

分数：

《区块链技术》大作业报告

题目：基于区块链的智能停车系统设计

学 院（系）： _____ 电子信息与电气工程学部

专 业： _____ 人工智能

班 级： _____ 电智 2003

姓 名： _____ 庄赖宏

学 号： _____ 20201071507

指 导 教 师： _____ 王鹏飞

大连理工大学

Dalian University of Technology

一、概述

近年来，我国经济水平不断提升，人民生活质量不断提高，私家车的数量快速增长。截至 2021 年底，全国汽车保有量达 3.02 亿辆，并且随着科技和工业生产的发展，这一数字将逐年增多。私家车给人们出行带来便利的同时，也形成了停车场建设滞后的局面。高德地图发布的全国停车场统计报告显示，2021 年国内的停车场数量已超百万，可供 1.31 亿辆汽车停放。但是相对于庞大的汽车保有量，仍存在巨大的需求缺口。汽车数量与车位数量的严重不对等，使得寻找空置的停车位成为困扰驾驶员的一大问题，在上下班高峰期和节假日出行时，“停车难”问题尤为突出。

从车位需求的角度考虑，需要提升停车场的智能化水平，运用技术手段帮助驾驶员寻找可用的停车位。随着城市化进程的加快，“智慧城市”已成为一项新兴的城市模式。基于物联网、互联网、云计算、大数据等新一代信息技术，提升城市基础设施的智能化、公共服务的便捷化、社会管理的精细化，构建集现代化、网络化、信息化于一体的智慧城市。

作为城市的基础设施，在智慧城市的建设过程中也发展的更加智能化。基于无线通信和物联网技术，智能停车系统已成为“停车难”问题的有效解决方案。智能停车系统是集成传感器技术、计算机网络、图像识别与处理技术以及自动控制技术于一体，对停车场内的车辆进行自动化管理的系统。在智能停车系统中，物联网设备安装在每个停车位上，使用传感器检测停车位是否可用，并将停车位的状态信息返回给服务提供商。商家提供智能停车系统平台，实时更新停车场状态信息。驾驶员通过智能手机与系统进行交互，以寻找可用的停车位并进行在线预订，后续停车时只需进行简单的验证即可驶入停车场，这样便解决了“停车难”的问题。

本系统基于区块链技术，设计开发了一个去中心化存储、多方联盟互相监督的智能停车系统：基于区块链的智能停车系统。

二、国内外研究现状

（一）国外的研究

上世纪 60 年代开始，发达国家陆续进入汽车社会，公共停车服务也随之发展。60 年代中期，自动发票机问世，瑞士的部分企业据此设计了一套停车场管理系统，在出入口安装发票机，结合人工进行收费和管理。1971 年，德国设计了世界上第一套停车诱导系统，它使用光电显示标志诱导停车以提高效率，并在亚琛市投入使用。90 年代开始，国外的停车系统发展迅速。德国博世集团研发的智能停车系统，除了实现停车系统的基础功能外，还能与其它交通管理系统互联，提供一些拓展功能。1993 年，日本建立了一套类似于德国科隆市的停车诱导系统，该系统能实时显示东京市中心附近 30 多个停车场的信息，并在路口处设置停车场方位标志牌引导车辆停车。1996 年，美国

建立了类似的停车诱导系统，该系统管理商业中心的 10 个停车场，通过方向指示牌显示停车场位置，使用电子显示屏发布可用车位信息。

21 世纪以来，随着科技的发展和智能手机的普及，基于手机客户端的停车管理服务成为了国外研究者的研究热点。巴尼佩尔和卡尔缪尔布洛克于 2011 年推出了 Quick Pay 的手机客户端，利用 GPS 和通信数据网络实现了附近停车场车位使用情况的实时展示功能，并且用户可以通过客户端在线预订空闲车位，极大地提升了停车效率。2014 年，美国 Street Line 公司采用图像处理技术采集车位信息，并将采集到的图像数据发送到客户端，使驾驶员更加清晰地选择车位。同年，为了提高停车场空间利用率和服务便捷性，德国公司研发出泊车机器人，整个停车过程完全由机器人操作，取车阶段机器人会按照预约情况提前为用户取车。国外停车场管理系统的不断发展，极大地改善了停车体验，但随之而来的设备成本和技术难度也不断增加。

