

# 智慧教育服务生态体系构建

余胜泉<sup>1</sup>, 陈 璠<sup>2</sup>

(1.北京师范大学 未来教育高精尖创新中心, 北京 100875;

2.北京师范大学 教育学部, 北京 100875)

**[摘要]** 智慧教育是未来教育的必然趋势,但持续推进教育实现智慧化面临着结构性困境:教育信息系统建设碎片化、统筹建设与分散建设系统的两难困境、智能技术增大维护管理的复杂性、教育信息系统缺乏持续的维护、教育应用动态多变开发难以及校园网络安全性易受挑战等。为应对以上困境,应认识到拥有服务比拥有技术更重要,智能技术支持的教育服务是其中的关键,教育信息化要从关注平台建设、资源建设转型为关注服务建设。智慧教育服务建设关键是建立开放的服务生态体系,它以云网融合的服务架构为基础,构建出能自由组合服务、平等交易服务的教育服务市场。教育服务由政府、教育用户、教育服务供应商协同构建,这种多方参与、协同构建的方式能有效促进教育服务生态的常态化运转。云网融合的服务架构包括能力服务层、区域共享层和服务汇聚层,能力服务层基于教育服务的互操作模型构建面向教育业务的服务,区域共享层和服务汇聚层依赖互操作模型联通各类教育服务系统、各级教育单位,实现教育数据的动态流转和优质教育资源的共建共享。

**[关键词]** 智慧教育;教育服务;服务生态;云网融合;互操作模型;云计算

**[中图分类号]** G434 **[文献标志码]** A

**[作者简介]** 余胜泉(1973—),男,江西鄱阳人。教授,博士,主要从事人工智能教育应用、教育大数据、移动教育与泛在学习、区域性教育信息化研究。E-mail:yusq@bnu.edu.cn。

## 一、引言

智慧教育是未来教育发展的方向,是新时代教育信息化关注的重点。为加快实现教育现代化、建设教育强国,教育部在2018年颁发的《教育信息化2.0行动计划》中强调,要应用信息技术全面提升教育信息化发展水平,其重要任务是开展智慧教育,实现“互联网+信息技术”与教育创新发展的深度融合<sup>[1]</sup>。这表明教育信息化的发展重点由关注量变转变为关注质变,仅借助信息技术简单辅助教育已无法满足我国教育信息化的发展需求,如何应用智能技术赋能教育备受学界关注。祝智庭认为,智慧教育是一种未来教育范式,通过构建技术融合的生态化学习环境,以学为中心、以数据为纽带,利用人机协同优化教学过程和促进学习者美好发展<sup>[2]</sup>。黄荣怀认为,智慧教育是一种智

慧教育行为系统,由学校、区域或国家利用现代科学技术提供高学习体验、高内容适配性和高教学效率<sup>[3]</sup>。郭绍青认为,智慧教育是智能教育和人类教育的总和,其核心是构建智慧社会新生态,包括智能学习资源聚合服务新生态、教育智力资源服务新生态、泛在与终身学习新生态<sup>[4]</sup>。笔者认为,智慧教育是利用5G、云计算、人工智能等新一代信息技术,打造物联化、智能化、感知化、泛在化的新型教育环境,利用人机协同的教育智能形成一种全新的教育形态和教育模式,构建出能培养智能时代创新人才的教育新体系。智慧教育不是单纯的技术升级换代,而是以智能技术为支撑实现教育服务的系统性变革,服务的内容、结构、形态、模式都会发生根本性变化。智慧教育构建服务生态体系以实现变革目标,其核心和焦点是智能技术支撑下丰富、多元、可选择的教育服务。通过构建开放的

服务生态体系,学校由静态的知识仓库发展成为分布式、流动性、开放性以及能连接智慧认知网络的个性化学习空间。

## 二、推进智慧教育所面临的结构性困境

为实现智慧教育,国内外学者和机构进行了理论层面、政策层面的探索,教育部还启动了智慧教育示范区的试点工作,但持续推进过程中仍面临以下六个结构性困境:

### (一)教育信息系统建设碎片化

学校内部或各教育单位启动的教育信息系统建设工作,由于缺乏顶层设计和统一规划,没有形成有效的协调机制,使得学校系统碎片化现象、同质化现象严重,并且系统间存在物理隔离,各类系统的用户使用体验也很糟糕。一个比较典型的例子是,教师的日常工作和学生的学习常常需要穿梭在数十个平台之间,这些平台通常是国家、省、市/地、区/县、学校五级系统,如教学平台、资源平台、管理平台。他们大多都需要在这些功能高度相似的五级教学系统间来回切换,教师需要在不同层级的平台中完成重复性的工作,学生也不得不根据教师的要求使用多个学习平台(如各类 MOOC 平台)。这种多级系统入口不一、界面不一、认证方式各异、数据不贯通、部分系统功能老旧,使师生使用系统时面临重重障碍。系统建设初期各部门各自为政导致教育信息系统物理隔离,早期的教育信息系统数据资源类型各异、来源不一,数据不规范,数据标准不一致,系统管理分散,进而使得系统贯通成本高、数据汇聚难。传统教育信息系统难以汇聚教育数据阻碍了以教育大数据为支撑的智慧教育的开展。因此,我们必须重点关注教育信息系统碎片化建设导致的系统同质化、物理隔离等问题,建设符合用户需求和数据动态流转的教育服务系统,为实现教育个性化、智慧化打下基础。

### (二)统筹建设与分散建设系统的两难困境

教育信息系统有两种建设模式:统筹建设和分散建设。统筹建设是指整个区域建设通用的教育信息系统,使其最大程度地满足区域内学校的共性需求。分散建设则是由学校自身或与某个企业合作,因地制宜地建设符合学校个性需求的教育信息系统。在信息化建设初期,由于学校对教育信息系统的需求相对简单,统筹建设是一个可行且高效的方案,能满足学校的基础需求。随着信息化的深入,原本提供简单数字化服务的教育信息系统已无法满足用户的个性化需求和高服务质量要求,统筹建设一个普适的教育信息

