

基于 ARM 的城市供水站分布式监控系统*

邵明伟,王素珍

(青岛理工大学,山东 青岛 266520)

摘要: 提出了一种基于嵌入式和 TCP/IP 协议的三层架构城市供水站分布式监控系统。分析了系统的结构,设计了该系统的硬件,完成了下位机数据采集程序、上位机程序以及系统通信的实现。由此设计出基于 ARM(S3C2440A)的高速实时数据采集通信与显示系统,试验验证了该系统良好的可靠性和高速性,具有很好的经济性和实用价值。

关键词: 分布式监控;嵌入式;TCP/IP 协议;ADO

中图分类号: TP274

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2010)11-0085-03

Urban water stations manned by a distributed control system based on ARM

SHAO Ming Wei, WANG Su Zhen

(Qingdao Technological University, Qingdao 266520, China)

Abstract: A kind of urban water stations distributed control system is designed based on the embedded controller and TCP/IP protocol. After analyzing the structure of the distributed control system, this paper designs the system hardware and completed the data acquisition procedure of subordinate computer, PC program and system of communication. It also designs a high speed data acquisition communication system based on the ARM (S3C2440A), and the result shows that this system has good reliability and high-speed, the cost is lower and the practical value is better.

Key words: distributed monitoring; embedded; TCP/IP protocol; ADO

城市供水系统担任着为整个社会提供安全的生活工业用水以及合理调度用水环节、保障用水合理性的重要职责,是整个社会正常运行的命脉。而各个供水站又是整个供水系统中最为核心的工作部分。因此,城市供水站监控系统就显得特别重要^[1]。

当前城市供水站监控系统多以单片机为核心,将外部传感器数据进行 A/D 转换后接入单片机,其精度可达 12 位,数据经过处理后用点阵显示屏显示。单片机为 8 位中央处理器,这对于要求较高的领域显得稍有不足。下位机与上位机之间多采用串口进行通信。串行 485 接口采用差分方式传输,传输距离最大可达 1 200 m,但此距离速率只能达到 100 Kb/s,且 485 在任何时刻只允许一个下位机向上位机传递数据,使得这种通信方式受到了一定限制。

嵌入式处理器和以太网技术的飞速发展为此问题提供了解决的途径。

题提供了解决的途径。

嵌入式处理器处理速度快、精度高、扩展接口丰富,且具有良好的人机交互性。以太网通信技术则以其实时性强、通信速度快、兼容性强、网络布线方便的优点,越来越受到人们的青睐。本文以 ARM 嵌入式处理器为核心,搭载 WinCE 嵌入式系统,结合 TCP/IP 通信协议,设计出基于 ARM 和 TCP/IP 的城市供水站高速数据采集系统。并对下位机数据采集程序、上位机程序以及系统通信的实现进行了详细的叙述^[2-3]。

1 系统的总体架构及硬件设计

1.1 系统的总体架构

数据采集与监控系统的下位机以 ARM9 系列的三星 S3C2440A 嵌入式处理器为核心,处理器的主频 400 MHz,最高达 533 MHz,处理速度快,内置 8 路 10 位 A/D 转换器,最高转换频率为 2.5 MHz,数据采集速度和精度都很高。在 ARM9 的基础之上搭载 WinCE 嵌入式操作

* 基金项目:山东省博士基金项目(No. Y2008G05)

系统,该操作系统具有与 Windows XP 相似的界面和操作,操作起来更加简便快捷;支持多系列的微型处理器,包括 ARM 系列,使下位机在硬件和软件方面得到了完美的融合。下位机接收传感器采集的数据,然后通过 TCP/IP 协议与上位机进行通信,上位机得到下位机传来的数据后进行数据存储、显示、报警操作。上位机进行远程监控并完成对各个下位机信息的汇总和分析处理等功能,系统结构如图 1 所示。

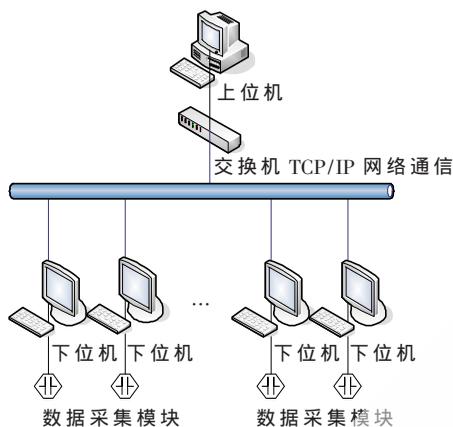


图 1 监控系统总体结构图

1.2 系统的硬件设计

城市供水站分布式监控系统要测量的物理量主要有各个供水站电机的电流、电压、温度等参数,以及供水站的流量、进出口压力、水温等水质的参数。要根据各种物理量以及其所处的具体工作环境选取合适的传感器^[4]。

