文件编号：

项目名：基于GIS地图的可视化智慧安防系统

需求与功能设计规格书

作者： 徐祺翔，丁宗参，张浩东，唐鑫臣

部门： 异常检测部门

时间： 2025/5/22

软件工程实验

改版履历

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **版数** | **年月日** | **改版内容** | **承认** | **查阅** | **作成** | **备注** |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

以下虚线部分为说明内容.

虚线部分删除后填入记述内容。

**以下对设计书中记述的项目进行说明。**

**目录中的项目原则上不能删除。如果没有记载事项的场合，要明确记述其原因。但是，由于开发部件的种类或者特性，必须删除目录中的项目时，要在过程定义中明确删除的位置和理由。**

目录

[1 前言 5](#_Toc200009643)

[1.1 输入文档 6](#_Toc200009644)

[1.2 相关文档 7](#_Toc200009645)

[1.3 用语/术语定义 8](#_Toc200009646)

[2 开发概要 9](#_Toc200009647)

[2.1 开发的目的和背景 9](#_Toc200009648)

[2.2 工作&运行环境 10](#_Toc200009649)

[2.3 系统构成 12](#_Toc200009650)

[2.4 用户分类和特征 13](#_Toc200009651)

[3 外部接口需求 14](#_Toc200009652)

[3.1 用户接口 14](#_Toc200009653)

[3.2 硬件接口 15](#_Toc200009654)

[3.3 软件接口 16](#_Toc200009655)

[3.4 通讯接口 17](#_Toc200009656)

[4 实现方式 18](#_Toc200009657)

[4.1 数据采集与预处理功能 18](#_Toc200009658)

[4.1.1 功能概要 18](#_Toc200009659)

[4.1.2 功能详细 19](#_Toc200009660)

[4.1.3 相关功能 20](#_Toc200009661)

[4.1.4 用户接口 21](#_Toc200009662)

[4.2 视频上传与异常检测功能 22](#_Toc200009663)

[4.2.1 功能概要 22](#_Toc200009664)

[4.2.2 功能详细 23](#_Toc200009665)

[4.2.3 相关功能 24](#_Toc200009666)

[4.2.4 用户接口 25](#_Toc200009667)

[4.3 GIS展示与交互功能 26](#_Toc200009668)

[4.3.1 功能概要 26](#_Toc200009669)

[4.3.2 功能详细 27](#_Toc200009670)

[4.3.3 相关功能 28](#_Toc200009671)

[4.3.4 用户接口 29](#_Toc200009672)

[5 非功能需求 30](#_Toc200009673)

[5.1 权限需求 30](#_Toc200009674)

[5.2 兼容互换性 31](#_Toc200009675)

[5.3 安全性 32](#_Toc200009676)

[5.4 健壮性 33](#_Toc200009677)

[5.5 使用性（操作性） 34](#_Toc200009678)

[5.6 效率性（性能） 35](#_Toc200009679)

[5.7 维护性 36](#_Toc200009680)

[5.8 移植性 37](#_Toc200009681)

[5.9 用户文档 38](#_Toc200009682)

[5.10 其他 39](#_Toc200009683)

[6 使用和操作方法 40](#_Toc200009684)

[6.1 环境设定 40](#_Toc200009685)

[6.2 使用方法 41](#_Toc200009686)

[7 注意限制事项 42](#_Toc200009687)

[7.1 制约／限制事项 42](#_Toc200009688)

[7.2 假定事项 43](#_Toc200009689)

[7.3 特记事项 44](#_Toc200009690)

[8 附录 45](#_Toc200009691)

[8.1 业务规则 45](#_Toc200009692)

[8.2 术语表 46](#_Toc200009693)

[8.3 数据流图 47](#_Toc200009694)

[8.4 数据字典 48](#_Toc200009695)

# 前言

要理解本设计书，必须明确相关的知识基础。本系统的开发融合了多领域技术体系，需从数据库设计、前后端开发、算法应用及地理信息系统（GIS）四个维度建立认知框架。在数据库层面，需掌握关系型数据库的核心原理，包括实体-关系（ER）模型设计、数据表逻辑结构定义、SQL查询优化及数据库完整性约束（如主键、外键规则）与安全性机制（如权限控制、事务管理）；前端开发领域涉及HTML5/CSS3的页面布局技术、JavaScript的动态交互逻辑，以及Django模板语言（DTL）对动态内容的渲染机制；后端开发基于Django框架的MVT（模型-视图-模板）架构，需理解URL路由配置、视图函数对业务逻辑的处理流程、ORM（对象关系映射）与数据库的交互方式；算法模块则聚焦于视觉语言大模型（VLM）的跨模态学习能力，包括视频帧序列的特征提取、异常行为的语义标签生成、自然语言描述的跨模态生成逻辑等关键技术点。此外，GIS技术的应用需掌握地理空间数据处理（如坐标系统转换、空间查询）、地图引擎集成（如Leaflet.js/Mapbox GL JS）及空间分析功能（如最短路径规划、热力图生成），实现视频数据与地理信息的深度融合。

本需求分析书围绕“基于GIS地图的可视化智慧安防系统”展开，其诞生源于传统安防系统的现实困境与智能化技术革新的双重驱动。在公共安全、交通管理、大型活动监控等场景中，传统系统依赖人工筛查海量视频数据，不仅效率低下，且易因疲劳、主观误判导致关键信息遗漏，难以满足应急响应的时效性与准确性要求。例如，火车站每天产生的海量视频数据中，人工难以快速定位异常行为；交通管理中，人工查看视频难以及时发现车辆逆行、闯红灯等隐患；大型活动现场的复杂人流也使人工监控难以实现全覆盖。随着智慧城市建设的推进，对安防系统的自动化、智能化需求愈发迫切，亟需通过技术升级实现从 “被动监控” 到 “主动预警” 的模式转型。

技术层面，视觉语言大模型（VLM）与地理信息系统（GIS）的结合为安防智能化提供了双重技术突破。VLM通过融合计算机视觉与自然语言处理技术，能够将视频内容转化为可解释的自然语言描述，例如检测到“商场入口处人员聚集推搡”时，不仅生成“斗殴”标签，还能输出事件发生的具体位置、参与人数等细节，显著提升监控结果的决策价值。而GIS技术则能将地理空间数据与安防信息整合，以地图形式直观展示监控设备分布、应急资源位置等信息，并通过空间分析功能（如缓冲区分析、路径规划）为应急指挥提供科学依据。例如，在火灾场景中，GIS可根据起火点快速规划最佳救援路线，叠加周边消防水源分布，缩短响应时间。两者的结合使安防系统既能“看懂”视频内容，又能“定位”事件发生的地理空间，形成“智能分析+空间感知”的立体安防能力。

基于上述背景，本项目旨在开发一套集视频监控、异常检测、地理信息可视化于一体的智能安防系统。系统以视觉语言大模型为核心引擎，实现对视频异常行为的自动检测与语义描述；以GIS技术为空间支撑，构建安防数据的地理可视化与空间分析能力；通过Django框架整合前后端逻辑，实现用户管理、视频存储、异常查询等功能的高效协同。需求分析书将从数据需求（用户表、监控表、异常片段表及GIS相关表）、功能模块（用户管理、视频管理、异常检测、GIS可视化）、非功能特性（性能、安全、可扩展性）及技术集成（VLM模型接入、地图引擎开发）等维度展开详细阐述，为系统的设计、开发与实施提供清晰的指导框架，助力提升城市安全防范的整体效能与智能化水平。