系统将很难应对这一变化。若采用分散建设的思路,各教育单位独立建设教育信息系统,采用这种方式建立的系统相比之下更能满足学校的信息化需求,但学校是以育人为目标的教育服务单位,缺乏专门性的信息技术团队,过重的教育信息系统建设、维护工作以及随之增加的人力投入,使学校疲于应付信息化工作,而无法专注于育人这一本职工作。系统建设不仅在投入上存在两难困境,在服务用户方面同样也存在两难困境,统筹建设难以满足师生的个性化需求,教育行政部门管理的教育信息系统存在服务能力低下、服务体验差以及缺乏及时服务响应等问题。这种行政命令推动下的服务,其效率会随时间而下降,进而使得信息系统慢慢走向“衰亡”。分散建设可以满足个性化需求,但投入大、周期长,重复建设现象严重,区域数据缺乏共享,难以实现深层次的智能化应用。因此,教育信息系统面临统筹建设和分散建设的两难困境,要解决这一困境,不能只是简单的二选一,而应探索更加系统科学的解决方案,在云网融合的基础上,低代码实现不同来源服务的汇聚与整合,使之既能推动个性化的应用发展,也能实现大平台的规模化效应。

### (三)智能技术增大维护管理的复杂性

智慧教育需要诸如 AR/VR、全息、5G、大数据、人工智能等新技术的支撑,但这类技术与传统信息技术有诸多不同,主要表现在它们的先进性和复杂性需要较为复杂的基础设施支撑,对技术支持人员要求高,总体运行成本高昂,要使这类智能技术在学校稳定、持续地运行,对建设、运营、维护人员的专业能力以及学校资金投入提出了较高要求。对于一个普通学校来说,建立一个庞大的信息技术团队来支撑基于智能技术的教育服务系统建设、运维工作,几乎是不可能的。无论是全息课堂、AR/VR 课堂、5G 校园网络,还是教育机器人、教育大数据分析等,无一例外都需要高水平团队负责建设、维护、管理,这不仅增加了学校信息化建设的投入,而且学校还需投入更多经费培养智能技术相关的专业人才,以维护、管理智能技术支撑下的教育服务系统,这在经济上不具有可行性。资源相对丰富的学校尚可承担因智能技术应用而增加的投入,但资源相对匮乏的学校不仅难以承担智能技术带来的系列成本,也无力负荷智能技术的管理维护工作和专业技术团队的培养,这无疑会将这类学校拦在智能技术赋能校园信息化建设的大门外,进一步拉大不同学校信息化建设的差距。

### (四)教育信息系统缺乏持续的维护

学校的教育信息系统是服务性质的,需要根据教

育用户的需求持续地迭代改进,为用户提供高鲁棒性、高服务质量、高使用体验的系统。这意味着教育信息系统建设是一个持续投入的项目,而非一次建设就可以一劳永逸。目前,学校对教育信息系统的持续维护意识与能力不强,更多的是采用重复建设系统的方式。有的学校依赖小公司开发的教育信息系统,存在公司运营不善、过早倒闭、无法提供持续的维护服务等问题。若不持续维护和迭代改进教育信息系统,则会因为系统无法满足师生的需求、教育资源匮乏、用户使用体验糟糕、技术落后等问题,使系统成为一个无人访问的“电子鬼城”。因此,为推动教育信息化发展,充分借助信息技术赋能学校教育,需要持续改进教育信息系统,使用户能使用高水平、高稳定性的教育服务系统。基于现有的教育信息系统建设模式难以实现以上目标,我们需要新的建设模式以应对传统系统建设中存在的问题,这也是提高教育用户使用系统的意愿和参与校园信息化建设热情的关键。

#### (五)教育应用动态多变开发难

教育行业以服务人的发展为核心,服务对象的动态发展性决定其业务流程是动态的、情境化的、多变的。与生产企业有固定业务流程不同的是,教育信息系统的开发必须适应这种动态多变性。每年都有大量的教育产品和教育信息系统涌入教育领域,但很多信息化产品都无法满足多变的、实际的教育需求,无法在具体的教育场景中使用<sup>[9]</sup>,那些面向统一流程的普适性软件很难满足不同学校、教师个性化教育场景的需求。学校实际需要的是柔性可重组的教育信息系统,是贴近用户、具有服务性质的教育信息系统。这种贴近一线场景的教育应用开发是一项专业性极强、变化性较大的工作,负责这项工作的专家既需要对教育领域有深刻的理解,还需要较强的技术研发能力,而一般的教育机构很难拥有这类专家级的人力资源。学校虽然对教育需求有深刻的理解,但又存在技术能力欠佳的问题,所以也无法较好地完成教育信息系统建设工作。如何高效利用智能技术开发出符合多样教育需求的教育应用,成为持续推进智慧教育的另一个难题。

#### (六)校园网络安全性易受挑战

学校作为育人的核心场所,既有责任将学生培养成国家需要的创新型人才,也要确保学生有一个安全的校园生活环境。学生是校园网络的主要用户群体之一,比较单纯,容易受到外界不良信息的影响,他们的网络安全意识也比较薄弱、网络的认知度和辨别能力不足,容易受网络陷阱的诱惑。普通学校受制于缺乏高水平专业技术人才,网络安全管理往往不完善,容

