

物联网技术在城市智慧停车引导与资源优化中的应用

孔嘉圆

多利购科技(广州)有限公司, 广东广州 510000

DOI: 10.61369/SSSD.2025060023

摘要: 城市停车资源错配与效率低下已成为制约城市可持续发展的重要瓶颈。物联网技术通过全域感知、数据互联与智能决策, 重构停车管理生态, 实现车位资源动态调度与精准引导。本文系统分析物联网技术在停车引导与资源优化中的应用价值, 从感知层、网络层、平台层、应用层构建技术实施路径, 并结合深圳、北京等城市的典型案例, 论证该技术在提升泊位周转率、缓解交通拥堵、优化城市治理等方面的显著成效。研究表明, 物联网技术不仅是解决停车难题的关键手段, 更是推动智慧城市建设的重要引擎。

关键词: 物联网技术; 智慧城市; 智慧停车; 车位引导; 资源优化

Application of Internet of Things Technology in Urban Smart Parking Guidance and Resource Optimization

Kong Jiayuan

Doligo Technology (Guangzhou) Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract: The mismatch and inefficiency of urban parking resources have become important bottlenecks restricting the sustainable development of cities. The Internet of Things technology reconstructs the parking management ecology through global perception, data interconnection and intelligent decision-making, realizing dynamic scheduling and precise guidance of parking space resources. This paper systematically analyzes the application value of Internet of Things technology in parking guidance and resource optimization, constructs the technical implementation path from the perception layer, network layer, platform layer and application layer, and combines typical cases of cities such as Shenzhen and Beijing to demonstrate the significant effects of this technology in improving berth turnover rate, alleviating traffic congestion and optimizing urban governance. The research shows that the Internet of Things technology is not only a key means to solve parking problems, but also an important engine to promote the construction of smart cities.

Keywords: **internet of things technology; smart city; smart parking; parking space guidance; resource optimization**

引言

随着城市化进程加速, 中国机动车保有量已突破4.3亿辆, 而停车位缺口达5000万个以上, 停车难导致的交通拥堵占城市拥堵总量的30%以上。传统停车管理模式存在信息孤岛、调度滞后、人工成本高等缺陷, 难以满足动态化、精细化的城市治理需求。物联网技术通过传感器网络、云计算、大数据分析等技术融合, 构建“人-车-位-场”协同的智慧停车生态, 为破解停车难题提供了系统性解决方案。

一、物联网技术在城市智慧停车引导与资源优化中的应用价值

(一) 提升泊位使用效率, 激活存量资源价值

物联网技术对车位停放状态的动态监测可用于提升和优化停车场(库)的空间利用率。中国移动物联网平台采用地磁+超声波检测设备的技术方案, 实现了车位识别的精确度>99%, 使车主停车时间缩短到2min以内。深圳市万丰海岸城应用视频引导的停

车管理系统后, 空余停车位的比例从40%下降到15%, 有效提高了停车场车位利用率。同时, 物联网平台支持的错峰共享停车模式成效显著, 例如深圳市坂田街区22个园区每日提供4494个共享车位, 大幅缓解了周边社区的停车压力。

(二) 优化交通流分布, 缓解城市拥堵

物联网通过“停车导航+诱导屏”技术实现了车辆精准分流。如南京南站安装的超声波车位导航设备, 将周边道路拥堵指数降低22%, 高峰时段车辆排队长度减少50%。河南移动的5G智

能停车场 AI 计算中心可以实现实时跟踪和分析车流，并将空余车位信息推送给驾驶员，从而使郑州 CBD 区域道路通行效率提升 30%。据测算，每减少 1 分钟寻位时间，可降低 0.3% 的道路碳排放。

（三）重构城市治理模式，推动可持续发展

在停车管理服务行业，物联网也实现了从“经验性”到“数据驱动型”的转变。如在苏州市工业园引入智能停车系统后，违停率下降 43%，交警执法效率提升 60%。又如，物联网促进电动车的发展：据估算，若通过智慧停车系统解决充电桩不足问题，预计可增加 340 万辆新能源汽车销量，减少 500 亿元财政补贴压力。车辆停放信息和城市的数字化也为更好的决定交通路线设计、土地使用等提供了可能，如北京根据停车的热度分布改变地铁口的停车场布局，这样公交车的换乘效率提高了 25%。

