DOI：10.19789/j.1004-9398.2023.05.004
文献引用：曹红宝，彭金蕊，惠姣姣．基于因子分析和BP神经网络的非物质文化遗产传播现状研究：以陕西省为例[J]．首都师范大学学报（自然科学版），2023，44（5）：24-29. CAO H B，PENG J R，HUI J J. Research on the status of dissemination of intangible cultural heritage based on factor analysis and BP neural network：take Shaanxi Province as an example[J]. Journal of Capital Normal University（Natural Science Edition），2023，44（5）：24-29.

基于因子分析和BP神经网络的非物质文化遗产传播现状研究：以陕西省为例*

曹红宝，彭金蕊，惠姣姣**

（宝鸡文理学院数学与信息科学学院，陕西 宝鸡　721013）

摘要：通过对陕西省常住居民发放问卷，在有效数据的基础上，进行简单描述性统计分析，建立基于因子分析和BP神经网络的非物质文化遗产传播现状评价模型。结果显示，陕西省非物质文化遗产的传播现状处于“一般”阶段。

关键词：陕西省非物质文化遗产；因子分析；BP神经网络
中图分类号：G127　　**文献标识码**：A

Research on the status of dissemination of intangible cultural heritage based on factor analysis and BP neural network：take Shaanxi Province as an example*

CAO Hongbao，PENG Jinrui，HUI Jiaojiao**

（School of mathematics and Information Science，Baoji University of Arts and Sciences，Baoji Shaanxi　721013）

Abstract：This paper distributed questionnaires to permanent residents of Shaanxi Province，on the basis of valid data，the simple descriptive statistical analysis was carried out，and an evaluation model of the status of dissemination of intangible cultural heritage based on factor analysis and BP neural network was established. The results showed that the communication status of intangible cultural heritage in Shaanxi Province is in the “general” stage.

Keywords：intangible cultural heritage of Shaanxi Province；factor analysis；BP neural networks
CLC：G127　　**DC**：A

0　引　言

非物质文化遗产是地方民间文化艺术内涵的结晶，保护、管理和合理利用陕西省非物质文化遗产，对深入贯彻文化强国的战略布局、加快中华民族的伟大复兴具有重要意义[1]。为积极向大众宣

收稿日期：2022-08-03
* 宝鸡文理学院大学生创新创业训练计划项目（202210721021）
** 通信作者：2533741876@qq.com

扬非物质文化遗产、更好地践行文化自信,陈岱娜[2]指出当前由于生计方式及人地关系的转变所引发的社会分化,已影响了社区与文化间的关系,常常导致非物质文化遗产的社区参与浮于表面、流于形式;韩晋伟[3]表示博物院应当通过静态文物与动态技艺相结合的方式,为公众打造"匠心筑梦、薪火相传"非遗系列课程,充分利用博物馆的资源优势,将抽象、古板的历史文物、历史知识变得可视化;王光文、李欣远[4]表示我国的非遗旅游设施建设仍处于起步阶段,面临着开发与保护冲突、能力与技术欠缺、支持与监管乏力三重困境;许洋洋[5]表示,在文化遗产,尤其是非物质文化遗产上的数字化保护方法论上,当前研究依然缺乏知识和技能。

以上资料显示,已有研究成果中定性分析多而量化分析不足,并未构建完整的非物质文化遗产传播现状的评价指标体系和数学模型。本文基于问卷调查数据,建立基于因子分析和BP神经网络(back propagation neural networks,BPNN)的非物质文化遗产传播现状(status of dissemination of intangible cultural heritage,SDICH)评价模型,通过量化分析,较为准确地对陕西省非物质文化遗产的传播现状进行评价。

1　描述性统计分析

为了对陕西省非物质文化遗产的传播现状进行调查,对陕西省常住居民发放《陕西省非物质文化遗产调查问卷》,问卷共设置27个问题,调查共回收932份问卷,其中有效问卷为921份,问卷有效率约为98.82%。首先对被调查者的基本信息进行描述性统计分析。将被调查者根据性别、年龄、受教育程度、月收入和居住地这5个方面进行分类分析,结果如表1所示。收集数据过程中,并没有针对特定群体对象发放问卷,被调查者在性别、年龄、受教育程度、月收入、居住地方面分布均衡。因此,基于这样的数据建立的模型和得出的结论具有普遍适用性。

