

苏格拉底式“生-机”对话——促进初中生计算机科学概念理解的探索性研究

An Exploratory Study on Promoting Junior High School Students' Understanding of Computer Science Concepts

郑思怡¹, 陈菁怡¹, 杨宁^{1*}

¹ 福建师范大学教育学院

*nyang@fjnu.edu.cn

【摘要】 当今正处于知识爆炸的时代, 学生需从大量事实中概括规律原理并迁移应用, 探究教学中帮助学生理解概念意义重大。苏格拉底式对话有助于学生理解概念, 但传统教师主导提问存在弊端。而生成式人工智能 (GenAI) 类人对话性能优, 有望帮助学生理解概念。本研究探索将苏格拉底式对话融入以 GenAI 为媒介的“生-机”交流, 实现学生对计算机科学概念的理解。研究采用前后测非等组实验方法进行为期三周的实验。结果表明该方式能有效帮助学生进行计算机科学概念理解。

【关键词】 GenAI 苏格拉底式对话 概念理解

Abstract: Nowadays, in the era of knowledge explosion, students need to summarize laws and principles from a large number of facts and transfer them to apply them. It is of great significance to help students understand concepts in inquiry teaching. Socratic dialogue is helpful for students to understand concepts, but traditional teacher-led questioning has drawbacks. Generative artificial intelligence (GenAI), on the other hand, performs well in human-like dialogue and is expected to help students understand concepts. This study explores the integration of Socratic dialogue into GENAI-mediated "student-machine" communication to achieve students' understanding of computer science concepts. The experiment was carried out for three weeks using the method of pre and post test and non-equal group experiment. The results show that this method can effectively help students understand computer science concepts.

Keywords: GenAI, Socratic dialogue, concept understanding

1. 引言

当今的教育越来越注重学生对核心概念的理解, 学生需要深入理解从大量事实中概括出的抽象规律和原理, 掌握这些基本概念和原理并能迁移应用于新情境中 (张颖之等人, 2010)。因此, 如何在教学中帮助学生概念理解值得探究。而苏格拉底式对话的核心在于通过连续性问答, 推动对话者自我反思与批判思考, 以达到深化理解和探索真理的目的。但传统教学中教师作为苏格拉底式对话的提问者存在缺乏提问技巧、容易偏离目标、对话缺乏广度和深度等问题 (赵晓伟等人, 2024)。而生成式人工智能 (Generative Artificial Intelligence, 简称 GenAI) 在类人对话性能方面表现出色, 能为人类提供定制化体验与个性化回答。如果在教学中将苏格拉底式对话融入学生与 GenAI 交往的过程, 将为学生提供与 GenAI 探究与发问的机会, 有望帮助学生在对话中构建自己的观点, 建立对概念的理解 (赵晓伟等人, 2024)。基于此, 本研究尝试将苏格拉底式对话融入以 GenAI 为媒介的“生-机”交流过程, 期望通过 GenAI 助力的苏格拉底式对话让学生获得完善的知识结构, 达到对概念深刻而清晰的理解。

2. 概念界定

2.1. 概念理解

概念是思维的基本单元，人们说话往往由不同概念组成，众多概念构成了脑活动的思维过程，也是构成定理、规律、原理和理论的要素。概念理解有整体性和层次性的特征，整体性体现在概念之间的相互联系（袁维新，2003），它是对事实进行综合地、总体地掌握。且概念理解是有层次的，这种层次通过概念的表征和概念的结构来衡量（Keith S T, 2013）。本研究的概念理解是指对于二进制概念的理解。体现在学生测量方面的概念理解表现为，学生能理解并在忘记二进制非本质信息或周边信息之后，仍能应用的概念性知识。

2.2. 苏格拉底式对话

苏格拉底式对话的教学方法实际上是一种师生平等的辩论方法。它在教学中遵循了提出问题适时、设问准确、教学内容具有层次性的原则（刘小枫和陈少明,2005）。本文中融入苏格拉底式对话的“生-机”对话方式是指围绕某个问题，GenAI 根据学生掌握的知识和了解的情况，平等地与学生进行讨论，在多轮具有启发性的“提问-回答”中引起学生认知冲突，发挥学生思考问题、解决问题的能动性，从而帮助学生理解概念和原理。

