

文章编号: 1673-1646(2026)01-0067-10

计算思维导向的小学人工智能项目式学习模式研究 ——以《循迹机器人》为例



崔 萌, 黄超炎, 郭辉群, 钟卓华, 徐钰晗

(广东第二师范学院 教师教育学院, 广东 广州 510303)

摘要: 缺乏有效的教学模式和方法提升学生能力和思维培养是小学人工智能教育开展的难题。当前小学人工智能教育重视知识普及而对素养培养关注不足。项目式学习为计算思维培养提供具体实践场景,为验证其对小学生计算思维培养的有效性,构建计算思维导向的小学人工智能项目式学习模式。以《循迹机器人》课程内容为载体,采用实验研究法,通过计算思维水平前测与后测量表、学生成果评价表及课堂观察,结合配对样本T检验分析数据。研究表明,该模式能够显著提升学生的协作能力、问题解决能力和批判性思维,有效培养学生的计算思维。与已有研究相比,本研究通过实实验验证了项目式学习与人工智能教育的适配性,为小学阶段素养导向的人工智能课程设计与教学实践提供了新的思路和实践范例。

关键词: 计算思维; 小学人工智能教育; 项目式学习模式

中图分类号: G623.6 **文献标识码:** A **doi:** 10.62756/xbsk.1673-1646.2026011

引用格式: 崔萌, 黄超炎, 郭辉群, 等. 计算思维导向的小学人工智能项目式学习模式研究: 以《循迹机器人》为例[J]. 中北大学学报(社会科学版), 2026, 42(1): 67-76.

Study on Computational Thinking Oriented Project-based Learning Model for Artificial Intelligence Education in Primary School ——Tracking Robot as an Example

CUI Meng, HUANG Chaoyan, GUO Huiqun, ZHONG Zhuohua, XU Yuhan

(College of Teacher's Education, Guangdong University of Education, Guangzhou 510303, China)

Abstract: The lack of effective teaching models and methods to enhance students' abilities and thinking cultivation is a difficult problem in the development of artificial intelligence education in primary schools. At present, artificial intelligence education in primary schools emphasizes the popularization of knowledge but pays insufficient attention to the cultivation of literacy. Project-based learning provides specific practical scenarios for the cultivation of computational thinking. To verify its effectiveness in cultivating computational thinking among primary school students, a project-based learning model for artificial intelligence in primary schools oriented to the cultivation of computational thinking is constructed. Based on the course content of *Tracking Robot*, the experimental research method was adopted. Through the pre-test and post-test scales of computational thinking level, students' achievement evaluation forms and classroom observations, combined with the paired sample t-test, the data were analyzed. The research results show that this model can significantly enhance students' collaboration ability, problem-solving ability and critical thinking, and can effectively cultivate students' computational thinking. Compared with existing studies, this research empiri-

收稿日期: 2025-03-24

基金项目: 广东省哲学社会科学规划 2023 年度学科共建项目: 多模态数据融合的在线学习路径智能优化方法及应用效果研究 (GD23XJY08)

作者简介: 崔 萌(1988—), 女, 讲师, 博士, 从事专业: 教育技术学。E-mail: mengcui@m.scnu.edu.cn.

cally verified the adaptability of project-based learning and artificial intelligence education, providing new ideas and practical examples for the competency-oriented artificial intelligence curriculum design and teaching practice in the primary school stage.

Key words: computational thinking; artificial intelligence education in primary school ; project-based learning model

人工智能技术作为驱动技术变革和推动经济高质量发展的核心力量,已经渗透进社会的各个方面,使社会发生了翻天覆地的变化。教育,尤其是人工智能教育对人工智能技术人才培养具有积极的推动作用。因此世界各国充分意识到发展人工智能技术对国家未来发展具有重要的战略意义。为积极推动人工智能教育,世界各国相继颁布了一系列政策。美国先后颁布了《国家人工智能研发战略规划(2019)》^[1]和《未来20年美国人工智能研究路线图》^[2],英国颁布了《英国人工智能发展的计划、能力和志向》^[3],日本出台了《人工智能战略规划(2019)》^[4]。2019年8月,联合国教科文组织发布的《北京共识——人工智能与教育》中提出“通过人工智能与教育的系统融合,全面创新教育、教学和学习方式,并利用人工智能加快建设开放灵活的教育体系”^[5]。2024年11月,我国教育部办公厅发布《关于加强中小学人工智能教育的通知》(以下简称教育部通知),通知中明确提出2030年前在中小学基本普及人工智能教育^[6]。

2016年10月,美国发布的《K-12计算机科学框架》(*K-12 Computer Science Framework*)中提出以培养计算思维为目标,制定了K-12阶段中小學生需要达成的计算机科学学习标准^[7]。我国《义务教育信息科技课程标准(2022年版)》(以下简称“新课标”)中明确指出,学科核心素养的一个重点内容就是培养学生的计算思维,同时也倡导项目式学习、创新教学方式,注重创设真实情境,以真实问题或项目驱动来提升学生的学习参与度^[8]。2025年4月,广东省教育厅印发《广东省中小学教师人工智能素养框架(试行)》《广东省中小学学生人工智能素养框架(试行)》《广东省中小学人工智能课程指导纲要(试行)》以及《国家中小学智慧教育平台与人工智能融合应用指南(试行)》^[9],推出广东省中小学“AI教育211”落地架构,打出一套人工智能教育课程设置、资源开发、师资建设、素养提升、育人赋能的组合拳。为各地、各中小学校开展人工智能通识教育、基于国家平台整合人工智能资源进行教学创新、开展师生人工智能素养培育与评价提供参考。