易受到黑客及不良机构的攻击。教育信息系统除了要满足学校教育业务的需求,也应为师生营造一个干净、安全、绿色的网络学习空间。例如:教育信息系统需要对师生上网行为进行安全审计,做到上网行为可溯源;同时,也要提供绿色上网功能,为师生提供不良信息过滤和网络监控功能,对学生的上网时间和上网内容进行管控。网络环境复杂多变,学校常规的网络安全模式难以应对新技术和网络升级带来的潜在风险,使教育信息系统存在极大的安全隐患。若将校园信息安全和网络安全作为一项服务,可以通过租赁或购买服务的方式,让专业机构提供技术支撑,则有可能应对复杂的网络变化和技术升级带来的挑战,为校园安全保驾护航。

### 三、推进智慧教育的核心要从平台建设、资源建设转型为服务建设

智慧教育服务生态的重点是教育服务,它包括业务服务、数据服务和资源服务。基于云计算的教育服务生态体系能够将服务的提供方、使用方、监管方分离,各司其职以保障教育服务系统的安全性、健壮性以及维护的持续性,并利用开放的服务生态汇聚优质的教育资源,还可以将传统教育信息系统臃肿的单体架构、垂直应用架构转变为更易维护扩展的分布式、微型化服务架构,进而有利于智能技术的按需接入、教育应用的个性化定制和教育服务系统的数据贯通。其中,企业作为应用服务商(Application Services Provider, ASP)即服务提供方扮演着重要角色。他们将满足用户需求的教育服务系统分布式地部署在ASP的软硬件环境中,系统运行所需的人力、物力资源都由ASP提供,用户只需随时随地、按需使用服务即可,用户数据也会自动存储到学校近端的云服务器中。服务生态中的ASP使教育服务系统成为一种被托管的应用,借助云平台为教育用户提供SaaS(Software as a Service, 软件即服务)应用或RaaS(Resource as a Service, 资源即服务)应用。这一系列变革为教育信息化发展带来机遇,教育服务生态体系的建立能有效应对传统信息系统碎片化、缺乏维护、安全漏洞多、功能陈旧、技术落后等问题,也能推动学校信息化建设从以技术为中心回归教育本位。智慧教育服务生态体系要从原本的建设驱动转型为应用驱动,从关注数字技术转变为关注如何应用技术为教育用户提供智能服务。智慧教育也要从平台建设、资源建设转型为服务建设,将服务作为持续推进智慧教育的核心。

### (一)智慧教育服务建设是智能技术转型的必然

新一代智能技术极大地推动了教育的智慧化发展,尤其是超大规模在线教育加速了学校的信息化建设步伐,但也应认识到诸如人工智能、虚拟现实等智能技术的复杂性、专业性和技术更新的频繁性,以及技术出现时间短、相关人才紧缺等问题。这些问题提高了智能技术的应用门槛,增大了智能技术管理维护的复杂性,使每个学校都成为智能技术的拥有者变得困难。若基于云平台创建智慧教育服务生态,将变革智能技术支撑下的服务构建方式,使每个企业、学校单兵作战转变为多所学校、多个企业协同工作,学校从高端技术的拥有者转变为高端技术的使用者,企业由智能技术的软硬件售卖者转变为智能技术支撑的服务提供者、维护者。这种智慧教育服务生态,一方面降低了智能技术的应用门槛,另一方面通过群策群力推动智能技术的应用落地。实际上,学校作为智能技术的用户本就无须关注智能技术的内在实现、技术类别、服务载体,他们应该关心的是智能技术能否和如何赋能学校教育,以及使用这类技术的便捷性和技术运行的稳定性。应用服务商将智能技术支撑下的教育服务进行分布式部署,为每个学校就近提供 SaaS 应用,并且持续支持和维护教育服务的正常运转,还根据学校需求和技术发展不断优化、改进服务。因此,无论是从学校角度看智能技术的使用,还是从企业角度看智能技术的应用,都必须让更多技术能力强的企业和对教育需求理解透彻的学校参与智能技术支撑下的教育服务创建工作,促进智能技术最大化地发挥教育效益,并且能被更多学校使用。

### (二)智慧教育服务建设是推进信息化深度融合的必然

推进信息技术与教育教学深度融合,使信息技术不再是点缀式、浅层次的应用,既需要资源丰富、性能稳定、高 QoE(Quality of Experience,服务质量)的教育服务系统,也需要学校转变观念,从拥有系统到使用系统,使得教师获得智能系统提供的服务,从烦琐、重复性的工作中解脱出来,将主要精力用于探究如何实现信息技术和教育系统的创造性融合。企业作为教育应用服务商,为学校提供 SaaS 应用,使教育服务可以像任何服务一样被传递、使用,它的优点包括即点即用、无须学校维护、按需使用、随处可用、共享成本、稳定安全、创新变革风险小。学校也不再为繁重的平台建设、资源建设所累,能与本校或其他学校的专家一起探究如何将应用服务商提供的教育服务与各教学环节、各教育要素深度融合。基于云网融合的架构

创建智慧教育服务生态,学校、企业、政府共同参与智慧教育服务建设、管理、维护工作,助力教育服务的规范化、系统化、便捷化。智慧教育服务生态改变了传统教育软件边缘化、系统缺乏持续维护和系统功能无法适配教育情境等问题,基于云平台提供一种低成本、轻量级、高可用的智慧教育服务,这些服务能在教育专家的指导下恰如其分地融入教育系统,为教师教学、学生学习、学校管理赋能。

