



项目编号：2018009

CALIS 全国农学文献信息中心研究项目 结题报告

项目名称：VR 技术在下一代数字图书馆中的应用研究

项目关键词：人工智能 虚拟现实 可视化 数字图书馆

项目单位(盖章)：大连海洋大学

通信地址：辽宁省大连市沙河口区黑石礁街 52 号
大连海洋大学图书馆，邮编：116023

项目主持人：程 罗 德

联系电话：13604089923

电子邮件：cld@dlou.edu.cn

提交日期：2019 年 5 月 8 日

项目结题验收单

1 专家验收表（主持人所在单位组织 3-5 名专家对项目进行验收、自评。）

项目名称	VR 技术在下一代数字图书馆中的应用研究				
主持人	程罗德	职务/职称	主任/实验师		
所在单位	（加盖公章）				
专 家 意 见	<p>2019 年 4 月 23 日，大连海洋大学图书馆组织 5 名专家，对 2018 年申报的 CALIS 课题研究项目进行了结题验收和自评。验收专家组听取了程罗德所承担的《VR 技术在下一代数字图书馆的应用研究》（合同编号：2018009）的课题的汇报，并进行了质询和讨论，形成验收意见如下：</p> <p>该课题深入探讨了我国下一代数字图书馆建设的基本原则和基本内涵，详细介绍 VR 的发展、技术优势，并给出了 VR 技术在数字图书馆建设作为下一代应用的必要性及可行性分析阐述。对高校数字图书馆 VR 技术应用建设、创新服务和管理的现状及未来发展趋势，传统图书馆、数字图书馆与应用 VR/AR/MR 技术数字图书馆的差异化进行了分析，并对现阶段 VR 技术在数字图书馆建设应用中的特征和遇到的难点、问题等做了深入的分析 and 探讨。</p> <p>运用实例分析法，结合大连海洋大学图书馆数字化建设为例，针对 AR 技术在该校图书馆数字建设应用过程中的应用现状进行调查，并得到一手基础数据，并对获得数据信息进行深入分析和研究。对 VR 技术与图书馆虚拟环境、人机交互模式，高校 VR 技术在数字图书馆建设和服务管理的虚拟场景结构给予了详细的设计。</p> <p>从信息环境、技术监控、文化传播、管理操作和制度保障等多层面分析和探索，总结了 VR 技术在数字图书馆建设和服务管理面临的主要困境和原因，总结出具有一定参考性高校数字图书馆建设和服务管理的经验。</p> <p>经过验收专家组评议，该课题研究选题立意较前沿，理论依据阐述充分，研究内容相当充实，研究方法运用具有科学性和创造性，较好的完成了申报计划规定的任务，达到了预期目标，提出的研究结论对当前数字化图书馆建设进程中 VR 技术开发和深度融合应用具有较强的参考价值，课题研究取得了一定的成果，提交的验收材料齐全，同意结题。</p>				
专家签字					
职务/职称					

VR技术在下一代数字图书馆中的应用研究

(程罗德, 大连海洋大学图书馆, 项目编号2018009)

关键词: 人工智能 虚拟现实 (VR) 可视化 数字图书馆

1 课题研究背景、目的及意义

1.1 课题研究背景

“十三五”时期, 中国信息化得以加快推进, 信息化有了很大的发展, 在图书馆建设过程中信息化程度亦得到很大程度的提升, 但是跟国外发达国家的建设和应用水平还存在着较大的差距。虚拟现实技术产业是信息化技术不断进步的产物, 虚拟现实的应用技术及其相关联的 5G (第五代移动电话行动通信标准) 网络建设是未来信息化建设的核心着力点, 虚拟现实在教育领域, 尤其在下一代数字图书馆建设中能够发挥重大的作用。

随着物联网、大数据、云计算等技术的兴起和大数据时代的到来, 对虚拟现实技术研究的深化, 基于虚拟现实技术的数字图书馆在未来将陆续涌现, 为社会公众提供全球化信息服务, 增强阅读便利性的同时, 也会给用户带来高端的沉浸体验。作为未来图书馆的新模式, 智慧图书馆将成为图书馆创新发展、转型发展和可持续发展的新理念和新实践。

AR 技术的逐步应用促使智慧图书馆可以实现图书馆、馆藏资源和用户的高效互联互通, 为用户获取知识提供极大的便利。但是, 虚拟现实技术在目前仍然具有很强的局限性和诸多弊端, 虽然数字图书馆继承和替代传统图书馆已成为趋势, 但数字图书馆的生存发展依然受到多方面因素影响。进而影响到智慧图书馆所提供知识的内容和形式与以往相比并未有明显改进, 并不能使用户对知识的吸收、利用的情况得到根本改善, 但这是智慧图书馆发展中必须解决的问题。

知识内容的信息交互, 情景感知, 可视化等通过虚拟场景重建便于理解和传播的沉浸体验形式, 来促进知识的传播、利用和创新, 可为解决这一问题提供有效途径。

在互联网时代, 数字图书馆建设取得了一定的进展, 但是还不够直观, 不够形象化, 与读者之间产生空间上的距离感, 读者对数字图书馆从而缺少亲切感。传统

图书馆建设的资源文献多以纸质文献为代表，这种存在形式都是三维度、立体构型、原生态的这些资源形象丰富可视化，可是不适应网络信息的传输要求，既是后来建设的部分数字资源文献，大多以平面、二维度的形式存在，缺少立体时空感。

在当前数字图书馆功能服务上，信息检索过程和信息检索结果大多数还无法实现用户可视化，交互性操作也非常低。然而，虚拟现实技术具有可视化、沉浸感、交互性、感知与想象性的特点，如果将这一技术应用于下一代数字图书馆的建设与应用中，可以方便的解决数字图书馆可视化低、交互性差、无沉浸感等多方面的问题。

