

基于第五代移动通信技术的网络教育应用研究

李小平, 孙清亮

(北京理工大学 教育技术研究所, 北京 100081)

[摘要] 第五代移动通信网络(5G)技术具有超高流量密度、超高连接数密度、超高移动性、超高用户体验速率、低时延高可靠等特性。文章重点关注 5G 对网络教育产生的影响,从网络教育应用的角度对 5G 的教育应用场景和指标设计、互联网与数字化校园的关系、第五代移动网络教育的核心技术进行深入分析,提出 5G 环境下多源异构的课程建构模式、资源银行的维度模型以及资源产生、资源交换和资源交易的实现策略,并基于理论模型研发了相应的资源平台。

[关键词] 第五代移动通信网络; 5G; 网络教育; 资源银行

[中图分类号] G434

[文献标志码] A

[作者简介] 李小平(1957—),男,广东连县人。教授,博士,主要从事教育技术、人工智能技术、计算机网络研究。E-mail:lxpmx@x263.net。

一、5G 在网络教育中的应用

5G 技术的实现与普及,能够促进智慧教育、智慧校园、智能远程教育的应用,还可以满足教学、科研、学习、实验和会议等各业务的多样化需求。即便在师生密集的教学区、办公大楼、实验区、各个分校区、空旷地操场等具有超高流量密度、超高连接数密度、超高移动性特征的场景,均可为用户提供超清视频、虚拟现实、增强现实、云桌面、安全检测、在线游戏等高级业务的良好体验^[1-2]。与此同时,5G 还将渗透到校园监控的探测识别、人群行为分析当中,可以实现与 CAD/CAM 工业设施的融合,利用虚拟现实技术远程操控无人实验室,有效满足工业教学、科学实验、一卡通、科研图像共享、多校园智能化管理等垂直行业的多样化业务需求。特别是远程教学与本部教学将会进一步共享交换,从而推出游戏化教学课程和 VR/AR 教学课程^[3]。桌面 VR 实验会逐步被嵌入式虚拟实验室所取代,3G 环境中的资源也将被高清混合资源所取代,资源生成策略、资源框架也随之改变^[4]。人

们的教育消费方式也会改变,将出现新的教育经济格局和教育技术生态,打破现有的资源建构理念和平台架构系统。

(一)5G 的教育应用场景和指标设计

5G 将解决数字化教学多样化应用场景下差异化性能指标带来的问题,不同场景所需要的性能指标有所不同,用户体验速率、流量密度、时延、能效和连接数(如图 1 所示)都可能成为不同场景的挑战指标^[1,5-6]。其主要应用场景如下:

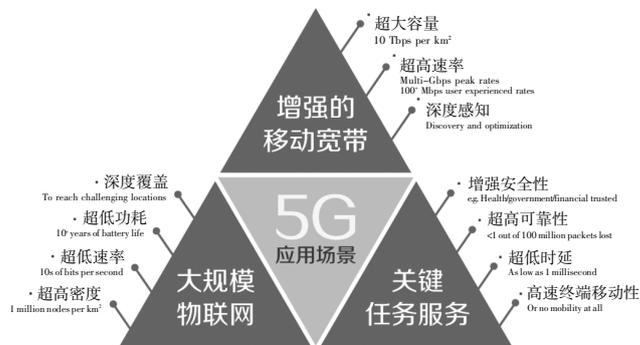


图 1 5G 教育应用场景

基金项目: 教育部哲学社会科学重大课题攻关项目“世界一流大学和一流学科建设评价体系与推进战略研究”(项目编号: 16JZD044)

1. 增强的移动宽带(eMBB, enhance Mobile Broad-band)

因其具有超高传输率(10Gbps),5G数字化教学环境将面向4K/8K超高清视频、全息技术、增强现实/虚拟现实等应用,其中包括:(1)连续广域覆盖场景,该场景主要用于随时随地(包括校区边缘、高速移动等恶劣环境)为用户提供100Mb/s以上的用户体验速度。(2)热点高容量场景,主要面向局部热点区域,为用户提供极高的数据传输速率,满足网络的高流量密度需求。1Gb/s用户体验速率、数十Gb/s峰值速率和数十Tb/s/km²的流量密度需求是该场景面临的主要挑战。例如:集中式VR学术会议、集中式虚拟实验、大规模现场在线学习、学生提交作业和试卷的并发操作、在同一个场所集中观看高清晰视频或游戏化课程、导播实习场所^[9]。

