

生态环境变化趋势的物元可拓识别法

李祚泳^x, 彭荔红^y, 刘国东^z

o.xu 成都气象学院, 成都 Γxraax; y.u 厦门大学环境科学研究中心, 厦门 zΓxraB; z.u 四川大学水电学院, 成都 ΓxraDBp

摘要 *H* 为了建立森林火灾后生态变化趋势的分类识别模型, 在确定判别指标及分类标准的基础上, 针对火灾后生态变化遥感监测资料和调查信息的复杂性以及单因素识别与类别划分结果之间的不相容性特点, 应用物元可拓集方法, 构造物元矩阵, 根据计算出的关联度值大小对森林火灾后生态变化趋势进行可拓识别。实例分析表明, 物元可拓法应用于森林生态变化趋势识别结果与实际调查结果基本吻合。

关键词 *H* 生态环境; 生态变化; 识别; 物元可拓集; 关联函数

中图分类号 *H E Δ* **文献标识码** *H E* **文章编号** *H racaw-uyΓΔo yracawφΓ- rac yx -rac*

利用遥感监测资料和调查信息, 对生态变化趋势分析与识别是生态环境管理的一项重要任务, 从而受到国内外同行的关注^{φx-Δk}。影响森林火灾后生态变化的因素众多, 关系复杂; 各因素之间相互影响和制约, 以不同的特征和组合对森林生态系统产生综合影响^{Δk}。若分别以单因素对生态变化趋势进行分析与识别, 其结果往往具有不确定性和不相容性。因此, 森林生态变化的遥感监测分析与识别属于不相容问题。

Ekw 年代初蔡文创立的物元可拓集理论是用于解决不相容问题的有力工具^{φBk}。本文对火灾后的森林生态变化的遥感监测数据和实地调查的定性指标量化处理后的数值进行关联分析, 建立火灾后森林生态变化趋势的分类识别模型。

物元及物元可拓识别模型^{φB Γk}

设 $\phi_w \subset \phi$, 对任何待识别对象 $t \in \phi$, 判断 t 属于 ϕ_w 的程度, 则 t 的 2 个特征 $\pi_x, \pi_y, \dots, \pi_s$ 及相应的量值 o_x, s^o_y, \dots, o_s 可用下面 2 维物元表示:

$$\rho^2 K o \phi_w s \Pi s \gamma \rho K \begin{bmatrix} \phi_w \pi_x s^o_x \\ \pi_y s^o_y \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \pi_s s^o_s \end{bmatrix}$$

经典物元和节域物元

$$\rho_w K o \phi_w s \Pi s \gamma \rho K \begin{bmatrix} \phi_w \pi_x s^o_x \\ \pi_y I \xi_{wy} s^o_y \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \pi_s I \xi_{ws} s^o_s \end{bmatrix} \text{ 和}$$

$$\rho_w K o \phi_w s \Pi s \gamma \rho K \begin{bmatrix} \phi_w \pi_x s^o_x \\ \pi_y I \xi_{wy} s^o_y \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \pi_s I \xi_{ws} s^o_s \end{bmatrix}$$

分别称为经典物元和节域物元。其中, $o_x \leq \xi_{wx} s^o_x$ 和 $o_s \leq \xi_{ws} s^o_s$ 分别是 ϕ_w 和 ϕ 关于 2 个特征 $\pi_x, \pi_y, \dots, \pi_s$ 的取值范围。显然有 $o_x \subset o_s \subset \dots$

计算关联函数值

模式识别是用事物关于某些量值符合要求的程度来表达的, 而这种程度通常用由矩定义的关联函数值来刻画。关联函数值由下式计算

$$\omega_x o_x \rho K \begin{cases} \rho^{o_x} s^o_x | \rho^{o_x} s^o_x | & \text{当 } x \in o_x \\ \rho^{o_x} s^o_x | \rho^{o_x} s^o_x | \rho^{o_x} s^o_x | \rho^{o_x} s^o_x | & \text{当 } x \in o_x \end{cases}$$

