

基于LoRa通信的室内环境监控系统设计

李睿涵 李文静 姜亮明 吕 辉 李子晗

内蒙古工业大学信息工程学院计算机科学与技术 内蒙古呼和浩特 010080

摘 要: 随着LoRa技术和智能家居技术的逐渐成熟, LoRa技术已经被广泛应用在智慧家庭应用领域。和很多短距离的物联网技术有所不同, LoRa技术在具备低功率、高部署灵活性的时候, 还具备着更远的信息传输距离这一优势。本文通过分析了国内外智能家居系统的发展进程, 并认识到了目前智能家居系统具有许多缺点, 本论文旨在就LoRa通信在室内环境监控系统的应用进行分析和设计。致力研发和产品设计一种现代智能家居控制系统, 处理器以STM32F103的最小设计核心板为基础平台, 通过产品设计最小控制系统, 可以通过对各个子功能模块产品设计, 通过包含温湿度传感器, 光照传感器, 烟雾传感器模块的软硬件功能产品设计驱动, 可以达到对家居生活环境的全方面实时监控和在一定范围内的控制管理。

关键词: LoRa技术; 室内环境监控系统; 远距离通信; 低功耗; 安全性

Design of indoor environmental monitoring system based on Lora communication

Ruihan Li, Wenjing Li, Liangming Jiang, Hui Lv, Zihan Li

Computer Science and Technology, School of Information Engineering, Inner Mongolia University of Technology, Huhhot, Inner Mongolia 010080, China

Abstract: With the gradual maturity of LoRa technology and smart home technology, LoRa technology has been widely used in smart home applications. Unlike many short-range IoT technologies, LoRa technology has the advantage of longer information transmission distances when it comes to low power and high deployment flexibility. This paper analyzes the development process of smart home systems at home and abroad, and recognizes that the current smart home systems have many shortcomings, this paper aims to analyze and design the application of LoRa communication in indoor environmental monitoring systems. Committed to research and development and product design of a modern smart home control system, the processor to STM32F103 minimum design core board as the basic platform, through product design minimum control system, can be through the product design of each sub-functional module product design, through the inclusion of temperature and humidity sensors, light sensors, smoke sensor modules of hardware and software function product design driven, can achieve all aspects of the home living environment real-time monitoring and control management in a certain range.

Keywords: LoRa technology indoor environmental monitoring system long-distance communication low power consumption security

1. 研究背景

LoRa是用来通信智能家居设备, 采集、汇总、传递各种数据的通信技术。在智能开关、红外、温湿度传感器等装置中均可找到它。与wifi、蓝牙技术比较, 其功耗要少很多, 而其通信距离却更长。因为LoRa智能家居系统采取的是点对点的星型通信方法, 可以进行长距离数据传输, 而无须通过网络中继器传送距离, 其智能配件

也可直接和智能中控主机互联互通, 而不需要在中间大量的节点来交互, 因此和其他通讯技术比较, LoRa技术比较适用于低成本, 规模大的物联网部署。

LoRa智能家居系统相比于其他的传统无线协议而言, 传输覆盖的范围更广, 并且穿墙功用也更强、可以大大降低耗电量、增长电池寿命, 而以往的无线智能家居系统, 要是装在别墅等大户型的住所内, 就需要每一

层楼装上一个主机，而LoRa智能家居只需一台主机就够了，可以满足复式房、别墅等大中型住所的广泛应用，不必再为了担心系统的稳定性而选用价钱比较贵的有线智能家居了。

2.Lora和wifi的对比



图 2.1 Wifi 网络架构示意图

如图 2.1 所示 WiFi 模块一般采用指定信道号的方法来实现快速组网。在一般的无线联网过程流程中，会先对当前的所有信道自动完成一个扫描检查，并寻找要接入的目的 AP 创建的网络。串口 wifi 模块中给出了设置工作信道的参数，在可知目的网络系统所在信道的条件下，可以直接指定模块的工作信道，以便于实现提高连接速率的目的。

