实战体验几种MySQLCluster方案 - mysql数据库栏目

1.背景

MySQL的cluster方案有很多官方和第三方的选择，选择多就是一种烦恼，因此，我们考虑MySQL数据库满足下三点需求，考察市面上可行的解决方案：

高可用性：主服务器故障后可自动切换到后备服务器可伸缩性：可方便通过脚本增加DB服务器负载均衡：支持手动把某公司的数据请求切换到另外的服务器，可配置哪些公司的数据服务访问哪个服务器

需要选用一种方案满足以上需求。在MySQL官方网站上参考了几种解决方案的优缺点：

	MySQL Replication	MySQL Fabric	Oracle VM Template	Oracle Clusterware	Solaris Cluster	Windows Cluster	DRBD	MySQL Cluster
App Auto-Failover	✖	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
Data Layer Auto-Failover	✖	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔
Zero Data Loss	MySQL 5.7	MySQL 5.7	✔	✔	✔	✔	✔	✔
Platform Support	All	All	Linux	Linux	Solaris	Windows	Linux	All
Clustering Mode	Master + Slaves	Master + Slaves	Active/ Passive	Active/ Passive	Active/ Passive	Active/ Passive	Active/ Passive	Multi-Master
Failover Time	N/A	Secs	Secs +	Secs +	Secs +	Secs +	Secs +	< 1 Sec
Scale-out	Reads	✔	✖	✖	✖	✖	✖	✔
Cross-shard operations	N/A	✖	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	✔
Transparent routing	✖	For HA	✔	✔	✔	✔	✔	✔
Shared Nothing	✔	✔	✖	✖	✖	✖	✔	✔
Storage Engine	InnoDB+	InnoDB+	InnoDB+	InnoDB+	InnoDB+	InnoDB+	InnoDB+	NDB
Single Vendor Support	✔	✔	✔	✔	✔	✖		✔

Table 1 Comparison of MySQL HA & Scale-Out Technologies

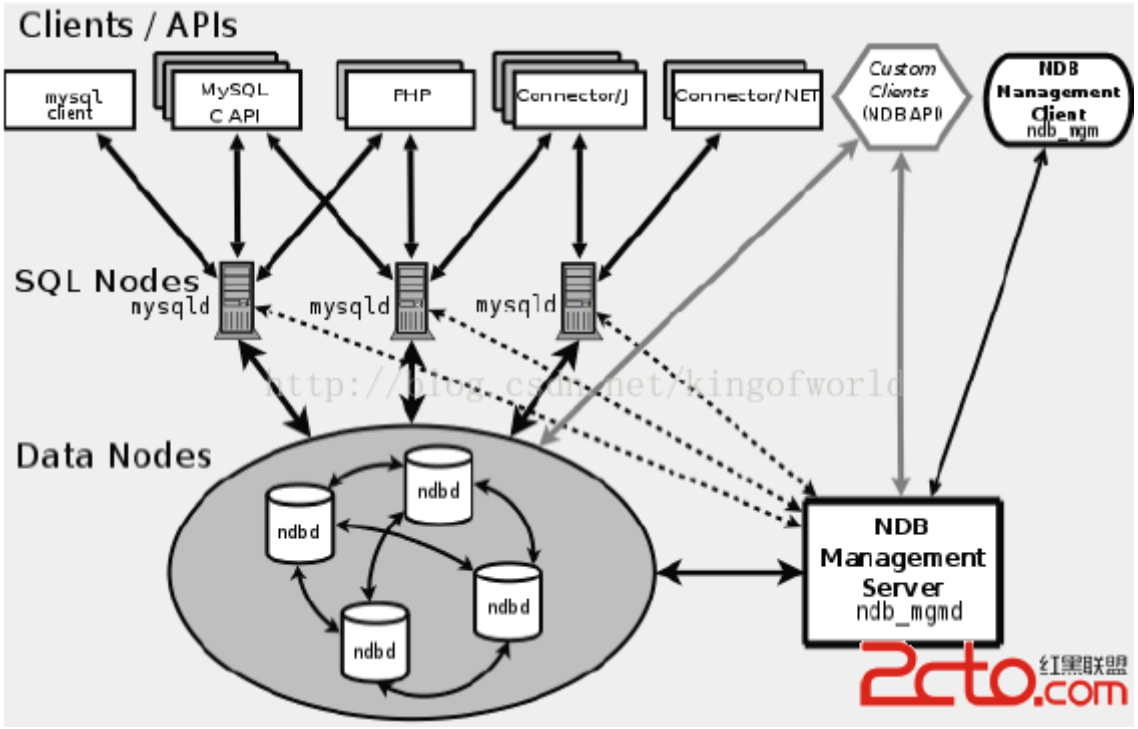
综合考虑，决定采用MySQL Fabric和MySQL Cluster方案，以及另外一种较成熟的集群方案Galera Cluster进行预研。

