

文件编号：无人机快飞吧-SWC2020-20200108

受控状态： 受控 非受控

保密级别： 公司级 部门级 项目级 普通级

采纳标准： CMMI DEV V1.2



基于人工智能的无人机智慧景区辅助管理系统

Smart Tourism Area Aided Management by UAV based on AI

项目开发文档

Version 8.00

2020.6.10

Written by 无人机快飞吧



All Rights Reserved

目录

| | | |
|----------|-------------------|-----------|
| 1 | 项目概述..... | 1 |
| 1.1 | 项目背景..... | 1 |
| 1.2 | 项目定位..... | 1 |
| 1.2.1 | 应用场景..... | 1 |
| 1.2.2 | 目标人群..... | 2 |
| 1.3 | 项目方案..... | 2 |
| 1.4 | 项目目标..... | 2 |
| 1.5 | 项目价值..... | 3 |
| 2 | 开发计划..... | 3 |
| 2.1 | 最终呈现形式..... | 3 |
| 2.2 | 主要功能描述..... | 4 |
| 2.3 | 运行环境..... | 5 |
| 2.4 | 验收标准..... | 6 |
| 2.5 | 关键问题..... | 7 |
| 2.5.1 | 设备条件..... | 7 |
| 2.5.2 | 技术焦点..... | 7 |
| 2.6 | 进度安排..... | 8 |
| 2.7 | 开发预算..... | 10 |
| 3 | 可行性分析..... | 11 |
| 3.1 | 技术可行性分析..... | 11 |
| 3.2 | 资源可行性分析..... | 13 |
| 3.3 | 市场可行性分析..... | 14 |
| 3.3.1 | 市场环境分析..... | 14 |
| 3.3.2 | 市场痛点分析..... | 16 |
| 3.3.3 | 市场调研分析..... | 16 |
| 4 | 需求分析..... | 17 |
| 4.1 | 数据需求..... | 17 |
| 4.1.1 | 静态数据..... | 17 |
| 4.1.2 | 动态数据..... | 19 |
| 4.1.3 | 数据词典..... | 21 |
| 4.1.4 | 数据采集..... | 22 |
| 4.2 | 功能需求..... | 22 |
| 4.2.1 | 基本数据获取功能模块..... | 22 |
| 4.2.2 | 数据可视化功能模块..... | 25 |
| 4.2.3 | 数据分析处理功能模块..... | 27 |
| 4.2.4 | 快应用信息服务功能模块..... | 30 |
| 4.2.5 | 快应用场景化服务功能模块..... | 34 |
| 4.3 | 性能需求..... | 38 |
| 4.3.1 | 时间特性..... | 38 |
| 4.3.2 | 适应性..... | 39 |

| | | |
|----------|----------------------|-----------|
| 4.4 | 界面需求..... | 40 |
| 4.4.1 | 快应用端..... | 40 |
| 4.4.2 | Web 端..... | 44 |
| 4.5 | 接口需求..... | 46 |
| 4.5.1 | 硬件接口..... | 46 |
| 4.5.2 | 软件接口..... | 46 |
| 4.6 | 其他需求..... | 47 |
| 5 | 概要设计..... | 47 |
| 5.1 | 处理流程..... | 47 |
| 5.1.1 | 逻辑流程图..... | 47 |
| 5.1.2 | 数据流程图..... | 48 |
| 5.2 | 总体结构设计..... | 49 |
| 5.3 | 功能设计..... | 50 |
| 5.4 | 用户界面设计..... | 51 |
| 5.4.1 | 快应用端..... | 51 |
| 5.4.2 | Web 端..... | 55 |
| 5.5 | 数据结构设计..... | 58 |
| 5.6 | 接口设计..... | 60 |
| 5.6.1 | 外部接口..... | 60 |
| 5.6.2 | 内部接口..... | 60 |
| 5.7 | 错误/异常处理设计..... | 63 |
| 5.7.1 | 错误/异常输出信息..... | 63 |
| 5.7.2 | 错误/异常处理对策..... | 64 |
| 5.8 | 系统配置策略..... | 64 |
| 5.9 | 系统部署方案..... | 65 |
| 5.10 | 其他相关技术与方案..... | 66 |
| 5.10.1 | 无人机无线图传方案..... | 66 |
| 6 | 数据库设计..... | 67 |
| 7 | 详细设计..... | 77 |
| 7.1 | 视频流 RTMP 转发功能模块..... | 77 |
| 7.1.1 | 功能描述..... | 77 |
| 7.1.2 | 性能描述..... | 77 |
| 7.1.3 | 输入..... | 77 |
| 7.1.4 | 输出..... | 77 |
| 7.1.5 | 程序逻辑..... | 78 |
| 7.1.6 | 限制条件..... | 78 |
| 7.2 | 边缘端设备数据获取..... | 78 |
| 7.2.1 | 功能描述..... | 78 |
| 7.2.2 | 性能描述..... | 78 |
| 7.2.3 | 输入..... | 79 |
| 7.2.4 | 输出..... | 79 |
| 7.2.5 | 程序逻辑..... | 79 |
| 7.2.6 | 限制条件..... | 79 |
| 7.3 | 快应用端信息采集..... | 79 |

| | | |
|-------|------------------|----|
| 7.3.1 | 功能描述..... | 79 |
| 7.3.2 | 性能描述..... | 80 |
| 7.3.3 | 输入..... | 80 |
| 7.3.4 | 输出..... | 80 |
| 7.3.5 | 程序逻辑..... | 80 |
| 7.3.6 | 限制条件..... | 80 |
| 7.4 | 数据预处理及序列化存储..... | 81 |
| 7.4.1 | 功能描述..... | 81 |
| 7.4.2 | 性能描述..... | 81 |
| 7.4.3 | 输入..... | 81 |
| 7.4.4 | 输出..... | 81 |
| 7.4.5 | 程序逻辑..... | 81 |
| 7.4.6 | 限制条件..... | 82 |
| 7.5 | 热力图实时构建..... | 82 |
| 7.5.1 | 功能描述..... | 82 |
| 7.5.2 | 性能描述..... | 82 |
| 7.5.3 | 输入..... | 82 |
| 7.5.4 | 输出..... | 82 |
| 7.5.5 | 程序逻辑..... | 83 |
| 7.5.6 | 限制条件..... | 83 |
| 7.6 | 客流量分布数据预测..... | 83 |
| 7.6.1 | 功能描述..... | 83 |
| 7.6.2 | 性能描述..... | 83 |
| 7.6.3 | 输入..... | 83 |
| 7.6.4 | 输出..... | 84 |
| 7.6.5 | 程序逻辑..... | 84 |
| 7.6.6 | 限制条件..... | 84 |
| 7.7 | 景区实时资源压力分析..... | 85 |
| 7.7.1 | 功能描述..... | 85 |
| 7.7.2 | 性能描述..... | 85 |
| 7.7.3 | 输入..... | 85 |
| 7.7.4 | 输出..... | 85 |
| 7.7.5 | 程序逻辑..... | 85 |
| 7.7.6 | 限制条件..... | 86 |
| 7.8 | 人群密度检测..... | 86 |
| 7.8.1 | 功能描述..... | 86 |
| 7.8.2 | 性能描述..... | 86 |
| 7.8.3 | 输入..... | 86 |
| 7.8.4 | 输出..... | 86 |
| 7.8.5 | 程序逻辑..... | 87 |
| 7.8.6 | 限制条件..... | 87 |
| 7.9 | 停车位数量预测..... | 87 |
| 7.9.1 | 功能描述..... | 87 |
| 7.9.2 | 性能描述..... | 87 |

| | | |
|--------|--------------------|----|
| 7.9.3 | 输入..... | 87 |
| 7.9.4 | 输出..... | 88 |
| 7.9.5 | 程序逻辑..... | 88 |
| 7.9.6 | 限制条件..... | 88 |
| 7.10 | 景区获取功能模块..... | 89 |
| 7.10.1 | 功能描述..... | 89 |
| 7.10.2 | 性能描述..... | 89 |
| 7.10.3 | 输入..... | 89 |
| 7.10.4 | 输出..... | 89 |
| 7.10.5 | 程序逻辑..... | 89 |
| 7.10.6 | 限制条件..... | 90 |
| 7.11 | 景区信息速览功能模块..... | 90 |
| 7.11.1 | 功能描述..... | 90 |
| 7.11.2 | 性能描述..... | 90 |
| 7.11.3 | 输入..... | 90 |
| 7.11.4 | 输出..... | 90 |
| 7.11.5 | 程序逻辑..... | 91 |
| 7.11.6 | 限制条件..... | 91 |
| 7.12 | 负一屏情景智能服务功能模块..... | 91 |
| 7.12.1 | 功能描述..... | 91 |
| 7.12.2 | 性能描述..... | 91 |
| 7.12.3 | 输入..... | 92 |
| 7.12.4 | 输出..... | 92 |
| 7.12.5 | 程序逻辑..... | 92 |
| 7.12.6 | 限制条件..... | 92 |
| 7.13 | 疑惑咨询功能模块..... | 92 |
| 7.13.1 | 功能描述..... | 92 |
| 7.13.2 | 性能描述..... | 93 |
| 7.13.3 | 输入..... | 93 |
| 7.13.4 | 输出..... | 93 |
| 7.13.5 | 程序逻辑..... | 93 |
| 7.13.6 | 限制条件..... | 93 |
| 7.14 | 停车场信息展示功能模块..... | 94 |
| 7.14.1 | 功能描述..... | 94 |
| 7.14.2 | 性能描述..... | 94 |
| 7.14.3 | 输入..... | 94 |
| 7.14.4 | 输出..... | 94 |
| 7.14.5 | 程序逻辑..... | 95 |
| 7.14.6 | 限制条件..... | 95 |
| 7.15 | 景区未来人流预测功能模块..... | 95 |
| 7.15.1 | 功能描述..... | 95 |
| 7.15.2 | 性能描述..... | 95 |
| 7.15.3 | 输入..... | 95 |
| 7.15.4 | 输出..... | 96 |

| | | |
|--------|----------------------|----|
| 7.15.5 | 程序逻辑..... | 96 |
| 7.15.6 | 限制条件..... | 96 |
| 7.16 | 景区资源空间分布功能模块..... | 96 |
| 7.16.1 | 功能描述..... | 96 |
| 7.16.2 | 性能描述..... | 96 |
| 7.16.3 | 输入..... | 96 |
| 7.16.4 | 输出..... | 97 |
| 7.16.5 | 程序逻辑..... | 97 |
| 7.16.6 | 限制条件..... | 97 |
| 7.17 | 景区实时客流立体化展示功能模块..... | 97 |
| 7.17.1 | 功能描述..... | 97 |
| 7.17.2 | 性能描述..... | 97 |
| 7.17.3 | 输入..... | 98 |
| 7.17.4 | 输出..... | 98 |
| 7.17.5 | 程序逻辑..... | 98 |
| 7.17.6 | 限制条件..... | 98 |

记录更改历史

| 序号 | 更改原因 | 版本 | 作者 | 更改日期 | 备注 |
|----|---------|-------|-----------|------------|------------------------|
| 1 | 创建项目概述 | V1.00 | 队员 W | 2019.10.25 | 完成项目概述部分全部内容 |
| 2 | 创建可行性分析 | V1.10 | 队员 W | 2019.10.28 | 完成市场可行性分析 |
| 3 | 创建开发计划 | V2.00 | 队员 X | 2019.10.29 | 完成开发计划1、2、3、4小点内容 |
| 4 | 更新开发计划 | V2.10 | 队员 X | 2019.11.2 | 完成开发计划所有内容并分配队员各模块内容任务 |
| 5 | 更新可行性分析 | V2.20 | 队员 W | 2019.11.4 | 完成技术可行性分析、资源可行性分析 |
| 6 | 创建需求分析 | V3.00 | 队员 X | 2019.11.8 | 完成数据需求中1、2、3点内容 |
| 7 | 更新需求分析 | V3.10 | 队员 J | 2019.11.9 | 完成数据需求中的数据收集 |
| 8 | 更新需求分析 | V3.20 | 队员 X | 2019.11.15 | 完成功能需求 |
| 9 | 更新需求分析 | V3.40 | 队员 X | 2019.11.20 | 完成界面需求、完善性能需求 |
| 10 | 更新整个文档 | V4.00 | 队员 X、队员 G | 2019.12.29 | 对整个文档内容进行检查修改 |
| 11 | 创建概要设计 | V5.00 | 队员 X、队员 G | 2020.1.1 | 完成概要设计1, 2, 3 |
| 12 | 更新概要设计 | V5.10 | 队员 X、队员 G | 2020.2.1 | 完成余下功能 |
| 13 | 创建数据库设计 | V6.00 | 队员 X | 2020.2.15 | 完成 E-R 图和表设计 |
| 14 | 创建详细设计 | V7.00 | 队员 X、队员 G | 2020.3.10 | 完成所有功能模块详细设计内容 |
| 15 | 更新整体文档 | V7.10 | 队员 X、队员 G | 2020.4.15 | 对整个文档内容进行检查修改 |

| | | | | | |
|----|----------|-------|----------------|-----------|-----------------------|
| 16 | 更新详细设计 | V7.20 | 队员 X、队员 G、队员 J | 2020.6.7 | 更新边缘设备、EfficientDet 等 |
| 17 | 更新项目背景 | V7.30 | 队员 X | 2020.6.8 | 更新了当前已有解决方案 |
| 18 | 更新用户界面设计 | V7.40 | 队员 G | 2020.6.9 | 更新快应用界面运行效果 |
| 19 | 更新数据库设计 | V7.50 | 队员 X | 2020.6.10 | 新增个别表 |
| 20 | 更新整体文档 | V8.00 | 队员 X、队员 W | 2020.6.10 | 对整个文档内容进行检查修改 |

1 项目概述

1.1 项目背景

随着居民消费水平的不断提高,旅游文化建设进程的不断推进,出游人群规模不断扩张,2018年我国国内旅游人数达到了55.39亿人次,同比增长10.8%。目前,我国旅游业正处于蓬勃发展阶段。根据历史数据预测,2020年中国旅游行业总收入将达到7.56万亿元。同时国家在大力推动疫情后的经济复苏,未来势必掀起旅游热潮。但是全国各大景区客流量超载,在带来巨大经济效益的同时,也产生了诸多负面问题。比如:客流量超载,拥挤不堪,容易造成游客安全问题;景区资源设备超负荷运作,容易遭到破坏;游客无法及时获取景区内部有效信息,很难提前制定旅游计划,大大降低游客的体验感。

从旅游经济学的角度而言,景区旅游超载可以通过调节旅游需求方和供给方的变化逐步改善,进而促进旅游业的可持续发展。对于解决客流量超载情况时游客体验感下降的问题,很多景区通过公众号、网站等平台及时公布景区内部信息,一定程度上能够提升信息对称性质。有的景区已经开始尝试引入无人机、智慧监控等有别于传统的设备辅助景区管理,提升游客体验感。

1.2 项目定位

1.2.1 应用场景

基于国内景区管理模式以及游客旅游现状,我们详细的进行了痛点分析、可行性分析,并结合了目前以及未来可能大规模应用的技术,最终设计出基于人工智能的无人机智慧景区辅助管理系统——DeepPuPil, DeepPuPil主要解决了以下场景中存在的痛点。

当游客准备制定游玩某个景区的计划时:可以借助快应用获取景区内景点评分、客流预测、停车位余量、客流热力图、危险区域划分、景区通知公告、疑难咨询等数据,帮助游客制定合理的游玩计划。不同于传统媒介(网页、公众号、景区App),快应用更具有灵活性,能够打破地理区域的限制,提升景区信息对称性。

游客在景区内游玩过程中,游客利用快应用可以体验到沉浸式的场景化服务:当游客进入某个景点,快应用将会在负一屏展示此景点的实时人流量、未来数小时预测人流量、危险区域划分以及此景点的相关公告等;游客可以使用快应用进行游玩路线规划,在需要休息时快应用可推荐附近歇息地点;同时游客在遭遇危险时可以使用快应用求助工作人员。快应用的场景化服务特性完美贴合游客游玩场景,能够给予游客更佳旅游体验感。

景区管理者在管理景区时,可以通过Web端获取到游客结构可视化数据、实时客流量空间热力图、景区资源压力承受数据、景区停车位动态数据、未来客流量逐小时预报、危险区域游客数量检测。不同于传统的报表形式的客流数据,利用数据可视化技术展示出客流量空间立体化数据更加直观,数据生成过程完全自主化,解放了景区工作人员繁琐低效的报表制作工作,使景区工作人员集中精力于洞察分析各项资源数据、游客深度结构数据。

1.2.2 目标人群

DeepPupil 的目标人群主体为游客和景区管理人员，在人机交互方面由两个部分构成，分别是快应用和 Web 端。快应用面向景区游客，以呈现客流信息为核心功能，实现了游玩全程场景化服务，提供导航、一件求助、客流预测、停车位查询、疑难解答等丰富功能。

Web 端用于辅助景区工作人员进行景区决策管理，DeepPupil 利用深度学习技术能够自主洞察游客组成深度结构以及客流量未来变化趋势，以通俗易懂的数据可视化形式展现景区内各自源关键数据。将景区工作人员从繁琐低效报表制作工作中解放出来，使其聚焦数据治理和价值挖掘。

1.3 项目方案

对于用户无法及时获取景区内部有效信息这一问题，该项目通过快应用这一媒介使得游客可以打破地域的限制，及时的获取景区内部有效信息，便于游客在出行前制定合理的游玩计划，防止了由于信息不对称造成的游客出行计划失当。

对于实现景区客流量分布数据可视化的问题，该项目通过物联网技术及云端服务器获取各类型监控设备的视频流与其地理坐标数据，使用视频流编解码与图像识别等深度学习技术，结合地图信息服务提供商所提供的地图数据来实现客流量实时分布热力图的构建工作，从而实现景区客流量分布数据可视化。其中监控设备分别为无人机和定点监控摄像头，借助无人机可灵活、机动、覆盖范围广等特性，可快速的捕捉人流分布数据，同时也提高了数据的精准度。

对于景区客流量超载，游客拥挤不堪这一问题：景区将利用快应用对游客提供景区内部的情景化服务，在游客进入景点之前推送给游客此景点的实时客流量分布情况以及未来数小时的人流预测信息，同时也提供路线规划推荐功能，帮助游客躲避高流量人群区域，一定程度上提升了游客的体验感。

对于景区设备超负荷运作，容易遭到破坏这一问题：系统通过 web 前端实时展示景区内各资源占用情况以及人流分布实时数据，方便景区工作人员进行景区内的资源调度，能够一定程度上消减因设备损害造成安全问题的可能性。

对于景区客流量激增容易造成游客安全事故这一问题：快应用将会提供求助功能，当游客遭遇险情的时候会利用求助功能向景区工作人员发起求助，这将在一定程度上确保游客的个人安全。同时 Web 端能够展示给工作人员各景点游客求助比例，辅助工作人员做好对游客安全保护工作的准备。

1.4 项目目标

通过利用物联网技术，引入无人机、边缘模块、并结合景区监控设备获取客流量数据源，融合多种模型算法对人群密度精准识别和数据预测，达到了实时构建客流量数据可视化的效果。颠覆了景区传统机械式报表统计客流量的方式，解放了景区工作人员更多精力，使景区聚焦数据治理和洞察问题。

通过快应用的场景化服务，达到了全方位、全程化服务游客，增加游客游玩体验感的效果。无论是在游客进入景区之前还是游客处于景区之中，均能够享受到快应用场景化服务带来的体验感，不仅解决了景区同游客间信息不对称，也将解决游客在传统旅游过程中无法实时灵活获取到景点有效信息这一难题。

通过应用深度学习、边缘计算等技术，系统能够对景区客流结构进行实时自主式分析，使得景区在管理层次上能够充分了解景区运行概况，在服务层次上能够为游客提供实时数据服务。系统将景区过去简单的“看客流”的习惯转变为“看懂客流”，同时借助快应用场景化服务大大增加游客游玩体验感，使得景区智慧化建设更进一步。

1.5 项目价值

团队以万物互融为核心思想，结合物联网、边缘计算、深度学习等技术，打造出全栈式的数据智慧服务系统。与传统景区不同，系统中 Web 端和快应用端分别带来了的视觉效果和交互体验的双重升级，并做到大数据量的自主式分析。

Web 端使用多种数据可视化形式展现景区各项数据，帮助景区管理者“看懂”客流空间结构组成，“洞察”景区资源关键数据，使得景区管理者做到了然于心、谋定而动。这将省去传统景区数据获取过程中机械低效的报表制作工作，加快景区智慧化建设进程。

快应用相比传统媒介（网页、公众号、景区 APP）更加具有轻量性和灵活性，加之快应用独特的场景化服务功能特性，使其完美符合景区服务应用场景。快应用可打破长期以来传统景区同游客间信息不对称的局面，同时它以游客个人需求为导向，让每一位游客都能充分了解并利用景区的数据，享受快应用专属的场景化服务，大大提升了游客的游玩体验感，对于景区口碑建设具有长远意义。

DeepPupil 在获取人群密度时使用到了无人机，景区可结合自身快应用场景化服务特性宣传智慧景区品牌形象，吸引游客前来游玩，拉动景区经济。同时 Web 端能够洞察游客流量结构和景区资源状况，帮助景区制定未来景区决策，促进景区良性发展，推进景区智慧化建设。

2 开发计划

2.1 最终呈现形式

DeepPupil 应用了物联网、人工智能、快应用前端三大领域内不同的技术。我们将无人机与树莓派 Raspberry4B 计算板、SIM7600CE 网络通信及 GNSS/GPS 定位模块、Li-polymer Battery HAT 电源模块等结合起来，用于边缘端数据获取。团队改造后的无人机和景区已有的监控设施作为 DeepPupil 的“眼睛”，为系统提供全方位的客流分布数据源。

DeepPupil 融合目标检测算法族 EfficientDet、残差网络 ResNet、记忆性网络 LSTM、GCN 卷积等多种深度学习网络结构，构成了 DeepPupil 智慧运算的核心，用于分析洞察客流数据深度变化趋势和景区资源负载信息。

使用 OPPO 原生快应用生态开发快应用、Vue.js+bootstrap3 综合开发 Web 端。快应用凭借其场景化服务特性，使其完全贴合游客游玩过程，为游客提供个性化专属服务。Web 端利用数据可视化技术让景区管理者直观发现、分析、预警数据中所隐藏的问题，及时应对业务中的风险，发现增长点。

2.2 主要功能描述

表 2.2.1 主要功能描述

| 服务名称 | 功能名称 | 功能简介 |
|-----------|-------------|---|
| 数据获取服务 | 视频流 RTMP 转发 | 定点监控设备需要将 RTMP 视频流传递给前端，供相关人员查看监控视频数据。 |
| | 边缘端设备图像定位采集 | 无人机搭载边缘计算模块和 GNSS 定位模块，可获取特定位置人群密度图像，结合 SIM7600CE 进行数据传输。 |
| | 快应用端信息采集 | 快应用端间隔特定时间将游客的位置、游客账号信息、游客设备信息上传给服务器，这将支持快应用实现游客专属的场景化服务。 |
| 数据可视化功能服务 | 数据预处理及序列化存储 | 服务器接收相应数据后进行预处理，如对 base64 字符串进行图像转码、利用 EfficientDet 目标检测器进行人群密度检测等，预处理后将这些数据序列化存储入数据库。 |
| | 热力图实时构建 | 将数据库中对应的序列化数据提取出来并反序列化，利用其构建景区客流量空间热力图。 |
| | 数据可视化 | 目标检测算法族 EfficientDet、残差网络 ResNet、记忆性网络 LSTM 等深度学习算法对数据源进行处理后，再结合数据可视化技术展现游客深度组成结构以及景区资源状态数据，如：未来客流走势图、景区资源维护需求、游客游玩时长分布趋势等。 |
| 用户查询服务 | 客流量分布信息展示 | 快应用获取到服务器内存储的实时客流量分布数据信息并展示给游客，游客可根据此信息主动躲避高拥挤人群。 |
| | 景点路线推荐 | 游客利用快应用能够获取抵达目的地的规划路线 |
| | 常见问题解答 | 快应用提供景区内常见的问题解答，并且收集用户意见给出更加详细有效的解决方案 |
| 用户出行服务 | 停车场信息展示 | 游客于快应用内获取停车场车位余量信息，为其自驾游出行提供合适的停车地点并给出到达停车地点的具体路线。 |
| | 负一屏信息展示 | 快应用在游客进入景区和离开景区时给出景区详尽资源信息展示，进入时表示欢迎并提供景区人流分布数据，离开时提供反馈接口收集用户意见。 |
| | 公共服务设施提供 | 快应用利用地图形式为游客展示景区内部的垃圾桶，凉亭，厕所，饮水间等公共服务设施详尽位置。 |

2.3 运行环境








手机支持列表

- 安卓手机系统不可低于Android7.0
- 联盟成员手机系统需兼容快应用稳定版本

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| OPPO | Huawei | 金立 | 联想 | 魅族 | 努比亚 | Vivo | 小米 | 中兴 | 一加 |
| ColorOS 5.0 | EMUI 5.0 | amigo 4.0 | VIEB UI | Flyme 7.0 | nubia UI | Funtouch OS | MIUI 9.0 | MiFavor UI | H2OS |

浏览器支持列表

- 景区管理者仅利用浏览器即可访问DeepPupil基于Web端提供的服务
- 服务器端呈现、支持现代主流浏览器
- 浏览器需对Flash提供支持

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |
| IE / Edge | Firefox | Chrome | Safari | Samsung | Opera | Opera Mini |
| IE11, Edge | last 2 versions | last 4 versions | last 2 versions | last 2 versions | last 2 versions | last 3 versions |

服务器端、X86开发平台端软件环境

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |
| Windows | Ubuntu | Mysql | CUDA | Tensorflow | Keras | Tomcat |
| Win10 / Win7 | 18.04 LTS | 8.0 | 9.2 | 1.14.0 | 2.2.5 | 9.0 |

边缘端设备硬件环境

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |
| 树莓派 | 无人机 | 网络通讯 | 定位模块 | 供电模块 |
| Raspberry 4B | Phantom 4 | SIM7600CE | GNSS / GPS | Li-polymer |

服务器硬件环境

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |
| CPU | 存储 | 内存 | GPU | 带宽 |
| 8269CY | 80GB | 8GB | RTX2070 | 3MB/s |

2.4 验收标准

表 2.4.1 验收标准

| 编号 | 名称 | 功能实现 | 备注 |
|------|-----------------|--|------------------------------------|
| S_01 | 视频流 RTMP 转发 | 能够利用定点监控装置稳定成功的获取并传输 RTMP 视频流供 web 前端查看。 | 在网络不稳定时可以调整传送帧率保证视频获取无断点。 |
| S_02 | 边缘计算设备 GPS 间距计算 | 无人机可稳定正常的飞行, 搭载的树莓派可以进行坐标系转换, 并正确计算不同 GPS 坐标之间相距的真实距离。 | 需要将 WGS-84 坐标系转换为 GCJ-02 坐标系。 |
| S_03 | 快应用端信息采集 | 快应用在用户进入景区时按时将用户的位置信息上传保证人流数据准确性。 | 后台运行时尽可能减少用户手机耗损。 |
| S_04 | 数据预处理及序列化存储 | 服务器可以正常稳定的接收来自边缘计算设备和用户快应用传来的数据并正确的处理存储。 | 对错误数据有一定的纠正能力。 |
| S_05 | 热力图实时构建 | 服务器可以正确的获得来自树莓派, 定点设备, 快应用的数据, 并在综合处理后以热力图的形式呈现。 | 需要采用合理的数据模型处理好三个来源的数据得到最精确的景区人流数据。 |
| S_06 | 客流量分布信息展示 | 快应用有专门的模块利用地图展示人流的分布。 | 应当由三种地图展示客流量, 增加直观性, 且支持指定景区的查看。 |
| S_07 | 路线规划 | 快应用可以根据游客输入的目的地位置规划景区游玩路线。 | 路线规划需要合理。 |
| S_08 | 常见问题解答 | 快应用应当能够提供景区的常见问题方便用户使用。 | 问题应当尽可能覆盖景区常见问题并提供自主问题查询的功能。 |
| S_09 | 停车场信息展示 | 快应用应当能够提供景区内和景区周边停车场的详细信息展示给用户。 | 详细信息包括位置, 停车情况, 并且可以提供路线规划和导航。 |
| S_10 | 负一屏信息展示 | 快应用应当能够正确的收集用户的位置信息并根据位置给出合适的负一屏界面内容。 | 在用户进入和离开时都给出对应的负一屏界面 |

| | | | |
|------|----------|---------------------------------------|------------------------|
| S_11 | 公共服务设施提供 | 快应用应当能够精确的展示给用户景区内公共服务设施的位置 | 公共设施为凉亭, 洗手间, 垃圾桶等基础设施 |
| S_12 | 边缘硬件设施搭建 | 无人机, 各类边缘模块, 景区已有监控等硬件设施应当能够顺利支持项目的进行 | 硬件设备可以顺畅的通信和在本地处理数据 |

2.5 关键问题

2.5.1 设备条件

一、摄像头分辨率

摄像头采集图片的分辨率越大, 利用深度学习识别到人群的数量效果越好, 但是同时网络传输速度会降低, 不利于系统实时展示客流量分布情况。系统内采用的摄像头规格为 800W 像素的日式版镜头, 结合视频流/图像压缩算法能够有效降低网络传输占用带宽, 达到了稳定低延时传输的要求。

二、网络带宽

项目的运行需要无人机, 定点监控和快应用提供相关数据, 如果数据提供达不到稳定正确的标准, 会使得项目中各服务功能出现异常。我们采用的无人机是市场上已经成熟的无人机架构, 在此基础上我们团队将树莓派 Raspberry4B 计算板、SIM7600CE 网络收发模块、GNSS 定位模块与无人机结合在一起, 可实现在边缘设备端对视频流/图像进行截取与压缩, SIM7600CE 支持峰值网络带宽为 150Mb/s, 轻松满足项目需求。

三、设备可靠性

无人机需要具备很高的安全性才能够满足系统的运行需求, 如果无人机自身安全性较低, 则会导致系统异常, 威胁游客安全。团队曾尝试自主研发可自动避障、自动航行的无人机, 但由于种种硬件技术问题和安全考虑, 最终我们将以市场上已经成熟的无人机为基础, 对其增加边缘端设备, 实现了自主避障、低电返航、自动航行, 使其能够满足系统的安全性和可靠性需求。

