

文章编号: 2095—0411 (2012) 04—0085—04

普通高校工科学生微积分成绩影响因素分析^{*}

施盛威¹, 戴中寅²

(1. 苏州大学 文正学院, 江苏 苏州 215000; 2. 苏州大学 数学科学学院, 江苏 苏州 215006)

摘要: 针对普通高等学校工科学生微积分成绩影响因素的多重性, 研究了工科学生微积分成绩与其影响因素之间的关系。以苏州大学文正学院随机抽取的 20 位工科学生作为研究样本, 基于粗糙集理论, 通过对这些学生微积分成绩影响因素的定性分析, 确定了其影响因子的定量指标。这些结果对于进一步深入研究普通高等学校基础课教育效果的评价, 从而提高基础课教育的教学效果具有一定的理论意义。

关键词: 微积分成绩; 影响因素; 粗糙集; 影响因子

中图分类号: G 40—058. 1

文献标识码: A

Analysis of Influencing Factors of Calculus Scores for Chinese University Engineering Students

SHI Sheng—wei¹, DAI Zhong—yin²

(1. Wenzheng College, Soochow University, Suzhou 215000, China; 2. School of Mathematical Sciences, Soochow University, Suzhou 215006, China)

Abstract: With the multiplicity of influencing factors of Chinese university engineering students calculus scores, this study selected 20 students in Soochow University Wenzheng College as a sample to study relations between the engineering students calculus scores and the influence factors. Based on rough set theory, this study obtained quantitative indexes of influencing factors by analysis of influencing factors of calculus scores. The results have certain theoretical significance for further research of common colleges and universities basic course education effect evaluation, so as to improve the teaching effect of courses.

Key words: calculus score; influencing factor; rough set; CLC

微积分是普通高等学校工科学生的一门重要的必修课。为了提高学生的微积分成绩, 必须认识和分析影响他们微积分成绩的因素, 从而科学地制定并且实施这门课程的培养计划。影响工科学生微积分成绩的因素主要有基础知识水平, 学习态度, 教师水平, 教学方法, 学习方法等。通过分析这些因素, 确定其对学生微积分成绩的影响因子。为此,

从苏州大学文正学院随机选取了 20 位 2010 级工科学生, 在任课老师, 年级辅导员, 学院领导以及学院有关同学的协助下, 对这 20 位学生微积分成绩以及影响因素作了全面考核。由于所考核学生的微积分成绩及其影响因素既反映了样本个体的现象, 又代表了样本总体的现象, 因此对其采取一些常规的分析方法 (例如综合指数法, 测试法, 评分法,

^{*} 收稿日期: 2012—11—06

基金项目: 苏州大学文正学院教育基金资助 (JX09)

作者简介: 施盛威 (1967 —), 女, 江苏海门人, 副研究员, 主要从事教学管理研究。

层次分析法和概率统计法等)未必是完全科学的,而波兰科学家 Z Pawlak 于 1982 年提出的粗糙集理论则是分析这类现象的一个有效及科学的工具^[1]。尽管这一理论在 20 世纪 80 年代初就已被提出,由于种种原因,它并未被计算机研究者所认可。一直到 20 世纪 90 年代初,人们才逐渐认识到它的意义。1995 年,ACM Communication 将其列为新浮现的计算机科学的研究课题。近几年来,这一理论在我国已经被广泛地应用于教育学,计算机科学,信息科学,经济学,医学等诸多方面^[2-6]。本文则是这一理论在教育学中的又一应用。结果对于进一步深入研究普通高等学校基础课教育效果的评价,从而提高基础课教育的教学效果具有一定的理论意义。

1 有关粗糙集理论

记号 1.1 (1) 集合 A 的基数表示为 $|A|$;
(2) 对于集族, E_1, E_2, \dots, E_k ,
 $\bigwedge \{E_i: i=1, 2, \dots, k\} = \{\bigcap \{F_i: i=1, 2, \dots, k\}: F_i \in E_i, i=1, 2, \dots, k\}$;
(3) 对于集合 U 上等价关系 R , U/R 表示 R 的所有等价类构成的集合,含 u 的等价类记为 $[u]$ 。

