文件编号：**DrawCake-SWC2020-20200137**
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**

知了停车

SeerPark

项目开发文档

Version V2.0.0

2020.6.7
Written by DrawCake

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 2

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 7

2.4 验收标准 7

2.5 关键问题 7

2.6 进度安排 8

2.7 开发预算 8

3 可行性分析 8

3.1 技术可行性分析 8

3.2 资源可行性分析 12

3.3 市场可行性分析 12

4 需求分析 15

4.1 数据需求 15

4.1.1 静态数据 15

4.1.2 动态数据 15

4.1.3 数据词典 16

4.1.4 数据采集 16

4.2 功能需求 17

4.2.1 核心功能模块 17

4.2.2 核心功能模块描述 17

4.2.3 功能用例图 18

4.2.4 用例规约 18

4.3 性能需求 23

4.3.1 时间特性 23

4.3.2 适应性 23

4.4 界面需求 24

4.4.1 实时显示停车空位数模块 24

4.4.2 预测停车场情况模块 25

4.4.3 推荐模块 27

4.4.4 停车场内精准导航模块 28

4.4.5 资料卡片 28
4.5 接口需求 29
4.5.1 硬件接口 29
4.5.2 软件接口 29
4.6 其他需求 30
5 概要设计 31
5.1 处理流程 31
5.1.1 逻辑流程图 31
5.1.2 数据流程图 32
5.2 总体结构设计 32
5.3 功能设计 33
5.4 用户界面设计 34
5.4.1 快应用端： 34
5.4.2 Web 端： 38
5.5 数据结构设计 42
5.6 接口设计 43
5.6.1 外部接口 43
5.6.2 内部接口 44
5.7 错误/异常处理设计 46
5.7.1 错误/异常输出信息 46
5.7.2 错误/异常处理对策 47
5.8 系统配置策略 47
5.9 系统部署方案 49
5.10 其他相关技术与方案 50
6 数据库设计 50
6.1 数据库软件支持 50
6.2 数据库 E-R 图 51
6.3 数据库数据项格式说明 51
6.4 数据库表概述 52
6.5 数据库表格式说明 52
6.6 数据库安全性 55
7 详细设计 55
7.1 实时检测停车情况功能模块 55
7.1.1 功能描述 55
7.1.2 性能描述 55
7.1.3 输入 55
7.1.4 程序逻辑 56
7.1.5 限制条件 56
7.2 预测停车场车位功能模块 56
7.2.1 功能描述 56
7.2.2 性能描述 56
7.2.3 输入 57
7.2.4 输出 57
7.2.5 程序逻辑 57

7.2.6 限制条件 58
7.3 推荐停车场和停车位功能模块 58
7.3.1 功能描述 58
7.3.2 输出 58
7.3.3 性能描述 58
7.3.4 输入 58
7.3.5 输出 58
7.3.6 程序逻辑 58
7.3.7 限制条件 59
7.4 智能缴费功能模块 59
7.4.1 功能描述 59
7.4.2 性能描述 59
7.4.3 输入 59
7.4.4 输出 60
7.4.5 程序逻辑 60
7.4.6 限制条件 60

记录更改历史

序号	更改原因	版本	作者	更改日期	备　注
1	创建文档	V0.0.1	队员 A	2019.11.1	
2	编写至可行性分析	V0.0.2	队员 A	2019.11.7	
3	编写完成初稿	V0.1.0	队员 A	2019.11.15	
4	修改完成第二版	V0.1.1	队员 A	2019.11.22	
5	修改完成第三版	V0.1.2	队员 B	2019.12.15	
6	完成初赛最终版	V0.1.3	队员 C	2019.12.23	
7	修改复赛第一版	V0.2.0	队员 B	2020.3.10	
8	修改复赛第二版	V0.2.1	队员 A	2020.3.25	
9	修改复赛第三版	V0.2.2	队员 D	2020.4.8	
10	完成复赛最终版	V1.0.0	队员 A	2020.4.18	
11	修改决赛第一版	V1.1.0	队员 D	2020.5.20	
12	修改决赛第二版	V1.1.1	队员 B	2020.5.30	
13	完成决赛最终版	V2.0.0	队员 A	2020.6.7	

1 项目概述

1.1 项目背景

近年来，城市停车问题日益加重，停车缺口越来越大，车多位少成为停车难的根本原因。但现有停车位却利用率极低，全天利用率平均值仅在 30%左右，而国际先进水平为 80%，利用效率不高加剧了停车难问题。

尽管大型停车场管理企业不断扩张，但往往不能有效地管理旗下多个停车场，不仅设备昂贵，管理复杂，**每个停车场还处于孤立的状态，用户难以充分利用已有空车位。**当有一些停车位往往处于地上，更无法有效收集车位信息，这些情况都造成了极大的资源浪费。将已有的停车位充分利用，让车主提前获知一段时间后的停车场情况，做到“智慧停车”，是高效解决现在问题的必要选择。

传统停车场检测每个停车位往往使用地磁等设备，不仅工作量巨大，而且人工成本、链路成本、设备成本昂贵。目前市场上的地图软件主要为高德，百度等大公司，但他们的重点在于导航，停车位的实时情况，未来情况，都无法实时反馈，倘若能够减少交通拥挤和延误损失，对用户和社会都会带来可观的经济效益。

知了停车一方面提供硬件，使用新型 AI+IoT 设备，帮助停车场管理企业等**实时监控和收集车位信息**。另一方面通过对数据分析和深度学习模型处理后反馈到快应用平台。结合图像检测的优点和设备端的优势，**帮助停车场企业节约资源管理停车位，**统一管理旗下多个停车场；在快应用服务端，**通过定位和预测未来一段时间的停车场剩余停车位情况，推荐目的地附近最佳停车场和最佳空车位，在大型停车场内对空余车位“精准导航”，并且自动获取用户停车时间进行智能缴费**，这一系列完整的停车服务，做到了定制化服务，精准化预测，人性化方案。项目为停车场和用户搭建智能化停车场信息网络平台，融合多种先进技术，帮助建立良好的城市交通环境，实现城市“智慧停车”。

1.2 项目定位

我们设计开发的“知了停车”**是一个基于深度学习、人工智能及物联网技术，**实现设备间的交互，体现“万物互融”，在停车这个老场景下给用户和停车场全新高效的智能体验。

1.2.1 应用场景

1. 企业的各个停车场处于孤立状态，难以**将所有停车场信息整合，实现智能收集车位情况，智能收费**，浪费大量的人力物力资源。
2. **地面上的停车位常年是人工管理的状态**，难以准确收集户外停车场车位信息。
3. 车主并**不知晓目的地周围停车场**，更难以了解剩余的具体停车位。
4. 由于去往目的地需要**一段时间**，到达目标停车场时才发现车位早已被占满。
5. 在大型复杂地下停车场，**空车位难以及时找到，找车位、付车费占大量时间。**
6. 市面停车 app 良莠不齐且包含大量不相关信息，使用性较差。

1.2.2 目标人群

1. **管理端：**

停车场管理企业需要有效**管理旗下多个停车场**，且**节省资源和高效**，使现有停车位得到充分利用，使用数据平台实现**智能管理和提供车位信息。**

2. **快应用使用端：**

私人停车位昂贵且稀缺，用户需要**经常在公共停车场停车**，而且需要**提前预判未来还有空位的停车场**以节约时间。到达停车场后想**及时找到停车位**，免去排队等待和寻找的时间，并且想自动**在手机端扣除停车费用，无须人工缴费。**

觉得 APP 占用大量手机存储空间，想要轻量便捷的应用，**直接使用服务便捷解决所属问题。**

1.3 项目方案

1. 对于智能管理停车场的问题，充分利用停车场刚需--**“摄像头”，搭配树莓派和目标检测算法**，实时监控任何场景下的停车位情况并且传输数据至云端。
2. 对于未来一段时间停车情况预测问题，使用**优化的双向 LSTM 模型**的停车泊位算法，挖掘历史停车数据从而预测不同时段内可能的停车位数目。
3. 对于导航和信息展示问题，利用**快应用平台和百度地图 API** 等服务，实现停车场信息展示、到达时间预测、推荐最佳停车场和导航等功能。
4. 对于诱导至空车位问题，云端将目标停车场的停车位情况等信息在快应用端实时展示，推荐用户到最佳的停车位所在区域，并展示目标区域实时截图。
5. 对于自动缴费问题，系统根据用户停车时间和微信支付 API 等实现快速扣费。

1.4 项目目标

知了停车的目标为实现以下功能：

1. 设备端利用摄像头和树莓派搭载图像检测算法，替代传统地磁设备，实现视频的深度利用，**在停车位检测方面达到和传统设备相同甚至更好的准确率**。
2. 在管理端，利用信息网络化，使停车场企业可以在 **Web 端直接管理旗下停车场**，并且充分收集数据形成可视化图表。
3. 利用停车场已有的历史数据准确**预测短中期剩余停车位**，给用户推荐最佳停车场。
4. 快应用根据定位信息**准确导航至目标停车场和目标停车位**，并自动根据停车时间准确扣除费用。
5. 用户关闭快应用时，负一屏的**卡片服务可以简洁地展示当前使用停车服务的状态**。

1.5 项目价值

以往的停车场会通过一个车位一个红外线类似的装置来监控车位数量，这样的设置不仅人工成本、链路成本、设备成本昂贵，而且步骤繁琐，重复利用率低。而无论在室内还是户外停车场内，**摄像头都是“刚需”**，设备具有易安装性和普适性，通过结合树莓派，在**边缘端对视频和图像先进行处理**和基本分析，再将数据传送到云端。这样**一个**

摄像头可以管理多个停车位，节省了大量人力和物力资源并且有效地将车位纳入管理，使各个停车场信息不再孤立，并且数据可视化和相关图表可以帮助企业充分了解停车场运营等情况，用现代化方法提供正确决策的建议。

此外，根据大数据建模和分析，**不仅提供每个停车场实时车位信息，还可预测未来一段时间的停车空位**，帮助车主提前做出预判，更人性化地处理实际生活场景。

用户**在“寻找停车场->寻找停车位->自动缴费”的过程中将节省大量时间，**减少了交通拥挤和延误损失，无论是对用户还是社会都会带来可观的经济效益。

目前的智慧停车市场中尚未存在任何一款可以在任意场景使用的智慧停车服务APP，有的只是适用于指定城市和指定场景的受限 APP。5G 时代的来临，人工智能、深度学习、大数据、物联网带来的技术革新，AIot 必将成为未来的技术主角。知了停车使用新型的 AI+IoT 设备，在设备端对视频和图像先进行处理和基本分析，识别私家车数目和位置信息，再将数据传送到云端，让边缘计算加入 IoT 系统，这样既能高效识别每一车位停车情况，节约费用，又能够有效地保证实时性，安全性和避免网络堵塞，解决“工业痛点”。凭借当今新潮的技术，低投入、高效率是其优势所在，必将拥有无限的商业可能性。

