

基于 TCP 服务器的 DI/DO 模块的软件仿真*

马玉春, 汪文彬

(琼州学院 海南省嵌入式系统重点实验室, 三亚, 572022)

摘 要: 计算机监控系统广泛应用于众多领域。本文设计了一个基于 TCP 服务器的开关量输入与输出仿真软件模块, 给出了仿真软件模块的可视化软件模型和对等的硬件模型, 制订了通信协议用于操作仿真软件模块, 并对 .NET 框架的 TCP 类进行了改进, 提高了编程效率。最后, 对仿真软件模块进行了严格的测试, 并给出了应用实例。

关键词: I/O 模块; 协议; TCP 服务器; 仿真

中图分类号: TP311.52

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1003-6970.2014.04.007

本文著录格式: [1] 马玉春, 汪文彬. 基于 TCP 服务器的 DI/DO 模块的软件仿真 [J]. 软件, 2014,35(4): 29-31, 36

Software Simulation of Digital Input and Output Module Based on TCP Server

MA Yu-chun, WANG Wen-bin

(Hainan Key Laboratory of Embedded Systems, Qiongzhou University, Sanya 572022)

【Abstract】 Computer monitor systems are widely applied in many fields. In this paper, a simulated module based on TCP server which supporting digital inputs and outputs is designed and developed, including the hardware model, visual software model, communication protocols which operate the simulated module, the key technology of TCP server based on .NET framework is proposed too. Finally, the simulated module is tested strictly by Program on Universal TCP Client; applied cases based on the simulated module are given too.

【Key words】 I/O module; protocols; TCP server; simulation

0 引言

软件产业与集成电路产业作为国民经济和社会信息化的重要基础, 是国家战略性新兴产业。计算机监控系统涉及计算机软件、硬件与信息通信系统, 广泛应用于工业控制、军事、航空航天等众多领域。在计算机监控系统中, 主控机软件一般采用可视化高级语言工具开发, 例如, 文献 [1] 是一个基于 MOXA 卡的多串口监控系统, 采用 Visual C++ 开发主控程序; 文献 [2] 中的监控系统则采用 C# 工具完成主控程序的开发。受控机软件可以采用梯形图、汇编语言和 C 语言开发, 相比较而言, 采用 C 语言的较多, 例如, 文献 [3] 中的基于嵌入式系统的电源管理系统就是利用 C 语言实现的。

数据采集与输出控制模块是计算机监控系统中的基本模块, 直接跟被监控对象关联, 用来实现最基本的输入和输出 (I/O), 研究与学习这些模块对计算机监控系统的仿真开发、测试和教学以及软件产业的发展都具有一定意义。早期的 I/O 模块一般配置 RS-232 接口, 随着通信的发展, 配置 RJ-45 接口并采用 Internet 通信的模块也越来越普遍。本文采用 .NET 开发工具仿真一个具有 2 路开关量输入 (Digital Input, DI) 和 4 路开关量输出 (Digital

Output, DO) 的数据采集和输出控制模块 (下文简称仿真软件模块), 采用 TCP 服务器模式与主控程序进行通信。本文给出了仿真软件模块的可视化软件模型和对等的硬件模型, 制订了通信协议用于操作仿真软件模块, 并对 .NET 框架的 TCP 类进行了改进, 提高了编程效率。最后, 对仿真软件模块进行了严格的测试, 并给出了应用实例。

1 硬件模型

文献 [4] 已经实现了基于 RS-232/485 接口的模拟量输入与开关量输出模块的软件仿真。本文以此为基础, 根据 I/O 模块的特点, 抽象出仿真软件模块的硬件模型, 如图 1 所示 (从仿真软件模块的软件界面截取)。Power 指示灯是仿真软件模块的电源指示灯, 初始为红色。点击该指示灯, 仿真软件模块将处于侦听端口状态, 当有 TCP 客户机连接仿真软件模块, 仿真软件模块自动转换为连接状态, 同时, Power 指示灯由红色 (空闲) 转换为绿色 (工作状态)。Rx 和 Tx 分别是接收数据指示灯和发送数据指示灯, 空闲时, Rx 为红色, 当仿真软件模块正在接收数据时, Rx 转换为绿色; 对于 Tx 指示灯, 当仿真软件模块发送数

基金项目: 海南省自然科学基金项目 (613170), 三亚市院地科技合作项目 (2013YD29)。

作者简介: 马玉春 (1969-), 男, 江苏高淳人, 琼州学院电子信息工程学院教授, 博士, 主要研究方向为计算机监控技术; 汪文彬 (1969-), 男, 安徽舒城人, 琼州学院电子信息工程学院副教授, 硕士, 研究方向为进化计算与软件测试。

据时为绿色, 空闲时为红色。

在实际的工程项目中, 需要采集的数据一般来自传感器。这里的 4 个输入开关 IN1-IN4 也模拟传感器进行工作, 用定时器对 4 个输入开关的状态进行模拟切换, 定时器的间隔时间可以通过程序进行设定。

