

基于 NB-IoT 的光交箱管理系统研究与开发

张坤鳌, 郭泽梅

(西安科技大学 计算机科学与技术学院, 陕西 西安 710054)

摘要: 由于光交箱的大范围分布, 导致光交箱管理方面出现难以及时维护、人工成本高、工作流程繁杂、光缆被盗现象严重等很多问题。为了从根本上改变光交箱这类基础资源管理低下、维护成本高的现象, 设计出一种基于 NB-IoT 的光交箱管理系统。选用 STM32 芯片为核心设计出智能锁具硬件装置; 采用 NB-IoT 技术将大规模的光交箱和控制器等组成物联网; 利用 Java Web 和 MySQL 开发了系统界面和数据库系统, 实现对光交箱的远程监控; 利用 wechat_web_devtools 工具开发了手机端微信小程序, 优化了光交箱的开关锁流程, 提高了工作效率。测试结果表明, 该系统可以实现实时报警、光交箱的自动开关锁、施工方记录管理、光交箱信息管理等多项功能。综上, 该系统能够实时远程监控大规模的光交箱, 并且响应速度快、开发成本低、易于操作。

关键词: 光交箱; NB-IoT; 智能锁具; 远程监控; 实时报警

中图分类号: TP399

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2019)11-0211-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2019.11.042

Research and Development of Optical Box Management System Based on NB-IoT

ZHANG Kun-ao, GUO Ze-mei

(School of Computer Science and Technology, Xi'an University of Science and Technology,
Xi'an 710054, China)

Abstract: Due to the wide distribution of the optical box, there are many problems such as difficulty in timely maintenance, high labor cost, complicated work flow, and serious optical cable theft in the management of the optical box. In order to fundamentally change the low resource management and high maintenance cost of optical box, we design a optical box management system based on NB-IoT. We use STM32 chip as the core to design the intelligent lock hardware device and NB-IoT technology to network large-scale optical boxes and controllers, develop a system interface and database system using Java Web and MySQL to realize remote monitoring of optical junction boxes, and develop the mobile-side WeChat applet using the wechat_web_devtools to optimize the switch lock process of the optical box and improve the work efficiency. The test shows that the system can realize real-time alarm, automatic switch lock of optical box, construction party record management, optical box information management and other functions. In summary, the system can remotely monitor large-scale optical boxes in real time, and has fast response speed, low development cost and easy operation.

Key words: optical box; NB-IoT; smart locks; remote monitoring; real-time alarm

0 引言

现如今物联网技术在通信行业应用得越来越多, 运营商在国内建造了大规模的光交箱、基站等基础设施, 因此导致全国范围内的光交箱分布过于广泛且数量庞大, 使得在光交箱管理方面出现很多问题^[1]。例如, 由于箱体数量的不断增多, 导致在钥匙分配和箱体状态的管理上出现很大问题; 光交箱出现故障时不能

及时地进行维护, 即对光交箱的监控没有实现实时性^[2]; 管理和维护光交箱的人员流动性太大, 普通的人员登记表也容易丢失, 导致在人员管理方面比较困难; 对光交箱进行施工之后, 箱体信息不能进行及时更新, 导致许多数据错误; 偏远地区的光缆被盗现象非常严重, 无法做到及时告警^[3]。随着无线通信与远程技术的发展, 国内外已出现基于 Zigbee 和 GPRS 等技术的

收稿日期: 2019-01-05

修回日期: 2019-05-08

网络出版时间: 2019-06-27

基金项目: 陕西省教育科研计划资助项目 (2010JK664)

作者简介: 张坤鳌 (1964-), 男, 副教授, 研究方向为计算机监控系统、嵌入式系统、软件开发; 郭泽梅 (1996-), 女, 硕士, 研究方向为计算机应用技术。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20190627.1111.076.html>

