

Research on the Online Evaluation System of Vocational Physical Education Courses under BP Neural Network

Hai Gao

Shaanxi Energy Vocational and Technical College, Xianyang, Shaanxi 712000, China

Abstract

In response to the dynamic and multidimensional requirements for the quality evaluation of physical education courses in vocational colleges, this study proposes a three-dimensional online evaluation model based on BP neural network. By integrating the three core indicators of student developmental multidimensional feedback, peer review of teaching ability, and supervision and evaluation of management effectiveness, an intelligent evaluation system is constructed with an input layer hidden layer output layer architecture. The input layer receives standardized evaluation data, the hidden layer uses Tanh activation function to extract nonlinear features, and the output layer generates physical education course quality scores through linear mapping. The model training is set with a learning rate of 0.001, a maximum of 200000 iterations, and an error threshold of 0.001. In actual training, 27000 iterations converge to the target error. Through training with data from 16 teachers at a vocational college and testing with data from 4 teachers, the relative prediction error of the model is less than 1% (with the highest being 0.07%).

Keywords

neural network; Vocational sports; feedback mechanism

BP 神经网络下的高职体育课程在线评价体系研究

高海

陕西能源职业技术学院, 中国·陕西 咸阳 712000

摘要

针对高职院校体育课程质量评价的动态性与多维性需求,本研究提出一种基于BP神经网络的三维在线评价模型。通过整合学生发展性多维反馈、教学能力同行评议及管理效能督导评价三大核心指标,构建以输入层-隐藏层-输出层为架构的智能评估系统。输入层接收标准化评价数据,隐藏层采用Tanh激活函数提取非线性特征,输出层以线性映射生成体育课程质量评分。模型训练设定学习率0.001、最大迭代200,000次及误差阈值0.001,实际训练中27,000次迭代即收敛至目标误差。通过某高职院校16名教师数据的训练与4名教师数据的测试,模型预测相对误差均低于1%(最高0.07%)。

关键词

神经网络; 高职体育; 反馈机制

1 引言

2020年中共中央国务院印发了《深化新时代教育评价改革总体方案》,全文锚定改革评价,更是对职业教育的各个环节做出了详细的改革评价指向,是职业教育创新改革的黄金期。高职体育课程评价是考核体育教师综合能力和学生学习能力的过程,能基于二者关系对整个过程的效果做出科学判断^[1]。构建一套科学、客观、实效性强的高职体育课程

评价模型,无疑是顺应当前职教改革的趋势,帮助高职院校更加公平、合理评价体育课。目前,关于高职院校体育课程评价的研究主要集中在两个方面。一方面是对高职体育课程评价的宏观研究,提出了高职院校体育课程评价面临的挑战和机遇。有研究表明,高职院校体育课程评价的堵点在于教育理念的滞后,以技能和体能为主的体育课程评价思维的社会认同感下降^[2]。也有研究表明,当下,高职院校体育教学存在统一的灌输性教学,忽略了学生的个体差异,使学生的课堂表现失真,考核形式化,同时,师资队伍薄弱也是影响高职体育课评价的重要因子^[3]。另一方面的研究集中于体育课程评价策略。有研究表明,体育课程评价者应该坚守自己立场,从客观实际出发,形成科学的评价体系^[4],也有学者认为,体育课程的评价应该以《全国大学生体质健康测试标准》为依据,结合体质健康测试成绩给予成绩评定,将学习态度、心理健康以及情意表现作为评价指标^[5]。现有的研究

【基金项目】陕西省职业技术教育学会2024年度教育教学项目与改革项目“BP神经网络下的高职院校体育课评价模型研究”(项目编号:2024SZX172)。

【作者简介】高海(1995-),男,中国陕西咸阳人,硕士,讲师,从事体育教学研究。

大多侧重于应然性分析,缺乏对体育课程评价方法的操作性探讨,也未充分体现与时俱进的评价机制。

基于此,本文运用反向传播(Back Propagation, BP)神经网络模型,构建一套实效性强、操作简单、跨学科的高职体育课程评价模型。使其考虑包含教学活动的内容要求,全面反映学生发展性多维反馈、教学能力同行评议及管理效能督导对体育课程的要求与期望。BP神经网络具有强大的非线性映射能力,计算过程包括正向和反向传播,能根据输出值和期望输出值的差异不断调整阈值和权值,经过反复学习训练,确定与最小误差相s对应的网络参数(权值和阈值),训练即告停止,即确定模型。利用BP神经网络的学习能力,提高当前高职院校中体育课评价过程中人的意化精确度,增强模型对高职体育课评价的精准度。

