

## 基于BP神经网络的济南市建设用地规模预测

王增彬, 迟恒智

(山东济南市国土资源局, 济南 250014)

**摘要:**随着经济的发展,城市建设用地面积呈迅速扩张的趋势,其增长受社会、经济、人口等多种因素的影响。运用主成分分析法对济南市建设用地变化的驱动力进行分析,人口和GDP是影响建设用地面积的主要驱动因素,通过建设用地驱动因子的人工神经网络模型,预测出2010年和2020年济南市建设用地的面积需求状况。

**关键词:**BP神经网络;建设用地;济南

**中图分类号:**F293.2;TU984

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2007)05-0245-02

## Prediction of Urban Building Land in Jinan Based on ANN Model

WANG Zeng-bin, CHI Heng-zhi

(The Bureau of Land Resources, Ji'nan 250014, China)

**Abstract:** Urban building land is on the trend of rapid expanding with the development of economy. The increase of urban building land is affected by many factors such as society, economy, population. The driving forces of the change in urban building land are analyzed by using the main factor analysis, and population and GDP are found as the main driving force. Therefore, the ANN model is used to forecast the requirement of urban building land in Ji'nan.

**Key words:** ANN model; urban building land; Ji'nan city

目前我国正在广泛开展土地利用总体规划修编工作。建设用地需求和城镇发展规模预测研究是土地利用总体规划专题研究的重要内容之一,建设用地需求量和城镇发展规模的预测是土地利用总体规划其它专题研究的基础,严格控制建设用地占用耕地,确定合理的城镇发展规模,是实现城市可持续发展的一个关键因素。

### 1 建设用地规模预测的研究现状

建设用地规模预测是根据建设用地的历史状况及未来社会经济发展对建设用地的客观需求,对城市各项建设用地和用地总体规模在规划期内的变化状况进行测算,其目的在于弄清城市建设用地变化机制,把握规划年度各类建设用地需求数量和土地利用结构的变化趋势,从而为城市有计划地合理把握建设用地,切实保护耕地资源提供科学依据<sup>[1]</sup>。

城市建设用地规模预测的计算方法有灰色系统分析法<sup>[1,2]</sup>、双因素预测模型<sup>[3]</sup>、回归分析法<sup>[4]</sup>等。城市土地利用变化受众多驱动因素的影响和制约,是一个动态的、非线性与多反馈回路的复合系统,因此用人工神经网络对济南市建设用地面积进行预测。

### 2 济南市建设用地规模变化分析

济南是山东省的省会,是全省政治、经济、文化中心。位于山东省的中西部,南倚泰山、北临黄河。周边与德州、滨州、淄博、莱芜、泰安、聊城等区市相邻。济南市作为国家批准的副省级城市,现辖历下、历城、槐荫、天桥、市中区、长清

区六区和平阴、商河、济阳三县及章丘市,总面积799 871.78 hm<sup>2</sup>,常住人口582.6万人。

2003年济南市建设用地面积为122 545.4 hm<sup>2</sup>,占土地总面积的15.32%,其中居民点及工矿用地面积为104 555.40 hm<sup>2</sup>,占建设用地的85.32%,交通用地面积为8 489.65 hm<sup>2</sup>,占建设用地的6.93%,水利设施用地面积为9 500.32 hm<sup>2</sup>,占建设用地的7.75%。

建设用地在1996~2003年表现为持续扩张的态势(图1),总量从1996年的114 113.5 hm<sup>2</sup>增加到了2003年的122 545.4 hm<sup>2</sup>,年平均增加建设用地1 204.5 hm<sup>2</sup>,增率达到7.39%。由此可见,近几年建设用地增长明显加速,正是我国国民经济持续高速发展时期,经济增长与建设用地增长是主客互动的一对重要因素。

居民点用地的增加主要是近年来随着城市经济的发展,济南市城市化水平迅速提高,城镇扩展占用了大量土地,同时城乡大量新建住宅所致。工矿用地的增加,主要是工业发展,新建、扩建企业所致,尤其是乡镇企业的发展占用了大量土地。交通用地是通过路网密度、运输方式及运输量等来影响土地资源的开发利用,新交通道路的建设有利于土地综合开发。

### 3 济南市建设用地规模变化驱动力分析

随着人口的不断增长,在土地有限供给的情况下,人地矛盾日益突出。如何科学、合理利用有限的土地资源来满足人类物质基本需求和适应社会经济的发展,是当今土地科学

收稿日期:2006-09-02

基金项目:济南市土地利用总体规划修编项目(2004-ZD-01)

