

简易物联网环境监测节点的设计与实现研究

宋海辉

南昌理工学院, 江西 南昌 330044

DOI: 10.61369/TACS.2025140022

摘 要 : 随着物联网技术的快速普及与低成本化发展, 环境监测领域正逐步摆脱传统人工监测的局限性, 向自动化、智能化、实时化转型。简易物联网环境监测节点作为环境数据采集的核心终端, 具有成本低廉、部署灵活、操作便捷等优势, 可广泛应用于企业车间、仓储库房、办公区域等场景, 实现温湿度、空气质量、光照强度等关键环境参数的实时采集、传输与分析。基于此, 本文针对简易物联网环境监测节点的设计与实现展开研究, 探讨了该系统在企业中的应用策略与推广路径, 为中小企业低成本实现环境智能化监测提供技术参考与实践方案。

关 键 词 : 物联网; 环境监测节点; 数据采集; 云端平台

Research on the Design and Implementation of a Simple IoT Environmental Monitoring Node

Song Haihui

Nanchang University of Technology, Nanchang, Jiangxi 330044

Abstract : With the rapid popularization and low-cost development of IoT technology, the field of environmental monitoring is gradually breaking away from the limitations of traditional manual monitoring and transforming towards automation, intelligence, and real-time performance. As the core terminal for environmental data collection, the simple IoT environmental monitoring node boasts advantages such as low cost, flexible deployment, and easy operation. It can be widely applied in scenarios including enterprise workshops, warehouses, and office areas to achieve real-time collection, transmission, and analysis of key environmental parameters such as temperature, humidity, air quality, and light intensity. Based on this, this paper conducts research on the design and implementation of a simple IoT environmental monitoring node, discusses the application strategies and promotion paths of the system in enterprises, and provides technical references and practical schemes for small and medium-sized enterprises (SMEs) to achieve intelligent environmental monitoring at low cost.

Keywords : Internet of Things (IoT); environmental monitoring node; data collection; cloud platform

引言

在工业生产与企业运营中, 环境参数的稳定性直接影响产品质量、生产安全与员工身心健康, 电子车间温湿度、化工企业有害气体浓度、仓储企业温湿度与粉尘含量等, 均需实时精准管控。当前市面上的物联网环境监测系统多针对大型企业设计, 存在成本高昂、部署复杂、操作难度大等缺陷, 难以适配中小企业的预算与技术能力^[1]。因此, 设计一套低成本、简易化、高可靠的物联网环境监测节点, 探索其企业推广路径, 具有重要的现实意义与应用价值。

一、简易物联网环境监测节点的设计

(一) 系统总体架构

依照物联网分层架构理论和实际应用场景需求, 形成起“感知层-传输层-平台层-应用层”这四层次结构模型, 各部分之间既独立又相互配合, 简化层级间的交互流程, 显著降低系统复杂度和开发成本。感知层负责采集温湿度、光强、PM2.5浓度以及有害气体含量等物理量, 通过模数转换器将模拟信号转换成数字信号, 然后借助传输层进行高效的数据交互和指令传递, 这个

层级使用低功耗无线通信技术, 主要承担实时数据交换、控制命令解析等功能, 平台层是云服务的核心组成部分, 其承担数据存储管理、计算分析、统计汇总以及可视化呈现的任务, 并且提供直观的人机交互界面以满足不同需求; 应用层根据特定行业场景定制功能模块, 参数配置、报表生成、异常预警等功能单元均在此层级中实现。该系统具有兼容性和灵活性, 此架构基于模块化设计思想, 便于后期维护升级且符合中小企业实际运营需求。

(二) 各层功能与技术选型

结合系统简易化、低成本、高可靠目标, 针对各层功能合理

选型, 兼顾实用性与经济性, 具体如下: 一是感知层设计。为了不使系统搭建过于复杂, 选择了数字信号传感设备作为温湿度检测采用 DHT11 传感器, 颗粒物浓度检测采用 GP2Y1010AU0F 传感器。在有害气体成分测量方面, 使用了 MQ 系列传感器进行采集。数据处理部分采用性能强、功耗低的 STM32F103 作为中心处理器, 此芯片具有多路接口兼容性, 支持多种传感器的接入和综合运算, 能完成接口端采集到的实时信息的处理等工作。二是传输层架构设计。本方案选用 Wi-Fi+LoRa 双模通信, ESP8266 模块针对室内短距离应用需求, SX1278 模块针对室外远距离数据交互需求, 系统实现智能化切换, 可动态调整运行模式实现设备兼容性优化, 在保证功能完备性的前提下, 优化成本控制效果。三是平台架构设计。利用阿里云物联网 (IoT) 服务搭建轻量级云端服务平台, 基础版资源已能支撑基本监测功能的实现, 通过开源 MySQL 数据库完成结构化数据存储任务并提供高效的查询与统计能力, 整合 Web 端和移动终端交互界面, 满足不同操作场景的需求。四是技术架构。建立一个涉及实时数据监视、过往信息查询、参数变动调节、异常状况告警、智能报告生成等功能组件的综合性平台, 着重改善操作界面的友好性和应用环境的适宜性, 适配多场景并支持简单扩展。

