

# 基于云边协同的智慧 教学空间模型研究与应用

谷寅<sup>1</sup>, 张辉<sup>2</sup>

(1. 空军工程大学航空机务士官学校, 河南 信阳 464000; 2. 南京工业职业技术大学, 江苏 南京 210023)

**摘要:** 基于物联网技术, 将教室设备管理、教学活动管理、学生考勤管理、远程教学互动等软硬件集成为智慧物联教学空间应用系统, 是学校教育教学管理发展的一个未来方向。文章针对高校智慧教室系统的可行性和教学过程需求进行了剖析, 并基于云边协同技术、人工智能、物联网等关键技术, 并按照“感传知用”数据流程模式, 打造了线下实体课堂教学与线上虚拟课堂教学紧密结合的一体化智慧教学空间系统, 促进了教学模式创新, 满足了“全物联、全时域、全过程、全终端、全受众”的教学空间管理需求, 填补了行业空白。

**关键词:** 物联网; 大数据; 智慧教室

**中图分类号:** G642

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1003-2614(2020)12-0145-06

## 引言

如何推动教育与信息技术深度融合, 实现高等教育内涵发展、质量提升、改革攻坚成为现阶段教育改革重点任务之一。2012 年, 国务院印发《教育信息化十年发展规划(2011-2020 年)》提出, 到 2020 年全面完成《教育规划纲要》所提出的教育信息化目标任务, 显著提升教育管理信息化水平, 将信息技术与教育发展充分融合, 形成与国家教育现代化发展目标相适应的教育信息化体系。

在国家政策的推动下, 教育领域信息化建设开始由硬件基础设施建设向“互联网+教育”软件应用、数据工程高端价值链延伸, 云数据、人工智能、柔性物联等将成为下个风口<sup>[1][2]</sup>。目前, 国内教育领域主流企业均提出了相应的“智慧教育”解决方案, 例如, 腾讯提出“新工科、智慧校园、在线教育”生态图景解决方案, 英特尔通过人工智能和边缘计算技术促进标准化布局, 百度教育大脑赋能整合百度云+百度教育资源。由此可见, 利用大数据、物联网、人工智能和虚拟现实技术发展智慧教育必将是未来高校教学模式发展的主流趋势。在智慧教室建设方面, 智园、赛杰、卡索、康邦等公司纷纷提出自己的智慧教学解决方案并针对“985”“211”等主流高校开始了提前布局和宣传推广, 但具体解决方案方面几乎均以“云+端”为建设模式, 以软件系统建设为主, 强调教室内沉浸式学习环境打造和线上课外泛在学习环境的拓

展, 产品同质化严重。

本研究提出的基于云边协同的智慧物联教学空间模型构建与应用作为系统的智慧教学解决方案, 充分吸取了当前教育领域主流企业的信息化建设发展经验, 并针对“目前国内高校普遍存在的教学资源分布不均、优质教学资源不足引起的不同校区间学生无法均衡享受优质教学资源问题, 教学资源数据化程度不够、无法支撑师生泛在学习问题, 教学设施落后、制约教学模式创新问题, 高校教学痛点难点问题”, 利用“云大物移智”等核心关键技术, 有针对性地打造了线下实体课堂教学与线上虚拟课堂教学紧密结合的一体化智慧教学环境, 满足了当前高校教育变革发展的需求, 实现了教与学的深度融合, 并在一定程度上引领了教育模式的变革方向, 必将有广泛的市场前景。预期可用于智慧校园体系下的以智慧教室为核心, 以智慧实验室、智慧图书馆等智慧空间为辅助的智慧教学领域, 推动信息技术和智能技术深度融入教学管理全过程。

## 一、智慧教学空间建设发展现状

近年来, 依托完善的信息化发展规划, 美国、英国等发达国家的高校的智慧教学空间信息化发展以服务为导向, 致力于技术和服务创新并取得了长足的进步。通过运用网络教学平台和网络学习资源, 融合现有的传统教学模式和创新型的教学模式如 e-学习(e-learning)、e-大学(e-universi-