## 输入文档

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 文档编号 | 文档名称 | 简要说明 | 链接 |
| [文件编号001] | 核心系统功能需求定义书V1.0 | 明确本系统的整体业务需求、用户角色、基础功能逻辑，是需求设计书的主要输入依据。 | /docs/需求定义/核心系统功能需求定义书\_V1.0.docx |
| [文件编号002] | 系统开发计划书V1.0 | 明确系统的整体开发周期、阶段划分与资源安排，为需求分阶段设计提供依据。 | /docs/计划文档/系统开发计划书\_V1.0.docx |
| [文件编号003] | GIS功能需求说明书V1.0 | 针对本系统中空间信息处理部分的功能描述，包括地图展示、图层管理、空间查询等。 | /docs/需求定义/GIS功能需求说明书\_V1.0.docx |
| [文件编号004] | 大模型接口能力接入规范V1.0 | 明确本系统调用视觉语言模型（如Qwen-VL）进行图像异常判断的接口格式与调用规范。 | /docs/接口规范/大模型接入规范\_V1.0.docx |

## 相关文档

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 文件编号 | 文档名称 | 简要说明 | 链接/存储位置 |
| [文档编号001] | 系统总体设计说明书 | 描述系统整体架构、模块划分及接口协同关系，是本需求设计书的上位指导文档。 | /docs/overall\_design\_v1.0.docx |
| [文档编号002] | 数据采集与处理功能概要需求定义书 | 明确本系统中数据采集及预处理模块的目标、范围与需求细节。 | /docs/data\_capture\_req\_v1.2.docx |
| [文档编号003] | GIS功能模块需求定义书（GISVer1.0） | 详细说明系统所支持的GIS数据展示与交互功能的需求，包括空间数据采集、图层管理、地图服务等内容。 | /docs/gis\_module\_spec\_v1.0.docx |
| [文档编号004] | 用户界面交互原型文档（UI原型） | 包含各主要功能模块（如数据展示、结果反馈等）的UI原型图，是用户接口设计的基础。 | /docs/ui\_prototype\_2025\_v0.9.pdf |
| [文档编号005] | 传感器接入与视频监控集成说明手册 | 说明各类传感器设备及监控设备的数据接入标准、接口协议与配置方法。 | /docs/sensor\_video\_integration\_guide.docx |
| [文档编号006] | 数据格式与编码规范手册 | 定义系统中使用的各种数据结构与编码规则，供接口开发和数据处理时参考。 | /docs/data\_format\_spec\_v2.1.pdf |
| [文档编号007] | 外部接口对接协议文档 | 说明系统与第三方平台（如GIS地图服务、交通系统、安防平台）接口的通信协议、数据格式、认证方式等。 | /docs/external\_api\_spec\_v1.0.docx |

## 用语/术语定义

|  |  |
| --- | --- |
| 用语/术语 | 定义说明 |
| 用户端（User端） | 指最终使用本系统进行操作的界面，包括Web端和移动端。 |
| 管理端 | 指供系统维护人员使用的后台管理界面，可用于数据管理、用户权限设置、系统日志查看等。 |
| 实时数据采集 | 指系统通过接入传感器、视频监控设备或其他接口，在无需人工干预的情况下，自动获取的连续性或周期性数据。 |
| 异常检测 | 指系统通过模型算法或规则，对采集数据中的异常状态或行为进行识别与标记的过程。 |
| 简单异常检测器 | 指不依赖大模型，仅基于数值统计或浅层模型（如One-Class SVM、帧差法等）判断帧是否异常的快速检测模块。 |
| 大模型（LLM）介入 | 指当系统检测结果存在不确定性或波动时，启用视觉-语言模型（如Qwen-VL）对多帧图像进行语义判断，以优化异常判断的策略。 |
| 滑动窗口 | 用于方差触发机制中，对一定数量帧的异常得分进行统计分析的时间窗口。 |
| GIS（地理信息系统） | Geographic Information System，指用于捕获、管理、分析和可视化空间（地理）数据的系统。 |
| 空间数据 | 表示带有空间位置属性的数据，例如点（坐标）、线（轨迹）、面（区域）等，用于在GIS地图上展示目标的地理位置信息。 |
| 图层（Layer） | 在GIS中用于组织空间信息的数据结构，用户可以控制图层的显示、隐藏、透明度及样式，如视频监控图层、异常热力图图层等。 |
| 矢量数据 | 一种GIS中使用的空间数据格式，主要以点、线、面表示地理对象。常用于表现目标位置、道路、区域边界等信息。 |
| 栅格数据 | 另一种GIS空间数据格式，以像素网格形式记录空间信息，常用于热力图、卫星影像、遥感数据展示。 |
| 地图服务API | 提供地图显示、坐标定位、图层加载等功能的标准接口，如ArcGIS API、OpenLayers、Mapbox API等，用于实现地图功能扩展。 |
| 热力图（HeatMap） | 一种以颜色密度形式可视化空间异常分布的地图表达方式，用于展示异常发生的热点区域。 |
| WebGIS | 指基于Web平台实现的GIS功能，可在浏览器中进行地图浏览、图层叠加、空间分析等操作。 |
| 坐标系统（Coordinate System） | GIS中用于统一表达空间位置的参考系统，常见如WGS84、GCJ-02等，系统中所有空间数据需转换至统一坐标系以便分析。 |
| 图像-语义联动分析 | 系统利用视觉语言模型处理图像时，同时结合地图空间位置，实现图像内容与GIS空间数据之间的联动识别与分析能力。 |

# 开发概要

## 开发的目的和背景

本设计书中所记载功能的开发目的是为了解决传统安防系统效率低、智能化程度低、数据利用率差等问题，构建一个集用户管理、视频管理、智能异常检测与GIS地理可视化于一体的智慧安防系统。通过引入视觉语言大模型（VLM）提升视频分析的准确性与可解释性，借助GIS技术实现空间数据的动态呈现与应急响应支持，最终打造一个具备实时监控、智能预警、可视指挥能力的现代化安防平台，服务于智慧城市建设中的校园、园区、公共设施等高安全需求场景，提升整体城市运行的安全性与管理效率。

