

中小学人工智能教育：学什么，怎么教

——来自“美国K-12人工智能教育行动”的启示

方圆媛^{1,2}, 黄旭光²

(1.北京师范大学 教育学部 教育技术学院, 北京 100875; 2.中央电化教育馆 基础教育教学资源部, 北京 100031)

摘要:2018年5月, 美国人工智能促进协会联合美国计算机科学教师协会和卡耐基梅隆大学计算机科学学院启动了美国K-12人工智能教育行动(AI4K12), 制定了K-12人工智能教学指南, 开发了教学资源目录。K-12人工智能教学指南构建了包含5个知识主题的内容框架, 设计了各主题的学习内容, 按学段制定了分级学习目标, 并提供了教学活动建议。教学资源目录汇集了已有的各种高质量人工智能科普资源, 并依据教学功能进行了梳理、分类和标注。作为美国基础教育领域开展人工智能教育的第一个专业行动, AI4K12为我国中小学人工智能教育的开展提供了诸多启示, 包括: 进一步完善中小学信息技术课程标准中有关人工智能部分的标准, 在现有基础上扩展修习学段, 丰富课程内容, 深化课程层次; 依据AI教学目标和AI知识内容特点, 选择并设计教学活动和策略, 进一步加强AI教学策略的研究, 通过利用现有AI科普资源和开发专门教学用资源的方式建设AI教育资源。

关键词:美国K-12; 人工智能; 行动

中图分类号:G434 **文献标识码:**A

一、问题的提出

(一)中小学阶段开设人工智能教育的国家政策要求

自上世纪50年代中期人工智能(Artificial Intelligence, 以下简称AI)概念正式提出以来, 经过60多年的发展和积淀, 伴随着互联网、大数据、云计算和新型传感等技术的发展, 人工智能正引发可产生链式反应的科学突破, 催生一批颠覆性技术^[1], 对人类社会生产与生活的各个方面产生着深刻的影响。

2017年7月, 中共中央、国务院印发《新一代人工智能发展规划》(以下简称“规划”)。作为抢抓人工智能发展重大战略机遇, 构筑我国人工智能发展先发优势的重要战略部署, 规划提出了到2030年我国新一代人工智能发展的指导思想、战略目标、重点任务和保障措施。在保障措施有关要求中, 规划指出“支持开展形式多样的人工智能科普活动”“实施全民智能教育项目, 在中小学阶段设置人工智能相关课程”^[2]。2018年4月, 教育部印发《教育信息化2.0行动计划》, 在“信息素养全面提升行动”中要求“加强学生信息素养培育……完善课程方案和课程标准, 充实适应信息时代、智能时代发展需要的人工智能和编程课程内容”^[3]。

其实在以上两个文件颁布之前, 教育部于2003年4月颁布的《普通高中技术课程标准(实验)》中已

首次在信息技术课程中设立“人工智能初步”选修模块^[4]。在规划发布后, 2018年1月出版的《普通高中信息技术课程标准(2017年版)》中, 则更进一步地将人工智能的内容更充分地融入到信息技术课程中。最新的高中信息技术标准设计了“人工智能初步”(包含人工智能基础、简单智能系统开发、AI技术的发展与应用三部分内容)^[5]作为高中课程方案选择性必修模块, 明确制定了课程内容和学业标准, 并对教学策略提出建议。

(二)中小学校开展人工智能教育的实践探索

与形势发展和政策要求相呼应, 国内一些城市已有一批教师和专业人员开始了在中小学引入人工智能教育教学的实践探索。根据推动力量的不同, 这些实践探索大致可以分为两类, 一类是中小学内部, 由学校和教师发展起来的实践。这一类实践又可细分为两种。一种是在STEM或创客课程中引入人工智能的内容。比如: 北京第二外国语学院附属中学将人工智能的元素和技术引入学校传统的机器人课程以及机器人社团活动中, 在机器人设计、编程开发等过程中渗透人工智能知识的学习与动手实践^[6]; 此外, 北京景山学校和温州中学也有教师在教学中尝试寻找编程、机器人等人工智能技术在科学课程与综合课程中的定位, 试图挖掘人工智能技术带给综合课程更大的创造空间^[7]。另一种是开设

专门的人工智能课程。中国人民大学附属中学开发了人工智能校本课程体系,从面向全体的常规课普及教育,到部分选修的跨学科实践应用,再到少数的前沿探究,形成人工智能纵向金字塔分层课程体系^[8]。此外,人大附中还开设了全国中等教育领域首个人工智能实验班,为实验班研发了“人工智能与关于心智的生物学”等研修课程^[9]。北京市海淀区翠微小学、北京市十一学校^[10]、华南师范大学附属中学等也开设了人工智能内容的相关课程。

