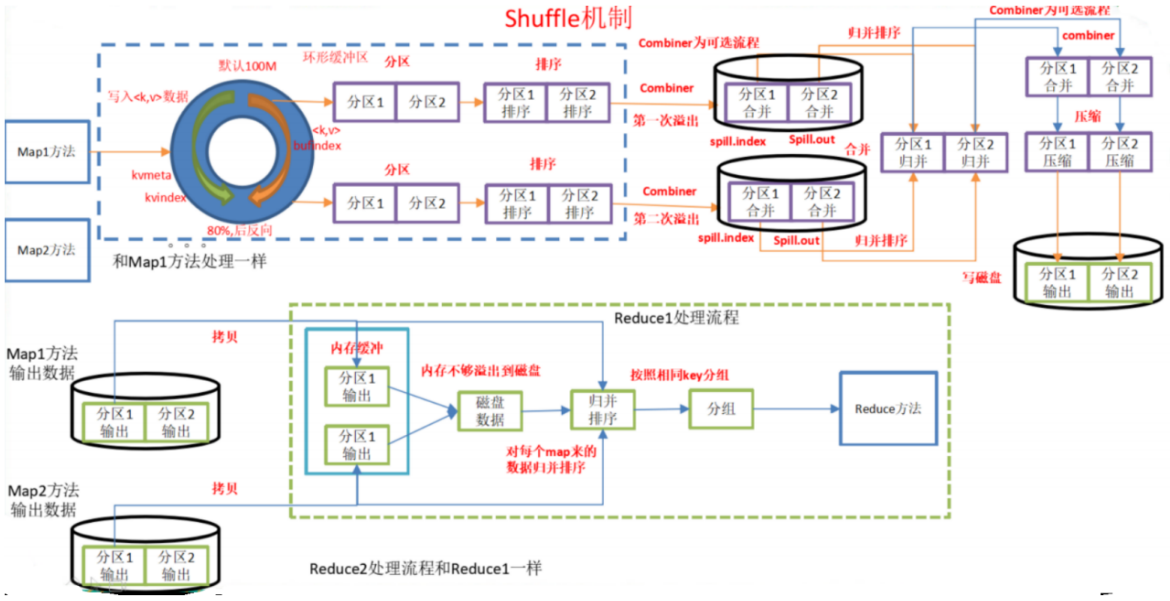
MapReduce5 Shuffle机制

> 前面已经学过大致的Shuffle流程了，不过那只是介绍了整个Shuffle的流程，还没有介绍如何改变Shuffle过程来满足我们的业务需要

回顾Shuffle机制

> MapReduce确保每个Reduce的输入都是按照Key排序的，系统指向排序的过程称为Shuffle。



具体的Shffle过程详解，如下：

1. MapTask收集我们的map()方法输出的kv对，放到内存缓存中
2. 从内存缓冲区不断溢出本地磁盘文件，可能会溢出多个文件
3. 多个溢出文件会被合并成一个大的溢出文件
4. 在溢出过程及合并过程中，都要调用Partitioner进行分区和针对key进行排序
5. ReduceTask根据自己的分区号，去各个MapTask机器上取相应的分区数据
6. ReduceTask会取到同一个分区的来自不同MapTask的结果文件，ReduceTask会将这些文件再进行合并（归并排序）
7. 合并成大文件后，Shufflfflffle的过程也就结束了，后面进入ReduceTask的逻辑运算过程（从文件中取出一个一个的键值对Group，调用用户自定义的reduce()方法）

注意：

> Shufflfflffle中的缓冲区大小会影响到MapReduce程序的执行效率，原则上说，缓冲区越大，磁盘io的次数越少，执行速度就越快。缓冲区的大小可以通过参数调整，参数：io.sort.mb 默认100M。

Partition分区

需求

将统计结果按照手机号前三位不同输出到不同文件中（分区）

需求分析

默认分区是根据key的hashCode对ReduceTasks个数取模得到的，用户没办法控制哪个key存储到哪个分区

```
public class HashPartitioner<k, v> extends Partitioner<k, v>{
    public int getPartition(k key, v value, int numReduceTasks){
        //注意，这里是根据key的值进行hash然后与上整数最大值，最后对数进行分区
        return (key.hashCode() & Integer.MAX_VALUE) % numReduceTasks;
    }
}
```