## 工作&运行环境

**(1)HW环境（硬件）**

[1]服务器端：

CPU：Intel Core i9第10代或同等性能处理器及以上

内存：32GB RAM及以上

硬盘：1TB SSD（支持高速读写）、另需2TB机械硬盘用于视频存储

GPU：NVIDIA RTX 3060及以上（用于VLM模型推理）

网络：千兆以太网，支持公网IP访问（如需远程访问）

机器类型：标准PC服务器或云主机环境（如阿里云、华为云）

[2]客户端：

CPU：Intel i5第八代或以上

内存：8GB及以上

显示器：1920×1080分辨率及以上

网络：稳定网络连接（带宽不低于10Mbps）

**(2)SW环境（软件）**

[1]操作系统（推荐最低版本）：

服务端操作系统：Ubuntu 20.04 LTS / CentOS 7 / Windows Server 2019

客户端操作系统：Windows 10 / Windows 11 / macOS 11及以上

[2]必需软件：

Python 3.8及以上

Django 4.x框架

MySQL 8.0数据库（支持PostGIS扩展以支持空间字段）

Leaflet.js或Mapbox GL JS（前端地图渲染）

[3]客户端动作环境：

OS：Windows 98/ME、Windows 2000、Windows XP

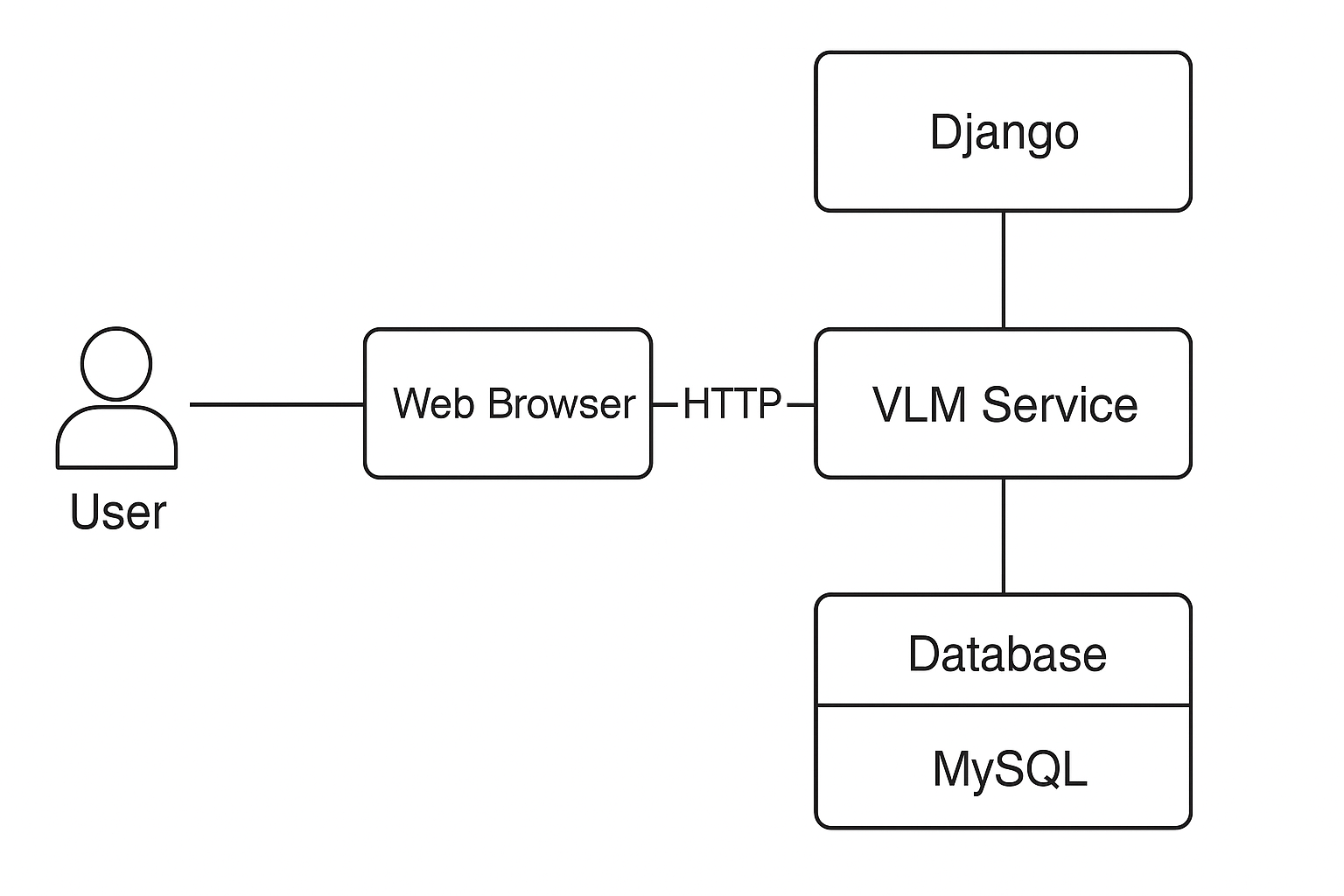
硬件：PC98-NX系列、PC／AT兼容机

[4]对应Web浏览器：

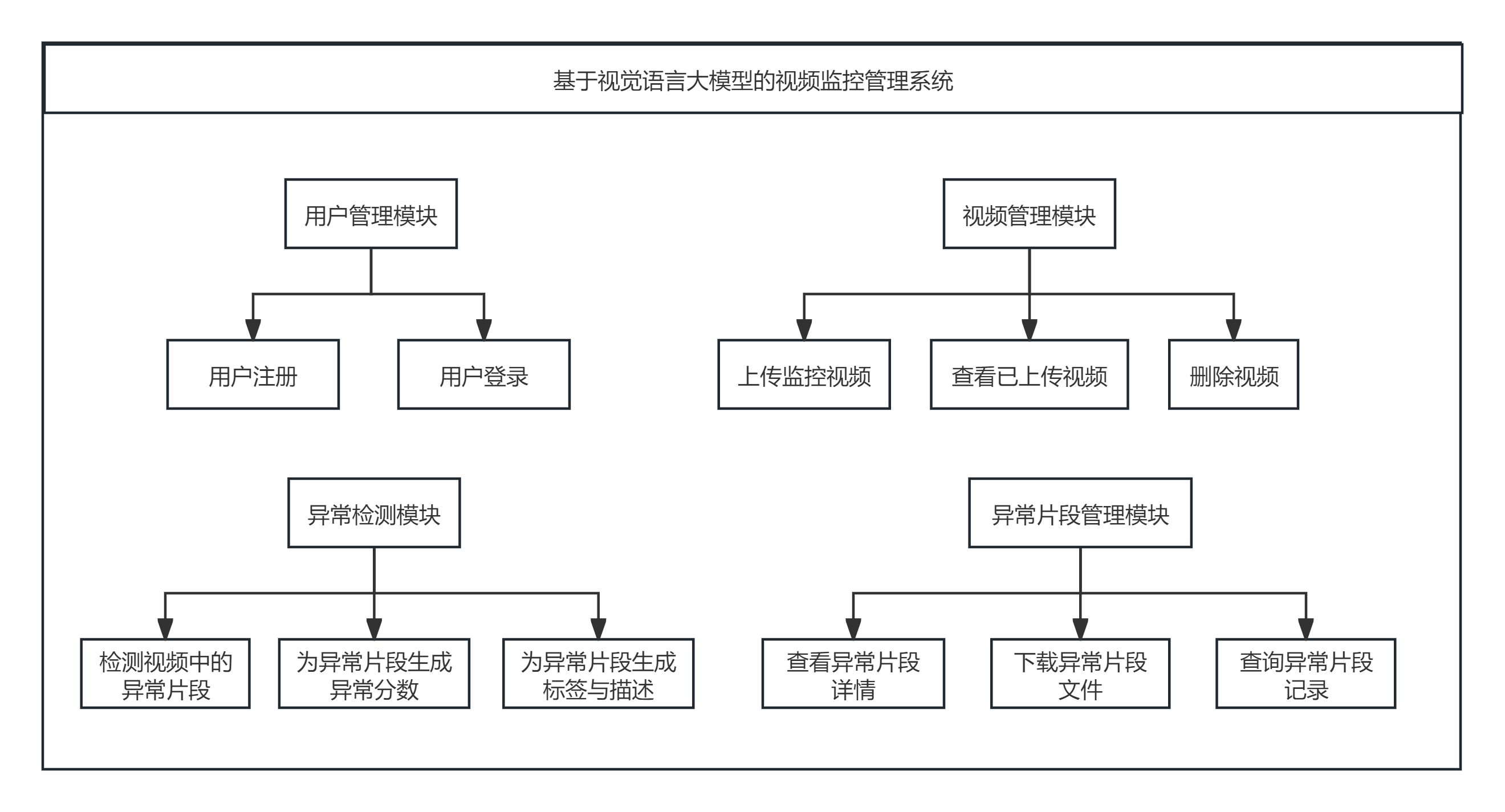
Microsoft Internet Explorer 4.01SP1以上、5.00、5.01、5.5、6.0

Netscape Navigator 4.06、4.5、4.51、4.6、4.7

**(3)系统部署图**



## 系统构成



## 用户分类和特征

**用户表：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| NO | 用户 | 别名 |
| 1 | 管理员 | 系统管理员 |
| 2 | 安保指挥人员 | 安全调度人员 |
| 3 | 普通用户 | 视频上传者 |
| 4 | 系统运维人员 | 技术支持人员 |