1.2 课题研究目的

VR 技术是 AI 时代出现的重要关键技术之一，如何充分发挥 VR 技术在数字图书馆建设和管理实践中的应用优势，成为高校图书馆数字化、智能化、智慧化建设进程中关注的热门研究课题。

如何更好的在数字图书馆的建设、服务中利用虚拟现实技术，丰富深化数字资源，提升服务质量，使虚拟现实技术和数字图书馆两者优势互补是目前有待解决的问题，这也是本次课题选择研究的主要目的。

1.3 课题研究意义

虚拟技术在数字图书馆建设的应用，使图书馆具备信息化、数据化和网络化信息的时代特征，平衡 AR 技术与数字图书馆之间的关系，推动数字图书馆的创新管理和服务，促进数字图书馆进入下一代的发展时期。同时，它可以优化图书馆数字资源，创新图书馆管理模式，使其更先进更科学，给用户提供更优质化的品质服务。

虚拟技术的应用使读者的沉浸度得以飞跃性的提升，使其身临其境，对图书资料的内容印象进一步加深，有利于数字图书馆与 AR 技术二者优势互补，创新服务模式，能够更好的发挥图书馆的功能，实现图书馆自身的可持续发展。

2 课题研究内容及方法

2.1 课题研究思路

研究方案设计中，对项目研究的背景、目的和意义进行阐述，概述和评析相关

文献的理论研究和实证研究成果，对本项目研究内容及所采用研究方法做一说明。

对“VR 技术”、“数字图书馆”、“情景感知与交互”等概念进行阐述和梳理，概括出“高校图书馆建设 VR 与 NGDL”的基本含义。

通过对比分析传统图书馆、数字图书馆、混合图书馆等不同发展阶段的一般特征，总结高校下一代数字图书馆 VR 技术应用的个性化、优势特征。

分析 VR 技术与数字图书馆建设、创新管理及服务等方面的联系，进一步认识高校数字图书馆建设与应用内涵，对“高校图书馆数字化建设”提出创新性概括与描述，并明确高校数字图书馆建设 VR 技术应用融合的指导思想、主要任务和应遵循的基本原则。

对高校数字图书馆 VR 技术应用建设、创新服务和管理的现状及未来发展趋势进行分析，通过高校 AR 技术在当前高校图书馆数字建设应用过程中的应用现状进行调查，得到一手基础数据，并对获得数据信息进行深入的分析，得出结论，在调查结论的基础上，结合当前数字图书馆建设与 VR 技术具体实践应用情况以及对二手数据资料的分析和总结，总结目前我国高校 VR 技术在数字图书馆建设的现状，并指出 VR 技术在数字图书馆应用中需面对、存在的问题。

在新信息环境下，数字图书馆的动态发展及建设进程中，对我国高校图书馆建设发展趋势进行前瞻性分析与探讨。

最后，提出加强 VR 技术以及今后可能出现的 AR/MR 技术在数字图书馆领域建设、应用、管理、服务创新等方面的基本路径，有针对性的提出一些加强和创新高校数字图书馆与 VR 技术深度融合应用建设和管理的具体措施和对策，进一步促进 AR 技术在数字图书馆建设应用的深度和广度，提升图书馆事业的发展和服务水平，为读者提供更具有沉浸感、极强交互性、可视化的阅读享受，增强读者的体验感、获得感，更加方便读者参与到图书馆的活动当中。

2.2 课题研究方法

在研究过程中，将综合运用文献研究、文献调查、实例分析研究、多学科研究等方法进行综合、系统的分析研究。

通过多种途径获取文献和实证资料，探讨 VR 技术在下一代数字图书馆建设中

的应用前景、发展及存在的问题，主要研究了智能时代 VR 技术在高校图书馆空间虚拟场景重构、图书馆资源场景构建及创新服务等方面的应用，为研究的展开和相关结论的提出，提供相应经验材料和数据基础。

2.3 课题研究具体内容

本课题研究内容主要从对虚拟现实技术的应用现状、内涵、特征等进行具体阐释，深入分析 VR 技术优势及其与数字图书馆的结合模式，探讨了基于 VR 技术的数字图书馆的建设和发展思路。

主要研究了智能时代 VR 技术在高校图书馆空间虚拟场景重构、图书馆资源场景构建及创新服务等方面的应用，为图书馆数字化建设和服务提供新路径参考。

2.3.1 VR 技术的内涵

VR 是一种高端的人机接口，并可进行人机之间的交互，通过计算机系统创建包含实时信息、三维静态图或运动物体的完全仿真的虚拟空间环境，这个环境既可以是虚拟构想的三维可视化环境，也可以是对客观事物的三维空间重构，实现空间元素按照规则与使用者进行交互。运用 VR 技术，通过人机交互接口来对特定环境重构再现，用户通过自然环境接受或响应模拟环境中出现的感官一体化多重传感，与虚拟环境中的事物来进行行为和思想等方面的实时模拟和交互。

VR 构造的虚拟环境一种是真实世界的重构再现，如“数字敦煌”VR 项目，主要对敦煌真实的石窟、建筑等进行虚拟重建，以及对损坏的壁画进行计算机修复、还原[3]。齐白石的虾、梵高的星空、古希腊的胜利女神雕塑等都是虚拟现实的，希望利用一种载体把经典景象呈现给现场观赏者，产生共鸣或交流。另一种是完全虚拟的环境，如虚拟展览馆、虚拟会议室、虚拟图书等，运用 VR 技术可以实现不同角度、不同位置的实时变化的观察。

2.3.2 高校图书馆 VR 技术应用现状

VR 技术广泛应用于各个领域，显示出独有的技术优势，随着应用扩展和技术创新驱动，VR 技术在图书馆的开发应用也亦深入。国外 VR 技术侧重用商业领域，大多图书馆联合建立虚拟空间，将数字资源进行聚合。国内图书馆则侧重于提供虚拟场景漫游和浏览服务等，运用 VR 技术进行三维场景建模，构建仿真 3D 虚拟场馆，

