尚硅谷大数据技术之 Canal

(作者：尚硅谷研究院)

版本 3.0

第 1 章 Canal 入门

1.1 什么是 Canal

阿里巴巴 B2B 公司，因为业务的特性，卖家主要集中在国内，买家主要集中在国外，所以衍生出了同步杭州和美国异地机房的需求，从 2010 年开始，阿里系公司开始逐步的尝试基于数据库的日志解析，获取增量变更进行同步，由此衍生出了增量订阅&消费的业务。

Canal 是用 Java 开发的基于数据库增量日志解析，提供增量数据订阅&消费的中间件。目前。Canal 主要支持了 MySQL 的 Binlog 解析，解析完成后才利用 Canal Client 来处理获得的相关数据。（数据库同步需要阿里的 Otter 中间件，基于 Canal）。

1.2 MySQL 的 Binlog

1.2.1 什么是 Binlog

MySQL 的二进制日志可以说 MySQL 最重要的日志了，它记录了所有的 DDL 和 DML(除了数据查询语句)语句，以事件形式记录，还包含语句所执行的消耗的时间，MySQL 的二进制日志是事务安全型的。

一般来说开启二进制日志大概会有 1%的性能损耗。二进制有两个最重要的使用场景:

其一：MySQL Replication 在 Master 端开启 Binlog，Master 把它的二进制日志传递给 Slaves 来达到 Master-Slave 数据一致的目的。

其二：自然就是数据恢复了，通过使用 MySQL Binlog 工具来使恢复数据。

二进制日志包括两类文件：二进制日志索引文件（文件名后缀为.index）用于记录所有的二进制文件，二进制日志文件（文件名后缀为.00000*）记录数据库所有的 DDL 和 DML(除了数据查询语句)语句事件。

1.2.2 Binlog 的分类

MySQL Binlog 的格式有三种，分别是 STATEMENT,MIXED,ROW。在配置文件中可以选择配置 binlog_format= statement|mixed|row。三种格式的区别：

1）statement：语句级，binlog 会记录每次一执行写操作的语句。相对 row 模式节省空间，但是可能产生不一致性，比如“update tt set create_date=now()”，如果用 binlog 日志进行恢复，由于执行时间不同可能产生的数据就不同。

优点：节省空间。

缺点：有可能造成数据不一致。

2）row：行级， binlog 会记录每次操作后每行记录的变化。

优点：保持数据的绝对一致性。因为不管 sql 是什么，引用了什么函数，他只记录执行后的效果。

缺点：占用较大空间。

3）mixed：statement 的升级版，一定程度上解决了，因为一些情况而造成的 statement 模式不一致问题，默认还是 statement，在某些情况下譬如：当函数中包含 UUID() 时；包含 AUTO_INCREMENT 字段的表被更新时；执行 INSERT DELAYED 语句时；用 UDF 时；会按照 ROW 的方式进行处理

