

基于集对分析的学生综合评估及发展趋势预测

王万军

(甘肃联合大学数学与信息科学学院,甘肃 兰州 730000)

摘要:在集对分析理论的基础上,提出了基于集对分析的学生综合评估及发展趋势预测方法.该方法避免了学生综合评估中的不确定因素的影响,同时通过该方法为学生综合发展趋势预测分析提供了科学理论依据.

关键词:集对分析理论;学生综合评估;预测;应用

中图分类号:TP18;O159

文献标识码:A

0 引言

学生综合评估是对学生在校学习过程中进行的德、智、体、美、劳等各项指标进行的一项综合评价,它是教学活动中的一个重要环节,对开展正常的学校教学活动有着非常重要的意义.但由于不同学生的民族、年龄、身体、受教育情况等差异较大,要客观准确地进行学生综合素质评价有一定的难度.在实际评价中常常包含一些主观人为因素和不确定随机因素的干扰,使得对学生综合素质评价往往出现失真情况或决策失误,造成学生将来发展的不必要损失.学生综合评估与预测的文献主要有模糊数学法、灰色评估法、AHP法、属性评价、BP神经网络预测方法等^[1].这些方法在一定程度上可以克服部分人为因素或不确定随机因素的影响,但仍然存在一些缺陷和不足.鉴于此,本文提出了应用集对分析的学生综合评估和趋势发展预测方法,该方法以定量分析的客观、准确描述了不确定问题中的随机不确定因素对评估的影响,为解决类似问题提供了相关理论依据和思路.

1 集对分析理论

集对分析理论^[2](Connection Number)是我国学者赵克勤于1989年提出的一种关于确定不确定系统同异反定量分析的系统分析方法.其思想是把确定不确定视为一个系统,从事物之间联系与转化的同一度(同)、差异度(异)和对立度(反)三个方面对事物某一特性的联系定性分类和定量刻画,并通过联系数找出事物之间的联系与转化.集对实际上是具有一定联系的两个集合所

组成的对子,其联系定量刻画用如式(1)的联系度表达式来表示.

$$\mu = a + bi + cj \quad (1)$$

称式(1)为三元联系数表达式或同异反联系数表达式,其中 $a, b, c \in [0, 1]$, a 为同一度, b 为差异度, c 为对立度, i 表示差异度的系数,规定其值取 $[-1, 1]$ 之间视不同情况而定; j 表示对立度的系数,规定其值取 -1 ,有时视情况可作为表达式的标志,并且 a, b, c 满足归一化条件, $a + b + c = 1$.在联系度表达式(1)中, a, c 是相对确定的,而 b 是相对不确定的,这是对确定与不确定性的定量描述.但由于客观现实中人们对事物认识表现出的不完备与不全面性,从而造成了对客观现象人们认识时的主观性和模糊性而造成的不确定性.因此用集对分析思想解决不确定性问题是可行的有效方法.但同时由于 a, c 是相对确定的,而刻画是主体对客体的认识和表现,是信息处理的一种基本方式,它为主体所提供的信息的数量和价值必然与主体对信息接受、处理、利用的能力有关.它常常因人而异,带有不确定性和相对性,因此 a, b 虽然是相对确定的,但它仍然具有不确定性.有时根据实际需要进一步将三元联系数表达式或同异反联系数表达式(1)简化为如(2)~(4)的二元联系数表达式.

$$u = a + bi \quad (2)$$

$$u = bi + cj \quad (3)$$

$$u = a + cj \quad (4)$$

称式(2)(3)(4)分别为同异联系数、异反联系数和同反联系数表达式,它是式(1)的特殊表示形式.

2 集对分析对学生综合评估及发展趋势的预测

2.1 集对分析的学生综合评估

学生综合评估^[3-9]主要有定性和定量两种评估方法.定性方法一般是评估者在评估对象的经验、印象等基础上用语言表达方法描述学生的综合情况,通常可以采用等级判断法,等级判断法一般用相对模糊的语言表达.常见的有二、三、四、五几种等级判断形式.本文采用常见的四等级评定法:优、良、中、差进行.而定量评价是将评价的对象进行数量、定量分析得到的评价结果,这种评价方法目前相对成熟^[1].但在现实中,经常要将学生成绩进行定性和定量评估结合,只有将定性和定量有机结合起来,才能对学生的综合评估作出相对公平和合理的结论.本文就是在此基础给出了一种定量和定性相结合的综合评估方法.具体计算步骤和过程如下.

第1步:建立待评学生定性与定量评估标准.

