

学校代号 10524

学 号 2014120241

分 类 号

密 级



中南民族大学

SOUTH-CENTRAL UNIVERSITY FOR NATIONALITIES

专业硕士学位论文

“e 行者” 智能停车场系统 设计与实现

学位申请人姓名 张炜昊

培 养 单 位 计算机科学学院

导师姓名及职称 覃俊教授

学 科 专 业 计算机技术

研 究 方 向 智能计算

论文提交日期

学校代号：10524

学 号：2014120241

密 级：

中南民族大学硕士学位论文

“e 行者”智能停车场系统设计 设计与实现

学位申请人姓名：张炜昊

导师姓名及职称：覃俊教授

培 养 单 位：计算机科学学院

专 业 名 称：计算机技术

论文提交日期：

论文答辩日期：

答辩委员会主席：

Design and Implementation of the “e Walker”

Intelligent Parking System

by

ZHANG Weihao

B.E.(East China Institute Of Technology)2014

A thesis submitted in partial satisfaction of the

Requirements for the degree of

Master of Engineering

in

Computer Technology

in the

Graduate School

of

South-Central University for Nationalities

Supervisor

Professor Qin Jun

March,2016

中南民族大学

学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的论文是本人在导师的指导下独立进行研究所取得的研究成果。除了文中特别加以标注引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写的成果作品。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律后果由本人承担。

作者签名：

日期： 年 月 日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权中南民族大学可以将本学位论文的全部或部分内
容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

本学位论文属于

1、保密□，在_____年解密后适用本授权书。

2、不保密□。

（请在以上相应方框内打“√”）

作者签名：

日期： 年 月 日

导师签名：

日期： 年 月 日

目 录

摘 要	I
ABSTRACT	II
第 1 章 引 言	1
1.1 研究背景及意义	1
1.2 国内外发展现状	3
1.2.1 国外停车场系统发展现状	3
1.2.2 国内停车场系统发展现状	4
1.3 本文研究内容	4
1.4 本文组织结构	5
1.5 本章小结	5
第 2 章 文章相关技术背景介绍	6
2.1 系统平台介绍	6
2.1.1 iOS 平台	6
2.1.2 Android 平台	8
2.1.3 后台管理端	9
2.2 车牌识别技术	9
2.2.1 传统识别	9
2.2.2 BLE 识别	9
2.2.3 声波检测识别	10
2.3 精准定位技术	10
2.3.1 GPS	11
2.3.2 iBeacon	12
2.4 多平台系统介绍	14
2.4.1 应用 App	14
2.4.2 微信 H5 平台	14
2.5 本章小结	14
第 3 章 系统需求分析	15
3.1 业务需求分析	15
3.2 功能需求分析	15
3.3 非功能性需求分析	16
3.3.1 运行系统需求分析	16
3.3.2 交互界面需求分析	16
3.3.3 性能需求分析	17

3.4 多平台系统需求分析	18
3.4.1 微信公众号平台	18
3.4.2 微信摇一摇平台	19
3.5 本章小结	19
第 4 章 系统设计与实现	20
4.1 e 行者智能停车场系统整体流程图	20
4.2 数据库设计与实现	22
4.2.1 数据库设计	22
4.2.2 系统数据流分析	23
4.2.3 数据库概要设计	24
4.3 系统模块设计与实现	27
4.3.1 登录模块功能	27
4.3.2 地图模块功能	28
4.4 预定模块设计与实现	29
4.4.1 预定模块推荐算法设计	29
4.4.2 预定模块解决冲突方案算法设计	30
4.4.3 模块整体功能流程	32
4.5 导航模块设计与实现	34
4.5.1 导航至停车场	34
4.5.2 导航至停车位	34
4.6 出入场模块设计与实现	35
4.6.1 传统车牌识别算法	35
4.6.2 辅助识别	36
4.6.3 入场整体流程	36
4.6.4 出场整体流程	37
4.7 本章小结	38
第 5 章 系统交互设计展示	39
5.1 系统模块展示	39
5.1.1 初始化系统	39
5.1.2 注册模块展示	40
5.2 我的模块展示	41
5.3 预定模块展示	42
5.4 导航模块展示	43
5.5 出入场功能展示	44
5.5.1 入场功能展示	44
5.5.2 出场功能展示	45

5.6 更多模块功能展示	46
5.7 微信平台展示	47
5.8 本章小结	48
第 6 章 总结与展望	49
6.1 全文总结	49
6.2 未来展望	50
参考文献	51
致 谢	53

摘要

随着国民生活水平的提高，城市内的私人车辆越来越多，交通道路压力日益增加，而智慧城市的思想正在努力优化城市的现状，改善人们的生活。就交通道路压力方面，智能停车场的提出无疑为交通压力提供了一套合理的解决方案，尤其是在国家大力倡导互联网+发展的情况下，智能停车场系统契合了国家发展方向，为人们的生活提供了便捷、有效的解决方案。

本文首先对传统停车场进行分析，发现其落后之处与常见的问题，深掘用户痛点。然后通过分析传统停车场存在的种种缺陷，制定本智能停车场系统的功能需求。对于传统停车场来说，停车场内的车位信息进行数字化展示在用户终端是难以实现的操作，并且停车场信息的更新是一个非常即时的信息更新，只有通过数据同步，并将数据信息化展示给客户终端，用户才能够完整无误地获取停车场的各种信息。而智能停车场的优势在于：（1）停车场信息能够及时反映在用户的操作终端，帮助用户第一时间选择合适的停车场。（2）停车场的空车位能够得到充分的利用，资源的利用率可以取得最大化效果。（3）更多的停车场信息能够对车辆进行引流操作，避免交通拥堵情况的发生。智能停车场能够帮助用户更好的选择，用户能够在最短的时间内找到最符合要求的停车场，节省了用户的时间成本与经济成本。同样从城市的角度来看，用户能够通过智能停车场系统方便快捷的找到停车场并且进行导航至停车场的操作，降低了城市交通的压力与道路堵塞的情况。

本文将从分析现有传统停车场状况以及现有导航技术、车牌识别技术等入手，获取用户痛点，对现有技术取其精华去其糟粕，进行智能化优化，提出一种新型的智能停车场系统，并对主要的功能进行分析与设计，最后进行总结与展望，提出下一步的智能停车场系统的发展方向。

本文的创新点包含三个方面，（1）车牌识别成功率提高。在现有技术的基础上，加以蓝牙与声波匹配识别的方法，来保证车牌识别的成功率。（2）导航精度优化。本文在 GPS 系统的基础上加以 iBeacon 设备作为定位基站进行精准定位导航。（3）车位预定与管理。利用用户手机客户端，对停车位的停车锁硬件进行控制，保证用户已预定的停车位不被占用，提高预定的成功率。

关键字：智慧城市，智能停车场系统，车牌识别，精准导航

ABSTRACT

With the improvement of the national standard of living, more and more private cars in the city, traffic pressure is increasing, and the smart city's method is trying to optimize the city's current situation, improve people's lives. About road traffic pressure, intelligent parking raised doubt as a reasonable solution to traffic pressure, especially in state leaders made great efforts to advocate development of the Internet plus, intelligent parking system more perfect coincides with the direction of national development, provide more convenient and more useful solutions for people's life.

This thesis firstly analyzes the traditional parking lot, found its place behind and common problems, dig deep user pain points. According to the traditional parking lot exists many defects, this thesis established the intelligent parking system demand function. Traditional parking difficult to completely digital, information is displayed to the user, and parking field information update is a very real time information update, only through the data synchronization, and data information display to the customer terminal, users will be able to be a complete and accurate access to parking lot of all kinds of information. Intelligent parking lot advantage: (1) Parking information can be reflected in a timely manner to the user's operating terminal, to help users to choose the right parking lot. (2) The parking space can be fully utilized, and the utilization rate of the resource can be maximized. (3) Parking lot more information to the vehicle drainage operation, to avoid the traffic congestion. Intelligent parking lot can help users better choices, users can find the best parking lot in the shortest time, saving the user time and economic cost. Also from the city's point of view, the user can through the intelligent parking field system conveniently find a parking lot and navigate to the parking field operation, reduces the pressure of urban traffic and road congestion.

This thesis will analysis existing traditional parking situation and existing navigation technology, license plate recognition technology of users access to electricity, of existing technology to take its essence to go to its dregs, of parking lot intelligent optimization to create a new type of intelligent parking system and on the main function of analysis and design, finally carries on the summary and Prospect of the next step of the intelligent parking system development direction.

The innovation of this thesis includes three aspects. (1) The success rate of license plate recognition is improved again. On the basis of the existing technology, the method of matching the Bluetooth and acoustic wave is to ensure the success rate of the license plate recognition. (2) The navigation accuracy is optimized again. This

thesis on the GPS system based on be iBeacon equipment as the base station location for accurate positioning and navigation.(3)Parking spaces and management. Using the user's mobile phone client, the parking lock hardware control, to ensure that the user has been scheduled to stop the parking space is not occupied, improve the success rate of the scheduled.

Keywords:Smart City,Intelligent Parking System, license plate recognition, precision navigation

第 1 章 引言

1.1 研究背景及意义

随着互联网时代的发展，国内外城市的信息化发展衍生出了新的目标与趋势，“物联网”与“云计算”等新一代技术的出现与迅速的发展为城市发展带来了新的目标。IBM 公司也在 2008 年与 2009 年先后提出了“智慧地球”与“智慧城市”的概念^[1]，并且希望通过“智慧城市”引领世界城市走向繁荣的可持续发展道路。同样，在十二五期间我国将全面进入城市时代，城市将成为真正意义上的经济社会主导。城市增长的驱动因素将由劳动、资本、土地等传统要素转向知识、信息、技术等创新要素，城市发展更富有创新活力，城市运行将更具有“智慧”^[2]。

在跨入 21 世纪后，汽车工业发展迅猛，随着城市人口的迅猛增加以及日益提高的生活水平，汽车在城市中的数量将如雨后春笋般以惊人的速度激增。这个现象一方面是国家经济提高的体现，另一方面，它也为城市的交通出行带来了巨大的难题^[3]。在我国各大城市中，经常性的出现停车难、车位贵等问题，同时，由于资源的利用并不合理、完善，导致停车难、车位贵的问题长期难以得到解决。根据政府部门以及交通部门的统计数据显示^[4]，上至以北上广深为首的一、二线城市下至各省省会、经济大城市，停车位数量远远小于城市常驻汽车数量，换言之，在这些城市一个停车位可能供给四五辆车使用，在城市中心区、CBD 或者经济繁华区，这个比例可能更高。

作为华南地区重要的交通运输输出枢纽，深圳宝安机场日均吞吐量达到了 10 万人次，尤其到达节假日，这项数据将达到 40 至 50 万人次。深圳宝安机场一共有四个停车场，其中三个停车场是面向社会车辆使用的，另外一个职工使用停车场。面向社会车辆使用的停车场总停车位达到了 500 个，经过计算，每天有 200 个人共用一个停车位，而美国各机场的标准是 10 个人共用一个停车位。通过数据比较足以见得宝安机场停车场的资源是非常紧张的，而此时用户对周边地形不熟悉，无法寻找邻近的停车场进行停车，只能将车辆在三个停车场内徘徊寻找车位，既增加了用户车辆耗损的费用，同时也对机场道路与停车场内造成了极大的交通压力。

同样作为华中地区最大的商圈与经济交通综合体之一，武汉光谷地区被称为武汉“最堵的地区”之一，邻近光谷的道路堵车常常会堵到一公里之外。市民来到光谷逛街游玩的时候，停车往往是最让人头痛的问题，本来就拥挤的道路，由于要寻找停车场，考虑到不熟悉地形的因素，司机在驾驶的时候会分心寻找停车场，这样不仅增加了交通拥堵压力，也对司机及乘客的安全造成了隐患。并且常会出现找到了停车场却没有停车位的情况。经调查发现，光谷步行街地区有三个

停车场,分别为西班牙风情街停车场、德意风情街停车场以及现代风情街停车场。西班牙风情街停车场由于较好的地形优势以及多信息引导,引导了大部分的车流量,司机全都蜂拥而至西班牙风情街停车场,导致西班牙风情街停车场一位难求而德意风情街停车场与现代风情街停车场却有大多车位空余,并且西班牙风情街的停车费用较另两个停车场更为昂贵。在西班牙风情街停车场未找到车位的司机只能回到道路上寻找其他停车场或者在停车场内徘徊等待车位,在无形中增加了道路与停车场的交通压力。

汽车多、车位少,这就造成了城市拥堵的根本原因,消耗了大多数人的时间成本。同时,汽车产业时代的发展脚步并不会因此变慢。通过对深圳宝安机场以及光谷地区的停车场分析后,本文提出设想:若能够实时更新各停车场与停车场内停车位的信息并即时展示在司机终端,司机在第一时间就能够找到邻近停车场与空车位进行停车,极大减少了司机的时间、经济成本,对车流量有很好的分流效果,交通压力将得到缓解。所以依据“智慧城市”的概念,解决停车难、车位贵的难题似乎是首当其冲、亟待解决的重要问题,这便引出了“智能停车场”的概念。而“智能停车场”的出现解决了一系列的矛盾:

- (1) 汽车数量的不断激增与停车场的落后管理之间的矛盾;
- (2) 能源浪费与可持续发展观之间的矛盾;
- (3) 污染物排放与环境保护的科学发展观之间的矛盾。

智能停车场系统是通过计算机、网络设备、车道管理设备搭建的一套对停车场车辆出入、场内车流引导、停车费收取工作进行管理的网络系统。它通过采集记录车辆出入记录、场内位置,实现车辆出入和场内车辆的动态和静态的综合管理。智能停车场将停车场、停车位信息数据收集并且整合录入系统,当人们需要寻找附近停车场、停车位的时候,可以通过终端登陆系统,进行所需要的相应操作。与传统开着车子找停车场的方式相比,智能停车场能够在最大程度上降低用户的时间成本以及经济成本,以防用户漫无目的的开车寻找停车场,寻找到停车场后又因为没有停车位而苦恼。同时,智能支付技术让用户能够轻松完成电子线上支付,无需在出场的时候考虑准备零钱的问题。

智能停车场系统对当下社会现状以及资源优化带来的好处归纳于以下几个方面:

- (1) 智能停车场带有的导航系统可以将用户导航至所选择的停车场,降低用户因不熟悉路况而带来的交通压力;
- (2) 采用自动线上收费系统,利用电子支付,方便快捷,节省了用户的时间成本与停车场的人工成本;
- (3) 降低整体的运营成本,寻找车位可以让用户在停车场方便快捷的寻找到自己停的汽车,并且快速驶离,将停车位资源最大化;
- (4) 采用停车场智能管理系统,解决停车场出场和入场排队延误现象,提

高停车场的运行效率。通过交通数据采集,交通管理者可以根据所得到的数据对交通进行优化处理^[5]。

总的来说,对于我国这样的人口密度大、经济发展较好的地区,停车问题是解决人们衣食住行的主要问题之一,只有当解决了停车的问题后,才能释放更多人的更多时间成本以及经济成本,拉动我国经济增长。并且在人们的环保意识日益加强的今日,智能停车场的出现也极大的改善了人们身边的生态环境,给人们的生活质量带来持续的增长。

1.2 国内外发展现状

国内外停车场的整体发展时至今日已经在一些发达国家的发达城市取得了显著的效果^[6],但是由于智能停车场是一个实施比较重的项目,所以开展起来只能有试点城市到最后的普及,所以,要想普及智能停车场系统也是一个周期很长的项目。

在出入口环节,国内外的智能停车场都已经抛开了老套的停车取 IC、ID 卡入场,还卡付费出场操作,取而代之的大多数都是利用数字图像处理技术,在车辆入场的时候直接识别车辆牌号,作为记录媒介,出场时候的缴费手段也将依据车辆牌号作为媒介进行结算支付。这样的发展在一定的程度上提高了车辆入场与出场的速度,实现了无需停车即可入场的操作。

在支付手段上,以前使用 IC、ID 卡作为媒介,记录停车时间,结算停车金额并且实施停车支付。而每个停车场的通信协议的差异导致用户每到一个停车场就必须领取该停车场的 IC、ID 卡,出场的时候交还 IC、ID 卡,非常的不方便。而支付手段发展到今天以车牌识别作为媒介,进行线上电子支付,无需实施停车支付。由于我国电子商务的迅猛发展,电子支付手段走在了世界前列,支付宝、微信支付等电子支付手段几乎是人人熟悉。而国外的人们熟悉并且比较习惯刷银行卡,所以有关于支付手段的研究,我国的电子支付技术是领先于国外的支付技术的。电子支付的普及将很大程度提高车辆出场的速度,提高整个停车场的资源利用率。

智能停车场的发展是智慧城市发展中的一个重中之重的环节^[7],它的发展直接关乎城市中最重要交通成败,无法达到理想化的交通环境,智慧城市的概念永远都将是一个梦想。智能停车场将旨在朝着网络数字化、低消耗、低污染、资源最大化利用以及方便快捷的方向发展。国内的智能停车场在技术和理论研究上都有很大的加强空间。

1.2.1 国外停车场系统发展现状

相比于国内,国外对停车场的研究与发展较早于国内。在二十世纪九十年代

初的时候，日本、美国等国家就已经意识到停车场的智能管理的重要性，所以加大力度建设新型智能停车场，无论是自动停车的入场车牌识别、出场收费以及最优路径搜索都有比较成熟并且成功的运用。在智能停车场产品开发中也是卓有成绩。比较显著的就是以色列 Hi-Tech 公司的 See/Car System 系列产品，该产品在我国大陆也有部分运用，但是对于我国车牌的省缩写汉字的识别能力缺有些捉襟见肘，其他的产品例如新加坡 Opt Asia 公司的 VLPRS 产品也广泛运用在各国的智能停车场中^[8]。

国外的智能停车场无论是在系统软件还是在硬件方面应用都以成熟，车牌识别算法日益精细，车牌识别成功率已满足日常需求。大力度建设智能停车场后，巴黎、纽约以及东京等大城市的交通拥堵现象得到解决。这其中的典型就是旧金山湾港枢纽，湾港枢纽是 21 世纪集轨道交通、停车场系统、城市道路等于一体的现代化综合交通枢纽，总共设有两层地下停车场。停车场系统里面无需工作人员，所有控制集中在值班人员的办公室里，实现了全程自动化控制。只有在异常情况发生时，才需工作人员参与处理^[9]。

