

人工智能赋能教育：教育机器人

□文 / 卢宇、陈鹏鹤



卢宇

北京师范大学教育学部教育技术学院副教授，高精尖中心人工智能实验室主任。博士毕业于新加坡国立大学计算机工程专业，曾在新加坡科技研究局（A*STAR）等国外研究机构长期从事大数据分析与人工智能领域的研究，在相关领域已发表 30 余篇高水平英文论文，包括多篇国际一流期刊与会议论文（例如 IEEE TKDE、TMC、ICDM、ICDE、IJCAI、AIED、CIKM、EDBT 等），并担任国际教育人工智能会议（AIED）等多个重要学术会议的程序委员会委员（PC member）。主持国家自然科学基金、教育部人文社会科学基金等多项国内外科研项目，申请多项国家发明专利。研究兴趣包括人工智能及其教育应用、教育数据挖掘、学习分析及普适计算等。

北京师范大学未来教育高精尖创新中心研究员。于新加坡国立大学获得电子工程学士学位和计算机科学博士学位。曾就职于美国伊利诺伊大学厄巴纳 - 香槟分校（UIUC）的新加坡高级数字科学中心，从事图数据挖掘相关研究。研究兴趣主要包括知识图谱、人工智能及其教育应用、对话系统与问答系统等。

陈鹏鹤



随着人工智能技术的发展，机器人在教育领域的应用价值不断提升。发展教育机器人有助于促进我国人才培养模式及教学方法的改革与创新，提升教学效率与质量。目前，国内教育机器人总体上还处于起步阶段，需要不断探索、总结，发展适合我国国情的教育机器人产业，促进我国教育信息化产业和“人工智能 + 教育”领域的长足发展。

近年来,人工智能技术在教育领域逐步扩大其落地应用场景,但大多数应用场景仍然很难真正渗透到教学的核心环节并对学生的学习效果起到关键性作用。由于可以在不同教学环节提供人性化交互方式及个性化智能辅导与教学,基于人工智能技术的教育机器人受到越来越多的重视和发展。

一、教育机器人的应用现状

教育机器人是人工智能技术应用于教育领域的典型代表之一。自20世纪90年代起,机器人便开始进入教育领域,二十余年的发展使其逐渐成为辅助学生学习科学知识、培养学生实践能力与合作能力的重要工具。近年来,随着人工智能、大数据等技术的快速发展,国内外逐步开发了以培养学生分析能力、创造能力和实践能力为目标,具有教学适用性、交互性、开放性及可扩展性等特点的教育机器人。我国也提出了推动机器智能在教育领域的全方位应用,并陆续颁布了包括《国家教育事业发展“十三五”规划》《新一代人工智能发展规划》在内的多份文件与政策。大力发展教育机器人,可以促进我国人才培养模式及教学方法的改革与创新,提升教学的效率与质量。

总体而言,我们可以将机器人在教育领域的应用分为“自我认同塑造”、“托管陪伴”和“特殊教育”三类。“自我认同塑造”类主要是指包括STEM教育、创客教育以及机器人竞赛在内的机器人应用范畴,其参与对象大多为青少年群体,机器人在整个教育过程中扮演学习工具的角色,对于机器人的外形一般没有特定要求。“自我认同塑造”类教育机器人大多希望学习者能够自主设计并完成具有特定功能、能够完成特定任务的机器人,并将其作为整体教育过程中的一个教学情境。例如,丹麦乐高公司生产的机器人集合了可编程主机、电动马达、传感器、齿轮、轮轴、横梁及插销等,可以作为针对12岁以上儿童或成人的教具。索尼公司的KOOV机器人,由彩色缤纷的拼插模块、设计简洁的电子元件、支持各类操作系统的应用程序构成,通过模块和电子元件的立体拼搭组合,可以制作出形态多样的机器人。相较而言,竞赛类机器人的机械结构及功能要求更加严格,目前主要包括足球机器人、灭火机器人等,相应的赛事大多以促进青少年综合科技创新能力的发展为目标。总体而言,“自我认同塑造”类教育机器人期望能够通过合作学习、优势分工、参与者的创造性思维完成可以分享的、具有特定功能的作品,从而提升学生的综合素质。

