

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2014.06.030

基于 ZigBee 和 GPRS 的多通讯功能无线测控系统

蒋煜琪, 谷兆贵, 史旺旺*

(扬州大学 水利与能源动力工程学院, 江苏 扬州 225009)

摘要: 针对传统的移动测控系统的监控实时性差、成本高等问题,结合 ZigBee 技术和 GPRS 技术,设计了一种基于 ZigBee 和 GPRS 的多通讯功能无线测控系统。该系统由实现就地采集和控制的传感器节点、路由器和 ZigBee 协调器等组成,传感器节点采用 MC56F8037 DSP 芯片进行数据采集和控制,采用 JN5139 芯片实现 ZigBee 通讯,两芯片之间采用串行通讯交换数据;协调器节点主要由 JN5139 芯片、以太网芯片 CP2200 和 SIM900A 模块组成。协调器除管理 ZigBee 网络外,实现了与以太网控制芯片 CP2200 通讯,嵌入了 GPRS 通讯协议、以太网协议和 TCP/IP 协议,使之成为具有多种接口的多功能网关,实现了基于 Internet 的远程控制。研究结果表明,该系统减少了多种通讯方式下的转发设备,降低了成本投入,为基于无线通讯的远程监控系统提供了实用和高效的解决方案,具有广阔的市场前景。

关键词: 远程监控; ZigBee; GPRS; 网关

中图分类号: TP273 **文献标志码:** A

文章编号: 1001-4551(2014)06-0814-05

Multifunctional wireless measurement and control system based on ZigBee and GPRS

JIANG Yu-qi, GU Zhao-gui, SHI Wang-wang

(College of Hydraulic and Energy Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract: Aiming at the shortcomings existing in traditional mobile measurement and control system, such as real-time problem and high cost, a multifunctional wireless measurement and control system based on ZigBee and GPRS was designed combining the ZigBee and GPRS technology. The system is composed of sensor node with local measurement and control function, router and coordinator. In the sensor node MC56F8037 was adopted for measurement and control, JN5139 was adopted for ZigBee communication, and series communication was used to exchange data between two components. The coordinator is composed of JN5139, CP2200 and SIM900A module. The multi-interface was implemented in the coordinator besides management of ZigBee network with embedded Ethernet protocol, GPRS protocol and TCP/IP protocol for control based on Internet. The results indicate that the system provides the practical and effective solution for remote monitoring and control with low price and broad market prospects.

Key words: remote monitoring and control; ZigBee; GPRS; gateway

0 引言

近年来随着无线网络通信技术的发展,出现了面向近距离且符合低功耗、低成本、双向无线通信要求的 ZigBee 技术^[1-2]。它有效填补了低成本、低功耗和低速率无线通信市场的空缺,是一组基于 IEEE802.15.4

无线标准研制的技术,以 2.4 GHz 为主要频段,采用 DSSS(直接序列扩频)技术,主要用于承载数据量较小的业务,可嵌入各种设备,同时支持地理定位功能。

同时,基于 GPRS 技术的远程监控系统已经成为当前研究的热点。GPRS 网络覆盖范围广、数据传输快、实时性好、通信质量高,可直接与 Internet 互通,能够很好地满足工业控制的需要,被广泛应用于基于无

收稿日期: 2013-12-20

作者简介: 蒋煜琪(1992-),男,江苏扬州人,主要从事远程网络控制方面的研究。E-mail:qq_358437470@outlook.com

通信联系人: 史旺旺,男,副教授,硕士生导师。E-mail:wwshi@yzu.edu.cn

线网络的远程监控系统^[3-7]。ZigBee 无线传感器网络技术和 GPRS 通信技术能够取长补短,为实现工业无线监控提供更灵活、便捷的手段^[8-10]。ZigBee 技术和 GPRS 技术相结合的方案已广泛应用于无线远程监控系统中,如粮食仓监控、城市路灯控制、精细农业、远程抄表和智能家居等各方面,但目前的应用主要是针对特定的场合,并且实现 ZigBee 和 GPRS 数据转发的网关设备一般采用高档的 CPU 芯片,虽然功能强大,但价格高,缺乏通用性。因此,开发成本低、通用性高的多功能无线测控系统装置具有广阔的市场前景^[11-13]。

