学生学号	0121610870126	实验课成绩	

武漢理工大學

学 生 实 验 报 告 书

实验课程名称	数据结构与算法综合实验
开课学院	计算机科学与技术学院
指导教师姓名	李晓红
学生姓名	严伟滔
学生专业班级	软件工程 1604

2017 -- 2018 学年 第 2 学期

实验课程名称：　数据结构与算法综合实验

实验项目名称	线性结构与连连看游戏			报告成绩	
实验者	严伟滔	专业班级	软件 1602	组别	
同组者				完成日期	2018 年 6 月 18 日

第一部分：实验分析与设计（可加页）

一、　实验目的和具体内容

1.实验目的

通过连连看项目，达到如下目标：

(1)了解业务背景，调研与连连看同类型游戏，了解连连看游戏的功能和规则等。

(2)掌握 C++开发工具和集成开发环境（Microsoft Visual Studio 2015）

(3)掌握 C++面向对象的编程思想和 C++的基础编程。

(4)了解 MFC 基本框架，包括 MFC Dialog 应用程序和 GDI 编程。

(5)了解线性结构，重点掌握数组和栈操作，数组遍历、消子和胜负判断等算法。

(6)了解项目开发流程，了解系统需求分析和设计，应用迭代开发进行项目开发。

(7)养成良好的编码习惯和培养软件工程化思维，综合应用“C++编程、MFC Diaolog、算法、线性结构”等知识，开发“连连看游戏”桌面应用程序，达到掌握和应用线性结构核心知识的目的。

2.实验内容

实现基本功能：开始游戏、暂停游戏、消子、判断胜负、提示、重排、计时等。

（1）主界面：设计“欢乐连连看”项目的主界面，在主界面上添加一个背景图片，并在适当的地方添加“基本模式”、“休闲模式”、“关卡模式”、“帮助”、“设置”、“排行榜”按钮。

（2）开始游戏：当玩家在主界面选择“基本模式”时，出现基本游戏界面，并隐藏主界面，玩家点击“开始游戏”按钮，生成游戏地图。

（3）消子：对玩家选中的两张图片进行判断，判断是否符合消除规则。符合一条直线连通、两条直线连通、三条直线连通这三种情况之一就可以消除。如果可以消除，从游戏地图中提示连接路径，然后消除这两张图片。如果不能消除，则保持原来的游戏地图。

消子规则

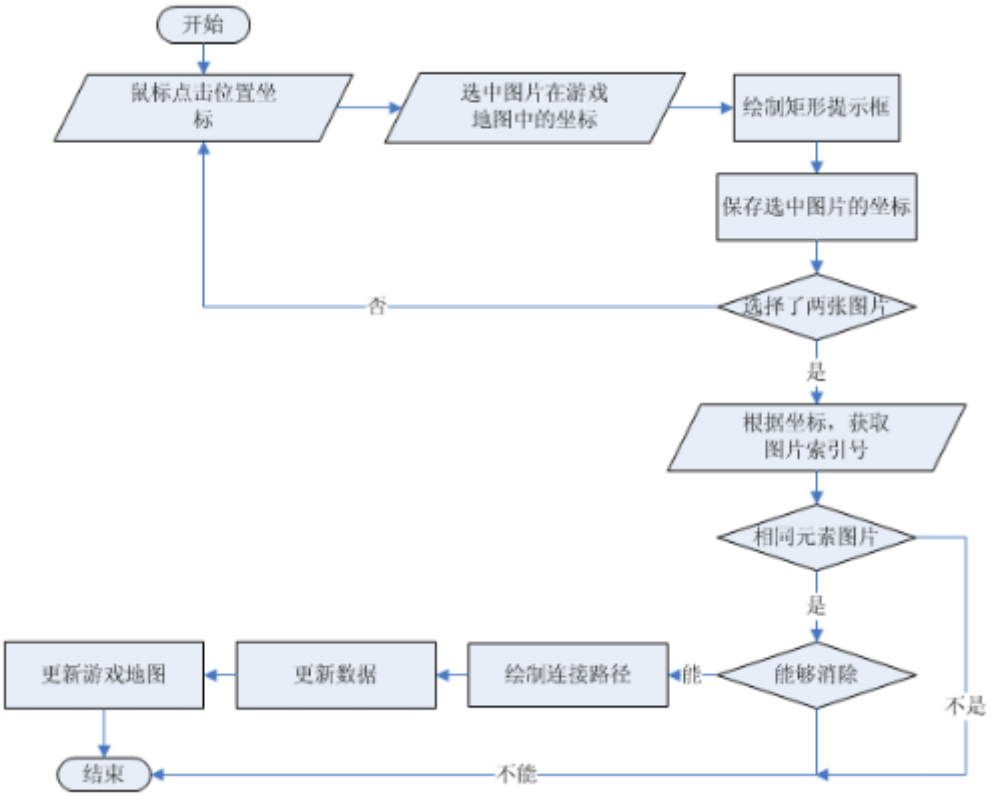
（4）判断胜负：在基本模式下如果将游戏地图中的所有的图片都消除，则提示玩家获胜，并且可以重新开始新游戏。

（5）提示：可以提示界面上能够消除的一对图片。

（6）重排：根据随机数，重新排列游戏地图上的图片。

（7）计时：设定一定的时间来辅助游戏是否结束。

（8）暂停游戏：游戏过程中可以暂停计时，并且将游戏地图遮盖，按钮显示为继续游戏。选择继续游戏，计时继续。



二、 分析与设计

欢乐连连看项目采用 MFC 框架，软件采用三层结构。使用二维数组来保存游戏地图中的数据，基本实现了连连看的核心功能。

整体采用 MVC 架构,将游戏核心模型,UI 界面,游戏控制器进行分离,降低耦合性,方便修改

1.数据结构的设计

游戏核心逻辑/模型:

```
class LLKModel
{
public:
    LLKModel();
    ~LLKModel();
    ......
private:
    ......
};
```

