

基于 ZigBee 和以太网的无线网关设计^①

杨 顺 章 毅 陶 康 (辽宁工程技术大学 电子与信息工程学院 辽宁 葫芦岛 125105)

摘要: 基于 ZigBee 和以太网的无线网关设计, 实现了 ZigBee 传感器网络和以太网的互联互通, 进而将监测、控制设备和互联网有效的连接起来, 为 ZigBee 传感器网络提供了更广阔的远程网络控制平台, 并完成 ZigBee 网络与以太网之间数据的透明传输和协议转换。论文给出了结合 ZigBee 和以太网的网关硬件设计方案, 利用 CC2430 和 RTL8019 芯片进行无线网关的硬件电路设计, 同时提出一种网络协议的转换方法。

关键词: ZigBee 以太网 无线网关 数据传输 协议转换

Design of Wireless Gateway Based on ZigBee and Ethernet

YANG Shun, ZHANG Yi, TAO Kang

(Department of Electronic and Information, Liaoning Technic University, Huludao 125105, China)

Abstract: The design of wireless gateway based on ZigBee and Ethernet establishes interconnection between the ZigBee Sensor Network and Ethernet Network to make the equipment used in monitoring and the Internet linked effectively. It does not only accomplish data translation and protocol conversion between them transparently, but also provides with a wider telecontrol platform for the ZigBee Sensor Network further. In this paper, the authors give the hardware design of the gateway based on CC2430 and RTL8019, and propose a method of the protocol conversion.

Keywords: Zigbee; Ethernet; wireless gateway; data translation; protocol conversion

1 引言

ZigBee 是一种新兴短距离、低功耗、低传输速率的无线传感器网络通信技术。以 IEEE802.15.4 为标准, 通过传感器节点相互通信, 以接力的方式将采集数据传到另一个网络节点或协调器节点。^[1]该技术使用免费的 IMS 的 2.4GHz、915M 和 868MHz 频段, 传输速率为 20K 至 250Kbps, 具有双向通信功能。它适用于通信数据量不大, 传输速率相对较低, 分布范围较小的, 而且成本和功耗较低的场景。

随着计算机分布式处理、互联网等技术被广泛应用, 计算机的联网需求迅速扩大。如何通过现有网络基础设施对传感器网络进行远程管理, 逐渐成为传感器网络和计算机网络研究课题^[2]。

基于 ZigBee 和以太网的无线网关设计就是在无线传感器网络和互联网之间搭建一条数据传输通道。本设计中数据传输系统将 ZigBee 数据包转化为以太网的 TCP/IP 协议的数据包, 实现数据在两个协议之间的双向传输, 搭建联系二者之间的一条透明传输通道, 完成 ZigBee 技术和以太网互通, 从而实现对现场的监测和远程控制。

2 系统概述

结合 ZigBee 和以太网的数据传输网络体系系统包括 ZigBee 网络和以太网两部分。ZigBee 网络通过网络节点将采集数据以多跳变的方式传送到 ZigBee 汇集点, 汇集点将数据发送到网关, 网关进行 ZigBee

^① 收稿时间:2009-04-16

数据包解析,从数据包中提取有效信息数据,进行协议转换和数据包重新封装打包成 TCP/IP 数据包,经过以太网传输将数据送到控制中心,完成整个网络的数据传输。图 1 给出了结合 ZigBee 网络和以太网的数据传输网络体系结构。

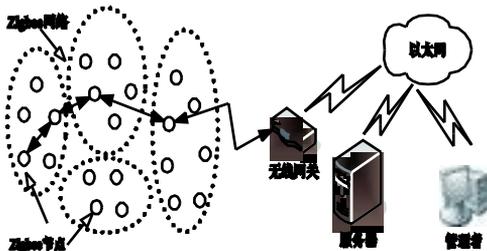


图 1 结合 ZigBee 和以太网的数据传输网络体系结构

网关是建立在传输层以上的协议转换器,连接 ZigBee 和以太网两个相互独立的网络,实现 ZigBee 和以太网协议转换,并将数据压缩打包封装,在转发之前经 MCU(微处理器)将它转化为另一种数据包格式,而不需要外加协议转换器件,完成二者之间的协议转换和数据传输。从结构图可抽象出结合 ZigBee 和以太网的网关结构,如图 2 所示。



图 2 结合 ZigBee 和以太网的网关结构

3 芯片选型

3.1 ZigBee 芯片的选型

选用成都 Chipcon 公司的无线收发芯片 CC2430 作为本设计 ZigBee 网络的传输方案。CC2430 是一颗真正片上系统芯片,内部集成一个高性能 2.4GHz 直接序列扩频 (DSSS) 射频收发器核心和一颗工业级加强型 8051 内核^[3],无需再选另外的处理器,使设计简化。

