DOI:10.3969/j.issn.1008-7109.2023.02.016

基于教育元宇宙的数字化校园案例研究

陆星家，尹天鹤

（宁波工程学院 理学院，浙江 宁波 315211）

摘 要：为了提升宁波市教育信息化水平，选取甬江职高作为教育元宇宙数字化校园的试点案例，采用无人机全景采样、校园建模、人物设计和交互开发等技术和方法，对宁波甬江职业高级中学开展数字化校园的创新设计，构建了面向甬江职高的教育元宇宙应用。该数字化校园具有校园漫游、人物画像、地图标定、区域社交和日常路径规划等五个功能模块，为学生—教师答疑辅导以及教育管理者的教育资产评估提供了一种思路，同时为国内职业高中的数字化建设提供参考。

关键词：教育元宇宙；全景采样；校园建模；数字化校园

中图分类号：O232 **文献标志码：**A **文章编号：**1008-7109(2023)02-0104-06

Digital Campus Based on Educational-Metaverse Technology—A Case Study

LU Xingjia, YIN Tianhe

(School of Science, Ningbo University of Technology, Ningbo 315211, China)

Abstracts: In order to improve the level of education informatization in Ningbo, Yongjiang Vocational High School was selected as a pilot case of education metaverse digital campus. Using technologies and methods such as panoramic drone sampling, campus modeling, character design and interaction development, the innovative design of digital campus was carried out for Ningbo Yongjiang Vocational High School, and an education metaverse application was constructed. The digital campus application based on the metaverse concept boasts five functional modules such as campus roaming, character drawing, map calibration, regional socialization and daily path planning for student-teacher Q & A and counseling as well as educational asset assessment for educational administrators which is of reference value to the digital construction of domestic vocational high schools.

Keywords: educational metaverse; panoramic sampling; campus modeling; digital campus

收稿日期：2023-01-10 **修回日期：**2023-04-04

基金项目：宁波市教育科学规划“十四五”重大课题（YSSWZD002）；浙江省教育厅（教研）“十四五”省教改项目(jg20220598)；浙江省高等教育研究课题(KT2022374)

通信作者：陆星家(1979—)，男，安徽淮北人，博士，副教授，主要从事数据分析和数据挖掘研究，E-mail: lxj@nbut.edu.cn

0 引言

“元宇宙(MetaVerse)”这词最早出现在 Neal Stephenson 于 1992 年创作的名为《雪崩》的小说中[1]。是单词“Meta”和“Universe”的组合，其中“Meta”意为超越、“Universe”意为宇宙。MetaVerse 描述了一个与物理世界相关联的虚拟环境世界。Facebook 公司借用《雪崩》小说的 MetaVerse 概念，将元宇宙作为新一代的信息技术的发展方向，大力开发元宇宙相关技术和应用。元宇宙技术融合 VR(虚拟现实)、AR(增强现实)和 MR(混合现实)等支撑技术，通过与三维地图、三维建模和人工智能等技术的结合提供一种虚实交互的场景，为使用者提供了一种真实场景和虚拟场景互动的场景[2]。元宇宙技术当前处于发展摸索阶段，其应用的成熟离不开支撑技术的进步和“杀手级应用(killer application)”的出现，其应用的范围和定义伴随着 VR、游戏和数字孪生的发展而不断扩大。元宇宙与游戏、数字孪生和 VR 不断融合，在不同的行业内结果开花，衍生出不同的应用。教育元宇宙作为元宇宙在教育领域的垂直应用，通过真实物理场景建模、数据融合、人工智能、大数据和云计算，为参与者提供高度沉浸、自然交互的虚实融合教学环境，推进学习的沉浸化、交互化和想象化。

