

基于视频桩的路内停车管理系统框架研究

范福海, 李向荣

(青岛科技大学机电工程学院, 山东 青岛 266061)

摘要: 搞好城市静态交通管理、解决城市车辆停放问题, 是有效缓解现代化城市进程中交通拥堵的重要途径之一。以路内停车作为切入点, 对比人工、咪表、地磁+手持POS终端、地磁+相机等现有路内停车模式, 提出了一种针对城市道路路内停车的检测及云平台部署模式。依托前端智能视频探测器自动识别停放车辆, 数据采集完成后经网络传送至云平台, 并生成停车订单, 云平台根据实际业务要求, 进行停车订单的创建、结束以及欠费订单的处理, 从而达到停车自动计时收费处理的效果。这种停车管理模式具有自动化程度高、实时快速、数据精准等优点, 有利于提高路内停车位的利用率和周转率, 停车收费数据和各类管理信息还可为停车规划提供依据。

关键词: 交通管理; 静态交通; 路内停车; 视频检测; 云平台部署

Frame of Curb Parking Management System Based on Video Pile

Fan Fuhai, Li Xiangrong

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Qingdao University of Science & Technology, QingDao ShanDong 266061, China)

Abstract: It is one of the important ways, that to make effective urban static traffic management and solve urban vehicle parking problems, to alleviate traffic congestion in the process of modern city. Taking curb parking as the breakthrough point, this paper compares the existing curb parking modes, such as manual, meter, geomagnetic + hand-held POS terminal, geomagnetic + camera, and etc., and proposes a kind of detection and cloud platform deployment mode for urban road on-street parking. This mode relies on the front-end intelligent video detector to automatically identify the parking vehicle. After the data acquisition is collected, it is transmitted to the cloud platform via the network and a parking order is generated. The cloud platform creates and terminates the parking order and processes the order with arrear according to the actual business requirements. Finally, it achieves the effect of automatic parking timing and charging. This parking management mode has the advantages of high automation, real-time fast, and accurate data, which is conducive to improve the utilization rate and turnover rate of parking spaces. Parking charge data and various management information can also provide a basis for parking planning.

Keywords: traffic management; static traffic; curb parking; video detection; cloud platform deployment

收稿日期: 2017-05-25

作者简介: 范福海(1991—), 男, 山东省青岛人, 硕士, 助理工程师, 主要研究方向: 传感器信号检测与处理、数字图像处理、机电一体化设计。E-mail: fanfuhai910729@163.com

0 引言

相比动态交通问题而言, 静态交通问题不仅是交通问题, 更是土地利用问题。对于现代化城市建设, 土地资源非常有限, 不可能建设充分的路外停车场来满足静态交通的需要。随着人们生活节奏的加快, 路内停车作为路外停车的一种辅助和补充, 越发凸显出其存在的重要性和必要性^[1-2]。

本文研究的城市道路路内智慧停车方案, 依托了视频智能识别技术和移动互联网技术, 采用前端视频检测设备自动获取停车位的车辆信息, 通过网络与平台进行通信, 系统自动计时计费, 驾驶人利用智能手机终端通过微信公众号、用户应用等方式自动获取停车信息并完成自助缴费, 从而实现路内公共停车位的自动化管理^[1,3]。

1 路内停车管理方案概述

伴随城市路内停车需求的发展,已经涌现出多种有关路内停车管理问题的解决方案,由起初纯人工看管停车位模式,逐渐衍生出采用咪表、地磁检测器+手持POS(Point of Sales)终端、地磁+相机等模式,而后又出现了完全利用视频检测器自动采集数据的模式^[4]。各项解决方案的思路各有利弊,详见表1。

针对城市智能交通管理发展的需要,采用视频模式无疑是解决城市静态交通中路内停车的优选方案。该方案采用比较流行的视频识别图像处理技术和移动互联网技术,实现车辆信息的采集和处理,记录停车原始数据与停车拍照证据,从而实现自动化、无人值守、可追溯、公开透明的智能化模式,迎合现代城市智慧停车发展的需要,为缓解城市道路交通拥堵、方便车主出行提供了良好的方案参照^[1]。