2. 关键任务服务

其具有高安全性、超低时延和超高可靠性,也称为uRLLC(ultra-Reliable & Low Latency Communication)。如要体验VR/AR、远程协作和游戏化教学等场景中,采集到的数据需要传送到云端,并实时传回经过处理的数据或指令,数据往返的时延比人类更敏感,对时间延续要求更高,尤其是5G的虚拟现实控制实验、远程机器人、手术机器人等应用^[9]。

3. 大规模物联网(mMTC, massive Machine Type Communication)

具有海量连接设备(超高密度)、超低功耗、深度覆盖、超低复杂度等特点。空口时延可达到1ms,这类应用对时延和可靠性具有极高的指标要求,需要用户提供毫秒级的端到端时延和接近100%的业务可靠性。具有小数据包、低功耗、海量连接等特点。这类终端分布范围广、数量众多,不仅要求网络具备超千亿连接支持能力,满足100万/km²连接数密度指标要求,而且还要适应终端超低功耗和超低成本^[7]。如远程抄表、碎片知识点课程构建、实验室传感器数据传输、物流专业实习、学习轨迹获取等^[9]。

随着教育数字化环境下数据流量数十倍地增加,5G系统需承载10~20Gbit/s的峰值速率、100Mbit/s~1Gbit/s的用户体验速率、每平方公里100万的连接数密度、1ms的空口时延、相对4G提升3到5倍的频谱效率、百倍的能效,以及350km/h的流动性支持、每平方米10Mbit/s的流量密度等关键性能指标。为了支持超高清视频和VR应用,5G应支持至少1G/s的数据速率。5G网络潜在需求还包括增加容量近1000倍^[2,8]。

(二)通信互联网与数字化校园的关系

远程教育发展多年,却依旧受限于网络带宽,所建立的资源课程和远程教学平台仍有以下问题亟待解决:

(1)由于带宽过窄,教学课件普遍存在分辨率低、色彩还原度弱、表现形式差的特点,在相当长的一段时期,一直僵化于三分屏的解决方案上,图像质量刚从VCD升级为DVD。

(2)由于带宽限制,时常会出现多用户并发操作延迟、卡顿、宕机现象,尤其是集中缴费、集中在线提交作业、3D资源虚拟实验多人上网等。

(3)由于分辨率兼容问题,手机和PC端若要正常显示内容,不得不为其开发两套客户端版本。

(4)带宽延迟和抖动现象明显,卡顿现象时有发生。

(5)目前资源管理采用集中式的办法(包括文字图像管理、视频管理、3D系统管理、动漫资源管理),多个服务器占用同一路带宽线路,每个服务器还要承载以上资源的开发环境和运行环境。由于带宽紧张,无法实现按需租赁带宽的构想。

(6)远程教育从业人员既要负责课程开发、资源搜索、资源分类管理、资源维护等工作^[9],还要针对多媒体课件、游戏化课程、VR课件等维护多个资源驱动平台,如VR平台就需要Unity3D、Unreal Engine、VR制作软件、3D Studio Max、Photoshop、3D采集软件等。

(7)动辄上百兆的课件资源,始终羁绊着教师在不同电脑间的保存、传播、共享等任务。同样是碍于带宽的原因,许多可供创作课件的奇思妙想最终未能实现,制作出的课件改动起来还需要最初的资源开发平台以及技术人员方可完成,教师无法从容地对资源进行后续完善工作。

(8)教学实践和毕业答辩,无法在线监督,不能观看视频成果,无法有效地远距离印证成果。甚至程序运算结果通过超频方式传输可能会造成系统死机。

(9)碍于带宽所限,大规模答疑答辩系统的会话人数受到限制。即使微信平台也会人数受限,分发、群发传输受限,资源传输包的大小受限。

随着4G/5G带宽从100Mb/s到10Gb/s的提升,4G/5G先进技术的不断应用,以上问题都将得到有效解决,主要反映在以下几个方面(见表1):

