山东大学 计算机科学与技术 学院

数据结构与算法 课程实验报告

学号：201700140056	姓名：李港	班级：跟 18.2（17.4）
实验题目：实验六 栈		
实验学时：2h	实验日期：2019.10.25	

实验目的：

1、掌握栈结构的定义与实现；

2、掌握栈结构的使用。

软件开发工具：

Virtual Studio 2019

1. 实验内容

1. 创建栈类，采用数组描述；
2. 计算数学表达式的值：输入数学表达式，输出表达式的计算结果。数学表达式由单个数字和运算符“+”、“-”、“*”、“/”、“(”、“) ”构成，例如 2+3*(4+5)－6/4。假定表达式输入格式合法。
3. 以一个 m*n 的长方阵表示迷宫，0 和 1 分别表示迷宫中的通路和障碍。设计一个程序，对任意设定的迷宫，求出一条从入口到出口的通路，或得出没有通路的结论。

   迷宫根据一个迷宫数据文件建立。迷宫数据文件由一个包含 0、1 的矩阵组成。迷宫的通路可以使用通路上各点的坐标序列进行展示(使用图形展示最佳)。

2. 数据结构与算法描述（整体思路描述，所需要的数据结构与算法）

总体思路：

1. 使用原生数组存储元素。
2. 提供缓冲区的动态扩大与缩小以节约内存资源。
3. 表达式计算思路：通过栈计算后缀表达式，通过后缀表达式计算最终结果，支持小数。
4. 走迷宫思路：通过栈存储路径，可区分此路不同，此路通，此路未尝试等信息，并支持通过字符阵列显示图像。

数据结构：

1. 采用原生数组作为底层数据结构
2. 提供缓冲区的动态扩容与收缩
   1. 当缓冲区满时扩容到原来的二倍。
   2. 当栈长度小于缓冲区的四分之一时，将缓冲区收缩为原来的一半。

算法：

1. 表达式计算思路：通过栈计算后缀表达式
   1. 先生成后缀表达式：
      中缀转后缀需要一个中缀表达式，一个存放后缀表达式的缓冲区，一个符号栈，对于中缀表达式从左到右每个元素
      1. 如果是数字，直接进入后缀表达式
      2. 如果是操作符
         ->循环判断开始

1. 如果 符号栈为空 或 栈顶为左括号，则直接入栈
2. 如果 当前操作符比栈顶符号优先级高，也直接入栈
3. 如果 当前操作符比栈顶符号优先级低或相等，则栈顶元素弹出到后缀表达式，并重新进行此判断（强调“重新进行此的判断”是为了优化程序结构，这样表述就只需要写一个 while 循环）

<-循环判断结束

3. 如果是左右括号
   1. 如果是左括号，则入栈
   2. 如果是右括号，则栈弹出到后缀表达式，直到左括号，并抛弃左括号

2. 通过后缀表达式计算结果

后缀表达式的计算要比比中缀转后缀简单，首先准备一个后缀表达式与一个数字栈，对于后缀表达式从左到右每个元素。

1. 如果是数字，则压入数字栈
2. 如果是操作符，则弹出数字栈中的两个，以第一次弹出作为右值，第二次弹出作为左值，进行相应计算并入数字栈（因为/与-与数字顺序相关）直到后缀表达式结束，返回栈顶数字
3. 本函数能够识别小数点，提供了对浮点数的转化功能

2. 走迷宫思路：通过栈存储路径
   1. 首先将迷宫数组的边界进行扩展，这样就不必撰写额外的边界判断逻辑
   2. 然后通过深度优先或广度优先方法进行线路搜索。

3. 测试结果（测试输入，测试输出）

1. 验收展示：

1. 迷宫展示：

输入字符：

1：不可行走的墙壁

0：可以行走的道路

输出字符：

1：不可行走的墙壁

0：可以行走但没有走过的道路

+：可以行走但到达不了终点的道路

*：可以行走且可以到达终点的道路

```
111111111
101000001
101110101
101010101
101010101
101000101
101100101
100101001
111111111
寻找失败!

已经行走的一条道路:
111111111
1+1000001
1+1110101
1+1010101
1+1010101
1+1000101
1+1100101
1++101001
111111111
```