基础存储结构:

```
/*
 * 模板类Array2D
 * 采用了连续的内存空间并按行优先存储的方式存储元素
 * 重载了 [] 运算符,可以方便的通过"array[i][j]"形式索引元素
 * 也可以直接获取内存地址,对元素存储内存空间进行直接操作,像一维数组一样直接索引
 * 使用时注意传入参数行与列的范围不能过大,最大分配空间为4GB */
template <typename T>
class Array2D{
    T* Array2D<T>::operator[](size_t _x);
}
```

单个方格结构体:

```
typedef struct GirdBoxItem
{
    uint16_t type;
    uint16_t exist;
}GirdBoxItem, GirdBox;
```

其中type用来记录此方格的类型

exist用来记录此方格是否存在

2.界面设计

基础控件部分:

这里我使用了 WindowsAPI 与 GDI+,重写了基础控件:

1.文本类,支持自定义字体,字号,格式,对齐方式,位置等

2.边框类,支持更改边框粗细,颜色,位置,大小,还有形状:矩形,椭圆形,圆角矩形

3.按钮类,由边框类与文本类还有背景色组合而成,支持动画效果,可以对鼠标操作作出响应

4.进度条类,基础实现与按钮类大致相同,在此基础上增加根据百分比显示进度功能,由触发器更新进度并显示,可根据不同进度显示不同颜色

整体 UI 部分:

分为加载界面,主界面,游戏界面三大部分:

加载界面: 显示启动图并停留 5 秒,然后跳转主界面

主界面:由背景,菜单按钮控件等部分组成

游戏界面:连连看 Map 部分,,辅助功能部分,时间模式下的进度条部分,背景等

3.类设计

1.Array2D 模板类,

```
template <typename T>
class Array2D
{
public:
```

```
    /*构造函数,传入数组行与列大小*/
    Array2D(size_t _x, size_t _y);
    /*析构函数*/
    ~Array2D();
    /*重载运算符*/
    T* operator[](size_t _x);
    /*Dump内存*/
    void dumpMemData(char* fileName);
    /*获取分配得到的内存首地址*/
    const T* getMemBlockPtr();
    /*获取数组行与列大小*/
    void getXY(int32_t& _x, int32_t& _y);
private:
    /*对象状态*/
    int status;
    /*数组行与列大小*/
    size_t x, y;
    /*T大小(字节)*/
    size_t TSize;
    /*内存区域指针*/
    void* memblockptr;
    /*数组元素总数*/
    size_t arraytotalnum;
    /*内存区域大小*/
    size_t memblocksize;
    /*内存分配函数*/
    void tdaMalloc();
    /*内存回收函数*/
    void tdaRecycle();
    };
```

2. LLKModel(连连看核心游戏模型):

```
class LLKModel
{
public:
    LLKModel();
    ~LLKModel();
    /*初始model,参数为map宽高以及方格种类数目*/
    void init(int32_t _mapWidth, int32_t _mapHeight, int32_t _girdTypeNum);
    /*按照默认模式生成带随机地图的model,且保证配对数为偶数*/
    bool generateModelByDefault();
    /*按照最外圈留白模式生成带随机地图的model,且保证配对数为偶数*/
    bool generateModelWithBlankAround();
    /*随机打乱map函数,map上每个方格几何位置以及存在状态不会受影响,打乱的是每个方格type值*/
    void disruptMap();
    /*点击(_tappedPosiX, _tappedPosiY)位置的方格作出响应函数*/
```

```
    int32_t processTappedGirdBox(int32_t _tappedPosiX, int32_t _tappedPosiY, Paths* paths);
    /*导出map数据到文件,方便调试时查看*/
    void dumpMemData(char* fileName);
    /*获取Array2D模板类对象map*/
    Array2D<GirdBox>* getMap();
    /*获取模型状态*/
    LLKModelStatus getStatus();
    /*获取map剩余方格数目*/
    int32_t getRemainingGirdNum();
    /*获取map原有方格总数*/
    int32_t getTotalNum();
    /*获取map上当前被选中方格坐标值*/
    void getSelectedPosi(int32_t* _sx, int32_t* _sy);
private:
    /*模型状态*/
    LLKModelStatus modelStatus;
    /*map宽与高*/
    int32_t mapWidth;
    int32_t mapHeight;
    /*map中方格种类数目*/
    int32_t girdTypeNum;
    /*map剩余方格数目*/
    int32_t remainingGirdNum;
    /*map原有方格总数*/
    int32_t totalGirdNum;
    /*Array2D模板类对象map*/
    Array2D<GirdBox>* map;
    /*map上当前被选中方格坐标值*/
    int32_t selectedGirdPosiX;
    int32_t selectedGirdPosiY;
    /*设置map宽高与种类*/
    void setMapWidth(int32_t _mapWidth);
    void setMapHeight(int32_t _mapHeight);
    void setGirdTypeNum(int32_t _girdTypeNum);
    /*检查数据有效性,合理性*/
    bool checkRationality();
    /*核心算法: ab两方格进行消子判断并获取消除路径*/
    bool checkElimination(int32_t aX, int32_t aY, int32_t bX, int32_t bY, Paths* paths);
    };
```

