

# 基于 NB-IoT 的课堂管理系统设计

陈林奎, 徐 鹤

(南京邮电大学 计算机学院, 江苏 南京 210023)

**摘 要:**在现代化课堂建设的过程中,教室以及学生数量不断增多,教师在课堂管理方面效率较低,为了便于教师在课堂上对学生快速考勤以及对课堂座位资源的有效管理,设计了一种基于窄带物联网(NB-IoT)技术的课堂管理系统。该系统是在物联网的环境下,利用当前快速发展的NB-IoT无线通信技术将数据传输至监控平台,从而实现教室监控终端和监控平台的信息交互。系统的监控终端主要负责对学生RFID校园卡信息、监控终端的位置以及终端设备参数等信息进行数据采集,并利用NB-IoT技术按照终端和平台协定的通信协议将其上传至监控平台。监控平台对接收的数据进行分析,并将分析的结果展示在平台页面上方便管理者查看监测结果。另外监控平台可以下发指令至监控终端,从而实现对监控终端的控制和管理功能。

**关键词:**课堂管理;窄带物联网;监控终端;监控平台;数据采集

中图分类号:TP393

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2020)11-0195-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2020.11.036

## Design of Classroom Management System Based on NB-IoT

CHEN Lin-kui, XU He

(School of Computer Science, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210023, China)

**Abstract:** In the process of modern classroom construction, the number of classrooms and students is constantly increasing, and teachers are less efficient in classroom management. In order to facilitate teachers' rapid attendance to students and effective management of classroom seat resources in the classroom, we design a classroom management system based on narrow band internet of things (NB-IoT) technology. The system transmits data to the monitoring platform by using the currently rapidly developing NB-IoT wireless communication technology in the context of the internet of things, thereby realizing the information interaction between classroom monitoring terminals and the monitoring platform. The system's monitoring terminal is mainly responsible for data collection of student RFID (radio frequency identification) campus card information, the location of the monitoring terminal and terminal device parameters, and uploading them to the monitoring platform using NB-IoT technology according to the communication protocol between the terminal and the platform. The monitoring platform analyzes the received data and displays the results of the analysis on the platform page for the administrator to view the monitoring results. In addition, the monitoring platform can issue instructions to the monitoring terminal, thereby realizing the control and management functions of the monitoring terminal.

**Key words:** classroom management; NB-IoT; monitoring terminal; monitoring platform; data collection

## 0 引 言

随着社会科技的发展和进步,在信息化教学的进程中,对于课堂的建设要求逐步提升,尤其是针对于课堂的实时监控具有很高的需求。由于教室分布在不同的教学楼中并且数量较大,且教学资源的监控管理以及学生的管理比较难以实现实时监测的问题,因此设计一套远程实时监控方案来对课堂进行监测管理和配置,从而提高课堂管理效率以及促进现代课堂的

发展。

物联网的发展使得传统课堂的管理效率大大增加<sup>[1]</sup>,传统课堂上教师对学生进行考勤,教师必须叫学生姓名或要求在考勤表上签名,这个过程将花费大量的时间。为了简化教室管理、出勤跟踪和课堂互动,利用室内定位、RFID(radio frequency identification)传感器、压力传感器、Arduino 微控制器和云端系统搭建了学生考勤监控系统及教室系统<sup>[2]</sup>。课堂管理系统不用

收稿日期:2020-02-22

修回日期:2020-06-24

基金项目:国家自然科学基金(61602261)

作者简介:陈林奎(1993-),男,硕士研究生,研究方向为计算机应用;徐 鹤,博士,副教授,CCF 会员(19957M),研究方向为物联网技术与应用。

使用过多的传感器就可以自动检查桌子是否被占用,学生的校园卡信息可以被 RFID 传感器自动识别,可以从校园卡上读取 RFID 标签。此外,可以收集时间戳来分析学生迟到或提前离开的信息。

课堂管理系统基于物联网技术而设计<sup>[3]</sup>,具有以下特点:首先,窄带物联网(narrow band internet of things, NB-IoT)技术具有成本低、大连接、覆盖广的特点<sup>[4]</sup>,可以为每间教室的每个座位安装采集模块实现快速部署;其次,传统课堂上教师对学生的考勤往往花费大量的时间,采用基于 NB-IoT 技术的采集模块,可以迅速完成课堂考勤任务;最后由于采用该系统可以对教室及图书馆的座位资源进行管理,可以实时查看资源的占用情况。该系统可以根据管理人员设定的报警阈值对采集到的异常信息进行报警,当上课缺勤人数、座位资源或者设备异常数据达到一定的阈值时,系统会及时通知管理者进行处理。

