

doi:10.16104/j.issn.1673-1891.2022.01.023

基于直觉梯形模糊 TOPSIS 的师范生信息化教学能力评价

李 骏

(闽江师范高等专科学校初等教育系,福建 福州 350108)

摘 要:开展师范生信息化教学能力的评价活动是教育信息化 2.0 时代的重要任务。为了处理具有模糊评价信息的多属性群决策问题,首先通过文献分析和教学实践,建立评价指标体系;其次将定性评价信息转化为直觉梯形模糊数,并根据其与群体评价均值的相近程度确定各专家评语的权重;再以标准化后的直觉梯形模糊权重的期望作为各指标权重,由此形成综合决策信息,并基于 TOPSIS 方法进行排序分析;最后通过实例验证了该模型的有效性,对推动师范生信息化教学能力的评价改革具有实践意义。

关键词:师范生;信息化教学能力;直觉梯形模糊数;TOPSIS 法;多属性群决策

中图分类号:G652;G434 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2022)01-0124-05

Comprehensive Evaluation of Normal Students' ICT Teaching Competency Based on Trapezoidal Intuitionistic Fuzzy TOPSIS Method

LI Jun

(Department of Primary Education, Minjiang Teachers College, Fuzhou, Fujian 350108, China)

Abstract: Carrying out evaluations of normal students' ICT teaching competency is an important task in the era of education informatization 2.0. Firstly, in order to deal with the multi-attribute and group decision-making problem with fuzzy evaluation information, the evaluation index system was established through literature analysis and teaching practice. Secondly, the qualitative evaluation information was transformed into intuitionistic trapezoidal fuzzy data, and the weight of each expert evaluation was determined according to its approximation to the mean value of group evaluation. Then, the normalized expectation of intuitionistic trapezoidal fuzzy weight was used as the weight of each index, thus forming the comprehensive decision information and the ranking analysis based on TOPSIS method. Finally, an example was used to verify the effectiveness of the model, which has practical significance in promoting the evaluation reform of the ICT teaching competency of normal students.

Keywords: normal students; ICT teaching competency; trapezoidal intuitionistic fuzzy numbers; TOPSIS; multi-attribute group decision making

0 引言

信息化教学能力是师范生在教育信息化 2.0 时代开展教学所必需的实践能力。根据 2021 年教育部办公厅印发的《中学教育专业师范生教师职业能力标准(试行)》等文件的要求,师范生应主动适应信息化等新技术变革、学会利用信息技术资源进行教学设计和课程教学^[1]。为实现这一目标,师范院校应在人才培养的过程中加强对其信息化教学能力的测评,从源头上推进教师专业发展。目前,国

内外学者对师范生信息化教学能力评价的研究大多关注于评价行为的实现路径和评价指标体系的建立。闫寒冰等^[2]基于师范生“学生”和“未来教师”的双重角色,开发了师范生信息技术应用能力自评工具;周效章^[3]梳理分析了师范生信息化教学能力课程建设与实践现状,建立了包括诊断性评价、过程性评价、总结性评价 3 部分内容的教学评价体系;王巍等^[4]注意到师范生基于真实场景的教学实践经验不足的特点,提出基于能力评估和证据导向的微认证机制;刘丽等^[5]以发展学生的智慧为目

收稿日期:2021-10-06

基金项目:福建省教育科学“十三五”规划 2020 年度课题(FJJKCG20-218)。

作者简介:李骏(1986—),男,江西景德镇人,讲师,硕士,研究方向:数值计算、数学建模等。

标,提出了动态多元的评价策略。这些研究为师范生信息化教学能力的评价提供了理论基础和操作指南,但仍有一些不足:(1)现有体系中定性指标的评价多依赖专家教师的主观判断或学习小组内的互评,但由于各人的专业背景和专业水平不同,容易造成评价等级的混淆;(2)缺乏将定性指标量化的评价模型,仅仅以描述性的统计量代替评价结果;(3)现有研究多分别考虑单一属性的评价信息,鲜有对信息化教学能力进行综合考量。鉴于此,本文在构建表征师范生信息化教学能力的多属性综合评价指标体系的基础上,提出基于直觉梯形模糊数和理想解的评价模型,将其转化为一个多属性群决策问题;并充分考虑不同领域专家对单个指标的主观模糊评判,根据评价信息确定专家对各评价指标的权重,对师范生展开实例研究,以期推动对师范生信息化教学能力的合理诊断和针对性培养。