如果想要自定义分区，就要继承Patitioner,重写getPartition()方法，自己定义分区规则，然后再驱动中设置这个分区类，还要设置对应的ReduceTask个数。

分区总结

- ReduceTask的数量 > getPatition的结果数，则会产生多几个空的输出文件part-r-000Xx
- 1<ReduceTask的数量<getPartition的结果数，则有一部分分区数据无处安放会出现Exception
- ReduceTask的数量=1，则不管Map Task输出多少个分区文件，都交给一个RedcueTask，最终输出一个结果文件part-10000

自定义Partitioner

partitioner代码

```
import org.apache.hadoop.io.Text;
import org.apache.hadoop.mapreduce.Partitioner;

public class ProvincePartitioner extends Partitioner<Text, FlowBean>{
    @Override
    public int getPartition(Text key, FlowBean value, int numPartitions){

        //1. 获取电话号码前三位
        String preNum = key.toString().substring(0, 3);

        //驱动中分区数也要设置正确
        int partition = 4;

        //2.判断是哪个省
        if("136".equals(preNum)){
            partition = 0;
        }else if("137".equals(preNum)){
            partition = 1;
        }else if("138".equals(preNum)){
            partition = 2;
        }else if("139".equals(preNum)){
            partition = 3;
        }
        return partition;
    }
}
```

Driver代码

```
import java.io.IOException;
import org.apache.hadoop.conf.Configuration;
import org.apache.hadoop.fs.Path;
import org.apache.hadoop.io.Text;
```

```
import org.apache.hadoop.mapreduce.Job;
import org.apache.hadoop.mapreduce.lib.input.FileInputFormat;
import org.apache.hadoop.mapreduce.lib.output.FileOutputFormat;

public class FlowsumDriver{
    public static void main(String[] args) throws IllegalArgumentException,
IOException, ClassNotFoundException, InterruptedException{

        //输入输出路径需要根据自己电脑上的实际输入设置
        args = new String[]{"输入1","输出2"};

        //1 获取配置信息，或者job对象实例
        Configuration conf = new Configuration();
        Jon job = Job.getInstance(conf);

        //2 指定程序的jar包所在的本地路径
        job.setJarClass(FlowsumDriver.class);

        //3 指向本业务job要使用的mapper和reducer业务类
        job.setMapperClass(FlowCountMapper.class);
        job.setReducerClass(FlowCountReducer.class);

        //4 指定mapper输出数据的kv类型
        job.setMapOutputKeyClass(Text.class);
        job.setMapOutputValueClass(FlowBean.class);

        //5 指定最终输出的数据的kv类型
        job.setOutputKeyClass(Text.class);
        job.setOutputValueClass(FlowBean.class);

        //6 指定自定义数据分区(注意)
        job.setPartitionerClass(ProvincePartitioner.class);
        // 7 指定相应的数据数量的reducetask
        job.setNumRedcueTask(5);

        //8 指定job的输入输出原始文件的位置
        FileInputFormat.setInputPaths(job, new Path(args[0]));
        FileInputFormat.setOutputPath(job, new Path(args[1]));


        // 7 将job中配置的相关参数，以及job所用的java类所在的jar包， 提交给yarn去运行
        boolean result = job.waitForCompletion(true);
        System.exit(result ? 0 : 1);
    }
}
```

WritableComparable排序

> 排序是MapRedcue框架中最重要的一个操作之一
>
> MapTask和Reducetask均会对数据按照key进行排序（如果我们不想按照key进行排序）
>
> 该操作属于Hadoop的默认行为，任何应用程序中的数据均会被排序，而不管逻辑上是否需要，默认排序是按照字典顺序排序，且实现该排序的方法是快速排序

