

Moran's I 指数计算中空间权重文件的生成实现^①

The Creating of Spatial Weights File in Calculating of Moran's I Index

聂 芹 (聊城大学 环境与规划学院 山东 聊城 252059)

李连运 (东阿县职业教育中心 山东 聊城 252200)

摘 要: Moran's I 指数是空间自相关分析常用的指标。ArcGIS9.0 加强了空间统计分析功能, 在 Moran's I 指数计算中, 他提供了 6 种空间关系的定义方法。但在基于空间权重文件的方法中, ArcGIS9.0 没有提供相应的空间权重文件生成的运算工具, 需编程实现。基于 MapBasic 实现了基于二进制权重的空间权重文件的生成, 并给出了详细的实现过程和具体的应用实例。

关键词: Moran's I 指数 ArcGIS9.0 空间权重文件 MapBasic 二进制

地理实体之间总是表现出一定的空间关联性, 即一个区域单元上的某种地理现象或某一属性值是与其邻近区域单元上同一现象或属性值相关的^[1]。如果某一现象的观测值在空间分布上呈现出高的地方周围也高, 低的地方周围也低, 则称为空间正相关, 如果出现高的地方周围低, 低的地方周围高, 则称为空间负相关。自 cliff 提出空间自相关的概念后, 空间自相关分析成为空间统计学中的研究热点, 已广泛地应用于社会科学和行为科学的研究。Moran's I 指数是目前常用的空间自相关分析模型, 包括 Global Moran's I 和 Local Moran's I, 分别用来进行全局空间自相关分析和局部自相关分析。近年来, 一些 GIS 公司开始注重空间分析模块的开发, 随着 ArcGIS9.0 的推出, ArcToolBox 的空间统计分析功能进一步加强。由 ArcGIS Desktop 进入, 选择 toolbox, 进入 Spatial Statistics Tools 菜单, 其中有许多子功能, 其中 analyzing Patterns 里的 Spatial Autocorrelation (Morans I)即为全局 Moran's I 指数的计算工具, 其中 Mapping Clusters 里的 Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Morans I)即为局部 Moran's I 指数的计算工具。

1 ArcGIS9.0 中空间权重矩阵的建立方法

1.1 空间自相关分析的过程

要进行空间自相关分析, 首先要定义空间对象的空间关系, 建立空间权重矩阵, 即定义空间对象的相互邻接关系。其次进行全局空间自相关分析, 探测整个研究区域的空间模式, 判断研究区域是否存在空间自相关现象。最后进行局部空间自相关分析, 探测不同位置局部区域的空间关联模式, 找出空间自相关现象存在的局部区域, 揭示空间参考单元与邻近空间单元属性特征值之间的相似性和相关性, 识别空间聚集和空间孤立, 探测空间异质等。

Global Moran's I 和 Local Moran's I 指数的具体计算公式可参照文献[2-6]。

1.2 空间权重矩阵的建立方法

n 个地理对象之间的空间关系用空间权重矩阵来表示。ArcGIS9.0 提供了 6 种空间关系的定义方法: 反距离法(inverse Distance), 研究对象距离越远, 它们之间的相互影响越小; 反距离平方方法(Inverse Distance), 随着研究对象距离的增加, 它们之间的相互影响加速下降; 二值法(Fixed Distance Band), 以某距离为阈值, 小于此距离的范围赋予权重 1, 认为

^① 基金项目:聊城大学青年基金(X071015)

收稿时间:2009-02-27

相邻, 否则权重为 0; 综合法(Zone of Indifference), 兼顾了反距离判断和二值法判别, 在阈值内权重为 1, 超过一定阈值后呈反距离衰减; 公共边界法(Polygon Contiguity), 空间上具有公共边界的多边形认为是相邻的, 并赋予权重 1, 否则权重为 0; 空间权重文件法(Get Spatial Weights From File), 从空间权重文件得到研究对象的空间关系, 这里的空间权重文件是用户提前已经定义好的, 只需要导入该文件即可。

第 6 种方法中的权重可以是一些距离、时间、花费等地理对象间的抽象的相互关系, 如旅行时间、旅行花费、空间相互作用等, 对于这种权重的计算要具体情况具体分析。目前常用的权重是二进制权重, 即当区域 i 和区域 j 在空间上存在相邻关系时, 空间权重矩阵元素 $W_{ij}=1$, 其他情况为 0。其计算主要借助于 GIS 软件提供的空间关系查询函数。

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{区域 i 与区域 j 空间相邻} \\ 0 & \text{其他情况} \end{cases}$$

对于前 5 种空间关系的定义, ArcGIS9.0 可以自动进行计算, 但第 6 种方法中如何生成空间权重文件, ArcGIS9.0 没有提供相应的运算工具。空间权重文件的生成可以手动完成, 即逐一判断并计算研究对象间的权重, 手写完成文件, 如果有 n 个研究对象, 要进行 n^2 次判断。这对于较大数据量的研究其工作量是巨大而枯燥的。此时唯一的解决手段, 就是编程产生满足 ArcGIS9.0 导入格式的空间权重矩阵文件。

2 空间权重文件的生成实现

2.1 空间权重文件的结构

空间权重文件是一个文本文件, 其结构如下: 文件的第一行是属性数据库中研究对象关键码的字段名, 通过这个字段名可以唯一标识研究对象。接下来各行分别为形如“研究对象 1 研究对象 2 权重”的数据列表, 其涵义为研究对象 1 对研究对象 2 的权重。

