

智能技术支持的“因材施教” 教学模式构建与应用*

——以智慧课堂为例

刘邦奇^{1,2}

(1.讯飞教育技术研究院,安徽 合肥 230088; 2.西北师范大学 教育技术学院,甘肃 兰州 730071)

摘要:智能时代多样化创新人才培养,亟需加快发展个性化、适合每个人的教育。人工智能、大数据等智能技术在教育教学中的深化应用,为“因材施教”的实施提供了重要的契机。智能时代背景下“因材施教”具有丰富的新内涵,建立“因材施教”教学模式具有理论与实践双重价值,同时也具有科学性和可行性。因材施教教学模式的组成要素包括学习者、施教活动(包含内容、过程和环境三个组件)、教育结果三大要素,与“因材施教”模式的三个层级“识材”“施教”“发展”分别对应。智能技术为“因材施教”的实施提供了技术支持,智慧课堂是当前重要的实现路径。基于智慧课堂的“因材施教”教学模式结构框架由平台层、数据层、组织层、操作层、目标层组成,其操作程序为智能技术支持的“新三段十步”教学流程。

关键词:智能技术;因材施教;智慧课堂;教学模式

中图分类号:G434

文献标识码:A

一、引言

习近平总书记在致首届国际人工智能与教育大会的贺信中指出:“充分发挥人工智能优势,加快发展伴随每个人一生的教育、平等面向每个人的教育、适合每个人的教育、更加开放灵活的教育”。智能时代亟需培养大批创新性人才,需要借助智能科技的力量,推进标准化、规模化的工业化教育向个性化、多样化的智能化教育全面转型,促进“因材施教”的落实,加快发展适合每个人的教育^[1]。

一方面,世界各国早已意识到个性化学习、因材施教的重要性。美国等发达国家政府在教育政策中十分重视个性化教学在教育改革中的作用^[2],我国在《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》中明确提出,“注重因材施教,关注学生不同特点和个性差异,发展每一个学生的优势潜能”^[3]。在推进义务教育教学改革工作中强调

要“精准分析学情,重视差异化教学和个别化指导”^[4]。因此,目前普遍的共识是,强调学习者之间的差异,高度重视个性化学习和因材施教。但是,由于“因材施教”概念本身内涵复杂多样,缺乏可操作性,在实践中往往难以把握。同时,现代学校教育和班级授课制作为工业化的产物,意在批量培养各种各样的产业工人,由于应试升学要求高、班级人数规模大、学生课业负担重等原因,“因材施教”一直停留在学校和教师梦寐以求的理想中,难以真正展开。

另一方面,随着新一代智能技术的快速发展及其在教育教学中的应用,为“因材施教”的规模化实施带来了新的机遇。人工智能、大数据、5G、区块链、边缘计算等新兴智能科技,为创设新型智能化教学环境,促进教学方式变革提供了技术支撑^[5]。联合国教科文组织曾指出,人工智能

* 本文系认知智能国家重点实验室2020年度智能教育开放课题“智能技术支持下的因材施教与教育治理研究”(项目编号:iED2020-Z003)阶段性研究成果。

技术能够促进个性化学习^[6]。教育部陈宝生部长提出“要推动教育改革开放实现新突破,促进教育信息化与因材施教深度融合”^[7]。我国在“十三五”期间鼓励学校利用大数据技术“为推动个性化学习和针对性教学提供支持”^[8]。教育部在2020年教育信息化工作部署中进一步提出,利用人工智能加快发展面向每个人、适合每个人、更加开放灵活的教育体系^[9]。因此,用智能技术助力因材施教,促进学习者全面个性发展,有望破解“可因材施教”的难题,使梦想变成现实。

二、智能时代对“因材施教”的重新审视

“因材施教”是一个源自古代而又经久不衰的话题,其内涵随着时代的发展不断被修正和拓展。2500年前孔子提出的因材施教思想,因符合教育工作规律,长期以来得到人们的推崇和膜拜。但在现代学校教育实践中,由于教学的组织形式、内容、方式、环境及教育目的不断发展变化,人们对因材施教内涵的理解也在不断深化。

(一)过程观——本源含义:根据学习者的差异实施不同的教育

孔子最早实践的“因材施教”含义其实并不复杂。“因材施教”是指根据学习者的生理、心理活动水平和不同特征,“施教”是指实施教育教学活动及过程。这里学习者差异主要体现在学生的生理、心理和社会差异,其核心是学生的认知方式和已有认知基础的差异。学校和教师对学生认知方式和已有认知基础的差异了解的越多,对于教育过程中选择不同的教学方法越有利,越能有效地帮助学生获得那些最重要的新知和技能。因此,在本源含义上,因材施教是一种“过程观”下的教育教学模式,是教师在教学过程中根据不同学生的个性特征和认知差异,提出相适应的发展目标,采取不同的教学方法策略而实施的教育。

(二)主体观:隐含之义——“谁施教”“教什么”“为何教”

“因材施教”概念在字面上并没有规定由谁来“因材施教”和“施教”,也没有明确“教什么”和“为何教”。因而需要我们对此进行进一步的分析与澄清^[10]。一方面,在早期教学活动中,“因材施教”和“施教”的主体约定俗成是指“先生”——诸如孔子、圣贤等,他们是知识、技艺、思想的掌握者。能够担当“先生”的是极少数的知识权威,他们基本上也是唯一的教育者。但在现代教育中,除了学校和教师外,政府、社会、家长等都以不同的方式参与到教育活动中,或对受教育者的成长产生

影响。因此,“施教”者的范畴大大拓展。另一方面,“施教”不仅仅只是“怎么教”——即教的方式方法问题,还包括“教什么”和“为何教”——即教的内容、教育目的与意义等,需要在教学过程中弄清和把握。

(三)目的观:目标结果——促进学习者全面个性发展

早期的“因材施教”概念本身似乎也没有明确“施教”的目的和宗旨,强调在教育过程中要针对学生的差异施行不同的教育,是一种基于过程的因材施教,关注到了学生起点和教学过程中的差异性,但却忽略了对教育结果的差异要求。据此,有研究者提出了基于结果的因材施教,对教育结果的差异性予以了确认,对因材施教的目标、结果含义予以修正。但对于结果,一般认为“因材施教”突出对学生的个性化发展和差异化的培养^[11]。这是与人的“全面而自由发展”宗旨相背离的。在21世纪核心素养教育的背景下,因材施教既要关注学生的差异性,又要兼顾全面性,促进学生个体素养全面和谐发展^[12]。

