作业 HW2* 实验报告

姓名：张嘉麟 学号：2352595 日期：2024 年 10 月 17 日

实验报告格式要求按照模板（使用 Markdown 等也请保证报告内包含模板中的要素）
对字体大小、缩进、颜色等不做强制要求（但尽量代码部分和文字内容有一定区分，可参考 vscode 配色）
实验报告要求在文字简洁的同时将内容表示清楚
报告内不要大段贴代码，尽量控制在 20 页以内

1. 涉及数据结构和相关背景

题目或实验涉及数据结构的相关背景
栈（Stack）是一种后进先出（LIFO，Last In First Out）的数据结构，具有以下特性：基本操作包括压栈（Push），将一个元素放入栈顶；弹栈（Pop），移除并返回栈顶元素；查看栈顶（Peek），返回栈顶元素但不移除它。栈的应用场景包括表达式求值，在计算机科学中，栈常用于解析和计算数学表达式（如布尔表达式），通过将操作符和操作数分别压入栈中，程序可以根据运算符的优先级依次进行计算；函数调用管理，程序中的函数调用使用栈来存储局部变量和返回地址，确保程序执行的正确性；撤销操作，在文本编辑器或图形处理软件中，栈用于记录用户的操作，以便实现撤销功能。
队列（Queue）是一种先进先出（FIFO，First In First Out）的数据结构，具有以下特性：基本操作包括入队（Enqueue），将一个元素添加到队列的尾部；出队（Dequeue），移除并返回队列的头部元素；查看队头（Front），返回队头元素但不移除它。队列的应用场景包括任务调度，在操作系统中，队列用于管理进程和任务的调度，确保先到达的任务先被执行；数据流处理，队列常用于缓冲数据流，例如网络数据包的处理和打印队列；广度优先搜索，在图算法中，队列用于实现广度优先搜索（BFS），确保按层次遍历图中的节点。1.1 栈在布尔表达式计算中的应用
在布尔表达式的计算中，栈的使用可以有效管理运算符和操作数的顺序。通过维护操作符栈和操作数栈，程序能够根据运算符的优先级，逐步计算表达式的值。尤其是在涉及括号时，栈能够确保表达式的正确解析和求值顺序。
尽管在本实验中主要使用了栈，但队列在某些相关的场景中也可能发挥作用。例如，若扩展该程序以支持多个表达式的批处理，队列可以用于存储待处理的表达式，从而实现顺序处理。通过对栈和队列的深入理解，可以在程序设计中灵活运用这些数据结构，以解决复杂的计算问题，提高程序的效率和可维护性。

2. 实验内容

2.1 列车进站

2.1.1 问题描述

根据给定的入站序列和一系列出站序列，判断这些出站序列是否可以通过列车进站和出站的操作实现。列车可以从入口直接进入出口，也可以先进入车站再从车站进入出口。

2.1.2 基本要求

输入是一个字符串，代表入站序列，以及若干字符串，代表出站序列。对于每一个出站序列，如果可以通过模拟列车进站和出站的过程实现，则输出"yes"，否则输出"no"。

2.1.3 数据结构设计

为了模拟列车的进站和出站，使用了一个栈来表示车站内的列车状态。栈是一种先进后出的数据结构，非常适合用来模拟列车进站出站的行为。

```
stack station; // 定义车站栈
```

2.1.4 功能说明（函数、类）

使用伪代码来描述主要的功能，包括如何模拟列车进站和出站，以及如何判断给定的出站序列是否合法。

```
// 检查给定的出站序列是否可以通过模拟进站和出站实现
function checkSequence(inStation, outStation):
    // 初始化车站栈
    station = new stack()
    // 初始化入站序列的索引
    index = 0
    // 对于出站序列中的每一个字符
    for each char c in outStation:
        // 将入站序列中的列车压入车站栈，直到栈顶的列车与当前需要出站的列车匹配
        while index < length(inStation) AND (station is empty OR
top(station) ≠ c):
            station.push(inStation[index])
            index++
        // 如果车站栈为空或者栈顶的列车与当前需要出站的列车不匹配，则无法实现该出
站序列
        if station is empty OR top(station) ≠ c THEN RETURN false
        // 弹出栈顶的列车
        station.pop()
    // 如果车站栈不为空，则表示还有列车未出站
    RETURN station is empty
```

