

美国 K-12 阶段人工智能课程大概念与课例设计 解读*



欧阳嘉煜¹ 王宇² 汪琼³[通讯作者]

- (1. 北京理工大学 人文与社会科学学院, 北京 100081;
2. 国家开放大学 教育教学部, 北京 100039;
3. 北京大学 教育学院, 北京 100871)

摘要: 随着在 K-12 阶段开设人工智能课程成为推动人工智能教育的重要举措, 如何在 K-12 教育体系中加入人工智能方面的教学内容成为国际关注的焦点。为了进一步明确不同学段人工智能课程教什么、怎么教的问题, 文章首先解读了 AI4K12 工作组提出的人工智能教育的五个大概念, 分别是: 感知、表征与推理、机器学习、人机交互和社会影响。然后文章对应上述五个大概念, 根据 AI4K12 工作组划分的四个学段 (K-2、Grade 3-5、Grade 6-8、Grade 9-12), 以课例分析的方式考察了从课程大概念到具体教学活动的设计过程。最后文章提出我国人工智能课程设计的建议, 包括设计不插电的教学活动促进学生对底层概念的理解、尝试设计与其他学科交叉的课程活动、把握从单一主题向多主题融合过渡的课程设计主线, 以期为我国人工智能课程设计和相关课程标准制定提供参考。

关键词: 人工智能; 人工智能教育; K-12; 大概念; 课程设计

【中图分类号】G40-057 【文献标识码】A 【论文编号】1009—8097(2022)12—0013—10 【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2022.12.002

引言

随着人工智能在全球范围内日益受到关注, 在 K-12 阶段的教育体系中是否要加入人工智能方面的内容以及如何增加这方面的内容, 成为教育界热议的话题之一。为此, 我国发布了《普通高中信息技术课程标准(2017年版)》, 首次将“人工智能初步”纳入信息技术选修课的新模块^[1]; 之后, 《义务教育信息科技课程标准(2022年版)》又进一步将“人工智能与智慧社会”明确列为 7~9 年级的课程内容^[2]。为响应政策, 国内相继出版了多套《人工智能初步》教材, 加速了人工智能相关内容在学校情境中的落地与实施进程, 很多中小学校也陆续开设了人工智能相关的选修课程。然而, 虽然人工智能课程已经在不同学校落地, 但与其他学科课程不同的是, 目前还没有专门针对人工智能课程的国家性课程标准文件来具体指导各学段人工智能教学内容的设计与实施工作, 可参考的更多是信息科技课程(或称之为计算机科学课程)的课程标准文件, 如美国计算机科学教师协会(Computer Science Teachers Association, CSTA)于 2017 年发布的《K-12 计算机科学标准》、英格兰教育部于 2017 年发布的《英格兰国家课程之计算机课程》、我国于 2018 年发布的《普通高中信息技术课程标准(2017年版)》等。

就目前来看, 人工智能相关内容在学校落地的方式主要有两种: 一是作为信息技术课程中的一个模块, 是对已有信息技术课程内容新的补充; 二是将人工智能作为课程设计和实施的情境载体, 在人工智能情境下打造信息技术课程的新组织模式, 学生依然需要在课程学习中掌握计算机科学的底层概念、原理技术等隶属于信息技术课程的教学内容。但不论是将人工智能作

为信息技术课程的一个内容模块，还是作为信息技术课程的情境载体，最重要的还是要确定人工智能的核心概念是什么？如何将其落实在具体的教学活动设计中？

为了回应这一现实需求，美国人工智能协会（the Association for the Advancement of Artificial Intelligence, AAAI）和计算机科学教师协会（Computer Science Teachers Association, CSTA）于2018年共同发起成立了AI4K12工作组，旨在制定针对K-12阶段人工智能课程的国家性标准文件，同时为一线教师建立互动沟通的专业学习共同体，推动人工智能在实际教学中的设计和实施进程。该工作组联合世界上多个国家的学者、一线教师和企业工作者组成团队核心成员，其中不乏各国计算机教育领域的代表人物。多元化的成员构成方式，使AI4K12工作组的观点能在一定程度上体现各国学者对人工智能的认识，具有一定的代表性；并且，AI4K12工作组的工作内容涉及课程框架制定、课程样例研发等多方面，相对成熟完善^[3]，具有一定的借鉴意义。因此，本研究认为对AI4K12相关工作的追踪能够帮助我们更好地了解国际上对人工智能核心概念的认识，以及如何将人工智能落实到K-12教育体系中的设计思路。基于此，本研究首先解读AI4K12工作组提出的人工智能教育应该覆盖的五个大概念；然后以课例分析和点评的方式，考察从大概念到具体教学活动的设计过程；最后基于上述研究总结课例分析结果提出我国人工智能课程设计的建议，以期为中小学人工智能课程的设计提供思路与方法指导。

