

基于鱼群算法优化的BP神经网络模型的师范专业毕业要求达成度评价

王超凡¹, 朱承泽¹, 王柏淋¹, 项月², 邵子俊¹

¹绍兴文理学院数理信息学院, 浙江 绍兴

²绍兴文理学院商学院, 浙江 绍兴

收稿日期: 2022年3月16日; 录用日期: 2022年4月17日; 发布日期: 2022年4月24日

摘要

师范人才培养质量评价对于深化高校人才培养质量保障体系改革具有重要意义, 促进培养高素质、专业化、创新型教师的目标达成。师范生毕业要求达成度评价是师范专业建立以产出为导向的质量保证机制的关键环节。本文首先依据师范生毕业要求建立师范专业毕业要求达成度指标体系, 对毕业生自评和专业教师的测评数据, 运用基于鱼群算法优化的BP神经网络模型进行达成度评价, 再通过与用人单位测评数据比较验证模型的有效性和实用性。在师范院校可对评价结果进行全面、详尽、客观的分析, 以此为依据持续改进师范专业教师培养。

关键词

师范认证, 人才培养, 毕业要求, 鱼群算法, 神经网络

Evaluation of Graduation Requirements of Teachers Major Based on BP Neural Network Model Optimized by Fish Swarm Algorithm

Chaofan Wang¹, Chengze Zhu¹, Bolin Wang¹, Yue Xiang², Zijun Shao¹

¹School of Mathematical Information, Shaoxing University, Shaoxing Zhejiang

²Business College, Shaoxing University, Shaoxing Zhejiang

Received: Mar. 16th, 2022; accepted: Apr. 17th, 2022; published: Apr. 24th, 2022

文章引用: 王超凡, 朱承泽, 王柏淋, 项月, 邵子俊. 基于鱼群算法优化的BP神经网络模型的师范专业毕业要求达成度评价[J]. 教育进展, 2022, 12(4): 1177-1184. DOI: 10.12677/ae.2022.124184

Abstract

The quality evaluation of training of teachers is of great significance for deepening the reform of the quality assurance system for talent training in colleges and universities, and promotes the achievement of the goal of training high-quality, professional and innovative teachers. The evaluation of the degree of achievement of the graduation requirements of normal students is a key link in the establishment of a production-oriented quality assurance mechanism for normal majors. This paper firstly establishes an index system for the achievement degree of the graduation requirements of normal students according to the graduation requirements of normal students, and uses the BP neural network model optimized by the fish swarm algorithm to evaluate the degree of achievement based on the self-evaluation of graduates and the evaluation data of professional teachers. The evaluation data are compared to verify the validity and practicability of the model. In normal colleges and universities, a comprehensive, detailed and objective analysis of the evaluation results can be carried out, and on this basis, the training of teachers in normal professional schools can be continuously improved.

Keywords

Normal Certification, Talent Training, Graduation Requirements, Fish Group Algorithm, Neural Network

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

师范专业认证是对师范专业人才培养质量的一种外部评估，旨在证明该专业是否能够达到当前和可预见时期确定的人才培养质量[1]。毕业要求达成度反映了学生通过在校学习在教师素质、学科知识、教学能力方面所能达到的水平，是师范专业人才培养质量评价的主要内容。用人单位处于教育一线，对毕业生的评价是最有意义的，因此师范生毕业要求达成度的评价需要大量的用人单位对毕业生的测评数据，需要重复烦请用人单位对毕业生进行评价。本文介绍使用基于鱼群算法的BP神经网络模型通过分析毕业生自评和专业教师测评数据预测出用人单位对毕业生的测评数据，实现对师范生毕业要求达成度的权威评价。此外，鱼群算法具备良好的寻优特性，可以有效地克服神经网络进行评价时收敛速度慢、易陷入局部最优值的问题，使神经网络更快地找到全局最优值。

毕业要求源自工程教育实现国际资格互认的背景，是产出导向教育理念的集中体现，通过制定毕业生应达到的质量标准，评估学习的效果和有效性，以确保毕业生可以达到人才培养质量标准。产出导向强调以社会需求和人的全面发展为基础，以师范生的学习成果和发展成效为导向，它关注师范生毕业后“学到了什么”“能做什么”，据以反向设计课程体系和教学环节，逆向支撑培养目标，从而形成基于产出的质量保障机制[2]。