2 路内停车业务流程

以江苏省常熟市路内停车的基本业务为例,说明视频模式自动处理的流程。前端视频检测器完成停车位信息采集,平台根据前端采集的数据进行相应处理,并将结果反馈给前

端,从而完成两者的通信交互,形成一个闭环。

2.1 订单创建

视频桩检测到有车辆驶入停车位后,即进行车辆信息采集(包括车牌号、车辆局部图片等),采集完成后系统将数据经网络上传至云平台,云平台再根据具体业务的要求处理这些信息数据(见图1)。例如:1)车主是否是注册会员,如果不是,平台将判断结果反馈给前端设备,视频桩以灯控形式展现给车主,提醒车主需要注册会员,同时会在后台数据库生成相应的停车订单计时计费,如果是会员,则直接进行接下来的判断;2)车辆是否存在历史未缴费订单,如果没有,系统生成停车订单进行计时计费,如果存在,则通知视频桩以灯控形式提醒车主及时缴纳历史欠费,同时生成停车订单进行计时计费。

2.2 订单结束

视频桩检测到有车辆驶离停车位,并将驶离数据经网络上传至云平台,云平台根据业务要求进行离场收费等处理(见图2)。如果车主不是注册会员,则直接结束停车订单,并将订单置为欠费,待该车辆再次停车时,进行驶入业务判断。如果车主是注册会员,则系统会进行会员账户余额的判断,若余额足以支付本次停车费用,系统进行自动

表1 停车计时收费模式对比

Tab.1 Comparison of parking time charging modes

计费模式	方案描述	优劣势分析	
		优点	缺点
人工	采用纯人工看管并完成计时或按次收费,每个收费员只能管理约30个停车位	系统建设成本较低,只需在收费路段施划停车位即可	收费员管理停车位数少,停车场周转率低,人力成本较高;在费用方面存在严重的“跑冒滴漏”现象;管理手段原始,容易引起纠纷
咪表	1个咪表设备管理1~2个停车位,由车主完成打卡计费;首先出现于香港,曾在济南、郑州、天津、常熟等地试点,但多以失败告终	节省管理人工,由车主统一办理磁卡,提高了自动化程度	每个咪表设备的建设成本为1.5~2万元不等,系统建设成本较高,性价比低;车主只能利用购停车卡缴费,推广困难,易用性较差;需要有相关技术知识的人员进行维护,增加了总成本
地磁+手持POS终端	采用地磁传感器作为车辆检测器,人工录入车辆信息生成停车订单,平台记录车辆的驶入、驶离时间,并根据计费规则产生费用,由车主通过现金、在线等形式缴纳停车费用。已在泰州、徐州等地进行试验	整个业务流程需要车主和管理人员参与,车主若有疑问可以及时沟通解决,提升了车主的信任度,较符合中国停车发展的要求	地磁检测器采用蓄电池供电,后期维护成本较高;运营中需要较多的现场人员,综合运营成本较高;地磁检测器存在较多干扰,存在误报、漏报等现象
地磁+相机	车辆进入停车区域,触发地感线圈,自动指挥相机抓拍,通过智能识别技术,识别车牌	省去人工现场的管理,降低了人力成本,便于停车缴费管理	此方案类似于封闭停车场收费模式,但是需要统一规划路内停车位,不太适宜现状使用要求
视频	采用视频检测设备识别车牌方案,识别每个停车位的车辆,记录车辆驶入、离开的时间并抓拍证据图片;车主可通过智能手机、城市一卡通等完成缴费;已在常熟、郑州等地试运行并正式应用	可实现车辆信息的个性化采集,通过车牌信息,获取车辆的唯一ID标识;能够识别多种不规范停车行为;易与互联网收费管理系统对接;图片可作为违章停车的证据,针对不规范停车、恶意欠费等行为实现非现场执法,减少人工干预	整套系统的初始建设成本较高,需要进行一段时间的试运行,合格后才能投入市场应用;需要长期的后台运维人员处理用户的投诉或疑问

扣费或提示用户主动缴纳本次停车费，如果余额不足以支付本次停车费用，系统直接将此次订单置为欠费状态，会员用户可以通过手机应用或微信公众号等途径进行该欠费订单的费用补交。

2.3 欠费订单的处理

对于车辆欠费离场订单的处理是实现停车订单闭环的最后一步，也是较为关键的一步。欠费订单的有效处理可以更好地保证整个系统的完整性，避免出现车主利用系统漏洞恶意欠费、故意逃费的现象。对于道路停车收费，需要当地政府部门进行规划、批准后并分配至各运营公司管理，因此，整套系统的管理可实现与城市公安系统的联动，从一定程度上可以更好地保证对欠费订单实施有效管理。

