

# 互联网教育智能技术的发展方向与研发路径

黄荣怀, 陈丽, 田阳, 陆晓静, 郑勤华, 曾海军

(北京师范大学 互联网教育智能技术及应用国家工程实验室, 北京 100875)

**[摘要]** 推进教育现代化、实现未来教育的包容性与个性化、推动教育相关产业的发展,有赖于互联网教育的发展及其关键技术的突破。以国际比较方式分析互联网教育智能技术的现状,发现有待突破的五大技术难题为网络交互、学习资源供给、学习者建模、学习空间融合和教育决策。针对我国教育的现实情况,围绕优质教育资源共享和智能教育服务的迫切需求,提出远程教学交互系统、知识建模与分析、学习者建模与学习分析、学习环境设计与评测、系统化教育治理等技术的发展方向和工程化研发路径。

**[关键词]** 互联网教育; 智能技术; 发展方向; 研发路径

**[中图分类号]** G434 **[文献标志码]** A

**[作者简介]** 黄荣怀(1965—),男,湖南益阳人。教授,博士,主要从事人工智能与教育、智慧学习环境、知识工程等领域研究。E-mail:huangrh@bnu.edu.cn。曾海军为通讯作者,E-mail:zenghj@bnu.edu.cn。

## 一、引言

以智能化、信息化为核心,以互联网为代表的现代信息技术对人类生活方式的影响尤为显著,这为人类的教育改革提供了可能。从早期互联网技术的引入、在线教育的兴起,到在尊重教育本质特性基础上重塑教育教学模式、内容、工具、方法,互联网改造并升级了传统教育。在教育与互联网技术的碰撞中产生的个性化教育、开放教育、智慧教育等,日益成为突破保守固化的传统班级制教育的良方。当前从技术的角度探究互联网教育的关键技术方向,有利于化解互联网技术教育应用面临的难题,推动互联网教育产品更好地服务于教育,实现互联网与教育深度融合发展,促进高质量的、公平的、均衡化的教育发展,助力我国教育现代化建设。

## 二、发展互联网教育智能技术的重要性

### (一) 国家政策引领互联网教育智能技术的发展

习近平总书记高度重视发展教育信息化,党的十九大强调办好网络教育。党的十九届四中全会指出:

发挥网络教育和人工智能优势,创新教育和学习方式,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,建设学习型社会。早在2015年举行的国际教育信息化大会上,习近平强调因应信息技术的发展,推动教育变革和创新,构建网络化、数字化、个性化、终身化的教育体系,建设“人人皆学、处处能学、时时可学”的学习型社会,强调积极推动信息技术与教育融合创新发展。在2016年召开的网络安全和信息化工作座谈会上,习近平从共建网络空间命运共同体的高度,提出实施“互联网+教育”,推动教育变革和创新,充分利用互联网促进创新人才培养。习近平强调要坚持不懈推进教育信息化,努力以信息化为手段扩大优质教育资源覆盖面,逐步缩小区域、城乡数字差距,大力促进教育公平,并明确提出要发挥互联网在教育扶贫中的作用,让山沟里的孩子也能接受优质教育。国家“十三五”规划纲要明确指出:推进教育现代化。而教育现代化的本质是与生产劳动相结合,培养全面发展的个人。现代教育具有鲜明的生产性,随着社会生产从手工业、机器大工业发展到当下的互联网智能,现代教育的内容要不断科学化、更新化,教育手段要

实现现代化、网络化和高效能<sup>①</sup>。可以说,没有信息化就没有现代化,教育信息化是教育现代化的基本内涵和显著特征。教育管理部门高度重视以互联网为代表的信息技术对教育的影响,在教育信息化领域出台一系列政策支持发展(见表1)。

## (二)互联网教育智能技术助力实现个性化学习与规模化教育

联合国教科文组织携手联合国儿童基金会、世界银行等机构在2015年世界教育论坛提出,2030年的教育愿景是要实现包容和公平的全民优质教育和终身学习,承诺在所有环境中以及在各级教育中促进优质的全民终身学习机会,并要提供灵活的学习途径,承认、验证和认证通过非正规或非正式教育获得的知识、技能和能力。这一宣言从教育的包容能力和个性化的教育服务两个角度提出了教育发展的目标和方向:一方面提出教育体系要面向所有人提供教育服务,即在教育服务对象上的规模发展;另一方面,又规定了服务的起点是个体学习者,即为每一个学习者提供个性化的教育服务。实现这一包容性、个性化的2030教育愿景,需要转变教育系统的服务模式,运用技术提高传统教育实践的效率和覆盖面,重塑教育的服务理念、组织方式、技术应用,形成面向个体学习者的新型教育生态。2019年,国际人工智能与教育大会形成了《北京共识》,强调要将人工智能平台和基于数据的学习分析作为构建终身学习系统的关