1 评价指标体系

本文在综合考虑课堂教学实践全过程的基础上,选取了 3 个一级指标、9 个二级指标,构建了师范生信息化教学能力评价指标体系(表 1)。

表 1 师范生信息化教学能力评价指标体系

一级指标	二级指标	符号
资源准备	数字教育资源的设计与制作	X_1
	数字教育资源的评估与优化	X_2
	数字教育资源的管理与整合	X_3
过程设计	信息化教学模式选择	X_4
	信息化教学活动设计	X_5
	信息化教学评价设计	X_6
教学实践	信息化课堂组织与管理	X_7
	信息化课堂反思与改进	X_8
	信息化课堂实施与创新	X_9

对于一级指标“资源准备”:师范生应掌握信息化教学设备、软件、平台及其他新技术的操作,可以将特定的教学内容通过数字教育资源有效地呈现出来,辅助课堂教学过程,完成特定的教学任务,实现教学目标。同时还需知道不同类型的数字资源在为学生提供学习机会和个性化学习体验方面的作用,以便合理选择与整合信息技术资源。基于上述分析,总结“资源准备”的评价内容,主要包括数字教育资源的设计与制作、评估与优化、管理与整合。

对于一级指标“过程设计”:师范生应融合信息技术和数字资源,将其作为内容、方法与手段,分析学生学情,设计学习活动。并选择适当的资源和教学方法,合理安排教学过程和环节,设计评价方法,促进教学过程整体优化,能有效解决教育教学的难点。基于此,总结“过程设计”的评价内容,主要包括信息化教学模式选择、活动设计、评价设计。

对于一级指标“教学实践”:师范生应在相应的教学情境中,合理地利用信息技术调控教学进程,调整教学行为,维持良好的教学氛围,组织好教学活动,形成动态化的学习管理。基于此,总结“教学实践”的评价内容,主要包括信息化课堂组织与管理、反思与改进、实施与创新。

2 基于直觉梯形模糊 TOPSIS 的评价模型

由于专家评价多为定性的等级评价,所以单纯用精确数字来衡量等级结果往往具有很大的局限性。同时,师范生的教学能力需要多元主体的共同评价,比如涉及高校教师以及中小学一线教师,他们关注的侧重点也不尽相同;此外,在学生的自评中,也可能会因为学生对自身水平的认识存在偏差,而给出不一致的等级结果。考虑到这种评价信息的模糊性,于是引入直觉梯形模糊数来进行数据处理。

直觉梯形模糊数作为直觉模糊集概念^[6]的一类重要拓展,被广泛地运用于多个领域。它通过把离散的模糊集扩展到连续的集合,可以较好地处理不同量纲间的决策信息^[7];同时,也更善于刻画模糊的本质,有效减少决策信息的损失,进而利用直觉梯形模糊数的期望值、得分函数等性质^[8-10],就能有效地进行多属性决策问题^[11-12]。

2.1 直觉梯形模糊数的运算法则

定义 1^[7]: 设 $\tilde{A} = \langle (a_1, b_1, c_1, d_1), (a_2, b_2, c_2, d_2) \rangle$ 是一个标准的直觉梯形模糊数, 则其隶属度函数 $\mu_{\tilde{A}}(x)$ 和非隶属度函数 $\nu_{\tilde{A}}(x)$ 可分别定义为:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{b_1 - a_1}, & a_1 \leq x \leq b_1 \\ 1, & b_1 \leq x \leq c_1 \\ \frac{d_1 - x}{d_1 - c_1}, & c_1 \leq x \leq d_1 \\ 0, & x > d_1 \end{cases} \quad (1)$$

$$\nu_{\bar{A}}(x) = \begin{cases} 1, & x < a_2 \\ \frac{b_2 - x}{b_2 - a_2}, & a_2 \leq x \leq b_2 \\ 0, & b_2 \leq x \leq c_2 \\ \frac{x - c_2}{d_2 - c_2}, & c_2 \leq x \leq d_2 \\ 1, & x > d_2 \end{cases} \quad (2)$$

