

物联网架构下的室内环境监控系统

陈立伟, 杨建华, 曹晓欢, 贺宁

(西北工业大学自动化学院 西安 710129)

【摘要】利用无线传感器网络对室内环境进行监测, 监控平台通过主协调器接收监测数据并上传服务器。服务器对监测数据进行实时显示, 并利用监控平台完成对外部设备的远程控制, 实现对室内环境的远距离监控。无线传感器节点采用TinyOS嵌入式系统, 使用NesC语言编写了主协调器与从设备之间的通信程序。服务器的人机交互程序采用虚拟仪器技术在LabVIEW环境下设计完成。

关键词 物联网; 无线传感器网络; 虚拟仪器技术; ZigBee

中图分类号 TP2

文献标识码 A

doi:10.3969/j.issn.1001-0548.2012.02.018

Indoor Environmental Monitoring System in the Framework of Internet of Things

CHEN Li-wei, YANG Jian-hua, CAO Xiao-huan, and HE Ning

(School of Automation, Northwestern Polytechnical University Xi'an 710129)

Abstract In recent years, Internet of Things had attracted wide attention around the world. An indoor environmental monitoring system is designed under framework of Internet of Things. The system is accomplished based on wireless sensor network and virtual instrument. The monitoring platform receives data from wireless sensors and communicates with a server through a local area network. The server displays real-time monitoring results and controls external equipment with the aid of the monitoring platform. The wireless sensor nodes adoptes TinyOS, and the communication program of nodes is compiled in NesC. Based on virtual instrument, a man-machine interactive program is designed in LabVIEW.

Key words Internet of Things; wireless sensor network; virtual instrument; ZigBee

物联网(Internet of Things)是新一代信息技术的重要组成部分, 其定义是通过信息传感设备, 按约定的协议, 把物品与互联网相连接, 进行信息交换和通信, 以实现对物品的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络^[1]。物联网技术实现了人与物品、物品与物品的连接, 在国防、工业、公共安全、城市管理、远程医疗、智能家居、智能交通和环境监测等领域拥有广阔的应用前景^[1-6]。因此该技术被认为是继计算机、互联网之后信息产业界的第三次革命性创新。

物联网概念最早是麻省理工大学Ashton教授1999年提出的, 进入21世纪后, 随着感知技术、现代网络技术、人工智能及自动化控制技术的不断进步, 物联网技术发展迅速, 并在世界范围内得到了广泛关注。美国政府在2008年将物联网列为未来振兴美国经济的两大重点之一, 建立了

EPCGlobal物联网架构^[7], 并在电力能源领域大力推广物联网终端^[2]。日本建立了基于海量电子标签的物联网系统Ubiquitous(UID)。我国在该领域的研究起步较早, 尤其对传感器网络技术的研发已经达到世界领先水平。但国内现有的研究成果主要集中在工业、交通、安防等领域, 针对于智能家居、仓储环境监控的室内物联网研究报道较少, 与美欧、日本相比存在较大差距。

本文基于无线传感器网络, 结合虚拟仪器技术设计出能够通过局域网对室内环境进行远距离监控的物联网系统。无线传感器网络基于ZigBee协议, 采用星型拓扑结构实现多点环境的实时监测^[8-9]。系统监控平台由PXI工控机及NI多功能模块组成, 负责采样数据预处理以及外部设备连接。服务器的人机交互程序实现对环境采样信息的实时显示, 并通过局域网及监控平台完成对外部设备的远程控制。

1 系统的物联网架构

物联网架构主要包含3个层次：感知层、网络层、应用层。感知层包括传感器等数据采集设备以及数据输入网关前的传感器网络；网络层主要负责网络接入、网络传输以及相应的管理与控制；

应用层解决信息处理与人机界面的问题。系统所采用的物联网系统构架如图1所示。感知层主要包括基于ZigBee协议的无线传感器网络。网络层包含了局域网以及监控平台和服务器的网络接入程序。应用层主要包括基于虚拟仪器技术的服务器人机交互程序。

