第18章_主从复制

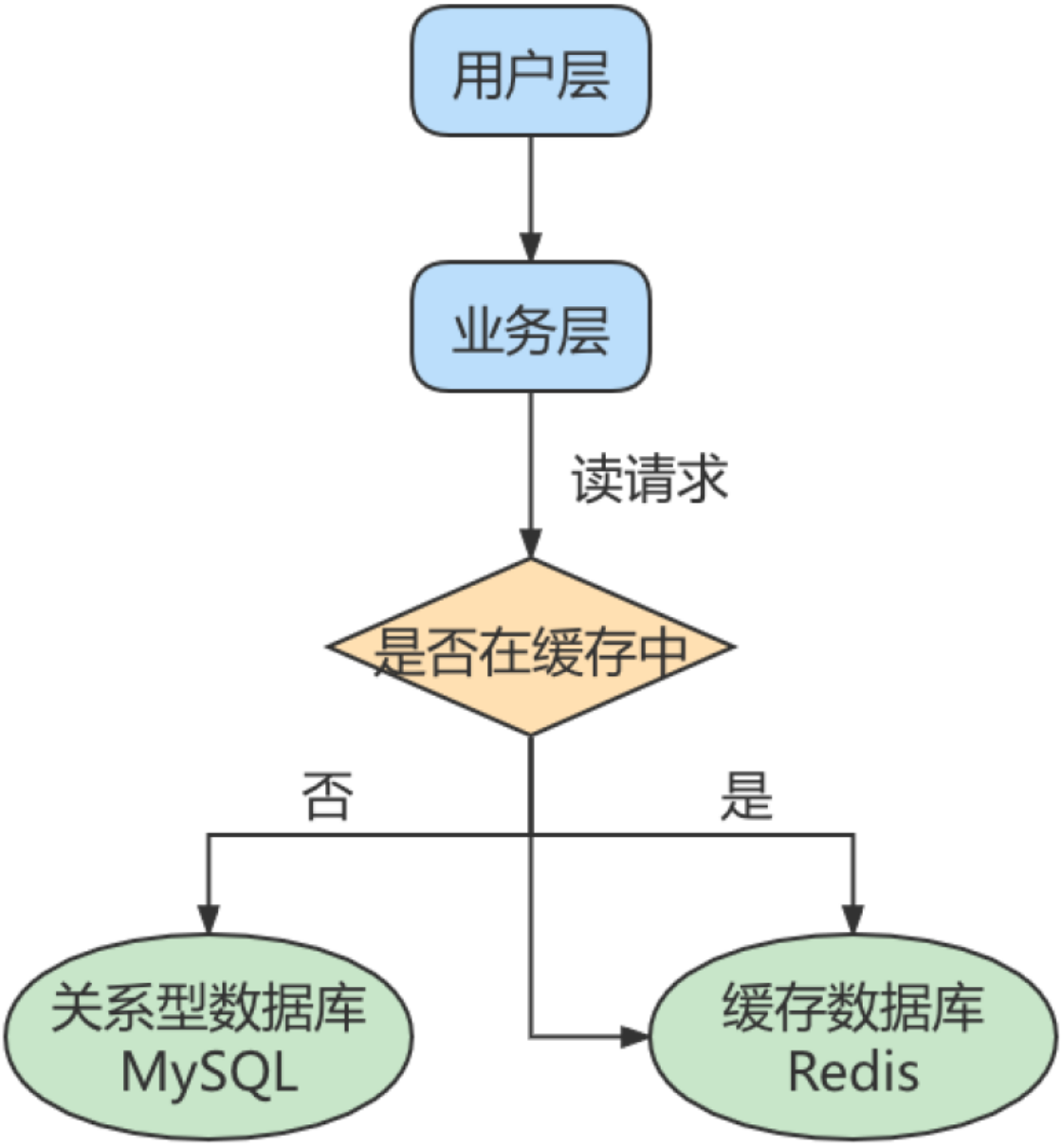
讲师：尚硅谷-宋红康（江湖人称：康师傅）

官网：http://www.atguigu.com

1. 主从复制概述

1.1 如何提升数据库并发能力

在实际工作中常常将`Redis`作为缓存与`MySQL`配合来使用，当有请求的时候，首先会从缓存中进行查找，如果存在就直接取出。如果不存在再访问数据库，这样就`提升了读取的效率`，也减少了对后端数据库的`访问压力`。Redis的缓存架构是`高并发架构`中非常重要的一环。



此外，一般应用对数据库而言都是“`读多写少`”，也就说对数据库读取数据的压力比较大，有一个思路就是采用数据库集群的方案，做`主从架构`、进行`读写分离`，这样同样可以提升数据库的并发处理能力。但并不是所有的应用都需要对数据库进行主从架构的设置，毕竟设置架构本身是有成本的。

如果我们的目的在于提升数据库高并发访问的效率，那么首先考虑的是如何优化SQL和索引，这种方式简单有效；其次才是采用缓存的策略，比如使用Redis将热点数据保存在内存数据库中，提升读取的效率；最后才是对数据库采用主从架构，进行读写分离。

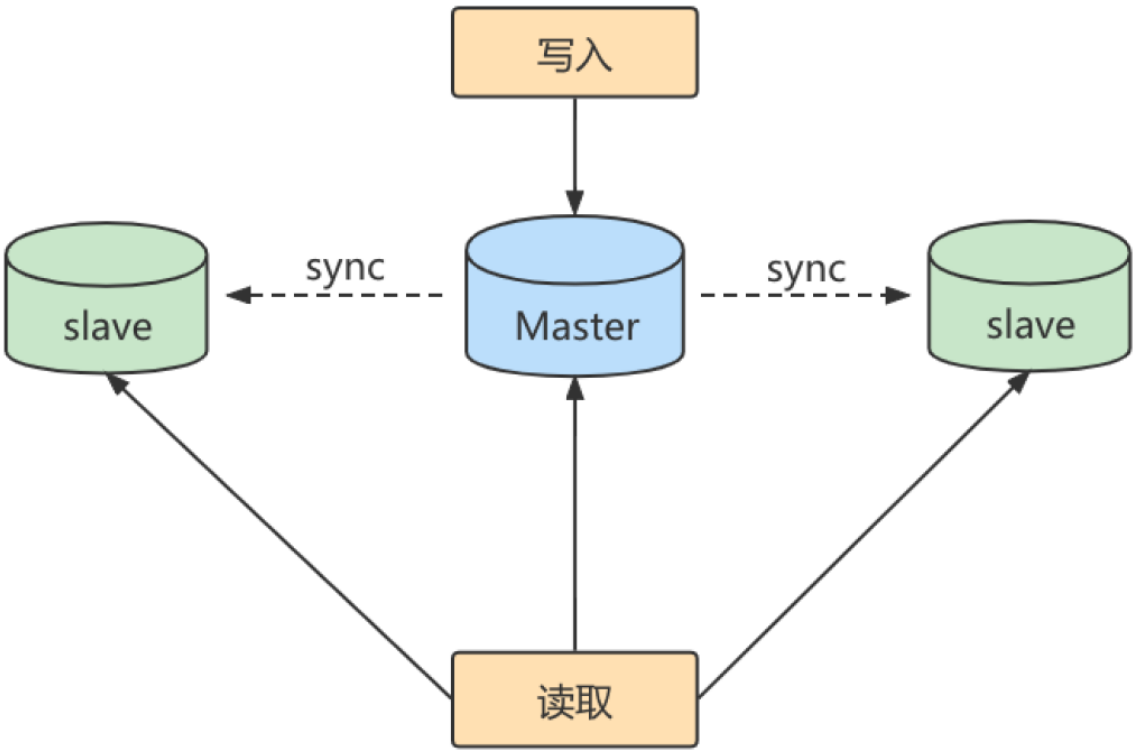
按照上面的方式进行优化，使用和维护的成本是由低到高的。

1.2 主从复制的作用

主从同步设计不仅可以提高数据库的吞吐量，还有以下3个方面的作用。

第1个作用：读写分离。

我们可以通过主从复制的方式来同步数据，然后通过读写分离提高数据库并发处理能力。



其中一个是Master主库，负责写入数据，我们称之为：写库。

其它都是Slave从库，负责读取数据，我们称之为：读库。

当主库进行更新的时候，会自动将数据复制到从库中，而在客户端读取数据的时候，会从从库中进行读取。

面对“读多写少”的需求，采用读写分离的方式，可以实现更高的并发访问。同时还能对从服务器进行负载均衡，让不同的读请求按照策略均匀地分发到不同的从服务器上，让读取更加顺畅。读取顺畅的另一个原因，就是减少了锁表的影响，比如我们让主库负责写，当主库出现写锁的时候，不会影响到从库进行SELECT的读取。