键技术,实现人人皆学、处处能学、时时可学。发展互联网教育智能技术成为实现个性化学习与规模化教育的必由之路。

## (三)互联网教育智能技术助推教育服务生态系统转型升级

通过2019年8月全国教育统计数据可知,互联网教育体系包含学前教育、基础教育、高等教育、职业教育、企业培训、非学历及终身教育等,涉及51.88万所学校、2.76亿学生,以及大量非学历培训者。据咨询公司分析,互联网教育服务产业的规模达到1700亿,产业布局已逐渐成形。《2017互联网教育服务产业研究报告》显示,互联网教育服务产业正处于迅猛发展期,仅2017年就有170多家创新型企业从一级市场获得超过100亿元的融资。但信息技术与教育教学深度融合的基础理论、有效模式、智能技术尚未形成,互联网教育相关核心技术供给不足、产业化率低,这已成为制约教育行业健康发展的瓶颈。当前的互联网教育服务产业对学校教育的支持更多表现在产品和装备的提供上,产业的教育服务能力偏弱。

综上,推动实现具有重大影响的互联网教育共性技术和关键技术的突破和创新,为教育管理部门提供宏观规划、系统化方案和标准规范,为教育事业改革与发展提供新模式和新方案,为教育服务产业提供技术原型和中试,是当前乃至未来一段时间互联网教育智能技术领域研究的重要议题。

表1 近年来出台的有关教育信息化的相关政策一览表

教育信息化相关政策	环境	模式	服务	治理
《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》(国发[2015]40号)		网络化教育新模式。互联网企业开展数字教育资源开发	校企合作开展教育公共服务。网络学分互认及转换机制;高等教育服务模式	
《促进大数据发展行动纲要》(国发[2015]50号)	教育基础数据及数据库纵向贯通	教育大数据支撑作用	教育管理公共服务平台;教育资源云服务	
《教育信息化“十三五”规划》(教技[2016]2号)	教育信息化基础建设	数字教育资源服务模式	支撑泛在学习	推进管理信息化,提升教育治理能力
《教育信息化2.0行动计划》(教技[2018]6号)	智能学习空间建设。大容量智能教学资源	智慧教育创新研究和示范	智能学习效果记录等方式,形成泛在化、智能化学习体系	数字校园规范建设
《中国教育现代化2035》	建设智能化校园	利用现代技术加快推动人才培养模式改革,实现规模化教育与个性化培养的有机结合	统筹建设一体化智能化教学、管理与服务平台	推进教育治理方式变革,加快形成现代化的教育管理与监测体系,推进管理精准化和决策科学化
《关于促进在线教育健康发展的指导意见》(教发[2019]11号)	推动线上线下教育融通	培育优质在线教育资源	满足多样化教育需求	加强部门协同监管

### 三、互联网教育智能技术的应用挑战

#### (一)网络传输与交互

信息长距离传输的及时性以及互动设备的方便性、融合性是开展网络交互互动技术教育应用的基础。我国在以5G为代表的基础网络技术方面已经取得了长足进步,并成为国际标准的重要制定者之一。但在流媒体技术和网络安全技术方面与西方国家存在一定差距。网络安全缺少底层智能技术,研发能力存在不足。在交互技术上,我国的信息化辅助设备交互与国外的发展水平相当,但是在多模态交互上仍处于初步研究阶段,与国外的集成智能学习空间等技术还存在差距。这种差异主要表现在通信技术自身、通信技术在教育中的应用、交互技术三个层面。通信技术方面,我国率先在全球范围内进入5G商用阶段;其次,我国在多网融合方面已经进行了广泛的研究,并推出了相关的终端产品。通信技术的教育应用方面,中国将建立教育专网,并且多网融合是大家共有的趋势,新一代传输技术正在加紧研发中。在交互技术方面,国内外均实现了包括文本、图像、音/视频、键盘、鼠标、电子白板、交互笔、触摸屏等的成熟使用。国外在集成的智能学习空间,无缝集成体感/情感计算、脑机接口、普适计算、可穿戴设备等方面较为领先。

#### (二)知识生成与知识转移

知识建模与分析技术在教育中的应用依赖于本体知识库以及学习资源模型的建设。在本体知识库构建方面,国内的研究主要是基于维基百科、百度百科等百科类中文资源构建大规模通用知识库<sup>[2]</sup>。其中,主要的技术涉及如何从半结构化的百科数据中抽取出概念以及概念之间的关系、如何抽取信息框数据并对信息框属性进行去重和归一化处理。国外除了研究基于维基百科的知识库构建技术之外,还有大量工作研究了基于Web数据的知识库构建,如卡内基梅隆大学的NELL知识库和Google公司的Knowledge Vault知识库等。面向Web数据的知识库构建,涉及信息抽取、知识集成等技术,为提高文本抽取准确度,基于递归神经网络的关系抽取<sup>[3]</sup>、利用卷积神经网络的端到端的关系识别<sup>[4]</sup>等技术受到研究者关注。虽然国内也有此方面的研究工作,但对于中文数据的相关处理技术研究较少,开放的资源 and 工具也较为匮乏。此外,国外还有基于大众协作编辑的知识库创建,例如Freebase、Wikidata知识库。在学习资源模型方面,学习资源模型大多是以元数据的方式来实现海量的互联网资源中有效地撷取、管理和重用学习内容

(Learning Content)资源。总体上,在信息抽取、本体构建、信息集成等方向,国内的研究与国外并没有明显的差距,但是针对中文数据的相关研究较少,缺少高质量的中文开放文本数据;针对中文的处理技术研究较少;缺少面向中文非结构化文本数据的、系统化的本体知识库构建技术。