定义 1.2 四元组 $S = (U, A, V, f)$ 称为信息系统,其中
(1) U 为对象的非空有限集合,称为论域。
(2) A 为属性的非空有限集合。
(3) $V = \bigcup \{V_\alpha: \alpha \in A\}$, 这里 V_α 是属性 α 的值域。

(4) $f: U \times A \rightarrow V$ 是一个信息函数,对每一 $u \in U, \alpha \in A, f(u, \alpha) \in V_\alpha$ 。

定义 1.3 信息系统 $S = (U, A, V, f)$ (表格形式)称为决策表,如果 $A = C \cup D$ 且 $C \cap D = \Phi$ 。其中 C 称为因素属性集, D 为单点集,称为决策属性集。

定义 1.4 设 U 是有限论域, R 是 U 上等价关系, $X \subset U$ 。

X 的 R 下近似集 $\underline{R}(X) = \bigcup \{[u] \mid [u] \subset X\}$ 。

下述命题是已知的。

命题 1.5 设 P 是有限论域 U 上一族等价关系,则 $\bigwedge \{U/R: R \in P\}$ 是 U 的一个划分,其诱导出的等价关系仍记为 P ,即: $U/P = \bigwedge \{U/R: R \in P\}$ 。

定义 1.6 设 P 是 U 上一族等价关系, Q 是 U 上一等价关系, $P' \subset P$

(1) Q 的 P 正域 $\text{pos}_P(Q) = \bigcup \{\underline{P}(X) : X \in U/Q\}$ 。

(2) Q 关于 P 的依赖度 $\gamma_P(Q) = \frac{|\text{pos}_P(Q)|}{|U|}$ 。

(3) P' 关于 Q 的影响因子 $\sigma_{PQ}(P') = \gamma_P(Q) - \gamma_{P'}(Q)$ 。

记号 1.7 设决策表 $S = (U, C \cup D, V, f)$ 。

(1) 设 $\alpha \in C \cup D$, 在 U 中定义等价关系 \sim 如下:

$u_i \sim u_j$, 当且仅当 $f(u_i, a) = f(u_j, a)$ 。
 \sim 的所有等价类集合记为 U/a 。

(2) 设 $B \subset A$ 。 $\bigwedge \{U/b: b \in B\}$ 简记为 U/B , 对应的等价关系仍记为 B 。

粗糙集理论 设决策表 $S = (U, C \cup D, V, f)$, $c \in C, D = \{d\}$, 则因素属性 c 对于决策属性 d 的影响因子为:
 $\sigma_{CD}(\{c\}) = \gamma_C(D) - \gamma_{C-\{c\}}(D)$ 。

2 建立决策表

现在建立关于这 20 个学生微积分成绩与其影响因素的一个信息系统,这个信息系统见表 1。

表 1 决策表					
Table 1 Decision table					
U	c_1	c_2	c_3	c_4	d
u_1	c_{13}	c_{21}	c_{33}	c_{42}	d_1
u_2	c_{12}	c_{21}	c_{32}	c_{43}	d_1
u_3	c_{11}	c_{22}	c_{32}	c_{42}	d_3
u_4	c_{13}	c_{22}	c_{33}	c_{42}	d_3
u_5	c_{13}	c_{22}	c_{32}	c_{41}	d_2
u_6	c_{12}	c_{21}	c_{32}	c_{42}	d_1
u_7	c_{11}	c_{23}	c_{32}	c_{43}	d_3
u_8	c_{13}	c_{22}	c_{33}	c_{43}	d_3
u_9	c_{12}	c_{23}	c_{32}	c_{42}	d_1
u_{10}	c_{13}	c_{21}	c_{32}	c_{41}	d_1
u_{11}	c_{12}	c_{23}	c_{33}	c_{43}	d_3
u_{12}	c_{11}	c_{22}	c_{31}	c_{41}	d_2
u_{13}	c_{13}	c_{22}	c_{31}	c_{43}	d_2
u_{14}	c_{12}	c_{23}	c_{31}	c_{42}	d_1
u_{15}	c_{11}	c_{22}	c_{33}	c_{42}	d_3
u_{16}	c_{12}	c_{22}	c_{32}	c_{42}	d_2
u_{17}	c_{11}	c_{23}	c_{33}	c_{41}	d_2
u_{18}	c_{12}	c_{22}	c_{33}	c_{42}	d_3
u_{19}	c_{13}	c_{22}	c_{32}	c_{43}	d_1
u_{20}	c_{11}	c_{22}	c_{32}	c_{43}	d_2

