

基于 PCA-BP 神经网络的高职院校在线教学质量评价研究

■ 张云河,朱建军,徐红林

(无锡商业职业技术学院,江苏 无锡 214153)

[摘要]2020年初突如其来的新冠肺炎疫情,倒逼全国的学校依托在线教学的方式组织学生居家学习,成就人类历史上从来没有过的最大规模的在线教学实践。在教育部教育信息化技术标准委员会所提出的网络课程评价的一般性规范基础上,基于教学平台等4个一级指标和学习平台的稳定性等13个二级指标设计评价指标体系,构建高校在线教学质量评价的PCA-BP神经网络模型并进行仿真分析,同时与BP神经网络的仿真结果进行对比,最后对PCA-BP神经网络方法在高校线上教学质量评价应用效果进行总结,提出提高数字化教学资源质量、加强在线教学的交互性和整合在线教育教学平台等高职院校在线教学质量提升策略。

[关键词]高职院校;在线教学质量;主成分分析;神经网络

[中图分类号] G718.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-0046(2021)11-0001-04

2020年初突如其来的新冠肺炎疫情,倒逼全国的学校依托在线教学的方式组织学生居家学习。以互联网为核心的新一代信息技术,成为学生与老师、家长与老师,甚至老师之间交流的重要途径,这是人类历史上从来没有过的最大规模的在线教学实践。在线教学的学习环境、学习方式、教学方式、教学手段、教学督导等都发生了显著的变化,尽管老师们在短时间内完成了由传统教学向在线教学方式的角色转变,但教学效果与教学质量却存在着诸多有待完善的空间。教育部出台的《关于疫情防控期间高等学校在线教学组织与管理指导意见》,明确提出要保证在线学习与线下课堂教学质量实质等效,众多高校制订了疫情防控期间在线教学质量监控与评价方案,但评价内容与评价方法并不能完全体现在线教学的特点。胥兴军等对新冠疫情期间线上教学满意度进行抽样调研,结果表明:对线上教学“不满意”和“非常不满意”的学生占比12.93%;对线上教学自我评价为“不满意”的教师占比11.75%^[1],说明线上教学在某些环节还存在较大问题,线上教学质量还需大力提升。

目前对教学质量评价,不管是线下教学还是线上教学,高校普遍采用主观评价法,导致评价结果的客观性与合理性存在一定程度上的不足。近年来,BP神经网络被广泛应用于高校教学质量的评价。相比高校线下教学,在线教学评价指标体系更复杂,“在尽可能多地保留原始特征信息下,将复杂的指标体系进行降维处理,对BP网络的输入层和隐含层结构进行优化会大幅提升网络学习能力和预测精度”^[2]。本文首先构建高校在线教学质量评价的PCA-BP神经网络模型并进行仿真分析,同时与BP神经网络的仿真结果进行对比,最后对PCA-BP神经网络方法在高校线上教学质量评价中的应用效果进行总结。

一、文献综述

无论是传统教学模式还是在线教学模式,对于教学质量的评价离不开两个方面,一是基于什么样的评价理念设计与构建教学质量的评价指标体系,二是采用什么样的技术方法进行评价考核。金银梯和蔡长春构建了包括4个一级指标和18个二级指标在内的高职在线开放课程教学评价指标体系,并且认为教学内容和资源应与课程教学目标、课程特点和学生的认知规律相匹配;遵循有效教学的基本原则进行教学设计与方法评价;重视学习任务与活动的设计;对于教学效果及反馈的评价要注重对课程完整教学周期教学效果的及时跟踪评价^[3]。牛东育和蒋晓玫从课程建设经费、线上课程质量、线上应用能力、线上检查制度、学生反馈途径、线上课程答疑、学生参与兴趣、学生学习成效、线上管理水平、线上诊改效果等10个测评点^[4]进行评价。周娜颖借助问卷调查法和专家咨询法,以多元化主体和全过程要素评价为导向,基于教学管理部门、教学督导、学生、系部、教师自我5个评价主体设计16个评价指标^[5]。

