

“师-生-机”三元教学结构的课堂实践研究

汪鹏 柯文俊 吕美香

东南大学 计算机科学与工程学院, 南京 211189

摘要 针对大模型持续参与计算机课堂后传统“师-生”二元结构难以解释教学互动的问题, 本文综合调查、课堂实验与课程案例, 构建“师-生-机”三元教学结构。该结构明确教师设计任务与规范、学生承担理解与验证责任、AI 提供反馈与生成支持, 形成“独立预测—人机对比—证据审查—反思改进”的运行机制; 通过数据结构、软件工程和人工智能导论课例, 把 AI 输出转化为需要比较、测试和修正的学习对象, 并从学习结果、互动质量、AI 使用过程和审查能力四个维度评价效能。研究认为, 三元结构的关键不在增加 AI 使用频率, 而在借助任务边界、信任校准、过程留痕和答辩审查防止课堂退化为“生-机”结构, 促进主动学习、批判性验证和负责任的人机协同。

关键词 师生机结构; 大模型; 计算机课堂; 课堂互动; 教学设计; 效能评估

Tripartite Teaching Practice with Large Language Models in Computer Science Classrooms

Peng Wang Wenjun Ke Meixiang Lv

School of Computer Science and Engineering Southeast University

Nanjing 211189, China

kewenjun@seu.edu.cn pwang@seu.edu.cn meixianglv@seu.edu.cn

Abstract—This paper addresses the inadequacy of the traditional teacher–student dyad for explaining classroom interaction when large language models participate continuously in computer science teaching. Drawing on surveys, classroom experiments, and course cases, it develops a teacher–student–AI tripartite structure. In this structure, teachers design tasks and rules, students remain responsible for understanding and verification, and AI provides feedback and generation support. The operating mechanism follows four steps: independent prediction, human–AI comparison, evidence-based auditing, and reflective improvement. Cases from data structures, software engineering, and introductory artificial intelligence turn AI outputs into learning objects that students must compare, test, and revise. Effectiveness is evaluated through learning outcomes, interaction quality, AI-use processes, and auditing competence. The analysis indicates that the value of the tripartite structure lies not in increasing AI-use frequency, but in using task boundaries, trust calibration, process records, and oral defense to prevent the classroom from degenerating into a student–AI dyad and to promote active learning, critical verification, and responsible human–AI collaboration.

Keywords—teacher–student–AI structure; large language models; computer science classroom; classroom interaction; instructional design; effectiveness evaluation

1 引言

大模型进入课堂后, 计算机专业教学的主体结构正在从“教师讲授—学生接受”的二元结构, 转向教师、学生和智能工具共同参与的三元结构。学生不再只向教师提问, 也会向 AI 询问概念、调试代码、生成测试用例和组织项目方案; 教师不再只提供知识讲解, 也必须设计 AI 使用边界、审查学习过程并协调课堂互动。已有公开调查显示, 英国本科生任意 AI 工具使用率从 2024 年的 66% 上升至 2025 年的 92%, 2026 年达到 95%; 在考核任务中使用生成式 AI 的比例从 2024 年的 53% 上升至 2025 年的 88%, 2026 年达到 94%^[1-2]。

这一趋势说明, 课堂已经不能假设 AI 处于外部环境, 而应把 AI 纳入教学结构本身。

本文以计算机专业课堂为对象, 综合公开调查、课堂实验和教学案例, 讨论“师-生-机”三元结构如何在真实课堂中发挥作用, 以及何种条件下它能够形成协同效应, 何种条件下会造成注意力分散、信任错位和认知外包。国内计算机教育研究也指出, 大模型正在改变教师角色、学生学习方式和高校计算机人才培养模式^[3]。

2 三元结构形成的现实基础

三元结构的形成首先来自学生行为变化。已有公开报告基于 173 名学生讨论组和 1274 份调查数据, 指出学生在写作、研究、笔记、复习、编程、数据分析

*通讯作者: 汪鹏 pwang@seu.edu.cn

和就业准备中广泛使用 AI；其中计算机相关学生继续使用 GitHub Copilot 和 Google Colab 调试代码、生成脚本和优化算法[4]。学生还提出，他们需要清晰、公平、课程相关的 AI 使用指导。