（二）国内的研究现状

相比于发达国家，我国的停车系统起步较晚，在 20 世纪末才开始研究和应用。最初的停车管理需求仅限于出入口的控制和收费，出入口的控制以机械设备为主，收费以人工方式为主，自动化水平较低。随着私家车数量的逐年增多，原有的方式已经不能满足日常的管理需求，停车场的出入口设施逐渐向高端化、无人化发展。2001 年，北京王府井部署了国内第一套全方位智能停车系统，并于次年进行了升级，该系统运用移动互联网技术，实现了电脑控制管理收费、显示屏实时提供车位信息等功能。近年来，随着卫星定位、无线通信、图像识别等技术的快速发展，智能手机等设备的普及，停车服务逐渐向手机客户端转移。2010 年，厦门人民会堂停车场试运行了“陌泊”停车系统，该系统基于物联网技术，使驾驶员能够通过手机客户端实时获取停车场的车位状态信息。截至 2021 年底，捷顺科技的“捷停车”系统已部署到全国 20000 多个停车场，用户使用手机便可以与平台交互，选择合适车位进行预订，支付方式对接支付宝，实现了全国 360 多个城市的无感支付。目前，随着技术的不断革新，停车系统逐渐向高智能化、快速通行、无人值守的方向发展。智能停车系统的发展不断追求更高的停车效率和更便捷的管理方式，从最初的人工管理到如今的无人值守，极大地改善了车主的停车体验，提升了运营和监管的效率。

但是，科技是一把双刃剑，技术的发展在带给人们生活便利的同时，也带来了一定的风险。传统的智能停车系统一味地追求高效率和便捷式服务，却忽略了系统自身的安全隐患。传统的智能停车系统存在以下两个主要的问题：

（1）系统存储的中心化严重，容易出现集中式存储固有的信息不对称、单点故障等问题。传统的智能停车系统采用的是数据库存储，这种集中式的存储方式部署简单，易于管理和维护。选择合适的数据库系统，基于 Browser/Server 体系架构，系统框架即可搭建完成，在日常的管理和维护上，只需对单一的数据库进行操作。但是，基于中心化存储的停车系统存在几个明显的缺陷，其一是信息不对称问题。对于用户而言，服务提供方处理停车场信息的过程不透明，用户无法知晓平台发布的数据信息的准确性，只能被动地接受，而数据在采集、处理和传输过程中可能出现错误，用户获取错误的信息导

致接受服务失败。其二是单点故障问题，用户在接受停车系统的服务时通常需要调用中心数据库，一旦数据库出现故障，系统便不能正常地运转，严重的甚至处于瘫痪状态，这样便无法对用户提供服务。随着社会需求的深入，停车系统的生态不断拓展，终端的类型和用户数量逐渐增多，数据库的规模也逐渐增大，为了保证数据的传输和响应速度，基于集中式存储的停车系统需要性能更加强大的处理器。此外，对于不同的终端用户需求，需要独立地对用户的程序和资源做出相应的配置，而基于集中式存储的系统在实现上复杂度较高。

(2) 系统平台相互独立且高度开放，数据的安全风险较高。停车系统的数据库中保存了不同类型用户的账号信息，其中包含大量的隐私数据，比如车场管理员和政府监管人员的身份认证信息，车主的姓名、手机号、车牌号等信息。传统的系统通常由第三方提供，“硬件+平台+服务”的一站式停车系统节省了政府或企业的开发成本，但是也屏蔽了系统的底层逻辑，不诚实的第三方可能会利用逻辑漏洞窃取隐私信息。系统由单一的第三方提供，在数据处理过程中不能保证信息的可靠性，随着停车规模的扩大，独立的服务提供方不利于市场监管。因此，基于第三方的停车系统存在一定的安全风险。另外，智能停车系统是以大数据为基础的资源与数据共享平台，具有高度的开放性，这一特点给予攻击者更多可乘之机。一旦数据库被攻破，便会导致用户的身份被盗用、用户的敏感数据被窃取、机密信息丢失等安全威胁。在如今的大数据时代，各类信息互联互通，数据之间的耦合度较高，如果某一部分的数据泄露，就会牵连与其关联的多项数据。随着计算机网络的不断发展，网络信息元素渗透到人类生活的各个领域，信息间的关联性越来越高。因此，智能停车系统必须要考虑数据的安全问题。智能停车系统是当前的一个研究热点，其研究成果对于智慧城市的构建具有深远的意义。