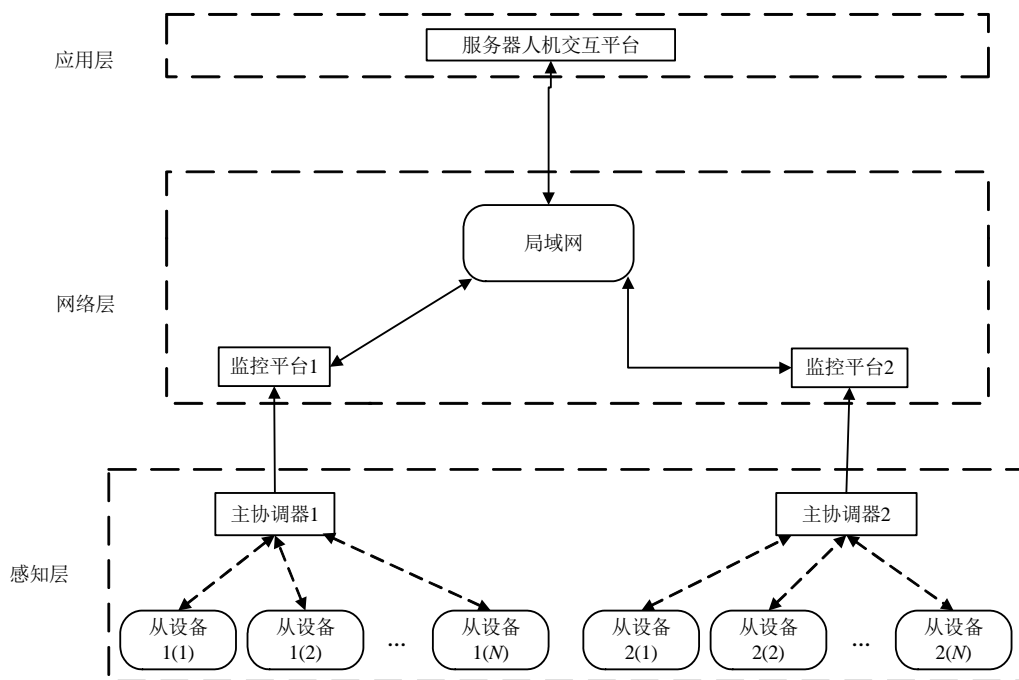


图1 室内环境监控系统的物联网架构

2 无线传感器网络

2.1 网络结构

系统所包含的无线传感器网络部分采用星型拓扑结构，由一个PAN主协调器及多个从设备组成，从设备只与主协调器进行通信，从设备之间不通信。星型结构具有网络结构简单，从设备能耗较小等优势，在电池供电情况下从设备可以拥有更长的工作时间。无线传感器硬件平台选用Memsic公司的MIB520网关节点以及IRIS“智能尘埃”平台。程序员能通过USB接口对与MIB520网关节点相连接的IRIS进行在线编程与程序烧写。

IRIS平台拥有无线射频模块与射频天线，支持IEEE802.15.4/ZigBee通用标准协议，工作在2.4 GHz波段并自带10位8通道ADC。系统的主协调器由IRIS平台加MIB520网关构成，集中了网络的主要能耗，由USB接口直接供电。从设备由IRIS平台与自制传感器阵列构成，依靠自带电池供电。主协调器与监控平台通过USB直接连接，并通过IRIS的射频模块实现与从设备的无线通信。

2.2 IRIS平台软件设计

IRIS平台采用TinyOS系统进行应用程序的开发，TinyOS是加州大学伯克利分校开发的开源嵌入式操作系统，采用模块化设计，程序核心较小，适用于处理能力、存储空间都有限的无线传感器节点。TinyOS是基于组件的操作系统，主要部分包括：main组件、应用组件、系统组件以及硬件描述层(HPL)，便于操作系统的移植以及程序的复用。TinyOS系统的片上程序开发由NesC语言实现，IRIS的应用程序在计算机上编写好后通过MIB520网关进行烧写。

