 DOI: https://doi.org/10.12349/tie.v1i2.3949

Design of Intelligent Connected Vehicle Cloud Collaborative Automatic Valet Parking System

Kai Liu[1] Haibo Xiao[2*] Feihu Chen[3]

1. Hunan Xiangjiang Intelligent Technology Innovation Center Co., Ltd., Hunan, Changsha, 410208, China
2. Hunan University, Changsha, Hunan, 410082, China
3. Hunan First Normal University, Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract

With the popularization of intelligent network technology, intelligent cars are becoming an important part of urban travel. However, the parking problem has long plagued drivers and affects the efficiency of urban traffic. To this end, the intelligent networked vehicle cloud collaborative automatic valet parking system has emerged to improve the convenience and efficiency of parking. The system has the functions of parking reservation, one-key parking and one-key parking, to realize intelligent parking management and remote control of vehicles. Users can reserve a parking space through the mobile App or the car system, and the system intelligently plans the best route, and automatically park. At the same time, the one-click car call function allows users to call the vehicle remotely at any time to realize intelligent scheduling. With the help of cloud computing and on-board sensing technology, real-time communication between vehicles and the cloud, smooth data interaction, bringing convenient parking experience to users. This innovative scheme not only improves the parking efficiency, but also significantly reduces the parking waiting time, bringing new breakthroughs to the urban traffic management, and helping to build a more intelligent and efficient travel environment.

Keywords

intelligent network connection; car and cloud coordination; automatic parking

智能网联车云协同自动代客泊车系统设计

刘凯[1] 肖海波[2*] 陈飞虎[3]

1. 湖南湘江智能科技创新中心有限公司，中国·湖南 长沙 410208
2. 湖南大学，中国·湖南 长沙 410082
3. 湖南第一师范学院，中国·湖南 长沙 410000

摘 要

随着智能网联技术的普及，智能汽车正成为城市出行的重要一环。然而，停车难题长期困扰驾驶员，影响城市交通效率。为此，智能网联车云协同自动代客泊车系统应运而生，旨在提升停车便利与效率。该系统具备车位预约、一键泊车和一键召车等功能，实现智能化停车管理和车辆远程控制。用户可通过手机App或车载系统预约车位，系统智能规划最佳路线，并自动泊车。同时，一键召车功能让用户随时远程召唤车辆，实现智能调度。借助云端计算和车载感知技术，车辆与云端实时通信，数据交互流畅，为用户带来便捷停车体验。这一创新方案不仅提高了停车效率，还显著减少了停车等待时间，为城市交通管理带来了新突破，助力构建更加智能、高效的出行环境。

关键词

智能网联；车云协调；自动泊车

1 引言

随着智能网联技术的飞速发展，智能汽车已成为现代城市出行的重要组成部分，其便捷性和智能化水平日益提升。然而，在城市交通中，停车难问题一直困扰着广大驾驶员，不仅影响了交通效率，也给人们的日常生活带来了诸多不便[1,2]。为了有效解决这一难题，智能网联车云协同自动代客泊车系统应运而生，为城市停车管理带来了新的解决方案。该系统通过融合先进的车载感知技术、云端计算以及智能调度算法，实现了车位预约、一键泊车和一键召车等一系列智能化功能，旨在提升停车的便利性和效率。论文深入探讨这一创新系统的工作原理、技术特点以及实际应用效果，以期为城市交通管理提供新的思路和方法，推动构建更加智能、高效的出行环境[3,4]。

【作者简介】刘凯（1982–），男，中国湖南邵阳人，硕士，高级工程师，从事车辆工程及智能网联研究。

【通讯作者】肖海波（1977–），男，中国湖南娄底人，硕士，高级工程师，从事自动驾驶及智能网联研究。

2 系统方案

智能网联车云协同自动代客泊车系统是一个集成了用户端、云端系统、场端设备和车端设备的复杂系统，通过智能化技术实现了车辆与云端的实时通信和数据交互，为用户提供了便捷的停车体验。通过车位预约、一键泊车和一键召车等功能，实现用户车辆的智能管理和自动停放和应召。具体系统方案架构图如图 1 所示。

