

doi: 10.3969/j.issn.1672-4933.2026.02.005

人工智能赋能孤独症谱系障碍儿童能力评价:核心问题与实践框架 ——以模仿能力为例

Empowering the Evaluation of Abilities of Children with Autism Spectrum Disorder through Artificial Intelligence: Core Issues and Practical Frameworks
——Take imitation ability as an example

张如静 周苹

ZHANG Ru-jing, ZHOU Ping

【摘要】人工智能赋能的能力评价属于能力水平预测模型,忽略了数据特征与能力水平的映射关系。本研究从能力评价研究现状出发,以能力水平可辨识、能力异常可归因和干预决策可理解为目标,提出人工智能赋能孤独症谱系障碍(autism spectrum disorder, ASD)儿童能力评价需解决明确测量范畴,解释能力水平和理解决策结果3个核心问题,并以能力建模—精细评价—可视化反馈提出实践框架。本研究以ASD儿童模仿能力为例开展初步实验,为模仿能力干预精准化提供客观依据,以期为人工智能赋能ASD儿童能力评价提供新思路,为人工智能赋能能力评价技术探索提供参考。

【关键词】人工智能;孤独症谱系障碍;能力评价;测量模型;模仿能力

【中图分类号】R494

【文献标识码】A

【文章编号】1672-4933(2026)02-0133-05

【Abstract】 The evaluation empowered by artificial intelligence (AI) currently yields a predictive model for capability levels, while the mapping relationship between data features and capability levels was ignored. Firstly, this study summarized the related research on capability evaluation. Secondly, three core issues were proposed: clear measurement categories, interpretable capability levels, and understandable decision results aimed at identifying capability levels could be identified, capability anomalies could be attributed, and how intervention decisions were formulated could be understood. Correspondingly, a practical framework for AI-empowered capability evaluation was proposed through "capability modeling -- fine evaluation -- visual feedback". Based on this, a preliminary experiment was conducted using the imitation ability of children with autism spectrum disorder(ASD) as an example. Lastly, this evaluation method could achieve refinement of imitation ability evaluation and provide an objective basis for precision intervention. This study proposed new ideas for how AI-empowered capability is evaluated, providing useful references for further technological exploration of AI-empowered capability evaluation.

【Key words】 Artificial intelligence; Autism spectrum disorder; Capability evaluation; Measurement model; Imitation

1 引言

教育数字化转型是助推中国式教育现代化的重要举措。作为数字化在教学过程中的表征样态,数字技术辅助教育评价改革得到越来越多的关注^[1,2]。2024年,教育部推动人工智能赋能教育,提出把人工智能技术深入到教育教学全过程、全环节。在孤独症谱系障碍(autism spectrum disorder, ASD)儿童教育实践中,传统测评受限于师资队伍等难以兼顾过程性评价^[3]。因应智能时代量化学习教育新形态^[4],能力评价不但要揭示学生的能力水

平,还要挖掘能力发展的作用机理追根溯源科学决策干预策略对ASD儿童尤其重要。在此背景下,研究者提出了能力的智能化测评方法^[5,6],主要表现为对能力水平的预测模型,忽略了数据特征与能力水平的映射关系,如何使用人工智能技术开展ASD儿童能力评价研究尚未形成统一的操作性框架。基于此,本文基于人工智能赋能能力评价现状,以能力水平可辨识、能力异常可归因、干预决策可理解为目标,明确ASD儿童能力智能化评价的核心问题,并提出具体实践框架,以模仿能力为例,开展模

基金项目:国家自然科学基金青年项目“孤独症儿童模仿能力的智能化评价与个性化干预”(62307022)

