

文章编号: 1000-6788(2005)12-0043-05

基于 MLP 神经网络的区域物流需求预测方法及其应用

后 锐, 张毕西

(广东工业大学经济管理学院, 广东 广州 510090)

摘要: 区域物流需求预测是区域物流系统规划、物流资源合理配置过程中的重要环节, 而区域经济是产生区域物流需求的内在决定性因素, 因此寻求利用区域经济指标来预测区域物流需求具有较强的可行性, 同时能够促使区域物流产业与区域经济之间的协调发展. 为此提出了基于 MLP 神经网络的区域物流需求预测模型, 不仅揭示了区域经济与区域物流需求之间的非线性映射关系, 同时也为区域物流需求预测提供了一种新的思路和方法.

关键词: 区域经济; 区域物流需求; 神经网络; 预测方法

中图分类号: F252.1

文献标识码: A

A Method for Forecasting Regional Logistics Demand Based on MLP Neural Network and Its Application

HOU Rui, ZHANG Bi-xi

(School of Economics and Management, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510090, China)

Abstract: Regional logistics forecasting is the key step in regional logistics planning and logistics resources rationalization. Because regional economy is the inherent and determinative factor of regional logistics demand, it is feasible to forecast regional logistics demand by economic indexes which can accelerate the harmonious development of regional logistics industry and regional economy. The regional logistics demand forecasting model based on MLP artificial neural network (ANN) not only explains the nonlinear relationship between regional economy and regional logistics demand but also puts forward a new idea and methodology for regional logistics demand forecasting.

Key words: regional economy; regional logistics demand; ANN; forecasting methodology

1 引言

区域物流需求预测是区域物流系统规划、物流资源合理配置过程中的重要环节, 同时它也为政府制定物流产业发展政策、物流基础设施建设提供了必要的决策依据和支持. 国内外学者针对宏观物流需求建立了较多的预测模型, 如货物需求预测时空多项概率模型^[1]、基于时间序列的非线性航空服务需求模型^[2]、货运量预测的逐步线性回归方法^[3]、投入产出和空间价格相结合的物流需求分析模型^[4]、路线比较模型与重力模型^[5], 以及灰色预测模型、模糊预测和神经网络预测模型与方法等^[6-8]. 但鲜有学者将区域经济发展与区域物流需求预测紧密结合起来, 即绝大多数文献集中在利用物流需求历史数据本身来进行物流需求预测, 而不是利用经济数据来对物流需求进行预测. 本文通过建立“区域物流需求”预测模型, 力图采用区域经济指标来预测区域物流需求, 进而寻求二者之间的非线性映射关系.

2 区域物流需求的经济影响因素分析

区域物流需求的经济影响因素较多, 但从宏观上考虑主要有三个: 区域经济规模、产业结构、经济空间布局. 区域经济规模是首要因素, 因为区域经济发展的整体水平和规模是区域物流需求的根本决定性因

收稿日期: 2004-12-20

资助项目: 广东省自然科学基金(04009474); 广东工业大学青年基金(042032)

作者简介: 后锐(1976-), 男, 河南桐柏人, 广东工业大学经济管理学院教师, 硕士; 张毕西(1954-), 男, 广东梅州人, 广东工业大学经济管理学院教授, 博士.

素,区域经济总量水平越高,对原料、半成品、产成品的流通要求也就越高;区域经济增长速度越快、区域经济越活跃,其区域物流需求增长也越快,如果区域经济停滞或倒退将导致区域物流需求不足和下降,即物流产业与国民经济发展之间存在着较强的相关关系^[9]。其次,是产业结构对区域物流需求的影响。产业结构差异将对物流需求功能、物流需求层次以及物流需求量等方面产生较大影响。农、林、牧业对物流的需求相对来说是粗放型需求,即物流需求量大但附加值低;工业物流需求则朝着精细化、高附加值方向发展,而第三产业如流通产业则直接推动了现代物流业的发展。第三,区域经济空间布局不均、区域经济发展不平衡是客观上造成物流需求的最直接原因。尤其是我国,各种能源和其他自然资源的分布极不平衡,多数自然资源分布在生产力相对较低的东北、西北、西南以及北方地区,而人口众多、生产水平较高的中部和沿海地区的资源却十分贫乏,因此在地理位置上就形成了原材料采掘、粗加工等基础工业远离加工工业的产业布局,物流在时间和空间上的跨度极大。这种由于资源和区域经济空间分布不均匀而造成的物流需求现象随着不平衡程度增加,对区域内或区域之间产生的物流需求压力也越大。