2.1.5 调试分析（遇到的问题和解决方法）

栈顶列车不匹配问题：最初的设计中，如果没有列车可以直接出站，但栈顶列车也不匹配的情况下，直接返回 false。经过调整后，增加了继续压入列车直到栈顶匹配的逻辑。
栈非空问题：在所有列车出站后检查栈是否为空，如果不为空，则表示有列车未能出站，这也是一种不合法的状态。

2.2 一元多项式的相加和相乘

2.2.1 问题描述

计算如下布尔表达式（V | V) & F & (F | V ）其中 V 表示 True，F 表示 False，|表示 or，&表示 and，！ 表示 not（运算符优先级 not> and > or）

2.2.2 基本要求

支持计算包含 V、F、&、|、！及括号的布尔表达式。
输出格式应为“Expression X: Y”，其中 X 是表达式序号，Y 是计算结果（V 或 F）。
处理输入中的空格，并且能够识别无效字符，输出“输入错误”。

2.2.3 数据结构设计

使用两个栈:

```
values 栈：用于存储布尔值（true 和 false）。
ops 栈：用于存储操作符（&、|、！ 和括号）。
```

2.2.4 功能说明（函数、类）

```
int precedence(char op): 返回操作符的优先级。
bool applyOp(char op, bool a, bool b): 计算两个布尔值的双目运算结果。
bool applyNot(bool a): 计算单目运算 ！ 的结果。
bool isValidChar(char c): 判断字符是否为有效的布尔表达式字符。
bool evaluateExpression(const string& expr): 评估布尔表达式，处理空格、操作符、括号及计算结果。
```

```
function evaluateExpression(expr):
    initialize stacks values and ops
    for each character in expr:
        if character is space: continue
        if character is V: push true onto values
        if character is F: push false onto values
        if character is '(': push '(' onto ops
        if character is ')':
            while top of ops is not '(':
                process top of ops and update values
            pop '(' from ops
        if character is operator:
            while top of ops has higher or equal precedence:
                process top of ops and update values
            push current operator onto ops
    process remaining operators in ops
    return final value in values

function process operator(op):
```

```
if op is '!':
    pop value from values and push applyNot(value)
else:
    pop two values from values and push applyOp(op, a, b)
```

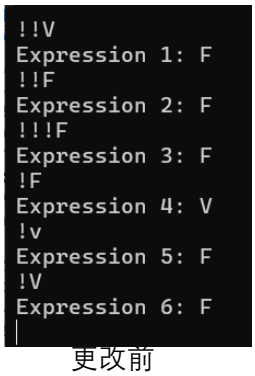
2.2.5 调试分析（遇到的问题和解决方法）

1.If 语句的错误使用：此时 result 只有为 true 的时候才可以进去第一句话，所以只能正常输出 V 而无法输出 F。后奖 if 语句判断去掉。

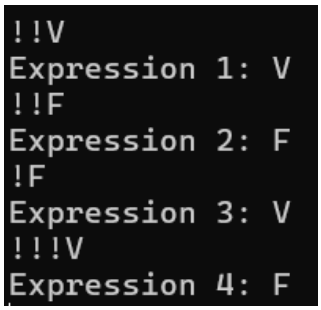
```
if (result != false) {
    // 输出表达式编号及其结果
    cout << "Expression " << index << ": " << (result ? "V" : "F") << endl;
}
else {
    // 如果evaluateExpression返回false，说明有错误发生
    cout << "Expression " << index << ": Error" << endl;
}
++index;
```

