

基于三维模型的计算思维培养与实践研究

——以《宋词情感时空图谱》项目为例

周培杰¹, 刘美兰¹, 徐海霞¹, 熊 珠², 付雪洋¹

¹湖北师范大学人工智能与计算机学院, 湖北 黄石

²通城县沙堆镇沙堆小学, 湖北 咸宁

收稿日期: 2025年9月13日; 录用日期: 2025年10月17日; 发布日期: 2025年10月24日

摘 要

为破解编程教育中思维培养碎片化与学科融合浅表化难题, 本研究建构“问题解决 - 计算思维 - 项目式学习”三维教学模型, 通过五组认知耦合点构建“认知主线 - 核心要素 - 实践载体”的动态交互路径。为验证模型有效性, 设计跨学科项目《宋词情感时空图谱》(文本分析→Python可视化)。数据显示, 教学干预后学生计算思维各维度显著提升, 其中评估能力进步最大; 滞后序列分析显示“算法实践→效果评估”为核心行为循环。研究表明, 该模型为技术赋能与思维发展的双向协同提供了可操作框架, 其跨学科实施路径对计算思维教育范式革新具有实践意义。

关键词

计算思维, 项目式学习, 问题解决, 跨学科学习, 滞后序列分析

Cultivation and Practical Research on Computational Thinking Based on a Three-Dimensional Model

—Taking the Project “Emotional Spatial-Temporal Mapping of Song Ci” as an Example

Peijie Zhou¹, Meilan Liu¹, Haixia Xu¹, Zhu Xiong², Xueyang Fu¹

¹School of Artificial Intelligence and Computer Science, Hubei Normal University, Huangshi Hubei

²Shadui Primary School, Shadui Town, Tongcheng County, Xianning Hubei

Received: September 13, 2025; accepted: October 17, 2025; published: October 24, 2025

Abstract

To address the issues of fragmented thinking cultivation and superficial interdisciplinary integration in programming education, this study constructs a “problem-solving - computational thinking - project-based learning” three-dimensional teaching model. It establishes a dynamic interaction path of “cognitive mainline - core elements - practical carrier” through five groups of cognitive coupling points. To evaluate the model’s effectiveness, we designed an interdisciplinary project—the Song Ci Spatio-Temporal Sentiment Atlas—which proceeds from text analysis to Python-based visualization. Data indicate that after teaching intervention, students’ computational thinking improved significantly in all dimensions, with the most remarkable progress in evaluation ability. Lag-sequential analysis reveals that algorithmic practice is consistently followed by effect evaluation, forming the core behavioral cycle. The research demonstrates that this model provides an operable framework for the two-way synergy between technology empowerment and thinking development, and its interdisciplinary implementation path holds practical significance for innovating the paradigm of computational thinking education.

Keywords

Computational Thinking, Project-Based Learning, Problem Solving, Interdisciplinary Learning, Lag Sequence Analysis

Copyright © 2025 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

作为数字公民的核心素养，计算思维不仅包含计算机科学领域的抽象建模与算法设计能力，更是一种融合批判性思维与创新能力的系统性认知框架。我国《普通高中信息技术课程标准》将其确立为学科核心素养，强调通过项目式学习促进思维与技能的协同发展[1]。然而实践层面仍面临显著挑战：编程教育存在工具理性导向下的思维培养碎片化问题，学科融合常停留于知识拼凑层面，未能实现计算思维与学科思维的深度互嵌。因此，如何构建“技术赋能”与“思维发展”双向驱动的教学新范式，成为当前教育改革的重要命题。

2. 计算思维 - 项目式学习 - 问题解决的认知耦合效应

信息技术学科的本质，首先在于提升学生的信息技术操作技能，其次是掌握问题解决的步骤与流程，更核心的是培养学生运用现代信息技术解决问题的思维方式——这种思维方式即计算思维[2]。因此，计算思维是信息技术学科核心素养的重要组成要素，其发展一方面需依托学科知识的创新学习，另一方面则渗透于问题解决的全过程，是高效解决问题的先决条件[3]。同时，已有研究证实，计算思维与问题解决之间存在显著相关性，学习者的问题解决能力会显著影响其计算思维发展[4][5]，而通过问题解决式教学方法，能够较为有效地提升学生的计算思维水平[6]。

