DOI:10.13811/j.cnki.eer.2021.09.004

教育的人机协同化与未来教师核心素养

——基于智能结构三维模型的分析

吴茵荷，蔡连玉，周跃良

（浙江师范大学 教师教育学院，浙江 金华 321004）

[摘 要] 人工智能的快速发展与社会应用，正在带来教育系统的人机协同化。人机协同教育图景与传统教育流程大异其趣，人机协同的有效运转使得教育所需的智能结构发生转型。基于国家实力三分理论建构的教育人机协同系统所需的智能结构三维模型有硬、软、巧三种智能，在弱人工智能时代，机器的长处在于硬智能，人类教师则优在软、巧智能。由教育人机协同系统智能结构三维模型，推导出未来教师核心素养框架的三个维度：(1)硬素养，即数据化、结构化和可重复的教育教学能力；(2)软素养，即基于“关系能力”和创造性的教育教学能力；(3)巧素养，即教育人机协同的价值观、意识、知识能力与反思。基于人机比较，未来教师核心素养的重点应在硬素养中的计算思维、软素养和巧素养。培养未来教师的核心素养，需要师范教育率先建构基于人机协同的教育教学模式、课程体系和实训路径，以及提升教师教育者的人机协同教育能力。

[关键词] 人机协同化；智能结构三维模型；教师核心素养；教师教育

[中图分类号] G434 [文献标志码] A

[作者简介] 吴茵荷（1991—），女，江西鹰潭人。博士研究生，主要从事教师教育、智能教育研究。E-mail：262357957@qq.com。蔡连玉为通讯作者，E-mail：cailianyu@126.com。

一、引 言

随着人工智能技术的快速发展及其在教育系统中的逐渐渗透，学校教育使用各种人机协同系统越来越普遍。教育实践中人机协同系统的广泛应用势必会导致学校教育流程的整体再造，学校教育所需的智能结构也将随之转型，如此则会对未来教师的核心素养提出新要求。在前期的研究中，我们已经对社会的人机协同化与学生发展核心素养进行了探究，本研究为此基础上的一种延续性探讨。未来已来，适应智能技术时代的高素养教师是高质量育人的基石，面向人机协同化的学校教育实践培养未来教师核心素养，应为当前教师教育变革的一个核心向度。

二、教育的人机协同化与人机协同教育图景

当前，没有自主意识的人工智能正在逐渐渗透进学校教、学、管、评、考、测等教育教学活动中。这些活动由教师主导，日益广泛和充分地使用人工智能技术，由此构成一个个教师与机器共同工作的人机协同教育子系统，整个学校教育运行正逐步建基于一个大的教育人机协同系统之上。我们可以称这一过程为教育的“人机协同化”。教育的人机协同化是人类社会信息技术发展的必然产物，也将赋能于人类教育。传统的学校教育是一种为满足工业化时代人才需求的批量化、标准化培养模式。从某种意义上看，传统学校教育遵循效率逻辑，形成了对因材施教理想的背离，而当前基于人工智能技术的教育人机协同化正在持续