我国已经开始了义务教育阶段关于人工智能教

育的探索和实践,并且对中小學生计算思维的培养愈发重视。但是对于人工智能教育的研究多处于理论探索阶段。现阶段的人工智能教育,虽已将人工智能设立为独立的课程,但当下与人工智能课程相关的教学模式和教学方法难以满足培养学生能力和思维的需求。部分教师在教学实践中仍采用传统的教学方法,缺乏项目式学习等教学方式的专门训练,难以实现学生计算思维的培养;且传统的笔试无法有效评估人工智能项目的实践能力。此外,当前人工智能教育的模式侧重于培养学生在人工智能领域的相关知识和技能,对于学生在计算思维以及实际问题解决等方面的培养相对不足。学生的学习主要以被动接受知识为主,较少有机会自主探索和实践。而项目往往需要学生全程参与并解决遇到的各种问题,需要将复杂问题分解为多个子问题,并抽象出问题的关键要素和模型,这有助于培养他们的计算思维和问题解决能力。因此,本研究旨在以项目式学习为指引,对小学人工智能课程进行设计和实践探索,以《循迹机器人》课程内容为例,通过教学实践验证项目式学习下的人工智能课程对小学阶段学生的学习效果和计算思维培养的有效性。

1 计算思维与人工智能教育

1.1 计算思维概述与研究趋势

计算思维是使用计算工具解决问题所必需的认知过程^[10],是一种通过表述问题、分析简化问题、对简化后的问题进行抽象处理、寻找最优的解决问题方案,达到最终解决问题的思维方式。新课标将计算思维概念详细界定为“个体运用计算机科学领域的思想方法,在形成问题解决方案的过程中产生的一系列思维活动”^[8]。具体表现为:能对问题进行抽象、分解、建模,并通过设计算法形成解决方案;能尝试模拟、仿真、验证解决问题的过程,反思、优化解决问题的方案,并将其迁移运用于解决其他问题。在人工智能教育中,学生可以通过计算思维中的分解和模式识别能力来理解数据。在

构建人工智能模型时,计算思维的抽象能力可以帮助学生将复杂的现实问题抽象为适合计算机处理的模型。Choi 教授提出计算思维是有效使用计算系统解决问题的思考过程,其关键在于学习者能够为具体问题设计并执行算法^[11]。国内学者梁云真等^[12]基于小学信息技术学科,构建了面向计算思维培养的人机协同精准教学模式。随着人工智能与大数据技术的发展,计算思维的内涵与外延仍在不断拓展,未来或将成为人工智能课程中问题解决必备的核心素养。

2025年3月,笔者以中国知网数据库作为数据来源,检索条件为主题:计算思维 AND 小学,“精确”词频,时间跨度为2015—2025年。经人工筛选,剔除相关性不强、会议综述、无关键词等文章,最终得到477篇有效文献。通过Cite Space工具进行可视化分析,生成如图1所示的时间线图图谱。

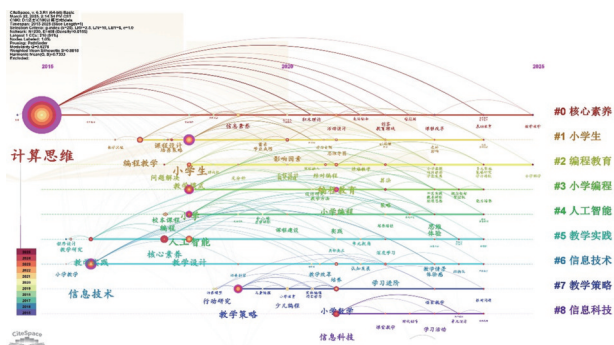


图1 基于Cite Space的关键词时间线图图谱

由图1可知,近十年,我国计算思维研究主要集中在人工智能、核心素质、编程教育、信息科技以及教学策略五个方面,逐渐从理论研究转向如何更好地落实计算思维导向的教学实践。其中,“教学策略”“小学编程”“教学实践”等关键词聚类,表明计算思维研究高度关注基础教育阶段(尤其是小学)的实施路径。这反映出教育者对早期培养计算思维的重视,认为小学阶段是学生思维形成和发展的关键时期,通过编程等具体教学活动,能够有效激发学生的学习兴趣,培养其计算思维、问题解决能力。同时,“人工智能”“编程教育”等关键词反映了通过编程教学(如校本课程开发、项目式学习)落实人工智能教育,推动课程建设与实践。这不仅有助于学生掌握前沿技术知识,还能培养其适应未来社会发展的能力。此外,“核心素质”“信息科技”对应全球教育政策趋势(如我国2022年颁布的新课标),指出计算思维是信息科技课程的核心目标之一,注重通过人工智能教育培养学生的计算

思维,体现素养导向的教育目标。这表明我国教育政策在不断与时俱进,强调以学生为中心,注重培养学生的综合素质和适应未来社会的能力,计算思维作为其中的重要组成部分,正受到越来越多的关注。

1.2 人工智能教育与培养目标

人工智能教育包括利用人工智能赋能的教育和以人工智能为学习内容在教育^[13],教授学生人工智能的相关知识,提高学生对人工智能的理解和应用能力。顾荣桢等在研究中提出“提升学生的人工智能素养是中小学人工智能教育的核心任务”^[14]。中小学人工智能教育的目标已从早期的“技术工具掌握”^[15]转向“素养导向的创新能力培养”。教育部《关于加强中小学人工智能教育的通知》明确要培养学生人工智能素养^[9],这为人工智能教学活动提供了指引。计算思维的培养在人工智能教育中扮演着重要的角色。通过人工智能教育,引导学生掌握人工智能领域的相关知识和技能,并运用其解决实际问题,适应智能化社会,并提升其技术素养,强化计算思维能力。

