

四组项目情况展示

注：

1. 请结合目录或大纲查看本文档。
2. 只列出发生变动的内容和新增的内容。

四组项目情况展示

一、底层：补充——两级索引机制

1. 设计原因

2. 定义

(1). 声明：

(2). 实现

I. 构造、析构函数的重新设计

II. 类中函数的重新设计

①. bookadd函数

②. bookdelete函数

③. search_delete函数

④. search函数

⑤. file_update函数

3. 调试

I. 二级索引

II. 二级数据文件

4. 开发说明

二、底层：简易数据库的实现

1. 数据结构的实现原理

2. 实现情况

三、逻辑层：

四、UI层

五、规划

一、底层：补充——两级索引机制

本周内进行了一些增量开发，下面是相关说明

注：基本功能已经实现，但是此部分正在与逻辑层对接，系统层级的按属性（书名、ISBN、作者）查找的功能还没有完成。

1. 设计原因

项目前中期，在底层开发的基于B+树的简易数据库系统在单个数据的查找上具有显著优势，当B+树为m叉、数据总量为N时，单次查找所需的时间复杂度仅为 $\log_m N$ ，相较于普通的顺序结构时间复杂度为N，极大的节省了查询开支，而且数据不必顺序存储，也不必有序，同时插入删除都极为方便。

但是，考虑到实际需求，用户需要按照书名、ISBN、作者等的方式进行查找，输入对应信息，应当得到信息相匹配的全部书籍信息，这样就需要对数据进行遍历。然而，由于B+树在逻辑上只能有一种关键字，不可能按照字符串构建B+树，因此按字符信息查找数据就首先要遍历id获取数据，时间复杂度为 N^3 。这样就使用户的体验大打折扣。基于上述背景，底层刘云卿同学开发了第二级索引，它独立于先前的建议数据库的索引+数据之外，单独存储部分关键信息，轻量化，专用于按书名、ISBN、作者遍历。

2. 定义

(1). 声明:

(在先前的bookdocking.h基础上附加)

```
#include <algorithm>
#define LENGTH_INDEXADDRESS 8

//public:
bool search_delete(int id);
bool file_update();
vector<string> search(string method, string value);

//private:
int firstEmpty; //指示添加空白地址位置的“数据指针”
int p_index; //存储数据的地址信息
int secEmpty; //指示删除空白地址位置的“数据指针”
int line_num; //行数, 此变量已弃用
int cir_time; //运行次数, 此变量已弃用

string v_index, zero_str, new_str, blank_str; //存储地址信息的字符串、零串 (由数个"0"构成)、(已弃用字符串)、空白串 (由数个" "构成)
string to_id, to_value, c_to_str; //存储id的字符串形式的临时变量、存储其他信息的字符串形式的临时变量、(已弃用字符串)
fstream secData, Empty; //两个新的文件指针
```

(2). 实现

以下为实现:

I. 构造、析构函数的重新设计

```
bookdocking::bookdocking(){
    Empty.open("valEmpty.txt", ios::in | ios::out | ios::binary);
    secData.open("secIndex.txt", ios::in | ios::out | ios::binary);
    if (!secData) {
        Empty.close();
        secData.close();
        ofstream uEmpty("valEmpty.txt", ios::binary);
        ofstream pData("secIndex.txt", ios::binary);
        uEmpty.close();
        pData.close();
        Empty.open("valEmpty.txt", ios::in | ios::out | ios::binary);
        secData.open("secIndex.txt", ios::in | ios::out | ios::binary);
    }
    secData.write("\n", sizeof(char));
    blank_str = string(LENGTH_ID + LENGTH_VALUE, ' ');
    firstEmpty = 0; //置0
    secEmpty = 0;
    zero_str = "00000000"; //零串初始化
}
```

```
bookdocking::~bookdocking() {
    Empty.close();
    secData.close();
}
```