对此,本研究基于 ZigBee 技术和 GPRS 技术的结合,设计一套多功能无线测控系统,给出相应的硬件实现和软件流程。

1 系统总体设计

整个系统主要由 ZigBee 传感器节点和 ZigBee/GPRS 网关组成,笔者设计的多功能无线测控系统总体结构如图 1 所示。其中:ZigBee 传感器节点是一个数据采集传输终端。它通过 ZigBee 短距离无线通信技术组建就地无线传感器网络,主要完成现场数据采集的工作,包括开关量数据、模拟量数据以及智能仪表的通讯数据,保证了终端采集到的数据能够顺畅地传送到 ZigBee/GPRS 网关上,同时可接收远程控制命令实现开关量的输出。ZigBee/GPRS 网关是整个系统数据汇集的地方,是连接 ZigBee 和 GPRS 网络的核心转发设备,它采用 ZigBee 技术和 GPRS 技术相结合的方式,通过 ZigBee 技术完成与其无线传感网中传感器节点的通信,通过 GPRS 技术完成 GPRS 网络和 ZigBee 网络之间数据的转换,并将数据传送给远程计算机、PDA 及手机等上位机。上位机可以调用 ZigBee 传感

器节点传输过来的数据,同时也可以向传感器节点发出各种操作指令。考虑到成本的问题,GPRS 通讯的相关 AT 命令在 ZigBee 模块中实现,这样既降低了成本,又减少了数据转发的中间环节。

2 系统硬件设计

2.1 ZigBee/GPRS 网关硬件设计

一个多功能无线测控系统中只有一个 ZigBee/GPRS 网关,主要由 ZigBee 模块和 GPRS 模块等组成。ZigBee/GPRS 网关汇集了整个测控系统中所有仪表的数据,网关进行 ZigBee 数据包解析,从数据包中提取有效数据,进行协议转换并将数据包重新打包成 TCP/IP 数据包,并将这些数据通过以太网 GPRS 模块远程传输到上位机,完成 ZigBee 网络与以太网的数据传输,ZigBee/GPRS 网关是不休眠节点,负责建立整个 ZigBee 网络,同时具备路由能力,在网络建立完成后,连接了外界与整个网络的通信,为外界访问 ZigBee 网络提供了双向接口。通常网关的收发控制和协议转换采用 ARM 或 DSP 芯片,但为了降低成本和减少中间环节,该系统网关中的协议转换功能由 JN5139 芯片实现,而 JN5139 与以太网控制芯片 CP2200 间的通讯采用并行通讯方式,提高了传输速度。JN5139 与 CP2200 的连接图如图 2 所示。