2 开发计划

2.1 最终呈现形式

项目为 C/S 架构，分为服务器部分和客户机部分，主要由设备端-管理端-快应用端组成（见图 2-1）：

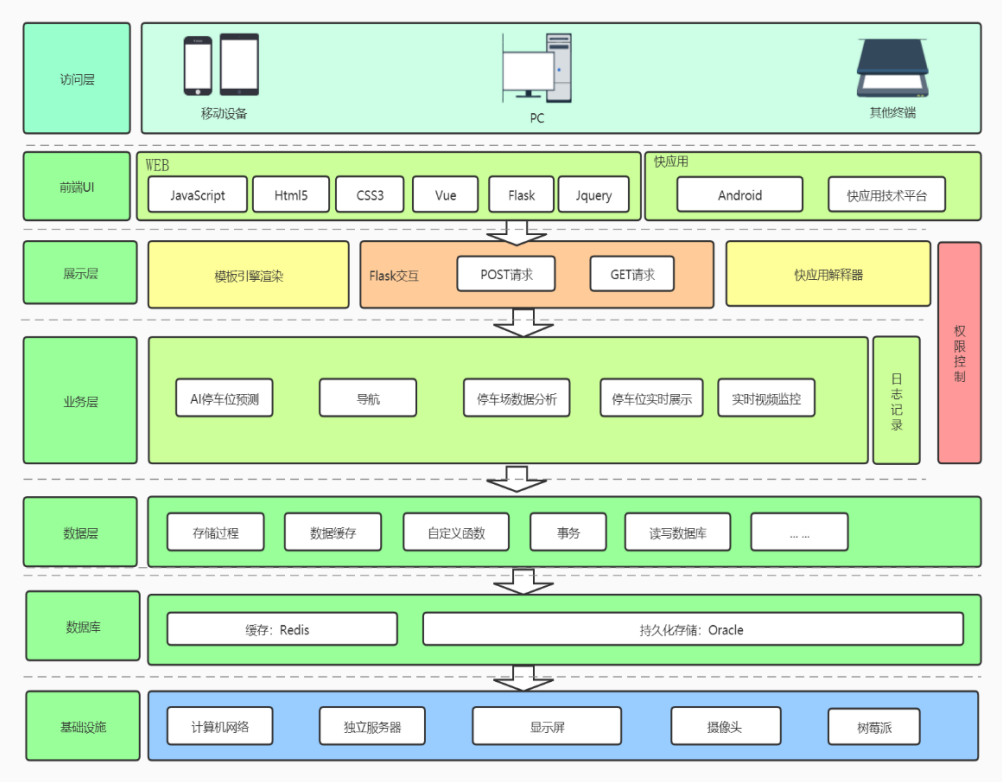


图 2-1 “知了停车”架构图

2.2 主要功能描述

1. 设备端通过得到每片区域的视频流监控停车场每个车位上的情况（见图2-2 - 2-5）。

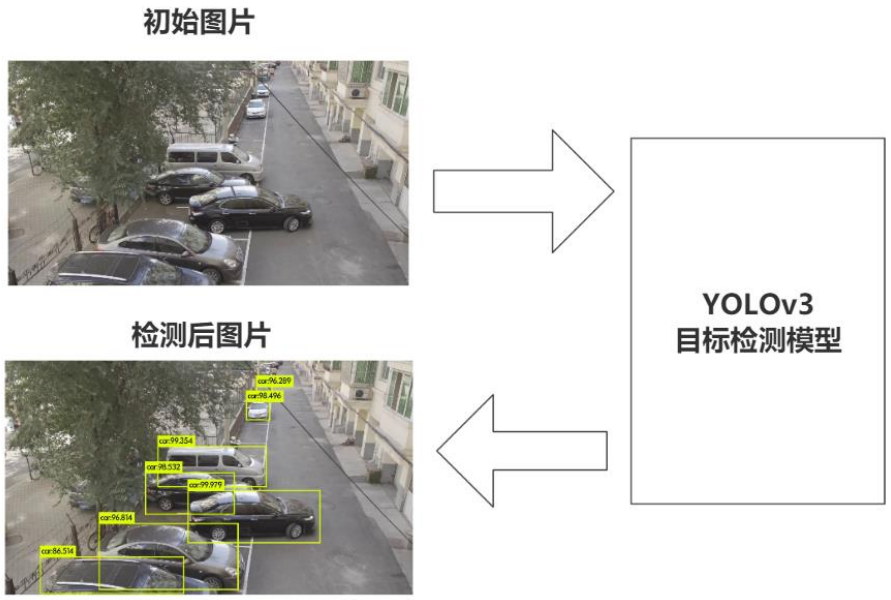


图 2-2 图像检测

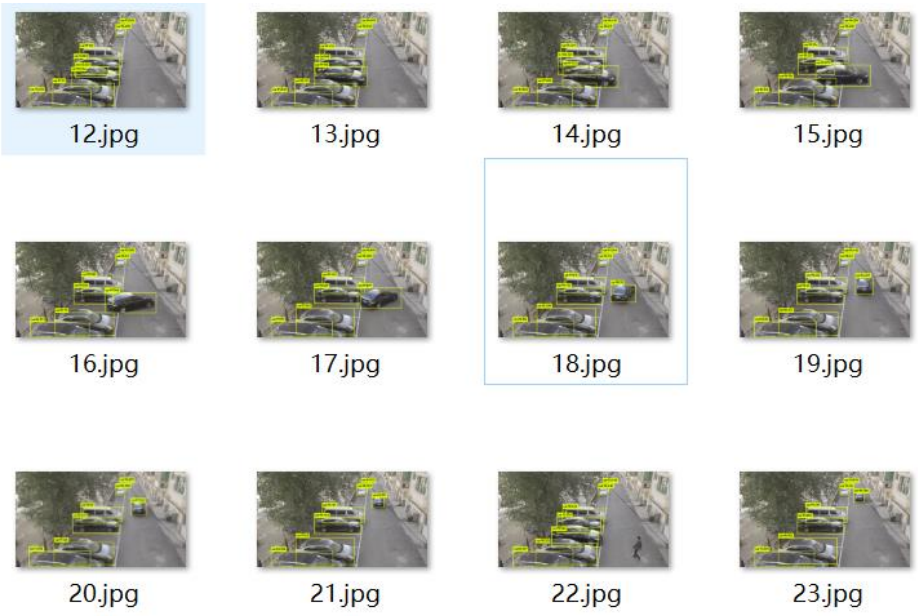


图 2-3 图像存储

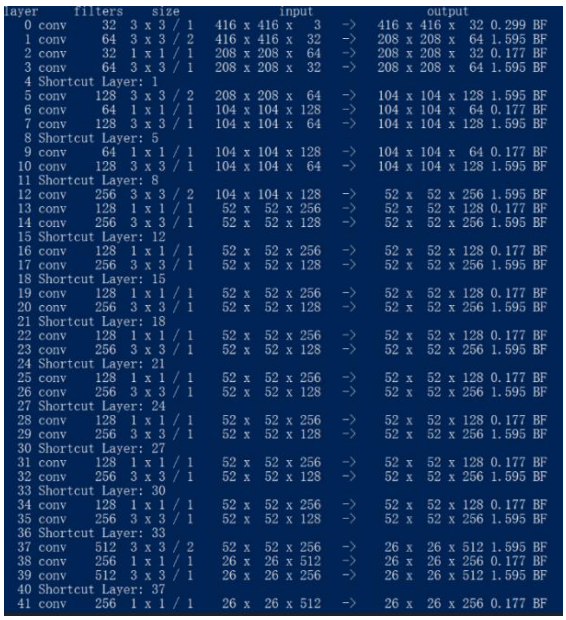


图 2-4

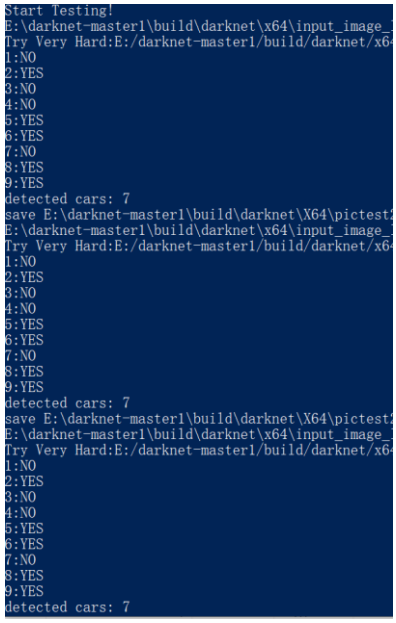


图 2-5

2. 通过对停车场历史不同时刻的停车情况，进行建模和分析，给出未来一段时间停车位数目变化的预测（见图 2-6 - 2-8）。

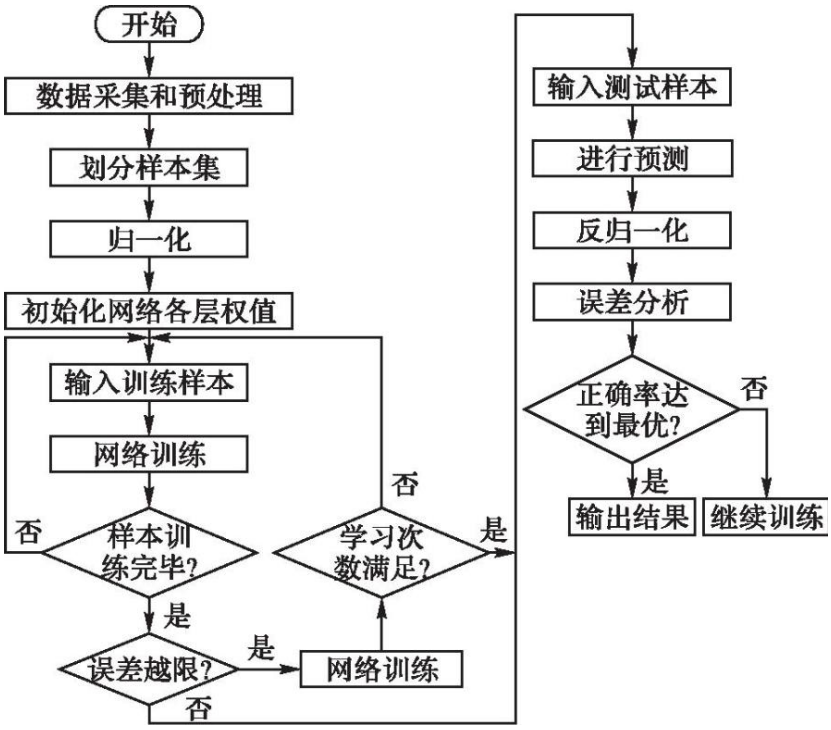
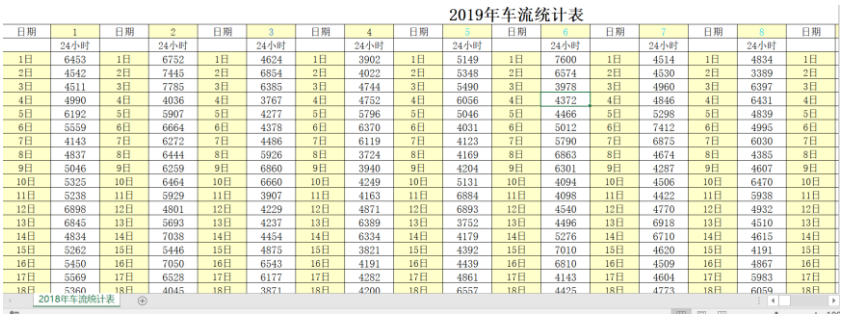


图 2-6 数据分析流程



2019年车流统计表

日期	1	日期	2	日期	3	日期	4	日期	5	日期	6	日期	7	日期	8	日期
	24小时		24小时		24小时		24小时		24小时		24小时		24小时		24小时	
1日	6453	1日	6752	1日	4624	1日	3902	1日	5149	1日	7600	1日	4514	1日	4834	1日
2日	4542	2日	7445	2日	6854	2日	4022	2日	5348	2日	6574	2日	4530	2日	3389	2日
3日	4511	3日	7785	3日	6385	3日	4744	3日	5490	3日	3978	3日	4960	3日	6397	3日
4日	4990	4日	4036	4日	3767	4日	4752	4日	6056	4日	4372	4日	4846	4日	6431	4日
5日	6192	5日	5907	5日	4277	5日	5796	5日	5046	5日	4466	5日	5298	5日	4839	5日
6日	5559	6日	6664	6日	4378	6日	6370	6日	4031	6日	5012	6日	7412	6日	4995	6日
7日	4143	7日	6272	7日	4486	7日	6119	7日	4123	7日	5790	7日	6875	7日	6030	7日
8日	4837	8日	6444	8日	5926	8日	3724	8日	4169	8日	6863	8日	4674	8日	4385	8日
9日	5046	9日	6259	9日	6860	9日	3940	9日	4204	9日	6301	9日	4287	9日	4607	9日
10日	5325	10日	6464	10日	6660	10日	4249	10日	5131	10日	4094	10日	4506	10日	6470	10日
11日	5238	11日	5929	11日	3907	11日	4163	11日	6884	11日	4098	11日	4422	11日	5938	11日
12日	6898	12日	4801	12日	4229	12日	4871	12日	6893	12日	4540	12日	4770	12日	4932	12日
13日	6845	13日	5693	13日	4237	13日	6389	13日	3752	13日	4496	13日	6918	13日	4510	13日
14日	4834	14日	7038	14日	4454	14日	6334	14日	4179	14日	5276	14日	6710	14日	4615	14日
15日	5262	15日	5446	15日	4875	15日	3821	15日	4392	15日	7010	15日	4620	15日	4191	15日
16日	5450	16日	7050	16日	6543	16日	4191	16日	4439	16日	6810	16日	4509	16日	4867	16日
17日	5569	17日	6528	17日	6177	17日	4282	17日	4861	17日	4143	17日	4604	17日	5983	17日
18日	5360	18日	4045	18日	3871	18日	4200	18日	6557	18日	4425	18日	4773	18日	6059	18日

2018年车流统计表

图 2-7 某停车场车流统计表

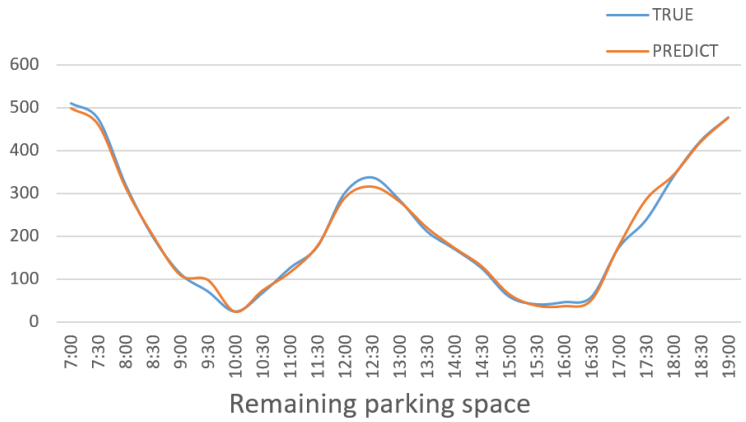


图 2-8 剩余泊位数预测结果示意图

3. 导航到推荐停车场

对目的周围停车场进行多属性决策分析，根据各个停车场具体的指标值使用不同的权重值，向用户推荐最优停车场和停车位（见图 2-9 – 2-10）。

服务场所	停放可行概率	步行距离	停放价格	安全性	便利性
P1	1/12	190	10	中(6)	8
P2	0.2/12	240	15	低(3)	8
P3	0.4/12	385	12	中(5)	7
P4	0.1/12	451	20	高(9)	4

图 2-9 停车场多属性值

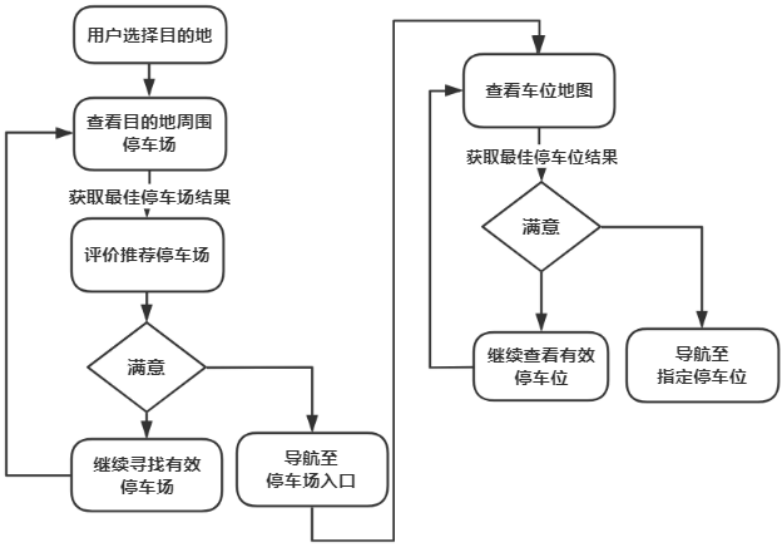


图 2-10 用户停车流程图

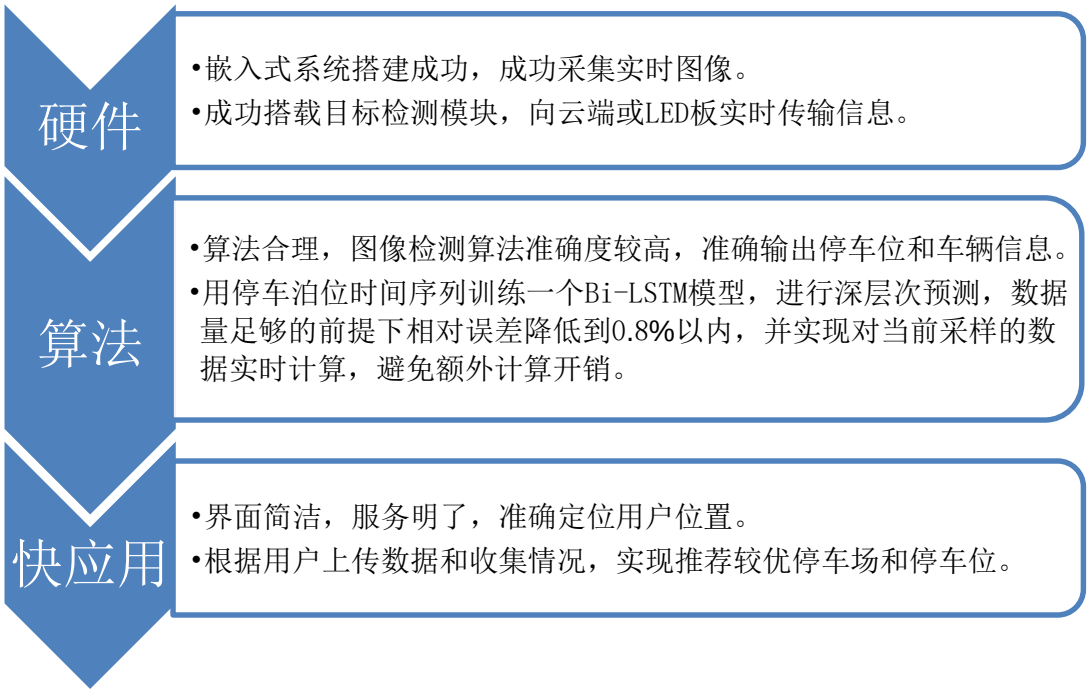
2.3 运行环境

服务器端：CentOS 7.5.1804，Java jdk10.0，putty FileZilla，ApacheTomcat 9.1，需要开放特定的端口 8080 供网络访问。

移动端：快应用，百度地图 api。

硬件端：树莓派 4 代 B 型、摄像头模块(Pi Camera)、电源适配器、网线，LED 板，电脑。

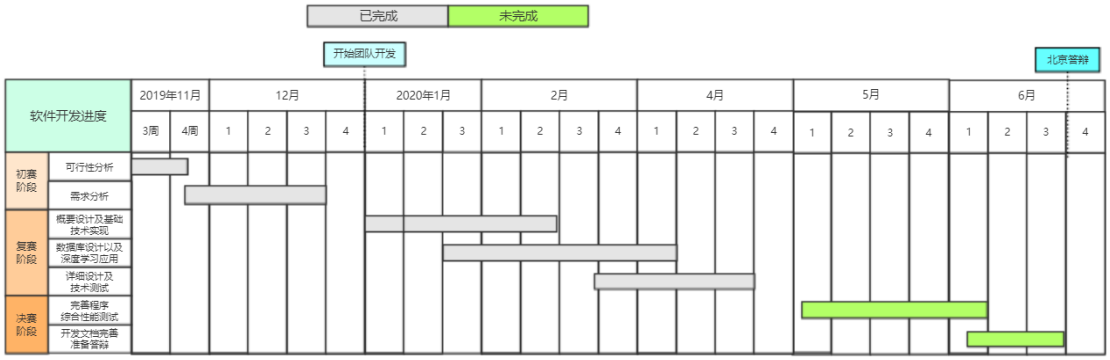
2.4 验收标准



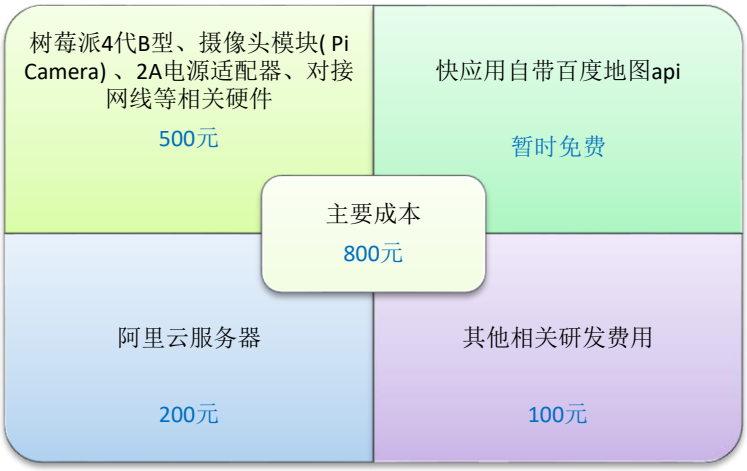
2.5 关键问题

1. 图像检测可能出现重叠，需要对图像准确分割，不断地尝试和测试。
2. 设备端和云端传输数据可能有损失或延迟问题，需要对链路和网络等部署到位，提前多次检测，提供备用方案。
3. 使用历史数据的预测算法精确度问题，需要利用数据不断迭代训练和更新。
4. 服务器端的电脑和车主端快应用平台需要实时接受数据，云端通过及时备份和反复请求保证数据的实时性和准确性。

2.6 进度安排



2.7 开发预算



（详细成本和开发预算请见——商业计划书）

3 可行性分析

3.1 技术可行性分析

1. 采用深度学习算法进行目标检测最近一直都是计算机视觉研究方向的热门，基于区域的方法主要有 R- CNN、SPP- Net、Fast R- CNN、Faster R-CNN 和 R-FCN。基于回归的方法主要包括 YOLO、SSD、YOLOv2 与 YOLOv3，这类方法可以直接回归得到检测物体的坐标位置和分类得分。

