Project 3 实验报告*

17341015 计一陈鸿峥

1 实验目的

开发一个校园电子卡管理系统，可以实现以下三种电子卡的功能

- 校园卡：**支付**、**查询**功能，需要注意
  1. 不可透支
  2. 查询内容包括：
     - 支出流水
     - 转入流水
     - 校园卡信息（学号、姓名、学院）
  3. 只支持现金转入，不支持转出和提取
- 储蓄卡：**支付**、**查询**、**转账**功能，需要注意
  1. 支付可以透支一定额度
  2. 查询内容包括：
     - 支出流水
     - 转账流水
     - 储蓄卡信息（卡号、发卡日期、姓名）
  3. 支持转出至三种不同的卡，支持提款，支持现金或其他储蓄卡转入
- 绑定卡：前两者的结合，但以校园卡功能为主，储蓄卡功能为辅

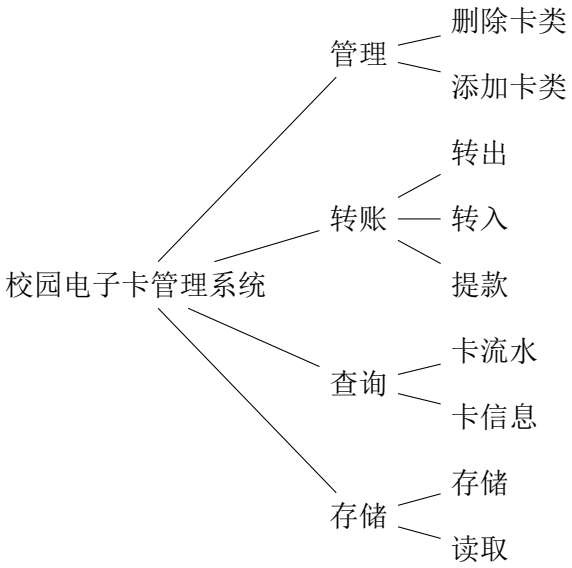
2 实验环境

1. 系统环境：Windows 10
2. 编程环境：Sublime Text 3
3. 编程语言：C++
4. 编译环境：gcc 6.3.0

*本文采用LaTeX进行编写

3 实现思路

校园电子卡管理系统的功能如下：



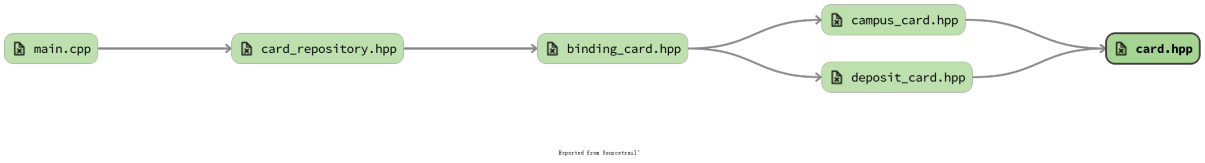
4 设计细节

4.1 文件关系

本多项式计算器包含六个源程序文件：

1. `main.cpp` 为主文件，包含上述四个模块及具体的交互界面
2. `card.hpp` 包含 `card`基类，实现基础卡的功能
3. `campus_card.hpp` 包含 `campus_card`类，继承 `card`基类，并具有自己独特的功能
4. `deposit_card.hpp` 包含 `deposit_card`类，继承 `card`基类，并具有自己独特的功能
5. `binding_card.hpp` 包含 `binding_card`类，继承 `campus_card`和 `deposit_card`类，并具有自己独特的功能
6. `card_repository.hpp` 包含 `card_repository`类，即存储以上三种卡的仓库

具体依赖关系如下图所示.



4.2 头文件

1. <string>,<vector>为C++标准库的容器，用于存储数据
2. <iostream>,<fstream>用于命令行及文件的输入输出
3. <iomanip>用于控制输出格式
4. <regex>,<iterator>为正则表达式和迭代器，用于字符串的分割

4.3 类结构设计

4.3.1 日期类

由于记录卡流水信息时需要用到日期，故先实现一个日期类，实际上为C的时间库<ctime>的封装
由于本校园卡系统是简单实现，故记录流水时只记录到日，而没有精确到时分秒

```
13  struct Date
14  {
15      int Year;
16      int Month;
17      int Day;
18      void getNowDate()
19      {
20          time_t now = time(0);
21          tm *ltm = localtime(&now);
22          Year = 1900 + ltm->tm_year;
23          Month = 1 + ltm->tm_mon;
24          Day = ltm->tm_mday;
25      }
26      std::string toString() const
27      {
28          std::string resDate;
29          resDate = std::to_string(Year) + "/"
30              + std::to_string(Month) + "/"
31              + std::to_string(Day);
32          return resDate;
33      }
34      Date& operator=(const Date& other)
35      {
36          Year = other.Year;
37          Month = other.Month;
38          Day = other.Day;
39          return *this;
40      }
41  };
```

