计算机学院实验报告

实验题目：实验二：多边形的扫描转换与填充		学号：202000120101
日期：2022.9.27	班级：20.2	姓名：尹国泰
Email：1018693208@qq.com		

实验目的：

了解多边形的表示方式，区域填充基本原理，掌握多边形的扫描转换算法，实现 x 扫描线填充（使用活性边表结构)

实验环境介绍：

操作系统：Window10
编译器环境：MinGW，VSCode
OpenGL 环境：freeglut

解决问题的主要思路：

1.实现边表结构，并初始化新边表NET和活性边表AET
2.通过使用数组存储顶点的方式来存储多边形
3.根据多边形创建新边表NET
4.借助NET和AET实现x扫描线填充算法

实验步骤：

1.NET和AET结构的设计以及初始化

```
typedef struct ET{
    float x;
    float dx;
    float ymax;
    ET* next;
}AET,NET;//活性边表，新边表
AET* headAET;
NET* headNET[h+5];
//初始化活性边表和新边表
headAET=new AET;
headAET->next=NULL;
headNET[h+5];
for(int i=ymin;i<=ymax;i++){
     headNET[i] = new NET;
     headNET[i]->next = NULL;
}
```

2. 多边形的存储方式，多边形顶点确定方式

```
struct point{
    int x, y;
    point(){}
    point(int _x, int _y)
        :x(_x), y(_y) {}
};
vector<point> vertex;//多边形顶点集合

void mymouse(int button, int state, int x, int y){
    if (button == GLUT_LEFT_BUTTON && state == GLUT_DOWN){
        if(!newgl){
            glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
            newgl=1;
        }
        drawbigpixelf(x, h - y);
        point p(x, h - y);
        vertex.push_back(p);
    }//左键确定多边形的顶点
    if (button == GLUT_RIGHT_BUTTON && state == GLUT_DOWN){
        PolyScan();
        glFlush();
        clear();
    }//右键填充
    if (button == GLUT_MIDDLE_BUTTON && state == GLUT_DOWN){
        glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
        glFlush();
        clear();
    }//中键清空
}
```

确定使用的数据结构后，下面进行算法的实现

3. 首先确定扫描线范围，根据多边形顶点数组创建NET

```
  //确定扫描线最低和最高值
    int ymin=h,ymax=0;
    for(auto i:vertex) ymin=min(ymin,i.y),ymax=max(ymax,i.y);

 //建立新边表 NET
    for(int j=0;j<vertex.size();j++){//遍历多边形顶点(按顺序)
        int pre=(j-1+vertex.size())%vertex.size();//前一个点在 vertex
中的下标
        int aft=(j+1)%vertex.size();//后一个点在 vertex 中的下标
        if (vertex[pre].y > vertex[j].y){
            //与前一个点构成的边是一条新的边
            NET* cur=new NET;
```

```
            cur->x = vertex[j].x;
            cur->ymax = vertex[pre].y;
            float DX = vertex[pre].x-vertex[j].x;
            float DY = vertex[pre].y-vertex[j].y;
            cur->dx = DX/DY;
            cur->next = headNET[vertex[j].y]->next;
            headNET[vertex[j].y]->next = cur;
        }
        if (vertex[aft].y > vertex[j].y){
            //与后一个点构成的边是一条新的边
            NET* cur = new NET;
            cur->x = vertex[j].x;
            cur->ymax = vertex[aft].y;
            float DX = vertex[aft].x-vertex[j].x;
            float DY = vertex[aft].y-vertex[j].y;
            cur->dx = DX/DY;
            cur->next = headNET[vertex[j].y]->next;
            headNET[vertex[j].y]->next = cur;
        }
    }
```