另一类是中小学外部力量如高校、事业单位、科研院所等推动发展的实践。比如:北京师范大学课程与教学研究院与有关单位合作,通过组建项目团队,研发测评系统及AI教学技术平台,并在全国几十所中小学校开展教学实践探索^[11]。中央电化教育馆组织力量研发了中学(包括初中和高中)人工智能课程与配套数字资源,并在全国17个省(市、自治区)组织了22所实验校开展课程教学的实验。

(三)中小学开展人工智能教育的讨论和疑问

我国尚未出台人工智能课程的国家标准,现有的信息技术国家课程标准仅涉及了人工智能的部分内容。同时,各地师资水平、软硬件环境条件差别较大,随着实践的开展,围绕中小学开展人工智能教育的讨论和疑问也越来越多,主要包括以下几个方面:第一,在教育目标上,小学、初中和高中学段人工智能教育目标的应然状态是什么,是否要在小学阶段引入人工智能的内容或开设专门的课程?有人指出,从全国范围看,“中小学对人工智能课程价值的认识有待提高”^[12]。第二,在学习内容上,人工智能不仅有着非常专业的理论知识,还涉及数学、生物、控制论、信息学等多个学科领域,并划分为计算机视觉、自然语言处理、数据挖掘等子领域。如何从复杂的知识体系中抽取适合学生学习的内容,并依据课程目标设计不同层次的学习内容?有研究者指出,目前存在“把人工智能课程窄化为编程语言课程”的现象^[13];还有人指出,中小学的人工智能教育多为编程教育和机器人教育,编程教育“多停留在指导学生利用程序设计语言完成具体的编程题目。机器人教育,多停留在简单的实体安装层次”,“教材大多属于产品说明书或用户指南类,缺少对学生思维能力培养的科学引

导”^[14]。第三,在课程设置的方式上,大部分人都提到了开设专门的人工智能课程,也有人通过分析国家课程标准后提出,小学阶段的人工智能技术教学内容可以安排在小学科学课程中,初中阶段的人工智能课程可以在综合实践活动(占初中课时总数的16%—20%)课程中做出适当安排,高中阶段可安排在信息技术和通用技术课程中^[15]。第四,在有关资源上,很多人都提到了缺乏专业师资和软硬件资源。在师资方面,有人指出,“我国中小学人工智能相关内容的教学工作以信息技术教师承担为主……很多老师的知识理论储备和计算机操作技能距离专业水平还有一定的差距,专业的人工智能教师比较匮乏”^[16];也有人认为,“缺乏具有知识结构和专业素养的教师来执教……没有接受过专业的培训,难以掌握课程重难点、教学目标不明确,教学经验缺乏”^[17]。在教学资源方面,有人提出,“除部分发达地区之外,多数地区还没有与教学相适配的实验室”^[18];有人认为“很多中小学教师拿到教材后,由于没有好的经验和做法作为参照,课堂实施存在困难”^[19];还有人指出,“人工智能课程不宜采用传统的‘讲授’式教学,更适合应用情境化、基于问题、基于案例的教学模式……有较好价值的中学人工智能教育案例研究的成果很有限”^[20]。

尽管我国各地教育水平不一,在中小学阶段开设人工智能相关课程困难重重,但部分地区已经开始了中小学人工智能教育教学的探索。由于各地、各学校相关的软硬件条件存在差异,课程实施的类型不同,造成质量参差不齐,在课程目标和内容的制定,课程实施策略的使用和课程资源的选择和使用等方面还处于摸索阶段,亟需有价值的借鉴和参考。

二、美国K-12人工智能教育行动解读

(一)背景、任务与进展

在美国国家科学基金会的资助下,2018年5月,美国人工智能促进协会(The Association for the Advancement of Artificial Intelligence, AAAI^①)联合美国计算机科学教师协会(Computer Science Teachers Association, CSTA^②)和卡耐基梅隆大学计算机科

① AAAI是美国人工智能研究和实践领域顶尖的专业组织,它成立于1979年,前身是美国人工智能协会(American Association for Artificial Intelligence)。作为一个非营利组织,AAAI致力于推动人工智能的研究和负责任的应用,并增强公众对这个领域的认识。

② CSTA是美国计算机科学教师的专业组织,致力于计算机教师的培训和实践经验分享。该组织制定了美国基础教育计算机科学课程的国家标准。

学学院组成了联合工作组,启动了美国K-12人工智能教育行动(AI for K-12 Initiative,以下简称AI4K12)^[21]。该行动有三项任务。第一是为在K-12阶段开展人工智能内容的教学制定国家指南。第二是为K-12教师开发一套精心策划的人工智能资源目录。第三是推动形成K-12 AI资源的开发社区。卡耐基梅隆大学教授,美国人工智能领域著名研究者大卫·图雷斯基(David Touretzky)任工作组组长。2019年7月,AAAI在费城发布了K-12人工智能教学指南(K-12 Guidelines for Artificial Intelligence,以下简称指南),设计了基础教育从小学到高中开展人工智能教学的目标与内容。同时发布了AI教学资源目录(AI Resource Directory),目录中提供了包括知识点讲解视频、示范软件和教学活动等类型的资源,以为教师开展教学提供支持。由于这是第一次系统地研究如何在中小学引入AI教学,工作组主要在原有的K-12国家计算机科学课程标准的基础上开展“指南”研制工作,并进行了细致充分的论证。