光交箱管理系统或类似管理系统的设计与研究^[4-8]。但是,和 NB-IoT 技术对比,Zigbee 的传输距离短,易受干扰,网络结构复杂。另外,NB-IoT 技术比 GPRS 技术的最大链路预算提高了 20 dB,相当于覆盖强度^[9]增大了 100 倍^[10]。更重要的是,NB-IoT 通信模块成本很小,非常适合大范围的使用^[11]。

为此,文中设计了一种基于 NB-IoT 的光交箱管理系统,该系统易于操作、灵活方便、运行稳定、成本较低,能够做到对光交箱实时监控的智能化管

1 系统总体结构

系统总体结构如图 1 所示。该系统分为数据采集模块、数据发送模块和数据接收模块。其中数据采集模块是由光交箱中的智能锁具完成。智能锁具中包含了 STM32 主控芯片、电子行程开关、温度传感器和湿度传感器,完成对数据的采集与封装。数据发送模块是由智能锁具中的 NB-IoT 通信模块、NB-IoT 基站以及 IoT 平台三部分实现,完成对数据的发送以及数据的编解码。数据接收模块是由云端服务器和终端显示设备完成,实现对光交箱信息的实时显示^[12]以及远程监控。

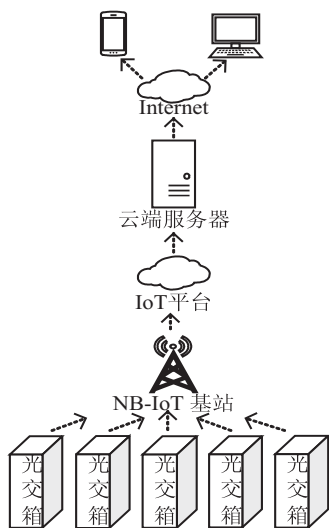


图 1 系统总体结构

系统的工作原理如下:首先,智能锁具中的电子行程开关、温度传感器和湿度传感器将分别采集到的门锁状态、环境温度和湿度数据传送给 STM32 主控芯片,主控芯片将采集到的信息封装成 NB-IoT 通信模块发送数据所需的十六进制格式。NB-IoT 基站将数据负责转发到 IoT 平台,IoT 平台将数据解码后提供给云端服务器。Web 网页和手机端通过查询的方式将数据分析结果显示在界面上。其次,远程用户通过 Web 网页发送的控制命令,经 IoT 平台编码后传送到 NB-IoT 通信模块,实现对 STM32 主控芯片的远程控制。

2 系统硬件部分设计

2.1 智能锁具的硬件设计

智能锁具由 STM32F103VCT6 主控芯片、数据采集模块、电子行程开关、NB-IoT 通信模块以及电源模块组成。温度传感器选用 DS18B20,其温度测量范围^[13]为 $-55 \sim +125\text{ }^{\circ}\text{C}$,另外在 $-10 \sim +85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,测量精度为 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。DS18B20 的特点是采用单总线的接口方式,使得仅需一根 I/O 口便可实现与主控芯片的双向通讯^[14]。湿度传感器采用 STH15,其能适配各种单片机,优点是响应速度快,抗干扰能力强。电子行程开关选用 LX19-001,其为直动式行程开关,可将机械信号转变为电信号,用来控制机械动作、变换机械运动方向等。NB-IoT 通信模块采用 BC95-B5 模组,其优点是超低功耗、高灵敏度以及超强覆盖。电源模块采用锂电池供电,为可充电式电池。智能锁具的硬件组成结构如图 2 所示。主控芯片通过 I/O 口与 DS18B20 连接,通过 I²C 接口与 STH15 通信,通过 LX19-001 开关的常闭触点与其连接,并将接收到的数据进行封装后通过串口发送到 BC95-B5 通信模块。

