

“AI+教师”的协作路径发展分析

余胜泉, 王琦

(北京师范大学未来教育高精尖创新中心, 北京 100875)

[摘要] 互联网环境下信息呈现增速越来越快、体量越来越大、结构越来越复杂的特点, 这些特点使得人类教师的认知能力难以驾驭信息的不断变化, 要想适应这种变化, 就需要借助外部智能设备作为人脑的认知外包进行信息处理和思考, “AI+教师”的认知外包将成为常态, 也是人工智能时代人机协同的主要形式。根据教师工作智能形态的不同, “AI+教师”的认知外包将实现人脑内部认知网络与设备外部认知网络之间的不同层次的连接, 使得机器可以外包教师在数据计算、特征感知、模式认知和社会交互四个层面的智能; 以四层智能外包为基础, 文章提出了“AI+教师”实现人机协同的教学分析框架, 按协同过程中智能性和自主性递增主要包含 AI 代理、AI 助手、AI 教师和 AI 伙伴。最后在该框架的基础上, 预测了未来人机协同教学的核心特征, 期望为智能时代“AI+教师”的协作提供路径参考和应用启示。

[关键词] 人工智能; AI+教师; 人机协同; 认知外包

[中图分类号] G434 **[文献标志码]** A

[作者简介] 余胜泉(1973—), 男, 江西鄱阳人。教授, 主要从事人工智能教育应用、移动教育与泛在学习、信息技术与课程整合、区域性教育信息化等方面的研究。E-mail: yusq@bnu.edu.cn。

一、人工智能时代的认知外包

(一) 信息海量增长带来的个体认知挑战

智能终端的普及和高速泛在网络的覆盖, 使得我们可以真正实现随时随地的网络连接、随心所欲的服务和内容获取, 人类进入了以互联网为核心的基础设施支撑的信息时代。在此背景下, 为了满足人们日益增长的信息和服务需求, 以内容支持和交互性服务为核心功能的互联网应用产品越来越多, 人们在获取内容和服务的同时, 也可以贡献个性化的智慧, 进而促进信息和知识的海量增长。以“微信”这一内容和交互服务类应用为例, 截至 2018 年其全球用户量共约 10 亿, 假如每人每天发 10 个字的信息, 每天将有 100 亿字的信息产生, 相当于 50000 本 20 万字的书籍^[1]。加之邮件、新闻、公众文章等信息源, 人们每天需要接触和处理的信息正呈爆炸式增长。

海量增长的信息, 一方面为人们工作学习中的知识获取和个体的职业发展带来更多的选择和可能, 另

一方面也为人们获取到真正所需的信息带来更多的挑战。按照香农信息论的观点, 信息是杂乱无章地存在于一定环境内的, 环境内的信息量越大, 信息熵将越多, 从而使得环境愈加复杂而增加信息有效获取的不确定性^[2]。这种情况下, 由于个体的学习时间、信息处理能力以及容量是有限的, 单一个体要应对指数级增长的信息并获取满足个体发展需要的内容将变得愈发困难。在这种无法回避的压力下, 传统认知方式的改变不可避免, 认知外包成为必然, 我们要借助智能设备来思考, 从而适应信息巨变环境下的新的生存方式。

(二) 认知外包的理念及其意义

历史证明, 在认知方式的变革、社会的进步历程中工具的使用必不可少。在前三次工业革命中, 蒸汽机、发电机、计算机等工具作为变革生产力和生产关系的关键, 推动了社会的发展和人们认知方式的改变。同样地, 在信息时代要实现人类认知方式的改变, 需要借助有效的工具。当前, 智能技术、智能设备的涌

现和广泛应用为人类认知方式的改变带来了契机,智能设备逐渐成为辅助人类思考和认知的重要工具,人机结合的思维方式也将成为信息时代人类适应社会的基本思维方式,它可以辅助人类突破个体认知的极限,驾驭超越个体认知水平的复杂情境,处理超越个体认知能力的海量信息,应对超越个体认知速度的行为演变^[9],是人类思维方式转型的基本方向。由于这种借助外部设备的思考和认知的方式的核心是将人类认知能力上的不足外包给外部智能设备,因此,本文将其定义为“认知外包”。在大数据时代,要使人体的工作和学习效率得到最大程度的提升,认知外包需成为常态,这种常态也将进一步促进人与计算机、手机等智能设备为一体的人机结合的分布式教育智能的形成(如图1所示)。

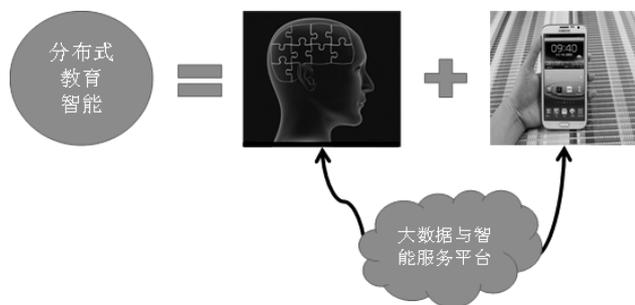


图1 人机结合的教育智能

认知外包的核心是连接,其包含一个介质和两个主体。一方面,认知外包连接的介质是以互联网为支撑的实时通讯网络和大规模数据服务,在此基础上可以实现大规模的社会化协同,让更多社会化的人、物参与到认知外包过程中贡献智慧、提供支持,将个体的知识和数据压力分发给外部存储设备,将个体对外部信息的识别能力分发给智能识别设备,将个体对策略和规律的认知能力分发给模式匹配设备,最后将个体的交互性学习反馈的需求通过外部设备的社交功能进行处理;通过这种以功能为导向对内容进行分布式处理的方式,实现了人脑认知压力的转移和创新认知功能的聚焦,使得知识和智慧越来越呈现分布式、去中心化的特点^[9],促进知识生产、传播和应用形态的转型^[9]。另一方面,认知外包连接的主体是内部认知网络和外部认知网络,认知外包的实现过程也是内部认知网络和外部认知网络相互作用、相互增强的过程。内部认知网络即人的大脑,而外部认知网络是外接智能设备;两种网络的形态不同,其功能和作用也有区别,内部认知网络具备人类基本的计算、感知、认知和社会化的智能,具有直觉、复杂模式认知、情感关怀等优势,在信息处理过程中可以解释意义和价值,能够

