4.2.1.3 Byzer-SQL 和大模型的整合

其实你肯定觉得上面的语法枯燥而乏味。实际上我们可以通过和大模型的整合，让编写 Byzer-SQL 变得更加。在这篇中，我们重点介绍下如何在 Byzer-SQL 中连接大模型，使用大模型。

安装插件

假设我们前面的安装目录是叫 BYZER_HOME, 进入 $BYZER_HOME/plugin 目录，然后打开网`https://download.byzer.org/byzer-extensions/nightly-build` 找到最新byzer-llm插件，当前写书时的最新版本是： byzer-llm-3.3_2.12-0.1.9.jar ,下载下来，然后拷贝到 plugin 目录。或者也可以用如下命令直接完成：

```
wget  https://download.byzer.org/byzer-extensions/nightly-build/byzer-llm-3.3_2.12-0.1.9.jar
```

按相同的方式下载： https://download.byzer.org/byzer-extensions/nightly-build/byzer-yaml-visualization-3.3_2.12-0.1.0-SNAPSHOT.jar 这个插件主要是支持可视化的。此外我们还提供诸如各种对象存储的访问插件，可以访问市面上主流的云对象存储，更多可以查看官方文档。你也可以查看我们的插件项目：https://github.com/byzer-org/byzer-extension。

最后，修改 conf/byzer.properties.override文件，找到这么一行配置：

```
streaming.plugin.clzznames=tech.mlsql.plugins.ds.MLSQLExcelApp,tech.mlsql.plugins.assert.app.MLSQLAssert,tech.mlsql.plugins.shell.app.MLSQLShell,tech.mlsql.plugins.mllib.app.MLSQLMllib
```

添加一个 `tech.mlsql.plugins.llm.LLMApp` 和 `tech.mlsql.plugins.visualization.ByzerVisualizationApp` ,修改后的样子：

```
streaming.plugin.clzznames=tech.mlsql.plugins.llm.LLMApp,tech.mlsql.plugins.visualization.ByzerVisualizationApp,tech.mlsql.plugins.ds.MLSQLExcelApp,tech.mlsql.plugins.assert.app.MLSQLAssert,tech.mlsql.plugins.shell.app.MLSQLShell,tech.mlsql.plugins.mllib.app.MLSQLMllib
```