作者单位:聊城大学传媒技术学院 山东 252059

作者简介:张如静 博士 副教授;研究方向:人工智能教育应用

通讯作者:周苹, E-mail: 1526132242@qq.com

型构建、精细评价和可视化反馈的初步实验,对人工智能赋能ASD儿童能力评价做示范应用,为推动人工智能赋能ASD儿童能力评价研究范式的改进提供参考。

2 能力评价研究现状

2.1 基于结果数据的能力评价研究

计算机辅助评价因其客观性被寄予厚望^[7],然而国内相关研究发展较慢。然而国内相关研究发展较慢。胡小勇等^[8]利用自主研发的师范生教学基本技能智能实训系统,以教师师德践行、教学实践等能力的最终表现结果为核心,构建了教师能力测评框架。冷静等^[9]设计开发了测试中小学生对批判性思维的游戏,以游戏结果测试其核心能力是否得到提升。Lee等^[10]在苹果iPad上开发了手眼协调能力测验,自动记录儿童勾画图形轮廓时所需的时间和正确率,以衡量其能力水平。Panzarella等^[11]比较了纽约州学生纸笔测试和计算机测试成绩,验证了计算机辅助测试的有效性。以上研究的评价结果均基于任务结果衡量,忽略了过程数据表现出的个体差异。

2.2 基于过程数据的能力评价研究

人工智能技术在教育领域的广泛应用带来了计算机辅助评价的快速发展。大数据技术对过程性数据的挖掘提高了教育评价的精细化程度,Zhao等^[12]使用自然语言处理算法和跨模态匹配技术对K12学生写作能力进行自动化评分。Solera等^[13]对6个学期的海量学习过程数据进行分析,将连续的过程数据和学生的能力成长、学业成果相关联。利用过程数据可以更好地呈现出被试解决问题的过程,有助于准确推断个体的问题解决能力^[14]。基于任务过程提取能力框架中的观测指标,推断学生的问题解决能力水平^[15]。吴炯等^[16]基于过程数据流的协作问题解决能力自动化评估方法,实现从个体在测评系统中产生的过程行为数据中自动抽取评估证据。综合已有研究,研究者肯定了过程性数据对能力评价的重要意义。然而,目前的能力评价模型尚属预测模型,忽略了过程数据的可解释性。

2.3 能力评价的反馈研究

评价结果的反馈质量决定了能力评价的有效性。应利用图表或文字对机器智能诊断的逻辑进行解释,帮助学习者了解智能决策的依据,提升其接受教育诊断或干预结果的信任度^[17]。王巍等^[18]设计了兼具群体共性与个体特性的个性化诊断报告,实现了精准诊断和个性反馈,但未涉及反馈的可视化呈现,学生难以直观理解自身能力层级差异。现有虚拟科学探究过程的反馈多为通用性反馈,针对性较低^[19]。解释性反馈对学生学业成就的影响效果显著,但针对性不足^[20]。研究者意识到

反馈质量对评价结果,甚至是教育决策的重要性,尚缺乏可视化反馈中对能力水平解释性呈现的具体研究。

3 人工智能赋能ASD儿童能力评价的核心问题

能力智能化评价的趋势是基于过程数据构建能力测量模型,除对能力进行准确描述外,还要揭示能力水平的发生机制,确保干预手段的针对性。ASD儿童能力评价应以能力水平可辨识、能力异常可归因、干预决策可理解为目标,保证教育干预的有效性。因此,人工智能赋能ASD儿童能力评价需解决明确能力测量范畴、解释能力水平和解释呈现决策结果3个核心问题。

3.1 测量范畴可明确

作为能力评价的首要问题,需要明确测什么。传统评价中常基于行为结果,以单一维度表征能力水平,导致能力水平的个体差异难以得到精确刻画,难以为干预方案的制订提供客观依据。针对这一问题,基于大数据技术采集行为测量的结果数据和过程数据可综合表达孤独症儿童的能力水平。因此,如何对能力进行理论建模,实现测量范畴可明确,是准确表达ASD儿童个体差异的前提。

3.2 能力水平可解释

将能力预测模型进化为测量模型关键在于对现有能力水平进行解释。如前所述,当前的能力评价模型多基于儿童行为数据预估其能力水平,尚属能力预测模型,缺乏数据与能力水平之间的映射关系。这种预测模型忽略了对因果关系的解释,干预的精准性难以保证^[21]。针对这一问题,应促使能力的解释从结果是什么向结果如何发生转变。因此,实现能力水平可解释,是探究ASD儿童能力异常归因的必经之路。

