苏州大学实验报告

院系	计算机学院	年级专业	21 计科	姓名	方浩楠	学号	2127405048
课程名称	编译原理课程实践					成绩	
指导教师	王中卿	同组实验者	无		实验日期	2023.10.30	

实 验 名 称 SQL 查询语句解析

一. 实验目的

熟悉并理解 SQL 查询语言的基本结构和语法规则。

通过编写和扩展代码，深入理解 SQL 解析程序的工作原理。

利用编写的 SQL 查询解析程序，实现对 CSV 文件中数据的查询和分析，提高编程和数据处理能力

二. 实验内容

详细阅读并理解项目中 sql_example(在本实验中为NodeCreation/SQLParser.py 和 Analysis/SQLAnalysis.py)模块的源代码，理解其解析 SQL 语句和执行查询的逻辑。

扩展现有的 SQL 解析程序，增加缺失的 SQL 语法元素，使其能够完全适应 SQL 语言的查询语句。

读取 student.csv 文件，利用编写的 SQL 查询语言解析程序，构建相应的 SQL 语句，并完成查询：

三. 实验步骤和结果

本项目的所有 python 代码均根据 Google Style Guide 给出了 docstring 和注释,便于阅读和理解.

同时给出了 readme.md 用来解释项目,并且给出项目的运行方式,同时便于快速理解项目的结构和功能

项目结构:

```
|-- AST/
|   |-- Node.py # 该模块定义了一个用于表示树结构节点的类 Node
|-- NodeCreation/
|   |-- SQLParser.py # 该模块通过 PLY 解析 SQL 查询，并创建对应的抽象语法树 (AST)
|-- Analysis/
|   |-- SQLAnalysis.py # 该模块提供了对抽象语法树 (AST) 中的 SQL 查询进行分析和执行的功能
|-- tests/
|   |-- test_Node.py   # 测试 AST/Node.py 是否正常生成 AST
|   |-- test_SQLParser.py    # 测试 NodeCreation/SQLParser.py 根据 SQL 生成的 AST
|   |-- test_SQLAnalysis.py  # 测试对 SQL 的分析
|-- data/
|   |-- student.csv   # 学生信息
|-- run.py   # 顶级脚本，用于运行项目
|-- README.md  # readme 文件,用来项目概述和使用说明
|-- requirements.txt  # 用来说明项目的依赖项
```

项目依赖:

pytest~=7.4.32
numpy~=1.26.13
pandas~=2.1.24
ply~=3.11

项目运行方式:
在项目根文件夹运行
pip install -r requirements.txt

然后运行 **run.py**
python run.py
这将输出分析结果

模块和接口的说明:

AST/Node.py

该模块定义了一个表示树结构节点的`Node`类。

类和方法:

- `class Node`:
  - `__init__(self, data)`: 初始化Node类的实例。
    - 参数: `data`: 节点的数据。
    - 返回值: 无
  - `getData(self)`: 获取节点的数据。
    - 参数: 无
    - 返回值: 当前节点的数据。
  - `getChildren(self)`: 获取节点的子节点列表。
    - 参数: 无
    - 返回值: 子节点列表。
  - `add(self, node)`: 向子节点列表中添加一个新节点。
    - 参数: `node (Node)`: 要添加的子节点。
    - 返回值: 无
  - `printNode(self, prefix=0)`: 打印节点及其所有子节点的数据。
    - 参数: `prefix (int)`: 打印当前节点数据时的缩进级别。
    - 返回值: 无

`NodeCreation/SQLParser.py`

该模块包含了解析SQL查询语句并创建抽象语法树（AST）的函数和类。

主要函数:

- `createNode(query) -> Node`: 创建一个AST，用来表示SQL语句。
  - 参数: `query`: 输入SQL语句。
  - 返回值: 返回一个AST的根节点。

`Analysis/SQLAnalysis.py`

该模块包含了分析SQL查询和执行分析操作的函数。

主要函数:

- `where_analysis(sql_parts: dict, data: np.ndarray, result)`: 分析SQL语句的WHERE部分，并根据条件过滤数据。
  - 参数:
    - `sql_parts (dict)`: 包含SQL语句各部分的字典。
    - `data (np.ndarray)`: 需要过滤的数据。
    - `result`: 当前的结果数组，将根据WHERE条件进行更新。
  - 返回值: 应用了WHERE条件后更新的结果数组。
- `extract_sql_parts(ast: Node)`: 从抽象语法树(AST)中提取SQL语句的不同部分。
  - 参数: `ast (Node)`: SQL语句的抽象语法树。
  - 返回值: 包含SQL语句不同部分的字典。
- `analysis(sql_parts: dict, data: np.ndarray)`: 分析SQL语句，并在数据上执行指定的操作。
  - 参数:
    - `sql_parts (dict)`: 包含SQL语句各部分的字典。
    - `data (np.ndarray)`: 需要执行操作的数据。
  - 返回值: 分析的结果，可能是修改后的数据数组或某个值。

SQLParser.py 中的 token:

```
reserved = {
    'SELECT': 'SELECT',
    'FROM': 'FROM',
    'WHERE': 'WHERE',
    'ORDER': 'ORDER',
```

```
    'BY': 'BY',
    'AND': 'AND',
    'OR': 'OR',
    'AVG': 'AVG',
    'BETWEEN': 'BETWEEN',
    'IN': 'IN',
    'SUM': 'SUM',
    'MAX': 'MAX',
    'MIN': 'MIN',
    'COUNT': 'COUNT',
    'AS': 'AS',
    "DESC": "DESC",
    "ASC": "ASC",
}

# TOKENS
tokens = list(reserved.values()) + [
    'NAME', 'COMMA', 'LP', 'RP', 'EQUALS',
    'LT', 'GT', 'LE', 'GE', 'NE', 'STAR',
    'NUMBER'
]
```

SQLParser.py 中的 Gramar:

```
Grammar

Rule 0     S' -> query
Rule 1     query -> select
Rule 2     query -> LP query RP
Rule 3     select -> SELECT list FROM table_list opt_where_clause opt_order_clause
Rule 4     opt_where_clause -> WHERE condition
Rule 5     opt_where_clause -> empty
Rule 6     opt_order_clause -> ORDER BY NAME ASC
Rule 7     opt_order_clause -> ORDER BY NAME DESC
Rule 8     opt_order_clause -> ORDER BY NAME
Rule 9     opt_order_clause -> empty
Rule 10    condition -> NAME EQUALS NAME
Rule 11    condition -> NAME LT NAME
Rule 12    condition -> NAME GT NAME
Rule 13    condition -> NAME LE NAME
Rule 14    condition -> NAME GE NAME
Rule 15    condition -> NAME NE NAME
Rule 16    condition -> condition AND condition
Rule 17    condition -> condition OR condition
Rule 18    condition -> LP condition RP
```

```
Rule 19    condition -> NAME BETWEEN NAME AND NAME
Rule 20    condition -> NAME BETWEEN NUMBER AND NUMBER
Rule 21    condition -> NAME IN LP query RP
Rule 22    condition -> NAME EQUALS aggregate_function
Rule 23    list -> list COMMA field
Rule 24    list -> field
Rule 25    list -> STAR
Rule 26    table_list -> table_list COMMA table
Rule 27    table_list -> table
Rule 28    empty -> <empty>
Rule 29    aggregate_function -> AVG LP NAME RP
Rule 30    aggregate_function -> SUM LP NAME RP
Rule 31    aggregate_function -> MAX LP NAME RP
Rule 32    aggregate_function -> MIN LP NAME RP
Rule 33    aggregate_function -> COUNT LP NAME RP
Rule 34    table -> NAME
Rule 35    table -> NAME AS NAME
Rule 36    table -> aggregate_function
Rule 37    table -> aggregate_function AS NAME
Rule 38    field -> NAME
Rule 39    field -> NAME AS NAME
Rule 40    field -> aggregate_function
Rule 41    field -> aggregate_function AS NAME
Rule 42    field -> STAR
```

对该项目进行的一些测试:
可以通过运行以下命令来执行这些测试:

```
pytest tests/
```

AST 的生成:

SQL 为

```
SELECT COUNT(column1) AS count_col1, COUNT(column2) AS count_col2, COUNT(column3)
AS count_col3
FROM table1 AS tab1, table2 AS tab2
WHERE column1 BETWEEN value1 AND value2
```

生成的 AST:

```
+ QUERY
  + [SELECT]
    + [FIELDS]
      + [FIELD]
        + [COUNT]
          + column1
```

```
        + [AS]
          + count_col1
      + [FIELD]
        + [COUNT]
          + column2
          + [AS]
            + count_col2
      + [FIELD]
        + [COUNT]
          + column3
          + [AS]
            + count_col3
  + [FROM]
    + [TABLES]
      + [TABLE]
        + table1
        + [AS]
          + tab1
      + [TABLE]
        + table2
        + [AS]
          + tab2
  + [WHERE]
    + [CONDITION]
      + [BETWEEN]
        + column1
        + value1
        + value2
```

