

基于神经网络模型辨识的土地可持续利用研究

A Study of Sustainable Utilization of Land in Aid of Neural Network Model

陈向华¹, 吕永成¹, 蔡朝霞²

CHEN Xiang-hua¹, Lü Yong-cheng¹, CAI Zhao-xia²

(1. 广西大学信息与系统工程研究所, 广西南宁 530004; 2. 广西大学土木建筑工程学院, 广西南宁 530004)

(1. Information and System Engineering Institute, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China; 2. College of Civil Engineering and Architecture, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China)

摘要:结合系统辨识理论和神经网络技术,建立土地利用控制系统的时延神经网络辨识模型,并以广西南宁市某郊县为实例,利用模型进行土地可持续利用研究。结果表明:运用时延神经网络模型辨识的方法能够有效地模拟土地利用控制系统;模型预测输出显示,在自然演变模式、农业发展模式、工业发展模式、生态模式和可持续发展模式五种土地利用战略仿真模式中,可持续发展模式是南宁市某郊县土地可持续利用较为理想的发展模式。

关键词:土地可持续利用 系统辨识 神经网络

中图分类号:F323.211 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2006)01-0035-04

Abstract: A delay neural network model is developed using the neural network theory and system identification for management of land utilization. This model is employed in a suburb county in Nanning, Guangxi, south of China. The results show that the delay neural network model can effectively simulate the management of land use. In five strategy simulation modes of natural development, agricultural development, industrial development, ecological development and sustainable development, the sustainable development mode is more suitable for land use of the county.

Key words: sustainable use of land, system identification, neural network

土地资源作为区域经济发展的支撑系统,区域土地资源的可持续利用是区域可持续发展的重要组成部分。如何建立有效的土地利用模型是实现土地可持续利用控制、保护生态环境、促进区域可持续发展的先决条件。土地资源自然特性、社会特性和生态特性的综合与交融,决定了土地资源利用具有复杂性、非线性、多目标性、层次性、开放性、动态性、地域性和信息不完全性^[1]等特点,对于这一复杂多因素

影响的非线性动态系统,难以用传统的系统辨识方法来建立精确的数学模型,以实现土地利用系统的有效控制。

神经网络模型辨识的基本原理是基于“黑箱”建模思想,不需要预先建立土地利用实际控制系统的辨识格式,通过直接学习系统的输入/输出数据,达到使误差准则函数最小的目的,从而归纳出隐含在神经网络内部的系统输入/输出中的关系。若神经网络的输出能够逼近系统在同样输入信号激励下的输出,则认为神经网络已充分体现实际系统特性,从而实现对原系统的辨识^[2,3]。基于土地利用系统的动态性,我们选择具有动态描述的时延神经网络模型,建立土地利用控制系统的时延神经网络辨识模

收稿日期:2005-06-29

修回日期:2005-10-11

作者简介:陈向华(1979-),女,湖南永州人,硕士研究生,主要从事管理信息系统研究。

型,并对广西南宁市某郊县进行土地可持续利用研究,试图探讨出适合该县土地可持续利用的战略模式,为相关部门提供理论指导。

1 土地利用控制模型的建立与辨识

1.1 模型的建立

在一定的自然条件下,社会、经济因素往往决定了土地开发利用的方向、结构、规模、布局及途径。根据土地利用的实际情况和建模的需要,经过模型的反复调试,本文确定对系统反应灵敏的影响参数为:人口自然增长率、工业化程度、人口城镇化增长速度、森林覆盖率增长率、粮食播种面积增长率、人均居住面积增长率^[1]。通过调控这些参数来达到土地的可持续利用,本文选择耕地、林地、园地、牧草地、居民工矿用地、交通用地、人口、人均耕地面积、人均口粮、国民生产总值(GDP)作为历史仿真试验输出,这样就得到了用于辨识的输入-输出数据对,然后在试验中就可以将数据进行归一化处理。土地利用的神经网络控制模型总体结构如图 1 所示。

