

人机智能协同的精准学习干预:动因、模型与路向

武法提, 高姝睿, 田浩

(北京师范大学 教育技术学院, 北京 100875)

[摘要] 智能时代孕育了新一轮的教育变革, 规模个性化人才培养成为当下的教育诉求与实践难题, 而精准学习干预则是破解上述难题的有力手段。通过分析学习干预相关的理论与实践现状, 发现学习干预在各实施环节上均面临一定挑战, 制约了精准学习干预的推进。文章认为, 将人类智慧与机器智能有机融合方为实现精准学习干预的可行之道, 因此, 构建了兼具整体性、结构性、动态性的人机智能协同的精准学习干预模型。该模型以学习者多模态数据采集为基础, 采用机器智能与专家经验协同决策的方式实现问题诊断、策略匹配、策略实施、效果验证等四个主要环节, 各个环节在干预系统中各司其职, 构成指向精准学习干预的闭合回路。在未来的相关研究与实践中, 需在分析模型构建、问题成因追溯、干预机制分析、实证研究设计等方面进一步探索, 以推动学习干预精准化实现。

[关键词] 精准学习干预; 人机智能协同; 学习分析; 模型构建; 人工智能

[中图分类号] G434

[文献标志码] A

[作者简介] 武法提(1971—), 男, 山东郓城人。教授, 博士, 主要从事智能学习系统设计研究。E-mail: wft@bnu.edu.cn。

一、引言

快速发展的人工智能技术是引领新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力, 推动人类社会迎来人机协同、跨界融合、共创分享的智能时代^[1]。2019年, 中共中央、国务院印发的《中国教育现代化 2035》指出, 应“利用现代技术加快推动人才培养模式改革, 实现规模化教育与个性化培养的有机结合”^[2]。可见, 技术创新已成为教育变革的内生变量, 驱动标准化的工业社会人才培养模式向个性化的信息社会人才培养模式转变^[3], 也使得我国教育领域的主要矛盾由严重短缺的优质教育资源同人民群众日益增长的高质量教育需求之间的矛盾, 转变为灵活的、优质的、个性化的、终身的教育需求同落后的教育供给体系和教育服务模式之间的矛盾^[4]。因此, 如何充分发挥科学技术在创新教育供给与教育服务模式中的核心作用, 实现规模化、个性化人才培养已成为智能教育时代的关键议题。

当前, 我国已解决了教育的规模化问题, 但对于个性化人才培养的关注力度仍然不够。而作为重要的

学习支持服务, 学习干预则是破解规模个性化教育难题的有效举措。学习干预是指立足于学习者在学习过程中出现的各种问题, 针对每位学习者的具体学习状态而实施的各种支持性策略和指导性活动的综合^[5-6]。在学习分析技术的支持下, 通过收集学习者在不同场景下的多维数据, 可以诊断学习者存在的学习问题, 如学习绩效不佳、学习投入不足、注意力涣散、自我效能感低下等, 进而为不同类型的学习者提供科学化、差异化的决策支持^[7-9], 学习干预的个性化程度得以有效提升, 不断向精准化迈进。然而, 学习干预在理论与实践仍存在诸多问题, 阻碍了学习干预精准化的进程。因此, 分析学习干预难以精准实施的现实挑战, 在此基础上构建人机智能协同的精准学习干预模型并明确其实现路向, 显得尤为重要。

二、学习干预面临的挑战

学习干预的生命周期大致可分为问题诊断、策略匹配、策略实施、效果验证等四个环节, 通过对学习干预相关研究的分析与对“智慧学伴”“智学网”“考拉阅

读”等典型智能学习平台的调研发现,学习干预在上述四个环节均存在一定问题,阻碍了精准学习干预的实现。

(一)问题诊断:忽视对学习者的全面客观的剖析

在对学习者的问题进行诊断时,往往将学习者在学习过程中表现出的状态或行为作为诊断依据,但由于学习者是复杂独特的,不同学习者在表现出同样的状态时,其出现的问题可能不尽相同,因此,忽略对学习者的本质特征与认知发展水平的分析会降低问题诊断的精准度。此外,学习者的认知风格、学习兴趣、心理与情感状态等特征具有多维性、复杂性的特点,而在当前的智能学习平台中,对于这类学习者特征多是基于问卷、访谈等传统方式进行测量分析,这些方法具有一定的主观性,且并非适用于全部年龄段,而借助过程性数据、基于学习者模型进行科学表征的方法尚未全面在智能学习平台中应用,制约了对学习者全面客观的剖析^[10]。