(三) 数据采集终端的设计

数据采集终端使用 STM32F103 作为处理器, 传感器、信号处理、无线通信、供电等板块均集成在其上, 整个架构简洁且易于操作, 还具有一定的成本效益。一是传感器接口模块设计^[2]。通用的 GPIO 端口加上 I2C 通信协议, 形成一种兼容多种传感装置的平台, 简化了传统信号调理电路的复杂程度, 设计中留有可扩展的引脚以应对未来能力更新升级的要求, 这样做的目的是保持灵活性和易于维护。二是数据处理模块: 依靠单片机接收传感器信号, 完成滤波、校准以及异常检测等工作流程, 再借助通信接口将信息发送至传输单元或者接收云端下发的控制指令, 从而达成远程操控的效果。三是无线通信模块设计。把 ESP8266 和 SX1278 芯片整合起来, 依靠串口协议, 达成跟主控单元之间的数据交互, 传输模式可以随时按照应用场景的需求来调整, 这样就能够优化数据通信过程中稳定性和适应性的表现。

二、核心功能模块与技术实现

(一) 云端数据平台架构

基于阿里云物联网平台搭建的云端数据架构, 摆脱传统本地服务器依赖的模式, 降低部署和运维的成本, 整体包括数据采集、数据处理分析、数据存储管理和数据可视化监控四大功能模块。一是数据接入模块: 使用 MQTT 协议实现与终端设备的数据交互功能, 实现信息的实时获取, 对获取的数据进行初步校验, 去除无效和异常数据, 保证数据源的准确性。二是数据处理层: 核心功能是数据解析、校准和异常判断, 把二进制数据变成结构化数据, 校准提高精确度, 依照阈值判定异常并发出警报^[3]。三是数据存储架构设计: 本系统利用 MySQL 数据库来实现多源异构数据的集中化管理, 并借助分时分区手段明显缩减存储资源消

耗, 而且赋予高效的历史数据检索及统计分析能力。四是展示控制层: 提供 Web 端与移动端展示, 界面简易, 包含实时数据、历史查询、参数设置、异常报警、终端管理等功能, 便于管理人员操作。

(二) 智能算法支持

选用低成本、简易实现的智能算法, 不仅可以大幅度提高数据的准确度, 而且对推动系统智能化发展具有一定的促进作用。其中单片机与云端平台之间高效协同运行, 主要依靠两种技术方案。一是数据预处理方案设计: 采用滑动平均滤波算法, 以 N 个连续采样点的算术平均值来表现有效信号, 并利用参数设置 (推荐区间为 5 至 10) 实现出噪声抑制的效果, 该办法能够大幅度加强信号品质及测量准确性。二是异常检测算法设计: 采用阈值判断结合趋势分析, 管理人员设置参数阈值, 云端实时对比数据, 超出阈值判定为异常; 同时分析连续 10 个数据趋势, 异常趋势触发预警, 避免风险扩大。两种算法无需增加系统成本与复杂度, 可满足企业精细化监测需求^[4]。

(三) 传感器模块设计与组网逻辑

结合企业场景需求, 设计简易传感器模块与组网逻辑, 兼顾监测范围与成本, 实现全面数据采集。传感器模块的设计理念是“传感单元+数据采集终端”一体化架构方案。每个独立的数据采集端口最多可搭配 3-5 种不同类型的传感器, 灵活根据实际应用场景进行动态组合配置。模块具有防水防尘特性, 采用低功耗传感器技术大大降低整体能耗^[5]。采用星型组网, 以云端为星型组网中心, 各终端作为节点独立传输数据, 节点之间不需要通信, 组网部署简单维护。大型厂区可多节点全覆盖, 中小企业可部署 1-3 个重点节点, 支持节点动态增减, 提升扩展性。

三、简易物联网环境监测在企业的应用与推广

(一) 监测参数与数据的设置

结合企业实际需求, 合理设置监测参数与数据配置, 确保系统精准适配, 提供有价值数据。

第一, 参数选取准则。参照行业特点来选取核心指标, 排除无关数据的干扰, 电子制造领域关注温湿度以及 PM2.5 浓度还有静电电压, 食品医药仓库主要依靠温湿度调控和光照强度, 化工生产环节重视有害气体的成分及其环境温度趋向, 办公场所着重温湿度均衡性并进行空气质量评判, 并且具备自动调节功能^[6]。第二, 数据管理模块设置。云端设置采集频率、存储时间、报警阈值, 核心参数采集频率 1 次/分钟, 普通参数 1 次/5 分钟。