2.优先级处理：初始版本中未正确处理 ！的优先级，导致错误的计算结果。通过重新设计栈的处理逻辑，确保在遇到 ！时，先处理其后续的值。

3.连续 ！的处理：在处理多个感叹号时，前期的设计没有考虑连续感叹号的情况。后续通过引入额外的栈来处理，只在后续操作符为括号或感叹号时才继续入栈。

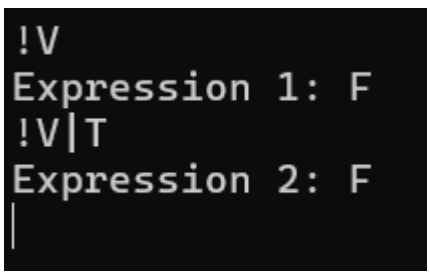


更改前

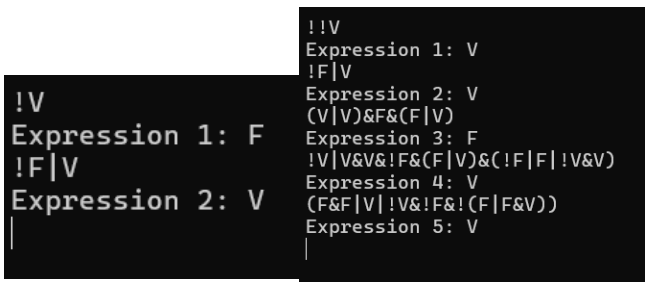


更改后

4.！的优先级和出栈顺序：第三条更改后出现新的问题，即！的出栈顺序在&和|之后（如图所示），更改后正确。



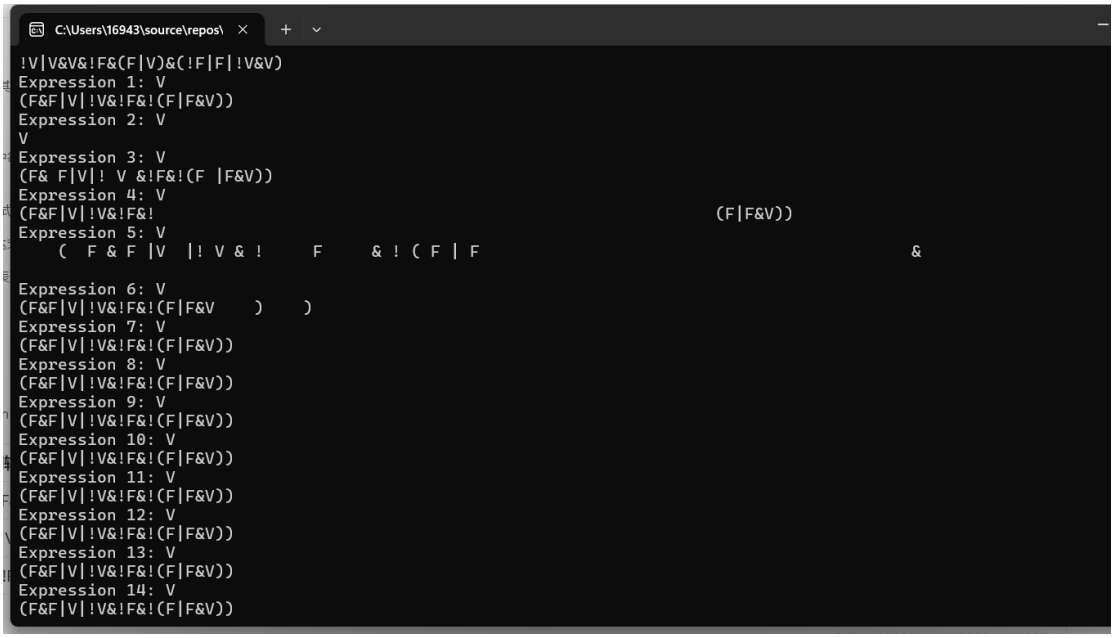
更改前



更改后

5.无效输入：原有代码未能有效处理无效字符。在调试时添加了有效字符的检查，确保程序在遇到无效输入时输出“输入错误”。

6.空格处理：最初的实现未能妥善处理输入中的空格，后来通过简单的 if 判断跳过空格，确保表达式能正确解析。下图为调试空格的控制台：



2.3 最长子串

2.3.1 问题描述

给定一个只包含字符 '(' 和 ')' 的字符串，要求计算出最长的有效括号子串的长度及其起始位置。若存在多个最长子串，返回第一个的起始位置。如果字符串为空，则返回长度为 0 和起始位置 0。

2.3.2 基本要求

输入为一个长度为 n 的字符串，字符仅为'('和')'，且 0 ⩽ n ⩽ 100,000。
输出为最长有效括号子串的长度及其起始位置。应使用栈数据结构来辅助解决问题。

