

作业1-多边形裁剪实验报告

吴海隽 软件73 2017013619

一、实验目的

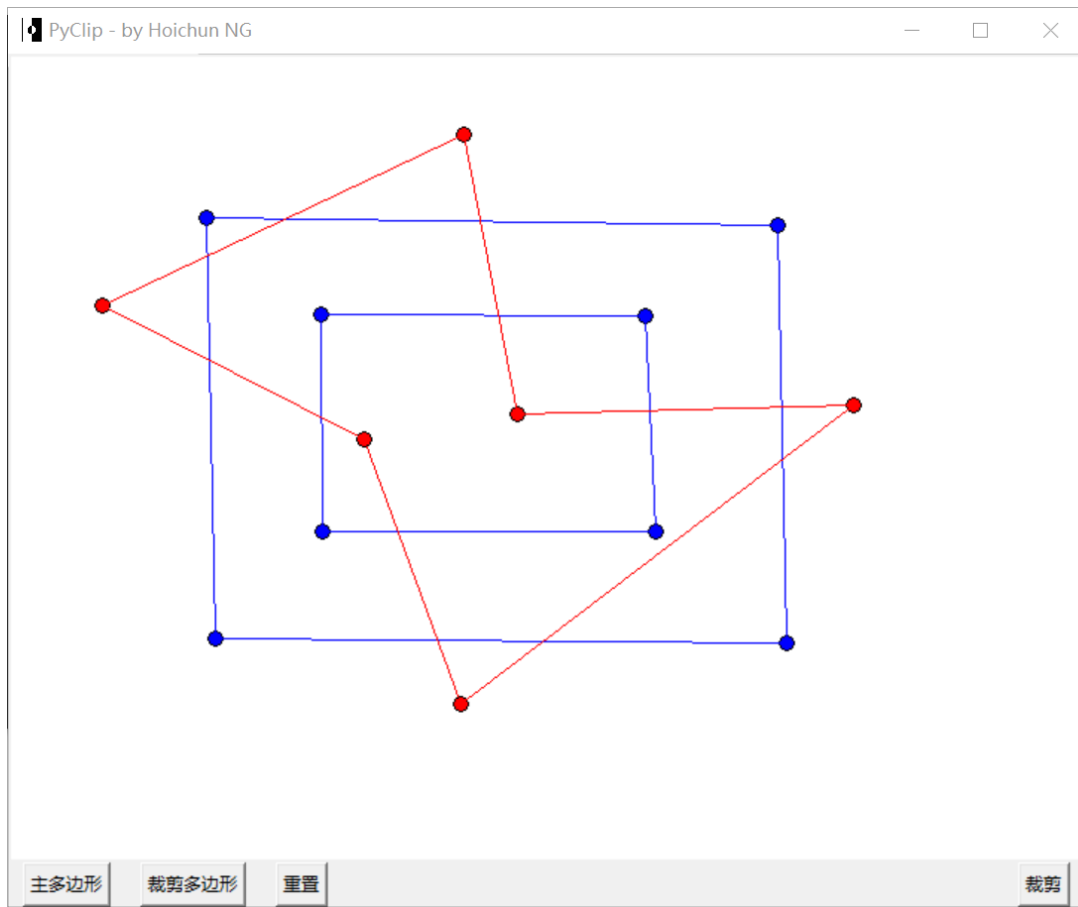
理解计算机图形学中图形裁剪的基本概念与原理；熟悉实现多边形裁剪的Weiler-Atherton算法，了解其设计、步骤以及局限性；掌握Python图形界面编程的基本技能（图形存储和绘制），为后续学习OpenGL等更复杂的工具打下基础。

二、实验方法

使用Python语言实现Weiler-Atherton多边形裁剪算法，可完成多边形存储和顶点表生成等操作。调用Python内置tkinter库实现图形显示与用户交互，使用的库函数仅用于画布生成、按钮功能定义、端点及边的绘制等基本操作。

