

2025 年全国大学测绘学科创新创业智能大赛

测绘程序设计比赛

一、比赛环境要求

参赛小组由 1 人组成，每人配置 1 台电脑、**1 个外置摄像头**。竞赛过程中选择安静、封闭、整洁的环境，避免无关人员干扰。

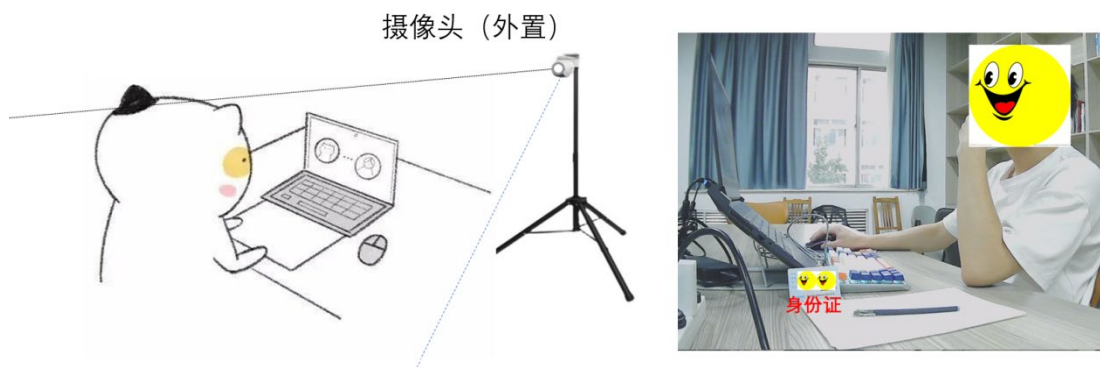


图 1 考试环境示例

二、比赛软件要求

(1) 编程环境与编程语言：考试软件为 Visual studio 2017 及以上版本或 PyCharm。编程语言限制为 Basic、C/C++、C#、Python，其中 Python 界面开发使用 PyQt 及 Qt Designer。不允许使用二次开发平台（如 Matlab、AutoCAD、ArcGIS 等），Python 仅允许使用基本库（标准库），不得使用第三方扩展库（如 numpy、matplotlib 等）。

(2) 报告编写软件：WPS Office 或 Microsoft Office

(3) 比赛软件：2025 年全国大学生测绘学科创新创业智能大赛考生监考系统（考生端）。

三、成果及要求

比赛时长 240 分钟，所有成果必须在考试开始后现场制作。在成果的任何地方都不得出现参赛编号、学校信息或参赛队员信息。

(1) 成果一：程序正确性

在考生端“程序正确性”界面，根据试题要求填写计算结果。该成果用于程序正确性评分，提交方式如图 1 所示。

次序	描述	得分	答案(必填, 双击填写此列)
1	基点 P0 的坐标分量 x	1	
2	基点 P0 的坐标分量 y	1	
3	基点 P5 的坐标分量 x	1	
4	基点 P5 的坐标分量 y	1	
5	第 3 个凸包点的坐标	1	
6	第 3 个凸包点的坐标	1	
7	第 5 个凸包点的坐标	1	
8	第 5 个凸包点的坐标	1	
9	最小外包矩形	1	
10	最小外包矩形	1	
11	L 取 5	2	
12	格网单元	2	
13	格网单元	1	
14	格网单元	1	
15	r 值(外包	2	
16	外包矩形左下角顶	1	
17	外包矩形右下角顶	1	
18	外包矩形左上角顶	1	
19	外包矩形左上角顶	1	

图 2 程序正确性提交方式

(2) 成果二：报告文档.pdf

(3) 成果三：源码文件.rar

将源码文件、可执行文件、计算结果等内容，压缩为一个文件，文件名称：源码文件.rar。

报告文档

源码文件

报告文档.pdf

源码文件.rar

上传文件

图 3 成果二和成果三提交

说明：程序正确性可以多次保存，以最后一次为准；考试结束后，需要关闭考生端软件（该时刻作为考试结束时间），注意：若不主动关闭考生端软件，则以考试结束时间作为该名考生的成果提交时间！

