Byzer-python_tutorial

Byzer-lang 可以通过 Byzer-python 去拥抱Python生态。利用 Byzer-python, 用户不仅仅可以进行使用Python 进行 ETL 处理，比如可以将一个 Byzer 表转化成一个分布式 Pandas (base on Dask)来操作， 也可以使用 Byzer-python 高阶API 来完成数据处理。此外，用户还能实现对各种机器学习框架的支持 比如 Tensorflow, Sklearn, PyTorch。

Byzer-python 核心在于，实现了 Byzer 表在Python中的无缝衔接， 用户可以通过 Byzer-python API 获取表，处理完成后输出表， 表的形态甚至支持模型目录。

体验环境

用户有如下几种渠道快速体验：

1. 官网提供了在线Lab供用户学习使用Byzer-lang. 可访问网址：https://www.byzer.org
2. 使用docker进行快速体验，文档地址：https://docs.byzer.org/#/byzer-lang/zh-cn/introduction/get_started 。或按如下方式启动容器后，请访问http://127.0.0.1:9002 进入 Byzer Notebook。

Bash

```bash
export MYSQL_PASSWORD=${1:-root}
export SPARK_VERSION=${SPARK_VERSION:-3.1.1}
export MLSQL_VERSION=${MLSQL_VERSION:-2.2.0}

docker run -d \
-p 3306:3306 \
-p 9002:9002 \
-p 9003:9003 \
-e MYSQL_ROOT_HOST=% \
-e MYSQL_ROOT_PASSWORD="${MYSQL_PASSWORD}" \
--name mlsql-sandbox-${SPARK_VERSION}-${MLSQL_VERSION} \
mlsql-sandbox:${SPARK_VERSION}-${MLSQL_VERSION}
```

3. 使用桌面版本。参考该链接： https://github.com/allwefantasy/mlsql-lang-example-project

4. 用户也可以自行在官网下载相关包，然后手动部署在 Yarn/K8s 等系统上。

其中3，4需要安装 Python 相关环境。可参考本周后续章节。

Hello World

极简例子

Python

```python
#%python
#%input=command
#%output=output
#%schema=st(field(hello,string))
#%runIn=driver
#%dataMode=model
#%cache=false
#%env=source /opt/miniconda3/bin/activate ray1.8.0

context.build_result([{"hello":"world"}])
```

将这段代码拷贝到 Byzer Notebook 执行就可以看到输出的结果。

这段代码分成两部分：

1. `#%` 开始的语句为注解
2. 其他部分为 Byzer-python 代码

该脚本中注解的含义为：

1. Byzer-python 脚本运行在哪(runIn)
2. Byzer-python 的输入数据表是什么(input, 例子中command则表示一张空表)
3. Byzer-python 的输出表名叫什么(output)
4. 数据模式是什么（dataMode）
5. Byzer-python 输出格式是什么(schema)
6. Byzer-python 结果是不是要缓存（cache）
7. Byzer-python 的虚拟环境是什么(env)

通常一定需要设置的注解是：

1. env
2. input
3. output
4. schema
5. dataMode 应该都设置为 `model` 只有在特定 API情况下才设置为 `data`

> 注解 的生命周期是 session, 也就是用户的整个生命周期。用户需要在每次使用 Byzer-python 时都要在Byzer Notebook cel l中声明覆盖。

上面的示例 Byzer-python 代码是通过注解来完成的。也可以通过原生的Byzer代码来书写：

Python

```
-- Python hello world

!python conf "schema=st(field(hello,string))";
!python conf "dataMode=model";
!python conf "runIn=driver";
!python conf "cache=false";
!python env "PYTHON_ENV=source /opt/miniconda3/bin/activate ray1.8.0";

run command as Ray.`` where
inputTable="command"
and outputTable="output"
and code='''
context.build_result([{"hello":"world"}])
''';
```

可以看到，写原生的 Byzer 代码会显得比较麻烦。如果是在 Notebook 环境下（Web 或者 桌面），推荐第一种写法。后面的例子也都会以第一种写法为准。

加个输入吧

在上面的例子，没有输入（输入指定了一张空表 `command` ）。 这次尝试加点数据。

SQL

```
select 1 as a as mockTable;
```

然后给a 字段加1：

Python

```python
#%python
#%input=mockTable
#%output=mockTable2
#%schema=st(field(a,long))
#%runIn=driver
#%dataMode=model
#%cache=true
#%env=source /opt/miniconda3/bin/activate ray1.8.0

from pyjava.api.mlsql import PythonContext,RayContext

# type hint
context:PythonContext = context

ray_context = RayContext.connect(globals(),None)

def add_one():
    for item in ray_context.collect():
        item["a"] = item["a"] + 1
        yield item

context.build_result(add_one())
```

通过注解，指定了 `mockTable` 作为输入。同时输出为 `mockTable2`，这意味着，可以后续在 Byzer 代码中使用 `mockTable2`：

SQL

```sql
select * from mockTable2 as output;
```

在书写 Byzer-python 代码时，默认会有个变量叫 `context` 无需声明即可使用。 `context` 用来构建输出。为了方便代码提示，用户通常需要加一句冗余代码：

Python

```python
context:PythonContext = context
```

Byzer-python 通过下面的代码来完成系统初始化

Python
```python
ray_context = RayContext.connect(globals(),None)
```

第二参数是 `None` ，表示 Byzer-python 会单机运行。 如果需要分布式运行，需要指定 `Ray` 集群地址。

初始化后，用户就可以通过 `ray_context` 来获取输入。获取的方式有很多，在上面的示例中，使用 `ray_context.collect()` 方法来获取一个 `dict` 格式的 `generator`。

> 注意， `ray_context.collect()` 得到的数据集只能迭代一次。

为了能够实现给 `a` 字段加 `1` 的操作，定义一个函数 `add_one` 来对数据进行更改，并且重新生成一个 `generator` 传递给 `context.build_result` 实现将 Byzer-python处理的结果集返回给 Byzer 引擎。 `build_result` 函数接受包含 `Dict` 的 `generator` 和 `list`。

来个分布式的吧

上面的例子在初始化语句 `ray_context = RayContext.connect(globals(),None)` 第二个参数都被设置为 `None` 了，所以是单机执行的。现在看看如何让 Byzer-python 分布式执行任务。

> 该例子需要有Ray集群。请参考本文Ray部分看如何启动。

第一步，制造一些数据：

Rust

```
-- distribute python hello world

set jsonStr='''
{"Busn_A":114,"Busn_B":57},
{"Busn_A":55,"Busn_B":134},
{"Busn_A":27,"Busn_B":137},
{"Busn_A":101,"Busn_B":129},
{"Busn_A":125,"Busn_B":145},
{"Busn_A":27,"Busn_B":60},
{"Busn_A":105,"Busn_B":49}
''';

load jsonStr.`jsonStr` as data;
```

接着使用 Byzer-python 对 `data` 表进行处理：

Python

```
#%python
#%input=data
#%output=mockTable2
#%schema=st(field(ProductName,string),field(SubProduct,string))
#%runIn=driver
#%dataMode=data
#%cache=true
#%env=source /opt/miniconda3/bin/activate ray1.8.0

from pyjava.api.mlsql import PythonContext,RayContext

# type hint
context:PythonContext = context

ray_context = RayContext.connect(globals(),"127.0.0.1:10001")

def echo(row):
    row1 = {}
    row1["ProductName"]=str(row['Busn_A'])+'_jackm'
    row1["SubProduct"] = str(row['Busn_B'])+'_product'
    return row1

ray_context.foreach(echo)
```

这个例子稍微复杂点，和第一个例子的不同之处有两个。

第一个是 `dataMode` 改成了 `data`。前面的例子都是 `model` .