笔者利用中国知网进行高级检索,结果如表1所示。

表1 以中国知网数据库为数据来源的高级检索

检索条件(主题)	词频	时间跨度	检索时间	有效文献
计算思维 AND 小学				477篇
人工智能教育 AND 中小学 精确		2015—2025年	2025年3月	367篇
计算思维 AND 项目式学习				153篇

利用Cite Space软件中突变检测工具,量化出人工智能教育领域不同时间段内关键词突变的情况,具体情况如图2所示。结果显示,编程教育的突变强度最高,为1.8,其次是计算思维,突变强度为1.44,这两个关键词都是人工智能领域重要的研究热点。计算思维作为人工智能教育的关键组成部分,贯穿于不同的研究阶段。早期研究(2015—2020年)聚焦于硬件载体和编程基础,强调通过具体技术工具培养学生的计算思维,但缺乏与教育目标的深度融合。中期阶段(2018—2022年),研究转向“计算思维”的培养,关注如何通过不同的教学方法和模式来提高人工智能教育的效果。近期阶段

(2022—2025年)，“实践路径”“实施策略”等词突现，表明研究重点转向人工智能教育的落地实施与基础教育融合。在这一过程中，计算思维依然是关键因素。将计算思维融入人工智能教育的各个环节，能够促进实现人工智能教育与基础教育的深度融合，培养出具备计算思维和人工智能素养的学生。以上分析说明人工智能教育与编程教育和计算思维培养密不可分。

Top 19 Keywords with the Strongest Citation Bursts



图 2 基于 Cite Space 的突变词检测图谱

1.3 计算思维与项目式学习

项目式学习作为一种以“活动、学生、经验”为中心的新型教学模式,是基于“真实情境”的尝试和探索。本研究认为项目式学习主要包含:1)基于真实的生活情境;2)以学生为学习主体;3)提出问题,将问题分解简化,规划方案;4)注重解决方案的形成;5)有效评估方案并进行反思。Heidi Webb 和 Mary Beth Rosson 采用 PBL 教学对 11~13 岁的中学生进行了为期六周的教学实验,实验过程中将计算思维融入教学活动,经过三轮的迭代实验后得出 PBL 教学有助于学生计算思维的培养^[16]。通过一些成功的项目式学习教学实践中学生的具体表现以及对师生访谈表明^[17],开展项目式学习有利于增强学生的学习动机,增加评价主体的多元性,促进积极思考、动手实践和解决实际问题。在人工智能教育领域,以真实问题情境为出发点和落脚点,以学生为主体,自主制订计划以解决驱动性问题而开展的研究,恰好与项目式学习呈现出独特的适配性。小学阶段实施项目式学习时,需要重点关注选取的问题情境要贴近生活,让学生更有代入感。此外,要强调团队合作的引导,明确每个学生的任务,教导学生学会倾听他人意见,如何共同解决问题,以便更好地培养团队协作能力。同时,评价不仅关注最终成果,更要注重学生的学习

过程,包括参与度、团队协作能力、思维发展等,利用多元化的评价方式,给予及时反馈,让学生在评价中不断成长和进步。

对表 1 内容通过 VOSviewer 工具进行可视化分析,形成如图 3 所示的网络可视化图谱。从图中可以看出,项目式学习广泛应用于信息技术学科,且项目式学习非常契合计算思维的培养。两者的共同目标是培养学生的核心素养,且共同围绕编程教育、课程设计、教学模式等主题展开。项目式学习为计算思维培养提供具体实践场景,计算思维则为项目式学习赋予能力培养的内核,二者在教学实践中相互支撑。此外,项目式学习还能有效提升学生的合作能力,让学生在团队协作中学会沟通、分工与协调,更好地适应未来社会对团队合作能力的要求。同时,这种教学模式能够激发学生的创造力,鼓励学生在解决实际问题的过程中尝试多种方法和创新思路,培养学生的计算思维 and 实践能力。

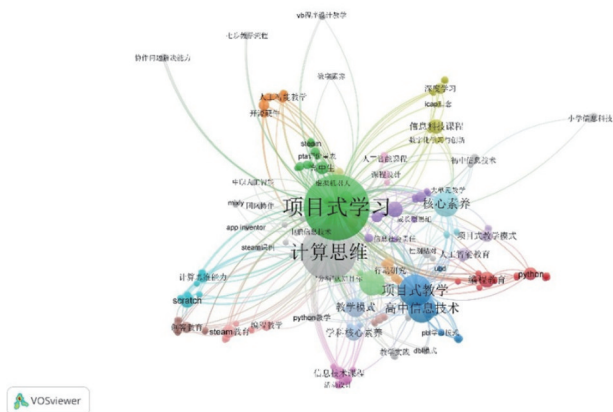


图 3 基于 VOSviewer 的网络可视化图谱

2 计算思维导向的小学人工智能项目式学习模式构建和教学案例设计

2.1 教学模式构建

为培养学生的计算思维,本研究基于现阶段人工智能教育的特点与问题,采用项目式学习的教学模式。基于计算思维的五个维度,以学生生活情景为学习情境,采取“教师主导,学生主体”的方法,设计出面向计算思维培养的小学人工智能项目式学习的教学模式^[17]。该模式以建构主义理论和杜威“做中学”理论为依托,契合小学生具象化认知特点,将复杂抽象的计算思维能力培养拆解为可操作、可感知的实践过程。在创设情境、分析问题的基础上,教师协助学生理解情境、确定问题、划分