集成虚拟空间系统、信息检索、参考咨询服务、协助导航、漫游服务、资源构建、新生入馆教育、业务培训等功能，建立一套功能完备的图书馆虚拟仿真平台。

目前，我国高校图书馆也在积极开发、探索和实践 VR 技术的应用，如清华大学图书馆、上海交通大学图书馆、武汉大学图书馆、哈尔滨工程大学图书馆等都是较为成功的 VR 技术应用案例。其中，哈尔滨工程大学图书馆开发出 VR 构建基于 WEB 馆藏图书定位系统，空间场景、书架及图书位置信息等按照真实环境进行实际比例三维建模。但是，受 VR 硬件设备成本制约，VR 技术在高校图书馆的应用及普及率不高，同时反映出 VR 技术在图书馆应用前景和规模是非常巨大的。

2.3.3 VR 技术+图书馆的特征

美国学者 Burdea 和法国学者 Coiffet 在 1993 年世界电子学会上提出 VR 系统及其应用具有沉浸性 (immersion)、交互性 (interaction)、多感知性 (imagination) 三个突出的特征。

为使参与者有“真实”的体验，需要传感及现实等硬件相关设备的支持，如头戴式显示设备与控制手柄，带上 VR 头盔，参与者作为主角的意识、注意力都会被锁定在虚拟空间中，很难抽离出来。

虚拟现实环境，人们可通过手势、动作、表情、语音甚至眼球或脑电波识别进行多维的信息交互，同时参与者在虚拟世界中执行动作时，会得到遵循一定规律的反馈。如当有一瓶矿泉水从桌面上掉落时，你就会主动伸手接住它，可以使它有不同角度和距离的位移。由于 VR 系统中装置的有感官传感及反应设备，因此参与者在人机交互过程中，可获得真实的多种感知。人机互动模式如图 2-1 所示。

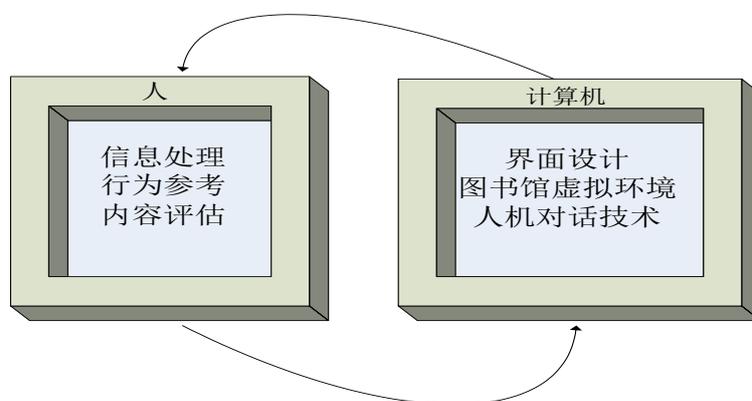


图 2-1 人机交互模式

2.3.4 VR 技术+图书馆的优势

互联网的出现，抢占了我们在碎片化时间里的注意力，比如地铁里、谈话间隙、等电梯的片刻等。利用碎片化的时间进行深度的学习就不太适用了，在上网络课堂时，学生常常因为太容易分心走神，而无法像在线下课堂那样全身心的投入。但是 VR 的一个特点就在于它的沉浸性，它营造一个虚拟的场景，让使用者全身心的沉浸进去，能够充分吸引他们的注意力，如果 VR 技术+图书馆服务功能的完美结合，那么这将为学习者学习创造一个“真实”的体验环境。

VR 技术+图书馆的建设服务模式，能够使知识更加的形象，这突破了传统图片、图标、图形、文字等知识获取形式的限制。当 VR 技术走进图书馆，这时丰富多样、生动具体的事物将能够得到再现，比如海参的生长过程、不同贝壳的特征、生物学的解剖等等，不再是一个个名词解释，读者可以利用 VR 技术亲自体验，畅游海洋世界。复杂的化学反应到底是如何触发进行的，反应过程是什么样子，学生可以在 VR 虚拟场景中，把自己缩小到分子级别，去一探究竟。对于更加遥不可及的天体物理学，学生可以把自己放大到星球级别，置身在银河系中，看星星之间的运动轨迹，由于引力变化而产生的自然现象等等。原本需要极强的空间想象能力的知识，通过 VR 技术可以实现具体化的表达，从而增强了读者获取知识和信息的兴趣，同时降低了学生学习和掌握知识的难度。

体验式学习是传统的知识型学习效率的 3~5 倍，同时它寓教于乐，激发学生学习的动力和兴趣。虚拟现实技术的出现，为体验式学习的广泛应用提供了可能。学生可以在虚拟的场景中漫游图书馆空间布局、解剖水生生物、进行化学物理实验，甚至还可以遨游太空等。对于以前难以理解的电路图、设计图等，只需要像搭积木一样，就可以亲自验证自己的设想方案了。

2.3.5 VR 技术+图书馆对教育行业的影响

因为虚拟技术改变了信息的呈现和知识的获取方式，原来主要依靠文字和图片展示说明的信息，现在则有了更加真实形象的 3D 图形和三维空间。并且读者可以自由编辑信息，并与信息互动。由于 VR 强调的是学生做到自主探索性，高校教师的角色也发生改变，不再是唯一性的知识输出者，而是一个知识世界的导游，引导