2.MySQLCluster

简介：

MySQL Cluster 是MySQL 官方集群部署方案，它的历史较久。支持通过自动分片支持读写扩展，通过实时备份冗余数据，是可用性最高的方案，声称可做到99.999%的可用性。

架构及实现原理：



MySQL cluster主要由三种类型的服务组成：

NDB Management Server：管理服务器主要用于管理cluster中的其他类型节点（Data Node和SQL Node），通过它可以配置Node信息，启动和停止Node。 SQL Node：在MySQL Cluster中，一个SQL Node就是一个使用NDB引擎的mysql server进程，用于供外部应用提供集群数据的访问入口。Data Node：用于存储集群数据；系统会尽量将数据放在内存中。

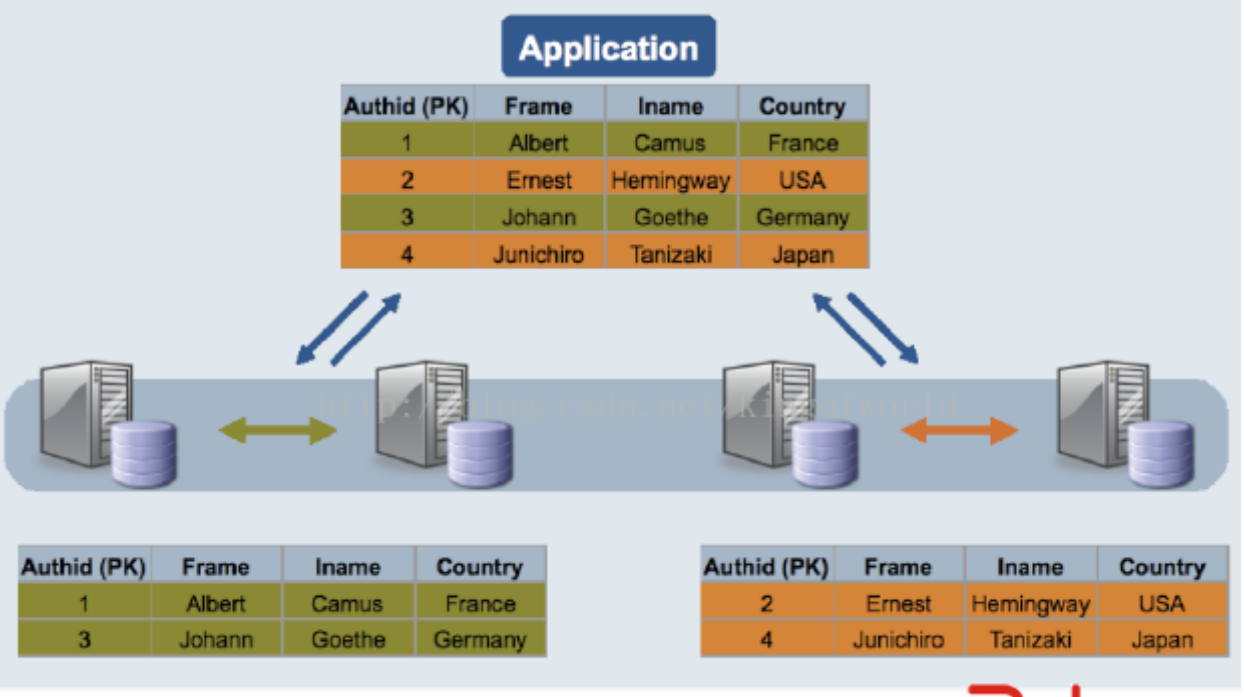


Figure 2: Auto-Sharding in MySQL Cluster

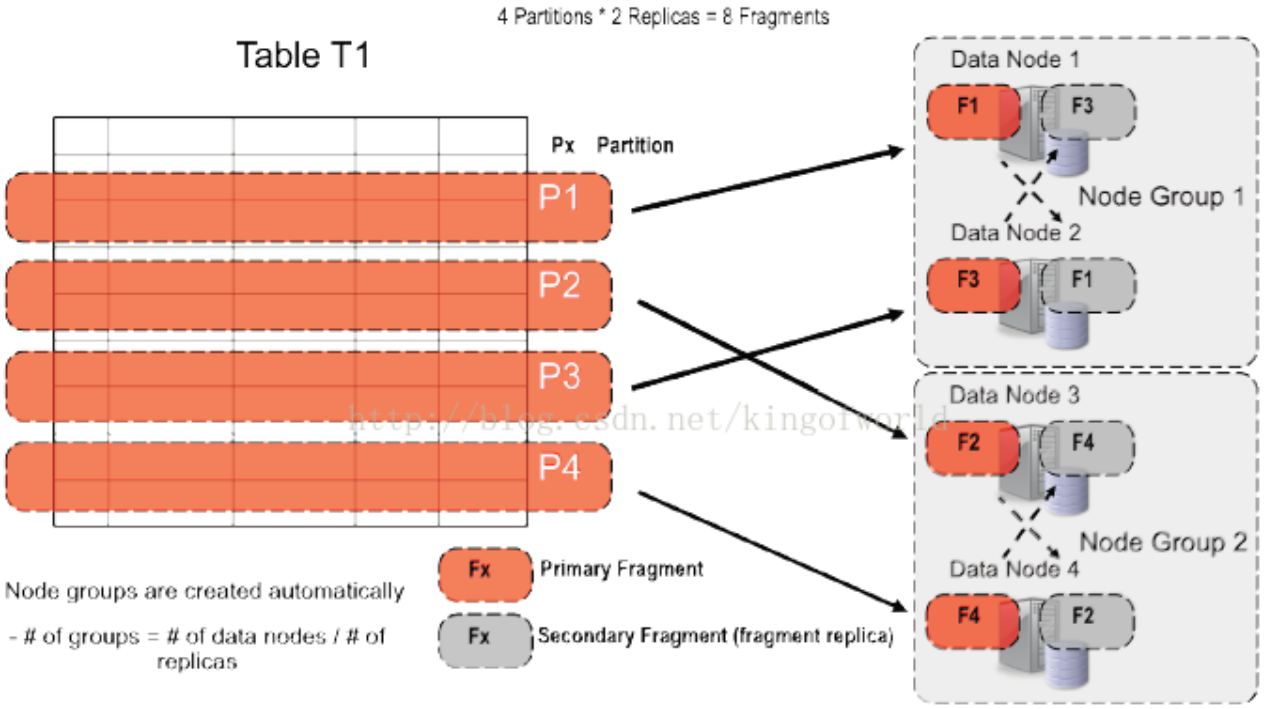


Figure 3: Automatic Creation of Node Groups & Replicas

缺点及限制：

对需要进行分片的表需要修改引擎Innodb为NDB，不需要分片的可以不修改。NDB的事务隔离级别只支持Read Committed，即一个事务在提交前，查询不到在事务内所做的修改；而Innodb支持所有的事务隔离级别，默认使用Repeatable Read，不存在这个问题。