对921份问卷的19个问题进行了信、效度检验。问卷的信度系数为0.883,这说明本次调查所收集的问卷通过了信度检验,问卷内在一致性高。问卷的效度检验结果表明:KMO值0.891>0.8,根据KMO常用标准可知,问卷中各题目之间的相关程度比较高;Bartlett球形度检验的近似χ^2=5 693.256,检验的

表1　被调查者基本信息统计

分类	内容	人数	百分比/%
性别	男	419	45.49
	女	502	54.51
年龄	≤18岁	143	15.53
	19~26岁	234	25.41
	27~40岁	288	31.27
	41~59岁	152	16.50
	≥60岁	104	11.29
受教育程度	小学及以下	206	22.37
	初中	251	27.25
	高中	183	19.87
	大学及以上	281	30.51
月收入	≤1 000元	266	28.88
	>1 000~2 000元	142	15.42
	>2 000~3 000元	98	10.64
	>3 000~5 000元	151	16.40
	>5 000元	264	28.66
居住地	农村	312	33.88
	城镇	609	66.12

P值<0.001,这说明调查问卷的结构设置良好,具有较好的结构效度,同时也间接反应了本次调查科学合理,调查结果真实可靠[6]。

为了更好地了解陕西省非物质文化遗产的传播现状,问卷调查了陕西省常住居民对陕西省非物质文化遗产的了解程度,具体结果如图1所示。86.65%的被调查者对陕西省非物质文化遗产是有了解的,其中"非常了解"占10.21%,"比较了解"占35.40%,"一般了解"占41.04%;但仍有11.51%的被调查者不太了解陕西省非物质文化遗产,1.85%的被调查者完全不了解陕西省非物质文化遗产,这说明陕西省非物质文化遗产已经具备了一定的认知基础,但认知程度还有待提高。

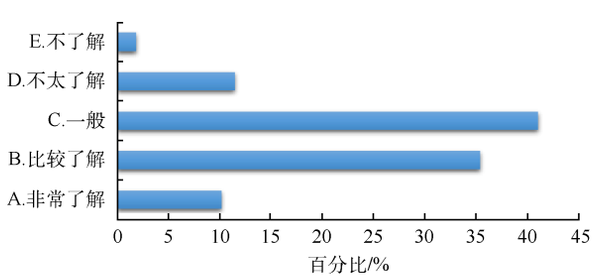


图1　陕西省常住居民对陕西省非物质文化遗产的了解程度

陕西省非物质文化遗产的传播现状与陕西省常住居民对非物质文化遗产的了解程度之间存在一定的相关关系,二者之间的交叉情况如表2所示。

表明对陕西省非物质文化遗产的不同了解程度的被调查者对SDICH的看法是有差异的。

为了进一步描述对陕西省非物质文化遗产的不同了解程度的被调查者对陕西省SDICH不同看法的差异的显著程度,对二者进行方差分析(analysis of variance,ANOVA)[7],方差分析不仅可以提高检验的效率,同时由于其将所有的样本信息结合在一起,因此增加了分析的可靠性。对陕西省非物质文化遗产的不同了解程度与传播现状的ANOVA分析结果表明,F=18.11,P<0.01,且显著性水平为"***",这意味着有99.90%的把握认为,常住居民对陕西省非物质文化遗产的不同了解程度对陕西省SDICH的影响是非常显著的,二者之间有显著性影响[8]。

为了进一步分析影响陕西省非物质文化遗产传播的主要因素,将有效问卷进行编号、存档,对问卷结果进行记录、整理,核查问卷的全面性、准确性,并对问卷数据进行编码,把问卷对应的编码录入计算机中[9],并基于该数据对陕西省非物质文化遗产的传播现状进行评价。

