

基于模糊集和缺陷扣分法的 GIS产品质量评价比较

胡圣武, 王宏涛

(河南理工大学 测量工程系, 河南 焦作 454100)

[摘要] 采用了模糊集和缺陷扣分两种方法, 对 GIS 产品质量的评价进行了研究, 并且对两种方法的理论、方法和特点进行比较分析, 然后用实例进行具体的比较, 认为模糊集方法比缺陷扣分法要优越, 而且通过对得到的结果分析可知: 对 GIS 产品质量评价应考虑模糊不确定性, 才能真正揭示 GIS 产品的质量。

[关键词] GIS 产品; 质量评价; 模糊集; 缺陷扣分法; 比较

[中图分类号] P208 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2006)02-0096-04

Comparison with GIS Product Quality Evaluation Methods Based Fuzzy Set and Defection Subtraction Score

HU Sheng wu, WANG Hong tao

(Department of Surveying Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454100, Henan, China)

Abstract This paper researches on evaluation of GIS product quality; adopts fuzzy set method and defection subtraction score method to compare with GIS product quality evaluation methods based fuzzy set and defection subtraction scores, and mainly processes with three factors that are theory, approach and property, then gives an example to analyze the results. It is pointed out that fuzzy set method is superior to the defection subtraction score method. It is found that it the fuzzy uncertainty must be considered to make clear GIS product quality when evaluating GIS product quality.

Key words GIS product; quality evaluation; fuzzy set; defection subtraction method; compare

0 引言

随着 GIS 的发展, 其产品也得到了应用。正确对 GIS 产品的质量进行评价能推动 GIS 发展和满足用户的要求。笔者就缺陷扣分法和模糊集方法用于 GIS 产品质量评价进行各方面比较。

1 缺陷扣分法

1.1 缺陷扣分法的定义

缺陷扣分法^[1]指计算单位产品的得分值, 由单

位产品的得分值来评价产品质量的方法。具体操作是, 将单位产品的满分设为 100 分, 先对地图产品中的缺陷进行判定, 并对各缺陷按其严重程度进行扣分, 再将各缺陷扣分值累加, 最后用 100 减去累加的扣分值作为该产品的得分值, 再由得分值判定产品质量。

目前对缺陷严重程度的认定主要有严重缺陷、重缺陷和轻缺陷 3 种^[2-3]。

(1) 严重缺陷指单位产品的极重要质量元素不符合规定, 以致不经返修或处理不能提供用户使用。

[收稿日期] 2005 08 29

[基金项目] 测绘遥感信息工程国家重点实验室开发研究基金项目((02)0101)

[作者简介] 胡圣武(1970-), 男, 湖南津市人, 讲师, 博士, 从事 GIS 数据质量和图像处理技术研究。

(2)重缺陷指单位产品的重要质量元素不符合规定,或者单位产品的质量元素严重不符合规定,对用户使用有重大影响。

(3)轻缺陷指单位产品的一般质量元素不符合规定,或者单位产品的质量元素不符合规定,对用户使用有轻微影响。

1.2 缺陷扣分法的实施方法

1.2.1 缺陷扣分标准

对应于各种缺陷扣分标准如表 1^[4]。

表 1 缺陷扣分标准

Tab.1 Standard of Defection Subtraction Score

缺陷等级	严重缺陷	重缺陷	轻缺陷
缺陷扣分值	42	12/ <i>T</i>	1/ <i>T</i>

注: *T* 为缺陷值调整系数,根据单位产品的复杂程度而定,一般取值 0.8~1.2

1.2.2 质量评价方法

(1)根据缺陷扣分标准,得到单位产品的每个一级质量特征得分

$$a = 100 - 42i - (12/T)j - (1/T)k \quad (1)$$

式中: *a* 为单位产品一级质量特征得分; *i* 为单位产品一级质量特征中严重缺陷的个数; *j* 为单位产品一级质量特征中重缺陷的个数; *k* 为单位产品一级质量特征中轻缺陷的个数; *T* 为缺陷值调整系数。

