

无线传感器网络在环境监测中的应用

何科, 马正华

(江苏工业学院信息科学与工程学院, 江苏 常州 213164)

摘 要: 介绍了一种基于无线传感器网络的环境监测系统组成及架构, 讨论了系统网络节点、网关的硬件设计, 并对基于 TinyOS 的应用程序组件结构和节点工作流程做了说明。

关键词: 无线传感器网络; 环境监测; 网络协议

中图分类号: TP212.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-2209(2008)02-0060-03

Application of Wireless Sensor Networks in Environmental Monitoring

HE Keshi, MA Zhenghua

(Institute of Information Science & Engineering Jiangsu Polytechnic University, Changzhou, Jiangsu 213164, China)

Abstract The composition and structure were described to show an environment monitoring system based on wireless sensor network. The design of network node and gateway was discussed to demonstrate the TinyOS2 based node's workflow and application programs component in the system.

Key words Wireless sensor network; Environmental monitoring; Network protocol

在线监测方法利用传感器对被监测参数测量, 后通过网络发送到控制中心实现监测, 其数据主要利用公共有线电话网 (PSIN) 或移动电话网 (GSM、GPRS) 传输^[1]。由于使用 PSIN 成本较高、布线难度大, 通常较多使用 GPRS 或 GSM 作为传输网络; 然而这种传输网络依赖于通信网络覆盖的地域范围, 需要支付网络接入费, 且在远程环境监测中存在着数据采集精度低、实时性较差等问题, 不能满足环境应急监测或快速监测需要^[2]。基于此, 提出依托无线传感器网络环境监测。

1 无线传感器网络在环境监测中的应用优势与现状

使用无线传感器网络环境监控有 3 个显著的优势^[3]。

(1) 网络的自组性提供了廉价而且快速部署网络的可能;

(2) 现场采集的数据可通过中间节点 (路由) 传送, 在不增加功耗和成本的前提下, 可将系统性能提高一个数量级;

(3) 网络的健壮性、抗毁性满足了某些特定应用的需求。

过去几年国内外对无线传感器网络在环境监测中应用做了大量研究, 并取得进展。Intel 研究中心与加州大学伯克利分校实验室的研究人员在 Great duck island 使用无线传感器网络研究岛屿的生态状况。杭州利用无线传感器网络对杭州西溪湿地水环境监测, 国防科技大学在无线传感器网络用于环境监测上的设计和研究也取得重要成果^[4-5]。

当前, 无线传感器网络在我国的环保等相关部门及企事业单位中尚未得到大规模使用, 一方面无线传感器网络是新兴事物, 对其优势以及实际应用还较陌生; 另一方面无线传感器网络在一些关键技术上仍有很多问题需解决, 国内对其应用性研究尚处于起步阶段, 再加上无线传感器网络在不同的应用场合, 有不同的技术问题, 在组网结构和传感器节点等方面有不同的设计要求。现重点探讨无线传感器网络在环境监测中的技术应用。

收稿日期: 2008-09-26 修订日期: 2008-11-06

作者简介: 何科爽 (1981), 男, 浙江鄞县人, 硕士生, 从事无线传感器网络、嵌入式系统的研究。

2 系统的架构与组成

无线传感器网络由部署在监测区域内的小型传感器网络节点以自组织方式构建, 使传感器网络具备合适功能的第一步是确定其拓扑结构。目前无线传感器网络主要存在着集中式控制结构和分布式结构。在分布式结构中, 根据节点数目的多少, 又可分为对等式结构和分层结构。基于无线传感器网络的环境监测系统的体系结构见图 1。

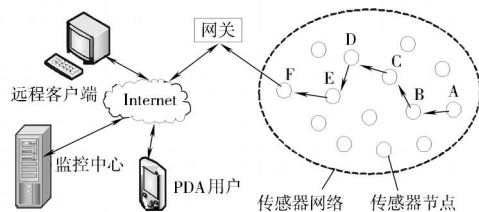


图 1 基于无线传感器网络的环境监测系统的体系结构

每种结构都有其优缺点, 必须根据实际应用需求及具体条件决定合适的拓扑结构。一般情况环境监测区域往往面积很大且分散, 比较多地采用分层式结构; 但对于监测区域分布相对集中, 采用对等式节点拓扑布置方法, 在较集中的监测区域布置传感器网络, 然后通过网关与监控中心通信。

