

基于模糊综合评价的课堂教学质量数据挖掘^{*})

洪月华

(玉林师范学院数学与计算机科学系 玉林 537000)

摘 要 本文从应用模糊综合评价法得到教师的课堂教学质量的评估等级和量化成绩,应用模糊聚类算法确定主关键条件属性集,使用模糊数据挖掘出评估数据库中教师课堂教学质量评估等级同评估指标之间的规则知识,以一个应用实例为对象建立的课堂教学质量模糊数据挖掘验证了该方法的可行性。

关键词 模糊综合评价法,模糊数据挖掘,教学质量,模糊聚类

Data Mining for Classroom Teaching Quality Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation

HONG Yue-Hua

(Department of Mathematics and Computer Science, Yulin Normal University, Yulin 537000)

Abstract This article aims at evaluation degree of classroom teaching quality and scores by the use of fuzzy comprehensive evaluation. Here is an example that available sets are found for datamining and its applications in analysing score of quality of teaching. In this way, quantitative rules can be mined by using the techniques of fuzzy datamining boolean association rules. Fuzzy datamining for classroom teaching quality built on the object of real college examples proves its feasibility.

Keywords Fuzzy comprehensive evaluation, Fuzzy data mining, Teaching quality, Fuzzy clustering

1 引言

数据挖掘是从大型数据库或者数据仓库中发现并提取隐藏在其中的信息或知识的过程。目前,其主要目的是帮助决策者寻找数据间潜在的关联,发现被忽略要素,并以这些模式为基础,自动做出决策和预测。

数据挖掘可以揭示出非常有价值的信息,而这些信息是通过一般的查询语言 SQL 所不能够察觉到的。但是数据仓库的容量越大,系统复杂性越高,相应的精确化能力就越低,也就是说模糊性越强,因而仅仅靠复杂算法和推理并不能完全发现知识,而且单纯的数据挖掘可能会导致“尖锐边界”^[1]等问题。因此,考虑将模糊综合评价法、模糊逻辑和数据挖掘结合起来的模糊数据挖掘(Fuzzy data mining)技术引入到课堂教学质量评价系统中。

2 课堂教学质量模糊综合评价

在课堂教学质量评价中,评价对象的某些评价因子往往带有一定程度的模糊性,即具有非线性特征。它没有十分明确的界限和清楚的外延,不存在绝对的十分精确的肯定与否定。如,对某老师课堂教学质量的教学效果的优劣进行评价时,人们的认识不同对这些因素褒贬程度也不尽相同,很难直接用统计学的方法确定这些因素的具体数值。

模糊综合评价法是利用模糊数学的方法,对那些不能直接量化的指标在模糊定性评判的基础下进行定量,并且利用汇总求和的方法,即要根据评价者对评价指标体系末级指标的模糊评判信息,运用模糊数学运算方法对评判信息从后向前逐级进行综合,直至得到以隶属度表示的评判结果,并根据

隶属度确定被评对象的评定等级^[2]。此种方法能较全面地汇总各评价主体的意见,综合反映被评对象的优劣程度。

模糊综合评价法在利用评价矩阵计算各指标的隶属度时,取评价指标与隶属度的乘积的最大值,采用这样的方式有可能会丢失评价信息。此外,此评价结果得到的只是各级别的评价结果的隶属度,评价结果不够直观。因此,对此算法进行了改进,在利用评价矩阵计算各指标的隶属度时,按矩阵运算的方法进行。对于最后得到的评价结果的隶属度进行量化,得到直观的评价值。这样能极大地保留原始的评价信息,并通过了隶属度的量化,让评价结果更加直观。

改进的模糊综合评价法的具体实现方法如下:

算法:

Input: 教学评价表中各个项评价项目的评价结果和综合评价结果;

Output: 模糊综合评价量化结果;

步骤:

Step 1: 构造以下集合:

指标的评价因素集 $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$;

评语集 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$;

评语集对应的数值集 $N = \{n_1, n_2, \dots, n_n\}$;

权重集 $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_m\}$;

