

人机协同调节:复合脑视角下 自我调节学习的新路径

韩悦, 赵晓伟, 沈书生

(南京师范大学 教育科学学院, 江苏 南京 210097)

[摘要] 以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能的出现,使人工智能与人类智能之间实现群智联结,形成人机协同的“复合脑”思维。研究在梳理自我调节学习内涵与过程的基础上,聚焦复合脑对自我调节学习的赋能作用,阐述了复合脑支撑自我调节学习的三个层次,即数据支持下协同记录的“数脑”、数据关联下协同分析的“汇脑”、数据赋能下协同决策的“智脑”;剖析了复合脑赋能自我调节学习的“协同判断—协同调整—协同决定”三个过程。最后,基于内外脑决策自主度的变化,提出了共同调节、共享调节、复合调节三种典型样态,支持学习者不断强化主体责任、构建适应未来的复合脑,形成面向未来的高质量学习力。

[关键词] 自我调节学习; 人机协同; 复合脑; 生成式人工智能; 学习决策

[中图分类号] G434

[文献标志码] A

[作者简介] 韩悦(2000—),女,江苏扬州人。硕士研究生,主要从事信息化教学设计、自我调节学习研究。E-mail: 2390073973@qq.com。赵晓伟为通讯作者, E-mail: smilingzhao@nnu.edu.cn。

一、引言

随着 ChatGPT、文心一言、讯飞星火等大语言模型的快速迭代升级,生成式人工智能(AI-Generated Content,简称 AIGC)正走在通向通用人工智能的快车道上,开启了智能技术自主生成内容与自我强化更新的新时代。机器逐步具备人类部分智能,且未来将在认知推理、行动决策等方面不断逼近人类智能,学习者仅掌握有限的知识与技能已远远不够,发挥主体责任、建立自我意识、持续自我反思与调整、促进自我决策与改进,实现自身智慧的高维发展,是融入数智社会的必然选择。

然而,仅单纯地依赖个体内脑,已无法胜任数智时代的学习需求,将智能技术构成的智能体作为外脑,并与个体内脑协同,形成复合脑思维^[1],借助人类意识调用类人智能,以实现人类智能的发展,是现代学习者适应数智时代发展的应然路径^[2]。作为体现学

习者自我意识、唤醒主体责任的元素养,自我调节学习是适应未来世界的应变方式,帮助学习者在与智能体的协同中,主动判断、决策与调整,持续建构面向未知领域的知能体系与心智结构。

智能时代的自我调节学习主要关注了行为分析、作用机理、融合路径、效能检验等方面^[3-5],AIGC 的出现促使学习个体形成复合脑思维,复合脑视角下个体和智能体之间的决策界限是波动的,个体既可以将部分简单任务交给智能体,也可以在智能体无法操作的情况下将主动权转移至自身。因此,本研究将探讨复合脑赋能下自我调节学习的层次与过程,剖析人机协同调节学习的三种典型样态,以期引导学习者借助智能技术发展主体责任与内脑调节能力,更好地适应数智时代并向外脑借力。

二、自我调节学习:认知个体的元素养

智能媒介的发展使个体处于富技术环境中,认知

个体需要合理调用与发挥智能技术的核心优势,汇聚人类智能与机器智能,构建与数智时代相适应的人机复合脑,进而赋能自我调节学习,促进自我发展。

(一)自我调节学习的内涵和过程

自我调节学习思想最早在班杜拉(Bandura)的社会认知理论中初具雏形,强调学习者是主动学习的个体,其学习行为不仅是外部因素作用的结果,更取决于学习者的主体因素。齐默曼(Zimmerman)在此基础上首次提出“自我调节学习”一词⁶。自我调节学习是认知个体的元素养,既是个体认识外部世界的内在动力基础,也会随着个体的认识活动变化持续强化。简单地说,自我调节学习是学习者在学习目标与个体内需的双向驱动下,持续形成并主动发挥主体责任,激活并调节认知策略、学习行为、情感态度以实现认知目标的过程。

具有自我调节学习能力的学习者能够主动关注外部变化,建立适应变化的内在变革动机,合理向外部世界借力,选择与调用外部工具,自觉参与行动,建立主体自觉,进而不断评估、调节与改变自身认知。基于社会认知理论,齐默曼构建了自我调节学习的三阶段循环模型⁷:在计划阶段,学习者分析任务、设定目标,规划学习路径;在表现阶段,学习者建构认知、监控活动,记录认知进展;在反思阶段,学习者判断调节过程、评估行为表现、归因学习结果,不断调整并优化后续学习行为。

