

基于 ARM9 的远程频率采集系统设计

丁 莉

(西安建筑科技大学 信控学院, 陕西 西安 710055)

摘 要: 介绍了一种频率信号采集系统的设计. 硬件以 ARM 嵌入式处理器 S3C2440 和 10/100M bit/s 自适应的以太网接口 DM9000 为核心. 主要包括信号采集、频率测量、嵌入式处理系统、以太网接口等部分. 软件采用嵌入式 μ CLinux 操作系统, 通信使用 TCP 协议. 系统具有强大的网络支持功能. 数据可通过以太网与远程故障诊断中心进行传输.

关键词: 嵌入式; 频率采集; 以太网; μ CLinux

中图分类号: TH873.7

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2011)07-0128-04

The Design of Remote Frequent Collection Based on ARM9

DING Li

(School of Information and Control Engineering, Xi'an Architecture and Technology University, Xi'an 710055, China)

Abstract: The paper introduce the design of system of frequent signal collection. The hardware's core are arm embedded processor S3C2440 and Ethernet interface chip DM9000 with 10/100M bit/s self-adaption. The system include signal collection, frequent signal measure, arm embedded process system and Ethernet interface. The software adopt embedded linux operating system, TCP protocol are used in communication. The system have power Ethernet function so the data can be transfered to remote fault diagnosis centre by internet.

Key words: embedded; frequent collection; Ethernet; μ CLinux

1 引言

原子弹和核电站中需要铀 235 作为核燃料和核炸药, 但天然铀中铀 235 与占绝大部分的铀 238 混合在一起, 需要将其分离开, 最简单的是离心法. 一个离心工厂大约有几万到几十万台离心机, 监测离心机的工作状态判断离心机的好坏是离心工厂工艺过程测控系统最主要的部分. 离心机的转速反映离心机的工作状态, 离心机转子旋转时, 通过 CB 传感器线圈的磁场发生变化, 将转速变成一定的频率, 所以对离心机转速的监测变成对频率的监测. 文中针对离心工厂的工艺要求设计开发基于 S3C2440 芯片的频率采集装置, 通过此装置将采集的频率数据通过网络传输到控制室的上位机以方便统计和分析.

2 系统设计

系统以具有 ARM920T 核的 16/32 位多功能、低功耗的嵌入式处理器 S3C2440 为核心, 由频率采集模块、以太网通信模块、显示模块和存储模块组成, 如图 1 所示.

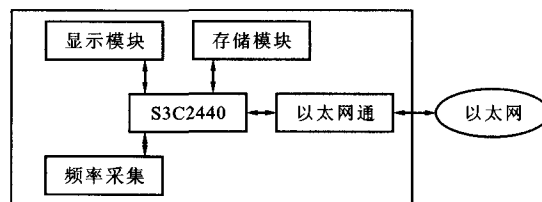


图 1 系统结构图

S3C2440 主频可达到 400 MHz, 采用 RISC 结构, 除具有一般嵌入式芯片所具有的总线, SDRAM 控制器外, 还具有丰富的扩展功能接口, 可以方便构建一个嵌入式设备的硬件平台.^[1]

系统显示部分选用了 19 寸 LCD 带触摸功能,存储模块选用了 2GB 的 SD 卡. 由于 S3C2440 没有带网络接口,所以要使用以太网芯片. 本系统采用 DEVICOM 研发的一款 10/100 M 快速以太网控制芯片 DM9000,将以太网芯片连接到 S3C2440 总线上,S3C2440 要通过总线在 DM9000 相应的地址发送,接收数据即可^[2].

3 系统硬件设计

3.1 频率采集模块设计

传统测量方法有两种:

(1) 测频法. 对被测信号在给定时间 T (N 个基准信号 f_0) 内计数(计数值为 M),被测信号的频率为

$$f_x = \frac{M}{N} f_0 = \frac{M}{T} \quad (1)$$

由于计数器只能进行整数计数,所以误差由 $\Delta M = \pm 1$ 引起,测频法误差 ϵ_1 为

$$\epsilon_1 = \frac{\Delta M}{M} = \frac{\pm 1}{M} = \pm \frac{1}{f_x T} \quad (2)$$

由式(2)可看出在 T 固定不变的情况下被测频率越高相对误差越小.

(2) 测周法. 在被测信号一个周期内对基准脉冲 f_0 计数(计数值为 M),被测信号的频率为

$$f_x = \frac{f_0}{M} \quad (3)$$

误差 ϵ_2 为

$$\epsilon_2 = \frac{\Delta M}{M} = \frac{\pm 1}{M} = \pm \frac{f_x}{f_0} \quad (4)$$

由式(4)可看出基准频率一定,被测信号频率越低,相对误差越小.

