

# Hadoop Streaming

Content-Type text/html; utf-8

## 目录

1 Hadoop Streaming.....	3
2 Streaming工作原理.....	3
3 将文件打包到提交的作业中.....	4
4 Streaming选项与用法.....	4
4.1 只使用Mapper的作业.....	4
4.2 为作业指定其他插件.....	5
4.3 Hadoop Streaming中的大文件和档案.....	5
4.4 为作业指定附加配置参数.....	6
4.5 其他选项.....	7
5 其他例子.....	8
5.1 使用自定义的方法切分行来形成Key/Value对.....	8
5.2 一个实用的Partitioner类（二次排序，-partitioner org.apache.hadoop.mapred.lib.KeyFieldBasedPartitioner 选项）.....	9
5.3 Hadoop聚合功能包的使用（-reduce aggregate 选项）.....	10
5.4 字段的选取（类似于unix中的'cut'命令）.....	11
6 常见问题.....	11
6.1 我该怎样使用Hadoop Streaming运行一组独立（相关）的任务呢？.....	12
6.2 如何处理多个文件，其中每个文件一个map？.....	12
6.3 应该使用多少个reducer？.....	12
6.4 如果在Shell脚本里设置一个别名，并放在-mapper之后，Streaming会正常运行吗？例如，alias c1='cut -f1'，-mapper "c1"会运行正常吗？.....	12

6.5 我可以使用UNIX pipes吗? 例如 <code>-mapper "cut -f1   set s/foo/bar/g"</code> 管用么? .....	13
6.6 在streaming作业中用-file选项运行一个分布式的超大可执行文件 (例如, 3.6G) 时, 我得到了一个错误信息 “No space left on device”。如何解决? .....	13
6.7 如何设置多个输入目录? .....	13
6.8 如何生成gzip格式的输出文件? .....	14
6.9 Streaming中如何自定义input/output format? .....	14
6.10 Streaming如何解析XML文档? .....	14
6.11 在streaming应用程序中如何更新计数器? .....	14
6.12 如何更新streaming应用程序的状态? .....	14

## 1. Hadoop Streaming

Hadoop streaming是Hadoop的一个工具，它帮助用户创建和运行一类特殊的map/reduce作业，这些特殊的map/reduce作业是由一些可执行文件或脚本文件充当mapper或者reducer。例如：

```
$HADOOP_HOME/bin/hadoop jar $HADOOP_HOME/hadoop-streaming.jar \  
-input myInputDirs \  
-output myOutputDir \  
-mapper /bin/cat \  
-reducer /bin/wc
```

## 2. Streaming工作原理

在上面的例子里，mapper和reducer都是可执行文件，它们从标准输入读入数据（一行一行读），并把计算结果发给标准输出。Streaming工具会创建一个Map/Reduce作业，并把它发送给合适的集群，同时监视这个作业的整个执行过程。

如果一个可执行文件被用于mapper，则在mapper初始化时，每一个mapper任务会把这个可执行文件作为一个单独的进程启动。mapper任务运行时，它把输入切分成行并把每一行提供给可执行文件进程的标准输入。同时，mapper收集可执行文件进程标准输出的内容，并把收到的每一行内容转化成key/value对，作为mapper的输出。默认情况下，一行中第一个tab之前的部分作为key，之后的（不包括tab）作为value。如果没有tab，整行作为key值，value值为null。不过，这可以定制，在下文中将会讨论如何自定义key和value的切分方式。

如果一个可执行文件被用于reducer，每个reducer任务会把这个可执行文件作为一个单独的进程启动。Reducer任务运行时，它把输入切分成行并把每一行提供给可执行文件进程的标准输入。同时，reducer收集可执行文件进程标准输出的内容，并把每一行内容转化成key/value对，作为reducer的输出。默认情况下，一行中第一个tab之前的部分作为key，之后的（不包括tab）作为value。在下文中将会讨论如何自定义key和value的切分方式。

