

基于ARM处理器的ULP与LTE网关系统设计

金纯^{1,2}, 宋海楠¹

1. 重庆邮电大学通信与信息工程学院;无线传输重庆市重点实验室, 重庆 400065
2. 重庆金瓯科技发展有限公司, 重庆 400041

摘要 针对移动通信与蓝牙网络异构壁垒,设计一种以ARM处理器为核心的ULP/LTE网关系统。网关主控采用ARM9控制板,通过串口分别连接LTE的中兴EM3760以及ULP的芯片CC2540,并设计该芯片外围电路,在主控芯片中移植 μ C/OS-II操作系统,以实现网络数据帧协议转换。测试结果表明,该网关系统实现了ULP与LTE两种异构网络之间的数据协议转换,且在实际应用中性能良好,可将ULP蓝牙网络节点采集数据通过LTE网络快速地传输至云端。

关键词 ULP/LTE网关;ARM处理器;协议转换

中图分类号 IN949.6

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2015.05.016

Design of LTE and ULP gateway system based on ARM processor

JIN Chun^{1,2}, SONG Hainan¹

1. Wireless Transmission Key Laboratory of Chongqing City; School of Communication & Information Engineering, Chongqing University of Posts & Telecommunications, Chongqing 400065, China
2. Chongqing Jinou Science & Technology Development Co., Ltd., Chongqing 400041, China

Abstract This paper presents a design of gateway system with ARM processor as the core based on LTE and ULP network to overcome the heterogeneous barrier between mobile communication and ULP Bluetooth network. ARM9 based control panel was used as the gateway control, which was connected to the EM3760 of LTE and ULP chip CC2540 through the serial port. The periphery circuit of the chip was designed, and μ C/OS-II operating system was transplanted in the main control chip to realize data frame protocol conversion. The test result indicated that the gateway realized data protocol conversion between ULP and LTE and had satisfactory performance in practical applications in HDP well.

Keywords ULP/LTE gateway; ARM processor; protocol conversion

ULP蓝牙是一种超低功耗的短距离无线通信技术,可以为固定或者移动的设备提供接入服务^[1]。采用ULP蓝牙中的HDP(health device profile)通过可穿戴设备监测人体各种参数,可对高血压、心脏病等慢性病进行远距离的观察与诊断。由于ULP属于短距离无线通信,如果要将采集的信息发送到云端的监控中心,则需要通过接入技术接入互联网,而第四代移动通信LTE技术是一个非常好的选择。但由于ULP网络与LTE网络在数据包结构上不同,需要一个连接异构网

络的网关系统实现它们之间的数据协议转换,从而使两者数据进行透明传输以实现互联网接入。为此,本研究设计一种基于ARM处理器的ULP/LTE网关系统。

1 总体方案

ULP/LTE网关系统的功能主要通过串口接收、拨号、串口发送、在线监测和键盘扫描等5个进程实现,且采用目前被广泛应用在各种嵌入式设备中的 μ C/OS-II操作系统为应用

收稿日期:2014-06-19;修回日期:2015-01-09

基金项目:重庆市科技攻关计划项目(cstc2012gg-yyjs0631)

作者简介:金纯,教授,研究方向为无线通信、计算机软件及物联网等,电子信箱:1015959277@qq.com;宋海楠(共同第一作者),硕士研究生,研究方向为无线传感器网络及无线通信,电子信箱:100867845@qq.com

引用格式:金纯,宋海楠.基于ARM处理器的ULP与LTE网关系统设计[J].科技导报,2015,33(5):100-103.