一 人工智能五个大概念的提出

大概念（Big Ideas）一词的说法援引自威金斯（Grant Wiggins）和麦克泰（Jay McTighe）所著的*Understanding by Design*一书，他们在书中使用“Big Ideas”一词来表示人们理解教育的关键点，其可以是观念、主题或者一个问题，如理解读者/观众的重要性便可以作为文学课程中的一个大概念。他们认为对于一门学科或者一门课程而言，确定大概念一方面能够帮助教师和课程开发者等围绕此概念设计、制定相应的课程内容与教学活动，另一方面也能够使学生的学习更加高效，帮助其形成学科观念，因为学生能够从大概念中洞悉具有真实应用情境且具有层次性的学习内容，并回答这样一个问题：“从学科大背景出发，我所学习的知识是如何联系在一起的？”^[4]正因如此，AI4K12工作组认为确立人工智能的大概念是后续课程标准制定、课程研发等工作展开的基础。这与我国教育部于2018年1月发布的普通高中课程标准的出发点一致：强调以学科大概念统整学科内容，以大概念为核心促进学科核心素养的落实^[5]。

在最初确立人工智能的大概念时，AI4K12指导委员会参考CSTA在制定计算机科学课程标准时规定的数量，认为五个是相对合适的，这样既能够满足对AI领域知识深度和广度的要求，也能够满足纲要性文件简洁性的需求^[6]。之后，AI4K12指导委员会提出了两种讨论方案：第一种方案提出的五个大概念分别是代理、算法、知识表征与建模、人与社会、人工智能与心智模型，第二种方案提出的五个大概念分别是感知、推理、机器学习、语言、机器人。随后，指导委员会以邮件的方式征求工作组所有成员（包括总指导委员会、K-12教师工作组、学术/行业工作组和咨询委员会）的建议，但在当时，AI4K12工作组其实对这两种方案并不满意¹。他们认为，目前的划分方式或者说措辞带有浓厚的人工智能技术色彩，对于人工智能相关专业人士而言或许是易于理解的，但对于一线教师和学生来说，显然有距离感，也不利于K-12教师工

¹ 资料源自与AI4K12工作组主席Dave Touretzky教授的邮件交流。

作组后续在此基础上开发各学段的课程标准。因此, AI4K12 工作组成员基于上述两种方案, 围绕“你能捕捉到哪些是孩子需要了解的人工智能五个大概念吗?”这个核心问题, 以每月一次的大工作组会议、每周或半月一次的子工作组会议和个人思考贡献的方式对五个大概念进行研讨, 并在每个大概念下从具体应用示例出发, 逐步扩充到子概念及对应说明和学生需要达成的目标。此外, AI4K12 工作组强调, 要确保每个大概念都能落实到 K-12 各学段中, 而非某一大概念只在一部分学段出现。基于上述工作模式和理念, 经过近一年时间的研讨, AI4K12 工作组于 2019 年 7 月正式发布人工智能的五个大概念(如表 1 所示), 分别是感知、表征与推理、机器学习、人机交互和社会影响^[7]。同年 11 月~12 月, AI4K12 工作组将这五个大概念框架发送至美国人工智能协会专家成员进行意见问询, 最终得到 64 份反馈意见, 其中 84.4% 的学者认为该框架抓住了人工智能的本质, 由此可见, 该框架也得到了人工智能领域专家的认可^[8]。

表 1 人工智能的五个大概念

序号	概念名称	说明
大概念 1	感知	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。
大概念 2	表征与推理	智能代理能够保持对现实世界的表征, 并用表征进行推理。
大概念 3	机器学习	计算机可以从数据中学习。机器学习是一种从数据中找到规律的统计推断。
大概念 4	人机交互	智能代理需要多种知识才能与人类自然交互。为了与人类进行自然的交互, 智能代理必须能够理解并使用人类的语言, 识别面部表情和情感, 并利用文化和社会习俗等方面的知识来推断所观察到的人类行为的意图。
大概念 5	社会影响	AI 的应用对社会既有正面影响也有负面影响。AI 技术正在改变人类工作、出行、沟通和生活的方式, 但与此同时, 人类也必须注意其可能带来的危害, 在设计 and 开发 AI 系统时需要考虑道德层面的约束条件。

注: 表格内容编译自 Touretzky 等于 2019 年发表的 *Envisioning AI for K-12: What Should Every Child Know about AI?* (见论文集 *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*) 一文。