这是Map/Reduce框架和streaming mapper/reducer之间的基本通信协议。

用户也可以使用java类作为mapper或者reducer。上面的例子与这里的代码等价：

```
$HADOOP_HOME/bin/hadoop jar $HADOOP_HOME/hadoop-streaming.jar \  
-input myInputDirs \  
-output myOutputDir \  
-mapper org.apache.hadoop.mapred.lib.IdentityMapper \  
-reducer org.apache.hadoop.mapred.lib.IdentityMapper
```

```
-reducer /bin/wc
```

用户可以设定`stream.non.zero.exit.is.failure true` 或`false` 来表明streaming task的返回值非零时是 Failure 还是Success。默认情况，streaming task返回非零时表示失败。

### 3. 将文件打包到提交的作业中

任何可执行文件都可以被指定为mapper/reducer。这些可执行文件不需要事先存放在集群上；如果在集群上还没有，则需要用`-file`选项让framework把可执行文件作为作业的一部分，一起打包提交。例如：

```
$HADOOP_HOME/bin/hadoop jar $HADOOP_HOME/hadoop-streaming.jar \
  -input myInputDirs \
  -output myOutputDir \
  -mapper myPythonScript.py \
  -reducer /bin/wc \
  -file myPythonScript.py
```

上面的例子描述了一个用户把可执行python文件作为mapper。其中的选项“`-file myPythonScript.py`”使可执行python文件作为作业提交的一部分被上传到集群的机器上。

除了可执行文件外，其他mapper或reducer需要用到的辅助文件（比如字典，配置文件等）也可以用这种方式打包上传。例如：

```
$HADOOP_HOME/bin/hadoop jar $HADOOP_HOME/hadoop-streaming.jar \
  -input myInputDirs \
  -output myOutputDir \
  -mapper myPythonScript.py \
  -reducer /bin/wc \
  -file myPythonScript.py \
  -file myDictionary.txt
```

## 4. Streaming选项与用法

### 4.1. 只使用Mapper的作业

有时只需要map函数处理输入数据。这时只需把`mapred.reduce.tasks`设置为零，Map/reduce框架就不会创建reducer任务，mapper任务的输出就是整个作业的最终输出。

为了做到向下兼容，Hadoop Streaming也支持“`-reduce None`”选项，它与“`-jobconf mapred.reduce.tasks=0`”等价。

## 4.2. 为作业指定其他插件

和其他普通的Map/Reduce作业一样，用户可以为streaming作业指定其他插件：

```
-inputformat JavaClassName
-outputformat JavaClassName
-partitioner JavaClassName
-combiner JavaClassName
```

用于处理输入格式的要能返回Text类型的key/value对。如果不指定输入格式，则默认会使用TextInputFormat。因为TextInputFormat得到的key值是LongWritable类型的（其实key值并不是输入文件中的内容，而是value偏移量），所以key会被丢弃，只把value用管道方式发给mapper。

用户提供的定义输出格式的要能够处理Text类型的key/value对。如果不指定输出格式，则默认会使用TextOutputFormat类。

## 4.3. Hadoop Streaming中的大文件和档案

任务使用-cacheFile和-cacheArchive选项在集群中分发文件和档案，选项的参数是用户已上传至HDFS的文件或档案的URI。这些文件和档案在不同的作业间缓存。用户可以通过fs.default.name.config配置参数的值得到文件所在的host和fs\_port。

这个是使用-cacheFile选项的例子：

```
-cacheFile hdfs://host:fs_port/user/testfile.txt#testlink
```

在上面的例子里，url中#后面的部分是建立在任务当前工作目录下的符号链接的名字。这里的任务的当前工作目录下有一个“testlink”符号链接，它指向testfile.txt文件在本地的拷贝。如果有多个文件，选项可以写成：

```
-cacheFile hdfs://host:fs_port/user/testfile1.txt#testlink1 -cacheFile
hdfs://host:fs_port/user/testfile2.txt#testlink2
```

-cacheArchive选项用于把jar文件拷贝到任务当前工作目录并自动把jar文件解压缩。例如：

```
-cacheArchive hdfs://host:fs_port/user/testfile.jar#testlink3
```

