

国际教育数据挖掘研究新动向

——基于第十五届教育数据挖掘国际会议的分析

王雨涵, 刘中国, 丁国勇

(南京审计大学 计算机学院, 江苏 南京 211815)

摘要: 第十五届教育数据挖掘国际会议的主题为“对教育数据挖掘的研究以及在实践中的包容性、多样性、公平性和可及性评估”。首先对历届教育数据挖掘国际会议的概况进行总结, 然后分别从关键词、研究领域、研究方法等角度对第十五届教育数据挖掘国际会议所收录的文献作出分析。研究发现, 相较于美国, 我国在该领域的研究有较大提升空间, 其中学生成绩预测、同伴评估和在线学习等方面的研究开始受到关注。分析结果可使相关学者对教育数据挖掘领域的研究热点有更深了解, 也为未来该领域的研究提供了方法与思路。

关键词: 教育数据挖掘; 学习预测; 同伴评估

DOI: 10.11907/rjdk.231769

中图分类号: G420

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文章编号: 1672-7800(2024)008-0234-05



New Trends in International Education Data Mining Research

——Analysis Based on the 15th International Conference on Educational Data Mining

WANG Yuhuan, LIU Zhongguo, DING Guoyong

(School of Computer Science, Nanjing Audit University, Nanjing 211815, China)

Abstract: The theme of the 15th International Conference on Educational Data Mining is research on educational data mining and the assessment of inclusivity, diversity, fairness, and accessibility in practice. Firstly, summarize the overview of previous international education data mining conferences, and then analyze the literature included in the 15th International Education Data Mining Conference from the perspectives of keywords, research fields, and research methods. Research has found that compared to the United States, there is significant room for improvement in research in this field in China, with research on student performance prediction, peer assessment, and online learning receiving attention. The analysis results can provide relevant scholars with a deeper understanding of the research hotspots in the field of educational data mining, and also provide methods and ideas for future research in this field.

Key Words: educational data mining; learning prediction; peer assessment

0 引言

教育数据挖掘是指将数据挖掘技术应用于教育领域, 其结合了教育学、计算机科学、统计学等学科的理论基础, 可用于提高学习、教学和管理三方面水平^[1]。为促进不同国家和地区在教育数据领域的学术交流与合作, 为教育改革与创新提供更多支持, 教育数据挖掘国际会议应运而生。该会议主要关注教育数据挖掘的理论、方法、应用与

影响, 在教育界具有重要影响力。

本文首先从历届教育数据挖掘国际会议的召开地点以及收录文献数量两个角度研究其整体发展趋势; 然后整合2022年第十五届教育数据挖掘国际会议中收录的文献, 并从关键词、研究领域、研究对象、研究方法等角度进行分析与总结, 从而了解当前教育数据挖掘领域的研究热点与发展趋势。同时, 会议收录的文献往往涵盖了最新的教育数据挖掘技术和方法, 可为后续研究提供借鉴。

收稿日期: 2023-07-14

扫描二维码阅读全文:



基金项目: 教育部人文社会科学研究青年基金项目(19YJC880016)

作者简介: 王雨涵(2000-), 女, 南京审计大学计算机学院硕士研究生, 研究方向为教育数据挖掘; 刘中国(1997-), 男, 南京审计大学计算机学院硕士研究生, 研究方向为教育数据挖掘; 丁国勇(1979-), 男, 博士, 南京审计大学计算机学院研究员, 研究方向为教育信息化。本文通讯作者: 丁国勇。

1 教育数据挖掘国际会议概述

1.1 会议地点分析

通过分析历届教育数据挖掘国际会议的召开地点可以了解其国际化程度,掌握教育数据挖掘领域的发展中心和重点。从研究者的角度而言,可以充分利用会议召开地的教育资源和数据,给参会者提供深入了解该地区在教育数据挖掘领域研究成果的机会,对于提升学术影响力、促进成果交流等具有重要意义。以国家为单位对 2008 年第一届会议至 2022 年第十五届会议的召开地点进行汇总,具体数据如表 1 所示。

