

基于 MSP430 的无线环境监测系统设计

胡月舟,茅正冲,王博,王丹,郝东升,蒋驷天

(江南大学,江苏 无锡 214122)

摘要:无线环境监测系统由一个监控终端和多个探测节点组成。监控终端由无线收发模块、探测模块、液晶显示及键盘模块组成,通过无线模块收集其它探测节点的环境数据,并能显示和查询各节点的环境数据,同时实现本地环境数据的探测,对超过监测阈值的节点(包括本地和远端节点)数据提供告警功能。探测节点也由无线收发模块和环境监测模块组成,可实现对周边环境数据的探测,同时能上报环境数据。为拓展环境监测系统的覆盖范围,这里采用了预设路由的接力数据传输方式,有效解决了低功耗无线传输模块传输距离近的问题。

关键词:环境监测;无线通信;低功耗;接力传输;预设路由

中图分类号:TP368 **文献标识码:**B **文章编号:**1009-3044(2010)25-7132-03

Design of Wireless Environmental Monitoring System Based on MSP430

HU Yue-zhou, MAO Zheng-chong, Wang Bo, WANG Dan, HAO Dong-sheng, JIANG Lu-tian

(Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: Wireless Environmental Monitoring System comprises a monitoring terminal and several detection nodes. Monitoring terminal comprises a wireless transceiver/receiver module, a detection module, an LCD and a keyboard module. The environment data of other nodes are collected by the wireless module. It can display and inquire the environment data of each node; at the same time, it can detect the local environment data and provides the warning function when the node data exceed the monitoring threshold value. Detection nodes, also comprising a wireless transceiver/receiver module and a environmental monitoring module, can detect and upload surrounding environment data. In order to expand the coverage area of Wireless Environmental Monitoring System, we adopted the relay transmission mode of default route, which solved the problem of the short transmitting distance of the low power wireless transmission module effectively.

Key words: environmental monitoring; wireless communication; relay transmission; default route

1 概述

无人值守综合监控系统,能够实现复杂环境的无人值守监测,实现对远程设备的分布式监控和集中式管理。无线远程实时监控系统集成环境测试技术、现代传感技术、无线通信技术、计算机网络技术为一体,从结构组成上划分为三部分:终端采集发送模块,服务器端接收存储模块,基于 Web 的数据发布和分析模块。这里采用 MSP430 单片机主要实现了无线远程实时监控系统的前两部分功能。通过对探测节点的合理分布和采用节点寻址技术,实现大范围的环境监控,如教学大楼、写字楼等公共场所的监控。

2 系统分析及模块介绍

2.1 系统总体设计

无线实时监控系统主要实现对被检测环境所有节点的数据采集,并对采集的数进行分析处理,实现环境可能灾害的提示告警和对相关设备的控制操作。这里设计的无线环境监测系统,采用现有的无线数据传输模块,通过节点寻址技术实现多节点通信,这里实际是一种点对多点的通信。无线实时监控系统要解决的主要问题是无线通信距离以外的探测节点的数据收集,即监控终端设法收集到无线通信距离以外的探测节点的数据,独特的预设路由的接力数据传输方式有效地解决了覆盖区域拓展的问题。在运行过程中监控终端处于主控地位,能够实现对指定区域内各个探测节点的数据收集,在特殊情况下亦可以被动接受远端请求,处理一些节点发生的紧急情况。探测节点处于从属地位,主要受控于监控终端,但在紧急情况下可以选择主动发送,确保可能灾害的及时上报。监测系统的组成如图 1 所示。

2.2 系统硬件设计

2.2.1 硬件设计基本思想

根据监测系统组成(图 1)的总设计思想,监控模块和探测模块都需要 MCU 来实现,这里统一采用 TI 公司的 MSP430F1611 单片机作为控制器,MSP430 系列单片机是一个 16 位的、具有精简指令集的、超低功耗的混合型单片机,超低功耗的特点对本设计很重要。环境监测模块可以实现环境温度、湿度、烟雾和光亮亮度等信息的测量,其它环境信息的测量很方便地植入本系统。监控终端与探测节点、探测节点与探测节点之