第2个作用就是数据备份。

通过主从复制将主库上的数据复制到了从库上，相当于是一种热备份机制，也就是在主库正常运行的情况下进行的备份，不会影响到服务。

第3个作用是具有高可用性。

数据备份实际上是一种冗余的机制，通过这种冗余的方式可以换取数据库的高可用性，也就是当服务器出现故障或宕机的情况下，可以切换到从服务器上，保证服务的正常运行。

关于高可用性的程度，我们可以用一个指标衡量，即正常可用时间/全年时间。比如要达到全年99.999%的时间都可用，就意味着系统在一年中的不可用时间不得超过`365*24*60*(1-99.999%)=5.256`分钟(含系统崩溃的时间、日常维护操作导致的停机时间等)，其他时间都需要保持可用的状态。

实际上，更高的高可用性，意味着需要付出更高的成本代价。在现实中需要结合业务需求和成本来进行选择。

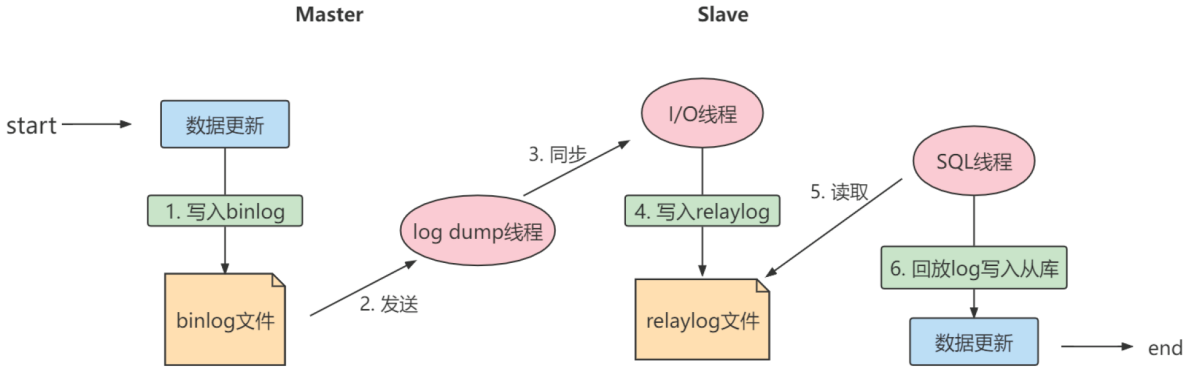
2. 主从复制的原理

`Slave`会从`Master`读取`binlog`来进行数据同步。

2.1 原理剖析

三个线程

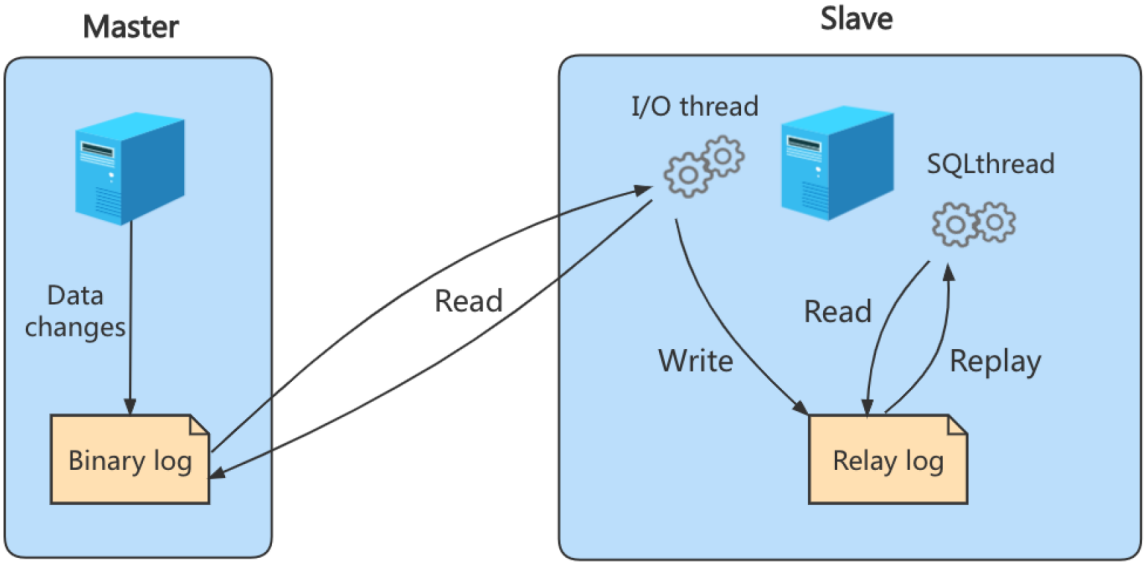
实际上主从同步的原理就是基于binlog进行数据同步的。在主从复制过程中，会基于`3个线程`来操作，一个主库线程，两个从库线程。



`二进制日志转储线程`（Binlog dump thread）是一个主库线程。当从库线程连接的时候，主库可以将二进制日志发送给从库，当主库读取事件（Event）的时候，会在Binlog上`加锁`，读取完成之后，再将锁释放掉。

`从库I/O线程`会连接到主库，向主库发送请求更新Binlog。这时从库的I/O线程就可以读取到主库的二进制日志转储线程发送的Binlog更新部分，并且拷贝到本地的中继日志（Relaylog）。

`从库SQL线程`会读取从库中的中继日志，并且执行日志中的事件，将从库中的数据与主库保持同步。



> 注意：

> 不是所有版本的MySQL都默认开启服务器的二进制日志。在进行主从同步的时候，需要先检查服务器是否已经开启了二进制日志。
>
> 除非特殊指定，默认情况下从服务器会执行所有主服务器中保存的事件。也可以通过配置，使从服务器执行特定的事件。

复制三步骤

步骤1：`Master`将写操作记录到二进制日志（`binlog`）。

步骤2：`Slave`将`Master`的binary log events拷贝到它的中继日志（`relay log`）；

步骤3：`Slave`重做中继日志中的事件，将改变应用到自己的数据库中。MySQL复制是异步的且串行化的，而且重启后从`接入点`开始复制。

复制的问题

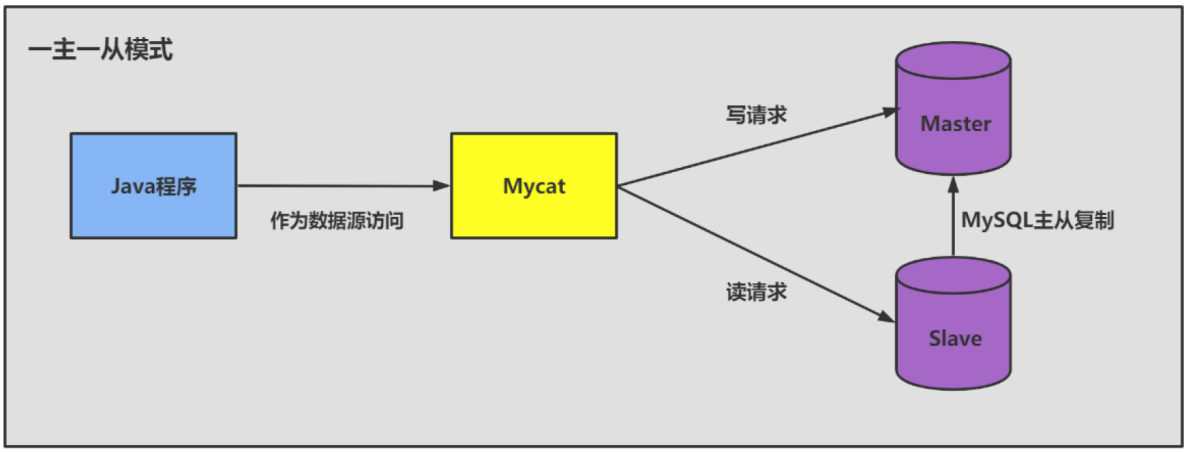
复制的最大问题：`延时`

2.2 复制的基本原则

- 每个`Slave`只有一个`Master`
- 每个`Slave`只能有一个唯一的服务器ID
- 每个`Master`可以有多个`Slave`

3. 一主一从架构搭建

一台`主机`用于处理所有`写请求`，一台`从机`负责所有`读请求`，架构图如下：



3.1 准备工作

1. 准备`2台`CentOS虚拟机
2. 每台虚拟机上需要安装好MySQL(可以是MySQL8.0)

