

# 舞动奇迹——基于深度学习 的博物馆藏品 三维动态展示系统 设计说明书

(V1.0)

华南师范大学

**（未经授权，任何人不得透露，拷贝，传播该文档）**

目录

1 概述 .....3

    1.1 项目简介 ..... 3

    1.2 应用场景 ..... 3

2 相关配置信息 ..... 5

    2.1 运行环境 ..... 5

    2.2 依赖技术 ..... 5

3 系统设计 .....7

    3.1 总体描述 ..... 7

    3.2 功能模块设计 ..... 9

    3.3 数据设计 ..... 15

    3.4 客户端界面设计 ..... 17

    3.5 生成模型设计 ..... 24

# 1 概述

## 1.1 项目简介

党的十八大以来国家大力倡导“让文物活起来”，强调文物在继承和弘扬中华优秀传统文化过程中的重要力量。然而，随着时间的流逝，文物在保存和珍藏的过程中难免会出现损坏。近年来，数字化、信息化技术的深入发展和应用为文物数字化带来了前所未有的发展契机。本项目以博物馆的数字化之路为基点，以实现博物馆文物和场景的三维化，让文物拥有运动姿态。

本项目是一套基于网页进行文物动态化展示的系统。本系统为用户提供便捷的文物浏览系统。

该系统在网页上部署，可以通过多种设备进行交互。面向群体广阔，主要增强了文物对年轻用户的附着粘性，增加了文物可拓展性以及丰富性。通过对文物三维化，一定程度上降低了对文物修复以及维护成本。

用户可以通过设备在系统上实现登录、浏览每日信息、浏览藏品、多角度查看展品等。同时该系统具备了展品上传功能，用户可以通过拍摄文物 360 度的视频上传至平台，平台通过算法重建模拟帮助用户创建属于自己的三维展品。

## 1.2 应用场景

### （1）线上虚拟博物馆游览体验

过去人们一般亲临博物馆观看展品，但出于保护文物的目的，许多展馆采用限流方法，使得博物馆前常常排起一条长龙。利用三维数字化技术，创建一个虚拟博物馆平台，展示博物馆的珍贵文物，使用户可以通过互联网在家中进行虚拟游览，细致欣赏文物的艺术、科技、社会和文化价值，弥补由于时空距离带来的观赏限制问题。用户可以通过 3D 模型展示，仿佛置身于真实博物馆般的体验，并感受到文物的魅力。

### （2）文物修复和复制过程展示

在对文物的保护方面，传统方式主要有复制文物和修复文物。传统的文物复制是利用复制材料直接在文物上面翻模，翻模材料容易遗留在文物的表面，在文物表面留下比较严重的污染，造成对文物的伤害利用 3D 建模技术将文物进行数字化处理，展示文物修复过程和复制技术的全过程。通过云计算和移动互联等新技术手段，向社会公众展示文物复制和修复的过程，加深公众对传统文物保护工作的理解和认识，提高公众对文物保护重要性的认知。

### （3）应动态文物展示与互动体验

博物馆中文物展示大多使用静态方式，缺少动态感结合，本产品使用 3D 建模技术和人体动作姿态映射，展示文物数字模型的动态化展示，甚至呈现文物的

动态姿态和舞蹈表演。通过互动展览和动态展示，使观众更加亲近文物、感受文物的生动性和活力，提高公众对文物价值的关注度，进一步推动文物保护工作与社会发展的密切结合。

本产品可应用于文物保护领域，与博物馆进行合作，为文化遗产的传承与传播提供了新的可能性。

## 2 相关配置信息

### 2.1 运行环境

#### 2.1.1 服务器运行环境

操作系统: Windows 10 64 位  
Web 应用服务器: Tomcat9.0  
数据库: MySQL5.7.28  
C++ 运行环境: Microsoft Visual C++  
Python 运行环境: Python3.6

#### 2.1.2 客户端运行环境

操作系统: Window 10 64 位  
CPU: Intel Core i5  
内存: 8G

### 2.2 依赖技术

#### 2.2.1 MediaPipe 库

MediaPipe 是一个由 Google 开发的开源机器学习框架,专门用于实时的人体姿态估计、手部跟踪、面部识别等应用。它提供了一系列预训练的深度学习模型。

在本项目中,我们成功应用了 MediaPipe 框架,对人物动作视频进行了处理。借助其高效的姿态估计模型,我们能够准确提取和跟踪人物骨架。这为我们提供了对动作细节的深入理解,包括关键关节的运动、动作的类型和时长等信息。通过对提取的数据进行分析和可视化,我们得以全面了解视频中人物动作的特征,为后续的文物动态化处理做准备。

#### 2.2.2 BPy 库

BPy 是 Blender Python API 的简称,用于通过 Python 脚本控制和扩展。

Blender Python API 允许用户使用 Python 编程语言编写脚本来执行各种任务的功能。

在该项目中,主要使用了 BPy 库来读取.obj 格式的人体骨架模型导入人体骨架模型,一旦导入了人体骨架模型,BPy 库的功能可以用于实现骨架的动态动作

模拟。这包括在时间轴上设置关键帧、操控骨骼的旋转、平移等属性，以模拟人体的运动。在这个过程中，可以通过 BPy 访问模型的骨骼层次结构，设置关键帧并调整动画细节，以达到模拟所需的动作效果。最后，通过 BPy 库，你可以使用 Blender 的导出功能将动画导出为所需的格式。

### 2.2.3 Node.js

Node.js 是一个基于 Chrome V8 引擎的 JavaScript 运行时环境，用于构建可伸缩的网络应用程序，通常用于构建 Web 服务器、API 服务、实时应用、微服务等。

在本项目中，我们通过 Node.js 搭建了平台的后端。利用 Node.js 的非阻塞 I/O 和事件驱动的特性，我们能够高效处理并发请求，确保系统的高性能和可伸缩性。Node.js 的模块化机制使得代码组织清晰，通过 npm，我们能够方便地引入和管理第三方模块，加速开发过程。平台后端利用 Node.js 提供的 HTTP 模块搭建了稳定的服务器，同时结合其他相关模块实现了数据存储、用户认证、API 服务等功能。这为整个项目提供了强大的基础支持，使得前端和后端的协同工作更为高效和灵活。

### 2.2.4 Bootstrap 框架

Bootstrap 是一个流行的开源前端框架，用于快速、简便地开发响应式和现代化的 Web 应用和网站。

在该项目中，我们充分利用 Bootstrap 的强大栅格系统，巧妙设计了前端页面布局，确保了在不同设备上的良好显示和用户体验。通过 Bootstrap 的响应式设计，我们成功实现了手机端和电脑端的兼容性，使网页在各种屏幕尺寸下都呈现出优雅、一致的外观。通过使用 Bootstrap 的组件和样式，我们加速了前端开发过程，同时保持了设计的一致性和专业性。这使得用户无论使用何种设备，都能够流畅、舒适地访问和操作网站，为项目的成功实施提供了坚实的基础。