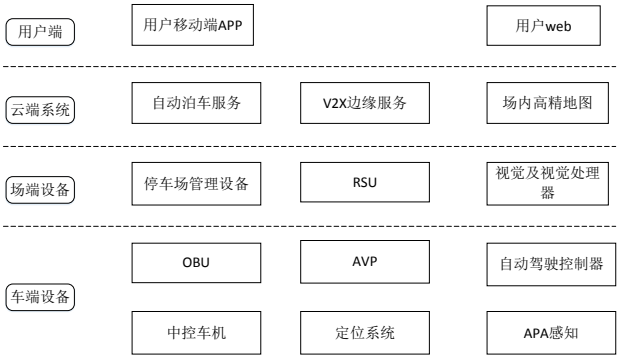

图 1 系统架构图

2.1 用户端应用设计

用户端提供车位预约、一键泊车和一键召车功能，界面简洁易操作。可实时查看并预约附近停车位，选择停车场、停车时间和类型，查看预约状态和费用。到达后，一键泊车功能可自动导航车辆至预约车位。一键召车则能召唤车辆至指定地点，过程中实时显示车辆位置和预计到达时间，到达后还有通知和预设设置选项。

2.2 云端服务设计

云端服务是智能停车系统的核心组成部分，负责处理用户的预约请求，并智能规划最佳停车路线，将泊车指令发送至用户车辆。通过高效的算法和数据结构对停车位进行管理和调度，确保系统的高效运行。

在停车场管理方面，云端服务实时监测停车位的占用情况和空闲情况，并向用户端应用提供实时数据更新。通过监控停车位的状态，包括空闲或占用状态、位置和大小等信息，系统可以提供给用户停车位的实时信息和预约服务，以便车辆进行泊车路径规划和停车位预约。

除此之外，云端服务还负责车辆管理，对停车场内的车辆信息进行管理，包括车辆的身份信息、状态信息和使用权限等。通过身份识别和状态监测，系统可以实现对车辆的进出控制和停车管理，保障停车场的安全和秩序。

另外，云端服务还管理停车位上的地锁设备，控制地锁的升降状态。地锁设备的升降状态直接影响停车位的可用性，系统需要实时监控地锁设备的状态，并根据需要进行控制，以提供给车辆有效的停车位，并确保停车场的安全性。

最后，云端服务还维护停车场的地图信息，包括停车位的分布、车道的布局和出入口位置等。地图信息是智能停车场导航和路径规划的基础，系统需要及时更新和维护地图信息，以保证车辆可以准确快速地找到目标停车位 [1]。

2.3 车载端系统设计

车载端系统是智能停车系统的重要组成部分，其主要任务是接收云端发送的停车指令，并实现车辆的自动泊车功能。为了实现高效、安全的停车操作，车载端系统应具备自主决策和避障能力，并通过车载感知技术对停车位进行准确定位和精确停放。车载端系统主要包括数据融合处理和规划控制系统两个主要部分。

2.3.1 数据融合处理

这部分负责将车辆获取的各种数据进行融合处理，以提供给规划控制系统更全面、准确的信息。具体包括以下几个方面：

①车端感知：通过车载传感器（如摄像头、雷达、激光雷达等）获取车辆周围环境的信息，包括障碍物、停车位、行人等。

②高精地图：获取车辆所处位置的高精度地图信息，包括停车场的布局、停车位的位置和大小等，用于车辆路径规划和导航。

③定位系统：利用定位技术（如 GPS、惯性导航等）获取车辆当前的精确位置信息，以便进行准确的定位和导航。

④接收路侧感知数据的 OBU：接收路侧 RSU（Road Side Unit）设备传输的感知数据，如停车位状态、交通情况等，用于辅助车辆的泊车决策。

2.3.2 规划控制系统

这部分负责根据融合处理得到的数据，进行泊车路径规划和控制车辆执行泊车动作。具体包括以下几个方面：

①路径规划：根据车辆当前位置、目标停车位位置以及周围环境情况，通过算法确定最优的泊车路径，包括行进路线、转弯动作等。

②控制执行：将路径规划得到的指令传输给车辆的控制系统，控制车辆进行相应的行驶和转向动作，以实现自动泊车的目标。

2.4 场端设备

场端设备是智能停车系统中的关键组成部分，其包括智能地锁、道闸系统、RSU（Road Side Unit）、视觉传感器及其处理器等。这些设备在停车场内部署，用于实现停车场的智能化管理和服务提供。