系统主要由以下几个部分组成。

(1) 传感器节点。主要测量节点所在区域的各项环境参数指标, 比如温湿度、压力、光强等, 所获得的数据信息以无线通信方式经由网关被传输到监控中心。

(2) 网关。它连接传感器网络与 Internet 实现两种协议栈之间的通信协议转换, 把收集的数据转发到外网, 同时发布监测任务给下级节点。

(3) 远程客户端和 PDA 用户。可通过 Internet 对监控中心的数据访问。

(4) 监控中心。负责监测命令的下达, 管理监测数据的分析、处理、统计及评估等。

3 传感器节点设计

无线传感器节点主要功能是对传感器节点所在的区域情况动态监测, 并通过射频通信的方式, 将数据传输至网关。根据实际应用要求, 传感器节点主要包括 4 部分: 处理器模块、传感器模块和无线通信模块、电源供应模块, 见图 2。

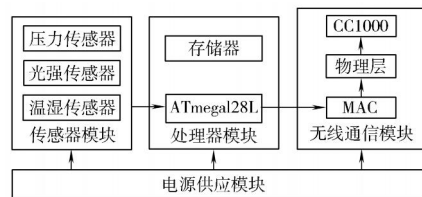


图 2 应用于环境监测的传感器节点体系结构

处理器部分根据低功耗和处理能力的需要采用的是 ATMEL 公司推出的基于 AVR RISC 结构的低功耗单片机 ATmega128L。该微处理器具有丰富的资源、外形小且提供了 6 种不同等级的低能耗操作模式, 因此适合应用于无线传感器网络节点的场合。其作为节点的主控单元可以大大简化外围电路, 提高系统的可靠性。

通信模块是节点中的重要组成部分, 选定的是多通道多频段的高性能无线收发器 CC1000。这是一款为低电压无线通信的应用场合设计的单片 UHF 收发器。CC1000 除了具有工作电压低、能耗低、体积小、不需外滤波电路, 可直接和外部天线接口等非常适合于集成的特点外, 还具有输出强度和收发频率可编程的特点。其工作频段在 315 MHz、868 MHz 及 915 MHz。CC1000 很容易通过编程使其工作在 300 MHz ~ 1 000 MHz 范围内。CC1000 的主要工作参数能通过串行总线接口编程改变, 这样使 CC1000 使用更灵活。

传感器的选型应该突出节点体积小、低功耗、外围电路简单、启动时间较短, 尽量采用不需要信号调理电路的数字式传感器, 根据实际的应用需求及监测任务选型。

(1) 温湿度传感器 SHT11。采用独特的 CMOSens™ 技术, 即温湿度传感器、信号放大调理、A/D 转换、I²C 总线接口全部集成于一芯片, 具有数字式输出、免调试、免标定、免外围电路及全互换的特点。

(2) 光强传感器 TSL256X。内含两通道 (两个光敏二极管), 分别对可见光和红外线敏感。芯片抗干扰性强、功耗低, 内部集成了积分式 A/D 转换器, 对流过光敏二极管的电流积分并转换为数字量, 在转换结束后将结果存入芯片内部通道各自的寄存器中。

(3) 压力传感器 MS5534A。内部集成了压阻式压力传感器和 ADC 接口, 传感器提供 16 位的

压力参数输出, 压力范围 30 kPa~ 110 kPa 另外模块包含了 6 个可读参数, 方便实现软件校正及高精度, 可自动断开电源, 3 线接口则可满足与微处理器的各种通信。