在上面的例子中，testlink3是当前工作目录下的符号链接，它指向testfile.jar解压后的目录。

下面是使用-cacheArchive选项的另一个例子。其中，input.txt文件有两行内容，分

别是两个文件的名字：testlink/cache.txt和testlink/cache2.txt。“testlink”是指向档案目录（jar文件解压后的目录）的符号链接，这个目录下有“cache.txt”和“cache2.txt”两个文件。

```
$HADOOP_HOME/bin/hadoop jar $HADOOP_HOME/hadoop-streaming.jar \
  -input "/user/me/samples/cachefile/input.txt" \
  -mapper "xargs cat" \
  -reducer "cat" \
  -output "/user/me/samples/cachefile/out" \
  -cacheArchive
'hdofs://hadoop-nn1.example.com/user/me/samples/cachefile/cachedir.jar#testlink'
\
  -jobconf mapred.map.tasks=1 \
  -jobconf mapred.reduce.tasks=1 \
  -jobconf mapred.job.name="Experiment"

$ ls test_jar/
cache.txt  cache2.txt

$ jar cvf cachedir.jar -C test_jar/ .
added manifest
adding: cache.txt(in = 30) (out= 29)(deflated 3%)
adding: cache2.txt(in = 37) (out= 35)(deflated 5%)

$ hadoop dfs -put cachedir.jar samples/cachefile

$ hadoop dfs -cat /user/me/samples/cachefile/input.txt
testlink/cache.txt
testlink/cache2.txt

$ cat test_jar/cache.txt
This is just the cache string

$ cat test_jar/cache2.txt
This is just the second cache string

$ hadoop dfs -ls /user/me/samples/cachefile/out
Found 1 items
/user/me/samples/cachefile/out/part-00000 <r 3> 69

$ hadoop dfs -cat /user/me/samples/cachefile/out/part-00000
This is just the cache string
This is just the second cache string
```

#### 4.4. 为作业指定附加配置参数

用户可以使用“-jobconf <n>=<v>”增加一些配置变量。例如：

```
$HADOOP_HOME/bin/hadoop jar $HADOOP_HOME/hadoop-streaming.jar \
```

```
-input myInputDirs \
-output myOutputDir \
-mapper org.apache.hadoop.mapred.lib.IdentityMapper\
-reducer /bin/wc \
-jobconf mapred.reduce.tasks=2
```

上面的例子中，`-jobconf mapred.reduce.tasks=2`表明用两个reducer完成作业。

关于jobconf参数的更多细节可以参考：[hadoop-default.html](http://hadoop-default.html)

#### 4.5. 其他选项

Streaming 作业的其他选项如下表：

选项	可选/必须	描述
<code>-cluster name</code>	可选	在本地Hadoop集群与一个或多个远程集群间切换
<code>-dfs host:port or local</code>	可选	覆盖作业的HDFS配置
<code>-jt host:port or local</code>	可选	覆盖作业的JobTracker配置
<code>-additionalconfspec specfile</code>	可选	用一个类似于hadoop-site.xml的XML文件保存所有配置，从而不需要用多个" <code>-jobconf name=value</code> "类型的选项单独为每个配置变量赋值
<code>-cmdenv name=value</code>	可选	传递环境变量给streaming命令
<code>-cacheFile fileNameURI</code>	可选	指定一个上传到HDFS的文件
<code>-cacheArchive fileNameURI</code>	可选	指定一个上传到HDFS的jar文件，这个jar文件会被自动解压缩到当前工作目录下
<code>-inputreader JavaClassName</code>	可选	为了向下兼容：指定一个record reader类（而不是input format类）
<code>-verbose</code>	可选	详细输出

使用`-cluster <name>`实现“本地”Hadoop和一个或多个远程Hadoop集群间切换。默认情况下，使用hadoop-default.xml和hadoop-site.xml；当使用`-cluster <name>`选项时，会使用\$HADOOP\_HOME/conf/hadoop-<name>.xml。

下面的选项改变temp目录:

```
-jobconf dfs.data.dir=/tmp
```

下面的选项指定其他本地temp目录:

```
-jobconf mapred.local.dir=/tmp/local
-jobconf mapred.system.dir=/tmp/system
-jobconf mapred.temp.dir=/tmp/temp
```