4.3.2 流水类

同样，记录卡的信息时需要记录流水，故直接开一个流水类，实现如下

```
43  struct flow_record
44  {
45      Date date;
46      // 记录流水操作的地点
47      // 如果是转账，则本条会显示对应的卡号；
48      // 否则显示消费地点或取款地点
49      std::string place;
50      // 卡的金额流动
51      // 如果值为正，即为存入或转入操作；
52      // 如果值为负，即为提款或转出操作
53      double moneyIO;
54      // 存储当前越余额
55      // 值为正，则卡内还有余额
56      // 值为负，则卡为透支状态
57      double moneyCurr;
58  };
```

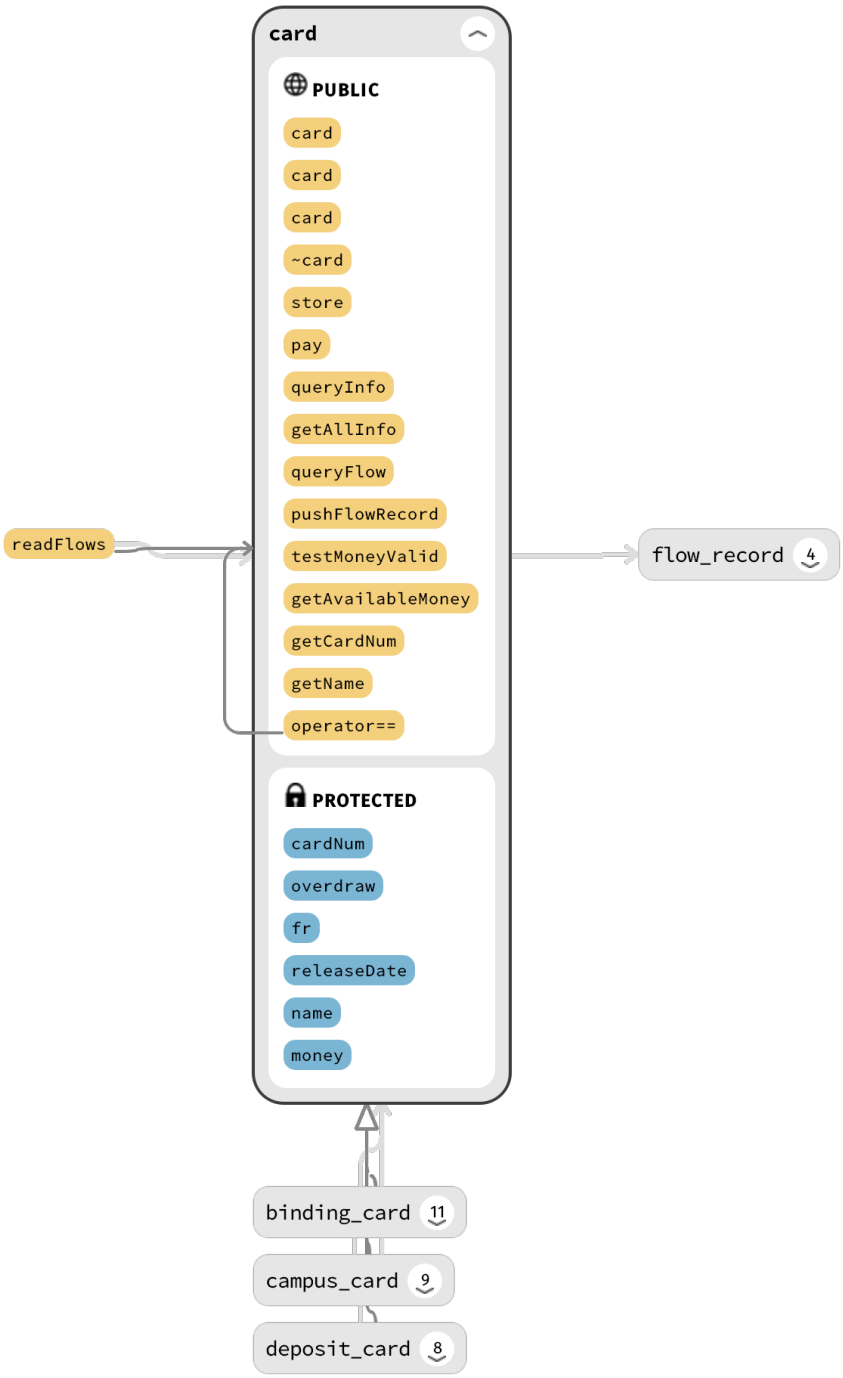
4.3.3 卡基类

作为其他三类卡的基类，需要将大部分操作实现，具体实施细节如下

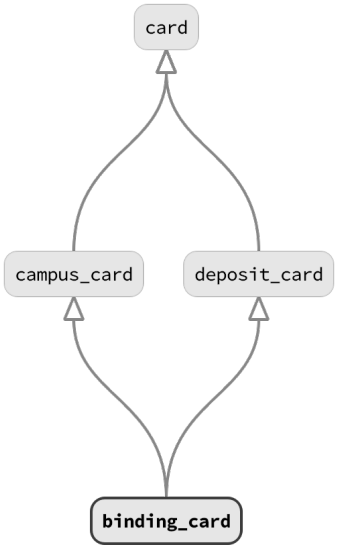
由于基类的成员都需被继承，故设置为 `protected`

```cpp
class card{
public:
    // 构造函数
    card() = default;
    // 正常的构造函数
    card(int _cardNum, std::string _name, int _overdraw = 0):
        cardNum(_cardNum), name(_name), overdraw(_overdraw)
    {
        releaseDate.getNowDate();
    };
    // 为方便从文件流中读入数据，此处重新实现了一个构造函数，增添了直接读入日期的功能
    card(int _cardNum, Date _releaseDate, std::string _name, int _overdraw = 0):
        cardNum(_cardNum), releaseDate(_releaseDate), name(_name), overdraw(_overdraw){};

    //析构函数
    ~card() = default;

    // 为子类提供存储、支付、查询接口