4.根据前面创建的NET中的数据，使用AET实现x扫描线填充

算法分析：依次从低到高遍历每条扫描线，对于每一条扫描线，依次完成以下四步操作

（1）删除AET中到达ymax的边

（2）将NET中在y=i这一扫描线新的边用插入排序加入到AET中

（3）以AET中的点两两配对的形式来进行填充

（4）更新AET中边的x 值

```
//通过活性边表 AET 来进行区域填充
    for(int i=ymin;i<=ymax;i++){
        NET *curNET;
        AET *curAET,*preAET;
        //删除 AET 中到达 ymax 的边
        preAET=headAET;
        curAET=headAET->next;
        while (curAET){
            if (curAET->ymax == i){
                preAET->next = curAET->next;
                delete curAET;
                curAET = preAET->next;
            }else{
                preAET = preAET->next;
                curAET = curAET->next;
            }
```

```
        }
        //将 NET 中在 y=i 这一扫描线新的边用插入排序加入到 AET 中
        curNET=headNET[i]->next;
        while(curNET){
            curAET= headAET;
            while (curAET->next != NULL && curNET->x >
curAET->next->x)
                curAET = curAET->next;
            if(curAET->next != NULL && curNET->x == curAET->next->x
              &&curNET->dx > curAET->next->dx)
                curAET = curAET->next;
            AET *tmp=new AET;
            tmp->dx=curNET->dx;
            tmp->ymax=curNET->ymax;
            tmp->x=curNET->x;
            tmp->next=curAET->next;
            curAET->next=tmp;

            curNET = curNET->next;
        }
        //以 AET 中的点两两配对的形式来进行填充
        curAET=headAET->next;
        while (curAET!= NULL && curAET->next != NULL){
            for (float j = curAET->x; j < curAET->next->x; j++){
                drawpixelf(j,i);
            }
            curAET=curAET->next->next;
        }
        //更新 AET 中边的 x 值
        curAET=headAET->next;
        while(curAET){
            curAET->x+=curAET->dx;
            curAET=curAET->next;
        }
        glFlush();
    }
```

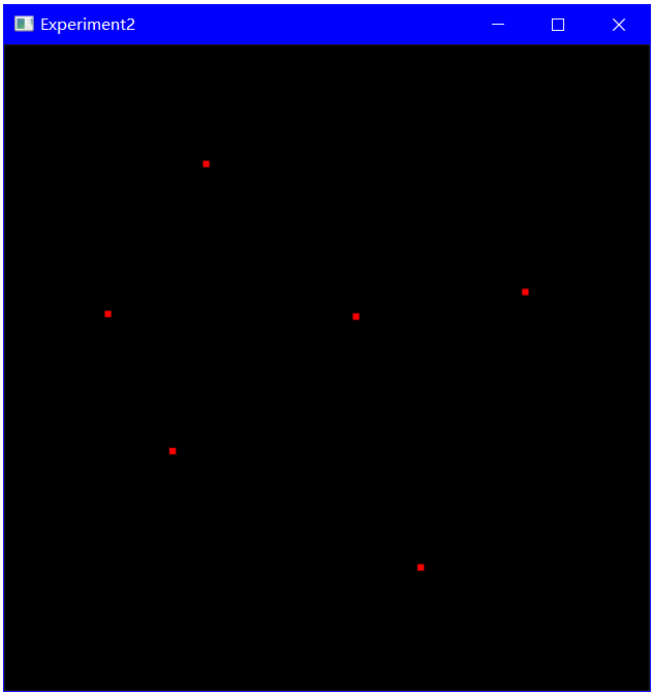
5. 边表以及多边形顶点的清空操作

```
void clearET(ET* cur){
    while(cur!=NULL){
        ET* nxt=cur->next;
        delete cur;
        cur=nxt;
    }
}
```