项目式学习的愿景在于帮助学习者构建整体认知结构，将所学知识与技能运用于真实问题解决中，最终培养出具有创造力、合作能力与交往能力的终身学习者[7]。此外，项目式学习强调通过情境创设激发学生兴趣、通过学习活动融入知识传授、通过成果评估检验学习效果，这些特征与计算思维培养中所

强调的问题情境创设、问题解决活动开展及问题解决成果达成高度契合[8]。

尽管已有诸多研究探索了计算思维培养的不同路径,但现有模型多侧重于某两个维度之间的结合,尚存在进一步整合的空间。例如,部分模型聚焦于计算思维与项目式学习的融合,通过设计项目任务承载计算思维技能训练,但可能相对弱化系统化问题解决流程的显性引导[9];另一些模型则强调计算思维与问题解决过程的对应,侧重于思维过程的分解与训练,但在实践载体的丰富性、学习情境的真实性方面可能有所不足[10]。这些模型虽各有侧重,却未能充分实现问题解决、计算思维与项目式学习三者的深度交互与协同。

为弥补这一研究空白,本文在现有理论与实践基础上,构建了“问题解决、计算思维和项目式学习三维教学模型”。该模型的创新之处在于:以问题解决五步骤作为学生的认知发展主线,将计算思维五要素作为思维内核渗透于每一环节,并依托项目式学习五阶段作为组织教学活动的实践框架。三者并非简单叠加,而是通过动态交互与持续反馈(如图1所示),形成一条“问题驱动-思维渗透-项目承载”的螺旋深化学习路径。

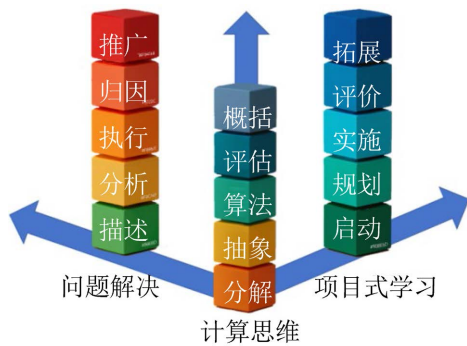


Figure 1. Three dimensional teaching model
图 1. 三维教学模型

2.1. 项目启动

分解能力使学生能够解构复杂挑战,将其转化为可管理的子单元,从而降低认知负荷并揭示问题的内在结构。这种结构化思维是正确描述问题的关键基础,只有当学习者清晰识别问题的组成部分及其关系,才能对其进行精确的界定与表述。项目启动环节的核心任务,即教师创设真实或模拟的情境(动态历史场景),正是为了帮助学生将抽象的项目目标具象化。在此过程中,引导学生运用分解策略,将宏观目标拆解为具体、可操作的子任务模块,并明确背景与目标,共同构建了有序理解的认知起点。这深刻体现了分布式认知理论:个体、工具(情境叙事)和环境协同分担认知负荷,为后续深度探索奠定基石[11]。

2.2. 项目规划

面对具体现象,抽象思维驱动学习者剥离表象,提炼核心规律与模式,构建反映问题本质的符号化模型(概念框架、逻辑关系),这本质上是一种认知重构。要有效完成这种抽象,离不开严谨的逻辑分析,学生要运用推理剖析问题各要素间的因果链条与内在逻辑,为模型构建提供坚实的支撑。项目规划阶段的核心产出,是将初步形成的理解和分析整合转化为可操作的方案或模型。这个转化过程本身就是抽象思维与逻辑分析协同作用的结果,需要在具体细节与形式化表达间找到平衡点。它呼应了布鲁姆认知目标中高阶的“分析”(识别结构)与“综合”(整合创新)能力,标志着学生思维从经验感知迈向系统构建。