笔者借助 MapInfo 的宏语言 MapBasic 编程生成了目前常用的基于二进制权重的空间权重文件。

2.2 实现平台的选择

MapBasic 是一种多平台的、过程化的、事件驱动的、兼容性极强的 MapInfo 应用程序开发工具, 具有功能很强的内含地理特性的语句和函数及强大的数据库访问工具^[7]。MapBasic 的地理运算符, 如 contains, within, intersects 等可作用于对象

(objects)表达式, 结合其结构化查询语言(SQL), 可以方便的查询不同对象(point, line, polyline, polygon)的空间关系。并且 MapBasic 语言在结构上与 Visual Basic 和 Quick Basic 相似, 具有易学易用的特点。基于以上分析, 笔者选用 MapBasic 语言编写空间权重文件。

2.3 具体实现过程

在编程前, 将要进行空间自相关分析的文件转换为 MapInfo 支持的 Tab 文件, 具体的转换方法可以使用 MapInfo 提供的通用转换器。在 MapInfo 中使用 file\save copy as 菜单将转换过来的 Tab 文件(table1.tab)另存一份(table2.tab)。

程序开头部分将标准的 MapBasic.def 包含进来, 并声明主过程:

```
Include "MAPBASIC.DEF" ' 将标准的
MapBasic.def 包含进来
Declare Sub Main ' 声明主过程
Main 过程中首先定义程序中要使用的变量:
Dim i,j, numofrec as Integer ' 定义整型变量
Dim s as String ' 定义字符串变量
```

2.3.1 Tab 文件的打开

将 2 个 Tab 文件打开并显示在地图窗口中, 具体代码如下:

```
Open Table "table1" Interactive ' 打开表
table1
Open Table "table2" Interactive ' 打开表
table2
Map From table1,table2 ' 打开 table1 和
table2 的地图数据
```

参数 Interactive 是指定文件以人工交互的方式打开。

2.3.2 空间权重文件的建立

建立一个空的文本文件进行写操作:

```
Open File "weight.txt" For output Access
write as #1
weight.txt 即为要生成的空间权重文件, for 子
句选择 output, access 子句选择 write, 即写操作。
在 table1 或 table2 中确定关键码, 并写入空间
权重文件中, 作为文件的第一行。
s=" ID" ' 确定 ID 为关键码
Print #1,s ' 将关键码写入文件
```

2.3.3 空间关系的确立

首先确定表中有多少数据对象:

```
Fetch First From table1 '拾取 table1 的第 1 条记录
```

```
Do While Not EOT(table1) '未到 table1 的表尾时循环
```

```
numofrec = numofrec + 1 '标记记录数的变量自增
```

```
Fetch Next From table1 '拾取 table1 的下一条记录
```

```
Loop
```

确定研究对象两两之间的空间关系,并写入文本文件:

```
Fetch rec1 From table1 '拾取 table1 的第 1 条记录
```

```
For i = 1 to numofrec 'i 从 1 到 table1 的最后一条记录
```

```
Fetch rec i From table1 '拾取 table1 的第 i 条记录
```

```
for j=1 to numofrec 'j 从 1 到 table2 的最后一条记录
```

```
Fetch rec j From table2 '拾取 table2 的第 j 条记录
```

```
If (table1.obj Intersects table2.obj) And (table1.id <> table2.id) '如果研究对象不同并相交 Then
```

```
s=str$(table1.id)+" "+str$(table2.id)+" "+str$(1)
```

```
Print #1,s '将 2 条记录的关键码及权重写入文件
```

```
End If
```

```
Next
```

```
Next
```

最后关闭文本文件:

```
close file #1 '关闭文件
```

3 应用实例

在 ArcGIS9.0 平台上,运用 Spatial Autocorrela

tion (Moran's I)工具计算山东省聊城市人口空间分布的全局 Moran's I 指数。首先基于以上程序建立空间权重矩阵文件,选择 population 作为分析字段,空间关系的定义选择 Get Spatial Weights From File,将编程得到的空间权重文件导入。分析结果显示 Z 值为 2.09,说明在 0.05 显著性水平下,该地区存在空间自相关现象。

4 结语

Moran's I 指数是空间自相关分析常用的指标,ArcGIS9.0 中 Spatial Autocorrelation (Morans I) 和 Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran's I) 可以分别计算全局 Moran's I 指数和局部 Moran's I 指数,并提供了 6 种空间关系的定义方法。ArcGIS9.0 没有给出相应的生成空间权重文件的运算工具,这是 ArcGIS9.0 版本值得改进的地方。

MapBasic 是 MapInfo 的专业开发工具,其功能强大,可以使用一条或几条语句就可以实现研究对象间空间关系的判断,其语法结构简单,易学易用。使用 MapBasic 可以方便的生成空间权重文件,从而也促进了 ArcGIS9.0 空间统计分析功能的进一步加强。

参考文献

- 1 徐建华.计量地理学.北京:高等教育出版社,2005.
- 2 刘峰,马金辉,宋艳华,李粉玲,马交国.基于空间统计分析 GIS 的人口空间分布模式研究—以甘肃省天水市为例.地理与地理信息科,2004,20(6):18-21.
- 3 吕安民,李成名,林宗坚,史文中.中国省级人口增长率及其空间关联分析.地理学报,2002,57(2):143-150.
- 4 沈绿珠.空间关联分析及其应用.统计与决策,2004,(9):28-30.
- 5 吴玉鸣,徐建华.中国区域经济增长集聚的空间统计分析.地理科学,2004,24(6):654-659.
- 6 俞路,张善余,韩贵峰.上海市人口分布变动的空间特征分析.中国人口资源与环境,2006,16(5):83-87.
- 7 刘光.地理信息系统二次开发教程—语言篇.北京:清华大学出版社,2003.