务器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。

让天下没有难学的技术

Zookeeper选举机制——非第一次启动



SID: 服务器ID。用来唯一标识一台 ZooKeeper 集群中的机器，每台机器不能重复，和 myid 一致。

ZXID: 事务ID。ZXID 是一个事务ID，用来标识一次服务器状态的变更。在某一时刻，集群中的每台机器的 ZXID 值不一定完全一致，这和 ZooKeeper 服务器对于客户端“更新请求”的处理逻辑有关。

Epoch: 每个 Leader 任期的代号。没有 Leader 时同一轮投票过程中的逻辑时钟值是相同的。每投完一次票这个数据就会增加

- (1) 当 ZooKeeper 集群中的一台服务器出现以下两种情况之一时，就会开始进入 Leader 选举：
 - 服务器初始化启动。
 - 服务器运行期间无法和 Leader 保持连接。
- (2) 而当一台机器进入 Leader 选举流程时，当前集群也可能会处于以下两种状态：
 - 集群中本来就已经存在一个 Leader。
对于第一种已经存在 Leader 的情况，机器试图去选举 Leader 时，会被告知当前服务器的 Leader 信息，对于该机器来说，仅仅需要和 Leader 机器建立连接，并进行状态同步即可。
 - 集群中确实不存在 Leader。
假设 ZooKeeper 由 5 台服务器组成，SID 分别为 1、2、3、4、5，ZXID 分别为 8、8、8、7、7，并且此时 SID 为 3 的服务器是 Leader。某一时刻，3 和 5 服务器出现故障，因此开始进行 Leader 选举。

	(EPOCH, ZXID, SID)	(EPOCH, ZXID, SID)	(EPOCH, ZXID, SID)
SID 为 1、2、4 的机器投票情况:	(1, 8, 1)	(1, 8, 2)	(1, 7, 4)

选举 Leader 规则： ① EPOCH 大的直接胜出 ② EPOCH 相同，事务 id 大的胜出 ③ 事务 id 相同，服务器 id 大的胜出

让天下没有难学的技术

3.1.3 ZK 集群启动停止脚本

1) 在 hadoop102 的/home/atguigu/bin 目录下创建脚本

```
[atguigu@hadoop102 bin]$ vim zk.sh
```

在脚本中编写如下内容

```
#!/bin/bash

case $1 in
"start"){
    for i in hadoop102 hadoop103 hadoop104
    do
        echo ----- zookeeper $i 启动 -----
        ssh $i "/opt/module/zookeeper-3.5.7/bin/zkServer.sh
start"
    done
};;
"stop"){
    for i in hadoop102 hadoop103 hadoop104
    do
        echo ----- zookeeper $i 停止 -----
        ssh $i "/opt/module/zookeeper-3.5.7/bin/zkServer.sh
stop"
    done
};;
"status"){
    for i in hadoop102 hadoop103 hadoop104
    do
        echo ----- zookeeper $i 状态 -----
        ssh $i "/opt/module/zookeeper-3.5.7/bin/zkServer.sh
status"
    done
};;
esac
```

2) 增加脚本执行权限

```
[atguigu@hadoop102 bin]$ chmod u+x zk.sh
```

3) Zookeeper 集群启动脚本

```
[atguigu@hadoop102 module]$ zk.sh start
```

4) Zookeeper 集群停止脚本

```
[atguigu@hadoop102 module]$ zk.sh stop
```

3.2 客户端命令行操作

3.2.1 命令行语法

命令基本语法	功能描述
help	显示所有操作命令
ls path	使用 ls 命令来查看当前 znode 的子节点 [可监听] -w 监听子节点变化 -s 附加次级信息

create	普通创建 -s 含有序列 -e 临时（重启或者超时消失）
get path	获得节点的值 [可监听] -w 监听节点内容变化 -s 附加次级信息
set	设置节点的具体值
stat	查看节点状态
delete	删除节点
deleteall	递归删除节点

1) 启动客户端

```
[atguigu@hadoop102 zookeeper-3.5.7]$ bin/zkCli.sh -server hadoop102:2181
```

2) 显示所有操作命令

```
[zk: hadoop102:2181 (CONNECTED) 1] help
```

3.2.2 znode 节点数据信息

1) 查看当前znode中所包含的内容

```
[zk: hadoop102:2181 (CONNECTED) 0] ls /  
[zookeeper]
```

2) 查看当前节点详细数据

```
[zk: hadoop102:2181 (CONNECTED) 5] ls -s /  
[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
```