收稿日期: 2020-09-13

作者简介: 谷寅, 空军工程大学航空机务士官学校讲师, 博士, 主要从事计算机网络安全管理及电化教育研究; 张辉, 南京工业职业技术大学机械工程学院讲师, 博士, 主要从事智慧校园信息化系统构建及物联网领域智能产品设计的研究。

ty)等,比如,美国哈佛大学MOOC教学正在颠覆传统大学的教育模式,打破大学的国界和校界,使得全世界的学生不再受时间和空间的限制接受高等教育<sup>[3]-[5]</sup>。随后又出现了微课、SPOC(小规模限制性在线课程)、BYOD(自带设备学习)、翻转课堂等其他演变形式。这些新型的教育教学模式,使得优质的教学资源和教育咨询也面向社会大众提供服务,面向社会进行产业化推广,从而强化了各大高校在自己优势教育领域的辐射力和影响力。此外,还注重前沿信息技术的应用,强调数据共享和突出信息化的创新催动的功能。移动计算和无线技术打破传统的教室界限,使得传统大学校园变为可以随时随地访问和漫游的科研图书馆和协作实验室。例如,斯坦福大学将云技术作为信息化建设重点,强调无论何时何地,信息技术服务都能让人取得所需的数据资料;澳门大学强调高速信息网络和大容量信息存储设备建设,率先构建了ATM高速网络、遥距同步镜像SAN存储系统、全覆盖无线局域网系统、多用途澳大智能卡系统等,并加入了国际Eduraom漫游计划。不仅如此,澳门大学同样强调教学方案信息化、办公系统信息化和智慧化校园建设,为内地高校信息化建设发展起到启示和引领作用<sup>[6][7]</sup>。

国内高校基于智慧教学的理念,教学空间已经开始从网络化、数字化逐步向智慧化转型。例如,清华大学升级和改造了原有科研信息化系统,并依托自身的研发团队努力打造创新性科研团队,其科研信息化在科研管理系统(包含科研办公、人员管理、项目管理、科研奖励、论文管理、成果管理、协同平台等功能)、海量存储和云计算方面等领域位居全国高校前列,并对学校科研发展起到了强有力的推动作用;华中师范大学积极运用物联网、云计算、大数据、移动互联网、人工智能等新型ICT技术,集约化建设软硬件基础设施,提供多种教学云服务。此外,还升级智慧校园课程中心,增加视频服务功能,实现教学视频在线剪辑和在线直播,建成更为完整的教学辅助系统,支持实现互动式、个性化、适应式教学,体现了云端一体化、模式多元化、行为可视化、设备移动化、管控智能化、能耗绿色化的设计理念。通过统计分析,国内主流高校在教学基础设施建设方面,基本建设了多媒体教学系统、录播系统、环境感知和控制系统,并扩展了网络带宽和实现了教学网络的全覆盖,成果显著。由于缺乏统一设计规划,导致教学信息化建设不能实现全面数据交换,影响了数据的流动和整合,导致数据只能在较低级的层面发挥价值,很难加以凝聚并在更高层面完成建模,无法深入挖掘和分析,发现教学数据背后所蕴藏的价值,这些都给后期技术改造和升级带来很多困难<sup>[8]</sup>。

综上所述,国外高校注重教学理念和模式创新,以师生服务为导向,通过技术和服务创新来反向推动教学模式变革,其特点归纳为:一是注重信息技术与教育教学的融合,深化应用并服务社会;二是科研资源丰富,提供便利获取手段

并社会化推广;三是跟踪前沿信息技术,突出信息化的创新功能;四是极其重视信息化基础设施建设和人员保障,建设与运维投入力度大。国内高校信息化建设起步较晚,前期强调硬件基础设施建设,近年来开始注重数据的统一分析应用,主要呈现以下特点:一是强调以数据为中心开展教学信息化建设,以基础设施层、平台支撑层、业务应用层为支撑,并强化安全保障体系、运行服务体系、标准规范体系的制度保障作用<sup>[9]</sup>;二是注重教学信息化基础设施建设,但普遍缺乏统一布局,导致不同教学空间无法实现教学数据的互联互通。