参考工程教育认证标准的12条毕业要求，师范类专业认证第三级、第二级的标准规定中学教育、小学教育、学前教育专业的8至11条通用毕业要求，都是由践行师德、学会教学、学会育人和学会发展4个维度构成，即“一践行三学会”[2]。现在各师范院校成立毕业要求工作组分解制定毕业要求，将每个

毕业要求都必须分解成可教、可学、可评、可达成的多个指标点，并定期组织对分解毕业要求的合理性进行评估，并根据评估结果形成有针对性的改进措施，以促进师范专业人才素质的不断提高。

当前国内师范院校对于师范毕业生毕业要求达成度的评价主要运用加权平均法对毕业要求分解的各个指标进行计算[3]。传统的评价方法，多采用直接建立评价系统的数学模型，如加权平均法、层次分析法、模糊综合评判法等，这些方法在评估过程都要求影响因素(即评价指标)间具有线性关系，并且很难排除各种随机性和主观性，易造成评价结果失真和偏差。然而，师范生毕业要求达成度很难用一个数学解析式来表示，属于典型的非线性问题，这就给师范生毕业要求达成度评价带来很大困难。

本研究从践行师德、学会教学、学会育人和学会发展 4 个维度将每个毕业要求都必须分解成可教、可学、可评、可达成的多个指标点，建立毕业要求达成度测评指标体系，并认为毕业要求达成度评价是一个典型的非线性问题，提出一种基于 BP 神经网络模型的毕业要求达成度评价方法，并利用鱼群算法改进和优化 BP 神经网络模型解决不适用于大规模数据计算和分析，收敛速度慢、容易陷入局部极小值等问题。

2. 基于鱼群算法优化 BP 神经网络

2.1. BP 神经网络原理

多层前馈神经网络构成了 BP 神经网络。通过反向传播算法来调整网络权值。在神经元(构成网络的基本单元)接受训练样本后，激活的神经元值通过所有隐藏层从输入层传播到输出层。最后一个输出层接收到网络的输入响应后，它通过梯度(减少网络输出和实际输出中的错误)从输出层返回到输入层，通过每个隐藏层反向返回。从而逐步修正各个连接的权值。当循环了多次的误差逆向修正后当网络误差达到理想状态即训练完成。网络结构如图 1 所示。

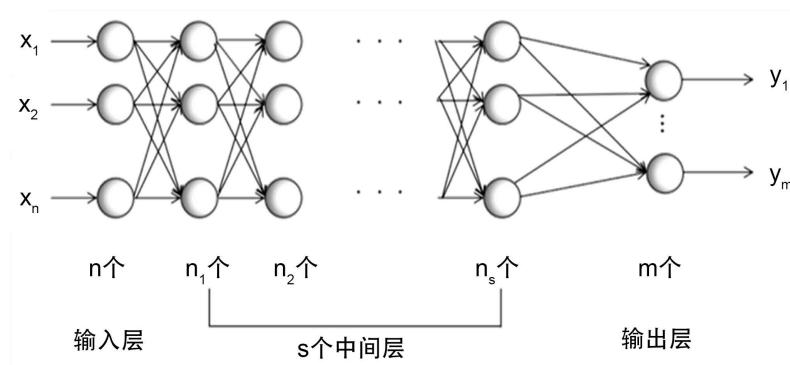


Figure 1. Neural network structure

图 1. 神经网络结构

2.2. 鱼群算法优化神经网络

鱼群算法是一个循环算法，在寻优过程中不断循环往复，直到找到全局最优值[4]，其优化 BP 神经网络具体流程[5]如图 2 所示。

2.2.1. 可行性

本文是通过 matlab 中神经网络工具箱构建神经网络，其构建标准为连续 6 次收敛误差即认为达到构建标准。因此，容易陷入局部最优值，还会由于其“梯度下降法”造成的锯齿形现象，从而降低收敛速度。而鱼群算法借助鱼的行为，对个体的局部寻优达到全局最优。