AI4K12 工作组强调, 从感知、表征与推理, 到机器学习、人机交互, 再到社会影响, 这五个大概念之间并非毫无联系, 而是具有内部顺序性和逻辑性。从操作逻辑流的角度来看, 从感知输入到表征推理再到交互这一过程符合 AI 技术实际应用的实际操作过程; 从主题范围演变的角度来看, 大概念也是从聚焦、具体的主题(如“感知”下的语音识别、视觉识别)向广泛、抽象主题(如“社会影响”下为人工智能带来的经济影响做准备)合理过渡的过程; 从儿童与人工智能技术接触的场景来看, 通常儿童第一次有意识地接触人工智能技术, 往往也是从与计算机视觉应用互动开始(如人脸识别应用 Face ID), 因此从感知开始是符合儿童的认知规律和实际生活场景的^[9]。需要说明的是, 上述五个大概念之间并没有优先级或重要性之分, 也并不意味着在后续人工智能课程的设计中要以上述顺序进行内容引入, 在多数情况下, 复杂的课程模块内容应该对五个大概念都有所涉及。这五个大概念是人工智能课程内容的核心要素, 大到整门课程的设计, 小到一节课或一个教学活动的设计都应该对应或者覆盖上述五个大概念。

二 各学段人工智能课程课例分析

在确立人工智能课程的五个大概念后, AI4K12 工作组依据 CSTA 发布的《K-12 计算机科

学标准》对 K-12 各学段进行分级：幼儿园~2 年级（K-2）、3 年级~5 年级（Grade 3-5）、6 年级~8 年级（Grade 6-8）、9 年级~12 年级（Grade 9-12），这基本对应我国从幼儿园至低小、高小、初中和高中的学段划分。本研究认为，要在各学段落地实施一门课程，分级是一项很有必要的工作，这一方面能够让授课教师对课程内容和方式有较为清晰的规划，另一方面也能让学生明确了解相应的学习内容。但分级的意义并不仅仅在于对人工智能领域知识点的简单划分，更重要的是阐明以何种教学/学习形式让不同年龄段的学生理解何种程度的知识。因此，分析一些具有特色和代表性的课例，对后续设计各学段人工智能课程能够起到举一反三的作用。

为了更好地体现不同学段课例在教学设计上的连贯性及其与 AIK12 五个大概念之间的对应联系，本研究选取的四个课例中，前三个均出自 AI4K12 工作组成员研发的 ReadyAI 课程资源库，具有一定的质量保障。但由于目前 ReadyAI 暂未上线 9~12 学段的课程，因此本研究团队选取 AI4K12 学术工作组成员 Abelson 教授领导的 MIT App Inventor 项目组开发的课程对第四个课例进行分析。总体来看，这四门课例都能够一定程度上体现目前美国人工智能课程的发展现状。因此下文将通过对这四个课例的分析，进一步考察从大概念到具体教学活动的设计过程，尝试发现对我国人工智能课程设计的可借鉴之处。

需要说明的是，本研究强调理想的人工智能课程并不是一门纯技术课程，课程重点不在于教会学生如何使用编程工具去开发人工智能产品，而在于让学生学会从现象看到本质，理解人工智能产品背后的基本原理，学会和生活中的人工智能产品相处，更好地了解人工智能对社会和生活的双面影响。本研究也呼吁要培养适应智能时代思考和生活方式的人才，强调人人均应具有人工智能素养以适应未来更高效科学的人机协同，而非仅仅掌握人工智能相关技术的人才，上述思想在后续课例中也会有所体现。

1 K-2 阶段“表征与推理”课例分析

在一些人工智能课程或教育项目中，针对 K-2 阶段学生的教学活动多以体验 AI 应用为主，如与智能手机的语音助手对话、与百度智能音箱进行人机交互等。对低龄儿童而言，体验新技术是新奇的，也是必要的，因为智能时代 AI 技术无处不在，帮助学生适应智能化时代的生活方式也是人工智能课程需要达成的目标之一。但这也对教学活动的设计提出了新挑战：如何让 K-2 阶段学生在体验 AI 应用的同时，理解 AI 技术的基本原理呢？为回应这一问题，本研究选取一节以理解 AI 技术基本原理为出发点的课例（课程时长为 30~45 分钟）进行分析。从教学内容和目标来看，该课例主要对应“表征和推理”这一大概念，即让学生能够模拟计算机对物品进行分类的过程，说明子类别是如何形成的，并在此基础上理解创造决策树的过程。

