

周莉. 基于层次分析法的学生学习模糊综合评价模型 [J]. 江西师范大学学报(自然科学版) 2023 47(4): 400-404.

ZHOU Li. The fuzz comprehensive evaluation model of student learning based on AHP [J]. Journal of Jiangxi Normal University (Natural Science) 2023 47(4): 400-404.

文章编号: 1000-5862(2023)04-0400-05

基于层次分析法的学生学习模糊综合评价模型

周莉

(华东交通大学软件学院 江西 南昌 330013)

摘要: 该文将层次分析法和模糊综合评判法相结合, 建立学生学习评价的模糊综合评价模型, 并给出应用实例. 通过构造评判矩阵的方法计算出指标体系中各因素的权重, 再运用模糊综合评价对学生学习进行客观的量化评价. 这在一定程度上减少了评价中的主观性, 提高了评价的科学性、准确性和可操作性.

关键词: 层次分析法; 学生评价; 模糊综合评判

中图分类号: G 420 文献标志码: A DOI: 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2023.04.10

0 引言

随着高等教育规模扩张, 学生学习评价成为衡量高校学生学习质量的重要环节和内容. 合理的学生学习评价不仅能评价学生的学习能力和技能水平, 还在教师教学内容和方法的改革方面对于提高课堂教学质量和水平都起到了重要作用. 在研究过程中发现要对学生学习进行科学、全面、公平地量化综合评价是一个困难而又值得去研究的问题. 近年来, 各高校都非常重视学生的学习评价工作, 也制定了一些相关的考核办法. 学生一门课程的成绩反映了学生对这门课程内容的掌握程度, 同时反映学生各方面能力的提高. 如何考核学生的学习是一个多目标、多层次的综合评价问题, 涉及的内容较多, 同时又受到考评专家个人的影响, 不同考评专家的知识水平、认知能力和个人偏好都有所不同, 这些主观因素都会对评价造成不公平性^[1]. 评价指标一般都有定性描述, 有鲜明的模糊特征, 不能只从一个方面来考虑, 对学生学习要多层次、多角度进行综合分析, 因此学生学习评价问题是一个多层次、多角度、相对复杂的模糊综合评价问题^[2].

1 层次分析法和模糊综合评判模型

1.1 层次分析法

层次分析法(analytic hierarchy process, AHP) 指将与决策有关的因素分解成目标、准则、方案等多层次, 并在此基础之上进行定量和定性分析的决策方法. 该方法具有高度的层次性、系统性、简洁性和实用性, 将复杂问题进行多因素的考虑和分析, 把各因素划分成互相联系有层次的序列, 再请专家对各层次中的各因素进行客观的判断, 给出重要性的定量赋值, 并在此基础上建立数学模型, 计算出每一层次各因素的权值, 最后计算出正确的科学性的评价^[3-4].

假设决策目标为 U , 其影响因素有 u_1, u_2, \dots, u_n , 共有 n 个, 将目标 U 的 n 个因素两两进行比较, 构造判断矩阵 A , 即

$$A = \begin{pmatrix} u_{11} & u_{12} & \cdots & u_{1n} \\ u_{21} & u_{22} & \cdots & u_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ u_{n1} & u_{n2} & \cdots & u_{nn} \end{pmatrix},$$

其中 u_{ij} 为 u_i 相对于 u_j 的重要性程度的赋值, 称 A

收稿日期: 2022-12-23

基金项目: 江西省教育科学“十三五”规划课题(19ZD035) 资助项目.

作者简介: 周莉(1977—) 女, 江西南昌人, 副教授, 主要从事数据库应用研究. E-mail: sunnyziwj@126.com

为判断矩阵.

首先采用根法计算出权重, 然后做归一化处理. 若判断矩阵 A 满足一致性指标, 可得权重 $w_i (i = 1, 2, \dots, n)$ [5-6].

1.2 模糊综合评判法

模糊综合评价法^[7]是一种基于模糊数学的综合评价方法. 根据模糊数学的隶属度理论对受到多种因素影响的事物或对象做出一个定量的总体评价.

首先, 确定事物 P 的模糊评判矩阵. U 是事物 P 的评价因素, 设 n 为评价因素的个数, 即评判矩阵 R 根据评价等级论域集合 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 中等级指标对评价因素级 U 中的每一个因素进行模糊评价, 建立模糊评判矩阵 R .

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nn} \end{pmatrix},$$

其中 r_{ij} 代表 u_i 关于 V_j 的隶属度. R 中的每一行是对一个因素评价的结果.

指标权重 w 与评判矩阵 R 确定后进行矩阵运

算, 合成 $w \cdot R$, 最终评价结果为 $B = wR = (b_1, b_2, \dots, b_i)$, 其中 $b_i = \bigvee_{i=1}^n (w_i \wedge r_{ij})$.

