

基于物联网的电力通信机房状态监控系统设计

赵子岩¹, 罗先南², 陈智雨¹, 李 洋², 武 宇¹, 于 佳²

(1. 国家电网有限公司信息通信分公司, 北京 100032;

2. 南京南瑞信息通信科技有限公司, 江苏 南京 210003)

摘要:针对电力通信机房运行过程中依靠人工定期巡检完成运维, 存在人工劳动强度大、效率低故障处理不及时、容易发生电网供电事故等问题, 结合物联网技术和图像识别技术, 设计了一种智能电力通信机房状态监控系统。该监控系统可以对机房内机柜仪表数据和环境数据进行实时监测, 采用 LoRa 技术将数据传输至网关, 通过 NB-IOT 模块将数据信息上传至物联网云平台, 完成数据的整合和存储, 并且在 PC 端显示实时状态。通过测试, 该监测系统能够实时显示各设备、机房内温湿度、气体溶度等数据信息, 降低运维人员工作量, 提升效率, 具有一定的借鉴意义。

关键词:通信机房; 物联网; LoRa; 实时监测

中图分类号: TP277

文章编号: 1000-0682(2024)01-0071-05

文献标识码: A

DOI: 10.19950/j.cnki.CN61-1121/TH.2024.01.016

Design of state monitoring system for power communication equipment room based on Internet of Things

ZHAO Ziyan¹, LUO Xiannan², CHEN Zhiyu¹, LI Yang², WU Yu¹, YU Jia²

(1. State Grid Corporation of China Information and Communication Branch, Beijing 100032, China;

2. Nanjing Nanrui Information and Communication Technology Co., Ltd., Jiangsu Nanjing 210003, China)

Abstract: In response to the problems of high manual labor intensity, low efficiency, untimely fault handling, and easy occurrence of power grid power supply accidents that rely on regular manual inspections to complete operation and maintenance during the operation of power communication room, an intelligent power communication room status monitoring system is designed by combining Internet of Things technology and image recognition technology. This monitoring system can perform real-time monitoring of instrument data and environmental data in the computer room cabinet. LoRa technology is used to transmit the data to the gateway, and the data information is uploaded to the Internet of Things cloud platform through the NB-IOT module to complete data integration and storage, and real-time status is displayed on the PC. Through testing, the monitoring system can display real-time data information such as temperature, humidity, and gas solubility in various equipment and computer rooms, reducing the workload of operation and maintenance personnel, and improving efficiency, which has certain reference significance.

Keywords: communication room; Internet of Things; LoRa; real time monitoring

0 引言

随着我国电力行业不断的发展, 智能电网的建设是必然趋势。其中, 电力通信机房是重要组成部

分之一^[1-2]。电力通信机房内安装有电力通信所需的各种软硬件设备, 工作人员通过定期巡检进行维护, 查看各设备是否运行正常, 增加了运行成本和人员劳动强度, 并且对异常情况发生无法及时掌握, 造成事故的发生^[3-4]。为保证电网的正常运行, 需要对各设备运行状态进行实时监控。

随着物联网技术的不断发展, 在家居、医疗、制造业等领域得到广泛应用^[5-6]。将物联网技术应用到电力通信机房监控中, 可有效提高通信机房设备

收稿日期: 2023-09-23

基金项目: 国家电网有限公司信息通信分公司科技项目《新型电力系统通信业务模型与组网技术研究》(52993921N004)

第一作者: 赵子岩(1975—), 男, 汉族, 辽宁沈阳人, 硕士, 高级工程师, 研究方向为电力信息通信技术。

入、TTL 串口的输出和模块当前的工作状态,通过设定的输入电平大小来选择工作模式。使用 PE4259 芯片实现外部射频天线电路的切换。

1.4 传感器电路设计

监控系统需要实时掌握通信机房内的温度、湿度、可燃气体浓度,选用 DHT11 温湿度传感器完成温度和湿度的测量,DHT11 温湿度传感器采用总线接线方式,该传感器具有接线简单、检测准确、稳定性高等特点^[10]。选用 MQ-2 烟雾传感器完成可燃气体浓度的检测,该传感器具有能耗低、稳定性强、反应敏捷等特点^[11]。传感器电路如图 5 所示。