(1)通信业务。逐步从简单的文字短信、彩信、数据,发展到融合通信(包括音频、视频、多人会话等),满足人们日常的在线支付、转账、朋友圈、购物等功能需求。

(2)教育教学应用。从校园基础网络、安防监控网

络、各业务部门子网络发展到校园全网融合、多种业务融合、校园网一卡通的局面。特别是随着在线教育理念的提升,5G网络与游戏化课程、VR实验环境、交互虚拟现实控制、高清立体显示、人群行为分析、远程考试监测、学习行为追踪和挖掘、智能实验系统、智能教学系统、教学电子商务、学分银行、CAD/CAM工业设施的融合等必将全面展开。

(3)资源形式。随着带宽的不断改善,出现了多种网络课程形式,即微课程、网络课程、精品课程、高清手机课程、游戏化课程、VR体验空间、多类型媒体网络融合课程、物联网课程、高品质高带宽课程、移动实习实验系统。其使用范围将随着5G的扩张逐步扩大,即从二维向三维转换,非智能向智能转换,单一媒体平台向多种媒体平台转换,窄带向宽带转换,现实向虚拟转换,理论课程逐步向理论、实践、讨论一体化设计方面转换,从知识传达向知识体验转换^[10]。

(4)平台技术架构。技术时代的引领,系统平台开发中出现了几次有影响力的开发体系架构,即三层体

系架构、多层体系架构、面向服务的架构、分布式体系架构等。

(5)资源管理方式。在4G环境下,资源管理方式以资源专业开发与个人开发相结合。各种资源库分类独立存储。从课程为单元的资源集中式管理初步向资源交换方式转变。5G环境下,资源更倾向于专业开发。资源交易、有偿制作服务与资源共享相结合,资源从集中式管理开始向资源分布式管理方式转变。采取架构式服务模式,不同目标、不同类型的资源和管理软件由专业公司开发、维护和交换。还会涌现出启发式的专家资源库、资源银行、学分银行等虚拟资源仓库。资源管理的粒度极小,如以最小知识点为管理单元。形成跨领域、跨学科、跨技术平台的资源交换管理模式,以及形成多源异构的课程框架建构模式。

二、第五代移动网络教育核心技术

第五代移动网络教育核心技术即5G网络切片(Network Slice)技术,是将一个物理网络切割成多个

表1 通信互联网与数字化校园的发展对应关系

网络	1G	2G/2.5G	3G	4G	5G
部署	1974~1984	1980~1999	1990~2002	2000~2010	2014~2020
带宽	2Kb/s	14~64Kb/s	2Mb/s	100Mb/s	10Gb/s
技术	模拟蜂窝	数字蜂窝	宽带CDMA	全IP网络	新空口
通信业务	语音	语音、短信、数据	语音、视频、短信、数据	语音、视频、短信、数据、RCS	语音、视频、短信、数据、融合通信(微信等)
教育教学应用			校园网络、教学教务信息化	校园全网融合、远程教学、无线网络、校园网一卡通、监控安防、多种业务应用、远程教学监控、电子商务运作	校园全网融合、远程教学、校园网一卡通、监控安防、多种业务应用、游戏化课程、VR实验环境、虚拟现实控制环境、高清立体显示、远程考试监测、学习行为追踪和挖掘、智能实验系统和智能教学系统、电子商务、学分银行、人群行为分析、CAD/CAM工业设施的融合等
资源形式		CAI课件	网络课程、精品课程、低分辨率手机课程	微课程、网络课程、精品课程、手机课程、少部分游戏化课程、少部分VR体验空间、移动实习实验系统	微课程、网络课程、精品课程、高清手机课程、游戏化课程、VR体验空间、多类型媒体网络融合课程、物联网课程、高品质高带宽课程、移动实习实验系统
平台技术架构			B/S结构	三层体系及多层体系结构,SOA结构,资源和管理功能相对分离	三层体系及多层体系结构,SOA结构、分布式结构,资源和管理相融合,碎片资源化、多连接自由组合框架资源
资源管理方式		离线使用	所有资源自己开发,自己维护,资源共享,资源一次性开发长期使用,无人维护,重复建设,资源集中式管理	资源专业开发与个人开发相结合,自己维护;资源共享、各种资源库独立存储,资源交换方式的提出;资源集中式管理;资源库建设、学分银行,资源管理以课程为单元	除4G资源管理方式以外,5G将会出现资源倾向专业开发,资源交换和低价有偿服务与资源共享相结合,资源从集中式管理开始向资源分布式转移,采取架构式服务模式,不同目标、不同类型的资源和管理软件功能由各自专业公司开发、维护和交换;启发式的专家资源库、资源银行、学分银行;资源管理以最小知识点为管理单元

