基于物联网的工业现场监控系统的设计

刘海杰

（河北省特种设备监督检验研究院唐山分院，河北 唐山 063000）

摘要：设计了一种基于物联网的工业现场监控系统，通过组建无线传感器网络采集工厂运行中设备及环境所产生的信号，并传递给本工位的智能交互终端，交互终端具有本地监控的功能，且可作为网络服务器供远程用户访问，为工作人员进行现场管控提供快捷、便利的多重交互方式。测试结果表明，系统具有良好的实用性、扩展性和通用性。

关键词：物联网；工业现场监控系统；智能交互终端

中图分类号：TP273　**文献标志码**：A　**文章编号**：1672－349X(2019)03－0014－04

DOI：10.16160/j.cnki.tsxyxb.2019.03.004

Design of Industrial Field Monitoring System Based on Internet of Things

LIU Hai-jie

(Tangshan Branch of Heibei Special Equipment Supervision and Inspection Institute, Tangshan 063000, China)

Abstract: An industrial field monitoring system based on the Internet of Things is designed, which collects the signals generated from the equipment and environment during the factory running and then transmits them to the intelligent interactive terminal through the established wireless sensor network. The interactive terminal not only has the function of local monitoring, but also can be used as a network server for remote users to visit, which provides a fast and convenient multi-interactive way for the user's on-site control. The test shows that the system is very practical, expansible and universally-applicable.

Key Words: Internet of things; industrial field monitoring system; intelligent interactive terminal

当前，物联网 ZigBee 技术的应用越来越广泛。物联网技术在工业现场的应用，可建立物与物、物与人的网络连接，实现泛在感知，支持机器自动识别，提升自动化监控水平和效率。笔者设计了一种基于物联网的工业现场监控系统，通过组建无线传感器网络采集工厂运行中设备及环境所产生的信号，并传递给本工位的智能交互终端，交互终端具有本地监控的功能，且可作为网络服务器供远程用户访问，为工作人员进行现场管控提供快捷、便利的多重交互方式。

1　工业现场监控系统的整体设计方案

基于物联网的工业现场监控系统大致分为三部分。一是无线传感器网络部分，主要应用 ZigBee 技术和 ZigBee 协议栈进行开发[1]，实现组网、数据采集和传输。二是本地端部分，即应

作者简介：刘海杰(1981－)，男，河北乐亭人，工程师，硕士，主要从事工业设备、特种设备检验研究。

用 C 语言和界面开发工具 GTK+在嵌入式开发板上实现本地客户端的开发。本地端主要实现 ZigBee 采集数据的处理和显示,以及通过摄像头实现对工厂环境的监控。三是网络端的开发,应用网络开发的前端技术、HTML 超文本标记、JavaScript 脚本及服务器端的 CGI 开发,实现服务器与客户端浏览器的数据交互,实现在客户端浏览器上显示环境监测数据及对工厂内部设备的管理,完成对工业现场的实时监控。整个系统的原理框图如图 1 所示。

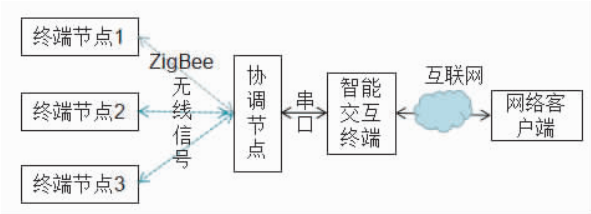

图 1　系统的原理框图

2　无线传感器网络设计

基于 ZigBee 协议的无线传感器网络由终端节点和协调节点组成[2]。其中协调节点应用 ZigBee 无线通信协议组建及管理网络。

2.1　终端节点

系统采用模块化的结构设计,每个 ZigBee 终端节点均包括无线数传模块和控制接口部分[3]。无线数传模块主要负责 ZigBee 信号的无线收发,实现基于 ZigBee 网络与协调节点的数据通信。不同类型终端节点的无线数传模块电路相同,而接口电路却有差别。本系统的接口电路主要用于驱动温湿度传感器、红外传感器、烟雾传感器、振动传感器、液位传感器以及继电器控制模块,用于感知工厂设备及环境信息。由于各终端节点布放位置不同,故其携带不同的传感器,各节点协同工作。终端节点 1 的温湿度传感器和红外人体传感器 HC-SR501 的数据引脚分别连接 CC2530 的 P0_4 和 P0_7;终端节点 2 的振动传感器 SW-18010P 的 DO 引脚和液位传感器的 D 引脚分别连接 CC2530 的 P0_6 和 P0_7;终端节点 3 的 CC2530 P0_6 引脚连接烟雾传感器和 P0_5 引脚用于继电器控制。