随着教育数字化转型渐行渐近,大数据、混合方法的实证研究是时下备受瞩目的研究范式^[6]。张晓丽利用K-Means聚类法对教育教学评价展开研究,K-Means聚类分析计算量小,占用内存少并且处理速度快,适合处理数据量大、变量较多的聚类分析^[7]。刘智萍基于证据理论和支持向量机相融合的教学质量评价模型对专家、同行和学生的评价结果进行估计,采用证据理论对评价结果进行融合,获得教学质量最终评价结果^[8]。虽然教学质量评价的精度增加,但对每次教学质量评价均需建模,这必然导致实践运用的可操作性减弱。神经网络具有非线性映射能力,能够以任意精度逼近非线性连续函数,同时还具有较强的自学习和自适应能力,这些优点很好

基金项目:江苏省高校哲学社会科学研究一般项目“疫情防控常态化视角下高职MOOC教学改革及质量评价研究”(项目编号:2020SJA0937)

地克服了传统教学质量评价方法的诸多不足,神经网络模型评价方法被越来越多的高校所运用。

二、在线教学质量评价指标体系

(一)评价指标体系设计

李芳芝等人从在线教学平台、课前预习、课堂教学、教学监控和课后总结等五个方面对高校线上教学质量评价指标体系进行设计^[9],结合教育部教育信息化技术标准委员会所提出的网络课程评价的一般性规范,构建高职院校在线教学质量评价指标体系(见附表1)。

(二)数据来源与处理

随机选择某高职院校在新冠肺炎疫情期间采用线上教学的20位专任教师,根据线上教学质量评价量表,请相关专业教师、学生、教学领导和校内外专家督导对上述专任教师进行打分,采用截尾均值法计算每位教师的教学质量评价二级指标值,采用熵值法确定指标权重(见附表1),最终计算20位教师的线上教学质量评价综合指标值(Fn)(见附表2)。

三、构建PCA-BP神经网络评价模型

(一)教学质量评价指标主成分确定

1.原始数据的相关系数

对附表1中的原始样本数据标准化处理后得到在线教学质量评价指标的相关系数矩阵表(见附表3)。由附表3可以看出,X1与X12的相关系数达到1,X1与X2、X5、X6、X7、X8、X9之间,X2与X1、X6、X7、X8、X12之间相关系数也较大。为了避免各评价指标之间信息相互干扰,提高神经网络模型的收敛速度和神经网络模型的预测精准度,需要对在线教学质量评价指标进行降维,降低各指标间的相关性。

2.主成分分析

利用在线教学质量评价指标相关系数计算主成分特征值、贡献率和累计贡献率(见表1)。由表1可以看出,按累计贡献率85%提取主成分,前3个特征值的累计贡献率达到88.71%,第1个主成分特征值为8.309036936,包含63.92%的原始变量所含信息,第2个主成分特征值为1.930330643,包含14.85%的原始变量所含信息,第3个主成分特征值为1.292358894,包含9.94%的原始变量所含信息。本文选取前3个主成分代替原在线教学质量的12个评价指标。

表1 主成分特征值、贡献率与累计贡献率

主成分编号	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
1	8.309036936	63.92	63.92
2	1.930330643	14.85	78.76
3	1.292358894	9.94	88.71
4	0.543175070	4.18	92.88
5	0.373532286	2.87	95.76
6	0.188966480	1.45	97.21
7	0.156982449	1.21	98.42
8	0.108242186	0.83	99.25
9	0.048810914	0.38	99.63
10	0.033035590	0.25	99.88
11	0.011813913	0.09	99.97
12	0.003714639	0.03	100.00

3.建立神经网络模型样本数据集

通过主成分特征向量建立在线教学质量评价神经网络模型的新样本数据集。将标准化的20×13维样本矩阵与前3个主成分对应的特征向量矩阵相乘,得到前3个主成分得分系数矩阵,按主成分分析法计算原20位教师的在线教学质量评价得分,并综合得分高低排序,重新设置神经网络模型数据集中样本编号(见表2),这样也就建立了在线教学质量评价神经网络模型的新的样本集。

表2 前3个主成分得分系数矩阵

样本编号	F1	F2	F3
1	-3.694440	1.952468	1.643019
2	-2.397520	-2.710660	-0.525210
3	-1.229610	-2.129240	2.237623
4	-2.696280	2.411429	0.227798
5	2.996926	0.386124	-0.578260
6	-2.362930	-1.344970	-0.402660
7	0.573604	-0.834470	0.942032
8	0.862468	1.529856	-0.715650
9	1.976958	1.696852	-0.778400
10	0.312746	-0.441040	-0.500950
11	-3.699670	1.946034	1.636487
12	1.389702	-0.512880	0.119677
13	-2.280000	-0.995240	-0.487540
14	0.704407	-0.796820	0.915732
15	3.517839	0.553168	-0.925240
16	-6.063040	-0.093530	-2.999510
17	2.155832	-0.651300	0.222386
18	2.138102	-0.663870	0.242587
19	3.909479	0.337261	-0.136960
20	3.885431	0.360832	-0.136950