其次，AI 已经被设计进课堂支持系统。Liu 等在计算机科学课程中部署 AI 工具，目标是通过软件近似 1:1 师生比，为学生提供随时可用的学科化帮助。该工具能解释高亮代码、改进代码风格，并在课程讨论区回答内容类和行政类问题，准确率分别为 88% 和 77%^[5]。

“师-生-机”三元教学结构

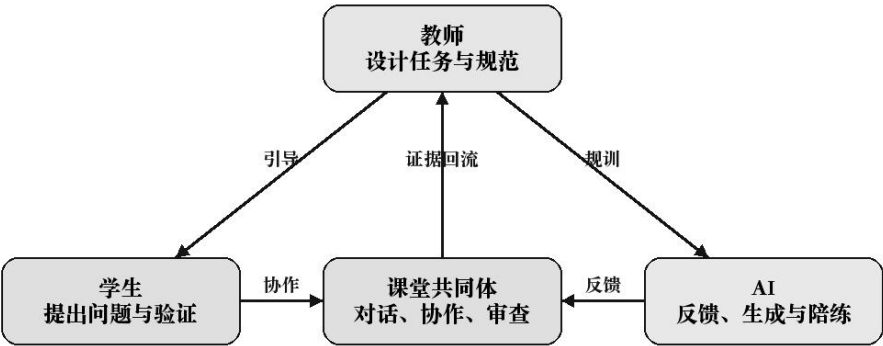


图 1 大模型融入计算机课堂的“师—生—机”三元结构

这说明 AI 可以承担部分即时反馈功能，但必须嵌入课程规则与教学护栏。

生成材料，学生使用 AI 进行探索，课堂共同体再对 AI 输出进行讨论、验证和修正，三者形成闭环。

再次，中国高校已有本土化探索。南开大学赵宏团队提出“教师是编剧和导演、学生是主演、AI 是伙伴”的教学理念，强调以问题逻辑认知模式和 5E 教学范式重构课堂，教师从知识传递者转向学习设计者^[6-7]。这一表述为三元结构提供了形象的实践框架。

表 1 三元课堂实践的公开证据与启示

2.1 三元结构已进入备课与评价环节

三元结构不仅来自学生使用 AI，也来自教师工作方式的变化。Anthropic 2025 教育者报告分析约 74000 条高校教育者 Claude 对话，发现 57% 的对话用于课程开发，13% 用于学术研究，7% 用于评价学生表现^[8]。如表 1，这一数据表明，AI 已经进入教师备课、案例设计、作业生成、评价反馈等环节，课堂结构不再只是“学生偷偷用 AI”的问题。

来源	数据/案例	关键发现	教学启示
HEPI 2026 ^[2]	英国 本科生 n=1054	95%至少一种方式使用AI，94%用于被评分任务	AI 已进入课堂评价生态
Jisc 2025 ^[4]	173 名访谈学生+1274 份调查	学生要求清晰、公平、课程化AI指导	三元结构需要规则透明
CS50 with AI ^[5]	70 名暑期学生并扩展至线上大规模学生	内容问答准确率88%，行政问答77%	AI 适合即时反馈但需护栏
Xue等 ^[9]	CS1 实验 56 人，48 份屏幕记录	ChatGPT 访问不显著提升成绩，但减少传统资源探索	需要防止AI替代独立思考
南开模式 ^[6-7]	高校课堂改革案例	教师为编导，学生为主演，AI 为伙伴	角色分工可作为三元课堂设计原则

从教学组织看，教师侧 AI 使用会改变课堂资源生产方式。过去，一节程序设计课的例题、反例和调试案例主要依赖教师预先准备；现在，教师可以围绕同一算法快速生成多种错误代码、边界用例和解释版本。问题在于，这种资源生成能力只有在教师明确教学目标和评价证据时才有价值，否则 AI 会把课堂变成材料堆积而不是认知活动。

