

人工智能技术用于小学数学错题整理的应用研究

姜 曼

南京晓庄学院信息工程人工智能学院, 江苏 南京

收稿日期: 2024年1月23日; 录用日期: 2024年2月22日; 发布日期: 2024年2月29日

摘 要

本文聚焦小学数学错题整理, 阐明了传统手抄整理错题之于小学生费时费力、压力大、难以坚持的弊端, 并提出引入人工智能技术的必要性。为提高错题整理的效率、错题的最大化利用率, 本文介绍了图像识别、知识图谱、AI个性化推荐三种技术, 可分别代替传统错题整理的手抄、分类、相似题型寻找的步骤, 强调人工智能技术能够很好地简化错题整理过程、服务于教育领域。接着, 分析了其背后的两种先进算法及二者用于小学数学错题整理过程中的优势: CRNN + CTC算法能够准确地将错题图片转化为存储文本, 基于深度强化学习的Top-N推荐模型实现了实时优化, 随着小学生数学错题的变化, 提供相应的类似题型。最后, 建议未来进一步研究应关注多学科应用、技术优化、隐私与安全三方面。总而言之, 本文为人工智能技术用于数学错题自动整理领域提供了新思路。

关键词

人工智能技术, 小学数学, 错题整理, 教育应用

Research on the Application of Artificial Intelligence Technology to the Sorting of Mathematical Errors in Primary School

Man Jiang

Information Engineering Artificial Intelligence College of Nanjing Xiaozhuang University, Nanjing Jiangsu

Received: Jan. 23rd, 2024; accepted: Feb. 22nd, 2024; published: Feb. 29th, 2024

Abstract

This paper focuses on the sorting of mathematical errors in primary school, explaining the disad-

vantages of traditional manual sorting of errors in primary school students, which are time-consuming, laborious, stressful and difficult to stick to. The paper also points out the necessity of introducing artificial intelligence technology. In order to improve the efficiency of sorting out wrong questions and maximize the utilization rate of them, this paper introduces three technologies: image recognition, knowledge graph and AI personalized recommendation, which can replace the steps of hand-copying, classification and finding similar questions in traditional sorting out wrong questions respectively, emphasizing that artificial intelligence technology can well simplify the sorting process of wrong questions and serve the field of education. Then, the paper analyzes the two advanced algorithms behind it and their advantages in the sorting process of primary school math errors: CRNN + CTC algorithm can accurately transform pictures into stored text. Top-N recommendation model based on deep reinforcement learning realizes real-time optimization, and provides corresponding similar question types with the change of primary school math errors. Finally, it is suggested that future research should focus on three aspects: multi-disciplinary application, technology optimization, privacy and security. All in all, this paper provides a new idea for the application of artificial intelligence technology in the field of automatic sorting of mathematical errors.

Keywords

Artificial Intelligence Technology, Primary Mathematics, Errors Collecting, Educational Application

Copyright © 2024 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

小学是学生知识与能力发展的关键时期,尤其是数学知识的学习对于学生思维的促进具有重要意义。“双减”政策下,失去了题海战术的加持,小学生该如何在短期内提高自己的数学能力?充分利用数学错题就是一种有效的数学学习方式。小学生的数学思维能力相对较弱,面对复杂多变的题目,难免会出错。面对这种情况,很多老师会给学生安排较多的题目练习,但是学生可能会因为知识或思维上的缺陷而重复犯错[1]。因此,这就需要小学生充分利用错题资源,分析错因,避免再犯相似的数学错误。

近年来随着人工智能的不断发展,尤其是随着深度模型的不断发展,国家有关教育部门倡导要把人工智能技术不断与教育领域相结合[2]。这一倡导下,教育领域应用而生的有智能批卷、智能口语评测、个性化学习定制等新兴应用。人工智能技术与教育领域的结合,大大促进了教育的信息化、智能化发展,为学生提供更优质的教育资源和个性化的学习体验。

