

虚实共生：基于 XR 地图引擎的文化遗产资源库 多模态交互设计

蒋超¹, 吴月淋², 徐志鹏¹

1. 石家庄理工职业学院, 河北 石家庄 050228

2. 石家庄幼儿师范高等专科学校, 河北 石家庄 050228

DOI: 10.61369/ETR.2026080033

摘要： 本文探讨文化遗产资源库软件框架构建，集成 XR 交互、3D 扫描与 AI 技术，构建图文 / 影音 / 虚拟仿真三层资源架构。通过行政区划地图引擎实现资源可视化与政校企协同管理，支持手势 / 眼动 / 语音多模态操作。系统采用育商一体模式，嵌入高校教学模块与文创商城，形成文化保护 - 教育 - 商业闭环，为文化遗产提供沉浸式传承与创新平台。

关键词： XR 地图引擎；虚实共生；多模态交互

Virtual-Real Symbiosis: Multimodal Interactive Design of Cultural Heritage Resource Database Based on XR Map Engine

Jiang Chao¹, Wu Yuelin², Xu Zhipeng¹

1. Shijiazhuang Institute of Technology, Shijiazhuang, Hebei 050228

2. Shijiazhuang Preschool Teachers College, Shijiazhuang, Hebei 050228

Abstract : This paper explores the construction of the software framework for the cultural heritage resource database, integrates XR interaction, 3D scanning and AI technologies, and builds a three-tier resource architecture consisting of graphic and text, audio and video, and virtual simulation. Resource visualization and the collaborative management among government, universities and enterprises are realized through the administrative division map engine, which supports multimodal operations including gesture, eye movement and voice control. Adopting an integrated education and commerce mode, the system embeds university teaching modules and cultural and creative malls, forming a closed loop of cultural protection, education and commerce, and thus providing an immersive inheritance and innovation platform for cultural heritage.

Keywords : XR map engine; virtual-real symbiosis; multimodal interaction

一、文化遗产资源库软件的建构目的与用户画像

民间美术、非遗技艺等中国传统文化在传承中常面临诸多挑战。作为珍贵的本土文化结晶，其遗失令人遗憾。如今，借助数字技术，我们可通过多感官数字资料将其永续留存，既为中华文明存续印记，更能滋养文艺创作，成为文化传播的基石。

目前非遗等文化的推广和归档，通过政府机关主导的数字资源网站，以影音图文资料的形式呈现。依托目前数字技术的发展，我们已经能够通过 XR 设备、3D 建模软件、视觉图形编辑软件构建元宇宙的部分功能，实现在应用软件内以虚拟的形式，身临其境的体验非遗文化、有形遗产、以及依托这些延展的相关文创产品及流行文化。我们在教学和文化推广中需要这样一款软件实现全方位、可拓展、沉浸体验、多业态互联的功能需求。

作为交互设计中核心要素，设计本应用程序的目的是满足哪些用户在什么场景中通过哪些操作和行为获得怎样的相关知识与视听体验。基于数字技术发展，合理的设想未来场景下，如 XR 和元宇宙部分实现后软件内交互可能呈现的视觉感受。以文化传播为目的此应用

需适合学龄儿童及以上的绝大多数人群。在有 XR 设备的空间，通过手势、眼动、声音等简单操作实现虚拟内容的沉浸式体验。

二、资源库框架模型设计

(一) 用户需求分析

本应用主要服务于高等教育视觉艺术类专业教学。针对文化传播推广需求，可在学术内容基础上提炼精简版或制作多语言版本，并优化操作便捷性以适应不同年龄用户。本教学模型面向具备较高知识水平和软件操作能力的高等教育学生，使用场景设定于虚拟仿真技术成熟的近未来。此时，手势、声音、眼动等交互方式已标准化，并支持通过实体 / 虚拟设备扩展更多交互方式。

