

空间数据质量的模糊综合评价方法探讨

王 晞^{1,2}, 李 伟^{1,2}

(¹ 南京工程高等职业学校, 江苏 南京 211135; ² 江苏联合职业技术学院南京工程分院, 江苏 南京 211135)

摘 要 空间数据质量是地理信息系统分析结果是否准确和合理的重要因素,也是地理信息系统研究领域的重要课题。在分析了影响空间数据质量因素的基础上,运用模糊数学理论对 GIS 中的空间数据质量评价方法进行了探讨,提出了一种科学有效的评价思路,为空间数据质量评价提供了依据。

关键词 模糊综合评价 空间数据质量 地理信息系统 质量评价

中图分类号: P208

文献标识码: A

文章编号: 1672- 4097(2011)03- 0031- 03

1 引 言

当前 GIS 在我国各行各业产生了重大的影响,已经成为现代科学的一个重要分支。而空间数据是 GIS 的重要组成部分,空间数据主要用于描述地理实体、地理要素、地理现象、地理事件及地理过程产生、存在和发展的地理位置、空间联系及区域范围。空间特征、属性特征和时间特征是空间数据的三个基本要素。空间数据的质量则是指空间数据在表达这三个基本要素时所能够达到的准确性、一致性和完整性。空间数据质量的好坏直接关系到空间数据分析和操作的准确度,关系到各种空间决策支持的正确性和可靠性。

2 影响空间数据质量的因素

GIS 空间数据是对经过现实世界进行测量、数据输入、数据处理以及数据表示完成的。从空间数据的形式表达到空间数据的生成;从空间数据处理变换到空间数据的应用,都存在着对空间数据质量的影响。空间数据的质量问题主要表现在两个方面:一是数据是否及时反映了现实世界;二是数据是否保持了一致性和完整性。空间数据质量问题一般可以分为数据源质量问题、数据处理质量问题和数据应用质量问题三种。

2.1 数据源质量问题是指空间数据在采集和录入过程中可能产生的误差,建库所需的各种类型的数据的可靠性和精度。影响它的主要因素有:各种测量数据、地图和遥感数据等误差、调查和统计造成的属性数据误差以及文档数据的错误等,数字化前的预处理、手扶跟踪自动化的分辨率和矢量化精度等。

数据采集中的测量方法以及量测精度的选择受到人类自身的认识和表达的影响。在以下的几

种 GIS 数据采集过程中都会产生影响数据质量的误差。

(1) 用全站仪、电子速测仪、GPS 施测的野外测量误差包括:仪器误差、人为误差、环境误差等;

(2) 由航片或近景测量所导致的遥感数据误差包括:地面控制点误差、几何校正误差、影像增强误差、影像分类误差等;

(3) 地图数据误差包括:原始数据误差、坐标转换误差、制图综合与印刷产生的误差等。

2.2 数据处理质量问题是指空间数据在各种空间操作、空间查询和空间分析过程中所导致的各种精度的损失和误差的引入。影响它的主要因素有:空间分析、坐标变换、数据变换、空间数据的编辑、由计算机引起的字长问题(如数据处理精度、数据存储精度)等。

2.3 数据应用质量问题是指在应用空间数据进行实际的操作时,空间数据的完备性、一致性的优劣对结果产生的影响。一般来说,空间范围越大,空间数据的完整性就越差;空间数据越复杂,空间数据的一致性也越差。

3 模糊综合评价方法简介

模糊数学是研究空间数据质量的主要数学工具之一,它是由 Zadeh 提出的由计算机处理不精确概率的一种理论。现有的 GIS 数据质量评价方法,都是请多位专家对产品进行现场评定,专家根据他们的经验和知识进行打分,然后采用概率统计的方法来作出结论。因此现有的 GIS 数据质量评价方法都是基于随机性的不确定性,而对于模糊性的不确定性是很难起作用的。空间数据质量涉及因素和指标较多,质量的“好”与“坏”本身就是一个模糊概念,采用模糊数学的方法对空间数据质量进行评价更贴近客观实际。模糊综合评价方法,是一种运

用模糊变换原理分析和评价模糊系统的方法。它是一种以模糊推理为主的定性和定量相结合、精确与非精确相统一的分析评价方法。由于这种方法在处理各种难以用精确数学方法描述的复杂系统问题方面,表现出了独特的优越性。