子项目。通过“主动探索,尝试解决问题”“认真听讲,融会贯通”“设计流程图,编写程序”这三个环节,开展子项目活动。通过个人探究、生生协作和师生互动等多元化的学习活动形式,开展教学;在教学中以提问、展示作品等形式,及时了解学生的知识掌握情况,以便教师调整教学。具体的学习模式设计如图 4 所示。

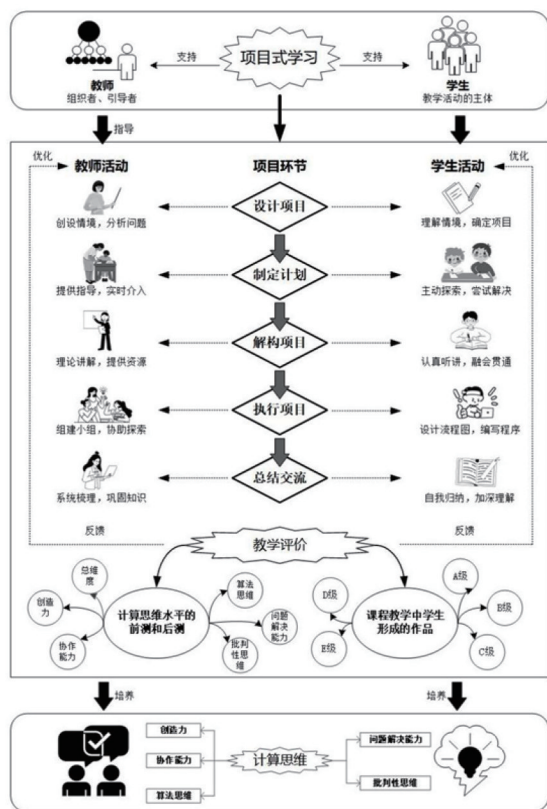


图 4 计算思维导向的小学人工智能项目式学习模式

2.2 教学案例设计

本研究旨在探究面向计算思维培养的项目式学习下的小学人工智能课程是否能有效培养学生的计算思维。基于此,教学内容选取了广州市六年级上册教材《人工智能》“循迹机器人”一课。学习内容为:了解循迹机器人的组成及原理,学会让循迹机器人按指定线路行驶。具体包括让学生根据循迹机器人的基本结构通过模拟硬件组建循迹机器人,完成循迹机器人程序块的简单编写,实现控制机器人按指定路线行驶的功能。本研究所设计的教学活动不仅让学生学会编写循迹机器人的基本程序块,实现控制机器人按指定路线行驶,同时引导学生学会剖析问题和培养学生解决问题的能力,进而提高学生的计算思维水平。

2.2.1 创设情境,确定项目

在进行课程导入时,教师创设真实且贴合学生生活实际的故事情境:醒目仔的奶奶要生日了,听说附近新开了一家机器人餐厅,都感叹现代科技的厉害。所以今年他们决定到机器人餐厅庆祝奶奶的生日,让奶奶也见识一下现代科技的厉害。播放机器人餐厅的视频,引导学生思考“如何设计一个循迹机器人”这一问题,划分出子项目:了解结构,搭建机器人(子项目一)、讲解知识,熟悉功能与原理(子项目二)、设计流程图,编写程序(子项目三)。帮助学生简化复杂的细节,引导学生共同确定子项目的形成,以增强学生的学习动力和激发学生学习的兴趣,运用批判性思维、创造性能力、协作能力和问题解决能力等技能,深入分析与讨论问题。

2.2.2 主动探索,动手解决问题

学生自主查阅教材,探究循迹机器人的基本硬件组成,并通过虚拟仿真平台利用 AI 组件搭建出机器人的基础模型。教师积极引导,在部分学生遇到困难时及时给予帮助。板书循迹机器人的组成部分:控制器、AI 模块和马达,如图 5 所示。该活动能够让学生从“被动学习”转向“主动学习”,以培养学生问题解决能力为目标,使学生在面对实际问题时能够迅速找寻出有效的解决办法。

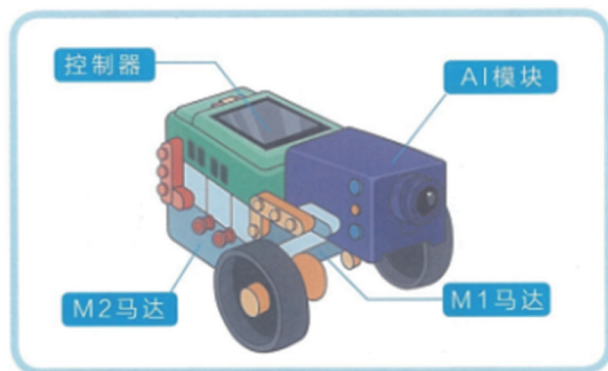


图 5 循迹机器人的组成部分

2.2.3 认真听讲,融会贯通

教师通过举例、归纳等方法,以生动有趣的方式讲解循迹机器人的基本功能与原理,详见图 6。以此帮助学生理解较复杂的知识,建立学生的知识体系,培养学生批判性思维。例如:1) 举例类比人走路时,人的眼睛、人脑和腿的功能,讲解循迹机器人如何沿标记线行走。2) 了解返回值的作用:AI 模块识别道路位置时,会产生不同的返回值(也叫偏移值)并送回控制器。控制器接收到偏移值后,会指挥马达进行不同方向的行驶。3) 学习转弯:开启右马达或左马达,

