

# 基于智能技术的城市停车管理平台优化设计

杨光<sup>1,2</sup>, 陈峻<sup>1,2,3</sup>

(1. 东南大学交通学院, 江苏 南京 211189; 2. 道路交通工程国家级实验教学示范中心(东南大学), 江苏 南京 211189; 3. 南京静态交通产业技术研究院, 江苏 南京 210000)

**摘要:** 城市普遍存在停车供需不平衡、停车秩序混乱、停车场收益差、停车服务水平低等问题。综合考虑出行者、停车场、停车管理部门以及政府其他部门的需求, 结合状态识别、网络信息、供需匹配优化模型、停车诱导、可视化等智能技术, 优化城市停车管理平台功能设计。平台涵盖停车供需信息识别及匹配模块、停车场供需分析及可视化展示模块、影响道路交通运行的停车场识别模块、特殊车辆监控管理模块和面向突发公共卫生事件的车辆管理模块。该平台可以提升出行者的停车便利性, 方便停车管理部门以及政府其他部门的数据获取、综合管理和执法。

**关键词:** 停车设施规划; 智能技术; 管理平台; 优化设计

Optimization Design of Urban Parking Management Platform Based on the Intelligent Technology

YANG Guang<sup>1,2</sup>, CHEN Jun<sup>1,2,3</sup>

(1. School of Transportation, Southeast University, Nanjing Jiangsu 211189, China; 2. National Demonstration Center for Experimental Road and Traffic Engineering Education (Southeast University), Nanjing Jiangsu 211189, China; 3. Nanjing Parking Domain Technology Institute, Nanjing Jiangsu 210000, China)

**Abstract:** Parking problems, such as unbalanced parking supply and demand, disorderly parking, poor parking revenue, and low parking service level, commonly exist in cities. Comprehensively considering the travel or management needs of travelers, parking lots, parking management departments, and other government departments, the urban parking management platform is developed in combination with intelligent parking technologies, such as state identification, network information, supply and demand matching optimization model, parking guidance, and visualization. The platform includes the parking supply and demand information identification and matching module, the parking supply and demand analysis, and visual display module, parking lots identification module affecting road traffic operation, special vehicles monitoring and management module, and vehicle management module for public emergency. The platform is helpful in improving parking convenience, reducing the difficulty of data collection, comprehensive management and governance by parking management departments and other government departments.

**Keywords:** parking facilities planning; intelligent technology; management platform; optimization design

收稿日期: 2021-05-16

基金项目: 江苏省交通运输科技与成果转化重大专项资助“电子识别新技术在交通运输行业应用研究”(2019Z01)

作者简介: 杨光(1992—), 内蒙古锡林郭勒人, 在读博士研究生, 主要研究方向: 停车设施管理、智能停车、旅游交通等。E-mail: yg5211@seu.edu.cn

## 0 引言

随着机动车保有量的不断攀升, 中国城市出现了一系列停车问题。《2017 中国智慧停车行业大数据报告》指出: 30%的城市交通拥堵问题由停车难导致, 日常48%的车辆须在停车场排队, 其中医院排队尤为严重; 超9成城市的停车位使用率小于50%; 当停

车位使用率提升到80%, 上海、重庆两市停车位供给量将大于停车位需求量<sup>[1]</sup>。可见, 城市内部的停车资源时空利用不均衡。为了盘活停车资源, 提高停车场的使用率, 部分城市及学者构建了智能停车管理平台, 相关平台建设技术也成了热门研究方向。目前, 应用于城市停车管理平台的技术主要包括停车场及停车位状态识别(地磁、RFID、视觉

识别)<sup>[2-7]</sup>、停车网络信息服务(物联网、车联网、云平台)<sup>[8-13]</sup>、停车供需匹配优化模型<sup>[14-17]</sup>、停车诱导<sup>[18-21]</sup>以及可视化技术<sup>[22-25]</sup>。部分学者集成上述技术开发了城市停车管理系统或平台<sup>[8-13]</sup>。