> 当前只有在使用了 `ray_context.foreach` 和 `ray_context.map_iter` API 时需要将 `dataMode` 修改成 `data`.

第二个，在 下面的语句中：

Python

```python
ray_context = RayContext.connect(globals(),None)
```

第二个参数 `None` 被修改成了 `Ray集群` 地址：

Python

```python
ray_context = RayContext.connect(globals(),"127.0.0.1:10001")
```

通过 Byzer-python 的高阶API， 用户通过设置一个按行处理的回调函数（示例为 `echo`），然后将函数传递给 `ray_context.foreach(echo)` 就可以了。

从上面的代码可以看到，用户可以随时使用一段 Byzer-python 代码处理表，然后输出成新表，衔接非常丝滑。

硬件感知能力

依然以上面的 `data` 数据集为例， 在这个例子里，我们使用 Byzer-python 做分布式 count。

具体代码如下：

```python
#%python
#%input=data
#%schema=st(field(count,long))
#%env=source /opt/miniconda3/bin/activate ray1.8.0

import ray
from pyjava.api.mlsql import PythonContext, RayContext
from pyjava import rayfix
from typing import List

context: PythonContext = context

ray_contex = RayContext.connect(globals(), "127.0.0.1:10001")

data_refs:List[str] = ray_contex.data_servers()

@ray.remote(num_cpus=8,num_gpus=1)
@rayfix.last
def count_worker(data_ref:str):
    data = RayContext.collect_from([data_ref])
    counter = 0
    for _ in data:
        counter += 1
    return counter

job_refs = [count_worker.remote(data_ref) for data_ref in data_refs ]
sums = [ray.get(job_ref) for job_ref in job_refs]
final_count = sum(sums)
context.build_result([{"count":final_count}])
```

在这里例子,定义了一个 `count_worker` 方法，在该方法里，通过注解 `@ray.remote(num_cpus=8,num_gpus=1)` 完成了两件事:

1. 这是一个远程方法
2. 调度器需要找一个满足 cpu 核心为8, GPU数为1的节点 运行这个远程方法。

data_refs是一个数组,表示的是数据切片引用。假设数组长度是 4, 那么通过下面的语句:

```SQL
1  job_refs = [count_worker.remote(data_ref) for data_ref in data_refs ]
```

Byzer-python 会启动四个满足资源要求的 python进程运行 `count_worker` 方法，最后把结果进行 sum 返回。

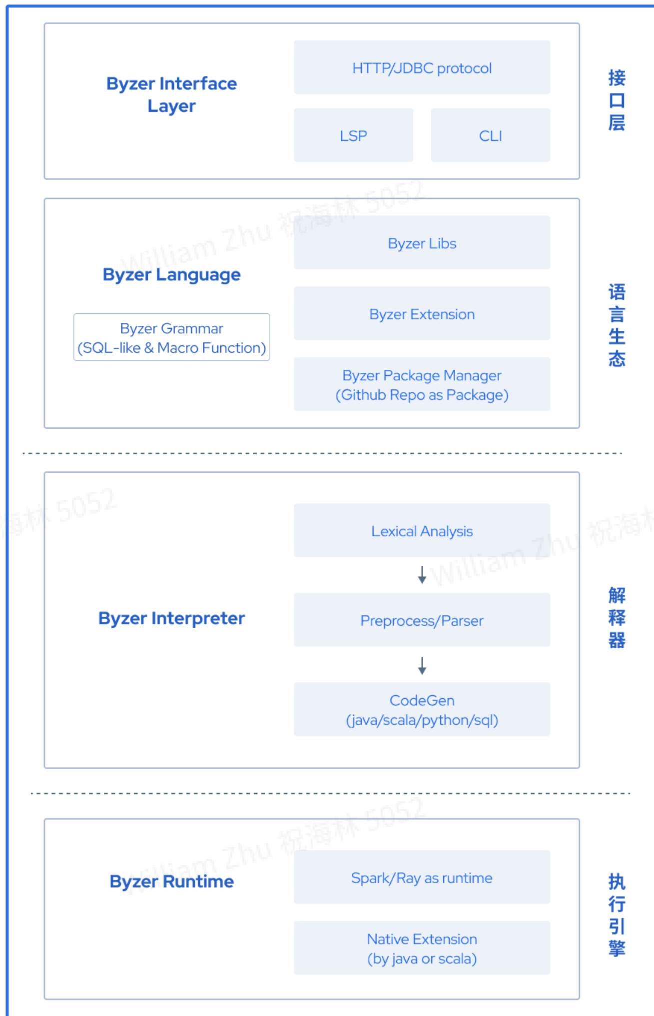
Byzer-python 带来了什么

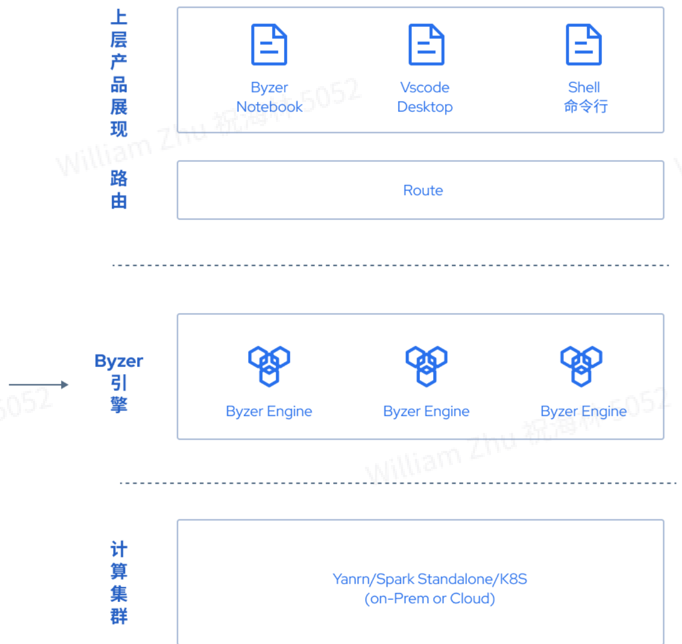
在前面的示例，Byzer-python 提供了如下的能力：

1. 通过注解来完成环境设置
2. 获取 Byzer-lang 任意视图的数据引用，可以精确到数据分片。
3. 处理结果可以输出成一张表
4. 提供了高阶 API 做数据处理
5. 提供了分布式编程范式，只需要对 函数 或者 类 添加注解 `@ray.remote` 即可
6. 提供了硬件感知能力