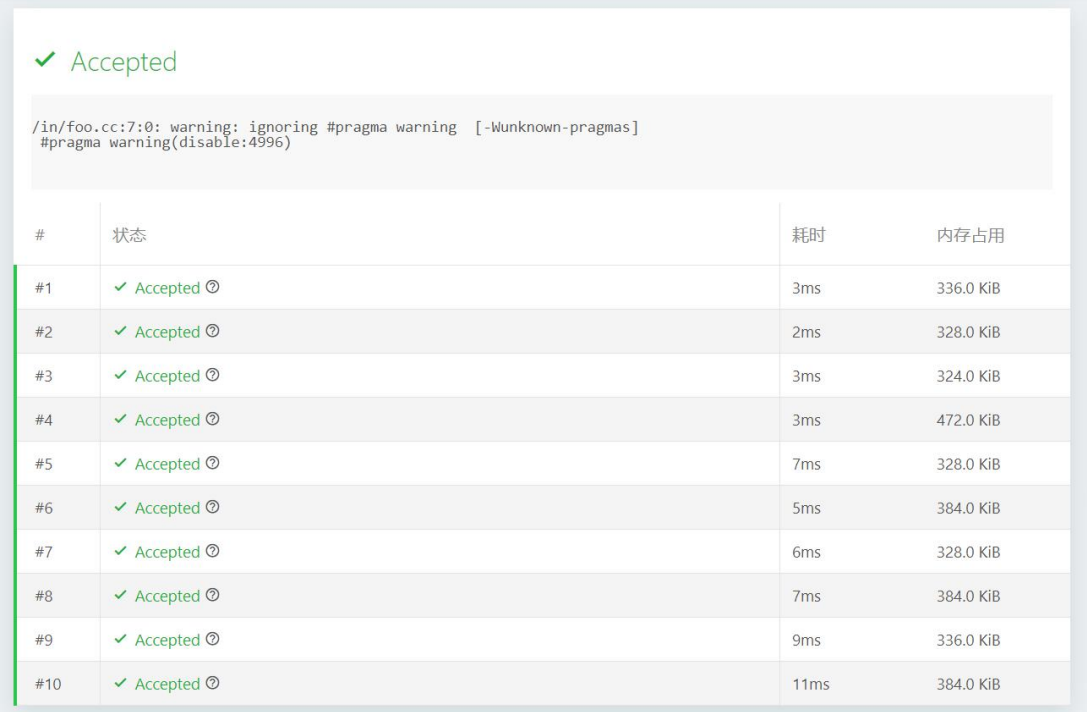
```
111111111
101000001
101110101
101010101
101010101
101000101
101100101
100001001
111111111
寻找成功:

已经行走的一条道路:
111111111
1*1++***1
1*111*1*1
1*1+1*1*1
1*1+1*1*1
1*1+**1*1
1*11*01*1
1****10*1
111111111
```

2. 算术表达式测试：

```
中缀表达式：12*5-695+94.8/(44-(95/84+848))
后缀表达式：12 5 * 695 - 94.8 44 95 84 / 848 + - / +
计算结果：-635.118
```

2. 平台提交



✓ Accepted

```
/in/foo.cc:7:0: warning: ignoring #pragma warning  [-Wunknown-pragmas]
 #pragma warning(disable:4996)
```

#	状态	耗时	内存占用
#1	✓ Accepted	3ms	336.0 KiB
#2	✓ Accepted	2ms	328.0 KiB
#3	✓ Accepted	3ms	324.0 KiB
#4	✓ Accepted	3ms	472.0 KiB
#5	✓ Accepted	7ms	328.0 KiB
#6	✓ Accepted	5ms	384.0 KiB
#7	✓ Accepted	6ms	328.0 KiB
#8	✓ Accepted	7ms	384.0 KiB
#9	✓ Accepted	9ms	336.0 KiB
#10	✓ Accepted	11ms	384.0 KiB

