计算机系统安全实验报告

实验名称：完整性访问控制系统设计与实现

班级：1703101

学号：1170300520

姓名：郭子阳

计算机学院

1. 实验环境

- macOS 10.15.2
- Node.js 12.13.1
- Mysql Community 8.0.18
- Electron

2. 实验成果

2.1 给出应用系统的安全策略文档

在登陆界面，可以进行登陆操作，系统通过对数据库的查询来确认登陆者是普通用户还是管理员，并跳转到对应的操作界面。

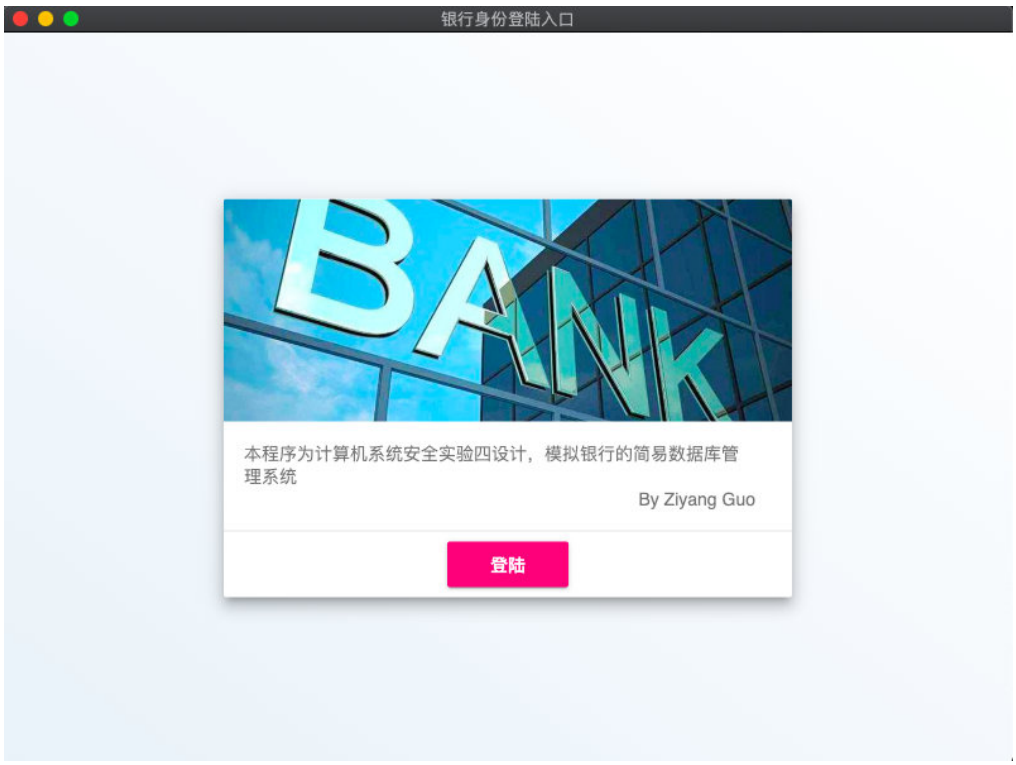
普通用户可以进行申请存款、取款和查询余额的操作。

当用户申请存款或取款时，首先需要输入存/取款的金额，接着会生成一个请求发往在线的管理员端，请求中包含用户的用户名信息和存/取款金额，管理员端收到请求后，会首先向数据库查询用户余额，如果是取款操作但是余额不足时，会直接拒绝用户请求。如果请求的存取款额度大于一万，就会向经理发送确认请求，当经理同意且管理员同意后，才会修改用户的账户余额。如果存取款额度小于一万，就无需经过经理同意，只由管理员同意即可完成操作。完成操作后，管理员将操作结果返回给用户。

查询余额时，用户无需向管理员请求，普通用户拥有余额表的查询权限。

2.2 提供交互界面，能够完成录入、查询等功能

首页：



登陆界面：

用户操作界面：

管理员操作界面：

用户发起请求界面：

管理员接受请求界面：

管理员拒绝用户操作后的提示：

2.3 满足责任分离、功能分离原则

责任分离原则要求：需要多步完成一个事务时，需两个以上人员共同完成。存款和取款会对数据库操作，当额度大于一万时，需要满足责任分离原则，需要管理员和经理共同同意，用户发起请求，管理员和经理同意请求，只有经理或只有管理员同意都无法完成存款和取款操作，没有办法修改余额的数值，满足责任分离原则，保证了数据的完整性。

