

大作业——简易数据库实现

(1) 背景

在日常编程当中，我们有大量的数据需要进行记录、存储、查找以及修改，例如对OOP课程中每位同学的日常作业、大作业以及考试成绩进行统计和查找。在之前的先修课程中，我们已经学习了文件操作，可以用来进行这些操作。但是频繁的读取文件，修改其中内容，再写回到文件中，一方面带来了操作的复杂，另一方面也影响程序的效率。因而数据库（Database）被开发出来，按照设定的数据结构来组织、存储和管理数据。

具体来说，数据库是一个管理数据的程序，并且提供了若干接口来服务于其他程序。通过这些接口，外部的程序可以创建，访问，管理，搜索和复制所保存的数据。关系型数据库管理系统(Relational Database Management System, RDBMS)是一种较为常见的数据库类型，其借助于集合代数等数学概念和方法来处理数据库中的数据，并建立关系模型来管理数据。

- RDBMS通常具有以下几个特点：
 1. 数据以表格的形式出现。
 2. 每行为各种记录名称。
 3. 每列为记录名称所对应的数据域。
 4. 许多的行和列组成一张表单。
 5. 若干的表单组成数据库。
- 一般来说，配合上述RDBMS的特点，RDBMS也相应定义了一些术语：
 1. 数据库: 数据库是一些关联表的集合。
 2. 数据表: 表是数据的矩阵。在一个数据库中的表看起来像一个简单的电子表格。
 3. 列: 一列(数据元素) 包含了相同类型的数据, 例如所有同学的班级数据。
 4. 行: 一行 (=元组，或记录) 是一组相关的数据，例如某位同学的学号、姓名、院系等个人信息。
 5. 主键: 主键是唯一的。一个数据表中只能包含一个主键。你可以使用主键来查询数据。

上述的概念可能较为抽象，理解起来可能比较困难，我们再通过一个例子来解释：

- 表一：学生信息表

| 学号 | 姓名 | 院系 | 班级 |
|------------|-----|------|-----|
| 2018011343 | 赵甲 | 计算机系 | 计81 |
| 2018011344 | 钱乙 | 计算机系 | 计81 |
| ... | ... | ... | ... |

- 表二：作业成绩表

| 学号 | 第一次作业 | 第二次作业 | 第三次作业 | 总分 |
|------------|-------|-------|-------|-----|
| 2018011343 | 10 | 10 | 10 | 30 |
| ... | ... | ... | ... | ... |

- 表三：考试成绩表

| 学号 | 总分 |
|------------|-----|
| 2018011343 | 20 |
| ... | ... |

- 表四：大作业成绩表

| 学号 | 总分 |
|------------|-----|
| 2018011343 | 50 |
| ... | ... |

- 此时整个数据库便是由四个表构成。以表一来说：
 1. 表一、表二、表三以及表四就是构成整个数据库的数据表。
 2. 表一中的“学号”、“姓名”、“院系”、“班级”一行就是表头。
 3. 表一中的“赵甲”、“钱乙”、.....就是一列。
 4. 表一中的“2018011343”、“赵甲”、“计算机系”、“计81”就是一行。
 5. 对于每个表而言，学号就是每个表的主键，学号的唯一性决定了使用学号来查询数据是准确的，这满足了主键的要求。

(2) 第一阶段需求

你需要实现一个C++的简易数据库程序，支持数据库、表的建立，数据的增加、删除、查找、修改等操作。数据库程序能够通过标准的SQL语言进行调用。我们将使用测例代码对于需求的完成情况进行评测，同时我们也会公开部分测例代码帮助同学们进行需求开发。对于变量名大小写敏感，对于SQL关键字大小写不敏感。测例代码在MySQL上的执行结果需要与你编写的数据库输出结果一致。需要实现的基本指令如下：

- 数据库创建指令（DBname 是用户命名的数据库名称。本项目中的数据库管理系统要管理多个数据库，实现在各个数据库之间切换），占4%。
 1. CREATE DATABASE DBname 创建数据库指令；
 2. DROP DATABASE DBname 删除数据库；
 3. USE DBname 切换数据库；
 4. SHOW DATABASES 列出现有的数据库。

```
CREATE DATABASE OOP;
USE OOP;
```