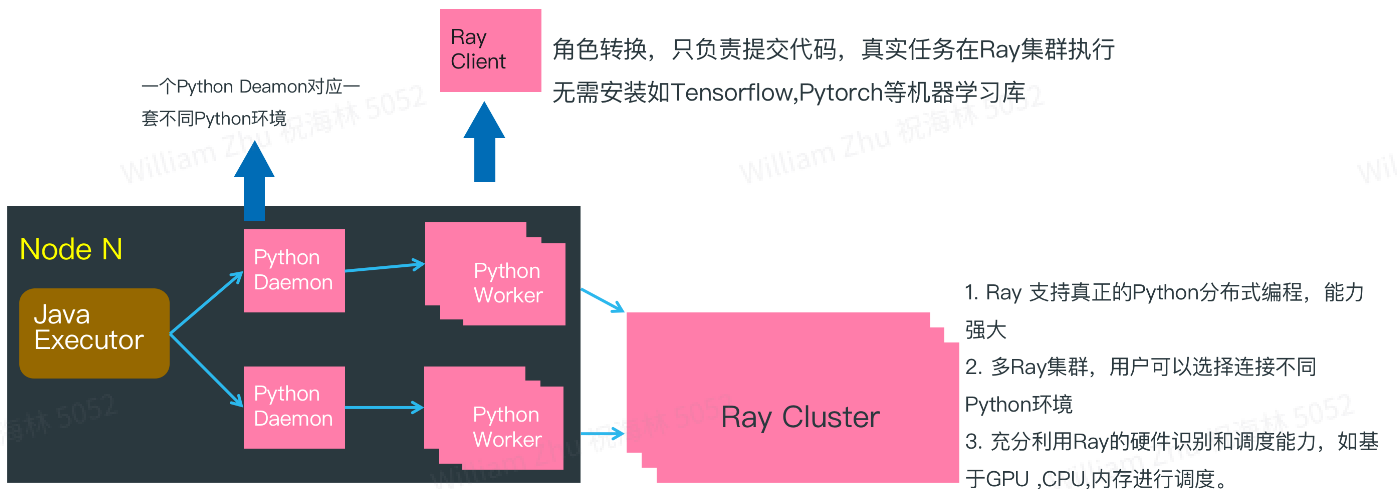
Byzer-python 原理

Byzer-lang 拥有 Hypebrid Runtime (`Spark + Ray`) ，其中Ray 是可插拔的。具体语言架构图如下：





Byzer-python 主要依赖于Hypebrid Runtime 中的Ray部分。通过如下方式实现和 Ray的交互：



在第一个 Hello World 例子中， 其实是在Java Executor节点执行的，然后会把 Byzer-python 代码传递给 Python Worker 执行。此时因为没有连接 Ray集群，所以逻辑处理工作是在 Python Worker 中完成的，并且是单机执行的。

在分布式的 Hello World 示例中， 通过连接 Ray Cluster, Python Worker转化为 Ray Client,只负责把 Byzer-python 代码转化为任务提交个给 Ray Cluster, 所以Python Worker很轻量，除了基本的 Ray，Pyjava等库以外，不需要安装额外的一些Python依赖库。

> 在前面的示例中，当通过 #%env=source /opt/miniconda3/bin/activate ray1.8.0 设置环境时，本质上是甚至 Python worker 的环境。

简单总结下：

1. 如果用户没有使用Ray，那么需要在 Python worker(Byzer spark runtime的driver或者executor节点)配置Python环境。注解 `#%runIn` 可以控制python worker是运行在 `driver` 节点还是 `executor` 节点。 注解 `#%env` 可以控制使用节点上哪个虚拟环境。如果没有虚拟环境，配置为 `:` 即可。
2. 如果用户使用了Ray,那么也需要配置Ray环境里的Python环境，并且需要和 Spark runtime里的 Ray/Pyjava 保持版本一致。

考虑到 Java Executor节点很多，不易于管理，所以我们也支持让Driver 节点接受Python任务，从而简化Spark 侧的环境配置。

Byzer-python 环境配置

当探讨 Byzer-python 环境安装时，会指两个部分，

1. 第一个是 Byzer-lang Engine的Driver 节点 (Executor 很多，环境管理会复杂些，推荐 runIn 设置为 driver)
2. 第二个是 Ray 集群的 Python 依赖环境

在 Driver 侧，用户可以使用 Conda 来进行环境管理。

1. Conda 安装 python
   创建一个名字为 dev ，python 版本为3.6的一个python环境

Apache

```
1  conda create -n dev python=3.6.13
```

激活 dev 的 python 环境，并在 dev 环境下安装所需依赖包

Apache

```
1  source actviate dev
```

当然，activate如果没有软连接或者设置环境变量，会出现 command not found: activate 的错误。 这个需要指定 activate 的绝对路径就可以解决。比如，我的 activate 的绝对路径是 /usr/local/Caskroom/miniconda/base/bin/activate , 所以激活命令可以是

Apache

```
1  source /usr/local/Caskroom/miniconda/base/bin/activate dev
```

2. Python 依赖包安装

Apache

```
1  pyarrow==4.0.1
2  ray[default]==1.8.0
3  aiohttp==3.7.4
4  pandas>=1.0.5; python_version < '3.7'
5  pandas>=1.2.0; python_version >= '3.7'
6  requests
7  matplotlib~=3.3.4
8  uuid~=1.30
9  pyjava
```

Ray 侧也需要有这些基础依赖。考虑到Ray是可插拔的，除了这些依赖，用户可以自主安装其他依赖，然后在实际书写 Byzer-lang 的时候通过集群地址连接到适合自己环境要求的Ray集群上。

Byzer-python 注解

基本注解

> 1. #%python 表明这是一个描写 python script 的 cell.

> 2. #%input=table1 表明了这段 python script 的数据输入是table1
>
> 3. #%output=b_output 表明这段 python script 的结果表表明是b_output，可以不指定，会随机产生一个结果表名.
>
> 4. #%schema=st(field(a,long)) python 是一个弱类型的语言，因此我们需要告知系统 python 的结果数据结构.
>
> 5. #%dataMode=model，分别有 model|data 两种模式，如果你使用 `ray_context.foreach`,`ray_context.map_iter` 那么需要设置dataMode为`data`，否则的话设置 dataMode 为`model`
>
> 6. #%env=source xxx/anaconda3/bin/activate ray1.8.0` 选择 python 的环境，ray1.8.0是conda的python环境的名字.
>
> 7. #%runIn=driver | executor 接着指定Python代码是在Driver还是在Executor端跑，推荐Driver跑.
>
> 8 #%cache=true 因为Python产生的表只能消费一次。为了方便后续可能多次消费，可以开启 cache 为true，从而缓存该表。

注意：这些注解都是 session 级别有效。所以需要每次使用时指定。

schema 定义

用户需要对 Byzer-python 的输出表进行 schema 定义。 这个应该是当前 Byzer-python 最繁琐的地方。 Schema 定义一共支持三种方式。

Simple Schema 格式

这是 Byzer-lang 为了简化 schema 书写而单独定义的一套 schema 语法。比如 `st(field(count,long))` 最外城一定是 `st()` st 表示 struct type. st 里面是 字段的罗列，在这个例子里，`field(count,long)` 表示有一个字段叫 `count` 类型是 long 类型。

支持的类型包括：

1. st
2. field
3. string
4. float
5. double

6. integer
7. short
8. date
9. binary
10. map
11. array

定义示例：

Go

```
st(field(column1,map(string,string)))
```

或者：

Lisp

```
st(field(column1,map(string,array(st(field(columnx,string))))))
```

> 在 Byzer-lang 2.2.0 版本以及以前的版本， `map` 数据类型的支持还有些问题。

Json Schema 格式

使用 Json 定义 schema 功能最全，但是写起来复杂,示例如下：

JSON

```
#%schema={"type":"struct","fields":[{"name":"id","type":"integer","nullable":true,"metadata":{}},{"name":"diagnosis","type":"string","nullable":true,"metadata":{}},{"name":"radius_mean","type":"double","nullable":true,"metadata":{}}]}
```

上面定义了三个字段， id, diagnosis, radius_mean。 用户可以通过如下命令获取任何一张表的 json 格式 schema:

YAML

```yaml
!desc newdata json;
```

DDL Schema 格式

用户也可以用标准的符合MySQL 的 create 语句来定义 schema格式。

Plain Text

```
#%schema=CREATE TABLE t1 (c1 INT,c2 INT) ENGINE NDB
```

Byzer-python API 介绍

简介

前面的示例中，用户看到了类似 `RayContext`，`PythonContext` 等对象。这些对象帮助用户进行输入和输出的控制。用户书写 Byzer-python 代码基本是三步走：

1. 创建RayContext:

Python

```python
ray_context = RayContext.connect(globals(),None)
```

2. 获取数据（可选）

获取所有数据：

Makefile

```
items = ray_context.collect()
```

通过分片来获取数据：

Python

```python
data_refs = ray_context.data_servers()
data = [RayContext.collect_from([data_ref]) for data_ref in data_refs]
```

William Zhu 祝海林 5052

注意， `data_refs` 是字符串数组，每个元素是一个 `ip:port` 的形态. 可以使用 `RayContext.collect_from` 单独获取每个数据分片。

如果数据规模不大，也可以直接获取pandas格式数据。

```python
data = RayContext.to_pandas()
```

如果数据规模大，可以转化为 Dask 数据集来进行操作：

```python
data = ray_context.to_dataset().to_dask()
```

3. 构建新的结果数据输出

```python
context.build_result([])
```

现在专门介绍下两个 API 用来做数据分布式处理。

ray_context.foreach

如果已经连接了Ray,那么可以直接使用高阶API `ray_context.foreach`

William Zhu 祝海林 5052

SQL

```sql
set jsonStr='''
{"Busn_A":114,"Busn_B":57},
{"Busn_A":55,"Busn_B":134},
{"Busn_A":27,"Busn_B":137},
{"Busn_A":101,"Busn_B":129},
{"Busn_A":125,"Busn_B":145},
{"Busn_A":27,"Busn_B":60},
{"Busn_A":105,"Busn_B":49}
''';
load jsonStr.`jsonStr` as data;
```

Python

```python
#%env=source /usr/local/Caskroom/miniconda/base/bin/activate dev2
#%python
#%input=data
#%dataMode=data
#%schema=st(field(ProductName,string),field(SubProduct,string))
from pyjava.api.mlsql import RayContext,PythonContext

context:PythonContext = context
ray_context = RayContext.connect(globals(),"127.0.0.1:10001")
def echo(row):
    row1 = {}
    row1["ProductName"]=str(row['Busn_A'])+'_jackm'
    row1["SubProduct"] = str(row['Busn_B'])+'_product'
    return row1

buffer = ray_context.foreach(echo)
```

foreach接受一个回调函数，函数的入参是一条记录。用户无需显示的申明如何获取数据，只要实现回调函数即可。

ray_context.map_iter

我们也可以获得一批数据，可以使用`ray_context.map_iter`。

系统会自动调度多个任务到Ray上并行运行。 map_iter会根据表的分片大小启动相应个数的task,如果你希望通过map_iter拿到所有的数据，而非部分数据，可以先对表做重新分区

Python

```python
#%env=source /usr/local/Caskroom/miniconda/base/bin/activate dev2
#%python
#%input=data
#%dataMode=data
#%schema=st(field(ProductName,string),field(SubProduct,string))

import ray
from pyjava.api.mlsql import RayContext
import numpy as np;
import time
ray_context = RayContext.connect(globals(),"127.0.0.1:10001")
def echo(rows):
    count = 0
    for row in rows:
      row1 = {}
      row1["ProductName"]="jackm"
      row1["SubProduct"] = str(row["Busn_A"])+'_'+str(row["Busn_B"])
      count = count + 1
      if count%1000 == 0:
          print("=====> " + str(time.time()) + " ====>" + str(count))
      yield row1

ray_context.map_iter(echo)
```

将表转化为分布式pandas

如果用户喜欢使用Pandas API ,而数据集又特别大，也可以将数据转换为分布式Pandas(on Dask)来做进一步处理：

```python
#%python
#%input=mockData
#%schema=st(field(count,long))
#%runIn=driver
#%mode=model
#%env=source /opt/miniconda3/bin/activate ray1.8.0

from pyjava.api.mlsql import PythonContext,RayContext

# type hint
context:PythonContext = context

ray_context = RayContext.connect(globals(),"127.0.0.1:10001")
df = ray_context.to_dataset().to_dask()
c = df.shape[0].compute()

context.build_result([{"count":c}])
```

注意，该API需要使用功能Ray。

将目录转化为表

这个功能在做算法训练的时候特别有用。比如模型训练完毕后，一般是保存在训练所在的节点上的。需要将其转化为表，然后保存到数据湖里去。具体技巧如下:

第一步，通过 Byzer-python 读取目录，转化为表：

Python

```python
#%python
#%input=final_cifar10
#%output=cifar10_model
#%cache=true
#%schema=file
#%dataMode=model
#%env=source /opt/miniconda3/bin/activate ray1.8.0

from pyjava.storage import streaming_tar
.....
model_path = os.path.join("/","tmp","minist_model")
self.model.save(model_path)
model_binary = [item for item in streaming_tar.build_rows_from_file(model_path)]
ray_context.build_result(model_binary)
```

将 Byzer-python 产生的表保存到数据湖里去（delta）

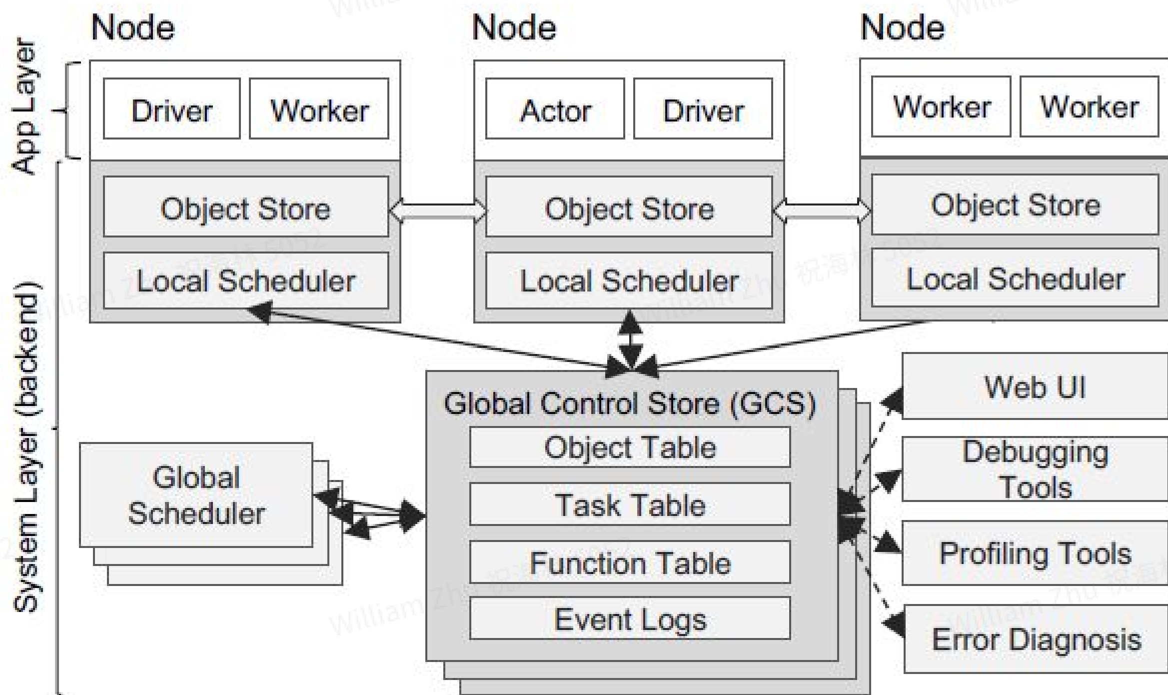
JavaScript

```javascript
save overwrite cifar10_model as delta.`ai_model.cifar_model`;
```