Step 2: 构造隶属度子集 $R_i, R_i = \{r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in}\}$ 。这里 $r_i (i=1, 2, \dots, m)$ 指评价因素集中第 i 个指标对应评语集中每个 $v_1, v_2, \dots, v_n$ 的隶属度,即 r_{ij} =

第 i 个指标选择 v_j 等级的人数 / 参与评价的总人数, 其中 $j=1, 2, \dots, m$;

Step 3: 构建评判矩阵 R 。对于每一个评价指标 t_i 都可

^{*}) 广西教育科学“十五”规划课题(2005C080); 广西自然科学基金资助项目(桂科基 0342060)。洪月华 讲师,硕士生,主要研究领域:计算机理论与应用。

以得到一个隶属度子集 R_i , 那么 m 个 R_i 构成一个 $T \times V$ 域

$$\text{上的 } m \times n \text{ 矩阵 } R, \text{ 即 } R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix};$$

Step 4: 计算: $S' = Q \cdot R = (q_1, q_2, \dots, q_m)$

$$\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} = (s'_1, s'_2, \dots, s'_n);$$

Step 5: 对 S' 进行归一化处理, 即: $S_i = S'_i / \sum_{j=1}^m S'_j$ ($i=1, 2, \dots, n$), 得到 T 的用隶属度表示的评判值 $S = (s_1, s_2, \dots, s_n)$;

Step 6: 重复 Step 4 和 Step 5, 直到求出该级所有指标的评价因素集的评判值 S ;

Step 7: 如还有上一级评价指标, 则用下一级求得的所有评判值 S 构成新的评价矩阵 R , 并重复 Step 4 和 Step 5, 直至最高一级, 则可得到模糊综合评价的结果 S ;

$$\text{Step 8: 利用 } S \times N = (s_1, s_2, \dots, s_n) \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_n \end{bmatrix}, \text{ 可以得到模糊}$$

综合评价的量化结果。

3 模糊数据挖掘

一个学校经过多年的办学肯定有海量的课堂教学评价数据, 这些数据已经成为学校管理和决策的宝贵资源, 从这些数据中发现有价值的信息成为一项非常艰巨的任务。实际上, 在挖掘过程中要想把这些数据精确地分类是不可能的, 也没有必要。现实的分类往往伴随着模糊性, 所以用模糊理论来进行聚类分析, 然后再进行预测, 会显得更自然更符合客观实现。这就是我们上面提到的模糊数据挖掘。对学校课堂教学评价数据仓库的不同层次进行不同规则的推断, 以得出对决策有用的规则, 有利于领导的决策。运用模糊理论来进行数据挖掘的具体步骤如下。

3.1 数据标准化

在搜集了大量课堂教学质量数据资料的情况下, 建立有关教学评价数据仓库的全体数据记录, 建立待分类的样本集 U , 把要分类的对象称为样本如 $u_1, u_2, u_3, \dots, u_n$, 则 $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$ 为样本集。具体定性教学评价指标数量化后的属性数据称为样本指标, 设有 m 项指标, 这可用 m 维向量描述样本, 用集合表示为: $u_i = (x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, \dots, x_{im})$ ($i=1, 2, 3, \dots, n$), 得到原始数据矩阵为

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

由于采集到的数据往往不是 $[0, 1]$ 闭区间的数据, 根据模糊矩阵的要求, 通过下面两个公式将数据变换压缩到区间 $[0, 1]$ 上。

(1) 标准差变换

$$x'_{ik} = \frac{x_{ik} - \bar{x}_k}{S_k} \quad (i=1, 2, \dots, n; k=1, 2, \dots, m) \quad (1)$$

其中 $\bar{x}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ik}$ 是平均值, $S_k = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_k)^2}$ 是标准差。

此时得到的标准化数据 x'_{ik} 也不一定全在 $[0, 1]$ 闭区间之内, 还必须进行下面的变换。

(2) 极差变换

$$x''_{ik} = \frac{x'_{ik} - \min_{1 \leq i \leq n} \{x'_{ik}\}}{\max_{1 \leq i \leq n} \{x'_{ik}\} - \min_{1 \leq i \leq n} \{x'_{ik}\}} \quad (k=1, 2, \dots, m) \quad (2)$$