### 3 系统设计

#### 3.1 总体描述

舞动奇迹——基于网页开发的文物动态化展示系统包括登录/注册、“管理员”、“查看”、“动态化”四个模块，系统总体的功能结构图如图 3.1 所示。

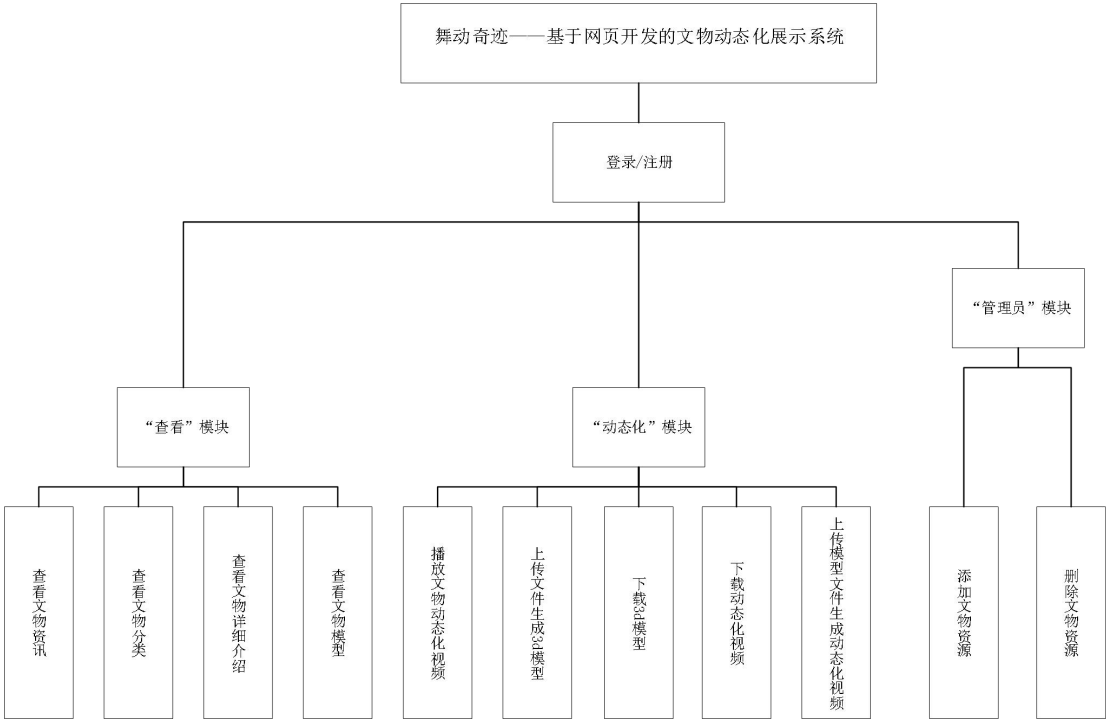


图 3.1 系统功能结构图

其系统架构图如图 3.2 所示：



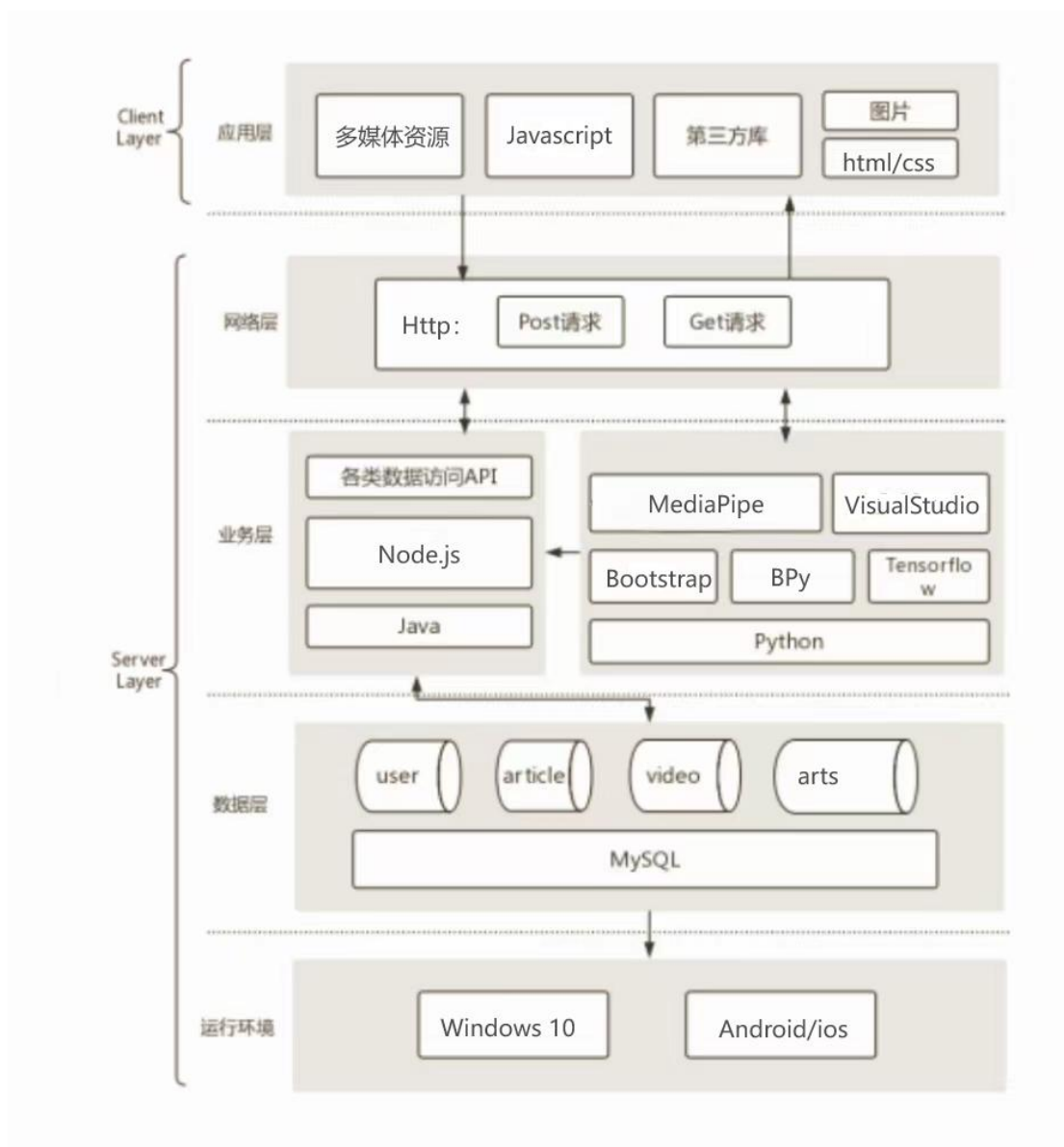


图 3.2 层次架构图

该软件主体是采用 C/S 层次架构，而又细分为应用层、网络层、业务层、数据层、运行环境。其中各个层次的作用如下：

- 应用层

该层提供了一个基于网页的客户端，支持用户的可视化交互操作，主要为用户提供了该产品的四大功能模块服务：文物动态化视频生成、文物三维建模、文物信息管理、登录\注册四大模块，利用 html、css、Javascript 和第三方库实现以上的四大功能。