采用模糊综合评判的数学模型可分为一级模型和多级模型,采用一级模型进行综合评判,一般可归纳为以下几个步骤:

3.1 建立评判对象因素集 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_m\}$ 。因素就是对象的各种属性或特征,在不同场合,也称为参数指标或质量指标,它们能综合地反映出对象的质量,因此可由这些因素来评价对象。

3.2 建立评判集 $V = \{V_1, V_2, \dots, V_n\}$ 。如空间数据质量的评价,评判集是质量评价等级的集合。

3.3 建立单因素评判,即建立一个从 U 到 $F(V)$ 的模糊映射。

如果着眼于第 $i(i = 1, 2, \dots, m)$ 个评判因素 U_i ,其因素的评判结果为 $R_i = [r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in}]$,则各个评判因素的评判决策矩阵

$$\tilde{R} = (r_{ij})_{m \times n} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{pmatrix}$$

3.4 综合评判。由于对 U 中各个因素有不同的侧重,需要对每个因素赋予不同的权重,它可表示为 U 上的一个模糊子集 $A = (A_1, A_2, \dots, A_n)$ 且规定 $\sum_{i=1}^n A_i = 1$ 。则应用模糊变换的合成运算,可以得到评判集 V 上的一个模糊子集,即综合评判结果: $B = A \circ R = (b_1, b_2, \dots, b_n)$

3.3 基于模糊综合评价方法的空间数据质量评价建模过程

一般地,基于模糊综合评价方法的空间数据质量评价需要经过以下步骤:

3.3.1 确定评价因素集 U

如何对空间数据质量进行科学度量与精确表达,一直以来是数据生产者与使用者非常关心的问题。空间数据质量信息采用质量元素进行描述。近年来,国内外学者对应该使用哪些质量元素来描述空间数据质量进行了深入研究,提出了一些度量指标和数学模型。美国数字制图标准国家委员会、国际制图协会空间数据质量委员会、国际标准化组织地理信息标准技术委员会等组织也提出了一些空间数据质量元素。但目前尚无统一的空间数据质量模型。在评价因素的选取上应遵循完整性、适

用性和无关性原则,使得所选取的因素能够全面、客观、正确地评价空间数据的质量。

根据国家质量技术监督局发布的《数字测绘产品检查验收规定和质量评定》,参照国内外研究成果,空间数据质量因素包括五个方面:(1)数学精度;(2)属性精度;(3)逻辑一致性;(4)整饰质量;(5)附件质量。

3.3.2 建立评判集 V

根据国家质量技术监督局发布的《数字测绘产品检查验收规定和质量评定》,建立评判集

$$V = \{ \text{优, 良, 合格, 不合格} \}$$

3.3.3 评价要素权重子集的确定

需要确定评价指标的权重系数。常见的确定权重系数的方法有:(1)主观经验判断法;(2)专家调查法或专家征询法;(3)评判专家小组集体讨论投票表决法;(4)层次分析法(即 AHP 方法)。为了保证确定的权重系数的客观性、公正性和科学性,常常可将上述几种方法结合起来使用。

综合分析五个质量因素的权重分别为:(1)数学精度,权重为 0.3;(2)属性精度,权重为 0.25;(3)逻辑一致性,权重为 0.2;(4)整饰质量,权重为 0.15;(5)附件质量,权重为 0.1。

正确确定和选择隶属函数是研究模糊现象的基础。根据数字测绘产品质量等级标准构造隶属函数,同时选定合适的模糊合成算子,常用的模糊合成算子包括主因素决定型、主因素突出型、不均衡平均型和加权平均型。对综合评价而言,加权平均型模糊算子较为合适并在实际中常被采用。

3.3.4 评判的实施

利用选定的模糊合成算子,对空间数据质量特征因素进行模糊综合评价,经过合成运算即可得:

$$\tilde{B}_i = \tilde{A}_i \circ \tilde{R}_i = [b_{i1}, b_{i2}, b_{i3}, b_{i4}, b_{i5}] \quad (i = 1, 2, 3)$$

基于单因素模糊综合评判结果 B_i ,可以得到 U 中各子集的综合评价决策矩阵:

$$\tilde{R} = \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} & b_{15} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} & b_{25} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & b_{34} & b_{35} \end{pmatrix}$$

