

文章编号: 1008-2786(2000)06-0554-05

山地土地利用方向的自组织学习 联想神经树判别

洪 伟, 吴承祯
(福建林学院, 福建 南平 353001)

摘 要: 以福建省南平市东坑乡山地土地利用样本作为研究对象, 将土地利用方向划分为 5 种类型, 提出运用自组织学习联想神经树判别山地土地利用方向, 学习样本正确判别率很高。根据建立的自组织学习联想神经树模型对山地土地利用方向进行了逐一评价, 评价结果与实际基本一致。研究表明, 该方法性能良好, 可望成为山地土地利用方向判别的有效方法。

关键词: 土地利用; 山地; 自组织学习联想神经树

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

判别分析是一种有力的统计工具, 它是通过对初步分类信息进行数学分析, 建立判别函数, 从而计算分类客体的判别函数值或判别归属概率, 这样就可以确定未知归属客体的归属^[1~3]。Duffg 等将两组判别方法应用于美国一个侵蚀地区的造林研究, 并以此判别哪些土壤属性是火炬松造林成败的关键因素。Webster 曾用 Bayse 准则的多组判别进行土壤的分类和鉴定。伊藤等将日本爱知县划分为 5 142 个格网, 以格网为基本单元, 应用 Bayse 准则逐步判别分析, 评定每一个格网的土壤资源的合理利用方向。熊国炎^[1]把海南岛划分为 4 094 个格网作同类研究。自组织学习联想树方法是人工神经网络方法中的一种模式识别、分类方法, 其在山地土地利用方向判别中的应用未见报道^[4~6]。本文提出应用自组织学习联想树方法对山地土地利用方向进行判别分类, 为山地资源的合理开发和林种合理调整以及林业持续经营与发展提供理论依据。

1 自组织学习联想神经树

人工神经网络方法是 1980 年代中期迅速发展起来的一门非线性科学, 它力图模拟人脑的一些基本特征, 如自适应性、自组织、容错性等, 已在模式识别、数据处理及自动化控制等领域得到初步的应用, 取得了相当好的效果^[7~14]。1993 年, Tao li *et al* 提出了自组织神经树网络, 它是一个多层树状网络, 每个输入节点与所有神经树的节点(神经元)通过权 W 相联系, 实现对输入信号的非线性降维映射。映射中保持拓扑不变性, 即把拓扑意义下相似的输入映射到相同子树的节点上。自组织神经树目前已被应用于模式识别、图像压缩、语言处理等问题中, 取得了优于传统方法的效果^[7, 8]。自组织神经树在能被用来进行正确分类之前需要经过一个学习过程, 这是一种无教师指导的学习, 网络权根据输入的训练样本进行自适应、自组织, 依次收敛到某个(或某几个)子树, 即收敛到样本空间内需划分的子集的中心。经过训练后, 神经树具有了对学习样本的记忆、联想的能力。

神经树的学习算法(本文选择 OSSU 算法^[8], 即 Ordered Search Subtree Update)如下:

设样本特征数(输入节点个数)为 N , 神经树的节点数(不含树根)为 K , 深度(深度 = 网络层数 - 1)

收稿日期: 1999-2-15; 改回日期: 2000-02-02。

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目(F991)。

作者简介: 洪伟(1974-), 男(汉族), 福建省福州市人, 教授, 国家有突出贡献中青年专家。主要从事数量生态、山地资源持续利用等领域教学与科研工作, 获省、部级科技进步二、三等奖 15 项, 出版专著 6 部, 在《林业科学》、《自然资源学报》、《土壤侵蚀与水土保持学报》、《植物生态学报》、《山地学报》、《应用与环境生物学报》等刊物上公开发表学术论文 170 余篇。电话: 0599-8502009。

为 DP .

步 1: 随机给定网络初始权: $0 < W_{ij} < 1, i = 0, 1, 2, \dots, N-1; j = 0, 1, \dots, K-1$

步 2: 赋当前层次 $lev = 1$

步 3: 输入一个新样本: $x = [x_0, x_1, \dots, x_{N-1}]^T$

从第一层次逐层迭代, 寻找 x 到当前层的最近节点 j^*

初始: j^* 为树根节点

FOR $K = 1$ TO lev DP

$$dj(t) = \sum (x_i - W_{ij}(t))^2$$

$$dj^*(t) = \min \{ dj(t) \}$$

$j \in MEj^*(t); MEj^*(t)$ 为节点 j^* 的所有子树节点。

步 4: 调整网络权

$$W_{ij}(t+1) = W_{ij}(t) + \alpha(t)(x_i - W_{ij}(t)), j \in MEj^*(t)$$

$$W_{ij}(t+1) = W_{ij}(t), j \notin MEj^*(t)$$

其中: $i = 0, 1, \dots, N-1; 0 < \alpha(t) < 1$ 为增益函数, 随着时间递减; $MEj^*(t)$ 为节点 j^* 的所有子树节点(包括 j^*)。