从学习的原理和事物发展的规律角度为认知外包的连接提供方向指引。而外部认知网络的核心是数据、存储和计算,具有海量信息存储与检索、快速计算等优势,一方面设备的存储功能提供了认知外包所需要的数据,而数据则为认知外包提供了信息和事实,计算处理程序则通过提供外部网络数据向内部网络智能转换的接口,让内部网络提供的方向和价值得以实现。在认知外包的过程中,内部网络越完备,即直觉和模式识别能力越强,其提供的方向越准确、价值越高,其在连接外部网络过程中的效率就越高、规模越大、结合能力越强,相应地,其对社会变革起到的驱动力就越大。内部认知网络和外部认知网络的交互模式如图2所示。

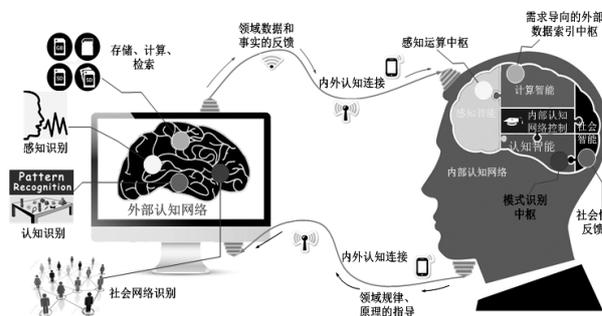


图2 认知外包理念下的人机协同模式

而从学习的角度来讲,学习是个体与外部网络建立社会认知连接的过程,该连接从单纯的“人”的视角走向“人”与“知识”的双重视角,连接过程中包含了两类节点:社会网络关系节点和知识网络关系节点(如图3所示)。维果斯基认为,人的高级认知能力是在与周围人的交往过程中产生与发展起来的,是受人类的文化历史所制约的,在人的发展过程中,人与外部物质工具及精神符号工具的连接与互动至关重要。我们认为,信息时代下的学习过程中,知识与社会两类节点的有序、紧密连接是促进深度学习发生的重要条件。在认知外包的背景下,社会网络关系节点表征了特定学习环境下的相关学习群体,这些节点作为认知外包的外部载体,承载了知识与交互智能,具备不同知识和智能的个体可以通过对内容的分享、协商与交流实现知识的联通、聚合、升华与创造,进而延伸单一个体的大脑,实现认知深度的提升;而知识网络关系节点则表征了一定情境下与学习者产生连接的领域知识,这些知识通过一定语义关系聚合在与学习者个体连接的外部网络中,实现知识的检索、获取、重组和再造,同时,不同类型的知识体系则作为学习者拓展学习广度和深度的认知脚手架,从不同角度为学习提供支持。整体来说,社会认知网络将个体内部认知网

络关于知识处理和分析的过程卸载给社会网络中的不同节点,通过节点之间不断的连接、聚合和强化实现认知的增强,网络中的节点越多、关联越密集,连接强度就越大,那么学习者可以建立的认知结构就越完善,越能增强和突破人类认知的极限,进行深层次的建构并达到高阶思维目标^[6]。

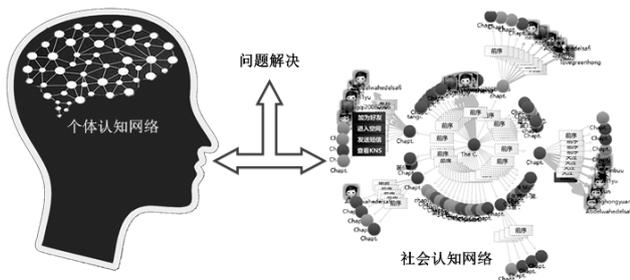


图3 学习过程中个体认知网络和社会认知网络的交互

(三) 认知外包的形态

在通过外部智能设备实现认知外包的过程中,外部设备的不同智能支持程度决定了其外包人脑内部认知网络的工作层次,进而也决定了认知外包连接的形态和深度。由于认知外包主要实现外部设备对人脑智能的外包和辅助,因此,根据其在计算、认知、感知和社会化上的不同层次(如图2所示),可以分为如下四种形态:

连接计算信息的外包:互联网时代海量增长的信息为人类的信息记忆、存储、加工甚至检索带来了挑战,而计算信息外包正是针对人类大脑信息加工能力的不足,借助外部设备进行补充和辅助。计算信息外包使得人脑不再需要对所有的知识、概念的详细内容进行记忆和存储,只需要对特定领域的新知识和概念进行索引,了解其含义、结构及应用情境,掌握信息提取的方法,而具体的内容存储、计算则交付给外部存储设备,当人脑需要这些信息时,可以通过人脑建立的连接指引从外部设备调用这些信息,实现信息的外包和高效利用。

连接感知信息的外包:感知技术的发展使得机器可以对文本、图像、语音、情感等进行感知和识别,它可以使得人类更好地感知和识别生活空间中的自然和社会信息,扩展人类的感知能力与范围。当我们的生活空间和社会空间通过互联网大幅度扩展后,我们就会产生对各种复杂、陌生的信息进行处理的需求,如不同国家的语音转录、不同语种的文本识别等。个体对这种复杂、变化迅捷的信息的识别是较为低效,甚至存在困难的,而计算机的感知识别功能(如语音识别、人脸识别等)在大规模数据模型的基础上,通过