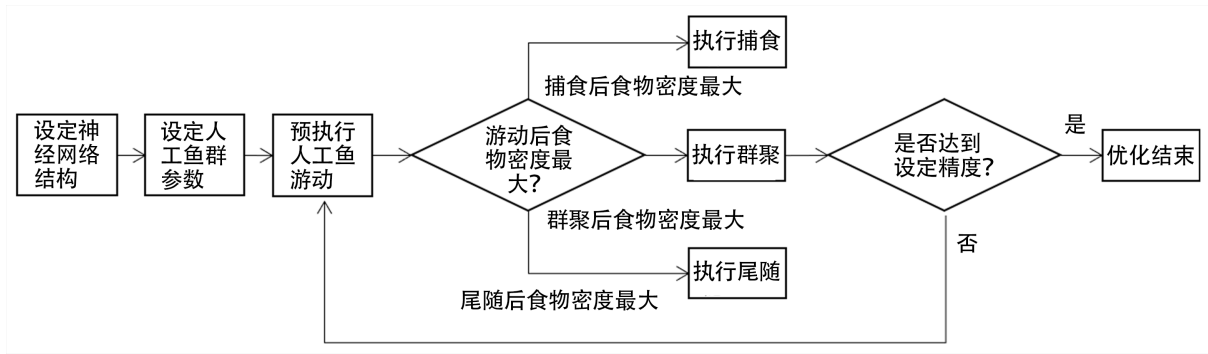


Figure 2. Fish swarm algorithm to optimize BP neural network process

图 2. 鱼群算法优化 BP 神经网络流程

2.2.2. 优化流程

1) 确定网络结构

BP 神经网络实质上是一种从输入到输出的复杂的非线性映射，神经网络的三层结构可以满足任何映射维度，因此，本文选择了三级神经网络。其中，输入层和输出层的神经元数量是根据样本的 X 和 Y 值确定的，而隐藏层神经元是根据以下公式确定的。

$$j = \sqrt{k + m} + rand,$$

其中 m 和 k 分别为输入层和输出层的神经元数； $rand$ 是 [1, 10] 之间随机产生的整数。

由于样本初始值将对神经网络学习算法的收敛性产生重要影响，而将样本进行归一化可以使每个神经元的状态接近零，从而产生相对较少的随机初始值，这将允许更多的采样值进入最大梯度方向以加速收敛[6]。

2) 设定参数

设输入层到隐藏层的权值 w_{ij} ，隐藏层的阈值 b_j ，隐藏层到输出层权值 v_{jk} ，输出层的阈值 a_k 。这些也为 BP 神经网络所需要调整的参数即人工鱼群状态，所以人工鱼群状态 X 可以用一个 D 维数的向量来表示：

$$D = m * j + j * k + j + k$$

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_D)$$

本文用随机分布的方式对鱼群初始化，在网络的权值和阈值内放 n 条人工鱼。设 $visual$ 为人工鱼最大视野， δ 为拥挤度因子， f_c 为食物密度。任意两条人工鱼 X_p 和 X_q 之间的距离[7]：

$$d_{pq} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^j [w_{ij}(p) - w_{ij}(q)]^2 + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^j [v_{ij}(p) - v_{ij}(q)]^2 + \sum_{i=1}^j [b_i(p) - b_i(q)]^2 + \sum_{i=1}^k [a_i(p) - a_i(q)]^2}$$

3) 人工鱼群行为

人工鱼群有三种不同的行为，其目的都是选择较高食物浓度。

觅食行为：在鱼视野范围内有一个状态 X_q 此时执行公式(3.1)，当其食物浓度比当前位置高，人工鱼就向 X_q 游动此时则执行公式(3.2)，重复多次后仍处于原始位置则随机游动，执行公式(3.3)。

$$X_q = X_p + random * visual, \tag{3.1}$$

$$X_{p|next} = X_p + random * step * \frac{X_q - X_p}{\|X_q - X_p\|}, \tag{3.2}$$

$$X_{p|next} = X_p + random * step, \quad (3.3)$$

其中, X_p 为当前第 p 条人工鱼的状态, $X_{p|next}$ 为第 p 条人工鱼游向下一个状态, $random$ 为 $[0, 1)$ 之间随机生成的小数, $\|X_q - X_p\|$ 表示 X_q 和 X_p 之间的欧氏距离。

