

机动车检测系统中总线设备网络化改造的实现^{*}

王芳^{1,2}, 刘云卿², 刘云飞¹, 濮巍巍^{1,2}, 王玉红¹

(1. 南京林业大学 信息科学技术学院, 江苏 南京 210037;

2. 中国科学院力学研究所 车辆检测与网络技术实验室, 北京 100080)

摘要: 实现了一种机动车检测系统中总线设备网络化改造的可行方案。利用 SST89E564RD 单片机与网卡芯片设计的主要接口模块, 既为检测设备网络化提供了网关服务, 也实现了在线仿真和下载的功能。

关键词: 机动车检测系统; 现场总线; 以太网; 串口; 在线仿真

The realization of network reconstructing bus equipment in vehicle inspection system

WANG Fang^{1,2}, LIU Yun Qing², LIU Yun Fei¹, PU Wei Wei^{1,2}, WANG Yu Hong

(1. College of Information Science and Technology, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China;

2. Laboratory of Vehicle Inspection and Network Technology, Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract: This paper implements a feasible project about network reconstructing bus equipment in vehicle inspection system. The central interface module which was designed with MCU and Ethernet control chip, not only provides Ethernet protocol gateway services for bus equipment, but also realizes online debugging and downloading functions.

Key words: vehicle inspection system; field bus; Ethernet; serial port; online debugging

随着道路交通和汽车工业的迅速发展, 各地区急剧上升的机动车拥有量及道路车流量对交通安全造成了很大的压力, 这对机动车管理部门提出了更高的技术要求, 对检测系统进行远程控制的要求愈加迫切。目前, 机动车检测系统一般都基于 RS232 总线, 采用专用通信协议。系统存在可扩展性差、传输距离短、抗干扰性差等弊端。将以太网技术引入到工业测控领域, 是当前现场总线技术发展的新趋势^[1-3]。以太网在办公自动化领域和企业管理网络内, 由于技术成熟、性能稳定, 可靠性高而得到了广泛应用, 占据国内现有局域网的 80%。在测控领域, 它以速度快、协议通用、可扩展性好、易于与 Internet 集成等特点而被视为继集散控制系统 DCS (如 RS232 总线)、基于现场总线的控制系统 FCS (如 CAN) 之后控制网络中最热门的研究领域之一。借鉴工业测控领域的应用, 设计基于以太网的机动车检测系统, 不仅免除了不同现场总线水平层之间难以集成的问题, 而且大大地降低了外界的干扰, 为实现现场设备与互联网的直

接连接, 提供了一种非常便捷的方法, 也给总线设备的网络化提供了低成本、高可靠性、可移植性的产品和方案。

1 串口通信与网络传输

两个设备之间交换信息时, 必须有一条线路 (或是多条线路) 将两者连接, 而通过线上电压的改变来达到交换数据的目的。考虑本系统的数据传输速度和传送距离, 选择了 RS232 通信标准^[4]。本文主要是通过串口与外部设备进行通信, 实现数据传输、在线仿真和网卡参数配置等功能。

要实现现场设备网络化, 保证数据的可靠传输和远程控制, 就必须将可靠的 TCP/IP 协议栈嵌入到单片机中实现数据的网络传输。图 1 是目前机动车检测系统最常用的结构图^[5], 它是基于串口传输数据的。由于计算机串口有限导致可扩展性差, 串口本身又存在传输距离短、抗干扰性差等缺点, 所以不是一种长远的方案。图 2 是网络化改造后的控制结构图, 从图中可以看出: 只需要简单地接入一个集线器便可大大地提高系统的可扩展性, 增强抗干扰性, 还可以通过以太网远程控制机动车检测并将检测到的数据通过以太网传送到各个部门。

^{*} 国家科技成果重点推广基金项目 (2001010505)

