

基于 GPRS 的无线数据传输嵌入式系统设计

郭爱煌, 李广宇, 陈志雄

(同济大学电子与信息工程学院, 上海 200092)

摘要: 无线数据传输嵌入式系统由数据服务中心和数据终端单元 2 部分组成, 以 ARM7 系列微处理器为核心, 结合通用无线分组业务(GPRS)通信网络的特点, 分析无线数据传输嵌入式系统的设计过程, 给出系统的具体实现方案, 提出硬件、软件系统的设计流程、开发要点和实现过程。实验结果证明, 该系统实现基于 GPRS 的无线数据传输嵌入式系统的功能。

关键词: 嵌入式系统; 通用无线分组业务; 无线数据传输

Design of Embedded System for Wireless Data Transmission Based on GPRS

GUO Ai-huang, LI Guang-yu, CHEN Zhi-xiong

(College of Electronics and Information Engineering, Tongji University, Shanghai 200092)

【Abstract】The embedded wireless data transmission system consists of data service center and data terminal unit. Taking ARM7 microprocessor as core and combining the General Packet Radio Service(GPRS) communication network characteristic, this paper focuses on the design process of embedded wireless data transmission system, proposes the implement scheme in detail, analyzes its hardware component, the software system design process and development key problem and realizing process. Experimental result shows this system realizes the function of embedded wireless data transmission system based on GPRS.

【Key words】 embedded system; General Packet Radio Service(GPRS); wireless data transmission

在远程监测、工业监控以及自动抄表等方面, 存在零散的分布点很多而每个点设备不多的问题, 对这些设备的实时监测及远程数据传输一直是难以解决的难题。随着科技的高速发展, 通用无线分组业务(General Packet Radio Service, GPRS)网络已成为一种可持续利用和开发的资源, 嵌入式系统也得到越来越广泛的应用^[1], 如何利用嵌入式系统实现无线终端, 并通过 GPRS 无线网络进行数据传输是一个具有实用意义的研究。

1 GPRS 的无线数据传输嵌入式系统方案选择

1.1 GPRS 的无线数据传输系统模型及技术方案

1.1.1 系统模型

以 GPRS 网络作为无线数据传输平台, 将数据终端单元和数据业务中心作为终端设备接入到 GPRS 网络平台中来实现最终用户数据的透明传输。基本模型(图 1)数据终端包括了用户设备和数据终端单元 2 部分, 数据中心则包含了数据中心服务器和数据库。



图 1 基于 GPRS 的无线数据传输系统模型

1.1.2 技术方案

系统为用户提供永远在线、透明数据传输的虚拟专用数据通信网络。在实际应用中点对点的工业监控网络比较少, 大多采用中心对多点或者多点间数据传输, 所以系统采用中心对多点数据传输模式^[2-3]。

为了让更多的数据采集终端能方便地使用系统, 在系统中, 数据传输单元(DTU)采用 CMNET 接入, 避免了申请固定 IP 所带来的繁琐手续, 数据中心的接入采用 GPRS 接入, 只要使用 SIM 卡, 就能方便地与其他终端单元连接。系统主要有永远在线模式、定时传输模式、中心呼叫模式、数据触发模式和节电模式等。

1.2 无线数据终端模型及技术方案

GPRS DTU 与数据中心一起为用户数据提供透明的传输通道, 组成虚拟用户专用无线网络, 实现灵活的点对点的无线组网方式^[4-5]。

用户设备可以是各种数据采集设备, 也可以是各种移动数据采集设备。GPRS DTU 一开机就自动附着到 GPRS 网络上, 并与数据中心建立通信链路, 随时收发用户数据设备的数据。DTU 通过串口使用 RS-232 标准将数据从用户设备中读入, 经 DTU 做透明数据协议处理后打包, 使用 AT 命令控制 GPRS 模块通过 GPRS 网络连接到数据中心或将 GPRS 网络中的数据读入 DTU, 去掉 DTU 控制信息后将用户设备控制信息由用户侧返回用户设备。DTU 对用户数据不做处理, 为用户数据提供透明传输通道。GPRS 数据通道中断后, DTU 切换短信备用通信方式。

