****

**数据结构课程设计**

**项目说明文档**

**有序链表交集**

姓 名： 马小龙

学 号： 2353814

学 院：计算机科学与技术学院（软件学院）

专 业： 软件工程

指导教师： 张颖

二〇二三年十月二十九日

**目录**

[第1章 项目分析 1](#_Toc183773825)

[1.1 项目背景分析 1](#_Toc183773826)

[1.2 项目需求分析 1](#_Toc183773827)

[1.3 项目功能分析 2](#_Toc183773828)

[1.3.1 有序链表输入功能 2](#_Toc183773829)

[1.3.2 有序链表输出功能 2](#_Toc183773830)

[1.3.3 有序链表处理功能 2](#_Toc183773831)

[1.3.4 异常处理功能 2](#_Toc183773832)

[第2章 项目设计 3](#_Toc183773833)

[2.1 数据结构设计 3](#_Toc183773834)

[2.2 结构体与类设计 3](#_Toc183773835)

[2.2.1 链表结点（Node）设计 3](#_Toc183773836)

[2.2.1.1 概述 3](#_Toc183773837)

[2.2.1.2 结构体定义 3](#_Toc183773838)

[2.2.1.3 数据成员 4](#_Toc183773839)

[2.2.1.4 构造函数 4](#_Toc183773840)

[2.2.1.5 成员函数 4](#_Toc183773841)

[2.2.2 链表（LinkList）设计 4](#_Toc183773842)

[2.2.2.1 概述 4](#_Toc183773843)

[2.2.2.2 Linklist类定义 4](#_Toc183773844)

[2.2.2.3 私有数据成员 5](#_Toc183773845)

[2.2.2.4 构造函数与析构函数 5](#_Toc183773846)

[2.2.2.5 公有成员及数据类型 6](#_Toc183773847)

[2.2.3 迭代器设计 7](#_Toc183773848)

[2.2.3.1 概述 7](#_Toc183773849)

[2.2.3.2 迭代器类定义 7](#_Toc183773850)

[2.2.3.3 私有数据成员 7](#_Toc183773851)

[2.2.3.4 构造函数 7](#_Toc183773852)

[2.2.3.5 公有成员函数 8](#_Toc183773853)

[2.3 项目框架设计 8](#_Toc183773854)

[2.3.1 项目框架流程图 8](#_Toc183773855)

[2.3.2 项目框架流程 8](#_Toc183773856)

[第3章 项目功能实现 9](#_Toc183773857)

[3.1 项目主体架构 9](#_Toc183773858)

[3.1.1实现思路思路 9](#_Toc183773859)

[3.1.2流程图 9](#_Toc183773860)

[3.1.3核心代码 9](#_Toc183773861)

[3.1.4示例 10](#_Toc183773862)

[3.2 有序链表输入功能 10](#_Toc183773863)

[3.2.1 实现思路 10](#_Toc183773864)

[3.2.2 流程图 11](#_Toc183773865)

[3.2.3 核心代码 11](#_Toc183773866)

[3.2.4 示例 12](#_Toc183773867)

[3.3 有序链表输出功能 12](#_Toc183773868)

[3.3.1 实现思路 12](#_Toc183773869)

[3.3.2 流程图 13](#_Toc183773870)

[3.3.3 核心代码 13](#_Toc183773871)

[3.3.4 示例 14](#_Toc183773872)

[3.4 有序链表处理功能 14](#_Toc183773873)

[3.4.1 实现思路 14](#_Toc183773874)

[3.4.2 流程图 14](#_Toc183773875)

[3.4.3 核心代码 15](#_Toc183773876)

[3.4.4 示例 16](#_Toc183773877)

[3.5 异常处理功能 16](#_Toc183773878)

[3.5.1 输入非法的异常处理 16](#_Toc183773879)

[3.5.2 动态内存申请失败的异常处理 16](#_Toc183773880)

[第4章 项目测试 18](#_Toc183773881)

[4.1 有序链表输入功能测试 18](#_Toc183773882)

[4.2 有序链表输出功能测试 18](#_Toc183773883)

[4.3 有序链表输出功能测试 19](#_Toc183773884)

[第5章 相关说明 21](#_Toc183773885)

[5.1 编程语言 21](#_Toc183773886)

[5.2 Windows环境 21](#_Toc183773887)

[5.3 Linux 环境 21](#_Toc183773888)

第1章 项目分析

1.1 项目背景分析

在数据结构与算法的应用中，链表是一种常见的线性数据结构，广泛应用于各类信息处理场景。在实际开发中，需求往往涉及到对两个有序链表的交集进行求解，这不仅是一个基本的算法问题，也是多个实际应用场景中的核心需求之一。有效求解有序链表的交集能够帮助用户快速获取所需的信息，提升数据处理的效率。

