

基于BP神经网络的淮海经济区城市竞争力评价

李霄霞 陆玉麒 (南京师范大学地理科学学院, 江苏南京210046)

摘要 运用人工神经网络(ANN)的理论和方法,构建了ANN模型分析中应用最为广泛的BP网络,并对2005年淮海经济区的20个城市竞争力水平进行了评价,求出各城市的竞争力评价价值;根据评价结果,采用聚类分析法,将淮海经济区城市竞争力水平分为城市竞争力强、较强、中等、较弱、弱5个级别,并相应给出评析。结果表明:山东和江苏的城市的竞争力占有明显的优势,其中徐州的评价价值最高;区内城市竞争力评价价值高于平均值和低于平均值的城市个数相近,说明区内城市竞争力水平差异并不悬殊。

关键词 淮海经济区;城市竞争力;人工神经网络;BP

中图分类号 F299.27 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)19-08359-03

Evaluation on Urban Competitiveness in Huaihai Economic Region Based on BP Neural Network

LI Xiao-xia et al (College of Geographical Science, Nanjing Normal University, Nanjing, Jiangsu 210046)

Abstract By application of artificial neural networks (ANN) theory and method, BP network which was a widely used artificial neural network model was constructed. Urban competitiveness of 20 cities in Huaihai Economic Region in 2005 was evaluated and their evaluation value of urban competitiveness was obtained. On the basis of the evaluation, it classified into 5 levels such as strong, relatively strong, medium, relatively weak and weak by cluster analysis and evaluated them resp. The result indicated that the evaluation values of cities from Shandong and Jiangsu had obvious advantage, and that of Xuzhou was the highest. The number of cities whose evaluation value was higher than the average value was near with that was lower than the average, and it indicated that the difference of the urban competitiveness of the 20 cities was not great.

Key words Huaihai Economic Region; Urban competitiveness; Artificial neural network; BP

淮海经济区成立于1986年3月,由苏鲁豫皖4省14个地、市组成,至今已经超过20年,发展到4省的20个地级市,其中包括江苏省的连云港、徐州、淮安、盐城、宿迁;山东省的济宁、临沂、枣庄、日照、泰安、莱芜、菏泽;安徽省的淮北、宿州、阜阳、蚌埠、亳州;河南省的开封、商丘、周口。这些地区习俗相近,商品互通,自古以来就保持着密切的经济贸易、文化往来和社会联系。

城市竞争力是指一个城市在国内外市场上与其他城市相比所具有的自身创造财富和推动地区、国家或世界创造更多社会财富的现实和潜在的能力。城市竞争力综合反映了城市的生产能力、生活质量、社会全面进步及对外影响^[1]。对于淮海经济区的城市竞争力的分析,学者们做了大量的研究,这些研究的大部分评价体系,是通过统计模型对指标进行加权评判,这种方法虽然简便易行,但权重的赋值却存在着极大的主观性,使得研究成果之间的可比性降低。

近来一种新的评价方法——人工神经网络,由于其具有自组织、自适应、自学习的特点,同时具有较强的输入输出非线性映射能力与易于学习和训练等优点,被广泛应用于各个研究领域。笔者通过BP人工神经网络技术构建的非线性评价模型,对淮海经济区的城市竞争力做出评价和识别,可以避免人工确定各指标权重带来的主观性,能够更为全面、客观、清晰地反映出各城市的综合竞争能力及其层次^[2]。

1 淮海经济区城市竞争力的人工神经网络判定

1.1 BP神经网络的原理 BP学习算法又称为反向传播学习算法(Back Propagation Learning Algorithm),是Rumelhart等于1986年提出的。其网络结构由一个输入层、一个输出层和一个或多个隐含层组成。每一层都包含若干个神经元,每一层神经元的状态只影响下一层的神经元状态。其工作过程包括信息的正向传播和误差信号的反向传播,在正向传播的过程中,原理为输入信息从由输入层经隐含层逐层处理,并传

向输出层,如果在输出层不能得到期望的输出(误差大于要求的精度),则将误差信号沿原来的连接通道作反向传播,通过修正各层神经元的权重,使误差最小,直至得到期望精度的输出减小。重复上述过程,直至误差最小,得到期望精度的输出^[3](图1)。