Table 1 Distribution of meeting places
表 1 会议地点分布

会议地点	开展次数
美国	4
加拿大	2
英国	2
西班牙	2
中国	1
希腊	1
荷兰	1

除去 2019 年和 2020 年召开的两次线上会议,其余会议召开地点主要集中在美国、中国、加拿大、希腊、英国、荷兰和西班牙这 7 个国家,说明这些国家对教育数据挖掘的研究热度较高。在 15 次会议中,美国举办过 4 次,明显高于其他 6 个国家,说明其在该领域具有较强的研究实力与国际影响力,也表明美国相关机构和学者对该领域很重视,且积极参与国际交流与合作;同时也能反映出美国在教育数据挖掘领域的资源很丰富,对该领域的投资与支持力度较大。

在众多召开过教育数据挖掘国际会议的国家中,中国也占有一席之地,表明我国在教育数据挖掘领域的影响力正逐渐提升,越来越多的研究机构和学者加入到国际交流与合作中。中国在该领域的快速崛起可以为全球教育发展带来新的机遇与挑战。

1.2 收录文献分析

为了解国际教育领域数据挖掘研究的趋势与发展方向,对历届教育数据挖掘国际会议收录的文献进行分析,从而判断国际教育领域对于数据挖掘研究的重视程度,同时也能对教育数据挖掘未来的研究方向作出一定的预测与规划。此外,收录文献能反映出教育数据挖掘领域的学术研究质量,文献分布情况能帮助了解研究关注的重点方向,从而推动该领域的长足进步。

历届教育数据挖掘国际会议收录的文献数量如图 1 所示。研究发现,每届会议收录的文章基本上被分为长文(full paper)、短文(short paper)和海报(poster)3 种类型。2008–2015 年间,教育数据挖掘国际会议收录的文献数量整体呈现上升趋势,说明正处于研究高峰期;2016 年后出

现下滑趋势,反映出当时教育数据挖掘领域研究热度有所下降;2018 年后收录文献数量逐渐回升,这是由于新的数据挖掘技术逐渐涌现。总体来说,教育数据挖掘在教育界的影响力和重要性逐渐提高,越来越多的研究者投入到该领域并取得一定成果。

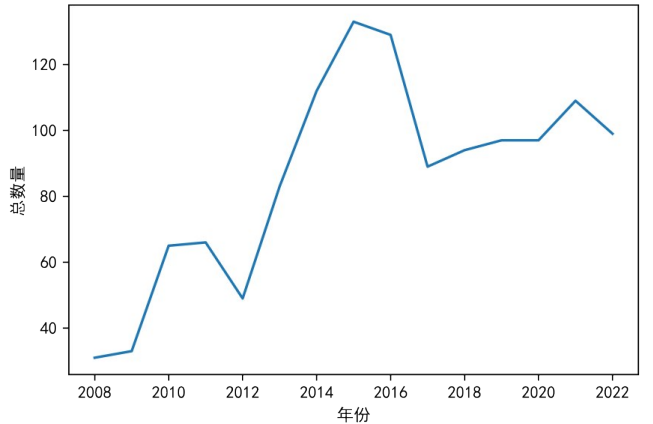


Fig. 1 Number of indexed literatures in previous international education data mining conferences
图 1 历届教育数据挖掘国际会议收录文献篇数

2 第十五届会议概述

第十五届教育数据挖掘国际会议于 2022 年 7 月 24 至 7 月 27 日在英国达勒姆举办。该次会议共收录了 120 篇文献,其中长文 26 篇,短文 29 篇、海报 44 篇,其他 21 篇。以下着重以长文为研究对象进行分析。

2.1 国家角度

为了解各个国家在教育数据挖掘领域的研究水平与合作情况,对发表长文的作者国别进行统计,结果如表 2 所示。可以看出,美国发表的文献数量最多,为 16 篇;其次是加拿大,为 2 篇;中国、德国、新加坡和荷兰则各 1 篇。说明美国在教育数据挖掘领域中有强大的实力,起到了“领头羊”的作用。研究发现,有几个国家之间具有合作关系,如伊朗—意大利、澳大利亚—德国、瑞士—意大利、英国—以色列均合作发表了 1 篇文章。这意味着上述几个国家在数据教育挖掘领域的研究水平较为接近,且有着较强的合作与交流意愿。