(四)价值观:时代要求——适应多样化创新人才培养需要

智能时代的人才培养需求发生了重大变化,培养多样化创新人才是新时代赋予的教育使命,个性化学习和因材施教是必由之路。工业时代的大规模、机械化生产需要的是严格服从的标准化专业人才,与之相适应的是计划统一、标准一致、班级授课的统一化教学模式。智能时代的多元化、个性化智能制造需要的是敢于创新、富有个性化的多样化人才,与之相适应的是个性定制、分层设计、分组合作的新型教学模式。智能时代的教育要面向每一个学生的需要,关注每一个学生的成长。因此,新时代需要借助智能科技的力量,推进标准化、规模化的工业化教育向个性化、多样化的智能化教育全面转型,促进个性化学习和“因材施教”的落实。

三、“因材施教”教学模式及其结构框架

(一)“因材施教”概念的多样化及其统一路径

人们认识和理解“因材施教”的立场、方式等表现出多样化、丰富化的时代特点^[13]。在长期的研究与实践过程中,“因材施教”概念本身普遍被多样化地理解和应用,主要理解为教育思想^[14]、教学原则^[15],部分理解为教学方法、策略^[16],还有理解为教育方针、法则^[17],近年来也有理解为教学模式^[18],等等。“因材施教”概念的多样化、差异化内涵,反映了“因材施教”是历史沉淀的重要教学

思想和宝贵财富,但也使得其在实践中往往难以把握,缺乏可操作的实施方法。因此,有的学者呼吁从“因材施教”走向“可因材施教”^[19],希望在现实条件下探索“因材施教”的可行路径。为此,我们研究认为,亟需搭建从“因材施教”理念通向实践的桥梁,而构建与应用“因材施教”教学模式成为必然选择。

教学模式是在一定教学思想或教学理论指导下建立起来的较为稳定的教学活动结构框架和活动程序^{[20][21]},具有三大显著特征。(1)作为理论与实践的中介,教学模式是教学理念走向教学实践的桥梁;(2)作为结构框架,它反映了教学活动要素关系和整体结构;(3)作为活动程序,其针对性强、具体化、可操作。因而,“因材施教”教学模式具有理论与实践双重价值,它对于指导学校和教师的教学实践、增强其应用可操作性是非常必要的。同时,构建“因材施教”教学模式也具有科学性、可行性。首先,“因材施教”作为一种教育思想与原则,是系统化了的、一种教育实践的理性认识,属于理论的范畴^[22],因而“因材施教”教学模式的构建具有理论依据。其次,因材施教内在地包含着教育目的、内容、方法和结果,是这些方面有机统一的完整教育过程^[23],因而具备了教学模式应包含的基本要素。再者,“因材施教”概念的内涵丰富和复杂,从任何单一的视角来理解都难免带有片面性,也只有建立“因材施教”教学模式才能够全面涵盖和统一它的丰富内涵。

(二)“因材施教”教学模式的构成要素

根据前述对智能时代“因材施教”内涵的分析,可以看出,“因材施教”是指针对学习者不同的生理、心理和社会差异,通过不同的教育方式和教学活动,最终促进学习者全面个性发展的教学模式。“因材施教”教学模式的涵义包括三个层级:一是“识材”,教育者首先要了解和把握学生的生理、心理和社会差异及特征,尤其是要了解和把握与教学实施相关的学生认知方式、已有认知基础等。二是“施教”,教育者要结合社会需要和教学内容,针对学生的不同情况,采取不同的教育方法,提供适切的教育。三是“发展”,实现“全面个性发展”,在施教过程中教师要面向每一个学生,让他们既能全面发展,又能学有所长。

目前专门研究“因材施教”教学模式的还很少见,但研究差异化教学模式、智慧课堂教学模式的已经有不少成果。如研究差异化教学的知名学者汤姆林森(Tomlinson)提出^[24]实施差异化教学的四个领域:内容(Content)、过程(Process)、成果(Product)和

学习环境(Learning Environment)。国内有学者认为,差异化教学的本质是“以人为本,因材施教”^[25],并分析了差异化教学模式的内容、过程、成果和环境四大组件。我们基于智慧课堂的持续研究,先后提出了智慧课堂教学模式和学科智慧课堂教学模式^{[26][27]}。借鉴这些探索性成果,结合教师操作实施“因材施教”的现实场景来分析,因材施教教学模式的组成要素主要包括学习者、施教活动、教育结果三大要素,与“因材施教”三个层级的内涵“识材”“施教”“发展”分别对应。其中“施教活动”又包括内容、过程和环境三个组件。“因材施教”教学模式的构成要素和组件的具体含义如下。

1. 学习者

学习者要素是“因材施教”中的“材”,与“识材”层级相对应。在“因材施教”教学模式中首先要了解和把握学生的生理、心理和社会差异及特征,尤其是要了解和把握与教学实施相关的学生认知方式、已有认知基础,包括学生自身的认知水平和知识被理解所对应的认知水平等,这是“因材施教”的前提。

2. 施教活动

施教活动要素是“施教”的主体性活动,包括隐含的“施教”主体的教育教学活动,与“施教”层级相对应。“施教活动”又包括内容、过程和环境三个组件。

(1)内容,即教什么。它是施教活动中传递的主要信息,包括向学生传授的知识、技能、思想、观点和培养的行为、习惯等。根据学生的个性特征和差异,在施教活动中,内容的选择可以有难易、多少、深广度等方面的不同和取舍,但这些内容要符合国家课程标准和大纲的要求。

(2)过程,即怎么教。教师要针对教学内容和学生差异设计适切的教学活动,包括教与学活动方式、作业以及学生要练习的策略、程序等,旨在掌握教学内容。通过学生参与一系列活动过程(如学生编组、交流互动、合作探究),以帮助学生理解和掌握所学概念、原理和技能,形成自己的认知结构、思维方式和行为习惯。教师要依据学生的差异和特征,为他们创设不同的学习情境,提供合适的学习支架,促进他们建构知识意义。