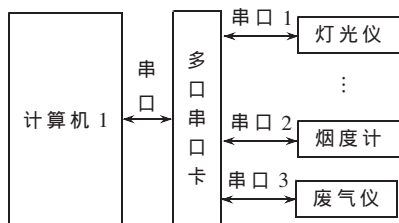


图1 原始控制结构图

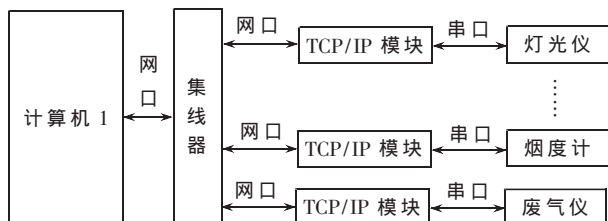


图2 网络化改造后的控制结构图

2 系统主要模块硬件结构设计

模块硬件设计电路结构如图3所示。模块主要包括单片机 SST89E564RD、网卡芯片 RTL8019AS、外扩的 EEPROM X5045、外扩的 RAM HM62256、串口通信、网口通信等单元。为检测设备的网络化提供了串口转以太网的网关服务。模块既可以作为服务器端又可以作为客户端接口来使用。由于 SST89E564RD 具有在线仿真和下载功能,Flash(内部 Flash 擦写次数为 1 000 000 次以上)存储器取代了原来的 ROM(一次性写入),为开发工程中的调试提供了最大的方便,大大节约了开发成本。

采用 SST89E564RD 单片机作为主处理器控制以太网芯片来实现与以太网的数据交换。SST89E564RD 的工作频率为 40MHz,从而具有了更快的计算速度,内部程序 Flash 64KB,达到 51 内核单片机寻址最大范围,能够满足容纳裁剪后的 TCP/IP 协议的需求。由于需要处理网络数据包,一个最大网络数据包有 1 514B,而 SST89E564RD 内部的 RAM 只有 256B,所以需要考虑外扩 RAM。同时 TCP/IP 协议栈需要考虑数据阻塞、超时重发等,需要比较大的数据空间作为数据缓存,因此选择 HM62256 32K×8bit 动态 RAM 作为数据缓存。

在系统中还使用 X5045 作为外部扩展的 EEPROM,用来存储 IP 地址、物理地址以及网卡的其他配置信息。同时 X5045 还具有电压监控、看门狗定时器、上电复位

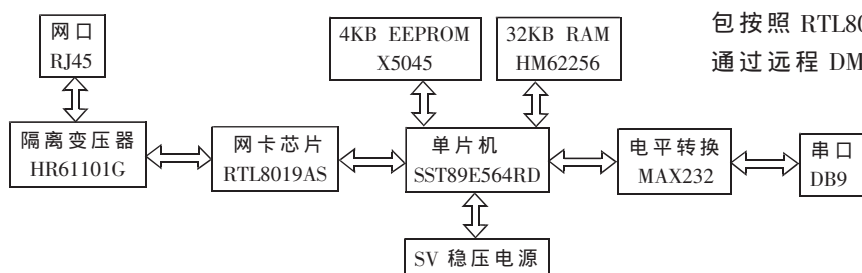


图3 系统硬件设计电路

三种功能,使用 X5045 监控系统的运行过程,当系统不稳定时可以进行有效的复位。

由于单片机的高低电平与串行口的高低电平不同,二者之间需要进行电平转换,在本设计中使用 MAX232 作为串口电平转换芯片,负责单片机与 PC 机的电平转换。数据可从串口输入到单片机,单片机把数据送到 RTL8019AS 后传出。反之,从 RTL8019AS 接收到的数据通过单片机可从串口发出。

网卡芯片采用 Realtek 公司生产的 10M 的 RTL8019AS 以太网卡^[6]控制器,价格低廉,与 NE2000 兼容。RTL8019AS 符合 ETHERNET 和 IEEE802.3 标准;内置 16KB SRAM,用于收发缓冲,降低了对主处理器的要求;支持 8/16 位数据总线、8 个中断申请、16 个 I/O 基地址选择等许多特性,在本设计中选用 8 位数据总线。网卡控制器与以太网是不能直接相连的,中间要通过网络隔离变压器才能连接到以太网上。网络隔离变压器的作用是隔离直交通,避免双绞线上的直流电平干扰芯片 RTL8019AS 的工作点;同时,利用变压器自身的通频带限制高频干扰。