学生如何去探索更多的知识，虚拟教育强调个性化的用户体验，VR 推动了对高校新的教学课程体系和教学方式的改革。

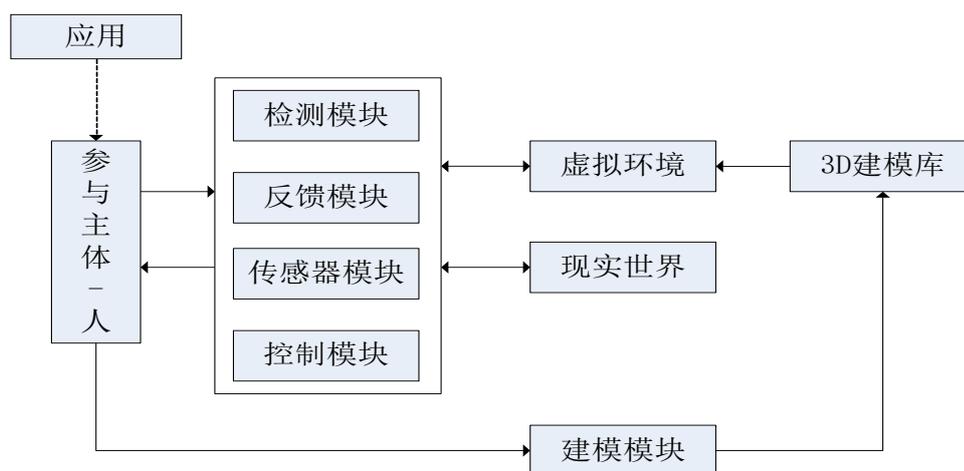
互联网的普及应用让信息资源更加容易的获取，VR 的应用让知识获取的体验更加真实，更深层次地推动了教育公平。如同互联网教育一样，VR 可以成为在线课堂的衍生，让读者可以超越时空的限制，都有机会和世界一流的名校的学生生活的一样的知识和信息资源的体验。

VR 教育可以激发出学生的创造灵感，虚拟现实技术创造了一个想象的世界，在这个虚拟的世界中，每个人都可以成为一名设计师，设计自己的建筑、衣服、家装、一座城市等等。每个人都可以画出自己想象的世界，并让它成为虚拟现实世界中真实存在的物体。到了虚拟现实的世界里，创造的空间更加广阔，也更接近真实，并且能够和真实的世界结合，在虚拟现实里可以存在的东西，只要符合安全参数，也完全可移植到现实生活中。现实生活中客观存在的事物也可以通过三维建模工具进行重构，设计出完全逼真的虚拟场景。

2.3.6 VR 系统组成结构

从技术层面的角度来看，VRS 就是通过计算机和传感设备创建出来，并实现人机交互的虚拟环境。实现人与 VR 技术构建的虚拟场景交互，除了人的参与之外，还涉及到 VR 引擎，其中包括显示器、计算机处理器、VRS 软件、输入输出设备及相关的技术等。

VRS 的软件和硬件主要由相应的开发平台、显示设备、交互传感设备、三维模型库等构成，VRS 需要计算机软件、硬件协同来共同完成虚拟场景的应用。为了更好的实现人机自然交互，需要设计特殊的 I/O 设备，如头戴式头盔、传感关节采集器等，利用 VR 软件，通过参与者的动作、表情、指令等操作来提供各种反馈信息，从而实现自然交互。VRS 架构设计如图 2-2 所示



2-2 VRS 系统架构图

参与主体——人通过检测、控制、传感器等模块与虚拟环境感知进行交互，反馈模块为参与者提供实时的信息反馈，传感器模块接收指令并作用于虚拟场景，同时将产生的结果反馈给操作者，控制模块对传感器等进行控制，使参与者、虚拟环境、现实世界三者产生实时的交互。

3D 模型库可以对现实世界进行三维的模型重构和表示，生产客观世界相对应的虚拟场景，建模模块得到现实世界的三维数据、参数等，并建立与其对应的三维模型。

VRS 硬件开发平台一般都是高性能的 VR 工作站或者是图形工作站，进行高性能图形的生成和处理。VRS 必须具备高速运算、图形处理能力非常强大的计算机硬件，支持实时处理复杂图像的基本要求，从而缩短或者降低参与者视觉延迟。为了实现 VRS 实时交互，增强沉浸感，硬件开发和运行的平台配置要求较高，对生产成本来讲，势必也比较昂贵，这也是当期造成 VR 技术发展、推广和应用不够普及的主要原因。

VRS 软件开发平台，主要负责三维图形场景驱动的构建或者重构，它既是应用程序编程接口 API，又是连接外部设备、建立数学模型、应用数据库的基础支撑平台。以 VR 软件为基础，利用计算机建模生成生动、直观、逼真的三维虚拟场景，实现动态交互的效果。数字图书馆建设中 VR 技术的应用，可大大提高数字图书馆的服务质量和价值。常见的 VR 软件 VRML、Java3D、OpenGL、X3D 等平台的软件开

发和设计工具。

2.3.7 VR 技术在高校图书馆数字化建设中的具体应用

人工智能时代的到来给现代图书的发展带来了极大的影响，随着大数据与云计算、互联网+、物联网、智联网、VR 等信息技术的应用，高校图书馆向数字化、智慧化方向发展。

图书馆新技术与方法的研究一直是图书馆学领域重点研究内容，VR 技术综合运用计算机图形图像学、多媒体技术、传感技术、网络技术、人工智能技术等来对人体的视觉、触觉、听觉、动觉等多感官功能进行模拟，构建虚拟的场景，让体验者沉浸在计算机处理构建的虚拟环境中，并通过肢体、自然语言等实时交互，利用头盔式可穿戴设备、数字手套等传感器和显示设备来增强交互感，真实感，让使用者处于一个多维度的信息空间。

当前的图书馆在数字化建设进程中信息资源在可视、交互、立体等方面非常匮乏，VR 技术应用于图书馆数字化建设，能够利用 VR 技术的三维建模、重构、重现等特点通过计算机处理，还原或者构建逼真的场景，让数字图书馆的用户身临其境，可以自由与虚拟空间自由交互，获得前所未有的真实场景体验。

(1) VR 技术在高校图书馆虚拟空间重构应用

利用 VR 技术构建虚拟的图书馆空间环境，开发基于桌面云 VR 的图书馆虚拟漫游系统，通过图形图像处理技术、多媒体及网络技术等，为读者提供一个在系统中漫游虚拟图书馆空间的平台，使其动态了解馆舍布局、设备配置、资源分布等图书馆物理功能结构，便于读者快速了解、熟悉图书馆各项功能、流程。