对个体特征数据的采集,能够实现对其个性化需求的感知,进而可以在人脑需求指导下实现感知信息的外包,比如实时机器翻译。

连接认知信息的外包:认知信息的外包主要强调通过对可感知事物背后复杂信息的计算、推理和分析过程来获取超越事物表象的复杂认知功能。在人类的信息交互过程中,个体的交互模式和规律是该复杂认知功能的体现,但一般来说,人脑只能通过对个体交互行为的主观感知来对模式、规则进行挖掘和判断,这种判断依赖个体经验,准确度低且不稳定。在智能设备支持的环境下,可以通过对海量个体行为的挖掘、计算、推理和分析,建立判定优质行为和不良行为的模式,进而促进意义的发现并提升判别的稳定性,这种方式即认知信息的外包,是一种相对高级的智能外包和人机协同形式。

连接社会网络的外包:个体与个体之间的直接交互和不同个体对同一内容的间接交互是促进领域知识积累和社会发展的的重要途径,这种社会化的交互有利于促进知识的深层次交流、升华和反馈。而在互联网时代,人类不再是社会化交互的唯一主体,智能设备除了作为客体支持服务的外包外,随着其智能性的提升也将具备主体性。而具备主体性的智能设备将成为与人对等的社会化个体,它们将拥有情感计算、理解和表达能力,在此基础上可以参与学习群体(人与人工智能机器)的社会化协同,进行独立的思考,与人脑进行对等的主体合作,实现双主体共同进化。这就使得人脑提出的观点可以引发智能设备的信息处理和思考,而智能设备根据信息处理结果提供的个性化反馈,同样对于人脑具有启示作用,让机器进化产生社会化的智能,进而建立以人、智能设备为对等主体的社会网络,实现社会网络的外包。比如IBM公司的Project Debate机器人跟人的辩论性互动,可创造引人入胜且信息丰富的无偏见观点,有望帮助人类权衡重要决定。

在智能设备提供的多种形态的外包智能辅助下,认知外包支持的人机协同将成为社会发展的趋势和常态,而认知是支撑教育发展的根基,当我们适应世界的认知方式发生变化时,在此基础上建立的教育体系必将发生根本形态的改变。在此过程中,尽管智能技术的快速发展为人机协同提供了支撑和可能,但仍需从教育理论和教育制度的角度上设计合理的变革模式,并将其嵌入到教育领域的业务流程中,形成新范式、新流程、新结构、新业务形态,进而构建新的教育体系,促进教育更好更快地发展^[7]。本文将结合该问

题,通过对认知外包四个层次的分析,从机器与教师如何协同促进教与学不断进步的角度,设计人机协同教学的分析框架,期望为未来的人机结合的智能教育提供指导和支持。

二、人机协同教学的分析框架

认知外包时代,建立人机协同教学的分析框架有利于教师与人工智能充分发挥各自优势,相互合作,共同促进学生的全面发展,实现高效教学。该框架连接了人工智能和人脑智能两个主体,从前者看,人工智能在协同过程中将逐步实现人脑的智能:计算智能、感知智能、认知智能和社会智能。其中,计算智能主要实现计算信息的外包;感知智能主要实现语音、图像等人类感知信息的外包;认知智能主要实现模式、规则、策略等认知信息的外包;社会智能则对应了相对高级的社会交互形式的外包。而从后者来看,人脑智能在连接人工智能运作过程中将产生持续的相互作用、相互增强。

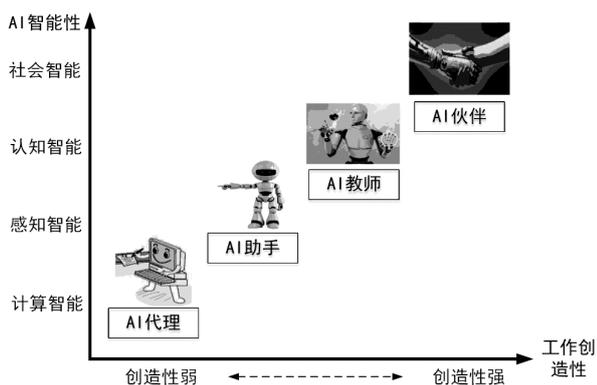


图4 人机协同教学分析框架

具体到教学工作中,根据教学工作本身规则性和创造性程度的不同,教师和人工智能(AI)在教学中所处的地位也有所区别。本文根据人机协同中机器智能由弱到强的智能性,将教师和AI的关系分为四个阶段:AI代理、AI助手、AI教师和AI伙伴(如图4所示)。AI代理是低层次的协同,是AI取代部分教师需要处理的低层次、单调性、重复性工作的智能形态,此阶段AI主要作为教师工作的代理,运用计算智能处理简单事务;而AI助手则是教师运用AI来提高常规工作效率的形态,是AI中低智能的体现,AI借助其感知智能处理采集到的教与学数据,而教师针对数据提供意义和解释,教师将增强AI处理模糊事务的能力;AI教师是人机结合的超级教师,此时AI具备认知智能,能够在感知和认知方面均显著增强教师的能力,突破教师个体认知极限,使得教师具有更大的教

育创造性;AI伙伴是最高级的人机协同方式,此时AI具备了社会智能,能够与人类教师进行社会性互动,同时,AI的创造性和自主性达到人类教师的层次,可以独立地与人类教师进行对等的交流,实现共同进化、相互提升。

(一)AI代理:代替教师重复性工作

教师应该以培养学生的完整品格和创新能力为首要任务。然而,当前教师的知识传授任务非常繁重,教师在完成日常授课和班级管理工作外,还需要完成诸如布置作业、批改作业、考试组卷、阅卷评分、成绩统计、备课、家长反馈等工作,这些工作重复性和规则性强,智力投入低,但需要花费大量时间和精力,使得教师超负荷工作,影响了教师对自身工作的满意度和认同感,更会影响教师的教学、专业发展、育人创造性的发挥等。