通过上述分析可知,测频法适用于高频信号,被测信号频率越高,计数越多,误差越小. 测周法适合于低频测量,被测信号的周期越长(频率越低),则测得的标准信号的脉冲数 N 越大,则相对误差越小. 在本系统中输入信号源的频率范围是 $0 \sim 10$ kHz. 为了保证测量精度一致性,文中在测周法的基础上提出了一种改进的测频方法,即使用分频段测量的方法,低频信号采用测周法,高频信号采用先分频再使用测周法. 频率测量过程如图 2 所示.

整个频率采集模块分为多路选择开关,整形模块,分频模块,门控模块和计数模块. 一台此设备要检测 2000 台转速机频率,装置由程序控制多路开关选通要测量的信号. 输入信号是一正弦波信号,经过整形后整成方波. 为了达到测量精度,对频率高的信号要进行分频,然后经门控电路获得半个周期的方

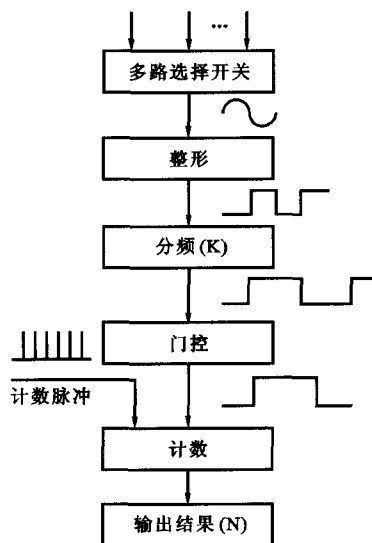


图 2 频率测量过程

波信号. 下面在这半个周期的方波信号里要计算脉冲的个数,脉冲是由 10 M 的晶振产生的. 根据计数的结果,按下式可以计算出被测量信号频率值:

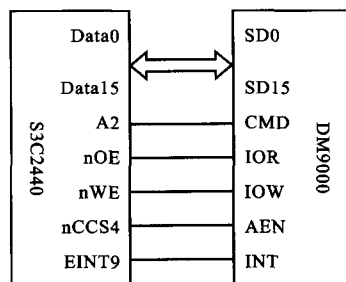
$$f = \frac{10 \times 10^6 \times K}{2 \times N} \quad (5)$$

图 2 中的门控模块的功能是要保证同步测量,门控信号负责在分频后的信号上升沿启动计数,在下降沿关闭计数.

这种分段分频测量方法还有一个优点是节省时间. 低频时,本身周期就长,计数精度满足. 高频时信号周期短,采用分频增加它的计数周期以达到精度要求,根据不同的频段增加分频值 K . 通过设置不同的 K 值,即节省了低频测量时间,又保证了高频测量精度.

3.2 基于 DM9000 的网络传输设计

图 3 是 DM9000 与 S3C2440 的接口连接图.



3 S3C2440 与 DM9000 连接图

DM9000 对外来说只有两个端口——地址口和数据口,地址口用于输入内部寄存器的地址,而数据口则完成对某一寄存器的读写. DM9000 的 CMD 引脚用来区分这两个端口,当 CMD 引脚为 0 时,DM9000 的数据线上传输的是寄存器地址,当 CMD

引脚为 1 时,传输的是读写数据.文中把 DM9000 的 A8 和 A9 接为高电平,把 A4~A7 接为低电平,并且把 DM9000 的 AEN 接到 S3C2440 的 nGCS4 引脚上,则 DM9000 的端口基址为 0x20000300,如果再把 DM9000 的 CMD 引脚接到 S3C2440 的 AD-DR2 引脚上,则定义 DM9000 的这两个端口地址,分别为:

DM9000 地址端口=20000300H

DM9000 数据端口=20000304H

IOR 和 IOW 分别为读写线.

在系统上电时,处理器通过总线配置 DM9000 内部网络控制寄存器(NCR)、中断寄存器(ISR)等,完成 DM9000 的初始化.随后 DM9000 进入数据收发等待状态.当处理器要向以太网发送数据帧时,先将数据打包成 TCP 数据包.并通过总线逐字节发送到 DM9000 的数据发送缓存中.然后将数据长度等信息填充到 DM9000 相应寄存器内.随后发送使能命令. DM9000 将缓存的数据和数据帧信息进行 MAC 组帧,并发送出去.