三 、 区块链设计

3.1 系统需求分析

基于区块链的智能停车系统服务对象包括：驾驶员、停车场管理人员、交通管理部门。不同群体的用户需求如表 3.1 所示：

表 3.1 智能停车系统的服务对象和用户需求

服务对象	用户需求
驾驶员	查询区域内各停车场的位置、空闲车位数量以及收费情况，可以根据目的地选择停车场并预订车位等
停车场管理人员	查看区域内各停车场车位使用及预订情况，实现停车场的增加、删除，车位信息、收费情况的修改等
交通管理部门	管辖区域内停车场的分布情况和使用情况，管理停车场的收费信息和车位信息等

基于服务对象，智能停车系统的用户需求分为三种。对驾驶员而言，系统需要满足驾驶员实时查询目标区域内的停车场位置、空闲车位数量以及车位的收费情况，并可根据自身需求预订车位。对于停车场管理人员，系统需要实时传输车位预订信息和车辆驶

离信息，以更新停车场的空闲车位数量，保证信息的准确性。停车场管理人员还能根据实际情况对停车场进行新增和删除，对停车场状态信息进行修改等操作，保证线上线下信息的一致性。对于交通管理部门，系统需要为其提供停车场的收费情况，接受交通管理部门的监管，保证收费信息的透明性。另外，该系统能为其提供各停车场的实时车位信息，接受交通管理部门的统一调度，减少城市交通的拥堵。

3.2 系统可行性分析

基于传统智能停车系统存在的问题和上述需求，设计一个新型智能停车系统，在满足用户需求的前提下实现数据的安全存储和传输。基于区块链的去中心化、防篡改、隐私保护特性，提出了基于区块链的智能停车系统设计方案。在系统设计之前，需要进行可行性分析，判断停车系统是否适合区块链模式。区块链模式的判断流程如图 3.1 所示：