(1) czxid: 创建节点的事务 zxid

每次修改 ZooKeeper 状态都会产生一个 ZooKeeper 事务 ID。事务 ID 是 ZooKeeper 中所有修改总的次序。每次修改都有唯一的 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

3.2.3 节点类型 (持久/短暂/有序号/无序号)



节点类型

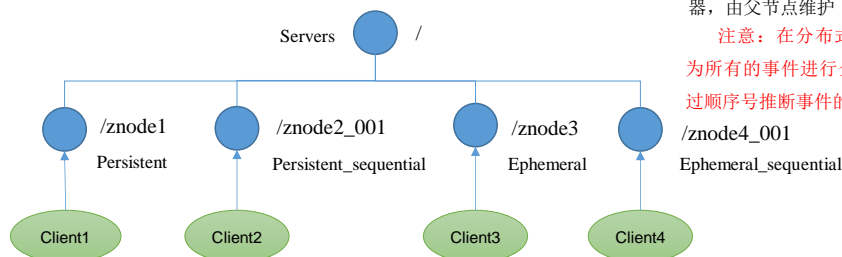


持久 (Persistent): 客户端和服务端断开连接后, 创建的节点不删除

短暂 (Ephemeral): 客户端和服务端断开连接后, 创建的节点自己删除

说明: 创建znode时设置顺序标识, znode名称后会附加一个值, 顺序号是一个单调递增的计数器, 由父节点维护

注意: 在分布式系统中, 顺序号可以被用于为所有的事件进行全局排序, 这样客户端可以通过顺序号推断事件的顺序



(1) 持久化目录节点

客户端与Zookeeper断开连接后, 该节点依旧存在

(3) 临时目录节点

客户端与Zookeeper断开连接后, 该节点被删除

(2) 持久化顺序编号目录节点

客户端与Zookeeper断开连接后, 该节点依旧存在, 只是Zookeeper给该节点名称进行顺序编号

(4) 临时顺序编号目录节点

客户端与Zookeeper断开连接后, 该节点被删除, 只是Zookeeper给该节点名称进行顺序编号。让天下没有难学的技术

1) 分别创建2个普通节点 (永久节点 + 不带序号)

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

注意: 创建节点时, 要赋值

2) 获得节点的值

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 5] get -s /sanguo
diaochan
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] get -s /sanguo/shuguo
liubei
cZxid = 0x1000000004
ctime = Wed Aug 29 00:04:35 CST 2018
mZxid = 0x1000000004
mtime = Wed Aug 29 00:04:35 CST 2018
pZxid = 0x1000000004
cversion = 0
dataVersion = 0
aclVersion = 0
ephemeralOwner = 0x0
dataLength = 6
numChildren = 0
```

3) 创建带序号的节点（永久节点 + 带序号）

(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/zhangliao "zhangliao"
Created /sanguo/weiguo/zhangliao0000000000

[zk: localhost:2181(CONNECTED) 3] create -s
/sanguo/weiguo/zhangliao "zhangliao"
Created /sanguo/weiguo/zhangliao0000000001

[zk: localhost:2181(CONNECTED) 4] create -s
/sanguo/weiguo/xuchu "xuchu"
Created /sanguo/weiguo/xuchu0000000002
```

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。

4) 创建短暂节点（短暂节点 + 不带序号 or 带序号）

(1) 创建短暂的不带序号的节点

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

(2) 创建短暂的带序号的节点

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 2] create -e -s /sanguo/wuguo
"zhouyu"
Created /sanguo/wuguo0000000001
```

(3) 在当前客户端是能查看到的

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 3] ls /sanguo
[wuguo, wuguo0000000001, shuguo]
```

(4) 退出当前客户端然后再重启客户端

```
[zk: localhost:2181 (CONNECTED) 12] quit
[atguigu@hadoop104 zookeeper-3.5.7]$ bin/zkCli.sh
```

(5) 再次查看根目录下短暂节点已经删除

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

5) 修改节点数据值

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

3.2.4 监听器原理

客户端注册监听它关心的目录节点，当目录节点发生变化（数据改变、节点删除、子目录节点增加删除）时，ZooKeeper 会通知客户端。监听机制保证 ZooKeeper 保存的任何的数据的任何改变都能快速的响应到监听了该节点的应用程序。