2.2 三元结构的国际调查证据

因此，如图 1，“师—生—机”三元结构的核心并不是把 AI 开放给学生使用，而是把 AI 同时纳入教师设计、学生学习和课堂评价三条链路。教师使用 AI

如表 2，国际调查进一步说明，三元结构已经不是少数技术爱好者的课堂选择，而是高校教学必须面

对的常态。Digital Education Council 2024 全球学生调查覆盖 16 个国家 3839 名学生, 结果显示 86% 的学生已经在学习中使用 AI^[10]。当 AI 使用已经成为学习习惯时, 课堂设计若仍停留在“允许或禁止”的二分法, 就无法解释学生真实的学习路径。

表 2 三元结构形成的国际调查证据

维度	公开数据	课堂含义	设计要求
学生使用	全球学生调查显示86%学生已在学习中使用AI	AI已进入日常学习过程	课程规则前置, 避免课后失控
教师使用	教育者对话中57%用于课程开发	AI已参与教师备课与材料生成	教师需把工具能力转化为活动设计
机构支持	学生希望获得清晰、公平、课程相关的AI指导	工具接入与规则不清会形成不公平	统一入口、使用声明和隐私规范
课堂风险	实验显示AI访问不必然提升成绩	效率提升不等于理解提升	保留独立思考和人工验证节点

同一机构 2025 年全球教师调查显示, 受访高校教师已广泛接触 AI 教学场景, 但同时学术诚信、评价方式和学生过度依赖表达担忧^[11]。学生端的高使用率与教师端的治理焦虑共同表明: 三元结构的关键不是让 AI 进入课堂, 而是形成稳定的角色分工和证据机制, 使 AI 既能提供反馈, 又不替代学生的思考与教师的专业判断。因此, 本研究把三元结构界定为“教师设计—学生探索—AI 反馈—共同体审查”的循环, 而不是简单的“学生使用 AI”。只有当教师、学生和 AI 的活动被组织在同一任务链中, AI 输出才会成为可讨论、可验证、可改进的学习材料。

3 三元结构中的角色分工与信任校准

在三元结构中, 教师的核心价值不在于和 AI 争夺知识解释权, 而在于设计问题、限定边界、组织对话和评价过程。不同课程类型中的三元教学已经发生变化, 如表 3, 教师需要决定哪些任务可以由 AI 辅助, 哪些任务必须由学生独立完成, 哪些 AI 输出必须接受测试、解释和审查。

学生的角色也发生变化。学生不再只是接收教师讲解, 而要在教师设计的任务场中向 AI 发问、比较回答、修正方案并证明自己的理解。Jisc 报告指出, 学生仍然重视教师的个性化反馈、讨论和协作, 认为 AI 不能替代人的互动^[4]。这说明三元结构的目标不是减少教师存在, 而是提升教师引导的质量。

AI 的角色应被定位为学习伙伴和过程工具, 而不是权威答案来源。Xue 等实验表明, ChatGPT 组在 UML 任务中用时更短, 但学习成绩未显著高于非 ChatGPT

组, 且学生减少了对传统资源的探索^[9]。因此, 课堂需要进行信任校准: 允许学生使用 AI, 但要求其说明信任理由、验证过程和拒绝依据。

表 3 不同课程类型中的三元教学设计差异

课程类型	教师任务	学生任务	AI任务	评价证据
理论课	提出概念冲突与边界问题	比较AI解释与教材定义	生成例子、反例和类比	概念辨析、课堂辩论记录
实验课	设计错误代码和测试场景	调试、验证、解释修改	定位错误、生成测试建议	调试日志、测试覆盖率
项目课	设定需求、里程碑和审查标准	迭代方案、整合代码、展示系统	辅助需求分析和代码生成	版本记录、答辩、审查报告
课程设计	组织评审与伦理规范	系统实现、风险分析、团队协作	辅助文档、重构和安全检查	项目文档、AI使用声明