定义 2^[8]: 设 $\bar{A}_i = \langle (a_{i1}, b_{i1}, c_{i1}, d_{i1}), (a_{i2}, b_{i2}, c_{i2}, d_{i2}) \rangle (i=1, 2)$ 是 2 个直觉梯形模糊数, 则

$$\bar{A}_1 \oplus \bar{A}_2 = \langle (a_{11}+a_{21}, b_{11}+b_{21}, c_{11}+c_{21}, d_{11}+d_{21}), (a_{12}+a_{22}, b_{12}+b_{22}, c_{12}+c_{22}, d_{12}+d_{22}) \rangle \quad (3)$$

$$\lambda \bar{A}_i = \langle (\lambda a_{i1}, \lambda b_{i1}, \lambda c_{i1}, \lambda d_{i1}), (\lambda a_{i2}, \lambda b_{i2}, \lambda c_{i2}, \lambda d_{i2}) \rangle \quad (4)$$

定义 3^[8]: 设 $\bar{A}_i = \langle (a_{i1}, b_{i1}, c_{i1}, d_{i1}), (a_{i2}, b_{i2}, c_{i2}, d_{i2}) \rangle (i=1, 2)$ 是 2 个直觉梯形模糊数, 则它们之间的距离为:

$$D(\bar{A}_1, \bar{A}_2) = \left(\frac{1}{12} ((a_{11}-a_{21})^2 + (b_{11}-b_{21})^2 + (c_{11}-c_{21})^2 + (d_{11}-d_{21})^2 + (a_{12}-a_{22})^2 + (b_{12}-b_{22})^2 + (c_{12}-c_{22})^2 + (d_{12}-d_{22})^2 + (a_{11}-a_{21})(b_{11}-b_{21}) + (c_{11}-c_{21})(d_{11}-d_{21}) + (a_{12}-a_{22})(b_{12}-b_{22}) + (c_{12}-c_{22})(d_{12}-d_{22})) \right)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

定理^[9]: 设 $\bar{A} = \langle (a_1, b_1, c_1, d_1), (a_2, b_2, c_2, d_2) \rangle$ 是一个直觉梯形模糊数, 则它的期望值为:

$$E(\bar{A}) = \frac{1}{8} \left(\sum_{i=1}^2 a_i + \sum_{i=1}^2 b_i + \sum_{i=1}^2 c_i + \sum_{i=1}^2 d_i \right) \quad (6)$$

2.2 直觉梯形模糊 TOPSIS 评价方法

对于信息化教学能力评价这样一个多属性群决策问题, 设 m 个待评价对象构成的集合为 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_m\}$, n 项评价指标构成的集合为 $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, l 名进行评价的专家构成的集合为 $G = \{G_1, G_2, \dots, G_l\}$ 。评价专家 G_k 以直觉梯形模糊数对待评价对象 U_i 在指标 X_j 上给出的评估值为 $r_{ij}^{(k)}$, 则各位专家的模糊评价矩阵分别为 $R^{(k)} = (r_{ij}^{(k)})_{m \times n} (k = 1, 2, \dots, l)$ 。

STEP 1: 根据专家的模糊评价矩阵, 计算群体对每个待评价对象 U_i 在各指标 X_j 上的评估均值信息, 即 $r_{ij}' = \frac{1}{l} \left(\bigoplus_{k=1}^l r_{ij}^{(k)} \right)$ 。

STEP 2: 计算专家权重。根据专家的评价信息偏离群体评估均值的程度, 来确定其对各个指标的权重。即若专家的评价信息与群体评估均值的偏离程度越小, 则说明该专家的评价可信度较高, 应

赋予其较大的权重; 反之, 则应赋予其较小的权重。

由此, 先计算专家的评价信息与群体评估均值的偏离程度:

$$DIF(r_{ij}^{(k)}, r_{ij}') = \frac{D(r_{ij}^{(k)}, r_{ij}')}{\sum_{k=1}^l D(r_{ij}^{(k)}, r_{ij}')}$$

相应地, 专家的评价信息与群体评估均值的相近程度为:

$$F(r_{ij}^{(k)}, r_{ij}') = 1 - DIF(r_{ij}^{(k)}, r_{ij}')。$$

于是, 评价专家 G_k 对待评价对象 U_i 在指标 X_j 上的权重值为: $w_{ij}^{(k)} = \frac{F(r_{ij}^{(k)}, r_{ij}')}{\sum_{k=1}^l F(r_{ij}^{(k)}, r_{ij}')}$ 。