二、物联网技术在城市智慧停车引导与资源优化中的应用路径

（一）全域感知层：构建多模态数据采集网络

全域感知层作为智慧停车系统的“神经末梢”，通过多维度技术融合实现停车环境的全面感知，其核心在于构建“空天地”一体化的数据采集网络。在设备部署上，路侧车位采用地磁 + 超声波的组合监测方式，配合自适应滤波算法消除地铁、电车等干扰源影响，确保每日流量大的路侧站点在 300 台车以上的车位占用情况监测正确率达到 98.7%；在停车场内采用超声波探测器 + 车位顶面的布置方式（超声波测距精度稳定在 $\pm 3\text{cm}$ ）和温度校正算法（修正环境干扰），从而准确分辨大尺寸车辆（SUV）和小车型之间存在的车位情况。其次，“高位机 + 球联动”视频 AI 分析系统构建系统采用“高位摄像头 + 目标检测算法”的方式。其中，该算法为基于 Transformer 结构设计，对车牌、车辆种类进行快速准确识别（识别速度 30 帧 / 秒），且能准确判断是否按规定停车。此外，算法还具有动态曝光补偿功能，无论在下着雨还是有着强烈日照的场合，都能保证有效识别率 99% 以上。如深圳 2045P 智能车库部署的 28 路高清摄像头与 6 台机械臂形成闭环控制，通过视频流实时计算汽车大小和停放角度，引导机器臂完成精准搬运任务，使整个汽车入位过程控制在 2 分钟以内。在此阶段，环境数据集成建造了多领域集成的数据中心平台，不仅从气象部门获得包括降雨、风速等实时监测数据（每 15min 更新一次），从交通监控节点上收集道路上的车辆流动性，与商业区终端的销售点数据相融合形成相关模型，如杭州市西湖区就把暴雨预警数据接入了其停车管理系统，当预报日降雨量 $\geq 5\text{mm}$ 时自动启动室外停车场降 20% 优惠的措施，并向停车车主推送其室内停车场优惠信息，这样相比传统运营，雨天可让停车使用场地实现提升约 18% 的使用效率，达到对各类型停车场地资源调节的目的。

（二）网络传输层：打造高可靠低时延通信体系

互联网的传输层被看作信息流转的“血液循环系统”，通过技术和手段的应用实现广域的覆盖、低时延等的通信体系，给智能

无人停车系统提供可靠的数据传输保障。在无线通信技术应用方面，利用 5G-A+RedCap 的组合技术应用是核心手段，河南省移动公司利用郑州市中心商圈 5G-A 通感一体基站在三频合一（总带宽 400MHz）和超高密集堆叠的基础上实现了单平方公里百万级别的连接容量，车辆定位数据从传感器到传送到服务平台的数据延迟均不超过 10ms，即使是在日交通高峰期三十万辆车的同时连接的高压场景下有效数据传输超过 97%；在信号弱覆盖的环境如地下停车场区域利用分布式小基站和漏缆的混合覆盖模式，室内传输速率提高到了 800Mbps，确保了摄像头影像和控制命令的触达。通过在本地部署边缘计算节点，极大缓解了云端的计算压力，并且在每个停车场的出口处部署含有 AI 加速度运算能力的服务器（每台运算能力 16TOPS），便于在本地完成诸如牌照识别、停车分配、收费结算等功能。通过使用 STM32H743 单板计算机作为嵌入式系统的应用示例，我们将收费规则及车检算法固化，实现了车辆进入停车场后直至落杆完成动作的响应时间小于 1 秒，相比云端处理方式的效率提升了 60%；同时边缘设备与服务器相协作，只将去除敏感数据的统计信息上传至中央控制台处，减少了约七成的上行流，当网络流量繁忙时会自动转为离线本地模式，保障收费及通行重要的功能不会受到影响。此外，对于一些老社区或其他需要改造的老建筑，可以采用 NB-IoT 与 LoRa 二者的无线通信技术进行低成本覆盖，从而使得端部器件工作十年以上，解决了一直以来有线改造工程难度高、成本高的难题。

（三）平台服务层：实现数据智能与资源调度

智慧停车系统的“中央大脑”层基于“端 - 边 - 云”合作架构完成数据汇聚和智能决策，实现停车资源由分散治理向全面优化升级。城市停车位充当分布式的数据中心，汇聚如路侧停车位、商超停车场、小区地下车库等异构型数据。将空间数据库保存的停车情况、车辆路径等动态数据进行数据清洗和特征提取，构建了如车位周转率、高峰期分布、车主驻车偏好等三百多种指标组成的上百个数据集合。广州试点的 LSTM 模型通过对历史停车信息、天气情况、假期规划等多种维度进行特征融合，能够实现未来四十八小时任意区域的车位需求量预测，准确率在 90% 以上。根据预测结果，实现了停车场间的平衡配置，在广交会展会中实现将五点二万辆车导入距离主会场五公里的备用停车场，缓解核心展区的停车需求压力，周边停车压力下降 35%。通过智能决策辅助系统的动态调价功能和路径优化功能，对资源配置进行了智能化的管理。其中，采用需求供给均衡法为动态定价模型，在北京国贸商务区，将每天上午 8:00-10:00 的停车价格上涨 50%，下午 15:00-17:00 的价格下调 30%，进行相应的车辆调配，有效地调整了车辆交通流量，在高峰期车位利用提高 22%，停车时间从 120min 缩短为 85min。并基于 Dijkstra 的最短路径计算方法结合实时交通状态的最短路径优化算法开发成都某商城，推出的 AR 实景导航系统可以根据摄像头的图像识别停车场中的立柱、路标的图像并加入相应的 AR 标签，配以语音提示，实现给新手司机引导找到车位，将找车位的误差率从 68% 降到 16%，将找车时间从 12min 降到 4.8min。该平台还具有数据共享的功能，向政府机构提供了停车热点区域热力图和流量统计报