#### (三)数据驱动的学习分析技术

学习者建模与学习分析的主要环节包括教育数据采集、数据处理、学习者建模、学习分析以及结果呈现五个部分,不同环节所采用的技术手段也不尽相同。国内外均关注到了教育数据采集、数据处理、学习者建模、学习分析、结果呈现这些细分领域。数据采集方面,国内教育数据采集主要借助人工采集、平台上传等方式实现对结构化数据的采集;但存在条块分隔、数据单一、系统孤岛、缺乏通用规范等问题。国外数据采集以自动化采集方式为主,借助物联网感知、手写识别、图像视频识别等新技术的应用。数据处理方面,国内数据整合方面以半自动化为主去粗取精、消除噪声,实现对数据的初步清洗;数据存储以传统表结构形式实现对结构化数据的海量存储。国外数据整合,实现了对多系统、多场景、多终端、多应用的学习数据进行细粒度抽象与整合;数据存储以云存储为核心,实现对各种类型数据的规范存储和安全管理。学习者建模方面,国内学习者建模主要采用静态的协作建模方式,从学生生理、心理、人格发展、行为模式以及情感态度等方面构建模型,提供服务。国外学习者建模主要采用动态自动化建模方式,对学习者的行为、情感状态、体质健康等进行单一方面的建模分析;对学习者的综合特征建模,在认知、情感、心理等多个方面构建模型,提供个性化服务。学习分析方面,国内学习分析大多表现为分析模型与教学研究联系不够紧密,分析方法也主要以统计分析和单一的数据挖掘为主(如借助SPSS统计分析工具等),但是同时也包含一些其他分析方式(如通过GSEQ,分析学生学习行为序列等)。国外学习分析主要采用综合分析方法,如内容分析(如英国的Wmatrix、美国的CATPAC等)、网络分析(如美国的GUESS、JUNG、英国Cohere、澳大利亚的SNAPP、韩国的Net-Miner等)、能力分析(如英国的ELLiment、Enquiry Blogger等)、行为分析(如Google Analytics、Mixpanel等)以及情感计算语义分析等多元方法,以深度学习为代表的新型分析方法开始应用,教学应用范围较广,时间较长,已经有应用工具有效支持适应性学习,发现了联通学习等新型教学规律。现有的分析涉及对教学事件关系的分析、教



与学模式的分析、教学效果预测分析、学习网络分析、学习内容与对话分析。结果呈现方面,国际上结果呈现方式充分考虑师生认知负荷,以最恰当的形式呈现最终结果,如普渡大学的“课程信号”。

#### (四)物理环境与网络环境的融合

以互联网为代表的强大的技术力量在教育中的应用,首先就会对传统的教育手段产生冲击,如何设计多种信息流之下的学习空间、如何以智能手段对空间、教法进行评测,要解决这些问题,就需要开展学习环境与测评技术研究,而国内外在物理环境和网络环境融合方面的研究有着明显的差异(见表2)。

#### (五)网络环境下的教育治理

通过数据分析与挖掘、数据建模、数据可视化等技术支持教育管理部门决策,支撑教育宏观科学运行,实现系统化教育治理。在教育数据库的建设上,国内起步较晚,与国外相比还不完善。如 OECD 长期以来整合、共享各成员国在教育数据库上的信息,用来支撑各类现代教育政策和建议<sup>[8]</sup>。在分析方法上,国内多是静态数据分析,缺乏持续追踪研究。如澳大利亚

政府推出的“我的大学”(My University)项目,通过大规模实时在线数据分析技术,纳入学生和家長参与的本科和研究生课程评价信息和大学排名等信息,辅助政府对学校办学绩效进行评估<sup>[9]</sup>,促进高校共同治理。国内的数据建模多利用组织管理学方面的工具,与国外的模型构建相比,理论背景比较单薄,建模成果还不能很好地支持教育管理者决策。数据可视化上,国内刚开始使用此技术,与国际水平存在差距。美国匹兹堡教育网站上,可以通过“动态地图”把办学质量数据和地理空间数据叠加,转化为形象直观的图像,用不同颜色的图标表示不同的学校状态,直观显示不同地区学校的教育质量,用来评估学校的办学绩效<sup>[10]</sup>。

新一代网络技术将与人工智能、物联网、VR/AR/MR、大数据、云计算、边缘计算等新兴技术融合使用,助力教育信息化向好发展,但技术创新不等于技术落地,尤其是教育领域更应尊重教育规律。互联网教育智能技术落地同样也面临着如何将网络传输与交互、知识生成与知识转移、数据驱动的学习分析、物理环境与网络环境融合、网络环境下的教育治理等转化成