现在对上述决策表作一些解释。

(1) 决策表中 U 表示 20 个学生的集合 $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_{20}\}$ 。

(2) 决策表中 c_1, c_2, c_3, c_4 分别表示学生的因素属性: 基础知识水平 (指数学基础知识水平); 学习态度 (包括数学学习兴趣, 数学学习的努力及认真程度等); 教师水平 (指教学水平); 教学方法。 d 表示学生的决策属性: 微积分成绩。

(3) 学生基础知识水平的测评依据于该学生的高考数学成绩 (换算为百分制)。决策表中 c_{11} 表示该学生的高考数学成绩介于 81—100 分; c_{12} 表示该学生的高考数学成绩介于 60—80 分; c_{13} 表示该学生的高考数学成绩低于 60 分。

(4) 学生学习态度的测评来源于任课教师, 年级辅导员, 学院领导以及学院有关同学关于该学生数学学习兴趣, 数学学习的努力及认真程度等信息的综合 (包括任课教师对该学生上课及作业等情况反馈, 年级辅导员和学院领导对该学生评语以及学院有关同学对该学生所作的调查反映)。决策表中 c_{21}, c_{22}, c_{23} 分别表示学生的学习态度为好, 一般, 较差。

(5) 考虑到教师的教学水平在苏州大学的职称聘任中是一个很重要的衡量条件以及教学实践评价在教师年度考核中所呈现的重要地位, 因此教师水平的测评依据于任课教师的职称并结合苏州大学文正学院对任课教师的综合评价 (包括所教班级学生对任课教师的评价), 并转换为总测评分 (换算为百分制)。决策表中 c_{31} 表示任课教师的总测评分介于 81—100 分, c_{32} 表示任课教师的总测评分介于 60—80 分, c_{33} 表示任课教师的总测评分低于 60 分。

(6) 教学方法的测评来源于任课教师的授课形式。决策表中 c_{41}, c_{42}, c_{43} 分别表示授课形式以课件为主, 授课形式以课件为辅, 授课中不使用课件。

(7) 学生微积分成绩的测评依据于 2010—2011 学年第二学期该学生微积分课程的总评成绩 (百分制)。决策表中 d_1 表示该学生的总评成绩介于 81—100 分; d_2 表示该学生的总评成绩分介于 60—80 分; d_3 表示该学生的总评成绩低于 60 分。

3 影响因子的确定

3.1 U 的划分

$$(1) U/c_1 = \{\{u_3, u_7, u_{12}, u_{15}, u_{17}, u_{20}\},$$

$$\{u_2, u_6, u_9, u_{11}, u_{14}, u_{16}, u_{18}\}, \{u_1, u_4, u_5, u_8, u_{10}, u_{13}, u_{19}\}\};$$

$$(2) U/c_2 = \{\{u_1, u_2, u_6, u_{10}\}, \{u_3, u_4, u_5, u_8, u_{12}, u_{13}, u_{15}, u_{16}, u_{18}, u_{19}, u_{20}\}, \{u_7, u_9, u_{11}, u_{14}, u_{17}\}\};$$

$$(3) U/c_3 = \{\{u_3, u_{12}, u_{13}, u_{14}\}, \{u_2, u_5, u_6, u_7, u_9, u_{10}, u_{16}, u_{19}, u_{20}\}, \{u_1, u_4, u_8, u_{11}, u_{15}, u_{17}, u_{18}\}\};$$

$$(4) U/c_4 = \{\{u_5, u_{10}, u_{12}, u_{17}\}, \{u_1, u_3, u_4, u_6, u_9, u_{14}, u_{15}, u_{16}, u_{18}\}, \{u_2, u_7, u_8, u_{11}, u_{13}, u_{19}, u_{20}\}\};$$

