



地理科学进展 2002年第21卷第3期

基于模糊模式识别理论的土地利用合理性分析

作者: 武建军¹, 杨思全 (1. 中国科学院地理科学与资源研究所)

以模糊模式识别理论为基础, 采用模糊综合评判法, 对土地利用结构合理性等级的模糊划分进行了初步的研究。在此基础上, 以陕西榆林地区土地利用为例, 通过计算土地利用结构合理性模糊等级序列及其隶属度, 对该区土地利用结构的合理性进行了模糊等级评判。研究结果显示: 在土地利用研究中模糊综合评判是一种科学合理的研究方法。

1 引言 土地利用/土地覆被变化是全球变化研究的重要组成部分, 也是目前地学领域一个研究热点。由于影响土地利用结构和状况的因素很多, 其中人类活动的影响又复杂多变, 因此对土地利用结构及其变化的驱动力的研究难以取得突破性进展, 对土地利用的合理性评价也没有一个相对一致的原则和方法 [1, 2]。目前采用较多的是统计分析和实地调查相结合的方法 [3-5], GIS技术在土地利用研究中也发挥重要作用 [6]。然而, 由于影响土地利用/土地覆被变化因素的复杂性和土地利用变化过程的不确定性, 特别是人类活动的随机性, 使得土地利用结构的合理性评价难以实现。已有的研究方法人为定性的因素居多, 土地利用评价过多地依赖于人为分等划级, 使得等级之间缺乏过渡, 导致分析结果与实际情况相距甚远。本文针对土地利用等级划分的模糊性, 采用模糊综合评判的方法对土地利用结构的合理性进行综合评价, 将模糊识别的理论和方法运用到土地利用研究中去, 以陕西省榆林地区的土地利用结构为例进行分析, 对该区土地利用结构合理性模糊等级划分, 结果与实际情况相符。

2 理论及原则 将研究问题设为 X , $x_i \in X$, 是所讨论的对象。现有 A_1, A_2, \dots, A_n 共 n 个模式, 模式识别的任务就是根据一定的评判原则来判定指定对象所属的模式类型。而综合评判法是指对多种因素所影响的事物或现象进行总的评价和判别, 具体步骤如下: 首先按每个因素单独评判, 然后再按所有的因素综合评判。如果上述过程涉及模糊因素, 则相应成为模糊模式识别综合评判 [7]。在模糊模式识别综合评判中, 遵循的一个重要原则就是最大隶属度原则, 可以叙述为: 设研究对象的论域为 X , 其元素 $x_i \in X$ 可以用 $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_m$ 共 m 个特征来表示。现有模式 A_1, A_2, \dots, A_n , 以模糊集 $A_1, A_2, \dots, A_n \in F(\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_m)$ 来表示。设识别对象 $x_0 \in X$, 其特征为 $\mu_1(x_0), \mu_2(x_0), \dots, \mu_m(x_0)$, 如果 x_0 对于每个模式的隶属度 $\mu_i(\mu_1(x_0), \mu_2(x_0), \dots, \mu_m(x_0))$, 简写为 $\mu_i(x_0)$, 有: $\mu_i(x_0) \geq \mu_j(x_0)$ 则判定 x_0 相对属于模式 A_i [8]。

3 模糊综合评判法 本文基于上述理论, 将榆林地区土地利用结构合理性的等级作为土地空间分布上的模糊集合, 而且任一评判标准都在一定程度上隶属于土地利用合理性等级的模糊集合。因此, 可以应用模糊综合评判法对土地利用合理性等级划分进行研究, 并根据最大隶属度原则确定土地利用结构合理性所属的模糊等级 [9]。