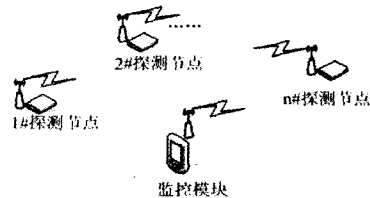


图 1 监测系统组成

收稿日期:2010-06-17

作者简介:胡月舟(1988-),男,湖南人,江南大学物联网工程学院学生;茅正冲(1964-),男,江苏启东人,江南大学物联网工程学院通信工程系,高级工程师。

间的信息传输统一采用 nRF24L01 无线通信模块, 分别通过轮询、定点采集或自动接收的方式实现各节点之间有序通信, 采用预设路由的接力数据传输方式很好地解决了覆盖范围的拓展问题。监控终端还提供键盘和显示功能, 这里采用 4X4 按钮键盘和 128X64 的液晶屏显示。硬件设计总体框图如图 2 所示。

2.2.2 无线通信模块

环境监测数据属于静态信息, 对数据传输的速率要求并不高, 设计中无线通信模块采用 nRF24L01 数字无线收发器。nRF24L01 是一款工业级内置硬件链路层协议的低成本无线收发器。该器件工作于 2.4 GHz 全球开放 ISM 频段, 内置频率合成器、功率放大器、晶体振荡器、调制器等功能模块, 并融合增强型 ShockBurst 技术, 其输出功率和通信频道可通过程序配置。拥有 ShockBurst 和 Enhanced ShockBurst 两种数据传输模式。可直接与单片机 I/O 连接, 外接元件数目少。nRF24L01 功耗低, 以 -6 dBm 的功率发射时, 工作电流仅 9 mA; 接收时, 工作电流仅 12.3 mA, 多种低功率工作模式(掉电和空闲模式)更利于节能设计。这种低功耗的特点特别适用于供电不方便的探测节点。

2.2.3 监控模块

监控模块选用 MSP430F1611 单片机为核心处理器, MSP430 系列单片机是 MSP430 系列是一个 16 位的、具有精简指令集的、超低功耗的混合型单片机。监控模块的键盘和液晶显示能有效地实现各种菜单操作功能, 并能实现信息和数据的查询。监控模块具有本地环境监测模块, 相当于在本地也有一个探测节点。

2.2.4 环境监测模块

环境监测模块同样选用 MSP430F1611 单片机为核心处理器, 实现环境温度、湿度、烟雾和光亮度等信息的测量。温度监测采用 TMP121 传感器, TMP121 是 SPI 兼容的温度传感器, 封装采用微型 SOT23-6 封装。TMP121 在无需外部元件的条件下, 测量的温度范围为 -40°C 至 +125 °C 精度为 2 °C 的。TMP121 为低功耗, 在测量温度范围内采用低电源电流, 电源电压范围为 2.7V 至 5.5V。湿度监测采用 DHT21 数字温湿度传感器。烟雾监测采用 JTY-GD-S839 烟雾传感器。光亮度监测采用光敏电阻, 通过分压电路将电阻变化转变成电压变化信号, 由 MSP430 内部的 A/D 转换器实现光亮度监测。

3 系统功能设计

系统功能主要由监控模块实现所有探测节点环境信息的收集。最重要的就是监控终端与探测节点、探测节点与探测节点之间的信息传输方式, 也就是数据收集的方式选择。这里设计了三种传输模式: 定点采集, 轮询模式以及自动接收。当要求对单一节点或者指定位置的环境信息进行监测时, 采用定点采集方式, 此模式可以通过键盘和液晶显示菜单简单快捷的实现。轮询模式实际是对整个系统所有探测节点的数据收集过程, 由监控模块按序发出请求, 有序地接收各节点的数据。在监控模块中存储和显示所有探测节点的环境信息, 以便对所测环境有整体了解, 并能提供系统告警。自动接收模式是将监控模块设置在自动接收状态, 各探测节点根据节点号有序发送数据。软件总体流程图如图 3 所示。