**(1)各用户职责说明：**

[1]管理员：负责全系统的配置与监管，具有最高权限。可管理用户、配置模型服务接口、维护GIS数据等。

管理用户注册信息与权限；

配置监控设备地理位置；

查看所有用户视频及异常检测记录。

[2]安保指挥人员：主要使用GIS功能进行事件调度与空间分析，是异常事件的响应与指挥者。

浏览GIS地图与异常标注；

查看区域事件统计与热力图；

路径规划与应急路线获取。

[3]普通用户：主要为各部门视频资料上传者，仅能操作本账号下的视频及检测结果。

上传视频文件；

发起异常检测；

查询检测结果与异常标签。

[4]系统运维人员：负责系统运行维护，不直接参与业务操作。

维护服务器与数据库；

检查系统运行日志；

升级部署后端模型与GIS引擎。

**(2)用户与功能模块对应表：**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 用户 | 用户管理 | 视频管理 | 异常检测 | GIS展示 | 权限配置 | 系统维护 |
| 管理员 | ✔ | ✔ | ✔ | ✔ | ✔ | 部分 |
| 安保指挥人员 | ✖ | ✖ | 查询 | ✔ | ✖ | ✖ |
| 普通用户 | 注册/登录 | 上传/查阅 | 发起检测 | 浏览结果 | ✖ | ✖ |
| 系统运维人员 | ✖ | ✖ | ✖ | ✖ | ✖ | ✔ |

# 外部接口需求

## 用户接口

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 功能模块 | 用户输入数据 | 系统输出数据 |
| 用户登录/身份验证 | 用户名、密码；身份类型选择 | 登录状态、权限信息、欢迎界面 |
| 数据查询与检索 | 查询关键词、筛选条件（如时间、类型） | 查询结果列表、详情数据 |
| 数据上传与录入 | 上传的文件、表单填写数据、数据格式说明 | 上传状态、数据预览、格式校验提示 |
| 数据分析模块 | 选择分析类型、输入分析参数、选择数据源 | 分析结果图表、统计报告、可导出文件 |
| 报表与导出功能 | 选择导出格式、选择数据范围 | 生成的报表文件（如PDF、Excel）、下载链接 |
| 权限与配置管理 | 用户配置参数、权限分配选项 | 操作结果反馈、权限变更状态提示 |
| GIS地图展示模块 | 地图操作行为（缩放、拖动、图层选择） | 可视化地图界面、图层展示、位置定位 |
| GIS空间分析模块 | 空间分析类型（缓冲区分析、路径规划等）、选定区域、分析参数 | 分析结果图层、空间对象信息、分析报告 |
| GIS数据标注模块 | 用户手动标注点/线/面对象，输入标注说明 | 标注结果图层、对象属性信息、可编辑标注列表 |
| GIS事件监控与告警 | 告警规则配置、监控区域设定、触发条件 | 实时事件提示、地图定位、事件日志 |

## 硬件接口

|  |  |
| --- | --- |
| 接口名称 | 接口描述 |
| 用户终端接口 | 支持标准PC、笔记本、平板设备等终端，通过HTTP/HTTPS协议访问系统Web服务。 |
| 打印设备接口 | 支持与打印机的连接，实现报表和地图打印输出，使用标准USB或网络打印协议。 |
| 数据采集设备接口 | 与外部传感器、摄像头、RFID设备等连接，采集环境数据，使用串口或Modbus协议。 |
| 存储设备接口 | 与外部硬盘、NAS、云存储等对接，支持数据备份与导入导出，使用SFTP或SMB协议。 |
| 网络接口 | 支持有线/无线以太网连接，支持IPv4/IPv6，满足数据传输与远程访问要求。 |
| 用户认证设备接口 | 接入IC卡读卡器、生物识别设备等，实现用户身份验证，使用USB或串口通信。 |
| GIS定位设备接口 | 接入GPS或GNSS定位设备，提供实时地理位置信息，通信协议为NMEA 0183或自定义串口协议。 |
| GIS遥感图像设备接口 | 对接无人机、卫星遥感图像采集设备，支持图像上传和预处理，通常通过FTP或API传输。 |
| GIS地理信息服务接口 | 接入第三方地图服务（如高德、天地图、ArcGIS Server），支持WMS/WFS/WMTS协议交换空间数据。 |
| GIS三维可视化设备接口 | 对接三维显示设备（如弧幕、大屏投影），输出GIS三维可视化数据，接口为HDMI或定制数据流。 |
| GIS实时监控设备接口 | 与摄像头、无人监测终端设备连接，支持视频流叠加地理位置展示，使用RTSP/ONVIF协议。 |

## 软件接口

|  |  |
| --- | --- |
| 接口名称 | 接口描述 |
| 操作系统接口 | 系统运行于Windows 10/11或Linux（Ubuntu 20.04+）操作系统，提供基础运行环境和权限控制。 |
| 数据库接口 | 连接 MySQL 8.0数据库系统，管理用户数据、日志、规则信息等，使用JDBC/ORM接口。 |
| 用户认证模块接口 | 与统一身份认证系统（如LDAP或OAuth2）集成，实现用户登录权限控制。 |
| 前端 UI 接口 | 后端向前端提供RESTful API服务，前端基于Vue.js或React获取数据并展示。 |
| 后端业务模块接口 | 各业务模块间通过内部REST API或消息队列（如RabbitMQ）交换状态数据和处理结果。 |
| 日志管理接口 | 接入日志系统（如ELK Stack），用于记录用户行为、系统事件与异常信息，支持实时查询与分析。 |
| 文件管理模块接口 | 支持与本地或云端文件系统交互，管理数据导入、导出、地图文件、模型文件，使用统一文件服务封装。 |
| 报表导出模块接口 | 生成并导出Excel/PDF格式报表，调用第三方库如Apache POI、iText实现文件生成。 |
| GIS地理数据库接口 | 连接 PostGIS、Spatialite或ESRI FileGDB等地理数据库，管理矢量/栅格空间数据，使用SQL+GIS扩展语法。 |
| GIS地图服务接口 | 接入Web GIS服务（如ArcGIS Server、GeoServer），支持加载WMS/WFS/WMTS等地图数据。 |
| GIS空间分析模块接口 | 与空间分析引擎（如Turf.js、GDAL、PyProj）集成，提供缓冲区分析、路径规划、区域计算等服务。 |
| GIS可视化模块接口 | 与三维可视化组件（如CesiumJS、Deck.gl）集成，实现地理数据三维展示与交互。 |
| GIS实时数据接入模块接口 | 对接实时位置流（如GPS）、遥感图像数据、移动终端上传数据，统一封装为WebSocket/REST接口传入系统。 |
| AI模块集成接口（可选） | 接入用于图像识别、规则生成的AI组件（如PyTorch、TensorFlow模型服务），通过HTTP/GRPC接口传输图像与预测结果。 |