1.2.2 国内停车场系统发展现状

国内的智能停车场提出于二十世纪九十年代中后期^[10]，而起步点集中在车牌识别的技术研究上^[11]，因为其他的系统软硬件都可以引入国外先进技术，但对于车牌识别中，无论是车牌的样式还是国内车牌的省缩写汉字都是技术难题，无法直接引入国外技术，所以国内的智能停车场的发展起步于车牌识别技术^[12]。在已经成熟并且广泛运用在市面上的车牌识别技术基本都能将识别成功率保持在 99%。另外，国内各大高校也在开展各项赛事，刺激各大高校参与车牌识别的研究。

国内的大多数停车场都基本实现了无需刷卡快捷出入场、电子支付手段^[13]，满足了部分智能停车场的要求^[14]。在我们身边的典型就是武汉光谷步行街停车场，将停车场信息、车位信息整合并且发布在微信平台上，用户的手机大多都是下载了微信的，直接通过微信进入“世界城光谷步行街”公众账号，选择手机停车功能，就能够搜索附近停车场的车位数以及空位数，也可以输入已经停好的汽车的车牌号，进行在线支付以及寻找车位等功能。

1.3 本文研究内容

本文将围绕当今社会普遍存在的停车难、车位贵的现象，开发一套智能停车场系统，该系统具体有两部分，第一部分为用户使用的终端，用户通过手机 App 或者微信公众号、摇一摇的方式来访问系统。另一部分为后台管理系统，主要用于停车场以及停车位信息的管理。整个系统的主要功能包括停车场搜索、停车位

信息浏览、导航至停车场、导航至停车位、车位管理、预定停车位，在线支付快捷出入场等一系列功能。

除了软件端的 App 系统设计与实现之外，本系统还需要一系列的硬件条件支持，如停车场入口处的入口识别设备、停车位上的停车锁以及手机的硬件功能，都将决定该系统的易用性以及普遍性。

1.4 本文组织结构

本文将分为五章，对智能停车场系统进行分析与设计，具体章节概括如下：

第一章通过对现有情况的具体分析，对现有数据的整合调研，以及国内外智能停车场的发展状况来详细的阐述本文的研究背景、内容以及意义，为后面的章节内容作了一个具体的规划与分析。

第二章主要介绍了智能停车场系统的相关技术，通过操作系统、车牌识别、精准定位以及多平台服务对本文要介绍的智能停车场进行概述，同时，经过对相关关键技术的学习与研究为智能停车场系统的实现打下了坚实的理论基础。

第三章分析 e 行者智能停车场系统应当包含的系统功能，将各功能提取并且整合，然后从系统用例的角度对整个系统进行宏观分析与设计，其次通过以上内容设计交互界面，并且从交互方式的高效性与细节角度入手，对系统非功能性需求进行优化。同时通过应用内存占用优化、响应时间优化和后台刷新优化对系统性能进行优化分析，为保证系统的稳定运行与用户流畅的交互操作打下了坚实的基础，为编码与实现提供了可行性分析与步骤指导。

第四章主要对 e 行者智能停车场管理系统的数据库进行设计，然后对系统的主要功能模块进行功能分析与设计，对每个功能的流程进行表述。对系统内涉及到的算法与解决方案进行概述。

第五章从系统交互设计稿入手，对 e 行者智能停车场系统进行了整体介绍，让 e 行者智能停车场系统从无到有，从理论到实践，从方案到实施，更直观的展示出了 e 行者智能停车场系统的功能与使用方法。

1.5 本章小结

本章通过从“智慧城市”入手，提出“智能停车场”的概念，接着结合我国大城市现有情况的分析，提出我国智能停车场发展的紧迫性。并且通过对比国内外智能停车场的发展现状来对当今存在的智能化停车场有一个总结并且提出不足与可改进之处，然后展示出发展智能停车场是的重要意义以及巨大前景，最后介绍了本文中的章节排版组织形式。

第 2 章 文章相关技术背景介绍

2.1 系统平台介绍

移动互联网时代的到来解决了人们生活中诸多难题，改变了人们的生活方式，让生活更加的简单、轻便。作为一个未来发展方向的智能停车场系统必须顺应市场的方向并且走在市场前列^[15]。所以智能停车场系统平台终端是基于用户的手机客户端来为用户提供服务，让用户在只需要一部手机的条件下就能够方便、快捷的在任何时间、任何地点使用智能停车场系统^[16]。

而市场上，手机的操作系统 96% 都被 iOS 操作系统与 Android 操作系统占据^[17]，所以对于系统平台的开发，最重要的两个部分就是基于 iOS 平台的开发以及 Android 平台的开发^[18]。

2.1.1 iOS 平台

iOS 手机操作系统是由苹果公司开发的一套重点关注于简化操作、系统安全与用户体验的操作系统^[19]。随着 2007 年第一代 iPhone 的问世，iOS 操作系统就已经沿用至今。而作为一个基本闭源的操作系统平台，iOS 操作系统主要是用于苹果公司产出的产品，基本不适用于其他的硬件平台。同时，iOS 操作系统也将安全性摆在很高的高度，这样就造成了 iOS 操作系统对于硬件的搭配有诸多的限制，新的硬件若想要应用在 iOS 操作系统上必须经过苹果公司的激活授权过后才能正常使用，所以每年苹果公司对 iOS 操作系统的更新与迭代的速度也是越来越快，保证了系统的安全性、易用性、交互性以及功能性。

基于其超前的视觉交互体验、易用的功能以及卓越的安全性，苹果公司推出的各系列产品成为市场上最受消费者欢迎的产品之一，而 iOS 操作系统理所当然的成为了消费者最喜欢的移动操作系统之一，截止到 2015 年 3 月份，iOS 操作系统占据了全球移动操作系统市场份额的 49%，而配套推出的 App Store 下载量达到了 150 万个，下载次数也突破了 850 亿次^[20]。

iOS 操作系统分为四层，如图 2.1 所示。最底层同时也是整个系统中权限最高的核心操作系统层，然后是核心服务层，用来提供基础服务，接下来是媒体层以及最后是及时响应用户并客户提供触控操作的触控应用层。由于在 iOS 操作系统中，用户点击响应的等级很高，所以 iOS 才能给用户流畅以及快速的体验，同时配置各种内置硬件设备与传感器也引领了手机市场的交互体验。

给用户和非系统级应用程序的权限方面，iOS 操作系统放出的权限比较低，从底层就限制了对系统权限具有破坏性的文件访问，减少了恶意程序共计和用户操作不当为系统带来灾难的风险，而苹果的三层安全体系保证了用户资料与信息

不被泄露：

(1) 资料安全：iOS 操作系统中的每一个程序都被独立分配了访问权限，每个程序都只可访问分配的存储空间，同时在 iOS7 以及更高版本中还配置了 TouchID 等加密技术，来保证用户的资料信息安全。

(2) 装置安全：通过开启需验证、重启需验证、访问敏感数据需验证以及安全级别较高的程序需验证等双重验证技术来确保防止未经许可的数据访问。

(3) 网络安全：当系统中的程序连入互联网的时候，上传、下载等联网传输内容都被加密，确保不被篡改与监听。



图 2.1 iOS 体系结构

iOS 操作系统基于 Objective-C 的面向对象编程语言，并且使用 GCC 编译器编译 Objective-C。而同时苹果公司的硬件平台单一，GCC 编译器的代码可以被苹果公司自行优化，这样苹果公司就能够在保障效率的情况下同时保障了代码的正确率，减少 BUG，提高时间效率，减少程序员工作量，并且占用内存少。Objective-C 的 MVC 设计模式如图 2.2 所示，并且贯穿了响应用户触控操作的触控应用层以及 iOS 相关框架。采用 MVC 模式的 Objective-C 程序的复用率与移植率相对于其他语言都有显著的提高，并且更加利于功能扩展，这又解决了后期的一大难题。

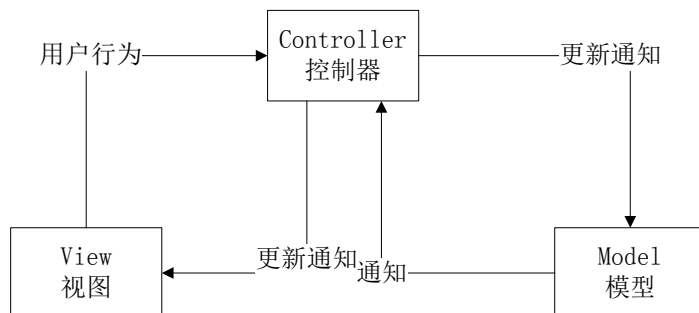


图 2.2 Objective-C MVC 结构

2.1.2 Android 平台

与 iOS 操作系统不同, Android 是一个开源的操作系统^[21], 主要用于对移动设备提供支持, 同时 Android 的开源性使得开发者可以直接开发定制自己的 Android 系统或者是基于 Android 系统开发自己的应用软件 App。

Android 这个单词从最早“机器人”的意思到现在人尽皆知的移动端操作系统发展也极为迅猛, Rubin 作为 Android 操作系统最早的开发者, 将 Android 操作系统用于手机端, 使其成为当今智能手机操作系统的重要领头者。从 2007 年谷歌发布 Android 开源移动操作系统以来, Android 操作系统至今占据了全球移动操作系统市场份额的 47%, 并且从 2008 年 10 月第一部搭载 Android 操作系统问世以来, 一开始的手机端操作系统衍生为电视、平板电脑、数码相机等数码 3C 领域。而 2013 年的时候, 全球就有高达 10 亿的设备搭载 Android 操作系统。

Android 平台包括操作系统、应用程序、中间件与用户交互界面。Android 平台的开源性使得开发人员可以自行下载现有的源代码, 然后根据自己的需求开发出适合自己项目的组件、模块以及应用。Android 平台的架构模块分为四大块, 从底层到顶层分别是 Linux 底层内核层, 库层, 应用程序框架层和最后展现在用户面前的应用程序层, 其中库层包括系统运行库和开发库层, 具体如图 2.3 所示。

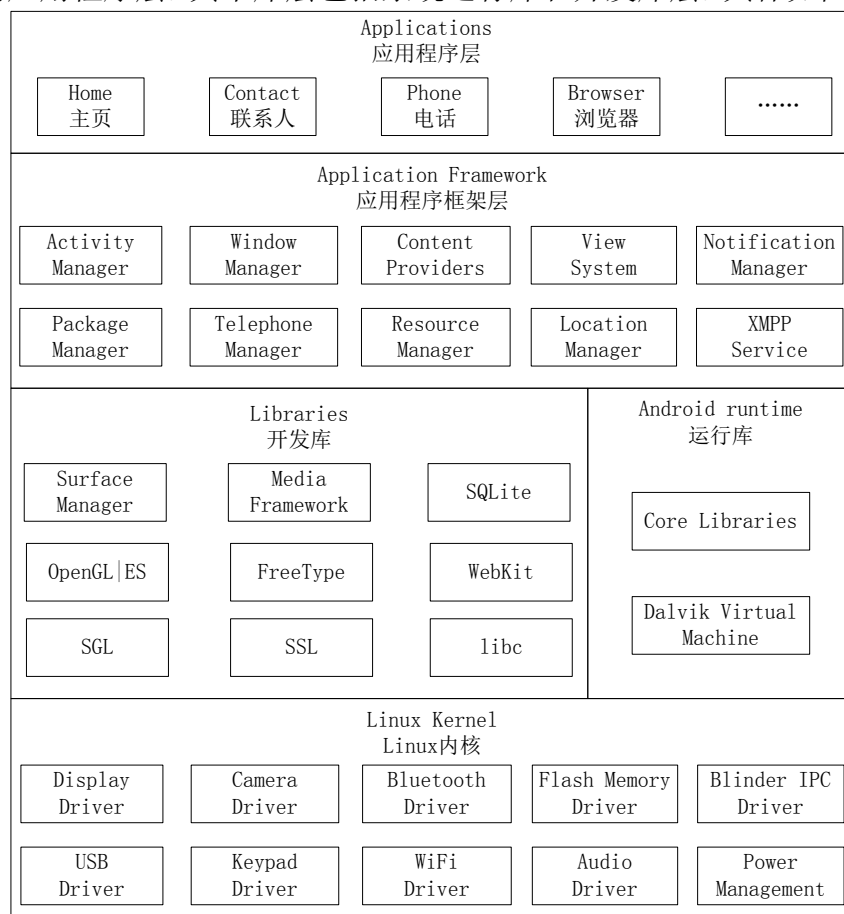


图 2.3 Android 框架示意图

2.1.3 后台管理端

除了用户使用的手机终端外，各停车场管理者都各自配备管理端程序，这个管理端是搭载在 PC 电脑上的程序，可以实现停车位的增删改查，对各停车场进行系统化的线上管理、数据传输。

2.2 车牌识别技术

智能停车场若想要实现快速入场、出场等操作，就必须利用车牌识别技术将入场车辆的车牌识别并且纪录下来作为车辆的标识录入到数据库中，所以进行成功的车牌识别是发展智能停车场系统的第一步。

车牌具有一致性，无论是车牌的长宽比例、数字数、字数都是一致的，这些特点为使用图像处理技术对车牌进行识别提供了可行性。

2.2.1 传统识别

传统车牌识别的方法可以大致分为两类：一类车牌识别方法基于灰度图像，该类图像的数据量相对于彩色图像的车牌比较小，处理也相对于简单，处理方式以灰度处理为主。另一类车牌识别方法基于彩色图像，彩色图像的车牌很容易受到外界条件的影响，如噪声、光线以及阴影。但是彩色图像的车牌信息量更大，更加的丰富，并且可以保持信息的完整性和原始性，同时也满足了人类视觉系统对彩色的敏感。

2.2.2 BLE 识别

BLE 是超低功耗蓝牙，它提供的并不是直接的识别技术，而是一种新型的近距离定位技术。而用户通过智能停车场系统将手机与车牌号绑定，手机内的蓝牙在入场的时候与入场设备进行匹配识别用户 ID，然后根据系统内用户绑定的车牌号来对用户的车牌进行记录或者辅助识别。而 BLE 的耗能非常的低，所以对用户手机不会造成太大的功耗损失，并且 BLE 的开启、扫描与连接的速度都非常的快。BLE 能够实现的匹配连接的最大距离在 100 米，与当今的利用非接触 IC 卡入场相比，采用 BLE 技术可以实现不停车入场，见表 2.1。

表 2.1 非接触式 IC 卡与 BLE 性能比较

类型	覆盖距离	移动性	角度	安全性
非接触式 IC 卡	30cm	不支持	30°	一般
BLE	100m	支持	无限制	良好

而目前来看，BLE 具有以下优点：

(1) 适用性：多数国家的工业科学医疗频段的范围是

2.4GHz~2.4835GHz^[21]，而 BLE 工作在 2.4GHz 的工业科学医疗频段。使用该工业科学医疗频段无需向有关部门申请许可，直接可用。

(2) 临时性对等连接：BLE 设备的使用的时间为入场与出场的时候，这些都是临时性对等连接，而 BLE 正好具有临时性对等连接的特点。

(3) 抗干扰能力强：微波炉、无线局域网等都是工作在工业科学医疗频段中，这些都会对工作在工业科学医疗频段设备造成干扰，而 BLE 采用跳频的方式来扩展频谱。2.402GHz~2.48GHz 频段被分为 79 个频点，相邻频点间隔 1GHz。BLE 设备首先在某个频点发送数据，发送完毕过后，会跳至另一个频点发送剩余数据，而频点的排列都采用伪随机算法，每秒钟改变 1600 次，而每个频率持续 625 μ s^[22]。

(4) 低功耗：BLE 设备在连接通信状态下，除了激活模式在耗能，呼吸模式、保持模式和休眠模式都是节能所规定的低功耗模式。

(5) 速度快：BLE 设备扫描其它设备只需 0.6 至 1.2ms 时间来扫描它的 32 个信道。

2.2.3 声波检测识别

声波检测识别同 BLE 识别技术类似，它提供的并不是直接的车牌识别，而是用户在手机系统中将车牌号与手机绑定，通过声波识别的方式获取用户 ID，并且取出用户绑定的车牌号，对车牌号进行记录或者辅助识别。

声波检测现在已经比较多的运用在支付手段上，比如支付宝的“当面付”就是运用非常广泛的一种声波支付技术，它实际上就是两个当面的设备进行近距离的识别匹配并且进行支付的一个过程。移动支付领域有多种感应方式能够帮助智能手机完成相互“识别”进而进行支付。这些技术包括近场通讯 NFC，也包括光线感应、陀螺仪、摄像头、加速度感应器和磁场感应器等^[23]。

声波识别的工作原理实际上是两个设备近距离的时候，其中一个发出超声波，另一设备接收该声波，并且读取该设备内所传出来的数据。声波检测识别有一个最大的好处就是它受到硬件支持的约束条件几乎没有，因为每个手机都会有听筒话筒，所以每个手机都适用声波检测识别。

综上所述，当用户在入场的时候只需要在智能停车场的入口处安装硬件支持的入场设备即可，主要包括车牌识别设备、蓝牙设备以及声波识别设备，通过这三种设备来识别用户的车牌达到百分之百的成功率是完全没有问题的。

2.3 精准定位技术

智能停车场系统不仅为用户提供导航至停车场的功能，并且还为用户提供了导航至停车位的功能。当用户因为寻找停车场而浪费时间的时候无疑会加大交通

压力，容易造成交通拥堵，就更大程度上浪费了用户的时间成本和经济成本，所以智能停车场系统的一大功能就是定位用户，索引附近的停车场并且推荐给用户，用户选择合适的停车场过后，智能停车场系统需要将用户导航至选中的停车场。

当用户因为寻找停车位而浪费时间的时候无疑会加大停车场内的压力，容易造成停车场内拥堵、车辆行驶缓慢、车位利用率低等问题，这样在一定程度上也浪费了用户的时间成本与经济成本，所以智能停车场系统还必须具备将用户导航至停车位的功能。用户从终端使用智能停车场的时候可以自选空车位让系统导航至用户所选择的车位，同时也可以不选择车位，系统会最优分配最近的停车位，并且将用户导航至最近的空停车位。当用户需要驾车驶出停车场的时候同样可以通过智能停车场系统，将用户导航至停车位，用户可以在第一时间找到自己的车辆并且开走，无需为寻找车辆而浪费时间，从最大程度上利用了每一个停车位，同时也从最大程度上节省了用户的时间。

智能停车场系统采用两套定位系统，第一套是利用市场上已经运用成熟的全球定位系统（GPS），负责将用户导航至停车场。另一套是利用 iBeacon 作为设备支持，将用户导航至停车位^[24]。

