

结对编程中差异化教学策略对学生计算思维的影响研究

Research on the influence of differentiated teaching strategies on students' computational thinking in pair programming

张倩瑛, 魏雪峰*, 于怡, 王梦晨, 韩春
鲁东大学教育学院
*xuefengwei99@163.com

【摘要】 在知识经济时代, 计算思维已上升至与传统基础技能同等重要的地位, 对融入数字化社会至关重要。结对编程在培养计算思维方面取得了显著成效。然而, 鉴于学生在学习风格及能力水平等方面存在差异, 在结对编程中实施差异化教学显得尤为迫切。尽管结对编程与差异化教学已被广泛应用, 但二者协同促进计算思维发展的内在机制尚未明晰。因此, 本研究立足于结对编程教学与差异化教学的实施过程及其特性, 构建并应用了面向计算思维培养的差异化编程教学活动框架, 以期在教育实践领域提供实践依据, 助力教育工作者更高效地培育学生的计算思维能力。

【关键词】 结对编程; 差异化教学; 计算思维; 信息科技

Abstract: In the knowledge economy era, computational thinking is as important as traditional basic skills for digital society integration. Pair programming effectively cultivates computational thinking. However, due to students' varied learning styles and abilities, differentiated teaching in pair programming is urgently needed. Despite the widespread use of pair programming and differentiated teaching, their collaborative mechanism in promoting computational thinking development remains unclear. This study constructs and applies a framework of differentiated programming teaching activities for computational thinking training, based on their implementation process and characteristics. It aims to provide a practical basis for educational practice and help educators more efficiently cultivate students' computational thinking.

Keywords: Pair programming, Differentiated teaching, Computational thinking, Information technology

基金项目: 本文系山东省社会科学规划研究项目 2022 年度一般项目“智能时代小学生计算思维培养的理论与实践研究”(课题批准号: 22CJYJ08), 山东省泰山学者青年专家计划项目(tsqn202103090)的阶段性研究成果。

1. 前言

在知识经济的演进中, 计算思维(Computational Thinking, CT)已被确立为一项基础性的认知技能, 其地位与阅读、写作和算术等传统基础技能相提并论。计算思维涵盖解决问题、系统思维和抽象能力, 这些技能对于理解及参与数字化世界至关重要(蒋宗礼, 2013)。因此, 随着技术的飞速发展和编程语言的广泛普及, 教育工作者和政策制定者日益重视将计算思维的培养融入学校教育体系。

结对编程(Pair Programming)的引入为计算思维的教学提供了新的视角。作为软件开发领域内一种备受推崇的实践活动, 结对编程已被证实不仅在编程教学中具有高效性, 而且在培养学习者的沟通与协作技能方面同样具有显著效果。此外, 鉴于学生在背景知识、学习风格和能力水平上的差异, 开发和实施有效的结对编程教学策略以培育计算思维十分关键。因此, 在编程教学中引入尊重学习者个体差异, 调整教学内容、过程和成果以满足学习者的个性化需求(Greenleaf, 2003)的差异化教学策略(Differentiated Instruction, DI)尤为迫切。

尽管差异化教学和结对编程在教育实践中得到了广泛应用,但它们如何协同作用于学习者计算思维的发展仍需进一步明确。因此,本研究旨在探讨在结对编程环境中实施差异化教学策略对学生计算思维的具体影响,以期为教育实践提供见解。

2. 研究现状

2.1. 结对编程的内涵与新发展

在 K-12 教育体系中,结对编程已被证实为培养计算思维的有效教学策略(马志强, 2019)。在计算机科学领域,结对编程已被广泛认可为一种提升编程技能的有效手段。这种协作编程模式涉及两名程序员在同一台计算机上合作,共同完成一个编程项目。通过类比驾驶汽车时的分工,结对编程中的角色可以被划分为“驾驶员”(Driver)和“领航员”(Navigator):前者负责键盘和鼠标操作以及代码编写,而后者则负责监控程序逻辑并提供必要的指导和支持。这种两人合作解决问题的方法不仅促进了学生之间的知识传递,而且在加深对编程概念的理解、增强编程自信以及改善编程态度方面起到了积极的影响(Zhong, 2016)。