$$(5) U/C = \{\{u_1\}, \{u_2\}, \{u_3\}, \{u_4\}, \{u_5\}, \{u_6\}, \{u_7\}, \{u_8\}, \{u_9\}, \{u_{10}\}, \{u_{11}\}, \{u_{12}\}, \{u_{13}\}, \{u_{14}\}, \{u_{15}\}, \{u_{16}\}, \{u_{17}\}, \{u_{18}\}, \{u_{19}\}, \{u_{20}\}\};$$

$$(6) U/(C - \{c_1\}) = \{\{u_1\}, \{u_2\}, \{u_3\}, \{u_5\}, \{u_6\}, \{u_7\}, \{u_8\}, \{u_9\}, \{u_{10}\}, \{u_{11}\}, \{u_{12}\}, \{u_{13}\}, \{u_{14}\}, \{u_{16}\}, \{u_{17}\}, \{u_{19}, u_{20}\}, \{u_{14}, u_{15}, u_{18}\}\};$$

$$(7) U/(C - \{c_2\}) = \{\{u_2\}, \{u_3\}, \{u_8\}, \{u_{11}\}, \{u_{12}\}, \{u_{13}\}, \{u_{14}\}, \{u_{15}\}, \{u_{17}\}, \{u_{18}\}, \{u_{19}\}, \{u_1, u_4\}, \{u_5, u_{10}\}, \{u_7, u_{20}\}, \{u_6\}, \{u_9\}, \{u_{16}\}\}\};$$

$$(8) U/(C - \{c_3\}) = \{\{u_1\}, \{u_2\}, \{u_4\}, \{u_5\}, \{u_6\}, \{u_7\}, \{u_{10}\}, \{u_{11}\}, \{u_{12}\}, \{u_{17}\}, \{u_{20}\}, \{u_3, u_{15}\}, \{u_9, u_{14}\}, \{u_{16}, u_{18}\}, \{u_8, u_{13}, u_{19}\}\};$$

$$(9) U/(C - \{c_4\}) = \{\{u_1\}, \{u_7\}, \{u_9\}, \{u_{10}\}, \{u_{11}\}, \{u_{13}\}, \{u_{14}\}, \{u_{15}\}, \{u_{16}\}, \{u_{17}\}, \{u_{18}\}, \{u_{20}\}, \{u_2, u_6\}, \{u_3, u_{12}\}, \{u_4, u_8\}, \{u_5, u_{19}\}\};$$

$$(10) U/d = \{\{u_1, u_2, u_6, u_9, u_{10}, u_{14}, u_{19}\}, \{u_5, u_{12}, u_{13}, u_{16}, u_{17}, u_{20}\}, \{u_3, u_4, u_7, u_8, u_{11}, u_{15}, u_{18}\}\}。$$

3.2 相关粗糙集

$$(1) \text{pos}_c(D) = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7, u_8, u_9, u_{10}, u_{11}, u_{12}, u_{13}, u_{14}, u_{15}, u_{16}, u_{17}, u_{18}, u_{19}, u_{20}\};$$

$$(2) \text{pos}_{c-\{c_1\}}(D) = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7, u_8, u_9, u_{10}, u_{11}, u_{12}, u_{13}, u_{14}, u_{15}, u_{16}, u_{17}, u_{18}\};$$

$$(3) \text{pos}_{c-\{c_2\}}(D) = \{u_2, u_3, u_8, u_{11}, u_{12}, u_{13}, u_{14}, u_{15}, u_{17}, u_{18}, u_{19}\};$$

$$(4) \text{ pos}_{c-\{c_3\}}(D) = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7, u_9, u_{10}, u_{11}, u_{12}, u_{14}, u_{15}, u_{17}, u_{20}\};$$

$$(5) \text{ pos}_{c-\{c_4\}}(D) = \{u_1, u_2, u_4, u_6, u_7, u_8, u_9, u_{10}, u_{11}, u_{13}, u_{14}, u_{15}, u_{16}, u_{17}, u_{18}, u_{20}\}。$$

3.3 影响因子:

$$(1) \sigma_{CD}(\{c_1\}) = \gamma_C(D) - \gamma_{C-\{c_1\}}(D) = \frac{20}{20} - \frac{18}{20} = 0.10。$$

$$(2) \sigma_{CD}(\{c_2\}) = \gamma_C(D) - \gamma_{C-\{c_2\}}(D) = \frac{20}{20} - \frac{11}{20} = 0.45。$$

$$(3) \sigma_{CD}(\{c_3\}) = \gamma_C(D) - \gamma_{C-\{c_3\}}(D) = \frac{20}{20} - \frac{15}{20} = 0.25。$$

$$(4) \sigma_{CD}(\{c_4\}) = \gamma_C(D) - \gamma_{C-\{c_4\}}(D) = \frac{20}{20} - \frac{16}{20} = 0.20。$$