基金项目：2019 年度国家社会科学基金教育学重点项目“人工智能与未来教育发展研究”（项目编号：ACA190006）

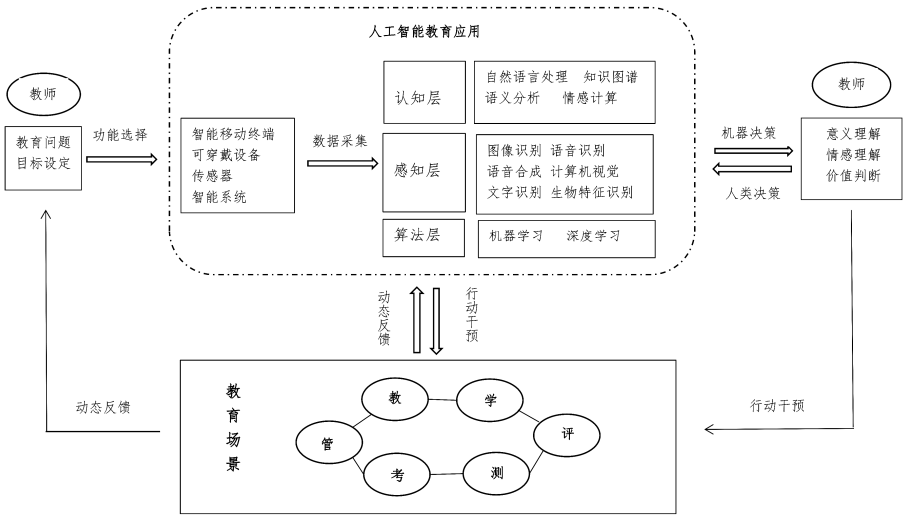


图 1　人机协同教育图景

地改变传统学校教育场景。人机协同系统内人工智能的大数据采集、超强算力和算法，为因材施教和学生个性化发展提供了契机。

教育的人机协同化正在构建新的人机协同教育图景，如图 1 所示。在人机协同教育中，人类教师和人工智能发挥各自优势，协同完成教育教学工作，形成一种新的教育流程。

（一）人机协同教育的技术框架

教育人机协同系统中人工智能技术框架包括算法层、感知层和认知层。算法层是人工智能教育应用的技术核心，各类人工智能教育应用都要依靠算法实现，包括机器学习和深度学习算法。机器学习能够在经验学习中自动改进具体算法，通过开发自动检测数据模式的方法，在使用未覆盖的模式时，预测未来的数据[1]。深度学习通过卷积神经网络、循环神经网络等算法能够学习传统机器学习无法处理的抽象数据[2]。感知层模仿和延伸人类的感知能力，通过图像识别、语音识别和生物特征识别等技术，在人与机器的自然交互中实现对学生多模态数据采集。认知层模仿人类的认知活动，让机器学会“理解”。认知层的主要技术有自然语言理解、知识图谱和情感计算等。由于目前人工智能技术发展仍处于弱人工智能阶段，机器的认知能力仅体现在“特定领域”中的认知推理[3]。通常，教育人工智能应用并非单独靠算法层、感知层和认知层中的某项技术实现，而是结合了各层相关的技术。例如，语音翻译系统结合了机器学习、语音识别和自然语言处理等技术。

（二）人机协同教育的应用环节

当前人工智能被应用于教、学、管、评、考、测等教育教学环节，促进个性化的教与学[4]、全方位的管与评、自动化的考与测的实现。人工智能在教育场景中的应用并非依靠机器单独完成，而是需要人类教师不同程度的参与。

在教与学方面，个性化的教与学是班级授课制的难点。基于大数据的诊断为教师了解每位学生提供了支持，但教师仍难以对每位学生进行个性化辅导。智能导学系统基于内容知识、教学策略知识、学习者知识的学习，能够为学生动态推荐合适的学习路径和学习内容，量身定制学习计划。为了更“接近”人类教师，自适应学习系统不断开发模拟人类的情感和社会交往能力，同学生对话时，与学生的语音、语调进行配合，让学生感受到亲密感和社会认可[5]。虽然智能导学系统能够越来越出色地进行教学，但完成的都是指令性、程序性的教学任务，对开放性、突发性的问题束手无策[6]。并且人工智能受限于数据源和算力等因素，教育场景适切性不足，会影响教学干预的精准度，需要发挥人类教师的灵活性，与人工智能的逻辑性相结合，提升教学的精准性。更为关键的是，现阶段的弱人工智能不具备“自我意识”，并不能真正理解和表达情感，教师和学生之间的情感和社会交往尚不能被机器取代。

在管与评方面，传统的管理和评价工作依赖教师的主观经验和标准化测试数据，教师对过程性数据的捕捉和分析存在较大困难，难以对学生进行全面客观的评价。在人机协同的教学环境中，各类传感器可以采集学习过程中产生的文本、语音等海量数据，利用多模态学习分析对学生进行全方位评价，实现追踪式全过程学业管理。人工智能不仅能实现学生学业水平的评价与管理，还能利用综合建模评价技术，基于体质健康、心理健康等数据生成学生综合素质评价报告。建立在大数据上的评价可以超越人类的认知偏好

和有限的知识背景[7],人工智能负责数据的收集和呈现,教师对数据进行解读和判断,实现更加精准和全面的评价与管理。

在考与测方面,过去作业批改等重复性工作占用了教师大量的精力,人工智能能够实现口语测试、纸笔考试的自动评分。语音评分系统相较于普通评分员更接近专家,而且效率更高,更公平公正[8]。批改系统在自动评分的基础上,提供针对性的反馈报告,学生可以根据报告反复修改提交,直到满意[9]。自动化的考与测能够大幅度地提升教师工作效率,但由于人工智能不能真正“理解”语言、文字的意义,如智能批改系统无法像人类教师一样理解文章,可能会对新颖有创造性的作文判低分[10]。因此,教师需要识别出被人工智能误判的内容,实施人工审核。