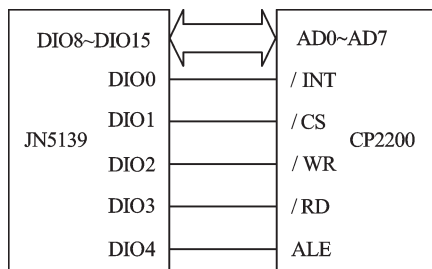


图2 JN5139与CP2200的连接图

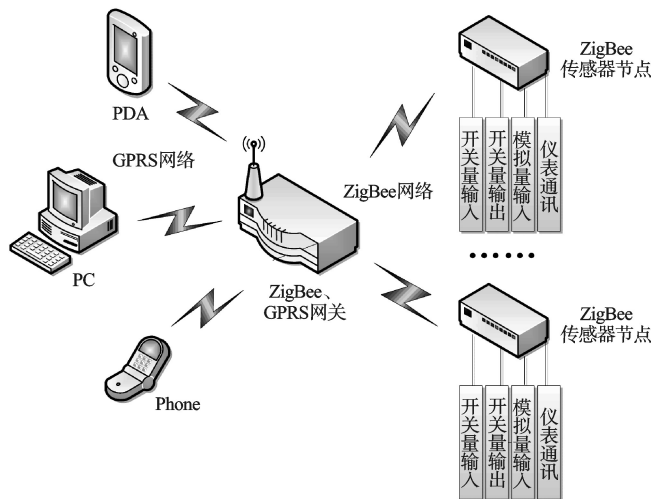


图1 系统总体结构

该系统中无线收发芯片选用 Jennic 公司的 JN5139 芯片。它是一款 32 位 RISC 结构的处理器,配置有 2.4 GHz 频段的 IEEE802.15.4 标准的无线收发器,片内集成了 96 KB RAM 和 64 KB ROM,为无线传感器网络的应用提供了多种多样的解决方案,高度集成化的设计也降低了系统的整体成本。内置集成的休眠振荡器和节电功能也可以保证系统的低功耗。JN5139 提供了丰富的开关量和模拟量接口,方便用户将其连接到用户自己的系统应用上。该系统中 ZigBee 网络通讯部分硬件电路如图 3 所示。

由于 JN5139 只提供 UART 接口和 SPI 总线,硬件接口没有选用另外的转换芯片而采用软件模拟的方式来解决地址数据的总线接口问题,从而简化了系统的硬件

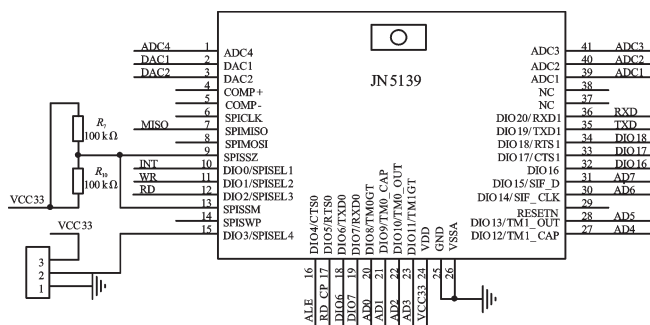
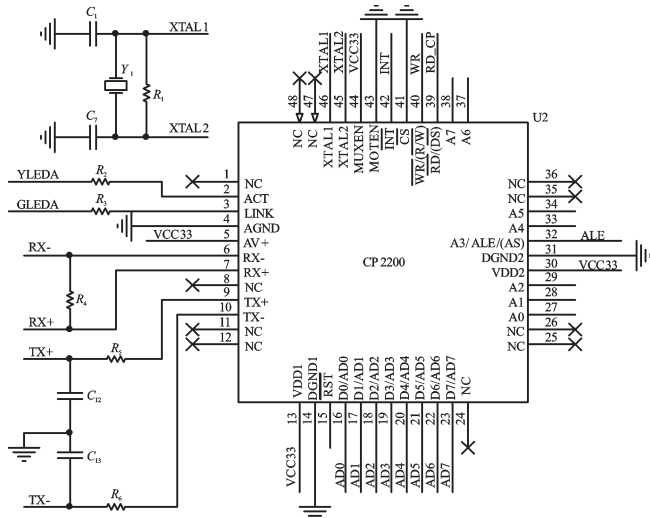


图3 JN5139硬件电路

设计。JN5139提供的I/O口分别用作控制总线、地址总线、数据总线, DIO8~DIO15用作数据/地址复用总线, 当用作数据总线时, 8位数据位同时传输信号, 实现并行传输方式, 加快了传输速率。DIO0口用作中断申请, DIO1、DIO2分别用作写操作和读操作的选通信号。

