

AI赋能数字信号处理本科教学中的应用初探

——以“连续时间信号的抽样”为例

赵 艳, 卜朝晖, 尹梓名, 朱 林, 何 宏*

上海理工大学健康科学与工程学院, 上海

收稿日期: 2025年12月19日; 录用日期: 2026年1月26日; 发布日期: 2026年2月5日

摘要

随着生成式人工智能技术的繁荣发展, 以强大内容生成、逻辑推理与知识迁移能力为核心的大模型层出不穷, 正在深刻重塑各行各业的发展模式。数字信号处理(DSP)是本科电子信息类专业的核心课程, 但因其理论抽象繁杂、缺乏个性化实时指导、理论与实践存在割裂感等问题, 长期制约教学质量与学生工程能力培养。本文以讲述“连续时间信号的抽样”为例, 探究了AI大模型赋能教学中的应用路径, 从课前摸底、课上实时答疑与编程辅助、课后巩固提升, 到专用教学智能体的搭建及新型考评方式的实施, 全方位展示了AI为DSP教学带来的变革。本文构建了AI赋能课程教学的新范式, 为推进教学改革、培养适应时代需求的数字化人才提供重要参考。

关键词

大语言模型, AI协同教学, 智能体, 数字信号处理

Exploration of AI-Powered Undergraduate Teaching of Digital Signal Processing

—Taking “Sampling Theorem” as an Example

Yan Zhao, Chaohui Bu, Ziming Yin, Lin Zhu, Hong He*

School of Health Science and Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: December 19, 2025; accepted: January 26, 2026; published: February 5, 2026

Abstract

With the rapid advancement of generative artificial intelligence technology, large language models,

*通讯作者。

with powerful capabilities of content generation, logical reasoning, and knowledge transfer, are reshaping various industries. Digital Signal Processing (DSP), a core course for undergraduate students majoring in electronic information, has long been plagued by highly abstract and complex theories, a lack of personalized real-time guidance, and a disconnect between theory and practice. These issues have hindered teaching quality and the cultivation of students' engineering competencies. Taking the "Sampling Theorem" as an example, this paper explores AI-empowered teaching strategies, covering pre-class prior knowledge assessment, in-class instant Q&A and coding assistance, post-class consolidation, the construction of a DSP learning agent, and the implementation of a new evaluation system. Through these strategies, the paper demonstrates the ongoing revolution in DSP education. The study proposes a replicable paradigm for AI-empowered teaching and provides a valuable reference for cultivating digitally competent talents.

Keywords

Large Language Model, AI-Collaborative Teaching, Agent, Digital Signal Processing

Copyright © 2026 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

中共中央国务院印发的《教育强国建设规划纲要(2024~2035 年)》[1]中明确提出“促进人工智能助力教育变革，打造人工智能教育大模型”，将人工智能与教育的深度融合提升至国家战略高度，为新时代高等教育数字化转型、教学质量提质增效指明了核心方向与实践路径。在互联网、大数据与人工智能技术迭代升级的浪潮下，以 DeepSeek、ChatGPT、Kimi、文心一言、豆包等为代表的通用大语言模型[2][3] (Large Language Model, LLM, 以下简称“AI 大模型”)迅速崛起，并引发全行业变革。这类 AI 大模型凭借超大规模参数训练形成的规模性、跨场景适配的泛化性、复杂任务突破的涌现性与多领域覆盖的通用性，不仅在多模态内容生成、复杂逻辑推理、跨学科知识迁移、精准数据计算等核心能力上实现跨越式突破，更对以“教师为主导、课堂为中心、知识单向传递”传统教育模式产生颠覆性冲击，为破解高等教育课程教学中的深层次痛点提供了全新的技术支撑与创新思路。