随着数据量的不断增加，传统的线性搜索方式在处理链表时显得尤为低效。这种情况下，采用高效的算法来求解有序链表的交集变得尤为重要。通过设计优化的算法，我们可以在时间和空间复杂度上达到更好的平衡，从而实现更快速、准确的数据检索。这一过程不仅能够减少计算资源的消耗，还能显著提升用户体验。

在信息化迅猛发展的背景下，开发一个能够高效求解两个有序链表序列交集的系统，将为软件开发、数据分析等领域提供强有力的技术支持。这种系统的实现，不仅能促进信息的高效整合，还能够为企业或组织提供更加精确的数据决策依据。因此，深入研究和开发此类算法具有重要的理论意义和广泛的应用前景，为数据处理的现代化提供了坚实的基础。

1.2 项目需求分析

本项目需要实现一个能够快速求解两个有序链表交集的系统，提供准确、高效的数据处理能力，支持用户进行相关的数据分析。

系统应允许用户输入两个有序链表，支持常见的数据格式，例如数组或链表结点。在处理方面，系统需要实现一种高效的交集求解算法，以确保在O(n + m)的时间复杂度内完成计算。

在技术需求方面，系统将使用C++等主流编程语言进行开发，并采用适合的线性数据结构（链表），以确保数据存储与处理的高效性。此外，系统还需具备错误处理能力，以应对无效输入（例如空链表或非有序链表），并提供相应的错误提示。

系统应当兼容Windows、Linux等主流操作系统，确保广泛应用。

1.3 项目功能分析

本项目旨在开发一套高效的求解有序链表的交集的系统。系统支持输入两个有序链表、求解链表交集、输出得的交集结果，，并显示交集元素的数量，以及进行异常处理，从而实现有序链表的交集的求解。以下是项目主要功能的详细信息。

1.3.1 有序链表输入功能

允许用户输入两个有序链表，输入时，程序会验证考生的基本信息是否符合规范，如不规范，需要重新输入。具体规范要求如下：

1.用户输入的数据类型应当为正整数；

2.每个链表输入的数据必须为非降序序列，并以-1表示序列的结尾；

3.数字应当使用空格间隔。

1.3.2 有序链表输出功能

系统应能将求得的交集结果以清晰的格式展示给用户，需要将交集结果打印到控制台，同时显示交集元素的数量，提供简单的统计信息。

1.3.3 有序链表处理功能

核心功能是实现高效的交集求解算法。该算法应能够在O(n + m)的时间复杂度内完成计算，其中n和m分别为两个链表的长度。具体包括：遍历两个链表，比较当前元素，找到共同元素；将交集结果存储在合适的数据结构中，以备后续输出。

1.3.4 异常处理功能

系统需具备健壮的错误处理能力，能够识别和处理各种潜在错误情况。

第2章 项目设计

2.1 数据结构设计

本项目设计使用链表作为主要数据结构，用来储存有序序列的数据，主要是基于以下方面：

1.链表的动态大小特性使得在处理不确定数量的元素时非常灵活。在实际应用中，两个链表的长度可能不同，链表可以根据实际需要动态调整，避免了固定大小数组可能带来的空间浪费。

2.从系统维护和扩展的复杂度考虑，链表提供了更好的可扩展性和易于修改的特性。在未来需要进行功能扩展时，链表结构的灵活性将大大简化设计和实现过程。

2.2 结构体与类设计

为了使链表更加通用，本链表设计为链表模板设计，为链表添加了许多实用性功能。

2.2.1 链表结点（Node）设计

2.2.1.1 概述

Node用于储存信息，包括结点储存的具体信息内容和下一结点的地址。

2.2.1.2 结构体定义

struct Node {  
 T data;   
 Node<T>\* next;  
 operator T();  
 operator T& ();  
 operator const T& () const;  
 Node<T>& operator=(const Node<T>& node);   
 bool operator==(const Node<T>& node) const;  
 Node(Node<T>\* ptr = nullptr);  
 Node(const T& item, Node<T>\* ptr = nullptr);

};

2.2.1.3 数据成员

T data: 数据域，存储结点的数据

Node<T>\* next: 指针域，指向下一个结点的指针

2.2.1.4 构造函数

Node(Node<T>\* ptr = nullptr);

构造函数，初始化指针域。  
 Node(const T& item, Node<T>\* ptr = nullptr);

构造函数，初始化数据域和指针域。

2.2.1.5 成员函数

operator T();

允许Node对象被视为其数据类型的一个副本。  
 operator T& ();

允许Node对象被视为其数据类型的一个引用。  
 operator const T& () const;

提供了对数据的常量引用访问，确保在只读上下文中使用。

Node<T>& operator=(const Node<T>& node);

=运算符重载,允许一个Node对象通过赋值操作符=从另一个Node对象复制数据。  
 bool operator==(const Node<T>& node) const;

==运算符重载, 用于比较两个Node对象是否相等;