STEP 3: 集结所有专家的评价信息, 形成群体信息综合决策矩阵 $R = (r_{ij})_{m \times n}$, 其中:

$$r_{ij} = \langle (a_{ij1}, b_{ij1}, c_{ij1}, d_{ij1}), (a_{ij2}, b_{ij2}, c_{ij2}, d_{ij2}) \rangle = \sum_{k=1}^l \left(\bigoplus_{k=1}^l w_{ij}^{(k)} r_{ij}^{(k)} \right)$$

STEP 4: 计算各指标的权重。评价专家 G_k 以直觉梯形模糊数的形式对指标 X_j 的重要程度给出评估值 $p_j^{(k)}$, 则以标准化后的直觉梯形模糊权重的期望作为各指标的权重。即:

$$\xi_{ij} = \frac{E\left(\bigoplus_{k=1}^l w_{ij}^{(k)} p_j^{(k)}\right)}{\sum_{j=1}^n E\left(\bigoplus_{k=1}^l w_{ij}^{(k)} p_j^{(k)}\right)}$$

STEP 5: 计算正理想解 R^+ 和负理想解 R^- 。正、负理想解均为由直觉梯形模糊数构成的数组, 其中设正理想解 R^+ 的第 j 个值为 r_j^+ , 负理想解 R^- 的第 j 个值为 r_j^- 。则对效益型指标, $r_j^+ = \max_i \{r_{ij}\}$, $r_j^- = \min_i \{r_{ij}\} (j = 1, 2, \dots, n)$ 。对成本型指标, $r_j^+ = \min_i \{r_{ij}\}$, $r_j^- = \max_i \{r_{ij}\} (j = 1, 2, \dots, n)$ 。

STEP 6: 计算各待评价对象到正、负理想解的加权距离。即到正理想解的加权距离为 $D_i^+ = \sum_{j=1}^n \xi_{ij} D(r_{ij}, r_j^+)$ ($i = 1, 2, \dots, m$), 到负理想解的加权距离为 $D_i^- = \sum_{j=1}^n \xi_{ij} D(r_{ij}, r_j^-)$ ($i = 1, 2, \dots, m$)。

STEP 7: 计算各待评价对象的相对贴近度(即综合评价指数), 即 $F_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}$ ($i = 1, 2, \dots, m$)。

F_i 越大, 则说明相应的待评价对象的排名越靠前。

3 师范生信息化教学能力综合评价实例

本研究邀请来自福建某小学的一线教师、某高

校信息技术课程教师、某高校学科教学论课程教师各 1 名组成 3 人专家小组,对同一年级同一专业的 4 名师范生的信息化教学能力进行独立评价。

1)各专家用自然语言定性描述待评价对象在各评价指标上的表现。本研究使用 7 级评语:绝对低、低、较低、中等、较高、高、绝对高。利用表 2 所示的对应标准^[9],将其量化为直觉梯形模糊数。由此得到每个专家的模糊评价矩阵(表 3~5)。同理,将专家对各指标重要性的评价语言也转化成直觉梯形模糊数(表 6)。在此基础上,由上述 STEP 1~3 中的算式,可得该专家组的群体信息综合决策矩阵 R (表 7)。

表 2 评价语言与直觉梯形模糊数的对应标准

评价语言	直觉梯形模糊数
绝对低	$\tilde{t}_0 = \langle (0.0, 0.0, 0.0, 0.0), (0.0, 0.0, 0.0, 0.0) \rangle$
低	$\tilde{t}_1 = \langle (0.0, 0.1, 0.2, 0.3), (0.0, 0.1, 0.2, 0.3) \rangle$
较低	$\tilde{t}_2 = \langle (0.1, 0.2, 0.3, 0.4), (0.0, 0.2, 0.3, 0.5) \rangle$
中等	$\tilde{t}_3 = \langle (0.3, 0.4, 0.5, 0.6), (0.2, 0.4, 0.5, 0.7) \rangle$
较高	$\tilde{t}_4 = \langle (0.5, 0.6, 0.7, 0.8), (0.4, 0.6, 0.7, 0.9) \rangle$
高	$\tilde{t}_5 = \langle (0.7, 0.8, 0.9, 1.0), (0.7, 0.8, 0.9, 1.0) \rangle$
绝对高	$\tilde{t}_6 = \langle (1.0, 1.0, 1.0, 1.0), (1.0, 1.0, 1.0, 1.0) \rangle$