监听器原理

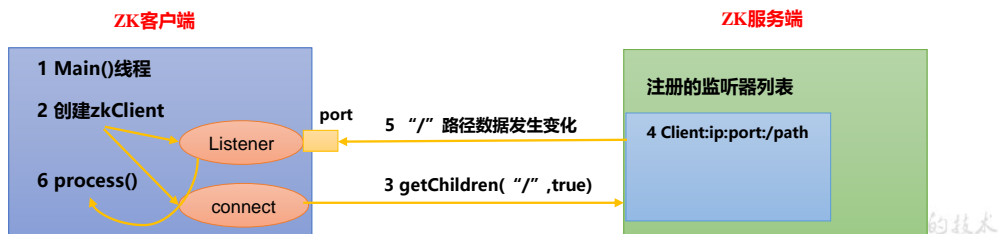


1、监听原理详解

- 1) 首先要有一个main()线程
- 2) 在main线程中创建Zookeeper客户端，这时就会创建两个线程，一个负责网络连接通信（connect），一个负责监听（listener）。
- 3) 通过connect线程将注册的监听事件发送给Zookeeper。
- 4) 在Zookeeper的注册监听器列表中将注册的监听事件添加到列表中。
- 5) Zookeeper监听到有数据或路径变化，就会将这个信息发送给listener线程。
- 6) listener线程内部调用了process()方法。

2、常见的监听

- 1) 监听节点数据的变化
`get path [watch]`
- 2) 监听子节点增减的变化
`ls path [watch]`



1) 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] get -w /sanguo
```

(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
```

注意：在hadoop103再多次修改/sanguo的值，hadoop104上不会再收到监听。因为注册一次，只能监听一次。想再次监听，需要再次注册。

2) 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 -w /sanguo  
[shuguo, weiguo]
```

(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
```

注意：节点的路径变化，也是注册一次，生效一次。想多次生效，就需要多次注册。

3.2.5 节点删除与查看

1) 删除节点

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

2) 递归删除节点

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

3) 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 客户端 API 操作

前提：保证 hadoop102、hadoop103、hadoop104 服务器上 Zookeeper 集群服务端启动。

3.3.1 IDEA 环境搭建

1) 创建一个工程：zookeeper

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>

<dependency>
    <groupId>org.apache.zookeeper</groupId>
    <artifactId>zookeeper</artifactId>
    <version>3.5.7</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
```

4) 创建包名com.atguigu.zk

5) 创建类名称zkClient

3.3.2 创建 ZooKeeper 客户端

```
// 注意：逗号前后不能有空格
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 watchedEvent) {

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

            // 再次启动监听
            try {
                List<String> children = zkClient.getChildren("/",
                true);

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

```
        } 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",
        "shuaige".getBytes(),
        Ids.OPEN_ACL_UNSAFE,
        CreateMode.PERSISTENT);
}
```

测试: 在 hadoop102 的 zk 客户端上查看创建节点情况

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 16] get -s /atguigu
shuaige
```

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);
}
```

(1) 在 IDEA 控制台上看到如下节点:

```
zookeeper
sanguo
atguigu
```

(2) 在 hadoop102 的客户端上创建再创建一个节点/atguigu1, 观察 IDEA 控制台

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 3] create /atguigu1 "atguigu1"
```

(3) 在 hadoop102 的客户端上删除节点/atguigu1, 观察 IDEA 控制台