高校图书馆虚拟场景以空间分布结构进行三维建模和场景仿真，实现动态漫游服务。运用 VR 技术对图书馆空间场景设计、多维呈现，通过这种实时、多维度的视觉环境呈现技术，让入馆读者尤其是首次入馆读者可以更加方便、直观、快速了解和熟悉图书馆的空间布局、功能结构和馆藏分布。

在设计图书馆空间场景虚拟重构时，应注重其艺术特征与人际交互的功能实现，需深入、完整掌握图书馆空间规划及分布的实际三维结构，把握整体协调性，使结构的实用性得到充分的发挥。与网络游戏虚拟场景不同，空间重构要设计准确，

客观反映现实，又要做到对相关信息做出反应，空间虚拟漫游的过程人机关系的确立是建立在空间沉浸感和人机交互性两大特点之上的。

VR 技术创建的图书馆空间虚拟环境，数据头盔方便读者以不同角度观察空间构造，数据手套可随时操纵改变虚拟场景中物体的位置，通过计算机操作界面直接进入图书馆虚拟三维空间，进行漫游，实现人机实时互动。图书馆虚拟空间场景重构设计流程如图 2-3 所示。



图 2-3 图书馆虚拟空间场景重构设计流程图

完成图书馆空间场景重构后，读者开始漫游场景，从虚拟空间场景全貌开始，通过各个节点的设置或操作进入到具体的每一个空间细节，同时相应区域和位置的信息应得到展示和表达。漫游体验路线可有管理员预先设定，也可以有读者自主操作，从而带来最佳的空间漫游体验效果。

(2) VR 技术在高校图书馆资源场景构建应用

网络环境下图书馆数字化的建设和发展，利用新的信息技术对馆藏资源的数字化资源的组织、挖掘和整合，为读者提供了高效、便捷的信息资源服务。信息资源的建设是数字化图书馆的核心和支撑，在信息资源建设、信息服务、教育科研等方面数字图书馆具有独特的功能优势。但是，从当前整体图书馆数字化建设情况来看，提供给读者利用的信息资源，几乎是由字符生成的文字、二维图形图像等信息的形式进行表现，缺少三维立体化的信息资源的表达形式，利用 VR 技术进行图书馆创新服务方式来提升自身的服务水平和质量的重要目标还没有达到。

运用 VR 技术构建图书馆信息资源，将传统的信息资源经过数字化处理，还原文献的原始风貌，立体形象再现纸质文献的物理形态显示给读者，并能与读者实时

交互，不受时空限制。

VR 技术对传统的纸质资源进行环境和主体的三维虚拟，读者通过 VR 可穿戴、操作和显示设备实现多感的交互，得到真实的纸质阅读体验，既尊重了读者纸质阅读的习惯，增加馆藏资源的数量，同时最大化节约了图书馆的实体空间。同时方便馆员通过 VR 环境掌握馆藏动态，方便信息资源建设和管理。

大学数字图书馆国际合作计划 CADAL 项目就是一项虚拟技术在数字资源建设应用的成功案例，VR 技术在 CADAL 项目中主要应用于虚拟阅读、古籍资源、资源评价与推介等三个方面。

在构建的虚拟阅读现实场景中，读者可以获取数字馆藏文献信息，只需把鼠标放在数字文献上，模拟真实的翻书动作和效果，系统将文献信息呈现给读者，读者即可在模拟环境中打开文献进行阅读，给读者带来阅读纸质资源时的体验。

基于 VR 技术，图书馆对古籍资源进行虚拟化，读者可在虚拟的图书场景中访问浏览古籍资源，读者甚至还可以与古籍资源来一次亲密接触的文化之旅，感受传统文献资源的文化。借助于 VR 技术对图书馆古籍资源的利用和服务方式，解决了传统图书馆对古籍“藏”与“用”之间的问题。

VR 构建的图书馆场景中，读者可以主动参与到图书馆资源的推荐服务当中，读者在虚拟阅读的同时可以进行资源的评注、标注、交流等。制定激励读者分享知识信息，添加评注，互相推荐的积极性奖励措施，更好的实现读者之间的主动式资源推荐。

基于 VRML 图书馆虚拟空间场景的技术实现，虚拟现实建模语言 VRML 是一种与多美的、Internet、VR 等密切相关的建模语言，它为技术构建虚拟世界 VW 提供了有力的支持。VRML 融合了二维、三维图像技术、动态技术和多媒体等技术，通过计算机创建逼真的图书馆虚拟空间环境，使数字图书馆的用户通过网络平台与构建的虚拟环境进行交互。

利用 VRML 构建数字图书馆空间虚拟环境，读者在进入这一虚拟环境后可以和计算机实现视觉为主的全方位交互，一般来讲，数字图书馆的虚拟场景设计主要包括图书馆建筑设计、图书馆周边环境设计、图书馆功能布局设计、图书馆馆藏分布设

计、图书馆服务模块设计等部分。图书馆建设设计包括图书馆建筑的外观、内部布局、各楼层结构、厅室的几何模型、对象的外观、环境的渲染等等。周边环境设计主要包括图书馆周边的道路、广场、绿化带等。图书馆功能布局设计主要是各层、厅、室的功能设置。馆藏分布设计主要是资源馆藏的安排与设置。服务模块设计主要是提供的咨询、打印复印、自助借还、朗读亭等个性化的服务设置和分布情况等。数字图书馆虚拟场景设计结构图如图 2-4 所示。