对于非会员用户存在欠费订单的情况，当其下一次产生停车订单时，用户可根据视

频桩灯控提示，通过下载手机应用，或关注微信公众号等途径注册会员并充值，而后查看欠费订单并进行自助缴费。另外，运营公司应组织后台运维人员定期进行欠费订单的梳理与统计，当非会员用户欠费订单达到一定额度时，可以与城市公安系统协调，对信用度低的用户进行相应的处理。对于会员用户存在欠费，其本身就可以通过手机应用或微信公众号等途径进行充值缴费，而如果其欠费达到一定额度未缴纳时，后台可通过发送短信、手机应用或微信公众号推送消息等途径提醒用户及时缴纳欠费。同时，亦可协同公安部门对其实施相应的处理。因此，对于城市道路的收费，需要运营机构与政府相关部门协调完成，才能保证整套模式的长期良性运行。

3 云平台部署拓扑图

根据具体的业务开发要求和整体停车流程架构，搭建一套完备的云平台部署网络拓扑图(见图3)。本系统结合前端视频信息采集设备，数据传送网络(互联网、4G无线网络、Wi-Fi等)，云平台服务(涵盖数据库服务、应用及接口服务、缓存及存储服务、微信公众号服务等)，以及手机应用、短信息和微信客户端等数据展现终端，构成较为完善的系统结构框架^[4-7]。

3.1 功能特征

停车管理云服务平台部署架构在整个城市路内停车运营系统中承担着非常重要的责任，为每个停车管理的参与方提供服务。其有效地将视频检测前端与用户群终端联系在一起，一方面确保对各个地区停车位信息的实时处理、快速反馈；另一方面保证对车主提出的需要或发起的请求进行及时准确处理，提供友好服务。整个系统主要实现的功能总结如下。

1) 全自动视频检测。

采用视频检测的方式实现停车位车辆状态的检测，能够自动判别车辆驶入和驶离，完成车牌识别。采用超低照度130万或200万像素CMOS(Complementary Metal-Oxide-Semiconductor)传感器，提供高质量图像，适应各种复杂监控环境，可实现全天候高精度的车辆检测和识别。同时，将智能检测算法、视频成像单元、补光单元等模块高度一体化集成，相比早期的咪表设备，具有可靠

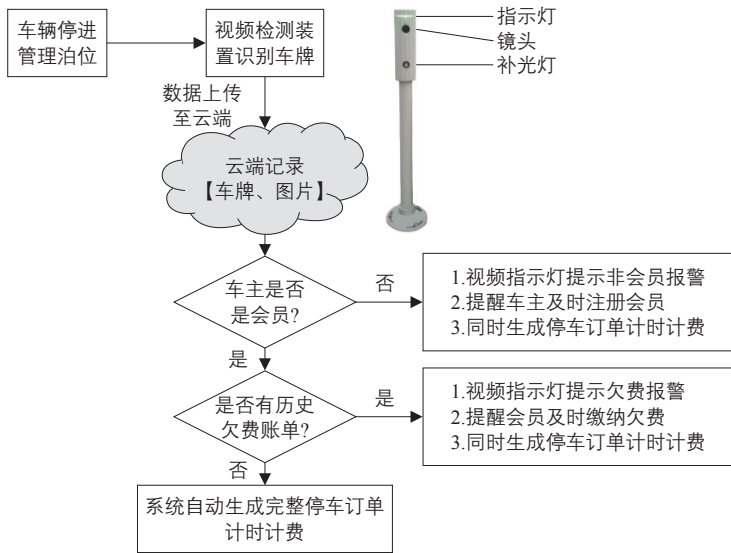


图1 路内停车生成订单系统处理流程

Fig.1 Curb parking generates the order system processing flow

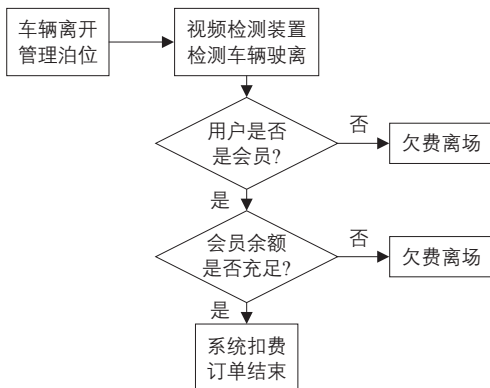


图2 路内停车结束订单系统处理流程

Fig.2 End of the order processing system of curb parking

性高、成本低的优势。另外，支持MQ(Message Queue)消息中间件、HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)、FTP(File Transfer Protocol)等数据上传方式，中心系统接入灵活，可上传车牌、车型等数据和图片。