2.2 研究方法角度

为探究教育数据挖掘领域的热门技术,同时为相关学者选择合适的研究方法提供借鉴与参考,对 2022 年教育数据挖掘国际会议收录长文中使用到的研究方法与技术进行统计分析,筛选出使用频率最高的 6 种,具体如表 3 所示。可以看出,长短期记忆网络(Long Short Term Memory, LSTM)、回归模型和神经网络的应用最为频繁,其次是门控循环单元结构(Gated Recurrent Unit, GRU)、BERT(Bidirectional Encoder Representation from Transformers)和随机森林(Random Forest, RF)。这是由于 LSTM、BERT、GRU 在

Table 2 Distribution of countries where literature is published

表2 文献发表国家分布

参与国家名称	发表文献数量
美国	16
加拿大	2
中国	1
德国	1
新加坡	1
荷兰	1
伊朗、意大利	1
澳大利亚、德国	1
瑞士、意大利	1
英国、以色列	1

处理序列数据和文本数据时有较好表现,RF可以通过学习数据的内在特征更好地挖掘有用信息。此外,因子分析法、强化学习、自然语言处理(Natural Language Processing, NLP)等也逐渐在教育数据挖掘领域得到应用。

Table 3 Methods analysis

表3 研究方法分析

研究方法	出现频次
LSTM	3
回归模型	3
神经网络	3
GRU	2
BERT	2
RF	2

2.3 研究对象角度

按照研究对象将第十五届教育数据挖掘国际会议收录的长文划分为14个类型,发现关于预测和协作问题的研究最多,其次是在线学习、编码和自动评分问题,解释性问题、自动语音建模问题、知识追踪问题等也有所涉及。预测问题主要是利用机器学习技术对学生在学习过程中可能遇到的问题进行预测与干预,以提高学生的学习成绩;协作问题主要是利用计算机相关技术解决两人以上小团队协作解决问题时遇到的难点。这两类问题一直都是教育领域的研究热点,在信息化时代,越来越多的学者尝试采用人工智能技术解决这些问题,并取得了一定成效。

3 国际教育数据挖掘新动向

从第十五届教育数据挖掘国际会议收录的百余篇文献中筛选处3个备受关注的领域,分别为学生预测成绩领域、同伴评估领域和在线学习领域,从这3个领域的具体文献了解教育数据挖掘的新动向。

3.1 学生成绩预测领域

3.1.1 成绩预测模型构建

学生成绩预测是指通过挖掘学生相关信息建立模型,从而对其未来的学习表现进行预测^[2-3]。在第十五届教育数据挖掘国际会议上,Wei等^[4]提出基于学术成就的成绩预测架构A2GP,该架构融合了传统的以学生为中心的因素,同时引入新颖的模型架构,从而更好地捕捉学术成绩

的动态和短期一致性。A2GP主要包含3个模块:第一个模块为基于注意力的LSTM网络,用于捕捉过去学术成绩的时间动态;第二个模块为改进后的STG-LSTM模型,用于模拟每个学生学习的短期一致性;第三个模块为图形卷积网络,用于模拟学生之间学习表现的相对差异。最后通过加权融合层综合以上3个模块的学习表示用于成绩预测,从而对有学习风险的学生进行分类。实验结果表明,与现有成绩预测模型相比,该模型获得了较低的预测误差和较高的F1分数。A2GP架构将来可能成为预测学生学术成就和促进教育公平的有效工具。后续可进一步探索如何将该架构应用于课程选择、推荐系统、学生支持服务等领域。