(3)环境,即施教活动得以开展的空间和条件。它是教学和学习活动的支撑空间和外部条件,包括物理时空、信息空间、人文环境、学习氛围等。环境是支撑施教活动的基础条件,也是实施个性化教与学的重要条件。施教者要针对学生的差异和特征,创建适合每个人的学习环境,让他们能够以多种方式灵活地参与学习。比如,可以基于互联网、

物联网、人工智能、AR/VR等技术创设线上线下一体化的智能学习社区。

3.教育结果

教育结果要素是“因材施教”要达成的目标成果，与“发展”层级相对应。成果是教学系统的“输出”，通过内容、过程、环境的综合作用，学习者所获得的学习结果，即他们已经知道的、理解的或者能做的事情。这里所说的“成果”更侧重于“最终成果”，即能反映学习者全面个性发展，并能够客观评判、用于学生发展评价的学习成果，学生需要将学习成果以适当的方式展示出来。

(三)“因材施教”教学模式的基本框架

基于以上对“因材施教”教学模式要素和组件的分析，本文构建了“因材施教”教学模式的基本框架，如图1所示。

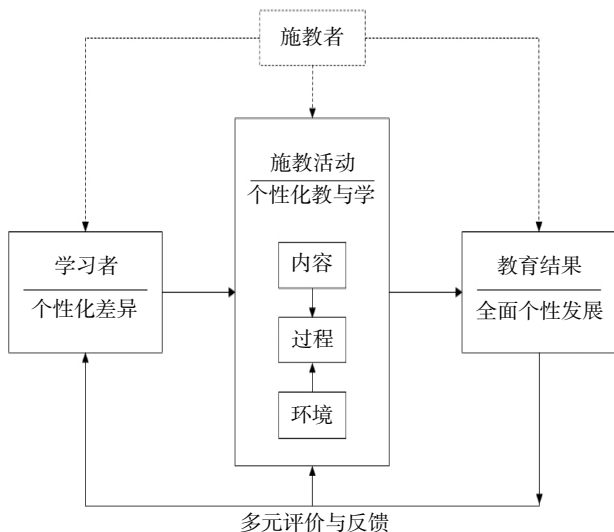


图1 “因材施教”教学模式的基本框架

上述基本框架体现了“因材施教”教学模式的诸要素及组件之间的基本逻辑关系：(1)三大组成要素：学习者、施教活动(包括内容、过程和环境三个组件)、教育结果之间，遵循“因材施教”从“识材”到“施教”再到“发展”的关键逻辑理路，即依据学习者个性化差异，实施个性化教与学，促进学习者全面个性发展。(2)隐含的“施教者”与三大组成要素之间相互作用、相互影响，体现了“因材施教”以不同的教适应不同的学的特殊的教与学关系，本质上是面向每一个人、适应每一个人的教学。(3)基于对学生发展的多元评价与反馈，为进一步的教学改进提供决策依据，形成了“因材施教”持续发展的闭环。由此，系统化构成了“因材施教”教学模式的相对稳定的结构框架。

四、智能技术支持“因材施教”模式可操作化

智能时代“因材施教”教学模式的实施离不开智能技术的支持。新一代人工智能技术的发展，对个性化学习进行了重塑和再造^[28]。智能技术的引入和使用，为教学活动监测、数据获取与分析提供了便捷、高效手段，基于数据分析结果进行精准决策，真正实现个性化学习^[29]。总体上看，智能技术具有前所未有的优势，对个性化学习和因材施教发挥了重要的支撑作用^[30]。在以上研究基础上，结合“因材施教”实施的现实需要，与“因材施教”教学模式的三个层级相对应，智能技术提供了不同场景的应用技术。

(一)“识材”层级——学情诊断与分析技术

相对于“因材施教”的“识材”层级来说，智能技术主要应用于对学习差异分析的技术支撑，包括学生数字画像技术、大数据学情分析技术、学习测评诊断技术等，帮助科学“识材”，如表1所示。

表1 “识材”层级的智能技术服务

教学场景	技术服务	说明
学习者 差异 分析场景	学生数字画像技术	基于各种智能传感器、智能摄像头、智能终端设备等数据采集工具和各类智能教学系统、在线学习系统、课堂实录系统、学习行为轨迹记录系统等数据采集平台，对学生学习、生活、社交和安全等信息进行全方位、全过程的数据采集和汇聚，建立学生成长数据中心，通过数据清洗、转换与建模，构建实时、全面、个性的学生数字画像，及时掌握、呈现和共享学生的成长过程信息，从而为大规模因材施教提供信息支撑 ^[31]
	大数据学情分析技术	借助大数据技术，通过深度挖掘多维度学生数据，全面分析学生学情，并自动生成精准的、可视化的学情分析报告，以供教师在备课阶段进行参考。教师借助多种设备与方式，采集学生的基础数据、学业数据、行为数据、心理数据、生理数据等。系统通过建立学情数据分析模型，将学情分析结果进行可视化呈现，帮助教师从多维度了解学生的知识点掌握情况、课内外学习参与度、学习状态等信息，为教学预设提供了科学精准的、全方位的数据支撑 ^[32]
	智能评测诊断技术	综合利用人工智能(如图像识别、语音识别、自然语言理解等)、测量学及学科知识，实现对学生回答结果的自动测量、评分和诊断的技术。智能评测技术主要应用于考试评价、作业练习、自主学习等场景，也是目前人工智能技术在教育领域中应用面最广、成熟度最高、使用价值最大的技术。智能评测当前已支持中小学各个学科的口语、作文、简答、推理等多种题型，并在学业考试等各类考试的评分与诊断中广泛应用