3.3 决策结果可理解

好的反馈应做到决策结果可以被理解^[22]。然而,传统教育评价以结果反馈为主,缺乏深层次解读数据,以ASD常用的心理教育评定量表第三版(psycho-educational profile, third edition, PEP-3)为例,能力评价仅以行为结果定性表达其能力水平,干预过程中大多直接呈现解决方案与干预策略,难以对教育干预决策依据明确呈现。针对这一问题,应将评价反馈从基于结果的固定反馈向侧重解释性的动态反馈转变。因此,实现决策结果可理解是解释ASD儿童教育干预方案科学性的必然要求。

4 人工智能赋能ASD儿童能力评价的实践框架

人工智能赋能ASD儿童能力评价的实践框架在于构

建能力理论模型、能力精细评价、可视化反馈3个部分,如图1所示。

4.1 能力建模实现明确测量范畴

测量范畴的明确应是基于证据推理的过程^[23]。具体包括基于证据设计能力理论模型^[24]、证据模型及任务模型。理论模型在于界定能力观察的范畴,证据模型在于怎么测出能力的各个维度,任务模型在于用什么任务情境来完成能力的测量。能力建模除基本特征外,还将学习过程中包含的行为影响因素等过程性数据整合到模型以探讨能力形成的内部机制。任务模型则涉及到任务情境的设计,如何创设问题情境则需要结合传统评估量表来保证其科学性和合理性,证据模型在于任务过程中自动化采集数据使数据模型尽可能客观。

4.2 精细评价实现解释能力水平

精细评价在于通过量化指标体系建立数据表征与能力水平的映射关系。首先,对理论模型中各维度进行建模,以更细化的指标量化表达涉及到的各维度能力。其次,依靠专家判断或数据分析等方式确定各指标的重要程度,对各指标进行赋权,形成评价模型。再次,计算各维度能力指标常模,以衡量学习者的能力水平是否需要采取干预措施。

4.3 可视化反馈实现理解决策结果

可视化反馈的目的在于对干预方案制定依据的呈现,帮助师生、家长等利益相关方探究干预方案与能力发展之间的因果关系。从反馈内容上说,可视化反馈应囊括能力各维度的水平,含各指标在能力范围中的水平等级,以实现能力表征的细化;从反馈周期来看,应根据能力评价的密度动态更新评价结果,实现对能力干预过程的持续跟踪与监测,提高评价的反馈质量。

5 ASD儿童模仿能力智能化评价

本研究以模仿能力为例,开展了人工智能赋能ASD儿童能力评价的初步实验。模仿能力是接受教育进行复杂学习所必需的基本技能,是学习社会互动能力、形成社会认知等一切生活技能的必要前提^[25],对于ASD儿童来说,模仿能力不足会影响教育干预的有效性。然而,模仿能力的评价常以照料者填写量表或专家观察儿童行为的形式为主,根据模仿结果定性评价其能力水平,忽略了个体差异性,挖掘过程性数据对模仿能力精细评价有助于解释儿童模仿能力水平的个体差异,从而为模仿能力的精准干预提供依据。

5.1 模仿能力理论模型

本研究根据模仿能力的发生过程、影响因素的理论假说等构建了模仿能力的理论模型,将其划分为视觉注意、运动能力和视觉运动整合3个维度,如表1所示。

根据ASD儿童评估量表设计模仿实验,即本研究的任务模型,实验招募了50名4~6岁模仿能力不足的ASD儿童和典型发展儿童各25名,两组儿童在性别、年龄上不存在显著差异。先播放教学视频(由抬起右手与肩部同高、举起右手高过头部位置、举起右手至左肩位置3个动作组成),观察儿童的模仿动作,实验过程中记录其眼动数据、运动数据。