图像识别、文本分析等技术背后的算法较于传统算法正在不断升级、优化,人工智能技术辅助小学生有效整理及利用错题、进行个性化题目推荐,从而提高小学生的数学学习效果,将会成为“AI+教育”倡导下的新的应用可能。用AI技术赋能小学数学错题的整理,具体意义主要有:

1.1. 减轻错题整理带来的负担

尽管在小学教学中部分数学教师强调了整理数学错题的重要性,但是传统的数学错题依靠的是学生手写整理。对于错题较多的学生来说,这相当于额外的作业,很难长期坚持。也有家长为了减少孩子在错题整理上的时间,选择帮孩子抄写错题,当做孩子期末复习的资料。无论是哪种方式,传统的错题整

理耗费了太多时间和精力。

采用现代技术，特别是人工智能技术，来处理 and 整理错题可以显著减轻这一负担。通过自动化的错题整理系统，家长和学生能够节省大量的时间和精力，将注意力更多地集中在教学和学习的实质性内容上。

1.2. 提高错题整理的效率和精度

传统的错题整理需要学生自主选择整理错题，这容易受到主观因素的影响，导致错题整理的不够全面和准确。引入人工智能技术可以提高错题整理的效率和精度。借助相关有关人工智能技术可以迅速识别和分类错题，减少了人为的主观干扰，确保错题整理更加全面、系统和精准。

1.3. 提供个性化学习支持

人工智能技术可以很好地对错题进行分析，为小学生提供客观的错因分析以及做题建议。通过对小学生数学错题的分析，它可以深入了解每个学生的学习状况和困难点。基于这些信息，AI 技术赋能的错题整理系统可以为每位学生提供个性化的学习建议和题目推荐，使学习更加有针对性和高效，打破了传统情形下小学生漫无目的的巩固练习的学习状态。

2. 数学错题整理的研究现状

2.1. 关于小学数学错题整理的研究

凯瑟琳·舒尔茨在《错的价值》一书中讲到：“要学习和掌握一种专业技能，就一定会犯错。”这句话放到小学生身上同样适用。小学生在数学学习过程中所写错的题目并不意味着他们在数学上是失败或者无能的，相反，这是一个展现他们思考和学习的过程。在小学数学中，学生可能会对各种概念、方法产生混淆或误解。数学错题集的整理对学生而言能够让他们自主发现错因并纠正错误，规避同样的问题；数学错题集的整理对教师来说可以更好地理解学生的学科认知和难点，调整教学策略，提供更有效的辅导。

长期来看，数学错题是帮助学生提高数学素养和学科能力的重要途径。针对于错题的整理，我国大部分学者认为主要依靠学生手写整理，具体整理方法不同学者想法各有差异。施祖红提出小学数学错题集应当按照题型、错因进行分类整理，易错难点要单独整理，整理过程中要减少重复题目的抄写，以减轻学生整理的工作量[3]。石玉军表明数学错题集分类整理的方法包括按照学习单元分类、按照错题类型分类等，在整理的时候，学生应当详细标注错因、知识点，从而有效积累相关知识[4]。孔亚另辟蹊径，尝试将思维导图运用到小学数学错题整理中，帮助学生完善知识结构，发展逻辑思维能力[5]。而沈强则发现了传统数学错题本的格式不利于小学生进行分类汇总，所以他提出采用活页式错题本对错题进行整理[6]。

总而言之，学者们认为数学错题整理对学生的数学学科能力提升具有积极作用。整理错题可以帮助学生系统地理解自己在学习过程中的疏漏和不足，从而更有针对性地进行复习和提高。

2.2. 关于人工智能技术应用于错题整理的研究

随着科技的不断发展，人工智能技术不断被尝试用于教育领域。在小学数学错题整理方面，传统的手写整理方法虽然被认为有一定的积极作用，但其局限性也较为明显。为了更有效地促进学生的数学素养提升，减轻小学生整理数学错题的压力，一些学者开始研究人工智能技术与小学数学错题整理结合的方法及其效果。

刘珊珊提出利用信息技术建立电子错题簿优化学生整理错题的方式，根据不同学生的错题、错因，形成个性化的电子错题簿，指导学生更好地学习[7]。朱哲、王敏霞基于 ChatGPT 横空出世后的思考，设