外键支持：虽然最新的Cluster版本已经支持外键，但性能有问题（因为外键所关联的记录可能在别的分片节点中），所以建议去掉所有外键。Data Node节点数据会被尽量放在内存中，对内存要求大。

数据库系统提供了四种事务隔离级别：
A.Serializable（串行化）：一个事务在执行过程中完全看不到其他事务对数据库所做的更新（事务执行的时候不允许别的事务并发执行。事务串行化执行，事务只能一个接着一个地执行，而不能并发执行。）。
B.Repeatable Read（可重复读）：一个事务在执行过程中可以看到其他事务已经提交的新插入的记录，但是不能看到其他其他事务对已有记录的更新。
C.Read Commited（读已提交数据）：一个事务在执行过程中可以看到其他事务已经提交的新插入的记录，而且能看到其他事务已经提交的对已有记录的更新。
D.Read Uncommitted（读未提交数据）：一个事务在执行过程中可以看到其他事务没有提交的新插入的记录，而且能看到其他事务没有提交的对已有记录的更新。

3.MySQL Fabric

简介：

为了实现和方便管理MySQL 分片以及实现高可用部署，Oracle在2014年5月推出了一套为各方寄予厚望的MySQL产品 -- MySQL Fabric, 用来管理MySQL 服务，提供扩展性和容易使用的系统，Fabric当前实现了两个特性：高可用和使用数据分片实现可扩展性和负载均衡，这两个特性能单独使用或结合使用。

