

基于粒度计算的教学质量评价

李萍^{1,2}, 吴涛^{1,2,3}, 汪琼枝^{1,2}, 张帅²

(1. 安徽大学 智能计算与信号处理教育部重点实验室, 安徽 合肥 230039;

2. 安徽大学 数学科学学院, 安徽 合肥 230039;

3. 南京大学 计算机软件新技术国家重点实验室, 江苏 南京 210093)

摘要:连续多年的扩招,高校在校生的规模急剧扩大,高校的教学质量成了全社会关注的焦点。如何科学、合理地确定评价指标,对教师的教学质量进行客观公正地评价,是当前的重要课题。利用粗糙集的属性约简和决策规则生成方法,分析学生对教师课堂教学的测评数据,得到了影响教学质量的关键因素和评价教学质量的最小规则。所得结果对教师改进教学方法,提高教学水平和教学质量,简化教学测评具有一定的指导意义。

关键词:属性值约简;决策表;信息系统;决策规则

中图分类号:G434

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2009)10-0040-04

Evaluation of Quality of Teaching Based on Granular Computing

LI Ping^{1,2}, WU Tao^{1,2,3}, WANG Qiong-zhi^{1,2}, ZHANG Shuai²

(1. Ministry of Education Key Laboratory of Intelligent Computing & Signal Processing,

Anhui University, Hefei 230039, China;

2. School of Mathematical Sciences, Anhui University, Hefei 230039, China;

3. State Key Laboratory for Novel Software Technology, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: For continuous enlarging the scale of student-recruitment for many years and the number of college students' increasing rapidly, the teaching quality of colleges and universities has become the focus of the public's attention. How to scientifically and reasonably ascertain the valuation index to evaluate the quality of the teaching objectively and impartially, is an important subject. In this paper, the method of attribute reduction and decision rule creation of rough set is used to analyze a data on the evaluation of teachers' quality of the teaching measured by students and a minimal rule and key index are gained. The result which can simplify the teaching evaluation is somewhat significant for teachers to improve the teaching method, teaching level and teaching quality.

Key words: attribute value reduction; decision table; information system; decision rule

0 引言

高等教育是一个国家或地区综合实力的重要指标之一,同时是发展国家社会经济、知识经济的基本条件;它也是社会人力资本积聚的重要手段之一。高等教育为社会提供了大量具有较高文化素质和专业知识的人才,为经济的增长提供了人力资源方面的支持与

保障。由于连续多年的扩招,高校在校生的规模急剧扩大,高校的教学质量成了全社会关注的焦点。如何科学、合理地确定评价指标,对教师的教学质量进行客观公正地评价,也是高校面临的重要课题。文献[1]提到,通过对教师教学活动过程的考察来评价和检测教学质量是很现实的方法。这种评价方法一般通过学生依据一定的指标体系对教师教学过程中的行为特征进行评价,以此来评价教师的教学质量。学生应该着重依据什么样的指标体系对教师教学过程中的行为特征进行评价呢?在各高校中采用的各种各样的指标,但是这些指标是不是都是缺一不可,都必须用上呢?答案是否定的。可以根据不同指标对评价结果的影响程度来进行选择,选出尽可能少的指标,并且这些指标的选取不会影响评价结果。这样在教学评价过程中就给我们带来了方便。

收稿日期:2009-01-13;修回日期:2009-04-14

基金项目:中国博士后基金面上项目(20070411028);国家973计划(2007BC311003);国家自然科学基金(60675031);安徽省高等学校省级自然科学基金项目(KJ2008B093, KJ2008B452C, KJ2008B1082C);安徽大学学术创新团队和安徽大学人才队伍建设经费;安徽大学大学生创新性实验项目

