

模糊综合法在土地定级中的应用*

王新洲 王树良

(武汉测绘科技大学地学测量工程学院,武汉市珞喻路 39 号, 430070)

摘要 提出了融模糊综合评判和模糊聚类分析于一体的模糊综合法,给出了将特尔菲法与层次分析法相结合的定权步骤以及与 λ 无关的聚类分析步骤。应用表明,该方法定级结果唯一且符合实际。

关键词 模糊综合法;土地定级;模糊综合评判;模糊聚类分析

分类号 P27; F301.2

1 概述

正确评定土地等级,建立科学的土地等级体系,是土地科学中最重要的研究内容之一。

为了建立科学的土地等级体系,土地科学工作者们采用过模糊综合评判。它充分顾及了土地质量界线的模糊性,但在根据最大隶属度或主导因素原则对综合评判矩阵确定定级结果时,丢失了各评价单元之间的相关信息,容易造成与实际不符的定级结果。鉴于此,有人采用模糊聚类分析。该法兼顾了各评价单元之间的相关信息,在很大程度上弥补了模糊综合评判的不足,也取得了一些成效。但它在获取原始信息和选取分类阈值 λ 时,具有很大的主观性,尤其是凭经验选取 λ 值,不仅有先在思想上按主观愿望分类,再去凑阈值 λ 之嫌,而且分类不唯一。所以,又有人提议在进行土地定级时,分别采用这两种方法得出两个结果,然后再比较它们的一致性。这样做,不仅使土地定级工作量成倍增加,而且当两种结果相差较大时(实际上这种情况经常出现),究竟选用哪一种结果,无法确定,并且不能兼顾两者之长,克服两者之短。本文提出的模糊综合法,将模糊综合评判和模糊聚类分析有机地结合在一起,能扬长避短,是值得推荐的方法。

2 基本原理

本方法的基本思想是:首先用特尔菲法和层次分析法选择参评因素并确定权重,求取隶属度并获得模糊总体评价矩阵 X 。其次,由 $B = A \circ X$

求得全部因素的综合评价矩阵 B ,并把所有被评价的土地单元的等级评判结果组合成一个等级综合评判矩阵。最后,利用该等级综合评判矩阵中的元素,求得模糊相似矩阵 R 和模糊等价矩阵(传递闭包矩阵) $t(R)$ 。再据 $t(R)$ 进行聚类分析,得到最终的定级结果。

2.1 模糊综合评判(以二级模型为例)

影响土地质量的因素指标很多,且重要程度即权重各异,土地分等定级时,应由专家结合实际,因地制宜地选择因素,确定权重。本模型采用特尔菲法和层次分析法相结合的方法,具体步骤如图 1。

设因素集 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_m\}$ 且 $U_i = \{u_i^1, u_i^2, \dots, u_i^{k_i}\}$, ($i = 1, 2, \dots, m$), 等级集 $V = \{I, II, III, \dots\}$ (共 n 个等级)。对每个 U_i 的 k_i 子因素,权重分配矩阵为 $A_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ik_i})$, 则 U_i 的总体评价矩阵为:

$$X_i = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{k_i 1} & x_{k_i 2} & \dots & x_{k_i n} \end{pmatrix}$$

综合评判矩阵 $B_i = A_i \circ X_i$, U 的所有因素综合评判矩阵 $B^{(p)} = A \circ B = A \circ (B_1, B_2, \dots, B_i, \dots, B_m)^T$ ($p = 1, 2, \dots, l$; l 代表土地评价的单元数)。对 l 个土地评价单元的等级综合评判矩阵为:

$$B_{l \times n} = (B^{(1)}, B^{(2)}, \dots, B^{(i)}, \dots, B^{(l)})^T = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{l1} & y_{l2} & \dots & y_{ln} \end{pmatrix}$$

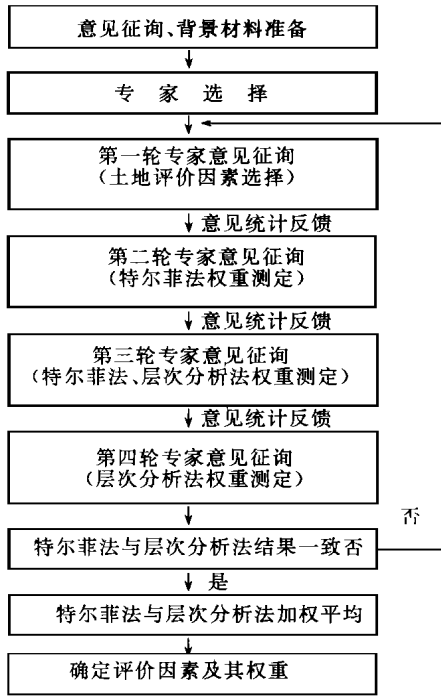


图 1 土地定级因素选择及权重测定程序图

Fig. 1 Procedure of Land Grading Factors and Their Weights to be Chosen and Determined

