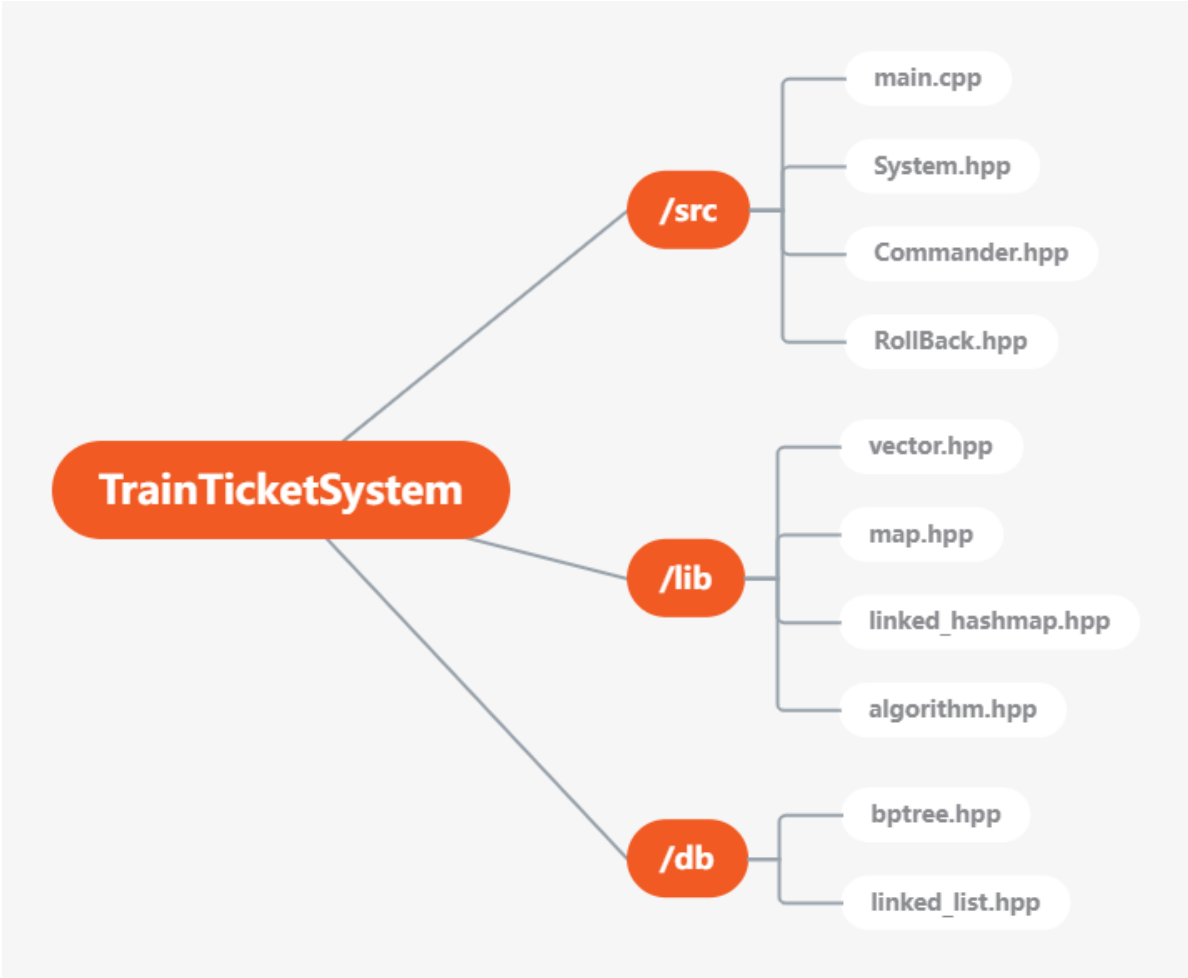
ACM TrainTicketSystem 开发文档

小组成员	组内分工
尹良升(@hnyls2002)	程序后端逻辑部分
董珅 (@RabbitCabbage)	文件存储和B+树主体

整体架构

模块划分图



火车票系统模块`/src`

- `main.cpp` **最终的工作程序**
- `System.hpp` **火车票系统主体**
- `Commander.hpp` **命令行解析库**
- `RollBack.hpp` **回滚类**