2 层次分析法和模糊综合评判法在学生评价中的应用

2.1 学生学习评价体系的建立

以评促学, 以评促教, 评价不是目的. 合理的学生学习评价体系^[8-9], 不仅能更加公平、公正地评价学生所学的知识、所掌握的技能水平, 而且能促进学生的自我完善, 从而提高学生学习的积极性和主动性. 同时还能促进教师在教学上的自我完善, 更重要的是将能指导整个课程的实施过程. 利用层次分析法, 对影响学生学习评价的复杂因素^[10]进行筛选, 选出最重要的关键性的评判指标, 通过它们之间的制约关系构造出多层次的指标评价体系. 评价体系的好坏对于学生学习评价成功与否至关重要^[11]. 结合评价问题的复杂性和达到的精度要求, 选择课前、课中、课后、期末为 4 个 1 级评价指标, 13 个 2 级指标(见表 1).

表 1 学生学习评价指标体系

1 级指标		2 级指标
学 生 学 习 评 价	课前	学习的积极性与主动性能力
		掌握学习方法能力
		理解能力
	课中	遵守纪律情况
		团队协作能力
		课堂互动情况
	课后	掌握知识学习能力
		知识汇总与归纳能力
		课后知识点的拓展与实践能力
	期末	创新能力
		知识综合运用能力
		解决专业问题的能力

2.2 构造判断矩阵

在构建学生学习评价指标体系过程中, 将在同一层次指标因素中进行相互影响程度的两两比较, 构造判断矩阵 $A = (a_{ij})$. 对比结果, 采用 1~9 标度

法, 各级标度含义如表 2 所示, 判断矩阵 A 中的元素表示学生学习评价中 2 个因素的相对重要性程度之比的赋值. 一般地, 判断矩阵由评价专家给出^[12-13].

表 2 判断矩阵的元素的赋值(1~9 标度的含义)

标度	1	3	5	7	9	2,4,6,8
含义	相同重要	稍重要	明显重要	强重要	极强重要	相邻中值

2.3 计算权重并检验一致性

根据 AHP 方法基本原理,利用根法计算评价指标权重,计算公式为

$$w_i = \sqrt[4]{\prod_{j=1}^4 a_{ij}} / \sum_{i=1}^4 \sqrt[4]{\prod_{j=1}^4 a_{ij}},$$

表 3 平均随机一致性指标

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R_i	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

一级指标判断矩阵为 A , 则

$$Aw = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix} w,$$

$$(Aw)_i = a_{i1}w_1 + a_{i2}w_2 + a_{i3}w_3 + a_{i4}w_4.$$

λ_{\max} 为最大特征根,计算公式为 $\lambda_{\max} =$

$\sum_{i=1}^4 (Aw)_i / nw_i$, 当 $C_i = 0$ 时,判断矩阵 A 是完全一致性; 当 $C_i < 0.1$ 时,判断矩阵 A 是满足一致性; 在 $C_i > 0.1$ 时,判断矩阵 A 是不满足一致性,需要进行重新调整矩阵的赋值.

对于 2 级评价指标,将采用同样方法构建判断矩阵,并求出各自的权重.若满足一致性指标则即可,若不满足一致性指标,则同样由专家进行重新调整判断矩阵的赋值.

2.4 构建模糊评判矩阵并进行复合运算

按照模糊综合评价的方法,通过学生自我评价、小组评价和教师评价的多元评价主体对学生进行优、良、中、及格和不及格等 5 个评价等级的进行测试评价,这项工作一般采取问卷调查的形式进行.构成模糊评判矩阵 R ,将模糊评判矩阵 R 及评价指标权重进行如下运算:

$$B_i = wR = (w_1 \ w_2 \ w_3 \ w_4) \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & r_{44} \end{pmatrix}.$$

将 B 中结果做正规化处理,根据最大隶属度原则,取正规化向量中最大值作为评价结果.对模糊矩阵进行分析,可知该学生对于这门课程哪些方面

规一化处理得到指标权重为 $w = (w_1, w_2, w_3, w_4)^T$.

计算一致性指标 $C_i = \lambda_{\max} - nR_i / (n-1)$, 其中 R_i 表示平均随机一致性指标值(见表 3).

做得比较好,哪些方面还需要改进,从而来促进学生的学习积极性和自我完善的能力.