3.2 建立模糊相似矩阵

又称为标定, 即标出衡量被分类对象间相似程度的统计量 r_{ij} ($i, j=1, 2, \dots, n$)。设论域 $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$, 其中每个元素为一个样本, 建立 U 上的模糊相似矩阵

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nn} \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} 0 \leq r_{ij} \leq 1 \\ i=1, 2, \dots, n \\ j=1, 2, \dots, n \end{matrix}$$

计算 r_{ij} 的方法很多, 在这里使用数积法, 即:

$$r_{ij} = \begin{cases} 1 & i=j \\ \frac{1}{M} \sum_{k=1}^m x_{ik} \cdot x_{jk} & i \neq j \end{cases} \quad (3)$$

其中 M 为选定常数, 满足 $M \geq \max_{i \neq j} (\sum_{k=1}^m x_{ik} \cdot x_{jk})$

表1 课程课堂教学质量评估表

课堂教学质量 T	一级指标	二级指标
	教学内容 T ₁	教师讲课的内容丰富、观点正确 U ₁₁
		教师讲课重点突出、详略得当、难度适宜 U ₁₂
		教师讲课能结合学科发展、介绍最新成果 U ₁₃
		教师讲课能够理论联系实际, 传播学习和研究方法 U ₁₄
		本课程除了讲教师自己的观点外也讲他人的观点 T ₁₅
	教学态度 T ₂	本课程教学计划明确, 教师备课充分 T ₂₁
		教师教学认真, 要求严格 T ₂₂
		教师不随意调(停)课 T ₂₃
		教师对学习的评价方法公平恰当 T ₂₄
	教学方法 T ₃	教师提供了课外参考书目并且有效 T ₃₁
		教师的教学方法和手段多样化 T ₃₂
		教师能够认真组织教学, 注意因材施教 T ₃₃
		教师的讲课进度快慢适中, 对课堂时间安排合理 T ₃₄
		教师能鼓励学生提出问题和个人观点并进行讨论 T ₃₅
	教学效果 T ₄	通过教师的教学, 学到了一些有价值的东西 T ₄₁
		通过教师的教学, 提高了对该学科的兴趣 T ₄₂
		通过教师的教学, 理解并学会了该课程内容 T ₄₃
		通过教师的教学, 提高了认识、解决相关问题的能力 T ₄₄
		教师讲课能促进积极思考, 富有启发性 T ₄₅

3.3 聚类分析

常用类聚分类有三种方法: 传递闭包法、最大树方法和编网法。传递闭包法用计算机容易实现, 在这里我们用平方方法^[3]依次求: $R \rightarrow R^2 \rightarrow R^4 \rightarrow \dots$, 当第一次出现 $R^k \cdot R^k = R^k$ 时, R^k 就是模糊相似矩阵 R 的传递闭包 $t(R)$, 即 $t(R) = R^k$ 。再让 λ 由大变小, 就可形成动态聚类图。

4 应用研究

4.1 评价指标体系的建立

高校已有的课堂教学评价指标体系越来越不适合高校教学评价的要求,影响了评价质量,为此,结合高校教学新的发展和特点,我校建立一种新的科学的课堂教学评价指标体系。课堂教学质量评价二级指标体系模型,如表 1 所示。

4.2 课堂教学质量的模糊数据挖掘

为探究教师课堂教学质量评估数据库中评估等级同评估项目之间的规则知识,以及这些规则对教学工作的影响,现对随机抽取的我校 20 名教师 2002~2003 学年第一学期的课堂教学质量的评估成绩进行讨论,找出学生评价同教师教学质量等级之间的规则知识。为了问题简单化,用上面的模糊综合评价法编制的程序分别计算 20 名教师四项一级指标的量化得分和课堂教学质量的评估等级,得到的数据库如表 2 所示。

