

基于 BP 网络的高新技术产业用地适宜性评价^{*}

王 艳¹, 宋振柏², 吴佩林³

(1. 山东理工大学 建筑工程学院, 山东 淄博 255049; 2. 山东理工大学 资源与环境工程学院, 山东 淄博 255049; 3. 山东理工大学 经济学院, 山东 淄博 255049)

摘 要: 在分析目前用于土地适宜性评价主要方法及其存在主要问题的基础上, 引入了人工神经网络理论来解决自动定权问题。根据构建的高新技术产业土地适宜性评价指标体系, 应用 GIS 和 BP 神经网络的 L-M 优化算法对济南市高新技术产业用地适宜性进行了评价。结果表明: 济南高新技术产业用地的土地适宜性可划分为 5 类, 模拟结果比较理想。

关键词: BP 神经网络; L-M 优化算法; 高新技术产业; 适宜性评价

中图分类号: F323.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)04-0248-03

Land Suitability Evaluation of High and New Technology Industry Based on BP Network

WANG Yan¹, SONG Zhen bai², WU Pei lin³

(1. School of Architectural Engineering, Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255049, China;

2. School of Resource and Environment Engineering Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255049, China;

3. School of Economics, Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255049, China)

Abstract: Based on analyzing key problems for land suitability evaluation, the artificial neural network theory is introduced to solve automatically the determination of weigh. In order to properly evaluate land of high and new technology industry, a new analysis index system is put forward. Finally, the method is used to evaluate the suitability of Jinan using GIS and BP network L-M optimize arithmetic, and experiment shows it is accurate and effective.

Key words: BP network; L-M optimize arithmetic; high and new technology industry; suitability evaluation

高新技术及其产业的发展是城市经济发展、社会进步和环境改善的驱动力, 而高新技术产业的空间布局和选址对高新技术产业的发展起着重要作用, 因此对高新技术产业用地的适宜性进行评价具有重要的应用价值^[1]。目前在土地适宜性评价研究中, 农林牧用地适宜性评价的研究已相当成熟, 而城市用地适宜性评价的研究还处于起步阶段。在城市用地适宜性评价中, 居住用地适宜性评价^[2]和建设用地适宜性评价^[3]已有一些研究成果, 而对一些新兴行业(如高新技术产业)用地适宜性评价研究得较少, 并且目前的土地适宜性评价一般仅采用属性指标, 而对空间关系几乎没有考虑。本文采用属性-空间一体化的概念模型, 利用 GIS 和 ANN 技术来进行高新技术产业用地的适宜性评价。

基于 GIS 的土地适宜性评价方法常用的有叠加分析法、多指标决策模型和综合评价等方法, 但是此类方法中各个因素的权重主要是用德尔菲(Delphi)测定法、专家排序法和层次分析法(AHP)等方法。这几种方法可以说都带有较重的

主观色彩^[4]。人工神经网络模型(ANN)是通过模仿生物神经网络的功能或结构发展起来的一种新型信息处理技术, 可用于解决识别和感知、评判和决策等复杂问题。土地评价本质上属于模式识别和判别, 属于一种分类问题^[5], 因此用神经网络可以较好的解决这类问题。此外, 神经网络是一种系统自我学习的过程, 在学习的过程中不断地改正权重, 所以得到的权重数值是比较客观的^[4-5]。人工神经网络研究领域中, 有代表性的网络模型已达数十种, 而学习算法的类型更难以统计其数量, 其中 BP 神经网络是目前应用最多的神经网络, 本文主要采用 BP 神经网络模型。

1 BP 神经网络

BP 网络是一种多层前馈型神经网络其神经元的传递函数是 S 型函数, 输出量为 0~1 之间的连续量, 它可以实现从输入到输出的任意非线性映射。由于权值的调整采用反向传播(Back Propagation)学习算法, 因此称其为 BP 网络。其

^{*} 收稿日期: 2007 10 27

基金项目: 国家自然科学基金项目(40501005/D0101); 山东理工大学科技基金项目(2006KJM 10)

作者简介: 王艳(1977-), 女, 山东省日照市人, 讲师, 主要从事 GIS 支持的土地利用研究。E-mail: wxyz0829@163.com;