2 基于BP神经网络的高职院校体育课在线评价模型

2.1 高职院校体育课程在线评价体系构建

在高职院校中对体育课程质量的优化迫在眉睫,在此基础上亟需构建一个体育课程在线评价体系,对体育课程的质量提供重要的反馈。本文基于BP神经网络构建了融合“学生发展性多维反馈”、“教学能力同行评议”和“管理效能督导评价”的三维动态评价模型。

高职院校体育课程在线评价体系旨在实时评估体育课程质量与水平,评价教师课程设计合理性,并能及时调整教学策略,提高育人效果。因此,在线评价体系以学生为重心,以同行教师评价为重要依据,以学校的发展规划为指引,从学生-教师-领导3个方面由下至上、由内到外进行全方位评估。具体地,学生发展性多维反馈聚焦于学生主体视角,综合学习成效、体能测试结果、技能掌握、参与度等多维动态反反馈;教学能力同行评议强调同行之间围绕教学能力与课程设计合理性,能够体现专业的共同体视角。管理效能督导评价突出管理层对课程目标的规划与实施效果的监督,体现顶层设计合理性视角,见表1;

表1 体育课程在线评估体系

主要指标	一级指标
I 体育教学质量	I_1 学生发展性多维反馈
	I_2 教学能力同行评议
	I_3 管理效能督导评价

2.2 在线评价模型构建

对在线评价体系这一主要指标,有3个指标对其有重要影响,分别是学生发展性多维反馈、教学能力同行评议和管理效能督导评价,用 I_1 、 I_2 和 I_3 表示。若体育课程在线评价模型被建模为BP神经网络系统,则这三个一级评价指标作为系统的输入,体育教学质量评分作为系统的唯一输出。

神经网络是研究者对生物神经系统的类比,模拟人脑

中通过突触连接的错综复杂的神经元处理信息的能力,设计不同层级不同数量的神经元进行相互连接,使得神经网络具备较强的拟合能力,进而对神经网络的输入与输出数据之间的复杂非线性关系进行建模。一个神经网络由若干神经元组成,若干神经元之间可任意连接,为了模型可计算性更高,一般神经元层层递进,其基本的最简单结构如图1所示,由3层网络组成且分别是输入层、隐藏层、输出层。第0层网络称为输入层,负责接受外界输入;最后一层网络为输出层,其输出层中神经元的个数通常与需输出的结果数量有关;其余中间层网络称为隐藏层,隐藏层一般包含多层,负责对数据的高维特征进一步进行提取。数据的流动方向如图中的箭头方向一致,从输入层向输出层传播。另外,隐藏层输出结果需利用非线性函数进行激活,从而使得神经网络具备非线性表达能力。

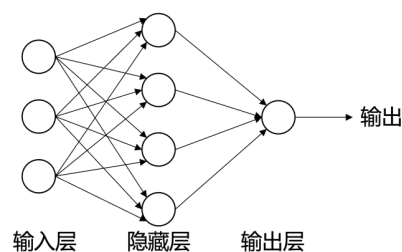


图1 神经网络基本架构

每层神经元利用权重与偏置进行连接,利用权重与偏置处理各神经元之间的数据流,最终对神经网络的确定即就是对各层各神经元所属的权重与偏置的更新,该更新过程是基于梯度下降策略的反向传播,具体的利用样本输出真值与神经网络预测值之间的均方误差反向调整权重与偏置,调整的大小等于误差对权重的偏导计算结果,反复迭代更新过程直到均方误差小于设定阈值。

对于体育课程在线评价模型的设计,其神经网络的输入层根据一级指标的数量设计为3个输入神经元,其输入向量为 $U=(I_1, I_2, I_3)$,这些指标的数据作为网络的输入信息,代表了体育课程在线评价的不同方面。隐藏层神经元的数量根据实验结果进行调整和优化,以达到最佳的预测效果。假设经过实验和分析,确定中间层神经元数量为 n 个;输出层的节点根据主要指标设置为一个神经元 y_1 ,直接输出体育课程评价分数。

收集一定数量的体育课程在线评价数据,包括每个课程对应的 I_1 、 I_2 和 I_3 的具体数值,以及相应的体育教学质量评分。将这些数据划分为训练集和测试集,训练集用于训练BP神经网络,测试集用于在线评价网络的性能和泛化能力。

