

RBF模型在高等教育和 经济发展关系分析中的应用^①

赵 岚, 王海波

华东交通大学 理工学院, 南昌 330013

摘要: 采用RBF(径向基神经网络)模型,对高等教育和经济发展之间的关系进行实证研究.在研究过程中,以本科生招考数量、研究生招考数量、高等教育投入经费作为RBF网络的输入,以GDP总量作为RBF网络的输出,以2000—2017年的相关数据为实证研究的基础数据.实证分析结果显示,高等教育对于我国经济发展存在明显的促进作用,其中本科生招考数量的促进作用为0.23,研究生招考数量的促进作用为0.45,高等教育投入经费的促进作用为0.32.

关键词: 高等教育; 经济发展; RBF网络; 实证分析

中图分类号: G640

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2019)07-0117-04

在漫长的农业社会中,国家经济的发展与土地资源、劳动力数量(即农业人口数量)密切相关^[1].随着全世界逐步迈入工业社会,大多数国家逐渐发展为工业国,国家经济的发展开始取决于工业规模和工业劳动力的数量^[2].目前,国家经济的发展则日益依赖于信息技术、网络技术、通信技术等高科技产业,高科技人才、高素质人才的数量成为各国经济实力比拼的关键所在^[3-4].在相当长的一段时间里,一个国家的教育似乎与本国经济发展之间缺乏必要的关联性.然而,在21世纪乃至以后,教育尤其是高等教育将成为国家经济发展的决定性因素^[5].因为,教育尤其是高等教育直接决定着一个国家高科技人才、高素质人才的数量和质量,那些高等教育水平高的国家必将成为新时代中的经济强国乃至世界经济的领跑者.周茜等^[6]认为,经济的合理发展体现为各种资源的协调,更决定于各类人才的协调,要推动国家经济的发展必须大力发展高等教育,而高等教育的发展又依赖于充分的经济投入,二者是协同关系.丁三青^[7]指出,高等教育和经济发展之间,通过人才这一要素形成了共轭效应,这是对二者协同发展理论的进一步升华.Dockery等^[8]通过研究发现,在一个国家之内,各地区之间教育水平的差异性会导致地区经济发展水平的巨大差距.胡德鑫^[9]引入道格拉斯投入产出模型,将高等教育看作投入,将经济发展看作产出,分析了二者之间的关联关系.樊星等^[10]利用中国各个省份的面板数据,从时间和空间2个角度分析了高等教育对中国各地区经济发展的贡献程度.李毅等^[11]以中国中部地区为研究对象,依托DEA数据包络模型,分析了中部6个省份高等教育和经济发展关系.崔玉平等^[12]以黑龙江省为研究对象,采用CES模型分析了该省高等教育对经济发展的促进作用.本文在前人研究成果的基础上,将一种性能更为优秀的神经网络RBF网络引入进来,依托中国高等教育和经济发展的宏观数据,分析二者之间的关系.

1 RBF径向基神经网络模型

在分析两类数据之间隐含的关联关系时,神经网络是一种比较理想的方法,将两类数据分别看作神经

① 收稿日期: 2019-01-31

基金项目: 2018年江西省教育科学“十三五”规划课题立项(18YB403).

作者简介: 赵 岚(1981-),女,讲师,主要从事概率论与数理统计研究.

网络的输入和输出代入神经网络,训练并直到网络达到稳定,二者之间通过隐含层表现出的权重关系,就体现了二者之间的关联关系.

RBF 网络也称径向基神经网络,相比于一般的神经网络它具有更加优秀的局部逼近性能,而且隐含层某个局部确定后,新局部结构的确定只需要少量的调整即可实现,这就使得 RBF 网络的局部学习性能非常理想,不仅逼近准确而且学习速度快. RBF 网络的非线性性能也是非常理想的.

同大多数神经网络一样, RBF 网络也包含 3 个层次,即输入层、隐含层和输出层. 一个典型的 RBF 网络结构如图 1 所示.