YOLO 系列算法于 2015 年首次提出，该算法首先使用卷积神经网络对图片特征进行提取，得到特征图，再将整张图片划分为单元格，每个单元格负责检测中心落在其中的物体，预测物体的位置和类别信息。YOLO 舍弃了一定的准确度来换取检测速度的大服务提升，YOLOv1 的检测速度最高可达 45FPS，但检测的准确度比 Faster R-CNN 稍差，且对小目标的检测效果不好。2017 年，YOLO 的第二个版本 YOLOv2 被提出，YOLOv2 改进了卷积神经网络的结构，同时采用 K-Means 聚类来选取先验的边

界框，提高了检测精度和速度。2018 年，YOLOv3 被提出，在 YOLOv2 的基础上做出了一些细节上的改进，并采用了更复杂的网络结构，参考 Res Net 的思想在卷积网络中引入了残差块，同时提出了多尺度特征融合的方法，在提高了检测精度的同时保持了高检测速度，并且提升了对小目标的检测效果。以下是 YOLOv3 的网络结构：

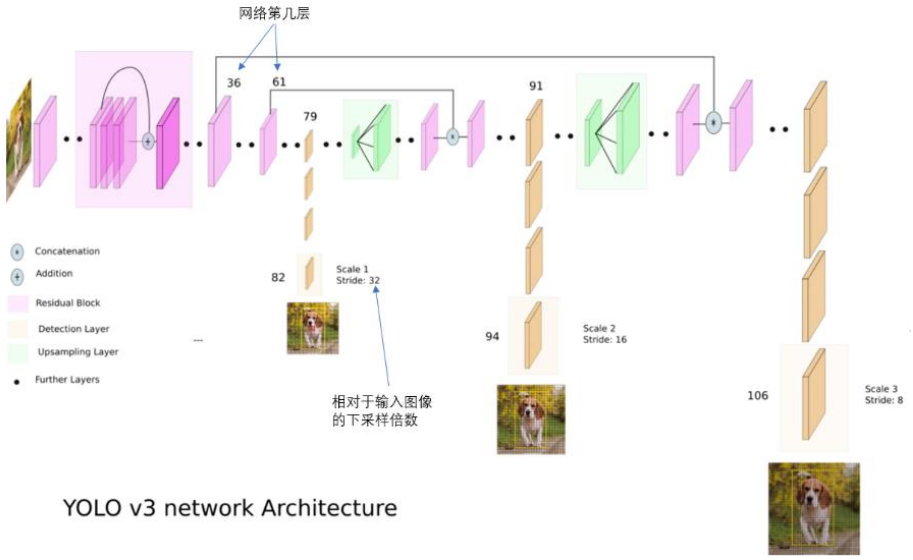


图 3-1 YOLO v3 网络结构图

在类别预测中，YOLO v3 采用多个独立的逻辑分类器，在训练过程中，使用二元交叉熵损失来进行类别预测。在检测准确率和速度上，均取得了较好的效果。

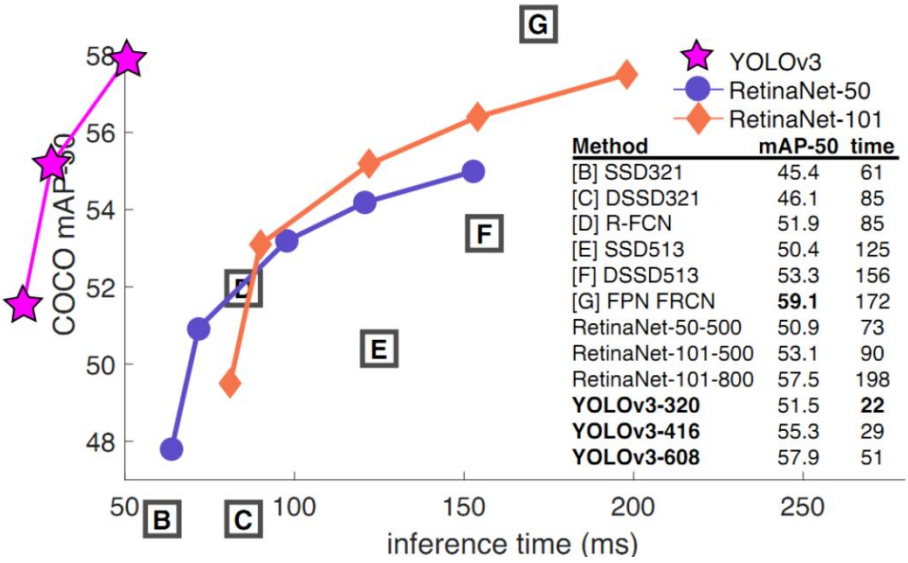


图 3-2 训练效果

通过参考成熟的算法，建立有效网络对开源的数据自己进行训练，车辆数目集可以使用 COCO 数据集、KITTI 数据集、UA-DETRAC 数据集,相关停车场企业提供的数据集等。

2. 为了根据泊位实时状态作出最优的停车决策，必须能够对下一个或几个时段将要发生的停车需求作出预判，以提前制定下一个时段的停车策略。

近年来，机器学习方法在停车泊位预测方面已取得许多成功应用。Dunning 等提出了自回归移动平均模型对停车场内空车位进行需求预测；Liu 等提出了构建混沌时间序列的加权一阶局域预测方法，这两种方法虽然结合了多种影响因素，可以

对有效停车泊位进行短时预测，但其对数据的波动性处理能力较弱，预测结果的稳定性较差。

而长短时记忆网络（Long-Short Term Memory，LSTM）（见图 3-3）是一种改进的时间循环神经网络（Recurrent Neural Network，RNN），其突出特点是可以学习时间序列的长期依赖信息，可以较好地描述复杂非线性问题，能够从数据样本中自动学习以前的经验而无需反复查询和表现过程。

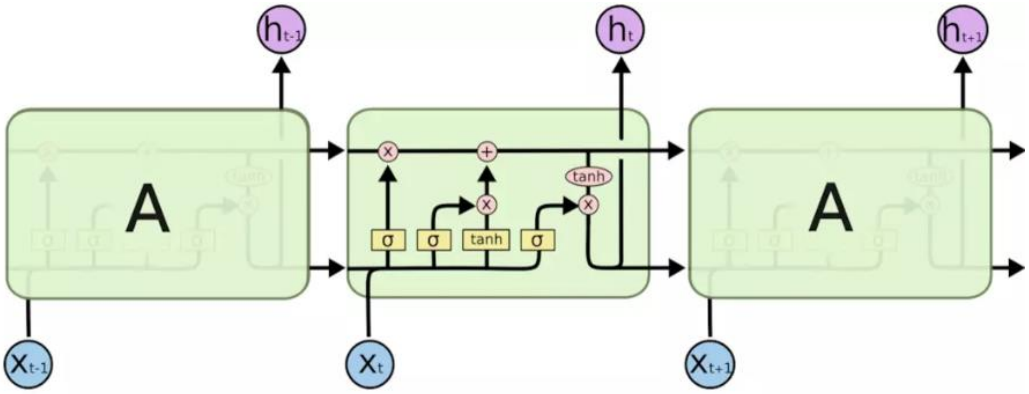


图 3-3 LSTM 网络结构图

参考论文建立一种优化的基于 LSTM 和双向 LSTM 网络的 Bi - LSTM 模型（见图 3-4）。因为标准的 LSTM 以时序顺序处理序列，只考虑了历史信息，忽略了未来信息。通过双向 LSTM 网络对上一层的 LSTM 网络预测后的时间序列再进一步进行学习训练，以有效克服预测误差大的缺点，具有捕获数据时序性和长期依赖性的优势；这样结合双向 RNN 和 LSTM 两个模型的优点形成的新模型，简单来说就是用 LSTM 单元替换掉经典双向 RNN 模型中的循环单元。

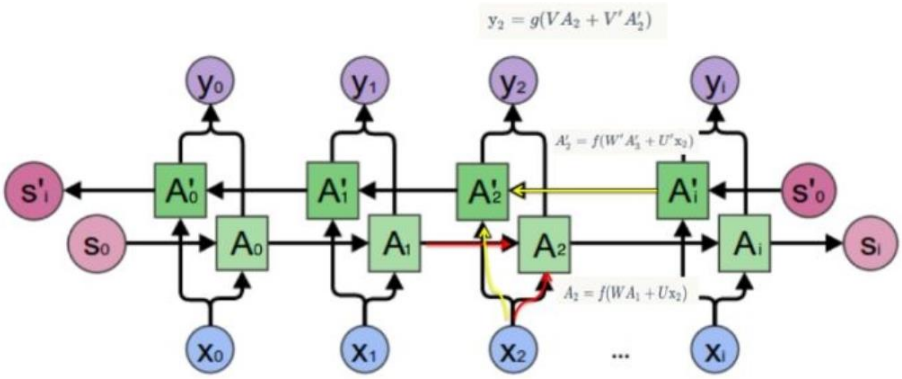


图 3-4 Bi-LSTM 网络结构图

其次，结合正向 LSTM 和逆向 LSTM 具有的捕获数据时序性和长程依赖性的优势，进一步提高预测结果的精确度。

3. 算法对摄像头的要求不高，普通停车场摄像头即可满足需求，相应的视频传输成本低，性能稳定。对视频每一秒取一帧，节省大量计算成本。并且由于边缘计算的实时性，软件的功能重在即时解决，不必浪费时间与存储资源，搭载在快应用端恰好利用快应用和卡片类服务的优势，具有各类完善组件。同时后端搭建一个服务器，制作后台管理网页端，更加方便停车场管理员实时查看车位情况和各类数据报表等。

4. 传统视频监控系统具有前端摄像机内置计算资源较少、数据量较大、传输带宽延迟较高、效率较低等不足，并且传统云模式视频监控系统的计算和传输带宽负载

较重。而在摄像头端搭载边缘计算可以实现对视频数据传输流过程中的本地化处理，为停车场视频监控系统带来低时延和高效资源利用性等优点。

设备以树莓派 4B 为硬件平台，具有成本低廉、易于安装的优势。树莓派监控节点提供丰富的接口，并且支持 WiFi、蓝牙。就像是将电脑集成到了一块电路板上的微型电脑，其兼容了完整的软硬件系统，可以直接开发。树莓派 4B 采用 64 位 4 核 ARM Cortex-A72(ARM v8) CPU，系统采用树莓派官方发布的 Ubuntu 16.04 系统。

采用树莓派上部署 yolo 算法，对获取的图像进行预处理，获得车辆的数量与位置，有效减轻服务器的压力，减少服务器成本，为视频监控系统带来低时延和高效资源利用性。系统开发总体可分为 3 个模块，即实时图像采集模块、图像处理模块和结果输出模块（见图 3-5）。

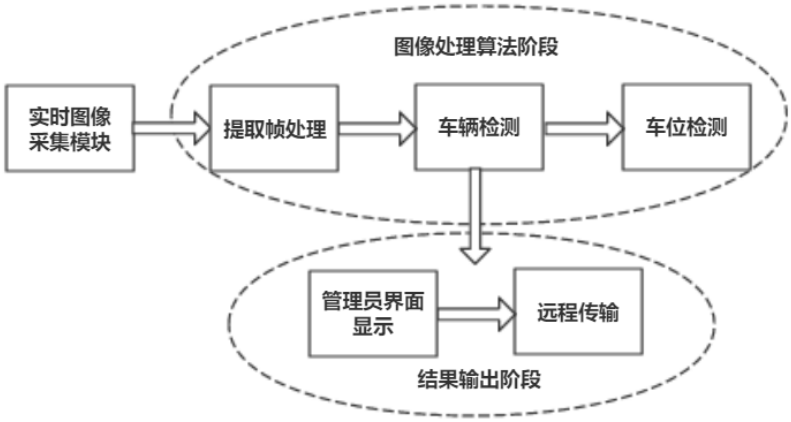


图 3-5 系统模块图

5. 在用户选择前往目的地时，系统通过对目的地周围停车场进行分析，综合考量行驶时间，剩余停车位数量，距离目的地距离，停车场反馈等信息计算目的地周围停车场对用户的推荐指数，计算决策值，推荐最佳停车场。再利用百度 API 的开发者接口，提供目的地到推荐停车场的最佳路径。

待用户到达停车场时，系统通过对泊位行驶时间，安全性，入库难度等信息计算停车位推荐系数，计算决策值，推荐最佳泊位。再利用行驶路线图、引导 LED 板和实景图片等，提供到推荐泊位的最佳路径。

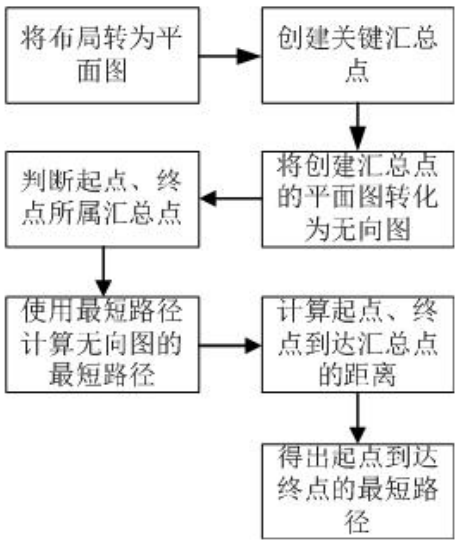


图 3-6 算法改进后的流程图

3.2 资源可行性分析

1. 不需大量人力资源，区域部署和安装比以往每个车位一个检测器节省大量资源，将模型都包装好，类似黑盒使用即可。
2. 训练深度学习模型使用的是 COCO 数据集。MS COCO 的全称是 Microsoft Common Objects in Context，起源于微软于 2014 年出资标注的 Microsoft COCO 数据集。COCO 数据集是一个大型的、丰富的物体检测，分割和字幕数据集，图像包括 91 类目标，328,000 影像和 2,500,000 个 label。本作品还使用、KITTI 数据集、UA-DETRAC 数据集等，可以为深度学习模型提供有力的数据支持。
3. 软件资源：CentOS 7.5.1804，Java jdk10.0 ApacheTomcat 9.1，putty，FileZilla 并配置 mySQL 应用软件。
4. 时间资源：从与车主和停车场企业交流后和查阅资料文献的需求分析到后期概要设计、详细设计可以较好的按进度表实现。

3.3 市场可行性分析

目前市场上有两款模式比较相似的核心竞品 APP——小强停车和爱泊车，下面来分析一下这两款产品（见图 3-7 - 3-8）。

	小强停车	爱泊车
产品定位	轻资产模式，小型初创企业，对自身定位为“车位信息平台”	重资产模式，为企业搭建智慧停车生态链
商业模式	1. 企业提供平台，通过签约停车场，使用户与车位供应商进行信息交流。 2. 解决高铁站、飞机场等高需求位置的停车问题。 3. 低价停车费用+接送机为主打模式。	1. 企业打造停车场生态，高昂的资本投入与市场先机是阻止新玩家入场的壁垒。 2. 铺设智能停车检测设备，实现停车场无人值守，提高效率与收益。 3. 设置广告位，投放汽车保养、保险等衍生服务。
用户分析	主要面向去往飞机场、高铁站的用户，未必是有车用户。	主要面向对智慧停车有需求的有车用户。
功能分析	1. 主要提供飞机场、高铁站的车位预定服务。 2. 提供机场接送机服务。	1. 主要提供市内商场、写字楼等中高端地区的车位预定服务。 2. 实时显示剩余车位数量。
运营现状	1. 在国内 59 座机场附近的部分停车场开通了车位预定服务。 2. 正在拓展城市内医院、景点等车流量较大地区的车位预定服务。	1. 在国内石家庄、北京、天津等几座城市的商圈开通了剩余车位实时显示、预定服务。 2. 正在更多城市拓展业务，实现无人化停车场管理。

图 3-7 “小强停车”APP

图 3-8 “爱泊车”APP

“知了停车”SWOT 分析	
Strengths 优势	1. 产品利用停车场现有设备进行升级，无需铺设新设备，相较于市场现有产品，商家改造成本低。 2. 产品使用场景广泛，数据流动性强，可以有效管理多个停车场，适用于地上与地下停车场的信息管理。 3. 产品使用新型 AIot 设备，搭配图像检测算法实现边缘计算，覆盖面积大并且实时的信息连通性强，利用单摄像头可对一片区域中多个车位进行管理，较传统地磁检测更为实时高效。 4. 产品通过优化的 Bi-LSTM 时间序列模型实现预测用户到达时空余车位数，填补当前市场此项功能空白。
Weaknesses 劣势	1. 目前市场上较为成熟的传统停车场管理软件，技术比较简单，易于操作，相比之下本产品技术难度略高。 2. 对于智能化程度低的停车场，由于设备老化等原因，致使本产品难以接入。 3. 在产品探索期，由于人力、物力、财力等方面的限制，以及团队成员对产品设计与管理缺乏经验，需要学习和提升的时间。

Opportunities 机会	1. 根据官方统计资料，我国城市车主平均需要花费 18 分钟来寻找车位，全国 9 成以上城市车位使用率低于 50%，2019 年汽车保有量超过 2.5 亿辆，社会停车问题亟待解决。 2. 产品功能完善齐全，拥有市场产品不包含的深度学习、AIot、图像检测等新技术，用户体验友好。 3. 2019 年 8 月，中央政治局会议确定、中国交通部正式出台《数字交通发展规划纲要》，明确提出将“智慧停车”工程纳入我国新基建体系。“智慧停车”市场前景广阔。
Threats 威胁	1. 目前，“智慧停车”市场中已有的几款 APP。其进入市场早，对停车场资源和用户资源进行了一定程度的占领。 2. 用户信息泄露风险和数据安全问题。 3. 产品核心技术保护问题。

目前的智慧停车市场中尚未存在任何一款可以在任意场景使用的智慧停车服务 APP，有的只是适用于指定城市和指定场景的受限 APP。并且功能基本只是预定车位，不是真正意义上的“万物互融，信息共享”。5G 时代的来临，人工智能、深度学习、大数据、物联网带来的技术革新，AIot 必将成为未来的技术主角。“知了停车”凭借当今新潮的技术，低投入、高效率是其优势所在，必将拥有无限的商业可能性。

参考资料：

[1] 刘博艺,程杰仁,唐湘滟,等.复杂动态环境下运动车辆的识别方法[J].计算机科学与探索 2017，11（1）：134-143.