2.2 模糊聚类分析

把矩阵 $B_{k \times n}$ 中的元素 $y_{ij} (i=1, 2, \dots, l; j=1, 2, \dots, n)$ 作为原始数据, 用夹角余弦法 $r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n y_{ik} \cdot y_{jk}}{\left(\sum_{k=1}^n y_{ik}^2\right)^{1/2} \left(\sum_{k=1}^n y_{jk}^2\right)^{1/2}} (i=j=1, 2, \dots, l)$ 建立模糊相似矩阵 $R = (r_{ij})_{l \times l}$, 并用平方自合成法求得模糊等价矩阵 $t(R)$. 根据模糊概率选取聚类阈值, 本文选为 0.99 (即属于同一类的概率达 99%), 以下面方法进行聚类分析:

- 1) 对 $t(R)$ 的每一列 (t_{ii} 除外) 的 $l-1$ 个元素求和: $T_j = \sum_{i=1}^l t_{ij} (i \neq j, j=1, 2, \dots, l)$;
- 2) 求出最大值 $T_{\max}^{(1)} = \max(T_1, T_2, \dots, T_l)$ 和比值 $K_j^{(1)} = T_j / T_{\max}^{(1)}$;
- 3) 把 $K_j^{(1)} > 0.99$ 的 U_j 聚为第一类;
- 4) 在剩余 T_j 中再重复上述步骤, 直到聚类完毕。

2.3 定级

经过前面的工作, 虽然各土地单元已相应归入各地类, 但各地类的等级还不一定能确定。为了确定各地类的等级, 分别将每类地块在综合评判矩阵 $B_{k \times n}$ 中的元素 y_{ij} 按列求和, 其中最大的和所在的列就是此类单元的等级。

3 应用举例

南宁市的土地质量是以市中心商业用地为圆心, 呈辐射状向外递减, 其土地定级估价课题组的成果被国家土地管理局誉为“国内领先水平”。因此, 我们用本模型处理了他们的部分定级资料, 以接受实践的检验。

根据专家分析和特尔菲法、层次分析法的计算, 确定研究区域的土地因素集 U , 其层次结构体系 (一、二级) 如表 1 所示。立足被研究区域的土地现状及专家评估信息, 评语集定为 $V = \{I, II, III, IV\}$ 。根据需要提取该区域被评价单元的参评因素数据, 按前述方法计算得到其模糊综合评判矩阵 $B_{20 \times 4}$:

等级	I	II	III	IV	地块号
0.671	0.001	0.328	0.005	1	
0.885	0.099	0.016	0.021	2	
0.176	0.162	0.662	0.300	3	
0.787	0.057	0.155	0.041	4	
0.141	0.654	0.204	0.834	5	
0.508	0.002	0.491	0.001	6	
0.009	0.594	0.404	0.006	7	
0.723	0.135	0.142	0.213	8	
0.454	0.423	0.121	0.210	9	
0.180	0.193	0.626	0.232	10	
0.265	0.215	0.519	0.002	11	
0.125	0.419	0.455	0.013	12	
0.335	0.558	0.092	0.034	13	
0.058	0.117	0.704	0.902	14	
0.160	0.041	0.798	0.030	15	
0.210	0.123	0.666	0.041	16	
0.023	0.335	0.641	0.102	17	
0.065	0.411	0.523	0.210	18	
0.016	0.038	0.945	0.060	19	
0.031	0.622	0.424	0.604	20	

地块名: 1. 南宁火车站; 2. 南华大厦; 3. 车辆段; 4. 邕江影剧院; 5. 妇幼保健院附属卫校; 6. 市百货大楼; 7. 永新区政府; 8. 民生商场; 9. 区检察院; 10. 南铁一中; 11. 新阳路小学; 12. 二十五中; 13. 市政工程公司; 14. 龙宫大酒家; 15. 区广播电视学校; 16. 区建筑科学研究所; 17. 市自来水公司技校; 18. 亭子二中; 19. 江南区政府; 20. 白沙造纸厂。

表 1 南宁市土地定级因素体系

Tab. 1 Body of Nanning City Land Grading Factors

因素层	因子层
繁华程度	商服繁华影响度
	道路通达度
交通条件	公交便捷度
	对外交通便利度
	路网密度
基本设施状况	生活设施完备度
	公用设施完备度
环境状况	环境质量优劣度
	文体设施影响度
	绿地覆盖度
	自然条件优越度
人口状况	常住人口密度
	流动人口密度

有了 $B_{20 \times 4}$ 矩阵后,若使用模糊综合评判确定土地等级,根据最大隶属度或主导因素原则评定出的土地等级为:

I 级: 1, 2, 4, 6, 8, 9; II 级: 7, 13, 20; III 级: 3, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19; IV 级: 5, 14

