装

订

线

高级语言程序设计

合成十实验报告

作 者 姓 名：王灏廷
学 号：1953609
学院、 专业：软件学院 软件工程

同济大学

Tongji University

二〇二一年六月

1. 题目及基本要求描述

1.1. 题目综述

1.要求命令行方式找出可合并项并标识（不使用递归方式）。

2.要求使用递归方式，找出可合并项并标识。

3.命令行方式下完成一次合成

- （包括查找相邻项、合并相邻项、计算得分、下落消除 0、在 0 位置产生新数据）。

4.命令行方式完整版

- （合成到预期目标值后，给出提示信息，但不结束，可继续进行游戏）。

5.cmd 伪图形窗口显示内部数组的内容（数字色块间无分隔线）

- 键盘输入行列数，随机产生数组，将数组的内容在 cmd 窗口中用伪图形显示出来。

6.cmd 伪图形窗口显示内部数组的内容（数字色块间有分隔线）。

7.cmd 伪图形窗口下的“当前选择”色块的选择

- 用箭头键实现“当前选择”色块的选择，按回车确认
- 越过边界后采用环绕的方式。

8.cmd 伪图形窗口下完成一次合成

- 箭头键选择色块，回车键选定合成位置，并将所有可合成的色块标注出来
- 选定后再次按箭头键则取消本次选定，重新选择，按回车则进行一次合成
- 逐步展现 合并相邻项、下落消除 0、0 位置产生新数据、计算得分的操作。

9.cmd 伪图形窗口完整版

- 达到合成目标后游戏不结束，合成目标+1 后游戏继续
- 如果某次合并后无法找到可合并位置，则提示游戏结束
- cmd 窗口的上下各有一个状态栏，显示得分、目标、操作提示等。

1.2. 要求与限制

1.随机数按规则产生。

初始最大值设置为 3，,之后由合并后最大值决定随机数产生的概率。

2.判断规则

- 若输入坐标位置无相邻相同数，要提示出错并重新输入
- 如果整个数组无相邻位置值相等，并提示游戏结束。
- 如果达到合成目标，则提示完成，游戏不结束，继续向更高目标前进。

3.分数累加规则

- 本次新增得分=消除值*消除个数*3

4.整个程序，不允许使用任何形式的全局变量/数组/指针，

- 允许使用全局的宏定义或常变量。

2. 整体设计思路

2.1. 合成十问题本身的求解思路

合成十问题本质上是求二维数组中一个值全部相等的相邻值。可以用到图算法中的 BFS 或是 DFS 算法。这里我采用的是 BFS，分为以下几步

1.访问所选中的顶点 v；

2.依次从 v 的未被访问的邻接点出发，对图进行宽度优先遍历；直至图中和 v 有路径相通的同一层顶点都被访问；

3.若此时图中尚有顶点未被访问，则从一个未被访问的顶点出发，重新进行宽度优先遍历，直到图中所有顶点均被访问过为止。

然后可以分别使用递归和非递归两种方法实现这个算法，对应功能 2 与功能 1，所得结果全部存在 findmoto 数组中。

装

2.2. 抽象化合成十及其移动的思路

订

合成后需要进行的操作有包括查找相邻项、合并相邻项、计算得分、下落消除0和在0位置产生新数据等。通过设置二维数组moto[8][10]来存储游戏功能的图，值即为其显示值；设置findmoto[8][10]来存储查找相邻值功能的图，相等则置1，不等则置0。通过这两个数组的操作，加以随机数产生函数，即可完成全部功能。

2.3. 程序整体实现思路

线

Main函数用一个循环和switch()函数来做到各小题函数的调用。而与上次不同的是，我将函数按功能分为了几类：逻辑功能函数、数组函数、进行命令行输出的函数和进行cmd伪图形化输出的函数。并分别将其放在不同的cpp文件中。在各个小题中我使用这些函数并使用一些基础的循环、条件语句来完成所给的要求。各个部分将在下一部分进行具体介绍，而那些基础的循环、条件语句则略去。

整体的设计思路是处理输入的行列，通过改变数组的函数来改变数组。之后再通过进行命令行输出的函数和进行cmd伪图形化输出的函数来将这种变化可视化，从而合成十游戏的任务。