表 3 专家 G_1 对各对象的评价

U_i	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
U_1	\tilde{t}_2	\tilde{t}_2	\tilde{t}_3	\tilde{t}_2	\tilde{t}_4	\tilde{t}_2	\tilde{t}_2	\tilde{t}_3	\tilde{t}_2
U_2	\tilde{t}_3	\tilde{t}_2	\tilde{t}_2	\tilde{t}_3	\tilde{t}_4	\tilde{t}_3	\tilde{t}_4	\tilde{t}_4	\tilde{t}_3
U_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_4	\tilde{t}_3	\tilde{t}_4	\tilde{t}_4	\tilde{t}_2	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3
U_4	\tilde{t}_5	\tilde{t}_3	\tilde{t}_4	\tilde{t}_4	\tilde{t}_2	\tilde{t}_3	\tilde{t}_1	\tilde{t}_2	\tilde{t}_2

表 4 专家 G_2 对各对象的评价

U_i	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
U_1	\tilde{t}_3	\tilde{t}_4	\tilde{t}_2	\tilde{t}_3	\tilde{t}_4	\tilde{t}_2	\tilde{t}_3	\tilde{t}_1	\tilde{t}_2
U_2	\tilde{t}_2	\tilde{t}_3	\tilde{t}_4	\tilde{t}_3	\tilde{t}_4	\tilde{t}_3	\tilde{t}_5	\tilde{t}_3	\tilde{t}_2
U_3	\tilde{t}_2	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_2	\tilde{t}_4	\tilde{t}_3	\tilde{t}_2	\tilde{t}_2
U_4	\tilde{t}_4	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_2	\tilde{t}_3

表 5 专家 G_3 对各对象的评价

U_i	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
U_1	\tilde{t}_3	\tilde{t}_2	\tilde{t}_3	\tilde{t}_4	\tilde{t}_2	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3
U_2	\tilde{t}_4	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_2
U_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_4	\tilde{t}_4	\tilde{t}_4	\tilde{t}_3	\tilde{t}_4	\tilde{t}_3	\tilde{t}_4	\tilde{t}_3
U_4	\tilde{t}_3	\tilde{t}_4	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_2	\tilde{t}_2	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_1

表 6 专家对各指标重要性的评价

G_k	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
G_1	\tilde{t}_4	\tilde{t}_4	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_2	\tilde{t}_4	\tilde{t}_3	\tilde{t}_2
G_2	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_2	\tilde{t}_3	\tilde{t}_4	\tilde{t}_3	\tilde{t}_4	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3
G_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_3	\tilde{t}_2	\tilde{t}_4	\tilde{t}_3	\tilde{t}_4	\tilde{t}_4	\tilde{t}_2