(二)指南内容概览

在美国,各州K-12阶段开设人工智能课程的情况不尽相同。有的州将人工智能作为计算机科学课程的一个部分,有的州开设了单独的人工智能课程作为选修课。作为对美国中小学开展人工智能内容教学的专业指导,“指南”在阐述中小学阶段学习人工智能意义的基础上,设计规划了中小學生需要掌握的人工智能知识以及各学段不同层次的学习目标。

1. 中小学阶段学习人工智能的意义

AAAI认为,人工智能在当今人类社会已经扮演了非常卓越而显著的角色。对于孩子们而言,他们生活的世界里随处可见人工智能的产品,尽管他们或许没有直接使用过,但是目睹了父母或家人使用,有一定的直观经验。不难想象,随着技术的进一步发展,人工智能在未来世界将会获得更进一步的发展,而作为未来世界的主人,现在的下一代有必要对人工智能知识获得基本的认识以更好地适应未来的生活。这种必要性体现在两个方面:其一,人工智能基础知识的学习有助于提升孩子们的信息素养。作为未来的公民,当他们面临人工智能技术应用的公共决策和伦理问题时,提升的信息素养有助于他们做出理性的决策。同时,由于人工智能正在取代简单重复的底层工作,让孩子们较早地意识到这一点有助于他们更好地适应未来的就业环境。其二,通过人工智能课程的学习,培养孩子对人工智能领域、对STEM的兴趣,同时在知识和技能层面奠定一定的基础,为他们未来走上专业的职业道路做好铺垫。

2. 学习内容与目标

这部分内容主要围绕学生应该知道什么和做什么展开。美国最新版K-12计算机科学课程国家标准11—12年级的课程要求中已经包含了人工智能的有关内容,分别是“能描述人工智能如何驱动各种软件和物理系统,如:数字广告投放、自动驾驶汽车和信用卡欺诈检测(3B-AP-08)”和“能使用一种人工智能的算法与人类对手一起玩游戏或解决问题。这里的游戏不需要太复杂,简单的猜谜游戏、井字棋或简单的机器人指令足矣(3B-AP-09)”^[22]。在这次的“指南”中对人工智能学习内容做了更系统的规划,并根据学段设计了不同层次的课程目标。

总体来说,“指南”将K-12阶段所需学习的人工智能知识分成了5个主题(Five Big Ideas in AI),他们分别是:感知、表示和推理、机器学习、人机交互、社会影响^[23]。研制小组认为,这5个主题从性质上足以覆盖人工智能的各领域,但从数量上又是教师可以控制的。尽管5个主题的提法未必完全符合AI实践者审视AI的方式,但对于满足K-12学生的需求是合适的。因此,课程内容和目标以这5个主题为基本框架,并在此基础上设计了各主题中的主要概念和分级学习目标。

(1)感知(Perception)

计算机使用传感器来感知世界。感知是从传感器信号中提取意义的过程。AI领域迄今为止最重要的成就之一就是使计算机能够足够好地去“看”和“听”,以投入实际应用。该主题下的具体应用包括:人脸识别、语音识别、场景理解等。

a.主要概念。这一主题的主要概念包括:人类的感觉和机器传感器;从感觉到知觉;感知的类型:视觉、语音识别等;感知如何工作:算法;计算机感知的局限;智能与非智能机器。

b.分级学习目标如表1所示。

表1 “感知”主题下K-12分级学习目标

学段	课程目标
幼儿园—2年级	识别计算机、机器和智能应用中的传感器;能与Alexa或Siri这样的智能代理进行交互
3—5年级	描述传感器输入如何转变为模拟或数字信号;证明计算机感知的局限;使用机器感知构建应用程序
6—8年级	解释传感器的局限如何影响了计算机的感知;解释智能感知系统可能利用多种算法和多种传感器;使用多种传感器和感知类型来构建应用程序
9—12年级	描述不同形式计算机感知中蕴含的领域知识;演示语音识别在处理同音词和其他类型的歧义方面的困难

(2)表示与推理(Representation and Reasoning)

