

基于 NB-IoT 的智慧停车系统研究与设计

董玉荣¹, 聂云峰²

(1. 中国电信江西分公司 政企客户部物联网中心, 南昌 330046; 2. 南昌航空大学 信息工程学院, 南昌 330063)

[摘 要]为解决停车难问题,基于物联网和云计算等信息化手段,提出一种基于 NB-IoT 的智慧停车系统解决方案,采用 NB-IoT 模组及地磁传感器实时采集停车位状态信息,通过中国电信 NB-IoT 窄带无线通信技术将停车位状态信息实时发送到云端服务器,实现全城车位信息的统一发布和管理;用户可通过手机 App 实时查看所在城市停车位状态信息,并可进行在线车位预定、在线支付及车位导航。

[关键词]NB-IoT; 智慧停车; 物联网

[中图分类号] TN915.04 [文献标志码] A doi: 10.3969/j.issn.1001-4926.2017.03.016

[文章编号] 1001-4926(2017)03-0095-05

Researches and Designs on Smart Vehicles Parking System Based on NB-IoT

DONG Yu-rong, NIE Yun-feng

(1. Center of Internet of Things, China Telecom Jiangxi Branch, Nanchang 330046, China;
2. School of Information and Engineering, Nanchang Hangkong University, Nanchang 330063, China)

Abstract:To solve the parking problem, this paper proposes a smart parking system solution based on NB-IoT, internet of things and cloud computing technologies. Using NB-IoT module and geomagnetic sensor to collect the parking status information in real time, and then sent the parking status information to the cloud server through China telecom NB-IoT narrowband wireless communication technology. Users can view the city parking status information in real time through mobile App, and can make online parking booking, online payment and parking guidance.

Key words:NB-IoT; smart vehicles parking system; internet of things

引 言

随着中国经济的快速发展,城市化水平的不断提高,机动车保有量急剧增加,“停车难”问题已成为制约城市发展亟需解决的关键问题^[1]。为解决停车难问题,城市管理部门投入了大量资源,包括

优化现有停车资源、新建停车场及规划更多道路泊位等;实践表明,这种粗放性的停车资源投入并不能有效解决停车难问题。研究表明,导致停车难问题的本质原因在于停车资源时空分布不合理以及车位信息共享不透明^[2],从而导致一方面大量停车资源闲置,而另一方面则是机动车主很难找到车

[收稿日期]2017-08-16
[修回日期]2017-09-12
[基金项目]国家自然科学基金(41101426)
[作者简介]董玉荣(1972—),女,工程师。主要研究方向:物联网技术。

位。随着物联网、大数据和云计算技术的蓬勃发展,为解决停车难问题提供了新的发展思路,即通过物联网技术将处于空间散布的停车资源连接在一起,通过终端车位数据采集及大数据分析,将车位状态信息实时共享至云端,形成智慧停车系统。借助云端智慧停车系统,车主通过 App 即可进行在线车位预定、在线支付及车位导航,从而有效提高停车资源利用率,真正解决“停车难”问题。

当前,有不少学者针对智慧停车系统进行了有益的尝试。杜华英等^[3]设计了一种基于视频检测的智慧停车场系统,该系统采用视频抓拍识别车牌,采用地感线圈进行车位检测,通过 LED 显示屏展示空闲车位数量;李媛红等^[4]提出了一个基于 GPRS 的智慧停车场解决方案,该方案首先通过 Zigbee 技术采集车位状态信息,然后通过 GPRS 技术将车位数据发送到停车场业务管理平台,实现对停车场车位信息的智能化管理;侯维岩等^[5]设计了一种基于 Zigbee 和 GPRS 的智能露天停车场信息感知发布和管理系统,采用 CC2530 及地磁传感器组建 Zigbee 网络实时采集车位信息,通过 GPRS 无线通信技术将停车场车位信息发送到远端服务器实现多个停车场信息的统一发布和管理。综上所述,当前研究主要集中于对单个停车场进行车辆自动识别、车位检测,然后通过 Zigbee 等中继节点进行信息汇聚后,再通过有线网络或蜂窝网将数据发送到后台管理平台,上述方案由于系统软、硬件体系结构差异大,且归属不同单位运营,导致很难进行互联互通、数据共享实施成本高等缺点。

为了解决停车难和停车信息共享不透明等问题,本研究提出一种基于 NB-IoT 的智慧停车系统解决方案,采用 NB-IoT 模组及地磁传感器实时采集停车位状态信息,通过中国电信 NB-IoT 窄带无线通信技术将停车位状态信息实时发送到云端服务器,实现全城车位信息的统一发布和管理;用户可通过手机 App 实时查看所在城市所有停车位状态信息,并可进行在线车位预定、在线支付及车位导航。