表 2

教师编号 评价指标	1	2	3	---	18	19	20
教学内容 T_1	86	63	88	---	63	79	91
教学态度 T_2	80	68	70	---	73	80	83
教学方法 T_3	83	81	72	---	90	92	88
教学效果 T_4	78	70	76	---	70	78	81
质量等级 T	良	合格	良	---	合格	良	优

由表 2 得原始数据矩阵 $R_{4 \times 20} = \begin{bmatrix} 86 & 63 & \cdots & 91 \\ 80 & 68 & \cdots & 83 \\ 83 & 81 & \cdots & 88 \\ 78 & 70 & \cdots & 81 \end{bmatrix}$ 经过

公式(1)做标准差变换得 $R'_{4 \times 20}$,此时得到的标准化数据不全在 $[0,1]$ 闭区间之内,再用公式(2)极差变换后就得到模糊矩阵 $R''_{4 \times 20}$ 。

$$R'_{4 \times 20} = \begin{bmatrix} 1.40 & -1.14 & \cdots & 1.33 \\ -0.58 & -0.38 & \cdots & -0.70 \\ 0.41 & 1.60 & \cdots & -0.57 \\ -1.24 & -0.08 & \cdots & -1.20 \end{bmatrix}$$

表 3

教师编号 评价指标	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
教学内容 T_1	d_2	d_4	d_2	d_3	d_1	d_4	d_2	d_2	d_3	d_1	d_3	d_4	d_2	d_3	d_2	d_4	d_3	d_4	d_3	d_1
教学方法 T_3	d_2	d_2	d_3	d_3	d_2	d_1	d_2	d_1	d_1	d_1	d_2	d_2	d_1	d_3	d_3	d_2	d_1	d_1	d_1	d_2
质量等级 T	良	合格	良	合格	优	合格	良	优	良	优	良	合格	优	合格	良	合格	良	合格	良	优

当 $J_i (i=1,2,\dots,10)$ 作为分类条件, $K_j (j=1,2,3)$ 作为分类结论条件时,归纳总结后可的如下的分类规则:

$$L_1: (T_1 = d_1) \vee (T_1 = d_2 \wedge T_3 = d_1) \Rightarrow T = \text{“优”}$$

$$L_2: (T_1 = d_2) \vee (T_1 = d_3 \wedge (T_3 = d_1 \vee d_2)) \Rightarrow T = \text{“良”}$$

$$L_3: (T_1 = d_4) \vee (T_1 = d_3 \wedge T_3 = d_3) \Rightarrow T = \text{“合格”}$$

综合以上三条规则分析如下:当教学内容得分 $T_1 \geq 90$ 分时教学质量等级 T 一定为“优”,教学内容得 89~80 分时教学质量等级 T 一定为“良”,教学内容得 69~60 分时教学质量等级 T 一定为“合格”。从以上分类规则可知教学内容 (T_1) 为互信息最大的特征属性。即凡是注重教学内容的教师,教学质量等级高,因此课堂教学要把教学内容放在首位,

$$R'_{4 \times 20} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 1 \\ 0.25 & 0.28 & \cdots & 0.2 \\ 0.63 & 1 & \cdots & 0.7 \\ 0 & 0.39 & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

$R'_{4 \times 20}$ 用公式(3)计算出模糊相似矩阵 R ,用平方法得到 R

$$\text{的闭包 } t(R) = \begin{bmatrix} 1 & 0.71 & 0.86 & 0.5 \\ 0.80 & 1 & 0.79 & 0.60 \\ 0.90 & 0.62 & 1 & 0.49 \\ 0.45 & 0.51 & 0.44 & 1 \end{bmatrix}$$

取 $\lambda=1$,则分为 4 类: $\{T_1\}, \{T_2\}, \{T_3\}, \{T_4\}$

取 $\lambda \geq 0.86$,则分为 3 类: $\{T_1, T_3\}, \{T_2\}, \{T_4\}$

取 $\lambda \geq 0.62$,则分为 2 类: $\{T_1, T_3, T_2\}, \{T_4\}$

取 $\lambda \geq 0.44$,则分为 1 类: $\{T_1, T_3, T_2, T_4\}$

用 F-统计量^[4]确定最佳阈值 $\lambda \geq 0.86$,此时关联强度最大,得主条件属性为 $\{T_1, T_3\}$ 。其中, T_1 代表教学内容, T_3 教学方法。可见,对于课堂教学质量评估数据库经过用模糊聚类方法进行分析得出,对于课堂教学质量等级 T 这一结论属性而言,主条件属性集为 $\{T_1, T_3\}$ 。

