《约瑟夫问题的线性表模拟》

实验报告

小组成员

姓名：刘子彬	学号：2020212901	分工：顺序表 测试 算法优化
姓名：赵昕鹏	学号：2020211935	分工：链式表 文档 算法优化
姓名：严怡彬	学号：2020210459	分工：可视化 文档 算法优化

2020 年 10 月 25 日

目录

《约瑟夫问题的线性表模拟》实验报告

1 问题描述

1.1 任务描述

约瑟夫问题：设有 N 个数字有序排列（即 1 到 N）构成一个头尾相接的环，从位置 1 开始，每次从这个圆圈里删除第 M 个位置的数字，删除后从下一个位置开始计数，继续删除从这个位置开始的第 M 个位置的数字，如此循环直至环中数字全部删除结束。

分别使用顺序存储的线性表和链式存储的线性表来模拟上述约瑟夫问题。

模拟约瑟夫的过程中，将环中被删除的数字依次保存在另外一个线性表中，模拟约瑟夫问题过程结束后，将全部被删除数据元素一次性全部输出。

1.2 输入描述

两个整数值，第一个大于 0 的整数为 N，第二个大于 0 的整数为 M

1.3 输出描述

顺序存储的线性表，输出由<删除数字，移动次数>两个数字组成的删除序列；

链式存储的线性表，输出由<删除数字，指针移动次数>两个数字组成的删除序列。

1.4 程序功能

程序通过输入的 N，M 分别给出约瑟夫环在顺序存储和链式存储的线性表模拟下的情况，并将删除与移动的结果使用文件保存。

2 设计描述

2.1 算法思路

根据实验要求，该项目分别完成了按顺序存储的线性表和按链式存储的线性表模拟约瑟夫问题。

顺序表存储的线性表实现模拟：如 2.2 数据结构定义图中所示，我们使用了结构体定义了用数组实现的线性表，它的元素有大小 Size 和数据指针 Data，并有线性表的基本函数包括初始化、销毁、插入、获取大小、是否为空以及删除元素。为了实现本题的要求，使用了函数 MoveByMovement，实现将列表指针指向待删除元素的功能。（关于增加的函数功能与实现在 2.5 算法的特殊说明中有详细的解释。）当读取完输入后，线性表完成初始化，并根据 M 的步进开始删除元素，并将删除的元素写入到 out 文件中保存，直到删除完线性表中所有元素，此时约瑟夫问题模拟完成，进行线性表的销毁，达到了实验的目的。

顺序表存储的线性表实现模拟：如 2.2 数据结构定义图中所示，我们使用了结构体分别定义了链表节点和用链表实现的线性表。线性表有元素尾指针 Tail 有游标指针 Cur，用 ListLength 保存线性表长度，并有线性表的基本函数包括初始化、销毁、尾插入、获取大小。为了实现本题的要求，增加了函数 DeleteNextElement 和 DeleteNextMthElement，DeleteNextMthElement 用以完成将游标指针 Cur 移动至指向后第 M-1 个元素，并且在内部调用 DeleteNextElement 完成删除第 M 个元素的功能。（关于增加的函数功能与实现在 2.5 算法的特殊说明中有详细的解释。）当读取完输入后，线性表完成初始化，并根据 M 的步进开始删除元素，并将删除的元素写入到 out 文件中保存，直到删除完线性表中所有元素，此时约瑟夫问题模拟完成，进行线性表的销毁，达到了实验的目的。

2.2数据结构定义

顺序存储的线性表数据结构定义

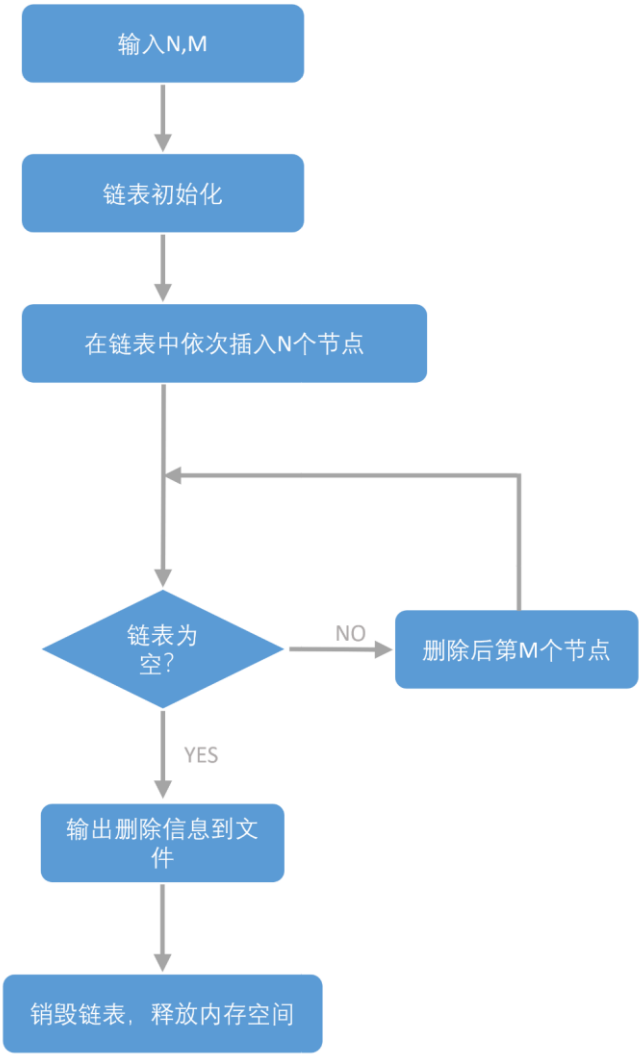
```
struct ListByArray
{
    int Size;
    int *Data;
    bool InitList(int InitSize);
    bool DestroyList();
    bool Insert(int x);
    bool PrintListForDebug();
    bool MoveByMovement(int* NowPos,int Movement);
    bool GetSize(int* NowSize);
    bool IsEmpty();
    bool DeleteElement(int NowPos, ResultPackage* NowPackage);
};
```