智能代理(Intelligent Agent)(能够)通过特定的逻辑和模型表示现实世界,并用他们进行推理。表示



是自然智能和人工智能的基本问题之一。计算机使用数据结构来构建表示,这些表示辅助推理算法。该主题下的具体应用包括:自动驾驶汽车的路线规划、网络搜索、智能下棋的最佳路线推理等。

a.主要概念。这一主题的主要概念包括:表示的类型;推理算法的类型;支持推理的表示:算法操纵表示;算法系统及其功能;一般推理算法的局限。

b.分级学习目标如表2所示。

表2 “表示与推理”主题下K-12分级学习目标

学段	课程目标
幼儿园—2年级	构建物体的模型并将模型与实体进行比较;使用决策树进行决策
3—5年级	使用结构树设计一个(动物)分类系统的表示;描述AI的表示如何支持推理来回答问题
6—8年级	设计一个图来表示自己居住的社区和家的位置,并应用推理来判定图中到达关键位置的最短距离;使用结构树设计一个(动物)分类系统的表示
9—12年级	为井字棋绘制搜索树;描述不同类型搜索算法的差异

(3)机器学习(Machine Learning)

计算机通过数据学习,机器学习是一种在数据中找到规律的统计推断。近年来,由于一些学习算法创造了新的表示,AI的许多领域都取得了显著进步。这种方法的成功需要大量的数据。这些“训练数据”通常必须由人们提供,但有时也可以由机器自身获取。该主题下的具体应用包括:训练手机识别人脸;训练语音识别系统;训练机器翻译系统;图片搜索等。

a.主要概念。这一主题的主要概念包括:机器学习;机器学习的方法;学习算法的类型;神经网络基本原理;神经网络架构的类型;训练数据对学习的影响;机器学习的局限。

b.分级学习目标如表3所示。

表3 “机器学习”主题下K-12分级学习目标

学段	课程目标
幼儿园—2年级	通过纸笔活动来学习数据类型;使用识别图形的分类器;使用谷歌自动绘图或Cognimates的训练涂鸦探究训练集如何识别图像,并讨论程序如何知道它们在画什么
3—5年级	描述并比较机器学习的三种方法:监督学习、无监督学习和强化学习;通过训练模型来更改一个交互式的机器学习项目;描述算法和机器学习会表示出偏见
6—8年级	识别出数据训练集中的偏见,并通过扩展该训练集来纠正该偏见;会用手部模拟来训练简单的神经网络
9—12年级	使用TensorFlow Playground训练一个神经网络(1—3层);追踪并实验一个简单的机器学习算法

(4)人机交互(Natural Interaction)

智能代理需要多种知识才能与人类自然交互。为了与人类自然地交互,智能代理必须能够用人类

语言交谈,识别面部表情和情感,并利用文化和社会习俗的知识来推断所观察到的人类行为的意图。具体应用包括:智能代理(如Alexa、Siri),聊天机器人,提供适应性教育的智能导师系统,动作和面部表情识别等。

a.主要概念。这一主题的主要概念包括:自然语言理解;情感计算;常识推理;意识与心灵哲学;自然交互应用;人机交互;AI在自然交互方面的局限。

b.分级学习目标如表4所示。

表4 “人机交互”主题下K-12分级学习目标

学段	课程目标
幼儿园—2年级	识别出故事中暗含积极或消极态度的词;将人脸表情恰当地识别和标注为一定的情感,如高兴、悲伤、愤怒等,并能解释原因;使用可以通过面部表情来识别情感的软件做实验
3—5年级	识别出人类在交流的时候如何通过多种信号(如语气、面部表情、姿势等)来获得理解;能描述出AI在完成哪些任务时优于人类,完成哪些任务时不如人类
6—8年级	能建构一个简单的聊天机器人;能解释并举例说明为什么语言会产生歧义;分析智能的本质,并知道判定代理是否智能的方法
9—12年级	演示句子分析器如何处理歧义;探索Google知识图;识别并讨论人工智能和意识的问题

(5)社会影响(Societal Impact)

AI的应用对社会既有正面影响也有负面影响。由于人工智能技术正在改变我们工作、出行、沟通和相互照顾的方式,我们必须注意其所能带来的危害。例如,若用于训练人工智能系统的数据存在偏见,可能会导致部分人受到的服务质量低于其他人。因此有必要讨论AI对我们社会的影响,并根据相关系统在道德层面的设计以及应用来制定标准。

a.主要概念。这一主题的主要概念包括:AI系统正在改变商务、政务、医疗和教育;从经济层面讲,AI使得新的服务变得可能,使得商务更有效率;在开发AI系统时,人类不仅要做出技术层面的决策,也要做出道德层面的决策;AI技术通过多种不同的方式影响社区和人们;人工智能和系统需要道德标准来为人们做出决策;AI和机器人会改变人们工作的方式,创造一些工作,淘汰一些工作。

b.分级学习目标如表5所示。

表5 “社会影响”主题下K-12分级学习目标

学段	课程目标
幼儿园—2年级	能识别出日常生活中遇到的AI应用;讨论常规AI技术的应用是好事还是坏事
3—5年级	探讨偏见如何影响行为,进而影响决策;描述如何设计AI系统使其有更好的包容性
6—8年级	解释AI决策中潜在的资源导致的偏见;理解人工智能系统设计中的权衡,以及决策如何在系统功能中产生意外的结果
9—12年级	批判性地探索AI系统的积极和消极影响;设计一个AI系统来解决社会问题(或者解释如何通过AI来解决社会问题)