MySQL Fabric 使用了一系列的python脚本实现。

应用案例：由于该方案在去年才推出，目前在网上暂时没搜索到有大公司的应用案例。

架构及实现原理：

Fabric支持实现高可用性的架构图如下：

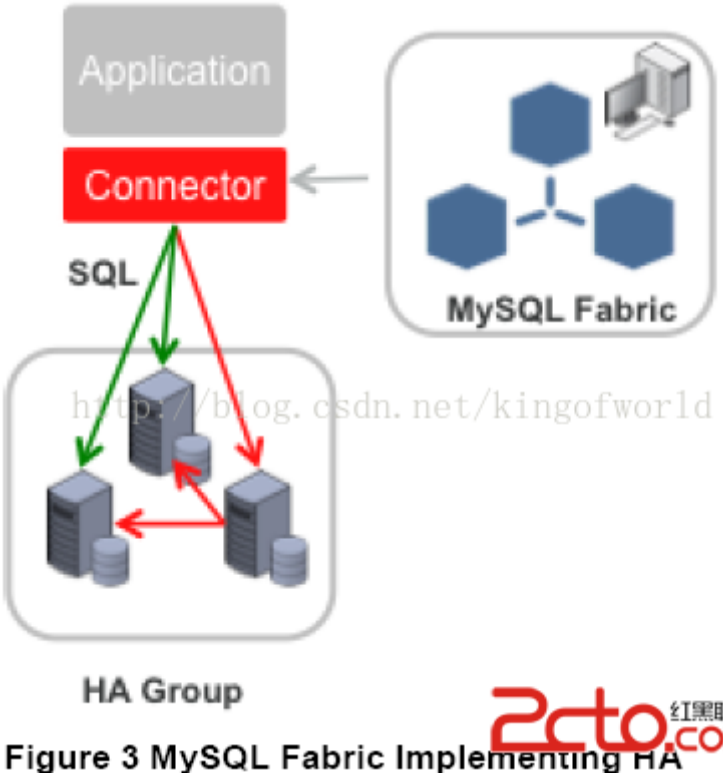
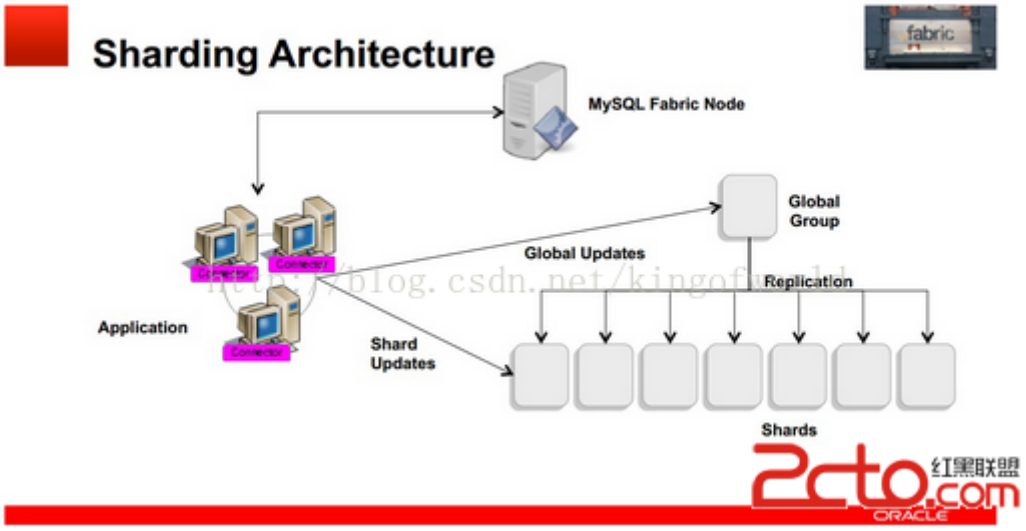


Figure 3 MySQL Fabric Implementing HA

Fabric使用HA组实现高可用性，其中一台是主服务器，其他是备份服务器， 备份服务器通过同步复制实现数据冗余。应用程序使用特定的驱动，连接到Fabric 的Connector组件，当主服务器发生故障后，Connector自动升级其中一个备份服务器为主服务器，应用程序无需修改。