我们的综合方法则是以 $B_{20 \times 4}$ 中的元素 y_{ij} ($i = 1, 2, \dots, 20; j = 1, 2, 3, 4$) 为原始数据再进行聚类分析。在求得模糊相似矩阵 $R_{20 \times 20}$ 并平方自合成模糊等价矩阵 $t(R)$ 后,应用我们与 λ 无关的聚类方法,求得各土地单元的分类,具体过程如表 2 最后,求得各类土地等级如表 3 各土地单元在南宁市土地级别总图中的位置如图 2

现在,把根据本文新模型得到的表 3 和图 2 与单独用模糊综合评判得到的结果相对比,容易看出:模糊综合评判①把处于市中心、商服繁华、基础设施完备、人口密度很大的 I 级土地 14(龙宫大酒家)错定为 IV 级地,②把被邕江阻隔于市中心另一岸的 II 级地 9(区检察院)错定为 I 级地;③把位于郊区、各项设施都较差的 IV 级地 20(白沙造纸厂)错定为 II 级地。这些错误的出现,就在于模糊综合评判据最大隶属度原则定级时,若次

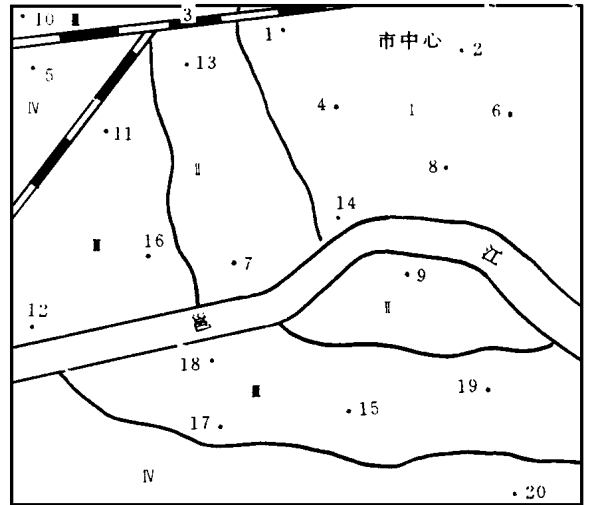


图 2 南宁市土地级别总图(部分)

Fig. 2 Total Map of Nanning City Land Grades(part)

最大隶属度与最大隶属度相差不大,则丢失了河流道路阻隔、土地区位波及性等大量土地定级信息。由 $B_{20 \times 4}$ 知,地块 20(白沙造纸厂)对 II 级隶属度为 0.622,对 IV 级为 0.604,这是模糊综合评判本身所不能克服的。

表 2 模糊聚类过程

Tab. 2 Procedure of Fuzzy Clustering

	$T(1)$	$T_{\max}^{(1)}$	$K(1)$	第一类	$T(2)$	$T_{\max}^{(2)}$	$K(2)$	第二类	$T(3)$	$T_{\max}^{(3)}$	$K(3)$	第三类	$T(4)$	$T_{\max}^{(4)}$	$K(4)$	第四类
1	16.253		0.954		16.253		0.982		16.253		0.998	1				
2	16.280		0.956		16.280		0.984		16.280	16.280	1.000	2				
3	17.005		0.998	3												
4	16.280		0.956		16.280		0.984		16.280		1.000	4				
5	16.516		0.969		16.516		0.998	5								
6	16.220		0.952		16.220		0.980		16.220		0.996	6				
7	16.104		0.945		16.104		0.973		16.104		0.989		16.104	16.104	1.000	7
8	16.267		0.955		16.267		0.983		16.267		0.999	8				
9	15.928		0.935		15.928		0.963		15.928		0.978		15.928		0.991	9
10	17.005		0.998	10												
11	17.005		0.998	11												
12	16.967		0.996	12												
13	15.858		0.931		15.858		0.958		15.858		0.974		15.858		0.990	13
14	16.182		0.950		16.182		0.978		16.182		0.994	14				
15	17.036	17.036	1.000	15												
16	17.036		1.000	16												
17	16.939		0.994	17												
18	16.939		0.994	18												
19	17.033		0.999	19												
20	16.545		0.971		16.545	16.545	1.000	20								

注:① $T(1) = \sum_{j=1}^{20} t_{ij}, i \neq j; i, j = 1, 2, \dots, 20$ ② $T(2) = T_{\text{剩}}^{(1)}, T(3) = T_{\text{剩}}^{(2)}, T(4) = T_{\text{剩}}^{(3)}$ ③ $K(p) = T(p) / T_{\max}^{(p)}, j = 1, 2, \dots, 20, p = 1, 2, 3, 4$

