

数字化技术支持下的校园虚拟浏览系统

刘江燕

安徽文达信息工程学院计算机工程学院, 安徽 合肥

收稿日期: 2026年6月6日; 录用日期: 2026年7月7日; 发布日期: 2026年7月14日

摘要

随着数字孪生、虚拟现实(VR)和三维可视化技术的快速发展, 高校校园展示方式正由传统静态展示向沉浸式数字化展示转变。本文以数字孪生理论和沉浸式交互设计理论为指导, 以安徽文达信息工程学院为研究对象, 采用无人机航测、3ds Max三维建模及Unity3D开发等技术, 构建校园虚拟浏览系统。系统通过建立校园实体空间与虚拟空间的数字映射关系, 实现校园场景三维重建、第一人称漫游、建筑信息查询、碰撞检测以及全景地图导航等功能。研究表明, 该系统能够有效提升校园展示的真实感、交互性与沉浸感, 解决传统校园展示方式信息表达不足和交互体验欠缺的问题。研究成果可应用于高校招生宣传、智慧校园建设、文化展示和数字校园管理等场景, 并为数字孪生校园建设提供参考依据。

关键词

Unity3D, 校园虚拟浏览, 数字孪生, 虚拟现实, 三维建模

Campus Virtual Tour System Supported by Digital Technology

Jiangyan Liu

School of Computer Engineering, Anhui Wenda University of Information Engineering, Hefei Anhui

Received: June 6, 2026; accepted: July 7, 2026; published: July 14, 2026

Abstract

With the rapid development of Digital Twin, Virtual Reality (VR), and 3D visualization technologies, campus presentation methods in higher education are gradually shifting from traditional static displays to immersive digital experiences. Guided by Digital Twin theory and immersive interaction design theory, this study takes Anhui Wenda University of Information Engineering as the research object and employs UAV aerial surveying, 3ds Max 3D modeling, and Unity3D development technologies to construct a campus virtual tour system. By establishing a digital mapping relationship between the

physical campus space and its virtual counterpart, the system realizes functions such as 3D scene reconstruction, first-person roaming, building information inquiry, collision detection, and panoramic map navigation. The results indicate that the proposed system effectively enhances the realism, interactivity, and immersion of campus presentations, addressing the limitations of traditional campus display methods in terms of information expression and user interaction. The system can be applied to university enrollment promotion, smart campus construction, cultural exhibitions, and digital campus management, while also providing a valuable reference for the development of Digital Twin campuses.

Keywords

Unity3D, Virtual Campus Roaming, Digital Twin, Virtual Reality, 3D Modeling

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

1.1. 研究背景

随着信息技术、三维建模技术、虚拟现实技术和数字孪生技术的持续发展,高校校园展示方式正在由传统平面化、静态化呈现逐步向数字化、可视化、沉浸式方向转变。过去,校园介绍通常依靠宣传册、图片展示、文字说明和二维地图等形式,这些方式虽然能够传递基础信息,但在空间表达、交互体验和场景还原方面存在明显不足,难以满足用户对校园环境直观浏览和深度了解的需求。

在高校数字化建设不断推进的背景下,校园虚拟浏览系统逐渐成为校园展示和信息传播的重要工具。由于人视觉的作用,在现实生活中,我们观察到的都是有景深、有立体感的三维世界,因此要做到完全模拟现实,仅仅靠简单的平面二维图形是不够的,只有用三维系统才能真正意义地模拟三维世界,才能给用户一种身临其境的感觉[1]。尤其在招生宣传、校园导览、远程参观和校园文化展示等场景中,虚拟浏览系统具有较强的应用价值。与此同时,随着用户设备类型日益多样化,系统还需要兼顾不同平台的访问体验,在保证场景真实性的同时,实现轻量化、跨平台和高效交互。因此,研究数字化技术支持下的校园虚拟浏览系统,具有重要的现实意义和应用价值。

近年来,数字孪生(Digital Twin)技术逐渐成为智慧城市与智慧校园建设的重要方向。数字孪生通过构建现实世界与虚拟空间的实时映射模型,实现物理实体与数字模型之间的信息同步和交互反馈。相较于传统三维展示系统,数字孪生校园不仅能够实现校园环境的可视化展示,还能够融合建筑、设施及环境数据,为校园管理与服务提供支持。因此,将数字孪生理论引入校园虚拟浏览系统设计中,对于提升校园数字化建设水平具有重要研究意义。