想将类似 ChatGPT 的人工智能用以辅助数学解题, 为学生提供解题的步骤和思路。同时“举一反三”, 抽取相似的题目对学生的知识点进行巩固、检查, 帮助学生更好地学习数学[8]。刘晓勇建议教师根据以往学生的常见错题和自己的知识储备通过易错题软件建立好易错题库, 在每次考试后教师也可以手动输入新错题, 确保题库及时更新[9]。而邓雨培提出可利用现有的智慧学伴系统充分利用错题资源。除此之外, 不同于刘晓勇的手动输入错题, 邓雨培强调可借助智能识别技术自动识别错题、大数据分析技术优化错题资源库[10]。

总的来说, 将人工智能技术用于小学数学错题整理正在被不断探索、尝试。从个性化电子错题簿到智能辅助解题, 再到智能化的错题库建设, 这些方法都试图推动小学数学教学向着更加智能化和个性化的方向发展。

3. 可用于小学数学错题整理的人工智能技术介绍

传统整理错题的步骤主要有: 手抄错题、错题分类、相似题型训练。对比传统整理错题的步骤, 不同阶段涉及到的人工智能技术分别为: 图像识别技术、知识图谱、个性化推荐技术等。借助不同的人工智能技术, 可以优化和自动化传统整理错题的步骤, 提高小学生错题整理的效率。下面是对几种技术的展开介绍。

3.1. 图像识别技术

图像识别技术是指利用计算机对图像进行处理、分析, 以识别各种不同模式的目标和对象的技术。图像识别的发展经历了三个阶段: 文字识别、数字图像处理与识别、物体识别。在数学错题整理过程中, 主要应用的是文字识别, 通过对小学生数学错题的扫描, 将图像中的文字转化为文本并存储在系统中。一些流行的搜题软件如作业帮、小猿搜题也使用了文字识别技术来进行拍照搜题。

在将错题扫描转换为文本的过程中, 图像识别技术需要对图像进行清晰度、对比度和亮度的调整, 以确保文字区域清晰可识别。接着, 图像识别技术会进一步定位和分割文字区域, 以保证文字识别的准确性。以图像识别技术, 取代学生手抄整理的步骤, 大大节省了时间, 减轻了学生抄错题的负担。

3.2. 知识图谱

知识图谱是在 2012 年由谷歌首次提出的一种知识表示方式, 它采用结构化和语义化的方式将信息组织成图形, 展示不同信息之间的关联, 从而构建起知识的网络。这种表示方式可以帮助我们更好地理解和分析知识之间的关系, 并提供有价值的信息检索和推理能力。

传统手抄错题整理的过程中, 小学生通常会根据题目内容将错题进行归类, 例如错题题目是计算 $1.25 \times 4 \times 8$, 学生根据题目、过程把它归类为简便计算。错题的分类对于小学生而言不仅费时, 更重要的是有时面对复杂题型, 他们可能不知道这一题究竟考察的是什么, 因而无法有效分类错题。

在习题资源管理领域中, 知识图谱可用来描述复杂的关联关系, 从语义层面理解习题隐含的信息[11]。也就是说, 面对一个错题, 知识图谱通过对题目、过程的分析, 判断该题所属于哪个知识点, 这个过程也是对错题进行分类的过程。学生可以通过浏览知识图谱上与该题相关的节点或链接, 了解该题所属的知识点以及与之相关的概念, 加深理解。

知识图谱用在错题整理的分类环节可以帮助小学生更好地理解和分析知识之间的关系。当然它也能够应对复杂题型, 有效进行错题分类。

3.3. 个性化推荐技术

大数据时代, 个性化推荐技术常被用来根据用户的历史记录、兴趣偏好等信息, 通过分析和挖掘算

法,为用户提供定制化的推荐内容。个性化推荐技术同样适用于小学数学错题整理过程。

以往学生在复习错题时,出于对知识点的巩固,他们通常会选择找几道相似度题目进行练习。由于错题集的知识点太过散落,寻找同类型题目并不容易。AI 视域下的个性化推荐技术能够很好地解决这一问题。通过分析学生的历史错题记录,个性化推荐技术可以识别学生在哪些知识点上容易出错,进而针对性地推荐相关知识点的练习。例如,如果学生在小数与分数的换算方面经常出错,个性化推荐系统可以提供一系列小数分数换算的题目,帮助学生加强对这一知识点的理解和掌握。

