

基于层次分析法和模糊综合评价机制的 大学生在线自主学习效果评价

张艳 朱杰 车冬娟

(北华航天工业学院 计算机学院 河北廊坊 065000)

摘要: 分析目前大学生线上自主学习的现状, 针对线上学习评价问题提出了基于层次分析法-模糊综合评价机制的大学生在线学习效果评价模型, 通过层级分析法得到各层评价指标的权重, 通过模糊评价方法得到大学生线上自主学习的评价结果。本文提出的评价方法能够对学生的在线学习进行更加合理、科学、客观的评价, 且对教师线上教学及指导工作的提高有重要的保障作用。

关键词: 层次分析法, 模糊综合评价, 在线自主学习, 判定指标

中图分类号: G642.3 文献标识码: A

Evaluation of online autonomous learning effect of college students based on AHP-FCE mechanism

ZHANG Yan ZHU Jie CHE Dong-juan

(School of Computing, North China Institute of Aerospace Engineering, Lang fang 065000, China)

Abstract: This paper analyzes the current situation of college students' online autonomous learning, and puts forward an evaluation model of college students' online learning effect based on AHP fuzzy comprehensive evaluation mechanism for online learning evaluation. The weights of evaluation indicators at all levels are obtained through AHP, and the evaluation results of college students' online autonomous learning are obtained through fuzzy evaluation method. The evaluation method proposed in this paper can make a more reasonable, scientific and objective evaluation of students' online learning, and plays an important role in ensuring the improvement of teachers' online teaching and guidance.

Key words: Analytic Hierarchy Process, Fuzzy Comprehensive Evaluation, Online Autonomous learning, Judgment Index

1 前言

1979年美国 Henry Holec 最早研究和倡导自主性学习, 他把“自主学习”定义为“提升自我学习的能力”, 强调人本身的情感和需要及学科教育研究对象和方法的转变^[1-2]。自主学习能力的培养是信息技术发展的客观需求, 尤其是 2020 年新冠肺炎疫情以来, 线上教学已成为师生的必备品。线上教学加速了“互联网+”教育的发展, 也对学生的自主学习能力提出了更高的要求。教师在云端这种非面对面进行教授和指导的状况, 使学生不得不提高自主学习和自我监督的能力。在自主学习过程中, 自我评价有着十分重要的意义, 能够衡量教师线上教学水平和学生学习成效。而在线学习效果评价不能单单只靠最后的试卷成绩判定, 需要综合学生掌握知识的程度及状态。针对这个问题, 本文引入层次分析法-模糊综合评价方法, 建立针对学生在线自主学习效果评价的评价模型, 为促进学生线上自主学习提供合理、科学、客观的评价方法。

2 理论基础

2.1 层次分析法

层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, 简称 AHP) 是美国运筹学家 Saaty 于 20 世纪 70 年代初提出的一种层次权重决策分析方法, 将与决策有关的元素分解成 3 个层次即目标层、准则层、方案层, 在此基础上进行定性和定量分析的决策方法, 可以把复杂问题中的各种因素进行条理化。

AHP 方法主要步骤如下:

(1) 设 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}$ 是全部指标的集合, 经问卷调查及专家打分各一级指标两两比较确定的各个指标的相对重要性。

(2) 对特征向量 U_i 进行归一化, 并求得特征向量的平均权重 W_i 。

(3) 采用一致性检验方法, 判断求出的指标权重是否具有科学性。

① 计算判断矩阵的最大特征值: $\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{[AW]_i}{nW_i}$, A 是归一化之前的特征向量, W 是判断矩阵归一化后的特征向量;

② 计算一致性比例: $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$;

③ 计算随机一致性比率: $CR = \frac{CI}{RI}$, RI 为平均随机一致性指标检验临界值, 具体值参见文献[3]。

2.2 模糊综合评价

在采用层次分析方法确定各指标权重后, 输入不同主体对各级指标的评价等级, 采用模糊综合评价方法得出学生在线自主学习评定成绩。模糊综合评价法 (Fuzzy Synthetic Methods, 简称 FCE) 是一种基于模糊数学的综合评定方法。该方法根据模糊数学^[4]的隶属度理论将定性评价转化为定量的评价, 即用模糊数学对具有多种因素条件或者制约的事物做出一个总体的判定或者评价^[5], 具体步骤如下:

(1) 确定评定指标集 U , $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$, u_i 表示一级评价指标的 i 个因素。

$$u_i = \{u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{ij}, \dots, u_{ik}\}, u_i = \{u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{ij}, \dots, u_{ik}\}, i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, k, u_{ij}$$

表示一级评价指标的 i 各因素下的第二级评价指标的 j 个因素。

(2) 设定判定集 V , $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$, 如可以用通用的五级指标来衡量即很好、好、中、差、很差表示, 那么 $n=5$ 。

(3) 评价指标集 U 指标 u_i 的权重集 A , $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$, $\sum_{i=1}^m a_i = 1$, 即一级各评价指标的权重和为 1;

$$a_i = \{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{ik}\}, a_i = \{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{ik}\}, i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, k; \sum_{j=1}^k a_{ij} = 1$$

表示在一级 i 个评价指标下隶属的二级评价指标权重和为 1。

这里的权重使用节 2.1 中层次分析法得到的权重。

(4) 判定集 V 权重集 B , $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$, $\sum_{i=1}^n b_i = 1$, 这

个表示判定集的权重。

(5) 模糊关系 R : $R \in F(U \times V)$, 这里 R 代表一个模糊矩阵 R ,

我们称之为评判矩阵。

$$R = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \dots \\ R_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

R 的阵元 r_{ij} 表示根据因素 u_{ij} 作出判定 v_j 的可能性程度。

$\{r_{11}, r_{12}, \dots, r_{1n}\}$ 表示因素 u_1 的评判结果, $\sum_{j=1}^n r_{ij} = 1$ 。

(6) 综合评判结果 Q,

$$\text{设 } G = A \bullet R = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{bmatrix} \bullet \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

$$Q = \{a_1, a_2, \dots, a_m\} \bullet G。$$

(7) 确定隶属关系: 采取最大隶属度原则进行学生自主学习效果判定。

3 基于层次分析法和模糊综合评价机制的大学生在线自主学习效果评价

3.1 案例分析

自主学习的评价因素大部分是定性的, 一级指标包括: 学习状态、学习主动性、学习持续性、学习能力, 二级指标是对应一级指标的结构层次分类, 用通用的五级指标来衡量即优、良、中、差、很差, 如表 1 所示。

表 1 线上自主学习评价指标体系

一级指标	二级指标	自主学习能力判定				
		优	良	中	差	很差
与教师互动 (U1)	课上 (U11)	√				
	课下 (U12)			√		
学习主动性 (U2)	课前预习 U21		√			
	课后复习 U22		√			
	主动寻求问题答案的主动性 (如上网, U23)			√		
	请教 U24			√		
学习持续性 (U3)	听课持续性 U31				√	
	作业的跟进 U32			√		
	实验的跟进 U33		√			
解决问题的能力 (U4)	解决社会实际问题 U41			√		
	解决课后作业、实验等的能力 U42		√			
堂堂清 (U5)	作业清 U51			√		
	实验清 U52		√			
	课堂存在的疑问清 U53				√	

根据节 2.1 得到各指标的权重 W 及 CR, 如表 2 所示, 其中 CR ≤ 0.1, 满足一致性标准, 说明各指标分配的值合理。

表 2 一级指标判断矩阵及权重

一级指标	U1	U2	U3	U4	U5	W	一致性检验 $\lambda_{max}=5.1038$ CI=0.0260 RI=1.12 CR=0.0232
U1	1.00	0.50	0.33	0.17	0.25	0.06	
U2	2.00	1.00	0.50	0.25	0.33	0.09	
U3	3.00	2.00	1.00	0.33	0.50	0.15	
U4	8.00	4.00	3.00	1.00	2.00	0.44	
U5	4.00	3.00	2.00	0.50	1.00	0.25	

类似的, 二级指标也要进行层次分析求权重, 并进行一致性检验, 最后如表 3 所示。

表 3 线上自主学习评价指标体系权重

一级指标	二级指标	W (权重)
U1	U11	0.6667
	U12	0.3333
U2	U21	0.1086
	U22	0.0766
	U23	0.3600
	U24	0.4548