作者简介:王增彬(1968—),男,山东武城县人,硕士,主要从事土地利用、资源等研究。

工作者肩负的重要责任和历史使命,土地利用是社会的一面镜子,土地利用变化能很好地反映社会经济的发展历程。制定有关土地利用政策时,应充分考虑影响土地利用变化的有关因子,促使区域土地资源可持续利用。

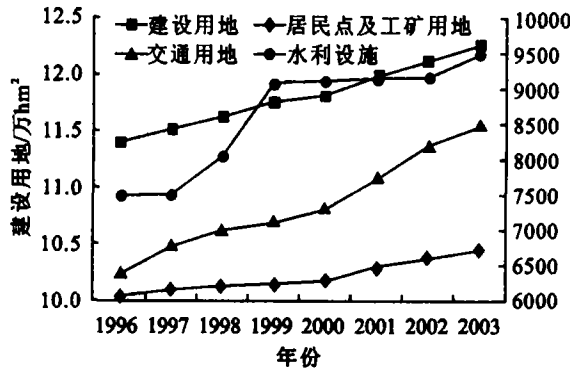


图 1 1996~2003 年济南市各类建设用地变动情况

影响济南市建设用地规模变化的因子错综复杂。进行驱动力分析时,主要选择社会经济、人文及技术因素。尽管自然条件是土地利用变化的基础条件,在某种程度上具有一定的主导作用,但是自然环境对土地利用变化的影响较小,社会、经济、技术等人文因素对土地利用的时空变化具有决定性作用。社会经济因子包括①人口数量、人口密度、从业人员等人口因素。②产值、产业结构等经济发展因素。③固定资产投资等投入因素。这些因素不仅与建设用地规模之间存在着相关关系,而且彼此之间具有一定的相关关系。而主成分分析是把原来多个变量划为少数几个综合指标的一种统计方法<sup>[5]</sup>。因此选取主成分分析法来分析建设用地规模变化的主要驱动力。

针对济南市建设用地的变化情况,从统计年鉴、济南市土地详查资料等中选取 1978~2003 年 9 个因子作为建设用地驱动力影响因素: $x_1$  为总人口数(万人)、 $x_2$  为固定资产投资值(亿元)、 $x_3$  为人均 GDP(元)、 $x_4$  为国内生产总值 GDP(亿元)、 $x_5$  为居民消费水平(元)、 $x_6$  为人均建设用地面积( $m^2$ )、 $x_7$  为从业人员数(万人)、 $x_8$  为第三产业产值(万元)、 $x_9$  为公共绿地面积,将建设用地面积( $hm^2$ )作为  $y$ 。应用 SPSS 统计分析软件进行主成分分析。

根据特征值及主成分贡献率可以得出,影响建设用地面积的主要因素是经济和人口因素。这说明人口的增加、经济的发展对建设用地的变动影响很大。人口是影响土地利用变化的最主要社会经济因素,也是最具有活力的因素之一。人可以通过生产技术、活动方式来调节、组织土地利用结构,同时,人作为参与者,占有居住地这一生活场所,还作为消费者,消耗土地利用系统的产品。因此,人口增长及生活质量的提高会使居住用地增加,对产品的需求量增加。需要占用更多的资源,必然需要大量新建住宅,从而导致建设用地的增加。

经济的发展促使济南市城市化水平的进一步加快,使城镇周围的农用地不断向建设用地转化。工业化和城镇化不仅通过人口集中、产业集中、地域扩散占用土地,使土地利用非农化,而且通过生活方式和价值观念的扩散,改变原来的土地利用结构。在工业化和城镇化过程中,各项建设事业对土地的需求量将与日俱增,特别是对城郊和交通沿线的优质

耕地占用较多。

#### 4 BP 神经网络下的建设用地规模预测

人工神经网络(ANN)是一种新的知识发现(KDD)和数据挖掘(DM)方法,在经济社会发展预测中具有重要应用价值。与传统的集总参数模型(如非线性回归模型)不同,ANN 是一种分布参数模型,它采用人工神经细胞通过横向并联、纵向级联的方式形成网络,所以 ANN 模型是由网络结构及其连接权重描述的。

