

文章编号:1000-582X(2006)09-0071-04

基于模糊数学的网络学习评价系统*

鲜思东^{1,2},何先刚^{1,2},彭作祥²,潘显兵^{1,2}

(1.重庆邮电学院 应用数学研究所,重庆 400065;2.西南大学 数学与财经学院,重庆 400715)

摘要:网络学习效果评价进行是网络教学与网络教学系统建设的重要工作,为此,在根据网络学习的特点,建立网络学习评价系统指标体系的基础上,引入模糊综合评价方法对网络学习进行了分析,提出了评价网络学习的模糊综合评价模型。实验表明,运用模糊综合评价方法评价网络学习效果比其他传统方法更加有效。

关键词:网络学习评价;指标体系;可信度;模糊综合评价

中图分类号:TP391

文献标识码:A

近年来,随着网络教学的迅速发展,网络学习的研究越来越受到人们的关注但是,如何评价学习者通过网络学习的效果?或者说如何全面、客观评价学习者网络学习的成绩呢^[1]?笔者引入的模糊综合评价方法较好地解决了这一问题,它将学生自我学习评价和教师对学生的评价两者有机的结合起来,充分考虑网络学习过程中的各种因素,既能客观评价学习者个体的网络学习成绩属于优、良、中、基本合格、差哪个档次,而且考虑到评价结果具有模糊性,因而更有利于提高学生网络学习的积极性。

在网络学习中,学生的自我学习评价与教师对学生的学习成绩评价中,不确定因素很多,学生的学习成绩好坏也是一个模糊概念,对于网络学习中学生的学习成绩多级综合评定可用模糊综合评价^[2-4]的方法来处理。首先需建立一个网络学习评价的指标体系。

1.1 评价指标体系

指标体系分为总体目标层(学习成绩),一级指标2项,为学生自我评价和教师对学生的评价。二级指标10项,是一级指标的细化,三级指标55项,是相应二级指标的细化,是评价的具体要素,从而形成网络学习评价系统^[1]的指标体系结构。见图1。

1 网络学习评价系统的综合评价指标体系

建立合理的评价指标体系是评价模型建立的基

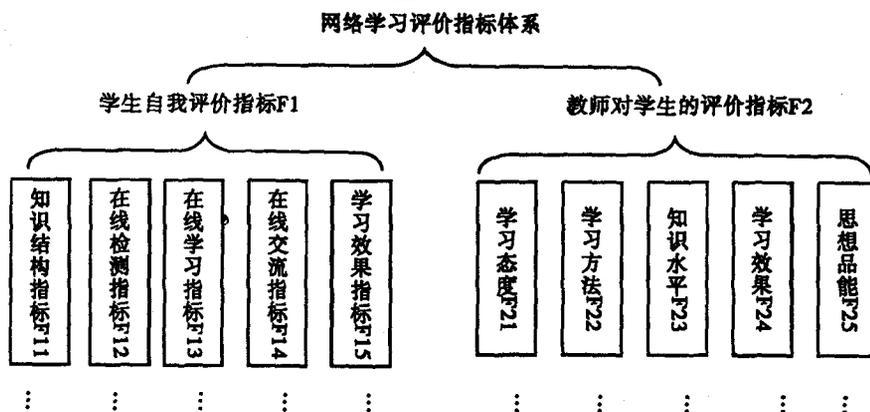


图1 网络学习评价指标体系

* 收稿日期:2006-04-25

基金项目:重庆市科委资助项目(05BB0061);重庆邮电学院校级教改基金资助项目(XJG0502)