### (三)智慧教育服务建设是实现教育信息化可持续发展的必然

智慧教育依赖互联网、大数据、人工智能等新一代信息技术,这些技术的核心特点是发展非常快,一个系统一年内可能会迭代无数个版本。如果学校以商品的形式购买信息系统,而非系统支持下的服务,那么当这类系统一旦脱离开发企业的技术支持,就会很难跟上技术迭代更新的步伐,从而因系统功能老旧、技术落伍等导致系统的不可持续性。在实践中,我们能看到一些学校和教育行政部门存在这种现象,新一任领导来了,推倒前面建设的系统,重新建设新系统,新系统还没有发挥作用,技术马上过时了;下一任领导又推倒重来。信息系统永远在低水平重复建设,不仅无益于学校的信息化发展,还是一种极大的资源浪费。教育信息化建设是一项长期且复杂的系统工程,唯有将一次性的软件购买转变为持续的服务使用,使企业为了让用户续费而提供后勤式服务,在为学校提供个性化、健壮性、高使用体验教育服务的基础上,同时提供企业级的信息系统运营维护、迭代更新等服务,才能保障系统持续、健康地运转。实现教育信息化可持续发展的关键是构建智慧教育服务生态体系,政府提供政策引导并规范智慧教育服务的构建,建立平等的服务交易机制以实现教育服务资源的聚合;教育服务商通过相互合作以实现优势互补,为教育用户提供多样化的智慧教育服务;教育用户的需求具有多元化和差异性,他们负责提出服务需求,并使用教育服务、进行相应的反馈。教育服务生态以“政府引导、多方参与、共建共享”<sup>[9]</sup>的原则实现三方紧密合作、无缝衔接,促进生态系统的协调、持续发展。

## 四、云网融合的服务架构

云网融合是网络架构变革和服务模式转型并行驱动的“云”和“网”高度协同,网络利用虚拟化技术实现网络资源云化,云计算根据业务需求调度网络资源,“云”和“网”高度协同实现网络资源弹性适配云服务,云服务依靠云化网络将服务分布式地部署到用户

近端,保障业务应用高速、稳定、可靠。云网融合中,一切皆为服务,服务提供商依赖网络互联的多级云环境将基础设施、数据处理、教育资源、教育业务系统、教育工具等以服务的形式开放给各级教育单位,教育单位通过租赁或服务购买的形式按需引入教育应用以支撑学校的信息化建设,终端用户通过个性化服务空间随时随地访问专属的教育服务。云网融合的服务架构包括能力服务层、区域共享层和服务汇聚层(如图1所示)。其中,能力服务层基于互联的智能网络汇聚来自企业级、国家级的通用服务,所有通用服务汇聚到国家级教育服务注册与监管中心,省、市、区、县级教育单位简单组合、配置服务使其适配本区域学校的教学情境和教育业务需求。区域共享层实现多区域教育单位的服务互联互通、数据汇聚和资源共享,并搭建区域共性业务平台,促进区域内各教育单位共享资源、共担责任、相互支持、协同共进。服务汇聚层使用云服务集成平台,根据用户的行为数据和学情数据汇聚高度个性化的教育服务,教育用户只需在本地登录个性服务空间(网络学习空间),便能获取来自全社会、多层级的优质教育服务,用户数据也依赖智能网络在多级教育云环境中动态流转。基于云网融合的服务架构可以建立良好的教育信息化公共服务体系,能广泛吸引和激发社会力量参与教育服务建设工作,提高优质教育服务的供给能力,从而促进教育信息化的高效、可持续发展。

### (一)能力服务层:服务注册与供给

能力服务层包括国家级和企业级通用服务,它不仅要满足基础教育需求,还要使用户能个性化配置、原子化开发,即兼具服务的通用性和个性化。

国家级通用服务的重点是为教育服务生态体系建立国家级教育服务注册与监管中心,它将不同企业、部门提供的云教育服务汇聚到云中心平台,并详细描述各类服务的地址来源、属性、技术接口、市场价格、内容分级等信息,为教育服务的调用提供帮助与指导。当用户需要使用特定教育服务时,只需在国家级教育服务注册与监管中心输入服务名,便可以得到服务的地址、接口等信息,从而调用相应的服务。国家级教育服务注册与监管中心也需要对各种教育服务的数据、内容、质量等方面进行严格的监管,以确保教育服务的安全与质量。国家级教育服务注册与监管中心还需要汇聚第三方的教育服务数据,将离散的数据按照用户成长规律体系化、结构化,形成完整的用户画像,在系统脱敏和严格监管下,为各级教育单位提供结构良好的教育数据及数据分析服务。政府也需要规范并监管中心平台、教育服务系统的运行,以保障教育服务运行环境的稳定性和安全性,确保整个教育服务生态的常态化运转。

企业级通用服务重点在于提供云基础平台 IaaS (Infrastructure as a Service, 基础架构即服务)应用,它包括强大的计算能力、充足的存储资源、高效的网络