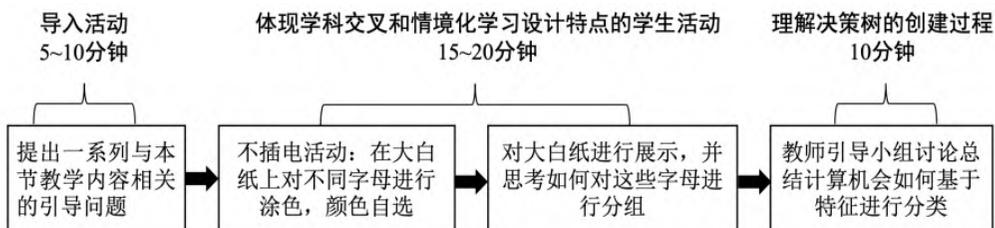


图 1 K-2 阶段“表征与推理”课例活动流程

为促进学生对人工智能底层概念的理解，同时考虑到 K-2 阶段学生使用计算机设备的不便，

该课程整体采用不插电教学活动设计方式，即师生均未使用任何计算机设备。为帮助学生更好地体会计算机制定决策的过程，教师设计了难度递增的三阶段教学活动，活动流程如图 1 所示。

①导入活动，约 5~10 分钟。教师首先提出一系列与本节教学内容有关的引导问题，包括：思考 AI 应用如何识别出猫和狗的图片？如何将全班同学划分成不同的小组？各组有什么特征？学生通过回答这些问题，可建立对物品分类的初步感知并形成对特征、类别、子类别等概念的直观认识。这些问题与学生的日常生活高度相关，因此学生可以从具体、真实且熟悉的现象中反思人工智能的相关知识，同时也进一步强化和突出了“人工智能是如何模拟人”这一命题。从教学设计上看，这些具有引导作用的问题是学习的有效支架，教师如何设计这些问题并确保其符合该年龄段学生的认知特点，同时兼顾到学生好奇心和兴趣的激发非常重要。

②体现学科交叉和情境化学习设计特点的学生活动，约 15~20 分钟。活动中学生以小组或个人形式在大白纸上对不同字母进行涂色，颜色自选；之后分别对大白纸进行展示并思考如何对这些字母进行分组，并在不断分组的过程中再次学习特征、类别、子类别的概念。这部分教学活动主要有两大特色之处：从内容设计角度来看，字母识别符合 K-2 阶段学生的认知水平，也是语言学习的基础，呈现出学科交叉的特点；从教学设计角度来看，教师采用情境化学习的理念，将学生放置在真实的体验活动中，学生通过亲自动手互动逐步了解计算机分类制定决策的过程，这一设计思路和目前学习科学领域常提到的具身认知也有一定契合之处，强调以身体参与的方式促进大脑认知加工。

③理解决策树的创建过程，约 10~15 分钟。最后一个阶段，教师和学生需要完成从人工智能表征与推理的手动模拟体验到抽象思维锻炼的过渡。字母涂色分类活动后，教师要求学生采用小组讨论的方式思考计算机是如何基于特征进行分类的。教师在这一阶段会继续提出一系列问题，并配以相应的板书，以决策树的方式将分类过程符号化，进一步对计算机推理过程进行表征，帮助学生理解决策树的创建过程。这部分活动的重点在于引导学生将人工模拟的过程和结果映射到计算机工作处理的方式，体会计算机的思考过程，毕竟人工智能课程的基本出发点还是要帮助学生理解计算机思考和处理问题的方式。可见在设计不插电活动时，如何在不借助计算机设备的情况下将活动设计和计算机底层概念学习融合是教师首要思考的问题。

整体来看，K-2 阶段“表征与推理”这一课例在教学设计上具有以下特点：①课例整体采用不插电的设计，不局限于具体的软硬件设备，通过一系列的活动设计来帮助学生更好地理解人工智能背后的核心概念和底层逻辑。②根据学生认知水平设计层层递进的学习活动，基本可概括为“导入—活动—总结”的三阶段模式，即第一阶段作为导入环节，以思维上的提问和引导为主，从生活中的现象反思教学问题；第二阶段以动手体验环节为主，通过活动进一步帮助学生建立直观和系统认识；第三阶段则为总结环节，进一步强化课程核心概念。如此设计，一方面符合该年龄段儿童从直观、具象到抽象、复杂、系统化的认知顺序，另一方面也符合活动多样化的设计要求，更能激发学生的学习动机，也使其从不同类型的活动中加深对知识的理解和感悟。③提供丰富的学习支持，包括多种物料的准备，如印有字母的大白纸、多色彩笔；难度适宜且贴合教学目标的问题，如从如何区分猫与狗这一简单问题，过渡到如何根据不同特征将全班同学进行多次分组这一复杂问题，都需要教师提前思考和设计。