程序提供进程管理与调度,同时对上述进程的优先级进行合理分配。 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的占先式多进程调度机制可保证系统的实时性^[2]。ULP/LTE网关系统的处理流程如图1所示。

由于ULP/LTE网关是建立在传输层以上的连接异构网

络的数据协议转换系统,如果网关的模块天线收集到网络的节点数据,则网关会在操作系统的控制下利用用户事先编写好的任务程序,将该数据包的格式转换成另一种协议的格式,通过网关内部的接口进行传输。

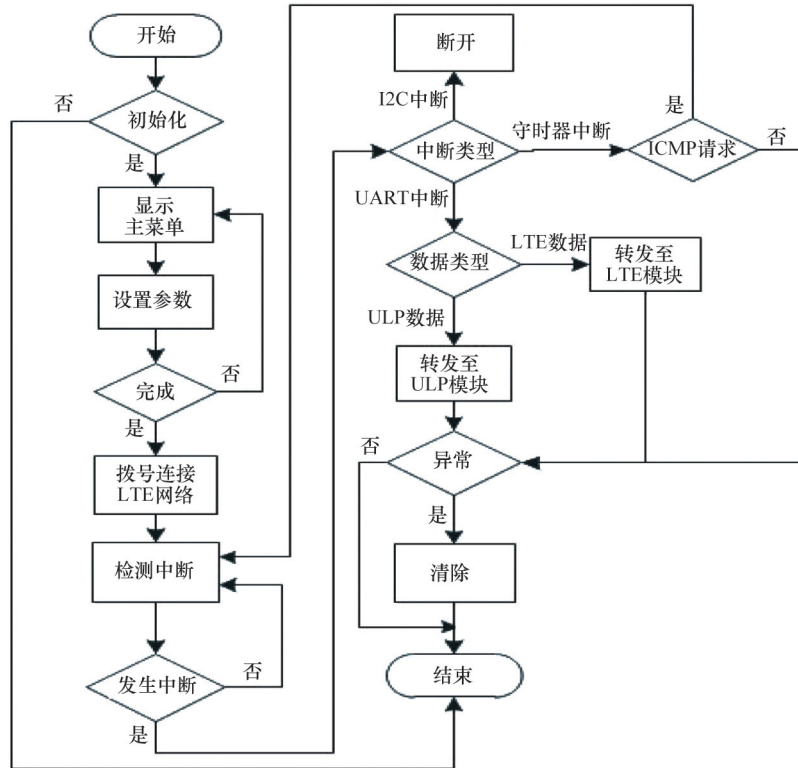


图1 ULP/LTE网关系统处理流程

Fig. 1 Processing flow chart of ULP/LTE gateway system

2 系统设计

2.1 硬件设计

ULP/LTE网关系统以ARM9处理器作为网关的主CPU。蓝牙模块以ULP蓝牙协议为基础,在网关与ULP的路由节点和终端节点之间接收数据通信。LTE模块用于将ULP节点数据发送到LTE网络中然后由用户决定发往哪里^[3]。系统的硬件结构模型如图2所示。

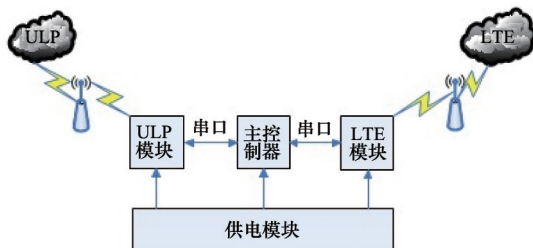


图2 硬件结构模型

Fig. 2 Structural model of the hardware

ULP/LTE网关由若干硬件单元构成。LPC2214 ARM处理器是ULP/LTE网关的控制核心,该处理器与蓝牙模块通过串口相连^[4,5],而LTE模块与天线相连。核心板与Flash分别通过地址数据总线与ARM处理器相连,用于存储数据信息。对整个硬件系统而言,蓝牙模块及LTE模块通过串口与ARM控制器连接,并通过串口进行数据传输,而ARM处理器完成时序及任务处理机制的调配^[6,7]。