更多有关jobconf的细节请参考: <http://wiki.apache.org/hadoop/JobConfFile>

在streaming命令中设置环境变量:

```
-cmdenv EXAMPLE_DIR=/home/example/dictionaries/
```

## 5. 其他例子

### 5.1. 使用自定义的方法切分行来形成Key/Value对

之前已经提到, 当Map/Reduce框架从mapper的标准输入读取一行时, 它把这一行切分为key/value对。在默认情况下, 每行第一个tab符之前的部分作为key, 之后的部分作为value (不包括tab符)。

但是, 用户可以自定义, 可以指定分隔符是其他字符而不是默认的tab符, 或者指定在第n (n>=1) 个分割符处分割而不是默认的第一个。例如:

```
$HADOOP_HOME/bin/hadoop jar $HADOOP_HOME/hadoop-streaming.jar \
  -input myInputDirs \
  -output myOutputDir \
  -mapper org.apache.hadoop.mapred.lib.IdentityMapper \
  -reducer org.apache.hadoop.mapred.lib.IdentityReducer \
  -jobconf stream.map.output.field.separator=. \
  -jobconf stream.num.map.output.key.fields=4
```

在上面的例子, “-jobconf stream.map.output.field.separator=.” 指定“.”作为map输出内容的分隔符, 并且从在第四个“.”之前的部分作为key, 之后的部分作为value (不包括这第四个“.”)。如果一行中的“.”少于四个, 则整行的内容作为key, value设为空的Text对象 (就像这样创建了一个Text: new Text(""))。

同样, 用户可以使用“-jobconf stream.reduce.output.field.separator=SEP”和“-jobconf stream.num.reduce.output.fields=NUM”来指定reduce输出的行中, 第几个分隔符处分割key和value。



## 5.2. 一个实用的Partitioner类（二次排序，-partitioner org.apache.hadoop.mapred.lib.KeyFieldBasedPartitioner 选项）

Hadoop有一个工具类org.apache.hadoop.mapred.lib.KeyFieldBasedPartitioner，它在应用程序中很有用。Map/reduce框架用这个类切分map的输出，切分是基于key值的前缀，而不是整个key。例如：

```
$HADOOP_HOME/bin/hadoop jar $HADOOP_HOME/hadoop-streaming.jar \
  -input myInputDirs \
  -output myOutputDir \
  -mapper org.apache.hadoop.mapred.lib.IdentityMapper \
  -reducer org.apache.hadoop.mapred.lib.IdentityReducer \
  -partitioner org.apache.hadoop.mapred.lib.KeyFieldBasedPartitioner \
  -jobconf stream.map.output.field.separator=. \
  -jobconf stream.num.map.output.key.fields=4 \
  -jobconf map.output.key.field.separator=. \
  -jobconf num.key.fields.for.partition=2 \
  -jobconf mapred.reduce.tasks=12
```

其中，-jobconf stream.map.output.field.separator=. 和-jobconf stream.num.map.output.key.fields=4是前文中的例子。Streaming用这两个变量来得到mapper的key/value对。

上面的Map/Reduce 作业中map输出的key一般是由“.”分割成的四块。但是因为使用了 -jobconf num.key.fields.for.partition=2 选项，所以Map/Reduce框架使用key的前两块来切分map的输出。其中，-jobconf map.output.key.field.separator=. 指定了这次切分使用的key的分隔符。这样可以保证在所有key/value对中，key值前两个块值相同的所有key被分到一组，分配给一个reducer。

这种高效的方法等价于指定前两块作为主键，后两块作为副键。主键用于切分块，主键和副键的组合用于排序。一个简单的示例如下：

Map的输出 (key)

```
11.12.1.2
11.14.2.3
11.11.4.1
11.12.1.1
11.14.2.2
```

切分给3个reducer（前两块的值用于切分）

```
11.11.4.1
-----
```

```
11.12.1.2
11.12.1.1
-----
11.14.2.3
11.14.2.2
```

在每个切分后的组内排序（四个块的值都用于排序）

```
11.11.4.1
-----
11.12.1.1
11.12.1.2
-----
11.14.2.2
11.14.2.3
```