## 通讯接口

|  |  |
| --- | --- |
| 通讯接口名称 | 描述 |
| HTTP/HTTPS API接口 | 系统主要通过RESTful API（支持GET/POST/PUT/DELETE），采用 HTTPS加密通信，保障数据安全。 |
| WebSocket实时通信接口 | 用于实时数据推送，如告警通知、GPS轨迹上传等，支持长连接机制，通信格式为JSON。 |
| 文件上传/下载接口 | 支持通过Web前端上传Excel/CSV/PDF等格式文件，或导出报表数据，采用MIME类型协商，基于HTTPS。 |
| 邮件通知接口 | 支持系统通过SMTP协议发送电子邮件（报警信息、统计日报等），支持SSL加密连接，使用HTML邮件格式。 |
| 浏览器交互接口 | 支持主流浏览器（Chrome/Firefox/Edge），通过AJAX技术实现异步数据交互，前端UI自动适配不同分辨率。 |
| OAuth2/LDAP认证接口 | 用户登录与权限控制模块采用OAuth2或LDAP协议与统一认证系统对接，保障数据访问安全性。 |
| 数据同步接口 | 支持定时/手动与外部系统进行数据同步，支持JSON/CSV/XML格式，采用HTTPS或安全内网接口传输。 |
| GIS地图服务通信接口 | 加载地图数据（WMS/WFS/WMTS），遵循OGC标准协议，基于 HTTP/HTTPS通信，支持地图瓦片缓存与并发访问。 |
| GIS空间数据传输接口 | 空间分析与地图渲染所需矢量/栅格数据通过GeoJSON、Shapefile、TIFF格式传输，结合FTP/SFTP或API上传下载。 |
| GIS实时位置数据接入接口 | 对接GPS设备、无人机或移动终端数据，使用NMEA格式或自定义JSON格式，基于WebSocket或MQTT协议传输。 |
| GIS地图加密访问机制 | 对地图服务（如GeoServer或ArcGIS）增加Token机制控制访问权限，避免未授权用户访问地图数据。 |
| GIS数据同步接口（外部平台，可选） | 与第三方GIS平台（如天地图、百度地图、OpenStreetMap）同步图层数据，使用标准Web服务或API网关连接。 |

# 实现方式

明确每个功能的实现方式，按照业务功能划分进行分类说明，有必要的情况分不同的章节进行说明。

## 数据采集与预处理功能

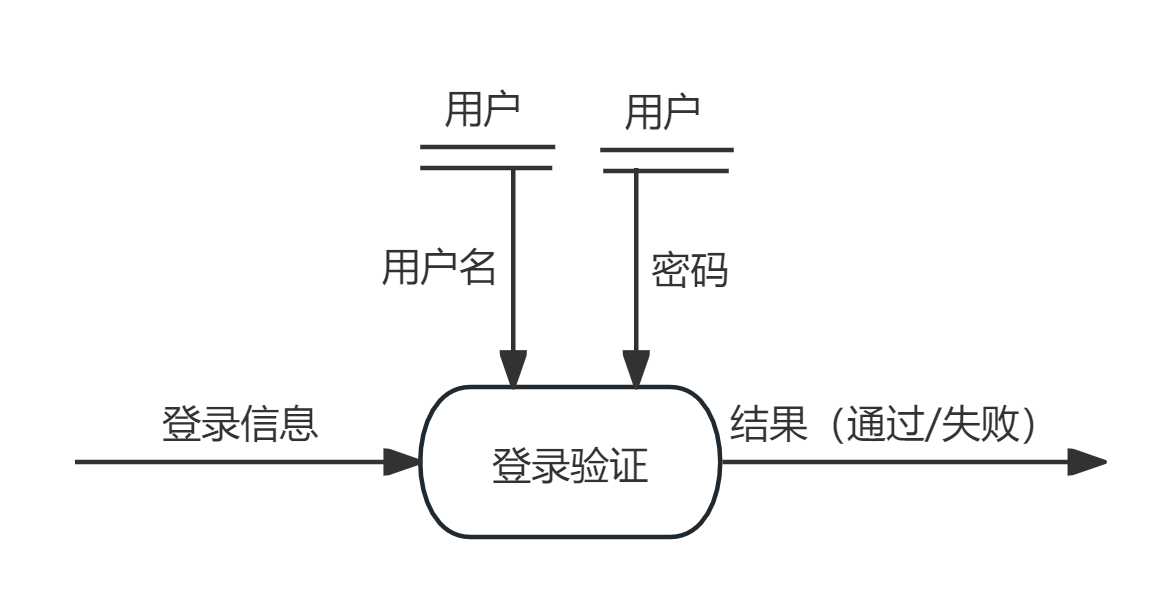
### 功能概要

|  |  |
| --- | --- |
| 用例名称 | 用户登录与身份验证 |
| 参与者 | 普通用户、管理员 |
| 参与系统 | 用户管理模块、权限控制模块、认证系统接口 |
| 简要说明 | 用户输入凭证信息，系统进行身份验证，并加载对应权限内容。支持多角色身份、验证码校验及OAuth对接。 |
| 前置条件 | 用户已注册账户；系统数据库正常运行 |
| 异常事件流 | 1.用户名/密码错误<br>  2.用户被禁用 |
| 后置条件 | 用户成功登录系统，跳转至主界面 |
| 备注 | 支持后续地图、视频上传模块按权限访问 |

### 功能详细

(1)登录模块从用户表（User）中获取数据，验证用户名和密码是否匹配；

(2)系统记录用户的最近登录时间（lastlogin）并更新到用户表中。



### 相关功能

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 组件名 | 说明 | 关系说明 |
| AuthManager | 用户身份校验模块 | 接收前端凭证信息，调用Django认证API校验用户身份 |
| PermissionCenter | 权限控制中心 | 登录成功后，加载该用户角色下可见功能组件 |
| OAuthService | 可选组件，对接外部统一认证平台 | 若启用OAuth模式，该组件代替AuthManager接口 |

### 用户接口

|  |  |
| --- | --- |
| 输入数据 | 输出数据 |
| 用户名、密码、角色选择、验证码 | 登录成功提示、错误反馈、跳转主界面、权限菜单 |

## 视频上传与异常检测功能

### 功能概要

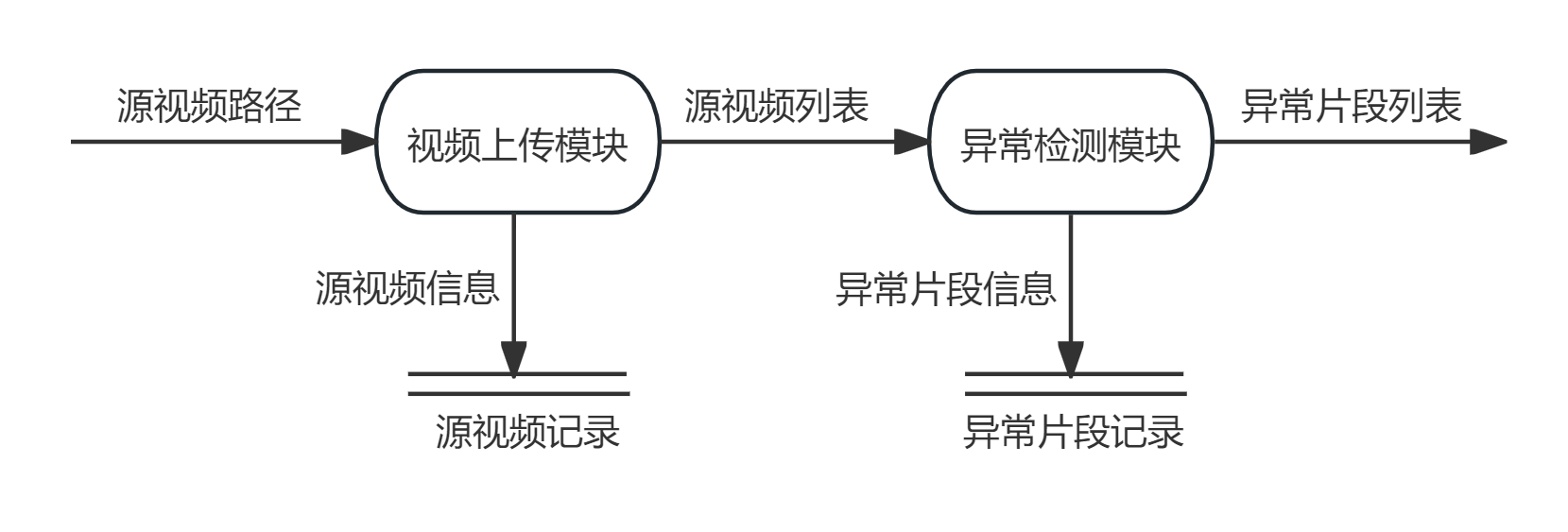
|  |  |
| --- | --- |
| 用例名称 | 视频采集上传与智能异常检测 |
| 参与者 | 用户、视频管理模块、异常检测模块 |
| 参与系统 | 文件上传服务、VLM模型、元数据处理模块 |
| 简要说明 | 用户上传视频，系统完成格式校验并触发异常检测模型，输出检测标签与描述 |
| 前置条件 | 用户已登录、上传视频符合格式要求 |
| 异常事件流 | 1.上传失败（格式错误/中断）<br>2  2.模型检测失败（图像损坏） |
| 后置条件 | 检测结果存储并展示，视频归档 |
| 备注 | 视频处理及模型推理采用异步方式，提高系统响应效率 |

