

无线多节点图像采集系统实现及应用

仇乐乐 胡艳军 许耀华 姜新红 高 韦 卫海燕

(安徽大学计算智能与信号处理教育部重点实验室 合肥 230039)

摘要 首先介绍了无线传感器网络和移动通信网结合的组网策略。然后详细介绍了太阳能电板供电节点的硬件设计,以及上位机的软件设计。最后在室内和室外环境下,对整个系统进行了测试。测试结果表明网络中的设备能够快速收敛形成低成本、易扩展、易控制的传感器网络,并且在室内和室外环境下,上位机软件都能重建清晰的图像。

关键词 无线传感器网络,多节点图像传输,ZigBee,GPRS,ADO

中图分类号 TN919.72 **文献标识码** A

Wireless Multiple-node Image Acquisition System Implementation and Application

QIU Le-le HU Yan-jun XU Yao-hua JIANG Xin-hong GAO Wei WEI Hai-yan

(Key Laboratory of Intelligent Computing & Signal Processing, Ministry of Education, Anhui University, Hefei 230039, China)

Abstract The paper firstly introduced the network scheme integrates mobile network and sensor network. Then it gave a further presentation in the hardware design of the solar panel supplying power and the software design of upper computer. Finally, the whole system was tested under indoor and outdoor environment. Test results shows the network equipments can rapid convergence to form a sensor network that is low cost, easy extension, easy to control. In addition, under indoor and outdoor environment, upper software can reconstruct clear images.

Keywords Wireless sensor networks, Multiple-node image transmission, ZigBee, GPRS, ADO

目前无线图像传输尚未形成产业化发展模式,无线图像传输采用的技术主要有 802.11^[3], LMDS, CDMA, COFDM 技术^[4], GPRS^[5], 3G 技术, 尽管可以达到较高的速率, 但由于多方面的原因, 未得到广泛的应用。如 802.11 和 3G 网络的产品只适用于点对点的连接, 技术成本过高。无线传感器网络主要用于温度、湿度、粉尘颗粒、抄表等环境参数的采集^[6], 仅通过这些数据并不能够直观地反映采集现场的情况, 从而导致决策失误。若控制中心能联合图像数据和其它参数共同分析, 可大大提高分析的准确性, 减少意外事故的发生。所以本文采用 GPRS 技术和传感器网络技术设计的图像传输系统在现场环境变化较小、实时性要求不高的场合具有广阔的应用前景。

1 系统原理及组网策略

1.1 系统原理

传输系统分别以本地计算机和公网计算机作为数据中心, 既可以实现近端上位机图像采集, 也可以实现远端数据中心图像采集。

近端采集系统原理如图 1(a) 所示, 图像节点包括无线收发模块和图像采集模块以及供电控制模块。路由器为传感器网络的中继节点。协调器为传感器网络的汇聚节点。图像采集模块采集到图像数据后, 可以直接无线发送至协调器, 也可以通过路由器以多跳的方式传递给协调器。协调器通过串口

与上位机相连, 上位机接收完终端节点的打包图像数据后, 显示并存储至数据库。上位机也可以通过汇聚节点向网络发送广播指令或者单播指令, 来控制图像节点的工作。

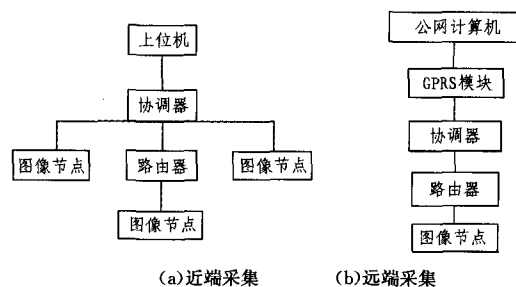


图 1 系统原理

如图 1(b) 所示, 当协调器接收到终端或者中继节点采集到的打包数据后, 通过串口传递给 GPRS 模块, 其收到打包数据后, 通过移动通信网, 经 Internet 传回数据中心。数据中心也可以向终端发送控制指令, 来控制网络中 GPRS 模块和图像节点。

