维普资讯 http://www.cqvip.com

电 子 测 量 技 术
ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY
第30卷 第3期
2007年3月

ARM9处理器在地质灾害监测仪器中的应用

吴 悦[1] 杨进平[1] 曹修定[2]
(1. 水文地质工程地质技术方法研究所 保定 071051;
2. 成都理工大学 成都 610059)

摘 要：本文设计了一个基于ARM9内核结构的野外数据采集系统，并将其应用于地质灾害监测中。以AT91RM9200和ADS1256芯片为核心，搭配相应的外围功能芯片和数据传输模块，组成系统的硬件部分。以嵌入式Linux作为系统软件平台，在此平台上进行相应硬件模块的驱动程序开发与系统应用程序的编制，组成系统的软件部分。目前，该系统已经应用于三峡巫山地区地质灾害监测中。实践证明，运用ARM9处理器的数据采集系统与多种传感器的接口匹配，采集的数据精度与数据传输的成功率符合设计的指标，性能可靠、安装简便，适合野外工作的要求。

关键词：地质灾害；AT91RM9200；嵌入式系统；驱动程序
中图分类号：P642.2 **文献标识码**：A

Application of ARM9 processor in geological hazard detection apparatus

Wu Yue[1] Yang Jinping[1] Cao Xiuding[2]
(1. Institute of Hydrogeogy and Engineeging Geology Technigues, Baoding 071051;
2. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059)

Abstract: The field data acquisition system based on core structure chip ARM9 was presented in this paper. It used AT91RM9200 and ADS1256 as control part and functional models as periphery and data transfer to make up the hardware part. It used embedded Linux as system software platform, designed hardware models driver software and application software based on the platform. Now the system has been used in monitoring of the geological hazard in mountain Wu of three gorges. The practice proves that the data acquisition system based on chip ARM9 and many kinds of sensor connection are matching. The collected data precision and the data transmission success ratio live up to the design target, which turn out to be reliable in function and simple in installation by field operation request.

Keywords: geological hazard; AT91RM9200; embedded system; drivers

0 引 言

地质灾害专业监测在我国地质灾害预警工程中起着非常重要的作用，多种多样的监测仪器设备代替了大量的人工监测手段，为地质灾害专业监测预警提供了有力的技术保障。随着自动化设计、半导体加工等技术的迅速发展，越来越多的32位嵌入式处理器被应用于地质灾害专业监测仪器设计中，提高了系统的整体性能。本文将对应用于地质灾害专业监测中的野外数据采集器的设计方案进行深入的探讨。

1 硬件系统设计

本系统硬件部分采用了Atmel公司的AT91RM9200嵌入式处理器。由于地质灾害监测现场的环境通常比较恶劣，要求元器件按工业级标准选择。系统在AT91RM9200处理器的控制下采集模拟信号，存储在内存中，最后通过通信单元将数据以IP包的方式发送到监控中心的服务器。整个系统的硬件结构原理图如图1所示。

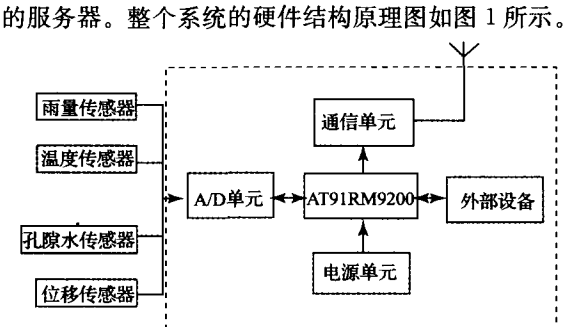


图1 野外数据采集器系统硬件结构框图

整个工作过程是野外数据采集器通过A/D转换器采集4种传感器的参数，进行数据的转换后，以Socket通信方式上传到监控服务器。通讯单元使用GPRS无线传输模块，系统启动就自动进行PPP拨号，建立起一条TCP/IP

维普资讯 http://www.cqvip.com

的通信管道。服务器连接互联网,拥有固定的 IP 地址,可以在服务器上设置命令参数以控制野外数据采集器的工作方式。

1.1 A/D 单元

为了满足系统采集数据的高精度、低功耗、抗干扰的要求,A/D 单元采用 TI 公司的 ADS1256。ADS1256 是 24 位 Δ-ΣADC,可提供高达 23 位的无噪声精度,数据速率可达到 30k 次采样/秒。

ADS1256 支持 4 个差动或 8 个单端输入,并具有 4 个通用数字 I/O。通过符合 SPI™规范的串行接口可处理通信,它与处理器的连接框图如图 2 所示。