3.1 三元课堂的活动链设计

三元课堂应以活动链而不是工具清单来设计, 我们提出的一个活动链图表 4。以《数据结构》课堂为例, 教师可先提出概念冲突问题, 如“为什么同样是查找, 顺序表、二叉搜索树和哈希表的时间复杂度差异明显”; 学生先独立给出判断, 再让 AI 生成解释和反例, 随后由小组比较 AI 解释与教材定义, 最后教师组织全班讨论边界条件与适用场景。已有程序设计翻转课堂实践表明, ChatGPT 可以嵌入课前准备、课堂探究和编程实践等环节, 为学生提供即时解释与学习支持^[12]。

表 4 “师-生-机”三元课堂活动链

阶段	教师动作	学生动作	AI动作	过程证据
问题导入	提出概念冲突和任务约束	独立预测、写出疑问	暂不使用或只作概念提示	预测记录、问题单
人机探索	规定 AI 使用边界	向 AI 提问、比较输出	解释、生成样例、提出方案	提示词日志、输出节选
人工验证	提供测试或反例框架	运行测试、查找错误	辅助定位但不替代判断	测试报告、错误复盘
课堂对话	追问依据和取舍	小组讨论、展示证据	作为被审查对象	讨论记录、答辩纪要
迁移应用	给出变式任务	独立完成或协同完成	生成参考方案	版本差异、反思说明

这一活动链的关键是设置“AI 暂停点”和“人工

验证点”。AI暂停点要求学生在使用AI之前先独立写出问题分解或预测答案；人工验证点要求学生采纳AI输出之前必须用测试、推理或教材依据进行验证。没有这两个节点，AI容易直接替代学生思考；有了这两个节点，AI才成为促进认知冲突和反思的工具。在程序设计教学中，提示工程也不应仅服务于直接生成代码，而应覆盖任务约束表达、结果验证、错误修正和代码解释等环节^[13]。

Denny 等提出的 Prompt Problems 说明，生成式 AI 时代的编程练习可以让学生围绕提示、生成、阅读和评价代码展开，而不再只以手写程序为唯一目标^[14]。这为三元课堂中的“人机协作任务”提供了操作样式。

4 效能评估：从成绩结果转向过程证据

三元结构是否有效，不能只看学生最后代码是否运行。公开研究已经提醒我们，AI 可能提升效率却不提升理解。Xue 等实验中，ChatGPT 组 Java 编程平均分为 30.64，非 ChatGPT 组为 29.69；后测平均分为 4.73 和 4.64，差异均未通过显著性检验^[9]。这说明成绩结果需要与过程证据结合解释。

本文建议“三元课堂”效能评估至少包含四类核心指标。第一类是学习结果，这是最基础的量化维度，具体包括概念测验的正确率、代码实现的准确率以及单元测试的通过率，用于衡量学生对知识技能的掌握程度。第二类是互动质量，重点关注课堂中的人际交互深度，如学生主动提问的次数、同伴间的讨论频次与质量、教师对学生回答的追问数量等，反映课堂的思维活力。第三类是 AI 使用过程，在引入人工智能助学的场景下，需要记录学生编写提示词的类型、迭代优化答案的次数、以及最终采纳 AI 输出的比例，以此评估人机协作的熟练度。第四类是审查能力，即学生能否主动识别 AI 生成内容中的错误，设计边界测试用例来验证结果，并能清晰解释自己在技术方案上的取舍理由。这四类指标相互补充，兼顾了传统学业表现、社会互动、人机协作与批判性思维，能够更全面地评价三元课堂的教学效能。

4.1 效能评估指标体系

三元课堂的效能评估需要同时回答三个问题：学生是否学会了，课堂互动是否变好了，AI 是否被正确使用。只看最终成绩会低估课堂互动和审查能力的价值；只看学生满意度又会高估 AI 带来的即时便利。因此，评价指标必须同时覆盖结果、过程、互动和责任，我们提供了一个三元课堂效能评估体系如表 5。