(二)复合脑赋能的自我调节学习

自我调节学习是学习者认知发生的基础。但对于部分学习者而言,由于缺乏必要的自我调节能力,难以触发自我调节学习过程,特别是学习任务要求很高或先验知识很少时。此时,学习者需要借助外部支持以实现有效的自我调节学习。然而,在大规模标准化的教学背景下,个体持续变化的学习需求难以及时获得教师一对一的指导,如何为学习者提供适需的自我调节学习支持,成为需要关注的问题。

学习分析、自适应学习等智能技术的迭代升级,能够“接管”学习者的部分调节活动,并可根据学习者的自我调节水平适需将任务加载至人工智能或转移至学习者手中。譬如 Somasundaram 等人开发了基于人工智能的计划组织者,能够帮助学生设定目标、提出计划,通过分析学情数据提供适应性学习策略⁸。现代技术的加持让每位学习者可以轻松地借助智能技术解决复杂问题,AIGC 产品的出现更是突破人机单向交流的技术围墙,建立起人类大脑与智能产品间的多向关联。依托智能技术,学习个体的大脑能够慢慢成长为复合脑,包括自身生理脑所构成的“内脑”,与外部可获得支持所形成的“外脑”,两者协同作用让个

体拥有了复合脑⁹。复合脑并非与生俱来,其建构过程依赖于学习者充分发挥主体责任,持续与智能技术交往、建立联系,是个体在与外部世界的交互中反复更迭、调整后逐步形成与优化的。复合脑由人类大脑决策与主导,内脑作为学习者先天特有的思考器官,奠定了复合脑的格局与层次,进行数据输入、知识建构、外部输出等认知活动,能够开展认知反思、调节决策等高阶思维活动;智能技术作为外脑,因其强大的数据存储与运算能力,承担记忆、分析等基础性工作,接收内脑的指令并作出即时性反馈。外脑对于复合脑的支持作用,取决于内脑能否主动与其进行协同,能否形成吐故纳新的意识。

具备复合脑的学习者,能够主动与 AIGC 等外脑建立关联,融合人机群智,基于内部认知需求与问题意识确定学习目标,主动选择与调用合适的外脑支持,并根据外脑反馈结果进行自我审辨与判断,决定是否纳入已有认知结构,实现自我调节学习的发生。内外脑协同,借助于外脑海量的数据集与快速的计算能力,让个体内脑有更多时间和空间进行思考与建构,从简单输入已知的状态抽离,更专注于向外部输出心智的行为活动,进而不断强化主体责任,并形成面向未知世界的问题解决能力⁹。

三、复合脑视角:促进人机协同调节

学习个体的协同汇聚了多元主体的智慧,智能技术的发展使学习者的协同行为由人人协同拓展至人机协同,并在与技术的持续交互中构建复合脑,将智能技术作为自我发展的外部支撑力量,协同决策、协同调节,并最终实现自我超越。

(一)原理阐述:复合脑支撑调节学习的层次

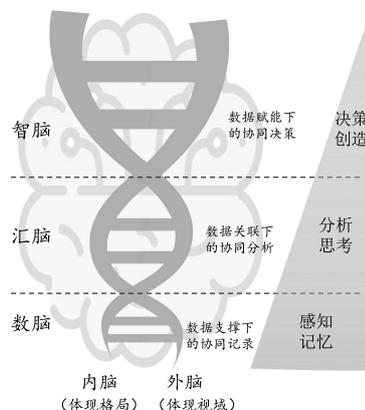


图1 复合脑支撑自我调节学习的三层次

作为独立于学习个体的存在,智能技术在与学习者内脑持续交互的过程中,成为学习者的外脑,与内脑共同构成复合脑。在复合脑的建构与优化过程中,

具备感知记忆的数脑、分析思考的汇脑、决策创造的智脑三种层次的脑形态(如图1所示)^[1]。

1. 感知记忆的数脑:数据支撑下的协同记录

过去的学习中人们不断开发与拓展个体内脑,以感知和记忆已知领域的海量知识,承受了“供远大于求”的认知负担,使个体忽视或放弃其他关键素养的提升。智能技术与教育的融合,实现了多场域、高频次、全学段数据汇聚,与个体内脑构成了复合脑的初始层次形态——数脑。

