

数字孪生技术在高校图书馆设计中的应用策略

丁沛

安徽工程大学 安徽芜湖

【摘要】进入数字化时代以来，高校图书馆依旧是知识传播与学术交流的重要载体，在新技术支持下图书馆的设计需求已由以往的空间规划转为智能化以及个性化服务，在这一需求下，数字孪生技术凭借其虚实映射、实时联动的特征，为改善图书馆设计提供全新思路。本文就数字孪生技术在高校图书馆设计中的应用以及相关策略进行研究，分析了数字孪生技术内涵，以此为基础探索该项技术在图书馆设计中的应用现状与框架，进而推断出行之有效的创新应用策略。

【关键词】数字孪生技术；高校图书馆；设计应用；研究

【基金项目】安徽省教育厅高校人文社科研究重点科研项目（项目编号：2022AH050954）：AR数字模式在设计学实践领域的移植应用

【收稿日期】2025年12月14日

【出刊日期】2026年1月5日

【DOI】10.12208/j.jer.20260006

Application strategies of digital twin technology in university library design

Pei Ding

Anhui Polytechnic University, Wuhu, Anhui

【Abstract】 Since the advent of the digital age, university libraries have remained crucial hubs for knowledge dissemination and academic exchange. Supported by emerging technologies, the design requirements of libraries have shifted from traditional spatial planning to intelligentization and personalized services. In this context, digital twin technology, characterized by virtual-physical mapping and real-time interaction, offers innovative insights for optimizing library design. This paper investigates the application of digital twin technology in the design of university libraries and related strategies. It analyzes the conceptual framework of digital twin technology, explores its current implementation and architectural framework in library design, and ultimately proposes effective innovation strategies for its advanced applications.

【Keywords】 Digital twin technology; University libraries; Design applications; Research

引言

高校图书馆是高等教育的核心支撑载体，承载着文献存储、知识传播、人才培养等关键职能，特别是随着高等教育数字化转型推进，在校师生对图书馆的需求已拓展至个性化服务、沉浸式体验等多元场景，传统经验化设计模式难以适配，暴露出需求匹配偏差、专业协同不足、运维预判缺失等问题。在这一背景下，数字孪生技术凭借虚实映射、仿真优化优势，在多领域应用成熟，将其引入图书馆设计可突破传统局限。

1 数字孪生技术概述

现阶段，数字孪生技术获得广泛应用，其融合了传感技术、数据传输、建模分析与仿真预测技术，通过构

建与物理实体在几何属性、物理特性、行为规则上完全一致的虚拟数字模型，依托实时数据交互实现虚实双向映射与动态协同。在技术体系上，此项技术由物理实体虚拟模型、数据链路、应用服务几个模块构成，物理实体为数据采集源头，虚拟模型为仿真分析载体，数据链路承担实时数据传输与同步功能，应用服务则支撑仿真优化决策辅助等实际需求。数字孪生技术具备虚实映射、实时联动、全生命周期演化、仿真预测等关键特性，在高校图书馆设计场景中，可将图书馆的建筑结构、空间布局、设备配置、用户需求等要素转化为数字化信息，通过虚拟模型的构建与仿真分析，为设计全流程提供精准数据支撑。

作者简介：丁沛（1979-）男，汉族，安徽淮北人，讲师，博士研究生在读，从事环境设计、虚拟空间设计研究。

2 数字孪生技术在图书馆设计中的应用现状

2.1 基础建模与空间可视化获得应用

进入新时期以来,我国一些高校图书馆在新建或改扩建项目中,已引入数字孪生技术构建基础建筑信息模型,实现图书馆物理空间的数字化复刻,在实践中主要是整合建筑结构、管线布局、设备分布等数据,形成可视化虚拟模型,确保设计人员直观把控空间布局合理性,减少传统二维设计的信息偏差。此外,借助模型进行空间动线模拟,提前优化读者借阅、科研交流等核心动线设计,显著提升了空间利用效率。

2.2 逐渐形成了多专业协同设计机制

借助数字孪生技术的数据共享特性,部分设计项目建立了跨专业协同平台,实现建筑结构、机电信息管理等多领域设计数据的实时同步与联动,在应用过程中,设计人员可通过虚拟模型开展协同评审,及时发现各专业设计矛盾,进而避免后期施工调整。例如在智能设备配置设计中,借助虚拟模型模拟设备运行参数与空间适配性,实现设备布局与建筑结构的精准匹配,这类协同应用有效提升了设计效率,保证方案有效落实。

2.3 运维导向的仿真预测试点逐步推进

少数前沿项目将数字孪生技术应用延伸至设计后期的运维预判环节,通过在虚拟模型中植入运维数据算法,模拟图书馆运营中的空间利用率、设备损耗、读者流量等关键指标。设计阶段即可基于仿真结果优化空间功能分区与设备配置方案,提前规避运维风险,此类试点应用虽尚未普及,不过已展现出数字孪生技术支撑图书馆全生命周期设计的核心价值,为后续技术深化应用指明全新发展方向。