或者同时开启左右马达,控制器指挥马达直走或左转、右转。学生认真听讲并思考问题,为后续设计流程图和编写程序夯实基础。

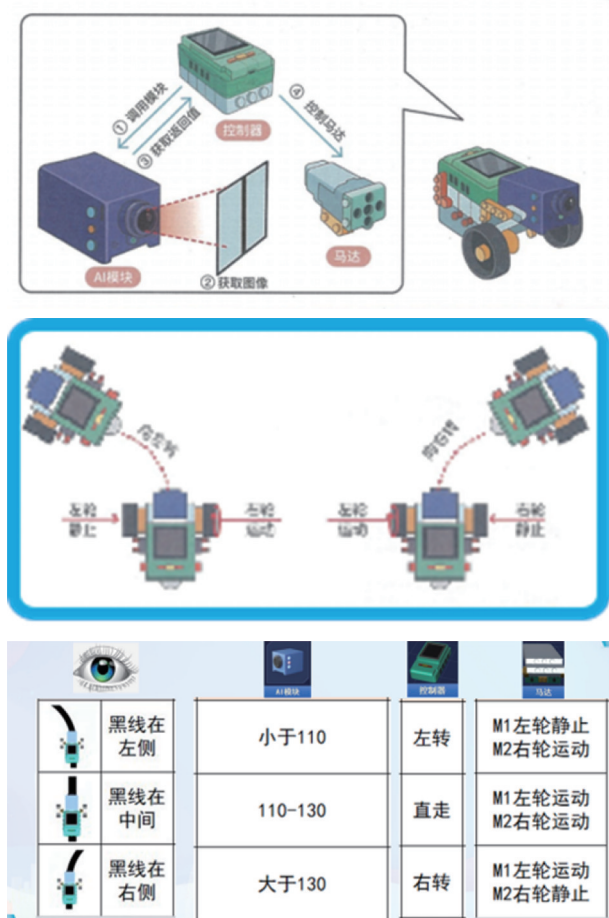


图6 循迹机器人的基本功能

2.2.4 设计流程图,编写程序

教师设计并展示流程图框架,帮助学生厘清各个部分之间的联系,旨在培养学生解决问题的能力 and 创造力。基于前面学习的循迹机器人的基本功能与原理,学生以小组合作探究的方式讨论设计循迹机器人工作的流程图,通过思考、交流、共同解决实际问题,培养问题解决能力和协作能力。教师讲解循迹机器人的主要代码块,展示循迹机器人程序的案例和操作步骤,详见图7、图8。

教师组织学生开展“以代码块搭建的方式完成程序的设计”的实践活动,指导学生运用所学知识完成程序的编写。小组间进行作品展示,交流互动;其他小组提出改进建议和反思不足。教师提出优化程序的方向:“如果送餐的循迹机器人行走时摇摇晃晃,容易弄洒食物,那我们该如何调整呢?会不会是转弯的角度太大?我们该如何调整转弯的角度呢?”引导学生完善和优化程序,找寻最佳

的算法,进而实现算法思维的培养。



图7 循迹机器人主要代码块

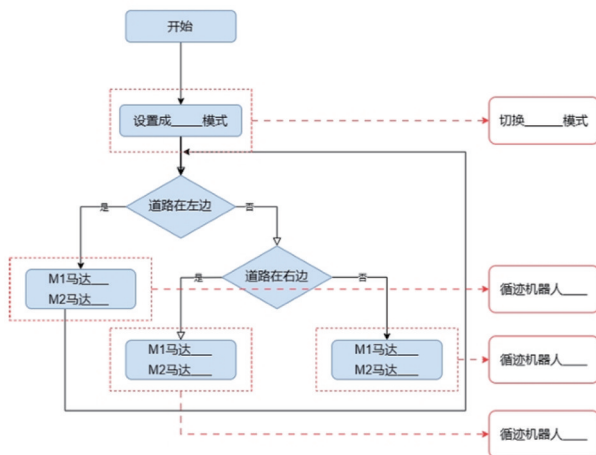


图8 循迹机器人工作流程图

2.2.5 系统梳理,巩固知识

教师系统梳理所学知识,帮助学生将零碎的知识串联起来,形成完整的知识体系,完成本课教学目标,详见表2。学生把握所学知识的重点与难点,进行针对性的回顾,查漏补缺,加深重难点的记忆与理解,提高学生的学习效果。

表2 “循迹机器人”教学目标

维度	核心素养目标
信息意识	学生能敏锐感知循迹机器人在生活与工业场景中的应用,主动联想到循迹机器人的工作原理,增强用人工智能技术解决生活实际问题的意识
计算思维	通过控制循迹机器人沿标记线行驶的体验和应用的过程,将复杂问题分解为子问题,设计出合理的程序流程来解决问题,掌握编写循迹机器人程序和调式程序的方法
数字化学习与创新	利用教材资源、网络教程等数字化手段,自主探索循迹机器人编程的更多技巧和方法。利用仿真平台组建循迹机器人,通过绘制流程图来表达逻辑
信息社会责任	了解循迹机器人技术背后可能存在的数据隐私问题,在使用和开发循迹机器人程序时,遵循道德和法律准则,培养正确使用技术的责任感