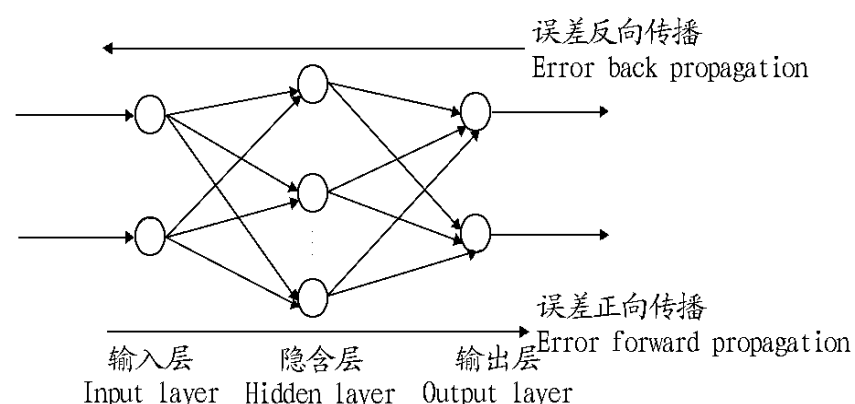


图1 BP网络拓扑结构示意图

Fig.1 Topological structure of BP network

1.2 城市竞争力的ANN模型评价 采用的BP神经网络是借助MATLAB 7.0的神经网络工具箱函数编程构建的。MATLAB神经网络工具箱提供了初始化权值、学习和训练、仿真等函数,可以构建出任意输入和输出神经元的BP网络。将城市竞争力分级标准作为样本输入,评价级别作为网络输出,BP网络通过不断学习修改权重,找出评价指标与评价级别间复杂的内在对应关系,利用网络模型可以进行经济发展水平的综合评价。

笔者从2005年淮海经济区20个城市的综合经济实力、产业活力、资本实力、对外开放力、城市基础力、科技实力6个方面选择了18个指标,作为评价城市竞争力的标准。这18个指标分别是: X1:国内生产总值GDP(万元); X2:人均GDP(元); X3:地方财政一般预算内收入(万元); X4:社会零售商品总额(万元); X5:年末总人口(万人); X6:在岗职工平均工资(元); X7:第三产业产值占GDP的比重(%); X8:工业总产值(万元); X9:固定资产投资总额(万元); X10:人均城乡居民储蓄年末余额(元); X11:外商实际投资总额(万美元); X12:人均绿地面积(m²/人); X13:万人拥有公共交通工具

(标台); X14: 人均拥有道路面积($\text{m}^2/\text{人}$); X15: 邮电业务总收入(万元); X16: 每万人高校在校学生数; X17: 科教文化财政

预算内支出(万元); X18: 国际互联网用户数(户)^[4](表1)。选用这18个指标作为输入神经元, 城市竞争力作为输

表1 淮海经济区城市竞争力部分评价指标体系

Table 1 Evaluation index system for urban competitiveness of Huaihai Economic Zone (partly)