    virtual bool store(double _money, const std::string _place) = 0; // pure specifier
    virtual bool pay(double _money, const std::string _place) = 0;
    virtual std::vector<std::string> queryInfo() const = 0;
    // 由于流水信息结构一致，不需每个类单独实现，故本函数没有变为虚函数
    std::vector<flow_record> queryFlow() const;

    // 方便文件流输出信息
    virtual std::vector<std::string> getAllInfo() const;
    // 方便文件流读入历史流水
    inline void pushFlowRecord(flow_record& _fr);

    // 测试是否能从卡里继续提钱或支付
    // 主要看当前需要的金额是否大于透支金额与存储金额之和
    inline bool testMoneyValid(double money) const;
    // 获得当前可用的金额，包括可透支部分
    inline double getAvailableMoney() const;

    // 获得卡信息
    inline int getCardNum() const;
    inline std::string getName() const;

    // 判断两张卡的持有人是否一致
    inline bool operator==(const card& other) const;

protected:
    // 历史流水
    std::vector<flow_record> fr;
    // 基础卡信息
    int cardNum = 0;
    Date releaseDate;
    std::string name;
    // 当前余额，若为负，即透支
    double money = 0; // can be negative
    // 可透支金额，为常数，一旦确定不可修改
    // 预设可透支金额为0
    double overdraw = 0; // fixed number
};
```