首先随机初始化输入层到隐藏层之间的连接权重 $w_{ij}(i=1,2,3; j=1,2,\dots,n)$,隐藏层到输出层的连接权重表示为 $v_j(j=1,2,\dots,n)$,隐藏层神经元的阈值为 $\theta_j(j=1,2,\dots,n)$,输出层神经元的阈值为 γ 。

对于训练集中的每个样本,将含有3个值的输入向量

$U=(I_1, I_2, I_3)$ 输入到 BP 神经网络中, 计算隐藏层的输入与输出, 其中隐藏层第 m 个神经元的输入 a_m 和输出 β_m 分别为:

$$\alpha_m = \sum_{i=1}^3 w_{ij} I_i - \theta_j$$

$$\beta_m = f(m)$$

其中 $f(\cdot)$ 表示激活函数, 用于对输出数据的非线性表示。本文使用 Tanh 函数, 将神经元的输出限制在 -1 到 1 之间, 具体地有 $\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$ 。

输出层神经元的输入 h 和输出 $\hat{y}$ 分别为:

$$h = \sum_{j=1}^n v_j \beta_j - \gamma$$

$$\hat{y} = f(h)$$

输出即为体育课程评价价值。接着计算预测输出 $\hat{y}$ 与实际的体育课程评价价值 y 之间的均方误差, 使用均方误差可以消除误差过大或过小对整体的影响, 其误差计算过程为:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (\hat{y}_j^k - y_j^k)^2$$

根据误差调整连接权重和阈值, 以减小误差。具体来说, 通过链式法则计算误差对各权重和阈值的偏导数, 然后使用梯度下降法更新权重和阈值:

$$\Delta w_{ij} = \eta \delta_j I_i \quad \Delta v_j = \eta \delta_o \beta_j$$

$$\Delta \theta_j = \eta \delta_j \quad \Delta \gamma = \eta \delta_o$$

其中 η 为学习率, 指的是设计者希望每次更新权重参数的幅度, δ_j 为隐藏层神经元 j 的误差项, δ_o 为输出层神经元的误差项。不断重复前向传播、误差计算和反向传播的过程, 直到误差达到预设的阈值或训练次数达到上限。

3 仿真实验

3.1 数据获取及预处理

3.1.1 数据获取

在考虑评价模型的科学性和前沿性之外, 本案例将体育教师教学能力评价维度分为三个维度, 分别为学生发展性多维反馈、教学能力同行评议和管理效能督导评价, 使评价模型更加具有代表性和说服力。将陕西能源职业技术学院体育教学部 2023 年年度体育教学质量数据作为支撑本案例的基础保障。共 20 组样本数据, 80% 的数据作为本评价模型的训练样本数据, 20% 的数据作为测试样本。

3.1.2 数据预处理

对每个特征进行归一化处理。这样做有两个好处: 一是模型训练更高效; 二是特征前的权重大小可以代表该变量对预测结果的贡献度。利用训练集的最大值、最小值、平均值做归一化:

$$y = \frac{x - \text{avg}(x)}{\text{max}(x) - \text{min}(x)} \quad (1)$$

公式中, 代表某一位教师的学生评教原始数据, $\text{avg}(x)$ 表示学生评教数据集中的平均值, $\text{max}(x)$ 表示学

生发展性多维反馈数据集中的最大值, $\text{min}(x)$ 则表示最小值。表一是高职院校学生发展性多维反馈数据归一化后的数据, 教学能力同行评议和管理效能督导评价数据处理按照以上方法进行, 见表 2。

表 2 学生发展性多维反馈数据归一化结果

原始数据	归一化数据	原数据	归一化数据
88.13	0.65	95.07	0.02
94.29	-0.06	93.38	-0.15
91.6	-0.32	98.62	0.35
95.45	0.05	96.51	0.15
94.38	-0.05	95.85	0.09
96.93	0.19	95.55	0.06
93.84	-0.10	97.01	0.20
95.53	0.06	96.45	0.15

3.2 在线评价模型生成

本研究基于 BP 神经网络构建高职体育课程在线评价系统, 将学生发展性多维反馈 I_1 、教学能力同行评议 I_2 和管理效能督导评价 I_3 作为输入层的三项核心指标, 体育课程质量评分为唯一输出。模型架构采用三层神经元结构: 输入层对应三个评价指标, 隐藏层设置 9 个节点并采用双曲正切函数 (Tanh) 激活, 输出层以线性函数映射最终评分。训练参数设定学习率为 0.001, 最大迭代次数为 200,000 次, 目标误差阈值为 0.001。通过某高职院校 16 名体育教师的评价数据进行训练, 模型在迭代至 27,000 次时误差降至 0.001, 提前终止训练。此时网络权重趋于稳定, 均方误差不再下降且趋于稳定, 如图 3 所示, 表明模型已完成参数优化。