- 在使用 `USE DBname` 来选定数据库后，进行数据表的创建与删除，占4%。

1. `CREATE TABLE tableName(attrName1 Type1, attrName2 Type2, ... , attrNameN TypeN NOT NULL, PRIMARY KEY(attrName1))` 创建表，注意要实现 `NOT NULL` 和 `PRIMARY KEY` 这两个关键字。`tableName` 是表名，`attrName1`、`attrName2`、.....是表的属性名称，`Type1`、`Type2`、.....是每个属性的数据类型，`NOT NULL` 表示当前的这项属性不能为空，`PRIMARY KEY(attrName1)` 表示将 `attrName1` 设定为表的主键。数据类型支持整数（`INT`）、实数（`DOUBLE`）、字符（`CHAR`）；（注意 `PRIMARY KEY` 不一定出现在最后!）
2. `DROP TABLE tableName` 删除表；
3. `SHOW TABLES` 列出现有表；
4. `SHOW columns from tableName` 列出制定表项的各项信息，包括属性、属性类型、主键信息。

```
CREATE TABLE oop_info(stu_id INT NOT NULL, stu_name CHAR, PRIMARY KEY(stu_id));
```

- 表的数据加入，占3%。

`INSERT INTO [tableName(attrName1, attrName2,..., attrNameN)] VALUES (attrValue1, attrValue2,..., attrValueN)` 向名称为 `tableName` 的表中加入数据，加入的数据 `attrName1` 的值为 `attrValue1`，`attrName2` 的值为 `attrValue2`，.....

```
INSERT INTO oop_info(stu_id, stu_name) VALUES (2018011343, "a");
```

- 表的数据删除，占3%。

`DELETE FROM tableName WHERE whereClauses` 从名称为 `tableName` 的表中删除某些行，这些行的数据满足条件 `whereClauses`。

```
DELETE FROM oop_info WHERE stu_id=2018011343;
```

- 表的数据修改，占3%。

`UPDATE tableName SET attrName = attExpression WHERE whereClauses` 在名称为 `tableName` 的表中修改某些行，这些行的数据满足条件 `whereClauses`，修改内容为将满足条件行的 `attrName` 改为 `attExpression`。

```
UPDATE oop_info SET stu_name="b" WHERE runoob_id=2018011343;
```

- 表的数据查询，占3%。

`SELECT AttrName FROM tableName WHERE whereClauses` 在名称为 `tableName` 的表中查找某些行，这些行的数据满足条件 `whereClauses`，返回这些行的 `attrName` 属性的数据。

```
select * from oop_info;
```

- 实现多条件 `whereClauses` 子句，即使用 `AND` 或者 `OR` 指定多个条件，占10%：

`whereClauses` 在数据的删除、修改和查询中被使用，在第一阶段对于 `whereClauses` 只需要进行简单的实现，支持对于单表的多条件子句，运算符支持大于 (>)、小于 (<) 和等于 (=)。更多关于标准SQL语句的描述可以参考 <http://www.runoob.com/mysql/mysql-tutorial.html>。

(3) 项目限制

只能使用C++完成，禁止使用第三方库（不包括STL或编译器自带的库）。

(4) 提交要求

1. 提交你编写的数据库代码和使其能够编译的Makefile，请遵守OOP的设计规范。
2. 在 `readme.md` 或 `readme.txt` 中写明程序的运行环境。（你的数据库最好能在跨平台下运行，并且依赖项尽量少，否则别的组将很难运行你的代码。）
3. 给出一个说明文档（markdown或word），写清数据库的结构、封装、接口。给出开发者指导，便于别的小组能够阅读你的代码。（字数不限，目标是能让别人在最短时间内明白项目结构，太长都不太好。）
4. 善用注释，便于别的小组能够阅读你的代码。
5. 在根目录提交一个 `developer.txt`，写明所有组员的学号姓名。除此以外，禁止在项目的任何地方（包括代码、注释、文档）出现任何和个人相关的信息。
6. 组与组之间可以讨论，但禁止任何形式的交换代码。在第二阶段互评的过程中，我们会随机发放代码，禁止互相讨论每组手上有哪些代码或者打听分数。最终投票结果我们会在第二阶段结束后给出。这一项涉及到最终得分的公平性。