5.2 可解释的量化指标体系

为实现模仿能力的量化解,以行为数据量化表征模仿能力水平。首先,对理论模型中各维度进行建模,构建细化指标,量化表征视觉注意、运动能力、视觉运动整合能力,如表1所示,每项指标具体到行为数据,如运动能力表征为其动作模仿的准确程度,以动力学指标的偏差表现个体差异。本研究使用熵权法和层次分析法估计视

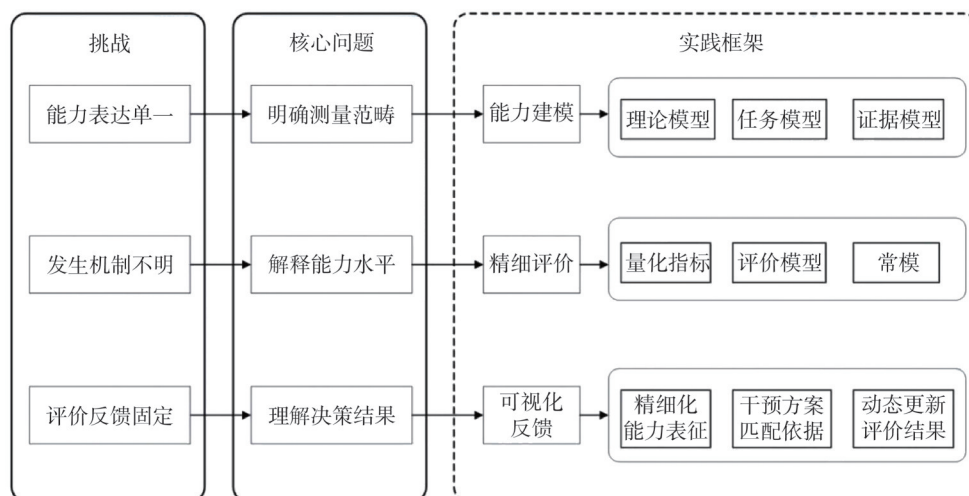


图1 人工智能赋能ASD儿童能力评价的实践框架

表1 模仿能力量化表征关联指标体系

一级指标	二级指标	关联量化指标
模仿能力	视觉注意	脸部注视时间占比
		儿童注视演示者脸部区域在整个播放时间的占比
		动作注视时间占比
	运动	儿童注视演示者动作区域在整个播放时间的占比
		共同注意正确率
		儿童在所有共同注意实验中正确回应的次数占比
		运动路程偏差
	视觉运动整合	儿童关节点轨迹长度与演示者轨迹长度的偏差
		运动时间偏差
		儿童关节点运动时间与演示者运动时间的偏差
		运动速度偏差
	精细动作	儿童关节点运动速度与演示者运动速度的偏差
		运动幅度偏差
		儿童关节点运动最大幅度与演示者最大幅度的偏差
	手眼协调	手眼相关系数
	视觉感知	游戏效率
	精细动作	双点触摸屏时指间距离

觉注意、运动能力和视觉运动整合3项能力在模仿能力量化表征中的权重。

5.2.1 熵权法 使用熵权法^[26]对注视时间占比和共同注意进行视觉注意水平估计。分别对注视时间占比和共同注意正确率进行归一化处理,计算其信息熵,并最终得到各自的权重,视觉注意表示公式 $V=0.501 \times A+0.499 \times J$ 。其中,V代表视觉注意,A代表注视时间占比,J代表共同注意。

5.2.2 层次分析法 采用层次分析法(the analytic hierarchy process,AHP)^[27]确定视觉注意、运动能力和视觉运动整合能力的权重值实现对模仿能力水平的估计。本研究邀请10名专家对视觉注意、运动能力和视觉运动整合能力3项能力进行重要程度打分,打分采用1~5标度法,计算平均值后得到3阶判断矩阵,计算权重得到模仿能力量化评价模型。如以下公式所示,其中,V代表视觉注意,M代表运动能力,I代表视觉运动整合能力。 $Imitation=0.306 \times V+0.428 \times M+0.266 \times I$ 。