程序架构

- 程序主要分为四个模块：
 1. **main.py**: 主要模块为Application类，负责界面生成、图形绘制与用户事件响应
 2. **Polygon.py**: 主要模块为Polygon类，负责存储和表示多边形，需要完成多边形各环的顺时针判定和修正（详见下文）
 3. **VertexList.py**: Vertex类表示一个多边形端点或交点，记录其编号、next指针、交点类型（入点/出点）以及交点的双向指针；VertexList类负责顶点表的生成，主要难点在于交点的求取、类型判定和依序插入工作
 4. **Clipping.py**: Weiler-Atherton算法实现的主模块。
- 程序界面截图



三、编译环境和方式

- Python版本: v3.7.4
- IDE: PyCharm 2019.2.1 (Professional Edition)
- 操作系统: Windows10家庭版 (OS内部版本 19041.450)
- EXE打包工具: PyInstaller (v4.0)

四、实验结果及问题分析

- 能够正常实现符合合法输入规定的各种类型多边形的裁剪操作。

问题分析

1. 如何处理多边形外环为逆时针，内环为顺时针的问题？
 - 此问题看似简单，实则需要考虑若干因素。首先，程序要求用户必须以输入的第一个环为多边形的外环，其他的视为非法输入，不保证结果正确性，以此简化程序。之后，程序针对用户输入的每个环判定其输入顺序为顺时针抑或逆时针，具体实现为Polygon类的 `judge_ring_direction()` 函数，再对不符合“外逆内顺”规则的环进行顶点列表反向处理。
 - 以下叙述方向判定的具体方法。方向判定的本质在于确定环的哪一侧是图形的内部，而在环的顶点数未知的情况下，从输入起始点开始无论截取多长的顶点子列表，都无法进行判断。程序的做法是找到当前环中x值最大的顶点，很显然顶点右侧（x+方向）为外部，左侧（x-方向）为内部。进一步再比较该顶点连接的两边的斜率大小。以用户输入的顺序为方向正向，若顶点入边的斜率小于出边，则为逆时针，反之为顺时针。由于x值最大顶点在输入时即判定完毕，因此上述算法可通过局部比较确定环的方向，计算开销很小。
2. 如何判定一个交点为入点还是出点？

- 获得产生交点的两条边。对于主多边形的边，按照方向正向生成向量A；对于裁剪多边形的边，按照方向正向生成向量B后，再将B逆时针旋转 $\pi/2$ （即指向多边形内部）。最后计算两向量的点乘 $A \cdot B$ ，若大于0则交点为入点，小于0则交点为出点。

程序局限

1. 无法处理交点正好为某一多边形的顶点的情况。鉴于程序面向用户输入的图形界面，上述情况出现的可能性不大；
2. Weiler–Atherton算法是基于交点进行多边形分割的算法，故对于与另一多边形不存在交点的环，以及主多边形、裁剪多边形各环重重嵌套的问题，程序尚无法处理。（部分上述情况亦无进行多边形裁剪的必要）

五、交互方式

- 在/bin目录下直接运行PyClip.exe，即可进入图形界面。
- 点击【主多边形】按钮开始绘制主多边形，单击左键在光标位置生成新端点，单击右键闭合多边形。主多边形颜色为红色。
- 点击【裁剪多边形】按钮绘制裁剪多边形，绘制方法同上。裁剪多边形颜色为蓝色。在点击【裁剪】前，上述两个按钮可以交替反复点选，对两个多边形添加新的内环。
- 点击【重置】清空界面，并进行全盘初始化。
- 点击【裁剪】一次后，界面中显示所有的交点，其中入点为绿色，出点为黑色；再次点击【裁剪】，界面中会用黑色粗线勾勒出裁剪得到的结果；第三次点击【裁剪】，程序将把裁剪结果看作主多边形，以方便用户进行进一步操作。在此过程中，除重置外用户无法完成其他操作，即无法再对主多边形或裁剪多边形进行修改。

注意事项

1. 无论绘制主多边形还是裁剪多边形，都必须先完成外环，再进行内环绘制；
2. 多边形必须是连续的，即不能有超过一个外环，否则不是合法输入，会产生错误结果；
3. 同一多边形的环与环之间不可产生交点，否则程序无法判断此类非法情况，会产生不正确的结果；
4. 裁剪完成后的结果，若是一个合法输入（见事项2），作为主多边形可以继续参与进一步的裁剪，并且用户可以点击【主多边形】按钮添加内环，之后绘制裁剪多边形并进行二次裁剪。