卡基类图示如下



以下三个类与卡基类的关系如图所示



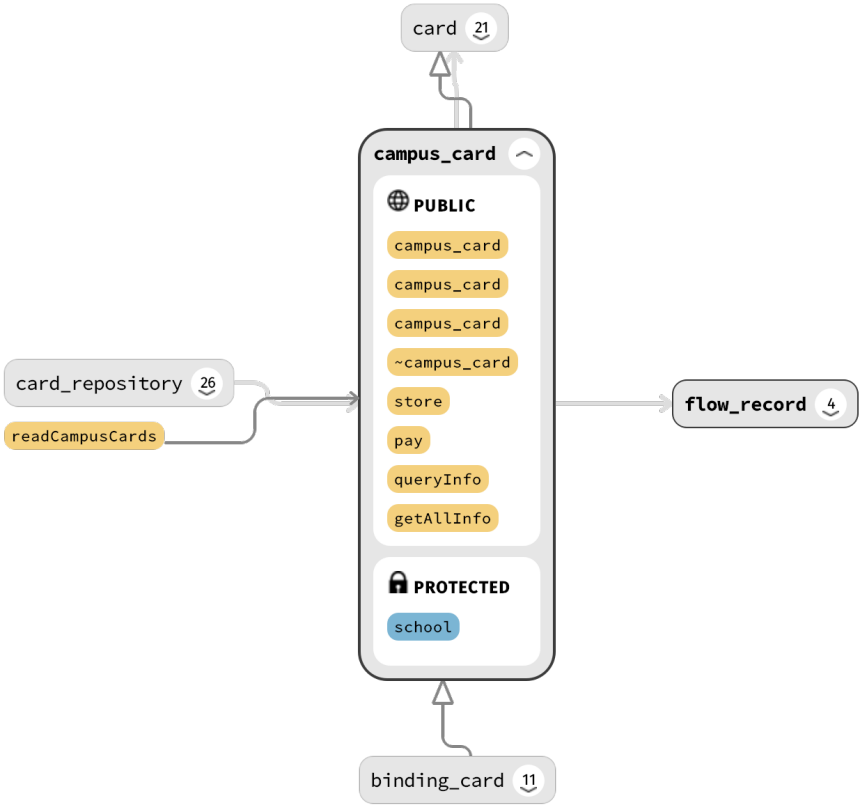
Exported from Sourcetrail

4.3.4 校园卡类

继承 card基类，注意是虚继承，因之后还会被继承一次，且是菱形继承；若不进行虚继承，会导致二义性错误

```
class campus_card : virtual public card{ // 由于要进行菱形继承，故这里采用虚继承
public:
    // 构造函数
    campus_card() = default;
    // 标准构造函数
    // 由于校园卡不可透支，故overflow设为0
    campus_card(int _cardNum, std::string _name, std::string _school):
        card(_cardNum, _name, 0), school(_school){};
    // 方便文件流读入
    campus_card(int _cardNum, Date _releaseDate, std::string _name, std::string _school):
        card(_cardNum, _releaseDate, _name, 0), school(_school){};

    // 析构函数
    ~campus_card() = default;

    // 具体实施存储、支付、查询功能
    bool store(double _money, const std::string _place);
    bool pay(double _money, const std::string _place);
    std::vector<std::string> queryInfo() const;
    std::vector<std::string> getAllInfo() const;

protected:
    // 由于大部分成员已经在基类里实现，故这里只实现校园卡特有的成员，即学院名
    std::string school;
};
```