根据学生实际情况可以定义为:优 $\in[90, 100]$;良 $\in[80, 90]$;中 $\in[60, 80]$;差 $\in[0, 60]$.如成绩处于临界分数时,将其定义在前后等级扩展后形成的新区间值上来处理,比如80分为临界值,可以按 $[60, 80]$ 和 $[80, 90]$ 形成的新区间值 $[60, 90]$ 上进行处理.

第2步:将定性等级评判转化为定量集对分析联系数表示形式.

将实际区间值转化为 $[0, 1]$ 区间值 $[a^-, a^+]$,由于区间值 $[a^-, a^+]$,可表示为误差分布形式^[3],即:

区间值 $[a^-, a^+] = (a^+ + a^-)/2 \pm (a^+ - a^-)/2$,其中 $(a^+ + a^-)/2$ 称为区间中间值, $(a^+ - a^-)/2$ 称为最大误差估计值.如果令 $a = (a^+ + a^-)/2$, $c = (a^+ - a^-)/2$,此时将区间值 $[a^-, a^+]$ 转化为同异联系数的表示形式,即:

$$[a^-, a^+] = a + ci = \frac{a^+ + a^-}{2} + \frac{a^+ - a^-}{2}i, \text{ 其中 } i \in [-1, 1]. \quad (5)$$

利用式(5)可以将定性评估等级转化为对应的定量集对分析联系数的表示形式,如表1所示.

表1 定性评估转化对应的联系数表示

Table 1 Connection number representation for qualitative evaluation transforming

| 定性评估等级 | 定义范围 | 集对联系数的定量表示 |
|--------|-------------|----------------------|
| 优 | $[90, 100]$ | $\mu - 0.95 + 0.05i$ |
| 良 | $[80, 90]$ | $\mu - 0.85 + 0.05i$ |
| 中 | $[60, 80]$ | $\mu - 0.70 + 0.10i$ |
| 差 | $[0, 60]$ | $\mu - 0.30 + 0.30i$ |

第3步:将定量分数转化为对应的集对联系数表示形式.

对于定量的某分数 x ,确定其所在定性评估对应的定义范围 $[x_1, x_2]$,在联系数 $u = a + bi$ 中,取 $a = (x - x_1)/(x_2 - x_1)$, $b = (x_2 - x)/(x_2 - x_1)$ 进行转化.比如分数73,在定性评估等级中为中,对应的定义范围为 $[60, 80]$,因此分数73对应的集对联系数为 $u = 0.65 + 0.35i$.

第4步:利用第2、3步方法将学生综合评估中各定性定量指标转化为对应联系数矩阵 R .

第5步:计算联系数矩阵 R 中各指标向量的平均联系数 \bar{u}_i 构成的平均联系数 \bar{R} .

第6步:确定学生综合评估中各指标的权值系数向量 w .

学生综合评价指标的各权值系数向量 w 的计算方法很多,常见的有专家打分法、AHP法、理想点方法、赋权、模糊数学方法等^[1],当然也有直接给出的权系数向量.

第7步:计算带权综合联系数矩阵 P , P 的计算为: $P = w\bar{R}$. (6)

根据联系数矩阵 P 中同一度分量 a 值的大小进行排序或择优, a 分量的值越大越优, a 分量的值越小越劣.

2.2 学生综合发展趋势预测

在计算出不同学生的综合联系数矩阵 P 后,由 $\bar{u} = a + bi$ 可以预测学生综合发展趋势的情况.从 $\bar{u} = a + bi$ 上可知学生全部掌握的能力程度为 a ;不能确定是否掌握的能力程度为 b ;在最好情况下掌握的能力程度为 $(a + b)$;在最坏情况下掌握的能力程度为 $(a - b)$;根据如上的信息可以预测不同学生学习或发展趋势的变化情况.

3 应用示例

现有5名学生在某学期期末考试的7门课程成绩,成绩的原始数据见表2,就此对5名学生进行综合评估及发展趋势预测.