数字信号处理(Digital Signal Processing, DSP)以时域离散信号与系统作为理论基础，主要讨论信号处理以及相关实践应用[4]。DSP 作为本科电子信息类专业的核心课程，是衔接高等数学、模拟电子技术、数字电子技术等基础课与数字图像处理、医学信号处理、深度学习等专业核心课的关键桥梁，其教学质量直接决定学生工程实践能力、创新思维与系统设计能力的培养成效，对学生后续职业发展与学术深造具有深远影响。然而，DSP 课程长期面临一些教学困境。1) 知识体系易碎片化，课前预习缺乏针对性引导。DSP 课程知识点密集，学生难以自主构建完整的知识框架，而且后续知识点与先修知识点的关联极强，若预习不当，可能会为课堂深度学习埋下隐患，甚至会产生厌学弃学情绪。2) 学生存在差异，个性化指导缺失。传统教学常受限于班级规模与课时安排，教师难以精准捕捉每个学生的知识薄弱点与学习节奏差异，无法提供实时、有针对性的答疑辅导与学习规划，难以满足不同层次学生个性化的学习需求。3) 理论与实践存在严重割裂，工程应用薄弱。传统教学理论课侧重公式推导，实验课需切换至 MATLAB、Python 等编程语言，学生需额外花费大量时间攻克语法难题，精力分散于工具操作而非理论验证，同时，现有实验缺乏实际工程场景支撑，学生难以体会知识点的应用价值，易产生学用脱节的认知，学习兴趣与动力不足。此外，传统考核比较重结果、轻过程，亟需构建符合当前教学实情的新型考核体系。

在人工智能赋能教育的时代变革背景下,如何将AI大模型的技术优势与DSP课程的教学特点深度适配,以OBE教育理念[5][6]为引领,构建“以学生为中心、能力为导向、技术为支撑”的新型教学模式,破解传统教学瓶颈,成为当前高等工科教育领域亟待探索的重要课题。DSP作为一门理论深度与实践要求并重的工科专业课程, AI应用路径如何设计、教学模式如何适配、技术赋能如何落地、实践效果如何保障等关键问题,仍缺乏系统、深入的探究,尚未形成可复制、可推广的成熟范式。基于此,本文将系统地探究大模型赋能工科专业课程教学的具体实现路径,通过动态构建知识图谱实现抽象概念可视化、生成定制化在线测评与实时智能问答实现个性化助学、辅助快速编程与仿真验证实现理论与实践深度融合等方式,构建理论可视化、辅导个性化、实践高效化、评价精准化的AI协同教学新范式。本文的研究旨在为DSP课程教学改革提供可落地、可推广的实践方案,有效提升课程教学质量与学生综合能力,同时也为其他工科专业课程的智能化、数字化教学转型提供有益的参考与借鉴。

2. AI 大模型在 DSP 课程教学中的应用

本文利用AI大模型优化教学设计,通过课前个性化测评激活先验知识,降低内在认知负荷的相对难度;通过课中辅助编程与实践衔接,削减排外认知负荷;通过课后个体化知识梳理和整合,将有限的工作记忆资源导向关联认知负荷,实现认知负荷分配的智能化调节,最终促进深度学习。连续时间信号的抽样是时域与频域分析的重要衔接点,也是工程中信号采集、处理的基础,兼具理论抽象性与实践应用性。本节以上述知识点为例,详细阐述AI大模型在DSP课程教学中的应用,如图1所示。

