

基于 ARM 和以太网的振动 信号采集器设计

彭国盛

(江苏华能淮阴发电有限公司,江苏 淮安 223001)

摘要: 介绍了一种振动信号采集硬件平台的设计。硬件以 S3C2410 ARM 嵌入式处理器和 10/100 Mbit/s 自适应的以太网接口 DM9000 为核心,主要包括信号调理、数据采集、嵌入式处理系统、以太网接口等部分。系统软件采用嵌入式 Linux 操作系统,使用伯克利软件研发组(BSD)套节字接口进行 Linux 操作系统下的网络应用程序的开发。通信软件的设计采用流式 Socket、使用 TCP 协议。系统具有强大的网络支持功能,振动数据可通过以太网与远程故障诊断中心进行透明传输。

关键词: 嵌入式系统; 振动; ARM; 以太网

中图分类号: TM 274; TM 76 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-6047(2007)01-0087-03

0 引言

汽轮发电机组等大型旋转机械运行的可靠性,在很大程度上取决于机组的振动状态。在旋转机械启动和运行过程中,必须对机组振动进行严格的监测。一旦发生故障,可以根据对测得的振动信号的分析 and 诊断,以查找故障原因,进而提出解决故障的方法。

ARM 处理器是 32 位嵌入式 RISC(精简指令集)微处理器,已成为许多行业嵌入式解决方案的 RISC 标准。开发一个基于 ARM 的集振动信号的采集、处理和网络通信于一体的,并提供友好的人机操作界面的旋转机械振动信号采集硬件平台,对提高振动采集系统的集成度、可靠性、连网的灵活性并降低系

统成本很有意义。

1 系统硬件设计^{[1-4] ①}

本系统以 Samsung 公司 S3C 2410 嵌入式处理器和 10/100 Mbit/s 自适应的以太网接口 DM9000 为核心,主要包括信号调理和数据采集、嵌入式处理器系统、以太网接口等几个部分,系统结构如图 1 所示。

1.1 嵌入式处理器系统设计

本系统的嵌入式 CPU 采用应用广泛的 ARM 芯片即 S3C2410 处理器。该处理器是基于 ARM 920 T 处理器内核,采用 0.18 μm 制造工艺的 RISC 32 位微控制器,是一个高性能、低功耗、多用途的通用芯片。它内部集成了微处理器和常用外围组件。因此,系统

收稿日期:2006-03-13;修回日期:2006-06-13

① S3C2410X 32-BIT RISC microprocessor user's manual revision
1.2. Samsung Electronics Co., Ltd., 2003.

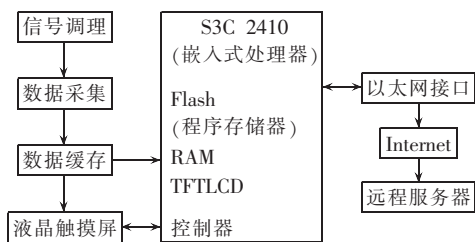


图 1 系统结构图

Fig.1 System structure

设计时免去了配置附加设备的麻烦。

1.1.1 存储器部分

由于 S3C 2410 内置了 NAND 闪存控制器、SDRAM 控制器,所以内存系统的扩展比较简单。系统内存由 2 片 K4S 561632C 16×16 bit 数据宽度的 SDRAM 组成,2 片拼成 32 bit 模式,公用 nGCS 6,共 64 MByte RAM。nGCS 0 接的是 1 片 8 MByte×16 bit 数据宽度的 INTEL E28F128 Flash。Flash 存储固化程序,保存重要参数。开机或复位后,程序自动从程序存储区 Flash 的起始地址开始执行。在调试程序的时候,使用 SDRAM 作为程序存储区和数据存储区。

1.1.2 液晶显示器及触摸屏接口

S3C 2410 内置液晶显示器(LCD)控制器,同时支持触摸屏接口。触摸屏接口由 4 个外部晶体管、外部电源、AIN[5]和 AIN[7]组成。触摸屏接口含有具有中断生成逻辑的外部晶体管控制逻辑和 AD 转换接口逻辑。触摸屏采用夏普 LQ035Q7DB02 QVGA 3.5 吋 64 K 彩色液晶屏(320×240),具有功耗低、体积小、重量轻等优点。可以实现对系统的控制,也可以显示振动波形。