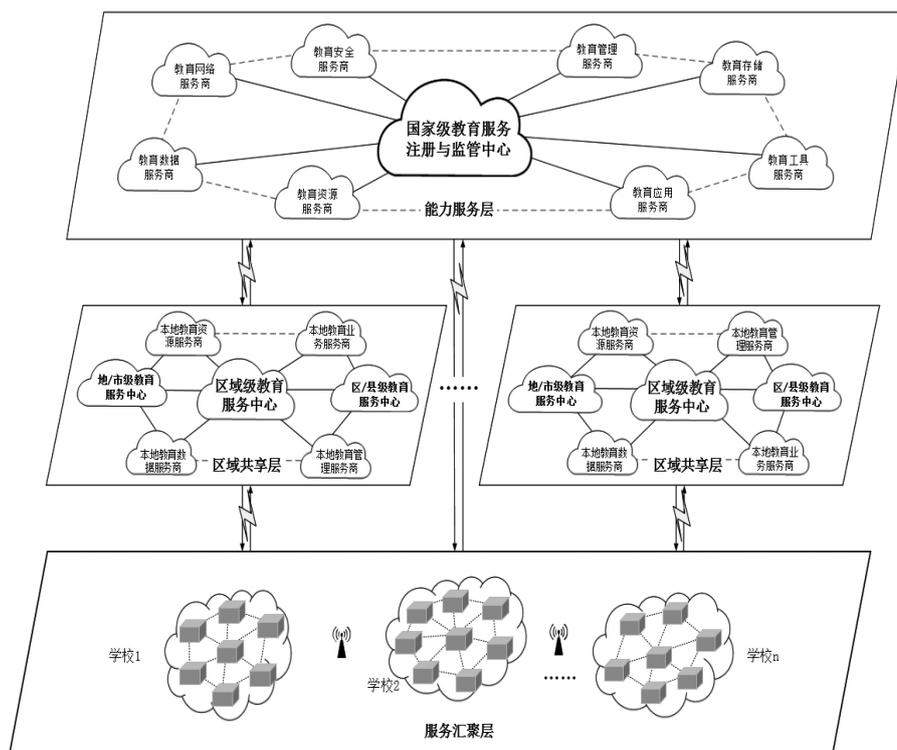


图1 云网融合的服务架构

连接和安全的运行环境,提供计算、存储、网络资源并保障服务的安全性。目前,云基础平台多由大型企业开发,面向整个社会提供服务,包括美国的亚马逊 AWS、微软 Azure、Google Cloud,以及中国的阿里云、腾讯云、移动云,这些企业不仅提供基础的计算、存储、网络资源,还提供资源的管理工具、安全配置和运行监控等,实现服务的便捷注册、教育数据和资源的汇聚,以及算力、网络、存储资源的弹性分配。

云基础服务方面,企业提供 SaaS 应用和 PaaS 应用(Platform as a Service,平台即服务),它们是服务提供商基于国家级教育服务注册与监管中心发布的教育产品服务或通用的功能组件,教育用户能按需获取教育服务,而学校也能依赖本地企业使用云平台的通用组件,低代码开发高度个性化的教育应用。目前,一些发展较好的互联网企业通过开放服务平台对外输出企业技术,赋能中小企业共建服务体系。这类开放服务分为两类:一类是企业根据自身的技术优势对外开放技术服务;另一类是企业以自己的平台为依托,以组件化的形式对外开放平台。对外开放技术服务由一些技术背景较强的大型企业主导。例如:腾讯对外开放的技术包括人脸识别、人体姿态识别、扫描文字识别等;百度对外开放的技术包括语音识别、分词、检索、车辆检测等,它们都以 API(Application Programming Interface,应用程序接口)的形式对外开放技术服务,并且支持多种语言、多种开发环境,对用户或技术背景较弱的本地服务开发商具有较好的包容性,支持轻量级零代码开发。以组件形式对外开放平台的企业,多是将用户绑定在自身的平台上,用户基于平台的组件库组装、配置组件以满足自身的业务需求,这类开放服务较典型的案例是腾讯基于微信平台提供的小程序服务。

总体来看,目前已经有一些企业参与建设云基础平台和开放云基础服务,要促进教育服务生态的持续健康运转,需要政府介入并引导更多企业参与到开放服务的建设工作中来,所有的教育服务通过云网协同汇聚在国家级教育服务注册与监管中心,开放给全国各地的教育单位。

## (二)区域共享层:业务服务化

区域共享层基于国家级教育服务注册与监管中心和企业级云基础服务,聚合区域内的教育数据、教育资源,共建共享网络学习空间、教育管理系统、教学教研系统等基础性教育业务平台,提供 SaaS 应用支撑区域学校集体备课、网络研修、学科教学和管理决策,促进区域教师、学生、管理者和家长等信息化应用主体协同发展。

区域共享层关注的第一个内容是数据汇聚。区域共享层基于能力服务层实现 DaaS(Data as a Service,数据即服务)应用,为区域学校提供多种方式来传递、收集和处理不同格式、多种来源的数据,包括数据采集、数据治理和标准化、数据聚合以及数据深度分析,为区域教育用户和教育部门科学决策服务。使用 DaaS 应用可以聚合区域内的教育数据,充分挖掘区域教育的教育价值,优化本区域的教育业务,促进区域内的教育业务精准化,支撑教育管理部门决策科学化。利用 DaaS 应用实现各级教育机构人员的校验与统一认证服务已经成为重要趋势。学校也可以利用 DaaS 应用采集考试与作业数据,通过汇聚不同用户与服务的数据,按照教育与心理相关模型分析数据,可以准确预测学习者的问题,提升本区域的教育质量<sup>[7]</sup>。

区域共享层关注的第二个内容是资源共享。区域共享层分门别类地汇聚区域内教学、教研、教管等资源,实现 RaaS 应用,一方面需要建立区域级的资源共享平台,另一方面区域要汇聚社会力量来贡献教育资源。建立资源共享平台需要注意资源检索的高效性、资源提交的便利性、资源存储的安全性、优质资源的筛选机制以及在识别用户需求的基础上主动推送资源的机制,进一步建立区域教育共同体间的互联、互动机制,形成基于资源的共同体社区,既能促进区域内优质教育资源共享共用,又能促进区域内资源的生成与进化。

区域共享层关注的第三个内容是区域共性业务服务。遵从统一的数据标准,使用国家级、企业级基础服务建立区域通用业务平台,学校可以在通用业务平台进行学校应用的个性设置。通用业务平台包括学校及各职能部门的门户系统、教育装备的管理系统、远程直播教学平台、网络学习社区、教师研修空间等。区域通用业务平台将这类相似度高、个性化低的业务系统进行统一规划,既保障各学校系统的相对独立性,同时还为学校提供个性化设置、配置业务平台的权限。

## (三)服务汇聚层:云网融合落地

服务汇聚层依赖云网融合的服务架构,在学校近端通过边缘计算构建教育服务汇聚系统,按需集成国家级通用服务、企业级通用服务、区域级通用服务以及学校级基础服务(如图 2 所示)。教育服务汇聚系统聚集的用户数据、情境数据、服务数据构成学校的基础数据库,存储在学校近端私有的边缘云数据中心,为学校领导提供全局性的数据统计分析和决策支持。云网融合的服务体系利用虚拟的智能网络,在云上实现不同层次、不同来源的教育服务的加载与重组,实