“托管陪伴”类教育机器人主要是指针对学习者智力开发、知识学习和托管陪伴等为主要目的的服务型教育机器人,此类机器人根据其应用场景大多分为“类人型机器人”与“功能型机器人”。其中,“类人形机器人”一般应用于对社交的智能要求较高的教育环境中,以求尽可能地拉近应用对象与机器人的心理距离。在应用过程中,机器

人一般作为“同伴”的角色出现，一方面满足学习者的情感需求，另一方面帮助学习者开发智力、学习知识。该类机器人具备环境感知、声控对话及面部表情识别等功能，可以为学习者提供语言、数学、艺术等多方面的教学，同时也能够提供消息推送和日常事项提醒等服务。“功能型机器人”一般没有类人的外形，但可以对教学过程起到辅助作用。例如，微软研发的智能聊天机器人“小英”可以帮助学习者进行发音练习、单词背诵等各类英语学习。

“特殊教育”类教育机器人主要面向特殊学习者群体，例如，聋哑儿童、自闭症儿童等，是为特殊症状使用者设计开发的教学机器人。此类机器人一般以“导师”的角色出现，其目的是希望通过机器人进行教学，以矫正用户的症状。例如，Robokind公司生产的机器人利用特别编制的游戏和应用程序，帮助具有特殊症状的儿童（如自闭症患者）学习、发展、融入社会。

二、教育机器人应用实践案例——“智慧学伴”教育机器人

北京师范大学未来教育高精尖创新中心利用自然语言处理、情感识别、知识图谱及知识追踪等人工智能技术，自主研发了陪伴型辅助教学机器人“智慧学伴”[1]。通过采集学生的全过程学习数据，机器人可以对学生的学习状态进行准确分析和可视化展示，并通过个性化推荐与激励机制，为学生提供高质量的学习资源，提高学生的学习效果，提供更愉悦的学习体验。“智慧学伴”教育机器人可以直接应用于包括家庭在内的相对独立的自主学习环境中，通过加强教学的开放性、可扩展性及人机交互性，有效提高学生的学科能力与综合素养。

“智慧学伴”教育机器人采用经典的自决理论（Self-Determination Theory, SDT）作为其基本设计原则，在学习过程中为学习者提供更好的学习体验与学习激励。该理论揭示可以通过对学习者的自主性、能力感、社

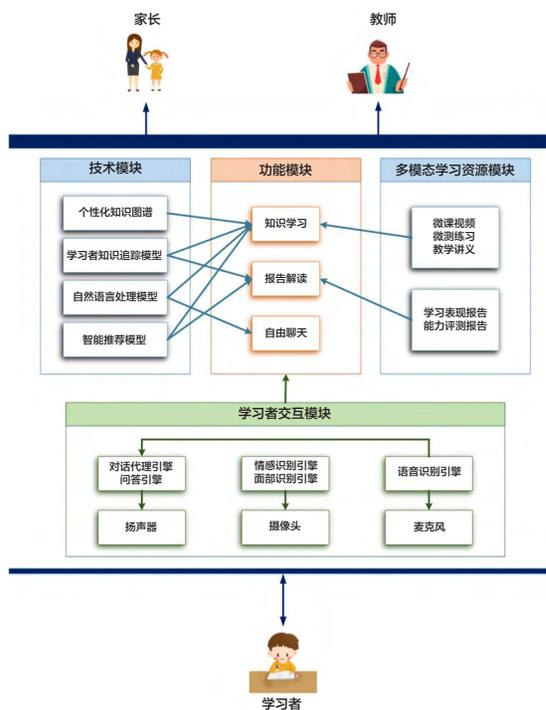


图1：“智慧学伴”教育机器人系统图

[1]Lu, Y., Chen, C., Chen, P., Chen, X., & Zhuang, Z. (2018, June). Smart Learning Partner: An Interactive Robot for Education. In International Conference on Artificial Intelligence in Education (pp. 447-451). Springer, Cham.