步 5: 转步 3

当所有样本输入一遍后, 满足 $lev = DP$, 学习结束, 否则 $lev = lev + 1$, 进入下一轮学习。有关算法的详细性质和特点可参阅文献^[8]。

本文在此基础上, 采用自组织学习联想树模型^[7] (LASSONT, 即 Learning Association by Self-Organization Neural Tree) 即将样本的期望输出也作为输入信号, 计算得到其权值, 再将此权重改变方向, 置为神经树节点到输出节点的权重。

工作原理如下:

记输入节点与神经树节点的联结权重为 W^{IN} , 神经树节点与输出节点的联结权重为 W^{NO} , 输出节点与神经树节点的联结权重为 W^{ON} , 其中 W^{NO} 与 W^{ON} 数值相同, 方向相反。

1) 学习 仍按照 OSSU 算法, 学习得到 W^{IN}, W^{ON} 。

2) 模拟 将学习结束得到的 W^{ON} 置为 W^{NO} , 对每一个待模拟样本: ① 根据输入特征, 计算其与神经树“距离”最近的节点——“匹配节点”。② 置: 输出 = 匹配节点的 W^{NO} 。

2 实例研究

2.1 资料的收集

山地土地利用方式资料取自于南平市东坑乡二类资源调查的数据, 主要选用了海拔高度、地貌类型、坡向、坡位、坡度 5 个地形因子, 以及土壤类型、土层厚度、腐殖质厚度、土壤紧实度、土壤干湿度 5 个土壤因子, 作为判别分类的评价项目, 以各小班(作业单位)面积作为统计依据。以东坑乡现有 2 300 多个小班作为对该乡山地土地资源利用评价的基本单元, 对每一个小班评价其土地资源的适宜性, 评定出一种合理的利用方向。这与采用格网作为土地资源利用方向的基本单元相比, 更符合实际。因为格网只考虑到它们形状大小的一致, 而没有考虑到格网内的山地可能利用方式不同。本文采用小班作为基本单元, 虽然形状大小不同, 但能结合小班区划的原则, 而使设置更加合理, 同时使判别分析结果便于实际应用。

根据山地中土地利用方式的划分方法和东坑乡的具体情况, 确定东坑乡的山地土地资源的利用方向有以下五类(组): 1) 用材林地组: 指培育用材林和竹林的林业用地; 2) 防护林地组: 指以防护为主要目的的林业用地; 3) 薪炭林地组: 指以生产燃料为目的的林业用地; 4) 特用林地组: 指营造的实验林、母树林、风景林等林业用地; 5) 经济林地组: 指油茶、油桐、锥栗等林业用地。

为了进行判别分析, 笔者把上述五组山地土地资源利用方向作为起始分组, 并选择 374 个典型小班

作为学习样本代表。所谓典型小班,必须是现实山地中土地利用成功或较成功的小班。这些典型小班选择尽可能均匀地分布于全乡范围内,所选择的 374 个典型小班中,用材林地组 183 个、防护林地组 52 个、薪炭林地组 4 个、特用林地组 24 个、经济林地组 111 个。要山地土地资源利用方向的评价中,确定评价项目是很重要的。考虑到本研究只研究一个乡资源,范围不大,气象因素变化不大,因此,没有选择气象因素作为评价项目(表 1)。

表 1 评价项目表
Table 1 The table of evaluating items

项目名称	代码								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
地貌类型	山地	丘陵	台地	平原					
坡向	东坡	南坡	西坡	北坡	东南坡	东北坡	西南坡	西北坡	平坡
坡位	脊部	上部	中部	下部	谷、平地	全坡			
坡度	平坡	缓坡	斜坡	陡坡	急坡	险坡			
	(0°~15°)	(16°~25°)	(26°~35°)	(0°~5°)	(36°~45°)	(>45°)			
海拔高度(m)	60~150	151~251	251~400	401~650	651~950	951~1200	>1200		
土壤类型	红壤	黄红壤	粗骨性红壤	黄壤	红色石灰土				
土层厚度	厚	中厚	中层	薄层					
腐殖质厚度	厚	中	薄						
土壤紧实度	松	散	紧	极紧					
土壤湿度	干	润	湿润	潮湿	湿				