主要作用有:模式识别、函数拟合、分类和数据压缩等^[6]。

1.1 BP 网络结构模型

BP 神经网络是一种具有三层或三层以上的单向传播的多层前馈网络,由输入层、隐层和输出层组成。上下层之间各神经元实现全联接,即下层的每个神经元与上层的每个单元都实现全联接,而各层神经元之间无联接。隐层可以有一个或多个。1989 年,Robeurt Hecht Nielson 证明了一个隐层的 BP 网络可以完成任意的 n 维到 m 维的映射。含有一个隐层的 BP 神经网络拓扑结构如图 1 所示。

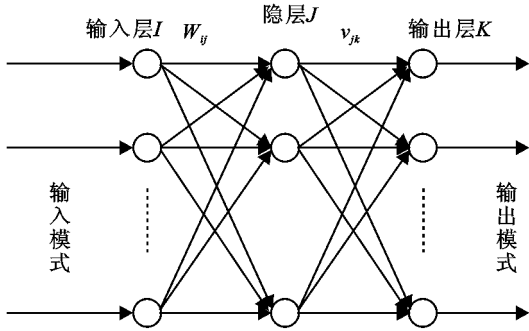


图 1 BP 网络结构

1.2 BP 算法

BP 神经网络的学习过程分为信息的正向传播过程和误差的反向传播过程两个阶段。外部输入的信号由输入层单向传输到输出层,同一层神经元之间不传递信息,每个神经元与邻层所有神经元相连,联接权重用 W_{ij} 表示,各神经元的作用函数为 Sigmoid 函数。设输入层有 P 个节点,输出层有 q 个节点, $K-1$ 层的任意结点用 i 表示, K 层的任意节点用 j 表示, $K+1$ 层的任意节点用 l 表示,则

$$NET_{kj} = \sum W_{ji} O_{(k-1)i} \tag{1}$$

$$O_{kj} = f(NET_{kj}) \tag{2}$$

式中: $O_{(k-1)i}$ —— $K-1$ 层节点 i 的输出; NET_{kj} —— K 层节点 j 的输入; O_{kj} —— K 层节点 j 的输出。

采用 BP 网络时需要选择学习样本来训练网络,设训练样本对为 (X, Y_e) , X 为 P 维向量,加到输入层; Y_e 为 q 维向量,对应于期望的输出;网络的实际输出也是 q 维向量。网络在接受样本对的训练过程中,采用误差反向传播法,将输出值与实际期望值进行比较,并视其误差的方向与大小,反向调整各层节点的权值,使网络的输出值逐步逼近实际期望值,反复学习,直达到理想的误差精度为止。

标准 BP 算法的主要缺点是:学习速度慢、局部极值、难以确定隐层数和隐层的节点个数。在实际应用中,标准 BP 算法很难胜任,因此出现了许多改进算法。BP 算法的改进主要有两种途径^[7]:一种是采用启发式学习算法,如附加动量法、自适应学习率法;另一种是采用更有效的优化算法,如共轭梯度法,拟牛顿法、Levenberg Marquardt (Lr M) 法。本文用多种改进算法进行了尝试,最终选择了效果较好 Levenberg Marquardt 算法。

2 高新技术产业用地适宜性评价指标体系的建立

高新技术产业用地适宜性评价指标体系的构建是否合

理,直接影响评价的可信度和准确性。因此,设计指标体系时要求做到:科学合理、定义明确、反映实际、量化可比。在确立指标体系时,遵循专家咨询和实际调查相结合、主导因素分析和差异显著性的原则,同时在系统分析高新技术产业发展需求条件的基础上,结合实际,设计了一套高新技术产业用地适宜性评价指标体系(见图 2)。

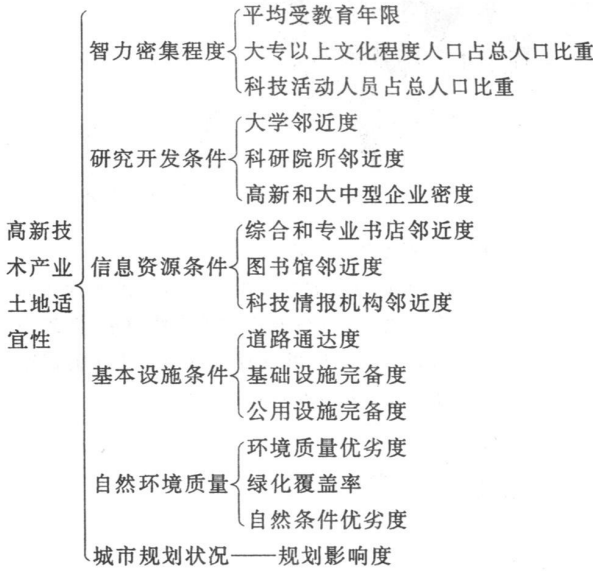


图 2 高新技术产业土地适宜性评价指标体系

3 基于 BP 网络的高新技术产业用地适宜性评价

3.1 评价区范围确定及评价单元的划分

评价实验区域为济南市建成区,四至界限大致为:北至二环北路、路家庄、山头店一线,西到西吴家堡、大杨庄,南至罗而庄、南康而庄,东南沿 30 m 等高线,东到济南钢铁总厂东侧韩仓沟,总面积约为 279 km²。