利用技术手段帮助教师降低工作负荷是解决和改善上述问题的一条重要途径。教师的工作分为两类,以教学设计、情感交流为代表的创造性工作和以批改作业、反馈为代表的机械重复性工作,而造成教师压力的主要原因在于后者。AI技术的优势即在于能够基于数据学习机械重复活动的规则,进而高效、准确地处理这些任务。但AI技术在处理创造性高的工作时会存在缺陷。从AI解决教师面临问题的途径来讲,AI主要依赖数据驱动下的计算智能。教师在解决重复劳动过程中效率不高,甚至容易出现偏差的原因在于人脑的计算能力有限,人脑在提取、计算和处理信息过程中的速率远落后于机器,尤其是计算过程,且具有模糊性和不稳定性。而AI依赖设计和训练好的规则,只需要为其提供数据,即可对大规模的工作进行迭代解决,其运算速度和稳定性是人类大脑无法比拟的。以中国的天河二号超级计算机为例,其运算1小时完成的任务量相当于13亿人同时用计算机计算1000年的任务量。另外,从情感体验的角度来看,人脑复杂的情感变化会影响教师工作的效率,而机器则可以不受情感影响,稳定完成任务。

因此,当教师的工作具有较强的规则性,而AI在处理这些事务中存在较高的自主性时,人机的协同可以通过AI代理模式存在,即AI将完全代替教师处理布置作业、批改作业、测试出题、安排考试、安全巡逻、资料检索、学生信息管理、家长信息反馈等重复性、规则性和烦琐性的工作。以批改作业为例,AI代理完成作业批改充分利用了机器的计算智能,其步骤如下:(1)AI代理对存储器中的作业数据集进行提取;(2)基于作业数据集的批阅规则和模型的训练;(3)利用

训练的规则和模型对新的作业进行批阅并输出评价反馈。目前,诸多智能批改系统(如批改网)正是基于该过程进行作业的自动批改,并尝试替代教师的人工批改,让教师可以将精力投入到更具创造性的工作中去,革新教师的日常教学。

(二)AI 助手:教师增强 AI 自动化处理

在 AI 代理阶段,教师利用 AI 可自动化处理机械重复的事务,可以大幅度提高工作效率,其中计算智能发挥了主要作用,能够较好地完成规则确定的问题。但在知识传递之外,教育过程也是情感交互和创造的过程,学习者的主观感受、情感经历等对于学习结果具有重要影响。而 AI 代理无法结合学习者的情感经历和生活体验分析问题,这就难以对学习者的评价报告背后的意义作出精准全面的解读,进而难以提供适应性的解决方案,这是 AI 代理的瓶颈。在这种规则性与创造性并重的工作面前,教师应当介入发挥对机器的指导作用,让 AI 担当教师的助手,通过教师的教育智慧,增强 AI 处理事务的智能性与智慧性,从而提升教师处理教学与育人工作的效率。

而在此条件下,教师和 AI 发挥的作用是不同的,前文中提到,在认知外包连接过程中人脑决定方向和价值,而机器提供数据和事实,AI 的分析结果只有嵌入教学理念的解读才有教育价值,因此,教师和 AI 需要利用其优势产生更深层次的协同。比如 AI 在感知智能上具有优势,可以处理大量的多维度信息,可实现实时观测学生的课堂表情,但却无法分析表情背后的注意力分散情况。而教师虽然在处理大量数据时存在困难,但其在与学习者长时间的接触过程中形成了体验的互通和情感的纽带,具有教育认知的优势,可以更全面地对学习者的问题进行综合分析和诊断,并从教育、心理、人的全面发展的角度作出更具指导性的建议,比如学生的什么表情表示注意力的分散,其背后的情感与认知原因则需要教师来解释。

因此,在规则性与创造性并存的教学条件下,教师和机器各具优势,需要充分发挥各自的优势才能实现更好的人机协同。在此过程中,教师对意义的解释是挖掘学习者学习问题的核心,对学习者的更具参考价值,因此,该协同方式下的教学表现为教师主导下的 AI 辅助,即 AI 将作为助手辅助教师处理工作,而最终的决策及意义解释将由教师做出,两者各司其职又互相依赖。在具体的协同过程中,两者利用各自的优势相互弥补各自的不足。传统教学中教师个体难以捕获所有学习者的感知和行为数据,因此,其决策多由主观经验驱使,而这种数据的感知和捕获可以外包给

机器,利用机器的感知智能为教师决策提供数据支持,进而让通常处于模糊形式的教育、心理和社会知识以更为具体和明确的方式呈现出来^[8]。

AI 助手辅助教师处理事务的典型工作形态有完成学生综合评价报告、生成工作总结报告、开展学习障碍诊断、进行教学与学习日程安排等。下面以学科问题诊断为例,阐述 AI 助手阶段的人机协同过程:(1)教师根据学习者问题诊断的需求,从教与学的角度确定数据采集指标;(2)机器根据上述指标全方位捕获能够表征学习者特征的情感、身体状态、行为以及学习过程性数据,并借助相关模型(如学习者模型、教学模型等)转换成描述学生在各个状态上的得分,然后整合成报告形式呈现给教师;(3)教师查看报告,一方面可以了解学习者知识上的优势和不足,另一方面可以查看学习者在体质、行为、情感方面的变化趋势,使得教师可以确定学习者的知识不足是由于其近期身体状态不佳,或者感情遇到问题,进而结合两者的结果对学习者的问题进行更加精准的诊断和建议。

