

基于BP神经网络的教师教育技术 能力培训评价

唐吉洪¹, 张秀琦², 程琳²

(1. 渤海大学 信息科学与技术学院, 辽宁 锦州 121013;

2. 渤海大学 教育与体育学院, 辽宁 锦州 121013)

摘要:评价是贯穿整个培训过程的关键环节。为了对中学教师教育技术能力培训的效果进行科学有效地评价,提高培训工作的绩效,建立了基于BP神经网络的中学教师教育技术能力培训评价模型。通过Matlab 7.0对BP神经网络模型进行了训练,实例分析结果表明,该评价模型能够对中学教师教育技术能力培训的效果进行科学的评价,该模型具有较高的可行性、实用性,极大地提高了中学教师教育技术能力培训评价工作的效率,为教师教育技术培训评价开辟了新的方法。

关键词:BP神经网络;教育技术能力培训;培训评价;层次分析法

中图分类号:TP183

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)06-0249-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.06.064

Evaluation of Teacher Education Technical Ability Training Based on BP Neural Network

TANG Ji-hong¹, ZHANG Xiu-qi², CHENG Lin²

(1. College of Information Science and Technology, Bohai University, Jinzhou 121013, China;

2. College of Education and Sports, Bohai University, Jinzhou 121013, China)

Abstract: Evaluation is the key link, throughout the entire training process. In order to evaluate the training effect of middle school teacher education technique ability training scientifically and effectively and improve the performance of the training work, the evaluation model of middle school teacher education technique ability training is created based on the BP neural network. The BP neural network model is trained through Matlab 7.0. According to the result of the example analysis, the evaluation model can evaluate scientifically the training effect of middle school teacher education technique ability, the model is feasible and practical highly, greatly improves the middle school teacher education technique ability training evaluation work efficiency, opens a new method for teacher education technology training evaluation.

Key words: BP neural network; education technical ability training; training evaluation; analytic hierarchy process

0 引言

教育部于2004年12月颁布了《中小学教师教育技术能力标准(试行)》,2005年4月教育部印发了《关于启动实施全国中小学教师教育技术能力建设计划的通知》,2005年7月计划率先在辽宁、江苏等九个省启动实施,2006年7月在全国范围内实施。辽宁省作为首批实施地区,2005年至今共培训教师16万余名,其中共有9.4万名教师参加了“全国中小学教师教育技术水平考试”。随着培训工作的深入展开,如何对中

小学教师的教育技术能力培训效果进行评价成为亟需解决的一个重要课题。

目前在实践操作层面教师教育技术能力培训的评价基本应用传统的笔试和计算机操作相结合的方式,这种方式只能简单地衡量教师教育技术培训中所学的知识与技能的掌握情况,由于教师教育技术能力培训的评价是一个多变量的模糊非线性问题,影响因素众多,传统评价方式很难对其进行全面的评价。在理论研究层面,马韦伟、江玲(2007)^[1]应用模糊综合评判

收稿日期:2012-09-29

修回日期:2012-12-30

网络出版时间:2013-03-05

基金项目:2012年度辽宁省普通高等教育本科教学改革研究项目(666);2012年锦州市社会科学重点研究课题;2012年渤海大学教师教育研究项目(29);2011年渤海大学教改项目(92);

作者简介:唐吉洪(1976-),男,湖南祁阳人,硕士,讲师,研究方向为信息管理系统。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130305.0829.061.html>

法对中小学教师教育技术培训绩效进行了研究,马玉慧、郭炯(2011)^[2]应用了柯克帕特里克评价模型构建了中小学教师教育技术能力培训评价指标体系,张生、何克抗(2007)^[3]应用层次分析法构建了中小学教师教育技术能力培训中的形成性评价指标体系。

上述各种评价方法在某些方面取得了一定的效果,但这些评价方法仍存在一些不足,如在确定指标的权重上通常依靠专家经验,使评价结果受主观因素影响较大。因此建立一套科学实用的、可操作性好的中学教师教育技术能力培训评价指标体系和评价模型是一个十分迫切的任务。