2 陕西省非物质文化遗产传播现状评价模型

2.1 陕西省SDICH的评价指标体系

从陕西省非物质文化遗产调查问卷中提取影响陕西省SDICH的19个因素,设19个因素对应19个变量,并依次记为$X_1,X_2,\cdots,X_{19}$,以此构建陕西省SDICH的评价指标体系,具体变量名称如表3所示。基于这19个变量,进行因子分析并建立陕西省非物质文化遗产传播现状的评价模型。

2.2 因子分析

由于变量过多,需对921组样本数据的19个变量进行因子分析,以达到降维的目的。本研究利用SPSS22.0对921组样本数据进行因子分析,总方差解释如表4所示。一般情况下,因子分析的累积方差贡献率达到75.00%时,便认为对应的因子具有良好的解释原始信息的能力[10]。表4显示,前9个因子的累积方差贡献率达到75.85%,这说明前9个因子能较好地反映19个变量的信息。选取的9个因子记为$F_1,F_2,\cdots,F_9$。基于因子分析得到的$F_1,F_2,\cdots,F_9$利用BPNN综合评价方法对陕西省SDICH进行评价。

2.3 基于因子分析和BPNN的SDICH评价模型

BPNN综合评价方法是由Rumelhart和McCelland等于1986年首次提出的一种交互式评价方法[11],其能够客观地进行多指标综合评价,是目前应用最广泛的评价方法之一。工作过程主要由前向传递阶段及反向误差传播阶段2部分构成,前者主要确定各连接权值;后者通过确定的其值计算各单元的状态变化,最终达到稳定状态[12]。本文在分析BPNN建模步骤的基础上,借鉴了张文鸽等[13]对于BPNN的改进及其应用的方法。

本文在构建基于因子分析和BPNN的SDICH评价模型时,有效样本量为921,并通过K折交叉验证,选取70.00%的样本作为训练集,30.00%的样本作为测试集。在利用BPNN对陕西省非物质文化遗产的传播现状进行评价时,以陕西省SDICH作为因

表2 常住居民对陕西省非物质文化遗产的了解程度与传播现状的交叉情况 单位:人

题目	选项	对陕西省非物质文化遗产的了解程度					总计
		非常了解	比较了解	一般	不太了解	不了解	
陕西省非物质文化遗产的传播现状	积极	69	155	107	24	6	361
	一般	19	157	245	73	10	504
	消极	6	14	26	9	1	56

表3 陕西省SDICH的评价指标体系

符号	变量名称	符号	变量名称	符号	变量名称
X_1	性别	X_8	学习传承意愿	X_{15}	当众表演意愿
X_2	年龄	X_9	推荐亲友意愿	X_{16}	非遗与现代艺术相结合
X_3	学历	X_{10}	能接受的学习时间	X_{17}	投入的碎片化时间
X_4	月收入	X_{11}	能接受的学习时长	X_{18}	当地政府的宣传程度
X_5	居住地	X_{12}	能接受的金额	X_{19}	当地政府的重视程度
X_6	职业	X_{13}	对非遗未来的看法		
X_7	了解程度	X_{14}	文化馆门票		

表4　总方差解释

因子	初始特征值			提取载荷平方和		
	总计	方差/%	累积%	总计	方差/%	累积%
1	3.988	20.990	20.990	3.988	20.990	20.990
2	2.873	15.124	36.114	2.873	15.124	36.114
3	1.677	8.828	44.942	1.677	8.828	44.942
4	1.175	6.183	51.125	1.175	6.183	51.125
5	1.092	5.747	56.872	1.092	5.747	56.872
6	1.056	5.559	62.377	1.056	5.559	62.431
7	0.940	4.946	67.377	0.940	4.946	67.377
8	0.849	4.470	71.847	0.849	4.470	71.847
9	0.760	3.999	75.846	0.760	3.999	75.846
10	0.747	3.933	79.780	—	—	—
11	0.584	3.071	82.851	—	—	—
12	0.559	2.943	85.793	—	—	—
13	0.494	2.599	88.393	—	—	—
14	0.475	2.499	90.892	—	—	—
15	0.459	2.417	93.309	—	—	—
16	0.438	2.305	95.614	—	—	—
17	0.339	1.785	97.399	—	—	—
18	0.247	1.301	98.701	—	—	—
19	0.247	1.299	100.000	—	—	—