排序发生的时机

- 对于MapTask，它会将处理的结果暂时放到一个缓冲区，当缓冲区使用率达到一定阈值后，**再对缓冲区的数据进行一次排序**，并将这些有序数据写到磁盘上，而当数据处理完毕后，它会对磁盘上所有文件进行一次合并，以将这些文件合并成一个大的有序文件
- 对于ReduceTask，它从每个MapTask上远程拷贝相应的数据文件，如果文件大小超过一定阈值，则放在磁盘上，否则放到内存中。如果磁盘上文件数目达到阈值，则进行一次合并以生成一个更大文件；如果内存中文件大小或者数目超过一定预支，则进行一次合并后写到磁盘上。当所有数据拷贝完毕后，ReduceTask统一对**内存和磁盘上的所有数据进行一次归并排序。**

排序的分类

- 部分排序MapReduce根据输入记录的键对数据集排序，保证输出的每个文件内部有序。
- 全排序最终输出结果只有一个文件，且文件内部有序，实现方式是只设置一个ReduceTask，但该方法处理大型文件时效率极低，因为一台机器处理所有文件，完全丧失了MapReduce的并行结构
- 辅助排序：（Grouping Comparator分组）

  MapReduce框架在记录到达Reducer之前按照键对记录排序，但键所对应的值并没有排序，一般来说，大多数MapReduce程序会避免让Reduce函数依赖于值得排序，到那时有时候需要通过特定的方法对键进行排序和分组等以实现对值得排序
- 二次排序在自定义排序过程中，如果compare to 中得判断条件为两个即为二次排序

自定义排序WritableComparable全排序

需求

根据手机的总流量进行倒叙排序

输入数据

```
13736230513  2481  24681
13846544121  264   0
13956431312  132   1512
13531213123  7335  110349
```

输出数据

```
13531213123  7335  110349
13736230513  2481  24681
13846544121  264   0
13956431312  132   1512
```

建议

FlowBean 实现 WritableComparable接口重写compareTo方法

```
@Override
public int compareTo(FlowBean o){
    //倒序排列，按照流量从大到小
    return this.sumFlow > o.getSumFlow() ? -1 : 1;
}
```

Mapper类

```
context.write(bean, 手机号)
```

Reducer类

```
//循环输出，避免总流量相同的情况
for(Text text : value){
    context.write(text, key);
}
```

代码

```
import java.io.DataInput;
import java.io.DataOutput;
import java.io.IOException;
import org.apache.hadoop.io.WritableComparable;

public class FlowBean implements WritableComparable<FlowBean>{
    //映射读入数据
    private long upFlow;
    private long downFlow;
    private long sumFlow;

    //反序列化，需要反射调用空构造函数，所以必须有
    public FlowBean(){
        super();
    }

    public FlowBean(long upFlow, long downFlow){
        super();
        this.upFlow = upFlow;
        this.downFlow = downFlow;
        this.sumFlow = upFlow + downFlow;
    }

    public void set(long upFlow, long downFlow){
        super();
        this.upFlow = upFlow;
        this.downFlow = downFlow;
        this.sumFlow = upFlow + downFlow;
    }

    public long getSumFlow(){
        return sumFlow;
    }

    public long setSumFlow(long sumFlow){
        this.sumFlow = sumFlow;
    }

    public long getUpFlow(){
        return upFlow;
    }

    public long setUpFlow(long upFlow){
```

```
        this.upFlow = upFlow;
    }

    public long getDownFlow(){
        return downFlow;
    }

    public long setDownFlow(long downFlow){
        this.downFlow = downFlow;
    }
}

    /*
     * 序列化方法
     * @param out
     * @throws IOException
     */
    @Override
    public void write(DataOutput out) throws IOException{
        out.writeLong(upFlow);
        out.writeLong(downFlow);
        out.writeLong(sumFlow);
    }

    /*
     * 反序列化 注意反序列化的顺序和序列化的顺序完全一致
     * @param in
     *
     */
    @Override
    public void readFields(DataInput in) throws IOException{
        upFlow = in.readLong();
        downFlow = in.readLong();
        sumFlow = in.readLong();
    }

    @Override
    public String toString(){
        return upFlow + "\t" + downFlow +"\t" + sumFlow;
    }

    @Override
    public int compareTo(FlowBean o){
        // 倒叙排列，从大到小，按照总流量排序
        return this.sumFlow > o.getSumFlow() ? -1 : 1;
    }
}
```

