

基于NB-IoT技术的智能停车 系统设计与实现

Design and Implementation of Smart Parking System Based on NB-IoT Technology

任小强(中国移动通信集团甘肃有限公司兰州分公司,甘肃 兰州 730000)

Ren Xiaoqiang(China Mobile Communications Group Gansu Co.,Ltd. Lanzhou Branch,Lanzhou 730000,China)

摘要:

为了解决城市停车难、车位共享难、车位管理难、传统智能停车场部署成本高等问题,提出一种基于NB-IoT的智能停车系统解决方案。它采用地磁传感器实时采集停车位状态信息,判断车辆驶入或驶离停车位,并经由NB-IoT无线网络将该事件发送至业务管理平台,提供查询、预定车位和计时计费等功能。该系统可以实现车主、停车场、交通管理部门之间的高效联动,实现车位共享,缓解交通拥堵问题。

Abstract:

To solve the parking problem, such as difficult parking, difficult parking space sharing, difficult parking management and high cost of traditional intelligent parking, etc., it proposes a smart parking system solution based on NB-IoT. It uses geomagnetic sensors to collect parking state information in real time, and then sends the event to the service management platform via the NB-IoT wireless network. Users can view the city parking status information in real time, and can make online parking booking, online payment and parking guidance. The system can realize efficient linkage between vehicle owners, parking lots and traffic management departments, and realize parking sharing and relieve traffic congestion.

Keywords:

Smart parking system; NB-IoT; IoT

关键词:

智能停车系统; NB-IoT; 物联网

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2019.06.004

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

文章编号: 1007-3043(2019)06-0015-04

引用格式: 任小强. 基于NB-IoT技术的智能停车系统设计与实现[J]. 邮电设计技术, 2019(6): 15-18.

0 引言

近年来,我国私家车数量增长迅速,然而停车位数量却增长缓慢,停车难问题正愈演愈烈,主要有以下几个方面。

a) 停车位不足,据统计,汽车保有量与停车位比例应在1:(1.2~1.4),我国大城市比例约1:0.8,中小城市1:0.5,统计数据显示,停车位缺5 000万左右。

b) 停车位利用率低,车主无法实时找到空闲的停车位导致平均停车时间长达18 min,从而导致违规停

车,引发交通拥堵等问题,调查显示,约30%的拥堵是由于车主四处寻找停车位导致。

c) 管理运营成本高,目前停车位管理多为人员监督,采取管理员收费机制,导致运营成本高、停车费管理混乱、运营效率低下等问题^[1]。依靠信息化技术提高停车位的使用率将是缓解停车难问题的重要途径。本文设计的基于NB-IoT的共享停车位管理系统将物联网技术与传统车位锁相结合,将私人停车位和路边停车位通过车位锁设备进行联网管理,实现了停车位的信息化,为城市停车位的分时共享提供技术解决方案。智能车位锁控制器能够接收云服务器发送的命令,实现远程开锁功能,同时能够自动检测车辆是否

收稿日期: 2019-03-22

驶离,在车辆驶离后,向云服务器发送“车已驶离”信息,并自动升起车位锁,解除车位资源占用,让个人停车变得轻松、简单,提高空闲车位的使用率,统一监管城市路侧停车,解决乱停车、乱收费等问题,同时由于全程线上作业,可有效减少停车场人工成本投入和监管压力。