虚拟的端到端的网络。每个虚拟网络之间,包括网络内的设备接入、传输和核心网络,都是逻辑独立的。任何一个虚拟网络发生故障都不会影响到其他的虚拟网络。每个虚拟网络具有自己的功能、特点,面向不同的需求和服务,可以灵活调整配置,甚至可由用户自己定制网络服务功能,实现网络即服务(NaaS即Network as a Service)。

此项技术的推出将有效地解决各类教学需求,充分发挥各个软件层级、各个系统功能、各个媒体特性的最大化。5G网络切片技术是在在线教育向三维、游戏化、虚拟现实、高清、高密度高热点、大规模低时延、可靠物联等过渡时重要的制程技术。例如:将通信互联网的连续广域覆盖场景教学高清视频和立体视频、大容量场景会议VR/AR切片、游戏化教学切片、手机切片(微信)热点等切割成多个端对端的虚拟网络,享受20Gbps移动宽带资源;将物联课程资源网中的大规模物联网切片单独分割成独立的虚拟网络,享受200000连接数/km²高密度、低功耗低时延的海量物联网;将虚拟现实控制网中的虚拟现实控制关键单独切片形成独立的虚拟网络,享受低于1ms的时延性能(如图2所示)。

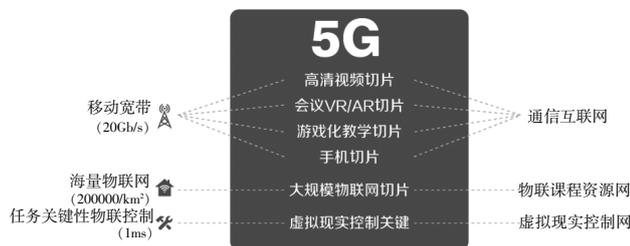


图2 5G网络切片(Network Slice)技术在教育/教学中的应用

三、异地多源异构的课程框架建构模式

(一)本地多源异构的课程框架建构模式

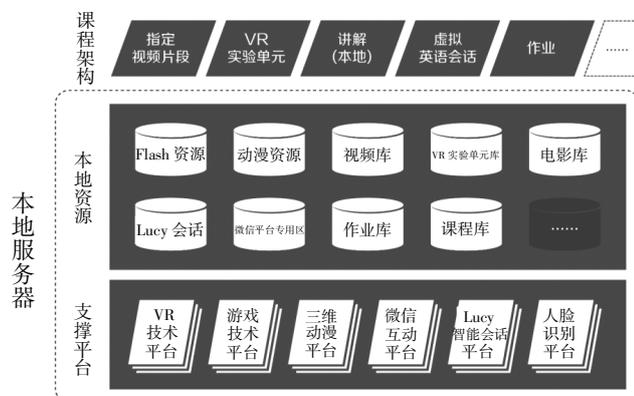


图3 本地多源异构的课程框架建构模式

4G环境的课程资源建设开始在多种媒体、多种类型资源、多种技术融合上进行转换,出现了以教师

构建为中心、以技术为依托,为核心思想服务的课程资源,具有很强的理论与实践相融合的内容填充模式。并在4G环境下形成了以当地服务平台和技术支撑为依托的、全建制服务的课程建构系统和维护系统,形成了以课程为中心的庞大教师团队和技术团队,投入相当大的人力资源和服务器以及高带宽。虽然教学效果非常好,但本地资源采购、本地资源加工、本地工程技术人员技术储备、本地高代价的硬件支撑、长年课程结构的维护等一系列弊端都进一步凸显,其合理性仍有待于研究(如图3所示)。

(二)异地多源异构的课程框架建构模式

针对上述本地多源异构的课程框架建构模式中存在的问题,借助5G新一代移动通信技术,提出了异地多源异构的课程框架建构模式(如图4所示),其设计思想如下:

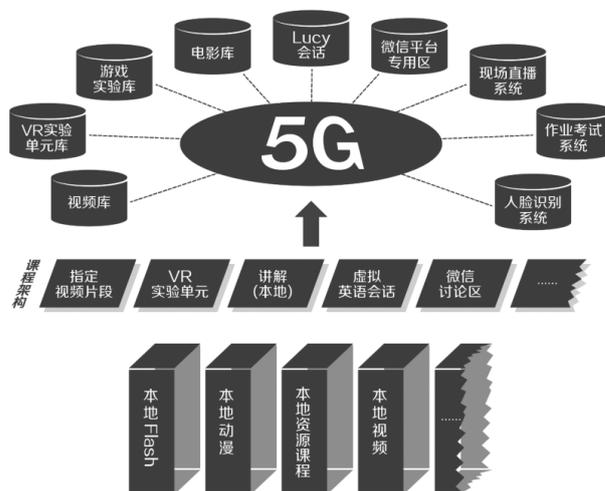


图4 异地多源异构的课程框架建构模式

(1)采用分布式资源交换方式,利用5G的低时延、高带宽、多连接特性,高速率地完成资源即用即取。低于1ms的时延大大提升了资源和资源之间在时间性能上的无缝衔接。

(2)采用框架式的课程资源架构,该架构的每一部分是由指向资源的指针构成,所指向的资源包含各种类型的媒体接口、软件平台的开发功能接口、最小虚拟实验单元接口、虚拟在线控制接口等;这些接口将会被标准化,形成资源互联标准。

(3)实现多个异构平台的连接,由多个资源创作单位、多个资源制造商、多个学校、每个教师发布的资源等构成各种异构平台,每个异构平台提供自己的产品。课程的构造者和教师可以通过5G互联网络访问相应的异构平台,以在线方式在自己的课程资源空间中上传教学所需的内容,其中视频平台、VR平台、游戏平台、PPT等均可以按照单位时间或者页码形式检

索并获取资源,VR 和游戏资源能够以独立单元的形式发布和交换,异构平台可以包括微信等通信平台、专业考核平台。最终形成逻辑组合、物理分离、教学策略设计与资源维护分离的专业化异构平台,即谁制作、谁提供、谁提供、谁维护的资源供给方式。

(4)在课程组合的各类资源属性上,标注两个以上的同类型资源,并且注明其被点击的状况,以方便用户选择。

(5)发布者和资源构造者的主要工作就是编辑串讲,将教学与资源基础建设工作分离。

(6)大数据负责统计每个知识点的点击频度,给出课程推荐网站,给出知识点表述的推荐。

通过以上设计,实现 5G 环境下的教学目标:

(1)提高教师的资源自主制作和选择能力,提高教师的资源翻新、与时俱进的能力。

(2)5G 大幅度提升了微信等通信平台的空间和带宽,多种媒体会话得以开展,大规模的微信课堂教学得以实施,答疑答辩工作将支持学生异地展示各类设计作品,包括音乐艺术专业的提升、虚拟现实混编教学。

(3)从资源构造上,作者可以凭借自己的艺术素养,构造游戏化的网络课程、影视课程;允许学生上传影视作品,在线演示、交流。

(4)将现有的教学管理平台与手机平台整合统一,实施高清手机教学,将传统课堂或虚拟课堂上完成的作业提交,再进行现场统计和点评。

(5)实施课堂、现场插班教学。

(6)提供高清下的人脸识别、考场监控技术。

(7)在 VR 实验中建立“一人操作,多人协作”的教学系统。

(8)作业的提交形式多媒体化、交互化。

(9)VR 和游戏化网络课程、虚拟教室、三维实验室、多人协作在线实验室、多人游戏教学将融合性实现。

综上所述,5G 移动互联网技术的出现,将推动课程资源建构模式向多连接、多碎片、低时延、大组合的方向发展,为资源的构建提供了新的模式。

四、资源银行交换设计与研究

在上述本地、异地多源异构的课程框架建构模式的基础上,提出了在 5G 移动通信环境下资源银行的概念,以及在资源银行框架下完成资源的等价交换。

(一)资源银行概念

资源银行是借助银行的商务理念,在学分银行之后,提出的以课程、知识点、媒体设计单元、实验设计单元、功能模块等实体为资源交易对象,通过网络货

币的流通,完成资源的兑换或等价交换^[1]。从市场经济学、教育心理学的角度分析,所有的教育资源若都采用共享方式传播和使用,必将大大损害设计者、开发者等资源生产者的利益,唯有通过交易和竞争才能激发出资源的魅力和生命力,后续才会有更多的经费涌入,用以发展网络课程和相应知识体系。资源银行理念的提出,或许能够为教育生产化注入新鲜血液和源源不断的动力,促使个人和利益集团研发出更多、更有效的网络教学资源,同时,又给予资源生产者一定的回报,健康和充满活力的教育生态从此诞生。