- 网络层

该层主要是利用 Node.js 网络框架处理 post 和 get 请求，充当应用层（客户端）和业务层（服务器）之间的桥梁作用。接收应用层的查询美妆文章、美妆颜值测评等各个接口的网络请求，从而把用户传入的参数传送到对应的 API，待业

务层处理完毕后，把相应的处理结果返回到应用层。

- 业务层

该层是该产品提供四大功能模块服务、支持正常运行的核心层次，也是该项目的核心技术层次。在该层次中，分成了两部分，并且各负责不同的服务。

其中第一部分作用是提供应用层的文物视频转三维模型重建服务的 API、以及与数据层中用户数据表、文物数据表之间进行数据访问和存储。其基于 Java 利用 Node.js 框架技术进行开发。

第二部分作用是通过 MediaPipe 、 VisualStudio 提供人体姿态估计、文物三维模型动态化处理供服务支持，并且基于 Python 分别利用了 BPy 库、Tensorflow 深度学习的框架技术编写 Blender 脚本来执行文物动态化任务和支持该模型运行。

- 数据层

该层次的作用主要是用于存储该项目所依赖的 3 个数据表，以及生成的视频流数据，并且管理数据表间和表内的数据关系，使该项目的数据保持一致性，并且给业务层提供数据访问的支持。

- 运行环境

该层次的作用主要是利用电脑端 Windows 10 64 位和手机端 Android/ios 系统为该项目的业务层、数据层提供运行的系统环境。

## 3.2 功能模块设计

### 3.2.1 “动态化”功能模块

#### (1) 模块基本说明

该功能模块是整个产品软件的核心功能模块，文物动态化通过三维模型随骨架运动的方式来达到动态化的方式。目标模型的骨架需要通过初始视频生成人物姿势再进行连续姿势生成，再通过姿势变换生成以及特征点匹配即可生成三维骨架，以进行动态化展示。

用户可点击文物上传按钮跳转到文物上传页，将视频拖拽至标志处上传以生成 3D 模型，等待生成完毕即会自动跳转至下载模型页。点击下载链接即可下载 3D 模型文件，可以上传文件进行进一步动态化，等待动态化完毕即可自动跳转至动态化视频页，随后点击下载链接可以将生成的动态化视频下载。

包含的功能有

- 上传文件生成 3D 模型/动态化视频
- 下载 3D 模型/动态化视频
- 播放动态化视频

- 姿势框架变换
- 查看 3D 模型及动态化视频

## (2) 模块流程图

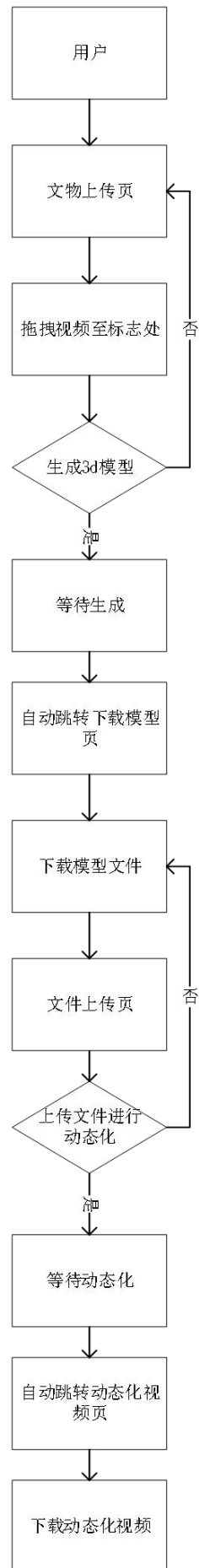


图 3.3 “动态化”模块流程图

### 3.2.2 “查看”功能模块

#### (1) 模块基本说明

该模块首页提供相应的资讯，例如非遗等，允许用户查看一些与文物有关的文章。当用户进入该页面时，系统会通过网络请求获取文章数据，并将其显示在主页面上。用户可通过标题检索感兴趣的文章。本系统将展品分成几大类，便于用户查看；用户可以滑动鼠标多角度预览 3D 文物模型；用户可以查看动态化后的人形姿态雕塑视频；

该模块包含的功能：

- 查看文物资讯
- 查看文物详细介绍
- 查看文物分类
- 查看文物模型

#### (2) 模块流程图

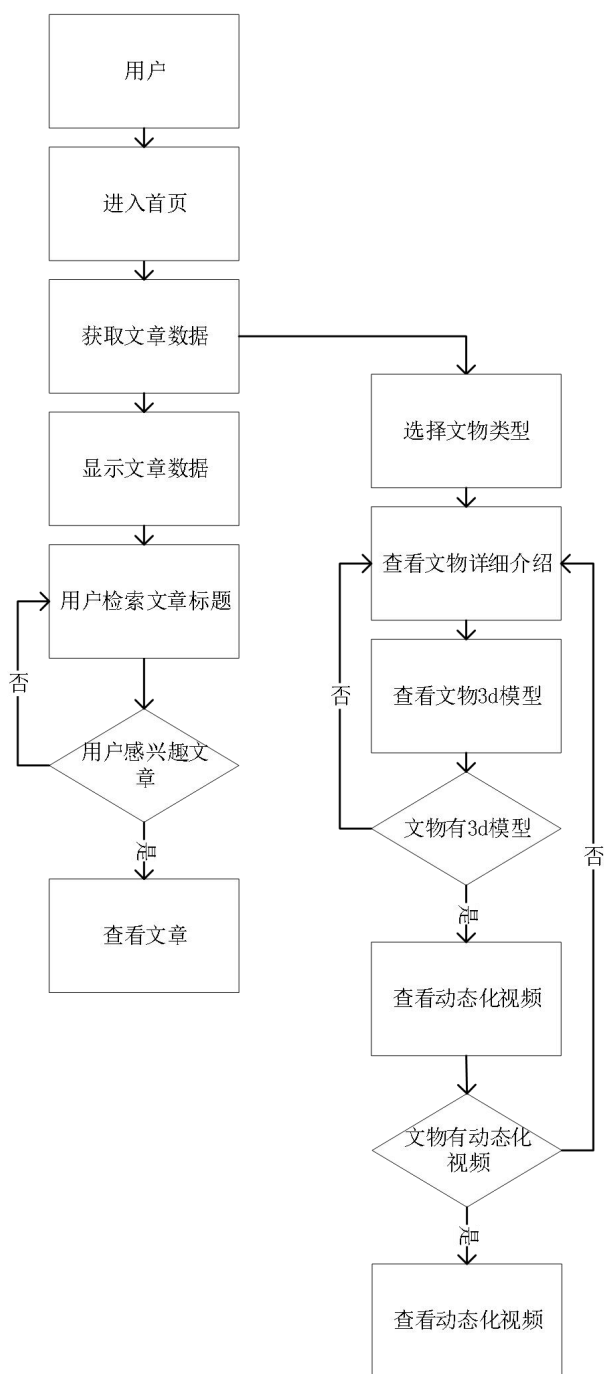


图 3.4 “查看”模块流程图

### 3.2.3 “管理员”功能模块

#### (1) 模块基本说明

该模块设置了管理员在线管理功能，管理员能够管理系统的核心进行增删数据操作，在管理员登录后，可通过系统的管理资源页面，点击选择选项，选择相应文物类型进行添加；同样地选择资源进行删除。