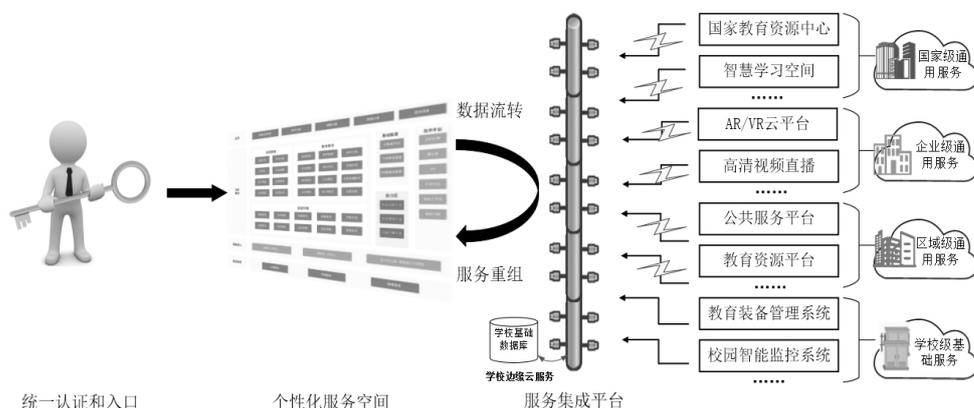


图2 学校近端服务汇聚层

现各级教育单位动态连接,支持区域教育单位的互联互通、数据流转、服务汇聚和资源共享。

教育服务汇聚系统中,教育用户只需使用专属的密钥通过平台统一认证后,便可在个性化服务空间使用来自全国各地、不同层级的优质教育服务。这类教育服务以人、岗位为对象,根据用户的业务流程和相互关系对各种教育服务进行分类、重组,给用户呈现的不是一个个软件系统和模块,而是一项项可以解决具体业务问题的服务并提供相应的资源,这些服务汇聚在个性化服务空间,不同的用户都享有跟自己角色相对应的专属服务。服务集成平台负责将各个软件功能模块及其所需的存储、带宽等网络资源,整合成面向不同角色的、解决实际业务问题的服务,形成个性化服务空间。对于各级教育单位、服务提供商、用户而言,“云”和“网”是融合的,他们只需按需定义服务或直接使用服务即可。

这里以学生使用教育服务汇聚系统为例,阐述学生作为服务主体使用个性化服务空间的整个流程,以及各级教育服务通过互联的网络在多级“云”中所实现的数据流转(如图3所示)。某学生作为终端用户访问个性化服务空间,系统对学生的密钥进行认证,认证成功后为学生开放个性化服务空间的使用权限,服务空间将用户的服务请求发送给服务集成平台,服务集成平台使用区域级通用服务 DaaS 应用分析学生的历史行为、反馈数据,同时联动周边感知设备采集的学习情境数据,服务集成平台根据数据分析结果重组基础服务组件为学生提供专属的教育服务,学生便可获得高度个性化的教育服务。个性化服务空间在学生访问专属服务期间,实时采集学生的行为数据,并不断更新用户模型,同时将学生数据推送至学校的云数据中心。在学生结束服务空间的访问后,系统将学校端学生的学情数据上传至区域云,区域云实时汇聚区域内各教育单位的学情数据,基于区域大数据实现区

域治理,如优质师资配比、学习资源数等。区域教育服务系统调用企业的反馈服务接口,自动将教育用户的使用意见反馈给相应的服务供应商,以更新、优化本区域的教育服务系统。中心云也将汇聚所有区域的数据和服务,政府基于大数据分析结果全面系统地了解全国教育发展水平、教育质量,制定出符合实际教育需求的教育政策,并改善教育服务生态体系的云基础平台,优化云基础服务。

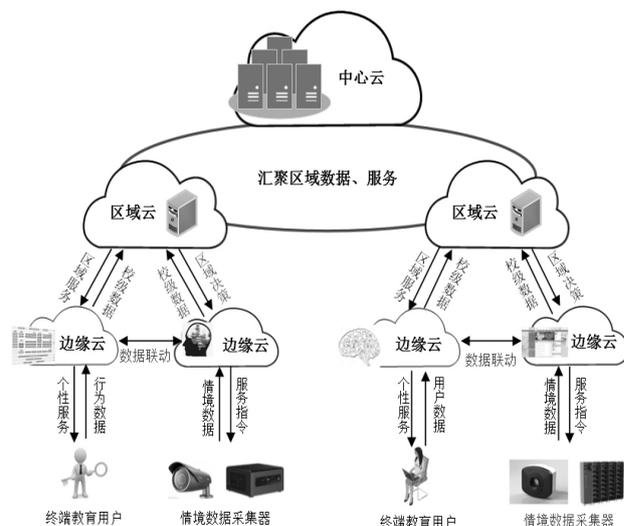


图3 学生的数据流转

## 五、教育服务的互操作模型

构建云网融合的服务架构,从而解决智慧教育中系统相互隔离、进化困难等结构性困境,关键是要借助教育服务的互操作模型,将原有“铁板一块”的教育信息系统拆分成可以进行互操作、信息交换的教育服务系统,使数据能在不同的教育服务系统间流转。智慧教育服务的互操作模型借鉴面向服务的体系结构的思想,主要包括教育服务的数据规范、教育服务的互操作规范、教育服务业务的互操作规范、教育服务的开发与运行规范。