1.2 组网方案

本系统采用 ISM 频段, 直接序列扩频 (DSSS) 技术, 理论上能提供 250kb/s 的传输速率, 16 个物理信道, 中心频率计算公式如下:

$$f_c = 2405\text{MHz} + 5(x-11)\text{MHz} (x=11, 12, \dots, 26) \quad (1)$$

如图 2 所示, 由于每个信道所能容纳的传输速率有限, 设

本文受国家自然科学基金项目(61071168)资助。

仇乐乐(1986-), 男, 硕士生, 主要研究方向为无线传感器网络, E-mail: qiulee1025@126.com; 胡艳军(1967-), 女, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为无线通信与移动通信。

计方案采用多 GPRS 模块和多汇聚节点的方式。基本组网思路如下,网络中每个汇聚节点连接一个 GPRS 模块,数据中心对多个 GPRS 模块进行管理,即实现对多个汇聚节点的管理。为了尽量减小相邻网络的干扰,相邻网络使用信道的中心频率间隔为 40MHz,经实验测定相邻信道没有发生相互干扰。此设计不仅可以增加单位面积的节点数,提高采集的准确度,而且使传感器网络具有较好的可扩展性。

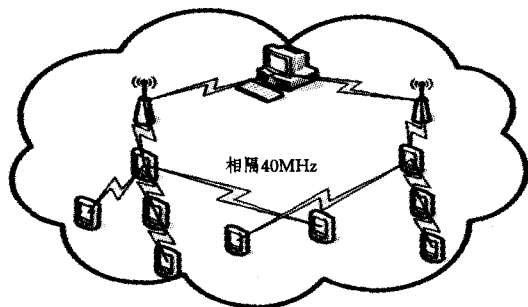


图2 组网策略

2 硬件设计

2.1 系统组成

系统主要由 GPRS 模块、汇聚节点、图像节点 3 部分构成。

GPRS 模块通过串口与汇聚节点相连,主要负责把汇聚节点接收到的数据经移动通信网上传至数据中心,并把上位机的指令发送至汇聚节点。

汇聚节点由 CC2530 无线射频模块和扩展板组成。扩展板留有串口与上位机或者 GPRS 模块通信。电平转换芯片 FT232RL 和 SP3223E,可以完成电平间的相互转换。通过电压转换芯片 TPS795339 和 TPS79533 把输入电压转化成射频模块所需电压。

图像节点由串口摄像头和 CC2530 无线射频模块组成。串口摄像头能自动对拍摄图像进行 JPEG 压缩、存储和打包,并通过 4P 插针与 CC2530 相连。可拍摄 80 * 60,160 * 128,320 * 240,640 * 480 四种格式的 JPEG 图片。

2.2 太阳能供电节点设计

太阳能供电节点由 5 部分构成(如图 3 所示),包括太阳能电池板、串口摄像头、扩展板、封装盒和射频模块。太阳能电池板内置电池容量 3200mAh,输出电压可调 5V、5.5V、7.5V、9.5V。底板根据射频模块引脚特性,制作外围控制电路和电压转换电路。封装盒采用上下分体塑料盒,外径长 91mm、宽 58mm、高 31mm,内径长 87mm、宽 53mm。具有很好的防水作用。

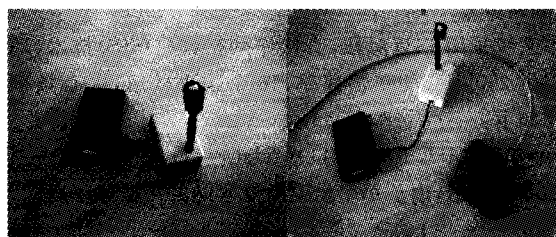


图3 太阳能供电节点

图像节点在活动时能耗大。在睡眠状态下,传感器节点

所需的能耗较小。在传输图像数据过程中,节点较长时间处于活动状态,从而导致需要经常性地更换电池,给用户维护带来麻烦和经济损失。而太阳能电池板在光照条件下,能达到很好的储能效果。