## 1 系统总体设计

基于 NB-IoT 通信技术的课堂管理系统主要由两大部分组成:教室监测终端、监控系统。在教室中通过信息采集模块将采集到的数据通过 NB-IoT 通信模块发送至监控系统,系统对数据进行分析,供管理者查看。系统主要从两个方面进行设计:首先是监控终端的设计,主要采用 Arduino 开发板控制电子器件采集外部信号来实时监测教室信息;其次是监控系统的设计,该系统主要是对监控终端上传的数据进行处理,处理的结果以文字或图形的方式展示给管理者。

课堂管理系统结构设计遵循物联网体系结构的三层模型<sup>[5]</sup>,具体设计如图 1 所示。

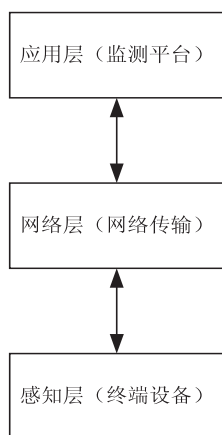


图 1 系统结构设计

最底层的感知层负责感知外界的信息,例如各种传感器对外界信息的采集;中间的网络层负责信息的传递;最顶层的应用层将传递过来的信息进行处理。

NB-IoT 技术在信号覆盖以及数据传输上具有极大的优势,目前智慧家庭、车联网、公用事业是运营商

物联网最佳行业切入点<sup>[6]</sup>,运营商需要更具竞争优势的技术实现物联网技术升级,而 NB-IoT 对比 LoRa 和 Sigfox 等通信技术有着很大的优势,其带宽消耗非常小,大约只有 180 kHz 的带宽<sup>[7]</sup>,可以在 GSM 网络、UMTS 网络或 LTE 网络上直接部署<sup>[8]</sup>。NB-IoT 具有高覆盖、高容量、低功耗、低成本、更高的安全性和可靠性等技术优势,具体描述如下:

(1) 高覆盖: NB-IoT 有着极强的覆盖能力,相比于 LTE 而言,其提升了 20 dB 的增益,覆盖区域的能力提高了大约 100 倍<sup>[9]</sup>。

(2) 高容量: 在只使用到同一个基站的情况下, NB-IoT 能够接入的终端数量较现在的无线技术而言呈指数性增长。其中每一个扇区都支持海量连接,终端的连接数量大约支持十万个。

(3) 低功耗: 根据理论计算 NB-IoT, 如果采用 5 Wh 的电池可以供终端使用 10 年。

(4) 低成本: 相较于 LoRa 而言<sup>[10]</sup>, NB-IoT 终端工作信道带宽较小,大约只有 200 kHz,峰值速率要求降至 100 kbps,相较于 Rel-8 时的 Cat-4,成本可以降低 85%。

根据以上 NB-IoT 的特点来看,其主要应用在高覆盖、低功耗、低成本的场景之中。同时由于该技术对移动支持性较差,一般用于静态场景中,如烟警报警器、智能电表<sup>[11]</sup>、网络命令的收发、软件更新等。目前 NB-IoT 技术在积极的推进商用,万物互联的时代将在不久后到来。

RFID 是一种通信技术,通过无线信号就可以完成对特定目标的识别并对相关数据进行读写操作<sup>[12]</sup>。该模块主要对学生校园卡信息进行采集,采用 MF RC522 射频识别模块对校园卡进行读取,然后将该模块对接到 Arduino 开发板上完成该模块的设计工作。RC522 模块与 Arduino 开发板采用同步串行的方式进行通信。其中 Arduino 开发板与 RC522 模块分别工作在主模式下以及从模式下。

## 2 监测终端的硬件设计

用监测终端来实施监控节点设计实际上就是将课堂智能化、物联网化,也就是将采集终端采集到的数据通过通信网络传送到监控平台,可以让观测者实时准确地了解到课堂的情况,给课堂的管理带来便利。监测终端的设计如图 2 所示。

### 2.1 采集模块

采集模块包含 RFID 模块以及定位模块,其中 RFID 模块选用 MF RC522 芯片,该芯片体积小,在 Arduino 开发板上可以很方便地进行扩展使用。学生的校园卡信息可以被该芯片快速读取,只需要读取校