优点：节省空间，同时兼顾了一定的一致性。

缺点：还有些极个别情况依旧会造成不一致，另外 statement 和 mixed 对于需要对 binlog 的监控的情况都不方便。

综合上面对比，Canal 想做监控分析，选择 row 格式比较合适。

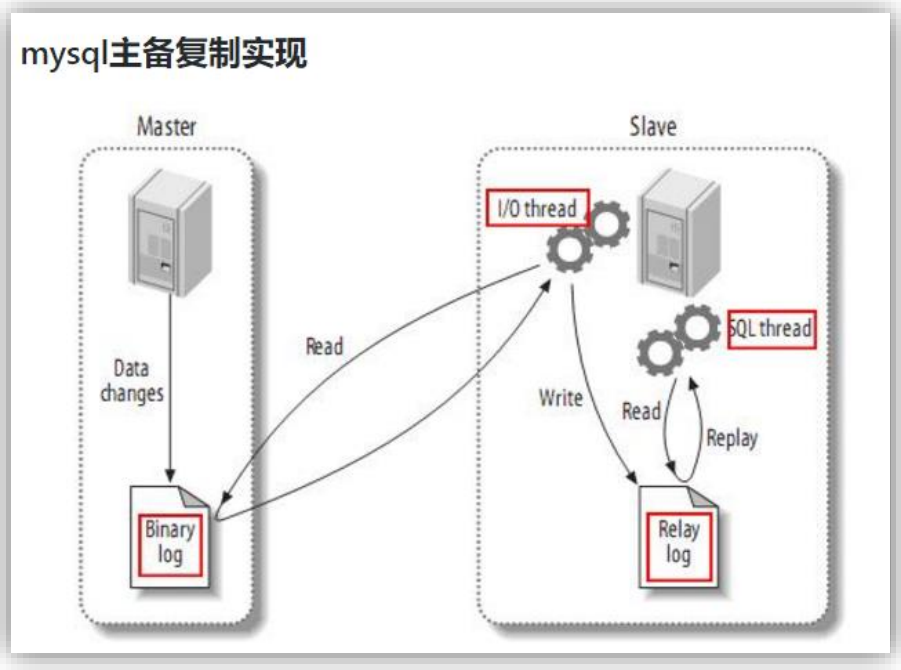
1.3 Canal 的工作原理

1.3.1 MySQL 主从复制过程

1）Master 主库将改变记录，写到二进制日志(Binary Log)中；

2）Slave 从库向 MySQL Master 发送 dump 协议，将 Master 主库的 binary log events 拷贝到它的中继日志(relay log)；