划分评价单元的方法主要有主导因素判定法、主要因素分值叠置法、均质地域法、网格法和空白单元图绘制法 4 种,其中以网格法应用最为普遍。为保证评价的精度,也便于计算机的处理分析,在文中均采用网格法来划分评价单元,按 100 m × 100 m 的单元尺寸划分评价区,评价区共包括 27 906 个评价单元。

3.2 评价指标分值计算

评价单元和评价指标体系建立后,评价工作的重点就是求取各因素的分值,这是土地适宜性评价的技术关键。评价因素的赋值可采用以下 3 种方法来完成。①函数法。有些指标如人口密度等,根据资料对其进行无量纲化后赋值(见图 3);②空间扩散法。有些指标如道路通达度、大学邻近度、体育馆等选择相应的线状、点状,根据济南市实际情况确定其相应的影响半径,以 MapInfo 为平台、MapBasic 为二次开发语言编写程序自动完成分值扩散(见图 4);③区域赋值法。其他指标如基础设施完备度、自然条件优劣度、绿地覆盖度等是根据济南市的实际情况,划分不同等级的区域,按区域直接赋值。

3.3 基于 BP 网络的土地适宜性评价

神经网络结构的确定,主要是确定输入层、隐含层和输

出层的结点数,根据训练样本的参评因子,选定 14 个输入层因子(见图 2),BP 神经网络隐含层的神经元个数一般根据问题的复杂程度、训练样本容量和实际要求,根据建模者的

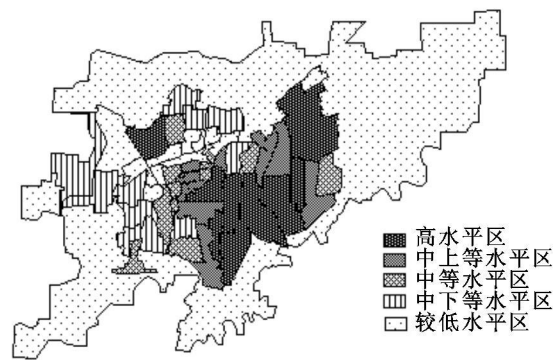


图 3 济南市人口素质空间分布

将在 MapInfo 中赋值后的待分类样本转入到所构建的 BP 网络中,在迭代训练 15 次后就达到了训练精度,即最小误差平方和 0.001。从图 5 中可以看出网络以很快的速度收敛至所要求的精度,没有陷入局部极小点。

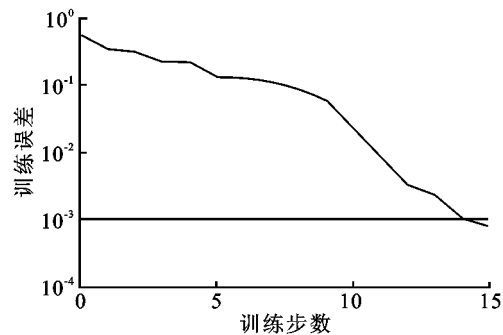


图 5 BP 网络 L- M 法训练过程

根据 BP 网络给出的函数值将 27 906 个评价单元划分为 5 类,在 MapInfo 中创建专题地图(图 6)。各级别所占面积比例见表 1。

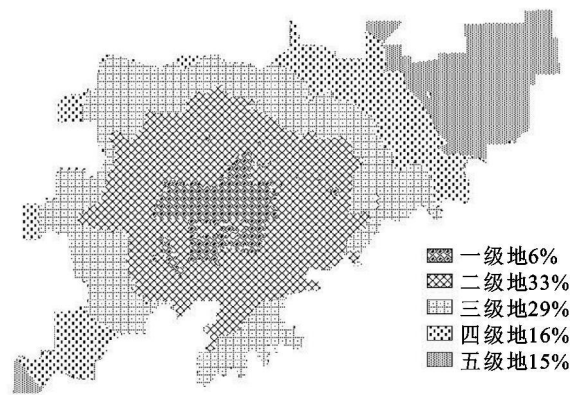


图 6 济南市高新技术产业土地适宜性分级

表 1 各级别面积及比例

土地级别	一级地	二级地	三级地	四级地	五级地
面积/km ²	17.88	91.51	81.47	44.95	43.19
面积比例/%	6	33	29	16	15