由于工作在同一信道，在IEEE802.15.4协议中制定了CSMA/CA竞争机制、信标网络(beacon-enabled network)及无信标网络(nonbeacon-enabled network)。系统的无线传感器网络采用无信标网络协议，无线网络启动后主协调器处于监听状态，从设备采用无时槽信道竞争机制(unslotted)CSMA/CA。当一个从设备准备发送数据时，首先侦听信道状态，如果信道空闲则传递数据包；如果信道繁忙则增加等待时间上限，进行延时等待

后再次进行侦听, 直到数据包发送成功为止。从设备内部程序流程如图2所示。

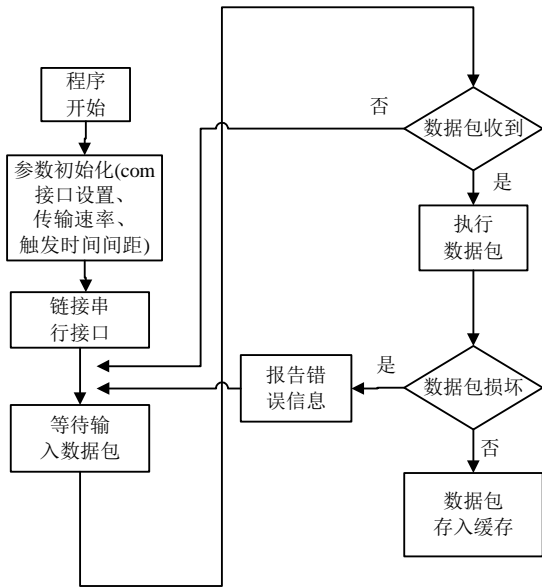


图2 无线传感器网络从设备程序流程图

2.3 监控平台接口程序

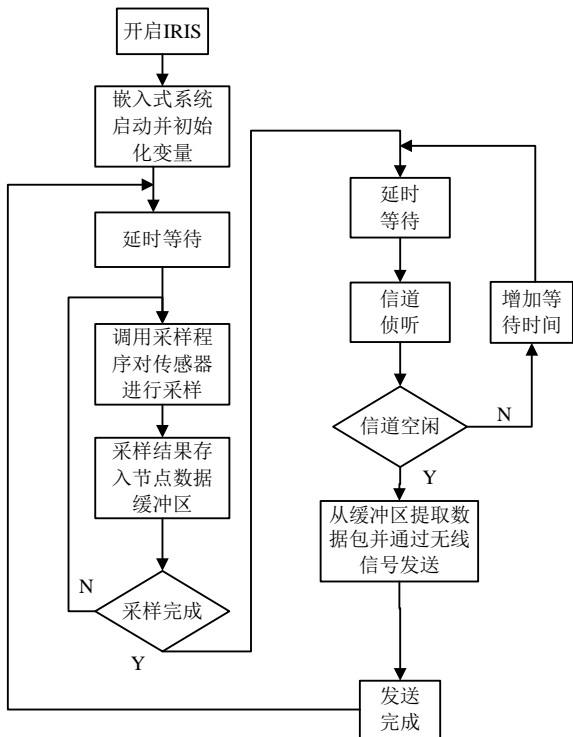


图3 监控平台与无线传感器网络接口程序流程图

系统监控平台由NI-PXI1042Q工控机以及PXI-6221多功能模块组成。NI-PXI1042Q负责与无线传感器网络对接和局域网通信。PXI-6221带有2路16位模拟输出以及24位数字I/O接口, 负责与外部设备的连接与控制。监控平台与主协调器的连接程序在Eclipse 3.5环境下用Java编写, TinyOS提

供了TinyOS.jar函数库能够支持TinyOS与Java程序的串口通讯。通过安装Virtual Com Port并对传输速率以及COM端口设置的调整, 监控平台实现了对无线传感器网络的数据接收, 接口程序流程如图3所示。