交关联性三种基本心理需要的满足，增强人的内部动机，同时促进其外部动机的内化。

“智慧学伴”教育机器人利用以上三种关键心理需求，确定了具体的设计原则并进行了相应的功能实现。从系统实现角度看，“智慧学伴”教育机器人可以分为功能模块、技术模块、多模态学习资源模块、学习者交互模块，如图1所示。

(1) 功能模块是“智慧学伴”教育机器人的核心模块，主要实现了知识学习、学习报告解读、自由聊天三类功能。学习者通过人脸识别自动登录机器人系统后，可以在数学、语文、英语、历史、地理、物理、化学、政治、生物等九个学科间自由选择学习科目。学习者通过语音交互等方式选定科目后，机器人屏幕上会呈现出反映该学习者当前学习状况的个性化知识图谱，如图2所示。同时，系统会自动推荐学习资源，包括微课视频、微测练习、教学讲义等。此外，系统触发问答功能，可以准确回答学习者通过自然语言交互方式提出的学科问题。在学习报告解读功能中，系统采用知识追踪（Knowledge Tracing）等技术和认知理论等为学生提供知识点层面的学习状态反馈、能力表现及学科素养分析。此外，“智慧学伴”教育机器人具备自由聊天功能，在特定指令下可以开启，有助于提高学生的使用兴趣。



图2：某学习者地理学科个性化知识图谱

(2) 技术模块为功能模块提供技术支持，主要包括个性化知识图谱、学习者知识追踪模型、自然语言处理模型、智能推荐模型等。SDT指出，在完成一项任务的过程中，自主进行选择、承认内心的感觉、拥有自我引导的机会能够使人产生强烈的自主性。为了引发学习者学习的自主性，系统基于知识图谱与自然语言处理模型，专门实现了支持多个学科问题解答的学习者问答引擎，通过语音交互进行专业答疑解惑。同时，利用知识追踪与深度学习等机器学习模型，在学科基础概念层面对学习者进行知识掌握状态的估计与预测，自动诊断其可能存在的薄弱知识点，从而进行学习资源的精准推荐。同时，系统设计了端到端的非目标驱动型对话模型，以支持学习者与机器人进行聊天对话，在其进入学习疲倦阶段时可以进行自由交流，提升机器人与学习者的社交关联度。

(3) 多模态学习资源模块包括课程学习资源与反馈报告，其中，课程学习资源主要涵盖微课视频、微测练习、教学讲义等，反馈报告主要是指系统为学习者所提供的学习评价、能力水平、能力表现及学科素养等诊断分析性报告。

(4) 学习者交互模块主要负责机器人与学习者间的自然交互实现。麦克风与扬声

器主要为语音识别功能提供输入与输出，语音识别的准确程度将直接影响学习者在学习过程中的学习体验。利用机器人的前置摄像头，可以对学习者进行情感识别，即根据学习者的面部表情判断学习者当前的学习状态。在此基础上，能够基于学习者当前的学习状态提供实时教学干预或反馈。例如，学习者表现出偏向消极的表情时（如疑惑、厌恶等），机器人会询问其当前的感受或疑惑，如果消极程度较深，还可以直接建议学习者进行一段时间的休息和娱乐。同时，机器人会适当提供积极反馈，尤其在学习者取得较大进步时，提供针对性激励措施，并鼓励学习者去尝试具有更高难度的学习内容。最后，机器人采用人脸识别技术来自动识别学习者的身份，并在不同的学习活动开始时，使用学习者的名字和个性化的问候语，进行不同学习活动的开场引入，以加强学习者与机器人的亲密感。