随着元宇宙技术不断渗透到国民经济的各个领域，利用元宇宙技术对传统教育进行重构成为教育领导决策者十分关注的问题。教育元宇宙技术作为传统教育信息化的升级版，受到了教育部的高度重视[3]。宁波市教育局首先从教育信息的整合、教育资源的管理角度出发，尝试将元宇宙理念应用于校园资产管理，通过将真实场景的虚拟化，辅助教育管理决策者摸清全市教育资产、优化教育资源管理审批。2021 年 7 月 8 日，教育部等多个部门为了推进教育信息化的进一步发展，联合发布《推进教育新型基础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见》，意见从信息网络、平台系统、数字资源、智慧校园、创新应用和可信安全等多个方面提出教育信息 2.0 的建设目标[4]。宁波市教育局依据该指导意见，加快推进宁波市教育信息化转型，提出建设宁波市“教育智慧大脑”的构想，通过元宇宙与人工智能技术的融合，为市民提供义务教育阶段的小学、初中入学人数预警、学区优化和虚拟教室等功能。前期将宁波市第四中学和甬江职高作为教育元宇宙技术的试点学校，探索实施宁波市“教育智慧大脑”的可行性，为宁波市职业教育数字化改革和元宇宙技术应用提供有益参考和思路。

本研究作为宁波市教育科学规划“数字化时代未来教育发展趋势与路径研究”课题之成果，以甬江职业高级中学(甬江职高)为设计对象，探索了宁波市职业教育的信息化、智慧化，为宁波市教育“智慧大脑”的实施提供项目建设的可行性依据。

1 教育元宇宙技术的特点

元宇宙技术在教育领域的发展过程，依据国内学者的分类方式[4]，可以分为四个层次，分别是虚拟重现、虚拟仿真、虚实融合和虚实联动，以上四个层次在不同学科和专业领域的推广各不相同。在职业教育中，重视实操环节的临场感和教学任务的虚拟化，但是依据现有的技术发展，临场感与实习基地、工厂的操作环境有巨大的差距，但是可以作为实践教学环节的有益补充。通过对国内各高校教育元宇宙技术文献的综合分析，总结出元宇宙技术在教育领域具有以下的特点：

(1)虚拟性。在疫情期间，通过线上、线下混合式教学方式，学生可以远程进行线上学习，但是线上教学环境与真实教学场景差距巨大。学生在线上学习过程中，不愿意开启摄像头暴露个人隐私信息，教师无法在教学过程中与学生建立互动，教育元宇宙技术通过虚拟人物屏蔽教学过程中个人隐私信息，可以有效地提高学生在线上教学中的积极性和参与度，改善线上教学质量[5]。

(2)沉浸性。教育元宇宙追求线上教学与线下教学的一致性，通过对真实教学场景的建模，为学生的线上学习提供了身临其境的沉浸感，消弭了线上与线下教学的鸿沟。

(3)安全性。在线上教学中，教师和学生通过“学习通”“大学慕课”等教学入口进入线上课堂，线上

教学系统是基于教学单位的学生、教职工的真实身份信息，教育元宇宙技术也是基于现实社会的真实人物信息，非教学人员是无法进入元宇宙教学场景的。同时为了保证教学过程个人隐私信息的安全，需要将进入元宇宙的学生、教师进行虚拟化，防止教学交互过程隐私信息的泄露[6]。

(4)互动性。教育元宇宙技术具有良好的互动性，其互动对象不仅局限在学习者与教师、学习者与仪器设备之间，也包括学习者群体、教师群体和实验仪器三者之间的互动。与虚拟仿真课程最主要的差异是教育元宇宙技术引入更多的角色间互动。教育元宇宙可以突破传统教学的认知模式，也可有效地克服虚拟仿真课程角色间缺乏互动的不足，激发学生的学习兴趣和好奇心。

2 基于元宇宙技术的甬江职高数字化校园的构建

甬江职高是国家级重点职业学校和国家中等职业教育改革发展示范学校，该校承始于 1844 年全国最早的女子中学——甬江女中，1995 年原宁波六中与宁波市第十六中学合并后改名为宁波市甬江职业高级中学。宁波市教育局选择甬江职高作为试点学校，开展基于元宇宙技术的数字化校园建设，探索宁波市教育资源的虚实融合研究和“教育智慧大脑”的可行性。基于元宇宙技术的甬江职高数字化校园研究主要分为：