3 基于虚拟仪器的人机交互程序

虚拟仪器是由计算机硬件资源、模块化仪器硬件以及用于数据分析、过程通讯及图形用户界面软件组成的测控系统^[10]。与传统仪器系统相比较, 该技术更易于实现自动化和智能化, 能够大大缩短测控系统的研发周期, 降低设备成本。

服务器的人机交互界面程序在LabVIEW8.0环境下编写, LaVIEW是基于G语言的虚拟仪器软件开发工具, 包含各种仪器通讯总线标准的功能函数。通过调用LabVIEW自带的TCP协议控件建立了监控平台与服务器的连接, 并实现了局域网通讯。监控平台通过DAQ-Assistant将服务器发送的控制信号引入PXI-6221, 实现对外部设备的控制。人机交互程序的光照、温度监控子VI(virtual instrument)如图4所示。

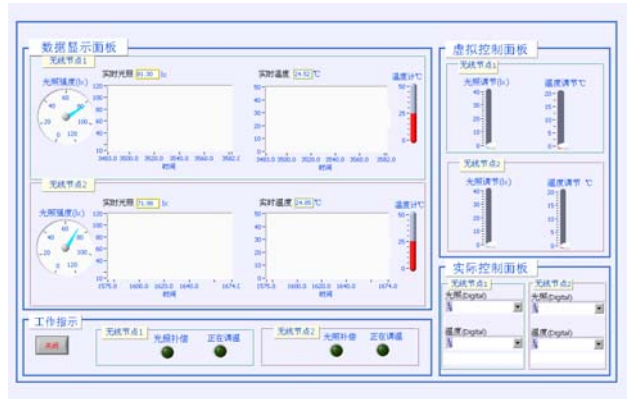


图4 人机交互程序的光照、温度监控子VI

程序子面板实现了对节点周围环境参数的实时显示以及参数期望值的人工设定, 通过实际控制面板可以选择节点的硬件采样通道。

4 监控实验

在实验室环境下对室内环境监控系统进行了测试, 整体监控系统如图5所示。图中, 1为监控平台, 2为无线传感器网络, 3为服务器人机交互面板。两个从设备与监控平台相距50 m, 主协调器与监控平台通过USB相连接。自制电路板模拟外部设备与PXI-6221相连接, 接受监控平台控制并将设备工作情况反馈给系统。

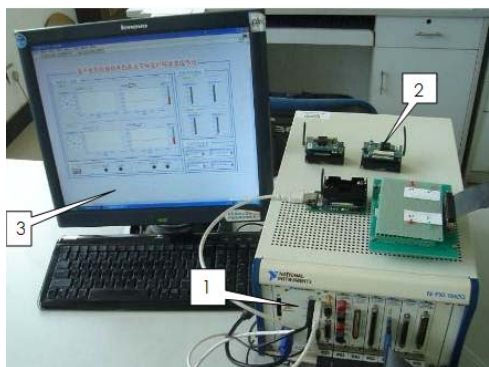


图5 室内环境监控系统

实验开始后,虚拟控制面板上的调节参数设定为光照强度60 LUX、温度20 °C。节点1、2附近的环境稳定,光照、温度曲线没有明显的波动。室内光照强度高于60 LUX,照明设备处于关闭状态,室内温度未达到设定的20 °C,升温设备处于开启状态。对节点1进行加热后,温度曲线明显升高并超过20 °C,节点1对应的升温设备关闭。对节点2进行遮光处理,光照强度曲线下降到60 LUX以下,节点2相应的照明设备开启,监控面板变化如图6所示。