三、教育机器人应用实践案例——“AI好老师”德育机器人

针对当前育人实践中存在的育人意识薄弱、育人知识欠缺、个性化辅导答疑缺乏等问题，北京师范大学未来教育高精尖创新中心利用知识图谱和对话系统等人工智能技术，自主研发了辅助育人实践的教学机器人“AI好老师”[2]。通过知识图谱技术，“AI好老师”从语义角度表征育人问题背后的本质属性和关系网络，揭示育人知识概念的内在关联，将育人知识系统化。“AI好老师”从专业角度分析定位问题本质及其原因，提供针对性的解决对策和操作方案，改变家长和教师的传统育人思维和模式。基于对话系统技术，“AI好老师”可以通过人机的自然语言交互，实现育人问题咨询的自动化与智能化。同时，“AI好老师”打破了时间和空间的限制，让每个人都能拥有属于自己的育人助理，能够结合自身基础，随时进行个性化的答疑辅导和知识学习。从系统实现角度，“AI好老师”可以分为数据采集层、育人知识图谱层、育人对话系统层，如图3所示。

(1) 数据采集层：数据是“AI好老师”系统构建的基础，主要包括三类数据源：育人案例数据、在线社区数据、专家访谈数据。育人案例数据主要是一线教师基于实际育人经验总结而成的优秀案例数据，良好地反映了实际生活中经常遇到的育人问题。在线社区数据主要指通过在线育人社

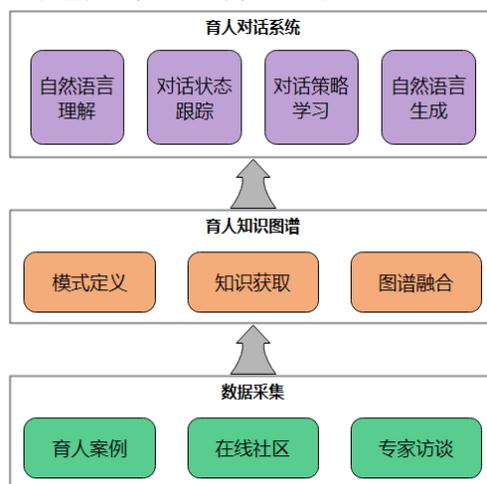


图3：“AI好老师”系统

[2] 陈鹏鹤, 彭燕, 余胜泉. (2019). AI好老师 - 智能育人助理系统设计与技术实现. 开放教育研究, 25(2), 12-22.

区采集到的育人相关数据。“AI 好老师”主要依靠中国好老师在线育人平台收集社区数据，包括育人问题讨论、育人活动设计、育人教程等，为育人知识图谱的构建提供了多维数据。专家访谈数据主要是指通过采访育人领域经验丰富的优秀教师或知识渊博的专家而生成的数据。通过问道访谈的形式，可以对育人领域的主要知识及实践经验进行提炼，形成专业的总结，对育人知识图谱的构建起到良好的指导作用。

(2) 育人知识图谱层：育人知识图谱是关于育人问题的表现、原因及对策的结构化表示，其构建过程主要包括模式定义、知识获取、图谱融合三个步骤。首先，图谱模式定义知识的实体类型及关系类型。根据育人问题的解决逻辑及理论支撑，“AI 好老师”以问题行为、内部个体特征和外部环境因素为定位，分析育人问题的三个核心因素，并在此基础上总结育人问题出现的根本原因，给出对应的解决对策，最终定义育人知识图谱的模式（如图 4 所示）。其次，知识获取的主要任务是依据育人知识图谱模式，对育人案例进行结构化的分析，具体表现为基于文本的多分类问题。因此，“AI 好老师”采用深度学习领域的循环神经网络 LSTM 模型对案例进行语义解析，结合多分类模型，构建育人知识图谱。最后，图谱融合主要解决依据不同案例总结出的影响因素与问题行为、育人对策相应关系不一致的问题，主要采用基于启发式的规则模型进行实现。