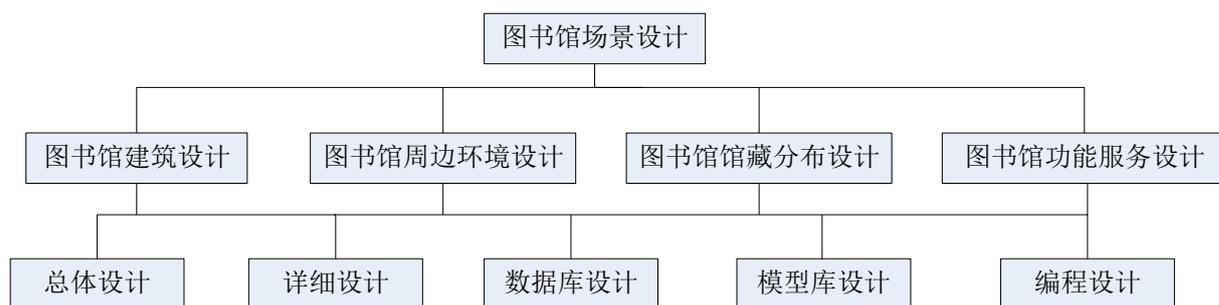


图 2-4 数字图书馆虚拟场景设计结构图

数字图书馆虚拟场景的构建，参与者不仅可以利用浏览器看到虚拟的三维图书馆空间场景，还可以自由的在图书馆馆内漫游，甚至可以对图书馆进行各种方向、角度的转换和旋转、倒置等操作，这是在真实的世界也无法体验到的。

360° 全景是通过技术或设备模拟可交互、虚幻的三维空间场景，具有真实感强，交互性好，沉浸感强烈，生成方便，适用性较强等特点。目前数字图书馆提供展示的静态图片只能是某一角度的图像，无法有效的对场景进行 360° 的表现，动态图像虽可以对场景有更加全面的了解，但是图像视角有限。360° 全景很好的解决了静态图片和动态图像存在的问题，可以全面展示 360° 球形范围内的所有景致，通过软件处理之后的 360° 全景，给人三维立体的空间感。

数字图书馆应用 360° 全景可以使二位屏幕图片升级到三维的立体表现效果，让数字图书馆的读者可以沉浸其中，应用于虚拟场景漫游，参与者可以拖动鼠标，仿真摄像机摇动镜头，实现人机交互。

360° 全景主程序代码如下：

```
#VRML V2.0 utf-8
```

```
Background {
```

```

frontUrl "front.JPG";
backUrl "back.JPG";
leftUrl "left.JPG";
rightUrl "right.JPG";
topUrl "top.JPG";
bottomUrl "bottom.JPG";
}
Transform{
    Translation 0 0 0;
    Rotation 0 0 0 0;
    Scale 0.2 0.2 0.2;
    Children{
        Anchor{
            Children{
                Inline{url"liti.jpg.wrl";}
            }
            Description "call second program";
            url "litipicturel.wrl";
        }
    }
}

```

以广场为中心，用照相机拍摄前、后、左、右、天空、草地等不同角度四周环境照片，然后利用 VRML 来进行建模，即完成 360° 全景制作。

(3) VR 技术在可视化信息及馆藏目录检索服务创新中的应用

信息可视化在数字图书馆应用是一个创新应用，为方便人机交互，将信息形象、可视化进行显示，充分发挥读者主动性、创造性、灵活的检索信息。VR 技术结合可视化技术，三维构造使其图形化，实现信息检索的可视化。

将信息资源、用户需求、检索模型各种语义关系进行图形转换，以三维可视化现实结果，利用 VR 技术在信息检索功能可视化的参与信息检索和浏览的全过程创新应用，丰富了检索的手段和内容，将复杂信息内容聚合，得到的检索结果更加直观、生动、形象。

可视化技术支持图书馆 OPAC 检索应用服务功能，可以提供可视化的信息过程检索、知识发现、过滤，能够找出信息节点及知识体系中关联关系与特征。

VR 技术在数字图书馆信息检索可视化的应用，让信息检索的过程更加友好交互，直观透明，读者自然融入到信息检索和浏览过程，帮助读者资源检索，数据揭示、挖掘知识和信息的内在联系，提高信息检索的查找速率和准确度。

此外，VR 技术在数字图书馆三维可视化信息建设应用中，还可以对馆藏文献、收藏具体位置等信息进行标定，将其房间、书架三维馆藏环境、具体方位及查找路线等信息实时、生动、立体化的显示给读者。

VR 技术创新图书馆服务模式、内容和范围，加强读者与图书、图书馆环境的交互，实现馆藏文献信息查询的虚拟、可视化。

(4) VR 技术在图书馆参考服务应用创新

参考咨询服务作为图书馆服务功能重要组成单元，为读者提供全方位的信息服务。从传统到馆参考咨询方式发展到数字图书实时在线、可视互动咨询，其形式、内容、质量和效果也发生了巨大的变化。

VR 技术创新应用于图书馆参考咨询服务，充分发挥多感知、交互体验、可视沉浸的特点，能够较好的解决互动性不高及无法实现多人异域数字参考咨询的难题。

通过 VR 技术构建与现实同样的“图书馆”虚拟场景，参考咨询馆员与读者进入虚拟场景进行“面对面”更加直观、生动的交流、咨询，这种模式使双方的咨询目的更加明确、直观。

分布式 VR 技术支持多人异域实时可视化的交互功能，在图书馆参考咨询服务应用中，可以安排学科领域专家、服务馆员虚拟化身等在虚拟空间中活动，为读者提供参与咨询服务，从而摆脱当前时空的制约因素。这种创新咨询服务模式，有效提升读者信息咨询、接受参考咨询服务的积极性，拓展数字图书的服务内容。

3 课题研究结论与建议

3.1 课题研究结论

随着信息技术的不断发展，人工智时代将 VR 技术运用于图书馆数字化建设，是图书馆实现发展和转型的主要趋势，使图书馆与读者交互方式发生了变化，读者可以在一个虚拟现实场景中漫游图书馆空间、馆藏资源和阅览环境，进行“面对面”的进行参考咨询等可视化交互。