表 2 国内外基于学习环境设计与测评技术环境下的学习空间对比

领域	对比内容	国内	国际
虚拟学习	智慧学习环境	具有前瞻性的理念和模型研究,具备实际产业产品化能力	具有前瞻性的理念和模型研究,暂未形成产业产品化形态
空间形态	互联网在线课堂	MOOC\SPOC 等实践领域进展迅速,应用范围较大	是 MOOC\SPOC 等的创造和引领者,形成了实际的大规模教育应用
虚拟课堂技术应用	新技术的应用情况	(1)3D 打印、虚拟现实、增强现实技术课堂应用取得重要进展 (2)新技术的应用推广急需规范评估、示范	(1)3D 打印、虚拟现实、增强现实等新技术课堂应用有一定实践,人工智能进展突出,与实际应用尚有一定距离 (2)新技术的应用推广规范可以前瞻性开展
	虚拟课堂技术的功效评估	(1)传统课堂评估工具的跟踪者,改进并实践:包括学习环境量表(LEI)、课堂环境评估(CES)、建构主义学习环境量表(CLES)等 <sup>[5]</sup> (2)新型课堂评估的探索者,建构主义多媒体学习环境问卷(CMLES),新课堂环境问卷(NCEI),技术丰富的以结果为导向的学习环境问卷(TROFLET),技术整合的课堂环境问卷(TICI)等	(1)传统课堂评估工具的引导者,主要提出并实践:包括学习环境量表(LEI)、课堂环境评估(CES)、建构主义学习环境量表(CLES)等 (2)新型课堂评估的探索者和领先者,建构主义多媒体学习环境问卷(CMLES),新课堂环境问卷(NCEI),技术丰富的以结果为导向的学习环境问卷(TROFLET),技术整合的课堂环境问卷(TICI)等
	虚拟学习空间设计优化技术	(1)虚拟学习空间功能效果评估的理念、方法和概念框架尚未形成 (2)虚拟学习空间功能及效果有效评估量表匮乏 (3)虚拟学习空间对学生的数字化学习能力的影响尚不明晰	(1)虚拟学习空间功能效果评估的理念、方法和概念框架尚未形成 (2)虚拟学习空间功能及效果有效评估量表匮乏 (3)虚拟学习空间对学生的数字化学习能力的影响尚不明晰
虚拟课堂技术标准	相关标准规范情况	2011年8月,中国教育技术协会技术标准委员会完成了《多媒体教学环境工程建设规范》,现已由清华大学出版社正式出版发行 <sup>[6]</sup>	《美国在线课程质量的国家标准》(National Standards for Quality Online Courses)、《美国在线教学质量标准》(National Standards for Quality Online Teaching)、《美国在线教育项目质量标准》(National Standards for Quality Online Programs)等 <sup>[7]</sup>
	技术标准	尚无虚拟课堂技术标准规范体系	尚无虚拟课堂技术标准规范体系

教育领域的技术应用挑战。

### 四、互联网教育智能技术的发展方向

互联网在教育领域的应用正逐渐深入,但教育作为一个特殊的行业,涉及人的成长、家庭、社会,间接地对经济社会发展也有着极大的影响,通过解决互联网教育的关键技术方向实现教育系统性变革是利国利民的大事。互联网将在教育的“教、学、管、评、测”等方面发挥积极的作用,这涉及了教育交互系统、知识建模、学习者建模与学习分析、系统化教育治理等方面。远程教学交互系统将解决互联网教育的技术支持层的问题,旨在利用最新的人机交互和人人交互技术和设备为学习者提供多网融合和多点实时交互、高沉浸感、多模态的崭新一代远程交互环境;知识建模与分析技术将解决互联网教育学习资源层的问题,面向生成性、适应性、智能性、可进化的学习资源开展研发;学习者建模和学习分析技术将解决互联网教育教学行为层的问题,重在为优质、灵活、个性化教育服务提供模型和分析算法;学习环境设计与评测将解决互联网教育学习环境层的问题,探索具有智慧化、虚拟化、沉浸式、多模态、个性化特点的虚拟课堂及应用;系统化教育治理技术将解决互联网教育综合治理层的问题,探索用互联网促进教育治理的科学和高效的方法,旨在加速教育治理现代化的进程。

#### (一)远程教学交互系统

如何将传输与互动技术,按照教育的规律进行部署与应用,还存在非常多的问题,具体分解下来,此方向的研究需要解决交互理论和模型、自然交互技术、多模态数据融合以及基于多网融合、多点互动的远程实时高速传输技术四方面的问题。

(1)交互理论和模型。侧重对教学交互的理论和分层模型进行研究,发展新一代教学交互模型,揭示互联网环境下,师生和学生间社会交互的新规律和新特征。

(2)基于普世计算的自然人交互技术。研究基于普适计算的各类新型自然人交互技术,包括体感计算、情感计算和脑机接口等,以及各类自然人交互技术在远程教育环境中的应用,实现普适计算环境中的高沉浸感、多模态情境感知和交互互动。

(3)多模态数据融合技术。研究基于普适计算的各类新型自然人交互技术中多模态数据融合问题,着重研究数据集成交换标准及有效的数据融合算法,使各类新型自然人交互技术所获得的综合上下文信息具有更高的精确度和容错性。

(4)基于多网融合/多点互动的远程实时高速传输技术。研究基于多网融合、多点互动的远程实时高速传输技术,重点研究多网融合、5G技术、融合通信等新一代通信系统在远程教育传输中的应用。

#### (二)知识建模与分析

推进本体知识库以及学习资源模型的建设优化,需要着重开展学科知识建模技术、知识分析智能技术,及知识服务智能技术的研究。在三类技术的基础上,研发出与学科知识、学习资源相关的系列规范、模型和工具。