(2)计算单位产品的得分

$$N = \sum_{i=1}^n a_i p_i \quad (2)$$

式中: *N* 为单位产品得分; *a_i* 为各一级质量特征的得分; *p_i* 为相应质量特征的权; *n* 为一级质量特征的个数。

(3)单位产品质量等级划分标准: 优级品 *N*≥90 分; 良级品 *N*=75~89 分; 合格品 *N*=60~74 分; 不合格品 *N*≤59。

1.2.3 缺陷扣分法的特点

由上述可知,传统的缺陷扣分法以产品中的缺陷作为基本的质量评价信息,其操作简便。对缺陷的反应很敏感,一个严重缺陷就可以使产品不合格。缺陷值易于量化,且缺陷值直接对应于产品不同的质量等级,所以根据扣分情况,可以很方便地对产品质量进行分等定级。

但是缺陷扣分法也存在着许多局限性和不足,尤其是利用这种方法对数字地图产品进行质量评价时,这种局限性就表现得更加突出,主要表现在 6 个方面:

(1)缺陷扣分法,以产品的缺陷信息作为产品的基本质量信息,只在缺陷和非缺陷间以及缺陷的程度上进行评定,对够不上缺陷的信息质量不作评价,而统一作为完美对待,这就使许多中间质量信息被损失掉,导致其评价结果比较粗糙,不够可靠。

(2)从对各种缺陷的定义可以看出,缺陷扣分法中的各种缺陷,其概念本身就是模糊的,难以明确界定。即使是像“出现悬挂节点、结点匹配限差超限 5 处计为一个一般缺陷”中的“5 处”,看似清晰,实际界线也是模糊的。因为超限 4 处和 5 处并没有本质区别,却被划归为性质完全不同的缺陷和非缺陷两类。

(3)缺陷扣分法是基于一种刚性的质量观,对缺陷的认定过于绝对,这使得其结论经常显得偏激。比如以 1 cm 作为点位精度限差,那么 1.01 cm 的误差就会被看作是缺陷而加以扣分,而 0.99 cm 的误差则不会被看作缺陷,实际上这两种误差的产品质量没有实质性区别。所以,缺陷扣分的方法不利于体现产品质量的模糊属性。

(4)缺陷扣分的实质是将不同性质和不同程度的缺陷值进行线性相加,然后根据分值情况直接判定产品的质量等级。这会使在存在缺陷的情况下,其评价结果偏严重,同类或不同种类的多个轻微缺陷就可能使产品的质量等级很低,甚至不合格。由于数字地图产品的数据内容较过去纸质图更加多样化,数据之间的关系更加复杂,缺陷扣分法不利于全面综合评价产品的质量。比如,对一件产品而言,若其各质量特性都被评价为“良”,那么从理论上说,这件产品的质量等级可以判定为“良”。但是,缺陷扣分法是将各质量特性的缺陷扣分值累加,再由得分评定产品质量,就会使质量等级偏低。

(5)目前在对数字地图产品实行缺陷扣分时,通常在其中选取一些样本点进行评价,这就使评价结果受到样本选择的局限,样本选择的数量和区域不同,会使同一产品的质量评价等级不同,这显然不合理。

(6)过去生产的模拟地图中的点都是孤立存在的,而在 4D 产品中,每一个点以及由点构成的线和面都是有机结合为一体的,这就使一个点上出现的错误可能牵动一片。因此,要求在质量评价时,应全面综合考虑各种因素的影响,而缺陷扣分法很难适应数字地图产品的这种新特点。

2 模糊集方法

2.1 模糊集方法的定义

模糊集方法主要考虑 GIS 产品质量等级之间的过渡性,并不是把等级之间截然分开。该方法选取一定的隶属函数对同一分数计算出属于不同级别的值,然后选取各特征质量的权重,按照模糊关系的运算规则,得到最终各级别的值,根据最大隶属度原则,判定 GIS 产品质量的等级。

2.2 实施方法

- (1)选择评价因素集。确定评价因素集主要是选取 GIS 产品的一级质量特征因素。
- (2)确定评价等级(V)。一般把 GIS 产品分为 4 级,即:优(V_1)、良(V_2)、合格(V_3)和不合格(V_4), $V = \{V_1, V_2, V_3, V_4\}$ 。
- (3)选择质量等级的隶属函数。正确地确定和选择隶属函数是研究模糊现象的基础。
- (4)确定各一级质量特征的权重。
- (5)根据模糊关系合成法则,计算各等级的值。
- (6)根据最大隶属原则,判定其 GIS 产品质量的等级。