智能地锁：智能地锁通过远程控制或自动化技术实现对停车位的开启和关闭，能够精准地控制停车位的占用状态，提高停车场的使用效率。

道闸系统：道闸系统用于管理停车场的出入口，通过远程控制或自动化技术实现对车辆的进出控制，提高停车场的安全性和管理效率 [2]。

RSU（Road Side Unit）：RSU 是部署在道路边缘的设备，用于收集和传输路侧感知数据，如停车位状态、交通情况等，

为车载端系统提供实时的环境信息和辅助决策。

视觉传感器及处理器：视觉传感器（如摄像头、激光雷达等）用于获取停车场内的视觉信息，如车辆位置、行人行为等。视觉处理器则用于对获取的视觉数据进行处理和分析，提取有用信息，为停车场管理和服务提供支持。

场端设备的部署和运行，能够实现停车场的智能化监控、管理和服务，提升停车场的利用率和用户体验，为智能停车系统的全面发展提供了重要支持。

3 系统功能

系统功能由车位预约、一键泊车、一键召车等主要功能组成，车位预约功能允许用户通过应用程序（APP）提前预定停车位。用户可以选择特定的停车场、停车位以及预约的时间段。一键泊车功能允许用户通过 APP 远程控制停车场的智能设备（如地锁、升降机等），实现车辆的自动停放或取出。一键召车功能允许用户通过 APP 远程控制停车场或附近的车辆，实现车辆的自动召唤和取车。这些功能共同构成了一个智能停车系统，旨在提高停车效率、减少用户等待时间和提高用户体验。

3.1 车位预约

用户首先通过 APP 进行车位预约。当用户的预约请求被泊车云系统确认后，泊车云会向地锁发送指令，使其抬起以释放停车位。确保用户在到达停车位时能够顺利停车。地锁抬起后，系统会向 APP 发送一个锁定反馈，通知用户地锁已经成功抬起，停车位已经准备好。这个反馈是双向的，既确保了用户知道地锁的状态，也允许用户根据这个反馈决定是否继续后续操作。如果用户决定继续操作（比如驱车前往停车位），那么 APP 可能会进入启动准备阶段。这个过程中 APP 与泊车云和车端系统的进一步通信，以确保停车位、车辆和云系统之间的同步和协调。如果用户已经到达停车位并准备停车，泊车云可能会再次向地锁发送指令，使其下降并锁定停车位。确保停车位在用户使用期间不会被其他车辆占用 [3]。

3.2 一键泊车

初始时，用户已经通过 APP 启动了自动泊车功能，并选择了目标停车位。而车辆处于待命状态，等待接收来自 APP 的指令。APP 向场端系统发送一个自动泊车请求，请求通常包含用户的车辆信息、目标停车位信息以及可能的预约时间等。场端系统接收到请求后，首先验证请求的有效性（如用户权限、停车位状态等）。如果验证通过，场端系统会检查车辆是否处于准备状态（如发动机是否启动、车门是否关闭等）。场端系统还会检查场地状态，确保目标停车位周围没有障碍物，且地锁等智能设备处于可用状态。车辆接收到场端系统的指令后，进行自检操作（如检查刹车系统、转向系统等）。车辆将自检结果反馈给场端系统，场端系统再将结果转发给 APP。如果车辆自检通过，场端系统会生成一个从当前位置到目标停车位的最佳路径。场端系统将路径规划信息发送给 APP，APP 再将其发送给车辆。车辆接收到路径规划信息后，开始按照规划路径行驶。车辆在行驶过程中，会实时记录行驶轨迹和状态信息。当车辆到达目标停车位附近时，它会发送一个信号给场端系统，请求地锁下降。场端系统接收到信号后，控制地锁下降，释放停车位。车辆继续行驶至停车位内，并调整位置以确保停放正确。车辆停放好后，会发送一个泊车完成的信号给场端系统。场端系统确认泊车成功后，会记录泊车信息（如停放时间、停车位号等）。车辆熄火并上报熄火状态给 APP 和场端系统。APP 接收到泊车完成和熄火上报的信息后，会通知用户泊车成功。用户可以通过 APP 查看车辆的停放位置和状态信息。从用户通过 APP 发起泊车请求开始，到车辆成功停放到目标停车位并熄火上报结束，整个过程中涉及了 APP、场端系统和车辆之间的多次交互和协作。通过这些交互和协作，实现了自动泊车的功能，提高了用户的停车体验和便利性。

