

智能时代教育系统结构模型及特征

——基于行业类比的分析

余亮, 赵笃庆, 谢梦航, 周芯玉, 王镜

(西南大学 教育学部, 重庆 400715)

摘要:人工智能作为一种变革性技术力量,将对社会生产生活各领域产生深远影响。当前,“人工智能+教育”的研究范围多集中在教育领域,缺少跨领域、跨行业的横向对比研究。通过梳理智能时代金融、交通、医疗和教育行业的发展概况,并在此基础上从政策文件、技术架构、关键技术、服务对象、应用目的、应用模式、应用场景、应用形态和应用特征九个维度进行类比分析,发现教育行业在政策引领、技术应用和基础设施建设方面相对滞后。进而,从教育目的、教育过程、教育方法、教育主体和教育环境五个角度出发,构建并阐释了智能时代的教育系统结构模型,同时归纳出智能时代的五大教育特征——尊重差异的个性化学习、数据驱动的精准化教学、角色转变的智慧型教师、人机协同的学习共同体和开放共享的教育新生态,以期为“人工智能+教育”发展提供参考。

关键词:智能时代;人工智能+教育;教育系统结构;教育特征;行业类比

中图分类号:G434 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-8129(2022)05-0017-11

基金项目:国家社会科学基金“十三五”规划2019年度教育学重点课题“人工智能与未来教育发展研究”(ACA190006),项目负责人:黄荣怀;2019年度教育部人文社会科学研究规划基金项目“基于情境融合的泛在学习资源个性化推荐方法研究”(19XJA880011),项目负责人:余亮。

作者简介:余亮,理学博士,西南大学教育学部教授、硕士生导师;赵笃庆,西南大学教育学部硕士研究生;谢梦航,西南大学教育学部硕士研究生;周芯玉,西南大学教育学部硕士研究生;王镜,西南大学教育学部硕士研究生。

一、研究缘起

随着人工智能、大数据、云计算和物联网等技术的迅速发展,人工智能逐渐融入社会生产的各个领域,影响大众生活的方方面面,智能时代随之到来。我国政府于2017年发布《新一代人工智能发展规划》,明确提出推动人工智能与各行业融合创新,推动人工智能规模化应用^[1]。教育作为国家人工智能战略的核心领域,正向着“人工智能+教育”深度融合创新的方向不断发展。人工智能在教育行业的深入应用,将对教育目的、教育过程、教育方法和教育环境等多个方面产生深刻影响,引发教育系统结构全方位变革。

梳理相关研究发现,当前教育行业的人工

智能应用覆盖学生学习、教师教学和教育管理等多个场景,提供考试及结果判定、作业与练习检测、情景学习与个性化辅导等多项功能^[2],但也存在应用范围相对狭窄、未形成系统化的应用体系^[3],教育数据“短板”造成人工智能技术价值未能得到充分发挥等问题^[4]。从研究范围来看,已有研究多集中在教育领域内,以基本理论研究、技术应用研究和产品开发研究为主,相对缺少对比研究。虽然近年来出现了以国家智能技术教育应用为对象的横向对比研究^[5-6],但研究范围仍限于教育领域内,缺少跨领域、跨行业的横向对比研究。智能时代的教育行业,迫切需要一种以行业人工智能应用为对象的横向对比研究,探寻未来“人工智能+教育”的发展方向。

所谓类比法,是指以具有复杂结构的模型为对象,根据两个模型之间的同构关系(亦即某种对应关系)而进行的推理^[7]。它以事物的结构相似性或性质相似性为基本出发点,突破演绎推理和归纳推理的局限,为横向领域的知识转移提供支持^[8]。行业类比法是以行业结构的相似性为基础,对某一行业所具备的属性和未来发展方向作出推理分析的过程,它能促进不同行业优秀做法的迁移运用。人工智能涉及信息科学、生命科学、脑科学、社会学和伦理学等多个学科,其应用覆盖金融、医疗、交通、教育、制造业、农业等多个领域^[9]。人工智能所具备的跨学科、多领域和工具性特征,使得人工智能在各行业的应用过程具备一定相似性,这为行业之间的相互借鉴和类比分析提供了前提。基于此,本研究通过梳理智能时代不同行业的人工智能应用现状,并进行类比分析,探究智能时代的教育系统结构模型和教育特征,以期为“人工智能+教育”发展提供参考。

二、智能时代的行业类比分析

(一)智能时代各行业发展概况

以金融、医疗和交通行业作为教育行业的类比对象,在梳理和归纳各行业人工智能应用现状的基础上进行类比分析。

1. 金融行业

作为最早拥抱信息技术的行业之一,金融领域中的人工智能应用早在 10 余年前就已经取得显著成效,如全球第一个人工智能驱动的对冲基金 Rebellion,成功预测 2008 年股市崩盘,并于 2009 年比官方提前一个月将希腊债券的信用等级降为 F 级^[10]。根据高盛集团发布的报告,保守估计到 2025 年时,人工智能可以通过节省成本和带来新的盈利机会,创造大约每年 340 至 430 亿美元的价值,而且未来这一数字还具有更大的提升空间^[11]。人工智能在金融领域已产生较为深远的影响,权威机构和专家对“人工智能+金融”的应用前景普遍持乐观态度。