功能分离原则要求：开发数据不应该污染产品数据。开发时采用了虚拟机环境，并且导出了数据库以备份，防止对产品数据的污染。

2.4 保存审计日志

系统日志保存在log文件夹下，以系统启动时间的时间戳为文件名。日志分为INFO、WARN和ERROR级别，记录了从系统启动到系统关闭的所有操作。

以下日志以用户ziyang申请存钱100元、管理员同意、申请取钱30元、管理员拒绝为例：

用户ziyang端日志：

```
[2019-12-21T19:39:33.972] [INFO] bank - 启动登陆页
[2019-12-21T19:40:38.034] [INFO] bank - 用户 ziyang 登陆成功!
[2019-12-21T19:40:46.769] [INFO] bank - 用户 ziyang 尝试存入 100 元
[2019-12-21T19:40:48.796] [INFO] bank - 用户操作成功!
[2019-12-21T19:40:51.656] [INFO] bank - 用户 ziyang 尝试取出 30 元
[2019-12-21T19:40:53.176] [WARN] bank - 用户操作失败! 操作被管理员拒绝
[2019-12-21T19:40:55.561] [INFO] bank - 管理员 ziyang 退出登陆
[2019-12-21T19:41:01.324] [INFO] bank - 退出程序
```

管理员admin端日志：

```
[2019-12-21T19:39:38.109] [INFO] bank - 启动登陆页
[2019-12-21T19:40:32.980] [INFO] bank - 管理员 admin 登陆成功!
[2019-12-21T19:40:33.759] [INFO] bank - 服务器监听端口 8080
[2019-12-21T19:40:46.775] [INFO] bank - 获得用户 ziyang 请求 存入 100 元
[2019-12-21T19:40:48.794] [INFO] bank - 用户 ziyang 存入 100 成功! 余额 530 元
[2019-12-21T19:40:51.658] [INFO] bank - 获得用户 ziyang 请求 取出 30 元
[2019-12-21T19:40:53.175] [INFO] bank - 管理员拒绝了用户 ziyang 的操作
[2019-12-21T19:40:57.231] [INFO] bank - 用户 admin 退出登陆
[2019-12-21T19:41:00.167] [INFO] bank - 退出程序
```

2.5 遵循Clark-Wilson模型，定义应用系统的完整性限制条件

Clark-Wilson模型考虑如下几点：

1. 主体必须被识别和认证
2. 客体只能通过规定的程序进行操作
3. 主体只能执行规定的程序
4. 必须维护正确的审计日志
5. 系统必须被证明能够正确工作

程序以管理员为主体，普通用户为客体，管理员登陆的过程即为识别和认证的过程，通过识别和认证的管理员才可以执行管理员权限下的操作，满足第一条。

普通用户作为客体只可以执行申请存款取款、查询余额的操作，无法进行其他操作，满足第二条。

主体只可以同意或拒绝用户操作，无法独自进行这些操作，满足第三条。

通过以上的操作，可以确定程序维护了正确的审计日志可供审计检查。且程序运行正确。满足第四条和第五条。

2.6 遵循Clark-Wilson模型的证明规则和实施规则

CR1：当任意 IVP 运行时，它必须保证所有的CDI处于有效状态

体现：用户登陆后，在没有管理员同意的情况下，无法操作数据库中的余额数据，只能向管理员申请，管理员同意后才可以修改。

CR2：对相关联的CDI，一个TP必须将这些CDI从一个有效状态转到另一个有效状态

体现：管理员同意或拒绝用户的操作后，用户的请求就转换为两种状态：成功状态和失败状态。

ER1：系统要维护关联关系，保证经过验证的TP操作相应的CDI

体现：用户提出的存取款请求被管理员同意后，则该请求就经过了验证，经过验证的请求才可以发挥相应的作用，完成对应的操作，修改对应账户的余额

ER2：TP操作CDI时，保证操作用户有权对相应CDI做操作，TP所代表的用户是CDI的真实用户

体现：管理员同意的请求才可以对数据库操作

CR3：系统执行操作时，符合责任分离原则

体现：系统分为三种角色，普通用户、管理员和经理，修改数据库的操作需要管理员和经理同时确认操作，任何单方面操作都无法执行操作

ER3：系统执行TP前，应验证用户身份

体现：用户发起请求前，需要首先登陆，验证用户的身份

ER4：只有可以授予TP访问规则的主体才能修改列表中相应的表项，授权主体不能执行TP操作

体现：用户提出修改余额的申请，只有用户才可以修改对应账户的余额，授权的主体是管理员，无法执行请求对应的操作

3. 系统设计

系统使用了三个表：bankuser、bankcurrency和bankidentity表，表结构如下：

bankuser：

列名	数据类型	含义
id	int	用户唯一ID
username	varchar(255)	用户名
valid	tinyint(1)	用户账户是否有效

bankcurrency：

列名	数据类型	含义
id	int	用户ID
currency	int	用户账户余额

bankidentity：

列名	数据类型	含义
id	int	用户ID
isadmin	tinyint(1)	用户是否是管理员

同时，创建了四个存储过程来简化操作，且可以通过存储过程的权限设置约束用户行为。存储过程如下：

过程名称	过程参数	过程含义
queryalluser	无参	管理员获取所有用户的信息
changecurrencybyusername	用户名、新的账户余额	修改用户的余额为参数余额
querysingleusercurrency	用户名	通过用户名获取用户余额
querysingleuseridentity	用户名	通过用户名获取用户身份