Ray 的介绍

Ray的详细框架介绍，下面这张图展示了 Ray 的主要架构。GCS 作为集中的服务端，是 Worker 之间传递消息的纽带。每个 Server 都有一个共用的 Object Store，通过 Apache Arrow/Plasma 的方式存储数据及数据通信。Local Scheduler 是 Node 内部的调度，同时通过 GCS 来和其他 Node 上的 Worker 通信。

William Zhu 祝海林 5052



那么如何启动一个 ray 的 server 呢？首先要创建一个 python 环境 （具体看 ***Conda 安装 python*** 部分），然后在 python 环境中安装 ray （>=1.8.0）

单机安装

在本文 **环境** 部分我们已经安装好Ray了。

单机启动

通过 Ray 命令在机器上启动 Ray：

Nginx

```
ray start --head # 该命令的意思是执行该命令的机器是ray集群的head节点（类似driver/master节点）
```

这样就可以在控制台上看到成功启动 ray 的结果

William Zhu 祝海林 5052

```
Local node IP: 192.168.2.54

--------------------
Ray runtime started.
--------------------

Next steps
  To connect to this Ray runtime from another node, run
    ray start --address='192.168.2.54:6379' --redis-password='5241590000000000'

  Alternatively, use the following Python code:
    import ray
    ray.init(address='auto', _redis_password='5241590000000000')

  To connect to this Ray runtime from outside of the cluster, for example to
  connect to a remote cluster from your laptop directly, use the following
  Python code:
    import ray
    ray.init(address='ray://<head_node_ip_address>:10001')

  If connection fails, check your firewall settings and network configuration.

  To terminate the Ray runtime, run
    ray stop
```

如果需要dashboard支持，可以再加一个参数 `--include-dashboard true` 这样启动后就可以根据提示访问 Ray的管理页面。默认地址： http://127.0.0.1:8265

集群启动

Master 机器

Nginx

```
1  ray start --head
```

Worker 机器 【每一个slave的节点都需要执行这个命令】

Nginx

```
1  ray start --address='<client ip address>:6379'
```

在 Byzer-python 中，只需要在初始化语句中的第二个参数中指定 head 节点的 ip 地址，head 节点收到任务后 ray 的管理器会将任务分发到 server 节点。示例如下：

Python

```
1  from pyjava.api.mlsql import RayContext,PythonContex
2  ray_context = RayContext.connect(globals(), '<head_node_ip_address>:10001')
```

Byzer notebook 的使用

> 注意事项1： Byzer Notebook 中， 通常一个 Byzer-python Cell 就是一个独立的小黑盒，输入是表，产出也是表。不同的 Byzer-python Cell 之间的信息都是隔离的。如果希望两个 Cell 的代码能实现交互，可以通过产出的表进行交互。这点和传统的 Python 类型的 Notebook 不同。

> 注意事项2： Byzer Notebook中， Byzer-python Cell 产出的表只能被消费使用一次。 如果希望后续多次使用， 可以添加注解 %#cache=true 来进行缓存。 缓存会放在用户 主目录 中的临时目录中。

首先，在 Byzer 或者 Byzer-lang 的桌面版里， Cell 需要指定命令激活 python 环境， Byzer-lang 是通过识别注释代码感知。 代码如下

SQL

```
!python env "PYTHON_ENV= source activate dev"
```

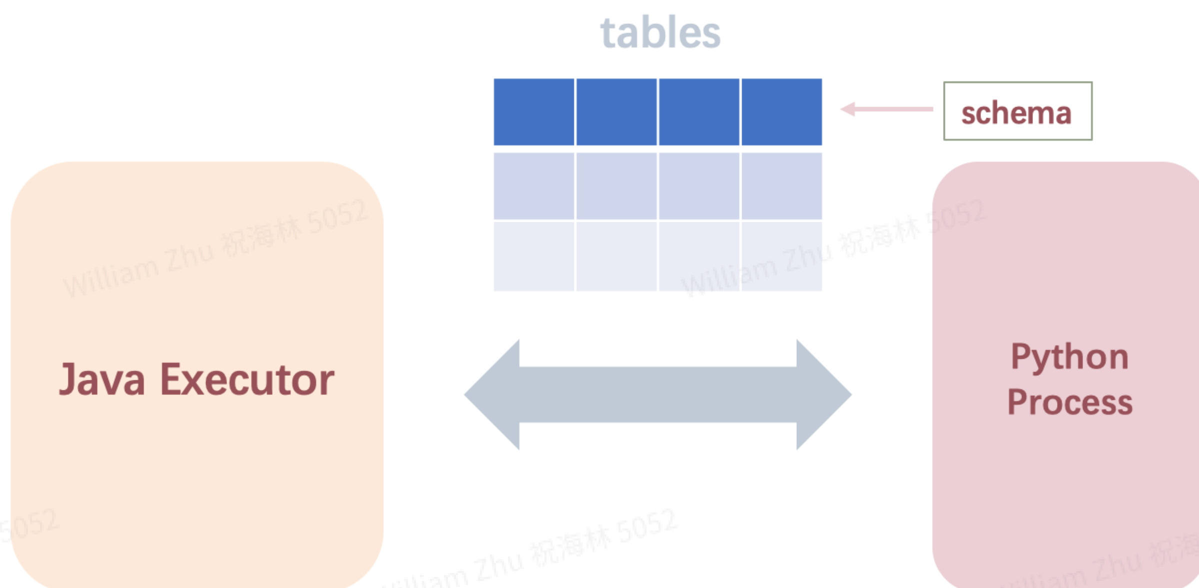
> source activate dev 可以换成绝对路径 source /usr/local/Caskroom/miniconda/base/bin/activate dev

OR

Python

```python
#%env=source activate dev
#%python
```

由于在 Byzer-lang 里操作的都是二维宽表，而 python 代码的执行是基于跨进程通信的，进程之间也是通过宽表进行通信。因此，需要定义 python 进程返回结果的字段结构。



下面是指定由 JAVA 端到 python 端的输入数据的定义，以及 python 端数据输出到 JAVA 端的结构定义

下面代码 input 指定了输入数据表 data1 （P.S. 该输入数据必须是在 Byzer-lang 里执行产生过的）

Schema 指定了输出数据以宽表的形式返回到 JAVA 端，第一列是 content 字段，第二列是 mime 字段

```Python
#%input=data1
#%schema=st(field(content,string),field(mime,string))
```

OR

```Bash
!python conf "schema=st(field(content,string),field(mime,string))";
```

案例展示

如何使用 Byzer-python 获取数据

在下面的示例里，获取 python 库内置的 breast_cancer 数据集

William Zhu 祝海林 5052

```python
#%python
#%input=command
#%output=b_output
#%cache=true
#%schema=st(field(features,array(double)),field(label,long))
#%dataMode=model
#%env=source /Users/allwefantasy/opt/anaconda3/bin/activate ray1.7.0

from sklearn.datasets import load_breast_cancer
from pyjava.api.mlsql import RayContext,PythonContext

context: PythonContext = context
ray_context = RayContext.connect(globals(), None)
train_x, train_y = load_breast_cancer(return_X_y=True)
rows = [{"features":row[0],"label":row[1]} for row in zip(train_x.tolist(),train_y.tolist())]
context.build_result(rows)
```

然后保存到数据湖里供下次使用。

```haskell
save overwrite b_output as delta.`data.breast_cancer`;
```

在上面的示例，数据都是放到内存的，那么如何采用迭代器模式。详细的例子可以看用boto3 sdk 读取 Aws Athena 数据的例子（如何将Python代码包装成库）。