2.3.1 GPS

GPS 一开始的出现是在美国的军队里作为军事设备的，从 1958 年开始研发到 1964 年投入使用，一直沿用到今天的手机客户端的导航软件、车载导航设备以及各类定位系统。GPS 是可以实现在全球范围内进行定位和导航的系统，它具有全方位、全时段、全天候以及高精度等特点，是全世界领先的卫星导航系统。在从军事设备走向为日常化生活提供服务后，它成为了为全球用户提供高精度、低成本的定位和导航的系统，并且能够检测用户的速度、三维位置和进行精确定时等导航信息，是全世界卫星通信技术的领头者，GPS 极大程度地提高了全球社会的信息化水平，并且在推动数字经济发展中起到了至关重要的作用。

GPS 导航系统通过测量出已知位置的卫星到用户终端之间的距离，然后综合对多颗卫星的数据进行算法分析就能够测量到用户终端的具体位置。卫星的位置记录在星载时钟中，通过在星载时钟中查询各个卫星的具体位置就满足了运算的条件之一。用户终端距离卫星的距离通过信号的传播时间与光速的乘积得到。而当大气受到电离层干扰的时候，这样的数据往往会有一定的偏差。GPS 的卫星在正常工作的时候会不断发射由二进制码组成的伪随机码产生的导航电文。发射出来的导航电文中主要由遥测码、转换码和数据块，其中最重要的就是星历数据。当用户终端收到卫星发射的导航电文后，提取出卫星时间计算与当前的时间差，通过与光速的乘积，就能够知道用户与卫星的距离，最后通过导航电文中传输的卫星星历数据进行计算就能够得到卫星发射电文时候所处的位置，用户在地球坐

标系中的位置与速度等信息就都能够被计算出来，如图 2.4 所示。

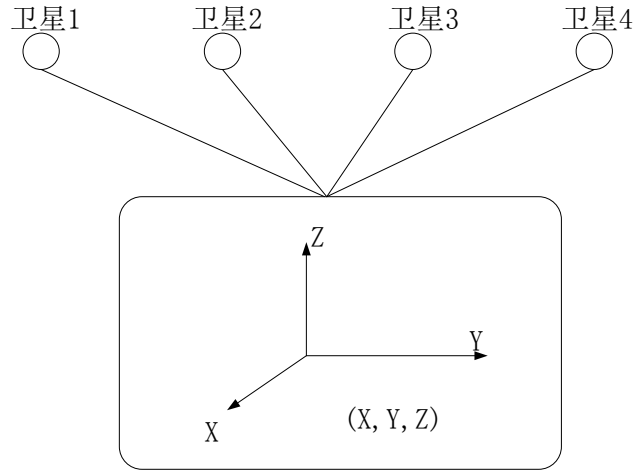


图 2.4 GPS 定位原理

如图 2.4，在星历数据中，卫星 1 的坐标为 (X_1, Y_1, Z_1) ，卫星 2 的坐标为 (X_2, Y_2, Z_2) ，卫星 3 的坐标为 (X_3, Y_3, Z_3) ，卫星 4 的坐标为 (X_4, Y_4, Z_4) ，它们与用户终端 (X, Y, Z) 的距离分别为 d_1, d_2, d_3, d_4 ，计算公式如下：

$$\begin{aligned} d_1 &= [(X_1 - X)^2 + (Y_1 - Y)^2 + (Z_1 - Z)^2]^{1/2} + C(V_{t1} - V_t) \\ d_2 &= [(X_2 - X)^2 + (Y_2 - Y)^2 + (Z_2 - Z)^2]^{1/2} + C(V_{t2} - V_t) \\ d_3 &= [(X_3 - X)^2 + (Y_3 - Y)^2 + (Z_3 - Z)^2]^{1/2} + C(V_{t3} - V_t) \\ d_4 &= [(X_4 - X)^2 + (Y_4 - Y)^2 + (Z_4 - Z)^2]^{1/2} + C(V_{t4} - V_t) \end{aligned} \quad (2.1)$$

通过 GPS 定位系统，用户就能够得知自己的大体位置，同时利用 GPS 导航将用户引导至停车场，实现了用户节省时间成本与经济成本的需求。

2.3.2 iBeacon

GPS 系统负责将车辆导航至停车场周围，但是当车辆进入停车场之后，可能由于各停车场因素，导致信号覆盖效果差，GPS 系统无法完成精度在 1 米以内的导航至车位的工作，尤其在一些地下停车场，这样就为导航至车位带来了困难。为了将资源的利用最大化，将用户导航至空停车位是智能停车场的必要操作，这样才能最大化节省用户的时间，将停车场资源利用最大化。

通过在停车场的车位上建立 iBeacon 基站发射信号，可以将定位精度精确在 1 米以内，这样就能够解决导航至车位的问题。iBeacon 是 2013 年美国苹果公司开发的室内定位系统，其本质利用技术主要为蓝牙 4.0，iBeacon 利用 BLE 协议来进行具体工作，首先，设备 A 进行数据广播，设备 B 扫描到设备 A 的广播数据后，发送与设备 A 匹配的请求，设备 A 应答请求过后，便可进行数据读取与

交换，而 iBeacon 设备在工作的时候不需要进行设备连接，所以设备 B 可以根据设备 A 发送出来的广播数据获取设备 A 的必要信息，从而完成定位^[25]。工作原理如图 2.5 所示。

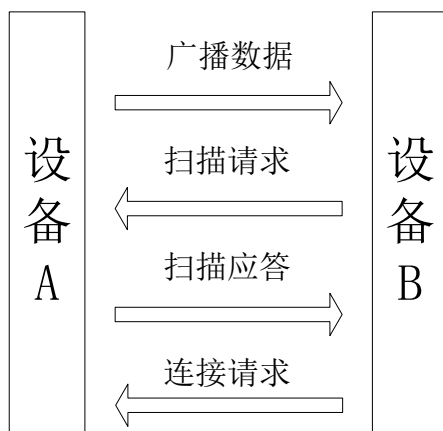


图 2.5 iBeacon 工作流程

车辆的角色类似于设备 B，停车位上的 iBeacon 设备类似于设备 A，当车辆进入停车场后，扫描到停车位发来的广播数据，确认自己的停车位，当扫描到正确的数据后发送连接请求，读取 iBeacon 发送出来的广播数据，获取必要信息，从而完成定位。iBeacon 的定位精度可以分为四个等级^[26]：贴近 ($d < 50\text{cm}$)、附近 ($50\text{cm} < d < 2\text{m}$)、较远 ($2\text{m} < d < 30\text{m}$)、未知 ($30\text{m} < d$)，如图 2.6 所示。

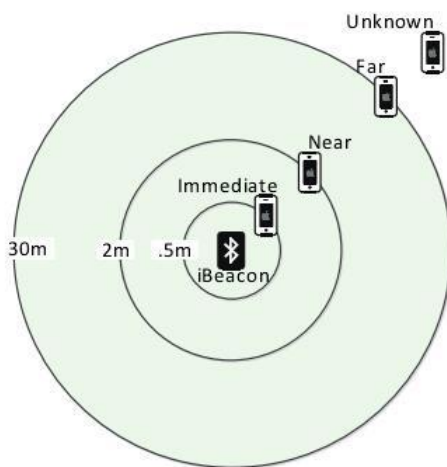


图 2.6 iBeacon 基站的覆盖距离划分

GPS 定位系统能够将用户导航至所选或者推荐停车场，而 iBeacon 设备可以将用户导航至具体停车位，这两种技术能够保障用户可以在不熟悉路况、地形以及停车场的情况下最快的到达自选的或者系统推荐的空车位，将停车场的停车位资源利用最大化，并且节省了用户的时间成本，达到了智能停车场的导航要求。

2.4 多平台系统介绍

智能停车场系统作为以手机为载体的系统，手机设备是用户的必要终端，但是往往很多以手机为载体的系统都带有很多的约束条件，比如需要下载专门的应用 App，在用户未下载应用 App 的时候，用户就无法享受该系统带来的服务。这样即使用户拥有手机终端，也有可能无法享受系统所带来的服务。为了避免这一现象的发生，本文介绍的智能停车场系统建立于多平台应用系统，面向所有用户群，方便广大用户的使用。

2.4.1 应用 App

通许多手机端 App 一样，本文介绍的智能停车场系统主要基于独立手机应用 App，iOS 系统用户可以登录苹果商店进行下载安装，安卓系统用户也可以登录各大手机应用商店进行下载使用。下载应用 App 能够方便用户操作，并且享受智能停车场系统带来的全部服务，方便快捷，随时随地使用。

2.4.2 微信 H5 平台

考虑到许多用户在初次或前几次使用的时候都未下载应用 App，或者还不了解本文介绍的智能停车场系统，同时考虑到中国的手机用户有 90% 都下载了微信应用 App，所以本文介绍的智能停车场系统会搭载在微信平台上，建立公众账号。同时，可利用停车位定位设备 iBeacon 作为微信摇一摇中摇附近功能的基站，并在停车场附近进行广告位告知用户可通过关注该智能停车场的微信公众号或者使用摇一摇摇附近的功能来享受该系统带来的大多数基本服务。

2.5 本章小结

本章主要介绍了智能停车场系统的相关技术，通过操作系统、车牌识别、精准定位以及多平台服务对本文要介绍的智能停车场进行概述，同时，经过对相关关键技术的学习与研究为智能停车场系统的实现打下了坚实的理论基础。

第3章 系统需求分析

3.1 业务需求分析

传统停车场的工作方式侧重于即时车位寻找与利用,而智能停车场系统更加侧重于线上寻找可利用车位,节省用户寻找停车场、空余停车位的时间成本,减少道路拥堵状况,增大车位的利用率。本人在顺应智慧城市发展的方向与当前移动硬件发展趋势的前提下设计了一套e行者智能停车场系统,方便用户利用手机在任何时间任何地点寻找需要的空车位,并且引导用户进入停车场,导航至停车位。同时,为了方便用户快捷出场,e行者智能停车场系统还支持在线支付停车费,利用支付宝、银联、微信支付等方式支付停车费,支付完成过后就可以直接出场,无需停车缴费。

3.2 功能需求分析

为了达到智能停车场系统的基本需求,e行者app满足了查看各停车场总停车位与剩余停车位、查看停车场位置、导航至停车场、预约停车位、导航至已停车位、便捷入场、出场缴费等功能。图3.1为e行者智能停车场系统功能模块图,反映了e行者智能停车场系统的具体功能。

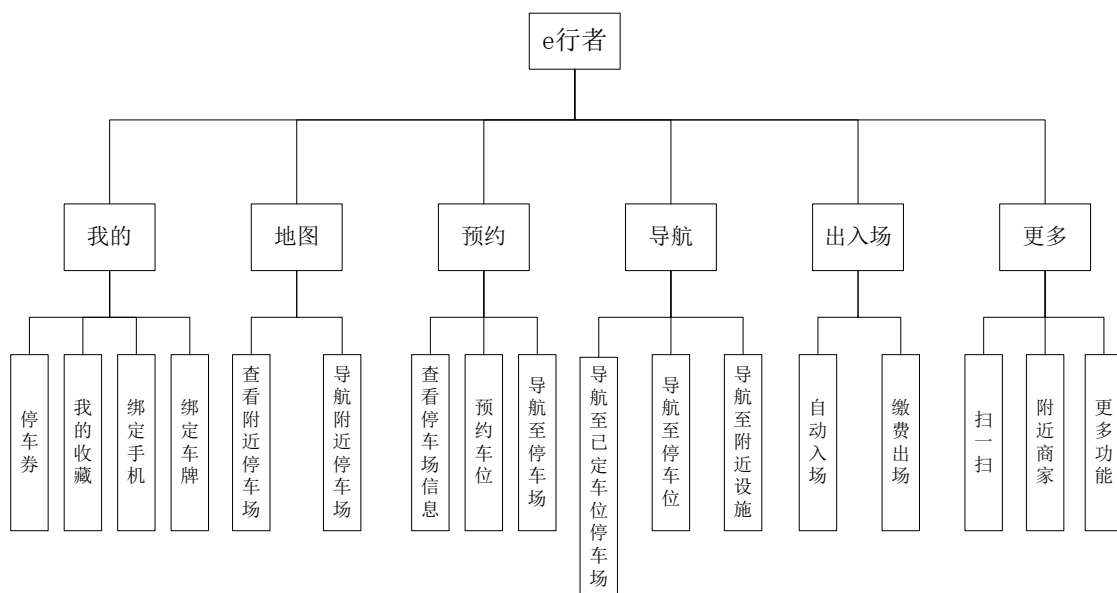


图 3.1 e行者智能停车场系统功能模块

e行者智能停车场系统功能性分析可以反应一个系统能够完成各种功能,它能够清晰明确地把这个系统要完成的功能展示给后续的设计人员和使用者。

首页中包含六个TAB页。这样做能够提供给用户更好的交互体验,在首页里就将各主要功能的入口展示给用户,方便用户去寻找入口,并且进行想要的操

作。功能里所有的操作入口最多只有两个层级，短的路径能够让用户更加快捷的进行各项操作，用户的交互体验会得到提升，系统的进行也会很顺畅。

用户在未登录的状态下，可以查看系统中的地图功能，进行导航至停车场的服务。也可以点击“我的”模块，进行一个登陆或者注册的动作命令。

而预约、导航、出入场与更多模块必须在用户完成登陆过后才能够使用。在预约模块中包含预定车位与导航至停车场。在导航模块中包含导航至停车场、车位以及公共设施。在出入场中包含入场时的车牌识别以及出场时的快速支付。在更多模块中包含一些商业化元素以及一些更多功能的扩展。

3.3 非功能性需求分析

3.3.1 运行系统需求分析

该系统拟搭载在安卓与 iOS 系统之上。由于系统需要蓝牙 4.0 的支持，所以在 iOS 方面，系统要求最低为 iOS7 版本，兼容最新的系统版本相关 API 与特性，分辨率自适应，前期仅考虑支持在苹果手机与 iPod touch 上运行，在市场投放过后经过市场效果数据论证后，后期经过论证会考虑增加对 iPad 的支持。安卓方面，系统最低要求安卓 4.3 版本，兼容最新的系统版本相关 API 与特性，分辨率自适应。

3.3.2 交互界面需求分析

e 行者智能停车场系统是一个功能性强，解决用户紧急需求的一个系统，所以对于用户交互来说，系统流畅、交互严谨以及弹窗提示清晰迅速是系统的最基本条件。在此需求之下，e 行者智能停车场系统需要简洁明了，减少用户交互层级，各功能的实现路径短，剔除毫无主次的杂乱逻辑堆砌。加之当下手机 App 系统的风格，整个系统会将的交互与视觉设计尽量扁平化，达到高效交互与重视细节的目标。

（1）高效交互

为了顺应用户已经养成的操作习惯，e 行者智能停车场系统将把各功能进行整合与归类，将重点功能入口全部展示在第一层页面上，以 TAB 标签形式展示，缩短用户路径，让用户在第一时间就能找到自己的需求解决功能。同时该系统传承安卓与 iOS 系统培养的用户操作习惯与逻辑，让用户习惯左滑返回、删除以及右滑前进、跳转等基本操作。

（2）重视细节

e 行者智能停车场系统上线后无用户群，想要占据市场，吸引用户，就必须在用户使用的时候给予用户良好的功能完善与交互体验来增加用户量与用户

粘性。所以该系统将对系统细节进行不断地测试、体验，发现 BUG 以及及时完善。

3.3.3 性能需求分析

由于用户在访问系统服务的时候，需要通过手机作为载体进行访问，而通过手机访问系统的时候也只能给予部分资源，资源的利用率直接影响了系统的性能好坏。为了系统的性能，就必须在内存占用、响应时间与后台刷新进行优化操作。

（1）内存占用优化

手机设备的内存占用率直接导致手机运行的流畅程度，占用太多内存会导致手机卡顿甚至是系统崩溃。首先，尽量使用静态展示页面来代替动态刷新页面以达到内存占用优化的目的，因为系统在页面自动刷新的时候将占用内存，自动刷新的时候会因为系统内存不足而被强行清除内存驻留，显示给用户的效果就是页面卡顿以及页面内的内容重新绘制，而这种效果对用户来说体验非常不好。其次，在所有的类中都添加自动释放内存的 `release` 方法，在各类不占据内存之后及时释放内存，降低系统压力，提高系统的稳定性。最后对图片缓存进行释放，通过 `removeAllTextures()` 释放所有的缓存图片，或通过 `removeUnusedTextures()` 释放未使用的图片内存。

（2）响应时间优化

流畅的操作往往离不开短暂的响应时间，根据调查显示，如果用户在等待一个网页加载超过五秒钟就可能就会关闭这个页面，同样，用户在使用任何手机 app 系统的时候，若系统功能加载时间超过五秒，用户就会进行回退或者刷新操作，这样不仅对用户的体验造成影响，更会增加用户使用的功能路径，无法很好的解决用户的需求。同时，移动设备的 CPU 计算资源与内存资源都非常有限，占用过多设备资源对系统的压力过大。并且系统需要兼容之前配置更为低级的设备，所以缩短响应时间也是提高系统性能的重中之重。

加载过程中的动效显示可以从用户的心理上让用户等到的过程中提高用户的耐心，其次也可以通过代码对绘制功能优化而缩短系统响应时间。比如在绘制控件的时候，不使用系统布局文件如 `xib` 文件进行图片绘制，可以通过使用 `UIView` 绘制，使用重写 `drawRect` 方法进行图片绘制，利用代码来对控件进行大小、位置的控制，将会减少应用绘制的响应时间。同时在运用系统控件的时候尽量少对控件进行更改，使用初始化设置可以最大程度上缩短响应时间。比如减少对弹框的透明度、弧边度的更改，将会增加系统的流畅程度。

另外，在调用某一视图或者功能的时候，无需将其耗时事务一同调用，这样便会增加功能响应时间。如果改为在用户选择某一功能，功能初始化过后才调用耗时事务，这样就会减少用户滞后感，提升用户体验，同时节省系统内存，释放更多的资源。比如用户在进行车位预定时候，给用户推荐相应类型停车场，这

时不需要将停车场内的空车位数据全部读取,前端只需要读取后端给出的空位以及总数接口数据,在用户选择某一停车场的时候再向后端读取各车位数据接口,这样就能够减少车位推荐的响应时间,并且节省了系统内存。

(3) 后台刷新优化

系统的驻留机制决定了应用系统在从前端切换到后端的过程中只有有限的时间处理相关事务,超过系统规定时间,应用系统将会被系统强制收回内存,应用被终止,内存驻留也会被清除。为了防止此现象的发生,应用系统在前端读取后端接口的时候需要及时将后端数据保存至本地数据库。同时,在考虑到占用内存优化中,所有类目都已添加了释放内存的 `release` 方法,所以这样的处理方法能够让后台刷新稳定。