整个程序分为五个部分。

●头文件用于存放所有 cpp 文件中的函数声明，方便 cpp 之间能够互相访问。

●Main 文件用于初始化屏幕、调用菜单函数并返回选项以及根据选项调用 initial/initial_graph 函数。

●Tools 文件存放数组输出和图形化实现共用的底层逻辑函数，如找结果、判 0 与随机数函数等。

●Base 文件存放数组输出的各类函数和数组化实现的初始化 initial 函数，用以实现 1-4 功能。

●Console 文件存放图形化实现的各类函数与图形化实现的初始化 initial_graph 函数，用以实现 5-9 功能。

3. 主要功能的实现

3.1. 递归和非递归方法解决找到坐标相邻的所有相同值

3.1.1 非递归部分

这个部分可能是我整个程序花费时间最长的部分。

1.首先定义了一个 Node 结构体，用来存放符合条件点的横纵坐标和访问情况，被访问过置 1，未访问过置 0。然后将目标点作为结构体数组的第一个，访问情况置为 1.

2.先通过一个遍历，将所有与目标值相等的值筛选出来，存进结构体数组中。

3.对这个结构体数组进行遍历，设置一个 final 数组存放最终结果结构体的下标。

●若相邻且访问情况为 0，则将结果送进 final 数组，表明这个值可以被消去，访问情况置 1。

●对一个点的四个方向遍历结束后，通过 final 数组访问下一个目标点的下标，作为下一个起始点，直至整个 Node 结构体数组被访问完或没有找到新的相邻点。

4.一次循环，将所有 final 数组中对应的点在 findmoto 数组中置 1，表示可以与目标点值相同，可以被同时消去。

3.1.2 递归部分

这个就轻松很多了，很快搞定。

1.x/y 小于 0 或大于行/列上限，则直接返回，表明已经到底了。

2.分别判断所选点四个方向是否有相等且未被访问过的点

●若有，则选中这个点作为下一次递归的起始点；若无，遍历后返回。

●通过 findmoto 作标记，为 1 是访问过，为 0 是没被访问过。

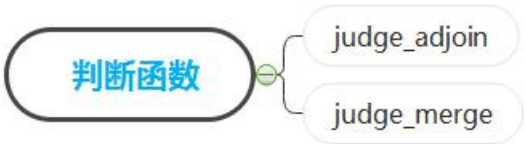
3.2. 随机值部分

1.首先在程序开始时，使用 srand 函数初始化随机数种子，保证出现的随机数不是固定的。

2.设置一个找最大值的函数，通过遍历图来返回图中的最大值，用于随机数函数调用。

3.根据返回的最大值（初始为 3），分别对应不同的情况。各种情况概率的最大公约数是 5%，所以可以 n%20 之后完成操作，分别对应即可。

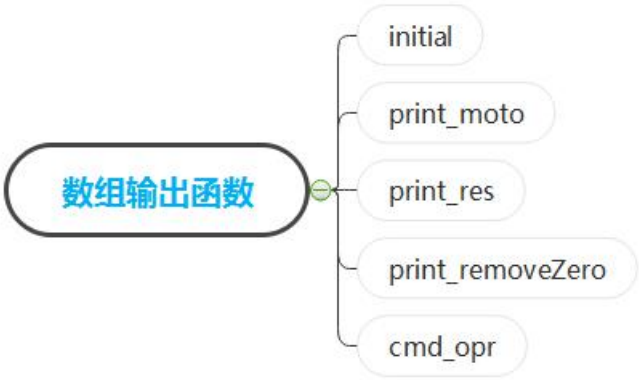
3.3. 判断函数



1.遍历目标点，相邻有相等值返回 1，否则返回 0.

2.遍历整个图，可以进行合并返回 1，否则返回 0.