1 中学教师教育技术能力培训评价指标体系

教师培训评价在教师培训的不同阶段有不同的评价内容和评价目的,主要包括培训前的决策性评价、培训过程中的形成性评价和培训后的效果性评价三种。常用的评价模型有:CSE 模型、CIPP 模型、泰勒模型、CIRO 模型、柯克帕特里克的四层模型、考夫曼的五层模型、菲利普斯 的五层次 ROI 框架、Wile 绩效模型等^[4]。评价工作是否有效依赖于好的评价模型,本研究以提高中学教师教育技术培训绩效为目的,因此采用 Wile 绩效模型进行评价。

Wile 绩效模型是美国绩效技术专家 Wile 1996 年提出的绩效因素分析模型,应用该模型将教育技术培训和培训绩效评价的过程结合起来,形成教师教育技术能力培训绩效评价指标体系,指标体系的构成主要从影响培训绩效的外部因素和内部因素两大方面进行分析,其中外部因素主要包括培训内容、培训管理、培训支持三个方面,内部因素以教育部于 2004 年印发的《中小学教师教育技术能力标准》为依据,包括意识与态度、知识与技能、应用与创新、社会责任四个方面。

评价指标体系中指标的权重对评价的有效性有着重要的影响,常用的权重确定方法有层次分析法(AHP)、德尔菲法、强制打分法、环比法等,层次分析法是其中应用最广泛的一种。本研究根据评价指标体系的层次性、复杂性、多样性的特点采用层次分析法确定权重。评价指标体系如表 1 所示。

2 BP 神经网络评价模型的建立

神经网络是由大量处理单元组成的非线性自适应动态系统,在不同程度层次上模仿大脑的信息处理机理,具有学习、记忆、计算及智能处理功能,泛化能力和容错能力强,可用于信号处理、模式识别、组合优化、知识工程和过程控制等各种数据处理场合。相对于传统

的数据处理方法,它更适合处理模糊的、非线性的和模式特征不明确的问题。

表 1 中学教师教育技术能力培训评价指标体系

一级指标	权重	二级指标	权重
培训内容 U ₁	0.14	实用性 U ₁₁	0.22
		有效性 U ₁₂	0.19
		兴趣性 U ₁₃	0.18
		先进性 U ₁₄	0.21
		发展性 U ₁₅	0.20
培训管理 U ₂	0.11	培训方案制定 U ₂₁	0.22
		培训日常安排 U ₂₂	0.18
		培训评价体系 U ₂₃	0.19
		培训形式多样化 U ₂₄	0.20
		教学模式多元化 U ₂₅	0.21
培训支持 U ₃	0.13	培训机构的软硬件环境 U ₃₁	0.21
		培训机构的师资水平 U ₃₂	0.22
		教师所在学校的软硬件环境 U ₃₃	0.21
		教师所在学校的认知支持 U ₃₄	0.19
		教师所在学校的激励机制 U ₃₅	0.17
意识与态度 U ₄	0.15	重要性的认识 U ₄₁	0.25
		应用意识 U ₄₂	0.26
		评价与反思 U ₄₃	0.24
		终身学习 U ₄₄	0.25
知识与技能 U ₅	0.17	基本知识 U ₅₁	0.51
		基本技能 U ₅₂	0.49
应用与创新 U ₆	0.16	教学设计与实施 U ₆₁	0.27
		教学支持与管理 U ₆₂	0.26
		科研与发展 U ₆₃	0.24
		合作与交流 U ₆₄	0.23
社会责任 U ₇	0.14	公平利用 U ₇₁	0.25
		有效应用 U ₇₂	0.26
		健康使用 U ₇₃	0.25
		规范行为 U ₇₄	0.24