### 5.3. Hadoop聚合功能包的使用（-reduce aggregate 选项）

Hadoop有一个工具包“Aggregate”（<https://svn.apache.org/repos/asf/hadoop/core/trunk/src/java/org/apache/hadoop/mapred/1.1.1>）。“Aggregate”提供一个特殊的reducer类和一个特殊的combiner类，并且有一系列的“聚合器”（“aggregator”）（例如“sum”，“max”，“min”等）用于聚合一组value的序列。用户可以使用Aggregate定义一个mapper插件类，这个类用于为mapper输入的每个key/value对产生“可聚合项”。combiner/reducer利用适当的聚合器聚合这些可聚合项。

要使用Aggregate，只需指定“-reducer aggregate”：

```
$HADOOP_HOME/bin/hadoop jar $HADOOP_HOME/hadoop-streaming.jar \
  -input myInputDirs \
  -output myOutputDir \
  -mapper myAggregatorForKeyCount.py \
  -reducer aggregate \
  -file myAggregatorForKeyCount.py \
  -jobconf mapred.reduce.tasks=12
```

python程序myAggregatorForKeyCount.py例子：

```
#!/usr/bin/python
import sys;

def generateLongCountToken(id):
    return "LongValueSum:" + id + "\t" + "1"

def main(argv):
    line = sys.stdin.readline();
    try:
```

```

while line:
    line = line[:-1];
    fields = line.split("\t");
    print generateLongCountToken(fields[0]);
    line = sys.stdin.readline();
except "end of file":
    return None
if __name__ == "__main__":
    main(sys.argv)

```

#### 5.4. 字段的选取（类似于unix中的 'cut' 命令）

Hadoop的工具类org.apache.hadoop.mapred.lib.FieldSelectionMapReduce帮助用户高效处理文本数据，就像unix中的“cut”工具。工具类中的map函数把输入的key/value对看作字段的列表。用户可以指定字段的分隔符（默认是tab），可以选择字段列表中任意一段（由列表中一个或多个字段组成）作为map输出的key或者value。同样，工具类中的reduce函数也把输入的key/value对看作字段的列表，用户可以选取任意一段作为reduce输出的key或value。例如：

```

$HADOOP_HOME/bin/hadoop jar $HADOOP_HOME/hadoop-streaming.jar \
  -input myInputDirs \
  -output myOutputDir \
  -mapper org.apache.hadoop.mapred.lib.FieldSelectionMapReduce \
  -reducer org.apache.hadoop.mapred.lib.FieldSelectionMapReduce \
  -partitioner org.apache.hadoop.mapred.lib.KeyFieldBasedPartitioner \
  -jobconf map.output.key.field.separa=. \
  -jobconf num.key.fields.for.partition=2 \
  -jobconf mapred.data.field.separator=. \
  -jobconf map.output.key.value.fields.spec=6,5,1-3:0- \
  -jobconf reduce.output.key.value.fields.spec=0-2:5- \
  -jobconf mapred.reduce.tasks=12

```

选项“-jobconf map.output.key.value.fields.spec=6,5,1-3:0-”指定了如何为map的输出选取key和value。Key选取规则和value选取规则由“:”分割。在这个例子中，map输出的key由字段6, 5, 1, 2和3组成。输出的value由所有字段组成（“0-”指字段0以及之后所有字段）。

选项“-jobconf reduce.output.key.value.fields.spec=0-2:0-”（译者注：此处应为“0-2:5-”）指定如何为reduce的输出选取value。本例中，reduce的输出的key将包含字段0, 1, 2（对应于原始的字段6, 5, 1）。reduce输出的value将包含起自字段5的所有字段（对应于所有的原始字段）。

## 6. 常见问题

### 6.1. 我该怎样使用Hadoop Streaming运行一组独立（相关）的任务呢？

多数情况下，你不需要Map Reduce的全部功能，而只需要运行同一程序的多个实例，或者使用不同数据，或者在相同数据上使用不同的参数。你可以通过Hadoop Streaming来实现。