校园卡类图示如下



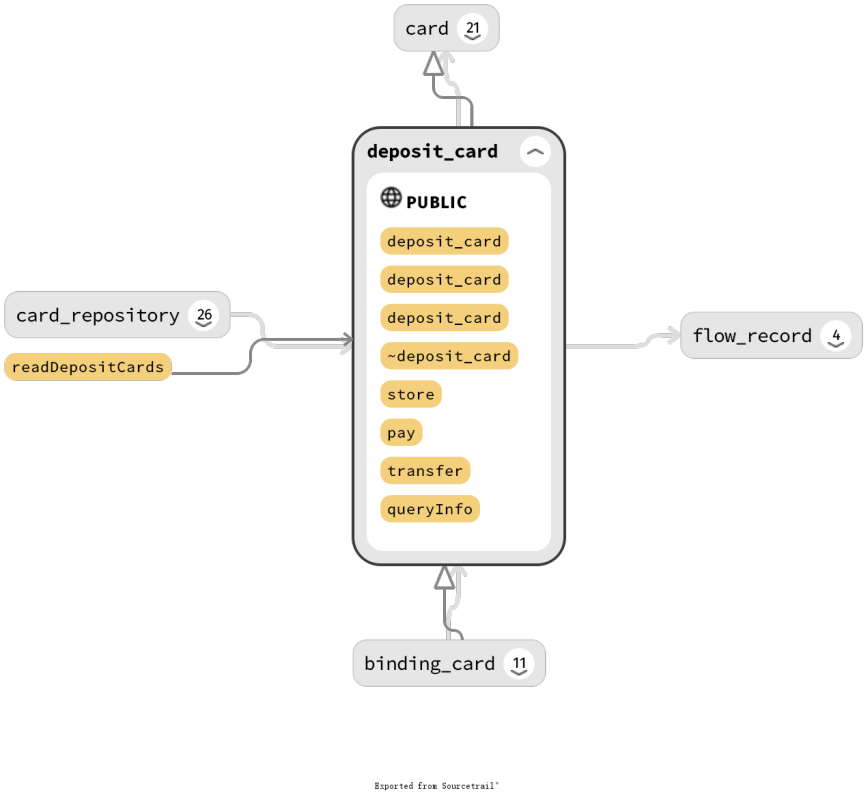
4.3.5 储蓄卡类

继承 card基类，注意是虚继承，因之后还会被继承一次，且是菱形继承；若不进行虚继承，会导致二义性错误

注意转账功能采用了泛型编程的思想

```cpp
// 预设储蓄卡透支金额，默认为1000元
#define OVERDRAW_LIMIT 1000

class deposit_card : virtual public card{ // 由于要进行菱形继承，故这里采用虚继承
public:
    // 构造函数
    deposit_card() = default;
    // 标准构造函数
    // 由于校园卡不可透支，故overflow设为0
    deposit_card(int _cardNum, std::string _name, double _overdraw = OVERDRAW_LIMIT):
        card(_cardNum, _name, _overdraw){};
    // 方便文件流读入
    deposit_card(int _cardNum, Date _releaseDate, std::string _name):
        card(_cardNum, _releaseDate, _name, 0){};

    // 析构函数
    ~deposit_card() = default;

    // 具体实施存储、支付、查询功能
    bool store(double _money, const std::string _place);
    bool pay(double _money, const std::string _place);
    std::vector<std::string> queryInfo() const;

    // 转账功能
    // 由于转账可以转给三种不同的卡，故这里直接输入一个card类（泛型编程的思想）
    bool transfer(card& camp, double _money); // genetic

protected:
    // 由于基本信息已在基类中实施，故本类没有自己的成员
};
```