(1)知识建模技术。需研究出科学的学习资源描述方法,表示出学习资源与知识的对应关系,研究学习资源适合的学习情境和教学方法,并且能够表示资源在使用过程中的生命历程以及积累的学习智慧。

(2)知识分析智能技术。需基于本体匹配等各种技术,解决各级各类知识、不同来源、不同时间、不同子模型结构知识在融合过程中出现的如知识重复、冗余、歧义、矛盾、不完整、不匹配等问题,研究相应的处理技术。以知识点为核心将有关资源汇聚在一起的技术,以及资源内容的调整和完善、资源内外结构的优化技术,使资源可以像一个生命体一样在内部“基因”的控制下持续地进化和成长。

(3)知识服务智能技术。需研究内容生成技术和形式(界面)生产技术,从内容生成来说,首先研究知识空间生成和特征计算技术;从形式生成来说,需要研究知识图自动生成技术、知识点自动布局算法、知识图自动分层技术、知识图界面友好研究、知识图与不同特点学习者认知负荷自动协调技术等。

#### (三)学习者建模与学习分析

该方向基于教育数据采集、学习者建模和学习分析领域的智能技术,以互联网时代学习者的个体特征、知识、心理和学习行为等方面为核心,研究构建学习者模型,并通过大规模样本数据获得中国学习者的各类常模。在此基础上,研发学生成长监测实验系统和教学过程监测与学习分析系统,为学习者适应性学习服务提供技术应用、组织机制与服务模式示范。与此过程相应,需要解决的关键技术有教学数据采集技术、学习者建模技术、学习者常模构建技术、基于教育大数据的学习分析技术。

(1)教学数据采集。基于各类智能终端设备,通过语音识别、图像识别、手写识别、OCR扫描识别等技术实现各类教学场景下的过程化教学数据采集。

(2)学习者建模技术。重点针对学习者学习成长历程的复杂性和多元性,基于教育学、心理学、信息科



学和数据科学等多个学科,整合个体特征、知识、心理和行为数据,构建学习者成长模型,对学习者能力与素养进行综合评价。

(3)学习者常模构建。以大规模学习者样本特征数据为依托,借助具有良好信效度的测评工具,对不同年龄、性别、区域的学习者群体所表现的学习特征及其典型变异进行刻画,可以描述各种亚群体的学习发展特征,比较个体或群体学习发展在特定群体中的相对位置,满足不同使用者的多样化需求,同时,通过对大样本学习者的持续追踪,实时收集和动态更新相关特征数据,实现中国学习者发展常模的动态生成和持续更新。

(4)基于教育大数据的学习分析技术。通过测量、收集、分析和汇报教学主体与教学过程数据,应用模型和分析工具表征教学过程、挖掘影响因素、推荐教学资源、评测教学绩效,探索教学行为与师生特征、教学设计和教学绩效之间的关系,揭示深层次教育规律,建立基于大数据技术的教学过程监测、评估、诊断和预测技术体系。

#### (四)学习环境设计与评测

该方向研究学习环境设计与评测技术,致力于突破学习空间的增强技术、新型学习空间中的认知规律及学习体验技术、学习空间评估评测技术及设计优化技术,形成标准体系和服务能力,推动数字学习环境行业领域及产业的发展。

(1)学习空间增强技术。研究针对虚拟学习环境(VLE)技术、面向学习的虚拟现实(VRL)技术、虚拟实验(VEL)技术环境三种不同功能类型的典型学习情景的具体增强技术。研究学习空间增强方法,采用SMART模型,在教室的物理学习环境中,对教学内容呈现(Showing)、物理环境管理(Manageable)、数字资源获取(Accessible)、师生及时互动(Real-time Interactive)、情境自动感知(Testing)五个维度进行增强。

(2)新型学习空间中的认知规律及学习体验。研究内容认知负荷及自我认同规律,面向感知、反馈、绩效三个体验层次,面向在线学习环境、虚拟现实环境、虚拟实验环境三种典型环境,研究学习空间中学习体验特点;研究学习空间中的认知负荷,包括学习空间中事物的数量及布局,多元媒介的组织和呈现方式以及学习者的先备知识水平;研究虚拟自我与身份认同对学习者在网络学习空间和真实世界中的表现产生的影响,包括认知、态度和行为,为学习者健康人格的形成提供健全的网络学习环境。

(3)学习空间评测技术。构建统一评估、监测体系,通过对教室环境进行评测,评测内容和角度涵盖教学内容呈现、物理环境管理、数字资源获取、师生及时互动和情景自动感知五个维度的评价,对学习空间进行评测。

(4)基于学习者体验的学习空间设计优化技术。研究四类学习空间(智慧教室<sup>[1]</sup>、虚拟实验室、网络在线课堂和网络专递课堂)的各类有效环境配置方案,形成需求、条件与环境匹配模型,总结学习空间建设的规律;建设学习空间设计中的3D模型库;研究学习空间环境体验评测工具;研究学习空间设计技术。