3.实验设计

3.1. 实验假设

苏格拉底式“生-机”对话有望了解每个学生的已有认知结构，提出和他们认知冲突相关的问题，使得他们的新知识能够被其已有的知识结构同化或顺应，实现对概念的深入理解。基于此，本研究作出假设：苏格拉底式“生-机”对话能有效促进初中生计算机科学概念理解。

3.2. 实验对象

本研究在福建省 F 初中的初一年段开展，参与研究的是实验组（初一（7）班的 54 名学生）和对照组（初一（5）班的 52 名学生），两个班的基础水平相当。

3.3. 实验测量工具

基于已有文献的调查结果分析，总结出学生存在科学概念和迷思概念比例较高的知识点（刘心怡，2020）。结合福建省 F 初中信息技术教学进度，着重对“二进制”这个章节的内容进行学生概念测查。经过“资料收集-难度测试-专家审定-归纳整理”等流程，根据学生的实际学习情况和教学情况共挑选出 3 道合适的试题，难度逐级递增。

4.实验实施过程

本实验的实施时间为期 3 周，选取初一年级的两个班级为实验班和对照班。在实验实施过程中，对照班采用 GenAI 辅助的二进制概念理解，实验班则采用苏格拉底式对话结合 GenAI 来辅助二进制概念理解展开。实验班和对照班在教学过程中的不同之处如图 1 所示。

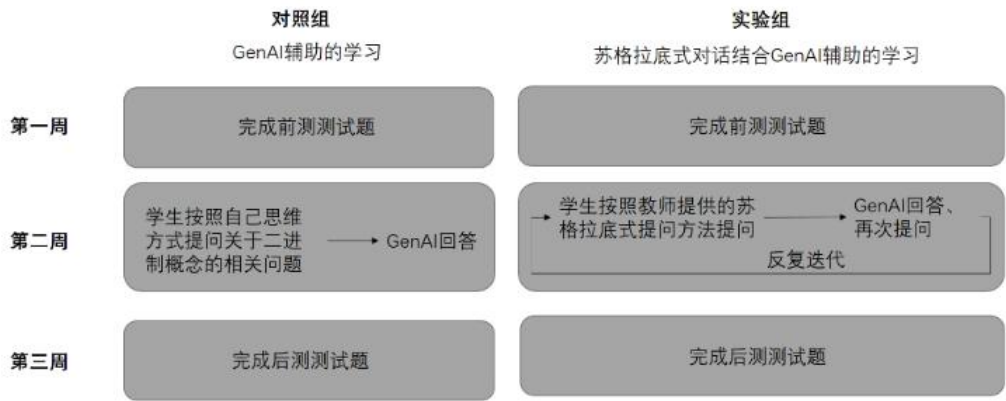


图 1 实验实施流程

4.1. 实验班教学过程

实验班在学生探索实践之前，教师提前向学生介绍与 GenAI 对话时采用的方式，并展示一个对话实例。没有经过提示语修正的 GenAI 给出的对话太过冗长，不易于没有太多信息领域知识初中生阅读，且不符合苏格拉底式对话中多轮“提问-回答”的流程。因此，修改二次提示语为“这些文字太长了，不易阅读，换一种方式，你提问，我回答的方式，一步步引导我理解二进制。”

第二次的提示语响应的 GenAI 一次给出了多个问题，并不符合对话中一次一个问题的要求。根据以上存在的问题，我们对提示语进行再次修改，如图 3 所示。在与 GenAI 的多轮“提问-回答”中，GenAI 能了解学生目前的水平，使得二进制的新概念能够被其已有的知识结构同化或顺应，从而建立他们新的知识结构系统。GenAI 还在对话中促使学生主动发现与他们自身认知概念相矛盾的内容，在这个过程中不断建立概念、推翻概念、又重新建立新概念，使学生通过知识的顺应发展和完善认知结构。