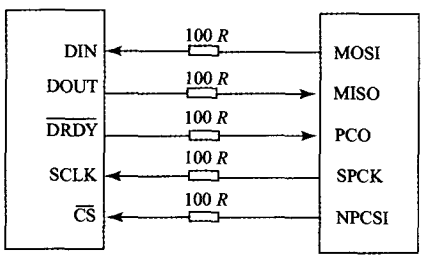


图 2 处理器与 ADC 的接口电路框图

1.2 通信单元

在通信单元中采用了 SIMCOM 公司的 SIM100E。它属于 GSM/GPRS 双频模块,集成了完整的射频电路和 GSM 基带处理器,内嵌了 TCP/IP 协议栈,适用于无线数据传输方面的应用。AT91RM9200 对 SIM100E 的控制通过 RS232 串行接口实现,以 AT 命令集控制硬件的初始化与数据的收发。

2 软件系统设计

本系统软件部分采用 ARM－Linux 2.6 作为操作系统。在野外数据采集器的设计过程中,考虑到处理器具有 200 MHz 的主频和 32 位的寻址能力,为了充分发挥处理器的高性能,决定采用嵌入式操作系统作为软件系统的平台。

2.1 嵌入式 Linux 的软件结构

嵌入式 Linux 系统是一个基于 Linux 内核的嵌入式系统,通常包括用来开发嵌入式 Linux 系统的平台、各种为了在嵌入式系统中使用而裁剪过的应用软件。开发平台包含了源码浏览器、交叉编译器、调试器、项目管理软件、引导映像生成器等部件;应用程序包括可以在目标板上使用的特殊链接库、可执行文件以及配置文件等部件。

2.2 嵌入式 Linux 的驱动程序

驱动程序是系统正常运行的一个关键点,它直接与相应设备打交道,并向上提供一组访问接口,具有一定的格式。

A/D 采集部分按照 Linux 操作系统驱动程序的标准框架编写,而不是直接用汇编语言对底层硬件进行控制。由于 Linux 中将设备当作文件处理,所以对设备进行操作的调用和对文件的操作类似,主要包括 open()、read()、write()、ioctl()、close()等。应用程序发出系统调用命令后,会从用户态转到内核态,通过内核将 open()这样的系统调用转换成对物理设备的操作。

(1)初始化函数

```
Static int ADS1256_init(void)
{
对 A/D 硬件寄存器进行设置;
初始化设备驱动相关的参数;
在内核中注册 A/D 设备;
给 A/D 设备分配 I/O 地址;
}
```

(2)设备打开与关闭函数

```
Static int ADS1256Open (struct inode * inode,struct file * file)
{
递增使用计数;
检查 A/D 特定的错误;
如果 A/D 是首次打开,则对其进行初始化;
识别 A/D 次设备号;
分配并填写被置于 filp→private_data 里的数据结构;
}
Static int ADS1256Close (struct inode * inode,struct file * file)
{
释放由 open 分配的、保存在 filp→private_data 中的所有内容;
在最后一次关闭操作时关闭 A/D;
使用计数减 1;
}
```

(3)设备控制函数

```
Static int ADS1256Ioctl (struct inode * inode,struct file * file,unsigned int cmd, unsigned long arg){return 0 ;}
{根据 CMD 标志不同执行不同的命令;
设置 A/D 采集通道数;
A/D 启动函数;
A/D 采样数据函数;
A/D 停止函数;}
```

(4)读取 A/D 采样数据函数

```
Static int ADS1256Read (struct file * file ,char * buf, size_t count , loff_t * ppos)
{
申请数据缓冲区;
启动 A/D 转换工作;
读取 A/D 转换后的数据;
将数据存入数据缓冲区;
}
```

维普资讯 http://www.cqvip.com

设备驱动程序编写完成后将该驱动程序加到内核中。这需要修改 Linux 的源代码，然后再次编译内核。通过编写应用程序调用驱动程序提供的接口函数，就可以使野外数据采集器正常工作。