在基础教学层面,被列为编程教学主要策略的结对编程有助于学生知识的构建和在协作学习中的积极参与(Denner, 2014)。而与单独编程的学生相比,参与结对编程的学生在计算思维和编程自我效能感方面表现出了显著的提升(Wei, 2021)。相较于独立完成编程任务,大多数学生更倾向于与伙伴合作,共同探讨编程思路,通过集体智慧解决问题。在结对编程的过程中,小组成员需分配明确的职责和任务,这不仅提高了编程作业的完成效率,还最大限度地发挥了学生各自的优势,实现了有效的协作,并共同朝着既定目标前进。

2.2. 差异化教学的内涵与新发展

在《差异教学论》中,华国栋将“差异教学”定义为一种教学策略,该策略立足于学生个体间的差异,旨在满足学生个性化的学习需求,并促进每位学生在原有基础上实现最大程度的发展(华国栋, 2007)。差异化教学强调教学策略的灵活性和对学生需求的适应性,目的在于“调整教学的速度、深度或模式,以适应学习者的需求、学习风格或兴趣”。此外,差异化教学还被描述为“教师对学习者的需求的响应性调整”(汤姆林森, 2009),这一描述突出了教学过程中教师角色的主动性和教学策略的动态调整能力。这些观点共同构成了对差异教学全面而深入的理解,强调了教学策略的个性化、适应性和教师在教学过程中的关键作用。

实施差异化教学策略应首先涉及对每个学生特征的全面评估,涵盖他们的学习需求、学习风格和个人兴趣(Hall, 2009)。基于这些评估结果以及教学大纲的要求,教师应制定满足学生个体需求的教学内容和教学流程。换言之,差异化教学旨在为每位学生量身定制教学方法和材料,以适应他们的特定需求和特质,从而促进更有效的学习和个人发展(祝智庭, 2015)。在教学实施过程中,强调对学生进行持续的诊断性评估,实施形成性评价,并将评价结果反馈到教学实践中。最终,通过总结性评价来衡量学生的学习成效。

3. 面向计算思维培养的差异化编程教学活动框架设计

学习环节的设计紧密围绕计算思维的培养与发展过程,遵循以“问题识别与分解—数据抽象与表征—解决问题与评估—学习迁移与反思”为主线的计算思维的培养与发展过程(杨刚, 2022)。依据面向计算思维培养的差异化编程教学活动框架,需遵循认知负荷理论与最近发展区理论,通过三个维度构建教学体系。首先,基于前测数据科学构建同质化协作小组,确保组内成员在编程能力、知识结构、思维风格等方面形成同质化协作单元;其次,构建阶梯式任务体系,将学习任务分解为以程序框架搭建为主的基础任务、以核心功能实现为主的进阶任务、以算法优化与创新为主的拓展任务三级任务矩阵,匹配不同认知水平学生的发展需求;最后,依托智能教学系统实现动态供给差异化学习资源,包含可视化流程图、模块化代码框架、典型问题解决方案库等支持材料。教学过程中,教师实施过程性诊断,通过智能分析平台实时追踪学生的代码调试行为、协作交互模式及认知冲突点,据此调整教学策略。评价环节采用多维度动态评估机制,从功能完整性、代码规范性、协作效能性等多维度实施形

成性评价，最终实现个体编程能力与团队协作素养的协同发展。

面向计算思维培养的差异化编程教学活动设计框架，旨在通过系统化的教学活动促进学生计算思维能力的发展。该框架以差异化教学为核心，结合结对编程的学习方式，参考差异化学习活动程序（刘美凤，2022），设计了七个教学环节和相应的学习环节。如图1所示。