William Zhu 祝海林 5052

SQL

```
#%python
#%input=command
#%output=b_output
#%cache=true
#%schema=st(field(features,array(double)),field(label,long)))
#%dataMode=model
#%env=source /Users/allwefantasy/opt/anaconda3/bin/activate ray1.7.0

from sklearn.datasets import load_breast_cancer
from pyjava.api.mlsql import RayContext,PythonContext

context: PythonContext = context
ray_context = RayContext.connect(globals(), None)
-- suppose the train_x/train_y is also batch by batch
train_x, train_y = load_breast_cancer(return_X_y=True)
def generate_rows():
    for row in zip(train_x,train_y):
        yield {"features":row[0],"label":row[1]}

context.build_result(generate_rows())
```

数据处理

Step. 1 Byzer-lang 端构建数据表 data1

```sql
set jsonStr='''
{"features":[5.1,3.5,1.4,0.2],"label":0.0},
{"features":[5.1,3.5,1.4,0.2],"label":1.0}
{"features":[5.1,3.5,1.4,0.2],"label":0.0}
{"features":[4.4,2.9,1.4,0.2],"label":0.0}
{"features":[5.1,3.5,1.4,0.2],"label":1.0}
{"features":[5.1,3.5,1.4,0.2],"label":0.0}
{"features":[5.1,3.5,1.4,0.2],"label":0.0}
{"features":[4.7,3.2,1.3,0.2],"label":1.0}
{"features":[5.1,3.5,1.4,0.2],"label":0.0}
{"features":[5.1,3.5,1.4,0.2],"label":0.0}
''';
load jsonStr.`jsonStr` as data;
select features[0] as a ,features[1] as b from data
as data1;
```

a	b
5.1	3.5
5.1	3.5
5.1	3.5
4.4	2.9

Step. 2 Byzer-python 做数据处理

> Note. 从 java 端接受的数据格式也是list(dict)，也就是说，每一行的数据都以字典的数据结构存储。比如data1的数据，在 python 端拿到的结构就是[{'a':'5.1','b':'3.5'}, {'a':'5.1','b':'3.5'}, {'a':'5.1','b':'3.5'} ...] 基于这个数据结构，我们可以在 python 端对输入数据进行数据处理

Python

```python
#%env=source /usr/local/Caskroom/miniconda/base/bin/activate dev
#%python
#%input=data1
#%schema=st(field(content,string),field(test,string))


import ray
from pyjava.api.mlsql import RayContext,PythonContext


context:PythonContext = context
## 获取ray_context,如果需要使用Ray，那么第二个参数填写Ray地址
## 否则设置为None就好。
ray_context = RayContext.connect(globals(),None)
# 从 java 端获取数据，数据格式是 list(dict())
datas = RayContext.collect_from(ray_context.data_servers())
res = []
## 对数据进行处理


# for row in datas:
#     new_row = {}
#     new_row['content'] = 'hello' + str(row['a']) # content 对应定义的 content 列
#     new_row['test'] = str(row['b']) # test 对应定义的 test 列
#     res.append(new_row)


# 也可以这么写
def foo(row):
    new_row = {}
    new_row['content'] = 'hello' + str(row['a']) # content 对应定义的 content 列
    new_row['test'] = str(row['b']) # test 对应定义的 test 列
    return new_row


res = [foo(row) for row in datas]


## 构造结果数据返回
context.build_result(res)
```

William Zhu 祝海林 5052

content	test
hello5.1	3.5
hello4.7	3.2
hello5.1	3.5

使用 Byzer-python 做分布式处理 (需要用户启动 Ray)

William Zhu 祝海林 5052

Python

```python
#%env=source /usr/local/Caskroom/miniconda/base/bin/activate dev
#%python
#%input=data1
#%schema=st(field(content,string),field(test,string))


import ray
from pyjava import rayfix
from pyjava.api.mlsql import RayContext,PythonContext


context:PythonContext = context
## 获取ray_context,如果需要使用Ray，那么第二个参数填写Ray地址
## 否则设置为None就好。
ray_context = RayContext.connect(globals(), url="127.0.0.1:10001")
# 从 java 端获取数据，数据格式是 list(dict())
res = []
## 对数据基于Ray进行分布式处理
@ray.remote
@rayfix.last
def foo(servers):
    datas = RayContext.collect_from(servers)
    res = []
    for row in datas:
        new_row = {}
        new_row['content'] = 'hello' + str(row['a']) # content 对应定义的 content 列
        new_row['test'] = str(row['b']) # test 对应定义的 test 列
        res.append(new_row)
    return res


data_servers = ray_context.data_servers()
res =  ray.get(foo.remote(data_servers))
## 构造结果数据返回
context.build_result(res)
```

content	test
hello5.1	3.5
hello5.1	3.5
hello5.1	3.5
hello4.4	2.9

模型训练（单机）

> 需要 Driver 侧安装 tensorflow

本例子对举了在 Byzer-lang 里利用 tensorflow 做最简单的线性回归的模型训练的例子，代码如下

Python

```python
#%env=source /usr/local/Caskroom/miniconda/base/bin/activate dev
#%python
#%input=data1
#%schema=st(field(epoch,string),field(k,string), field(b,string))


import ray
from pyjava import rayfix
from pyjava.api.mlsql import RayContext,PythonContext
# import tensorflow as tf
ray_context = RayContext.connect(globals(), url="127.0.0.1:10001")

# 上面导包找不到placeholder模块时，换下面导入方式
import tensorflow.compat.v1 as tf
tf.disable_v2_behavior()

import numpy as np  # Python的一种开源的数值计算扩展
import matplotlib.pyplot as plt  # Python的一种绘图库

np.random.seed(5)  # 设置产生伪随机数的类型
sx = np.linspace(-1, 1, 100)  # 在-1到1之间产生100个等差数列作为图像的横坐标
# 根据y=2*x+1+噪声产生纵坐标
# randn(100)表示从100个样本的标准正态分布中返回一个样本值，0.4为数据抖动幅度
sy = 2 * sx + 1.0 + np.random.randn(100) * 0.4


def model(x, k, b):
    return tf.multiply(k, x) + b



def train():
    # 定义模型中的参数变量，并为其赋初值
    k = tf.Variable(1.0, dtype=tf.float32, name='k')
    b = tf.Variable(0, dtype=tf.float32, name='b')


```

William Zhu 祝海林 5052

```
38      # 定义训练数据的占位符，x为特征值，y为标签
39      x = tf.placeholder(dtype=tf.float32, name='x')
40      y = tf.placeholder(dtype=tf.float32, name='y')
41      # 通过模型得出特征值x对应的预测值yp
42      yp = model(x, k, b)
43
44
45      # 训练模型，设置训练参数(迭代次数、学习率)
46      train_epoch = 10
47      rate = 0.05
48
49
50      # 定义均方差为损失函数
51      loss = tf.reduce_mean(tf.square(y - yp))
52
53
54      # 定义梯度下降优化器，并传入参数学习率和损失函数
55      optimizer = tf.train.GradientDescentOptimizer(rate).minimize(loss)
56
57
58      ss = tf.Session()
59      init = tf.global_variables_initializer()
60      ss.run(init)
61
62
63      res = []
64      # 进行多轮迭代训练，每轮将样本值逐个输入模型，进行梯度下降优化操作得出参数，绘制模型曲线
65      for _ in range(train_epoch):
66          for x1, y1 in zip(sx, sy):
67              ss.run([optimizer, loss], feed_dict={x: x1, y: y1})
68          tmp_k = k.eval(session=ss)
69          tmp_b = b.eval(session=ss)
70          res.append((str(_), str(tmp_k), str(tmp_b)))
71      return res
72
73
74  res = train()
75  res = [{'epoch':item[0], 'k':item[1], 'b':item[2]} for item in res]
76  context.build_result(res)
```