人工智能在金融领域的应用形态主要包括智能客服、智能投顾和智能风控等。智能客服是建立在大规模知识库处理基础上的自动

应答引擎,它以语音识别、自然语言理解和知识图谱为基础,提供基于语义的智能应答服务。智能客服能通过自学,帮助客户在最短时间内定位和解决问题,从而提高金融机构客户服务的效率和有效性;通过信息抽取、业务分类和情感分析,了解服务动向并把握客户需求,为企业的舆情监控及业务分析提供支持^[12]。智能投顾这一概念源于 2010 年兴起的机器人投顾技术,是根据投资者风险偏好、财务状况和收益目标,结合现代投资组合理论等金融模型,运用人工智能算法,为用户自动生成个性化的资产配置建议,同时辅以营销咨询、资讯推送等增值服务^[13],实现对组合持续跟踪和动态再平衡调整的智能化服务。相比于传统的人工投资顾问服务,智能投顾不仅在投资配置和交易执行能力上可以超越人类,还能帮助投资者克服情绪化、主观化的弱点^[14],实现投资客观化和分散化。智能风控是金融领域中发展得较为成熟且最为常见的人工智能应用,其使用模型主要包括神经网络、专家系统、支持向量机以及混合智能等^[15]。通过使用内外部数据和机器学习算法,智能风控帮助金融机构捕获此前未关注或难以获取的信息,在提高风险识别能力的同时提升风控效果。此外,利用人工智能还能极大缩短金融风险业务办理所需时间,使小额贷款的审批时间从过去的几天缩短至 3~5 分钟,极大程度地改善客户体验。除以上应用形态以外,人工智能还对支付方式产生深刻影响,催生指纹支付、人脸支付等智能支付方式。

2. 医疗行业

作为与科技发展高度契合的行业,医疗行业中的人工智能应用收益和前景长期以来为业界所看好。弗若斯特-沙利文咨询公司(Frost & Sullivan)指出,人工智能可将医疗效益提高 30%~40%,减少多达 50%的医疗成本。随着国家《“健康中国 2030”规划纲要》《医院智慧服务分级评估标准体系(试行)》等文件陆续出台,各地加紧推进以电子病历为核心的医院信息化建设,积极构建区域内医疗卫生机构互联互通、信息共享、业务协同的智慧医疗生态圈,人工智能的战略价值愈加凸显,智慧

医疗成为行业发展的重点领域。

人工智能在医疗行业的应用集中在智能辅助诊疗、智能医学影像诊断、医疗机器人、智能药物研发等方面。智能辅助诊疗是指在自然语言处理、认知计算、自动推理、深度学习等技术支持下,人工智能学习、理解和归纳海量医学知识与病历,构建出一个类似机器大脑的“医学知识库”,模拟医生的思维方式和诊断推理。它能快速且精准地分析检测结果,为医生提供较好的决策支持^[16]。智能医学影像诊断是指基于计算机视觉中的数字图像处理技术,同时借助深度学习技术完成影像分类、目标检测、图像分割和检索工作^[17]。它能协助医生快速发现病灶,提升诊断效率,降低复杂疾病的误诊率。医疗机器人兼有信息收集、动作执行、图像传输、智能决策等多项技能,广泛应用于手术治疗、内窥镜检查、临床康复与护理、术后护理、医疗救援与转运等领域^[18]。它能替代部分医务人员的工作,提升医疗诊断的工作效率。智能药物研发是指将人工智能、大数据等技术充分融入药物研发过程,它能有效缩短药物研发周期,控制研发成本并提升研发效率。除以上应用形态外,人工智能还广泛应用于医院事务管理和患者健康管理,支持智慧医疗生态圈建设。

3. 交通行业

作为与民众基本生活密切联系的行业,交通行业中的人工智能应用对改善交通拥堵状况、便捷居民出行具有重要意义。相关数据显示,以人工智能、大数据、物联网等技术为支撑的智慧交通,可使车辆安全事故率降低 20% 以上,交通堵塞减少约 60%,短途运输效率提高近 70%,现有道路网的通行能力提高 2~3 倍^[19]。随着《智慧交通让出行更便捷行动方案(2017—2020 年)》《交通强国建设纲要》等文件先后发布,国家对智慧交通建设的关注度日益提升。相关统计结果显示,2019 年我国智慧交通技术投入规模达 432 亿元,预计 2024 年投入规模将达到 840 亿元^[20]。智慧交通作为智慧城市的重要构成,将对未来的社会生活方式产生深远影响。

作为人工智能与交通行业的结合形态,智

慧交通主要表现在智能交通规划、实时路况分析、智能调节红绿灯和无人驾驶等方面。智能交通规划是指通过智能终端收集公安、楼宇、交通和金融等数据,基于云计算系统存储和处理数据,并借助支撑向量机、深度神经网络等算法,分析交通与土地利用的相关关系,从而优化交通资源配置。它通过分析居民出行行为和出行偏好,精准把握居民出行的时空特性,为智能交通需求预测、交通网络态势评估以及交通规划决策提供有力支持^[21]。实时路况分析是指通过采集交通流信息并结合浮动车信息,借助人工智能相关算法来评估路网交通实况,自动生成相应的行车引导信息。它能够有效引导路网中的车辆运行,缩短车辆行驶时间,实现路网交通量均衡分配。智能调节红绿灯是指借助机器视觉检测技术,实时检测路口各车道的车辆排队长度,基于所收集的数据实时生成路口车辆分布情况,采取动态配时控制方案调节红绿灯,最大程度地利用绿灯时间,避免路口候车时间增加,有效缓解路口交通拥堵^[22]。无人驾驶技术作为人工智能改变日常生活的代表,它在安全性、降低能耗与污染、改善交通网络等方面具有极大潜力^[23],是汽车产业和人工智能、高性能计算、大数据、5G、物联网、云计算等技术以及城市管理、交通出行和社会保障等领域深度融合的产物^[24]。国内外许多公司如谷歌、特斯拉、百度等,投入大量经费研发无人驾驶系统和无人驾驶汽车,并取得丰硕成果。当前,无人驾驶技术已经进入试运营和市场投放阶段,应用范围由汽车向高铁、飞机、轮船等多样交通工具不断延伸。除以上应用形态之外,交通行业中的人工智能应用还体现在城市停车、共享出行等方面。