4. **分析与探讨（结果分析，若存在问题，探讨解决问题的途径）**

本实验最终结果正确，在实验过程中有以下问题或心得：

1. 使用宏进行调试信息打印，不需要打印调试信息的时候将宏切换为为注释即可。

```
#ifdef DEBUG
#define DEBUG_PRINT printf
#else
#define DEBUG_PRINT /\
/printf
#endif

int a = 0;
DEBUG_PRINT ( "%d",a );
```

2. 中缀表达式与后缀表达式可以理解为树的中序遍历与后序遍历，数字是叶子，运算符是父节点。
3. 良好的注释可以为以后的使用省去很多麻烦，比如我在这次在写代码时写了很多注释，在写实验报告的时候这些注释就派上了用场。
4. 实验过程中参考了很多他人的代码，但这些代码或多或少都存在一些不足，比如有些转后缀表达式的算法需要通过井号确定表达式头尾，有的代码结构混乱等。为了避免这些问题，我将计算表达式的函数拆分并封装成无状态的工具类，使代码更加整洁，也降低了出错几率。

5. 附录：实现源代码（本实验的全部源程序代码，程序风格清晰易理解，有充分的注释）

文件 1 stack.h 栈头文件

```
/*********************************************************************************
*  stack.h                                                                       *
*  Copyright (C) 2019.10.25 TriAlley  lg139@139.com                              *
*  @brief    栈                                                                  *
*  @license  GNU General Public License (GPL)                                    *
*********************************************************************************/
#pragma once
#include<cstring>//memcpy
#include<cstdlib>//min
using namespace std;


/*stack 类
public:
    enum stack_err;           常见错误
protected:
    void _exLength ();                扩展缓冲区长度
    void _shLength ();                压缩缓冲区长度
    int stackTop;                     栈顶下标
    int bufferLength;                 缓冲区长度
    T* head;                       栈数组头部
public:
    stack ( int initialCapacity = 10 );        构造函数，默认长度 10
    ~stack () { delete[] head; }               析构函数，释放缓冲区
    bool empty () const { return stackTop == -1; } 返回是否空
    int size () const { return stackTop + 1; }     返回长度
    T top ();                                          返回栈顶元素
    void pop ();                                   弹出栈顶元素，一般不会返回值
    void push ( const T theElement );              压入元素

*/
template<class T>
class stack {
public:
    typedef enum { pointer_is_null, newLength_less_than_zero, stack_empty } stack_err;
protected:
    void _exLength () {
        T* temp = new T[bufferLength * 2];
        memcpy ( temp, head, bufferLength * sizeof ( T ) );
        delete[] head;
        head = temp;
        bufferLength = bufferLength * 2;
    }
    void _shLength () {
        T* temp = new T[bufferLength / 2];
        memcpy ( temp, head, bufferLength / 2 * sizeof ( T ) );
        delete[] head;
        head = temp;
        bufferLength = bufferLength / 2;
    }
    int stackTop;
    int bufferLength;
    T* head;
public:
    stack ( int initialCapacity = 10 ) {
        bufferLength = initialCapacity;
        head = new T[bufferLength];
        stackTop = -1;
    }
    ~stack () { delete[] head; }
    bool empty () const { return stackTop == -1; }
    int size () const { return stackTop + 1; }
    T top () {
        //判断是否为空
        //有的实现版本中 top 输入引用，栈空则返回原数值，这样很不符合职责单一原则
        if ( stackTop == -1 ) {
            throw stack_empty;
        }
        return head[stackTop];
    }
    void pop () {
        if ( stackTop == -1 ) {
            throw stack_empty;
        }
        head[stackTop--].~T ();

        /*用于缩小缓冲区的代码*/
        if ( size () < bufferLength / 4 ) {
```

```
            _shLength ();
        }
    }
    void push ( const T theElement ) {
        //判断缓冲区长度并扩大缓冲区
        if ( stackTop == bufferLength - 1 ) {
            _exLength ();
        }
        head[++stackTop] = theElement;
    }
};
```

