

基于NB-IoT技术的智能井盖 监测系统研究

Research on Smart Manhole Cover Monitoring System Based on NB-IoT Technology

任小强(中国移动通信通信集团甘肃有限公司兰州分公司,甘肃 兰州 730000)
Ren Xiaoqiang(China Mobile Group Gansu Co.,Ltd. Lanzhou Branch,Lanzhou 730000,China)

摘要:

针对城市井盖盗损问题,提出一种基于NB-IoT技术的智能井盖监测系统。该系统采用NB-IoT模组及相应传感器实时采集井盖状态信息,通过中国移动NB-IoT网络将其状态信息实时发送到业务监控平台,实现全城井盖信息的统一维护和管理。维护人员通过手机App可实时查看井盖状态信息,能够降低维护成本和提高运维效率,对政府监管部门的监测治理工作提供了帮助。

关键词:

智能井盖;NB-IoT;物联网
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2019.03.012
中图分类号:TN929.5
文献标识码:A
文章编号:1007-3043(2019)03-0056-03

Abstract:

In view of the theft problem in urban manhole cover, a smart manhole cover monitoring system based on NB-IoT technology is proposed. The system uses the NB-IoT module and the corresponding sensor to collect the information of the state of the manhole covers, which is sent to the service monitoring platform in real time through the China Mobile NB-IoT network, and realize the unity of the town covers information maintenance and management. The maintenance personnels can check the status information of the manhole covers in real time through the APP, which can reduce the maintenance cost and improve the operation and maintenance efficiency, and provide help for the monitoring and management of government supervision departments.

Keywords:

Smart manhole cover;NB-IoT;IoT

引用格式:任小强.基于NB-IoT技术的智能井盖监测系统研究[J].邮电设计技术,2019(3):56-58.

0 引言

随着城市化进程的加快,市政公用设施建设发展迅速。电力、通信等部门大都有自己部门管理的井盖^[1-2],由于城区面积扩大,井盖分布范围广、数量大,导致监管难度大,盗窃井盖的犯罪行为越来越猖獗。据统计,一般城市的井盖年被盗数量占总数量的1%左右,市政管理较好的城市也在0.5%左右。也就是说,一个中型城市一年井盖被盗的数量平均在2 000~5 000个左右。这些井盖的盗损现象,影响了设施功能

的正常发挥,并造成巨大的经济损失和社会安全问题。目前大量井盖缺乏有效的实时监控手段,人工巡查成本高、效率低,NB-IoT是一种低功耗、大连接、广覆盖和低成本的物联网技术^[3-4],利用NB-IoT建立一个物联网监控平台,当井盖被搬动、发生破损、丢失时,传感器检测到角度的变化并上报告警到平台及APP端供维护人员,并提供导航功能供维护人员及时处理^[5]。

1 NB-IoT技术简介

物联网是在互联网基础上延伸和扩展的一种网络,通过信息传感器,按照事先约定的协议将万物连

收稿日期:2019-01-15

接起来,实现定位、跟踪、识别和监控等功能。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) 广覆盖。NB-IoT基于运营商的蜂窝网络,在同样频段下,NB-IoT比现有GSM网络有20 dB的增益,覆盖面积扩大10倍,期望能覆盖到地下车库、地下室、地下管道等信号难以到达的地方。

b) 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在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) 低功耗。NB-IoT引入了eDRX省电技术和PSM省电模式,进一步降低了功耗,延长了电池使用时间,借助这2种技术,在典型应用场景下,使用AA电池(5号电池)便可以工作10年,无需充电。

d) 低成本。企业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,每个模块的批量成本价格预计可以降到2美元左右,为海量终端设备接入提供了可能。

2 NB-IoT网络架构

一个典型的NB-IoT网络架构如图1所示,它由通信终端、NB-IoT基站、NB-IoT核心网和业务监控平台组成。

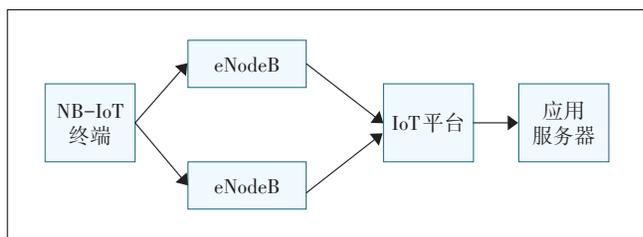


图1 NB-IoT网络架构

a) NB-IoT终端:通信终端的主要部件是模组,具备完整独立的扫描功能,可以嵌入到手机、电脑、打印机、流水线等各行各业的设备中,目前华为、中兴和高通等芯片厂家已经生产了商业化、低成本、通用性能好的模组,该模组通过空口连接到基站eNodeB。

b) NB-IoT基站:NB-IoT基站是网络中组成蜂窝小区的基本单元,主要承担空口接入处理、小区管理等相关功能,并通过S1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,就可以直接同时部署LTE和NB-IoT。

c) 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IoT业务相关数据转发到IoT平台进行处理。

d) 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。

e) 应用服务器:IoT数据的最终汇聚点,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^[7]。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。