在 RBF 网络中,输入层神经元到隐含层之间的关系体现为非线性,而隐含层到输出层神经元体现为线性,输入到输出的关系最终体现为 2 种特征的综合效果. 最终的输出计算如下:

$$y = w_{i0} + \sum_k w_{ik} \Phi(\|x_j - c_k\|)$$

(1)

这里,参数 x_j 用于表示径向基网络的各个输入神经元;参数 c_k 用于表示隐含层各个径向基函数的中心矢量;参数 w_{ik} 用于表示各个隐含层神经元对输出神经元的权重;参数 y 用于表示径向基网络的输出;参数 Φ 用于表示径向基函数,它在不同情况下又有不同的表现形式,如高斯函数形式、样条函数形式、二次函数形式等等.

2 我国高等教育与经济发展关系的实证研究

在本文的实证研究工作中,借助 RBF 模型,对我国高等教育和经济发展的关系展开研究. 根据投入产出经济关系分析,影响经济的要素有很多,如劳动力投入、资本投入、科学技术水平的发展等等. 在本文中,主要考虑和高等教育相关的因素对于经济发展的影响.

为了给 RBF 网络输入和输出配置对应的参数,选取 4 组变量,分别是变量 B ,从 2000—2017 年我国历年的本科生招考人数,单位万人;变量 Y ,从 2000—2017 年我国历年的研究生招考人数,单位万人;变量 J ,从 2000—2017 年我国历年的高等教育投入经费,单位亿元;变量 G ,从 2000—2017 年我国历年的 GDP 总量,单位亿元.

在上述 4 个变量中,变量 B 、变量 Y 、变量 J 代表了我国高等教育的规模和投入水平,变量 G 代表了我国经济发展的水平. 其中,变量 B 、变量 Y 、变量 J 作为 RBF 网络的输入神经元,变量 G 作为 RBF 网络的输出神经元,将 4 个变量代入 RBF 网络进行训练,网络达到稳定后,得到的权重就反映了高等教育和经济发展之间的关系.

从 2000—2017 年 4 个变量的原始数据及取对数的结果如表 1 所示.

表 1 中,变量 B 、变量 Y 、变量 J 、变量 G 的原始数据因为单位不同,在数值范围上存在很大的差异,为了消除这种差异对迭代收敛稳定性的影响,进一步取 4 个变量的对数结果,得到 4 个新的变量,即变量 LNB 、变量 $LN Y$ 、变量 $LN J$ 、变量 LNG ,新的变量对比曲线结果如图 2 所示.

从图 2 中可以直观地看出,从 2000—2017 年间,我国的 GDP 总量不断增加. 相应地,高等教育投入经费和本科生、研究生的招考数量也不断增加,表现出与 GDP 相同的态势. 2015 年以后,因为高等教育招生规模趋于饱和,尤其是研究生招考趋于饱和,研究生的数量开始下降,而对应的 GDP 增速也有所放缓.