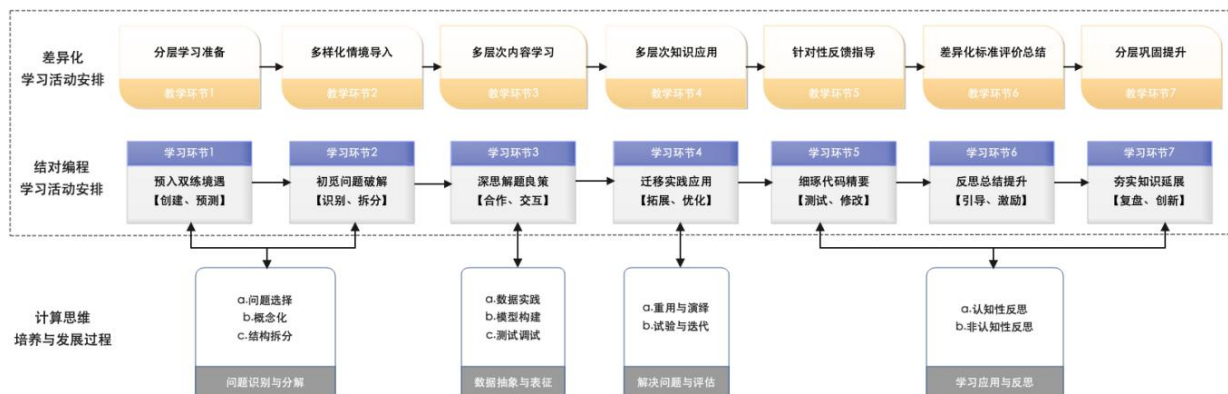


图1 面向计算思维培养的差异化编程教学活动框架

在分层学习准备阶段，学生预先接触教学情境与任务，创建初步认知框架，并对即将解决的问题进行预测，由此开启数据抽象与表征的思维启蒙之旅，为后续学习筑牢根基。多样化情境导入，即初览问题破解环节，学生置身于丰富多元的情境中，通过敏锐地识别问题，并将复杂问题进行合理拆分，着重锤炼问题识别与分解的关键能力，深入问题核心。多层次内容学习的深思解题良策阶段，学生们在团队协作中各抒己见，通过合作与交互，共同探寻解决问题的最佳策略，在思维的碰撞中解决问题并及时评估方案的可行性与优劣。多层次知识应用的迁移实践应用阶段，学生将所学知识灵活运用到新的情境中，大胆拓展思路，不断优化解决方案，进一步提升解决实际问题的能力，实现从理论到实践的跨越。针对性反馈指导的细琢代码精要环节，学生在对代码进行细致测试的过程中，发现问题并及时修改完善，同时结合教师和同伴的反馈，进行全面的学习应用与反思。差异化标准评价总结的反思总结提升阶段，通过科学合理的评价标准，引导学生对学习过程和成果进行深度反思，同时给予积极的激励，强化正确的思维方式和学习方法，促进学生自主学习能力的提升。最后，在分层巩固提升的夯实知识延展阶段，学生通过系统的复盘，梳理知识体系，挖掘创新点，实现知识的迁移与拓展，将计算思维运用到更广泛的领域，真正做到学以致用、融会贯通。

4.面向计算思维培养的差异化编程教学活动框架的实践应用

为了深入探究面向计算思维培养的差异化编程教学活动框架的实际效果，本研究选取了L大学的两个非计算机专业班级，年龄在18-20岁之间，共80人。实验对象学习编程平均年限为3年，已储备了一定的基本编程语法和核心算法等基础知识，在此之前没有接受过结对编程教学和差异化教学。为了尽可能避免教师、教材、学时等外界因素对实验的干扰，实验组和对照组的授课任务由同一教师完成。同时，两组每周进行两次共计90分钟的授课，为期16周，以确保教学内容和教学进度一致。唯一不同的是，对照班进行传统的结对编程教学，而实验班则在结对编程的基础上融入了差异化教学策略。

数据收集涉及多个方面，包括学生的学习风格测试、编程作业、Bebras国际计算思维挑战赛试题测试成绩和自我报告问卷等。学习风格数据、计算思维测试成绩和自我报告问卷的数据通过统计软件进行定量分析，以比较实验组和对照组之间的差异。同时，对教师观察和学生反馈进行定性分析，以深入了解差异化教学策略对计算思维的影响。