3.4.数组输出函数



1.初始化选择。首先规范输入，然后根据不同选择进入 1-4 的不同功能。

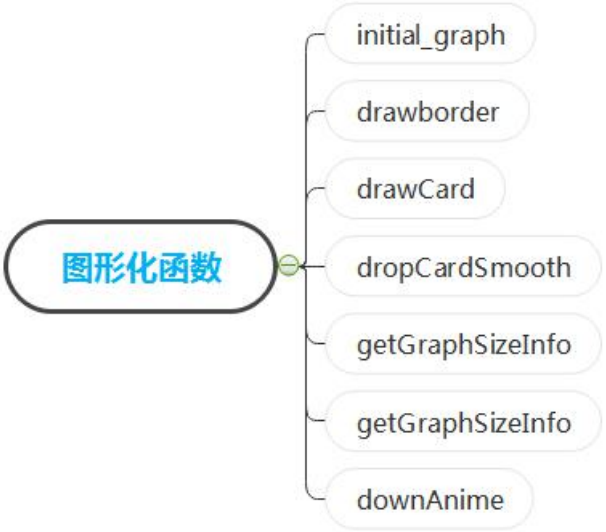
2.打印初始数组。

3.打印消除后的结果。

4.打印除去 0 之后的结果。

5.用于功能 3/4 的函数，根据选择可以完成循环消去并计分。

3.5.图形化函数



这一部分不用一一介绍，根据名字即可理解

（主要的实现过程非常麻烦，调整坐标很繁琐，但没有什么技术层面的问题

4.调试过程碰到的问题

4.1.越界问题

这个问题老生常谈，但是在写的函数非常多的时候很难察觉到，虽然知道数组下标加减之前要判断是否越界，但是写的代码一多真的很容易忘记。

举几个例子

●判断相邻的函数。在达到边界条件时应该判断+1/-1 之后是否越界，不然同样会越界。

●递归函数的返回条件。Row 其实是行数+1，column 是列数+1，所以如果判断是到 row/column 的话，事实上已经越界了，但是发现 bug 之后才想到这一点，耗费了很多时间。

4.2.循环后 Findmoto 初始化问题

Findmoto 数组是用来存放一次合并中消去值情况的数组，在完成一次合并之后每次都需要初始化全部置 0。我起初直接写了 Findmoto=0，然后 moto 出问题的时候才发现只改了首地址的值。之后写了一个循环，把每一个值都改成 0 才能完成初始化，问题解决。

4.3 gotoxy函数输出问题

我最开始的各类print函数中使用了cct_gotoxy()函数来分别输出框架和内部的数组。但是后来我发现gotoxy()函数只能到达当前窗口的坐标，而不能产生滚轮而自动向下。这就导致当我输出到最下面的时候再使用gotoxy函数就会出现预期之外的结果。最后我将函数改写成了单纯使用cout来一行行输出，解决了这个问题。

5.心得体会

5.1.在完成本次作业中的心得体会与经验教训

5.1.1.心得体会

1)反复出现的常量应该用常变量或者宏定义的方式写在头文件中，便于维护。

2)变量命名要准确易于理解，最好使用下划线命名法或驼峰命名法。

本次作业我尝试了这两种命名法都应用一遍。Cosole 中使用驼峰命名法，其他 cpp 中使用下划线命名法，让我对这两种命名方法的理解更进了一步。

3)在源程序中要善于写注释，并且对不同的函数和不同的定义做分类以及说明，减少维护线程序时浪费的时间。在同一函数中也要注意用空行来区分不同代码块，便于区分。

4)要善于构建临时测试，并学会打断点，边写代码边做测试，这样可以大大节省后续调试的时间，同时也不会因为程序过于庞大而找不到错误在哪。

5)充分思考后再开始写代码，增加代码精巧程度，减少无效代码和垃圾代码。

5.1.2 函数分类

这次大作业中我将函数按照功能分为了五类，并放在了不同的cpp文件中。这样做能让我更加方便的找到各个函数的位置，并且能增加我对于程序的理解

5.1.3 通过改变参数来使函数完成不同的功能

在这次大作业中我利用改变参数来使函数完成不同的功能，合并了一些函数和更改了以前的公共函数。在我看来，这样做的最大好处就是能够使函数的数量减少，看起来也更加简洁明了。