(二) 与企业信息化建设的融合

为提升简易物联网环境监测节点系统应用价值, 推动简易物联网环境监测节点系统在企业中的广泛应用, 需要将简易物联网环境监测节点系统与企业现有信息化建设相融合, 实现数据共享、协同管理, 避免出现信息孤岛。第一, 与企业现有管理系统对接。针对那些已经安装 ERP, MES 或者 OA 这类经营平台的企业来讲, 借助 API 接口技术来实现环境监测系统同业务流程之间的深度结合, 从而达成数据交互共享的目标, 可以把收集到的数

据及时同步给 MES 模块，以实现了对生产进程的动态监督，一旦检测到异常参数就自动发出停机指令来保证产品的质量；依靠 OA 平台呈现实时环境指标情况，便于员工查看相关信息并改善工作流程；整合到 ERP 数据库当中，对企业实行精准化的环保管控和成本核算形成有力支持^[7]。第二，融入企业安全生产管理体系。将环境监测系统并入企业安全管理体系，把环境参数监控当作常规运作部分，构建异常响应机制。当设备察觉到环境数值不正常时，自动激活警报通知，发送至安全经营团队。关联人员按照预先制订的程序即时开始处置操作（排查传感器异常情况，执行环境调节策略或者启动应急对策），并详尽记载处理情况及其成果，形成数字化的生产安全保障文档，改善整体经营风险管控水平和反应速度^[8]。

（三）加大技术推广应用

结合系统低成本、易部署、高实用性的优势，制定差异化推广策略，推动企业广泛应用。第一，加强试点应用，打造示范案例。选取一些涵盖跨领域的代表性公司当作试点单位，赋予其免费的科技支持和部署服务，附带专门的运维保障方案，不断收集参与试点企业的意见反馈情况，动态完善产品功能模块并改善交

互设计细节，提升系统的使用价值和运作稳定性；总结已取得的成果经验编写一份专题汇报，通过行业论坛活动、专业展览盛会、网络数字化经营平台等诸多渠道广泛散发出去，突出其在商业世界中的价值和意义，鼓舞企业信心，加快整个行业开展应用的速度^[9]。第二，降低使用门槛，提供全方位服务。针对中小企业缺乏技术储备的特点，打造一体化服务体系，对系统部署到参数设置、人员培训和运维保障等各个环节进行全方位指导，让企业顺畅运用平台，提高用户的满意度，助力产品的规模化推广^[10]。

四、结语

综上所述，结合物联网分层架构，设计实现了一套简易物联网环境监测节点系统，完成核心模块设计与技术选型，探讨了企业应用与推广策略。该系统成本低、易部署、高可靠，可广泛应用于各行业企业，有效解决传统人工监测弊端，助力企业环境监测智能化升级。受时间与技术水平限制，系统存在监测精度、算法复杂度、功能扩展性等不足。在后续工作中，应注重选用更高精度传感器与高效算法，

参考文献

[1] 杨宇, 任洁. 物联网技术在环境污染监测中的应用 [J]. 百科知识, 2024, (30): 36-38.

[2] 刘琦, 王磊. 物联网技术在环境监测中的应用研究 [C]// 河北省环境科学学会, 北京环境科学学会, 天津市环境科学学会. 京津冀生态环境科技产业金融协同发展大会论文集. 河北省沧州市生态环境监测中心; 沧州市生态环境监控中心; 2024: 235-240.DOI: 10.26914/c.cnkihy.2024.045078.

[3] 雷广坤, 郝传柱, 王庆吉. 基于 STM32G474 和物联网的养鸡场环境监测系统研究 [J]. 现代农业科技, 2024, (20): 147-150.

[4] 李永萍, 侯舒怀, 万永超. 基于物联网技术的生态环境监测应用研究 [J]. 黑龙江环境通报, 2024, 37(10): 69-71.

[5] 刘小蒙. 基于卫星物联网的海岛生态环境监测系统 [J]. 物联网技术, 2024, 14(10): 30-32.DOI: 10.16667/j.issn.2095-1302.2024.10.008.

[6] 韩静. 基于物联网的农机恒温恒湿环境监测与控制系统设计与应用 [J]. 南方农机, 2024, 55(19): 69-72.

[7] 付渊, 任瑞仙, 王丽琴. 基于物联网的校园环境监测系统设计 [J]. 物联网技术, 2024, 14(09): 47-49.DOI: 10.16667/j.issn.2095-1302.2024.09.012.

[8] 赵志阳, 张宸瑞, 赵轩毅, 等. 基于物联网的智能鱼塘水质环境监测系统设计 [J]. 无线互联科技, 2024, 21(17): 21-23.

[9] 曹朝阳, 孙蒙蒙. 环境监测系统中物联网技术的应用 [J]. 信息记录材料, 2024, 25(09): 69-71.DOI: 10.16009/j.cnki.cn13-1295/tq.2024.09.023.

[10] 于晓锋. 新课标理念下的物联网模块教学实践与探索——以 "IoT 室内环境监测仪" 项目为例 [J]. 中国信息技术教育, 2024, (16): 63-65.