(二)“施教”层级——个性化教与学技术

相对于“因材施教”的“施教”层级来说，智能技术主要应用于对施教活动的技术支撑，包括基于学科知识图谱的个性化学习推荐技术、学习路径

设计技术、课堂实录分析技术、大数据精准教学技术等,如表2所示。

表2 “施教”层级的智能技术服务

教学场景	技术服务	说明
施教活动场景	基于学科知识图谱的个性化学习推荐技术	知识图谱技术是利用特定的数据结构描述知识及知识之间关系的技术。学科知识图谱是把相应学科的知识点用知识图谱技术进行描述,通过挖掘、分析、构建,从而显示知识点之间相互联系。基于认知诊断工具,对学习者的学习效果进行评测诊断;将诊断结果与学科知识图谱进行对照,为学习者规划学习路径,并推荐适合其个人状况的试题与资源,进而实现基于学科知识图谱的个性化学习推荐
	课堂实录分析技术	基于感知设备(如摄像头、传感器等)实时记录的课堂教学数据,综合运用计算机科学、教育学、心理学相关的知识与技术,实现对数据的分析、挖掘与利用,以达成一定的教学目的。例如,通过课堂实录分析可实现“学生课堂注意力监测”(利用授课视频数据,自动识别学生的动作行为与面部表情,并预测学生课堂听讲的专注度等各类指标)、“微课自动生成”(针对授课视频资料,支持从音频到字幕的自动转写,以及按语义的视频自动切割)
	大数据精准教学技术	基于学生的学习行为数据和测评数据,进行数据分析与挖掘,基于数据精准掌握每一个学生的学习情况,并有针对性地制定教学策略。大数据精准教学包含三个主要环节,首先是“自动记录”(例如答题速率、答题准确率、知识点掌握率),其次是“全面观察”(利用数据可视化观察发展趋势并作出定性判断,或利用数据分析与数据挖掘的结果并作出定量判断),最后是“持续改进”(例如教师有针对性地调整教学内容和进度,改进教学方法和策略等)

(三)“发展”层级——生涯规划与发展评价技术

相对于“因材施教”的“发展”层级来说,智能技术主要应用于对教育结果的规划与评价,包括学生生涯规划、学习发展评价、综合素质评价等技术,如表3所示。

表3 “发展”层级的智能技术服务

教学场景	技术服务	说明
规划与评价学生“发展”	学生学业生涯规划	学生可以通过推荐的发展路径完成,包括霍兰德兴趣量表、多元智能量表、MBTI职业性格测试、决策风格测评、科学潜能、专业兴趣和选课抉择在内的生涯发展指导任务选科抉择,帮助学生依据自身学业成绩和学科潜能的实际情况,为学生分辨学科优势提供参考依据,主要的分析维度包括学业成绩、学科潜能和学科与专业兴趣匹配度,结合学生成绩分析报告和综合素质评价记录,经过教育大数据分析处理,为学生更高效专业的推荐选科组合和生涯发展路径
	基于大数据的学生发展评价	传统的学生发展评价,主要基于学生学业数据及其日常表现,由教师进行主观评价,这种方法简单易于操作,但主观性强、稳定性差、评价尺度也难以统一。而基于大数据的学生发展评价则广泛采用各类数据,如考试与作业数据、课堂实录数据、自主学习数据、身体健康数据和社会行为数据等,利用数据分析与挖掘方法建立指标评价体系,实现对学生发展的全面评估与测量。另外,它支持数据源的持续更新与补充,实现了评价结果越来越精确、越来越科学

五、基于智慧课堂的“因材施教”教学模式框架构建

智慧课堂是利用智能技术构建的新型课堂形态。它能够根据学习者的个性特征和差异,提供个性化的学习诊断、学习建议和学习服务^[33]。基于智慧课堂使得“因材施教”的实施成为现实。

(一)智慧课堂与因材施教有效联结的内部机理

笔者带领研究团队围绕智慧课堂进行长期研究,取得了1.0到3.0的系列研究成果^[34]。智慧课堂是基于智能技术构建的智能、高效课堂,其目的是推动学科智慧教学创新,真正实现个性化学习和因材施教,促进学习者转识为智、智慧发展^[35]。当源于古代的因材施教思想与基于智能技术的智慧课堂相遇时,出现了一个新的可能。因材施教是智慧课堂的目标愿景,而智慧课堂为因材施教的实现提供了一个重要的平台。长期以来,因材施教难以实现的一个重要原因是,客观环境条件无法满足,传统课堂难以支撑个性化学习和因材施教。但是随着智能技术的日新月异,为课堂教学的个性化、差异化发展提供了可能。

智能技术支持的智慧课堂在价值取向上呈现为智能高效、以学定教、转识为智等重要特征。“智能高效”是利用智能技术来提升课堂教学的智能化水平、增强教育教学的针对性、有效性。“以学定教”即根据学生的基本信息了解其个性特点、认知差异,通过课前预习、测评已有认知基础,进行学生个性差异分析,进而确定教学的目标、内容和方法,从“先学后教”转变为“以学定教”。“转识为智”是智慧课堂应用的结果,智慧课堂运用智能技术创设理想的学习环境,基于环境和系统感知或采集教学数据,对数据进行加工、关联和转化为有意义的信息,进而通过信息过滤、提炼、挖掘等进行知识建构,最终基于知识的最佳应用促进知识向智慧生成转变,实现转识为智。这一转换过程遵从DIKW模型的原理,体现了智能技术为教学系统赋能的机理和过程^[36],如下页图2所示。因此,智慧课堂与因材施教在价值取向上具有共同的目的与追求,保证二者在理论层面上可以有效联结。