| 城市 City | GDP 万元 | 人均GDP GDP per capita 元 | 地方财政一 般预算内 收入 Budgetary revenue of local gover- nment 万元 | 社会零售商 品总额 Gross revenue of society retail sales goods 万元 | 年末总 人口 Total population on the end of this year 万人 | 在岗职工 平均工资 Average salary of employed workers 元 | 第三产业产 值占GDP的 比重 Output value propotion of the tertiary industry in GDP % | 工业总产 值 Total industrial output value 万元 | 固定资产 投资总额 Gross fixed asset formation 万元 |
|-----------------|-----------|------------------------------|---|---|---|---|---|--|---|
| 开封市 Kaifeng | 985 293 | 11 887 | 82 457 | 804 024 | 82.89 | 11 478.16 | 49.39 | 888 067 | 511 067 |
| 商丘市 Shangqiu | 1 362 469 | 8 542 | 78 593 | 566 927 | 159.50 | 9 489.07 | 35.68 | 988 702 | 917 806 |
| 周口市 Zhokou | 581 745 | 13 671 | 43 820 | 289 866 | 42.55 | 8 803.94 | 49.77 | 514 437 | 435 531 |
| 徐州市 Xuzhou | 6 368 800 | 31 755 | 357 602 | 2 144 371 | 179.88 | 24 839.54 | 40.66 | 7 240 416 | 2 492 496 |
| 连云港 Lianyungang | 2 168 200 | 27 373 | 160 134 | 740 489 | 70.17 | 18 449.89 | 39.24 | 2 367 628 | 1 473 498 |
| 淮安市 Huai'an | 3 566 200 | 13 510 | 203 263 | 1 237 119 | 273.21 | 15 422.51 | 34.54 | 4 041 579 | 2 145 856 |
| 盐城市 Yancheng | 2 772 820 | 17 795 | 140 872 | 1 027 171 | 152.00 | 16 813.62 | 36.77 | 4 086 359 | 1 630 000 |
| 宿迁市 Suqian | 1 422 600 | 9 269 | 67 540 | 397 073 | 154.07 | 15 668.85 | 28.88 | 809 591 | 802 994 |
| 蚌埠市 Bengbu | 1 592 886 | 17 700 | 103 089 | 721 561 | 90.47 | 15 884.43 | 46.06 | 1 458 762 | 809 773 |
| 淮北市 Haibei | 1 611 847 | 17 577 | 96 939 | 387 507 | 92.32 | 16 420.67 | 31.97 | 2 113 061 | 706 494 |
| 阜阳市 Fuyang | 1 083 829 | 5 820 | 55 880 | 519 008 | 187.24 | 11 649.05 | 45.90 | 778 793 | 622 796 |
| 宿州市 Suzhou | 1 193 820 | 6 858 | 43 354 | 366 794 | 174.70 | 14 186.29 | 43.21 | 642 706 | 450 453 |
| 亳州市 Bozhou | 913 500 | 5 756 | 25 162 | 368 141 | 143.37 | 12 715.17 | 40.92 | 395 947 | 464 593 |
| 枣庄市 Zaozhuang | 3 577 773 | 17 689 | 189 650 | 933 903 | 209.39 | 16 070.03 | 25.35 | 6 443 082 | 2 165 021 |
| 济宁市 Jining | 2 828 400 | 26 528 | 265 610 | 1 458 912 | 107.03 | 16 196.62 | 35.13 | 4 583 529 | 1 572 762 |
| 泰安市 Tian | 3 266 488 | 20 380 | 190 194 | 972 798 | 160.61 | 14 256.54 | 54.26 | 2 608 308 | 1 934 439 |
| 日照市 Rizhao | 2 765 700 | 22 632 | 115 728 | 764 952 | 120.63 | 17 704.67 | 38.47 | 3 719 201 | 1 784 885 |
| 莱芜市 Laiwu | 2 563 400 | 20 616 | 145 624 | 813 864 | 124.38 | 18 288.56 | 25.44 | 5 788 983 | 1 293 498 |
| 临沂市 Linyi | 4 068 913 | 21 547 | 269 202 | 2 222 046 | 193.19 | 16 195.80 | 31.99 | 7 787 089 | 2 934 566 |
| 菏泽市 Heze | 881 876 | 6 365 | 79 630 | 542 124 | 139.61 | 12 064.27 | 36.39 | 1 077 877 | 924 125 |

出神经元, 构建神经网络。由于18个评价指标的量纲不相同, 且数据变化范围较大, 若直接将实际指标统计数据用于城市竞争力评价, 不便于分析和计算。因此, 应对各评价指标属性值进行无量纲化处理, 对数据进行归一化处理, 即每一指标数据除以各自指标中的最大值, 将数据划归在[0, 1]范

围之内。该研究根据所有样本的数据最大和最小区间, 进行线性内插, 线性设定影响等级, 构建人工神经网络的训练数据(表2)。城市竞争水平为5级, 1表示城市竞争水平弱, 2表示城市竞争水平较弱, 3表示城市竞争水平中等, 4表示城市竞争水平较强, 5表示城市竞争水平强。