以太网控制器一般采用CS8900, RTL8019等以太网网卡控制芯片来设计。这带来了许多问题, 如通信不稳定, 接口电路复杂, 体积较大等; 同时又因为价格比较昂贵, 使得项目成本比较高。针对以上问题, 该系统选用SILABS公司推出的一款独立以太网控制芯片CP2200, 它不仅符合IEEE802.3协议, 支持10 M以太网接入, 而且外部接口电路简单, 能够满足绝大多数的设计要求, 简化了以太网接口的设计, 使得系统开发成本大大降低。CP2200的外围硬件电路如图4所示, 主要包括晶振电路、复位电路和I/O并行接口电路等。I/O并行接口电路按复用Intel总线方式来连接线路, MUXEN接高电平, MOTEN接地, 地址数据总线端口AD0~AD7接JN5139的DIO8~DIO15, JN5139通过这条复用总线对CP2200进行寻址和接收发送数据。 $\overline{\text{INT}}$ 连接JN5139的管脚DIO0口, 当CP2200有数据收到时会自动生成一个中断信号给JN5139的DIO0口。



3 系统软件设计

3.1 ZigBee/GPRS 网关软件设计

在 TCP/IP 协议簇中,通过使用硬件 MAC 地址来识别以太网的数据传输,其中,地址解析协议 ARP 完成数据链路层使用的硬件地址和 IP 地址之间的转换。在 ZigBee 网络中每个节点都拥有自己唯一的 8 个字节的 MAC 地址,而 ZigBee 节点间的通讯采用 16 位短地址,并由协调器动态分配。为了能够唯一标识 ZigBee 节点,本研究参考 TCP/IP 协议下的 ARP 实现机制,实现了短地址到 ZigBee MAC 地址的映射。当传感器节点与协调器连接时,协调器分配短地址,此时在协调器中创建 ZigBee 的 MAC 地址和短地址映射表,而当协调器收到传感器节点的数据时,网关在 UDP 段中,添加该节点 ZigBee MAC 地址,这样上位机能够根据该地址唯一识别传感器节点。

为实现网关与上位机的 TCP/IP 通讯,本研究在 JN5139 中嵌入了 ARP 协议、IP 协议、ICMP 协议、TCP 和 UDP 协议。网关 ZigBee 模块是网关的控制核心,上电后先进入初始化阶段,完成物理层和链路层的初始化,然后等待中断发生,当有中断到来时,跳入中断执行相应的操作。网关实物图如图 6 所示,网关中以太网通讯流程如图 7 所示。

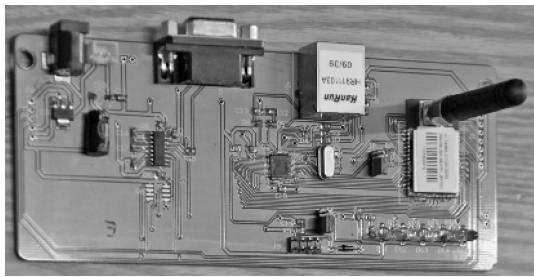


图6 网关实物图

3.2 ZigBee 传感器节点软件设计

传感器节点 ZigBee 模块上电后首先对模块硬件、ZigBee 协议栈进行初始化,成功入网后当收到来自网关的操作命令时,解析命令内容,采集数据或状态,发送给网关。同时,传感器节点定期采集数据或状态主动上传到协调器,由协调器进行数据转换并选择设置的通讯方式接入 Internet。传感器节点流程如图 8 所示。