3）Slave 从库读取并重做中继日志中的事件，将改变的数据同步到自己的数据库。



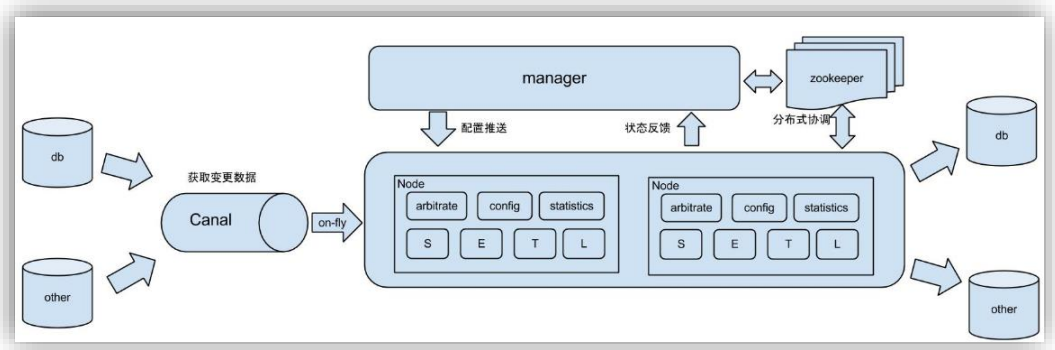
1.3.2 Canal 的工作原理

很简单，就是把自己伪装成 Slave，假装从 Master 复制数据。

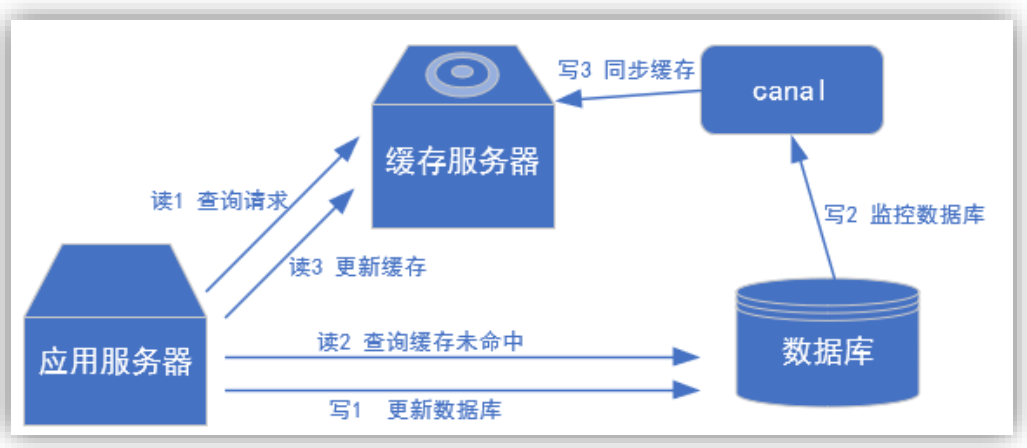
1.4 使用场景

1）原始场景： 阿里 Otter 中间件的一部分

Otter 是阿里用于进行异地数据库之间的同步框架，Canal 是其中一部分。



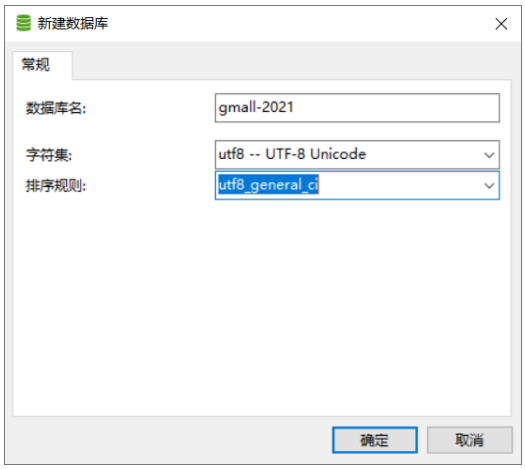
2）常见场景 1：更新缓存



3）常见场景 2：抓取业务表的新增变化数据，用于制作实时统计（我们就是这种场景）

第 2 章 MySQL 的准备

2.1 创建数据库



2.2 创建数据表

```
CREATE TABLE user_info(
    `id` VARCHAR(255),
    `name` VARCHAR(255),
    `sex` VARCHAR(255)
);
```

2.3 修改配置文件开启 Binlog

```
[atguigu@hadoop102 module]$ sudo vim /etc/my.cnf
server-id=1
log-bin=mysql-bin
binlog_format=row
binlog-do-db=gmall-2021
```

注意：binlog-do-db 根据自己的情况进行修改，指定具体要同步的数据库，如果不配置则表示所有数据库均开启 Binlog

2.4 重启 MySQL 使配置生效

```
sudo systemctl restart mysqld
```

到/var/lib/mysql 目录下查看初始文件大小 154

```
[atguigu@hadoop102 lib]$ pwd
/var/lib
[atguigu@hadoop102 lib]$ sudo ls -l mysql
总用量 474152
-rw-r-----. 1 mysql mysql      56 8月   7 2020 auto.cnf
drwxr-x---. 2 mysql mysql    4096 9月  25 2020 azkaban
-rw-------. 1 mysql mysql    1680 8月   7 2020 ca-key.pem
-rw-r--r--. 1 mysql mysql    1112 8月   7 2020 ca.pem
drwxr-x---  2 mysql mysql    4096 8月  18 16:56 cdc_test
-rw-r--r--. 1 mysql mysql    1112 8月   7 2020 client-cert.pem
-rw-------. 1 mysql mysql    1676 8月   7 2020 client-key.pem
drwxr-x---. 2 mysql mysql    4096 9月  25 2020 gmall_report
-rw-r-----  1 mysql mysql    1085 12月  1 09:12 ib_buffer_pool
-rw-r-----. 1 mysql mysql 79691776 12月 13 08:45 ibdata1
-rw-r-----. 1 mysql mysql 50331648 12月 13 08:45 ib_logfile0
-rw-r-----. 1 mysql mysql 50331648 12月 13 08:45 ib_logfile1
-rw-r-----  1 mysql mysql 12582912 12月 13 08:45 ibtmp1
drwxr-x---  2 mysql mysql    4096 9月  22 15:30 maxwell
drwxr-x---. 2 mysql mysql    4096 8月  12 2020 metastore
drwxr-x---. 2 mysql mysql    4096 9月  22 15:43 mysql
-rw-r-----. 1 mysql mysql     154 12月 13 08:45 mysql-bin.000001
-rw-r-----  1 mysql mysql      19 12月 13 08:45 mysql-bin.index
srwxrwxrwx  1 mysql mysql       0 12月 13 08:45 mysql.sock
-rw-------  1 mysql mysql       5 12月 13 08:45 mysql.sock.lock
drwxr-x---. 2 mysql mysql    4096 8月   7 2020 performance_schema
-rw-------. 1 mysql mysql    1680 8月   7 2020 private_key.pem
-rw-r--r--. 1 mysql mysql     452 8月   7 2020 public_key.pem
-rw-r--r--. 1 mysql mysql    1112 8月   7 2020 server-cert.pem
-rw-------. 1 mysql mysql    1680 8月   7 2020 server-key.pem
drwxr-x---. 2 mysql mysql   12288 8月   7 2020 sys
drwxr-x---  2 mysql mysql    4096 2月   2 2021 test
[atguigu@hadoop102 lib]$
```

