

# 基于 NI 无线传感器网络的智能家居监控系统<sup>①</sup>

陆鑫潮, 蒋敏兰, 李慧芬

(浙江师范大学 数理与信息工程学院, 金华 321004)

**摘要:** 为了快速、准确监控家居环境中的某些参数, 构建了一种基于 NI 无线传感器网络的智能家居监控系统. 系统由多组传感器分别采集温湿度、烟雾、盗情等环境数据, 通过 NI 无线传感器网络节点以无线网络的方式将数据发送到上位机 PC, 在 PC 端利用 LabVIEW 软件编程对数据进行判断处理与控制, 取得了良好的人机交互界面. 其中, 详细介绍了系统的软件设计流程. 该智能家居监控系统具备 NI 无线传感器网络的特性—低功耗、实时性好、易扩展、可远程监控等优点. 在智能家居领域具有广阔的市场前景和应用推广价值.

**关键词:** 智能家居; NI 无线传感器网络; 传感器节点; LabVIEW; 络远程监控

## Smart Home Monitoring System Based on NI WSN

LU Xin-Chao, JIANG Min-Llan, LI Hui-Fen

(Department of Information Science and Engineering, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China)

**Abstract:** In order to be fast, accurate monitoring some parameters of household environment, constructed a kind of smart home monitoring system based on the wireless sensor network. The system consists of multi-sensors to collect temperature and humidity, smoke, steal affection environmental data, the data through the NI WSN nodes by wireless way sent to the PC, PC using LabVIEW software programming the processing of data judgment and control, has obtained the good human-computer interaction interface, including detailed introduction of system software design flow. The smart home monitoring system has the characteristics of the wireless sensor network (WSN), low power consumption, good real-time, easy to expand, remote monitoring, etc. It will enjoy a promising market and can be applied widely in the field of smart home.

**Key words:** smart home; NI wireless sensor network(NI WSN); sensor nodes; LabVIEW; remote control

近年来, 随着我国经济快速发展, 人们的物质水平不断提高的同时, 对住宅空间的要求也越来越高, 智能家居产业也因而得到了迅速的发展. 因此, 开发一个简单、易用、可扩展性高的智能家居监控系统越来越具有紧迫感和现实意义. 以往的监控系统通常采用铺设专用传输线进行环境数据的传送, 其存在着功能单一、应用扩展性差、布线繁杂、费用昂贵、设备无法随意移动等缺点<sup>[1,2]</sup>.

无线传感器网络技术<sup>[3]</sup>起源于 20 世纪 70 年代, 该技术将网络通信、信息处理以及传感器各项技术相结合, 提升了人类在信息获取方面的能力, 经过几十年

的飞速发展, 其理论与应用技术都已较为成熟, 而它也正好能够用来解决上述问题与不足.

2009 年 8 月, 美国国家仪器公司(National Instrument, 简称 NI)推出了首款无线传感器网络平台. NI 于 2010 年和 2012 年都对该平台进行了扩充, 在一定程度上推动了学者们对无线传感器网络的研究. 该平台中的每个测量节点利用四节 AA 电池供电, 可持续运行 3 年; 节点和以太网关提供 -40° C~70° C 工作温度范围, 其通信基于 ZigBee 的 2.4GHz 无线; 以太网关配有 9V 到 30V 壁挂式电源, 可灵活连接 Windows 或实时操作系统控制器. 而本文基于此无线传感器网络平台, 设计了一套智能家居

① 基金项目:浙江师范大学新苗人才计划(X201207);浙江师范大学“挑战杯”科技作品培育项目(KJ20120023)

收稿时间:2013-03-04;收到修改稿时间:2013-04-12

监控系统.

### 1 智能家居监控系统结构

智能家居监控系统由三大部分组成: PC 端软件、无线传感器网络平台(NI WSN)及多组不同类型传感器模块组成. 其工作示意图如图 1 所示.