4 结束语

本研究采用 ZigBee 无线传感器网络技术和 GPRS 无线远程传输技术,开发了基于两种通信优势互补的多功能无线测控系统。系统具有 ZigBee 技术的组网速

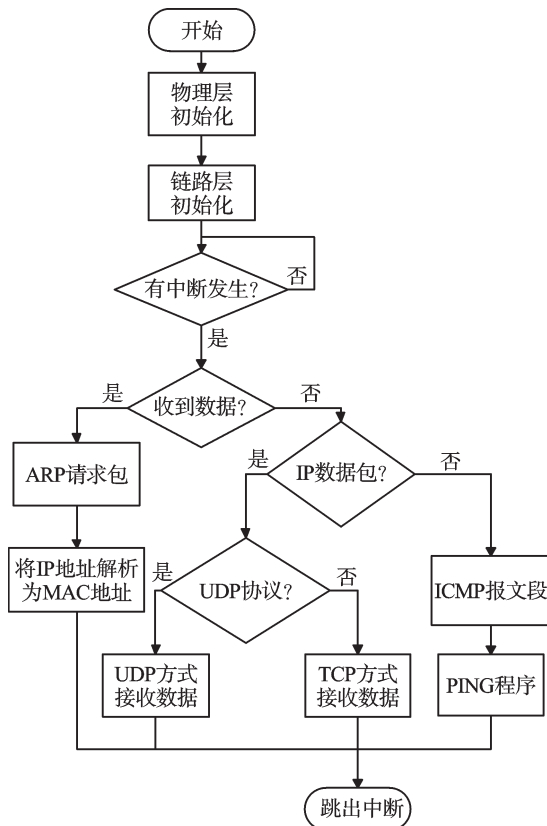


图7 JN5139接收数据流程图

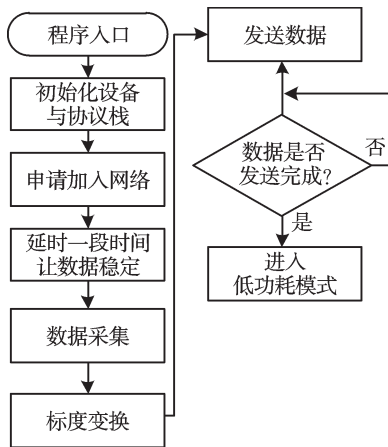


图8 传感器节点流程图

度快、成本低、功耗小、网络结构简单的特点。以 JN5139 为主控芯片,结合 CP2200 以太网控制芯片,本研究设计并实现了具有 ZigBee 无线传感器和以太网的协议转换、数据转发功能的 ZigBee/GPRS 网关。系统通过多个传感器节点的输入量采集和 ZigBee 网络数据传输,再经由网关传输至 GPRS 网络,运用成熟的远距离通信 GPRS 技术,实现数据全无线的远距离传输和监控。因此,基于 ZigBee 与 GPRS 两种通信技术相融合而设计的多功能无线测控系统具有广阔的应用前景和很好的市场价值,该系统已在水利自动化、温室大棚监控中得到验证和应用,实践证明其运行效果良好。

参考文献(References):

- [1] 闫齐阳,彭 龔. ZigBee+GPRS 的 LED 路灯监控系统[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2012,12(12):68-70,73.
- [2] 孙利民,梁江涛,魏 然. 基于 GPRS 与 ZigBee 的远程分散多点监控系统[J]. 郑州大学学报:工学版,2012,33(1):24-27.
- [3] 胡 玫,王永喜. 基于 ZigBee 和 GPRS 的无线测控系统[J]. 兰州工业高等专科学校学报,2012,19(2):10-12.
- [4] 樊 超,杨铁军,张德贤,等. 基于 Zigbee 和 GPRS 相结合的粮食数量无线监控系统设计[J]. 河南工业大学学报:自然科学版,2012,33(1):69-74.
- [5] 吴 征,蒋正炎. 基于 ZigBee 与 GPRS 技术的数字化农电网远程抄表通信控制器的设计[J]. 安徽农业科学,2012,40(8):5030-5031,5034.
- [6] 邓小蕾,李民赞. 集成 GPRS、GPS、ZigBee 的土壤水分移动监测系统[J]. 农业工程学报,2012,28(9):130-135.
- [7] YANG Fu-xing, LIU Chan-yuan. The Design of Wireless Remote Intelligent Home System Based On Zigbee and Gprs [C]//Proceedings of ICCTA2011. Beijing:[s.n.],2011:689-693.
- [8] ZHANG Yu-jie, HUI S. The Design of Network Coordinator Based on ZigBee and GPRS Technology[C]//2012 International Conference on Computer Science and Electronics Engineering. Hangzhou:[s.n.],2012:40-43.
- [9] 俞昌忠,陈跃东. 基于 B/S 结构的 GPRS 无线数据传输系统的设计[J]. 安徽工程大学学报,2011,26(4):38-43.
- [10] 陈 琦,丁 怀. 基于 GPRS/GSM 的低功耗无线远程测控终端设计[J]. 清华大学学报:自然科学版,2009,49(2):223-225,231.
- [11] 冼土明,徐 杜,蒋永平. 基于 ZigBee-GPRS 技术的无线传感网络[J]. 软件,2011,32(1):58-60.
- [12] 何 赛,陈小平. GPRS 与 Zigbee 的城市照明系统网关设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2012(1):27-29.
- [13] 周慧玲,甘典文. 基于 ARM /GPRS /ZigBee 技术的无线粮情监控系统的设计与实现[J]. 测控技术,2011,2(9):1336-1338.

