

# Research on College Students' Learning Ability Based on Multi-Granularity Rough

Meng Zhou, Yi Xu\*, Baofeng Li

School of Computer Science and Technology, Anhui University, AHU, Hefei Anhui  
Email: \*xuyi1023@126.com

Received: Jul. 9<sup>th</sup>, 2020; accepted: Jul. 23<sup>rd</sup>, 2020; published: Jul. 30<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

Learning ability is the core competitiveness of college students. The cultivation of college students' learning ability is one of the missions of the reform and development of higher education and an important way to improve the comprehensive competitiveness of college students. However, there are many factors that affect students' learning ability, which is more complex. How to improve students' learning ability in school has become a problem. On the one hand, teachers and schools can't make targeted improvement in teaching methods and improve teaching level; on the other hand, students can't take targeted improvement to improve their learning ability. In order to help colleges and universities to improve their teaching achievements and learning ability, based on the survey data of college students' learning ability questionnaire, using the pessimistic granularity reduction algorithm and optimistic granularity reduction algorithm of multi-granularity rough set theory, the key factors affecting college students' learning ability are mined out from the perspective of multi granularity, so as to assist schools to optimize existing teaching system and make relevant learning strategies to improve the core competitiveness of students.

## Keywords

Multi-Grain Rough Set, Learning Ability, Particle Size Reduction

---

# 基于多粒度粗糙集的大学生学习能力研究

周 猛, 徐 怡\*, 李宝峰

安徽大学计算机科学与技术学院, 安徽 合肥  
Email: \*xuyi1023@126.com

收稿日期: 2020年7月9日; 录用日期: 2020年7月23日; 发布日期: 2020年7月30日

---

\*通讯作者。

## 摘要

学习能力是在校大学生的核心竞争力。大学生学习能力培养是高等教育改革与发展的使命之一，是提高大学生综合竞争力的重要途径。然而，影响大学生学习能力的因素众多并且复杂，从哪些方面提高在校学生学习能力成为一个难题。为了辅助高校更好地提高教学效果，帮助学生提高自身的学习能力，设计了大学生学习能力调查问卷并向在校大学生发放，从而整理获得基础数据，然后在设计的粗糙集属性约简算法的基础之上，利用多粒度粗糙集理论的悲观粒度约简算法和乐观粒度约简算法，从多粒度的角度从众多因素中挖掘出影响大学生学习能力的关键因素，从而辅助学校优化现有的教学体制和制定相关学习策略，有针对性地帮助大学生提高自身的学习能力，提高学生的核心竞争力。

## 关键词

多粒度粗糙集，学习能力，粒度约简

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着国际竞争的加剧和科学技术的迅猛发展，迫切要求高校既要培养学生系统的科学文化知识，又培养学生独立学习和自主创新的能力。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020)》中强调，要“优化知识结构，丰富社会实践，强化能力培养。着力提高学生的学习能力、实践能力、创新能力，教育学生学会知识技能，学会动手动脑，学会生存生活，学会做人做事，促进学生主动适应社会，开创美好未来。”

学习能力是指以快捷、简便、有效的方式获取准确知识、信息，并将它转化为自身能力的本事。学习能力表征了个体对外界变化的态度，体现了个体在社会生活中的生存能力，是大学生发现和解决问题的本质能力[1]。因此，利用基于粗糙集的粒度约简算法发掘影响大学生学习能力的关键因素，帮助高校管理者更具针对性地提高学生的学习能力，提高学生的综合素质，具有重要的研究意义。