4. 教育行业

自 2017 年《新一代人工智能发展规划》提出“智能教育”以来,人工智能在教育行业的应用迅速发展。据艾瑞网统计,2019 年我国“人工智能+教育”的市场规模已超过 400 亿元,融资总额超过 58 亿元,融资规模呈逐年上升趋势^[25]。当前,“人工智能+教育”以儿童、青少年、成人等群体为服务对象,覆盖儿童早教、K-12、语言学习、素质教育、职业培训等领域,提

供语音测评、拍照搜题、人机对话、智能反馈等功能。“人工智能+教育”将加速教育行业发展,助推产教融合并提升教育质量。

人工智能在教育行业的应用主要包括自适应学习、教育机器人、智能导师系统、智能测评等形态。自适应学习是指通过收集和分析学习者的学习过程和学习行为数据,有针对性地向不同学习者提供适应性的学习内容和学习路径,优化学习者的学习体验^[26]。教育机器人是指面向教育领域专门研发的以培养学生分析能力、创造能力和实践能力为目标的机器人,它具有教学适用性、开放性、可扩展性和友好的人机交互等特点^[27]。当前,教育机器人应用覆盖家庭教育、学校教育和专业教育等场景,根据应用目的的不同,可以将教育机器人划分为机器人教育和教育服务机器人两种类型^[28]。前者属于学校课程的一部分,后者提供陪伴儿童、辅助教学、辅助培训等服务,典型应用有智能学伴、智能助教等。智能导师系统最早由 Sleeman 和 Brown 于 1982 年提出,是指利用人工智能模仿人类教师在教学中所承担

的角色,为学习者提供个性化学习指导,帮助不同需求和特征的学习者获得知识和技能的一种智能化计算机辅助教学系统^[29]。它具有自动发布学习任务、全程监测学习过程、即时诊断学习效果、适时提供学习反馈等功能,当前已经在英语教学、编程教育、慕课等领域广泛应用。智能测评借助智能技术实施学习评价,是一种学生发展水平自动化测评方式。它面向全体学生开放,评价学生作业完成质量并提供纠错与建议服务。当前,智能测评的服务范围包括作文批改、发音纠正等,典型应用有“听说智能测试系统”和“英语流利说”等。除以上应用形态之外,人工智能还在学习分析、精准教学、智慧学习空间设计、学习者情感探测与计算等方面发挥重要作用^[30]。

(二)行业类比分析

基于对智能时代金融、医疗、交通和教育行业发展概况的梳理,本研究采用行业类比法,从政策文件、技术架构、关键技术、服务对象、应用目的、应用模式、应用场景、应用形态和应用特征九个维度进行类比分析,具体如下表 1 所示。

表 1 智能时代行业类比分析

	金融行业	医疗行业	交通行业	教育行业
政策文件	《中国金融业信息技术“十三五”发展规划》 《个人金融信息(数据)保护试行办法(初稿)》 《金融科技发展规划(2022—2025年)》	《关于促进“互联网+医疗”健康发展的意见》 《医院智慧服务分级评估标准体系(试行)》 《国家卫生健康委办公厅关于进一步完善预约诊疗制度加强智慧医院建设的通知》	《智慧交通让出行更便捷行动方案(2017—2020年)》 《交通强国建设纲要》 《关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见》	《教育信息化 2.0 行动计划》 《中国教育现代化 2035》 《加快推进教育现代化实施方案(2018—2022年)》
技术架构	数据、算法、合约、应用、反馈	环境、数据、感知、应用、保障	感知、数据、支撑、应用、展示	数据、算法、感知、认知、应用
关键技术	神经网络、机器学习、语义分析、计算机视觉	机器学习、图像处理、知识图谱、专家系统	计算机视觉、图像处理、遗传算法、机器学习	自然语言处理、机器学习、智能代理、情感计算
服务对象	金融机构 交易者	医疗机构 医生、患者	交通部门 出行者	教育机构 教师、学生
应用目的	提高决策效率,优化用户体验,促进金融发展	提升医疗水平,提高医疗效率,改善健康状况	改善交通现状,便于居民出行,建设智慧城市	服务学生学习,提高学习绩效,促进学生发展
应用模式	业务预测、实时点对点交易	医疗服务供给、医疗信息管理	交通信息收集、计算与预测	补偿性、替代式和适应性教育 ^[4]
应用场景	预测、交易、客户服务	治疗、制药、患者管理	交通出行和规划	教学、学习、培训、管理
应用形态	智能客服、智能投顾、智能风控、智能支付等	智能辅助诊疗、智能医学影像、医疗机器人、智能药物研发等	智能交通规划、实时路况分析、智能调节红绿灯、无人驾驶等	自适应学习、智能导师系统、教育机器人、智能测评等
应用特征	智能化、精准化 个性化、规范化	精准化、个性化 协同化、智能化	智能化、精准化 多元化、个性化	个性化、精准化 协同化、智能化

1. 共性与差异并存

智能时代,金融、医疗、交通和教育行业的发展既存在一定共性,也有一定差异。从政策背景来看,四个行业都有统领性的政策文件作指导,如果细化至具体领域,金融行业提出了金融信息保护办法,医疗行业形成了智慧医院建设标准,交通行业提供了智慧交通建设指导意见,而教育行业尚未颁布更加明确的政策文本。从技术架构和关键技术来看,都注重对数据、感知和应用层面的建设和机器学习技术的应用,但受行业属性和技术功效影响,具体的层级结构和关键技术各有不同,如金融行业重视算法运算、医疗行业重视专家系统、交通行业重视计算机视觉、教育行业重视自然语言处理等。从服务对象和服务目的来看,都以人和机构为服务对象,均强调通过技术赋能提升工作效率、促进行业发展,不同的是,医疗和教育行业最终落脚点在于人,而金融和交通行业的落脚点在于物。从应用特征来看,智能化、精准化和个性化是四个行业的共同特征,这一点与智能时代的基本特征相吻合。此外,与金融、交通行业相比,医疗和教育行业更强调人机协同,相应地也更加凸显出协同化特征。