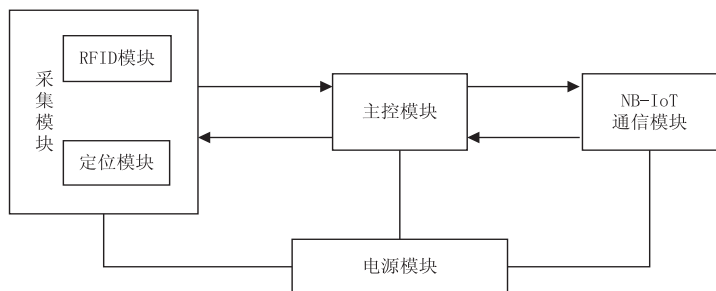


图 2 监测终端的设计

园卡的卡号即可对学生的身份进行识别。相比其他数据采集模块,该采集芯片稳定性高、读取距离远、成本低、排线简单<sup>[13]</sup>。

定位模块选用 NEO-M8N 定位模块,该模块尺寸较小,定位精度高,能够接收高精度的北斗卫星信号<sup>[14]</sup>。芯片的工作电压范围与该监测系统的供电电压相符,满足文中硬件的设计需求。

## 2.2 主控模块

在整个监控终端中主控模块处于核心位置,首先是对采集模块控制,发送采集命令到采集模块进行数据采集。其次是将采集模块采集到的数据按照规定好的通信协议进行编码,最后控制 NB-IoT 通信模块,将编码好的数据发送至服务器,服务器对数据实时解析来实现监控终端的实时监测。

## 2.3 通信模块

通信模块采用移远 BC95 模块,主要功能是负责监控终端和监控平台之间的数据联络,其不但要将主控模块编码好的数据发送到服务器上,而且负责将监控平台下发的指令发送到主控模块中,通过通信模块的数据传输功能就可以远程实现对终端的控制。

## 2.4 电源模块

电源模块提供了 5 V 直流电压为监测终端提供电

力,保障了监测终端的平稳运行,通常采用蓄电池来储存电量。

# 3 监控平台的设计

## 3.1 服务端设计

系统的监控平台服务端基于 B/S 结构进行设计,在 Win10 系统下利用 IDE 工具 Eclipse 开发 B/S 架构 Web 系统,前端页面利用 Vue.js 编写,服务器后端则采用 Node.js 技术编写,系统的数据库用的是 MySQL,该数据库性能优异,适合系统的设计需求。通过在 JSP 页面中加载数据库驱动,连接数据库,在 JSP 页面中调用数据文件,实时监控采集系统的动态信息,可以迅速直观地显示当前教室的学生上课情况,管理人员可以根据不同的课堂情况采取相应的措施。监控平台不需要人员长时间值守,当监测到教室出勤等异常情况,平台会通过网络发送信息给管理人员,以达到设备和人力资源最优化,方便工作人员对终端设备进行配置修改。监控平台下发命令对终端采集系统进行配置,可以针对不同的教室环境状况设置相适应的消息推送阈值。

图 3 为监控平台基本的工作流程。

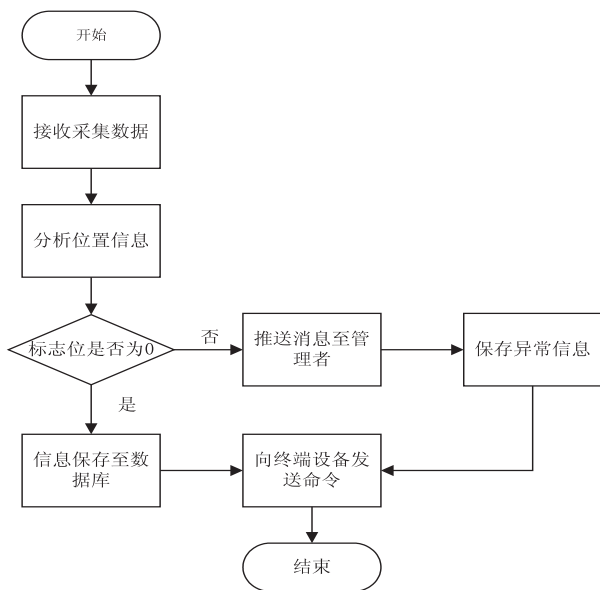


图 3 监控平台的工作流程

监控平台接收到采集设备上传的数据后对该数据按照约定的协议格式进行提取操作,首先是提取设备的位置数据,调用地图模块来对设备进行定位。随后对采集设备标志位进行提取操作,标志位主要分为两种状态:标志位为 0 的状态,则表明监控终端当前工作正常,设备各模块都按照设定正常运行,监控平台将该数据存储至数据库中然后调用数据分析模块对数据进行处理;标志位不为 0 的状态,该状态表明采集设备出现异常情况,平台会将该异常信息及时通知管理人员,从而提醒管理人员对异常进行相应的处理。