(二)资源银行维度模型

5G 移动互联网优异的性能,为资源银行的交易打下了基础,由此提出了资源银行的设计维度模型,涉及颗粒维度、类型维度、交互维度、场景维度、技术维度、知识维度这六个方面。该模型分别从交易尺度、交易类型、交互功能、交易方式、交易技术平台、交易价值的角度进行了设计。根据 5G 的技术特性,各维度中包含的内容将随着交易量的剧增、新媒体的出现、资源类型的增加、交易形式智能化、其他新技术的发展而改变。总的趋势是从资源共享逐步发展为资源交换,不断提升资源的利用率,减少重复开发,从课程整体交换逐步过渡到细粒度资源交换,高密度资源链接与本地资源获取相结合,从实验整体交换向微实验单元交换过渡,形成系统化的资源银行(如图 5 所示)。

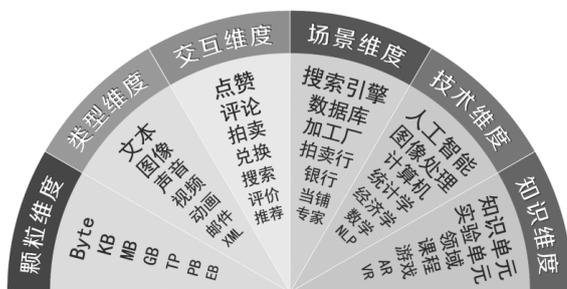


图 5 资源银行维度模型

在 5G 移动互联网性能的支持下,集中式资源银行应该向专业分布式银行转换,专业银行将以行业、领域、学科、专业进行分类,有效提升资源银行主办者的知名度和学科影响力(如图 6 所示)。

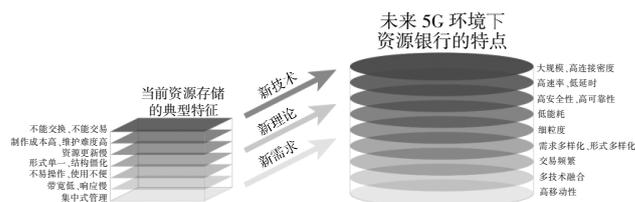


图 6 5G 环境下资源银行的特点

(三)资源银行交易方式设计

要满足以上设计目标,资源银行的构建应该是以

公平、合理、健康、动态评价的方式完成资源交易。资源交易者可以是个人开发者、学校、公司。在公平交易理念基础上,我们提出了资源交易的两种形式:

1. 本地多源异构资源框架下的网上交易

获取资源的途径,除了目前较为普遍的借助网络爬虫搜索所需的在线资源外,另一种便是个人开发者或者公司(培训机构、教育集团)与资源银行直接交易,其目的主要是获取其他的资源,当然除了下载后为己所用,也可以兑换成虚拟货币,以便将来用于资源交易,其定价方式是按照以下动态方式进行结算的(如图7所示)。

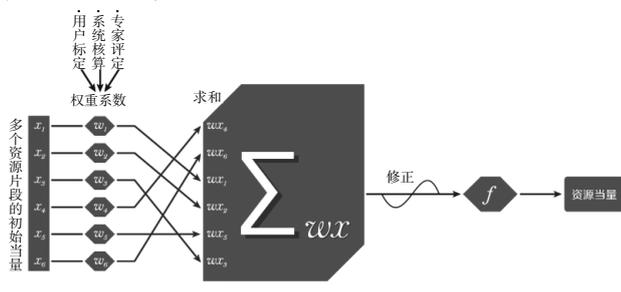


图7 资源交易动态定价方式

其动态资源定价过程是根据用户评定、系统核算和专家评定来完成初始资源当量和初始资源价值标定工作,并按其价值展示在资源交易平台上;之后将根据点击的频度、预估值、标定人身份进行资源权重值运算,再根据资源权重值、资源类型动态计算出资源价值。

$$\text{资源价值计算公式: } V = \sum_{i=0}^{\infty} TW \quad (1)$$

(其中,T表示资源类型,W表示资源权重,V表示资源价值)

$$\text{资源权重值计算公式: } W = f(w_1 \cdot J + w_2 \cdot P + w_3 \cdot H) \quad (2)$$

(其中,J表示标定人身份,P表示预估值,H表示热度。 w_1, w_2, w_3 为贡献度)