注:“—”指无数据。

变量,因子分析得到的9个因子作为协变量,首先对因子分析得到的9个因子累积赋值进行训练,再计算这些因子的状态变化,当最终达到稳定状态时,确定这9个因子的固定权值。

在本文构建的BPNN模型中,输入层为因子分析的9个因子,中间为隐藏层。加入的隐藏层使得感知机发展为能够拟合一切的神经网络模型[14],其中激活函数为Softmax[15],该函数的表达式为

$$\text{soft max}\ (w_i) = \frac{e_{w_i}}{\sum_{j=1}^{k} e^{w_j}},$$

式中:w_i为第i节点的输出值;k为结点个数,即分类的类别个数。最后一层为输出层,即陕西省非物质文化遗产的传播现状,分为3个类别,用1表示传播现状消极、2表示传播现状一般、3表示传播现状积极。输出层所采用的激活函数为恒等式,恒等式函数用于回归任务,回归任务是要求出具体的预测值,所以输出层不再使用激活函数进行非线性转换,或者说使用恒等函数作为激活函数,通常形式为$y = x$。

基于以上训练,BPNN示意如图2所示,其中输入层神经元数目为9;输出层神经元数目为3;隐藏层神经元数目为4。

在利用基于因子分析和BPNN的SDICH评价模型对陕西省非物质文化遗产的传播现状进行评

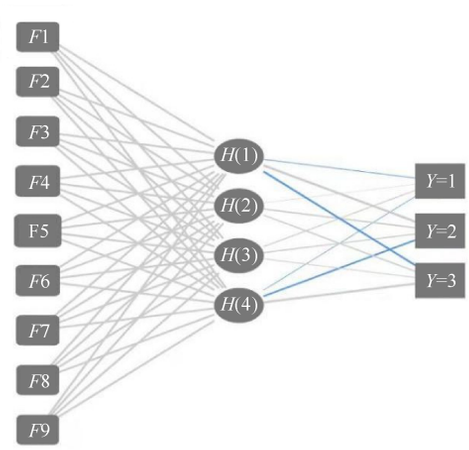


图2　BP神经网络示意

价时,将陕西省SDICH分为传播现状消极、一般和积极3类,基于因子分析和BPNN的SDICH评价模型的混淆矩阵如表5所示。可知:在训练集中,第1、2和3类预测正确的百分比分别为94.90%、95.60%和98.40%;在测试集中,第1、2和3类预测正确的百分比分别为94.10%、98.00%和95.00%。在对陕西省非物质文化遗产的传播现状进行评价时,第2类所占样本数最多,其次是第3类,第1类所占样本数最少,这说明当前陕西省非物质文化遗产的传播现状处于“一般”以上水平。

表5　基于因子分析和BP神经网络的非物质文化遗产传播现状评价模型的混淆矩阵

项目	实测	预测			正确百分比/%
		1	2	3	
训练集	1	37	2	0	94.9
	2	2	345	4	98.3
	3	0	4	247	98.4
测试集	1	16	0	1	94.1
	2	0	150	3	98.0
	3	1	3	76	95.0

据此,可得基于因子分析和BPNN的SDICH评价模型的预测精度为

$$\frac{94.10\% + 98.00\% + 95.00\%}{3} = 95.70\% > 90.00\%,$$

这说明本文建立的基于因子分析和BPNN的SDICH评价模型合理有效,能够较为精确地评价陕西省非物质文化遗产的传播现状。

为了评估本文建立的基于因子分析和BPNN的SDICH评价模型的准确性,绘制接收者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线如图3所示。图中黑色线为主对角线,蓝色、红色和绿色曲线代表的是陕西省非物质文化遗产传播现状消极、一般、积极的ROC曲线[16]。ROC曲线越靠近左上角,敏感度越高,误判率越低,说明模型评估性能越好。图3中可直观地看到3条ROC曲线均靠近左上角,这说明本文构建的基于因子分析和BPNN的SDICH评价模型效果较好,能够较为精确地对陕西省非物质文化遗产的传播现状进行评价。