附件：报告文档模板

(正文前建议生成目录，每页插入页码)

一、 程序优化性说明

- 1. 用户交互界面说明（建议 200 字以内，给出主要用户交互界面图）
- 2. 程序运行过程说明（建议 200 字以内，给出程序运行过程截图）
- 3. 程序运行结果（给出程序运行结果）

二、 程序规范性说明

- 1. 程序功能与结构设计说明（建议 500 字以内）
- 2. 核心算法源码（给出主要算法的源码）

(1) 关键函数汇总

序号	类名(若有)	函数名	输入参数	输出参数	主要功能描述
1（示例）	CoordTrans	XYZ2BLH	X、Y、Z	B、L、H	空间直角坐标转大地坐标

(2) 关键源码展示

三、 程序完整源代码

(编译器自动生成的框架性代码无须给出)

空间探索性分析

美国 X 市下设 7 区，分别是 1 区、2 区……7 区，如图 1 所示。该市在某年 8 月发生了一系列犯罪事件，图 1 中圆点即为这些事件的发生地点。

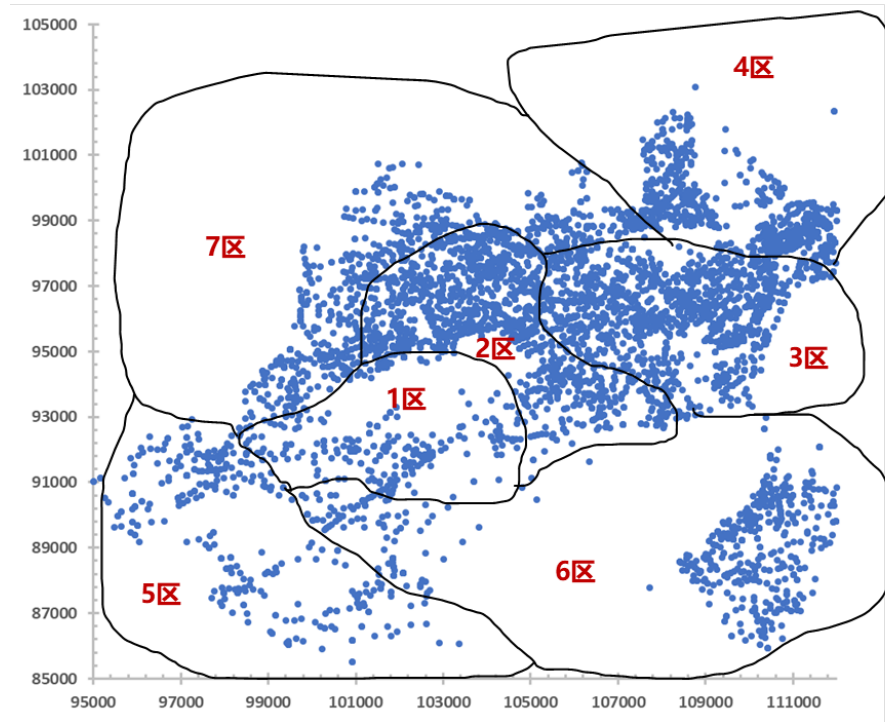


图 1 事件分布与分区示意图

现运用空间探索性分析，对该数据展开研究。通过标准差椭圆来呈现数据的分布方向与范围，借助空间权重来界定各区间之间的相互关系；利用空间莫兰指数，判别数据在空间上的分布状况。

一、读取数据文件

编写程序，读取文件“data08.txt”，每行记录包括“Id, x、y、区号”等内容，基本格式见表 1。

表 1 数据内容和格式说明

数据内容	格式说明
id, x (m), y (m), area_code	说明行
P1, 92358.592, 100592.066, 1	点名, x(以 m 为单位), y (以 m 为单位), 事件所在区号
P2, 92446.362, 100679.836, 1	
P3, 92455.312, 100688.786, 1	
P4, 92508.172, 100741.646, 1	
P5, 92575.085, 100808.559, 2	
P6, 92597.476, 100830.950, 4	
P7, 92606.744, 100840.218, 4	
.....	