[2] Li H，Fu K，Yan M L，et al.Vehicle detection in remote sensing images using denoizing-based convolutional neural networks[J].Remote Sensing Letters，2017，8（3）：262-270.

[3] Geiger A，Lenz P，Urtasun R.Are we ready for autono-mous driving? The KITTI vision benchmark suite[C]//CVPR，2012.

[4] Lyu S W，Chang M C，Du D W，et al.UA-DETRAC 2017：report of AVSS2017 & IWT4S challenge on advanced traffic monitoring[C]//AVSS，2017：1-7.

[5] Redmon J，Farhadi A.YOLOv3：an incremental improve-ment[J].arXiv：1804.02767v1，2018.

[6]张媛. 智能交通系统中路径优化与停车管理的研究应用[D]. 南京邮电大学, 2015.

[7]刘典，张飞舟. 城市停车场实时车位获取与分配研究[J]. 计算机工程与应用，2017, 53(7):242-247.

[8]Zhu M, Liu X. Study on Internet Finance Credit Information SharingBased on Block Chain Technology[J]. Asian Social Science, 2018,14(2):81

[9]Wang Y, Du W. Research on Data Acquisition Module Based onRogowski Coil ECT[C]// International Conference on Advanced Design and Manufacturing Engineering. 2017.

[10] WANG B， LIU Y， HEI X，et al．A parking guidance method based on parallel particle swarm optimization algorithm[C]/ / Proceedings of the 2014 Tenth International Conference on Computational Intelligence and Security．Washington，DC: IEEE Computer Society，2014: 568－ 572．

[11] LAI J， CHEN B， TAN T， et al． Phone- aware LSTM-ＲNN for voice conversion［C］ / / Proceedings of the 2016 IEEE 13th International Conference on Signal Processing． Piscataway: IEEE， 2016:177 － 182．

[12] ALEX B，BEN E．树莓派 Python 编程指南［M］．北京: 机械工业出版社，2015.

[13] ROSEB ROCK A. Install OpenCV and Python on your Rasp-berry Pi 2 and B+[EB/OL].[2016－04－10]. http: / /www.pyimagesearch.com /2015 /02 /23 / install－opencv－and－python－on－your－raspberry－pi－2－and－b / .

4 需求分析

4.1 数据需求

4.1.1 静态数据

数据项	描述	储存方式	备注
系统固定配置信息	包括设备端数目，用户数目，停车场数目，停车位总数目，文件格式等	数据库	提前规定格式
用户信息	包括用户名，密码，性别，电话，车辆信息等	数据库	user
管理员信息	包括用户名，密码，电话，性别，所属停车场，级别等	数据库	administrator
停车场信息	包括停车场名称，位置，包含停车位数目，收费价格等	数据库	parking_space
地图信息	包括通过百度地图 API 获取的数据和停车场内部地图等	文件系统	API

4.1.2 动态数据

数据项	来源	用途	备注
停车场视频	设备端实时采集的视频流和图片等	检测车位状态	采用 YOLOv3 目标检测算法
停车位数目历史数据	历史不同时刻停车场的停车位使用情况和实时更新	预测短中期趋势	采用双向 LSTM 算法
用户坐标信息	手机端的实时定位和目的地的坐标信息	展示地点信息	无
最佳停车场的路径	系统推荐模块和百度地图 API 模块	导航	无
最佳停车位的路径	系统推荐模块	导航	无
停车场数据统计报表	相关设备端和快应用端收集到的所有相关信息	展示给管理员	无

4.1.3 数据词典

名称	类型	用途	关联模块
用户信息	设备端实时采集的视频流和图片等	记录用户基本数据	用户管理模块
管理员信息	历史不同时刻停车场的停车位使用情况和实时更新	记录管理员信息	管理员管理模块
停车场信息	手机端的实时定位和目的地的坐标信息	记录停车场信息	停车场管理模块
停车位信息	系统推荐模块和百度地图 API 模块	记录停车位信息	停车位管理模块
用户停车记录	系统推荐模块	记录用户停车记录	停车和缴费模块
导航记录	相关设备端和快应用端收集到的所有相关信息	记录用户导航记录	导航模块

4.1.4 数据采集

1.停车场内的视频数据通过树莓派+摄像头组网统一获取，对停车场管理企业提供的特殊视角的视频和网上开源的数据集进行初步筛选和分析（见图 4-1）。

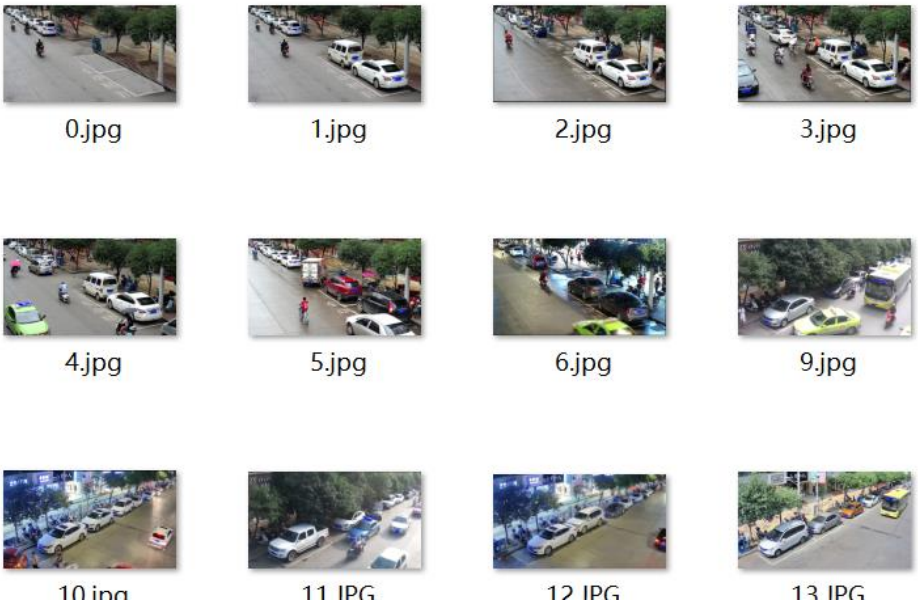


图 4-1

由于 YOLOv3 目标检测模型的训练需要大量的数据，同时为了达到更好的检测效果，团队采取在 darknet 的基础上自己训练网络模型（见图 4.1.4-2）。但由于停车场管理场景下多为监控视角，因此不能完全采用地面拍摄的车辆照片作为训练集训练 YOLOv3 模型，需要专门构建多方位多视角的车辆数据集来对模型进行训练。团队开发了简单的自动数据标注系统，利用原有 YOLOv3 算法对网络上爬取的数据集进行自动标注和修

改，不仅满足了数据集的需求，更节省了项目开发时所需的大量时间和精力，最终在 GPU 服务器上训练得到目标检测模型。

图 4-2

2.地图信息采用百度地图 api 获取；用户的数据来源于用户的注册，登陆，上传等；
3.位置信息通过快应用组件授权获取；其他相关必要信息通过网络爬虫等网上搜索可得，团队再对数据进行收集和分类。
4.停车场历史数据由停车场管理企业提供，其中包括 2019 年度该停车场所有时刻的停车位使用情况，数据在预处理和分析后作为输入序列训练网络模型。

4.2 功能需求

4.2.1 核心功能模块

实时检测停车情况、预测停车场情况、停车场和停车位导航、推荐系统、智能缴费系统

4.2.2 核心功能模块描述

表 核心功能模块描述

实时检测停车情况	检测车辆数目与位置	对实时视频每秒取帧，进行图像检测	
	计算和分析空余车位	对车辆位置信息与车位信息比对，判断车位被占用情况	
预测停车场情况	收集停车场历史停车数据	将历史数据处理成时间序列，输入至深度学习模型	
	计算用户到目的地所用时间	根据用户的起始位置到目的位置，计算路线以及到达时间	

停车场和停车位导航	展示停车场实时和短期停车情况	展现目的地附近停车场剩余停车位数目	
	导航到停车场	用户选择某个停车场后，根据定位信息实时导航	
	展示停车场所有区域停车位空余情况	用户到达停车场后，展现停车场地图以及停车位不同区域的停车位状态	
	导航到空余车位	用户选择某个空余车位后，给出从入口到该车位的最优路径	
推荐系统	向车主推荐较优的停车场和停车位	根据实时的数据分析和用户的喜好习惯推荐更适合的停车场和停车位	
智能缴费系统	根据停车时间一键扣除费用	用户选择离开停车场时，系统根据停车时长扣除费用	

4.2.3 功能用例图

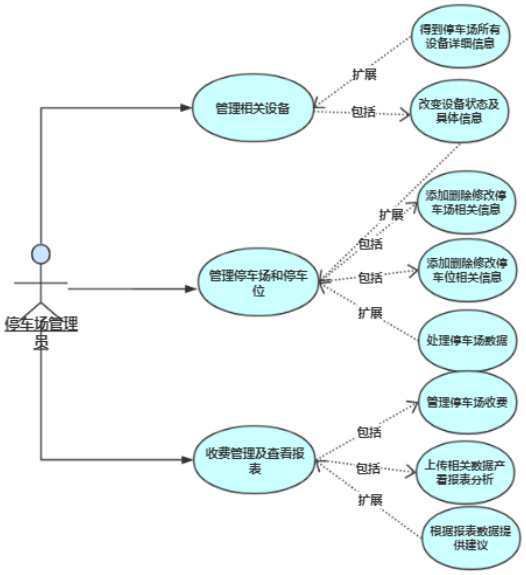


图 4-3 车场管理员功能用例图

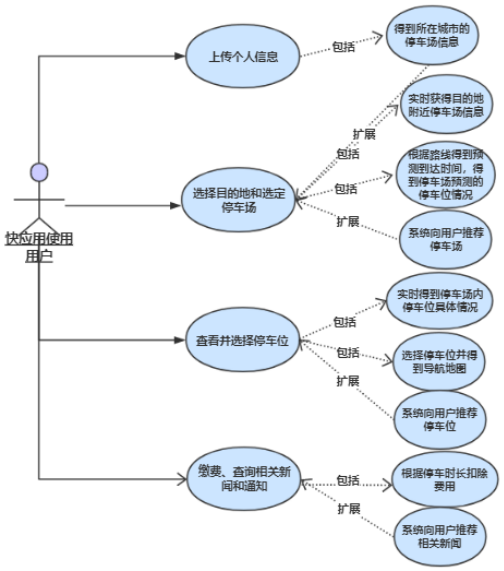


图 4-4 车主功能用例图

4.2.4 用例规约

表 图像检测用例规约

用例名称	图像检测
功能简述	将摄像头实时抓取的视频流按每秒一帧提取，将图像输入模型，模型检测车辆
用例编号	P001
执行者	ParkingServer
前置条件	树莓派上搭载深度学习环境，设置每秒定时截图并分析，对图像分区处理
后置条件	内容存储当前区域车辆数目和位置信息
涉众利益	能够快速准确得到区域内的已停的车辆数目和位置信息

基本路径	1. 摄像头实时监控区域 2. 树莓派获取视频流 3. 将视频按每秒一帧提取为图像 4. 图像处理 5. 图像识别 6. 图像分类 7. 将车辆数目、位置信息和视频返回停车场管理员和服务器
扩展路径	1. 切分图像区域，避免识别重复的车辆 2. 视频格式受损，提示管理员 3. 图像无法解析，提示管理员
字段列表	区域内车辆数目
设计规则	单独模块
未解决的问题	
备注	该内容分类部分算法基于深度学习 YOLOv3 模型，准确率高于 0.92

表　车位情况检测用例规约

用例名称	车位情况检测
功能简述	将识别到的车辆位置信息与车位信息相比较，判断每一个车位停车情况
用例编号	P002
执行者	ParkingServer
前置条件	正确识别到车辆位置信息和已知车位信息
后置条件	内容存储当前区域每个停车位停车情况
涉众利益	能够快速准确得到区域内每个停车位停车情况
基本路径	1. 接受识别到车辆的位置信息 2. 与已知车位信息相比对 3. 对每个车位判断是否有车 4. 将区域内车位情况反馈给管理员和服务器
扩展路径	1. 筛选不在区域内的车辆 2. 位置信息无法解析，提示管理员
字段列表	区域内空余停车位位置和数目
设计规则	单独模块
未解决的问题	
备注	该内容分类部分算法基于深度学习 YOLOv3 模型，准确率高于 0.92

表 停车位数目预测用例规约

用例名称	停车位数目预测
功能简述	根据用户从起始位置到目的位置的时间，预测这段时间后区域内停车场剩余停车位情况
用例编号	P003
执行者	ParkingServer
前置条件	停车场的历史数据完备和得到车主行驶时间
后置条件	内容存储一段时间后该区域剩余停车位情况

涉众利益	能够快速准确得到未来一段时间区域内空余停车位剩余情况
基本路径	1. 后台加载预测模型 2. 用户选择起始位置和目的位置 3. 系统计算大约行驶时间 4. 预测目的位置区域内停车场剩余停车位情况 5. 将情况反馈到快应用和服务器
扩展路径	1. 定位失败，提示管理员 2. 导航路径错误，提示管理员
字段列表	未来某段时间区域内每个停车场空余停车位数目
设计规则	单独模块
未解决的问题	由于数据和计算的限制，无法精确到每一个停车位具体情况；也不能保证预测结果百分百正确。
备注	该内容分类部分算法基于深度学习双向递归网络 Bi-LSTM

表 停车场导航用例规约

用例名称	停车场导航
功能简述	根据用户选择的目的地，展现周围可用停车场和具体的剩余停车位数目，用户可选择任意停车场进入导航
用例编号	P004
执行者	ParkingServer
前置条件	停车场的地图和每个停车场情况
后置条件	存储用户的导航记录
涉众利益	能够直观展现停车场状态给用户，节省选择时间
基本路径	1. 快应用实时定位用户所在位置 2. 用户选择目的位置 3. 系统计算大约行驶时间 4. 预测目的位置区域内停车场剩余停车位情况 5. 选定目标停车场后开始实施导航
扩展路径	1. 定位失败，提示管理员 2. 导航路径错误，提示管理员
字段列表	未来某段时间区域内每个停车场空余停车位数目
设计规则	单独模块
未解决的问题	由于数据和延迟的限制，无法每个时刻都与实际停车场情况一致
备注	无

表 停车位导航用例规约

用例名称	停车位导航
功能简述	根据用户到达停车场后，选择的某个停车位，系统给出从入口到该停车位的最优路径
用例编号	P005
执行者	ParkingServer
前置条件	停车场的地图和每个停车位情况
后置条件	

涉众利益	能够帮助用户快速选择空余停车位，避免时间浪费
基本路径	1. 用户选择起始位置和目的位置 2. 系统计算到停车位的最佳路径 3. 将记录展示到快应用和服务器
扩展路径	1. 导航路径错误，提示管理员
字段列表	该停车场每个区域内停车位实时状态
设计规则	单独模块
未解决的问题	由于实时性等问题，可能少数空车位在短时间内会发生变化
备注	该内容部分算法基于优化后的导航路径算法

表 停车场推荐用例规约

用例名称	较优停车场推荐
功能简述	根据用户选择的目的地，考虑停车场车位和用户上传相关信息等综合因素，推荐较优的停车场
用例编号	P006
执行者	ParkingServer
前置条件	停车场空余车位情况和用户的相关信息等综合因素
后置条件	
涉众利益	能够帮助用户快速选择比较适合的停车场
基本路径	1. 系统初始化 2. 记录用户记录及个人偏好综合信息 3. 计算目的地位置停车场推荐指数 4. 智能推荐 5. 将情况反馈到快应用
扩展路径	定位失败，提示管理员
字段列表	
设计规则	
未解决的问题	
备注	