2.5.2 技术焦点

一、边缘端设备稳定运行

无人机端载有的边缘计算模块需要完成采集图像帧、位置更新判断、GPS 坐标系转换、图片编码传输等工作。程序运行期间需要供电模块提供稳定电力输出。若供电模块可提供的峰值功率输出不能满足边缘端设备计算需求, 则会发生边缘设备重启问题。因此需要使边缘端程序在设备供电不足重启后重新正常运行, 同时发出相关错误提醒, 以此来确保边缘端设备工作的可靠性。

二、系统与景区兼容性

部分小型景区在使用此套系统时可能不会需要利用无人机获取人群密度, 同时对于大中型景区在旅游淡季时也可能不需要无人机飞行工作。因此系统需要兼容景区已有的监控设施达到对景区重点区域人群密度识别的效果, 这样以来无人机的工作过程就会更加具有灵活性。系统需要将目标检测算法族 EfficientDet 与景区监控设备端 RTMP 视频

流进行对接，这样才能满足系统对高兼容度的需求。

三、深度学习算法选取和优化

使用了现今最先进的深度学习算法 EfficientDet 进行人体检测，并针对实际应用于景区时，拍摄到的图像存在遮挡的问题，对数据集进行数据增强。在数据集的每个 b-box 上独立执行 random erasing，通过随机擦除目标的特征模拟遮挡的效果，提高模型的泛化能力，使模型在训练过程中仅通过局部特征对目标进行识别，强化模型对于目标局部特征的认知，弱化模型对于目标全部特征的依赖，降低过拟合的风险并提高模型的鲁棒性。

考虑到景区的气象条件也是景区人流量的重要因素，引入了一种结合残差网络 (ResNet)，图卷积网络 (GCN) 和引入注意力机制的长短期记忆网络 (Attention LSTM) 的复杂深度学习架构，在该架构中天气的时间相关性也被提取，并作为预测最终景区客流量的一个重要影响因素。

2.6 进度安排

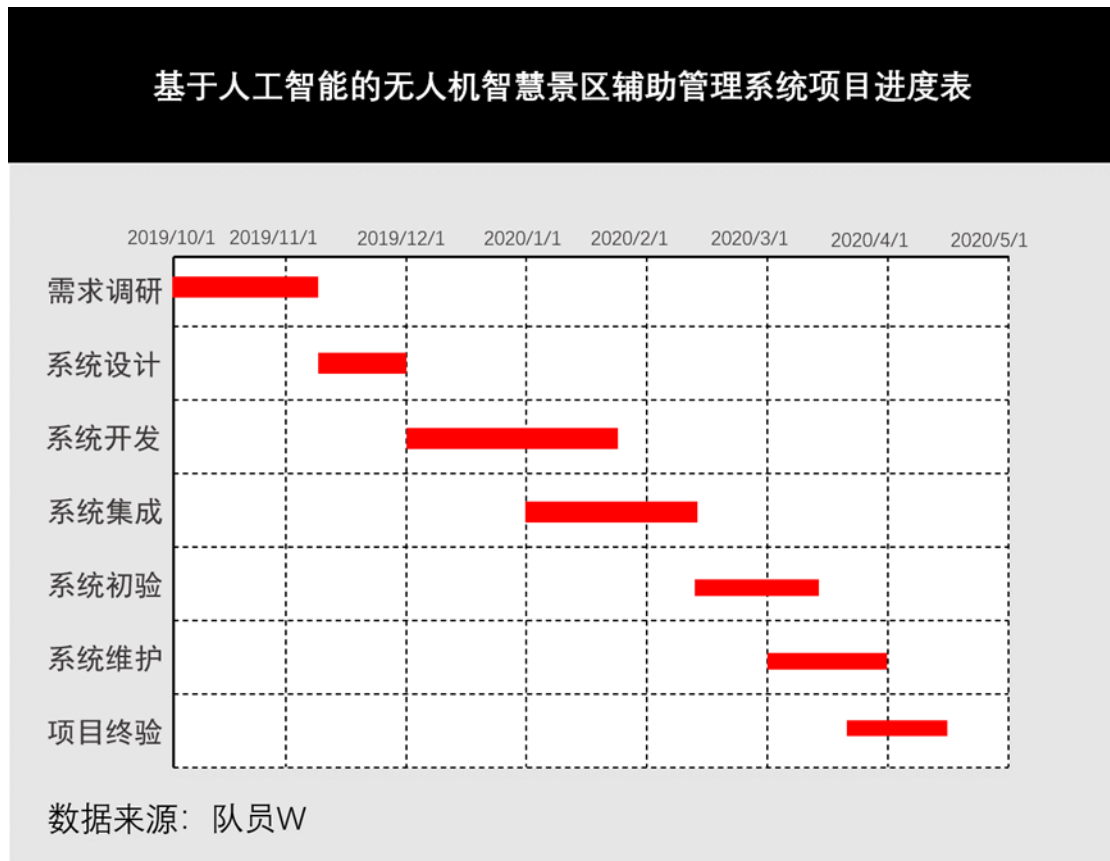


图 2.6.1 进度安排甘特图

表 2.6.2 进度安排表

| 项目阶段 | 时间 | 工作内容 | 成果 |
|------|---------------------------|---|---|
| 需求调研 | 2019.10.1~ 2019.11.10 | 通过分析项目，背景明确不同类别用户需求，系统所能够完成的功能应符合用户的想法。不断调整并优化系统应当具备的功能特性，使得系统具备可行性，创新性。 | 创新性分析 需求分析 项目定位 可行性分析 |
| 系统设计 | 2019.11.11~ 2019.11.31 | 在需求调研的基础上对系统的架构体系、功能模块进行详细设计。 | 概要设计（初步） 详细设计（初步） |
| 系统开发 | 2019.12.1~ 2020.1.21 | 使用迭代策略开发各个子系统，开发过程中应当规范代码格式。完成单元测试后需进行模块性能优化，使得不同模块能够充分应对各种突发情况。 对前期阶段各文档内容进行整合。 | 概要设计（完善） 详细设计（完善） 数据库设计 单元测试 整合过的文档 |
| 系统集成 | 2020.1.1~ 2020.2.10 | 集成在开发阶段所开发的各不同系统模块，对各个模块需要进行必要的集成测试。 对整合过的文档进行优化。 | 测试报告 优化的文档 |
| 系统初验 | 2020.2.11~ 2020.3.10 | 对集成过的系统进行初步体验，记录系统初步体验过程中所发现的问题。同时在不大幅改变系统设计的框架基础上提出优化系统的方案。 | 问题记录 优化方案 |
| 系统维护 | 2020.3.1~ 2020.3.31 | 通过各种必要的系统维护措施解决系统初验过程中发现的问题。利用完善性维护对上阶段提出的优化方案进行解决 | 解决系统问题 优化系统 |
| 项目终验 | 2020.3.20~ 2020.4.28 | 对优化和调整之后的系统进行最终体验，测试系统不同模块的功能是否符合需求，确保系统各模块之间相互配合、高效工作。 若系统仍然存在问题，需要再跳转至系统维护阶段，直至项目所有问题全面解决。 | 优化的文档 优化的系统 |

2.7 开发预算

表 2.7.1 Raspberry4 开发预算清单

| 名称 | 价格 | 数量 | 备注 |
|---|--------|----|-------------------------|
| 树莓派 4b 官方原装 800w 像素摄像头 | 142.10 | 1 | E14 摄像头 (日视版) [800 万像素] |
| Micro HDMI 转 hdmi 连接线高清线 适合树莓派 4 代开发板 | 8.82 | 1 | 黑色[1M] |
| 树莓派 3B 3B+ 4B 锂电池扩展版 USB 输出电源带线 | 43.43 | 1 | 无 |
| 新品四代树莓派 4B 代 Raspberry Pi 4b 电脑 AI | 406.70 | 1 | 4G 内存 |
| 树莓派 3b+/3b/2b/b 就曾红色黑色透明组 装外壳 | 20.00 | 1 | 透明; 黑色透明+风扇 |
| 树莓派 4B 外壳 亚克力 9 层外壳 Raspberry pi4 代兼容 | 10.90 | 1 | B 款黑色; 单独外壳 |
| 树莓派 Raspberry Pi4 代 4B 专用电源适配器 5V 3A 认证 | 14.70 | 1 | 无 |
| SIM7600CE 4G/3G/2G 通信 扩展板 GNSS 定位 | 328 | 1 | 需要额外插入 SIM 卡 |
| Li-polymer Battery HAT 电源模块 支持 双向快充 SW6106 | 108 | 1 | 3000mAh |

总价格: 1082.35 + 71.65(税费)

表 2.7.2 无人机组装购买预算清单

| 名称 | 价格 | 数量 | 备注 |
|--|--------|----|--------------------|
| GEPRC/格普 GEP-LC7 寸 鳄鱼机架 大空间远航穿越机机架 FPV 航行 | 308.00 | 1 | Crocodile7 寸单机架 |
| SkyRC B6AC V2 天空创新 Imax 内置电 源 多功能平衡充电 | 238.00 | 1 | 蓝色 (SK-100008-01) |
| 乐迪 AT9S AT10 II 2.4G 航模遥控器 | 520.00 | 1 | AT9S 标配+空点+模拟器+充电器 |
| ACE 格氏格式锂电池 | 261.00 | 1 | 25C 3300mah 4S |

| | | | |
|--|--------|---|------------------------------|
| 乾丰碳纤尼龙正反桨 | 4.75 | 2 | 1045[正反一对] |
| 好盈 XRotor 乐天系列 亚太版 无刷电调 | 15.75 | 4 | 40A (长线版); 已焊 T 插公和 3.5 母香蕉头 |
| ZMR F450-V2 四周机架 仿火轮 优质尼龙 集成沉金板/PCB 板 | 40.00 | 1 | F450-V2 机架; 单选机架 |
| Pixhawk 乐迪 PIX 飞控 代 M8n 精准 GPS 四轴 六轴 稳开源飞控模块 | 630.00 | 1 | 飞控+GPS+OSD |
| Sunnysky 郎宇 电机马达 | 23.75 | 4 | 平轴[带 3.5mm 香蕉头] |
| INDEMIND 双目 IMU 视觉惯性模组双 面相机 3D 双目摄像机立体视觉 | 999.00 | 1 | 无 |

总价格：3163.5 元

3 可行性分析

3.1 技术可行性分析

系统内预期实现的功能涉及到多方面的技术问题,我们团队反复考虑了基于人工智能的无人机景区辅助管理这套系统的技术可行性。在此我们将此系统分为三大部分,分别是边缘端设备、服务器 (Web 端)、快应用,并以模块化的形式展示出相关技术解决方案。

一、数据层:

表 3.1.1 边缘设备端技术可行性分析表

| 模块名称 | 技术解决方案 |
|--------|---|
| 数据传输模块 | 使用低功耗的 SIM7600CE 模块,支持 4G/3G/2G 通信和 GNSS 定位功能。树莓派 GPIO 接口与其连接后可将树莓派内存储的数据通过 SIM7600CE 发送到服务器,最高支持 150Mb/s 带宽,可确保数据流畅传输。 |
| 定位模块 | SIM7600CE 定位模块和定位天线,可支持 GPS,北斗,SBAS,或者 GLONASS 定位系统,此模块与树莓派 GPIO 接口连接后能够与树莓派进行串口通讯。经实际测试,在露天景区内模块可实现人群密度位置标注。 |
| 图像压缩转码 | 使用树莓派 Raspberry 搭载的 E14 日视版的摄像头,结合团队在树莓派 Raspberry 内编写的图像采集程序和 base64 转码程序,能够将人群密度 |

| | |
|-----------------------------|---|
| | 实景图转换为 base64 字符串，这将用于边缘端设备同服务器间数据传输。 |
| 供电模块 | Li-polymer Battery HAT 是采用 SW6106 作为电源管理芯片的树莓派锂电池扩展板，可提供稳定 5V 电压输出，支持 PD/QC/FCP/PE/SFCP 多种快充协议。最大负载电流为 1.8A，可为 Raspberry4B 提供稳定供电。 |
| 扩展模块 边缘计算 模块 | 经团队验证，树莓派自身 Arm 架构并不适合运行完整的 yolo v3 或者 EfficientDet 等网络模型，若需要在边缘端设备内运行深度学习等算法，则需要选择 X86 架构计算板。我们为 X86 架构计算板预留了接口，便于未来对无人机功能进行扩展，如增加人体识别等深度学习算法。 |

二、逻辑层：

表 3.1.2 服务器端技术可行性分析表

| 模块名称 | 技术解决方案 |
|-------------------------|---|
| 数据通信 模块 | 无人机边缘设备通过 SIM7600CE 模块接入公网环境，在 Python 环境下利用 Requests 库对服务器 POST 数据包，能够解决边缘设备和服务器通信问题。 快应用和 Web 端与服务器通信依赖 GET/POST 方式 json 数据收发。 |
| 图像识别 模块 | 根据无人机飞行高度以及摄像头角度等参数确定视频流捕捉图像帧的地理间距，无人机在达到合适位置时会将图像帧上传到服务器。服务器中目标检测算法族 EfficientDet 将识别出图像中的人群密度。 |
| Json 数据 收发模块 | 无人机载有的边缘设备端利用 GNSS/GPS 模块能够获得 GPRMC 最小定位信息，Raspberry4B 模块对 GPRMC 数据包进行解析并将 WGS84 坐标系更正为 GCJ-02 坐标系。Raspberry4B 将图片转码为 Base64 字符串后同 GPS 坐标以及其他数据整合为 Json 数据包，发送至服务器。 服务器端接受 Json 包后对其解析，并序列化存储入数据库，供其它程序进行数据调用。 |
| 热力图构 建模块 | 基于高德地图 API 制作游客流量实时热力图 Heat Map，这里需要使用到 Json 收发模块得到的客流密度分布数据作为热力图数据源，使用高德地图提供的 webJS 服务接口来展示地图数据。 |
| 数据存储 模块 | 服务器内使用 MySQL 为系统提供数据存储服务，系统内各类功能模块均依赖对数据库的正常数据存储，可在设计数据库时综合考虑各类数据存取需求，按照数据库设计规范进行表结构、触发器等设计。 系统对一些游客经常读取的图片采用了 OSS 云端存储和 CDN 分发技术，能够使游客在任何地区以理想的速度获取优质图片内容。 |
| 数据预测 模块 | 系统需要能够对景区客流量和景区停车位数量进行未来趋势预测，我们采用基于深度时空残差网络 ResNet 和记忆网络 LSTM 对数据进行特征提取和学习记忆，可得出景区未来三日逐小时客流分布、停车位未来三天逐小时余量等数据。经验证，预测的数据具有良好的准确性。 |
| 景区监控 兼容扩展 | 景区已有监控设备系统推送 RTMP 视频流，服务器做好拉流工作，拉流完成后即可在 Web 端展示监控数据，同时可以用于深度学习程序进行人群密度检测。 |

三、界面层：

表 3.1 界面层（快应用端）技术可行性分析

| 模块名称 | 技术解决方案 |
|-----------|---|
| 景区获取 | 此系统在服务器端存储合作的景区的各类信息，用户点击发现景区则将自身位置上传给服务器，服务器接收后则将最近的或者最合适的景区的景区号和位置发送给用户 |
| 景区信息速览 | 用户选择景区进入景区的过程中，快应用向服务器发起请求，服务器内有关景区的资源是提前存储好的，所以该过程可顺利完成 |
| 疑惑咨询 | 用户通过选择的景区可以获取景区的各种类型问题列表，这些问题与工作人员沟通交流后记录存储在服务器内并根据查询频率更新问题库。 |
| 景区未来人流预测 | 服务器端利用 LSTM 整合过去数据序列化输入获取未来一周的预测数据，快应用端只负责呈现数据，所以可以顺利完成 |
| 负一屏情景智能服务 | 利用 OPPO Reno2 的原生环境开发的负一屏在实时性上有了很大的保证，并且 OPPO 卡片的服务也可让用户方便的使用卡片功能。 |

3.2 资源可行性分析

任何一个项目的建设与管理都必须具备足够的资源条件，若无足够的资源，即使项目的方案再完善，技术再成熟，也会由于资源枯竭而无法长久运行。接下来将从物资资源、人力资源这两个方面对项目进行资源可行性分析：

一、物资资源：

系统运行时需要投入工作的设备分别有边缘端设备、服务器、游客的安卓手机。这三个部分为系统正常运行的必须设备资源，其中边缘计算终端主要包括无人机、树莓派 Raspberry4B、SIM7600CE、GNSS/GPS 定位模块、Li-polymer Battery 供电模块以及景区已有的监控系统。综合各类安全性和性能需求的考量，我们选用大疆精灵 4 作为上述边缘设备的载体，由此构成 DeepPupil 移动的“眼睛”，用于感知景区客流动态数据。在景区处于旅游旺季时，可出动无人机进行客流量数据捕获。在景区处于旅游淡季时，可直接利用景区监控设施捕获客流量数据。系统在物资资源需求上具有较高的灵活性，兼容性。经过预算分析，4A 级景区需要约 2.3 万元即可部署所需设备资源。

二、人力资源：

景区需要人工的手动控制无人机飞行航线，一般情况下 4A 级景区需要 2~3 名工作人员操控 2~3 架无人机按规定航线飞行。在客流量处于淡季时景区将不会启用无人机，此时无需额外人员干预系统运行，DeepPupil 会利用景区监控设施作为自己的“眼睛”，监控画面以 RTMP 视频流形式传递到服务器后即可构建客流重点区域热力图，DeepPupil 消除了工作人员传统机械式制作数据报表的工作，使其可以投入更多精力于景区数据洞察和价值发现过程中。

3.3 市场可行性分析

3.3.1 市场环境分析

(一) 政治环境 (P)

• 2017年习近平总书记在十九大报告中强调：“要推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合”。**2020年新冠疫情重创下**，国家为促进旅游行业发展，出台了一系列政策内容，包括暂退旅行社交纳的保证金、对交通运输/餐饮/住宿/旅游四类发生亏损的企业、结转年度延迟至8年、加大金融支持等。

• 2020年3月4日，中央政治局常务委员会召开会议，明确指出“要加快5G网络、数据中心等新型基础设施建设进度。要注重调动民间投资积极性”。各地政府也在积极谋划，营造良好的**5G发展政策环境**。

(二) 经济环境 (E)

2018年我国居民人均可支配收入28228元，比上年实际增长6.5%，整体延续稳定增长态势。数据显示，我国居民人均教育、文化和娱乐消费支出也在逐年增长。

居民人均可支配收入的不断增长和交通基础设施的持续完善，有利于旅游业保持快速发展。据文化和旅游部公布数据显示，2018年全年我国实现旅游总收入5.97万亿元，同比增长10.5%；旅游业对GDP的综合贡献为9.94万亿元，占GDP总量的11.04%。

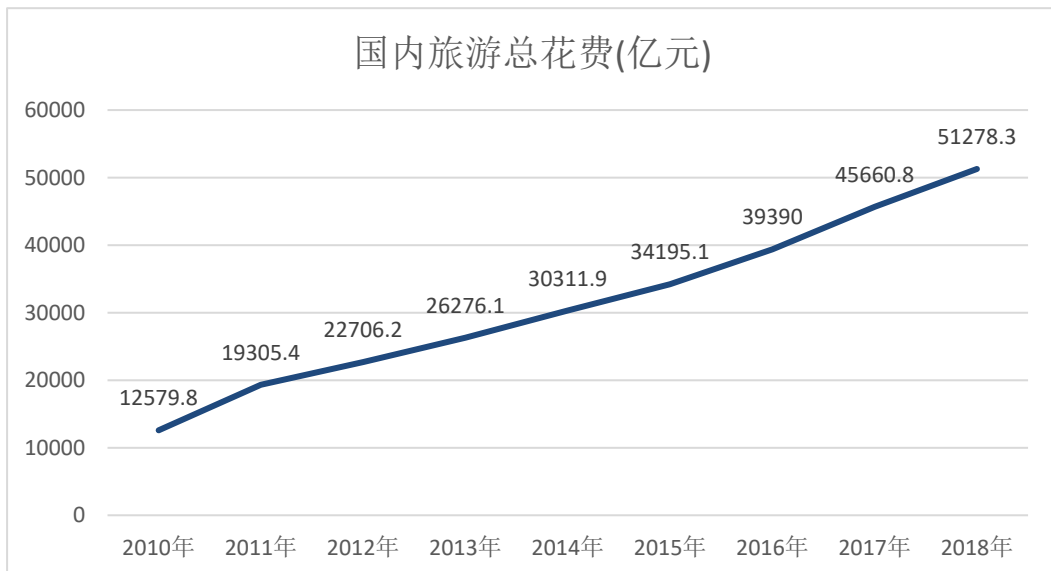


图 3-1 国内旅游总花费年增长图

(三) 社会环境 (S)

国家统计局数据显示,2018 全年国内旅游人数达 55.4 亿人次,比上年同期增长 10.8%,一年人均出游四次,旅游逐渐成为国民常态化消费,我国已经进入了大众旅游时代。

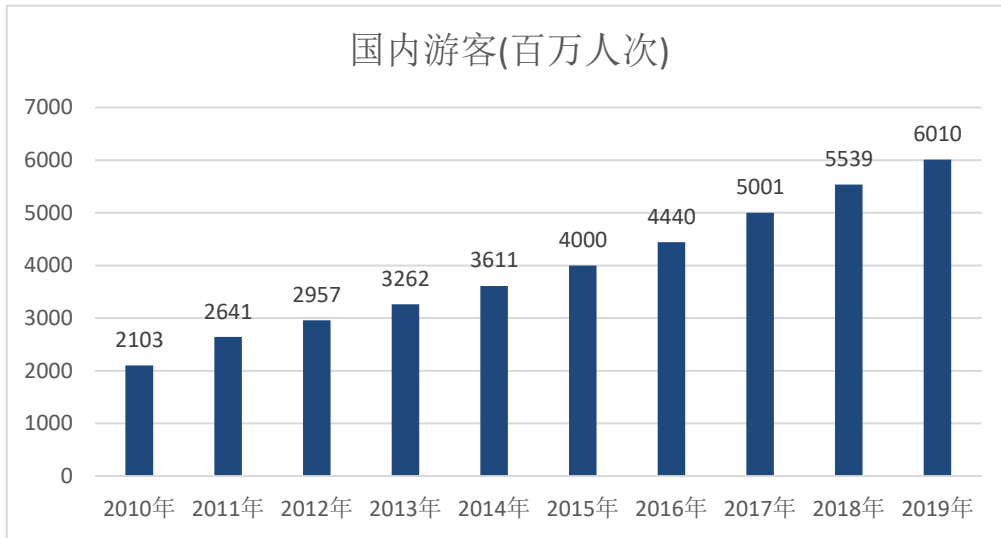


图 3-3 国内游客年增长

受 2020 年新冠肺炎疫情影响,整个旅游产业链遭受了巨大的冲击,我国旅游业在 2020 年上半年呈现大幅停滞现象,大量景区暂时关闭,加之疫情过后居民出行的谨慎性增强,景区年接待游客人次与收入规模将有所下降,预计 2020 年旅游业整体发展将有所下滑,但短期疫情影响不改变旅游业长期向好的发展趋势。

值得注意的是,此次疫情对旅游行业今后的发展有着一定的整型和重塑功能。在疫情过后,旅游行业应该更加注重精准剖析疫情过后游客心理需求的变化和旅游景区自身产品、模式、观念、制度的全方位创新。

(四) 技术环境 (T)

我国从 2010 年出现智慧旅游概念,并在同年 5 月的九寨沟旅游高峰论坛上首次提出智慧景区概念。就近几年我国在智慧旅游方面发展的实际情况来看,我国在江苏省镇江市成立了智慧旅游试点项目;四川省首次提出在智能旅游峰会期间建设智能旅游带的想法;福建与中国联通签署了“数字福建,智慧城市集团”协议,并建议未来投入巨资打造该省的智慧城市社区。

目前中国已进入全球 5G 研发第一营,5G 技术的应用指日可待。5G 技术的应用可以解决目前 4G 应用所不能解决的数据带宽比较低、传输的数据量有限、数据传输延迟普遍比较高、抗干扰能力差等问题,实现真正意义上的万物互联。更大程度上促进智慧景区的发展和落实。

3.3.2 市场痛点分析

（一）新冠疫情下旅游行业受到重创

受新冠疫情影响，2020年上半年我国旅游行业的发展几乎是停滞的，这给部分旅游景区带来的损失是十分巨大的。尤其是对于中小型景区而言，景区的运营以及今后的发展是一个很大的问题。

（二）信息不对称导致游客出行计划失当

游客在出行前没有途径获得景区实时的饱和度等情况，仅以各景区宣传信息来进行旅行决策，容易出现游客扎堆，交通堵塞景区过载接待的情况。到达景区内时，游客没有景区各区域的实时客流信息以进行合理路线规划，降低了游客旅游体验感。

（三）景区传统实时监测硬件适应性差、灵活度低

景区传统监控摄像头的升级通常局限于旋转角度、画面处理上的优化，在一些特殊地势的情况下难以避免布线成本高、难度大、检测不到位等固有问题。面对景区客流的季节性，适应性差。

（五）乡村旅游型景区智慧化程度几乎为零

目前来说乡村景区的智慧化程度几乎为零，主要有两点原因：一是乡村类型景区管理者多为当地人，对现代化技术的应用不是很积极；二是可能无法负担目前市面上现有的电子售票系统以及大型智慧景区系统。

3.3.3 市场调研分析

通过实际沟通调研，项目团队发现，随着人们精神文化需求的提升以及目前各种信息化技术的发展趋势，景区智慧化管理将是一个必然的趋势。此外，受2020年新冠疫情影响，游客更加注重卫生安全和一定社交距离的必要性；景区的制度合理性、管理能力、风险处理能力、产品创新能力也都受到了巨大的挑战。

综上所述，智慧景区是未来旅游行业发展的一大重要趋势，但目前智慧景区发展仍有较大进步空间，景区需提出更加精细有效的解决方案，使游客整个旅程变得更智能化、人性化、特色化和精细化。加之目前社会上大数据的发展趋势，如何充分利用旅游景区的数据并实现推动旅游行业更进一步的发展是一个亟需解决的问题。因此本项目市场前景十分可观。

4 需求分析

4.1 数据需求

4.1.1 静态数据

静态数据在系统的运行过程中长期保持不变，同时系统的正常运行需要依赖这些数据，以下将从界面层、逻辑层、数据层三个部分展示主要的静态数据。

4.1.1.1 数据层

表 4.1.1.1 数据层静态数据

| 定位 | 名称 | 设置值 | 定义 | 格式 | 类型 |
|-------|-------------------|------------------------|-----------------------|----------|----------|
| 边缘设备端 | ServerIP | 47.95.245.186 | 配置边缘计算端回传数据 ip 地址 | String | String |
| | Cropped | [0,0,128,128] | 配置图像剪裁区域块 | list | list |
| | JSON_data_size | 600 | 回传数据最大值 | int | int |
| | dateTime_p | timedelta(0,600) | 数据处理时间间隔 | datetime | datetime |
| | thread_l | 1800 | 异步线程休眠时间间隔 | int | int |
| | device_id | 如: "uav_huancuiScenic" | 规定边缘端设备的 id, 用于数据唯一标识 | String | String |
| | CoordinateConvert | Func 静态函数 | 地球坐标系转换 | Func() | Func() |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |

4.1.1.2 逻辑层

表 4.1.1.2 逻辑层静态数据

| 定位 | 名称 | 设置值 | 定义 | 格式 | 类型 |
|---------|-----------------|--|------------------|---------------------|--------|
| 服务器基本操作 | DBconnection | DriverManager.getConnection("jdbc:mysql://localhost:3307/DeepPupil", "xmc", "294207"); | 配置数据库基本连接信息 | JDBC 驱动程序方法 | func() |
| | JDBC_DRIVER | "com.mysql.cj.jdbc.Driver" | JDBC 驱动名 | String | String |
| | SmsSingleSender | SmsSingleSender(1400308601, "b7b19834cad2***bf88b9fb81fe535") | 短信验证码服务验证 | 函数: SmsSingleSender | func() |
| | ossClient | OSSClientBuilder().build("http://oss-cn-qingdao.aliyuncs.com", | 配置阿里云存储 OSS 服务信息 | OSS 对象 | OSS |

| | | | | | |
|-------------------|----------|---|-----------------|--------|--------|
| | | "LTAI4FkTWtwL***h9MzSDDF", "FdIqND5srRe***wqNuJqW8oeG"); | | | |
| AmapJS | | "https://webapi.amap.com/maps?key=c466eb7b9e1399a963003019fc6af363&v=1.4.15&plugin=Map3D" | 高德地图信息服务商地图数据接口 | String | String |
| Record_Interval | 600000 | | 后端数据刷新时间间隔 | int | int |
| SMS_DEL_Interval | 300000 | | 验证码记录刷新时间间隔 | int | int |
| QuickApp_Interval | 14400000 | | 活跃的快应用用户记录时间周期 | int | int |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |

4.1.1.3 界面层

表 4.1.1.3 界面层静态数据

| 定位 | 名称 | 设置值 | 定义 | 格式 | 类型 |
|------------|-----------------|--|---------------|---------------|---------|
| 快应用/前端基本配置 | APEX_UI_PACKAGE | <import name="demo" src="apex-ui/components/button/index"></import> | 使用的第三方 UI 组件库 | <demo></demo> | html 标签 |
| | icon | /Common/TeamLogo.png | 快应用 icon 图标 | String | String |
| | name | DeepPupil | 应用名称 | String | String |
| | package | DeepPupil | 应用包名 | String | String |
| | features | prompt/router/shortcut/fetch/clipboard/notification/webview/push/clipboard/device/barcode | 使用的接口名称 | Array | Array |
| | widgets | ScenicSpot_Abbreviation["name": "CardDemo", "description": "深瞳负一屏", "component": "index", ...] | 负一屏的卡片信息 | Array | Array |
| | display | [titleBar":true, "titleBarText": "深瞳", "titleBarBackgroundColor": "#f2f2f2", "titleBarTextColor": "#414141", "menu": false, "fullScreen": false] | 页面展示默认配置 | Array | Array |
| | fetch_src | http://47.95.245.186:8080/Server2_0_war_exploded/Model | 数据请求地址 | String | String |
| | COORDTYPE | gcj02 | 地图类型 | String | String |
| | web_url | http://47.95.245.186:8080/Server2_0_war_exploded/ | Web 端资源映射地址 | String | String |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |

4.1.2 动态数据

动态数据是指用户在与程序交互或则程序自身后台运行过程中,程序内部运行过程中产生的各种动态变化的数据,我们将从数据层、逻辑层和界面层三部分来介绍。

4.1.2.1数据层

表 4.1.2.1 数据层动态数据

| 定位 | 名称 | 定义 | 格式 | 类型 |
|---------|------------|-------------------|--|-----------|
| 边缘端数据处理 | image | 需要 Base64 编码的图像对象 | Image 对象 | PIL.Image |
| | GPRMC | GPRMC 数据包解析 | \$GPRMC,<1>,<2>,<3>,<4>,<5>,<6>,<7>,<8>,<9>,<10>,<11>,<12> | str |
| | length_sub | 动态更迭位置标注 | float | float |
| | pppd_call | ppp 动态拨号上网 | str | str |

4.1.2.2逻辑层

表 4.1.2.2 逻辑层动态数据

| 定位 | 名称 | 定义 | 格式 | 类型 |
|---------|----------------------|----------------------|---|----------|
| 服务器核心操作 | Tag_flow_peak | 景区客流量峰值数据 | 1~5 位整数 | int |
| | Tag_flow_actual | 景区客流量实时数据 | 1~5 位整数 | int |
| | img | Base64 转码结果 | Image 图像 | Image 图像 |
| | person_count | 服务器识别边缘端人体的数目 | 5、12 等 int 数据 | int |
| | processed_data | 回传边缘端图像结果 | {'img_id':image_id,'person_count':person_count} | json |
| | Recent_flow_change | 近期景区客流量变化趋势 (数学方法计算) | "近期景区客流量一直爬升,且波动幅度较大" | String |
| | Today_flow_change | 今日景区接纳游客同比昨日增长/减少率 | 如:"减少了 25%" 或 "增加了 27%" | String |
| | Future_flow_change | 未来三日客流量预测平均值及波动数据 | 如:"未来三日景区平均日客流量约为 2300 人,且波动幅度较低" | String |
| | Forecast_flow_actual | 未来三日客流量实际预测值 | [{"day1":2100,"day2":3200,"day3":1900}] | json |
| | person_sum | 景区人流量总数 (10min 更新一次) | 1~5 位整数 | int |

| | | | |
|----------------------------|---------------------------|---|------|
| user_question | 用户在快应用内发起的问题 | { "number": "16", "type_id": "transfer", "scenic_name": "孔庙", "content_detail": "通常情况下...", "time": "2020-03-25 19:29:00", "title": "怎样坐汽车", "question_id": "question_003", "content": "一般情况下..." } | json |
| Scenic_forecast | 景区历史四天及未来三天的客流量逐小时报表 | [{"2020-01-28": "http://deppupil.oss****"}, {"2020-01-29": "http://deppupil.oss****"}] | json |
| getPersonCountFromScenicId | 景区内不同景点的实时人流数目(10min更新一次) | [{"scenic1":120,"scenic2":210,"scenic3":54,"scenic4":99}] | json |
| user_comments | 游客在快应用内进行的评论数据 | [{"images":["http://deppupil.oss***"],"scenic_id": "scenic", "user_id": "user_agu", "message": "这里好好看啊, 下次一定还来"}] | json |
| car_count | 停车场内已占用的车位数量 | 1-3 位整数 | int |

4.1.2.3 界面层

表 4.1.2.3 界面层动态数据

| 定位 | 名称 | 定义 | 格式 | 类型 |
|-----------|------------------|-------------------|---|------------|
| 快应用核心动态数据 | showmylocation | 是否展示用户自身位置 | True/False | True/False |
| | latitude | map 组件中心位置经度 | 37.530667 | float |
| | longitude | map 组件中心位置纬度 | 122.055175 | float |
| | controls | 地图概览的常规地图控件 | [{...},{...},...] | Array |
| | controlTap | 地图概览的常规地图控件点击事件 | controltap(res){.....} | Array |
| | Arrival_Route | 从当前位置到达目标停车场的推荐路线 | [{ latitude: 36.45287, longitude: 127.44689 }, { ... }, ...] | Array |
| | hot_question | 热门问题查询 | 数据类型 question 格式 | Array |
| | question_search | 根据输入信息匹配的问题 | 数据类型 question 格式 | Array |
| | people_number | 游客数量 | 4352 | int |
| | SenicSpot_number | 景区最大承载量 | 15000 | int |
| | SenicSpot_Space | 景区景点名称 | 环翠楼 | String |
| | Parking_lot | 该景区附近停车场的信息 | 和服务信息模块一致 | Array |
| | ... | ... | ... | ... |

4.1.3 数据词典

数据词典是系统设计开发过程中所要依赖的数据核心,同时数据词典也是结构化分析的重要工具。这里将通过数据名称、数据类型、数据用途、关联模块这四部分来阐释数据字典。

表 4.1.3 数据字典描述

| 字段名 | 数据类型 | 允许空值 | 数据用途 | 关联模块 |
|------------------|--------------|------|-----------------|------|
| scenic_id | varchar(255) | NO | 景点 id | 1 |
| scenic_name | varchar(255) | NO | 景点名称 | 1 |
| scenic_introduce | text | YES | 景点介绍 | 1 |
| introduce_date | date | YES | 介绍更新日期 | 1 |
| introduce_time | time | YES | 介绍更新时间 | 1 |
| scenic_forbidden | text | YES | 景点危险区域介绍 | 1 |
| forbidden_date | date | YES | 危险区域介绍日期 | 1 |
| forbidden_time | time | YES | 危险区域介绍时间 | 1 |
| max_flow | int | NO | 景点饱和人流量 | 1 |
| scenic_fraction | double | YES | 景点评分 | 1 |
| scenic_star | int | YES | 景点星级 | 1 |
| scenic_location | varchar(255) | NO | 景点地理位置 | 1 |
| selected_image | varchar(255) | NO | 景点精选图片 URL 源地址 | 1 |
| image_info | varchar(255) | YES | 景点精选图片介绍 | 1 |
| image_title | varchar(255) | NO | 景点精选图片标题 | 1 |
| scenic_notice | text | NO | 景区公告内容 | 1 |
| notice_id | varchar(255) | NO | 景区公告 id | 1 |
| person_sum | int | NO | 景点实时人流总量 | 1 |
| data_source | varchar(255) | NO | 人流数据获取来源 | 1 |
| record_date | date | NO | 实时人流统计日期 | 1 |
| record_time | time | NO | 实时人流统计时间 | 1 |
| person_count | int | NO | 实时人流数目 | 1 |
| forecast_date | date | NO | 预测人流日期 | 1 |
| forecast_time | time | NO | 预测人流时间 | 1 |
| forecast_count | int | NO | 预测人流数目 | 1 |
| flow_image | varchar(255) | NO | 人流量走势图 URL | 1 |
| spot_id | varchar(255) | NO | 景区监控设备 id | 1 |
| spot_height | double | NO | 景区监控设备高度 | 1 |
| spot_angle | double | NO | 景区监控设备仰角 | 1 |
| spot_lng | double | NO | 景区监控设备经度 | 1 |
| spot_lat | double | NO | 景区监控设备纬度 | 1 |
| spot_rtmp | varchar(255) | NO | 景区监控设备 RTMP 视频流 | 1 |
| uav_id | varchar(255) | NO | 无人机 id | 1 |

| | | | | |
|----------------|--------------|-----|----------|---|
| uav_round | double | NO | 无人机工作周期 | 1 |
| person_ip | varchar(255) | NO | 游客 ip 地址 | 1 |
| person_lng | double | YES | 游客经度 | 1 |
| person_lat | double | YES | 游客纬度 | 1 |
| device_mac | varchar(255) | NO | 快应用设备地址 | 1 |
| comments_id | varchar(255) | NO | 评论 id | 1 |
| user_comments | varchar(255) | NO | 游客评论信息 | 1 |
| comments_image | varchar(255) | YES | 评论图片 URL | 1 |
| com_date | date | NO | 评论日期 | 1 |
| com_time | time | NO | 评论时间 | 1 |
| question_id | varchar(255) | NO | 问题编号 | 1 |
| question_type | varchar(255) | NO | 问题类型 | 1 |
| title | varchar(255) | NO | 问题标题 | 1 |
| content | text | NO | 问题内容 | 1 |

4.1.4 数据采集

表 4.1.4 数据采集阐述表

| Method | DataSet | DataSize | Note |
|--------------|--------------|----------|--------|
| EfficientDet | VisDrone2019 | 92GB | 人群计数 |
| EfficientDet | MSCOCO2017 | 18GB | 性能评估 |
| LSTM | 景区历史人流量数据集 | - | 数据预测 |
| SBGM | ETH3D | 24GB | 双目视觉匹配 |

4.2 功能需求

4.2.1 基本数据获取功能模块

表 4.2.1.1 基本数据获取功能模块描述

| 功能模块 | 功能 | 功能描述 | 优先级 |
|------------|-------------|--|-----|
| 基本数据获取功能模块 | 视频流 RTMP 转发 | 定点监控设备需要将 RTMP 视频流传递给前端，供相关人员查看监控视频数据。 | 8 |
| | 边缘端设备数据获取 | 无人机搭载的各类边缘计算模块获取必要数据后经数据预处理后传送至服务器 | 10 |
| | 快应用端信息采集 | 快应用端间隔特定时间将游客的位置、游客账号信息、游客设备信息上传给服务器 | 4 |

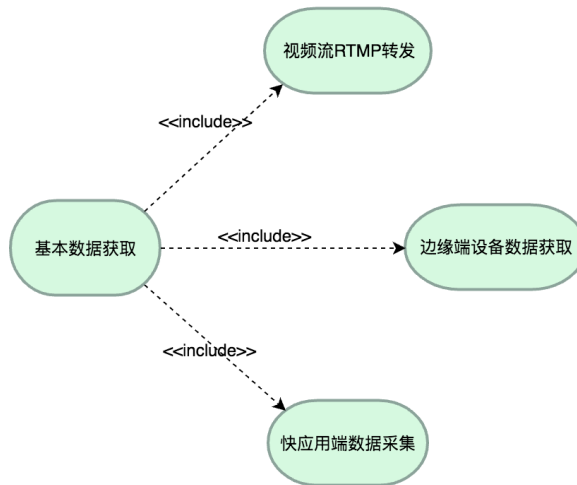


图 4.2.1.2 基本数据获取功能模块用例图

表 4.2.1.3 定点监控视频流 RTMP 转发用例规约

| | |
|--------|--|
| 用例名称 | 定点监控视频流 RTMP 转发 |
| 功能简述 | 将定点监控设备所拍摄到的视频流通过 RTMP 视频流传送协议转发 |
| 用例编号 | Edge_RTMP |
| 执行者 | 定点监控设备内的 MainServer |
| 前置条件 | 定点监控设备视频流转发程序能正常运行 定点设备接入了景区局域网 |
| 后置条件 | 前端 VideoJS 能够正常解析 RTMP 视频流 |
| 涉众利益 | 相关人员希望能够正常观看景区某区域监控 |
| 基本路径 | ① 定点监控设备获取到相关视频流 ② 视频流以 RTMP 协议传送至服务器 ③ 前端 VideoJS 正常解析 RTMP 视频流 |
| 扩展路径 | ① 定点设备未正常获取视频流 ② 视频流不会被转发 |
| 字段列表 | 视频流：流式传输的视频 |
| 设计规则 | 内禀规则 |
| 未解决的问题 | 无 |
| 备注 | 开发过程中应当对比多种视频流传输协议，采用最佳方案 |

表 4.2.1.4 边缘计算设备人体检测用例规约

| | |
|------|---------------------------------|
| 用例名称 | 边缘端设备数据获取 |
| 功能简述 | 无人机搭载的各类边缘计算模块获取必要数据后经数据预处理后传送至 |

| | |
|--------|---|
| | 服务器 |
| 用例编号 | Edge_Process |
| 执行者 | Raspberry4 内的 MainServer |
| 前置条件 | SIM7600CE HAT 模块工作正常 GNSS/GPS 模块工作正常 Raspberry4B 计算板工作正常 Li-polymer Battery HAT 电源模块能够正常供电 E14 摄像头画面捕捉正常 |
| 后置条件 | Raspberry4 程序处理得到需要返回服务器的数据 |
| 涉众利益 | 游客、工作人员等群体希望景区客流量统计工作可靠 |
| 基本路径 | ①Raspberry4B 利用 GNSS/GPS 模块标识需要检测的坐标点，并进行地球坐标系转换。 ②E14 摄像头预热 3s 后截取坐标点内人群图像 ③人群图像经过转码为 Base64 字符串，有效数据被整合为 json ④Raspberry4B 利用 SIM7600CE 同服务器进行数据传输 |
| 扩展路径 | ①Raspberry4B 的供电模块输出功率降低 ②模块重启并初始化程序环境 |
| 字段列表 | 回传 json 数据：设备 id、经度、维度、图像 Base64 字符串、时间 |
| 设计规则 | 内禀规则 |
| 未解决的问题 | 无 |
| 备注 | 使用了压缩的 yoloV3 图像检测模型以及 VisDrone2019 的数据集 |

表 4.2.1.5 快应用端信息采集用例规约

| | |
|------|---|
| 用例名称 | 快应用端信息采集 |
| 功能简述 | 快应用端间隔特定时间将游客的位置、游客账号信息、游客设备信息上传给服务器 |
| 用例编号 | Quick_COLLECT |
| 执行者 | 快应用中的 Upload_Info |
| 前置条件 | 游客在运行快应用或者快应用处于活动状态 |
| 后置条件 | 服务器接受到了快应用传送的游客基本数据 |
| 涉众利益 | 服务器希望得到可靠的游客信息，便于后续数据分析工作 |
| 基本路径 | ① 快应用处于运行状态 ② 间隔特定时间快应用统计游客数据 ③ 快应用将游客数据发送到服务器上 |
| 扩展路径 | ① 快应用未处于运行状态 |

| | |
|--------|------------------------|
| | ② 快应用不会回传游客数据 |
| 字段列表 | 游客数据：游客经度、纬度、设备地址、游客账号 |
| 设计规则 | 交互规则 |
| 未解决的问题 | 无 |
| 备注 | 服务器使用这些数据来判断游客游玩趋势 |

4.2.2 数据可视化功能模块

表 4.2.2.1 数据可视化功能模块描述

| 功能模块 | 功能 | 功能描述 | 优先级 |
|-----------|-------------|---|-----|
| 数据可视化功能模块 | 数据预处理及序列化存储 | 接受数据获取功能模块的数据之后，对其进行数据预处理，使得这些数据符合构建热力图的要求，同时将其序列化存储入数据库。 | 10 |
| | 热力图实时构建 | 将数据库中对应的序列化数据提取出来并反序列化，利用其构建景区客流量热力图。 | 10 |

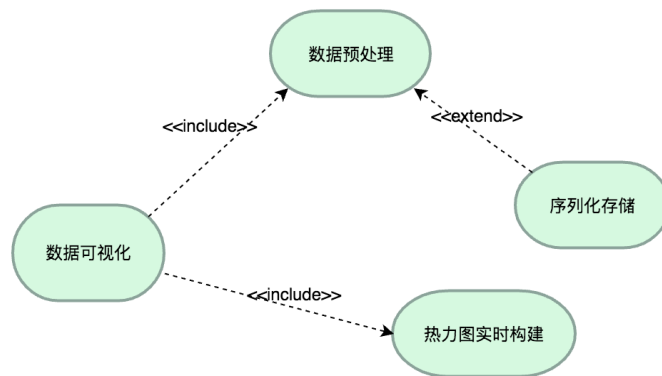


图 4.2.2.2 数据可视化功能模块用例图

表 4.2.2.3 数据预处理及序列化存储用例规约

| | |
|------|-------------------------------------|
| 用例名称 | 数据预处理及序列化存储 |
| 功能简述 | 预处理各设备回传至服务器的数据，序列化并存储。 |
| 用例编号 | Visual_PRE |
| 执行者 | 服务器 A 内的 Main Server |
| 前置条件 | 基本数据获取模块能够正常回传服务器 A 数据 数据库设计完善合理 |
| 后置条件 | 服务器将原始数据预处理 |

| | |
|--------|--|
| | 数据库内填充了新的序列化数据 |
| 涉众利益 | 热力图构建功能希望其能够正常工作 |
| 基本路径 | ① 服务器接收到各数据获取设备的原始数据 ② 服务器对原始数据进行预处理 ③ 服务器将预处理后的数据序列化并存储入数据库 |
| 扩展路径 | ① 服务器未接收到数据 ② 不会进行数据预处理及数据序列化 |
| 字段列表 | 数据序列化：人群数目、人群 GPS 坐标信息、时间戳 |
| 设计规则 | 内禀规则 |
| 未解决的问题 | 无 |
| 备注 | 数据库表结构需要设计完善。 |

表 4.2.2.4 热力图实时构建用例规约

| | |
|--------|---|
| 用例名称 | 热力图实时构建 |
| 功能简述 | 将数据库中对应的序列化数据提取出来并反序列化，利用其构建景区客流量热力图。 |
| 用例编号 | Server_Heatmap_Show |
| 执行者 | 服务器内的 MainServer |
| 前置条件 | 热力图渲染控制程序能够正常工作 热力图构建软件接口能够正常使用 |
| 后置条件 | 客流量分布热力图实时更新 |
| 涉众利益 | 工作人员希望得到详细的实时客流量分布热力图数据 游客希望得到景区不同景点的拥挤状况 信息展示功能希望借助客流量分布热力图对游客进行路线推荐 |
| 基本路径 | ①热力图构建程序获取到数据库内存储的数据源 ②程序根据预置的热力图控制参数构建热力图样式 ③程序调用软件接口展示热力图最终形态 |
| 扩展路径 | ①热力图构建程序未获取到必要的元组数据 ②热力图构建程序不会被触发 |
| 字段列表 | 热力图控制参数：高度、底部颗粒大小、曲线平滑度、颜色 数据源：经度、纬度、人群数量 |
| 设计规则 | 交互规则 |
| 未解决的问题 | 热力图渲染仍需要接入公网 |
| 备注 | 地图数据使用高德信息服务商提供的 api |

4.2.3 数据分析处理功能模块

表 4.2.3.1 数据分析处理功能模块描述

| 功能模块 | 功能 | 功能描述 | 优先级 |
|------------|------------|--|-----|
| 数据分析处理功能模块 | 客流量分布预测 | 利用残差网络 ResNet、记忆性网络 LSTM 及 GCN 卷积等深度学习技术对客流量进行预测，辅助游客进行游玩计划。 | 10 |
| | 景区实时资源压力分析 | 综合景区资源数据以及各景点人流分布数据，分析出各景点资源压力。 | 5 |
| | 停车场车位余量预测 | 利用残差网络 ResNet、记忆性网络 LSTM 及 GCN 卷积等深度学习技术对停车位余量进行预测，帮助游客计划未来停车。 | 8 |
| | 人群密度检测 | 利用 EfficientDet 目标检测器对客流分布图像进行人群密度识别。 | 10 |

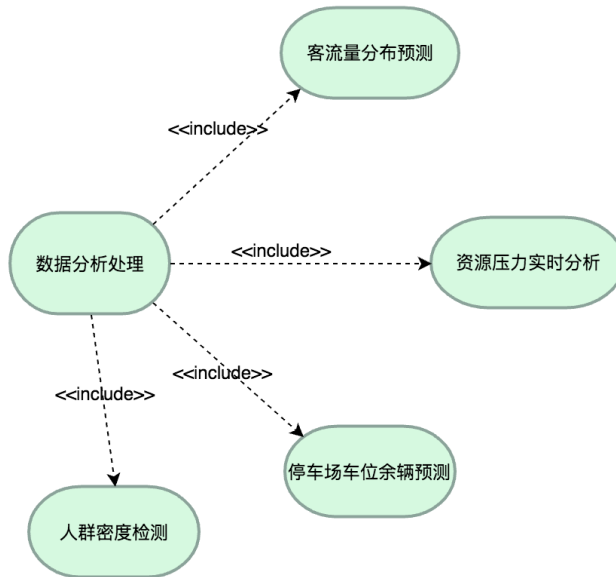


图 4.2.3.2 数据分析处理功能模块用例图

表 4.2.3.3 客流量分布预测用例规约

| | |
|------|--|
| 用例名称 | 客流量分布预测 |
| 功能简述 | 利用残差网络 ResNet、记忆性网络 LSTM 及 GCN 卷积等深度学习技术对客流量进行预测，辅助游客进行游玩计划。 |
| 用例编号 | Server_People_forecast |

| | |
|--------|--|
| 执行者 | 服务器中的 MainServer |
| 前置条件 | 数据库内已经存储足够长时间的历史客流量分布数据 时间序列数据预测程序能够正常执行 |
| 后置条件 | 前端界面以数据可视化形式呈现出未来客流量分布情况走势图 |
| 涉众利益 | 工作人员希望知道未来景区游客分布情况，便于制定后续工作计划。 游客希望获取未来客流量预测数据，便于制定出行游玩计划。 |
| 基本路径 | ①数据库内存储的历史客流量分布数据被加载至服务器内存 ②序列化的历史客流量分布数据被反序列化 ③时间序列预测程序使用 LSTM 等深度学习网络对反序列化后的数据进行处理 ④数据预测结果以走势图形式展现在前端 |
| 扩展路径 | ①数据库内历史热力图数据未加载进入服务器内存 ②客流量分布预测程序不会被触发 |
| 字段列表 | 走势图数据：未来时间、景区景点、客流量、拥挤程度 |
| 设计规则 | 交互规则 |
| 未解决的问题 | 无 |
| 备注 | 使用了 LSTM、ResNet、GCN 等深度网络模型。 |

表 4.2.3.4 景区实时资源压力分析用例规约

| | |
|------|---|
| 用例名称 | 景区实时资源压力分析 |
| 功能简述 | 综合景区资源数据以及各景点人流分布数据，分析出各景点资源压力。达到资源预警的效果。 |
| 用例编号 | Server_pressure |
| 执行者 | 服务器 A 中的 Main Server |
| 前置条件 | 数据库内存储了大于四个小时的客流量分布数据 数据库内存储了各景点资源门限值 |
| 后置条件 | 前端可展示出景区各景点的各种资源占用情况指标 |
| 涉众利益 | 工作人员需要知晓景区资源占用情况，便于后续维护工作 |
| 基本路径 | ① 服务器加载数据库中的实时人流分布数据以及景区资源占用情况 ② 通过具体资源判断程序计算各种资源占用情况 ③ 将资源占用数据存储入数据库并展示在前端 |
| 扩展路径 | ① 数据库内不存在足够的支撑资源判断程序的计算过程 ② 景区实时资源压力分析程序暂不执行 |
| 字段列表 | 资源占用数据：资源名称、占用比例、统计时间 |
| 设计规则 | 交互规则 |

| | |
|--------|----------------------|
| 未解决的问题 | 无 |
| 备注 | 在前端以数据可视化的形式展现资源占用数据 |

表 4.2.3.5 停车场车位余量预测用例规约

| | |
|--------|--|
| 用例名称 | 停车场车位余量预测 |
| 功能简述 | 利用残差网络 ResNet、记忆性网络 LSTM 及 GCN 卷积等深度学习技术对停车位余量进行预测，帮助游客计划未来停车。 |
| 用例编号 | Server_Car_forecast |
| 执行者 | 服务器 A 中的 Main Server |
| 前置条件 | 数据库中已经存储足够长时间的车位剩余数据 时间序列预测程序能够正常执行 |
| 后置条件 | 快应用端能够展示未来数小时停车位剩余量预测结果 |
| 涉众利益 | 游客希望根据停车位剩余数据来进行出行规划 |
| 基本路径 | ① 服务器加载历史车位剩余数量 ② 利用 LSTM 等深度学习网络对历史车位剩余数量进行预测 ③ 将数据预测结果存储入数据库并展示在快应用端 |
| 扩展路径 | ① 数据库内不存在足够的数据进行停车位预测 ② LSTM 网络暂不执行预测程序 |
| 字段列表 | 停车位余量：停车场名称、停车场位置、剩余车位数量、车位总量、统计时间 |
| 设计规则 | 交互规则 |
| 未解决的问题 | 无 |
| 备注 | 使用了 LSTM、ResNet、GCN 等深度网络模型。 |

表 4.2.3.6 人群密度检测用例规约

| | |
|------|---|
| 用例名称 | 人群密度检测 |
| 功能简述 | 利用 EfficientDet 目标检测器对客流分布密度图进行人体检测，检测人体数目后写入数据库。 |
| 用例编号 | Server_Person_Detect |
| 执行者 | 服务器 B 中的 Main Server |
| 前置条件 | 数据库中存储了待检测的图像数据 服务器拥有 EfficientDet 网络必要运行环境 |
| 后置条件 | 数据库内客流分布数据被更新 |
| 涉众利益 | 客流数据可视化和客流数据预测希望人体检测程序工作正常 |

| | |
|--------|--|
| 基本路径 | <ul style="list-style-type: none"> ① 服务器 B 请求服务器 A 发送需要检测的图像 ② 服务器 A 回传服务器 B 人群密度图像 ③ 服务器 B 中 EfficientDet 目标检测器对人群密度进行检测 ④ 服务器 B 将图像中人群密度图像返回给服务器 A ⑤ 服务器 A 更新数据库内人群密度数据 |
| 扩展路径 | <ul style="list-style-type: none"> ①数据库内不存在待检测的图片 ②服务器 A 回传空值 |
| 字段列表 | 传输数据单位：图像 Base64 字符串、人群密度数据 |
| 设计规则 | 交互规则 |
| 未解决的问题 | 无 |
| 备注 | 使用了 EfficientDet、BiFPN 等深度学习模型。 |

4.2.4 快应用信息服务功能模块

表 4.2.4.1 快应用信息服务功能功能模块描述表

| 功能模块 | 功能 | 功能描述 | 优先级 |
|-----------|----------|---|-----|
| 快应用信息服务模块 | 景区信息速览 | 快应用根据选择的景区提供景区内景点的公共设施信息以及景点的重点信息，用户选择后可查看对应景点详细信息。 | 10 |
| | 疑惑咨询 | 快应用根据定位的景区获取服务器内存储的常见问题列表供用户自主查询解惑，且根据用户自主输入查询的内容更新问题库。 | 6 |
| | 停车场信息展示 | 快应用端能够根据选中的停车场展示详细信息并提供路线规划和导航功能 | 7 |
| | 景区未来人流预测 | 为用户展示景区人流分布未来预测结果 | 9 |

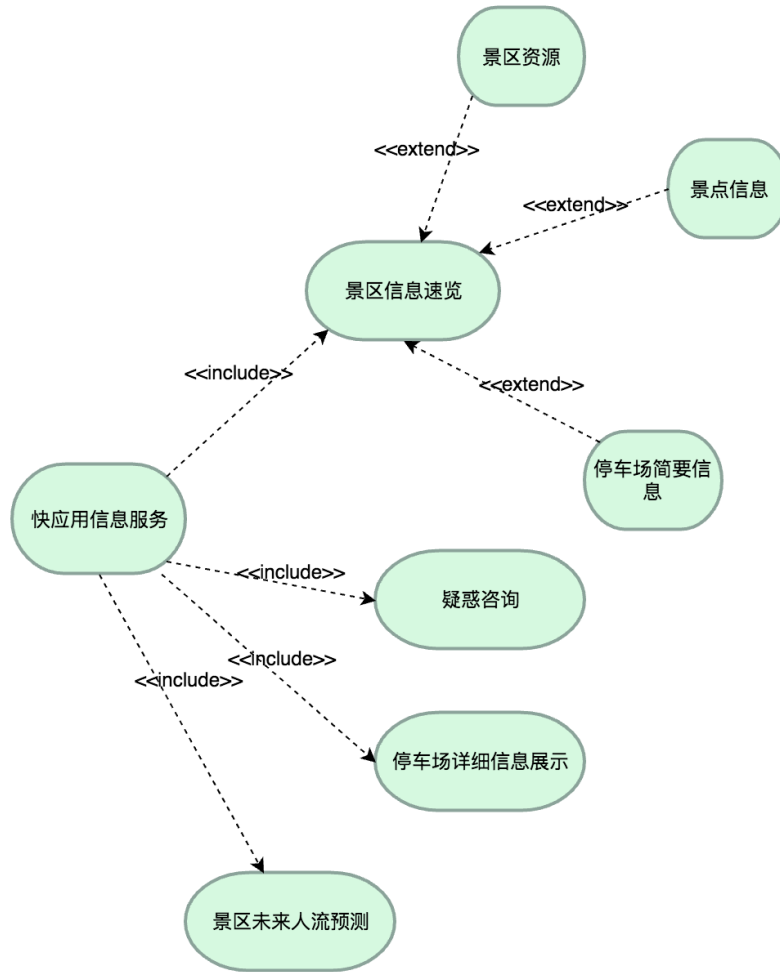


图 4.2.4.2 快应用信息服务功能模块用例图

表 4.2.4.3 信息共享用例规约

| | |
|------|--|
| 用例名称 | 景区信息速览 |
| 功能简述 | 将景区的景点的相关信息展示 |
| 用例编号 | Quickapp_Service_Information |
| 执行者 | Quick_MainServer |
| 前置条件 | 快应用能够与服务器取得通讯 快应用定位到附近景区 服务器预留了快应用通信的接口 |
| 后置条件 | 快应用端显示景区的各类信息 |
| 涉众利益 | 用户希望能够快速获取景区的关键消息 |
| 基本路径 | ①用户在快应用主界面选中景区并进入景区 ②快应用根据选中的景区的 ID 发起请求 ③服务器获取请求后将景区的景点信息，公共设备列表，停车场停车情 |

| | |
|--------|---------------------------------------|
| | 况等信息返回 ④快应用接收信息呈现给用户 |
| 扩展路径 | ①用户未选择景区 ②快应用回传信息景区位置设定为默认位置 |
| 字段列表 | 景区服务信息：位置，描述，热度，人流分布，公共服务设备信息，停车场停车情况 |
| 设计规则 | 全局规则 |
| 未解决的问题 | 无 |
| 备注 | 此功能围绕不同景区专属设计。 |

表 4.2.4.4 疑惑咨询用例规约

| | |
|--------|--|
| 用例名称 | 疑惑咨询 |
| 功能简述 | 快应用端能够及时向游客显示景区相关服务信息 |
| 用例编号 | Quickapp_Question |
| 执行者 | Quick_MainServer |
| 前置条件 | 快应用能够与服务器取得通讯 快应用定位到景区位置 服务器内在数据库中已经存储了景区常见问题信息 服务器预留了快应用通信的接口 |
| 后置条件 | 快应用端显示常见问题 |
| 涉众利益 | 用户希望能够方便的解决自己对景区的疑问 |
| 基本路径 | ①用户在快应用主界面选中景区并进入景区 ②在景区速览的界面的信息服务中选中疑惑咨询 ③快应用发起请求 ④服务器返回对应景区的常见问题 ⑤用户输入搜索自主问题 ⑥服务器返回正则匹配后的问题列表 ⑦快应用呈现数据 |
| 扩展路径 | ①用户无法定位 ②快应用设置定位区域为默认景区 |
| 字段列表 | 景区常见问题、热门问题、匹配问题：问题类型，问题内容 |
| 设计规则 | 全局规则 |
| 未解决的问题 | 无 |
| 备注 | 无 |