[编辑:李 辉]

本文引用格式:

蒋煜琪,谷兆贵,史旺旺. 基于 ZigBee 和 GPRS 的多通讯功能无线测控系统[J]. 机电工程,2014,31(6):814-818.

JIANG Yu-qi, GU Zhao-gui, SHI Wang-wang. Multifunctional wireless measurement and control system based on ZigBee and GPRS[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering,2014,31(6):814-818.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>

(上接第 808 页)

- [9] CANDÈS E, ROMBERG J. Practical signal recovery from random projections [EB/OL] [2005-01-25]. <http://www.acm.caltech.edu/~emmanuel/papers/PracticalRecovery.pdf>.
- [10] BARANIUK R G. Compressive sensing [J]. **IEEE Signal Processing Magazine**, 2007, 24(4):118-121.
- [11] OLSHAUSEN B A, FIELD D J. Emergence of simple-cell receptive field properties by learning a sparse code for natural images[J]. **Nature**, 1996, 381(6583):607-609.
- [12] MALLAT S. 信号处理的小波导引[M]. 2版. 北京:机械工业出版社,2002.
- [13] SUN Yu-Bao, XIAO Liang, WEI Zhi-hui, et al. Sparse representations of images by a multi-component Gabor perception dictionary [J]. **Acta Automatica Sinica**, 2008, 34(11):1379-1387.
- [14] CANDÈS E, DONOHO D L. Curvelets—a surprisingly effective nonadaptive representation for objects with edges[R]. Technical Report 1999-28, Department of Statistics, Stanford University, USA, 1999.
- [15] AHARON M, ELAD M, BRUCKSTEIN A M. The K-SVD: an algorithm for designing of overcomplete dictionaries for sparse representations [J]. **IEEE Transactions on Image Processing**, 2006, 15(11):4311-4322.
- [16] RAUHUT H, SCHNASS K, VANDERGHEYNST P. Compressed sensing and redundant dictionaries [J]. **IEEE Transactions on Information Theory**, 2008, 54(5):2210-2219.
- [17] CANDÈS E. The restricted isometry property and its implications for compressed sensing [J]. **Académie des sciences**, 2006, 346(1):598-592.
- [18] CANDÈS E, TAO T. Decoding by linear programming [J]. **IEEE Transactions on Information Theory**, 2005, 51(12):4203-4215.
- [19] MALLAT S, ZHANG Z. Matching pursuit in a time-frequency dictionary [J]. **IEEE Transactions on Signal Processing**, 1993, 41(12):3397-3415.
- [20] TROPP J A, GILBERT A C. Signal recovery from random measurements via orthogonal matching pursuit [J]. **IEEE Transactions on Information Theory**, 2007, 53(12):4655-4666.
- [21] NEEDELL D, VERSHYNIN R. Greedy Signal Recovery and Uncertainty Principles [C]//Proceedings of the conference on Computational Imaging. San Jose, USA: SPIE, 2008:1-12.
- [22] DONOHO D L, TSAIG Y, DRORI I, et al. Sparse solution of underdetermined linear equations by stagewise orthogonal matching pursuit [R]. Technical Report, Department of Statistics, Stanford University, Stanford CA, 2006.
- [23] GAN L. Block Compressed Sensing of Natural Images [C]//Proceeding of the 15th International Conference on Digital Signal Processing. Washington D. C., USA: IEEE, 2007:403-406.

[编辑:李 辉]