文中采用反向传播神经网络(Back Propagation Neural Network)建立中学教师教育技术能力培训评价模型。将 BP 神经网络用于中学教师教育技术能力培训评价,其基本思路是用衡量培训效果的评价指标构成 BP 神经网络的输入向量,用评价值(即培训效果的量化值)构成 BP 神经网络的输出向量,合理设计网络结构以及对训练样本数据进行有效处理,再将训练样本输入到网络进行网络训练,直到系统误差符合指定要求后,所得到的网络模型即是所需要的教师教育技术能力培训评价模型。

2.1 BP 网络概述

BP 网络模型是前向型神经网络的核心部分,由三部分组成,包括输入层、隐含层(中间层)和输出层,如图 1 所示。其中输入层和输出层一般只有一层,隐含层可能有一层或者多层。网络中的每个节点表示一个

神经元,各层神经元并行分布,没有连接,只有层与层神经元(节点)之间存在联系,层内神经元之间没有任何联系。基于BP神经网络建立的评价模型不仅网络结构简单、具有较好的客观性,而且也便于计算机编程实现^[5]。

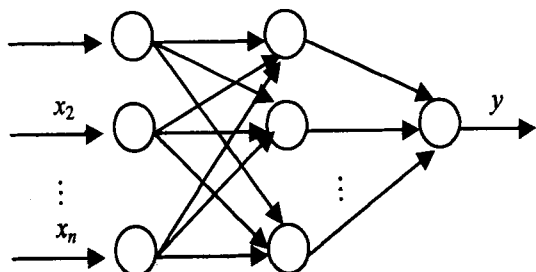


图1 三层BP神经网络模型

2.2 确定网络结构

建立中学教师教育技术能力培训评价的神经网络模型的具体步骤如下^[6]：

(1) 输入层节点的确定。

根据中学教师教育技术能力培训评价过程的具体要求构造三层BP神经网络,由表1构造的评价指标体系可知,评价指标分为7个一级指标,29个二级指标,因此以第二级评价指标共29个作为神经网络的输入层节点。

(2) 输出层节点的确定。

对中学教师教育技术能力培训进行综合评价,最终目的是能够得到一个客观、准确地反映培训效果的量化值,即评价价值。因此,将中学教师教育技术能力培训效果的量化值作为BP神经网络模型的输出向量,即将输出层节点的个数确定为1个,其取值范围为[0, 1]。

(3) 隐含层节点的确定。

目前,对隐含层节点个数的设置并没有统一的标准,通常采用试凑法,即根据经验确定隐含层节点的个数^[7]。文中采用下面确定隐含层节点数目的经验公式^[8]：

$$m = \sqrt{n + l} + a \quad (1 \leq a \leq 10) \quad (1)$$

其中 m 为隐含层节点的个数, n 为输入层节点的个数, l 为输出层节点的个数, a 为 1~10 之间的常数,根据公式(1),隐含层节点个数为 6~15 个,对这些节点个数逐一进行试验,得到最佳隐含层节点个数为 7 个。

(4) 转换函数的确定。

转换函数的选择与网络的输入变量和输出变量的取值范围有关,通过实验比较,将BP神经网络的隐含层和输出层节点的转换函数分别设置为 tan-sigmoid 和 log-sigmoid 型,函数形式如下所示：

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2)$$

$$f(x) = \frac{2}{1 + e^{-2x}} - 1 \quad (3)$$

(5) 权值和阈值初始设置。

合理设置BP神经网络连接权值和阈值的初始取值范围,将有效缩短网络的学习时间。连接权值和阈值的取值范围通常是 $[-1, 1]$ 或 $[-2/n, +2/n]$ (n 为网络输入层节点个数)^[9]。通过实验,将网络的连接权值和阈值的初始取值范围设为 $[-1, +1]$ 。

(6) 网络学习算法选择。

将LMBP优化算法用于BP神经网络的自适应学习,LMBP优化算法是对传统学习算法的改进,算法的收敛速度和精确度都比较好。其基本思路是使其每次迭代不再沿着单一的负梯度方向,而是允许误差沿着恶化的方向进行搜索,同时通过在最速梯度下降法和高斯-牛顿法之间自适应调整来优化网络权值,使网络能够有效收敛,大大提高了网络的收敛速度和泛化能力。