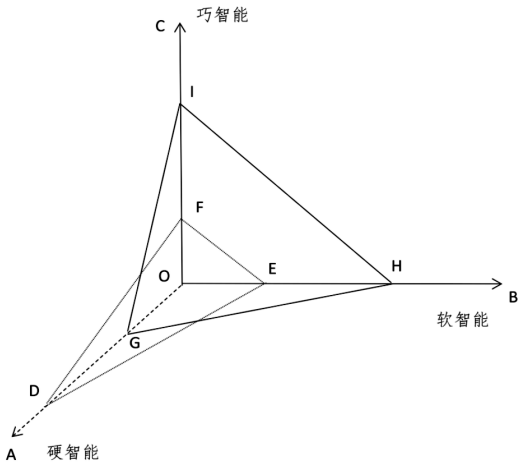
(三)人机协同教育的运行机制

人机协同教育的运行机制与人工智能技术发展阶段紧密相关,当前人工智能技术的发展处于弱人工智能阶段,不具备“自我意识”,主要基于对大数据的强算力解决问题,进行数据驱动决策。由于人工智能缺乏“常识”“横向思考能力”等人性元素,机器决策有其局限性,教师需对机器决策进行理解和判断,在机器决策的基础上启发自身决策[11]。因此,人机协同本质上是一种基于数据的决策,人类决定方向与价值,机器提供数据与事实。在弱人工智能时代,人机协同教育的运行机制是:首先,由教师发现和提出教育问题,设定教育目标,明确自身和人工智能各自应当承担的任务,对人工智能教育应用作出相应的功能选择。接着,人工智能教育应用根据教师的指令进行相应的数据采集,通过智能算法对数据进行清洗、特征提取和模型构建,从而形成决策。教师对机器决策进行意义理解、情感理解和价值判断,在此基础上作出决策,将决策规则反馈给人工智能并采取教育教学干预。教育教学干预可由人或机器单独完成,也可由人与机器协同完成。教育应用场景接受干预后,会产生一定的效果,形成新的数据,反馈给教师和人工智能教育应用。最后,教师对教育教学干预是否解决教育问题、达成教育目标进行评估。人工智能对教师的决策规则和应用场景中的数据反馈进行学习,从而优化自身算法,提升决策的适切性。

三、教育人机协同系统的智能结构三维模型

通过对人机协同教育图景的描绘可见,教育人机协同系统中有人类和机器两类智能主体,人机协同有效运转所需的智能结构较传统教育发生了转型。那么,人机协同化的学校教育实践需要什么样的教育智能结构?机器和人类分别具备哪些智能?各自智能优势在哪?对这些问题的思考涉及机器智能的发展。随着技术的迭代更新,人工智能模仿人类的能力会不断增强,未来是否会出现强人工智能尚未有定论。基于谨慎的技术乐观主义,人类社会将在相当长的一段时期内处于弱人工智能时代,因此本文将讨论限定为人工智能具有“自我意识”之前。

国家实力硬、软、巧三分理论为分析人机协同化所需的教育智能结构提供了借鉴启示。约瑟夫·奈(Joseph Nye)提出的国家实力三分理论将一个国家的实力分为硬、软、巧三类。硬实力主要指国家、军事、科技、经济等有形实力的总和[12];软实力指来自文化、历史、价值观等精神性力量[13];巧实力是外交政策中巧妙地利用软实力和硬实力,将二者结合以提升自身影响力的能力。在巧实力的运用中,对使用软硬两种实力的比例没有明确规定,要根据具体情况,灵活选择合适的运用方式[14]。如果说软实力和硬实力指向人、物或任务本身,巧实力则更侧重于做事的方式,是一种手段和谋略[15]。基于国家实力硬、软、巧三分理论,可以建构如图 2 所示的人机协同系统的教育智能结构三维模型。



注:△GHI 为人类教师智能;△DEF 为机器智能。

图 2 教育人机协同系统的智能结构三维模型

学校人机协同系统中存在三类教育智能,分别为硬智能、软智能和巧智能。可分别作如下深入解读。

(一)教育硬智能

硬智能主要是一种基于数据的计算和推理能力,包括记忆数据和基于一定算法的运算等,硬智能擅长处理用数据表征的结构化问题[16]。人工智能的功能实现都是建立在对数据采集和运算基础之上的,即为一种硬智能。人工智能具有强大的计算智能,擅长基于