2.3. 项目实施

算法思维是将构想落地的核心,学生基于前期分析设计出具体路径并付诸行动,它将抽象的解决方

案转化为明确、有序、可执行的步骤序列或代码指令。项目实施阶段的核心活动，就是学生将规划阶段形成的方案或模型通过动手实践(编写代码、设计流程)转化为可运行的成果。这个过程不仅是技术的实现，更是计算思维(尤其是算法设计)的具象化表达，要求思维的严谨性与实践的可操作性无缝衔接。这生动诠释了“做中学”的理念：学生在实践中深化理解，在解决问题中内化思维，完成从认知到行动的闭环。

2.4. 评估与展示

评估思维要求学生超越简单的功能验证，以批判性眼光审视解决方案的效率、优化空间和潜在影响。项目评估阶段不仅仅是呈现最终成果，更要求学生通过系统展示探索过程与发现(报告、过程记录表格、可视化讲解)，对解决路径进行深度反思，评估成效、剖析成败根源(归因)，从而锻炼元认知与自我调节能力。其包含两个相互强化的核心：一是技术性评估与迭代优化(分析结果、调试算法、修正错误)；二是成果展示与阐释反思。展示活动在此扮演关键角色：它不仅是成果汇报的窗口，更是驱动学生梳理整个项目脉络、清晰阐释核心发现、接受多元反馈并进行深度归因剖析的催化剂。舍恩(Schön)的“反思实践”理论在此得到充分体现：评估优化推动技术精进，而展示评价归因则通过社会互动深化认知与元认知，共同构成一个推动思维与技术双重进化的动态循环。

2.5. 拓展迁移

概括代表着思维的升华，它驱动学生从具体的项目经验中抽离出普适性的原理、方法或模式，并将其系统化以应对新挑战。教师要鼓励学生分享洞见、推广有效方法，在与他人互动中深化理解并体现协作价值。而项目拓展阶段的实质，就是将项目核心成果(分析方法、模型、工具)迁移应用于新的、更广阔的问题领域或背景(用相同方法分析不同的案例)。这远非简单的技术移植，而是思维模式系统化的外显过程，是跨情境创新能力的培育场。从社会建构主义视角看，迁移与交流使学生突破原有认知边界，在协作中将具体经验升华为抽象原则，将局部方案拓展为通用能力，最终实现学习价值的广泛延伸。

3. 《宋词情感时空图谱》教学设计与实施

为验证三维映射模型的有效性，本研究设计了跨学科项目《宋词情感时空图谱》。项目以“如何通过可视化呈现宋词情感流转与地域分布？”为核心驱动问题，依托模型构建的五组认知耦合点，贯穿项目式学习的五个阶段。

3.1. 教学准备

教学对象：本研究选取华中地区某中学高一年级两个班级作为研究对象，每班各 52 人。学生年龄集中在 15~16 岁，已完成国家课程标准的语文及信息技术基础课程学习，具备基本的文本分析能力和计算机操作技能，但均无 Python 编程或数据处理的先验知识。教学实践开始前，通过计算思维量表测试确认两个班级的计算思维水平无显著性差异($p = 0.08$)。A 班作为实验组，采用三维模型开展教学；B 班作为对照组，采用常规项目式学习进行教学。

教学干预安排：本次教学实践为期 12 周，每周 1 课时。教学内容围绕“宋词情感时空图谱”项目展开。

分组安排：首先通过学习风格量表评估学生类型[12]，将学生分为聚合型、发散型、同化型、顺应型，然后按异质分组原则搭配(兼顾文本解读能力、计算机基础、表达能力)，确保每组具备完成全流程任务的综合能力。

素材资源：精选宋词 100 首并制作为 CSV 数据集文件(含豪放派与婉约派，覆盖北宋、南宋，如柳永《雨霖铃》、辛弃疾《永遇乐·京口北固亭怀古》、李清照《声声慢》等)；《宋代历史地图》电子版；《宋词选注》等文献注本；“情感-意象对应参考提示表”(如杨柳-离愁、金戈-爱国)。