## 二、智慧教学空间设计理念

智慧教学空间是智慧教学的空间载体,从技术的角度来实现教学空间的“智慧性”,强调人工智能、物联网、大数据、互动技术等各种新兴技术的应用,强调课堂教与学行为数据的采集与分析,强调智能感知学习情境、识别学习者个性特征、按需推送学习资源、自动评估学习结果等功能<sup>[10][11]</sup>。本研究经过长期的技术和市场调研,吸取了当前教育领域主流企业的信息化建设发展经验,以高校教学过程中的难点、痛点为切入点,充分利用“云大物移智”等核心关键技术,有针对性地打造了线下实体课堂教学与线上虚拟课堂教学紧密结合的一体化智慧教学环境,满足了当前高校教育变革发展的需求,实现了教与学的深度融合,必将有广泛的市场前景。本研究认为:

第一,智慧教学空间设计要与脑科学和学习科学相结合,需要遵循心理学、建筑学、人体工学等原理,促进学习者的全脑开发。

第二,智慧教学空间环境设计要趋向于分布式布局,运用硬件技术进行物质上的支撑,借助于软件系统对硬件技术进行智能的集成控制,实现现实教室与虚拟教室(主要面向远程学习者)之间的信息及群体间的互动;充分发挥云计算技术支持系统和各智能终端的功能,实现教与学过程的资源共享和交流互动,正式学习和非正式学习无缝连接。

第三,智慧教学空间需要融合学习分析技术,记录学生的学习过程和学习轨迹,对学生学习风格、态度、能力进行分析,实现个性化的资源推送和学习支持。

第四,智慧教学空间要与具体学科充分结合,具有专业特色。根据学校的教学模式和学科特点,有针对性地重构课堂和教学过程,引导、采用适应性方案评价学习结果;在学习方式上,要根据学科特点和学生特征,重构教室环境,建立群体协同知识建构。

第五,智慧教学空间要建立多元评价机制。建立使用效果的评价标准和考核方式,针对不同的学科和相应的教学活动,采用不同的考核方式和评价指标;要考核经济投入与生均经费、学生学习效果等。

本研究提出的智慧教学空间体系将以智慧教室为核心、以智慧实验室、智慧图书馆等智慧空间为辅助,运用共享资源、互动教学、流程管理、智能分析等多种方式,全面覆盖教学过程的“教、学、管、评”各环节,打造全时空“智慧:教+学”体系(见图1)。通过线下向线上拓展、课内向课外延伸、本地向异地辐射,有效地支撑教师和学生从传统教学模式向翻转课堂、混合教学模式的转变,促进教学质量的提升。本研究提出的云边协同智慧教学空间体系具有以下特点:一是便于体现先进教学理念;二是便于教学模式应用创新;三是便于教与学的多向互动;四是便于教学时空全面拓展;五是便于教育资源按需共享;六是便于教学数据采集分析。



图1 云边协同的全时空“智慧:教+学”体系

### 三、研究内容

基于云边协同的智慧物联教学空间,按照“感传知用”数据流程模式,强化教室终端和数据云端的交互作用,教室终端采用边缘计算技术、空间环境管控与情景感知技术等,将底层感知设备采集的大量碎片化数据进行分析处理和梯度处理,底层边缘计算中心负责处理信息量小、易分析、需及时反馈的数据,经过数据计算分析后及时反馈给教室终端设备和用户端,满足数据的随采随用需求;智慧教学云平台采用教学大数据分析技术和人工智能技术等,将边缘计算中心梯度处理后传输过来的信息量大、难处理、价值较高的数据进行统一分析、计算和存储,然后将处理后的数据信息反馈给智慧教室线下端,以支撑用户对信息的使用。