目前,已发展了几十种神经网络,例如 Hopfield 模型, Feldmann 等的连接型网络模型, Hinton 等的玻尔茨曼机模型,以及 Rumelhart 等的多层感知机模型和 Kohonen 的自组织网络模型等等。在这众多神经网络模型中,应用最广泛的是多层感知机神经网络。多层感知机神经网络的研究始于 20 世纪 50 年代,但一直进展不大。直到 1985 年, Rumelhart 等人提出了误差反向传递学习算法(即 BP 算法),实现了 Minsky 的多层网络设想,如图 2 所示。在预测计算中,一般采用单输入(时间)、单输出(模型值)并包含一个或两个隐含层(运算机制)的前馈网络(BP 网络),首先根据历史统计数据训练网络,确定网络结构和连接权重,然后把未来的时间点输入网络,网络的输出就是相应的预测结果。

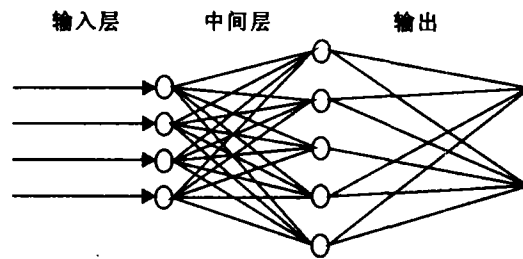


图 2 BP 神经网络模型

在神经网络中,修改权值的规则称为学习算法,BP 神经网络的学习过程由两部分构成:正向传播和反向传播。当正向传播时,输入信息从输入层经隐层处理后传入输出层,每一层神经元的状态只影响下一层的神经元的状态。如果在输出层得不到希望的输出,则转入反向传播,将误差信号沿原来的神经元连接通路返回。返回过程中,逐一修改各神经元连接的权值。这种过程不断迭代,最后使得信号误差达到允许的范围之内。其算法步骤如下<sup>[6]</sup>:

(1)置各权值或阈值的初始值  $W_{ji}, b_j$ ;

(2)提供训练样本,输入向量  $P=(p_1, p_2, \dots, p_R)$ ,期望输出向量  $T=(t_1, t_2, \dots, t_R)$ ,对每个输入样本进行下面(3)到(5)的迭代;

(3)计算网络的实际输出及隐层单元的状态:

$$a_{kj} = f_j(\sum_i w_{ji} a_{ki} + b_j)$$

式中: $a_{kj}$ ——第  $k$  个样本在第  $j$  层的输出; $w_{ji}$ ——第  $j$  层和第  $i$  层的连接权值; $a_{ki}$ ——第  $k$  个样本在第  $i$  层的输出; $b_j$ ——第  $j$  层的阈值。

(4)计算训练误差:

$$\delta_{kj} = a_{kj}(1 - a_{kj})(t_{kj} - a_{kj}) \quad (\text{当 } j \text{ 为输出层时})$$

$$\delta_{kj} = a_{kj}(1 - a_{kj}) \sum_m \delta_{km} w_{mj} \quad (\text{当 } j \text{ 为隐层时})$$

(下转第 250 页)

保护示范区。根据区域生境条件和农业特色资源,遴选和培育在生态和经济效益上具有显著潜在优势的示范项目;加快培育急需建设的示范区,有助于在矿区开展污染治理和土地复垦,发展生态经济建设和填补建设空白。规划建设示范区的防护林带,改善配套基础设施和生产条件,从而提高示范区的抗防自然灾害能力,营造示范区及周边区域良性的小气候和生态复合系统,以及使生产效益和示范效应提高。

#### 4.4 推进示范区科技兴农,提高劳动者职业技能

作为农业生态保护的试验与示范区,要提高示范区生产经营的科技水平,包括示范区环境监测技术的提高、建设“数字化”示范区和发展示范区的信息系统管理,培育优良品种,引进技术先进的生产设施装备,以及提高农产品的加工和存储技术等。此外,在提高劳动者生态意识的同时,加强劳动者的从业技能,使示范区的生产建设符合环境标准和生态建设要求,提高生态生产率和经济效益。

#### 4.5 拓展农业保险事业,降低投资及经营风险

在市场经济环境下,投资主体对示范区的投融资活动应该是以保障生态效益为前提,以营利为目的的经济行为。影响投资行为决策的重要因素之一是投资风险,因而进一步拓展农业保险项目,有助于吸引投资方投资,降低其利益损失风险。农业保险是国际上普遍采取的农业减灾措施<sup>[8,9]</sup>。然而,目前宁夏仅 2 个农业险种。鉴于宁夏自然灾害和农业的市场风险,农业保险应该在示范区的建设发展中发挥越来越