(1)无人机建模。利用无人机采集甬江职高的校园建筑和场景信息；同时结合校园的建筑和场馆电子图纸，完善甬江职高的 3D 模型。

(2)利用 Unity3D 和 Zepeto 工具进行校园元宇宙的交互场景设计。

(3)甬江职高校园元宇宙的应用场景测试。

2.1 校园建模

甬江职高校园建模采用大疆 Mavic Air 2 无人机，无人机相机分辨率设置为 4 000×3 000(图像宽度为 4 000 像素、高度为 3 000 像素)；相机水平分辨率 72 dpi，垂直分辨率 72 dpi，位深度为 24，颜色表示为 sRGB。大疆无人机相机型号是 FC3170，设置的参数分别为：光圈值 *f*/2.8、曝光时间 1/250 s、ISO 速度为 ISO-100、焦距 4 mm、最大光圈 2.971。无人机拍摄选取天气晴朗、无风的日期，拍摄时长 2 h；无人机飞行轨迹采用自定义模式，通过设定甬江职高的 GPS 经纬度范围，飞行高度设定为 100～200 m；无人机针对园区的主要建筑采用环形飞行方式，每张照片的拍摄间隔设置为 3 s，2 h 共获取 996 张图像，图像的数据量为 5.6 GB。在获取无人机照片之后，通过 Smart Context Capture 软件对校园进行三维建模，校园建模采用 Nvidia RTX2080 显卡，构建的模型采用三角建模方式，建模采用的空间参考系统(SRS)是 WGS84 / UTM Zone 51N，建模区域范围是 652 m×464 m×74 m。3D 建模开始时间为 2022 年 11 月 9 日 15:56，建模结束时间 2022 年 11 月 10 日 15:39，甬江职高校园建模共耗时 23 h 43 min。

根据无人机摄影区域范围的地形和地物特点，无人机飞行的航线采用环绕飞行，拍摄区测量区域的重叠度 80%，旁向重叠度设计 80%，影像平均地面分辨率为 5 cm 的要求。采集完成的数据首先要进行数据预处理，主要包括影像预处理和 POS 解算。影像预处理包括影像数据的质量检查、重叠度检查及影像的匀光匀色处理。在大范围无人机摄影建模中，无人机航飞周期过长，容易受到天气、季节、光照和风向等多种气象条件因素的影响，采集的原始影像的色调、色差和明暗度会存在不同，尤其当拍摄过程中遇到云层遮挡、无人机拍摄的前后影像在明暗度存在较大差异时，会影响后期的无人机影像拼接。无人机的三维建模采用三角形建模方式，即通过 Triangle Mesh 方式构建外观模型，建模后的模型与基于原始建筑图纸的 CAD 文件进行对比，三维模型可以满足数字化校园的要求。构建的数字校园部分三维模型如图 1、图 2 所示：图 1 是甬江职高学生宿舍的建筑图像，通过 Triangle Mesh 构建模型的三角形外观；图 2 是通过三维建模后完成的学生宿舍的三维模型。

