

基于 WSN 的实时监控系统的研究

何振兴¹, 熊健民², 刘幺和², 宋庭新²

(1. 湖北工业大学 电气与电子工程学院, 湖北 武汉 430068;

2. 湖北工业大学 机械工程学院, 湖北 武汉 430068)

摘要:2008年年初的百年罕见大雪袭击了中国南方大部分地区,近半个中国的交通大动脉全面瘫痪。一场大雪给中国带来了前所未有的困难。因此,需要研究出一种新型路面监控系统,来监测路面的温度和湿度信息,并根据路面的冰雪情况来执行相应的除雪融冰工作,这对于保证桥梁、涵洞、机场跑道等一些特殊位置的路面安全有着极其重大的意义。文中介绍了一种基于 WSN(Wireless Sensor Network)和嵌入式平台的实时监控系统的实现方法。通过 LPC2138 微控制器和 GPRS 数字终端设备,将传感器采集到的温度和湿度数据经过 GPRS 网络分两路传输,一路传输到手机终端;另一路经 Internet 传送到固定 IP 地址的服务器上,客户端可以通过 Internet 接收服务器上的数据进行分析 and 处理,对远程的路面进行实时的监测;同时当温度和湿度指标达到雨雪天气的参考设定值时,系统自动启动加热装置,对路面加热。在实验室的模拟雨雪环境下,对系统进行了测试。系统实现了自动加热水泥基路面和远程客户端实时监测路面信息,达到了预期效果,肯定了方法的可行性。

关键词: WSN; 通用分组无线业务; 嵌入式系统; 传感器

中图分类号: TP273+.5

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2009)12-0229-04

Research of Remote Real-Time Monitoring System Based on WSN

HE Zhen-xing¹, XIONG Jian-min², LIU Yao-he², SONG Ting-xin²

(1. School of Electrical and Electronic Engineering, Hubei Univ. of Tech., Wuhan 430068, China;

2. School of Mechanical Engineering, Hubei Univ. of Tech., Wuhan 430068, China)

Abstract: At the beginning of 2008, a rare heavy snow hit most parts of southern China. Nearly half of China's traffic artery was terribly paralyzed. A heavy snow has brought us unprecedented difficulties. Therefore, it's necessary to come up with a new type of road surface monitoring system to monitor road surface temperature and humidity conditions. According to the situation of the road surface, this system will clear the snow and ice, which has a great significance to ensure road safety such as bridges, culverts and airport runway. A real-time monitoring system implementation approach based on WSN(Wireless Sensor Network) and ARM7 platform is described. The data of temperature and humidity acquired by sensors through the LPC2138 micro-controller provided by NPX and GPRS DTU is transferred to two terminals. One is a mobile phone and the other is a fixed IP address server. Client could analyze and deal with the receiving data to monitor the information of the road far away. At the same time, the system will automatically start the heating device for heating the road surface when data of temperature and humidity reaches the reference value of snow. Simulated rain and snow in the laboratory environment, the system has been tested. Automatic heating system of cement-based surface and remote client information in real-time monitoring of the road reach the desired results, which confirms the feasibility of the method.

Key words: WSN; GPRS; embedded system; sensor

0 引言

2008年初的百年罕见大雪袭击了中国南方大部分地区。近半个中国交通大动脉全面瘫痪,数百万返乡过年的旅客有家难回,京珠高速公路受灾异常严重,

仅京珠高速湖南段滞留的车辆就超过2万辆,滞留人员超过6万人……一场大雪给中国带来了前所未有的困难。目前,在路面除雪融冰领域,国内外仍旧采用机械化或者人工除雪的方法,这样不仅效率低下,而且耗费了大量的人力和财力。因此,需要研究出一种新的路面监测技术,来监测路面的温度和湿度状况,并根据路面的温度和湿度来执行相应的除雪融冰工作,这对于保证桥梁、涵洞、机场跑道等一些特殊位置的路面安全有着极其重大的意义。只要将该系统置于机场跑