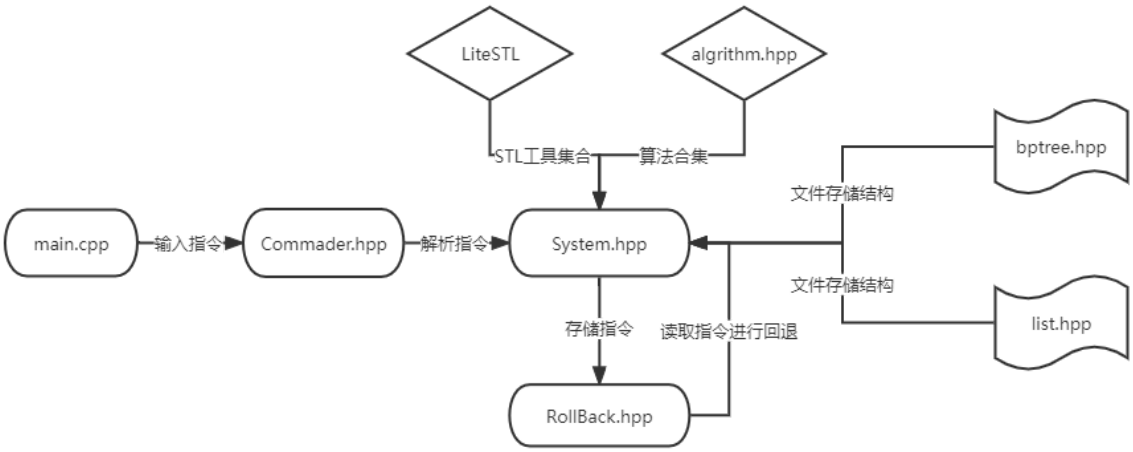
工具库模块 `/lib`

- `vector.hpp`,`map.hpp`,`linked_hashmap.hpp`
- `algorithm.hpp` **自己写的一些工具**

数据库内存管理模块 `/db`

- `bptree.hpp` **B+树的主体部分**
- `linked_list.hpp` **一个基于文件读写的链表**

流程图



类和成员的设计（逻辑部分）

设计思路

- 一些定长的支持随机查找的信息块，包括用户的基本信息和车次的基本信息，分别用B+树存储在外存中。
- 一些仅仅需要顺序查找的定长信息块，例如每个用户的订单列表，经过每一个车站的车次，这些信息主题将以链表的形式存储在外存中，但是为了找到链表的头结点，将用B+树类设置头结点的索引，具体表现为一个链表对象，直接存储在对应的信息当中。
- 每一条指令均由`Commander.hpp`解析后返回一个标准化指令类，该指令类经过`System.hpp`的函数处理后配送到不同的操作函数去。
- 为了避免前期代码的混乱，回滚操作中需要存储的指令信息，均由一个单独的库`RollBack.hpp`完成。

逻辑部分主要由`hnyls2002`负责，为了让各个功能更加清晰，此处的类与成员的设计均根据功能展开。

火车票系统主体`/src/System.hpp`

核心类

- `class SystemManager`

  整个火车票系统的**核心类**，所有的指令都在此类中完成。

用户信息的维护

- `struct UserInfo`
  用户信息类，储存每一个用户的**基本信息**。
- `bptree UserDataBase (UserName -> UserInfo)`

  用于储存用户的信息的**数据库**，添加和删除用户信息在`bptree`上操作。

用户的登录状态

- `struct LoggedUser (UserId -> int)`

  一个由**平衡树**或者**哈希表**来维护的目前登录的用户，里面只存`UserID`和`privilege`。

车次信息的维护

- `struct TrainInfo`

  每一列车次的**基本信息**。
- `bptree TrainDataBase (TrainID -> TrainInfo)`

  用于储存列车的信息的**数据库**。

当日车次状态查询

- `struct DayTrain`

  每一天的列车由于售票情况不同因此需要一个**单独的对象**来表示。
- `struct DayTrainDataBase ({Train,day} -> DayTrain)`

  用于储存某一天某一列车信息的**数据库**。

查询订单功能

- `struct Order`

  用于保存一份订单的**基本信息**，每一位用户的**订单记录**以这个类的形式保存在外存的链表中。
- `List UserInfo::Order_List (type = Order)`

  `UserInfo`的成员，查询订单的时候，在`bptree`中查找`UserInfo`，进而得到一个`List`。

候补列表查询

- `struct Pender`

  候补的用户为一个**队列结构**，这里采用**链表**存储在外存中，储存的信息类为`Pender`。
- `List DayTrain::Pending_List`