现阶段的智能停车管理平台主要服务于出行者、停车场管理者和停车管理部门。针对出行者,主要提供车位预约、城市路径诱导、室内车位诱导、智能缴费服务;针对停车场管理者,主要提供停车场使用情况分析、运营数据监控、客户服务管理(免费车/月租客户登记、车位登记等);针对停车管理部门,主要提供停车场供给规模分析、停车场使用情况分析服务。随着电子信息技术的不不断发展与更新,更多的功能模块应嵌套于现有平台,服务于多方需求。此外,现有平台缺乏将服务于不同对象的系统进行有效整合,无法使停车信息流在出行者、停车场管理者和停车管理部门之间有效交互。

本文在充分调研路内、路外停车场问题的基础上,基于智能技术,构建了服务于出行者、停车场管理者、停车管理部门以及政府其他部门的城市停车管理平台。区别于传统的智能停车管理平台,本文在停车供需信息识别与匹配模块的基础上,添加了停车供需分析及可视化展示模块和影响道路交通运行的停车场识别模块,协助停车管理部门了解城市内部各类停车设施资源的分布和利用情况、识别影响道路交通运行的停车场,为后续实施停车资源整合、停车场规划建设、停车分区管理、停车场设计等相关停车政策提供数据支撑。此外,考虑到政府及相关行业对特殊车辆的监控和管理需求,本文在平台中嵌入了特殊车辆监控管理模块和面向突发公共卫生事件的车辆管理模块。

## 1 信息化缺失下的停车问题分析

### 1.1 城市停车设施资源

城市停车设施资源包括路内停车位和路外停车场。路内停车位主要承担临时性停车功能,属于路外停车场的补充形式,现阶段存在两方面问题。1)路内寻泊耗时较长:有研究表明,在一些社区寻找路内停车位的巡游交通量占总交通量的40%左右<sup>[26]</sup>。大量的路内寻泊行为会严重干预城市动态交通流的正常运行。2)长时间路内停车或者违法停于城市道路:一方面,长时间的路内停车行为

违背了路内停车位的功能定位;另一方面,大批量、长时间的路内违法停车行为干扰城市动态交通流的正常运行。

路外停车场主要包括建筑物配建停车场和公共停车场,占据了城市巨大的土地和空间资源,现阶段存在两方面问题。1)部分路外停车场资源空置浪费:由于缺乏有效的停车诱导平台、路外停车场数据库不完整,驾驶人无法掌握目的地周边所有停车位的供给情况,进而导致部分停车位空置。2)驾驶人到达停车场时无位可停:由于缺乏停车信息查询、停车诱导、停车预订等有效的人机交互系统,驾驶人无法提前获取停车位供给情况。这不仅降低了出行者的满意度,无位可停、继续寻泊的出行者还干扰城市动态交通流的正常运行。

### 1.2 城市停车管理平台

针对上述停车问题,凭借迅速发展车载设备、智能手机、停车信息传播媒介,衍生出更多的停车服务,例如空闲停车位信息查询、停车路径诱导、自助缴费、车辆剐蹭行为取证、新能源汽车充电等。基于对北京、武汉、南京、沈阳、厦门5座城市的停车调研,上述城市已逐步构建起城市停车管理平台,并正在完善相关功能。平台可实现各项便民停车服务,包括停车信息查询(路内及路外停车场的位置、收费、剩余泊位)、停车路线诱导、停车费用收缴(日常、包月、欠费收缴)以及停车共享服务,并依托微信公众号、小程序或手机APP向市民提供上述停车服务。部分平台涵盖城市停车数据大屏,可展示平台内停车场的利用与运营情况。然而,上述城市停车管理平台的功能设计仍然存在改善空间:

1) 缺失路内、路外停车场供给情况(分布位置、停车位规模)与运营情况(利用率、周转率、停车时间等)分析模块。这使得停车管理部门难以了解城市内部停车场的分布及利用情况,难以支撑和优化停车场的管理政策,例如动态调整不同区域停车资源的配置比例、实施差异化收费和停车时间限制政策等。

2) 缺少动静态交通相互影响分析模块。例如,无法向停车管理部门或专家提供拥挤路段周边停车场的相关信息(停车位规模、类型、分布位置、出入口、供需情况),进而无法支持停车管理部门或专家对

停车场进行优化设计和协调管控，实现动静态交通的协调运行。

3) 没有兼顾各类停车设施资源。停车供需信息无法在各类停车设施资源间实现流动，进而无法支撑停车共享政策的实施以及停车诱导系统的建设，难以提升城市整体停车资源的利用效率。

4) 未考虑政府及相关行业对于特殊车辆的监控和管理需求。例如，交通运输部针对新冠肺炎疫情颁布了多项工作通知，要求各地交通运输部门强化疫情防控措施，实现常态化防疫管理。现阶段，在静态交通管理中，缺乏对停车场到访人员进行健康码查核，缺乏对健康码异常人员进行措施干预(禁止进入停车场等)和信息上报，难以实现常态化防疫管理。

## 2 城市停车管理平台优化设计

综合考虑上述停车问题以及智能技术，本文设计了基于智能技术的城市停车管理平台。平台设有5个核心模块，服务对象包括出行者、停车场管理人员、城市停车管理部门和相关行业管理部门(见图1)。