收稿日期:2009-03-26;修回日期:2009-06-17

基金项目:国家863计划(2006AA11Z117)

作者简介:何振兴(1985-),男,硕士研究生,研究方向为智能控制;
熊健民,教授,研究方向为机械设计和结构工程。

道、桥梁等关键枢纽处,并且配合路面加热装置,则可以方便地除去路面积雪和冰凌。

1 系统结构

系统可分为 WSN、GPRS 网络和监测终端三大部分^[1],其中有关传感器的布局,如图 1 所示。

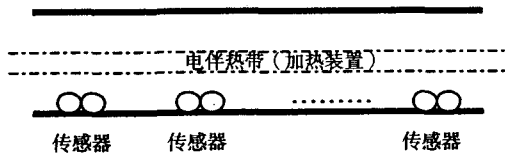


图 1 路面结构

该文是基于嵌入式(嵌入式主机原理如图 2 所示)平台,通过由 NPX 公司提供的 LPC2138 微控制器和 GPRS DTU,将传感器采集到的温度和湿度数据经过 GPRS 网络分两路传输,一路传输到手机终端;另一路经 Internet 传送到固定 IP 地址的服务器上,客户端可以通过 Internet 接收服务器上的数据进行处理和分析,对远程的路面进行实时的监测;同时当温度和湿度指标达到雨雪天气的参考设定值时,系统自动启动加热装置,对路面加热。

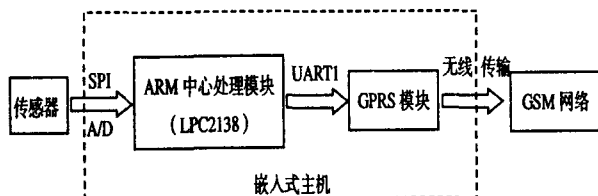


图 2 嵌入式主机硬件原理框图

当前,在中国北方,大多采用机械化除雪融冰。文中采用嵌入式装置,通过 WSN 和 GPRS 网络进行数据监测,是目前较好的远程实时监控系统,在中国经济又好又快发展的今天具有重大的现实意义。

2 传感器节点

传感器节点一般主要包括:(1)控制器;(2)存储器;(3)传感器和执行器;(4)通信;(5)电源^[2]。

2.1 控制器和存储器

控制器是无线传感器节点的核心。它采集并处理传感器数据,判决何时何地发送数据,并从其它传感器节点接收数据以及判定执行器的动作^[3]。在此,将 LPC2138 作为微控制器和存储器。它是基于支持实时仿真和嵌入式跟踪的 32 位 ARM7TDMI-S CPU,并带有嵌入的高速 Flash 存储器。128 位宽度的存储器接口和独特的加速结构使 32 位代码能够在最大时钟速率下运行。对代码规模有严格控制的应用可使用 16 位 Thumb 模式将代码规模降低超过 30%,而性能

的损失却很小^[4]。

小型封装和低功耗使 LPC2138 特别适用于访问控制和 POS 机等小型应用中;由于内置了宽范围的串行通信接口和 32kB 的片内 SRAM,它们也非常适合于通信网关、协议转换器、软件 modem、语音识别、低端成像,为这些应用提供大规模的缓冲区和强大的处理功能。多个 32 位定时器、1 个或 2 个 10 位 8 路的 ADC、10 位 DAC、PWM 通道、47 个 GPIO 以及多达 9 个边沿或电平触发的外部中断使它特别适用于工业控制应用系统。由于片上集成了如 SPI 串口、UART1 全串口、A/D 转换等丰富的功能部件,因此它很好的满足了硬件系统的要求。