现在需要重启下引擎(在 BYZER_HOME 根目录下)，执行如下指令接口重启：

```
./bin/byzer.sh restart
```

如果你是 MacOS, 并且在后续使用过程中遇到如下问题：

```
24/08/01 12:12:09  INFO DriverLogServer: [owner] [hello] [groupId] [99a2f245-4b91-4510-b7f5-c260f1f2f3e1] __MMMMMM__ objc[1440]: +[__NSTimeZone initialize] may have been in progress in another thread when fork() was called.
24/08/01 12:12:09  INFO DriverLogServer: [owner] [hello] [groupId] [99a2f245-4b91-4510-b7f5-c260f1f2f3e1] __MMMMMM__ objc[1440]: +[__NSTimeZone initialize] may have been in progress in another thread when fork() was called. We cannot safely call it or ignore it in the fork() child process. Crashing instead. Set a breakpoint on objc_initializeAfterForkError to debug.
24/08/01 12:12:09  ERROR Executor: Exception in task 0.0 in stage 40.0 (TID 412)
org.apache.spark.SparkException: Failed to execute user defined function (Ray$$Lambda$3367/1609353118: (array<string>) => array<string>)
    at org.apache.spark.sql.errors.QueryExecutionErrors$.failedExecuteUserDefinedFunctionError(QueryExecutionErrors.scala:177) ~[spark-catalyst_2.12-3.3.0.jar:3.3.0]
    at org.apache.spark.sql.errors.QueryExecutionErrors.failedExecuteUserDefinedFunctionError(QueryExecutionErrors.scala) ~[spark-catalyst_2.12-3.3.0.jar:3.3.0]
    at org.apache.spark.sql.catalyst.expressions.GeneratedClass$GeneratedIteratorForCodegenStage1.project_doConsume_0$(Unknown Source) ~[?:?]
    at org.apache.spark.sql.catalyst.expressions.GeneratedClass$GeneratedIteratorForCodegenStage1.processNext(Unknown Source) ~[?:?]
    at org.apache.spark.sql.execution.BufferedRowIterator.hasNext(BufferedRowIterator.java:43) ~[spark-sql_2.12-3.3.0.jar:3.3.0]
    at org.apache.spark.sql.execution.WholeStageCodegenExec$$anon$1.hasNext(WholeStageCodegenExec.scala:760) ~[spark-sql_2.12-3.3.0.jar:3.3.0]
    at scala.collection.Iterator$$anon$10.hasNext(Iterator.scala:460) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.Iterator$$anon$10.hasNext(Iterator.scala:460) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at org.apache.spark.sql.Dataset$$anon$1.hasNext(Dataset.scala:3589) ~[spark-sql_2.12-3.3.0.jar:3.3.0]
    at scala.collection.Iterator$$anon$10.hasNext(Iterator.scala:460) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at org.apache.spark.sql.catalyst.expressions.GeneratedClass$GeneratedIteratorForCodegenStage2.processNext(Unknown Source) ~[?:?]
    at org.apache.spark.sql.execution.BufferedRowIterator.hasNext(BufferedRowIterator.java:43) ~[spark-sql_2.12-3.3.0.jar:3.3.0]
    at org.apache.spark.sql.execution.WholeStageCodegenExec$$anon$1.hasNext(WholeStageCodegenExec.scala:760) ~[spark-sql_2.12-3.3.0.jar:3.3.0]
    at org.apache.spark.sql.execution.SparkPlan.$anonfun$getByteArrayRdd$1(SparkPlan.scala:364) ~[spark-sql_2.12-3.3.0.jar:3.3.0]
    at org.apache.spark.rdd.RDD.$anonfun$mapPartitionsInternal$2(RDD.scala:890) ~[spark-core_2.12-3.3.0.jar:3.3.0]