### 2.1 停车供需信息识别及匹配模块

该模块的作用为识别停车场的停车供给信息并与出行者的停车需求信息进行匹配，为出行者提供停车服务信息，例如目标车位、诱导路径、收费信息、车位预订等。

对于需求端，需要利用互联网、物联网、车联网等技术识别出行者的停车需求，包括出行目的地、停车行为特性(预计到达

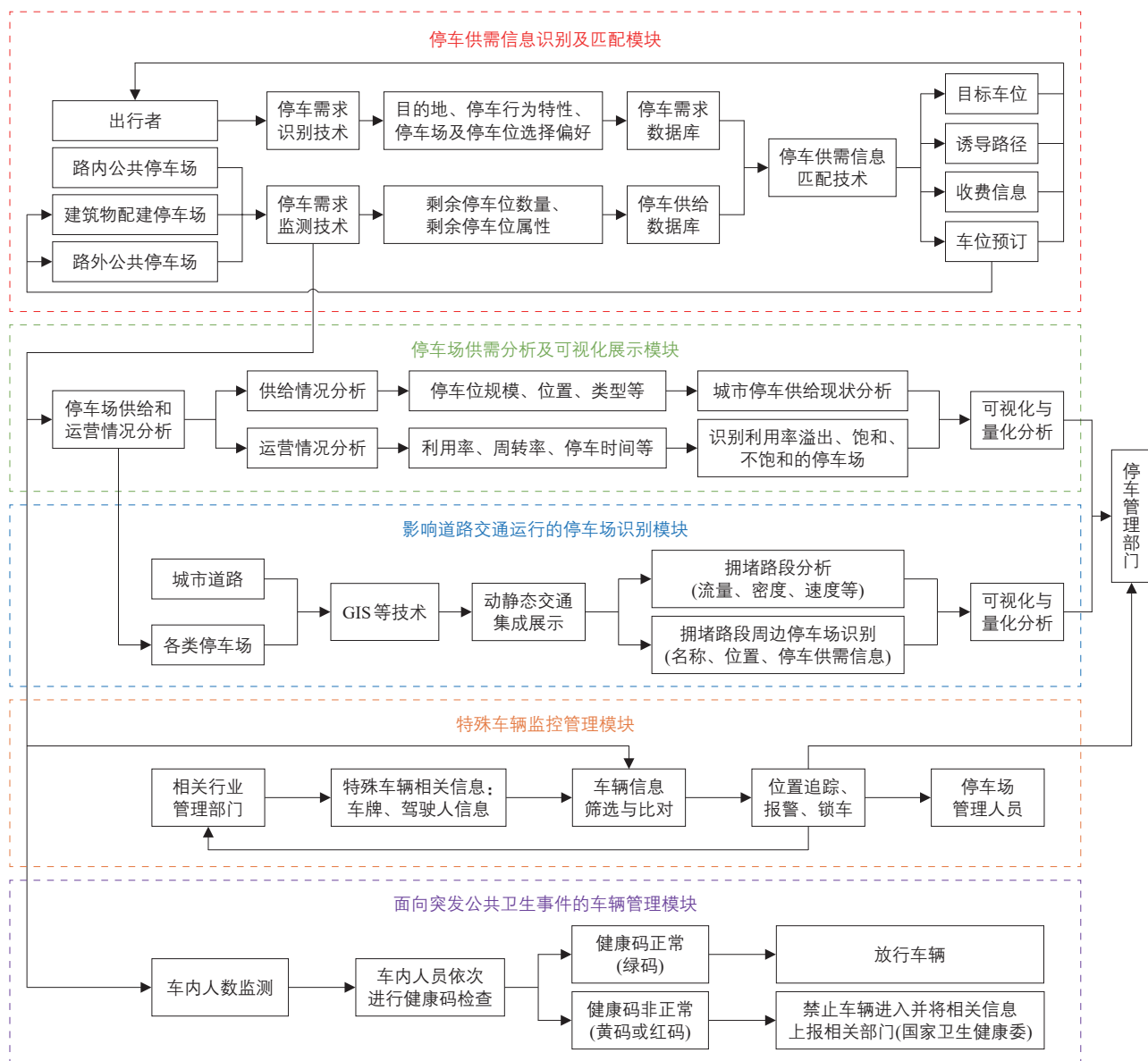


图1 基于智能技术的城市停车管理平台框架设计

Fig.1 Framework design of urban parking management platform based on intelligent technology

时间、停车时长)、停车场及停车位选择偏好(可接受的最大步行距离、行驶距离、停车收费、停车位偏好类型等),作为停车需求数据库。

对于供给端,需要利用出入口闸机、视频识别、RFID、传感器等技术监测停车场停车位的使用状态,包括剩余停车位数量、剩余停车位属性(类型、空间位置、收费等),作为停车供给数据库。

利用时空匹配、协同推荐、合作博弈等理论模型<sup>[14-17]</sup>,将出行者与停车场(停车位)进行匹配,为出行者提供私人定制的停车场(停车位),将目标车位、诱导路径、收费信息经由互联网、物联网、车联网等传播媒介传递给出行者。如果停车场提供车位预订服务,则需要将出行者的车位预订信息传递给停车场管理系统。

## 2.2 停车场供需分析及可视化展示模块

基于城市停车场的供需信息监测数据,统计和可视化城市不同区域各类停车场的供给情况(分布位置、停车位规模、停车位类型等),方便停车管理部门了解城市的停车供给现状。基于利用率、周转率、停车时间等停车场运营情况分析,识别出城市内部利用率溢出、饱和、不饱和的停车场,作为后续制定停车场相关政策的依据。例如:优化不同区域各类停车资源的配置比例、取消或增加路内停车位、实施分区差异化停车管理政策(停车收费、停车秩序管理、路内停车时间限制等)。

## 2.3 影响道路交通运行的停车场识别模块

基于GIS软件、web端等平台<sup>[22-25]</sup>,集展示城市内部的动静态交通运行状态,分析和识别不同时段拥堵路段周边是否存在停

车场,并将拥堵路段信息(道路名称、交通量、速度、密度等)、周边停车场信息(停车场名称、空间位置、拥堵时段的停车供需信息、各出入口的进入驶出交通量)反馈给城市停车管理部门。这一模块有助于相关部门或专家分析停车场设计(停车位规模、分布位置、停车位设计类型、出入口设计等)对城市动态交通流的影响程度,从而为停车场的优化设计、路段拥堵时段的停车场出入口调控<sup>[27-28]</sup>提供数据支持。