表2 城市竞争力的ANN模型评价标准

Table 2 Evaluation standard for ANN model of urban competitiveness

| 指标Index | | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 | X9 | X10 |
| 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 |
| 0.772 8 | 0.795 3 | 0.767 6 | 0.782 6 | 0.788 9 | 0.838 6 | 0.866 8 | 0.762 7 | 0.787 1 | 0.795 2 |
| 0.545 7 | 0.590 6 | 0.535 2 | 0.565 2 | 0.577 9 | 0.677 2 | 0.733 6 | 0.525 4 | 0.574 2 | 0.590 4 |
| 0.318 5 | 0.385 9 | 0.302 8 | 0.347 8 | 0.366 8 | 0.515 8 | 0.600 4 | 0.288 1 | 0.361 3 | 0.385 7 |
| 0.091 3 | 0.181 3 | 0.070 4 | 0.130 5 | 0.155 7 | 0.354 4 | 0.467 2 | 0.050 8 | 0.148 4 | 0.180 9 |

| 指标Index | | | | | | | | 等级 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|
| X11 | X12 | X13 | X14 | X15 | X16 | X17 | X18 | |
| 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 1.000 0 | 5 |
| 0.755 8 | 0.764 3 | 0.763 5 | 0.798 1 | 0.782 3 | 0.756 0 | 0.786 8 | 0.768 8 | 4 |
| 0.511 7 | 0.528 6 | 0.527 1 | 0.596 2 | 0.564 6 | 0.512 0 | 0.573 5 | 0.537 7 | 3 |
| 0.267 5 | 0.292 9 | 0.290 6 | 0.394 3 | 0.347 0 | 0.268 0 | 0.360 3 | 0.306 5 | 2 |
| 0.023 4 | 0.057 2 | 0.054 2 | 0.192 4 | 0.129 3 | 0.024 0 | 0.147 1 | 0.075 3 | 1 |

输入层神经元18个, 输出层神经元1个, 隐含层数的确定目前其还没有有效的方法, 需要根据网络大小来确定。该研究根据经验及误差最小原则, 确定隐含层神经元12个。网络设计的参数为: 网络初始权值为[0, 1]的随机数, 基本学习速率0.01; 网络训练的终止参数为: 最大训练批次 max_e-

pochs: 10 000次, 期望误差最小值 err_goal: 0.000 01; 第1层的传递函数, 采用“logsig”; 第2层的传递函数, 采用“purelin”; BP网络训练函数, 采用“traind”; 权值和阈值学习函数, 缺省值为“learnqdm”; 性能函数, 缺省值为“mse”。

1.3 淮海经济区城市竞争力评价结果 将表2中的原始数

据归一化后输入训练好的网络,训练9 178 次后,达到期望误差最小值,得到了淮海经济区各个城市的竞争力评价价值。

表3 淮海经济区城市竞争力的BP 评价值

Table 3 BP evaluation value of urban competitiveness in Huaihai Economic Zone

| 城市 Gty | 排序 Scheduling | 评价值 Evaluation value | 城市 Gty | 排序 Scheduling | 评价值 Evaluation value |
|--------------------|------------------|-------------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| 徐州市 Xuzhou | 1 | 4.253 6 | 蚌埠市 Bengbu | 11 | 2.762 3 |
| 临沂市 Linyi | 2 | 4.030 0 | 开封市 Kaifeng | 12 | 2.246 7 |
| 济宁市 Jining | 3 | 3.804 0 | 周口市 Zhokou | 13 | 1.990 4 |
| 泰安市 Tian | 4 | 3.772 6 | 阜阳市 Fuyang | 14 | 1.745 1 |
| 连云港 Lianyungang | 5 | 3.747 0 | 商丘市 Shangqiu | 15 | 1.608 1 |
| 盐城市 Yancheng | 6 | 3.186 0 | 菏泽市 Heze | 16 | 1.394 7 |
| 莱芜市 Laiwu | 7 | 3.001 4 | 宿州市 Suzhou | 17 | 1.340 9 |
| 日照市 Rizhao | 8 | 2.889 2 | 亳州市 Bozhou | 18 | 1.246 0 |
| 淮安市 Huai'an | 9 | 2.884 3 | 淮北市 Huabei | 19 | 1.238 7 |
| 枣庄市 Zaozhuang | 10 | 2.765 9 | 宿迁市 Suqian | 20 | 1.070 3 |

由表3 可见,徐州评价值为4.253 6,在淮海经济区内依然为竞争力最强的城市,是淮海经济区的经济中心,区内山东和江苏的城市的竞争力占有明显的优势。整体上看,区内高于平均值2.548 86 的有11 个,低于平均值的有9 个,说明区内城市竞争力水平差异并不悬殊。