监控平台不仅可以对上传的数据进行分析处理,还可以调用百度地图对设备上传的位置在地图上进行标注,出现异常警告的设备还会被标注成蓝色,管理者可以直观地观察设备的分布情况以及运行状态。拥有相应管理权限的管理人员还能够对监测设备进行参数设定,如监测设备的采集范围、数据采集周期等指令,配置完成后监控平台将下发休眠指令,主控模块接收到指令后会控制目标终端进入休眠状态,待终端更新完配置后会自动与监控平台进行通信。

### 3.2 移动端设计

当前 Android 平台为用户提供了良好的开发操作界面,并已经在物联网领域得到广泛应用<sup>[15]</sup>。该文实现的移动端是基于 Android 平台开发的,其中 layout 布局模块为该 APP 界面设计所有的 .xml 布局文件,Android 中的布局方式通常使用线性布局 (Linear Layout)、相对布局 (Relative Layout)、帧布局 (Frame Layout) 和表格布局 (Table Layout) 四种。在 layout 布局模块中,通过 Linear Layout 与 Relative Layout 两种布局方式相结合,主要使用 Text View 文本控件来设计该课堂监测系统 APP。图 4 为移动端数据页面。



图 4 移动端数据页面

## 4 系统测试

搭建测试平台对课堂管理系统进行测试。在检查好物联网专用的 SIM 卡安装正常并确定天线连接正常后,将准备好的 5 台监测设备分别放在不同的位置上。假设当前总座位数为 5,并随机用校园卡进行测试;监控平台选择在阿里云上搭建,并安装了 MySQL 数据库;通过本地电脑接入互联网即可远程连接阿里云并对系统进行测试。图 5 为监测设备 RFID 硬件实物图。

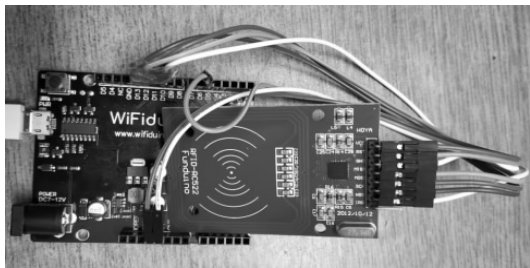


图 5 硬件实物图

在测试过程中,监测终端通过采集模块不断地对外界数据进行采集并上传至监控平台。监控平台接收到数据后对数据进行分析,并将分析结果展示在页面上。图 6 为课堂管理系统中考勤统计页面。

首页 > 数据分析 > 统计分析 > 考勤统计名单

教室: 2-201 节次: 3 日期: 2020/01/10-2020/01/10 查询

校园卡号	起止时间	教室	状态	操作
121704202	2020/01/10-2020/01/10	2-201	正常	修改
121704203	2020/01/10-2020/01/10	2-201	正常	修改
121704207	2020/01/10-2020/01/10	2-201	正常	修改
121704209	2020/01/10-2020/01/10	2-201	正常	修改
121704210	2020/01/10-2020/01/10	2-201	正常	修改

图 6 管理系统页面

通过系统对监测终端上传数据的分析后,从图 6 可以看出最终的名单统计数据,各项数据均正常。如果存在数据异常,管理员还可以通过修改功能对数据进行修正。

采用考勤功能后,系统会自动按照设定好的采集参数进行数据采集,表 1 为考勤测试数据。经过多次的测试,系统会计算课堂的利用率,根据利用的座位数占总座位数的比重来计算。为了便于测试,其利用率每分钟会计算一次,表 2 为课堂利用率数据。

表 1 考勤测试数据

设备编号	课堂编号	校园卡号	上传时间
1	2-201	121704202	2020/01/10 09:28
2	2-201	121704203	2020/01/10 09:28
3	2-201	121704207	2020/01/10 09:29
4	2-201	121704209	2020/01/10 09:29
5	2-201	121704210	2020/01/10 09:30