图 1 甬江职高校区三维模型

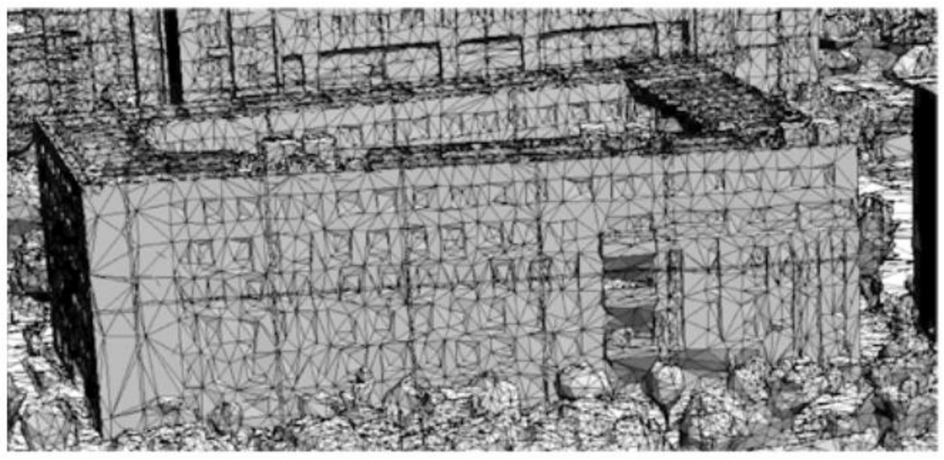

图 2 甬江职高学生宿舍模型

2.2 场景和人物设计

甬江职高教育元宇宙应用采用 Unity3D 和 Zepeto 开发，其中 Unity3D 设计教育元宇宙应用的交互场景，Zepeto 设计教育元宇宙的人物对象。在完成人物、场景的设计建模之后，需要对人物对象的操作进行设计，Unity3D 通过事件响应机制，获取用户在使用中的键盘、鼠标按键操作检测（图 3），其中键盘的纵向、横向以及旋转与键盘按键绑定，当用户触发按键时，触发人物对象的运动，W 键和 S 键是人物的前后纵向运动按键，A 键和 D 键是人物的横向运动按键。人物对象与摄像机之间的距离通过鼠标操作完成，通过鼠标点击、滚轮完成摄像对任务的追踪、场景的切换和距离的调整，所有的人物对象的初始运动速度设置为 2 m/s，人物旋转角速度为 20 °/s。

2.3 刚体和碰撞检测

Unity3D 通过组件机制为场景中各对象添加功能，Unity3D 组件机制与面向对象程序设计中接口具有相同的功能，组件可以为场景对象添加不同的功能，克服了面向对象程序设计没有多继承功能的不足[7]。Unity3D 为场景对象提供了 Transform 组件和 RigidBody 组件，其中 Transform 组件主要功能是控制人物的位置和旋转，RigidBody 组件的主要功能是控制人物的受力、速度和扭矩。对象添加 RigidBody 组件并设置重力选项后，对象的运动会受到重力作用。碰撞检测是人物对象在虚拟场景中运动碰到障碍物的本能反应，如果没有对墙壁设置碰撞检测，当人物对象遇到墙壁、门窗时，会出现穿墙、穿门而过的异常失真情况。初始状态下为人物对象设置重力作用以及地形和墙体碰撞检测。当运动的人物对象与墙壁、门窗存在一定距离时，人物对象则停止运动，防止穿墙而过等非物理现象的发生[8]，如图 4 所示。

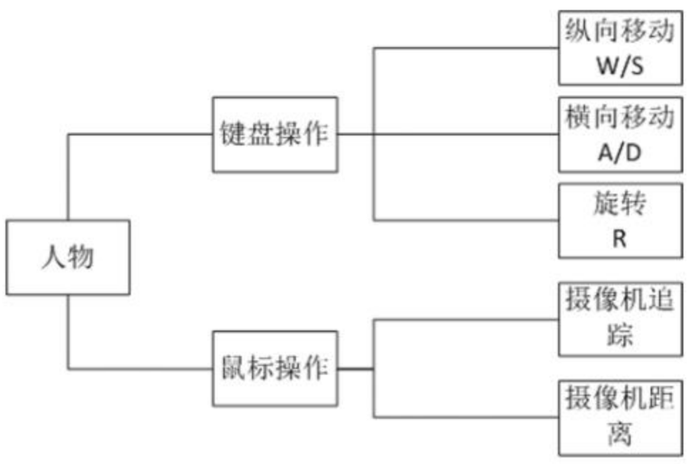

图 3 人物对象的操作方法

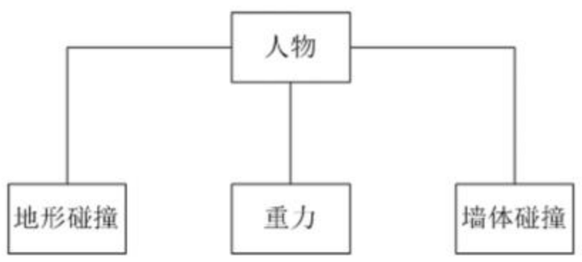

图 4 人物的重力和碰撞检测

2.4 角色控制器设计

为了能够准确地描述视角主角的状态变化，使用动画控制器表示角色的各种状态，即 Walk、Run、Idle 和 Open 四个状态，不同状态间通过“过渡”实现状态转移，相当于有限状态机之间的状态间的转移关系。角色的四种状态的触发条件受到外界条件影响，利用触发条件引起不同状态的转换，其触发的条件包括 Grounded、Speed、haveTalk、haveSeat 和 OpenDoor 等。如果需要制作更加精细的主角动画，可以