3.4 多平台系统需求分析

考虑到应用系统在推广初期并没有用户量,大多数用户在想要使用 e 行者智能停车场系统提供的服务的时候并没有下载应用 App 系统,而微信用户达到了 7 亿,将 e 行者智能停车场系统的基本功能搭载在微信平台上,这样用户在看到商圈、交通枢纽或者是停车场内的广告推广的时候就能够通过微信平台来享受 e 行者智能停车场系统带来的基本功能服务。

3.4.1 微信公众号平台

在前期进行推广的时候,可以考虑将应用系统的功能搭载在各大商圈商场、交通枢纽或者风景名胜的微信公众号上。这样不仅能够扩展各公众号的功能,并且可以将智能停车场系统推广到市场中。在微信公众号平台选择相应功能后,系统获取用户的 `OpenID`,然后跳转至相应 H5 页面进行各操作。用户在进行出场的时候识别的车牌或者手动输入的车牌会与用户授权登录后的 `OpenID` 相关联,在用户下次进行出场缴费操作的时候就能够直接读取上一次的车牌号进行快捷支付操作,若用户已更换车辆,也可以自行手动点击车牌号进行输入修改。

从商业角度来讲,各公众号在搭载 e 行者智能停车场系统的服务过后,能够方便其关注用户的停车操作,为用户带来更方便的停车体验,同时也能够增加公众号推广的利益点,对公众号来说是非常有益的,同时,智能停车场系统的功能在搭载在微信公众号后,对应用系统的下载量与推广也是很有帮助的,搭载在微信公众号上的做法对双方来说都有利益。从功能角度来讲,各功能都可以利用 H5 页面进行编写,实现起来也没有技术难度。所以搭载在微信公众号平台的服务可行性分析通过。

3.4.2 微信摇一摇平台

在商圈商场、交通枢纽或风景名胜等地以及停车场安置广告推广，引导用户使用微信摇一摇摇附近的功能进行导航至车位或者附近公共设施、快捷电子支付等功能。用户在微信摇一摇摇附近中摇出智能停车场系统后选择，并且进行相应功能操作，在进行授权登录过后，跳转至相应 H5 页面进行后续功能操作。由于有授权登录的动作发生，后端可以读取到用户的 OpenID，在快捷电子支付后，相应操作与微信公众号平台类似。

从可行性方面分析，微信摇一摇必须具有基站。而前文中提到，为了精准定位，e 行者智能停车场系统会以 iBeacon 作为载体进行精度为 1 米以内的精准定位。同时，iBeacon 还有一个功能，就是作为微信摇一摇摇附近的信号基站，只要附近有 iBeacon 设备，微信摇一摇摇附近功能就能够实现。所以搭载在微信摇一摇平台的服务可行性分析通过。

3.5 本章小结

本章从大角度入手，分析 e 行者智能停车场系统应当包含的系统功能，将各功能提取并且整合，然后从系统用例的角度对整个系统进行宏观分析与设计，其次通过以上内容设计交互界面，并且从交互方式的高效性与细节角度入手，对系统非功能性需求进行优化。同时通过应用内存占用优化、响应时间优化和后台刷新优化对系统性能进行优化分析，为保证系统的稳定运行与用户流畅的交互操作打下了坚实的基础，为编码与实现提供了可行性分析与步骤指导。

第 4 章 系统设计与实现

本章将详细说明 e 行者智能停车场系统的整体框架以及实现流程，主要功能模块的设计实现以及数据库的设计与实现。

4.1 e 行者智能停车场系统整体流程图

整体系统流程图如图 4.1 所示。

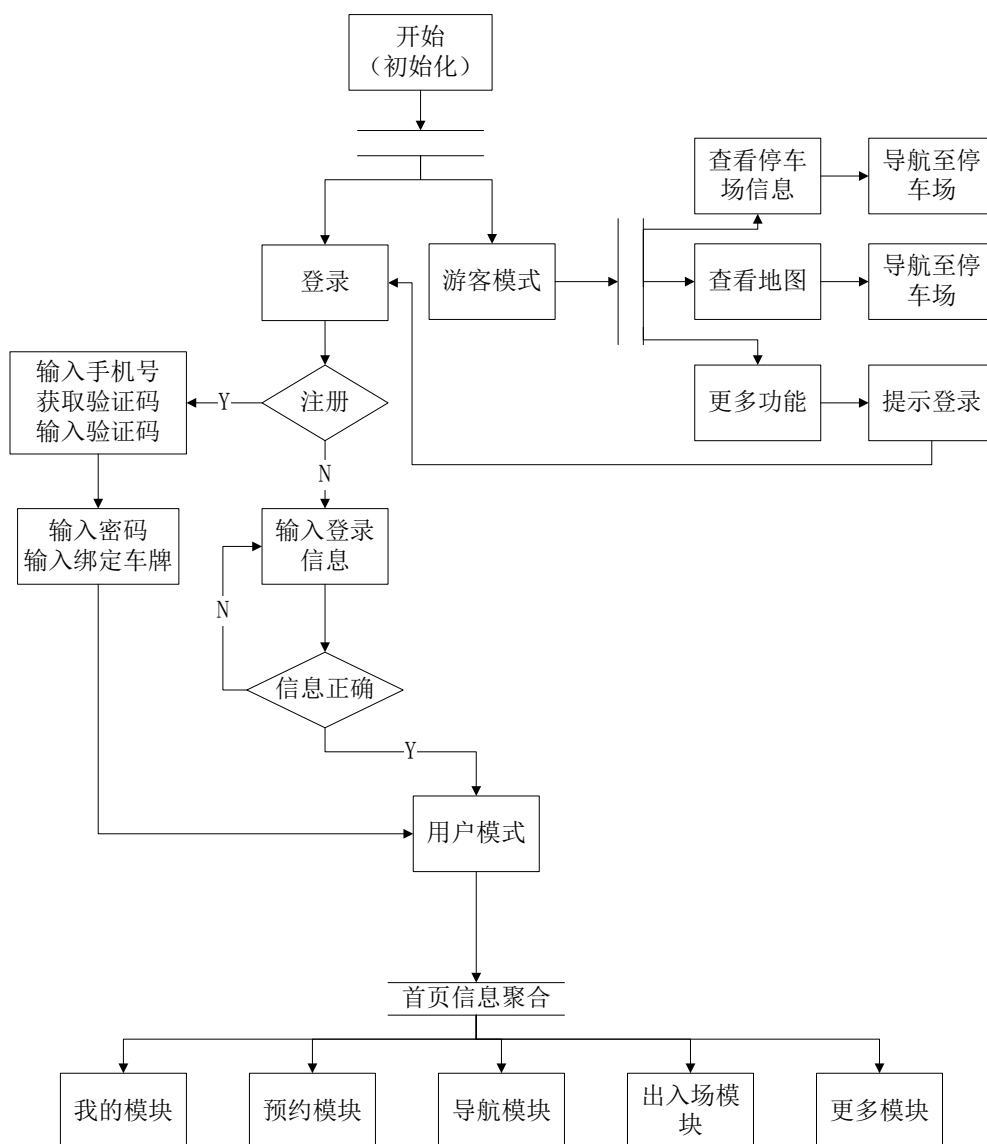


图 4.1 系统整体流程图

如图 4.1 所示，用户在初始化过后进入系统主页，然后选择使用用户模式或者游客模式。

游客模式下，用户无需登录，但也只能享受系统提供的部分服务。

(1) 查看停车场信息：游客模式下，用户可以在主页上查看附近的停车场

信息，查看后也可选择其中的停车场进行导航，系统将为用户导航至选中的停车场。

(2) 查看地图：游客模式下，用户可以查看系统地图，并且可选中系统地图上标注出来的停车场位置，来查看停车场的信息与车程预估时间，查看过后可以选择导航至停车场，系统将会为用户自动导航至选中停车场。

(3) 更多功能：当点击预约、导航、出入场、更多以及我的等模块的时候，系统会提示用户登录过后才能享受服务，并诱导用户跳转至登录页面。

用户模式下，用户首选需要进行登录或者注册登录操作，进行后续功能的使用。

(4) 注册：未注册过的用户在登录页面中可以选择新用户注册选项进行注册，注册需要用户输入手机号，与发送至手机号的验证码，然后两次输入密码，以及绑定车牌后，即可注册成功，并自动登录享受系统服务。

(5) 登录：已注册过的用户将注册时用的手机号与密码输入至登录窗口进行登录，若用户已经遗失密码可以点击“忘记密码”按钮，通过用户注册时的手机号进行密码找回。

登录过后，用户即进入了首页信息聚合页面，在该页中，用户可选择需要的系统功能进行操作。

(6) 我的模块：在“我的”模块中，用户可以对自己的信息进行编辑与查看。可以查看已有停车券以及编辑、查看收藏的停车场，阅读系统信息。在该模块中，用户可以将自己的账号绑定或者解绑手机与车牌，可以对零钱余额进行充值与提现，最后用户在该页面中可以实现退出登录动作。

(7) 预约模块：“预约”模块主要支持的功能就是帮助用户对停车位进行预定或者导航操作，防止用户在不知情的情况下行驶至已满位的停车场，浪费用户的时间成本与经济成本。其中，用户可以通过距离、星级、常用以及收藏这四个规则对停车场进行排序并选择相应的停车场进行预定或导航。

(8) 导航模块：“导航”模块主要支持的功能就是帮助用户在不熟悉路况的情况下帮助用户导航至已定车位泊车或者导航至已停车位取车。同时系统支持将用户导航至附近的公共设施譬如停车场出入库、洗手间以及电梯间。

(9) 出入场模块：“出入场”模块主要支持的功能就是帮助用户进行快捷出入场，节省用户的时间，当用户在入场的时候选择入场，停车场入场设备在识别用户车牌后同时与用户的手机进行蓝牙 4.0 匹配识别或者进行声波识别读取用户绑定的车牌号，做到入场识别成功率百分之百。用户在出场的时候选择出场，选中车辆进行在线快捷支付，支付完成无需在停车场出口逗留付款，直接驶离停车场即可。

(10) 更多模块：“更多”模块中主要提供扫一扫的服务以及一些商业元素。

4.2 数据库设计与实现

为了防止数据冗余现象的产生，本文中的数据库设计环节将依照第三范式进行设计开发，同时该数据库设计将基于数据安全性与数据完整性进行。

4.2.1 数据库设计

上文对系统流程以及各个模块进行了功能介绍，在这些模块中，与数据库紧密相连的可分为四个数据库子系统：用户信息管理子系统；停车场信息管理子系统；车位信息管理子系统；出入场管理子系统。

（1）处理功能要求

整个数据库系统的设计包含四个子系统：用户信息管理子系统；停车场信息管理子系统；车位信息管理子系统；出入场管理子系统。而这四个子系统处理的功能包括用户信息以及用户绑定的车辆与银行卡信息的增删改查，停车场信息的即时更新与展示，车位信息的即时更新与展示以及车辆出入停车场记录的更新和用户停车场收费信息的查询与更新等。

（2）处理对象分析

数据库系统需要处理的对象包括用户信息；停车场信息；车位信息；出入场管理信息。

①用户信息：用户 ID，用户登录名、密码，用户昵称，用户头像，用户手机号，用户车牌号，用户银行卡号，用户零钱余额信息，用户已定车位，用户已停车位。

②停车场信息：停车场 ID，停车场名称，停车场位置，停车场等级，停车场坐标，停车场总车位数，停车场空车位数，停车场收费信息。

③车位信息：车位 ID，车位所在停车场 ID，占用标识，车位锁状态，车位类型。

④出入场管理信息：单号 ID，停车用户 ID，所在停车场 ID，入场时间，出场时间，金额。

（3）数据安全性与数据完整性

关于数据的安全性可以通过试图机制来进行操作，系统中不同的用户设置不同的使用权限，而不同权限的用户只能访问授权后的试图，这样可以从根本上提高数据的安全性。其次可以利用存取控制机制，将定义权限后的用户登记到数据字典中，利用合法的权限检查来保障数据的安全性。通过声明完整性来保障数据库内数据的正确性与一致性，数据的正确性与一致性得到保障后，数据库的完整性就能够得到保障。

4.2.2 系统数据流分析

通过上一节的分析，基本可以确定实体与实体之间的关系，而在本节的系统数据流分析中，将系统数据流分为三层，第一层是信息查询数据流，第二层是车辆出入场数据流，第三层是车位管理数据流。

(1) 信息查询数据流

信息查询的功能主要给用户汇总到数据库中的停车场信息，当用户请求访问停车场信息的时候，系统从后台相关联数据库中提取信息并且展示在用户的手机页面上。

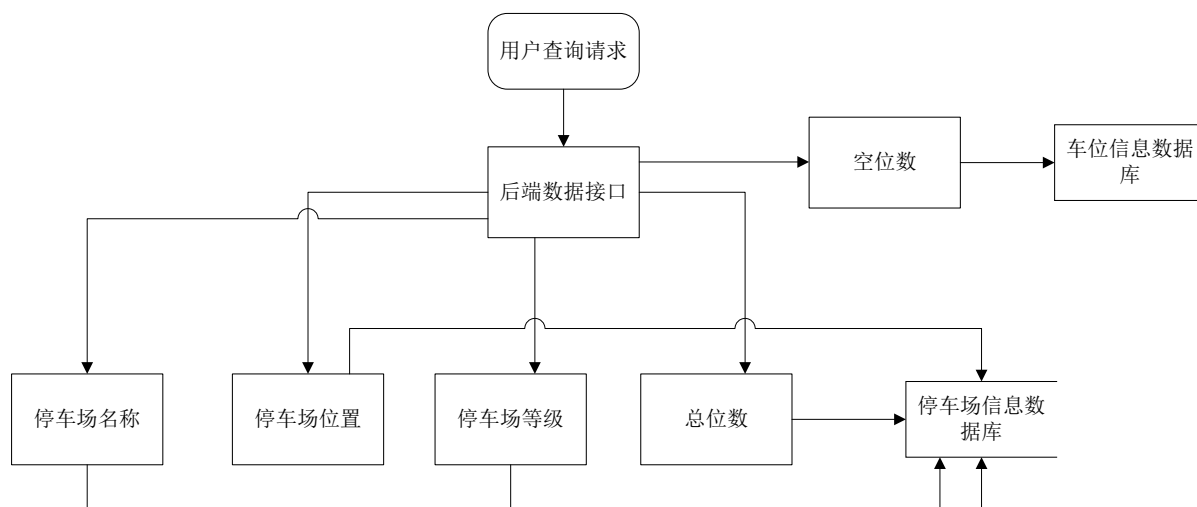


图 4.2 信息查询数据流

当用户在查询停车场、停车位的信息的时候，系统后台调取停车场信息数据库与车位信息数据库进行并展示在用户的手机页面上，方便用户进行信息查看。

(2) 车辆出入场数据流

车辆出入场数据流主要是当用户在进行出入场操作的时候，对车辆的出入场数据信息进行存储。

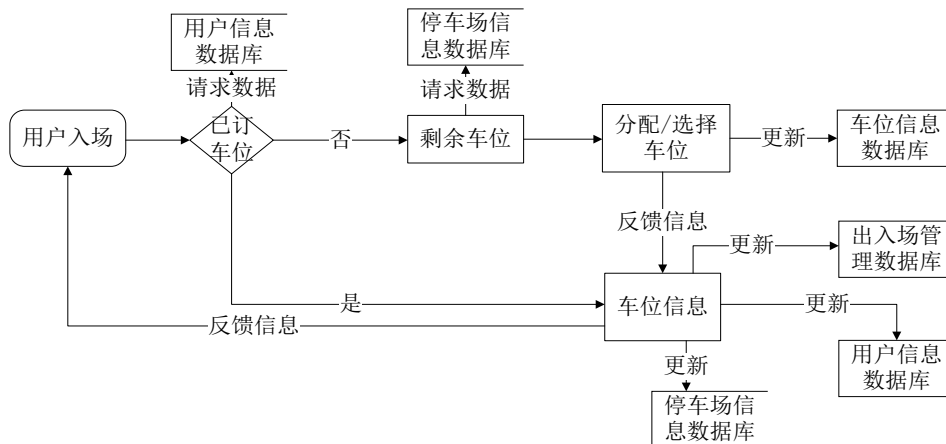


图 4.3 车辆入场数据流

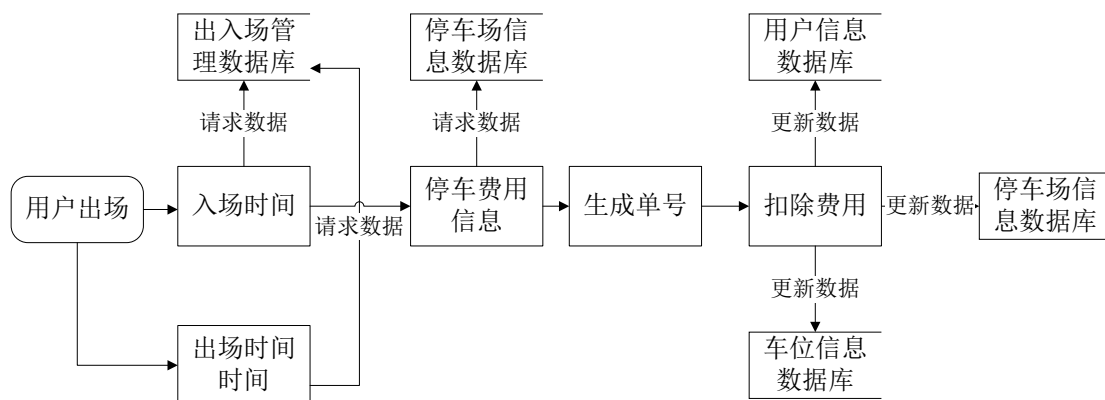


图 4.4 车辆出场数据流

当车辆出场的时候,系统将会调用停车场信息数据库、出场管理数据库、车位信息数据库以及用户信息数据库进行更新。

(3) 车位管理数据流

当出现预定、出入场操作的时候,车位将会根据操作显示到用户的手机终端,或者随着用户的出入场进行数据库的刷新操作。

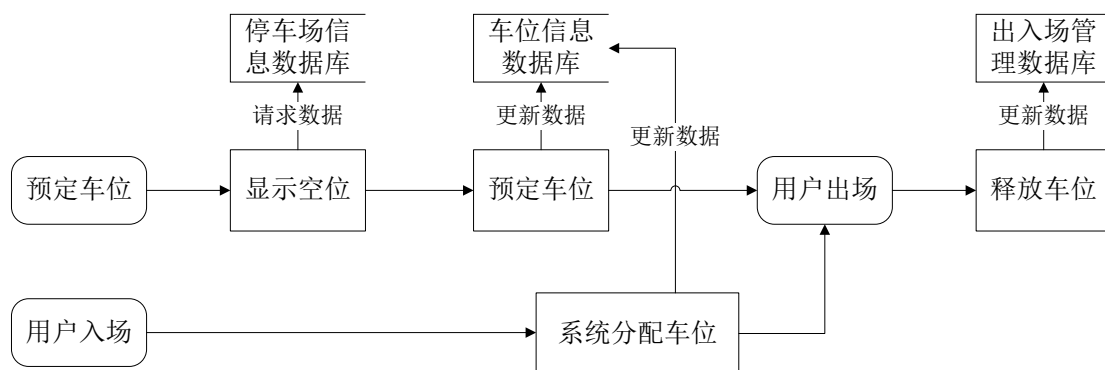


图 4.5 车位管理数据流

预定车位的时候产生车位管理数据流,需要系统调取停车场信息数据库内的空位字段,用户进行预定后需要更新停车位信息数据库。若用户使用已定车位并且完成停车动作出场过后,系统需要更新出入场管理数据库。