II. 类中函数的重新设计

①. bookadd函数

```
bool bookdocking::bookadd(int id, string ISBN, string name, string author, string
type, string borrowtime, string returtime, string histroy, string onsheelf,
string isovertime)
{
    Empty.clear();
    secData.clear();
    to_id = to_string(id);
    value = ISBN + name + author + type + borrowtime + returtime + histroy +
onsheelf + isovertime;
    to_value = value;
    if (database.insert(id, value)) {
        if (Empty.peek() != EOF) { //判断是否到达文件尾
            Empty.seekg(0, ios::beg);
            getline(Empty, v_index); //读一行数据，其为8字节的地址数据
            while (!atoi(v_index.c_str())) { //找到二级索引中第一个非00000000的行，读取
其数据作为二级数据文件中待插入地址
                firstEmpty = Empty.tellg(); //读取读指针位置
                if (Empty.peek() == EOF) goto SIG_3; //有条件跳转
                getline(Empty, v_index); //只要id是00000000，就继续读下一行
            }
            Empty.clear();
            secData.seekp(atoi(v_index.c_str()), ios::beg); //移动写指针到正确位置
            secData.write(to_id.c_str(), LENGTH_ID); //写id数据
            secData.write(to_value.c_str(), LENGTH_ISBN + LENGTH_NAME +
LENGTH_AUTHOR); //写入关键数据
            secData.write("\n", sizeof(char)); //换行
            secData.clear();
            Empty.seekp(firstEmpty, ios::beg); //写指针移至指示位置
            //将该处数据置为00000000，也就不再指示数据文件空白位置了
            Empty.write(zero_str.c_str(), LENGTH_INDEXADDRESS);
            firstEmpty = Empty.tellp();
            firstEmpty += 1; //跳一行
        }
        else { //当二级索引为空
            SIG_3:
            Empty.clear();
            secData.seekp(0, ios::end); //数据一定连续存储，所以在文件尾新增
            secData.write(to_id.c_str(), LENGTH_ID); //写数据
            secData.write(to_value.c_str(), LENGTH_ISBN + LENGTH_NAME +
LENGTH_AUTHOR); //写数据
            secData.write("\n", sizeof(char));
        }
        return true;
    }
    else
        return false;
}
```

②. bookdelete函数

```
bool bookdocking::bookdelete(int id) {
    string temp;
    Empty.clear();
    secData.clear();
    if (database.remove(id)) {
        if (search_delete(id)) { //调用
            return true;
        }
        else return false;
    }
    else
        return false;
}
```

③. search_delete函数

```
bool bookdocking::search_delete(int id) { //查找二级数据文件中数据的地址，并删除之；同时
在二级索引中为删除后留下的空白行标注其地址
    int red = 0, ret = 0; //red接收数据，ret已弃用
    string rec, recc; //rec接收数据，recc截取rec的一部分
    int tmpPr = 0;
    Empty.clear();
    secData.clear();
    if (secData.peek() == EOF)
        return false;
    secData.seekg(0, ios::beg);
    getline(secData, rec); //跳过文件首行空行
    p_index = secData.tellg(); //移动读指针
    getline(secData, rec); //读一行并存储
    recc = rec.substr(0, LENGTH_ID); //截取
    red = atoi(recc.c_str()); //转换为int
    while (red != id) { //如果与待查id不等，需要再搜索
        if (secData.eof()) {
            break;
        }
        p_index = secData.tellg();
        getline(secData, rec);
        recc = rec.substr(0, LENGTH_ID);
        red = atoi(recc.c_str());
    }
    if (red != id) {
        secData.clear();
        return false;
    }
    else {
        secData.clear();
        secData.seekp(p_index, ios::beg);
        secData.write(blank_str.c_str(), LENGTH_ID + LENGTH_ISBN + LENGTH_NAME +
LENGTH_AUTHOR); //用空格符替换数据，该行成为空行
        secData.clear();
        Empty.clear();
        v_index = to_string(p_index); //转换为字符串
        if (Empty.peek() == EOF) { //空文件时
            Empty.clear();
            Empty.seekp(0, ios::beg);
        }
    }
}
```

```

        Empty.write(v_index.c_str(), LENGTH_INDEXADDRESS); //写入空行的地址信息
        Empty.clear();
    }
    else { //非空
        Empty.seekg(0, ios::end);
        secEmpty = Empty.tellg();
        cout << secEmpty;
        Empty.clear();
        Empty.seekp(secEmpty + 1, ios::beg); //移动写指针
        Empty.write("\n", sizeof(char)); //必须先换行
        Empty.write(v_index.c_str(), LENGTH_INDEXADDRESS); //写入新增的空行所在位
置的信息

        Empty.clear();
    }
    return true;
}
}