粗糙集理论是波兰学者 Z. Pawlak 在 1982 年提出的一种能够有效处理不精确和不确定信息的数学工具[2] [3]。它通过知识约简，导出问题的决策或分类规则，从而发现隐含的知识，揭示潜在的规律。粗糙集理论最突出的优点是不需要数据的额外信息，“让数据自己说话”，所以对问题的描述或处理较为客观[4]。近年来，在数据挖掘、机器学习与知识发现、决策支持与分析等领域取得了广泛而成功的应用。然而，经典粗糙集是基于单粒度和单层次的，无法从多粒度和多层次对数据进行处理，因此钱宇华等[5] [6] [7]引入多粒度粗糙集，对数据进行处理。悲观多粒度粗糙集的约简算法强调“求同排异”，目标概念通过多个等价粒空间来近似描述，在多个独立的粒空间中，某个对象所处的信息粒只有全部包含在目标概念中才能将其放入下近似[8] [9]，其上近似则定义为目标概念补集的下近似的补集。乐观多粒度粗糙集的约简算法强调“求同存异”，在任意一个粒度空间上进行的决策与其他粒度空间没有关系，不会影响其他粒度空间上进行的决策，也不会受到其他粒度空间上决策的影响[10] [11]。

我们首先设计学习能力调查问卷表，然后向大一到大四的在校大学生在线发放问卷以收集数据得到决策表，删除不完整数据。对于最终保留的有效数据，基于多粒度粗糙集，从乐观和悲观两个方面对数

据进行约简,通过粒度约简删除了冗余的粒度,从多粒度的角度挖掘出影响大学生学习能力的关键因素,从而辅助学校优化现有的教学体制和制定相关学习策略,提高学生的核心竞争力。

## 2. 多粒度粗糙集的基本概念

在经典的粗糙集理论中,论域上的任一概念是由单个不可分辨二元关系导出的单个粒度空间中的知识粒来近似表示的,通过上下近似集的形式来逼近。多粒度粗糙集将单个不可区分二元关系导出的单个粒度空间,扩展到由一组二元关系导出的多个粒度空间,采用多个粒度空间中的知识粒来近似表示未知的概念[12][13][14]。

**定义 1:** 设  $S = (U, AT \cup D, V, f)$  是一个完备决策信息系统,  $U$  为论域,  $A$  为定义在论域上的条件属性集,  $A_1 \subseteq A, A_2 \subseteq A, \dots, A_m \subseteq AT$ 。对于任意  $X \subseteq U$ , 乐观多粒度粗糙集下,上下近似的定义为(“ $O$ ”为“乐观”):

$$\begin{aligned} \underline{\sum_{i=1}^m A_i^O(X)} &= \{x: [x]_{A_1} \subseteq X \vee [x]_{A_2} \subseteq X \vee \dots \vee [x]_{A_m} \subseteq X, x \in U\} \\ \overline{\sum_{i=1}^m A_i^O(X)} &= \sim \left\{ \underline{\sum_{i=1}^m A_i^O(\sim X)} \right\} \end{aligned}$$

**定义 2:** 设  $S = (U, AT \cup D, V, f)$  是一个完备决策信息系统,  $U$  为论域,  $A$  为定义在论域上的条件属性集,  $A_1 \subseteq A, A_2 \subseteq A, \dots, A_m \subseteq AT$ 。对于任意  $X \subseteq U$ , 悲观多粒度粗糙集下,上下近似的定义分别为(“ $P$ ”为“悲观”):

$$\begin{aligned} \underline{\sum_{i=1}^m A_i^P(X)} &= \{x: [x]_{A_1} \subseteq X \wedge [x]_{A_2} \subseteq X \wedge \dots \wedge [x]_{A_m} \subseteq X, x \in U\} \\ \overline{\sum_{i=1}^m A_i^P(X)} &= \sim \left\{ \underline{\sum_{i=1}^m A_i^P(\sim X)} \right\} \end{aligned}$$

## 3. 基于信息量的多粒度约简

实际应用中,多个粒度之间往往存在冗余。基于信息量的多粒度约简是通过计算每个粒度的信息量对粒度进行约简。

**定义 3:** 设  $S = (U, AT \cup D, V, f)$  是一个完备决策信息系统,  $A_1, A_2, \dots, A_m \subseteq AT$ ,  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ ,  $U/D = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_r\}$ , 则悲观多粒度下的信息量为:

$$I(A|D) = 1 - \frac{1}{|U|^2} \sum_{j=1}^r \left| \bigcap_{A_i \in A} A_i(Y_j) \right|^2$$