```
[zk: localhost:2181(CONNECTED) 4] delete /atguigu1
```

3.3.5 判断 Znode 是否存在

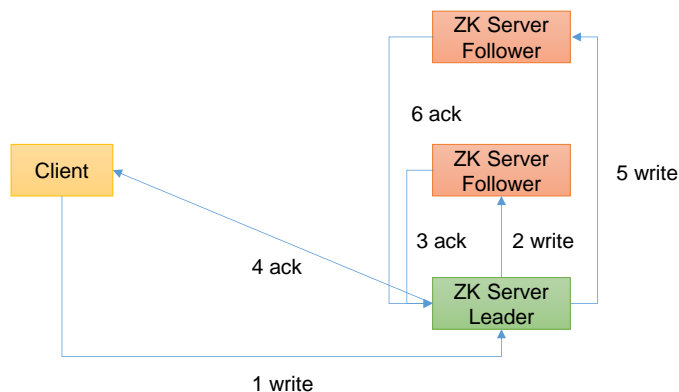
```
// 判断 znode 是否存在
@Test
public void exist() throws Exception {
```

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

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

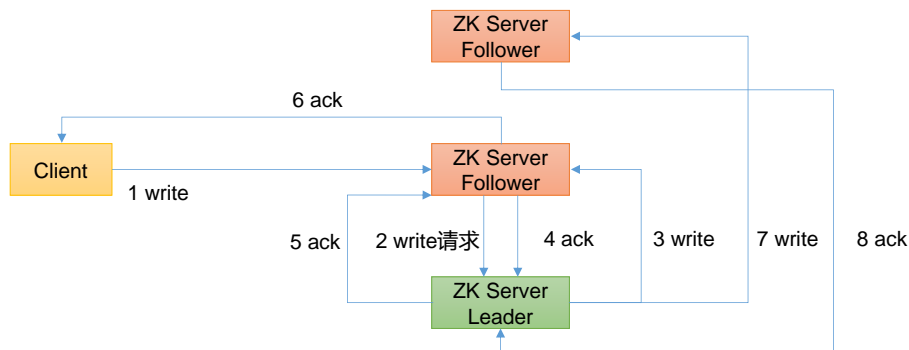
3.4 客户端向服务端写数据流程

写流程之写入请求直接发送给Leader节点



让天下没有难学的技术

写流程之写入请求发送给follower节点



让天下没有难学的技术

第 4 章 服务器动态上下线监听案例

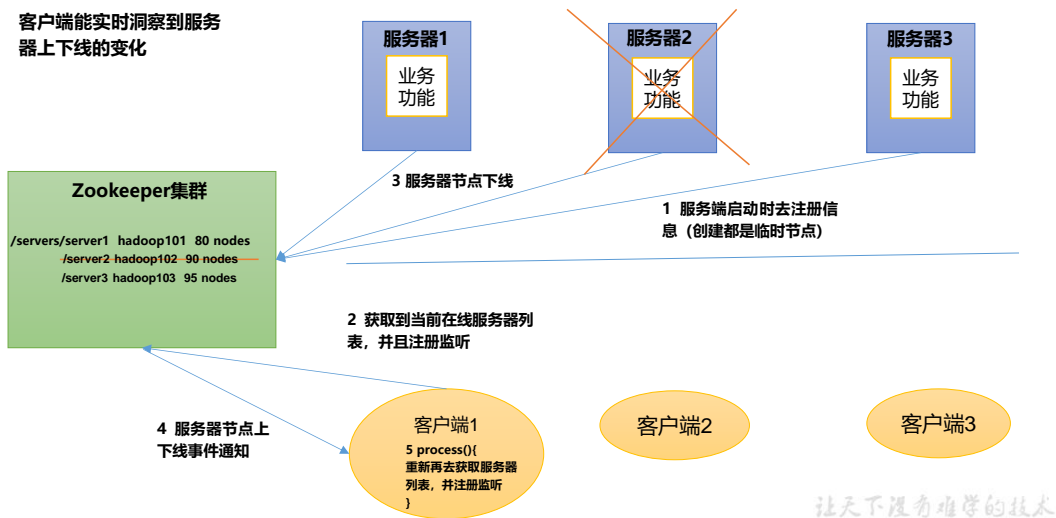
4.1 需求

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。

4.2 需求分析



服务器动态上下线



4.3 具体实现

(1) 先在集群上创建/servers 节点

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

(2) 在 Idea 中创建包名: com.atguigu.zkcase1

(3) 服务器端向 Zookeeper 注册代码

```
package com.atguigu.zkcase1;  
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]);  
}  
}
```

(3) 客户端代码

```
package com.atguigu.zkcasel;  
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();
}
}
```

4.4 测试

1) 在 Linux 命令行上操作增加减少服务器

(1) 启动 DistributeClient 客户端

(2) 在 hadoop102 上 zk 的客户端/servers 目录上创建临时带序号节点

```
[zk: localhost:2181 (CONNECTED) 1] create -e -s /servers/hadoop102 "hadoop102"

[zk: localhost:2181 (CONNECTED) 2] create -e -s /servers/hadoop103 "hadoop103"
```

(3) 观察 Idea 控制台变化