结果展示了每一个 epoch 的斜率（k）和截距（b）的拟合数据

William Zhu 祝海林 5052

epoch	k	b
0	1.1141459	1.8249046
1	1.9090568	1.1080607
2	1.9761181	1.0475844
3	1.9817748	1.042483
4	1.9822522	1.0420525
5	1.9822925	1.0420163
6	1.982296	1.0420133

模型训练 （分布式）

> 需要在 Ray 侧 安装 tensorflow

Python

```python
#%env=source /usr/local/Caskroom/miniconda/base/bin/activate dev
#%python
#%input=data1
#%schema=st(field(epoch,string),field(k,string), field(b,string))


import ray
from pyjava import rayfix
from pyjava.api.mlsql import RayContext,PythonContext
# import tensorflow as tf
ray_context = RayContext.connect(globals(), url="127.0.0.1:10001")

@ray.remote
@rayfix.last
def train(servers):
    # 上面导包找不到placeholder模块时，换下面导入方式
    import numpy as np  # Python的一种开源的数值计算扩展
    import matplotlib.pyplot as plt  # Python的一种绘图库
    import tensorflow.compat.v1 as tf
    tf.disable_v2_behavior()
    np.random.seed(5)  # 设置产生伪随机数的类型
    sx = np.linspace(-1, 1, 100)  # 在-1到1之间产生100个等差数列作为图像的横坐标
    # 根据y=2*x+1+噪声产生纵坐标
    # randn(100)表示从100个样本的标准正态分布中返回一个样本值，0.4为数据抖动幅度
    sy = 2 * sx + 1.0 + np.random.randn(100) * 0.4
    # 定义模型中的参数变量，并为其赋初值
    k = tf.Variable(1.0, dtype=tf.float32, name='k')
    b = tf.Variable(0, dtype=tf.float32, name='b')
```

```
29      # 定义训练数据的占位符，x为特征值，y为标签
30      x = tf.placeholder(dtype=tf.float32, name='x')
31      y = tf.placeholder(dtype=tf.float32, name='y')
32      # 通过模型得出特征值x对应的预测值yp
33      yp = tf.multiply(k, x) + b
34      # 训练模型，设置训练参数(迭代次数、学习率)
35      train_epoch = 10
36      rate = 0.05
37      # 定义均方差为损失函数
38      loss = tf.reduce_mean(tf.square(y - yp))
39      # 定义梯度下降优化器，并传入参数学习率和损失函数
40      optimizer = tf.train.GradientDescentOptimizer(rate).minimize(loss)
41      ss = tf.Session()
42      init = tf.global_variables_initializer()
43      ss.run(init)
44      res = []
45      # 进行多轮迭代训练，每轮将样本值逐个输入模型，进行梯度下降优化操作得出参数，绘制模型
   曲线
46      for _ in range(train_epoch):
47          for x1, y1 in zip(sx, sy):
48              ss.run([optimizer, loss], feed_dict={x: x1, y: y1})
49          tmp_k = k.eval(session=ss)
50          tmp_b = b.eval(session=ss)
51          res.append((str(_), str(tmp_k), str(tmp_b)))
52      return res
53
54
55  data_servers = ray_context.data_servers()
56  res =  ray.get(train.remote(data_servers))
57  res = [{'epoch':item[0], 'k':item[1], 'b':item[2]} for item in res]
58  context.build_result(res)
```

epoch	k	b
0	1.1141459	1.8249046
1	1.9090568	1.1080607
2	1.9761181	1.0475844
3	1.9817748	1.042483

利用 Byzer-python 进行报表绘制

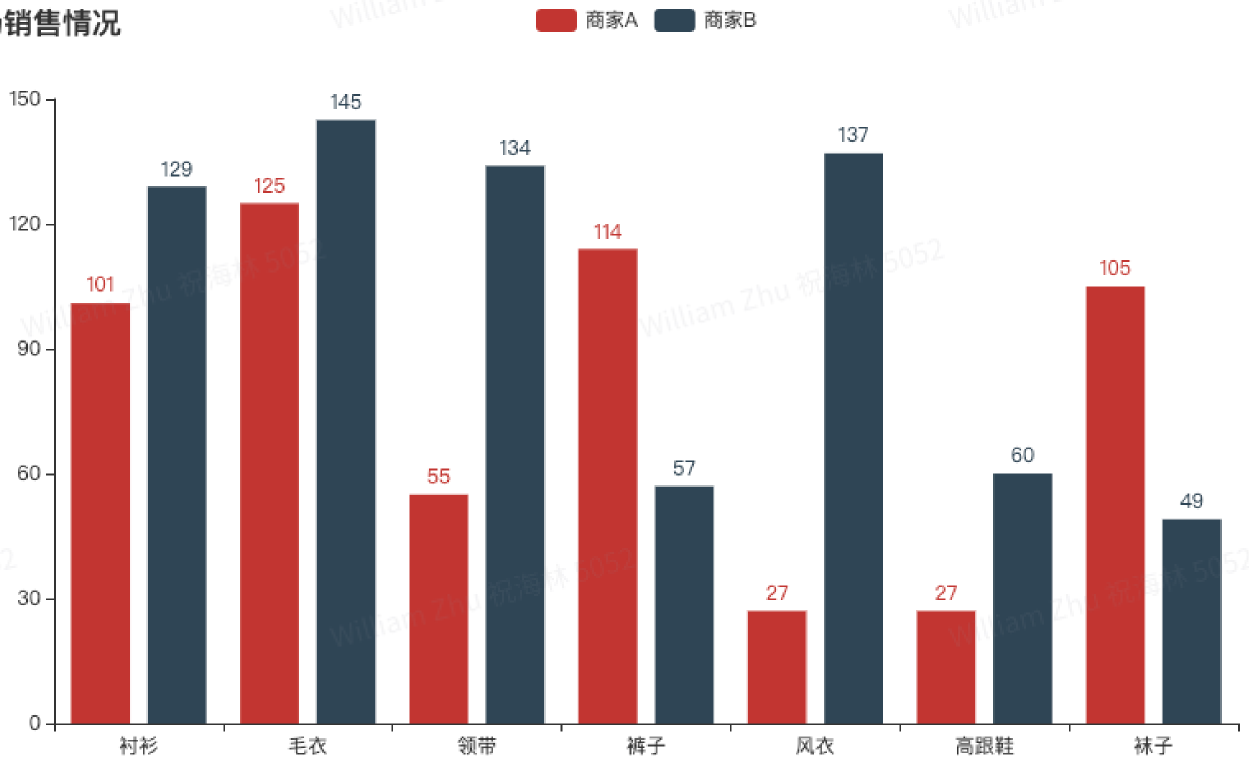
William Zhu 祝海林 5052

SQL

```sql
set jsonStr='''
{"Busn_A":114,"Busn_B":57},
{"Busn_A":55,"Busn_B":134},
{"Busn_A":27,"Busn_B":137},
{"Busn_A":101,"Busn_B":129},
{"Busn_A":125,"Busn_B":145},
{"Busn_A":27,"Busn_B":60},
{"Busn_A":105,"Busn_B":49}
''';
load jsonStr.`jsonStr` as data;
```