1 NB-IoT 技术简介

物联网技术根据覆盖效果主要分为2类:一类是以Wi-Fi、Bluetooth和ZigBee为主的短距离通信技术;另一类是以NB-IoT、eMTC、LoRa和SigFox为主的长距离通信技术,该类技术一般具备强覆盖、小功耗、低成本和大连接等特性,又称LPWA。另外物联网技术根据应用场景分为高速率、低速率和中速率场景3种,低速率场景就是以NB-IoT技术为主的电力抄表、智能水表、环境监测、智能门禁、智能停车、智能路灯和资产标签为主的应用场景。基于蜂窝的NB-IoT只消耗大约180 kHz的带宽,可直接部署于GSM网络、UMTS网络或LTE网络,大大降低了部署成本。NB-IoT基本特点如下。

a) 超强覆盖:NB-IoT上行传输有3.75和15 kHz 2种带宽可供选择,带宽越小,功率谱密度越大,覆盖增益越大,NB-IoT的功率谱密度相比GSM增强7 dB,相比LTE增强17 dB。另外NB-IoT通过重复发送,获得时间分集增益,并采用低阶调制方式,提高解调性能,

增强覆盖,NB-IoT的所有信道都可以重传,协议规定,上行最大重传128次,下行最大重传2 048次。重传1次,理论上覆盖增强3 dB,但是降低了传输码率,重复的本质是以资源利用率的降低来换取可靠性的提升,重复次数越多,性价比越低。

b) 超大连接:在物联网应用中,直接利用现有的蜂窝网络容易造成网络负荷过高,NB-IoT采用无连接设计、NAS简化、基站1T2R/2T2R、终端1T1R和15 kHz的小粒度调度算法等技术对现有的蜂窝网络上进行优化,使200 kHz的频率可以提供10万个连接,具有海量设备连接能力。

c) 超低成本:NB-IoT基于成本考虑,对FDD-LTE的全双工方式进行改造,仅支持半双工方式,只保留一套收发信机,节省双工器的成本。协议栈上对物理层、MAC层等进行了重大简化,降低运算能力。另外产业链及运营预期的单个接连模块不超过5美元,芯片价格为1~2美元,随着网络部署成本的降低,每个模組的批量成本价格预计可以降到2美元左右。

2 系统体系架构设计

NB-IoT网络与传统的LTE网络不同,主要特点是终端数量众多,节能要求高,小包收发业务为主,非格式化的Non-IP数据传输等。为了适应NB-IoT终端的接入需求,3GPP对LTE/EPC进行了较大的改进,一个典型的共享停车系统体系架构如图1所示,它由通信