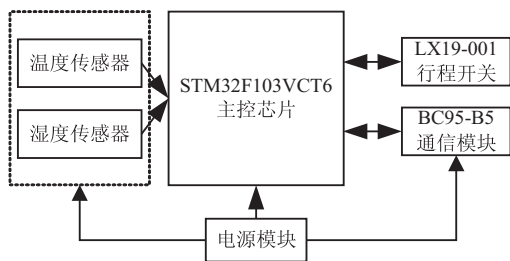


图 2 智能锁具硬件组成结构示意图

2.2 NB-IoT 通信模块的硬件设计

该系统 NB-IoT 通信模块采用 BC95-B5 模组,该模组体积小,支持频段^[10]为 850 MHz,工作温度为 $-40 \sim +85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

NB-IoT 是 IoT 领域的一个新兴技术,支持低功耗设备在广域网的蜂窝数据连接^[15]。NB-IoT 具备四大特点:功耗方面,NB-IoT 采用简化的协议,更适合的设计,大幅提升了终端的待机时间;信号覆盖方面,NB-IoT 有更好的覆盖能力(20 dB 增益),相当于提升了 100 倍覆盖区域的能力^[10];连接数量方面,NB-IoT 一个扇区能够支持 10 万个连接;价格方面,NB-IoT 模块的成本很低,有利于大批量的使用。

NB-IoT 网络包括 NB-IoT 模组、NB-IoT 基站、NB-IoT 分组核心网、IoT 平台和应用平台^[16]。数据的传输过程为:NB-IoT 模组将数据发送至 NB-IoT 基站,基站将数据传输至 NB-IoT 分组核心网,经过 NB-IoT 分组核心网数据被传至 IoT 平台,随后 IoT 平台再将数据转发到应用平台进行处理。同理,数据从应用平台的下发直到 NB-IoT 模组的接收也是在这个过程

中传输。NB-IoT 模组与应用平台的数据交互过程如图 3 所示。



图 3 NB-IoT 模组与应用平台数据交互过程

3 系统软件设计

系统软件设计有底层模块软件设计、通信模块软件设计、管理系统软件设计和小程序端设计,其中关键部分设计有底层模块软件设计、通信模块软件设计和管理系统中的报警模块软件设计。下面将详细说明这些关键部分的设计。

3.1 底层模块软件设计

底层模块主要功能是:在设备入网成功的前提下,LX19-001、DS18B20 和 STH15 分别定时采集门锁状态、环境温度和环境湿度数据,并通过主控芯片将每次采集到的数据进行 A/D 转换和滤波处理;之后通过 NB-IoT 模块将采集到的数据发送至 IoT 平台。主程序设计流程如图 4 所示。可以看出,首先对 LX19-001、DS18B20 和 STH15 进行初始化操作,然后设备尝试入网,入网成功后,LX19-001 采集门锁状态、DS18B20 采集环境温度、STH15 采集环境湿度,之后由 NB-IoT 模块把被 MCU 进行 A/D 转换和滤波处理过的数据发送到 IoT 平台。数据发送完成之后,设备进入睡眠等待状态,等待下一次被唤醒之后,继续循环以上操作。