数据学习重复性活动的规则，高效地处理机械重复任务[17]。人工智能模仿和延伸人类的感知智能，将语音、图像、动作转化为数据进行识别，把学习过程行为分析转变为大数据问题[18]。认知智能的实现在于对特定领域知识的学习，将教学活动转化为结构化问题。人类教师也具备硬智能，但人类处理数据计算的活动效率不高，对信息的提取、计算速度远低于机器，并且机械重复劳动易使人产生偏差。教育硬智能所承担的工作大多与学校教育中的“教书”功能（培养学生读、写、算能力）相关，这也是传统教师教育致力培育和强调的，然而，人工智能的教育硬智能在相当程度上已然超过人类教师。

（二）教育软智能

学校教育除了承担“教书”功能之外，还需“育人”，滋养学生的社会性成长。“育人”工作所需的对学生的道德、情感、创造等的培养能力，整体上可以看作教育软智能。软智能的表现形式多样，一定程度上，可以认为软智能主要指“关系能力”和创造能力[17]。“关系能力”指个体处理与自我、与他人、与自然之间关系的能力。学校教育培养学生的社会性和创造性素养时，尤其需要教育软智能。教育软智能处理的问题较难被数据化和结构化，软智能是人类教师的优势，也是机器无法取代教师的重要缘由。智能教学系统可以模仿师生的情感交互，但由于人工智能不具备“自我意识”，并不能真正地像人类一样理解和表达情感，呈现出的只是一种形式上的情感交流。如果说机器具有教育软智能，也是一种被数据化、形式化的软智能。此外，人工智能难以具备思维的灵活性和创造性，教学活动不仅是合规律性的活动，更是富有创造性的，“教书”和“育人”也不能割裂开，创造性教学活动的开展需要人类教师发挥软智能的作用。

（三）教育巧智能

教育巧智能可以理解为人机协同智能。人机协同系统能否有效运作，“协同”非常关键。“协同”本质上是一种目标设定和决策分配活动，由于人工智能不具备“自我意识”，如何协同只能由人类教师决定。在教育人机协同系统中，教师不仅要呈现传统的人类智能，还要展现出人机协同智能。人机协同智能是将教育教学任务在人与机之间合理分配，以达到教育教学效果最优化的能力。如果说人工智能具有巧智能，由于机器没有自我意识，那也只是为更好地人机协同提供数据和按人类要求所作计算的能力，几乎可以忽略不计。

人机协同智能最上位的构成元素是人机协同的价值观，即教师对人与机协同完成教育教学工作的价值观和意义理解；其次是人机协同意识，即教师利用人工智能解决问题的主动性和敏感性；位于中间层的是人机协同的知识与能力，包括对人与机各自擅长领域的认知，以及对教育任务在人与机之间合理调配的能力。此外，人机协同智能还包括对人机协同的反思，教师需要对人机协同是否达成教育目标，有无违背教育规律和伦理进行反思。

未来不同层次的人机协同系统将广泛存在于教育活动中，成为推动教育教学变革的重要力量，人机协同智能具有重要价值。有论者认为个体与人工智能之间的关系将决定其社会阶层[19]。从教师职业来看，随着人工智能的发展，未来教师职业会呈现更细的专业分工[20]，从已经出现的“在线学习服务师”即可窥见未来教师职业的精细化分工走向。教育专业分工中越高的层次，所需的智能就越高；而教育巧智能越高的教师，所处的专业分工层次也会越高。对教师职业发展更富远见的判断是：未来教师将成为自由职业者，能者即可为师，能够做到智能机器所不能，并且擅于利用智能机器的教师才不会被淘汰[7]。

（四）智能人机分布

通过以上分析可知，在教育人机协同系统中智能是“分布式”的，分别由机器和教师所拥有。图 2 智能模型中三角形 DEF 代表机器智能，机器的优势在于硬智能，其只有被结构化的软智能和根据人类的指令为人机系统功能发挥提供计算的巧智能。三角形 GHI 代表人类教师智能，人类教师智能的优势在于体现“人性”和“创造性”的软智能和巧智能，硬智能则弱于机器。未来智能程度不一的教育人机协同系统将泛在于学校教育，人与机之间虽然有“协同”关系，但客观上也存在着竞争，为了不被逐渐强大的人工智能所取代，并在职业发展中占据优势地位，教师培养和发展的重点不再是传统的教育硬智能，而应重点发展教育软智能与巧智能。