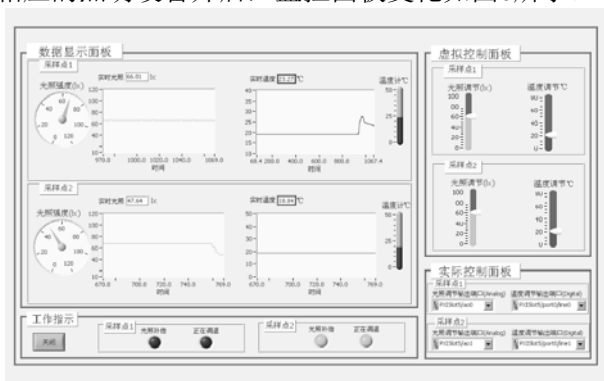


图6 人机交互程序对实验室环境进行监控

实验证明无线传感器网络工作正常,服务器可以通过局域网与监控平台进行通信,对环境参数进行实时监测,并根据实际情况对外部设备进行自动控制。

5 结论

本文基于无线传感器网络以及虚拟仪器技术,设计出能够通过局域网对室内环境进行远程监控的物联网系统。采用星型拓扑及无信标网络协议构建了无线传感器网络,开发了服务器人机交互程序,并实现了服务器与监控平台的局域网通信。实验证明服务器可以对无线传感器网络的监测数据进行实时显示,并能够根据监测结果对外部设备进行远程控制,从而完成对室内环境的自动调节。该系统实现了设计目的,为下一步通过互联网实现多平台实

时监控打下了基础,是物联网架构在室内环境监控领域的一次成功尝试。

参考文献

- [1] 王保云. 物联网技术研究综述[J]. 电子测量与仪器学报, 2009, 23(12): 1-7.
WANG Bao-yun. Review on Internet of Things[J]. Journal of Electronic Measurement and Instrument, 2009, 23(12): 1-7.
- [2] 刘志峰, 张宏海. 基于RFID技术的EPC全球网络的构建[J]. 计算机应用, 2005, 25(12): 14-16.
LIU Zhi-feng, ZHANG Hong-hai. Construction of EPC global network based on RFID[J]. Computer Applications, 2005, 25(12): 14-16.
- [3] KORTUEM G, KAWSAR F, FITTON D. Smart objects as building blocks for the Internet of Things[J]. Internet Computing, IEEE, 2009, 14(1): 44-51.
- [4] HONG Sungmin, KIM Daeyoung, HA Minkeun. SNAIL: an IP-based wireless sensor network approach to the internet of things[J]. Wireless Communications, IEEE, 2009, 17(6): 34-42.
- [5] ROMAN R, NAJERA P, LOPEZ J. Securing the Internet of Things[J]. Computer, 44(9): 51-58.
- [6] 沈苏杉, 范曲立, 宗平, 等. 物联网的体系结构与相关技术研究[J]. 南京邮电大学学报(自然科学版), 2009, 29(6): 1-11.
SHEN Su-shan, FAN Qu-li, ZONG Ping, et al. Study on the architecture and associated technologies for Internet of Things[J]. Journal of Nanjing University of Posts and Telecommunications(Natural Science), 2009, 29(6): 1-11.
- [7] IERA A, FLOERKEMEIER C. The Internet of Things[J]. Wireless Communications, IEEE, 2010, 17(6): 8-9.
- [8] 李凤保, 李凌. 无线传感器网络技术综述[J]. 仪器仪表学报, 2005, 26(8): 559-561.
LI Feng-bao, LI Ling. Survey on wireless sensor network techniques[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2005, 26(8): 559-561.
- [9] 崔洋, 郭坤亮, 何丽莉, 等. 基于无线传感器网络的传统发酵过程监测系统[J]. 仪器仪表学报, 2010, 31(7): 1490-1495.
CUI Yang, GUO Kun-liang, HE Li-li, et al. Traditional fermentation process monitoring system based on wireless sensor network[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2010, 31(7): 1490-1495.
- [10] 李冬梅, 黄元庆. 基于虚拟仪器和激光技术的气体浓度检测[J]. 仪器仪表学报, 2008, 29(7): 1480-1482.
LI Dong-mei, HUANG Yuan-qing. Gas concentration detection based on LabVIEW and laser technique[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2008, 29(7): 1480-1482.

编辑 漆蓉