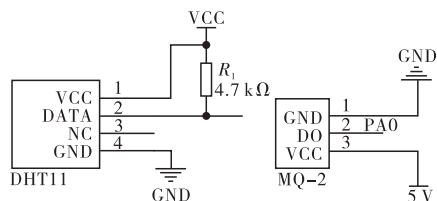


图 5 传感器电路图

2 图像处理

采集仪表图像需进行处理后,才能识别出参数信息,图像处理过程包括:灰度化处理、滤波处理、二值化处理、形态学处理。

2.1 灰度化处理

灰度化处理就是指将通信机房机柜上仪表图像的色彩信息转换为一种灰色形式表示,并将处理后的图像进行保存,灰度化处理算法有:

$$\begin{aligned} Gray(i, j) &= R(i, j), \quad Gray(i, j) = G(i, j), \\ Gray(i, j) &= B(i, j) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{cases} Gra_{y_1}(i, j) = R(i, j) \\ Gra_{y_2}(i, j) = G(i, j) \\ Gra_{y_3}(i, j) = B(i, j) \end{cases} \quad (2)$$

$$Gray(i, j) = \frac{(R(i, j) + G(i, j) + B(i, j))}{3} \quad (3)$$

$$Gray(i, j) = 0.3R(i, j) + 0.59G(i, j) + 0.11B(i, j) \quad (4)$$

其中:式(1)为灰度化处理的分量法;式(2)为灰度化处理的极大值法;式(3)为灰度化处理的平均值法;式(4)为灰度化处理的加权平均值法。最后选择加权平均值法来完成灰度化处理。

2.2 滤波处理

因为采集的图像会含有干扰噪声,通过灰度化处理后,需要对图像进行滤波处理。选用中值滤波的方式来进行处理,计算公式如下:

$$f(x, y) = \text{median}\{g(s, t)\} \quad (5)$$

中值滤波法能够克服图像存在模糊不清的问题,避免图像扫描过程中的干扰。

2.3 二值化处理

图像的二值化技术重要的是确定阈值的大小,选择阈值时,需要保证图像的完整,同时阻止噪声的干扰,选择最大类间差别法完成选择。

首先,设定图像的灰度级别,范围在 $[0, 1]$,设定阈值为 T ,类间方差公式为:

$$\sigma_a^2 = N_1(\mu_1 - \mu)^2 + N_2(\mu_2 - \mu)^2 = N_1 \times N_1(\mu_1 - \mu_2)^2 \quad (6)$$

其中: N_1 和 N_2 为不同的像素点; μ_1 和 μ_2 为设定的不同灰度值; μ 为图像的平均灰度值。

$$\sigma_b^2 = \mu_1 \times \sigma_1^2 + \mu_2 \times \sigma_2^2 \quad (7)$$

由式(6)和(7)可得:

$$\delta = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_b^2} = \frac{N_1(\mu_1 - \mu)^2 + N_2(\mu_2 - \mu)^2}{\mu_1 \times \sigma_1^2 + \mu_2 \times \sigma_2^2} \quad (8)$$

当 δ 取最大值时,阈值能够得到最优值。

2.4 形态学处理

形态学处理包括膨胀操作和腐蚀操作。膨胀操作是使用模版在机柜仪表图像上进行全过程遍历,得到结构化的模版,与原图像再进行卷积,求解出最大覆盖面积值,可表示为:

$$g(x, y) = \max\{f(x - x', y - y') \mid (x', y') \in D_b\} \quad (9)$$

腐蚀操作是与原图像再进行卷积,求解出最小覆盖面积值,用于消除噪声,表示为:

$$g(x, y) = \min\{f(x + x', y + y') \mid (x', y') \in D_b\} \quad (10)$$

3 系统软件设计

3.1 节点采集程序设计

节点采集程序主要包括通信机房内温湿度采集程序和可燃气体浓度检测程序,实现对机房内各参数的实时监测。DHT11 工作流程如图 6 所示。

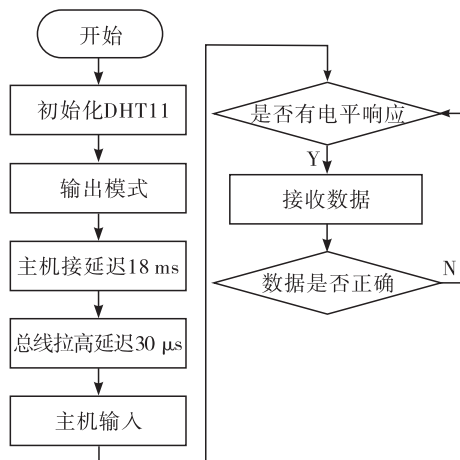


图 6 DHT11 工作流程图

首先,要对 DHT11 温湿度传感器完成初始化,将模式设置为输出模式,工作时,单片机将发送的信号延迟 18 ms,然后再拉高延迟 30 μ s,然后开始检测工作,将检测是数据传输到单片机进行处理。

MQ-2 烟雾传感器检测的数据为模拟信号,需要借助单片机内部的 ADC 转换为数字信号。在系统运行过程中,首先需要对 MQ-2 烟雾传感器和单片机的 ADC 模块进行初始化,利用 ADC 模块将传感器采集的模拟量信号转换成可燃气体浓度值。