文件 2 cal.h 头文件

```
/*****************************************************************************
*  cal.h                                                                     *
*  Copyright (C) 2019.11.24 TriAlley  lg139@139.com                          *
*  @brief    对表达式计算所需函数的封装                                      *
*  @license  GNU General Public License (GPL)                                *
*****************************************************************************/
#include"stack.h"
using namespace std;

/*
*中缀转后缀，后缀再计算
*这些函数整理得比较规整，集合成一个工具类，不保存任何状态。
*注释详实，不再进行过多解释。
*/

/*template<class T>
class calExpression

public:
    typedef enum { wrong_char, no_such_operator }cal_err;           //常见的错误项
private:
    inline bool isNumber ( char c ) ;                               //判断字符是否是数字
    inline bool isOperator ( char c );                                  //判断字符是否是操作符
    inline T calOperator ( const char c, const T& a, const T& b );
    inline int priority ( char c );                                     //返回操作符的优先级，优先级越高数值越大
public:
    T calPostfix ( char* postfix );                                     //计算后缀表达式，内部注释详实
    void infixToPostfix ( char* infix, char* postfix );                 //中缀转后缀，内部注释详实
*/
template<class T>
class calExpression {
public:
    typedef enum { wrong_char, no_such_operator }cal_err;
private:
    inline bool isNumber ( char c ) {
        if ( c >= '0' && c <= '9' ) {
            return true;
        } else {
            return false;
        }
    }
    inline bool isOperator ( char c ) {
        switch ( c ) {
        case '*':
        case '/':
        case '+':
        case '-':
            return true;
        default:
            return false;
        }
    }
    /*第一次弹出 a 作为右值，第二次弹出 b 作为左值 eg b/a*/
    inline T calOperator (const char c,const T& a, const T& b ) {
        switch ( c ) {
        case '*':
            return b * a;
        case '/':
            return b / a;
        case '+':
            return b + a;
        case '-':
            return b - a;
        default:
            return a;
        }
    }
    inline int priority ( char c ) {
```

```
        switch ( c ) {
        case '*':return 5; break;
        case '/':return 5; break;
        case '+':return 4; break;
        case '-':return 4; break;
        default:throw no_such_operator;
        }
    }
public:
    /*计算后缀表达式*/
    T calPostfix ( char* postfix ) {
        stack<T> result;
        /*
        计算后缀表达式比中缀转后缀简单
        首先准备一个后缀表达式与一个数字栈

        对于后缀表达式从左到右每个元素
        如果是数字，则压入数字栈
        如果是操作符，则弹出数字栈中的两个，以第一次弹出作为右值，第二次弹出作为左值，进行相应计算并入数字栈（因为/与-与数字顺序相关）
        直到后缀表达式结束，返回栈顶数字
        */
        for ( int i = 0;;) {
            if ( isNumber ( postfix[i] ) || postfix[i] == '.' ) {

                /*这里将浮点字符串转化为浮点数，有时间可以抽离成单独的函数*/
                double temp = 0;
                bool is_int = true;
                while ( isNumber ( postfix[i] ) || postfix[i] == '.' ) {
                    if ( postfix[i] == '.' ) {
                        is_int = false;
                    } else {
                        if ( is_int ) {
                            temp = ( postfix[i] - '0' ) + temp * 10;