2.5 测试 Binlog 是否开启

1）插入数据

```
INSERT INTO user_info VALUES('1001','zhangsan','male');
```

2）再次到/var/lib/mysql 目录下，查看 index 文件的大小

```
[atguigu@hadoop102 lib]$ sudo ls -l mysql
总用量 474152
-rw-r-----. 1 mysql mysql      56 8月   7 2020 auto.cnf
drwxr-x---. 2 mysql mysql    4096 9月  25 2020 azkaban
```

```
-rw-------. 1 mysql mysql     1680 8月   7 2020 ca-key.pem
-rw-r--r--. 1 mysql mysql     1112 8月   7 2020 ca.pem
drwxr-x---  2 mysql mysql     4096 8月  18 16:56 cdc_test
-rw-r--r--. 1 mysql mysql     1112 8月   7 2020 client-cert.pem
-rw-------. 1 mysql mysql     1676 8月   7 2020 client-key.pem
drwxr-x---. 2 mysql mysql     4096 9月  25 2020 gmall_report
-rw-r-----  1 mysql mysql     1085 12月  1 09:12 ib_buffer_pool
-rw-r-----. 1 mysql mysql 79691776 12月 13 08:45 ibdata1
-rw-r-----. 1 mysql mysql 50331648 12月 13 08:45 ib_logfile0
-rw-r-----. 1 mysql mysql 50331648 12月 13 08:45 ib_logfile1
-rw-r-----  1 mysql mysql 12582912 12月 13 08:45 ibtmp1
drwxr-x---  2 mysql mysql     4096 9月  22 15:30 maxwell
drwxr-x---. 2 mysql mysql     4096 8月  12 2020 metastore
drwxr-x---. 2 mysql mysql     4096 9月  22 15:43 mysql
-rw-r-----. 1 mysql mysql      452 12月 13 08:45 mysql-bin.000001
-rw-r-----  1 mysql mysql       19 12月 13 08:45 mysql-bin.index
srwxrwxrwx  1 mysql mysql        0 12月 13 08:45 mysql.sock
-rw-------  1 mysql mysql        5 12月 13 08:45 mysql.sock.lock
drwxr-x---. 2 mysql mysql     4096 8月   7 2020 performance_schema
-rw-------. 1 mysql mysql     1680 8月   7 2020 private_key.pem
-rw-r--r--. 1 mysql mysql      452 8月   7 2020 public_key.pem
-rw-r--r--. 1 mysql mysql     1112 8月   7 2020 server-cert.pem
-rw-------. 1 mysql mysql     1680 8月   7 2020 server-key.pem
drwxr-x---. 2 mysql mysql    12288 8月   7 2020 sys
drwxr-x---  2 mysql mysql     4096 2月   2 2021 test
[atguigu@hadoop102 lib]$
```

2.6 赋权限

在 MySQL 中执行

```
mysql> set global validate_password_length=4;
mysql> set global validate_password_policy=0;
mysql> GRANT SELECT, REPLICATION SLAVE, REPLICATION CLIENT ON *.* TO
'canal'@'%' IDENTIFIED BY 'canal' ;
```

第 3 章 Canal 的下载和安装

3.1 下载并解压 Jar 包

https://github.com/alibaba/canal/releases

我们直接/2.资料下的 canal.deployer-1.1.2.tar.gz 拷贝到/opt/sortware 目录下，然后解压到/opt/module/canal 包下

注意：canal 解压后是分散的，我们在指定解压目录的时候需要将 canal 指定上

```
[atguigu@hadoop102 software]$ mkdir /opt/module/canal
[atguigu@hadoop102 software]$ tar -zxvf canal.deployer-1.1.2.tar.gz -C
/opt/module/canal
```

3.2 修改 canal.properties 的配置

```
[atguigu@hadoop102 conf]$ pwd
/opt/module/canal/conf
[atguigu@hadoop102 conf]$ vim canal.properties
#################################################
#########       common argument     #############
#################################################
canal.id = 1
canal.ip =
canal.port = 11111
canal.metrics.pull.port = 11112
canal.zkServers =
# flush data to zk
canal.zookeeper.flush.period = 1000
canal.withoutNetty = false
# tcp, kafka, RocketMQ
canal.serverMode = tcp
# flush meta cursor/parse position to file
```