当 DM9000 接收到外部网络送来的以太网数据时,首先检测数据帧的合法性,如果帧头标志有误或存在 CRC 校验错误,则将该帧数据丢弃.否则将数据帧缓存到内部 RAM.并通过中断标志位通知处理器.处理器收到中断后对 DM9000 接收 RAM 的数据进行处理. DM9000 自动检测网络连接情况.根据网速设置内部的数据收发速率为 10Mb/s 或 100 Mb/s^[5].

4 系统软件设计

系统软件由 μ CLinux 操作系统、嵌入式图形用户界面 QT 构成.嵌入式 Linux 操作系统源码开放、质量可靠、可移植性好,对图形界面有良好的支持,具有强大的网络通信功能,且可以根据用户的需要进行相应的裁剪后,能够固化到只有几 MB 的小容量存储芯片中,适用于特定嵌入式应用场合.

系统的移植主要包括交叉编译环境的建立,Bootloader 引导程序的移植, Linux 内核的裁剪、配置与编译,根文件系统的建立等过程^[3-4].其中 Linux 的移植是最重要的,我们要根据硬件来进行适当的裁剪.在 Linux 下设备的控制是通过驱动程序实现的,在内核配置的时候,把网卡驱动添加好, Linux 内置有相应的驱动.由于本模块需要支持用户界面交互,所以需要进行触摸屏驱动移植.在/driver s/ input/ touchscreen 目录下建立新的驱动

s3c2440_t s. c 文件,选择只需要对已有的驱动文件稍做修改就可以应用.网卡驱动程序的移植步骤参见文献[6].

Qt /Embedded 是挪威 Trolltech 公司(2008 年被 Nokia 公司收购)开发的面向嵌入式系统的 Qt 版本.其采用 Frame Buffer 作为底层图形引擎,拥有良好的体系架构和面向对象的编程模式,具有强大的功能、丰富的控件资源和较好的可移植性,在嵌入式系统中得到了广泛的应用^[7-8],具有如下特点:

(1) Qt 遵循 GPL 协议,开放主要的源代码,用户可以在 GPL 的规定下自由添加新特性.

(2) 与其他嵌入式 GUI 相比,嵌入式 Qt 不仅是一个完整的窗口系统,而且也是一个应用程序框架,这更有利于应用程序的开发.

(3) Qt 具有丰富的 API,包括多达 250 个以上的 C++类,支持诸如对图形、网络、数据库、I/O 操作、各种控件和 XMI 等众多功能,可满足大多数嵌入式应用系统开发的需要.

(4) Qt 是一个 GUI 仿真工具包,它使用各自平台上的低级绘图函数仿真 MS Windows 和 Motif(商用 Llnix 的标准 GUI 库),因此程序运行速度快.

(5) Qt 良好的封装机制使得 Qt 的模块化程度非常高,可靠性好,易于程序开发.

基于 Qt 的这些特点,文中采用了嵌入式 Qt 作为图形用户界面开发的 GUI 支持平台,有效提高了应用程序的开发速度.

软件主要完成频率信号的采集,再将频率值封装成符合以太网通信标准的数据包,同时完成对 DM9000 芯片的 IP 地址和 MAC 地址的探测,以及对 DM9000 的初始化,从而实现数据包的发送功能,最后通过以太网传输给上位机.

TCP 通信分为服务器方式和客户机方式两种.在服务器端,首先,使用 socket()建立一个通信的端点,再用 hind()命令把一个地址绑定到这个端点上;然后,服务器端使用 listen()侦听连接请求,当远程的客户机试图使用 connect()连接 listen()正在监听的端口时,连接将会在队列中等待,直到使用 accept()处理它.在 accept()处理了连接请求之后,将会产生一个新的描述这个连接端口的套接字,利用这个套接字就可以发送和接收数据了.如果 listen()一直没有侦听到连接请求,那么服务器任务就在 accept()处阻塞,直到有连接请求到来.