(二)智慧课堂为因材施教提供智能化技术支撑

智慧课堂利用智能技术构建了智能、交互、一体化的新型学习环境,为“因材施教”的全面实施提供了智能化技术支撑。

1.基于云平台的教学资源技术支持

智慧课堂基于“云、台、端”的部署方式,搭建了集成交互、线上线下一体化智能教学服务支撑

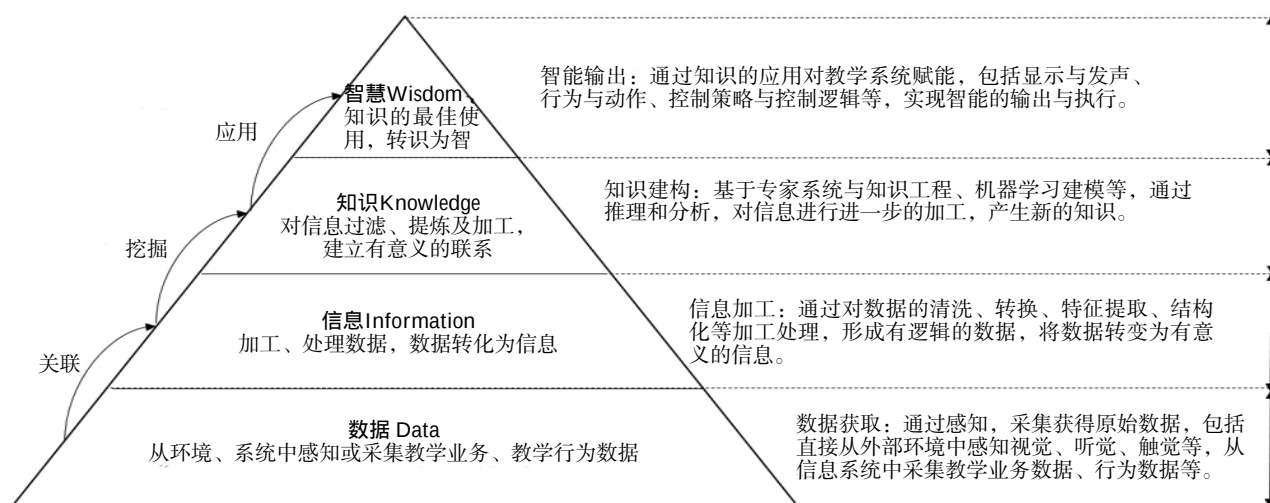


图2 DIKW模型：智能技术为教学系统赋能的机理

平台，支持基于智能教育云的资源整合与集成管理。利用深度学习技术，从复杂的内容数据中分析得出有效的隐性因子特征，并建立资源特征模型；利用协同过滤算法，建立教师与教师之间的相似度关系及其合集，分析教师特征、资源特征之间的对应关系；依据相似教师所使用的资源特征和目标教师历史记录中使用的资源特征，为目标教师推荐相关教学资源。同时，教师可根据教学需求，进行资源的个性化定制，基于移动终端设备，随时随地获取所需的资源，实现灵活、方便的个性化教与学应用。

2. 基于交互技术的课堂教学应用支持

利用多种交互技术，为师生、生生的立体化沟通交流，多样化的情境教学，以及分层、分组合作探究等，提供了极为便利的条件。基于教室智能平台提供的通信、控制、数据传输功能，通过教师智能终端、学生智能终端、智能大屏、智能环境终端等的无缝连接，师、生、环境之间可以无障碍地进行信息互通，实现了教与学的立体化沟通交互。交互技术依托笔记本、PAD、智能穿戴设备等移动终端的信息交互，让每个学生都能自主参与到精心创设的数字化情境中，并可上传他们自己的文字、图片、声音、视频等信息，让每个学生真正体现学习主体地位。

3. 基于大数据的决策与评价技术支持

借助于智能化教学服务支撑平台，利用大数据挖掘技术，基于课堂教学数据进行诊断分析，实现了基于数据的教学决策和过程性的评价与反馈，一切靠数据说话，有效地解决了传统教学决策经验化的难题。利用智能化学习分析技术，通过预测、关系挖掘、社会网络分析以获取学生个性信息，实时精准地掌握每个学生的学习发展情况，据此开展面向每一个人、适合每一个人的教学。例如通过课前为学生推送个性化

资源，开展预习、测评和学情分析与反馈，据此掌握学生的已有认知基础和学习需求，便于教学预设，以学定教；通过分层分组探究，课中学习行为数据记录，实时测评数据分析，进行针对性教学改进，实现精准教学。

(三) 基于智慧课堂的“因材施教”教学模式框架

根据前述对“因材施教”教学模式基本框架的研究，结合智慧课堂教学模式方面的已有研究成果，参考有关研究者对差异化教学模式的设计框架成果，笔者认为，基于智慧课堂的“因材施教”教学模式设计，可采取“平台为支撑、数据为基础、活动为核心、发展为宗旨”的设计策略。“平台为支撑”，即以智能化教学平台为支撑，为因材施教提供全过程的智能技术支持。“数据为基础”，即以学习者数据为学情分析和教学决策的基础，使得教学决策和评价由经验走向科学化。“活动为核心”，即以教育教学活动为核心，基于平台技术设计适切性的内容、过程、环境等组件和操作流程。“发展为宗旨”，即以促进学习者转识为智、智慧发展为宗旨，达成因材施教的目标成果。据此，设计出基于智慧课堂的“因材施教”教学模式结构框架如下(如下页图3所示)。

基于智慧课堂的“因材施教”教学模式结构框架总体上由平台层、数据层、组织层、操作层、目标层等五个层次组成，构成了智能技术支持的智慧课堂“因材施教”完整教学模式。各层次的具体含义如下。

1. 平台层——智能化技术支撑

采取“云、台、端”的基本架构，构建交互式、一体化的智能教学平台，提供教学资源服务、教学交互、过程性评价等功能。教室内以教室智能平台为核心，配合智能教育云服务，并结合各类智能教学终端和智能环境终端，提供资源服务、互动服务和教学工