说明：这个文件是 canal 的基本通用配置，canal 端口号默认就是 11111，修改 canal 的输出 model，默认 tcp，改为输出到 kafka

多实例配置如果创建多个实例，通过前面 canal 架构，我们可以知道，一个 canal 服务中可以有多个 instance，conf/下的每一个 example 即是一个实例，每个实例下面都有独立的配置文件。默认只有一个实例 example，如果需要多个实例处理不同的 MySQL 数据的话，直接拷贝出多个 example，并对其重新命名，命名和配置文件中指定的名称一致，然后修改 canal.properties 中的 canal.destinations=实例 1，实例 2，实例 3。

```
#################################################
#########       destinations        #############
#################################################
canal.destinations = example
```

3.3 修改 instance.properties

我们这里只读取一个 MySQL 数据，所以只有一个实例，这个实例的配置文件在 conf/example 目录下

```
[atguigu@hadoop102 example]$ pwd
/opt/module/canal/conf/example
[atguigu@hadoop102 example]$ vim instance.properties
```

1）配置 MySQL 服务器地址

```
#################################################
## mysql serverId , v1.0.26+ will autoGen
canal.instance.mysql.slaveId=20

# enable gtid use true/false
canal.instance.gtidon=false

# position info
canal.instance.master.address=hadoop102:3306
```

2）配置连接 MySQL 的用户名和密码，默认就是我们前面授权的 canal

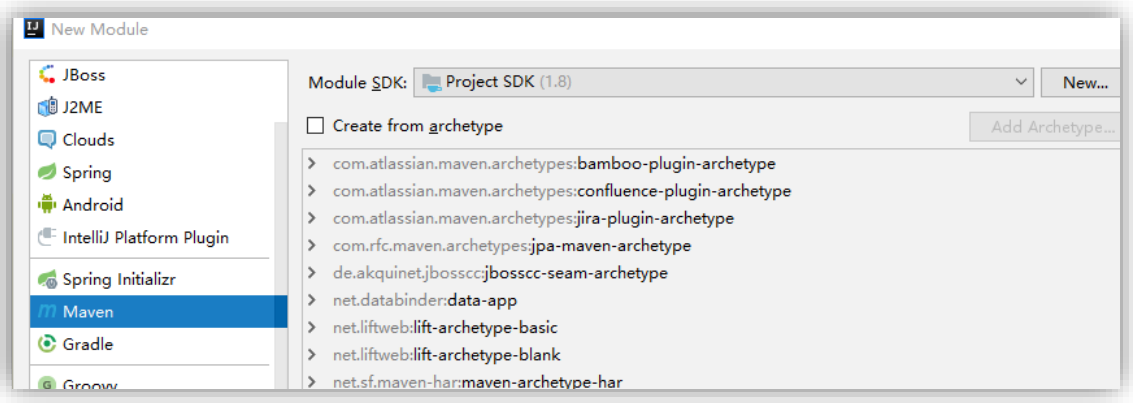
```
# username/password
```

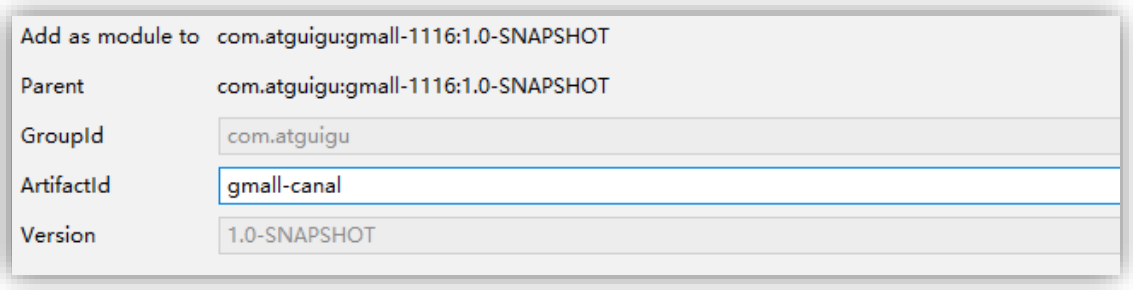
```
canal.instance.dbUsername=canal
canal.instance.dbPassword=canal
canal.instance.connectionCharset = UTF-8
canal.instance.defaultDatabaseName =test
# enable druid Decrypt database password
canal.instance.enableDruid=false
```