2.3.3 数据结构设计

使用一个栈 st 来存储左括号的索引。
初始化栈时，向栈中压入一个-1，表示假设字符串开始前有一个左括号。这有助于在没有有效左括号时进行长度计算。

2.3.4 功能说明（函数、类）

```
main()
    输入字符串 s
    如果 s 的首尾为引号
        去除引号
    初始化栈 st
    压入 -1 到栈 st  // 假设字符串前有一个左括号
    初始化 maxLength 为 0  // 最大有效子串长度
```

```
    初始化 startIndex 为 0  // 最大有效子串起始位置
    对于每个字符 s[i] 在 s 中
        如果 s[i] 是 '('  // 遇到左括号
            将索引 i 压入栈 st
        否则（s[i] 是 ')'）  // 遇到右括号
            弹出栈顶元素  // 试图匹配最近的左括号
            如果 栈 st 为空  // 栈空表示没有匹配的左括号
                压入当前右括号的索引 i 到栈 st
            否则
                currentLength = i - st.top()  // 计算当前有效子串的长度
                如果 currentLength > maxLength  // 更新最大长度
                    maxLength = currentLength
                    startIndex = st.top() + 1  // 更新起始位置
    输出 maxLength 和 startIndex  // 输出最长有效括号子串的长度和起始位置
```

2.3.5 调试分析（遇到的问题和解决方法）

问题 1：栈为空的处理。遇到右括号时，若栈为空，表示没有匹配的左括号。为了解决这个问题，当栈为空时，需要将当前右括号的索引压入栈中，以作为新的起始点。
问题 2：有效子串长度的计算。初始化栈时，需要压入-1 以处理有效括号串的长度计算。如果栈中有元素，计算当前有效子串长度时要减去栈顶元素的索引，以得到当前有效子串的起始位置。
问题 3：在多次测试中，需要确保程序能够正确处理所有边界情况，如空字符串、仅包含左括号或右括号的字符串等。通过多样化的测试用例，确保算法的稳定性和准确性。

2.4 列队的应用（数组区域数量）

2.4.1 问题描述

给定一个 n*m 的 0-1 矩阵，1 表示该位置有东西，0 表示该位置没有东西。所有四邻域（上下左右）联通的 1 算作一个区域，但如果 1 仅在矩阵边缘联通，则该区域不算作有效区域。要求计算有效区域的数量。

2.4.2 基本要求

输入：第 1 行有两个正整数 n 和 m，表示矩阵的行数和列数。接下来有 n 行，每行 m 个整数，表示矩阵的元素（0 或 1）。
输出：输出一个整数，表示有效区域的数量。

2.4.3 数据结构设计

```
// 定义常量 MAXN 作为矩阵的最大尺寸
常量 MAXN = 1000
// 定义存储矩阵的二维数组 grid 和标记访问状态的 visited 数组
矩阵 grid[MAXN][MAXN]  // 存储输入的矩阵，grid[i][j] 为 0 或 1
```

```
矩阵 visited[MAXN][MAXN]  // 访问标记数组，visited[i][j] 为 true 表示该点已访问过
// 定义四个方向的数组 dx 和 dy，分别表示上下左右的偏移量
数组 dx = [-1, 1, 0, 0]  // 行方向变化：上(-1)，下(+1)
数组 dy = [0, 0, -1, 1]  // 列方向变化：左(-1)，右(+1)
```

2.4.4 功能说明（函数、类）

1.isValid(x, y, n, m)

功能：检查坐标 (x, y) 是否在矩阵范围内，且该点是未访问的 1。

输入：坐标 x 和 y，矩阵大小 n 和 m。

输出：返回布尔值，true 表示该点是有效的 1，否则返回 false。

```
// 函数：isValid
输入：坐标 x, y, 矩阵大小 n, m
返回：布尔值，表示该点是否为有效的 1 且未访问
函数 isValid(x, y, n, m):
    如果 x 或 y 超出矩阵边界:
        返回 false
    如果 grid[x][y] == 1 且 visited[x][y] == false:
        返回 true
    否则:
        返回 false
```

2.bfs(x, y, n, m)