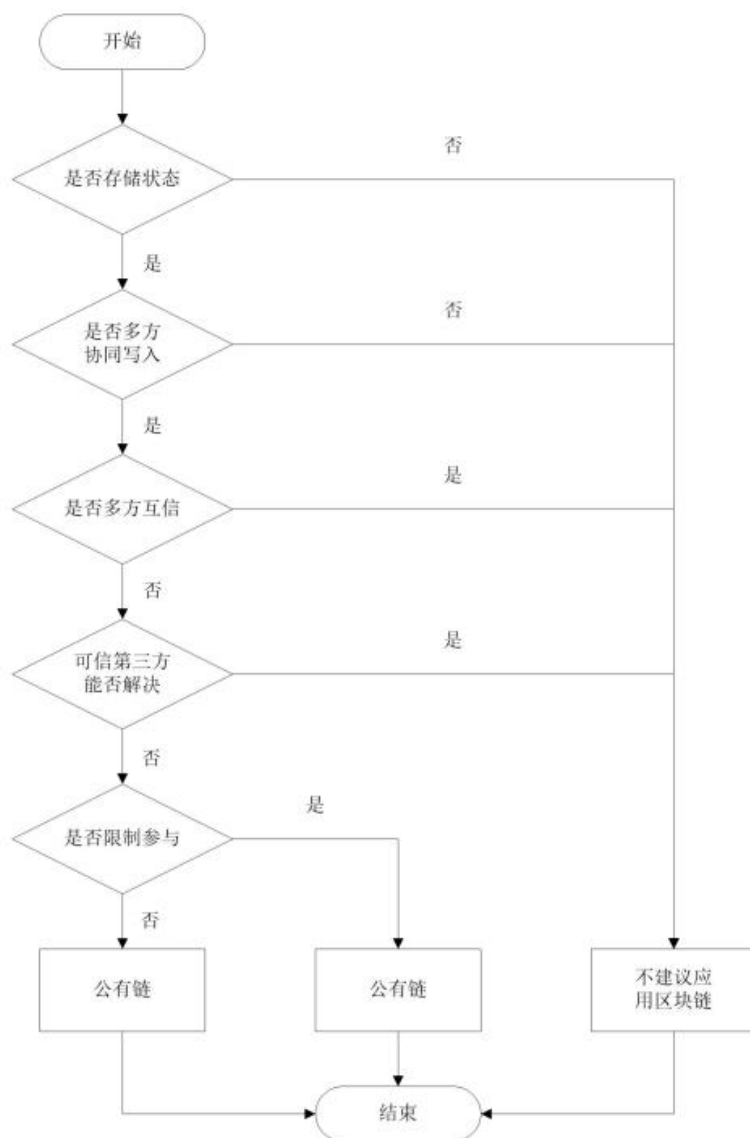


图 3.1 区块链模式的判断流程

根据流程图 3.1 中的 5 个步骤，逐一分析智能停车系统是否适合区块链模式。

(1) 是否存储状态。区块链需要保存各种状态，包括驾驶员、停车场管理人员、交通管理部门的用户信息和停车场的状态信息，交易导致车位信息不断变动，因此交易信息也需要保存。用户信息不能被随意篡改，交易信息需要保证安全，这些状态数据的保持正是区块链所能提供的。

(2) 是否多方协作写入。交易信息以及交易的结果，即区块链数据库中的各停车场状态信息需要所有节点同步，符合区块链的多方协作写入准则。

(3) 多方是否互信。停车系统的区块链节点之间并不存在完全互信的关系，因此区块链所带来的信任必不可少。

(4) 可信第三方能否解决。目前的智能停车系统通常由第三方提供，而绝对可信的第三方很难找到。第三方的系统中心化严重，数据不透明，并且平台高度开放，容易受到单点攻击，因此选用区块链代替第三方机构。

(5) 是否限制参与。本次的设计不希望任何接入网络的人都能使用停车系统，希望区域范围内的停车场均能参与系统的构建与维护，因此使用联盟链，设立系统准入门槛并给参与节点分配不同的权限。

综上所述，停车系统符合区块链模式，属于区块链中的**联盟链**。

3.3 系统总体架构设计

传统的智能停车系统分为设备模块、中心管理模块和业务模块三个部分，每个模块独立设计，模块之间设计通道，相互连接形成整体。基于传统智能停车系统的设计思路，智能停车系统采用分层设计，分为物理层、网络层、数据层、服务层、应用层。其中，物理层对应设备模块，网络层、数据层和服务层对应中心管理模块，应用层对应业务模块。基于区块链的智能停车系统设计总体架构如图 3.2 所示：



图 3.2 系统总体架构设计图

由图 3.2 可知，系统采用分层架构设计，分为五个层级。物理层包括停车场的各种基础设施，用于实现停车场的定位，出入口的管理以及车位的计数等。网络层由各种网

络设备组成，包括用于组建局域网的交换机，连接外网的路由器、防火墙，提供计算、存储资源的服务器等，用于实现各个层级之间的联网和通信，完成数据的交互。数据层是表征数据处理过程的一种抽象描述，本设计中利用区块链完成数据的存储、组织和管理。服务层由后端服务器构成，用于启动区块链，接收用户请求，处理业务逻辑，返回请求结果。应用层是面向用户的客户端，包括驾驶员、停车场管理人员、交通管理部门的客户端界面，用于发送用户请求和接收请求结果，完成与用户的交互。

3.4 数据层设计

数据层是利用区块链完成数据的存储、组织和管理，数据层设计即停车系统的区块链设计。根据系统的可行性分析，智能停车系统符合区块链应用，并且符合联盟链的特征。数据层的设计包括三个部分：上链信息设计、区块链架构设计、智能合约设计。

3.4.1 上链信息设计

上链信息设计是在判定场景符合区块链应用以后，并非该停车系统中所有数据都适合上链，需要分析数据的特点，选择业务相关的数据，如资产信息、交易信息等存储到区块链。在停车系统中，数据可梳理为四条：（1）用户信息，包括驾驶员信息、停车场管理人员信息、交通管理部门信息；（2）权限信息，即不同类型的用户操作区块链的权限；（3）停车场状态信息，包括停车场名称、位置、空闲车位数量和收费情况；（4）停车交易信息，即每笔停车交易的信息。为了便于检索和修改，上链信息都以键值对的形式存储在区块链上。上链信息的设计如图 3.3 所示：