2. 异地多源异构资源框架下的协议结算

系统通过异地多源异构资源框架下相互协议结算,以访问量或资源级别进行定价,可以是谁用谁缴费,用哪部分就结算哪部分,而不是按照整个课程进行结算。用户可以有选择性地挑选感兴趣的资源进行学习或者体验。

(四)资源银行的内部运行

通过网上交易所获得的资源,将存储至资源平台中。资源平台根据资源最初的属性,先进行智能分类,为其标识类别、关键字、发布者、发布时间、文件类型、主题风格等信息,再进行结构化存储。管理平台可以实现对资源平台的常规管理,包括添加、删除、修改和

查询等操作。除此之外,管理平台也可以根据资源的类别对其进行组合,形成不同的新资源或课程,再导入至在线教学平台上以供用户使用。用户可以根据需求在资源平台上进行资源的收购、选购以及其他交易活动,系统为资源的使用过程提供了一种方便快捷的方式(如图8所示)。

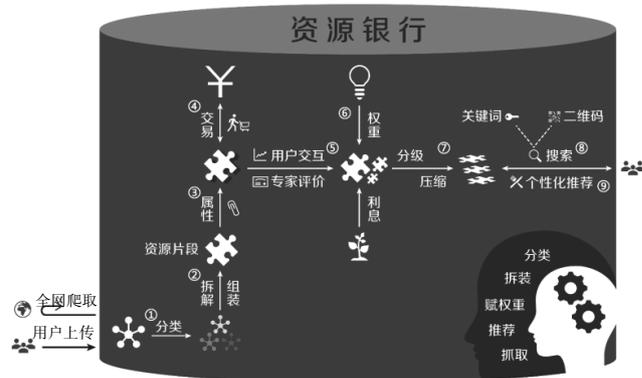


图8 资源银行内部运行模式

(五)资源的加工、重组及复用

资源银行对交易过的资源进行加工,比如对课程进行碎片知识加工,利用经过处理的碎片知识点组合成新的课件,依靠复用、引用及再造机制实现新资源的自由重组,达到资源的二次升华利用(如图9所示)。按照应用系统对资源的需求,借助对影视资源的分类、碎片化、重组等技术,完成资源的重组及再生,实现对资源的有效复用,进行新课件资源的逻辑构造和知识单元的采编。采用语义化组织方式,使用课程语义描述语义基因的技术,清晰地表述课程的特征以及课程之间的语义关系,形成一个资源关联的语义网络,将各种资源和知识点用传统的树状结构组织起来,实现共享、交换与复用。

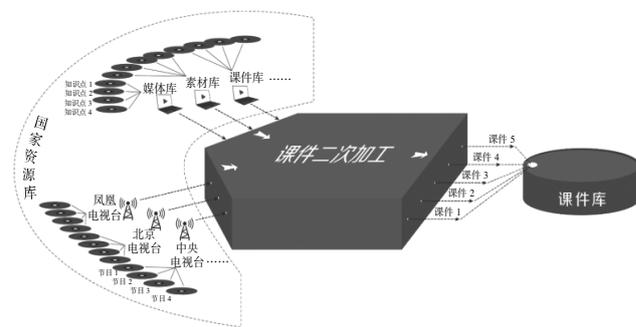


图9 资源的共享、交换与复用

综合本研究中的理论与实践经验,开发了多媒体资源智能拆装平台。该系统以用户至上为初衷,从教师和学生视角设计功能模块,采用资源银行的初步设想,实现了资源的上传、分类、拆分、标记、积分交易等功能。学生可以浏览多种资源,包括视频、音频、Word、

PPT、Flash、PDF、三分屏以及 Rar、Zip 压缩包等。并实现了兑换积分、购买积分,以完成对付费资源的交易。借用成熟的技术、完善的服务、精致的资源、用户的虚拟资源购买习惯等,本研究中涉及的理论与实践将进一步得以验证。