3.1 模糊评判指标体系及等级划分标准建立 建立模糊评判指标体系及等级划分标准的目的是, 为了建立土地利用结构合理性等级模糊集隶属函数, 使利用不同指标划分的土地利用合理性等级的标准统一化。这里我们首先以榆林地区1996年的土地利用状况为例, 结合该区社会经济发展状况和人口集中程度, 选取耕地、林地、草地、园地、居民用地、交通用地、水域和未利用地等8项指标, 建立土地利用结构合理性等级划分标准, 该地区工矿用地所占比例很小, 许多学者在研究中将它并入居民用地中, 有些甚至将居民用地、工矿用地和交通用地合并起来进行分析, 实践证明这样不会影响主要类型的分析结果 [10, 11]。因此文中选择了将工矿用地并入居民用地之中进行分析。同时, 为了保证不同指标在等级划分过程中的统一性, 文中将耕地、林地、草地等八大指标划分为高、较高、中、较低、低和极低六个等级, 并分别赋予5、4、3、2、1和0来建立隶属函数, 如表1所示。

表1 榆林地区土地利用结构合理性模糊等级划分标准 Tab.1 Classification criteria of fuzzy grade for land use in YULIN prefecture

3.2 确定合理性模糊等级的隶属函数 根据表1所列数据, 若记土地利用结构合理性等级模糊集的隶属函数分别为 $\mu_A, \mu_B, \mu_C, \mu_D, \mu_E$, 和 μ_F , 则所构合理性等级隶属函数为 (1) 式中 x 为耕地、林地、等各土地利用类型转换后的评判指标值。由此, 可根据所选评判指标的值求出榆林地区各县的土地等级隶属度。

3.3 土地等级的模糊综合评判 为便于数据处理, 文中首先分别计算榆林地区各种土地利用类型的利用率 $K_i = I_i / \sum I_i$ (I_i 各土地利用类型的面积), 在此基础上对土地利用率进行概化处理, 结果见表2所示 [12]。将表2中的数据代入式 (1), 分别求得 $\mu_A, \mu_B, \mu_C, \mu_D, \mu_E$, 和 μ_F 。根据最大隶属原则, 可确定单项指标 $\mu_i(x_0)$ 的模糊等级。然后, 取 (2) 式中 $i \in (A, B, C, D, E, F)$; $l_1, l_2, l_3, \dots, l_8$ 为权重, 且 $l_1, l_2, l_3, \dots, l_8 \in (0, 1)$, $l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_8 = 1$ 。由式

(1) 求出 $\mu_{iA}, \mu_{iB}, \mu_{iC}, \dots, \mu_{iH}$ 的值, 代入式 (2), 就可得到各指标的综合等级数值 $\mu_i(\mu)$ 。根据最大隶属原则, 令 $\mu_i(\mu) = \max \{ \mu_i(\mu) | i \in (A, B, C, D, E, F) \}$ 则认为该利用结构以隶属度 $\mu_i(\mu)$ 相对隶属于合理性等级 i 。这里以陕西榆林地区榆林县的土地利用合理性等级划分为例进行说明。令 $x = l_1, l_2, l_3, \dots, l_8$, 将 x 值代入式 (1) 求得榆林县土地利用各单项指标 $\mu_i(\mu)$ 的模糊等级矩阵: 0.00 0.00 0.00 0.00 0.02 0.98 0.00 0.99 0.01 0.00 0.00 0.00 0.94 0.06 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.29