Mapper代码

```
import java.io.IOException;
import org.apache.hadoop.io.LongWritable;
import org.apache.hadoop.io.Text;
import org.apache.hadoop.mapreduce.Mapper;

public class FlowCountSortMapper extends Mapper<LongWritable, Text, FlowBean,
Text>{
```

```
    FlowBean bean = new FlowBean();
    Text v = new Text();

    @Override
    protected void map(LongWritable key, Text value, Context context){
        //1 获取一行
        String line = value.toString();

        //2 截取
        String[] fields = line.split("\t");

        //3 封装接口
        String phoneNbr = fields[0];
        long upFlow = Long.parseLong(fields[1]);
        long downFlow = Long.pardeLong(fields[2]);

        bean.set(upFlow, downFlow);
        v.set(phoneNbr);

        //4输出
        context.write(bean. v);
    }
}
```

Reducer代码

```
import java.io.IOException;
import org.apache.hadoop.io.Text;
import org.apache.hadoop.mapreduce.Reducer;

public class FlowCountSortReducer extends Reducer<FlowBean, Text, Text,
FlowBean>{
    @Override
    protected void reduce(FlowBean key, Iteable<Text> values, Context context)
throws IOException, Interruption{

        //循环输出，避免总流量相同
        for(Text text : values){
            context.write(text, key);
        }
    }
}
```

Driver代码

```
import java.io.IOException;
import org.apache.hadoop.conf.Configuration;
import org.apache.hadoop.fs.Path;
import org.apache.hadoop.io.Text;
import org.apache.hadoop.mapreduce.Job;
import org.apache.hadoop.mapreduce.lib.input.FileInputFormat;
import org.apache.hadoop.mapreduce.lib.output.FileOutputFormat;

public class FlowsumDriver{
    public static void main(String[] args) throws IllegalArgumentException,
IOException, ClassNotFoundException, InterruptedException{
```

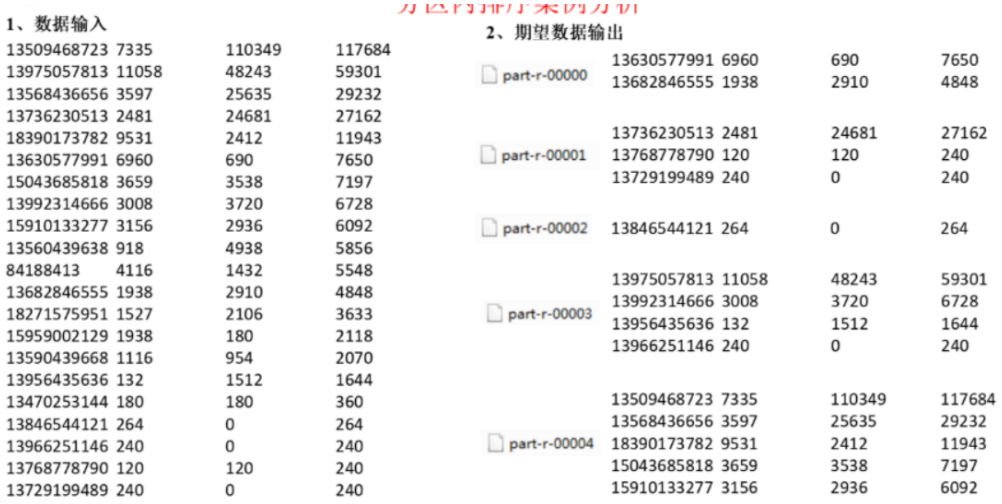
```
        //输入输出路径需要根据自己电脑上的实际输入设置
        args = new String[]{"输入1","输出2"};

        //1 获取配置信息，或者job对象实例
        Configuration conf = new Configuration();
        Jon job = Job.getInstance(conf);

        //2 指定程序的jar包所在的本地路径
        job.setJarClass(FlowCountSortDriver.class);

        //3 指向本业务job要使用的mapper和reducer业务类
        job.setMapperClass(FlowCountSortMapper.class);
        job.setReducerClass(FlowCountSortReducer.class);

        //4 指定mapper输出数据的kv类型
        job.setMapOutputKeyClass(FlowBean.class);
        job.setMapOutputValueClass(Text.class);

        //5 指定最终输出的数据的kv类型
        job.setOutputKeyClass(Text.class);
        job.setOutputValueClass(FlowBean.class);


        //8 指定job的输入输出原始文件的位置
        FileInputFormat.setInputPaths(job, new Path(args[0]));
        FileInputFormat.setOutputPath(job, new Path(args[1]));


        // 7 将job中配置的相关参数，以及job所用的java类所在的jar包， 提交给yarn去运行
        boolean result = job.waitForCompletion(true);
        System.exit(result ? 0 : 1);
    }
}
```