```

```
21      at org.apache.spark.rdd.RDD.$anonfun$mapPartitionsInternal$2$adapted(
    RDD.scala:890) ~[spark-core_2.12-3.3.0.jar:3.3.0]
22      at org.apache.spark.rdd.MapPartitionsRDD.compute(MapPartitionsRDD.sca
    la:52) ~[spark-core_2.12-3.3.0.jar:3.3.0]
23      at org.apache.spark.rdd.RDD.computeOrReadCheckpoint(RDD.scala:365) ~[
    spark-core_2.12-3.3.0.jar:3.3.0]
24      at org.apache.spark.rdd.RDD.iterator(RDD.scala:329) ~[spark-core_2.12
    -3.3.0.jar:3.3.0]
25      at org.apache.spark.scheduler.ResultTask.runTask(ResultTask.scala:90)
     ~[spark-core_2.12-3.3.0.jar:3.3.0]
26      at org.apache.spark.scheduler.Task.run(Task.scala:136) ~[spark-core_2
    .12-3.3.0.jar:3.3.0]
27      at org.apache.spark.executor.Executor$TaskRunner.$anonfun$run$3(Execu
    tor.scala:548) ~[spark-core_2.12-3.3.0.jar:3.3.0]
28      at org.apache.spark.util.Utils$.tryWithSafeFinally(Utils.scala:1504)
    ~[spark-core_2.12-3.3.0.jar:3.3.0]
29      at org.apache.spark.executor.Executor$TaskRunner.run(Executor.scala:5
    51) ~[spark-core_2.12-3.3.0.jar:3.3.0]
30      at java.util.concurrent.ThreadPoolExecutor.runWorker(ThreadPoolExecut
    or.java:1149) ~[?:1.8.0_151]
31      at java.util.concurrent.ThreadPoolExecutor$Worker.run(ThreadPoolExecu
    tor.java:624) ~[?:1.8.0_151]
32      at java.lang.Thread.run(Thread.java:748) ~[?:1.8.0_151]
33  Caused by: org.apache.spark.SparkException: Python worker exited unexpect
    edly (crashed)
34      at tech.mlsql.arrow.python.runner.BasePythonRunner$ReaderIterator$$an
    onfun$1.applyOrElse(PythonRunner.scala:364) ~[byzer-lang-3.3.0-2.12-2.3.9
    .jar:?]
35      at tech.mlsql.arrow.python.runner.BasePythonRunner$ReaderIterator$$an
    onfun$1.applyOrElse(PythonRunner.scala:353) ~[byzer-lang-3.3.0-2.12-2.3.9
    .jar:?]
36      at scala.runtime.AbstractPartialFunction.apply(AbstractPartialFunctio
    n.scala:38) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
37      at tech.mlsql.arrow.python.runner.ArrowPythonRunner$$anon$2.read(Arro
    wPythonRunner.scala:164) ~[byzer-lang-3.3.0-2.12-2.3.9.jar:?]
38      at tech.mlsql.arrow.python.runner.ArrowPythonRunner$$anon$2.read(Arro
    wPythonRunner.scala:102) ~[byzer-lang-3.3.0-2.12-2.3.9.jar:?]
39      at tech.mlsql.arrow.python.runner.BasePythonRunner$ReaderIterator.has
    Next(PythonRunner.scala:293) ~[byzer-lang-3.3.0-2.12-2.3.9.jar:?]
40      at tech.mlsql.arrow.python.runner.InterruptibleIterator.hasNext(Pytho
    nRunner.scala:415) ~[byzer-lang-3.3.0-2.12-2.3.9.jar:?]
41      at scala.collection.Iterator$$anon$11.hasNext(Iterator.scala:491) ~[s
    cala-library-2.12.15.jar:?]
42      at scala.collection.Iterator$$anon$10.hasNext(Iterator.scala:460) ~[s
    cala-library-2.12.15.jar:?]
43      at scala.collection.Iterator.foreach(Iterator.scala:943) ~[scala-libr
    ary-2.12.15.jar:?]
```

```
    at scala.collection.Iterator.foreach$(Iterator.scala:943) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.AbstractIterator.foreach(Iterator.scala:1431) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.generic.Growable.$plus$plus$eq(Growable.scala:62) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.generic.Growable.$plus$plus$eq$(Growable.scala:53) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.mutable.ListBuffer.$plus$plus$eq(ListBuffer.scala:184) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.mutable.ListBuffer.$plus$plus$eq(ListBuffer.scala:47) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.TraversableOnce.to(TraversableOnce.scala:366) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.TraversableOnce.to$(TraversableOnce.scala:364) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.AbstractIterator.to(Iterator.scala:1431) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.TraversableOnce.toList(TraversableOnce.scala:350) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.TraversableOnce.toList$(TraversableOnce.scala:350) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.AbstractIterator.toList(Iterator.scala:1431) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at tech.mlsql.ets.Ray$.executePythonCode(Ray.scala:430) ~[byzer-lang-3.3.0-2.12-2.3.9.jar:?]