2.2　协调节点

协调器是整个 ZigBee 网络的中心,负责传感器网络的建立、管理以及来自终端节点数据的汇集与处理。本设计针对管控系统硬件要求具有易开发、低功耗、低成本的特点,因此协调节点和终端节点均采用 CC2530 射频芯片作为 ZigBee 芯片。CC2530 采用无线 SOC(System On Chip)设计,系统所需的一般电路都已集成在芯片内部,只需简单外围电路即可实现信号收发功能[4]。

在本系统中,协调器通过串口与智能交互终端相连,并通过串口通信与交互终端进行数据的收发,主要是向客户端发送终端节点上传来的数据信息,并接收来自交互终端的控制信号。协调器节点结构图如图 2 所示。

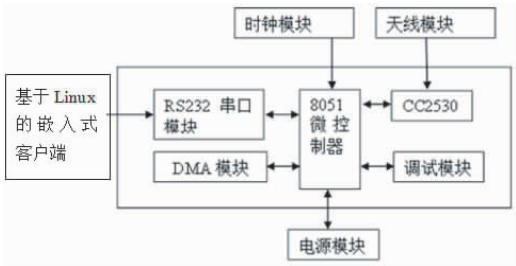

图 2　协调器节点结构图

2.3　ZigBee 无线网络软件设计

2.3.1　协调器节点软件设计

协调器节点的主要功能是组建网络和维护网络,对节点进行绑定,进行数据的接收,将收到的数据发送给上位机,工作流程如图 3 所示。

2.3.2　终端节点的软件设计

终端节点需定时采集工厂环境及设备数据并发送到协调器节点,其工作流程如图 4 所示。其步骤是节点初始化,尝试加入网络,进入网络后等待中断指令,当 Sensor 收到外部中断指令时,等待 Sensor 数据转换后进行数据发送,发送完数据后 Sensor 进入休眠状态,等待下一次的中断请求。

2.3.3　程序设计

整个程序的设计考虑了以下三个部分:第一,网络节点对传感器的驱动;第二,传感数据的采集;第三,终端节点和协调器节点间的数据传输。

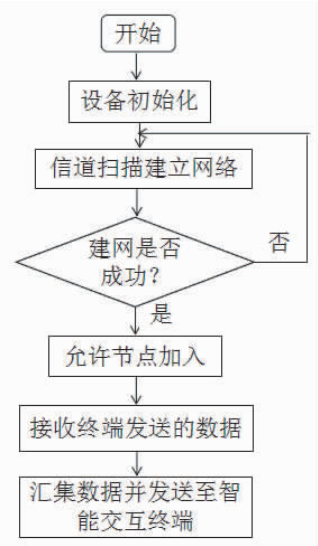

图 3　协调器节点工作流程

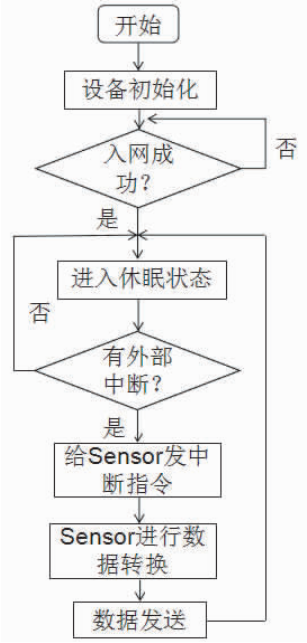

图 4　终端节点的工作流程

程序的设计以数据传输为主线,系统中数据分为上行数据和下行数据。上行数据主要用于实时数据和报警信息的采集,而下行数据则是针对报警信息而发送的控制指令。SampleApp_Init()初始化函数主要对终端节点的外部设备进行一些初始化操作,如对连接传感器的接口做输入输出的配置。

(1)上行数据的发送。上行数据(继电器节点除外)用 SampleApp_Send_P2P_Message()函数打包传输,并在函数中调用数据采集函数,然后将数据保存到全局变量里,并调用 AF_DataRequest()函数将数据发送到协调器。

(2)上行数据的接收。当终端节点发送数据后,协调器节点将接收到该数据,并调用处理消息的函数 SampleApp_MessageMSGCB(),其中对应簇 ID 为 SAMPLEAPP_PERIODIC_CLUSTERID,然后对数据进行处理,并将接收到的数据通过 HalUARTWrite()函数串口传到交互终端。

(3)下行数据的发送。当按下协调器的 S1 按键时产生中断信号,用 SampleApp_SendPeriodicMessage()这个函数处理中断信息。通过 AF_DataRequest()函数,将命令发给继电器终端节点。