2.3 模糊集方法的特点

- (1)模糊综合评判法以产品的非缺陷信息作为产品的基本质量信息,在此基础上,还考虑产品的缺陷对产品质量的影响。所以考虑的情况更全面,利用的信息更充分,得出的结果也就更客观和公正。
- (2)模糊综合评判法是根据产品的质量特点,将影响产品质量的因素进行科学分解。先对各因素对产品质量的影响进行平行评价,然后对各因素的影响结果再进行综合评判,既反映了各因素影响之间的差异性,又体现了各因素影响之间的联系性,所以处理过程更细腻,避免了将各不同性质的缺陷值进行简单相加,再加以判定的粗糙。
- (3)模糊综合评判法尊重了质量本身具有的模糊属性,利用各评价因子对不同质量等级的隶属度来体现其反映的质量信息,使质量的模糊属性得到体现,避免了基于刚性质量观的评价所面对的问题。
- (4)由于模糊综合评判法是一种全面评价,它受样本的局限较少,使由于样本点选择的不同导致同一产品质量评价等级不同的问题得以有效避免。
- (5)在模糊综合评判中,通过对不同模糊运算模型的优劣比较,可以选择出最好的运算模型,使

运算结果能最科学地体现产品的质量状况。

3 实例比较

图 1 是数字线划地图(DLG),现根据缺陷扣分法与模糊集方法进行质量评价。

3.1 用缺陷扣分法计算

根据《国家测绘局 1:1 万基础地理信息更新与建库技术设计指南》,数字线划地图的一级质量特性包括位置精度、属性精度、逻辑一致性、完整性、现势性、装饰质量和附件质量。相应的评价因素集为

$$F = \{f_1, f_2, \dots, f_7\}.$$

根据各专家判定的缺陷数的种类和个数,根据式(1)得到各一级质量特征的分值。 $X_1 = 70$; $X_2 = 80$; $X_3 = 73$; $X_4 = 83$; $X_5 = 88$; $X_6 = 91$; $X_7 = 95$ 。

根据文献[5-6],确定各一级质量特征因素的权重如(表 1)。

表 1 GIS 质量分级特征

Tab. 1 GIS Quality Grade Property

一级质量特征	权重	二级质量特征
位置精度	0.20	数学基础精度
		接边精度
		高程精度
		平面与高程综合精度
属性精度	0.30	属性字段定义的完备性 (名称、类型、长度) 标识码唯一性、正确性 与图形实体连接正确性 属性数据项正确性
数据的正确性与完备性	0.15	数据分层的正确性 实体种类的完整性 注记的正确性与完整性
数据逻辑一致性	0.10	实体的地理协调性 拓扑关系的正确性
数据的时效性	0.10	数据的现势性
图形质量	0.10	线划质量 图廓整饰质量
附件质量	0.05	资料的完整性

根据式(2)计算 DLG 的得分: $N = 70 \times 0.2 + 80 \times 0.3 + 73 \times 0.15 + 0.1 \times 83 + 88 \times 0.1 + 91 \times 0.1 + 0.05 \times 95 = 79.9$, 则该产品的质量等级为良。



图 1 DLG 产品图

Fig. 1 DLG Product Map

3.2 用模糊集方法计算

用模糊集方法选取的一级质量特征集与等级个数都与缺陷扣分法一样。

(1)根据 DLG 产品质量等级标准和评价因素的特点、位置精度、属性精度、逻辑一致性、现势性和完整性选择图 2a 的同一隶属函数, 而装饰质量和附件质量选如图 2b 的同一隶属函数。

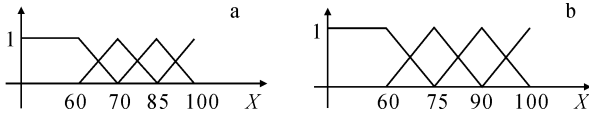


图 2 隶属函数

Fig. 2 Membership Functiona

图 2a 的隶属函数为

$$C_1 = \begin{cases} (X - 85) / 15 & 85 < X \leq 100 \\ 0 & X \leq 85 \end{cases}$$
$$C_2 = \begin{cases} (100 - X) / 15 & 85 < X \leq 100 \\ (X - 70) / 15 & 70 \leq X \leq 85 \end{cases}$$
$$C_3 = \begin{cases} (85 - X) / 15 & 70 < X \leq 85 \\ (X - 60) / 10 & 60 \leq X \leq 70 \end{cases}$$
$$C_4 = \begin{cases} (70 - X) / 10 & 60 \leq X \leq 70 \\ 1 & X \leq 60 \end{cases}$$