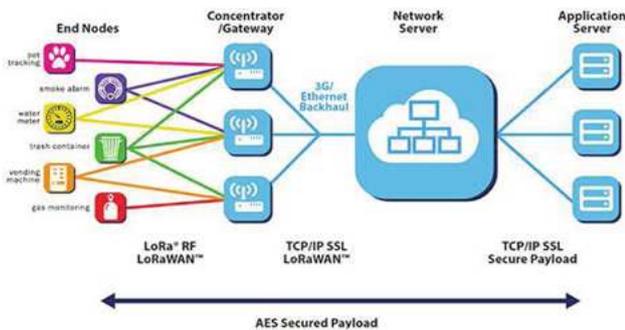


图 2.2 LoRa 组网系统架构图

如图 2.2 所示，通过 LoRa 组网传输方法，使用 LoRa 的响应速度较快，长距离数据传输、联网节点数量较多、低功耗的无线网络技术，将前端监测设备的监测数据及信息及时回传至上端。

3.LoRa 技术在智能家居体系中的应用

数据传输层中的无线通信技术，作为构成连接智能家居中各网络系统构建环节的纽带，起了不可估量的作用。无线通信技术正逐渐取代过去传统的有线通讯技术，而被广泛应用于智能家居，而相对于传统有线通讯技术，其优势不仅仅在于减少了过去受环境约束的有线连接的

问题，还具备综合造价低、组网模式灵活性稳定、维护费用较少、后期拓展简单等优势。

而如今，信息通讯技术已被普遍的运用于智能家居生活中，其中，最常用的信息通讯技术主要有 wifi、ZigBee、蓝牙等还有一些新兴信息技术，而无线通信技术的合理运用与科学组搭也成为智能家居系统升级的研究重点。

4. 系统设计



图 3.1 总计结构设计

总体设计：如图 3.1 所示基于 LoRa 技术的室内环境监测及智能调节系统，能即时收集室内，温湿度数据，空气质量数据等，将采集的数据处理后的计算结果作为智能调节模块的控制依据，空气质量监测指标包括温湿度、CO 浓度等一系列数据。相对而言，室内空气监测节点根据安装位置的空气流通情况，只能采集局部的空气质量数据，因此需要部署多个监测节点计算加权平均数据作为空气净化模块的指标输入。整个系统由节点与监控中心两部分构成，设计了一个分布式采集和管理，当采集到的数据超过设定好的阈值时，会反馈回云平台，手机 app 和 PC 端都会收到相应的提示信息。

4.1 传感器节点硬件设计

传感器节点的硬件构成及设计如图 3.2 所示。室内环境监测系统的系统总体结构图如图 3.1 所示。

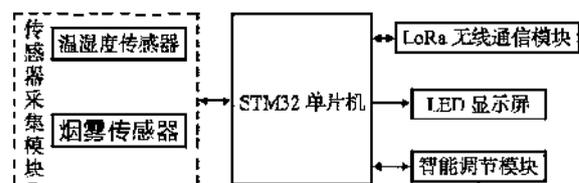


图 3.2 终端节点

本控制系统选用温湿度传感器型号为 SHT10，其采用全量程标定，两线数字输出，STM32 单片机可通过外设直接读取到室内的温湿度信息，传感器将传感元件和信号处理电路集成在一块微型电路板上，输出完全标定的数字信号。