最后,在确定各项子维度能力的权重值后,需确定模仿能力、视觉注意、运动能力和视觉运动整合能力指标的常模范围,以衡量儿童的模仿能力及各项子维度能力是否需要匹配干预方案。本研究属于小样本的初步实验,以模仿能力不足和模仿能力完好人群进行群组对比,确定各项能力的取值范围。首先,结合专家定性诊断的模仿能力完好与不足确定模仿能力的临界值,同时检验机器学习分类的准确率为83.6%。其次,共同注意的正常水平范围由计算机视觉算法识别的头部转向角度,允许儿童存在相对演示者头部转向角度的15°偏差;脸部注视时间占比以[21.1,38.2]、[10.2,21.1)为典型与非典型水平;动作注视时间占比以[33.9,43.3]、[36.3,50.4)为典型与非典型水平。再次,运动能力基于4项动力学指标智能融合后得到取值范围[0.16,0.21]、[0.21,0.66)对应为典型与非典型水平。最后,视觉运动整合能力由视觉感知、手

眼协调和精细动作融合后的取值范围[0.886,0.922)、[0.604,0.886)对应典型与非典型水平。

5.3 ASD儿童模仿能力的可视化反馈

可视化反馈旨在向用户呈现儿童的能力水平,以精细评价的结果呈现能力异常的溯因推理,并附送干预方案建议。本研究使用雷达图呈现被试儿童的模仿能力水平,呈现模仿能力的各维度,并给出相应的干预方案建议。

6 总结

人工智能赋能的ASD儿童能力评价有望突破传统评价中存在的以结果定性评价能力水平现状,构建可解释的量化指标体系,体现数据表征与能力水平的映射关系,实现能力模型从预测模型到测量模型的转变。为此,研究以辨识能力水平、归因能力异常和理解干预决策为目标,提出明确测量范畴,解释能力水平和理解决策结果3个核心问题,确立了能力建模-精细评价-可视化反馈的实践框架,最后以模仿能力的智能化评价为案例,验证了该实践框架的可行性。本研究提出的人工智能赋能能力评价实践框架弥补了当前能力评价为预测模型的不足,为推动人工智能赋能能力评价的进一步探索提供借鉴。本研究尚存在不足,如在模仿能力的智能化评价案例中,仅以初步实验数据阐释了各指标的取值范围,具体实践中应开展大样本实验确定各指标常模。

参考文献

- [1] 曹培杰,王阿习.新一代数字技术何以赋能教育评价改革[J].人民教育,2023,(20):30-32.
- [2] 陈丽.智能技术支撑学生综合素质评价:改革与创新[J].现代教育技术,2023,33(12):5-13.
- [3] 陈靓影,张凯,杨宗凯.人机交互式孤独症儿童语言能力动态评估研究[J].电化教育研究,2023,44(10):48-53,86.
- [4] 刘三牙女,李卿,孙建文,等.量化学习:数字化学习发展前瞻[J].教育