3.1.2 预测的影响因素

研究分析学生成绩的影响因素,并以此为依据收集整理数据资源,为后续建模工作提供充足的“算料”是完成学生成绩预测任务的基本前提^[5]。目前,研究者试图从优化特征的角度提高预测模型的精度。选取简单且高质量的特征不仅可以降低计算复杂度,提高模型的训练与优化速度,而且可以在一定程度上降低模型过拟合风险。Ong等^[6]通过分析本科生的学习数据,并测量教师相关特征的重要性,从而确定教师的影响。实验结果表明,当使用最佳监督学习分类器和回归器时,添加与教师相关的特征可以提高成绩预测精度;Tan等^[7]使用机器学习方法建立自我效能感模型,结果表明学生的非认知结构是最重要的预测因素。在影响因素研究中,中国学者可以考虑将会议文献中提出的教师相关特征、非认知结构等因素融入预测模型,从而探究这些因素是否在不同情形下均能提高预测的精确度。

3.1.3 预测模型的可解释性

机器学习技术的可解释性是人工智能与教育教学深度融合的关键所在。理解机器学习模型的推理机制和预测结果的应用条件是實現人机互信的基础,也是促进人工智能技术在教育教学中应用的前提条件^[8]。Cohausz等^[9]发现教育界虽然在呼吁增加对教育数据挖掘可解释性和可理解性的关注,但在该方向上做的实质性努力很少。其认为解决这个问题需要人工智能技术与社会科学方法相结合,于是引入一个逐步的可解释性模型,以提高其可信度和可接受程度,同时也能更深入地了解模型的影响因素,理解问题的本质。目前,各国研究者在预测模型的可解释性方面进行的研究较为欠缺,中国学者可尝试在该领域作出突破,以增强核心竞争力。

3.2 同伴评估领域

3.2.1 同伴满意度

同伴关系是同龄人间或心理发展水平相当的个体间在交往过程中建立和发展起来的一种人际关系^[10]。Ma等^[11]发现目前还没有研究能够自动预测学习者对同伴的满意度。其通过分析44名学生在协作编码任务中的互

动,首次将多模态数据应用于同伴满意度的自动预测,包括互动分析等。该研究为中国学者在同伴满意度预测方面的研究提供了参考,也为智能模型如何支持协作学习提供了新思路,可激发更多研究者关注同伴满意度和协作学习研究。

3.2.2 同伴评估系统

同伴评估系统是一种能够识别同伴工作表现的工具,能够促进个体和团队学习、发展与绩效提升。Alireza等^[12]认为同伴评估系统的可靠性受到多种因素的影响,如同伴评估能力、战略评估行为和同伴评估设置等。其将同伴评估建模为多关系加权网络,并引入一个图神经网络。实验结果表明,即使评分者在评估中存在有意或无意的偏见,该网络也能很好地进行各种评分行为。在线同行评估系统通常允许学生向同行提供文本反馈,目的是帮助同行改进工作。学生获得的帮助程度在很大程度上取决于评论质量。以往研究通常使用机器学习技术提取评论特征,比较依赖于标记数据,然而为这些特征获得可靠的标记费时费力。为此,Liu等^[13]提出一种应用伪标记的半监督学习策略,通过一个小的、可靠标记的数据集和一个大的未标记数据集来训练文本分类器,获得了一个强大的自动标记系统,从而节省了标记数据的工作量。目前有多项研究对同伴评估系统进行了探讨,但在实践过程中还需重视反馈的质量与有效性,并结合其他方法进行全面评估。

3.2.3 同行评审

同行评审作为科研质量的“守门人”,在现代科技发展中发挥着重要作用^[14]。近年来,国家针对同行评审问题颁布了一系列政策文件,如国家自然科学基金委员会在2015年针对专家在评审过程中的回避和保密行为发布了管理办法^[15]。在第十五届会议上,Rashid等^[16]应用自然语言处理技术识别同行评审中提出的建议和问题,研究结果显示,如果与反馈中提到的问题一起提供建议,而不是简单地识别问题,学生很可能会发现评审很有帮助。当评审员提供高质量的反馈时,同行评审可以成为一种有效的教学方法。未来中国学者可以尝试将同行评审与新兴人工智能技术结合到一起,从而更精准地分析学生学习的影响因素,为改进教学策略提供依据。