2 Grade 3-5 阶段“表征与推理”课例分析

Grade3-5 阶段同样选取围绕“表征与推理”这一大概念设计的课例（课程时长在 30~45 分

钟)，以期在分析该阶段课例的同时，能将其与 K-2 阶段课例进行纵向比较，体现教学设计的连贯性。相较于 K-2 阶段“表征与推理”课例，Grade3-5 阶段“表征与推理”课例进一步深化教学目标设定，要求学生在理解决策树的基础上根据分类过程自行创建决策树，进而理解计算机如何使用表征进行推理。在教学活动设计上，教师继续沿用了与 K-2 阶段相同的不插电活动设计和“导入—活动—总结”的三阶段模式，来促进学生对底层概念的理解，活动流程如图 2 所示。



图 2 Grade 3-5 阶段“表征与推理”课例活动流程

①导入活动，约 5~10 分钟。第一阶段活动中教师首先阐明教学目标，再播放一个与决策树相关的视频进行内容引入，同时抛出问题：计算机是如何制定决策和解决问题的？观看视频是教学中常采用的一种内容导入方式，其优势在于能够丰富课堂的多媒体形式，并对学生具有一定的吸引力。但也有两点需要注意：一是视频时长的控制，视频的内容总是为教学服务，所以应该尽可能在有效时间内呈现最重要的信息，同时时间过长也容易让学生在观看视频时产生疲劳感；二是配套问题的设计，看视频并不是目的，更重要的是启发学生从视频内容中思考教学内容相关的问题，所以在观看视频前教师可抛出一些难度适宜的问题，这也相当于给学生树立一个靶子，学生在观看视频的过程中需要时刻关注如何“中靶”，这样就吸引了他们的注意力。

②解决分类决策任务，约 15~20 分钟。这一阶段的活动设计沿用了和 K-2 阶段课例设计中类似的分类活动，但考虑到学生认知复杂度的提高，分类物品从简单的字母换成了特征更多的动物。更重要的是，教师对学生的要求除了完成物品分类，还需要学生根据模版将分类过程绘制成决策树。除此之外，教师还设置了真实情境中的决策任务：给出多个需要解决的真实问题供选择，如为 20 人的小聚会点哪种披萨合适？应该购买哪家的饮品？进而启发学生思考在制定决策的过程中会提出哪些问题以及如何进行推理。培养学生根据所学知识去解决真实问题的能力是该部分活动的特色之处，也是教师在设计人工智能课程活动时需要考虑的地方。

③课程总结，约 10 分钟。最后一部分活动的重点还是以小组讨论方式探讨计算机是如何完成上述活动过程的，并引出最基本的神经网络模型作为后续课程的起点。

整体来看，Grade 3-5 阶段课例与 K-2 阶段课例有许多共同之处，如不插电活动设计、“导入—活动—总结”三阶段模式、分类活动和丰富物料的支持。但考虑到学生认知水平的提高，教师在设计上也做了一定的调整，如分类活动的复杂度更高、需要学生自己动手建决策树、进行知识迁移解决真实生活中的问题等。上述两节围绕相同大概概念的不同学段的课例设计也体现出本研究所希望阐明的分级意义：探索出以何种不同的方式将大概概念落实到不同学段的教学活动设计中。

3 Grade 6-8 阶段“可教的机器人”课例分析

与 K-2 和 Grade 3-5 阶段的课例相比，Grade 6-8 阶段的课例设计呈现多主题融合的特征，

而非仅围绕一个大概念进行。本节所分析的“可教的机器人”这一课例(课程时长约为40分钟)主要融合了三个大概念,分别是表征与推理、机器学习和社会影响。教师期待学生通过该节课的学习可以描述一个分类模型的输入与输出、解释人工智能如何通过识别模式来进行数据分类、使用置信区间这一术语表达机器学习算法的数据输出性能并知道人工智能如何影响社会。在整体活动设计上,该课例沿用导入—活动—总结的三阶段模式,活动流程如图3所示。但在具体活动形式上既包含不插电活动设计,也包含插电活动设计。