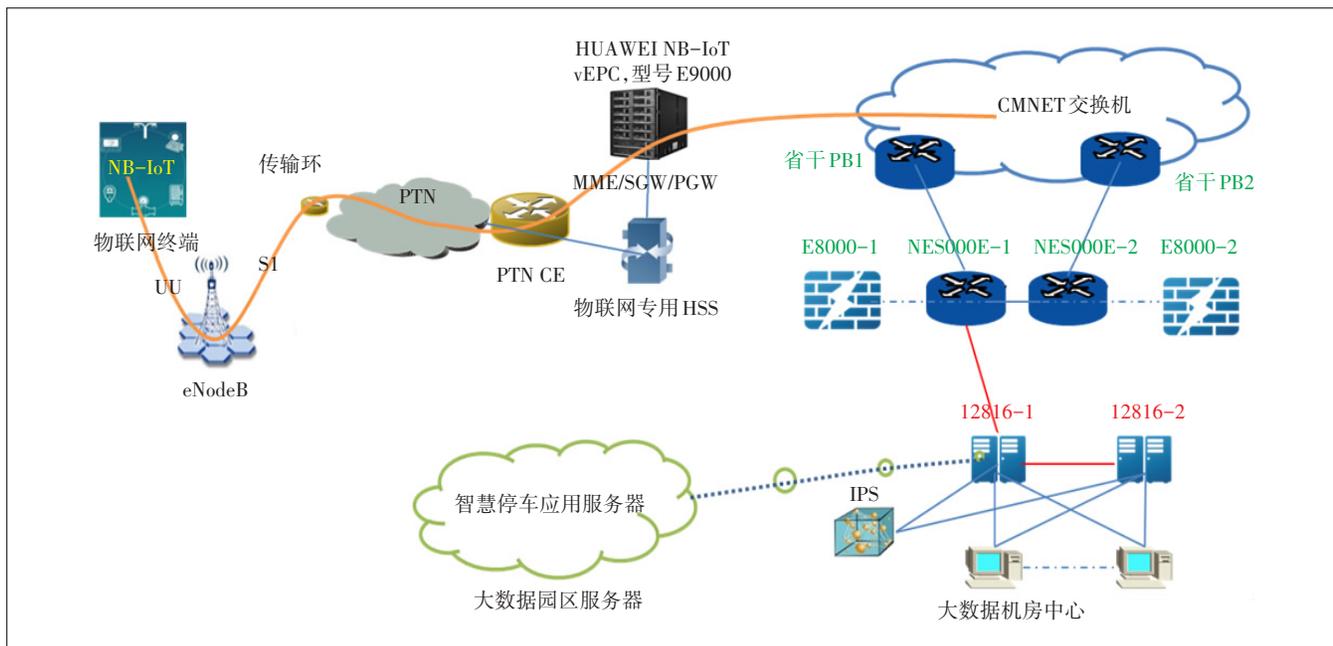


图1 共享停车系统体系架构组成

终端、NB-IoT基站、PTN、NB-IoT核心网和NB-IoT业务平台、应用服务器和应用层等几部分组成。

a) 物联网终端。物联网终端主要由控制器、地磁传感器模块、NB-IoT模组、USIM卡及电池模块组成。控制器主要负责地磁传感器数据的预处理及分析,并根据数学模型对车辆的状态进行精确识别,进而控制NB-IoT模组进行无线数据传输;地磁传感器周期性测量停车位区域磁场的变化来感知车辆的状态;NB-IoT模组负责节点状态数据的发送和云端系统数据的接收;USIM用于对终端的授权、加密和计费;电池模块主要负责为系统提供稳定电源,物联网终端通过空口连接到基站。

b) eNodeB。NB-IoT基站主要负责空口接入和小区管理等相关功能,通过S1-lite接口与IoT核心网进行连接,将非接入层数据转发给高层网元处理。NB-IoT可以独立组网,也可以通过升级改造现有的移动蜂窝网络达到支持NB-IoT的目的,以中国移动为例,900 MHz里面有一个比较宽的频带,只需要清出来一部分2G的频段,就可以同时部署LTE和NB-IoT网络。

c) PTN传输网。在IP业务和底层光传输媒质之间设置了一个层面,它针对分组业务流量的突发性和统计复用传送的要求而设计,以分组业务为核心并支持多业务提供,具有更低的总体使用成本(TCO),同时秉承光传输的传统优势,包括高可用性和可靠性、高效的带宽管理机制和流量工程、便捷的OAM和网管、可扩展、较高的安全性等。

d) NB-IoT核心网。NB-IoT核心网与现有的EPC核心网不同,简化了网络架构,使其更好地支持低速率、大连接、广覆盖的通信业务,主要承担与终端非接入层交互的功能,并将NB-IoT相关业务数据转发到IoT平台进行处理。NB-IoT可以独立组网,也可以与LTE共用核心网。

e) NB-IoT平台。业务平台对通信终端采集到的数据做综合处理,包括设备故障告警、数据可视化、大数据以及趋势分析等,它的主要功能是汇聚从各种接入网得到的IoT数据,并根据不同类型转发至相应的业务应用器进行处理。

f) 应用服务器。IoT数据的最终汇聚点,根据用户的需求进行数据处理,采用双机热备份,为了支持海量设备接入而不影响性能,安装工业实时数据库OpenPlant。该平台基于B/S架构设计,用户通过浏览器访问平台门户,实现对现有设备的远程监控、远程

运维、远程服务,实现门户展示和告警管理。

g) 用户层。车主可以使用手机APP、浏览器、微信小程序等查看、预定车位及在线计费。目前应用层手机APP主要集成车位查询、车位预订及导航功能,商用时可将部分同意合作的小区加入共享车位功能。