表 7 群体信息综合决策矩阵 R

U_i	X_1	X_2	X_3
U_1	$\langle (0.25, 0.35, 0.45, 0.55), (0.15, 0.35, 0.45, 0.65) \rangle$	$\langle (0.20, 0.30, 0.40, 0.50), (0.10, 0.30, 0.40, 0.60) \rangle$	$\langle (0.25, 0.35, 0.45, 0.55), (0.15, 0.35, 0.45, 0.65) \rangle$
U_2	$\langle (0.30, 0.40, 0.50, 0.60), (0.20, 0.40, 0.50, 0.70) \rangle$	$\langle (0.25, 0.35, 0.45, 0.55), (0.15, 0.35, 0.45, 0.65) \rangle$	$\langle (0.30, 0.40, 0.50, 0.60), (0.20, 0.40, 0.50, 0.70) \rangle$
U_3	$\langle (0.25, 0.35, 0.45, 0.55), (0.15, 0.35, 0.45, 0.65) \rangle$	$\langle (0.35, 0.45, 0.55, 0.65), (0.25, 0.45, 0.55, 0.75) \rangle$	$\langle (0.45, 0.55, 0.65, 0.75), (0.35, 0.55, 0.65, 0.85) \rangle$
U_4	$\langle (0.50, 0.60, 0.70, 0.80), (0.43, 0.60, 0.70, 0.87) \rangle$	$\langle (0.35, 0.45, 0.55, 0.65), (0.25, 0.45, 0.55, 0.75) \rangle$	$\langle (0.35, 0.45, 0.55, 0.65), (0.25, 0.45, 0.55, 0.75) \rangle$
U_i	X_4	X_5	X_6
U_1	$\langle (0.30, 0.40, 0.50, 0.60), (0.20, 0.40, 0.50, 0.70) \rangle$	$\langle (0.40, 0.50, 0.60, 0.70), (0.30, 0.50, 0.60, 0.80) \rangle$	$\langle (0.15, 0.25, 0.35, 0.45), (0.05, 0.25, 0.35, 0.55) \rangle$
U_2	$\langle (0.30, 0.40, 0.50, 0.60), (0.20, 0.40, 0.50, 0.70) \rangle$	$\langle (0.45, 0.55, 0.65, 0.75), (0.35, 0.55, 0.65, 0.85) \rangle$	$\langle (0.30, 0.40, 0.50, 0.60), (0.20, 0.40, 0.50, 0.70) \rangle$
U_3	$\langle (0.35, 0.45, 0.55, 0.65), (0.25, 0.45, 0.55, 0.75) \rangle$	$\langle (0.30, 0.40, 0.50, 0.60), (0.20, 0.40, 0.50, 0.70) \rangle$	$\langle (0.50, 0.60, 0.70, 0.80), (0.40, 0.60, 0.70, 0.90) \rangle$
U_4	$\langle (0.35, 0.45, 0.55, 0.65), (0.25, 0.45, 0.55, 0.75) \rangle$	$\langle (0.15, 0.25, 0.35, 0.45), (0.05, 0.25, 0.35, 0.55) \rangle$	$\langle (0.25, 0.35, 0.45, 0.55), (0.15, 0.35, 0.45, 0.65) \rangle$
U_i	X_7	X_8	X_9
U_1	$\langle (0.25, 0.35, 0.45, 0.55), (0.15, 0.35, 0.45, 0.65) \rangle$	$\langle (0.23, 0.33, 0.43, 0.53), (0.15, 0.33, 0.43, 0.60) \rangle$	$\langle (0.15, 0.25, 0.35, 0.45), (0.05, 0.25, 0.35, 0.55) \rangle$
U_2	$\langle (0.50, 0.60, 0.70, 0.80), (0.43, 0.60, 0.70, 0.87) \rangle$	$\langle (0.35, 0.45, 0.55, 0.65), (0.25, 0.45, 0.55, 0.75) \rangle$	$\langle (0.15, 0.25, 0.35, 0.45), (0.05, 0.25, 0.35, 0.55) \rangle$
U_3	$\langle (0.25, 0.35, 0.45, 0.55), (0.15, 0.35, 0.45, 0.65) \rangle$	$\langle (0.30, 0.40, 0.50, 0.60), (0.20, 0.40, 0.50, 0.70) \rangle$	$\langle (0.25, 0.35, 0.45, 0.55), (0.15, 0.35, 0.45, 0.65) \rangle$
U_4	$\langle (0.23, 0.33, 0.43, 0.53), (0.15, 0.33, 0.43, 0.60) \rangle$	$\langle (0.15, 0.25, 0.35, 0.45), (0.05, 0.25, 0.35, 0.55) \rangle$	$\langle (0.12, 0.22, 0.32, 0.42), (0.05, 0.22, 0.32, 0.49) \rangle$

2)由上述 STEP 4 中的算式,可得该专家组对各对象的指标期望权重 ξ_{ij} (表 8)。

表 8 各对象的指标期望权重 ξ_{ij}

U_i	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
U_1	0.117 0	0.122 8	0.093 6	0.093 6	0.134 5	0.087 7	0.152 0	0.122 8	0.076 0
U_2	0.128 2	0.116 5	0.093 2	0.089 3	0.134 0	0.089 3	0.151 5	0.122 3	0.075 7
U_3	0.122 6	0.122 6	0.093 4	0.093 4	0.140 1	0.089 5	0.151 8	0.116 7	0.070 0
U_4	0.120 0	0.125 7	0.089 8	0.089 8	0.137 7	0.089 8	0.155 6	0.119 7	0.072 0

权重较大的指标有:信息化课堂组织与管理、信息化教学活动设计、数字教育资源的评估与优化等。而像“数字教育资源的设计与制作”的权重仅仅居中。这也反映了在教育信息化 2.0 时代,面对已然很丰富的教育资源,与其让师范生们花费大量时间重新制作资源,不如引导他们深入思考如何合理利用资源服务课堂,以及如何有效地融入教学过程。信息化课堂绝不是信息技术的简单堆叠,必须符合学生的认知规律和知识结构间的内在逻辑。这些指标的权重相对较大可以合理地提高综合评价的区分度,也强调了设计和优化教学环节的重要性。