储蓄卡类图示如下

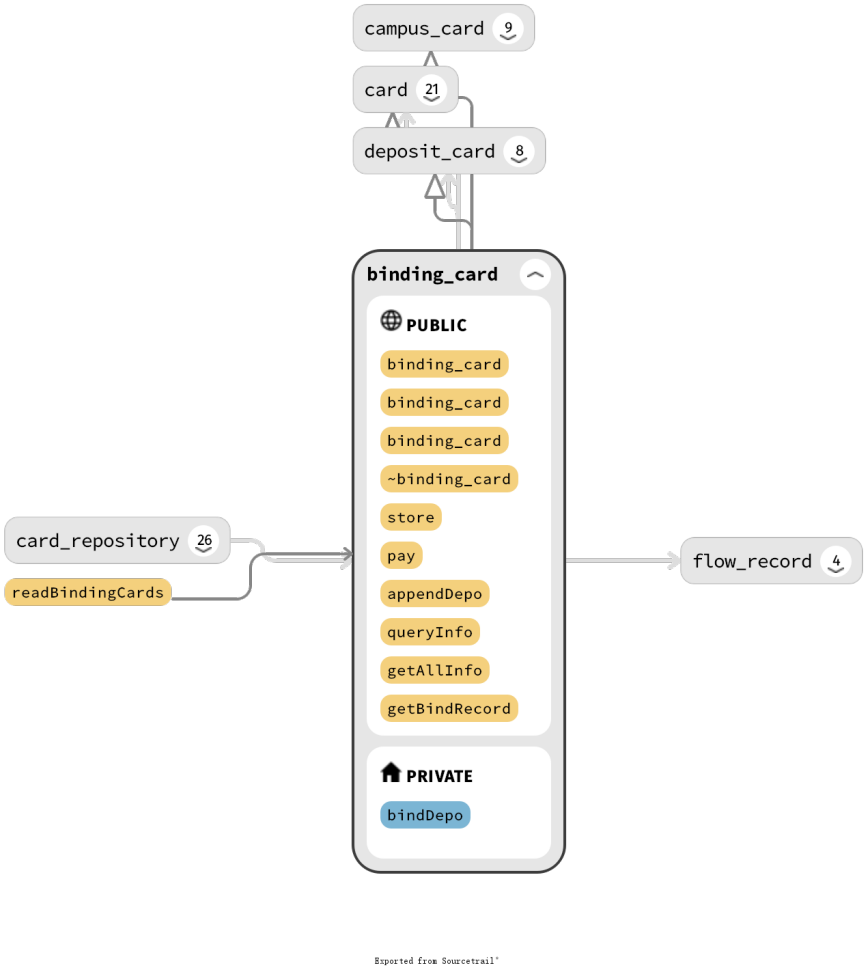


4.3.6 绑定卡类

继承 campus_card和 deposit_card类，同时将绑定的储蓄卡信息以指针的形式存入类成员中

```cpp
class binding_card : public campus_card, public deposit_card{ // 菱形继承
public:
    // 构造函数
    binding_card() = default;
    // 标准构造函数
    // 由于主要功能为校园卡，故与校园卡的构造相同
    binding_card(int _cardNum, std::string _name, std::string _school):
        campus_card(_cardNum, _name, _school){};
    // 方便文件流读入
    binding_card(int _cardNum, Date _releaseDate, std::string _name, std::string _school):
        campus_card(_cardNum, _releaseDate, _name, _school){};

    // 析构函数
    ~binding_card() = default;

    // 具体实施存储、支付、查询功能
    bool store(double _money, const std::string _place);
    bool pay(double _money, const std::string _place);
    std::vector<std::string> queryInfo() const;
    std::vector<std::string> getAllInfo() const;

    // 添加绑定的储蓄卡
    bool appendDepo(deposit_card* depo);
    // 获得绑定的储蓄卡号
    std::vector<int> getBindRecord() const;

private:
    // 由于本类在卡仓库类之前实施，故只能存储绑定储蓄卡的指针
    // 而不能储存其在仓库内的位置，否则会造成交叉引用错误
    std::vector<deposit_card*> bindDepo;
};
```

绑定卡类图示如下

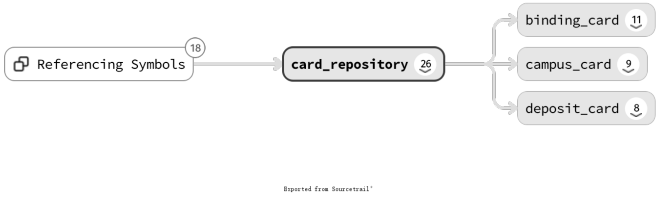


4.3.7 卡仓库类

统一存储三种卡，为主函数提供接口

```cpp
class card_repository{
public:
    // 构造函数与析构函数
    card_repository() = default;
    ~card_repository() = default;

    // 添加卡
    void appendDepositCard(const std::string name);
    void appendCampusCard(const std::string name, const std::string school);
    void appendBindingCard(const std::string name, const std::string school, std::vector<int> cardli);
    // 方便文件流读入，先在主函数中构建好卡信息后再读入仓库
    void appendDepositCard(deposit_card& dc);
    void appendCampusCard(campus_card& cc);
    void appendBindingCard(binding_card& bc, std::vector<int> cardli);

    // 转账、提取、存储
    bool transferMoney(int numFrom, int numTo, double money);
    bool withdrawMoney(int numCard, double money);
    bool depositMoney(int numCard, double money);

    // 删除卡
    bool deleteCard(int num);

    // 在仓库中查询卡
    bool findName(const std::string name);
    int QType(int num);
    campus_card* findCamp(int num);
    deposit_card* findDepo(int num);
    binding_card* findBind(int num);
    inline int getTotal() const { return totalNum; };
    inline std::vector<deposit_card> getDepoCard() const { return depoCard; };
    inline std::vector<campus_card> getCampCard() const { return campCard; };
    inline std::vector<binding_card> getBindCard() const { return bindCard; };

private:
    // 存储三类卡的全部信息
    std::vector<deposit_card> depoCard;
    std::vector<campus_card> campCard;
    std::vector<binding_card> bindCard;
    // 存储卡的类型
    // 由卡号映射到{1,2,3}
    // 其中，1为校园卡，2为储蓄卡，3为绑定卡
    std::map<int,int> cardType;
    // 开卡时的卡号，每次开一张卡，总数目就加1
    // 但注意删除卡不会减1，以防冲突
    int totalNum = 0;
};
```