U3	U31	0.5390
	U32	0.1638
	U33	0.2973
U4	U41	0.8571
	U42	0.1429
U5	U51	0.1696
	U52	0.4021
	U53	0.4283

3.2 基于模糊综合评价模型的大学生在线自主学习效果评价
由表 1 可知, 评价指标结构层次为二级, 一级评定指标分了五级, 因此:

$$U = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5\}$$

根据 2.1 节, 一级评定指标权重系数为 $A = \{0.06, 0.09, 0.15, 0.44, 0.25\}$, 对应的二级评价指标系数分别为:

$$\begin{aligned} a_1 &= \{0.6667, 0.3333\}, & a_2 &= \{0.1086, 0.0766, 0.3600, 0.4548\}, \\ a_3 &= \{0.5390, 0.1638, 0.2973\}, & a_4 &= \{0.8571, 0.1429\}, \\ a_5 &= \{0.1696, 0.4021, 0.4283\} \end{aligned}$$

假设判定集用五级判定指标来衡量, $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$, 设判定集权重系数均相等, 即 $B = \{0.2, 0.2, 0.2, 0.2, 0.2\}$, 那么:

$$G1 = A1 \bullet R1 = [0.6667 \ 0.3333] \bullet \begin{bmatrix} 0.2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.2 & 0 & 0 \end{bmatrix} = [0.1333 \ 0 \ 0.0667 \ 0 \ 0]$$

类似的,

$$G2 = A2 \bullet R2 = [0 \ 0.0370 \ 0.1630 \ 0 \ 0]$$

$$G3 = A3 \bullet R3 = [0 \ 0.0595 \ 0.0328 \ 0.1078 \ 0]$$

$$G4 = A4 \bullet R4 = [0 \ 0.0286 \ 0.1714 \ 0 \ 0]$$

$$G5 = A5 \bullet R5 = [0 \ 0.0804 \ 0.0339 \ 0.0857 \ 0]$$

那么,

$$Q = \{a_1, a_2, \dots, a_m\} \bullet G = [0.0080 \ 0.0449 \ 0.1075 \ 0.0376 \ 0]$$

按最大隶属度原则, 第三个元素值 0.1075 最高, 对应五级评价中的“中”, 因此这个同学自主学习效果评价为中等, 需要进一步加强学习自主性的培养。

4 结语

本文针对目前大学生在线自主学习现状, 结合层次分析法及模糊数学中的模糊综合评价机制提出了针对大学生自主学习效果评价的 AHP-FCE 评价模型, 较好地解决了学生针对自己的学习状况自我评价的难题, 能够使学生认识到自己的学习效果。下一步本文将根据问卷调查等方式优化评价指标, 做到评价结果更科学。

参考文献:

[1]Holec, H..Autonomy in Foreign Language Learning [M].Oxford: Pergamon. (Reprint; first published 1979, Stras Bourg: Council of Europe.), 1981.
 [2]刘雪丽, 刘彤彤, 网络环境下应用型本科院校大学生自主学习能力的培养研究, 北华航天工业学院学报[J], 2017.2 (27): 57-60.
 [3]洪志国, 李焱, 范植华等. 层次分析法中高阶平均随机一致性指标 (RI) 的计算[J]. 计算机工程与应用, 2002, (012): 45-47-150.
 [4]张丽娟, 李舟军, 陈火旺. 基于模糊综合评判的分类模型及其应用[J]. 计算机工程与科学, 2005 (01): 74-76.
 [5]江健生, 吴洋, 陈飞, 钱坤. 层次分析法和模糊综合评判法在研究生学业评价中的应用[J]. 商丘师范学院学报, 2020, 36 (12): 12-17.
 基金项目: 北华航天工业学院研究生课程建设和教育教学研究项目 (YJY-2022-07, YJY-2022-01); 北华航天工业学院本科教学研究与改革项目 (JY-2022-62, JY-2022-29); 河北省高等教育教学改革研究与实践项目 (2021GJJG371); 全国高等院校计算机基础教育研究会课题 (2022-AFCEC-005)
 作者简介: 张艳 (1979-), 女 (汉族), 博士, 副教授, 河北衡水人, 研究方向: 图像处理, 大数据与人工智能。