## 2.4 特殊车辆监控管理模块

《交通强国江苏方案》提出应以更严格的措施管控“两客一危”道路运输安全,通过完善交通运行监测体系筑牢平安江苏。本模块以“车辆识别、车内人员信息获取”技术为基础,满足政府及相关行业对“两客一危”、公安通缉、追缴欠费等特殊车辆的监控管理需求。

该模块服务政府相关部门,主要是对对比停车场的监控数据(车牌、人员信息识别)与政府部门提供的特殊车辆相关信息(车牌、驾驶人信息等),对特殊车辆实施位置追踪、报警和锁车,同时将相关停车信息(特殊车辆停车位置、时刻、时长等)回传至政府相关部门用于管理分析。特殊车辆监控管理模块的实现技术思路如图2所示。

## 2.5 面向突发公共卫生事件的车辆管理模块

为响应交通运输部应对新冠肺炎疫情突发公共卫生事件的工作号召,在城市停车管理平台中嵌入面向突发公共卫生事件的车辆管理模块,获取与分析突发公共卫生事件背景下停车场使用者的关键信息。在停车场门禁处安装可以识别健康码状态信息、车内人

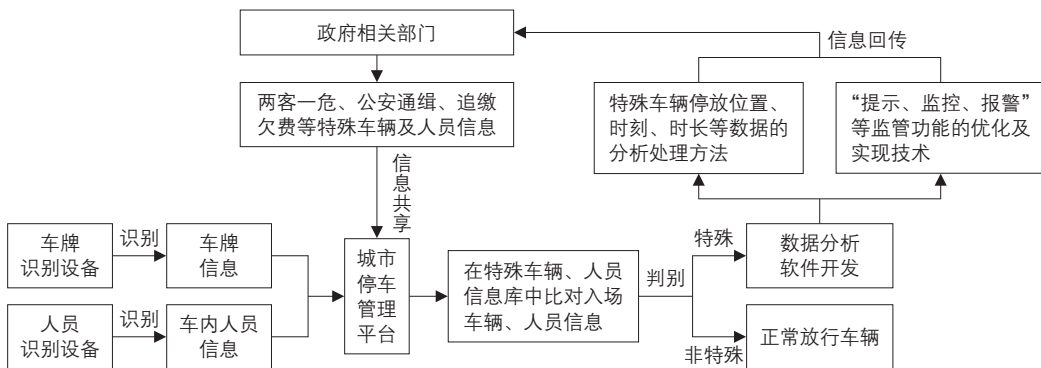


图2 特殊车辆监控管理模块的实现技术思路

Fig.2 Technical scheme of special vehicle monitoring and management module

数的监控设备<sup>[29-31]</sup>,当车辆到达停车场门禁处,驾驶人和车内人员均需要刷健康码才能进入停车场。当健康码为正常状态(绿码),允许车辆进入停车场;当健康码不正常,禁止车辆进入停车场,同时将相关人车信息上报相关部门,并协助开展疫情防控工作。该模块的实现技术思路如图3所示。

### 3 结语

本文在分析信息化缺失下城市停车问题的基础上,综合考虑出行者、停车场、停车管理部门以及政府其他部门的关切和需求,构建了基于智能技术的城市停车管理平台。本文提出的城市停车管理平台创新性地嵌入了停车供需信息识别及匹配模块、停车场供需分析及可视化展示模块、影响道路交通运行的停车场识别模块、特殊车辆监控管理模块和面向突发公共卫生事件的车辆管理模块。该平台使停车信息流在出行者、停车场、停车管理部门以及政府其他部门交互,有效提升出行者的停车便利性,方便停车管理部门以及政府其他部门的数据获取、综合管理和执法。