四、基于智能三维模型的教师核心素养框架

为了更好地胜任人机协同时代的教育教学工作，教师需要更多地发展哪些素养，这是教师教育培养未来教师必要的前瞻性思考。

基于对人机协同时代教育智能结构三维模型分析，可以构建如图 3 所示的未来教师核心素养框架。与教育人机协同系统智能结构三维模型相对应，未来教师核心素养框架应具有三个维度：硬素养、软素养和巧素养。

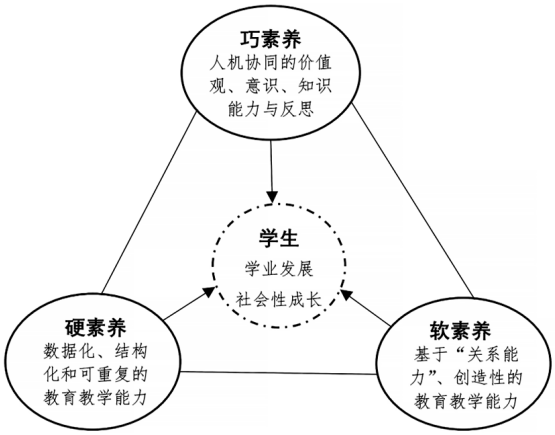


图 3　基于人机协同教育的未来教师核心素养框架

(一)教师的硬素养

教师硬素养是可被数据化、结构化和可重复性的教育教学能力。传统教师教育注重教师对确定性专业知识和程序化教学技能的掌握,实际上都是对硬素养的强调。然而对硬素养的过分强调会使教师教育陷入知识本位和技能本位,教师被看作“教书匠”和“技术员”等工具性角色[21],培养出的教师容易被机器取代。智能导学系统的功能实现即建立在对确定性知识和程序化技能的学习基础之上。但是,未来教师并非不需要具备硬素养,专业知识和教学技能是教育工作的基础,教师需要在此基础上,更多地培养软素养和巧素养,从而有别于像“机器”一样去教学。此外,人机协同时代有一项不容忽视的硬素养即计算思维。计算思维是指使用计算机科学的范式进行问题求解、行为理解等思维活动[22]。计算思维建基于计算过程所需的能力,由人和机器执行。计算思维是人类求解问题的一条有效途径,但并非让人类像计算机一般思考,而是让人类学会处理无法单独完成而可借助机器完成的任务。计算思维是人机协同时代个体的基本技能,并非仅属于计算科学家。只有具备计算思维,教师才能更好地理解和利用人工智能,高效地解决教育教学问题,计算思维应作为教师硬素养中的重点内容进行培养。

(二)教师的软素养

教师软素养为基于“关系能力”、创造性的教育教学能力。“关系能力”指教师处理与自我、与他人、与自然之间关系的能力。教师软素养关涉职业理念与道德、德育、终身学习、教育研究等维度的素养。职业理念与道德是教师对自我从事的教育活动的基本理解。机器智能飞速发展的时代,教师要回归到生命本身来理解教育,[23]培养学生道德、情感、创造等有别于机器的生命特质，成为学生生命成长的引导者和示范者。道德是为人之根本,当教师工作重心回归“育人”,教师的德育能力显得尤为重要。过去由于缺乏德育能力的专业化培养,教师德育专业能力不够[24]。人机协同时代,道德、伦理问题会更加突出,教师需要对学生的道德发展进行正确引导。教师德育能力的核心不在于教授学生德行知识,利用软素养构建与学生具有教育性的关系是“立德树人”的重要路径。面对未来教育变革带来的挑战,终身学习能力是教师在人机协同时代实现自我发展、不被社会淘汰的持续动力。此外,“教师作为研究者”需要被提到新的高度。人工智能强大的数据分析功能,能够揭示过去模糊而隐秘的教育教学规律,为教师的教育研究提供新思路和方法。擅于利用人工智能为自身研究赋能的教师,将大力推进教育理论与实践创新。需要说明的是,软素养并非仅包括上述维度,以上素养在传统的教师培养中已被陆续提出，只是在人机协同时代须被重新审视和重点强调。

(三)教师的巧素养

教师巧素养也即人机协同素养,包括教育人机协同的价值观、意识、知识与能力,以及对人机协同教育实践的反思等。教师人机协同的价值观与其人机协同的意识、行为、能力是相互关联的,反思则是教师对自身人机协同的素养与实践的内省审视。