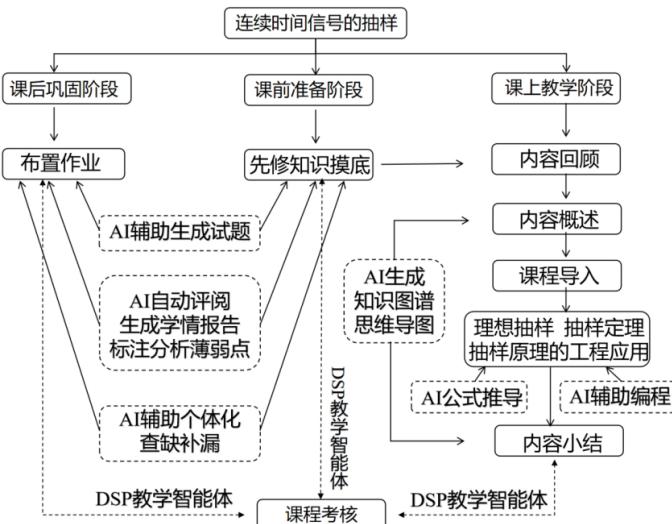


Figure 1. Teaching practice of AI-powered DSP course
图 1. AI 赋能 DSP 课程的教学实践

2.1. 课前准备阶段

对重要的先修课程内容进行摸底,能快速唤醒学生对相关知识点的记忆,为理解抽样信号频谱推导等难点奠定基础。借助AI大模型,生成聚焦傅里叶变换、卷积定理、周期矩形脉冲信号的傅里叶变换等先修知识的定制化测评题,利用文心一言生成的试题如图2(a)所示,同学们在做题过程中就可明确自身知识漏洞,自主定制精准复习策略;老师通过学情数据深度分析,可精准定位学生知识薄弱点,如频域卷积定理理解不透彻、频谱分析逻辑模糊,这有利于老师确保教学起点与学生基础精准匹配,把有限课堂时间投入共性难点,为后续抽样定理推导奠定统一、坚实起点。



Figure 2. Application examples of AI large models in aiding question generation, formula derivation, programming, and knowledge graph organization

图 2. AI 大模型在辅助出题、公式推导、编程、知识图谱梳理的应用示例

2.2. 课上教学阶段

抽样定理推导节奏快、符号密集，基础较好的学生会因重复讲解导致课堂授课进展过缓，而基础薄弱的同学可能无法跟上授课节奏，导致学习积极性不高，甚至会厌学弃学，就算有课后答疑，但存在滞后性，知识消化周期长，易形成理解断层。AI 大模型可以快速给出实时的详细解答，分步拆解公式推导逻辑，例如，在 AI 大模型 Doubao 中上传三个公式和提示词，得到的解答如图 2(b) 所示。AI 大模型给出了公式推导的具体步骤和详细的解释说明，实现课堂答疑的实时化、个性化、动态化。

传统教学中理论教学与编程实践存在割裂，AI 交互式辅助编程大模型(Copilot、Lingma 等)可直接将自然语言指令实时转化为 Python、Matlab 等多种语言的程序代码，并标出关键注释，同时实时检测代码错误并提示修改，学生无需花费大量时间敲击调试代码，极大地提升了编程效率，更能聚焦理论验证和结果分析，强化理论的工程应用能力。例如，在集成于 Pycharm IDE 的聊天框中输入“你是一名数字信号处理工程师，要进行奈奎斯特采样定理的仿真实验，编写程序演示不同采样频率时的采样信号波形变化”，得到的代码以及可视化结果如图 2(c) 所示，通过实时可视化不同抽样频率对频谱的影响，将抽象的奈奎斯特定理转化为可观察的波形变化。同时，实验内容侧重实际工程问题，例如实现心电信号、皮肤

电信号的无失真抽样, 让学生在解决真实问题中体会知识点的应用价值, 快速将理论知识转化为可操作的实践技能, 切实提升用理论解决实际工程问题的核心能力提升学生的成就感与学习动力。

DSP 知识点繁杂, 知识点之间的关联性强。传统学习易碎片化、点状化。AI 大模型可动态构建“层级化 + 关联化”的知识图谱, 自动生成以抽样定理为核心的知识图谱, 不仅帮助学生课前快速把握知识框架, 在课程伊始就建立起知识点的宏观地图, 提升预习效率, 也有助于课后快速回顾课堂所学内容, 梳理相关知识点及其之间的逻辑性, 解决课程抽象难学难记的痛点, 促进学生完整知识体系的构建。AI 知识图谱将看似孤立的、抽象的公式和概念置于一个清晰的逻辑链条中, 使学生明白为什么要学这个知识点, 这个知识点又将引向何方, 使学习路径可视化, 减少迷茫感, 降低畏难情绪。此外, AI 知识图谱促进学生深度理解知识点及彼此间的因果关系, 驱动学生提升逻辑思维能力, 为深层学习奠定基础。在 AI 大模型豆包中输入生成连续时间信号抽样的思维导图, 得到的 AI 知识图谱如图 2(d)所示, 该图实现了对本节内容的系统性总结。