```
[hadoop102, hadoop103]
```

(4) 执行删除操作

```
[zk: localhost:2181 (CONNECTED) 8] delete /servers/hadoop1020000000000
```

(5) 观察 Idea 控制台变化

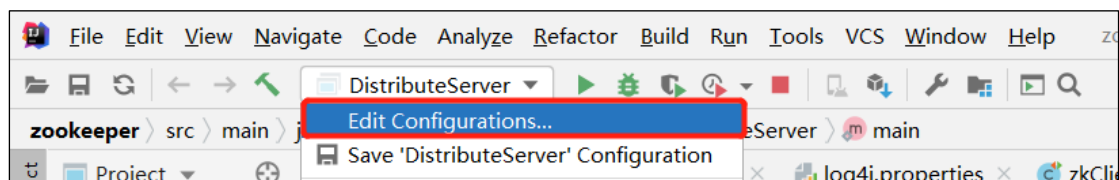
```
[hadoop103]
```

2) 在 Idea 上操作增加减少服务器

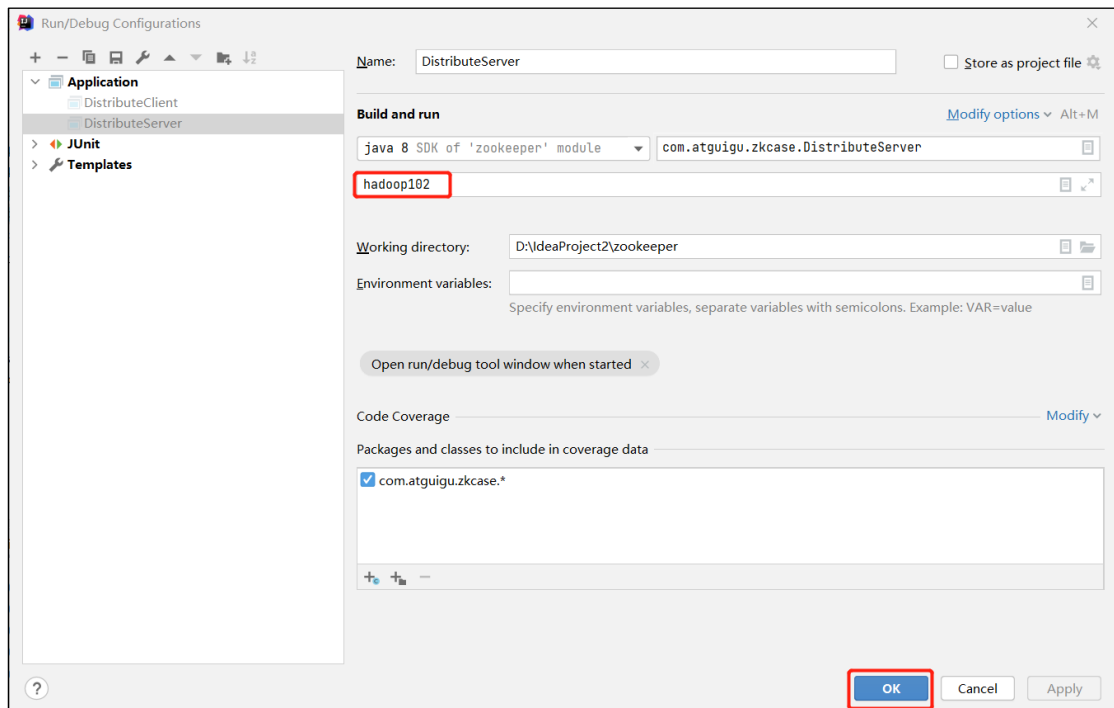
(1) 启动 DistributeClient 客户端 (如果已经启动过, 不需要重启)

(2) 启动 DistributeServer 服务

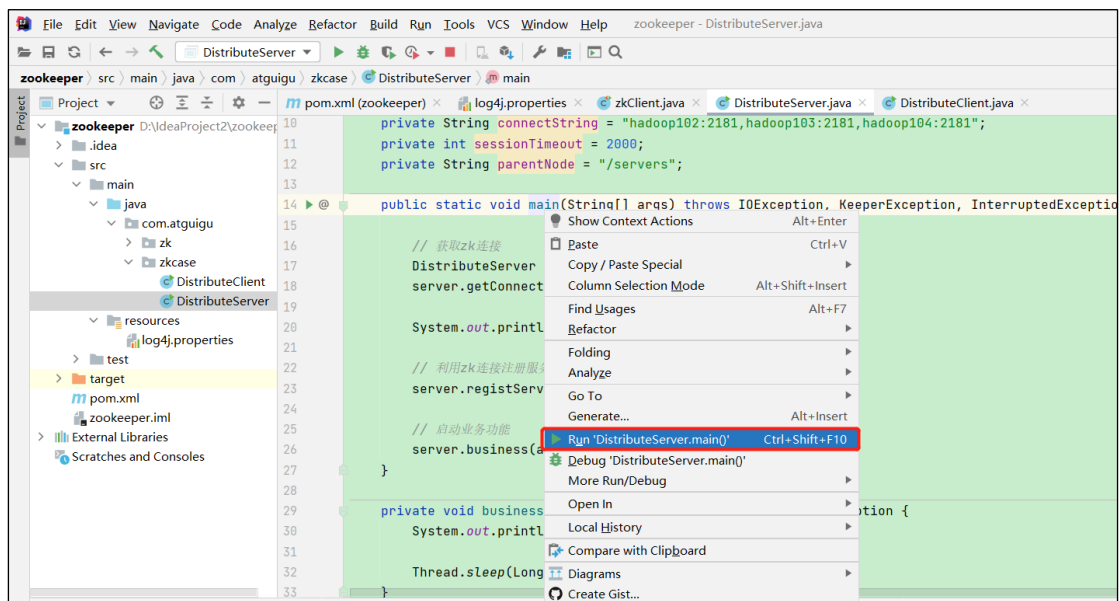
① 点击 Edit Configurations...



② 在弹出的窗口中 (Program arguments) 输入想启动的主机, 例如, hadoop102