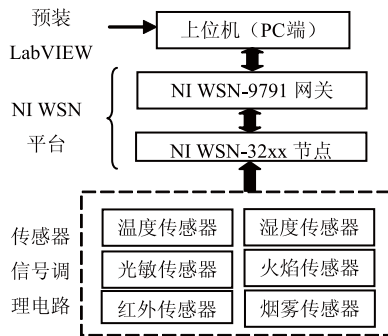


图 1 智能家居监控系统工作示意图

系统主要使用了六类传感器: 温度、湿度、光敏、火焰、红外(热释电人体红外)、烟雾传感器(MQ-9, 也能用来检测一氧化碳、天然气等有害气体). 传感器作为最底层信号采集端, 需要对其做相应的调理电路, 使其输出满足传感器节点输入的要求. 在 NI WS-32xx 系列节点接收到数据后能够自动将其发送到 NI WSN-9791 网关, 经由网关接入 Internet 网络实现与计算机通信, 最后在 PC 端利用 NI MAX 配置无线传感器网络、使用 LabVIEW 软件进行编程, 实现家居监控系统实时监控的功能.

为统一传感器的电源接口及其最终输出信号幅度, 本系统中采用 5V 电源供电, 并且传感器的输出信号经过一系列的调理电路, 其最终输出的电压信号控制在 0-5V 之间.

NI WSN-32xx 系列节点有 3202、3212、3226、3230、3231 共五种型号的节点, 而智能家居监控系统中采用了前三种型号节点, 所用传感器节点接口(通道)所对应传感器的具体情况见表 1.

表 1 WSN-32xx 节点接口使用情况

序号	节点型号	接口	传感器模块类型
1	WSN-3212	TC0~TC2	温度 (J 型热电偶)
2	WSN-3226	AI0~AI2	火焰传感器
		AI3	烟雾 (气体) 传感器
3	WSN-3202	AI0~AI2	热释电人体红外传感器
		AI3	烟雾 (气体) 传感器
4	WSN-3226	AI0~AI2	光敏传感器
		AI3	烟雾 (气体) 传感器
5	WSN-3202	AI0~AI2	湿度传感器

### 2 软件设计

系统的软件设计使用 NI 公司开发的 LabVIEW 2010 软件. 该软件是一款以数据流为核心的图形编程软件.

在软件编程之前, 首先采用 NI MAX(Measurement & Automation)工具对所有节点进行相关的配置. 监控系统的软件设计主要分为三种模式: 在家模式、离家模式和睡眠模式, 其中在家模式是指用户在家时处于正常活动状态, 但除了睡眠; 该系统由五个子系统组成: 防盗监控系统、火灾监控系统、有害气体监控系统、环境舒适度监控系统、照明监控系统. 软件设计的流程图如图 2 所示.

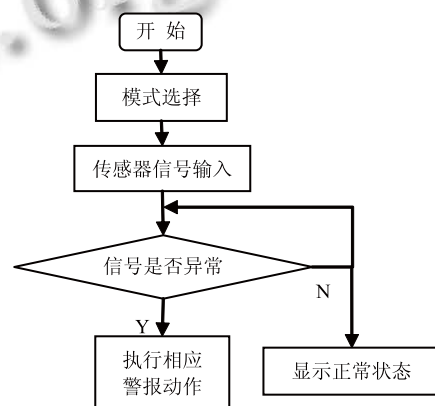


图 2 软件流程图

#### 2.1 防盗监控系统

防盗监控系统主要利用热释电人体红外传感器进行监控, 该红外传感器模块在检测到人体活动时, 输出高电压(大于 3.3V); 无人时, 则输出低电压(接近 0V). 但是, 若仅利用单个红外传感器对某处位置进行监控, 无法判断处理鸟或其他小动物引起的误动作, 从而造成误判. 因此我们选用两个红外传感器同时对某处位置进行监控. 具体放置方法如图 3 所示.