                        } else {
                            temp = ( postfix[i] - '0' ) * 0.1 + temp;
                        }
                    }
                    i++;
                }
                i--;
                result.push ( temp );
            } else if ( postfix[i] == ' ' ) {
            } else if ( isOperator ( postfix[i] ) ) {
                double a = result.top ();
                result.pop ();
                double b = result.top ();
                result.pop ();

                result.push ( calOperator ( postfix[i], a, b ) );
            } else if ( postfix[i] == '\0' ) {
                return result.top ();
            } else {
                throw wrong_char;
                return 0;
            }
            i++;
        }

    }
    /*中缀转后缀，注释详实*/
    void infixToPostfix ( char* infix, char* postfix ) {
        int j = 0;//目的下标
        int i = 0;//源下标
        stack<char> op_stack;

        /*
        中缀转后缀需要一个中缀表达式，一个存放后缀表达式的缓冲区，一个符号栈

        对于中缀表达式从左到右每个元素
        1.如果是数字，直接进入后缀表达式
        2.如果是操作符
            ->循环判断开始
            1.如果 符号栈为空 或 栈顶为左括号，则直接入栈
            2.如果 当前操作符比栈顶符号优先级高，也直接入栈
            3.如果 当前操作符比栈顶符号优先级低或相等，则栈顶元素弹出到后缀表达式，并重新进行此判断
            （强调“重新进行此的判断”是为了优化程序结构，这样表述就只需要写一个 while 循环）
            <-循环判断结束
        3.如果是左右括号
            1.如果是左括号，则入栈
            2.如果是右括号，则栈弹出到后缀表达式，直到左括号，并抛弃左括号
        */
```

```
        /*每次循环，i 均指向当前循环需要被判断的位置*/
        for ( ;;) {
            if ( isNumber ( infix[i] ) || infix[i] == '.' ) {
                /*数字字符直接输出到后缀表达式，直到下一位不是数字字符输出空格到后缀表达式并跳出循环
*/
                while ( isNumber ( infix[i] ) || infix[i] == '.' ) {
                    postfix[j++] = infix[i++];
                }
                postfix[j++] = ' ';
                i--;
            } else if ( isOperator ( infix[i] ) ) {
                while ( true ) {
                    if ( op_stack.empty () || op_stack.top () == '(' ) {
                        op_stack.push ( infix[i] );
                        break;
                    } else if ( priority ( infix[i] ) > priority ( op_stack.top () ) ) {
                        op_stack.push ( infix[i] );
                        break;
                    } else {
                        postfix[j++] = op_stack.top ();
                        postfix[j++] = ' ';
                        op_stack.pop ();
                    }
                }
            } else if ( infix[i] == ')' ) {
                while ( op_stack.top () != '(' ) {
                    postfix[j++] = op_stack.top ();
                    postfix[j++] = ' ';
                    op_stack.pop ();
                }
                op_stack.pop ();
            } else if ( infix[i] == '(' ) {
                op_stack.push ( infix[i] );
            } else if ( infix[i] == '\0' ) {
                break;
            } else {
                throw wrong_char;
                return;
            }

            i++;//循环末，i 处于本次循环判断处，需要让其指向下次循环判断处。
        }
        while ( !op_stack.empty () ) {
            postfix[j++] = op_stack.top ();
            postfix[j++] = ' ';
            op_stack.pop ();
        }
        postfix[j++] = '\0';
        return;

    }
};
```

