

地理信息系统空间分析在决策行为中的应用*

冉启兵

(福建建筑高等专科学校城建系, 福州 350007)

摘要 本文分析了地理信息系统空间分析的概念以及方法, 进而讨论了空间分析在辅助决策中的应用, 指出空间分析应用于辅助决策的方法和要点, 最后举例说明。

关键词 空间分析; 数学模型; 辅助决策

分类号 K909

Application of Spatial Analysing of Geographic Information System in Decision - making Process

Ran Qibing

(Department of Urban Construction, Fujian College of Architecture and Civil Engineering, Fuzhou 350007)

Abstract This paper analyses the concept and method of spatial analysing of GIS, then discusses application of spatial analysing in auxiliary decision - making, and presents a method and key of spatial analysing. At last, it is demonstrated by practical examples.

Key words spatial analysing; mathematical model; auxiliary decision - making

0 引言

地理信息系统近年来在各方面得到了飞速的发展, 特别是由于它采用了数学技术、计算机网络、多媒体技术等最新科技成果, 能共享各部门之间的数据, 对多时态的空间信息能作生动、直观的描述, 并运用数学的手段进行空间分析, 为政府部门、企业行为提供辅助决策。GIS的运用是它的灵魂, 而它的运用得以实现正是靠空间分析来完成的。也正是由于GIS具有空间分析、辅助决策的功能, 才使它有别于过去一些管理信息系统(如土地管理信息系统)。现在这方面的应用, 正日益受到人们的关注。

1 空间分析的概念及方法

空间分析是将GIS数据库中各种数据(包括空间数据和属性数据)进行分析、统计, 并选用一定的数学模型去模拟某一过程或事件, 最后提取出隐含于空间数据中的某些事实和关系, 并以图表、文字形式表达出来, 为辅助决策提供依据。

空间分析的基础是各种空间数据和非空间数据(属性数据), 这些数据的存贮和再现都可以通过分层组织来实现, 数据的分层处理使得空间分析成为可能。空间分析的方法有:

(1) 数据统计: 通过对空间数据和属性数据的分析、统计, 可以得到一些用户感兴趣的结论, 进一步可以绘制成直方图、饼状图, 为后续的分析工作提供依据。

(2) 空间量算: 通过对空间数据、属性数据的基本测量和计算, 得到一些有价值的信息, 如长度、面积、体积方量的量算, 还有物体质心的计算。

收稿日期: 1999-05-10 作者: 男, 1971年生, 助教

* 该文曾在1999年5月华东测绘学术交流会上交流

(3) 空间变换: 对各个地理图层作适当的变换, 就可以得到新的图层和新的属性信息, 这些变换包括拓扑叠架、逻辑组合、函数运算等。

(4) 空间拟合: 空间数据的获取往往是通过采样观测得来, 带有很大的离散性。而在利用中用户往往对未观测点的值感兴趣, 这就必须利用空间拟合的方法来完成。一般来讲, 在已存在观测点的区域内估计未观测点的特征值的过程称为内插。现在市场上所提供的 GIS 软件大都具有空间拟合的功能。

2 空间分析辅助决策系统

一个 GIS 的建立最终目的是要解决用户所提出的种种问题 (如选址、最佳路径等)。空间分析辅助决策系统正是基于这一点, 它融合了数据的空间定位能力, 并能充分利用数据的现势性特点, 因此, 其提供的决策支持将更具有准确性、可信度。空间分析辅助决策一般应经历以下过程: (1) 确定用户目标; (2) 建立数学模型; (3) 进行模型计算; (4) 进行评价、修正。其运作过程见图 1

在运用空间分析来进行辅助决策时, 须注意以下几点:

(1) 要有针对性, 针对用户所提出的问题, 或者用户的某种决策行为, 要选准方向, 做到有的放矢, 减少盲目性。

(2) 所采用的数据必须准确可靠, 如果空间数据、属性数据不准确, 那么就很难得出科学、合理的结论, 甚至引导用户作出错误的决策。

(3) 决策系统所选用的数学模型必须准确、精练, 并适当的提出合理的假设, 排除其他不必要的干扰。因为用户所提出的问题往往受到诸多因素、条件的影响, 要抓住主要的因素来分析。

(4) 决策系统一般说来有多种备选方案, 要综合考虑, 反复论证, 做到多中选优。

空间分析决策支持在诸如选址、定位分析、资源分配等方面都有较成功的应用, 通过对这些应用领域的拓展、延伸, 还可以应用于某些社会、经济领域中。这里简单举例说明。

3 在政府决策行为中的应用

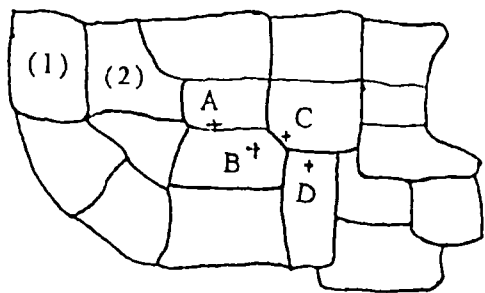


图 2

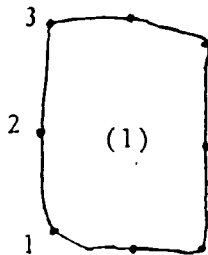


图 3

随着社会的发展, 政府部门的作用大都转为宏观决策和调控, 所关心和考虑的是本地区诸如人口、经济增长、环境和资源等问题, 但由于这些问题具有很大的现势性和复杂性, 并且大都与地理因素联系在一起, 在全面、客观的把握这些问题的现状及发展趋势, 借助于 GIS 的空间分析将能较好的解决这些问题。

