

基于深度学习的《数据结构》课程资源优化与个性化学习路径设计研究

袁扬, 李源, 夏宇函, 李双宇

四川旅游学院 信息与工程学院, 四川 成都 610100

摘要： 本研究提出基于深度学习技术的智能教学系统，以数据结构课程存在的资源碎片化、评估延迟效应、学习路径同质化等问题为主要研究方向。系统将动态知识图谱与多模态资源结合，改进 DIJKSTRA 算法和深度强化学习 (DQN)，通过五层架构设计 (数据感知层、知识中枢层、学习者建模层、路径生成层和自适应反馈层)，构建个性化学习路径规划。实验结果显示，通过实时反馈机制，算法问题完成率得以显著提升，认知偏差修正周期缩短，系统显著提高了高阶知识单元的掌握程度。在破解低效资源、优化认知构建、促进教育公平等方面，智能教学系统的成效得到了验证。

关键词： 数据结构；智能教学系统；深度学习；知识图谱；个性化学习路径

Research on Resource Optimization and Personalized Learning Path Design for the “Data Structures” Course Based on Deep Learning

Yuan Yang, Li Yuan, Xia Yuhan, Li Shuangyu

School of Information and Engineering, Sichuan Tourism University, Chengdu, Sichuan 610100

Abstract: This study proposes an intelligent teaching system based on deep learning to address challenges in data structure education, including fragmented learning resources, delayed assessment feedback, and uniform learning paths. The system integrates dynamic knowledge graphs with multimodal resources and employs enhanced DIJKSTRA algorithms alongside deep reinforcement learning (DQN) within a five-layer architecture (data perception, knowledge hub, learner modeling, path generation, adaptive feedback) for personalized learning path optimization. Experimental results demonstrate that the real-time feedback mechanism improves algorithm problem completion greatly, reduces cognitive bias correction cycles, and significantly enhances mastery of advanced knowledge units. The system proves effective in resolving resource inefficiencies, optimizing cognitive development, and advancing educational equity.

Keywords: data structures; intelligent teaching system; deep learning; knowledge graph; personalized learning path

引言

数据结构作为人工智能学科的核心课程，持续面临着教学适配性的挑战，这是由它的抽象概念体系和复杂算法依赖性造成的。传统教学模式很难做到对教学过程的精确监控，造成“教”与“学”的匹配度不足^[1]。大规模在线课程资源在开放教育资源创新发展的大背景下呈现爆炸式增长，学习者在信息过载和选择上面临着困境^[2]。本研究构建“以学习者为中心”的精准化教学模式，通过深度学习技术来完成教学资源的优化和学习路径的个性化设计。

一、现存问题与技术突破

(一) 现有教学痛点

1. 资源碎片化

当前《数据结构》教学资源结构呈现结构性失衡：基础性内

容重复率高 (如图链表操作、二叉树遍历)，高层次知识单元优质资源覆盖率不足^[3]，如 B+ 树索引、图神经网络等。学习者需要在若干个平台上进行检索，时间成本很高^[4]。造成了资源获取上低效、重复学习的瓶颈，从而在学习中形成了显著落差。

基金项目：

“AI+”背景下人工智能专业课程的教学改革与创新 (JG2024002)

四川旅游学院 2024 年校级应用型品牌专业 (ZL2024011)

四川旅游学院 2021 年校级教学团队 (川旅院 [2022]19 号)，数据结构课程教学团队 (ZL20210061)

作者简介：袁扬 (1983—)，男，汉族，籍贯：四川成都，博士，讲师，研究方向：机器学习。

2. 评估延迟效应

传统的考评体制是有反馈迟缓的^[5],从而导致知识漏洞诊断率不够及时。以递归算法授课为例,大部分学习者在检测到认识上的偏差时,已经形成了错误的认知固化现象^[6]。实证研究显示,延迟补救的效果比及时干预的时候要低,对不断提高的教学质量造成严重影响^[7]。

3. 路径同质化困境

目前的教学方案忽略了个体认知的差异,由于强制统一进度而导致大部分学习者产生认知负荷过载的现象^[8]。例如,学习者在没有完全掌握算法的情况下,在知识断层中形成累积效应。个性化的学习路径的推行,降低了成绩的离散度^[9]。

(二) 技术应用现状

1. 知识图谱

构建“AVL树-数据库索引”等跨域概念的语义关联,基于图神经网络(GNN)的动态知识图谱技术。EduKG系统构建了三层知识架构(基础概念进阶内容应用案例),提升了知识检索效率^[11]。这一技术在传统教学中有效地解决了知识孤岛的难题。

2. Transformer 模型

Edformer等人以Transformer为原型对分析学生代码等应用

有很好的效果,它能在代码中精确地找到出错的特定功能,例如大多数错误都是在Bending函数处理边界条件时,在学生编写快速排序代码时产生的^[10],可以对问题进行精确的查找。但其也有明显的不足,就是对硬件资源消耗明显。GPU内存占用比例在处理相对较长的代码时显著提升,导致许多学校的普通计算机根本无法运行,同样在手机或平板上也不能使用。