4.2.3 数据库概要设计

通过对数据库功能、处理对象以及数据流的分析，可以抽象出数据库的基本结果，这个操作叫做数据库的概要设计。首先需要进行抽象实体，而通过前面几节的分析，数据库的实体包括：

(1) 用户、车辆

(2) 停车场

(3) 车位

E-R 图如下所示。

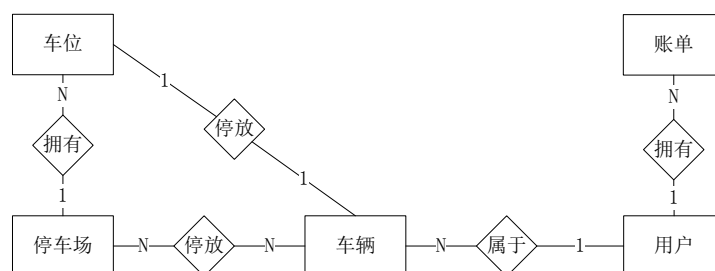


图 4.6 停车场系统 E-R 图

通过以上分析，并结合智能停车场管理系统中实体之间的联系，可以得到以下转化结果：

(1) 用户（用户 ID，用户登录名、密码，用户昵称，用户头像，用户手机号，用户车牌号，用户银行卡号，用户零钱余额信息，用户已定车位，用户已停车位）

(2) 停车场（停车场 ID，停车场名称，停车场位置，停车场等级，停车场坐标，停车场总车位数，停车场空车位数，停车场收费信息）

(3) 车位（车位 ID，车位所在停车场 ID，占用标识，车位锁状态，车位类型）

(4) 账单（单号 ID，停车用户 ID，所在停车场 ID，入场时间，出场时间，金额）

数据库表如下：

表 4.1 用户信息（User_info）表

数据项目	中文描述	数据类型	是否主键	是否外键
User_ID	用户 ID	Char (10)	是	否
User_Login	用户登录名	Char (20)	否	否
User_password	用户登录密码	Char (20)	否	否
User_nick	用户昵称	Char (10)	否	否
User_Icon	用户头像	Char (50)	否	否
User_MBPhone	用户手机号	Char (15)	否	否
User_CarID	用户车牌号	Char (20)	否	否
User_Visa	用户银行卡号	Char (20)	否	否
User_Money	用户零钱余额	Float	否	否
CarPort_ID	用户已定车位	Char (20)	否	是
CarPort_ID	用户已停车位	Char (20)	否	是
Parking_ID	用户收藏停车场	Char (20)	否	是

备注：用户可添加多个车牌号，多张银行卡号，也可预定多个车位，停放在多个车位上。用户的头像为图片文件，填入数据库的为图片文件的路径地址。

表 4.2 停车场信息 (Parking_info) 表

数据项目	中文描述	数据类型	是否主键	是否外键
Parking_ID	停车场 ID	Char (20)	是	否
Parking_Name	停车场名称	Char (20)	否	否
Parking_Addr	停车场位置	Char (50)	否	否
Parking_Level	停车场等级	Int	否	否
Parking_Locate_X	停车场 X 轴坐标	Float	否	否
Parking_locate_Y	停车场 Y 轴坐标	Float	否	否
Parking_Amount	停车场总位数	Int	否	否
Parking_Empty	停车场空位数	Int	否	否
Parking_Price	停车费用	Float	否	否
Parking_Elec	充电费用	Float	否	否
Parking_Book	预定状态	Boolean	否	否

备注：停车费用与充电费用均以 X 元/小时的单价作为单位输入。预定状态默认为不可预定，与 e 行者智能停车场系统高关联度的停车场可以选择开放预定状态功能，开放过后用户可以通过 e 行者智能停车场系统中的预定模块，对车位进行预定操作。

表 4.3 车位信息 (CarPort) 表

数据项目	中文描述	数据类型	是否主键	是否外键
CarPort_ID	车位 ID	Char (20)	是	否
Parking_ID	车位所在停车场 ID	Char (20)	否	是
CarPort_Used	占用标志	Boolean	否	否
CarPort_Lock	车位锁状态	Boolean	否	否
CarPort_Kind	车位类型	Boolean	否	否
CarPort_Locate	车位位置信息	Char(20)	否	否

备注：车位信息中，车位的占用标志默认为“0”非占用状态，若车位被占用，则更改状态“1”占用状态。车位锁状态默认为“0”解锁状态，若车位锁被锁住，则更改状态为“1”上锁状态，其中未提供车位锁功能的停车位该状态均为 0。车位类型中默认为“0”普通车位类型，若车位类型为非普通车位类型则更改为“1”电动车位（带自动充电桩）类型。

表 4.4 账单 (Bill) 表

数据项目	中文描述	数据类型	是否主键	是否外键
Bill_ID	单号 ID	Char (20)	是	否
User_ID	停车用户 ID	Char (20)	否	是

Parking_ID	停车场 ID	Char (20)	否	是
数据项目	中文描述	数据类型	是否主键	是否外键
Bill_Start	入场时间	Datetime	否	否
Bill_End	出场时间	Datetime	否	否
Bill_amount	金额	Float	否	否
User_CarID	用户车牌号	Char (30)	否	否

备注：账单表中，金额的计算方法为出场时间与入场时间的差取整后乘以停车费用与充电费用的总和得到最后的账单金额。

4.3 系统模块设计与实现

系统模块主要为用户提供初始化的功能，主要功能模块包含登录模块和地图模块，细化功能包括注册、登录查看地图以及导航功能，本节将介绍其具体的功能以及流程图。

4.3.1 登录模块功能

基于上文描述，登录模块包含注册与登录，注册功能是提供给新用户进行用户注册，让用户能够享受到 e 行者智能停车场系统带来的服务。登录功能是提供给老用户进行登录至系统用户模式，享受 e 行者智能停车场系统带来的服务。

在注册功能中，用户注册需要通过手机号注册，通过输入手机号并且获取系统发送的验证码进行验证，验证通过后即可输入密码与选填绑定的车牌号进行账号生成，系统验证成功后将用户信息录入数据库中，用户成功注册，就可以通过注册时使用的手机号与输入的密码进行登录系统。具体的功能流程图如下所示。

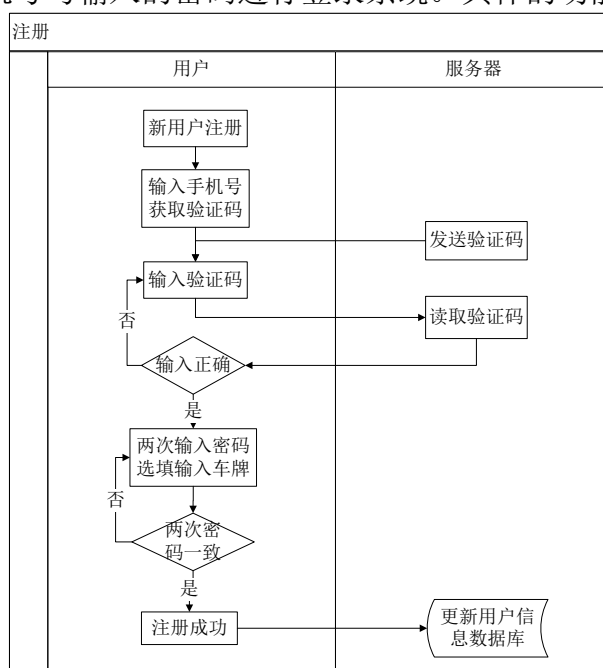


图 4.7 注册功能流程图

在登录过程中，用户需要输入注册时使用的手机号以及输入的密码进行登录操作，同时在登录过程中用户可选择忘记密码操作重新设置密码。具体功能流程图如图 4.8 所示。

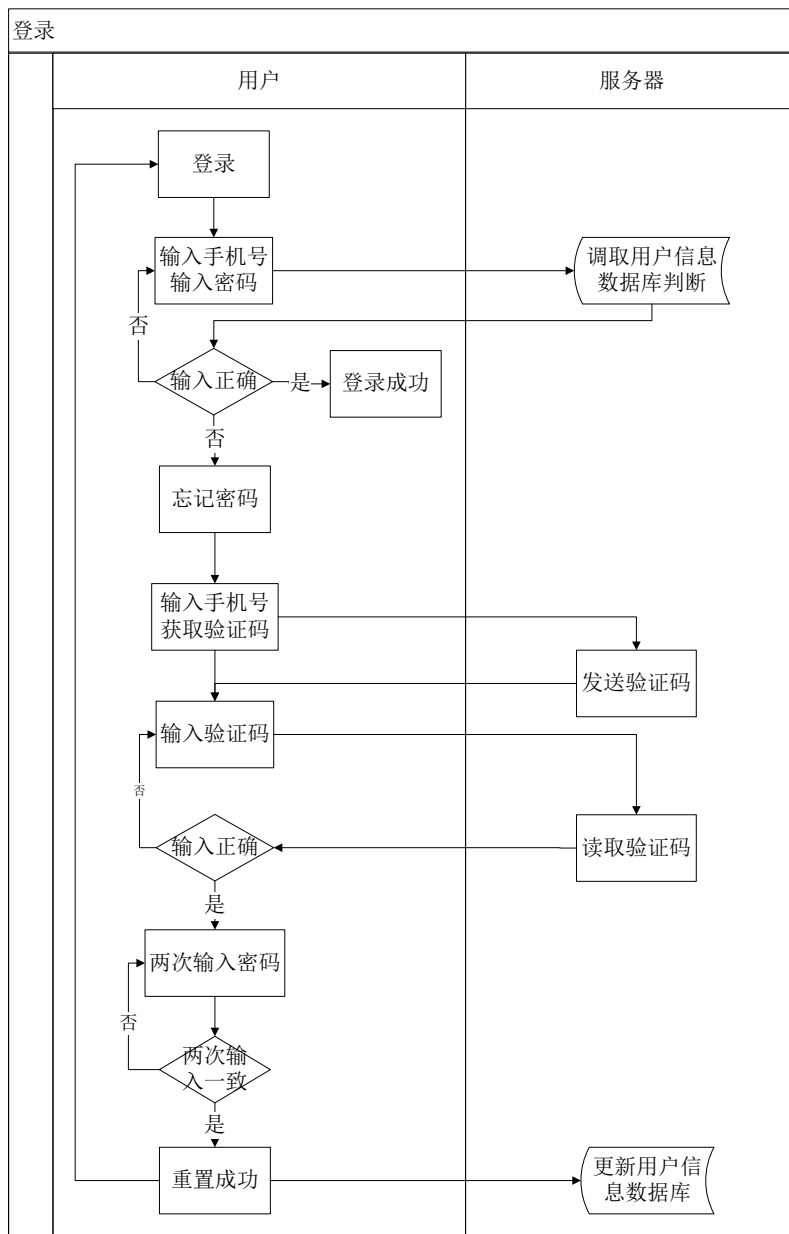
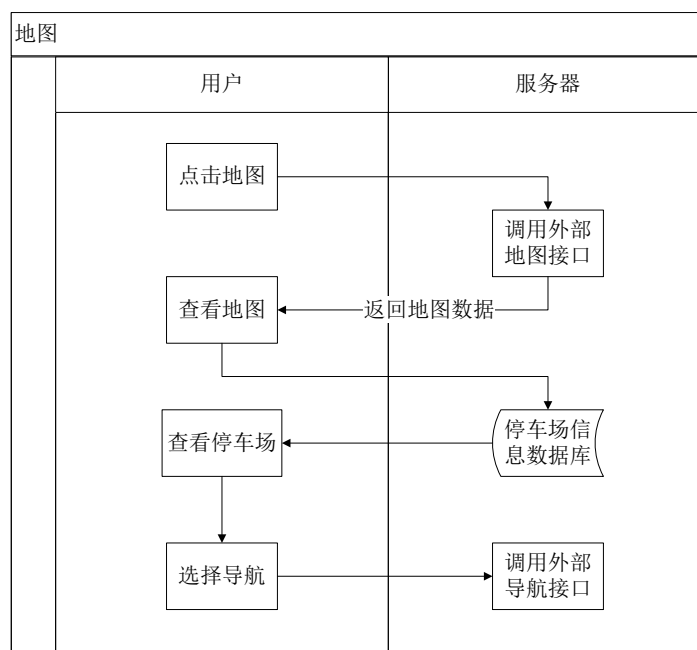


图 4.8 登录功能流程图

4.3.2 地图模块功能

地图模块功能主要是提供给用户一个定位于导航的功能，用户在地图内也可以查询到附近停车场的位置，并且查看停车场信息，然后选择相应的停车场进行导航。具体功能流程图如图 4.9 地图模块功能流程图所示。



4.9 地图模块功能流程图

4.4 预定模块设计与实现

预定模块主要提供给用户预定车位的功能，在车流量以及人流量多的地方，车位资源非常宝贵，用户通过传统寻找车位的方式非常不方便，通过驾驶车辆寻找有空位的停车场。这样不仅非常麻烦，并且增加了交通的压力，给用户也带来了经济损失与时间损失。

e 行者智能停车场系统为用户提供了预定车位的功能。与系统关联度高，提供给系统车位预定功能接口的停车场，并且停车场已将预定功能设置为可用状态的停车场可提供给系统预定的功能，用户可以直接用手机终端通过预定车位功能对车位进行预定。停车场的管理人员灵活操作，可以将停车位的使用率最大化，同时用户在还未到达目的地的情况下就能够保证到了过后有车位可用，直接进入停车场停在已定的停车位上，给用户节约了很大成本，而系统中的地图与导航功能可以直接将用户导航至停车场与具体车位中，降低了道路交通的压力，也会减轻城市拥堵的状况。

4.4.1 预定模块推荐算法设计

预定功能主要为用户推荐提供停车场信息，让用户选择合适的停车场信息并且进行车位预定，而推荐算法的不同也会导致用户的不同体验。根据不同用户的不同操作，系统将推出四套不同的推荐算法。

第一种是按照距离优先的算法，系统通过调用用户 GPS 接口获取用户的当前位置，同时调用后端地图接口，按距离推荐出用户周边的停车场，并调用停车

场以及车位数据库，将信息展示在用户的手机终端供用户查看并且选择。该算法的步骤为首先定位用户，获取用户当前位置信息，然后调取地图与停车场信息，以长度为单位，以用户坐标为圆心进行扫描地图区域内的停车场，扫描到后调取停车场与车位数据库，读取数据库内信息并展示。系统定位扫描停车场的半径长度在 10 公里以内。

第二种是按照等级优先的推荐算法，系统调用停车场数据库中的停车场等级字段来进行删选排序，首先删选出等级高的停车场，这些停车场普遍都与系统关联度强，并且提供给了系统停车位管理的接口，用户选择等级高的停车场更方便用户去预定车位以及管理已定车位的车位锁系统。在基于等级的条件下，同等级的停车场还是会按照距离最短优先的算法进行同等级停车场内的推荐。

第三种是按照用户常用的推荐算法为用户进行推荐，系统调用账单数据库，调取用户常用的停车场，并按照用户常用停车场关联程度进行排序，定制用户信息，千人千种推荐算法，给予用户良好的体验以及简易的操作。

第四种是按照用户收藏的停车场推荐算法为用户进行推荐，系统调用用户信息数据库，调取用户收藏的停车场 ID，然后直接通过后端接口导出停车场信息，展示在前端用户界面，用户可选择收藏的某个停车场进行查看或者预定、导航。

除了推荐算法，e 行者智能停车场系统同样提供给用户自行输入地点信息，然后根据用户输入的地点信息基于距离最优推荐算法为用户提供输入地址附近的停车场信息，供用户查看或者预定、导航。

4.4.2 预定模块解决冲突方案算法设计

在 e 行者智能停车场系统的预定模块中，需要规避一种情况：因为无法去预算上一个用户使用车位的时间，人为因素得不到控制，所以用户只可预定当前停车场的空位。而用户在提前时间较长预定的情况下，支付全额定金极不划算，但是普通预定不作车位控制又有可能出现车位重叠，上一个用户的车停在停车场还未离开，下一个用户就已经到达了其预定时间，这样会造成用户的体验不佳，带来不好的影响。

由于现有存在的停车场系统中，并无包含预定功能的系统，所以本文介绍的智能停车场系统的预定冲突方案算法是一种创新算法。在本节中，本文设计了一种预定冲突解决方案的算法，旨在解决用户预定车位可能出现的车位重叠情况，给用户带来更好地体验。

在考虑如何解决预定功能冲突中，本文列出了三种方案。

(1) 预定冲突解决方案 V0.1：让用户设置预估停位时间，用户使用 e 行者智能停车场系统进行停车后，需设置预估停位时间，在该时间段内，车位将被完全锁定，无法供给其他用户进行预定操作。

(2) 预定冲突解决方案 V0.2：在停车场内，设置一定数量的预留车位，该

数量基数基于停车场日吞吐量来决定。当用户已预定车位，而上一位车主在停车过后还未离开停车场，则预定用户可选择预留车位进行停车。

(3) 预定冲突解决方案 V0.3: 停车场实时空位数作为 mutex 信号量，入场与预定动作发生，进行信号量减 1 操作，出场动作发生，进行信号量加 1 操作。当信号量达到临界值的时候，关闭入场与预定入口，此时该停车场只能进行出场动作。