表 4.2.4.5 停车场信息展示用例规约

| | |
|--------|--|
| 用例名称 | 停车场信息展示 |
| 功能简述 | 快应用端能够根据选中的停车场展示详细信息并提供路线规划和导航功能 |
| 用例编号 | Quickapp_Parking_Search |
| 执行者 | Quickapp_Service_Information |
| 前置条件 | 快应用能够与服务器取得通讯 用户选定了景区进入后选定了停车场 服务器在数据库中已经存储了景区停车场的各类信息 服务器预留了快应用通信的接口 |
| 后置条件 | 快应用端显示停车场信息 |
| 涉众利益 | 用户希望能够在出行时方便的停车 |
| 基本路径 | ①用户在快应用主界面选中景区并进入景区 ②快应用根据选定的景区发起请求 ③服务器返回对应景区的停车场重要信息列表 ④用户选择停车场进行查看 ⑤快应用根据选择的停车场发起请求，服务器返回停车场详细信息 ⑥快应用呈现数据，点击路线规划和导航后进行对应服务提供 |
| 扩展路径 | ①用户未选定景区 ②快应用设置景区为默认景区 |
| 字段列表 | 景区停车场信息：停车场号，停车场总车位数，停车场使用数，停车场名称，停车场地址 |
| 设计规则 | 全局规则 |
| 未解决的问题 | 无 |
| 备注 | 无 |

表 4.2.4.6 景区未来人流预测用例规约

| | |
|------|--|
| 用例名称 | 景区未来人流预测 |
| 功能简述 | 快应用端能够展示景区的未来人流情况 |
| 用例编号 | Quickapp_future_human |
| 执行者 | Quickapp_Service_Information |
| 前置条件 | 快应用能够与服务器取得通讯 用户选择并进入了景区且查看景点 服务器内存储了对应景区的预测数据 |

| | |
|--------|-----------------------------|
| 后置条件 | 快应用端展示景区内景点的人流预测 |
| 涉众利益 | 用户希望能够知道未来人流的预测结果来合理安排出行计划 |
| 基本路径 | ①用户选择并进入景区 ②在景区内选择景点进入查看 |
| 扩展路径 | ①用户未选择景区 ②景区景点预测数据未正确生成 |
| 字段列表 | 景区号, 设施信息 |
| 设计规则 | 全局规则 |
| 未解决的问题 | 无 |
| 备注 | 无 |

4.2.5 快应用场景化服务功能模块

表 4.2.5.1 快应用场景化服务功能功能模块描述表

| 功能模块 | 功能 | 功能描述 | 优先级 |
|--------------|-------------|---|-----|
| 快应用场景化服务功能模块 | 景区获取 | 用户在主地图界面可以搜索查找景区, 也可随机查看景区, 获取景区后可以点击进入景区获取景区更多信息, 此外, 用户可以点击地图上的 poi 点实现路线规划和导航。 | 10 |
| | 负一屏情景智能服务 | 当游客处在某个景区附近时, 负一屏会将景区的游客数目和停车场信息推送给游客, 同时也会推送客流量未来趋势预测, 当游客到达景区特定景点附近时, 负一屏会推送今日有关此景点的服务信息和欢迎信息; 游客离开景点时负一屏自动提供意见反馈模块并推送送别信息。 | 10 |
| | 景区资源空间分布 | 快应用可以将景区的公共设施位置和其他服务点位置在地图上以 3D/2D 的形式进行展示方便用户出行时的使用。 | 6 |
| | 景区实时客流立体化展示 | 快应用利用动态实时生成的热力图立体化展示景区的客流空间分布, 游客利用这一功能可实现躲避高峰客流。 | 10 |

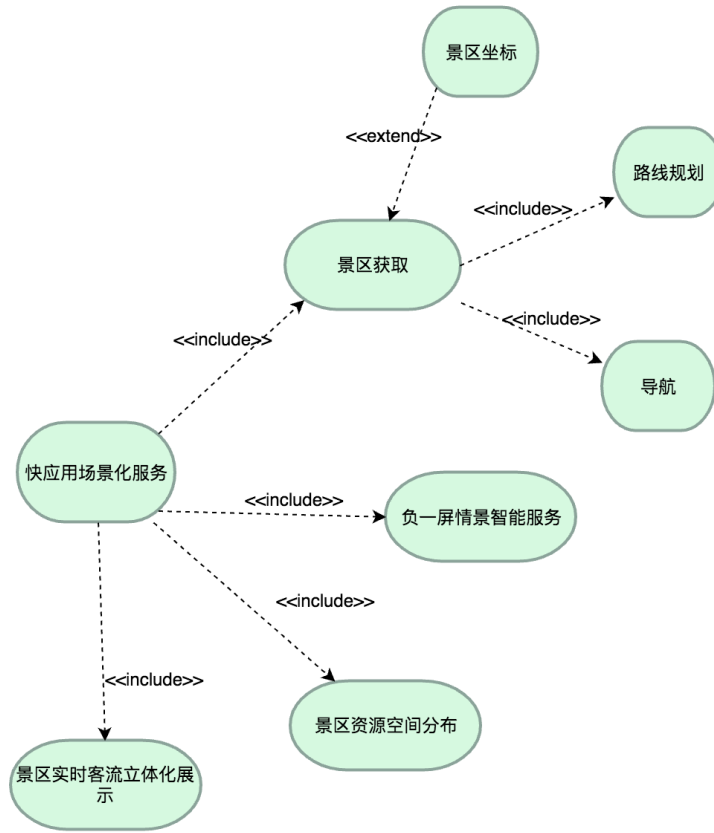


图 4.2.5.2 快应用场景化服务功能模块用例图

表 4.2.5.3 景区获取用例规约

| | |
|------|--|
| 用例名称 | 景区获取 |
| 功能简述 | 用户可在主界面以搜索或者随机推荐的方式获取景区并可进入景区查看详情且可进行路线规划和导航 |
| 用例编号 | Quickapp_Scenic_Find |
| 执行者 | Quick_MainServer |
| 前置条件 | 快应用能够与服务器进行数据通信 快应用获取到用户位置信息 用户在搜索框内输入了信息并选择了返回列表内的某一项 |
| 后置条件 | 主界面地图移动到景区位置并给出明显标注同时发现景区按钮变为进入景区 |
| 涉众利益 | 用户希望可以自己主动查找并获取景区位置和信息也希望可以随机查看了解有趣景区位置和信息 |
| 基本路径 | ①用户在主界面点击发现景区/用户在搜索栏输入信息查找景区并选择 |

| | |
|--------|---|
| | 返回列表中某一项 ②服务器接收到来自快应用的请求返回景区的相关信息 ③快应用主界面地图移动到选择/随机的景区的位置并进行明显标注 ④用户点击进入景区可以查看更多详细信息 ⑤用户点击景区或其他 poi 点可进行路线规划和导航 |
| 扩展路径 | ①因用户未开启定位权限快应用无法捕捉游客位置 ②快应用不会对服务器发出请求 ③用户输入内容未正则匹配到景区 |
| 字段列表 | 搜索景区：搜索内容，发现景区：用户位置 |
| 设计规则 | 全局规则 |
| 未解决的问题 | 无 |
| 备注 | 默认状态地图标注游客当前位置 |

表 4.2.5.4 负一屏情景智能服务用例规约

| | |
|--------|--|
| 用例名称 | 负一屏情景智能服务 |
| 功能简述 | 利用手机端负一屏在游客进入和离开某景点的时间进行景区服务信息推送和景区意见反馈。 |
| 用例编号 | Quickapp_Screen |
| 执行者 | Quick_MainServer |
| 前置条件 | 快应用能够与服务器进行数据通信 快应用获取到用户位置信息 |
| 后置条件 | 负一屏呈现出某景点服务信息、呈现出欢迎/送别界面、提供意见反馈 |
| 涉众利益 | 用户希望可以方便的获取到景区人流车位等信息 |
| 基本路径 | ①快应用捕获游客位置数据并将其作为网络请求参数发送至服务器 ②服务器接收到来自快应用的请求并判断对游客推送消息类型 ③服务器返回对应类型消息给快应用 ④负一屏内呈现出对应类型消息 |
| 扩展路径 | ①因用户未开启定位权限快应用无法捕捉游客位置 ②快应用不会对服务器发出请求 |
| 字段列表 | 景区信息：人流情况，停车场情况 |
| 设计规则 | 全局规则 |
| 未解决的问题 | 无 |
| 备注 | 需要用户授予定位权限 |

表 4.2.5.5 景区资源空间分布用例规约

| | |
|--------|---|
| 用例名称 | 景区资源空间分布 |
| 功能简述 | 将景区的公共设施位置使用信息和其他服务处的位置和使用信息 |
| 用例编号 | Quickapp_Public_Position |
| 执行者 | Quickapp_Service_Information |
| 前置条件 | 用户选择并进入了景区 快应用能够与服务器进行数据通信 服务器数据库存储了对应的信息 |
| 后置条件 | 选择对应的公共设施可进行查看 |
| 涉众利益 | 用户希望可以方便的获取到景区人流车位等信息 |
| 基本路径 | ①用户在主界面选择并进入景区 ②用户在景区里选择了公共设施或者其他服务处 ③快应用发起请求，服务器返回对应数据给快应用 ④快应用在地图上展示对应设施的位置和使用情况 |
| 扩展路径 | ①用户未进入景区 ②服务器地图构建错误 |
| 字段列表 | 景区号，设施号 |
| 设计规则 | 全局规则 |
| 未解决的问题 | 无 |
| 备注 | 快应用端展示的景区资源为服务性设施。 |

表 4.2.5.6 景区实时客流立体化展示功能用例规约

| | |
|------|--|
| 用例名称 | 景区实时客流立体化展示 |
| 功能简述 | 快应用利用热力图立体化展示人流分布 |
| 用例编号 | Quickapp_HeatMap |
| 执行者 | Quickapp_Service_Information |
| 前置条件 | 用户网速在 3G 以上 快应用能够与服务器取得通讯 快应用已获取用户位置 实时客流量分布热力图数据已经在服务器构建渲染完成 服务器预留了快应用通信的接口 |
| 后置条件 | 快应用端展示客流量热力图和景点人数统计结果 |
| 涉众利益 | 用户希望实时获取到景区的精确人流分布信息并可直观的感受 景区希望提高游客游览的幸福体验感 |

| | |
|--------|---|
| 基本路径 | ①用户选定景区并进入景区 ②用户选择热力图，快应用向服务器发起请求 ③服务器发送构建完成的实时客流量热力图 ④快应用呈现客流量分布热力图 |
| 扩展路径 | ①用户无法定位 ②快应用默认定位与景点中心位置 |
| 字段列表 | 景区号 |
| 设计规则 | 交互规则 |
| 未解决的问题 | 无 |
| 备注 | 无 |

4.3 性能需求

4.3.1 时间特性

表 4.3.1.1 系统时间特性需求

| 系统模块 | 耗时类别 | 具体操作 | 响应时间 | 更新处理时间 | 运行时间 | 数据转换/传输 |
|------|------|--|--------|--------|--------|---------|
| 快应用端 | 网络通信 | 快应用拉取景区实时客流量数据、停车位数据、客流及停车位数据、评论数据、问题内容信息。 | <200ms | 5s | / | <500ms |
| | | 快应用更新景区客流量实时分布热力图 | 5s | 5s | / | <200ms |
| | 启动加载 | 启动快应用并进入首页 | <500ms | / | <1.5s | <200ms |
| | | 应用内切换界面 | <500ms | / | / | / |
| | 数据处理 | 快应用内部数据处理(动态数据) | / | / | <150ms | <200ms |
| 服务器端 | 网络通信 | 视频流实时传输 | <800ms | / | / | <1.5s |
| | | 服务器间 json 数据传输 | <200ms | <500ms | / | <400ms |
| | | 快应用数据请求响应 | <400ms | <5s | / | <200ms |
| | 启动加载 | 视频流解码程序响应 | <200ms | / | / | <400ms |
| | | 前端加载 RTMP 视频流 | <2s | <400ms | / | <200ms |
| | | 图像检测程序启动 | <3s | <500ms | <5s | / |
| | | 热力图渲染程序启动 | <200ms | 5s | / | / |

| | | | | | | |
|-------|------|---------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | 前端界面加载 | <2s | 5s | / | <200ms |
| | 数据处理 | EfficientDet 人群密度识别 | <3s | <400ms | / | <200ms |
| | | 数据信息整合 | <300ms | / | / | <300ms |
| | | 数据序列化存储 | <240ms | / | <600ms | <300ms |
| | | 热力图渲染 | <500ms | / | <800ms | / |
| | | 历史客流量分析 | <230ms | / | <400ms | / |
| | | 客流量分布预测 | <800ms | / | <4s | <2s |
| 边缘计算端 | 网络通信 | 图像 Base64 传输 | <200ms | / | <400ms | <100ms |
| | | 相关数据传输 | <240ms | / | / | <400ms |
| | 启动加载 | WGS84 坐标系统下的距离及航向求算 | <800ms | 2s | / | <400ms |
| | | 设备热启动 | <10s | / | / | / |
| | | 程序脚本初始化启动 | <2s | / | / | / |
| | 数据处理 | 图像捕获预处理 | 3s | / | / | <240ms |
| | | SIM7600CE HAT 经纬度获取 | <1s | 2s | / | / |
| | | 数据整合 | <200ms | / | / | <240ms |

4.3.2 适应性

1. 在用户并发访问量急剧增多时，服务器应当合理控制负载，利用多线程并选择合适的网络 IO 模型去承担分配负载。若 1 秒内并发访问量达到 2000，这时候要求服务器能够以平均 4 s 处理时延响应相关数据请求。
2. 当用户所处网络环境很差的时候，快应用内应当提示用户当前网络可能会影响相关操作，同时系统应当需要具备断点上传的能力，等快应用恢复网络环境时继续上传数据至服务器。
3. 当相关数据服务商(地图信息)提供的接口发生变化时，系统内应当及时产生相关日志并报告情况，同时系统在更新数据接口时不应当花费太多的时间，需要能够在半小时之内维护完成。
4. 当用户在快应用内进行非常规思路操作时，快应用需要具有异常处理能力，在异常操作过程中进行提醒并强制跳转至正常页面。
5. 当无人机遭遇不可测因素无法正常飞行时，无人机应当启用悬停系统，并对地面操作人员发出信号。

4.4 界面需求

4.4.1 快应用端

1、快应用场景化服务功能模块-景区获取功能模块(主界面)



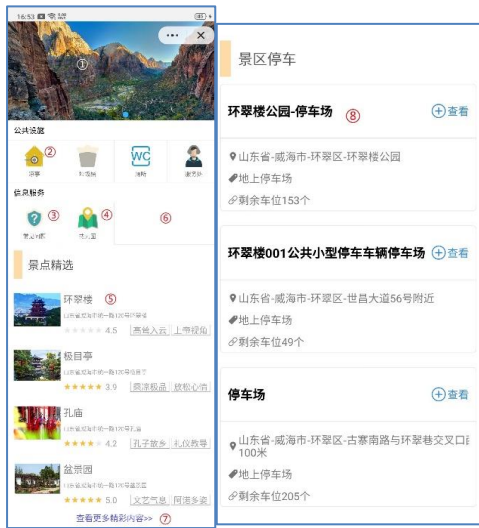
表 4.4.1.2 景区获取功能需求注解

| 编号 | 名称 | 功能 |
|----|-------|--|
| ① | 景区搜索 | 输入内容搜索景区 |
| ② | 个人中心 | 点击后进入个人信息管理界面 |
| ③ | 地图控件 | 实现定位和放大缩小功能 |
| ④ | 景区搜索 | 点击地图移动到推荐的景区 |
| ⑤ | Poi 点 | 点击后可以查看 poi 点的信息且可以进行路线规划导航, 通过此方式实现抵达景区的路线推荐和导航 |

图 4.4.1.1 景区获取功能界面

2、快应用信息服务功能模块-景区信息速览

表 4.4.1.4 景区信息速览功能需求注解



| 编号 | 名称 | 功能 |
|----|--------|-----------------------------|
| ① | 景点美图 | 将景区内的景点美图进行轮播展示, 点击后可查看简述 |
| ② | 公共设施信息 | 点击后查看公共设施的位置和使用情况 |
| ③ | 疑惑咨询 | 点击后查看景区的常见问题 |
| ④ | 景区热力图 | 点击后可浏览景区热力图和景点的人流数据 |
| ⑤ | 景点列表 | 以列表的形式展示景点的简约信息, 点击后可查看更多信息 |
| ⑥ | 待定模块 | 景区额外服务功能预留 |
| ⑦ | 更多景点 | 点击后可以查看更多不同景点 |
| ⑧ | 停车场信息 | 查看停车场详细信息 |

图 4.4.1.3 景区信息速览功能界面

3、快应用信息服务功能模块-疑惑咨询



图 4.4.1.5 快应用信息服务功能模块 1

表 4.4.1.6 快应用信息服务功能需求注解 1

| 编号 | 名称 | 功能 |
|----|--------|------------------------------|
| ① | 自主问题查询 | 点击可输入搜索指定问题，点击后呈现热度最大的三个常见问题 |
| ② | 名言名句 | 动态更新名言名句，增加对用户的吸引力 |
| ③ | 公告 | 景区每日重要公告，点击可查看 |
| ④ | 问题类型 | 点击后根据类型查看常见问题 |
| ⑤ | 问题内容 | 缩略展示问题主要内容，点击后查看详细内容 |

4、快应用信息服务功能模块-停车场信息展示

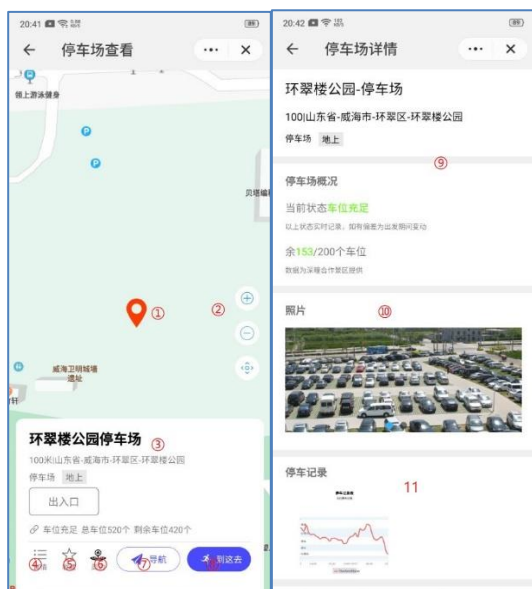


图 4.4.1.7 快应用信息服务功能模块 2

表 4.4.1.8 快应用信息服务功能需求注解 2

| 编号 | 名称 | 功能 |
|----|------------|------------------|
| ① | 定位坐标 | 景区中心点 |
| ② | 地图控件 | 实现放大缩小定位功能 |
| ③ | 停车场信息 | 展示停车场的名称，地点和使用情况 |
| ④ | 停车场详情 | 点击后展示停车场详情 |
| ⑤ | 收藏 | 点击后可收藏停车场 |
| ⑥ | 停车场周边 | 点击后查看停车场周边 |
| ⑦ | 导航 | 点击后可进行导航 |
| ⑧ | 路线规划 | 点击后查看路线规划 |
| ⑨ | 停车场详情-具体信息 | 在详情中展示各类信息 |
| ⑩ | 停车场实景图 | 展示停车场的实景图 |
| ⑪ | 停车场使用情况 | 展示停车场一天的使用记录 |

5、快应用信息服务功能模块-景区未来人流预测

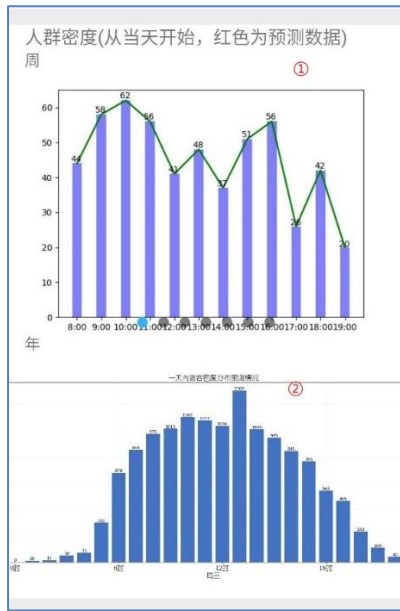


图 4.4.1.9 快应用信息服务功能模块 3

注：此功能在景点详情内展示

表 4.4.1.10 快应用信息服务功能模块 3

| 编号 | 名称 | 功能 |
|----|-----------|---|
| ① | 16 小时人流状态 | 以当前时间为中心展示 11 小时历史人流状况和未来 5 小时预测人流数量（红色为预测数据） |
| ② | 周人流记录 | 以当前时间为起点展示过去一周人流数据 |

6、快应用场景化服务功能模块-景区实施客流立体化展示

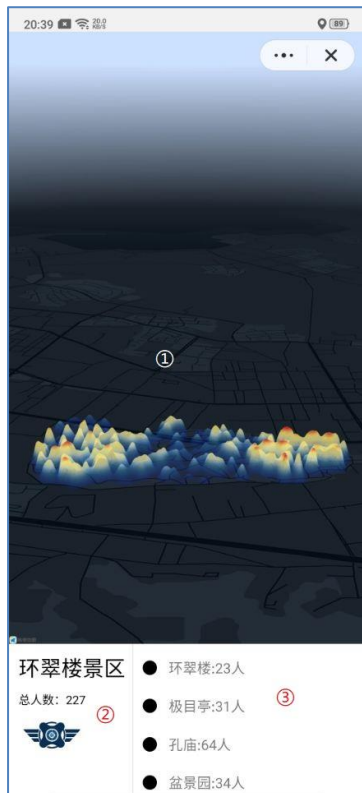


图 4.4.1.11 快应用场景化服务功能模块 1

表 4.4.1.12 快应用场景化服务功能模块 1

| 编号 | 名称 | 功能 |
|----|-------|--------------------|
| ① | 热力图展示 | 以 3D 热力图形式展示客流分布情况 |
| ② | 景区客流 | 展示景区客流总数 |
| ③ | 景点客流 | 展示各个景点的具体游客数量 |

7、快应用场景化服务功能模块-景区资源空间分布



表 4.4.1.14 快应用场景化服务功能模块 2

| 编号 | 名称 | 功能 |
|----|------|-----------------|
| ① | 公共设施 | 展示公共设施的位置便于用户使用 |

图 4.4.1.13 快应用场景化服务功能模块 2

8、快应用场景化服务功能模块-负一屏卡片

表 4.4.1.16 用户靠近景区卡片功能需求注解



图 4.4.1.15 用户靠近景区卡片功能

| 编号 | 名称 | 功能 |
|----|---------|--------------------------|
| ① | 景区名称 | 根据用户位置当靠近景区时在负一屏弹出告知景区情况 |
| ② | 景区客流量 | 利用饼状图显式展示游玩人数容量占比 |
| ③ | 停车场名称 | 根据定位的景区获取并展示停车场 |
| ④ | 全部停车场 | 展示全部停车场信息 |
| ⑤ | 路线查看 | 点击后查看抵达路线，支持导航功能 |
| ⑥ | 停车场空余空间 | 展示停车场的停车状况和空余车位数 |
| ⑦ | 疑惑咨询 | 主界面点击后进入疑惑咨询 |



图 4.4.1.17 用户进入景区卡片功能

表 4.4.1.18 用户进入景区卡片功能需求注解

| 编号 | 名称 | 功能 |
|----|------|-------------------|
| ① | 一键求助 | 点击后拨打景区工作人员电话进行求助 |
| ② | 景区景点 | 点击后进入景点详情进行查看 |



表 4.4.1.20 用户离开景区卡片功能

| 编号 | 名称 | 功能 |
|----|------|----------|
| ① | 景区反馈 | 点击后进行反馈 |
| ② | 景区评分 | 对景区进行评分 |
| ③ | 景区评论 | 输入景区评论内容 |
| ④ | 图片 | 附加图片评论 |
| ⑤ | 联系方式 | 反馈者联系方式 |
| ⑥ | 提交 | 进行提交 |

图 4.4.1.19 用户离开景区卡片功能

4.4.2 Web 端

1、景区数据概览



图 4.4.2.1 景区数据概览界面

①数据可视化图表：景点游客实时数量、景点游客游玩时长、历史人浏览趋势、各景点游客求助次数。

②数据标签：人流量峰值、实时人流量、快应用并发值、活跃的快应用终端、今日误入禁区人次、当前禁区内游客数量。

③ 图层数据可视化：客流量分布柱状热力图。

2、景区智慧监控



- ①实时监控画面：DeepPupil 结合景区已有的监控系统，同其进行 RTMP 视频流传输，可实时展示监控画面。
- ②监控设备列表：设备编号、所属景点、监控高度、监控仰角、工作状态、运行时间、设备经度、设备纬度。
- ③监控位置信息可视化：利用地图 marker 表示监控位置

3、景区数据可视化

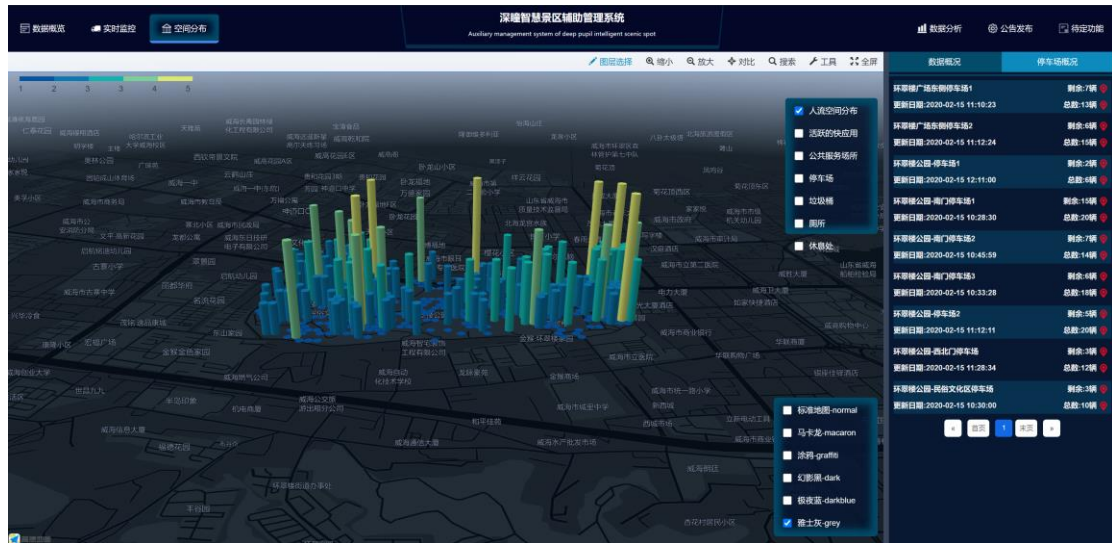


图 4.4.2.2 景区数据可视化界面

- ①图层数据可视化：客流量分布柱状热力图（可更改数据源）。
- ②图表/文字数据内容：停车位剩余数据。

4、景区资源决策评估

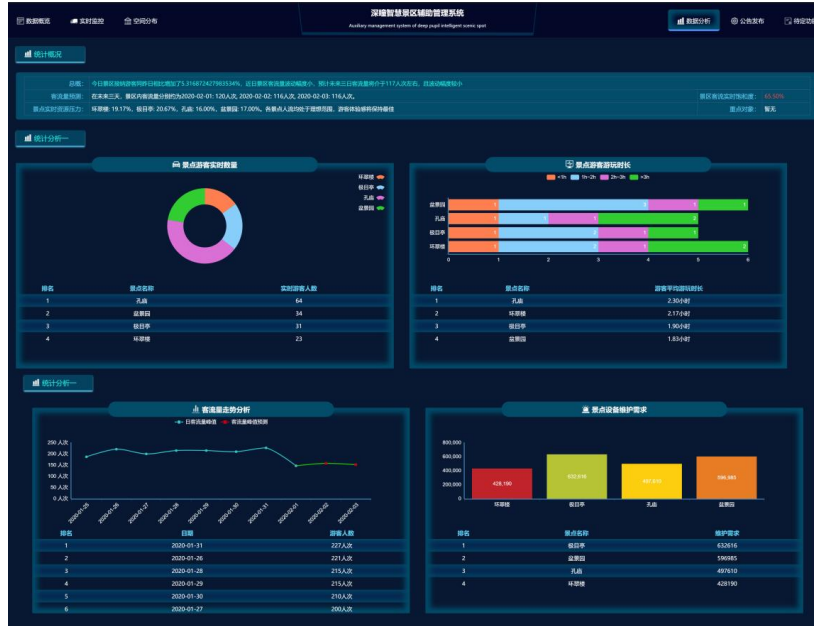


图 4.4.2.3 景区资源决策评估

- ①文字评估数据：景区资源总概、客流预测、资源实时压力、重点对象。
- ②图表评估数据：客流走势分析、设备维护需求、游客实时数量、游玩时长分布。

4.5 接口需求

4.5.1 硬件接口

表 4.5.1.1 系统硬件接口

| 需求名称 | 需求定义 |
|--------|---|
| 硬件平台 | CPU: Intel(R) Xeon(R) Platinum 8269CY 、raspberry4B、SIM7600CE、GNSS/GPS 定位模块、Raspberrry E14 日视版、OPPOreno2 |
| 网络环境 | 服务器公网带宽 2M/s、SIM7600CE 模块搭载 4G 流量卡 |
| 硬件接口 | RJ-45 接口、USB 接口、GPIO 接口、UART 接口 |
| 其它硬件需求 | 服务器可配置一块 GPU，用于深度学习加速 |

4.5.2 软件接口

系统内使用了高德地图数据服务商提供的地图数据软件接口，在系统运行的过程中，前端数据可视化功能模块需要通过加载第三方 js 才能够实现地图图层叠加，实现地图与人流分布数据的可视化结合。天气 API: <http://t.weather.sojson.com/api/weather/city/101030100>。