说明：前面我们讲过如何克隆一台CentOS。大家可以在一台CentOS上安装好MySQL，进而通过克隆的方
式复制出1台包含MySQL的虚拟机。

注意：克隆的方式需要修改新克隆出来主机的：①`MAC地址`②`hostname`③`IP地址`④`UUID`。

```
# ① 修改编辑虚拟机设置->网络适配器->高级->生成MAC地址
# ② 修改hostname
vim /etc/hostname
```

```
# ③修改IP地址和UUID
[root@hadoop102_son ~]# vim /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-ens33
TYPE="Ethernet"
PROXY_METHOD="none"
BROWSER_ONLY="no"
BOOTPROTO="static"
DEFROUTE="yes"
IPV4_FAILURE_FATAL="no"
IPV6INIT="yes"
IPV6_AUTOCONF="yes"
IPV6_DEFROUTE="yes"
IPV6_FAILURE_FATAL="no"
IPV6_ADDR_GEN_MODE="stable-privacy"
NAME="ens33"
UUID="4977dbfa-6b67-45bb-b0b1-4daa4fgs9c41"
DEVICE="ens33"
ONBOOT="yes"

IPADDR=192.168.174.122
GATEWAY=192.168.174.2
DNS1=192.168.174.2

# ④重启网络
systemctl restart network
```

此外，克隆的方式生成的虚拟机（包含MySQLServer），则克隆的虚拟机MySQLServer的UUID相同，必
须修改，否则在有些场景会报错。比如：`show slave status\G`，报如下的错误：

```
Last_IO_Error: Fatal error: The slave I/O thread stops because master and
slave have equal MySQL server UUIDs; these UUIDs must be different for
replication to work.
```

修改MySQLServer的UUID方式：

```
vim /var/lib/mysql/auto.cnf
systemctl restart mysqld
```

3.2 主机配置文件

建议mysql版本一致且后台以服务运行，主从所有配置项都配置在`[mysqld]`节点下，且都是小写字母。

具体参数配置(`/etc/my.cnf`)如下：

- 必选

```
#[必须]主服务器唯一 ID
server-id=1

#[必须]启用二进制日志,指名路径。比如：自己本地的路径/log/mysqlbin
log-bin=atguigu-bin
```

- 可选

```
#[可选] 0（默认）表示读写（主机），1表示只读（从机）
read-only=0

# 设置日志文件保留的时长，单位是秒
binlog_expire_logs_seconds=6000

#控制单个二进制日志大小。此参数的最大和默认值是1GB
max_binlog_size=200M

#[可选]设置不要复制的数据库
binlog-ignore-db=test

#[可选]设置需要复制的数据库,默认全部记录。比如：binlog-do-db=atguigu_master_slave
binlog-do-db=需要复制的主数据库名字

#[可选]设置binlog格式
binlog_format=STATEMENT
```

重启后台mysql服务，使配置生效。

> 注意:
>
> 先搭建完主从复制，再创建数据库。
>
> MySQL主从复制起始时，从机不继承主机数据。

binlog格式设置：

格式1：`STATEMENT模式`（基于SQL语句的复制(statement-based replication,SBR)）

```
binlog_format=STATEMENT
```

每一条会修改数据的sql语句会记录到binlog中。这是默认的binlog格式。

- SBR的优点：
  - 历史悠久，技术成熟
  - 不需要记录每一行的变化，减少了binlog日志量，文件较小
  - binlog中包含了所有数据库更改信息，可以据此来审核数据库的安全等情况
  - binlog可以用于实时的还原，而不仅仅用于复制
  - 主从版本可以不一样，从服务器版本可以比主服务器版本高
- SBR的缺点：
  - 不是所有的UPDATE语句都能被复制，尤其是包含不确定操作的时候
- 使用以下函数的语句也无法被复制：LOAD_FILE()、UUID()、USER()、FOUND_ROWS()、SYSDATE()(除非启动时启用了--sysdate-is-now选项)
  - INSERT...SELECT会产生比RBR更多的行级锁
  - 复制需要进行全表扫描(WHERE语句中没有使用到索引)的UPDATE时，需要比RBR请求更多的行级锁
  - 对于有AUTO_INCREMENT字段的InnoDB表而言，INSERT语句会阻塞其他INSERT语句
  - 对于一些复杂的语句，在从服务器上的耗资源情况会更严重，而RBR模式下，只会对那个发生变化的记录产生影响

- 执行复杂语句如果出错的话，会消耗更多资源
- 数据表必须几乎和主服务器保持一致才行，否则可能会导致复制出错

②ROW模式（基于行的复制(row-basedreplication,RBR)）

```
binlog_format=ROW
```

5.1.5版本的MySQL才开始支持，不记录每条sql语句的上下文信息，仅记录哪条数据被修改了，修改成什么样了。

- RBR的优点：
  - 任何情况都可以被复制，这对复制来说是最`安全可靠`的。（比如：不会出现某些特定情况下的存储过程、function、trigger的调用和触发无法被正确复制的问题）
  - 多数情况下，从服务器上的表如果有主键的话，复制就会快了很多
  - 复制以下几种语句时的行锁更少：INSERT...SELECT、包含AUTO_INCREMENT字段的INSERT、没有附带条件或者并没有修改很多记录的UPDATE或DELETE语句
  - 执行INSERT，UPDATE，DELETE语句时锁更少
  - 从服务器上采用`多线程`来执行复制成为可能
- RBR的缺点：
  - binlog大了很多
  - 复杂的回滚时binlog中会包含大量的数据
  - 主服务器上执行UPDATE语句时，所有发生变化的记录都会写到binlog中，而SBR只会写一次，这会导致频繁发生binlog的并发写问题
  - 无法从binlog中看到都复制了些什么语句

③MIXED模式（混合模式复制(mixed-basedreplication,MBR)）

```
binlog_format=MIXED
```

从5.1.8版本开始，MySQL提供了Mixed格式，实际上就是Statement与Row的结合。

在Mixed模式下，一般的语句修改使用statment格式保存binlog。如一些函数，statement无法完成主从复制的操作，则采用row格式保存binlog。

MySQL会根据执行的每一条具体的sql语句来区分对待记录的日志形式，也就是在Statement和Row之间选择一种。

3.3 从机配置文件

要求主从所有配置项都配置在`my.cnf`的`[mysqld]`栏位下，且都是小写字母。

- 必选

```
#[必须]从服务器唯一ID
server-id=2
```

- 可选

```
#[可选]启用中继日志
relay-log=mysql-relay
```

重启后台mysql服务，使配置生效。

> 注意：主从机都关闭防火墙，否则主从复制时可能出问题
>
> ```
> service iptables stop               #CentOS 6
>
> systemctl stop firewalld.service    #CentOS 7
> ```
>
> 查看防火墙状态
>
> ```
> [root@hadoop102_son ~]# systemctl status firewalld;
> ● firewalld.service - firewalld - dynamic firewall daemon
> Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/firewalld.service; disabled;
> vendor preset: enabled)
> Active: inactive (dead)
>   Docs: man:firewalld(1)
> ```

3.4 主机：建立账户并授权

```
# 在主机 MySQL里执行授权主从复制的命令
GRANT REPLICATION SLAVE ON *.* TO 'slave1'@'从机器数据库 IP' IDENTIFIED BY
'abc123';
# 5.5,5.7
```

注意：如果使用的是MySQL8，需要如下的方式建立账户，并授权slave：

```
CREATE USER 'slave1'@'%' IDENTIFIED BY '123456';

GRANT REPLICATION SLAVE ON *.* TO 'slave1'@'%';

#此语句必须执行。否则见下面。
#在my.cnf中设置default_authentication_plugin=mysql_native_password 就可以了
ALTER USER 'slave1'@'%' IDENTIFIED WITH mysql_native_password BY '123456';

flush privileges;
```

> 注意：在从机执行show slave status\G时报错：
> Last_IO_Error: error connecting to master 'slave1@192.168.1.150:3306' - retry-time:60 retries:1 message: Authentication plugin 'caching_sha2_password' reported error:Authentication requires secure connection.