    at tech.mlsql.ets.Ray.$anonfun$predict$7(Ray.scala:372) ~[byzer-lang-3.3.0-2.12-2.3.9.jar:?]
    ... 25 more
Caused by: java.io.EOFException
    at java.io.DataInputStream.readInt(DataInputStream.java:392) ~[?:1.8.0_151]
    at tech.mlsql.arrow.python.runner.ArrowPythonRunner$$anon$2.read(ArrowPythonRunner.scala:133) ~[byzer-lang-3.3.0-2.12-2.3.9.jar:?]
    at tech.mlsql.arrow.python.runner.ArrowPythonRunner$$anon$2.read(ArrowPythonRunner.scala:102) ~[byzer-lang-3.3.0-2.12-2.3.9.jar:?]
    at tech.mlsql.arrow.python.runner.BasePythonRunner$ReaderIterator.hasNext(PythonRunner.scala:293) ~[byzer-lang-3.3.0-2.12-2.3.9.jar:?]
    at tech.mlsql.arrow.python.runner.InterruptibleIterator.hasNext(PythonRunner.scala:415) ~[byzer-lang-3.3.0-2.12-2.3.9.jar:?]
    at scala.collection.Iterator$$anon$11.hasNext(Iterator.scala:491) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.Iterator$$anon$10.hasNext(Iterator.scala:460) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.Iterator.foreach(Iterator.scala:943) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.Iterator.foreach$(Iterator.scala:943) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
```

```
    at scala.collection.AbstractIterator.foreach(Iterator.scala:1431) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.generic.Growable.$plus$plus$eq(Growable.scala:62) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.generic.Growable.$plus$plus$eq$(Growable.scala:53) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.mutable.ListBuffer.$plus$plus$eq(ListBuffer.scala:184) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.mutable.ListBuffer.$plus$plus$eq(ListBuffer.scala:47) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.TraversableOnce.to(TraversableOnce.scala:366) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.TraversableOnce.to$(TraversableOnce.scala:364) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.AbstractIterator.to(Iterator.scala:1431) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.TraversableOnce.toList(TraversableOnce.scala:350) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.TraversableOnce.toList$(TraversableOnce.scala:350) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at scala.collection.AbstractIterator.toList(Iterator.scala:1431) ~[scala-library-2.12.15.jar:?]
    at tech.mlsql.ets.Ray$.executePythonCode(Ray.scala:430) ~[byzer-lang-3.3.0-2.12-2.3.9.jar:?]
    at tech.mlsql.ets.Ray.$anonfun$predict$7(Ray.scala:372) ~[byzer-lang-3.3.0-2.12-2.3.9.jar:?]
    ... 25 more
24/08/01 12:12:09  WARN TaskSetManager: Lost task 0.0 in stage 40.0 (TID 412) (192.168.49.88 executor driver): org.apache.spark.SparkException: Failed to execute user defined function (Ray$$Lambda$3367/1609353118: (array<string>) => array<string>)
    at org.apache.spark.sql.errors.QueryExecutionErrors$.failedExecuteUserDefinedFunctionError(QueryExecutionErrors.scala:177)
    at org.apache.spark.sql.errors.QueryExecutionErrors.failedExecuteUserDefinedFunctionError(QueryExecutionErrors.scala)
    at org.apache.spark.sql.catalyst.expressions.GeneratedClass$GeneratedIteratorForCodegenStage1.project_doConsume_0$(Unknown Source)
    at org.apache.spark.sql.catalyst.expressions.GeneratedClass$GeneratedIteratorForCodegenStage1.processNext(Unknown Source)
    at org.apache.spark.sql.execution.BufferedRowIterator.hasNext(BufferedRowIterator.java:43)
    at org.apache.spark.sql.execution.WholeStageCodegenExec$$anon$1.hasNext(WholeStageCodegenExec.scala:760)
    at scala.collection.Iterator$$anon$10.hasNext(Iterator.scala:460)
    at scala.collection.Iterator$$anon$10.hasNext(Iterator.scala:460)