选用的气体检测传感器为 MQ-135，MQ 气体传感器使用二氧化锡作为气敏材料，当传感器所处环境中存在可燃气体时，传感器的电导率随空气中可燃气体浓度的

增大而增大。使用简单的电路即可将电导率的变化转换为与该气体浓度相对应的输出信号。

Lora 模块采用 SX1278 无线模块，云平台采用机智云平台。

4.2 实物连接以及测试过程

实物连接图如图 3.3 所示：

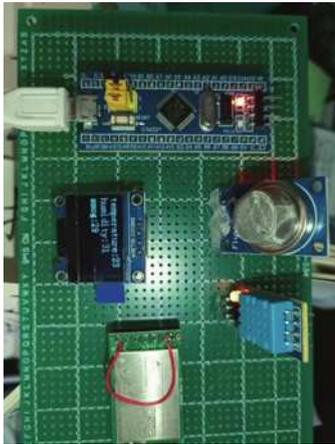


图 3.3 实物连接

通电后进行测试，当运行稳定时，传感器采集数据通过 Lora 传输给网关，网关将 Lora 转换为 Wifi 发送给机智云平台，手机或者电脑可以通过查看机智云平台实时查看系统的运行状况，若测出的温湿度以及一氧化碳浓度在阈值范围内，则正常显示，若超过设置阈值，则发出警报，得到的测试结果如图所示。



图 3.4 运行情况

云平台显示

显示名称: 烟雾传感器	标识名: smoke	读写类型: 只读	数据类型: 数值	
数据范围: 0 - 99	分辨率: 1	增量: 0		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
备注: 无				
显示名称: 温度(°C)	标识名: temperature	读写类型: 只读	数据类型: 数值	
数据范围: 0 - 50	分辨率: 1	增量: 0		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
备注: DHT11 测量温度				
显示名称: 湿度(%)	标识名: humidity	读写类型: 只读	数据类型: 数值	
数据范围: 0 - 100	分辨率: 1	增量: 0		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
备注: DHT11 测量湿度				
显示名称: RGB灯	标识名: color_contr...	读写类型: 可写	数据类型: 枚举	
枚举范围: 0.关闭 1.自定义 2.红色 3.绿色 4.蓝色 5.黄色 6.紫色 7.粉色 8.白色				<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
备注: 关闭,自定义,红色,绿色,蓝色,黄色,紫色,粉色,白色				

图 3.5 云平台数据采集设置情况

APP 采集数据

显示如图 3.6 所示



图 3.6 移动端数据采集设置情况

5. 能耗分析

本文中的网络节点与传统的无线自组织网络节点相似，主要由数据处理模块以及无线通信模块组成。单个系统设备的主要能耗也集中在上述两个模块。系统设备中各个模块的相应的能耗如下：

(1) 数据处理模块作为系统的数据计算中心和控制中心，负责系统所有的数据整合、运算以及系统的任务调度。数据处理模块的性能强弱、处于各个工作状态（运行、休眠等）的时长比例以及各工作状态之间的切换，这些都是影响数据处理模块的功耗的重要因素。

(2) 无线通信模块主要负责系统的通信任务，包括基带信号处理和射频信号处理。无线收发模块采用的调制方式、数据传输速率、发射功率以及发射时长都是影响射频通信模块的工作能耗的关键因素。

通过资料查证，系统的绝大部分能量消耗无线通信模块，数据处理模块的能耗只占其中的小部分，此外，无线通模块具有四个状态：发送、接收、空闲、休眠。在发送、接收、空闲状态时，系统能耗最大；休眠状态时最小。

此外，系统发送数据时的功耗比处理数据的功耗大很多，因此应尽量多进行数据计算、减少发送的数据量，从而降低能量消耗。

5.1 降低系统能耗的研究方向

5.1.1 目前已知的节能机制

目前针对延长无线自组网工作寿命的节能机制大多从下述两方面进行研究。

(1) 通过改进设备的硬件制造技术, 如关键模块的芯片的制造工艺, 这会直接影响到设备实际运行时的基础功耗和状态等, 现如今对于降低硬件运行时用电消耗量的相关技术已经得到了非常大的发展, 只需在硬件系统设计时采用低功耗技术设计的模块或芯片进行系统搭建即可。

(2) 目前无线自组织网络系统的节能机制主要从协议栈的各个协议层角度进行相关的节能优化设计。此方向的研究可以从协议的某一层进行考虑, 包括物理层、MAC层以及网络层, 也可以协同协议的各层进行跨层次的节能优化研究, 从整体上提高网络的能耗性能。