2.3 应用软件的工作流程

应用软件通过驱动程序提供的接口在野外数据采集器中完成了硬件的初始化、控制等功能，同时负责数据的采集和传输，它是所有设备的控制中枢，它的工作流程如图 3 所示。

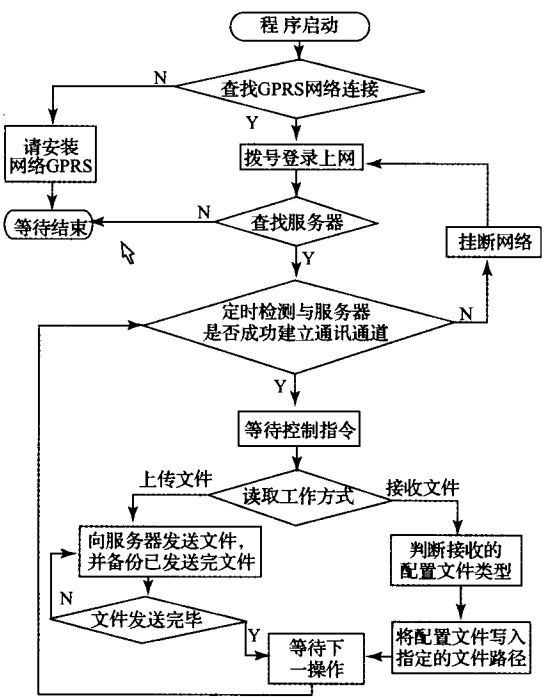


图 3 野外数据采集器工作流程图

地质灾害滑坡的监测可参照很多物理和化学参数数据的采集，诸如气象的降雨量，滑体的位移、倾斜，滑带附近的温度、压力、应力、氡氧气体浓度、岩体破裂声发射及振动等，通过把不同的物理和化学参数转换成为电参数的监测，可以获得地质灾害变化的重要信息。把监测的电信号转化成数字信号进行定时采集、数字化、存储。最后由 GPRS 控制传输，将监测数据发送到中心数据服务器入库，由信息管理系统进行管理、显示或发布。

3 实 验

野外数据采集器目前安装在三峡巫山地区的地质灾害综合监测示范站中进行实验，目前与仪器连接的传感器有位移、钻孔倾斜仪、孔隙水压力、温度等多种类型，用于对监测区的滑坡带进行监测。监测区目前应用的仪器比较庞杂，不同的传感器用不同的专用仪器采集数据，然后通过一台专用的工控机将数据以 GPRS 通讯方式传输给服务器，在野外监测点需要搭建房屋，接通交流电，不仅费用高，而且设点的条件也受到很大的限制。野外数据采集器体积小巧，电池直流供电，使用定制的防尘防水机箱，可以安装在需要的任何地方。由于采用了 24 位 AD 芯片，采集的数据精度普遍高于原配的仪器，GPRS 芯片集成在仪器内部，工作稳定，数据传输成功率只是受当地网络条件的限制，在网络中断的条件下自动将数据存储，尝试在下一个周期发送数据。目前野外数据采集器已经安装在巫山玉皇阁监测点，工作比较稳定，采集的数据已经存入后台数据库中，仪器的工作模式和采集的数据的精度达到了设计的要求，仪器的工作情况完全满足了野外数据采集与传输工作的需要，实验的数据如图 4 所示。

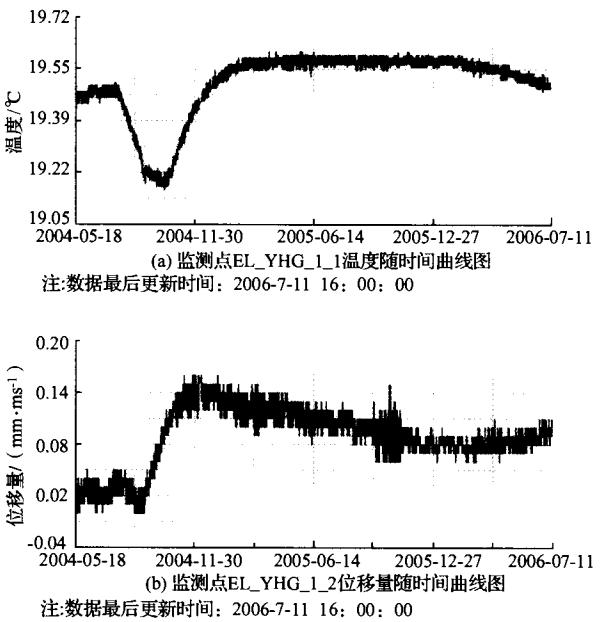


图 4 长江三峡野外实际监测采集温度、位移数据曲线

4 结 论

随着自动化技术、计算机网络、微芯片制造等信息化技术的迅速发展，以前制约地质灾害监测仪器性能的技术瓶颈相继不复存在，这对扩展仪器功能、提高仪器性能、拓展仪器应用范围，以便更好地服务于地质灾害监测具有重要的意义。

结合 AT91RM9200 嵌入式处理器和 ARM—Linux 2.6 嵌入式操作系统，基于 GPRS 无线数据传输、Internet 远程控制方式及野外全天候环境下工作模式的设计，使系统具有极高的使用价值，目前已经应用于三峡滑坡地质灾害监测系统，如果以此方案为平台做适当的扩展，将可以应用于多种类型的地质灾害监测系统中。

参 考 文 献

[1] 美国 ATMEL 公司. AT91RM9200 处理器用户手册[Z]. 2005.