0.71 0.00 0.00 0.00 0.00 0.24 0.76 0.00 0.00 0.00 0.19 0.81 0.00 0.00 0.00 0.00 0.47 0.53 0.00 0.00 0.82 0.18 0.00
 0.00 0.00 0.00 分析上述矩阵得出榆林县土地利用各评判指标等级及其隶属度(见表3)。表2 榆林地区土地利用结构数据转换表
 Tab.2 Data transition table for land use structure in YULIN prefecture 县名耕地a 林地b 草地c 园地d 居民用地e 交通用地f
 水域g 未利用地h 榆林 0.98 3.99 4.94 2.85 1.24 2.19 2.47 4.82 神木 1.34 3.43 4.50 2.45 1.36 2.41 4.73 4.84 府谷 1.67
 1.42 7.90 1.01 3.11 1.12 2.23 2.96 横山 2.10 3.82 2.64 2.73 3.60 2.78 3.87 4.59 靖边 2.82 6.46 1.94 4.61 2.30 0.95
 0.82 1.85 定边 2.64 1.46 7.75 1.04 3.78 1.38 0.58 1.22 绥德 5.12 1.34 3.65 0.96 3.10 0.73 2.85 1.11 米脂 3.66 1.63
 3.05 1.17 5.13 1.82 2.87 3.06 佳县 2.81 2.73 3.72 1.95 5.32 2.46 3.80 2.98 吴堡 3.09 3.32 1.83 2.37 6.63 1.53 4.29
 3.01 青涧 3.96 2.32 2.31 1.65 3.24 3.04 1.94 2.75 子洲 4.63 2.91 0.82 2.08 3.27 4.05 2.91 2.24 表3 榆林县土地利用各评
 判指标等级及其隶属度 Tab.3 Measurement indexes and its subjection degree in land use of YULIN 指标 耕地 林地 草地 园
 地 居民用地 交通用地 水域未利用地等级04511225 隶属度0.98 0.99 0.94 0.71 0.76 0.81 0.53 0.82 根据最大隶属度原则, 得出
 榆林县土地利用结构合理性等级综合评判序列: 0.22, 0.15, 0.08, 0.23, 0.19, 0.12。根据最大隶属度原则可知, 榆林县土地
 利用结构合理程度的隶属度为0.22, 在划分的6个合理性模糊评判等级中属于最高等级, 说明该区土地利用结构相对合理, 这与该地区较
 高的土地利用水平和合理的土地利用规划的实际情况相符。近几十年来, 榆林县人民积极致力于毛乌素沙漠的治理, 沙区造林面积不
 断扩大, 林木覆盖率逐渐增加, 恢复改良草地草场, 发展水面养鱼, 沙区治理面积达到68%。据测定, 由于林草植被覆盖度的增加, 土
 地沙漠化治理程度的提高, 当地自然地理状况有了明显的改观, 生态环境得到一定程度的改善。与此同时, 绿洲农业发展水平也有所
 提高, 粮食产量也在增加, 逐步形成地区性沙漠化逆转的局面。总之, 榆林县在扩大防护林的面积、大面积退耕还林、提高土地利
 用率、维护土地利用的生态效益和改善土地利用结构方面的工作卓有成效 [13]。同样方法可以求得榆林地区其它各县土地利用结构模
 糊等级(过程略)。结果如图1所示。图1 榆林地区土地利用合理性等级分布图 Fig.1 Grade layout for rationality of land use
 in YULIN prefecture 4 结论 本文在分析模糊模式识别理论和土地利用合理性评判特性的基础上, 提出了土地利用模糊综合评判
 法, 并以陕西省榆林地区1996年土地利用状况为例进行实例研究。根据文中分析, 土地利用模糊综合评判法是基于模糊模式识别理
 论, 以区域土地利用为模糊集, 以最大隶属为原则, 根据隶属度的大小确定该模糊集中各土地利用的等级归属。可见, 土地利用模糊
 综合评判法是根据隶属度的大小确定土地利用等级归属的, 而不是人为主观地去界定, 因而具有客观性; 由于该方法无法直观地反映
 综合评判结果的空间分异, 因此在获得评判结果的基础上, 用GIS方法来表现就可以较好地弥补这一缺点。在使用指标体系时, 土地
 利用模糊综合评判法能够根据各指标的实际贡献, 合理地对评判指标进行综合处理, 因而具有综合性。实例研究表明, 榆林地区土地
 利用结构合理性等级模糊划分结果比较合理, 符合实际情况。因此, 将模糊评判引入土地利用结构的合理性评价, 具有重要的理论
 价值和实际意义, 对土地利用/土地覆被领域的其它方面的研究也有一定的参考价值。

关键词: 模糊模式识别; 土地利用; 合理性