查询Master的状态，并记录下File和Position的值。

```
show master status;
```

```
mysql> show master status;
+------------------+----------+--------------+------------------+-------------------+
| File             | Position | Binlog_Do_DB | Binlog_Ignore_DB | Executed_Gtid_Set |
+------------------+----------+--------------+------------------+-------------------+
| mysql-bin.000007 |      154 | testdb       | mysql            |                   |
+------------------+----------+--------------+------------------+-------------------+
1 row in set (0.01 sec)
```

- 记录下File和Position的值

> 注意：执行完此步骤后**不要再操作主服务器MySQL**，防止主服务器状态值变化。

3.5 从机：配置需要复制的主机

步骤1：从机上复制主机的命令

```
CHANGE MASTER TO
MASTER_HOST='主机的IP地址',
MASTER_USER='主机用户名',
MASTER_PASSWORD='主机用户名的密码',
MASTER_LOG_FILE='mysql-bin.具体数字',
MASTER_LOG_POS=具体值;
```

举例：

```
CHANGE MASTER TO
MASTER_HOST='192.168.1.150',MASTER_USER='slave1',MASTER_PASSWORD='123456',MAST
ER_LOG_FILE='atguigu-bin.000007',MASTER_LOG_POS=154;
```

```
mysql> CHANGE MASTER TO MASTER_HOST='192.168.140.128',
    -> MASTER_USER='slave',
    -> MASTER_PASSWORD='123123',
    -> MASTER_LOG_FILE='mysql-bin.000007',MASTER_LOG_POS=154;
Query OK, 0 rows affected, 2 warnings (0.00 sec)
```

```
mysql> CHANGE MASTER TO MASTER_HOST='192.168.124.3',
    -> MASTER_USER='zhangsan',
    -> MASTER_PASSWORD='123456',
    -> MASTER_LOG_FILE='mysq1bin.000012',MASTER_LOG_POS=4386;
ERROR 1198 (HY000): This operation cannot be performed with a running slave; run STOP SLAVE first
mysql> stop slave;
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> CHANGE MASTER TO MASTER_HOST='192.168.124.3',
    -> MASTER_USER='zhangsan',
    -> MASTER_PASSWORD='123456',
    -> MASTER_LOG_FILE='mysq1bin.000012',MASTER_LOG_POS=4386;
Query OK, 0 rows affected (0.01 sec)

mysql>
```

如果之前做过同步，请先停止

步骤2：启动slave同步`START SLAVE;`

```
#启动slave同步
START SLAVE;
```

```
mysql> start slave;
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)
```

如果报错：

```
mysql> start slave;
ERROR 1872 (HY000): Slave failed to initialize relay log info structure from the repository
mysql> reset slave;
Query OK, 0 rows affected, 1 warning (0.03 sec)
```

可以执行如下操作，删除之前的relay_log信息。然后重新执行`CHANGE MASTER TO ...`语句即可。

```
mysql> reset slave; # 删除SLAVE数据库的relaylog日志文件，并重新启用新的relaylog文件
```

接着，查看同步状态：

```
SHOW SLAVE STATUS\G;
```

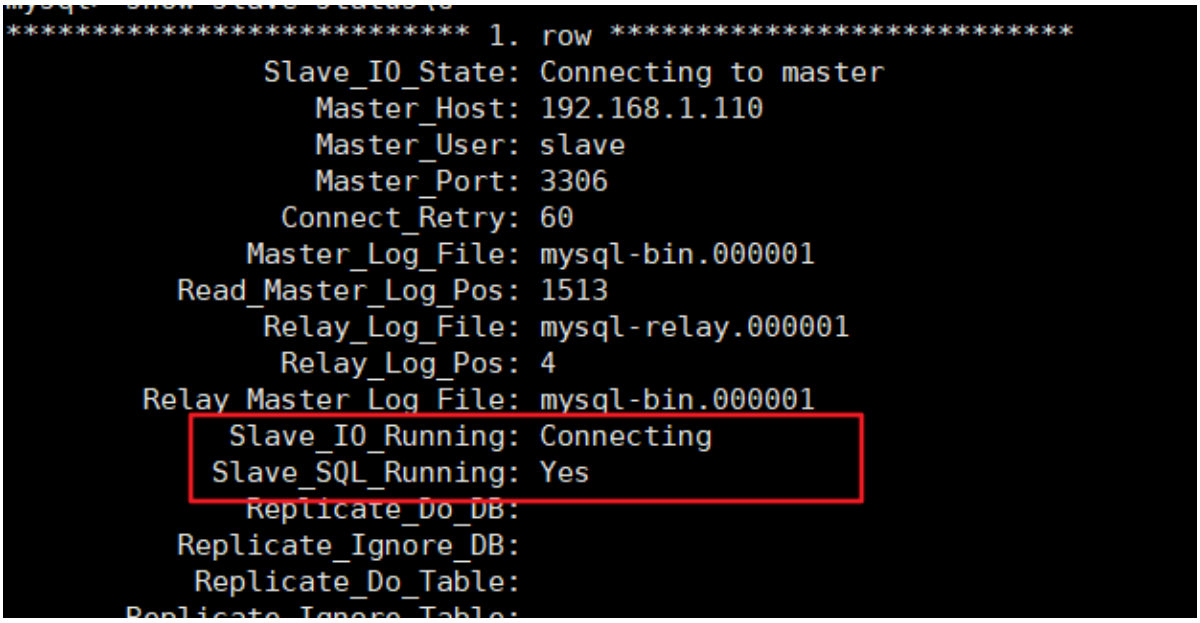
```
mysql> SHOW SLAVE STATUS\G;
*************************** 1. row ***************************
               Slave_IO_State: Waiting for master to send event
                  Master_Host: 172.16.116.1
                  Master_User: slave01
                  Master_Port: 3306
                Connect_Retry: 60
              Master_Log_File: logbin.000001
          Read_Master_Log_Pos: 154
               Relay_Log_File: mysql-relay.000002
                Relay_Log_Pos: 317
        Relay_Master_Log_File: logbin.000001
             Slave_IO_Running: Yes
            Slave_SQL_Running: Yes
              Replicate_Do_DB:
          Replicate_Ignore_DB:
           Replicate_Do_Table:
       Replicate_Ignore_Table:
      Replicate_Wild_Do_Table:
  Replicate_Wild_Ignore_Table:
                   Last_Errno: 0
                   Last_Error:
                 Skip_Counter: 0
          Exec_Master_Log_Pos: 154
              Relay_Log_Space: 520
              Until_Condition: None
               Until_Log_File:
                Until_Log_Pos: 0
           Master_SSL_Allowed: No
           Master_SSL_CA_File:
```