表 3 模糊聚类分析和土地定级
Tab. 3 Fuzzy Analytical Clustering and Land Grading

等级	I	II	III	IV
聚类	第三类	第四类	第一类	第二类
地块号	1, 2, 4, 6, 8, 14	7, 9, 13	3, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19	5, 20
特性	老城区, 商服繁华, 基础设施完善, 南宁的商业中心, 黄金地段	设施较完善, 商服繁华较好, 邕江、铁路阻隔使其与一级地相望	紧靠在 I、II 级周围, 基本以住宅文教用地为主	分布在 III 级外围, 各项设施都较差, 绿地覆盖度高

再来分析我们的结果。从表 3 和图 2 中不难看出, 土地单元的级别是唯一的, 是符合南宁市土地实际的价值和特性的, 而且结果包含的土地信息量是丰富的, 有主导因素也有次要因素, 有最大隶属度也有模糊聚类的定量补足, 同时兼顾了河流阻隔等因素。该结果明确给出 1~20 土地单元的等级, 体现了南宁市的土地特点, 即土地级别由市中心到边缘, 从高到低逐渐过渡, 高级别集中在市中心繁华地段, 低级别分布在市区边缘, 整个城市土地级别由市中心商业繁华区向周围呈辐射状, 反映出土地质量与土地区位的对应关系。但因铁道和邕江阻隔, 使二者两侧的繁华程度有明显差别, 如龙宫大酒家与区检察院。又因交通条件是影响土地质量的重要因素, 因此主干道两侧呈级差递减趋势, 如南宁火车站和白沙造纸厂等。

4 结束语

融模糊综合评判与模糊聚类分析于一体的土地定级模型, 发挥了二者的长处, 抑制了各自的不足, 既虑及多个土地评价因素, 又参考了实际环境等因素, 结果信息量丰富。它把定性分析与定量计算有机结合, 使土地等级建立在主客观统一的理

论基础上, 易于接受, 便于应用。

参 考 文 献

- 1 王新洲. 形变控制网稳定性的模糊聚类分析. 工程测量, 1996, (2): 10~12
- 2 谌作霖. 土地管理技术. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1991.
- 3 严星, 林增杰. 城市地产评估. 北京: 中国人民大学出版社, 1993.
- 4 国家土地管理局宣教司. 土地科技成果精选. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- 5 冯保成. 模糊数学实用集粹. 北京: 中国建筑工业出版社, 1991.
- 6 Bezdek J C, Castelaz P F. Prototype Classification and Feature Selection with Fuzzy Sets. IEEE Trans-SMC, 1987, 7(2)
- 7 Boissonnade A C. Identification of Fuzzy Systems in Civil Engineering. In: Fuzzy Mathematics in Earthquake Researches. Seismological Press, 1985.
- 8 Kacprzyk J, Straszak A. Application of Fuzzy Decision - Making Models for Determining Optimal Policies in Stable, Integrated Regional Development. Fuzzy Sets Theory & Applications to Policy Analysis & Information Systems, 1986.

Fuzzy Comprehensive Method and Its Application in Land Grading

Wang Xinzhou Wang Shuliang

(School of Geo-science and Surveying Engineering, W TUSM Wuhan, China, 430070)

Abstract A new fuzzy comprehensive method is put forward in this paper, combining fuzzy comprehensive evaluation with fuzzy clustering analysis. It not only avoids both of their own disadvantages, but also makes better use of their advantages. In fuzzy comprehensive evaluation, a new way to choose reasonable factors and decide factors' weights according to their different importances, is advanced, combining Delphi Method with Analytical Hierarchy Process. Furthermore, fuzzy clustering analysis without λ value is suggested here, while all the prior clustering analyses have to use λ value, which has all kinds of results because of the

great human errors to decide λ . Finally, the new comprehensive method is practised in parts of land grading in Nanning city. Its achievement indicates that it is practised better and accepted easier. And the land grading results are not only unique, but also corresponding with the facts.

Key words fuzzy comprehensive method; land grading; fuzzy comprehensive evaluation; fuzzy clustering analysis

(上接第 34页)

Object-oriented Knowledge Representation for Expert System of Remote Sensing Image Understanding

Ni Ling Shu Ning

(School of Information Engineering, W TU SM, 39 Liyuan Road, Wuhan, China, 430070)

Abstract In the field of AI and expert system, knowledge representation is very important. From analyzing conventional knowledge representation this paper presents object-oriented knowledge representation method, which is used in the remote sensing image understanding expert system. Interested class is abstracted in object. Various solving algorithms are distributed within object representation. By passing the message between the objects, the total problem-solving procedure is completed. In the system of object-oriented knowledge representation, there is entity match inference mechanism, and also various solving mechanism involved. Compared with conventional knowledge representation and inference approach, the object-oriented method is more flexible and effective. The experiment results have shown that the inference based on object-oriented approach is reliable.

Key words object-oriented; inference; knowledge representation; remote sensing image understanding; expert system