对于客户机方式来说,它也需要先用 socket()建立一个通信端口,但是它不必用 bind()把一个本

地地址绑定到这个端口上,而是直接使用 connect() 向指定的服务器发送连接请求,如果请求被接收,下一步就可以进行数据流通信了。TCP 通信是服务器端和客户机端通信的函数应用过程如图 4 所示。

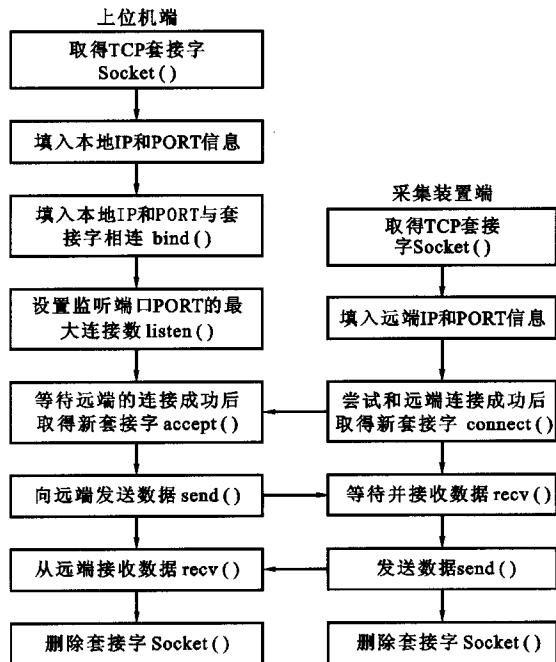


图4 上下位机通讯

上位机主要负责对所有转速的监测,通过 TCP 协议和采集装置进行网络通信,以保证网络数据的快速、可靠和准确。Qt 提供了 QTcp Socket 类和 QTcpServer 类用于编写 TCP 客户端和服务端应用程序。QTcpSocket 类采用异步工作方式,提供了 TCP 协议的通信接口;QTcpServer 类在服务器端处理外来的 TCP 客户端连接。

5 结束语

文中提出的测频法,保证在全段运行时即快速

又准确的测量出离心机转速。该测试装置样机达到了设计技术指标,满足离心机转速测试的要求。与其它方法相比具有较强的实用性和安全性。可广泛应用于核工业生产厂,具有极强的推广价值和广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] samsung. S3C2440A 32-BIT RISC MICROPROCESSOR USER'S MANUAL. [EB/OL]. [2010-09-08]. <http://www.datasheetsite.com/datasheet/s3c2410x>.
- [2] DAVICOM. DM9000 Datasheet. [EB/OL]. [2010-09-08]. <http://www.datasheetarchive.com/om9000-datasheet.html>.
- [3] 孙琼. 嵌入式 Linux 应用程序开发详解[M]. 北京:人民邮电出版社, 2006: 145-51.
- [4] 孙天泽,袁元菊,张海峰. 嵌入式 Linux 驱动开发指南—基于 ARM9 处理器[M]. 北京:电子工业出版社, 2005.
- [5] 何轩,夏应清,李祥,等. 2005. 12 基于以太网的嵌入式 WEB 服务器的设计与实现. 微电子学与计算机.
- [6] S3C2440 DM9000 驱动移植[EB/OL]. [2010-09-08]. <http://blog.csdn.net/baozhongchao/archive/2009/09/10/4538182.aspx>.
- [7] Trolltech. Qt reference documentation [EB/OL]. [2010-03-13]. <http://qt.nokia.com/doc/4.5/index.html>.
- [8] 吴骏,肖志涛. 基于 S3C2410A 的嵌入式网络通信系统设计与实现[J]. 计算机应用研究, 2008, 25(6): 1897-1900.

作者简介:

丁莉女, (1972-), 硕士, 讲师. 研究方向为嵌入式系统开发和研究。

(上接第 127 页)

参考文献:

- [1] 苏金树,张博锋,徐昕. 基于机器学习的文本分类技术研究进展[J]. 软件学报, 2006, 17(9): 1848-1859.
- [2] 一种基于数据偏斜的改进 KNN 文本分类[J]. 微电子学与计算机, 2010, 27(3): 51-53.
- [3] 印鉴,谭焕云. 基于统计量的 KNN 文本分类算法[J]. 小型微型计算机系统, 2007, 28(6): 1094-1097.
- [4] 张孝飞,黄河燕. 一种采用聚类技术改进的 KNN 文本分类方法[J]. 模式识别与人工智能, 2009(22) 6: 936-940.
- [5] 沈志斌,白清源. 基于加权修正的 KNN 文本分类算法

[J]. 计算机科学, 2008, 35(10A): 123-126.

- [6] Salton G, Buckley C. Term-weighting approaches in automatic retrieval[J]. Information Processing & Management, 1988, 24(5): 513-523.
- [7] 范明,孟小峰. 数据挖掘概念与技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2004.

作者简介:

刘海峰男, (1962-) 博士, 副教授, 计算机学会会员. 研究方向为模式识别、文本挖掘。

庞秀梅女, (1969-) 副教授. 研究方向为数据挖掘。

张学仁男, (1955-) 副教授. 研究方向数据挖掘。