随着新业态汽车行业(自动驾驶技术、分时租赁、新能源汽车)的蓬勃发展,势必需要通过先进的技术手段、模型算法来解决新业态汽车在路内、路外停车场的停放需求。未来应在现有的城市停车管理平台加入新业态汽车管理模块。

1) 针对自动驾驶技术,应考虑自动驾驶车辆的停放过程、停放规则、停车需求以及与传统汽车的共存模式,设计集需求响应、车辆识别、车位分配于一体的自动驾驶模块。

2) 针对分时租赁车辆,应分析其停车场的空间布局及使用情况,作为新一轮分时租赁停车场规划的参考数据。

3) 针对新能源汽车,应分析城市内部充电桩的空间布局及使用情况,作为新一轮新能源汽车充电桩规划的参考数据。

参考文献:

References:

[1] ETCP智慧停车产业研究院,第一财经商业数据中心. 2017中国智慧停车行业大数据报告[R/OL]. (2019-03-18)[2020-12-15]. <https://max.book118.com/html/2019/0318/8051032040002013.shtm>.

[2] 张增超,李强,孙红雨,等.基于地磁传感器和UWB技术的停车位车辆检测方法与实现[J].传感技术学报,2019,32(12):1917-1922.  
ZHANG Z C, LI Q, SUN H Y, et al. Parking vehicle detection method and implementation based on geomagnetic sensor and UWB technology[J]. Chinese journal of sensors and actuators, 2019, 32(12): 1917-1922.

[3] 陈婷.基于RFID定位的停车场智能移动终端设计[D].南京:南京邮电大学,2016.  
CHEN T. Design of intelligent mobile terminal based on RFID location for parking lot[D]. Nanjing: Nanjing University of Posts and Telecommunications, 2016.

[4] WEI L X, Wu Q S, Yang M, et al. Design and implementation of smart parking management system based on RFID and internet[C]//IEEE. 2012 International Conference on Control Engineering & Communication Technology. Shenyang: IEEE, 2013: 17-20.

[5] CHANDRA H, MICHAEL, HADISAPUTRA K R, et al. Smart parking management system: an integration of RFID, ALPR, and WSN [C]//IEEE. 2017 IEEE 3rd International Conference on Engineering Technologies and Social Sciences (ICETSS). Bangkok: IEEE, 2017: 1-6.