公开实验的启示在于，AI 访问与成绩提升之间并不存在自动因果关系。Gambo 等对计算机编程课程的混合方法研究也指出，学生对 ChatGPT 的感知有积极面，但教师同时观察到过度依赖、诚信风险和概念理解不足^[15]。这说明三元课堂评估应把“学生能否解释 AI 输出”放在与“代码是否正确”同等重要的位置。

4.2 避免三元结构退化为机器中心结构

三元结构的最大风险是从“师一生一机”退化为“生一机”结构，教师只在布置任务和收作业时出现，课堂对话被AI即时回答替代。为防止这一问题，教师应把AI定位为被讨论、被审查、被限制的对象，而不是新的课堂权威。

表 5 三元课堂效能评估指标体系

一级指标	二级指标	数据来源	解释重点
学习结果	概念测验、代码正确率、测试通过率	前后测、自动评测	是否真正掌握核心知识
互动质量	提问次数、同伴解释、教师追问	课堂观察、录音转写	是否增强师生与生生对话
AI使用过程	提示词类型、迭代次数、输出采纳率	AI对话日志、版本记录	是否从复制转向协作
审查能力	发现AI错误、设计边界测试、说明取舍	审查报告、答辩材料	是否具备专业判断
学习责任	AI使用声明、引用标注、团队分工	作业附件、项目文档	是否形成可追责过程

为展示平行班准实验的数据组织与比较方式，本文设置实验班与对照班的模拟数据。两班课程内容、教学进度和考核要求保持一致，实验班采用“师一生一机”三元教学，对照班采用常规教学；表 6 中展示了本学期《软件工程》课程的教学结果。

表 6 本校平行班准实验模拟数据（示例）

组别	教学模式	样本量	前测成绩 (M±SD)	后测成绩 (M±SD)
实验班	“师一生一机”三元教学	48	72.6±8.4	84.3±7.1
对照班	常规教学	47	72.2±8.1	78.1±7.6
均值差	实验班—对照班	—	0.4	6.2

具体做法包括：第一，设置无 AI 独立思考时间，保留学生原始想法；第二，要求所有 AI 输出必须经过

测试或证据验证；第三，把小组讨论和答辩作为必要环节；第四，要求学生说明 AI 输出的错误、局限和修

改依据；第五，教师定期收集 AI 对话日志，分析学生是否出现低层次重复提问。在伦理层面，课堂还需要处理工具可及性、隐私和学术诚信问题。学校应提供统一工具或等效替代方案，避免付费模型造成新的不公平；教师应明确哪些数据不能输入 AI，哪些内容必须标注 AI 参与，哪些任务必须现场独立完成。

4.3 三元课堂的课例化实施

在生成式人工智能快速进入教育领域的背景下，“师-生-机”结构正在重塑传统的学科教学方式。以往以知识传授为主线的课堂，往往忽略了学生与 AI 的深度互动以及对 AI 输出的批判性审视。为了更清晰地展示三元课堂的实践路径，下面以《数据结构》《软件工程》和《人工智能导论》三门课程为例，分别呈现如何将常规教学内容改造为包含预测、对比、审查和反思的高效能活动。这些设计不仅保留了学科核心概念，还强化了学生对 AI 辅助学习的主动控制与验证能力。相关课程改革也强调通过教学资源、课堂活动、实践任务和过程评价的多元融合，形成覆盖知识学习与能力培养的教学模式^[16]。

以《数据结构》中的哈希表教学为例，如表7，传统课堂通常按照概念定义、散列函数、冲突处理和复杂度分析依次展开，学生容易停留在记忆层面。三元课堂则可以把同一内容改造为四步递进活动：第一步，教师给出冲突频繁的真实键值数据（如大量电话号码或学号模数分布极不均匀的样本），让学生先预测不同散列函数（取余法、平方取中法、折叠法等）在冲突次数和查找长度上的表现，并写下自己的理由。第二步，学生独立写出对冲突现象或散列函数选择依据的初步解释，再向AI（如ChatGPT或专用助教模型）提问，获得即时生成的分析。第三步，小组内对比AI解释、教材定义以及自己运行实验代码输出的实际冲突统计结果，讨论三者之间的异同，特别关注AI是否存在概念混淆或过度简化。第四步，教师集中追问关键问题，例如“为什么平均复杂度为 $O(1)$ 不能替代最坏情况分析？在哈希表退化为链表时，哪些因素被平均分析掩盖了？”通过这一过程，学生不仅学会哈希表知识，更学会如何用实验和AI相互验证。