③ 回到 `DistributeServer` 的 `main` 方法，右键，在弹出的窗口中点击 `Run`
“`DistributeServer.main()`”



④ 观察 `DistributeServer` 控制台，提示 `hadoop102 is working`

⑤ 观察 `DistributeClient` 控制台，提示 `hadoop102 已经上线`

第 5 章 ZooKeeper 分布式锁案例

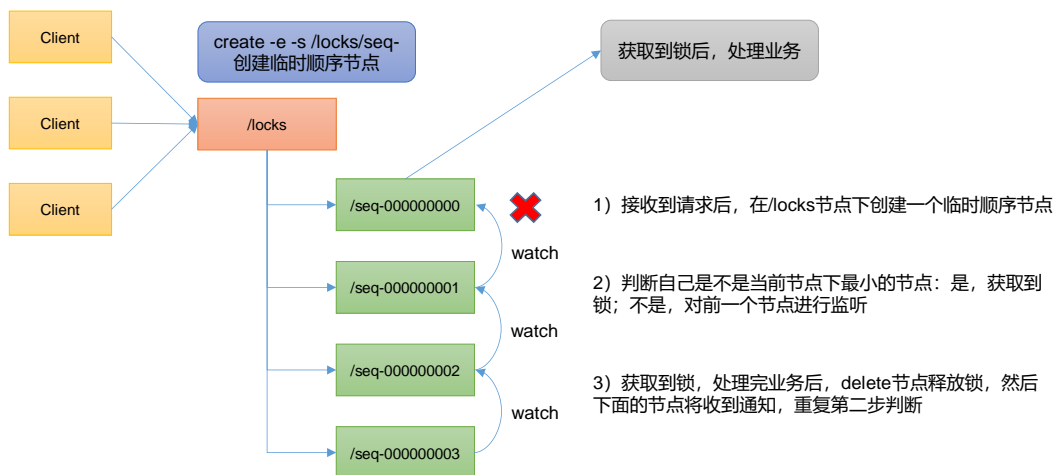
什么叫做分布式锁呢？

比如说“进程 1”在使用该资源的时候，会先去获得锁，“进程 1”获得锁以后会对该资源

保持独占，这样其他进程就无法访问该资源，"进程 1"用完该资源以后就将锁释放掉，让其他进程来获得锁，那么通过这个锁机制，我们就能保证了分布式系统中多个进程能够有序的访问该临界资源。那么我们把这个分布式环境下的这个锁叫作分布式锁。



分布式锁案例分析



让天下没有难学的技术

5.1 原生 Zookeeper 实现分布式锁案例

1) 分布式锁实现