SELECT id FROM student WHERE chinese BETWEEN 60 AND 80 生成的 AST:

```
+ QUERY
  + [SELECT]
    + [FIELDS]
      + [FIELD]
        + id
  + [FROM]
    + [TABLES]
      + [TABLE]
        + student
  + [WHERE]
    + [CONDITION]
      + [BETWEEN]
        + chinese
```

```
        + 60.0
        + 80.0


实验要求的三个查询所对应的 SQL 语句:
queries = [
        "SELECT id FROM student WHERE chinese = MAX(chinese)",
        "SELECT * FROM student ORDER BY sum DESC",
        "SELECT AVG(math) FROM student"
    ]

查询结果:
Query 1: SELECT id FROM student WHERE chinese = MAX(chinese)

[[70605]
 [70603]]
--------------------------------------------------------------------------------
Query 2: SELECT * FROM student ORDER BY sum DESC

[[70605   131   143   144   418]
 [70603   131   135   144   410]
 [70609   127   139   142   408]
 [70601   123   148   136   407]
 [70606   126   135   140   401]
 [70604   129   133   138   400]
 [70602   116   143   140   399]
 [70616   114   142   139   395]
 [70607   115   139   135   389]
 [70621   123   130   134   387]
 [70611   116   142   129   387]
 [70612   118   136   131   385]
 [70608   122   124   139   385]
 [70623   121   123   139   383]
 [70610   126   115   139   380]
 [70633   121   127   131   379]
 [70625   119   129   130   378]
 [70620   111   139   128   378]
 [70619   124   108   144   376]
 [70614   124   128   122   374]
 [70613   121   123   128   372]
 [70668   116   131   122   369]
 [70636   114   124   122   360]
 [70667   116   123   119   358]
 [70624   116   122   118   356]
```