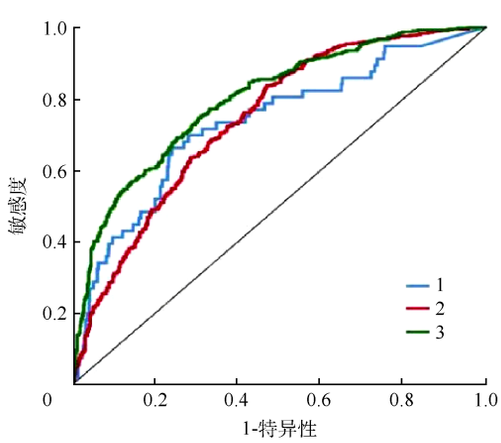


图3　接收者操作特征曲线

ROC曲线可以定性描述所建立模型的准确性,但为了定量分析[17],本文引入另一概念AUC,AUC指的是ROC曲线下方的面积。AUC值为0.5~0.7时,说明模型有较低准确性;AUC值为0.7~0.9时,说明模型有一定准确性;AUC值为0.9~1.0时,说明模型准确性较高。本文建立的基于因子分析和BPNN的SDICH评价模型中,陕西省非物质文化遗产传播现状的3个类别的AUC值分别为0.883、0.906、0.928,这一结果说明该模型准确性较高,模型构建良好。

从基于因子分析和BPNN的SDICH评价模型的结果可得:由该模型计算得到的对陕西省非物质文化遗产传播现状的综合评价结果与问卷反映的实际情况基本一致,这表明本文所建立的模型具有良好的科学性和实用性。

3　结论与建议

为了对陕西省非物质文化遗产的传播现状进行合理有效的评价,本文首先对陕西省非物质文化遗产的传播现状进行描述性统计分析,然后在陕西省非物质文化遗产的传播现状评价指标体系的基础上,建立了基于因子分析和BPNN的SDICH评价模型,模型结果表明陕西省非物质文化遗产的传播现状处于“一般”阶段。同时,本文所建立的模型分类效果较好,具有良好的科学性和实用性,可将其应用到其他地区非物质文化遗产传播现状的评价中,并为非物质文化遗产的传承与发展提供建议。

根据本文建立的模型的评价结果和陕西省非物质文化遗产调查问卷中第27题“您对陕西省非物质文化遗产保护的建议”的作答情况,可对陕西省非物质文化遗产的传播提出以下建议:积极利用现有的资源、技术、传承人,寻求非物质文化的新时代发展道路;加强大众对非物质文化遗产的学习与传承意愿;政府鼓励民间组织的合法演出;利用新媒体平台打造非遗传播新形式,提升参与感;运用发展性眼光,挖掘非遗的现代审美价值,强化创新性和发展可持续性;围绕传统与创新,提升大众保护意识和非遗品牌意识,探索动态生存路。

参 考 文 献

[1] 同欢,李舒婷.关于陕西省国家级非物质文化遗产项目传承和发展状况的调研报告[J].百花,2021(5):69-74.

[2] 陈岱娜.权威话语与社会分化条件下非物质文化遗产的社区参与:以耍歌堂的保护过程为例[J].民俗研究,2021,(3):115-124+159.

[3] 韩晋伟.晋韵非遗向新而生:博物馆“文物+非遗”系列课程开发[J].文物鉴定与鉴赏,2022,(8):76-79.