3 教学实验与数据分析

3.1 研究对象

本研究旨在探究面向计算思维培养的项目能否有效培养学生的计算思维。广州市作为中国一

线城市和粤港澳大湾区核心引擎,其教育资源配置、信息化建设水平和课程改革实践均处于全国前列。该市自 2018 年起将人工智能教育纳入中小学必修课程,并建立了统一的“广州市中小学人工智能教学平台”。同时,六年级学生正处于从具体形象思维向抽象逻辑思维过渡的关键时期,通过项目式学习开展人工智能课程,可以有效促进其思维能力的发展。基于此,研究选取广州市某小学一个六年级班级作为实验对象。34 人的班级规模符合中国小学标准班额(30~45 人),可避免因人数过少($n < 30$)导致 T 检验对数据正态性敏感,或因人数过多($n > 40$)增加教学管理难度。且该班级未经特殊筛选(如重点班),样本覆盖不同学习水平的学生,能反映常态教学环境下计算思维培养的效果。同时,34 人的样本量可确保在显著性水平 $\alpha = 0.05$ 、中等效应 $d = 0.5$ 的条件下,统计检验力($Power$) ≥ 0.8 ,符合教育实验的常规标准。采用项目式学习教学模式展开人工智能课程教学^[18],实验环境为该小学内电脑室,实践软件为广州市中小学人工智能平台提供的虚拟仿真软件,可实时查看学生作品的完成情况。

3.2 研究工具

为验证项目式学习模式下的人工智能课程对提升学生的计算思维水平的有效性,本实验采用学生计算思维水平前、后测量表和学生成果评价表对本课堂提升学生计算思维的成效进行评价。

3.2.1 学生计算思维水平前测和后测量表

本研究量表依据计算思维评价框架,采用 Korkmaz 等人总结的计算思维量表实施,该量表信度和结构效度良好,受到广泛认可与应用,意味着在本研究之前,该量表已经经过了严格的信度检验。该量表认为算法思维、协作能力、批判性思维、问题解决能力和创造力这五个维度能够反映出学生的计算思维水平。在借鉴该量表的基础上,本研究对量表进行了调整。具体来说,后测量表中的第 1、2、3、4、5、6、26、28、29 题目都加入了“在学习课程后”这一前提,更加明确地考察学生经过实验后计算思维水平的变化。本研究所采取的计算思维前测和后测量表对应设计的五个维度的题目题号,如表 3 所示。问卷采用了 Likert 的五点量表制作而成,共计 29 道题目,每道题目都有五个选项:从不、很少、偶尔、经常、总是。五点量表是心理学和教育研究中常用的测量工具,具有明确的评

分规则和广泛的应用基础。从“从不”(1 分)到“总是”(5 分)的评分方式能够清晰地反映学生对各个计算思维维度的自我评价程度。该量表设计规则简单明了,便于学生理解和作答,同时也便于进行数据收集和分析。数据的有效性基于合理的量表设计和清晰的评分规则,能够准确地反映学生计算思维水平的变化情况。

表 3 评价维度题号的分布

维度	题号
算法思维	1、2、3、4、5、6
协作能力	7、8、9、10
问题解决能力	11、12、13、14、15、16
批判性思维	17、18、19、20、21
创造力	22、23、24、25、26、27、28、29

3.2.2 学生成果评价表

本研究通过收集客观有效的分析数据对学生的学习成果进行量表评价,进一步了解学生计算思维水平情况。学生成果有:学生在课程教学中通过虚拟仿真平台人工智能组件搭建的机器人基本模型,学生通过小组探究设计的循迹机器人工作流程图,以及学生以代码块搭建的方式合作编写的循迹机器人程序。为了全面、精准地评价学生的成果,本研究设计了四个评分指标,分别为搭建机器人模型得分、绘制流程图得分、程序编写得分和程序优化得分^[19]。搭建机器人模型得分从模型完整性维度进行考量,直观评估学生的动手实践能力;绘制流程图得分聚焦流程逻辑严密性、绘制完整性,有助于诊断学生将复杂问题拆解为可执行步骤的思维能力;程序编写得分关注代码逻辑正确性、功能实现完整性,直观反映学生的编程实践能力;程序优化得分则重点评估代码效率提升、程序的创新性等方面,深入挖掘学生计算思维中的创造力。这些指标既考察基础技能掌握,又关注计算思维,详见表 4。

表 4 学生成果评价表

指标	具体评价	分值/分
搭建模型得分 (15 分)	能够完整搭建出模型	11—15
	能够搭建出部分模型	0—10
绘制流程图得分 (30 分)	流程图绘制完整	21—30
	流程图绘制较为完整	11—20
	流程图绘制错误	0—10
程序编写得分 (40 分)	功能完全实现,代码块没有错误	31—40
	功能基本实现,代码块存在个别错误	21—30
	功能小部分实现,代码块存在明显错误	11—20
程序优化得分 (15 分)	功能没有实现,代码块存在大量错误	0—10
	对程序进行了一定的优化与创新	7—15
	没有或进行微小的优化与创新	0—6

通过多元化评价,不仅能够客观反映学生的技术应用能力,更能深入评估其计算思维中算法思

维、协作能力、问题解决能力、批判性思维和创造力这五个核心要素的发展水平。

3.3 研究过程

利用上述研究工具,结合本研究设计的培养计算思维的小学人工智能项目式学习模式应用于小学人工智能课堂,开展前、后测实验,检验出项目式学习模式下的小学人工智能课程是否能有效培养学生的计算思维,并对学生成果进行评价,最终分析项目式学习下人工智能课程对计算思维培养的优缺点,为今后的研究和教学工作提供依据。



图9 实验过程实拍图

3.4 数据分析

3.4.1 基于计算思维量表的学习结果检验

通过对实验班级计算思维总水平的前测与后测量表和五个维度的前测与后测量表的数据结果进行配对样本T检验^[20],以此来验证实验班级学生的计算思维是否存在显著性差异,从而判断学生计算思维水平是否得到提升,具体分析结果见表5。