#### (一) 新型智慧物联教学空间模型

基于云边协同的智慧物联教学空间体系架构(见图2),通过分布式数据处理减轻云数据中心数据存储和分析压力,降低网络传输设备要求,并提高智慧教学环境控制的及时性,实现随采随用。基于该体系架构建立的基于云边协同的智慧物联教学空间原型系统是线下实体教室与线上虚拟教室一体化的智慧教学空间环境,深度融合了空间环境管控与情景感知技术、教学大数据分析处理技术、基于云边协同的融合分析引擎技术、人工智能技术、柔性物联重组技术等核心技术,其核心内容主要包含以下四个部分:

##### 1. 基于边缘计算的底层数据网络资源池系统

在云平台数据处理分析基础上,根据底层感知设备采集数据的信息量、处理难易程度、价值等,采用边缘计算技术对数据进行分布式处理。将信息量小、易分析、需及时反馈的数据的分析处理任务部署在底层边缘计算中心,将信息量

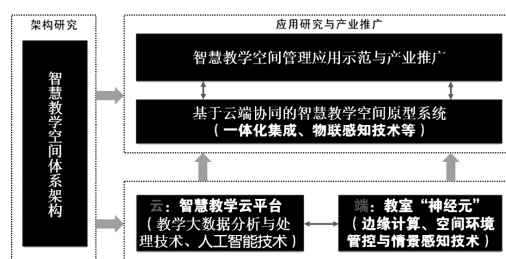


图2 基于云边协同的智慧物联教学空间体系架构图

大、难处理、价值较高数据的分析处理任务部署在云数据中心,有效地减轻云数据中心数据存储和分析压力,降低网络传输设备要求,并提高智慧教学空间环境控制的及时性,实现随采随用。基于边缘计算的底层数据网络资源池系统(终端神经元)可以有效地解决传统“云+端”布局时云数据中心数据存储和计算压力过大的问题,实现了数据分级梯度处理,提高了效率,降低硬件要求;通过智能化的数据分析处理手段,实现数据在云平台资源中心与底层边缘计算中心分级存储;建立云边协同的数据分析处理技术体系架构和相应系统,实现将温度、湿度、光照等环境要素信息、教师教学设备操作习惯数据、行为分析数据等需要及时反馈信息数据部署在边缘计算中心,提高教学空间的智慧化水平。

##### 2. 大数据环境下的智慧教学服务平台系统

依托人工智能与大数据技术打造的智慧教育平台主要分为智慧教育与智慧学习,将“云平台、内容及工具”等三大应用工具融为一体,构建一体化信息环境和新媒体教学方式,通过“云+端”的应用,实现教室内多种终端设备的无缝连接和智能化运用,提供大数据分析、教学管理等,进而改变课堂结构。大数据环境下的智慧教学服务平台系统可以有效地解决当前课堂被动式教学的困境,打造灵活自主的新型教学方式:教师运用智慧教学系统随时获取学生的学习状态数据,及时调整教授进度和内容量,实现智慧化的教学;学生则利用智慧学习平台,不仅实现了在课堂上的引导式学习,还能完成课前线上预习、课后针对性复习的目标,更好地实现个性化、差异化的学习,并有效地管理教与学的情况。大数据环境下的智慧教学服务平台系统使教学方式突破了时空限制,逐步实现了以教师为主的集中授课方式向学生自主学习和协助学习的方式转变。

##### 3. 基于人工智能技术的新型线下实体智慧教室软硬件

根据教学空间管理、教学活动需求和教学过程管理实际需求,运用共享资源、互动教学、流程管理、智能分析等多种方式,有针对性地开发课堂教学应用软件、课后资源学习软件、师生信息交互平台等软件系统和研制智慧教室智能感知和控制相关的硬件设备,打造形成全时域、柔性并支持泛在化学习的智慧物联教学空间,实现线上紧密连接教学云平台系统、线下紧密衔接教学实际活动的目的,最终全面覆盖教学过程的“教、学、管、评”各环节,构建全时空“智慧:教+学”。基于人工智能技术的新型线下实体智慧教室应用软件