2.3 确定训练样本并进行网络训练

(1) 输入变量的确定。

训练的样本数据通过我校负责的辽宁省农村中小学教师省级培训所进行的调查问卷得到,因此本研究即是对此次培训效果所做出的评价。对参加本次培训的90名中学教师根据表1中的29个二级指标设计了调查问卷,要求每名教师对29个指标根据本次培训的情况分别进行打分,分值在0~100之间,并由教师对本人参加本次培训的总体培训效果进行了定性评价,评价等级设为五个等级:优秀、良好、中等、合格、不合格^[10]。由层次分析法求出29个指标中各个指标的权重,并结合教师对各个指标的打分,求出该教师的培训得分,作为模型的期望输出值 T 。

经过比较,教师的培训量化得分与教师定性评价的等级具有一致性。

(2) 进行网络训练。

取40个样本作为训练数据并用公式(4)进行归一化处理^[11],其中 x 、 x' 分别为样本数据转换前、后的值,Max、Min 分别为样本的最大值和最小值。

$$x' = (x - \text{Min}) / (\text{Max} - \text{Min}) \quad (4)$$

根据上述模型,用Matlab 7.0进行仿真,设定最大训练次数为1000,误差精度为0.001,经过训练,可得网络建立过程的误差曲线,如图2所示,从图中可见,网络经过98步迭代即达到了精度要求。

(3) 输出向量。

输出向量即对中学教师教育技术能力培训评价的等级向量,用 y 表示,其取值范围为 $[0, 1]$ 。输出0或1表示原始数据有误,0~1之间的数值代表了评价等级的高低。根据输出向量,对输出结果处理如下：

若 $0.9 \leq y < 1$, 则评价等级为优秀; 若 $0.8 \leq y < 0.9$, 则评价等级为良好; 若 $0.7 \leq y < 0.8$, 则评价等级为中等; 若 $0.6 \leq y < 0.7$, 则评价等级为合格; 若 $0 \leq y < 0.6$, 则评价等级为不合格。

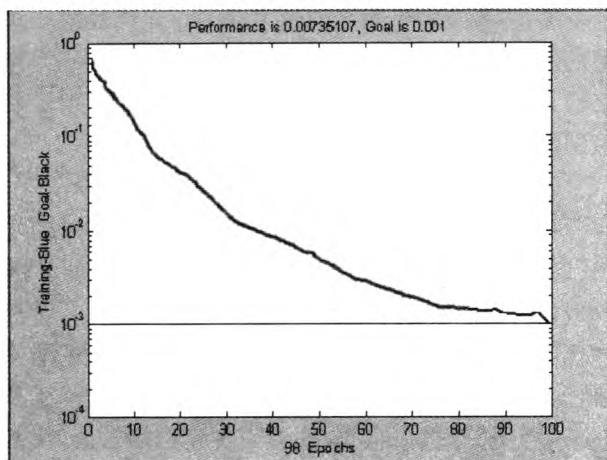


图 2 神经网络的学习性能曲线

取 50 个样本作为检测样本, 经上述网络模型输出的结果 y 与被调查教师对本人培训的总体评价等级结果相比较具有一致性, 输出的结果 y 与期望输出向量 T 的相对误差较小, 举例如表 2 所示, 由于样本较多, 表 2 中未全部列出。

表 2 网络输出结果与教师自我评价比较表

测试 样本	输出 向量	期望输出 向量 T	相对 误差	评价 等级
样本 1	0.9578	0.96	0.22%	优秀
样本 2	0.9232	0.92	0.32%	优秀
样本 3	0.8677	0.87	0.23%	良好
样本 4	0.7876	0.79	0.24%	中等
样本 5	0.6835	0.68	0.35%	合格
样本 6	0.9768	0.98	0.32%	优秀
样本 7	0.9824	0.98	0.24%	优秀
样本 8	0.8928	0.89	0.28%	良好
样本 9	0.9158	0.92	0.42%	优秀
样本 10	0.8946	0.89	0.46%	良好
...

