

基于 BP 神经网络的高校实验技术人员绩效评价模型*

A Performance Evaluation Model for University Experiment Technician based on BP Neural Network

张自敏¹, 樊艳英², 陈冠萍², 唐鹏飞¹

ZHANG Zi-min¹, FAN Yan-ying², CHEN Guan-ping², TANG Peng-fei¹

(1. 贺州学院教育技术中心, 广西贺州 542899; 2. 贺州学院计算机科学与信息工程学院, 广西贺州 542899)

(1. Center of Education Technology, Hezhou University, Hezhou, Guangxi, 542899, China; 2. School of Computer Science and Information Engineering, Hezhou University, Hezhou, Guangxi, 542899, China)

摘要:针对高校实验技术人员绩效评价具有多目标、多层次和多因素等特点,提出基于 BP 神经网络的高校实验技术人员绩效评价模型,并进仿真实验。该模型将实验技术人员的评价指标量化后作为输入层,以实际评价结果为输出目标,通过样本训练 BP 神经网络,运用训练好的 BP 神经网络对实验技术员的绩效进行综合评价。该模型输出值与实际目标值及真实评价价值都相当接近,得到较为满意的评价结果。

关键词:绩效评价 实验技术人员 BP 神经网络 MATLAB

中图分类号: TP183 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2013)02-0085-04

Abstract: According to the features of the experimental technicians' performance evaluation including multi-objectives, multi-levels and multi-factors, the evaluation model on BP neural network is proposed and verified by simulation experiment in this paper. Taking the experimental technicians' evaluation indexes after quantization as input data and the actual results of evaluation as target output, the BP neural network is trained by using sample data for the evaluation of the experimental technicians' performance. The empirical research shows that the results of performance evaluation by model based on BP neural network are more satisfactory than traditional model, which the output value is quite consist with the actual value of evaluation.

Key words: performance evaluation, laboratory technician, BP neural network, MATLAB

高校实验室是教学和科研的重要场所,承担着培养学生实践能力和科研能力的教学任务。加强实验室技术人员管理,更好地调动他们的积极性一直受到各高校的关注^[1~3]。各高校都已意识到,学校应该采取先进的管理理念来加强实验技术人员的管理,并对他们的绩效进行科学的评价。目前,针对高校员工的绩效评价方法主要是模糊综合评价方

法^[4,5]。但是,由于高校实验技术人员的绩效评价具有多目标、多层次、多因素等特点,而且各因素和目标之间存在非线性的关系,而模糊综合评价方法中,各项指标的权重一般凭专家的经验给出,所以用该方法评价高校实验技术人员的绩效时会出现评价结果主观随意性大,评价结果与实际值不符等情况。

BP 神经网络^[6]是一种反向误差传播的多层前馈网络,是应用最广泛的神经网络模型之一。在评价研究方面, BP 神经网络已得到广泛的应用,文献^[7]提出一种基于主成分 BP 神经网络的评价模型,文献^[8]利用 BP 神经网络方法建立高校教学质量评价模型。本文建立了基于 BP 神经网络的实验室

收稿日期: 2012-12-14

修回日期: 2013-03-12

作者简介: 张自敏(1976-),男,讲师,硕士,主要从事人工智能及数据挖掘研究。

* 贺州学院自然科学研究项目(2011ZRKY02)资助。

技术人员的绩效评价模型。该模型将实验技术人员的评价指标量化后作为输入层,以实际评价结果为输出目标,通过样本训练 BP 神经网络,然后运用训练好的 BP 神经网络对实验技术员的绩效进行综合评价。

1 评价模型

BP 神经网络是一种误差反向传播的多层前馈网络,由正向传播与误差反向传播组成。正向传播由输入层传入信号,经隐层单元处理后传向输出层。误差反向传播,误差从输出层经隐层向输入层逐层返回,根据实际输出与目标输出的误差修改各层结点权值。