(三)AI 教师:AI 增强教师创新

当 AI 的自主性发展到一定程度,其替代教师工作的能力也将越强,将出现能力超群的 AI 教师,能够做传统教师无法企及的事情。传统的教师强调教学的设计、内容的讲授、学习情况的评估和反馈等,而人工智能时代,知识已经不再是衡量学习者的唯一标准,相应的问题解决能力培养、创造力的提升、社会交互能力塑造、心理体质健康正确引导等均成为教师工作的重要方面^[9],比如育人,面对儿童成长过程中出现的诸如打架、早恋、过分崇拜明星等典型问题,教师常因不了解问题背后的教育学、心理学、社会学、生理学等知识与特点而无从下手,或只是粗暴地教训或干预,不利于孩子的健康成长^[10]。面对此类复杂化的教学情境,教师需要具备能够因时而变、因地制宜地根据学习科学、教育政策等分析教学发展规律,作出正确决策进而促进教学管理和教育质量改进的能力。上述工作对创造性要求进一步提升,且超出了教师的个体认知能力,而这类高创造力的工作也需要以大规模行为、感知、认知数据的采集、计算和分析为依托,这就进一步放大了教师在处理复杂问题上的不足。

智能技术的进一步发展,将为上述问题的解决提供动力,增强的 AI 将具备人类认知规律的学习能力,可以通过人类设置的规则和海量的数据学习人脑处理复杂创造性问题过程中的模式,从而增强其解决问题的自主性,即 AI 将具备认知智能,再结合其强大的计算智能和感知智能,AI 在面对创造性更强的工作

时,可以独立开展工作,这一阶段即进入了AI增强教师创新的阶段——即将会出现与人类特级教师相媲美的AI教师。在此阶段,教师将作为创新工作规则的设计者和指导者,而AI则将作为解决问题的主体——承担领域顶尖水平的领域专家或教师的角色,精准感知和计算任意情境下学习者的需求,并借助大规模的知识库分析学习者的认知和行为模式,进而指导其学习成绩、能力、素养的全面提升,在与学习者的不断交互过程中,AI教师自身的知识也将不断积累和进化。

AI教师在特定教育领域的运行过程中,通过对教师隐性知识的学习,AI可以获得类似教师的主观认知能力和创造力,体现了机器的认知智能,实现了人机协同过程中的认知外包,让机器真正替代了教师,一定程度上解决了人类教师数量不足、专业水平参差不齐的问题。具体工作形态主要表现为智能辅导机器人、情感陪护AI教师、心理辅导AI教师、教师职业发展促进AI导师等。其工作的基本流程为:(1)基于机器的感知智能采集和提取学习者、教师在教与学过程中的问题及其操作行为;(2)依托其计算智能处理采集的数据,建立学习者、教师的问题行为模式;(3)依赖其认知智能和大规模知识库计算得到当前情境下的适应性参考行为模式;(4)对问题行为模式和生成的参考行为模式进行对比分析,明确学习者的不足并为其推荐改进学习的资源和方案。目前,教育领域已经基于不同领域的知识库研发了适用于不同场景的AI教师,如未来教育高精尖创新中心研发的基于基础教育学科知识库的智能辅导机器人^[11],可以根据学习者的学习风格、知识、能力和以往过程数据自适应地为学习者提供学习规划和方向指导。清华大学与学堂在线合作研发的“小木”机器人,借助庞大的高等教育在线学习知识图谱,实现了学习问题的自动解答,为帮助学生克服学习障碍提供了支持^[12]。这一形态在特殊教育领域中的表现最为明显,由于特殊儿童的学习方式具有某种特殊性,教师在理解不同认知方式的过程中存在困难,而AI教师能够为学生提供从诊断到干预,再到评估等一系列服务,助力教师解决领域内的棘手难题,如ElSayed研发的用于诊断学习障碍儿童的智能分类系统^[13]。

(四)AI伙伴:教师与AI的相互社会性增强

未来,通用人工智能技术取得突破后,人机协同将发展到更高的智能阶段,将会出现人类教师对等合作的伙伴,AI机器人将拥有人类教师同等的自主性,并可以与人类教师产生自主的社会性协同。即使AI

教师已经可以很好地完成教育教学领域中既有的工作,如课标要求下的个性化辅导、情感陪护以及能力提升。但随着社会的不断发展,社会化的知识和信息不断涌现和生成,教育领域也愈发强调学习者的全面发展,愈发需要未来的教师具备多元化的个性、感知风格、认知能力和特色,才能实现对不同学习者的适应性支持。这就使得以既有知识库为支撑的人机协同框架无法满足未来学习和能力发展的要求,而人类教师虽然能够逐步适应这种变化,但其难以满足海量的学习者需求,同时,其自身在情感和知识上的劣势也为支持未来的教育带来了困难。因此,为了满足这种不断增长的计算、感知、认知需求,一方面需要持续协同构建和更新已有知识库,使其不断满足新的教与学需求^[14];另一方面需要在教师群体智慧支持下,进一步增强AI教师,促进社会化的人机协同^[15]。

这种进一步增强的AI教师伙伴与一般的AI教师的核心区别在于其超强的智能性、自主性和创造性。一般的AI教师是通过AI技术增强的教师,能够通过学习教师隐性知识完成教师的工作任务,其智能性和创造性较强,属于相对高级的人机协同形式。而当AI的智能性和自主性进一步增强,进入强人工智能或超人工智能时代,AI将成为具有自主意识、独立解决问题的AI教师伙伴,它将成为与人类教师对等的社会化、独立的个体,AI将不再依赖于人类教师设计的问题处理规则,而是可以作为具备社会化智能的个体,其在与人类教师或者其他AI教师的沟通协作中习得新的规则,提供新的服务。AI伙伴具有独立的智能,能自主完善知识库、自主学习,随外部环境变化而不断进化。正如新生的个体对世界的认知只有片面一隅,而世界的知识是无限的,不同个体间社会化的协作、沟通交流可以促进个体知识的快速积累。这种条件下的人机协同充分利用了机器的社会智能,是一种高级形式的社会化协同——AI伙伴,这也是强人工智能和超人工智能的具体表现形态。

AI伙伴是教师与AI进行协同的最高级形式,AI具备了与人类教师同等的智能和创造性,机器智能在人类教师的引导下可以自主习得新的规则,创造性地进行思考,进而可以独立自主地协助人类教师解决有限社会化知识库内的所有教学问题。而在协助教师解决问题过程中,AI伙伴与教师是真正的伙伴和促进者关系,是权利、思维、情感和能力对等的个体,AI伙伴和人类教师均可自主发现新问题并针对性地尝试新模式,在此基础上对各自的结果进行讨论和对比,促进知识与技能的相互增强,实现了教师个体工作的