以《软件工程》需求分析课为例，教师可要求学生先根据一段真实的用户访谈材料（包含模糊、矛盾或隐含的诉求）手工写出用户故事或用例描述，再使用AI（如Copilot或需求分析提示词）生成另一版本的需求列表。随后，学生需要逐条比较两个版本，重点标记出手工版或AI版中各自遗漏的异常情境（如网络中断、并发写入冲突）、非功能需求（响应时间、可维护性、安全性）以及伦理风险（用户隐私、算法偏见、数据滥用）。在这个案例中，AI的输出不是最终答案，而是一个被学生审查的对象。学生需要撰写一份简短的审查报告，说明哪些需求被采纳、哪些被

拒绝、每个决策的依据是什么（例如“AI 建议增加日志审计功能，但当前迭代范围不包含，推迟到第二版”），最后把修改记录和原始提示词一起提交为过程证据。这样做既锻炼了需求分析的严谨性，又让学生亲历了“人主导、AI 辅助”的工程实践模式。

以《人工智能导论》模型评价课为例，教师可以首先让学生向 AI 提问，要求它解释精确率、召回率、F1 值和混淆矩阵的计算方式与适用场景。接着，教师不满足于学生被动接受，而是布置一个进阶任务：每个学生或小组构造一个让 AI 解释失效的反例。例如，让学生设计一个极度不平衡的二分类数据集（正样本占 99.9%，负样本占 0.1%），然后问 AI “精确率很高但召回率极低时模型是否可用”，观察 AI 是否机械地重复“需要结合具体场景”而忽略极端不平衡下的陷阱。

表 7 三元课堂课例化实施矩阵

课程主题	教师设计点	学生任务	AI介入方式	课堂产出
哈希表	冲突数据与反例问题	预测、实验、解释差异	解释冲突处理并生成样例	复杂度说明和反例报告
需求分析	访谈材料与异常情境	比较人工与AI需求版本	生成用户故事和风险清单	需求取舍说明
单元测试	隐藏边界错误代码	补充测试并定位问题	生成初始测试建议	测试覆盖与错误复盘
模型评价	混淆矩阵与失效场景	构造反例并解释指标	解释指标含义	指标适用边界说明

学生还可以要求 AI 用混淆矩阵解释一个全部预测为正类的“傻瓜分类器”，看 AI 能否主动指出此时召回率虽为 100%但精确率很低。通过构造反例，AI 既提供了概念入口，又被纳入批判性验证过程——学生不再盲目相信“AI 解释听起来合理”，而是学会了用反例测试 AI 的边界，从而真正理解评价指标之间的关系。最终，每个学生需要提交自己构造的反例提示词、AI 的错误或片面的回答，以及自己的纠正和解释。

4.4 三元结构的课堂观察量表

为了使三元结构的效能评估可操作，课堂观察不应只记录教师是否使用 AI 或学生是否打开 AI 工具，而应记录互动关系是否发生变化。观察重点包括：教师是否设置 AI 使用边界，学生是否先独立思考，AI 输出是否被验证，师生对话是否围绕证据展开，以及小组是否形成共同审查。这一量表可以把课堂从“技术应用展示”转向“学习过程证据”。若一节课中 AI 回答很多但学生很少解释、教师很少追问、同伴几乎