使用树结构对人物动画状态进行描述,动画执行动作时通过深度遍历算法对行为树进行遍历,当触发条件满足行为树的条件时,触发状态转移(图 5)。

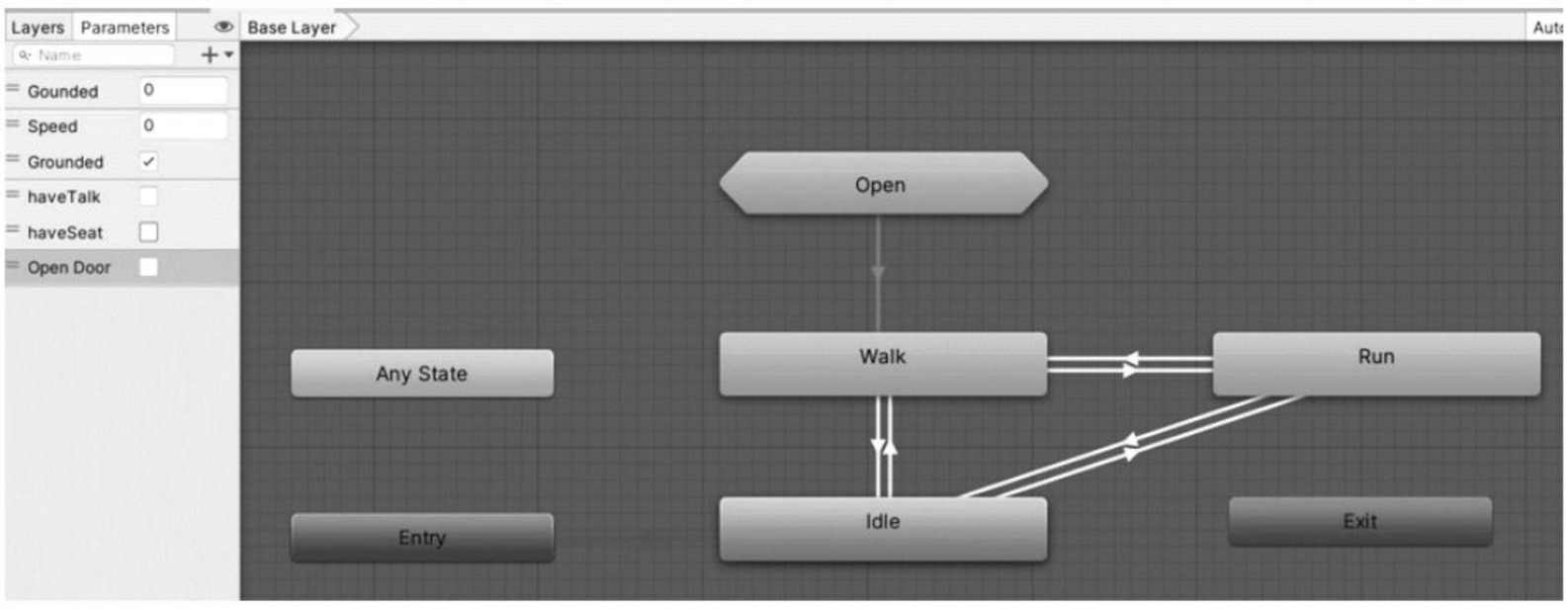

图 5 角色的动画控制器

3 基于教育元宇宙的甬江职高数字校园的应用

3.1 整体逻辑框架介绍

应用的逻辑框架如图 6 所示,用户通过主界面登录系统。为了保证用户隐私的安全,用户初期只面向在校学生、教师和教育局管理人员,没有注册的用户可使用学校邮箱注册,并通过校内邮箱链接激活应用账号。当用户登录应用之后, 可以选择 Metaverse、Profile、Token Map、Regional Chat 和 Daily Path 五个模块。其中 Metaverse 模块可以游览者的身份浏览整个园区,如体育馆、综合楼和学生楼等校园主建筑,通过校园漫游,新生可以了解学校各专业、各系部的分布;Profile 模块可以编辑管理使用者个人信息,可以使用学生和教师的真实用户信息、保证交互互动场景的真实。Token Map 为使用者提供了校园各教学设施的简介,使用者通过方向键可以控制运动路线,并通过重力检测和刚体检测获得真实浏览交互。Token Map 模块则是用户以第三人称方式,结合不同的方向键和运动键对校园进行详细的漫游,了解校园各建筑、教室的详细信息。Reginal Chat 模块可以提供不同人物对象的聊天,模拟现实环境下校园人物的交流和对话。当人物对象设定目的地时,Daily Path 模块通过方向箭头为人物对象的运动提供运行方向和路径的指示和导航。