Fabric支持可扩展性及负载均衡的架构如下：



分片架构图：

使用多个HA 组实现分片，每个组之间分担不同的分片数据（组内的数据是冗余的，这个在高可用性中已经提到）
应用程序只需向connector发送query和insert等语句，Connector通过MasterGroup自动分配这些数据到各个组，或从各个组中组合符合条件的数据，返回给应用程序。

缺点及限制：
影响比较大的两个限制是：

自增长键不能作为分片的键；事务及查询只支持在同一个分片内，事务中更新的数据不能跨分片，查询语句返回的数据也不能跨分片。

MySQL Fabric

4 Current Limitations

The initial version of MySQL Fabric is designed to be simple, robust and able to scale to thousands of MySQL Servers. This approach means that this version has a number of limitations, which are described here:

- Sharding is not completely transparent to the application. While the application need not be aware of which server stores a set of rows and it doesn't need to be concerned when that data is moved, it does need to provide the sharding key when accessing the database.
- Auto-increment columns cannot be used as a sharding key

测试高可用性

服务器架构：

功能	IP	Port
Backing store(保存各服务器配置信息)	200.200.168.24	3306
Fabric 管理进程（Connector）	200.200.168.24	32274
HA Group 1 -- Master	200.200.168.23	3306
HA Group 1 -- Slave	200.200.168.25	3306

安装过程省略，下面讲述如何设置高可用组、添加备份服务器等过程

首先，创建高可用组，例如组名group_id-1，命令：

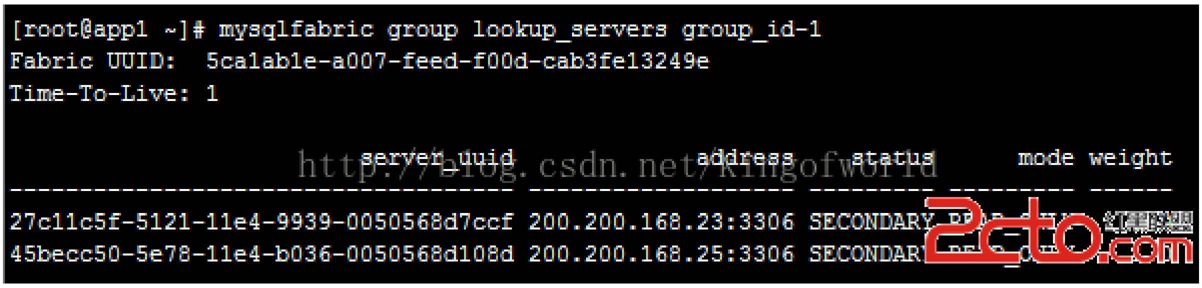
mysqlfabric group create group_id-1

往组内group_id-1添加机器200.200.168.25和200.200.168.23：

mysqlfabric group add group_id-1 200.200.168.25:3306

mysqlfabric group add group_id-1 200.200.168.23:3306

然后查看组内机器状态：



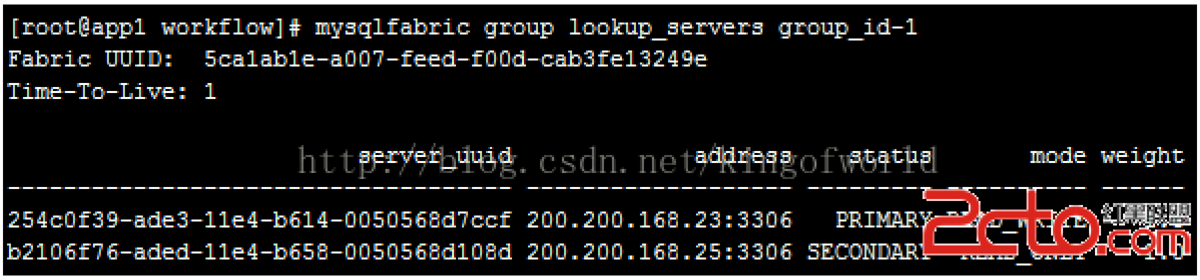
```
[root@app1 ~]# mysqlfabric group lookup_servers group_id-1
Fabric UUID:  5ca1ab1e-a007-feed-f00d-cab3fe13249e
Time-To-Live: 1

                         server_uuid             address  status       mode weight
------------------------------------ ------------------- --------- ---------- ------
27c11c5f-5121-11e4-9939-0050568d7ccf 200.200.168.23:3306 SECONDARY
45becc50-5e78-11e4-b036-0050568d108d 200.200.168.25:3306 SECONDARY
```