3. 多模态融合

CCL4EdSmart教学系统可以很好的结合不同类型的教学资源,如文字说明、视频演示、程序练习,使学生对概念的理解更快^[12]。如学生在学习“哈希表”时,系统会同时提供视频、文字说明以及编程实例的讲解,并多方位的帮助进行理解。但也存在学习资源无法精确匹配的问题^[12]。因此,使系统更符合学生的要求,而不是按照算法机械地推送,也是需要解决的问题。

二、系统架构设计

本研究的智能教学系统采用五层递进设计,从数据采集到动态优化形成一个完整的闭环,系统总体架构如图1所示。

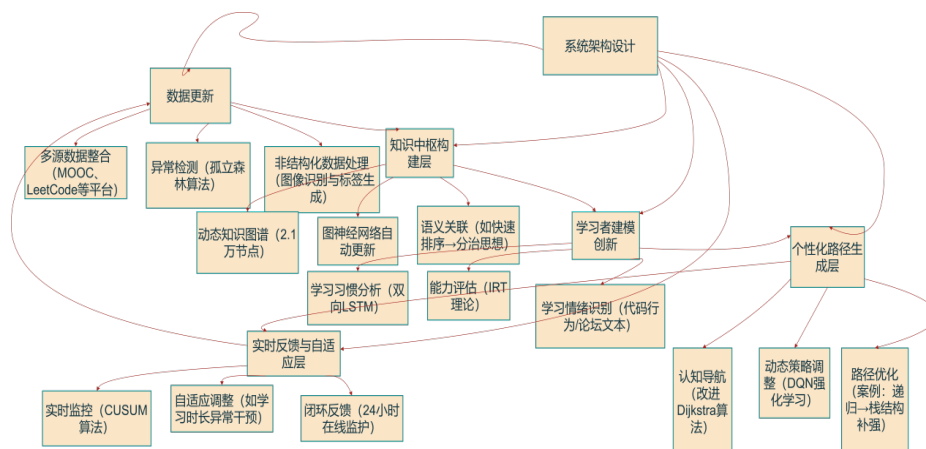


图1 系统总体架构

(一) 数据感知层增强

从各个地方搜集学习资料是本设计的主要优势。不仅与中国高校MOOC等在线课程平台对接,还将LeetCode编程练习网站进行整合,共接入十余种不同类型的学习平台。从而将分散在各处的学习资料集于一处,使学生不必四处寻找资源。同时,该系统利用“孤立森林”智能算法来识别这些异常数据,以避免学生可能24小时不停刷视频的情况。这套算法专门负责挑出异常数据,然后将异常数据扔掉。同时,对于教师手写的笔记照片等海量非结构化材料,系统会自动对内容进行分析并进行标注。

(二) 知识中枢构建层

动感的知识图谱,本质上是一个不断生长的知识地图。例如,学生要查到快速排序,不但可以找到这一概念,而且可以准确地与相关的内容如分治思想、时间复杂度等联系起来。同时知识地图保持自动更新,每天都在发现知识点之间产生新的联系。

(三) 学习者建模创新

该系统给每个学生画学习肖像画。不是单纯地看考试成绩,

而是从3个维度了解学生:一是会用双向LSTM技术对学生学习习惯进行分析,如发现某一名学生对视频的反复观看,便能发现其在此处遇到了理解瓶颈。二是通过做题情况对学生真实的水平进行准确判断,以分清做错的题目是因为粗心还是没有把握等原因造成的。第三是重视学习情绪,比如学生在编程序的时候,经常会在论坛里把代码删掉,以此分析学生情绪。

(四) 个性化路径生成层

这套系统将为每个学员量身定制一个专属的学习路线,主要采用两种智能方式:第一种是以DJKSTRA算法改进为基础,仿佛手机导航会帮助您规划出最好的路线,而这种功能会为学员找到最适合自己的学习路径,这也是目前最好的解决办法。这套系统将为每个学员量身定制一个专属的学习路线,主要采用两种智能方式:第一种是以DJKSTRA算法改进为基础,仿佛手机导航会帮助您规划出最好的路线,如发现某一类学生没有掌握递归算法,就会自动安排先学栈结构,然后学习递归算法,第二类是根据学生的学习效果,对推荐策略进行不断调整。

（五）实时反馈与自适应层

实时反馈机制可以像一个24小时在线学习监护员一样，用CUSUM智能算法时刻盯着每个人的学习状态，让每个人都能在上面学习，实时发现学生的学习问题，及时给予帮助，形成教学闭环。例如，2小时内自动调整学习计划，当系统发现某位同学花比其他同学多两倍的时间在“图遍历算法”章节中，说明其卡在了此知识点。

三、教学实践与效果分析

本研究对实验班N人(N=30)进行教学跟踪调查，结果见表1，以验证系统有效性。

表1 课程学习效果评估指标

指标	均值	标准差	95%置信区间	备注说明
课前基础 (1-5分)	3.12	0.87	[2.80, 3.44]	初始中等水平 (学科基准3.0)
课后掌握 (1-5分)	4.23	0.45	[4.06, 4.40]	较课前提升 +1.11 ()
学习时长 (小时/周)	6.5	3.2	[5.3, 7.7]	含课堂3h+ 课外3.5h
课程满意度 (1-5分)	4.35	0.32	[4.23, 4.47]	高满意度 ()