整个数据库建库语句如下：

```
DROP DATABASE IF EXISTS lab4;
CREATE DATABASE `lab4` DEFAULT CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_unicode_ci;
USE lab4;

CREATE TABLE `bankuser`
(
    id int PRIMARY KEY,
    username varchar(255) UNIQUE,
    valid tinyint(1) NOT NULL
);

CREATE TABLE `bankcurrency`
(
    id int PRIMARY KEY,
    currency int NOT NULL,
    FOREIGN KEY(id) REFERENCES bankuser(id)
);

CREATE TABLE `bankidentity`
(
    id int PRIMARY KEY,
    isadmin tinyint(1) NOT NULL,
    FOREIGN KEY(id) REFERENCES bankuser(id)
);

INSERT INTO `bankuser` VALUES (1, 'admin', true);
INSERT INTO `bankuser` VALUES (2, 'ziyang', true);
INSERT INTO `bankuser` VALUES (3, 'exp', true);
```

```
29
30  INSERT INTO `bankcurrency` VALUES (2, 100);
31  INSERT INTO `bankcurrency` VALUES (3, 40);
32
33  INSERT INTO `bankidentity` VALUES (1, 1);
34  INSERT INTO `bankidentity` VALUES (2, 0);
35  INSERT INTO `bankidentity` VALUES (3, 0);
36
37  DROP USER if EXISTS 'admin'@'localhost';
38  DROP USER if EXISTS 'ziyang'@'localhost';
39  DROP USER if EXISTS 'exp'@'localhost';
40
41  CREATE USER 'admin'@'localhost' IDENTIFIED WITH mysql_native_password BY
    'admin';
42  CREATE USER 'ziyang'@'localhost' IDENTIFIED WITH mysql_native_password BY
    'ziyang';
43  CREATE USER 'exp'@'localhost' IDENTIFIED WITH mysql_native_password BY 'exp';
44
45  DROP PROCEDURE IF EXISTS queryalluser;
46  DELIMITER $$
47  CREATE PROCEDURE queryalluser()
48  BEGIN
49      SELECT lab4.bankuser.id, lab4.bankuser.username, lab4.bankcurrency.currency
50      FROM lab4.bankuser, lab4.bankidentity, lab4.bankcurrency
51      WHERE lab4.bankuser.id = lab4.bankcurrency.id
52      AND lab4.bankuser.id = lab4.bankidentity.id
53      AND lab4.bankidentity.isadmin = 0
54      AND lab4.bankuser.valid = true;
55  END$$
56  DELIMITER ;
57
58  DROP PROCEDURE IF EXISTS changecurrencybyusername;
59  DELIMITER $$
60  CREATE PROCEDURE changecurrencybyusername(IN p_username varchar(255), IN
    p_currency int)
61  BEGIN
62      DECLARE p_id int;
63      SELECT id INTO p_id FROM lab4.bankuser WHERE username=p_username AND
    valid=true;
64      UPDATE lab4.bankcurrency SET currency=p_currency WHERE id=p_id;
65  END$$
66  DELIMITER ;
67
68  DROP PROCEDURE IF EXISTS querysingleusercurrency;
69  DELIMITER $$
70  CREATE PROCEDURE querysingleusercurrency(IN p_username varchar(255))
71  BEGIN
72      DECLARE p_id int;
```

```
    SELECT id INTO p_id FROM lab4.bankuser WHERE username=p_username AND valid=true;
    SELECT currency FROM lab4.bankcurrency WHERE id=p_id;
END$$
DELIMITER ;

DROP PROCEDURE IF EXISTS querysingleuseridentity;
DELIMITER $$
CREATE PROCEDURE querysingleuseridentity(IN p_username varchar(255))
BEGIN
    DECLARE p_id int;
    SELECT id INTO p_id FROM lab4.bankuser WHERE username=p_username AND valid=true;
    SELECT isadmin FROM lab4.bankidentity WHERE id=p_id;
END$$
DELIMITER ;

GRANT select ON lab4.bankuser TO 'admin'@'localhost';
GRANT select(id), select(currency), update(currency) ON lab4.bankcurrency TO 'admin'@'localhost';
GRANT select ON lab4.bankidentity TO 'admin'@'localhost';
GRANT EXECUTE ON PROCEDURE lab4.queryalluser TO 'admin'@'localhost';
GRANT EXECUTE ON PROCEDURE lab4.changecurrencybyusername TO 'admin'@'localhost';
GRANT EXECUTE ON PROCEDURE lab4.querysingleusercurrency TO 'admin'@'localhost';

GRANT select ON lab4.bankuser TO 'ziyang'@'localhost';
GRANT select ON lab4.bankcurrency TO 'ziyang'@'localhost';
GRANT select ON lab4.bankidentity TO 'ziyang'@'localhost';
GRANT EXECUTE ON PROCEDURE lab4.querysingleusercurrency TO 'ziyang'@'localhost';

GRANT select ON lab4.bankuser TO 'exp'@'localhost';
GRANT select ON lab4.bankcurrency TO 'exp'@'localhost';
GRANT select ON lab4.bankidentity TO 'exp'@'localhost';
GRANT EXECUTE ON PROCEDURE lab4.querysingleusercurrency TO 'exp'@'localhost';

FLUSH PRIVILEGES;
```