该模块包含的功能：

- 添加文物资源

## ● 删除文物资源

### (2) 模块流程图

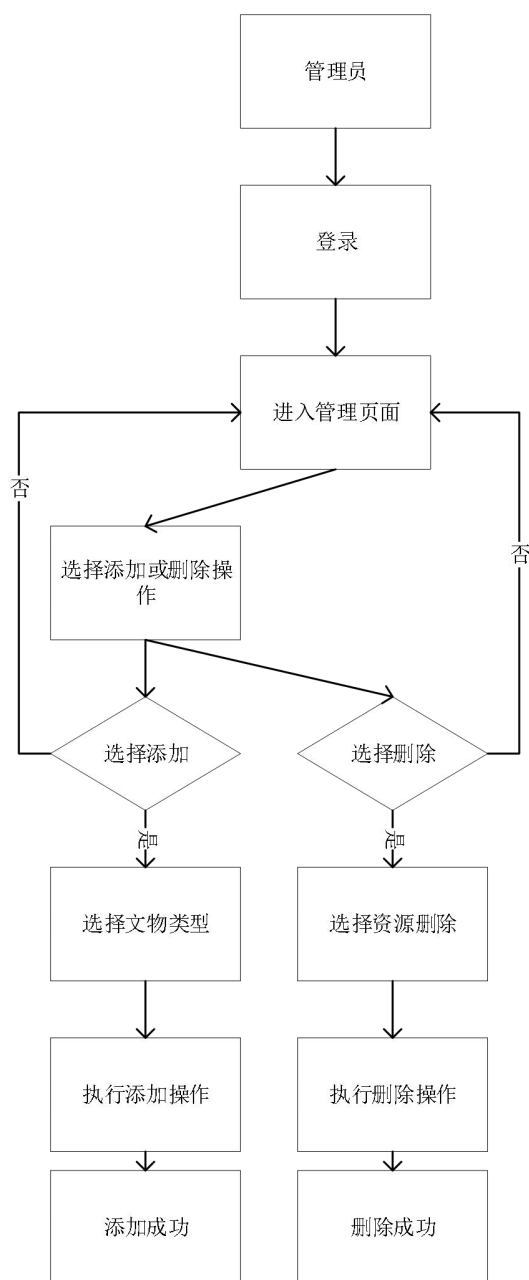


图 3.5 “视频”模块流程图

### 3.2.4 “登录/注册”功能模块

#### (1) 模块基本说明

本系统提供普通用户和系统管理员登录两种方式,当用户打开网页则出现登录界面,如果用户未有账号可点击注册从而跳转到注册界面进行注册。注册成功

时，系统自动跳转到登录界面。如果用户已有账号，可直接输入用户名与相对应的密码，若密码正确，则登录成功，跳转系统首页页面。

包含的功能有

- 账号登陆
- 账号注册

## (2) 模块流程图

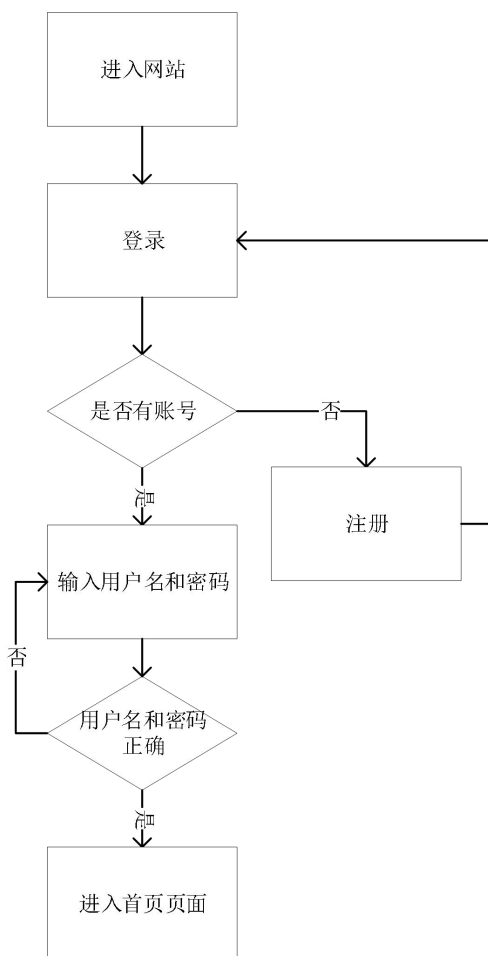


图 3.6 “登录/注册”模块流程图

## 3.3 数据设计

该软件在数据设计方面，系统平台总体的数据表结构如图 3.9 所示：



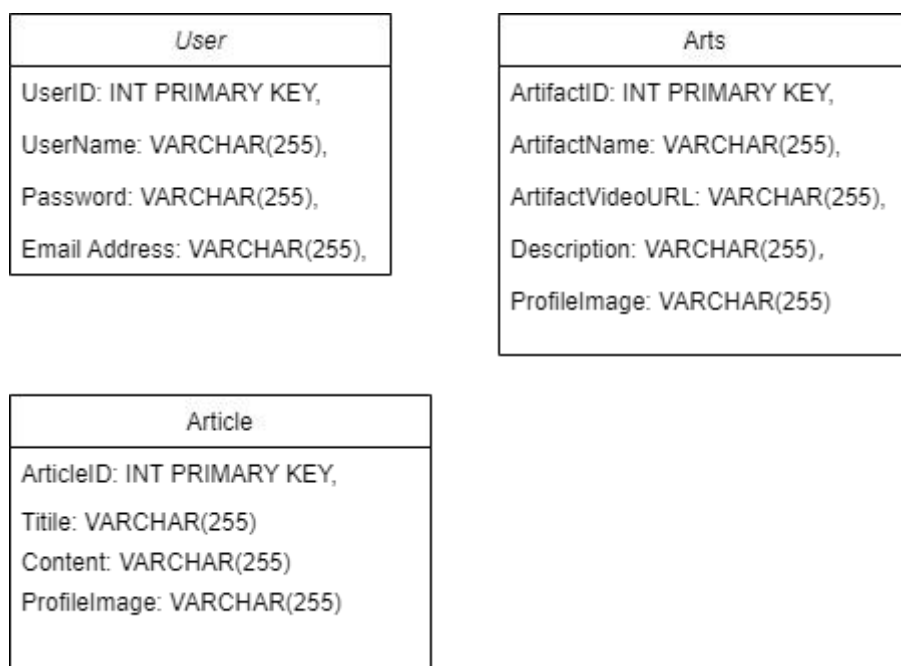


图 3.9 平台数据表结构图

针对程序的功能需求，设计了 8 张数据表，具体描述如下：

### 3.3.1 用户数据表 (User)

表 3.1 用户数据表

ID	昵称	密码	邮箱地址
UserID	UserName	Password	EmailAddress

主要字段说明：

- **UserID:** 注册时的生成的 ID，具有唯一性，不可修改。
- **UserName:** 用户登陆时需要的昵称。
- **Password:** 用户登陆时需要的密码。
- **EmailAddress:** 用户的邮箱，可用以找回密码。

### 3.3.2 文物数据表 (Arts)

表 3.2 文物数据表

ID	名字	视频连接	描述	文件图片
ArtifactID	ArtifactName	ArtifactVideoURL	Description	ProfileImage

主要字段说明：

- **ArtifactID:** 文物的编号，唯一标识文物。
- **Description:** 文物的描述。
- **ProfileImage:** 文物相关的图片和文件的名字。