链式存储的线性表数据结构定义

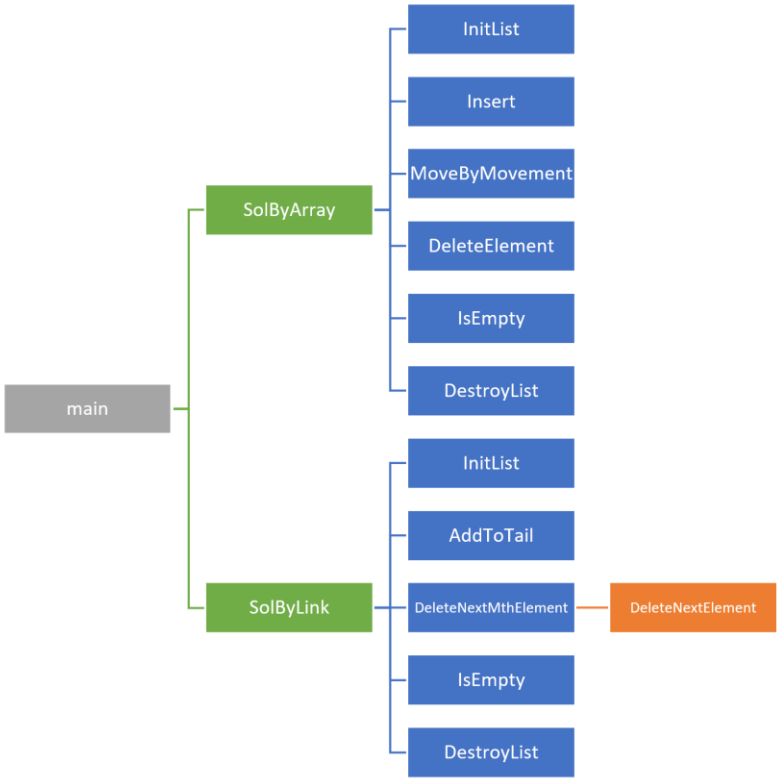
```
struct ListNode
{
    int Data;
    ListNode *Next;
};

bool ListNodeInit(ListNode **x);
struct ListByLink
{
    ListNode *Tail, *Cur;
    int ListLength;
    bool InitList();
```

```
    bool DestroyList();
    bool AddToTail(int x);
    bool DeleteNextElement(ResultPackage *Result);
    bool DeleteNextMthElement(int m, ResultPackage *Result);
    bool PrintListForDebug();
    int GetSize();
    bool IsEmpty();
};
```

2.3核心程序的处理流程



2.4 各模块的调用关系



2.5 需要特别说明的算法描述

2.5.1 本项目自定义了一个数据类型 ResultPackage，内部有 Pos 和 Cost 两个 int 型元素，分别对应了输出要求的删除元素和移动元素（指针）个数，代码实现如下图。

```
struct ResultPackage
{
    int Pos, Cost;
};
struct ResultList
{
    int Size;
    ResultPackage *Data;
    bool InitList(int InitSize);
    bool DestroyList();
    bool Insert(ResultPackage x);
    bool PrintList(FILE* fout);
};
```

2.5.2 本项目实现顺序表模拟采用的函数 MoveByMovement，该函数内将当前位置加上步进大小 M 对 Size 取模，实现了将顺序表视作环形线性表的功能，代码实现如下图。

```
bool ListByArray::MoveByMovement(int* NowPos, int Movement)
{
    (*NowPos) = ((*NowPos) + Movement) % Size;
    return true;
}
```

2.5.3 本项目实现链表模拟采用的函数 ListNodeInit，该函数的传入参数为一个指向 ListNode 类型指针的指针，目的是给指向 ListNode 类型的指针申请空间，已完成 ListNode 的初始化，代码实现如下图。

```
bool ListNodeInit(ListNode **x)
{
    *x = (ListNode*) malloc(sizeof(ListNode));
    if(x == NULL)
        return false;
    (*x) -> Next = NULL;
    return true;
}
```

2.5.4 本项目实现链表模拟采用的函数 DeleteNextElement，该函数的传入参数为 2.5.1 中描述的 ResultPackage 指针，如果当前位置或当前位置的 next 为 NULL 则返回 false，否则执行线性表删除下一位元素的工作，因为线性表初始化时将尾元素的 next 指向为尾元素本身，因此若删除的元素为最后一位，即 tail 指向的元素时，新的 Tail 即为 Cur 游标指针当前指向的元素，并将本次移动的 ResultPackage 写入参数指向的地址中，代码实现如下图。

```
bool ListByLink::DeleteNextElement(ResultPackage *Result)
{
    if(Cur == NULL)
        return false;
    if(Cur -> Next == NULL)
        return false;
    ListLength--;
    ListNode* Tmp = Cur -> Next;
```

```
    if(Tmp == Tail)
    {
        Tail = Cur;
        if(Cur == Tmp)
            Tail = NULL;
    }
    Result -> Pos = Tmp -> Data;
    Tmp = Tmp -> Next;
    free(Cur -> Next);
    if(ListLength == 0)
        Cur = NULL;
    else
        Cur -> Next = Tmp;
    return true;
}
```

2.5.5 本项目实现链表模拟采用的函数 DeleteNextMthElement，该函数的传入参数为 2.5.1 中描述的 ResultPackage 指针，在函数内实现了将游标指针移动到当前位置后第 M-1 的位置，并调用 2.5.4 中描述的函数 DeleteNextElement，删除下一位即第 M 位元素，最后将本次删除的元素位置和指针移动次数传入 ResultPackage 所指向的地址中，代码实现如下图。

```
bool ListByLink::DeleteNextMthElement(int m, ResultPackage*
Result)
{
    if(Cur == NULL || ListLength == 0)
        return false;
    Result -> Cost = (m - 1) % ListLength;
    for(int i = 1; i <= Result -> Cost; i++)
    {
        if(Cur -> Next == NULL)
            return false;
        Cur = Cur -> Next;
        TailAdd(Demo, Cur->Data);
    }
    if(!DeleteNextElement(Result))
        return false;
    TailAdd(Demo, Result->Pos);
    return true;
}
```