Python

```python
#%env=source /usr/local/Caskroom/miniconda/base/bin/activate dev2
#%python
#%input=data
#%schema=st(field(content,string),field(mime,string))
from pyjava.api.mlsql import RayContext,PythonContext
from pyecharts import options as opts
import os
from pyecharts.charts import Bar
# 这句是为了代码提示
context:PythonContext = context
ray_context = RayContext.connect(globals(),None)
data = ray_context.to_pandas()
data_a = data['Busn_A']
data_b = data['Busn_B']
# 基本柱状图
bar = Bar()
bar.add_xaxis(["衬衫", "毛衣", "领带", "裤子", "风衣", "高跟鞋", "袜子"])
# bar.add_yaxis("商家A", data_a)
# bar.add_yaxis("商家B", data_b)
bar.add_yaxis("商家A", list(data_a))
bar.add_yaxis("商家B", list(data_b))
bar.set_global_opts(title_opts=opts.TitleOpts(title="某商场销售情况"))
bar.render('bar_demo.html')  # 生成html文件
html = ""
with open("bar_demo.html") as file:
   html = "\n".join(file.readlines())
os.remove("bar_demo.html")
context.build_result([{"content":html,"mime":"html"}])
```



如何将Python代码包装成库

下面以开发 Athena 数据读取插件开发作为例子，介绍如何基于boto3的SDK，用Byzer脚本开发ET。

首先，我们先展示最后的使用形式（如下）

> 📌 其中set部分是lib-core里的save_data所需要的一些参数，schema是数据返回到 Byzer 端的scehma设置。rayAddress，access_id，access_key，region，database，s3_bucket，s3_key，query分别是适用query_schema所必需的参数

SQL

```sql
set schema="st(field(schemadef,string))";
set rayAddress="127.0.0.1:10001"; -- The head node IP address in ray cluster
set access_id = ' *** ';
set access_key = '***';
set region = 'eu-west-1';
set database = 'andie_database';
set s3_bucket = 'andie-huang';
set s3_key='test';
set query = 'SELECT * FROM test_table2';

include lib.`gitee.com/andiehuang/lib-core`
where force="true"
and alias="andielib";
include local.`andielib.datasource.athena.query_schema`;
```

从上面的 Byzer 脚本代码可以知道，我们把核心代码逻辑放在了lib-core这个库里，然后通过 Byzer 的 include 语法进行对 core-lib的 datasource/athena 目录下 query_schema 的引用，下面我们详细介绍一下 query_schema 的开发。

我们通过 context.conf 去获取 Byzer Engine下通过 set 语法设置的变量（包括 rayAddress，access_id，access_key，region，database，s3_bucket，s3_key，query）因此，在执行 query_schema 之前，这些参数是需要事先 set，执行的过程中才可能传到 context.conf 中

接下来我们通过 conf 获取对应的参数，利用 boto3 的sdk 根据 query 去检查任务的状态，如果成功，我们去获取 query 语句下返回的数据的schema， 构造 Byzer 端可识别的 schema 格式（例如 st(field(** ,<type>),field(**,<type>)))返回。 比如，我们在 query_schema 中，我们只定义了返回数据只有一列，这一列就是 schemadef， 类型是string，因为我们会把 Athena 查询返回的数据 Schema 构造成 Byzer 可识别的 schema 格式，以 string 的格式返回

Python

```python

'''
@FileName       :query_schema.py
@Author         : andie.huang
@Date           :2021/11/23
'''

from pyjava.api.mlsql import RayContext, PythonContext
from pyjava.api import Utils
```

```python
import os
import sys
import csv
import boto3
import botocore
import time
import pandas as pd
from retrying import retry
import configparser
import io

context:PythonContext = context
conf = context.conf
ray_context = RayContext.connect(globals(), conf["rayAddress"])

access_id = conf['access_id']
access_key = conf['access_key']
region = conf['region']

database = conf['database']
s3_bucket = conf['s3_bucket']
suffix = conf['s3_key']

query = conf['query']

athena = boto3.client('athena', aws_access_key_id=access_id, aws_secret_access_key=access_key, region_name=region)
s3 = boto3.client('s3', aws_access_key_id=access_id, aws_secret_access_key=access_key, region_name=region)

s3_output = 's3://' + s3_bucket + '/' + suffix


@retry(stop_max_attempt_number=10, wait_exponential_multiplier=300, wait_exponential_max=1 * 60 * 1000)
def poll_status(athena, _id):
    result = athena.get_query_execution(QueryExecutionId=_id)
    state = result['QueryExecution']['Status']['State']
    if state == 'SUCCEEDED':
        return result
    elif state == 'FAILED':
        return result
    else:
        raise Exception


def get_column_schema(result):
```

William Zhu 祝海林 5052

```
54      type_map = {'boolean': 'boolean', 'tinyint': 'byte', 'smallint': 'short',
'integer': 'integer',
55                  'date': 'date', 'bigint': 'long', 'float': 'float', 'double':
'double', 'decimal': 'decimal',
56                  'binary': 'binary',
57                  'varchar': 'string', 'string': 'string'}
58      column_info = result['ResultSet']['ResultSetMetadata']['ColumnInfo']
59      schema = 'st({})'
60      fileds = []
61      for col in column_info:
62          tmp = "field({},{})"
63          col_name = col['Name']
64          col_type = str(col['Type']).lower()
65          spark_type = 'string'
66          fileds.append(tmp.format(col_name, spark_type))
67      return schema.format(','.join(fileds))
68
69
70  response = athena.start_query_execution(
71      QueryString=query,
72      QueryExecutionContext={
73          'Database': database
74      },
75      ResultConfiguration={
76          'OutputLocation': s3_output
77      }
78  )
79  QueryExecutionId = response['QueryExecutionId']
80
81  result = poll_status(athena, QueryExecutionId)
82  ret1 = None
83  if result['QueryExecution']['Status']['State'] == 'SUCCEEDED':
84      file_name = QueryExecutionId + '.csv'
85      key = suffix + '/' + file_name
86      obj = None
87      try:
88          result = athena.get_query_results(QueryExecutionId=QueryExecutionId)
89          ret1 = get_column_schema(result)
90          context.build_result([{'schemadef': ret1}])
91      except Exception as e:
92          print(e)
```

值得注意的是， 本例并未涉及到返回数据量比较大的情况。比如，从Athena 返回 Query 查询的结果量太大，导致内存会爆。 因此，我们需要用 iterator 的方式让 context 去构造返回结果给Byzer端。 下面我们举一个🌰

下面这段代码，athena 是一个通过 boto3 的 client， _id 是 athena 执行的任务 id， 如果athena的返回结果带 next_token， 就会从标记位开始继续往下读【具体可以参考 boto3 SDK的详细介绍】。脚本会在 while true 的循环里不断读取 batch_size 大小的 Athena 的数据，然后返回用 yiled 返回迭代器，直到数据中止。

```python

def get_query_result(athena, _id, next_token=None, batch_size=512):
    final_data = None
    while True:
        if next_token is None:
            result = athena.get_query_results(QueryExecutionId=_id, MaxResults=batch_size)
        else:
            result = athena.get_query_results(QueryExecutionId=_id, MaxResults=batch_size, NextToken=next_token)
        next_token = result['NextToken'] if result is not None and 'NextToken' in result else None
        result_meta = result['ResultSet']['ResultSetMetadata']['ColumnInfo']
        raw_data = result['ResultSet']['Rows']
        final_data = process_athena_rows(raw_data, result_meta)
        for row in final_data:
            yield row
        if next_token is None:
            break
```

FAQ:

Byzer Notebook 和Jupyter Notebook 区别

Byzer Notebook是Byzer 团队完全自主开发的专为Byzer-lang设计的Notebook。 Jupyter Notebook则适合跑Python等语言。当然，经过适配，Jupyter 也可以跑Byzer语言。

Byzer中的Python和Jupyter 中的Python或者PySpark有啥区别么

在Byzer中，Python只是一段脚本片段，他是运行在Byzer runtime 沙盒里的，所以他可以很好的访问Byzer代码中的表，并且产生的结果可以进一步被Byzer中其他代码访问。而且如果使用了Ray,他是分布式执行的。