图 2b 的隶属函数为

$$D_1 = \begin{cases} (X - 90) / 10 & 90 < X \leq 100 \\ 0 & X \leq 90 \end{cases}$$
$$D_2 = \begin{cases} (100 - X) / 10 & 90 < X \leq 100 \\ (X - 75) / 15 & 75 \leq X \leq 90 \end{cases}$$
$$D_3 = \begin{cases} (90 - X) / 15 & 75 < X \leq 90 \\ (X - 60) / 15 & 60 \leq X \leq 75 \end{cases}$$
$$D_4 = \begin{cases} (75 - X) / 15 & 60 < X \leq 75 \\ 1 & X \leq 60 \end{cases}$$

(2)根据质量评分规则, 计算统计各评价因素的分数。可按式(1)计算出各因素的得分, 与前面的一致。

(3)代到上述的隶属函数, 计算隶属度, 并组成模糊关系矩阵

$$R = \begin{bmatrix} 0.0 & 0.00 & 1.00 & 0 \\ 0.0 & 0.67 & 0.33 & 0 \\ 0.0 & 0.20 & 0.80 & 0 \\ 0.0 & 0.87 & 0.13 & 0 \\ 0.2 & 0.80 & 0.00 & 0 \\ 0.1 & 0.90 & 0.00 & 0 \\ 0.5 & 0.50 & 0.00 & 0 \end{bmatrix}$$

(4)确定权向量与缺陷方法一致。权向量 W 为

$$W = (0.2 \ 0.3 \ 0.15 \ 0.1 \ 0.1 \ 0.1 \ 0.05)$$

(5)进行质量关系评价。根据模糊矩阵的合成规则, 选取合成模型 $M(\cdot, \oplus)$ 质量向量为 B

$$B = W \cdot R = (0.2 \ 0.3 \ 0.15 \ 0.1 \ 0.1 \ 0.05) \cdot \begin{bmatrix} 0.0 & 0.00 & 1.00 & 0 \\ 0.0 & 0.67 & 0.33 & 0 \\ 0.0 & 0.20 & 0.80 & 0 \\ 0.0 & 0.87 & 0.13 & 0 \\ 0.2 & 0.80 & 0.00 & 0 \\ 0.1 & 0.90 & 0.00 & 0 \\ 0.5 & 0.50 & 0.00 & 0 \end{bmatrix} =$$

$$[(0.1 \times 0.2 + 0.1 \times 0.1 + 0.05 \times 0.5), (0.3 \times 0.67 + 0.15 \times 0.2 + 0.1 \times 0.87 + 0.1 \times 0.8 + 0.1 \times 0.9 + 0.05 \times 0.5), (0.2 + 0.3 \times 0.33 + 0.15 \times 0.8 + 0.1 \times 0.13), 0] = (0.055, 0.512, 0.432, 0)$$

根据最大隶属原则, 则该 DLG 的质量为良。用模糊方法与传统的方法结果一致。

4 结论

模糊集方法是对缺陷扣分法的一种改进。

(1)模糊集方法比缺陷扣分法细腻, 结果更可靠。

(2)模糊集方法考虑到等级之间的过渡性, 比较科学, 更加符合实际。

因此, 模糊集方法比缺陷扣分法要优越。不过模糊集方法还存在隶属函数的确定问题, 到目前确定隶属函数的方法还带有主观性, 还需大力研究寻找新的方法^[7]。

[参 考 文 献]

- [1] 王庆国. 4D 产品质量的模糊综合评判[D]. 武汉: 武汉大学, 2004.
- [2] 王新洲, 史文中, 王树良. 模糊空间信息处理[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2004.
- [3] 刘 春. GIS 属性数据的精度度量及质量控制的抽样原理与方法[D]. 上海: 同济大学, 2000.
- [4] 李大军, 龚健雅, 谢刚生. DLG 产品质量的模糊综合评判[J]. 地矿测绘, 2002, 18(1): 1 - 3.
- [5] 刘大杰, 史文中, 童小华, 等. GIS 空间数据的精度分析与质量控制[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1999.
- [6] 陈 能. 城市工程地质 GIS 理论与实践——以大庆市东城区为例[D]. 上海: 同济大学, 2001.
- [7] 胡圣武, 王新洲, 李长春. 基于梯形模糊数 GIS 产品的可靠性分析[J]. 地球科学与环境学报, 2005, 27(3): 88 - 90.