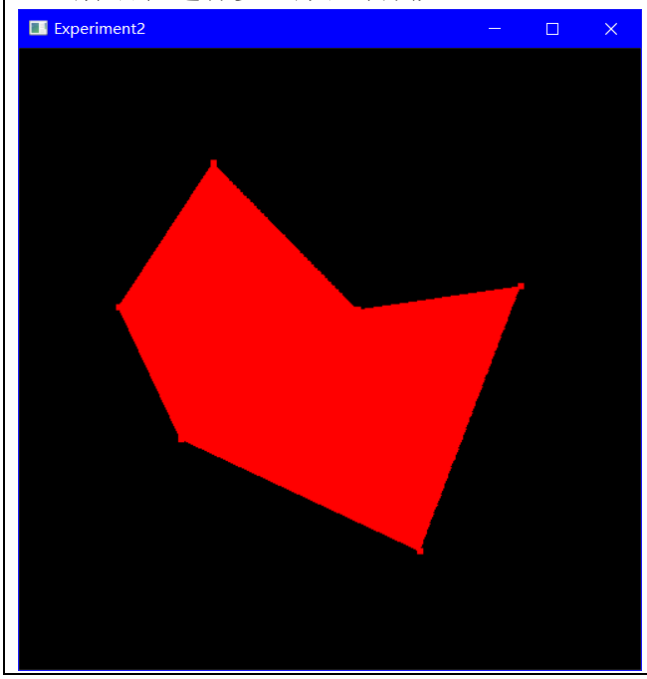
```
void clear(){
    newgl=0;
    vertex.clear();
    clearET(headAET);
    headAET=NULL;
    for(int i=0;i<=h;i++) clearET(headNET[i]),headNET[i]=NULL;
}
```