(二)策略匹配:难以挖掘表层之下的根源问题

在目前的理论研究与实践应用中,多是针对发现的问题直接匹配干预,例如:通过诊断发现学习者绩效欠佳,便匹配资源推荐、指导建议等提升绩效的干预^[9,11];发现学习者存在拖延问题,便采取进度可视化、弹窗提醒等方式杜绝拖延^[12]。这种“头痛医头、脚痛医脚”的干预方式只关注到了学习者暴露出的表象问题,未明确其实际症结所在。学习是一个复杂的过程,当学习者出现问题时,明确问题产生的根本原因才能“对症下药”。例如:分析显示学习者出现了学习危机,这可能是由于知识内容难度超出了学习者的能力水平,抑或是学习者的注意力不够集中;若是后者,则造成该现象的原因可能是学习者情绪不佳,也或许是学习材料的设计容易分散注意力。只有基于学习者的学习发生机制深入挖掘并准确诊断表象之下的根源问题,才能有的放矢地匹配干预,高效解决学习者存在的问题。

(三)策略实施:缺乏对干预策略属性的精细设计

在实际应用中,干预策略的可选种类存在较大局限,分析模型及技术支持的限制使得许多干预策略仅停留在理论研究层面,在应用时只能选择其他干预予以代替,制约了策略的精准实施。同时,学习干预多被认为是一种独立实施的策略,即在发现问题、完成策略匹配后直接推送给学习者,并未对干预策略的具体属性(如干预实施的对象、时机、强度、频率等)进行考量与设计,这会在一定程度上影响干预实施的精准度。对于干预对象,学习平台中多是针对学习者个体

的个人干预,鲜有面向学习者整体的群体干预以及针对同质群体的小组干预^[13];对于干预时机,多数干预策略在问题出现后立即实施,未给予学习者进行自我调节、深入思考的时间,容易造成学习者对干预的依赖,导致学习者在学习活动中的主体地位出现阶梯式消解,从而弱化其自身的创新动力与自我调节学习能力^[14];对于干预强度,多数智能学习平台的假设是“学习成绩不佳的学生更需要补习”^[15],即薄弱生往往会获得强度更高、数量更多的干预措施,但薄弱生的学习进度本就落后于其他同伴,又需要花费更多时间与认知资源接受比他人更多的干预策略,难免会增加其学习焦虑,干预效果反而适得其反;对于干预频率,针对不同程度问题的干预频率应有所不同,且干预若过于频繁同样会增加学习者的认知负荷、学习焦虑或形成对系统干预的依赖^[16],而干预频率过低则会影响干预的有效性。

(四)效果验证:研究与实践的证据支撑不足

在目前的研究与实践中,干预策略实施后的效果验证与优化大多被忽略。在实证研究中,研究者往往设计多种干预策略,在进行策略检验时仅分析干预策略实施后的整体效果,而未详细分辨每一种策略的有效性,很容易得出“施加干预的实验组的学习效果较对照组有显著提升”这类常识性结论,研究结论难以证明干预策略匹配的准确性。同时,现有研究中涉及的实验对象多限定在某门课程或某个班级中,且实验对象人数较少,容易影响研究结论的科学性与可推广性。另外,有研究提出,施加干预后学习者自觉压力过大、情绪降低^[17],因此,干预实施后的相关连锁反应与学习者接受度等同样需被纳入效果验证,以确保干预的精准化实施。