作者简介:李萍(1985-),女,安徽阜南人,硕士研究生,研究方向为智能计算理论与应用;吴涛,博士,教授,硕士生导师,研究方向为机器学习、智能计算及其应用。

粗糙集理论是波兰数学家 Z. Pawlak 于 1982 年提出的分析不完整、不确定数据的新的数学理论,该理论的最大特点是无需提供问题所需处理的数据集合之外的任何先验信息,因此对问题的处理比较客观,真正体验了“让数据自己说话”的思想。采用粗糙集理论进行决策分析,就是从给定的数据集中获取有利用价值的信息,在利用原始数据中建立起来的粗糙集模型中,通过数据压缩、约简、属性重要性分析等方法,从而可以产生合理的决策方针。详情查看文献[2]。

应用粗糙集理论对教学测评的数据进行分析,旨在分析当前高校教学的主要影响因素和教学质量的评价规则。文章介绍了粗糙集的一些基本理论,然后在这些理论的基础上通过所涉及到的理论知识对教学中的一次教学质量的评价做出了评价。由于粗糙集方法更为直观和易于操作,从而为教学评价与对策分析提供了一个新的方法。

1 粒度计算中的属性约简及属性值约简

1.1 信息系统和决策表

一个知识系统可以用四元组 $S = (U, A, V, f)$ 表示,其中, U 是论域, $A = C \cup D$ 为属性集合, C 为条件属性的集合, D 为决策属性的集合, $V = \bigcup_{a \in A} V_a$, V_a 为属性 a 的值域, $f: U \times A \rightarrow V$ 为信息函数,指定论域 U 中任一元素 x 在每一属性 a 的取值。一般地,信息系统 S 的表格形式称为信息表,每一个属性对应一个等价关系。当 D 非空时称为决策表。关系 $\text{ind}(C)$ 和关系 $\text{ind}(D)$ 的等价类分别称为条件分类和决策分类。

定义 1: 假设给定知识库 $K = (U, R)$, 对于每个子集 $X \subset U$, 等价关系 $R \subset \text{ind}(K)$, 可以根据 R 的基本集合的描述来划分集合 X , 对于每个 $X \subset U$ 的集合, 为了衡量根据 R 的基本集合 $Y_i \subset U \mid \text{ind}(R)$ 的描述来划分集合 X 的情况, 对粗集可以近似地定义, 即使用两个精确集, 即粗集的上近似集和下近似集来描述。分别称

$$R_+(X) = \bigcup \{Y_i \subset U \mid \text{ind}(R): Y_i \subset X\} \text{ 和}$$

$$R_-(X) = \bigcup \{Y_i \subset U \mid \text{ind}(R): Y_i \cap X \neq \emptyset\}$$

为 X 的 R 下近似集和 R 上近似集。

定义 2: 设 P 是定义在论域 U 上的一族等价关系, $r \in P$, 若 $\text{ind}(P \setminus \{r\}) = \text{ind}(P)$, 则称 r 在 P 中是可被约去的知识, 否则称 r 在 P 中是不可约去的。如果任一 $r \in P$ 是 P 中不可约去的, 则等价关系族 P 是独立的; 否则 P 是相关的。

可以约去的知识在知识库中是冗余的, 如果将它们从知识库中去掉, 不会改变该知识库的分类能力。

定义 3: 设 P 是论域 U 上的一个等价关系族, 若 P 中所有不可约去的关系称为核, 由它构成的集合称为 P 的核集, 记成 $\text{core}(P)$ 。

定义 4: 设 U 是论域, P 和 Q 是定义在 U 上的两个等价关系族, 且 $Q \subseteq P$, 如果:

$$(1) \text{ind}(Q) = \text{ind}(P)$$

$$(2) Q \text{ 是独立的}$$

则称 Q 是 P 的一个约简。

求知识 P 的约简, 就是求 P 的独立子集 Q , 它与 P 有相同的分类能力。核与约简之间的关系为: $\text{core}(P) = \bigcap \text{red}(P)$, 其中, $\text{red}(P)$ 表示 P 的所有约简。因而, 核可以作为所有约简计算的基础。