工具支持：安装 Python 3.8+ 环境，配置 folium(地图可视化库)、pandas(数据处理库)；学生用计算机(每人 1 台)；组内分工记录表。

3.2. 教学目标

该项目根据传统三维目标构建教学目标，详见表 1。

Table 1. Teaching objectives
表 1. 教学目标

教学内容	知识与技能目标	过程与方法目标	情感态度与价值观目标
1. 宋词文本筛选与分析	掌握宋词代表性文本的筛选标准(涵盖流派、时期、情感鲜明度)；理解意象与情感的关联(如“杨柳”与离愁、“金戈”与爱国)	学会通过文献查阅(《宋词选注》)验证词作背景；能小组协作筛选符合标准的文本样本	感受宋词的文学魅力，激发对古典文学的探究兴趣
2. 情感与时空要素提取	掌握情感分类标准(离愁、爱国、闲适等)及强度分级(1~5 星)；学会提取词作的创作朝代(北宋/南宋)与地域信息(汴京、临安)	能结合作者生平与时代背景分析情感；通过历史地图匹配古代地域与现代坐标	体会时代变迁与地域文化对文学创作的影响，形成历史语境意识
3. 数据可视化与图谱构建	了解 Python 地图库(folium)的基础用法；掌握情感时空数据的可视化呈现方法(热力图、柱状图)	能小组协作编写简单代码实现数据标注与图谱绘制；学会从图谱中提取规律	培养严谨的数据分析态度，感受技术与人文融合的价值
4. 成果评估与规律迁移	掌握图谱质量的评估维度(样本完整性、情感准确性、时空精确性)；能总结情感时空分布规律	通过组内自查、组间互评优化成果；学会将分析方法迁移至唐诗、元曲等其他古典文学作品分析	形成批判性思维与合作意识，增强文化传承与创新的责任感

3.3. 教学实施

3.3.1. 确定主题与情境建构，激发探究兴趣

项目启动阶段，教师利用 AIGC 技术创设沉浸式情境(动态呈现《望海潮》杭州繁华与《永遇乐》京口怀古场景)，引导学生直观感知情感表达的时空差异，激发探究动机。师生共同将核心问题分解为可操作的子任务链：代表性文本筛选、情感类型与强度分级、时空信息(朝代、地域)精准提取、可视化工具选择与应用。初步确定以“豪放派与婉约派代表词作”为样本范围，奠定探究基础。

3.3.2. 田野学习与概念形成，深化文本认知

项目规划阶段，通过“田野学习”活动深化认知关联。利用 AIGC 数字人讲座(“李清照”讲解宋代疆域变迁与文人迁徙)和精选电子资源(文人手稿扫描件、地域文化图谱)，帮助学生构建“文本 - 情感 - 时空”的关联框架。学生在此过程中形成具体化的问题概念，例如探究“离愁别绪”在北宋都城的集中性，或分析陆游晚年爱国词与“剑南”地域的关联，为后续数据收集与分析搭建思维导图。

3.3.3. 协作探究与方案开发，推进实践操作

项目实施阶段，各小组遵循“数据收集 - 情感分类 - 时空标注 - 可视化呈现”流程展开协作。关键活动包括：基于文献与工具(“宋代词人时空对照表”)筛选代表性词作样本；依据意象分析(参考“情感 - 意象对应表”)进行情感分类与强度分级(1~5 分)，并处理情感多重性争议(如苏轼《水调歌头》的思念与旷达)；借助历史地图数字化平台核查并标注古今地名对应坐标；使用 Python(folium, pandas)实现数据可视化(情感统计图表、时空热力图)。教师提供“脚手架”支持，例如在小组对“梅花”意象分类(陆游词

中的高洁 vs.秦观词中的思念)产生争议时,引导学生分析语境差异及作者境遇,深化抽象与评估能力;或在技术层面指导数据格式规范与可视化参数优化(依据情感强度加权热力图)。学生在试错中优化方案,如细化时间标注(区分“熙宁”“元丰”年间)、标注词人迁徙路线与情感变化等,体现了模型从抽象规划到算法执行的动态交互。

3.3.4. 沟通协商与评估优化，促进反思提升

项目评估阶段,采用多层级反思机制。小组自查聚焦样本完整性、情感分类准确性、时空信息精确性,生成优化清单(如补充姜夔《扬州慢》以平衡样本)。班级成果交流会采用“图谱解说 + 质疑答辩”形式,学生展示核心发现(南宋江淮地区爱国词强度峰值与绍兴和议的关联、江南婉约词密集分布的地域文化影响),并接受深度互评(指出秦观《踏莎行》情感标签的单一性应调整为“孤寂 + 思念”)。结合互评意见,小组进行针对性优化(补充样本、制定《情感强度分级细则》、修正地名混淆)。教师提供含“数据可信度”“分类逻辑”“可视化清晰度”等维度的评分量规,引导学生反思思维漏洞与优化方向,深化元认知能力(学生反思应更早利用工具核对地名、考虑词作传播度)。

