

基于 NI WSN 的智能家居监控系统设计

彭来强, 胡新

(温州职业技术学院 机械工程系, 浙江 温州 325035)

摘要: 随着物联网和计算机技术的不断发展, 智能化、网络化、信息化是现代家居系统的必然发展趋势; 将 NI 无线传感器网络 (WSN) 技术引入到智能家居监控系统的设计中, 基于 NI WSN 系列产品进行了无线智能家居系统的总体框架、硬件型号和软件流程设计; 系统的传感器节点分别采集盗情、烟雾、温湿度等参数, 以无线形式通过网关将数据传输至上位机 PC, 在 PC 端利用 Labview 软件实现了智能家居防盗系统、火灾报警系统、环境舒适度等参数的实时在线监控, 取得了良好的人机交互界面, 并具有远程终端监控功能; 该智能家居监控系统具备低功耗、实时性好、易扩展及可实现远程监控等优点, 在智能家居领域具有广阔的市场前景和推广应用价值。

关键词: 智能家居; NI WSN; 节点; Labview; 远程监控

Design of Smart Home Monitoring System Based on NI Wireless Sensor Network

Peng Laiqiang, Hu Xin

(Wenzhou Vocational and Technical College, Wenzhou 325035, China)

Abstract: With the continuous development of Internet of things and computer technology, intelligent, networking, information are the inevitable trends of the modern smart home monitoring system. The NI wireless sensor network (WSN) technology is introduced into the design of smart home monitoring system. Based on the NI WSN series, the overall framework, hardware selection and software flow of the wireless smart home system were designed. The sensor nodes of the system collect the parameters such as security situation, smoke, temperature and humidity, and transmit the data to the host computer in the form of wireless. On the PC side, the Labview software is used to realize the real-time online monitoring of the intelligent home security system, the fire alarm system and the environmental comfort parameters, which has a good man-machine interface and the function of remote monitoring. The intelligent home monitoring system has the advantages of low power consumption, good real-time performance, easy to expand and remote monitoring, which has a broad market prospect and application value in the field of smart home.

Keywords: smart home; NI WSN; sensor node; Labview; remote monitoring

0 引言

物联网和计算机技术的飞速发展, 尤其是无线传感器网络的出现和发展, 开启了智能家居网络化、信息化的新时代。智能家居系统为人们提供了更加舒适、安全和便捷的生活方式, 它可以实现包含防盗报警、安全监控、智能开关控制、远程遥控、智能家电等在内的多种功能。我国拥有超过 4 亿户家庭, 住宅家庭智能家居潜在存量市场在 12 万亿元左右, 市场前景非常广阔^[1-3]。

在智能家居发展的前两代, 有线布线形式和分布式控制是智能家居系统的主要实现方式, 其存在着布线繁琐、功能单一、性价比低、扩展性差等缺陷, 线缆一般需要在施工时提前铺设, 大大限制了智能家居系统的普及应用^[4]。随着物联网及无线传感器技术的发展, 未来无线网络将逐步取代传统有线形式, 使智能家居系统的设备和节点可以分布在各个角落, 增强了系统设计的灵活性和可扩展性。同时, 身处互联网+时代人们对智能家居的性能提出了更高的要求, 以往的监控系统通常

采用单片机+ARM 终端的开发模式, 其存在着功能单一、开发难度大、通用型不强、难于实现远程监控等缺点^[5-6]。

美国国家仪器公司 (National Instrument, 简称 NI) 于 2009 年 8 月推出了首款无线传感器网络平台 (Wireless Sensor Network, 简称 WSN)^[7]。与有线测量系统相比, NI WSN 成本更低、配置更灵活、设计更简单, 能帮助用户突破传统的功耗和网络限制, 更快、更灵活的实现系统设计开发, 为智能家居系统的集成提供了专业级解决方案; 同时, 它能够借助可靠的电池供电接受长期部署, 4 节 AA 碱性电池可在 3 个点/分钟的速率下持续供电 3 年之久。结合 Labview 图形化编程语言, 可以在上位机端实现功能丰富、界面友好的人机交互软件, 借助 web 发布工具还可实现智能家居系统的远程监控^[8]。