由于物流需求是经济发展带来的派生需求,因此凡是影响经济发展的因素也潜在地影响着区域物流需求的增长或减少。经济与物流需求之间存在着一种内在、隐含的映射关系,而这种关系却并非一定是简单的线性关系,因此很难用简单明确的模型来描述。但却可以用数学表达式(1)来抽象地概括二者之间的内在决定和驱动关系:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

式中 y 表示区域物流需求; x_1, x_2, \dots, x_n 表示 n 个区域经济因素。从该函数关系式可以看出,区域物流需求经济影响因素是多方面的,每个经济因素都可能对物流需求产生影响,而每个经济因素对物流需求增长的影响却不是同等重要的,对物流需求影响的侧重点也不尽相同,因此这种错综复杂的内在关联决定了经济与物流需求之间的多元非线性映射关系。

3 “区域物流-物流需求”预测模型建构

3.1 预测模型基本思想

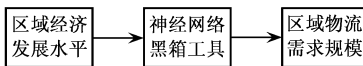


图1 “区域物流-物流需求”
预测基本思想

由于区域经济发展水平是区域物流需求量的最终决定因素,即两者存在着较强的相关性,但并非一定是线性关系,因此从直观上来看,可以通过某种统计工具和数学手段找出这种关系。而神经网络模型更像一个黑箱具有十分强大的非线性映射功能,因此对于寻找区域经济与物流需求之间的复杂关系显得十分有效。图1抽象地表示了预测模型的基本思想。

具体可以用以下数学术语和符号来对该预测模型思想进行描述:用 $Y_i = (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{im})$ 表示该区域第 i 年的物流需求量向量,其中 y_{im} 是指第 i 年区域物流在第 m 方面的需求量,如运输总量或者货运周转量等; $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ 表示第 i 年该区域物流需求经济影响因素向量,其中 x_{in} 表示第 i 年第 n 个经济影响因素的变量值。因为区域物流需求的经济影响因素在短期内不会出现急剧的大幅度变动,所以可以用第 $(i-1)$ 年的经济影响因素变量值来预测第 i 年的物流需求量。这样,将 $(x_{(i-1)1}, x_{(i-1)2}, \dots, x_{(i-1)n})$ 作为神经网络的输入变量,而将 $(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{im})$ 作为相应的神经网络的输出变量,从而形成了 n 个样本对: (X_{i-1}, Y_i) 。并将这 n 个样本交给神经网络学习,使其掌握各种经济影响因素对物流需求的影响程度和动态变化关系,即对神经网络进行训练,当有新的样本输入模型时,网络就会进行新的学习并输出预测数值。

3.2 物流需求预测 MLP 神经网络结构

本文的区域物流需求神经网络采用三层 MLP 结构,即输入层、隐含层及输出层,其中输入的节点数目等于用来预测物流需求的经济变量的个数,输出节点数目等于所要预测的物流需求规模的变量个数,可以是一个也可以是多个,其 MLP 网络结构如图2所示。

4 预测模型应用及其评价

4.1 上海市物流需求预测

为验证该预测模型有效性,本文对上海市物流需求进行了预测. 由于受到统计数据可获得性限制,在对上海市物流需求进行预测时只选取“货物运输量”作为物流需求规模指标. 按照前文对区域物流需求的经济因素分析,并本着可操作性原则,选取用于物流需求规模预测的经济指标为:第一产业产值、第二产业产值、第三产业产值、区域零售总额、区域外贸总额、人均消费水平等. 其中,三大产业产值不仅考虑了区域经济总量,还考虑了上海市经济结构对物流需求规模影响;由于商业流通也是区域物流需求的重要组成部分,因此设立了区域零售总额与人均消费水平两个经济指标. 此外,考虑到上海的全国外贸易港口地位,具有外向性的港口物流将占整个物流需求的较大部分,因此将区域外贸总额考虑入内.