3.3.5. 迁移拓展与规律提炼，实现能力进阶

项目拓展阶段,学生基于优化图谱提炼情感时空规律(社会动荡催化爱国情感、地理环境与文化氛围塑造文学表达),并开展跨朝代迁移实践。在“文学情感探究活动”中,学生将分析方法应用于唐诗(分析盛唐至中唐边塞诗情感变迁)和元曲(探究市民情感地域差异),过程中遇到分类框架适配性问题(元曲情感需新增“市井批判”标签)或历史语境差异疑惑(宋词边塞豪情稀缺),教师引导调整维度和深化历史关联分析。最终,学生总结“从分析单首词到分析一类文学现象”的方法论跃升,形成“透过文本看时代”的历史思维,并以作文、数据图谱和思维导图(呈现“社会变迁→文人经历→意象选择→情感表达”传导链)等形式固化学习成果。

该项目的实施过程清晰地展现了三维教学模型中“认知主线 - 核心要素 - 实践载体”的动态交互路径,有效验证了模型在促进技术赋能与思维发展双向协同方面的可操作性。

4. 教学效果

4.1. 量化数据分析

在教学的前后阶段,通过计算思维量表来评判学生能力,该量表由Tsai [13]等人基于Selby和Woollard的计算思维框架[14]开发并验证,旨在评估个体在问题解决过程中运用计算思维的倾向与习惯,适用于一般及特定问题解决情境。该量表包含19个项目,归为5个维度(分解、抽象、算法、评估、概括)。前测整体克隆巴赫系数是0.882,后测整体克隆巴赫系数是0.909,具有良好的信度;各维度数据如表2、表3、表4所示。

Table 2. Post test comparison between experimental group and control group
表 2. 实验组与对照组后测对比

维度	实验组(M ± SD)	对照组(M ± SD)	t (df)	p	Cohen's d
分解	2.78 ± 0.97	2.18 ± 0.93	t (102) = 3.24	0.002	0.95
抽象	2.96 ± 0.96	2.21 ± 0.86	t (102) = 4.19	0.000	0.91
算法	3.13 ± 1.09	2.41 ± 0.98	t (102) = 3.56	0.001	1.04
评估	3.03 ± 0.97	2.32 ± 0.86	t (102) = 3.96	0.000	0.92
概括	3.03 ± 0.97	2.37 ± 0.88	t (102) = 3.64	0.000	0.93
均值	3.00 ± 0.66	2.30 ± 0.62	t (102) = 5.55	0.000	1.09

Table 3. Comparison of pre-tests and post-tests in the experimental group
表 3. 实验组前后测对比

维度	前测(M±SD)	后测(M ± SD)	变化值(M ± SD)	t (df)	p	Cohen's d
分解	2.23 ± 0.93	2.78 ± 0.97	0.55 ± 0.54	7.37 (51)	0.000	1.02
抽象	2.22 ± 0.84	2.96 ± 0.96	0.74 ± 0.58	9.14 (51)	0.000	1.27
算法	2.41 ± 0.98	3.13 ± 1.09	0.72± 0.50	10.51 (51)	0.000	1.46
评估	2.35 ± 0.91	3.03 ± 0.97	0.68 ± 0.54	9.07 (51)	0.000	1.26
概括	2.39 ± 0.90	3.03 ± 0.97	0.64 ± 0.53	8.81 (51)	0.000	1.22
均值	2.32 ± 0.64	3.00 ± 0.66	0.68 ± 0.29	16.88 (51)	0.000	2.34

Table 4. Comparison of pre-tests and post-tests in the control group
表 4. 对照组前后测对比