当 p 值小于0.05时,表明实验的差异显著。在实验班级计算思维总水平上看,据分析结果显示,该结果的 p 值为0.013,小于0.05,表明通过课程实验后,该实验班级学生的计算思维水平出现显著性差异。

t 值代表成绩变化的程度, t 值越大,表明成绩提升越显著。从实验班级计算思维的五个维度来看,结合表4的数据,协作能力维度的 p 值为

0.000,问题解决能力维度的 p 值为0.043,批判性思维维度的 p 值为0.042,均小于0.05,表明协作能力、问题解决能力和批判性思维在实验教学前后,这三个维度存在显著性差异。而算法思维和创造力这两个维度的 p 值均大于0.05,未表现出显著性差异。通过对 t 值、 p 值和平均值的分析,算法思维虽有提升,但提升并不显著。其原因可能是教师教学干预的侧重点不同。协作能力、问题解决能力、批判性思维在团队合作、项目式学习中提升,而算法思维和创造力的提升则可能需要更结构化或个性化的训练。

表5 实验班级计算思维总水平与五个维度的前、后测结果分析

维度	测试种类	平均值	N/个	标准差	t	p 值
计算思维总水平	前测	17.01	34	1.939 92	0.423	0.013
	后测	17.27	34	1.835 03		
算法思维	前测	3.25	34	0.63 854	0.259	0.139
	后测	3.79	34	0.60 550		
协作能力	前测	3.73	34	0.82 788	0.582	0.000
	后测	3.70	34	0.75 746		
问题解决能力	前测	2.77	34	0.44 169	0.349	0.043
	后测	2.50	34	0.58 738		
批判性思维	前测	3.64	34	0.69 940	0.351	0.042
	后测	3.66	34	0.62 614		
创造力	前测	3.59	34	0.56 052	0.330	0.057

综上,尽管该班级在算法思维、创造力这两个子维度的提升未达到统计上的显著性水平,但计算思维的后测均值显著高于前测。因此,可以基本判定,本研究设计的项目式学习下的小学人工智能课程可以有效地培养学生的计算思维。

3.4.2 基于学生成果评价的学习结果检验

本研究基于学生成果评价表,分别对每个学生在课程教学中形成的成果进行综合性评价,得到的评价等级分布情况如表6所示。根据评价结果发现,实验班级在完成课程项目式学习后,总体表现良好,大部分学生处于C级及以上的等级,占比高达82%,说明“计算思维水平实践”目标得到了有效落实。

通过对学生个人搭建的机器人模型进行分析,实验班级的学生基本都能完成机器人的模型搭建,这说明学生能够通过查阅资料自主剖析问题并解决问题。通过对小组绘制的流程图进行分析,大部分小组能够完整地完流程图的设计,这表明学生在教师提供框架后绘制的程序流程图更趋于完整和合理,通过课程的学习,学生利用计算思维解决问题的思路更加明确和清晰。通过对合作编写的程序进行分析,发现个别学生会出现代码块错误、

语句混乱等问题,在进程序优化时,仅小部分学生能够进行优化。这反映出通过教师引导划分子项目,学生培养了协作能力与逻辑思维能力,算法设计与优化还有待提升。对学生成果的评价证实,

本次实验教学取得较好的成效。对实验的数据以及效果的分析能得出如下结论:本研究设计的项目式学习下的小学人工智能课程可以有效地培养学生的计算思维的结论。

表 6 学生成果评价等级分布统计表

等级	A 级 (91~100 分)	B 级 (81~90 分)	C 级 (71~80 分)	D 级 (61~70 分)	E 级 (60 分以下)
人数	3	13	12	5	1

4 项目式学习在小学人工智能课程中的应用策略和教学建议

4.1 应用策略

根据本研究,项目式学习对小学生计算思维能力的发展具有显著的促进作用。在开展项目式学习时,可以从以下几个方面入手:1)以解决问题为核心:老师结合学生的生活实际,设计与人工智能紧密相关的、具有挑战性和趣味性的项目主题,使学生将计算思维应用于实际问题的解决;引导学生将复杂问题分解为多个子问题,在逐步解决问题的过程中,培养从宏观到微观、从整体到局部的思维方式,从而提升计算思维中的问题分解能力。2)构建协作共同体:老师引导学生组成小组,形成学习共同体。组员明确分工,在团队中发挥各自兴趣、优势和特长,共同完成项目任务,培养协作能力。老师定期组织小组进行讨论和作品展示,鼓励学生分享思路、提出优化建议,促进交流与共享,深化计算思维培养。3)强化具体技能训练:课程注重培养学生的编程、机器人搭建等技能。学生利用虚拟仿真平台进行动手实践,通过“做中学”强化算法思维。在完成基础任务后,可增设程序优化挑战,鼓励学生尝试多种算法,激发其创造力。

4.2 教学建议

为确保项目式学习的顺利实施,学校应定期组织人工智能主题工作坊,提升教师的人工智能知识水平和项目式教学能力^[21]。同时,建立校内人工智能教育资源库,整合优质课程案例、教学工具,支持教师高效备课^[22]。为学生提供丰富多样的学习资源,包括硬件设备、软件平台、教材资料等,依托平台的多项功能,为项目式学习提供全面支持,进一步提升计算思维的培养成效^[23]。打造情境化学习空间,设置作品展示角,展示学生成果,营造

沉浸式学习氛围。此外,结合定量评价和定性评价,构建多元化评价体系,关注学生的过程性评价和成果性评价,全面精准评估学生技术应用能力以及计算思维,及时给予反馈和指导,促进学生不断改进和提高。

