

AI+ 知识图谱驱动的在线考试系统错题诊断与推荐算法研究

李海瑛 李娟 边玲 程智佳

河北医科大学, 河北石家庄, 050000

摘要: 在线教育的发展给在线考试系统的错题诊断与精准推荐带来新的挑战。本文提出将 AI 与知识图谱相结合, 构建学科知识图谱, 通过深度学习提取答题特点和学习模式, 实现对错题的高效诊断和精准的个性化推荐。

关键词: 在线考试系统; 错题诊断; 精准推荐; AI; 知识图谱; 深度学习

作者简介: 李海瑛 (1977-), 女, 汉族, 河北定州市, 硕士, 讲师, 研究方向: 人工智能。

引言

1 研究意义

在线教育数字化发展日新月异, 教学评价出现数据规模激增与学生个性化需求的矛盾, 如何高效利用考试数据识别知识薄弱点、为学生提供精准学习建议, 成为在线教育领域中刻不容缓的挑战。

AI 技术运用其强大的数据处理能力来深度挖掘考试数据价值, 精准定位学生错题根源, 为个性化推荐奠定基础。知识图谱, 作为结构化的知识建模工具, 将层次关联和知识点间的逻辑脉络可视化地呈现出来, 将更丰富的语义关联信息注入推荐算法中, 提升分析维度立体化程度。

AI+ 知识图谱, 在助力在线教育和考试体系方面有三种体现: 借助自然语言处理、机器学习智能阅卷, 大大降低教师压力^[1]; 准确诊断知识掌握漏洞和解题策略缺陷; 为每位学生定制专属学习包和能力提升规划, 形成“测-评-学”闭环效应。

知识图谱技术把知识点整合成知识体系, 在错题归因时做到“知其然更知其所以然”, 通过知识点间的关联达到触类旁通的学习效果。同时, 图谱提供多维语义关联, 优化推荐算法的特征输入维度^[2], 进一步提升了学习资源匹配精度。

“AI+ 知识图谱”驱动的错题诊断与推荐算法, 在提升在线教育的智能化服务水平的同时, 精准响应个性化学习诉求, 更能为教育大数据分析、认知诊断

模型等领域提供技术创新范式与理论研究样本, 推动智慧教育生态的可持续发展。

2 研究方法与创新点

本文采用多元综合的研究路径, 收集分析国内外相关领域的研究文献, 系统梳理错题诊断领域 AI 和知识图谱的应用现状以及存在的问题, 为算法设计和实验研究指明方向。

错题诊断与推荐算法框架, 以 AI 和知识图谱为基础, 将数据自动化处理分析能力和知识图谱的结构化知识表征能力融合到一起, 实现错题的高效诊断和个性化资源的精准推荐。挖掘学科知识点间的内在联系和层级关系, 将其抽象为知识网络结构^[3], 打造出全面、精细的知识体系。对推荐算法进行语义层面的优化, 使其能够更好地理解知识逻辑^[4], 为学生拓展学习创造有利条件。

深度学习算法使诊断准确率和推荐算法的个性化程度得到提升, 其强大的特征提取和模式识别能力, 更准确地识别薄弱知识点和错误类型, 为推荐算法提供更精准、更个性化的推荐依据。同时, 增强了算法的自适应性和鲁棒性, 使得本文所提出的算法能够更好地应对复杂多变的教育环境和学生需求。

二 错题诊断与推荐算法分析

1 算法特点分析

基于规则、基于协同过滤和基于深度学习算法的特点、优势等如表 1 所示。

算法类型	核心特点	优势	局限性
基于规则	依赖专家制定的固定规则, 通过匹配学生答题数据进行诊断	简单直观、易理解与实施	难以适应复杂或多变的学习需求

算法类型	核心特点	优势	局限性
基于协同过滤	分析学生答题记录和行为特征，通过相似学生群体的答题情况进行推荐 [5]	利用学生相似性提供个性化推荐	受数据稀疏性和冷启动问题影响，新用户或数据不足时准确性下降 [6]
基于深度学习	自动提取答题特征和学习模式，处理分析大量数据以实现精准诊断和推荐	诊断准确率高、个性化程度高	模型复杂度高，计算成本大，依赖强大计算资源和优化算法

要提高诊断和推荐的准确性和效率，需要结合多种方法，根据具体情况选择适当的方法或进行推荐。针对现有方法的缺陷，我们制定了表 2 所示的改进策略。

2 不足与改进方向

不足层面	改进措施	技术手段
诊断准确率	引入深度学习算法，结合知识图谱技术。	深度学习模型自动提取答题特征，建模答题序列；构建学科知识图谱，结构化关联知识点与答题数据。
个性化推荐	融合历史学习记录与兴趣爱好，利用用户画像技术。	分析学习路径和偏好，匹配个性化学习资源；用户画像建模，生成针对性学习建议。
推荐算法可解释性	结合知识图谱的实体关系推理和推荐规则生成技术。	展示推荐结果的来源（知识点关联）；标注资源属性（知识点覆盖等）。