表 停车位推荐用例规约

用例名称	较优停车位推荐
功能简述	根据用户选择的停车场，考虑车位位置情况和用户上传相关信息等综合因素，推荐较优的停车位
用例编号	P007
执行者	ParkingServer
前置条件	车位位置情况和用户的相关信息等综合因素
后置条件	
涉众利益	能够帮助用户快速选择比较适合的停车位
基本路径	1. 系统初始化 2. 记录用户记录及个人偏好综合信息 3. 计算停车位推荐指数等情况 4. 智能推荐，将情况反馈到快应用

扩展路径	定位或停车位加载失败，提示管理员
字段列表	
设计规则	
未解决的问题	
备注	

表 登陆注册用例规约

用例名称	用户登录/注册
功能简述	用户根据快应用授权模式，填写相关信息进行登陆/注册
用例编号	P008
执行者	ParkingServer
前置条件	在进行登陆操作时在后台数据库中存在该用户信息
后置条件	
涉众利益	保证用户正常登入登出，不泄露隐私
基本路径	1. 用户同意快应用授权登陆 2. 填写相关信息进行注册 3. 快应用端将相关信息发送到服务器，在数据库中添加用户 4. 登陆成功
扩展路径	注册时检测用户是否已注册过，提示相关信息
字段列表	数据库中存储用户相关信息
设计规则	
未解决的问题	
备注	

表 智能缴费用例规约

用例名称	智能缴费
功能简述	通过快应用和服务器实时记录用户停车时间，根据停车价格自动在快应用端进行扣费
用例编号	P009
执行者	ParkingServer
前置条件	用户授权快应用自动缴费
后置条件	
涉众利益	使用户节省大量时间，节约停车场人工收费成本
基本路径	1. 用户同意授权快应用自动缴费 2. 后台和快应用记录用户停车时间 3. 用户选择结束停车后，系统自动扣费 4. 倘若确定无误，费用转至停车场
扩展路径	
字段列表	
设计规则	
未解决的问题	
备注	

4.3 性能需求

4.3.1 时间特性

1. 响应时间：手机用户在发送了请求后，服务器返回最新的车位情况，并且实时更新。
2. 更新处理时间，在停车场数据发生变化的时候，更新服务器数据，与预测的数据。
3. 摄像头在获取了停车场数据后，现利用安装在摄像头上的微型计算机进行边缘处理。上传预处理后的信息，减轻服务器的计算压力，缩短图像识别的时间。

4.3.2 适应性

1. 用户未按照规定路线行驶，规划新的路线并且，重新计算时间，重新预测停车位的剩余数量。
2. 摄像头实时检测停车场内的车辆数量，如果在车主未到达前预测出现了明显的偏差，可能导致无法停车时，为用户提供更好的停车方案。
3. 硬件设备摄像头出现故障的时候，不仅对管理人员提供错误提示信息，也会在用户快应用端提供实时数量误差提醒。

4.4 界面需求

4.4.1 实时显示停车空位数模块

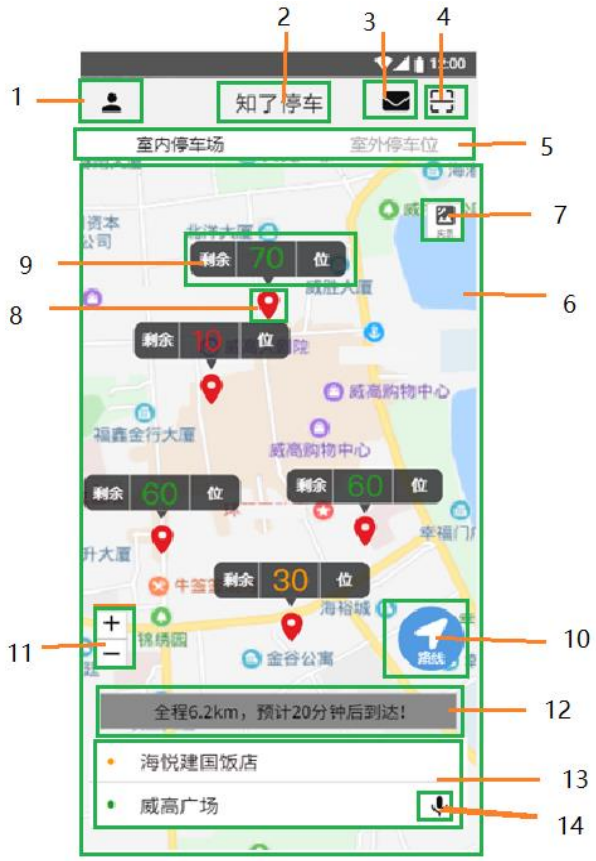


图 4-5

图 4-6

组件元素：

1. 按钮：查看用户详细信息
2. 文字：软件名称
3. 按钮：查看提醒
4. 按钮：扫描停车场二维码，获取停车场地图
5. 按钮：选择室内停车场于室外停车场
6. Map 组件
7. 按钮：查看实景
8. 标记：标记停车场位置
9. 提示框：显示停车场信息
10. 按钮查看导航
11. 按钮：地图放大于缩小
12. 提示框：路程详细信息
13. 输入框：自动定位起点，输入终点
14. 语音输入

界面功能：

1. 提供用户输入目的地名称图形界面接口。
2. 提供用户查看目的地附近停车场情况图形界面接口。

4.4.2 预测停车场情况模块

图 4-7

图 4-8

组件元素：

1. 按钮：查看用户详细信息
2. 文字：软件名称
3. 按钮：查看提醒
4. 按钮：扫描停车场二维码，获取停车场地图
5. 按钮：选择室内停车场于室外停车场
6. Map 组件
7. 按钮：查看实景
8. 标记：标记停车场位置
9. 提示框：显示停车场信息
10. 提示框：路程信息
11. 文本输入框：定位获取当前地址，输入目的地
12. 按钮：语音输入信息

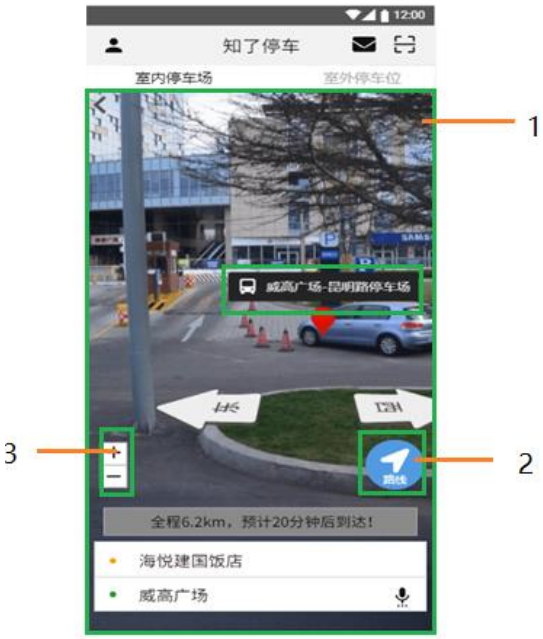


图 4-9

图 4-10

组件元素：

1. 图片：显示实景
2. 切换到线路界面
3. 按钮：图片放大于缩小

1. 按钮：查看实景图片
2. Map：查看导航路线
3. 提示栏：提示目的地
4. 导航路线

界面功能：

1. 提供用户查看当前停车场当前剩余空位数情况。
2. 提供用户查看路程耗时情况。
3. 提供用户查看相应时间后预测的剩余空位数情况。
4. 提供用户查看停车场实景图片的图形界面接口。
5. 提供用户查看停车场路线导航的图形界面接口。

4.4.3 推荐模块

图 4-11

图 4-12

组件元素：

提示符：智能推荐目的地附件停车场

界面功能：

1. 提供用户选择导航到最佳停车场的图形用户接口。
2. 提供用户选择导航到推荐停车位的图形用户接口。

4.4.4 停车场内精准导航模块

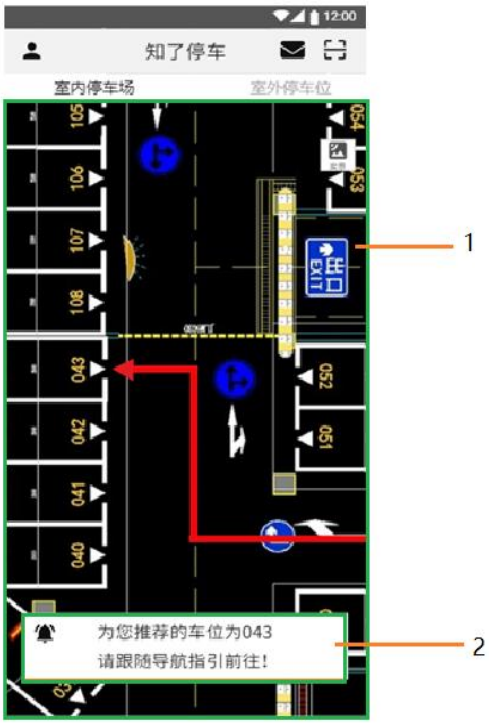


图 4-13

组件元素：

1. image：由服务器生成停车场内的导航路线图
2. 提示栏

界面功能：

1. 提供用户跟随导航前往推荐停车位的操作。

4.4.5 资料卡片

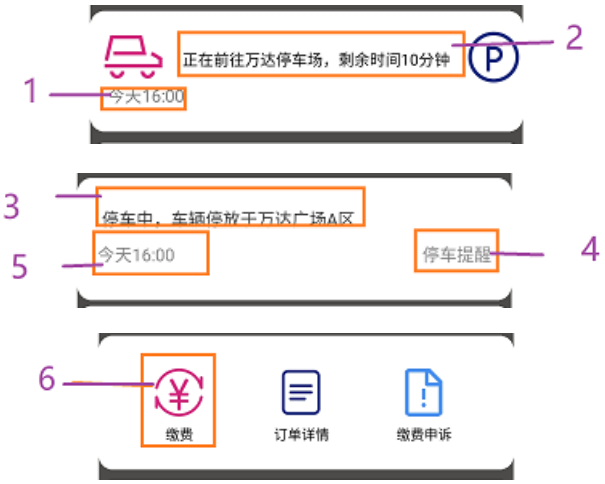


图 4-14

组件元素：

1. Time:时间提示，显示当前时间
2. Text：导航状态提示，显示导航的目的地
3. Text：停车地点提示，显示用户的车辆停放位置
4. Text:卡片种类提示，显示卡片的功能信息
5. Time:时间提示
6. Image：点击进行缴费

界面功能：

1. 在不打开快应用的情况下，对当前停车进程的查看。
2. 查看车辆停放位置功能。
3. 自动缴费功能。

4.5 接口需求

4.5.1 硬件接口

硬件	接口	调用方式	提供服务
摄像头	获取停车场实时图像	停车场控制中心对摄像头进行调用	获取停车场实时图像
树莓派	获取摄像头的图像，并将处理好的数据发送给控制中心	停车场控制中心对树莓派进行调用	图像的预处理，与传输中介
显示板	根据输入的信息显示相应的内容	LED 显示板控制程序进行调用	显示停车场车辆情况与区域导航

4.5.2 软件接口

软件接口	服务提供者	输入	输出	接口作用
车辆识别	知了停车车辆识别 API	视频流	在停车位中车辆相关信息	提供车辆识别服务
车位预测	知了停车车位预测 API	目标停车场，时间（分钟）	在输入时间后预测的车位数	提供车位预测服务
地图导航	百度地图导航 API	起始地与目的地的经纬度	起始地与目的地路径上的点	在快应用中提供导航服务
经纬度到地点名称的转换	百度地图经纬度解析 API	地点经纬度	地点的中文名称	在快应中对使用者位置进行描述
地址模糊查询	百度地图经地址模糊查询 API	所在的城市（可选），目的地地址（模糊）	返回一系列使用者可能输入的地址	在用户查找目的地时，帮助用户查找地点名称

4.6 其他需求

1. 简洁性：用户停车服务主要在快应用端开展，整个功能应该简单直观，容易上手，摒弃 app 的复杂特性，着重在场景下解决问题。
2. 安全性：在摄像头端进行了边缘处理，使得停车场的监控信息不用上传，保证了监控的保密性与安全性。
3. 可使用性：本产品基于快应用，即开即用，使用方便，并且减少不必要的冗余的功能，可用性高。
4. 可移植性：本产品基于快应用开发，可以容易的移植到 Web 与微信小程序端等。
5. 扩展性和可维护性：产品在设计过程中考虑到了未来的维护以及进一步的扩展，根据需求，将软件划分为几个相互独立的模块，定义出各模块间的调用关系和数据交换方式。后期维护可以对较小的单位进行；并且后期可以进一步精简模型和快应用端的服务，增大能够承受的并发量，实现更好的用户体验。

5 概要设计

5.1 处理流程

5.1.1 逻辑流程图

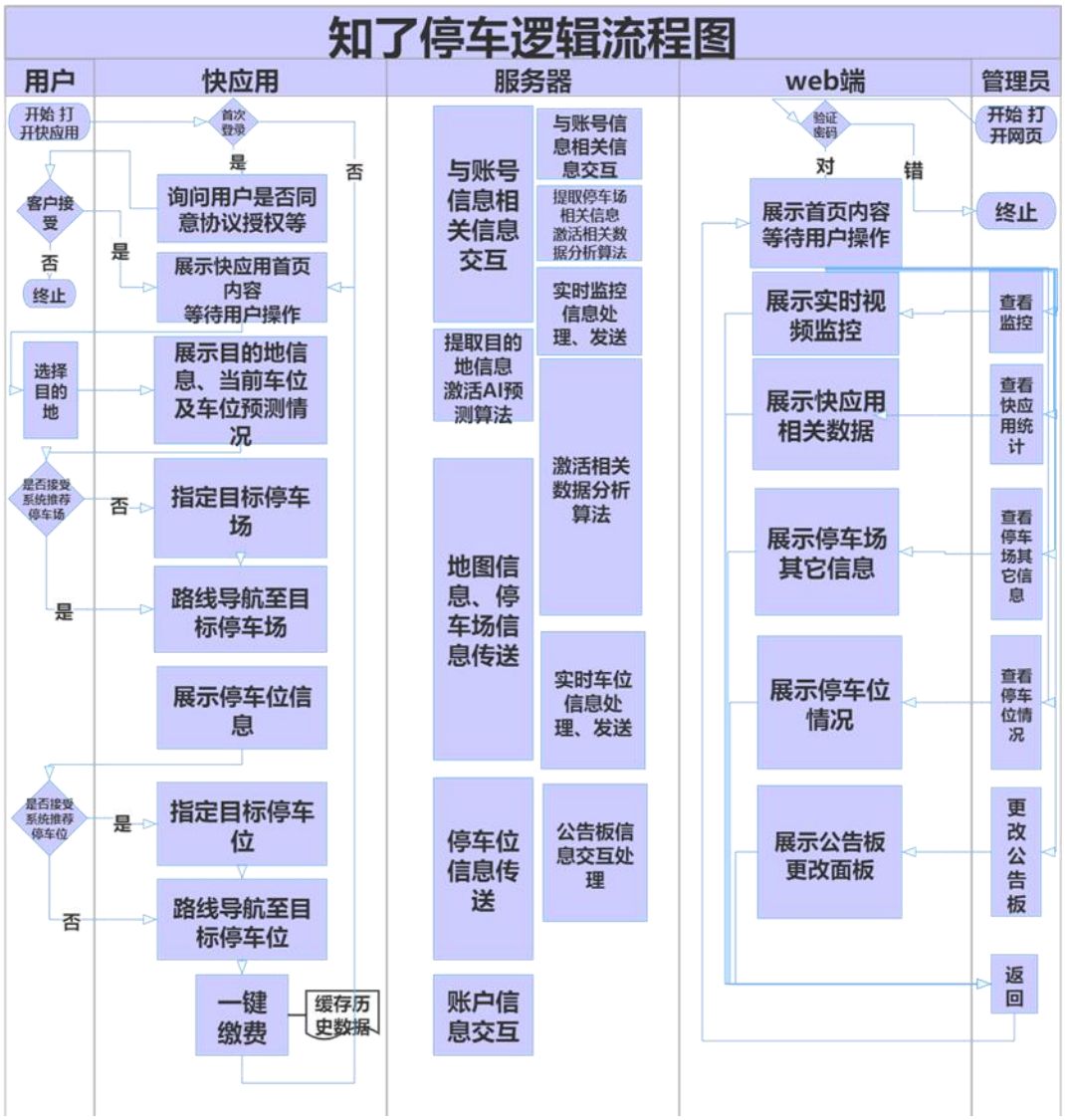


图 5-1 逻辑流程图

产品与用户交互的两个部分分别为快应用与 Web 页面，**操作逻辑**介绍如下：

1. **快应用**：用户登录，若为首次登录，则需授权快应用获取相关信息。登录后进入主界面，可以在地图上选择自己的目的地，并获得停车场信息展示、附近停车场推荐、停车位剩余情况预测等服务，并可在停车完成后由快应用系统进行一键缴费。相关信息将在保护用户隐私的前提下缓存本地或者上传云服务器数据库以便为用户提供更良好的服务。
2. **Web**：管理员登录。登录成功后进入主页面，直观看到停车场收入、停车场故障、停车位剩余等等停车场概况。通过顶部按钮，可调出：快应用概况、停车场用户