三、人机智能协同的精准学习干预模型

通过分析学习干预面临的挑战可知,精准学习干预需要基于对学习者的准确诊断与解释,从而实施最为适切的干预,而单纯依靠人工智能或人类经验均无法实现,因此,将人类智慧与机器智能有机融合方为实现精准学习干预的必由之路。

(一)人机智能协同理念

随着人工智能的飞速发展,机器可以帮助人类更为科学理性地分析问题,并自动化、模块化地解决问题^[18],这在极大程度上增强了人类决策的科学性。但人工智能仅适用于执行规则明确的、定义清晰的任务^[19],其缺少人类发现与解释问题的能力以及人类特有的社会属性与心理属性^[20]。故而在面向人类能力培养与

灵魂塑造的教育领域中,机器无法完全替代人类;同样,人类也难以达到机器处理问题的效率与精度。正如在学习干预中,机器善于广泛收集学习者的数据,并通过学习分析技术对学习者的全面深入的剖析诊断,为干预的选择与实施提供目标,但机器智能无法发现并解决新问题,机器社会属性和心理属性的缺失也难以直接实施涉及人类情感、态度、价值观等软知识的干预与指导^[21],因此,机器实施的多为消息提醒、资源推荐、路径规划等个性化程度不高的浅层干预^[22];人类教师则可以基于其教学经验与人本特征,实施策略引导、归因对话、任务设计等个性化、深层次的干预,教师的指导作用无法被机器替代,但由于教师精力有限,难以针对大规模学习者完成个体的问题诊断与干预实施。因此,独立的人类或机器均不能实现兼具规模化、个性化、精确化的学习干预,唯有通过人机交互实现人类智能与机器智能的有机融合,即“人机智能协同”,达到人机优势互补的新生态,构建人机智能协同的干预机制,最大限度地将机器智能高效计算、准确诊断、规模实施的优势与人类智慧个性化、人性化的特征有机融合,才是实现精准学习干预的有效途径^[18]。

(二) 人机智能协同的精准学习干预模型构建

基于人机智能协同理念,本研究构建了精准学习干预模型,如图1所示。在伴随式采集学习者多模态数据的基础上,采用人机智能协同的方式,进行学习问题的诊断与问题成因的溯源;根据诊断结果进行干预策略匹配;基于场景变化调整干预的实施对象与实施方式,完成干预策略实施;而后检验干预实施效果,进行干预策略修正。由此构成人机智能协同的精准学习干预的闭合回路。