其中 $\rho^{o_x} s^o_x | \rho^{o_x} s^o_x | \rho^{o_x} s^o_x | \rho^{o_x} s^o_x |$ 表示 t 关于特征 π_x 的关联度, $\rho^{o_x} s^o_x | \rho^{o_x} s^o_x | \rho^{o_x} s^o_x | \rho^{o_x} s^o_x |$ 表示 t 关于特征 π_x 的节域关联度。

综合关联度及判别准则

若 $o_w \in \mathcal{Y}_{o_w}$, 则由下式计算 t 与 ϕ_w 的综合关联度

$$\Omega_t \rho K \sum_{x \in KX} \lambda_x \rho^{o_x} s^o_x \quad (z)$$

式中, λ_x 为各特征的权系数; t 是否属于 ϕ_w 的判别准则如下:

当 $\Omega_t \rho \geq \omega$ 时, $t \in \phi_w$; 当 $-\omega \leq \Omega_t \rho \leq \omega$ 时, $t \in \phi$ 但 $t \notin \phi_w$; 当 $\Omega_t \rho \leq -\omega$ 时, $t \notin \phi$ 和 $t \notin \phi_w$ 。

y 森林火灾后生态变化趋势的物元可拓识别

实例

y_w 构造森林生态因子的经典物元和节约物元

通过遥感监测和常规调查相结合,对攀西林区云南松林火灾前后各种样地进行全面调查、对比,在掌握火灾前后生态因子变化的大量资料基础上,参照他人的研究成果,确定出如表x所示的E个主要森林生态指标及其变化趋势的分类标准值^{0Bk}。其中坡向

0₂y_p、坡位0₂z_p和土壤0₂B_p是z个定性指标,根据它们的各自特征,用下面对应关系进行量化处理。

2_yHΣoσδp, ∂ΣoABp, ∂oZδp, ∂δoαzBp, δoαEδp, sδoyyBp, soYΔδp, sΣozxBp

2_zH下oω~ωωp, 中下oωy~ωεp, 中oωuA~ωuBp, 中上oωuΔ~ωuE_p, 上oωuEB~ωuZB_p

2_BH红壤oωuα~ωεp, s褐红壤或棕红壤oωuA~ωuΓp, 紫壤oωuΔ~ωuZ_p

由表x可以构造A类变化趋势的经典物元如下:

表x 森林火灾后生态指标变化趋势分类标准

| 变化趋势 | π ₁₀ 坡度p | π ₂₀ 坡向p | π ₃₀ 坡位p | π ₄₀ 海拔×xδ ¹ p | π ₅₀ 土壤类型p | π ₇₀ 林龄p | π ₈₀ 郁闭度p | π ₉₀ 受害程度p |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------|
| P ₁₀ 很好p | ω~αB | ∂ | 中 | Γ~yE | 红壤 | y _x ~A _ω | ωuΔ | ωε |
| P ₂₀ 良好p | xΓ~zB | ∂Σsδ s | 中上s | xx~αΓ | 褐红壤 | A _x ~Γ _ω | ωuA~ωuΔ | ωε~ωεB |
| | | Σsδ | 中下 | | | | | |
| P ₃₀ 一般p | zΓ~A _ω | sΣssδ | 上 | yE | 紫壤 | Γ _ω | ωε~ωuA | ωuB~ωuΔ |
| | | | | | | xω~y _ω | | |
| P ₄ (差) | A _ω | s | 下 | xx | 褐红壤 | x _ω | ωε | ωuΔ |

$$\varrho_{\omega}^{oxp} K \begin{bmatrix} \phi_w \pi_x o\omega sxBp \\ \pi_y oEE sZyp \\ \pi_z o\omega uA s\omega uBp \\ \pi_A o\Gamma syEp \\ \pi_B o\omega s\omega \omega p \\ \pi_\Gamma oyx sA\omega p \\ \pi_\Delta o\omega u\Delta sx \omega\omega p \\ \pi_E o\omega s\omega \omega p \end{bmatrix}$$