ULP/LTE网关的蓝牙模块选用TI公司开发的CC2540芯片。此芯片集成了低功耗蓝牙协议栈及兼容技术,具有出色的链路预算(高达97dB)和精确的数据接收信号强度检测功能(RSSI)。

对于网关系统的蓝牙模块部分,在基于CC2540芯片的模块基础上设计外围电路,如图3所示。蓝牙模块的实物照片如图4所示。

蓝牙模块的2个重要引脚分别为ModeSW(29)和HOLDWAKE(32)。ModeSW(29)是模式切换引脚,当输入高电平时,模块进入参数设置状态;当输入低电平时,模块为正

常工作状态。HOLDWAKE(32)为电源管理引脚,当输入高电平时,模块进入唤醒状态;当输入低电平时,模块为自动休眠状态。

由于HOLDWAKE(32)引脚切换为低电平时蓝牙模块休眠,高电平时蓝牙模块唤醒,在测试阶段,暂时不考虑功耗,所以将该引脚设置成高电平,让模块一直处于唤醒阶段,具

体连接方式见图3。ModeSW(29)在上电后,若为低电平则模块处于网络工作状态,若为高电平则模块进入参数设置状态,由于网关在正常工作前需对模块进行参数配置,此时该引脚置为高电平;网关在正常工作阶段,模块处于网络工作状态,此时该引脚置为低电平。ModeSW(29)引脚电平的高或低,取决于网关的工作阶段,不同阶段采用不同的电平。

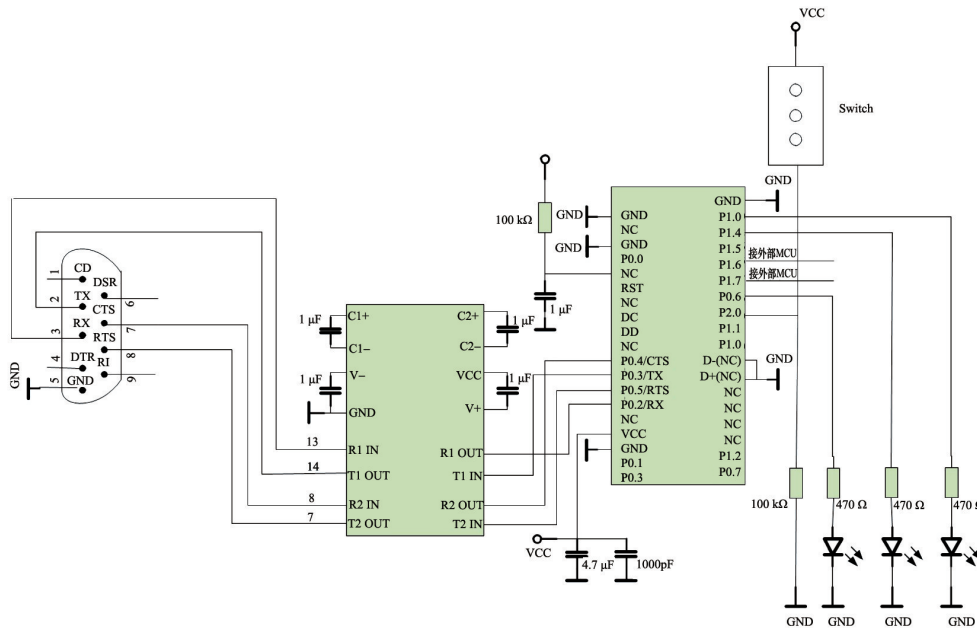


图3 蓝牙模块外围电路图

Fig. 3 External circuit of the bluetooth module

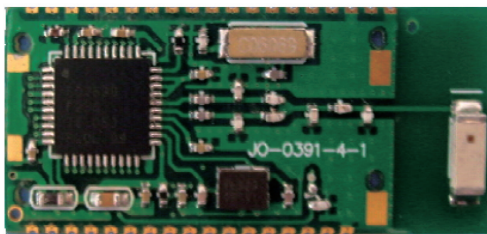


图4 蓝牙模块

Fig. 4 Bluetooth module physical map

2.2 软件设计

ULP/LTE网关的软件设计主要包括两个方面,即CC2540芯片及其外围电路和ARM处理器。ARM处理器主要承担ULP与LTE数据帧的协议转换。LTE网络的数据包帧格式中,帧头10 B,帧数据46 B,结束标志位2 B;ULP网络的数据包帧格式中,前导码8 B,同步字长32 B,协议数据单元(PDU)部分为可变长度,数据包尾部校验码长24 B。