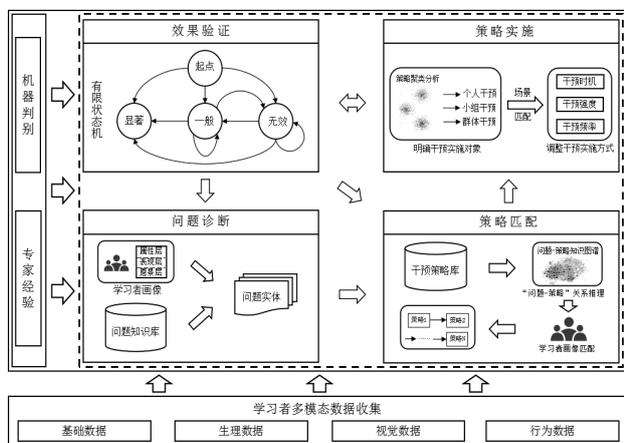


图1 人机智能协同干预机制框架

1. 学习者多模态数据的伴随式采集

多模态数据的获取与采集是全面刻画学习者、实

现精准学习干预的基础。保罗·布利施泰因(Paulo Blikstein)和马可·沃斯利(Macro Worsley)在研究中将多模态学习分析划分为文本分析、话语分析、笔迹分析、草图分析、动作和手势分析、情感状态分析、神经生理标记分析、眼睛凝视分析、多模态整合和多模态界面分析等九个范畴^[22],结合学习者的性别、年龄、家庭背景等基本信息,可将多模态数据源分为以下四类:基础数据,即学习者的个人基本信息、学习风格、学习基础等数据,可通过表单或量表获得,并采用区块链技术将学习历程数据进行全面梳理与规范化存储;生理数据,即学习者的心率、脑波信号、皮肤电信号等神经生理数据,多通过可穿戴设备完成采集;视觉数据,即学习者的面部表情、身体姿态等数据,可通过摄像头进行采集;行为数据,包含学习者的动作、笔迹、学习者之间对话等物理空间中的行为以及在线学习日志等线上学习行为等,可通过摄像头、点阵笔等设备采集物理空间中的行为数据,并通过网络学习空间采集线上学习行为数据。通过统一的数据标准体系,实现多源数据的共享与整合^[10]。

2. 基于学习者画像的学习问题诊断

精准诊断问题的前提是对学习者进行全面、准确、实时的刻画,因此,构建学习者画像是实现精准问题诊断的基础。为了能为学习者提供个性化的适性服务,学习者的个体特征、个人表现、个人发展等应引起关注^[23],故而学习者画像的构建可以从三个层面入手:属性层,即学习者的个体特征,如年龄、性别、学习风格、学习兴趣、学业基础等,此类数据多为稳定的结构化数据,可基于表单或量表获取相关数据,同时辅以实时监测数据进行更新;表现层,即学习者在学习过程中的实时表现,如知识点掌握情况、学习情绪、学习行为模式等,此类数据多为非结构化数据且处于动态变化状态,主要基于学习者的多模态数据来挖掘、分析其学习状况;愿景层,即学习者的个人发展愿景,如课程目标、个人发展目标等,此类数据同样是通过表单来获得的结构化数据。基于属性层的个人特质,以愿景层为目标,结合表现层的实时状态数据,建立对应的问题诊断模型,便可判断学习者当前存在的学习问题及问题程度。

在复杂的学习场景中,不同学习者遇到同一学习问题的成因不尽相同,且大多数问题也并非由单一原因导致,为了准确进行问题归因,为精准策略匹配提供有效支持,构建能推理学习者问题成因的问题知识库便成为必由之路。首先,以学习者画像中的属性层为依据,对学习者的进行聚类;其次,基于学习者画像明

确其问题程度;最后,基于理论研究成果选择可能导致该程度问题的主要成因,采用基于贝叶斯网络的建模方法确定造成该问题的各个因素,并通过多元回归分析实现各因素的影响程度判断,从而形成问题知识库(如图2所示)。

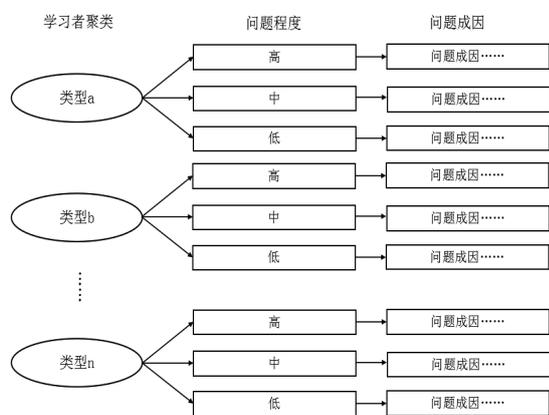


图2 问题知识库框架

明确相应问题的成因后,便可生成完整的问题实体表示。问题实体主要包含五个属性,可表示为 $Q=\langle q_n, q_s, q_t, q_r, q_c \rangle$,其中 q_n 表示该问题的名称, q_s 表示该问题隶属的场景分类, q_t 表示该问题出现的时间, q_r 表示该问题的量化等级, q_c 则表示该问题的主要成因。为了保证问题诊断结果的可靠性和精准度,可在机器诊断的基础上引入人的经验进行决策,即机器完成问题诊断后,对诊断结果进行置信度评价,与人类专家预设的置信度阈值进行比较,若低于阈值,则将诊断结果反馈给教师或者专家进行协同诊断与反馈修正,同时将修正的结果反馈给机器进行新一轮的数据训练与验证。