最后再由 U 的各子集的权重系数向量 $\tilde{A}$ 和综合评价决策矩阵 $\tilde{R}$,经过合成运算,即得出对空间数据质量的模糊综合评价结果:

$$\tilde{B} = \tilde{A} \circ \tilde{R} = [a_1, a_2, a_3] \begin{pmatrix} \tilde{B}_1 \\ \tilde{B}_2 \\ \tilde{B}_3 \end{pmatrix} = [b_1, b_2, b_3, b_4, b_5]$$

4 结 语

空间数据是 GIS 的“血液”,是 GIS 重要的组成元素,随着 GIS 在各行各业的推广应用,空间数据的质量直接影响到 GIS 应用、分析、决策的正确性和可靠性。目前我国已经制定了若干空间数据产品的质量评定标准,一定程度上解决了空间数据质量评价中的部分问题,但总体来看,评价的方法和手段仍主要局限于定性的分析,定量统计分析相对较薄弱,如何对空间数据质量进行全面、准确的描述、度量和评价已经成为制约 GIS 应用与发展的重要因素,也是所有数据生产者和使用者亟待解决的重要课题。

参考文献

1 国家测绘局. 数字测绘产品检查验收规定和质量评定 [M]. 北京: 测绘出版社, 2001.

2 杜道生,王占宏,马聪丽. 空间数据质量模型研究[J]. 中国图象图形学报, 2000, 5(7): 559 562.

3 王帆飞. 空间数据库数据质量评测与质量控制体系研究 [D]. 成都: 四川大学, 2005.

4 周平. GIS 空间数据质量综合评价[J]. 城市勘测, 2003 (3): 30 31.

5 朱庆,陈松林,黄铎. 关于空间数据质量标准的若干问题 [J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2004, 29(1): 19 23.

6 曾衍伟,龚健雅. 空间数据质量控制与评价方法及实现技术[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2004, 29(8): 32 36.

Spatial Data Quality Evaluation Method of Fuzzy Comprehensive

WANG Xi^{1, 2}, LI Wei^{1, 2}

(¹ Nanjing Engineering Vocational College, Nanjing Jiangsu 211135, China;

² Electronic Department of Jiangsu Union Technical Institute Nanjing Engineering Branch, Nanjing Jiangsu 211135, China)

Abstract The spatial data quality is one of the important factor for detecting the accuracy and reasonableness of geographic information system analysis. On the basis of analyzing the factor for influencing the spatial data quality, it discussed the method of spatial data quality assessment in GIS by fuzzy mathematics theory, and put forward a appraisal mentality which has provided the basis for spatial data quality estimate.

Key words fuzzy comprehensive evaluation; spatial data quality; geographic information system quality estimate

(上接第 24 页)

讨论继续完善。

参考文献

1 高庆强,张勇,李黎. 地下管线普查工程监理实施方法探讨[J]. 城市勘测, 2003, (2): 6~ 9.

2 王杰臣,张伟,毛海城. GIS 网络分析的图简化方法研究 [J]. 测绘学报, 2001, 30(3): 263~ 268.

3 韩勇,陈戈,李海涛. 基于 GIS 的城市地下管线空间分析模型的建立与实现[J]. 中国海洋大学学报, 2004, 34(3): 506~ 512.

4 孙永旺,朱建军,李光强,等. 基于数据共享的多级地下管线地理信息系统[J]. 遥感信息, 2006(5): 60~ 63.

5 程耀东,孙建国. 基于组件的城市地下综合管网信息系统开发研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2005, 28(1): 5~ 8.

Research for The Key Technology of City's Comprehensive Pipeline Management System

JIANG Zhi-sheng¹, GONG Jian-qiao², WANG Wei-ying²

(¹ Xiangshan Survey and Mapping Instituted, Xiangshan Zhejiang 315700, China;

² School of Urban & Environmental Studies, Huazhong Normal University, Hubei Wuhan 430079, China)

Abstract To establish city's comprehensive pipeline management system for managing underground pipeline data, which is based on GIS, is a good way to ensure the urban planning improving and urban construction accelerating. By discussing data supervision, cross section analysis, dynamic symbolic layer and some key technology in the process of building underground pipeline system, this paper has given an idea for the building of city's comprehensive pipeline management system at present.

Key words comprehensive pipeline; GIS; data supervision; cross section analysis; dynamic symbolic layer