卡仓库类图示如下



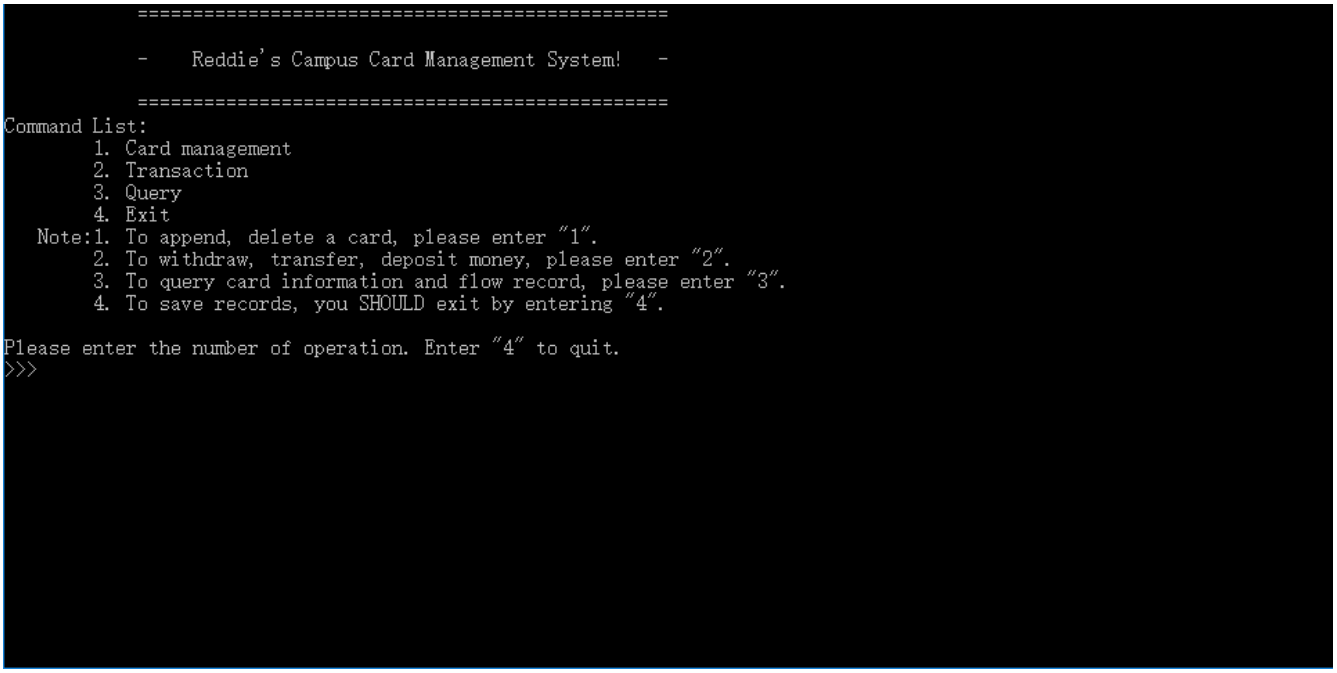
4.4 主函数设计

主函数中实现的函数如下，大多为交互界面的输入输出以及调用卡仓库类的接口

```
21   // Module
22   void manageCards(card_repository& repo);
23   void tranCards(card_repository& repo);
24   void queryCards(card_repository& repo);
25   void readAllCards(card_repository& repo);
26   void saveAllCards(card_repository& repo);
27   // Management
28   void appendCampusCard(card_repository& repo);
29   void appendDepositCard(card_repository& repo);
30   void appendBindingCard(card_repository& repo);
31   void deleteCard(card_repository& repo);
32   // Transaction
33   void withdrawMoney(card_repository& repo);
34   void depositMoney(card_repository& repo);
35   void transferMoney(card_repository& repo);
36   // Query
37   void queryCardInfo(card_repository& repo);
38   void queryFlowRecord(card_repository& repo);
39   // Others
40   void show_main_manual();
41   void interface();
42   vector<string> split(const string& input, const string& regex);
43   bool validNameTest(const string& name);
44   bool vecLenTest(vector<string> vec,int len);
```

4.5 交互界面

由于交互界面实现代码过长，故不在此贴图，请到 main.cpp中查看



- 用<iomanip>控制输出格式确保美观

- 用cin.clear()和cin.sync()清空缓存区，确保每次输入被程序读入后不会有残留，避免干扰下一次操作
- 当字符串长度为0或大于1时循环读入字符串，避免读入空行或者错误输入
- 多重输入判定，对输入名字的合法性、名字是否与已有的卡冲突等进行判定，确保输入准确合法

4.6 输入输出及存储

1. 输出可在命令行中手动输入，或者从文件流中直接读入
2. 输出同时有命令行的输出和文件流的输出（但要选择保存），输出格式同输入
3. 具体操作在交互界面均会提示，按照提示要求进行即可

由于存储的内容相似，故这里采用了泛型编程的思想，构造了一个模板，简化代码

```
339  template <class Data>
340  void saveCards(Data& data, ofstream& outfile)
341  {
342      outfile << data.size() << endl;
343      for(auto pdata = data.begin(); pdata != data.end(); ++pdata)
344      {
345          vector<string> temp = pdata->getAllInfo();
346          for (auto ptemp = temp.begin(); ptemp != temp.end(); ++ptemp)
347              { outfile << *ptemp << " ";}
348          outfile << endl;
349          vector<flow_record> fr = pdata->queryFlow();
350          outfile << fr.size() << endl;
351          for (auto ptemp = fr.begin(); ptemp != fr.end(); ++ptemp)
352              outfile << (ptemp->date).Year << " " << (ptemp->date).Month << " " << (ptemp->date).Day << " "
353                      << ptemp->place << " " << ptemp->moneyIO << " " << ptemp->moneyCurr << endl;
354      }
355  }
```