1 NB-IoT 技术

传统上物联网通信技术主要分为两类,一类是短距离通信方式,如 Zigbee、Z-wave 及蓝牙等通信方式,另一类则是传统 3G/4G 等长距离通信方式^[6]。短距离通信方式具有低功耗、低成本等优势,但由于其传输距离较短,导致长距离传输需要部署多个中继节点,因此网络拓扑复杂、稳定性较差;3G/4G 通信方式则具有通信覆盖面广、传输速率高等优势,然而其对设备能量消耗大,不适合作为底层物联网通信技术。为解决现有物联网通信技术传输距离与能量消耗之间的矛盾,低功耗广域网(LPWA)通信技术应运而生^[7]。LPWA 技术主要包括工作在非授权频段下的 Sigfox 及 LoRa 技术和工作在授权频段以华为为主导的 NB-IoT 技术。NB-IoT 由于工作在授权频段,具有抗干扰能力强、安全可靠、容量大及部署成本低等优势,得到了电信运营商的普遍支持,已成为 LPWA 通信技术的事实标准^[8]。NB-IoT 与 Sigfox 及 LoRa 技术的性能对比如表 1 所示。

NB-IoT 是一种基于 LTE 蜂窝移动网络的窄带 IoT 技术^[9],具有长距传输、海量连接、深度覆盖、低功耗、低成本等优势,是物联网技术领域的一项革命性的创新技术,非常适合于环境监测、智慧水务、智慧穿戴、智慧抄表、智慧停车、智慧物流、智慧家庭及智慧社区等低速物联网应用领域^[10]。NB-IoT 上行链路采用单载波 SC-FDMA 多址方式,使用 BPSK 或 QPSK 进行调制,通过单频传输尽可能降低终端设备功耗以延长设备待机时间,上行链路单频传输占用 48 个子载波,除了 LTE 网络中规定的 15 kHz 子载波间隔,还增设 3.75 kHz 子载波间隔,上行链路传输速率在 160 ~ 250 kb/s 之间;下行链路兼容 LTE 下行链路,采用间隔 15 kHz 的 OFDMA 子载波,调制方式为 QPSK,传输速率在 160 ~ 250 kb/s。

2 系统体系结构设计

为了解决停车难和停车信息共享不透明等问

题,本设计通过 NB-IoT 终端进行车位数据采集,利用中国电信物联网平台将处于空间散布的停车资源连接在一起,将车位状态信息实时共享至云端,形成智慧停车系统。该系统由感知层、通信层、IoT 平台层、应用服务层及用户层等组成,总体架构如图 1 所示。

表 1 各窄带物联网技术技术参数对比

	Sigfox	LoRa	EC-GSM	EMTC	NB-IoT
标准	私有	开放	3 Gpp	3 Gpp	3 Gpp
波谱	非授权	非授权	授权	授权	授权
频段带 /kHz	100	7.8 ~ 500	200	1.4	180
系统带 /kHz	100	7.8 ~ 500	200	1.4	180
峰值速率 /(kb · s ⁻¹)	DL:0.1 UL:0.6	DL:180 UL:600	DL:74 UL:74	DL:800 UL:1	DL:234 UL:204
发射功率 /dB	14	14	26	23	23
设备能耗	低	中低	低	中低	中低