3:UI 控件,这里以 Button 为例:

```
/*回调函数指针类型*/
typedef void (*BCallBack)();
```

```
class Button
{
public:

    Button();
    Button(Text& _text);
    virtual ~Button();
    /*绘制函数*/
    void draw();
    void draw(int _x, int _y);
    void draw(int _x, int _y, int _width, int _height);
    void draw(Gdiplus::Graphics* _graphics);
    void draw(Gdiplus::Graphics* _graphics, int _x, int _y);
    void draw(Gdiplus::Graphics* _graphics, int _x, int _y, int _width, int _height);
    /*触发器*/
    void trigger();
    /*处理鼠标消息函数*/
    int onMouseEventProcess(MouseLRBtnGeoStatus* _mlrbgs);
    /*设置点击回调函数*/
    void setOnClickCallBack(BCallBack _callBack);
    /*开启/关闭背景显示*/
    void enableDisplayBackground(bool _b);
    /*设置鼠标按下颜色*/
    void setPressedColor(int _A, int _R, int _G, int _B);
    /*设置鼠标划过颜色*/
    void setFlittedColor(int _A, int _R, int _G, int _B);
    /*设置背景颜色*/
    void setBackgroundColor(int _A, int _R, int _G, int _B);
    /*开启/关闭边框显示*/
    void enableDisplayBorder(bool _b);
    /*设置边框形状*/
    void setShapeType(BorderType _borderType);
    /*设置GDI+绘图引擎*/
    void setGDIGraphics(Gdiplus::Graphics* _graphics);
    /*设置位置*/
    void setPosi(int _x, int _y);
    /*设置宽高*/
    void setSize(int _width, int _height);
    /*获取相关属性*/
    int getPosiX();
    int getPosiY();
    int getPosiWidth();
    int getPosiHeight();
    BorderType getShapeType();
    Gdiplus::Graphics* getGDIGraphics();
    /*设置文本*/
```

```
    void setText(char* _srcA);
    void setText(wchar_t* _srcW);
    void setText(std::string& _srcStringA);
    void setText(std::wstring& _srcStringW);
    /*设置字体*/
    void setFontName(char* _fontNameA);
    void setFontName(wchar_t* _fontNameW);
    void setFontName(std::string& _fontNameA);
    void setFontName(std::wstring& _fontNameW);
    /*设置字号*/
    void setFontSize(int _fontSize);
    /*设置字体格式,加粗,倾斜,下划线等*/
    void setFontStyle(Gdiplus::FontStyle _fontStyle);
    /*设置文本对齐方式*/
    void setStringAlignment(Gdiplus::StringAlignment _stringAlignment);
    /*设置文本颜色*/
    void setTextColor(Gdiplus::Color& _color);
    void setTextColor(int _R, int _G, int _B);
    void setTextColor(int _A, int _R, int _G, int _B);
    /*设置鼠标按下文本颜色*/
    void setPressedTextColor(int _A, int _R, int _G, int _B);
    /*设置鼠标划过文本颜色*/
    void setFlittedTextColor(int _A, int _R, int _G, int _B);
    /*获得文本内容*/
    std::string getTextA();
    std::wstring getTextW();
    /*获得相关属性*/
    int getTextPosiX();
    int getTextPosiY();
    int getFontSize();
    Gdiplus::Color getTextColor();
    /*设置边框粗细*/
    void setBorderStroke(float _f);
    /*设置边框为圆角矩形时的圆角半径*/
    void setBorderRectRadius(int _rectRadius);
    /*设置边框颜色*/
    void setBorderColor(Gdiplus::Color& _color);
    void setBorderColor(int _R, int _G, int _B);
    void setBorderColor(int _A, int _R, int _G, int _B);
    /*获得边框粗细*/
    float getBorderStroke();
    /*获得边框为圆角矩形时的圆角半径*/
    int getBorderRectRadius();
    /*获得边框颜色*/
    Gdiplus::Color getBorderColor(Gdiplus::Color& _color);
```

```
protected:
    Gdiplus::Graphics* graphics;
    Gdiplus::RectF rect;
    /*点击事件回调函数指针*/
    BCallBack callBack;
    int x, y;
    int width, height;
    Text text;
    /*int tarA, tarR, tarG, tarB;
    int curA, curR, curG, curB;*/
    bool displayBorder;
    bool displayBackground;

    Gdiplus::Color pressedColor;
    Gdiplus::Color flittedColor;
    Gdiplus::Color normalColor;
    Gdiplus::Color backgroundColor;

    Gdiplus::Color pressedTextColor;
    Gdiplus::Color flittedTextColor;
    Gdiplus::Color normalTextColor;
    Gdiplus::Color textColor;

    Border border;
    BorderType borderType;
    /*初始化*/
    void init();
    /*绘制过程*/
    void drawProcess();
    /*计算文本位置(用来使文本刚好处于按钮正中央)*/
    void calcTextPosi();
    /*计算边框位置*/
    void calcBorderPosi();
};
```

4.游戏控制器模型 GameController:

```
class GameController
{
public:
    GameController();
    ~GameController();
    /*带参数初始化控制器*/
    bool init(Gdiplus::Graphics* _graphics, int32_t _mapWidth, int32_t _mapHeight, int32_t
_girdTypeNum, int32_t _posiX, int32_t _posiY);
    Gdiplus::Graphics* getGDIGraphics();
    /*输入设备消息响应*/
```

```
    void actionProc(int, void*, void*);
    /*绘制函数*/
    void draw();
    /*重排地图*/
    void rearrangeMap();
    /*获取游戏模型*/
    LLKModel* getModel();
    /*获得本次游戏模型基本信息,宽高左上角坐标等*/
    void getBaseInfo(int32_t&, int32_t&, int32_t&, int32_t&, int32_t&);
    /*获取本次游戏模型剩余方格数*/
    int32_t getRemainingNum();
    /*获取消子路径(如果有)*/
    Paths* getPaths();
private:
    Gdiplus::Graphics* graphics;
    LLKModel* model;
    Paths path;
    /*游戏模型基础信息*/
    int32_t mapWidth;
    int32_t mapHeight;
    int32_t mapWidthPix;
    int32_t mapHeightPix;
    int32_t girdTypeNum;
    int32_t posiX, posiY;
    /*这里要求每个方格贴图为正方形,单位边长像素值*/
    int32_t girdBoxImageSize;
    /*方格贴图*/
    std::vector<Gdiplus::Image*> girdImages;
    /*处于选中状态的方格特效图片(最外圈有一层白色光圈)*/
    Gdiplus::Image* selectedSpecEffectImage;
    /*背景小方格图片*/
    Gdiplus::Image* oddNumImage;
    Gdiplus::Image* evnNumImage;
    /*整体背景图片*/
    Gdiplus::Image* gameUIBackgroundImage;
    /*载入资源*/
    void loadRes();
    /*回收资源*/
    void recycleRes();
    /*判断点击位置是否在游戏模型Map内*/
    bool GameController::isInGameMapArea(int x, int y);
    /*通过点击位置计算得到被点击方格在游戏模型Map中的逻辑位置(行与列)*/
    bool GameController::calculateGirdBoxPosi(int mbupx, int mbupy, int* girdx, int* girdy);
};
```