2) 停车信息的处理。

停车位数据的快速准确处理是一项极其繁重的工作，对于整个系统架构，所有的停车位数据都需要一个云平台进行相应处理。例如，视频检测设备发送的停车位实时信息，需要平台进行业务的处理并反馈给设备；停车位车辆订单的处理，包括订单的计时计费及会员用户的信息等；用户端通过微信公众号、手机应用等方式触发请求，注册、查询及缴费等。这些都通过小服务程序(Servlet)提交给平台，完成处理与运算并反馈处理结果，这不仅要求对数据的处理具有实时性，更要确保处理结果的准确性。

3) 停车记录的存储与缓存。

停车用户对于停车记录的查询与追诉是涉及民生问题的一项重要任务，整个系统提供了数据的存储与缓存功能。选用MySQL数据库作为停车数据管理工具，可以处理拥有上千万条记录的大型数据，具有良好的运行效率，有丰富的网络支持。嵌入到云平台服务系统中，对外提供查询等接口，经过协议解析后，用户可随时通过手机应用或微信等途径查询停车订单，其也可用于后台管理员查询数据。另外，平台还提供缓存服务，当会员用户再次提交相同请求提交时，将直接读取本地缓存数据，而不再向服务器真正发送数据，让用户感觉到手机应用响应速度快，提升用户体验，减轻服务器压力。

4) 停车费用的支付。

对于城市路内智慧停车位的应用，用户端不仅提供停车信息的查询功能，还应实现停车费的支付功能。车主无须进行现金交易，可以直接通过手机应用或微信公众号实现支付宝、微信、银联卡、会员账户余额等各种电子手段在线支付停车费，完成缴费后，车主可获得短信通知和消息推送。此方式提升了停车位的周转率，避免因收费效率低导致停车出入拥堵，同时也实现了车主缴费智能化，无须现场收费人员的干预，在一定程度上节约了人工成本^[5]。

3.2 系统优势

本系统为采用基于前端视频检测技术、云平台数据服务以及信息展示终端等技术的

城市道路路内智慧停车管理系统。已在常熟市里颜港路、环城路、河东街等路段投入使用。通过对2017年2—5月现场的运行情况进行分析，与其他路内管理系统方案相比，具有以下优势：

1) 前端采用视频检测设备，集成摄像头采集模块、灯控指示模块以及夜间补光模块等，自动化程度高，省去了人工参与，有效降低运营成本，实现真正的无人值守。

2) 系统保留车主的停车数据和现场采集的图片记录用于后期车主缴费或投诉处理凭据，有效提升了用户对本套系统的信任度。另外，图片可作为违法停车的证据，针对不规范停车、恶意欠费等行为实现非现场执法，减少人工干预。

3) 管理部门可以通过平台端实时快速地获取收费数据及各类管理信息，实现与公安部门业务联动。这些数据信息还可为下一步停车规划提供依据。

4) 车主可通过智能手机终端实时查询车辆停车、缴费等有关信息，实现信息的透明化。

5) 根据常熟市后台运维人员的分析，正式收费运营的视频停车位超过600个，视频检测识别率达99.05%以上，停车位周转率提高至以前的2.5倍，营业额更是得到大幅度提升，这在一定程度上加速了路内视频检测模式的推广与应用。

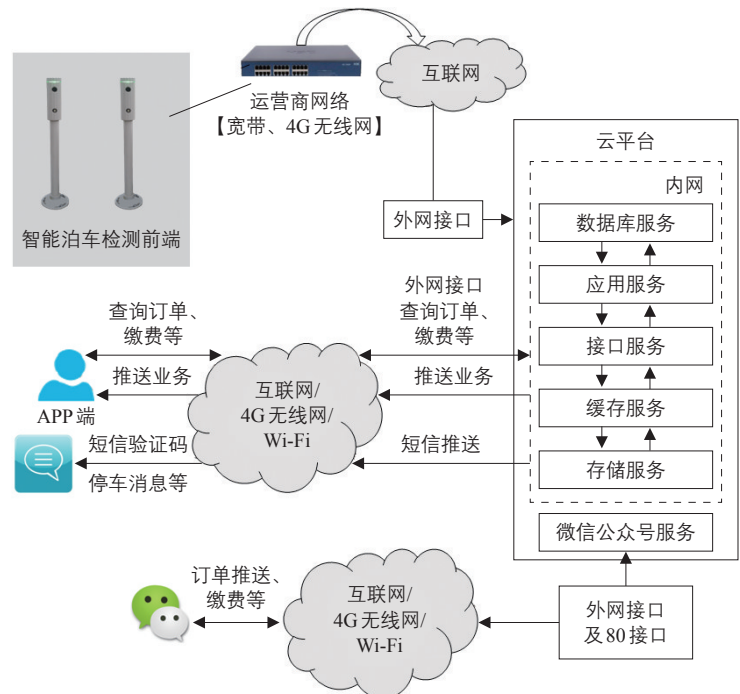


图3 云平台部署拓扑图

Fig.3 Cloud platform deployment topology

4 结语

中国对于城市现代化智慧停车的研究尚属发展阶段。伴随着城市经济的发展和智能交通研究的深入,纵观近几年城市智能交通的发展概况,未来城市智慧停车管理系统的发展趋势及前景主要有以下几个方面:

- 1) 停车位置诱导、反向寻车诱导的实现,减少车主寻泊时间,缓解交通拥堵;
- 2) 完全实现线上电子支付,达到完全的停车位无人值守、收费自动化;
- 3) 车主停车信息实现数据共享,打破信息孤岛;
- 4) 可以与充电桩结合,为电动车辆提供充电服务;
- 5) 通过智慧停车衍生出更多二次服务产品,实现行业交流与渗透。

参考文献:

References:

[1] 孙巍巍, 曾文, 吕涛. 基于视频识别的城市智慧停车管理模式: 城市智能停车管理、交通管理与互联网出行服务综合解决方案[C]//第十一届中国智能交通年会学术委员会. 第十一届中国智能交通年会大会论文集. 北京: 电子工业出版社, 2016: 987-997.

[2] 何振华. 智慧城市智能停车系统探究[J]. 科技风, 2017(2): 10.

[3] 茅嘉磊. 基于视频分析的路侧停车自动计时取证[J]. 上海船舶运输科学研究所学报, 2017, 40(1): 78-81.

Mao Jialei. Automatic On-Street Parking Monitoring and Recording Based on Video Analysis[J]. Journal of Shanghai Shipping Research Institute, 2017, 40(1): 78-81.

[4] 李媛红. 智慧路边停车关键技术与标准化研究[J]. 中国自动识别技术, 2017(1): 55-59.

Li Yuanhong. Research on Key Technologies and Standardization of Smart Roadside Parking[J]. China Automatic Recognition Technology, 2017(1): 55-59.

[5] 李敏, 王少飞, 谯志. 城市“停车管理一体化”云服务平台研究[J]. 公路交通技术, 2016, 32(6): 140-143.

Li Min, Wang Shaofei, Qiao Zhi. Study on Cloud Service Platform of Urban "Parking Management Integration"[J]. Technology of Highway and Transportation, 2016, 32(6): 140-143.

[6] 陈新海, 刘丽. 基于云平台的停车管理系统设计[J]. 科技创新与应用, 2016(1): 67-68.

[7] 陈志刚. 车联网时代的智慧云停车系统[J]. 中国公共安全, 2017(S1): 149-151.

(上接第79页)

[4] 樊桦, 刘昭然. 我国空铁联运发展面临的问题和建议[J]. 综合运输, 2015, 37(4): 48-52.

Fan Hua, Liu Zhaoran. Intermodal Air-Rail Development in China: Problems and Suggestions[J]. China Transportation Review, 2015, 37(4): 48-52.

[5] 杨年. 国内空铁联合运输网络规划方法研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2012.

Yang Nian. Research on the Planning Method of Domestic Air-Rail Inter-Modality Transport Network[D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2012.

[6] 赵红丽, 董博, 于兆华. 高速铁路与航空旅客出行选择特征研究[J]. 铁道运输与经济, 2013, 35(11): 32-36.

Zhao Hongli, Dong Bo, Yu Zhaohua, et al. Study on Characteristics of Traveling Selection Between High-Speed Railway and Airline Passengers[J]. Railway Transport and Economy, 2013, 35(11): 32-36.

[7] 王姣娥, 胡浩. 中国高铁与民航的空间服务

市场竞争分析与模拟[J]. 地理学报, 2013, 68(2): 175-185.

Wang Jiaoe, Hu Hao. Competition and Cooperation of High-Speed Rail and Air Transport in China: A Perspective from Spatial Service Market View[J]. Acta Geographica Sinica, 2013, 68(2): 175-185.

[8] 宋超. 我国空铁联运发展的思考[J]. 中国铁路, 2017(12): 35-39.

Song Chao. Ideas on Air-Railway Combined Transportation in China[J]. China Railway, 2017(12): 35-39.

[9] 王长青, 张一农, 许万里. 运用最小二乘法确定后评估指标权重的方法[J]. 吉林大学学报(信息科学版), 2010, 28(5): 513-518.

Wang Changqing, Zhang Yinong, Xu Wanli. Research of Determining Index Weights Based on Least Squares Method in Post-Evaluation Process[J]. Journal of Jilin University (Information Science Edition), 2010, 28(5): 513-518.