(4)下行数据的接收。下行数据主要由协调器控制继电器,通过终端处理函数 SampleApp_HandleKeys()来控制继电器的功能。

3　本地端的设计

以工位为单元使用智能交互终端,以 Arm(S5PV210)嵌入式开发板作为开发平台,在 Linux 系统中进行本地端与网络服务器端的开发,采用触摸屏提供交互式操作,本地端负责感知数据的处理、显示。网络服务器端实现物联网网关的功能,负责 ZigBee 网络与 Internet 网络的连接,响应远程客户端的数据请求,同时通过串口通信实现对 ZigBee 网络的监控。

本地端的开发目的是使管理者在交互终端上对工厂环境进行监控。本地端的设计基于嵌入式 Linux 操作系统,用 C 语言和 GTK+工具进行开发。

在 Linux 操作系统下,任何设备都被看作是文件描述符。当 ZigBee 网络的协调器通过串口连接到本地端时,在本地端的操作系统下会出现串口描述符/dev/ttyUSB0。通过串口的描述符,读取 ZigBee 的数据和进行数据分析,并用界面的操作工具 GTK+进行显示,且可利用摄像头进行视频监控。

4　网络端设计

考虑到本地端的局限性,因此借用互联网的方式来获取工厂现场的设备及环境数据,以实现对工厂内部环境的管控。

通过在开发板上嵌入一个支持 CGI 脚本的 Web 服务器,生成动态页面,用户在任何地方都可以通过浏览器对系统设备进行监控。选择专门为嵌入式设备设计的 Boa 服务器作为嵌入式 Web 服务器,Boa 是一个单进程的 HTTP 服务器,完成一个用户请求后,才响应另一个用户的请求,无法并发响应;它支持 CGI,能为 CGI 连接开启新的进程。Boa 服务器的体系结构如图 5 所示。通过移植 Boa 服务器,编写 HTML 页面并结合 CGI 技术,用户通过 Internet 就可以访问和控制嵌入式设备,从而实现对工业现场的监控。

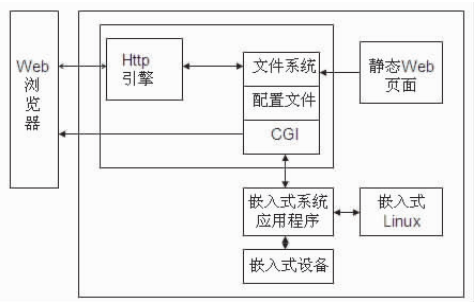

图 5　Boa 服务器的结构图

5　系统调试

远程客户端采用 HTML+JavaScript 技术进行客户端网页的编写,实现远程用户对现场数据的监测和管理。客户端页面主要分为设备控制、现场环境、视频监控三部分。图 6 为系统在实验阶段对室内环境的数据采集结果,包括温度、湿度、烟雾、红外入侵等信息。

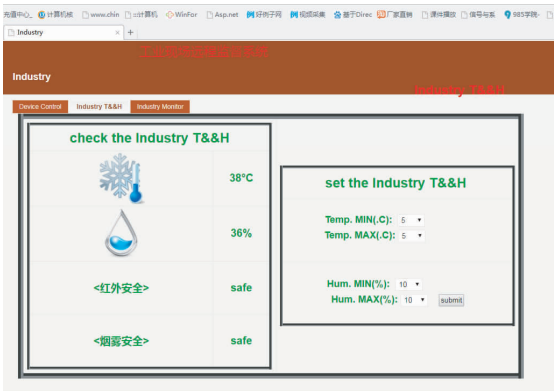

图 6　室内环境数据采集结果显示界面

6　结论

本系统实现了基于物联网的工业现场监控,通过底层传感器网络进行设备及环境信息的采集,并传输至交互终端进行本地监控及供远程用户访问。经测试,系统可稳定地进行上下行数据传输,具有实时性好、可扩展性强的特点,在现场管控领域有较好的应用前景。

参考文献:

[1]　罗回彬,吴方. 基于 ZigBee 的无线传感网络网关的研究与设计[J]. 电子设计工程,2017(12):182-185.

[2]　代红英. 基于 3G 与 ZigBee 技术的远程无线水养殖监测系统的设计[J]. 消费电子,2014(24):521.

[3]　张雄,秦会斌,毛祥根,等. 基于 ZigBee 技术的远程家电控制系统[J]. 无线电通信技术,2015(6):68-71.

[4]　王丽侠. 基于 ZigBee 的智能家居无线家庭网络设计与实现[J]. 电子世界,2013(24):152.

(责任编校:夏玉玲)