### 6.2. 如何处理多个文件，其中每个文件一个map？

例如这样一个问题，在集群上压缩（zipping）一些文件，你可以使用以下几种方法：

1. 使用Hadoop Streaming和用户编写的mapper脚本程序：
  - 生成一个文件，文件中包含所有要压缩的文件在HDFS上的完整路径。每个map任务获得一个路径名作为输入。
  - 创建一个mapper脚本程序，实现如下功能：获得文件名，把该文件拷贝到本地，压缩该文件并把它发到期望的输出目录。
2. 使用现有的Hadoop框架：
  - 在main函数中添加如下命令：

```
FileOutputStream.setCompressOutput(conf, true);
FileOutputStream.setOutputCompressorClass(conf,
org.apache.hadoop.io.compress.GzipCodec.class);
conf.setOutputFormat(NonSplittableTextInputFormat.class);
conf.setNumReduceTasks(0);
```

- 编写map函数：

```
public void map(WritableComparable key, Writable value,
                OutputCollector output,
                Reporter reporter) throws IOException
{
    output.collect((Text)value, null);
}
```

- 注意输出的文件名和原文件名不同

### 6.3. 应该使用多少个reducer？

请参考Hadoop Wiki: [Reducer](#)

6.4. 如果在Shell脚本里设置一个别名，并放在-mapper之后，Streaming会正常运行吗？例如，alias c1='cut -f1'，-mapper "c1"会运行正常吗？

脚本里无法使用别名，但是允许变量替换，例如：

```
$ hadoop dfs -cat samples/student_marks
alice 50
bruce 70
charlie 80
dan 75

$ c2='cut -f2'; $HADOOP_HOME/bin/hadoop jar
$HADOOP_HOME/hadoop-streaming.jar \
  -input /user/me/samples/student_marks
  -mapper \"$c2\" -reducer 'cat'
  -output /user/me/samples/student_out
  -jobconf mapred.job.name='Experiment'

$ hadoop dfs -ls samples/student_out
Found 1 items/user/me/samples/student_out/part-00000 <r 3> 16

$ hadoop dfs -cat samples/student_out/part-00000
50
70
75
80
```

6.5. 我可以使用UNIX pipes吗？例如 `—mapper "cut —f1 | set s/foo/bar/g"`管用么？

现在不支持，而且会给出错误信息“`java.io.IOException: Broken pipe`”。这或许是一个bug，需要进一步研究。

6.6. 在streaming作业中用`-file`选项运行一个分布式的超大可执行文件（例如，3.6G）时，我得到了一个错误信息“`No space left on device`”。如何解决？

配置变量`stream.tmpdir`指定了一个目录，在这个目录下要进行打jar包的操作。`stream.tmpdir`的默认值是`/tmp`，你需要将这个值设置为一个有更大空间的目录：

```
-jobconf stream.tmpdir=/export/bigspace/...
```

6.7. 如何设置多个输入目录？

可以使用多个`-input`选项设置多个输入目录：

```
hadoop jar hadoop-streaming.jar -input '/user/foo/dir1' -input
'/user/foo/dir2'
```

## 6.8. 如何生成gzip格式的输出文件?

除了纯文本格式的输出，你还可以生成gzip文件格式的输出，你只需设置streaming作业中的选项 ‘-jobconf mapred.output.compress=true -jobconf mapred.output.compression.codec=org.apache.hadoop.io.compress.GzipCode’ 。

## 6.9. Streaming中如何自定义input/output format?

至少在Hadoop 0.14版本以前，不支持多个jar文件。所以当指定自定义的类时，你要把他们和原有的streaming jar打包在一起，并用这个自定义的jar包替换默认的hadoop streaming jar包。

## 6.10. Streaming如何解析XML文档?

你可以使用StreamXmlRecordReader来解析XML文档。

```
hadoop jar hadoop-streaming.jar -inputreader
"StreamXmlRecord,begin=BEGIN_STRING,end=END_STRING" ..... (rest of the
command)
```

Map任务会把BEGIN\_STRING和END\_STRING之间的部分看作一条记录。

## 6.11. 在streaming应用程序中如何更新计数器?

streaming进程能够使用stderr发出计数器信息。reporter:counter:<group>,<counter>,<amount> 应该被发送到stderr来更新计数器。

## 6.12. 如何更新streaming应用程序的状态?

streaming进程能够使用stderr发出状态信息。reporter:status:<message> 要被发送到stderr来设置状态。