3 系统软件设计

系统软件设计主要包括客户端和服务端软件的设计,在 TCP/IP 网络应用中,通信的两个进程之间相互作用的主要模式是客户模式和服务器模式^[7-8]。在面向连接的 TCP 协议中,服务器和客户机开始通信之前必须首先建立连接。在连接之前,服务器程序必须正在运行并处于监听模式,等待客户端的连接。TCP 的连接是通过三次握手协议来完成的。同样,终止一条 TCP 连接实际上也是三次握手。

3.1 初始化

整个系统的初始化工作主要包括:串口及串口缓冲区初始化,定时器初始化,初始化 PING 表、ARP 表,初始化 TCP,RTL8019AS 的初始化等。

RTL8019AS 的初始化主要包括网卡的复位和网卡寄存器的初始化。复位方式有硬件复位和软件复位两种,本模块所采用的是硬件复位方式,使 RTL8019AS 的硬件复位引脚 RSTDRV 与单片机的 P1.6 相连,单片机向 P1.6 脚输出大于 800ns 的高电平,完成 RTL8019AS 的硬件复位。

3.2 数据包的发送和接收

数据包的发送过程包括三个步骤:主处理器将数据包按照 RTL8019AS 发送数据帧格式进行封装;封装完后通过远程 DMA 通道将数据包送到 RTL8019AS 的发送缓冲区;最后通过本地 DMA 将数据送到 FIFO,通过设置寄存器 CR 启动发送。RTL8019AS 完成上一帧的发送,再开始下一帧的发送。发送前需要设置以太网目的地址、以太网源地址、协议类型,再按所设置的协议类型来设置数据段。为提

高发送效率,将12页的发送缓存区分为两个6页的发送缓存区,一个用于数据包发送,另一个用于构造发送端的数据包,交替使用。

接收数据是通过本地DMA从网卡接口接收,RTL8019AS对接收到的数据包通过MAC比较、CRC校验,由FIFO存到网卡接收缓冲区,收满一帧后以寄存器标志方式通知主处理器,主处理器通过远程DMA将缓冲区的数据读到自己的内存中。帧的接收工作是由网卡自动完成的,当网卡接收到一帧数据并存入内存后,就会开始对这帧数据进行处理,具体处理步骤如图4所示。

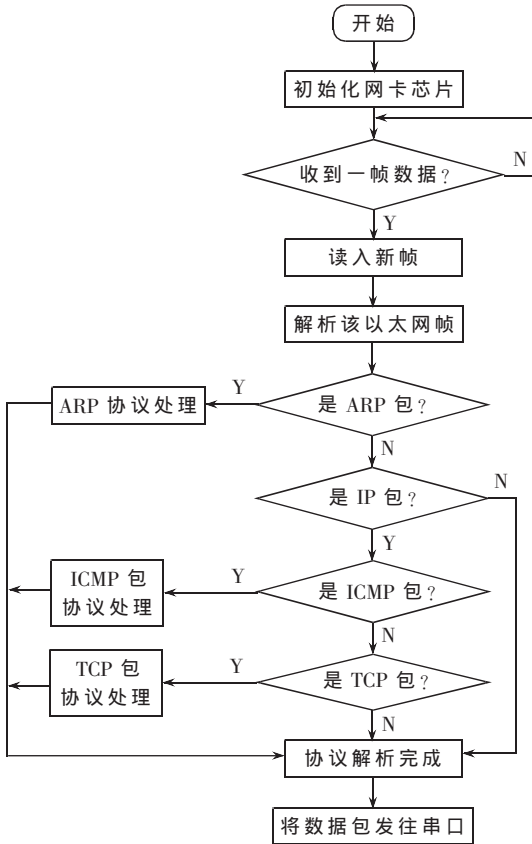


图4 数据包的接收过程

4 实验用例

4.1 实验环境

应用VB开发的接口小程序^[9],设置网卡的配置参数并实现数据的发送与接收;在完成串口数据到以太网数据转发的过程中,RTL8019AS具有10Mb/s的传输率,远远高于原有系统的串口传输率,可以很好地满足检测数据的传输要求,而且运行稳定。