【程序正确性】给出点 P6 信息，其中坐标留 3 位小数，区号输出为整数。

二、程序算法

1. 探索性数据分析

对于 X 市发生犯罪事件的相关记录，采用平均中心和标准差椭圆的方式，来呈现数据的分布方向与范围。

1.1 数据统计

统计每个区的事件数量，记为 n_i ，并统计总的事件数量（记为 n ）。

【程序正确性】统计每个区的事件数量，以及总的事件数量，输出为整数。

1.2 计算平均中心

一组事件点的平均中心指的是所有事件点空间位置的算术平均值。通过一组事件点的平均中心，能够发现该组事件点空间集中位置偏移的规律，进而对事件的聚集情况进行分析。

平均中心的计算公式如下：

$$\begin{cases} \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \\ \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \end{cases} \quad (1)$$

其中, (\bar{X}, \bar{Y}) 表示的 x 坐标和 y 坐标的平均值; n 为事件的总数; (x_i, y_i) 为第 i 个事件点的空间坐标。

【程序正确性】 计算坐标分量 x 的平均值与坐标分量 y 的平均值, 结果保留至小数点后三位。

1.3 标准差椭圆计算

一组数据点在空间上的聚集性和方向性可以用标准差椭圆来描述。椭圆的长半轴方向表明事件点在空间上的延伸走向, 短半轴的长度反映了事件点的聚集程度, 短半轴越短, 意味着事件点在空间上的聚集性越强。椭圆的扁率越大, 也就是长短半轴的值之比越大, 表明事件点具有更为显著的方向性; 反之, 若椭圆扁率越小, 则说明事件点的方向性越不明显, 当椭圆扁率为 1 时, 意味着事件点在空间上的分布不存在方向性。

以所有事件点的平均中心为基准, 计算所有事件点 x 坐标和 y 坐标的标准差, 计算公式为:

$$\begin{cases} a_i = x_i - \bar{X} \\ b_i = y_i - \bar{Y} \end{cases} \quad (2)$$

再依据标准差的大小来确定椭圆的长半轴和短半轴, 如此得出的椭圆即为事件点的标准差椭圆, 计算公式如下:

$$\begin{cases} \theta = \arctan \frac{A+B}{C} \\ SDE_x = \sqrt{2} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i \cos \theta + b_i \sin \theta)^2}{n}} \\ SDE_y = \sqrt{2} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i \sin \theta - b_i \cos \theta)^2}{n}} \end{cases} \quad (3)$$

辅助量 A 、 B 、 C 的计算公式为:

$$\begin{cases} A = \sum_{i=1}^n a_i^2 - \sum_{i=1}^n b_i^2 \\ B = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n a_i^2 - \sum_{i=1}^n b_i^2\right)^2 + 4\left(\sum_{i=1}^n a_i b_i\right)^2} \\ C = 2\sum_{i=1}^n a_i b_i \end{cases}$$

其中， θ 表示标准差椭圆长轴与竖直方向的夹角（以弧度为单位）； SDE_x 表示标准差椭圆的长半轴， SDE_y 表示椭圆的短半轴。

【程序正确性】计算 P6 坐标分量相对于平均中心的偏移量 a_6 、 b_6 ，辅助量 A、B、C，以及所有犯罪事件的标准差椭圆法参数： θ 、 SDE_x 、 SDE_y 。计算结果保留至小数点后三位。

2.空间权重矩阵

2.1 计算各区的平均中心

针对每一个区，利用该区中数据，计算其中心点。例如计算 x1 区的中心点坐标，选取区号为 1 的所有数据，计算其坐标平均值。

第 j 区（区号为 j）的平均中心计算公式为：

$$\begin{cases} X_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} x_i}{n_j} \\ Y_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} y_i}{n_j} \end{cases} \quad \text{选择区号为j的点参与计算} \quad (4)$$