自定义排序WritableComparable 区内排序

需求

其实就是先按照手机号进行分区，然后再进行排序即可，这个和开窗函数现在Partition By在Order By是一样的，后面使用Hive写一条sql直接完成操作，不用使用mapreduce代码，这里这是做一下练习

数据输入与输出



只需要全排序代码基础上加上分区代码即可

Partition代码

```
import org.apache.hadoop.io.Text;
import org.apache.hadoop.mapreduce.Partitioner;

public class FlowSortPartitioner extends Partitioner<Text, FlowBean>{
    @Override
    public int getPartition(Text key, FlowBean value, int numPartitions){

        //1. 获取电话号码前三位
        String preNum = key.toString().substring(0, 3);

        //驱动中分区数也要设置正确
        int partition = 4;

        //2.判断是哪个省
        if("136".equals(preNum)){
            partition = 0;
        }else if("137".equals(preNum)){
            partition = 1;
        }else if("138".equals(preNum)){
            partition = 2;
        }else if("139".equals(preNum)){
            partition = 3;
        }
        return partition;
    }
}
```

Driver代码

```
import java.io.IOException;
import org.apache.hadoop.conf.Configuration;
import org.apache.hadoop.fs.Path;
import org.apache.hadoop.io.Text;
import org.apache.hadoop.mapreduce.Job;
import org.apache.hadoop.mapreduce.lib.input.FileInputFormat;
import org.apache.hadoop.mapreduce.lib.output.FileOutputFormat;

public class FlowsumDriver{
```

```
    public static void main(String[] args) throws IllegalArgumentException,
IOException, ClassNotFoundException, InterruptedException{

        //输入输出路径需要根据自己电脑上的实际输入设置
        args = new String[]{"输入1","输出2"};

        //1 获取配置信息，或者job对象实例
        Configuration conf = new Configuration();
        Jon job = Job.getInstance(conf);

        //2 指定程序的jar包所在的本地路径
        job.setJarClass(FlowCountSortDriver.class);

        //3 指向本业务job要使用的mapper和reducer业务类
        job.setMapperClass(FlowCountSortMapper.class);
        job.setReducerClass(FlowCountSortReducer.class);

        //4 指定mapper输出数据的kv类型
        job.setMapOutputKeyClass(FlowBean.class);
        job.setMapOutputValueClass(Text.class);

        //5 指定最终输出的数据的kv类型
        job.setOutputKeyClass(Text.class);
        job.setOutputValueClass(FlowBean.class);

        //6 定义分区类
        job.setPartitionerClass(FlowSortPartitioner.class);
        //设置ReduceTask数量
        job.setNumReduceTasks(5);

        //8 指定job的输入输出原始文件的位置
        FileInputFormat.setInputPaths(job, new Path(args[0]));
        FileInputFormat.setOutputPath(job, new Path(args[1]));


        // 7 将job中配置的相关参数，以及job所用的java类所在的jar包， 提交给yarn去运行
        boolean result = job.waitForCompletion(true);
        System.exit(result ? 0 : 1);
    }
}
```

