

基于ZigBee和WiFi融合网络的智慧工厂环境监测系统架构设计

黄海龙* 陈松 周兵 刘建业 朱文捷 梁青爽 冯皓华
航天建筑设计研究院有限公司, 北京 102600

摘要: 基于ZigBee和WiFi融合网络的智慧工厂环境监测系统, 以ZigBee和WiFi融合网络为基础, 利用ZigBee网络联接温湿度传感器模块、烟雾传感器模块, 利用WiFi网络联接视频监控摄像机和声光报警设备, 利用WiFi和ZigBee网关实现互联, 服务器端的应用程序按预定逻辑实现监测、分析、报警等功能, 上位机显示界面呈现实时数据, 充分发挥ZigBee无线传感器网络功耗低、成本低、时延短、网络容量大、组网能力强、可靠性高、安全性高优点, 以及WiFi网络带宽大、速度相对较快、方便接入互联网等优点。通过设计协同传输机制旨在协调网络的可靠运行, 保证终端层数据稳定、安全传输, 检查虚警数据。

关键词: ZigBee; WiFi; 融合网络; 智慧工厂; 环境监测

一、概述

随着工业现代化的发展, 信息技术及应用方案日新月异, 发展、生产制造业竞争的加剧、工业制造精度的提高, 智慧工厂成为生产制造业的重要发展趋势。近些年, 随着中国物联网、工业互联网、云计算等技术快速发展, 中国智慧工厂快速发展^[1]。智慧工厂环境监测需求一般包括温湿度、火灾烟雾、空间视频信息。基于ZigBee和WiFi融合网络, 既能解决温湿度传感器模块、烟雾传感器模块数量多、分布式布放、带宽小、功耗低等特性要求, 又能解决视频监控带宽大、速度快、数字化、IP化等特性要求, 从而使得智慧工厂环境监测终端多元化、信息融合化、显示多媒体化^[2]。

(一) 智慧工厂现状及需求分析

随着国家经济的发展, 工业制造业随之发展加快, 从而拉动经济增长的需求, “中国制造2025”概念的提出, 为制造业指明发展方向。

由于制造业的高速发展, 企业在管理方面的手段逐渐落后, 很多处于传统人工监控方式的做法效率逐渐降低, 这种背景下, 企业急需一套新型的智慧工厂监控系统, 提高厂区的现代化管理水平, 通过无线网络方式将厂区智能化安防系统纳入统一管理, 并与业务相结合, 建设一套整体的智慧工厂解决方案^[3]。

(二) ZigBee技术特点分析

1. ZigBee功耗低于其他无线通信技术, ZigBee开展传输处理过程中对应需求的功率为1mW^[4]。若ZigBee进入休眠状态模式, 其功率将更低。通俗来讲, 通过装置有ZigBee的设备配备两节5号电池, 该设备便可持续运行超过6个月的时间。

2. ZigBee研发及使用所需投入的成本较低, 而且无须交付专利费, 所以ZigBee可为广大用户所接受。

3. ZigBee具有较高的安全可靠, ZigBee可实现十分完备的检测功能, 同时在应用ZigBee时需要进行反复的检验流程。如此一来, 切实确保了ZigBee的安全可靠性^[5]。另外, ZigBee在传输数据过程中可确保数据流的相对平行性, 换言之, ZigBee可为数据提供宽广的传输空间。

(三) WiFi技术特点分析

1. 传输速度非常快, 其传输速度可以达到11 mbps (802.11b) 或者54 mbps (802.11a), 适合高速数据传输的业务。

2. 无须布线, 可以不受布线条件的限制, 非常适合移动办公用户的需要, 用户只需要将支持无线网络的终端设备该区域内, 即可高速接入因特网^[6]。

3. 健康安全, 具有WiFi功能的产品发射功率不超过100毫瓦, 实际发射功率60~70毫瓦, 与手机、手持式对讲机等通讯设备相比, WiFi产品的辐射更小。

* 通讯作者: 黄海龙, 1982年4月, 男, 汉族, 辽宁沈阳人, 现任航天建筑设计研究院有限公司智能化总工, 高级工程师, 硕士研究生。研究方向: 通信及智能化。

二、系统功能设计

(一) 人机交互功能

主要通过上位机电脑上客户端软件实现针对各类传感器反馈信息、视频监控图像等人机交互，人机交互界面依托于软件界面的设计。电脑上客户端软件与服务器上的后台端可以采用C/S或B/S模式。

(二) 综合监测与分析功能

主要通过服务器后台管理软件实现对各类传感器反馈信息、视频监控图像的综合监测与分析^[7]。综合监测与分析可以包括对历史数据查询、实时数据及图像查看、报警日志查询、报警次数统计、分析图表样式选择（柱状图、饼状图等）、监测与分析结果导出等功能；历史数据按设备、按时间周期（年月日）等检索条件查询。

(三) 报警功能

在系统运行中，如果某个温湿度传感器超过预先设定值，服务器应用软件会自动形成报警信息，并发往上位机电脑，同时与声光报警器联动，在工厂内发出声光报警信号。

(四) 通信功能

各传感器分别通过ZigBee传送数据到网关，网关通过WiFi以TCP/IP协议上传数据到服务器。视频监控摄像机直接通过WiFi网络以TCP/IP协议上传数据到服务器。上位机电脑发来的各类控制信息可以通过WiFi网络传送数据到网关，再通过ZigBee传送至各传感器。