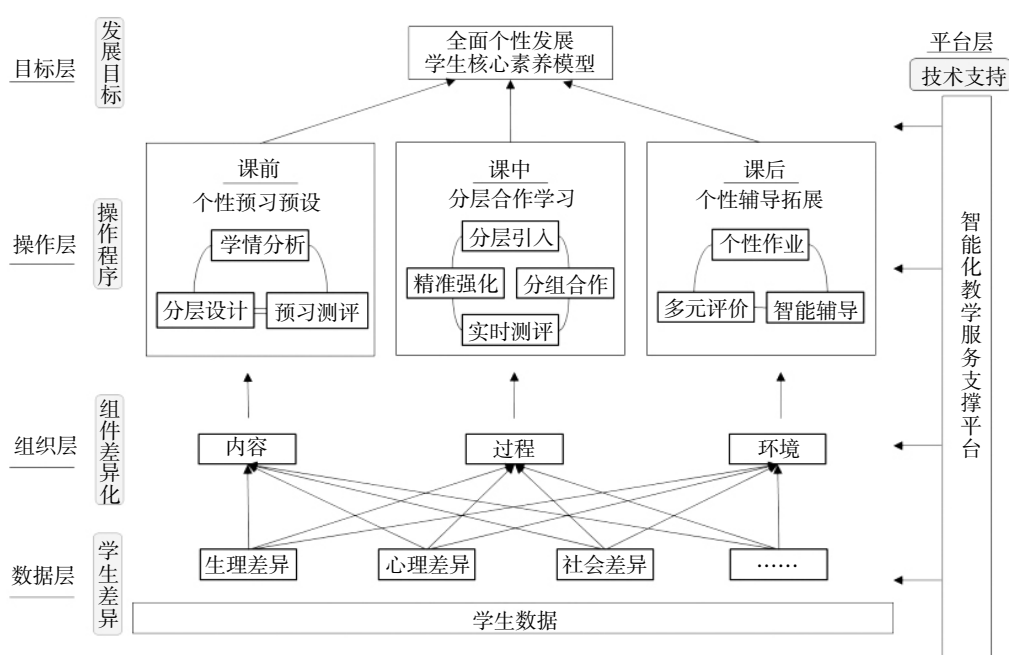


图3 基于智慧课堂的“因材施教”教学模式结构框架

具，形成了智能化的课堂教学服务支撑平台。同时，针对课内、外不同的应用场景，衍生智慧课堂教学和智慧学习服务两类教学应用，涵盖备课、教学、作业、测验、辅导等全过程，为师生日常教学提供全场景的信息化、智能化覆盖，并通过伴随式动态数据的采集，实现基于数据的针对性教、个性化学的智慧教学应用服务。

2.数据层——学习者差异分析

以学习者数据为基础，利用测评诊断和分析技术，挖掘分析学习者的个性特征和差异。学生数据通常包括学生基本信息、学习行为记录、互动数据、课堂练习、即时测验数据、学习问卷调查、先前知识经验与学习兴趣前测、导学案、标准测验、项目作业、学生自我报告数据，等等。基于学生数据所反映的学生差异内容主要包括学生的生理、心理和社会差异及特征，重点是与教学实施相关的学生认知方式、已有认知基础等差异。

3.组织层——差异化活动组件

施教活动是因材施教的核心要素，活动包括内容、过程、环境三大组件。通过智慧课堂教学活动的组织协调，对教学内容、过程、环境等活动组件进行差异化、个性化安排，以适应学习者的差异和特点，进而实现因材施教的“施教”。将活动组件差异化进一步具体化，进入操作程序层面，形成可操作的教学实施阶段与步骤。

4.操作层——适切性教学流程

操作层是教学模式的核心成分。基于智慧课堂的

“因材施教”操作程序表面上与传统课堂教学的流程划分并无二致，但在智慧课堂教学中三个阶段含义已经大不一样。它的操作程序吸收借鉴了智慧课堂已有的“8+8模式”和“三段十步”教学流程^[37]，并进行了升级改造，提出了适切于因材施教的教学流程。适切性教学流程是智能化教学应用流程，基于智能化教学服务支撑平台，提供“因材施教”的应用流程。

5.目标层——全面而个性发展

目标层处于教学模式的最顶层，是教学活动要达成的目标结果，体现了因材施教的目的宗旨。就目标本身来说，教学要达成的目标也是多层次的，可以是提高学习成绩、提升教学质量、发展教育民主、促进教育公平等。但归结到教育目的和宗旨上来说，基于智慧课堂的“因材施教”的最终目标也是实现学生全面个性发展，在核心素养教育背景下，重点应突出学生创新能力和全面素质的培养提升。

六、基于智慧课堂的“因材施教”操作流程及应用

笔者于2016年提出的智慧课堂教学模式的“三段十步”教学流程^[38]，具有结构合理、操作简便、技术可行的特点，得到了同行的认可。本文在此基础上进行进一步的升级改造，形成基于智慧课堂的“因材施教”教学模式教学流程，称之为“新三段十步”教学流程。如下页图4所示。

基于智慧课堂的“因材施教”操作流程整体上仍然包括课前、课中、课后三个阶段和十个主要环节，但在每个阶段的主要目的、具体步骤和工作内容上均发生了重要变化。首先，课前阶段突出“个性预习预设”。课前学习是因材施教的首要阶段，主要任务是个性化的预习和教学预先设计。基于智能化教学平台推送个性化的预习资源由学生自主预习，基于预习测评结果进一步了解学生已有的认知基础，在此基础上做到“以学定教”，进行分层教学设计，制定适合学生特点的弹性预设方案。其次，课中阶段开展

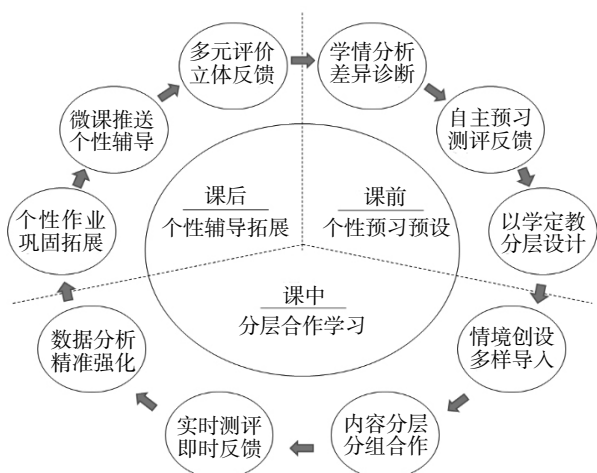


图4 基于智慧课堂的“因材施教”操作流程(新三段十步模式)

“分层合作学习”。课中环节是因材施教的主要施教活动阶段，其主要任务是开展以分层合作学习为核心的个性化教与学，实现精准施教。利用智能化教学平台提供的多种资源、交互技术，创设适切的教学情境，根据内容分层分组合作探究，并进行实时测评和即时反馈，基于过程性数据分析，对教学进度和方法进行调整，做到精准教学和分层学习。再次，课后阶段实行“个性辅导拓展”。课后环节也是因材施教不可或缺的重要组成部分，主要任务是利用智能推荐技术、基于数据的评价和线上线下多种方式，开展个性化作业和辅导，对学生的学习和发展进行多元化评价与反馈，促进学生的学业成绩、综合素质和个性特长进一步巩固和发展。“新三段十步”教学流程的具体操作步骤及内容如表4所示。