重要的作用。通过开展和深化农业政策性保险试点范围,增加农业险种,降低示范区生产投融资风险。

#### 参考文献:

- [1] 李志明. 法国的环境保护型农业[J]. 世界农业, 1994, (5): 43—45.
- [2] 季勿. 加拿大的林业示范区建设[J]. 林业实用技术, 1994, (10): 30.
- [3] 国家统计局农村社会经济调查司. 2005 中国西部农村统计资料[M]. 北京: 中国统计出版社, 2005.
- [4] 杨俊, 刘治国, 陈天云. 宁夏畜禽养殖标准化生产示范区环境质量现状评价[J]. 宁夏农林科技, 2003, (3): 16—17.
- [5] 王金南, 葛察忠, 杨金田. 环境投融资战略[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2003. 172—187.
- [6] 刘小鹏, 李同升, 冀文慧. 国际 BOT 投融资方式在陕西农业建设中的应用[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2003, 33(1): 115—120.
- [7] 中国环境保护投融资机制研究课题组. 创新环境保护投融资机制[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2004.
- [8] 尹成远, 周稳海. 国际农业保险的成功经验对我国的启示[J]. 国际金融研究, 2006, (3): 20—23.
- [9] 曾玉珍. 国外农业保险成功经验对构建中国农业保险模式的启示[J]. 世界农业, 2006, (1): 7—9.

(上接第 246 页)

#### (5)修正权值和阈值:

$$w_{jk(t+1)} = w_{jk(t)} + \eta \delta_j a_k + \alpha [w_{jk(t)} - w_{jk(t-1)}]$$

$$b_{jk(t+1)} = b_{jk(t)} + \eta \delta_j + \alpha [b_{jk(t)} - b_{jk(t-1)}]$$

(6)当  $k$  每经历 1 至  $p$  后,判断指标是否满足精度要求,若满足,则结束;否则,继续修正。

表 1 济南市建设用地图模预测结果

年 份	实际结果	训练结果	误 差
1997	115157.16	115307.9766	0.13
1998	116302.63	116397.0076	0.08
1999	117646.98	117244.5951	-0.34
2000	118122.43	118455.0611	0.28
2001	119864.3	120029.5528	0.14
2002	121108.07	121129.8968	0.02
2003	122545.37	121846.4335	0.57
2010		133735.9143	
2020		152629.2270	

建立神经网络模型。输入层为人口和国内生产总值(GDP),输出层为建设用地面积。由于样本的影响因素有两个,确定隐含网络层数为 1,输入层节点数为 2,最小训练速率为 0.05,动态参数为 0.6, sigmoid 函数的参数为 0.9,允许误差为 0.000 01,迭代次数为 10 000,隐含节点数为 2,经过 1 213 次迭代,拟合残差达 0.003 9。

根据 BP 神经网络的预测,2010 年济南市城市建设用地

规模为 133 735.91 hm<sup>2</sup>,2020 年为 152 629.23 hm<sup>2</sup>。

#### 5 结论与讨论

本文总结了建设用地规模预测的研究现状,提出了利用 BP 神经网络进行建设用地规模预测的思路。首先分析了 1996~2003 年济南市各类建设用地变动情况及其原因,然后运用主成分分析法进行了建设用地规模变化的驱动力分析,得出影响建设用地面积的主要因素是经济和人口因素。最后运用 BP 神经网络的方法对济南市建设用地规模进行了预测,预测出 2010 年济南市城市建设用地规模为 133 735.91 hm<sup>2</sup>,2020 年为 152 629.23 hm<sup>2</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 邱道持. 重庆市建设用地预测模型探讨[J]. 经济地理, 1996, 16(3): 10—15.
- [2] 陈国建,刁承泰,黄明星,等. 重庆市区城市建设用地预测研究[J]. 长江流域资源与环境, 2002, 11(5): 403—408.
- [3] 邱道持,刘力,栗辉,等. 城镇建设用地预测方法新探——以重庆市渝北区为例[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2004, 29(1): 146—150.
- [4] 孙秀峰,刁承泰,何丹. 我国城市人口、建设用地规模预测[J]. 现代城市研究, 2005, (10): 48—51.
- [5] 徐建华. 现代地理学中的数学方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002. 84—92.
- [6] 姚慧,郑新奇. 多元线性回归和 BP 神经网络预测水资源承载力——以济南市为例[J]. 资源开发与市场, 2006, 22(1): 17—19.