在决策表中, 研究两个分类的相对关系, 计算的是知识的相对约简与相对核。

定义 5: 设 P 和 Q 是论域 U 上的一个等价关系族, Q 的 P 正域 $\text{POS}_P(Q)$ 定义为:

$$\text{POS}_P(Q) = \bigcup_{x \in U \mid P} P_-(X)$$

若 $\text{POS}_P(Q) = \text{POS}_{P \setminus \{r\}}(Q)$, 则称 r 是 P 上 Q - 不可约去的, 否则 r 是 P 上 Q - 可约去的。若 P 上的每一个等价关系都是 Q - 不可约去的, 则称 P 是 Q - 独立的。

若 $S \subseteq P$, 满足: S 是 Q - 独立的且 $\text{POS}_S(Q) = \text{POS}_P(Q)$, 则称 S 是 P 的 Q - 约简。

定义 6: 设 P 和 Q 是论域 U 上的一个等价关系族, 若 P 中所有 Q - 不可约去的关系称为核, 由它构成的集合称为 P 的 Q - 核集, 记成 $\text{core}_Q(P)$ 。详情查看文献 [3 ~ 5]。

1.2 决策规则

令 X 是 U 中根据条件属性 C 可定义的分类, Y 是 U 中根据决策属性 D 定义的分类, 对于每个 $x_i, y_i \in U$ 定义函数 dX :

$$\text{Des}C(x_i) \Rightarrow \text{Des}D(y_i); x_i \cap y_i \neq \emptyset, \text{ 对于 } x_i \in X, y_i \in Y$$

$\text{Des}C(x_i)$ 表示对条件等价类 x_i 描述; $\text{Des}D(y_i)$ 表示对决策等价类 y_i 描述。函数 dX 称为决策表中的决策规则。 X 是决策规则 dX 的标识, 即决策表中集合 U 的元素不表示任何实际的事物, 只是决策规则的标识符。用决策表来表示知识库, 这种知识表达系统不仅利用了数据表的性质来表示知识库的基本性质, 而且也是一种具有归纳特征的逻辑方法, 是数据分析的有力工具。同时, 在证明知识的某些性质时需要语义方法, 在建立算法时需要符号和逻辑的表达, 因此, 往往根据最终简化的决策表, 每一个研究对象为一条决策规则, 把它写成逻辑表达的方式。决策逻辑语言中任何

有限决策规则集称为决策逻辑语言中的决策算法。在系统数据表中, C 代表条件属性集, 其基本公式用 θ 表示, D 代表决策属性集, 其基本公式用 Ψ 表示, 当 $\theta \rightarrow \Psi$ 为一个决策规则时, 决策规则 $\theta \rightarrow \Psi$ 称为 CD 基本决策规则。当 $\theta_1 \vee \theta_2 \vee \dots \vee \theta_n \rightarrow \Psi$ 为基本决策规则 $\theta_1 \rightarrow \Psi, \theta_2 \rightarrow \Psi, \dots, \theta_n \rightarrow \Psi$ 的组合时, 称为组合决策规则^[4]。

定义 7: 条件属性集 A 和决策属性集 D 的依赖程度为:

$$Y_A(D) = |\text{POS}_A(D)| / |U|$$

表明条件属性集 A 关于决策属性集 D 的近似质量。条件属性子集 $B \subset A$ 关于 D 的重要性为:

$$\sigma_D(B) = Y_A(D) - Y_{A-B}(D)$$

属性重要性表明了属性在信息表中的重要程度^[6,7]。

定义 8: 给定知识库 $K = (U, R)$, 对于所研究的系统 U , 令 $F = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ 为一集合簇, $X_i \subset U$, 且有另外一个子集 Y (例如由决策属性集定义的子集), $Y \subset U$ 。当 $\cap F \subset Y$ 时, 如果存在 $\cap (F - \{X_i\}) \subset Y$, 称 X_i 为 F 中相对 Y 可省略的。这表明系统的某些概念 $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ 的交集 $\cap F$ 可以被简化, 并表示为数量更少的概念的交集。对于簇定义 $G = F - X_i$, $G \subset F$, 当 G 中所有分量都不可省略时, 则 G 为独立的, 反之 G 是依赖的。所有不可省略的最小子集都称为是 F 相对于 Y 的简化, 记为 $\text{red}_Y(F)$ 。一个系统表达数据模块的集合簇可能有多种简化。简化集合簇的交称为 F 相对于 Y 的核, 记为 $\text{core}_Y(F)$, 即:

$$\text{core}_Y(F) = \cap \text{red}_Y(F)$$

其中 $\text{red}_Y(F)$ 是 F 相对于 Y 的所有简化的簇^[8,9]。

1.3 最小决策规则的算法

- 1) 合并相同行、相同列。
- 2) 根据相对核的涵义先算出属性核。
- 3) 从属性核出发, 根据属性重要性逐步增加一个、两个、……属性, 直到得到约简结果, 这样就得到了最小属性约简。