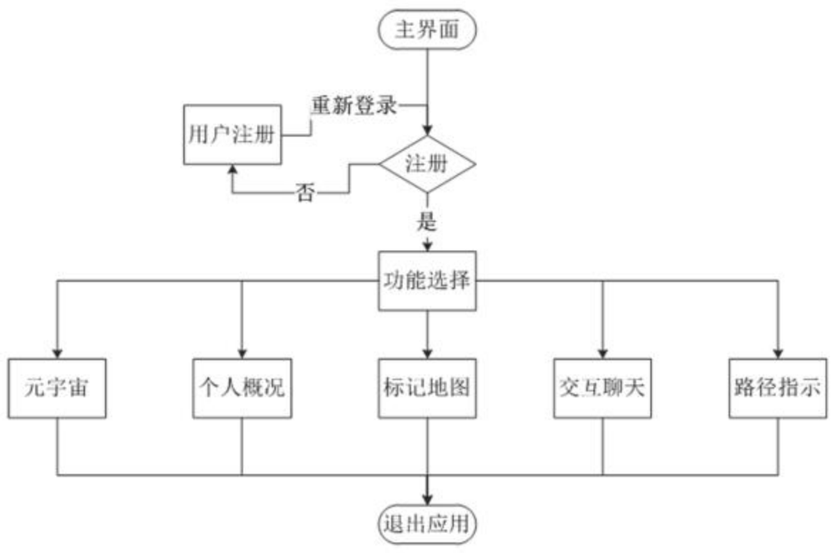

图 6 应用的逻辑框架

3.2 实现的效果介绍

图 7 是甬江职高教育元宇宙应用登录的主界面,系统可以动态适配网页和移动用户。学生、教师、教育局用户通过统一的登录界面登录系统,用户数据采用随机生成数据,并没有导入学校的真实师生数据,通过测试账户登录应用后,当用户间的距离在 20 m 之内,可以显示用户的姓名信息。用户在漫游阶段可以扩展个人信息,名字是基础信息,不可修改,额外的个人信息可以动态添加。Profile 可以通过读取和显示学生信息管理系统中的学生数据,教师通过 Profile 模块,可以了解学生的详细个人信息和学习成绩信息。利用元宇宙应用可以克服学校不同信息系统的数据孤岛现象,通过一个入口,教师可以了解和查阅学生详细信息,进而有针对性地辅导学生。教育局用户通过应用的 Token Map 模块可以了解教育资产的详细信息, 进而根据教育资产的使用年限、状态等指定下一年度的固定资产预算。

Reginal Chat 模块可以提供不同人物对象的聊天，模拟现实环境下校园人物的交流和对话，教师和学生可以根据课堂教学、学生竞赛、校园生活和教师进行零距离的沟通。目前测试阶段进入系统的用户不超过 5 个用户，应用正式部署后，对应用的后台服务器的负载和数据存储有较大的压力，需要配置计算能力较强的集群来满足大量用户使用的计算需求。