5.2 分为若干小题的方式是否对你的设计起到了一定的提示作用？

有一定的提示作用，可以让我按照小题的顺序去一步步实现功能，将一个很大的程序分解成一个个很小的功能，再一点一点去实现，我觉得这个指引很有帮助。

●小意见：我觉得找到坐标相邻的所有相同值的话，非递归方法是要比递归方法难很多的。可以将1/2小题调换位置，方便由简单到困难实现。

5.3.1 与汉诺塔相比，你在函数的分解上是否做到了更合理？

总体上来讲，我认为我实现了。

●首先汉诺塔的所有功能都是杂糅在solution一个cpp中的，需要调用函数的时候会非常麻烦，很容易混淆。而合成十则将功能拆分为了tools/base/console三个cpp，分别实现底层逻辑/数组输出/图形化实现，我觉得这个模块化对函数的分解是有很大帮助的。

●其次汉诺塔公用的递归函数其实是非常拥挤的，15行内要实现8个不同功能的递归，只能体外再写一个分支函数，在划分上会显得特别杂糅。而本次底层函数没有了这种限制，就可以实现具体功能具体函数实现，我觉得这种分解相较于上一次有了很大的提高。

5.3.2 介绍一下你的几个重点函数的分类、方法及使用情况（特别是涉及到用参数区分差异的部分）

分类上文中已经详细阐述，这种规整的模块化其实很令人赏心悦目。

方法：●实现相似功能的函数可以放在一起，调用的时候方便对比和查找。

●实现同一组功能的函数可以放在一个文件，如数组输出/图形化实现就可以划分不同的函数。

使用情况：参数区分差异主要是为了减少重复的代码冗余，用相同的代码实现尽量多的功能。

这里以 print_res 为例。

●调用参数设置标识符 tag，若 tag 为 1，则表示是第一次调用该函数，需要额外显示 findmoto

数组的情况，所以将打印 findmoto 数组，为 1 打印*,为 0 打印 0。

●若 tag 为 0，则表示是消去后调用该函数，就不需要打印 findmoto 数组的情况了，只用打印 moto 数组情况即可。

5.4 以本次作业为例，谈谈编写一个相对复杂的程序的心得体会

相对复杂函数的主要特点就是大。代码量大，函数多，很容易出现遗忘的问题。

这个时候平时小作业所嗤之以鼻的写注释、规范命名、模块函数分类就显得非常重要。

●不写注释，过几天就忘了函数/参数每个是干嘛的了，非常不利于维护。

●不规范命名，比如全部命名为 abcd1234，甚至不用过几天，只要这个函数写得稍微长一点，轻则忘了参数是干嘛的，重则相互混淆，造成很难排除的 bug。函数更是如此，命名如果没有意义，后续调用都不知道是什么功能，整个程序很容易崩掉。

●模块函数分类。这次的作业，应该是函数写的最多的一次作业，有很多很多功能需要实现，如果不将其分类，找起来真的是眼花缭乱，很容易看困了，或者上下翻半天才知道是干嘛的，非常浪费时间不说，心态还容易受影响。

所以我觉得应该：

1.做好函数分类：

将函数按照功能分为类，放在不同的cpp文件中。便于寻找与理解。（详见5.1.2）

2.养成好的函数与变量命名规则：

易于理解函数的含义，减少错误引用。（详见 5.1.1）

6. 附件：源程序

6.1. 所有找到相邻的相等数字，非递归方式实现

```
void find_res(int moto[][10], int row, int column, int findmoto[][10], int x, int y, int res)//所有找到相邻的相等数字，非递归方式实现
{
        static int find = 1;
        struct node
        {
         int x;
         int y;
         int tag = 0;
        };
        node a[80];
        a[0].x = x;
```

```
a[0].y = y;
a[0].tag = 1;
int final[80] = { 0 };
int sum = 1;
for (int i = 0; i < row; i++)
{
 for (int j = 0; j < column; j++)
 {
        if (moto[i][j] == res)
        {
                a[find].x = i;
                a[find].y = j;
                find++;
        }
 }
}
for (int i = 0; i < sum; i++)
{
 for (int j = 1; j < find; j++)
 {
        if (a[final[i]].x + 1 == a[j].x && a[final[i]].y == a[j].y && a[j].tag == 0)
        {
                final[sum] = j;
                sum++;
                a[j].tag = 1;
        }
        else if (a[final[i]].x - 1 == a[j].x && a[final[i]].y == a[j].y && a[j].tag == 0)
        {
                final[sum] = j;
                sum++;
                a[j].tag = 1;
        }
        else if (a[final[i]].x == a[j].x && a[final[i]].y + 1 == a[j].y && a[j].tag == 0)
        {
                final[sum] = j;
                sum++;
```