3. 教学活动建议

如何针对以上学习内容和学习目标开展教学,“指南”推荐了四种类型的学习活动:第一种是实验类活动,教师可以组织学生使用各种类型的AI软硬件资源,通过实验,一方面体验AI的功能,对AI形成直观认识;另一方面在实验中探索AI的基本原理。第二类活动是手工模拟AI算法的活动(或不插电活动),学生无需使用任何计算机设备,用纸和笔,通过绘图、计算来模拟AI的基本算法,理解AI解决问题的思路和技术路线。第三类活动是设计类活动,教师为学生提供支架,引导和鼓励他们使用AI开源软件或服务来开发自己的AI应用,在设计和应用中学习。第四类是案例分析类活动,教师提供与AI相关的多个社会问题的案例,引导学生从多个角度来探索其中的伦理道德问题并寻求改进的途径。

(三) K-12人工智能教学资源目录简介

为了对AI教学提供支持, AI4K12开发了一套资源目录,并在网站(<https://github.com/touretzkyds/ai4k12/wiki/Resource-Directory>)上公布了这套目录。目录汇集了各类AI科普资源,根据不同类型资源的教育特点进行了系统的梳理和分类,并作了统一标注。从媒体类型上, AI4K12划分了专业著作和报告、竞赛、课程材料、演示软件(Demos)、教师职业发展在线课程、K-12学生在线课程、软件包和视频七类资源。在此基础上,依据中小学AI学习特点, AI4K12进一步按照资源的教学功能进行了分类,具体如表6所示^[24]。可以看到,这里的资源不仅包括软硬件资源,还包括教学活动。对资源教学功能的分析提示了何时以及如何使用这些资源,进而为教师教学策略的设计提供了支持。

表6 AI4K12资源目录中的资源分类与说明

序号	类型	教学功能	实例 ^①
1	黑盒演示软件 (Black Box Demos)	让学生获得有关AI应用的亲身体验,以获得“AI可以做什么”的直观认识,但并不揭示应用底层的原理	Doodle(谷歌); 可教的机器(Teachable Machine, 谷歌); MachineLearningForKids网站
2	玻璃盒演示软件 (Glass Box Demos)	揭示了AI算法的原理并允许用户调整其参数以观察效果,软件算法的特征是可视的和可解释的,适用于低维度的问题	TensorFlow Playground(谷歌)

① 由于篇幅所限,本部分仅列举了部分资源,想要获得更详尽的资源列表可查阅资源目录全文或访问其网站<https://github.com/touretzkyds/ai4k12/wiki/Resource-Directory>。

② “不插电”活动作为一类特殊的资源也纳入资源目录,一方面强调了这类活动在AI学习中的重要性,是其他活动所不可替代的;另一方面为教师设计组织这类活动提供了参考和启发。

续表6

3	AI编程框架 (AI Programming Frameworks)	这类资源对现有编程语言进行了AI扩展,即增加了AI功能的编程模块,允许学生开发他们自己的应用	Cognimates; eCraft2Learn; Calypso
4	“不插电”活动 ^② (Unplugged Activities, 在计算机课程中不需要打开计算机,使用纸和笔就可以开展的学习活动)	手工模拟机器学习或算法推理来探索AI知识	“猜猜动物”: 学生通过学习如何提出合适的问题来增加新的动物,进而学习决策树的原理; “绘制搜索树”: 学生通过手工绘制搜索树来尝试选择游戏策略,或解决图形搜索问题
5	视频(Video)	解释算法原理或者复杂的原理类知识	纪录片“在AI时代(In the Age of AI)”; 视频“Snapchat过滤器的工作(Snapchat Filter's Work)”; 视频“人工智能的兴起(The Rise of AI)”
6	硬件(Hardware)	嵌入人工智能技术的智能设备,如各种智能机器人	Cozmo(Anki开发); DeepRacer(亚马逊开发); Jetson Nano(NVIDIA开发); “AI和你”
7	正式的课程 (Formal Curricula)	AI在线课程或开放学习平台	“AI+我”微课程(ReadyAI公司开发); AI4All的开放学习平台

三、美国AI4K12行动成果特色小结

美国AI4K12行动是富有成效的。从短期看,它制定了K-12人工智能教学指南,开发了教学资源目录,对学习内容和学习目标给出了科学、专业的设计,对教学活动策略提出了具体可行的建议,对教学资源进行了系统的汇聚、梳理和分类。从长远看,行动联通了AI研究、实践和教学三个行业,促进了美国国内K-12人工智能教育专业团体的形成,为未来的发展奠定了基础。