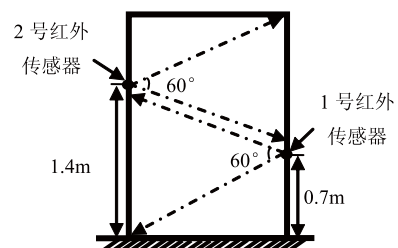


图 3 红外传感器位置分布示意图

具体做法是: 假设监控位置是一个规格为 1.2m x 2.1m 的矩形, 在垂直方向上放置两个红外传感器(感

应角度约 60°), 位于下方的 1 号红外传感器距离地面约 0.7m 处, 而在其斜上方的红外传感器距离地面约 1.4m.

当两个红外传感器同时检测到信号时, 则判定为发生盗情. 在任何模式下, 一旦检测到盗情, 则立刻进行声音报警, 同时向用户(或者物业管理处)发送报警信息(由底层硬件直接完成发送信息). 该子系统的程序框图如图 4 所示.

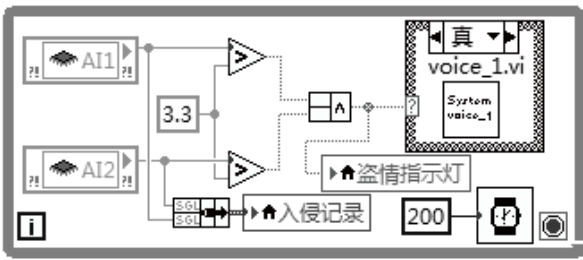


图 4 防盗监控系统程序框图

图 4 中, AI1、AI2 接口是 3202 节点(3 号节点)的信号模拟输入通道, 其连接对应的两个人体红外传感器模块的输出信号; 子 VI voice\_1.vi 的功能是防盗监控的警报声音, 且自动执行 120 秒后停止该警报声音(下述各个子系统的警报子 VI 的功能类似, 区别是其发出的声音各不相同). 同时, 每个位置的入侵情况以图表的形式进行实时记录. 由于本子系统的实时性要求相对较高, 故设置每隔 200 毫秒执行一次.

### 2.2 火灾监控系统

如果仅单独利用温度或火焰或烟雾传感器, 火宅监控系统则难以准确判断是否发生火宅. 因此, 为了保证能够准确监控火情, 避免误报、漏报等情况, 火灾监控系统利用温度(J 型热电偶)、火焰和烟雾传感器同时进行监控, 并在各个模式下始终开启该系统. 该子系统的程序框图如图 5 所示.

图 5 中, TC0~TC2 是 3212 节点(1 号节点)的通道, AI0~AI2 是 3226 节点(2 号节点)的通道, 而三个 AI3 分别对应 3226(2 号节点)、3202(3 号节点)、3226 节点(4 号节点)的通道.

由图 5 可知, 一个房间的火灾情况由一个温度传感器、火焰传感器、烟雾传感器组合进行监控. 当检测到火宅险情时, 就立刻提醒用户并发出声音警报. 其中, Mean.vi 的功能是对 AI3(烟雾信号)通道连续产生的 5 个值取平均值并输出, 若信号幅值超过 3.3 则确

定有烟雾产生. 该子 VI 的作用是为了避免室内吸烟等情况时产生误报. 此外, 火宅监控系统还显示了各个房间内的温度及有无火焰等信息.