**定义 4:** 设  $S = (U, AT \cup D, V, f)$  是一个完备决策信息系统,  $A_1, A_2, \dots, A_m \subseteq AT$ ,  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ ,  $U/D = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_r\}$ , 粒度  $A_i$  在粒度  $A$  中的定义为:

$$SGF(A_i, A) = I(A|D) - I(A - (A_i)|D)$$

算法如下:

**输入:** 决策信息系统  $S = (U, AT \cup D, V, f)$ ,  $U$  为全体对象,  $A_1, A_2, \dots, A_m \subseteq AT$ ,  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ 。

**输出:** 决策信息系统的悲观下粒度约简  $C$ 。

**步骤 1:** 对每一个  $A_i \in A$ , 计算  $U/A_i$  和  $U/D$ 。

**步骤 2:** 对每一个基于单粒度的粒度空间  $U/A_i$ , 和  $\forall Y_j \in U/D$ , 计算  $A_i(Y_j)$ 。

**步骤 3:** 首先令  $B$  为空, 然后对任意  $A_i \in A$ , 计算重要度  $SGF(A_i, A)$ , 将使  $SGF(A_i, A) > 0$  的  $A_i$  增加到粒度集  $B$ 。

**步骤 4:** 如果  $I(B|D) = I(A|D)$ , 则  $C = B$ , 转到步骤 5; 否则令  $B_1 = A - B$ , 对  $\forall A_i \in B_1$ , 计算信息量  $I(B \cup \{A_i\} | D) - I(B|D)$ , 将使信息量增加到最大的粒度  $A_i$  增加到粒度集  $B$  中,  $B_1 = B_1 - \{A_i\}$ , 转到步骤 4。

**步骤 5:** 输出粒度约简结果  $C$ , 算法结束。

乐观多粒度粗糙集算法和悲观的类似, 在此不再赘述其算法步骤。

#### 4. 实验分析

通过在网上查阅资料, 阅读文献等途径收集总结了一些可能影响高校学生学习能力的因素, 以此为基础, 设计了高校大学生学习能力调查问卷。经过老师指导和部分被调研者的反馈, 修改并确定了最终的问卷。问卷包括“基础信息”、“个人因素”、“家庭因素”和“社会因素”共四个粒度因子, “学习能力”一个决策因子。问卷采用线上分发的形式, 共发放 102 份, 实际使用 73 份。问卷设计方面, 共 28 道选择题, 选项 1~2 是基础信息, 包含“性别”和“年级”; 选项 14~18 是个人因素, 包含如“自我标准”、“自我反思”、“自制力”“目标明确性”和“学习主动性”; 选项 19~23 是家庭因素, 包含“父亲文化程度”、“母亲文化程度”、“城市或农村户口”、“家庭和谐度”和“家庭月收入”; 选项 24~28 是社会因素, 包含“班级学习氛围”、“朋友学习状态”、“是否恋爱”、“老师关怀”和“学校关怀”; 选项 3~13 是学生学习能力判定因素, 各选项得分总和为决策值, 代表高校学生学习能力的高低, 粒度结构如表 1 所示。

基于乐观粗糙集的属性约简算法, 结果显示: “个人因素”, “家庭因素”和“社会因素”是影响高校学生学习能力的关键因子。而基于悲观粗糙集的属性约简算法, 只有“基础信息”是影响着高校大学生学习能力高低的, 约简结果如表 2。

在乐观多粒度粗糙集中, 在任意一个粒度空间上进行的决策与其他粒度空间没有关系, 不会影响其他粒度空间上进行的决策, 也不会受到其他粒度空间上决策的影响, 因此“个人因素”, “家庭因素”和“社会因素”都是影响高校学生学习能力的关键因子, 数量较多。而在悲观多粒度粗糙集算法中, 一个对象属于某个目标概念的下近似, 要求粒度集合中的每个粒度上都要满足这个对象的等价类包含于目标概念, 这个要求较为严格, 所以关键因子仅有“基础信息”一个。