功能：从坐标 (x, y) 开始执行 BFS，遍历该区域所有相连的 1，并检查是否包含非边缘的元素。

输入：起始坐标 (x, y)，矩阵大小 n 和 m。

输出：返回布尔值，true 表示该区域包含非边缘的 1，否则返回 false。

```
// 函数：bfs
输入：坐标 x, y, 矩阵大小 n, m
返回：布尔值，表示该区域是否为有效区域（包含非边缘元素）
函数 bfs(x, y, n, m):
    初始化队列 q, 将 (x, y) 入队
    标记 visited[x][y] 为已访问
    标记 hasInner = false  // 标记该区域是否有非边缘的 1
    当队列 q 非空时:
        当前坐标 = q.front() 出队
        如果 当前坐标不在矩阵边缘:
            标记 hasInner = true  // 该区域包含非边缘的 1
        对于 四个方向 i (上下左右):
            计算 newX = 当前坐标的 x + dx[i]
            计算 newY = 当前坐标的 y + dy[i]
            如果 isValid(newX, newY, n, m):
                标记 visited[newX][newY] 为已访问
                将 (newX, newY) 入队
    返回 hasInner  // 返回是否为有效区域
```

3.main()

功能：初始化矩阵，遍历矩阵中的每个 1，执行 BFS 来判断每个区域是否有效，最终输出有效区域的数量。

输入：矩阵大小 n 和 m 及矩阵元素。

输出：有效区域的数量。

```
// 函数：main
输入：矩阵大小 n, m
输出：有效区域数量
函数 main():
    输入 n 和 m
    初始化 grid 和 visited 数组
    // 输入矩阵的每个元素
    对于 i 从 0 到 n-1:
        对于 j 从 0 到 m-1:
            输入 grid[i][j]
    初始化区域计数器 regionCount = 0
    // 遍历矩阵中的每个元素
    对于 i 从 0 到 n-1:
        对于 j 从 0 到 m-1:
            如果 grid[i][j] == 1 且 visited[i][j] == false:
                如果 bfs(i, j, n, m):
                    regionCount += 1  // 只有包含非边缘元素时，才计为有效区域
    输出 regionCount
```

2.4.5 调试分析（遇到的问题和解决方法）

1.边缘过滤问题

问题：初始版本直接删除边缘连通的 1，导致一些区域被拆分（因为去掉边缘可能导致本来连在一起的两部分断开了），错误计数。

```
// 从边界开始遍历，将与边界相连的 1 标记为已访问
void removeEdgeRegions(int n, int m) {
    // 检查上、下边界
    for (int j = 0; j < m; ++j) {
        if (grid[0][j] == 1 && !visited[0][j]) {
            bfs(0, j, n, m); // 上边
        }
        if (grid[n - 1][j] == 1 && !visited[n - 1][j]) {
            bfs(n - 1, j, n, m); // 下边
        }
    }

    // 检查左、右边界
    for (int i = 0; i < n; ++i) {
        if (grid[i][0] == 1 && !visited[i][0]) {
            bfs(i, 0, n, m); // 左边
        }
        if (grid[i][m - 1] == 1 && !visited[i][m - 1]) {
            bfs(i, m - 1, n, m); // 右边
        }
    }
}
```

解决：通过先完整搜索区域，再检查是否包含非边缘元素来确保计数正确。

2.重复访问问题
问题：早期版本中，未对访问过的 1 进行标记，导致重复计数。
解决：在 BFS 搜索过程中，及时标记已访问的节点，避免重复遍历。
3.性能优化问题
问题：当矩阵规模较大（如 1000x1000），算法性能下降。
解决: 通过优化 BFS 队列操作, 保持算法时间复杂度为 O(n*m), 确保大规模数据下的性能。

2.1.6 总结和体会

本题的难点在于如何正确识别连通区域，并过滤掉仅在边缘的区域。在初期设计中，错误地去除边缘导致区域被拆分, 但通过改进算法, 先遍历完整区域再判断有效性, 问题得到解决。
收获：通过此题学会了如何使用广度优先搜索（BFS）来解决矩阵类问题，并理解了处理边界条件的重要性。
难点：难点在于如何有效处理边缘条件，同时保证算法的时间复杂度在大规模数据下也能满足需求。

2.5 列队中的最大值

2.5.1 问题描述

给定一个只包含字符 '(' 和 ')' 的字符串，计算最长的有效括号子串的长度及其起始位置。如果存在多个最长的有效子串，则输出起始位置最小的那个子串的相关信息。

2.5.2 基本要求

字符串长度：$0 \leq n \leq 1 \times 1050 \leq n \leq 1 \times 10^5$。输出最长有效子串的长度及其起始位置。若字符串为空或没有有效的括号子串，则输出长度为 0，起始位置为 0。