实验结果表明, 该 BP 神经网络模型不但能够满足误差精度的要求, 而且训练速度快, 相对误差较小, 精度较高。这表明 BP 神经网络的泛化性能较好, 可以用训练好的 BP 神经网络模型来对中学教师教育技术能力培训的效果进行科学、合理地评价。

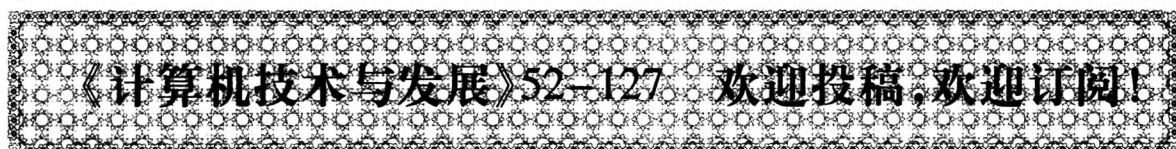
3 结束语

在对中学教师教育技术能力培训评价进行研究的过程中, 针对教师培训评价的非线性特征以及教师培训评价指标体系中存在的大量非定量的指标, 基于 BP 神经网络方法对中学教师教育技术能力培训进行了评价, 该方法能够充分利用样本数据的信息, 具有较强的自学能力和自适应性。

评价模型可通过 Matlab 7.0 编程计算出结果, 避免了评价的主观性, 减小了主观评价导致的误差, 该模型可操作性强, 可以克服传统评价方法主观因素影响过大的缺点, 同时避免了传统教师培训评价复杂的操作过程, 具有较广泛的实用性, 使教师培训的评价工作更加规范和科学。

参考文献:


- [1] 马伟伟, 江玲, 高燕. 中小学教师教育技术培训绩效模糊综合评价及实例研究[J]. 中国教育信息化, 2007(6): 70-73.
- [2] 马玉慧, 郭炯. 我国中小学教师教育技术能力培训评价指标体系的构建[J]. 中国电化教育, 2011(12): 19-23.
- [3] 张生, 何克抗, 韩骏. 中小学教师教育技术能力培训中的形成性评价指标体系的构建[J]. 中国电化教育, 2007(5): 11-14.
- [4] 张雪梅, 张进宝, 宋媛. 我国中小学教师培训评估研究[J]. 中小学教师培训, 2006(12): 11-14.
- [5] 张立明. 人工神经网络的模型及其应用[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1995.
- [6] 陈小林. 基于人工神经网络的教育评价方法研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2007.
- [7] 廖锦舜, 何镔. 基于模糊神经网络的软件质量评价方法[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(2): 194-196.
- [8] Yam J Y F, Chow T W S. Feed forward networks training speed enhancement by optimal initialization of the synaptic coefficients[J]. IEEE Transactions on Neural Networks, 2001, 34(5): 73-85.
- [9] Jemei S, Hissel D, Pear M C, et al. On-board fuel cell power supply modeling on the basis of neural network methodology[J]. Journal of Power Sources, 2003, 124(2): 479-486.
- [10] 乔维德. 基于 AHP 和 ANN 的网络课程质量评价方法研究[J]. 江苏广播电视大学学报, 2006, 17(6): 31-34.
- [11] Lee Hzhn-Ming, Chen Chih-Ming. Learning efficiency improvement of back-propagation algorithm by error saturation prevention method[J]. Neurocomputing, 2001, 41(1-4): 125-143.



基于BP神经网络的教师教育技术能力培训评价

作者：唐吉洪，张秀琦，程琳，TANG Ji-hong，ZHANG Xiu-qi，CHENG Lin

作者单位：唐吉洪, TANG Ji-hong(渤海大学信息科学与技术学院, 辽宁锦州, 121013)，张秀琦, 程琳, ZHANG Xiu-qi, CHENG Lin(渤海大学教育与体育学院, 辽宁锦州, 121013)

刊名：计算机技术与发展

英文刊名：Computer Technology and Development

年，卷(期)：2013, 23(6)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201306064.aspx