

# 《**Rust**程序设计语言》课程项目

## 基于**Rust**的数据库实现

授课教师：冯洋

项目助教：潘中颢

1071992145@qq.com

南京大学计算机学院

# 项目目标

- 本项目要求利用Rust实现一个简单的数据库。要求同学们实现的基础功能包括：
  - 仅需实现基本的数据类型，包括int、varchar；
  - 至少支持单行与多行注释、select、insert、update、delete增删改查和create、drop数据表等基本操作，所有表操作在仅一个默认Database中执行；
  - 持久化存储引擎，能够将数据存储在磁盘上；
  - 执行引擎，能够读入SQL语句并执行，返回表结果或报错信息。
  - 其他拓展功能（至少一项）

# 项目目标

- 项目背景：

- 数据库（DataBase，简称DB）是长期储存在计算机内、有组织的、可共享的大量数据的集合。数据库的基本特点包括数据按一定的数据模型组织、描述和存储，具有较高的数据独立性，冗余度较小，且易于扩展。数据库的主要功能包括数据定义、数据组织、存储和管理，数据操纵（如插入、删除、修改和查询），事务管理和运行管理，以及数据库的建立和维护等。
- 数据库可分为基于关系模型的关系数据库（MySQL、SQLServer等）和不依赖关系模型的非关系数据库（MongoDB、Redis等）。
- 本选题要求基于Rust实现一个简单的关系数据库操作平台。

# 项目需求说明

## • 基础需求细节：输入输出

### ➤ 接口

- 请在lib.rs中书写函数 “`pub fn execute_sql(sql_statement: &str) -> bool`”，pub use它，该函数将作为执行sql语句的统一接口，测试时将从这个方法传sql语句；

### ➤ 输出

- 为了避免格式的不统一，请在输出结果到终端时，都用以下的统一样式。需要注意的是，所有字段在表单元格中，列中最长字段距离左右边界各1个空格，其他字段与最长字段向左对齐。每个单元格左右边界相距至少五个空格，若最长字段小于3，则也向左对齐，空余用空格补足：

id	name
1	Science Fiction
2	Action

- 可在 <https://www.db-fiddle.com/> 在DB FIDDEL运行sql语句，点击copy Markdown查看数据表的正确格式。

# 项目需求说明

## • 基础需求细节：输入输出

### ➤ 输出

- 如果执行输入语句时有SELECT语句输出为空，则不输出任何消息；但如果函数execute\_sql执行所有sql语句后，发现结果仍为空，则打印 “There are no results to be displayed.” 到终端。
- 如果字段为空（null），全部以空格补齐。
- 连续输出两次表格时，表格与表格之间要间隔一行。
- 持久化数据请以相对路径设置在项目目录下，不要设置为本地路径。

```
There are no results to be displayed.
```

id	name	discription	price
1	SETI	Search for ET	32
2	Rust Porgraming		66

name	
Tree	
flower	

  

id	name	age
1	Tree	25
2	flower	2

# 项目需求说明

- 基础需求细节：输入输出

- 输出

- 出现主键PRIMARY KEY重复INSERT的错误：输出 “Error: Duplicate entry ‘\$value’ for key ‘PRIMARY’” 。

```
Error: Duplicate entry '1' for key 'PRIMARY'
```

- 出现主键PRIMARY KEY或不允许空值NOT NULL列存放NULL的错误：输出 “Field ‘\$col\_name’ doesn’t have a default value” 。

```
Error: Field 'price' doesn't have a default value
```

- 出现SQL语句的语法错误：直接报错 “Error: Syntax error”

```
Error: Syntax error
```

- 若在一段SQL语句出现多个错误，自行安排输出顺序即可。
    - 错误处理建议使用Result返回来恢复现场。另外感兴趣的同学可尝试使用RUST\_BACKTRACE功能锁定源码错误位置，但请记住提交代码运行用例时不要开启该功能。

# 项目需求说明

- 基础需求细节：测试用例包含的sql语法

- CREATE

- 数据类型为INT和VARCHAR，需要都能标注位数；
    - 主键PRIMARY KEY
    - 非空NOT NULL

- DROP

- 删除一或多个数据表；

- 可在 <https://www.db-fiddle.com/> 在DB FIDDEL运行sql语句，点击copy Markdown 查看数据表的正确格式。若与PPT规则不一致，以PPT为准。

# 项目需求说明

- 基础需求细节：测试用例包含的sql语法

- DELETE

- 删除满足某些条件的单个表的数据；

- UPDATE

- 更新满足某些条件的单个表的数据；

- INSERT

- 向单个表按列字段或完整插入一或多条数据；

- SELECT

- 按条件查询单表全部或部分列数据，查询列数据后直接计算（如“SELECT col\*2 FROM table\_name”），能按正序或倒序排序；
    - 计算表达式（即简单算式，如SELECT 1 + 1，注意结果数据表的列的写法）；

- 可在 <https://www.db-fiddle.com/> 在DB FIDDEL运行sql语句，点击copy Markdown 查看数据表的正确格式。若与PPT规则不一致，以PPT为准。