1.2 数据采集硬件扩展

振动信号采集系统由信号预处理、抗混滤波、同步采保、AD 转换、数据缓存先进先出(FIFO)、复杂可编程器件(CPLD)等组成。信号预处理是对由传感器输入的振动速度信号进行一级积分或对振动加速度信号进行两级积分转换成位移信号、然后进行放大等调理,满足采集要求;抗混滤波进行跟踪滤波,防止信号产生频率混叠现象;CPLD 主要完成地址译码并产生时序信号控制 AD 7864 完成多通道信号同步采保和数据转换,并将转换后的数据存入 FIFO。最后,由嵌入式 CPU 系统读取 FIFO 中的数据并完成振动信号分析或通过以太网将数据传输给远方计算机作进一步处理。

基于对转换时间和转换精度的考虑,本系统采用 AD 7864 作为模数转换芯片,实现振动信号的多通道同步采样。AD 7864 是 AD 公司推出的专为高速同步数据采集系统设计的高速、低功耗、可以 4 通道同时采样的模数转换芯片。它的主要特性是:高速 12 位 AD 转换器,1/2 LBS(最低有效位)线性度;具有 4 个采样、保持放大器,可以同时采样 4 个输入通道;可以通过软件或者硬件的方法选取用于采样的通道;具有高速并行接口,可以与处理器直接连

接;对于每个模拟输入通道均有过压保护电路。4 通道同时工作时,最大采样率可高达 130×10^3 次/s。

1.3 网络接口

以太网接口电路主要由媒体访问控制器(MAC)和物理层接口 2 大部分构成。S3C 2410 通过外接 1 片 DM 9000 以太网 MAC 芯片扩展了 1 个 10/100 Mbit/s 自适应的以太网接口,占用 EINT 0,中断向量号为 0。

DM 9000 是一款低功耗、高性能 CMOS 芯片,配备有标准 10/100 Mbit/s 以太网接口,支持字节/字/双字的 I/O 指令进行内部数据运算的处理器接口类型,支持 10/100 Mbit/s 的以太网传输,支持媒体独立接口/简化媒体独立接口(MII/RMII)接口,物理层支持以太网接口协议,支持 10/100 Mbit/s 单工和双工模式的以太网传输,支持 IEEE 802.3 全双工流量控制模式和半双工载波监听多路访问/冲突检测(CSMA/CD)流量控制模式。由于数据有时是以突发形式收到的,因此,DM 9000 还集成 4 K 的双字 SRAM,作为接收缓冲区,用于暂时存储要发送或接收的帧。

对于不同的处理器,DM 9000 支持内部存储器访问的 8、16、32 bit 的 μP 接口。

2 网络接口软件设计^[5-10]

嵌入式操作系统要求具有较高的实时性,系统可裁剪,具有网络支持功能,支持多任务调度及运行等特点。本系统采用嵌入式 Linux 操作系统,具有强大的网络支持功能,Linux 支持包括 TCP/IP 在内的 Internet 的所有网络协议。

采用 BSD Socket(套接字)接口进行 Linux 操作系统下的网络应用程序的开发。Socket 接口有流式 Socket(SOCK_STREAM),数据报 Socket(SOCK_DGRAM)和原始 Socket 3 种类型。本设计使用流式 Socket,提供可靠的、面向连接的通信流,它使用 TCP 协议,保证了数据传输的正确性和有序性。

利用套接字的简单的服务器/客户机,通信流程如图 2 所示。

2.1 打开 Socket 描述符、建立绑定

为了执行输入/输出,进程做的第一件事是调用 Socket 函数,其函数原型是在服务器程序中,通过 Socket 调用返回一个 Socket 描述符后,应该将该 Socket 与本机上的一个端口相关联,即“绑定”。“绑定”采用 Bind()函数。