维度	前测(M ± SD)	后测(M ± SD)	变化值(M ± SD)	t (df)	p	Cohen's d
分解	2.20 ± 0.86	2.18 ± 0.93	-0.02 ± 1.25	t (51) = -0.11	0.912	-0.015
抽象	2.15 ± 0.81	2.21 ± 0.86	0.06 ± 1.20	t (51) = 0.32	0.751	0.044
算法	2.22 ± 0.81	2.41 ± 0.98	0.19 ± 1.28	t (51) = 1.06	0.294	0.147
评估	1.99 ± 0.90	2.32 ± 0.86	0.33 ± 1.25	t (51) = 1.94	0.058	0.269
概括	2.05 ± 0.95	2.37 ± 0.88	0.32 ± 1.18	t (51) = 1.94	0.058	0.268
均值	2.12 ± 0.54	2.30 ± 0.62	0.18 ± 0.84	t (51) = 1.58	0.119	0.22

根据结果发现，实验组后测各维度及整体水平均显著高于对照组(所有维度 p 均 ≤ 0.002 ，整体 $p < 0.001$)；实验组自身前后测在各维度及整体水平上均有显著提升(所有维度 $p < 0.001$)，而对照组后测虽有所提升，但各维度及整体水平均无统计学意义上的显著变化(所有维度 $p \geq 0.05$)。这一结果初步表明，基于三维模型的教学干预对提升学生的计算思维具有积极效果。

从效应量来看，实验组与对照组后测对比中，五个维度的 Cohen's d 均达到大效应级别(>0.8)，整体效应量为 1.09，说明干预不仅具有统计显著性，更具备实际教育意义。各维度中，算法维度提升最为突出(效应量 1.46)，抽象维度进步最为均衡(标准差 0.96)，而分解维度提升幅度相对较小。整体来看，实验组学生在保持个体差异稳定的同时(后测标准差 0.66 vs 前测 0.64)，实现了计算思维各维度的协同发展(整体效应量 2.34)。

从分布式认知理论视角看，三维模型的教学设计将认知任务分布于外部工具(如 Python 库、情感 - 意象表)、小组协作与社会文化资源(宋词数据集、历史地图)之中，有效拓展了学生的认知能力边界。算法维度的显著提升，可能得益于 pandas、folium 等工具将抽象的数据处理与地图构建任务外化为可视、可操作的对象，降低了学生的认知负荷，使其能更专注于算法逻辑的构建与调试。抽象维度的均衡发展，则可能与“情感 - 意象对应提示表”等支架工具的提供有关，它们作为外部表征系统，帮助学生将模糊的文学感知转化为可分类、可操作的分析维度，从而促进了认知的均匀分布与共同提升。整体效应量远超各维度之和，正体现了分布式认知系统中“个体 - 工具 - 环境”认知回路形成后所产生的协同增效作用。

基于上述发现，教学启示如下：首先，应总结并推广算法维度的成功教学经验，将其阶梯式任务设计与工具化支持策略迁移至提升相对缓慢的分解维度。其次，抽象维度所体现的均衡发展模式，可作为基础模块应用于课程开端，并将其结构化思维范式拓展至其他维度。最后，应继续深化跨维度整合的项目设计，利用分布式认知环境促进各思维技能间的正向迁移与协同发展。

4.2. 质性数据分析

余燕芳提出,通过对学生项目型实践活动的评价,可以较为全面地了解学生计算思维的发展水平[15]。因此,为深入理解学生在项目学习中的计算思维表现,本研究通过多源文本追踪法收集行为数据(具体包括小组讨论录音转写文本、个人反思报告及项目设计文档迭代记录及流程图),并进行滞后序列分析[16]。为提升编码信度,由两位受过训练的研究者采用双盲独立编码机制,通过协商解决分歧条目(Kappa 系数检验为 0.782)。