2 城市竞争力级别划分及评析

根据上述评价值,利用系统聚类法,将淮海经济区的20 个城市的竞争力水平划分为5 个级别,见表4。

表4 淮海经济区城市竞争力级别

Table 4 Urban competitiveness level of Huaihai Economic Zone

| 级别Level | 城市Gty | 级别Level | 城市Gty |
|----------------|----------------------|--------------|-------------------|
| 强 Strong | 徐州 临沂 | 较弱 Weaker | 开封 周口 阜阳 商丘 |
| 较强 Stronger | 济宁 泰安 连云港 | 弱 Weak | 菏泽 宿州 亳州 淮北 宿迁 |
| 中等 Moderate | 盐城 莱芜 日照 淮安 枣庄 蚌埠 | | |

2.1 竞争力强的城市 徐州和临沂这2 个城市评价值均大于4.000 0,其中徐州为4.253 6,优势明显,依然是淮海经济区中心城市。徐州的优势主要来源于2 个原因:一是历史原因,徐州长期是地区经济政治文化中心,奠定了今日的基础;二

是区位优势,徐州地处淮海经济区中心位置,处于连接长三角与环渤海湾2 大经济区京沪线和贯通我国东西并连接中原经济区与关中经济区并连接大陆腹地的陇海线交会点。临沂则是新兴的商贸物流城市,私营企业发达。2 个城市今后的发展任务,徐州在保持自身优势的同时,应该加强产业升级,大力发展新型服务业,巩固自身地位;对于临沂来说,为了更好地发展,在突出商贸物流产业发展同时,需加强其他优势产业发展,如医药化工行业。

2.2 竞争力较强的城市 竞争力较强的城市:济宁、泰安和连云港。这3 个城市评价值位于3.500 0 ~4.000 0。这3 个城市竞争力比徐州和临沂稍弱,但各自也有自身的优势产业,济宁的煤炭产业,连云港的临港和医药产业实力较强。在以后的发展中,可以按照名山(泰安的泰山、连云港的花果山、济宁的梁山)、名城(济宁下有孔子故里曲阜、孟子故里)效应,提高城市知名度,大力招商引资,提升自身综合实力。

2.3 竞争力一般的城市 盐城、莱芜、日照、淮安、枣庄和蚌埠这6 个城市评价值位于2.500 0 ~3.500 0,竞争力一般。这些城市典型特征是交通不够便捷、城市规模偏小,或虽然有优势产业,但是产业结构单一。莱芜主要产业为钢铁,枣庄主要产业为煤炭和建材,但这些产业占地方产值比重大。因此,这些城市可以通过改善交通,适当扩大城市规模以及培育新的优势产业,寻找新的经济增长点来提高城市综合竞争力。盐城可以大力发展的产业有:医药化工、临港物流、湿地旅游等。

2.4 竞争力较弱的城市 开封、周口、阜阳和商丘这4 个城市评价值位于1.500 0 ~2.500 0,竞争力较弱。这4 个城市人口较多,城市规模大,虽然实力不强,但本身有一定优势,均有交通要道穿境,经济基础也比较雄厚。今后这4 个城市需要做的就是变优势为强势,大市为强市。其途径主要有加强与本省省会城市联系,扩大开放力度,提高经济效益。

2.5 竞争力弱的城市 菏泽、宿州、亳州、淮北和宿迁这5 个城市评价值位于1.000 0 ~1.500 0,竞争力弱。其中,除淮北外基本特征是经济基础薄弱、长期得不到本省政策支持、建市时间较短,4 个城市建市时间都在10 年左右。淮北则是市域面积小、人口少,经济基本以煤炭经济为主导。今后这些城市可以通过加强区域合作,大力发展第二、三产业,努力争取省里政策支持,提高自身实力。

参考文献

- [1] 郝寿义,倪鹏飞. 中国城市竞争力研究——以若干城市为案例[J]. 经济科学,1998(3):50-56.
- [2] 许月卿,李双成. 中国经济发展水平区域差异的人工神经网络判定[J]. 资源科学,2005,27(1):69-73.
- [3] 索丰平,王苏芳. 人工神经网络在交通量中预测[J]. 山西建筑,2007,33(23):359-360.
- [4] 周毅,杨鹏. 广西14 城市综合竞争力的评价研究[J]. 学术论坛,2005(10):93-96.
- [5] 国家统计局城市社会经济调查司. 中国城市统计年鉴(2006) [M]. 北京: 中国统计出版社,2007.