3. 基于知识图谱的干预策略匹配

实现精准策略匹配的前提是具备全面、完善的干预策略库,可采用基于众包技术的数据标注方法,综合考虑干预策略特性与作用机制,对干预策略实体进行标注,从而形成干预策略库。干预策略实体主要包含七个属性,可表示为 $S=\langle s_n, s_s, s_c, s_t, s_r, s_f, s_m \rangle$,其中, s_n 表示该策略的名称, s_s 表示该策略隶属的场景分类, s_c 表示该策略隶属的策略类型(包含学情反映类、诊断提示类、建议引导类、学习内容类及社会支持类等五类), s_t 表示该策略的实施时机, s_r 表示该策略的实施强度, s_f 表示该策略的实施频率, s_m 表示该策略的实施方式(包含人工干预、机器干预、人机协同干预三类)。基于此,明确问题与策略间的关联关系,并基于深度强化学习进行融合,以形成“问题—策略”知识图谱。

在形成知识图谱后,可根据问题实体的各个属性

与学习者的个人属性推理计算出对相应问题最具针对性、最适宜学习者的干预策略,以实现精准的干预策略匹配。将问题置于“问题—策略”知识图谱中进行关系推理,得出与问题关联的干预策略链集;结合学习者画像进行匹配计算,筛选出与学习者个人特质关联度最高的干预策略链,得出与学习者最为适配的最优策略链;同样引入人机协同的决策方式,将置信度较低的策略链,反馈给教师或专家进行协同修正。

4. 基于场景匹配的干预策略实施

在真实的学习过程中,学习场景是动态变化的,因此,在明确最优干预策略后,干预的实施应随场景的变化而不断调整。首先要明确干预策略的实施对象,采用聚类分析方法对“策略匹配”环节生成的策略链进行聚类,划分具有相同干预策略链的学习者群体,根据群体规模与场景需求判断相应策略的实施对象,即采用个体干预、小组干预抑或群体干预的方式。例如,通过聚类分析发现班内大多数学生需接受学习策略调整的干预,教师便可调整其课程教学设计,从而选择群体干预的方式完成干预。之后根据当前场景调整干预策略的实施时机、实施强度、实施频率等实施条件,按照策略链顺序依次完成干预策略实施。

5. 基于有限状态机的干预效果验证

建立干预效果的验证与修正机制是实现精准学习干预的保障,可基于有限状态机的思路判断干预策略的实施效果,明确修正方法。有限状态机是指拥有有限数量的状态,每个状态可以迁移到零个或多个状态,通过查表法决定执行哪个状态的迁移。依据有限状态机的思路,将干预效果设定为显著、一般、无效三种状态,根据干预效果的状态迁移明确相应的修正方法:若当前策略实施后干预效果达到显著状态,则跳出该策略链,返回“问题诊断”环节继续监控学习者;若干预效果为一般状态,则回溯至“策略实施”环节,调整当前策略的实施对象及实施条件,而后继续实施该策略,直至干预效果变为显著状态或者无效状态;若干预效果为无效状态,则依序实施策略链中的下一个策略,若已到达策略链尾节点且干预效果依然处于无效状态,则判定该策略链无效。

针对无效的干预策略链,可首先回溯至“策略匹配”环节,由教师和专家介入修正当前策略链,形成新的策略链并实施;若干预效果为显著状态,则将修正后的干预策略更新到“问题—策略”知识图谱中,并返回“问题诊断”环节继续监控学习者;若更新后该策略链依然无效,则回溯至“问题诊断”环节,对问题诊断模型进行参数修正,同时依据学习者的自我报告、专

家与教师经验修正问题成因判断,更新学习者的问题实体属性,之后根据更新后的问题重新匹配策略并实施,直至效果为显著状态,并将修正后的问题更新到“问题知识库”中,返回“问题诊断”环节继续监控学习者。