群聚行为: 在鱼当前的可视范围内, 其周围鱼群构成一个集合 S_i 由公式(3.4)确定, 其中心位置 X_c 由公式(3.5)得到, 令当前位置的食物密度为 f_c/f_n , f_n 集合 S_i 中元素数量, 拥挤最大时食物密度为 δf_c , 如果 $f_c/f_n > \delta f_c$, 则表示鱼群中心食物多且鱼的数目少, 所以向中心游去, 执行公式(3.6)。

$$S_i = \{X_j, \|X_j - X_i\| \leq visual, j = 1, 2, \dots, i-1, i+1, \dots, n\} \quad (3.4)$$

$$X_c = \frac{\sum_{j=1}^n X_j}{f_c}, \quad (3.5)$$

$$X_{p|next} = X_p + random * step * \frac{X_c - X_p}{\|X_c - X_p\|}, \quad (3.6)$$

其中 $random$ 为 $[0, 1)$ 之间随机生成的小数, $\|X_c - X_p\|$ 表示 X_c 和 X_p 之间的欧氏距离。

尾随行为: 在鱼当前可视的范围内寻找 f_c 最大的伙伴 X_q , 当 X_q 位置的食物较多并且不拥挤即 $\delta f_{cp} < f_{cq}/f_n$ 时, 人工鱼向伙伴鱼处游去即执行公式(3.7)。

$$X_{p|next} = X_p + random * step * \frac{X_q - X_p}{\|X_q - X_p\|}, \quad (3.7)$$

其中, $random$ 为 $0 \sim 1$ 之间随机生成的小数, $\|X_q - X_p\|$ 表示 X_q 和 X_p 之间的欧氏距离。

4) 选择对应游动行为。

人工鱼的游动, 是寻找食物密度最大的位置, 当其他的两种行为都不符合要求, 就默认是觅食行为, 直到达到预设值。

3. 师范专业毕业要求达成度评价

3.1. 评价指标体系构建

可操作性指标体系是对毕业要求达成度进行科学度量、分析、评价的基础。本文以绍兴文理学院数学与应用数学(师范)专业为例, 将毕业要求的 8 个结构变量进行细分, 确立毕业要求达成度测评指标体系, 如表 1 所示, 由毕业生、专业教师、用人单位分别对反映毕业生毕业要求达成度的测评指标进行评分。

3.2. 评价过程

根据业要求达成度测评指标体系, 确定网络输入层分别为师德规范、教育情怀、学科素养、教学能力、班级指导、综合育人、学会反思和沟通合作这 8 个指标。由于每个指标下还有不同的小指标, 所以采用因子分析对其进行降维得到每个指标的综合评分。

在已获得的将专业教师评分与毕业生自评的 8 个指标上, 对它们的差进行正太性检验, 判断是否服从正太分布, 如果结果落在接受域内, 则说明专业教师评分和毕业生自评分基本一致, 说明数据有效, 则对这两组数据取均值, 作为输入层数据, 并对其进行归一化处理, 如果结果落在拒绝域内, 说明该数据无效。根据确定的输入输出层神经元数和前文提到的确定隐含层神经元数公式, 初步确定隐含层神经元数为 5 个。最后将用人单位对该毕业生的综合打分作为输出层数据。