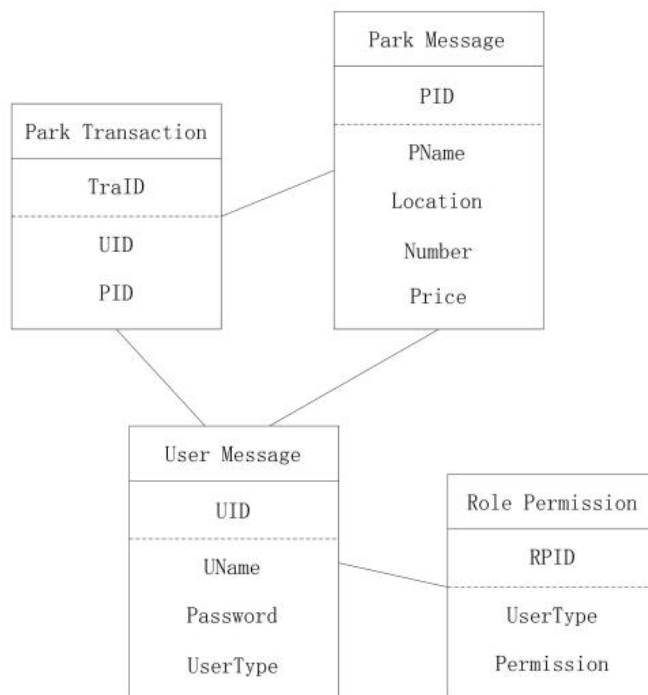


图 3.3 上链信息设计

3.4.2 区块链架构设计

区块链架构设计是区块链设计中举足轻重的一环，是区块链正常运转的前提。本系统基于 Fabric 框架进行区块链的架构设计，Fabric 的底层架构包括节点、通道、组织等。停车系统的 Fabric 框架中包含 4 种节点，分别为 Ca、Client、Peer、Orderer。其中，Ca 节点作为证书颁发机构，可由车辆管理所等权威机构担任，用于对其它三种类型节点的信息认证和权限控制。Client 节点是客户端节点，用于发起交易请求和接收读写集，按照系统服务对象，可分为三种类型：驾驶员、停车场管理员、交通管理部门，三者具备不同的权限。Peer 节点存储停车场状态的账本信息，完成交易的背书，由停车场管理员担任。根据 Peer 节点的功能，Fabric 将 Peer 划分为记账节点、背书节点和主节点，记账节点只存储账本信息，背书节点只执行链码完成交易的背书，主节点兼顾两种功能，本系统 Peer 节点均设计为主节点。Orderer 节点用于实现交易的排序和打包，由停车场管理员担任。停车系统的业务单一，交易均围绕停车场状态信息的更新，节点之间数据共享，交易信息透明，因此不需要隔离机制，无需构建多个通道，单个通道即可满足系统需求。但是，停车系统包括多个服务提供者，因此在 Fabric 框架中，需要设计多个组织，不同组织之间通过 Orderer 节点同步数据。区块链架构设计如图 3.4 所示：