表2 5名学生成绩的原始数据

Table 2 Original data for 5 students of result

| 学生 | 语文 | 数学 | 物理 | 外语 | 化学 | 体育 | 劳动 |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| 学生1 | 72 | 65 | 73 | 66 | 76 | 优 | 良 |
| 学生2 | 78 | 80 | 84 | 75 | 72 | 中 | 良 |
| 学生3 | 77 | 65 | 80 | 72 | 68 | 良 | 中 |
| 学生4 | 82 | 76 | 78 | 66 | 74 | 中 | 中 |
| 学生5 | 72 | 86 | 80 | 73 | 82 | 差 | 中 |

将表2中的定性与定量成绩,转化为对应的集对联系数矩阵 R 为:

$$R = \begin{bmatrix} 0.6+0.4i & 0.25+0.75i & 0.65+0.35i & 0.3+0.7i & 0.8+0.2i & 0.95+0.05i & 0.85+0.05i \\ 0.9+0.1i & 0.67+0.33i & 0.4+0.6i & 0.75+0.25i & 0.6+0.4i & 0.7+0.1i & 0.85+0.05i \\ 0.85+0.15i & 0.25+0.75i & 0.67+0.33i & 0.6+0.4i & 0.4+0.6i & 0.85+0.05i & 0.7+0.1i \\ 0.2+0.8i & 0.8+0.2i & 0.9+0.1i & 0.3+0.7i & 0.7+0.3i & 0.7+0.1i & 0.7+0.1i \\ 0.6+0.4i & 0.6+0.4i & 0.67+0.33i & 0.65+0.35i & 0.2+0.8i & 0.3+0.3i & 0.7+0.1i \end{bmatrix}$$

取各门成绩的权值 w 均为 $1/7$, 经计算带权综合联系数矩阵 P 为:

$$P = [0.629+0.357i \quad 0.696+0.261i \quad 0.617+0.340i \quad 0.614+0.329i \quad 0.531+0.383i]'$$

从而 5 名学生的综合评估按综合联系数矩阵 P 中各同一度量 a 值的大小排序为:

学生 2 > 学生 1 > 学生 3 > 学生 4 > 学生 5.

对学生 1 而言, 其成绩综合联系数为 $u_1 = 0.629+0.357i$, 该学生课程全部掌握的能力程度为 62.9%, 不能确定是否掌握的能力程度为 35.7%, 由于 $i \in [-1, 1]$, 因此该学生最好情况下能达到的掌握程度为 98.6%, 最坏情况下能达到的掌握程度为 27.2%, 如按百分制成绩计算, 学生 1 的成绩范围为 $[27.2, 98.6]$, 即: 其预测最高成绩上限不超过 99 分, 最低下限不低于 27 分. 当然这只是从学生 1 的 7 门成绩信息得到的相关理论预测信息, 其它学生情况类似, 至于最终结果还要靠学生自己努力才能达到.

4 结 语

本文利用集对分析理论, 提出了一种新的学生综合评估和趋势发展预测方法, 该方法以定量分析的客观、准确描述了不确定问题中的随机不确定因素对评估的影响, 相对减少了人为因素的

影响和干扰, 提高了评价结果的客观性、真实性和准确性, 并克服了传统方法中定性与定量无法比较大小的缺陷和不足, 为解决类似问题提供了相关理论依据和思路.

参考文献:

- [1] 叶义成, 柯丽华, 黄德育. 系统综合评价技术及其应用 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2006: 76-237.
- [2] 赵克勤. 集对分析及其初步应用 [M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2000: 8-90.
- [3] 汪新凡. 基于联系数的区间数多属性决策方法研究 [J]. 西安理工大学学报, 2007, 23(1): 102-105.
- [4] 王万军. 多元联系数集对模型及其评价应用 [J]. 甘肃联合大学学报(自然版), 2007, 21(4): 76-78.
- [5] 王万军. 基于同异反区间数排序及其应用 [J]. 洛阳师范学院学报, 2007, 26(1): 26-29.
- [6] 王万军. 基于联系数的区间数及其排序 [A]. 中国人工智能进展 2007 论文集 [C]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2007: 45-47.
- [7] 王万军. 基于模糊语言的多属性联系数决策方法 [J]. 数学的实践与认识, 2008, 38(21): 54-56.
- [8] 陆纯宇, 陆云. 基于模糊理论的电大学生综合素质评价 [J]. 江苏广播电视大学学报, 2006, 17(6): 51-53.
- [9] 罗晓芳. 基于模糊评价的学生综合素质挖掘方法 [J]. 南昌大学学报(理科版), 2006, 30(6): 13-15.

The application of students comprehensive evaluation and forecasting based on set pair analysis

WANG Wan-jun

(Mathematics and Information College, Gansu Lianhe University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: On the basis of set pair analysis theory, the student comprehensive evaluation and developing trend forecasting method based on set pair analysis is put forward. This method avoids the indefinite factors' effect on students comprehensive evaluation, thus it provides scientific basis for the forecasting analysis of developing trend of students' comprehensive evaluation.

Key words: set pair analysis theory; students comprehensive evaluation; forecasting; application

本文编辑: 萧 宁