2.2 山地土地利用方向的适宜性评价

山地土地利用的自组织学习联想树的评价项目(输入项)选择上述 10 个生态因子,根据选择的 374 个典型小班,选取小班样本材料,作为神经树的学习教材,以其特征变量(10 个生态因子)和期望输出(类别)作为神经树的输入,其中 10 个生态因子中非数量因子采用数量化方法数量化。神经树为 3 层 21 节点结构。经过学习,神经树能较为正确地划分这些样本,从而建立了山地生态因子与利用方向之间的复杂对应关系,374 个典型小班中其利用方向的正确判别率较高(表 2),说明初始分类(选择典型小班的分类)合理且自组织学习联想树方法适合于山地土地利用方向适宜性评价。与 Bayse 准则原理比较分析表明,自组织学习联想神经树对山地土地利用方向判别准确率更高(表 2),是评价山地土地利用的有效手段。

表 2 自组织学习神经树判别率表

Table 2 Differentiating rate of neural tree model of learning and association by self-organization

原分类	自组织学习神经树判别结果						Bayse 准则	
	用材林地	防护林地	薪炭林地	特用林地	经济林地	合计	正确判别率(%)	正确判别率(%)
用材林地	178	0	0	2	3	183	97.28	96.17
防护林地	0	52	0	0	0	52	100.00	98.08
薪炭林地	0	0	3	0	1	4	75.00	50.00
特用林地	1	0	0	23	0	24	95.83	91.67
经济林地	3	0	0	2	106	111	95.50	94.59
小计	182	52	3	27	109	374	/	/

由于自组织学习联想树模型学习精度比传统的 Bayse 准则原理更高,现利用所建立的山地土地利用方向判别的自组织学习联想树模型,逐个将南平市东坑乡 2 305 个小班的生态因子特征值及有关信息输入计算机作为“未知”样本,由已掌握了知识的神经树对其进行评价,按照其最近距离输出节点决定其输出类别。判别评价结果表明,用材林地适宜利用面积与现实情况基本一致,但经济林地、防护林地、特用林地适宜利用面积与现实利用面积存在一定的差距(表 3),为山地土地利用方式调整提供了理论依据。

表 3 山地土地资源的学习树评价结果						
Table 3 Evaluating results of leaning tree of land resources in mountains region						
项 目	用材林地	防护林地	薪炭林地	特用林地	经济林地	总计
小班数(个)	1213	281	13	170	628	2305
面积(hm ²)	7256.7	2487.6	56.1	909.4	2150.9	12860.8
百分比(%)	56.42	19.34	0.49	7.07	16.72	100.00

3 结论与讨论

自组织学习联想树方法以其方便的分类、识别能力, 比较适合于山地土地利用方向评价这一类多因子、多目标的非线性的模式识别问题。此外, 该方法同一般多因子判别法相比, 有如下的优点: 1) 容错能力强; 2) 学习、预测速度快。以 374 个典型小班作为神经树的学习教材, 对神经树模型进行训练, 模型的正确判别率很高, 最高达 100%, 平均达 92.72%, 较传统的 Bayse 方法在正确判别率上有很大的提高。有鉴于此, 自组织学习联想树方法可望开辟山地土地利用方向评价研究的新途径。

根据所建立的山地土地利用方向自组织学习神经树模型, 对东坑乡全部小班山地土地资源利用方向作了判别, 为每一个小班确定了一种最适宜的利用方向, 这为山区综合开发和土地利用方式调整、林地资源的可持续经营等提供了理论依据和可靠保证。

本文判别分析所用的 10 个生态因子, 基本上与现有小班资料的计算机管理系统的数据是相同的, 这样可便于应用二类调查的成果, 发挥其作用, 使判别利用方向建立在较为可靠的调查工作上。但在选择典型小班时, 应对典型小班分次进行反复选择筛选, 将定性分析与定量分析相结合, 为使典型小班真正做到典型。

参考文献:

[1] 熊国炎, 唐万龙. 海南岛土壤资源利用方向的判别分析[J]. 土壤学报, 1985, 23(1): 69~81.

[2] 沈培元. 用 Bayse 准则判别林分立地类型[J]. 林业科学, 1984, 20(2): 139~148.