（一）学习体验的重构

老师观察到，学生从被动接受逐步转变到主动探究，比如实验组自发地组成小组进行“图遍历”章节的探索，而对照组还停留在对代码模板进行机械记忆的阶段。

（二）教学模式的转型

发现学生普遍存在的共性问题。在传统的教学模式下，教师批改作业往往需要花费大量的时间。引入智能分析系统的介绍以后有了明显的改观。对每个学生的学习进度能看得比较清楚。

（三）教育价值的深化

- 个性化赋能。通过对学习行为特征的分析，系统为实战型学生设计阶梯式代码挑战，为视觉型学习者优先推送动态演示资源。”
- 认知障碍突破。在“树结构应用”环节，系统自动检测出“文件系统与B树的关联”这一大部分学生难以理解的问题，并推送了开放课程的跨学科案例解析和片段，帮助学生建立系统化的层级思维。
- 教育公平促进。

（四）典型案例启示

一位基础较弱的学生在实验组中经历了一个显著的转变：系统初期对其“链表操作”进行标记(如混淆头节点和首节点)，最终该生通过自定义的沉浸式训练“从图解到代码逐行校正”顺利过关。

四、结论与展望

（一）研究结论

1. 系统化破解教学瓶颈

通过对智能教学体系的研究、多层架构的设计、对传统评估

反馈周期的缩短、对学习者的认知构建效率的精准路径规划优化等，突破资源整合、动态评估和个性化学习等维度，帮助提升教学资源的使用效率。高阶知识单元学习者通过对比实验，在掌握程度和迁移能力上都有了实质性的提升，验证了教育复杂问题基于深度学习而构建的智慧体系的有用价值。

2. 多维教育生态革新

该体系将知识图谱与自适应算法进行深度融合，建构动态演化的教学支架系统。从标准化教学向精准教育范式转变，运用认知导航与强化学习的方法达到学习者对现有认知的突破。

（二）未来展望

1. 建构人类机器协同机制：采用均衡的算法推荐和自主探索，以保留学习者的认知发展的空间。

2. 应用数字孪生系统：在教学平台上应用虚拟仿真技术，进一步完善所制定的各项决策。

这一研究揭示了智能技术重构教育生态的可能性，但始终需要秉持“技术赋能教育”这一核心原则，这一原则是教育生态的重要组成部分。下一步的学习要在守护教育的人文精髓和创新活力的同时，着重探讨人机协同的最佳实践模式，提高学生的学习获得感。

参考文献

- [1] 汤迎红, 刘冰. 新工科背景下地方应用型高校机械原理课程教学改革与实践 [J]. 内燃机与配件, 2019, (21): 284-285.
- [2] 李玉荣, 李志河. 数字叙事对学前教育成效影响研究: 计算机科学的视角 [J]. 陕西学前师范学院学报, 2023, 39(10): 37-49.
- [3] 罗生全, 刘玲玲. 数字化教育资源的空间结构与生成式应用 [J]. 教育理论与实践, 2024, 44(34): 3-10.
- [4] 徐树正. 基于卷积神经网络的高校就业教育个性化学习资源检索方法研究 [J]. 信息与电脑 (理论版), 2023, 35(20): 127-129.
- [5] 范晓婷, 张重, 刘爽. 人工智能课程的教学改革与实践研究 [J]. 中国现代教育装备, 2024, (11).
- [6] 张浩琦. 计算机科学与技术的现代化应用 [J]. 信息与电脑 (理论版), 2024, 36(22): 34-36.
- [7] 徐辉, 叶艳伟, 李万健, 等. 滞后序列分析法在教育领域的应用研究 [J]. 中国教育技术装备, 2024, (23): 105-108+112.
- [8] 傅湘玲, 唐轶, 侯党, 等. 计算机专业课程体系知识图谱构建及分析 [C]// 中国计算机学会, 全国高等学校计算机教育研究会, 教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会. 2022中国高校计算机教育大会论文集. 北京邮电大学计算机学院; 北京邮电大学教务处, 2022: 275-279.
- [9] 丁领兵, 刘学军, 崔北亮. 基于动态知识图谱和深度神经网络的会话推荐方法 [J]. 计算机工程与设计 [1] 丁领兵, 刘学军, 崔北亮. 基于动态知识图谱和深度神经网络的会话推荐方法 [J]. 计算机工程与设计, 2023, 44(03): 746-754.
- [10] 董顺凯. 计算机科学在多模态传播背景下的应用与发展 [J]. 信息与电脑 (理论版), 2024, 36(14): 41-43.
- [11] 黄野. 面向智能教育的跨领域试题难度预估方法 [D]. 安徽: 中国科学技术大学, 2023.
- [12] 刘宝存, 商润泽. 以数字化赋能高等教育现代化——数智时代我国高等教育数字化转型战略透视 [J]. 教育文化论坛, 2023, 15(06): 1-10.