(二)PCA-BP神经网络评价模型的相关参数设置

因为主成分分析提取了3个主成分,所以神经网络输入层节点为3,输出目标为在线教学质量评价结果,因此输出层节点为1,经过多次反复试验,最终得到隐含层为8时,网络的稳定性最好,收敛速度最快,最终确定本文中的BP神经网络采用3-8-1的网络结构。模型中的转换函数采用Sigmoid型函数,隐含层传递函数采用tansig函数,输出层传递函数采用purelin函数,利用trainngd函数训练网络。经过反复试验,最大迭代次数设置为200,精度设置为0.0000001,当学习次数达到最大迭代次数或者误差达到预设的精度时停止训练。

四、仿真实验

(一)PCA-BP神经网络评价模型的训练

将表2中新的样本集分成两部分,即将表中编号为1—15号的样本作为在线教学质量的PCA-BP神经网络评价模型的训练样本集,将16—20号样本作为测试样本集。

为了对比说明在线教学质量PCA-BP神经网络的评价模型有效性,同时建立了在线教学质量BP神经网络的评价模型,其中模型的训练样本集、测试样本集与PCA-BP的训练样本集、测试样本集相同,同样采用三层BP网络结构,由于在线教学质量评价指标有13个维度,因此网络输入层节点数为13,输出层仅有在线教学质量评价结果,即输出层节点数为1,隐含层经过反复试验,最终确定隐含层节点数为9,确定在线教学质量BP网络结构为13-9-1。

(二) PCA-BP 神经网络评价模型的验证

采用 Matlab 软件进行训练测试,其训练结果如图 1 所示,其中图(a)和图(b)分别是普通 BP 神经网络评价模型和 PCA-BP 神经网络评价模型的训练收敛图。对比分析结果表明:(1)普通 BP 神经网络评价模型在经过迭代 58 次后达到收敛,而 PCA-BP 神经网络评价模型只需要迭代 44 次就达到收敛,表明 PCA-BP 神经网络评价模型收敛速度有效提高,降低了模型训练时间;(2)PCA-BP 神经网络评价模型的均方差误差低于普通 BP 神经网络评价模型的均方差误差,说明 PCA-BP 神经网络评价模型的准确性高于普通 BP 神经网络评价模型的准确性。

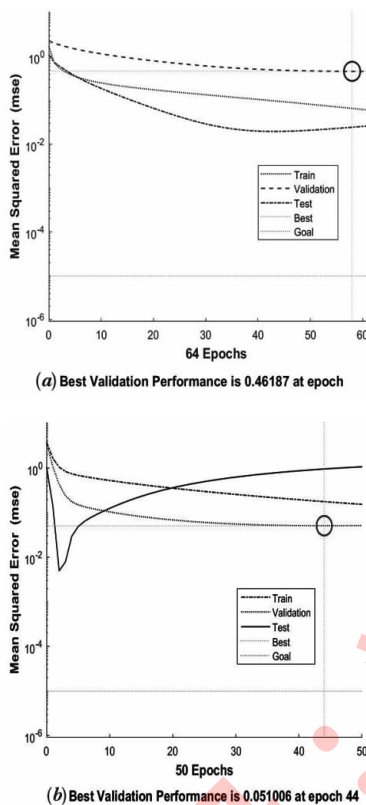


图 1 训练结果收敛图

五、高职院校在线教学质量提升策略

影响在线教学质量的因素是多方面的,但针对 PCA-BP 神经网络的在线教学质量评价模型的准确性而言,需要侧重做好以下三个方面来提升在线教学的质量。

(一) 提高数字化教学资源质量,避免“低龄化”与“过度趣味化”