Table 1. Graduation requirements decidance index system

表 1. 毕业要求达成度指标体系

毕业要求	指标点				
毕业要求1: 师德规范	指标点 1-1. 热爱祖国……	指标点 1-2. 贯彻党的……	指标点 1-3. 以立德树……		
毕业要求2: 教育情怀	指标点 2-1. 热爱教育……		指标点 2-2. 树立正确……		
毕业要求3: 学科素养	指标点 3-1. 熟 悉……	指标点 3-2. 掌 握……	指标点 3-3. 掌 握……	指标点 3-4. 掌 握……	指标点 3-5. 具 备……
毕业要求4: 教学能力	指标点 4-1. 掌握教 育……	指标点 4-2. 理解中 学……	指标点 4-3. 掌握 教……	指标点 4-4. 能针对 教……	
毕业要求5: 班级指导	指标点 5-1. 树立德育……	指标点 5-2. 遵循班级……	指标点 5-3. 掌握一定……		
毕业要求6: 综合育人	指标点 6-1. 了解中学……	指标点 6-2. 通过课程……	指标点 6-3. 了解校园……		
毕业要求7: 学会反思	指标点 7-1. 树立可持……		指标点 7-2. 具有较强……		
毕业要求8: 沟通合作	指标点 8-1. 理解共同……		指标点 8-2. 掌握团队……		

综上，建立基于鱼群算法优化 BP 神经网络的师范生毕业要求达成度评价模型。如图 3 为优化前后的迭代次数与均方误差图：

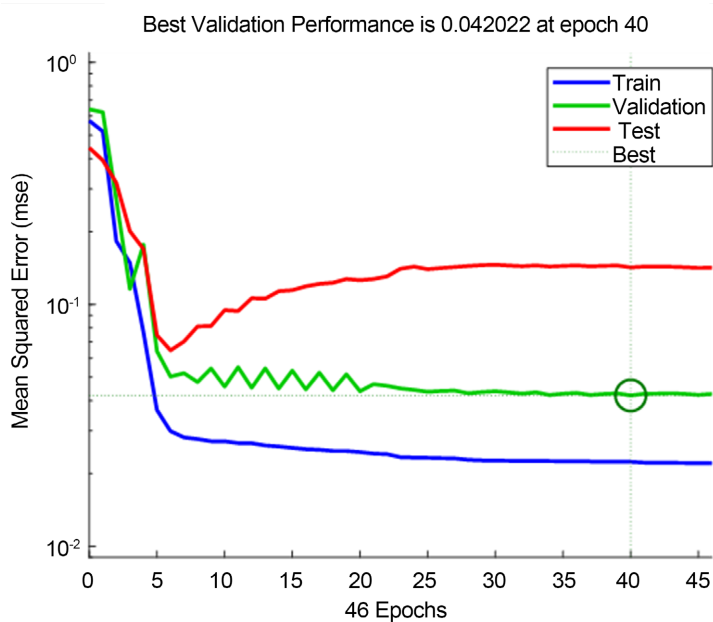


Figure 3. Results before optimization

图 3. 优化前结果

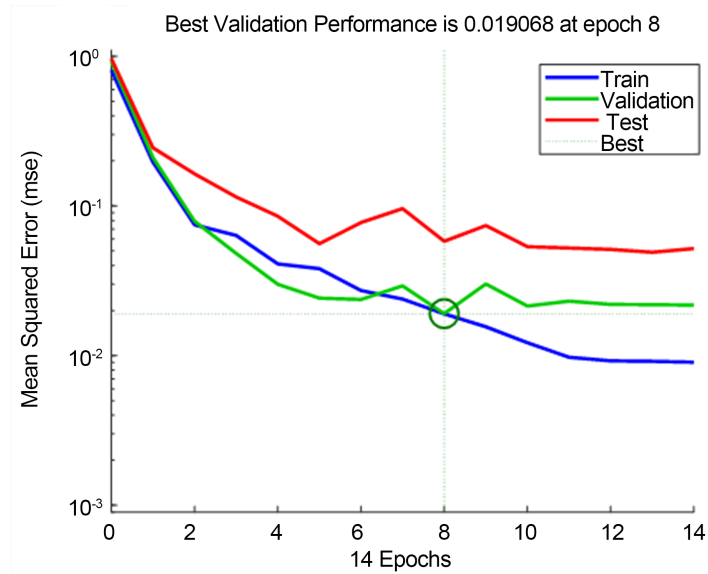


Figure 4. Optimized results
图 4. 优化后结果

比较优化前后训练结果，如图 4，在鱼群算法的优化下，用更少的迭代次数建立完成了神经网络，同时还拥有了更小的误差，由此可见鱼群算法的可行性。下图为优化后训练集、测试集等拟合优度：