人机协同的价值观,是教师对人机协同完成教育教学工作的价值和意义的理解,涉及教师如何看待人工智能与自身的关系。有学者提出,教师对人工智能的理解存在三个层次,最底层为将人工智能看作提高教学效率的“工具”,教师面临“学以御物”的技能挑战;中间层为将人工智能看作时代要求,教师面临“教以成人”的时代挑战;最高层为将人工智能视作一种行动视角,教师面临“学以成己”的行动挑战[25]。不同层次的人机协同价值观,决定了教师的不同层次。人机协同的价值观关系到教师的生存和发展,教师需正确审视自身与人工智能的关系。教师对于技术的价值判定是教师人机协同意识、行为、能力的基础;反过来,教师人机协同意识不足或能力欠缺也会阻碍技术效用的发挥，从而使教师对技术价值的判断产生偏差。

人机协同的意识,即教师能够认识到人机协同应用将决定其职业发展层次,积极人机协同开展教育教学的意识。在具体教育教学情境中,人机协同意识包括教师利用人工智能解决教育问题的主动性和敏感性。教师能够敏锐地识别需要用人工智能解决的教育问题,并积极应用人工智能。同时,人机协同意识也是一种拓展意识,来源于教师在人机协同活动中不断形

成的感知和认知。因此,教师人机协同意识离不开其人机协同知识与能力。

人机协同的知识与能力，包括对人与机各自擅长的认知，以及对教育工作任务在人与机器之间合理调配的能力。人机协同的知识与能力是教师人机协同素养的核心,并非要求教师成为人工智能专家,而是需要了解人工智能能够解决什么问题，掌握运用人机系统开展教育教学的方法。另外要强调的是,人机协同运行的机制是基于数据的决策，教师要能够解读和评价数据,基于人工智能数据驱动的决策启发自我决策[12]。

人机协同的反思即对人机协同是否有效地解决教育问题、达成教育目标,包括自我人机协同素养进行反思。教师应当按照“教育的逻辑”去考量“技术”[26],对人工智能技术支持的合理性及伦理正当性进行反思,是否因为技术的过度应用或者误判而偏离了教育的本质。同时,也要审视自身的教育教学活动是否陷入技术“座架”,过于依赖技术而摒弃了自身的主观能动性。此外，教师还需要对自身人机协同价值观、意识、知识能力进行反思。

(四)素养间的关系

未来教师核心素养框架中硬、软、巧三类素养之间有较为明显的区分,但又紧密联系。硬素养是软素养和巧素养的基础。巧素养则是建立在对硬素养和软素养的充分理解和运用上的,硬素养中的计算思维是巧素养的基础，巧素养的体现也离不开软素养中的“关系能力”和创造性。三类素养将形成合力,通过对未来教师这些核心素养的培养,能够为学生在人机协同时代的学业发展和社会性成长提供有力支持。

五、为人机协同教育培养未来教师核心素养

随着学校教育人机协同化的深入,在人机协同教育实践中,需要重点培养硬素养中的计算思维、软素养和巧素养。反观当下的教师教育,将重点放在确定性知识和固定化教学技能的硬素养培养,对教师软素养的培育不足,更少有涉及对巧素养的培养。在教育部 2012 年下发的教师培养目标的指导性文件《小学教师专业标准（试行）》《中学教师专业标准（试行）》中,大部分内容为对专业知识和教学技能的要求。虽然将尊重学生人格和个体差异作为基本理念之一,但却忽视了教师作为“人”的发展特性[27]。人机协同时代,确定性知识和固定化的教学技能相对容易被人工智能习得,较机器而言,教师的优势在于体现“人性”的软素养和巧素养。总而言之,对于教育场景的人机协同化，教师教育需要重点培养未来教师的软素养、巧素养,以及基于计算思维的硬素养。

为人机协同教育培养未来教师的核心素养,需要在教师教育层面进行整体变革。长期以来教师教育机构培养教师的逻辑是面向以班级教学为核心的常规学校教育情境[28],教师缺乏面向未来多样化教育情境的教学能力，疫情期间在线教学效果不佳即为明证。并且,教师教育课程主要为系统性的理论课程与程序化的教学技能训练课程加上模仿性的实践课程的“拼凑”;教学模式仍以传递—接受式为主,智能化教学环境建设甚至落后于基础教育学校,如此培养出的教师很难满足基础教育人机协同化对未来教师能力素养的需求。面对如上问题,具体言之,需要进行如下深层变革。