2.5.6 本项目的 main.cpp 内主要包括两个函数，分别为 SolByArray()和 SolByLink()，在完成数据读入后对数据独立进行处理，分别使用顺序存储的线性表和链式存储的线性表进行模拟，将结果分别输出在 AnsByArray.out 和 AnsByLink.out 中。

```
#include<cstdio>
#include "ResultPackage.h"
#include "ListByArray.h"
#include "ListByLink.h"
bool SolByArray(int InitN, int InitM)//由顺序存储构成的线性表进行约瑟夫问题的求解
{
    ListByArray List;//构建顺序存储线性表
    ResultList resultList;//构建结果线性表
    FILE* fout = fopen("AnsByArray.out", "w");//结果将输出至AnsByArray.out 中
    if(!List.InitList(InitN)) return false;//传入 N，初始化线性表
    if(!resultList.InitList(InitN)) return false;//传入 N,初始化结果线性表
    for (int i = 1; i <= InitN; i++)
        if(!List.Insert(i)) //插入初始的 n 个数字
            return false;
    int NowPos = 0;//当前位置（数组下标从 0 开始计算）
    ResultPackage Result;//当前的结果包，用于对结果线性表进行插入操作
    int PreCost = 0;//记录前置代价
    while(!List.IsEmpty())//当线性表不为空
    {
        if(!List.MoveByMovement(&NowPos, InitM - 1))
        //传入数组当前位置，将其挪动至后 M-1 位
        //此处有两种情况：
        //1:未删除任何元素，此时初始下标为 0，只需跳 m-1 步即可达到需要删除元素
        //2:删除了某一元素，此时下标停留至上一次删除的元素位置，仍只需跳 m-1 步即可到达目标元素
            return false;
        if(!List.DeleteElement(NowPos, &Result))
            return false;
        Result.Cost += PreCost;//结果包的代价加上前置代价
        PreCost = Result.Cost;
        if(!resultList.Insert(Result)) //结果线性表中插入结果包
            return false;
    }
    resultList.PrintList(fout); //结果线性表输出至文件中
    if(!List.DestroyList()) return false;//摧毁线性表
    if(!resultList.DestroyList()) return false;//摧毁结果线性表
    fclose(fout);
```

```
    #ifdef TEST
    //此处为测试模块，若在 g++编译时添加-DTEST 编译参数即可启用，会在
AnsForChecker.out 临时输出以供检测输出是否正确。
    {
        FILE* fdebug = fopen("AnsForChecker.out", "w");
        fprintf(fdebug, "%d\n", Result.Pos);
        fclose(fdebug);
    }
    #endif
    return true;
}
bool SolByLink(int InitN, int InitM)//由链式存储构成的线性表进行约瑟夫问题
的求解
{
    ListByLink List;//构建链式存储线性表
    ResultList resultList;//构建结果线性表
    FILE* fout = fopen("AnsByLink.out", "w");//结果将输出至 AnsByLink.out
中
    if(!List.InitList()) return false;//初始化线性表
    if(!resultList.InitList(InitN)) return false;//传入 N,初始化结果线性表
    for(int i = 1; i <= InitN; i++)
        if(!List.AddToTail(i)) //插入初始的 n 个数字
            return false;
    ResultPackage Result;//当前的结果包，用于对结果线性表进行插入操作
    int PreCost = 0;//记录前置代价
    while(!List.IsEmpty())//当线性表不为空
    {
        if(!List.DeleteNextMthElement(InitM, &Result)) //删除线性表的当前
位置起数的第 m 个元素
            return false;
        Result.Cost += PreCost;//结果包的代价加上前置代价
        PreCost = Result.Cost;
        if(!resultList.Insert(Result))
            return false;//结果线性表中插入结果包
    }
    resultList.PrintList(fout); //结果线性表输出至文件中
    if(!List.DestroyList()) return false;//摧毁线性表
    if(!resultList.DestroyList()) return false;//摧毁结果线性表
    fclose(fout);
    return true;
}
int main()
{
```

```
    int InitN, InitM;//输入的 n,m
    #ifdef TEST
    //此处为测试模块，若在 g++编译时添加-DTEST 编译参数即可启用，若启用则会在
test.in 文件中读入 n,m 否则会在命令行中读入 n,m。
    {
        FILE* fin = fopen("test.in", "r");
        fscanf(fin, "%d%d", &InitN, &InitM);
        fclose(fin);
    }
    #else
        printf("Joseph Problem Solving\nPlease type in N,M (divided by
space,such as 15 3)\n");
        scanf("%d%d", &InitN, &InitM);
    #endif
    bool PassTest = 1;//是否通过测试，为 1 表示通过测试
    if(InitN <= 0 || InitM <= 0) //测试输入是否合法，若不合法则输出 ERROR!
    {
        FILE* fout = fopen("AnsByLink.out", "w");
        fprintf(fout, "ERROR!\n");
        fclose(fout);
        fout = fopen("AnsByArray.out", "w");
        fprintf(fout, "ERROR!\n");
        fclose(fout);
        PassTest = 0;
    }
    if(PassTest)//若输入合法
    {
        if(!SolByArray(InitN, InitM)) PassTest = 0;
        if(!SolByLink(InitN, InitM)) PassTest = 0;
    }
    #ifdef TEST
    //测试模块启用时在测试输出流中输出 ERROR!
    {
        if(PassTest == 0)
            {
                FILE* fdebug = fopen("AnsForChecker.out", "w");
                fprintf(fdebug, "ERROR!\n");
                fclose(fdebug);
            }
    }
    #endif
}
```

3 测试设计

3.1 测试用例输出说明

在测试用例设计中，由于本算法在 m 固定时，删除元素具有很强的前置性，故输出只分为两种：

（1） ERROR! 表示输入数据为非法数据或程序运行失败。

（2） 一个正整数。表示最后一个被删除的数字。

3.1.1 测试用例 1

输入：-1 -1

输出：ERROR!