1.2. 国内外研究现状

1.2.1. 国内研究现状

近年来,国内学者在虚拟校园、数字校园和三维可视化等方面开展了较多研究。一些研究聚焦于校园建筑模型构建与场景展示,尝试借助 Unity、Web3D 等技术实现校园的在线浏览;也有研究结合 VR 技术构建沉浸式校园漫游系统,以增强用户体验。成都理工大学、山东农业大学、华中师范大学、徐州师范大学、贵州师范大学等都实现了相应程度的虚拟漫游校园建设[2]。通过比较发现,现有校园虚拟浏览

系统主要侧重于三维场景展示与漫游体验，能够满足校园宣传和在线浏览需求。然而，大多数系统仍存在数据实时更新能力不足、交互功能单一以及跨平台适配能力有限等问题。相比之下，本文构建的系统引入数字孪生理念，强调校园实体与虚拟场景的一致性，并结合沉浸式交互设计提升用户体验，在校园数字化展示方面具有一定创新性。

1.2.2. 国外研究现状

国外在虚拟现实、数字孪生和三维地理信息系统等领域起步较早，相关技术应用较为成熟。一些高校和研究机构已经将虚拟现实技术应用于校园导览、远程访问和教学展示等场景，并在沉浸式交互和场景优化方面积累了较多经验。

国外研究通常更加注重系统的交互体验、数据精度和多终端兼容性，尤其强调路径推荐、实时渲染优化以及自然交互设计。不过，针对高校校园场景的本土化应用研究仍相对有限，在校园文化展示和实际管理需求方面的适配程度不一。

1.3. 研究内容

围绕数字化技术支持下的校园虚拟浏览系统展开系统性研究，梳理数字孪生理论、沉浸式交互设计理论与轻量化可视化理论体系，深入剖析三维建模、VR 虚拟漫游、实时渲染等核心关键技术。从功能、性能以及用户三个维度完成系统需求分析，明确校园虚拟浏览系统的核心功能框架与各项性能指标。结合校园场景的环境特征，完成系统总体架构设计，制定完善的数据采集与三维建模流程，搭建适配校园场景的沉浸式交互设计方案。依托 Unity 开发工具实现校园虚拟浏览系统的整体搭建部署，同时针对场景加载效率、画面渲染性能、用户交互体验等核心模块进行专项优化升级。结合系统功能与应用场景，探究其在高校招生宣传、智能校园导览、校园文化展示等领域的实际应用价值，全面总结本次研究的核心成果，并结合行业技术发展趋势，展望系统后续的优化升级与创新发展方向。

1.4. 创新点分析

引入数字孪生理论构建校园虚拟浏览系统，实现校园实体环境与数字模型的精准映射，提高场景真实性。融合沉浸式交互设计理论，构建第一人称漫游、碰撞检测和建筑信息弹窗等交互机制，提升用户沉浸体验。采用无人机航测与三维建模相结合的数据采集方式，提高校园模型构建效率与空间还原度。基于 Unity3D 实现跨平台部署能力，为后续 Web 端和移动端扩展提供技术基础。

2. 相关理论与关键技术基础

2.1. 核心理论依据

2.1.1. 数字孪生理论

数字孪生是指在信息化平台内构建与物理校园实体相对应的虚拟模型，借助物联网实时反馈与人工智能技术，实现虚拟校园对物理状态的动态映射与同步演化，并支持用户对预设交互对象进行操控[3]。

2.1.2. 沉浸式交互设计理论

沉浸式交互设计依托沉浸理论展开和数字化技术搭建虚拟空间，使用户脱离现实感官束缚，深度融入校园虚拟场景之中。该理论兼顾沉浸体验与交互逻辑，以三维场景还原、多感官互动为核心，打破传统静态展示模式。设计遵循功能适配、艺术表达与文化彰显原则，借助虚拟现实、数字建模等人机交互技术，构建可探索、可反馈的浏览环境。通过场景联动、信息交互等形式强化用户代入感，实现校园风貌数字化沉浸式传播[4]。

2.2. 核心数字化技术支撑

2.2.1. 三维建模技术

三维建模技术是校园虚拟浏览系统的基础技术之一，其主要作用是构建校园建筑、道路、景观及附属设施的三维数字模型。根据建模方式的不同，常见方法包括物理建模、几何建模、行为建模、运动建模以及模型分割等[5]。

2.2.2. VR 虚拟漫游技术

虚拟漫游系统是虚拟现实的重要分支，虚拟现实又称 VR，是近几年出现的高新技术，是人们通过计算机对复杂数据进行可视化操作以及实时交互的环境[6]。VR 虚拟漫游技术使用户能够以第一视角进入虚拟校园环境中进行自由浏览和交互操作，从而实现从“静态查看”向“动态体验”的转变。该技术通常包含视角控制、路径移动、场景切换、交互触发以及碰撞检测等功能。