图 3 实验组使用者与 GenAI 的第三次对话

4.2. 对照班教学过程

对照班则没有进行提示语的修正，学生直接与 GenAI 进行对话，GenAI 给出的答案全面，但比较冗长，不易于没有太多信息领域认知的初一学生阅读。

5. 实验数据统计与分析

在实验结束后，未收到收到部分学生提交的前后测数据，为无效数据，将其舍弃。对实验组和对照组的前测实验数据进行独立样本 t 检验，结果表明，实验组和对照组的前后测的平均值没有显著性差异 ($p > 0.05$)，如表 1 所示。

表 1 前测独立样本 t 检验

	组别	有效数据 (N)	均值	标准差	p
成绩	实验班	36	4.31	3.20	0.939
	对照班	40	4.25	3.11	

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

将实验组和对照组的后测数据进行独立样本 t 检验如表 2 所示。结果表明，实验组和对照组的后测成绩呈现显著性差异，实验班对二进制的概念理解在教学实验之后有显著性的提升 ($p < 0.05$)。具体对比差异可知，对照组的后测平均值(6.50)明显低于实验组后测的平均值(8.78)。由此说明，苏格拉底式对话结合 GenAI 辅助的学习能显著提升学生的概念理解水平。

表 2 后测独立样本 t 检

	组别	有效数据 (N)	均值	标准差	p
成绩	实验班	41	8.78	3.31	0.016*
	对照班	40	46.50	4.83	

*p<0.05 **p<0.01

6.结论与展望

综上数据统计与分析，实验数据有效地支持了将苏格拉底式对话结合 GenAI 应用到初中信息技术课堂能有效帮助学生进行概念理解。采用苏格拉底式对话的 GenAI 能在对话中了解学生的已有认知结构，能更好地提出与学生认知冲突有关的问题，使得学生的新知识能够被其已有的知识结构同化或顺应，从而建立他们新的知识结构系统。而 GenAI 辅助学习的小组对二进制的概念理解没有显著提升。可能的原因有以下几点，首先，与 GenAI 对话的提示语没有经过修正，回答出来的答案冗长，不便于初中生阅读。不仅如此，与 GenAI 对话的提示语没有经过修正，它给出的答案是全面的，失去了“对话”的这个性质，降低了学生已有图示中同化与顺应的发生。

然而，尽管苏格拉底式“生-机”对话能有效促进初中生计算机科学概念理解。，但研究过程仍存在研究时间较短、研究样本数量较少、评价方式相对单一等问题，为进一步深化认识并拓宽研究范围，有必要开展更为详尽且持续的研究工作。首先，围绕学科的核心概念展开持续性的探索与实践。其次未来的研究可拓展至不同地域和学段的广泛群体中，增强研究结果的普遍适用性。最后，未来的研究应致力于应用更多有效的思维数据收集路径和技术手段，以期能更全面、深入地揭示学习者思维模式的变化与发展。

参考文献

张颖之 & 刘恩山.(2010).核心概念在理科教学中的地位 and 作用——从记忆事实向理解概念的转变.教育学报(01),57-61.doi:10.14082/j.cnki.1673-1298.2010.01.008.

赵晓伟,沈书生 & 祝智庭.(2024).数智苏格拉底：以对话塑造学习者的主体性.中国远程教育 (06),13-24.doi:10.13541/j.cnki.chinade.20240428.001.

袁维新.(2003).概念转变学习:一种基于建构主义的科学教学模式.外国教育研究(06),22-27.

刘小枫, 陈少明. (2005). 《苏格拉底问题》. 华夏出版社

刘心怡.(2020).基于概念转变的初中信息技术课程教学设计与应用研究(硕士学位论文,北京工业大学).硕士
<https://link.cnki.net/doi/10.26935/d.cnki.gbjgu.2020.000869>doi:10.26935/d.cnki.gbjgu.2020.000869.

Kabir, S., Udo - Imeh, D. N., Kou, B., et al. (2024). Is Stack Overflow Obsolete? An Empirical Study of the Characteristics of ChatGPT Answers to Stack Overflow Questions [Conference Proceedings]. In Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 1 - 17). ACM, Honolulu, HI, USA. Retrieved December 10, 2024, from <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3613904.3642596>. DOI: 10.1145/3613904.3642596

Stacey, K. S. (2013). Modelling Learners and Learning in Science Education. Springer, Cambridge, UK.