如图 2 为某市的街区分布图:

图中 (1)、(2) …… 为街区编号。

图 3 为第一街区示意图, 1、2、3 …… 为数字化采集点, 具有三维坐标 (X_i, Y_i, Z_i) 目标是要求分析 1980 年、1985 年、1990 年、1995 年这几年的动态变化情况, 具体方法如下:

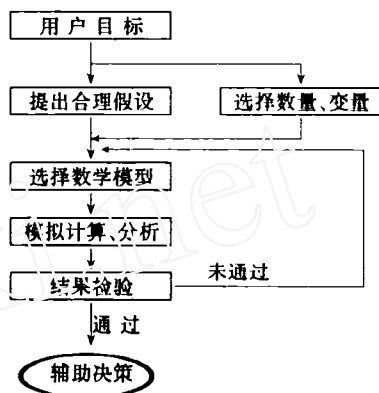


图 1

1) 计算各街区的近似重心坐标。以第(1)街区为例

$$\begin{cases} x_{01} = \frac{\sum_{i=1}^n l_{i,i+1} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n l_{i,i+1}} \\ y_{01} = \frac{\sum_{i=1}^n l_{i,i+1} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n l_{i,i+1}} \end{cases}$$

当 $i = n, i + 1 = 1$ 。

n 为该街区的数字化采集点数。

$l_{i,i+1}$ ——相邻采集点的平面距离。

2) 分别计算该市 1980 年、1985 年、1990 年、1995 年的人口重心。

$$\begin{cases} x_0 = \frac{\sum_{i=1}^N x_{0i} \cdot a_i}{\sum_{i=1}^N a_i} \\ y_0 = \frac{\sum_{i=1}^N y_{0i} \cdot a_i}{\sum_{i=1}^N a_i} \end{cases}$$

x_0, y_0 ——该年的人口重心点坐标;

x_{0i}, y_{0i} ——为第 i 街区近似重心坐标;

a_i ——为第 i 街区该年统计的人口数;

N ——街区总数。

3) 采用空间拟合可以分别预测每一个街区在 2000 年的人口总数, 以及该市在 2000 年的人口总数。

分析得知, 该市几次人口统计的结果, 各年人口重心点分别为 A、B、C、D, 人口重心有向东南方向移动的趋势。这主要与城市的总体规划、政府政策、环境等诸多因素相关联。同理也可以分析出该市经济增长中心的变化情况, 见图 4, 图中两条曲线分别表示人口重心和经济增长中心的移动情况, 其移动趋势基本一致, 但存在一定的偏离, 这为政府制定经济政策和远景发展目标提供了有力的依据。以上分析要注意, 随着时间的变化, 城市向外延伸, 街区边界也在变化, 分析计算中必须考虑。

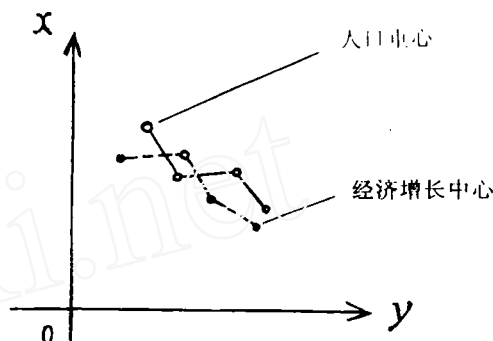
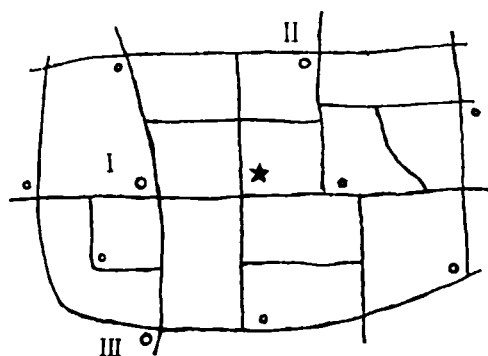


图 4

4 在选址中的应用

某超市集团决定在某市扩大经营规模, 拟定在该市新建服务网点, 为节省资金投入, 提高企业的回报率, 在分析了全市已有超市网点的分布情况以后, 提出用 GIS 的手段, 进行服务网点选址的辅助决策。如图 5