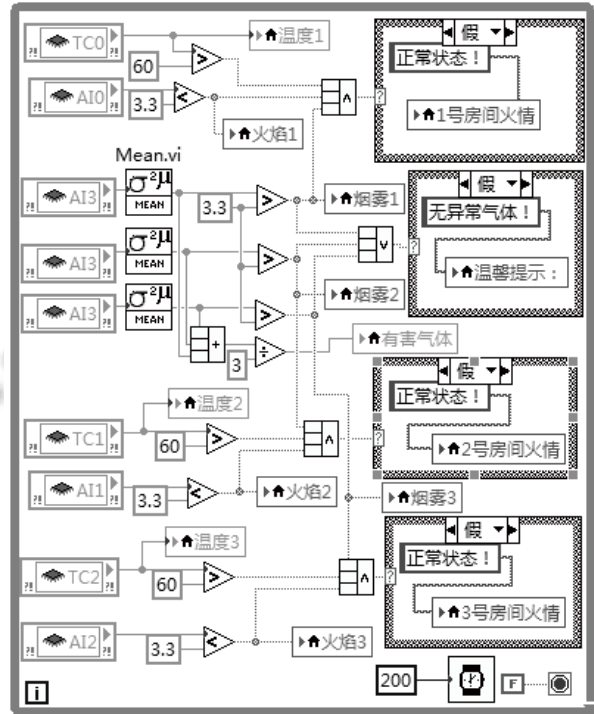


图 5 火灾报警监控系统程序框图

### 2.3 有害气体监控系统

有害气体监控系统主要对一氧化碳(CO)、天然气、甲烷等有害气体进行监控. 在气体传感器模块中预先设定 CO 气体单次测定最高浓度为 2.4ppm(即 3mg/m3). 当探测到室内有害气体浓度超过某一值时, 气体传感器模块将输出高于 3.3V 的电压值. 该子系统的程序框图如图 6 所示.

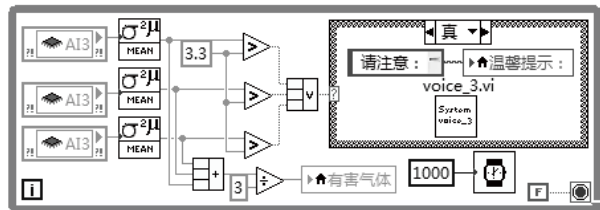


图 6 有害气体监测系统程序框图

图 6 中, 当任何一个 AI3 通道检测到异常气体时, 即能自动进行文本提示及发出声音报警以引起用户注意. 另外, 将 Mean.vi 输出的三个平均值再取一次平均值后以图表的形式进行输出. 由于该子系统的实时性要求相对较低, 故将运行时间间隔设置为 1000 毫秒.

由于三个 AI3 接口也是 3226(2 号节点)、3202(3 号节点)、3226 节点(4 号节点)分别对应的通道, 故将其程序框图与火灾监控系统进行了有效结合(见图 5).

### 2.4 环境舒适度监控系统

考虑到对人体舒适度影响最主要的两大因素——温度和湿度. 因此, 环境舒适度监控系统主要利用温度传感器和湿度传感器进行监控. 当室内环境的温湿度超过或低于设定值时, 立刻进行特定的声音报警及提示. 该子系统的程序框图如图 7 所示.

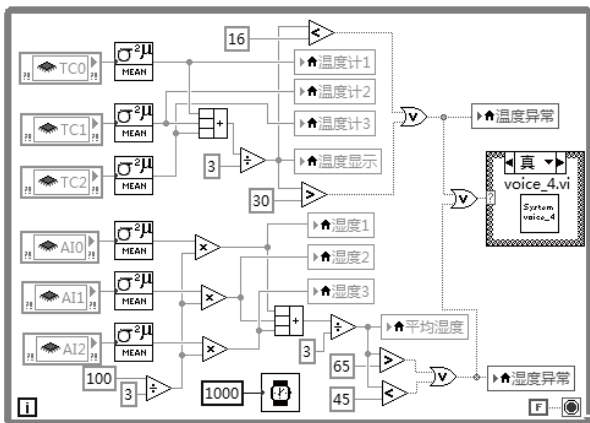


图 7 环境舒适度监控系统程序框图

图 7 中, TC0~TC2 仍是 3212 节点(1 号节点)对应的通道, AI0~AI2 则是 3202 节点(5 号节点)对应的通道, Mean.vi 对每个通道取平均值后输出, 能对相应通道上连续产生的 5 个温度求平均值后输出. 环境舒适度监控系统能够实时显示各个房间内的温度(以温度计的形式显示)和湿度及当前室内的整体平均温湿度. 当室内温湿度高于或低于预设值时候也提示用户当前室内温湿度异常, 同时发出声音警报. 在程序中设定的温度高限值为 30℃, 温度低限值为 16℃; 而湿度高限值设为 65%RH, 湿度低限值设为 45%RH.