2.5.3 数据结构设计

为了有效地解决这个问题，我们可以使用栈来跟踪左括号的位置，并根据右括号来确定有效子串的长度和起始位置。

```
// 定义栈用于存储左括号的位置
Stack<Integer> stack;
```

2.5.4 功能说明（函数、类）

使用栈来存储左括号的位置，并在遇到右括号时，根据栈的状态来更新最长有效子串的长度和起始位置。

```
function findLongestValidSubstring(inputString):
    // 初始化栈并预设一个基准点
    stack.push(-1)
    maxLength = 0
    startIndex = 0
```

```
// 遍历字符串
for i from 0 to length(inputString) - 1 do:
    char = inputString[i]

    if char == '(':
        // 遇到左括号，将其索引压入栈中
        stack.push(i)
    else if char == ')':
        // 遇到右括号，弹出栈顶元素
        stack.pop()
        if stack.isEmpty():
            // 栈空，意味着没有匹配的左括号，设置新的起点
            stack.push(i)
        else:
            // 计算当前有效子串的长度
            currentLength = i - stack.peek()
            if currentLength > maxLength:
                maxLength = currentLength
                startIndex = stack.peek() + 1
return maxLength, startIndex
```

2.5.5 调试分析（遇到的问题和解决方法）

在调试过程中，我们遇到了以下几个问题：
1.刚开始的成绩一直为 25 分，当时程序是后入栈先出栈的顺序。Debug 时发现判断函数写的是“>”，事实上是不对的。由于后入栈的先出栈，由于题目中有说如果存在两个长度相等的取前面的，对应到程序里面就是只要前面的大于或等于后面的数就更新。所以应改为“≥”。

```
if (new_length > max_length) {
    max_length = new_length;
    max_start = new_start;
}
```

2.输入处理问题：输入字符串可能包含首尾引号，需要在处理之前去除这些引号。
3.边界情况处理：当字符串为空或不含有效括号时，需要正确处理这些边界情况。
4.栈操作错误：在某些情况下，栈操作可能导致错误的结果，例如在没有匹配的左括号时，栈可能为空，此时需要特别处理。

针对这些问题，我们采取了以下措施：
在处理输入字符串时，检查并去除首尾的引号。
对于边界情况，初始化栈时插入一个虚拟的基准点（如 -1），以方便后续的计算。
在栈操作时，增加了对栈是否为空的检查，避免了空栈操作引发的错误。

2. 实验总结

在本次实验中，通过实现了不同的数据结构，如栈、队列，以及栈在布尔表达式求值中的具体应用，加深了我对这些数据结构及其在实际问题中的使用场景的理解。在整个实验过程中，我收获了许多宝贵的经验，尤其是在问题的分析、调试、优化过程中。

1. 数据结构的重要性

栈与队列是计算机科学中最为基础的两种数据结构，它们分别适用于后进先出（LIFO）和先进先出（FIFO）的场景。实验中的列车进站问题、布尔表达式计算问题都可以通过栈进行有效地解决，而在广度优先搜索中，队列则是重要的数据结构。在处理复杂问题时，选择合适的数据结构能显著提高解决问题的效率和代码的可维护性。

2. 栈在布尔表达式计算中的应用

在布尔表达式的求值过程中，栈用于管理操作符和操作数的顺序。通过设计两个栈分别存储操作数和操作符，能高效地处理括号和不同优先级的运算符。尤其在处理逻辑非（!）的优先级和连续取反时，我通过栈来延迟执行取反操作，确保逻辑的正确性。在实现的过程中，不仅解决了优先级的问题，还有效地处理了连续符号及无效输入。

3. 解决调试问题

本次实验涉及多个调试环节，其中，栈在布尔表达式求值中的优先级问题和连续符号处理问题，给我带来了不少挑战。通过多次测试和调试，我逐步优化了代码，使其能够正确处理复杂输入及边界情况。在最长有效括号子串问题中，使用栈来辅助计算有效子串的长度和起始位置，成功解决了括号匹配的问题。

4. 实验的收获与思考

本次实验让我更加深入地理解了数据结构的运用。对于每个问题，从分析、设计到调试和优化，我都在不断实践数据结构的理论知识，并将其应用到实际问题中。通过解决实际问题，我逐步提高了代码实现的能力和调试的技巧。同时，在编写代码时，尽量减少代码的复杂度，提升可读性和扩展性，这对今后的编程工作具有深远的意义。