

基于 LoRa 的路边停车管理系统的设计与实现

王汝山 李 静 杨 林

铜仁职业技术学院 贵州铜仁 554300

摘 要: 针对目前铜仁市区停车场少、停车位匮乏的问题,设计了一种基于 NB-IoT 的路边停车管理系统。系统以北京新大陆公司的 LoRa 模块和红外传感模块为基础,利用红外检测技术作为系统的车位检测解决方案,利用基于 Semtech SX1278 芯片的 LoRa 模组增加通信距离,对路边临时停车位进行智能化控制和管理。实验结果表明,LoRa 技术在路边停车管理系统中,具有传输距离远、速率低、成本低、功耗低的优点,具有很强的实用性。

关键词: LoRa; 智能停车; 无线组网

Design and implementation of roadside parking management system based on LoRa

Rushan Wang Jing Li Lin Yang

Tongren Vocational and Technical College Tongren Guizhou 554300

Abstract: A roadside parking management system based on NB-iot was designed to solve the problem of lack of parking lots and parking Spaces in Tongren. Based on the LoRa module and infrared sensing module of Beijing New Continent Company, the system uses infrared detection technology as the parking space detection solution of the system, and uses the LoRa module based on Semtech SX1278 chip to increase the communication distance, so as to carry out intelligent control and management of temporary roadside parking Spaces. The experimental results show that LoRa technology has the advantages of long transmission distance, low speed, low cost and low power consumption in the roadside parking management system, and has strong practicability.

Keywords: LoRa; Intelligent parking; Wireless networking

引言

近年来,随着经济的发展、电动汽车技术的进步,铜仁市汽车保有量快速增长,而铜仁市受限于地理环境和前期规划原因,市区内停车场少、停车位匮乏,停车难、停车场管理难等问题日益严峻。随着铜仁市场大数据的应用,根据铜仁市区的实际情况,在非主干道划临时停车位可以在很大程度上缓解城市停车压力。在路边停车管理系统中涉及车主、停车收费员、运营企业及交管等多方,需综合考虑各方利益及数据共享和追溯等情况。

目前“铜仁智慧停车”系统不仅需要车主关注微信小程序,汽车的入场也完全依赖于收费管理员,汽车的离场缴费则完全依赖于车主,要求车主离场时及时缴费,否则仍会被记录为停车状态而一直扣费,直到其他汽车入场并由收费管理员登记后从而中断相应泊位的计费状态,给车主造成不必要的损失。

一、需求分析

LoRa 是一种基于扩频技术的远距离无线传输技术,是 LPWAN 通信技术的一种,具有传输距离远、传输速率低、工作频段免授权、低成本、低功耗、大容量的特

点,上述特点决定了 LoRa 适合于传输距离远、功耗低、容量大的物联网应用场景中^[1]。路边停车位换将复杂,障碍物多,对无线通信技术的覆盖面和信号的穿透性要求较高,针对目前“铜仁智慧停车”系统的不足,LoRa 技术可以应用在路边停车管理中,以满足定位跟踪的应用需求。具体的需求如下:

实现主节点(中控节点)和多个从节点(车位监测点)之间通过 LoRa 通信技术进行连接;

从节点(车位监测点)启动后,绿色指示灯代表当前车位未被占用,红色指示灯代表当前车位已被占用;

主节点(中控节点)每隔 1 分钟向从节点(车位监测点)发送“查询”请求,从节点(车位监测点)收到消息后上报当前泊位占用状态;

中控节点和车位监测点启动后,驱动 LED 显示屏,实时更新并显示当前停车场的剩余车位数量和每个泊位的“占用情况”,同时显示到微信小程序上。

二、案例设计与实现

基于 LoRa 的路边停车管理系统的系统架构如图 1 所示。从图 1 中可以看出,LoRa 通信技术可以很好地解决了“车走费不停”的问题,解决了大量感知设备的组

网问题，具有低成本、免布线、部署快捷的优点。

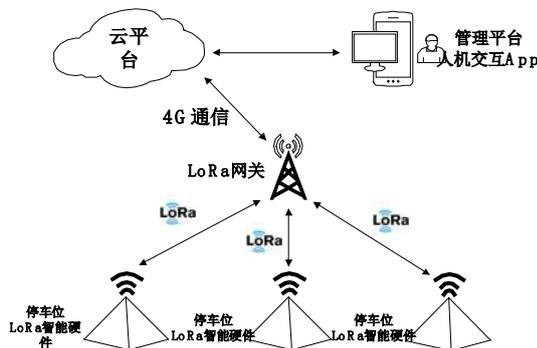


图1 基于LoRa的路边停车管理系统的系统架构

1. 硬件选择

限于实验环境和有限的经费，选择新大陆公司的LoRa模块，该模块电路板上集成了利尔达公司的LSD4RF-2F717N30无线模组，具有较高的性能。该模组具有超高的接收灵敏度，超远的有效通信距离，使用扩频技术，具有高保密性、高隐蔽性、低功耗，支持硬件调频，采用SPI通信接口，抗干扰性强。

在智慧停车关系系统中，车位检测传感器是核心部件，直接影响系统的可靠性。目前车位检测技术主要有地磁检测技术、地感线圈检测技术、超声波技术和红外检查技术^[2]。从造价、抗干扰性和实现难易程度考虑，使用红外检测技术。红外反射性光电传感器较多，此处选用新大陆公司基于反射性红外光电传感器 ITR20001/T的红外传感模块。