### 功能详细

(1)用户上传监控视频，系统将视频存储在源视频表（SourceVideo）中；

(2)系统对视频内容进行分析，识别异常片段，并生成对应的标签和描述信息；

(3)系统将检测结果存储在异常片段表（AbnormalVideo）中，以供用户后续查询和管理。



### 相关功能

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 组件名 | 说明 | 关系说明 |
| FileManager | 视频文件上传与预处理模块 | 接收上传视频，调用FFmpeg提取元数据 |
| VLMExecutor | 异常检测调用模块 | 将视频帧送入VLM模型，获取分析结果 |
| ResultStore | 异常结果存储模块 | 保存模型输出的标签、描述、异常分数等 |

### 用户接口

|  |  |
| --- | --- |
| 输入数据 | 输出数据 |
| 视频文件（MP4）、视频信息（标签、时间） | 上传状态提示、预览图、检测标签、文字描述、分数 |

## GIS展示与交互功能

### 功能概要

集成主流GIS引擎（如Leaflet或Mapbox），实现摄像头位置、异常事件地理标注、热力图分析等功能。支持路径规划、区域查询等空间分析操作。

|  |  |
| --- | --- |
| 用例名称 | 地图展示与空间交互 |
| 参与者 | 用户、GIS模块、空间数据库 |
| 参与系统 | Leaflet引擎、地图图层服务、设备数据接口 |
| 简要说明 | 用户操作地图（缩放、图层选择、点击图标），查看设备、异常事件、路径规划等信息 |
| 前置条件 | 地图服务可用，GIS数据已加载 |
| 异常事件流 | 1.图层加载失败<br>；  2.坐标数据缺失。 |
| 后置条件 | 用户获得所需地理可视化信息 |
| 备注 | 地图界面自适应分辨率、支持图层切换与图标交互 |

### 功能详细

GIS展示与交互功能是本系统的重要组成模块，负责实现视频监控数据与地理空间信息的有机结合，提升安防数据的可视化水平与空间感知能力。该功能基于Leaflet.js或Mapbox等前端GIS引擎构建，结合后端地理空间数据接口，完成设备标注、异常事件定位、区域统计等核心操作，具体包括以下几个方面：

(1)地图加载与图层管理

系统可加载高精度地图图层，包括矢量地图、卫星影像、热力图等。用户可通过界面切换不同图层，实现多维度观察和分析。地图支持缩放、平移、定位等基本交互操作，保证良好的可视化体验。

(2)监控设备标注与信息展示

系统支持在地图上标注各类监控设备的位置，通过图标样式区分不同类型（如固定式、云台式）。点击设备图标可弹出信息窗口，展示设备ID、位置描述、所属区域、实时视频链接等信息，支持直接跳转至视频播放页面。

(3)异常事件空间可视化

当系统检测到视频异常事件后，自动将事件位置在地图上标注，并使用不同颜色或图形表示其严重程度（如红色表示高风险事件）。用户点击标注点可查看异常详情，包括时间、类型、视频片段预览、文字描述等。

(4)空间范围筛选与区域查询

系统支持用户通过框选、多边形绘制等方式选定地图区域，自动筛选该区域内的监控设备与视频数据。用户还可查询某区域在特定时间段内的异常事件发生频次，用于分析区域安全态势。

### 相关功能

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 组件名 | 说明 | 关系说明 |
| GISMapEngine | 地图渲染与交互引擎（Leaflet） | 加载图层数据、渲染监控/异常点位 |
| GeoDataLoader | GIS空间数据接口 | 读取设备坐标/围栏/路径数据 |
| EventOverlay | 异常事件图层管理模块 | 标注异常事件、颜色高亮 |

### 用户接口

|  |  |
| --- | --- |
| 输入数据 | 输出数据 |
| 地图操作（缩放、拖拽）、图层切换、点击设备图标、标注说明 | 地图界面更新、设备信息弹窗、异常事件图标与描述、热力图 |

# 非功能需求

在非功能需求中，要明确以下内容。

* 在接受需求定义书中的非功能要求时，应该明确本功能有哪些需求
* 在基本设计阶段，对于已明确的需求（有必要时，对影响范围进行讨论，讨论结果也要进行明确说明）。必要时，对需求定义书进行改版修订。

## 权限需求

**(1)Django内置权限系统集成**

[1]基于Django的auth模块实现RBAC模型，通过Group和Permission类动态分配权限，支持管理员、操作员、审计员角色的权限分离。

[2]扩展自定义权限：针对视频流访问、模型更新等操作定义额外权限（如can\_update\_model），通过装饰器@permission\_required实现接口级控制。

**(2)Admin后台强化**

[1]利用Django Admin自动生成的管理界面，配置字段级权限（如操作员仅可查看部分字段）。

[2]审计日志与Django的LogEntry模型集成，记录用户操作轨迹（需在settings.py中启用django.contrib.admin）。

## 兼容互换性

**(1)硬件兼容：**

摄像头：支持ONVIF协议和RTSP流（兼容海康/大华等主流厂商）；

GPU：支持NVIDIA CUDA 11.x+（适配RTX 30/40系列及Tesla系列）。

**(2)数据接口：**

输入：H.264/H.265视频流，AAC音频流；

输出：兼容JSON报警数据格式（符合GB/T 28181标准）。

**(3)中间件适配：**

提供RESTful API和WebSocket双协议接口。

**(4)MySQL版本适配**

支持MySQL5.7+/8.0，需确保Django版本兼容性（如Django 3.2+支持MySQL 8.0的caching\_sha2\_password认证）。