作者简介:鲜思东(1971-),男,四川南部人,西南大学硕士研究生,主要从事概率率及应用数学,现代教育技术的研究。

1.2 指标体系权重的确定

权重是描述各指标重要程度的数字,在进行模糊综合评价时,权重对最终的评价结果会产生很大的影响,不同的权重有时会得到完全不同的结论,因此权重选择的合适与否直接关系到评价模型的成败.权重的确定有许多方法,如统计调查法、Delphi、层次分析法(AHP)(analytical hierarchy process)、模糊层次分析法^[5](Fuzzy analytical hierarchy process, FAHP).本评价模型对各级指标层的各指标权重确定采用 Delphi 和 FAHP 法相结合的基础上由学生和教师根据自己学习和教学的实际情况选择学生自我评价与教师对学生学习评价指标内的权重值的方法,即让专家比较两两指标的重要性并构建模糊一致判断矩阵,再通过改变其中的参数 p, β 的值,并求解相应的权重方程组,得到不同的权重值,由学生和教师选择比较满意的权重向量^[4].各级指标权重值之和等于 1.

1.3 给出评价指标模糊集

据网络学习系统的特点和要求,并从评价的科学性、适用性、便利性出发,将该系统评价指标等级分为 5 个等级,即优、良、合格、基本合格、差(见表 1).它是衡量学习效果的好坏程度的一个尺度或参照系.

2 网络学习的模糊综合评价模型

2.1 建立相关的模糊集

1)定义一级指标集为 $F = (f_1, f_2, \dots, f_l)$,相应的权重集 $A = (a_1, a_2, \dots, a_l)$,其中 $a_i (i = 1, 2, \dots, l)$ 表示指标 f_i 在 F 中的权重,且 $\sum_{i=1}^l a_i = 1$.

2)定义二级指标集为 $f_i = (f_{i1}, f_{i2}, \dots, f_{im})$,相应的权重集为 $a_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im})$,其中 $a_{ij} (j = 1, 2, \dots, m)$ 表示指标 f_{ij} 在 f_i 中的权重,且 $\sum_{j=1}^m a_{ij} = 1$.

3)定义三级指标集为 $f_{ij} = (f_{ij1}, f_{ij2}, \dots, f_{ijn})$,相应的权重集为 $a_{ij} = (a_{ij1}, a_{ij2}, \dots, a_{ijn})$,其中 $a_{ijk} (k = 1, 2, \dots, n)$ 表示指标 f_{ijk} 在 f_{ij} 中的权重,且 $\sum_{k=1}^n a_{ijk} = 1$.

4)定义评价指标模糊集为 $Q = (q_1, q_2, q_3, q_4, q_5)$,该模糊集中的每一参数均用分数表示,如果评价系统在各个方面给出的结果为等级,则可以通过表 1 应关系将其转化为分数.

表 1 评价等级与分数的对应表

等级	优	良	合格	基本合格	差
分数	90~100	80~89	60~79	50~59	0~49
代表分数	95	85	70	55	45

2.2 模糊信息的获取

在网络学习中,学生的自我评价及教师对学生学习的评价均采用“优”,“良”,“合格”,“基本合格”,“差”五级进行.学生及老师在确定了相应的评价指标体系后,系统将自动生成一个评价表.学生和教师分别在相应的评价表中进行选择.从而可以得到相应的评价矩阵及评价指标向量.在确定每个教师对学生的评价的可信度时,根据师生互评的结果,运用 Delphi 和 FAHP 法相结合的方法给出其相应的值^[4].

2.3 分析建立模糊综合评价数学模型

分析建立三级模糊综合评价模型采用层次分析法(The Analytic Hierarchy Process, AHP)对网络学习评价指标体系的 3 个层次,文中以 n 为位教师对同一个学生的学习评价为例,建立相应的三级模糊综合评价模型.

2.3.1 第一层次综合评价运算

先对三级指标 f_{ij} 的评价矩阵 R_{ij} 作模糊运算,得到二级指标 f_i 对于评价指标集 Q 的评价指标矩阵 R_{ij}^s ,模糊评价矩阵 A_{ij}^s .通过模糊矩阵运算: $R_{ij} = A_{ij}^s \cdot R_{ij}^s$,得到第一层次综合评价的结果.现在以教师对学习态度中的各个指标为例说明建立评价矩阵.从附表中可知,在 n 位教师中对“积极参与教学活动”的评价是不一样的.表 2 给出了 n 位教师对 F_{213} 的模糊评价.