三、主要仪器设备及耗材

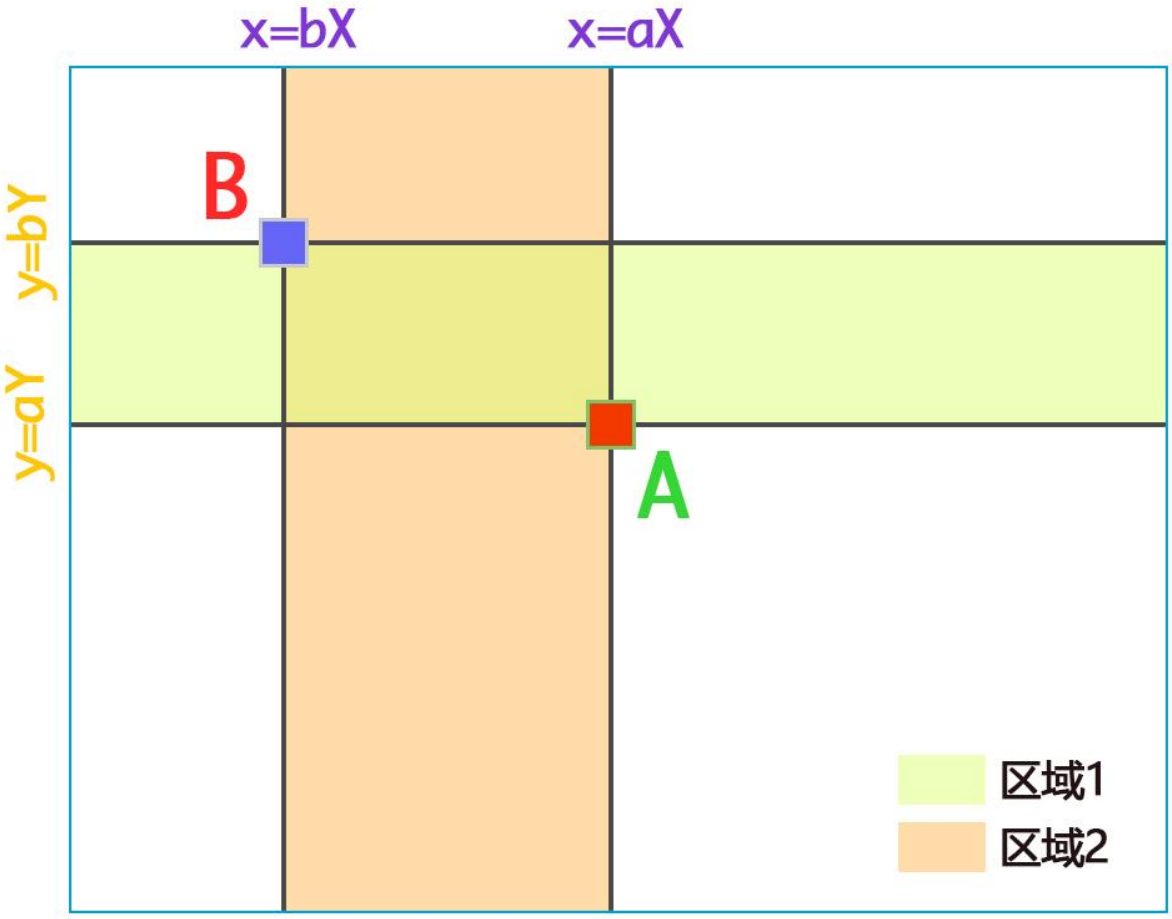
1. 安装了 Windows XP 或 Windows 7 或其它版本的 Windows 操作系统的 PC 机 1 台
2. PC 机系统上安装了 Microsoft Visual Studio 开发环境

第二部分：实验过程和结果（可加页）

一、 实现说明

1.游戏核心模型基础逻辑 1-消子判断:

消子判断:我们在游戏时,观察一下连连看游戏的消子规则,可以发现对于 Map 上的任意 AB 两点,如果可以进行消子,则路径拐点不会超过 2 次,也就是消子路径最多有三段折线,分析后,可以得知,消子路径只会出现在下图中的区域 1 与区域 2 中.(从左到右为 X 轴正方向,从上到下为 Y 轴正方向)



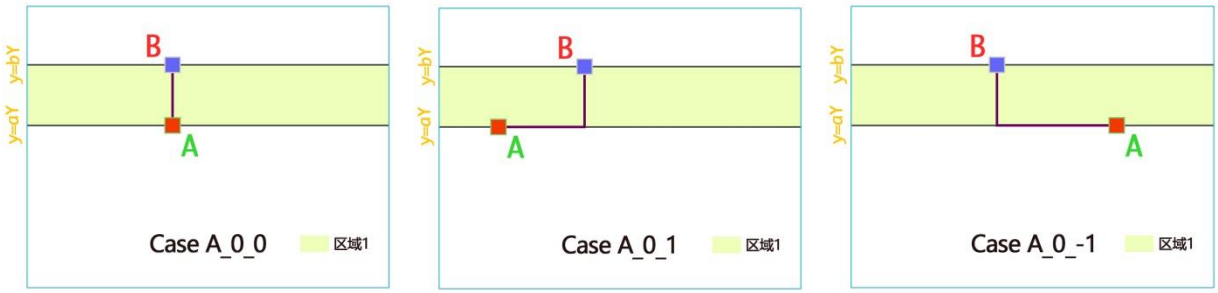
我们在查找消子路径时按照如下两种情况考虑:

1.点 B 在 A 点上方,记为情况 A,在上图所示的区域 1(y∈[bY,aY])中查找

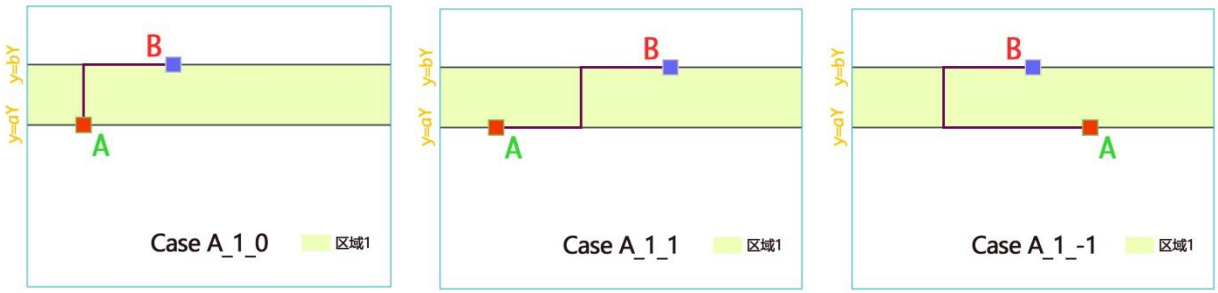
2.点 B 在 A 点左侧,记为情况 B,在上图所示的区域 2(x∈[bX,aX])中查找

A 情况(我们将下方,左侧,右侧分别记为 0,1,-1)(共计九种情况)

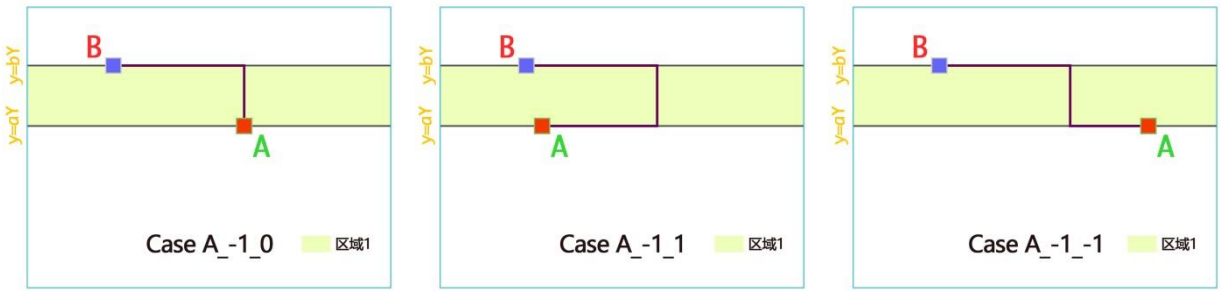
从 B 下方开始查找,有如下三种情况:



从 B 左侧开始查找,有如下三种情况:

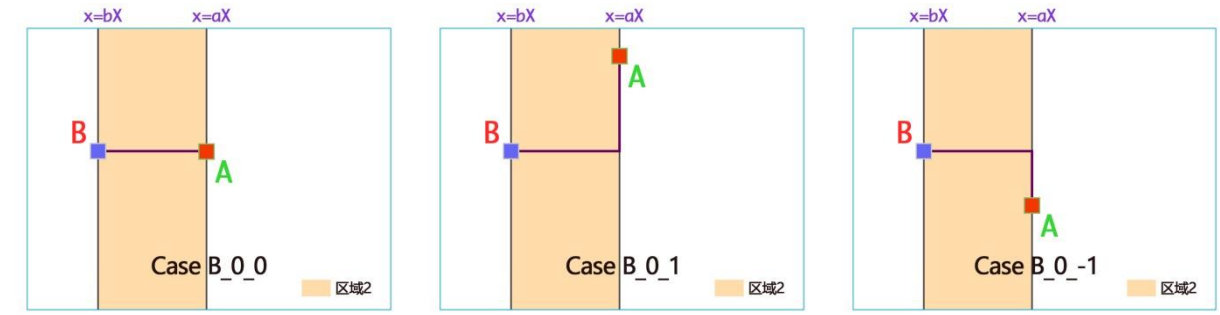


从 B 右侧开始查找,有如下三种情况:

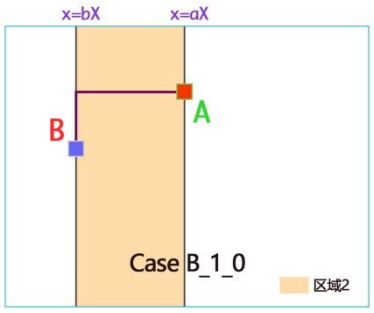


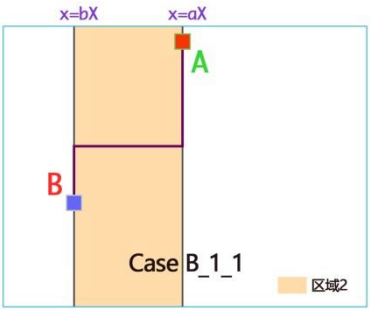
B 情况(我们将右侧,上方,下方分别记为 0,1,-1)(共计九种情况)

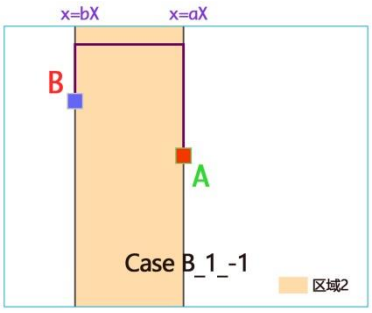
从 B 右侧开始查找,有如下三种情况:



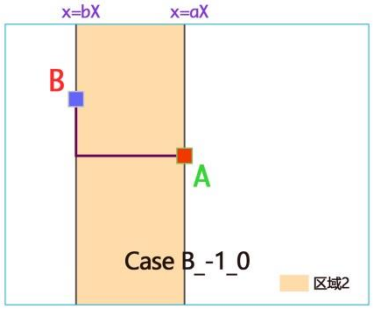
从 B 上方开始查找,有如下三种情况:

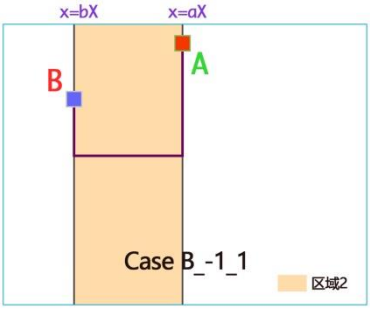


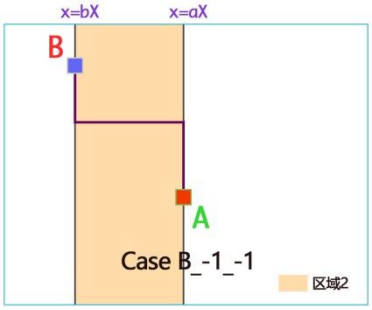




从 B 下方开始查找,有如下三种情况:







AB 两类共计 3*3*2=18 种情况,按照此思路编写程序即可

下面是以 A 情况的 B 点右侧查找为例的算法代码,(对应 Case A_-1_0, Case A_-1_1, Case A_-1_-1):

```
/*寻路方式2:从B点左侧开始遍历,直到x为0*/
        for (int32_t xi = bX - 1; xi >= 0;xi--) {
            /*bX为0时,已为最左侧,不进行遍历*/
            if (bX == 0) {
                break;
            }
            /*此位置有方格,则停止向左遍历*/
            if ((*map)[xi][bY].exist == 1) {
                break;
            }
            /*检查第二条路径是否连通,注意这里不必检查到y = aY这一行*/
            if (checkVerticalConnectivity(map, xi, bY, aY - 1)) {
                /*第二条路径尽头为A点的情况*/
                if (xi == aX) {
                    /*出口A_-1_0*/
                    setPathNum(paths, 2);
                    setP1(paths, bX, bY);
                    setP2(paths, aX, bY);
                    setP3(paths, aX, aY);
                    return true;
                }
                /*A点在第二条路径尽头左侧的情况*/
```

```
                else if (aX < xi) {
                    /*检查第三条路径是否连通,注意这里不必检查x = aX这一列*/
                    if (checkHorizontalConnectivity(map, aY, aX + 1, xi)) {
                        /*出口A_-1_-1*/
                        setPathNum(paths, 3);
                        setP1(paths, bX, bY);
                        setP2(paths, xi, bY);
                        setP3(paths, xi, aY);
                        setP4(paths, aX, aY);
                        return true;
                    }
                    else {
                        /*以(aX + 1, aY)为起点,(xi, aY)为终点的水平路径不连通,检查下一个xi*/
                        continue;
                    }
                }
                /*A点在第二条路径尽头右侧的情况*/
                else {
                    /*检查第三条路径是否连通,注意这里不必检查x = aX这一列*/
                    if (checkHorizontalConnectivity(map, aY, xi, aX - 1)) {
                        /*出口A_-1_1*/
                        setPathNum(paths, 3);
                        setP1(paths, bX, bY);
                        setP2(paths, xi, bY);
                        setP3(paths, xi, aY);
                        setP4(paths, aX, aY);
                        return true;
                    }
                    else {
                        /*以(xi, aY)为起点,(aX - 1, aY)为终点的水平路径不连通,检查下一个xi*/
                        continue;
                    }
                }
            }
            else {
                /*以(xi, bY)为起点,(xi, aY - 1)为终点的垂直路径不连通,检查下一个xi*/
                continue;
            }
        }
```

2.游戏核心模型基础逻辑 2-方格点击响应函数:

```
/*点击(_tappedPosiX, _tappedPosiY)位置的方格作出响应函数*/
int32_t LLKModel::processTappedGirdBox(int32_t _tappedPosiX, int32_t _tappedPosiY, Paths* paths) {
    /*位置非法则记录错误信息,直接返回*/
    if (_tappedPosiX < 0 || _tappedPosiY < 0 || _tappedPosiX >= mapWidth || _tappedPosiY >= mapHeight)
{
```

```
        LLKErrLog("TappedGBPositionERR: X: %03d, Y: %03d\n", _tappedPosiX, _tappedPosiY);
        /*将paths置为无效状态*/
        invalidatePaths(paths);
        /*返回状态为点击位置参数非法(负数,超过map宽高等非法状态)*/
        return LLKMLTP_ERROR_POSITION;
    }
    /*本次点击位置方格状态为不存在时返回,同时将之前的已选中方格记录清空*/
    if ((*map)[_tappedPosiX][_tappedPosiY].exist == 0) {
        selectedGirdPosiX = -1;
        selectedGirdPosiY = -1;
        //LLKInfLog("TappedGBPositionEmpty: X: %03d, Y: %03d\n", _tappedPosiX, _tappedPosiY);
        /*将paths置为无效状态*/
        invalidatePaths(paths);
        /*返回状态为所选方格不存在*/
        return LLKMLTP_EMPTY;
    }
    /*本次点击位置与已选中方格相同时返回,同时将之前的已选中方格记录清空*/
    if (_tappedPosiX == selectedGirdPosiX && _tappedPosiY == selectedGirdPosiY) {
        selectedGirdPosiX = -1;
        selectedGirdPosiY = -1;
        //LLKInfLog("TappedGBPositionIsConsistentWithLastTime : X: %03d, Y: %03d\n", _tappedPosiX,
_tappedPosiY);
        /*将paths置为无效状态*/
        invalidatePaths(paths);
        /*返回状态为所选方格与上一次重复*/
        return LLKMLTP_CONSISTENT;
    }
    /*处理当前模型中没有已选中方格的情况,将本次点击的方格记为待配对状态*/
    if (selectedGirdPosiX == -1 && selectedGirdPosiY == -1) {
        selectedGirdPosiX = _tappedPosiX;
        selectedGirdPosiY = _tappedPosiY;
        /*将paths置为无效状态*/
        invalidatePaths(paths);
        /*返回状态为选中某方格*/
        return LLKMLTP_SELECTED;
    }
    /*处理当前模型中有已选中方格的情况,进行消子判断*/
    else{
        /*判断选中方格与点击方格是否为同一类*/
        bool b0 = ((*map)[selectedGirdPosiX][selectedGirdPosiY].type ==
(*map)[_tappedPosiX][_tappedPosiY].type);
        /*两方格可消*/
        if (b0 && checkElimination(selectedGirdPosiX, selectedGirdPosiY, _tappedPosiX, _tappedPosiY,
paths)) {
            /*两子存在状态置为否*/
            (*map)[selectedGirdPosiX][selectedGirdPosiY].exist = 0;
```