文件 3 main.cpp

```
/*************************************************************************
*  main.cpp                                                              *
*  Copyright (C) 2019.10.25 TriAlley  lg139@139.com                       *
*  @brief    栈测试                                                      *
*  @license  GNU General Public License (GPL)                            *
*************************************************************************/
#include"stack.h"
#include"cal.h"
#include<iostream>
#pragma warning(disable:4996)
using namespace std;

struct point{
    int _row;
    int _col;
    point ( int row, int col ) :_row ( row ), _col ( col ) {}
    point ():_row ( 0 ), _col ( 0 ) {}
};


template<class T>
bool searchMazePathBFS ( char** maze, int m, int n, point entry, point finish, stack<T>& paths )
{

    paths.push ( entry );
```

```
    while ( !paths.empty () ) {
        point current = paths.top ();
        paths.pop ();
        maze[current._row][current._col] = '*';

        //如果到了终点则返回真
        if ( current._row == finish._row && current._col == finish._col ) {
            return true;
        }

        //上
        if ( maze[current._row - 1][current._col] == '0' ) {paths.push ( point ( current._row -
1, current._col ) );}
        //下
        if ( maze[current._row + 1][current._col] == '0' ) {paths.push ( point ( current._row +
1, current._col ) );}
        //左
        if ( maze[current._row][current._col - 1] == '0' ) {paths.push ( point ( current._row,
current._col - 1 ) );}
        //右
        if ( maze[current._row][current._col + 1] == '0' ) {paths.push ( point ( current._row,
current._col + 1 ) );}
    }

    return false;
}
template<class T>
bool searchMazePath ( char** maze,int m, int n, point entry, point finish, stack<T>& paths ){

    paths.push ( entry );
    while ( !paths.empty () ) {
        point current = paths.top ();
        maze[current._row][current._col] = '*';

        //如果到了终点则返回真
        if ( current._row == finish._row && current._col == finish._col ) {
            return true;
        }

        //上
        if ( maze[ current._row - 1][current._col] == '0' ) {//如果能通过，则入栈
            paths.push ( point( current._row-1, current._col) );
            continue;
        }

        //下
        if ( maze[current._row +1][current._col] == '0' ) {
            paths.push ( point ( current._row + 1, current._col ) );
            continue;
        }

        //左
        if ( maze[current._row][current._col-1] == '0') {
            paths.push ( point ( current._row, current._col-1 ) );
            continue;
        }

        //右
        if ( maze[current._row][current._col + 1] == '0' ) {
            paths.push ( point ( current._row, current._col + 1 ) );
            continue;
        }

        paths.pop ();    //若上下左右都不通，则回溯。
        maze[current._row][current._col] = '+';
    }
```

```
    return false;
}

int main () {
    freopen ( "input.txt", "r", stdin );

    int rows, cols;
    cin >> rows >> cols;
    /*------构建迷宫矩阵开始----------*/
    char** maze = new char*[rows+2];
    for ( int r = 0; r < rows+2; r++ ) {
        maze[r] = new char[cols + 2];
    }

    for ( int r = 0; r < rows; r++ ) {
        for ( int c = 0; c < cols; c++ ) {cin >> maze[r + 1][c + 1];}
    }
    for ( int c = 0; c < cols + 2; c++ ) {maze[0][c] = '1';}
    for ( int c = 0; c < cols + 2; c++ ) {maze[rows + 1][c] = '1';}
    for ( int r = 0; r < rows + 2; r++ ) {maze[r][0] = '1';}
    for ( int r = 0; r < rows + 2; r++ ) {maze[r][cols + 1] = '1';}
    for ( int r = 0; r < rows + 2; r++ ) {
        for ( int c = 0; c < cols + 2; c++ ) {cout << maze[r][c];}
        cout << endl;
    }
    /*------构建迷宫矩阵结束----------*/


    /*使用栈计算路径*/
    //(1,1)是入口，(rows,cols)是出口，矩阵外围封闭
    stack<point> paths;
    if ( searchMazePath ( maze, rows, cols, point ( 1, 1 ), point ( rows, cols ), paths ) ) {
        printf ( "寻找成功：\n" );
    } else {
        printf ( "寻找失败！\n" );
    }

    /*----------------输出路径----------------*/
    printf ( "\n 已经行走的一条道路：\n" );
    for ( int r = 0; r < rows + 2; r++ ) {
        for ( int c = 0; c < cols + 2; c++ ) {
                cout << maze[r][c];
        }
        cout << endl;
    }
    calExpression<double> cal;

    char str[100] = "12*5-695+94.8/(44-(95/84+848))";
    char* postfix = new char[strlen ( str ) * 2];
    cal.infixToPostfix ( str, postfix );

    cout << "中缀表达式：" << str << '\n';
    cout <<"后缀表达式：" <<postfix << '\n';
    cout <<"计算结果："<< cal.calPostfix ( postfix );
    delete[] postfix;
    return 0;
}
```