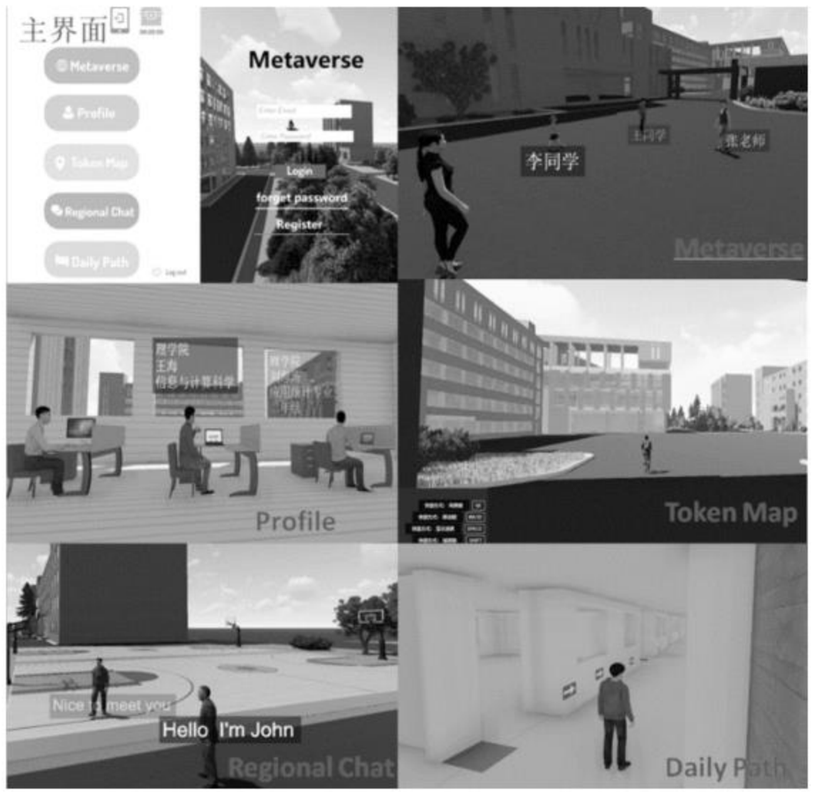

图 7 基于元宇宙的甬江职高数字校园应用

3.3 在教育方面应用的设想

利用元宇宙技术构建的甬江职高数字化校园三维场景，在宁波市教育局每年例行开展的教育资产统计和审查中可发挥重要功能。将校园的实物场景与资产数据库对接，可以使教育决策者通过元宇宙的方式浏览校园概况，掌握校园内各种资产的使用现状，为教育局下属各教学单位每年的财政拨款提供科学决策依据。该数字化校园为入学新生了解学校概况、了解不同专业和系部的分布情况带来了便捷。另外，对于学生而言最重要的数字化校园功能模块是聊天模块，可与教师进行一对一的学习辅导，不受时间和空间的约束，提高了答疑辅导的效率。未来，学校职工可以通过元宇宙技术实现财务报销、资产申报和部门例会等日常工作，极大地提高教职工的工作效率，减少办理事务的等待时间。应用部署在校内服务器上，使用者只针对校内教师、学生和教育局的管理者，可以有效地解决使用者隐私数据泄露的问题，保证教职工、学生的个人信息安全。

4 结语

本研究通过全景采样、三维建模、人物建模和交互设计等元宇宙技术打造甬江职高的教育元宇宙应用，把对校园的介绍、师生交互和漫游结合起来。该应用具有校园漫游、人物画像、校园社交和路径规划等多种功能，不仅可以通过桌面应用进行访问，同时也可以通过 Web 页面进行浏览。然而，该应用与 Meta 公司提出的元宇宙目标仍有差距，需要广大的教学工作者结合所在学校的具体特点，进一步开发针对本校学生、教师和教育管理者的元宇宙应用。另外，需要使用者在使用过程中不断地对该应用进行功能的扩充和软件的优化，为教育信息化发展提供一定的佐证依据。

参考文献：

[1] JOSHUA J. Information bodies: computational anxiety in neal stephenson's snow crash [J]. Interdisciplinary literary studies, 2017, 19(1): 17-47.

[2] 雒亮，祝智庭. 元宇宙的教育实践价值与目标路径辨析[J]. 中国远程教育，2022(6): 1-10.

[3] 田爱丽，侯春笑. 线上线下融合教育(OMO)发展的突破路径研究：基于路径依赖和路径创造的视角[J]. 中国电化教育，2022(1): 73-78.

[4] 包水梅，黄尧尧. 论我国学科评估制度改革的路径依赖及其突破[J]. 江苏高教，2022(4): 44-51.

[5] 钟正，王俊，吴砥，等. 教育元宇宙的应用潜力与典型场景探析[J]. 开放教育研究，2022，28(1): 17-23.

[6] PARK S M, Kim Y G. A metaverse: taxonomy, components, applications, and open challenges [J]. IEEE Access, 2022(10): 4209-4251.

[7] 张勇，贾洪声，刘惠莲，等. 示范性虚拟仿真实验教学一流课程的建设与应用[J]. 物理实验，2021，41(6): 41-45.

[8] 李福，吴益飞，孔维一，等. 数字孪生趋势下机器人虚拟仿真实验建设[J]. 实验技术与管理，2021，38(10): 265-268.