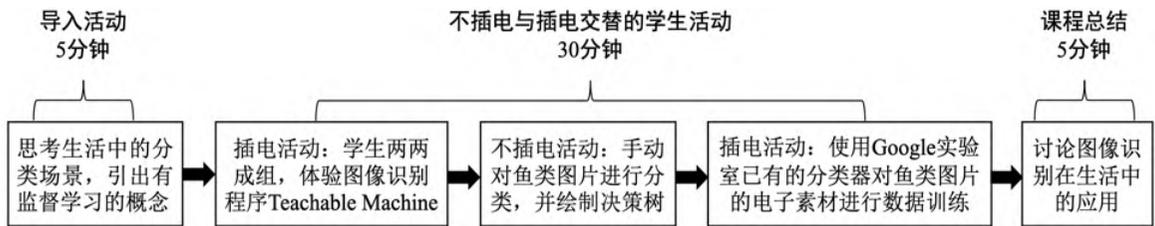


图3 Grade 6-8 阶段“可教的机器人”课例活动流程

①导入活动,约5分钟。教师通过启发学生思考生活中真实的分类场景,引出有监督学习的概念。相较于K-2和K3~K5阶段课例,该课例引入活动更为快速直接,可能的原因是:经过前序学习,学生对该部分知识已有积累,且认知水平随年级而递增,无须过多铺陈。

②不插电与插电交替的学生活动,约30分钟。第二阶段教师设计了三类不同层次和难度的活动,每个活动约10分钟。第一个活动是插电活动设计,学生两两成组,体验Google AI实验室开发的图像识别程序Teachable Machine:首先让计算机分别实时捕捉两位组员的图像,学生点击模型训练按钮后,计算机可根据摄像头前实时出现的图像自动判别是哪一位学生。此活动一方面可以激发学生的好奇心,促使其进一步探究背后原理;另一方面通过体验成熟的应用,学生可以直观地建立对分类模型中输入和输出概念的认识。第二个活动是不插电活动设计,学生观察两组鱼类(有毒素为一组,无毒素为另一组)图片特征,同时手动对图片进行分类比较,并绘制相应的决策树,再回答:如何判别有毒素的鱼和无毒素的鱼?最后一个活动是插电活动设计,教师将第二个活动中鱼类图片的电子素材发给学生(包括训练数据和测试数据),学生在计算机上使用Google实验室已有的分类器对其进行数据训练,使计算机自动判别鱼是否有毒素,即达到和手动分类相同的效果。在此过程中,学生可能会发现计算机有时候会“出错”,而这正是和学生解释计算机如何工作以及引出置信区间这一概念的好机会——相较于直接告诉学生置信区间的概念,让学生从实际应用中发现问题,教师再解释原因的方式更让人印象深刻。

③课程总结,约10分钟。这一活动的目的有两个:一是教师需要对课程中的一些核心概念进行再次总结,如置信区间、有监督学习;二是学生需要讨论思考图像识别技术在实际生活中的应用场景,以及在未来可能有什么应用,这样就可以充分激发其创造力和想象力。

此课例的亮点在第二阶段,该阶段类型丰富,涵盖了插电和不插电活动两种;从应用体验到手动模拟,再到计算机测试分类模型,难度不断上升。此阶段的课例既能使学生体验已有应用、了解技术原理,还能助其在计算机上完成手动模拟过程并进行比较,实现认知的多次强化。

4 Grade 9-12 阶段“图像识别 App 设计与开发”课例分析

Grade 9-12 阶段“图像识别 App 设计与开发”课例也是多主题融合的设计,包括感知、表

征与推理、机器学习和社会影响四个大概念，课程时长共计 90 分钟，活动流程如图 4 所示。

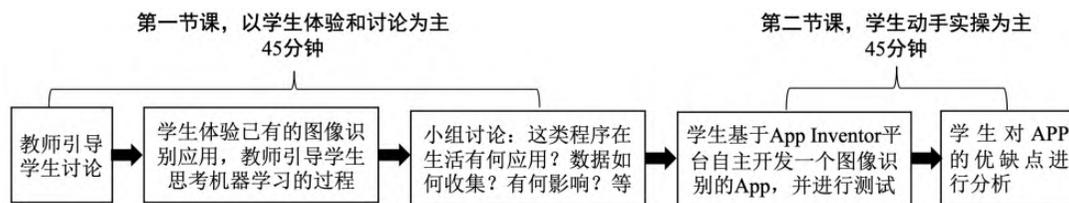


图 4 Grade 9-12 阶段“图像识别 App 设计与开发”课例活动流程

第一节课（45 分钟），以学生体验和讨论为主。前 10 分钟教师带着学生一起讨论机器学习是什么以及应用场景。中间 25 分钟学生体验已有的图像识别应用，同时教师通过提问引导学生思考：在这个应用中机器学习是如何发挥作用的？最后 10 分钟讨论环节，教师抛出几个问题供学生研讨：这类程序在生活中有何应用？数据如何收集？在什么情境下这些数据是可用的？图像识别对你的生活有何影响？这些问题也体现出本次课程在大概概念上的复合性。