而本文针对能耗优化机制的具体研究主要通过以下几方面逐一进行论述:

(1) 数据融合机制: 无线自组织网络中节点的分布情况通常具有很大的随机性, 一般会出现分布较为集中的区域, 而对于集中区域的数据采集来说, 会存在无需进行传输或是转发的冗余数据, 造成节点的能量浪费。可先针对网络节点的分布情况进行统计和必要的分析, 得出网络中各节点的所处位置的坐标。根据分布坐标计算出网络中节点分布相对密集的区域, 针对这些区域的数据传输进行去冗余操作, 即进行数据融合。其中去冗余操作是通过将该区域内的节点的传输数据汇总到指定的汇聚节点后进行数据分析、比较, 去除原始数据中的冗余部分。由以上分析可知, 数据融合机制能够有效地降低网络中的通信量, 提高网络中节点之间的数据传输质量和传输效率, 从而节省网络中由冗余数据带来的传输能耗, 达到提升网络性能的需求。

(2) 功率控制机制: 功率控制机制主要是在保证通信质量要求的前提下, 根据每个网络节点的位置分布情况, 分别为每个网络节点动态调整发射功率至最优值。这种机制既可以减少整个网络的能量消耗总量, 提升节点和网络的生存时间; 与此同时也可以降低本节点对于其他节点的干扰, 尤其是对于相邻节点来说, 从而减少数据发送过程出现冲突的可能性, 从而提升网络的吞吐率并提高网络性能。

5.1.2 LoRa 模块能耗优化的研究方向

依据以上针对 LoRa 模块的能耗分析以及目前的节能机制的调研分析。本文对 LoRa 模块能耗的研究重点从以下几方面进行:

(1) 设计低功耗的硬件系统。低功耗的硬件系统设计是设计低功耗系统的重要基础所在, 是一个系统能否实现低功耗目标的关键。低功耗的硬件设计过程中, 通过选择低功耗元器件, 元器件的布局以及 PCB 板设计等的结合来完成低功耗系统设计的第一步。

(2) 根据设备能耗分析结论, 对设备各能量消耗大的模块进行能耗管理策略设计。在完成低功耗的硬件系统设计之后, 如何确定设备系统上各模块之间的能耗管理以及任务调度机制, 这是实现低功耗设计的重要一环。优良的能耗管理策略能够在保证实现工作任务的前提下, 节省非必要的能量消耗, 从而提升系统设备的性能和持续工作时间。

6. 总结

智能家居涉及面非常广, 因此本文的主要目的是设计一种基于 Lora 通信的室内环境监控系统设计, 并通过检索大量的文章和文献, 来完成基于 Lora 通信的室内环境监控系统设计。本文还就室内环境监控系统的硬件设计、软件设计、云服务器整合以及应用移动端进行了深入研究。充分发挥了云服务器的便利性。透过终端节点、LoRa 网关、云服务器和应用 APP 中间的各种数据进行交互, 成功搭建并且模拟一个简易的室内环境监控系统, 在模拟室内环境的前提下, 可以完成对室内环境的参数采集以及对紧急情况作出反应, 各种数据信息在经过 LoRa 模块发送到网关后, 上传到云服务器, 使用者就能利用 APP 端查看温湿度以及天然气在空气中的浓度是否超过阈值, 同时可以进行远程管理, 方便用户使用。

参考文献:

[1] 基于通用设计的高龄者地面清洁智能产品的设计研究[D]. 冯新凌. 武汉理工大学, 2017.

[2] 基于 LoRa 技术远距离无线通信模块的研究与设计. 程亚军.[D]. 重庆邮电大学, 201

[3] 黄旭东. LoRa 在智能家居中的机会与解决方案[J]. 电子产品世界, 2021, 28 (02): 11.