从信息存储与可视化角度，用户需要下面几种形式的内容呈现。以下以文化项目代指，包含非物质文化遗产，有形遗产，民俗与民间美术，相关文创拓展等。

1、图文信息层级：本层级内容为各文化项目或知识点的图片及文字资料介绍，同时需具备 AI 大语言模型提供的名词解释、文献检

索、知识点梳理拓展等等相关技术支持，要求交互时长短效率高。

2、影音资料层级：本层级包含文化项目的相关影音资料，在缺少影音资料的情况下，如有需求可通过生成式 AI 直接输出符合相关文字描述的 AI 影像。

3、虚拟仿真层级：本层级包含文化项目的 XR 影像资料，通过 3D 扫描或建模技术搜集资料搭建沉浸式影音体验，还原文化项目的全貌。

（二）硬件设备与环境支持

本应用程序的需满足不同使用场景设备的功能

1、传统客户端设备：包括个人电脑、手机、智能设备，可满足图文、影音、虚拟三个层级应用具有快捷方便特点，不能满足沉浸式体验需求，但仍可通过屏幕呈现虚拟仿真场景。

2、XR 设备：包括通过 AR 增强现实设备如 AR 眼镜等，能满足现实与虚拟叠加将虚拟的物品全方位展示在现实空间、VR 虚拟现实设备如 VR 头盔及互动手柄等实现沉浸式体验、MR 混合现实技术实现现实与虚拟的融合与互动。

3、裸眼 3D 技术：目前技术尚未完全成熟，全息影像技术突破后可实现多人互动的虚拟场景，适用于集体教学。

（三）设计理念与信息架构

1、设计理念及运营逻辑

作为教学资源本应用软件在信息架构上需要满足教与学的基本功能板块，同时为了能够具备信息更新与互动的功能，初期版本可以按信息的输入输出设置两大板块，这两个板块以地区为单位，通过资源地图的形式实现双向信息交互。输出部分通过点击检索等操作获取相关文化项目资料，输入部分也通过地图地区选择，以提交申请的形式，通过政府机构主持及院校合作的形式，后期版本融入民间组织，企事业单位或个人等多种主体形式形成社区型互动性高更新快进一步产生经济效益的良性运行模式。文化项目的地图资源以乡镇级行政区为单位上传资源，经过审核认证，由运营人员进行符合软件应用整体风格和艺术标准的视觉设计，将相关资料以图文信息、影音资料的形式展现。如条件允许或定制需求将文化项目进行虚拟仿真还原。

通过协作的方式拓展地图板块。整体运营逻辑如下：以石家庄地区为例，类比政府主导的非遗项目名录，前期版本只有石家庄市区以地级行政区为基本单位的若干项文化项目作为基础版本，如石家庄桥西区下包含，古兵器研磨修复技艺，此非遗项目在资源地图上以定位点的形式出现，点击进入选择三个层级资源，进行全方位展示介绍，后期如果考虑教学以外的业态合作可以加入拓展商业板块。在资源较多的情况下可在地图界面下进行资源分类并设置检索等功能。应用项目运营后有其他文化项目想要申请加入地图资源，同样通过地图点击定位进入相应的行政区，按照要求将图文、影音、建模、资质认定等资料提报到申报界面。申报成功后在信息输入界面的资源地图公示，显示待审核状态，其他用户也可进去查看相关资料并提供评论意见或进行监督举报。运营单位经过多方考察后公布审核结果，将此文化项目进行设计后转入信息输出板块。整体应用以此逻辑循环进行拓展。前期需要政府机构扶持和相关院校合作。后期进入商业运

营模式可正常运转。

假设能够实现近未来元宇宙环境下的部分体验环境，通过本应用程序，通过虚拟仿真环境构建更真实的用户体验与互动，线上线下多维度产品体验。比如用户想拥有一把古兵器，在现实环境由于资金、环境、法规等因素无法获得真实的物品，可通过本应用程序购置虚拟版本古兵器。虚拟版本类似网络游戏中售卖的武器道具等商品，区别是工艺、样式、使用方式等均通过非遗传承人的指导制作，同时通过还原适合的使用场景，模拟拥有真实物品的体验。