1 总体设计

基于 NI WSN 的智能家居系统主要由以下三部分组成 (见图 1): 传感器、NI WSN 网络、显示及操作终端。传感器是智能家居系统中最底层的感知原件, 其将系统监控对象的物理量转换成电信号并传输给数采设备, 如红外探测器、烟雾探测器、火焰传感器、温湿度传感器等^[9-11]。NI WSN 网络是整个系统的核心, 典型的 NI WSN 网络由采集节点和以太网网关组成, 采集节点布置在传感器附近, 由电池供电工

收稿日期: 2017-05-10; 修回日期: 2017-06-10。

作者简介: 彭来强 (1968-), 男, 浙江温州人, 讲师, 主要从事机械 CAD、CAE 设计/机电一体化方向的研究。

作, 实时接收传感器端传来的电信号, 经信号调理及采集后传输给以太网网关。以太网网关协调着分布式测量节点与主控制器的通信, 基于 ZigBee 技术的 2.4 GHz、IEEE 802.15.4 无线通信使网关能够接收来自节点的测量数据, 并通过以太网端口与 Windows 或 Labview 实时主控制器连接通信^[12]。显示及操作终端包含家庭 PC 机和远程监控终端设备, 可在本地及远程实现家居环境实时监控。表 1 显示了智能家居系统主要的设计输入参数。

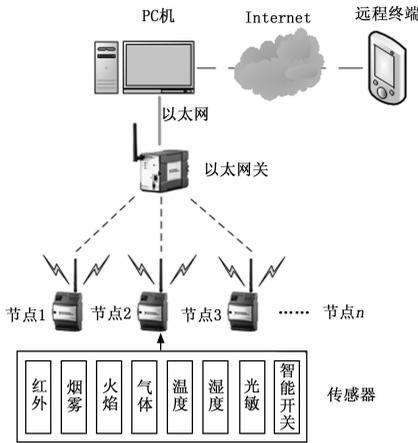


图 1 无线智能家居监控系统总体设计

表 1 系统设计输入参数

节点/型号	通道	参数名	传感器
Node1 NI WSN-3202	AI0	房间 1 烟雾	烟雾传感器
	AI1	房间 1 火焰	火焰传感器
	AI2	房间 1 湿度	阻抗式湿度计
	AI3	正门红外防盗 1#	红外传感器
Node2 NI WSN-3202	AI0	房间 2 烟雾	烟雾传感器
	AI1	房间 2 火焰	火焰传感器
	AI2	房间 2 湿度	阻抗式湿度计
	AI3	正门红外防盗 2#	红外传感器
Node3 NI WSN-3202	AI0	房间 3 烟雾	烟雾传感器
	AI1	房间 3 火焰	火焰传感器
	AI2	房间 3 湿度	阻抗式湿度计
Node4 NI WSN-3212	TC0	房间 1 温度	J 型热电偶
	TC1	房间 2 温度	J 型热电偶
	TC2	房间 3 温度	J 型热电偶

2 软件设计

系统软件采用图形化编程语言 Labview 2015 进行开发, NI WSN 模块可实现与 Labview 软件的无缝连接, 在 NI MAX 工具中可对所有网关和节点进行配置, 在程序框图中可直接读取各节点通道数据、信号强度、扩展电池使用情况等信息。Labview 是典型的数据流程图结构, 支持多线程采集及处理。系统软件主要分为数据采集层、数据传输层和用户交互层, 数据采集层、数据传输层由节点和网关分别基于 ZigBee 和以太网实现, 用户交互层主要包含防盗监控、火灾报警、环境舒适度、智能开关控制、视频监控等功能模块。系统软件构架示意图见图 2。

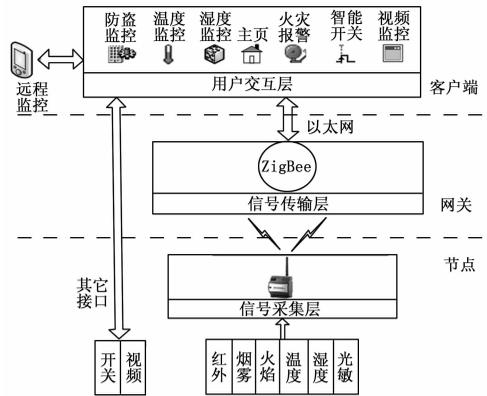


图 2 软件构架示意图

软件编程采用消息型队列状态机构架, 这种构架非常适合包含人机交互与数据显示的多线程采集任务。系统主要包含以下几种状态:

- 1) 初始化 (Initialize): 系统运行后首先执行的状态, 在该状态中可对系统参数进行初始化操作, 并读取通道设置参数将采集程序挂起, 采集到的数据进入队列;
- 2) 等待事件 (Wait for Event): 初始化完成后, 状态机转移至“Wait for Event”状态。该状态通过事件结构等待前面板发生改动。
- 3) 用户自定义 (User State): 在这些状态中可通过队列获取采集数据实现参数的实时显示、存储、打印等功能。每个状态完成后需指定下一个状态, 否则默认进入等待事件状态。
- 4) 停止 (Stop): 退出程序。只有 Stop 状态可以使应用程序停止运行, 这种设计可以避免应用程序意外关闭或不完全关闭。

2.1 防盗监控系统

热释电红外传感器是防盗监控系统设计中的核心器件, 它可以把人体的红外信号转换为微弱电信号, 并且对其它物体和小动物不敏感, 具有功能实用、价格低廉的特点, 非常适合家居日常安防监控^[13]。热释电红外传感器能感知防范区域内移动热源 (人或动物等) 运动时所引起的红外辐射变化, 其输出的微弱电信号经后续的放大、滤波、延迟等处理, 经电压比较及信号处理后转换为触发电平, 经 NI WSN 3202 节点采集后, 传输至 PC 端处理器, 用于触发报警。报警信息已短信或通知形式发送给用户, 并发出声音报警, 经用户反馈后形成闭环。为减少系统误报率, 可以设置多个红外传感器联合监控, 每个传感器对应一个 WSN 3202 节点的一个通道。红外防盗监控系统原理如图 3 所示。

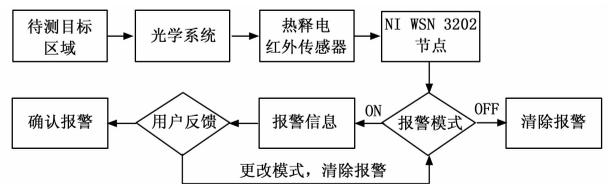


图 3 红外防盗监控系统原理

2.2 火灾报警系统

传统的火灾报警系统由烟雾或火焰传感器单方触发报警, 极易引起误报。为提高火灾报警系统的准确性, 在不同的区域

分别布置温度传感器、火焰传感器和烟雾传感器进行联合监控,当区域内三种传感器的输出电压均达到报警阈值,则触发火灾声音报警,并将报警信息存储至 PC 服务器端,通知用户。为避免室内吸烟或厨房排烟不畅等造成的误报,对烟雾传感器采集的电压信号取 5 次采样值进行平均处理,程序框图如图 4 所示。

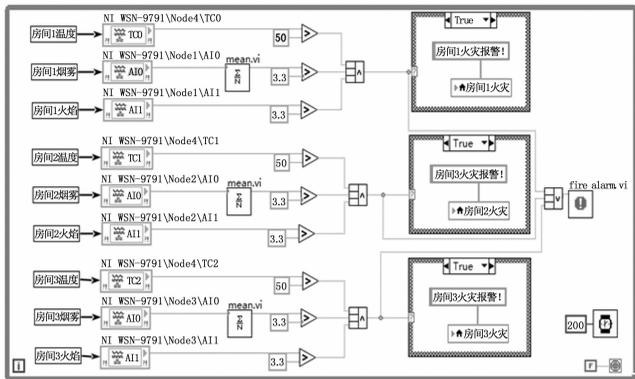


图 4 火灾报警系统程序框图

2.3 环境舒适度监控

温湿度是影响人体舒适度最主要的两大因素,也是智能家居环境的主要监控参数。温度由 J 型热电偶传感器获取,对应采集节点 Node4 (TC0~TC2),湿度由阻抗式湿度计获取,对应采集节点 Node1、Node2、Node3 的 AI2 通道。Mean.vi 实现对温湿度参数的 5 次平均处理,对平均后的参数进行报警阈值设定,当温度不在 10~25℃ 范围、湿度不在 40%RH~65%RH 范围内时进行提醒,提醒用户环境参数的变化,以便及时进行调整。环境舒适度监控子系统的程序框图如图 5 所示。