三、架构设计

智慧工厂环境监测系统架构由三层组成，分别是终端层、网络层和应用层。

(一) 终端层

终端层是最底层，是信息采集和监控执行设备。终端层包括温湿度传感器、烟雾传感器、视频监控摄像机、声光报警设备。温湿度传感器、烟雾传感器。终端层与ZigBee网络设备互联^[8]。视频监控摄像机附有WiFi通信模块，可直接与WiFi网络设备通信。

(二) 网络层

网络层基于ZigBee和WiFi融合网络。网络层包括ZigBee网络设备、网关设备、WiFi网络设备。

ZigBee网络设备包括协调器、路由器、终端节点三种功能设备^[9]。网络层主要完成的任务有相关环境数据的采集，并且要进行数据的分析转发。网络层不仅要考虑正常工作问题，还要考虑看工业环境信道噪声干扰、网络安全等安全因素。

(三) 应用层

应用层由服务器及后台管理软件、上位机电脑及客户端软件组成。服务器及后台应用软件、上位机电脑及客户端软件可以采用C/S或B/S模式运行。应用层负责存储、分析、归类、统计和呈现传感器网络层传来的数据。当应用层管理平台通过分析对比传来的数据和预先设定的预警值以后，如果超过预警值，就会将警报出发，并且将相关数据储存在后台数据库中。这样，管理人员一方面可以通过查看记录了解工厂的历史数据，另一方面也可以了解实时报警状况，并且能够通过视频监控摄像机远程查看工厂现场视频图像，从而有效降低的人力、物力、财力的投入，实现快捷、高效管理。智慧工厂环境监测系统架构如下图1所示。



图1 智慧工厂环境监测系统架构图

四、协同传输机制设计

协同传输机制旨在协调网络的可靠运行，保证终端层数据稳定、安全传输，检查虚警数据。协同传输机制包括分

组管理机制和基于预优先级列表的网络结构管理机制。

(一) 分组管理机制

将不同的ZigBee设备群按地理位置分成各个小组。在每个小组中,由ZigBee协调器设备作为组长节点,其他路由器、终端节点两个种功能设备作为组员节点。组长节点负责每个组员节点的网络初始化,组长节点与组员节点通过投票签名的公共密钥以及秘密密钥生成协议^[10]。组长节点通过网关设备与指定的WiFi网络设备互联互通。

(二) 基于预优先级列表的网络结构管理机制

鉴于智慧工厂建筑空间是稳定的,ZigBee网络一般采用星型网络结构,即组长节点与一群组员节点是固定关系,网络设备成本低、管理更方便^[11]。

为了提高网络总体可靠性、避免因组长节点宕机引起小组整体传输信息故障,采用网络结构备份协商机制^[12];预先对小组内各个节点设备赋予优先级,一旦原组长节点宕机,小组会根据预先设定的优先级列表,由剩余节点设备中优先级最高的节点设备担任组长节点,重新进行ZigBee网络初始化,并通过网关设备与原组长节点对应WiFi网络设备互联互通。

五、总结

本文设计了基于ZigBee和WiFi融合网络的智慧工厂环境监测系统三层架构,提出了涵盖分组管理机制和基于预优先级列表的网络结构管理机制的协同传输机制。利用基于ZigBee和WiFi融合网络技术,实现对温湿度传感器、烟雾传感器信息传输和数据分析报警,同时实现视频监控图像实时浏览,以及声光报警发送。利用分组管理机制和基于预优先级列表的网络结构管理机制实现面向正常运行状态和协调器节点故障状态下可靠传输和运行。基于ZigBee和WiFi融合网络,依托网关设备,充分利用2.4 GHz免费频段自组网,具有安全可靠、成本较低、网络扩展能力强、业务承载多元化等优点,能满足智慧工厂环境数据采集和视频监控信息的传输,具有良好的拓展前景。

参考文献:

- [1]刘凤庆,马海宽,吴宁,马然,曹煊.基于ZigBee技术的无线传感器网络在海洋生态环境监测中的应用研究[J].山东科学,2019,32(06):1-8.
- [2]韩建书,薛鹏飞,袁淑芳,赵镇川,胡慧勇,魏东亮,陈泽亮.基于ZigBee无线传感器网络技术的双孢菇生长环境监测系统的设计[J].工业计量,2019,29(06):53-55+75.
- [3]张育人.浅析无线传感器网络在智能茶园环境监测及信息采集处理中的应用[J].福建茶叶,2018,40(08):456.
- [4]左是,刘竹林,李祯.基于森林环境监测的无线传感器网络路由技术研究[J].湖北工业职业技术学院学报,2018,31(03):62-65.
- [5]陈杰,包学才,涂振宇.面向水环境监测的无线传感网络协作波束形成远距离传输优化方法[J].水利水电技术,2018,49(06):118-125.
- [6]尚志跃,曾成,张馨,郑文刚.基于商业云平台植物工厂环境监测系统的研究与实现[J].农机化研究,2017,39(09):7-13+30.
- [7]孙士尉,刘擘,刘海波,董峰.基于ZigBee无线传感器网络的植物工厂环境调控系统[J].中国农机化学报,2016,37(04):74-78.
- [8]李青,马君健,刘伟,陈庆锋,高新国,赵凌曦,张婧,丁世刚.某工厂移动顶棚式X射线探伤室环境监测及评价[J].辐射防护,2015,35(02):117-122.
- [9]王巍.基于物联网的智慧工厂环境数据监测[D].北京交通大学,2011.
- [10]敖诚博.基于ZigBee技术的温度数据采集监测系统的设计[D].吉林大学,2010.
- [11]蒙懿.基于无线传感网络的烟厂车间环境监测系统设计[J].柳州职业技术学院学报,2014,14(02):43-47+83.
- [12]董健.物联网与短距离无线通信技术.[M].北京:电子工业出版社,2016.