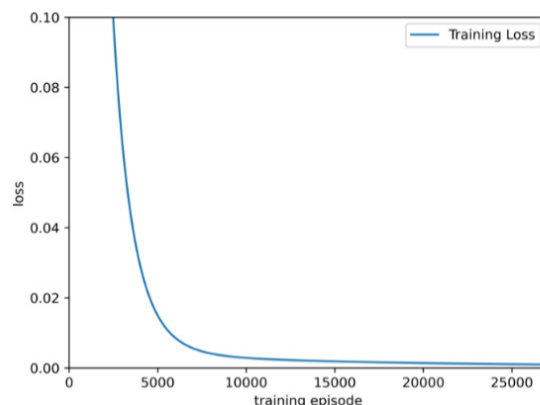


图 3 在线评价模型的训练过程均方误差结果图

为验证在线评价模型有效性, 将测试集 (4 位教师数据) 输入训练完成的网络, 预测结果相对误差分别为 0.05%、0.06%、0.05% 和 0.07%, 均控制在 1% 以内, 证明模型具备实际预测能力。进一步通过消融实验优化性能: 对比基准模型 (隐藏层 10 节点、学习率 0.01), 当前参数组合 (隐藏层 9 节点、学习率 0.001) 在 27,000 次迭代后收敛, 相对误差均值和方差缩短至最低。典型测试样本显示 (见表 3),

预测值与实际评分高度吻合，例如真实值 96.36 对应预测值 95.84（误差 0.05%），表明模型在保持精度的同时显著提升稳定性。误差曲线在训练后期趋于平缓，验证了参数设置的合理性及网络泛化能力。

表 3 体育课程评价结果

评价真值	预测值	相对误差（%）
96.36	95.84	0.05
96.50	95.93	0.06
96.68	96.18	0.05
96.97	96.32	0.07

4 结论与展望

本研究基于 BP 神经网络构建了高职体育课程在线评价模型，通过“学生 - 教师 - 管理者”多维数据协同分析，实现了教学质量评分的智能化预测。模型以学生发展性反馈为核心，结合同行评议的专业视角与管理督导的战略调控，形成三环联动的动态评价机制。实验表明，采用 Tanh 激活函数与梯度下降算法的三层网络结构能够有效捕捉评价指标间的非线性关系，在 27,000 次迭代内完成收敛，测试集预测误差稳定控制在 1% 以内，显著优于传统评价方法。参数优化实验进一步证明，隐藏层节点数（9 节点）与学习率（0.001）的组合在降低误差方差方面表现突出。实验表明，优化后的参数组合（隐藏层 9 节点、学习率 0.001）较基准模型显著提升性能：误差均值和方差均缩减至最低。研究验

证了 BP 神经网络在动态评价任务中的高精度与强泛化能力，为高职体育课程数字化转型提供了可落地的技术路径。

在未来的研究中，随着高职体育课程数字化转型的不断推进，基于 BP 神经网络的评价模型将进一步应用到实际教学中，未来模型将结合实时数据采集与反馈机制，构建动态反馈调控体系。具体而言，模型可以捕捉学生、教师以及管理督导等多源异构数据中的隐性关联，并根据教学需求快速调整策略。这一机制能够有效解决传统评价系统的滞后性问题，提升教学策略调整的响应速度，帮助教育工作者在教学过程中做出更加及时、准确的决策。通过这种动态调整与实时反馈的结合，基于 BP 神经网络的评价模型将在教学质量提升和教育资源优化等方面发挥更大作用。

参考文献

[1] 白锐,郭婧.高职院校学生体育课评价体系建设研究[J].当代体育科技,2022,12(17):165-167.DOI:10.16655/j.cnki.2095-2813.2111-1579-8957.

[2] 程宇飞,李军岩,范尧.我国学校体育教育评价本原的理论遵循、迷思困境与实践路向[J].体育学研究,2022,36(3):81-90.

[3] 刘洋.核心素养视角下高职体育课程评价的挑战与机遇[J].当代体育科技,2024,14(15):71-74.DOI:10.16655/j.cnki.2095-2813.2024.15.018.

[4] 朱全飞.高职院校公共体育课教学质量评价体系构建的研究[J].常州信息职业技术学院学报,2018,17(05):20-22.

[5] 陈鹏.如何构建高职院校学生体育课评价体系[J].黑河教育,2011,(06):54.