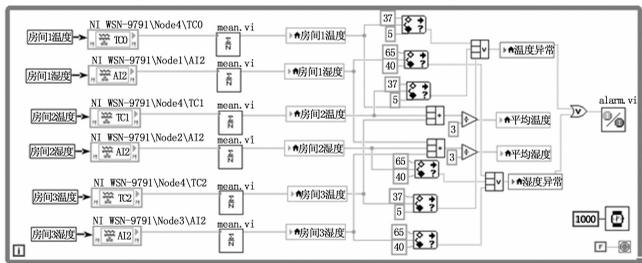


图 5 环境舒适度监控系统

2.4 电池能耗管理

NI WSN 的节点依靠 4 节 AA 碱性蓄电池供电,其低功耗特点是智能家居系统的一大优势。随着智能家居的不断推广应用,节点与传感器数量不断增加,对时效性要求也越来越高,需对电池能耗做进一步的监控与优化。WSN 节点的电池寿命与工作模式、通道数、采集点数、发送间隔等参数有关,在 NI WSN 开发环境中可以定义用户自定义输入/输出变量 (User-Defined I/O Variables, 简称 UDV),UDV 变量可以是一组数据的均值、最大值、最小值或用户定义的其它类型,当节点向基站传输数据时,发送 UDV 变量而非整个波形数据可以大大增加电池的寿命^[14]。在软件中,可以根据系统当前数据流量来预估电池剩余寿命,以提醒用户及时更换电池。图 x 显示了 4 通道模式下,在相同的发送频率下采用 UDV 与普通类

型数据时电池寿命对比图。

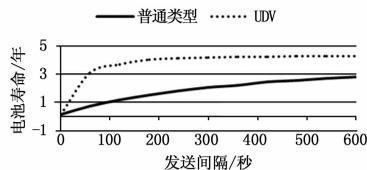


图 6 UDV 与普通类型电池寿命对比

3 远程监控发布

智能家居远程监控系统允许用户在远程终端实现家居环境、监控信息的实时查看与操控。Labview 自带 Web 发布工具,可生成 HTML 文档并嵌入前面板静态或动态图像,将开发的程序以内嵌形式发布到互联网,并可在本地及远程终端查看和控制程序前面板,且终端设备不需要安装 Labview 软件环境。远程发布步骤如下^[15]:点击菜单栏工具→web 发布工具,弹出 web 发布工具配置对话框,选择“内嵌”查看模式,并启动 web 服务器,编辑完文档标题、页眉、页脚等内容后,将 html 文档保存至磁盘。发布 VI 或应用程序后,用户可在远程终端浏览器中输入 html 地址查看和控制前面板,图 7 为智能家居系统远程监控效果。