4.6 其他需求

表 4.6.1 系统其他需求

| 其他需求 | 需求详细定义 |
|-------|--|
| 可使用性 | 系统在开发成型时各个模块功能应当能够正常使用，各硬件与软件之间应当搭配合理，运作正常 |
| 安全性 | 涉及到无人机工作部分应当考虑其安全性，设计必要的紧急安全措施以应对突发情况 |
| 可维护性 | 软件设计的过程中应当考虑到维护的便捷，软件内代码结构应当清晰合理，符合工程开发规范。 |
| 可移植性 | 数据库应当灵活设计，后续应当可以进行灵活的移植，当部署在其他景区时不应当对数据库进行过大的修改。 |
| 易用性 | 快应用及前端的设计应当符合当下主流操作方式，逻辑结构应当易于用户理解。 |
| 可扩展性质 | 系统内在开发时应当注意代码逻辑层级关系，在后续扩展系统功能时可以方便的进行新功能的增加。 |

5 概要设计

5.1 处理流程

5.1.1 逻辑流程图

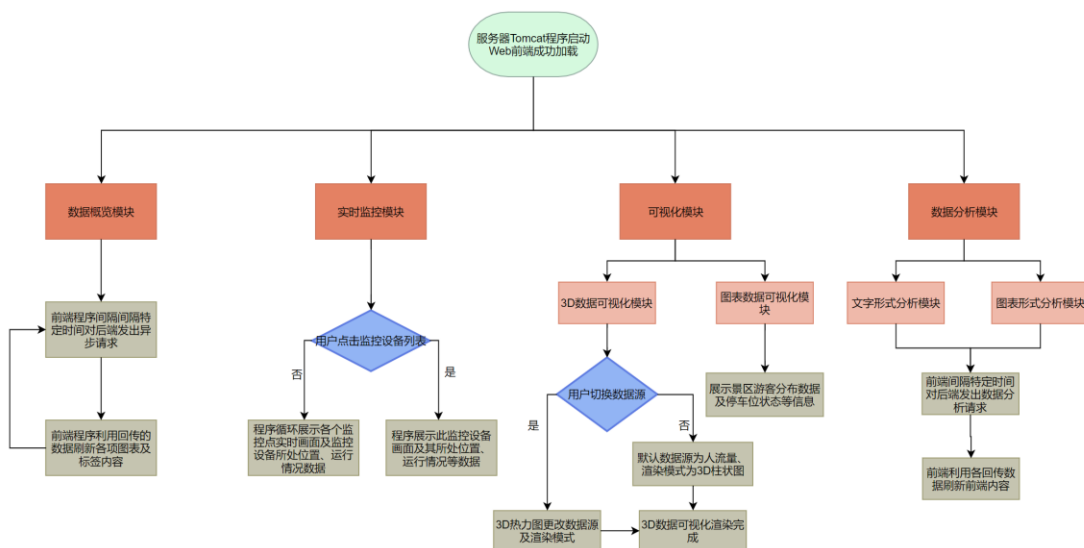


图 5.1.1.1 服务器及 Web 端逻辑流程图

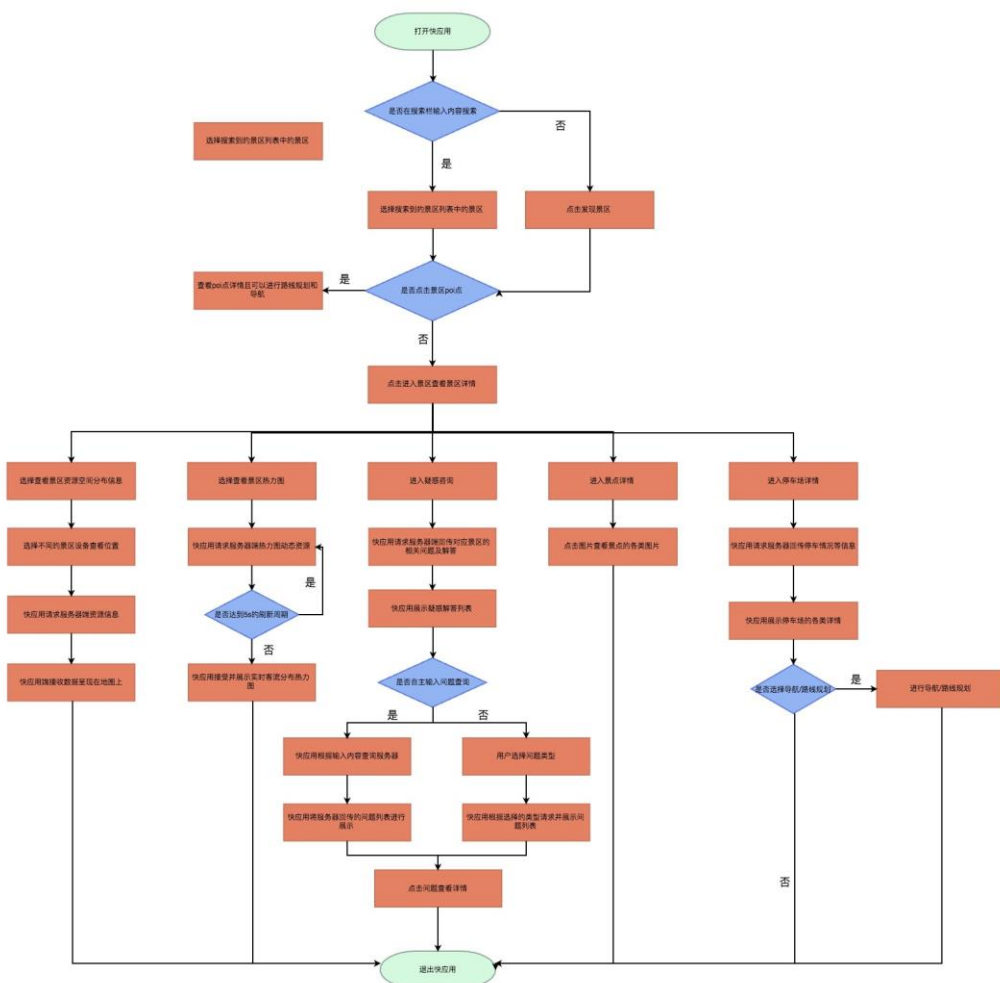


图 5.1.1.2 快应用端逻辑流程图

5.1.2 数据流程图

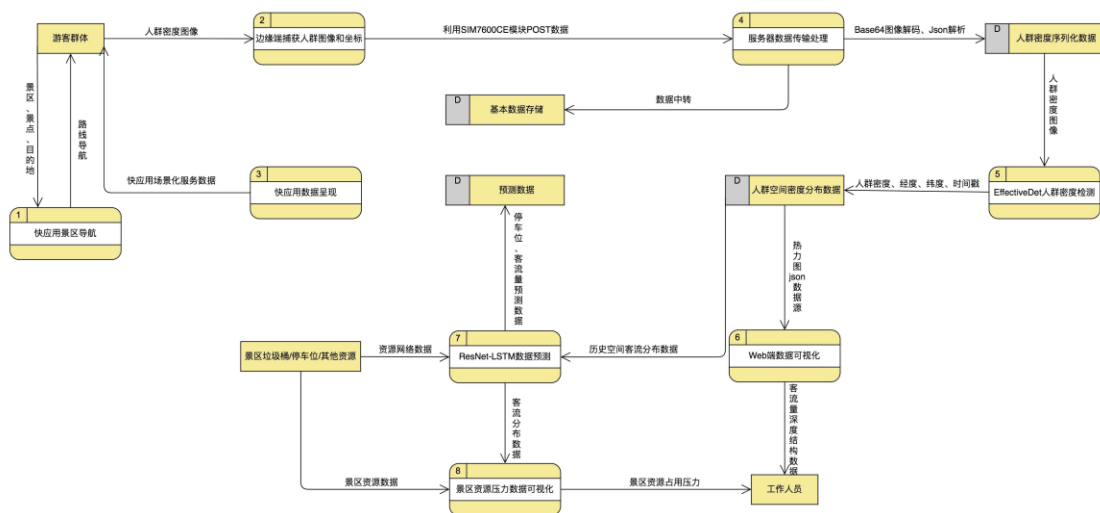


图 5.1.2.1 系统数据流程图

5.2 总体结构设计

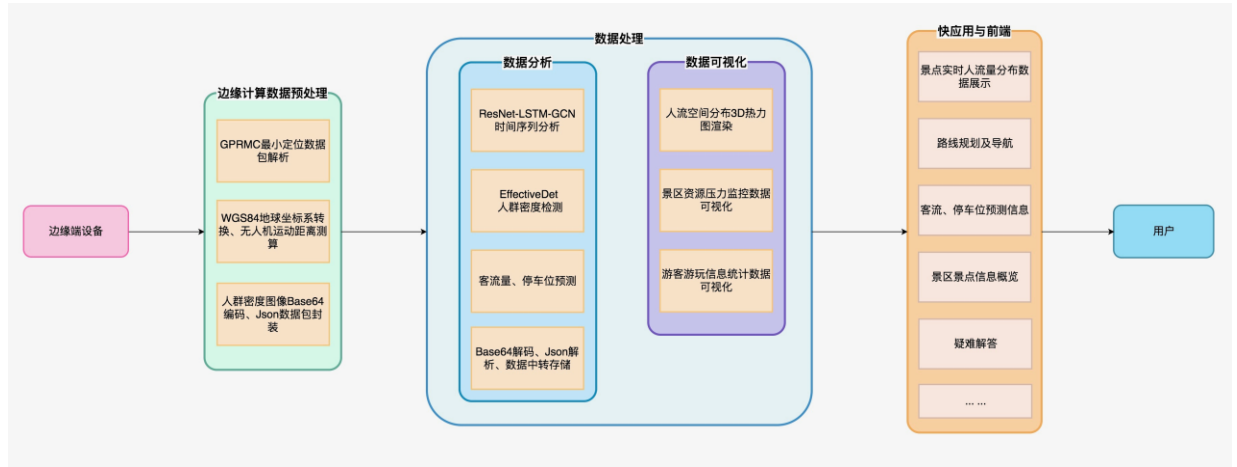


图 5.2.1 系统总体结构设计

模块架构图如上图所示，主要分为数据获取、数据处理、数据服务。其中边缘设备获取到源数据（图像帧、适当的地球坐标系等）之后，将会利用 Raspberry4B 对图像帧进行 Base64 编码、gcj-02 地球坐标系转换等工作，最后通过 SIM7600CE 模块将数据上传到服务器。

数据处理模块接收到来自边缘端的数据反馈后，首先进行数据解析等工作，如 Base64 图片转码等工作。再使用目标检测算法族 EfficientDet 对图像进行人群密度检测，并将处理得到的人群密度、坐标等数据存储入服务器供其它程序模块进行数据调用。数据处理部分还使用了卷积网络 GCN、残差网络 ResNet 以及记忆网络 LSTM 等深度学习网络，可对历史人群分布数据进行分析预测，能够得到未来的人流量和停车位变化趋势。数据可视化模块借用了高德地图信息服务商的地图构建渲染模块，利用我们设计的数据可视化渲染程序拼合图层，最终形成 3D 或者 2D 的数据可视化图层。

数据服务（快应用和前端）这一部分与用户进行直接交互，对游客提供场景化服务，同时也能一定程度上帮助景区工作人员洞察景区资源压力，制定相关决策。

5.3 功能设计

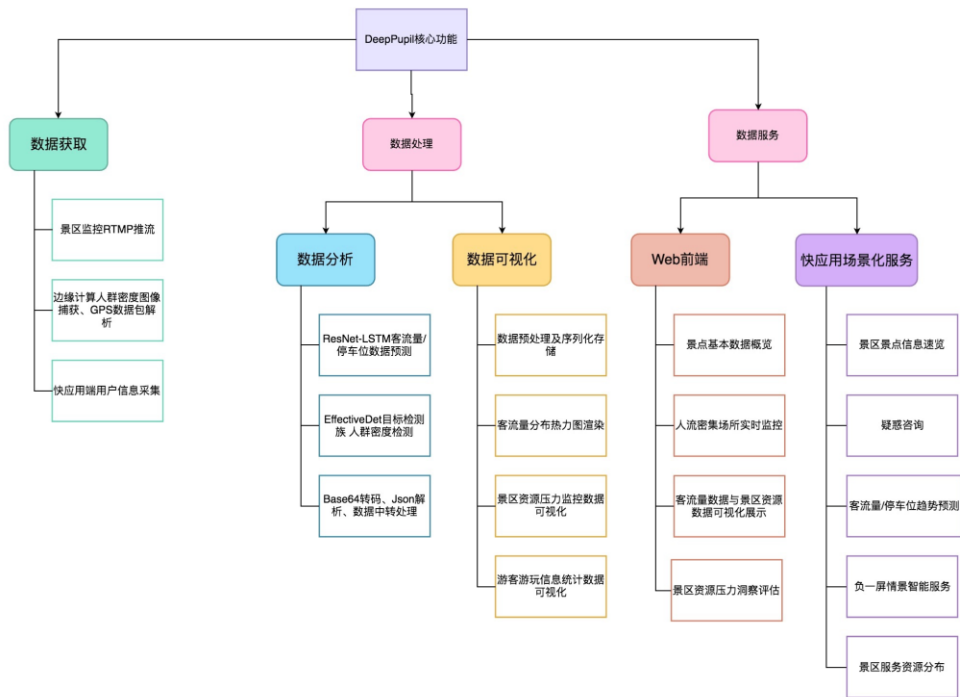


图 5.3.1 系统总体结构设计

在需求分析阶段已经明确系统的核心功能组成,在此概要设计过程中我们继续思考了如何实现这些核心功能,于是将这三大核心功能分解为各种子功能。在数据获取部分,我们团队将会使用无人机结合 Raspberry4B、SIM7600CE 和 GNSS/GPS 定位模块进行景区全方位人群密度捕捉,同时也会利用景区已有监控设施进行重点区域人群密度图像获取。边缘端获取数据后可利用自身计算能力对数据进行预处理,随后上传至服务器进行二次处理。

在数据处理部分,我们设计为数据分析和数据可视化两个子功能。其中数据分析功能主要能够对边缘端上传的人群密度图像进行人体检测、对数据库中存储的历史客流分布进行客流量预测、对景区未来停车位余量进行预测。数据可视化功能的首要目标就是解放景区工作人员繁琐的报表制作过程,在这个功能实现的过程中需要使用到高德地图提供的第三方接口,这样我们才可以在地图图层之上构建数据可视化图层。另外我们还使用了一系列可视化图表用来展示景区各项资源占用情况,辅助工作人员进行资源洞察、决策制定。

在数据服务部分,快应用以场景化服务为核心,web 前端以数据可视化为重点。其中 web 前端部分主要能够展示景区实时客流量分布数据以及景区各项资源占用数据。快应用提供的场景化服务有信息共享、疑惑咨询、景区概览、景区周边及负一屏情景智能服务,其中负一屏情景智能服务为快应用的中心服务主题。

5.4 用户界面设计

5.4.1 快应用端

1、景区获取

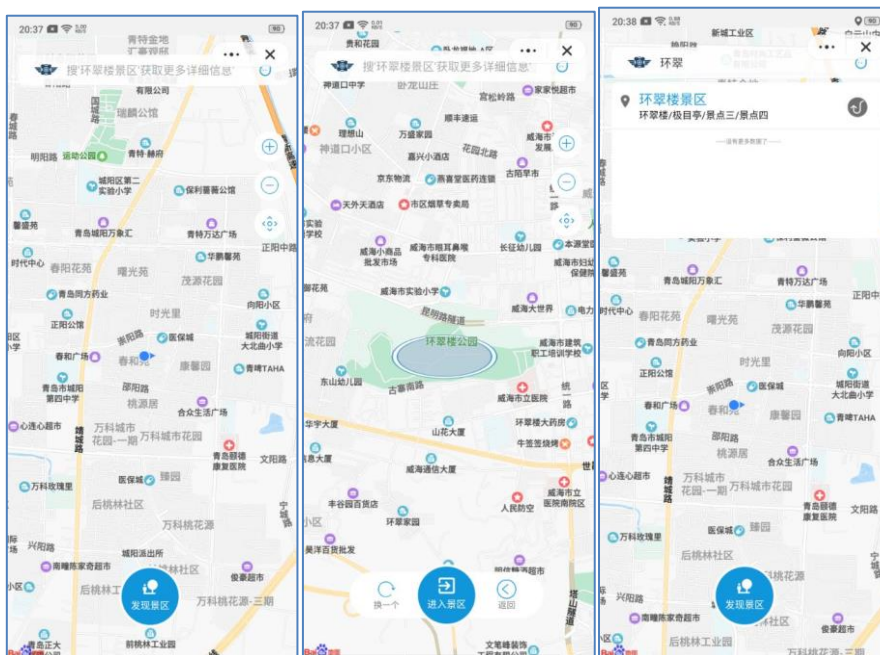


图 5.4.1.1 景区获取功能运行界面

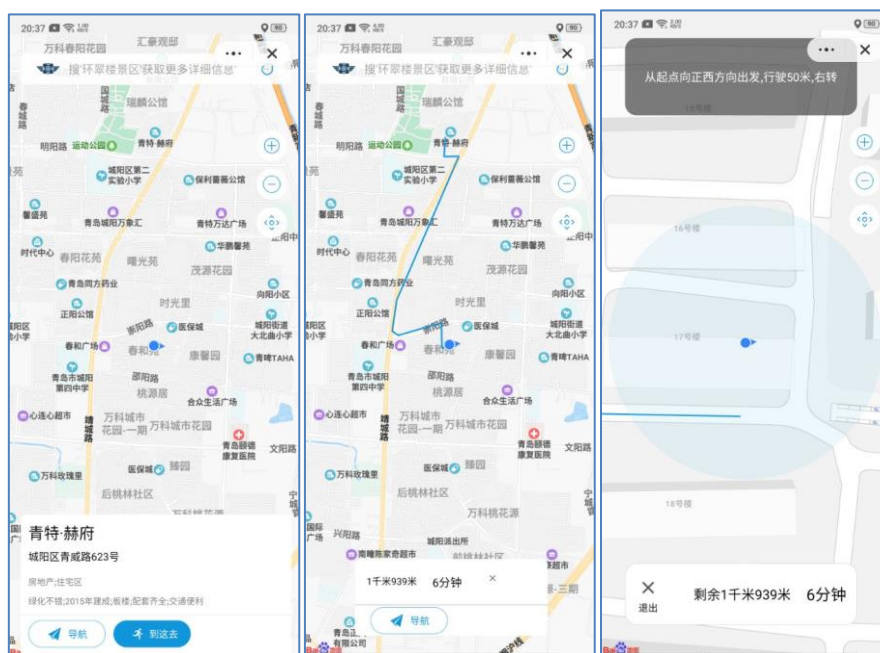


图 5.4.1.2 景区路线导航功能运行界面

2、景区信息速览

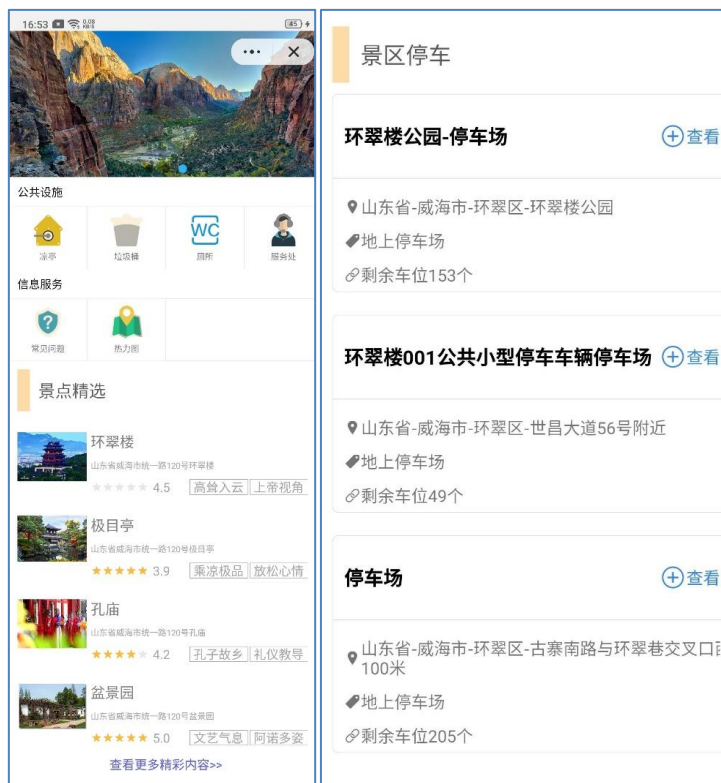


图 5.4.1.3 景区信息速览功能功能运行界面

3、景区未来人流预测（附带景点展示信息）

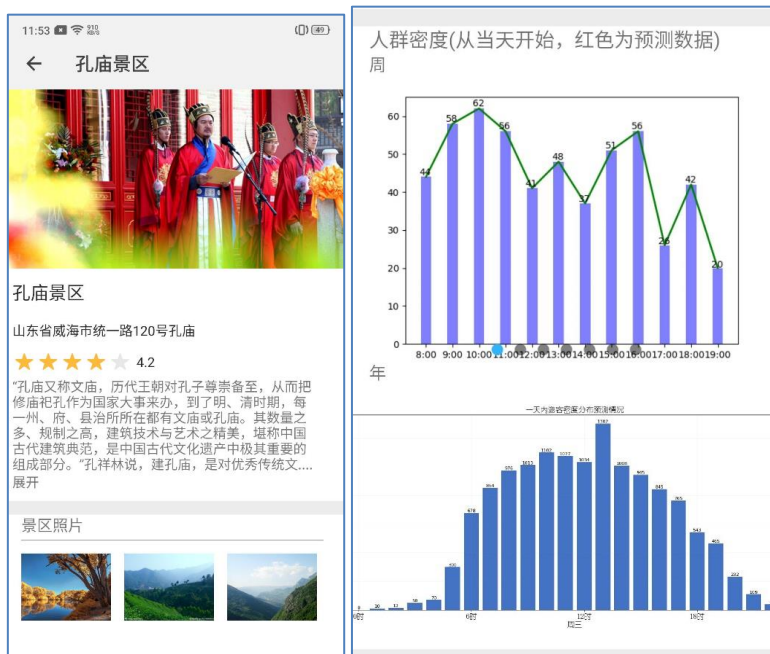


图 5.4.1.4 景区客流预测功能功能运行界面

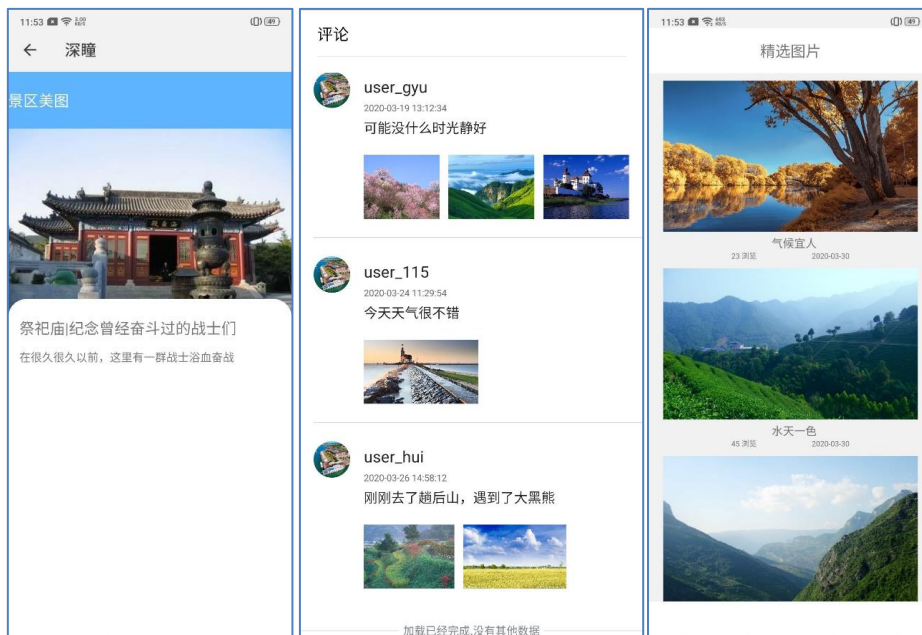


图 5.4.1.5 景区景点图片展示功能运行界面

4、停车场信息展示

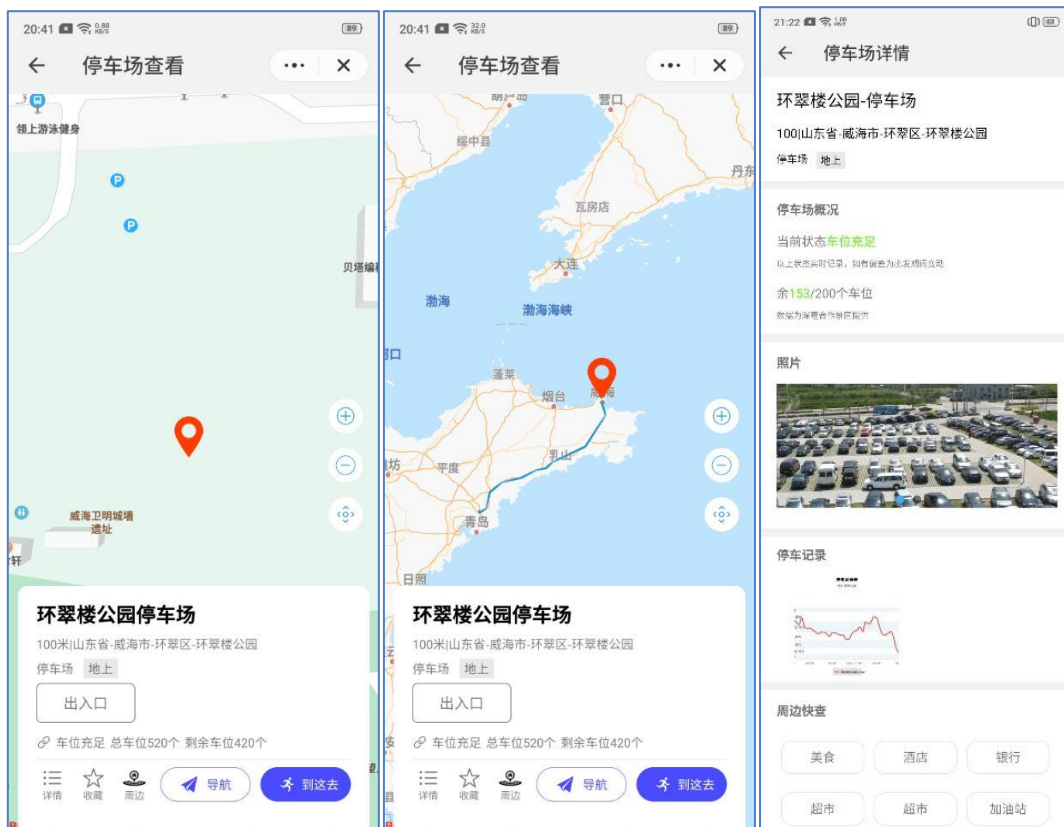


图 5.4.1.6 景区停车场信息展示功能运行界面

5、疑惑咨询

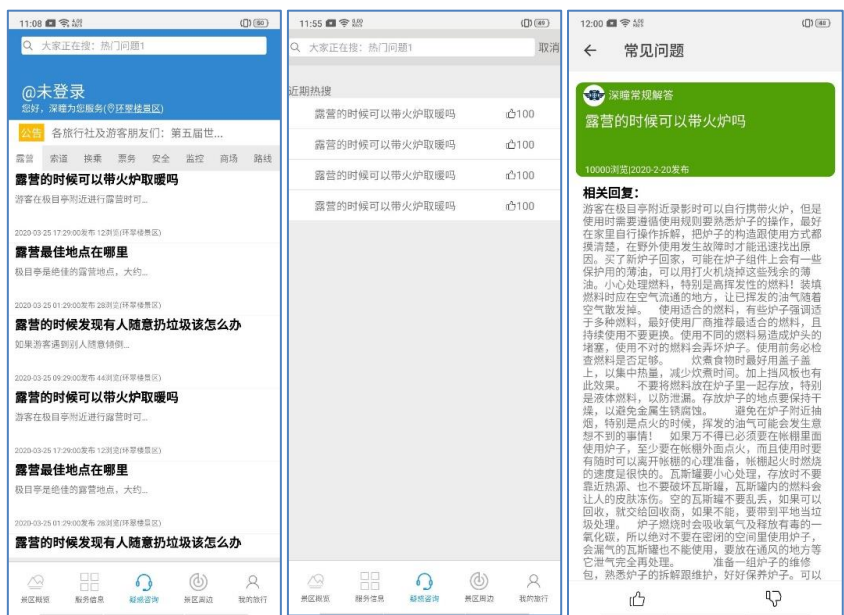


图 5.4.1.7 景区疑惑咨询功能运行界面

6、景区资源空间分布



图 5.4.1.8 景区资源分布展示功能运行界面

7、景区实时客流立体化展示

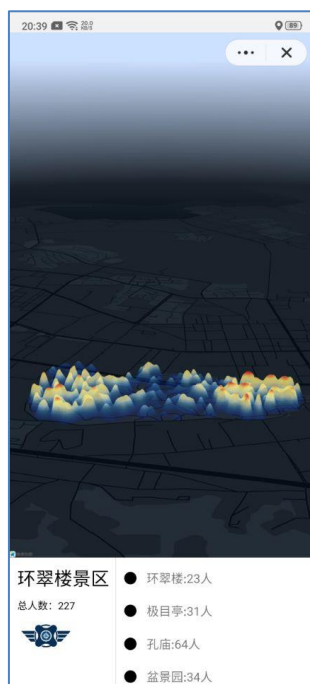


图 5.4.1.9 景区客流立体化展示功能运行界面

8、负一屏情景智能服务

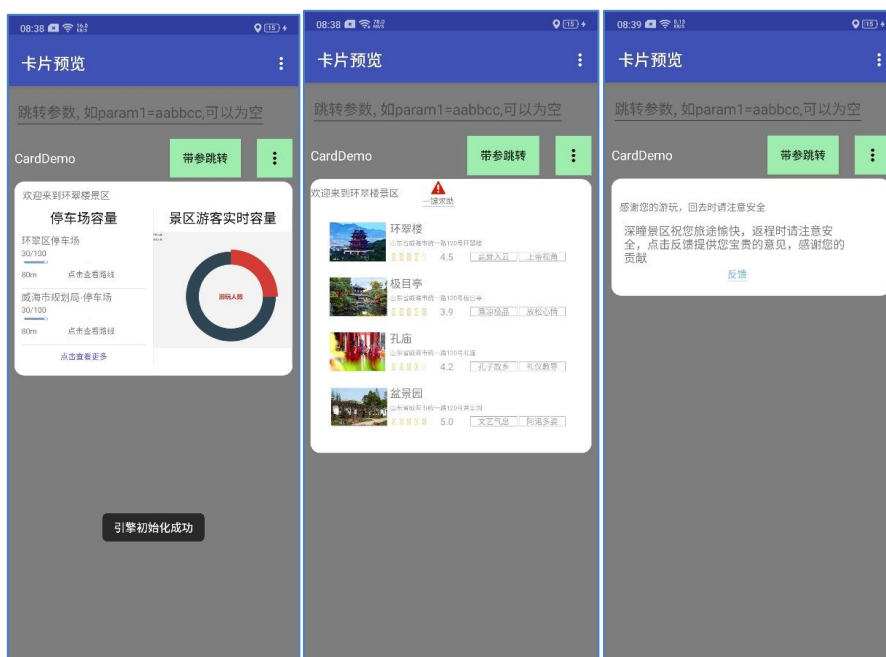
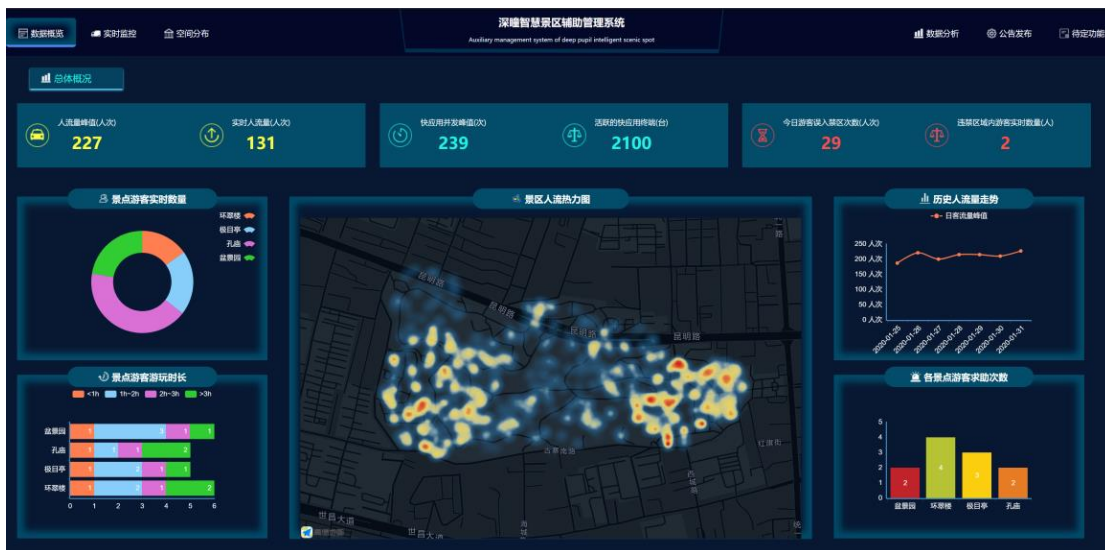