表 1 显示了不同等级的面积及比例,可以看出,真正适合高新技术产业用地的土地面积在各个级别中是面积最小

经验和实验工作确定。本文输入训练样本后经过大量的仿真实验,构建了 14×22×5 的网络,即 14 个输入神经元,22 个隐层神经元,5 个输出神经元。

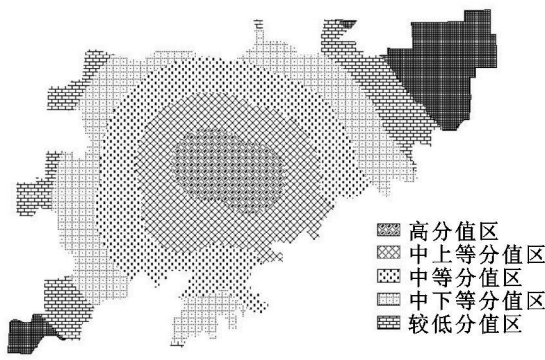


图 4 济南市体育馆作用空间扩散

的一个,这反映了高新技术产业用地受到多方面的约束。从图 6 中也可以看出,一级地和二级地是高新技术产业用地的适宜区和较适宜区,它们是智力资源密集、具有一定技术孵化能力的地区,并且具有良好的交通和通讯条件、丰富的信息资源和洁净的环境质量等,这也是高新技术产业用地选址需要具备的条件。该评价结果可以为高新技术产业用地选址提供科学的依据。

4 结 论

利用 BP 神经网络 L- M 优化算法来进行高新技术产业用地适宜性评价,并以实例表明了该方法是成功的。基于 BP 网络的土地适宜性评价方法具有下述特点:

- (1)BP 神经网络主要根据所提供的数据,通过学习和训练,找出输入与输出之间的内在联系,从而求取问题的解,而不是依据对问题的经验知识和规则,因而具有自适应功能,这对于弱化权重确定中人为的因素是十分有益的。
- (2)能够处理那些有噪声或不完全的数据,具有泛化能力和很强的容错能力。
- (3)可适用于随意多个参数和等级的土地适宜性评价中,只需对标准样本训练时,改变输入节点数和输出节点数即可,因此具有适应范围广。

但是我们也应该注意到,用 BP 网络进行土地适宜性评价还存在一定的误差,这是由于神经网络固有的缺陷所导致的,如网络结构大小的选择,训练样本数的多少及其不确定性,训练算法的选择,训练误差的大小等,这些都会影响到结果。同时在训练中也发现,由于 MATLAB 人工神经网络工具箱中 newff 函数的随机性,每次训练出来的结果都有所不同。这些都是需要我们逐步改善的。

参考文献:

[1] 李新运.城市空间数据挖掘方法与应用[M]. 济南: 山东大学出版社,2005.

[2] 申金山,关柯.城市居住用地适宜性评价方法与应用[J]. 城市环境与城市生态,1999,12(2):29-31.

淤弃沙土的逐渐增多,土地沙化范围会进一步扩大。因此,一方面采取利用沙土这种建筑材料,烧制灰沙砖;另一方面通过耕作措施来改变土壤的状况,保护土壤水分和肥力,并且把利用与改良土壤结合起来,多施加有机肥料,增加复种指数,提高土壤肥力,以防为主,清除沙化土壤因素,保护好土地资源。在坡度较陡、沟道发育较强、重力侵蚀严重的地区,应采取一项沟道坝系工程措施。这一工程在防洪保安、蓄水拦泥、供水灌溉、改善生态环境等方面具有不可替代的重要作用,可改善风沙区的水资源利用条件,使有限的水资源得到合理配置和有效利用,提高防护林的成活率和保存率^[5],促进土地利用结构和农村产业结构调整,推动风沙区生态整体改善和农业经济的可持续发展。