用户目标: 在拟定的几个选址点中, 根据预期成本/收益的大小, 将几个选址点进行排名, 选择一个最优点。



——城市主干道 ★为超市集团总部及配送中心
·已建服务网点 ○. 拟建服务网点

图 5

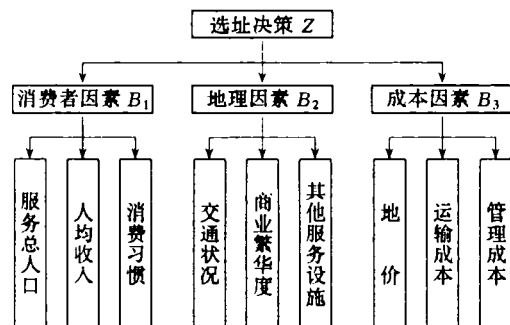


图 6

根据层次分析建模的方法, 将选址决策进行多层细化, 考虑经营超级市场的成本/收益受诸多因素影响, 构造出图 6 的层次结构模型。在这诸因素中, 如服务半径内的总人口数、人均收入、地价等, 都可从地理图层中查找和提取, 特别是通过分层设置, 为信息数据的分析提供了方便。消费习惯可以通过抽样调

查来完成。而交通状况包括交通通达度、公共交通等,这可通过道路网络图来确定。而运输成本与该服务网点到配送中心的距离有关,这个距离不是指平面距离,而是指从配送中心驱车到网点的最短距离。各个因素最终都以作用分值来确定,总分都为100分。

接着再分析诸因素对总目标的影响大小,确定它们在总目标中所占比重,每次取两个因素,以 a_{ij} 表示它们对目标的影响之比,全部比较结果得矩阵 A ,这就是判断矩阵,它为一个正反矩阵,且有 $a_{ij} = 1/a_{ji}$, $a_{ij}/a_{ik} = a_{kj}$ 。本例中通过分析 B_1 、 B_2 、 B_3 对目标 Z 的判断矩阵为:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \frac{2}{3} & \frac{3}{4} \\ \frac{3}{2} & 1 & \frac{9}{8} \\ \frac{4}{3} & \frac{8}{9} & 1 \end{bmatrix}$$

求得 A 矩阵最大特征值所对应的特征向量 $W = [0.26 \ 0.39 \ 0.35]^T$,故知 B_1 、 B_2 、 B_3 对总目标的影响权重分别为0.26 0.39 0.35。

同理在分别以 B_1 、 B_2 、 B_3 为目标,对它构造判断矩阵,最后各个因素的分值乘以对应的权重,就得出各因素对总目标的作用分数,把所有的作用分数相加得各拟选点的分值。本例计算得Ⅰ点82.4分;Ⅱ点:91.5分;Ⅲ点:78.9分。很显然Ⅱ点为最佳选址点。

5 总结

空间分析的内涵极其丰富,作为GIS的核心部分之一,空间分析在地理数据的应用中发挥着举足轻重的作用。特别是一些新兴学科和边缘学科的产生,使得空间分析在一些新的领域有着广阔的运用前景,但到目前为止,这方面还未形成较系统的理论。这方面的理论还有待进一步发展。而空间决策支持是一个比较广泛的课题,在分析中常用到运筹学、管理学、经济学,图论等多学科的知识,在实际运用中还受到诸多因素的影响,但随着这方面运用的不断深入,越来越显示它的强大生命力。当然这里也有许多问题有待解决,如怎样才能建立起符合实际的数学模型,空间分析中一些派生信息的可信度检验等。

参 考 文 献

- 1 边馥蓉.地理信息系统原理和方法.测绘出版社,1996
- 2 李德仁,龚健雅,边馥蓉.GIS导论.测绘出版社,1993
- 3 杨启帆,边馥蓉.数学模型.杭州:浙江大学出版社,1990
- 4 Thomas L. Saaty. The Analytic Hierarchy Process. Mc Graw Hill International Book Company, 1980
- 5 寿纪麟.数学建模方法与范例.西安:西安交通大学出版社,1994

◁ ————— ▷
(上接第6页)

朋口环保农民城等相继建立。

2.4.4 构建设计向“节能建筑”、“生态建筑”发展

在建筑设计的实践中,1974年美国设计建造了第一座循环自给型城市住宅,其节能建筑受到建筑、生态界的关注,并很快就掀起了一股热潮,形成以节能和推广应用绿色能源为目标的“太阳能运动”。

1974年,美国建筑师协会总结了以节能和利用绿色能源为目的的建筑设计实践。随之,节能建筑运动逐步扩展到欧、美各国,力求“使物质和人的资源得到最符合生态学原理的健全的利用”。

简捷地说,可持续发展设计就是从生态学的角度对人类生活模式进行重新构建的设计,所以,人们也称这为“节能建筑”、“生态建筑”。

参 考 文 献

- 1 中国建筑史编写组.中国建筑史(第三版).中国建筑工业出版社
- 2 国函[1999]35号.国务院关于福州市总体规划的批复
- 3 福州市城市规划局.福州市城市总体规划简介
- 4 中仲英,肖子健.自然辩证法新论(西安高校内部使用教材)