由于未设置主服务器，两个服务的状态都是SECONDARY

提升其中一个为主服务器：

mysqlfabric group promote group_id-1 --slave_id 00f9831f-d602-11e3-b65e-0800271119cb

然后再查看状态：



```
[root@app1 workflow]# mysqlfabric group lookup_servers group_id-1
Fabric UUID:  5ca1ab1e-a007-feed-f00d-cab3fe13249e
Time-To-Live: 1

                         server_uuid             address  status       mode weight
------------------------------------ ------------------- --------- ---------- ------
254c0f39-ade3-11e4-b614-0050568d7ccf 200.200.168.23:3306   PRIMARY
b2106f76-aded-11e4-b658-0050568d108d 200.200.168.25:3306 SECONDARY
```

设置成主服务器的服务已经变成Primary。

另外，mode属性表示该服务器是可读写（READ_WRITE)，或只读(READ_ONLY)，只读表示可以分摊查询数据的压力；只有主服务器能设置成可读写（READ_WRITE)。

这时检查25服务器的slave状态：

可以看到它的主服务器已经指向23

然后激活故障自动切换功能：

mysqlfabric group activate group_id-1

激活后即可测试服务的高可以性

首先，进行状态测试：

停止主服务器23

然后查看状态：

可以看到，这时将25自动提升为主服务器。

但如果将23恢复起来后，需要手动重新设置23为主服务器。

实时性测试：

目的：测试在主服务更新数据后，备份服务器多久才显示这些数据

测试案例：使用java代码建连接，往某张表插入100条记录，看备份服务器多久才能同步这100条

数据
测试结果：
表中原来有101条数据，运行程序后，查看主服务器的数据条数：

可见主服务器当然立即得到更新。

查看备份服务器的数据条数：

但备份服务器等待了1-2分钟才同步完成（可以看到fabric使用的是异步复制，这是默认方式，性能较好，主服务器不用等待备份服务器返回，但同步速度较慢）

对于从服务器同步数据稳定性问题，有以下解决方案：

使用半同步加强数据一致性：异步复制能提供较好的性能，但主库只是把binlog日志发送给从库，动作就结束了，不会验证从库是否接收完毕，风险较高。半同步复制会在发送给从库后，等待从库发送确认信息后才返回。可以设置从库中同步日志的更新方式，从而减少从库同步的延迟，加快同步速度。 安装半同步复制：
在mysql中运行
install plugin rpl_semi_sync_master soname 'semisync_master.so';
install plugin rpl_semi_sync_slave soname 'semisync_slave.so';
SET GLOBAL rpl_semi_sync_master_enabled=ON;
SET GLOBAL rpl_semi_sync_slave_enabled=ON;
修改my.cnf ：
rpl_semi_sync_master_enabled=1
rpl_semi_sync_slave_enabled=1
sync_relay_log=1
sync_relay_log_info=1
sync_master_info=1

稳定性测试：
测试案例：使用java代码建连接，往某张表插入1w条记录，插入过程中将其中的master服务器停了，看备份服务器是否有这1w笔记录
测试结果，停止主服务器后，java程序抛出异常：

但这时再次发送sql命令，可以成功返回。证明只是当时的事务失败了。连接切换到了备份服务器，仍然可用。
翻阅了mysql文档，有章节说明了这个问题：

里面提到：当主服务器当机时，我们的应用程序虽然是不需做任何修改的，但在主服务器被备份服务器替换前，某些事务会丢失，这些可以作为正常的mysql错误来处理。

数据完整性校验：
测试主服务器停止后，备份服务器是否能够同步所有数据。
重启了刚才停止主服务器后，查看记录数

可以看到在插入1059条记录后被停止了。

现在看看备份服务器的记录数是多少，看看在主服务器当机后是否所有数据都能同步过来

大约经过了几十秒，才同步完，数据虽然不是立即同步过来，但没有丢失。

1.2、分片：如何支持可扩展性和负载均衡
fabric分片简介：当一台机器或一个组承受不了服务压力后，可以添加服务器分摊读写压力，通过Fabirc的分片功能可以将某些表中数据分散存储到不同服务器。我们可以设定分配数据存储的规则，通过在表中设置分片key设置分配的规则。另外，有些表的数据可能并不需要分片存储，需要将整张表存储在同一个服务器中，可以将设置一个全局组（Global Group）用于存储这些数据，存储到全局组的数据会自动拷贝到其他所有的分片组中。