2. 成熟程度有高有低

根据各行业人工智能的基础设施建设情况^[25],结合行业发展概况和类比分析结果,可以推算出四个行业间的人工智能发展成熟度存在明显差异,由高到低依次排序分别为金融、交通、医疗和教育。从关键技术来看,当前金融、医疗和交通行业中的人工智能应用均涉及神经网络、支持向量机等先进算法、技术,而教育行业对此类技术的研究相对较少,需要进一步重视。从应用场景、应用模式和应用形态来看,金融行业的智能客服、智能支付和交通行业的路况分析、出行导航已经实现覆盖整个国家的大规模应用,深度融入民众的日常生活。而医疗行业和教育行业的人工智能应用目前仍处于试点应用和推广阶段,需要进一步扩大覆盖范围,深化应用融合。从应用特征来看,虽然四个行业都强调精准化和个性化,但

在发展程度上存在一定差异。特别是教育行业,受制于基础设施和教学观念的影响,距离真正实现以学习者为中心的个性化学习还有一定距离^[31]。

3. 技术应用各具特色

从四个行业的服务对象、应用目的、应用模式、应用场景和应用形态可以看出,人工智能在各个行业的应用紧密结合行业基本属性和基本结构,覆盖行业运行的基本环节。但在相同技术的应用过程中,往往会因为行业性质不同而造成具体服务功能有差异。如计算机视觉在金融领域主要提供人脸识别服务,而在交通领域则主要提供车辆信息捕获服务,二者虽然在本质上都是一种抓取信息的服务,但对象和关注点各不相同。又如智能机器人在医疗行业主要提供辅助医疗救治服务,而在教育行业,智能机器人除了辅助教师教学和学生学习,还演化出机器人教育这一新的业务,二者虽然都是智能机器人的具体应用形态,但在服务功能和扮演角色方面存在差异。这些差异一方面体现出人工智能的应用过程具有行业特色,另一方面也为“人工智能+”建设提供启示,即:可以通过明确行业发展过程中人工智能的角色定位和发力点,明确智能时代行业系统结构及特征,从而为形成规范化的行业应用体系提供参考。

三、智能时代的教育系统结构模型及教育特征

(一)智能时代的教育系统结构模型

智能时代的教育是以智能技术服务教育教学的理念为指导,在学校环境、网络环境和社会环境融合共生的生态学习环境支持下,家校合作、人机协同培育适应 21 世纪发展需要的自由、幸福、智慧的学习者。基于智能时代教育行业发展概况和行业类比分析结果,构建智能时代的教育系统结构模型,如图 1 所示。以下将从教育目的、教育过程、教育方法、教育主体和教育环境五个方面展开具体论述。

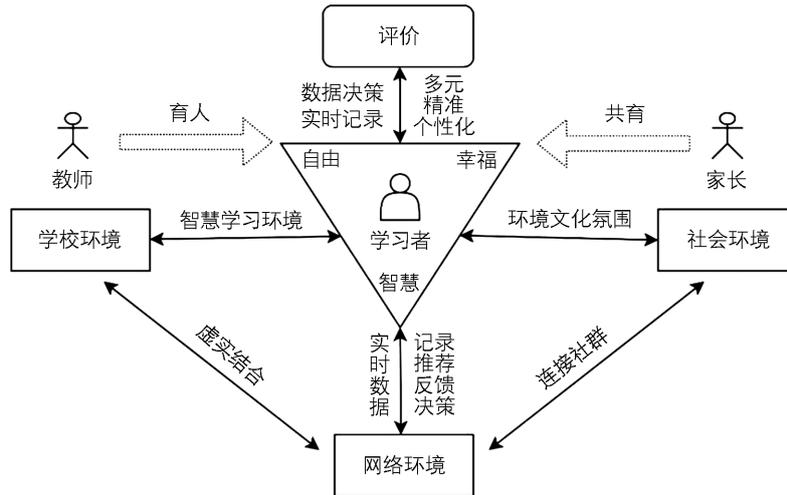


图1 智能时代教育系统结构模型

1. 教育目的

教育作为一种有目的、有意识地培养人的社会实践活动,其目的对整个教育过程具有引领和导向作用。智能时代的教育目的,是指在人工智能与教育教学融合共生的环境下,在家校合作共育的基础上,通过转识成智,培育智慧主体,促进学生自由和幸福地发展。首先,发展学生的智慧是智能时代教育的基本要求。随着人工智能迅速发展,技术赋能使社会生产资料极大丰富,人民群众生活水平日益提升,社会对教育的要求也不断提高。人工智能逐渐替代部分劳动与职业,并在围棋、电子游戏等领域实现对人类的超越,人类的生存与发展受到“威胁”。社会迫切需要大量复合型、智慧型人才,来积极适应人工智能带来的机遇与挑战。在此背景下,教育的根本旨趣在于促使受教育者全面地占有自己的智慧,成为理性智慧、价值智慧和实践智慧的统一体^[32]。其次,学生自由地发展是智能时代教育的更高追求。智能技术发展为学生学习带来便利,全球资源无缝衔接,实现无时无刻、无处不在的按需学习。个性化学习和自适应学习的出现,意味着学生可以自由选择学习内容和学习方式,满足自身发展需要。考试不再是评价学生学习、学生发展的唯一方式,教育评价走向综合化、过程化。这些现象既反映出尊重学生个体差异的基本理念,也反映出促进学生自由发展的内在要求。自由发展意味着学生的潜能和创造