数字化教学资源是教育数字化转型的基本前提,是每一位教育工作者信息素养的重要外在表现形式,加强并提高数字化教学资源质量可以促进教学工作优化,促进师生共同发展。数字化教学资源分为数字化的 PPT、音频与视频以及网上教学资源等。与传统的教学资源相比,具有处理技术数字化、处理方式多媒体化以及信息传输网络化等特点。要提高数字化教学资源质量,必须真正理解“教学资源质量”的内涵与衡量标准。数字化教学资源质量标准除了技术性规范外,在实践中更需要注重教学资源的内容。在教学内容选择上避免将学生可以通过自主学习即可掌握的内容作为数字化教学资源。

(二) 加强在线教学的交互性,避免形成师生之间的“盲盒”

在线教学过程中,多数任课教师为了保证教学秩序的顺利进行,往往关闭了教学平台的“弹幕”或禁止自由发言功能,或者有些在线教学平台本身只能经过任课教师准许才可以发言,诸多原因导致任课教师和学生处于两个不同的教学空间,无形之中在师生之间形成“盲盒”,任课教师无法获取学生在线学习的状况,同时学生也只能单向被动接受教师端的教学信息,严重缺乏师生之间的交互性,严重影响了在线教学质量。对此,作为任课教师首先需要树立“交互性”的在线教育观,充分考虑学生主体的积极性、创造性和发展性,只有调动学生主体的能动性才能保证在线教学高质量发展。其次需要改变传统的交互模式,师生之间交互行为并不是简单的“教师提问,学生回答”。在线教学过程中,任课教师需要设计多维度的教学目标,通过任课教师的不断引导来实现师生交互行为。

(三) 整合在线教育教学平台,避免出现“教育 APP 族”

在线教育教学平台是实现在线教育教学的重要载体,对在线教与学的任课教师和学生都有着重要影响,在很大程度上影响线上教学质量。相比疫情期间,目前国内主流在线教学平台的声音滞后、卡顿等缺陷得到了明显改善,但伴随而来的是在线教学平台大量涌现,由于任课教师对各在线教学平台的偏好差异,导致一个学期内学生需要下载安装多种平台 APP,不仅需要在不同教学平台之间来回切换,而且还必须掌握不同教学平台的使用与操作,这些都无形之中增加学生在线学习的“厌倦感”,降低在线学习的兴趣,严重影响学习效果。因此,学校必须整合在线教学平台,建立本校的在线教育教学平台体系。

参考文献:

- [1] 胥兴军,张郑秋,周小波.新冠肺炎疫情下高校线上教学质量提升研究:以 A 大学为例[J].西南科技大学学报(哲学社会科学版),2020(5):79-84.
- [2] 胡帅,顾艳,曲巍巍.主成分分析与 BP 网络结合的教学质量评价[J].自动化技术与运用,2016(4):10-14.
- [3] 金根娣,蔡长春.基于在线开放课程的高职教学评价体系的构建[J].扬州教育学院学报,2020(2):66-69.
- [4] 牛东育,蒋晓玫.疫情防控期间高职院校线上教学质量评价体系研究[J].南方职业教育学刊,2020(3):92-96.
- [5] 周姗姗.线上教学质量评价指标体系设计:以同步在线教学模式为例[J].北京印刷学院学报,2021(2):126-129.
- [6] 郭丽君,陈春平.21 世纪以来大学教学评价研究的现状和趋势:基于社会科学引文索引数据库的计量分析[J].现代大学教育,2019(6):56-64.
- [7] 张晓丽.K-Means 聚类在育教学评价中的研究与应用[J].数学学习与研究,2020(16):140-141.
- [8] 刘智萍.证据理论和支持向量机相融合的高校教学质量评价[J].现代电子技术,2017(17):175-178.
- [9] 李芳芝,慕丽蓉.高校线上教学质量评价指标体系建构[J].牡丹江师范学院学报(自然科学版),2020(4):19-22.