3.3 在线学习领域

3.3.1 传统模式与在线学习的比较

近年来,在线学习模式逐渐流行起来。传统面对面教学和在线学习各有优劣,应综合运用、优势互补。Kawashima等^[17]比较了2019年面对面课程和2020年在线课程的电子书日志数据,研究了学生学习行为的差异。结果表明,学生在线上 and 线下两种教学形式下展现出不同的行为模式,与2019年相比,2020年学生课前/课后活动大幅增加,且活动强度与期末成绩呈现出一定相关性。不同的学生和教学场合需要不同的教学方法,未来可深入分析不同教学模式的适用性和效果,为学生和教育工作者提供更加

个性化的选择。

3.3.2 按需援助

在线学习者面对面接触的机会较少,他们的求助内容和方式不同于传统学校的学生。因此,帮助在线学习者有效使用求助策略,必须清晰认知其学业求助的性质与特点^[18]。Haim等^[19]发现按需援助(对学生提出的问题提供额外指导)可以改善学生的在线学习效果。这一研究结果为在线教育平台提供了改进按需援助服务质量的依据,有助于提高学生的学习效果和满意度。未来中国学者可在此基础上进一步探讨不同类型学习者对按需援助的需求和偏好,以及按需援助对不同学科领域和课程类型的影响。

3.3.3 学生参与度

学生参与度是评价教育质量和效果的重要指标之一,直接关系到学生对课程内容的理解与掌握程度,对其长期学业表现和未来发展亦有一定影响。学生参与度可以反映出教育教学过程中存在的问题与不足,为改进教学方式提供建议与指导。Gorgun等^[20]研究发现参与度高的学生更有可能完成在线课程。其开发了一个预测模型用于自动识别在线讨论帖子中学生的认知参与度,将互动、建构、主动和被动(Interactive-Constructive-Active-Passive, ICAP)参与理论与Bloom分类法相结合用于标记学生帖子,从而捕捉其认知参与水平。对参与度进行量化研究可以帮助教师了解每个学生的个性需求与学习风格,从而有计划、有针对性地制定学习方案,动态调整教学资源,使学生在擅长和感兴趣的领域获得最大提升。

4 结语

本文总结了教育数据挖掘国际会议的发展历程,并着重分析了2022年第十五届教育数据挖掘国际会议中所收录的文献,发现美国在教育数据挖掘领域的研究水平遥遥领先,相比之下我国还有很大提升空间。目前研究热点主要集中于学生成绩预测、同伴评估和在线学习等方面,研究方法也逐渐高端化、复杂化。然而,本文研究有一定局限性,只着重研究了2022年教育数据挖掘国际会议文献,没有纵向对比历届会议所收录的文献。未来可借鉴已有研究成果,对成绩预测、同伴评估以及在线学习领域尚未解决的问题进行深入研究,为教育实践提供更多理论支持与实践指导。

参考文献:

- [1] ROMERO C, VENTURA S. Data mining in education[J]. Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery, 2013, 3(1): 12-27.
- [2] ROMERO C, VENTURA S. Educational data mining: a review of the state of the art[J]. IEEE Transactions on Systems Man & Cybernetics Part C, 2010, 40(6): 601-618.
- [3] ZHOU Q, MOU C, YANG D. A review of educational data mining research