3 应用实例

3.1 确定判断矩阵

以高校大二学生数据库系统原理课程学生为例,根据学生学习评价指标体系,在自我评价、小组评价和教师评价为评价主体的基础上,确定 1 级和 2 级判断矩阵后,计算其权重,再判断其是否满足一致性指标.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 & 1/3 \\ 2 & 1 & 1/3 & 1/3 \\ 3 & 3 & 1 & 1/2 \\ 3 & 3 & 2 & 1 \end{pmatrix},$$

$$A_1 = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1 & 1 \end{pmatrix},$$

$$A_2 = \begin{pmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 & 1/5 \\ 2 & 1 & 1/3 & 1/5 \\ 3 & 3 & 2 & 1/2 \\ 5 & 5 & 2 & 1 \end{pmatrix},$$

$$A_3 = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 1/3 & 1 & 2 \\ 1/5 & 1/2 & 1 \end{pmatrix},$$

$$A_4 = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1 & 2 \\ 1/3 & 1/2 & 1 \end{pmatrix},$$

经计算,各指标权重分别为

$$W_A = (0.1036 \ 0.1464 \ 0.3107 \ 0.4393)^T,$$

$$W_{A_1} = (0.6000 \ 0.2000 \ 0.2000)^T,$$

$$W_{A_2} = (0.083\ 0\ 0.117\ 4\ 0.283\ 0\ 0.516\ 6)^T,$$

$$W_{A_3} = (0.648\ 3\ 0.229\ 7\ 0.122\ 0)^T,$$

$$W_{A_4} = (0.593\ 6\ 0.249\ 3\ 0.157\ 1)^T.$$

利用 Matlab 软件,求得 $\lambda_{A_{1max}} = 4.121\ 3$, $\lambda_{A_{1max}} = 3.000\ 0$, $\lambda_{A_{2max}} = 4.064\ 6$, $\lambda_{A_{3max}} = 3.003\ 7$, $\lambda_{A_{4max}} = 3.053\ 6$ 则

$$C_A = \lambda_{A_{max}} - nR_4 / (n-1) = 0.044\ 9,$$

$$C_{A_1} = \lambda_{A_{1max}} - nR_3 / (n-1) = 0,$$

$$C_{A_2} = \lambda_{A_{2max}} - nR_4 / (n-1) = 0.023\ 9,$$

$$C_{A_3} = \lambda_{A_{3max}} - nR_3 / (n-1) = 0.003\ 2,$$

$$C_{A_4} = \lambda_{A_{4max}} - nR_3 / (n-1) = 0.046\ 2.$$

$C_{A_1} = 0$, A_1 是完全一致性, $C_A, C_{A_2}, C_{A_3}, C_{A_4}$ 均小于 0.1, 显然 A, A_2, A_3, A_4 是满足一致性; 以上计算的权重是满足一致性指标的, 是可以被接受的.

3.2 确定模糊矩阵并进行复合运算

确定评价等级论域 $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\} = \{\text{优、良、中、及格、不及格}\}$. 以自我评价、小组评价和教师评价为评价主体, 从 13 个指标对学生进行 5 个评价等级的测试评价, 评价等级为优 95、良 85、中 75、及格 60、不及格 50. 得出以下学生学习综合评价数据如表 4 所示, 确定模糊矩阵(见表 4)

表 4 学生学习综合评价表

评价内容		模糊矩阵				
一级指标	二级指标	优	良	中	及格	不及格
学 生 学 习 评 价	学习的积极性和主动性能力	0.2	0.2	0.3	0.3	0
	课前					
	掌握学习方法能力	0.1	0.3	0.3	0.3	0
	理解能力	0.4	0.5	0.1	0	0
	课中					
	遵守纪律情况	0.6	0.2	0.2	0	0
	团队合作能力	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1
	课堂互动	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1
	知识学习能力	0.2	0.3	0.3	0.2	0
	知识汇总与归纳能力	0.2	0.3	0.3	0.2	0
	课后					
	课后知识点的拓展与实践能力	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1
	创新能力	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2
期末						
知识综合运用能力	0.2	0.3	0.3	0.2	0	
解决专业问题的能力	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1	
语言表达能力	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	

$$R_1 = \begin{pmatrix} 0.2 & 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0 \\ 0.1 & 0.3 & 0.3 & 0.3 & 0 \\ 0.4 & 0.5 & 0.1 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

$$R_2 = \begin{pmatrix} 0.6 & 0.2 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0.2 & 0.3 & 0.2 & 0.1 \\ 0.2 & 0.3 & 0.2 & 0.2 & 0.1 \\ 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0 \end{pmatrix},$$

$$R_3 = \begin{pmatrix} 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0 \\ 0.3 & 0.2 & 0.3 & 0.1 & 0.1 \\ 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.2 & 0.2 \end{pmatrix},$$

$$R_4 = \begin{pmatrix} 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0 \\ 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.1 & 0.1 \\ 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0.2 & 0.1 \end{pmatrix},$$

与权重进行复合运算, 得

$$B_1 = (0.200\ 0\ 0.200\ 0\ 0.300\ 0\ 0.300\ 0\ 0),$$

$$B_2 = (0.200\ 0\ 0.300\ 0\ 0.300\ 0\ 0.200\ 0\ 0.100\ 0),$$

$$B_3 = (0.229\ 7\ 0.300\ 0\ 0.300\ 0\ 0.200\ 0\ 0.122\ 0),$$

$$B_4 = (0.200\ 0\ 0.300\ 0\ 0.300\ 0\ 0.200\ 0\ 0.100\ 0),$$

则 $R = (B_1, B_2, B_3, B_4)^T$, $B = (0.103\ 6, 0.146\ 4, 0.310\ 7, 0.439\ 3)$, $R = (0.229\ 7, 0.300\ 0, 0.300\ 0, 0.200\ 0, 0.122\ 0)$.