蓝牙模块在空闲时一直监听无线信号,一旦接受到无线信号,首先判断是否来自一个新的蓝牙节点的数据,如果是,则首先将新节点加入网络,并且分配网络节点号;如果不是,则直接将数据经过串口传输给ARM控制器。

蓝牙模块的处理流程如图5所示。

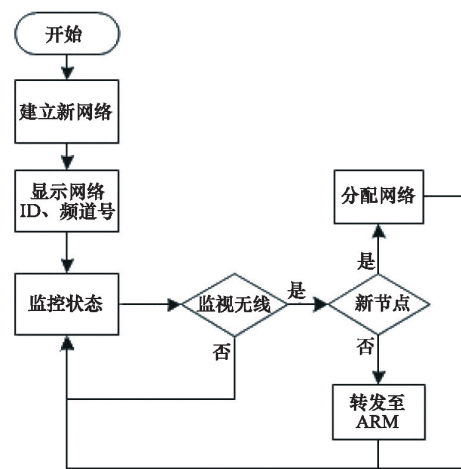


图5 蓝牙模块处理流程

Fig. 5 Processing flow chart of the bluetooth module

蓝牙模块在接收与发送数据之前,首先要与ULP节点组成ULP网络,以便把ULP节点采集的数据汇聚起来,组建网络是通过zg_aplFormNetwork()函数完成的,在组成网络之后等待其他节点的加入。

在 ULP 网络组建成之后,整个网络从 ULP 节点接收信号,而蓝牙模块一直在监听无线信号,当模块监测到信号时,将接收到的信号向上传输至 ULP 网络层,由 ULP 网络层判断该节点是否为网络中的节点,如果是,则通过串口发送数据,如果判断为新加入的节点,则会主动给新节点分配短地址。

2.3 工作原理

在网关内部,蓝牙模块一直在运行监听无线信号。如果监听一段时间,发现没有 ULP 节点接入时,LTE 模块与服务器断开连接,并且进入休眠态,这也是蓝牙 4.0 中低功耗蓝牙技术的特点。当监听一段时间发现有 ULP 节点需要接入时,网关先建立 ULP 节点与蓝牙模块之间的连接,再建立 LTE 模块与 LTE 服务器之间的连接,运行蓝牙模块的软件流程,判断所需接入的蓝牙节点是否为已知节点,最终通过对数据帧结构的加工改造,使数据帧能够在 LTE 网络中得到识别并传输。

网关中的蓝牙模块可以是两种设备类型,即协调器和路由器。在 ULP/LTE 网关中,将蓝牙模块设计为协调器,网关可提取 ULP 节点发送来的有效数据,并利用 TCP/IP 协议将其封装后通过 LTE 模块发送至终端客户;同时,网关也可提取终端客户发送来的通过 TCP/IP 协议封装的有效数据,并将这些有效数据封装到蓝牙协议中,通过蓝牙模块发送给 ULP 节点^[8-10]。