力得到充分发挥,学生成为学习的主体,成为具有鲜明个性的个体,成为其自己。最后,学生幸福地发展是智能时代教育的终极目标。人的自由和全面发展,最终是为了追求人生幸福,幸福建立在前者的基础之上。获取幸福是一种能力,唯有人得到自由和全面的发展,具有创造幸福、享受幸福、感悟幸福的能力,才能真正达到理想的幸福状态^[33]。从这个意义上说,幸福是个体发展的最终追求,也是教育培养人的终极目标。综上,智能时代的教育,通过技术赋能满足学生成长需要,促进学生全面而自由地发展,为学生未来的幸福生活奠基。

2. 教育过程

作为一种培养人的活动,过程属性是教育的基本属性,教育以过程的形式存在与发展^[34]。智能时代的教育,是一个推拉结合、虚实融合、家校共育的过程。首先,推拉结合是指学生自主和教师引导相结合。课外,借助慕课等在线学习平台,学生可以自由选择符合自身学习需求和偏好的学习资源,自定步调进行自主学习,学习的发生源于学习者的内在学习动机。课内,在人工智能、大数据等技术的支持下,教师充分发挥其教育智慧,通过精心设计教学资源、灵活组织教学活动、合理设置教学评价,引导学生全身心投入学习,发展学生的高阶思维和核心素养。其次,虚实融合是指虚拟情境与现实情境相融合。随着大数据、云计算等技术的发展,未来社会将是人类

社会、信息空间、物理空间相互融合贯通的世界,是虚实融合的智能社会空间^[35]。学习不只发生在现实生活之中,学生可借助互联网、大数据、VR/AR 等技术,在虚拟情境中探寻知识的奥秘,这与现实情境的学习具有一定互补性。一方面,虚实融合拓宽了学生的学习方式,学生可以在虚拟情境中尝试现实生活中不易开展或比较危险的学习活动,如参观博物馆、生化实验等,有助于提升学习体验;另一方面,虚实融合带来了许多新的学习服务,如智能反馈、场景塑造、个性推送等,有助于提升学习效果。最后,家校共育是指家庭教育与学校教育相结合,共同培育学生。家庭教育与学校教育均是影响学生发展的重要途径,家庭与学校之间相互合作,有助于提高育人效果、提升教育质量。智能时代,大数据、人工智能和物联网技术在教育中的应用,可以向家长全方位、立体化地呈现学生的在校表现,并提供个性化教育建议,支持和引导家庭教育,从而促进教师和家长有效沟通,更好地推动学生健康成长。

3. 教育方法

在人工智能、大数据等技术的支持下,学生在学习过程中产生的学习行为数据和学习表现数据得到充分记录和分析,从而为实现数据驱动决策提供支持。所谓数据驱动决策,是指基于数据分析,而不是仅依靠直觉进行决策的实践^[36]。在教育领域,数据驱动决策覆盖教学设计、教学组织和教学评价三个环节,主要通过收集、转化、分析和利用教育数据进行教育教学决策,基于数据智慧发展学习智慧、教学智慧和评价智慧。其中,数据智慧是指利用大数据技术,对教与学全过程中产生的学习行为数据进行记录、存储、分析和可视化表征^[37]。它通过提炼和分析教育数据中的有价值信息而形成,旨在为精准教学、个性化学习和智慧评价提供支持。学习智慧是指根据学习者的学习需求以及对学习者学习行为数据的挖掘和智能分析,让学习者体验个性化、自适应学习的过程^[38]。它要求学习者在识记、理解知识的基础上,有效应用与分析,实现评价与创造能力的发展。教学智慧是指基于数据累积形

成的班级数字画像、学生群体数字画像和学生个体数字画像,从不同层次分析当前学生的知识能力结构、学习过程表现和学习风格偏好^[37],实现精准化教学与个性化教学相统一。评价智慧是指基于全程化、多元化、多维度和可视化的学生学习行为数据,实现由“基于经验”向“基于证据”转变,以评促学、以评促发展。

4. 教育主体

智能时代的教育是一种以学生为中心、教师为引导、家长为辅助的系统结构,它涉及学生、教师和家长三方主体,技术为三者之间的相互联系提供支持。首先,学生在教育过程中处于主体地位。教育以培养人作为根本目标,学习和教育的发生都离不开学生的参与,教育效果的产生以学生接受教育为基本前提。学生既是教育教学的对象,也是教育教学的主体。其次,教师在教育过程中发挥引导作用。从根本上说,教师的作用在于促进学生学习与发展,但由于教师作用于学生学习与发展的机制是经由作用于学生学习活动而间接地影响学生的学习与发展,因此,教师对学生学习与发展的促进作用,实际表现在对学生活动的直接影响上^[39]。这意味着,教师主要通过合理组织与设计教学活动,引导和支持学生学习,促进学生发展。教师既是学生学习的引导者,也是学生未来发展的引导者。最后,家长在教育过程中起到辅助作用。家庭是孩子的第一所学校,父母是孩子的第一任老师,家庭环境潜移默化地影响着孩子的世界观、人生观和价值观。家长的支持与鼓励,对孩子的成长具有深远影响。家长主动关心孩子基本情况,积极配合与支持教师工作,既是智能时代教育对家长的基本要求,也是促进学生健康成长的基本条件。

5. 教育环境

智能时代的教育环境,是一种智能技术支持下的生态化学习环境,是在虚实融合的学校学习环境和互联互通的泛在社会学习环境交汇融合下,产生的以数据为纽带,无缝连通、开放整合资源的学习环境。它由学校环境、社会环境和网络环境共同构成,覆盖学生学习的整