充分发挥 VR 技术的巨大优势，提高高校图书馆数字化建设的水平，为读者提供更加高质量的创新服务，体现出图书馆作为知识库的核心价值作用。

数字图书馆为读者用户提供了一个虚拟的环境，在此环境中，用户能够方便的与计算机实现信息的交互，并获得体验式信息服务，VR 技术适应并满足高校图书馆数字化建设的需求，VR 技术的特点亦适合于数字图书馆的创新应用及创新服务模式。

VR 技术具有的自身优势，可以实现信息检索过程和结果的三维再现，能够使用户直观的亲自体验检索过程和结果，同时，还能够在知识信息发现过程的探索、交互等方面提供技术支持。

VR 技术在高校图书馆服务中能够丰富读者用户的场景体验、信息推送、可视化资源信息检索和个性化的服务等，VR 技术必将改变高校图书馆服务内容、服务模式、服务范围、服务理念，VR 技术在高校图书馆应用前景非常广阔。

将虚拟现实技术应用于图书馆建设和发展中，利用计算机技术构建一个虚拟的图书馆，提供纸质书籍查询、数字版图书阅览及购买服务，增加数字资源的利用率，进一步促进图书馆事业与信息时代的融合。

3.2 课题研究中存在的问题及建议

由于受到研究实际硬件条件的限制，基于 VR 技术的图书馆空间和三维信息资源的构建，仅仅探讨了 VRML 和 360° 的方法和流程、设计。

建议能给予课题研究基础保障基金支持，项目研究成果在期刊发表给予支持，更有利于项目研究成果的推广与应用。

在今后的研究中，要继续扩展研究的维度和深度，从宏观层面上，一方面对于高校图书馆数字化建设 VR 技术的应用促进高校传统图书馆的发展和转化；另一方面对于 VR 技术在数字图书馆的深度应用做进一步探索，VR 技术应用对数字图书馆用户行为的影响、对数字图书馆管理行为的影响、对资源效率和服务效率的影响等，也是今后需要深入研究的重点关注内容。

4 课题研究成果

3.1 课题研究报告

3.2 发表文章

1. 程罗德，AI 时代高校图书馆 VR 技术应用研究，图书馆学刊：2018, 5 (09), 103-106.
2. 程罗德等，数字环境下高校图书馆信息安全问题探讨，河南图书馆学刊：2019, 5.
3. 程罗德等，VR 技术在高校数字图书馆中的开发应用研究，图书馆学刊：2019, 4(01).
4. AI 时代高校图书馆 VR 技术应用研究，获得 2018 年辽宁省图书馆学会“新时代、新使命、新服务”图书馆学理论研究学术研讨会论文一等奖。

5 参考文献

- [1] 薛涵, 朱娜娜. 基于虚拟现实技术的图书馆服务创新研究[J]. 图书馆建设, 2015(6):66-68.
- [2] 林争春, 胡艳. 数字图书馆的虚拟场景优化技术研究.[J]. 情报探索, 2012(7):98-100.
- [3] 陆颖隽. 虚拟现实技术在数字图书馆的应用研究[D]. 武汉大学 2013.
- [4] 王晨晨. 虚拟现实技术及其在图书馆的应用[J]. 图书馆学研究. 2011(20):34-37.
- [5] 苏冬华. 基于虚拟现实(VR)应用的图书馆角色定位与创新服务研究[J]. 图书与情报, 2017, (2):72-75.
- [6] 胡小强. 虚拟现实技术基础与应用[M]. 北京邮电大学出版社, 2009.

[7] 陆颖隽等. 基于虚拟现实技术的图书馆信息资源建设与服务创新研究. [J]. 图书与情报, 2017(4):8-12.

[8] 王文韬. 虚拟现实技术在数字图书馆的应用前景分析 [J]. 图书馆, 2016(5):10-14.

[9] 程罗德等. 新信息环境下高校图书馆资源建设转型的探讨 [J]. 河南图书馆学刊. 2018(6):74-76.

[10] 康晓丹. 构建第三代图书馆的技术思考——以上海大学图书馆为例 [J]. 大学图书馆学报. 2014(01):78-82.

附件:

1.

AI时代高校图书馆VR技术应用研究*

程罗德

(大连海洋大学, 辽宁 大连 116023)

[摘要]对虚拟现实技术应用现状、内涵、特征等进行具体阐释,深入分析VR技术优势及其与高校数字图书馆的结合模式。探讨了基于VR技术的高校数字图书馆的建设和发展思路,主要研究了智能时代VR技术在高校图书馆空间虚拟场景重构、图书馆资源场景构建及创新服务等方面的应用,为高校图书馆数字化建设和服务提供参考。

[关键词]人工智能 虚拟现实 可视化 高校图书馆

[分类号]G258.6

DOI:10.14037/j.cnki.tsxk.2018.09.026

1 引言

人工智能技术的应用领域不断扩大,物联网、专家系统、虚拟现实技术等应用于高校图书馆中,高校图书馆数字化建设向智能化、智慧化方向深度融合发展^[1]。图书馆新技术与方法的研究一直是图书馆学领域的重点研究内容,VR技术综合运用计算机图形图像学、多媒体技术、传感技术、网络技术、人工智能技术等,对人体的视觉、触觉、听觉、动觉等多感官功能进行模拟,构建虚拟场景,让体验者沉浸在计算机处理构建的虚拟环境中,并通过肢体、自然语言等实时交互,利用头盔式可穿戴设备、数字手套等传感器和显示设备来增强交互感、真实感,让使用者处于一个多维度的信息空间内。VR技术是AI时代出现的重要关键技术之一,如何充分发挥VR技术在数字图书馆建设和管理实践中的应用优势,将成为高校图书馆数字化、智能化、智慧化建设进程中关注的热门研究课题。

2 高校图书馆VR技术应用现状

VR技术广泛应用于各个领域,显示出独特的技术优势,随着应用扩展和技术创新驱动,VR技术在高校图书馆的开发应用也亦深入。国外VR技术侧重于商业领域,大多图书馆联合建立虚拟空间,将数字资源进行聚合^[2]。国内图书馆则侧重于提供虚拟场景漫游和浏览服务等,运用VR技术进行三维场景建模,构建仿真3D虚拟场馆,集成虚拟空间