### 2.5 照明监控系统

照明监控系统主要利用光敏传感器和红外传感器进行监控. 根据当前居室内的光强变化与有无人活动而作出处理. 在光敏传感器电路模块中预先设定光强的阈值, 该值设为 60lux 左右. 当环境亮度低于该阈值时, 光敏传感器模块输出的电压高于 3.3V; 否则, 低于 3.3V. 该子系统在睡眠模式和在家模式中所使用的程序框图如图 8 所示.

图 8 中, AI0~AI2 是 3226 节点(4 号节点)对应的通

道, 第二个 AI0 则是 3202(3 号节点)的通道. 当检测到室内有人活动同时室内光强低于设定值时, 立即点亮相应的灯泡.

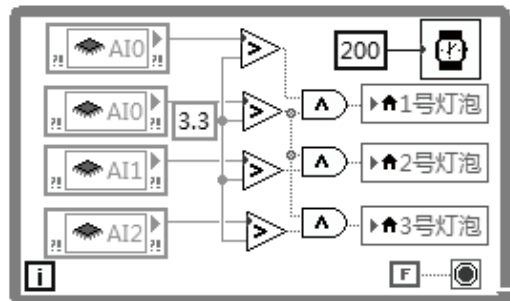


图 8 在睡眠和在家模式下的照明监控系统程序框图

考虑到用户在离家的情况下, 室内的灯应处于熄灭状态. 因此, 用户一旦选择离家模式, 该子系统能自动判断当前灯的状态, 若有灯泡处于点亮状态时, 则弹出一个对话框以提醒用户熄灯, 该子系统的程序框图设计如图 9 所示.

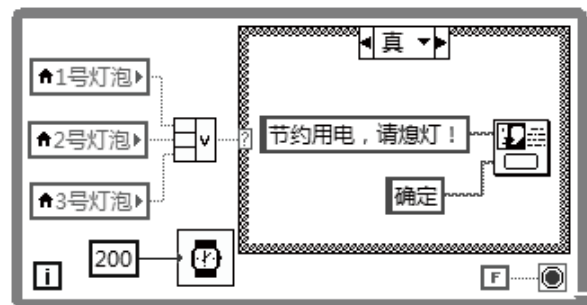


图 9 在离家模式下的照明监控系统程序框图

图 9 中, 照明监控系统首先读取当前灯泡的状态, 若有灯泡处于打开状态, 则弹出一个对话框以提醒用户熄灯; 否则, 不进行任何操作性提示. 由于照明监控系统需要一定的灵敏性, 即对实时性的要求高, 因此设定该程序以间隔 200 毫秒的时间进行运行.

完成了各个子系统的设计后, 利用 While 循环结构、条件分支结构、移位寄存器及自定义枚举定义各个状态组成状态机进行软件设计, 完整程序框如图 10 所示.

### 2.6 人机交互界面

利用 LabVIEW 2010 软件开发设计的人机交互界面(即程序前面板)如图 11 所示.