4) 对已简化条件属性的决策表化简决策规则, 即针对每条决策规则, 进行范畴的相对简化, 从而得到一个核值表。

5) 从核值表出发, 对于每个对象根据属性重要性逐个增加一个、两个、……属性, 直到得到协调的决策规则, 即为最小决策规则。可参考文献^[7]。

2 课堂教学质量评价

本系统通过对教师上课情况 15 个属性的调查, 每一个属性分为优、良、中、差 4 个等级, 得出对该授课教

师课堂教学质量的总体评价(用优、良、中、差 4 个等级来表示)。这 15 个条件属性分别为: A 表示教学准备情况; B 表示教学目的情况; C 表示选用教材情况; D 表示讲授情况; E 表示讲授方法情况; F 表示教学深度情况; G 表示课堂信息量情况; H 表示运用启发式教学情况; I 表示理论联系实际情况; J 表示使用现代教学情况; K 表示课堂时间安排情况; L 表示教师教学情况; M 表示普通话教学情况; N 表示书写表达; O 表示课堂组织情况。

为了得出该评价系统的规律, 必须考察大量的原始数据, 使它们组成一个知识表达系统。针对该数据表, 运用粗糙集理论知识的简化原理, 得出其中的决策算法表中 $A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O$ 为条件属性, P 为决策属性。

下面给出了一个参考数据, 如表 1 所示。

表 1 教师课堂教学质量数据

| U | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 1 |
| 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 1 | 3 | 4 | 1 |
| 4 | 1 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| 5 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 3 | 4 | 2 | 3 |
| 6 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 1 | 3 | 4 | 2 | 4 |
| 7 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 |
| 8 | 1 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 10 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| 11 | 1 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 12 | 1 | 1 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 13 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 14 | 1 | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 4 | 3 | 1 | 4 | 4 | 3 | 2 |

得到最简属性系统表达为表 2。

表 2 最简属性系统表达结果

| U | A | B | D | P |
|----|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 4 | 2 | 3 |
| 5 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| 6 | 3 | 4 | 2 | 4 |
| 7 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 8 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| 9 | 3 | 3 | 1 | 3 |
| 10 | 3 | 1 | 3 | 2 |
| 11 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 12 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| 13 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 14 | 1 | 2 | 1 | 2 |

把得到的最简属性系统表达中相同的个体进行合

并,然后再进行最简属性值约简,得到表 3。

表 3 最简属性值约简结果

| U | A | B | D | P |
|--------|---|---|---|---|
| 1,2,12 | * | 1 | 2 | 1 |
| 3 | 1 | 1 | * | 1 |
| 4 | 1 | 4 | 2 | 3 |
| 5,7,9 | * | 3 | * | 3 |
| 6 | 3 | 4 | * | 4 |
| 6' | 3 | * | 2 | 4 |
| 8 | * | * | 4 | 4 |
| 10 | 3 | 1 | * | 2 |
| 10' | * | 1 | 3 | 2 |
| 11,14 | * | 2 | * | 2 |
| 13 | 2 | * | 1 | 2 |

通过条件属性约简得到了一个最简属性系统表达,从中可以看到在对教师教学质量评价时,选取了很多个指标,其中 A,B,D 也就是教学准备情况、教学目的情况以及讲授情况,这较为重要。所以在对教师教学质量评价时首先要注重这三个方面。