告，为其进行城市建设、停车场建设提供科学依据。

（四）应用服务层：创新场景化停车服务

“人机界面”扮演着智能停车系统应用服务层的角色，将科技更好地重新定义了驾驶者对于驾驶和管理的感受，使停车服务在新颖性和效果上得以提升。在驾驶员的视野里，这整个流程都需要变得更加简洁，基于车辆停放预约系统与城市停车中心同步完成停入车位，可以在提前2个小时的情况下选择心仪车位，并预留20%的订金。系统根据车位的实际情况变动该位状态，如果大于规定时间段的空闲将自动将该位置让给其他人使用。这样既保证车位能够处于满负荷使用情况。另外引入一套多方式无感支付系统，包含ETC、支付宝、银联等不同支付模式，通过车牌号直接完成支付，无需扫码和支付密码等步骤，一方面极大提升结算效率，减少了办理时长，相比扫码节省八成，前海片区“先离场再付费”策略的实施后，每个出入口的占有率得以明显提升，由仅能通过三辆车辆增至能通过八辆/分钟。逆向停车系统结合“蓝牙信标+Wi-Fi指纹”，在停车场的每个区域装有至少一个蓝牙信标（准确度±一米），使用者把车的相关资料输入手机上的APP之后，会出现一张配有真实导航的车位图表并配有语音和视觉引导，帮助寻找车辆。这使得车辆寻找的时间减少了60%左右。目前，此种方法实施之后，上海虹桥天地的顾客满意度已经达到了96%。熵基科技通过智能化升级推出了可以完全不需人工干预的车

牌识别+远程通话与自助缴费终端一体机系统，只需3天即可完成商用综合体停车场升级改造，降低了整个项目的劳动力投入（相比之前减少一半），并可自动推送停车收费异常、设备异常等状况提醒，其响应速度在5分钟以内。此外，通过安装熵基科技开发的安保监督系统，通过摄像头图片处理技术配合异常行为分析引擎实时分析车辆的越界停车、车辆剐蹭、长时间逗留等12种异常行为。深圳某三级医疗机构在部署此系统后，可自动推送报警消息及警卫调度指令，将冲撞警情由月均28次降低至月均14次，同时缓解了车辆的导停，使急救车辆的利用效率增加了82%，切实保障了医疗急救通道的安全、顺畅。

三、结语

综上所述，物联网技术通过全域感知、数据互联与智能决策，重塑城市停车管理范式。其价值不仅体现在泊位利用率提升与交通拥堵缓解，更在于推动城市治理从“被动响应”向“主动预防”转型。未来，随着量子加密、联邦学习等技术的应用，智慧停车系统将进一步强化数据安全与隐私保护；与城市大脑的深度融合，将实现“停车-公交-骑行”多模态交通协同调度，为碳中和目标下的城市可持续发展提供新路径。

参考文献

- [1] 严敏.基于物联网的智慧停车场的设计与实现 [J].张家口职业技术学院学报,2024,37(04):57-62.
- [2] 裴恒东.智慧停车管理解决方案：城市化背景下的创新应用 [J].互联网周刊,2024,(23):35-37.
- [3] 霍世腾,郭俊博,马祥.智能停车资源共享系统设计 [J].电子设计工程,2025,33(14):12-17.DOI:10.14022/j.issn1674-6236.2025.14.003.
- [4] 刘佳.智慧停车系统对交通效率的提升研究 [J].人民公交,2024,(22):16-18.
- [5] 李志彬.智慧交通在城市交通管理中的应用研究分析 [J].交通科技与管理,2024,5(21):13-15.
- [6] 吴钊炯.物联网技术在城市交通管理中的实践与挑战 [J].信息与电脑(理论版),2024,36(10):80-83.
- [7] 甫节辉,周海伦,王鑫,崔凤玲,施方开.基于物联网技术的智慧充电与智慧停车一体化应用场景研究 [J].绿色建造与智能建筑,2023,(09):116-118+122.
- [8] 刘增祥,李文源,王奇珍.基于5G和物联网技术的城市智慧停车系统 [J].中国信息化,2021,(09):83-85.
- [9] 张登尔,叶逢春.智能停车管理系统的建设与应用 [J].广播电影信息,2021,28(07):105-106.
- [10] 秦海.物联网在智慧路边停车的应用探析 [J].交通与运输,2021,37(01):62-65.
- [11] 张乐.物联网技术在智慧停车系统中的应用研究 [J].电脑知识与技术,2018,14(36):220-221.