由图 2 可见,下位机硬件以 ARM9 为核心,其内置的 A/D 转换接口用来接收外部传感器的数据,搭载的 TFT 显示屏作为下位机的显示,同时其各个扩展接口可以提供其他的资源及为以后扩展所用。



图 2 下位机硬件结构图

传感器采集的外部数据经过放大、滤波等消除干扰的操作后接入 ARM 内部 A/D 转换器,在嵌入式系统中进行处理,并在下位机显示屏上进行显示和相应地人机操作。下位机扩展在板 64 MB SDRAM 内存和在板 128 MB Nand Flash 存储并支持 32 GB 的外部 SD 扩展槽,

满足本机运行以及存储要求。扩展的 RJ-45 接口作为与上位机进行通信的接口。IIC 总线以及其他接口作为扩展和其他功能用。

TCP/IP 协议使用客户端/服务器(C/S)模式进行通信,其通信是点对点的,在网络中几乎可以实现无差错的数据传输,可靠性较高,速度快。由于与网络相关的路由和网关等技术的发展,使得多路通信的实现变得简单方便。

下位机 ARM 扩展了网络 RJ-45 网络接口,使上下位机之间实现 TCP/IP 通信变得更加简单。

每个供水站的下位机在将数据处理完毕之后,通过 RJ-45 网络接口与上位机相连,多处下位机通过路由器接入网络,然后再与上位机进行通信。其结构图如图 1。

2 供水站分布式监控系统的软件设计

供水站分布式监控系统的软件设计包括下位机地址映射、下位机数据处理及显示、数据通信以及上位机程序的实现。

2.1 下位机地址映射与实现

下位机搭载 WinCE 操作系统,ARM 数据采集是通过 GPIO 来操作相应的寄存器,WinCE 系统则将 GPIO 的实地址映射到虚拟地址空间,通过对虚拟地址空间的操作来完成对 GPIO 及其他片内资源的控制。要在 WinCE 中操作 ARM 中的 GPIO,就必须按照 BSP 中的基地址找到相应的虚拟地址。这就需要对其进行地址映射。图 3 为地址映射原理图。



图 3 地址映射原理图

地址映射的方法有 2 种:一是流驱动方法,即在流驱动中将物理地址进行相应地映射,将流驱动添加到底层映像中来实现。另一种方法是在外部 WinCE 程序中将物理地址与虚拟地址进行相应地映射,只需对外部程序进行操作,对内核没有影响,由于下位机数据采集部分并不复杂,所以采用第二种方法进行实现。

要实现地址映射,首先将所用到底层驱动中的寄存器作为一个类定义到 WinCE 嵌入式程序中去。然后把物理地址与虚拟地址用 VirtualAlloc 和 VirtualCopy 函数进行映射操作。VirtualAlloc 函数用于在当前进程的虚拟地址空间中保留或者提交空间,在保留时以 64 KB 为单位,提交时以 4 KB 为单位。VirtualCopy 函数则用来绑定物理地址到静态映射虚拟地址。VirtualAlloc+VirtualCopy

就可以将内核到当前进程进行映射,让当前程序找到对应的虚拟地址^[5-6]。

把映射后的地址作为一个新类进行定义,就可对寄存器进行操作,如图3。

2.2 下位机数据处理及显示

下位机采集数据后采用数字模块进行显示,当数据超出上下限的时候,下位机中的蜂鸣器就会进行报警,通知现场操作人员。

数字显示模块采用重绘的形式,预先定义好相应的数字显示值,在接收到数据后对数字显示模块进行相应地重绘。数字显示模块作为一个插件加入到 WinCE 程序中,在主函数中调用模块中的显示函数来实现数字的显示。

下位机报警功能采用 ARM 扩展的蜂鸣器实现,蜂鸣器由 PWM 进行控制。在 S3C2440A 中 GPB0 为控制 PWM 的寄存器,通过地址映射的方法对相应的寄存器进行操作。

首先设置端口 GPB0 为 TOUT0 功能,然后设置预分频和分割值,计数器的输入时钟(CCLK)频率为:PCLK/(预分频+1)/分割值。预分频值和分割值分别由 TCFG0、TCFG1 来确定。接着设定初始值 TCMPB3 和 TCNTB,由于计数器的输入时钟为 PCLK/16/8;而 $rTCNTB0=(PCLK \gg 7)/freq$;并且计数计到最大值的一半时发生翻转。因为计数的基值是由 $rTCMPB0$ 设定为最大计数值的 50%。最后是定时控制器的设定 $rTCON$,TOUT0 就产生频率是 $rTCNTB0$,占空比是 50%的方波,蜂鸣器就可以被驱动。当数据超限时就调用此函数进行蜂鸣器报警。