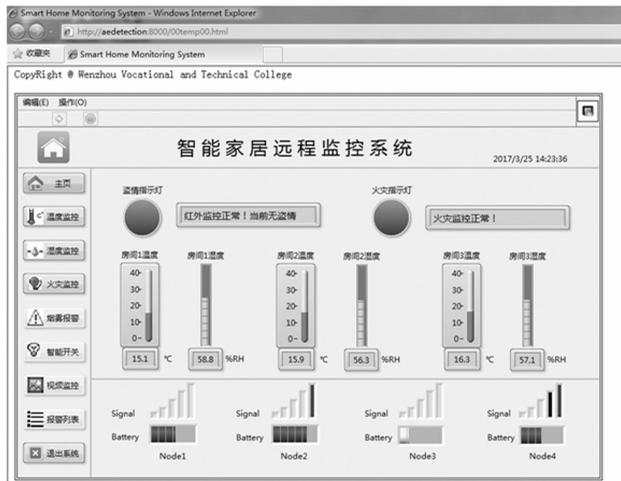


图 7 智能家居远程监控

4 试验结果与分析

为验证智能家居系统的功能和实时可靠性,对系统进行试验测试。图 8 (a) 为正门防盗监控页面下热释电传感器监测电压趋势图,当活动热源在监控范围内活动时,继电器常开触点闭合,输出感应电源。在延时段内(设置为 10 秒),只要热源仍在感应范围内活动,感应电源持续输出,直至其离开后才关闭输出。可见其灵敏度高,而且多个测点同时监测,可减少系统漏报的可能。图 8 (b) 为房间 3 模拟厨房排烟不畅时的烟雾和火焰报警器监控趋势图,当烟雾传感器输出电压达到报警阈值时并未触发火灾报警,这是因为火焰报警器和温度传感器均未达到报警阈值,此时系统仅提示烟雾报警,防止了火灾误报的可能。图 8 (c) 显示了房间 1 温、湿度实时监控图,若有参数不在预设的舒适度范围内,将预警结果记录于 PC 端数据库中。图 8 (d) 显示了用户在报警列表页面中可查询到的

所有参数的报警记录信息。设计的智能家居监控系统主要功能工作正常，灵敏度较高、实时性强、稳定性好，能对居家环境进行长期监测。同时，结合日益成熟的各种物联网智能家电，系统可根据当前监控参数实现居家环境的主动调节，真正实现智能家居系统的“智能化”。

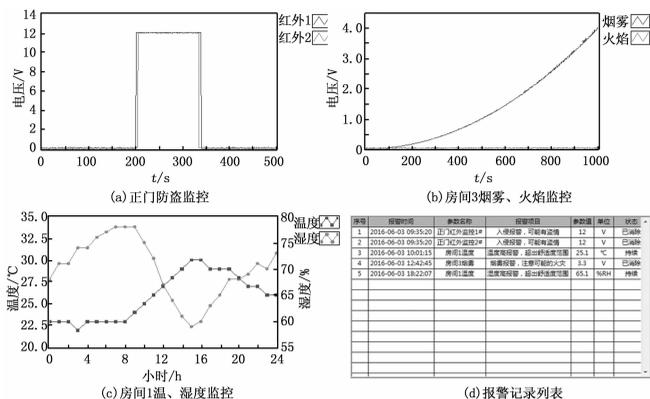


图 8 试验结果与分析图

5 结束语

不断发展的物联网及无线传感技术助力智能家居系统的功能不断完善，并逐步走进人们的日常生活。基于 NI WSN 技术构建了无线智能家居监控系统的总体框架，通过节点对室内环境温度、湿度、烟雾、火焰、非法入侵等情况进行采集，在上位机 PC 端利用虚拟仪器 Labview 软件实现了参数的实时显示与紧急报警处理，具有良好的人机交互界面。通过 Web 发布工具，可在远程终端实现家居环境的查看与操控。NI WSN 模块大大降低了系统开发难度，使系统在拥有低功耗、实时性的同时，具有灵活丰富的可扩展功能，在智能家居领域有着广阔的应用前景。

参考文献:

[1] 吕莉, 罗杰. 智能家居及其发展趋势 [J]. 计算机与现代化, 2007 (11): 18-20.

[2] 王飞, 陈金鹰, 刘香燕. 智能家居应用现状及其发展趋势 [J]. 通讯世界, 2016 (4): 267-267.

[3] 郑炯, 姚铭. 智能家庭网络的研究现状与发展趋势 [J]. 智能建筑与城市信息, 2006 (8): 109-112.

[4] 朱敏玲, 李宇. 智能家居发展现状及未来浅析 [J]. 电视技术, 2015, 39 (4): 82-85.

[5] 陆鑫潮, 蒋敏兰, 李慧芬. 基于 NI 无线传感器网络的智能家居监控系统 [J]. 计算机系统应用, 2013, 22 (9): 64-69.

[6] 史艳. 基于无线传感器网络的智能家居系统设计 [J]. 电子技术与软件工程, 2015 (21): 24-24.

[7] 电子测量技术. NI 最新推出无线传感器网络平台 [J]. 国外电子测量技术, 2009, 25 (9): 221-221.

[8] 杨光菊. 基于 LabVIEW 的远程测控实验系统的研究与实现 [D]. 北京: 中国农业大学, 2007.

[9] 刘舒祺, 施国梁. 基于热释电红外传感器的报警系统 [J]. 国外电子元器件, 2005 (3): 18-20.

[10] 邬春明, 杨文月, 程亮. 基于 ZigBee 的智能家居温湿度监测系统 [J]. 东北电力大学学报, 2012 (4): 14-17.