个过程。三种环境之间相辅相成、相互影响,有机统一于教育环境之中。首先,学校环境是指以校园为平台,以资源数字化、信息流转网络化为基础,以电子校务应用、应用集成化为依托,以数据仓库、数据挖掘等技术为手段^[38],集系统、结构、服务管理为一体的高效、舒适、安全、便利和环保的智慧学习环境。它通过提供个性化和精准化服务,智能化地支持教师教学、学生学习和教育管理活动。其次,社会环境作为一种互联互通的“大”环境,通过构建泛在学习环境和营造良好文化氛围,潜移默化地影响学习者发展。最后,网络环境为学习者提供在线学习平台和海量教育资源,详细记录学生在学习过程中产生的行为数据,为学习者的个性化学习、教师的精准教学和智慧评价提供支持。此外,网络环境还能为学生创设一个与不同地区的教师、学习者跨时空交流的机会,为连接社群、资源共享和知识创造提供有力支撑。

(二)智能时代的教育特征

智能时代的教育是对“互联网+教育”的进一步深化,是教育与人工智能等新兴技术深度融合形成的教育新生态。它更加注重培养学生的智慧能力和核心素养,实现更加个性、更加精准的智能导学与智慧评价,促进学生自由而幸福地发展。结合行业类比分析结果和智能时代的教育系统结构模型来看,智能时代的教育特征主要表现在以下五个方面。

1. 尊重差异的个性化学习

从个体发展的角度来看,学生是个性发展与社会性发展相统一的个体。但由于遗传素质、环境条件等因素影响,不同学生在生理、心理上的发展程度各不相同,造成学生在学习能力、学习风格、学习态度、学习需求等方面存在差异。传统的课堂教学,大多采取班级授课制或集体授课制,教师对学生间发展差异的重视程度不足,往往忽视甚至漠视学生的个性发展。智能时代的到来,为改变上述现象提供可能。基于学生的学习行为、课堂表现和学习效果等数据,借助人工智能、大数据、云计算等技术,教师能够深入了解学生的认知水平、学习偏好和学习需求,为学生提供个性化的学习服

务,有针对性地指导学生进行差异化学习、自适应学习。每一名学生都拥有专属于自己的课表和教师,学习不同类型的数字教育资源,接受个性化、定制化教育。考试分数不再是学习的唯一目的,知识创造、共建与分享将成为学习生活中的核心主题^[40],教学评价逐渐走向综合化和过程化,为实现尊重差异的个性化学习提供支持。

2. 数据驱动精准化教学

智能时代的教育方法,从根本上说是一种数据驱动决策的方法。一方面,数据为教学决策提供可靠依据,体现基于证据的理念。在智慧学习环境中,学生的学习行为和学习表现得以详细记录,并不断生成海量数据。充分挖掘这些数据的教育价值,利用提取出的用户基本特征、学习习惯和学习路径等信息生成学习者数字画像,使教师能够充分掌握学生学习的基本情况和学习效果,了解学生的学习习惯、学习偏好和学习需求,促进教师基于证据合理优化教学设计、灵活调整教学组织形式。另一方面,数据驱动决策对教学方法提出新要求,助推精准教学的实施与推广。所谓精准教学,早期多用于追踪学生的学习表现和支持数据决策,后来发展为评估教学方法有效性的框架^[41]。精准教学的关键点在于评价,即学生学习效果和学习质量的评价。智能时代,技术赋能使数据测量方式更为精确、测量过程更为全面、评价分析更为科学,使得精准教学突破传统教学环境和评价方式的限制,焕发出新的活力。精准教学作为智慧学习生态中的高效教学方法,可使教师专注于教学设计和个性化干预,使学习者获得更优质的学习服务^[42]。它兼顾了个性化学习的基本要求,是智能时代教学发展的重要趋势。

3. 角色转变的智慧型教师

智能时代的教育,是人工智能与人类教育智慧有机结合的教育形态。人工智能赋能学生学习,学生获取知识与接受教育的渠道增多,人类教育智慧的重要性日益凸显。所谓教育智慧,英文为“pedagogical thoughtfulness”,包含“教育教学”和“智慧性”两个概念,是关于教育教学的智慧。结合智能时代教育行业的

发展情况来看,由于人工智能逐渐替代部分知识传授工作,使得教师的基本职责发生转变,教师的育人职责不断凸显,教师的角色定位围绕教育智慧而转变。一是由知识传授者转变为教学设计师。技术的发展和 Learning Resources 的丰富,使得学生可以在课外掌握课内所需要学习的知识,满足自身学习需求,教师不再是学生获取知识的唯一渠道,其在知识传授方面的角色逐渐淡化。与此同时,教师的教学设计师身份不断凸显,扮演着为学生规划学习路线、设计学习内容、提供 Learning Resources 的学习设计师,为学生提供建议和指导并给予激励的学习指导师,监察教学质量、评价教学效果的教学评估师以及塑造教育文化、提升学生综合素质的教育设计师四种角色^[43]。二是由重复型劳动者转变为智慧型劳动者。在过去,由于教师需要完成很多重复性、耗时长但有意义的活动,如批改作业、提醒学生学习等,教师往往难以充分发挥自身的教育智慧。而在智能时代,人工智能可以代替教师完成这些重复性劳动,让教师从繁杂琐碎的事务中解放出来,从事更具创造性和智慧性的育人活动。这为发展教师的教育智慧创造了条件,将促进教师向智慧型教师转变。

4. 人机协同的学习共同体

智能时代,人机协同的理念将深刻影响学生的学习过程。建构主义学习理论认为,知识并非通过教师传授获得,而是学习者在一定社会文化背景下,借助他人的帮助,利用必要的学习资料,通过意义建构的方式而获得^[44]。学习发生在一定情境当中,是由学生自主或协作完成意义建构的过程。学生之间的协作学习,通过学习共同体实现。所谓学习共同体,是为完成真实任务或问题,学习者与其他人相互依赖、探究、交流和协作的一种学习方式^[45]。在过去,学习共同体通常由学生与教师或学生与学生组成,是一种人与人之间相互学习的关系。而在智能时代,人机协同学习方式的出现,使得学习共同体的组成不只限于人(学生)与人(教师或学生)之间,还将机器(人工智能)融入学习共同体组建过程当中。由多个学习者和智能机器人组成的人机共同体,可构建出