表 2 n 位学习者对 F_{213} 的模糊评价 %

评价等级	优	良	合格	不合格	差
百分比	50	37.5	12.5	0	0

这一评价结果可用模糊集记为: $R_{213}^s = (0.5, 0.375, 0.125, 0.0, 0.0)$ 用同样的方法可以求出 n 位教师者对学习态度的其他子因素的模糊评价.由此得教师对该学习者学习态度 F_{21} 的评价矩阵: $R_{21}^s = [R_{211}^s, R_{212}^s, R_{213}^s, R_{214}^s, R_{215}^s]^T$.

由于每位教师对每个指标都赋予一定的权值,于是第一位教师的权值可以用模糊集表示为: $A_{211}^s = (a_{2111}, a_{2112}, a_{2113}, a_{2114}, a_{2115}) = (0.35, 0.15, 0.2, 0.25, 0.05)$,同理可得其他 $n-1$ 位教师权值的模糊集,从而得到 n 位教师对该学习者学习态度 F_{21} 的模糊评价矩阵:

$$A_{21}^s = [A_{211}^s, A_{212}^s, A_{213}^s, \dots, A_{21n}^s]^T$$

因此,对学习态度 F_{21} 综合模糊评价应是上述两个模糊关系的合成.即 n 位教师对学习态度的模糊综合评价矩阵为:

$$R'_{21} = A_{21}^s \cdot R_{21}^s$$

为了减小教师的主观因素对学生学习态度评价的负面影响,网络系统将根据每位教师在线教学情况及由学生对该教师教学评价综合得出每位教师对某个学生学习评价的总体可信度^[6],于是得出 n 位教师对学生学习评价可信度模糊集。例如:取 n 位教师对某位学习者学习评价可信度的模糊集为:

$$\tilde{C}_{21}^S = (c_{211}, c_{212}, c_{213}, \dots, c_{21n}),$$

于是, n 位教师对该学习者学习态度 F_{21} 的综合评价为:

$$R'_{21} = \tilde{C}_{21}^S \cdot R'_{21},$$

将综合评价 R'_{21} 的每一行通过“归一化”^[2] 处理,于是,教师对学生学习态度的综合评价为:

$$R_{21} = \left(\frac{R'_{211}}{\sum_{i=1}^5 R'_{21i}}, \frac{R'_{212}}{\sum_{i=1}^5 R'_{21i}}, \frac{R'_{213}}{\sum_{i=1}^5 R'_{21i}}, \frac{R'_{214}}{\sum_{i=1}^5 R'_{21i}}, \frac{R'_{215}}{\sum_{i=1}^5 R'_{21i}} \right) = (R_{211}, R_{212}, R_{213}, R_{214}, R_{215}),$$

归一化处理后的结果表明,教师对学习者在学习态度上的评价“优”的为 R_{211} ,评“良”的为 R_{212} ,评价“合格”的为 R_{213} ,评价“基本合格”的为 R_{214} ,评价“差”的为 R_{215} 。

2.3.2 第二层次综合评价运算

根据第一层次综合评价的方法,可以求出 n 位教师对该学习者对学习方法 F_{22} , 知识水平 F_{23} , 学习效果 F_{24} 和思想品德 F_{25} 的综合评价,从而构成第二层次指标的评价矩阵:

$$R_2^S = [R_{21}, R_{22}, R_{23}, R_{24}, R_{25}]^T$$

根据教师对各二级指标所赋权值,有: $\tilde{A}_{21} = (a_{211}, a_{212}, a_{213}, a_{214}, a_{215})$,