```
package com.atguigu.lock2;

import org.apache.zookeeper.*;
import org.apache.zookeeper.data.Stat;

import java.io.IOException;
import java.util.Collections;
import java.util.List;
import java.util.concurrent.CountDownLatch;

public class DistributedLock {

    // zookeeper server 列表
    private String connectString = "hadoop102:2181,hadoop103:2181,hadoop104:2181";
    // 超时时间
    private int sessionTimeout = 2000;

    private ZooKeeper zk;

    private String rootNode = "locks";
    private String subNode = "seq-";
    // 当前 client 等待的子节点
    private String waitPath;

    // ZooKeeper 连接
    private CountDownLatch connectLatch = new CountDownLatch(1);
```

```
//ZooKeeper 节点等待
private CountDownLatch waitLatch = new CountDownLatch(1);

// 当前 client 创建的子节点
private String currentNode;

// 和 zk 服务建立连接, 并创建根节点
public DistributedLock() throws IOException,
InterruptedException, KeeperException {

    zk = new ZooKeeper(connectString, sessionTimeout, new
Watcher() {
        @Override
        public void process(WatchedEvent event) {
            // 连接建立时, 打开 latch, 唤醒 wait 在该 latch 上的线程
            if (event.getState() ==
Event.KeeperState.SyncConnected) {
                connectLatch.countDown();
            }

            // 发生了 waitPath 的删除事件
            if (event.getType() ==
Event.EventType.NodeDeleted && event.getPath().equals(waitPath))
{
                waitLatch.countDown();
            }
        }
    });

    // 等待连接建立
    connectLatch.await();

    //获取根节点状态
    Stat stat = zk.exists("/") + rootNode, false);

    //如果根节点不存在, 则创建根节点, 根节点类型为永久节点
    if (stat == null) {
        System.out.println("根节点不存在");
        zk.create("/") + rootNode, new byte[0],
ZooDefs.Ids.OPEN_ACL_UNSAFE, CreateMode.PERSISTENT);
    }

    // 加锁方法
    public void zkLock() {

        try {
            //在根节点下创建临时顺序节点, 返回值为创建的节点路径
            currentNode = zk.create("/") + rootNode + "/" + subNode,
null, ZooDefs.Ids.OPEN_ACL_UNSAFE,
CreateMode.EPHEMERAL_SEQUENTIAL);

            // wait 一小会, 让结果更清晰一些
            Thread.sleep(10);

            // 注意, 没有必要监听"/locks"的子节点的变化情况
```

```
List<String> childrenNodes = zk.getChildren("/") +
rootNode, false);

// 列表中只有一个子节点, 那肯定就是 currentNode , 说明
client 获得锁
if (childrenNodes.size() == 1) {
    return;
} else {
    //对根节点下的所有临时顺序节点进行从小到大排序
    Collections.sort(childrenNodes);

    //当前节点名称
    String thisNode = currentNode.substring("/") +
rootNode + "/" + ".length());
    //获取当前节点的位置
    int index = childrenNodes.indexOf(thisNode);

    if (index == -1) {
        System.out.println("数据异常");
    } else if (index == 0) {
        // index == 0, 说明 thisNode 在列表中最小, 当前
client 获得锁
        return;
    } else {
        // 获得排名比 currentNode 前 1 位的节点
        this.waitPath = "/" + rootNode + "/" +
childrenNodes.get(index - 1);

        // 在 waitPath 上注册监听器, 当 waitPath 被删除时,
zookeeper 会回调监听器的 process 方法
        zk.getData(waitPath, true, new Stat());
        //进入等待锁状态
        waitLatch.await();

        return;
    }
}

} catch (KeeperException e) {
    e.printStackTrace();
} catch (InterruptedException e) {
    e.printStackTrace();
}
}

// 解锁方法
public void zkUnlock() {
    try {
        zk.delete(this.currentNode, -1);
    } catch (InterruptedException | KeeperException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
}
```

2) 分布式锁测试

(1) 创建两个线程

```
package com.atguigu.lock2;

import org.apache.zookeeper.KeeperException;

import java.io.IOException;

public class DistributedLockTest {

    public static void main(String[] args) throws
        InterruptedException, IOException, KeeperException {

        // 创建分布式锁 1
        final DistributedLock lock1 = new DistributedLock();
        // 创建分布式锁 2
        final DistributedLock lock2 = new DistributedLock();

        new Thread(new Runnable() {
            @Override
            public void run() {
                // 获取锁对象
                try {
                    lock1.zkLock();
                    System.out.println("线程 1 获取锁");
                    Thread.sleep(5 * 1000);

                    lock1.zkUnlock();
                    System.out.println("线程 1 释放锁");
                } catch (Exception e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
        }).start();

        new Thread(new Runnable() {
            @Override
            public void run() {
                // 获取锁对象
                try {
                    lock2.zkLock();
                    System.out.println("线程 2 获取锁");
                    Thread.sleep(5 * 1000);

                    lock2.zkUnlock();
                    System.out.println("线程 2 释放锁");
                } catch (Exception e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }
        }).start();
    }
}
```

(2) 观察控制台变化:

线程 1 获取锁

线程 1 释放锁

线程 2 获取锁

线程 2 释放锁

5.2 Curator 框架实现分布式锁案例

1) 原生的 Java API 开发存在的问题

- (1) 会话连接是异步的，需要自己去处理。比如使用 `CountDownLatch`
- (2) Watch 需要重复注册，不然就不能生效
- (3) 开发的复杂性还是比较高的
- (4) 不支持多节点删除和创建。需要自己去递归

2) Curator 是一个专门解决分布式锁的框架，解决了原生 Java API 开发分布式遇到的问题。

详情请查看官方文档：<https://curator.apache.org/index.html>

3) Curator 案例实操

(1) 添加依赖