  `DayTrain`的成员，查询候补列表时，在`bptree`中查找`Daytrain`，进而得到候补列表。

车票查询&换乘功能

- `bptree TrainSet ( Station -> TrainID)`

  用于储存经过某个站的火车的`TrainID`，返回一个`List`。
- `List TrainPass_List`

  储存在`bptree`中，和前面的`List`相同，实际上是一个用于读取外存的操作对象。

命令行解析库 `/src/Commander.hpp`

- `struct CmdType`

  标准的指令库，用于存储每一条指令。

回滚类 `/src/RollBack.hpp`

- `stuct CmdRecord`

  为了能正确处理回滚操作，该 `CmdRecord` 应该还需要存储当前这次操作的返回值，于是将 `CmdRecord` 设置成从 `CmdType` 继承。

- `List CmdDataBase (type = CmdRecord)`

  用于将每一条指令存储在外存中，实际上相当于维护了一个栈结构，需要 `roll back` 的时候从链表的顶端删除元素。

自定义工具类 `/lib/algorithm.hpp`

- `struct Date`

  用于存储火车的日期。

- `struct Time`

  用于存储火车的时间。

函数接口（逻辑部分）

火车票系统主体 `/src/System.hpp`

通过 `Opt` 来调用相应的操作函数，所有的返回值均用 `vector<string>` 的形式来存储，输出的时候再进行转换，函数的 `arguments` 类型待定。

```
vector<std::string>Add_User
vector<std::string>Login
vector<std::string>Logout
vector<std::string>Query_Profile
vector<std::string>Modify_Profile
vector<std::string>Add_Train
vector<std::string>Release_Train
vector<std::string>Query_Train
vector<std::string>Query_Ticket
vector<std::string>Query_Transfer
vector<std::string>Buy_Ticket
vector<std::string>Query_Order
vector<std::string>Refund_Ticket

std::string Opt(cosnt CmdType & arg);
```

命令行解析库 `/src/Commander.hpp`

传入由 `main.cpp` 读取的一列字符串，将其发送给解析类，解析类返回一个标准命令类。

```
CmdType Parser(const std::string &arg);
```

自定义工具类`/lib/algorithm.hpp`

目前想到的就只有快速排序字符串相关，其余内容待定。

```
template<typename T> void sort(T *,T *,T (*cmp)(cosnt T&,const T&))
int StrToInt(std::string);
std::string IntToStr(int);
```

存储部分

理论上直接调用B+树或者调用缓存是同样的效果
逻辑部分在调用时不用知道是调用了直接读写到文件的B+树还是缓存了
可以考虑`#difine CacheMap bptree`即可

B+ Tree

文件读写部分由董珅(@RabbitCabbage)负责
设计用B+树+链表的储存结构，分别存储需要支持随机访问和顺序访问的数据库
先封装一个MemoryRiver类，进行底层的文件读写操作

```

template<typename T>
class MemoryRiver {
private:
    std::fstream file;
    char file_name[20];
public:
    MemoryRiver(char *file_name);

    ~MemoryRiver();

    void Write(const T &t, const int index);

    T Read(const int index);
};

```

用数据结构B+树实现信息的存储，用户信息和列车信息都以B+树的形式存储到外存
同时实现信息的缓存以减少外存读取次数，最终封装为CacheMap的public函数，可以直接调用
BPlusTree提供的函数接口如下：（具体实现时会有其他某些private工具函数）,并且是写给Cache调用的

```
template<typename Key, typename Info, class KeyCompare = std::less<Key>>

class BPlusTree {
    //以下两个值暂定，可能以后根据实际情况更改
    static const int max_key_num = 100;//一个数据块最多记有多少个键值
    static const int max_rcd_num = 30;//一个数据块最多存多少条记录
    char index_file[20];
    char record_file[20];
    MemoryRiver memory;
private:
    class Node {
        int nxt, before;// B+树叶子节点构成的的链表
```

```
        bool isleaf;//标记是不是叶节点
        int children[max_key_num + 1];
        Key keys[max_key_num];
    };

    class Block {
        Info record[max_rcd_num];
    };

public:
    //B+树的构造函数,由一个文件构造
    BPlusTree(const char *file_name, int cache_size) {}

    //B+树的析构函数
    ~BPlusTree() {}

    //插入一个元素，参数是插入元素的键值和记录的详细信息，返回插入是否成功
    //如果说这个元素本来存在，插入失败返回false
    bool Insert(const Key &key, const Info &info) {}

    //删除一个元素，参数是要删除元素的键值，返回是否删除成功，
    //如果这个元素在B+树中不存在就删除失败
    bool Erase(const Key &key) {}

    //查询一个元素，参数是要查询元素的键值
    //返回值是一个pair，bool代表有没有找到
    //如果找到这个元素存在，返回true，同时返回记录信息的具体值
    //如果没有找到，返回false，这时的返回struct是随机值，不应该被访问
    std::pair<bool, Info> Find(const Key &key) {}

    //修改一个元素，参数是要修改元素的键值和修改之后的信息
    //返回一个bool，修改成功返回true，否则返回false
    //如果这个要修改的元素在B+树中不存在就会返回false
    bool Modify(const Key &key, const Info &new_info) {}

    //清空B+树的有关文件
    void Clear() {}

    //返回现在总共有多少条记录
    int GetSize() {}

};