用例设计意图：测试程序能否对非法输入做出判断，提高程序鲁棒性。

3.1.2 测试用例 2

输入：10 1

输出：见 Source/TestData/AnsByArray2.out

和 Source/TestData/AnsByLink2.out

用例设计意图：测试程序在 m=1 的极端环境下，（即不论是数组还是链表均不会发生 move 操作就直接进行删除操作）能否正常输出结果。

3.1.3 测试用例 3：

输入：10 10

输出：见 Source/TestData/AnsByArray3.out

和 Source/TestData/AnsByLink3.out

用例设计意图：当第一次删除时，程序会删除最后一个元素，测试程序在删除元素为极端远的时候，程序能否正确输出结果。且当第二轮删除时，n<m，也能测试程序在遍历完所有元素后能否继续进行删除操作。

3.1.4 测试用例 4：

输入：2000 1692

输出：见 Source/TestData/AnsByArray4.out

和 Source/TestData/AnsByLink4.out

用例设计意图：由于本程序单次删除复杂度均为 O（Size）级别（Size 表示剩余元素个数），故正常规模数据下，本程序的设计复杂度为 O（n^2）。设计本测试样例可以测试程序在极端数据下会不会出现内存溢出以及运行时间过程，爆栈等情况。

3.2 测试用例概述：上述 4 个测试用例从输入合法性，程序内存复杂度，时空复杂度符合设计思路，m=1,m=n 的边界条件的极端环境下是否出现数组越界，指针出错等情况测试了程序，在测试用例较少的情况下，能有效覆盖所有测试场景。

3.3 附加测试用例说明：除在 Source/TestData 下存放的 4 组测试数据之外，程序包还提供了多组随机测试数据生成的功能（程序内默认是生成 6 组随机数据），以真

实模拟程序实际运行环境，看程序能否在更加普遍的输入下输出正确。其使用方法和说明将在下方开发调试环境说明里详细阐述。

3.4 开发调试环境说明：在程序包的 source 文件目录下存放着所有源代码，其中 GeneratorAndChecker.cpp 文件用于测试及调试，测试者只需要双击 GeneratorAndChecker.exe 即可开始测试。

其源代码如下：

```
#include<cstdio>
#include<ctime>
#include<cstdlib>
#include<windows.h>
#include<string>
using namespace std;
int GetLive(int Cur, int InitM)
{
    if(Cur == 1)return 1;
    return (GetLive(Cur - 1, InitM) + InitM - 1) % Cur + 1;
}
int main()
{
    srand(time(NULL));
    string prefix1, prefix2, suffix1, suffix2, now;
    prefix1 = "TestData/Input",prefix2 = "test", suffix1 = ".in",suffix2
= ".out";
    for(int TestRound = 1; TestRound <= 4; TestRound++)
    {
    //此循环用来自动将我们设计好的 4 个测试用例(TestData/Input.in)载入
test.in 以供 main.cpp 读取
    //并将运行结果与 TestData 文件夹下内置的输出文件 调用 cmd 中 fc 指令进行比
较
    //若比较无误则会输出  Test xx Passed!  字样
        char tmp[20];
        int InitN, InitM;
        itoa(TestRound, tmp, 10);
        now = tmp;
        FILE *fin = fopen((prefix1 + now + suffix1).c_str(), "r");
        FILE *testin = fopen((prefix2 + suffix1).c_str(), "w");
        fscanf(fin, "%d%d", &InitN, &InitM);
        fprintf(testin, "%d %d\n", InitN, InitM);
        fclose(fin);
```

```
        fclose(testin);
        system("Test");
        string prefix3 = "fc AnsByArray.out TestData/AnsByArray";
        string prefix4 = "fc AnsByLink.out TestData/AnsByLink";
        if(system((prefix3 + now + suffix2).c_str()) || system((prefix4
+ now + suffix2).c_str()))
        {
            puts("ERROR!");
            return 0;
        } else
        {
            fprintf(stderr, "Test %d Passed!\n", TestRound);
        }
    }
    fprintf(stderr, "Fixed TestData(Test 1~4) Passed!\n");
    for(int TestRound = 5; TestRound <= 10 ; TestRound++)
    {
    //此循环将自动生成 6 组随机数据载入 test.in 以供 main.cpp 读取
    //并将运行结果与本程序中使用 GetLive 程序得到的答案 调用 cmd 中 fc 指令进行
比较
    //若比较无误则会输出  Test xx Passed!  字样
        int InitN = rand() % 2000 +1, InitM = rand() % 5000 + 1;
        FILE *testin = fopen((prefix2 + suffix1).c_str(), "w");
        fprintf(testin, "%d %d\n", InitN, InitM);
        fclose(testin);
        FILE *testout = fopen("CorrectAnswer.out", "w");
        if(InitN > 0 && InitM > 0) fprintf(testout, "%d\n",
GetLive(InitN,InitM));
        else fprintf(testout, "ERROR!\n");
        fclose(testout);
        system("Test");
        if(system("fc AnsForChecker.out CorrectAnswer.out"))
        {
            puts("ERROR!");
            return 0;
        } else
        {
            fprintf(stderr, "Test %d Passed!\n", TestRound);
        }
    }
    fprintf(stderr, "Random TestData(Test 5~10) Passed!\n");
}
```

下附上程序成功运行截图。

F:\lab_1\Source\GeneratorAndChecker.exe

```
正在比较文件 AnsByArray.out 和 TESTDATA/ANSBYARRAY1.OUT
FC: 找不到差异

正在比较文件 AnsByLink.out 和 TESTDATA/ANSBYLINK1.OUT
FC: 找不到差异

Test 1 Passed!
正在比较文件 AnsByArray.out 和 TESTDATA/ANSBYARRAY2.OUT
FC: 找不到差异

正在比较文件 AnsByLink.out 和 TESTDATA/ANSBYLINK2.OUT
FC: 找不到差异

Test 2 Passed!
正在比较文件 AnsByArray.out 和 TESTDATA/ANSBYARRAY3.OUT
FC: 找不到差异

正在比较文件 AnsByLink.out 和 TESTDATA/ANSBYLINK3.OUT
FC: 找不到差异

Test 3 Passed!
正在比较文件 AnsByArray.out 和 TESTDATA/ANSBYARRAY4.OUT
FC: 找不到差异

正在比较文件 AnsByLink.out 和 TESTDATA/ANSBYLINK4.OUT
FC: 找不到差异

Test 4 Passed!
Fixed TestData(Test 1~4) Passed!
正在比较文件 AnsForChecker.out 和 CORRECTANSWER.OUT
FC: 找不到差异

Test 5 Passed!
正在比较文件 AnsForChecker.out 和 CORRECTANSWER.OUT
FC: 找不到差异

Test 6 Passed!
正在比较文件 AnsForChecker.out 和 CORRECTANSWER.OUT
FC: 找不到差异

Test 7 Passed!
正在比较文件 AnsForChecker.out 和 CORRECTANSWER.OUT
FC: 找不到差异

Test 8 Passed!
正在比较文件 AnsForChecker.out 和 CORRECTANSWER.OUT
FC: 找不到差异

Test 9 Passed!
正在比较文件 AnsForChecker.out 和 CORRECTANSWER.OUT
FC: 找不到差异

Test 10 Passed!
Random TestData(Test 5~10) Passed!

--------------------------------
Process exited after 25.66 seconds with return value 0
请按任意键继续. . .
```