```

④. search函数

本函数用于对二级数据进行遍历。适用于按ISBN、按书名、按作者名等查找。可被逻辑层直接调用。

```

vector<string> bookdocking::search(string mod, string value) {
    vector<string> datas;
    string temp;
    int par = 0;
    int len = 0;
    secData.clear();
    getline(secData, temp);
    if (mod == "ISBN") {
        par = LENGTH_ID + START_ISBN;
        len = LENGTH_ISBN;
    }
    else if (mod == "name") {
        par = LENGTH_ID + START_NAME;
        len = LENGTH_NAME;
    }
    else if (mod == "author") {
        par = LENGTH_ID + START_AUTHOR;
        len = LENGTH_AUTHOR;
    }
    else {
        cout << "Invalid searching mod detected." << endl;
        goto SIG_4;
    }
    while (secData.peek() != EOF) {
        getline(secData, temp);
        temp = temp.substr(par, len);
        datas.push_back(temp);
    }
    reverse(datas.begin(), datas.end());
    return datas;
SIG_4:
    datas.clear();
    return datas;
}

```

⑤. file_update函数

本函数用于在累计进行插入、删除操作足够多时，清除二级索引中冗余的"00000000"行。

```
bool bookdocking::file_update() {
    vector<string>cache;
    string temp = "";
    Empty.clear();
    while (Empty.peek() != EOF) {
        getline(Empty, temp);
        temp = temp.substr(0, LENGTH_INDEXADDRESS);
        if (temp == " ") continue;
        if(atoi(temp.c_str()))cache.push_back(temp);
    }
    fstream f("valEmpty.txt", fstream::out | ios_base::trunc);
    reverse(cache.begin(), cache.end());
    while (!cache.empty()) {
        temp = cache.back();
        cache.pop_back();
        f.write(temp.c_str(), LENGTH_INDEXADDRESS);
        f.write("\n", sizeof(char));
    }
    return true;
}
```

3. 调试

在命令行版本的图书管理系统中，使用如下测试样例：

```
2 11111111 2 2 2 2
2 22222222 2 2 2 2
2 33333333 2 2 2 2
2 44444444 2 2 2 2
2 55555555 2 2 2 2
2 66666666 2 2 2 2
3 22222222
3 44444444
0
```

所得文件数据如下：（注：均为二进制格式文件）

I . 二级索引

28 烫烫?
82 烫烫?

注：由于是二进制文件，所以有乱码。两个地址的值分别是28，和82。

II. 二级数据文件

```
|
111111112  2  2

333333332  2  2

555555552  2  2
666666662  2  2
```

4. 开发说明

只需要调用file_update函数以清理冗余数据，其他函数不需要调用，一、二级数据、索引文件构成的简易数据库对增删改查操作是同步的，逻辑严密，用户只需要聚焦于他们的需求操作。

二级数据、索引文件在程序运行时与一级数据、索引文件同步读写，只保存最关键的部分内容。二级文件的存取逻辑是，新增书籍信息时，先检查二级索引的数据，确认在二级数据文件中是否有空白行，若有，则在空白行处插入，否则在文件末插入。删除书籍信息时，将二级数据文件中对应的一行置为空白行，然后在二级索引中记录该行的地址，作为可用地址备用；查找时，略过现有的空白行；当增删次数累积足够多时，只需要调用file_update函数以删除二级索引中积累的冗余数据，实现了空间的复用。在实现遍历时，速度大幅提高。