下面用粗糙集知识来进一步考察由主条件属性集得到的分类规则。基于质量等级这一结论属性集 T 的记录值,可将表 2 划分为 4 类:优秀、良好、合格及不合格,分别用集合 K_1, K_2, K_3, K_4 表示, j_i 表示教师编号为 i 的记录。

$$K_1 = \{j_5, j_8, j_{10}, j_{13}, j_{20}\}$$

$$K_2 = \{j_1, j_3, j_7, j_9, j_{11}, j_{15}, j_{17}, j_{19}\}$$

$$K_3 = \{j_2, j_4, j_6, j_{12}, j_{14}, j_{16}, j_{18}\}$$

$$K_4 = \emptyset$$

主条件属性集 $\{T_1, T_3\}$ 中分数属性取值过多,为了便于基于主条件属性集的记录值分类,我们将分数划分为 4 个段: 100~90 分为 d_1 , 89~80 分为 d_2 , 79~70 分为 d_3 , 69~60 分为 d_4 , 小于 60 分为 d_5 。这样表 2 就变换为如下表 3 所示。

这样基于主条件属性集 $\{T_1, T_3\}$ 的记录值可将表 3 划分为 10 类:

$$J_1 = \{j_5, j_{20}\}, J_2 = \{j_{10}\}, J_3 = \{j_{13}, j_8\}$$

$$J_4 = \{j_1, j_7\}, J_5 = \{j_3, j_{15}\}, J_6 = \{j_9, j_{17}, j_{19}\},$$

$$J_7 = \{j_{11}\}, J_8 = \{j_2, j_{12}, j_{16}\},$$

$$J_9 = \{j_4, j_{14}\}, J_{10} = \{j_6, j_{18}\}$$

即教师要熟悉教材、备课要充分,教师讲课重点突出、详略得当、难度适宜,结合学科发展、介绍最新成果等。

其次教师要不断提高教学方法 (T_3),这也是从上面三条规则分析得出:当教学内容得 79~70 分时,教学质量等级 T 取决于教学方法 T_3 ,当 $T_3 \geq 80$ 分时教学质量等级 T “良”,而当时教学方法 T_3 得 79~70 分时教学质量等级 T 为“合格”。

同时通过以上评估结果可以看出我校教师整体的教学素质不高,由于我校是 2000 年新建的本科院校,师资力量薄弱,随着学校扩招后教师严重缺编,教学任务繁重,使得相当部分老师备课不够充分也抽不出时间脱产进修,因此教学内容

(下转第 170 页)