4 心得体会

(1) 对题目理解的统一是如何做到的？（形式：开会、IM 讨论、主要贡献人；如题目内容很明确，大家无歧义，可跳过此内容）

答：题目内容明确，大家无歧义。

(2) 对程序的算法和数据结构设计是如何做的？（形式：开会、IM 讨论等；主要负责人）

答：线下开会讨论主要设计，其中赵昕鹏与刘子彬同学负责主要算法设计，赵昕鹏同学负责链式存储线性表的设计，刘子彬同学负责顺序存储线性表设计。实际设计中保持线上交流，确保算法设计的兼容性与统一性，便于整合，同时在同一台服务器上编写代码，便于调试。在组内充分讨论优化之后，对于顺序存储线性表的约瑟夫问题处理，采用了 O(1) 移动（取模步进）， O(n) 删除（删除元素的后续元素前移）的方式进行实现；对于链式存储线性表的约瑟夫问题处理，采用了 O(m)移动（模拟移动），O(1) 删除（改变删除元素前置元素的 next 指针指向的节点）的方式进行实现。

(3) 对程序的输入输出和测试用例如何确定的？（形式：开会、IM 讨论等；主要负责人）

答：由刘子彬同学主要负责测试用例的设计，设计过程中线上与其他同学保持交流。针对问题的特点，有针对性地设计测试用例，保证覆盖所有情况的前提下用最少的测试数据完成测试，同时构造了一系列涉及边界处理、可能容易出错的特殊测试用例保证程序的可靠性。此外，在考虑到程序运行环境复杂，数据可能是平凡而巨大的，故在程序通过了特定测试用例的情况下，仍提供了多组随机数据进行代码测试的选项，使代码的准确性更为完备。

(4) 调试过程中遇到的问题是如何解决；

答：调试过程中，对多文件编译出现问题，查找相关资料后解决。对顺序存储的线性表调试时未遇到问题。链式存储线性表调试过程中，出现运行时错误。检查代码定位问题，为 DestroyList 时 free 尾指针后并未将野指针赋为 NULL，导致出现问题。

(5) 算法的时空分析和改进设想；

答：对于顺序存储的线性表，空间复杂度 O(n)，取出当前位置后第 m 个元素的时间复杂度为 O(1)，每删除一个数据元素需要进行 O(n) 次的移动，故总时间复杂度为 O(n^2)。

对于链式存储的线性表，空间复杂度 O(n)，取出当前位置后第 m 个元素的时间复杂度为 O(m)，删除一个数据元素时间复杂度为 O(1)，故总时间复杂度为 O(nm)。

改进设想：对于约瑟夫问题，可以使用线段树、平衡树等高级数据结构，以线段树为例，每次插入寻找要删除的元素只需要从当前位置进行线段树二分，找到距离当前位置仍有 m 个未删除数字的位置进行删除，并在线段树上单点修改，单次寻找和删除的复杂度均为 O(logn)，总时间复杂度 O(nlogn)。

(6) 小组成员自评：对自己在实验中长短处的评价（建议和小组组员讨论形成共识）；从实验中取得的经验等。

刘子彬：在本次实验中较好的发挥了自己擅长的代码编写能力和问题分析能力，出色完成了分配到的主程序实现任务，且在测试用例设计方面综合地考虑了程序性能的各方面因素，高效完成了测试用例的构造和后续随机化数据生成及测试模块的编写，且在实验中积极与队员交流，与组员达成了良好的团队协作，保证了代码风格的一致性以便阅读。虽在多文件链接，文件输入输出流代码实现的掌握还不够熟练，但经组内讨论顺利解决了问题。本次实

验主要对工程文件的接口撰写原则，测试模块的搭建，顺序存储与链式存储的线性表的各项功能，以及团队分工意识的必要性有了更加充分的认识。

赵昕鹏：本次实验中，充分发挥了自己对 C++ 语法较熟悉、对代码编写较为熟练的优点，负责了链式存储结构线性表的设计与编写，完美完成了程序开发的任务，并进行了代码的调试工作，解决了实验中遇到的文件输入输出流等问题。同时我借助之前的工程代码开发经验，设计并确定了统一的代码风格与接口形式，在实验中与组员保持了较好的交流。在本次实验中，我进一步熟悉了线性表的实现、多文件编译与指针的使用，对于团队协作开发的流程以及团队协作的必要性有了更进一步的认识。

严怡彬：在本次实验中，我通过与小组成员的交流协作，顺利地完成了本次实验。在本次实验的过程中，我认为我们协作分工比较明晰，由刘子彬负责顺序存储线性表的模拟实验和测试数据，赵昕鹏负责链式存储线性表的模拟实验和心得整理，由我负责可视化实现和实验报告的说明与整理，较好地锻炼了我们的团队协作能力。此外，该实验还较好地调动了我们对两种不同的线性表的运用，有效地提升了我们对该知识点的掌握。我在本次实验中还使用了 python 中的 pygame 库，成功实现了程序的可视化。在这项工作中，非常好地锻炼了我使用 python 调用数据、整理数据、展示数据的能力。