表2 课堂利用率测试数据

课堂编号	节次	利用率/%	上传时间
2-201	1	40	2020/01/10 09:28
2-201	2	80	2020/01/10 09:29
2-201	3	100	2020/01/10 09:30

从表1及表2的数据可以得出,监测终端采集的数据虽然是实时的,但是经过系统的设置处理,使得在规定时间内只会有一组有效的数据,这让课堂管理更加高效。在课堂利用率方面,通过系统的处理分析,管理者能够清楚地看到课堂座位资源的使用情况,合理安排课堂人数。

## 5 结束语

基于 NB-IoT 的课堂管理系统能够有效地提高课堂管理效率。该监测终端成本低、尺寸小、能耗低、上传数据稳定适合在课堂中大量部署。监控平台能够对上传数据进行分析展示,便于管理者对课堂的管理,对于异常的数据还能够及时推送给管理者,这是物联网技术与现代课堂结合的优势。

### 参考文献:

- [1] 刘建. 物联网技术在智慧校园建设中的应用[J]. 无线互联科技, 2020, 17(3): 32-34.
- [2] TESLYUK T, DENYSYUK P, KERNYTSKY A, et al. Automated control system for arduino and android based intelligent greenhouse[C]//Proceedings of the 2015 XI international conference on perspective technologies and methods in MEMS design (MEMSTECH). Lviv, Ukraine; IEEE, 2015: 7-10.
- [3] 温小斌. 物联网系统自动化监控的设计与实现[J]. 计算机时代, 2019(6): 34-36.
- [4] ZAYAS A D, MERINO P. The 3GPP NB-IoT system architecture for the Internet of Things[C]//Proceedings of the 2017 IEEE international conference on communications workshops (ICC Workshops). Paris, France; IEEE, 2017: 277-282.
- [5] 张洪雷. 物联网架构和智能信息处理理论与关键技术[J]. 计算机光盘软件与应用, 2013(22): 38-39.
- [6] 刘菡莹, 黄超萍, 陈晨. 运营商物联网服务体系构建[J]. 通信企业管理, 2017(12): 70-73.
- [7] 张云勇, 贾雪琴. 物联网业务发展挑战及 NB-IoT 运营策略[J]. 物联网学报, 2017, 1(1): 76-80.
- [8] RATASUK R, TAN J, MANGALVEDHE N, et al. Analysis of NB-IoT deployment in LTE guard-band[C]//Proceedings of the 2017 IEEE 85th vehicular technology conference (VTC Spring). Sydney, NSW, Australia; IEEE, 2017: 1-5.
- [9] 于晓阳. 传统蜂窝网对 NB-IoT 物联网性能的影响研究[J]. 通信技术, 2019, 52(3): 657-661.
- [10] KE K, LIANG Q, ZENG G, et al. Demo abstract: a LoRa wireless mesh networking module for campus-scale monitoring[C]//Proceedings of the 2017 16th ACM/IEEE international conference on information processing in sensor networks (IPSN). Pittsburgh, PA, USA; IEEE, 2017: 259-260.
- [11] LI Y, CHENG X, CAO Y, et al. Smart choice for the smart grid: narrowband internet of things (NB-IoT)[J]. IEEE Internet of Things Journal, 2018, 5(3): 1505-1515.
- [12] OMAR H Q, KHOSHNAW A, MONNET W. Smart patient management, monitoring and tracking system using radio-frequency identification (RFID) technology[C]//Proceedings of the 2016 IEEE EMBS conference on biomedical engineering and sciences (IECBES). Kuala Lumpur, Malaysia; IEEE, 2016: 40-45.
- [13] KHAN S F. Health care monitoring system in Internet of Things (IoT) by using RFID[C]//Proceedings of the 2017 6th international conference on industrial technology and management (ICITM). Cambridge, UK; IEEE, 2017: 198-204.
- [14] 郭健伟. 北斗卫星导航系统应用终端检测技术探究[J]. 通信电源技术, 2019, 36(2): 203-204.
- [15] THIYAGARAJAN M, RAVEENDRA C. Integration in the physical world in IoT using android mobile application[C]//Proceedings of the 2015 international conference on green computing and internet of things (ICGCIoT). Noida, India; IEEE, 2015: 790-795.