两组行为转换路径见图 2、图 3,转换频次及残差表见表 5、表 6、表 7、表 8。实验组呈现出高度连贯的“分解(FJ)→抽象(CX)→算法(SF)→评估(PG)→概括(GK)”线性序列,其中“抽象→算法”与“算法→评估”转换尤为显著(残差分别为 5.179 和 6.280),构成了核心思维链条。这一高度结构化的行为序列,恰好反映了三维模型在构建“分布式认知系统”方面的有效性。模型通过预设的工具链(如从数据清洗到地图可视化的 Python 脚本)和分工协作框架,引导学生认知流程在个体思考、工具操作与小组讨论间有序分布与传递,从而外化并强化了这条符合计算思维特点的线性路径。相比之下,对照组的行为转换分布更为分散,缺乏显著的核心驱动路径,表明常规项目式学习虽提供了实践机会,但未能有效构建一个能系统引导认知分布的支撑框架。

同时,实验组也暴露出薄弱环节,如“算法”阶段的自我迭代调试显著不足(SF→SF 仅 1 次),“评估”后的自我反思几乎缺失(PG→PG 为 0 次)。从分布式认知角度看,这提示当前的教学设计在“个体内部分布”(即元认知监控)以及关键认知环节的“迭代循环”设计上存在不足。工具和协作环境有效地引导了认知流的方向,但可能在一定程度上替代或削弱了学生对算法本身进行深度调试和对评估结果进行主动反思的内在认知过程。

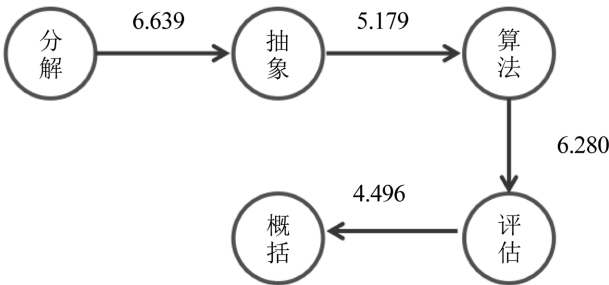


Figure 2. Path transformation diagram of computational thinking elements (experimental group)
图 2. 计算思维要素路径转换图(实验组)

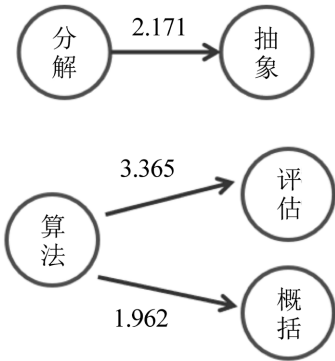


Figure 3. Path transformation diagram of computational thinking elements (control group)
图 3. 计算思维要素路径转换图(对照组)

因此，教学优化需兼顾路径强化与弹性引入：一方面，应继续巩固实验组已形成的高效分布式认知路径，通过显性化教学强调各环节间的衔接逻辑；另一方面，需针对性补强薄弱环节，例如在算法阶段引入强制性的“缺陷调试”任务，在评估后增加“元评估”提示，促使认知活动在个体反思与外部工具间形成更积极的互动循环。此外，可适度设计允许跨环节跳转的开放性任务，以培养学生在稳定认知框架下的灵活应变能力。

Table 5. Behavior conversion frequency table (experimental group)
表 5. 行为转换频次表(实验组)

起始/目标	FJ	CX	SF	PG	GK
FJ	0	9	0	0	0
CX	0	1	14	0	0
SF	0	1	1	14	1
PG	0	0	5	0	6
GK	0	0	0	0	0

Table 6. Adjusted residual table (experimental group)
表 6. 调整后的残差表(实验组)

起始/目标	FJ	CX	SF	PG	GK
FJ	0	6.369*	-2.608*	-2.002*	-1.301
CX	0	-1.629	5.179*	-2.787*	-1.811
SF	0	-1.879	-3.365*	6.280*	-1.116
PG	0	-1.935	0.537	-2.267*	4.496*
GK	0	0	0	0	0

Table 7. Behavior conversion frequency table (control group)
表 7. 行为转换频次表(对照组)

起始/目标	FJ	CX	SF	PG	GK
FJ	0	1	4	0	0
CX	2	0	5	0	0
SF	0	1	0	5	2
PG	0	0	2	0	6
GK	0	0	0	0	0

Table 8. Adjusted residual table (control group)
表 8. 调整后的残差表(对照组)