不足：在实验后期的工作进度与团队的交流可以再优化一些，如更频繁地更新目前的工作进度、使用 Notion 等在线文档进行协调与分配任务等。

5 线性表模拟约瑟夫问题的可视化实现

5.1 可视化的基础

5.1.1 交互文件定义

本项目可视化的实现使用 python 中的 pygame 库，在 main.cpp 中完成 demo.csv 的输出，其中 demo.csv 数据格式如下：

```
1. n,m
2. odder[0],cost[0]...odder[n-1],cost[n-1]
3. pointer[0],pointer[1],pointer[2]...
```

其中 odder 数组代表删除的节点顺序，cost 数组为删除当前节点的指针移动次数，pointer 数组记录指针指向的元素变化。

5.1.2 引用的库

```
import pygame
from pygame import *
import pygame.freetype
from sys import exit
import math
import csv
```

5.1.3 核心代码程序段

```
while True:
    for event in pygame.event.get():
        if event.type == QUIT:
            exit()
        elif i == 0:
            waitforclick()
            break
    # 设置 FPS
    if i > 0 :
        DrawArc(screen, 300 + 150 * math.sin(rad * (Point[i-
1] - 1)), 300 + 150 * math.cos(rad * (Point[i-1]-1)),
                (255, 255, 255), 6)
    clock.tick(2)
    try:
        pygame.draw.rect(screen, (255, 255, 255), (900, 400,
200, 50))
        DrawArc(screen, 300 + 150 * math.sin(rad *
(Point[i]-1)), 300 + 150 * math.cos(rad *(Point[i]-1)),
                 (0, 0, 0), 5)
        text_point_value =  GAME_FONT.render(str(Point[i]),
True, (0, 0, 0))
        screen.blit(text_point_value,(900,400))

        if Point[i] == Odder[i1] :
            disappear(screen,rad * (Odder[i1] - 1 ))
            pygame.draw.rect(screen, (255, 255, 255), (850,
450, 250, 50))
            text_cost_value =
GAME_FONT.render(str(Cost[i1]), True, (0, 0, 0))
            screen.blit(text_cost_value,(900,450))
            i1 = i1 + 1
        i = i + 1
```

```
    except IndexError:
        DrawArc(screen, 300 + 200 * math.sin(rad *
(Odder[i1] - 1)), 300 + 200 * math.cos(rad * (Odder[i1] -
1)),
                (255, 255, 255), 31)
        pygame.display.update()
        waitforclick()
        exit()
    pygame.display.update()
```

每过一个时钟周期，就更新指针的指向，并把变化的新指针使用 pygame.draw()方法打印在屏幕上，若指针指向的元素与 odder 数组中删除的元素契合，则将这个元素在屏幕上删除，odder 数组的指针向后移动一位，如此循环往复，直到完成整个约瑟夫环问题的链表模拟可视化实现。

通过 2π 均分获取角度差，通过画布的长宽确定中心点。通过 math.sin(rad * (Odder[i1] - 1)), 300 + 200 * math.cos(rad * (Odder[i1] - 1) 分别计算各个圆的位置。

5.1.4 删除元素的渐变实现函数：disappear(screen, rad)

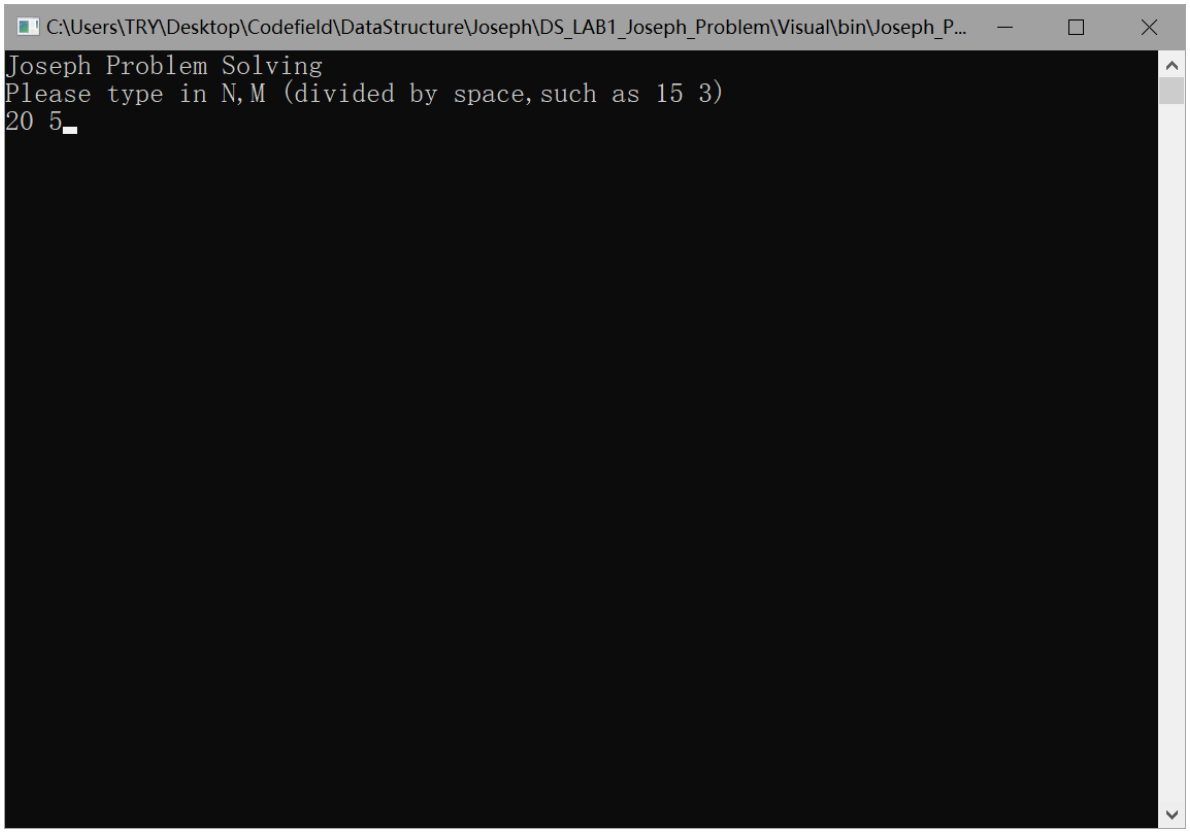
```
def kill(screen,rad,color):
    DrawArc(screen, 300 + 200 * math.sin(rad), 300 + 200 *
math.cos(rad),
            color, 31)
    pygame.display.update()
    pygame.time.delay(1)

def disappear(screen,rad):
    color = 0
    while(color != 256):
        kill(screen,rad,(color,color,color))
        color += 1
```

