

大学生综合素质测评的因子分析模型研究

梁美社¹, 解芸菲²

(1. 石家庄职业技术学院 科技发展与校企合作部, 河北 石家庄 050081;

2. 河北化工医药职业技术学院 制药工程系, 河北 石家庄 050026)

摘要:采用因子分析模型对大学生的综合素质进行测评,通过对评价指标进行分组,得到代表各指标的公共因子、综合公共因子得分及其方差贡献率信息,在损失少量信息的情况下得到大学生综合素质排序。该模型在最大程度上反映了大学生综合素质各因素之间的内在关系,丰富和改进了综合素质评价的方法。

关键词:大学生;综合素质;评价;因子分析

中图分类号:G424.75 **文献标志码:**A

大学生综合素质测评是学生评价的重要手段。由于综合测评是一个庞大、复杂的多因子系统,各因子之间相互影响,因此其评价方法至关重要。在以往的研究中,对学生进行综合素质评价时,往往以专家打分的方式进行,主观性较强。为了减少主观因素对评价结果的影响,本文试建立因子分析模型对大学生综合素质进行测评。

1 大学生综合素质测评研究进展

《中华人民共和国教育法》和《普通高等学校学生管理规定》^[1]承认并保护学生受评价的权利。而素质教育的进一步推进客观上也要求对学生进行综合素质评价^[2]。目前,许多高校的主要做法是对评价指标进行线性加权而得到最终结果。一些学者也提出了层次分析法^[3-5]、模糊层次分析法^[6-7]、BP神经网络法^[8]等,这些方法在不同程度上依赖专家对不同指标所给的权重值。由于各专家的认识程度不同,所给的权重值往往也有差异,因此,指标得分具有很大的主观性和随意性,直接影响评价结果的稳定性。

2 因子分析确定权重的大学生综合素质分析模型

2.1 因子分析建模的思想

因子分析的基本思想是根据相关性大小将各变量进行分组,使得同组内各变量之间的相关性较高,不同组的各变量之间相关性尽可能低。每组变量形成一个基本结构,即公共因子。所研究的问题就转化

为最少个数的公共因子的线性组合与特殊因子之和,从而使研究的问题得到简化。

2.2 具体操作过程

设有 n 个评价样本,每个样本有 p 个观测指标,这样就构成一个 $n \times p$ 阶矩阵 $X_{n \times p}$,其元素为 x_{ij} 。

2.2.1 标准化数据

为了消除数据本身带有的量纲、负号的影响,先对数据进行标准化处理,如果该指标对评价对象起正作用,则标准化公式为:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})}; \quad (1)$$

如果起副作用,则标准化公式为:

$$z_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})}. \quad (2)$$

式中, $\max(x_{ij})$, $\min(x_{ij})$ 分别为矩阵 $X_{n \times p}$ 中第 j 列的最大元素和最小元素。

2.2.2 公共因子及因子荷载矩阵计算

经过降维处理, p 个指标可以由 m ($m < p$) 个公共因子 F_1, F_2, \dots, F_m 的线性组合来表示,即模型可表达为: $Z = AF + \epsilon$ 。 (3)

式中, $Z = [Z_1, Z_2, \dots, Z_p]$

$$\begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \cdots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \cdots & z_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{p1} & z_{p2} & \cdots & z_{pn} \end{bmatrix};$$

收稿日期:2013-06-24

作者简介:梁美社(1986-),男,陕西西安人,石家庄职业技术学院助教。

A 为因子载荷矩阵,

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{p1} & a_{p2} & \cdots & a_{pm} \end{bmatrix};$$

F 为公共因子矩阵, $F = [F_1, F_2, \dots, F_m]'$; ε 为特殊因子矩阵, $\varepsilon = [\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p]'$.

在实际问题中,一般采用主成分分析法来确定公共因子的个数,通过略去线性表达式中的特殊因子达到降维的目的.

2.2.3 因子旋转

利用公式(3)求出主因子.如果各主因子所代表的变量不是很突出,因子的意义就容易混淆不清.为了便于对实际问题进行细致分析,通过因子旋转的方法使新的因子载荷系数要么最大限度地接近于0,要么尽可能地远离0.本文采用方差最大正交旋转实现.

2.2.4 求解各因子得分

模型建立后,各因子得分可以采用下式进行:

$$F_j = [\beta_{j1}, \beta_{j2}, \dots, \beta_{jp}] \times Z, (j=1, 2, \dots, m). \quad (4)$$

式中, $F_j = [F_1, F_2, \dots, F_m]'$, 即 F_j 为 $Z_{p \times n}$ 各分量的公共因子; $\beta_{j1}, \beta_{j2}, \dots, \beta_{jp}$ 为各个因子的得分系数; Z 为(3)式中的矩阵.

2.2.5 各指标权重计算

由数据处理过程可知,因子得分系数是样本中各变量对公共因子的贡献之和,而方差贡献率则是公共因子对所有样本方差的代表.因此,各个因子的得分系数与相应方差贡献率的乘积即为各指标在评价模型样本中的贡献.利用各指标贡献除以所有指标贡献之和,即可得各指标的权重.

$$\omega_i = \frac{\sum_{j=1}^m \beta_{ji} e_j}{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^m \beta_{ji} e_j} \quad (i=1, 2, \dots, p; j=1, 2, \dots, m). \quad (5)$$

式中, e_j 为各因子的方差贡献率,令 $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_p)$ 为权重向量,通过简单的线性加权就可得到最终结果.实际问题中的综合评价指标得分值可由各指标的加权和求出:

$$y = \omega Z. \quad (6)$$

式中, $y = [y_1, y_2, \dots, y_n]$, 为各个样本的综合得分值; Z 为(3)式中的矩阵.