预定冲突解决方案 V0.1 中，人为因素会控制系统错误率与预定冲突出现频率，无法进行完全智能化管理，所以预定冲突解决方案 V0.1 无法达到系统要求。

预定冲突解决方案 V0.2 中，虽然对各个停车场进行了千场千面的算法，通过分析不同停车场的不同状况进行相应配置，但是还是难以避免极端现象的发生。同时，需要对每个停车场进行流量监控与吞吐量统计，工作量较大，若 e 行者智能停车场普及过后，很难做到精确计算每个停车场的需求量，预定冲突频率还是难以得到保证。

预定冲突解决方案 V0.3 中，利用智能化算法管理停车场中的停车位，并且复用性高，适用于所有的停车场，是一个合适的解决方案。

所以经过上述各方面分析过后，本文决定参照预定冲突解决方案 V0.3 进行最终版本方案。

首先，系统将设置一个参数（通常为一小时），用来区别为即时预定车位或者提前预定车位，用户在预定车位的时候会输入到场时间，通过调用系统时间计算与用户输入的到场时间的时间差，若时间差超过了系统设置的参数，则系统自动判定其为提前预定操作，否则为即时预定操作。预定即时车位的客户选择车位与预留时间，然后缴纳预留金，用户可以管理自己的车位。提前预定车位的用户选择到场时间，然后支付定金。当有用户预定车位、非预定用户入场的情况下触发数据库空车位数减一并刷新，当有出场或已预定用户取消预定的情况下触发数据库空车位数加一并刷新。每次刷新数据库的时候进行计算预定数与空位数的关系，如果预定数到达了空位数，则关闭场内所有车位，并开始计时计价，否则打开提前预定的车位，暂停计时计价。当提前预定的用户进入停车场时，系统为其自动分配（或用户自选）车位，管理该车位的车位锁，方便用户停车入位。

该方案给提前预定车位的用户提供了车位保障，并且降低了客户预定金的支付，不仅保证用户预定车位百分之百的成功率，还在最大程度上节约了用户的成本，并且没有损害停车场方的利益与车位的利用率。具体功能流程如图 4.10 所示。

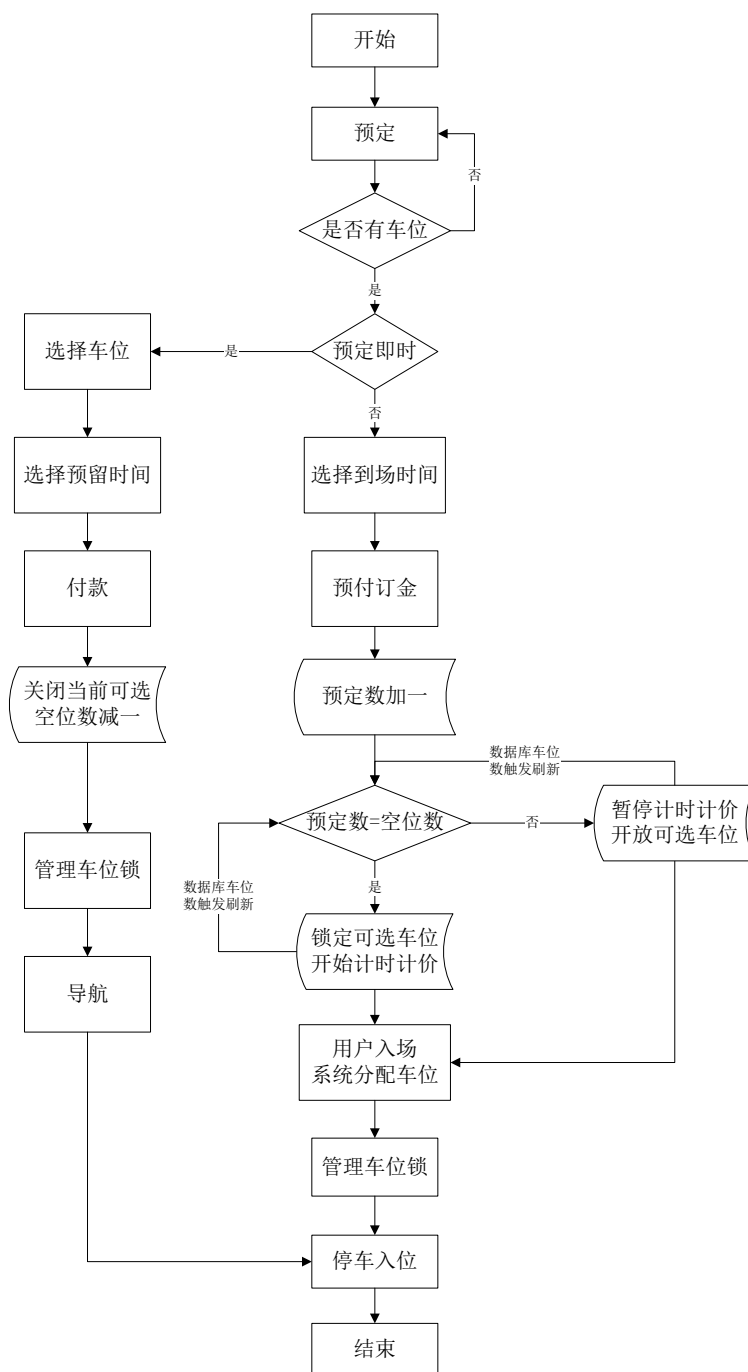


图 4.10 预定车位冲突解决算法流程图

4.4.3 模块整体功能流程

通过上文的介绍，预定功能模块为用户提供了与系统关联程度强的停车场的车位预定操作，为用户提供有保障、价格最优的预定车位服务，为用户的出行带来了一定程度上的方便。

预定的整体流程如下：

- (1) 选择推荐类型或者输入目的地名称搜索停车场。
- (2) 查看停车场信息，包含停车场名称、总位数、空位数、停车场等级、

使用次数以及距离,选定符合条件的停车场进行车位预定。停车场等级分为四等,无星级、一星级、二星级及三星级。三星级停车场提供给用户预定车位并且可自动通过手机终端管理车位锁功能;二星级停车场提供给用户预定车位但无法通过手机终端管理车位锁功能;一星级停车场为用户提供停车场空位数与总位数信息功能,但无法进行预定功能;无星级停车场只有停车场名称信息以及导航功能。

(3) 选定停车场,输入到场时间与预留时间,选择用户个人信息数据库中录入的车牌信息进行车位预定。

(4) 二星、三星级选择车位进行预定,并且进行支付,支付成功后,三星级停车场提供管理车位锁功能。

具体模块功能流程图如图 4.11 预定功能模块整体流程图所示。

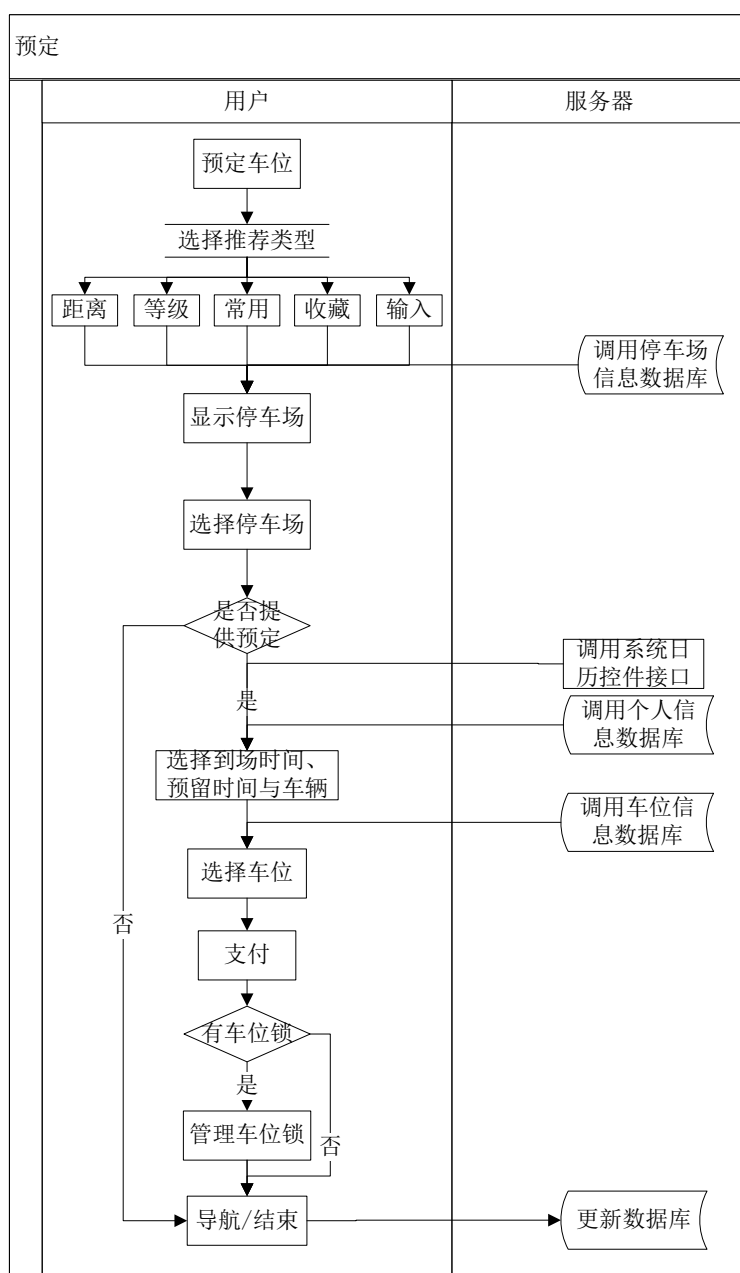


图 4.11 预定功能模块整体流程图

4.5 导航模块设计与实现

e 行者智能停车场系统为用户提供的导航功能包括停车场导航、停车位导航以及附近公共设施的导航。停车场导航的是使用外部地图提供的接口进行调用，利用 GPS 定位功能对用户进行导航至停车场的功能。停车位导航是利用 iBeacon 与用户的手机进行匹配识别，达到精确度在 1 米以内的导航，将用户准确导航至自己的车位。附近公共设施的导航是利用后端数据接口，读取写入到系统数据库中的附近设施具体坐标，为用户进行导航，快速将用户导航至常用的公共设施，达到便民效果，节省用户时间。

4.5.1 导航至停车场

导航至停车场的功能模块分为三种情况，第一种是导航至已定车位停车场，用户在预定功能中已经订好停车场并且跳过了导航功能后，可以在导航模块中的导航至停车场功能进行选择已定车位进行导航至该车位所在的停车场。第二种是导航至已停车位停车场，用户的车辆已经停在某一停车场，需要去停车场取车的时候，就可选择导航至已停车位的停车场，进行取车操作。第三种是直接导航至附近停车场，用户在到达某一地方并未预定车位并且不熟悉附近情况的时候可选择直接导航至附近停车场，系统会自动为用户导航至系统数据库中还有空车位的停车场。

4.5.2 导航至停车位

用户在进入停车场后，GPS 的定位精度无法达到导航至具体停车位的要求，这时就需要利用各停车位上的 iBeacon 为用户进行导航至停车位的功能，具体采用的是一种在现有的加权近邻算法上参考倒数距离的因素，又称“反距离加权平均法”^[27]，实际操作是将各停车位上安置一个 iBeacon 基站，总共有 n 个车位，每个车位的坐标分别为 (x_i, y_i) ，垂直高度为 z_i ，经过优化后的距离加权平均函数为

$$f(x, y) = \begin{cases} \frac{\sum_{j=1}^n \frac{z_j}{d_j^p}}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{d_j^p}} & \text{当 } (x, y) \neq (x_i, y_i), i = 1, 2, 3, \dots, n \\ z_i & \end{cases} \quad (4.1)$$

该函数中， $d_j = \sqrt{(x-x_j)^2 + (y-y_j)^2}$ 是 (x, y) 到 (x_i, y_i) 的水平距离，

$p(p > 0)$ 是加权幂指数。假设停车场中共有 n 个车位， i 为用户所在位置， i 的权

值为 w_i ，若用户位置 i 与用户车位 (x, y) 的距离为 0，则用户所在位置的权值为 $w_i = 1$ ，其他车位点的权值均为 0，若用户车位 (x, y) 与用户位置 i 不为 0，则

$$w_i = \frac{1/d_i}{\sum_{j=1}^n 1/d_j}, i=1,2,3,\dots,n \quad (4.2)$$

最后，用户车位的坐标通过公式 $x, y = \ln\{w_i \times (x_i, y_i)\}$ 得到。得到用户车位坐标过后，再通过 Dijkstra 算法，导出最优路径，将用户导航至自己的停车位。

4.6 出入场模块设计与实现

出入场模块包含两个部分，快速识别车牌入场以及快速缴费出场过程。快速识别车牌入场过程中，主导以传统车牌识别算法为主，蓝牙 4.0 与声波匹配识别为辅进行车牌识别快速入场操作。快速缴费出场支持用户以余额支付、微信支付或者支付宝支付，支付完成后，用户即可不停车出场。

4.6.1 传统车牌识别算法

e 行者智能停车场管理系统中调用传统车牌识别算法接口，对车牌进行主导识别功能，主要以小波变换^{[28][29]}与 PCA 算法^[30]结合处理车牌信息，最终输出车牌结果信息。将预处理过后的二值图像进行小波变换，图像被分为四块信息：LL（低频信息），LH，HL，HH（高频信息）。LL（低频信息）中包含图像主要信息部分，而 HH（高频信息）中包含图像细节信息部分，在一级处理过后进行二级小波分解，继续处理图像主要信息。分解出来的信息通过 PCA（Principal Component Analysis）主成分分析算法过后，可以得到最终的结果。PCA 算法的核心步骤就是将多参数的复杂算法逐个分解成少参数的简单算法，并且保留关键信息部分。使用 PCA 算法与小波变换结合能够得到高成功率的车牌识别结果。

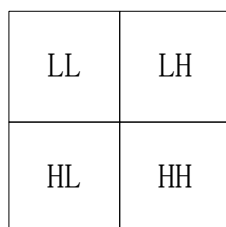


图 4.15 一级小波分解

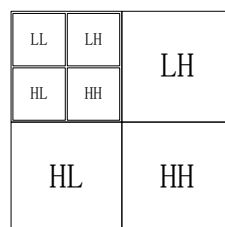


图 4.16 二级小波分解

4.6.2 辅助识别

用户在进入停车场之前选择入场操作检测蓝牙是否已经开启,若车牌长时间识别无反应,用户可手动开启蓝牙进行匹配识别,识别结果将与车牌识别结果进行比较,若结果一致则成功识别,自动抬杆,进入停车场。若识别结果不一致,还需要用户将手机放置在入口处的声波识别区域进行声波识别,得到最终的识别结果。

蓝牙识别管理分为两个部分,第一个是嵌入在用户手机中的客户端,另一个是在停车场内嵌入到入口设备中的服务器端,当进行匹配过后,服务器端通过客户端提供的接口,读取授权数据,考虑到数据安全性的问题,此时客户端内仅有用户 ID,用户车牌号为可读取状态,服务器端读取用户 ID 与用户车牌号,与上一节的车牌识别结果进行匹配,匹配成功即可进入停车场。蓝牙系统体系结构如图 4.17 所示。

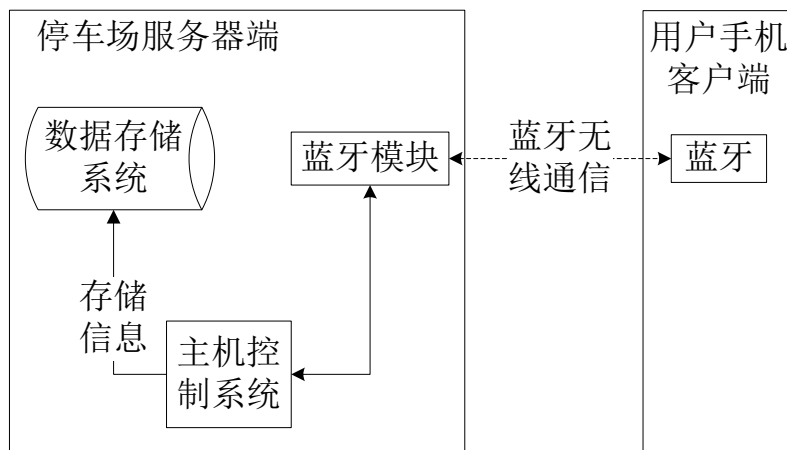


图 4.17 蓝牙系统体系结构

若蓝牙匹配结果与车牌识别结果不一致,系统会提醒客户将手机靠近入场声波识别设备,客户端通过发出一段声波与停车场服务器端进行匹配识别,服务器端调取客户端后端接口授权数据,为了保证数据安全性,此时服务器端仅能调取用户 ID 与用户车牌号信息数据,声波识别后完成识别过程,识别完成后,用户即可进入停车场完成入场操作。

4.6.3 入场整体流程

经过系统识别车牌后,服务器端调用系统时间接口,将用户进入停车场的时间字段记录到订单表中,用户完成入场操作。整体流程图如图 4.18 所示。

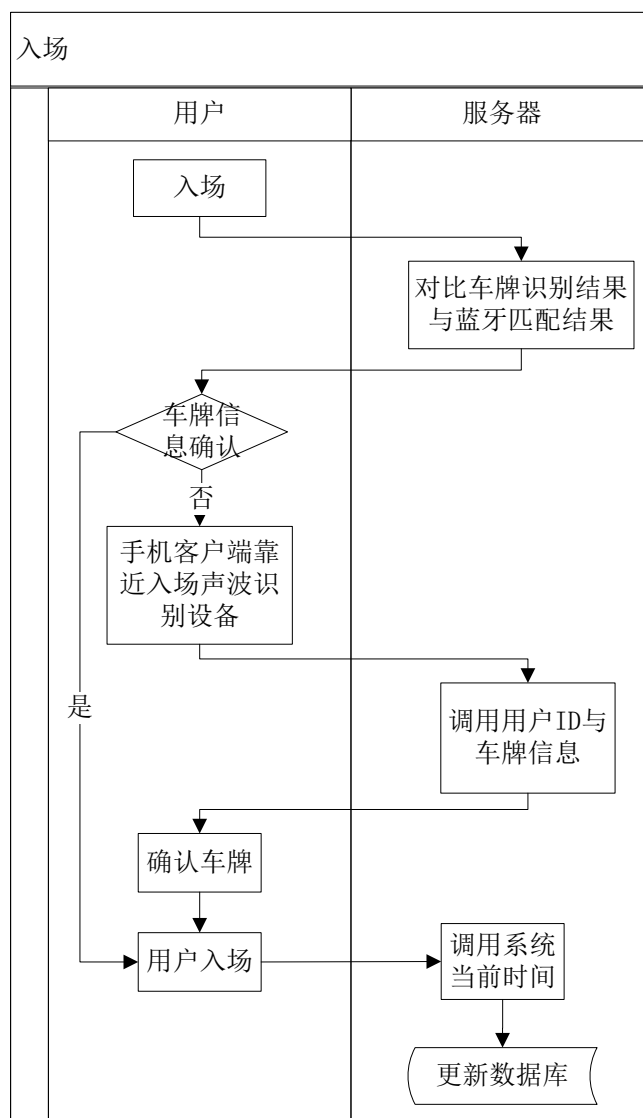


图 4.18 入场整体流程图

4.6.4 出场整体流程

用户在出场的时候，首先选择已停车辆，进行出场支付操作，用户可选的支付方式有三种，余额支付，微信支付与支付宝支付，用户的余额是通过绑定的银行卡转入的，而用户的微信支付与支付宝支付则是调用系统接口，跳转至微信平台或者支付宝平台进行支付，支付成功后用户即可出场。而此时用户需要在 10 分钟之内将车辆驶离停车场，以便提高车位的资源利用率，而同时，出场的导航会帮助用户以最短路径的算法将用户快速导航至停车场出口，保证用户能够在规定的时间内顺利出场。