2.2 建立连接

用户程序中,打开 Socket 描述符后调用 Connect()函数与远端服务器建立一个 TCP 连接。

在服务器程序中,当 Socket 与某一端口绑定以后,就需要监听该端口,以便对到达的服务请求加以处理。监听用 Listen()函数。

当客户请求与服务器监听的端口连接时,该连接请求等待服务器接收它。随后服务器程序调用 Accept()函数为该请求建立一个连接。

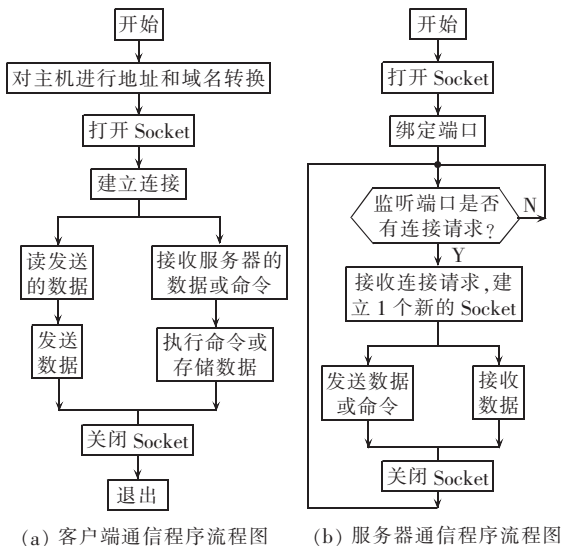


图 2 服务器/客户机通信流程图
Fig.2 Server/Client communication flows

2.3 数据的发送和接收

连接建立后,服务器调用 Send()函数和 Recv()函数进行面向连接的 Socket 数据的发送和接收。

2.4 关闭 Socket

当所有的数据操作结束后,可以调用 Close()函数释放该 Socket,停止该 Socket 上的任何数据操作。也可以调用 Shutdown()函数关闭 Socket。该函数允许用户只停止在某个方向上的数据传输,而另一个方向上的数据传输可继续进行。可以关闭某 Socket 的写操作而允许继续在该 Socket 上接收数据,直至读入所有数据。

3 网络化振动监测系统应用

以网络化振动采集前端为基础的振动监测系统在淮阴发电厂辅机系统的振动监测上得到应用,能及时发现和成功控制了磨煤机小牙轮振动、送风机电机振动、送风机本体轴承组件异常振动等异常情况。

4 结论

引入 ARM 嵌入式系统,既可解决目前 8 位或

16 位单片机所具有的数据处理能力低、通信性能差的问题,又可以解决现有 PC-AD 采集卡系统所具有的专业性要求高、实时性差的问题。同时,ARM 嵌入式系统可以移植嵌入式操作系统,采用 C 或 C++ 语言开发应用程序,极大地方便了应用系统的开发,加快了系统开发速度。在振动信号采集及故障诊断和设备振动状态在线监测领域应用 ARM 嵌入式系统将极大提高系统的可靠性和性价比。

参考文献:

[1] 赵星寒,刘涛. 从 51 到 ARM-32 位嵌入式系统入门[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.
[2] 周维,陈默. 基于 S3C 2410 的 ARM 开发平台[J]. 电子技术, 2004 (7):4-7.
ZHOU Wei,CHEN Mo. S3C2410 based ARM develop platform[J]. Electric Technique,2004 (7):4-7.
[3] 江俊辉. 基于 ARM 的嵌入式系统硬件设计[J]. 微计算机信息, 2005,21(10):120-122.
JIANG Jun - hui. Hardware design of ARM based embedded system [J]. Microcomputer Information,2005,21(10):120-122.
[4] 韩锋,马永昌,王友钊. 基于 ARM 处理器的便携式振动测量分析仪的设计[J]. 仪表技术与传感器,2004(9):14-15.
HAN Feng,MA Yong - chang,WANG You - zhao. Design of portable vibration analyzer based on ARM processor[J]. Instrument Tech - nique and Sensor,2004(9):14-15.
[5] OLIVE V,MARTIN S,VAREILLE A. OS for embedded systems: state of the art and prospects[J]. Microelectronic Engineering, 2000,54(1/2):1-8.
[6] MULLERBURG M. Software intensive embedded systems[J]. Infor - mation and Software Technology,1999,41(14):1-5.
[7] 王学龙. 嵌入式 Linux 系统设计与应用[M]. 北京:清华大学出版社,2002.
[8] Dreamtech 软件研发组. 嵌入式系统编程源代码解析[M]. 王勇,译. 北京:电子工业出版社,2002.
[9] RUBINI A,CORBET J. Linux 设备驱动程序[M]. 北京:中国电力工业出版社,2002.
[10] 罗军舟,黎波涛,杨明,等. TCP/IP 协议及网络编程技术[M]. 北 京: 清华大学出版社,2004.

(责任编辑:汪仪珍)

作者简介:

彭国盛(1969-),男,江苏高邮人,高级工程师,硕士研究生,从事热控检修技术管理工作。

Design of ARM and Ethernet based vibration signal collector

PENG Guo - sheng

(Jiangsu Huaneng Huaiyin Power Plant,Huaian 223001,China)

Abstract: A hardware platform design for vibration signal collection is introduced. Based on S3C2410 ARM(Advanced RISC Machines) processor and Ethernet interface IC(Integrated Circuit) DM 9000 with 10/100 Mbit/s auto-negotiation function,it includes several parts of signal pre - processing,data acquisition,embedded processor,Ethernet interface and so on. BSD (Berkely Software Distribution) socket technique is used to develop network application program under embedded Linux operating system,while SOCK_STREAM and TCP protocol are used to develop communication software. It has powerful network functions and the vibration data can be transparently transmitted to remote fault diagnosis center via Ethernet.

Key words: embedded system; vibration; ARM; Ethernet