根据最后的最简属性值约简的结果可以得到以下最小规则:

$$(B_1 \wedge D_2) \vee (A_1 \wedge B_1) \rightarrow P_1$$

$$(A_3 \wedge B_1) \vee (B_1 \wedge D_3) \vee B_2 \vee (A_2 \wedge D_1) \rightarrow P_2$$

$$(A_1 \wedge B_4 \wedge D_2) \vee B_3 \rightarrow P_3$$

$$(A_3 \wedge B_4) \vee (A_3 \wedge D_2) \vee D_4 \rightarrow P_4$$

所以,如果教学目的情况为优并且讲授情况为良,或教学准备情况为优并且教学目的情况为优,那么教师教学质量总体即为优。如果教学准备情况为中并且教学目的情况为优,或教学目的情况为优并且讲授情况为中,或教学目的情况为良,或教学准备情况为良并且讲授情况为优,那么教师教学质量总体即为良。如

果教学准备情况为优并且教学目的情况为差并且讲授情况为良,或教学目的情况为中,那么教师教学质量总体为中。如果教学准备情况为中并且教学目的情况为差,或教学准备情况为中并且讲授情况为良,或讲授情况为差,那么教师教学质量总体为差。

3 结束语

文中利用粗糙集的方法对课堂教学质量评价数据进行处理,得出了三个较为重要是指标。并通过属性值约简得出了一个最小规则。数据表明,教学准备、教学目的以及讲授情况对教师教学质量的总体情况影响很大。这样就把信息简化了很多,并不需要知道所有指标的值,这对以后的教师评价有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 梁 斌. 试论高校教师教学质量学生评价的必要性[J]. 云南警官学院学报,2004(2):14-15.
- [2] Plawk Z. Rough Sets - Theoretical Aspects of Reasoning about Data[M]. [s.l.]:Kluwer Academic Publishers,1991.
- [3] 王国胤. Rough 集理论与知识获取[M]. 西安:西安交通大学出版社,2001.
- [4] 刘 清. Rough 集及 Rough 推理[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [5] 曾黄麟. 智能计算[M]. 重庆:重庆大学出版社,2004.
- [6] 聂 冰,丁明艳,李 文. Data reduction based on importance of attribute[J]. Electronic Measurement Technology,2008,5(31):117-118.
- [7] 宋旭东,朱伟红,宁 涛. Rough Set Algorithm for Value Reduction Based on Importance of Attribute Value[J]. Computer Technology and Development,2007,17(6):77-78.
- [8] 杜 晓,刘维亭,杜 茜,等. 基于粗糙集理论与灰色理论的属性约简算法[J]. 计算机技术与发展,2008,18(1):154-155.
- [9] 徐文婷,吴 涛,单雪红. 基于 Rough Set 的经济效益综合评价[J]. 计算机技术与发展,2008,18(12):251-252.

(上接第 39 页)

参考文献:

- [1] 张泉雄. 高速公路入口匝道控制算法的仿真评价与优化[D]. 长春:吉林大学,2005.
- [2] 陆海亭,张 宁,钱振东. 高速公路入口匝道控制方法及应用探索[J]. 公路,2008,33(8):180-185.
- [3] 张海军,杨晓光,张 钰. 高速公路入口匝道控制方法综述[J]. 同济大学学报:自然科学版,2005,33(8):1051-1055.
- [4] Hourdakos J, Michalopoulos P G. Evaluation of Ramp Control Effectiveness in Two Twin Cities Freeways[C]//Transportation Research Board 81st Annual Meeting. Washington, D. C.: [s. n.],2002.
- [5] Jacobson L N, Henry K C, Mehya O. Real-Time Metering Algorithm for centralized control[J]. Transportation Research Record, 1989,1232:17-26.
- [6] Zhang H M, Kim T, Nie X, et al. Evaluation of On-ramp Control Algorithm[R]. Berkeley: University of California, 2001.
- [7] 劳云腾. 信号控制交叉口交通阻塞动态预测方法研究[D]. 上海:同济大学,2008.
- [8] 赵艳秋,刘桂香,王广义. 环形线圈车辆检测器的研究[J]. 微计算机信息,2007,23(7-2):266-288.