社会智能的外包。AI 伙伴作为人机协同的最高级形式,其社会化的智能是 AI 技术发展的远景,它仍将依赖大量社会化交互数据,但将不再依赖人为总结的数据交互规则和模式。该阶段的人机协同中,认知神经领域将在人类认识和学习事物规律的过程中发挥重要作用,将这些规律形式化并应用于机器,将是促使机器具备与人类对等智能性和创造性的重要条件。一旦这一阶段成为现实,人机协作的伦理问题将至关重要,人类教师不仅要和机器完成协同,也要起到引导机器智能发展方向的作用,而机器则作为一种社会智能的外包形式,针对人类的合理需求对人类进行辅助和促进。比如加州大学圣迭戈分校研发的儿童社交机器人 RUBI,可以跟儿童互动,会根据儿童不同的行为表现出痛、哭、笑、沉默等不同表情,从而影响儿童的社会行为,跟儿童形成伙伴关系,孩子会将 RUBI 看作一个有感情的生命,而不是一个无生命的玩具。

三、未来人机协同教学的核心特征

未来 AI 与教师的关系是相互增强、相互塑造、相互进化的,AI 可以增强教师开展教育工作的能力,教师也可以增强 AI 的教育智慧,在这种相互增强的发展演化中,具有以下核心特征:

(一)教师工作重心的转变

未来人机协同时代,教师工作的重心不仅是传统的“传道、授业、解惑”,更需要激发学生的好奇心与想象力,培养具有创造力的批判性思维,从而实现针对学生个体的差异化、精准化教育。教师的核心价值不仅是学科知识和专业技能的发展,而且是教师的人文底蕴、责任担当、国家认同、跨文化交往、审美等核心素养的培养^[9]。教师的责任不是灌输知识,而是帮助学生挖掘每个人最大的潜质,成为学生的精神导师,发挥培养学生智慧、帮助学生成才、启迪学生心智的智者作用^[10]。

人类教师不会被取代,而是与人工智能教师共同协作承担教学任务,且在人机协作过程中凸显其独特的优势^[9]。未来的人类教师更像是医院里面的知名专家,结合人工智能技术提供的学生的“诊断报告”,给出最终的意义解释和“治疗方案”,这种治疗方案一定是个性化的、精准的。而对于后期的治疗,则可以交给“普通医生”和“医疗设备”来完成,也就是交给人工智能教师来完成。未来教师会出现精细的、个性化分工,个性化的问题交给人类教师完成,共性的、简单重复的问题交给人工智能教师来完成。

人工智能时代背景下,教师作为学校课程变革的

主要参与者,必须为学生提供“精准备”,这个准备必须与个性化的人才培养和能力提升相一致。首先,更加注重核心素养导向的人才培养。要从面向知识体系的传授,转向面向核心素养的培养,学生的创造力、审美能力、协作能力、知识的情境化、社会化运用能力应是人类教师关注的核心和重点^[10]。其次,更加注重培养人机结合的思维方式。运用人机结合的思维方式,显著提升教育的生产力,教育才能既实现人人都有的大规模覆盖,又能实现与个人能力相匹配的个性化发展。未来的教育应该是幸福的、更加人本的教育。教育要尊重生命、发展生命,使每个人过上有尊严的生活,教育是心灵与心灵的碰撞,是灵魂与灵魂的启迪。面向未来的教育应该更加尊重学生,更加关爱学生,以学生为本,为学生一生的幸福和成长奠基。人工智能将会带来人类教师智力劳动的解放,人类教师能够有更多的时间和精力关心学生的心灵、精神和幸福,有更多的时间与学生平等互动,激发学生求知本性,能够实施更加人本的教学,使得学生更具有创造性和创新性。

(二)教师工作形态的转变

人工智能时代,教师工作形态将发生巨大的改变,知识性的教学大部分将由人工智能来承担,教师更多的是学习的设计、督促、激励与陪伴,教师更多的工作是育人与学生的情感交流等。

未来的育人环境,是人工智能支持下的虚实结合的环境,线上线下融合,有成千上万的学习服务,不同 AI 支持学生自由组合,教师扮演不同的角色,如学习服务设计、学习陪伴、情感激励、学习问题诊断改进、学习指导生涯发展规划、社会性的活动的策划与设计等。教师的主要工作形态将发生实质性的改变,未来的教师工作将变成:

学习服务设计与开发:利用技术工具设计、开发灵活多样的学习环境,设计立体化、跨学科融合的综合课程,实现虚实结合的教学,为学生提供丰富多样的、精准的、适应性的学习资源与学习活动。

个性化学习指导:实现因人而异、因情境而异的个性化智能教学,为学生跨越最近发展区提供合适的脚手架,辅助学生学业发展,实现精准教学,教师将成为学生学习过程中的同伴、学习迷思的协商者,以满足个性化需求,实现每个人都能个性化的发展。

综合性学习活动组织:结合真实的生活,组织学生参与以活动、项目和问题解决为基础的学习,提供动手操作的课堂体验,鼓励学生进行知识的情境性、社会性应用,促使学生在解决真实问题中进行创造、

设计、建构、发现与合作,未来的教师将成为教育活动师^[7]。

社会网络连接指导:学习是内部认知网络与外部认知网络的连接,教师将帮助学生形成良好的内部认知网络,并作为重要的外部认知节点,帮助学生连接丰富的外部社会认知网络,指导学生寻找关键的学习节点,帮助学生在知识节点、人际社会节点之间不断建立连接。

学习问题诊断与改进:教师要通过 AI 对学生学习过程数据进行采集与分析,并对其进行教育意义的解释,了解学生学习动态,超越表面问题,找到影响学生学习的障碍点,同时,要对学生的不良状态做到及时预警,并形成有针对性的改进方案。