4.2 实验内容

4.2.1 修改系统参数

用串口线把系统中的TCP/IP模块与电脑连接起来,选择好串口号,然后按“连接单片机”按钮,当连接状态工具栏里出现“已经连接”,说明与电脑已经连接上,然后就可以修改配置参数了。在参数设置栏中填写正确的参数值后,按“设定”按钮,接收状态栏中会提示

参数设置成功,然后按模块上的复位键,网卡的参数配置就被写到了X5045中。参数设置界面如图5所示。所有配置参数(包括本地IP地址、服务器端IP地址、端口号、网卡物理地址、ping的IP地址、串口号等)都能通过串口动态地更改。

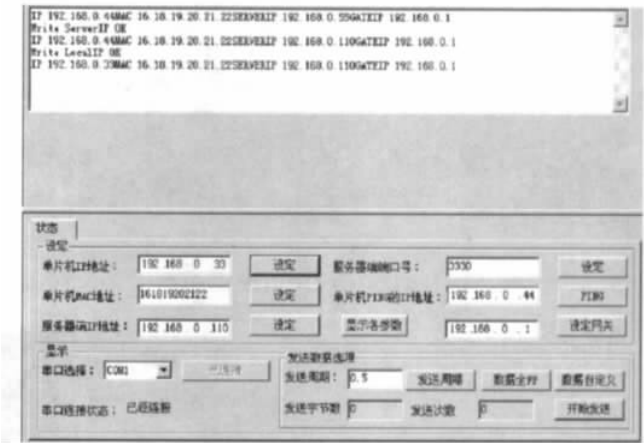


图5 修改配置参数界面

串口波特率是通过硬件上跳线完成的,串口波特率支持300b/s、600b/s、1 200b/s、2 400b/s、4 800b/s、9 600b/s、19 200b/s。

4.2.2 计算机模拟测试

如果系统中的TCP/IP模块为TCP客户端,则图6所示的程序就作为服务器端使用,在主机端口号(这里设置端口号为3330,要与客户端所设端口号一致)中输入要监听的端口号,设置好端口号后按“开启主机”按钮进入监听状态,模块会每隔1秒钟连接一次该服务器程序,直到连上为止,如果超过10次都没有连上,则放弃连接。

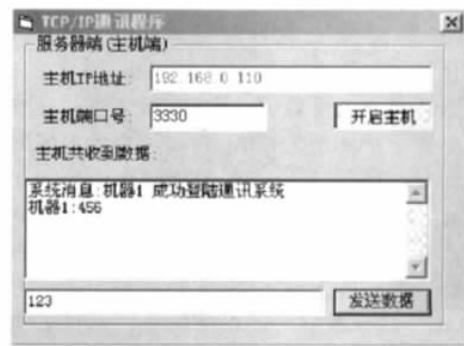


图6 TCP服务器端程序

如果系统中的TCP/IP模块作为TCP服务器端,则图7所示的程序就作为客户端使用,在连接端口号(这里设置端口号为3330,要与服务器端监听的端口号一致)中输入要连接的服务器端的端口号,设置好端口号后再设置要连接的IP地址(为服务器端的IP地址),然

(下转第82页)

<cintools 文件夹路径>\lvsbtil "\$ (TargetName) -d" \$(WkspDir)\\$(OutDir)

在 Outputs 栏中键入如下格式代码:

\$(OutDir)\\$(TargetName).lsb

在这里必须严格遵守以上的命令格式。实际应用中可根据具体的路径和文件名对 cintools 文件夹路径、TargetName、WkspDir 和 OutDir 进行替换。最后,编译整个 DLL 工程,生成 CIN 节点所需要的 lsb 格式的文件。再加载 lsb 格式文件,在 LabVIEW 中选择创建的 CIN 节点,单击右键选择 Load Code Resource 菜单,在随后弹出的文件对话框中选择 rfm_write_floats.lsb 文件。此时便可以在 LabVIEW 中通过 CIN 节点来控制实时网络的写入操作。类似地可以将 vmic_open()、vmic_close()、rfm_read_floats(int n, double* data,unsigned int addr) 等函数创建为相对应的 CIN 节点来实现相应的实时网络的操作。