3.3 一键召车

用户通过 APP 发出召车指令到泊车云，这个指令通常包含了用户的位置、发起的时间等。泊车云接收到 APP 的召车指令后，会向车辆发送召车唤醒指令。车辆收到指令后进行唤醒操作，并准备接收后续指令和信息。车辆成功唤醒后，通过泊车云发送召车唤醒成功的消息给 APP。接着，车辆开始检查场端状态，这通常包括检查停车位状态、周围障碍物等。车辆将场检结果返回给 APP，以便 APP 了解当前车辆和场端的状态。如果场检结果正常，车辆需要进一步的信息来进行路径规划。此时，APP 或泊车云会输入路径规划信息给车辆，这些信息通常包括最优路径、红绿灯信息等。同时，为了确保车辆和 APP 之间的时间同步，会进行时间同步操作。车辆接收到路径规划信息后，开始按照规划路径行驶。在行驶过程中，车辆会实时向 APP 报告行驶轨迹，这有助于 APP 实时监控车辆状态。在行驶过程中，场端系统可能会感知到一些信息，如其他车辆动态、行人等。车辆自身也会进行感知，如检测周围障碍物、车速等。这些感知结果会实时上传给 APP 或泊车云，以便进行后续决策。当车辆到达指定的上车点时，APP 会显示相关信息，通知用户车辆已到达。此时，用户可以接管车辆，开始自己的行程 [4]。

4 系统应用

该系统已在某城市的停车场成功实施应用，该停车场占地面积达到 34.6m × 87.3m，分为上下两层结构，总规划车位数量约为 226 个。为了实现停车场的智能化与网联化管理，对停车管理系统进行了全面的智能网联化设计。在这一设计中，道闸、车位锁定装置（地锁）等关键场端设备均被

纳入联网管理体系，实现了集中控制与高效调度。

对用户而言，该系统带来多重便利。车辆进场时，系统自动记录并放行，提升通行效率。内部有先进的停车引导系统，实时显示空位并引导就近停车。取车时，输入车牌号即可获知车辆位置和最佳路线。缴费方式多样，包括自助机、移动支付和 APP 预存扣费，缩短出口排队时间。系统智能网联化，全面升级停车场管理，为车主提供便捷高效的停车体验，如图 2~ 图 5 所示。

图 2 手机端界面

图 3 地锁系统

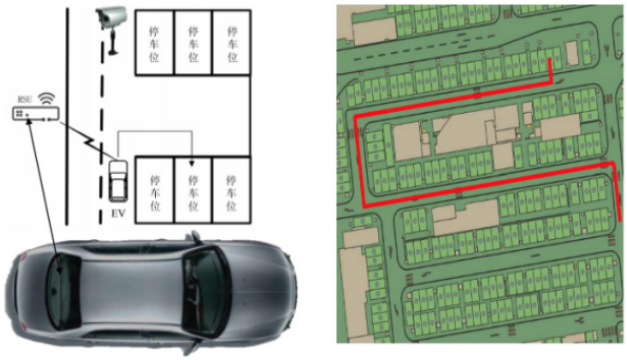

图 4 规划路线

图 5 车端运行

5 结语

智能网联车云协同自动代客泊车系统的出现，标志着城市交通管理在智能化、便捷化方面迈出了重要一步。它不仅有效缓解了城市停车难的问题，通过车位预约、一键泊车和一键召车等功能，极大地提升了停车的便利性和效率，还借助云端计算和车载感知技术的融合，实现了车辆与云端的无缝连接和数据交互。这一创新解决方案不仅优化了用户的停车体验，减少了寻找停车位的时间和困扰，更为推动智慧城市和智能交通系统的发展注入了新的活力。随着技术的不断进步和应用的深入推广，智能网联车云协同自动代客泊车系统有望成为未来城市出行的重要支撑，为构建更加高效、便捷、智能的城市交通环境贡献力量。

参考文献

[1] 安淑苗,张凯,张瀛,等.基于场端定位的自动代客泊车解决方案[J].汽车制造业,2019(12):2.

[2] 王恒凯,杜建宇,厉健峰,等.自动代客泊车技术发展现状及趋势分析[J].汽车文摘,2022(1):5.

[3] 姜灏.一种自动代客泊车系统研究[J].河南科技,2018(16):4.

[4] 邱少林,钱立军,陆建辉.基于场景驱动与分层规划的自主代客泊车系统研究[J].中国机械工程,2019,30(19):2364-2371.