4.Galera Cluster

简介：

Galera Cluster号称是世界上最先进的开源数据库集群方案

主要优点及特性：

真正的多主服务模式：多个服务能同时被读写，不像Fabric那样某些服务只能作备份用同步复制：无延迟复制，不会产生数据丢失热备用：当某台服务器当机后，备用服务器会自动接管，不会产生任何当机时间自动扩展节点：新增服务器时，不需手工复制数据库到新的节点支持InnoDB引擎对应用程序透明：应用程序不需作修改

架构及实现原理：
首先，我们看看传统的基于mysql Replication（复制）的架构图：

Replication方式是通过启动复制线程从主服务器上拷贝更新日志，让后传送到备份服务器上执行，这种方式存在事务丢失及同步不及时的风险。Fabric以及传统的主从复制都是使用这种实现方式。

而Galera则采用以下架构保证事务在所有机器的一致性：

客户端通过Galera Load Balancer访问数据库，提交的每个事务都会通过wsrep API 在所有服务器中执行，要不所有服务器都执行成功，要不就所有都回滚，保证所有服务的数据一致性，而且所有服务器同步实时更新。

缺点及限制：

由于同一个事务需要在集群的多台机器上执行，因此网络传输及并发执行会导致性能上有一定的消耗。所有机器上都存储着相同的数据，全冗余。若一台机器既作为主服务器，又作为备份服务器，出现乐观锁导致rollback的概率会增大，编写程序时要小心。不支持的SQL：LOCK / UNLOCK TABLES / GET_LOCK(), RELEASE_LOCK()…不支持XA Transaction
目前基于Galera Cluster的实现方案有三种：Galera Cluster for MySQL、Percona XtraDB Cluster、MariaDB Galera Cluster。
我们采用较成熟、应用案例较多的Percona XtraDB Cluster。
应用案例：
超过2000多家外国企业使用：

包括：

集群部署架构：

功能	IP	Port
Backing store(保存各服务器配置信息)	200.200.168.24	3306
Fabric 管理进程（Connector）	200.200.168.24	32274
HA Master 1	200.200.168.24	3306
HA Master 2	200.200.168.25	3306
HA Master 3	200.200.168.23	3306

4.1、测试数据同步

在机器24上创建一个表：

立即在25 中查看，可见已被同步创建

使用Java代码在24服务器上插入100条记录

立即在25服务器上查看记录数

可见数据同步是立即生效的。

4.2、测试添加集群节点

添加一个集群节点的步骤很简单，只要在新加入的机器上部署好Percona XtraDB Cluster，然后启动，系统将自动将现存集群中的数据同步到新的机器上。

现在为了测试，先将其中一个节点服务停止：

然后使用java代码在集群上插入100W数据

查看100w数据的数据库大小：

这时启动另外一个节点，启动时即会自动同步集群的数据：

启动只需20秒左右，查看数据大小一致，查看表记录数，也已经同步过来

5.对比总结

	MySQL Fabric	Galera Cluster
使用案例	2014年5月才推出，目前在网上暂时没搜索到有大公司的应用案例	方案较成熟，外国多家互联网公司使用
数据备份的实时性	由于使用异步复制，一般延时几十秒，但数据不会丢失。	实时同步，数据不会丢失
数据冗	使用分片，通过设置分片key规则可以将同一	每个节点全冗余，没有分片

余	张表的不同数据分散在多台机器中	
高可用性	通过Fabric Connector实现主服务器当机后的自动切换，但由于备份延迟，切换后可能不能立即查询数据	使用HAProxy实现。由于实时同步，切换的可用性更高。
可伸缩性	添加节点后，需要先手工复制集群数据	扩展节点十分方便，启动节点时自动同步集群数据，100w数据（100M）只需20秒左右
负载均衡	通过HASharding实现	使用HAProxy实现负载均衡
程序修改	需要切换成jdbc:mysql:fabric的jdbc类和url	程序无需修改
性能对比	使用java直接用jdbc插入100条记录，大概2000+ms	跟直接操作mysql一样，直接用jdbc插入100条记录，大概600ms

6.实践应用

综合考虑上面方案的优缺点，我们比较偏向选择Galera 如果只有两台数据库服务器，考虑采用以下数据库架构实现高可用性、负载均衡和动态扩展：

如果三台机器可以考虑：