3.2 以太网芯片的选型

选取台湾 RETLTEK 公司的网卡芯片 RTL8019,该芯片 ISA 总线高度集成,具有价格低,接口简单,不需要转接芯片,兼容性强等特点。

4 总体设计

4.1 硬件设计

本设计采用 CC2430 片上 8051 内核作为整个系

统的 MCU,来控制以太网芯片 RTL8019,实现 ZigBee 和以太网协议转换和数据传输。硬件框图如图 3 所示:

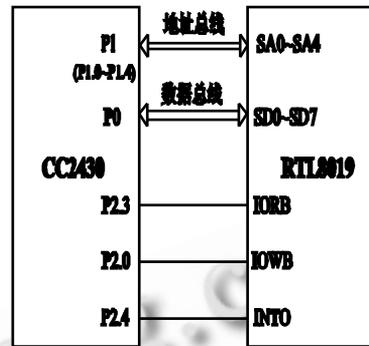


图 3 硬件结构框图

由于 CC2430 只提供 SPI 总线和 UART 的接口,硬件接口没有选用另外的转接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,从而使系统的硬件设计简化。硬件接口采用 8 位数据总线方式,通过跳线的方式来选择 RTL8019 在 ISA 总线上的数据读取方式的,使 RTL8019 工作在 8 位数据总线方式。

4.2 协议转换设计

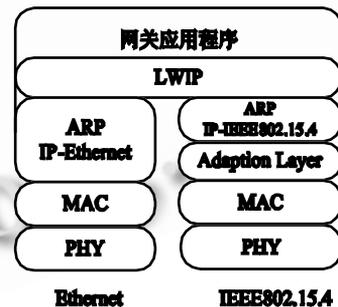


图 4 网关协议转换框图

在 TCP/IP 协议簇中,以太网的数据传输使用硬件地址(MAC)来进行识别,其中,ARP(地址解析协议)完成 IP 地址和数据链路层使用的硬件地址之间的转换^[4],因此为了保证 ZigBee 网关在以太网中的通信,首先要实现 ARP 协议的功能。ZigBee 网络中节点都拥有自己唯一的 MAC 地址,参考 TCP/IP 下的实现机制,实现 ZigBee 协议中的适配层和 ARP,实现 IP 地址到 ZigBee 节点地址的映射。协议转化框图如图 4 所示,据图描述数据从 ZigBee 向以太网方向转换过程:无线网络中 ZigBee 节点,接收指令将数据包打包,简单判断后向上

发送给本地 ARP, 通过 ARP 解析出该节点的网络 MAC 地址, 确定要发送到的以太网地址; 然后向上发送给网关应用程序, 经分析后发送到对应的以太网 UDP 或 TCP 处理函数进行相应处理, 向下发送到以太网端口 MAC 地址。这样就完成了数据从 ZigBee 向以太网的协议转换过程。

4.3 数据传输

数据包发送流程如图 5 所示: 调用初始化函数, 初始化 CC2430 和 RTL8019, 设置通讯频率和本地地址, 调用 radioSend(sendBuffer, sizeof, remote AddrDO_NOT_ACK)函数, 确定要发送的数据的长度, 定位要发送数据的目的地址, 判断是否超出最大有效载荷允许的长度, 否则数据被分成几个包发送; 然后调用 sppSend(&txData)函数, 该程序用来发送数据指针指向的数据包。首先设置 DMA 方式, 禁止 RF 中断添要发送的数据包的格式(SPP_RX_STRUCT), 加载的包长, 目的地址, 源地址、标志位以及有效载荷, 打开接受确认链路, 然后发送数据。如果设置要求确认, 则会自动切换到接受状态; 如果设定的确认帧的最大接收时间还没有接受的则会设定重发标志; 如果重发还没有接受则回报告发送失败。