数脑支持人机协同下粗细粒度融合的个体数据记录。无论是学习者还是教学者的内脑,均以观察、评估等记录个体的学习状态、环境资源,整体把握学习者的学习航向。智能技术作为个体内脑的辅助性外脑,能够高速捕获学习者全过程、多场景、各学科的多模态学习行为数据,感知与采集学习情境数据并同步上传,提高个体学习画像的精确度。譬如,Prieto等人使用可穿戴传感器自动提取个体在学习情境中的多模态数据,并以编排图的形式可视化记录个体的学习活动^[10]。

数脑支持人机协同下多级学段贯通的个体数据积累。对于个体内脑而言,很难历时记录自身多学科的认知数据,外脑则能够动态持续、多维异地地将个体的学习活动数据化,并以时间链建立数字档案袋。基于累积的海量数据,外脑可提供学习者在具体学科或内容中学习表现的单点描述,并将结果以学习诊断报告等可视化形式动态反馈至内脑,内脑接收反馈并建立对于当下学习状态的初步感知,为学习者自我认知、自我判断等提供评价依据。

数脑支持人机协同下多维境脉融通的个体数据延展。仅凭学习者内脑有限的存储空间,难以记住现实世界中无限且持续变化的学习数据,高算力、强算法支持下,机器以其近乎无限的存储空间与高速的数据分析能力,弥补人类大脑存储空间有限的局限,拓宽了人类存储数据的体量与类型。AIGC在教育中的应用增强了个体学习活动的内在连续性与可解释性^[11],为学习者的自我评估、自我定位建立更丰富的数据库,延伸个体认知,将内脑从耗费大量精力记忆固有知识点中解脱,实现学习内容与个体需求的“供求平衡”,将学习重点偏向于建构与内化知识的过程,进而引导学习者实现认知发生后的创造性输出。

2. 分析思考的汇脑:数据关联下的协同分析

智能技术凭借强大算力,依据特定规则筛选机器中存储的海量数据,深度挖掘并归纳分析数据间隐含的价值关联^[12],从数据的单点描述向贯通分析转变,

并与学习者的内脑共同发展成为更高层次的复合脑——汇脑。

汇脑发挥人机优势实现多点关联分析。纵向而言,汇脑以数据贯通促使学习者从初步感知转变为自我认知。借助时序分析等技术,外脑能够可视化呈现学习轨迹,生成个人成长学习档案,为学习者推荐个性化发展路径。基于外脑反馈的信息,内脑对自我的认识从面向单一学科或具体任务的初步感知发展到面向已有知能、潜在能力的深度认知。横向而言,汇脑以数据关联分析引导学习者从碎片认知转变为脉络联通。外脑借助领域模型、学习分析等技术,提取梳理学科知识点、挖掘多学科知识间的隐含关联,剖析结构脉络、建立知识图谱,并将个体知识掌握情况与知识图谱关联叠加,以知识链为线索建立个体跨学科表现的多点联系,进而与内脑协同探究个体知能掌握情况不佳的根源。

汇脑聚合人机群智实现协同分析诊断。其一,以联通数据精准定位个体已有能力水平。外脑借助开放学习者模型等技术,通过层级结构图、节点颜色、节点间连接线形态等,直观展示个体的认知状态^[13],纵向分析学习能力、横向展示群体表现,全面呈现个体学习经历,诊断学习水平,并促使学习者在外界评价与自我评价之间寻求平衡,形成客观的自我评价。其二,以交互行为数据动态诊断个体实时学习状态。借助仪表盘、知识图谱等技术,外脑实时记录与分析个体的行为表现数据,动态嵌入知识图谱中对应的“知识元”位置,并以多模态可视化形式反馈给内脑^[14],与内脑共同诊断并协商形成个性化学习路径。譬如,美国DreamBox Learning实时追踪个体的学习行为数据,生成形成性、总结性和预测性报告,为学习者推送自适应学习路径^[15]。

3. 决策创造的智脑:数据赋能下的协同决策

分析学习者数据的意义在于挖掘不同因素间隐含的关联,提供丰富可信的数据链支持个体循证决策。随着自然语言处理、机器学习等技术的发展,AIGC不仅能够应答用户提问,还可以持续交互并不断生成个性化反馈,使智能技术能够持续与个体互动,并与学习者的内脑建立关联、协同发展,成为共创智慧的最高层次复合脑——智脑。