### 3.3.3 文章 (Article)

表 3.3 文章数据表

ID	标题	内容	文件图片
ArticleID	Title	Content	ProfileImage

主要字段说明：

- **ProfileImage**: 文物相关的图片的名字。

## 3.4 客户端界面设计

### 3.4.1 “登录/注册”模块界面

#### (1) 页面展示图

#### A. 登录页面

- 1) 用户名输入区域
- 2) 密码输入区域
- 3) 登录功能
- 4) 注册功能

#### B. 注册页面

- 1) 用户名输入区域
- 2) 密码输入区域
- 3) 第二次密码输入区域
- 4) 注册功能
- 5) 返回



图 3.10 登录页面

图 3.11 注册页面

#### (2) 页面交互逻辑图

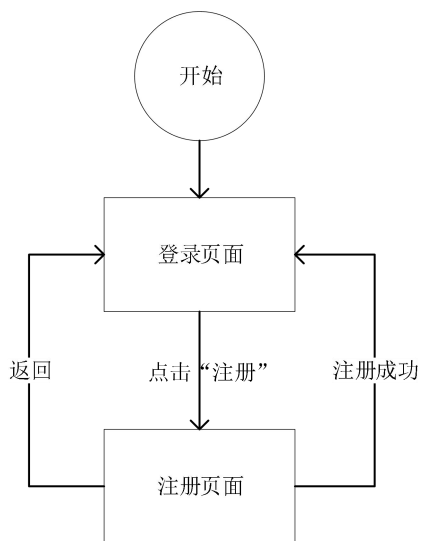


图 3.12 “登录/注册”页面交互逻辑图

### 3.4.2 “查看”模块界面

#### (1) 页面展示图

##### A. 信息显示页面

- 1) 搜索区域
- 2) 轮播图片区域