在具体的设计中, 为提高节点在不同应用中的灵活性, 通过扩展板的方式加载一个专用的传感器板, 板上载有温湿度、压力、光强 3 种传感器, 可在多种传感器间选择和切换, 满足不同的监测任务。另外无线节点还为传感器扩展留出了接口, 如果系统需要新类型的监测参数, 只需要将相应的传感器接入预留的接口, 就可形成新的无线传感器节点, 并通过开发相应的嵌入式控制及处理软件, 将节点直接加入到该无线传感器网络中。

4 网关设计

网关是连接无线传感器网络与外部网络的桥梁, 它主要把传感器节点采集到的信息通过网络将其传输到远程服务器, 同时网关也可通过无线信道向传感器节点发送控制命令启动传感器节点控制其完成数据采集等任务。考虑到网关的数据传输和运算量较大, 现采用三星的 ARM7 处理器 S3C44BOX 作为网关节点的控制器, 并可以采用外部电力作为电源供应。具体的硬件结构见图 3。

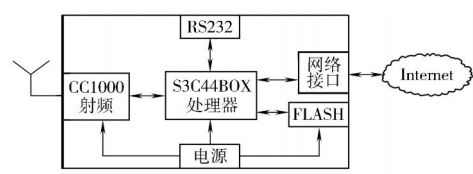


图 3 网关的硬件结构

5 系统软件设计

系统软件设计主要指节点应用程序和上位机程序的设计, 侧重介绍传感器节点应用程序设计。

5.1 基于 TinyOS 的应用程序组件结构

多任务实时操作系统 TinyOS 是基于组件的、事件驱动的无线传感器网络操作系统。它是使用组件模型以实现高效率的模块化、构造组件型应用软件。组件间通过接口连接, 上层组件对下层组件发命令, 下层组件向上层组件发信号通知事件的发生, 最底层的组件直接跟硬件联系。支持多跳通

信的传感器应用程序组件结构, 见图 4。

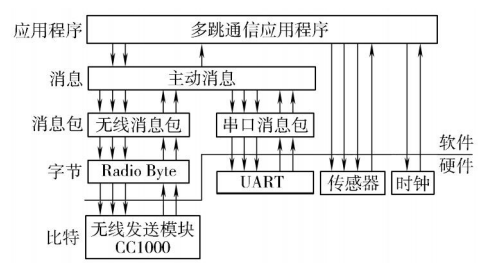


图 4 传感器应用程序的组件结构

5.2 节点工作流程

传感器节点工作遵循着睡眠 - 被唤醒 - 正常工作的工作模式, 节点工作流程如下: 首先完成节点初始化, 软件控制传感器节点使之大部分时间处于睡眠状态, 并开启定时器, 到了采集时间就进入定时中断程序, 唤醒节点完成数据采集、发送等任务, 随后与其他节点交换路由信息, 并再次进入睡眠状态。在睡眠状态下, 处理器停止工作, 而 SRAM、SPI 端口及中断系统继续工作, 无线模块处于低电流的接收状态。传感器节点通过这种方式实现数据自动定时发送。

6 结语

在研究无线传感器网络的基础上, 构建基于传感器网络的环境监测系统, 现场测试表明该系统稳定可靠、通信效率高、功耗低、具有良好的可维护性, 且其建设成本低、监测精度高、实时性强, 推广使用方便。有助于解决当前环境监测中布线困难、实时性差等问题, 有利于环境管理和决策。

[参考文献]

[1] 饶云华, 代莉, 赵存成, 等. 基于无线传感器网络的环境监测系统 [J]. 武汉大学学报 (理学版), 2006 52(3): 345- 348

[2] 胡冠九. 我国环境监测技术存在的问题及对策 [J]. 环境监测管理与技术, 2007, 19(4): 2- 3

[3] 丁飞, 张西良, 胡永光, 等. 无线传感器网络在环境监测系统中的应用 [J]. 微计算机信息, 2006 9(25): 175- 176

[4] 叶湘滨, 陈利虎, 胡翌. 无线传感器网络在环境监测中的应用 [J]. 计算机测量与控制, 2004 12(11): 1134- 1135

[5] 蒋鹏. 基于无线传感器网络的湿地水环境远程实时监测系统关键技术研究 [J]. 传感技术学报, 2007, 20(1): 185- 186