1.3 数据业务中心设计及实现

在基于 GPRS 的无线数据传输嵌入式系统中, 其数据业务中心通过 GPRS 接入网络。数据业务控制采用计算机结合

作者简介: 郭爱煌(1964 -), 男, 博士, 主研方向: 无线宽带网络; 李广宇、陈志雄, 硕士研究生

收稿日期: 2009-05-10 **E-mail:** tjgah@tongji.edu.cn

GPRS 数据传输模块的方式(SIM 卡绑定 IP)。在计算机端通过控制界面软件控制 GPRS DTU 或者其他 GPRS 无线移动设备和数据业务中心的通信,处理由用户设备发送过来的数据、短消息和其他信息,并据此及时更新数据库中的信息。

2 无线数据传输嵌入式系统硬件

2.1 无线数据终端设计

无线数据传输终端的硬件平台用一个 ARM7TDMI-S 的处理器 LPC2210 微控制器作为处理器。LPC2210 微控制器是基于一个支持实时仿真和嵌入跟踪的 32/16 位 ARM7TDMI-S CPU。在无线数据终端中,以 Magic ARM2200-S 教学实验开发平台为核心,并且包括以下模块的设计:

(1)JTAG 调试电路。该接口可对芯片内部的所有部件进行访问,通过该接口可对系统进行程序下载、调试、编程等。系统通过 JTAG 接口可实现对程序的仿真和对 Flash 的擦写操作。JTAG 接口比较简单,将相应引脚引出即可。

(2)RS-232 串行接口。用于 LPC2210 与用户端进行串行通信。系统采用了 RS-232-C 标准,直接与上位机接口串口相连接。

(3)GPRS 模块电路设计。用来与 GPRS 网络进行通信的射频模块。通过 GPRS 网络进行通信,数据传输一般需要使用相关 GPRS 模块。

模块与控制器之间的通信主要通过串口发送 AT 命令。

硬件连接完成后,在进行 GPRS 上网操作之前,首先要对 GPRS 模块进行一定的设置。设置通信波特率,使用 AT+IPR=115 200 命令,把波特率设为 115 200 bit/s 或其他合适的波特率,默认的通信速度为 9 600 bit/s。设置接入网关,经过 AT+CGDCONT=1,“IP”,“CMNET”,命令设置 GPRS 接入移动梦网。

GTM900-B 是机卡分离的移动终端设备,可外接 3.0 V 的 SIM 卡。要登录到移动网络上,还必须通过 SIM 卡接口扩展外部 SIM 卡插槽。模块的启动过程包括对 SIM 卡进行初始化。仅当插槽内有 SIM 卡时初始化才会成功。

在 PCB 板正下方有抽屉式 SIM 卡卡座。把 SIM 卡装入 SIM 卡抽屉。LPG 接口输出不同的信号给指示灯,能标识模块的不同工作状态,正面的 2 个红色指示灯指示模块和 SIM 卡的工作情况。MOD 灯点亮表示模块上电,RUN 灯为 LPG 信号的直观体现,指示 SIM 卡工作状态。图 2 是无线数据终端设计的构架示意图。

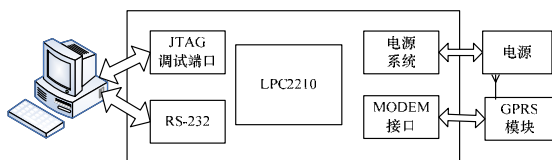


图 2 无线数据终端设计构架示意图

2.2 电气测试

在实验室环境下,本文设计完成了基于嵌入式系统的无线数据终端单元的硬件设计与实现,并通过万用表、调试开发软件对印刷电路板进行了电气测试,电路板的各部分都能够正常工作,为下一步系统软件能够正常运行提供了硬件基础。

3 无线数据传输嵌入式系统软件

3.1 GPRS 终端工作流程

对于一个完整的嵌入式应用系统,系统的程序设计也是

嵌入式系统设计一个非常重要的方面。在编写嵌入式系统应用程序时,采取 3 个步骤:

- (1)确定设计目标。
- (2)合理配置系统资源。
- (3)程序设计,调试与优化。

系统的主要功能由下载到微处理器的软件来实现。首先在 LPC2210 微处理器上移植 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$,然后在 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 平台上进行应用系统的开发,实现对数据的处理,在终端和控制中心之间进行通信。采用在嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 下编程的方法, $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 内核为应用程序提供任务管理与调度,利用 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的占先式多任务调度机制来保证系统的实时性。在实时操作系统下通过多任务调度即可实现 RS-232 数据和中心站的相互通信。