2.3. 开发工具

2.3.1. 3ds Max

3ds Max 是常用的三维建模工具，可用于制作和优化校园场景模型。建模范围包含校园建筑、道路、景观及各类附属设施。通过使用 3ds Max 开展模型制作工作。具体工作内容包括模型搭建、材质配置、结构调整与模型面数优化。经过处理的模型可以直接导入开发平台，能够为虚拟校园系统的搭建提供规范的模式资源。

2.3.2. Unity 3D

Unity3D 是可跨平台使用的开发工具，也是功能完善的专业开发引擎[7]。软件操作界面简洁，编辑方式直观，适配各类场景开发工作。Unity3D 的跨平台特性突出，图形渲染效果稳定。可以满足虚拟校园浏览系统的开发需求，支撑场景展示、用户操控、人机交互等核心功能的实现。Unity3D 内置大量功能组件与开发接口。开发者可以基于现有功能进行二次开发，方便后续对系统功能进行拓展、调整与优化。

3. 校园虚拟浏览系统的实现

3.1. 数据采集

研究采用了多源数据融合采集方式，获取校园地形地貌、空间布局及建筑纹理等基础数据，为校园三维模型构建与虚拟浏览系统开发提供精准、全面的数据支撑。运用无人机航拍技术开展校园宏观数据采集。以安徽文达信息工程学院为例，通过调控无人机飞行高度、拍摄角度与飞行路径，对校园全域进行多视角、全覆盖航拍观测，系统采集校园地形起伏特征、功能区域划分、道路路网分布及建筑群整体布局等宏观空间数据，完整获取校园整体空间结构信息，搭建校园场景三维重构的基础框架。还采用了高清摄像设备对校园各类建筑单体进行精细化影像采集，针对建筑外立面结构、表层纹理及造型特征进行全方位拍摄记录。全面留存建筑外观细节、结构特征与材质信息，为建筑精细化建模提供详实的实景素材。同时，引入了校园总体规划平面图纸见图 1 作为基准参考数据。依托官方规划图纸的坐标参数、尺寸比例、区位布局等权威信息，校准航拍影像与地面实拍数据存在的视觉偏差与比例误差，精准界定各建筑单体、景观设施、道路场地的空间位置与相对间距，有效提升采集数据的准确性与规范性，保证虚拟校园场景与真实校园空间的一致性与匹配度。



Figure 1. Master plan of Anhui Wenda University
图 1. 安徽文达学院总体规划平面图

3.2. 3ds Max 场景模型制作

依据设计方案与参考素材，在 3ds Max 中完成基础模型的轮廓搭建，通过多边形建模方式规范模型拓扑结构，对模型比例、结构细节进行标准化调整与优化，保证模型整体结构规整、布线合理见图 2、图 3，符合虚拟现实场景的导入与交互标准。模型主体搭建完成后，开展纹理映射与材质赋予工作。结合场景整体风格与实物特征，为模型匹配对应的材质参数，调节高光、粗糙度、透明度等核心属性，还原真实的物体视觉质感，并通过 UV 展开与纹理贴合调整，规避纹理拉伸、错位等问题，提升模型表面细节的真实度与精致度。