消费率、实时视频监控、公告板修改、停车位情况监控等五个面板。

5.1.2 数据流程图

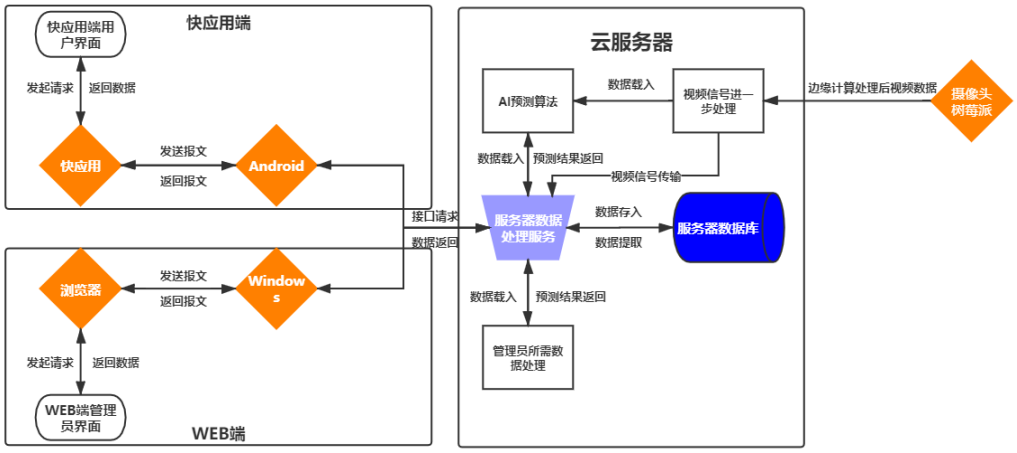


图 5-2 数据流程图

产品数据流逻辑如下：

宏观上，云服务器与外部的移动端快应用、Web 端、设备端进行数据交互。其中：

1. **用户**通过快应用界面、快应用后台、Android 操作系统与云服务器进行交互；
2. **管理员**通过 Web 界面、浏览器、Windows 操作系统与云服务器进行交互；监控摄像设备在本地将视频信息进行边缘计算处理后，将简化的数据传送给云服务器。
3. **云服务器内部**，相关数据被交送对应的模块，如，AI 预测模块、视频数据处理模块、一般数据处理模块等，需要长期存储的数据则被存储在云服务器的数据库中。

5.2 总体结构设计

访问方式上，针对普通用户与停车场管理员两类用户群体，我们设计了两种访问方式：快应用与网页浏览。其中**快应用**采用快应用技术平台给予的开发能力进行开发，依托快应用联盟移动设备中的快应用解释器进行展示；**Web 页面**应用 Vue 框架与 Flask 框架进行开发，依托 Web 浏览器进行展示。

业务上：我们为用户提供了停车位情况实时展示、AI 停车位预测、导航、监控实时画面展示、数据多样化展示等功能。

底层逻辑上：我们依托云服务器以及团队自主设计的智能摄像头进行数据的采集、存储、运算与分发。云端的数据库、AI 预测算法，智能摄像头的图像识别边缘计算算法均经过不断优化，以提供更高效的服务。

下面介绍我们应用的部分技术的技术特点：

Flask 是一个使用 Python 编写的轻量级 Web 应用框架。其 WSGI 工具箱采用 Werkzeug，模板引擎则使用 Jinja2。Flask 方便了我们的 Web 端页面与服务器交互功能的编写；Vue 是一套用于构建用户界面的渐进式 JavaScript 框架，它方便了我们 js 脚本的开发。

快应用使用前端技术栈开发，原生渲染，同时具备 HTML 5 页面和原生应用的双重优点。用户无需下载安装，即点即用，享受原生应用的性能体验。“快应用”具有“免安装、免存储、一键直达、更新直接推送”四大体验优势，“快应用”将使用户通过手机更容易获取到自己所需的服务。快应用极大地方便了我们的移动端开发，使得一些比较艰难的移动端开发工作可以较方便地完成。

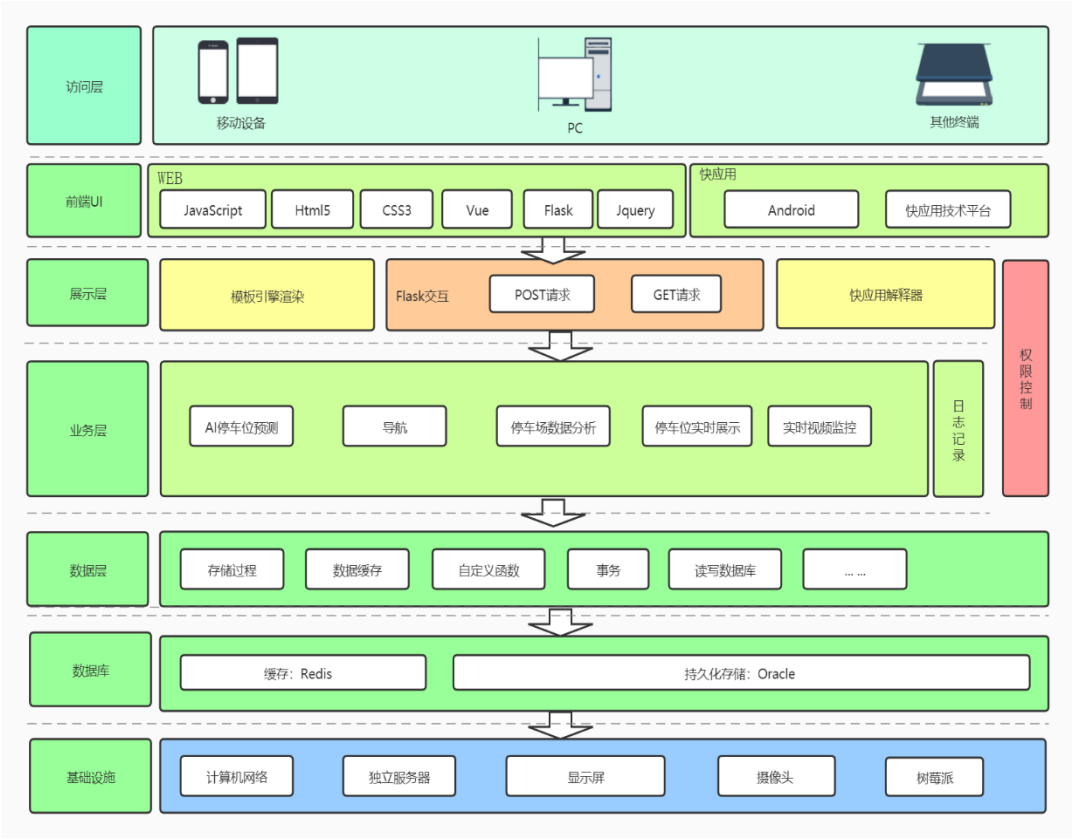


图 5-3 “知了停车”部署图

5.3 功能设计

知了停车系统的功能模块根据用户群体不同，分别通过两个入口展现：快应用端与 Web 端（见图 5-4）。

1. 快应用端直接面向普通用户，其子功能模块有：界面展示模块、地图实时展示模块、停车位预测模块、导航模块、用户管理模块等。
2. Web 端面向停车场管理方，其子功能模块有：界面展示模块、各类数据展示模块、监控画面直播模块、公告牌设置模块等。

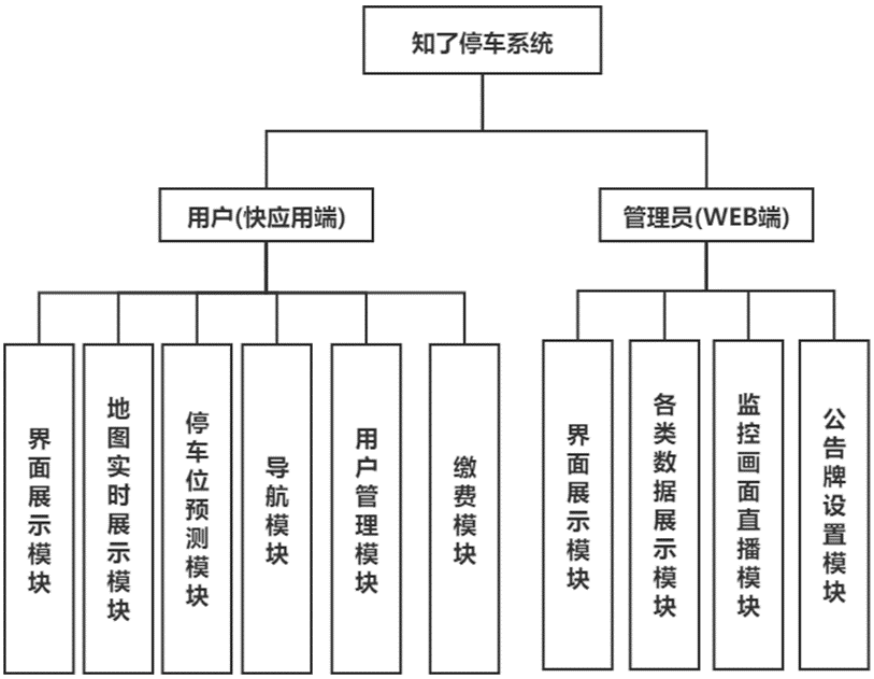


图 5-4 系统功能模块

5.4 用户界面设计

5.4.1 快应用端：

1. 用户登录主界面，用户登录后显示的界面，背景为当前定位的地图，用户基于此界面进行各种操作。（见图 5-5）

图 5-5

2. 搜索界面，用户点击下方的输入框，可以输入地址，根据百度地图提供的 api 对输入信息进行模糊搜索，搜索本市的地址信息，供用户选择。（见图 5-6 - 5-7）

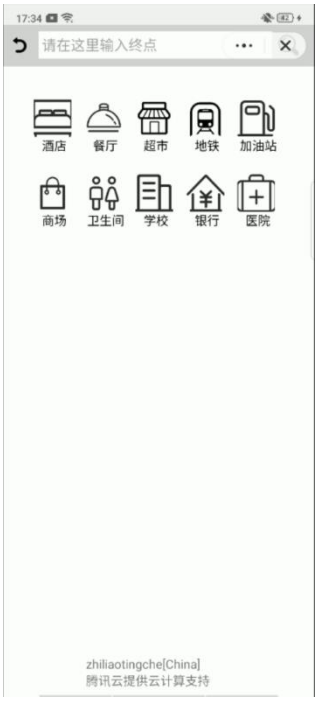


图 5-6

图 5-7

3. 用户在选择了目的地址后返回主界面，会根据目的地路程，时间，停车场车位等信息综合计算，在目的地附件 500M 范围内的推荐合适的停车场，点击室外或者室内停车场按钮后将分别显示不同种类的停车场。点击地图上的坐标会呈现出停车场的车位情况（见图 5-8 - 5-10）。

图 5-8

图 5-9

图 5-10

4. 点击图片按钮将展现当前选择停车场的图片，选择感叹号按钮将在地图上标准危险

区域（保留了接口，在平时可以不启用，但在遇到突发事件时候启用）(见图 5-11 - 5-12)。

图 5-11

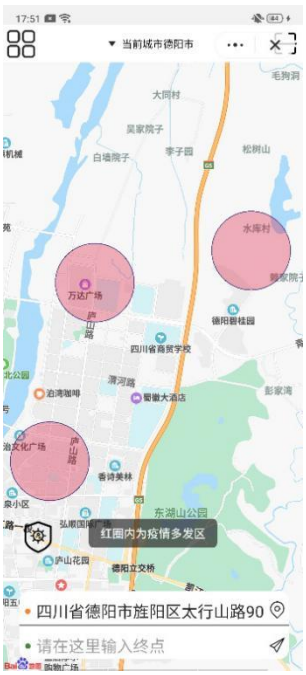


图 5-12

5. 选择好停车场后点击导航按钮，根据用户提供的出发点坐标与目的地坐标，调用百度地图 api 返回导航路线，到达目的地后导航自动结束在用户选择许可后推荐停车位（见图 5-13 - 5-16）。

图 5-13

图 5-14

图 5-15

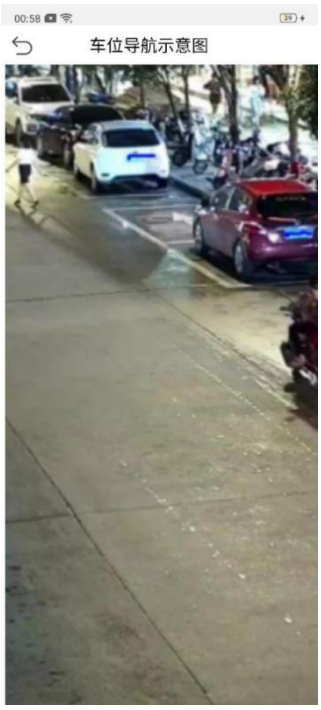


图 5-16

6. 其他辅助功能界面（见图 5-17 - 5-18）。

图 5-17

图 5-18

7. 资料卡片

图 5-19

图 5-20

图 5-21

资料卡片显示在负一屏上：

1. 在快应用进行导航时显示图 5-19 的导航卡片（导航功能提示）。
2. 在车辆停放时显示图 5-20，可以帮助用户快速找到车辆位置（停车场找车服务）。
3. 缴费时用户不必打开快应用，在图 5-21 上便可完成缴费操作（缴费服务）。

5.4.2 Web 端：

1. 登录：登录页面简洁美观，提供安全的身份核实服务和基本的登录注册功能。

图 5-22

2. 主面板：实时展示主要信息

图 5-23

核心模块	功能
室外地图及停车场位置标识、简介	查看和更改地图上的标识、停车场信息的概述等。
停车位剩余情况及异常情况	查看设备和停车位详细情况，根据所展示的停车位情况调整相关策略
本月停车场异常及用户投诉情况统计	了解用户投诉的详细情况，并进行处理。并通过了解用户的建议情况以改进服务。
注册用户总数	即时掌握注册本停车公司会员的流量
停车场分区域详情	停车场各区域的车辆详细出入情况，制定不同的引导策略
其他模块	展示停车场日车辆驶入数、快应用日浏览量、日活用户展示