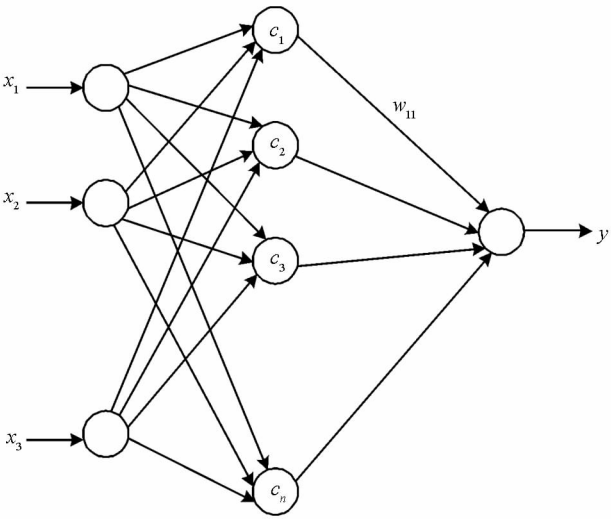


图 1 一个典型的 RBF 神经网络模型

表 1 从 2000—2017 年 4 个变量的原始数据及取对数的结果

年份	本科生 /万人	研究生 /万人	投入经费 /亿元	GDP /亿元	LNB	LN _Y	LN _J	LN _G
2000	94.98	12.92	983.14	99 214	4.553 666	2.558 776	6.890 752	11.505 03
2001	103.63	17.08	1 247.55	109 655	4.640 827	2.837 908	7.128 937	11.605 09
2002	133.73	20.31	1 583.21	120 332	4.895 823	3.011 113	7.360 721	11.698 01
2003	187.75	26.88	1 873.68	135 822	5.235 111	3.291 383	7.535 066	11.810 91
2004	239.12	32.54	2 257.65	159 878	5.476 966	3.482 407	7.720 208	11.982 17
2005	306.81	37.13	2 657.86	184 937	5.726 229	3.614 425	7.885 277	12.127 77
2006	377.47	40.21	3 057.77	216 314	5.933 491	3.694 116	8.025 441	12.284 49
2007	447.79	41.97	3 762.30	265 810	6.104 324	3.736 955	8.232 786	12.490 54
2008	512.03	44.52	4 346.88	314 045	6.238 383	3.795 939	8.377 214	12.657 29
2009	531.11	47.61	4 645.01	340 903	6.274 969	3.863 043	8.443 549	12.739 35
2010	575.42	48.39	5 762.62	410 202	6.355 101	3.879 293	8.659 148	12.924 41
2011	608.23	53.42	6 880.23	472 882	6.410 553	3.978 185	8.836 407	13.066 06
2012	624.71	57.23	7 644.18	519 322	6.437 288	4.047 078	8.940 017	13.160 28
2013	699.28	60.85	8 505.29	568 845	6.550 051	4.108 412	9.048 444	13.251 36
2014	727.31	63.41	8 459.31	636 463	6.589 353	4.149 622	9.043 023	13.363 68
2015	749.53	57.85	8 815.76	677 000	6.619 446	4.057 853	9.084 296	13.425 43
2016	765.26	51.78	9 518.23	743 585	6.640 216	3.947 004	9.160 964	13.519 24
2017	795.19	52.53	9 774.37	820 754	6.678 581	3.961 384	9.187 519	13.617 98

将上述数据分别代入图 1 所示的 RBF 神经网络进行训练,在 520 次迭代以后网络趋于稳定,提取此时从输入到输出的权重,结果如下:

变量 LNB ——>变量 LNG 的权重 $w_{BG}=0.23$;

变量 LN_Y ——>变量 LNG 的权重 $w_{YG}=0.45$;

变量 LN_J ——>变量 LNG 的权重 $w_{JG}=0.32$.

经 RBF 网络模型的分析结果显示,本文遴选的有关高等教育的 3 个变量,对于经济发展都存在正向影响,并且研究生的招考数量对于经济发展的影响最大,权重达到了 0.45;其次是高等教育的经费投入,权重为 0.32;最后是本科生的招考数量,权重为 0.23.

从近 18 年的实际数据来看,高等教育对于我国经济发展存在明显的促进作用,尤其是高端人才(研究生)的培养数量,其促进作用更大.

3 结 论

在新的经济发展形势下,世界各国都更加重视对高科技人才、高素质人才的培养,也更加重视对高等教育的投入.越来越多的理论研究显示高等教育对经济发展存在促进作用.本文在这样的背景下,引入 RBF 模型,将高等教育规模和投入水平作为输入,将经济发展水平作为输出,对高等教育和经济发展之间的关系进行分析.遴选了从 2000—2017 年我国本科生招考数量、研究生招考数量、高等教育投入经费、GDP 总量作为实证研究的基础数据,RBF 网络的分析结果显示,高等教育对于我国经济发展起到明显的促进作用,尤其是高端人才的培养促进作用更加明显.

参考文献:

[1] VASYAKIN B S, IVLEVA M I, POZHARSKAYA Y L , et al. A Study of the Organizational Culture at a Higher Education Institution [Case Study: Plekhanov Russian University of Economics (PRUE)]. International Journal of Environmental & Science Education, 2016, 11(5): 1301-1312.