[2] FRANK V，TONY G. 嵌入式系统设计[M]. 骆丽，译. 北京：

（下转第 73 页）

维普资讯 http://www.cqvip.com

载数据以及数据校验。调用 TI 提供的 DSPHEX 工具,通过调整数据长度,可以将. out 文件转换成可读写的十六进制代码. hex 文件,然后发送一系列的握手数据,等待 DSP 回发的数据。若通信成功建立,就开始发送用户程序代码。用户程序代码打包成每 128 个字一个数据块,按照先发送数据包头后数据块的顺序发送。

4 校 验

在管理 Flash 软件的时候,很多时候不是重新加载用户程序,而是需要进行程序代码可靠性、正确性校验。校验的原理就是 DSP 用"TBLR * +"指令从 Flash 程序存储空间读取一个 16 位的数据,放到数据存储空间,通过串口发送到上位 PC,由上位 PC 与目标文件中相应的数据进行比较以完成校验。

5 实验内容及结果分析

先通过 JTAG 接口把内嵌程序烧写到 TMS320F240 的 Flash 中,断电后用串口线将 DSP 与上位 PC 连接,在 5 s以内点击握手的按钮连接 DSP 和上位 PC。然后依次点击程序加载和回读校验按钮,成功后会有提示。加载及校验 14 KB 的程序代码的时间为 2 min 左右。对用户程序的限制就是用户程序不能放到 Flash 的 0040h～0041h 和 3fffh～4000h。加载结果正确可靠。

6 结束语

本文介绍了一种对 TMS320F240 片内 Flash 进行串行加载及校验的方法。实验结果证明这种方法安全可靠,简单可行。

参 考 文 献

[1] Texas Instruments Incorporated. TMS320F20x/F24x DSP embedded Flash memory technical reference guide [Z]. 1999.

[2] Texas instruments incorporated. TMS320 DSP controllers Guide[Z]. 1999.

[3] Texas Instruments Incorporated. TMS320F/C24x DSP controllers CPU and instruction set reference guide [Z]. 1999.

[4] Texas Instruments Incorporated. TMS320F243/F241/C242 DSP controllers system and peripherals reference guide[Z]. 1999.

[5] Texas Instruments Incorporated. TMS320C1x/C2x/C240/C5x assembly language tools user's guide [Z]. 1999.

[6] Texas Instruments Incorporated. Getting started in C and assembly code with the TMS320LF240x DSP [Z]. 2002.

[7] Texas Instruments Incorporated. Using C to Access Data Stored in Program Space Memory on the TMS320C24x DSP[Z]. 2002.

[8] Texas Instruments Incorporated. Implementing JPEG with TMS320C2xx assembly language software [Z]. 2002.

作 者 简 介

崔伟成,西北工业大学航天学院硕士研究生,主要研究方向为兵器发射理论与技术。

地址:陕西省西安市西北工业大学航天学院飞行控制与仿真技术研究所,710072

电话:13488273872;E-mail:cuiweicheng55@sohu.com

(上接第 62 页)

北京航空航天大学出版社,2004.

[3] ALESSANDRO R. Linux 设备驱动程序[M]. LISOLEG,译. 北京:中国电力出版社,2000.

[4] KARIM Y. 构建嵌入式 Linux 系统[M]. O'Reilly Taiwan 公司,译. 北京:中国电力出版社,2004.

[5] 杨箐,余成波,胡晓倩. GPRS 技术及其应用探析[J]. 重庆工学院学报,2004,18(1):30-32.

[6] 车健. 嵌入式系统中低功耗设计[J]. 电子测量技术,2005(3):16-18.

[7] 王培青. AT91RM9200 在嵌入式税控 POS 系统中的应用[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2006(3):I0005-I0008.

[8] 张秀松,施金鸿. 基于 AT91RM9200 的嵌入式工业控制系统设计[J]. 微计算机信息:嵌入式与 SOC,2006(2):45-47.

作 者 简 介

吴悦,男,1972 年 12 月出生,工程师,从事地质仪器系统研制及相关软件、嵌入式系统研究开发工作。

E-mail:wuyuebd@126.com。