2、信息架构设计

根据上述的设计理念，进行本应用程序基本信息架构设计

参考国产网游常见界面架构，以 PC 端为例点击进入程序后进入首页或者菜单界面，首页内容商业运营后可添加广告页等功能分区，菜单界面包含：文化项目展示（信息输出），文化项目申请（信息输入），选项设置（影音、互动操作设置）。联系我们（可包含留言评论、商业项目、作业提交、学术讨论等）；点击进入第一层级菜单前两项，文化项目展示 / 申请后跳转至资源地图界面，本界面根据是否需要虚拟显示可进行设备切换为平面模式或 3D 模式，地图界面初始设置为中国地图，已有经过审核的文化项目的地区被点亮，放大展示行政区地图细节，文化项目注册地点以定位点的形式出现，按颜色分类，地图界面上方通过切换分类分别显示，通过信息检索快速定位。点击定位点进入资源查看界面，此界面分为三个选项，图文信息、影音资料、沉浸式体验（XR）。点击图文信息后，仿照网页界面设计进行展示，在此不展开；点击影音资料进入视频浏览模式，仿照 B 站等视频平台设计界面；点击沉浸式体验进入选择全景展示或虚拟现实，其中虚拟现实选项根据技术和资金条件展开不同项目。可使用相应设备进行沉浸式观看及互动体验。点击进入申请文化项目界面，进入资源地图，地图模型同展示界面，显示资源为正在审核的文化项目，上端菜单分类同展示界面。点击文化项目定位点进入界面查看审核进度，游客可查看申请单位上传的图文视频资料等并可进行评论举报等操作，在地图界面放大至最小行政区使用设备或行为操作增添文化项目（此项可通过检索或专属入口进入），弹出申请界面，按模版填报信息。提交审核。审核通过后可建立个人账户进行其他操作。点击选项设置，进入下级菜单，可对软件的图像显示、声音系统、操作系统进行调节。点击联系我们进入功能界面，可设置商业合作、学术交流、文创商城、教学任务等板块。满足从教学到商业的需求。

三、资源库内容建设与技术支持

（一）内容搜集与制作：运营人员大致从以下几个方面进行日常维护

1、资料采集与审核：分为主动式寻找项目，被动审核上传项目。商业运营后可将本环节转化为商业模式，协助文化项目推广。

2、编辑制作：将选定且审核完毕的项目资料进行编辑整理，通过 UI 设计，虚拟现实技术将内容全方位呈现在界面中。

3、软件技术支持：通过专岗或是商业合作的形式设计制作程序并进行日常维护。

(二) UI 设计及模块拓展

1、界面设计：本应用程序在有限资源条件下可以按一般应用程序界面设计，分为 PC 端和移动端两个版本。在资金技术条件充足的条件下或是未来虚拟仿真软硬件技术提升、商业环境成熟，XR 成为主流视觉体验的情况下，本应用软件需可以在 XR 版本和普通版本间切换。XR 版本要满足在 XR 互动设备支持下，实现虚拟界面交互设计，构建虚拟场景实现沉浸式体验，并通过拓展虚拟功能模块实现类元宇宙功能体验。

2、模块拓展：分为两部分，一是功能模块拓展，通过新技术和更开放的网络环境，在用户使用习惯迭代的前提下构建类元宇宙的虚拟生活模式，打造社区化、可交流互动的体验空间。二是资料库内容的拓展，在应用程序形成品牌效应后，各文化项目单元的区域性扩充，打造地方-全国-国际-全球的终极发展路线。

(三) 相关 3D 技术支持

依托当下数字 3D 技术发展，本应用涉及到的 3D 技术主要服务于^[1]：

1、应用本身场景与界面的搭建如：3D 建模软件与技术 (Blender、Autodesk 3ds Max、SketchUp)；渲染技术与引擎 (Unreal Engine、Unity、V-Ray)；3D 图形库与编程技术 (OpenGL、WebGL、Three.js)；用户界面框架 (Windows Presentation Foundation) 等。