    at org.apache.spark.sql.Dataset$$anon$1.hasNext(Dataset.scala:3589)
    at scala.collection.Iterator$$anon$10.hasNext(Iterator.scala:460)
```

```
    at org.apache.spark.sql.catalyst.expressions.GeneratedClass$GeneratedIteratorForCodegenStage2.processNext(Unknown Source)
    at org.apache.spark.sql.execution.BufferedRowIterator.hasNext(BufferedRowIterator.java:43)
    at org.apache.spark.sql.execution.WholeStageCodegenExec$$anon$1.hasNext(WholeStageCodegenExec.scala:760)
    at org.apache.spark.sql.execution.SparkPlan.$anonfun$getByteArrayRdd$1(SparkPlan.scala:364)
    at org.apache.spark.rdd.RDD.$anonfun$mapPartitionsInternal$2(RDD.scala:890)
    at org.apache.spark.rdd.RDD.$anonfun$mapPartitionsInternal$2$adapted(RDD.scala:890)
    at org.apache.spark.rdd.MapPartitionsRDD.compute(MapPartitionsRDD.scala:52)
    at org.apache.spark.rdd.RDD.computeOrReadCheckpoint(RDD.scala:365)
    at org.apache.spark.rdd.RDD.iterator(RDD.scala:329)
    at org.apache.spark.scheduler.ResultTask.runTask(ResultTask.scala:90)
    at org.apache.spark.scheduler.Task.run(Task.scala:136)
    at org.apache.spark.executor.Executor$TaskRunner.$anonfun$run$3(Executor.scala:548)
    at org.apache.spark.util.Utils$.tryWithSafeFinally(Utils.scala:1504)
    at org.apache.spark.executor.Executor$TaskRunner.run(Executor.scala:551)
    at java.util.concurrent.ThreadPoolExecutor.runWorker(ThreadPoolExecutor.java:1149)
    at java.util.concurrent.ThreadPoolExecutor$Worker.run(ThreadPoolExecutor.java:624)
    at java.lang.Thread.run(Thread.java:748)
Caused by: org.apache.spark.SparkException: Python worker exited unexpectedly (crashed)
    at tech.mlsql.arrow.python.runner.BasePythonRunner$ReaderIterator$$anonfun$1.applyOrElse(PythonRunner.scala:364)
    at tech.mlsql.arrow.python.runner.BasePythonRunner$ReaderIterator$$anonfun$1.applyOrElse(PythonRunner.scala:353)
    at scala.runtime.AbstractPartialFunction.apply(AbstractPartialFunction.scala:38)
    at tech.mlsql.arrow.python.runner.ArrowPythonRunner$$anon$2.read(ArrowPythonRunner.scala:164)
    at tech.mlsql.arrow.python.runner.ArrowPythonRunner$$anon$2.read(ArrowPythonRunner.scala:102)
    at tech.mlsql.arrow.python.runner.BasePythonRunner$ReaderIterator.hasNext(PythonRunner.scala:293)
    at tech.mlsql.arrow.python.runner.InterruptibleIterator.hasNext(PythonRunner.scala:415)
    at scala.collection.Iterator$$anon$11.hasNext(Iterator.scala:491)
    at scala.collection.Iterator$$anon$10.hasNext(Iterator.scala:460)
    at scala.collection.Iterator.foreach(Iterator.scala:943)
    at scala.collection.Iterator.foreach$(Iterator.scala:943)
```

```
    at scala.collection.AbstractIterator.foreach(Iterator.scala:1431)
    at scala.collection.generic.Growable.$plus$plus$eq(Growable.scala:62)
    at scala.collection.generic.Growable.$plus$plus$eq$(Growable.scala:53
)
    at scala.collection.mutable.ListBuffer.$plus$plus$eq(ListBuffer.scala
:184)
    at scala.collection.mutable.ListBuffer.$plus$plus$eq(ListBuffer.scala
:47)
    at scala.collection.TraversableOnce.to(TraversableOnce.scala:366)
    at scala.collection.TraversableOnce.to$(TraversableOnce.scala:364)
    at scala.collection.AbstractIterator.to(Iterator.scala:1431)
    at scala.collection.TraversableOnce.toList(TraversableOnce.scala:350)
    at scala.collection.TraversableOnce.toList$(TraversableOnce.scala:350
)
    at scala.collection.AbstractIterator.toList(Iterator.scala:1431)
    at tech.mlsql.ets.Ray$.executePythonCode(Ray.scala:430)
    at tech.mlsql.ets.Ray.$anonfun$predict$7(Ray.scala:372)
    ... 25 more
Caused by: java.io.EOFException
    at java.io.DataInputStream.readInt(DataInputStream.java:392)
    at tech.mlsql.arrow.python.runner.ArrowPythonRunner$$anon$2.read(Arro
wPythonRunner.scala:133)
    ... 45 more

24/08/01 12:12:09  ERROR TaskSetManager: Task 0 in stage 40.0 failed 1 ti
mes; aborting job
```