二、底层：简易数据库的实现

1. 数据结构的实现原理

B+-tree：应文件系统所需而产生的一种B-tree的变形树，其性质如下：

一棵m阶的B+树，

1. 有n棵子树的结点中含有n个关键字；
2. **所有的叶子结点中包含了全部关键字的信息**，及指向含有这些关键字记录的指针，且叶子结点本身依关键字的大小**自小而大的顺序**链接。
3. **所有的非终端结点可以看成是索引部分**，结点中仅含有其子树根结点中最大（或最小）关键字。
4. 树中每个结点最多含有m个孩子（ $m \geq 2$ ）
5. 除根结点和叶子结点外，其它每个结点至少有 $\lceil (m/2) \rceil$ 个孩子；
6. 若根结点不是叶子结点，则至少有2个孩子（特殊情况：没有孩子的根结点，即根结点为叶子结点，整棵树只有一个根节点）
7. 所有叶子结点都出现在同一层，叶子结点不包含任何关键字信息(可以看做是外部接点或查询失败的接点，实际上这些结点不存在，指向这些结点的指针都为null)；
8. 每个非终端结点中包含有n个关键字信息：($n, P_0, K_1, P_1, K_2, P_2, \dots, K_n, P_n$)。其中：
 - a) K_i ($i=1 \dots n$)为关键字，且关键字按顺序升序排序 $K_{i-1} < K_i$ 。
 - b) P_i 为指向子树根的接点，且指针 P_{i-1} 指向子树种所有结点的关键字均小于 K_i ，但都大于 K_{i-1} 。
 - c) 关键字的个数n必须满足： $\lceil (m/2) - 1 \rceil \leq n \leq m - 1$ 。

2. 实现情况

在命令行版本的图书管理系统中，使用如下测试样例：

```
2 11111111 2 2 2 2
2 22222222 2 2 2 2
2 33333333 2 2 2 2
```

```

2 44444444 2 2 2 2
2 55555555 2 2 2 2
2 66666666 2 2 2 2
3 22222222
3 44444444
2 11451419 19 810 364 893
2 19198101 14 514 889 464
2 10101010 1010 1010 1010 1010
3 33333333
3 55555555
2 36436411 4514 1919 810 889
2 36436436 4 364 364 364
3 66666666
2 43964396 4396 4396 4396 4396
2 19260817 -1 -1 -1 -1
3 10101010
2 17471747 893 810 0721 2333
0

```

所得一级数据文件（二进制存储）：

```

? 2 2 2 2 00-00-0000-00-00aaaaaaaaaaaaa
1114 514 889 464 00-00-0000-00-00aaaaaaaaaaaaa
114 364 364 364 00-00-0000-00-00aaaaaaaaaaaaa
11 9 810 364 893 00-00-0000-00-00aaaaaaaaaaaaa
114514 1919 810 889 00-00-0000-00-00aaaaaaaaaaaaa
114396 4396 4396439600-00-0000-00-00aaaaaaaaaaaaa
11893 810 0721233300-00-0000-00-00aaaaaaaaaaaaa
11 1 -1 -1 -1 00-00-0000-00-00aaaaaaaaaaaaa
11

```

所得一级索引文件：

```

x ? x . . 隶? ?□□.籍 .□□□.?.?.?□饕$.?□□狒?1?□@ x . . 賤%.听□□基
+.件□□赠+. \□□□慢?1?□慢?1?□x . 隶? . 賤%.@ 狒?1?□□□□□ @

```

使用Hexdump查看二进制数据：

```

1 | Offset: 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F
2 | 00000000: 78 00 00 00 B0 00 00 00 78 00 00 00 01 00 00 00 x...0...x.....
3 | 00000010: 04 00 00 00 C7 8A A9 00 FC FF FF FF 1B BC AE 00 ....G.).|....<..
4 | 00000020: 0C FF FF FF 03 99 0A 01 1C FE FF FF 95 F0 24 01 .....~...p$.
5 | 00000030: AC FF FF FF AA 40 F9 03 6C FE FF FF 40 00 00 00 ,...*@y.l~...@...
6 | 00000040: 78 00 00 00 02 00 00 00 04 00 00 00 91 E5 25 01 x.....e%.
7 | 00000050: CC FD FF FF BB F9 2B 02 BC FE FF FF D4 F9 2B 02 L}...;y+.<~..Ty+.
8 | 00000060: 5C FF FF FF EC D7 9E 02 6C FE FF FF EC D7 9E 02 \...lW..l~..lW..
9 | 00000070: 6C FE FF FF 78 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 l~..x.....
10 | 00000080: 02 00 00 00 C7 8A A9 00 08 00 00 00 91 E5 25 01 ....G.).....e%.
11 | 00000090: 40 00 00 00 AA 40 F9 03 6C FE FF FF FD FD FD FD @...*@y.l~...}}}}
12 | 000000a0: FD FD FD FD 00 00 00 00 00 00 00 00 40 00 00 00 }}}}. ....@...
13