(5)研究学习空间建设指南和标准。分别研制网络学习空间和物理学习空间的建设指南。研究智慧教室标准规范。研究形成包括物理建筑、信息网络、供配电系统设计、音频系统设计规范、视频系统设计、VR系统设计的建设规范;在此基础上,形成智慧教室环境建设的质量方针、目标、职责和程序,最终形成智慧教室的标准体系。

#### (五)系统化教育治理

针对我国教育治理过程中存在的诸多困难,对教育结构调整、教育资源配置、办学绩效评估等宏观和中观教育治理的核心任务提出互联网技术解决方案。最终要实现教育对教育发展状况的动态监测,教育现象深层逻辑的深度洞察、教育发展走向的有效预测,为解决现实的教育治理难题、促进教育决策的科学化和治理过程的精细化提供全新的技术支撑,这需要在教育治理动态监测和预警技术、教育信息可视分析与决策支持技术两方面实现突破。

(1)教育治理动态监测与预警技术。研究针对教育治理需求的、切实可操作化的、能够深化落实教育改革的诊断性指标体系,促进学校、教师、教育行政部门及时了解情况,为教育决策提供依据。研究面向不同区域、各级各类的教育管理部门和教育机构,获取多平台、多时相、多波段和多源数据,实时掌控教育动态变化情况,构建基于关键指标的预警模型,实现对各种教育管理业务和教育专项工程的智能预警,确保各项教育指标按需实现。研究针对教育发展和教育管理业务中的问题,运用优化方法、预测方法、蒙特卡洛方法等分析手段,构建教育宏观政策决策模型和教育管理业务决策模型,开展教育管理智能决策。

(2)教育信息可视分析与决策支持技术。对海量教育数据分析、挖掘和建模结果进行可视化分析和交互式呈现,用以辅助教育决策和教育研究、公众的教育政策咨询、教育信息获取和应用,以及教育政策宣

传与普及等。研发基于 GIS 环境下的可视化治理工具,以国家、省级为单位研究各级各类教育机构的空间配置决策系统,利用空间分析方法,将 GIS 空间分析方法应用于教育资源配置过程,对各级各类教育发展规模进行空间分析及决策支持。

### 五、互联网教育智能技术的研发路径分析

科技创新给互联网教育关键技术问题的解决带来了各种可能,互联网教育的关键技术研发将以汇聚新兴技术为依托和教育系统结构重组为载体的创新模式进行关键技术路径实现,具体如下:

#### (一)以 5G 为支点的远程教学交互系统的研发路径分析

通过构建交互活动组件开放平台、自然交互技术联合集成示范平台和多网融合/多点互动远程实时高速传输平台,分重点对四方面技术内容展开研究。在平台科研的基础上,前两个平台以建设成远程教育的自然交互与多模态融合实验室为目标,多进行技术层面的研究开发;后一平台以建设成工程化验证与试验为目标,面向应用层面,探索并验证多种网络环境(尤其是农村地区网络环境)下的交互与传输服务,形成适合不同区域实际情况的宽带网络连接与传输解决方案(如图 1 所示)。

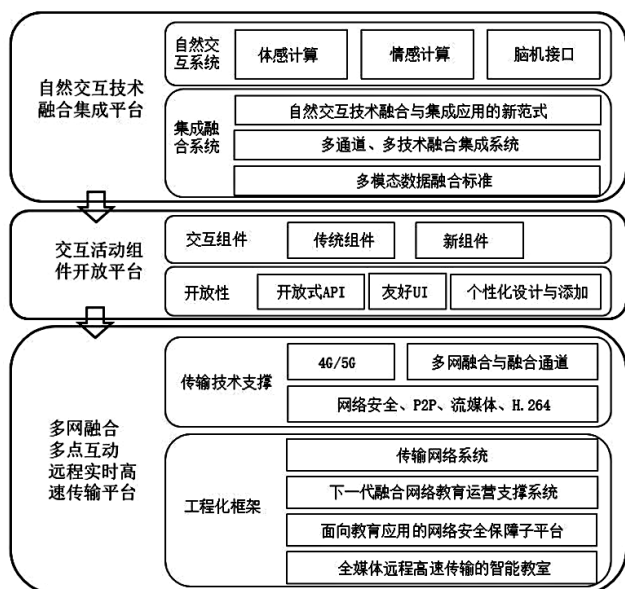


图 1 远程教学交互系统建设的技術路线

交互活动组件开放平台主要聚焦交互理论和模型、多模态数据融合技术两项研究内容。通过集成各类远程交互组件,满足在线学习时师生多样的交互需求,实现实时性交互活动的开放式平台。该平台集成了传统远程交互组件、运动感知、情感计算、脑机接口

等交互方式的全新交互组件和专业软硬件设备,提供开放的 API 接口和友好的 UI 界面,面向个人用户和行业企业开放。个人用户和企业可以基于平台已有交互活动组件开展教学交互互动,还可以依据自身的个性化交互需求设计添加新的交互组件,集成新的软硬件交互产品,在保证数据隐私的同时,丰富在线学习中交互活动类型。最终将一站式简化在线学习用户对平台的接口调用和可视化图形用户界面,打通交互需求设计、交互模式创新、多模态数据融合的全流程。