**(5)驱动配置：**

使用mysql client作为数据库驱动以兼容Django ORM。

**(6)接口标准化：**

提供符合OpenAPI 3.0规范的RESTful API，支持与第三方系统（如报警平台）通过JSON格式交互，字段命名遵循蛇形命名法。

## 安全性

**(1)传输加密：**

视频流采用SRTP协议，管理接口强制HTTPS（TLS 1.3+）。

**(2)数据脱敏：**

人脸/车牌自动打码（符合GDPR要求），敏感日志字段加密存储。

**(3)防御机制：**

视频流输入验证（防恶意视频注入攻击）；

登录失败锁定策略（5次失败后锁定30分钟）；

依赖库漏洞扫描（集成Snyk安全检查）；

SQL注入防御。

**(4)Django中间安全件：**

强制HTTPS、HSTS、XSS防护、CSRF令牌验证；

敏感数据加密：对数据库中的密码、API密钥加密存储。

## 健壮性

**(1)异常处理：**

视频断流自动重连（3次重试机制，间隔10s）；

GPU显存溢出保护（自动降分辨率至720p处理）。

**(2)故障恢复：**

核心服务进程看门狗监控（自动重启间隔>5分钟）；

数据库连接池自动重建（支持主从切换）。

**(3)数据库连接管理：**

实现数据库连接池复用，减少频繁连接开销；

事务回滚：确保数据操作的原子性。

**(4)容灾设计：**

定期备份MySQL数据至云存储，支持快速恢复。

## 使用性（操作性）

**(1)交互设计：**

提供web管理界面（Django框架）；

关键操作二次确认（删除记录等）。

**(2)智能化辅助：**

自动生成检测报告；

异常事件时间轴可视化。

## 效率性（性能）

|  |  |
| --- | --- |
| **指标** | **要求** |
| 实时性 | 1080P视频处理延迟≤800ms（含VADCLIP推理） |
| 吞吐量 | 单GPU（RTX 4090）支持16路1080P@25fps实时分析 |
| 资源占用 | CPU平均利用率≤70%，显存占用≤80% |
| 启动时间 | 冷启动≤30s，热启动≤5s |