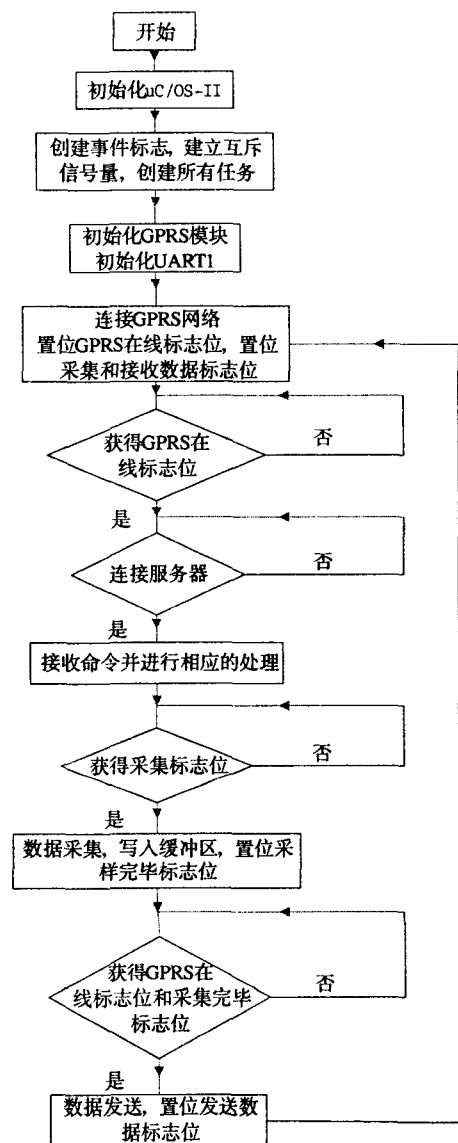


图 3 数据采集发送程序流程

ARM 固件程序采用 C 语言开发,主要定义数据采集、GPRS 数据发送、GPRS 命令接收三个任务。其中数据采集基于定时器中断,采样频率可由客户端控

制;GPRS 数据传输的传输量也可由客户端控制;GPRS 模块根据控制命令接收并解析服务器发送来的采样频率和传输数据量指令。嵌入式主机数据采集发送程序流程如图 3 所示。

2.2 传感器和执行器

传感器大致分为三种:被动全向传感器、被动窄束传感器和主动传感器。在此使用的温度和湿度传感器属于被动全向传感器。电伴热带作为加热装置,用作执行器^[2]。

2.2.1 温度采集模块

使用 DS18B20 数字温度传感器采集温度数据,将 AT89C2051 作为主芯片处理数据。

DS18B20 采用单线信息传输,从中央处理器到它只需连接一条线(和地)。温度信息的读写不需要外部电源,由数据线本身提供。

DS18B20 主要由 3 个部分组成:64 位激光 ROM、温度灵敏元件和非易失性温度告警触发器 TH 和 TL。器件的电源由单线的通信线提供。在单信号线为高电平的时间周期内,器件将能量贮存在内部的电容器中;在单信号线为低电平的时间周期内,断开电源,直到信号线变为高电平重新接上寄生(电容)电源为止。另外,DS18B20 也可用外部 5V 电源供电^[5]。

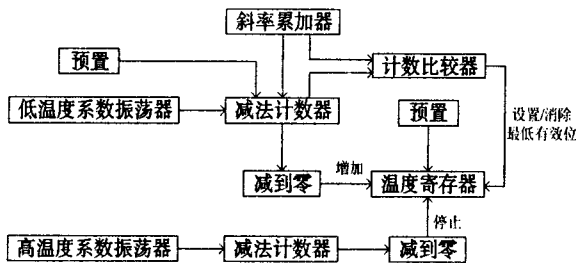


图 4 DS18B20 的内部电路框图

DS18B20 的测温原理^[6]:低温度系数振荡器用于产生稳定的频率 f_0 , 高温系数振荡器则相当于 T/f 转换器, 能将被测温度转换成频率信号 f 。当计数门打开时, DS18B20 就对低温度系数振荡器产生的时钟 f_0 进行计数, 进而完成温度测量。计数门的开启时间由高温系数振荡器来决定。每次测量前, 首先将 -55°C 所对应的基数分别置入减法计数器、温度寄存器中。在计数门关闭之前若计数器已减至零, 温度寄存器中的数值就增加 0.5°C 。然后, 计数器依斜率累加器的状态置入新的数值, 再对时钟计数, 然后减至零, 温度寄存器值又增加 0.5°C 。只要计数门仍未关闭, 就重复上述过程, 直至温度寄存器达到被测温度值。图 4 为 DS18B20 的内部电路框图。