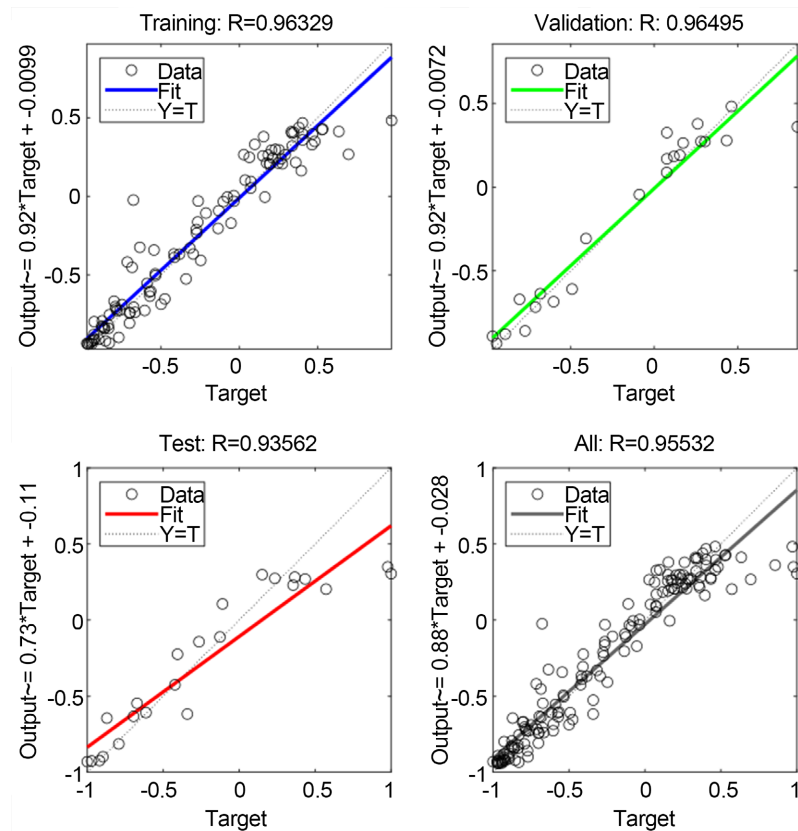


Figure 5. Goodness of fit
图 5. 拟合优度

从图 5 中可以看出训练集、测试集、验证集拟合优度都在 93%以上,进一步说明了该神经网络训练较好。

4. 结论

本文尝试借助鱼群算法优化神经网络来进行师范毕业生毕业要求达成度评价,它可以精确拟合用人单位评价,保证了评价的准确性;可以输入后快速地得到评分,确保了评价的快捷性;还使得评价不再需要重复烦请用人单位,保证了评价的便捷性。

参考文献

- [1] 胡典顺,于文字.面向师范专业认证的认证标准解析[J].教师教育论坛,2019,32(3):4-10.
- [2] 余璐,刘云艳.基于产出导向的学前教育专业毕业要求分解与评价[J].教育与教学研究,2020,34(3):106-115.
<https://doi.org/10.13627/j.cnki.cdjy.2020.03.014>
- [3] 田腾飞.论师范类专业人才培养质量的达成度评价[J].教师教育学报,2020,7(4):79-86.
<https://doi.org/10.13718/j.cnki.jsjy.2020.04.011>
- [4] 陈俊清,朱文兴.基于人工鱼群算法的分类规则发现[J].福州大学学报:自然科学版,2007,35(1):25-30.
- [5] 路石俊.内蒙古 500 kV 变电站全生命周期成本管理研究[D]:[博士学位论文].北京:华北电力大学,2010.
- [6] 杨淑霞,韩奇,徐琳茜,路石俊.基于鱼群算法优化 BP 神经网络的电力客户满意度综合评价方法[J].电网技术,2011,35(5):146-151.
<https://doi.org/10.13335/j.1000-3673.pst.2011.05.020>
- [7] 龚波,曾飞艳.一种改进人工鱼群算法对 BP 神经网络的优化研究[J].湖南科技大学学报(自然科学版),2016,31(1):86-90.
<https://doi.org/10.13582/j.cnki.1672-9102.2016.01.015>