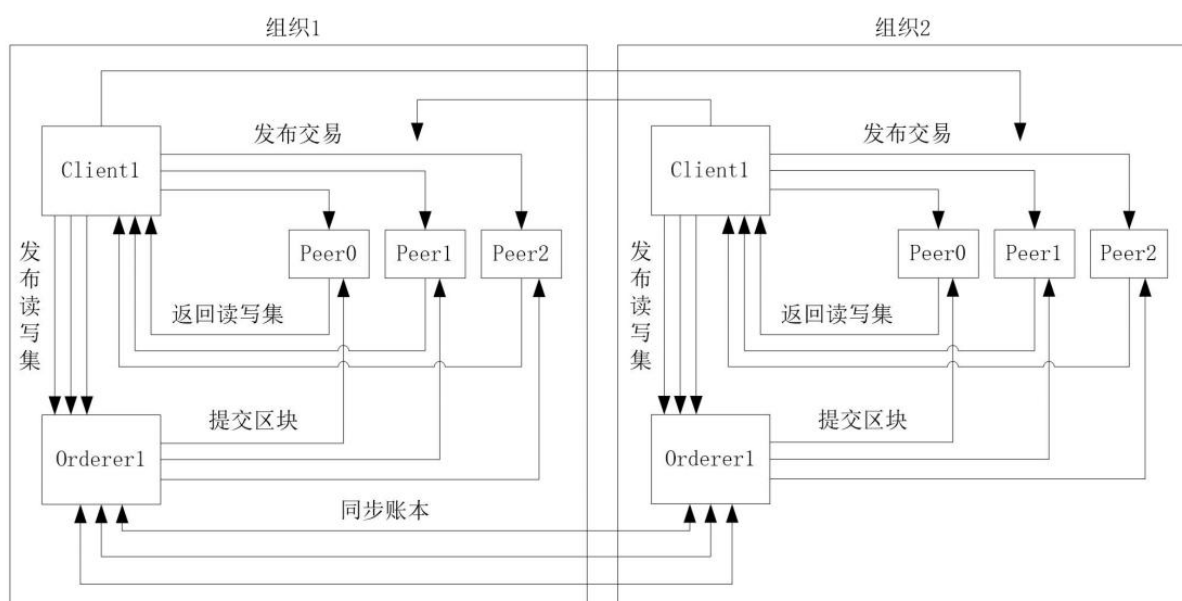


图 3.4 区块链架构设计图

由图 3.4 可知，区块链架构包含 2 个组织，每个组织中包含 3 种类型的 Client 节点，3 个 Peer 节点，1 个 Orderer 节点。其中，Peer 节点和 Orderer 节点均由停车场管理人员担任。组织内部形成一个完整的交易，组织之间通过 Orderer 节点同步账本信息。此外，Client 节点可跨组织发送交易请求，接收 Fabric 网络中不同组织主节点处理后的读写集结果。

3.2.3 智能合约设计

Fabric 中的智能合约也称为链码,是控制停车系统区块链节点之间交互的业务逻辑。由于区块链的不可篡改性,上链的代码无法修改,处理交易请求的 Peer 节点需要严格执行,因此在设计链码之前必须了解链码的编写规范,避免出现逻辑漏洞。Fabric 中提供 Golang、JavaScript 两种链码编程语言,相比于 Golang,JavaScript 更容易理解和使用,本系统的设计采用 JavaScript 语言编写链码。采用 JavaScript 语言编写的链码具有 4 个必要结构:

- (1) 引入实现智能合约的 API, fabric-contract-api 和 fabric-shim。fabric-contract-api 提供了一个高度封装的开发接口,使用该 API 可实现在高层级编写链码的业务逻辑; fabric-shim 提供了底层的链码开发接口。shim 包是 Fabric 系统提供的上下文环境,包含链码和 Fabric 交互的接口,在链码中,执行赋值、查询等功能都需要 shim 参与。因此,在实际开发中必须要引入 fabric-shim 包。
- (2) 声明链码的主体结构体。链码的主体结构体用来存储链码的各种方法,以供主函数调用并实现业务逻辑。fabric-shim 要求该结构体必须实现 Fabric 提供的接口,因此必须实现 Init 和 Invoke 方法。
- (3) 实现 Init 和 Invoke 方法。Init 方法在链码接收到实例化或者升级交易时被调用,使得链码顺利执行必要的初始化操作,包括初始化应用的状态。Invoke 方法在响应请求交易时被调用,以执行交易。Init 和 Invoke 方法在编写时可以灵活使用 stub 中的方法,stub 是 fabric-contract-api 中的接口,用于访问和修改数据库状态。作为主要数据的链码接口,在分类账上读写数据。
- (4) 编写主函数。主函数会调用 shim.Start()方法,在容器里启动链码,实现链码主体结构体中的逻辑方法。熟悉链码的规范后,然后设计停车系统的链码。首先,定义停车系统中的区块链资产。根据业务需求,系统中的交易均围绕停车场状态信息的更新,因此区块链的资产定义为停车场的状态信息,保存在世界状态中。基于 Park Message,区块链的资产包括停车场的名称、位置、空闲车位数量以及收费信息。