3 数字孪生图书馆的整体框架

在数字化背景下,数字孪生图书馆整体框架需立足实际,重点关注高校图书馆知识服务与学术支撑核心职能,应用数字孪生虚实融合、实时联动核心特性构建多层次协同体系,涵盖物理实体层、虚拟模型层、数据链路层与应用服务层四大核心模块。

物理实体层作为基础载体,整合图书馆建筑结构、智能设备、感知终端等实体要素,通过部署物联网传感设备,实时采集空间环境、读者行为、设备运行等多维度数据,为框架运行提供原始数据支撑;虚拟模型层是核心映射载体,基于高精度建模技术构建与物理实体完全匹配的数字镜像,集成建筑信息模型、空间动线模拟、资源分布可视化等功能,实现物理空间的数字化复刻与动态同步;数据链路层承担数据传输与处理核心职责,通过5G云计算等技术搭建高速数据传输通道,

对采集的多源数据进行清洗整合分析,形成标准化孪生数据集,保障虚实两端数据实时交互;应用服务层是价值输出载体,针对高校师生需求构建空间规划优化、资源配置调度、运维仿真预判等应用模块,实现设计方案的科学验证与全生命周期管理,不同层级通过数据融通深度协同,形成覆盖设计建设运维全流程的数字化体系,为高校图书馆智能化设计与服务升级提供核心支撑。

4 数字孪生技术在高校图书馆设计中的创新应用策略

4.1 积极搭建学习中心在线平台

数字孪生图书馆整体框架有数据链路与虚拟模型优势,因此可通过搭建学习中心在线平台,充分发挥其应用价值,实现线上学习服务与线下物理空间的深度融合,精准匹配师生个性化学习需求,助力师生个体发展。在实践过程中,平台构建以图书馆物理空间数字孪生模型为基础,复刻阅览区、研讨区、特藏研习区等核心学习场景,打造沉浸式虚拟学习环境,支持师生远程登录开展在线研讨资源查阅虚拟实训等活动。平台整合多模态数字资源,应用数字孪生技术实现虚拟资源与物理馆藏的实时联动,师生在线上平台检索的文献资源可直接关联线下馆藏位置,同时平台能记录学习行为数据,如资源访问偏好、学习时长、互动频次等,传输至数字孪生分析模块生成个性化学习画像。结合画像数据与信息,平台可智能推送适配的学习资源学术活动信息,还能为图书馆物理空间设计优化提供数据支撑,如根据线上虚拟研讨的高频需求,优化线下研讨空间的布局规模与设备配置。此外,平台搭建融入协作学习功能,支持跨校区跨学科师生组建虚拟学习小组,借助虚实交互功能实现线上协同研讨与线下空间预约的无缝衔接,切实提升图书馆学习服务的覆盖面与适配性。

4.2 立足实际打造智能学习空间场景化服务

为了实现这一目标,则需要在设计过程中,深入了解高校师生科研学习实际需求,借助数字孪生技术打造智能学习空间场景化服务,以此来提升图书馆空间适配性与服务精准度,设计过程中应参考师生多样化的学习场景,应用数字孪生模型复刻物理空间,构建分层分类的场景化服务体系,涵盖自主研习、协作研讨、特藏探究、跨学科交流等核心场景;依托物联网传感设备实时采集各场景的空间使用状态、环境参数、师生行为等数据,经数据链路层传输至数字孪生分析模块,实现场景运行状态的动态监控与需求预判。此外,可借助

虚拟仿真技术对不同场景的资源配置以及设备适配性进行模拟优化,如针对协作研讨场景优化桌椅布局与智能交互设备配置,针对特藏探究场景搭建沉浸式数字资源展示环境。也可联动线上学习平台数据,实现场景服务与个性化学习需求的精准匹配,让智能学习空间更贴合实际教学科研需求,形成虚实融合的场景化服务生态,充分发挥图书馆作为学习载体的价值。

4.3 延伸智能咨询服务

现阶段,延伸智能咨询服务是十分关键的,还是发挥图书馆智能的必要手段,依托数字孪生体系构建虚实融合的全时段精准咨询服务模式,可以打破传统咨询服务时空受限、响应滞后、专业覆盖不足等技术性问题,服务构建需联动数字孪生模型与线上学习平台数据资源,整合图书馆馆藏文献、学术数据库、学科知识图谱等多源信息,搭建智能咨询引擎。借助数字孪生技术,设计人员可对师生咨询历史行为偏好学科背景等数据的深度分析,进而生成个性化用户画像,实现咨询需求的精准预判与服务推送。在虚拟层面,依托数字孪生模型打造虚拟咨询场景,支持师生通过文字、语音等多模态方式发起实时咨询,智能咨询引擎可快速匹配学科馆员数字孪生体,模拟专业咨询逻辑提供标准化解答。对于复杂咨询需求,系统可自动转接线下专业馆员,并通过虚实联动同步用户咨询上下文与相关资源,提升咨询对接效率。同时,将咨询服务数据反馈至数字孪生分析模块,持续优化咨询算法模型与服务流程,推动图书馆咨询服务从被动响应向主动预判转型,全面提升服务的专业性。