(一) “指南”学习内容覆盖AI原理的基本方面,关注对AI技术的反思,学习目标按学段分级

在中小学开展AI教育,核心的问题就是学生学什么,达到什么水平?美国K-12 AI教学指南以5个知识主题(感知、表示和推理、机器学习、人机交互、社会影响)作为框架,并在其基础上设计了从幼儿园到高中三年级的分学段目标。一方面,5个知识主题不仅涵盖了AI研究与应用的基本领域,同时还包括了AI的社会影响。这体现了不仅要求学生体验和学习AI的基本知识和技能,也要求他们能客



观、全面、深刻地对这项技术进行审视和反思的目的。另一方面,所有学段均涉及5个知识主题,各学段目标的差异只在目标的层次上,而不在知识主题上,整体的学习是螺旋上升的过程。比如,“表示与推理”是一个逻辑性很强的主题,幼儿园—2年级学段的孩子和高中生都可以学习。只不过前者只需要达到较低的学习层次比如获得对有关原理体验和感性认识,如“使用决策树进行决策”;而后者则需要达到较高的学习层次如掌握底层的算法和原理,例如“描述不同类型搜索算法的差异”。

(二)“指南”教学策略与活动建议具体清晰,可操作性强,遵循学习规律

如何引导学生学习AI知识?AI4K12给出了具体清晰的建议,不仅提出了支持策略,还推荐了“实验”“手工模拟”“设计开发”“案例分析”四种类型的教学活动。这四类活动分别对应AI学习的几种学习目标:体验AI功能与理解AI基本原理,理解AI算法的原理,设计简单的AI应用与辩证地认识AI对社会的各方面影响。这些目标在5个知识主题中都有体现。教师可以根据5个主题下分级目标的类型,选择对应类型的活动进行设计和开展。值得注意的是,四类活动也分别对应AI学习从感性到理性,从理解到应用的各个阶段,遵循基本的学习规律。具体来说,除第四类活动是综合性活动,需要建立在对AI及其应用充分把握的基础上之外,第一类到第三类活动分别对应学生学习AI从感性认识(认识AI的功能)到理性认识(理解AI的基本原理),从知识理解(理解AI基本算法)到知识应用(使用AI算法模块开发应用)的学习阶段,学生的认识水平在逐步上升。

(三)K-12 AI教学资源目录充分挖掘现有AI资源,分析梳理其教育价值

国内很多人担心,在中小学开展AI教育缺乏专业的师资。这个问题在美国也存在。且不说人工智能科班出身的专业人员是否会到中小学任教,抑或在师范院校增设人工智能的专业是否可行,还是在信息技术专业教师的培养中增加人工智能的课程是否更合理,通过这些方式提升师资专业能力需要一定的周期和较多的资金投入。AI4K12系统地梳理与充分地挖掘现有高质量AI科普资源的教育价值,快速而高效地为教师和学生提供了全面而丰富的学习资源与活动支持资源,不仅制作了教学资源目录,给出实例与资源链接,同时标注适用主题、年段、应用功能等,既可以用于教师自学,也可以用于教师组织学生开展学习活动。目录中的资源或是高校AI科研院所(代表研究者)开发,或是谷歌等

知名高新技术企业(代表实践者)开发,资源的设计与制作都是专业而规范的。不仅有助于教师快速成长,学生也能获得专业、规范的指导,在一定程度上确保了教学的质量。

需要指出的是,目录中的资源大多是以AI科普为目的而开发的,其面向的对象广泛,并不专门为K-12的AI教育,在系统性和针对性上比较欠缺。可以说,现有资源还远远不能满足中小学AI教育的需要。AI4K12也指出了几种目前缺少的资源,并呼吁领域内的专业人士更多地关注并开发。

四、思考与启示

AI4K12是在美国基础教育领域开展人工智能教学的第一个专业行动。它研制了教学指南,开发了资源目录,促成了K-12人工智能教育专业社区的形成。虽然中美两国的教育体制和文化存在差异,但AI4K12行动中有关教学内容和分级学习目标的设计,有关教学资源的梳理和资源目录的开发,有关教学活动和策略的建议对我国中小学开展人工智能教育有着很好的启示与借鉴。

其一是进一步完善中小学信息技术课程标准中有关人工智能部分的标准,在现有基础上扩展修习学段,丰富课程内容,深化课程层次。目前,我国信息技术课程的国家标准中主要是在高中阶段对人工智能知识的学习提出了要求,内容主要涉及人工智能的基本特征、核心算法、特定领域人工智能应用系统的开发以及对人工智能及其应用的反思几个方面。与美国的标准相比,内容和目标的系统性还有待进一步提升。今天的孩子成长在一个由人工智能技术驱动的世界里,绝大部分孩子已经接触了各种形式的AI技术和产品,从低年段就可以开始对孩子进行AI教育,重要的是思考如何帮助他们理解AI技术是如何工作的^[25]。