(三) 人机智能协同的精准学习干预模型特点

上文已经提到,在目前的研究与应用中,“学习干预”多被视作学习过程中的单一环节,即是针对学习者出现的问题采取的一种解决措施。在如此观念之下,干预形式的多样化、干预效果的检验等都难以引起关注,干预措施实施后的精准度及有效性难以保证。人机智能协同的精准学习干预模型则是将学习干预视为完整的系统工程,采用系统观的观点看待干预,注重学习干预的整体性、结构性与动态性。

1. 整体性

系统的整体性体现为系统整体与部分、部分与部分、系统与环境相联系的统一性与有机性,强调整体的作用大于部分之和。科学完整的学习干预应基于对学习者的全面数据收集,准确判断问题并施加干预,干预后需对干预效果进行检验优化。人机智能协同的精准学习干预模型则是由干预问题诊断、干预策略匹配、干预策略实施、干预效果验证等环节构成的闭环系统。各环节在干预系统整体中各司其职、缺一不可,共同作用才能确保准确的学习干预需求定位、策略匹配与效果检验,进而实现完整且精准的学习干预。

2. 结构性

系统的结构性是指系统中的各个组成要素相互联系、相互制约。在精准学习干预模型中,发挥独特功能的各个环节协调配合,共同完成学习干预。其中,学习者多模态数据收集是精准学习干预实施的前提,基于大数据精准剖析学习者才能明确其问题根源,并实施最切合有效的干预;干预策略匹配是精准学习干预实施的根本,在全面考虑各类干预形式的同时,干预的内容、时机、强度、频率也应进行考量,最大限度地提升干预的精准度;干预效果验证是精准学习干预实施的保障,依据实施后的检验效果判断是否已解决问题,进而决定是否需要调整策略。

3. 动态性

系统的动态性强调通过要素、系统和环境三者之间的相互联系和作用来不断反馈、调节、控制和更新系统^[24]。精准学习干预模型的动态性主要体现在两点:其一,对学习者的动态监测,持续关注学习者,基于其实时状态调整干预各环节的进行,从学习者实际情况出发才是精准干预的可行之道;其二,“干

预效果验证”环节的反馈调节作用,每位学习者都有其独特性,基于先前研究结论或实践经验得出的普遍有效的干预措施未必适用于每位学习者,因此,在实施干预措施后,应基于实施效果调节学习干预系统的其他环节,即结合问题解决的程度与学习者状态判断是应调节干预实施的时机、强度与频率,还是更改干预策略的形式与内容,抑或重新进行问题诊断,明确问题诊断是否有误。

四、精准学习干预的实现路径

为了确保人机智能的有效融合,实现人机智能协同的精准学习干预,真正推动学习干预走向精准化,未来在研究与实践中仍需进一步探索。

(一) 构建分析模型,准确表征问题

当前的智能学习平台在对学习者进行问题诊断时,多是基于单维数据的分级判断,或是对数据的简要统计分析,缺乏面向不同学习者、不同场景的深度剖析,并未充分挖掘海量数据中的信息价值,从而难以对相应问题进行科学准确的等级量化,对生成问题实体造成了一定困难。因此,未来需关注“学习者问题是怎样的”,首先应了解学习者的认知发展规律,可借助认知神经科学的方法与手段,在经典教育理论的基础上深入剖析人的认知发展过程,并基于相关理论指导与研究成果选择恰当表征问题的特征,构建科学有效的学习分析模型,揭示数据背后隐藏的意义,准确判断学习者出现的问题类型及等级,为后续干预策略的匹配与实施提供准确目标。

(二) 追溯问题根源,助力策略匹配

准确的问题归因是精准匹配干预策略的前提,目前对学习者的归因多是基于访谈或问卷来完成,但由于不同场景中教育主客体、教学环境、教学内容、教学媒介之间的相互作用以及关系是不同的,仅通过访谈与问卷的形式归因难以保证结论的科学性。因此,在未来的研究中应关注“学习是如何发生的”,即探析教与学的客观规律,将研究从实验室环境逐渐转向真实的学习场景,并利用认知科学、神经科学、心理学、信息科学、复杂性科学等理论和方法多角度解析教学规律^[25],明确不同学习问题的成因,为面向不同场景、不同问题的学习干预策略精准匹配提供理论支持。