[11] 郭佳. 基于无线传感网络的智能家居系统的研究与设计 [D]. 秦皇岛: 燕山大学, 2013.

[12] National Instrument. NI WSN-9791 [EB/OL]. <http://www.ni.com/datasheet/pdf/en/ds-283>.

[13] 吴英才, 林华清. 热释电红外传感器在防盗系统中的应用 [J]. 传感器技术, 2002, 21 (7): 47-48.

[14] 李永战, 冯仁剑, 薛皓, 等. 基于虚拟仪器的无线传感器网络监控平台 [J]. 仪表技术与传感器, 2008 (7): 32-33.

[15] 王颖涛, 李增峰, 刘颖君. 基于 WSN 的实验室环境远程智能监控系统 [J]. 机械工程师, 2016 (2): 34-36.

[14] 费红姿, 范立云, 费景洲, 等. 基于虚拟仪器的直流电机模糊 PID 控制实验研究 [J]. 实验技术与管理, 2015, 32 (3): 81-84.

[15] 孟令权. 基于模糊 PID 控制器的控制方法研究 [J]. 引文版: 工程技术, 2016, 10 (1): 50-57.

[16] 张卫钢, 马红艳, 邱瑞, 等. 模糊 PID 控制算法在窗帘控制中的应用 [J]. 计算机系统应用, 2014, 23 (11): 155-159.

[17] 朱奇光, 肖亚昆, 陈卫东, 等. 基于萤火虫算法改进移动机器人定位方法研究 [J]. 仪器仪表学报, 2016, 37 (2): 323-329.

[18] 李朕阳, 郎朗, 陈孟元. 基于 SR-CKF 的移动机器人动态目标跟踪算法 [J]. 电子测量与仪器学报, 2016, 30 (8): 1198-1205.

[19] 孙双双, 李胜, 郭毓, 等. 基于梯度下降和二分类的移动机器人轨迹规划方法 [J]. 计算机测量与控制, 2016, 24 (11): 201-203.

[20] 周艳聪, 董永峰, 王安娜, 等. 新的室内移动机器人自定位方法 [J]. 计算机应用, 2015, 35 (2): 585-589.

[21] 许坤, 邹杰, 陈谋. 基于联邦滤波的室内移动机器人定位 [J]. 光电与控制, 2016 (9): 77-83.

[22] 金奇. 基于道路信息的户外移动机器人定位技术的研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2015.

(上接第 74 页)

[4] 骆云志, 张春华, 王铃. 挖掘机器人电液比例位置自调整模糊 PID 控制技术 [J]. 兵工自动化, 2014, 33 (10): 72-76.

[5] 陈珊珊. 模糊 PID 控制在船舶动力定位系统中的应用 [J]. 舰船科学技术, 2015, 37 (3): 119-121.

[6] 于薇, 董全林. 灰色预测模糊 PID 控制在调节阀智能定位系统中的应用 [J]. 液压与气动, 2015, 10 (12): 39-44.

[7] 熊中刚, 叶振环, 贺娟, 等. 基于免疫模糊 PID 的小型农业机械路径智能跟踪控制 [J]. 机器人, 2015, 37 (2): 212-223.

[8] 周武能, 田林林. 基于模糊 PID 算法的无线分布式温度控制系统 [J]. 控制工程, 2014, 21 (3): 309-314.

[9] 孙晓明, 马青, 曹虎, 等. 自适应模糊 PID 控制在 PLC 变频调速同步测试中的应用 [J]. 实验室研究与探索, 2014, 33 (6): 16-18.

[10] 潘亮, 周武能, 张杨. 基于模糊 PID 主从式方法的多电机同步控制 [J]. 微型机与应用, 2016, 35 (15): 5-7.

[11] 李林琛, 蒋小平. 基于 PID 控制的移动机器人路径跟踪 [J]. 激光杂志, 2016, 37 (2): 110-112.

[12] 白晶, 于喜红, 秦现生. 基于 PMAC 的码垛机器人模糊 PID 算法研究 [J]. 机械设计与制造, 2016, 45 (3): 46-49.

[13] 孙然然, 张寅宸. 基于模糊 PID 控制的光伏系统最大功率跟踪 [J]. 工业控制计算机, 2014, 27 (5): 69-71.