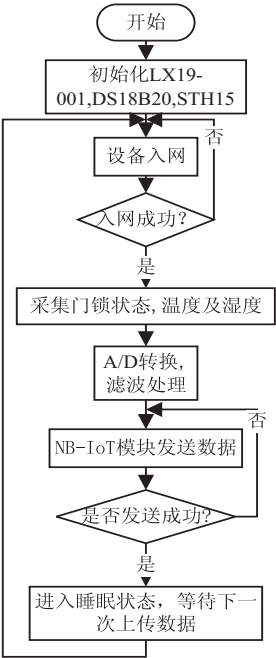


图 4 主程序设计流程

3.2 通信模块软件设计

通信模块设计分为两个部分:一是南向 NB-IoT

设备与 IoT 平台之间的通信,二是 IoT 平台与北向应用即终端显示设备之间的通信。

NB-IoT 设备与 IoT 平台间的通信需要经过设备注册、设备配置以及命令响应三个步骤。其中设备注册的过程比较复杂,又分为 profile 开发和插件开发。profile 开发是指编写一个设备是什么、能干什么以及如何控制设备的文件,使用 Microsoft Visual Studio 2008 编写,文件内容要符合 JSON 数据转换格式。开发插件是为了将 NB-IoT 设备发送到 IoT 平台的十六进制数据解码为 JSON 格式数据。设备配置是指通过 AT 命令实现 NB-IoT 设备与 IoT 平台之间的数据交互,所需要的 AT 命令如表 1 所示。命令响应是指 NB-IoT 设备对 IoT 平台向其下发订阅信息或命令时的回应动作。

表 1 AT 命令

命令	作用
AT	确保 AT 命令正常
AT+NRB	复位
AT+NBAND?	查询频段号
AT+CIMI	获取卡号
AT+CFUN=1	开启射频
AT+NCDP=<IP>,<5683>	配置平台的 CDP 服务器地址
AT+CEREG?	查询网络是否注册
AT+CGATT=1	激活网络
AT+NNMI=1	配置核心板使数据输出到串口
AT+NMGS=<length>,<data>	发送数据

IoT 平台与北向应用之间的通信分为创建设备、设备订阅、命令下发和命令响应四个步骤。创建设备是指北向应用在 IoT 平台创建 NB-IoT 设备,等待设备注册成功后,则可以通过 IoT 平台管理设备。设备订阅是指北向应用通过 API 接口向 IoT 平台发送订阅信息,以此得到需要的数据。命令下发是指北向应用将 JSON 格式命令发送到 IoT 平台,经 IoT 平台编码后再转发给 NB-IoT 设备。命令响应是指 IoT 平台将 NB-IoT 设备响应的十六进制数据解码成 JSON 格式数据后转发给北向应用。

NB-IoT 设备与北向应用分别通过与 IoT 平台之间的通信实现了北向应用对 NB-IoT 设备的管理,整体通信过程如图 5 所示。

3.3 报警模块软件设计

报警分为机械故障报警和非法开锁报警两种模式。当环境温度值和湿度值不属于系统设定阈值的范围,则启动机械故障报警模式。当箱体在关闭状态下被暴力开锁时,则启动非法开锁报警模式。

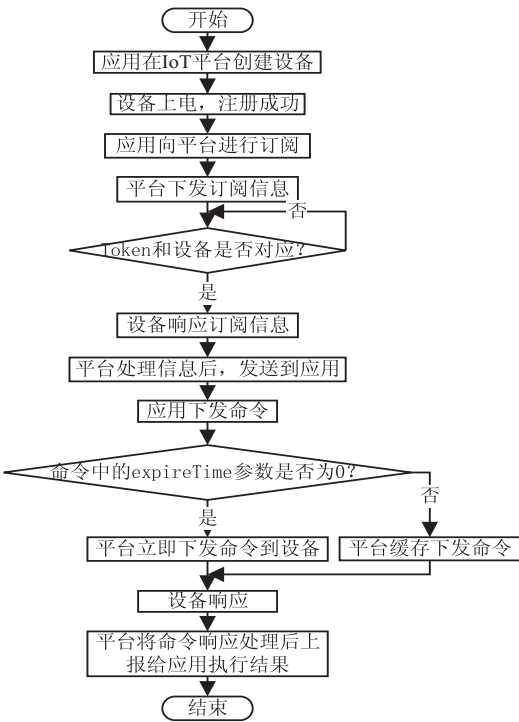


图 5 NB-IoT 设备、IoT 平台和北向应用整体通信过程

实现报警的过程如下:用户通过小程序扫描箱体IMEI 码(箱体的唯一识别码),将箱体信息显示在管理系统界面上,管理系统通过查询服务器实时更新箱体状态,并由此判断是否存在故障。(1)当环境温度值和湿度值大于设定阈值时,则表明出现机械故障。此时,系统界面会弹出包含箱体编号和故障原因的机械故障告警框,同时在监控地图中的箱体标注会变成黄色,以便施工人员分辨并及时找出箱体详细位置;(2)当箱门状态为开,施工状态为关时,则表明出现非法开锁报警。此时,系统界面会弹出包含箱体编号和故障原因的非法开锁告警框,同时在监控地图中的箱体标注会变成红色,以便施工人员迅速找出箱体详细位置。