2 个输出开关通过主控程序进行控制, 当输出开关 1 闭合时, 在 OUT1 与 COM1 之间显示一条红线, 电路接通, 报警铃响 (播放铃声); 当输出开关 2 闭合时, 在 OUT2 与 COM2 之间显示一条红线, 电路接通, 报警灯开始闪烁。主控程序必须以 TCP 客户机的模式连接到仿真软件模块, 发送输出控制协议, 方可控制输出开关的状态。另外, 仿真软件模块的 DI/DO 状态, 都可以通过向仿真软件模块发送查询协议来获取。

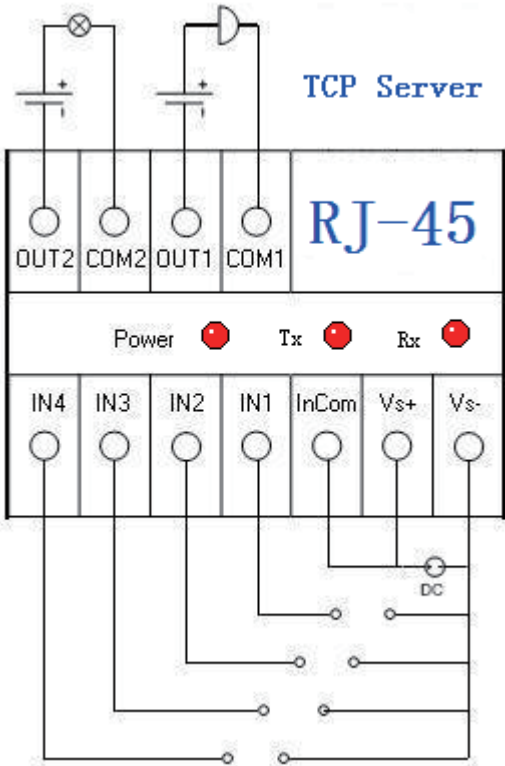


图 1 硬件模型
Fig.1 Hardware model

2 可视化软件模型

仿真软件模块的可视化模型如图 2 所示。用图 1 作为背景, 在模块表示区仿真实物模块, 在此基础上添加动态可视化效果。当输出开关闭合时, 在一对输出端子之间显示一条红线, 形成一个有源电路回路, 随后, 报警灯闪烁或报警铃响; 反之, 隐藏连接输出端子之间的红线, 电路断开, 随后报警灯灭或报警铃静音。同理, 当输入开关闭合时, 就在对应的连接处显示一条红线, 否则隐藏红线。

功能按钮区包括系统设置按钮与关闭系统按钮。系统设置主要用于 TCP 服务器侦听端口的设置与通信延迟时间的设定。

还可以设置操作仿真软件模块的通信协议, 包括仿真软件模块的地址码、校验码、结尾码、开关量输入传感器随机切换的时间间隔等。

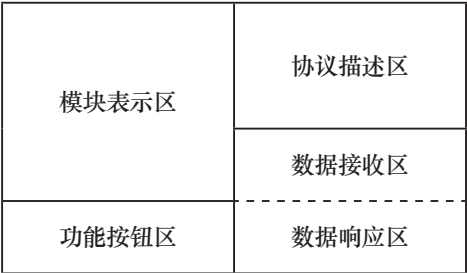


图 2 软件模型
Fig.2 Visual software model

协议描述区显示本仿真软件模块所采用的通信协议, 包括协议的格式定义及其具体的含义, 在第 3 节进行详细描述。

数据接收区显示从主机系统接收到的原始数据包, 以 16 进制字节形式显示; 数据响应区则为仿真软件模块发送的响应数据, 也是以 16 进制字节形式显示。

利用此可视化模型设计的仿真软件模块的软件界面, 动态效果好, 使用方便, 仿真软件模块的 I/O 开关状态、数据接收与发送状态以及所传输的数据均一目了然。跟实物模块相比, 仿真软件模块不需要外接电源和使用物理连线, 也不需万用表来检测 I/O 开关的状态, 通信协议显示与界面, 也不必翻阅技术手册, 但是, 数据通信及其处理过程却与实物模块具有一致的效果。

3 通信协议的设计

仿真软件模块的通信协议如图 3 所示。一般说来, 相同类型的实物模块采用相同的前导字符, EOT (0x04) 是一个特殊的 ASCII 字符, 经常被用作控制字符, 这里的仿真软件模块也采用 EOT 作为前导字符。

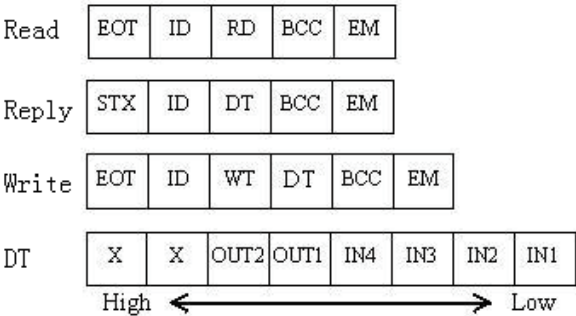


图 3 通信协议
Fig.3 Communication protocols

在计算机监控系统中, 一台主机或受控机所连接的 I/O 模块一般不止一个, CPU 为了与连接的 I/O 模块进行通信, 必须给每个模块设置一个唯一的编号, 从而使 CPU 可以通过每个模块的独一无二的编号与其通信, 这个编号就是地址 (或叫做标识), 这里用 ID 表示, ID 占用一个字节。