3 业务测试及分析

智能井盖系统的业务主要从覆盖、时延、功耗和穿损等4个方面展开,总体测试结果表明,在电平大于-105 dBm时,业务平均时延为45 s,业务成功率为100%,可开关井盖6 859次。

a) 覆盖测试:基于角度传感器的智慧井盖由外壳、传感器、模组、芯片4部分组成,测试发现正常网络业务测试应满足RSRP>-105 dBm和SINR>6 dB。当网络的RSRP<-105 dBm,井盖终端无法注册到网络上,由于楼宇阻挡、信号衰减、模组制造工艺等因素,多数区域信号电平并不满足此条件,因此井盖监测系统的各种影响因素需要进一步改进。此外为了实现井盖的更好管理和监测,需要研制复合式传感器井盖系统,考虑到不同应用场景的需求,需增加不同功能传感器,如表1所示。

b) 时延测试:从触发业务到收到告警,时延最小值为34 s左右,平均时延为45 s左右。在极好点偶尔会出现时延过大的问题,影响时延的主要因素有终端、NB网络、公网、服务器,整个系统的时延如图2所示。

由图2可以看出,整个系统的时延主要由 t_1 、 t_2 、 t_3 、

表1 井盖系统传感器种类

传感器	系统主要功能	应用场景
加速度传感器	井盖撬动告警当盖被打开发生位移(有加速度产生)时发送报警信息	井盖防盗、防入侵
行程开关传感器	井当井盖被打开,行程开关状态改变时发送报警息	井盖防盗、防入侵
电子锁	井盖开锁/关锁状态告警	本地或远程授权开启井盖
水位传感器	实时监测井下水位,当水位超过预设值时发送预警信息	井内环境监测
可燃气体传感器	实时监测下水道中可燃气体浓度,传数据至平台	井内环境监测

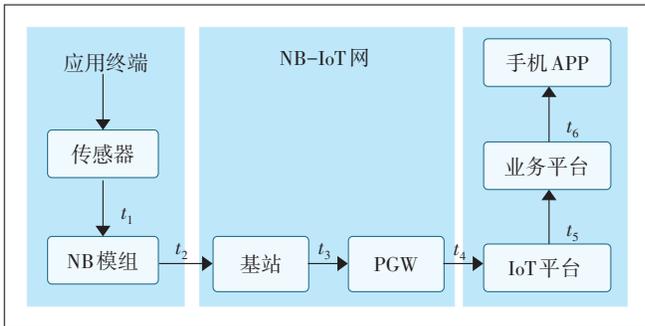


图2 系统时延影响因素

t_4 、 t_5 和 t_6 等6部分组成^[6],其中 t_5 为IoT平台和业务平台时延, t_6 为业务平台与APP之间的时延, t_5 和 t_6 时延与软件性能有关,可忽略。应用终端和NB-IoT网络时延决定了整个井盖系统的总时延,如何降低应用终端时延是降低总时延的重要途径之一。

c) 功耗测试:不考虑待机时电池电量的消耗,每个终端支持的业务告警次数为:4 760 mAh/(50 mA×(50/(60×60)))mAh=6 859次,井盖智能终端极好点平均电流为43.053 mA,差点平均电流为48.13 mA,随着信号强度逐渐变弱,耗电量也随之上升,不同信号强度下耗电量如表2所示。为保证使用寿命,本次使用了业界最大的20 000 mAh的电池,按照现在牺牲休眠机制的做法可以使用4年左右。

表2 耗电量与信号强度的关系

信号强度/dBm	发送200 B消息消耗电量/μAh	每天发送消耗/μAh	每天跟踪区更新消耗/μAh	每天休眠消耗/μAh	每天总消耗/μAh	10年所需电量/mAh
>-128	310.0	310.0	91.8	79.2	481.0	1 755.65
(-137,-128]	619.2	619.2	484.8	79.2	1 183.2	4 318.68
≤-137	1 252.6	1 252.6	860.1	79.2	2 191.9	8 000.44

d) 穿损测试:从测试数据看,复合型井盖信号衰减最大且越厚越明显,较厚的水泥井盖信号衰减与球磨铸铁相当。针对不同材质的井盖,智能井盖终端在

井上、井下信号接收强度差(即穿透损耗)为6~10 dB,具体测试如表3所示。

表3 不同材质的井盖穿透损耗

井盖材质	井盖厚度/cm	次数	井上RSRP/dBm	井下RSRP/dBm	穿透损耗/dB
复合井盖1	2	7	-55.00	-66.14	11.14
复合井盖2	1	7	-55.86	-62.14	6.28
水泥井盖	6	7	-68.40	-74.40	6.00
球墨铸铁	1	7	-62.14	-68.8	6.66

4 结论

综上所述,在物联网技术快速发展的今天,将NB-IoT技术引入智慧城市管理领域中,构建一个物联网监控平台,实现对城市设施(井盖、路灯杆、空气质量、温度等)的实时状态监控,降低企业运维成本,提高企业运维效率,促进了运维的标准化和规范化,是实现智慧城市的必要条件之一。在实际应用中,对政府监管部门的监测治理工作提供了帮助。

参考文献:

- [1] 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(3).
- [2] 戴国华,余骏华. NB-IoT的产生背景、标准发展以及特性和业务研究[J]. 移动通信,2016,40(7):31-36.
- [3] 孙彪. 移动运营商NB-IoT部署策略探讨[J]. 移动通信,2016,40(23):11-16.
- [4] 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.
- [5] 张建国. 中国移动NB-IoT部署策略研究[J]. 移动通信,2017,41(1):25-30.
- [6] ALI A, SHAH G A, FAROOQ M O, et al. Technologies and challenges in developing Machine-to-Machine applications [J]. Journal of Network & Computer Applications, 2017, 83(C): 124-139.
- [7] LUO X, CHENG K, WEB B D, et al. Design of ultraprecision machine tools with applications to manufacture of miniature and micro components [J]. Journal of Materials Processing Tech, 2005, 167(2-3): 515-528.

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,从事于数据网的管理、网络优化与全业务技术支撑工作。