4 总 结

(1) 学生的学习态度对微积分成绩的影响最大, 影响因子为 0.45。由此可知, 应该加强对学生的教育, 通过多种方式提高他们的数学学习兴趣和积极性, 使他们能够从不自觉的学习变为自觉努力学习认真的学习, 这是提高学生微积分成绩的最重要的方法。

(2) 教师的教学水平和教师的教学方法对学生的微积分成绩具有接近程度的影响。对于学生微积分成绩的影响, 教师的教学水平较之教师的教学方法稍微大一些, 影响因子分别为 0.25 和 0.20。由此可知, 提高任课教师的教学水平, 并选择合适的教学方法对于学生微积分成绩的提高也能起到较为有效的作用。

(4) 学生的基础知识水平对学生的微积分成绩影响最小, 影响因子为 0.10, 但这并不意味着学生的基础知识水平对学生的微积分成绩不重要。这是不能忽视的。事实上, 关注并强化学生的基础知识也将有助于提高学生的微积分成绩。

注记:

(1) 对学生微积分成绩有影响的因素, 除了本文所讨论的, 还有学习方法, 智力因素, 家庭因素和学习氛围等。本文研究的 4 个影响因素是在众多

影响因素中利用粗糙集理论的约简原理, 剔除了一些“可依赖”以及“可忽略”的影响因素后得到的。

(2) 在教学方法对学生微积分成绩影响的讨论中, 下述问题是很重要的: 所采用的 3 种授课形式究竟哪一种更有利于学生微积分成绩的提高? 应该注意到本文的研究结果并不能给出明确回答。事实上, 这一问题的回答依赖于信息系统中决策规则的讨论, 将在后续的工作予以解决。

(3) 讨论是对 1 个由 20 个学生组成的样本进行的。由于本文的结构原因, 所选取的样本容量还不是足够大, 因此所得到的这些结论可能还不是十分完美。但正如本文引言中所叙述的, 本文的结论“对于进一步深入研究普通高等学校基础课教育效果的评价, 从而提高基础课教育的教学效果具有一定的理论意义”。

(4) 对影响因素分析的意义或目的还可以作适当展开, 如: 客观地评价教师的教学水平, 在教师评价等方面发挥作用等。进一步地, 怎样能够根据分析的目标要求与分析结果, 反过来对某些可以改变的“影响因素”提出怎样的定量或定性的改进分析, 例如, 在其他影响因素不变的条件下, 如何通过定量或定性地改进某个“影响因素”, 使得学生成绩在某个意义下能够得到预料的提高。这些都将是我們继续需要考虑的。

(5) 本文的讨论基于有限论域 U 的划分。然而这样的划分(依据因素属性以及决策属性)无法处理因素属性指标的相近性。近来, 粗糙集理论的研究已从有限论域的划分推广到有限论域的覆盖, 这使得因素属性指标的相近性问题得到很好的解决。

参考文献:

- [1] Z PAWLAK. Rough sets [J]. International Journal of Computer and Information Sciences, 1982 (11): 341-356.
- [2] 张文修, 吴伟志, 梁吉业, 等. 粗糙集理论与方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [3] 王珏, 苗夺谦, 周育健. 关于 Rough Set 理论与应用的综述 [J]. 模式识别与人工智能, 1995 (9): 337-344.
- [4] 韩祯祥, 张琦, 文福拴. 粗糙集理论及其应用综述 [J]. 控制理论与应用, 1999, 16: 153-157.
- [5] Ge X, Qian J. Some investigations on higher mathematics scores for Chinese university students [J]. International Journal of Computer and Information Science and Engineering, 2009 (3): 46-49.
- [6] Ge X. Further investigations on higher mathematics scores for Chinese university students [J]. International Journal of Com-

putational and Mathematical Sciences, 2009 (3): 181—185.