3 业务测试及分析

智慧停车系统业务测试主要从覆盖、时延、功耗、干扰和穿损等5个方面展开,总体测试结果表明,在极好点(RSRP<-100 dBm, SINR>20 dB)时,车辆到达时延平均值为13.87 s,车辆离开时延平均值为15.75 s,车辆到达成功率和离开成功率均为100%,业务测试完全正常,在好点和中点,该系统业务不能正常使用。

a) 覆盖测试。当RSRP<-100 dBm时,车位检测器无法注册到网络。与RDA测试终端相比,业务终端接收性能差。因此对于实测信号电平小于-100 dBm的地下停车场,建议引入传统室分或者新型室分设备提升覆盖后再进行部署。

b) 时延测试。极好点的16次时延测试结果表明,时延最小值和平均值均表现良好,时延最小值为4 s,平均值为20 s;在所有超过30 s以上的异常时延中,根据产品设计原理,在没有收到ACK时,终端会有重传,保证成功率。

c) 功耗测试。以智能停车为代表的部分NB业务对时延有较高要求,智能停车首次演示时延达到15 s以上,经过多次调整模组心跳周期并排除网络干扰问题后,达到6 s左右的水平,但随之功耗也明显上升。在极好点进行功耗测试,连接态为50 mA,空闲态为21 mA,通信态为270 mA,休眠态为600 μ A。使用专用停车电池:60 000 mAH电池,可以用 $60\ 000/26.4=2\ 273$ 天=6.23年。对于人流量大的停车场,牺牲休眠机制,模组心跳周期设为秒级,为保证使用寿命,本次测试使用了业界最大的20 000 mAH电池,按照现在牺牲休眠机制的做法可以使用4年左右。如果既要满足随机性的停车需求,又要满足休眠机制降低能耗,可以通过移动基站发送唤醒命令来唤醒硬件设备。实际部署可根据车场使用频繁度优化电池方案,如集成式电池方便更换、大容量电池、优化设备唤醒算法。此外系统电平与功耗也存在一定关系,随着电平的减弱,系统功耗不断增加。

d) 穿损测试。从测试数据看,水泥道路信号衰减

最大且越厚越明显,较厚的水泥的穿透损耗与球磨铸铁相当。一般情况下,穿透损耗在6~10 dB。

e) 干扰测试。测试发现,网络干扰小时,地锁的时延可控制2 s以内;若出现网络干扰导致重传次数增加时,时延达到9~10 s。分析发现,在近点,干扰噪声-110 dBm是重要分水岭。当干扰小于-110 dBm时业务正常,高于-110 dBm时会频繁出现指令重传的情况,该经验可用于指导后续NB网络优化。该系统对邻频干扰非常明显,特别是不共站场景造成邻频远近效应干扰和G网室分干扰,对于有C网室分场景需要