智脑以提供决策证据链的形式,促使学习者由基于经验的主观决策转变为基于数据的循证决策,主要包括三种模式:第一,契合内脑需求的外脑决策作为外部支持型决策,指内脑产生学习需求,无法独自进行决策时主动向外脑寻求帮助,外脑依据特定规则基

于个体学习数据作出满足其需求的决策,为学习者规划后续学习路径。第二,外脑分析启发的内脑决策作为内部决断型决策,指外脑依据内脑指示分析学习数据,反馈学习结果产生的原因与潜在关联;内脑借助于外脑的证据与观点支持,进行推理、归因等活动并形成内在判断^[6]。第三,内外脑协同的复合决策作为内外协同型决策,是指融合人机优势,推动内脑与外脑在对话协商中反复优化,直至达成双方意见相统一的复合决策。譬如,Chou等开发基于协商的自适应学习系统,学习者依次提交对当前内容的评估与下一学习内容选择,当偏好与系统建议不一致时,需要与系统对话协商统一意见,以此实现个体决策与系统决策的结合^[7]。此外,借助AIGC技术能够实现动态持续、人机共创的复合决策过程,支持内外脑建立指向某一具体学习需求的持续互动行为,通过反复的对话协商与调整,实现协同决策。

(二)脉络剖析:复合脑赋能调节学习的过程

随着AIGC技术的落地应用与智能算法的更迭创新,外脑已然实现模拟人类的思考与决策过程,并进行内容创作与自我强化训练,以强大的运算能力、自适应能力分担内脑的认知活动,推动我们共同探索复合脑视角下人机协同调节学习的共生机制(如图2所示)。

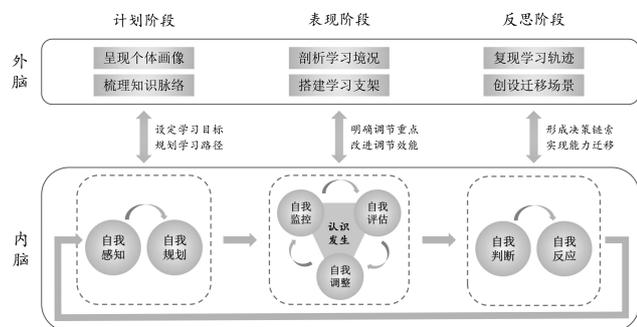


图2 复合脑视角下人机协同调节学习的共生机制

1. 协同判断,推动主体建立调节意愿

复合脑视角下的协同判断是指通过内外脑的协同感知,精准诊断学习者的能力水平,协同确定学习目标、规划学习路径、生成学习策略,进而推动学习者建立自我调节意愿,掌握学习方向与节奏,激发高质量的学习发生。

其一,协同感知,设定学习目标。学习目标是学习者在进行一系列学习活动后期望达成的结果。复合脑视角下,内脑将认知对象、学习需求主动告知外脑,外脑以个体健康发展为导向,识别真实学习需求,定位最近发展区,梳理重点知识脉络,并将分析结果可视化反馈给内脑,支持内脑建立正确感知。复合脑结合对个体自身与认知对象的综合分析,确定符合学习者

期望且“适能”的学习目标,唤醒学习者的自我意识,激活学习的内生动力。

其二,适性规划,生成学习路径。内脑主动将协商好的学习目标与学习要求告知外脑,基于已有的行为结果数据,外脑全方位分析学习者的认知需求、学习偏好等,生成个性化学习路径并提供策略支持。以往对于学习者的路径规划服务多数只进行到了这一步,停留在外脑对内脑单向输出的阶段,忽略了内脑对外脑路径规划服务的有效反馈,未建立人机协同的双向交互关系。在复合脑调节的过程中,内脑需要向外脑反馈对规划路径的筛选与调整建议,外脑依据反馈再次作出适应性的修正回应并持续优化自身算法,以提供更适切的个性化服务。在内外脑的持续交互中,复合脑逐步优化学习计划,直至生成适切的学习路径与资源推送^[8]。

2. 协同调整,赋能主体增强调节效能

复合脑视角下的协同调整是指通过内外脑的协同诊断,评估学习表现、剖析学习境况、明确调节重点,进而协同修正学习行为、强化认知建构,增进调节效能。

其一,境况剖析,明确调节重点。个体内脑在学习过程中持续自我监控学习进度与认知达成度,评估真实与预期期间的差距,及时调整学习行为、认知策略等。当内脑无法清晰评估时,可主动向外脑寻求支持。外脑借助多模态学习分析、情境感知等技术,整合多领域、多模态数据,精准测评学习者的外在行为和内在认知,并以知能图谱等形式及时反馈学习境况与调节策略。内脑借助外脑的分析结果强化对学习状态的感知,并协同外脑挖掘学习效果不佳的根源所在,明确调节重点。