主面板其它信息入口：

快应用汇总看板、停车场汇总看板、视频监控、公告牌设置、停车位监控、停车场驶入驶出高峰时段统计。

1. 快应用情况汇总：

1) 显示用户差评情况：评论总数、差评数量、差评率

2) 本停车场被查询情况：区域查询总数、本停车场被查询次数、被查询占比

3) 快应用用户充值情况

4) 流量入口统计：快应用搜索、快应用卡片、二维码

5) 近 30 天注册用户增量统计

图 5-24

2. 停车场综合看板：展示每日的活跃用户数目、日收入以及每日的用户消费率。

图 5-25

3. 视频监控直播：为停车场管理员省流低延迟直播停车场内各区域情况，实时监控区域情况。

图 5-26

4. 停车位情况：实时展示各区域各车位空位、占用或故障情况。

图 5-27

5. 停车场车辆出入状况：直观展示一周中每天车辆驶入/驶出的高峰时间。

图 5-28

5.5 数据结构设计

项目整体结构设计：

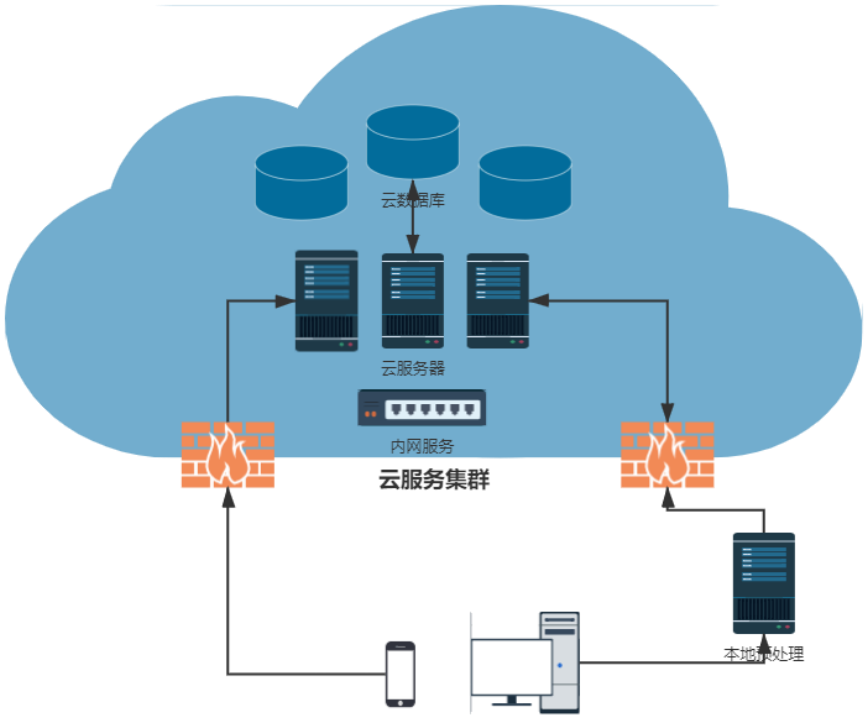


图 5-29

数据库逻辑结构设计：

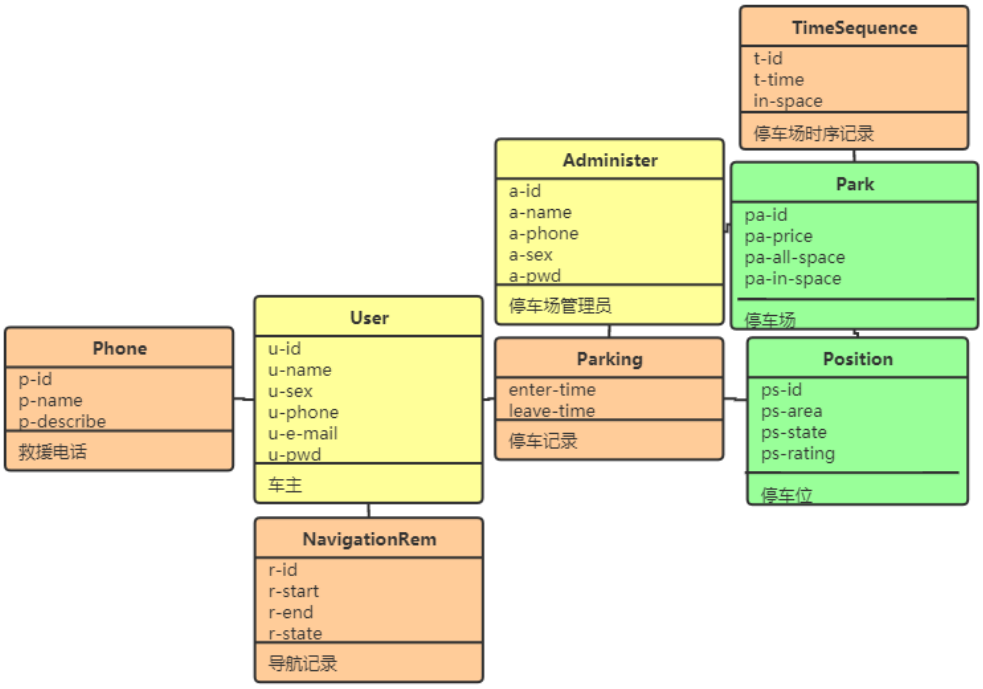


图 5-30

5.6 接口设计

5.6.1 外部接口

1. 用户接口

（1） 快应用端：

1.提供获取用户设备识别码、手机号、位置、摄像头、存储等移动设备权限授权的接口
2.提供用户开启快应用卡片功能的接口
3.提供用户写入以及读取合法云端服务器信息的接口

（2） Web 端：

1.提供管理员输入账号、密码的接口
2.提供查看各类数据的接口
3.提供观看监控设备直播的接口
4.提供操控公告板的接口

2．软件通讯接口

1. quick_register
   快应用用户注册
2. quick_login
   快应用用户登录
3. quick_alter_self
   快应用用户个人信息修改
4. quick_up_self
   实时上传定位和个人相关信息至服务器，获得具体城市的地图信息
5. quick_up_aim
   实时上传目的地信息至服务器，获得目的地周围的停车场的剩余停车位和预测到达时的剩余停车位
6. quick_recommend_out
   服务器计算目的地周围停车场推荐系数，向用户推荐较优停车场，并根据百度地图 API 获得导航路径
7. quick_recommend_in
   更新定位信息，到达停车场后向推荐较优停车位，获得停车位导航路径和实景图
8. quick_comment
   对停车场体验进行评分和反馈
9. web_register
   web 端管理员注册
10. web_login
    web 端管理员登录
11. web_alter_self
    web 端管理员个人信息修改
12. web_camera
    实时查看停车场每一处的视频
13. web_history
    对停车场历史时刻的停车记录分析，生成不同的报表
14. web_alter

修改停车场相关信息，设置停车位具体数目和停车价格等

15. web_up

上传停车场外部和内部地图，生成平面模拟图像

16. web_realtime

停车场车位数据的实时更新

5.6.2 内部接口

1. 界面交互层

	描述信息			接口名称	接口内部逻辑概述
界面交互层	快应用端	地图模块	地图展示	百度地图	通过快应用提供的百度地图组件，为用户展示地图
			搜索	位置搜索	利用快应用提供的百度地图组件，为用户提供搜索位置服务
				停车场搜索	利用快应用提供的百度地图组件，结合手机定位，为用户提供搜索位置服务
			导航	常规导航	利用快应用提供的百度地图组件，为用户提供常规导航服务
				停车位导航	为用户提供停车场内部的地图
		缴费模块	自动缴费	自动缴费	通过快应用与服务器数据库的联动，为用户提供自动缴费服务
			手动缴费	手动缴费	通过快应用、服务器完成对支付宝、微信的调用及信息交互
		用户信息模块	设备授权	设备授权	通过调用设备的用户账号登录，并互通用户信息
			独立注册	独立注册	通过用户输入选择完成账号注册登录，并储存信息于服务器
			游客登录	游客登录	快应用记录游客操作信息并储存于服务器
	Web 端	数据展示	当前数据展示	当前数据	自服务器获取指定类型当前数据并格式化展示在页面
			中短期预测	预测数据	自服务器获取指定类型预测数据并格式化展示在页面
		监控直播	监控显示	监控显示	自服务器获取监控画面并展示在 Web 页面

			监控回看	监控回看	自服务器获取储存的监控画面并展示在 Web 页面
		公告牌更改	公告牌更改	公告牌更改	自 Web 端获取用户输入的文本信息，中继服务器传输至公告板

2. 逻辑层

描述信息			接口名称	接口内部逻辑概述
逻辑层	图像处理	视频处理	处理成帧	获取关键帧 通过输入的视频，每秒提取一个具有代表性的关键帧，加入待检测的图片序列
		车辆检测	初始化	加载目标检测模型
			检测图片序列	输入待检测的图片序列，获得图片中车辆数目及位置等信息
		位置分析	初始化	加载车位判断模型
			判断泊位状态	批量地将车辆的坐标信息与停车位信息比较，判断空余泊位
	泊位预测	时间序列处理	停车流量统计	通过对基本车流量数据进行预处理后按单位时间划分序列数据
		中长期预测	初始化	加载预测模型
			预测将来泊位	输入未来时间，获得预测的泊位数量
	系统推荐	推荐最佳停车场	停车场推荐系数计算	通过输入行驶时间，剩余停车位数量，距离目的地距离，停车场反馈等信息计算目的地周围停车场对用户的推荐指数，推荐最佳停车场
			获取路径	输入目的停车场和起点，根据百度 API 给用户推荐最佳到达路径
		推荐最佳泊位	泊位推荐系数计算	通过输入泊位行驶时间，安全性，入库难度等信息计算停车位推荐系数，推荐最佳泊位
			获取路线	输入推荐泊位，获得最优泊位路线）
	自动缴费	进出识别	获取到达时间	输入定位信息及用户确认停车等信息，判断进入泊位的时间戳
			获取结束时间	输入用户确认停车结束等信息，获得结束时间戳
		账单生成	获取账单	输入停车时间段和停车场价格，获得停车费用账单

3. 数据层

描述信息			接口名称	接口内部逻辑概述
数据层	用户管理	申请账号	账号申请	用户通过快应用发送申请请求，数据库检查数据的合法性与标准，在用户表中添加信息
		登录	登录成功	核对用户账号与密码，如果在数据库找到相关信息，则返回允许登录信息
			登录失败	核对用户账号与密码，若未在数据库找到相关信息，则返回登录失败，需要用户重新输入信息
		更改个人信息	初始化	根据用户创建账号信息建立个人信息档案
			更改	用户提交更改申请，服务器检测数据合法性后进行更改操作
	停车场信息实时跟新	实时更新	停车场停车位信息更新	建立时钟，定时更新停车场信息，不同停车场分配不同时间，减少数据集中在同一时间处理
		实时预测	预测停车位	深度学习预测未来停车数
			预测将来泊位	当更新停车位数据库后，预测实时跟新
	系统推荐	新闻与广告	数据新闻	网络爬虫，爬取用户所在地附件的交通信息新闻的，并推荐给用户
			广告	投放交通方面的广告
		邮件	邮件推送	用户执行的重要操作，与管理员反馈的信息通过更改用户邮件数据库，通知用户
	自动缴费	停车场进出记录	获取到达时间	用户到达停车场后，添加数据库内容，作为用户记录保存
			获取结束时间	输入用户确认停车结束，添加数据库内容，作为用户记录保存
		账单生成	获取账单	输入停车时间段和停车场价格，根据用户是否支付，生成数据，添加到数据库

5.7 错误/异常处理设计

5.7.1 错误/异常输出信息

服务器端错误/异常输出信息

出错或故障	系统输出信息	处理方法
用户名与密码不匹配	用户名或密码错误	不允许登录并通过 log 打印失败信息
服务器未连接	服务器连接异常	Log 打印连接失败的用户信息与服务器信息

请求数据异常	数据请求格式异常	Log 打印用户数据异常
停车场数据请求超时	数据请求超时	提示框提示数据请求失败
用户输入非法信息格式	信息非法	Log 打印用户信息与错误的数据
停车场数据更新超时	数据更新超时	Log 打印错误原因，与超时停车场信息
预测停车场失败	预测停车场失败	Log 打印错误原因

快应用端错误/异常处理

出错或故障	系统输出信息	处理方法
用户名与密码不匹配	用户名或密码错误	提示框显示登录失败
定位失败	提示定位失败	提示框提示定位失败
目的地附件无停车场	提示无停车场	提示框提示无停车场
目的地不存在	目的地不存在	提示框提示变更路线
导航偏离线路	路线偏移	提示框提示变更路线
预测数目呈现较大偏差	预测偏差	出现在预测范围外的偏差,提醒框通知用户更改停车场
服务器请求失败	服务器请求失败	提示框显示服务器连接失败检测网络连接状态，重新请求服务器
新闻连接失效	新闻连接失效	提示框显示新闻连接失败,记录失效连接，服务器及时更改连接
用户输入非法信息格式	信息非法	提示框显示未按照格式输入信息

5.7.2 错误/异常处理对策

1. 性能降级：根据我们开通的服务器资源计算目前可以支持 2000 名用户同时访问服务器，在系统软硬件故障的时候，由 1000 ,600 ,300 对同时访问用户进行降级。
2. 熔断机制，如在性能降级后，服务器性能依旧没有好转，触发熔断机制，暂停服务器使用 5min，并由备用服务器模块维持面向用户的基本服务需求。
3. 再启动，在服务器处理任务多采用性能降级，熔断机制均无效的情况下，由管理员进行服务器的再启动。

5.8 系统配置策略

移动端：移动端快应用，利用快应用开发框架，前后端统一开发
Web 端：vue 开发框架、flask 开发框架
服务器端：Anaconda、java、tomcat、tensorflow、MySQL 数据库
硬件模块：

1. 停车场硬件设备由摄像头与树莓派构成（见图 5-31），树莓派通过接口获取摄像头的数据，支持 WiFi、蓝牙。就像是将电脑集成到了一块电路板上的微型电脑，可以直接开发，并用部署于树莓派上的 yolo v3 进行图像识别。

图 5-31 树莓派搭载摄像头

2. 针对大型地下复杂停车场，除了快应用导航外，还可以设置硬件辅助系统（见图 5-32）帮助用户 到达指定区域。

图 5-32 LED 引导屏

针对我们项目的特点，不同模块的计算要求是不同的，对资源的占用量也是不同的，更重要的是他们对于我们服务的重要程度也是不同的。所以，不同模块所在的服务器配置情况也是不同的。此外，我们注意到核心服务部分可以进一步作出细分，进行一定程度的上的并行处理，从而使整体服务器集群的性能进一步提升。

资源配置情况如下：

服务器	处理器	图形	内存	硬盘	网络均速
笔记本电脑	2.7GHz Intel i7	GTX1050	12GB	256GB	2M/s
树莓派 4B	1.4GHz 4 核		4G		2M/S

5.9 系统部署方案

服务器资源：腾讯云服务器
软件资源：Windows、CentOS 7.5.1804、WebStorm、PyCharm、git、快应用开发工具
运行环境：Windows 各主流版本、Android 各主流版本
数据库资源：MySQL

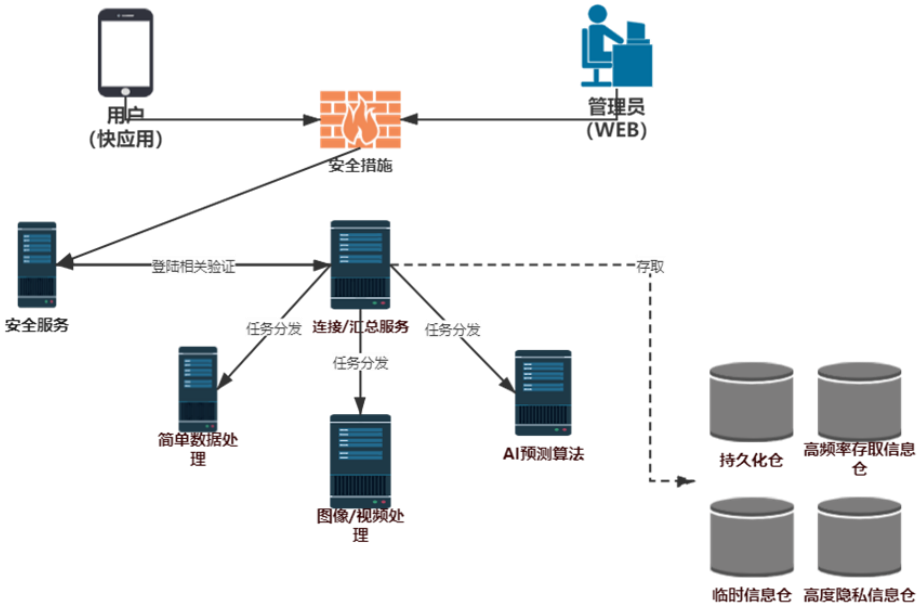


图 5-33

各类用户的请求经网络安全措施、服务器安全检测之后，由服务器连接/汇总模块按照服务种类以及服务的计算能力要求分发至不同处理模块：简单数据处理、图像/视频处理、AI 预测算法等模块。相关数据与服务器端的数据库进行交流，数据库也根据数据的不同类型进行了模块的划分：持久化仓、高频存取信息仓、临时信息仓、高度隐私信息仓。

模块的划分极大地提高了服务器的算力利用效率，节省了数据库空间，提高了数据存取能力，进而为各类用户提供了更安全快速的服务。

服务器模块	处理数据类型	压力估计	资源占用
安全服务	登录验证	低	低
	服务请求合法性验证	低	低
连接/汇总服务	服务资源占用估计	中	中
	服务分发	中	中
简单数据处理服务	快应用端简单信息请求	低	低
	Web 端简单信息请求	低	低
	服务器其它模块简单信息处理	低	低
图像/视频处理	视频数据处理为 Web 端视频流	高	高
	视频数据处理为有效图片	高	高
	图片处理，获得停车位占用数据	高	高
AI 预测算法	运行 AI 预测算法，获得预测信息	中	高

数据库模块

数据库模块	处理数据类型	空间占用	指令频率
持久化仓	用户一般账户信息	中	低
	交易信息	中	低
高频存取信息仓	短时内视频信息	中	高
	停车场信息	中	高
临时信息仓	用户当前操作流程	低	低
	用户请求	低	低
	服务器其它模块简单信息处理	低	低
高度隐私信息仓	用户、停车场敏感信息	中	低

5.10 其他相关技术与方案

1. 团队基于 MVVM 的设计模式快应用开发：

快应用是一种新的应用形态，以往的手机端应用主要有两种方式：网页、原生应用；网页无需安装，却体验不是很好；原生应用体验流畅，却需要从应用商店下载安装，难以一步直达用户；快应用的出现，就是希望能够让用户无需下载安装，并且还能流畅的体验应用内容。快应用使用前端技术栈开发，原生渲染，同时具备 H5 与原生应用的双重优点，开发者使用的前端技术栈资料多，学习成本低。使用 MVVM 的设计模式进行开发，开发者无需直接操作 DOM 节点的增删，利用数据驱动的方式完成节点更新。