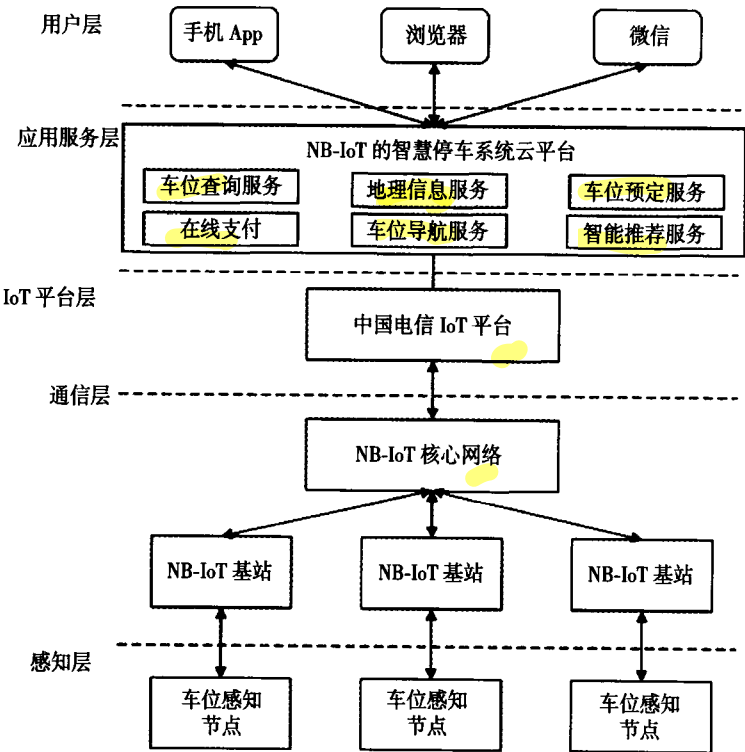


图 1 智慧停车系统体系结构

第 1 层为感知层,车位感知节点与地磁传感器相连,负责采集车位状态数据,并将所有停车位状态信息通过空口连接到通信层的 NB-IoT 基站;第 2 层为通信层,主要承担感知层 NB-IoT 设备空口接入处理和小区管理等相关功能,通过 S1-lite 接口与 IoT 核心网络进行连接;第 3 层为中国电信 IoT 平台层,负责汇聚接入网得到的 IoT 相关数据,并根据不同感知数据类型转发给相应行业应用进行具体处理;第 4 层为应用服务层,智慧停车系统部署于云端,向用户层提供车位查询、在线支付、车位预定等服务 API 接口;第 5 层为用户层,车主可以使用手机 App、桌面浏览器及微信公众号查看、预定车位

及进行在线支付。该设计方案具有以下优势:

1)在车辆检测方面,地磁传感器具有灵敏度高且不受天气及环境影响,可以有效避免自行车、电动车等非机动车辆的干扰;NB-IoT 硬件的超低功耗和超长待机可以满足地磁传感器长时间在线运行,有效降低运营维护成本。

2)拓扑简单,部署成本低。由于 NB-IoT 网络由电信运营商经营,无需额外部署集中器或网关,大大降低了设备升级和系统部署成本。

3)应用 NB-IoT 技术将车位信息接入云端,实现停车信息的实时发布,相比 3G/4G 技术具有实时、准确、可靠等优势。

3 系统功能设计

智慧停车系统采用以用户为中心的设计模式,其核心功能主要包括车位查询服务、地理信息服务、车位预订服务、在线支付、车位导航及车位智能推荐服务等。其中,车位查询服务以用户当前所在

地理位置或用户指定地理位置为输入,通过 IoT 平台查询获取距离指定地理位置 2 km 范围内的停车场空闲车位列表数据,并在电子地图上直观展示用户当前位置距离停车场的距离及停车场空闲车位状态数据;用户通过在电子地图上选择停车场图标,即可查看该停车场剩余车位数量及其分布,并可进行停车位导航及在线车位预订;地理信息服务主要用于直观展示停车场及其车位状态数据,并提供地理位置选择、空间查询、车位选择及车位导航等功能;车位智能推荐服务根据用户当前位置,结合实时路况信息向用户智能推荐最合适的水位信息。智能停车系统用户接口设计基于 RESTFul (Representational State Transfer) 模式进行接口设计,具有接口简单、易于集成等优势,其接口设计如表 2 所示。

4 车位感知节点设计

车位感知节点负责车位状态数据采集,是智慧

表 2 核心服务 RESTFul 接口设计

服务	HTTP 方法	URI	功能说明
车位查询服务	GET	svp/parking/{ user_posion }	根据用户经纬度坐标获取空闲停车场列表
	GET	svp/parking/{ parking_id }	根据停车场 id 获取停车场详细信息,包括空闲车位数量、经纬度等等
	GET	svp/parking/{ parking_id }/{ place_id }	获取停车位信息
车位预订服务	POST	svp/booking/{ parking_id }/{ place_id }	根据车位 id 预订指定车位
	DELETE	svp/booking/{ parking_id }/{ place_id }	取消指定车位的预订
在线支付服务	POST	svp/payment/{ parking_id }/{ place_id }	根据车位 id 进行在线支付
	DELETE	svp/payment/{ parking_id }/{ place_id }	根据车位 id 取消支付
车位智能推荐	GET	svp/recommend/{ user_posion }	根据用户经纬度坐标结合实时路况信息进行车位智能推荐
车位导航服务	POST	svp/gps/{ user_posion }/{ parking_id }	根据用户位置及停车场 id,返回导航路径