3.5 服务层设计

服务层设计即网络服务器的设计,用于实现服务器与区块链的集成对接,完成服务层和数据层的数据交互。本系统所设计的服务层和数据层的交互图如图 3.8 所示。

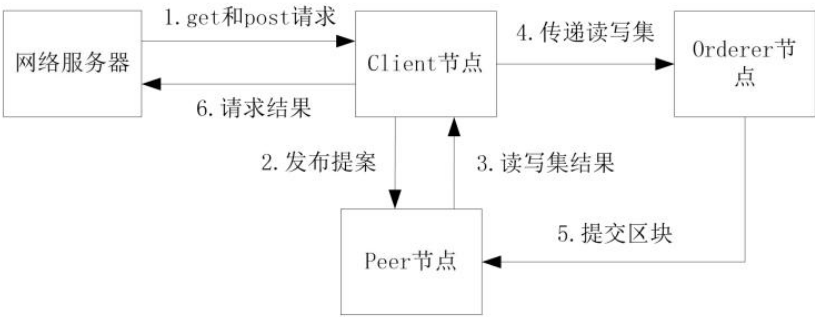


图 3.8 服务层和数据层的交互设计图

3.6 应用层设计

应用层设计即客户端网页界面的设计，包括人机交互、操作逻辑、界面美观等设计。在停车系统的服务层设计中，服务器脚本通过交互逻辑获取了数据层的返回结果，并提供查询结果的端口号，即统一资源定位符 URL。URL 是客户端与服务器端交互的接口地址，在数据交互过程中，客户端将传入参数通过 URL 传递给服务器，经过服务器处理后返回数据，客户端接收返回数据并展示页面。基于停车系统的服务对象，客户端应设计三个网页界面，对应三种用户类型，本系统所设计的应用层和服务层的交互图如图 3.10 所示：

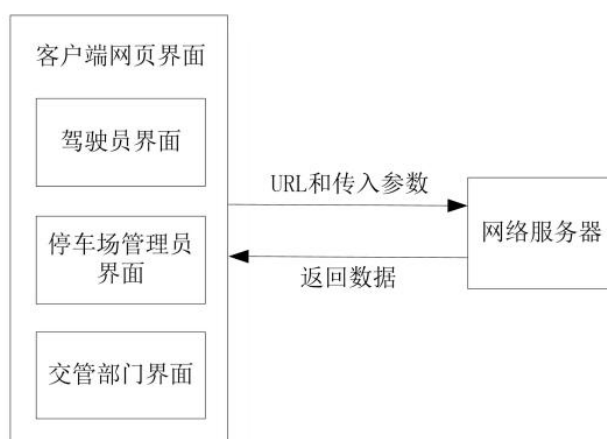


图 3.10 应用层和服务层的交互设计图

由交互图 3.10 可知，应用层和服务层之间的交互通过程序接口来实现，包括接口地址 URL、传入参数和返回数据。接口是由服务器端预先定义好的函数族，提供具体能力的标准和抽象，当客户端需要访问某些数据时，调用接口即可获取服务器端数据。

四、总结报告

随着智能停车系统的发展，停车和车位管理已变得非常便捷，但是传统的停车系统存在中心化存储和数据安全问题。因此，本次作业基于区块链技术设计并开发了智能停车系统，通过区块链的基本结构和智能合约实现停车系统的数据安全和正常运转。解决了传统智能停车系统的中心化存储和开放式平台的数据安全问题。具体地，用户隐私信息采用非对称加密，仅公开公钥信息用于链上交易，避免了用户隐私信息的泄露；用户权限信息作为区块链的准入权限，防止了一定程度的开放式攻击；停车场信息作为区块链的资产，对访问区块链的用户完全公开透明，避免了信息不对称问题；区块链中多组织多节点的共识，防止了账本被篡改，解决了单点故障问题。联盟链的引入，为智能停车系统提供了新的发展方向。

通过此次区块链技术大作业，让我学到了许多未曾接触过的知识，受益匪浅，了解了区块链的基本原理及其在公共交通管理领域的应用，加深了课堂上学习的理论知识的理解。最后，本学期的课程虽告一段落，但区块链的知识却留在我的脑海中，在今后的生活中我会用区块链的思维去思考并解决问题。