其二,协同修正,改进调节效能。个体需要发挥主体责任唤醒内脑主动调控,修正认知过程与学习行为。外脑搭建认知支架以促进内脑对知识的感知与理解,遵循两个原则:一是适性支持、推动内脑高效调节。外脑的引导需具备支持性与及时性,既可以是鼓励学习者专注当下学习任务并坚持的情感支架,也可以是辅助学习者达成目标的认知支架。复合脑中,外脑需要依据内脑需求提供实时反馈,维持并提高复合脑的调节效能。二是弹性支持、确保内脑主导调节。外脑提供的支架是动态变化的,支持的强度与频次依据个体学习状态而动态变化。外脑通过提供工具或学习策略支持内脑自主完成学习任务、克服困难,而非直接给出调节的路径或代替内脑完成调节。当内脑有能力承担更多责任时,外脑的引导需要逐渐弱化、及时

隐退,以便培养内脑的调节能力。

3. 协同决定,支撑主体形成迁移能力

复合脑视角下的协同决定是指内外脑协同测评认知数据、呈现过程轨迹,分析评价行为表现、思维发展等,增强复合脑赋能的学习过程,在多情境、多场域的迁移应用中形成面向未来的高质量学习力。

其一,协同评价,形成决策链索。完成学习任务后,学习者反思学习过程、归因学习结果以提高后续表现,形成完整的自我调节闭环。实践中,内脑往往集中于反思评价学习成绩等显性学习结果,对于认知建构、思维状态等深层能力的变化仍停留在初步感知阶段。而外脑能够实时采集与动态分析过程数据,一是呈现精准全覆盖、多维可视化的学习轨迹;二是内外脑协同评价,形成循证化的决策链,并与内脑持续对话协同循证评价与归因。

其二,能力迁移,主导调节活动。在内外脑的协同判断、调整与评价下,个体达成学习目标并完成调节活动。但这仅停留在某一具体学习任务中,学习者还需在不同情境下迁移应用,以形成解决未知复杂问题的能力。内脑可借助 AIGC 等技术支持的外脑,提问并获取迁移场景与应用测试(譬如“为我提供三个综合应用‘循环结构’的测验题目,在末尾提供答案”),通过联想、迁移等活动将已有知能迁移至新情境中,并协同外脑灵活地在不同情境的学习任务中进行调节^[19]。人机协同调节的最终目标是通过技术激发并增强人的调节能力,实现情境迁移的学习者仍需实现内脑全程主导的复合调节学习,确保在脱离外脑支持后,仍能进行高质量的自我调节学习。

四、人机协同调节:三种典型样态

人机协同学习的根本价值在于促进高质量学习的有效发生,借助智能技术实现学习者的自我发展,形成面向未来的复合脑。然而,在学习者与智能系统构成的学习生态中,个体的主导权与决策权往往被智能技术掌控,易陷入“去技术无能化”、过度依赖技术等误区^[20],个体的知能与心智并未真正提升。因此,复合脑视角下的人机协同学习不仅要提高协同调节能力,还要关注并赋予与个体能力适配的自主度^[21],变化内外脑的决策权重,逐步实现人机共同调节、共享调节、复合调节三种模式的过渡。随着学习者调节能力的提升,外脑的监管、干预行为慢慢减弱,内脑的学习掌控权逐渐增强,促使内脑逐步建构并主导调节活动,直至外脑的决策干预可以消失、学习者具备高质量的自我调节学习技能(如图3所示)。

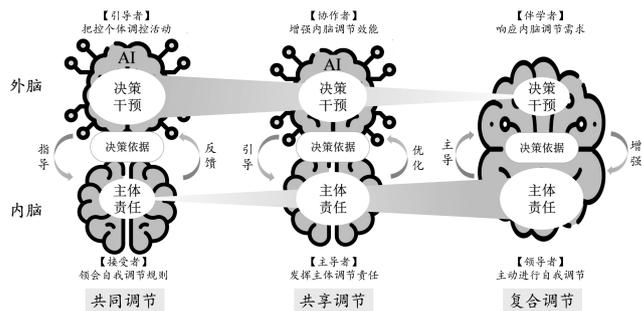


图3 人机协同调节的三种模式

(一) 共同调节:推动知能建构

对于尚不具备自我调节能力的学习者,外脑的共同调节能推动内脑认知发展并开展调节活动,促使内脑从对自我调节规则的简单意识过渡到初步理解。共同调节中,外脑规划监控、分析决策学习目标与路径,并以指令的形式向内脑发送,内脑依据指令开展认知活动,理解外脑组织调节活动的规划逻辑与决策依据,建构自我调节学习的过程与技巧。