Combiner 合并

> Combiner可以理解为小Reducer，只是运行的位置不一样，它是为了减少网络的传输量而提前进行的聚合操作

介绍

- Conbiner是MR程序中Mapper和Reducer之外的一种组件
- Combiner组件的父类是Reducer
- Combiner和Reducer的区别在于运行的位置

  Combiner是在每一个MapTask所在的节点运行

  Reducer是接收全局所有的Mapper的输出结果

- Combiner的意义就是对每一个MapTask的输出进行局部汇总，以减少网络传输量
- Combiner能够应用的前提是不能影响业务逻辑（不能求平均数），而且，Combiner的输出kv应该跟Reducer的输出kv类型要对应起来

自定义Combiner

Combiner代码

```
public class WordCountCombiner extend Reducer<Text, IntWritable, Text,
IntEritable>{
    @Override
    protected void reduce(Text key, Interable<IntWritable> values, Context
context) throws IOException, InterruptedException{
        // 1 汇总操作，不要平均
        int count = 0;
        for(IntWritable v : values){
            count += v.get();
        }
        //写出
        context.write(key, new IntWritable(count));
    }
}
```

Driver代码

```
job.setCombinerClass(WordCountCombiner.class);
```

GroupingComparator分组(辅助排序)

需求

有如下订单数据，要求找出每个订单中最贵的商品

订单	商品id	成交金额
00000001	Pdt_01	222.8
00000002	Pdt_06	25.8
00000002	Pdt_03	522.8
00000001	Pdt_04	122.4
00000002	Pdt_05	722.4
00000003	Pdt_07	232.8
00000003	Pdt_02	33.8

输出就是

```
1  222.8
2  722.4
3  232.8
```

分析过程

MapTask

1)Map中处理的过程：

- 获取一行
- 分隔每个字段
- 一行封装成bean对象

```
bean1, nullwrtiable 0000001  222.8
bean1, nullwrtiable 0000002  25.8
bean1, nullwrtiable 0000002  522.8
bean1, nullwrtiable 0000001  122.4
bean1, nullwrtiable 0000002  722.4
bean1, nullwrtiable 0000003  232.8
bean1, nullwrtiable 0000003  33.8
```

2)二次排序

现根据订单id排序，如果订单相同再根据价格降序进行排序

```
0000001  222.8
0000001  122.4
0000002  722.4
0000002  522.8
0000002  25.8
0000003  232.8
0000003  33.8
```

ReducerTask

1）辅助排序

对从map端拉过来的数据再次进行一次排序，只要id相同就认为是相同key

2）Reduce方法只把一组key的第一个写出去

第一次调用Reduce方法

```
0000001  222.8   //输出
0000001  122.4   //不输出
```

第二次调用Reduce方法

```
0000002  722.4  //输出
0000002  522.8
0000002  25.8
```

第三次调用Reduce方法

```
0000003  232.8 //输出
0000003  33.8
```

可以看出只要先二次排序然后再按照id分区输出第一个数据即可

OrderBean代码

二次排序

```
import java.io.DataInput;
import java.io.DataOutput;
import java.io.IOException;
import org.apache.hadoop.io.WritableComparable;

public class OrderBean implements WritableComparable<OrderBean>{
    private int order_id;
    private double price;

    public OrderBean(){
        super();
    }

    public OrderBean(int order_in, double price){
        super();
        this.order_id = order_id;
        this.price = price;
    }

    @Override
    public void write(DataOutput out) throws IOException {
        out.writeInt(order_id);
        out.writeDouble(price);
    }

    @Override
    public void readFields(DataInput in) throws IOException {
        order_id = in.readInt();
        price = in.readDouble();
    }

    @Override
    public String toString() {
        return order_id + "\t" + price;
    }

    public int getOrder_id() {
        return order_id;
    }

    public void setOrder_id(int order_id) {
        this.order_id = order_id;
    }

    public double getPrice() {
        return price;
    }
```

```
    public void setPrice(double price) {
        this.price = price;
    }

    //二次排序
    @Override
    public int compareTo(OrderBean o){

        int result;

        if(order_id > o.getOrder_id()){
            resulr = 1;
        }else if(order_id < o.getOrder_id()){
            result = -1;
        }else{
            //价格倒序排序
            result = price > o.getPrice() ? -1:1;
        }
        return result;
    }
}
```