3.2 LoRa 通信程序设计

机柜仪表采集和外部传感器采集实时数据通过 LoRa 通信模块传到网关,LoRa 模块数据发送流程如图 7 所示。

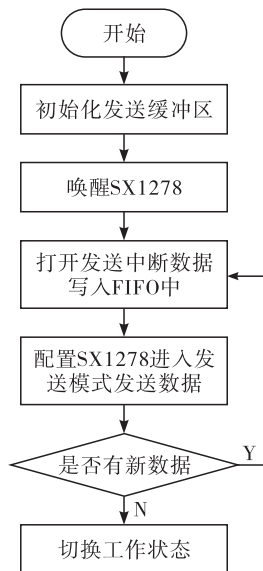


图 7 LoRa 数据发送流程图

LoRa 通信模块发送数据过程中,首先要初始化新建的缓冲区,唤醒 SX1278 模块,串口将数据传输到 FIFO 数据缓冲区,配置 SX1278 进入发送模式,完成数据的传输,当没有新数据传输时,SX1278 进入休眠状态。

LoRa 通信模块接收数据过程中,首先进行接收模式初始化,将 LoRa 模块设置为连续接收模式,如果在设定的时间内没有接收数据,则会发出一个接收中断,停止数据接收,系统进入待机状态。

3.3 NB-IoT 通信程序设计

网关在接收到采集实时数据后,通过 NB-IOT 将数据信息传输到云端平台。选用 M5311 模块完成 NB-IOT 通信,单片机与 M5311 模块通过串口通信,进而将数据发送至 PC 上,实现数据的实时监控。NB 模块入网流程如图 8 所示。

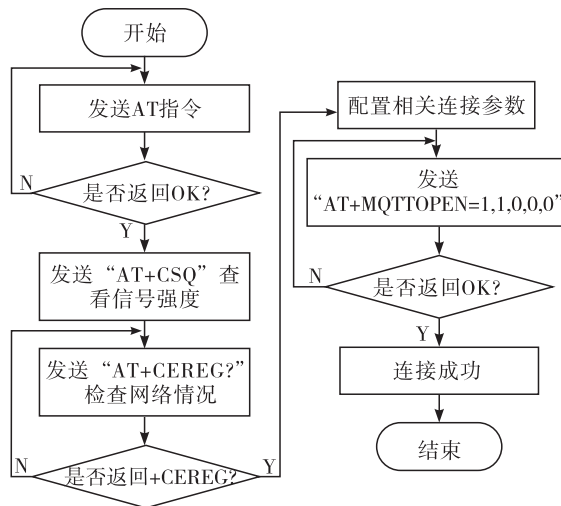


图 8 NB 模块入网流程图

在进行数据传输之前,需要对 NB 模块进行测试,发送“AT”指令,如返回“OK”,则模块正常,然后发送“AT + CSQ”指令,检查信号强度。在检测无问题后,发送“AT + CEREQ?”指令,检查网络情况,配置相关参数,最后发送“AT + MQTTOPEN = 1,1,0,0,0”指令,如返回“OK”,则表明连接成功。

4 系统测试

4.1 功耗测试

系统设计过程中,功耗是一个必须考虑的问题,本设计选用的 STM32F103 单片机和 SX1278 芯片都具有低功耗的特点,在休眠模式,测量的电流值小于 1 μ A。测试实验选用万用表和示波器,测试监控系统在休眠模式、唤醒模式、发送模式、接收模式四种模式的电流大小。测试结果如表 1 所示。

表 1 测试结果

序号	测试模式	测试结果
1	休眠模式	0.8 μ A
2	唤醒模式	10.58 mA
3	发送模式	122.36 mA
4	接收模式	15.42 mA

由表 1 可以得到:监控系统具有功耗低的特点,满足使用需求,提升监控系统的运行时间,延长使用寿命。

4.2 功能测试

机柜仪表采集和外部传感器采集实时数据通过网关传输到云平台,将数据保存到云端数据库内,并且能够在 PC 端的可视平台实时显示监控信息,不仅显示温度、湿度、可燃气体浓度,还显示通信机房运行的电流、电压数据,方便工作人员对设备状态的