综合指标值越大,学生综合素质的排序越靠前.

2.3 实例分析

某班学生综合测评评价因素指标统计数据见表1.

表1 某班学生综合测评评价因素指标统计

学生代号	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5
X01	94.47	97	84	78	4.30
X02	90.95	93	79	77	4.10
X03	88.42	95	74	73	3.40
X04	82.32	96	85	78	2.90
X05	79.32	88	79	78	3.55
X06	82.74	97	74	64	2.80
X07	77.95	89	83	73	3.30
X08	80.26	82	74	69	2.50
X09	79.68	94	76	80	2.15
X10	80.37	83	75	78	2.00

注:数据来源于河北省某国家级示范大专学校营销专业学生.其中, μ_1 表示智育素质理论成绩,主要计算方法为各科成绩乘以学分,再除以总学分; μ_2 表示智育实践成绩; μ_3 表示思想道德得分,由学生所在班级的同学、班主任和辅导员共同打分完成; μ_4 表示身体素质成绩,其得分由体育课成绩与体能测试成绩加权得到; μ_5 表示课外活动素质得分,主要由学生参加各类活动累积得到.

采用公式(1)对所有变量数据进行标准化处理,得到数据标准矩阵 Z_{ij} , 然后进行因子分析.由公

式(3)求得该样本各指标共包含两个主因子.这两个主因子的方差累计贡献率见表2,因子得分见表3.

表 2 经过旋转后的因子方差贡献率

主因子	特征值	方差贡献率	累积方差贡献率
1	2.220	44.395	44.395
2	1.490	29.793	74.188

表 3 因子得分

指标	因子得分	
	β_1	β_2
μ_1	0.88	0.06
μ_2	0.78	0.03
μ_3	0.36	0.79
μ_4	-0.06	0.89
μ_5	0.84	0.27

注:各指标含义同表 1.

表 5 学生综合素质测评得分及排序

地区	X01	X02	X03	X04	X05	X06	X07	X08	X09	X10
综合得分	0.96	0.74	0.53	0.66	0.47	0.34	0.48	0.12	0.36	0.18
排名	1	2	4	3	6	8	5	10	7	9

依据公式(5)计算出各评价指标的权重,见表 4.

表 4 各评价指标的权重

指标	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5
权重 ω_i	0.22	0.19	0.21	0.13	0.25

依据公式(6)计算出的不同学生的综合素质得分见表 5.

由计算结果可知,X01 号学生在所测学生中综合素质排名第一,X08 号学生在所有学生中排名最后.由计算得到的指标权重可以看出,学生参加课外活动与智育理论课成绩对学生综合测评的影响较大.

3 结束语

本文通过因子分析得到了各评价指标的权重,避免了以往评价模型中由于人为给定权重而带来的评价误差,使得评价结果更具真实性.因子分析能够综合各指标之间的信息,反映学生综合素质各因素之间

的内在关系,抓住学生综合测评问题的主要矛盾进行评价和分析.它丰富和改进了大学生综合测评的评价方法,对学生的全面素质培养具有导航作用,也使高校素质教育工作更具针对性和实效性,为基于职业导向的学生综合素质教育设计研究提供了新思路.

参考文献:

- [1] 王军,张文青.从新《普通高等学校学生管理规定》的施行谈学生管理法制度化[J].江苏高教,2005,(6):116-118.
- [2] 汪霞.建立大学生综合素质评价档案的思考[J].档案学研究,1999,(2):32-33.
- [3] 赵伟奇.AHP法在大学生综合素质评价中的应用[J].价值工程,2012,31(27):262-263.
- [4] 李玉秀,戴成秋.应用层次分析法构建大学生综合素质评价指标体系[J].文史博览,2011,(6):77-78.
- [5] 孔杨.基于层次分析法的大学生综合素质评价[J].科技信息,2010,(18):487-488.
- [6] 张英,冯艳芳.基于模糊层次分析法的大学生综合素质评价[J].武汉理工大学学报:社会科学版,2007,20(5):707-710.
- [7] 陈华喜,王芳,许庆兵,等.基于三角模糊数的层次分析法在大学生综合素质评价中的应用[J].伊犁师范学院学报:自然科学版,2012,(2):14-18.
- [8] 王天娥,叶德谦.大学生综合素质评价中BP神经网络的建模与仿真[J].计算机时代,2008,(8):60-61.

责任编辑:金 欣

Evaluation of the overall quality of college students with the factor analysis model

LIANG Mei-she¹, XIE Yun-fei²

(1. Department of School-Enterprise Cooperation, Shijiazhuang Vocational Technology Institute, Shijiazhuang, Hebei 050081, China;

2. Department of Pharmaceutical Engineering, Hebei Chemical and Pharmaceutical College, Shijiazhuang, Hebei 050026, China)

Abstract: The author uses factor analysis model to evaluate the quality of college students. Common factors are obtained in terms of the score and its variety contribution rate. An overall quality is achieved of the students. The model reflects the maximally intrinsic relationship between various factors.

Key words: college student; overall quality; evaluation; factor analysis