由 Kolmogorov 定理知,对任意给定的连续函数 $f:[0,1]^n \rightarrow R^m$,都可以精确地用一个三层前向神经网络来实现。三层前向神经网络即典型 BP 神经网络,由输入层、隐层及输出层三层网络构成。输入层结点数由解决问题相关因素决定,输出层是目标期望输出,中间隐层结点尚未有相关理论指导,一般由经验或实验方法确定。隐层结点的参考公式如下:

$$n_1 = \sqrt{n+m} + a, \tag{1}$$

其中, n 为输入神经元结点数, m 为输出神经元结点数, a 为 1~10 之间常数。本文模型隐层结点由公式(1)通过实验对比确定,其中 a 取值为 6,因此隐层为 11 个结点。BP 神经网络输入层结点由高校实验技术人员绩效评价的 4 个一级指标的 16 个二级指标组成(表 1),各指标的综合评价分值作为网络目标输出。因此,可以确定 BP 神经网络输入结

表 1 某高校实验技术人员绩效评价指标及内容

一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重	内容
德	0.15	思想政治表现(x_1)	0.4	拥护党的基本路线,贯彻党的教育方针,积极参加政治学习
		遵纪守法(x_2)	0.3	遵守国家法律法规,校纪校规,具有良好的法律意识和行为
		职业道德品质(x_3)	0.3	具有崇高的职业道德,注意为人师表
能	0.3	本专业技术水平(x_4)	0.35	具有良好的本专业素养
		实验室管理能力(x_5)	0.2	熟悉实验室管理的各项工作能力
		独立工作能力(x_6)	0.15	能独立从事实验室技术工作能力
		完成本职工作能力(x_7)	0.15	按照实验员职责完成本职工作,完成领导安排的其他工作
		组织和协调能力(x_8)	0.15	具有组织协调处理任课老师实验教学安排工作能力
勤	0.1	出勤情况(x_9)	0.7	不迟到,不早退,工作期间不擅自离开实验室
		工作态度(x_{10})	0.3	工作认真负责,热爱学生,待人热情耐心
绩	0.45	仪器设备物卡管理(x_{11})	0.2	实验室设备的财产登记,做到设备物卡帐物一致
		实验档案资料管理(x_{12})	0.15	设备使用情况登记和实验教学情况的资料收集和保管
		实验设备维护与保养(x_{13})	0.2	掌握实验设备软硬件一般的维修维护和保养技术
		实验教学指导(x_{14})	0.25	耐心热情指导学生实验,评定学生成绩
		实验室安全与环境(x_{15})	0.1	采取必要措施防火和防盗工作,保持实验室卫生干净、整洁
		实验教学与科研(x_{16})	0.1	积极参加或参与校内外的教学科研工作

点为 16 个,输出结点为 1 个,通过实验中间隐层结点为 11 个。这样就构建了高校实验技术人员绩效评价的 BP 神经网络模型。

2 仿真实验

利用 MATLAB^[9]实现上述 BP 神经网络模型,包括对网络输入层、中间隐层、输出层结点、网络传递函数、动量因子、变学习率及训练函数等参数的设置。隐层传递函数采用 logsig 函数,输出层为 purelin 函数;学习率为 0.05,动量因子 α 为 0.9,变学习率因子 $\beta = 0.7, \theta = 1.05$;训练函数为附加动量项的变学习率的 trainngdx()函数,训练目标误差精度 10^{-3} ,网络训练最大迭代次数为 200000 次。MATLAB7.0 编写程序训练 BP 神经网络,程序如下:

```
net=newff(minmax(x),[11,1],{'logsig','purelin'},'traingdx');
net.trainParam.lr=0.05;
net.trainParam.mc=0.9;
net.trainParam.epochs=200000;
net.trainParam.goal=1e-3;
net=train(net,x,y);
```

用 $x' = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$ 对表 2 的输入数据进行归一化处理并把结果分为训练样本和测试样本两组数据,其中 1~20 组数据作为网络训练样本,21~22 组数据为测试样本以检测训练网络。由图 1 可以看出,经过 429 步迭代之后目标误差精度达到了设定要求。