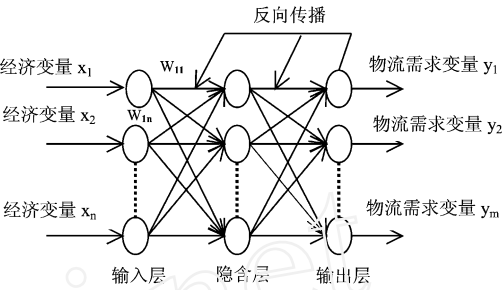


图 2 区域物流需求 MLP 神经网络结构

表 1 上海市物流需求规模及经济指标统计数据(1978 ~ 2003)

年份\指标	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y
1978	11.00	211.05	50.76	54.10	30.26	442	19645
1979	11.39	221.21	53.83	68.28	38.78	512	19613
1980	10.10	236.10	65.69	80.43	45.06	553	20037
1981	10.58	244.34	69.84	88.73	41.50	585	20150
1982	13.31	249.32	74.44	89.80	38.93	576	21153
1983	13.52	255.32	82.97	100.68	41.40	615	21594
1984	17.26	275.37	98.22	123.72	44.00	726	23121
1985	19.53	325.63	121.59	173.39	51.74	1030	24243
1986	19.69	336.02	135.12	196.84	52.04	1190	26671
1987	21.60	364.38	159.48	225.25	59.96	1298	27241
1988	27.36	433.05	187.89	295.83	72.45	1680	27832
1989	29.63	466.18	200.73	331.38	78.48	928	27666
1990	32.60	482.68	241.17	333.86	74.31	2009	26777
1991	33.36	551.34	309.07	382.06	80.44	2421	27558
1992	34.16	677.39	402.77	464.82	97.57	2842	29580
1993	38.21	900.33	573.07	624.30	127.32	4162	30293
1994	48.59	1143.24	780.09	770.74	158.67	5343	28585
1995	61.68	1409.85	991.04	970.04	190.25	6712	27571
1996	71.58	1582.50	1248.12	1161.30	222.63	7742	45821
1997	75.80	1754.39	1530.02	1325.21	247.64	8699	45938
1998	78.50	1847.20	1762.50	1471.03	313.44	9202	46230
1999	80.00	1953.98	2000.98	1590.38	386.04	10328	48398
2000	83.20	2163.68	2304.27	1722.27	547.10	11546	52206
2001	85.50	2355.53	2509.81	1861.30	608.98	12562	54049
2002	88.24	2564.69	2755.83	2035.21	726.64	14295	56652
2003	90.27	2977.61	2976.30	2220.41	1098.68	14867	61073

数据来源: <http://www.stats.gov.cn>; 中国地区发展数据手册(1978 ~ 1989), 国务院发展研究中心编, 中国财政经济出版社, 1982.

为此,利用上海市区域经济指标对上海市区域物流规模进行预测时的数据收集如表 1 所示,表中符号含义如下: x_1 第一产业产值(亿元); x_2 第二产业产值(亿元); x_3 第三产业产值(亿元); x_4 区域零售总额(亿元); x_5 区域外贸总额(亿美元); x_6 居民消费水平(元); y 货物运输量(万吨).值得说明的是在数据可得的情况下,考虑更多的经济变量及收集更多的相关数据将更能准确地预测其真实情况并得到更好的预测效果.