2.3. 课后巩固阶段

传统课后学习模式, 学生常因缺乏及时反馈与精准指导, 陷入盲目刷题、低效复习的困境。AI 大模型能自动批改习题, 迅速反馈结果, 详细剖析错题原因, 精准揪出知识薄弱点, 让学生快速了解自身学习短板。基于批改情况, AI 大模型还可为学生量身定制复习方案, 推送针对性专项练习, 避免盲目刷题, 提升复习效率。同时, AI 大模型具备强大的互动性, 学生能随时向其提问, 获取解题思路与学习建议, 这些互动不仅有利于学生学习积极性和学习兴趣的提升, 更能培养学生的自主学习能力。

3. 基于 AI 大模型的 DSP 教学智能体的搭建及应用

虽然通用 AI 大模型能用于 DSP 辅助教学实践中, 但仍存在知识专业性不足、指导不精准、数据安全性欠佳等不足。因此, 搭建 DSP 课程专用教学智能体具有重要意义。本文利用 Coze 开发平台[7]搭建一个 DSP 教学智能体(<https://www.coze.cn/space/751631891575328680/bot/7554302118325272614>), 其流程如图 3 所示。



Figure 3. Diagram for constructing a DSP course teaching agent based on AI large model
图 3. 基于 AI 大模型的 DSP 课程教学智能体搭建框图

首先, 明确 DSP 教学智能体的目标, 即辅助课程教学, 涵盖知识讲解、习题解答等。在 Coze 平台上, 选择合适的 AI 大模型作为基础, 如 DeepSeek、K2 等具备强大的语言理解和生成能力。设计交互界面, 设置用户输入框和智能体输出区域, 方便师生与智能体互动。构建知识库, 收集 DSP 教材、教案、

习题、试卷、相关视频及网址等资源资料，将其整理并导入知识库，为智能体提供丰富的知识支撑。同时，设置提示词(Prompt)，引导 AI 大模型按照教学需求进行回答，并结合强化学习(RAG)技术，提升回答的准确性和针对性。相比于通用 AI 大模型，上述 DSP 教学智能体能更好地掌握和管理课程数据，为教学提供更精准、安全、有效的支持，提升教学质量和学生学习效果。

4. AI 赋能 DSP 教学中的问题与干预

在 AI 辅助 DSP 教学实践中，大模型的“幻觉”问题逐渐凸显。例如，求解在逆 Z 变换这类题目时，某一主流大模型给出的错误解答如图 4(a)所示，这些错误答案往往逻辑包装严密，初学者既难察觉疏漏，长期依赖还易弱化独立思考的意识。多模型交互可能缓解这类问题，即，通过对比分析不同大模型的解题过程(图 4(b)所示大模型的推导结果正确)，结合已有个人储备知识，手动验证 AI 结论的关键环节，追溯错误根源(比如此次逆 Z 变换中，模型对收敛域与序列类型的对应关系出现了混淆)，最终得出正确的解答，强化对知识点的掌握。这一过程有助于学生提升主动质疑、验证信息的能力，有利于逐步养成批判性思考的习惯。AI 不再是被动的答案提供者，也是能助力学生锻炼独立辨别信息真伪能力的互动教具。