2.2.2 链表（LinkList）设计

2.2.2.1 概述

该通用模板类 LinkList 用于表示单链表。此链表头结点只做定位用途，不储存数据，头结点的下一结点为数据储存的起点。链表结点由Node结构体表示，其中包含数据 和指向下一个结点的指针。该链表提供了一系列基本操作函数，包括结点的插入、 删除、查找、访问等，以及链表的构造和析构，满足了常见的链表操作需求。

2.2.2.2 Linklist类定义

template <typename T>  
class LinkList {  
public:  
 class iterator;

iterator begin();  
 iterator end();  
 LinkList();  
 LinkList(const T& x);  
 LinkList(const LinkList<T>& L);  
 ~LinkList();  
 void makeEmpty();  
 int Length();  
 Node<T>\* getHead();  
 Node<T>\* Search(T x);  
 Node<T>\* Locate(int i);  
 bool getData(int i, T& x);  
 bool setData(int i, const T& x);  
 bool Insert(int i,const T& x);  
 bool Remove(int i, T& x);  
 bool IsEmpty() ;

static bool IsFull() ;  
 void inputFront(const T& x);  
 void inputRear(const T& x);  
 void output();  
 LinkList<T>& operator=(const LinkList<T>& other);  
 T& operator[](int index);  
 private:  
 Node<T>\* head;  
 };

2.2.2.3 私有数据成员

Node<T>\* head: 指向链表头结点的指针

2.2.2.4 构造函数与析构函数

LinkList();

默认构造函数，创建一个空链表。  
 LinkList(const T& x);

转换构造函数，创建一个包含头结点和一个数据结点的链表。  
 LinkList(const LinkList<T>& L);

复制构造函数，通过复制另一个链表创建新链表。  
 ~LinkList();

析构函数，释放链表的内存资源，包括所有结点的内存。

2.2.2.5 公有成员及数据类型

class iterator；

迭代器类定义。

iterator begin();

迭代器初始结点，指向链表头结点后一个结点  
 iterator end();

迭代器末结点，链表尾后一个结点，及nullptr。

void makeEmpty();

清空链表，释放除头结点所有结点的内存。  
 int Length();

获取链表中结点的个数。  
 Node<T>\* getHead();

获取链表头结点的指针。  
 Node<T>\* Search(T x);

搜索链表中值为x的结点，返回该结点的指针，若不存在返回nullptr。  
 Node<T>\* Locate(int i);

返回链表中第i个结点的指针，若i超出链表长度或小于0，则返回nullptr  
 bool getData(int i, T& x);

获取链表中第i个结点的数据，并通过引用返回。返回值为操作是否成功  
 bool setData(int i, const T& x);

设置链表中第i个结点的数据。返回值为操作是否成功  
 bool Insert(int i,const T& x);

在链表中第i-1个结点后插入新结点，成为第i的结点（头结点记为第零个结点）。返回值为操作是否成功。  
 bool Remove(int i, T& x);

删除链表中第i个结点，并通过引用返回其数据。返回值为操作是否成功。  
 bool IsEmpty() ;

判断链表是否为空（只有头结点即为空）

void inputFront(const T& x);

在链表的开头（head之后）插入一个新元素  
 void inputRear(const T& x);

在链表的尾部插入一个新元素。  
 void output();

输出链表中所有结点的数据。  
 LinkList<T>& operator=(const LinkList<T>& other);

赋值运算符重载，将一个链表的所有值赋给另外一个，形成两个相同的链表  
 T& operator[](int index);

下标运算符重载，返回第index结点的数据

2.2.3 迭代器设计

2.2.3.1 概述

求交集需要遍历访问链表中的所有结点，为了实现这一过程，有三种方法：1.采用结点地址→data→number的方式访问，通过结点地址→next转到下一结点，这样太过于麻烦，且模块化不够好；2.采用下标 []运算，但每一次都要从头访问，时间复杂度较高。最好的方式是采用迭代器。

2.2.3.2 迭代器类定义

class iterator {  
private:  
 Node<T>\* current;  
public:  
 iterator(Node<T>\* ptr = nullptr);   
 iterator& operator++();  
 T& operator\*();  
 bool operator==(const iterator& other) const;  
 bool operator!=(const iterator& other) const ;  
};

2.2.3.3 私有数据成员

Node<T>\* head: 指向当前结点的指针

2.2.3.4 构造函数

iterator(Node<T>\* ptr = nullptr)；

构造函数，设定当前结点地址。

2.2.3.5 公有成员函数

iterator& operator++();

重载前缀递增运算符。

T& operator\*();

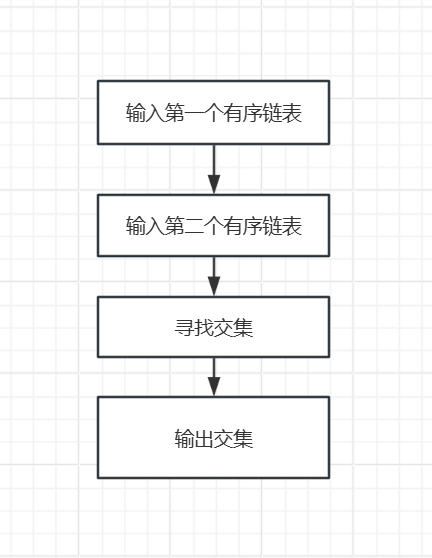
重载解引用运算符，返回结点对象。  
 bool operator==(const iterator& other) const;