此外,个性化推荐技术还可以结合知识图谱,获知学生错题的知识点分布情况,进而可按照知识点将推荐题目分门别类[12]。知识图谱提供了知识之间的关联和层级结构,个性化推荐技术可以基于这些信息,为学生提供更具有针对性和层次化的学习资源推荐。当学生已经熟练掌握了某一错题的基础知识点,个性化推荐系统可以推荐相关的拓展习题,进行下一步的延伸练习。

4. 相关模型介绍与分析

4.1. CRNN + CTC 算法

文字检测识别领域常使用光学字符识别(OCR)技术,进行自动识别并提取图像文件中的文字,实现将文本资料从图像形式转换为可编辑、可搜索、可处理的文本数据。其中,CRNN + CTC 是 OCR 技术的核心算法之一。

CRNN 是一种混合模型,巧妙地结合了卷积神经网络(CNN)和循环神经网络(RNN)的优势。其核心思想是将图像作为输入,通过卷积层提取局部特征,再通过循环层捕捉序列的上下文信息。这种结构使得 CRNN 能够有效处理不定长度的序列数据,例如图像中的文字。最终,通过全连接层将特征转化为每个字符的概率分布。在错题整理中,CRNN 能够将错题图片转化为文本并储存于系统中。

CTC 是 CRNN 中用于训练和推断的损失函数。在图像识别任务中,由于图像中的文字可能存在变形、重叠或缺失、输入的文本序列和标签序列的长度可能不对应的情况,CTC 通过在标签序列中插入空白标记以及重复字符,使其与输入序列对齐。这样,CTC 能够学习到输入序列与标签序列之间的映射关系。

借助 CRNN + CTC 算法,图像可以更准确、可靠地转化为文本,方便对错题的扫描和文本储存。这种算法的应用使得 OCR 技术在文字扫描、识别等领域表现出色,并可以用于错题整理,准确高效地将错题图片转化为文本内容。

4.2. 基于深度强化学习的 Top-N 推荐模型

Top-N 推荐模型是从大量候选项中选择用户最感兴趣的前 N 个物品的模型。这种推荐模型的设计旨在解决个性化推荐的任务,即通过学习用户的历史行为、偏好和上下文信息,为用户提供最相关、最具吸引力的信息。

Top-N 推荐模型一般是基于协同过滤和内容的推荐,虽然取得了不错的效果,但是它在推荐的过程中都会遵循一个固定的推荐策略。当用户的偏好发生动态的变化时,该算法可能会产生一个较差的推荐结果[13]。随着深度强化学习的发展,深度强化学习在推荐系统中的研究不断深入[14]。Top-N 可与之结合,进而优化推荐内容。

深度强化学习是一种结合深度学习和强化学习的方法,用于解决在复杂环境中进行决策和学习的问题。在对学生进行相似题型个性化推荐时,我们需要建立一个 Top-N 推荐模型。该模型的目标是根据学生的错题历史,利用深度学习模型对题目进行特征提取和相似度计算,从而推荐与其错题相似度最高的 Top-N 个题目。常用的深度学习模型如卷积神经网络(CNN)、循环神经网络(RNN)等都能够用来处理题目的文本信息,并学习题目之间的相似性。接着,使用强化学习框架来调整推荐模型。根据学生的反馈(是

否回答正确、花费的时间等)进一步优化推荐策略。最后,需要引入用户反馈机制,包括学生对推荐题目的评价和喜好,以完善模型自身的强化学习,更好地调整模型的推荐策略。结合深度学习与强化学习,我们可以建立一个更加准确和个性化的 Top-N 推荐模型,为学生提供更好的学习支持。