**Table 1.** Multi-granularity structure

**表 1.** 多粒度结构

基本信息	个人因素	家庭因素	社会因素
性别	自我标准	父亲文化程度	班级学习氛围
年级	自我反思	母亲文化程度	朋友学习状态
	自制力	城市或农村户口	是否恋爱
	目标明确性	家庭月收入	老师关怀
	学习主动性	家庭和谐度	学校关怀

**Table 2.** Result of granularity reduction

**表 2.** 粒度约简结果

乐观多粒度约简	个人因素	家庭因素	社会因素
悲观多粒度约简	基础信息		

## 5. 结束语

本文针对高校学生学习能力设计并分发调查问卷,收集和整理数据。分别使用基于多粒度粗糙集的乐观粒度约简算法和悲观粒度约简算法对数据进行处理,得出与学习能力相关的因素。基于乐观多粒度粗糙集的属性约简算法时,“个人因素”,“家庭因素”和“社会因素”对高校学生的学习能力影响显著;而使用基于悲观多粒度粗糙集的属性约简算法,只有“基础信息”这一因子影响较为显著。实验结果可以为高校在教育改革过程中更有针对性地提高学生的学习能力和学校的教学水平提供帮助。

## 基金项目

安徽省大学生创新创业训练计划项目(201910357474)。

## 参考文献

- [1] 郭胜伟. 大学生自主学习能力的培养与评价[C]//世界中医药学会联合会(World Federation of Chinese Medicine Societies). 第三届世界中医药教育大会论文集: 中华中医药学会耳鼻喉科分会, 2013: 313-317.
- [2] Pawlak, Z. (1982) Rough Sets. *International Journal of Computer Information Sciences*, **11**, 341-356. <https://doi.org/10.1007/BF01001956>
- [3] Pawlak, Z. and Skowron, A. (2007) Roughsets: Some Extensions. *Information Sciences*, **177**, 3-27. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2006.06.003>
- [4] 王国胤, 姚一豫, 于洪. 粗糙集理论与应用研究综述[J]. 计算机学报, 2009, 32(7): 1229-1246.
- [5] Qian, Y.H., Liang, J.Y., Yao, Y.Y. and Dang, C.Y. (2009) MGRS: A Multi-Granulation Rough Set. *Information Sciences*, **180**, 949-970. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2009.11.023>
- [6] Qian, Y.H., Liang, J.Y., Li, D.Y. and Wang, F. (2010) Approximation Reduction in Inconsistent Incomplete Decision Tables. *Knowledge-Based Systems*, **23**, 423-433. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2010.02.004>
- [7] Qian, Y., Liang, J. and Dang, C. (2010) Incomplete Multigranulation Rough Set. *IEEE Transactions on Systems Man & Cybernetics Part A Systems & Humans*, **40**, 420-431. <https://doi.org/10.1109/TSMCA.2009.2035436>
- [8] 桑妍丽, 钱宇华. 一种悲观多粒度粗糙集中的粒度约简算法[J]. 模式识别与人工智能, 2012, 25(3): 361-366.
- [9] 孟慧丽, 马媛媛, 徐久成. 基于信息量的悲观多粒度粗糙集粒度约简[J]. 南京大学学报(自然科学), 2015, 51(2): 343-348.
- [10] 李策. 基于多粒度粗糙集模型的扩展模型研究[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 安徽大学, 2016: 9-13.
- [11] Zhan, J.M. and Xu, W.H. (2020) Two Types of Coverings Based Multigranulation Rough Fuzzy Sets and Applications to Decision Making. *Springer Netherlands*, **53**, 167-198. <https://doi.org/10.1007/s10462-018-9649-8>
- [12] Bao, Z.K. and Yang, S.L. (2014) Attribute Reduction for Set Valued Ordered Fuzzy Decision System. *Proceedings of the 2014 Sixth International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics*, **2**, 96-99. <https://doi.org/10.1109/IHMSC.2014.126>
- [13] 张明. 粗糙集理论中的知识获取与约简方法的研究[D]: [博士学位论文]. 南京: 南京理工大学, 2012: 54-56.
- [14] 侯成军. 基于可调节多粒度粗糙集的不完备信息系统属性约简[D]: [硕士学位论文]. 石家庄: 河北师范大学, 2019: 3-10.