权重较小的指标有:信息化课堂实施与创新、信息化教学评价设计等。考虑到师范生在校期间进行的片段教学训练,大多面对的是虚拟的环境,接触真实的课堂不足。所以当在授课时遇到超出预设的情况,师范生较难将设计好的环节顺利实施下去。同时,缺乏真实课堂的经验,和对创新性方面偏低的要求,也会导致师范生无法自如地对学生的表现进行合适和及时的评价。于是,专家组在模型中也有意降低这部分指标的权重。

综上所述,基于直觉梯形模糊数的各指标权重,与师范生信息化教学能力培养目标的匹配度较

高,可以用来进行综合评价。

3)由上述 STEP 5~7 中的算式,可得该专家组对各对象的相对贴近度及排序(表 9)。

表 9 各对象的相对贴近度及排序

	U_1	U_2	U_3	U_4
D_i^+	0.177 0	0.082 5	0.099 7	0.144 5
D_i^-	0.036 9	0.135 0	0.117 8	0.072 8
F_i	0.182 6	0.620 7	0.541 7	0.334 8
排名	4	1	2	3

利用直觉梯形模糊 TOPSIS 法得到的师范生信息化教学能力的排序结果为: $U_2 > U_3 > U_4 > U_1$ 。师范生 U_2 在“信息化教学活动设计”和“课堂组织与管理”等方面较其他师范生更有优势,而且在“信息化资源准备”方面也有一定基础,整体表现更为突出。而反观师范生 U_4 ,尽管擅长于资源的设计与制作,但在其他方面的表现却不尽如人意。总体上看,师范生不仅要关注信息化教学资源的使用,还要更多地考虑如何设计合适的教学环节,以及利用技术工具评价学习活动和学习成果。

4 结语

考虑到影响师范生信息化教学能力的指标较为复杂,开展多元主体评价得到的数据具有较强模糊性,因此本文提出的直觉梯形模糊 TOPSIS 评价模型对推动评价改革具有一定的实际意义。模型中采用直觉梯形模糊数量化专家对各方案的偏好及各指标权重的信息,可以有效避免专家专业背景对各指标权重的主观影响以及决策信息的缺失。同时运用 TOPSIS 思想对方案进行排序优选,针对性地发现人才培养过程中的优势和不足,真正实现以“评”促“学”,从而提升师范生信息化教学能力。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部.教育部办公厅关于印发《中学教育专业师范生教师职业能力标准(试行)》等五个文件的通知[EB/OL].(2021-04-02)[2021-07-10].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s6991/202104/t20210412_525943.html.
- [2] 闫寒冰,李笑樱,任友群.师范生信息技术应用能力自评工具的开发与验证[J].电化教育研究,2018,39(1):98-106.
- [3] 周效章.卓越教师培养视角的师范生信息化教学能力课程重构[J].黑龙江高教研究,2020,38(1):147-151.
- [4] 王巍,闫寒冰,魏非,等.发展师范生信息化教学能力:支持要素、关键问题与可为路径——基于 20 所师范院校调研数据的分析[J].教师教育研究,2021,33(2):38-44.
- [5] 刘丽,马池珠,韩晓玲.师范生信息化教学能力的智慧生成策略探析[J].电化教育研究,2021,42(6):47-52.
- [6] ATANASSOV K.Intuitionistic fuzzy sets[J].Fuzzy Sets and Systems,1986,20(1):87-96.
- [7] 王坚强.模糊多准则决策方法研究综述[J].控制与决策,2008,23(6):601-606+612.
- [8] 陈晓红,李喜华.基于直觉梯形模糊 TOPSIS 的多属性群决策方法[J].控制与决策,2013,28(9):1377-1381+1388.
- [9] YE J.Expected value method for intuitionistic trapezoidal fuzzy multicriteria decision-making problems[J].Expert Systems with Applications,2011,38(9):11730-11734.
- [10] 李鹏宇,吴冲.基于改进得分函数的直觉梯形模糊数群体多属性决策方法[J].运筹与管理,2021,30(4):76-80+114.
- [11] 周晓辉,姚俭,吴天魁.基于梯形直觉模糊数的 TOPSIS 多属性决策方法[J].上海理工大学学报,2014,36(3):281-286.
- [12] 王超,陈云翔,蔡忠义,等.基于 TOPSIS 的直觉模糊多属性群决策方法[J].火力与指挥控制,2015,40(9):11-15.