5. 结语

小学数学错题整理对学生的数学学科能力提升具有积极作用。然而,传统的手写整理方法存在时间消耗和主观因素的影响,小学生难以坚持下去。为了更有效地促进学生的数学素养提升,本文提出人工智能技术可以被引入错题整理领域,通过图像识别、知识图谱和个性化推荐系统等技术,提高数学错题整理的效率和精度,并为小学生提供个性化的学习支持。目前,类似的错题整理软件还没有大规模使用,但市面上流行的作业帮、小猿搜题等在线教育平台已经开始在一定程度上利用人工智能技术,通过智能化的题目匹配和个性化的学习路径规划,为学生提供较为高效的学习体验。

总的来说,本文的研究能够为小学数学错题整理领域的发展提供了新思路,并突显了人工智能技术在教育中的巨大潜力。通过创新的应用,可以更好地满足学生的学习需求,给学生带来个性化、高效的学习体验。但是进一步的实施需要结合实际情况。在此领域中,未来的发展方向和可能改进的有:

1) 尝试多学科应用。尽管本文主要关注小学数学错题整理,但人工智能技术的应用不局限于单一学科。未来的研究可以扩展到其他学科,例如语文、英语等,以全面满足学生的学科学习需求,提供更全面的个性化教育支持。

2) 技术的不断优化。随着深度学习模型的不断发展,未来可以进一步优化和整合图像识别技术、知识图谱、以及个性化推荐算法,以提高错题整理的准确性和智能化水平。技术的不断创新将为提升学生学习效果提供更强大的支持。

3) 确保教育数据隐私与安全。隐私与安全是大数据时代很多人担忧的问题,未来的研究应该关注如何在保障学生隐私的前提下,有效利用数据来提高教育质量。

参考文献

- [1] 张创平. 论小学数学错题资源的开发与应用[J]. 数学学习与研究, 2023(19): 158-160.
- [2] 刘晓明. 人工智能科普与初中物理教学的融合[J]. 教师教育论坛, 2021, 34(4): 96.
- [3] 施祖红. 论小学数学错题集的整理与利用策略[J]. 启迪与智慧(上), 2023(11): 65-67.
- [4] 石玉军. 浅议小学数学错题本的使用策略[J]. 教育界, 2023(13): 88-90.
- [5] 孔亚. 思维导图在小学数学错题分析中的应用[J]. 新课程, 2022(26): 118-119.
- [6] 沈强. 活页式错题本: 小学六年级数学错题整理的实践研究[J]. 新课程, 2023(1): 130-132.
- [7] 刘珊珊. 利用信息技术促进初中数学错题教学的思考[J]. 中国新通信, 2021, 23(1): 214-215.
- [8] 朱哲, 王敏霞. 人工智能时代的数学教育[J]. 中小学课堂教学研究, 2023(6): 1-6.
- [9] 刘晓勇. 高一数学易错题库软件开发及错题管理研究[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州师范大学, 2023.
- [10] 邓雨培. “人工智能 + 教育”视域下小学数学错题资源的利用研究[D]: [硕士学位论文]. 湘潭: 湖南科技大学, 2022.
- [11] 万林, 鲍雯. 基于知识图谱的习题资源构建[J]. 中国信息技术教育, 2023(21): 84-89.
- [12] 傅翠娇, 龚震, 杨子恒. 基于 DeepFM 的个性化练习题目推荐系统研究[J]. 实验技术与管理, 2023, 40(3): 212-216+225. <https://doi.org/10.16791/j.cnki.sjg.2023.03.035>
- [13] 刘宏阳. 基于深度强化学习的 Top-N 推荐模型研究[D]: [硕士学位论文]. 秦皇岛: 燕山大学, 2023. <https://doi.org/10.27440/d.cnki.gysdu.2022.001696>
- [14] 王雨辰. 基于深度强化学习的学习资源推荐算法研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东师范大学, 2023. <https://doi.org/10.27280/d.cnki.gsdsu.2022.001064>