#### (二)以知识服务平台建设为重点的知识建模与分析技术路径分析

通过知识分析智能技术的研发,实现各知识库的优化整合;通过知识服务智能技术的研究,实现资源的友好呈现和检索推荐等,最终给受众提供基于本体知识库的智能知识服务平台以及优质学习资源自适应服务平台。面对社会对知识工程等相关共性技术的需求,进一步建成知识本体、学习资源工程化验证与试验,推动技术的成熟与迁移应用(如图 2 所示)。

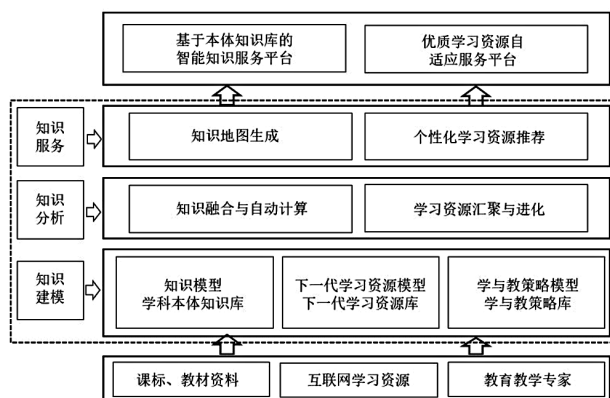


图 2 知识建模与分析平台技术路线

首先,从教学大纲、教材目录抽取学科核心知识点以及知识点之间的层级关系,形成以学科知识点为核心的本体概念模型;其次,对教材内容进行深层次处理与分析,基于自然语言处理、概念标注以及关系抽取技术,自动化获取知识点之间复杂的逻辑关系,形成本体知识库中的实例数据;最后,研发辅助教育专家的半自动化知识库构建工具,提供可视化、交互式的用户界面,将自动抽取的结构化信息按置信度排序提交给用户进行验证和修改;用户验证和修改后的数据在添加到知识库之后,将作为训练样例对自动化抽取模型进行再训练,逐步提高自动化标注与抽取结果的准确度。

#### (三)以数据模型研发为核心的学习者建模与学习分析技术路径分析

学习者建模与学习分析技术可划分成三大研究



系统,即教育数据采集系统、学习者模型常模数据库、教学过程检测与学习分析系统。具体建设上,教育数据采集系统的建设需要解决采集方式和来源多样、数据采集业务标准和技术标准不统一的问题,通过开发基础数据模块、应用数据模块、系统日志模块,实现数据采集接口的统一,保障教育数据的抽取、清洗、汇集以及管理(如图3所示)。

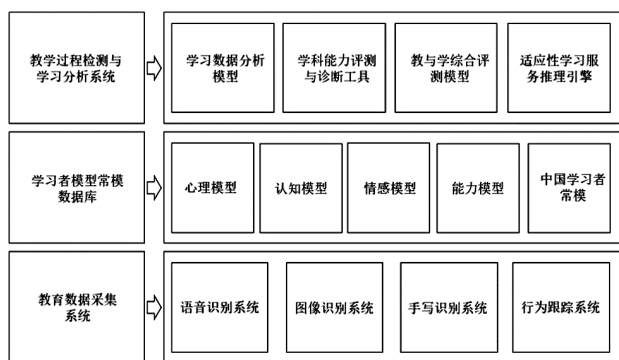


图3 学习者建模与学习分析研发技术路径

#### (四)以学习空间优化为核心的学习环境设计与测评研发路径分析

推动学习环境设计与测评技术上各项研究内容的展开,需要大量的试验探索和应用检测,为此不仅需要建立虚拟课堂技术实验室作为研发的核心部门,同时,还需要建立VR与智慧学习空间工程化验证与试验基地,针对在智慧教室、虚拟实验室、网络在线课程以及远程专递课堂四种学习空间中的技术、标准应用情况,检验技术、发现问题,以进行持续的更新优化,最终输出优质的环境设计与测评方案,建立示范性基地。虚拟课堂技术实验室作为核心,搭建智慧教室测评实验室、VR/AR教学增强实验室、虚拟课堂数据采集与分析实验室,分别解决学习空间测评、增强以及优化方面的问题。面向教育产业需求,成立VR教育资源生成与共享平台、学习空间设计优化与测评平台,以开放共享实现VR教育资源、学习空间优化方案等研究成果的推广应用,产生社会影响力,最终推动相关建设指南及标准的制定(如图4所示)。

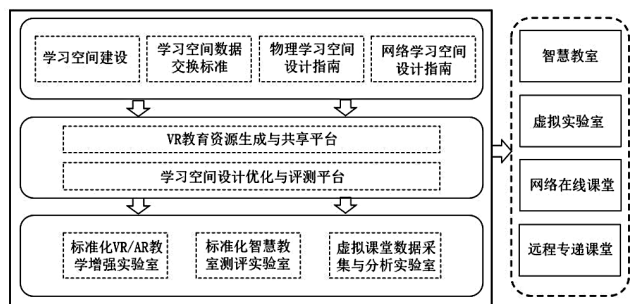


图4 学习环境设计与测评技术建设内容结构

#### (五)以动态监测和宏观决策为目标的系统化教育治理支持技术路径分析

在系统化教育治理实验室的建设上,对应于建设任务中的教育系统监测与评估,构建了教育治理综合数据库,并研发教育系统监测与评估平台;对应于建设任务中的决策支持,开展校务管理数据服务系统建设,研发决策支持工具。数据及数据库的建设是动态监测及科学决策的基础,为此需建立海量教育治理综合数据库。开发能接纳多个部门数据源的数据模块,通过数据上报和数据交换实现结构化教育数据的采集与更新,建设教育治理决策所需的基础数据库;开发包括教学行为、学习行为、教师教研、学生成长与发展、教师发展、学校区域教育发展等在内的教育数据模块,建设教育治理决策所需的教育状态数据库;开发包含网页信息、社交信息、报刊信息等多途径和渠道信息的数据模块,构成教育治理决策所需的社会舆情数据库(如图5所示)。