第二节课（45 分钟），以学生动手实操为主。教师将自主权完全交给学生，前 35 分钟学生基于 App Inventor 平台自主开发一个图像识别的 App，并进行测试。这部分活动的重点是教师不讲授任何知识点，也不讲解平台操作，只给学生发放任务卡和手册，并提醒学生 App Inventor 平台中有可用的教程，之后学生根据手册和教程自己摸索，完成任务卡中的要求。最后 10 分钟学生需要对自己研发的 App 进行优缺点分析，并讨论生活实际应用场景和隐私安全方面的问题。

该课例在设计上值得思考的地方在于学生所能获得的绝对自主权，尽管学生可能对平台操作不熟练、对编程语言不熟悉，但教师依然没有为学生详细讲解这些操作细节，其职责完全由一本学生自主翻阅学习的手册替代，教师需要做的是巡场、观察和适时指导。这也是本研究认为人工智能课程中涉及到学生动手操作的活动时，教师角色需要转变的地方。

三 对我国人工智能课程设计的建议

AI4K12 工作组提出的五个大概念为我国人工智能课程设计提供了参考，对跨越不同学段的课例进行对比分析为上述大概念在真实课程中的落地提供了操作性检验的支持。根据五个大概念和课例分析结果，本研究提出我国人工智能课程设计的建议，以期为我国人工智能课程的设计和 implement 提供参考。

1 打破纯应用导向的课程活动设计壁垒：不插电的人工智能

在许多人工智能课程或教育项目中，课程设计主要采取了纯面向应用的视角，往往忽视了对复杂算法或技术如神经网络背后原理的探讨^[10]。人工智能技术的底层概念在纯应用情境中的理解难度，使人工智能技术在学生眼中仍然是一个黑箱的存在，这也违背了开设人工智能课程的初衷。为了帮助各个阶段的学生积极地理解人工智能背后的原理和概念，不插电活动的设计在人工智能课程中扮演了非常重要的角色，这从上述课例分析的结果中也可见一斑：K-2、Grade 3-5 和 Grade 6-8 阶段课例均采用了不插电的活动设计。此外，从可复制、可推广的角度来看，不插电活动设计的另一优势在于，能支持教师在没有足够软硬件设备的情况下开展人工智能相关内容的教学，而无须过多担忧成本问题。因此，学校在推广人工智能课程以及教师在设计人工智能课程的教学活动时可以适当考虑不插电的活动设计。

2 跨越人工智能课程边界：多学科交叉的课程设计

从上述课例分析结果来看，以“AI+X”的方式设计多学科交叉活动也是一大特点，如在上文提到的为 K-2 阶段学生设计的“表征与推理”课例中，字母分类的活动其实就是一种“AI+语文”的活动设计思路，学生一方面可通过真实的互动体验认识多个字母，从而为今后的拼音学习奠定基础；另一方面可从中了解计算机是如何制定分类决策这一人工智能领域的核心概念的。此外，就目前来看，信息技术课程的课时本身就不足，增加人工智能相关内容后是否会加剧这种不平衡也是课程落地时需要考虑的问题。多学科交叉的课程设计优势之一便在于，可以将部分人工智能的教学内容分散到学科课程中，且实现这一设计思路的有力保障在于学科教师和人工智能课程教师的知识结构可以互补：学科教师所具有的优势在于能够设计出具有学科特色的教学情境，人工智能课程的优势在于扎实的技术使用能力，两者配合能够设计出更具情境化的教学活动。从学校层面来说，这也有利于学校开设具有多学科交叉设计特色的校本课程。

3 关注课程设计的主题变化：从单一主题到多主题融合

内容主题粒度是不同学段人工智能课程在具体设计时需考虑的。从上述课例分析的结果来看，低学段课程（幼儿园至小学）多采用单一主题设计，如一节课或者一个大教学活动只围绕表征与推理这一个主题；高学段课程（初高中）则采用多主题融合设计，如在一节课或者一个大教学活动中包含感知、表征与推理、人机交互三大主题，这一设计也符合不同学段学生的认知发展水平。对于刚接触人工智能课程的低年龄段学生而言，他们自身还没有建立该领域下复杂的认知图式，此阶段最重要也是最基础的工作之一便是建立知识节点，教师也需要花更多的时间帮助学生建立事实与抽象概念之间的联系。此后，随着课程内容的不断深入、学生认知水平不断的提高，多主题融合设计的课程有助于学生将独立知识节点进行联结，形成相应的认知网络。这也是我们从教学内容和目标角度出发，在设计各学段人工智能课程时把握的主线。