图 5.4.1.10 负一屏情景智能服务调试界面

5.4.2 Web 端

1、Web 端景区数据概览



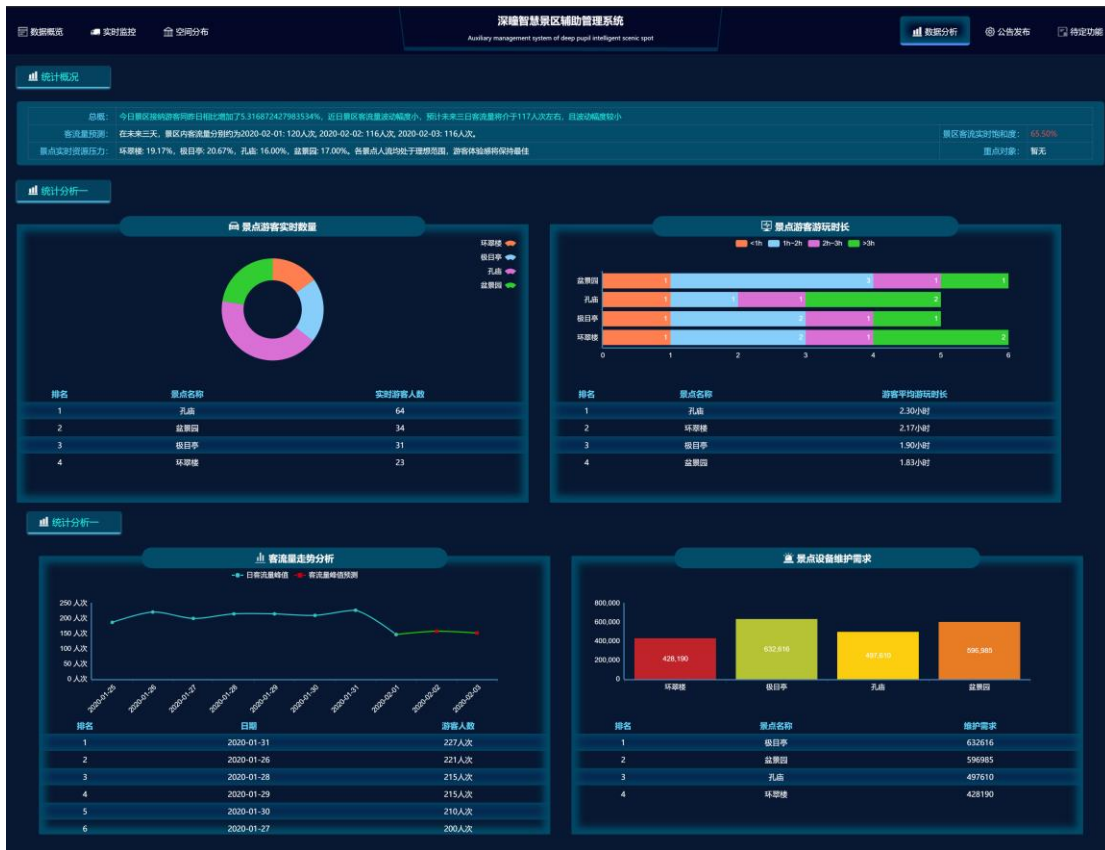
2、Web 端景区智慧监控



3、Web 端景区空间资源立体化分布



4、Web 端景区资源压力承受数据分析



5.5 数据结构设计

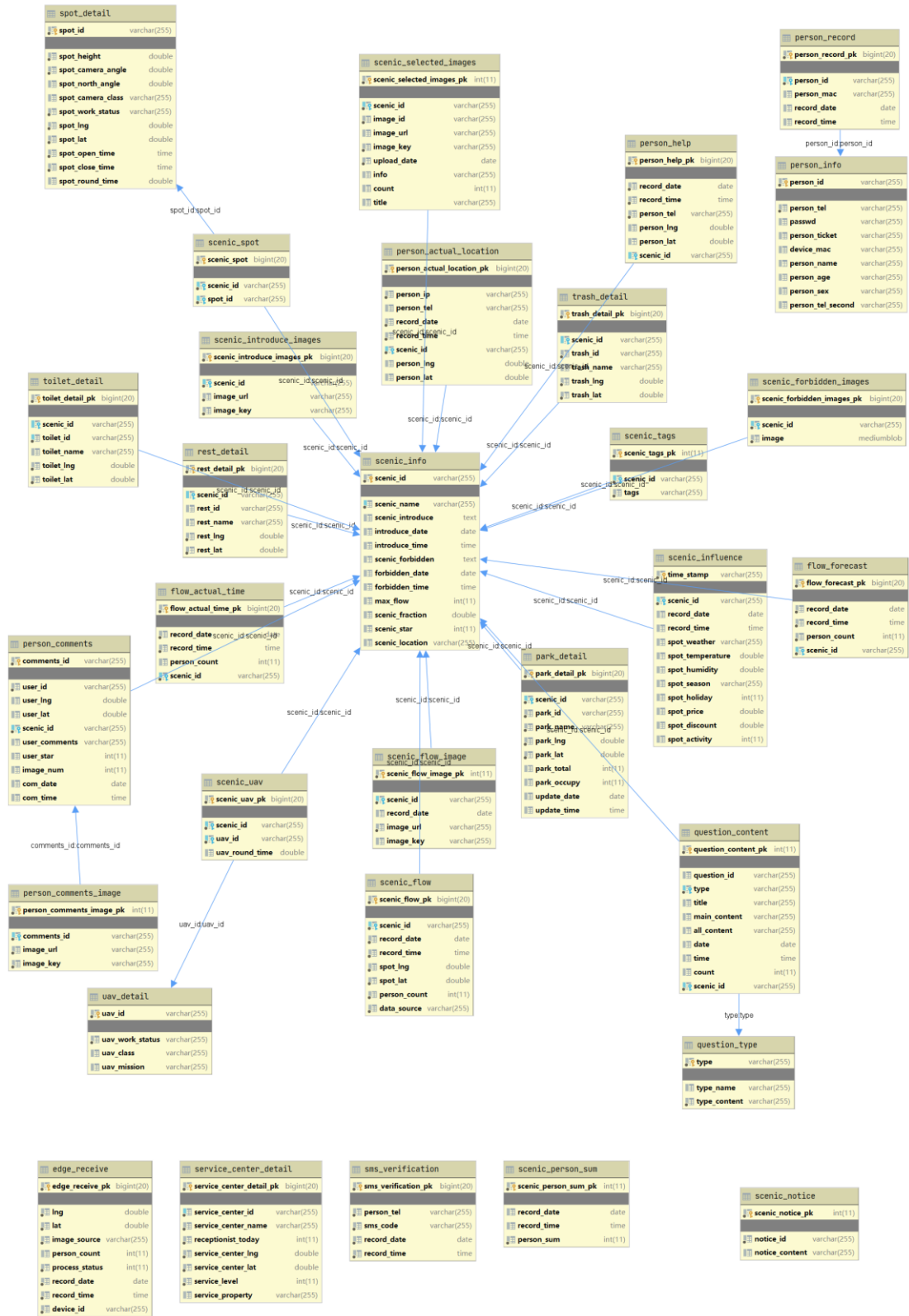


图 5.5.1 数据结构逻辑关系图

表 5.5.2 数据结构和各功能服务模块对应关系表

| 描述信息 | 数据结构 | 数据服务 |
|-------|-------------------------|---|
| 界面交互层 | person_comments | 记录并提供游客评论数据 |
| | person_comments_image | 记录并提供游客评论信息中的图片内容 |
| | question_content | 记录并提供游客发出的问题 |
| | question_type | 提供游客问题的种类名称 |
| | scenic_flow_image | 提供快应用端有关仅七天景区客流量走势情况图 |
| | scenic_forbidden_images | 提供游客关于景区的危险区域图像 |
| | scenic_info | 提供景点的基本信息 |
| | scenic_introduce_images | 提供景点的介绍图片 |
| | scenic_notice | 提供景区发布的公告数据 |
| | scenic_selected_images | 提供景点精选图片 |
| | scenic_tags | 提供景区景点独特标签数据 |
| 逻辑层 | flow_forecast | LSTM 对客流量进行预测, 为其提供了数据存储位置 |
| | edge_receive | 记录存储边缘端回传的图像位置及坐标点 |
| | person_actual_location | 快应用端实时反馈服务器游客位置信息, 此数据项能够记录游客活动区域、活动时间等数据 |
| | person_record | 游客登录快应用后, 此数据项用于记录游客历史登录记录 |
| | scenic_flow | 边缘设备端不断地传送人群密度数据, 此数据项将存储这些数据源, 为整个系统的数据核心 |
| | scenic_influence | 边缘设备将实时传送影响景点人流及车位数目的影响因子, 这为 LSTM 时间序列分析提供基础 |
| | scenic_person_sum | 服务器端程序利用多线程和主线程异步执行, 不断地统计各个时间点的景点人流总量 |
| | sms_verification | 游客注册登录需要使用短信验证服务, 这里存储腾讯云提供的验证码服务信息 |
| | flow_actual_time | 存储景区内各个景点的实时人流量, 为数据可视化提供服务 |
| 数据层 | park_detail | 停车场基本信息, 包含实时停车位数据, 可通过边缘设备获取 |

| | | |
|--|----------------------|--|
| | person_help | 游客求助次数,为前端数据可视化提供数据支撑 |
| | person_info | 游客基本信息,为各项程序服务提供了数据支持 |
| | rest_detail | 景区休息处位置数据,为快应用及前端提供数据来源支持 |
| | scenic_spot | 景区定点监控设备基本数据,为前端可视化监控提供数据源 |
| | scenic_uav | 景区边缘设备无人机,能够捕捉人群密度分布情况,为数据可视化及数据分析共同提供服务 |
| | scenic_center_detail | 游客服务中心数据,为快应用提供数据支持 |
| | spot_detail | 定点设备详情,为前端监控提供视频流 RTMP 地址 |
| | toilet_detail | 景点厕所分布情况,服务于快应用 |
| | trash_detail | 景点垃圾桶分布情况,服务于快应用 |
| | uav_detail | 景区内无人机基本状态数据,用于未来扩展程序模块 |

5.6 接口设计

5.6.1 外部接口

1、软件接口

高德地图数据接口:系统内需要展示景区的地图等信息,利用此接口可以获取景区地图数据,能够辅助客流量热力图的渲染工作。接口以 js 脚本形式展现,接口地址为: <script src="//webapi.amap.com/maps?v=1.4.15&key=c466eb7b9e1399a963003019fc6af363"></script>。天气 API: <http://t.weather.sojson.com/api/weather/city/101030100>。

2、硬件接口

RJ-45 网卡接口:用于视频监控设备与系统进行数据通讯。

USB 接口:用于 Raspberry 外接 GPS/4G 模块,用于无人机定位。

SDIO 接口:使用存储卡记录无人机飞行日志、记录 Raspberry 工作日志。

IPX 接口:外接天线,为 4G 模块传输数据提供支持。

TYPEC 接口:用于 Raspberry 供电需求。

5.6.2 内部接口

表 5.6.2.1 界面交互层内部接口详细表

| 描述信息 | 接口名称 | 接口内部逻辑描述 | 输入 | 输出 |
|-------|----------|------------------|-----------------------------------|------------------------|
| 界面交互层 | 景区峰值 | 展示景区今日人流量峰值 | scenic_id | int 整数或 failed+原因 |
| | 实时流量 | 展示景区实时人流量数据 | scenic_id | int 整数或 failed+原因 |
| | 分布概览 | 展示景点游客实时数量分布扇形图 | scenic_id | JSONArray 或 failed+原因 |
| | 时长占比 | 获取各景点游客游玩时长 | scenic_id | JSONArray 或 failed+原因 |
| | 历史流量 | 获取历史人浏览走势图 | scenic_id,time | JSONArray 或 failed+原因 |
| | 求助次数 | 获取各景点游客求助次数柱状图 | scenic_id | JSONArray 或 failed+原因 |
| | 客流可视化 | 获取景区人流热力图概览 | scenic_id,time | JSONArray 或 failed+原因 |
| | 监控设备 | 获取监控设备数据 | spot_id | JSONArray 或 failed+原因 |
| | 监控视频 | 获取 RTMP 视频流 | spot_id | String 字符串型或 failed+原因 |
| | 景区资源 | 获取景区资源可视化分布数据 | source_class,scenic_id | JSONArray 或 failed+原因 |
| | 停车场 | 获取景区停车场概况 | park_id | JSONArray 或 failed+原因 |
| | 资源压力 | 获取景区实时资源压力 | source_class | JSONArray 或 failed+原因 |
| | 资源总概 | 获取景区资源总概 | scenic_id | JSONArray 或 failed+原因 |
| | 流量预测 | 获取客流量预测数据 | scenic_id,time | JSONArray 或 failed+原因 |
| | 资源维护 | 查看景点资源维护需求柱状图 | source_class,scenic_id | JSONArray 或 failed+原因 |
| | 景区位置 | 景区概览界面定位到指定景区 | scenic_name | JSONArray 或 failed+原因 |
| | 景区轮播图 | 服务信息界面轮播图 | scenic_id | JSONArray 或 failed+原因 |
| | 公共设施位置 | 景区内公共设施(如:凉亭)位置 | scenic_id+service_id | JSONArray 或 failed+原因 |
| | 停车场抵达路线 | 抵达停车场的路线 | park_id+user_position | JSONArray 或 failed+原因 |
| | 搜索问题 | 疑惑解答自主搜索的问题 | question | JSONArray 或 failed+原因 |
| | 景点解锁 | 解锁景区 | user_id+user_position+MD5_message | JSONArray 或 failed+原因 |
| 旅行足迹 | 用户记录旅行足迹 | user_id | JSONArray 或 failed+原因 | |
| 用户注册 | 用户注册 | register_message | JSONArray 或 failed+原因 | |

| | | | | |
|--|------|------|-------------|-----------------------|
| | 用户登录 | 用户登录 | log_message | JSONArray 或 failed+原因 |
|--|------|------|-------------|-----------------------|

表 5.6.2.2 逻辑层内部接口详细表

| 描述信息 | | 接口名称 | 接口内部逻辑描述 | 输入 | 输出 | |
|------|----------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 逻辑层 | 数据分析 | ResNet-LSTM-GCN 数据预测 | 预测数据 | 根据景区历史一个月 内客流数据预测 未来三日人流分布 | JSONArray,units,input_shape | JSONArray 或 failed+原因 |
| | | | 数据归一化 | 将数据进行归一化 处理 | feature_range | reshapeData |
| | | | 划分测试集合 | 划分训练测试集合 | data,train_count | x_train_set,x_test_set |
| | | | 读取数据 | 读取历史景区客流量 数据 | flow_data,time_step | array |
| | 人流分布预测 | 读取历史人流 | 加载读取历史景区 客流量数据 | url | data_set 或 failed+原因 | |
| | | 预测结果 | 根据 LSTM 进行景区 客流量数据预测 | data_set | JSONArray 或 failed+原因 | |
| | 停车位预测 | 历史停车位 | 加载读取历史景区 停车位数据 | url | data_set 或 failed+原因 | |
| | | 预测结果 | 根据 LSTM 进行景区 停车位数据预测 | data_set | JSONArray 或 failed+原因 | |
| | Efficient Det 人群密度检测 | 读取样例 | 加载并转换 Base64 图像字符串 | str | Image | |
| | | 检测图像 | 根据目标检测算法 族检测人群密度 | Image | int | |
| | | 数据回传存储 | 结合边缘端定位信息、 时间等信息进行 序列化存储 | lng,lat,timestamp,count | json | |
| | 数据可视化 | 热力图渲染 | 加载数据 | 调取数据库内实时 客流量分布源数据 | scenic_id | JSONArray 或 failed+原因 |
| | | | 热力图初始化 | 初始化热力图相关 参数 | map_control | success 或 failed |
| | | | 热力图 | 生成热力图 | flow_data,map_control | 实时客流量热力图 |
| | | 压力数据可视化 | 加载数据 | 调取数据库内实时 景区资源占用源数据 | scenic_id | JSONArray 或 failed+原因 |
| | | | 图表初始化 | 初始化图表相关参 数 | echarts_control | success 或 failed |

| | | | | | | |
|--|-----------|-------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|
| | | | 图表数据 | 利用统计图形式展示景区资源压力数据 | source_data,echarts_control | 实时客流量热力图 |
| | 游玩时长数据可视化 | 加载数据 | 调取数据库内游客历史位置分布数据 | scenic_id | JSONArray 或 failed+原因 | |
| | | 图表初始化 | 初始化图表相关参数 | echarts_control | success 或 failed | |
| | | 图表数据 | 利用统计图形式展示游客游玩时长分布数据 | source_data,echarts_control | 历史一小时内各景点游客游玩分布时长占比图 | |

表 5.6.2.3 数据层内部接口详细表

| 描述信息 | 接口名称 | 接口内部逻辑描述 | 输入 | 输出 |
|------|--------|------------------|------------|------------------------------|
| 数据层 | 个人资料操作 | 个人资料的增删改查 | tel,passwd | user_info 或 failed+原因 |
| | 首次登录验证 | 登录验证的增删改查 | tel | verification_cod 或 failed+原因 |
| | OSS 存储 | 将用户上传的图片存储到云端 | image | image_url 或 failed+原因 |
| | 评论上传 | 将用户评论的文字信息上传到数据库 | comments | success 或 failed |

5.7 错误/异常处理设计

5.7.1 错误/异常输出信息

错误/异常输出信息在程序开发及维护阶段对我们团队的工作有着非常重要的作用，考虑到用户无需接收到异常错误信息，我们专门设置了异常/错误处理模块。在服务器端专门设置 log 日志记录历史异常及产生原因，同时快应用端若出现异常则有专门的异常处理模块上传异常数据至服务器，以便于我们团队的进一步调试和改进。以下代码块便是服务器端逻辑层主要的代码异常/错误收集实现过程：

```
try{
    功能性程序语句
}catch(异常类型){
    保存异常/错误信息至 log 文件内;
}
```

快应用端上传代码异常过程如下：

```
Try{
    过程语句
}catch(异常类型){
    fetch.fetch({
        url: 'http://47.95.245.186:8080/Server2_0_war_exploded',
```

```
        responseType: 'text',
        success: function(response) {
            给出对应提醒
        },
        fail: function(data, code) {
            保留本地出错日志
        }
    })}
```

5.7.2 错误/异常处理对策

1、界面交互层

对于快应用,在设计的过程中考虑到用户的网速和权限问题,出错的界面会提醒并跳转到主界面,网速过慢时采用懒加载策略分块请求数据,权限不足时会给出默认数据并再次发起权限请求,且大部分数据云端存储,用户端出现问题的可行性大大降低。

对于 web 前端而言,我们在设计的过程中已经进行了充分的测试,可确保在一周内不间断运行过程中不会出现问题,但是随着时间的增长,一些突发性的数据错误可能影响前端的数据展示。所以我们在前端内部设置若遇到程序异常,将会删除浏览器缓存,删除 cookie,最后重载界面。

2、逻辑层与数据层

对于运行中出现的异常和错误,我们设置程序模块主线程在出现异常且在不可控情况下,则丢弃该任务,同时新增新的异步线程去重载该任务。注意到在我们自写的异常处理伪代码中,我们保存了错误的 log 信息,并在系统中备份。同时返回给接口调用者错误类型信息使其变更操作。

5.8 系统配置策略

考虑到系统不同的功能模块需要的计算资源、存储资源以及网络带宽等环境的不同,我们根据每个系统模块的特点选取了符合其要求的硬件环境。同时在人体检测这一环节我们使用边缘计算模块进行处理,这样能够有效的分担服务器压力,达到并行的效果。

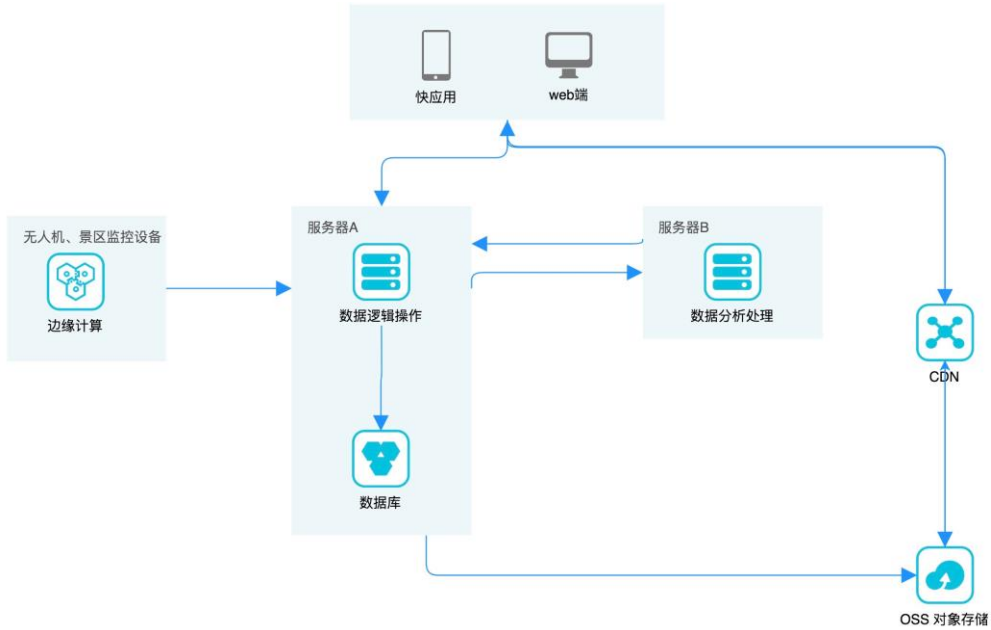


图 5.8.1 系统配置策略结构图

我们为此系统分配了两台服务器，其中服务器 A 主要负责数据的逻辑处理，负责同快应用与 web 端基本的数据交互，同时服务器 A 中产生的数据若需要保留在服务器上则直接写入服务器 A 中的数据库。服务器 B 主要用来进行一些比较依赖计算资源的操作，如客流量、停车位数量预测以及 EfficientDet 人群密度检测。通过 OSS 云存储以及 CDN 网络分发技术可以使得用户端更快的获取到相关的图片资源。

5.9 系统部署方案

系统采用集群服务器策略，主要依托与服务器通信技术完成，具体方案构图如下：

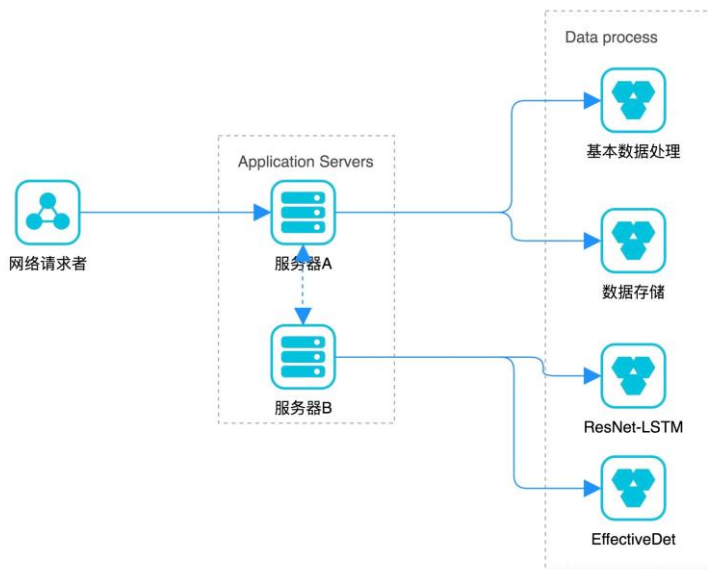


图 5.9.1 系统部署方案结构图

请求服务由服务器 A 完成，网络请求者包括快应用端、web 端以及边缘计算模块，服务器 A 主要工作是为 web 后端提供支持，同时处理有关快应用、边缘计算设备交互的各种信息。服务器 B 用于完成一些计算量比较大的核心功能，如 ResNet-LSTM-GCN 时间序列预测、EfficientDet 人群密度检测等工作。

5.10 其他相关技术与方案

5.10.1 无人机无线图传方案

系统内只有在应用到无人机时才能够确保系统获取到的数据的准确全面性，在大多数情况下，无人机都是由人工手动控制，这种情况下需要操作员能够看清楚无人机的飞行画面，所以需要设计无人机无线图传方案。为了确保无人机飞行的安全性，目前我们系统中使用到的无人机并非全部自主设计，大部分功能均为市场成熟方案。但是市场内成熟的无人机架构并非全部满足我们的应用场景，所以在市场技术基础上我们再次应用到了其它技术，如边缘计算和网络通信。

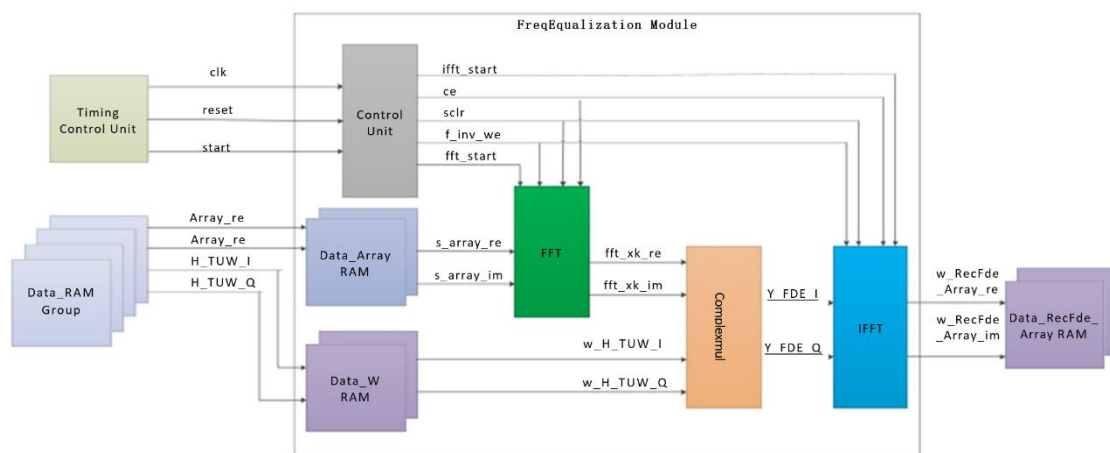


图 5.10.1 域均衡单元总体设计框图

有效对抗信道衰落的关键技术主要包括正交频分复用(orthogonal frequency division multiplexing, OFDM)技术和单载波频域均衡(single carrier frequency domain equalization, SC-FDE)技术。这里主要介绍了 OFDM 技术与 SC-FDE 技术的性能优劣，研究了 SC-FDE 技术中的线性均衡技术(迫零均衡技术(zero forcing, ZF)与最小均方误差均衡技术(minimum mean square error, MMSE))，在满足通信系统有效性与实时性的要求下，提出了一种低复杂度自适应单载波频域均衡器的 FPGA 实现方案，并基于该方案完成均衡器的 FPGA 实现。

1、无人机飞行控制方案

系统内的无人机采用了 Pixhawk 开源飞行控制板，此类飞控能够实现无人机点对点自动航行，方便操作员进行操作管理。同时无人机携带 Raspberry4B 边缘计算板，结合 yoloV3 多尺度特征检测算法，可是得无人机检测人群密度。利用网络通信模块可直接将相关数据信息上传至服务器。操作员可根据数传模块远程监控无人机飞行姿态。

6 数据库设计

我们团队在最初设计此系统时主要考虑到的其实就是快应用的场景化服务特性,充分利用快应用的场景化服务特性是我们设计系统的必要要求。基于此,结合景区内各种资源信息,我们初步的设计了E-R图供后续进行数据库详细设计打下基础。