3.2 嵌入式系统软件开发平台

选择 ARM 处理器开发嵌入式系统时,选择 ADS 1.2 作为开发工具。ADS 1.2 使用了 CodeWarrior IDE 集成开发环境,并集成了 ARM 汇编器、ARM 的 C/C++ 编译器、Thumb 的 C/C++ 编译器、ARM 连接器,包含工程管理器、代码生成接口、语法敏感(对关键字以不同颜色显示)编辑器、源文件和类浏览器等。

ADS 嵌入式开发环境采用宿主机-目标机的开发模式。ADS 运行于主机端,而 JTAG 实现 ADS 与目标机之间的连接。开发时,首先由 ADS 编译连接生成目标代码,然后通过仿真器控制目标板实现目标程序的调试,包括将目标代码下载到目标机中,控制程序的运行、调试信息观察等。EasyJTAG 是连接主机和目标机之间的硬件设备,它实现 ADS 与目标机之间的连接。

在建立了目标系统的软硬件开发平台后,就可以向基于 ARM 的硬件上移植 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统,在此基础上进行应用软件的开发,继续开发 GPRS 功能。

3.3 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 在 ARM7 上的移植

移植过程包括编译常量的设置、数据类型的定义、宏定义以及与操作系统调度相关的函数的编写,使用汇编语言实现的。另外,通过对宏的定义,可以进行适当的裁剪,以减少所需的存储空间。

移植 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 到一个新的体系结构上需要提供 3 个文件:OS_CPU.H(C 语言头文件),OS_CPU_A.C(C 程序源文件),OS_CPU_A.ASM(汇编程序源文件)。

(1)OS_CPU.H 的移植。该文件中定义了系统所使用的数据类型,这部分是和所用的编译器相关的,不同的编译器会使用不同的字节长度来表示同一数据类型。

(2)Os_cpu_c.c 的移植。用 C 语言编写 6 个操作系统相关的函数。

(3)OS_CPU_A.ASM 的移植。用汇编语言编写 4 个与处理器相关的函数(OS_CPU.ASM)。

完成上述工作后, $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 就可以运行在 ARM 处理器上。

3.4 应用程序设计

3.4.1 应用程序总体结构

根据系统软件功能的不同和 DTU 的技术要求,并结合 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 自身的特点,可对系统主程序进行任务划分,将系统分成告警、节电工作、数据接收、数据发送、短信通信、拨号通信与在线检测、监控等几个主要任务,并分配给不同

优先级。程序的结构如图 3 所示。

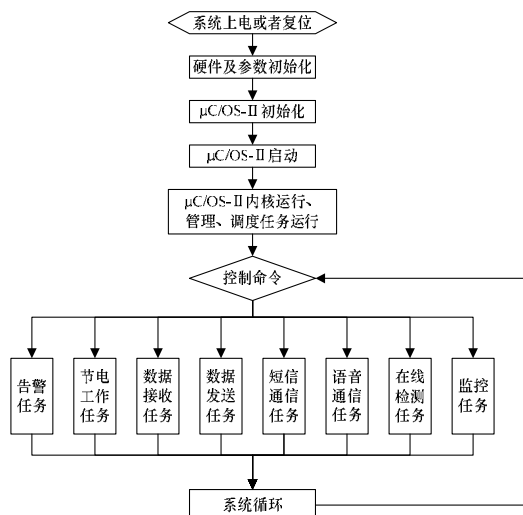


图 3 程序结构

3.4.2 应用模块具体实现

(1)系统初始化模块

由于操作系统启动时只有初始化任务建立，优先级为 12，因此该任务在操作系统启动后马上进入运行态。系统初始化模块主要是各个 I/O 口、串口、SPI 接口及相应全局变量的初始化。

(2)数据接收和发送模块

串口接收和发送都是通过串口的接收和发送中断完成的，对于 UART 定义了 128 KB 的接收发送缓冲区。对于串口接收和发送又定义了 2 个 2 Byte 长度的变量，分别用作接收发送缓冲区地址指针和计数器，另外还定义了一个 1 Byte 的变量，用作接收发送时延。在接收发送完成中断时延赋值 10，这个值用于判断串口分组数据接收或者发送是否完成。分组数据接收或者发送完成的标志是在主程序的时延程序中设置的。