3.4 调整农业结构、发展生态农业

当前,聊城市风沙区的农业生产结构比较单一,历来以种植业为主,这对生态环境脆弱的沙区来讲,是一种很不合理的生产结构。要想使沙区的生态环境向良性方向发展,就要大力推进农业生产方式的转变,改变单一的生产结构,做到地尽其利。宜粮则粮、宜林则林、宜牧则牧,农林牧副并举,发挥当地优势,适当扩大经济林和经济作物的种植面积,种植人工草场,一方面为畜牧业提供青饲料,另一方面起到控制水土流失、防止土地沙化、改良土壤的作用。在调整农业结构时,要考虑合理利用水资源,一要发展节水型农业,二要科学用水和节约用水,开源节流、合理调配,提高水资源的利用效率和效益,广泛推行节水技术,从而保证生态用水^[6-7]。同时要积极发展畜牧业,这不仅可以通过种植乔、灌、草而有效地防治水土流失,同时还可以为种植业提供大量的有机肥料,改良土壤,促进农业发展。

目前,风沙区最突出的特点就是农业生态环境问题未得到有效控制,有的正在急剧恶化。因此,必须选择一条既能充分利用当地资源优势,又使生态环境不断改善的有效的农业转化道路。冠县就是一个很好的例子,1986年冠县开始发展生态农业,按照生物措施和工程措施相结合,以治理改良盐碱地和沙地为突破口,以农业为基础,以能源综合利用为纽带的原则,积极推进“种-养-加”、“贸-工-农”一体化经营,促进了农林牧副渔各业全面发展,取得了明显效

益^[8]。同时冠县还积极发展生态观光农业,利用黄河故道数万亩梨园的优势,规划了万余亩的生态梨园风景区,并注册了“中华第一梨园”旅游品牌,被评为3A级旅游风景区。由于农业结构的调整,使冠县风沙区取得明显的经济效益、社会效益和生态效益。

4 结 语

聊城市风沙区水土流失十分严重,严重影响了沙区人民的生活和经济发展的速度,应引起政府和全民的重视。在水土流失的治理过程中,相关法律、法规建设和经济投入是治理水土流失的根本保障;提高全民水土保持生态环境认识,增强治理水土流失的责任感、使命感和紧迫感是治理的基础;深刻认识水土流失的危害,掌握其成因与发展规律是对水土流失进行科学治理的重要前提。树立人与自然和谐共处的思想,尊重自然,依靠大自然的力量,充分发挥生态的自我修复能力,加快水土流失防治速度,良性生态环境,改变贫困落后面貌,走共同富裕之路。

参考文献:

[1] 聊城地区志[M]. 济南: 齐鲁出版社 2002.

[2] 聊城市宣传部. 中国历史文化名城-聊城[M]. 聊城: 聊城地区新闻出版社, 1994.

[3] 孙矩. 东昌-重振雄风[M]. 北京: 中国展望出版社, 1991: 12.

[4] 李海欧. 我国土地沙化与防治对策[J]. 自然生态保护, 2002(2): 32-35.

[5] 卢琦, 刘立群. 中国防治荒漠化[J]. 中国人口. 资源与环境, 2003(1): 78-80.

[6] 卫严敏, 何大明. 西部开发中水资源的开发利用[J]. 云南地理环境研究, 2001(S1): 44-46.

[7] 吴佩林, 鲁奇. 我国水土流失发生的原因、危害和防治途径[J]. 山东师范大学学报: 自然科学版, 2004(3): 55-58.

[8] 郑军, 孙宪芝等. 山东省农业发展典型模式及其评价[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(4): 245-248.

(上接第 250 页)

[3] 许嘉巍, 刘惠清. 长春市城市建设用地适宜性评价[J]. 经济地理, 1999, 19(6): 101-104.

[4] 张菁, 陈智高. 基于神经网络专家系统的城镇土地分等定级评价[J]. 华东理工大学学报: 社会科学版, 2005(1): 55-59.

[5] 薛月菊, 胡月明, 杨敬锋, 等. 基于概率神经网络的广东省土地资源评价[J]. 华南农业大学学报, 2006, 27(3): 108-110.

[6] 孔萌, 刘俊民. BP 神经网络 L-M 优化算法在地下水动态预测中的应用[J]. 水土保持研究, 2007, 14(5): 48-49.

[7] 范磊, 张运陶, 程正军. 基于 Matlab 的改进 BP 神经网络及其应用[J]. 西华师范大学学报: 自然科学版, 2005, 26(1): 70-73.

[8] 戴文战. 基于三层 BP 网络的多指标综合评估方法及应用[J]. 系统工程理论与实践, 1999, 19(5): 29-34.