3 上位机软件设计

上位机软件使用 Visual C++ 6.0 MFC 编写,主要包括近端上位机界面与远端上位机界面。近端和远端采集界面都包括图像采集、拓扑显示、数据分析、数据列表。图像采集用来显示节点所采集的图像数据。拓扑通过确定根节点后,轮询数据库的心跳包信息,生成拓扑结构。数据列表用来显示节点的剩余电量、温度、父节点地址和子节点地址等信息。数据分析可以通过对接收的数据分析绘制一段时间内节点温度和剩余电量的变化曲线。

3.1 近端采集界面

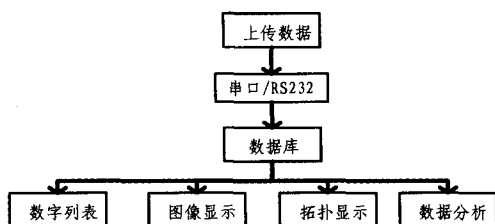


图4 近端采集框图

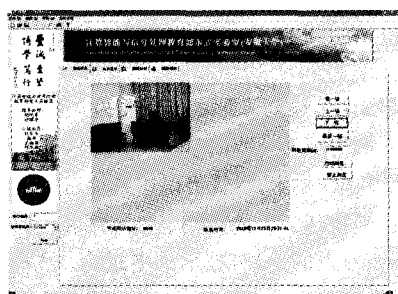


图5 近端采集界面

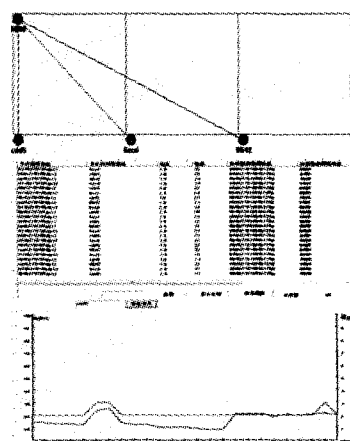


图6 节点信息显示与分析

近端采集框图如图 4 所示,在白组织形成网络过程中,汇聚节点和图像节点实现绑定并把节点地址写入路由表。然后微处理器不断向摄像头发送同步指令,实现同步后,向摄像头发送拍摄指令,摄像头把采集到的图像数据存入缓存中,以 64 个字节打包无线发送给汇聚节点。汇聚节点通过串口与上位机相连,上位机把采集到的数据通过 OLE 技术分类存储

到数据库中,用户可以通过点击 Tab 控件从数据库中读取采集到的图像信息、节点信息、拓扑结构以及通过数据对节点进行分析。用户也可以通过设置定时时间,定时对采集到的图像进行浏览。

对系统框图 1 进行测试,传感器网络由一个协调器和三个图像节点构成,通过点击浏览按钮,可实现对采集图像和节点信息的浏览。测试结果如图 5 和图 6 所示。

3.2 远端采集界面

图 7 是远端采集框图。

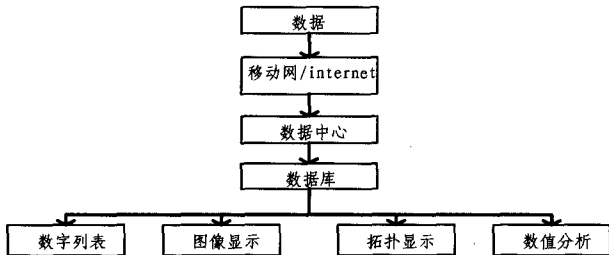


图 7 远端采集框图

数据中心把接收到的数据按类别直接存储于数据库相应的表中,用户可以通过软件查看采集到的环境参数和图像数据,从而达到对环境监控的目的。数据中心也可向下位机发送拍摄指令,调整拍摄图像的大小和周期。

对系统框图 2 进行测试,网络由路由器、图像节点、协调器、GPRS 模块、数据中心组成。测试结果如图 8 远端接收界面,节点采集到的图像数据能在数据中心的接收界面上很好的重建。