心理健康管理与疏导:未来教师要更关注学生的心理与心灵,在 AI 的帮助下,教师不仅可以了解学生的知识、能力,还可以了解他的认知能力与心理状态,包括心理健康、人格发展、认知能力、学习品质、发展潜力、教育环境适应性等,从而及早发现学生的心理问题并及时给予干预。

体质健康监测与提升:通过 AI 多渠道、多形态地采集学生的运动数据,深入分析学生成长发育、运动技能的各项关键指标,帮助教师基于数据精确了解学生的体质发展及健康状况,并给出提高学生体质的运动处方、专项训练方案与营养改善方案。

信仰和价值的引导:未来教师要正确处理好学生成长过程中出现的各种问题,帮助学生坚定信仰,树立科学正确的价值观^[8],帮助学生认识并遵守社会规范、公共道德和科技伦理,提升学生的精神面貌,塑造学生健康的人格。

发展性评估与改进:将人工智能技术引入教学评估活动中,通过大数据采集和学习分析,实现精准化的教学评价、个性化的学生评价。评价不仅是对知识进行评价,还可以对学生动态问题解决能力及综合素质进行科学评价,为学生和家长提供全面、客观、有科学数据支撑的综合素质评价报告。

生涯发展规划指导:教师将帮助学生认识自己的个性、特长和优势,体验了解社会各行业的职业能力结构,从而指导学生进行有效的学业规划,同时,在对学生的的大数据进行个性化分析的基础上,为学生学业发展、专业选择、职业规划等提供针对性帮助。

同伴互助专业成长:人机协同的智能机器人可以协助教师诊断教学设计方案、课件存在的问题,全面采集教师在课堂教学现场生成的声音、表情、动作、互动信息等,借助其分析功能为教师的教学提供实时的

诊断和建议,促进教师习得新的教学法知识、学科知识和技术知识,改善自身的认知缺陷,促进自身专业成长。

人机结合教育决策:未来教育是因人而异的教育,各种个性化需求需要海量的教育服务的组合,其带来的教育资源配置等教育决策变得极其复杂,需要 AI 为各类决策提供各种数据及分析模型支持,形成人机联合的教育决策机制,实现智能化的教育治理模式。

AI 教育服务伦理监管:随着未来 AI 在教育中角色的增加,其伦理问题将成为重中之重。不同的 AI 有不同的设计算法,基于不同的数据集,有不同领域适应的局限性,教师应该对 AI 所提供的教育服务有所了解,一旦出现教育伦理问题,应能够及时干预。

(三)教师的社会协同发生转变

社会分工或社会协同是生产关系的外在展现形式,高效的社会分工是简化劳动、提高工作效率、推动生产力变革的重要方式^[9],而技术推动的工作形态变化和工作效率的大规模提升将导致传统社会分工与生产关系的不协调,进而导致社会分工的变革。工业革命推动了大规模、精细化的社会化分工,进而使得教师作为知识传授者的作用愈发凸显,教师知识传授的类别也更加具体化^[20];随着人工智能带来的对教育教学领域的影响,教师的社会分工则需要发生进一步转变。

1. 教师的社会分工越来越细,教师的职责越来越专一

“教育+人工智能”使得教师一些规则性的行为活动被人工智能所代替,因此,教师的社会分工将从不同学科和领域的知识传递者转化为不同领域创造性活动的实施者、规则性活动的设计者和人工智能教师活动建模的指导者。第一种教师分工要求教师要聚焦(教师工作形态中)人工智能不能完成的创造性活动,不能完成的设计、教学和研究工作;第二种教师分工要求教师应当针对学习者的需要对规则性的需求进行分析、场景设计和规划;最后一种分工要求教师应当具备指导人工智能教师学习规则性活动的的能力。创造性工作需要长时间的知识积累,很难有个体在各个领域均具备创造性,今后人类教师的工作将更加分化,因此,教师的职责也更加专一。

2. 教师的工作由强调个体的、简单的协同,转变为群体的、大规模的协同

传统教育教学中,教师在多数场景下是独立完成教学、教研任务的,只有少数协同备课、反思的机会。随着人工智能技术对教育数据的采集、分析和建模,

各类规则化的业务流程,如教学、辅导、教研、评价等将变得愈发清晰,传统教育教学中由于数据难以在上述流程中的主体间高效流转,因此,造成了协同的信息损失和低效。而在“教育+人工智能”的背景下,由于教师工作的类型越来越多、越来越细化,单一教师职责所涵盖的内容一方面难以满足学生各种个性化需求,另一方面难以在不依赖其他分工的条件下实现教育教学的完整、高效实施,因此,教师的工作将更加强调群体大规模的协同。在这种协同中,互联网将提供协同的连接,而人工智能将最大限度地减少协同中的冲突、不一致和信任缺乏等问题。

3. 教师工作过程中协同越来越流畅,边界越来越模糊

在人工智能环境下,虚拟与现实是无缝融合的,教师与AI之间的连接与合作也是无缝的、自然的,人与人、人与机器、机器与机器之间的协同将变得更加流畅,教育的各个业务不再存在明显的边界和隔阂。人机交互的改善将使得人机能够以更自然、更人本的方式进行协作、交互与连接,虚拟世界与现实世界相互嵌入,边界越来越模糊,机器将变成自然人体与自