[4] 王光文,李欣远.非遗旅游设施建设困境及其突破[J].内蒙古农业大学学报(社会科学版),2022(8):1-11.
[5] 许洋洋.陕西非物质文化遗产的数字化保护[J].明日风尚,2021(22):176-178.
[6] 邓维斌,唐兴艳,胡大权,等.SPSS19统计分析实用教程[M].北京:电子工业出版社,2012.
[7] 中国科学院数学研究所统计组.方差分析[M].北京:科学出版社,1977.
[8] 贾俊平,何晓群,金勇进.统计学[M].7版.北京:中国人民大学出版社,2018.
[9] 钱思汐.网络问卷调查数据质量控制研究[J].中国统计,2022(1):73-76.
[10] 张文彤.SPSS20.0统计分析高级教程[M].2版.北京:高等教育出版社,2013.
[11] 李贺.基于BP网络的加热器性能评价方法[J].中国科技纵横,2015(19):2.
[12] 王力宾.多元统计分析:模型、案例及SPSS应用[M].北京:经济科学出版社,2010.
[13] 张文鸽,吴泽宁,逯洪波.BP神经网络的改进及其应用[J].河南科学,2003,21(2):5.
[14] 鲁伟.机器学习公式推导与代码实现[M].北京:人民邮电出版社,2022.
[15] 刘海章,黄大池.浅析激活函数SoftMax的设计与实现[J].西部广播电视,2021,42(17):201-206.
[16] 李子言.大数据背景下ROC曲线介绍与应用[J].科教导刊,2021(14):81-84.
[17] 丁钰赟.羊甫头墓地滇文化墓葬等级定量分析[D].北京:中央民族大学,2020.

(责任编辑:马田田)

(上接第23页)

[6] ZHANG W R. Bipolar fuzzy sets and relations: a computational framework for cognitive modeling and multiagent decision analysis[C]//Anon. Nafips/ifis/nasa 94 First International Joint Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society Bi Conference the Industrial Fuzzy Control & Intellige. Hawaii: IEEE,2002.
[7] ZHANG W R. Yin Yang bipolar relativity: a unifying theory of nature, agents and causality wihth applications in quantum computing, cogintive informatics and lift sciences[M]. Hershey:International Academic Publisher, 2011.
[8] LEE K M. Bipolar-valued fuzzy sets and their operations[C]//Anon. International Conference on Intelligent Technologies. Bangkok Thailand:Springer,2000.
[9] AKRAM M. Bipolar fuzzy graphs[J]. Information Sciences,2011,181(24):5548-5564.
[10] MAHMOOD K, HAYAT K. Characterizations of Hemirings by their bipolar-valued fuzzy *h*-ideals[J]. Information Sciences Letters,2015,4(2):51-59.
[11] 索南仁欠,华毛加.双极值模糊集的距离与相似性测度[J].青海师范大学学报(自然科学版),2020,36(3):1-5.
[12] 王金英,王艳平.双极值犹豫模糊软集及其在决策中的应用[J].模糊系统与数学,2020,34(4):145-155.
[13] 王丰效.半群的(λ,μ)-双极值模糊子半群[J].宁夏大学学报(自然科学版),2020,41(1):23-26+32.
[14] 王丰效.N(2,2,0)代数的双极值模糊理想[J].山西师范大学学报(自然科学版),2017,31(3):26-29.
[15] 姜曼,彭家寅.布尔代数的I-V犹豫模糊子代数[J].黑龙江大学自然科学学报,2021,38(2):157-163.
[16] 姜曼.布尔代数的乘积型双极值模糊点理想[J].首都师范大学学报(自然科学版),2022,43(4):15-18.
[17] 刘春辉,李玉毛,张海燕.否定非对合剩余格的双极值模糊理想[J].山东大学学报(理学版),2019,54(9):88-98.
[18] 刘春辉.否定非对合剩余格的双极值模糊素理想[J].山东大学学报(理学版),2019,54(11):71-80.
[19] LIU C H. Uniform topological spaces based on BF-ideals in negative non-inwolutive residuated lattice[J]. Electronic Notes in Theoretical Computer Science, 2019,345:113-124.
[20] LIU C H. Normal bipolar fuzzy ideals in non-involutive residuated lattices[J]. Journal of Mathematical Research with Applications,2020,40(5):441-452.

(责任编辑:马田田)