## 维护性

**(1)模块化设计：**

├── video\_io # 视频输入输出模块

├── vadclip\_engine # 核心检测引擎

├── alert\_mgr # 报警管理

└── api\_gateway # 接口服务

**(2)日志规范：**

采用JSON结构化日志；

日志分级（DEBUG/INFO/WARNING/ERROR）；

日志保留策略：操作日志180天，系统日志30天。

## 移植性

**(1)跨平台支持：**

部署包支持Docker镜像（基于nvidia/cuda:12.2基础镜像）；

Windows适配方案（提供WSL2专用安装脚本）。

**(2)云原生支持：**

Helm Chart打包用于K8s部署；

支持AWS S3/MinIO对象存储。

## 用户文档

**(1)交付物清单：**

安装手册（Markdown格式+PDF）；

API文档（OpenAPI 3.0规范，Swagger UI呈现）；

操作视频（1080P MP4+中英文字幕）。

**(2)版本管理：**

文档版本与软件版本严格对应；

提供变更历史对比视图（Diff格式）。

## 其他

【没有】

# 使用和操作方法

## 环境设定

本系统依赖于如下软件与配置文件环境：

**(1)操作系统：**

支持Windows 10或Linux(Ubuntu 20.04及以上)。

**(2)语言与框架：**

Python 3.8+，Django 4.x。

**(3)数据库：**

MySQL 8.0（启用GIS扩展需支持PostGIS）。

**(4)地图引擎：**

Leaflet.js或Mapbox GL JS。

**(5)模型服务：**

集成视觉语言模型（VLM），需配置推理服务接口地址。

**(6)配置文件：**

.env用于设定数据库连接信息、模型API路径、调试模式等；

settings.py控制系统参数，如媒体文件存储路径、静态资源路径等；

配置项缺省值如DEBUG=False，MEDIA\_ROOT=./media/，MODEL\_API=http://localhost:8001/detect。

## 使用方法

使用流程如下：

**(1)安装环境依赖：**

执行pip install -r requirements.txt安装依赖包；

初始化数据库：python manage.py makemigrations && python manage.py migrate。

**(2)启动服务：**

启动Django项目：python manage.py runserver；

启动模型服务及GIS地图服务（若为独立部署）。

**(3)登录与操作：**

通过浏览器访问http://localhost:8000；

注册用户并登录；

上传视频，选择检测，查看检测结果；

切换至地图视图，查看异常事件地理标注。

**(4)退出系统：**

直接关闭服务端终端或在网页端注销用户。

# 注意限制事项

## 制约／限制事项

(1)系统暂不支持一次性处理超过2GB的视频文件；

(2)多用户并发处理视频受限于服务器资源，推荐不超过5个用户同时操作；

(3)异常检测模型需联网获取依赖模型权重或连接云端推理服务；

(4)地图显示功能依赖地图服务商API（如Mapbox），如未申请密钥将无法正常加载地图；

(5)视频格式仅支持MP4、AVI，上传其他格式会被拒绝；

(6)部署需预先设置好MySQL / PostGIS数据库及权限。

## 假定事项

(1)假定用户已具备基本操作计算机、上传视频、浏览网页的能力；

(2)假定部署环境中存在 NVIDIA 显卡与CUDA 驱动（用于模型推理加速）；

(3)假定前置模型服务与地图服务已正确配置；

(4)假定用户上传的视频数据清晰、无遮挡，适合异常检测。

## 特记事项

(1)模型在检测异常时可能因环境光照变化或视频模糊造成误检，需结合人工复核；

(2)地图渲染性能在弱配置机器上可能降低，建议使用中高端GPU；

(3)系统运行过程中生成的中间检测文件和异常日志需定期清理，否则可能占用磁盘空间；

(4)若需部署在公网环境，建议开启HTTPS与防火墙配置，防止恶意访问；

(5)当前版本不支持移动端自适应界面；

(6)没有需求定义书中描述的其他特记事项。

# 附录

## 业务规则

本系统遵循以下业务规则以保障操作安全与流程规范：

**(1)用户身份权限控制规则**

仅注册用户可登录系统；

普通用户只能上传视频、查看本人的视频及其检测结果，无法查看他人数据；

管理员具有全局访问权限，可进行用户管理、视频审核、系统配置等操作。

**(2)视频上传规则**

视频格式限于MP4或AVI，文件大小不得超过2GB；

视频上传后立即触发异常检测流程，系统在60秒内返回初步结果。

**(3)异常检测权限规则**

仅登录用户可执行异常检测操作；

管理员可访问所有用户的异常检测记录与日志，用于监管与审计；

每位普通用户每天最多提交5次检测请求，防止滥用系统资源。

**(4)地图操作规则**

仅管理员可添加或修改监控设备地理位置信息；

普通用户可查看视频与异常事件的地理可视化信息，但不能更改地图标注。

**(5)数据安全与操作日志记录规则**

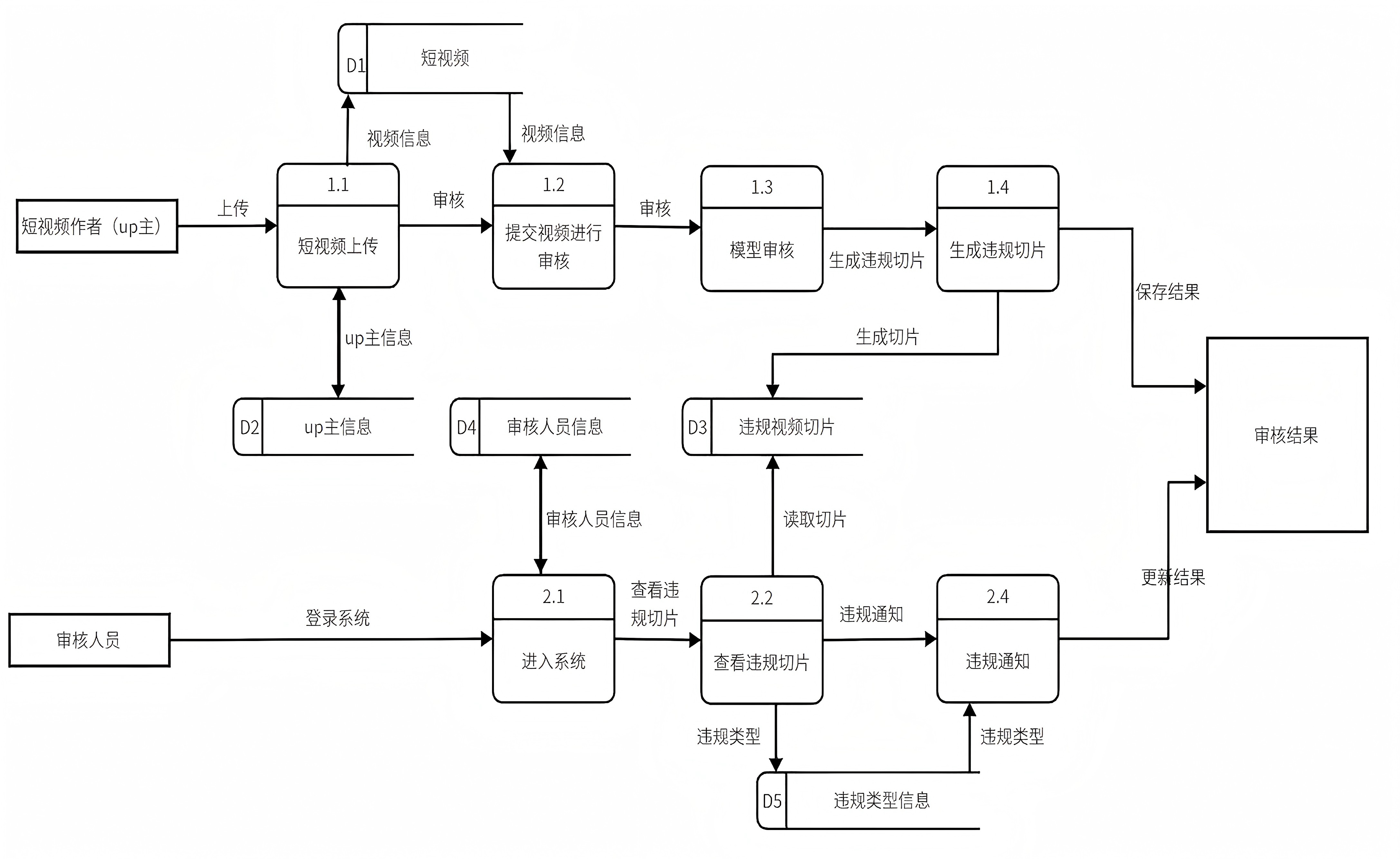
所有关键操作（如上传视频、发起检测、GIS标注）均记录操作日志；

删除操作仅限管理员执行，且需二次确认，以防误删。

## 术语表

|  |  |
| --- | --- |
| 术语 | 含义 |
| GIS | 地理信息系统（Geographic Information System），用于空间数据的展示、分析与管理 |
| VLM | 视觉语言大模型（Vision-Language Model），能将视频画面与自然语言描述结合的AI模型 |
| 异常检测 | 指通过模型识别视频中不符合常规行为的事件，如奔跑、打架、聚集等 |
| MVT | Django的架构模型之一，包含Model（模型）、View（视图）、Template（模板） |
| RTSP/RTMP | 视频传输协议，常用于接入实时视频流 |
| GeoJSON | 用于表达地理特征及其属性的JSON格式标准 |
| RBAC | 基于角色的访问控制（Role-Based Access Control）模型 |
| 缓冲区分析 | GIS中用于分析特定地理位置周边一定范围内空间对象的方法 |
| 地理围栏 | 定义在GIS系统中的多边形区域，用于设定监控或触发规则的空间范围 |

## 数据流图



## 数据字典

**(1)用户表（User）**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 数据项名 | 说明 | 别名 | 类型 | 长度 | 取值范围 | 逻辑关系 |
| id | 用户表主键，唯一标识用户 | 用户ID | 整型 | 8字节 | 0~264-1 | 与监控表关联 |
| password | 用户密码 | 密码 | 字符串 | 128字符 | 任意字符 | 加密存储 |
| last\_login | 最近登录时间 | 登录时间 | 日期时间 | 6字节 | 有效日期时间 | 可为空 |
| is\_superuser | 是否为管理员 | 超级用户标识 | 整型 | 1字节 | 0或1 | - |
| username | 用户名 | 登录名 | 字符串 | 150字符 | 唯一值 | 必填 |
| first\_name | 用户名的名 | 名 | 字符串 | 150字符 | 任意字符 | 可为空 |
| last\_name | 用户名的姓 | 姓 | 字符串 | 150字符 | 任意字符 | 可为空 |
| email | 用户电子邮件地址 | 邮箱 | 字符串 | 254字符 | 有效邮箱地址 | 可为空 |
| is\_staff | 是否为工作人员 | 工作人员标识 | 整型 | 1字节 | 0或1 | - |
| is\_active | 用户是否激活 | 激活状态 | 整型 | 1字节 | 0或1 | - |
| date\_joined | 用户注册时间 | 注册时间 | 日期时间 | 6字节 | 有效日期时间 | - |

**(2)GIS监控设备表（Monitor）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 数据项名 | 说明 | 别名 | 类型 | 长度 | 取值范围 | | 逻辑关系 |
| monitor\_id | 主键，唯一标识  监控设备 | 监控ID | 整型 | 4字节 | 0~232-1 | 每个设备归某用户管理 | |
| user\_id | 外键，关联用户表 | 用户ID | 整型 | 4字节 | 0~232-1 | 外键约束：User.id | |
| location | 监控地点 | 位置 | 字符串 | 255字符 | 任意值 | - | |

**(3)源视频表（SourceVedio）**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 数据项名 | 说明 | 别名 | 类型 | 长度 | 取值范围 | 逻辑关系 |
| source\_id | 主键，唯一标识视频 | 视频ID | 整型 | 4字节 | 0~232-1 | 视频与监控关联 |
| monitor\_id | 外键，关联监控表 | 监控ID | 整型 | 4字节 | 非空 | 外键约束：Monitor.monitor\_id |
| title | 视频标题 | 标题 | 字符串 | 255字符 | 非空 | - |
| save\_path | 视频文件存储路径 | 文件路径 | 字符串 | 255字符 | 有效路径 | - |
| upload\_time | 视频上传时间 | 上传时间 | 日期时间 | 6字节 | 有效日期时间 | - |
| start\_time | 视频起始时间 | 开始时间 | 日期时间 | 6字节 | 有效日期时间 | 早于结束时间 |
| end\_time | 视频结束时间 | 结束时间 | 日期时间 | 6字节 | 有效日期时间 | 晚于开始时间 |

**(4)异常片段表（AbnormalVideo）**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 数据项名 | 说明 | 别名 | 类型 | 长度 | 取值范围 | 逻辑关系 |
| abnormal\_id | 主键，唯一标识异常片段 | 异常ID | 整型 | 4字节 | 0~232-1 | 异常与源视频关联 |
| source\_id | 外键，关联  源视频表 | 视频ID | 整型 | 4字节 | 非空 | 外键约束：SourceVideo.source\_id |
| save\_path | 异常片段文件存储路径 | 文件路径 | 字符串 | 255字符 | 有效路径 | - |
| title | 异常片段标题 | 标题 | 字符串 | 255字符 | 非空 | - |
| label | 异常片段标签 | 异常类型 | 字符串 | 255字符 | 预定义标签 | - |
| caption | 异常片段  文字描述 | 描述 | 字符串 | 255字符 | 非空 | - |
| score | 异常片段  异常分数 | 分数 | 小数 | 64位 | 0.0~1.0 | 检测模块生成 |
| start\_time | 异常片段  起始时间 | 开始时间 | 日期时间 | 6字节 | 有效日期时间 | 早于结束时间 |
| end\_time | 异常片段  结束时间 | 结束时间 | 日期时间 | 6字节 | 有效日期时间 | 晚于开始时间 |