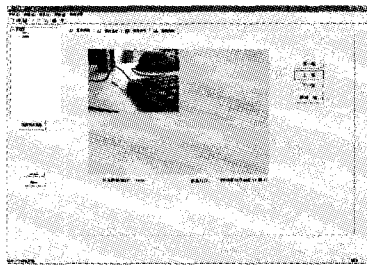


图 8 远端接收界面

4 系统测试与分析

4.1 系统的整体性能分析

设定串口波特率为 115200bit/s,无线发送波特率为 38400bit/s,对系统的单跳传输能力、传输时延、拍摄时间进行了测试。单跳图像传输距离约为 30~40 米;数据经过 Internet 和移动通信网中间产生延迟约为 1 到 2 秒,GPRS 模块入网所需时间由所处的蜂窝网所决定,实验中约为 30 秒;图像格式可通过指令调整为 80 * 60,160 * 128,320 * 240,640 * 480,图像大小对应的采集时间如表 1 所列。

表 1

| 图像大小 | 采集时间(s) |
|-----------|---------|
| 640 * 480 | 60 |
| 320 * 240 | 40 |
| 160 * 128 | 30 |
| 80 * 60 | 15 |

4.2 太阳能节点测试

在室内普通日光灯照射条件下,设定采集周期后,太阳能电池节点能够连续长时间的工作,拍摄的图像如图 9(a)所示。在室外情况下,协调器通过 GPRS 模块将数据上传至实验室中心,测试结果如图 9(b)所示。实验表明无论采取近端采集还是远端采集,设备都能实现较好的功能,系统都能重建较为清晰的图像。

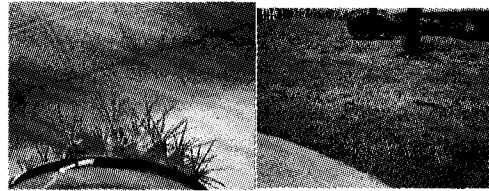


图 9 太阳能电池节点

结束语 本文主要从系统实现、组网方案、软硬件组成几方面对系统进行了介绍,并对该系统进行了整体性能的测试。测试结果表明,系统具有低成本和良好的可扩展性等优点,在低速率数据采集与实时性要求不高的场合具有广阔的应用前景。在今后的工作中,将继续做两方面研究,以缩短传输时间。第一,使用压缩比率较高的 JPEG2000 作为图像传输格式;第二,使用传感器网络中多个节点的协作,形成虚拟多天线阵列,扩大信道容量,提高传输速率,缩短传输时间。

参考文献

- [1] 鄢仁武. 图像无线传输系统[D]. 神州:福建农林大学,2007
- [2] 李晓毅,钟先信,余文革,等. 局域监控蓝牙无线图像传输系统设计[J]. 电子技术应用,2003(6):62-64
- [3] 刘高才. 802.11a 无线局域网视频图像传输实验系统的研究与实现[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2006
- [4] Chu H S, Park B S, An C K, et al. Wireless Image Transmission based on Adaptive OFDM System[C]// Strategic Technology, 2007. IFOST 2007. International Forum on. March 2009; 623-626
- [5] 徐志斌. 基于 GPRS 的无线图像传输系统研究[D]. 武汉:华中科技大学,2008
- [6] 胡月舟,茅正冲,王博,等. 基于 MSP430 的无线环境监测系统设计[J]. 电脑知识与技术,2010,6(25)
- [7] 陈汉深,李卫忠,李强. 基于 JPEG2000 的无线图像监控系统的设计与实现[J]. 微计算机信息,2006,22(8-2):166-168,124
- [8] 明日科技. Visual C++ 程序开发范例宝典[M]. 北京:人民邮电出版社,2007
- [9] 李言,李伟明,李贺,等. Visual C++ 项目开发全程实录[M]. 北京:清华大学出版社,2008
- [10] 李文仲,段朝玉,等. Zigbee2007/PRO 协议栈实验与实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2009
- [11] 求实科技. Visual C++ 串口开发技术工程应用实例导航[M]. 北京:人民邮电出版社,2006
- [12] 费巧玲,徐向阳. VC 中用 ADO 实现大数据的存取[M]. 长沙:湖南大学计算机与通信学院
- [13] Lu Qin, Du Lie-bo, Hu Bing. Low-Power JPEG2000 Implementation on DSP-Based Camera Node in Wireless Multimedia Sensor Networks[C]// International Conference on Networks Security. Wireless Communication and Trusted Computing, 2009