重载等于运算符，判断结点对象是否相等。  
 bool operator!=(const iterator& other) const;

重载不等于运算符，判断结点对象是否不相等。

2.3 项目框架设计

2.3.1 项目框架流程图



2.3.2 项目框架流程

1.输入第一个有序链表；

2.输入第二个有序链表；

3.寻找有序链表的交集，将其放在一个新的链表；

3.输出两个有序链表的交集，以及简单统计信息。

第3章 项目功能实现

3.1 项目主体架构

3.1.1实现思路思路

1.进入IntersectionOfOrderedLinkedListSequences函数以进入有序链表求交集系统。

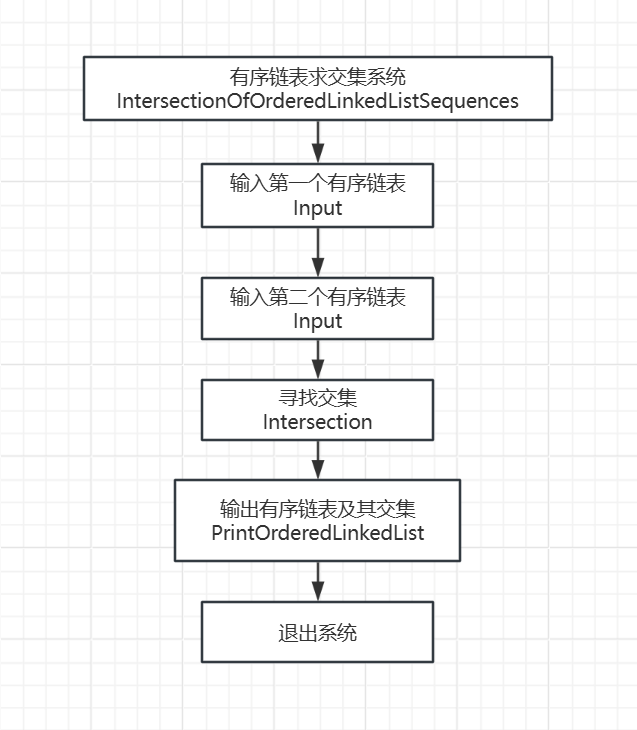
2.调用Input函数依次输入第一和第二个非降序链表；

3.调用Intersection函数求有序链表的交集；

4.输出两个有序链表的交集；

5.退出有序链表求交集系统。

3.1.2流程图

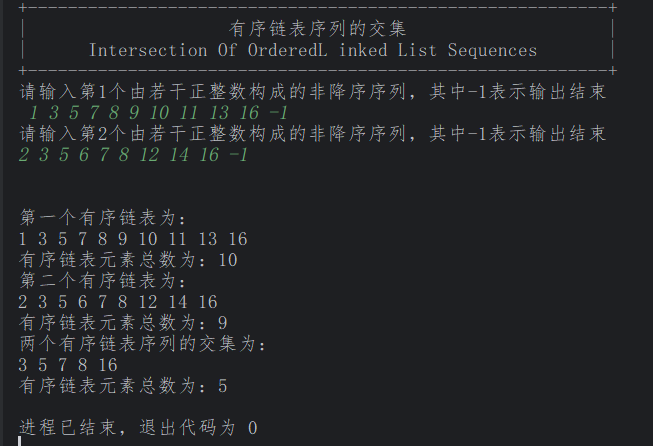


3.1.3核心代码

void IntersectionOfOrderedLinkedListSequences()  
{  
 std::cout << "+----------------------------------------------------------+\n";  
 std::cout << "| 有序链表序列的交集 |\n";   
 std::cout << "| Intersection Of OrderedL inked List Sequences |\n";   
 std::cout << "+----------------------------------------------------------+\n";   
 LinkList<int> first = Input(1);   
 LinkList<int> second = Input(2);   
 LinkList<int> intersection = Intersection(first, second);

std::cout<<"\n\n";  
 PrintOrderedLinkedList(first,"第一个有序链表为：\n");  
 PrintOrderedLinkedList(second, "第二个有序链表为：\n");  
 PrintOrderedLinkedList(intersection,"两个有序链表序列的交集为：\n");  
}