起始\目标	FJ	CX	SF	PG	GK
FJ	-0.804	-0.965	1.526	-1.380	-0.804
CX	2.171*	-1.103	1.373	-1.738	-1.013
SF	-1.121	0.42	-3.546*	3.365*	1.962*
PG	-0.469	-0.469	1.483	-0.804	-0.469
GK	0	0	0	0	0

5. 结语

计算思维作为数字时代的重要素养,其培养方式的探索对个体认知发展及教育实践创新具有积极意义。本研究通过一个跨学科教学案例——《宋词情感时空图谱》,在特定情境下初步验证了所提出的三维模型对学生计算思维培养的可行性与潜在效果。然而,本研究也存在一定局限性,例如样本仅来源于同一所中学的两个班级,案例内容集中于宋词分析,这些因素限制了研究结论的广泛推广性。本研究的意义主要在于为计算思维融入人文课程教学提供了一个可能的实践案例与初步的范式参考。

未来研究可在以下方面进一步深化:一方面,探索计算思维与科学探究、数学建模、人文分析等不同学科思维的融合路径与机制;另一方面,需关注不同学段、不同知识背景学生的适应性差异,并可结合认知科学、神经教育学等前沿成果,深入探讨技术环境下“个体-工具-社会”的互动认知机制。后续研究有必要在理论构建、实践应用与技术整合方面持续深化,以期逐步推动从知识传授向思维培养的教学范式转变,为创新型人才的培育提供更多实证依据与局部经验。

基金项目

湖北师范大学 2025 年研究生科研创新项目《解构·重构·创构:基于项目式学习的计算思维三维 5C 培养模式研究》(项目编号:2025Z022)。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中信息技术课程标准: 2017 年版 2020 年修订[S]. 北京: 人民教育出版社, 2020.
- [2] 张晓卉. 我国信息技术课程发展的路径与策略研究[D]: [博士学位论文]. 长春: 东北师范大学, 2016.
- [3] 多召军, 刘岩松, 任永功. 编程教育促进儿童计算思维发展的内在机理与教学实践研究[J]. 电化教育研究, 2022, 43(8): 101-108.
- [4] Silapachote, P. and Srisuphab, A. (2016) Teaching and Learning Computational Thinking through Solving Problems in Artificial Intelligence: On Designing Introductory Engineering and Computing Courses. 2016 *IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALe)*, Bangkok, 7-9 December 2016, 50-54. <https://doi.org/10.1109/tale.2016.7851769>
- [5] Standl-Gruber, B. (2016) Uniting Computational Thinking Problem Solving Strategies with MIT Inventor. *Local Proceedings of the 9th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives (ISSEP)*, Münster, 13-15 October 2016, 60-63.
- [6] 张立国, 王国华. 计算思维: 信息技术学科核心素养培养的核心议题[J]. 电化教育研究, 2018, 39(5): 115-121.
- [7] 桑国元, 叶碧欣, 黄嘉莉, 等. 构建指向中国学生发展核心素养的项目式学习标准模型[J]. 中国远程教育, 2023, 43(6): 49-55.
- [8] 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+122.
- [9] 丁世强, 王平升, 赵可云, 等. 面向计算思维能力发展的项目式教学研究[J]. 现代教育技术, 2020, 30(9): 49-55.
- [10] 陈兴治, 董玉琦, 杨伊. 促进计算思维发展的学习设计模型开发——基于上海市实验学校的实践[J]. 全球教育展望, 2024, 53(6): 115-127.
- [11] 刘俊生, 余胜泉. 分布式认知研究述评[J]. 远程教育杂志, 2012, 30(1): 92-97.
- [12] Kolb, D.A. (1981) Learning Styles and Disciplinary Differences. The Modern American College.
- [13] Tsai, M.J., Liang, J.C. and Hsu, C.Y. (2021) The Computational Thinking Scale for Computer Literacy Education. *Journal of Educational Computing Research*, 59, 579-602. <https://doi.org/10.1177/0735633120972356>
- [14] Selby, C. and Woollard, J. (2013) Computational Thinking: The Developing Definition. University of Southampton.
- [15] 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.
- [16] 张屹, 林裕如, 杨玉芹, 等. 人工智能课程中概念支架与程序支架对学生计算思维的影响研究[J]. 远程教育杂志, 2024, 42(5): 102-112.