2. 公共安全视频监控联网系统的国家标准 GB/T 28181 标准，核心组件由如下部分组成：

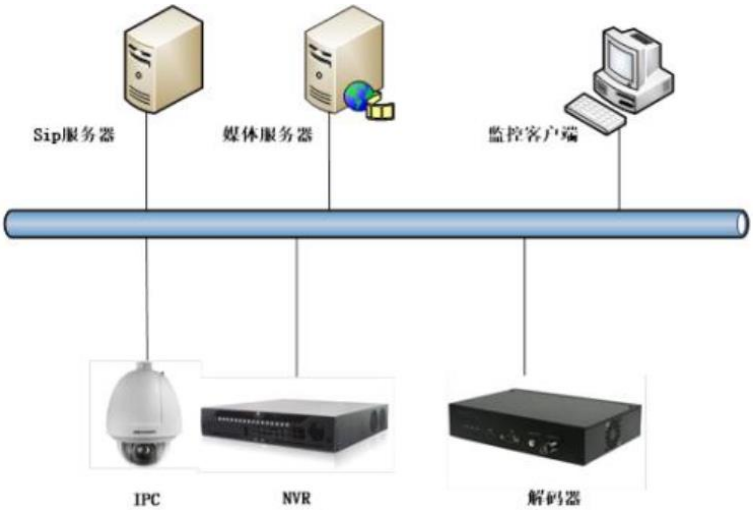


图 5-34

6 数据库设计

6.1 数据库软件支持

1. 数据库选用：使用 MySQL 进行数据的存储。
2. 数据库部署：数据库部署在阿里云服务器上，通过宝塔面板提供的 phpMyAdmin 对数据库进行可视化，并且建立数据库。

3. 数据库连接：快应用向阿里云上的 nodejs 发送请求，读取或者修改数据库数据并返回结果。

6.2 数据库 E-R 图

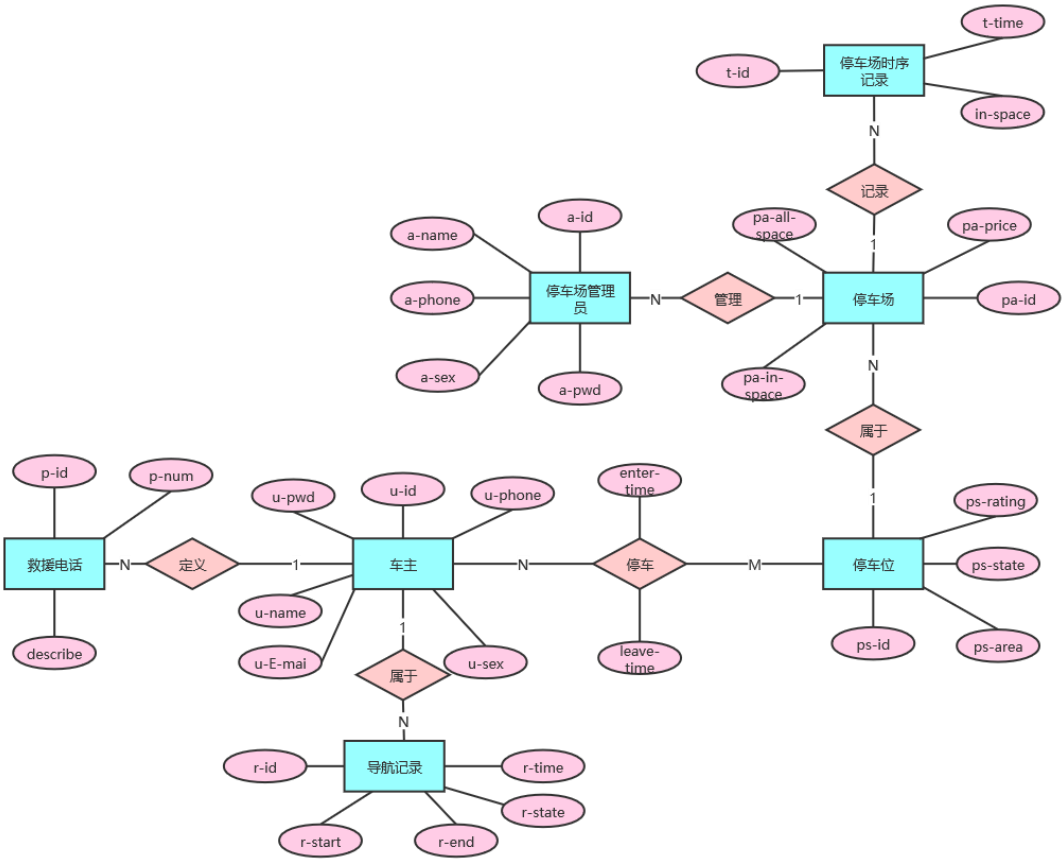


图 6-1

6.3 数据库数据项格式说明

数据项编号	数据项名	数据项含义	存储长度
D-1	u_id	用户的唯一标识	Varchar(100)
D-2	u_name	用户姓名	Varchar(100)
D-3	u_E-mail	用户邮箱	Varchar(100)
D-4	u_sex	用户性别	Varchar(100)
D-4	u_phone	用户电话号码	Varchar(20)
D-5	u_pwd	用户密码	Varchar(30)
D-6	r-id	一次导航的唯一标识	Varchar(100)
D-7	r-start	导航的起点	Varchar(100)
D-8	r-end	导航的终点	Varchar(100)
D-9	r-state	导航的完成状态（是否完成）	Bool

D-10	r-time	导航的时间	Varchar(200
D-11	p-id	一条救援电话的唯一标识	Varchar(100)
D-12	describe	救援电话的描述	Varchar(200)
D-13	p-num	救援电话号码	Varchar(150)
D-14	enter-time	进入停车场时间	Varchar(200)
D-15	leave-time	离开停车场时间	Varchar(200)
D-16	ps-id	停车位的唯一标识	Varchar(100)
D-17	ps-area	停车位相对停车场位置的描述	Varchar(200)
D-18	ps-rating	停车位的等级(停车位质量的中和评估)	Varchar(1)
D-19	ps-state	停车位的占用状态	Bool
D-20	pa-id	停车场的唯一标识	Varchar(10)
D-21	pa-price	本停车场停车位价格	Float
D-22	pa-all-space	停车场的车位总数	Int
D-23	pa-in-space	停车场车位使用数量	Varchar(20)
D-24	t-id	停车场的时序的唯一标识	Varchar(20)
D-25	t-time	停车场时序记录的时间	Varchar(20)
D-26	t-in-space	停车场时序的停车数量	Int

6.4 数据库表概述

编号	表名	对应实体	功能
1	user	用户	记录用户基本数据
2	rescue_phone	用户应急电话	记录用户应急电话
3	park_space	停车位	记录停车位信息
4	parking_space	停车场	记录停车场信息
5	parking_record	用户停车记录	记录用户停车记录
6	navigation_record	导航记录	记录用户导航记录
7	administrator	管理员	记录管理员信息

6.5 数据库表格式说明

1. user（用户表）

数据项名称	字段名称	数据类型	是否为空	主键	备注
u_id	用户 id	varchar(100)	否	是	用户唯一标识
u_name	用户姓名	varchar(100)	否		用户姓名
u_E-mail	用户邮箱	varchar(100)	否		用户邮箱
u_sex	用户性别	varchar(1)	否		用户的性别
u_phone	用户电话	varchar(100)	否		用户绑定的电话
u_pwd	用户密码	varchar(100)	否		用户登录密码

2. rescue_phone（救援电话表）

数据项名称	字段名称	数据类型	是否为空	主键	备注
p_id	救援电话 id	varchar(100)	否	是	一条救援电话的唯一标识
p_num	电话号码	varchar(100)	否		
p_describe	电话描述	varchar(100)	否		用户对于电话号码的描述
u_id	用户的 id	varchar(100)	否		此条记录所属的用户

3. park_space（停车位表）

数据项名称	字段名称	数据类型	是否为空	主键	备注
ps_id	停车位 id	varchar(100)	否	是	停车位的唯一标识
ps_area	停车位区域	varchar(100)	否		停车位相对于停车场的位置
ps_state	停车位状态	varchar(100)	否		当前停车位是否有车
ps_rating	停车位等级	varchar(100)	否		根据是否便于停车对停车位分等级
pa_id	停车场 id	varchar(100)	否		记录停车位所属停车场

4. parking_space（停车场表）

数据项名称	字段名称	数据类型	是否为空	主键	备注
pa_id	停车场 id	varchar(100)	否	是	停车场的唯一标识
pa_price	停车场停车价格	varchar(100)	否		
pa_all_sapce	停车位总数	varchar(100)	否		
pa_in_space	正在使用停车位数量	varchar(100)	否		
pa_type	停车场类型(室内/室外)	varchar(100)	否		记录停车场类型
pa_latitude	停车场纬度	float			
pa_longitude	停车场经度	float			

5. parking_record（停车记录表）

数据项名称	字段名称	数据类型	是否为空	主键	备注
u_id	用户 id	varchar(100)	否	是	用户唯一标识
ps_id	停车位 id	varchar(100)	否		停车位唯一标识
enter_time	车辆进入时间	datetime	否	是	
leave_time	车辆离开时间	datetime	否		

6. navigation_record（导航记录）

数据项名称	字段名称	数据类型	是否为空	主键	备注
r_id	导航记录 id	varchar(100)	否	是	导航记录的唯一标识
r_start	导航起点	varchar(100)	否		
r_end	导航终点	varchar(100)	否		
r_state	导航状态(是否完成)	varchar(2)	否		
r_time	导航时间	datetime	否		
u_id	用户 id	varchar(100)			导航记录所属的用户

7. administrator（管理员表）

数据项名称	字段名称	数据类型	是否为空	主键	备注
a_id	管理员 id	varchar(100)	否	是	管理员唯一标识
a_name	管理员名	varchar(100)	否		管理员姓名
a_E-mail	管理员邮箱	varchar(100)	否		管理员邮箱
a_sex	管理员性别	varchar(1)	否		管理员的性别
a_phone	管理员电话	varchar(100)	否		管理员绑定的电话
a_pwd	管理员密码	varchar(100)	否		管理员登录密码

6.6 数据库安全性

1. 信息安全存储：采用 SHA256 算法，对敏感信息进行存储。
2. 用户权限分级：数据库操作用户权限分级，不同级别登录用户拥有不同权限。限制接触敏感数据的人数。
3. 并发控制，利用 NodeJS 的事件驱动、非阻塞式 I/O 的模型，有效避免了由并发造成的破坏事务的隔离性和统一性与数据库统一性。
4. 数据独立性：在建立数据库时充分考虑了数据的物理独立性与逻辑独立性，便于后续的维护。
5. 防火墙设置：宝塔面板提供了成熟的防火墙支持，有效阻截了来自互联网的攻击。

7 详细设计

7.1 实时检测停车情况功能模块

7.1.1 功能描述

停车场摄像头实时监控视频后进行以下操作：
1. 先对视频进行一个基本处理，每秒取一帧传输到树莓派。
2. 使用改进好的 YOLO-V3 深度学习图像检测算法对得到的图片进行检测分析，得到每一个车位上是否有车的情况和总的车辆数目。
3. 摄像头实时将区域内分析得到的结果传输到服务器上和停车场内诱导 LED 屏。

7.1.2 性能描述

采用在树莓派上搭载 YOLO v3 算法，在设备端快速识别车辆位置与车辆数目，在树莓派 4B 上识别每张图片平均花费 0.3s，较好地实现对视频数据传输流过程中的本地化处理，为停车场视频监控系统带来低时延和高效资源利用性。

7.1.3 输入

视频流	格式	Genius 摄像头通过 CSI 接口向树莓派传输特定格式的视频流
	方法	边缘计算，运行 motion 软件

7.1.4 程序逻辑

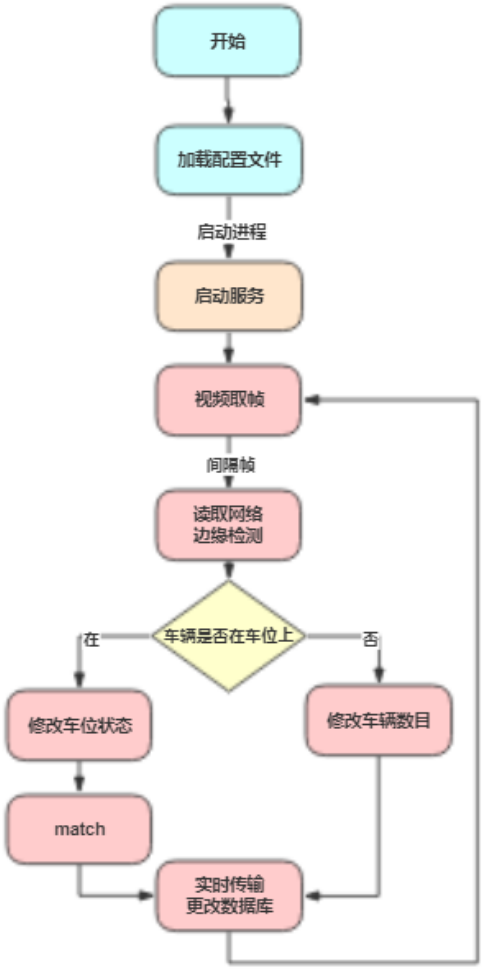


图 7-1

7.1.5 限制条件

设备状态和网络链路完好；拍摄视频正常；树莓派处理器正常运作。

7.2 预测停车场车位功能模块

7.2.1 功能描述

停车场将历史时刻停车数据上传后进行以下操作：

1. 处理有效数据得到时间序列，并且进行归一化处理。
2. 加载优化的 Bi-LSTM 模型预测停车场的停车位情况，实现实时预测。
3. 处理后的结果实时传输到云端和快应用端。

7.2.2 性能描述

结合正向 LSTM 和逆向 LSTM 具有的捕获数据时序性和长程依赖性的优势，进一步提高预测结果的精确度。网络训练与测试都在后台进行，准确率能达到提供建议的需求

水平，满足实时训练和车位预测的任务。

7.2.3 输入

停车场数据	格式	等时间间隔停车位剩余数
	方法	使用优化的 Bi-LSTM 网络预测

7.2.4 输出

停车场在将来时间段的停车位剩余数目

7.2.5 程序逻辑

图 7-2

7.2.6 限制条件

管理员上传停车场历史泊位数据；服务器输入预测的短中期时间段。

7.3 推荐停车场和停车位功能模块

7.3.1 功能描述

用户进入“知了停车”快应用后进行以下操作：
1. 系统自动定位，浏览地图和停车场的信息。
2. 根据实时停车位信息和预测的剩余停车位，根据推荐或者自己选定目标停车场。
3. 进行停车场路线导航，到达指定停车场。
4. 根据停车场内停车位状态的地图和剩余停车位状态，指定或推荐到空闲泊位。

7.3.2 输出

车辆数目和对应区域内每个车位状态

7.3.3 性能描述

系统通过对目的地进行分析，综合考量行驶时间，剩余停车位数量，距离目的地距离，停车场反馈等信息计算目的地周围停车场对用户的推荐指数，计算决策值，平均花费时间限制在 2~3 s 以内，更为有效便捷地给用户推荐最佳停车场和最佳停车位。

7.3.4 输入

选择停车场；选择停车位。

7.3.5 输出

停车场和停车位的路线导航图

7.3.6 程序逻辑

图 7-3

7.3.7 限制条件

停车场与停车位在设备的管理之下；
需要良好的网络条件。

7.4 智能缴费功能模块

7.4.1 功能描述

用户离开停车场时，系统根据停车时间自动扣除相关停车费用

7.4.2 性能描述

快应用与后台自动记录用户停车时间，结束泊车后快应用请求后台进行自动扣费，满足实时扣费的需求，准确率和安全性得到保证。

7.4.3 输入

结束停车

7.4.4 输出

停车订单、停车费

7.4.5 程序逻辑

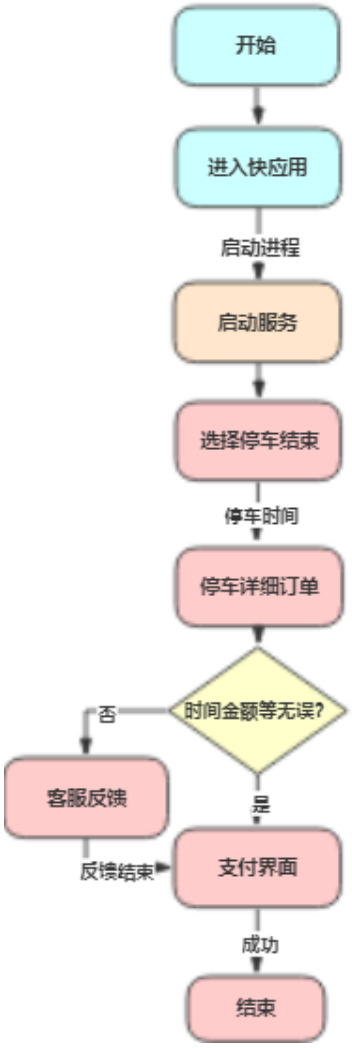


图 7-4

7.4.6 限制条件

停车场与停车位在设备的管理之下；
需要良好的网络条件。