没有讨论,那么它并不是高质量三元课堂;若AI输出被不断比较、质疑、修改和引用,且学生能说明理由,则说明三元结构正在形成协同效应。

5 结束语

“师一生一机”三元结构并不是把AI简单加入课堂,而是重构课堂中知识、任务、反馈和评价的关系。公开数据表明,学生AI使用已经常态化,教师无法通过禁止策略把课堂退回到AI出现之前;但课堂实验也表明,AI访问本身并不自动带来学习提升。因此,三元课堂关键在于教师能否把AI转化为可被设计、约束和评价的教学要素。计算机专业应以任务为中心组织课堂:教师设计问题与规范,学生承担理解、验证和创造责任,AI提供反馈、生成和陪练支持。只有在角色分工清晰、信任校准充分、过程证据可见的条件下,三元结构才可能形成真正的协同效应。

参考文献

- [1] Freeman J. Student Generative AI Survey 2025[R/OL]. Oxford: Higher Education Policy Institute, 2025[2026-05-19].
<https://www.hepi.ac.uk/reports/student-generative-ai-survey-2025/>.
- [2] Stephenson R, Armstrong C. Student Generative Artificial Intelligence Survey 2026[R/OL]. Oxford: Higher Education Policy Institute, 2026[2026-05-19].
<https://www.hepi.ac.uk/reports/student-generative-ai-survey-2026/>.
- [3] 徐悦, 黄子文, 宋雨轩, 等. 从AI大模型看高校计算机教育面临的机遇与挑战[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(3).
- [4] Attewell S. Student Perceptions of AI 2025[R/OL]. Jisc, 2025[2026-05-19].
<https://www.jisc.ac.uk/reports/student-perceptions-of-ai-2025>.
- [5] Liu R, Zenke C, Liu C, et al. Teaching CS50 with AI: Leveraging Generative Artificial Intelligence in Computer Science Education[C]//Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V.1. New York: ACM, 2024: 750-756.
- [6] 南开大学新闻网. 天津教育报: 南开大学基于“人工智能时代”探索教育改革——教师是编导、学生是主演、AI是伙伴[EB/OL]. (2025-04-28)[2026-05-19].
<https://news.nankai.edu.cn/mtnk/system/2025/04/28/030066761.shtml>.
- [7] 中国计算机学会. YEF2025 | 生成式人工智能——高校计算机人才培养转型突破口? [EB/OL]. (2025-05-12)[2026-05-19].
https://www.ccf.org.cn/Media_list/YEF/2025-05-12/842078.shtml.
- [8] Bent D, Handa K. Anthropic Education Report: How Educators Use Claude[R/OL]. Anthropic, 2025[2026-05-19].
<https://www.anthropic.com/news/anthropic-education-report-how-educators-use-claude>.
- [9] Xue Y, Chen H, Bai G R, et al. Does ChatGPT Help With Introductory Programming? An Experiment of Students Using ChatGPT in CS1[C]//Proceedings of ICSE-SEET 2024. New York: ACM, 2024: 331-341.
- [10] Digital Education Council. Digital Education Council Global AI Student Survey 2024[R/OL]. 2024[2026-05-19].
<https://www.digitaleducationcouncil.com/post/digital-education-council-global-ai-student-survey-2024>.
- [11] Digital Education Council. Digital Education Council Global AI Faculty Survey 2025[R/OL]. 2025[2026-05-19].
<https://www.digitaleducationcouncil.com/post/digital-education-council-global-ai-faculty-survey>.
- [12] 李志刚, 杨吉斌, 张睿, 等. 基于ChatGPT的程序设计翻转课堂教学方法实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, 11(2).
- [13] 王兵书, 李静怡, 雍珊珊, 等. 基于提示工程的程序设计探索与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(3): 165-171.
- [14] Denny P, Leinonen J, Prather J, et al. Prompt Problems: A New Programming Exercise for the Generative AI Era[C]//Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V.1. New York: ACM, 2024: 296-302.
- [15] Gambo O, Onifade O J, Olanrewaju-Smart W, et al. Impact of ChatGPT on Learning Outcomes and Performance of Students in Computer Programming Courses: A Mixed-Method Approach[J]. Discover Education, 2026, 5: 164.
- [16] 许莹, 钟雄虎, 周旭, 等. 人工智能导论多元融合“五维全覆盖”信息化教学模式探索与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, 11(5): 41-44.