- 3) 信息显示区域



图 3.13 “查看”信息显示页面

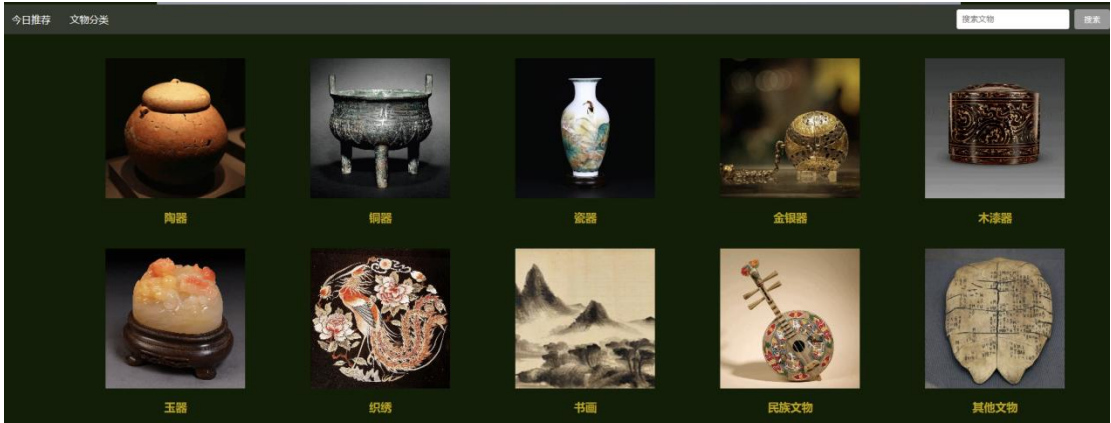


图 3.14 文物类型页面

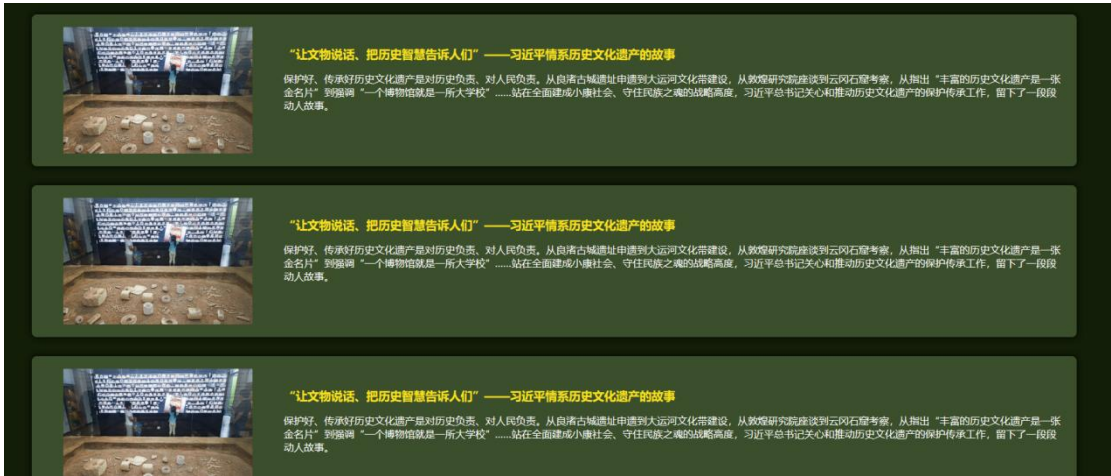


图 3.15 文物详细介绍页面

(2) 页面交互逻辑图

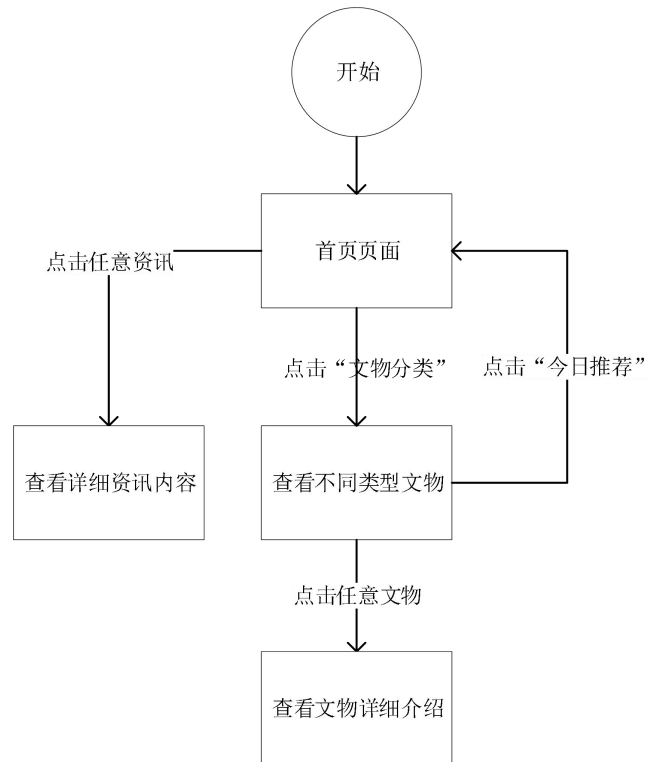


图 3.16 “文章”模块页面交互逻辑图

### 3.4.3 “动态化”界面

#### (1) 页面展示图

- A. 模型显示页面
- 1) 视频显示区域
  - 2) 信息显示区域
  - 3) 上传视频区域

- B. 视频上传页面
- 1) 获取视频区域
  - 2) 获取下载连接区域



图 3.17 “动态化”信息显示页面

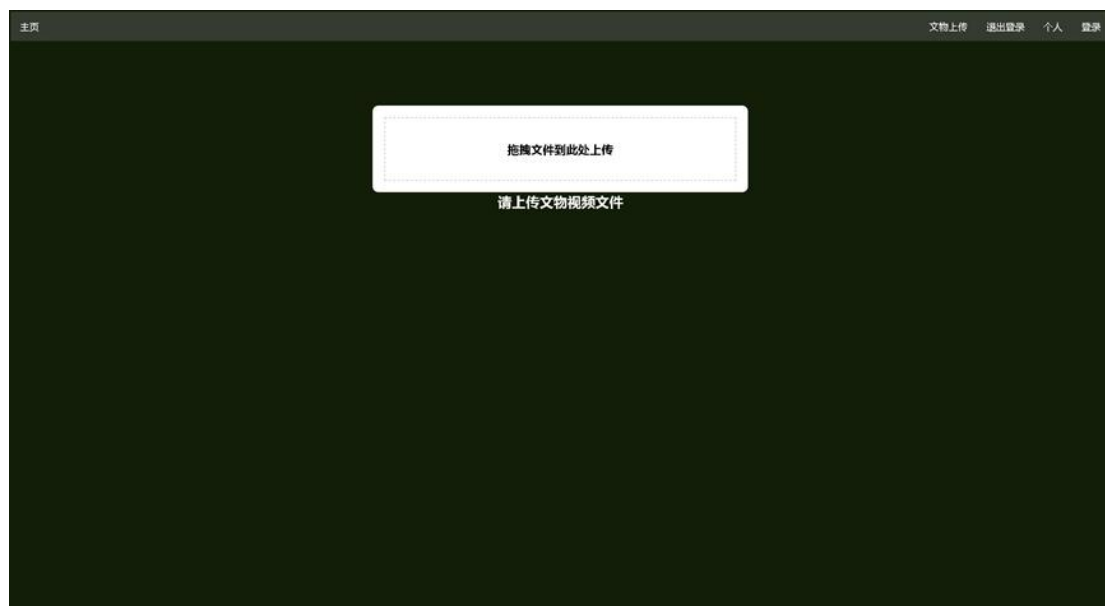


图 3.18 文件上传页面

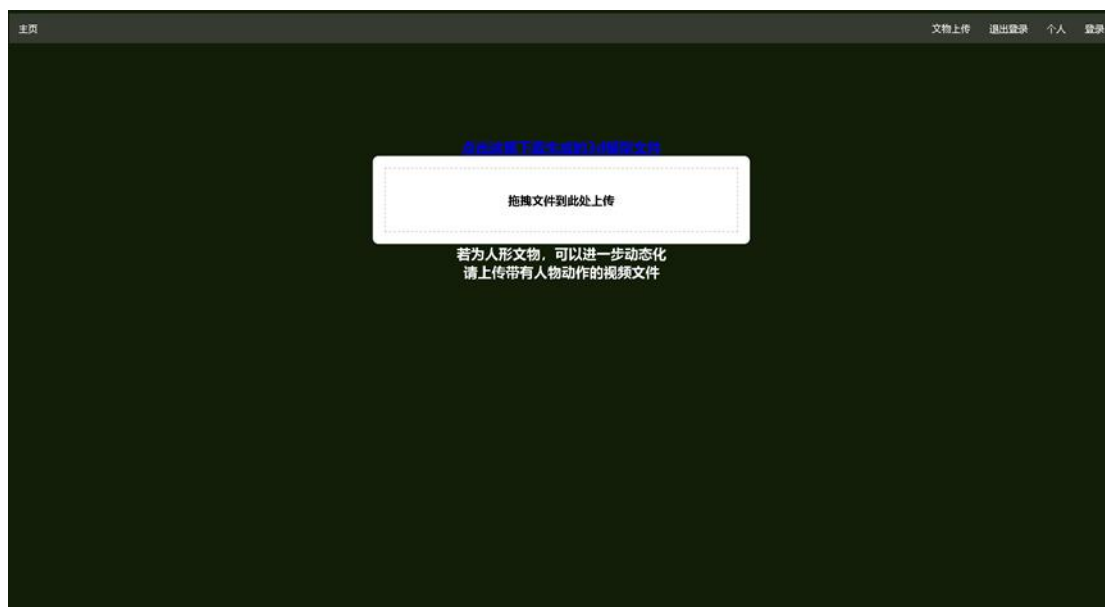


图 3.19 下载链接页面