其一,人机协作学习,引导内脑理解调节规则。共同调节模式下,外脑具有较高的决策权并主导调节活动。在学习开始前,外脑基于学情数据进行学习者画像,借助群体数据、知识图谱设定目标、规划路径,实时采集与记录多模态学习数据,动态判断学习者对内容的可接受度,适时调整学习路径、推送学习资源。在此过程中,内脑接收指令,依照机器设定的路径与学习资源建构知识以实现预设目标。

其二,人机相互依赖,推动知识建构活动开展。共同调节模式中,学习者内脑的发展集中于推进知能学习、强化知能建构。内脑依赖外脑发布的指令与资源推进认知加工,习得知识与技能。同时,外脑依托于个体的学习需求与行为表现反馈效能、确定更新路向。一方面,外脑的调节效能依赖于内脑的接受与执行程度,并依据内脑的学习需求反向循证,以促进功能创新与算法迭代;另一方面,外脑的学习决策循证于学习者的表现数据,决策的准确度依赖于个体是否选择在数据采集场域中表现出真实的学习行为。

在共同调节模式下,外脑引导学习进程,内脑接受学习指令、完成知识建构。尽管此时个体能够完成学习目标、实现自我调节学习意识的强化,但由于外部系统以实时发送指令的方式替代了学习个体自我规划与决策的机会,个体自主度较低,其自我组织与自我调节的能力并未得到实质性提升^[22]。

(二) 共享调节:唤醒主体责任

对于已经具备一定自我调节学习能力的学习者,共同调节中智能技术过多的干预可能削弱个体的调

节能力。共享调节中内外脑双向协商决策共同主导学习过程。外脑诊断分析学习数据,形成决策建议并向内脑反馈,内外脑多轮对话以协同决策。当内脑主动建构知能并主导调节学习活动时,学习者的主体责任得到唤醒与强化,激发内脑从初步理解调节规则向主动开展调节活动转变,并在不同情境的运用中持续强化。

其一,人机智能融合,支持内脑主动调节学习。共享调节中,内脑主动推进调节活动,外脑则以协作者的身份与内脑共同主导调节活动。一是对话协商,循证决策。外脑综合分析数据、规划学习活动形成初步决策建议;内脑综合考量真实学习状态,选择与优化外脑的决策建议,并向外脑反馈结果。经过内外脑多轮对话修正,协同生成最优决策。二是自主调节,支架引导。相比于共同调节中外脑直接规划与调节,共享调节模式下外脑借助提问、示例、建议等支架引导内脑深层次思考。譬如,Chou等在自适应学习系统引入求助协商机制,通过提供外部反馈为学习者的求助活动搭建脚手架,以协商的方式规范与优化求助行为^[23]。

其二,明确内外脑职责,促使内脑外脑深度融合。共享调节下,学习者须辨别人类与机器的核心优势,明确内外脑的功能角色:内脑在灵感、直觉、顿悟等不规则认知活动上具有算法无法比拟的优势;外脑凭借智能技术的强大算力,依据特定规则追踪分类、处理分析海量数据,进行预测、诊断等。当学习者明确复合脑中内外脑的职能,便能督促内外脑各司其职、各执所长,并促使内外脑针对性地训练与发展,即强化内脑调节能力,推动学习发生;优化外脑服务质量,助力算法升级,以期增强复合脑的性能。

(三)复合调节:激发心智输出

成熟的自我调节学习者往往对认知过程具有强烈的主体责任,自我认知与规划清晰,懂得高效调用智能技术支持自我发展。复合调节模式中内脑主导学习过程、推进调节活动;外脑的作用取决于内脑的调度,以及内脑如何选择性地接收与优化反馈。

其一,人机协同共创,支持个体塑造心智体系。复合调节过程中,内脑统筹学习过程、主导调节活动,主动调用适当的外部工具。当内脑需要决策证据时,指示外脑提供学习数据,基于外脑反馈筛选与推理,形成支撑自我决定的有效证据链。外脑作为伴学者,重在回应内脑需求、增强内脑智能。一是搭建学