[3] 杨艳生, 史德明. 宁夏固原县侵蚀土壤的数值分析研究[J]. 土壤学报 1981, 19(1): 71~73.

[4] 陈平留, 黄清麟. 应用马尔可夫链分析福建以林为主的土地利用趋势[J]. 自然资源学报, 1991, 7(1): 36~42.

[5] 洪伟, 陈辉, 肖飞. 林业用地系统动态特征的研究[J]. 福建林学院学报, 1993, 13(1): 1~7.

[6] 吴承祯, 洪伟. 中国土地利用程度的区域分异规律模拟研究[J]. 山地学报, 1999, 17(4): 333~339.

[7] 蔡煜东, 陆文聪. 用自组织学习联想神经网络鉴定小麦品种抗病性的方法研究[J]. 江西农业大学学报, 1995, 17(3): 300~303.

[8] T. Li, L. Fang and K. Q. Li. Hierarchical classification and vector quantization with neural network trees[J]. *Neurcomputing*, 1993, 5(2): 5~24.

[9] 洪伟, 吴承祯. 闽东南土壤流失人工神经网络预报研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1997, 3(3): 52~57.

[10] 洪伟, 吴承祯, 何东进. 基于人工神经网络的森林资源管理模型研究[J]. 自然资源学报, 1998, 13(1): 69~73.

[11] 吴承祯, 洪伟. 马尾松自疏规律的人工神经网络模型研究[J]. 热带亚热带植物学报, 1999, 7(3): 210~216.

[12] 何东进, 洪伟, 吴承祯. 人工神经网络在毛竹枯梢病预测预报的应用研究[J]. 植物病理学报, 1998, 28(4): 353~358.

[13] 洪伟, 何东进. 桉柏混交林密度变化的人工神经网络模型研究[J]. 西北植物学报, 1999, 19(1): 144~150.

[14] 洪伟, 何东进, 吴承祯, 等. 人工神经网络在杉木产区划分中的应用研究[J]. 福建林学院学报, 1997, 17(3): 193~196.

A STUDY ON DIFFERENTIATING OF LAND USE DIRECTION IN MOUNTAINS REGION APPLYING NEURAL TREE MODEL OF LEARNING AND ASSOCIATION BY SELF-ORGANIZATION

HONG Wei, WU Cheng-zhen

(Fujian College of Forestry, Nanping Fujian 353001 China)

Abstract: A group of land use samples in mountains region in Dongkeng town of Nanping City of Fujian province were collected as an object of study, in which the land use directions were divided into five types. And the neural tree model of learning and association by self-organization for differentiating land use in mountains region was applied in this paper, learning results showed that the learning differentiating precision was higher. Based on the established neural tree model of learning and association by self-organization, the land use direction of each land in mountains region was evaluated, the evaluated results were identical with the practical ones. It is showed that the performance of the neural tree approach is good, and therefore it might be referred to as an effective assistant technique for study on differentiating land use.

Key words: Land use; mountains region; neural tree model of learning and association by self-organization

《山地学概论与中国山地研究》出版

新近出版的《山地学概论与中国山地研究》一书,系中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所所著的学术专著。该书已于2000年6月由四川省科学技术出版社出版。全书分上下两篇,上篇为山地学概论,依据国内外山地研究历史和现状,对山地属性、山地学研究对象、内容、任务和目标进行了系统论述,勾划出山地学基本理论框架,指出加强山地研究、建立和发展山地学是时代发展的需要和科学发展的必然;下篇为中国山地研究,对中国山地形成的地质背景、山地地貌特征及其利用、山地气候与水文、山地生态系统、山地自然资源、山地土地与人口承载力、山地灾害与防治、山地城镇建设与规划,以及山地可持续发展战略等方面,进行了较为全面系统的分析与总结,其中既有反映中国山地自然生态环境和自然资源特点的大量的翔实的资料,又有对中国山地研究面临的一些重大课题的深入分析,并对现状问题解决的途径与对策进行了探讨。

本书对中国山地资源的合理开发利用与保护以及促进山地区社会经济的发展具有重要的指导作用,全书50余万字,定价55.00元,适合从事地理、生态、环境、资源、国土等学科的科技人员及有关大专院校师生参阅,欲订购的单位和个人请与《山地学报》编辑部联系。

地址:成都人民南路四段9号中科院成都山地所《山地学报》编辑部 联系人:冯海燕 邮编:0041

冯海燕