若用户在 10 分钟之内没有完成出场，则在出场的时候会提示用户缴纳一定罚金，该金额为停车场内停车一小时的金额。

用户在完成支付过后，用户信息数据库、停车场信息数据库、停车位信息数据库以及订单信息数据库均需要更新数据。具体流程图如图 4.19 所示。

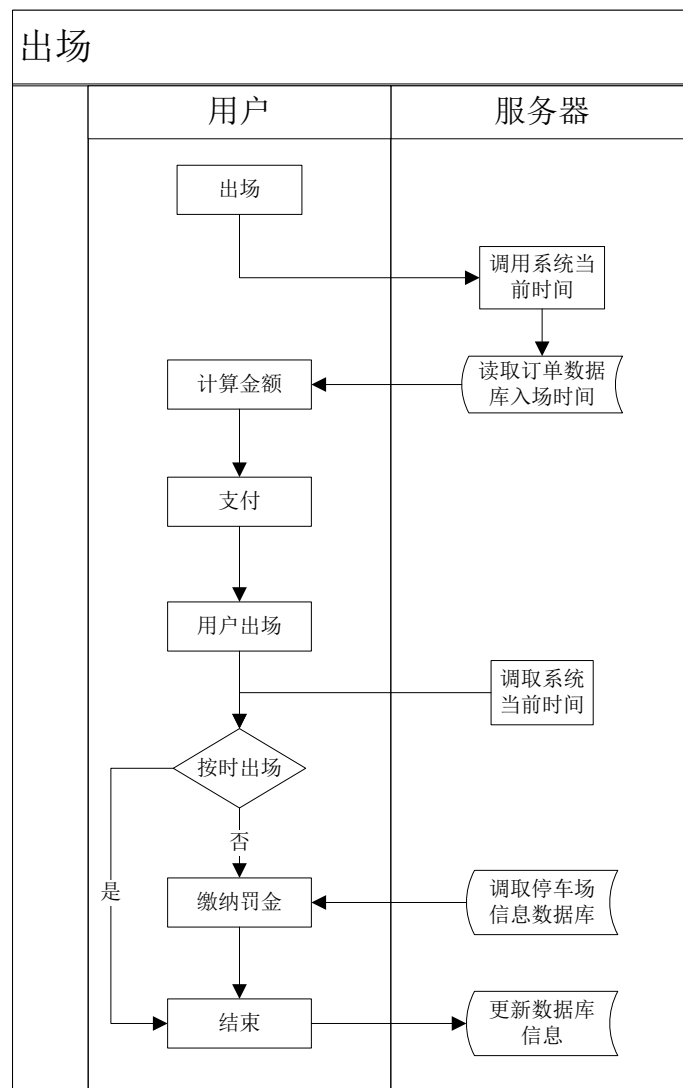


图 4.19 出场整体流程图

4.7 本章小结

本章主要对 e 行者智能停车场管理系统的数据库进行设计，然后对系统的主要功能模块进行功能分析与设计，对每个功能的流程进行表述。对系统内涉及到的算法与解决方案进行概述。

第 5 章 系统交互设计展示

5.1 系统模块展示

通过上一章的分析，将 e 行者智能停车场系统分为了几大模块，其中初始化模块中，用户可享受系统功能提供的服务，包括登录、注册、查看地图与导航。

5.1.1 初始化系统

初始化系统在未登录情况下，各接口均只开启登录、地图与导航功能，点击其他功能区块则弹窗提示用户登录。用户点击登录或者“我的”入口按钮，则跳转至登录页面，进行登录操作，在登录页面点击左上角的叉形按钮回到上级菜单。用户点击地图按钮，则调用地图并定位用户位置，同时调取停车场数据库，拉取停车场信息并在地图上展示，用户点击停车场所在地标注即展示停车场名称与车程预计，点击停车场名称则导航至选中停车场。在初始化主页中，用户也可选择系统自动为用户推荐的停车场进行信息查看，也可选择相应停车场进行导航。

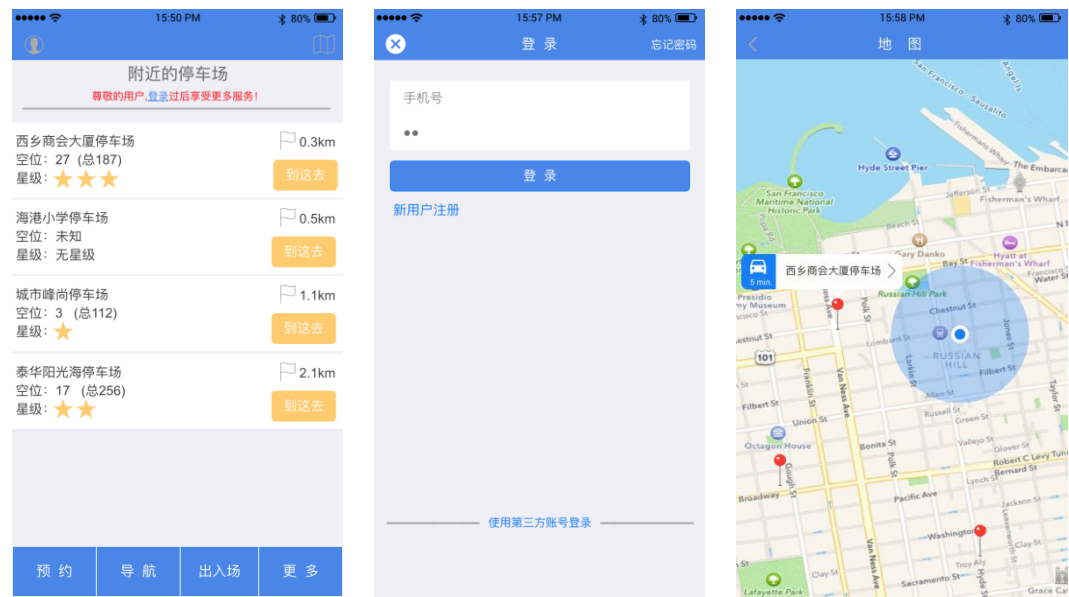


图 5.1 初始化系统模块展示

表 5.1 初始化系统模块功能说明表

功能	说明
登录入口	进入登录页面进行登录或者新用户注册
地图入口	进入系统调用接口后的地图，查看停车场信息
导航至停车场	选择停车场后可选择导航至停车场，调用地图导航
登录	登录需输入注册时的手机号与密码，并进行验证

功能	说明
忘记密码	调取忘记密码功能，跳转至相应页面
新用户注册	调取注册功能，跳转至注册页面

5.1.2 注册模块展示

新用户注册需要输入手机号，然后通过获取服务器到输入的手机号上的验证码完成验证，验证成功后即可进入密码输入页面进行密码输入与确认，该页面中用户也可输入车牌号进行车牌号绑定，输入合法并完成后即可完成注册登录，输入不合法则弹窗提示用户重新输入信息。



图 5.2 注册功能展示

表 5.2 注册功能说明表

功能	说明
手机号	用户注册使用的手机号即为用户以后的登录名，手机号必须为 11 位数字
获取验证码	用户输入手机号合法，即可点击获取验证码
验证码	输入获取的验证码，输入正确才能进行下一步
退出按钮	点击后跳回上级菜单
输入密码	输入登录的密码
再次输入	输入与上一次相同的密码确认
车牌绑定	输入车牌绑定
确定	检测两次输入密码是否一致，输入一致则弹窗提醒注册成功，否则重输

5.2 我的模块展示

在“我的”模块中，我的信息集合展示在此，包括系统发送至用户的提醒、账单信息，用户的停车券信息，收藏的停车场，绑定的手机号与车牌号，用户余额等。

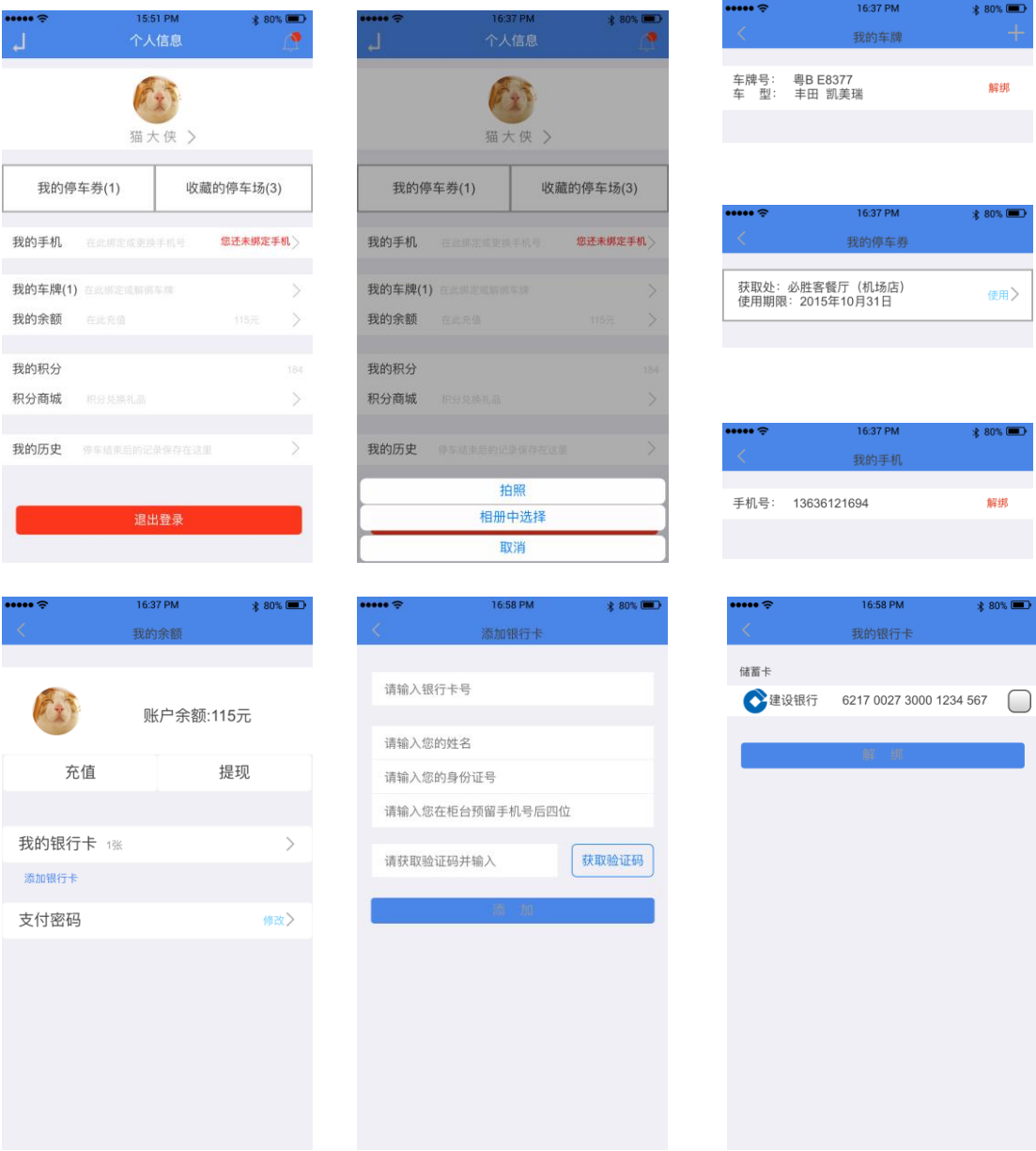


图 5.3 我的模块聚合展示

表 5.3 我的模块功能说明表

功能	说明
左上角返回	返回主页面
头像	选择新的头像进行头像更新

功能	说明
我的停车券	展示用户得到的停车券信息
右上角系统消息	查看系统发送的消息或者账单
我的手机	绑定或者解绑手机，绑定或解绑手机需手机获取验证码并输入正确才能绑定或解绑，一个用户账号只能绑定一个手机号
我的车牌	绑定新车牌或者解绑已有车牌
我的余额	查看余额，充值、提现，或者绑定、解绑银行卡，修改支付密码
积分商城	用户产生消费即可获得积分，积分可在积分商城兑换礼品
我的历史	用户的停车历史
退出登录	退出当前账户，下次启动 App 时需要重新登录

5.3 预定模块展示

在预定模块中，用户首先选择推荐方式展示用户的停车场，或者输入要去的地方，系统为用户推荐附近停车场，用户选择停车场后预定车位，需要选择到场时间与预留时间，然后选择车位，支付定金，并且控制车位锁的状态。

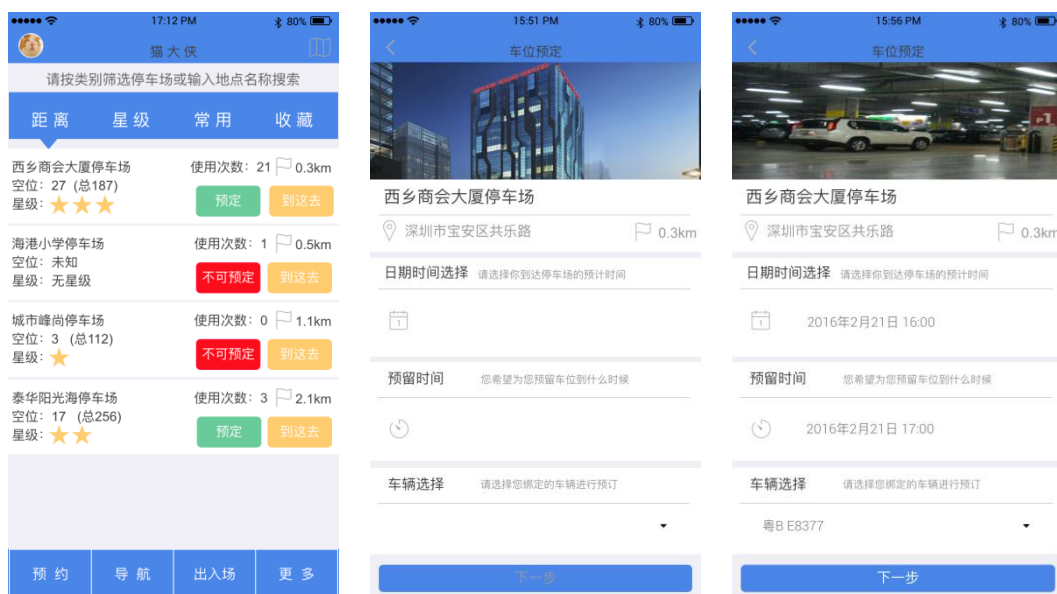




图 5.4 预定模块聚合展示

表 5.4 预定模块功能说明

功能	说明
主页 TAB 页	按照用户选择方式为用户选择推荐停车场
输入框	输入目的地，确认后推荐附近停车场
预定	预定该停车场停车位，点击后跳转至预定页面
日期选择	拉取日历控件，选择预计到场时间
预留时间	拉取日历控件，选择预留时间
车辆选择	选择用户绑定的车牌号进行车位预定
车位选择	下拉菜单选择常用车位或者自选空位
确认车位	确认车位选择，进入支付页面
优惠活动	用户可选择优惠活动降低订单价格
订单支付	选择支付方式进行支付
确认支付	若选择余额方式支付，则输入密码进行支付，选择支付宝或微信支付支付方式则跳转至支付或者微信平台进行支付，支付成功后可管理车位锁
上/解锁	管理车位锁状态
右上角导航	进行导航至该停车场与停车位

5.4 导航模块展示

导航模块提供给用户导航至停车场或者导航至停车位的操作。若用户需要导航至停车场，则需要选择已定车位或者是已停车位进行导航，用户也可选择直接导航至附近停车场，导航至停车场调用的是 GPS 接口。若用户需要导航至停车

位，则需要选择已定车位或者是已停车位进行导航，用户也可选择直接导航至停车位，导航至停车位调用的是 iBeacon 基站接口，进行精准导航。若用户需要导航至洗手间、出入口、电梯间，则选择对应的选项，系统将对其进行导航。



图 5.5 导航模块聚合展示

表 5.5 导航模块功能说明

功能	说明
主页 TAB 页	选择导航目的地
已定车位	导航至已定车位
已停车位	导航至已停车位
导航至停车场	直接导航至附近的停车场，该停车场为系统为用户推荐的有空位的最近的停车场
导航至车位	将用户导航至空车位，根据用户选择可导航至电动车位与普通车位
管理车位锁	提供管理车位锁功能的车位可进行车位锁管理

5.5 出入场功能展示

5.5.1 入场功能展示

用户在入场的时候首先可进行蓝牙匹配识别，通过蓝牙匹配过后，读取用户 ID 与用户车牌号，当车辆行驶到入场图像摄影设备的时候进行图像处理识别，若识别结果与蓝牙匹配识别结果一致，则用户直接进入停车场，若识别结果不一致，用户则需停车将手机靠近至入场声波识别设备进行声波匹配，然后读取用户车牌号进行识别。