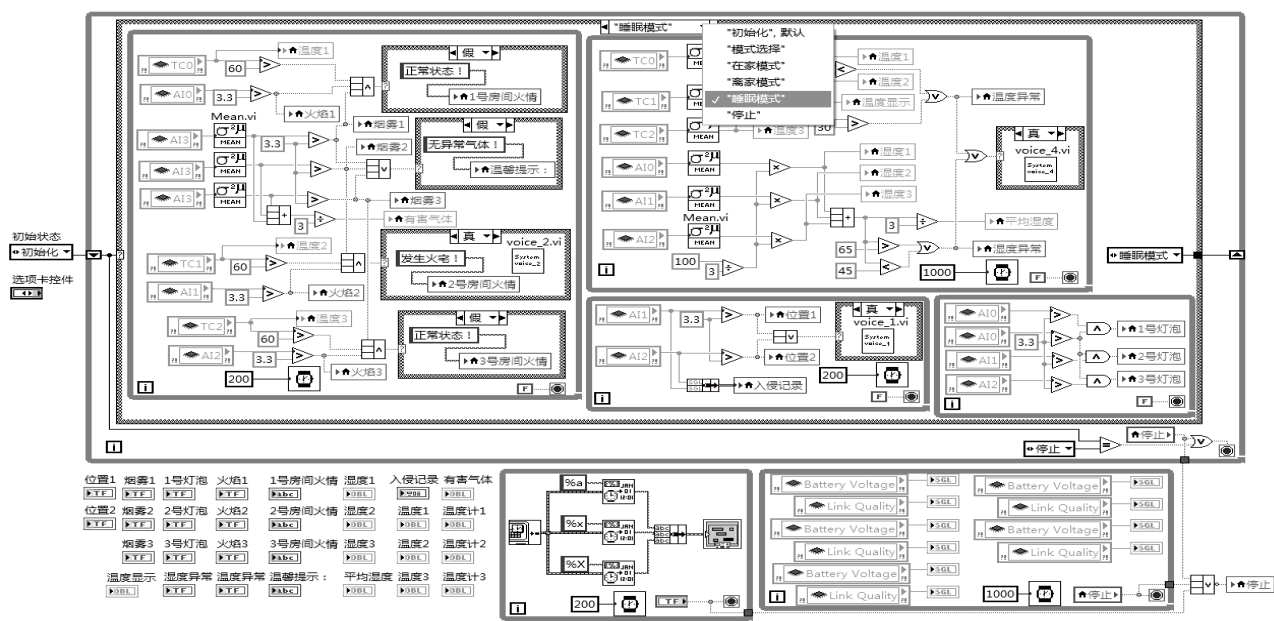
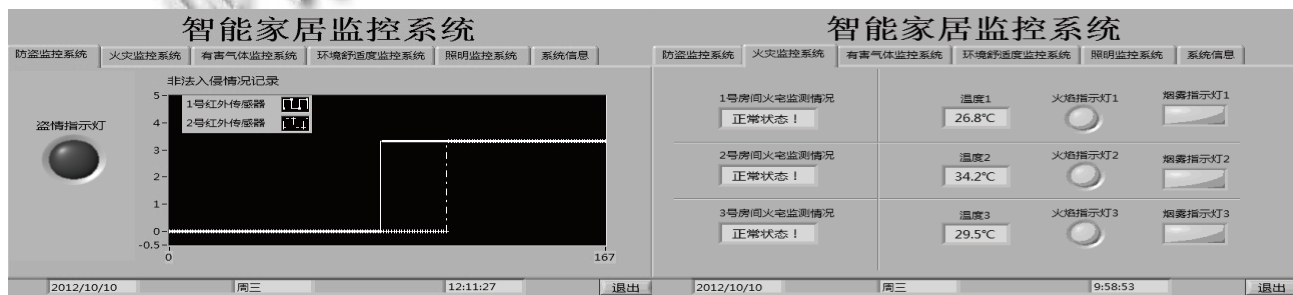
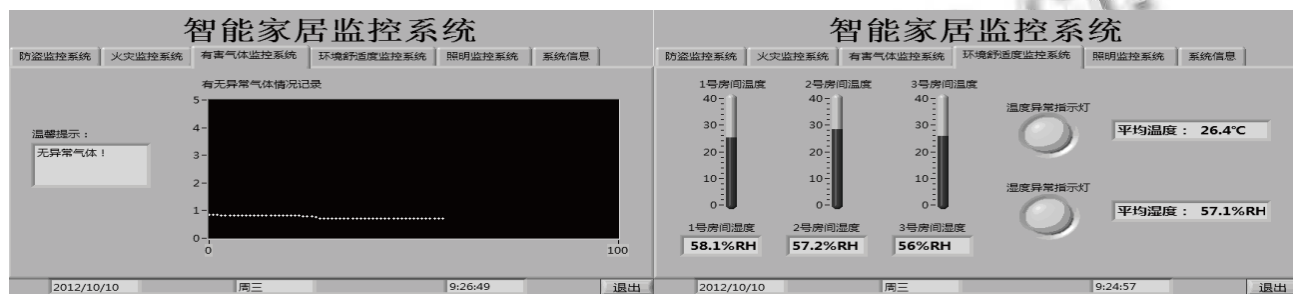