```

文件存储 Cache Map

Cache的实现用HashMap，用双hash解决冲突（这里默认键值应该是字符串，提供两个hash函数）

1. 记录一个bool类型的Valid数组，表示的是这里的键值是否有效，在每次程序运行时全部初始化为0
2. 记录另外一个hash的值作为Index，用来检查第一个hash值是否发生了碰撞
3. 记录一个dirty数组，表示的是这个键值对应的信息已经被修改，如果hash发生了碰撞，这里的信息要更新到外存，初始化的时候也全初始化为0；
4. 再记录一个数据集，表示的是命中之后的记录信息

当我们需要修改某个键值对应的信息时，从外存读取原始数据，修改了之后记录到Cache的数据记录中去，将对应的Valid值记为1，表示这里的信息被命中过；并且把dirty记录为1，表示的是这里的信息已经被修改，和外存中不同;当再修改一个键值对应的信息时，如果说Valid已经是1，说明这个hash已经被命中，要检查index是否相同，如果相同，直接修改，dirty记为1；如果不同说明发生了碰撞，如果说之前命中的这个元素的dirty是0，那么这个元素没有修改，直接把新元素放入cache；如果说dirty是1，就要把修改之后的信息写入外存，再放新元素；
当我们要插入一个新的元素，就把信息同时写入外存和cache，并且标注valid=1，dirty=0，相当于在cache中加入了一个被命中而没有被修改过的元素
当CacheMap的size达到上限时，以及程序结束需要析构时，就应该把它清空，调用B+Tree的Modify写入外存

```
template<typename Key, typename Info, class KeyCompare = std::less<Key>>

class CacheMap {
private:
    long long Hash1(char *s);

    long long Hash2(char *s);

    static const long long max_size = 41519;//表示的是这个link_map的最大容量，是一个质数
    bool valid[max_size];
    bool dirty[max_size];
    long long index[max_size];
public:
    CacheMap(){}
    ~CacheMap(){}
    //插入一个元素，参数是插入元素的键值和记录的详细信息，返回插入是否成功
    //如果说这个元素本来存在，插入失败返回false
    //直接操作到B+Tree，并且存入Cache
    bool Insert(const Key &key, const Info &info) {}

    //删除一个元素，参数是要删除元素的键值，返回是否删除成功，
    //如果这个元素在B+树中不存在就删除失败
    //直接操作到B+tree上
    bool Erase(const Key &key) {}

    //查询一个元素，参数是要查询元素的键值
    //返回值是一个pair，bool代表有没有找到
    //如果找到这个元素存在，返回true，同时返回记录信息的具体值
    //如果没有找到，返回false，这时的返回struct是随机值，不应该被访问
    //访问之后就要存入Cache，便于下次访问
    std::pair<bool, Info> Find(const Key &key) {}

    //修改一个元素，参数是要修改元素的键值和修改之后的信息
    //返回一个bool，修改成功返回true，否则返回false
    //如果这个要修改的元素在B+树中不存在就会返回false
    //修改的时候要进行valid,index,dirty的检查
    bool Modify(const Key &key, const Info &new_info) {}

    //清空Cache,把它全部都写到外存
    void Clear() {}

    //返回现在总共有多少条记录
    int GetSize() {}
};
```

基于文件读写的链表

文件存储的链表类，支持读头尾节点，以及按照插入顺序依次读取所有记录
每一个List会对应一个用户，维护这个用户的所有订单信息
所有用户的订单信息链表存在一个文档里

```
1
2  template <typename T>//T是一个定长的信息结构体
3  class List{
4      private:
5      int head,rear;//索引的头节点，尾节点
6      public:
7      List();
8      ~List();
9      void PushBack(const T&t);//在这条链表的最后插入
10     T QueryHead();//询问头节点信息
11     T QueryRear();//询问最后的尾节点信息
12     void PopBack();//弹出最后一个节点
13     vector<T> Queryall();//询问所有节点信息，按照插入顺序放入vector
14 };
15
```