部署地下停车系统,NB-IoT需要同步部署室分信号。此外室外拉远非1:1组网场景也会有远近效应,导致出现NB阻塞干扰的情况。

f) 地磁安装测试。系统的性能与地磁设备的安装有关,一般的停车位主要有3种:水平、垂直和倾斜车位。3种车位的的地磁设备安装位置建议如图2所示。

4 结论

利用NB-IoT网络整合城市停车资源、采用地磁加地锁的方式实现停车位的统一发布和管理,从而实现

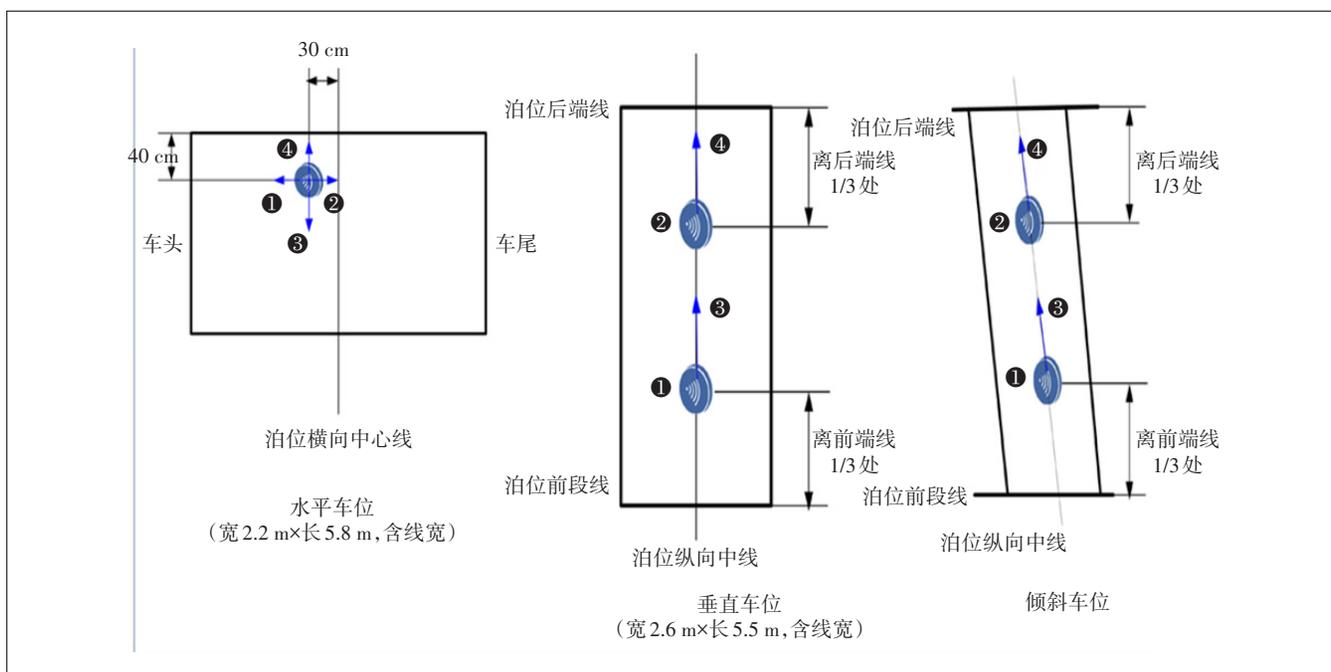


图2 地磁设备安装位置示意图

停车位的资源共享,有效减轻城市交通管理压力,具有较高的经济和社会效益。未来将传统停车场的有限资源物联网化,经云端管理并进行大数据分析,获取闲置车位资源和最优路径,经OTT平台实时推送,在场外对车辆进行停车场引导,在场内根据泊位信息指引车主停车和快速寻车。使用光学识别和身份绑定技术进行快捷支付,实现无人值守的智能停车引导系统。

参考文献:

- [1] 大唐移动. 大唐移动力推NB-IoT智慧停车方案[N]. 通信产业报,2017-06-26(20).
- [2] 彭雄根,李新,陈旭奇. NB-IoT技术的发展及网络部署策略研究[J]. 邮电设计技术,2017(3):58-61.

- [3] 任小强. 基于NB-IoT技术的智能井盖监测系统研究[J]. 电信技术,2018(3).
- [4] 董玉荣,聂云峰. 基于NB-IoT的智慧停车系统研究与设计[J]. 南昌航空大学学报(自然科学版),2017,31(3):95-99.
- [5] 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,2015(9):63-66.
- [6] 朱鹏. NB-IoT技术在智慧停车系统中的应用[J]. 信息与电脑(理论版),2018, No.402(8):165-166,169.

作者简介:

任小强,毕业于成都理工大学信号与信息处理专业,工程师,工学硕士,主要从事数据网的管理、网络优化与全业务技术支撑工作。