OrderSortMapper代码

```
import java.io.IOException;
import org.apache.hadoop.io.LongWritable;
import org.apache.hadoop.io.NullWritable;
import org.apache.hadoop.io.Text;
import org.apache.hadoop.mapreduce.Mapper;

public class OrderMapper extends Mapper<LongWritable, Text, OrderBean,
NullWritable> {
    OrderBean k = new OrderBean();

    @Override
    protected void map(LongWritable key, Text value, Context context) throws
IOException, InterruptedException {
        // 1 获取一行
        String line = value.toString();

        // 2 截取
        String[] fields = line.split("\t");

        // 3 封装对象
        k.setOrder_id(Integer.parseInt(fields[0]));
        k.setPrice(Double.parseDouble(fields[2]));

        // 4 写出
        context.write(k, NullWritable.get());
    }
}
```

OrderSortGroupingCompatator

```
import org.apache.hadoop.io.WritableComparable;
```

```
import org.apache.hadoop.io.WritableComparator;

public class OrderGroupingComparator extends WritableComparator {
    protected OrderGroupingComparator() {
        super(OrderBean.class, true);
    }

    @Override
    public int compare(WritableComparable a, WritableComparable b) {
        OrderBean aBean = (OrderBean) a;
        OrderBean bBean = (OrderBean) b;
        int result;

        // 按照id进行排序
        if (aBean.getOrder_id() > bBean.getOrder_id()) {
            result = 1;
        } else if (aBean.getOrder_id() < bBean.getOrder_id()) {
            result = -1;
        } else {
            result = 0;
        }
        return result;
    }
}
```

OrderSortReducer代码

```
import java.io.IOException;
import org.apache.hadoop.io.NullWritable;
import org.apache.hadoop.mapreduce.Reducer;

public class OrderReducer extends Reducer<OrderBean, NullWritable, OrderBean,
NullWritable> {

    @Override
    protected void reduce(OrderBean key, Iterable<NullWritable> values, Context
context) throws IOException, InterruptedException {
        context.write(key, NullWritable.get());
    }
}
```

OrderSortDriver代码

```
import java.io.IOException;
import org.apache.hadoop.conf.Configuration;
import org.apache.hadoop.fs.Path;
import org.apache.hadoop.io.NullWritable;
import org.apache.hadoop.mapreduce.Job;
import org.apache.hadoop.mapreduce.lib.input.FileInputFormat;
import org.apache.hadoop.mapreduce.lib.output.FileOutputFormat;

public class OrderDriver {
    public static void main(String[] args) throws Exception, IOException {

        // 输入输出路径需要根据自己电脑上实际的输入输出路径设置
        args = new String[]{"e:/input/inputorder" , "e:/output1"};
```

```
        // 1 获取配置信息
        Configuration conf = new Configuration();
        Job job = Job.getInstance(conf);

        // 2 设置jar包加载路径
        job.setJarByClass(OrderDriver.class);

        // 3 加载map/reduce类
        job.setMapperClass(OrderMapper.class);
        job.setReducerClass(OrderReducer.class);

        // 4 设置map输出数据key和value类型
        job.setMapOutputKeyClass(OrderBean.class);
        job.setMapOutputValueClass(NullWritable.class);

        // 5 设置最终输出数据的key和value类型
        job.setOutputKeyClass(OrderBean.class);
        job.setOutputValueClass(NullWritable.class);

        // 6 设置输入数据和输出数据路径
        FileInputFormat.setInputPaths(job, new Path(args[0]));
        FileOutputFormat.setOutputPath(job, new Path(args[1]));

        // 8 设置reduce端的分组
        job.setGroupingComparatorClass(OrderGroupingComparator.class);

        // 7 提交
        boolean result = job.waitForCompletion(true); System.exit(result ? 0 :
1);
    }
}
```