表 2 专家对某高校实验技术人员绩效评价结果

样本	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	专家评价得分 y	评定*等级
1	100	90	100	95	90	95	90	100	100	95	100	95	95	100	100	100	96.8	优
2	65	60	70	65	50	70	60	65	70	65	65	70	70	85	70	65	67.7	及格
3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100	95	100	100	98.5	优良
4	100	85	90	80	70	80	75	80	100	85	80	100	100	100	80	85	88.2	良
5	100	80	87	80	75	87	80	85	85	93	87	91	90	100	85	85	87.5	良
6	65	70	75	65	50	70	55	65	60	65	70	70	60	75	65	65	65.7	及格
7	100	80	100	80	65	90	80	80	100	90	80	95	95	90	80	90	87.3	良
8	90	80	80	65	60	60	63	60	70	65	75	90	100	85	70	75	76.0	中
9	100	95	95	90	95	95	90	85	100	95	90	100	95	85	90	95	93.0	优
10	100	85	100	100	85	100	85	100	100	100	85	100	100	100	85	85	95.1	优良
11	60	50	55	60	50	60	60	50	60	55	50	50	50	55	50	50	54.2	差
12	80	80	80	70	75	75	70	80	75	80	85	80	75	70	70	75	75.8	良
13	100	90	85	100	85	85	85	100	100	85	85	100	100	95	90	90	93.4	优良
14	80	85	80	90	80	80	85	80	85	90	80	90	85	80	90	95	84.4	良
15	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	90	95	85	70	95.4	优
16	100	85	95	100	95	90	85	90	95	85	80	100	95	100	90	75	92.6	优
17	86	80	84	80	75	90	85	88	95	90	90	90	95	95	80	83	87.4	良
18	100	85	90	80	75	90	75	80	100	85	95	100	95	100	85	85	90.1	优
19	70	80	70	65	50	60	60	70	65	60	73	88	86	84	65	63	71.1	中
20	60	60	64	60	55	60	63	65	60	60	50	55	60	50	50	40	56.5	差
21	100	95	95	90	95	95	90	95	90	95	95	95	90	95	95	95	93.8	优
22	85	80	85	90	85	90	80	85	85	80	85	95	90	95	80	85	87.2	良

*100~90 为“优”,89~80 为“良”,79~70 为“中”,69~60 为“及格”,60 分以下为“差”。

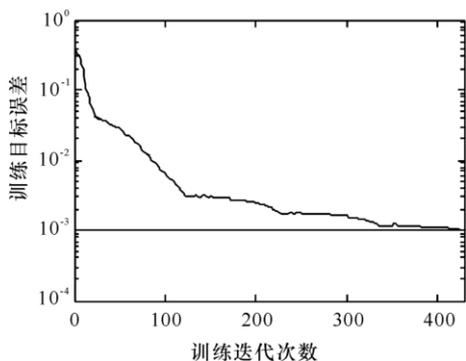


图 1 BP 网络训练误差曲线

网络训练完成后,将训练样本和测试样本分别输入训练好的 BP 神经网络进行网络仿真输出。仿真的结果与实际目标值见表 3。

由表 3 可以看出,基于 BP 神经网络的实验技术人员评价模型输出值与实际目标值十分接近,最大误差为 2.19%,最小误差为 0.10%,平均误差只有 0.67%,说明 BP 神经网络对训练数据有较好的学习知识能力。将测试样本输入网络进行仿真输出,仿真结果最大误差为 0.84%,最小误差为 0.16%,平均误差 0.50%,BP 网络评价结果与真实评价价值相当接近,说明利用 BP 神经网络模型对实验技术人员绩效的评价结果比较满意。

表 3 BP 网络输出值与实际评价值的比较

样本	实际值	BP 网络	绝对误差(%)	评定等级
1	96.8	96.255	0.58	优
2	67.7	67.382	0.49	及格
3	98.5	98.185	0.36	优
4	88.2	87.189	1.17	良
5	87.5	86.661	0.92	良
6	65.7	65.728	0.10	及格
7	87.3	87.729	0.51	良
8	76.0	75.419	0.79	中
9	93.0	94.465	1.59	优
10	95.1	94.905	0.15	优
11	54.2	54.264	0.14	差
12	75.8	75.085	0.98	良
13	93.4	92.916	0.48	优
14	84.4	84.304	0.11	良
15	95.4	94.929	0.48	优
16	92.6	93.433	0.90	优
17	87.4	88.077	0.81	良
18	90.1	90.530	0.48	优
19	71.1	72.692	2.19	中
20	56.5	56.438	0.16	差
21	93.8	93.901	0.16	优
22	87.2	87.907	0.84	良