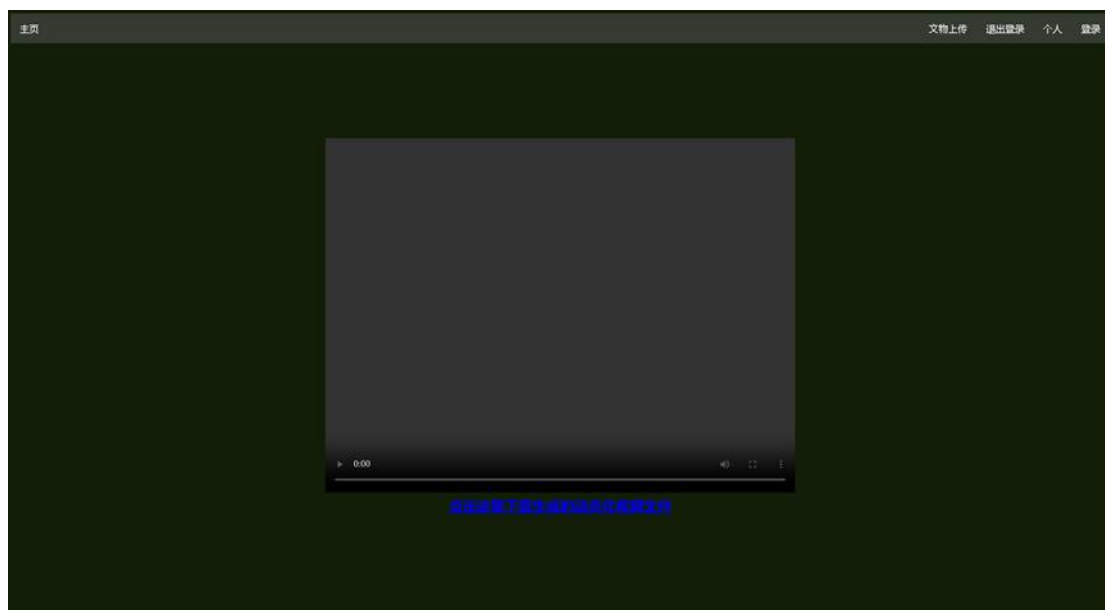


图 3.20 视频播放页面

## (2) 页面交互逻辑图

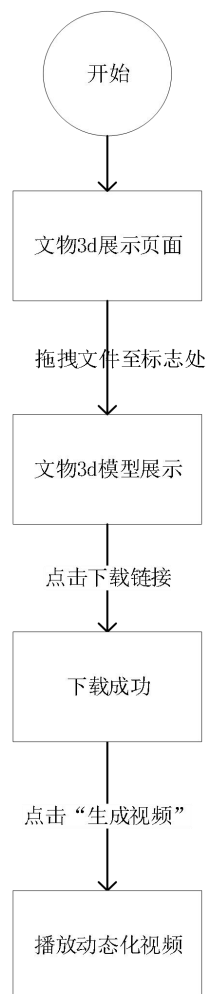


图 3.21 “动态化” 页面交互逻辑图

3.4.1 “管理员”模块界面

(1) 页面展示图

- A. 删除页面

4) 选择选项区域

5) 文物类型选择区域

6) 删除按钮
- B. 添加页面

1) 选择选项区域

2) 文物类型选择区域

3) 添加按钮

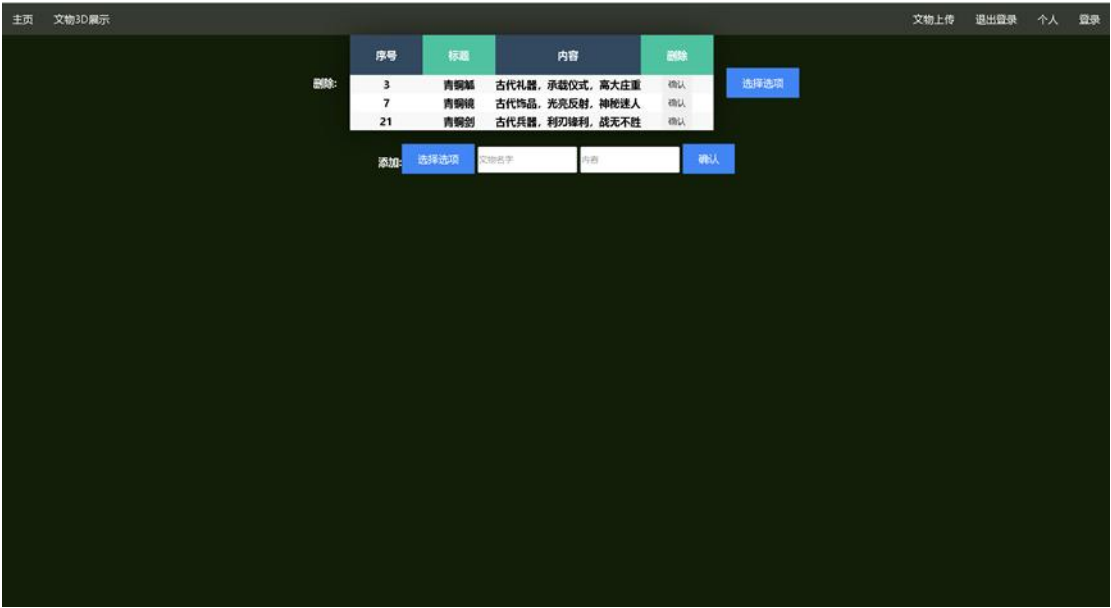


图 3.22 删除页面

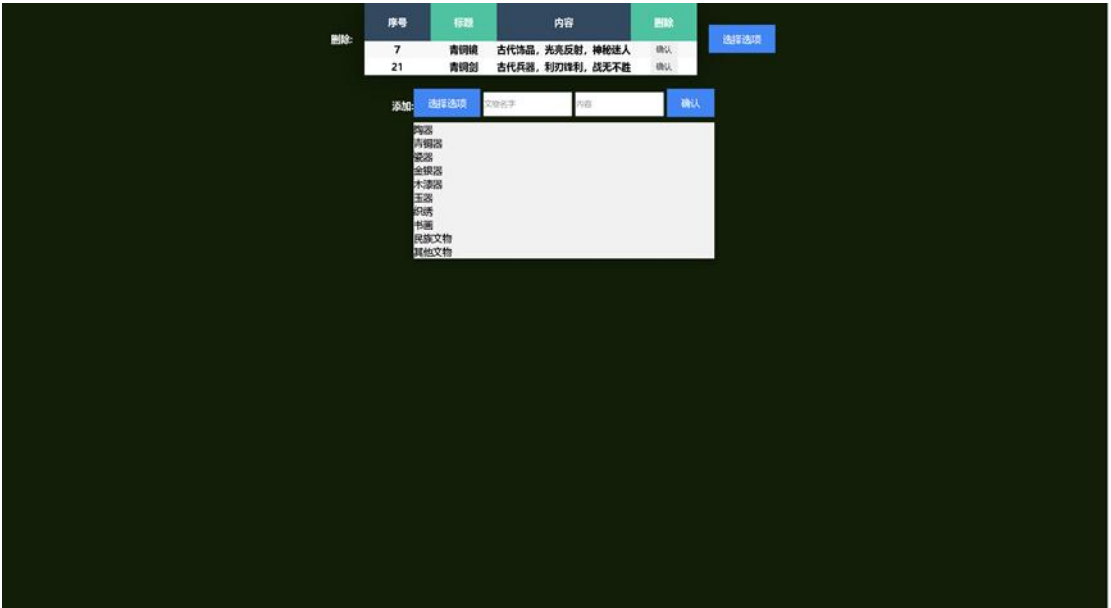




图 3.23 添加页面

## (2) 页面交互逻辑图

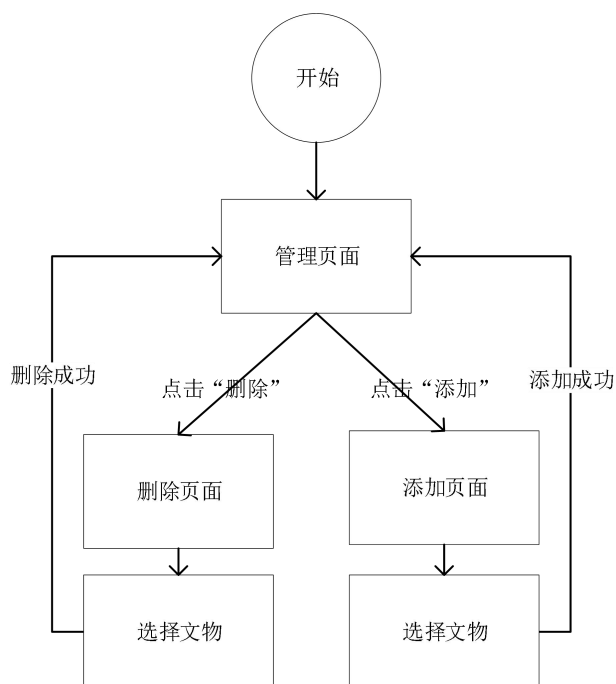


图 3.24 “管理员”页面交互逻辑图