最终学生学习评价结果为 $0.229\ 7 \times 95 + 0.300\ 0 \times 85 + 0.300\ 0 \times 75 + 0.200\ 0 \times 60 + 0.122\ 0 \times 50 = 87.921\ 5$, 即该学生学习最终评价为良好.

4 结束语

层次分析法的模糊综合评判模型来进行学生学习评价^[14], 利用专家的知识 and 主观经验, 采用层次分析法建立判断矩阵, 利用根法计算评价指标权

重,通过一致性来检验指标权;结合模糊综合评判法来计算学生学习的评价结果.与其他评价模型进行对比,该模型使评价的权重更符合客观实际,更精准的模拟人的综合判断推理能力,使得定性和定量相结合,克服了在评价工作中的主观随意性,同时提高了学生学习评价体系可操作性,为学生及时发现学习中存在的问题,对有效实施高校学生学习评价起着十分重要的地位,为学生的自我完善提供了一条可借鉴的途径,对中国提升高校创新性人才培养质量具有重要的意义^[15].

5 参考文献

- [1] 杨沛,陈勇,张晶.基于翻转课堂的学生学习多元评价体系研究与实践[J].黑龙江教育(高教研究与评估),2018(2):50-52.
- [2] 丁家玲,叶金华.层次分析法和模糊综合评判在教师课堂教学质量评价中的应用[J].武汉大学学报(哲学社会科学版),2003,56(2):241-245.
- [3] 王金莲,杜训友.层次分析法及其一致性检验的改进[J].江西师范大学学报(自然科学版),1997,21(4):327-332.
- [4] 杨敏,刘武.一种基于多因子算法的评价指标优化方法[J].智能计算机与应用,2013,3(2):70-73.
- [5] 张峰,胡艳连.模糊综合评判和层次分析法在高校教学评价中的应用[J].长春师范学院学报,2006,25(3):10-13.
- [6] 王金莲.用层次分析法评价学术期刊编辑素[J].江西师范大学学报(自然科学版),1998,22(1):43-47.
- [7] 霍本瑶,刘新超.模糊综合评判法[J].黄河水利职业技术学院学报,1999,11(2):26-30.
- [8] 赵春元.基于层次分析法的教学质量模糊综合评价模型及应用[J].沈阳工程学院学报(自然科学版),2011,7(2):185-189.
- [9] 邹昆仑.基于发展性评价理论的翻转课堂教学评价指标体系构建研究[J].中国成人教育,2020(15):53-55.
- [10] 范红艳,马琳惠,董希敏.互联网背景下翻转课堂模式学习评价体系的构建[J].广东化工,2020,47(24):193-194.
- [11] 邓桂萍.基于生成理念的翻转课堂学生学习评价体系构建[J].河北职业教育,2018,2(4):15-18.
- [12] 文冀中.层次分析法和模糊综合评判在高职教学质量评价体系中的应用[J].科教导刊,2013(14):129,131.
- [13] 朱世辉,杨春,李树勇,等.结合层次分析法的模糊综合评价模型及其应用[J].实验科学与技术,2006(3):42-44,71.
- [14] 伍苗苗,黄蕙欢,马北河,等.基于学生学习评价的国内翻转课堂研究述评[J].中国教育信息化,2017(18):1-4.
- [15] 张凤然,马全铭.层次分析法与模糊综合评判法在评价教师课堂教学质量中的应用[J].高师理科学刊,2013,33(6):18-20.

The Fuzz Comprehensive Evaluation Model of Student Learning Based on AHP

ZHOU Li

(School of software, East China JiaoTong University, Nanchang Jiangxi 330013, China)

Abstract: The analytic hierarchy process is combined with fuzzy comprehensive evaluation to build a fuzzy comprehensive evaluation model for students' learning evaluation, and an application example is given. The evaluation matrix is constructed to calculate the weight of each factor in the index system, and then the fuzzy comprehensive evaluation is used to objectively evaluate the students' learning. To a certain extent, it reduces the subjectivity in the evaluation, improves the scientificity, accuracy and operability of the evaluation.

Key words: AHP; student evaluation; fuzzy comprehensive evaluation

(责任编辑:冉小晓)