3.1.4示例



3.2 有序链表输入功能

3.2.1实现思路

考生信息录入功能的函数名为Input，考生信息录入功能实现的思路为：

1. IntersectionOfOrderedLinkedListSequences通过调用两次Input函数，并传递参数；

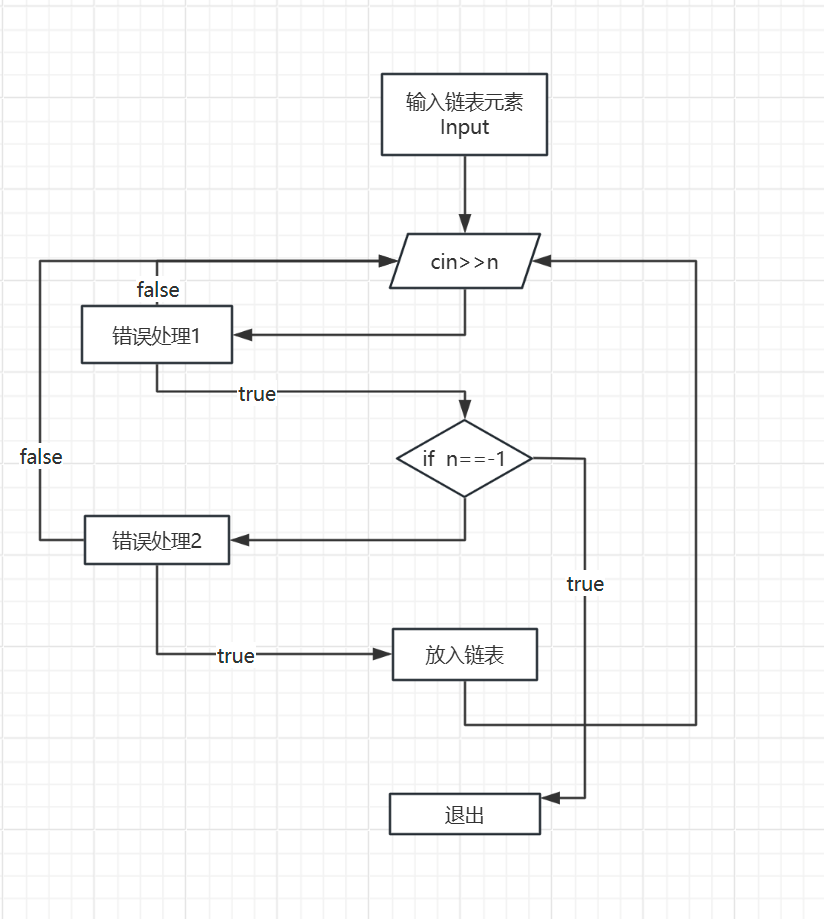
2.进入Input函数，首先提示输入信息（根据参数不同有所差异）；

3.进入一个无限循环开始逐个输入有序链表元素，若链表元素输入有一定规范，若不符合规范需要重新输入当前元素；

4.将输入的元素链接到链表末尾；

5.当输入为-1时，直接退出循环及Input函数，开始下一个链表输入或 进行其他操作。

3.2.2 流程图



3.2.3 核心代码

LinkList<int> Input(int rank)  
{  
 std::cout << "请输入第" << rank << "个由若干正整数构成的非降序序列，其中-1表示输出结束\n";  
 LinkList<int>temp;  
 double temp\_element, previous = 1;   
 while (true) {  
 std::cin >> temp\_element;  
 int element = static\_cast<int>(temp\_element);  
 if (std::cin.fail() || temp\_element < -1 || temp\_element == 0|| temp\_element != element) {  
 std::cout << "输入的元素包含非正整数项，请重新输入\n";  
 ClearBuffer();  
 continue;  
 }  
 if (element == -1) {  
 ClearBuffer();  
 break;  
 }  
 if (element < previous) {  
 std::cout << "输入的元素中存在前项大于后项的情况，请重新输入\n";  
 ClearBuffer();  
 continue;  
 }  
 temp.inputRear(element);  
 previous = element;  
 }  
 return temp;  
}