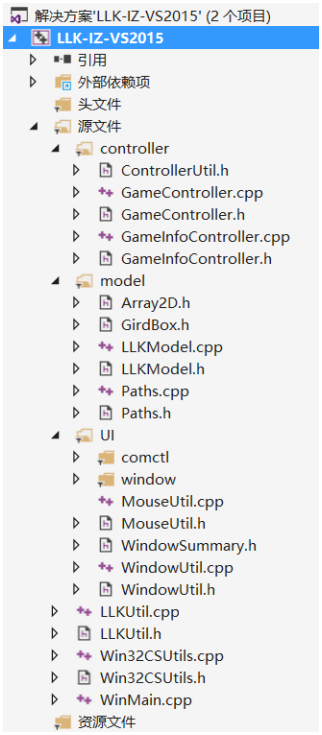
```
            (*map)[_tappedPosiX][_tappedPosiY].exist = 0;
            /*已选中方格记录清空*/
            selectedGirdPosiX = -1;
            selectedGirdPosiY = -1;
            /*剩余未消除数量减2*/
            this->remainingGirdNum -= 2;
            /*将paths置为有效状态,其中存储了消除路径信息*/
            validatePaths(paths);
            /*返回消除成功*/
            return LLKMLTP_ELIMINATE_SUCCESS;
        }
        /*两方格不可消*/
        else {
            /*已选中方格记录转换到_tapped位置*/
            selectedGirdPosiX = _tappedPosiX;
            selectedGirdPosiY = _tappedPosiY;
            /*将paths置为无效状态*/
            invalidatePaths(paths);
            /*消除失败,返回状态为选中方格转移到tapped位置*/
            return LLKMLTP_SWITCH_SELECTED;
        }
    }
    /*正常状态不可能到达这里*/
    LLKErrLog("FunctionERR -ImpossibleProcess | X: %03d, Y: %03d\n", _tappedPosiX, _tappedPosiY);
    return LLKMLTP_ERROR_STATUS;
}
```

3.游戏核心模型基础逻辑 3-随机打乱重排:

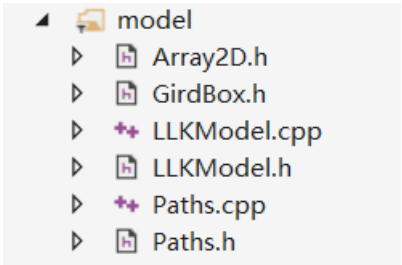
```
/*
 *打乱map
 *map上每个方格几何位置以及存在状态不会受影响,打乱的是每个方格type值
 */
void LLKModel::disruptMap() {
    if (map == NULL) {
        LLKErrLog("MapPtrNULL!\n");
        return;
    }
    if (remainingGirdNum < 2 || remainingGirdNum > LLKML_MAXGBNUM) {
        LLKInfLog("remainingGirdNum Illegal! value: %d\n", remainingGirdNum);
        return;
    }
    /*获取map上方格总数*/
    int32_t girdBoxNum = this->mapWidth * this->mapHeight;
    /*为数组rawData分配内存空间*/
    uint16_t* rawData = new uint16_t[remainingGirdNum];
    /*初始化数组rawData为全0*/
```

```
    memset(rawData, 0, sizeof(uint16_t) * remainingGirdNum);
    /*获取Array2D类的实例map中底层连续内存空间首地址*/
    GirdBox* p = (GirdBox*)map->getMemBlockPtr();
    /*遍历map中所有方格,将exist属性为1的方格的type值存入数组rawData中*/
    for (int32_t i = 0, j = 0; i < girdBoxNum && j < remainingGirdNum; i++) {
        if (p[i].exist == 1) {
            rawData[j] = p[i].type;
            j++;
        }
    }
    /*随机打乱rawData数组*/
    shuffle(rawData, remainingGirdNum);
    /*遍历map中所有方格,将打乱后的rawData数组中的元素重新写入exist属性为1的方格*/
    for (int32_t i = 0, j = 0; i < girdBoxNum && j < remainingGirdNum; i++) {
        if (p[i].exist == 1) {
            p[i].type = rawData[j];
            j++;
        }
    }
    /*回收内存*/
    delete[] rawData;
}
```

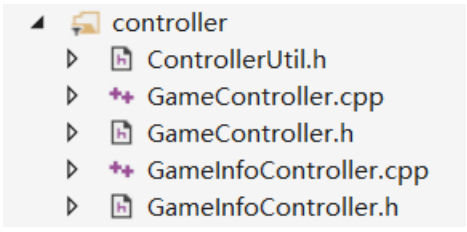
二、 源代码



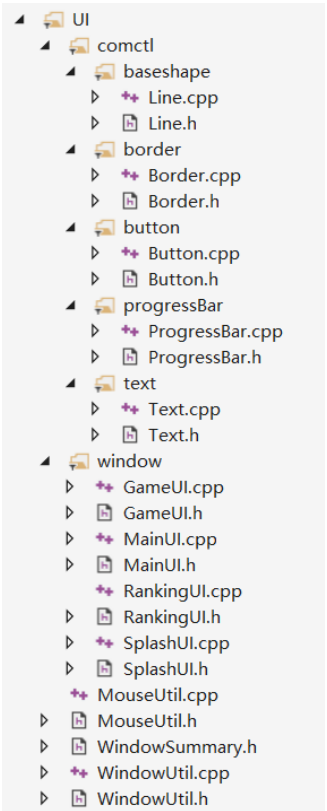
游戏模型(Model)



控制器(Controller)



UI 视图(View)