同理可得到 n 位教师对该学生学习评价指标权值的模糊集矩阵:

$$A_2 = [A_{21}, A_{22}, A_{23}, \dots, A_{2n}]^T$$

于是, n 为位教师对该学习者学习情况的综合模糊评价矩阵为:

$$R'_2 = A_2 \cdot R_2^S.$$

取上述教师对学生学习评价可信度的模糊集为:

$$\tilde{C}_2^S = (c_{21}, c_{22}, c_{23}, \dots, c_{2n}),$$

于是, n 位教师对该学习者学习的综合模糊评价为:

$$R_2 = \tilde{C}_2^S \cdot R'_2 = (R_{21}, R_{22}, R_{23}, R_{24}, R_{25})$$

将综合评价 R_2 的每一行通过“归一化”处理,于是, n 位学习者对教师的综合评价为:

$$R_2 = \left(\frac{R_{21}}{\sum_{i=1}^5 R_{2i}}, \frac{R_{22}}{\sum_{i=1}^5 R_{2i}}, \frac{R_{23}}{\sum_{i=1}^5 R_{2i}}, \frac{R_{24}}{\sum_{i=1}^5 R_{2i}}, \frac{R_{25}}{\sum_{i=1}^5 R_{2i}} \right) =$$

$$(R_{21}, R_{22}, R_{23}, R_{24}, R_{25}).$$

因此, n 位教师对该学习者学习的综合模糊评价“优”的为 R_{21} ,“良”的为 R_{22} ,“合格”的为 R_{23} ,“基本合格”的为 R_{24} ,“差”的为 R_{25} 。

2.3.3 第三层次综合评价运算

通过第二层次综合评价运算,可以得到教师对学生学习评价的结果,同理可以得到学生自我学习评价结果,从而得到一级指标的模糊综合评价矩阵

$$R' = \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & R_{14} & R_{15} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & R_{24} & R_{25} \end{pmatrix}.$$

根据网络学习的特点,采用 Delphi 和 FAHP 法相结合的方法,分别得出网络对学生学习综合评价的模糊隶属向量, $A = (a_1 \ a_2)$. 于是,二者对学习者的模糊综合评价为

$$F_T = A \cdot R = (a_1 \ a_2) \cdot \begin{pmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & R_{14} & R_{15} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & R_{24} & R_{25} \end{pmatrix} = (f'_1 \ f'_2 \ f'_3 \ f'_4 \ f'_5).$$

通过归一化后得三者对该学习者综合评价的模糊集: $F = (f_1 \ f_2 \ f_3 \ f_4 \ f_5)$ 。

2.3.4 模糊综合评价数学模型

由上可得三级模糊综合评价模型为

$$F = A \cdot R = \left(A_1 \cdot \begin{pmatrix} A_{11} \cdot R_{11} \\ A_{12} \cdot R_{12} \\ \vdots \\ A_{1m} \cdot R_{1m} \end{pmatrix} \cdot C_1 \ A_2 \cdot \begin{pmatrix} A_{21} \cdot R_{21} \\ A_{22} \cdot R_{22} \\ \vdots \\ A_{2n} \cdot R_{2n} \end{pmatrix} \cdot C_2 \dots A_l \cdot \begin{pmatrix} A_{l1} \cdot R_{l1} \\ A_{l2} \cdot R_{l2} \\ \vdots \\ A_{ln} \cdot R_{ln} \end{pmatrix} \cdot C_l \right)^T, \tag{1}$$

其中, R_{ij} 是单个指标的模糊评价矩阵, A_{ij} 为 R_{ij} 的权重矩阵(或向量集), R 为总评价矩阵,“ \cdot ”为矩阵合成运算,“ T ”为矩阵或向量的转置。

3 实验

3.1 实验方法及结果

实验以重庆邮电学院 2002 级信科专业学生 2004 - 2005 年第一学期网络学习课程的数据为依据,以 WinXP/MATLAB^[7] 数学实验仿真教学测评系统为平台,对该年级 90 名学生进行了评价,其正确率—错误率曲线(图 2)如下。正确率可高达 92.8%。