其中 $j=1,2,\dots,7$ 是区号，计算第 j 区的平均值时，只选用该区中的事件参与计算。

【程序正确性】给出 1 区、4 区中平均中心坐标，输出结果保留 3 位小数

2.2 计算各区之间的空间权重矩阵

采用距离的倒数作为两个区之间的权重，即 i 和 j 区之间权为：

$$w_{i,j} = \frac{1000}{d_{ij}} = \frac{1000}{\sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2}} \quad i, j = 1, 2, \dots, 7; i \neq j \quad (5)$$

该权重矩阵是一个对称矩阵，形式如表 2 所示。

表 2 邻接关系的空间权重矩阵

	1 区	2 区	3 区	4 区	5 区	6 区	7 区
1 区	0.0						
2 区		0.0					
3 区			0.0				
4 区				0.0			
5 区					0.0		
6 区						0.0	
7 区							0.0

【程序正确性】给出权重 $w_{1,4}$ 和权重 $w_{6,7}$,输出结果保留 3 位小数。

3.莫兰指数计算

为进一步研究犯罪数据的空间分布特征,通过聚类 and 异常值分析研究空间自相关性和空间异质性,找到研究区域内犯罪数据的清晰边界及存在异常模式的地理单元。

3.1 数据整理

为了便于计算,定义 N 为分区的总数 (N=7), 每个区发生的事件数量记为 x_i (即 $x_i = n_i$), 研究区域发生事件的平均值记为 \bar{X} , 即:

$$\bar{X} = \frac{n}{N}$$

(6)

【程序正确性】计算研究区域犯罪事件的平均值, 结果保留 3 位小数。

3.2 全局莫兰指数

全局莫兰指数是度量所有要素的相近程度, 计算公式为:

$$\begin{cases} I = \frac{N}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} (x_i - \bar{X})(x_j - \bar{X})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2} \\ S_0 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} \end{cases} \quad (7)$$

其中 x_i 和 x_j 是分区 i 和 j 的属性值（即发生事件的数量）， \bar{X} 是研究区域属性值的平均值， w_{ij} 是分区 i 和 j 之间的空间权重， N 为分区总数。

【程序正确性】 计算全局莫兰指数，结果保留 3 位小数。

3.3 局部莫兰指数

局部莫兰指数计算公式如下：

$$\begin{cases} I_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S_i^2} \sum_{j=1, j \neq i}^N w_{ij} (x_j - \bar{X}) \\ S_i^2 = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^N (x_j - \bar{X})^2}{N-1} \end{cases} \quad (8)$$

其中， x_i 是分区 i 的犯罪事件数量， \bar{x} 是研究区域犯罪事件平均值， $w_{i,j}$ 是分区 i 和 j 之间的空间权重， N 为分区总数。

【程序正确性】 计算犯罪事件的局部莫兰指数，结果保留 3 位小数。

3.4 计算局部莫兰指数的 Z 得分

局部莫兰指数的平均数记为 μ ，计算公式为：

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N I_i}{N} \quad (9)$$

局部莫兰指数的标准差记为 σ ，计算公式为：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (I_i - \mu)^2}{N-1}} \quad (10)$$