两种报警模式的设计实现。

检测模块实现过程:定时器管理器每隔五秒刷新一次数据库中存储的光交箱状态表,程序循环读取数据库中的状态表数据,并将读取到的状态数据一一进行判断,最后根据判断结果在系统界面弹出相应告警框。检测模块设计流程如图 6 所示。

告警提示模块实现过程:系统首先获取故障信息表中未处理的故障数据,之后利用 JavaScript 将 AJAX 获取到的后台数据动态加载至网页中。告警提示模块设计流程如图 7 所示。获取故障数据的伪代码如下:

```
int max = 7; //最多显示 7 条记录
for( Breakhistory breakhistory; breakhistorylist )
{
    max--;
}
```

```
if( max<0 )
{
    break;
}

stringBuffer.append( "<li class = \"unread\">" );
stringBuffer.append( "<ahref = \" /GuangJX/manage/device/getview/breakhistorylist\">" );
stringBuffer.append( "<span class = \"message\">" );
stringBuffer.append( breakhistory.getIMEI( ) );
stringBuffer.append( "</span>" );
stringBuffer.append( "<span class = \"time\">" );
stringBuffer.append( breakhistory.getType( ) );
stringBuffer.append( "</span>" );
stringBuffer.append( "</a></li>" );
}
```

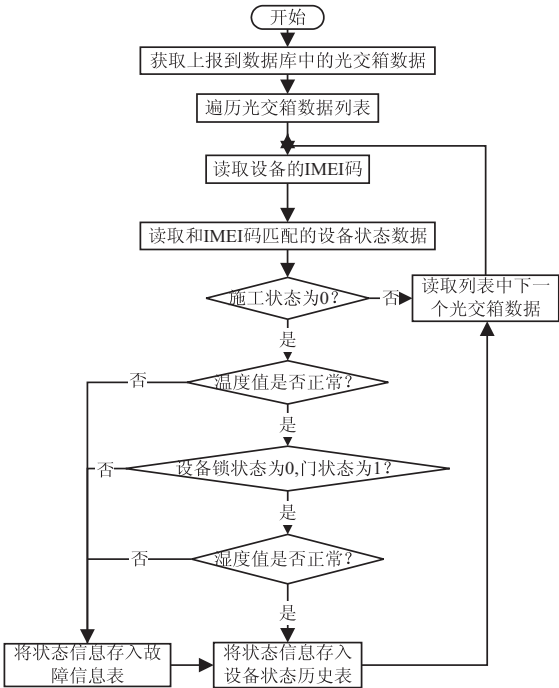


图 6 检测模块设计流程

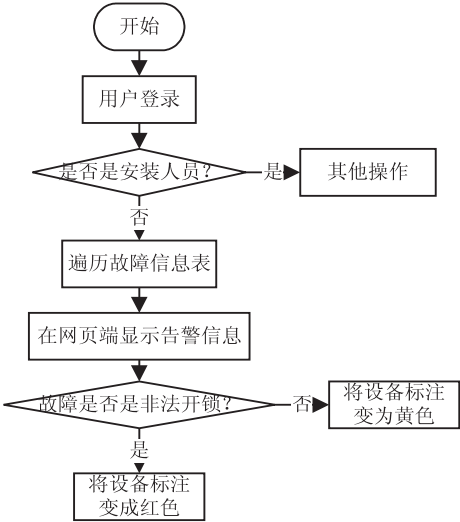


图 7 告警提示模块设计流程

地图模块实现过程:JavaScript 通过 SQL 语句与数据库中的光交箱状态表进行关联,并对状态表中的数据进行判断,同时根据判断条件将最终结果显示在监控地图中。