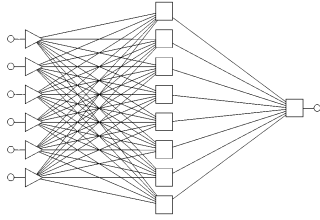


图 3 上海市物流需求预测神经网络结构

实际预测过程采用 STATISTICA Neural Network 4.0 软件进行预测,利用该软件提供的 Intelligent Problem Solver 工具逐步进行即可.通过对 1978~2001 年的数据进行训练、检测得到一个满意的神经网络:6:6-8-1:1(如图 3 所示),其中第一个数字“6”表示该网络有 6 个输入变量,中间的“6-8-1”表示该网络共三层,第一层 6 个节点,隐含层共有 8 个神经元,第三层 1 个节点;最后的数字“1”表示该网络有一个输出变量.

将 2002 年经济变量(88.24, 2564.69, 2755.83, 2035.21, 726.64, 14295)输入训练好的神经网络模型,得到预测结果 60576.06,而 2003 年物流规模实际值为 61073,误差 496.94,误差率 0.8%.

4.2 模型评价

本文阐述的区域物流需求预测模型,是建立在对区域经济与物流之间内在关系研究的基础上提出的“区域经济—物流需求”神经网络预测模型.该模型在一定程度上反映了经济与物流需求之间的复杂映射关系,它不同于以往简单的物流需求线性回归或者时间序列预测模型,更主要的是本模型摒弃了大多数学者直接利用物流数据本身来预测物流需求的旧思路,而是采用区域经济指标来对区域物流需求进行预测.模型本身具有以下特点:首先,它实现了经济与物流需求之间的非线性隐式表达.由于经济的多元性与物流需求的多元性决定了经济对物流需求的影响是多维度的,用简单的线性模型不能对二者之间的内在关系进行客观描述,并且其非线性数学表达又显得十分困难,而该模型正好克服了上述缺点并实现了其非线性映射关系.其次,模型结构简单.预测模型采用三层感知器神经网络模型,输入经济变量及输出物流需求变量数目可控,结构简单,操作性强.值得说明的是,在本文的实证研究中,输入经济变量与物流需求输出变量选择都偏少,主要是考虑到相关数据的收集困难.当然,在数据可得的情况下,经济变量及物流需求变量考虑的充分、数据越详细,就越是能够真实地反应二者之间的内在关系,相应的神经网络预测结构也越复杂一些;第三,模型具有较高的预测精度和效度.由于该模型应用具有强大非线性逼近功能的神经网络工具,采用具有修正作用的反向传播算法,在训练样本数据足够并保证质量的前提下,该模型能够实现既定的预测精度和效度.第四,模型的主要缺点表现在其数据依赖性较大,即对数据数量和质量要求较高,必要的时候需要对训练数据进行预处理以便保证网络能学习到准确的映射规律.

5 结语

区域经济发展与物流需求二者之间存在着较强的相关性,区域物流产业发展不能脱离其经济发展水平,而必须与区域经济发展保持高度的协调性,以避免出现物流供给能力不足或物流供给能力过剩而导致的物流基础设施建设投资欠缺或过度投资现象.区域物流需求预测正是为了寻找区域经济与区域物流之间的内在关系,并为区域物流规划提供必要的决策数据和依据.本文在研究二者之间内在关系的基础上,提出的基于神经网络的“区域经济—物流需求”预测模型,揭示了区域经济与区域物流需求之间的内在非线性映射关系,同时通过实证研究验证了本模型具有较高的预测精度和效度,从而为区域物流需求预测提供了一种新的思路和方法.