客户端随时调用,需要同步的数据经数据中心简单分析处理后传递至异地教室终端,将需要反馈给智慧教室的数据通过网络系统直接实现数据的交付,经过数据的梯度处理,减轻了云数据中心数据存储和分析压力,降低了网络传输设备要求,提高了智慧教室教学环境控制的及时性,实现了数据的随采随用,其具体的技术构建方案如图5所示。

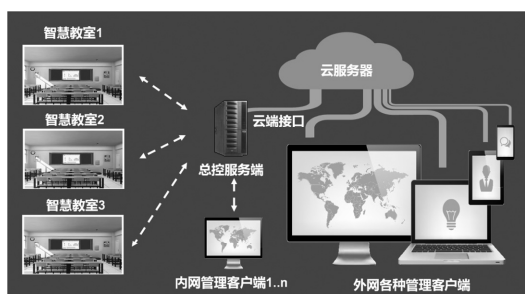


图5 云端数据处理技术方案



图6 智慧教学空间教学应用效果

## 五、教学效果

基于云边协同的智慧教学空间在一定程度上变革了现有教学模式,智慧教学空间教学应用效果见图6。

### (一) 针对教师,实现了多模式教授

课前,教师通过平台实现智能备课、资源索引和导学做到精心设计课程;课中,通过智慧教室实现自动点名、随堂评测、教学录播、课堂互动等做到灵活施教;课后,通过平台在线布置作业、在线发布测试题目、辅导答疑等,做到按需辅导。方便了教师教学工作的开展,提高了教学效率。

### (二) 针对学生,可以实现多维度个性化学习

在课堂内,依托智慧教室按需实现分组协作、探究研讨、疑问提出、答疑等,实现了线下面授学习和互动学习相结合;在课堂外,依托学习平台学生端,可以实现自主在线学习、智能推送资源学习、自主考核成绩和学生间网络协作学习等,实现了线上自主学习和协作学习相结合,将极大地提高学生学习的自主性和灵活性。

### (三) 针对管理者,可以实现对教学活动的智能化管控

学校管理者可以通过平台将教学情况、教学保障情况、师生情况等教学态势实时展现;并针对学习情况、资源利用

情况、学生学习情况和教学效果等教学过程动态分析呈现;此外,学校管理者还可以通过智慧教学平台实现对教学资源、教学考评、教学保障、教务管理等进行综合管理,做到精准实施。



图7 智慧教学空间教学过程中教师、学生、管理者交互关系

智慧教学空间系统通过数据引导支撑,重塑了教师、学生和管理者等三者关系(见图7)。系统通过收集和记录学生行为,并对数据进行分析和处理,实现预测学生表现和将结果可视化展现,然后对学生、教师和管理者提出指导性意见。对学生不良行为进行干预,对教师落后教学方式开展建议,对管理者管理方案提供数据依据,最终实现让管理者、教师可以适时地、及时地给予学生指导和帮助。

## 结论

本研究通过深入研究和融合空间环境管控与情景感知技术、教学大数据分析处理技术、基于云边协同的融合分析引擎技术、人工智能技术、柔性物联重组技术等关键技术,提出了基于云边协同的智慧物联教学空间原型系统。该系统具有明显的技术创新特征:

第一,基于“感传知用”技术手段,提出了线上线下融合的智慧教学空间体系架构,强化了“云+端”数据布局模式,具备纵向兼容、横向开放、柔性适配等特点,可有效地支撑智慧教学应用系统快速构建。该体系架构以物联网+音视频可视化技术为基础、以师生互动教学为核心、以服务教学为指向,打造课前、课中、课后的教学过程一体化,实现课堂学习与课外学习的泛在化,最终翻转教学模式,形成以学习者为中心的教学环境。

第二,结合教学场景构建了一种边缘计算终端设备和云边协同融合分析引擎架构,可支撑实现教学数据采集侧即时消费。针对大量教学环境中产生的数据进行分类梯度处理,将信息量小、易分析、需及时反馈的数据的分析处理任务部署在底层边缘计算中心,将信息量大、难处理、价值较高数据的分析处理任务部署在云数据中心,以减轻云数据中心数据存储和分析压力,降低网络传输设备要求,并提高智慧教室教学环境控制的及时性,实现随采随用。