掌握,PC 端监控界面如图 8 所示。

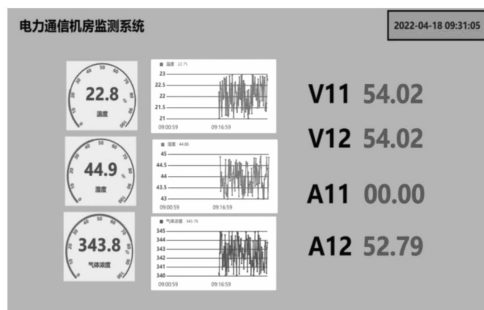


图 8 实时监控界面

监控系统内可查看各数据的历史数据,通过形成的历史曲线更直观的呈现运行状态,并且将实时数据接入预警系统,当出现异常时及时报警提示,方便工作人员及时处理。

5 结论

该文设计的智能电力通信机房状态监控系统,结合物联网技术和图像识别技术,优化了系统硬件和软件的设计,解决了实际运行中人工劳动强度大、效率低、故障处理不及时智能化程度低等问题。提出了通过 LoRa 通信技术和 NB-IOT 模块实现了数据至网关再到物联网云平台的方法,实现了对机房内机柜仪表数据和环境数据进行实时监测。通过测试,该监控系统能够实时显示各状态参数数据信息,指导运维人员工作,提升效率,具有一定的实际应用价值。

参考文献:

- [1] 陈鹏,刘攀,郑逐隧,等. 基于轻量化 YOLO 模型的电力机房设备状态快速检测[J]. 制造业自动化,2023,45(05):30-35.
- [2] 曲向华,李博. 电力通信机房动力及环境监控系统研究与设计[J]. 自动化技术与应用,2019,38(10):152-155.
- [3] 辛建军. 基于物联网的机房环境因子监测系统设计与实现[J]. 微型电脑应用,2023,39(08):19-21.
- [4] 李葵,吴非,王韬,等. 基于物联网的电力通信机房可视化系统[J]. 自动化与仪表,2020,35(09):97-100.
- [5] 李阳,朱伯涛,胡志亮,等. 物联网技术在电力智能监控系统中的应用探究[J]. 微型电脑应用,2020,36(11):154-156+167.
- [6] 黄涛,严鹏志,韩文建,等. 基于泛在电力物联网技术实现电力安全器具监管的研究[J]. 工业仪表与自动化装置,2021(01):18-22.
- [7] 赵冬义,陆爽,金羽乔,等. 基于物联网技术的变电站远程监控系统设计[J]. 电子设计工程,2021,29(20):92-95+100.
- [8] 魏静博,黎芳芳,张芹,等. 基于 STM32 的物联网温控平台系统设计[J]. 现代电子技术,2023,46(04):52-56.
- [9] 郑伟,孙旭飞,谢蓉. 基于 LoRa 技术的小区垃圾桶监测系统设计与实现[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2020,20(03):70-73.
- [10] 贾春刚. 基于单片机的机房温湿度监控系统[J]. 电子测试,2022,36(05):38-40.
- [11] 谢永超,杨利,严俊. 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的设计[J]. 计算机测量与控制,2021,29(08):255-259.
- [12] 袁子昂,倪伟,冉敬楠. 基于 Winograd 算法的可重构卷积神经网络加速器[J]. 电子科技,2022,35(12):35-42.
- [13] 李英俊,褚文超,严利军,等. 基于卷积神经网络的 MEMS 传感器随机误差补偿方法[J]. 电子设计工程,2021,29(23):51-55.
- [14] 张凤,王伟良,袁帅,等. 动态环境下基于卷积神经网络的视觉 SLAM 方法[J]. 沈阳工业大学学报,2022,44(6):688-693.
- [15] 何潇. TensorFlow 平台深度学习的网络路由路径优化选择研究[J]. 电子设计工程,2021,29(10):138-142.
- [16] 陈锐,孙羽菲,程大果. 等. TensorFlow 中 OpenCL 核函数的实现与优化[J]. 计算机学报,2022,45(11):2456-2474.

(上接第 60 页)

- [7] 梁波,尹华杰. PMSM 的 MP-MRAS 无位置传感器控制[J]. 机械制造与自动化,2022,51(2):149-151+156.
- [8] 范乐乐,李玉涵,汪旭东,等. 基于 MRAS 分段永磁直线同步电机绕组切换控制[J]. 武汉大学学报(工学版),2022,55(1):78-84.
- [9] 黄敏,王勇. 低开关频率下基于 MRAS 的 PMSM 转子位置估计[J]. 电力电子技术,2021,55(7):75-79.
- [10] 李平,彭达洲. 基于 MRAS 异步电机转子电阻辨识[J]. 传感器与微系统,2011,30(5):51-53+57.
- [11] 秦洋,周天翔,袁文琦,等. 基于高通滤波器的电机驱动系统电磁干扰测试[J]. 电力电子技术,2021,55(9):23-27.
- [12] 袁子昂,倪伟,冉敬楠. 基于 Winograd 算法的可重构