- [J]. Journal of Software, 2015, 26(11): 3026–3042.
- 周庆, 牟超, 杨丹. 教育数据挖掘研究进展综述[J]. 软件学报, 2015, 26(11): 3026–3042.
- [4] WEI Q, SUPRAJA S, WHKHONG A. Toward better grade prediction via A2GP – an academic achievement inspired predictive model [C]// Durham: International Conference on Educational Data Mining, 2022: 195–205.
- [5] NIE X S, MA Y L, QIAO H Y, et al. A review of research on student achievement prediction from the perspective of task granularity[J]. Journal of Shandong University Science (Engineering Edition), 2022, 52(2): 1–14.
- 聂秀山, 马玉玲, 乔慧妍, 等. 任务粒度视角下的学生成绩预测研究综述[J]. 山东大学学报(工学版), 2022, 52(2): 1–14.
- [6] ONG N, ZHU J, MOSSE D. Towards including instructor features in student grade prediction [C]// Durham: International Conference on Educational Data Mining, 2022: 239–251.
- [7] TAN B, CUTUMISU M. Employing tree-based algorithms to predict students' self-efficacy in PISA 2018 [C]// Durham: International Conference on Educational Data Mining, 2022: 634–640.
- [8] LUO Y Y, HAN X B. A study on the interpretability of the prediction model of students' achievement in mixed courses [J]. Distance Education in China, 2022(6): 46–55.
- 罗杨洋, 韩锡斌. 混合课程学生成绩预测模型的可解释性探究[J]. 中国远程教育, 2022(6): 46–55.
- [9] COHAUSZ L. Towards real interpretability of student success prediction combining methods of XAI and social science [C]// Durham: International Conference on Educational Data Mining, 2022: 361–368.
- [10] ZOU H. The developmental function and influencing factors of peer relationship [J]. Psychological Development and Education, 1998(2): 39–44.
- 邹泓. 同伴关系的发展功能及影响因素[J]. 心理发展与教育, 1998(2): 39–44.
- [11] MA Y, CELEPKOLU M, BOYER K E. Investigating multimodal predictors of peer satisfaction for collaborative coding in middle school [C]// Durham: International Conference on Educational Data Mining, 2022: 133–145.
- [12] ALIREZA A N, THORPE J, AMIRALI S A. Improving peer assessment with graph neural networks [C]// Durham: International Conference on Educational Data Mining, 2022: 325–333.
- [13] LIU C Y, CUI J L, SHANG R X, et al. Improving problem detection in peer assessment through pseudo-labeling using semi-supervised learning [C]// Durham: International Conference on Educational Data Mining, 2022: 391–398.
- [14] WANG X W, ZHANG G Y. Responsible peer review: what, why and how [J]. Chinese Journal of Scientific and Technical Periodicals, 2022, 33(8): 1035–1040.
- 王贤文, 张光耀. 负责任同行评议: 何谓、何以与何与 [J]. 中国科技期刊研究, 2022, 33(8): 1035–1040.
- [15] National Natural Science Foundation of China. Circular on the publication of “measures for the administration of evading and keeping secret in the evaluation of projects under the National Natural Science Foundation of China” [EB/OL]. <https://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab442/info61411.htm>.
- 国家自然科学基金委员会. 关于印发《国家自然科学基金项目评审回避与保密管理办法》的通知 [EB/OL]. <https://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab442/info61411.htm>.
- [16] RASHID M P, XIAO Y K, GEHRINGER F E. Going beyond “good job”: analyzing helpful feedback from the student's perspective [C]// Durham: International Conference on Educational Data Mining, 2022: 515–522.
- [17] KAWASHIMA H. Comparison of learning behaviors on an e-book system in 2019 onsite and 2020 online courses [C]// Durham: International Conference on Educational Data Mining, 2022: 753–758.
- [18] WANG G X, YANG X J, LU H. An analysis of the influencing factors of online distance learners' academic help-seeking behavior [J]. China Educational Technology, 2015(9): 48–55.
- 王广新, 杨晓娟, 陆宏. 网络远程学习者学业求助行为的影响因素分析 [J]. 中国电化教育, 2015(9): 48–55.
- [19] HAIM A, THEFFERNAN N. Student perception on the effectiveness of on-demand assistance in online learning platforms [C]// Durham: International Conference on Educational Data Mining, 2022: 734–738.
- [20] GORGUN G, YILDIRIM-ERBASLI S N, EPP C D. Predicting cognitive engagement in online course discussion forums [C]// Durham: International Conference on Educational Data Mining, 2022: 276–290.

(责任编辑: 尹晨茹)