2. 节点端软件包

Semtech公司提供了LoRa节点端可用的软件包，包括驱动程序、协议栈等，项目名称为“LoRaMac-node”，托管后项目地址为：<https://github.com/Lora-net/LoRaMac-node>。将压缩包LoRaMac-node-4.3.2解压后，其中含有coIDE、Doc、Keil、src、readme.md、LICENSE等文件夹^[1]。其中最重要的是src源代码文件。进入src文件夹，含有apps、boards、mac、peripherals、radio、system等文件夹。其中的radio文件夹内含有LoRa射频芯片SX1276等的驱动程序，mac包含LoRaWAN协议栈的MAC层源代码以及一些加密算法，非常重要，无需修改。

3. 判断车位状态

根据红外反射光电传感器的特性，当停车位有汽车入场时，汽车将遮挡红外反射管与接收管，从而使输出端口产生下降沿跳变；当车位持续被占用时，输出端口将保持低电平；当汽车驶离停车位出场时，将产生上升沿跳变；当无障碍物遮挡时，输出端口将保持上拉状态高电平^[1]。即使有人偶尔经过停车位遮挡红外反射管与接收管，输出端口也不会持续保持低电平；因此，可以通过延时读取微控制器GPIO引脚的电平状态来判断停车位是否空闲^[3]。

4. 编程实现

在NS_Radio.c源文件中的NS_RadioEventsInit()函数中编写射频模块事件回调注册程序，在NS_RadioInit()函数中编写射频模块发送接收参数初始化程序；在LoRa_Apps.c源代码中的LoRaRFInit()编写LoRa参数和功能初始化程序，在MyRadioRxDoneProcess()函数中编写数据接收完成处理程序，在main.c源文件中编写应用层程序，可测试LoRa通信网络是否已经建立。在此基础上，编程测试停车位是否空闲。在LoRa_Apps.c文件中，编写OLED显示初始化函数Disp_InitInfo()，车位数量更新函数Disp_Parking_Num()，计算校验和函数CheckSum()，构建请求帧build_req_frame()和响应帧build_rsp_frame()，解析请求帧analysis_req_frame()和响应帧analysis_rsp_frame()，最后在main.c文件中编写应用层程序。其中NS_RadioEventsInit()函数如下所示。

```
void NS_RadioEventsInit(void){
    RadioEvents.TxDone = OnTxDone; // 发送完毕
    RadioEvents.RxDone = OnRxDone; // 接收完毕
    RadioEvents.TxTimeout = OnTxTimeout; // 发送超时
    RadioEvents.RxTimeout = OnRxTimeout; // 接收超时
    RadioEvents.RxError = OnRxError; // 接收错误
    Radio.Init(&RadioEvents); // 使配置生效
}
```

编写LoRa参数和功能初始化的函数LoRaRFInit()内容如下所示。

```
void LoRaRFInit(void){
    char StrBuf[USER_STRING_MAX_LEN]; // 字符串缓存
    memset(StrBuf, '\0', USER_STRING_MAX_LEN);
    printf("Newland Edu\r\nLoRa\r\n"); // 调试信息
    printf("LoRa 频率 =%.1fMHz.\r\n", RF_PING_PONG_FREQUENCY / 1000000.0); // 调试信息
    /*LORA 射频初始化*/
    NS_RadioInit((uint32_t)RF_PING_PONG_FREQUENCY, (int8_t)TX_OUTPUT_POWER, (uint32_t)TX_TIMEOUT_VALUE, (uint32_t)RX_TIMEOUT_VALUE);
}
```

OLED显示初始化函数Disp_InitInfo()内容如下所示。

```
void Disp_InitInfo(void){
    OLED_Clear();
    OLED_ShowString(16, 0, (uint8_t *) "Smart Parking");
    #ifdef MASTER_NODE
    OLED_ShowString(16, 2, (uint8_t *) "LoRa Master");
    OLED_ShowString(16, 4, (uint8_t *) "Free: 100/100");
    #else
    OLED_ShowString(24, 2, (uint8_t *) "LoRa Slave");
    OLED_ShowString(16, 4, (uint8_t *) "Free: 100/100");
    OLED_ShowString(16, 6, (uint8_t *) "NO 1: free");
}
```

```
#endif  
}
```

5. 编译下载测试

由于主从 LoRa 节点公用驱动程序, 仅在应用层有所不同, 因此两个节点共用一个工程。编译完成后分别下载在主从节点两个模块上。两个节点分别连接 PC 使用串口调试助手进行测试。主节点为中控节点, 从节点为车位检测节点。当停车位空闲或被遮挡时, 主节点的串口调试助手分别显示“free”或“occupied”, 成功实现对车位状态的检测。

三、结束语

当今铜仁市场大数据应用越来越广, 物联网技术也越来越深入地影响我们的生活。本文基于“铜仁智慧停车”系统, 对其不足进行改进, 可以远程、及时地发现泊车位的状态, 大大减轻了收费管理员的工作。汽车离场后能够自动判断泊车位为空闲, 后期将改进收费系统, 实现离场后计费停止, 避免车主因遗忘而产生累计的计费。

参考文献:

[1] 苏李果, 楼惠群, 高晓惠. 物联网组网技术应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2021.

[2] 马越. NB-IoT 路内停车管理系统的研究与实现[D]. 北京邮电大学, 2020.

[3] 严朝阳, 方飞, 曹宾, 谭歆. 基于 LoRa 的物联网数据传输系统研究与设计[J]. 重庆邮电大学学报(自然科学版), 2021, 33(3): 354-363.

作者简介: 王汝山(1983.11—), 男, 汉族, 山东潍坊人, 铜仁职业技术学院, 副教授, 硕士研究生, 工学硕士学位, 研究方向: 物联网。

课题项目:

1、铜仁市科学技术局基础研究计划项目(铜市科研〔2021〕59号)

2、2022年人文社科研究课题, “数智活市”工程下智慧社区建设研究。

3、课题名称: 构建以学生为中心的“家校企”场景大数据应用研究,

编号为: 铜市科研〔2021〕64号