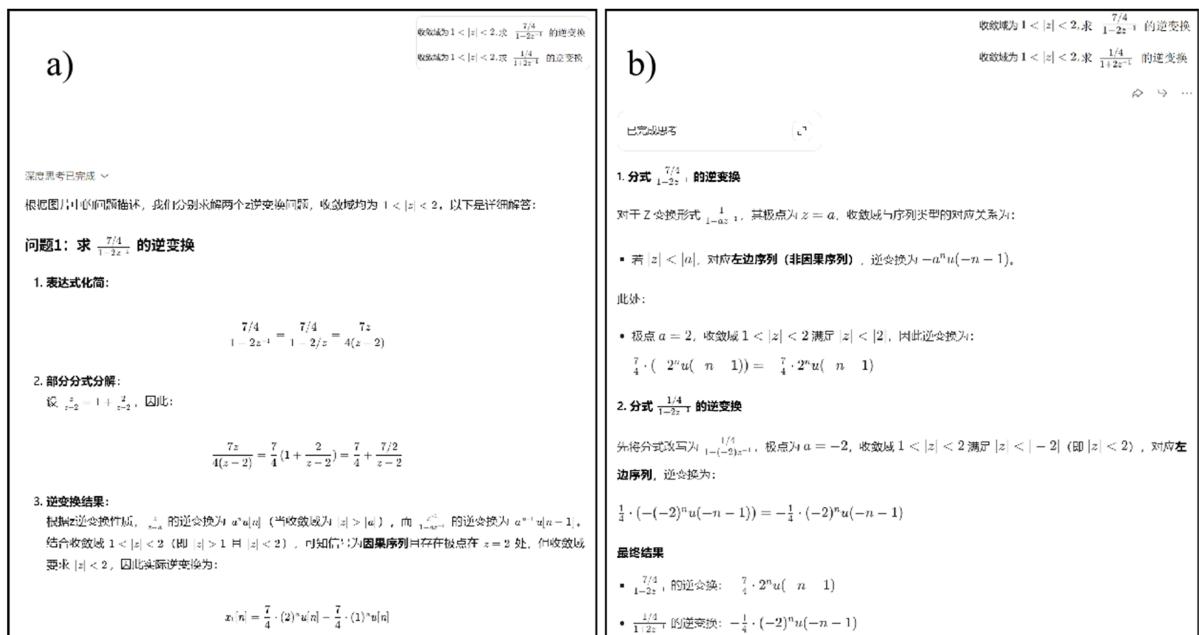


Figure 4. Comparison of solution processes across different large language models

图 4. 不同 AI 大模型解题过程对比

部分学生在学习过程中存在过度依赖 AI 的现象。例如，在完成课后作业时，一些学生直接使用 AI 生成的答案，而不进行独立思考和分析。针对这一问题，教师在课堂上强调自主学习和独立思考的重要性，引导学生正确使用 AI 工具。同时，教师调整作业设计，增加一些开放性问题和需要学生自主推导证明的题目，减少对 AI 简单复制粘贴就能完成的内容。此外，教师还加强了对作业的批改和反馈，对于直接抄袭 AI 答案的学生进行个别辅导，帮助他们树立正确的学习态度。

AI 协同教学模式的可持续推进，需以严格的伦理规范和公平的教育保障为前提。AI 教学智能体的日志信息收集与使用过程中，可能存在学生学习数据过度采集与不当使用的问题。对此，教学管理方需建立透明化的知情同意与分级防护机制，在课前以书面告知书明确数据收集范围(如测评结果、编程日志等)、用途及存储期限，保障学生自主选择权与退出权；对采集的数据进行匿名化脱敏处理，存储于学校加密

服务器, 仅授权教学团队访问, 全程留存访问日志, 杜绝数据泄露或商业滥用。

5. 教学成效评价

共计 38 位本科同学参与了 AI 赋能 DSP 课程的教学试点, 据统计, 所有学生均表示 AI 大模型有助于课程学习, 学生对时域频域之间的关系、连续时间信号的抽样、离散傅里叶变换等核心知识点的掌握率超过 98%, 课程实践任务完成率高达 100%。教学效果表明, AI 助教能够显著提升教学质量和学习效果。