第 4 章 实时监控测试

4.1 TCP 模式测试

4.1.1 创建 gmall-canal 项目





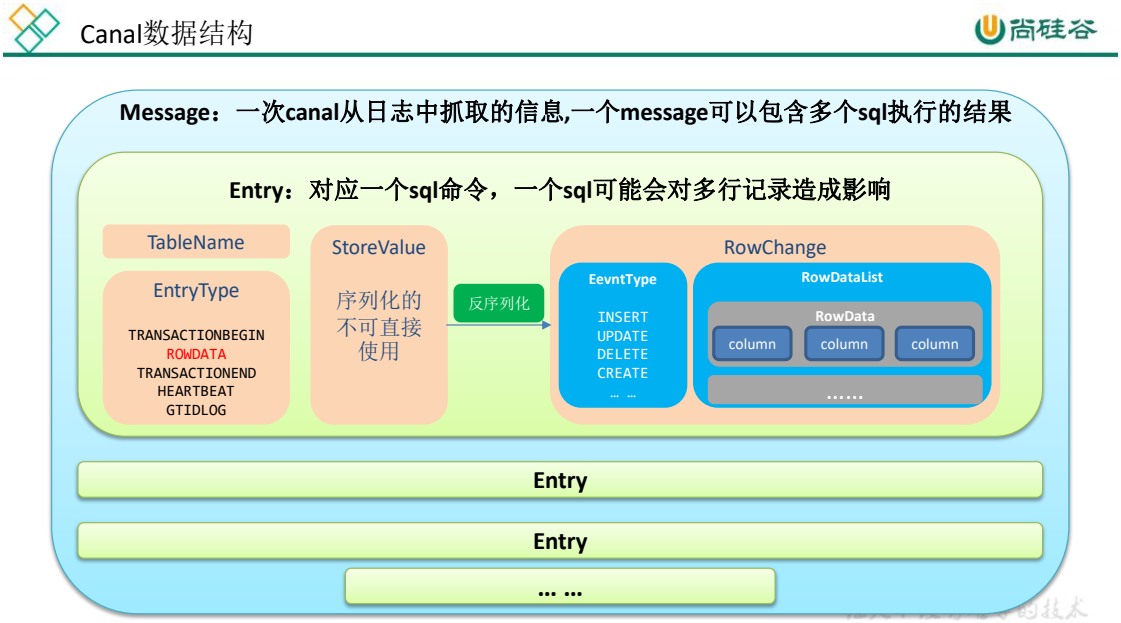
4.1.2 在 gmall-canal 模块中配置 pom.xml

```
<dependencies>
    <dependency>
        <groupId>com.alibaba.otter</groupId>
        <artifactId>canal.client</artifactId>
        <version>1.1.2</version>
    </dependency>

    <dependency>
        <groupId>org.apache.kafka</groupId>
        <artifactId>kafka-clients</artifactId>
        <version>2.4.1</version>
    </dependency>
</dependencies>
```