Z 得分是判断数据点是否异常的重要指标，计算公式如下：

$$Z_i = \frac{I_i - \mu}{\sigma} \quad (11)$$

【程序正确性】计算局部莫兰指数的平均数 μ 、标准差 σ 和 Z 得分 Z_i ，结果保留 3 位小数。

三、程序正确性和计算结果输出

1. 程序正确性

根据读取的数据文件，编程完成相关算法，按照格式要求输出结果，如下表所示。并将计算结果填写到“考生客户端”对应的“程序正确性”表格中。（已经填写的数据仅供参考）

其中：

序号 1 至 3：对应于“一、读取数据文件”；

序号 4 至 7：对应于“1.1 数据统计”；

序号 8 至 9：对应于“1.1 计算平均中心”；

序号 10 至 17：对应于“1.2 标准差椭圆计算”；

序号 18 至 21：对应于“2.1 计算各区的平均中心”；

序号 22 至 23：对应于“2.2 计算各区之间的空间权重矩阵”；

序号 24：对应于“3.1 数据整理”；

序号 25 至 26：对应于“3.2 全局莫兰指数”；

序号 27 至 30：对应于“3.3 局部莫兰指数”；

序号 31 至 36：对应于“3.4 计算局部莫兰指数的 Z 得分”。

序号	说明	输出格式要求
1	P6 的坐标 x	92295.323
2	P6 的坐标 y	*.***（保留 3 位小数）
3	P6 的区号	4
4	1 区（区号为 1）的事件数量 n_1	1408
5	4 区（区号为 4）的事件数量 n_4	*（输出整数）
6	6 区（区号为 6）的事件数量 n_6	*（输出整数）
7	事件总数 n	7754
8	坐标分量 x 的平均值 \bar{X}	*.***（保留 3 位小数）

9	坐标分量 y 的平均值 \bar{Y}	*,*** (保留 3 位小数)
10	P6 坐标分量与平均中心之间的偏移量 a6	-3340.143
11	P6 坐标分量与平均中心之间的偏移量 b6	*,*** (保留 3 位小数)
12	辅助量 A	*,*** (保留 3 位小数)
13	辅助量 B	*,*** (保留 3 位小数)
14	辅助量 C	*,*** (保留 3 位小数)
15	标准差椭圆长轴与竖直方向的夹角 θ	*,*** (保留 3 位小数)
16	标准差椭圆的长半轴 SDE_x	*,*** (保留 3 位小数)
17	标准差椭圆的短半轴 SDE_y	*,*** (保留 3 位小数)
18	1 区平均中心的坐标分量 X	*,*** (保留 3 位小数)
19	1 区平均中心的坐标分量 Y	*,*** (保留 3 位小数)
20	4 区平均中心的坐标分量 X	*,*** (保留 3 位小数)
21	4 区平均中心的坐标分量 Y	*,*** (保留 3 位小数)
22	1 区和 4 区的空间权重 $w_{1,4}$	*,***** (保留 6 位小数)
23	6 区和 7 区的空间权重 $w_{6,7}$	*,***** (保留 6 位小数)
24	研究区域犯罪事件的平均值 \bar{X}	*,***** (保留 6 位小数)
25	全局莫兰指数辅助量 S_0	*,***** (保留 6 位小数)
26	全局莫兰指数 I	*,***** (保留 6 位小数)
27	1 区的局部莫兰指数 I_1	-0.046333
28	3 区的局部莫兰指数 I_3	*,***** (保留 6 位小数)
29	5 区的局部莫兰指数 I_5	*,***** (保留 6 位小数)
30	7 区的局部莫兰指数 I_7	*,***** (保留 6 位小数)
31	局部莫兰指数的平均数 μ	-0.002412
32	局部莫兰指数的标准差 σ	*,***** (保留 6 位小数)
33	1 区局部莫兰指数的 Z 得分 Z_1	*,***** (保留 6 位小数)
34	3 区局部莫兰指数的 Z 得分 Z_3	*,***** (保留 6 位小数)
35	5 区局部莫兰指数的 Z 得分 Z_5	*,***** (保留 6 位小数)
36	7 区局部莫兰指数的 Z 得分 Z_7	*,***** (保留 6 位小数)

本试题涉及“保留*位小数”时，填写答案按保留小数后的结果，后续计算时仍使用原结果。

2. 计算结果输出

将上表结果，编程保存在“**result.txt**”文件中。文件格式如下：

序号, 说明, 计算结果
1, P6 的坐标 x, 100539.999
2,
.....

四、用户界面设计

1. 交互界面设计与实现要求

- (1) 包括菜单、工具栏、表格等功能。
- (2) 要求功能正确、可正常运行，布局合理、直观美观、人性化。

2. 计算报告的显示与保存

- (1) 将相关统计信息、计算报告在用户界面中显示；
- (2) 保存为文本文件 (*.txt)。