这两个都是yes，说明同步配置成功了

> 上面两个参数都是Yes，则说明主从配置成功！

显式如下的情况，就是不正确的。可能错误的原因有：

1. 网络不通
2. 账户密码错误
3. 防火墙
4. mysql配置文件问题
5. 连接服务器时语法
6. 主服务器mysql权限



3.6 测试

主机新建库、新建表、insert记录，从机复制：

```
CREATE DATABASE atguigu_master_slave;
use atguigu_master_slave;
CREATE TABLE mytbl(id INT,NAME VARCHAR(16));
INSERT INTO mytbl VALUES(1,'zhang3');
INSERT INTO mytbl VALUES(2,@@hostname);
```

```
mysql> CREATE DATABASE atguigu_master_slave;
Query OK, 1 row affected (0.02 sec)

mysql> use atguigu_master_slave;
Database changed

mysql> show tables;
Empty set (0.00 sec)

mysql> CREATE TABLE student(id INT,NAME VARCHAR(15));
Query OK, 0 rows affected (0.02 sec)

mysql> INSERT INTO student VALUES(1, 'Tom');
Query OK, 1 row affected (0.01 sec)

mysql> INSERT INTO student VALUES(2,@@hostname);
Query OK, 1 row affected, 1 warning (0.01 sec)

mysql> select * from student;
+------+-----------+
| id   | NAME      |
+------+-----------+
|    1 | Tom       |
|    2 | hadoop102 |
+------+-----------+
2 rows in set (0.00 sec)
```

查看从机的情况，可以看到主机数据被复制到了从机

```
mysql> show databases;
+----------------------+
| Database             |
+----------------------+
| atguigu_master_slave |
| atguigudb            |
| atguigudb1           |
| atguigudb2           |
| atguigudb3           |
| dbtest2              |
| information_schema   |
| mysql                |
| performance_schema   |
| sys                  |
| testdb1              |
+----------------------+
11 rows in set (0.02 sec)

mysql> use atguigu_master_slave;
Database changed

mysql> show tables;
+--------------------------------+
| Tables_in_atguigu_master_slave |
+--------------------------------+
| student                        |
+--------------------------------+
1 row in set (0.00 sec)

mysql> select * from student;
+------+---------------+
| id   | NAME          |
+------+---------------+
|    1 | Tom           |
|    2 | hadoop102_son |
+------+---------------+
2 rows in set (0.00 sec)
```

3.7 停止主从同步

- 停止主从同步命令：`stop slave;`

```
# 停止主从(要在从机执行哦)
mysql> stop slave;
Query OK, 0 rows affected, 1 warning (0.01 sec)

# 查看主从复制状态
mysql> SHOW SLAVE STATUS\G;
    //...
             Slave_IO_Running: No
            Slave_SQL_Running: No
```

验证:主机重新插入新的数据,观察从机是否进行恢复

```
mysql> INSERT INTO student VALUES(3, 'Jone');
Query OK, 1 row affected (0.01 sec)

mysql> INSERT INTO student VALUES(4, 'Tony');
Query OK, 1 row affected (0.01 sec)

mysql> select * from student;
+------+-----------+
| id   | NAME      |
+------+-----------+
|    1 | Tom       |
|    2 | hadoop102 |
|    3 | Jone      |
|    4 | Tony      |
+------+-----------+
4 rows in set (0.00 sec)
```

主机正常插入

```
mysql> select * from student;
+------+---------------+
| id   | NAME          |
+------+---------------+
|    1 | Tom           |
|    2 | hadoop102_son |
+------+---------------+
2 rows in set (0.00 sec)
```

从机数据并未更新,说明主从已关闭

- 如何重新配置主从

```
1 start slave; #从机执行
```

```
mysql> start slave;
Query OK, 0 rows affected, 1 warning (0.01 sec)

mysql> select * from student;
+------+---------------+
| id   | NAME          |
+------+---------------+
|    1 | Tom           |
|    2 | hadoop102_son |
|    3 | Jone          |
|    4 | Tony          |
+------+---------------+
4 rows in set (0.00 sec)
```

开启主从后,数据被立刻同步过来

如果停止从服务器复制功能，再使用需要重新配置主从。否则会报错如下:

```
    -> MASTER_LOG_FILE='mysql-bin.000003',MASTER_LOG_POS=722;
ERROR 3021 (HY000): This operation cannot be performed with a running slave io thread; run STOP SLAVE
 IO_THREAD FOR CHANNEL '' first.
mysql> stop slave;
```

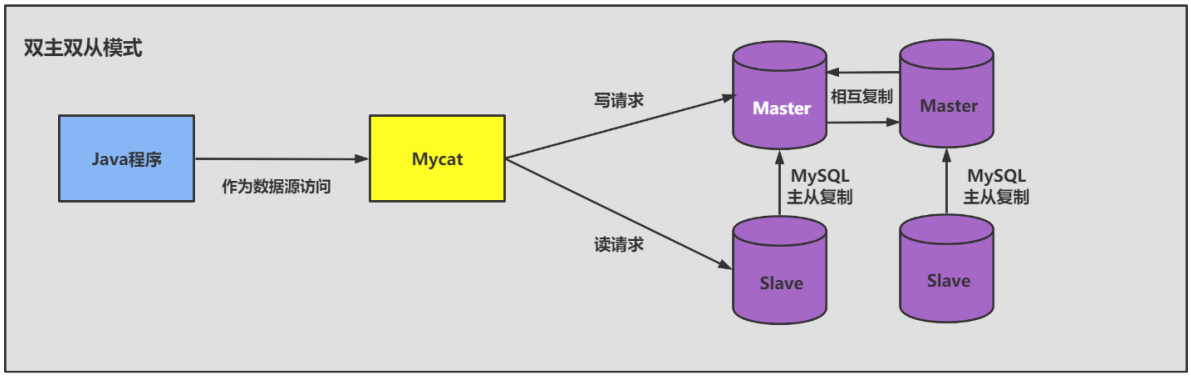
重新配置主从，需要在从机上执行：

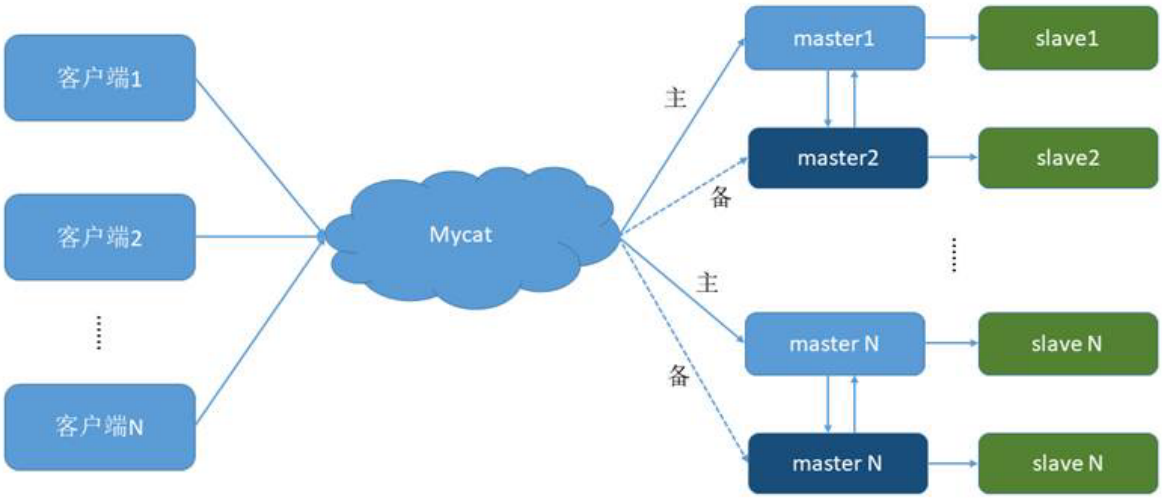
```
stop slave;#删除SLAVE数据库的relaylog日志文件，并重新启用新的relaylog文件
reset master; #删除Master中所有的binglog文件，并将日志索引文件清空，重新开始所有新的日志文件(慎用)
```

3.8 后续

搭建主从复制：双主双

一个主机m1用于处理所有写请求，它的从机s1和另一台主机m2还有它的从机s2负责所有读请求。当m1主机宕机后，m2主机负责写请求，mi、m2互为备机。架构图如下：