4.1.3 通用监视类 –CanalClient

1）Canal 封装的数据结构



2）在 gmall-canal 模块下创建 com.atguigu.app 包，并在包下创建 CanalClient（java 代码）

代码如下：

```
import com.alibaba.fastjson.JSONObject;
import com.alibaba.otter.canal.client.CanalConnector;
import com.alibaba.otter.canal.client.CanalConnectors;
import com.alibaba.otter.canal.protocol.CanalEntry;
import com.alibaba.otter.canal.protocol.Message;
import com.atguigu.constants.GmallConstants;
import com.atguigu.utils.MyKafkaSender;
import com.google.protobuf.ByteString;
import com.google.protobuf.InvalidProtocolBufferException;

import java.net.InetSocketAddress;
import java.util.List;
import java.util.Random;

public class CanalClient {
    public static void main(String[] args) throws
InvalidProtocolBufferException {

        //1.获取 canal 连接对象
        CanalConnector canalConnector =
CanalConnectors.newSingleConnector(new
InetSocketAddress("hadoop102", 11111), "example", "", "");

        while (true) {
            //2.获取连接
            canalConnector.connect();
```

```
            //3.指定要监控的数据库
            canalConnector.subscribe("gmall.*");

            //4.获取 Message
            Message message = canalConnector.get(100);

            List<CanalEntry.Entry> entries = message.getEntries();
            if (entries.size() <= 0) {
                System.out.println("没有数据，休息一会");
                try {
                    Thread.sleep(1000);
                } catch (InterruptedException e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            } else {
                for (CanalEntry.Entry entry : entries) {

                    //TODO 获取表名
                    String                tableName                =
entry.getHeader().getTableName();

                    // TODO Entry 类型
                    CanalEntry.EntryType          entryType          =
entry.getEntryType();

                    // TODO 判断 entryType 是否为 ROWDATA
                    if
(CanalEntry.EntryType.ROWDATA.equals(entryType)) {

                        // TODO 序列化数据
                        ByteString storeValue = entry.getStoreValue();

                        // TODO 反序列化
                        CanalEntry.RowChange        rowChange        =
CanalEntry.RowChange.parseFrom(storeValue);
                        //TODO 获取事件类型
                        CanalEntry.EventType        eventType        =
rowChange.getEventType();

                        //TODO 获取具体的数据
                        List<CanalEntry.RowData>    rowDatasList    =
rowChange.getRowDatasList();
                        //TODO 遍历并打印数据
                        for (CanalEntry.RowData rowData : rowDatasList)
{
                            List<CanalEntry.Column> beforeColumnsList =
rowData.getBeforeColumnsList();
                            JSONObject beforeData = new JSONObject();
                            for     (CanalEntry.Column     column     :
beforeColumnsList) {
                                beforeData.put(column.getName(),
column.getValue());
                            }
```

```
                        JSONObject afterData = new JSONObject();
                        List<CanalEntry.Column> afterColumnsList =
rowData.getAfterColumnsList();
                        for     (CanalEntry.Column     column     :
afterColumnsList) {
                            afterData.put(column.getName(),
column.getValue());
                        }
                        System.out.println("TableName:" + tableName
+
                                ",EventType:" + eventType +
                                ",After:" + beforeData +
                                ",After:" + afterData);
                    }
                }
            }
        }
    }
}
```

4.2 Kafka 模式测试

1）修改 canal.properties 中 canal 的输出 model，默认 tcp，改为输出到 kafka

```
#################################################
#########       common argument     #############
#################################################
canal.id = 1
canal.ip =
canal.port = 11111
canal.metrics.pull.port = 11112
canal.zkServers =
# flush data to zk
canal.zookeeper.flush.period = 1000
canal.withoutNetty = false
# tcp, kafka, RocketMQ
canal.serverMode = kafka
# flush meta cursor/parse position to file
```

2）修改 Kafka 集群的地址

```
#################################################
#########           MQ          #############
#################################################
canal.mq.servers = hadoop102:9092,hadoop103:9092,hadoop104:9092
```

3）修改 instance.properties 输出到 Kafka 的主题以及分区数

```
# mq config
canal.mq.topic=canal_test
canal.mq.partitionsNum=1

# hash partition config
#canal.mq.partition=0
#canal.mq.partitionHash=mytest.person:id,mytest.role:id
```

注意：默认还是输出到指定 Kafka 主题的一个 kafka 分区，因为多个分区并行可能会打乱 binlog 的顺序，如果要提高并行度，首先设置 kafka 的分区数>1,然后设置 canal.mq.partitionHash 属性

4）启动 Canal

```
[atguigu@hadoop102 example]$ cd /opt/module/canal/
[atguigu@hadoop102 canal]$ bin/startup.sh
```

5）看到 CanalLauncher 你表示启动成功，同时会创建 canal_test 主题

```
[atguigu@hadoop102 canal]$ jps
2269 Jps
2253 CanalLauncher
[atguigu@hadoop102 canal]$
```

6）启动 Kafka 消费客户端测试，查看消费情况

```
[atguigu@hadoop102 kafka]$ bin/kafka-console-consumer.sh --bootstrap-server
hadoop102:9092 --topic canal_test
```

7）向 MySQL 中插入数据后查看消费者控制台

插入数据

```
INSERT INTO user_info
VALUES('1001','zhangsan','male'),('1002','lisi','female');
```

Kafka 消费者控制台

```
{"data":[{"id":"1001","name":"zhangsan","sex":"male"},{"id":"1002
","name":"lisi","sex":"female"}],"database":"gmall-
2021","es":1639360729000,"id":1,"isDdl":false,"mysqlType":{"id":"
varchar(255)","name":"varchar(255)","sex":"varchar(255)"},"old":n
ull,"sql":"","sqlType":{"id":12,"name":12,"sex":12},"table":"user
_info","ts":1639361038454,"type":"INSERT"}
```