四 结语

在没有正式课程标准文件指导的情况下，人工智能课程的设计充满弹性和可变性，课程核心概念把握的差异、教学设计理念的不同等都影响着人工智能课程具体的设计与实施。为此，本研究根据美国 K-12 阶段人工智能课程大概念的划分，对应不同学段考察了从大概念到课程设计的落地过程，并针对我国人工智能课程设计提出加入不插电活动设计、尝试跨学科活动设计和关注不同学段学习主题变化的建议。未来研究也需要进一步关注如何培养学生的人工智能素养，帮助学生在理解人工智能底层原理的基础上更好地利用人工智能应对未来的人机协同挑战。

参考文献

- [1]教育部.普通高中信息技术课程标准(2017年版)[M].北京:人民教育出版社,2018:26-28.
- [2]教育部.义务教育信息科技课程标准(2022年版)[M].北京:北京师范大学出版社,2022:39-42.
- [3]方圆媛,黄旭光.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[J].中国电化教育,2020,(10):32-39.
- [4]Wiggins G P, McTighe J. Understanding by design[M]. Danvers: ASCD, 2005:65-66.
- [5]李刚,吕立杰.国外围绕大概念进行课程设计模式探析及其启示[J].比较教育研究,2018,(9):35-43.

- [6]Touretzky D, Gardner-McCune C, Martin F, et al. Envisioning AI for K-12: What should every child know about AI?[A]. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence[C]. Chicago: IEEE, 2019:9795-9799.
- [7][9]Touretzky D, Gardner-McCune C, Martin F, et al. K-12 guidelines for artificial intelligence: What students should know[Z]. Philadelphia: Proc. of the ISTE Conference, 2019:14-35.
- [8]Touretzky D, Gardner-McCune. K-12 AI Education in 2020[Z]. New York: EAAI 2020, 2020:11-13.
- [10]Lindner A, Seegerer S, Romeike R. Unplugged activities in the context of AI[A]. International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives[C]. Larnaca: Springer Cham, 2019:123-135.

Analysis of Big Ideas and Curriculum Design of the American Artificial Intelligence Curriculum in K-12

OUYANG Jia-yu¹ WANG Yu² WANG Qiong³(Corresponding Author)

(1. School of Humanities and Social Sciences, Beijing Institute of Technology, Beijing, China 100081;

2. School of Education, The Open University of China, Beijing, China 100039;

3. Graduate School of Education, Peking University, Beijing, China 100871)

Abstract: As the development of an artificial intelligence curriculum in K-12 become important measures to promote artificial intelligence education, the method to involve artificial intelligence education into the K-12 stage has become a matter of international concern. In order to further clarify what to teach and how to teach in different grades, this paper interprets the five big ideas raised by the AI4K12 working group jointly established by the American Artificial Intelligence Association and the Computer Science Teachers Association as follows: perception, representation and reasoning, machine learning, natural interaction, and social impact. Then, according to the above-mentioned five big ideas and the four stages divided by the AI4K12 working group (K-2, Grade 3-5, Grade 6-8, and Grade 9-12), this thesis examines the design process from the five big ideas of the curriculum to the specific teaching activities by way of curriculum analysis. Lastly, three points for the design of China's artificial intelligence curriculum were summarized as follows: the first is to design unplugged activities to help with students' understanding of basic concepts of artificial intelligence; the second is to design interdisciplinary curriculum activities; the third is to grasp the main line of the transition of the curriculum design from single theme to multi-theme, in order to provide a reference for the development of AI curriculum and curriculum standards formulation in China.

Keywords: artificial intelligence; artificial intelligence education; K-12; big ideas; curriculum design

*基金项目：本文为教育部—中国移动科研基金 2018 年度项目“中小学编程教育与人工智能工程素养研究”（项目编号：MCM20180611），北京理工大学青年教师学术启动计划、华东师范大学-云思智学教育数字化战略实验室开放基金“在线情境下中小学教师教研的结构化干预策略研究”（项目编号：2022AIEDF202209012），国家开放大学 2021 年度青年科研项目“慕课十年发展(2012-2021)综合分析 with 未来趋势研究”（项目编号：Q21A0014）的阶段性研究成果。

作者简介：欧阳嘉煜，助理教授，博士，研究方向为教师专业发展、教师专业学习共同体、人工智能教育，邮箱为 ouyangjiayu@bit.edu.cn。

收稿日期：2022 年 7 月 20 日

编辑：小时