系统、信息检索、参考咨询服务、协助导航、漫游服务、资源构建、新生入馆教育、业务培训等功能,建立一套功能完备的高校图书馆虚拟仿真平台。

目前,我国高校图书馆也在积极开发、探索和实践VR技术的应用,如清华大学图书馆、上海交通大学图书馆、武汉大学图书馆、哈尔滨工程大学图书馆等,都具有较为成功的VR技术应用建设案例。其中,哈尔滨工程大学图书馆构建基于WEB馆藏图书定位系统VR应用平台,空间场景、书架及图书位置信息等按照真实环境进行实际比例三维建模。目前,由于受VR硬件设备及软件定制开发方面成本的制约,VR技术在高校图书馆的应用及普及率还不高,从另一个角度来看,反映出VR技术在高校图书馆应用前景和规模非常巨大。

3 VR技术的内涵与特征

3.1 VR技术的内涵

VR是一种高端的人机接口,可进行人机之间的交互,通过计算机系统创建包含实时信息、三维静态图或运动物体的完全仿真的虚拟空间环境,这个环境既可以是虚拟构想的三维可视化环境,也可以是对客观事物的三维空间重构,实现空间元素按照规则与使用者进行交互。运用VR技术,通过人机交互接口来对特定环境重构再现,用户通过自然环境接受或响应模拟环境中出现的感官一体化多重传感,与虚拟环境中的事物来进行行为和思想等方面的实时模拟和交互。

*本文系2018年度CALIS全国农业文献信息中心研究项目“VR技术在下一代数字图书馆中的应用研究”的阶段性成果之一, (项目编号:2018009)。

VR技术在高校数字图书馆中的开发应用研究*

程罗德 樊雁 房文革 张巍

(大连海洋大学, 辽宁 大连 116023)

[摘要]对VR技术特点及应用于高校数字图书馆的融合构建作深入探讨,分析了VR技术在数字图书馆空间场景、资源及服务建设和管理应用中存在的问题。在新信息环境下,对VRS系统架构及虚拟空间场景应用进行设计,深入研究了VR技术在高校图书馆空间虚拟场景创建、资源场景构建、信息检索可视化及创新服务等方面的开发应用,为VR技术应用于高校数字图书馆建设提供策略,进一步促进VR技术与高校数字图书馆深度融合。

[关键词]虚拟现实 交互 可视化 数字图书馆

[分类号]G250.76

1 引言

近年来,随着信息技术的发展图书馆信息化程度得到很大程度的提升,但是跟国外发达国家高校图书馆建设和应用水平相比还存在较大的差距^[1]。随着AI、物联网、大数据、云计算等技术的兴起和应用^[2],VR技术研究不断深入,利用AR技术服务读者的高校数字图书馆越来越多,他们向读者提供交互可视化的信息体验服务,实现了新空间的再现,增强了阅读便利,他们给读者带来了高端的沉浸体验。如何更好地发挥VR技术在高校数字图书馆建设、服务中的作用,丰富数字资源,创新服务模式,使VR技术和数字图书馆优势互补,是目前高校图书馆在数字化建设进程中所关注的热点。

2 VR技术与高校图书馆

VR是一种高端的人机接口,它通过人机之间的交互,综合运用计算机图形图像学、多媒体技术、传感技术等对人体多感官功能进行模拟,构建虚拟场景,让体验者沉浸在计算机处理构建的虚拟环境中,并通过肢体、自然语言等实现实时交互,同时利用可穿戴设备、数字手套等传感器和显示设备来增强交互感、真实感,让体验者处于一个多维度的信息空间^[3]。VR构造的虚拟环境分为两种:一种是真实世界的重构再现,如再现秦陵兵马俑、敦煌莫高窟、北京故宫等。再如,再现齐白石的蝉、梵高的日

出印象、清明上河图等,其目的在于利用一种载体把经典景象呈现给现场观赏者,使其与原创者情感上的产生共鸣。另一种是完全虚拟的环境,如虚拟展览馆、虚拟图书、虚拟在线空间等,运用VR技术可以使体验者获得现实世界中的感受。

在互联网+AI时代,高校图书馆在数字化建设方面取得了很大的成就,但是还不够直观,不够形象,与读者存在空间距离感,读者对数字图书馆缺少亲切感。当前大多数高校图书馆仍以纸质文献和电子资源为主要建设和利用模式,纸质以三维空间维度形式存在,资源丰富可视化,但是不适应网络对信息的传输标准,数字资源文献以平面或者二维度形式存在,但没有立体空间感。在图书馆功能服务方面,读者无法交互操作,更无法实现可视化和体验感。如果充分利用VR技术独特的技术特点和优势,使其广泛应用于高校图书馆数字化建设,可以方便解决数字图书馆可视化低、交互性差、无沉浸感等诸多方面的问题。

国际上,VR技术多被应用于高校图书馆创新虚拟空间、场景漫游、数字资源聚合、信息检索、咨询服务、教育与培训等领域。目前,我国高校图书馆已经开始积极探索和实践VR技术的应用^[4]。

3 VR技术在高校数字图书馆场景应用的问题

由于受数字图书馆的建设和发展等多方面的

*本文系2018年度CALIS全国农学文献信息中心研究项目“VR技术在下一代数字图书馆中的应用研究”(项目编号:2018009)成果,辽宁省国际教育“十三五”科研规划课题“高校水产特色资源建设与利用研究”(项目编号:18LNGJ013)阶段性成果之一。

学术论文证书

证书编号：18098

程罗德

白力杰

张红同志：

您参加辽宁省图书馆学会“‘新时代·新使命·新服务’图书馆学理论研究学术研讨会”所撰写的论文，被辽宁省图书馆学会学术委员会评为优秀论文一等奖，特发此证。

论文题目：AI时代高校图书馆VR技术应用研究