4 系统测试

系统设计完成后,对其进行了系统测试。测试分为开锁测试和报警测试。测试结果如下:(1)系统硬件设备上电后,特定用户在小程序扫描箱体 IMEI 码后,管理系统界面弹出开锁请求,待审核通过后,箱门在 5 s 内打开,大大简化了开锁流程,提高了工作效率;(2)箱体为关闭状态,箱体温度为 60 ℃,管理系统界面 1 min 内弹出机械故障告警框,同时监控地图中的标注颜色变为黄色;(3)箱体为关闭状态,箱门被撬开,管理系统界面 1 min 内弹出非法开锁告警框,同时监控地图中的标注颜色变为红色。结果表明,该系统能够远程实时监控光交箱,并且消除了传统管理光交箱存在的许多隐患。

5 结束语

文中设计的基于 NB-IoT 的光交箱管理系统,可通过 PC 端和手机端对数量庞大的光交箱体进行远程监控。系统界面简洁,易于操作,运行稳定,实时性高,大大提高了工作效率,减少了人力和资源的浪费,能从根本上解决传统管理光交箱的许多问题。下一步将在该系统上增加传感器的种类和增加视频监控的方式,使系统更加完善。

参考文献:

- [1] 石建兵.窄带物联网(NB-IoT)应用与安全[J].信息安全与通信保密,2017(6):27-31.
- [2] 杨佳卉,黄浩,胡永明,等.基于 NB-IoT 的 LED 照明灯远程监控系统设计与实现[J].物联网技术,2018,8(6):47-49.
- [3] 王星捷,刘华春,李春花.基于多元平台洪灾报警系统设计
- 与实现[J].计算机技术与发展,2017,27(4):196-199.
- [4] 黄琴.基于物联网的智能光交站管理系统:CN,CN 104639641A[P].2015-05-20.
- [5] ZHOU Rong,ZHAO Chunyue,FU Lili,et al. ZigBee-based vehicle access control system[C]//International symposium on intelligent information technology and security informatics. Jinggangshan:IEEE,2010:232-235.
- [6] LECCSE F. Remote-control system of high efficiency and intelligent street lighting using a ZigBee network of devices and sensors[J]. IEEE Transactions on Power Delivery,2013,28(1):21-28.
- [7] MISHRA B C,PANDA A S,ROUT N K,et al. A novel efficient design of intelligent street lighting monitoring system using ZigBee network of devices and sensors on embedded internet technology[C]//International conference on information technology. Bhubaneswar:IEEE,2015:200-205.
- [8] YANG Jiazhi,SHEN Xianhao. GPRS based remote monitoring and controlling system for oil delivery truck[C]//International conference on intelligent system design and engineering application. Changsha:IEEE,2010:795-796.
- [9] 卢斌. NB-IoT 物联网覆盖增强技术探讨[J]. 移动通信,2016,40(19):55-59.
- [10] 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.
- [11] 苏敏坚. 运营商的平台战略选择[J]. 通信企业管理,2013(9):38-39.
- [12] 罗洪平,李星来,何炳伟. 基于物联网(IOT)技术的热量表自动化生产管理系统[J]. 中国仪器仪表,2011(12):30-34.
- [13] 孙鹏. DS18B20 单线多点测温系统设计[J]. 电子制作,2010(3):24-28.
- [14] 徐磊,李滨. 基于 ZigBee 的无线农田温度采集监测系统设计与实现[J]. 森林工程,2013,29(3):79-82.
- [15] 侯海风. NB-IoT 关键技术及应用前景[J]. 通讯世界,2017(14):1-2.
- [16] 邹玉龙,丁晓进,王全全. NB-IoT 关键技术及应用前景[J]. 中兴通讯技术,2017,23(1):43-46.