# 项目需求说明

- 基础需求细节：测试用例包含的sql语法

- 约束

- where指定一个或多个简单布尔条件（>, <, =, 为空, 不为空）；

- 其他

- 支持单行和多行注释；
    - 支持sql语句拆分多行输入（以“\n”分隔）
    - 支持输出主键列数据相同值重复插入错误、按列插入数据不含NOT NULL字段数据的错误、语法错误；支持没有输出结果时输出要求的提示信息
    - 实现至少一种前述要求以外的特色功能
- 可在 <https://www.db-fiddle.com/> 在DB FIDDEL运行sql语句，点击copy Markdown查看数据表的正确格式。若与PPT规则不一致，以PPT为准

# 项目需求说明

- 测试用例示例
- 可在 <https://www.db-fiddle.com/> 在DB FIDDEL运行sql语句，点击copy Markdown查看数据表的正确格式。若与PPT规则不一致，以PPT为准。

测试结果：

id   name
---   -----
1   Action

## ➤ 测试用例2号

```
CREATE TABLE plants_test2 (  
    id INT(32) PRIMARY KEY,  
    name VARCHAR(100) NOT NULL  
);
```

-- 插入数据

```
INSERT INTO plants_test2 VALUES (1, "Science  
Fiction");
```

```
DROP TABLE plants_test2;
```

```
CREATE TABLE plants_test2 (  
    id INT(32) PRIMARY KEY,  
    name VARCHAR(100) NOT NULL  
);
```

```
INSERT INTO plants_test2 VALUES (1, "Action");
```

-- 查询表中的所有数据

```
SELECT * FROM plants_test2;
```

# 项目需求说明

- 测试用例示例
- 可在 <https://www.db-fiddle.com/> 在 DB FIDDEL 运行 sql 语句，点击 copy Markdown 查看数据表的正确格式。  
若与 PPT 规则不一致，以 PPT 为准。

测试结果：

age
---
25
1

## ➤ 测试用例3号

```
CREATE TABLE plants (  
  id INT(32) PRIMARY KEY,  
  name VARCHAR(100) NOT NULL,  
  age INTEGER  
);
```

-- 插入数据

```
INSERT INTO plants VALUES (1, "Tree", 25);  
INSERT INTO plants VALUES (2, "flower", 1);
```

/\*

查询表中年龄

\*/

```
SELECT age FROM plants;
```

# 项目需求说明

- 测试用例示例
- 可在 <https://www.db-fiddle.com/> 在DB FIDDEL运行sql语句，点击copy Markdown查看数据表的正确格式。若与PPT规则不一致，以PPT为准。

测试结果：

Error: Duplicate entry '1' for key 'PRIMARY'

## ➤测试用例17号

```
CREATE TABLE books_test17 (  
    id INT(32) PRIMARY KEY,  
    name VARCHAR(100),  
    left_num INT(32),  
    discription VARCHAR(150),  
    price INT NOT NULL  
);
```

```
INSERT INTO books_test17 (id, name,  
discription, price)VALUES (1, "SETI", "Search for  
ET", 32);
```

```
INSERT INTO books_test17 (left_num, id, name,  
price) VALUES (23, 1, "Rust Proqraming", 66);
```

```
SELECT * FROM books_test17;
```

# 评分标准

- 提交形式：项目源代码 + 项目文档 + 汇报PPT（以后续通知为准）
- 评分标准（项目分数满分100分，详细赋分标准请看说明文档）

## ➤测试用例（50分）

- 获得分数 =  $\frac{\text{通过测试用例数目}}{\text{总测试用例数目}} * 50$

## ➤现场报告（30分）

- 系统基础讲解（10分）：展示四个基础需求的核心代码与运行示例截图，说明系统架构及其实实现方式，包括sql解析器parser、持久化存储模块等，体现系统使用了哪些rust特性（所有权、生命周期、零成本抽象、智能指针、动态派发等），满足了哪些质量属性（易理解性、鲁棒性、可扩展性、可重用性、性能等），是否能够通过cargo test测试系统；
- 特色功能讲解（15分）：基础需求之外的功能实现，包括但不限于实现了新数据类型、约束，或者我们更鼓励的基于B+树的存储引擎和查询优化、事务管理等。特色功能需要现场演示；
- 现场问答（5分）

## ➤代码质量与文档（20分）

# 评分标准

- 评分标准（项目分数满分100分，详细赋分标准请看说明文档）：

## ➤其他标准

- 若系统的基础功能没有完成，特色功能的分数会扣 5-15分；
- 系统可以借鉴已有的Rust开源项目，但必须确保与原项目有**极大的区分**，相应的要求会在现有评分标准的特色功能上提高，即基础功能的分数将全部划归到特色功能中，基础功能不再需要汇报，改为仅特色功能占25分，赋分梯度改为18分-25分，9分-17分，0分-8分三档。不可借助闭源项目。借鉴的项目**必须给出对应开源项目网址**。项目源码会进行抄袭检测，若存在抄袭或严重欺瞒，**按项目总分0分处理**。

# 参考资料

- CMU 15445 <https://15445.courses.cs.cmu.edu/fall2023/>
- Building a Simple DB in Rust <https://johns.codes/blog/build-a-db/part01>
- B+ Tree Visualization  
<https://www.cs.usfca.edu/~galles/visualization/BPlusTree.html>

# 《**Rust**程序设计语言》课程项目

## 基于**Rust**的数据库实现

授课教师：冯洋

项目助教：潘中颢

1071992145@qq.com

南京大学计算机学院