图 10 软件程序框图



(a) 防盗监控系统

(b) 火灾监控系统



(c) 有害气体监控系统

(d) 环境舒适度监控系统



(e) 照明监控系统

(f) 系统信息

图 11 智能家居监控系统人机交互界面设计

该交互界面设计简洁、通俗易懂。图中截取了各个子系统和系统信息的效果图，通过点击相应的选项卡查看对应子系统的运行情况，以便采取相应的措施。

### 3 远程监控

在完成系统软件(前面板和程序框图)设计及通过调试后,利用 LabVIEW 自带的 Web 发布工具创建 HTML(Hypertext Markup Language, 超文本标示语言)文件,并以内嵌的方式将其发布到互联网,可以供本地及远程计算机访问并控制程序,而且远程访问端无需安装 LabVIEW 软件,即能轻松实现远程监控的功能。

图 12 所示的是在远程计算机终端使用 IE 浏览器访问控制家居监测系统前面板的效果图。



图 12 智能家居系统远程监控效果

实现远程监控的设置方法如下:在程序前面点击工具→Web 发布工具,在右下角点击启动 Web 服务器,在 VI 名称栏中选择对应的 VI,在查看模式中选择内嵌模式,并勾选“连接建立时提交控制请求”,点击下一步,弹出的是 HTML 输出设置,可以对文档标题、页眉、页脚进行简单的设置,完成后点击下一步,此时会得到该 HTML 文件的 URL,直接点击“保存至磁盘”,即可通过该网页地址进行访问与控制。也可以通过 LabVIEW 的 Web 服务器在网络上发布前面板图像,但无法对程序进行控制。值得注意的是:在发布过程中需要选择启动 Web 服务器,甚至需要对 Web 服务器进

行相关配置。

### 4 结语

智能家居监控系统通过调试后能够实时有效地监控室内环境的温度、湿度、亮度、有害气体及火灾、非法入侵等情况,对各种环境变化做出相应的处理动作,采用的嵌入式 Web 技术,使用户通过互联网远程监控住宅中的信息。同时,通过在 LabVIEW WSN Module Pioneer 软件添加自定义节点行为,降低采样率或者设置门限值,只发送有意义的数,以进一步降低功耗,延长电池寿命和网络生存周期。

目前,在相关的监控系统中普遍采用单片机或者 ARM 等进行构建系统<sup>[4,5]</sup>。其中某些系统具有功能单一、操作复杂、扩展困难等缺点,难以推广流行;而本系统的提出克服了以上缺点,也为相关企业单位及科研单位提供了新的思路。智能家居监控系统不但具有友好的人机交互界面,而且具有较高的扩展性。同时,本产品也适用于仓库、煤矿等恶劣环境下的监控。

### 参考文献

- 1 Ling ZB, Wang J, Qiu CL. Design of Temperature Measurement System of Grain Depot Based on MSP430 Chip Microcomputer. Proc. of the 6th International Conference on Measurement and Control of Granular Materials, 2003:378-382.
- 2 Wang JX, Tang JD. Design and Implementation of WSN Monitoring System for Grain Depot Based on XBee/ XBee Proc. 2011 International Conference on Electric Information and Control Engineering, 2011:4872-4874.
- 3 Ye RY, Lei C. Design of Monitoring System for Grain Depot on Wireless Sensor Technology. International Symposium on Computer Science and Technology, 2009:132-135.
- 4 Zhang X, Fu YX, Wang YG. Design and Implementation of Smart Home Monitoring System based on msp430. 2012 IEEE Symposium on Electrical & Electronics Engineering, 2012:102-105.
- 5 Wang P, Jiang HL, Shi WZ, Cheng MC. Design and Realization of Remote Control in Smart Home System. 2009 International Conference on Communication Software and Networks, 2009:13-15.