三 AI+ 知识图谱驱动算法改进

1 改进算法设计

设计基础是形成系统的学科知识图谱，包括学科所有知识点以及知识点之间的内在联系与属性信息。

运用深度学习技术深度挖掘学生答题数据，分析答题记录和学习行为，并自动提取知识点掌握情况、常见错误类型、学习偏好等答题特征与学习模式。

基于学科知识图谱和学生答题特征，精准推送个性化服务。学生多次打错某知识点时，智能分析薄弱环节，并依据知识图谱关联知识点精确指向知识盲点；按需索骥设置成不同难度梯度的学习内容；按照学习模式、偏好等推荐相应的内容及难易程度等，为学生获取合适的学习资源。

改善的算法能够更精确地找出学生的错题原因，为学生推送更合适的题目来学习，有效提升学生的学习效率和成绩。

2 流程图展示

AI 与知识图谱相结合的错题诊断与推荐算法的改进流程，如下图所示：



3 部分 Python 代码示例

构建学科知识图谱

```
import networkx as nx

def bkg():
    kg=nx.Graph()
    nodes=[( "P" , { "dy" :5}), ( "D" , { "dy" :7}), ( "O" , { "dy" :6}), ( "C" , { "dy" :8})]
    kg.add_nodes_from(nodes)
    edges=[( "P" , "D" , { "relationship" : "prerequisite" }),
    ( "P" , "O" , { "relationship" : "co-requisite" }),
    ( "C" , "O" , { "relationship" : "prerequisite" })]
    kg.add_edges_from(edges)
    return kg
```

```
def gka(graph):
    ats={}
    for node in graph.nodes():
        ats[node]=graph.nodes[node]
    return ats

推荐系统
from sklearn.metrics.pairwise import cosine_similarity

def recommend(stuid, df):
    stuid_str=str(stuid)
```

```

        if stuid_str not in df[ 'stuid' ].
astype(str).unique():
        return []
        similar_students=df[df[ 'stuid' ].
astype(str) != stuid_str]
        target_student=df[df[ 'stuid' ].
astype(str) == stuid_str].iloc[0]
        target_features=target_
student[[ 'correct_rate' , ' time_spent' ]].
values.reshape(1, -1)
        similarities=[]
        for _, row in similar_students.
iterrows():
            student_features=row[[ 'correct_
rate' , ' time_spent' ]].values.reshape(1, -1)
            similarity=cosine_
similarity(target_features,student_features)
            [0][0]
            similarities.
append((row[ 'qid' ],similarity))
            similarities.sort(key=lambda x:
x[1],reverse=True)
            top_knowledge_ids=[item[0] for item in
similarities[:5]]
        return top_knowledge_ids

```

四 改进算法效果评估

使用测试集对基于 AI+ 知识图谱的算法进行测试 [7], 准确率、召回率、F1 值、MAE、RMSE 各个性能指标值依次为 0.85、0.82、0.83、0.2、0.25, 这样的测试结果表明, 凸显出新算法精准定位学生知识薄弱点的能力、全面覆盖学生需要掌握的知识点的能力、兼顾准确性与全面性的能力以及接近真实值的能力。

五 结论与未来展望

1 研究结论

本研究借助 AI+ 知识图谱技术自动准确判断学生出错原因, 并提供精准个性化推荐。

在应用层面, 根据需要引入更多技术改进算法, 如引进注意力机制、采用复杂模型结构或者将多源数据融合; 针对不同的应用场景以及不同的具体需求, 改善算法时注重算法的可扩展性、可解释性, 保证算法的应用效果。

2 未来研究方向

随着在线教育的迅速发展, 使用传感器采集实时数据, 或通过日志获取学习过程数据, 借助于大数据分析技术, 发现学生在练习中出现错误的方式与解题思路, 更加准确地找准学生的知识短板和解题误区。针对学生的实时学习表现, 为学生推送更加适配其当前学习状态的资源及学习建议。与此同时, 要保障学生隐私保护和数据安全, 确保实时学习数据具有合法性、正当性。

参考文献

- [1] IT 之家.(2024-02-05) 人工智能进一步促进教育数字化发展.
- [2] 樊海玮, 鲁芯丝雨, 张丽苗, 等. 融合知识图谱和图注意力网络的引文推荐算法 [J]. 计算机应用, 2023, 43(8): 2420-2425.
- [3] 金口碑网络.(2025-05-27) 知识图谱: AI 时代语义认知的底层重构逻辑.
- [4] 王冬青, 殷红岩. 基于知识图谱的个性化习题推荐系统设计研究 [J]. 中国教育信息化, 2019(17): 6. DOI:CNKI: SUN: JYXX. 0. 2019-17-022.
- [5] 丁泽元等. 现代智慧教育下的认知诊断模型比较分析研究 [J]. 计算机技术与发展, 2023, 33(12): 1-7
- [6] 孙佑焮, 马家君. 一种新的协同过滤算法在电子商务产品推荐中的应用 [J]. 电子商务评论, 2024, 13(3): 5659-5671
- [7] 黄锐潇. 基于线性加权融合的推荐方法 [J]. 信息与电脑, 2020, 32(4): 27-29.

基金项目:

在线考试系统错题诊断算法研究与应用 (2021GJJG 603)