表4 基于智慧课堂的“因材施教”操作步骤及内容

环节	目标	主要内容
课前阶段：个性预习预设	学情分析差异诊断	基于智能化教学平台提供的学生数据库，包括基本信息数据库和学习过程动态数据库，基本信息数据包括学生生理、心理、社会等方面的基本信息，学习过程动态数据又涵盖学生学习行为数据、作业数据、测评考试成绩、个性化辅导等数据，利用数据挖掘和学习分析技术进行挖掘分析，诊断学生的个性特征和差异
	自主预习测评反馈	根据学生已有基础制定分层的导学案，推荐个性化预习内容和路径，预习的内容可以是知识学习、专业技能、实践操作等，学生分别进行自主预习和个性化测试反馈，同时可在智能化平台上或学习社区发帖、提问、答疑、交流，呈现预习过程中遇到的问题及自己的见解，或者与教师点对点交流讨论，反馈个人预习情况
	以学定教分层设计	根据学情基本数据、个性差异和预习测评情况，掌握学生的个性特点和认知基础，结合课标要求，选择施教活动的内容，明确目标，进行分层、定制化教学设计，制定个性化的教学方案。在教学预设中充分考虑每个学生的实际，并考虑到教学过程的生成性需要，尽量留有生成空间，进行弹性预设，实现“以学定教”

课中阶段：分层合作学习	情境创设多样导入	根据教学预设和实际准备情况，利用智能化教学平台提供的多种资源、交互技术，针对各类教学需求，以及不同课型类别、不同教学环节的要求，创设各种类型的、适切性的教学情境，实现教学内容的分层导入，以适合不同学生个性化学习需要
	内容分层分组合作	在学情分层、目标分层基础上，进一步对教学内容分层和对学生分组，根据所需学习的知识深度、难易度和学生的个性特征差异，按照志趣、成绩、特长等维度，针对不同的合作学习方式，对学生合理分组，便于师生、生生沟通交流与协作，通过小组合作探究、游戏学习、项目学习等方式，提高学生的探究创新能力
	实时测评即时反馈	基于智能化平台方便快捷地对学生的学习开展多样化的实时测评，并进行即时高效的数据反馈。针对不同的知识内容、情境训练或解决问题的能力测试，采取多样化的测评反馈方式，可以是在线实时测评与反馈，也可以是线下线上相结合，或通过移动终端设备上传和接收测评反馈结果
	数据分析精准强化	系统地汇集从情境分层导入、分组合作探究、实时测评反馈等各个环节学生学习的过程数据，进行数据建模和分析，以可视化的形式为教师呈现教与学的动态趋势，具体到每一个学生在学习过程中对知识重点、难点的掌握情况，找准个性薄弱环节，及时调整和实施教学强化措施，实现基于数据的精准施教
课后阶段：个性辅导拓展	个性作业巩固拓展	针对每一个学生课中学习情况，设计个性化课后巩固提升方案，基于智能化平台高效便捷地为学生布置个性作业。作业内容可以是对应学生薄弱知识点巩固的习题，也可以是针对优秀生的拓展训练课题，为每个学生推送真正适合自己的作业
	微课推送个性辅导	针对学生课中学习和课后巩固练习中出现的疑难问题，教师可依据每个学生学习表现和学习特点，结合作业批改情况，录制疑难问题的讲解微课，或者将同类型的学生作业录制成微课，针对性推送给需要的学生。打破传统物理空间和教学时间的界限，可随时随地进行师生、生生交流，给予学生更多的学习自主权
	多元评价立体反馈	基于智能化平台，采取全过程动态评价方式，同时将评价数据记录下来，便于分析应用。在评价内容上，涉及知识学习、问题探究、自主学习、合作交流能力等多个层面。评价反馈形式多样，依据各类评价数据，自动生成可视化、个性化的评价报告，采取线上线下相结合的方式，使得评价反馈更加立体化、个性化

七、结语

智能时代多样化创新人才培养对教学模式和方法改革提出了新的要求，智能技术的发展与应用为“因材施教”的实施提供了新的机遇，亟需加快理论与实践探索。从进一步的研究与发展趋势来看，可以从政策与理论、行业与技术、区域与学校实践等方面展开全面深入的研究。首先，应梳理、辨析智能时代“因材施教”的国内外政策要求和理论观点，对进一步的实践提供政策和理论依据。其次，对当前智能教育行业与技术进行研究分析，探索智能技术与产品对“因材施教”教学模式支撑的现状和发展趋势。此外，可以在部分区域和学校进行改革与实验，取得推进“因材施教”教学模式、培养创新性人才的试点研究成果，为进一步的总结推广奠定基础。基于以上思路，笔者研究团队正在进行

深入的研究,相信有更多的研究者在进行不同类型的探索,在“互联网+”“智能+”的时代背景下,用“因材施教”培养更多的创新人才将成为现实。

参考文献:

- [1][5] 刘邦奇,吴晓如.中国智能教育发展报告[M].北京:人民教育出版社,2019,(3):198-205.
- [2] 吴慧平.奥巴马教育新政:“力争上游”计划[J].外国中小学教育,2010,(3):1-6.
- [3] 中发[2010]12号,中共中央 国务院关于印发《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》的通知[Z].
- [4] 中共中央国务院.中共中央国务院关于深化教育教学改革全面提高义务教育质量的意见[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/201907/t20190708_389416.html,2020-06-29.
- [6] 顾明远.《中国智能教育发展报告》序.刘邦奇,吴晓如.中国智能教育发展报告[M].北京:人民教育出版社,2019:1-3.
- [7] 教育部官网.奋战2020 确保“收官之年”圆满收官——2020年全国教育工作会议召开[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/s78/A10/moe_601/202002/t20200210_419637.html,2020-06-29.
- [8] 国发[2017]4号,国务院关于印发国家教育事业发展规划“十三五”规划的通知[Z].
- [9] 教技厅[2019]2号,教育部办公厅关于印发《2019年教育信息化和网络安全工作要点》的通知[Z].
- [10] 何菊玲.因材施教原则的教育正义之意蕴[J].华东师范大学学报(教育科学版),2018,(2):110-116.
- [11] 梁秋霞,文敏琳.基于个体差异下的因材施教[J].基础教育研究,2017,(9):37-39.
- [12] 王卓.基于核心素养背景下“因材施教”的现代教育路径探寻[J].教育导刊,2018,(2):43-46.
- [13] 张广君,张琼.当代“因材施教”:生成论教学哲学的审视[J].课程·教材·教法,2015,(4):37-43.
- [14] 周振微.谈孔子的因材施教与素质教育[J].当代教育论坛,2005,(20):52-53.
- [15] 毛礼锐.儒家的教学论初探[J].北京师范大学学报(社会科学版),1979,(6):61-69.
- [16] 张萃中.因材施教只是教育方法,不宜作为方针[J].人民教育,1956,(10):9-12.
- [17] 杨天平.中国教育方针研究百年[J].浙江师范大学学报(社会科学版),2013,38(1):73-85.
- [18] 王宪明,华表.有的放矢 因材施教——清华大学“中国近现代史纲要”课程“因材施教”教学模式探索[J].思想理论教育导刊,2011,(6):75-77.
- [19] 刘和海,戴濛濛.“互联网+”时代个性化学习实践路径:从“因材施教”走向“可因材施教”[J].中国电化教育,2019,(7):46-53.
- [20] 何克抗.信息技术与课程整合——深化学科教学改革的基本途径[J].信息技术教育,2002,(3):8-13.
- [21][26][30] 刘邦奇,吴晓如.智慧课堂新理念新模式新实践[M].北京:北京师范大学出版社,2019.
- [22] 张如珍.“因材施教”的历史演进及其现代化[J].教育研究,1997,(9):73-76.
- [23] 张蕾.对因材施教原则的重新审视与再行反思[J].教学与管理,2018,(8):98-100.
- [24] Tomlinson,C.The Differentiated Classroom:Responding to the Needs of All Learners [M].Alexandria:ASCD,1999.
- [25] 贺斌.智慧教育视域中差异化教学模式研究[D].上海:华东师范大学,2018.
- [27] 李新义,刘邦奇.智慧课堂教学理论与实践[M].合肥:安徽教育出版社,2018.
- [28] 牟智佳.“人工智能+”时代的个性化学习理论重思与开解[J].远程教育杂志,2017,(3):22-30.
- [29] 祝智庭,彭红超.智慧学习生态:培养智慧人才的系统方法论[J].开放教育研究,2017,(4):5-13+29.
- [31] 张治.学生数字画像及其教学应用的实践与思考[J].教育传播与技术,2019,(1):3-6.
- [32] 陈瑶.学情分析研究综述[J].当代教育理论与实践,2014,6(6):21-23.
- [33] 祝智庭,沈德梅.学习分析学:智慧教育的科学力量[J].电化教育研究,2013,(5):5-12+19.
- [34] 刘邦奇.智慧课堂的发展、平台架构与应用设计——从智慧课堂1.0到智慧课堂3.0[J].现代教育技术,2019,(3):18-24.
- [35] 刘邦奇,李新义等.基于智慧课堂的学科教学模式创新与应用研究[J].电化教育研究,2019,(4):85-91.
- [36] 刘邦奇,王亚飞.智能教育:体系框架、核心技术平台构建与实施策略[J].中国电化教育,2019,(10):23-31.
- [37] 刘邦奇.智慧课堂(第二版)[M].北京:北京师范大学出版社,2019.
- [38] 刘邦奇.“互联网+”时代智慧课堂教学设计与实施策略研究[J].中国电化教育,2016,(10):51-56+73.

作者简介:

刘邦奇:教授,院长,认知智能国家重点实验室智能教育研究中心主任,中国教育技术协会人工智能专业委员会常务理事,研究方向为人工智能教育应用、智慧校园、智慧课堂、区域智慧教育规划(lbq-nj@163.com)。

Construction and Application of “Teaching in Accordance with Aptitude” Teaching Mode Based on Intelligent Technology

—Taking Smart Classroom as an Example

Liu Bangqi^{1,2}

(1.iFLYTEK Educational Technology Institute, Hefei 230088, Anhui; 2.College of Educational Technology, Northwest Normal University, Lanzhou 730071, Gansu)

Abstract: The cultivation of diverse and innovative talents in the smart era urgently needs to accelerate the development of personalized and suitable education for everyone. The deepening application of intelligent technologies such as artificial intelligence and big data in education and teaching has provided important opportunities for the implementation of “teaching in accordance with aptitude”. “Teaching students according to their aptitude” in the intelligent era has rich new connotations. Establishing the teaching mode of “teaching in accordance with aptitude” has both theoretical and practical value, as well as scientificity and feasibility. The elements of the teaching model according to the aptitude include learners, teaching activities (including the three components of content, process and environment), the three major elements of the educational outcome, and the three levels of “teaching according to the aptitude”, “teaching” and “development” Correspondingly. Intelligent technology provides technical support for the implementation of “teaching in accordance with aptitude”, and smart classrooms are the current important implementation path. The teaching framework structure of “teaching according to aptitude” based on smart classroom is composed of platform layer, data layer, organization layer, operation layer and target layer, and its operation procedure is the “new three paragraphs and ten steps” teaching process supported by intelligent technology.

Keywords: intelligent technology; teaching in accordance with aptitude; smart class; teaching mode

收稿日期: 2020年5月28日

责任编辑: 李雅瑄

(上接第14页)

Multi-modal Learning Analytics: Learning Analytics Towards the Age of Computational Education

Zhang Qi¹, Li Fuhua¹, Sun Jinan²

(1.College of Education, Huaibei Normal University, Huaibei 235000, Anhui; 2.National Engineering Research Center for Software Engineering, Peking University, Beijing 100871)

Abstract: The research, applying cross-data sources to analyze learning processes, has become an important part in the evolution of educational technology. Based on the understanding of the nature of multi-modal learning analytics, an iceberg metaphor analytic model is constructed. This framework uses a circular flow to characterize the process of multi-modal learning analytics. The process starts from the input space covering the learning behavior and assign labels to raw data in data space. Then, it performs space-time matching to align the data in the synchronization space and the structure of the “digital-inference” area is realized in the fusion space. In the end, the feedback output and goals of the guidance and intervention to learning behavior are achieved. Research on multi-modal learning analytics needs to continue to strengthen the construction of complex computing models, establishing academic research communities and open source biological databases, expanding current interoperability standards, strengthening modal complementary research for common learning, and embeds ethical values and guidelines in the framework of the design in order to support the establishment of computational education and the innovation of the next generation of Internet education.

Keywords: multimodality; learning analytics; computational education; data mapping; framework design

收稿日期: 2020年3月31日

责任编辑: 赵云建