- 研究,2016,37(7):119-126.
- [5] 杨丽萍,辛涛.人工智能辅助能力测量:写作自动化评分研究的核心问题[J].现代远程教育研究,2021,33(4):51-62.
- [6] 闫志明,朱友良,刘方媛.新一代信息技术支撑的教育评价:价值诉求、现实问题与建设进路[J].现代教育技术,2022,32(11):34-41.
- [7] 黄荣怀,刘黄玲子,李向荣.计算机辅助评价的发展趋势[J].电化教育研究,2002,(5):15-21.
- [8] 胡小勇,许课雪,张纓斌.面向教师画像的能力精准测评和可视化呈现[J].中国电化教育,2024,(1):104-110.
- [9] 冷静,都洋岚.中小學生批判性思维测评游戏的设计与评价——以“星球历险记”游戏为例[J].现代教育技术,2022,32(7):40-47.
- [10] Lee K, Junghans BM, Ryan M, et al. Development of a novel approach to the assessment of eye-hand coordination [J]. Journal of Neuroscience Methods, 2014, 228: 50-56.
- [11] Panzarella K, Walmsley A. Assessing our assessments: Paper vs. computer[J]. Phi Delta Kappan, 2025, 106(7-8): 17-21.
- [12] Zhao R, Zhuang Y, Zou D, et al. AI-assisted automated scoring of picture-cued writing tasks for language assessment[J]. Education and Information Technologies, 2023,(6):7031-7063.
- [13] Solera E, Menasalvas E, Martín M, et al. Evaluating Competency Development and Academic Outcomes: Insights from Six Semesters of Data-Driven Analysis[J]. Education Sciences, 2025, 15(4): 513-513.
- [14] 刘耀辉,徐慧颖,陈琦鹏,等.基于过程数据的问题解决能力测量及数据分析方法[J].心理科学进展,2022,30(3):522-538.
- [15] 袁建林,刘红云.合作问题解决能力测量:真实性与过程性评价视角[J].电化教育研究,2022,43(5):100-108.
- [16] 吴澜,余胜泉,骅扬,等.面向学生过程表现的协作问题解决能力评估研究[J].中国电化教育,2022,(7):87-96.
- [17] 王一岩,郑永和.可解释学习者建模:价值意蕴与应用图景[J].现代远程教育研究,2023,35(5):96-103.
- [18] 王巍,闫寒冰.能力精准测评何以可为?——以研训者数据领导力测评实践为例[J].现代教育技术,2024,34(8):112-122.
- [19] 郑娅峰.智能技术赋能虚拟科学探究学习过程评价与适应性反馈研究[J].电化教育研究,2024,45(3):99-105.
- [20] Cai Z, Gui Y, Mao P, et al. The effect of feedback on academic achievement in technology-rich learning environments (TREs): A meta-analytic review[J]. Educational Research Review, 2023, 39: 100521.
- [21] 杨文阳,杨益慧.聚焦可解释性:知识追踪模型综述与展望[J].现代教育技术,2024,34(5):53-63.
- [22] 陈昂轩,贾积有.可解释性人工智能有助于提升自适应学习的学习效果吗?——基于29项实验与准实验的元分析[J].现代教育技术,2024, 34(10):92-102.
- [23] 李刚,赵佳琦,郑泽琳.面向未来的下一代评估设计——基于OECD《创新评估以测量与支持复杂能力》报告的思考[J].开放教育研究, 2023,29(6):34-41.
- [24] 王巍,闫寒冰.能力精准测评何以可为?——以研训者数据领导力测评实践为例[J].现代教育技术,2024,34(8):112-122.
- [25] 魏予昕,王志丹,周睿,等.自闭症儿童与普通儿童模仿能力的比较研究[J].中国特殊教育,2019,(10):26-33.
- [26] 陈靓影,罗珍珍,徐如意.课堂教学环境下学生学习兴趣智能化分析[J].电化教育研究,2018,39(8):91-96.
- [27] 陈曦.基于层次分析法和聚类分析法的高等教育自学考试多元评价模型探析[J].中国考试, 2021,(3):15-21.

收稿日期 2025-11-07

责任编辑 赵 倩

郑重声明

近日,互联网出现《中国听力语言康复科学杂志》假冒投稿网站,该网站使用本刊名称、封面等信息,诱使作者通过该网站提供的在线投稿通道和联系方式进行投稿,进而骗取作者的审稿费、版面费。这一行为严重侵害了本刊和广大作者的权益。本刊将保留以法律途径追究假冒网站责任方的权利。

在此,本刊郑重声明:《中国听力语言康复科学杂志》唯一在线投稿网址:www.chsr.cn,我刊没有委托任何第三方网站或机构协助征稿及收取编辑审稿费用。投稿前请拨打编辑部电话进行确认。联系电话:010-84639344,谨防受骗。

特此声明。

《中国听力语言康复科学杂志》社有限责任公司