> 具体可以看MyCat教程

4. 同步数据一致性问题

主从同步的要求：

- 读库和写库的数据一致(最终一致)；
- 写数据必须写到写库；
- 读数据必须到读库(不一定)；

4.1 理解主从延迟问题

进行主从同步的内容是二进制日志，它是一个文件，在进行`网络传输`的过程中就一定会`存在主从延迟`（比如500ms），这样就可能造成用户在从库上读取的数据不是最新的数据，也就是主从同步中的`数据不一致性`问题。

举例:导致主从延迟的时间点主要包括以下三个:

- 主库A执行完成一个事务，写入binlog，我们把这个时刻记为T1;
- 之后传给从库B，我们把从库B接收完这个binlog的时刻记为T2;
- 从库B执行完成这个事务，我们把这个时刻记为T3。

4.2 主从延迟问题原因

在网络正常的时候，日志从主库传给从库所需的时间是很短的，即T2-T1的值是非常小的。即，网络正常情况下，主备延迟的主要来源是备库接收完binlog和执行完这个事务之间的时间差。

主备延迟最直接的表现是，从库消费中继日志（relaylog）的速度，比主库生产binlog的速度要慢。造成原因：

1. 从库的机器性能比主库要差
2. 从库的压力大
3. 大事务的执行

举例：

1. 一次性用delete语句删除太多数据

   结论：后续再删除数据的时候，要控制每个事务删除的数据量，分成多次删除。
2. 一次性用insert...select插入太多数据
3. 大表DDL

   比如在主库对一张500W的表添加一个字段耗费了10分钟，那么从节点上也会耗费10分钟。

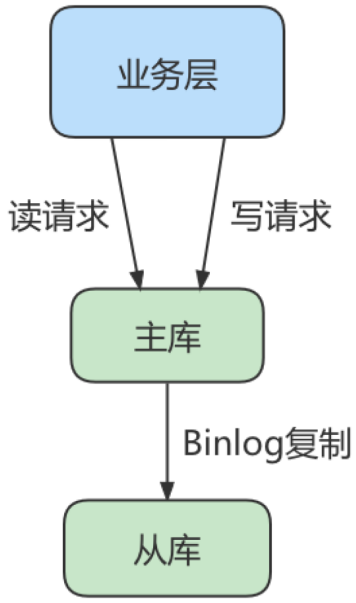
4.3 如何减少主从延迟

若想要减少主从延迟的时间，可以采取下面的办法：

1. 降低多线程大事务并发的概率，优化业务逻辑
2. 优化SQL，避免慢SQL，`减少批量操作`，建议写脚本以update-sleep这样的形式完成。
3. `提高从库机器的配置`，减少主库写binlog和从库读binlog的效率差。
4. 尽量采用`短的链路`，也就是主库和从库服务器的距离尽量要短，提升端口带宽，减少binlog传输的网络延时。
5. 实时性要求的业务读强制走主库，从库只做灾备，备份。

4.4 如何解决一致性问题

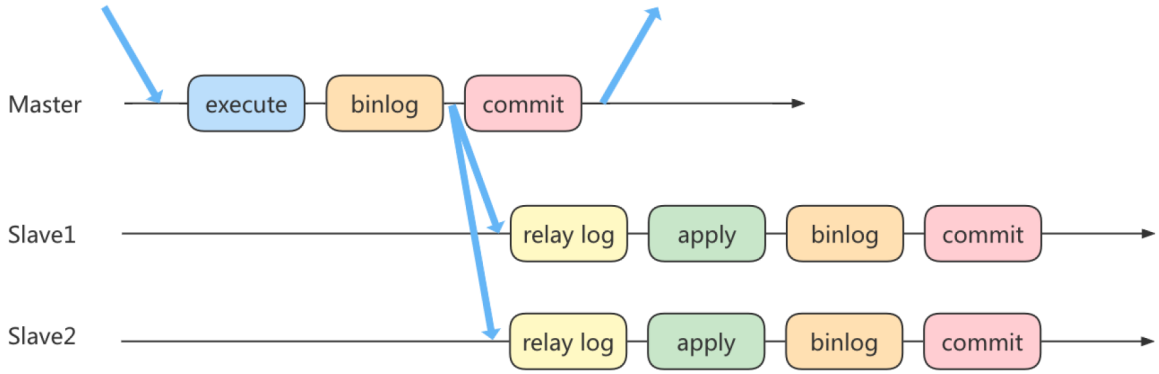
如果操作的数据存储在同一个数据库中，那么对数据进行更新的时候，可以对记录加写锁，这样在读取的时候就不会发生数据不一致的情况。但这时从库的作用就是`备份`，并没有起到`读写分离`，分担主库`读压力`的作用。



读写分离情况下，解决主从同步中数据不一致的问题，就是解决主从之间`数据复制方式`的问题，如果按照数据一致性`从弱到强`来进行划分，有以下3种复制方式。

方法1：异步复制

异步模式就是客户端提交COMMIT之后不需要等从库返回任何结果，而是直接将结果返回给客户端，这样做的好处是不会影响主库写的效率，但可能会存在主库宕机，而Binlog还没有同步到从库的情况，也就是此时的主库和从库数据不一致。这时候从从库中选择一个作为新主，那么新主则可能缺少原来主服务器中已提交的事务。所以，这种复制模式下的数据一致性是最弱的。

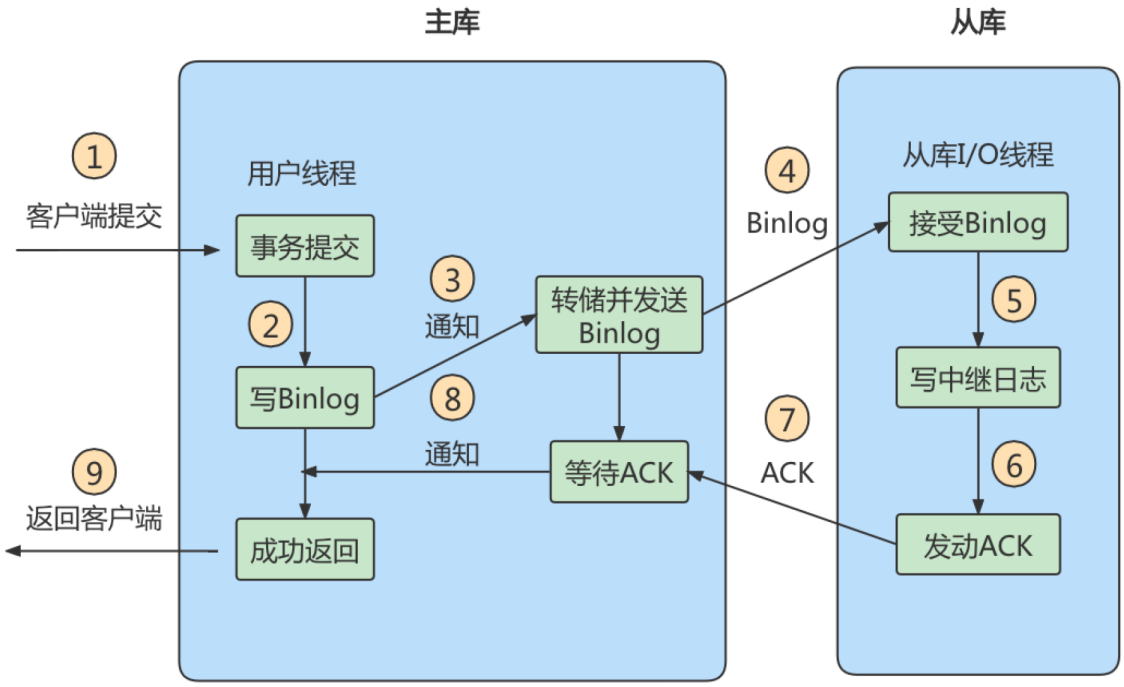


方法2：半同步复制

MySQL5.5版本之后开始支持半同步复制的方式。原理是在客户端提交COMMIT之后不直接将结果返回给客户端，而是等待至少有一个从库接收到了Binlog，并且写入到中继日志中，再返回给客户端。