```

可见，数据能够按预期定义存储。运行截图如下：

注：只包含底层内容（数据处理），实际的图书系统界面及功能更为全面


```
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:2 1111111 2 2 2 2
Please input id ISBN name author type:success
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:2 22222222 2 2 2 2
Please input id ISBN name author type:success
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:2 33333333 2 2 2 2
Please input id ISBN name author type:success
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:2 44444444 2 2 2 2
Please input id ISBN name author type:success
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:2 55555555 2 2 2 2
Please input id ISBN name author type:success
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:2 66666666 2 2 2 2
Please input id ISBN name author type:success
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:3 22222222
Please input the id:success
1. search
2. add
3. delete
```



```
2.add
3.delete
4.modify
0.quit
Please input a number:2 66666666 2 2 2 2
Please input id ISBN name author type:success
1.search
2.add
3.delete
4.modify
0.quit
Please input a number:3 22222222
Please input the id:success
1.search
2.add
3.delete
4.modify
0.quit
Please input a number:3 44444444
Please input the id:8success
1.search
2.add
3.delete
4.modify
0.quit
Please input a number:2 11451419 19 810 364 893
Please input id ISBN name author type:success
1.search
2.add
3.delete
4.modify
0.quit
Please input a number:2 19198101 14 514 889 464
Please input id ISBN name author type:success
1.search
2.add
3.delete
4.modify
0.quit
Please input a number:2 10101010 1010 1010 1010 1010
Please input id ISBN name author type:success
1.search
2.add
3.delete
4.modify
0.quit
Please input a number:3 33333333
Please input the id:success
1.search
2.add
3.delete
4.modify
```



```
Please input a number:2 10101010 1010 1010 1010 1010
Please input id ISBN name author type:success
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:3 33333333
Please input the id:success
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:3 55555555
Please input the id:18success
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:2 36436411 4514 1919 810 889
Please input id ISBN name author type:success
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:2 36436436 4 364 364 364
Please input id ISBN name author type:success
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:3 66666666
Please input the id:success
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:2 43964396 4396 4396 4396 4396
Please input id ISBN name author type:success
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:2 19260817 -1 -1 -1 -1
Please input id ISBN name author type:success
1. search
```

```

Please input a number:3 10101010
Please input the id:28success
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:2 17471747 893 810 0721 2333
Please input id ISBN name author type:success
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:1
Please input the id:10101010
failure
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:1
Please input the id:19260817
id: 19260817 ISBN: -1      name: -1      author: -1      type: -1
borrowtime: 00-00-00
returntime: 00-00-00
history:
aaaaaaaaaaaaaaaa
onsheelf: 1 isovertime: 1
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:1
Please input the id:43964396
id: 43964396 ISBN: 4396   name: 4396   author: 4396 type: 4396
borrowtime: 00-00-00
returntime: 00-00-00
history:
aaaaaaaaaaaaaaaa
onsheelf: 1 isovertime: 1
1. search
2. add
3. delete
4. modify
0. quit
Please input a number:

```

可见系统运行符合逻辑，数据处理完善。至此，底层开发的简易文件系统已经开发完毕。

三、逻辑层：

逻辑层付可意和胡新月同学完善了还书功能的实现，完成了管理员系统的部分bug调试工作，给每一次输入增设了输入检查；完成了与UI层对接的代码版本更新，修改了已知bug。

逻辑层孙久杰同学完善了多种方式借书功能的实现，为数据输入增设了输入检查；目前正要与UI层修改bug，以及添加续借等附加功能。

```
C:\> D:\workspace\汇
首页
1. 用户借阅系统
2. 管理员系统
3. 还书系统
-1. 退出
```

```
C:\> D:\workspace\汇总-1102\汇
请输入要归还图书的ID:
```