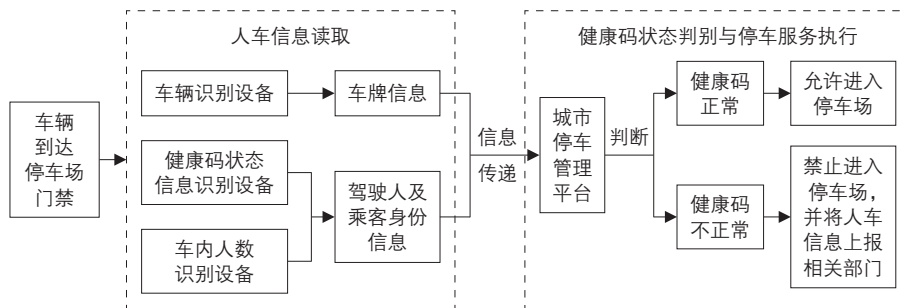


图3 面向突发公共卫生事件的车辆管理模块的实现技术思路

Fig.3 Technical scheme of vehicle management module for public emergency

- [6] DI MAURO D, FURNARI A, PATANÈB G, et al. Estimating the occupancy status of parking areas by counting cars and non-empty stalls[J]. *Journal of visual communication and image representation*, 2019, 62: 234-244.
- [7] 孙芸. 基于图像处理的室外停车场车位状态识别算法研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2016.
- SUN Y. Research on outdoor parking status recognition algorithm based on image processing[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2016.
- [8] SAFI Q G K, LUO S, PAN L, et al. SVPS: cloud-based smart vehicle parking system over ubiquitous VANETs[J]. *Computer networks*, 2018, 138: 18-30.
- [9] KHANNA A, ANAND R. IoT based smart parking system[C]//IEEE. 2016 International Conference on Internet of Things and Applications (IOTA). Pune: IEEE, 2016: 266-270.
- [10] GUPTA A, KULKARNI S, JATHAR V, et al. Smart car parking management system using IoT[J]. *American journal of science, engineering and technology*, 2017, 2(4): 112-119.
- [11] LIU J Y, WU J, SUN L N. Control method of urban intelligent parking guidance system based on Internet of Things[J]. *Computer communications*, 2019, 153: 279-285.
- [12] 刘磊, 郭丽, 缙西梅. 智能停车管理云平台的研究与实现[J]. *现代信息技术*, 2018, 2(10): 31-32.
- LIU L, GUO L, GOU X M. Research and implementation of intelligent parking cloud management platform[J]. *Modern information technology*, 2018, 2(10): 31-32.
- [13] 王雷. 基于车联网的校园智能停车管理系统研究[J]. *公路与汽运*, 2018(5): 47-49.
- [14] 陈峻, 王斌, 张楚. 基于时空容量的配建停车资源共享匹配方法[J]. *中国公路学报*, 2018, 31(3): 96-104.
- CHEN J, WANG B, ZHANG C. Parking resource sharing and matching methods for appertaining parking facilities based on space-time capacity[J]. *China journal of highway and transport*, 2018, 31(3): 96-104.
- [15] 潘晟, 戚湧, 李千目. 基于主观停车决策的停车场协同推荐模型研究[J]. *计算机与数字工程*, 2019, 47(12): 3010-3014.
- PAN S, QI Y, LI Q M. Research on the collaborative recommendation model of parking lot based on subjective parking decision [J]. *Computer and digital engineering*, 2019, 47(12): 3010-3014.
- [16] 卢凯, 林茂伟, 邓兴栋, 等. 停车总成本最小的停车位动态分配与诱导模型[J]. *华南理工大学学报(自然科学版)*, 2018, 46(9): 82-91.
- LU K, LIN M W, DENG X D, et al. A dynamic allocation and guidance model for parking spaces with minimum total parking costs[J]. *Journal of south China university of technology (Natural science edition)*, 2018, 46(9): 82-91.
- [17] 徐媛. 基于合作博弈的停车位分配模型[J]. *系统管理学报*, 2019, 28(1): 62-66.
- XU Y. Parking slot assignment model based on cooperative game theory[J]. *Journal of systems & management*, 2019, 28(1): 62-66.
- [18] LIU J, WU J, SUN L. Control method of urban intelligent parking guidance system based on Internet of Things[J]. *Computer communications*, 2020, 153: 279-285.
- [19] SHIN J, JUN H, KIM J. Dynamic control of intelligent parking guidance using neural network predictive control[J]. *Computers & industrial engineering*, 2018, 120: 15-30.
- [20] 肖婧, 王皓. 高维多目标动态停车场选择及路径诱导研究[J]. *计算机应用研究*, 2015, 32(7): 2009-2013.
- XIAO J, WANG H. Research of many-objective dynamic parking choice and route guidance[J]. *Application Research of Computers*, 2015, 32(7): 2009-2013.
- [21] 陈锦生, 靳丽丽, 应夏晖, 等. 基于导航平台的智能交通停车诱导系统设计: 以衡阳为例[J]. *科技视界*, 2019(32): 127-129.
- [22] 高智文, 张学东, 张健钦, 等. 基于Web-GIS的停车监测信息可视化系统研发[J]. *城市勘测*, 2019(3): 15-18.
- GAO Z W, ZHANG X D, ZHANG J Q, et al. Design and implementation of visualization system for parking monitoring information based on Web-GIS[J]. *Urban geotechnical investigation & surveying*, 2019(3): 15-18.
- [23] 胡玥. 基于RTMS数据的区域机动车积累量分析和可视化[D]. 杭州: 浙江大学, 2017.
- HU Y. Area vehicle number analysis and vi-