(三) 探究干预机制,改进策略实施

由于干预策略的性质各有不同,其解决问题均有独特的工作方式,但目前的相关研究并不多见。因此,未来研究中也应着重探析“干预策略是如何奏效的”,即明确干预策略的作用机制。例如,个性化提示策略虽

可以有效引导学习者进行自我监控与自我反思,但若在学习者尚未取得任何进展时频繁提示其查看学习结果,不但不能激起其学习动机,反而会造成焦虑,产生负向的干预效果^[6]。此外,部分策略的干预效果并非立刻显现,其具有滞后性,需充分考虑策略的起效时间。因此,在研究中应加强对干预策略作用机制的探究,以明确干预策略的最佳实施时机、强度与频率。

(四)完善研究设计,明确干预效果

实证研究设计的局限性制约了研究结论的应用价值,因此,有关学习干预实证研究的研究设计应进一步予以完善,以明晰“干预效果是怎样的”。其一,在研究思路方面,应着重探索每一种干预策略的具体应用效果,例如,对比不同干预措施的实施效果,明确每项干预措施的学习效果优化指向,并将学习者对干预措施的接受度、满意度等纳入效果验证指标;其二,在研究方法上,为了明确解决某个问题的有效干预策略,应考虑采用可探究多个自变量与某因变量关系的方法,例如,采用多元线性回归,挖掘可预测某种问题解决的干预策略最优组合,或采用结构方程模型,清

晰分析单个干预策略与相应问题之间的关系;其三,在被试的选择上,补充被试层次,将学龄前学习者、K12学习者、职业教育学习者等纳入考量,同时扩大被试数量,以确保研究结论的科学性与说服力;其四,在研究周期上,将不同干预策略的起效时间作为研究设计的重要依据,根据干预策略的作用周期设定实验时间,科学明确干预的实施效果。

五、结 语

智能教育的典型场景是精准教学与个性化学习,精准学习干预作为二者同频共振的交汇点,是实现规模个性化人才培养、创新优质服务的重要途径。随着技术的发展,大数据、人工智能等信息技术的支持使得学习干预逐渐兼具个性化与全面性,但其依然难以达到精准化的标准。人工智能与人类智慧均有其“天花板”,将二者融合方为实现精准学习干预的可行路径。未来研究者应关注人机智能协同理念,并基于人机智能协同的精准学习干预模型研发智能学习平台,助力学习干预的精准施策。

[参考文献]