4.4 注重师生学习互动

进入新时期以来,线上师生学习与互动已经成为趋势,因此可借助全新技术打破当前发展瓶颈,设计人员要以数字孪生模型为核心载体,整合线上学习平台与线下智能空间资源,搭建跨场景互动体系。在线上虚拟场景,基于图书馆物理空间数字孪生复刻,打造虚拟互动研讨厅,支持师生通过虚拟形象开展实时同步研讨、跨学科主题沙龙等活动,且大数据平台可实时记录互动过程中的观点碰撞、资源需求等数据,为互动效果优化提供支撑。在线下物理空间,借助物联网传感与虚实交互设备,实现师生互动行为的数字化采集,如研讨小组的协作频次、资源共享轨迹等,通过数据链路同步至数字孪生分析模块,生成互动行为画像。基于画像数据,可动态优化线下互动空间的布局设计,如调整研讨桌组的组合形式、增设智能交互屏等适配设备,同时联动线上平台推送匹配的互动主题与协作资源。此外,构

建师生互动反馈机制,借助数字孪生系统收集师生对互动场景、形式的优化建议,持续互动服务模式,推动图书馆从单向服务向双向互动的学习共同体转型,不过在这一过程中,应注重保护用户隐私,还要做好安全防护工作,避免信息泄露。

4.5 构建知识图谱

为实现这一目标,应整合多源数据构建图谱核心框架,通过语义解析技术提取馆藏文献、期刊论文、学术成果中的核心知识点关键词及关联关系,之后融合师生借阅历史、科研方向、咨询记录等行为数据,形成多维度知识节点与关联链路。应用数字孪生虚拟模型的可视化能力,将知识图谱具象化为动态交互界面,实现知识关联的直观呈现与层级挖掘,同时建立图谱动态更新机制,通过数字孪生实时数据采集功能,跟踪学科前沿动态师生需求变化,持续优化知识节点关联强度与覆盖范围。该图谱可联动线上学习平台与智能咨询系统,为个性化资源推送、精准知识导航、跨学科研究支撑提供语义支撑,助力图书馆知识服务从资源供给向智慧赋能转型。

4.6 创新教育与研究支持

教育创新与研究发展是推动高等教育改革的内在动力,借助新技术,学校应构建衔接教育教学与科研创新的全新格局,促使图书馆从知识服务提供者向创新培育赋能者转型,其中,在教育赋能层面,借助数字孪生虚拟模型打造创新型、智慧化教学实训场景,整合特藏资源学术数据库等优质内容,开发文献检索、学术规范、科研方法等系列虚拟课程模块。应用过程中,师生可通过虚拟形象参与交互式学习,系统实时记录学习进度与能力短板,经数字孪生分析模块生成个性化培训方案,同时联动线下空间设计,按需增设实训互动区与辅导空间,实现线上实训与线下指导的无缝衔接。在研究支撑层面,借助数字孪生数据整合能力,搭建科研数据服务平台,整合学科前沿数据、科研成果数据、师生研究需求等多源信息,提供数据检索分析可视化与管理服务。通过虚拟仿真技术模拟科研项目全流程,助力师生预判研究方向可行性,同时建立学科动态监测机制,实时追踪领域研究热点与前沿趋势,为跨学科研究提供精准资源匹配与协作对接支撑。同时,还要将教育与研究服务数据反馈至数字孪生模型,持续优化空间布局资源配置与服务流程,使图书馆设计更贴合高校创新人才培养与科研创新的核心需求,为高等教育高质量发展提供保障。

5 结语

综上所述,数字孪生技术为高校图书馆设计发展提供全新思路,借助虚实融合与实时联动,进一步改善当前的研究现状。在本文的创新应用策略中,涵盖学习平台搭建、场景化服务、智能咨询等多维度,形成了覆盖设计、建设、运维全流程的数字化解决方案,为相关研究提供有力参考,在未来随着技术的持续发展,需进一步深化数据融合与技术适配,推动数字孪生技术在高校图书馆设计中更广泛落地,助力图书馆实现智慧化转型,为高等教育高质量发展提供知识服务支撑。

参考文献

- [1] 李淑红,孙晓琳,黑慧慧,等.高校图书馆资源建设的一剂良药:数字孪生技术[J].文化产业,2023,(34):151-153.
- [2] 潘冬梅.数字孪生技术驱动下的高校图书馆场景化服务研究[J].河北科技图苑,2024,37(01):48-52.
- [3] 杨树霞,房新,滕瑜.数智时代高校图书馆读者服务智能

化升级研究[J].造纸装备及材料,2024,53(09):135-137.

- [4] 朱红艳,王静.数字孪生技术赋能高校图书馆未来学习中心场景化服务路径探索[J].新世纪图书馆,2025,(09):42-49.
- [5] 易菊英,苏杰初.高校图书馆数字孪生未来学习中心理论框架及应用场景研究[J].图书馆学刊,2025,47(09):54-60.
- [6] 王静,李新春,尹良伟,等.基于数字孪生的高校图书馆智慧服务数据治理自适应模式研究[J].图书馆,2023,(03):1-7.
- [7] 王莉.基于区块链技术的数字孪生图书馆馆藏资源共享机制研究[J].江苏科技信息,2025,42(20):81-86.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