5 结 语

本研究基于项目式学习模式,对小学人工智能教育课程进行教学设计研究,通过研究现状,结合教学实践数据,分析计算思维水平前、后测量表和学生成果评价表,验证了项目式学习下的人工智能课程对小学阶段学生的学习效果和计算思维培养的有效性,以期为小学人工智能课程提供有效的教学模式和方法提升学生能力和思维培养,为当前人工智能教育教学提供参考和借鉴。我们将继续探究和优化该学习模式,延长教学实践周期、增加实验样本量,开展对照实验研究,多维度分析数据,为我国基础教育阶段的人工智能教育提供更丰富的借鉴举措。

参考文献

[1] The Select Committee on Artificial Intelligence of the National Science &. Technology Council. The national artificial intelligence research and development strategic plan: 2019 update[R/OL]. 2019-06-02[2024-06-16]. <https://catalog.data.gov/dataset/the-national-artificial-intelligence-research-and-development-strategic-plan-2019-update>.

[2] Computing Community Consortium (CCC) and Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI). A 20-year community roadmap for artificial intelligence research in the US[R/OL]. 2019-08-06[2024-06-16]. <https://cra.org/ccc/wp-content/uploads/sites/2/2019/08/Community-Roadmap-for-AI-Research.pdf>.

[3] Select Committee on Artificial Intelligence. AI in the UK: Ready, willing and able[R/OL]. 2017-04-16[2024-06-

- 16]. <https://publications.parliament.uk/pa/ld201719/ldselect/ldai/100/100.pdf>.
- [4] 王建虎, 崔肖肖, 王芸, 等. 贯通小学与大学: 智能时代信息化教育的体系变革与创新: 日本《信息教育课程设计指南》解析[J]. 远程教育杂志, 2021, 39(5): 13-23.
- [5] UNESCO. First ever consensus on artificial intelligence and education published by UNESCO[EB/OL]. 2024-09-18[2024-12-24]. <https://www.unesco.org/en/articles/first-ever-consensus-artificial-intelligence-and-education-published-unesco>.
- [6] 中华人民共和国教育部. 教育部部署加强中小学人工智能教育[EB/OL]. 2024-12-03[2024-12-27]. https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202412/content_6990729.htm.
- [7] CSTA. K-12 computer science framework[EB/OL]. 2016-10-20[2025-03-09]. <https://k12cs.org/>
- [8] 中华人民共和国教育部. 义务教育信息科技课程标准(2022年版)[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [9] 广东省教育厅. 《广东省教育厅关于印发〈广东省中小学教师人工智能素养框架(试行)〉〈广东省中小学学生人工智能素养框架(试行)〉〈广东省中小学人工智能课程指导纲要(试行)〉以及〈国家中小学智慧教育平台与人工智能融合应用指南(试行)〉的通知》[EB/OL]. 2025-4-10[2025-05-05]. https://edu.gd.gov.cn/zwgknew/jyzcfg/dfjyzcfg/content/post_4694716.html.
- [10] 武建鑫, 宋雨. 计算思维教育公平何以可能?: 《面向包容性世界的计算思维: 教育工作者学习和行动的指南》的解读与启示[J]. 开放教育研究, 2022, 28(6): 72-80.
- [11] CHOI J, LEE Y, LEE E. Puzzle based algorithm learning for cultivating computational thinking[J]. Wireless Personal Communications, 2017, 93(1): 131-145.
- [12] 梁云真, 刘瑞星, 任丽玲. 面向计算思维培养的人机协同精准教学模式研究: 以小学六年级信息技术课“丝绸之路大闯关”为例[J]. 现代教育技术, 2022, 32(3): 51-60.
- [13] 彭绍东. 人工智能教育的含义界定与原理挖掘[J]. 中国电化教育, 2021(6): 49-59.
- [14] 顾荣桢, 李惠乾, 余峻展, 等. 中小学人工智能教育教什么: 以《深圳市义务教育人工智能课程纲要(修订版)》为例[J]. 中国科技教育, 2024(12): 10-14.
- [15] 中华人民共和国国务院. 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL]. 2017-07-20[2025-10-17]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.
- [16] HEIDI C W, ROSSON M. Using scaffolded examples to teach computational thinking concepts [C]. SIGCSE. Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education. Technical symposium on Computer Science Education (SIGCSE). Denver Colorado USA: Association for Computing Machinery, 2013.
- [17] 宿庆, 张文兰, 王海, 等. 面向高中生计算思维培养的信息技术课程项目式学习研究[J]. 电化教育研究, 2022, 43(8): 109-115.
- [18] 余燕芳, 李艺. 基于计算思维的项目式教学课程构建与应用研究: 以高中信息技术课程《人工智能初步》为例[J]. 远程教育杂志, 2020, 38(1): 95-103.
- [19] MU S, CUI M, HUANG X D. Multimodal data fusion in learning analytics: A systematic review [J]. Sensors, 2020, 20(23): 6856.
- [20] 崔萌, 穆肃, 黄晓地. 基于过程数据及分析的在线学习路径研究: 规律与规划[J]. 开放教育研究, 2020, 26(3): 58-70.
- [21] GARRY F. Advancing young students' computational thinking: An investigation of structured curriculum in early years primary schooling[J]. Computers & Education, 2024, 216: 105045.
- [22] 张琪, 陈玉杰. 生成式人工智能在国内高等教育中的应用现状与发展路向: 基于文献数据的可视化分析[J]. 中北大学学报(社会科学版), 2025, 41(5): 56-66.
- [23] 崔萌, 胡晓玲, 王希哲. 移动环境下中小学教师信息技术应用能力培训模式探索[J]. 教育信息技术, 2015(10): 39-42.