这样做的好处就是提高了数据的一致性，当然相比于异步复制来说，至少多增加了一个网络连接的延迟，降低了主库写的效率。

在MySQL5.7版本中还增加了一个`rpl_semi_sync_master_wait_for_slave_count`参数，可以对应答的从库数量进行设置，默认为1，也就是说只要有1个从库进行了响应，就可以返回给客户端。如果将这个参数调大，可以提升数据一致性的强度，但也会增加主库等待从库响应的时间【以时间换取一致性】



方法3：组复制

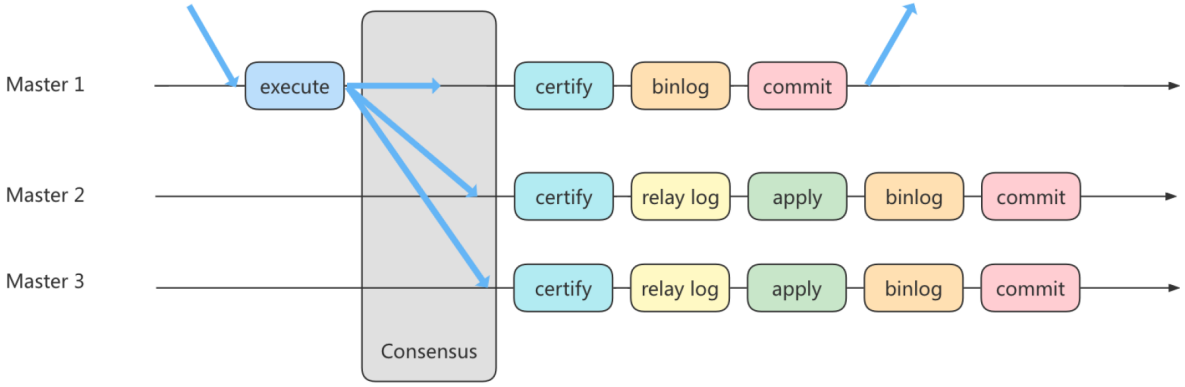
异步复制和半同步复制都无法最终保证数据的一致性问题，半同步复制是通过判断从库响应的个数来决定是否返回给客户端，虽然数据一致性相比于异步复制有提升，但仍然无法满足对数据一致性要求高的场景，比如金融领域。MGR很好地弥补了这两种复制模式的不足。

组复制技术，简称MGR（MySQLGroupReplication）。是MySQL在5.7.17版本中推出的一种新的数据复制技术，这种复制技术是基于Paxos协议的状态机复制。

MGR是如何工作的

首先我们将多个节点共同组成一个复制组，在`执行读写(RW)事务`的时候，需要通过一致性协议层（Consensus层）的同意，也就是读写事务想要进行提交，必须要经过组里“大多数人”（对应Node节点）的同意，大多数指的是同意的节点数量需要大于（N/2+1），这样才可以进行提交，而不是原发起方一个说了算。而针对`只读（RO）事务`则不需要经过组内同意，直接COMMIT即可。

在一个复制组内有多个节点组成，它们各自维护了自己的数据副本，并且在一致性协议层实现了原子消息和全局有序消息，从而保证组内数据的一致性。

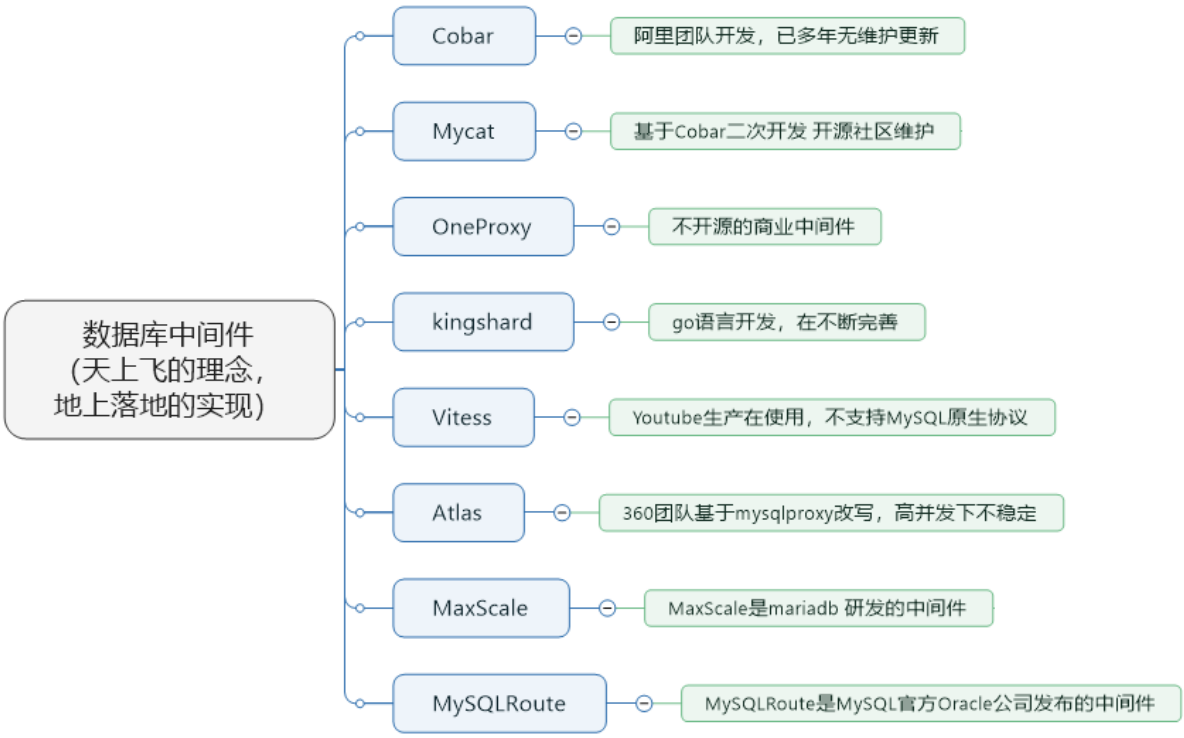


MGR将MySQL带入了数据强一致性的时代，是一个划时代的创新，其中一个重要的原因就是MGR是基于Paxos协议的。Paxos算法是由2013年的图灵奖获得者Leslie Lamport于1990年提出的，有关这个算法的决策机制可以搜一下。事实上，Paxos算法提出来之后就作为`分布式一致性算法`被广泛应用，比如Apache的ZooKeeper也是基于Paxos实现的。