首先,教师教育机构应率先建立起人机协同教育环境和教学模式,让师范生在人机协同的环境中养成人机协同教育所需的素养。通过创设智能化的学习环境、教室、教学平台、实训中心等,让师范生作为“学习者”感受和理解人机协同教育的理念和实践,并且在学习过程中掌握多种智能化设备的使用方法,为未来践行人机协同教育教学奠定基础。

其次，对陈旧的教师教育课程体系进行重构,建立面向未来人机协同化教育实践的、以软素养和巧素养以及硬素养中的计算思维培育为重点的教师教育课程体系。通过指向实践、指向融合的课程体系建设,帮助师范生掌握人机协同教育所需的能力和素养,将师范生从确定性知识和固定化技能的规训中解放出来[29],唤醒师范生的自主与自觉意识,使其发展为具备主体性、创造性的未来教师。

第三,变革师范生教育实践方式。借助 VR/AR、5G 等技术,为师范生提供接近真实体验的实践训练,突破传统教学实践空间的限制,师范生可以在各类教育情境中锻炼自身的人机协同教育教学能力。并且,智能化教育实践平台通过对师范生教育实践数据的采集与分析,可以为师范生推送个性化的优秀教学案例,教师教育者也可查看师范生教育实践数据,对其进行个性化的辅导。当前已有师范大学基于人机协同理念设计了师范生教育实践平台,能够一定程度上实现人机协同的教学、管理、评价和研究,是师范生教育实践改革的有益探索[30]。

第四,培养教师教育者的人机协同教育能力。过去在理论和实践层面对教师教育者的教育教学能力的关注相对匮乏。在教育不断走向人机协同化的背景下,教师教育者作为师范生的引领者,首先需要具备人机协同教育能力。教师教育机构应建立有针对性的专业成

长支持,培养教师教育者的人机协同教育能力。

对人机协同教育,我们还需要进行更多的理论与实践探索,呼吁教师教育重视对未来教师软素养、巧素养以及硬素养中计算思维的培养,是本研究对教育人机协同化带来的新的教育智能结构和教师核心素养框架进行探索的旨趣所在。

[参考文献]

[1] ALPAYDIN E. Introduction to machine learning[M].Cambridge: MIT Press, 2014:1-9.

[2] TAWEH B. Introduction to deep learning using R[M]. Cambridge: Apress, 2017:1-8.

[3] 王亚飞,刘邦奇.智能教育应用研究概述[J].现代教育技术, 2018(1):5-11.

[4] 祝智庭,韩中美,黄昌勤. 教育人工智能(eAI):人本人工智能的新范式[J]. 电化教育研究,2021(1):5-15.

[5] 陈凯泉,张春雪,吴玥玥,刘璐.教育人工智能(EAI)中的多模态学习分析、适应性反馈及人机协同[J].远程教育杂志, 2019(5):24-34.

[6] 朱永新.未来学校: 重新定义教育[M].北京:中信出版社, 2019:90-93.

[7] 项贤明.在人工智能时代如何学为人师? [J].中国教育学刊, 2019(3):76-80.

[8] 胡伟.人工智能时代教师的角色困境及行动策略[J].现代大学教育, 2019(9):79-84.

[9] 杨现民.教育人工智能的发展难题与突破路径[J].现代远程教育研究, 2018(5):30-38.

[10] 张志祯.人工智能教育应用的实然分析:教学自动化的方法与限度[J].中国远程教育, 2019(3):1-13,92.

[11] 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(2):12-20.

[12] 王一川.中国文化软实力发展战略综论[M].北京:商务印书馆, 2015:29-30.

[13] NYE J. S. Public diplomacy and soft power[J]. The annals of the American academy, 2008, 616(3):93-109.

[14] 洪晓楠,李琳.约瑟夫·奈的“巧实力”理论及其对中国的启示[J].江海学刊, 2014(3):221-227,239.

[15] 张顺生. “Smart Power”的由来、内涵与译法[J]. 上海翻译, 2010(3):59-62.

[16] 蔡连玉,刘家玲,周跃良.人机协同化与学生发展核心素养: 基于社会智能三维模型的分析[J].开放教育研究, 2021(1):24-31.

[17] 余胜泉,王琦. “AI+教师”的协作路径发展分析[J]. 电化教育研究, 2019(4):14-22,29.

[18] 维克托·迈尔-舍恩伯格,肯尼思·库克耶. 与大数据同行:学习和教育的未来[M]. 赵中建, 张燕南, 译.上海: 华东师范大学出版社, 2015:27.