从课程目标看,中小学阶段组织学生学习人工智能,不是学习使用AI产品,也不是学习AI编程技术,重要的是学习AI认识世界、理解世界和解决问题的方式和方法,帮助学生形成一定的技术思维,同时又能辩证地审视AI技术,为未来在智能环境里工作和生活,或者为走上AI研究与实践的专业道路打下基础。可以借鉴AI4K12的内容框架,在系统考量AI研究与应用基本原理的基础上形成一个系统的主题框架,并在该框架下根据不同年龄学生认知能力与特点设计具体的学习目标。可为中低年段设置更多体验类的目标,引导他们体验AI的功能,感受其解决问题的思路和方法;针对高学段学生,更多设置理解AI功能底层的原理和算法,以及系统开

发的目标。在课程内容上,可根据课程目标的要求,特别是不同年龄段目标的设定,选择相应的知识内容。

其二是进一步加强AI教学策略的研究和实践。作为计算机学科的一个分支, AI知识专业、复杂而深奥,不仅需要跨学科的知识,也需要较强的抽象逻辑思维。针对抽象逻辑思维并不发达,甚至还处于前运算和具体运算阶段的学生,如何引导他们学习AI知识?国内有学者提出“应用情境化、基于问题、基于案例的教学模式”^[26],也有人提出“基于项目学习的方式”^[27]“应用任务驱动式、基于问题或融入游戏化机制的探究式教学”^[28]。那么, AI教学策略可以有哪些?如何针对不同的教学目标设计相应的活动?

现有高中阶段信息技术课标有关人工智能部分的“教学提示”中比较笼统地给出了“案例分析”“项目学习”“小组合作”等教学策略和教学组织形式的建议,操作性有待进一步完善。同时现有研究较少,可供参考的理论或实践成果并不完善。可以借鉴AI4K12有关教学活动的建议,将教学活动和策略的选择充分建立在AI教学目标和AI知识内容特点的基础上。例如:感知AI特点,及其技术和产品功能的目标,适合开展实验类活动,通过实验操作AI软硬件资源,形成有关AI技术的直观认识;探究AI产品原理和算法原理的目标,更适合开展实验和模拟算法的活动,模拟算法的活动可以不依赖软硬件资源,通过简单的纸和笔就能探索AI解决问题的逻辑;应用AI原理和算法解决问题的目标,更适合开展设计类活动,在该活动中教师需要提供丰富的学习支架引导学生一步步达成问题的解决;辩证看待AI技术的影响的目标,适合开展案例分析的活动,通过实际例子引导学生多角度探索其中的伦理道德问题。依托以上由目标、知识内容与活动类型组成的设计框架,进一步设计和开发不同类型的活动流程与策略,并通过教育科学研究和实践进行检验和完善。

其三是进一步加强AI教学资源的挖掘和建设。在当前专业师资比较缺乏、地区差异较大的情况下, AI教学资源建设显得尤其重要。各地可根据实际情况开展AI教育资源建设。AI资源建设有两种方式。第一种是在基础较弱、师资缺乏的地方,可充分利用现有高质量的AI科普资源、开源软硬件等,先行开展一些以AI核心技术(如机器学习、自然语言处理等)作为教学对象的学习活动,在教学中不断检验和完善这些资源,并将其作为下一步课程开发的基础。第二种是在资源充足、软硬件条件成

熟的地方,可组织有关力量开发专门针对中小学AI教育的教学资源,除了常规的教师用多媒体教学资源,还需要特别重视实验资源的开发,为学生提供富媒体资源的探究环境。各地、各校可根据具体情况在中学阶段开设AI选修课,或在科学课、综合实践课中安排AI的学习专题,使用并优化这些资源。

人工智能本身就是一个跨专业的综合领域,人工智能的教学自然也涉及多个学科。为了确保AI教学资源的科学性和规范性,需要加强人工智能领域内跨行业的合作。AI4K12行动充分体现了美国AI领域从高校研究者、知名企业实践者到教师的合作。不同行业的不同视角确保了AI中小学教育的专业性、规范性和适切性。此外, AI引入基础教育还处于初步发展阶段,特别需要高校、科研院所研究者、企业实践者和一线教师的共同努力,将AI理论知识、研究动态、实践应用与前沿发展以科学、专业、规范的方式进行组合,确保教学的质量。此外,研究者和实践者也可以作为外部的人力资源,为学生提供与AI科学家进行对话和学习的机会,提升学习兴趣,开阔视野。

参考文献:

- [1] 吴飞,阳春华等.人工智能的回顾与展望[J].中国科学基金,2018,(3): 243-250.
- [2] 国务院.国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知(国发[2017]35号)[EB/OL].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm,2019-12-09.
- [3] 中华人民共和国教育部.教育部关于印发《教育信息化2.0行动计划》的通知[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html,2019-12-09.
- [4] 教育部.教育部关于印发《普通高中课程方案(实验)》和语文等十五个学科课程标准(实验)的通知[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/200303/t20030331_167349.html,2019-12-09.
- [5] 教育部.教育部关于印发《普通高中课程方案和语文等学科课程标准(2017年版)》的通知[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/201801/t20180115_324647.html,2019-12-09.
- [6] 李建,孟延豹.充分利用多种教学APP,开展人工智能课程——教学、社团、比赛相结合[J].中国信息技术教育,2018,(8):69-70.
- [7][16][18][28] 陈凯泉,何瑶等.人工智能视域下的信息素养内涵转型及AI教育目标定位——兼论基础教育阶段AI课程与教学实施路径[J].远程教育杂志,2018,(1):61-71.
- [8] 武迪,张思等.横向跨学科纵向分层次人工智能课程的设计与实施[J].中小学信息技术教育,2019,(6):21-23.
- [9][19] 袁中果,梁霄等.中小学人工智能课程实施关键问题分析——以人大附中人工智能课程实践为例[J].中小学数字化教学,2019,(7):19-22.
- [10] 马涛,赵峰等.海淀区中小学人工智能教育发展之路[J].中国电化教育,2019,(5):128-132.
- [11][13] 王本陆,千京龙等.简论中小学人工智能课程的建构[J].教育研究与实验,2018,(4):37-43.
- [12] 刘尚琴.国内中小学人工智能课程现状、问题及推进策略分析[J].



- 中小学电教,2015,(5):37-40.
- [14] 谢忠新,曹杨璐等.中小学人工智能课程内容设计探究[J].中国电化教育,2019,(4):17-22.
- [15] 艾伦.中小学人工智能课程定位分析[J].中国现代教育装备,2017,(10):1-5.
- [17][27] 韩克.高中信息技术课程中的人工智能教学[J].中国校外教育(中旬刊),2019,(10):165-168.
- [20] 张学军,董晓辉.高中人工智能课程项目案例资源设计与开发[J].电化教育研究,2019,(8):87-95.
- [21] AAAIAAAI Launches "AI for K-12" Initiative in collaboration with the Computer Science Teachers Association (CSTA) and AI4All [EB/OL].<https://aaai.org/Pressroom/Releases/release-18-0515.pdf>,2020-01-05.
- [22] CSTA.K-12 Computer Science Standards, Revised 2017 [EB/OL].<https://www.csteachers.org/page/standards>,2020-01-05.
- [23] David S.Touretzky,Christina Gardner-McCune,et al.K-12 Guidelines for Artificial Intelligence:What Students Should Know [EB/OL].https://ae-uploads.uoregon.edu/ISTE/ISTE2019/PROGRAM_SESSION_MODEL/HANDOUTS/112142285/ISTE2019Presentation_final.pdf,2020-07-15.
- [24][25] David S.Touretzky,Christina Gardner-McCune,et al.Envisioning AI for K-12:What Should Every Child Know about AI? [EB/OL].<https://aaai.org/ojs/index.php/AAAI/article/view/5053>,2020-07-15.
- [26] 马超,张义兵等.高中《人工智能初步》教学的三种常用模式[J].现代教育技术,2008,(8):51-53.

作者简介:

方圆媛:副研究员,在读博士,研究方向为教学设计与绩效基数、基础教育信息化(fangyy@moe.edu.cn)。

黄旭光:副研究员,研究方向为基础教育信息化、基础教育数字资源的设计与开发(huangxg@moe.edu.cn)。

K-12 Artificial Intelligence Education: What to Learn and How to Teach

—The Enlightenment from "AI for K-12" Initiative in the U.S.

Fang Yuanyuan^{1,2}, Huang Xuguang²

(1.College of Educational Technology Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875; 2.Department of Elementary Education Resource, National Center for Educational Technology, Beijing 100031)

Abstract: In May of 2018, The Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI), the Computer Science Teachers Association (CSTA) and the school of computer science of Carnegie Mellon University formed a joint working group to launch "AI for K-12" Initiative. This initiative developed guidelines and resources directory for teaching K-12 students about artificial intelligence. The K-12 Guidelines constructs a K-12 AI knowledge system framework which consists of 5 big ideas which cover AI basic research and application fields. Based on the 5 big ideas, the guidelines design the learning content and learning object for different levels, and come up with suggestions for learning activity. The resources directory compiles varies kinds of high quality resources for popularization of AI, and sorts, classifies and marks these resources according to their instructional function. As the first professional initiative to promote K-12 AI teaching in the field of elementary education in the U.S., AI4K12 provides valuable enlightenments for the development of AI education in primary and secondary schools in China, which include improving AI education standard in National Standard for information Technology courses, making course requirements covering more grades and students, aligning course contents and levels to basic AI research direction; selecting and designing instructional activities and strategies according to AI instructional objectives and characteristics of AI knowledge and contents, further enhancing research on instructional strategies; and constructing resources of AI education by taking advantage of existing AI science popularization resources and specific developing AI instructional resources.

Keywords: the U.S. K-12; Artificial Intelligence (AI); initiative

收稿日期: 2020年5月24日

责任编辑: 李雅瑄