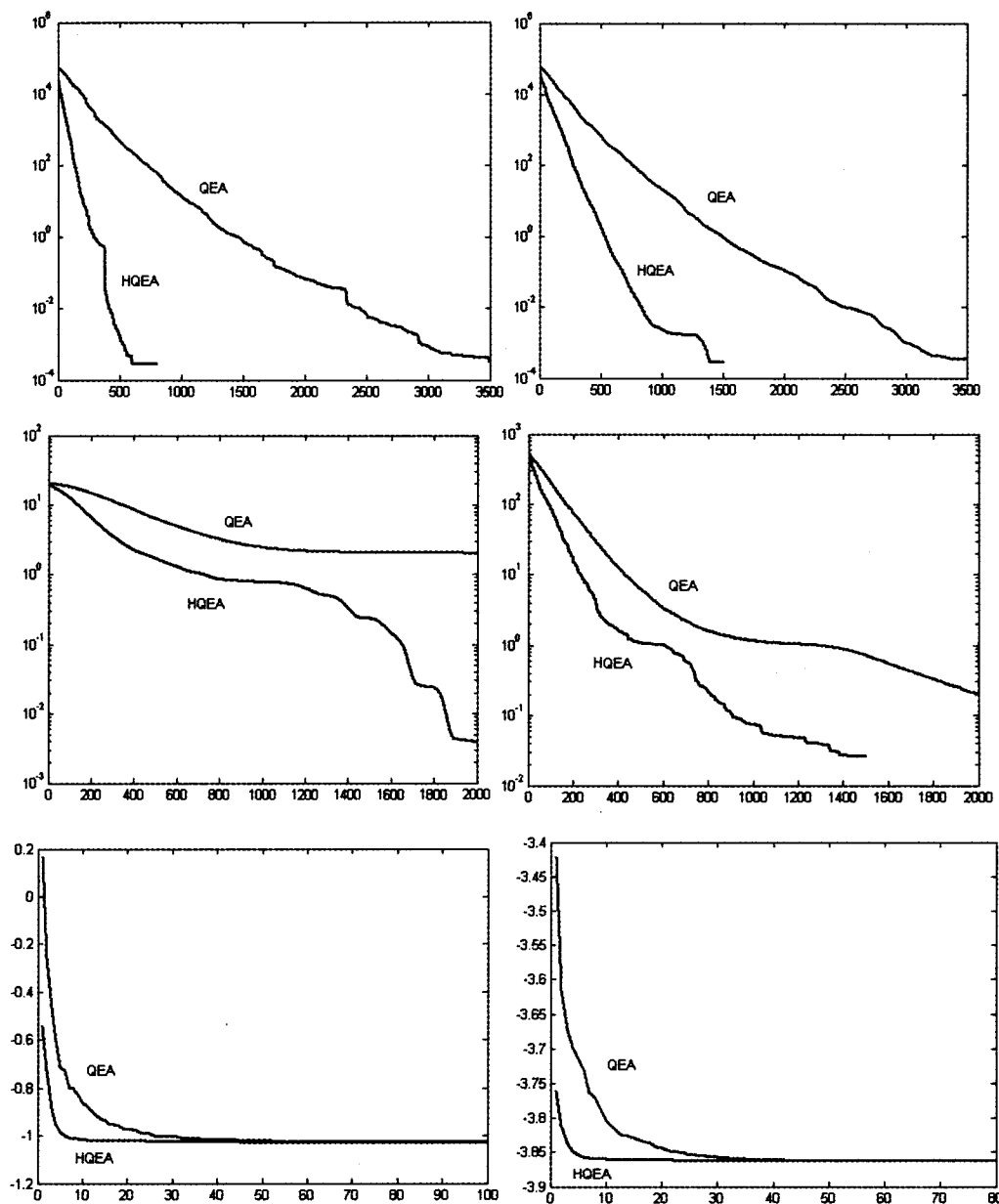


图3 部分函数的收敛曲线
(运行30次后的平均结果,横坐标是演化代数,纵坐标是适应度值)

(上接第156页)

(T_1)偏低,说明学生意见较大,需尽快改进,学校人事处应该尽快安排老师轮流外出进修来提高教师的专业素质,同时要多招些新教师。总之,在课堂教学质量评估指标体系中,教学内容和教学方法两方面非常重要,每位教师都应引起高度重视。显然这与已有的研究成果和实际相吻合。

结束语 本文使用模糊数据挖掘发现评估数据库中教师课堂教学质量评估等级同评估指标之间的规则知识,依据该规则知识对挖掘结果进行有效的评价,并且在分析、预测方面有着很大的优势,从而帮助决策者做出决策。当然对于该教学质量数据挖掘来说,这只是一部分工作,如何进一步优化该

系统是下一步研究的主要工作。

参考文献

- 1 Luo J. Integrating Fuzzy Logic with datamining Methods for intrusion Detection [D]. Mississippi State University, 1999
- 2 王景英. 教育评价理论与实践[M]. 长春: 东北师范大学出版社, 2002
- 3 李鸿吉. 模糊数学基础及实用算法[M]. 科学出版社, 213~215
- 4 谢季坚. 模糊数学方法及其应用[M]. 华中科技大学出版社, 96~97