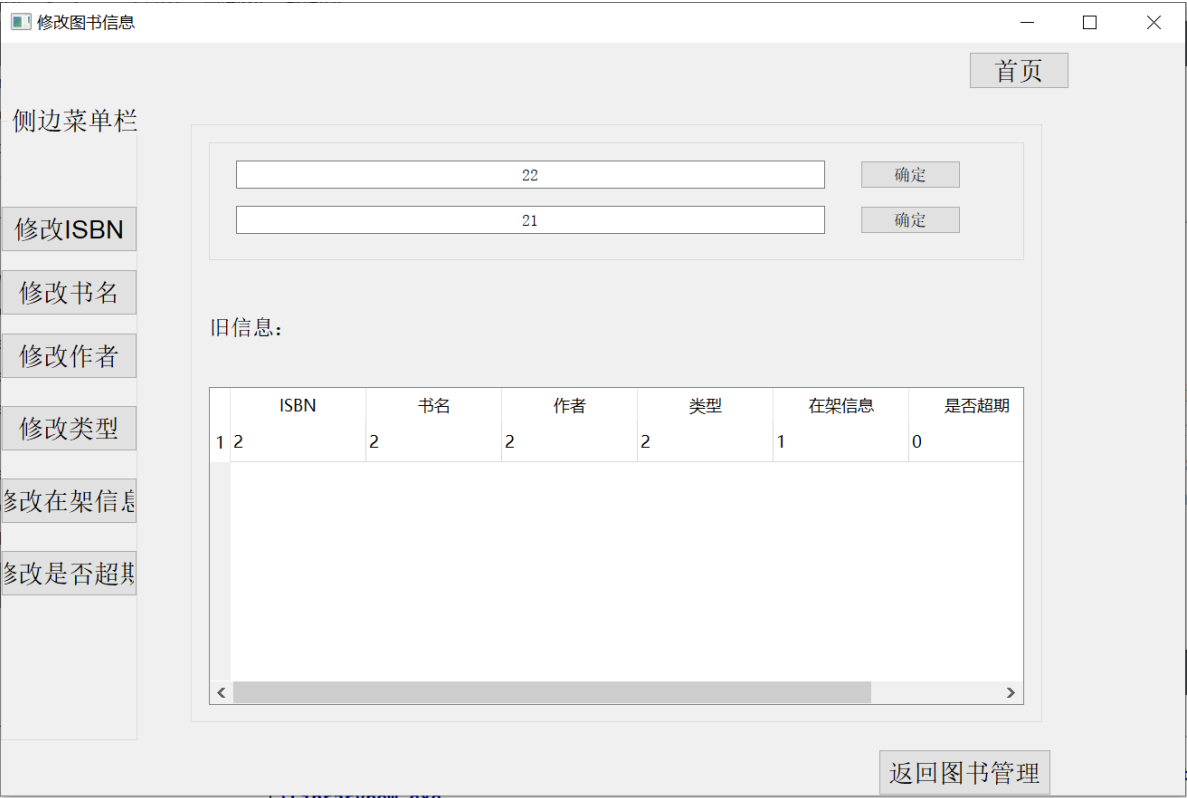
```
C:\> D:\workspace\汇总-1102\汇总
请输入要归还图书的ID: 1
还书成功!
输入0退出:
```

```
C:\> D:\workspace\汇总-1102\汇总\x64
请输入要归还图书的ID: 1
该图书已归还!
输入0退出:
```

```
C:\> D:\workspace\汇总-1102\汇总\x64\De
请输入要归还图书的ID: asdhjk
输入有误, 请重新输入: 1
该图书不存在!
输入0退出:
```

四、UI层

整个界面已经整合完毕，管理员系统可以正常使用，借阅系统运行时出现错误，还在寻找解决方案。附加功能根据逻辑层完成时间再决定是否对界面实现此功能。界面美化待定时间。





借书卡

请在下面输入要查看借阅历史的图书ID(至多为6位)

学生ID	姓名	学院	专业
<div data-bbox="450 434 1128 728"><div data-bbox="450 434 1128 504"><div data-bbox="450 434 497 504"></div><div data-bbox="497 434 1128 504">提示</div><div data-bbox="1067 434 1115 504">✕</div></div><div data-bbox="450 504 1128 627"><div data-bbox="481 526 561 616"></div><div data-bbox="598 526 1115 575">您输入的图书id有错误，请重新输入</div></div><div data-bbox="909 627 1115 705"><input type="button" value="OK"/></div></div>			



提示



您输入的图书id有错误，请重新输入



Form

借书卡

请在下面输入要查看借阅历史的图书ID(至多为6位)

22

确定

学生ID	姓名	学院	专业
------	----	----	----

提示

当前图书没有借书卡记录

OK

<

>

返回查找借阅图书

五、规划

计划在本周完成的任务：整合、UI调试、续借及借阅记录机制的优化、借书卡功能的优化、推荐机制等