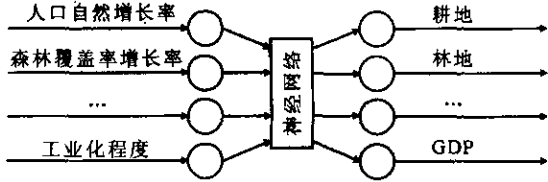


图 1 土地利用控制模型总体结构

1.2 土地利用控制模型的时延神经网络辨识

基于土地利用系统的动态性,选择具有动态描述的时延神经网络模型对其进行系统辨识。土地利用控制模型的时延神经网络辨识结构如图 2 所示^[2],在土地可持续利用控制模型的时延神经网络辨识结构中, $X(k)$ 、 $Y(k)$ 分别表示变量的当前状态, $X(k)$ 的分量为人口自然增长率 $X_1(k)$,工业化程度 $X_2(k)$ 、人口城镇化增长速度 $X_3(k)$ 、森林覆盖率增长率 $X_4(k)$ 、粮食播种面积增长率 $X_5(k)$ 、人均居住面积增长率 $X_6(k)$; $Y(k)$ 的分量为耕地 $Y_1(k)$ 、林地 $Y_2(k)$ 、园地 $Y_3(k)$ 、牧草地 $Y_4(k)$ 、居民工矿用地 $Y_5(k)$ 、交通用地 $Y_6(k)$ 、人口 $Y_7(k)$ 、人均耕地面积 $Y_8(k)$ 、人均口粮 $Y_9(k)$ 、GDP $Y_{10}(k)$ 。 $X(k-l)$, ..., $X(k-n)$ 为输入向量的历史状态, $Y(k-1)$, ..., $Y(k-m)$ 为输出向量的历史状态, Y_N 为时延神经网络的输出, k 表示当前的时刻, n 、 m 分别表示 X 、 Y 的滞后点,TDL(Tapped Delay Line)为按拍延迟

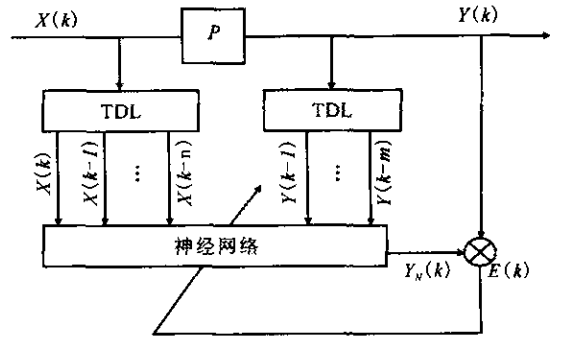


图 2 时延神经网络辨识结构

线^[3]。这样,控制模型可以描述为:

$$Y_N(k) = F[X(k), X(k-1), X(k-2), \dots, X(k-n); Y(k-1), Y(k-2), \dots, Y(k-m)]$$

神经网络采用一个隐含层,网络训练算法用 BP 算法^[2~3]。

2 土地可持续利用实例研究

2.1 研究方法

在土地利用控制模型被有效模拟后,设定可调控的参数,改变不同的参数组合,以得到不同的预测输出。我们根据该县的土地利用实际情况和经济发展状况,设定了 5 种土地利用战略仿真模式:自然演变模式、农业发展模式、工业发展模式、生态发展模式和可持续发展模式^[4]。分别以 5 种模式下的相应参数值作为模型的输入,设置南宁市某郊县 1992~2001 年各土地利用类型面积等社会、经济参数值为期望输出,训练神经网络,确定其权值、阈值及网络结构,然后以 2002 年~2004 年的数据为测试样本,仿真分析,测试该模型的有效性、泛化能力及拟合程度,在确定该模型有效且精确后,遂以辨识后的模型模拟预测 2005~2030 年间不同发展模式下的输出。然后进行结果比较分析,探讨出适合该县土地可持续利用的发展战略模式。各土地利用模式控制参数取值如表 1 所示。

表 1 各土地利用模式调控参数取值

| 模式 | $X_1(k)$ (%) | $X_2(k)$ (%) | $X_3(k)$ (%) | $X_4(k)$ (%) | $X_5(k)$ (%) | $X_6(k)$ (%) |
|---------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 自然演变模式 | 6.5 | 23 | 4.0 | 2.0 | 3.2 | 3 |
| 农业发展模式 | 6 | 18 | 4.5 | -1.0 | 6 | 3.2 |
| 工业发展模式 | 5 | 40 | 9 | -4.0 | 1 | 7 |
| 生态发展模式 | 3 | 14 | 2 | 4.0 | 3 | 2 |
| 可持续发展模式 | 4 | 33 | 7 | 3.0 | 4 | 3.5 |

根据神经网络结构和算法,用 MATLAB 编写时延神经网络(TDNN)训练仿真程序^[3],按照其神经网络结构和 BP 算法进行训练,通过反复试验,网

络的参数选择如下:隐层节点数为 20,网络的学习率取为 0.7,隐层单元和输出单元激活函数取 *Sigmoid* 函数^[2,5],网络的初始权值在(0,1)之间随机选取,网络的最终学习误差设置为 $E = 0.02$ 。

2.2 结果分析

2.2.1 模型仿真结果

经过 20087 次训练后网络收敛,最终误差为 $E = 0.019999$,得到时延神经网络的权值矩阵,输入层-隐层为 6×20 ,隐层-输出层 20×10 。试验证明所选择的网络参数能加快网络收敛速度,并使网络具有较好的逼近精度。