分布式连通学习网络和丰富多元的学习资源,实现人与智能机器人之间互通互学;可帮助学习者进行非良构知识的学习,通过解决不同情境中的复杂问题,培养学习者的合作交流能力和高阶思维能力。

5. 开放共享的教育新生态

智能时代的教育,体现出一种开放共享的教育新生态。一是观念上的开放共享。互联网与社会生产深度融合,深刻改变人们的生活方式和价值观念。联通主义理论、泛在学习、非正式学习的出现,开放教育资源、慕课运动的兴起,反映出开放共享的基本理念。智能时代,在人工智能、物联网、VR/AR 等技术的支持下, Learning Resources 和学习过程更加开放,学习者之间的交流分享更加便捷,推动人们重新思考教育开放性的作用^[46],以满足新出现的教育需求,开放共享的教育理念将得到进一步深化。二是技术上的开放共享。在线学习的迅速发展和网络学习者的日益增加,系统平台和技术设备接口的逐渐开放,推动不同资源服务、学习服务按需接入和撤出,实现不同部分教育数据的按需开放和有限流动^[47]。不同在线学习平台之间的信息共享、数据共享,能够打破现有的“信息壁垒”,改善用户体验,构筑良好的教育信息生态。三是资源上的开放共享。人工智能、大数据、5G 等技术的发展,为全球优质教育资源无缝衔接和无障碍流通提供了支撑,能帮助不同地区学生获得丰富多样的教育 Learning Resources,特别是让农村偏远地区的学生也可以通过学习优质资源获得充分发展的机会,实现随时随地、无处不在的按需学习,满足学生的个性化学习需求。全球优质教育资源的开放共享,推动教育 Learning Resources 突破地域限制,将有可能缩小世界教育鸿沟,提升欠发达国家和地区的教育质量^[32]。

四、结语

人工智能作为一种变革性的技术力量,经过六十多年的发展不断成熟,深入影响社会生产服务的各个环节,通过技术赋能引发行业变革。就当前行业发展情况来看,与金融、医疗和交通行业相比,教育行业的人工智能应用相

对滞后,技术应用场景相对有限,缺少统一的行业规范和建设标准,智能化发展程度也存在一定差距。这既与“人工智能+教育”大规模应用的起步时间较晚、基础设施不完善、行业发展成熟度相对较低有关,也与教育行业本身的特殊属性有关。未来,要紧抓人工智能、大数据等新技术带来的发展机遇,进一步完善制度基础,提供政策保障,积极探索先进算法、前沿技术在教育行业的应用;充分借鉴其他行业的优秀经验,根植教育“土地”探索具有教育特色的“人工智能+教育”发展模式和应用形态,以实现智慧教育和建成“人人皆学、处处能学、时时可学”的学习型社会,为教育现代化建设提供有力支持。

参考文献:

- [1] 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL]. (2017-07-20) [2021-4-16]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.
- [2] 高婷婷,郭炯. 人工智能教育应用研究综述[J]. 现代教育技术,2019(1):11-17.
- [3] 张坤颖,张家年. 人工智能教育应用与研究中的新区、误区、盲区与禁区[J]. 远程教育杂志,2017(5):54-63.
- [4] 杨现民,张昊,郭利明,等. 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(3):30-38.
- [5] 黄荣怀,杨俊锋,刘德建,等. 智能时代的国际教育比较研究:基于深度探究的迭代方法[J]. 中国电化教育,2020(7):1-9.
- [6] 杨俊锋,包昊罡,黄荣怀. 中美智能技术教育应用的比较研究[J]. 电化教育研究,2020(8):121-128.
- [7] 陈晓平,孙思. 类比推理与理论模型[J]. 自然辩证法研究,1993(11):44-50,60.
- [8] 印大双. 类比理论研究:现状与展望[J]. 探索,2010(1):186-190.
- [9] 张慧,黄荣怀,李冀红,等. 规划人工智能时代的教育:引领与跨越——解读国际人工智能与教育大会成果文件《北京共识》[J]. 现代远程教育研究,2019(3):3-11.
- [10] 中国人民银行武汉分行办公室课题组,韩飏,胡德. 人工智能在金融领域的应用及应对[J]. 武汉金融,2016(7):46-47,50.
- [11] TERRY H P, HULSING J, GRANT M, et al. AI, machine learning and data fuel the future of productivity [EB/OL]. (2019-09-04) [2021-04-07]. <https://www.gspublishing.com/content/research/en/reports/2019/09/04/a0d36f41-b16a-4788-9ac5-68ddb941fa9.pdf>.
- [12] 上海艾瑞市场咨询有限公司. 2018年中国人工智能+金融行业研究报告[EB/OL]. (2018-11-16) [2021-05-11]. https://report.iresearch.cn/report_pdf.aspx?id=3295.
- [13] 麻斯亮,魏福义. 人工智能技术在金融领域的应用:主要难点与对策建议[J]. 南方金融,2018(3):78-84.
- [14] 肖馨,马远,陈璐. 商业银行智能风控探索[J]. 中国金融,2019(11):44-46.
- [15] 于孝建,彭永喻. 人工智能在金融风险管理领域的应用及挑战[J]. 南方金融,2017(9):70-74.
- [16] 李志勇,李鹏伟,高小燕,等. 人工智能医学技术发展的聚焦领域与趋势分析[J]. 中国医学装备,2018(7):136-145.
- [17] 赵飞,兰蓝,曹战强,等. 我国人工智能在健康医疗领域应用发展现状研究[J]. 中国卫生信息管理杂志,2018(3):344-349.
- [18] 熊瑶,陈敏. 人工智能在医疗领域应用现状探讨[J]. 医学信息学杂志,2018(4):24-28.
- [19] 雍黎. 智慧交通落地,车路协同是关键[EB/OL]. (2020-03-16) [2021-03-21]. http://www.cac.gov.cn/2020-03/16/c_1585902339489574.htm.
- [20] 前瞻产业研究院. 2020年中国智慧交通行业市场现状及发展前景分析 未来五年市场将保持高速增长[EB/OL]. (2020-02-07) [2021-03-21]. <https://bg.qianzhan.com/trends/detail/506/200208-3b3249ad.html>.
- [21] 刘克松,程广明,李尧. 人工智能技术在城市智能交通方面的应用[J]. 科技创新导报,2018(12):167-168.
- [22] 王毅. 人工智能技术在公路交通中的应用[J]. 公路交通科技(应用技术版),2017(7):340-343.
- [23] 王丽娜. 蓄势待发的无人驾驶汽车[J]. 科技导报,2016(6):8.
- [24] 赵禹程,张永伟,俞乔. 无人驾驶汽车发展史、技术现状与创新管理模式研究[J]. 新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2021(4):103-112.
- [25] 上海艾瑞市场咨询有限公司. 2019年中国AI+教育行业发展研究报告[EB/OL]. (2020-03-03) [2021-05-11]. http://report.iresearch.cn/report_pdf.aspx?id=3532.
- [26] SHELLE G, EARNESTY D, PILKENTON A, et al. Adaptive learning: an innovative method for online teaching and learning [J]. Journal of Extension, 2018, 56(5):17.
- [27] 张剑平,王益. 机器人教育:现状、问题与推进策略[J]. 中国电化教育,2006(12):65-68.
- [28] 黄荣怀,刘德建,徐晶晶,等. 教育机器人的发展现状与趋势[J]. 现代教育技术,2017(1):13-20.
- [29] 刘清堂,吴林静,刘嫚,等. 智能导师系统研究现状与发展趋势[J]. 中国电化教育,2016(10):39-44.
- [30] 徐欢云,胡小勇. 借鉴、融合与创新:教育人工智能发展的多维路向——基于AIED(2011—2018)的启示[J]. 开放教育研究,2019(6):31-45.
- [31] 陆凯莉,沈书生. 指向“学习结构”的智慧学习及其应用[J]. 教育发展研究,2017(Z2):91-97.
- [32] 杨现民. 信息时代智慧教育的内涵与特征[J]. 中国电化教育,2014(1):29-34.
- [33] 王卫东,常淑芳. 由马克思主义幸福观论教育增进学生幸福的价值[J]. 教育科学研究,2008(3):14-16.
- [34] 郭元祥. 论教育的过程属性和过程价值——生成性思维