参考文献:

- [1] Rodrigo A, Hani S. Forecasting freight transportation demand with the space-time multinomial probity model [J]. Transportation Research Part B 34, 2000, 403 - 418.
- [2] Bahram A, Arjun C, Kambiz R. The demand for US air transport service: a chaos and nonlinearity investigation [J]. Transportation

- Research Part E 37, 2001, 337 - 353.
- [3] Fite J, Taylor G, Usher J, Roberts J. Forecasting freight demand using economic indices [J]. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 2001, 31(4):299.
- [4] 过秀成,谢实海,胡斌. 区域物流需求分析模型及其算法[J]. 东南大学学报(自然科学版),2001, 31(3):1 - 5.
Guo X C, Xie S H, Hu B. Regional logistics demand analysis model and solution [J]. Journal of Southeast University (Natural Science Edition), 2001, 31(3):1 - 5.
- [5] 王荣成,陈才. 图们江地区物流长期预测研究的理论与方法[J]. 人文地理,1999, (9):21 - 25.
Wang R C, Chen C, Burkhard V. Theories and methodology on long term projection of cargo flows in Tumen River economic development area[J]. Human Geography, 1999, (9):21 - 25.
- [6] 赖一飞,郑清秀,章少强,纪昌明. 灰色预测模型在水运货运量预测中的应用[J]. 武汉水利电力大学学报, 2000, 33(1):96 - 99.
Lai Y F, Zheng X Q, Zhang S Q, Ji C M. Application of gray forecast model to transport volume in Jinsha River[J]. Journal of Wuhan University of Hydraulic and Electric Engineering, 2000, 33(1):96 - 99.
- [7] 张拥军,叶怀珍,任民. 神经网络模型预测运输货运量[J]. 西南交通大学学报,1999, 34(5):602 - 605.
Zhang Y J, Ye H Z, Ren M. Study on transportation demand forecast using neural network model[J]. Journal of Southwest Jiaotong University, 1999, 34(5):602 - 605.
- [8] 牛惠民,尹云川. 铁路枢纽内货运量的模糊预测[J]. 兰州铁道学院学报, 1998, 17(3):89 - 94.
Niu H M, Yin Y C. Fuzzy forecasting on freight demands in railroad hub[J]. Journal of Lanzhou Railway University, 1998, 17(3):89 - 94.
- [9] 李莉,张建华,周海燕. 物流产业发展与国民经济整体水平提升的相关性分析[J]. 中国机械工程, 2003, 14(10):884 - 887.
Li L, Zhang J H, Zhou H Y. Correlation analysis between logistics industry development and GDP's improvement[J]. China Mechanical Engineering, 2003, 14(10):884 - 887.

(上接第 42 页)

以作为决策变量,三方博弈的决策目标可以是贴现后的消费效用.考虑到能源作为稀缺资源的代际公平性,还可以把能源可持续性加以适当的度量并体现在各自的决策目标中.这样通过政府的宏观调控手段在地区间进行资源优化配置的博弈模型就完全建立在新古典经济增长的框架下,这种研究工作值得进一步探讨.

参考文献:

- [1] 国家发改委宏观经济研究院能源研究所课题组. 西部可持续发展的能源战略 [J]. 宏观经济研究,2003,(11):35 - 37.
Institute of Energy Research, Academy of Macroeconomic Research SDPC. Sustainable strategies of western China[J]. Macroeconomic Research, 2003, (11):35 - 37.
- [2] 杨宏林,田立新,丁占文. 能源约束下的经济可持续增长[J]. 系统工程,2004,22(3):40 - 43.
Yang Honglin, Tian Lixin, Ding Zhanwen. Sustainable economic growth under restraint of energy[J]. System Engineering, 2004, 22(3):40 - 43.
- [3] 叶民强. 双赢策略与制度激励:区域可持续发展评价与博弈分析[M]. 北京:社会科学文献出版社,2002.
Ye Mingqiang. Win-Win Strategies and institution inspiring: Sustainability Evaluation and Game Analysis of Regional Economy[M]. Beijing: Social Sciences Academic Press, 2002.
- [4] 谢识予. 经济博弈论[M]. 上海:复旦大学出版社,2002.
Xie Shiyu. Economic Game Theory[M]. Shanghai: Fudan University Press, 2002.
- [5] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海:上海三联书店、上海人民出版社,1996.
Zhang Weiying. Game Theory and Information Economics[M]. Shanghai: People's Publishing House, 1996.