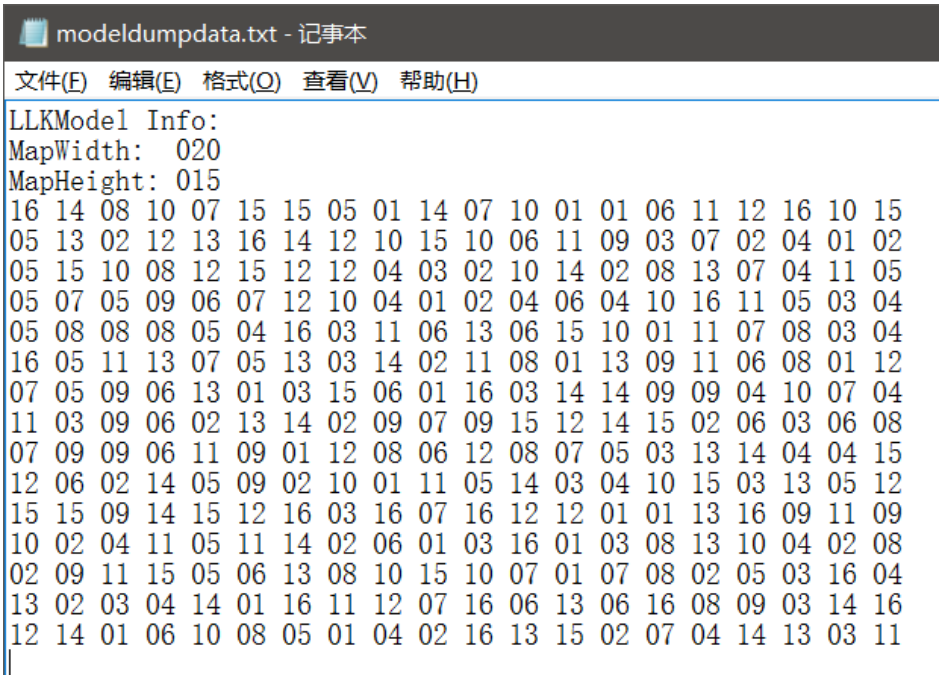


三、　调试说明（调试手段、过程及结果分析）

主界面：

计时模式：

每次游戏前生成模型阶段会将 Map 地图 dump 到文件中，方遍调试：



AI 模式自动完成：

胜利提示与失败提示：

第三部分：实验小结、收获与体会

实验小结:

本游戏主要使用 MVC 架构,将相关模块解耦合进行设计,Model 为核心模型与游戏基础算法通过分类讨论解决消子判断,做到了较好的可移植性,可移植到 Linux,Android 等平台,View 部分主要使用 WindowsAPI 与 GDI+接口,摒弃老旧的 MFC,重写按钮,边框,进度条等基础控件,实现动画等高级特效,使用双缓冲技术提升 GDI+贴图效率防止闪屏,Controller 部分将 Model 与 View 有机的结合在一起,响应时间,外设消息来控制游戏与界面的更新.除此以外还有 AI 模式等,可以做到自动完成游戏的操作

图片等资源均为通过 Photoshop 设计,进行了相应的美化

双缓冲绘制原理:

附:Win32 中，实现双缓冲的步骤如下:(这里以客户区绘图为例，hdc、hdcBuffer、hdcBmp 均是 HDC 类型变量名)

(1)首先获取客户区 DC——hdc

(2)获取关于 DC 的内存兼容 DC——hdcBuffer、获取关于 DC 的兼容内存位图并选入 hdcBuffer 中

(3)先在 hdcBuffer 中绘制所需的图(例如很多条直线、图形等等)

(4)如果你想一次性贴很多位图 ， 那么你还应该获取一个关于 DC 的内存 DC——hdcBmp ， 将位图依次选入 hdcBmp 中， 然后将位图从 hdcBmp 贴到 hdcBuffer 中

(5)最后将 hdcBuffer(也就是内存中)中绘制好的位图贴到原客户区 DC 中

收获与体会:

1.善于运用 this,在 get/set 类方法中遇到局部变量与类成员变量同名时可通过 this 来解决冲突问题

2.面向对象的思想在编程中有着重要的运用,实际是计算机发展过程中对大自然各种现象的模拟,深入理解对编程的学习很有帮助

3.编程过程中,对于边界条件需要仔细考虑,比如数组下标越界,特殊情况未考虑到等,本实验中主要体现在对不足 8bit 的部分需要补 0 处理,以及记录不足 8bit 的位数,方便以及提示用户输入有误,这些都是很重要的细节,在产品设计中也有着很重要的运用,做到良好的人机交互性.

4.一个工程项目中层次应该一目了然,目录以及文件名要有意义,对功能要做好恰当的划分,做好代码的可维护性,低耦合性,以及健壮性,这样也方便功能的迭代以及日后的维护

5.遇到复杂算法问题时,可以通过分情况讨论,分类解决,本实验中的消子判断属于情况较多的算法问题,编写程序前应仔细思考,将情况分类清楚后,再编写代码

6.熟练掌握 VisualStudio 的调试功能,在出现问题时,设置断点,单步调试,实时查看内存中的各个变量的值以及指针所指的内存地址的内容,来解决设计时产生的 Bug,对于设计一个完整的工程性 C++程序是强有力的工具.我在设计和操作链表时,由于没有注意对头节点和尾节点的考虑,出现了很多奇怪的问题,以及进行多次对链表节点进行添加或者删除操作时,会发生地址异常的问题,使用调试后发现,操作两个指针时有一个没有发生相应的移动,经过排查发现,这是某函数中缺失了一条语句而造成的.调试使得开发者更容易查找到问题所在,从而快速修复 Bug,进行下一项功能的设计.

7. 最后还有细节与心态.细节比如代码风格,缩进,注释,养成良好的习惯是很必要的,好的缩进有利于查看,方便 Debug,注释则是解释相关的函数功能结构,防止经过较长时间后忘记所带来的麻烦.另一个就是心态,对链表的相关操作以及对文件的输入输出是最为繁琐和最需要小心谨慎的,在这里出了很多问题,但告诉自己要冷静,不要着急着写,应该仔细思考后在动手,这样才能一气呵成.

经过本次 C++实验开发,我从中学到了很多原来所不了解的知识,对 C++这门语言也有了更加深刻的认识,也学到了一个优秀的软件工程师应有的品质与心态,希望自己以后在计算机的世界中汲取更多知识,更多技能,最终成为一个优秀的软件工程师.