(六)资源筛选策略模型

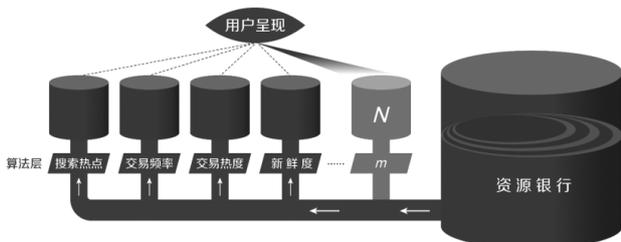


图 10 资源筛选策略示意图

在资源银行的交易平台上,将按照学科分类,鼓

励优质资源进行交易。为此提出了资源筛选算法,对资源进行资源等级鉴别,其因素包括资源的搜索热度、交易频率、交易热度、新鲜度等,并对其进行综合评判,然后给出在交易平台上的展示顺序、呈现时间(如图 10 所示)。结合系统构造的用户数字画像,不同用户看到的界面会有所不同。

随着云端投射技术的发展,手机与电脑之间的界限会越来越模糊,而 5G 技术的应用与普及将会大大加快这一进程。随着越来越多的科技公司、学校、教师的参与,将会为我们的工作、生活、教育带来巨大的变革。而随着 5G 网络的建成并商用,上网速度更快,网络资费更低,各种先进的教育技术手段融入课堂教学与在线教育,教育从业人员应用教育技术的经验也会更加丰富,学生、教师、管理人员都将会从中受益。

[参考文献]

- [1] 冯登国,徐静,兰晓. 5G 移动通信网络安全研究[J]. 软件学报,2018,29(6):1813-1825.
- [2] 鲁义轩. 5G 白皮书发布直指网络革新痛点[J]. 通信世界,2016(15):42.
- [3] 尤肖虎,潘志文,高西奇,曹淑敏,邬贺铨. 5G 移动通信发展趋势与若干关键技术[J]. 中国科学:信息科学,2014,44(5):551-563.
- [4] 高媛,刘德建,黄真真,黄荣怀. 虚拟现实技术促进学习的核心要素及其挑战[J]. 电化教育研究,2016,37(10):77-87,103.
- [5] 刘友华,李雨维. 第五代移动通信技术专利情报分析及战略[J]. 科技管理研究,2016,36(9):155-160.
- [6] 罗振东. 标准制定即将启动,5G 概念和技术路线逐渐清晰[N]. 人民邮电,2015-04-16(005).
- [7] 杨进中,张剑平. 虚实融合的研究性学习环境设计[J]. 电化教育研究,2014,35(12):74-80,85.
- [8] 本刊讯. IMT-2020(5G)推进组发布 5G 技术白皮书[J]. 中国无线电,2015(5):6.
- [9] 柯和平. 精品课程高效开发模式探索[J]. 电化教育研究,2008(7):9-13.
- [10] 杨晓宏,李运福,杜华,等. 高校在线开放课程引入及教学质量认定现状调查研究[J]. 电化教育研究,2018,39(8):50-58.
- [11] 沈中华,张欣琦,任俊宇. 手机银行业务对商业银行盈利与信用风险影响探析——以中国上市银行为例[J]. 上海经济,2018(3):108-121.

Research on Network Educational Application of Fifth-generation Mobile Communication Technology

LI Xiaoping, SUN Qingliang

(Institute of Educational Technology, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081)

[Abstract] The fifth-generation mobile communication network technology has the characteristics of ultra-high traffic density, ultra-high connection density, ultra-high mobility, ultra-high user experience rate, low delay and high reliability as well. This paper focuses on the impact of 5G on online education. From the perspective of network educational application, this paper deeply analyzes the application environment of 5G and indicator design, the relationship between Internet and digital campus, and the core technology of the fifth generation mobile network education. Finally, this paper proposes a multi-source heterogeneous curriculum construction mode, a dimensional model of resource bank and implementation strategies of resource generation, resource exchange and resource transaction under 5G environment, and the corresponding resource platform has been developed based on the theoretical model.

[Keywords] Fifth-generation Mobile Communication Network; 5G; Network Education; Resource Bank