- 视域中的教育过程观[J]. 教育研究, 2005(9):3-8.
- [35] 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.
- [36] IRVING W-B. Data-driven decision making: promises and limits[EB/OL]. (2013-09-30) [2021-05-22]. <https://blog.irvingwb.com/blog/2013/09/data-driven-decision-making-promises-and-limitations.html>.
- [37] 祝智庭,彭红超. 技术赋能智慧教育之实践路径[J]. 中国教育学报, 2020(10):1-8.
- [38] 吴永和,刘博文,马晓玲. 构筑“人工智能+教育”的生态系统[J]. 远程教育杂志, 2017(5):27-39.
- [39] 陈佑清. 学习中心课堂中的教师地位与作用——基于对“教师主导作用”反思的理解[J]. 教育研究, 2017(1):106-113.
- [40] 朱永新. 未来学习中心构想[J]. 教育发展研究, 2017(9):3.
- [41] 付达杰,唐琳. 基于大数据的精准教学模式探究[J]. 现代教育技术, 2017(7):12-18.
- [42] 祝智庭,彭红超. 信息技术支持的高效知识教学: 激发精准教学的活力[J]. 中国电化教育, 2016(1):18-25.
- [43] 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(9):5-16.
- [44] 何克抗. 建构主义——革新传统教学的理论基础(上)[J]. 电化教育研究, 1997(3):3-9.
- [45] 钟志贤. 知识建构、学习共同体与互动概念的理解[J]. 电化教育研究, 2005(11):20-24, 29.
- [46] 德国奥尔登堡大学开放教育研究中心 COER 团队, 奥拉夫·扎瓦克奇-里克特, 黛安·康拉德, 等. 开放教育: 一个有待进一步研究的领域[J]. 中国远程教育, 2021(2):46-58, 77.
- [47] 郑旭东. 智慧教育 2.0: 教育信息化 2.0 视域下的教育新生态——《教育信息化 2.0 行动计划》解读之二[J]. 远程教育杂志, 2018(4):11-19.

The Structure and Characteristics of Education System in the Intelligent Era: An Analysis Based on Industry Analogy

YU Liang, ZHAO Duqing, XIE Menghang, ZHOU Xinyu, WANG Jing
(Faculty of Education, Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: As a revolutionary technical force, artificial intelligence has a deep impact on various fields of social production. The previous studies of “artificial intelligence plus education” mostly has been limited in the education field and lacked cross-domain and cross-industry horizontal contrast. By reviewing the development of the finance, transportation, medical and education industries in the intelligent era, and conducting an analogy analysis from the nine dimensions of policy documents, technical architecture, key technologies, service objects, application purposes, application models, application scenarios, application forms, and application characteristics, this study found that the education industry is relatively lagging in policy guidance, technology application, and infrastructure construction. Subsequently, this research constructed and illustrated the structure model of the education system from educational purpose, educational process, educational method, subject of education, and educational environment. At last, five educational characteristics were summarized in the intelligent era to provide references for the development of “artificial intelligence plus education”: personalized learning with respect for differences, data-driven precision instruction, intelligent teachers with changing roles, human-machine cooperative learning communities and new ecology of open and shared education.

Key words: intelligent era; artificial intelligence plus education; structure of education system; educational characteristics; industry analogy

责任编辑 邓香蓉