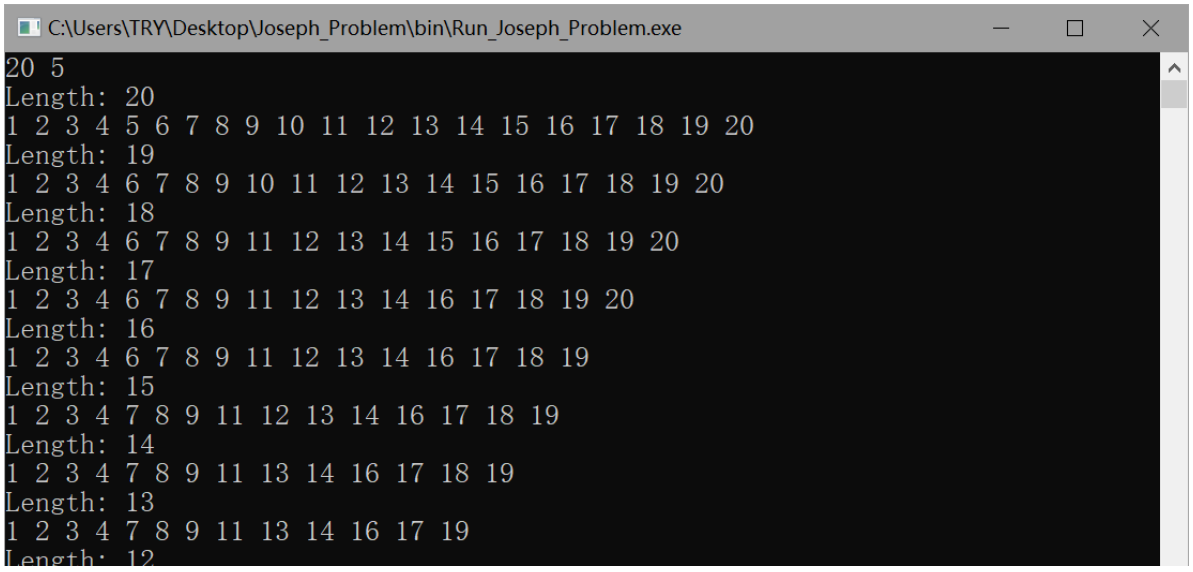
实现原理：在很短的时间内，不断打印从（0,0,0）到（255,255,255）颜色的圆，将原先的元素覆盖为背景色