可以添加一个环境变量来启动即可解决问题：

```
OBJC_DISABLE_INITIALIZE_FORK_SAFETY=YES ./bin/byzer.sh restart
```

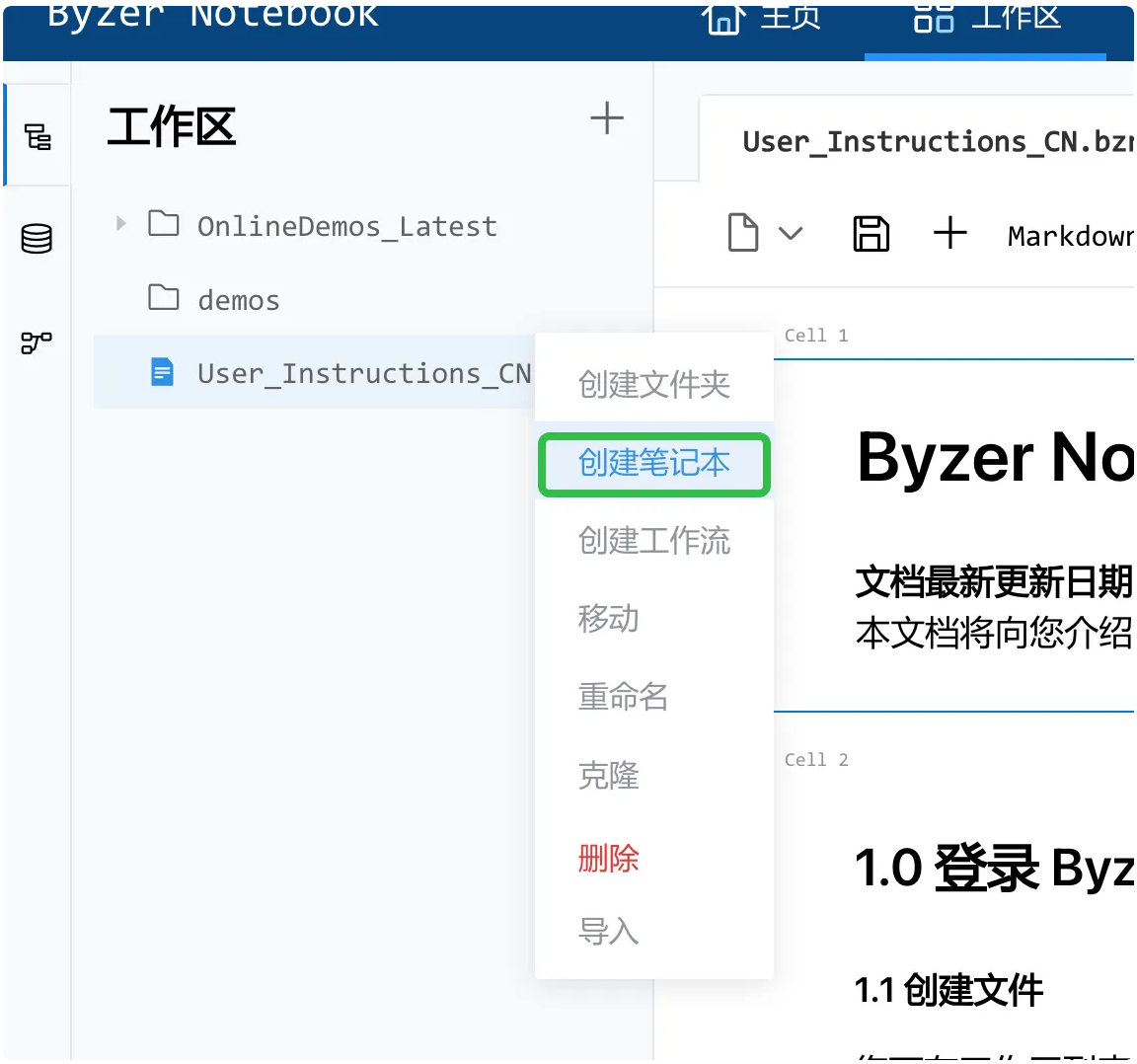
启动大模型

这里我们在命令行里启动一个大模型，假设部署的是一个 SaaS 模型， deepseek-chat:

```
byzerllm deploy --pretrained_model_type saas/openai \
--cpus_per_worker 0.001 \
--gpus_per_worker 0 \
--worker_concurrency 10 \
--num_workers 1 \
--infer_params saas.base_url="https://api.deepseek.com/v1" saas.api_key=${MODEL_DEEPSEEK_TOKEN} saas.model=deepseek-chat \
--model deepseek_chat
```

连接大模型

在 Byzer-SQL 控制台，右键点击 创建笔记本 来新建一个 Notebook:



然后弹出一个框，输入名字，点击“创建”即可。

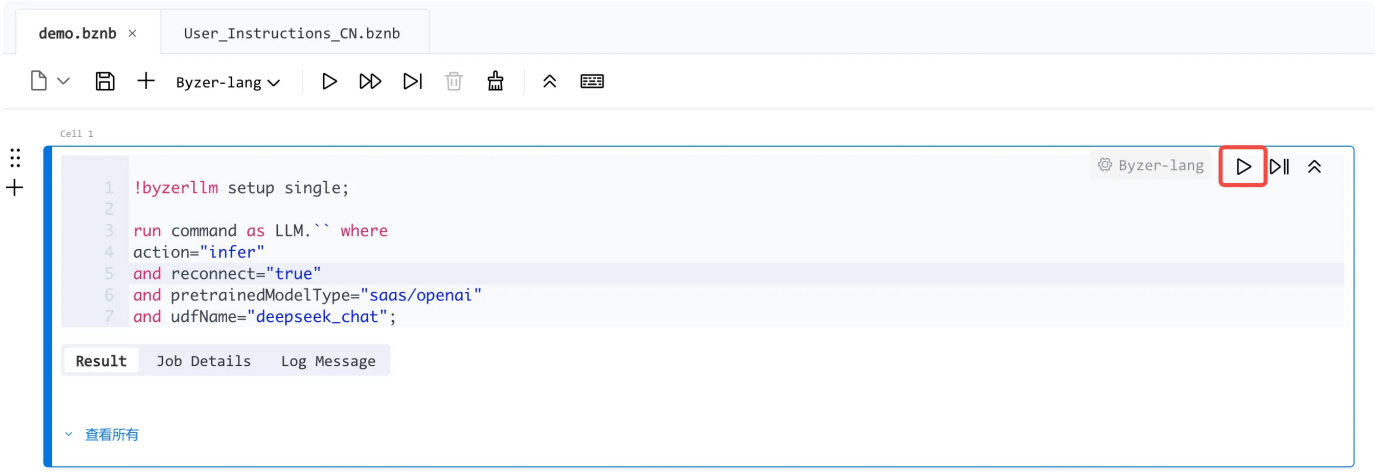
在新创建的笔记本里，输入下面代码：

```
!byzerllm setup single;

run command as LLM.`` where
action="infer"
and reconnect="true"
and pretrainedModelType="saas/openai"
and udfName="deepseek_chat";
```

这段话表示，我们在运行 Byzer-SQL 一个叫 LLM 的模块，该模块有四个参数，分别是：

1. action 执行的操作类型，因为我们是推理，填写 "infer" 即可。
2. reconnect, 是否连接已有的模型实例，选择 "true"（在 Byzer-SQL中万物皆字符串）。
3. pretrainedModelType 连接的模型类型，这里是 "saas/openai"
4. udfName 连接的模型实例名，这里是前面启动的 deepseek_chat。 为什么叫 udfName, 是因为该实例名称在 Byzer-SQL 中直接可以当做函数来用，这个我们会在后面看到。



点击上面的红框部分的执行按钮，如果没有任何输出异常，一般就是正确注册上了。不过我们还是来验证下，在新的输入框填入如下信息：

```
--%chat
--%model=deepseek_chat
--%output=q1

你好
```

这里使用了Byzer 控制台独有的一种语法，

1. `--%chat` 表示这是一个对话框
2. `--%model` 配置我们需要对话的模型实例名。
3. `--%output` 配置我们的对话信息存储的表名，可以随意，方便后续我们支持多轮对话。

点击执行按钮后的输出：

Cell 2

```
--%chat
--%model=deepseek_chat
--%output=q1

你好
```

Result | Job Details | Log Message

你好！欢迎使用人工智能助手。有什么我可以帮助你的吗？无论是问题解答、信息查询还是其他任何事情，请随时告诉我。

查看大图

实际上我们也可以进行多轮对话，你可以通过 output/input 来衔接两个对话，比如：

```
--%chat
--%model=deepseek_chat
--%output=q1

你好,请记住我是祝威廉
```

Result | Job Details | Log Message

你好，祝威廉！很高兴认识你。如果你有任何问题或需要帮助，请随时告诉我。我会尽力为你提供信息和支持。

查看大图

Cell 3

```
--%chat
--%model=deepseek_chat
--%input=q1
--%output=q2

请问我的名字是谁？
```