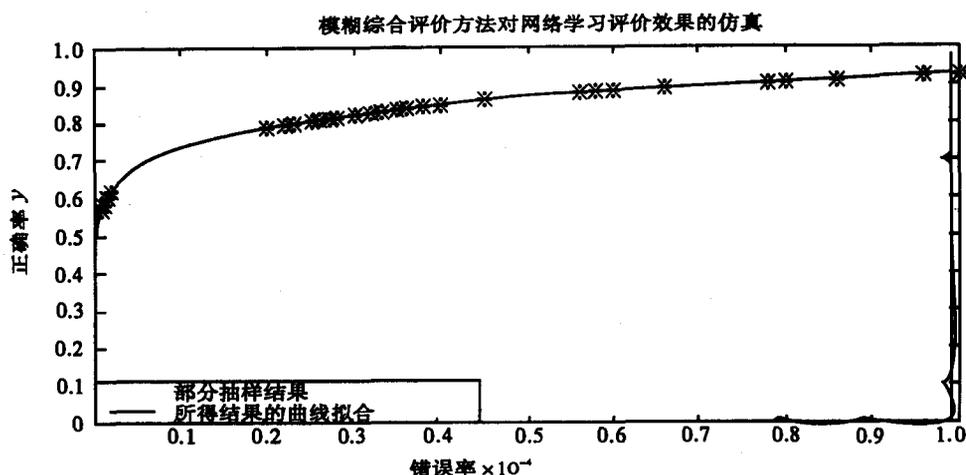


图2 90名大学生网络学习模糊综合评价结果仿真(正确率-错误率曲线)

3.2 同其他方法的比较

在相同的条件下,FAHP法、AHP法,统计分析评价方法得到的最高正确率分别为:89.6%,85.5%,81.3%。实验表明:本方法与FAHP法、AHP法,统计分析评价方法进行比较,不论在最高正确率,还是在同一个正确率要求下的错误率进行比较,模糊综合评价方法都有较明显的优势。

4 结束语

利用FAHP法结合模糊数学知识对网络学习系统进行评价,既考虑了影响学生学习的各种综合因素,又不是简单的加权平均,避免了因个人带来的个人主观臆断的缺点,较好地保证了评价工作的客观性、适用性和操作便利性。通过该评价能较好地反映网络学习中学生的知识水平、学习能力等,以便充分发挥学生的学习主动性、积极性、创造性。教师也可以通过系统了解自己教学行为对学习者的学习效果的影响,从而改进

并优化自己的教学策略,有利于教师主动性、创造性的发挥,增强教学实效。

参考文献:

- [1] 鲜思东,夏婕.基于网络在线的智能计算机辅助学与教学系统[J].中国远程教育,2005,(1):66-68.
- [2] 杨纶标,高英仪.模糊数学原理及应用(第3版)[M].广州:华南理工大学出版社,2003.
- [3] 李洪兴,汪培庄.模糊数学[M].北京:国防工业出版社,1994.116-139.
- [4] 刘新平,刘存侠.教育统计与测评导论[M].北京:科学出版社,2003.
- [5] 张吉军.模糊层次分析法(FAHP)[J].模糊系统与数学,2000,14(2):80-88.
- [6] 石纯一,黄昌宁,人工智能原理[M].北京:清华大学出版社,2000.
- [7] 张志涌.精通MATLAB 6.5版[M].北京:航空航天大学出版社,2003.

Study on Network Learning System Based on Fuzzy Mathsmatic

XIAN Si-dong^{1,2}, HE Xian-gang^{1,2}, PENG Zuo-xiang², PAN Xian-bing^{1,2}

(1. Institute of Applied Mathematis, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China;
2. School of Mathematics and Finance, Southwest University, Chongqing 4000715, China)

Abstract: Evaluation of network study result is key job that network teaching and network teaching system developments. Fuzzy comprehensive evaluation method is introduced to analyze the network study based on the network study evaluation system index system combining with the characteristics of the combinative network study. The paper puts forward the model of the fuzzy comprehensive evaluation of network study, it proves the fuzzy comprehensive evaluation method is a kind of valid method than other traditional method in network learning through an experiment.

Key words: the evaluation in network learning; index system; feasibility; fuzzy comprehensive evaluation method