2.2.2 湿度采集模块

使用线性放大电压湿度模块 SY-HS-220 采集

湿度数据, 将 STC12C2052AD 作为主芯片处理数据。

2.3 通信

GPRS(通用分组无线业务)是在现有 GSM 网络上发展出来的一种新的承载业务, 目的是为 GSM 用户提供分组形式的数据业务。GPRS 允许用户在端到端分组转移模式下发送和接收数据, 而不需要利用电路交换模式的网络资源, 从而提供了一种高效、低成本的无线分组数据业务, 特别适用于间断的、突发性的和频繁的中小数据量传输^[7]。

但目前的基于 GPRS 的无线数据采集监控系统没有充分利用 Internet 公用资源, 虽然在前端实现了嵌入式无线数据传输, 但在后端的数据接收显示环节仍然依赖于 GSM 网络。Internet 作为一种廉价的公用资源, 在后期的数据接收和传送中不仅速度快于 GSM 网络, 而且价格低廉、便于构建 B/S 模式的 Web 应用, 客户端不再需要安装 GPRS 接收装置, 只要可以上网, 就可以随时访问存储在 Internet 服务器上的数据。文中结合 GSM 网络和 Internet 的优势, 不仅在前端实现了对加热装置的控制, 而且实现了对远程数据的采集、传输、交换和接收, 在路面除雪融冰领域具有突出的技术优势和实用价值。

为了将节点连网, 使用 GPRS 无线终端模块作为发送和接收数据的设备。利用 GPRS 网络, 使用无线 GPRS 终端向 Internet 固定 IP 地址发起连接, 将现场数据发送到公网服务器, 这种无线传输方案运行稳定, 成本较低, 只要开通 SIM 卡 GPRS 服务功能, 就可以享受 GPRS 到 Internet 的无线数据传输服务; 同时, GPRS 无线传输技术可以方便地应用于有线传输不便、数据量不太大的领域, 容易推广到目前流行的嵌入式系统领域, 实现嵌入式主机与 GPRS 的结合; 另外, 由于 GSM 网络覆盖范围广, Internet 无处不在, 并且 TCP/IP 协议已经成为网络通信通用标准, 所以文中采用的 GPRS 无线传输技术具有很强的兼容性和开放性。

将 GPRS DTU 作为无线终端, 分别从硬件和软件上实现其与嵌入式终端平台的连接。通过此无线终端可以让远端的用户设备和管理中心的电脑进行透明数据通信。下面列出了 GPRS 读写数据部分功能的关键代码^[8]。

```
uint8 GPRSWrite(char *Data, uint16 NByte)/* 向串口发送多个字节数据, NByte 为写数据的大小 */
```

```
{uint8 err, i;
```

```
while (NByte > 0)/* 判断数据字节大小 */
```

```
{for (i=0; i<8; i++)
```

```
{UI THR = *Data++;/* 将数据写到
```

```

寄存器中 * /
    NByte -- ;
if (NByte=0)/* 判断数据是否写完 */
    {break; } } /* 数据写完成后退出循环 */
    return ModemState; /* 返回模块的当前状态 */
uint8 GPRSGetch(void)/* 接收到一字节数据 */
{ uint8 rt;
OS_ENTER_CRITICAL();/* 允许接收中断 */
while ((U1LSR & 0x00000001) == 0)/* 等待数据 */
    { U1IER = U1IER | 0x01; /* 没有收到数据 */
      break; } /* 没有收到数据退出 */
OSSemPend(Uart1Get, OS_TICKS_PER_SEC/2, &rt); /*
信号量发送 */
if(rt=OS_TIMEOUT)/* 超时 */
    rt=0;
else
    rt=U1RBR; /* 读取收到的数据 */
    OS_EXIT_CRITICAL(); /* 退出中断 */
return rt; }