此外, 本文还创新性地构建了“过程导向 + 多元评价”的考核体系。在过程化考核的强化方面, 充分借助 AI 大模型, 将学生在教学全过程中的多维表现纳入考核范畴。具体而言, 把课前预习的完成度、课中互动的参与度、实验实操的规范性以及课后补学的落实情况等均列为考核指标, 力求全方位、动态化地呈现学生的学习过程与成长轨迹。设立“AI 纠错奖励机制”, 对能精准指出 AI 模型生成内容(如代码逻辑错误、知识点解释偏差)的学生给予额外加分, 以鼓励学生的批判性思维与主动探究精神。此外, 将 DSP 教学智能体日志评析纳入核心评价维度, 利用包含用户 ID、交互时间、输入内容等字段信息的日历式交互列表后台数据, 实时洞悉学生的学习情况与需求, 提取对话频次、核心关键词分布、检索范围、提问深度等特征, 从多维度评估学生的学习状态。其中, 对话频次可作为衡量学生学习主动性的重要依据, 关键词分布则有助于判断学生知识掌握的重点与薄弱环节。通过上述方式, 实现了对学生学情的动态监控与精准画像, 为过程化考核提供了客观、量化的数据支撑, 使评价体系更为全面、科学。

6. 结束语

本文深入探讨 AI 大模型在 DSP 教学中的应用路径, 从课前精准摸底、课上实时答疑与编程辅助、课后巩固提升, 到专用教学智能体的搭建, 全方位展示了 AI 为教学带来的变革。通过实践, 不仅显著提升了学生对核心知识点的掌握率与实践任务完成率, 更构建了“过程导向 + 多元评价”的考核体系, 实现了对学生学情的动态监控与精准画像, 让评价更全面科学。AI 大模型的应用, 有效破解了 DSP 课程知识碎片化、个性化指导缺失、理论与实践割裂等传统教学困境, 为工科专业课程智能化、数字化教学转型提供了可借鉴的范式。然而, AI 赋能教学仍处于探索阶段, 未来还有诸多挑战与机遇。例如, 如何解决模型幻觉, 避免其生成错误、误导性内容干扰教学; 如何提升模型对复杂教学场景的理解与适应能力, 精准捕捉学生多样化需求; 如何设计 AI 助学效果的量化指标、评估指标的定义和测量方法, 全面地捕捉学生的学习体验和教师的教学感受。只有抓住机遇, 不断攻克挑战, 才能让 AI 更好地赋能教学, 推动教育高质量发展。

基金项目

1) 上海高校市级重点课程(ZDKC251545); 2) 上海理工大学本科教学研究与改革重点项目(No. JGXM202516); 3) 教师发展研究项目(教师素养与专业发展专项)重点项目(CFTD2025ZD08); 4) 2025 年度上海理工大学教师发展研究项目, DeepSeek 大语言模型赋能的医学人工智能类课程教学研究与实践(CFTD2025YB18); 5) 2025 年度上海理工大学教师发展研究项目, AI 赋能医工交叉专业人才培养课程体系优化新范式探索(CFTD2025ZD08)。

参考文献

- [1] 新华社. 中共中央、国务院印发了《教育强国建设规划纲要(2024-2035 年)》[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/202501/content_6999913.htm, 2025-03-31.
- [2] 尹梓名, 何宏, 任浩冉, 林勇. 基于大语言模型的医学人工智能类课程 AI 教学助手开发与实践[J]. 创新教育研

- 究, 2025, 13(11): 633-639.
- [3] 刘红蕾, 王宇, 朱丛敏, 等. 在医学人工智能本科生课程中使用大语言模型辅助案例思考的教学实践研究[J]. 中国信息技术教育, 2025(21): 110-112.
- [4] 付建梅, 任国凤, 荀燕琴, 等. 人工智能赋能的“数字信号处理”教学策略[J]. 电气电子教学学报, 2025, 47(4): 115-119.
- [5] 季薇, 吴晓欢, 刘子威, 等. 基于思政与 OBE 理念融合的数字信号处理课程建设[J]. 高教学刊, 2024, 10(36): 36-39.
- [6] 刘岳巍, 石彦丛, 郝绒华, 等. 新工科背景下以 OBE 教育理念为导向的课程群建设与实践[J]. 科技风, 2025(22): 28-30.
- [7] 吴亦舜. 基于 Coze 智能体平台的跨层次课程教学设计框架[J]. 电脑与电信, 2025(3): 62-66.