附表 1 高职院校线上教学质量评价指标体系

一级指标	二级指标	指标含义描述	权重
教学平台	学习平台的稳定性 (X1)	遇到登录不顺畅、有卡顿、掉线等是否有预案	0.06
	教学资源的丰富性 (X2)	除了直播教学视频外, 是否有其他可供学习资源	0.04
	在线求教的畅通性 (X3)	是否可以回看以往教学内容, 学生在听讲过程中是否可以主动提出问题等	0.04
课前预习	预习资源针对性 (X4)	是否能体现专业背景, 是否针对课堂教学内容	0.09
	预习资源难易程度 (X5)	能否激发学习兴趣, 是否可以在自学情况下掌握	
	预习资源启发性 (X6)	是否有助学生拓展思路, 增长知识, 启迪智慧	0.12
课堂教学	时间分配合理性 (X7)	讲授重点与难点是否有足够时间	0.16
	解答交流及时性 (X8)	学生提问是否有效回答, 滞后时间是否过长	0.05
	教学态度适当性 (X9)	政治觉悟, 讲授与答疑是否认真、有耐心	0.10
	培养自学能力 (X10)	是否培养学生举一反三、知识迁移学习能力	0.07
课后总结	有效性的测试 (X11)	测试成绩是否符合正态分布	0.06
	针对性的指导 (X12)	是否根据测试一对一指导	0.08
	相互探讨与反思 (X13)	课后是否布置讨论类作业并进行师生探讨	0.11

附表 2 高职院校线上教学质量评价原始数据

教师	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	Fn
A1	95	86	90	98	88	79	86	74	82	70	73	75	95	82.9
A2	93	96	98	88	84	88	90	96	88	86	84	82	93	89.5
A3	85	92	89	98	86	91	96	85	85	82	82	67	85	86.4
A4	79	81	72	71	78	85	84	74	72	52	66	58	79	72.7
A5	91	92	96	96	96	97	94	93	93	85	92	82	91	92.3
A6	86	83	93	83	91	86	92	85	82	81	82	65	86	84.1
A7	83	87	96	91	90	81	82	66	69	67	52	53	83	76.5
A8	73	82	73	83	73	71	77	73	71	72	71	52	73	72.7
A9	75	82	69	45	42	46	62	57	57	66	69	76	75	62.2
A10	64	66	92	94	62	54	73	63	66	69	65	83	64	71.0
A11	73	82	73	84	73	71	77	73	71	72	72	59	73	73.2
A12	84	92	89	98	85	92	96	85	86	82	81	68	84	86.5
A13	95	85	89	98	87	79	86	74	81	70	72	74	95	82.5
A14	91	92	96	96	96	97	95	93	93	85	93	82	91	92.3
A15	64	66	92	95	62	54	73	63	67	69	65	83	64	71.0
A16	79	83	90	84	80	75	81	92	88	85	79	89	79	83.7
A17	90	85	79	86	87	79	87	74	83	72	76	84	90	81.8
A18	91	91	88	96	86	97	92	99	93	85	92	87	91	91.4
A19	64	71	92	83	62	54	74	63	72	81	80	81	64	73.2
A20	79	84	88	91	90	85	81	93	90	89	89	90	79	87.3

附表 3 主成分相关系数矩阵表

指标	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
X1	1.00	0.85	0.28	0.32	0.76	0.79	0.75	0.60	0.70	0.27	0.43	0.07	0.75
X2	0.85	1.00	0.15	0.19	0.68	0.83	0.75	0.71	0.69	0.44	0.53	-0.07	0.73
X3	0.28	0.15	1.00	0.69	0.49	0.34	0.48	0.40	0.50	0.56	0.30	0.39	0.60
X4	0.32	0.19	0.69	1.00	0.65	0.50	0.62	0.42	0.59	0.42	0.28	0.17	0.65
X5	0.76	0.68	0.49	0.65	1.00	0.91	0.88	0.73	0.83	0.43	0.46	-0.01	0.87
X6	0.79	0.83	0.34	0.50	0.91	1.00	0.94	0.84	0.85	0.45	0.60	-0.04	0.89
X7	0.75	0.75	0.48	0.62	0.88	0.94	1.00	0.76	0.84	0.48	0.60	-0.01	0.89
X8	0.60	0.71	0.40	0.42	0.73	0.84	0.76	1.00	0.93	0.75	0.82	0.33	0.91
X9	0.70	0.69	0.50	0.59	0.83	0.85	0.84	0.93	1.00	0.74	0.83	0.41	0.98
X10	0.27	0.44	0.56	0.42	0.43	0.45	0.48	0.75	0.74	1.00	0.82	0.51	0.74
X11	0.43	0.53	0.30	0.28	0.46	0.60	0.60	0.82	0.83	0.82	1.00	0.51	0.78
X12	0.07	-0.07	0.39	0.17	-0.01	-0.04	-0.01	0.33	0.41	0.51	0.51	1.00	0.35
X13	0.75	0.73	0.60	0.65	0.87	0.89	0.89	0.91	0.98	0.74	0.78	0.35	1.00