```
<dependency>
  <groupId>org.apache.curator</groupId>
  <artifactId>curator-framework</artifactId>
  <version>4.3.0</version>
</dependency>
<dependency>
  <groupId>org.apache.curator</groupId>
  <artifactId>curator-recipes</artifactId>
  <version>4.3.0</version>
</dependency>
<dependency>
  <groupId>org.apache.curator</groupId>
  <artifactId>curator-client</artifactId>
  <version>4.3.0</version>
</dependency>
```

(2) 代码实现

```
package com.atguigu.lock;

import org.apache.curator.RetryPolicy;
import org.apache.curator.framework.CuratorFramework;
import org.apache.curator.framework.CuratorFrameworkFactory;
import org.apache.curator.framework.recipes.locks.InterProcessLock;
import org.apache.curator.framework.recipes.locks.InterProcessMutex;
import org.apache.curator.retry.ExponentialBackoffRetry;

public class CuratorLockTest {

    private String rootNode = "/locks";
```

```
// zookeeper server 列表
private String connectString =
"hadoop102:2181,hadoop103:2181,hadoop104:2181";

// connection 超时时间
private int connectionTimeout = 2000;

// session 超时时间
private int sessionTimeout = 2000;

public static void main(String[] args) {

    new CuratorLockTest().test();
}

// 测试
private void test() {

    // 创建分布式锁 1
    final InterProcessLock lock1 = new
InterProcessMutex(getCuratorFramework(), rootNode);

    // 创建分布式锁 2
    final InterProcessLock lock2 = new
InterProcessMutex(getCuratorFramework(), rootNode);

    new Thread(new Runnable() {
        @Override
        public void run() {
            // 获取锁对象
            try {
                lock1.acquire();
                System.out.println("线程 1 获取锁");
                // 测试锁重入
                lock1.acquire();
                System.out.println("线程 1 再次获取锁");
                Thread.sleep(5 * 1000);
                lock1.release();
                System.out.println("线程 1 释放锁");
                lock1.release();
                System.out.println("线程 1 再次释放锁");
            } catch (Exception e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }).start();
    new Thread(new Runnable() {
        @Override
        public void run() {
            // 获取锁对象
            try {
                lock2.acquire();
                System.out.println("线程 2 获取锁");
                // 测试锁重入
                lock2.acquire();
            }
        }
    }).start();
}
```

```
        System.out.println("线程 2 再次获取锁");
        Thread.sleep(5 * 1000);
        lock2.release();
        System.out.println("线程 2 释放锁");
        lock2.release();
        System.out.println("线程 2 再次释放锁");
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
}).start();
}

// 分布式锁初始化
public CuratorFramework getCuratorFramework () {

    //重试策略，初试时间 3 秒，重试 3 次
    RetryPolicy policy = new ExponentialBackoffRetry(3000, 3);

    //通过工厂创建 Curator
    CuratorFramework client =
CuratorFrameworkFactory.builder()
        .connectString(connectString)
        .connectionTimeoutMs(connectionTimeout)
        .sessionTimeoutMs(sessionTimeout)
        .retryPolicy(policy).build();

    //开启连接
    client.start();
    System.out.println("zookeeper 初始化完成...");
    return client;
}
}
```

(2) 观察控制台变化:

线程 1 获取锁

线程 1 再次获取锁

线程 1 释放锁

线程 1 再次释放锁

线程 2 获取锁

线程 2 再次获取锁

线程 2 释放锁

线程 2 再次释放锁

第 6 章 企业面试真题（面试重点）

6.1 选举机制

半数机制，超过半数的投票通过，即通过。

（1）第一次启动选举规则：

投票过半数时，服务器 id 大的胜出

（2）第二次启动选举规则：

①EPOCH 大的直接胜出

②EPOCH 相同，事务 id 大的胜出

③事务 id 相同，服务器 id 大的胜出

6.2 生产集群安装多少 zk 合适？

安装奇数台。

生产经验：

- 10 台服务器：3 台 zk；
- 20 台服务器：5 台 zk；
- 100 台服务器：11 台 zk；
- 200 台服务器：11 台 zk

服务器台数多：好处，提高可靠性；坏处：提高通信延时

6.3 常用命令

ls、get、create、delete