[19] 朱永新,袁振国,马国川.人工智能与未来教育[M].太原:山西教育出版社, 2018:69,81.

[20] 尚俊杰.未来教育重塑研究[M].上海:华东师范大学出版社, 2020:72.

[21] 付光槐.论教师教育课程的价值转向——从技术旨趣、实践旨趣到解放旨趣[J].国家教育行政学院学报,2017(8):34-39.

[22] WING J M. Computational thinking[J]. Communications of the ACM, 2006, 49(3):33-35.

[23] 朱永海.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(1):104-112,120.

[24] 檀传宝.再论“教师德育专业化”[J].教育研究, 2012(10):39-46.

[25] 李栋.人工智能时代教师的“行动哲学”[J].电化教育研究, 2019(10):12-18,34.

[26] 安富海.教育技术:应该按照“教育的逻辑”考量“技术”[J].电化教育研究, 2020(9):27-33.

[27] 吴传刚.我国现行中小学教师专业标准改进研究[D].哈尔滨:哈尔滨师范大学, 2019:154.

[28] 周跃良.后疫情时代,基础教育向何处去[J].基础教育, 2020(5):12-13.

[29] 付光槐.解放旨趣之教师教育课程的内涵、价值与实现[J]. 高教探索, 2018(4):99-103.

[30] 张家华,邓倩,周跃良.基于人机协同的师范教育实践改革与平台设计[J].教育发展研究,2021(1):35-40.

Human-computer Synergism in Education and Core Literacy of Future Teachers: An Analysis Based on Three-dimensional Model of Intelligent Structure

WU Yinhe, CAI Lianyu, ZHOU Yueliang

(College of Teacher Education, Zhejiang Normal University, Jinhua Zhejiang 321004)

[Abstract] The rapid development and social application of artificial intelligence leads to a human-computer synergy in education. The educational prospect shaped by human-computer synergy is quite different from the traditional educational process, and the effective operation of man-machine synergy is transforming the intelligent structure required by education. Based on the three- dimensional theory of national strengths, the three-dimensional model of intelligent structure required by the educational man-machine synergic system has three types of intelligence: hard, soft and smart intelligence. In the era of weak artificial intelligence, the strength of the machine lies in hard intelligence, while human teachers excel in soft and smart intelligence. From the three-dimensional model of intelligent structure of the educational man-machine synergic system, three dimensions of the core literacy framework of future teacher are deduced: (1) hard literacy, namely data-oriented, structured and repeatable pedagogical competencies; (2) soft literacy, creative pedagogical competencies based on "relational competence"; (3) smart literacy, that is, the values, awareness, knowledge and reflection of educational human-machine synergy. Based on the man-machine comparison, the core literacy of future teachers covers computational thinking in hard literacy, soft literacy and smart literacy. To cultivate the core literacy of future teachers, it is necessary for teacher education to take the lead in constructing the teaching model, curriculum system and training path based on man-machine synergy, and to improve the man-machine synergic educational abilities of teacher educators.

[Keywords] Human-machine Synergism; Three-dimensional Model of Intelligent Structure; Teacher Core Literacy; Teacher Education

---

(上接第 26 页)

[Abstract] "The insufficient integration of information technology and subject teaching" is a problem that needs to be solved in Educational Informatization 2.0. Recent arguments are mainly concerned with the integration of technology and teaching, without taking account of the specificity of the subject. The key to "deep integration" is to design information-based teaching programs according to the characteristics of different subjects, but teachers still lack the relevant theoretical guidance in this aspect. Therefore, inspired by Shulman's PCK theoretical framework and the model of pedagogical reasoning, three reasoning paths are constructed, namely the Content-Representation-Driven (CRD), the Technology-Application-Driven (TAD) and the Teaching-Improvement-Driven (TID). The CRD is to select the method of technical representation according to the characteristics of the subject content, and then the teaching plan is formed. The TAD can be divided into "teaching with technology" and "doing with technology". The former is to think about the teaching method according to the characteristics of technology and then the subject content is matched. The latter is to think about the relationship between technology and subject content and then it can be transformed into a teaching plan. The TID refers to the replacement, enhancement, transformation and reconstruction of the original instruction through using technology. This paper illustrates the above reasoning paths with specific teaching cases.

[Keywords] Deep Integration of Information Technology and Subject Teaching; TPACK; Pedagogical Reasoning; Educational Informatization 2.0