ULP/LTE 网关软件系统结构如图 6 所示。

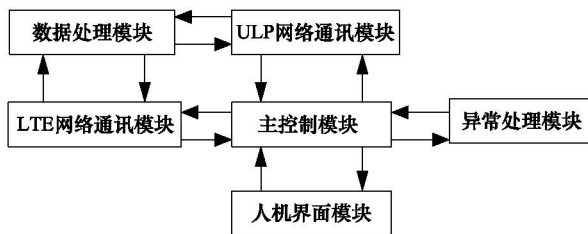


图 6 系统软件结构

Fig. 6 System structure

2.4 网关测试

对于 ULP/LTE 网关的测试,利用金瓯公司设计的 iHealth 设备进行心率脉搏数据的采集,通过设备上的蓝牙模块进行采集数据的传输。此时,网关中蓝牙模块检测到空中蓝牙节点的数据,立即将设备并入网络。ARM 处理器根据事先设计好的控制任务进行数据帧结构的转换,并通过网关 LTE 模块将数据发送至服务器。服务器接收到数据,根据事先编写的界面,将数据友好地显示在 PC 终端显示器,如图 7 所示。

3 结论

以 ARM 处理器作为核心设备,设计了一种 ULP/LTE 网关系统。该网关系统实现了 ULP、LTE 两种异构网络之间的数据协议转换,且实际应用效果良好,能够将需要传输的数据快速地发送至云端,同时监控中心也可以向蓝牙节点发送控制命令。



图 7 发送至服务器 PC 端的采集数据

Fig. 7 Collected data uploaded to PC at the server end

参考文献 (References)

- [1] 金纯,肖玲娜,罗伟,等. 超低功耗(ULP)蓝牙技术规范解析[M]. 北京:国防工业出版社,2010.
Jin Chun, Xiao Lingna, Luo Wei, et al. ULP Bluetooth tech specification analysis[M]. Beijing: National Defence Industry Press, 2010.
- [2] 王田苗,魏洪兴. 嵌入式系统设计与实例开发[M]. 北京:清华大学出版社,2007.
Wang Tianmiao, Wei Hongxing. Examples of embedded systems design and development[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2007.
- [3] 刘承龙,凌志浩. 基于 AT91SAM260 的 ZigBee 多功能网关设计[J]. 自动化仪表,2009,30(12): 31-33.
Liu Chenglong, Ling Zhihao. Zigbee multi function gateway design based on AT91SAM260[J]. Automation Instrument, 2009, 30(12): 31-33.
- [4] 申冬玲. 基于 zigbee 的无线通信模块与串行存储器接口方法的研究[J]. 佛山科学技术学院学报,2009,27(4): 32-35.
Shen Dongling. Research on wireless communication module with the serial memory interface method based on Zigbee[J]. Journal of Foshan University of Science and Technology, 2009, 27(4): 32-35.
- [5] Hu G. Design and implementation of industrial wireless gateway based on ZigBee communication[C]//Proceedings of Ninth International Conference on Electronic Measurement & Instruments. New York: IEEE, 2009: 1684-1688.
- [6] Ni Y, Miao F, Liu J, et al. Implementation of wireless gateway for smart home[J]. Communications and Network, 2013(5): 16-20.
- [7] Jung E Y, Kim J H, Chung K Y, et al. Home health gateway based healthcare services through U-health platform[J]. Wireless Personal Communications, 2013, 73(2): 207-218.
- [8] 王俊杰,曹丽. 传感器与检测技术[M]. 北京:清华大学出版社,2011.
Wang Junjie, Cao Li. Sensor and Detection Technology[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2011.
- [9] 金纯. 蓝牙 Zigbee 网关: 中国, CN1925469A[P]. 2007-03-07.
Jin Chun. BlueTooth Zigbee Gateway: China, CN1925469A [P]. 2007-03-07.
- [10] 刘焕强,顾晓峰,何磊. 基于 ZigBee 网络的多网关传输系统设计[J]. 江南大学学报:自然科学版,2013,12(3): 262-267.
Liu Huangqiang, Gu Xiaofeng, He Lei. Design of multi gateway system based on ZigBee network[J]. Journal of Jiangnan University: Natural Science Edition, 2013, 12(3): 262-267.

(责任编辑 韩星明)