第三,设计局域网设备自主接入和组网功能,实现设备智能识别、自主接入、局域网络共享传输等功能。依托人工智能技术和短距网络传输技术,构建智能化局域网信息接入模块,实现各类环境感知设备和数据终端设备通过自动连接该模块后摆脱不同品牌和型号之间的设备兼容性问题,实现

直接互联和数据共享,方便智慧教室后续的升级改造。

第四 融合应用教育大数据分析 with 处理技术 打造教学 OODA 环 从教与学的角度实现促进学习的智慧 灵活运用技术来支持学习过程、增强学习效果。

综上所述 基于云边协同的智慧教学空间将线下实体课堂教学与线上虚拟课堂教学紧密结合 实现了共享资源、互动教学、流程管理、智能分析等多种效果 做到了全面覆盖教学过程的“教、学、评、管”各环节 构建了全时空“智慧·教+学”,有效地支撑了教师和学生从传统教学模式向翻转课堂、混合教学模式的转变,促进了教学质量的提升。

#### 参考文献:

- [1][9]汤 优 等. “互联网+”下的智慧教室设计研究[J]. 软件导刊·教育技术 2017(7):67.
- [2]张亚珍 等. 国内外智慧教室研究评论及展望[J]. 开放教育研究 2014(1):83.
- [3]Beichner Robert J, Saul Jeffery. et al. Introduction to the SCALE-UP (Student-Centered Activities for Large Enrollment Undergraduate Programs) Project[J]. The International School of Physics Enrico Fermi 2003(6):1-3.
- [4]Dekdouk A. . Integrating mobile and ubiquitous computing in a smart classroom to increase learning effectiveness [J]. International Conference on Education and E-Learning Innovations 2012(7):1.
- [5]Cooperstock J. R. Intelligent classrooms need intelligent interfaces: How to Build a High-Tech Teaching Environment that Teachers can use? [J]. Computer Technologies and Information Sciences 2003(6):9265.
- [6]Rescigno R. C. Practical implementation of educational technology. The GTE/GTEL Smart-Classroom [Z]. The Huene-me School District Experience 1988:18.
- [7]Skipton C. Moving from “dumb” to “smart” classroom: technology options and implementation issues [J]. Journal of college teaching & learning 2006(6):21.
- [8]陈卫东. 教育技术视角下未来课堂的研究 [D]. 上海: 华东师范大学博士学位论文 2012:11.
- [10]陈卫东 等. 未来课堂——高互动学习空间 [J]. 中国电化教育 2011(8):9.
- [11]陈 雷. 高校智慧教室物联网系统 [D]. 上海: 华东理工大学硕士学位论文 2016:4-7.

## Research and Application of Intelligent Teaching Space Model Based on “Cloud Edge Collaboration” Technology

GU Yin<sup>1</sup>, ZHANG Hui<sup>2</sup>

(1. Aviation Maintenance Sergeant School, Air Force Engineering University, Xinyang 464000, China;  
2. Nanjing University of Vocational Industry Technology, Nanjing 210023, China)

**Abstract:** Based on the Internet of things technology, integrating the software and hardware of classroom equipment management, teaching activity management, student attendance management, distance teaching interaction and other software and hardware into the intelligent IOT teaching space application system is a future direction of the development of school education and teaching management. This study analyzes the feasibility of school smart classroom system and the needs of teaching process, and based on “cloud edge collaboration”, artificial intelligence, IOT and other key technologies, and in accordance with the “sense, transfer, knowledge, use” data flow mode, the research has built an integrated intelligent teaching space system which closely integrates offline physical classroom teaching and online virtual classroom teaching. It meets the teaching space management needs of “all things, all space-time, whole process, all terminal and all audience”, and fills in the industry gap.

**Key words:** IOT; big data; smart classroom