- [1] 新华社.习近平向国际人工智能与教育大会致贺信[EB/OL].(2019-05-16)[2021-10-20].http://www.xinhuanet.com/politics/leaders/2019-05/16/c_1124502111.htm.
- [2] 中共中央,国务院.中国教育现代化 2035[EB/OL].(2019-02-23)[2021-10-27].http://www.gov.cn/xinwen/2019-02/23/content_5367987.htm.
- [3] 郑永和,王杨春晓,王一岩.智能时代的教育科学研究:内涵、逻辑框架与实践进路[J].中国远程教育,2021(6):1-10,17,76.
- [4] 中华新闻网.教育专家:中国教育的主要矛盾已发生转变[EB/OL].(2017-11-15)[2021-10-20].http://www.edu.cn/zhong_guo_jiao_yu/zong_he/zong_he_news/201711/t20171115_1566602.shtml.
- [5] 陈珊.促进问题解决的学习干预设计与应用研究[D].上海:华东师范大学,2014.
- [6] 李彤彤,黄洛颖,邹蕊,武法提.基于教育大数据的学习干预模型构建[J].中国电化教育,2016(6):16-20.
- [7] 周媛,韩彦凤.混合学习活动中学习者学习投入的研究[J].电化教育研究,2018,39(11):99-105.
- [8] 胡航,李雅馨,曹一凡,赵秋华,郎启娥.脑机交互促进学习有效发生的路径及实验研究——基于在线学习系统中的注意力干预分析[J].远程教育杂志,2019,37(4):54-63.
- [9] 刘红霞,赵蔚,李士平.学习分析视角下学习设计对大学生学业自我效能的影响研究——兼论学习设计与学习分析的一致性[J].现代远程教育,2017(5):58-65.
- [10] 晋欣泉,姜强,赵蔚.网络学习空间中学业预警及干预研究:态势、关键问题及创新应用[J].现代教育技术,2021,31(6):79-87.
- [11] 魏雪峰,崔光佐.小学数学学习困难学生“一对一”认知诊断与干预研究[J].电化教育研究,2016,37(2):75-81.
- [12] LONG P D, SIEMENS G. Penetrating the fog: analytics in learning and education[J]. Educause review, 2011,46(5):31-40.
- [13] 尤佳鑫,孙众.云学习平台大学生学业成绩预测与干预研究[J].中国远程教育,2016(9):14-20,79.
- [14] 李建中.人工智能时代的知识学习与创新教育的转向[J].中国电化教育,2019,387(4):10-16.
- [15] 汪琼,李文超.人工智能助力因材施教:实践误区与对策[J].现代远程教育研究,2021,33(3):12-17,43.
- [16] 殷宝媛,武法提.学习习惯在线干预的原理与模型设计[J].电化教育研究,2019,40(12):72-79.
- [17] 张家华,邹琴,祝启庭.学习分析视角下在线学习干预模型应用[J].现代远程教育研究,2017(4):88-96.
- [18] 黄涛,龚眉洁,杨华利,王涵,张晨晨.人机协同支持的小学语文写作教学研究[J].电化教育研究,2020,41(2):108-114.

- [19] 郑勤华,熊潞颖,胡丹妮.任重道远:人工智能教育应用的困境与突破[J].开放教育研究,2019,25(4):10-17.
- [20] 朱永海,刘慧,李云文,王丽.智能教育时代下人机协同智能层级结构及教师职业形态新图景[J].电化教育研究,2019,40(1):104-112,120.
- [21] 赵勇.未来,我们如何做教师?[J].中国德育,2017(11):48-51.
- [22] BLIKSTEIN P M. Multimodal learning analytics and education data mining: using computational technologies to measure complex learning tasks[J]. Journal of learning analytics, 2016,3(2):220-238.
- [23] 彭红超,祝智庭.人机协同决策支持的个性化适性学习策略探析[J].电化教育研究,2019,40(2):12-20.
- [24] 张卓民.辩证唯物主义系统观初探[J].社会科学辑刊,1983(6):32-39.

Human-machine Intelligent Collaboration for Precision Learning Intervention: Motivation, Model and Direction

WU Fati, GAO Shurui, Tian Hao

(School of Educational Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875)

[Abstract] In the era of intelligence, the cultivation of large-scale personalized talents has become a current educational demand and practical challenge with a new round of educational changes, while the precision learning intervention is a powerful means to solve the above challenge. Through the analysis of the related theoretical research and practice of learning interventions, this paper finds that there are some challenges in the implementation links of learning interventions, which restrict the advancement of precision learning interventions. The paper believes that the organic integration of human intelligence and machine intelligence is a feasible way to achieve the precision learning intervention. Therefore, an integrated, structural and dynamic precision learning intervention model of human-machine intelligent collaboration is constructed. Based on the multimodal data collection of learners, the model adopts the collaborative decision-making method of machine intelligence and expert experience to realize four major links, including problem diagnosis, strategy matching, strategy implementation and effect verification. Each link plays its own role in the intervention system, forming a closed loop pointing to precision learning intervention. In future research and practice, further explorations are needed in the construction of analysis models, tracing of problem causes, analysis of intervention mechanisms, and empirical research design, so as to promote the realization of precision learning intervention.

[Keywords] Precision Learning Intervention; Human-machine Intelligent Collaboration; Learning Analytics; Model Construction; Artificial Intelligence