习场域,加强内脑认知建构。外脑借助扩展现实技术,创设拟真学习场景,支持沉浸学习与具身参与,激发内脑深层认知建构。二是创设应用情境,激发内脑知能输出。将所学知识转化为解决真实问题的能力还需要经过运用与迁移。对于知能丰富的学习者,外脑需要创设真实复杂的问题情境,激发内脑综合运用知能解决外部问题,塑造心智体系^[24]。

其二,人机优势增强,构建适应未来的复合脑。复合调节中,当学习者具备成熟的主体责任与自我意识,机器能稳定適切地与人类交互、响应需求时,内外脑实现协同成长、共生发展,最终融合为汇聚人机智能、面向未来的复合脑。一方面,内脑强化高阶思维,激发心智输出。内脑作为主体脑,其格局与思维能力决定了复合脑的智域,提问技能、审辨技能与创造思维成为内脑发挥主体责任、实现自我超越的核心技能。内脑确立自我发展目标并规划实现路径,选择性地调用外脑,设计巧妙的提问方式以确保外脑针对所求问题提供反馈^[25],并对外脑提供的证据链进行批判、优化与科学决策,进而融合外脑智慧,创造性地解决真实问题并以更加开放包容的态度深刻理解世界。另一方面,外脑形成自我强化,创造优质内容。AIGC类外脑的发展,能够处理更加复杂的任务,并在与内脑的持续协同中,反复迭代算法,更精准地解读人类语言、定位真实需求、模拟人类思考,协同生成高质量的问题解决方案。

在上述三种不同程度的混合调节中,学习者与机器之间建立的协同机制让复合脑高效调节学习。认知个体的内脑也会在调节过程中不断优化调控能力,增强自我调节意识,通过自我调节的持续优化提升个体的认知品质。借助于三种调节模式的相互促进,外脑对学习活动的监管、调节等干预逐渐弱化,内脑的统筹与调节持续增强,个体的自我调节能力与主体责任会不断强化,学习的掌控和主导意识也将持续发展。

五、结 语

智能技术的飞速发展让人类面向未知的复杂变化世界,人机协同是数智时代发展的必然路向。数智时代下的学习者需要发挥主体责任,主导自身学习过程,主动与智能技术建立关联,以复合脑思维开展认知行为,借助人机协同的自我调节,优化认知过程,实现认识发生,持续构建面向未来世界的学习力。

[参考文献]