3.2.4 示例

示例同3.1.4

3.3 有序链表输出功能

3.3.1 实现思路

有序链表功能的函数名为PrintOrderedLinkedList，输出考有序链表功能实现的思路为：

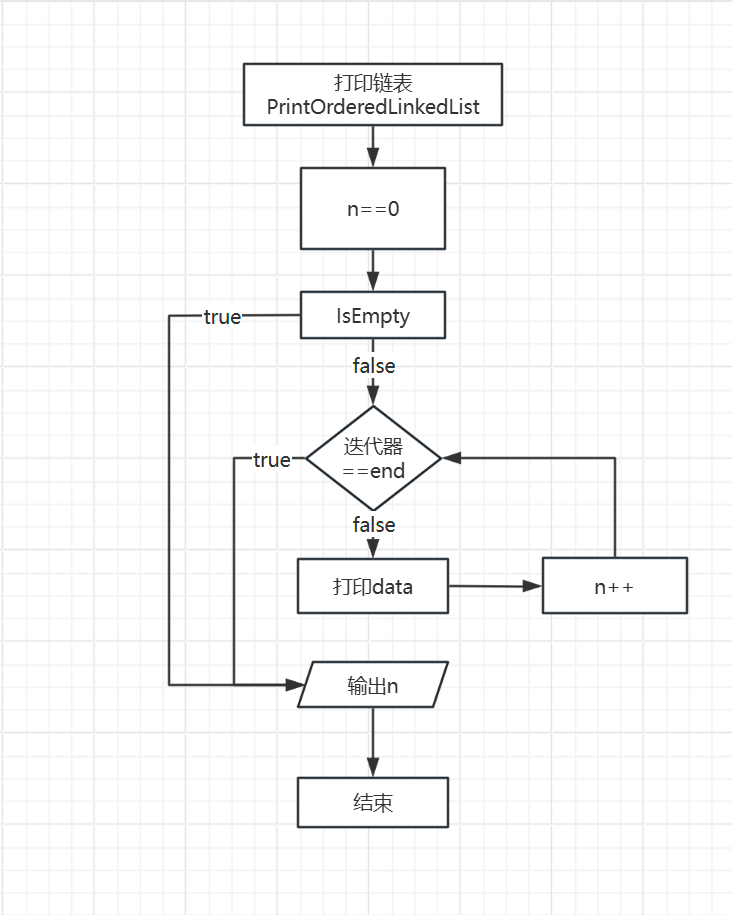
1.打印输出提示信息；

2.检查链表是否为空，若为空则输出“NULL”；

3.通过迭代器的方式输出链表每个结点的信息；

4.输出链表元素总数；

3.3.2 流程图



3.3.3 核心代码

void PrintOrderedLinkedList(LinkList<int>& link, const char\* str)  
{  
 std::cout<<str;  
 bool first=true;  
 int n=0;  
 if(link.Length()==0)  
 std::cout<<"NULL";  
 else  
 for(auto node:link) {  
 if(!first)  
 std::cout<<" ";  
 std::cout<<node;  
 first=false;  
 n++;  
 }  
 std::cout<<"有序链表元素总数为："<<n<<"\n";  
}

3.3.4 示例

示例同3.1.4

3.4 有序链表处理功能

3.4.1 实现思路

有序链表处理功能的函数名为 Intersection，求交集实现的思路为：

1.分别获取两个链表的头结点（或头结点的下一个结点）；

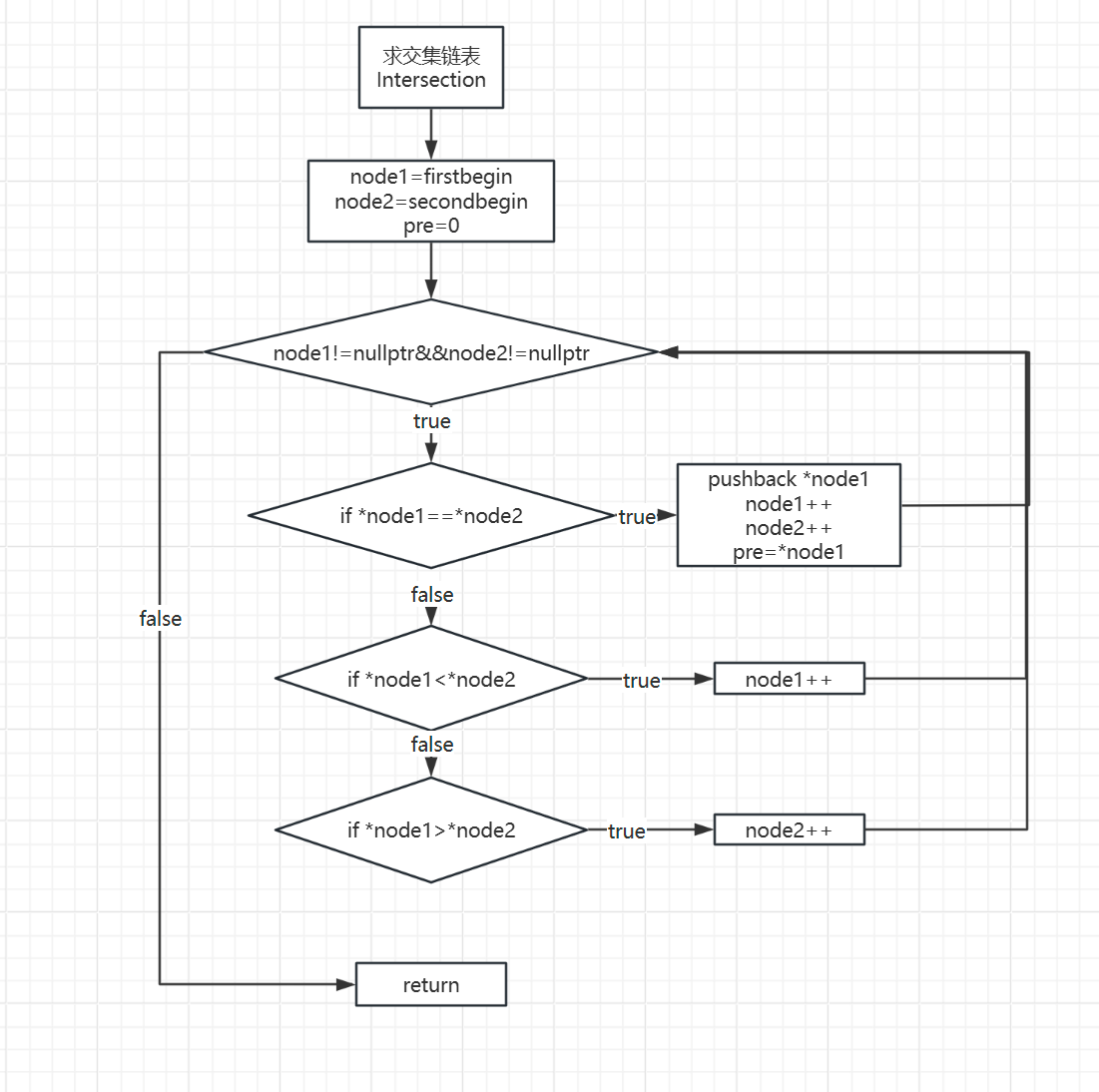
2.若链表1与链表2当前结点数据相同，且与前一个插入新链表的结点数据不同（可以使用一个变量保存数据），将其插入新链表；