### (一)教育服务的数据规范

建立教育服务的互操作模型,首先需要建立教育服务的数据规范,规范需明确教育中有哪几类教育服务,每类教育服务应包含哪些基础数据,可用于教育服务系统间交换的是哪些数据,数据以何种形式进行交换,每个数据元素都需要明确数据名称、数据类型、数据约束条件等。规范要根据教育业务划分的服关系,详细阐述每个服务对应的数据信息,便于各类教育服务系统实现教育数据共享。目前,我国已经有类似的数据标准,教育部已颁布《教育管理基础代码》《教育管理基础信息》《教育行政管理信息》《普通中小学校管理信息》《中职学校管理信息》《高等学校管理信息》《教育统计信息》等7个教育信息数据标准。由于数据规范是教育服务互操作的基础,建立教育服务的数据规范可以在现有数据规范的基础上补充和完善其他方面的数据,在保障数据的完备性与一致性的前提下,制定出一套完备的教育服务数据规范。

### (二)教育服务的互操作规范

教育服务的互操作规范要进一步界定系统具体的互操作方法,包括数据交换的结构模型、数据传递的报文定义、系统间的权限控制以及数据的安全性控制等。在互操作规范中,数据交换的结构模型依据教育服务的数据规范定义一系列数据对象;数据传递的报文则是用在信息流控制中心,一方面,控制中心发送报文给指定的代理程序,另一方面,控制中心从指定的代理程序中获取报文<sup>[9]</sup>;系统间的权限控制重在关注系统的安全性控制,避免未授权的访问、恶意的欺骗和攻击等;系统间的数据传输也需要明确服务互操作的身份验证和数据加密规范。教育服务的互操作规范要定义与平台无关的、与教育服务系统无关的数据交换规则,使得所有的教育服务系统能依据相同的数据交换规则通信。制定教育服务互操作规范,也需要注重系统安全和数据传输安全,确保系统互操作是在一个安全、可靠的环境中进行的。

### (三)教育服务业务的互操作规范

教育服务业务的互操作规范需要界定教育服务系统的基本业务流程以及与其他系统的互操作过程。业务的互操作规范基于教育业务的实际需求,根据具体的教育业务场景,界定一系列典型教育服务系统的服务功能和业务流程,规范教育服务系统的互操作流程,为系统间的互操作和数据交换提供清晰的指导。在教育服务互操作规范的基础上,教育服务业务的互操作面向具体教育业务场景,将教育服务系统的业务

抽象成典型的服务组件,并规定这些典型服务组件的相互关系、具体的交互需求、输入的参数以及返回值等。如图4所示,在确定教育服务A、B、C、D的具体业务流程及交互规范后,需要在服务集成中心注册服务,用户访问教育服务系统时,服务集成中心依据预先定义的教育服务业务互操作规范,调用特定功能的服务以响应用户请求,并将用户产生的相关数据保存到对应的服务数据库中。

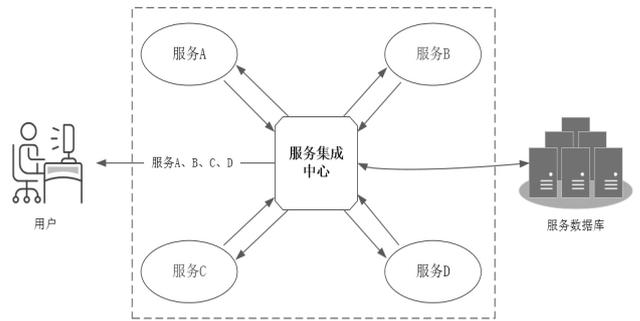


图4 教育服务互操作示例

### (四)教育服务的开发与运行规范

教育服务的开发与运行规范可以分为教育服务开发规范和教育服务运行规范。教育服务开发规范需要界定各服务的典型业务及典型业务包括哪些关键服务、服务之间如何相互通信。如常见的教育业务包括教学资源管理、网络教学等,要基于教育服务的思想对这些教育业务进行拆分与建模。针对每个教育业务,需要明确业务的核心流程,每个核心业务流程也需要根据教育业务的实际需求进一步细化为更具体的业务流程,并将其设计成各类可独立发布的服务,同时为每个具体的教育业务流程设计服务的数据传输方式、数据的安全性控制和系统的权限控制。此外,教育服务的运行规范需要制定服务质量规范、教育服务汇聚规范和教育服务淘汰机制。由于教育服务构建需要技术企业、教育单位依赖多级教育云环境协同工作,要保障各单位能无障碍地组合、重组、个性化定制教育服务,除遵守教育服务的基础规范外,还需要进一步检验教育服务内容和质量的优劣性、服务形式对用户和普通教育单位的友好性,以及服务的业务互操作方法定义的明确性。教育服务汇聚规范则是进一步降低各单位协同创建服务的沟通成本,它要求教育服务必须遵循国家级教育服务注册与监管中心的准入规范,只有符合规范的教育服务才允许面向所有教育单位开放。教育服务淘汰机制能够促进服务生态系统的稳定运转,规范会淘汰那些维护不足、数据隐患大、用户评价低的教育服务,对于用户使用体验好、评价高、服务内容和质量都较好的教育服务予以重点推荐。

## 六、可持续发展的智慧教育服务生态体系

当前智慧教育面临不可持续发展的结构性困境,要想走出困境,只关注教育信息系统建设是远远不够的,需要借助诸如5G、云计算、边缘计算等智能技术重构教育信息生态,构建智慧教育服务生态体系,助力智慧教育的发展。

构建智慧教育服务生态体系,首先,要摆脱简单的技术思维方式,从构建人与技术最优的共生关系来考虑,从整体优化的视角考察技术在教育中的角色与定位,从以往对单一、静止要素的关注转变为对系统信息流通、共享以及要素之间嵌套关系的关注<sup>[9]</sup>,从以往对师生拥有技术本身的关注转变为对师生实际教育和学习需求服务的关注,需要促进技术和人、建设和应用、技术与教育的协调发展,使教育服务生态体系促进教师和学生全面发展的价值最大化。