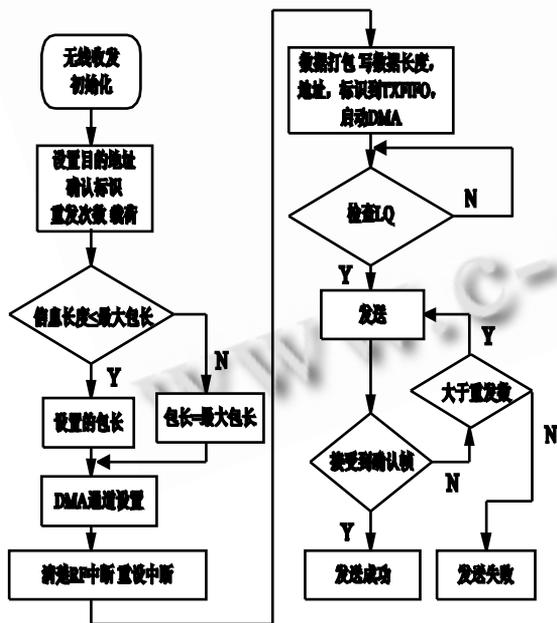


图 5 数据包发送流程图

5 硬件电路

硬件电路主要包括 CC2430 和 RTL8019 两部

分。

5.1 CC2430 硬件电路

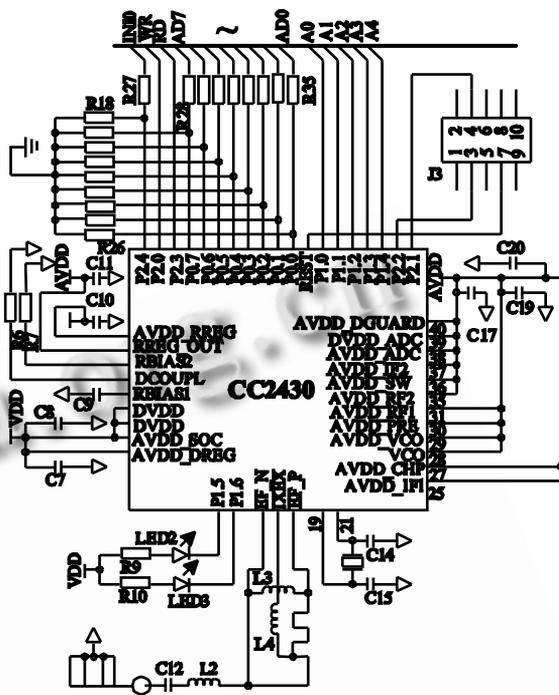


图 6 CC2430 硬件电路图

CC2430 部分是 ZigBee 网络无线收发部分, 采用 32MHZ 晶振为系统提供时序。电路使用一个非平衡天线, 连接非平衡变压器可使天性接收性能更好。非平衡变压器由电容 C12 和电感 L2 组成, 满足 RF 输入输出匹配电阻 50 欧姆的要求。

CC2430 提供的 I/O 口分别作 8 位数据总线, 地址总线和控制总线, 具体分配如下: P0 口作 8 位数据口; P1 口的低 5 位作地址口; P2.0, P2.3 分别作读写的选通信号; P2.4 口作中断申请信号线。

5.2 RTL8019 硬件电路

RTL8019 负责将 ZigBee 数据包转换为 TCP/IP 数据包。电路中采用 20M 晶振提供工作时序。本地 DMA 接口把网卡芯片与网线的连接通道, 完成控制器与网线的的数据交换。

工作模式: RTL8019 的第 65 脚 JP 决定网卡芯片的工作方式, 接高电平为跳线工作方式。

I/O 口: RTL8019 的 81、82、84、85 引脚决定 I/O 口地址, 设计中全部悬空, 选择的地址为 0300H。

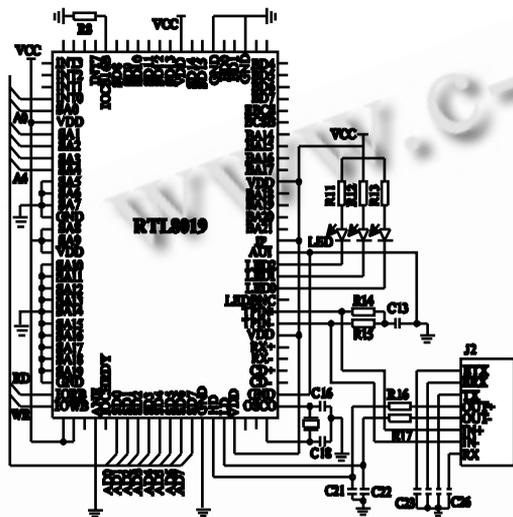


图7 RTL8019硬件电路图

网络接口：由 RTL8019 的 74、77 引脚决定，使用自动检测，64 引脚为低电平，使用 BNC 接口。

中断：RTL8019 的 78、79、80 引脚决定芯片的中断方式，设计中全部悬空，选择的中断是 INTO。

6 结语

该网关功耗低、体积小、设计简单，可满足小数据量的要求。在 ZigBee 近距离无线通信和以太网远程数据传送之间搭建一座桥梁，为 ZigBee 传感器网络提供了以太网网络平台，使 ZigBee 在无线传感器网络的应用更广泛^[5]。

参考文献

- 1 李文仲,段朝玉.ZigBee 无线网络技术入门与实战.北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- 2 崔莉,苗勇.无线传感器网络研究进展.计算机研究与发展,2005,42(1):35-37.
- 3 赵晨,何波.基于射频芯片 CC2420 实现的 ZigBee 无线通信设计.微计算机信息,2007,(1-2):101-102.
- 4 冯琳.无线传感器网络及 ZigBee 技术的应用研究[硕士学位论文].合肥:合肥工业大学,2006.
- 5 卢洪武.单片机与 Internet 网络的通信应用研究[硕士学位论文].济南:山东师范大学,2007.