Result | Job Details | Log Message

你的名字是祝威廉。我已经记住了，如果你有任何问题或需要帮助，请随时告诉我。

查看大图

我在第二个对话里，可以看到大模型记住我的第一个对话。这里主要是通过 input/output 来衔接的。

除了上面这种使用方式以外，你当然也可以直接在 SQL 中使用，下面可以达到上面相同的结果：

```
select
deepseek_chat(llm_param(map(
              "instruction",'我是威廉，请记住我是谁。'
)))

as response as table1;

select llm_result(response) as result from table1 as output;


```

下面是执行后的输出结果：

使用上涉及到几个知识点：

1. 参数需要通过两层包裹: llm_param(map(...)) 才能传递给模型方法。

2. 返回的结果字段实际上需要通过 llm_result 来进行文本抽取。

response 字段其实是一个比较复杂的数组，数组的每个元素是一个复杂的json字符串。你可以通过下面的命令查看：

```
select * from table1 as output;
```

下面是输出：

可以看到 llm_result 可以把大模型的实际回复抽取出来。

另外， Byzer-SQL 也可以实现多轮对话，比如我可以接着 table1 继续对话：

```
select
deepseek_chat(llm_stack(response,llm_param(map(
             "instruction",'请问我是谁？'
))))

as response from table1
as table2;

select llm_result(response) as result from table2 as output;
```

执行后输出：

可以看到，对话可以通过 Byzer-SQL 表之间进行传递。这里唯一需要注意的是，我们需要通过 llm_stack 将 table1 中的 response(或者你改名后的字段名称) 和 新的问题一起拼接起来，这样系统才能拿到完整的对话。

llm_stack 函数会自动帮你把 table1 中的对话和新的对话做拼接。

Byzer-SQL 函数中的 prompt 管理

正如之前我们在 byzerllm 提到的，prompt 管理是一件复杂和有挑战的事情。对于复杂而超长的 prompt, Byzer-SQL 也提供了 llm_prompt 函数 来实现prompt 的模板化渲染。

来看一个例子：

```
select "Byzer-SQL 是一门SQL语言，可以和大模型友好的协作，更高效的完成数据分析任务。"
 as
context as rag_table;

select
deepseek_chat(llm_param(map(
              "instruction",llm_prompt('

根据下面提供的信息，回答用户的问题。

信息上下文:
```
{0}
```

用户的问题： Byzer-SQL 是什么?

',array(context))

)))

as response from rag_table as q3;

select llm_result(response) as result from q3 as output;

```

第一条 Byzer-SQL 语句，我们模拟了一张表，表里面有个 context 字段。接着第二条语句，我们写了一个 prompt 语句，然后里卖弄支持位置变量渲染， `{0}` 会被 llm_prompt 的第二个参数，也就是一个数组的第一个元数替代。我们相当于简单实现一个RAG。我们来看看执行结果：

这里简单再介绍下 llm_prompt 函数，第一个参数是一个模板，模板里可以使用位置变量，类似 `{0}`，`{1}` 这样的特殊字符，然后llm_prompt 的第二个参数是一个数组，这个数组的值可以是字面量，也可以是来自其他表的数据，最后 llm_prompt 会渲染成一个纯文本给到 deepseek_chat 模型函数。

Byzer-SQL 和大模型集成的意义

你可能会好奇，在 Byzer-SQL 中这样集成大模型的意义在于哪?

1. 通过 --%chat 你可以不用离开控制台就可以和大模型聊天，比如让大模型帮你写 Byzer-SQL。
2. 通过 Byzer-SQL 可以对数据库或者其他数据源的数据，使用大模型做数据加工处理。大部分企业的数据都是纯文本，实际上很难被实际利用起来，我们可以通过 Byzer-SQL 工程化的对这些数据使用大模型处理，比如抽取QA问答对，实现数据的半合成化，然后再去微调大模型。
3. Byzer-SQL 实现了企业数据流动的闭环。可以将各种数据源的数据做聚合和清洗（ETL），然后在使用大模型做半合成加工，微调大模型，部署大模型，然后再用新的大模型处理数据。

在下面一个章节，我们会来一个实际的例子，如何使用 Byzer-SQL 加大模型对数据进行分析。