2、用于 AI 互动模型的制作：除 3D 建模软件与技术外还需要动画与物理模拟技术 (Autodesk Maya、NVIDIA PhysX)。

3、应用于文化项目的物品环境等复原的 3D 扫描技术 3D 雕刻技术 (Zbrush)。

校合作共建、持续更新内容。因此，此类应用的可持续运营，需由政府牵头指导，或引入商业业态实现自我造血。

(二) 配合地方文化政策，服务地方文化事业

以协助地方文旅发展为目标，借助地方文旅宣传项目，将本应用内容作为政府主导的文旅宣传中的一个组成部分，获得政府部门政策、技术、资金支持，或者以其他政府机关认可产品形式实现原始需求。

(三) 理想模式，多业态需求融合与商业合作

本类应用程序的理想状态是基于虚拟现实技术呈现出的，近未来沉浸式 3D 界面操作及文化项目视听体验。要想达到这样的用户体验效果。需要专业的软件技术团队、硬件配套设备，专业运营团队等以维持项目的正常运转。这就需要通过商业合作实现收益，并进行软件更新迭代达到理想效果。根据信息架构设计的商业单元，通过商业项目可实现多个收益预期。

1、通过构建基础资料库，宣传政府认定的各级非遗项目、民间艺术等，并通过文创商城为非遗传承人搭建售卖平台，实现多方获利，扩大应用的知名度形成品牌效应。

2、形成知名品牌后，通过文化项目单位申请入驻平台，获取相应的设计服务费用。

3、规模进一步扩大后通过售卖各层级界面广告位获得收益

4、近未来网络交互环境与技术迭代后，通过元宇宙概念下的虚拟商品售卖获得收益。

本应用的初衷是实现近未来虚拟界面视觉体验，从而更加全面立体的展示各类文化项目的精彩，在保存文化的同时实现教学目的，进一步为文化交流提供平台，为民间文化提供焕发活力长久流传的机会。

四、基于地方服务的多业态融合

(一) 本应用软件满足基本文化交流传播需求的实现途径 [2]

本文化遗产教学资源库旨在服务高校专业教学。但仅靠单一院校的师生团队难以达到学术标准并维持其活力：一方面需要大量资源投入项目搜集、整理、制作与维护；另一方面更需相关院

参考文献

- [1] 李静, 王涵天, 陈靖. 增强现实技术在文化遗产数字化展示中的研究进展 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2020, 32(5): 673-686.
- [2] 李炎, 等. 中国非物质文化遗产保护与产业化路径研究. 文化遗产, (2021), (3), 12-20.
- [3] 李炎, 陈芳芳, 林巧. 中国非物质文化遗产保护与产业化路径研究 [J]. 文化遗产, 2021, 15(3): 12-20.
- [4] 黄心渊, 陈靖. 基于 VR/AR 技术的非物质文化遗产数字化传播研究 [J]. 现代传播 (中国传媒大学学报), 2021, 43(4): 110-116.
- [5] 赵沁平, 周忠, 吴威, 等. 虚拟现实技术研究进展及应用 [J]. 中国科学: 信息科学, 2019, 49(2): 127-145.
- [6] 王晓茹, 季铁. 数字孪生技术在文化遗产保护中的应用框架研究 [J]. 包装工程, 2020, 41(14): 1-7.
- [7] 宋玉玉, 鲁晓波. 面向文化遗产的交互叙事与多模态体验设计 [J]. 装饰, 2018, 30(7): 88-91.
- [8] 祝帅, 石晨旭. 元宇宙视域下非物质文化遗产的活化路径研究 [J]. 民族艺术研究, 2022, 35(1): 139-148.
- [9] 孙效华, 华佳昕. 面向文化遗产的多模态交互叙事设计研究 [J]. 装饰, 2022, (3): 13-17.
- [10] 张烈, 冯伟. 虚拟现实中的自然交互技术综述 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2021, 33(5): 673-686.