- sualization based on RTMS data[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2017.
- [24] 侯一隅. 智能停车管理与引导系统研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2017.  
HOU Y Y. Study on intelligent parking management and guidance system[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2017.
- [25] 许慧鹏. GIS在城市公共停车资源调查与规划中的应用[J]. 城市勘测, 2014(1): 47-51.  
XU H P. The application of geographic information system in urban public parking resources investigation and planning[J]. Urban geotechnical investigation & surveying, 2014(1): 47-51.
- [26] GARRETT M. Encyclopedia of transportation[M]. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2014.
- [27] WANG L, CHEN J, CAO X, et al. Vehicle delay model applied to dynamic and static traffic impact analysis of large parking lots [J]. Applied sciences. 2021, 11(20): 9771.
- [28] 杨忠振, 高春雨, 陈东旭. 考虑动静态交通转换的中心商业区停车供给优化研究[J]. 系统工程理论与实践, 2016, 36(8): 2091-2100.  
YANG Z Z, GAO C Y, CHEN D X. Optimization of parking supply in central business district based on the relationship between car traveling and car parking[J]. Systems engineering: theory & practice, 2016, 36(8): 2091-2100.
- [29] 赖林晓, 林路, 林陶, 等. 健康码的识别方法及装置: CN202010449786.0[P]. 2020-05-25.
- [30] 彭鹏. 车内人员识别方法、装置、终端设备及介质: CN201911406966.4[P]. 2020-05-22.
- [31] 漆奇. 车内人员识别方法及系统: CN201810229921.3[P]. 2018-09-14.

(上接第 119 页)

- [8] 刘子燊. 儿童友好型社区空间设计研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2014.  
LIU Z C. A Study of children friendly community space design[J]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2014.
- [9] 徐丹丹, 曾坚, 哈丽娜. 儿童友好型城市街道空间规划设计策略研究[C]//中国城市规划学会. 共享与品质: 2018中国城市规划年会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018: 10.
- [10] APPLEYARD B S. Planning safe routes to school[J]. Planning, 2003, 69(5): 34-37.
- [11] HUBSMITH D A. Safe routes to school in the United States[J]. Children, youth and environments, 2006, 16(1): 168-190.
- [12] 焦健. 促进儿童步行与骑车上学: 欧美安全上学路计划的成功经验与启示[J]. 上海城市规划, 2019(3): 90-95.  
JIAO J. Promoting children's walking and cycling to school: enlightenment from safe routes to school program in Euramerican cities[J]. Shanghai urban planning review, 2019(3): 90-95.
- [13] 梁思思, 黄冰冰, 宿佳境, 等. 儿童友好视角下街道空间安全设计策略实证探索: 以北京老城片区为例[J]. 上海城市规划, 2020(3): 29-37.  
LIANG S S, HUANG B B, SU J J, et al. Safety street design strategies for child-friendly environment: an empirical study of residential community in Beijing old city[J]. Shanghai urban planning review, 2020(3): 29-37.
- [14] 韩亚楠, 张希煜, 段雪晴, 等. 北京朝阳区双井街道: 基于儿童生活日志调研和空间观测的社区公共空间儿童友好性评估[J]. 北京规划建设, 2020(3): 43-48.
- [15] 佟琛. 基于儿童独立活动特征的社区街道空间研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2018.  
TONG C. A study of community street space based on children's independent mobility characteristics[D]. Changsha: Hunan University, 2018.
- [16] 蒯亚运. 基于行为心理学的儿童公园设计研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2014.  
KUAI Y Y. Children's park design based on behavioral psychology research[D]. Nanchang: Jiangxi Agricultural University, 2014.