2.2.2 模型模拟结果

数据在误差控制范围内,各土地利用模式下的模拟输出值能较好地接近真实值^[6,7],这说明建立的神经网络模型能够较好地逼近实际系统。限于篇幅,本文仅列出 2005 年和 2030 年的模拟输出结果用以比较研究。

2.2.3 预测输出及分析

从表 2 中可看出,在可持续发展模式下,耕地面积到 2030 年为 54070hm^2 。而工业发展模式与自然演变发展模式耕地大幅度下降,农业发展模式和生态发展模式变化不大,根据耕地总量动态平衡的原则^[8],未来该县耕地面积应大体保持在 54000hm^2 左右,耕地的保护对粮食安全的保障具有举足轻重的地位。林地面积的贮备量对生态环境具有重要的影响,林地可持续发展模式和生态模式中保持平稳

的增长态势,而在工业发展模式和自然演变模式下,林地面积迅速减少,农业发展模式由于耕地对林地的占用而使林地的面积下降。由于经济的发展及居民日益增长的物质需求,交通用地、居民用地及对畜牧产品、水果蔬菜的需求应保持较高的增长,可持续发展模式满足这些发展的要求,而工业发展模式下,对土地利用存在着过度开发。

土地可持续利用在区域的不同经济发展阶段存在不同的表现形式。土地可持续利用的内涵要求既要满足经济发展对各种土地的需求,又要保障粮食安全、保护和改善生态环境,并且提高土地资源的生产能力,建立良好的土地利用结构和布局等。各种目标需要交织在一起,统筹兼顾,并根据国情和区域的发展选择适合的土地利用模式。因此在区域发展的现阶段和较长一段时间内,耕地保护和经济建设的用地保障是土地利用的主要目标,这对土地利用战略模式的选择具有重要的指导意义。

根据 FAO 土地可持续利用的基本原则^[9,10],结合该县的基本社会、经济、自然状况进行综合评判,可持续发展模式吸收了前几个方案的优点,缓和了各方案的矛盾,兼顾了人口、资源、环境与经济协调发展,是该县土地可持续利用较为理想的发展模式,而在其他模式下,经济发展对土地的需求没有得到很好的保障,结构欠优化、开发力度不够,所导致的结果是违背区域经济协调发展的。

表 2 土地利用神经网络系统辨识输出结果

| | 自然演变模式 | | 农业发展模式 | | 工业发展模式 | | 生态发展模式 | | 可持续发展模式 | |
|-----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 2005 年 | 2030 年 | 2005 年 | 2030 年 | 2005 年 | 2030 年 | 2005 年 | 2030 年 | 2005 年 | 2030 年 |
| 耕地 (hm^2) | 5.223×10^4 | 4.338×10^4 | 5.514×10^4 | 5.484×10^4 | 5.141×10^4 | 4.201×10^4 | 5.495×10^4 | 5.457×10^4 | 5.478×10^4 | 5.407×10^4 |
| 林地 (hm^2) | 1.372×10^5 | 1.330×10^5 | 1.405×10^5 | 1.379×10^5 | 1.389×10^5 | 1.324×10^5 | 1.466×10^5 | 1.493×10^5 | 1.416×10^5 | 1.441×10^5 |
| 园地 (hm^2) | 2.376×10^4 | 4.379×10^4 | 2.879×10^4 | 4.981×10^4 | 2.413×10^4 | 6.638×10^4 | 2.828×10^4 | 3.387×10^4 | 2.407×10^4 | 6.647×10^4 |
| 牧草地 (hm^2) | 4.571×10^3 | 4.852×10^3 | 4.980×10^3 | 4.930×10^3 | 4.618×10^3 | 4.909×10^3 | 5.021×10^3 | 4.925×10^3 | 4.852×10^3 | 4.956×10^3 |
| 居民工矿用地 (hm^2) | 1.1950×10^4 | 1.354×10^4 | 1.138×10^4 | 1.196×10^4 | 1.216×10^4 | 1.539×10^4 | 1.148×10^4 | 1.201×10^4 | 1.170×10^4 | 1.465×10^4 |
| 交通用地 (hm^2) | 4.519×10^3 | 5.014×10^3 | 4.763×10^3 | 6.123×10^3 | 5.534×10^3 | 1.569×10^4 | 4.759×10^3 | 6.157×10^3 | 4.919×10^3 | 1.210×10^4 |
| 人口 (人) | 6.792×10^5 | 7.628×10^5 | 6.860×10^5 | 7.893×10^5 | 6.377×10^5 | 7.321×10^5 | 6.125×10^5 | 6.287×10^5 | 6.617×10^5 | 7.313×10^5 |
| 人均耕地 (公顷/人) | 8.202×10^{-2} | 7.768×10^{-2} | 8.784×10^{-2} | 8.282×10^{-2} | 8.113×10^{-2} | 6.919×10^{-2} | 8.681×10^{-2} | 8.251×10^{-2} | 8.580×10^{-2} | 7.667×10^{-2} |
| 人均口粮 (千克/人) | 5.23×10^2 | 6.464×10^2 | 5.679×10^2 | 7.239×10^2 | 5.115×10^2 | 6.654×10^2 | 5.676×10^2 | 7.235×10^2 | 5.330×10^2 | 7.017×10^2 |
| GDP (万元) | 4.389×10^5 | 5.247×10^5 | 4.407×10^5 | 4.963×10^5 | 4.861×10^5 | 6.478×10^5 | 4.427×10^5 | 4.917×10^5 | 4.498×10^5 | 5.925×10^5 |