3.若结点数据不同，数据较小的链表的结点指针指向下一个结点；

4.如此循环执行，直到某一个链表的结点指针为空指针；

5.退出函数，返回交集链表。

3.4.2 流程图



3.4.3 核心代码

LinkList<int> Intersection(LinkList<int>& first,LinkList<int>& second)  
{  
 LinkList<int> temp;  
 auto node1=first.begin();  
 auto node2=second.begin();  
 int pre=0;  
 while(node1 != first.end()&&node2 != second.end()) {  
 if(\*node1==\*node2) {  
 temp.inputRear(\*node1);  
 pre==\*node1;  
 ++node1;  
 ++node2;  
 }  
 else if(\*node1<\*node2)  
 ++node1;  
 else  
 ++node2;  
 }  
 return temp;  
}

3.4.4 示例

示例同3.1.4

3.5 异常处理功能

3.5.1 输入非法的异常处理

在寻找交集之前，首先需要输入两个有序链表，输入链表的格式要求其为非降序正整数数列；对于每一个元素，输入时需要经历以下过程：

1.进入一个无限while循环，开始输入；

2.输入完成后，首先验证输入其是否为一个正整数或者是否为-1，不是则清除缓冲区，重新输入该元素，否则执行下一步验证；

3.验证其是否为-1，若为-1则退出循环及输入函数，表示当前链表输入完成，反之执行下一步验证；

4.验证其是不小于于前一个输入的数previous，若小于则不是则清除缓冲区，重新输入该元素；

5.将该数放在链表尾部，previous置为该数的值（privious初始为1），开始输入下一个元素。

3.5.2 动态内存申请失败的异常处理

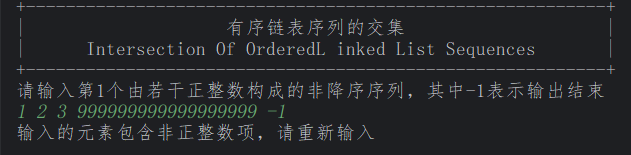
在进行Linklist类的动态内存申请时，程序使用new(std::nothrow) 来尝试分配内存。new(std::nothrow)在分配内存失败时不会引发异常，而是 返回一个空指针（NULL或nullptr），代码检查指针是否为空指针，如果为空指针，意味着内存分配失败，对于内存分配失败，可以判断new(std::nothrow)是否返回nullptr，是则使用exit函数退出程序，并限定返回值，示例：

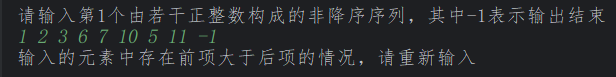
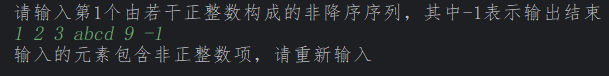
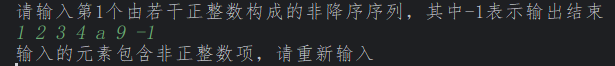
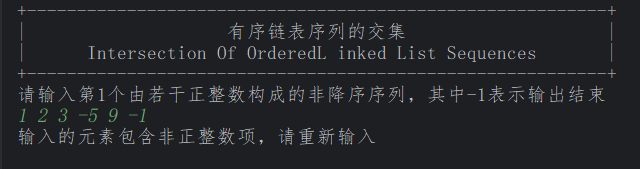
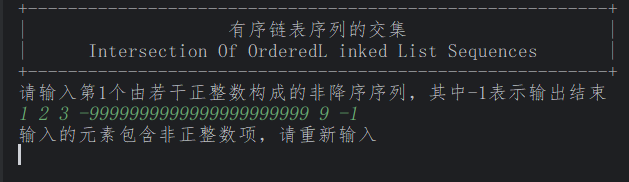
template <typename T>  
LinkList<T>::LinkList(){  
 head = new(std::nothrow) Node<T>;  
 if (head == nullptr) {  
 std::cout << "内存分配错误！\n";  
 exit(MEMORY\_ALLOCATION\_ERROR);  
 }  
}