在数据收集与分析阶段，研究者严格遵守科学研究的规范，确保数据来源的可靠性、数据的准确性和完整性。这一过程对于理解实验过程、评估策略效果以及形成可靠的结论至关重要。然而，鉴于当前研究仍处于进行中的状态，即从收集过程性数据向产生最终实验结果的

过渡阶段。因此，本阶段的研究暂不呈现具体的数据分析及实验结果。未来，研究者将持续推进后续实验，以期获得更为全面和深入的研究成果。

5. 结语

差异化教学策略与结对编程教学的结合对学生计算思维能力的培养具有显著的重要性。差异化教学策略通过为学生提供个性化的学习路径和适应性任务，能够满足不同学生的学习需求 and 能力水平。面向计算思维培养的差异化编程教学活动设计框架能够帮助学生在适合自己的节奏下深入理解编程概念，从而更好地发展计算思维中的问题解决能力和抽象推理能力。例如，对于基础较弱的学生，教师可以设计更基础的编程任务，帮助他们逐步建立对编程语言和逻辑的理解；而对于基础较强的学生，则可以提供更具挑战性的任务，促使他们探索更复杂的算法和数据结构，从而推动其计算思维的进一步发展。

结对编程教学则通过合作学习的方式，进一步促进了学生计算思维能力的提升。在结对编程过程中，学生需要与同伴进行沟通、协作和交流，这不仅能够帮助他们从不同的角度理解和解决问题，还能够培养他们的团队合作能力和批判性思维。通过与同伴的互动，学生可以相互启发、相互补充，共同完成编程任务，从而在实践中不断提高自己的计算思维能力。此外，结对编程还能够为学生提供即时的反馈和支持，帮助他们及时发现和纠正错误，进一步巩固和提升计算思维的水平。

综上所述，面向计算思维培养的差异化编程教学活动设计框架能够促进学生计算思维能力的发展，为学生的编程学习和未来的职业发展奠定坚实的基础。

参考文献

- 马志强和刘亚琴(2019). 从项目式学习与配对编程到跨学科综合设计——基于2006-2019年国际K-12计算思维研究的元分析. 远程教育杂志, 37(05): 75-84.
- 刘美凤、刘文辉、梁越和张昕禹(2022). 差异化教学何以施行: 班内多层次教学方案的设计与实施[J]. 中国电化教育, (01): 124-133.
- 华国栋(2007). 差异教学论. 北京: 教育科学出版社, 16.
- 杨刚、张银荣、徐佳艳、曾群芳和陈赛(2022). 图形化编程环境下建模方式对学生计算思维与编程行为的影响研究[J]. 电化教育研究, 43(04): 107115.
- 汤姆林森(2003). 多元能力课堂中的差异教学. 刘颂, 译. 北京: 中国轻工业出版社, 71.
- 祝智庭和闫寒冰(2015). 《中小学教师信息技术应用能力标准(试行)》解读. 电化教育研究, 36(09): 5-10.
- 蒋宗礼(2013). 计算思维之我见. 中国大学教学, (09): 5-10.
- Denner, J., Werner, L., Campe, S., et al. (2014). Pair programming: Under what conditions is it advantageous for middle school students?[J]. Journal of Research on Technology in Education, 46(3): 277-296.
- Greenleaf, R. K. (2003). Motion and emotion in student learning[J]. The Education Digest, 69(1): 37.
- Hall, B. (2009). Differentiated instruction: Reaching all students[J]. Research Into Practice Mathematics, Pearson, 1-5.
- Wei, X., Lin, L., Meng, N., Tan, W., Kong, S. C., & Kinshuk. (2021). The effectiveness of partial pair programming on elementary school students' Computational Thinking skills and self-efficacy. Computers & Education 160: 104023.
- Zhong, B., Chen, J., et al. (2016). The impact of social factors on pair programming in a primary school [J]. Computers in human behavior, 64: 423-431.