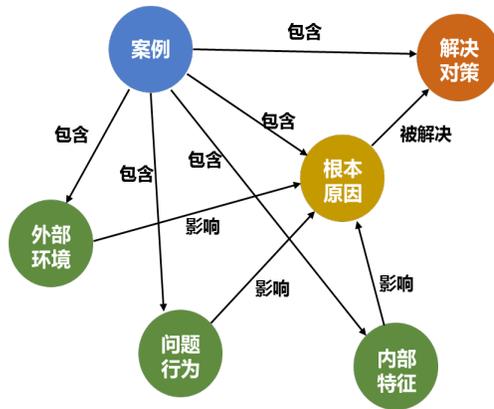


图 4：育人知识图谱模式

(3) 育人对话系统层：对话系统是指通过自然语言交互的方式与用户交流沟通的计算机系统，可以分为任务导向型对话系统和非任务导向型对话系统。“AI 好老师”是任务导向型对话系统，基于传统的管道模型进行设计，主要包括四个功能模块（如图 5 所示）：自然语言理解模块、对话状态跟踪模块、对话策略学习模块、自然语言生成模块。自然语言理解模块的主要作用是对用户输入的文本进行语义理解，分析用户的意图，依据图谱定义的知识结构对用户的输入进行语义槽填充。“AI 好老师”利用 LSTM 模型，

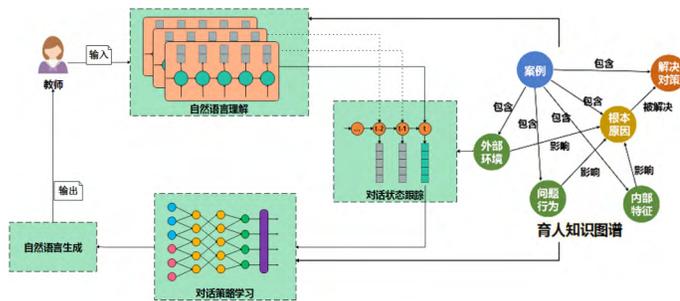


图 5：育人对话系统

采用联合优化策略，对用户的输入进行语义理解。对话状态跟踪模块能够结合对话历史和当前用户的输入，针对目标任务，分析当前对话所处的状态。“AI好老师”利用LSTM模型对对话序列建模，同时结合育人知识图谱表示的知识，分析当前的对话状态。对话策略学习模块的主要作用是依据当前的对话状态，智能判断系统应该采取的操作。

“AI好老师”主要采用规则与多分类器结合的模型进行对话策略的判定。自然语言生成模块负责根据系统的操作生成自然语言文本，与用户进行自然语言交互。“AI好老师”主要采用基于模板的方式实现自然语言生成。基于育人对话系统，“AI好老师”可以与用户进行自然语言交互，了解学生信息，识别学生存在的问题及原因，推荐合适的育人对策。

四、教育机器人的发展与展望

当前，国外教育机器人的发展集中在青少年陪伴与辅助教学、特殊教育、机器人竞赛等领域，也更加注重实践性研究与课堂中的实际应用。相比于国外，国内教育机器人总体上还处于起步阶段，在理论与实践研究上都存在一定差距。但随着人工智能教育、STEM教育、创客教育等的兴起，国内对于教育机器人技术的研究及大规模实践应用在逐年迅速增长，产学研相结合的模式也促进了该领域的市场化进程。

在服务对象方面，教育机器人的主要受众群体集中在K-12阶段。一方面，该群体对于知识的接纳方式具有较高的灵活性，机器人相关实践可以直接促进其对新知识的理解与掌握，激发其对智能技术的学习兴趣和动力，从而提高其在数字时代的竞争能力；另一方面，由于该年龄段群体在整个家庭的资金投入中占比较大，因此对于高成本机器人的落地问题起到了缓冲作用，可以客观上支撑教育机器人的发展。

总体而言，教育机器人的发展可以更多地针对青少年目标群体与教师群体，在交互方式、教学模式等方面做出更多创新与尝试，逐步落地于学校与家庭等关键教育场景，打破家校分离的现状，利用最新的人工智能技术促进我国教育技术领域的发展。同时，教育研究者需要对该领域进行更多的理论性与实证性探索，找到利用机器人促进学习者认知能力提升的更有效的方法与方式。另一方面，国内教育机器人从业者在紧跟国际发展趋势的同时，需要结合国内教育的实际情况与政策环境，降低教育机器人进入普通学校与家庭的门槛，使之可以大规模落地与应用，发展适合我国国情的教育机器人产业，促进我国教育信息化产业和“人工智能+教育”领域的长足发展。



查看内容精选