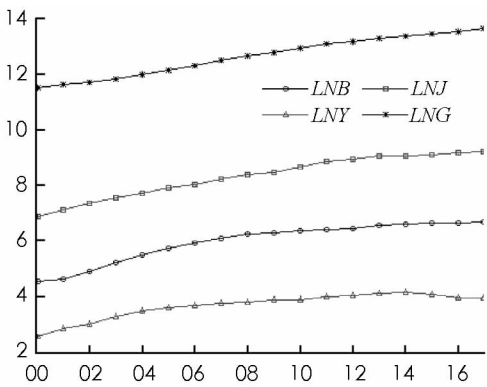


图 2 新变量的曲线对比结果

- [2] 鲁世林. 以国家中心城市为核心建设世界一流高等教育城市群初探——面向 2030 年高等教育与经济社会协同发展战略研究 [J]. 现代教育管理, 2017(12): 33-39.
- [3] NAGY J T. Using Learning Management Systems in Business and Economics Studies in Hungarian Higher Education [J]. Education and Information Technologies, 2016, 21(4): 897-917.
- [4] HUDSON R. Dominated by Economics? Evidence of Changing Drivers of Internationalization and Its Funding within Higher Education Institutions in Europe [J]. Higher Education Policy, 2016, 29(1): 1-19.
- [5] OJO E, BOOTH S, WOOLLACOTT L. Faculty's Conceptions of Teaching Introductory Economics in Higher Education: A Phenomenographic Study in a South African Context [J]. International Review of Economics Education, 2018, 14(6): 758-763.
- [6] 周茜, 葛扬, 刘雅晴. 高等教育与经济增长的协同发展路径探索——以江苏省为例 [J]. 现代管理科学, 2017(8): 27-29.
- [7] 丁三青. 共轭: 教育经济学研究的新探索——读刘林博士的《高等教育与人才集聚两种投入对区域经济增长的共轭驱动研究》[J]. 教育经济评论, 2017(4): 123-128.
- [8] DOCKERY A M, SEYMOUR R, KOSHY P. Promoting Low Socio-Economic Participation in Higher Education: A Comparison of Area-Based and Individual Measures [J]. Studies in Higher Education, 2016, 41(9): 1692-1714.
- [9] 胡德鑫. 国际比较视野下我国高等教育对经济增长的贡献研究——基于 1996-2014 年的数据 [J]. 现代教育管理, 2017(9): 41-46.
- [10] 樊星, 马树才. 中国区域高等教育对经济增长贡献率的时空特征研究——基于中国省域面板数据的实证分析 [J]. 中国高教研究, 2017(8): 74-79, 84.
- [11] 李毅, 姜天英, 刘振国. 基于 DEA 分析的中部六省高等教育与经济的关系研究 [J]. 黑龙江高教研究, 2017, 35(3): 72-76.
- [12] 崔玉平, 王小婷. 基于 CES 函数模型估算黑龙江省高等教育对经济增长量的贡献 [J]. 黑龙江高教研究, 2017, 35(3): 58-62.

Application of RBF Model in Analysis of Relationship between Higher Education and Economic Development

ZHAO Lan, WANG Hai-bo

Engineering College, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China

Abstract: The level of economic development of a country depends on the level and quantity of its talents. Therefore, there is a close relationship between higher education and economic development through personnel training. In this paper, RBF radial basis function network has been used to study the relationship between higher education and economic development. In the research process, the number of undergraduate enrollment, postgraduate enrollment and higher education investment are taken as the input of RBF network, the total GDP as the output of RBF network, and the relevant data from 2000 to 2017 are taken as the basic data for empirical research. The results of empirical analysis show that higher education plays an important role in promoting China's economic development. Among them, the number of undergraduate students enrollment is 0.13, the number of postgraduate students enrollment is 0.25 and the investment in higher education is 0.22.

Key words: higher education; economic development; RBF network; empirical analysis