其次,要以服务建设为核心,按照服务计算的技术路线,推进技术架构的演进。服务生态体系的常态化运转建立在云网融合服务架构的基础上,应用面向服务的架构(SOA)技术来消除教育业务与信息支撑技术之间的鸿沟,从关注平台建设、资源建设转型为关注服务建设,从关注软件功能到关注数据流转、服务集成,教育服务的互操作模型是促进多层次教育服务相互关联、共同进化的关键。要建立国家级教育服

务注册与监管中心,汇聚所有的通用教育服务、基础性的教育服务,建立服务市场的支撑环境。

最后,要推进各生态主体的紧密协同。智慧教育服务生态体系中,政府、服务提供商和教育用户/学校构成生态主体。在实际推进智慧教育的建设工作中,学校需转变自身的信息化理念,从原本拥有技术转变为拥有服务,将自身的注意力转移到使用教育服务解决实际教育问题,而教育服务建设、维护工作由专业的教育服务商来承担。企业是教育服务商的主体,应协同创建教育服务的互操作标准,促进教育服务的全贯通、数据全流转,最大限度地降低教育服务间的通信壁垒。教育服务商要根据学校的教学需求,为学校提供通用的教育服务,在满足教育服务准入规范后将通用的教育服务接入服务中心。无论学校是否处在经济发达地区,均有机会接入个性化服务空间,共享优质的智慧教育服务,实现教育的获得公平。政府在智慧教育服务生态体系中起着引导和规范教育服务的作用,一方面,国家级、省市级、区县级教育行政部门和学校需要相互沟通,建立符合各级政府需求的教育信息服务体系和服务规范,准许符合智慧教育服务生态准入标准的企业提供教育服务,同时,建立相应的教育服务评价规范和淘汰机制,不断推动教育服务商完善和优化服务;另一方面,政府也需要建立服务租赁和购买机制,培育、建立教育服务市场,以促进教育服务稳定、持续发展。

### [参考文献]

- [1] 教育部.教育信息化 2.0 行动计划[EB/OL].(2018-04-18)[2020-12-12].[http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425\\_334188.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html).
- [2] 祝智庭,彭红超.技术赋能智慧教育之实践路径[J].中国教育学报,2020(10):1-8.
- [3] 黄荣怀,田阳.发展智慧教育须着眼于教育生态的整体发展[J].教育家,2020(2):20-21.
- [4] 郭绍青.教育信息化缔造教育新生态[N].学习时报,2019-12-13(006).
- [5] 王飞,李绚兮,顾小清.教育信息化产品和服务的生态发展研究[J].电化教育研究,2020,41(10):99-105.
- [6] 黄荣怀.建设教育信息化可持续发展能力[EB/OL].(2013-03-27)[2021-02-04].[http://www.ict.edu.cn/experts/n20130327\\_3726\\_2.shtml](http://www.ict.edu.cn/experts/n20130327_3726_2.shtml).
- [7] 中国移动政企公司,移动学习教育部中国移动联合实验室.5G+智慧教育白皮书[R/OL].(2019-04-29)[2021-04-03].<https://mllab.bnu.edu.cn/docs/20200720110546415986.pdf>.
- [8] 余胜泉,程罡.教育信息系统的进化与互联[J].中国电化教育,2006(5):88-92.
- [9] 余胜泉,赵兴龙.基于信息生态观的区域教育信息化推进[J].中国电化教育,2009(8):33-40.

## Construction of Smart Education Service Ecosystem

YU Shengquan<sup>1</sup>, CHEN Fan<sup>2</sup>

(1.Advanced Innovation Center for Future Education, Beijing Normal University, Beijing 100875;

2.Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875)

(下转第 19 页)

## The Ontological Commitments of STEAM Education: Ideal Inquiring and Reflections

ZHENG Xudong, RAO Jingyang, CHEN Rong

(Faculty of Artificial Intelligence in Education, Central China Normal University, Wuhan Hubei 430079)

**[Abstract]** The ontological commitments of STEAM education, namely the entire pursuits placed on the learner, is to imagine like an artist to reveal the truth of oneself, to think like a scientist to demonstrate the authority of reason, to act like an engineer to release the power of knowledge, and to live like a normal person to absorb the nourishment of life. As a result, the unity of truth, goodness and beauty in the process of education is truly realized, and the historical problem that alienated education produces alienated people in the industrial era is solved. Therefore, the education shines brilliantly in the new historical process of the innovation and development of human civilization in the 21st century.

**[Keywords]** STEAM Education; Truth of the Self; Authority of Reason; Power of Knowledge; Nourishment of Life; Transcendence of Alienation

---

(上接第 13 页)

**[Abstract]** Smart education is an inevitable trend of future education, but there are structural dilemmas in the process of continuously promoting smart education: the fragmentation of educational information system construction, the dilemma between integrated construction and decentralized construction system, the increasing complexity of maintenance and management by intelligent technology, the lack of continuous maintenance of education information system, the difficulty of developing dynamic and variable educational applications, and the vulnerability of campus network security. In order to cope with those dilemmas, it should be recognized that having services is more important than having technology, and that education services supported by intelligent technology are the key to this, and that educational informatization should be transformed from focusing on platform construction and resource construction to focusing on service construction. The key to smart education service is to establish an open service ecosystem, which is based on a service architecture of cloud-network integration to build an education service market that can combine services freely and exchange services equally. Education services are jointly constructed by the government, education users and education service providers, and such multi-party participation and collaborative approach can effectively promote the normal operation of education service ecology. Moreover, the service architecture of cloud-network integration includes a capability service layer, a regional sharing layer and a service convergence layer. The capability service layer builds services oriented to educational business based on the interoperation model of education services. The regional sharing layer and the service convergence layer rely on the interoperation model to connect various education service systems and education units, so as to realize the dynamic circulation of educational data and the co-construction and sharing of high-quality educational resources.

**[Keywords]** Smart Education; Education Service; Service Ecology; Cloud-network Integration; Interoperation Model; Cloud Computing