第4章 项目测试

4.1 有序链表输入功能测试

分别输入含超过上下限的整数、负数、浮点数、字符、字符串，以及不符合非降序要求的数列验证程序对输入非法的情况。

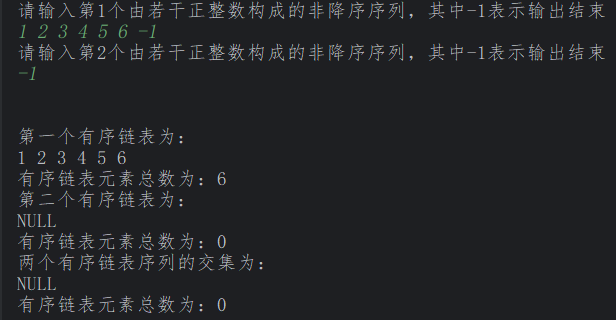
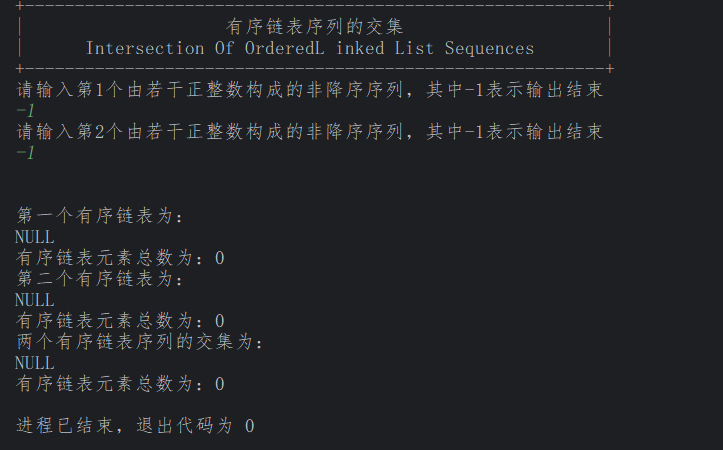


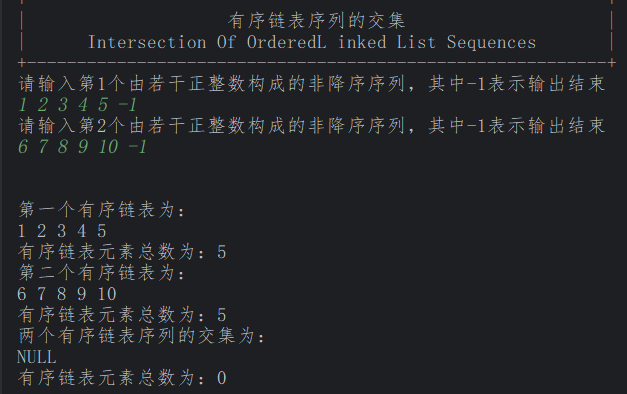


当输入合法时，程序继续运行

4.2 有序链表输出功能测试

当链表为空时，输出“NULL”，反之输出全部元素。





4.3 有序链表输出功能测试

当两个链表有交集时，输出交集，图同3.1.4；

当至少有一个链表为空时或两个链表没有交集时，交集链表为空，图同4.2。

第5章 相关说明

5.1 编程语言

本项目全部.cpp文件以及.h文件均使用C++编译完成，使用UTF-8编码。

5.2 Windows环境

Windows系统：Windows 11 x64

Windows 集成开发环境：CLion 2024

工具集：MinGW 11.0 w64

5.3 Linux 环境

基于Linux内核的操作系统发行版：Ubuntu 24.04.1

Linux命令编译过程为：

1. 定位包含项目所在文件夹，包括.pp与.h文件；具体命令为: cd /home/bruce/programe/ Intersection\_of\_ordered\_linked\_list\_sequences

2.编译项目，生成可执行文件；具体命令为: g++ -static -o Intersection\_of\_ordered\_linked\_list\_sequences\_linux Intersection\_of\_ordered\_linked\_list\_sequences.cpp my\_singly\_link\_list.h;

其中指令含义分别为：

g++: 调用GNU的C++编译器

-static: 使用静态链接而非动态链接，将所有依赖库直接嵌入到可执行文件，文件存储空间变大，但可以单独运行

-o Intersection\_of\_ordered\_linked\_list\_sequences\_linux: -o表示输出文件选项，Intersection\_of\_ordered\_linked\_list\_sequences\_linux为可执行文件名

Intersection\_of\_ordered\_linked\_list\_sequences.cpp my\_singly\_link\_list.h:编译所需要的文件。

3.运行可执行文件；具体命令为 ./ Intersection\_of\_ordered\_linked\_list\_sequences\_linux