$$\varrho_{\omega}^{oyp} K \begin{bmatrix} \phi_w \pi_x o\alpha\Gamma szBp \\ \pi_y oAB xzB s\omega xE\omega p \\ \pi_z o\omega u\Delta \omega uE s\omega \omega y \omega \omega p \\ \pi_A o\alpha z sx\Gamma p \\ \pi_B o\omega uA s\omega u\Gamma p \\ \pi_\Gamma oAx s\Gamma\omega p \\ \pi_\Delta o\omega uA s\omega u\Delta p \\ \pi_E o\omega \omega s\omega \omega Bp \end{bmatrix}$$

$$\varrho_{\omega}^{ozp} K \begin{bmatrix} \phi_w \pi_x o\alpha\Gamma sA\omega p \\ \pi_y o\alpha zB syyBp \\ \pi_z o\omega uEB s\omega uZBp \\ \pi_A oYEsB\omega p \\ \pi_B o\omega u\Delta s\omega uZp \\ \pi_\Gamma o\Gamma\omega x\alpha\omega s\omega y\omega p \\ \pi_\Delta o\omega \omega s\omega uA p \\ \pi_E o\omega uB s\omega u\Delta p \end{bmatrix}$$

$$\varrho_{\omega}^{oAp} K \begin{bmatrix} \phi_w \pi_x oA\omega s\omega\alpha\omega p \\ \pi_y oY\Gamma E sy\Delta\omega p \\ \pi_z o\omega s\omega \omega p \\ \pi_A o\omega s\alpha z p \\ \pi_B o\omega uA s\omega u\Gamma p \\ \pi_\Gamma o\omega s\omega\omega p \\ \pi_\Delta o\omega s\omega \omega p \\ \pi_E o\omega u\Delta sx \omega\omega p \end{bmatrix}$$

$$\varrho_{\omega} K \begin{bmatrix} \phi_w \pi_x o\omega sZ\omega p \\ \pi_y o\omega s\Gamma\omega p \\ \pi_z o\omega s\alpha p \\ \pi_A o\omega sB\omega p \\ \pi_B o\omega s\alpha p \\ \pi_\Gamma o\omega s\omega\alpha\omega p \\ \pi_\Delta o\omega s\alpha p \\ \pi_E o\omega s\alpha p \end{bmatrix}$$

y_{wy} 待识别森林生态样地对各类变化趋势的综合关联度及识别结果

待识别的森林火灾后的x_E个样地的生态因子观测值或量化值如表y所示^{0Ak}。根据公式0xp~o zp,计算出x_E个样地对各类变化趋势的综合关联度和按判别准则判定各样地生态恢复程度所属类别亦见表y。综合判别式中各指标的权值视为相等。

z 分析比较

x_E个森林样地中,除z个样地的类别判定结果与实际类别相差x_E级外,其余xB个样地判定结果与实际类别吻合,判定正确率为Ez ω %。考虑到生态指

标中有z个属定性指标,这些指标的取值范围或量化转换关系具有一定的不确定性,因此,引起关联度值的计算误差,对分类判别结果有一定程度影响。不过总的分类识别效果是较好的。

A 结论

A_{1w} 根据事物特征的量值来判别事物属于某集合的程度与可拓集合的思想是一致的。因此,用可拓方法识别生态系统变化趋势是合理的和可行的。

A_{1y} 关联函数可以取负值的特点,使可拓识别方法能全面分析待识别对象属于某集合的程度。因此,识别结果更为精细化。此外,关联函数公式计算简单,使用方便。

A_{1ε} 构造物元矩阵具有一定的不确定性;此外,对定性指标需根据指标特性对指标进行量化后才能计算关联度,这是本方法的不足。这些还有待于进一步深入探索。

参考文献H

0.xx Σωs*εsρ s u Eγσγγ σz8 3τ τ*σγ8 ρξ¹ ξ²σ σ¹ ϕ⁰ξ² ρ¹ξ³ α ε H