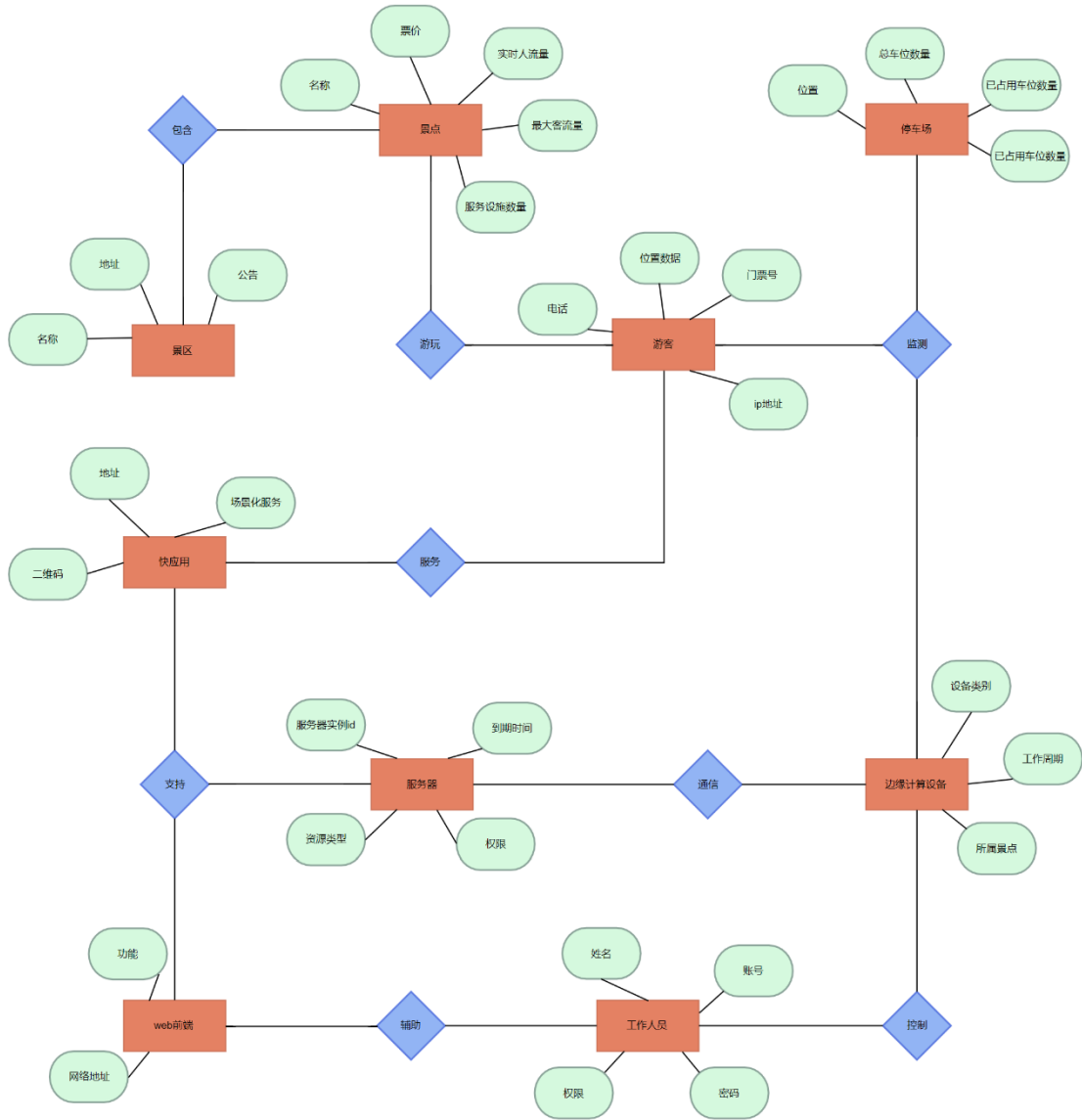


图 6.1 数据库 ER 图

在实际的开发过程中我们发现,若想能够充分的发挥快应用的场景化服务效果,首先需要大量基础服务数据的支持,于是我们详细的设计了数据库各个表及表字段。下面是数据库中所有的表结构及字段数据。

表 6.2 flow_actual_time 表

| 表名 | flow_actual_time | 描述 | 景区实时人流量 | | |
|-------|---------------------|--------------|---------|-----|----------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | flow_actual_time_pk | int | NO | 主键 | 自增, 仅作为标识符 |
| 日期记录 | record_date | date | NO | | 格式"YYYY-MM-DD" |
| 时间记录 | record_time | time | NO | | 格式"HH:MM:SS" |
| 人流数目 | person_count | int | NO | | |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |

表 6.3 flow_forecast 表

| 表名 | flow_forecast | 描述 | 景区预测客流量 | | |
|-------|------------------|--------------|---------|-----|----------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | flow_forecast_pk | int | NO | 主键 | 自增, 仅作为标识符 |
| 日期记录 | record_date | date | NO | | 格式"YYYY-MM-DD" |
| 时间记录 | record_time | time | NO | | 格式"HH:MM:SS" |
| 人流数目 | person_count | int | NO | | |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |

表 6.4 park_detail 表

| 表名 | park_detail | 描述 | 停车场详情数据 | | |
|--------|----------------|--------------|---------|-----|----------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | park_detail_pk | int | NO | 主键 | 自增, 仅作为标识符使用 |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
| 停车场编号 | park_id | varchar(255) | NO | | |
| 停车场名称 | park_name | varchar(255) | NO | | |
| 停车场经度 | park_lng | double | YES | | |
| 停车场纬度 | park_lat | double | YES | | |
| 停车位总数 | park_total | int | NO | | 停车场内所有的停车位数量 |
| 停车位占用数 | park_occupy | int | NO | | 停车场被占用的车位数目 |
| 数据更新日期 | update_date | date | NO | | 格式"YYYY-MM-DD" |
| 数据更新时间 | update_time | time | NO | | 格式"HH:MM:SS" |

表 6.5 person_actual_location 表

| 表名 | person_actual_location | 描述 | 记录游客实时坐标 | | |
|-------|---------------------------|--------------|----------|-----|--------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | person_actual_location_pk | int | NO | 主键 | 自增, 仅作为标识符使用 |
| 游客 ip | person_ip | varchar(255) | NO | | 快应用端 ip 地址 |

| | | | | | |
|--------|-------------|--------------|-----|----|---------------------------|
| 游客手机号码 | person_tel | varchar(255) | YES | | 游客未注册登录时仍可使用快应用，所以手机号码可为空 |
| 记录日期 | record_date | date | NO | | 格式"YYYY-MM-DD" |
| 记录时间 | record_time | time | NO | | 格式"HH:MM:SS" |
| 景点 id | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
| 游客经度 | person_lng | double | YES | | 游客经纬度，用于判断所属景点 |
| 游客纬度 | person_lat | double | YES | | 游客经纬度，用于判断所属景点 |

表 6.6 person_comments 表

| 表名 | person_comments | 描述 | 游客评论信息 | | |
|----------|-----------------|--------------|--------|-----|----------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 评论编号 | comments_id | varchar(255) | NO | 主键 | |
| 游客编号 | user_id | varchar(255) | NO | | |
| 评论地点经度 | user_lng | double | YES | | 可作为判断游客评论景区的依据 |
| 评论地点纬度 | user_lat | double | NO | | 可作为判断游客评论景区的依据 |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
| 游客评论文字内容 | user_comments | varchar(255) | NO | | |
| 游客评分 | user_star | int | YES | | |
| 图片个数 | image_num | int | YES | | |
| 评论日期 | com_date | date | YES | | 格式"YYYY-MM-DD" |
| 评论时间 | com_time | time | YES | | 格式"HH:MM:SS" |

表 6.7 person_comments_image 表

| 表名 | person_comments_image | 描述 | 游客评论上传图片 | | |
|-----------|--------------------------|--------------|----------|-----|-------------------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | person_comments_image_pk | varchar(255) | NO | 主键 | 自增，仅作为标识符使用 |
| 游客编号 | comments_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
| 图片 OSS 链接 | image_url | double | NO | | OSS 存储服务内给图片分配的 http 链接 |
| 图片 OSS 路径 | image_key | double | NO | | OSS 存储服务内对应图片的路径 |

表 6.8 person_help 表

| 表名 | person_help | 描述 | 记录游客求助数据 | | |
|-------|----------------|------|----------|-----|-------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | person_help_pk | int | NO | 主键 | 自增，仅作为标识符使用 |

| | | | | | |
|-------|-------------|--------------|----|----|--------------------|
| 记录日期 | record_date | date | NO | | 格式"YYYY-MM-DD" |
| 记录时间 | record_time | time | NO | | 格式"HH:MM:SS" |
| 游客手机号 | person_tel | varchar(255) | NO | | 只有登录注册的游客才可以使用求助功能 |
| 游客经度 | person_lng | double | NO | | 游客求助地点坐标 |
| 游客纬度 | person_lat | double | NO | | 游客求助地点坐标 |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |

表 6.9 person_info 表

| 表名 | person_info | 描述 | 游客详细信息 | | |
|-----------|-------------------|--------------|--------|-----|--------------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 游客编号 | person_id | varchar(255) | NO | 主键 | |
| 游客手机号 | person_tel | varchar(255) | NO | | |
| 游客密码 | passwd | varchar(255) | NO | | 使用 MD5 加密校检 |
| 游客门票 | person_ticket | varchar(255) | YES | | 同景点门票系统进行链接 |
| 游客 mac 地址 | device_mac | varchar(255) | YES | | 当前或者最后登录的设备 MAC 地址 |
| 游客姓名 | person_name | varchar(255) | YES | | |
| 游客年龄 | person_age | int | YES | | |
| 游客性别 | person_sex | varchar(255) | YES | | |
| 游客备用手机号 | person_tel_second | varchar(255) | YES | | |

表 6.10 person_record 表

| 表名 | person_record | 描述 | 游客登录记录 | | |
|----------|------------------|--------------|--------|-----|----------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | person_record_pk | varchar(255) | NO | 主键 | |
| 游客编号 | person_id | varchar(255) | NO | | |
| 游客设备 mac | person_mac | varchar(255) | NO | | |
| 登录日期 | record_date | varchar(255) | NO | | 格式"YYYY-MM-DD" |
| 登录时间 | record_time | varchar(255) | NO | | 格式"HH:MM:SS" |

表 6.11 question_content 表

| 表名 | question_content | 描述 | 问题描述 | | |
|-------|---------------------|--------------|------|------|----|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | question_content_pk | int | NO | 主键 | |
| 问题编号 | question_id | varchar(255) | NO | 外键 1 | |

| | | | | | |
|------|--------------|--------------|-----|------|----------------|
| 问题类型 | type | varchar(255) | NO | | |
| 概要内容 | main_content | varchar(255) | NO | | |
| 全部内容 | all_content | varchar(255) | NO | | |
| 发布日期 | date | date | YES | | 格式"YYYY-MM-DD" |
| 发布时间 | time | time | YES | | 格式"HH:MM:SS" |
| 浏览次数 | count | int | YES | | |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 2 | 问题所属景点编号 |

表 6.12 question_type 表

| 表名 | question_type | 描述 | 问题类型介绍 | | |
|-------|---------------|--------------|--------|-----|----|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 类型编号 | type | varchar(255) | NO | 主键 | |
| 类型名称 | type_name | varchar(255) | NO | | |
| 类型内容 | type_content | varchar(255) | NO | | |

表 6.13 rest_detail 表

| 表名 | rest_detail | 描述 | 休息处详细数据 | | |
|-------|----------------|--------------|---------|-----|-----------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | rest_detail_pk | int | NO | 主键 | |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
| 休息处编号 | rest_id | varchar(255) | NO | | |
| 休息处名称 | rest_name | varchar(255) | NO | | |
| 休息处经度 | rest_lng | double | NO | | 用于快应用场景服务 |
| 休息处纬度 | rest_lat | double | NO | | 用于快应用场景服务 |

表 6.14 scenic_flow 表

| 表名 | scenic_flow | 描述 | 景点实时人流量分布 | | |
|--------|----------------|--------------|-----------|-----|----------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | scenic_flow_pk | int | NO | 主键 | |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
| 记录日期 | record_date | date | NO | | 格式"YYYY-MM-DD" |
| 记录时间 | record_time | time | NO | | 格式"HH:MM:SS" |
| 监控地点经度 | spot_lng | double | NO | | |
| 监控地点纬度 | spot_lat | double | NO | | |
| 人群数目 | person_count | int | NO | | |
| 数据来源 | data_source | varchar(255) | NO | | 系统含有多个边缘计算终端 |

表 6.15 scenic_flow_image 表

| 表名 | scenic_flow_image | 描述 | 景点历史及未来客流量可视化图表 | | |
|----------|----------------------|--------------|-----------------|-----|-----------------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | scenic_flow_image_pk | int | NO | 主键 | |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
| 数据日期 | record_date | date | NO | | 格式"YYYY-MM-DD" |
| 数据时间 | record_time | time | NO | | 格式"HH:MM:SS" |
| OSS 图像链接 | image_url | varchar(255) | NO | | 用于快应用端加载景区历史/预测客流数据图像 |
| OSS 图像路径 | image_key | varchar(255) | NO | | 用于后端更新 OSS 图像链接 |

表 6.16 scenic_forbidden_images 表

| 表名 | scenic_forbidden_images | 描述 | 景区禁区图片 | | |
|--------|----------------------------|--------------|--------|-----|----------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | scenic_forbidden_images_pk | int | NO | 主键 | |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
| 危险区域图像 | image | mediumblob | NO | | 存储一张图片即可 |

表 6.17 scenic_influence 表

| 表名 | scenic_influence | 描述 | 景点客流量影响因子 | | |
|--------|------------------|--------------|-----------|-----|----------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 时间戳 | time_stamp | varchar(255) | NO | 主键 | |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
| 记录日期 | record_date | date | NO | | 格式"YYYY-MM-DD" |
| 记录时间 | record_time | time | NO | | 格式"HH:MM:SS" |
| 景点天气 | spot_weather | varchar(255) | NO | | |
| 景点温度 | spot_temperature | double | NO | | |
| 景点湿度 | spot_humidity | double | NO | | |
| 景点季节 | spot_season | varchar(255) | NO | | |
| 是否节假日 | spot_holiday | int | NO | | |
| 景点票价 | spot_price | double | NO | | |
| 景点是否打折 | spot_discount | int | NO | | |
| 景点相关活动 | spot_activity | int | NO | | |

表 6.18 scenic_info 表

| 表名 | scenic_info | 描述 | 景点基本信息 | | |
|-------|-------------|------|--------|-----|----|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |

| | | | | | |
|----------|------------------|--------------|-----|----|----------------|
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 主键 | |
| 景点名称 | scenic_name | varchar(255) | NO | 外键 | |
| 景点简介 | scenic_introduce | varchar(255) | NO | | |
| 介绍发布日期 | introduce_date | date | YES | | 格式"YYYY-MM-DD" |
| 介绍发布时间 | introduce_time | time | YES | | 格式"HH:MM:SS" |
| 危险区域介绍 | scenic_forbidden | varchar(255) | YES | | |
| 危险区域更新日期 | forbidden_date | date | YES | | 格式"YYYY-MM-DD" |
| 危险区域更新时间 | fforbidden_time | time | YES | | 格式"HH:MM:SS" |
| 最大客流量限制 | max_flow | int | NO | | |
| 景点评分 | scenic_fraction | double | YES | | 最高分 5 分 |
| 景点星级 | scenic_star | int | YES | | |
| 景点位置 | scenic_location | varchar(255) | NO | | |

表 6.19 scenic_introduce_images 表

| 表名 | scenic_introduce_images | 描述 | 景点介绍图片 | | |
|----------|----------------------------|--------------|--------|-----|--------------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | scenic_introduce_images_pk | int | NO | 主键 | |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
| OSS 图片链接 | image_url | varchar(255) | NO | | 用于快应用使用 http 展示图片 |
| OSS 图片路径 | image_key | varchar(255) | NO | | 用于更新 OSS 存储服务内图片链接 |

表 6.20 scenic_notice 表

| 表名 | scenic_notice | 描述 | 景区公告 | | |
|-------|------------------|--------------|------|-----|---------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | scenic_notice_pk | int | NO | 主键 | 仅作为标识使用 |
| 公告编号 | notice_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
| 公告内容 | notice_content | varchar(255) | NO | | |

表 6.21 scenic_person_sum 表

| 表名 | scenic_person_sum | 描述 | 景点实时人流总数 | | |
|-------|----------------------|------|----------|-----|----------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | scenic_person_sum_pk | int | NO | 主键 | |
| 记录日期 | record_date | date | NO | | 格式"YYYY-MM-DD" |
| 记录时间 | record_time | time | NO | | 格式"HH:MM:SS" |
| 人群数目 | person_sum | int | NO | | |

| | | | | | |
|------|-----------|--------------|----|----|--|
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
|------|-----------|--------------|----|----|--|

表 6.22 scenic_selected_images 表

| 表名 | scenic_selected_images | 描述 | 景点精选图片 | | |
|----------|---------------------------|--------------|--------|-----|----------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | scenic_selected_images_pk | int | NO | 主键 | |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
| 图片 id | image_id | varchar(255) | NO | | |
| OSS 图片链接 | image_url | varchar(255) | NO | | |
| OSS 图片路径 | image_key | varchar(255) | NO | | |
| 上传日期 | upload_date | date | NO | | 格式"YYYY-MM-DD" |
| 图片信息 | info | varchar(255) | YES | | 对精选图片的介绍文字 |
| 浏览次数 | count | int | NO | | |
| 图片标题 | title | varchar(255) | NO | | |

表 6.23 scenic_spot 表

| 表名 | scenic_spot | 描述 | 景点及监控设备对应关系 | | |
|----------|-------------|--------------|-------------|------|----------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | scenic_spot | int | NO | 主键 | 仅起到标识的作用 |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 1 | |
| 定点监控设备编号 | spot_id | varchar(255) | NO | 外键 2 | |

表 6.24 scenic_tags 表

| 表名 | scenic_tags | 描述 | 景点标签 | | |
|-------|----------------|--------------|------|-----|-------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | scenic_tags_pk | int | NO | 主键 | 仅起到标识的作用 |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
| 景点标签 | tags | varchar(255) | NO | | 一个景点可以有多个标签 |

表 6.25 scenic_uav 表

| 表名 | scenic_uav | 描述 | 景点和无人机对应关系 | | |
|-------|---------------|--------------|------------|-----|----------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | scenic_uav_pk | int | NO | 主键 | 仅起到标识的作用 |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
| 无人机编号 | uav_id | varchar(255) | NO | | |

| | | | | | |
|---------|----------------|--------|----|--|-------------------|
| 无人机飞行周期 | uav_round_time | double | NO | | 对统计景点客流量起到至关重要的作用 |
|---------|----------------|--------|----|--|-------------------|

表 6.26 service_center_detail 表

| 表名 | service_center_detail | 描述 | 景区服务中心数据 (扩展) | | |
|--------|--------------------------|--------------|---------------|-----|-------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | service_center_detail_pk | int | NO | 主键 | 仅起到标识的作用 |
| 服务中心编号 | service_center_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
| 服务中心名称 | service_center_name | varchar(255) | NO | | |
| 接待量 | receptionist_today | int | YES | | |
| 服务中心经度 | service_center_lng | double | NO | | |
| 服务中心纬度 | service_center_lat | double | NO | | |
| 服务中心级别 | service_level | int | YES | | |
| 服务中心类别 | service_property | varchar(255) | YES | | 为日后系统扩展提供支持 |

表 6.27 sms_verification 表

| 表名 | sms_verification | 描述 | 验证码存储 | | |
|-------|---------------------|--------------|-------|-----|----------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | sms_verification_pk | int | NO | 主键 | 仅起到标识的作用 |
| 手机号 | person_tel | varchar(255) | NO | | |
| 验证码 | sms_code | varchar(255) | NO | | |
| 发送日期 | record_date | date | NO | | 格式"YYYY-MM-DD" |
| 发送时间 | record_time | time | NO | | 格式"HH:MM:SS" |

表 6.28 spot_detail 表

| 表名 | spot_detail | 描述 | 监控设备详情 | | |
|-----------|-------------------|--------------|--------|-----|--------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 监控设备编号 | spot_id | varchar(255) | NO | 主键 | |
| 监控设备高度 | spot_height | double | NO | | |
| 监控设备仰角 | spot_camera_angle | double | NO | | |
| 监控设备北偏角 | spot_north_angle | double | NO | | |
| 监控设备摄像头类别 | spot_camera_class | varchar(255) | NO | | |
| 监控设备运行状态 | spot_work_status | varchar(255) | NO | | |
| 监控设备经度 | spot_lng | double | NO | | 用作热力图数据源 |
| 监控设备纬度 | spot_lat | double | NO | | 用作热力图数据源 |
| 监控设备开启时间 | spot_open_time | time | NO | | 格式"HH:MM:SS" |

| | | | | | |
|----------|-----------------|--------|----|--|------------------|
| 监控设备关闭时间 | spot_close_time | time | NO | | 格式 "HH:MM:SS" |
| 监控设备运行周期 | spot_round_time | double | NO | | |

表 6.29 toilet_detail 表

| 表名 | toilet_detail | 描述 | 厕所详情数据（扩展） | | |
|-------|------------------|--------------|------------|-----|------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | toilet_detail_pk | int | NO | 主键 | |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
| 厕所编号 | toilet_id | varchar(255) | NO | | |
| 厕所地址 | toilet_name | varchar(255) | NO | | 用于快应用场景化服务 |
| 厕所经度 | toilet_lng | double | NO | | |
| 厕所纬度 | toilet_lat | double | NO | | |

表 6.30 trash_detail 表

| 表名 | trash_detail | 描述 | 垃圾桶详情（扩展） | | |
|-------|-----------------|--------------|-----------|-----|------------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | trash_detail_pk | int | NO | 主键 | |
| 景点编号 | scenic_id | varchar(255) | NO | 外键 | |
| 垃圾桶编号 | trash_id | varchar(255) | NO | | |
| 垃圾桶地址 | trash_name | varchar(255) | NO | | 用于快应用场景化服务 |
| 垃圾桶经度 | trash_lng | double | NO | | |
| 垃圾桶纬度 | trash_lat | double | NO | | |

表 6.31 uav_detail 表

| 表名 | uav_detail | 描述 | 无人机详情（扩展） | | |
|---------|-----------------|--------------|-----------|-----|--------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | uav_id | int | NO | 主键 | |
| 无人机工作状态 | uav_work_status | varchar(255) | NO | | 用于系统扩展 |
| 无人机类别 | uav_class | varchar(255) | NO | | |
| 无人机任务 | uav_mission | varchar(255) | NO | | |

表 6.32 edge_receive 表

| 表名 | edge_receive | 描述 | 存储边缘设备端回传的数据 | | |
|--------|-----------------|--------------|--------------|-----|----------|
| 数据项名称 | 字段名称 | 数据类型 | 为空 | 主外键 | 备注 |
| 自增主键 | edge_receive_pk | int | NO | 主键 | |
| 经度标注 | lng | double | NO | | |
| 纬度标注 | lat | double | NO | | |
| 图片本地路径 | image_source | varchar(255) | NO | | 用于服务人群检测 |

| | | | | | |
|-------|----------------|--------------|----|--|----------|
| 人群数目 | person_count | int | NO | | |
| 处理状态 | process_status | int | NO | | 记录是否经过处理 |
| 标注日期 | record_date | date | NO | | |
| 标注时间 | record_time | time | NO | | |
| 设备 id | device_id | varchar(255) | NO | | 数据来源 |

7 详细设计

7.1 视频流 RTMP 转发功能模块

7.1.1 功能描述

将定点监控设备所拍摄到的视频流通过 RTMP 视频流传送协议推流至媒体服务器,Web 前端能够直接基于 RTMP 协议进行拉流,从而实现视频流的实时传输,达到监控的效果。

7.1.2 性能描述

此项功能主要依赖于视频流服务器的硬件指标,我们团队在开发过程中使用服务器 B 进行视频流的转发工作。在实际测试过程中,视频流由边缘计算终端传输至 web 端会有 2~3s 的延迟。这里的延迟也取决于服务器的带宽和本地网络的好坏,一般来讲,网络速度越快,视频流的延迟速度越低。

7.1.3 输入

- ① 边缘计算端推流参数
- ② 视频流服务器中转流服务地址

7.1.4 输出

前端/客户端获取到实时视频流

7.1.5 程序逻辑

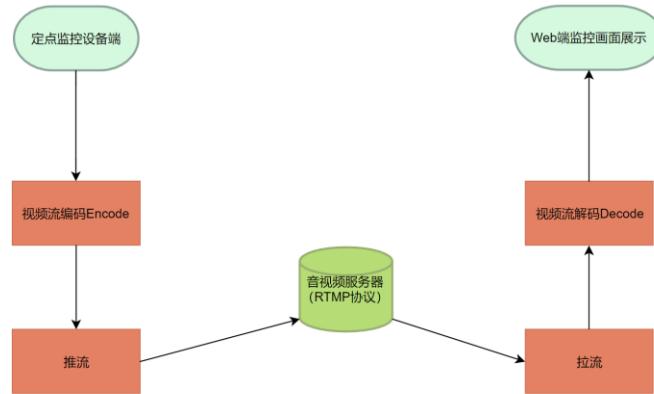


图 7.1.5 视频流转发模块功能流程图

视频流实时传输分为推流和拉流两个部分，其中推流的含义是讲视频源以 RTMP 协议的方式推送至流式媒体服务器（服务器 B），需要获取实时视频流的客户端（前端）再从此流式媒体服务器进行拉流。这两部分便是整个视频流传输的逻辑。

7.1.6 限制条件

- ① 推流过程中设置的流式媒体帧率
- ② 推流过程中设置的流式媒体高度、宽度

7.2 边缘端设备数据获取

7.2.1 功能描述

DeepPupil 的眼睛—边缘端设备，用于系统必要数据获取，如客流分布数据。无人机搭载的边缘端设备主要有：树莓派 Raspberry4B、SIM7600CE 网络传输模块、GNSS/GPS 模块、E14 Camera 模块等。Raspberry4B 内置团队编写的位置跟踪程序，当无人机移动特定距离时程序会自动调用 E14Camera 捕获人群密度图像，然后进行 Base64 编码。Raspberry4B 还将用来解析 GPRMC 数据包，同时会将 WGS84 坐标系转换为 GCJ-02 火星坐标系。最终 Raspberry4B 整合封装 Json 数据包并调用 SIM7600CE 模块传送至服务器。

7.2.2 性能描述

SIM7600CE 可利用 4G 网络进行数据传输，峰值带宽支持 150Mb/s。

Raspberry4B 进行数据处理过程中峰值功率消耗 12W 左右，从捕获人群密度图像至封装数据并回传服务器需要 2s 时间。

7.2.3 输入

- ① 无人机运动经纬度
- ② E14 Camera 拍摄的图像

7.2.4 输出

封装后的 Json 数据包、服务器数据接收状态。

7.2.5 程序逻辑

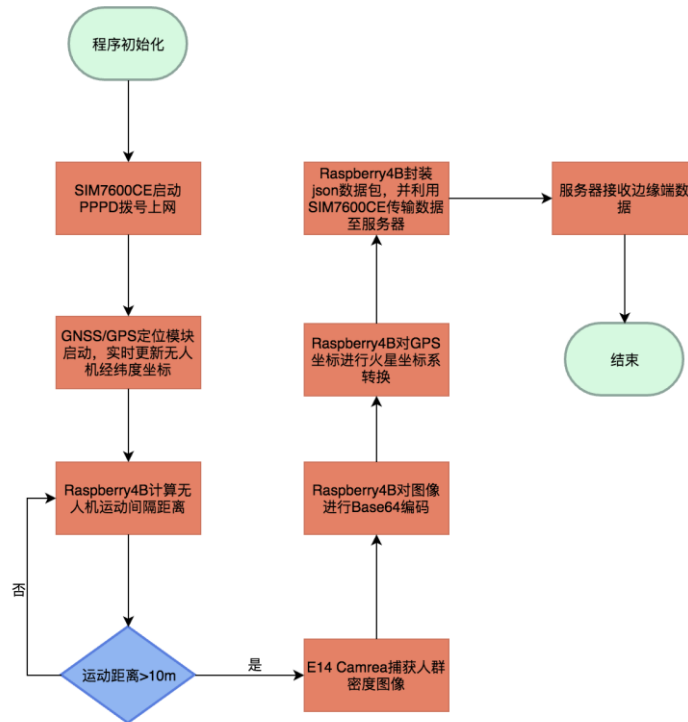


图 7.2.5 边缘端设备数据获取功能流程图

7.2.6 限制条件

- ③ SIM7600CE 模块携带的 SIM 卡需要支持 4G 并处于运营商正常的服务周期。
- ④ GNSS/GPS 模块需要处于开阔、无 GPS 信号干扰区域。

7.3 快应用端信息采集

7.3.1 功能描述

游客的个人位置数据也是此系统中非常重要的一类动态数据，系统需要利用游客的位置数据来支持对游客提供专属的场景化服务。这就需要快应用具备实时信息采集功能，此项功能不具备实体界面，它作为快应用内部程序随着快应用的活动而不断地运行，运行时将上传

游客的坐标、游客的 id 至服务器。

7.3.2 性能描述

此项功能不需要占据太多的服务器硬件资源。在 CPU 为单核至强 8269CY，内存 2GB 的情况下，从快应用端发送数据开始到数据被存储至数据库结束，总共耗时不超过 1.2s。性能指标比较客观，能够确保系统的稳定运行。

7.3.3 输入

- ⑥ 游客坐标
- ⑦ 游客 id

7.3.4 输出

数据传送成功或失败的状态（存储入日志系统内）。

7.3.5 程序逻辑

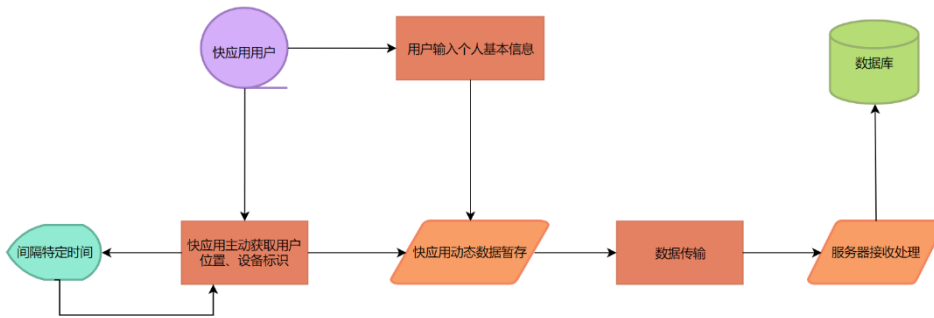


图 7.3.5 快应用端信息采集功能流程图

此项程序将会间隔一定的时间不断的执行，当用户离开了景区，此项程序将不会再继续执行。程在执行的期间将会发送游客的实时坐标和 id 至服务器，此游客 id 默认为游客终端的 mac 地址。