- [1] 沈书生,祝智庭.ChatGPT类产品:内在机制及其对学习评价的影响[J].中国远程教育,2023,43(4):8-15.
- [2] 赵晓伟,戴岭,沈书生,祝智庭.促进高意识学习的教育提示语设计[J].开放教育研究,2024,30(1):44-54.
- [3] SHIH K P, CHEN H C, CHANG C Y, et al. The development and implementation of scaffolding-based self-regulated learning system for e/m-learning[J]. Journal of educational technology & society, 2010,13(1):80-93.
- [4] 刘哲雨,刘畅,许博宇.计划调节学习支架对在线深度学习的影响机制研究[J].电化教育研究,2022,43(8):77-84,100.
- [5] GRANBERG C, PALM T, PALMBERG B. A case study of a formative assessment practice and the effects on students' self-regulated learning[J]. Studies in educational evaluation, 2021,68:100955.
- [6] ZIMMERMAN B J. A social cognitive view of self-regulated academic learning[J]. Journal of educational psychology, 1989,81(3):329-339.
- [7] ZIMMERMAN B J. Becoming a self-regulated learner: an overview[J]. Theory into practice, 2002,41(2):64-70.
- [8] SOMASUNDARAM M, JUNAID K A M, MANGADU S. Artificial intelligence (AI) enabled intelligent quality management system (IQMS) for personalized learning path[J]. Procedia computer science, 2020,172:438-442.
- [9] 沈书生.适应与变革:AIGC产品如何改变教育过程——人工智能带来的机遇[J].教育研究与评论,2023,538(3):15-21.
- [10] PRIETO L P, SHARMA K, DILLENBOURG P, et al. Teaching analytics: towards automatic extraction of orchestration graphs using wearable sensors [C]//6th International Conference on Learning Analytics and Knowledge. New York: Association for Computing Machinery, 2016.
- [11] 詹泽慧,季瑜,牛世婧,吕思源,钟焯妍.ChatGPT嵌入教育生态的内在机理、表征形态及风险化解[J].现代远距离教育,2023(4):3-13.
- [12] 刘桐,沈书生.从表征到决策:教育大数据的价值透视[J].电化教育研究,2018,39(6):54-60.
- [13] 万海鹏,余胜泉,王琦,冯上兵,陈敏.基于学习认知地图的开放学习者模型研究[J].现代教育技术,2021,31(4):97-104.
- [14] 刘凤娟,赵蔚,姜强,王磊.基于知识图谱的个性化学习模型与支持机制研究[J].中国电化教育,2022(5):75-81,90.
- [15] Dreambox. Every student is unique. Learning paths should be too. [EB/OL]. (2022-07-08) [2023-07-06]. <https://www.dreambox.com/>.
- [16] 沈书生.聚焦学习决策:指向认知发生的数据及其应用[J].电化教育研究,2021,42(11):13-19.
- [17] CHOU C Y, LAI K R, CHAO P Y, et al. Negotiation based adaptive learning sequences: combining adaptivity and adaptability[J]. Computers & education, 2015,88:215-226.
- [18] 宋岭.人工智能时代下未来教学的系统性变革[J].高等理科教育,2018(3):8-14.
- [19] 徐晓青,赵蔚,姜强.学习分析支持自我调节学习的效能分析框架研究[J].电化教育研究,2023,44(2):114-120,128.
- [20] 申灵儿,卢锋,张金帅.超越莫拉维克悖论:人工智能教育的身心发展隐忧与应对[J].现代远程教育研究,2022,34(5):56-62.
- [21] 郝祥军,顾小清,张天琦,王欣璐.人机协同学习:实践模式与发展路向[J].开放教育研究,2022,28(4):31-41.
- [22] ROLL I, WIESE E S, LONG Y, et al. Tutoring self and co-regulation with intelligent tutoring systems to help students acquire better learning skills[J]. Design recommendations for intelligent tutoring systems, 2014(2):169-182.
- [23] CHOU C Y, LAI K R, CHAO P Y, et al. A negotiation-based adaptive learning system for regulating help-seeking behaviors[J]. Computers & education, 2018,126:115-128.
- [24] 沈书生.设计学习事件:指向学习的层次[J].电化教育研究,2019,40(10):5-11.
- [25] 赵晓伟,祝智庭,沈书生.教育提示语工程:构建数智时代的认识论新话语[J].中国远程教育,2023,43(11):22-31.

Human-Machine Collaborative Regulation: A New Approach to Self-regulated Learning from the Perspective of Compound Brain

HAN Yue, ZHAO Xiaowei, SHEN Shusheng

(College of Educational Science, Nanjing Normal University, Nanjing Jiangsu 210097)

[Abstract] Owing to the emergence of generative artificial intelligence represented by ChatGPT, a

(下转第34页)

factors interact and cooperate to form the dynamic mechanism of digital transformation of school education. According to the two dimensions of technology orientation and education orientation, the practice of digital transformation of school education presents four types of configurations: follow-up-oriented configuration, technology-oriented configuration, education-oriented configuration, and overall-oriented configuration. In addition, the practice of digital transformation of education and school organizations change share a common key co-evolutionary path, showing remarkable characteristics of dual optimization.

[Keywords] Digital Transformation of School Education; Dynamic Mechanism; Configuration; Dual Case Study; Organizational Change

(上接第 26 页)

group intelligence connection between artificial intelligence and human intelligence is realized, and the "compound brain" thinking of human-machine collaboration is formed. On the basis of the connotation and process of self-regulated learning, this study focuses on the empowering effect of the compound brain on self-regulated learning and elaborates the three levels of the compound brain supporting self-regulated learning, namely, the "data brain" for collaborative recording with data support, the "convergent brain" for collaborative analysis with data correlation, and the "intelligent brain" for collaborative decision-making with data empowerment. Meanwhile, this study analyzes the three processes of "collaborative judgment, collaborative adjustment, collaborative decision" of self-regulated learning empowered by the compound brain. Finally, based on changes of decision-making autonomy of internal and external brains, three typical patterns of co-regulation, shared regulation, and compound regulation are proposed to support learners to continuously strengthen the main responsibility, build a compound brain adapted to the future and form a high-quality learning ability for the future.

[Keywords] Self-regulated Learning; Human-Machine Collaboration; Compound Brain; AIGC; Learning Decision-making