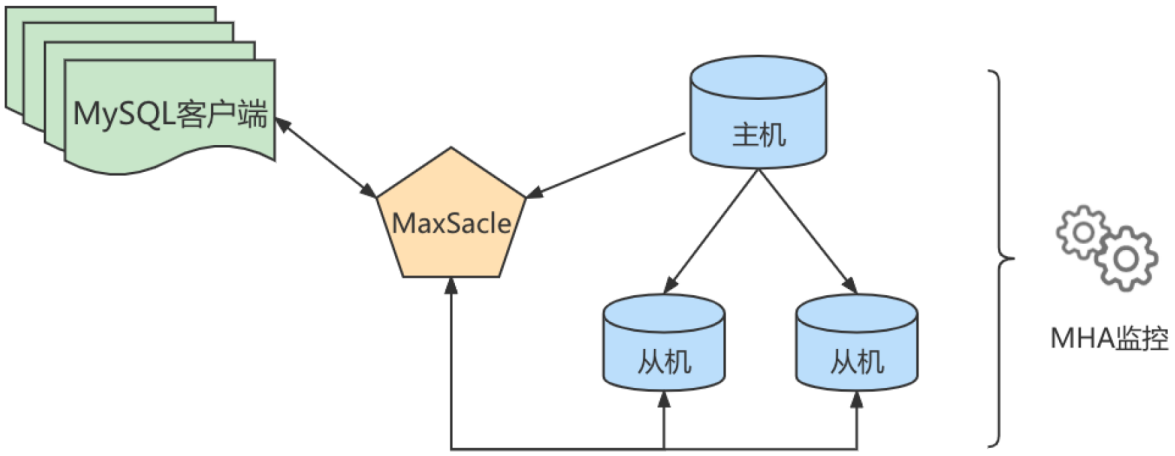
5. 知识延伸

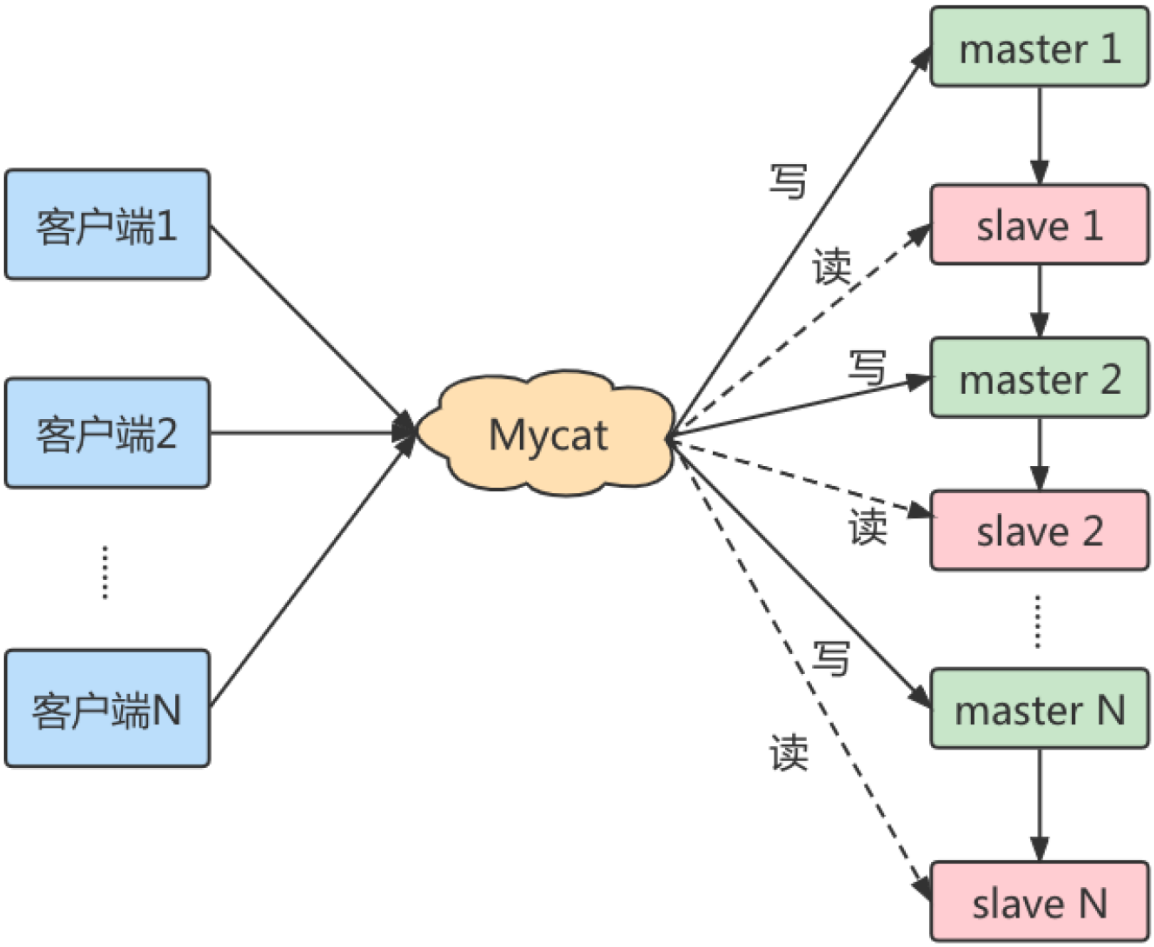
在主从架构的配置中，如果想要采取读写分离的策略，我们可以`自己编写程序`，也可以通过`第三方的中间件`来实现。

- 自己编写程序的好处就在于比较自主，我们可以自己判断哪些查询在从库上来执行，针对实时性要求高的需求，我们还可以考虑哪些查询可以在主库上执行。同时，程序直接连接数据库，减少了中间件层，相当于减少了性能损耗。
- 采用中间件的方法有很明显的优势，`功能强大`，`使用简单`。但因为在客户端和数据库之间增加了中间件层会有一些`性能损耗`，同时商业中间件也是有使用成本的。我们也可以考虑采取一些优秀的开源工具。

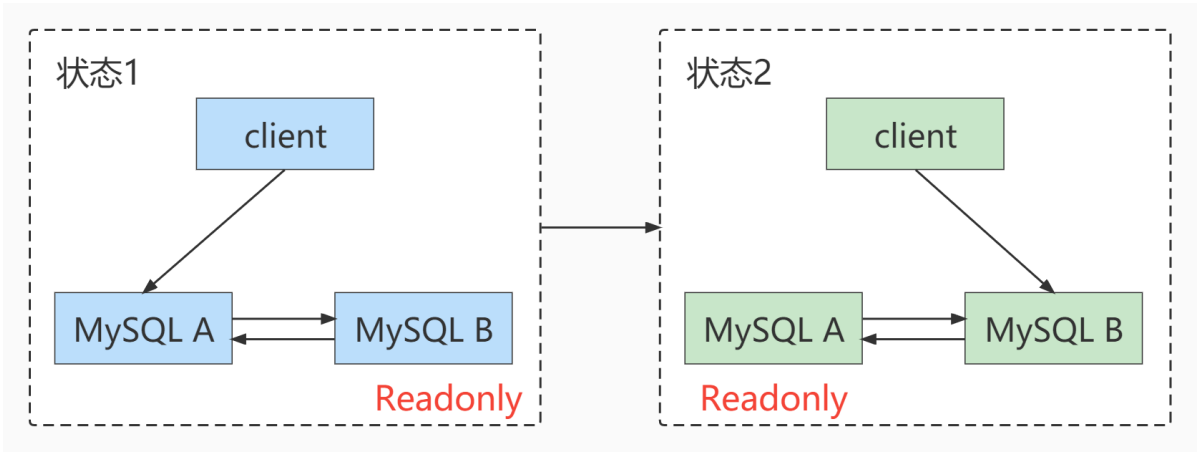


1. `Cobar`属于阿里B2B事业群，始于2008年，在阿里服役3年多，接管3000+个MySQL数据库的schema,集群日处理在线SQL请求50亿次以上。由于Cobar发起人的离职，Cobar停止维护。
2. `Mycat`是开源社区在阿里cobar基础上进行二次开发，解决了cobar存在的问题，并且加入了许多新的功能在其中。青出于蓝而胜于蓝。
3. `OneProxy`基于MySQL官方的proxy思想利用c语言进行开发的，OneProxy是一款商业`收费`的中间件。舍弃了一些功能，专注`在性能和稳定性上`。
4. `kingshard`由小团队用go语言开发，还需要发展，需要不断完善。
5. `Vitess`是Youtube生产在使用，架构很复杂。不支持MySQL原生协议，使用`需要大量改造成本`。
6. `Atlas`是360团队基于mysqlproxy改写，功能还需完善，高并发下不稳定。
7. `MaxScale`是mariadb（MySQL原作者维护的一个版本）研发的中间件
8. `MySQLRoute`是MySQL官方Oracle公司发布的中间件


MySQL客户端
MaxSacle
主机
从机
从机
MHA监控


客户端1
客户端2
客户端N
Mycat
写
读
写
读
写
读
master 1
slave 1
master 2
slave 2
master N
slave N

主备切换：


状态1
client
MySQL A
MySQL B
Readonly
状态2
client
MySQL A
MySQL B
Readonly

- 主动切换

- 被动切换
- 如何判断主库出问题了？如何解决过程中的数据不一致性问题？