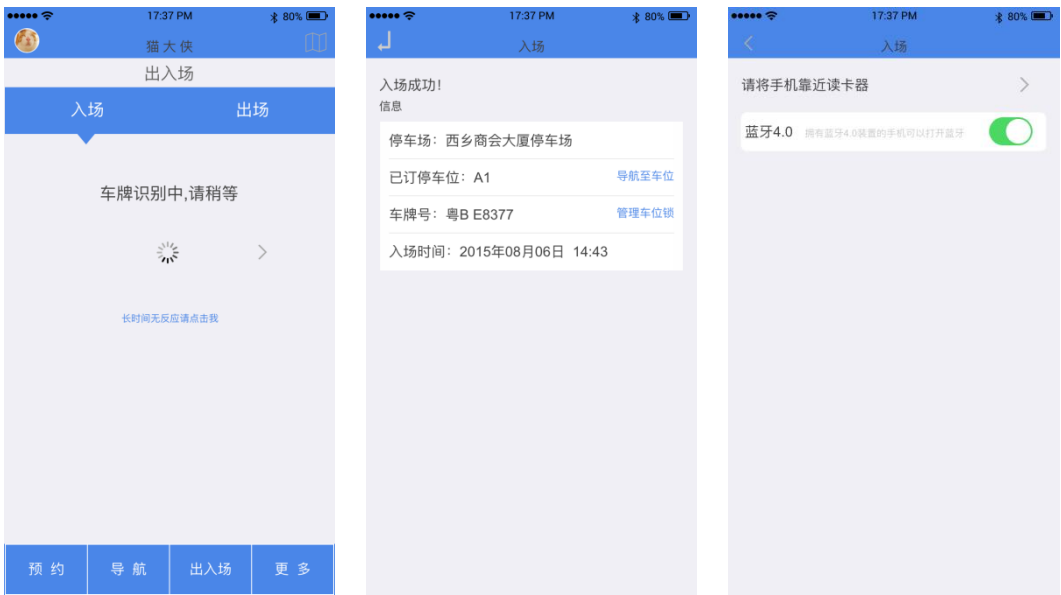


图 5.6 入场功能聚合展示

表 5.6 入场功能说明

功能	说明
主页 TAB 页	选择出场或入场操作
无反应点击	跳转至打开蓝牙页面
导航至车位	导航至用户选择的车位
管理车位锁	对车位锁进行管理，若用户车位锁状态为锁定，则可解锁，方便停车

5.5.2 出场功能展示

用户选择出场后，需选定需要支付的车辆，选择过后，确认支付信息，进行支付，用户也可选择停车券进行订单支付。



图 5.7 出场功能聚合展示

表 5.7 出场功能说明

功能	说明
主页 TAB 页	选择出场或入场操作
选择车辆	选择已停车辆进行支付
支付信息	调取支付信息，供用户进行确认
支付方式	选择余额后，进行输入密码方式支付，选择微信支付或者支付宝支付方式，进行跳转至微信、支付宝平台支付
使用停车券	选择现有并可用停车券进行使用，使用可减少订单金额

5.6 更多模块功能展示

在更多模块中，主要是辅助功能与商业元素。



图 5.8 更多功能聚合展示

表 5.8 更多功能说明

功能	说明
版头 BANNER	广告业，点击跳转至浏览器打开链接
扫一扫	扫一扫功能，提供商家停车场优惠二维码，用户消费后扫描获取
附近商家推荐	合作商家展示
推荐给好友	将 e 行者智能停车场系统分享给好友
意见反馈	将 App 体验输入反馈，以便更优化的
精品应用推荐	合作应用推荐

5.7 微信平台展示

用户在微信平台也能够享用系统提供的部分服务，只要将功能原生页面的代码转化到 H5 页面即可实现。

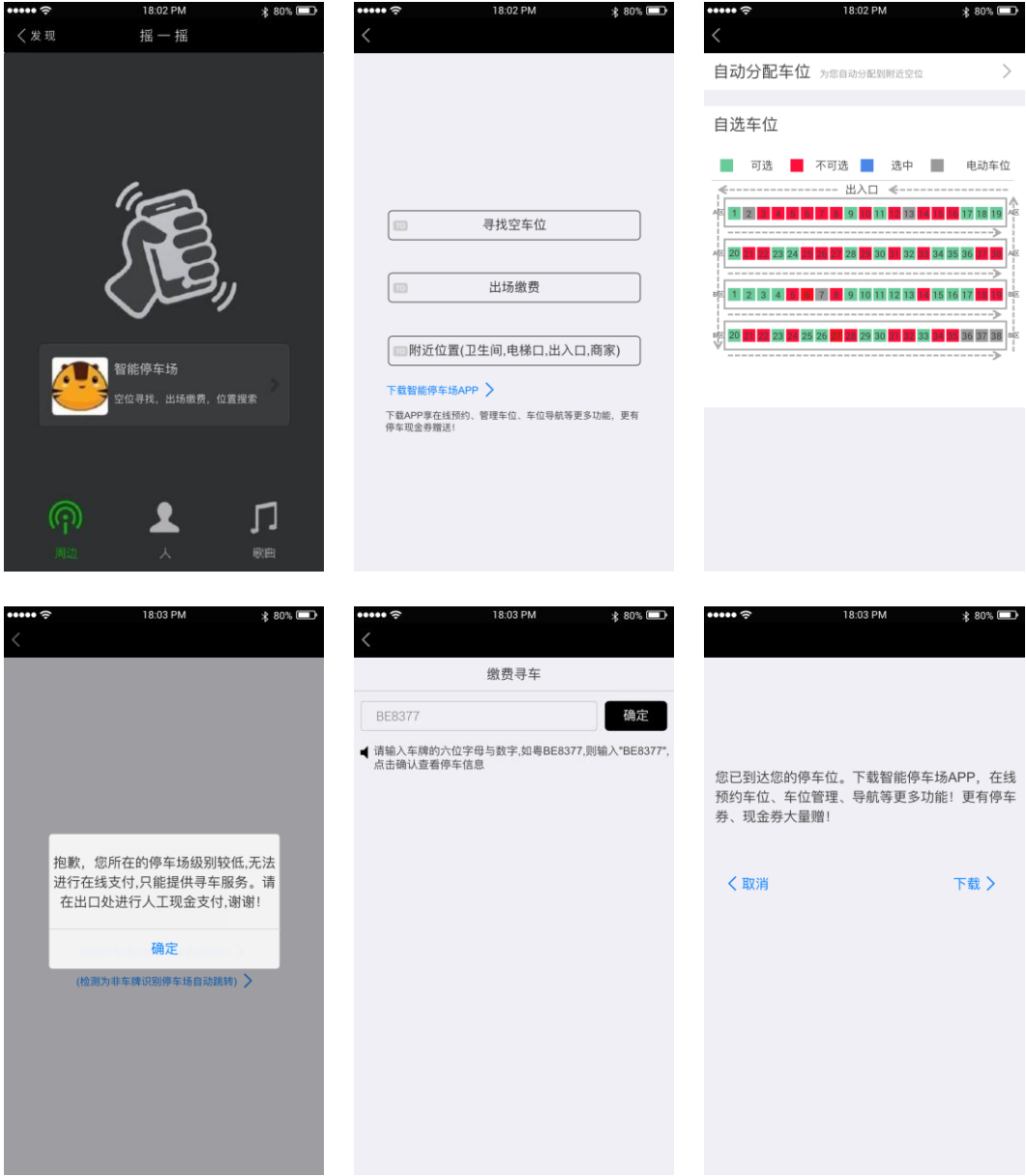


图 5.9 微信平台展示

表 5.9 微信平台功能说明

功能	说明
功能入口	可以通过微信公众号或者通过摇一摇摇附近找到入口
寻找空车位	进入寻找空位的 H5 页面链接，车位选择与导航复用 App 功能
出场	用户选择出场，若停车场的等级较低，不是车牌识别设备，则需要用户手动输入车牌号进行快捷支付

功能	说明
推荐下载	用户点击下载过后，跳转至 app 下载链接

5.8 本章小结

本章从系统交互设计稿入手，对 e 行者智能停车场系统进行了整体介绍，让 e 行者智能停车场系统从无到有，从理论到实践，从方案到实施，更直观的展示出了 e 行者智能停车场系统的功能与使用方法。

第 6 章 总结与展望

6.1 全文总结

智慧城市是人们对数字化信息化时代的憧憬，而智能停车场是智慧城市中交通的解决方案，而当人们的生活水平普遍提高，私人车辆的数目也以基数方式增长。根据马斯洛需求层次理论，人们的需求将会更上一层，为了追求更加方便、快捷、更好的体验，智能停车场系统致力于满足更多人的需求。社会的进步也会让人们对于智能停车场系统的粘性度增加，通过不断地发展、推广，e 行者智能停车场系统极有可能将在未来改变并且主导用户的停车习惯，并且获得更广阔的活跃用户。

本文通过分析现有停车场的状况，抓住用户痛点，进行需求深入挖掘，结合当前社会状况、现有技术手段以及用户交互习惯，对 e 行者智能停车场系统进行分析与设计，结合互联网+思维与智慧城市的目标，对 e 行者智能停车场系统进行功能扩充，从各个方面为用户考虑，节约用户时间与成本，同时提高停车场与停车位的利用率，减缓城市交通压力，降低城市堵塞情况。这就是 e 行者智能停车场系统将停车场与停车位全部数字化，并且以信息的形式展示在用户面前，用户直接可以通过手机客户终端就能够获取各种信息，同时也能够第一时间找到空车位，进行预定操作，提高车位的利用率，降低用户的时间成本，给用户带来了很大的方便，预定冲突的解决方案不仅在最大程度上节省了用户的成本，更加保证了车位预定的成功率，不会出现车位流失或者用户入场无车位或车位被占用的情况。

快捷入场使得用户不再需要通过领取卡片作为记录自己入场的标识。车牌识别的高成功率仍然无法满足高基数用户群的需求，高流量的停车场日吞吐量可达到 5-10 万，即使是百分之九十九的成功率也会导致 500 至 1000 人出错，所以为了更高的车牌识别成功率，e 行者精益求精，利用蓝牙与声波匹配识别方式作为辅助识别，从根本上杜绝了识别错误的情况发生。

快捷支付的思想随着支付宝的诞生于迅猛发展已经主导中国手机用户的方向，所以基于便捷出场的情况下，该系统提供便捷支付的接口，供用户选择网银款项支付、支付宝快捷支付以及微信快捷支付，用户不再为没有零钱而烦恼。

在满足了一系列刚性需求过后，本文同样考虑到用户的弹性需求。用户在使用新的手机 App 的时候，最烦恼的事情莫过于注册时个人信息被泄露以及糟糕的交互流程与体验感。而本系统同样考虑到用户的弹性需求，对用户的信息安全诸多限制。系统在获取用户信息时需要满足两个条件，第一是该系统模块已被授权；第二是已被授权的系统模块只能读取到用户的部分信息，供系统模块进行使

用，这样就对用户的个人信息做了极大保障，用户安全性得到提升，不会出现用户个人信息被泄露的情况。另一个弹性需求就是交互流程与体验优化，本系统基于便捷、简易的交互进行设计，用户很方便就能够找到自己需求点入口，进行相应操作。寻找停车场、停车位是一个比较紧急的需求，所以系统目标是在最短的时间内解决用户的需求，功能路径缩短、入口全部展示在主页上，都是为了便捷与简易的交互体验。

所以，e 行者智能停车场系统不仅是一个功能性强的系统，同时也是一个注重用户体验与信息安全的系统。

6.2 未来展望

由于本系统需要硬件实施，所以推广上线的方式也只能采用类似于 A/BTest 的方法，首先进行一些试点停车场进行实施推广，很多城市或者很多区域可能还不能享受到本系统提供的优质服务，在以后会将硬件实施遍布到全国各大城市的各大商圈、交通枢纽以及名胜古迹，然后往覆盖率百分之百的方向发展。

另外，在已经试运行的几个停车场中，系统接收到了来自用户的反馈与改进意见。第一，遇到车位比较多、比较大的停车场，在自选停车位的时候，图片中车位很紧凑，点击想要的停车时位由于车位图标变得很小，很难选中预期的停车位，常常点错。第二，分层停车场的停车位在自选的时候没有选择层数入口。第三，未开通第三方登录，新用户只能通过手机号注册，注册方式单一。

通过用户的反馈与改进意见，本系统拟在下个版本中对自选车位进行优化，对于多层停车场，提供层级选择入口，用户选择层级后，调取该层级的停车位分布图，选择车位。在选择车位的过程中，用户点击第一次为选择该区域，区域图片会放大，以使用户更精准的选择自己想要选中的车位，防止用户产生误操作。

同时，战略方向会顺应市场发展方向，以达成智慧城市的目标为战略目标，围绕互联网+的思维对系统进行不断地迭代、更新，正如雷军所说，互联网要想取得成功，必须遵循“快”字诀，迅速的迭代与更新能够随时站在市场发展的前端。

此外，本系统仅提供了智慧城市中交通方面的解决方案，在未来可能会涉及更多的方面，为更多的现有不便现状提供更多的优化解决方案。

参考文献

- [1] 赵大鹏. 中国智慧城市建设问题研究[D]. 吉林大学, 2013.
- [2] 辜胜阻, 杨建武, 刘江日. 当前我国智慧城市建设中的问题与对策[J]. 中国软科学, 2013(1):6-12.
- [3] 郑娟. 浅议汽车相关专业《汽车文化》课程的教学[J]. 甘肃科技, 2009, 25(18):172-173.
- [4] 《中国汽车工业年鉴》期刊社. 2010 中国汽车出口年鉴[M]. 吉林科学技术出版社, 2010.
- [5] 许静. 停车场智能管理系统设计[D]. 南昌大学, 2013.
- [6] Pang L X, Chawla S, Liu W, et al. On detection of emerging anomalous traffic patterns using GPS data[J]. Data & Knowledge Engineering, 2013, 87(9):357-373.
- [7] Sun L, Zhang D, Chen C, et al. Real Time Anomalous Trajectory Detection and Analysis[J]. Mobile Networks & Applications, 2013, 18(3):341-356.
- [8] 符溪. 智能停车场系统设计和实现[D]. 湘潭大学, 2011.
- [9] 邱丽丽, 顾保南. 国外典型综合交通枢纽布局设计实例剖析[J]. 城市轨道交通研究, 2006, 9(3):55-59.
- [10] 杨章贤. 信息时代区域发展与城市规划响应研究[D]. 东北师范大学, 2011.
- [11] 刘怡光. 车辆识别若干基础算法与技术研究[D]. 四川大学, 2004.
- [12] 王运琼. 车辆识别系统中几个关键技术的研究[D]. 四川大学, 2004.
- [13] 卓浩. 基于 RFID 技术的车辆管理系统[J]. 计算机与数字工程, 2008, 36(1):111-113.
- [14] 马利. 停车场管理系统市场的应用现状与技术发展[J]. 中国安防, 2013(8):69-72.
- [15] 张园. 移动终端在智慧旅游发展中的应用刍议[J]. 自动化技术与应用, 2014, 33(6):92-94.
- [16] 宋俊德, 王劲松. 移动终端体系的演进[J]. 电信技术, 2006(10):83-84.
- [17] 刘露. 人性化的手机操作系统[J]. 百科知识, 2010(15):23-23.
- [18] 党李成. 基于 Google Android 智能手机平台的研究与应用[D]. 安徽大学, 2010.
- [19] 弋荣静. iOS 平台手机阅读客户端的设计与实现[D]. 北京邮电大学, 2013.
- [20] JOHN RAY(美). iOS 7 应用开发入门经典[M]. 人民邮电出版社, 2014.
- [21] 罗辑, 高家利, 秦正. 蓝牙技术的应用现状及发展趋势[J]. 四川兵工学报, 2006, 27(3):36-37.
- [22] 宋铁成, 沈连丰, 肖婕, 等. 蓝牙技术的几种应用[J]. 移动通信, 2003,

27(8):41-43.

- [23] 吴勇毅. 让移动支付变得越来越“酷”[J]. 上海信息化, 2013(7):52-55.
- [24] 吴栋淦. 基于 iBeacon 的智能导览系统的设计与实现[J]. 贵阳学院学报:自然科学版, 2014, 9(4):9-13.
- [25] 张雪. 基于蓝牙的室内智能停车场管理系统设计[D]. 江西理工大学, 2013.
- [26] 张倬胜, 马方方, 薛静远,等. 基于 iBeacon 的精细室内定位方法研究[J]. 地理信息世界, 2015(2):26-30.
- [27] 王淑英, 陈守煜. 加权平均的权重优选算法及其应用[J]. 水利学报, 2003(12):109-113.
- [28] 张俭鸽, 王世卿, 盛光磊. 基于小波和 DFB-PCA 的人脸识别算法研究[J]. 微计算机信息, 2007, 23(2S):253-254.
- [29] 韩建松, 张治学, 刘勇. 基于 Delphi 的 C/S 结构高校收费系统设计[J]. 电脑开发与应用, 2008, 21(8):31-32.
- [30] 常玉清, 王姝, 王福利,等. 基于多 PCA 模型的过程监测方法[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(4):901-908.

致 谢

美好的时光总是短暂的，两年过去，又到了离别的时候了。这两年我学到了太多的东西，认识了许多新朋友，学到了很多知识，也学会了做一个更优秀的人。在校园里时光安逸舒适，让人恋恋不舍。老师们孜孜不倦教诲将永远打动着，影响着我未来的方向。在这两年里，有过失落有过迷茫，也有过成长有过欢笑，我将都会铭记在心。感谢中南民族大学引领着我成长，陪我走过最美好的时光。

在我的毕业论文完成之际，我首先要对我的导师——覃俊教授说一声，谢谢老师，您辛苦了！覃老师不仅是我学业上的导师，更是我生活中的益友，时刻关心我的生活，并带领着我进步，让我成长成为更好的自己，为我付出了很多辛勤的汗水。就本论文来说，从选题、开题、方案讨论到最后论文的撰写、修改，以及在编码过程中遇到的一系列的问题，覃老师从始至终都能够用渊博的知识来帮助我解决，并且帮助我开阔思路，把控进度。覃老师渊博的知识以及严谨的科学态度不仅让我折服，而对学科敏锐的洞察力以及先进的思想更是深深打动了我，给予了我极大的帮助和启发，再次，我再次向我亦师亦友的覃老师送以最真挚的感谢！

另外，我的同学、师兄弟都给予了我很多的帮助，俗话说，众人拾柴火焰高，在当今这个以团队为主的世界里，我的同学与师兄弟们让我感受到了团结的重要性，让我明白了很多做人的道理，不仅仅在学业上帮助了我，更在人生道路上给了我很多的启发，谢谢我的同学与我的师兄弟们，我的成果也有你们的汗水。

感谢我的家人，能够一直默默支持并且鼓励我，更重要的是永远无私地为我付出一切，让我顺利的成长并且完成了研究生阶段的学习。

最后，感谢各位评审专家在百忙之中抽出宝贵的时间对我的论文进行评审并且提出宝贵的意见，让我的论文更加完善。