3.1 定点采集模式

在主菜单中选择“数据采集”, 然后选择“定点采集模式”进入此模式。根据提示输入相应的节点号并确认。监控模块请求相应的探测节点发送数据, 相应的探测节点收到请求后发送环境信息数据。在发送指令阶段, 监控模块初始化为发送端, 这时, 探测节点初始化为接收端, 一直等待监控模块的请求指令。监控模块发送指令过后设置为接受端, 并等待探测节点的数据传输, 当探测节点接收到指令后, 探测节点触发中断将测量的数据发送回监控模块, 发送过后, 重新初始化为接收端。监控模块在接收到指定探测节点数据后, 在液晶屏上显示该探测节点的环境数据。

3.2 轮询模式

在主菜单中选择“数据采集”, 然后选择“轮询模式”进入此模式。在轮询模式下, 依次对所有节点进行访问。对每个节点的具体执行过程同定点采集模式, 从节点 1 开始, 完成对节点 1 的定点采集后, 自动将访问地址加一即访问节点 2, 以此类推直到访问到最后一个节点。最后在液晶屏上显示所有探测信息的数据, 便于监测者进行观察分析。在探测过程中, 如超过终端的最大等待时间, 则

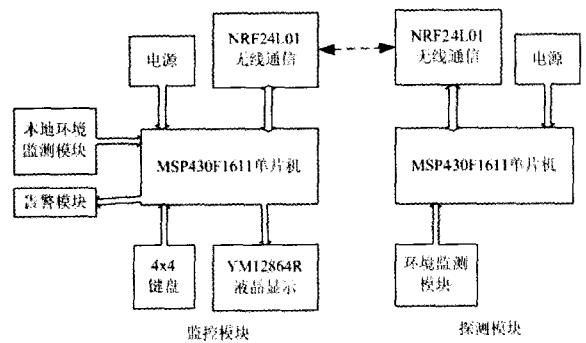


图 2 硬件设计总体框图

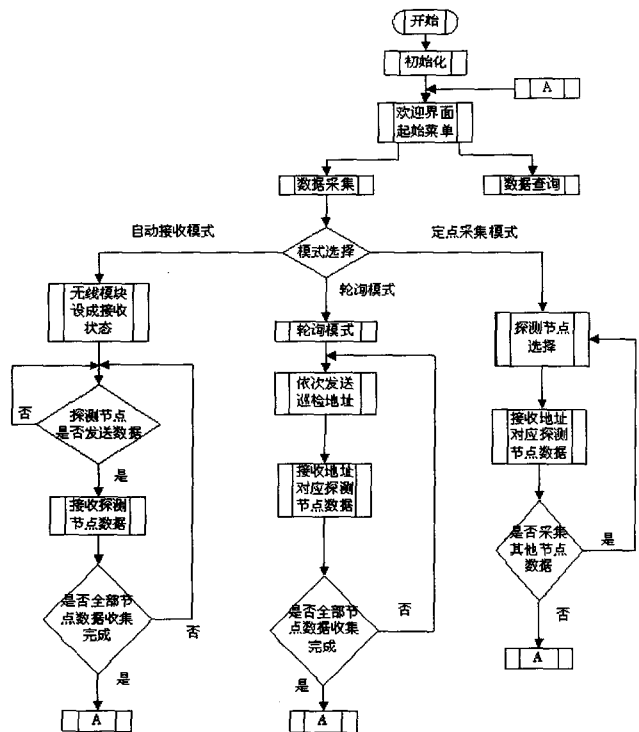


图 3 软件总体流程图

自动跳入下一节点的访问,并在最终数据显示上表明此节点出现故障,因此此模式亦可以用来监测各个节点是否正常工作。

3.3 自动接收

在主菜单中选择“数据采集”,然后选择“自动接收”进入此模式。自动接收模式使监控模块处于等待接收状态,各个探测节点将按照预设的顺序,定时发送环境数据信息。为了不产生冲突,即两个或以上的探测节点同时发送数据,在进入自动接收模式时,监控模块向所有探测节点发送一个启动时钟,以这个时钟为基准,各探测节点将延时相应的时间后自动发送环境数据信息。探测节点顺序由延时长短确定,适当增加延时时长可以有效防止冲突。例如:1#节点在收到启动时钟后直接发送环境数据信息,而2#节点在收到启动时钟后延时1个延时单位发送环境数据信息,3#节点在收到启动时钟后延时2个延时单位发送环境数据信息,以此类推,只要1个延时单位大于探测节点发送数据信息所需的时间,就能有效地防止冲突。

4 环境监测系统覆盖范围的拓展

这里的无线传输模块采用了 nRF24L01 芯片,nRF24L01 是一款新型单片射频收发器件,多种低功耗工作模式(掉电模式和空闲模式)使节能设计更方便。而低功耗带来的一个问题就是传输距离有限,一般不超过 100m,那么环境监测系统覆盖范围也就只能在方圆 100m 的范围内,这样严重限制了环境监测系统的应用。这里通过采用预设路由的接力数据传输方式很好地解决了覆盖范围的拓展问题。预设路由的接力数据传输的路由方式如图 4 所示。