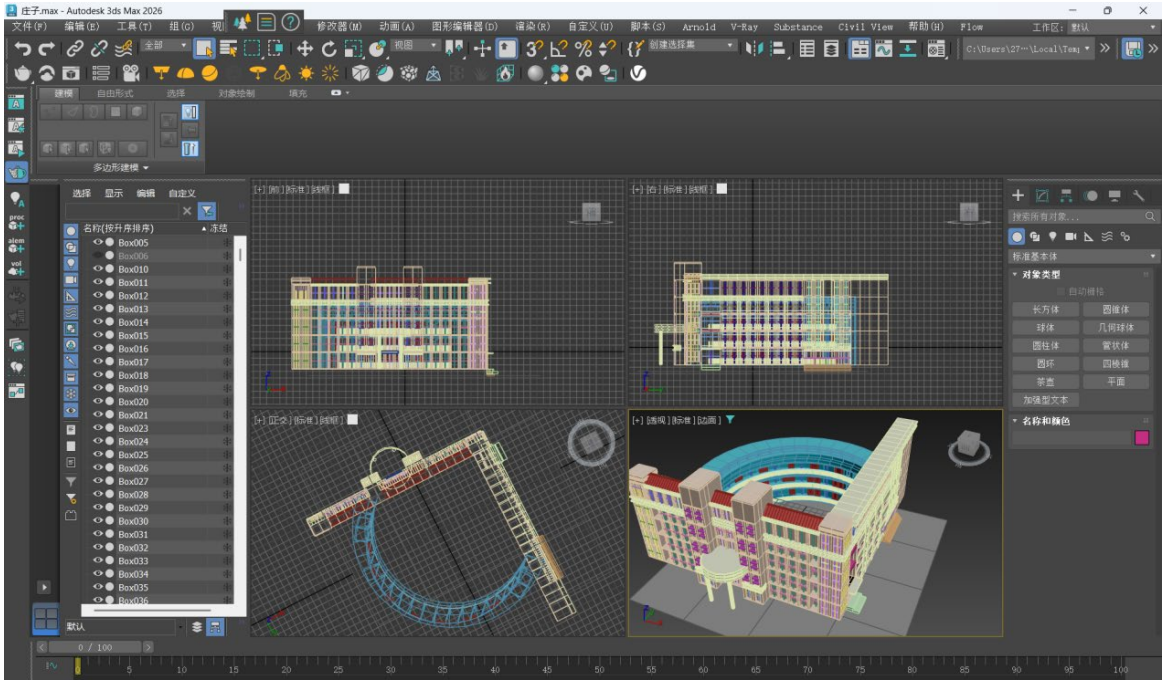


Figure 2. Teaching building modeling
图 2. 教学楼建模

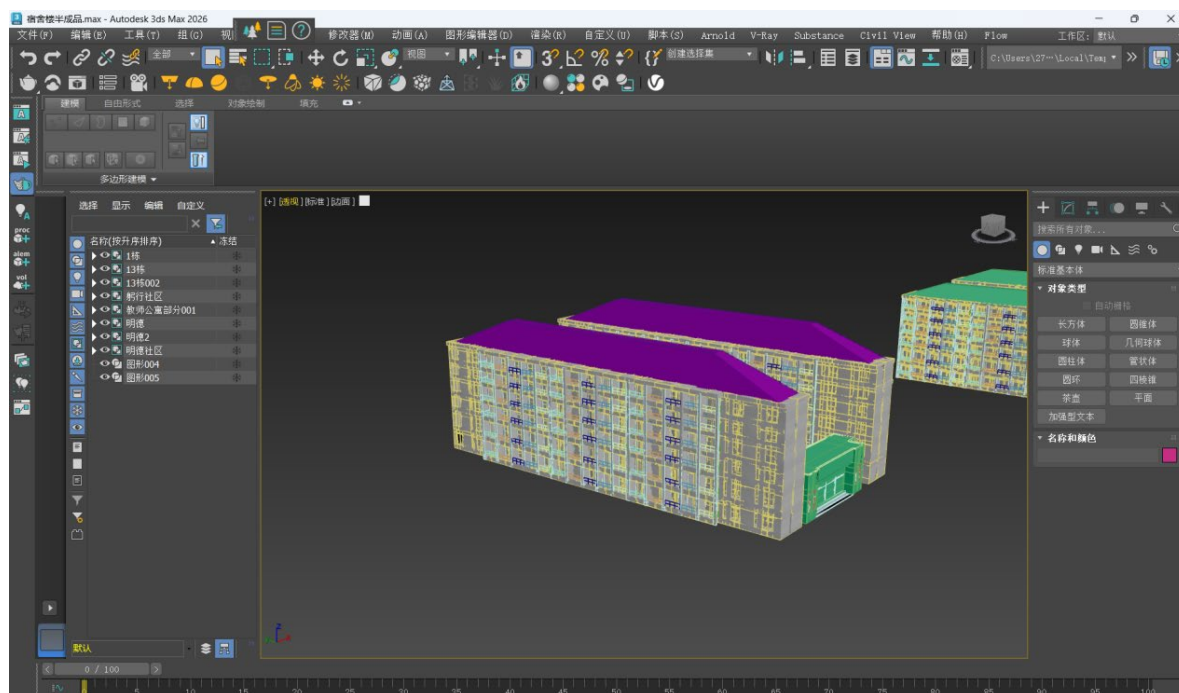


Figure 3. Dormitory building modeling

图 3. 宿舍楼建模

3.3. 场景环境搭建与交互功能配置

首先在 Unity3D 软件中新建项目，将项目名称设置为安徽文达信息工程学院。把前期制作的校园建筑、景观设施等三维模型，统一导入软件的资源库中。为保证虚拟场景和真实校园效果一致，对导入模型的尺寸、缩放比例和形态参数进行统一校正。借助软件第一人称预览视角，反复调试模型比例。保证用户第一人称观看视角，和人眼真实观察的空间效果保持统一。模型参数校正完成后，以校园总平面规划图为参照标准。对所有建筑模型和景观模型进行位置匹配与整体排布。通过平移、旋转、坐标调整等基础操作，将模型对应放置在校园真实地理位置上。让虚拟校园的整体布局结构，和现实校园空间结构基本一致。模型排布工作结束后，开始搭建并优化校园地形环境。利用 Unity 自带的地形编辑工具，创建场景基础地形。结合实地测量得到的校园高差、地貌特征和场地走势数据，调整地形高度、坡度和范围。还原出和真实校园一致的地形样貌。为实现场景漫游交互功能，从 Unity 资源商店下载第一人称控制器资源。搭建基础的视角交互系统。将第一人称控制器挂载在人物模型上，实现第一人称漫游效果。用户可以以真实人眼视角和视距浏览校园三维场景，提升整体使用体验。为了让场景里的物理交互更真实，解决模型穿模的问题，用 C# 写了一套碰撞检测脚本直接挂到人物模型上，还定好了物理碰撞的判断规则，这样人物移动的时候碰到建筑，景观这些实体模型，就会直接被挡住，不会出现穿模、卡进错位空间的情况，完全模拟出真实环境里的物理阻挡效果，漫游互动的时候也更贴近现实。

3.4. UI 界面

该系统搭建了一套人机交互界面，优化了操作体验同时满足校园虚拟游览的基本运行要求，并在界面里整合了很多实用功能，比如系统说明、操作教程、建筑信息弹窗、全景地图、虚拟摇杆控制，还有场景点位快速切换这些，整体界面布局简单清爽，功能一应俱全，能明显提升用户在场景里漫游操作的手感。系统启动加载完成后，首页会显示校园介绍和基础操作说明两个板块，页面上能直接看到校园整体