停车系统的关键技术之一。车位感知节点主要由微控制器 MCU、磁传感器模块、NB-IoT 模组及电源模块四部分组成,感知节点硬件结构如图 2 所示:

1)微控制器主要负责地磁传感器数据的预处理及分析,并结合地磁数学模型进行车位状态精确识别、控制 NB-IOT 模组进行无线数据传输、节点自

身状态监测及预警等。

2)地磁传感器周期性测量停车位区域地磁场的变化来感知铁磁物体的存在,当车辆在地磁传感器附近出现时,地磁传感器模块检测停车位地磁场变化并进行数据采样。

3)NB-IoT 模组负责节点状态数据的发送和云端系统参数的接收。

4)电源模块负责为节点提供稳定电源。

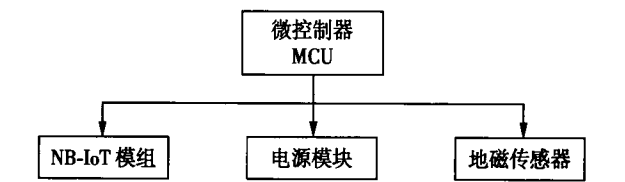


图2 车位感知节点硬件设计

车位感知节点利用地磁传感器采集停车位区域地磁场变化数据,通过地磁数学模型对数据进行建模及校正,从而准确感知停车区域是否有车辆停放,车位检测流程如图3所示。

5 结 论

利用物联网技术整合城市停车资源,采用 NB-IoT 模组及地磁传感器实时采集停车位状态信息,通过中国电信NB-IoT窄带无线通信技术将停车位

状态信息实时发送到云端服务器,实现全城车位信息的统一发布和管理,从而实现停车资源的高效共享;通过云端最优匹配,实时发布车位资源,给车主提供便捷的停车服务,包括在线车位预定、在线支付及车位导航等功能,有效减轻市政交通管理压力,具有较高的经济和社会效益。

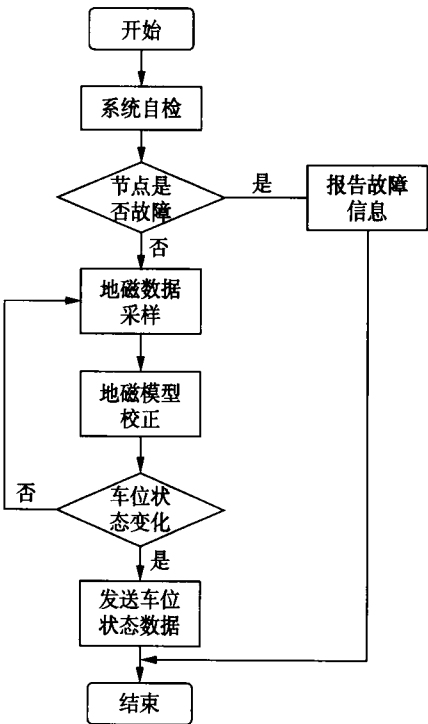


图3 车位检测流程

【参考文献】

[1] 王华安. 互联网+智慧停车市场竞争态势加剧[J]. 中国公共安全,2016(18):34-39.

[2] 刘林会. 智能停车场管理的一场颠覆性革命:互联网+智慧停车4.0[J]. 中国信息化,2016(6):93-96.

[3] 杜华英,文祝青,余可春. 智慧停车场的研究与设计[J]. 现代计算机:专业版,2015(6):63-66.

[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.

[5] 侯维岩,党蟒,崔源,等. 露天停车场信息感知发布和管理系统[J]. 安徽大学学报:自然科学版,2015,39(2):56-61.

[6] 余昌盛,俞立,洪榛,等. 基于放大转发和协作拥塞的窄带物联网物理层安全容量研究[J]. 传感技术学报,2017,30(4):575-581.

[7] 王明浩,吴碧波. 基于智慧城市建设的 NB-IoT 应用研究[J]. 物联网技术,2017,7(7):79-82.

[8] 是德科技. 是德科技助力中国电信 NB-IoT 测试[J]. 电子测量与仪器学报,2017,31(4):509.

[9] 王计艳,王晓周,吴倩,等. 面向 NB-IoT 的核心网业务模型和组网方案[J]. 电信科学,2017,33(4):148-154.

[10] 刘玮,董江波,刘娜,等. NB-IoT 关键技术与规划仿真方法[J]. 电信科学,2016,32(S1):144-148.