## 3.5 生成模型设计

### 3.5.1 3D 模型生成

本节研究基于 SIFT 和 Harris 角点检测法相结合的特征点提取和跟踪，以及利用 KIT 算法进行特征点匹配和计算相机的旋转矩阵和平移向量等参数，从而获得所有特征点的三维坐标。通过几何引导约束的深度图计算方法计算出深度图，并对深度图进行概率全局优化滤波平滑处理。将多个深度图融合到同一个坐标系，并基于相邻深度图之间的测试方法消除冗余的深度点。最后，利用 Delaunay 三角表面重建技术将点云连接成网格模型，并进行渲染，以获得三维重建模型。

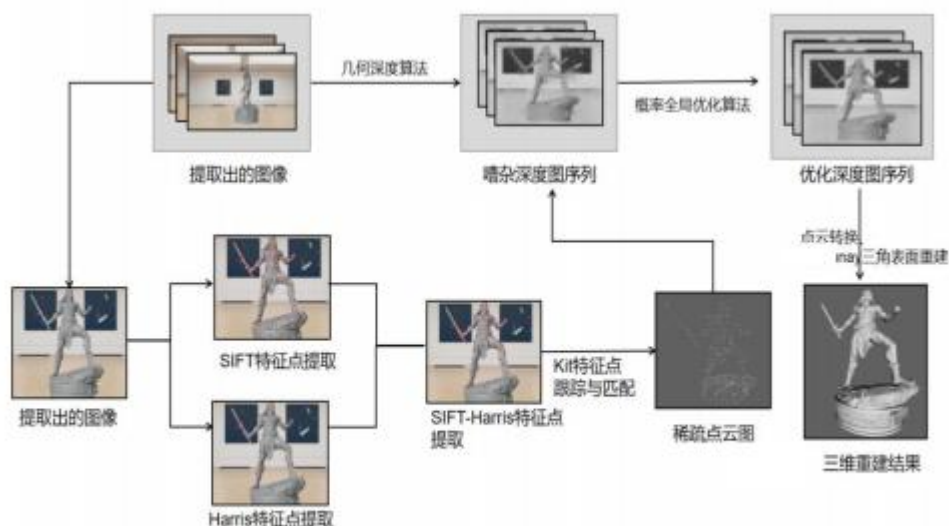


图 3.25 3D 模型重建逻辑图

### 3.5.1 模型动态化生成

本项目使用了大型数据集和现代深度学习技术，将人物视频转化为三维骨架序列，从而实现对展品的动态化处理。在人物姿势提取阶段，采用预训练的MediaPipe 姿势检测器，提取出人物姿势序列，生成具有连续性的姿势序列，并根据目标人物姿势进行归一化处理。针对提取好的人物姿势，结合相机外参和blender 接口 bpy，实现了三维骨架的生成与附着，从而实现了文物动态化处理。

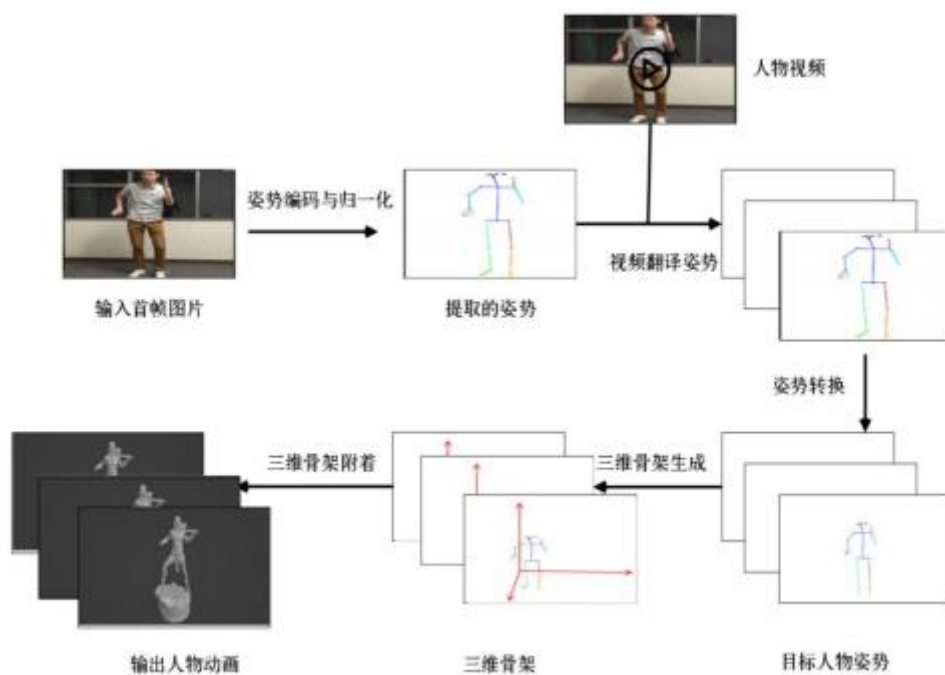


图 3.26 模型动态化生成逻辑图