存储会分别存在三个文档，Campus_card.dat、Deposit_card.dat，Binding_card.dat中，存储结构类似下图

```
1  2
2  2 2018 5 19 HYJ
3  2
4  2018 5 19 Withdraw -66 -66
5  2018 5 19 Store 30 -36
6  3 2018 5 19 CHZ
7  1
8  2018 5 19 Store 50 50
```

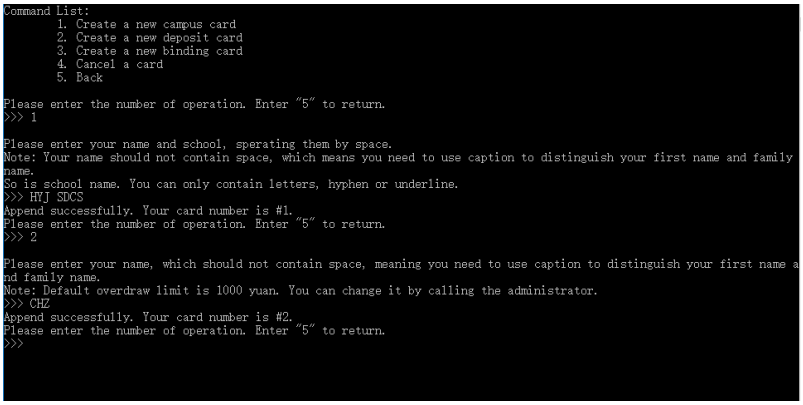
第一行为一个数字n，代表该种卡有n张
接下来一行会是第一张卡的信息，按顺序依次是卡号、开卡日期、姓名（学院）
第三行是一个数字m，代表有m个流水数据
流水数据依次按照日期、地点、变化金额、余额来记录
如此往复，直到所有n条数据全部存储完毕
对于绑定卡，则还会添加一行卡号，对应绑定的储蓄卡号码

4.7 值得一提的细节

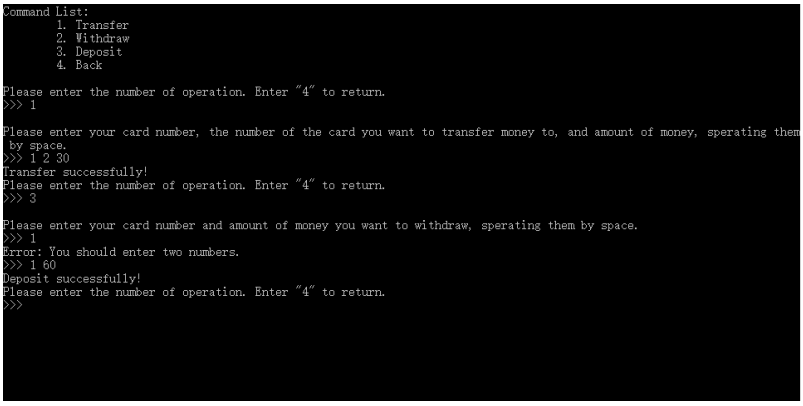
1. 代码符合C++11标准，尽可能在易读代码的同时简化代码
2. 对于类的实施，一定会在必要的地方加上 `const`和 `inline`等关键词修饰
3. 对于指针、引用的使用及其小心，尽可能避免多余、意外操作

5 程序测试及实验结果

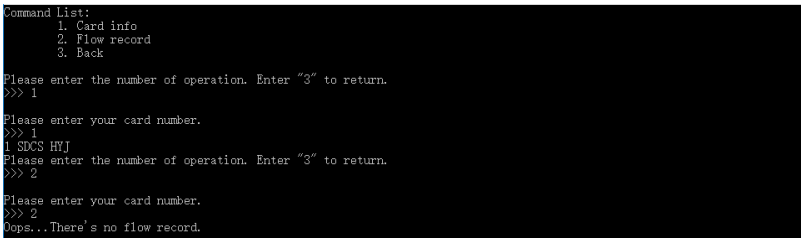
添加卡类效果如下



转账功能如下



查询功能如下，可以见到若没有数据，也可以正常输出



实现了项目要求的所有功能，写了1000+行代码考虑了各种极端情况，确保程序足够鲁棒。以下是用到的一些C++11特性：

1. 利用泛型编程的思想，写模板函数，减少代码的重复
2. `split`函数在进行正则匹配时常常会导致程序崩溃：
   加上`try,catch`特性捕获并避免发生异常
3. 必要的地方都加上const限定，防止误操作修改类的私有数据
4. 使用`auto`自动推断类型
5. 使用`for`的范围语句简化代码
6. 使用智能指针`nullptr`