实验结果展示及分析：

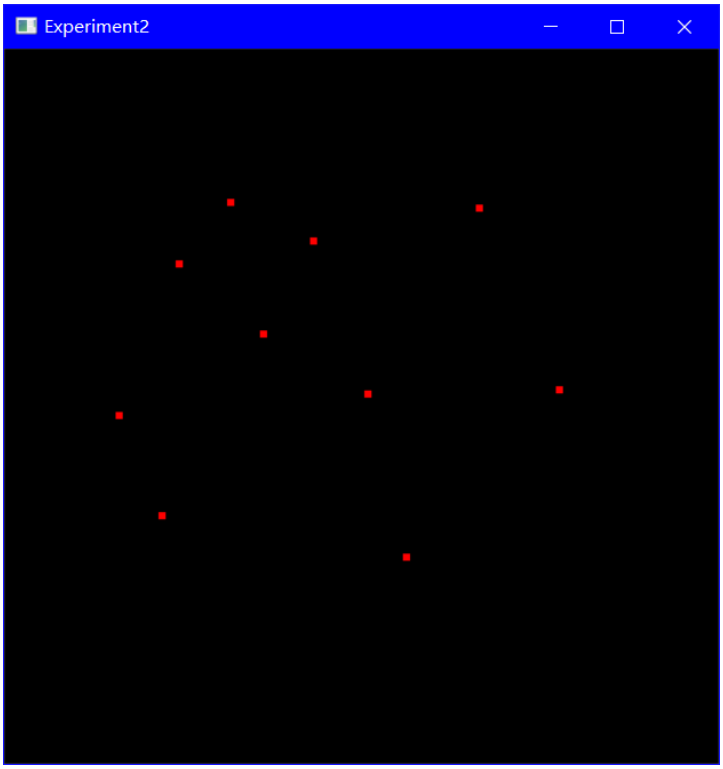
1. 鼠标左键按顺序确定多边形顶点



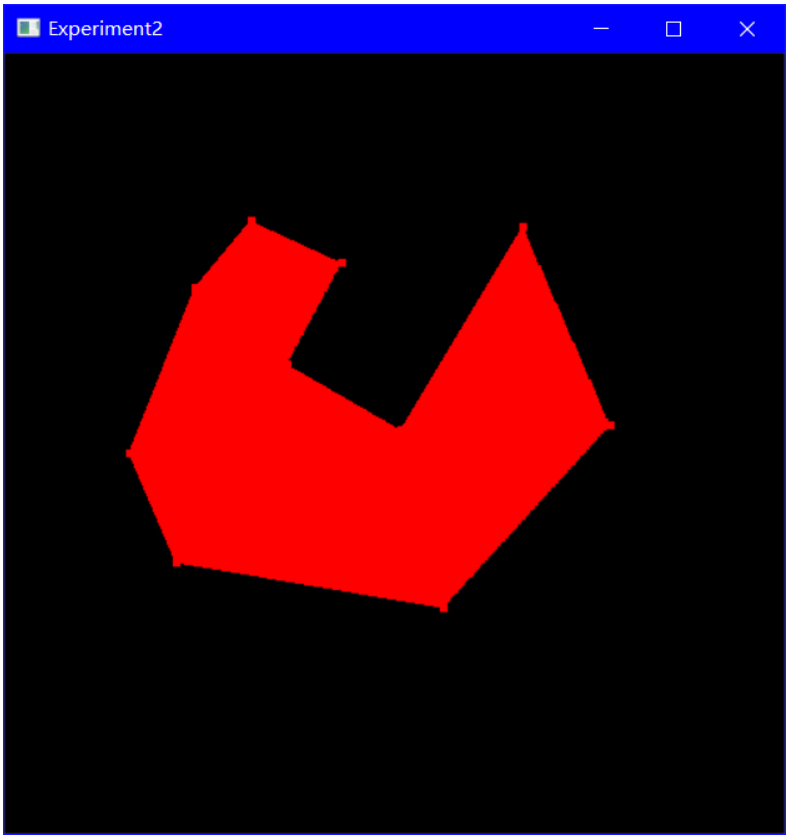
2. 鼠标右键进行多边形区域填充



3. 完成一次绘图后，再单击鼠标左键会将上次绘图和选点清空并重新选点，也可以使用鼠标中键只进行清空操作



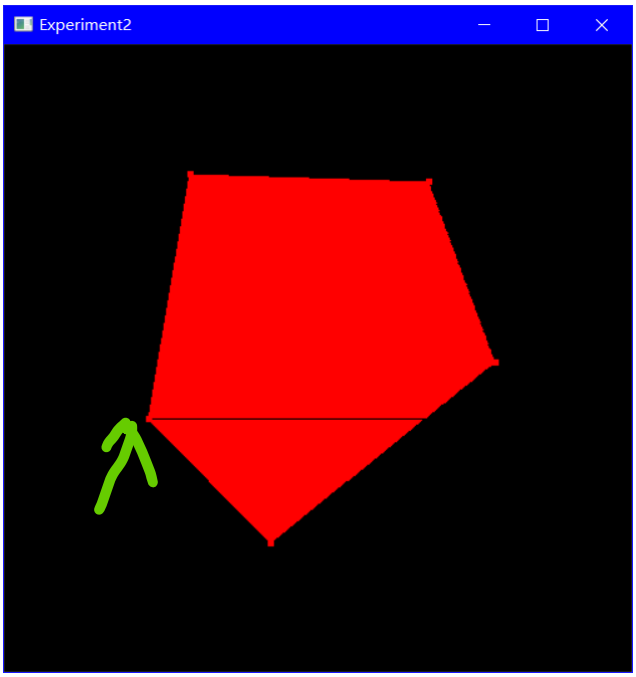
4. 重新选点后右键填充



经过多次测试，多边形能够正常进行区域填充

实验中存在的问题及解决：

在最初的测试中发现会出现如下这种缺失一行的情况



进行观察，发现缺失的情况是在一条新的多边形边出现时发生的，分析代码，发现x扫描线算法是按照以下顺序执行的

（1）将NET中在y=i这一扫描线新的边用插入排序加入到AET中

（2）以AET中的点两两配对的形式来进行填充

（3）删除AET中到达ymax的边

（4）更新AET中边的x 值

这样在一条新的边从NET加入AET时，填充之前并没有删除AET中到达ymax的边，**导致新边的ymin和旧边的ymax同时存在，图中绿色箭头所指的顶点算做2个端点（本应算1个端点）**，那么在这一条扫描线上有3个端点，第3个端点没有与之匹配的端点，出现填充缺失。

将 x 扫描线算法执行顺序改为下面这样，先删除 AET 中到达 ymax 的边

（1）删除AET中到达ymax的边

（2）将NET中在y=i这一扫描线新的边用插入排序加入到AET中

（3）以AET中的点两两配对的形式来进行填充

（4）更新AET中边的x 值

如此可以保证在填充时像绿色箭头处的这种非极值顶点只计算 1 次，修改后不再出现缺失