```

2.4 电源

电源是系统的关键部分。在设计时,主要考虑两个方面:按照要求的方式储能和供电以及尽量随时从节点外部的能源“提取”能量以补充消耗的能量。考虑到传感器会遇到恶劣气候,因此采用开关电源供电。

3 监测终端

数据接收、分析和显示程序均部署在服务器端,主要包括两套程序:一套是数据接收程序,采用 VC++ 6.0 编程,使用 Windows 下的多线程技术和 SOCKET 编程读取公网 IP 地址上接收到的数据,然后以标准 XML 数据格式保存在服务器指定目录中。另一套程序是采用 B/S 模式的 Web 应用程序,使用 Web Services 技术和 Flex 语言开发,用于读取、分析和显示保存的 XML 文件。Flex 程序部署在服务器上,运行环

(上接第 228 页)

发工作奠定了基础。

参考文献:

- [1] 张海涛, 龚龙庆. 基于 UML 的 SoC 建模设计方法研究[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(3): 145-147.
- [2] Booch G, Rumbaugh J, Jacobson I. The Unified Modeling Language User Guide[M]. Massachusetts, USA: Addison Wesley Longman, 1998.
- [3] Rumbaugh J, Jacobson I, Booch G. The Unified Modeling Language Reference Manual[M]. Massachusetts, USA: Addison Wesley, 1999.

境为 Tomcat 6.0。客户端只要可以上网,便可通过 Internet 方便地浏览到数据分析显示页面。

4 结束语

文中基于 WSN 给出了一种实用性很强的方法,对路面信息进行远程监测。其优势在于:控制装置能够根据传感器采集到的数据自动启动加热装置进行除雪融冰;其二,路面温度和湿度数据可自动发送到 GPRS 网络,实现了 GPRS 网络和 Internet 的互联,并且手机用户和 PC 机终端能够远程监测路面的实时信息。

参考文献:

- [1] Ng H S, Sim M L, Tan C M. Security issues of wireless sensor networks in healthcare applications[J]. BT Technology Journal, 2006, 24(2): 138-144.
- [2] 卡勒, 维里西. 无线传感器网络协议与体系结构[M]. 邱天爽, 等译. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [3] 周 丹. 无线传感网络在大坝安全监测中的应用研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2008.
- [4] 周立功. ARM 嵌入式系统基础教程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [5] 石 权. 基于无线传感器网络的温湿度采集系统的设计[D]. 长春: 吉林大学, 2008.
- [6] 沙占友. 集成化智能传感器原理与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [7] Pietro R D, Mancini L V, Mei A. Energy efficient node-to-node authentication and communication confidentiality in wireless sensor networks[J]. Wireless Netw, 2006(12): 709-721.
- [8] 李 炜, 张义超, 卢 英, 等. 基于 GPRS 环境与安全监测终端设计与实现[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(9): 232-234.

- [4] Jacobson I. Object-oriented software engineering: a use case driven approach[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
- [5] 王 立. 基于 UML 的网上教学系统的分析与设计[J]. 电脑知识与技术, 2009(3): 671-673.
- [6] 张术梅, 孙 辉. 基于 UML 的面向对象软件静态测试方法的研究[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(1): 125-127.
- [7] 薛 宁, 魏学锋. 基于 UML 的机器人仿真虚拟试验台系统建模[J]. 微计算机信息, 2009(2-1): 203-205.
- [8] 周 方, 万 臣, 彭 云. 基于 UML 的高校排课系统的分析与设计[J]. 软件导刊, 2009(3): 86-88.