预设路由的接力数据传输方式就是将远端不在监控模块通信范围内的探测节点,通过指定上级节点(也可以是多级节点,其实可以理解为路由)实现与监控模块之间的数据传输。由于环境监测系统的环境数据量很少,无线通信的数据量也就很小,采用这种方式不会因增加节点数出现通信拥塞。

这里以定点采集模式为例,简要说明预设路由的接力数据传输方式的路由过程。在图 4 中,假设要对 3#节点进行数据收集,监控模块发出采集 3#节点环境数据的请求,根据路由图,1#节点接受请求并将请求信息转发给 2#节点,再由 2#节点将请求信息转发给 3#节点,3#节点收到请求后将环境数据发给 2#节点,再由 2#节点将环境数据转发给 1#节点,1#节点再将环境数据发给监控模块,实现 3#节点的数据采集。其它节点的采集根据相应的路由实现数据采集。

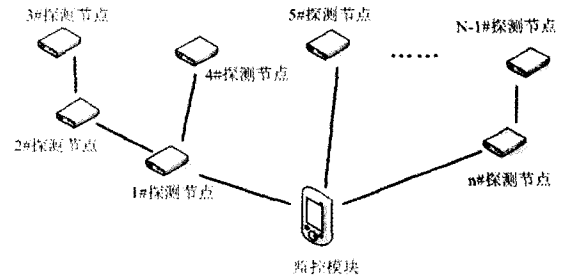


图 4 预设路由的接力数据传输的路由图

5 结论

基于 MSP430 单片机的无线环境监测系统,以监控模块为监控中心,分布的探测节点实现各节点的环境信息的采集,监控模块通过无线传输模块实现各探测节点的数据收集。这里采用的预设路由的接力数据传输的路由技术有效解决了低功耗无线传输模块传输距离近的问题,使无线环境监测系统的监控范围得到有效拓展。这种路由技术也可以用于其它低速的无线通信环境,特别在工业应用中值得借鉴。

参考文献:

- [1] 王建新,杨世风,史永江,等.远程监控技术的发展现状和趋势[J].国外电子测量技术,2005(4).
- [2] 王晓银,王彦瑜,蒋锋.基于 MSP430F149 单片机的温度监测系统的设计[J].微电脑信息,2006(20).
- [3] 王博,李迅,马宏绪.基于 nRF24L01 的无线数据传输系统[J].电子工程师,2004(8).
- [4] 黄智伟,李富英.基于射频收发芯片 nRF401 的计算机界面电路设计[J].微电子学与计算机,2002(5).
- [5] Jui-Nan Lin, Jiun-Long Huang. A Virtual Machine-Based Programming Environment for Rapid Sensor Application Development[C]. 31st Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2007),2007:87-95.