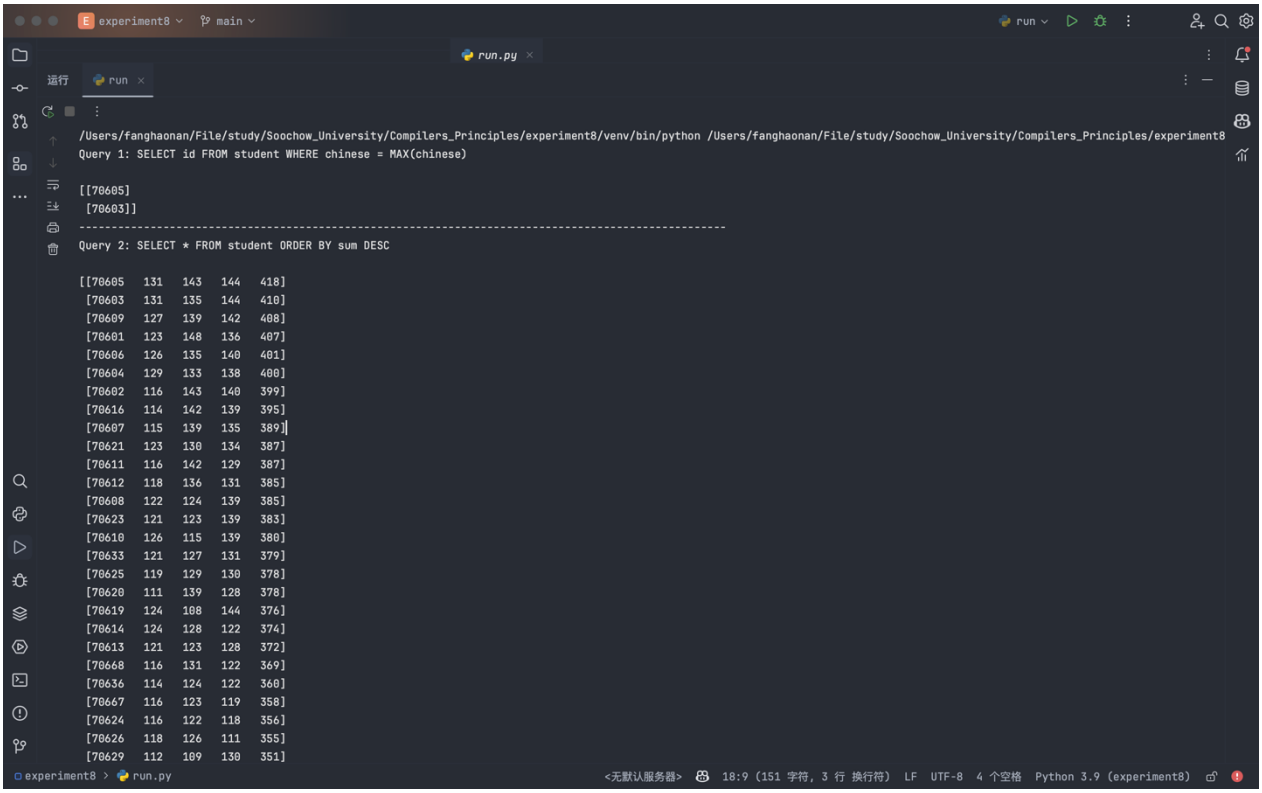
```
 [70626   118   126   111   355]
 [70629   112   109   130   351]
 [70646   109   116   125   350]
 [70649   114   117   118   349]
 [70645   110   102   136   348]
 [70635   114   113   120   347]
 [70618   110   117   119   346]
 [70643   113   113   119   345]
 [70637   117   121   106   344]
 [70617   112   105   126   343]
 [70615   103   127   110   340]
 [70634   108   110   119   337]
 [70638   105   105   126   336]
 [70622   115   111   106   332]
 [70631   101   112   106   319]
 [70642    98   104   116   318]
 [70627   103   103   111   317]
 [70641    96   130    89   315]
 [70650   118    82   112   312]
 [70648   105   102   105   312]
 [70632   101    91   115   307]
 [70630   112    90   104   306]
 [70647   107    67   129   303]
 [70639   109    68   126   303]
 [70655    94    98   104   296]
 [70644   107    76   104   287]
 [70628   106   100    80   286]
 [70651   105    95    82   282]
 [70640   101    59   108   268]
 [70656    85    95    85   265]
 [70669    95    71    85   251]
 [70654    97    76    71   244]
 [70661    99    87    44   230]
 [70659    83    61    71   215]
 [70652    87    77    43   207]
 [70657    82    53    62   197]
 [70653    79    49    64   192]
 [70660    99    21    67   187]
 [70662    90    29    64   183]
 [70663    78    45    47   170]
 [70658    86    32    46   164]
 [70664    75    23    34   132]
 [70665    66    23    34   123]]
--------------------------------------------------------------------------------
```


教务处制

```
Query 3: SELECT AVG(math) FROM student

102.82352941176471
```

实验结果部分截图：



四. 实验总结

技术掌握与应用：

通过本实验，我深入理解了 SQL 查询语言的解析和执行过程。

成功应用了 ply 库来扩展现有的 SQL 解析程序，使其能够处理更多的 SQL 查询语法。

学习并应用了 pandas 和 numpy 库来处理和分析 CSV 文件中的数据。

通过 pytest 编写测试用例，确保程序的正确性和可靠性。

问题解决：

在扩展 SQL 解析程序时，遇到了一些关于如何正确定义解析规则的问题，通过查阅 ply 库的文档和在线资源，成功解决了这些问题。

在处理 CSV 数据时，了解了如何利用 pandas 和 numpy 库的功能来简化数据处理过程，并提高数据处理的效率。

实际应用与拓展：

本实验的 SQL 解析程序可以作为处理和分析 SQL 查询语句的基础，有助于进一步开发和优化数据库查询处理系统。

通过本实验，也了解了如何通过编写测试用例来保证程序的正确性，这对于实际项目开发中保证代码质量是非常有用的。

自我反思：

本实验让我认识到了实际项目开发中遇到问题时，如何通过查阅文档和在线资源来解决问题的重要性。

实验过程中也让我认识到了编写测试用例的重要性，它不仅能帮助我们发现并修复程序中的错误，还能帮助我们理解和掌握程序的运作机制。

展望：

未来可以尝试进一步优化 SQL 解析程序，使其能够处理更复杂的 SQL 查询语句，例如支持更多的聚合函数和子查询等。

也可以探索如何将本实验中开发的 SQL 解析程序应用到实际的数据库系统中，以提高查询处理的效率和准确性。