2.3 TCP/IP 通信的实现

上下位机之间采用客户机/服务器(C/S)形式,下位机作为客户机上位机作为服务器进行通信,TCP/IP 通信通过套接字(socket)来实现^[7-8]。

下位机利用套接字 socket 的 connect 函数向上位机(server)发送连接请求,当连接成功之后,用 send 函数向上位机发送相应的数据,通信完成后关闭套接字。

上位机通信部分则与下位机相互对应,用套接字 socket 的 bind 函数将套接字绑定到本地地址和端口上,并将套接字设置为监听模式,用 listen 函数来准备接收 client 的请求,当用 accept 函数接收到连接请求后,调用 recv 函数来接收相应的数据,其流程如图4所示。

上位机作为服务器端,对设定的端口一直进行监控,因此运用多线程进行循环监听,直到相应的操作使其停止。

2.4 上位机显示报警及数据存储实现

上位机是整个系统监视的核心,数据显示为了直观,采用动态曲线显示;并进行声音报警,采用数据库将数据进行存储,上位机系统显示界面如图5。

上位机动态曲线显示利用画刷、曲线等函数进行绘

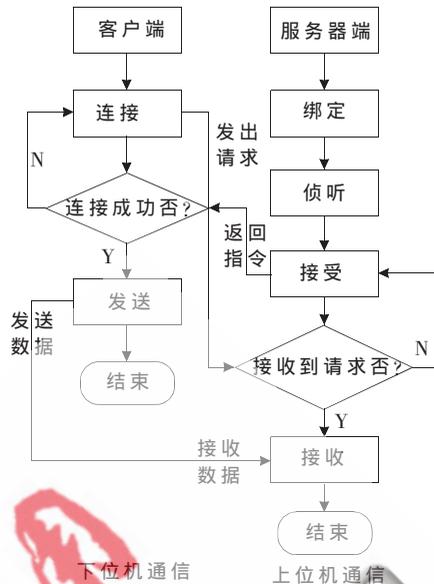


图4 上下位机通信流程图



图5 上位机显示界面

制,当数据接收进来后绘制相应的曲线,并且随着数据的增多曲线进行移动,使显示的曲线一直为当前一段时间的数据。报警的实现比较简单,只需在数据超限的时候调用 Beep 蜂鸣函数即可。

上位机的另一个主要的功能就是对数据进行存储,以便在以后调用。数据存储利用 ADO 对数据库进行访问。

ADO 是一个用于存取数据源的 COM 组件,是微软最新的对象层次上的数据操作技术,它为操作 OLE DB 数据源提供了一套高层次自动化接口。从功能上来说,ADO 又是一种 OLE DB 客户程序,它不依赖于特定的 OLE DB 服务器反而支持所有的 OLE DB 服务提供者。通过这些 OLE DB 服务提供者,ADO 支持客户/服务器模式和基于 Web 的数据操作,尤其支持通过客户/服务器模式或者基于 Web 模式访问微软的 SQL Server 数据库服务器^[9]。

用 ADO 的 Connection、Command、Recordset 等一系列关键对象,在数据库中建立表格对当前日期、时间以及传感器数据进行实时的自动存储。

为保证程序的运行状况,运用多线程实现对规定数

据的储存操作。

本系统实现了对下位供水站数据的精确和高速的采集,并能将下位数据在嵌入式下位机系统中进行显示,实现在现场对数据进行观测和处理,同时又可以将现场的数据传输到上位机中,将不同下位机中的数据传送到上位机中进行汇总和相应的操作,实现了远程的监控和管理。此系统对其他的数据采集和监控系统来说也具有很好的参考价值。

参考文献

- [1] 杨震.综合管理与控制系统在城市供水调度系统中的应用[J].产业与科技论坛,2008,7(6):113-114.
- [2] 程言奎,李英.基于 ARM9 的高速数据采集系统的实现[J].现代电子技术,2008,31(11):140-142.
- [3] 何宗键.Windows CE 嵌入式系统[M].北京:北京航空航天大学出版社,2006.
- [4] 叶俊华,许雪梅,黄帅,等.基于 ARM 和 WinCE 的数据

采集系统设计[J].计算机工程与科学,2009,31(6),136-141.

- [5] GRATTAN N, BRAIN M. Windows CE 3.0 Application Programming[M]. Microsoft Technologies series,2001.
- [6] FLETCHER N H, ROSSING T D. The physics of musical instruments[M]. 2nd ed. Berlin: Springer-Verlag,1998.
- [7] 史蒂文斯.TCP/IP 详解卷 1:协议[M].北京:机械工业出版社,2003.
- [8] 孙鑫,余安萍.VC++ 深入详解[M].北京:电子工业出版社,2006.
- [9] 沈炜,徐慧.Visual C++ 数据库编程技术与实例[M].北京:人民邮电出版社,2005.

(收稿日期:2010-01-14)

作者简介:

邵明伟,男,1987年生,工学硕士,主要研究方向:嵌入式系统、工业控制技术。

电子技术应用网
APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE
www.chinaAET.com