布局、建设特点和功能分区,同时也把移动方式和基本操作步骤标明清楚,第一次使用的用户能很快摸清如何操作,上手轻松也让整个系统更好用、更有实际价值,系统还加了建筑信息弹窗功能,专门用来显示各个校园建筑的详细资料,用户在虚拟场景里漫游的时候,只需要走到目标建筑附近系统就会自动弹出信息窗口,点一下弹窗就能进到建筑详情页面,里面会介绍这座建筑的建设情况、主要功能和实际用途等基本信息,这种设计把场景游览和建筑信息结合到一起,让校园布局和建筑资料都实现了数字化展示。界面左上角还做了校园全景地图功能,用户点击对应功能图标,即可调取校园整体平面地图。地图对校园建筑、通行道路、景观区域的具体位置进行标注,清晰呈现校园整体空间结构,能够为用户的场景定位、浏览路线规划提供参考依据。

4. 结论

本文基于数字孪生理论与沉浸式交互设计理论,设计并实现了一套校园虚拟浏览系统。系统采用无人机航测获取校园空间数据,利用 3ds Max 完成三维场景建模,并基于 Unity3D 开发实现第一人称漫游、建筑信息查询、碰撞检测以及全景地图导航等功能。研究表明,该系统能够有效提升校园展示的可视化程度与用户沉浸体验,为高校招生宣传、校园导览及智慧校园建设提供新的技术手段。与此同时,系统仍存在实时数据同步能力不足、移动端适配不完善等问题。未来将进一步结合物联网、大数据与人工智能技术,构建动态更新的数字孪生校园平台,实现校园环境实时监测与智能管理,推动校园数字化建设向更高水平发展。

参考文献

- [1] 王洪. 基于虚拟现实的三维漫游技术研究与实践[D]: [硕士学位论文]. 成都: 电子科技大学, 2004.
- [2] 马振, 董改香. 关于 3d MAX 的虚拟校园漫游设计的研究[J]. 教育现代化, 2017, 4(6): 190-192.
- [3] 刘大同, 郭凯, 王本宽, 等. 数字孪生技术综述与展望[J]. 仪器仪表学报, 2018, 39(11): 1-10.
- [4] 王俪蒙. 沉浸理论指导下的展示空间新媒体交互设计研究[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳建筑大学, 2022.
- [5] 王志岗. 三维建模技术在虚拟现实中的应用[J]. 无线互联科技, 2022, 19(16): 121-123.
- [6] 朱惠娟. 基于 Unity3D 的虚拟漫游系统[J]. 计算机系统应用, 2012, 21(10): 36-39+65.
- [7] 伊力哈木江·巴图尔, 崔龙, 张红忠, 等. 基于 Unity3D 的三维数字校园漫游系统[J]. 现代计算机(专业版), 2012(36): 90-94.