7.3.6 限制条件

- 快应用需要申请后台权限
- 快应用需要接入网络

7.4 数据预处理及序列化存储

7.4.1 功能描述

此项功能的主要工作是对数据层获取到的数据进行预处理,是处理后的数据合乎数据可视化对数据的需求。服务器需要利用此功能整合各客户端及边缘端回传的数据,将这些动态数据对象转换为可以永久性存储的数据形态,最终将这些序列化的数据存储入数据库中。

7.4.2 性能描述

在 CPU 为单核至强 8269CY、内存为 2GB 的情况下,系统需要 0.2s 的时间整合数据,需要 0.7s 的时间序列化存储数据。

7.4.3 输入

边缘设备端的人群密度 Base64 字符串、火星坐标系 (GCJ-02) 经纬度、设备 id、数据发送时间、设备类型

7.4.4 输出

数据库中存储的已序列化数据

7.4.5 程序逻辑

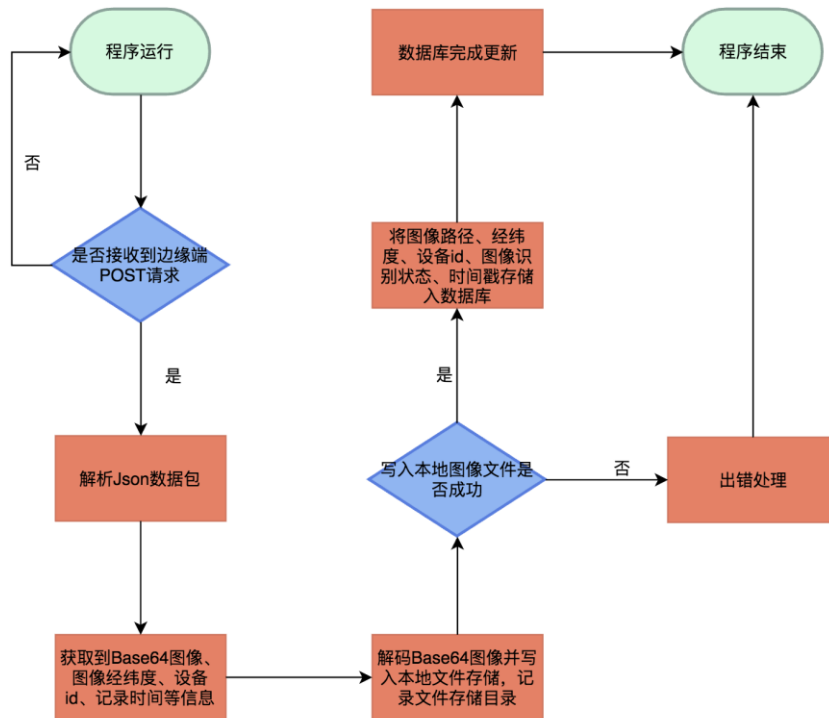


图 7.4.5 数据预处理及序列化存储程序流程图

边缘计算设备将 Base64 编码的图像发送给服务器，服务器对其解码并写入本地存储，同时将各类必要数据存储入数据库中。置图像识别状态为 0，当 EfficientDet 对其进行人体检测后图像识别状态会被置 1。

7.4.6 限制条件

- ① 数据符合数据源格式要求。
- ② GPS 坐标系使用火星坐标系（GCJ-02）。

7.5 热力图实时构建

7.5.1 功能描述

将数据库中对应的序列化数据提取出来并反序列化为程序内动态数据，结合高德地图提供的地图图层接口构建客流量热力图。

7.5.2 性能描述

此项功能主要依赖于第三方提供的地图数据接口，程序耗时操作主要在于客流量的数据量，经过测试发现：在 CPU 为单核至强 8269CY、内存为 2GB 的情况下，当客流量数据为 2000 条时，此程序模块需要耗时 700ms 可渲染完成。

7.5.3 输入

客流量分布 json 数据
热力图渲染参数（json 格式）

7.5.4 输出

客流量热力图

7.5.5 程序逻辑

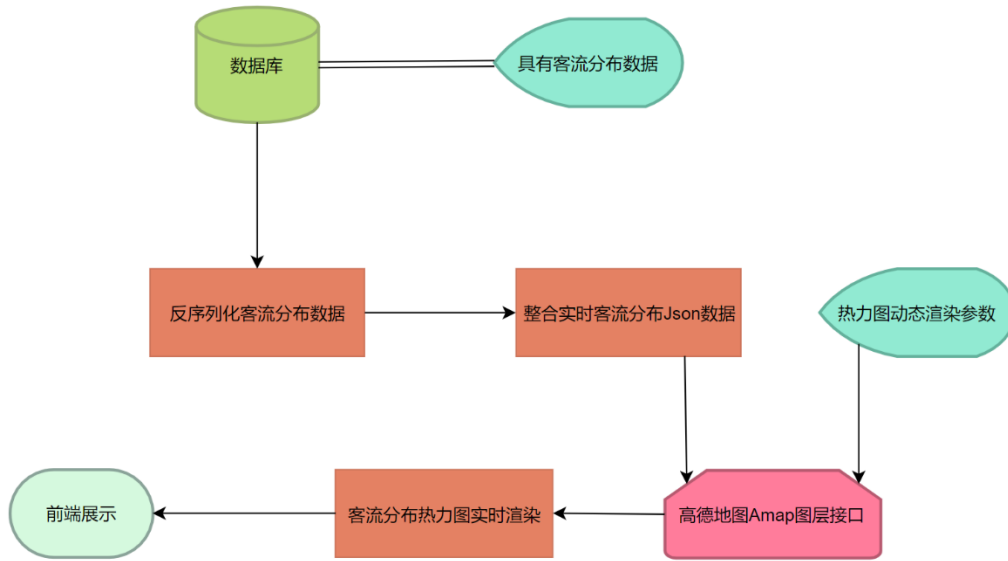


图 7.5.5 热力图实时构建程序流程图

程序从数据库提取客流量数据并反序列化，使之成为程序内的动态数据。程序内将会同时热力图控制参数和此动态数据作为参数调用高德地图接口，随即生成热力图。

7.5.6 限制条件

- ① 客流量热力图数据源格式为 json 格式。
- ② 数据库内至少需要存储 10 处位置的客流密度点。

7.6 客流量分布数据预测

7.6.1 功能描述

根据景区的历史人流数据、历史天气数据以及景点的拓扑结构。并利用 ResNet-LSTM-GCN 深度学习网络对客流量进行预测，预测结果可用来辅助游客判断规划游玩计划、辅助景区管理者调度人流量。

7.6.2 性能描述

WMAPE(Weighted Mean Absolute Percentage Error)加权平均绝对误差百分比：7.3% 经对比，相比于其他已知算法有明显优势

7.6.3 输入

- 1.景区最近一个月的人流数据

- ①时间
- ②景点名称
- ③人数
- 2.景区最近一个月的天气数据
 - ①温度
 - ②露点温度
 - ③相对湿度
 - ④风速
 - ⑤PM2.5
 - ⑥AQI
 - ⑦PM10
- 3.景点的拓扑结构
 - ①景点的无向图

7.6.4 输出

各个景点未来三天内逐小时内的人数

7.6.5 程序逻辑

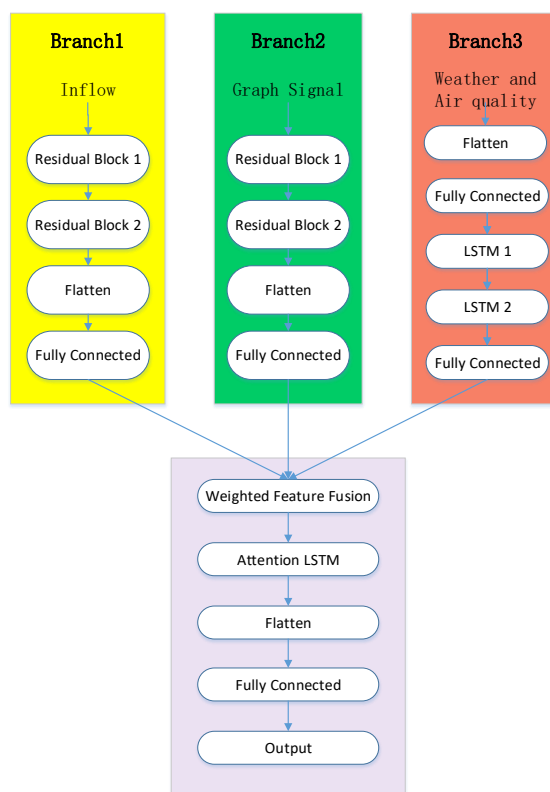


图 7.6.5 客流量分布数据预测程序流程图

7.6.6 限制条件

- ①人流数目与空气质量输入需经过归一化转化为 0、1 之间的数

②人数与空气质量获取时间间隔为半小时

7.7 景区实时资源压力分析

7.7.1 功能描述

综合景区资源数据以及各景点人流分布数据，分析出各景点资源压力，达到资源预警的效果。可辅助景区工作人员洞察景区资源，发现有价值的数趋势。

7.7.2 性能描述

在 CPU 为单核至强 8269CY、内存为 2GB 的情况下，对数据库中历史客流量及当日实时客流量进行数据分析，结合景区静态资源空间分布数据能够推算出各景点的维护需求比重。整个环节在运行过程中需要 2000ms 的时间，随着景区数据增长可能会超过 5000ms，资源压力实时分析程序的刷新周期为 10s。

7.7.3 输入

- ① 数据库中景区客流数据
- ② 景区资源静态分布数据

7.7.4 输出

- ① 资源告警的景点
- ② 资源告警的数值

7.7.5 程序逻辑

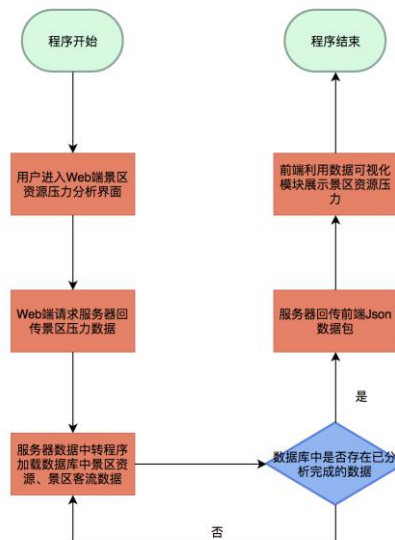


图 7.7.5 景区实时资源压力分析程序逻辑图

程序加载景区历史资源压力数据和影响因子之后开始计算信息增益和数据熵,计算完成之后按照 ID3 决策树结合当前景区影响因子得出决策结果。

7.7.6 限制条件

影响因子必须全面。

7.8 人群密度检测

7.8.1 功能描述

人群密度检测作为系统的核心功能,用于检测图片内人群数量。当边缘端将人群密度图像发送至服务器 A 后,服务器 A 将其存储入数据库。服务器 B 内的 EfficientDet 目标检测器将对人群密度图像进行人群检测,将检测的结果回填至数据库。客流数据可视化这一功能以来此程序的正常运行。

7.8.2 性能描述

COCO mAP 值为 52.2, 相关硬件环境为 Intel Xeon E5-2620, GPU 为 1060。

7.8.3 输入

人群密度图像 Base64 编码

7.8.4 输出

人群数目

7.8.5 程序逻辑

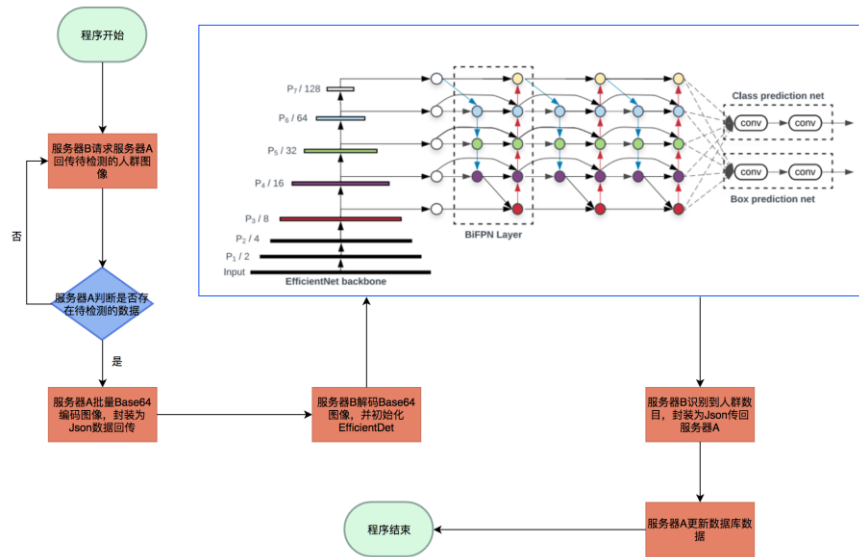


图 7.8.5 人群密度检测程序逻辑图

7.8.6 限制条件

解码图像需符合 EfficientDet 模型输入要求。

7.9 停车位数量预测

7.9.1 功能描述

利用 LSTM 深度学习网络对景区停车位进行余量预测，帮助游客计划未来停车。此项功能的正常运行需要依赖停车位周边影响因子数据，只有在影响因子被准确获取且积累了一定量的历史数据的情况下，才能够进行停车位的精准预测。

7.9.2 性能描述

WMAPE(Weighted Mean Absolute Percentage Error)加权平均绝对误差百分比: 6.134% 经对比，相比于其他已知算法有明显优势。

7.9.3 输入

1.景区最近一个月的停车位数据

- ①时间
- ②停车场名称

- ③停车位占用数据
- 2.景区最近一个月的天气数据
 - ①温度
 - ②露点温度
 - ③相对湿度
 - ④风速
 - ⑤PM2.5
 - ⑥AQI
 - ⑦PM10
- 3.停车位的拓扑结构
 - ①停车位的无向图
- 4.近一个月的节日活动
- 5.旅游季节的淡旺季权重

7.9.4 输出

未来三天的停车位占用情况。

7.9.5 程序逻辑

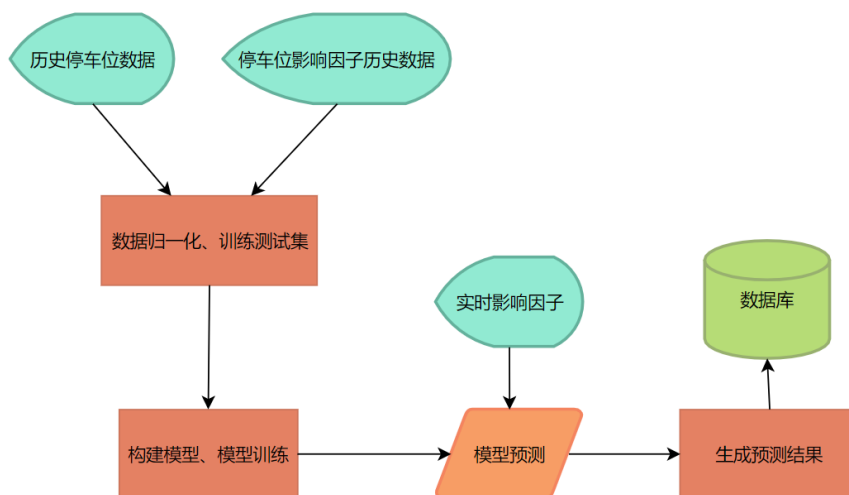


图 7.9.5 停车位数量预测程序逻辑图

7.9.6 限制条件

- ①停车位占用率与空气质量输入需经过归一化转化为 0、1 之间的数
- ① 人数与空气质量获取时间间隔为半小时
- ② 历史重大节日影响权重需要位于 0~1 之间

7.10 景区获取功能模块

7.10.1 功能描述

用户可以在主界面地图搜索或随机发现景区并进入进去且可以进行路线规划和导航

7.10.2 性能描述

用户的位置由 OPPO Reno2 获取用户定位，用户位置可在 0.5s 内获取成功，与服务器的信息交互也可控制在 0.5s 内可完成使用需求。

可以快速的展示景区信息，并给出合适的抵达路线。

7.10.3 输入

- ① 用户位置
- ② 搜索信息

7.10.4 输出

- ① 景区位置
- ② 正则匹配景区信息列表
- ③ 抵达路线 Array

7.10.5 程序逻辑

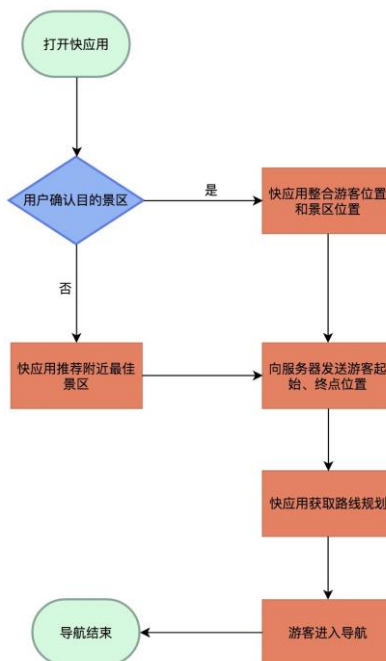


图 7.10.5 景区获取模块程序逻辑图

7.10.6 限制条件

- ① 用户开启定位权限
- ② 网络通信正常

7.11 景区信息速览功能模块

7.11.1 功能描述

快应用根据选择的景区提供景区内景点的公共设施信息和景区人流量变化情况、预测人流信息等相关信息，同时展示景点的重点信息，用户选择后可查看对应景点详细信息。

7.11.2 性能描述

与服务器的信息交互控制在 0.5s 内，各类信息提前存储在数据库中，时间耗损只在数据传输上，可以达到该功能的使用需求。

可清晰的展示景区的大致状况。

7.11.3 输入

- ① 景区号

7.11.4 输出

- ① 公共设施列表
- ② 景点概览列表
- ③ 停车场概览列表

7.11.5 程序逻辑

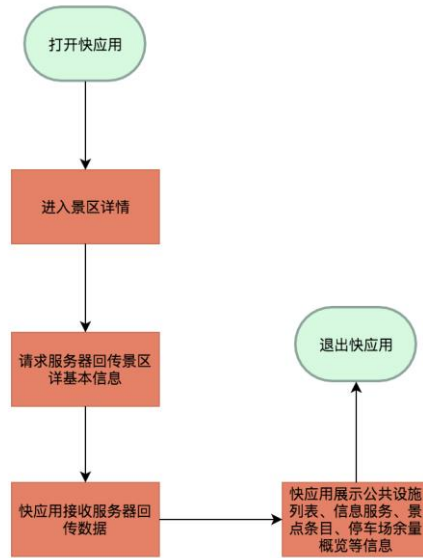


图 7.11.5 景区信息速览程序逻辑图

7.11.6 限制条件

- ① 用户选择了景区查看
- ② 网络通信正常

7.12 负一屏情景智能服务功能模块

7.12.1 功能描述

根据用户的位置进行判断，给出不同的负一屏内容，根据用户位置在用户进入危险区域是给出警报并提供紧急联系权限。

7.12.2 性能描述

用户的位置由 OPPO Reno2 获取用户定位，用户位置可在 0.5s 内获取成功，与服务器的信息交互也可控制在 0.5s 内，可以达到该功能的使用需求。同时依靠 OPPO 提供的 push 服务可以很好的让用户在相关场景下得到的对应的服务，增加用户出游幸福感并一定程度上保障了用户出行安全

可增加用户使用的便利度。

7.12.3 输入

用户位置

7.12.4 输出

不同位置(景区内外)对应的负一屏服务功能

7.12.5 程序逻辑

先获取用户的位置信息，判断后快应用呈现不同的内容以供使用

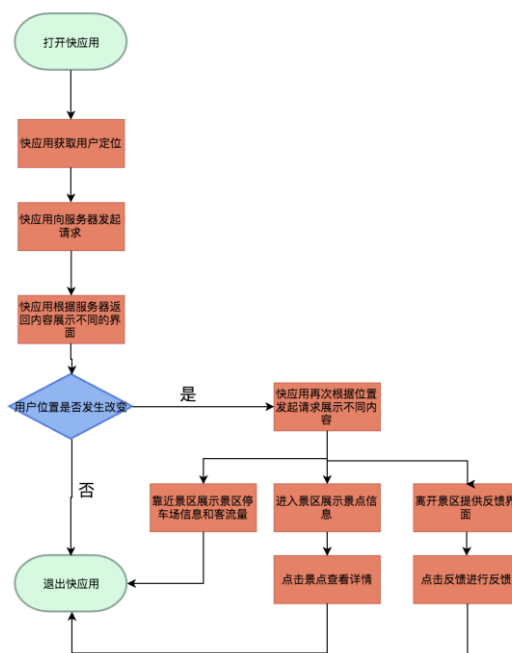


图 7.12.5 负一屏情景智能服务程序逻辑图

7.12.6 限制条件

- ① 用户开启定位功能
- ② 网络通信正常
- ③ 用户同意快应用后台运行和 notification、vibrator 接口服务

7.13 疑惑咨询功能模块

7.13.1 功能描述

根据用户的位置获取最近的景区的常见问题列表，支持地点切换和自定义查询。

7.13.2 性能描述

用户的位置由 OPPO Reno2 获取用户定位，用户位置可在 0.5s 内获取成功，与服务器的信息交互也可控制在 0.5s 内，可以达到该功能的使用需求。返回的数据经压缩减少带宽需求，快应用端使用精简 DOM 层级、复用 list-item、细粒度划分 list-item 策略进行界面编写同时对获取的数据采用懒加载策略，保证用户的使用体验，服务器采取合理的数据库设计方式保证自主查询的问题搜索到返回的时间控制在 0.5s 内，整体上所有问题的选择查询呈现控制在 1.5s 以内。

可快速正确的响应用户的查询。

7.13.3 输入

- ① 景区号
- ② 问题类型
- ③ 问题描述

7.13.4 输出

- ① 常见问题列表
- ② 查询问题列表

7.13.5 程序逻辑

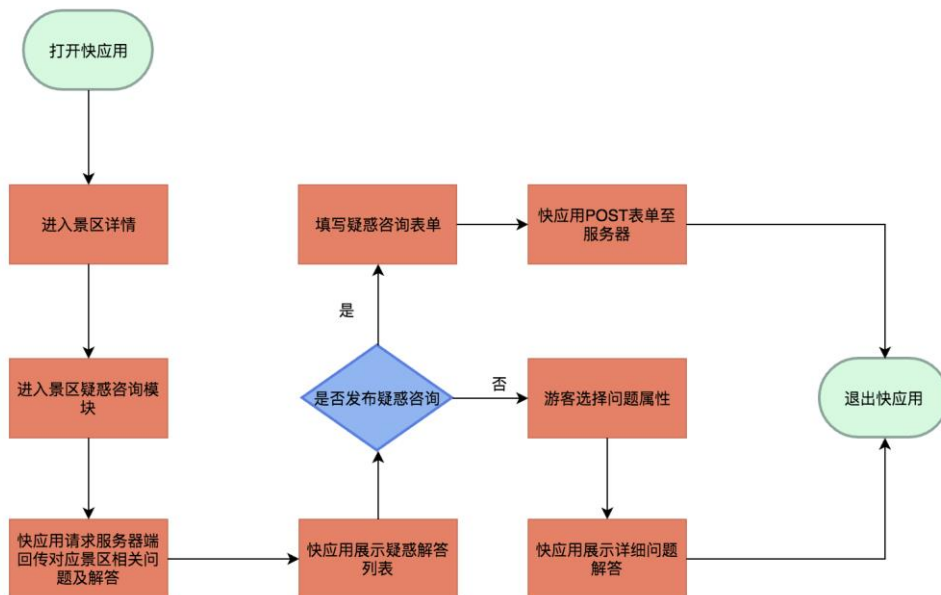


图 7.13.5 疑惑咨询功能程序逻辑图

7.13.6 限制条件

- ① 用户开启定位功能

- ② 网络通信正常
- ③ 用户输入查询的内容

7.14 停车场信息展示功能模块

7.14.1 功能描述

提供选择的景区附近停车场的信息及其抵达路线且支持导航功能

7.14.2 性能描述

用户的位置由 OPPO Reno2 获取用户定位，用户位置可在 0.5s 内获取成功，与服务器的信息交互也可控制在 0.5s 内，可以达到该功能的使用需求。

7.14.3 输入

- ① 景区号
- ② 停车场号
- ③ 用户位置信息

7.14.4 输出

- ① 停车场信息
- ② 路线规划 Array

7.14.5 程序逻辑

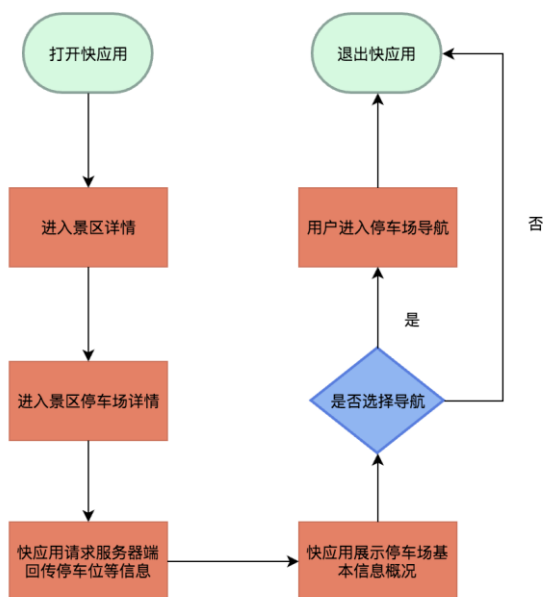


图 7.14.5 停车场信息展示程序逻辑图

7.14.6 限制条件

- ① 用户打开定位
- ② 用户选择了景区
- ③ 选择的景区对应数据库存储了停车场信息

7.15 景区未来人流预测功能模块

7.15.1 功能描述

为用户展示景区未来人流预测结果

7.15.2 性能描述

未来人流预测的结果由服务器定时计算并存储在数据库，使用时调用即可，总体展示相应时间控制在 1s 内

7.15.3 输入

- ① 景区号
- ② 景区位置
- ③ 景区名称
- ④ 景点号

7.15.4 输出

- ① 人流预测结果图(Array)

7.15.5 程序逻辑

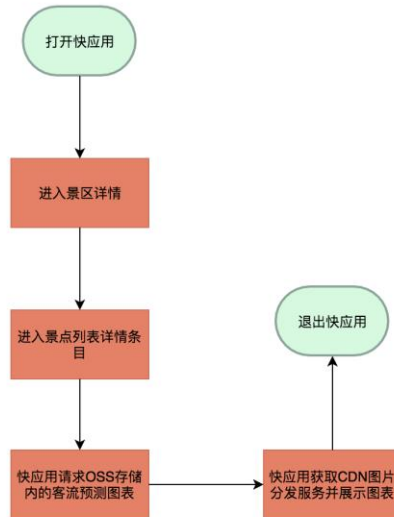


图 7.15.5 景区未来人流量预测功能程序逻辑图

7.15.6 限制条件

- ①用户选择了景区并选择了景点
- ②第三方服务可正常使用

7.16 景区资源空间分布功能模块

7.16.1 功能描述

快应用可以将景区的公共设施位置和其他服务点位置在地图上以3D/2D的形式进行展示方便用户出行时的使用。

7.16.2 性能描述

快应用与服务器的数据交互控制在0.5s以内，webview的生成速度控制在1.5s内可满足功能需求，可以为用户带来舒适体验。

7.16.3 输入

- ① 景区号

7.16.4 输出

- ① 景区公共设备信息列表
- ② 景区各类服务处信息信息

7.16.5 程序逻辑

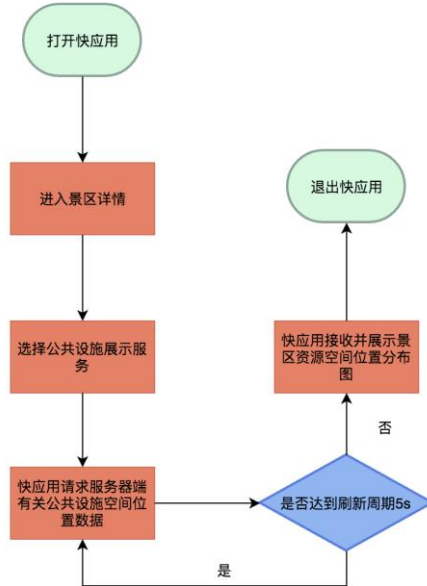


图 7.16.5 景区未来人流量预测功能程序逻辑图

7.16.6 限制条件

- ① 用户选择了景区
- ② 网速在 3G 以上
- ③ 数据库正常存储信息

7.17 景区实时客流立体化展示功能模块

7.17.1 功能描述

快应用利用动态实时生成的热力图立体化展示景区的人流分布。

7.17.2 性能描述

快应用与服务器的数据交互控制在 0.5s 以内，webview 的生成速度控制在 1.5s 内可满足功能需求，可以为用户带来舒适体验。

7.17.3 输入

- ① 景区号

7.17.4 输出

- ① 景区各个景点人流数据
- ② 生成好的热力图

7.17.5 程序逻辑

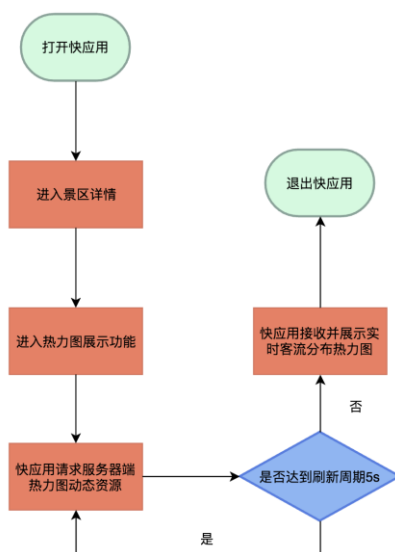


图 7.17.5 景区客流量立体化展示功能程序逻辑图

7.17.6 限制条件

- ① 用户进入了景区详情
- ② 具备网络通讯环境