(3)短信通信模块

GPRS 终端在软件设计上根据传输模式分为短信模式和 GPRS 模式 2 种数据传输方式，通信以 GPRS 模式为主，短信为辅。当 GPRS 网络出现问题时，可通过短信方式进行数据传输，确保数据传输的稳定性，同时也方便现场维护人员

的控制，短信传输采用 TEXT 的格式进行发送。

(4)拨号通信模块

为了应付紧急事件，系统增加了拨号通信功能。目的在于 DSC 端管理者可以通过拨号接电话随时联系终端设备管理者。

(5)在线检测模块

由于采用无线方式通信，易出现掉线情况，因此会降低系统的可靠性。为了保证系统的可靠性，设计实现了在线检测、掉线重拨功能，可确保设备的时刻在线，提高整个系统的可靠性。设计利用 ICMP 网络层协议来检测网络通信状况。

3.5 系统调试

系统的调试环境由宿主机(即 PC 机)和目标板组成。PC 机的并口通过 JTAG 仿真器与 ARM 硬件平台上的 JTAG 接口连接，用于下载和调试程序。

首先由 ADS 编译连接生成目标代码，然后通过仿真器控制目标板实现目标程序的调试，包括将目标代码下载到目标机中、控制程序的运行、调试信息的观察等。

4 结束语

基于 GPRS 的无线数据传输嵌入式系统，为用户提供低成本、高效、可靠的方式连入 GPRS 网络，构成双向、对等、实时的数据传输系统，为用户终端安全稳定的运行提供了可靠的保证。与传统的解决方案相比，有较大的优势，广泛适用于信息互传、远程数据采集等，并且有向其他特定场合下的行业应用扩展的前景。

参考文献

- [1] 符意德, 陆 阳. 嵌入式系统原理及接口技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007.
- [2] 程 娟, 平西建. 集成 GPRS 服务的嵌入式车载地理信息系统[J]. 计算机工程, 2006, 32(17): 244-245.
- [3] 刘 森, 王田苗, 魏洪兴, 等. 基于 μC/OS-II 的嵌入式数控系统实时性分析[J]. 计算机工程, 2006, 32(22): 222-224.
- [4] Lundan M, Igor D, Curcio D. Optimal 3GPP Packet-switched Streaming Service(PSS) over GPRS Networks[J]. Multimedia Tools and Applications, 2007, 35(3): 285-310.
- [5] Chitre V A, Daigle J N. Performance of IP-based Services over GPRS[J]. IEEE Trans. on Computer, 2003, 52(6): 727-741.

编辑 索书志

(上接第 259 页)

5 结束语

本文介绍了一种三维场景漫游系统的架构及各功能模块设计，详细讨论了嵌入式三维的关键技术，为开发具备导航功能的三维地理信息系统提供了技术支持。今后的研究方向为：(1)优化建模方法，进一步提高系统渲染性能；(2)研究移动设备下三维物体的拾取技术，提升场景的互操作性；(3)丰富系统功能，提供更多基于位置的服务，如与服务器交互获得信息、结合 GPS 的定位导航为用户提供更多人性化的 GIS 系统服务。

参考文献

- [1] Fritsch D, Volz S. NEXUS: The Mobile GIS Environment[C]//Proc. of the 1st Joint Workshop on Mobile Future and Symposium on

- Trends in Communications. Bratislava, Slovakia: IEEE Press, 2003.
- [2] JSR-000184. Java Specification Requests 184 Mobile 3D Graphics API for J2ME[S]. 2005.
- [3] Nurminen A. Mobile, Hardware Accelerated Urban 3D Maps in 3G Networks[C]//Proc. of the 12th International Conference on 3D Web Technology. Perugia, Italy: ACM Press, 2007: 7-16.
- [4] Xi Daping, Du Qingyun. Researches on Dynamic Organization and Visualization of Large-scale scenes in 3D Waterway GIS[C]//Proc. of International Conference on Informational Technology and Environmental System Science. Jiaozuo, China: EIA Press, 2008: 1041-1045.

编辑 张 帆