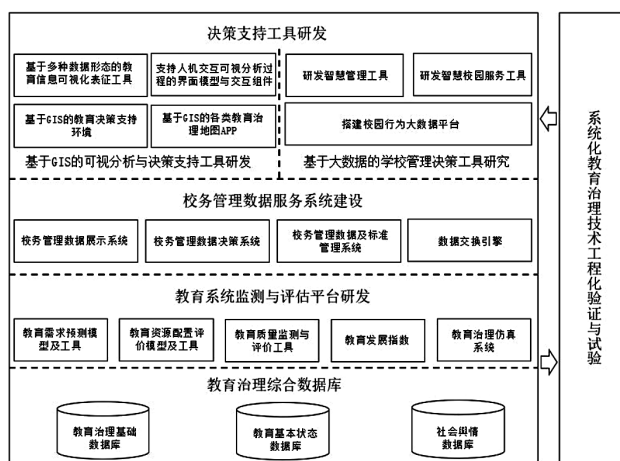


图5 系统化教育治理技术研发和工程化路径

## 六、结 语

在未来教育场景中,互联网技术将成为必不可少的部分,随着教育专网的建设,互联网技术一方面作为技术应用存在于教学场景中,另一方面作为直观教学的媒介有力地传播知识和启迪智慧。教与学的过程中,互联网教育智能技术将推动物理空间、社会空间、信息空间的融合,使得教育情境变得开放、自然、适切;管评测方面,互联网教育智能技术将围绕提升教育质量、促进教育均衡而全面发力。未来互联网承载诸如人工智能、大数据、物联网、区块链、边缘计算等新兴技术共同推进教育变革,实现真正意义的“因材施教”。



[参考文献]

- [1] 黄济,王策三.现代教育论[M].北京:人民教育出版社,1996.
- [2] NIU X,SUN X,WANG H,RONG S,QI G,YU Y. Zhishi. me-weaving chinese linking open data [C]//International Semantic Web Conference. Berlin Heidelberg: Springer, 2011.
- [3] SOCHER R,HUVAL B,MANNING C D,et al. Semantic compositional-ity through recursive matrix-vector spaces[C]//Proceedings of EMNLP-CoNLL.2012: 1201-1211.
- [4] SANTOS C N D, XIANG B,ZHOU B. Classifying relations by ranking with convolutional neural networks [C]//Proceedings of ACL. 2015: 626-634.
- [5] HARRELL I L,BOWER B L. Student characteristics that predict persistence in community college online courses[J]. American journal of distance education,2011,25(3): 178-191.
- [6] 中国教育技术协会技术标准委员会.多媒体教学环境工程建设规范[J].现代教育技术,2011(10):123-158.
- [7] 熊华军,闵璐.解读美国网络教育质量国家标准[J].中国电化教育,2012(12):36-40.
- [8] 祝智庭,贺斌.智慧教育:教育信息化的新境界[J].电化教育研究,2012,33(12):5-13.
- [9] 陈霜叶,孟浏今,张海燕.大数据时代的教育政策证据:以证据为本理念对中国教育治理现代化与决策科学化的启示[J].全球教育展望,2014(2):121-128.
- [10] 李葆萍,周颖.基于大数据的教学评价研究[J].现代教育技术,2016(6):5-11.
- [11] 黄荣怀.胡永斌.杨俊锋.肖广德.智慧教室的概念及特征[J].开放教育研究,2012(2):22-27.

## Study on the Development Direction and Path of Intelligent Technology in Internet Education

HUANG Ronghuai, CHEN Li, TIAN Yang, LU Xiaojing, ZHENG Qinhu, ZENG Haijun  
(National Engineering Laboratory for Cyberlearning and Intelligent Technology, Beijing Normal University,  
Beijing 100875)

**[Abstract]** To promote the modernization of education, realize the inclusiveness and individuation of future education and promote the development of education-related industries all depend on the development of Internet education and the breakthrough of key technologies. By analyzing the current situation of intelligent technology in internet education through international comparison, this paper finds out that five major technical problems to be solved are network interaction, learning resource supply, learner modeling, learning space integration and educational decision-making. In view of the educational reality in China and the urgent demand for high-quality educational resource sharing and intelligent education service, the development direction and path are put forward, including distance teaching interactive system, knowledge modeling and analysis, learner modeling and learning analytics, learning environment design and evaluation, systematic education governance and other technologies.

**[Keywords]** Internet Education; Intelligent Technology; Development Direction; Research and Development Path