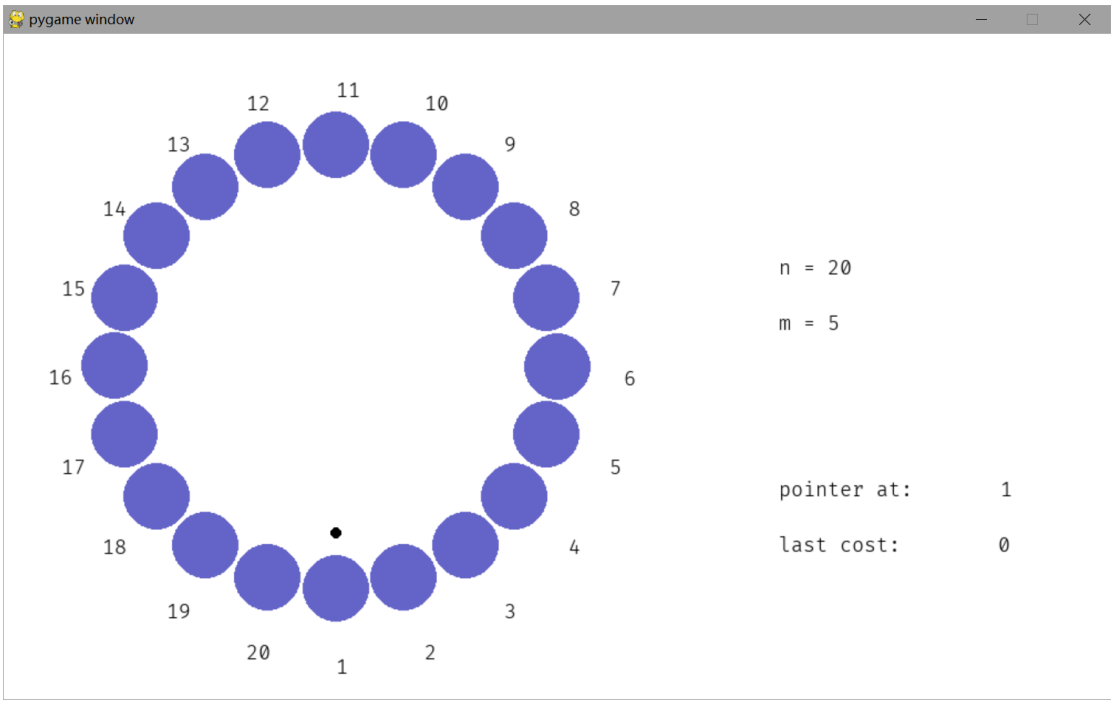
5.2 用户使用说明

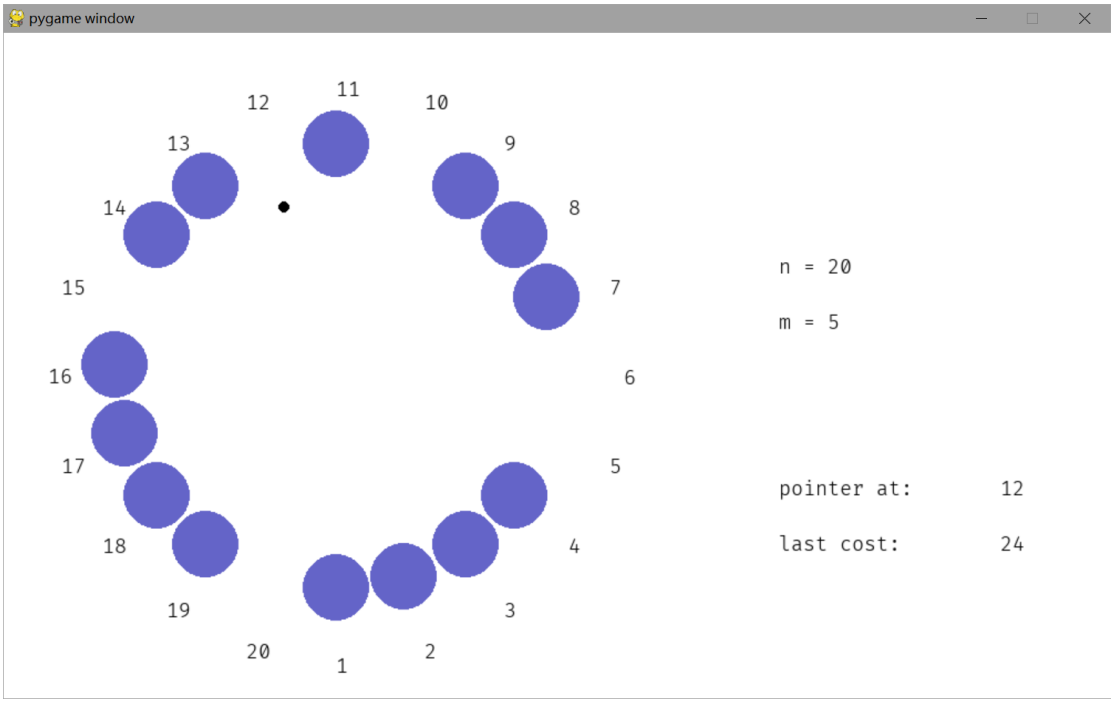
运行 Visual/bin 文件夹中的 Joseph_Problem.exe,输入 N, M 后实现约瑟夫环的可视化。

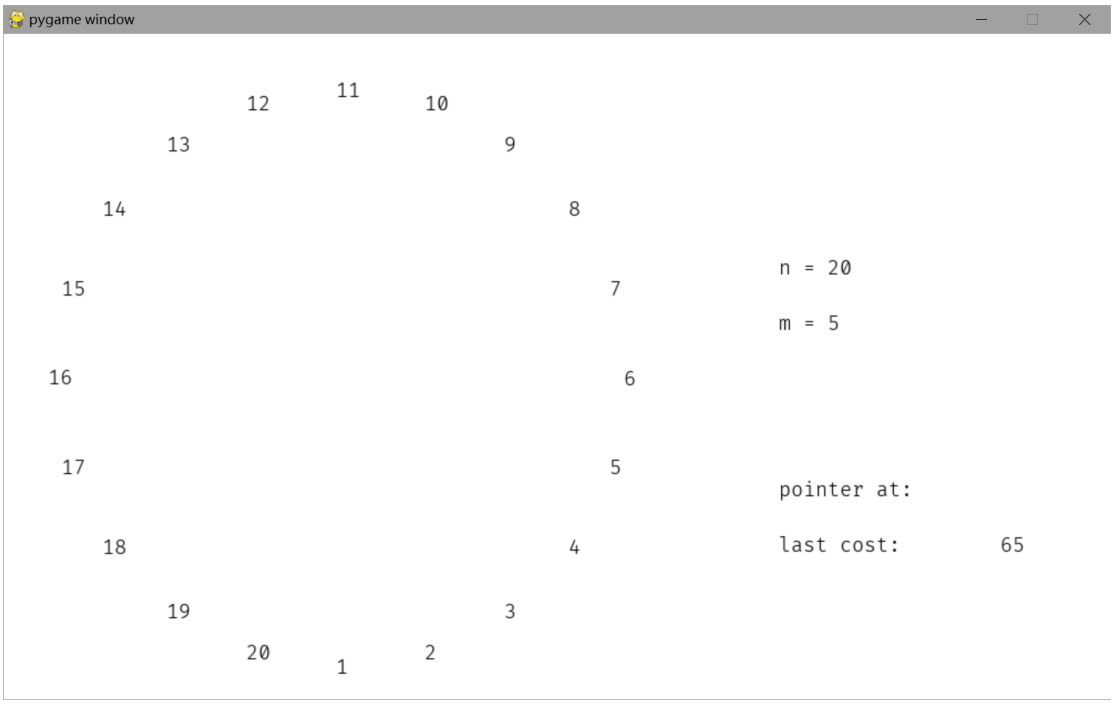
5.3 示例


C:\Users\TRY\Desktop\Codefield\DataStructure\Joseph\DS_LAB1_Joseph_Problem\Visual\bin\Joseph_P...
Joseph Problem Solving
Please type in N,M (divided by space,such as 15 3)
20 5


C:\Users\TRY\Desktop\Joseph_Problem\bin\Run_Joseph_Problem.exe
20 5
Length: 20
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Length: 19
1 2 3 4 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Length: 18
1 2 3 4 6 7 8 9 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Length: 17
1 2 3 4 6 7 8 9 11 12 13 14 16 17 18 19 20
Length: 16
1 2 3 4 6 7 8 9 11 12 13 14 16 17 18 19
Length: 15
1 2 3 4 7 8 9 11 12 13 14 16 17 18 19
Length: 14
1 2 3 4 7 8 9 11 13 14 16 17 18 19
Length: 13
1 2 3 4 7 8 9 11 13 14 16 17 19
Length: 12


pygame window
11
12
10
13
9
14
8
15
7
16
6
17
5
18
4
19
3
20
2
1
n = 20
m = 5
pointer at: 1
last cost: 0


pygame window
11
12
10
13
9
14
8
15
7
16
6
17
5
18
4
19
3
20
2
1
n = 20
m = 5
pointer at: 12
last cost: 24



6 提交材料说明

提交材料	是否提交	文件名称
1、实验报告	是	实验报告_lab1.pdf
2、可执行程序	是	Joseph_Problem.exe
3、源程序，如果是多个文件要压缩到一个文件	是	Source.zip
4、可视化模型可执行文件	是	Visual/bin/Joseph_Problem.exe
5、可执行文件源码	是	VisualSource.zip