然人脑的有机组成,形成整体,如霍金的座椅,实际上已成为他的有机体的组成部分。

4. 教师工作的协同对象越来越多样,人机协同取代人际协同成为主流

在人工智能和教育的融合过程中,随着人工智能在协助教师解决教学设计、教学实施、课后辅导、智能评价、智能教研、个体反思等问题上的能力不断增强,机器将逐步取代传统教学中的协同备课教师、听评课教师,成为教师最重要的工作伙伴。一方面,机器在与教师的交互中习得更多的教育规则,并能支持更多的教育业务;另一方面,教师在与机器的交互中能够快速提升自己的业务能力,显著提升处理各类教育事务的效率,提高教育生产力。因此,人机协同将取代传统的人际协同成为“教育+人工智能”的主流。未来人机协同教学中的智能机器人也能够以被实验者的身份促进教师的专业能力提升,如扮演虚拟学生的角色,成为各类新型教学方法、教学理念进行创新的试验对象,就像医学界的计算机模拟病人,引导教师进行教学法、教学模式等方面的探索,降低未知探索的风险。

[参考文献]

- [1] 测评界.互联网到底有多大? 包含了多少信息? [EB/OL]. (2016-03-28)[2019-01-03].http://www.sohu.com/a/66316258_354413.
- [2] SHANNON C E. A mathematical theory of communication[J]. Bell labs technical journal, 1948, 27(4):379-423.
- [3] 余胜泉.技术何以革新教育——在第三届佛山教育博览会“智能教育与学习的革命”论坛上的演讲[J].中国电化教育,2011(7):1-25.
- [4] HOLLAN J, HUTCHINS E, KIRSH D. Distributed cognition: toward a new foundation for human-computer interaction research[J]. ACM transactions on computer-human interaction (TOCHI), 2000, 7(2):174-196.
- [5] 余胜泉,王阿习.“互联网+教育”的变革路径[J].中国电化教育,2016(10):1-9.
- [6] 余胜泉,段金菊,崔京菁.基于学习元的双螺旋深度学习模型[J].现代远程教育研究,2017(6):37-47,56.
- [7] 余胜泉.人机协作:人工智能时代教师角色与思维的转变[J].中小学数字化教学,2018(3):24-26.
- [8] SELF J. The defining characteristics of intelligent tutoring systems research: ITSs care, precisely [J]. International journal of artificial intelligence in education (IJAIED), 1998, 10: 350-364.
- [9] 余胜泉.人工智能教师的未来角色[J].开放教育研究,2018,24(1):16-28.
- [10] 余胜泉,彭燕,卢宇.基于人工智能的育人助理系统——“AI好老师”的体系结构与功能[J].开放教育研究,2019(1):25-36.
- [11] 北京师范大学未来教育高精尖创新中心.人工智能驱动的教育机器人[EB/OL].(2018-11-14)[2019-01-03].<http://aic-fe.bnu.edu.cn/xwdt/xzsp/57270.html>.
- [12] JING X, TANG J. Guess You Like: Course Recommendation in MOOCs[C]//In Proceedings of 2017 IEEE/WIC/ACM International Conferences on Web Intelligence (WI17), New York: ACM, 783-789.
- [13] ELSAYED K N. Diagnosing learning disabilities in a special education by an intelligent agent based system[C]// Computer Science and Electronic Engineering Conference. New York: IEEE, 2012:7-12.
- [14] WANG Q, DING G Z, YU S Q. Crowdsourcing mode-based learning activity flow approach to promote subject ontology generation and evolution in learning[J]. Interactive learning environments, 2018(8):1-19.
- [15] 宋灵青,许林.“AI”时代未来教师专业发展途径探究[J].中国电化教育,2018(7):73-80.

(下转第29页)

teaching and learning process and the effective support of teaching and learning activities, this paper deeply discusses the key technologies of constructing intelligent system to support the implementation of the new model, such as collecting big data of teaching, screening learning path and optimizing learning network etc. based on the knowledge map with questions as clues. Finally, this paper discusses the main tasks to promote the construction of the new educational model, including updating the concept and clarifying the direction of the whole staff, formulating forward-looking plans and practical work plans, setting up innovative team and carrying out innovative practical work comprehensively.

[Keywords] Educational Informationization; New Model of Education; Human Network Integration; Smart Learning System

(上接第22页)

- [16] 余胜泉.人机协作:人工智能时代教师角色与思维的转变[J].中小学数字化教学,2018(3):24-26.
 [17] 祝智庭,魏非.教育信息化2.0:智能教育启程,智慧教育领航[J].电化教育研究,2018,39(9):5-16.
 [18] 范国睿.智能时代的教师角色[J].教育发展研究,2018,38(10):69-74.
 [19] 马克思恩格斯全集(第47卷)[M].北京:人民出版社,1979:328.
 [20] 张学敏,张翔.教师职业专业化的异化与转型——基于社会分工演进的考察[J].教育研究,2011,32(12):68-72.

Analysis of Collaborative Path Development of "AI+Teachers"

YU Shengquan, WANG Qi

(Advanced Innovation Center for Future Education, Beijing Normal University, Beijing 100875)

[Abstract] Rapid increasing, huge volume and complex structure are features of information under Internet environment which make it difficult for human teachers to handle the changes of information. In order to adapt to those changes, it is necessary to conduct information processing and thinking with the help of external intelligent equipment as the cognitive outsourcing of human brain. The cognitive outsourcing of "AI+ Teachers" will become the normality and main form of man-machine collaboration in the era of artificial intelligence as well. According to the different forms of teachers' working intelligence, the cognitive outsourcing of "AI+ Teachers" will realize the connection between the internal cognitive network of human brain and the external cognitive network of equipment at different levels, as a result, the machine can outsource teachers' intelligence at four levels: data calculation, feature perception, pattern cognition and social interaction. Based on the four-layer intelligent outsourcing, this paper proposes an analysis framework of "AI+ Teachers" to realize man-machine collaboration. According to the increasing intelligence and autonomy in the collaborative process, it mainly includes AI agents, AI assistants, AI teachers and AI partners. Finally, on the basis of that framework, this paper predicts the core features of human-computer collaborative teaching in the future, and expects to provide reference and enlightenment for the collaboration of "AI+ Teachers" in the intelligent era.

[Keywords] Artificial Intelligence; AI+Teachers; Man-machine Collaboration; Cognitive Outsourcing