本文所开发的实时网络接口可以很方便地应用在以 LabVIEW 系统为平台的半实物仿真系统中。图 3 为在半实物仿真系统中通过实时网络控制三轴转台的前面板图。相比较用传统的局域网为通讯方式的仿真系统,其实时性有了很大的提升,在一定程度上可以认为在网络传输方面达到了实时性的要求。此外,因为整个半实物仿真系统采用 LabVIEW 为平台,本文所开发的实时网络接口是模块化的,可以和平台无缝连接,可以提高系统的开发效率。



图 3 三轴转台控制台前面板图

本文介绍的利用 CIN 节点设计实时网络接口的方法适用于实时性要求比较高的系统,对于实时性要求不高的系统可以考虑采用 CLF 节点来完成。此外,由于半实物仿真系统对软硬件的实时性要求都比较高,在网络传输方面可以通过实时网络来完成各种设备的控制。但在软件方面如果利用 LabVIEW 信号处理模块会产生比较大的延时,所以可以考虑利用实时处理模块包或者是利用其逐点分析库来完成信号处理模块。

参考文献

- [1] VMIC.VMIPCI-5565 技术手册[M].2005.
- [2] 刘君华.基于 LabVIEW 的虚拟仪器设计[M].北京:电子工业出版社,2003.
- [3] NI Corp. Code Interface Reference Manual[M].2003.

(收稿日期:2007-10-30)

(上接第 79 页)

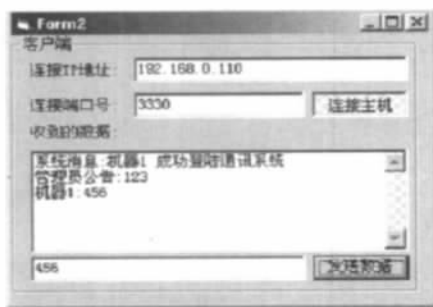


图 7 TCP 客户端程序

后按“连接主机”按钮直到提示成功登录通信系统为止,连接期间模块作为服务器端一直处于监听状态。

连接上以后就可以进行正常的数据收发了,检测现场工作人员不仅可以通过以太网远程控制机动车检测,还可以将检测到的烟度、废气等数据通过以太网传送到各个部门。

本文实现了一种总线设备网络化改造的可行方案,并解决了数据包的超时重发、定时保活、参数配置、硬件看门狗复位等一系列问题。实验表明,整套程序已经比较稳定,收发数据正常,TCP 超时重传效果很好。经过四周,每天连续 12 个小时的测试,没有出现任何丢包和堵

塞的现象,设备实际运行状态正常,目前已经投入到北京部分机动车检测现场使用。

参考文献

- [1] 张飞舟,邓旭明,王豪.嵌入式工业以太网接口开发与应用.计算机工程,2003,29(16):154-156,194.
- [2] 尚晨旭,邢化锋,柴燕,等.用单片机实现以太网卡通信的设计.电子工程师,2006,32(2):53-54,57.
- [3] 陈翠,田捷,王金刚.嵌入式软件开发技术[M].北京:国防工业出版社,2003.
- [4] 马忠梅,籍顺心,张凯,等.单片机 C 语言应用程序设计[M].第 3 版.北京:北京航空航天大学出版社,2006.
- [5] 刘云卿.机动车检测复合推进式控制方法及其系统:中国,1664541[P]. 2005-09-07.
- [6] RTL8019AS specification. Realtek Semi-conductor CO. Ltd., 1999.
- [7] COMER D E. 用 TCP/IP 进行网际互连(第 1 卷,第 2 卷).北京:电子工业出版社,1998.
- [8] 周明天,汪文勇.TCP/IP 网络原理与技术.北京:清华大学出版社,1994.
- [9] 郑阿奇,曹戈.Visual Basic 实用教程.北京:电子工业出版社,2003.

(收稿日期:2007-10-31)