3 结束语

本文基于神经网络辨识建立土地利用控制系统模型,进行土地可持续利用研究,经实验及仿真研究分析,可持续发展模式是南宁市某郊区土地可持续利用较为理想的发展模式。通过实例研究,我们对基于神经网络辨识建立的土地利用控制系统模型有 3 点认识:①神经网络很适合描述土地利用这类多输入多输出的复杂非线性动态系统,这为区域可持续发展的定量研究提供一种新的方法。②本文所有辨识都是离线进行的,但对于土地利用这样的时变系统,实现在线辨识须进一步研究,并且十分必要。③辨识数据的质量和辨识精度有待于进一步提高,辨识网络的结构和算法有待改进,网络收敛速度较慢。虽然存在很多不足,但是在动态非线性系统的辨识和控制中,神经网络有着很大的潜力和诱人的前景。

参考文献:

- [1] 黎雪林. 县级土地可持续利用战略研究[D]. 南宁:广西大学,2003.

- [2] 媛彬,汪梅. 系统辨识及其 MATLAB 仿真[M]. 北京:科学出版社,2004:11-15,189-192,183-184.
- [3] 胡昆仑. 基于神经网络的木材干燥模型辨识研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2004.
- [4] 凌亢,陈传美. 江苏可持续发展系统调控试验模式及分析[J]. 统计研究,2003(10):12-15.
- [5] 闻新,周露,李翔. Matlab 神经网络仿真与应用[M]. 北京:科学出版社,2003:259-284.
- [6] 广西壮族自治区人民政府. 广西年鉴[M]. 1991-2005. 南宁:广西年鉴出版社,1991-2005.
- [7] 南宁人民政府. 南宁年鉴[M]. 2000-2005. 南宁:广西人民出版社,2000-2005.
- [8] 欧名豪. 土地利用管理[M]. 北京:中国农业出版社,2002:257-264.
- [9] FAO FESLM. An International Framework for Evaluating Sustainable Land Management[R]. Rome: World Soil Resources Report,1993. 73.
- [10] 梁湖清. 生态城市土地可持续利用[M]. 广州:广东经济出版社,2002:51-57.

(责任编辑:韦廷宗)

(上接第 34 页)

响银杏新梢的生长。因此,应在生长季节加强病虫害的综合防治,以保证银杏树的正常生长发育。

3 结束语

本文分析认为,银杏大小年结果是由于树体营养失调、授粉过量、品种间成花差异、种植密度不当、雄株数量少、不良的气候因素的影响等造成的,提出可以采取加强水肥管理,合理修剪、适量授粉,大年疏果定产、小年保花保果,撑枝和吊枝,防旱排涝,综合防治病虫害等技术措施来克服银杏大小年结果现象,这些成因和技术措施对银杏生产具有指导意义。

参考文献:

- [1] 梁立兴. 中国银杏[M]. 济南:山东科学技术出版社,1988:56-60.
- [2] 郭善基. 中国果树志:银杏卷[M]. 北京:中国林业出版

社,1991:1-7.

- [3] 韦霄,唐辉,蒋运生,等. 银杏优良单株繁殖体系的建立与技术要点[J]. 广西植物,2000,20(3):256-258.
- [4] 王宗德,邱业先,揭二龙,等. 江西银杏叶黄酮类化合物含量及变化规律研究(1)[J]. 江西农业大学学报,1998,20(4):511-513.
- [5] 吴圣进,黄宁珍,蓝福生,等. 银杏年周期内 N、P、K 需求动态研究[J]. 广西植物,2001,21(3):259-263.
- [6] 李锋,韦霄,付秀红,等. 广西银杏资源及发展前景[J]. 广西农学报,1996(2):43-45.
- [7] 桂林市基层组织建设工作办公室编. 桂林“三高”农业实用技术手册[M]. 桂林:漓江出版社,1997:22-32.
- [8] 金代钧,李锋. 银杏(白果)栽培技术[M]. 南宁:广西科学技术出版社,1999.

(责任编辑:邓大玉)