3 结束语

高校实验技术人员工作绩效的评价是个复杂的非线性系统,各评价指标和评价结果存在许多不确

定的因素。BP神经网络以其高度的非线性映射能力和自适应、自学习、并行处理及联想能力,适合对具有非线性特征的实验技术人员绩效评价的建模。仿真发现,本文建立的BP神经网络模型的输出值与实际评价价值相当接近,得到了较为满意的结果。另外,由于BP神经网络评价输出精度与训练样本相关,而且训练样本应是评价的典型实例,当测试样本输出与实际值误差超出预定值时,应将该样本作为训练样本输入重新训练网络,使BP神经网络重新获得评价的新知识。运用BP神经网络模型对高校实验技术人员绩效评价克服传统模糊综合评价方法的不足,排除传统评价方法中人为因素的干扰,所得结果能为高校人事管理部门提供一定的参考。

参考文献:

- [1] 李正,李菊琪.我国高校教师绩效评价结果应用的若干问题[J].黑龙江高教研究,2007(3):119-122.
- [2] 李晓华,任明强,纪永起,等.高校教师绩效评价体系研究[J].河北师范大学学报:哲学社会科学版,2008,31(1):155-157.

(上接第84页)

增长速度要低于 $\Delta Q^{out} < Q_T$ 环境下的增长速度。也就是说,信道冲突严重时节点在发生数据传输冲突后竞争窗口的增长速度要低于信道冲突较弱时的情况。

3 结束语

本文对 802.11DCF 机制的二进制指数退避算法进行改进,阐述了改进算法的节点在初始竞争时、数据发送后以及数据传输冲突后三种情况下的竞争窗口 CW 的设置方法。改进的算法可以使得处于信道冲突严重时的节点获得较多的信道接入机会,即节点能更加公平地获得信道接入机会。但是由于现有一些方法(采用非机会路由协议的方法)在对网络通信状况进行估计时,是通过使用 IEEE 802.11 系统中的 RTS 和 CTS 参数来进行的。而本文提出的方法在基于机会路由的 WMN 中是不可行的,因为在机会路由中数据是以广播的方式进行传输,故 RTS 和 CTS 功能已被屏蔽。所以现有的网络通信

- [3] 李琰,饶星,甘焕英,等.高校实验技术人员绩效考核的“三类四效益”方法[J].实验室研究与探索,2011,30(8):369-372.
- [4] 王宏,杜丽萍,张帅.基于模糊综合评价法的高校教师绩效评价模型[J].河北理工大学学报:社会科学版,2011,11(1):56-58.
- [5] 伊安东,王建梅.模糊综合评价在高校实验人员评价中的应用[J].农机化研究,2003(4):147-149.
- [6] Rumelhart D E, Hinton G E, Williams R J. Learning representations by back-propagation error[J]. Nature, 1986(323):533-536.
- [7] 戚湧,李千目,孙海华.基于主成分神经网络和聚类分析的高校创新能力评价[J].科学学与科学技术管理,2009(10):112-117.
- [8] 傅莉.BP神经网络在教学质量评价中的应用[J].智能计算机与应用,2012,2(5):70-72.
- [9] 飞思科技产品研发中心.神经网络理论与MATLAB7实现[M].北京:电子工业出版社,2005.

(责任编辑:尹 闯)

评估方法还不能对改进算法的通信状况进行准确估计。

参考文献:

- [1] Zorzi M, Rao RR. Geographic random forwarding (GeRaF) for ad hoc and sensor networks: Multihop performance[C]. IEEE Trans on Mobile Computing, 2003,2(4):337-348.
- [2] Zorzi M, Rao RR. Geographic random forwarding (GeRaF) for ad hoc and sensor networks: Energy and latency performance[C]. IEEE Trans on Mobile Computing,2003,2(4):349-365.
- [3] Kuo Chaoyu, Huang Yihung, Lin Kuancheng. Performance enhancement of IEEE 802.11 DCF using novel back off algorithm[J]. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 2012, 2012:274-285.

(责任编辑:尹 闯)