装 订 线

```
                a[j].tag = 1;
            }
            else if (a[final[i]].x == a[j].x && a[final[i]].y - 1 == a[j].y && a[j].tag == 0)
            {
                final[sum] = j;
                sum++;
                a[j].tag = 1;
            }
        }
        }
        for (int i = 0; i < sum; i++)
        {
         findmoto[a[final[i]].x][a[final[i]].y] = 1;
        }
}
```

装

6.2.所有找到相邻的相等数字，递归方式实现

订

```
void find_res_rec(int moto[][10], int row, int column, int findmoto[][10], int x, int y, int res)
{
        if (x < 0 || y < 0 || x >= row || y >= column)
         return;
        static int num = 1;
        if (x > 0)
         if (moto[x - 1][y] == res && !findmoto[x - 1][y])
         {
            num++;
            findmoto[x - 1][y] = 1;
            find_res_rec(moto, row, column, findmoto, x - 1, y, res);
         }
        if (y > 0)
         if (moto[x][y - 1] == res && !findmoto[x][y - 1])
         {
            num++;
            findmoto[x][y - 1] = 1;
            find_res_rec(moto, row, column, findmoto, x, y - 1, res);
```

线

```
        }
        if (x < row - 1)
         if (moto[x + 1][y] == res && !findmoto[x + 1][y])
         {
              num++;
              findmoto[x + 1][y] = 1;
              find_res_rec(moto, row, column, findmoto, x + 1, y, res);
         }
        if (y < column - 1)
         if (moto[x][y + 1] == res && !findmoto[x][y + 1])
         {
              num++;
              findmoto[x][y + 1] = 1;
              find_res_rec(moto, row, column, findmoto, x, y + 1, res);
         }
}
```

6.3. 随机数函数

```
int random(int max)//随机值函数
{
        int n;
        switch (max)
        {
         case 3:
              n = (rand() % 3) + 1;;
              return n;
         case 4:
              n = rand() % 10 + 1;
              if (n == 10)
                   return 4;
              else
                   return n % 3 + 1;
         case 5:
              n = rand() % 20 + 1;
              if (n == 1 || n == 2)
                   return 5;
```

```
            else if (n == 3 || n == 4 || n == 5)
                return 4;
            else
                return n % 3 + 1;
        case 6:
            n = rand() % 20 + 1;
            if (n == 1)
                return 6;
            else if (n == 3 || n == 4 || n == 5)
                return 5;
            else
                return n % 4 + 1;
        default:
            n = rand() % 20 + 1;
            if (n == 1)
                return max;
            else if (n == 2)
                return max - 1;
            else if (n == 3 || n == 4)
                return max - 2;
            else
                return rand() % (max - 3) + 1;
        }
}
```

6.3. 判断相邻函数

```
int judge_merge(int moto[][10], int row, int column)
{
    for (int i = 0; i < row; i++)
    {
        for (int j = 0; j < column; j++)
        {
            if (i >= 1)
            {
                if (moto[i][j] == moto[i - 1][j])
                    continue;
            }
            if (j >= 1)
```

```
                {
                    if (moto[i][j] == moto[i][j - 1])
                        continue;
                }
                if (i < row - 1)
                {
                    if (moto[i][j] == moto[i + 1][j])
                        continue;
                }
                if (j < column - 1)
                {
                    if (moto[i][j] == moto[i][j + 1])
                        continue;
                }
                else
                    return 0;
            }
        }
        return 1;
}
int judge_adjoin(int moto[][10], int row, int column, int x, int y)
{
        if (x >= 1)
        {
            if (moto[x][y] == moto[x - 1][y])
                return 1;
        }
        if (y >= 1)
        {
            if (moto[x][y] == moto[x][y - 1])
                return 1;
        }
        if (x < row - 1)
        {
            if (moto[x][y] == moto[x + 1][y])
                return 1;
        }
        if (y < column - 1)
        {
            if (moto[x][y] == moto[x][y + 1])
                return 1;
        }
        return 0;
}
```