功能码包括读功能码 (用 RD 表示), 即读取仿真软件模块 I/O 开关的状态, 写功能码 (用 WT 表示), 即操作输出开关闭合或打开。RD 用字符“R”的 ASCII 码 (0x52) 表示, WT 用字符“W”的 ASCII 码 (0x57) 表示。由于该仿真软件模块的状态较少, 所以, 不必设置仿真软件模块读写数据的内部地址。

BCC 为数据块校验码 (Block Check Code), 一般有 Add、Xor、CRC、Checksum 几种。Add 与 Xor 分别是累加和与异或校验码, 占有一个字节的长度; CRC 是循环冗余校验码, Checksum 是累加求补校验码, 在 TCP/IP 协议簇中广泛使用, 这两种校验码都占有两个字节。本仿真软件模块采用 Add 与 Xor 两种数据块校验方式 (校验码可选)。

调制解调器的 AT 命令使用回车 CR (0x0d) 作为结尾标志 (EM, End Message), 而 TCP/IP 协议簇 (如 POP3、HTTP 等) 的结尾标志采用 CRLF (0x0d0a), 为了增加仿真软件模块使用的广泛性, 采用这两种结尾标志 (结尾标志可选)。

开关闭合与打开由一个字节中的一位来表示, 本仿真软件模块采用 0 来表示开关打开, 采用 1 来表示开关闭合。本仿真软件模块一共有 2 个输出开关量和 4 个输入开关量, 所以, 可以采用 1 个字节 DT 表示所有的 I/O 开关的状态, 图中的“X”表示该位未使用, 无论其值为 0 或 1 对仿真软件模块都没有影响。

依据以上分析与设计可知, 读取仿真软件模块 I/O 开关状态的协议为 Read 协议, 其中, ID 的范围在 1 至 255 之间, 可由用户设置, 这样, 一台主控机或受控机最多可以连接 255 个仿真软件模块。一般实物模块只有一种 BCC 和 EM, 这里提供多种性形式, 可以由用户任意选择。

仿真软件模块的读响应协议为 Reply 协议, 其中的“STX” (Start of message, 0x02) 表示开始对主控机作出响应, “DT” (Data) 表示 1 个字节的 I/O 状态数据, 对于其中的 4 位输入开关量, 每过设定的间隔时间即随机切换一次, BCC 根据设置的形式, 对前面的字节数据进行计算, 整个协议自动生成并向主控机系统发出响应。对于错误的数据包, 与一般的实物模块一样, 都给予忽略, 不作任何处理。

写命令协议为 Write 协议, 对于要写入的 1 个字节数据, 只有 DT 中对应的 OUT1 和 OUT2 位有效, 因为在实物 I/O 模块中, 所有的输入开关量或模拟量都只受传感器的影响。这里, 写命令不设置响应协议。

4 TCP 服务器类的设计

TcpListener 类属于 System.Net.Sockets 命名空间, 用于从 TCP 网络客户端侦听连接。TcpListener 类用于在阻止同步模式下侦听和接受传入连接请求, 提供的方法比较简单, 主要使用 IPEndPoint、本地 IP 地址及端口号来创建 TcpListener 实例。如果

将本地 IP 地址指定为 Any, 即可指示服务器侦听所有 IPv4 网络接口上的客户端活动。

TCP 服务器类以 TcpListener 类为基础。首先创建 TcpListener 类的 server 实例, 然后, 调用 AcceptTcpClient 方法阻止, 等待连接请求。返回 TcpClient 对象 client 后, 调用其 GetStream 方法获得 NetworkStream 对象 stream, 通过该对象即可进行信息交互。

TCP 服务器类启用多线程在后台侦听连接请求, 与远程客户机建立连接后, 再启动多线程接收数据, 并用 DataReceived 事件提交数据; 采用 ErrorReceived 事件通知用户错误发生的种类, 以及错误信息, 实现了异步处理侦听连接请求和数据接收的功能。

由于网络数据的传输并不一定流畅, 为了确保通信的可靠, 将间隔时间在某一设定的时间片之内的所有数据进行合并, 作为一个数据包进行处理。

5 仿真软件模块的测试

利用文献 [5] 中设计的“通用 TCP 客户机”进行测试, 测试软件和仿真软件模块位于同一台计算机上, 仿真软件模块侦听 1024 端口, TCP 客户机的远程 IP 地址设置为“127.0.0.1”, 远程端口地址为 1024, 如此建立连接。如果仿真软件模块的 ID 和 I/O 状态发生变化, 仿真软件模块都能根据校验的形式准确计算出校验码。对于系统随机产生的输入开关量都能够成功检测, 对于输出开关量都可以用主控软件进行准确控制, 接收和发送的数据与软件界面的动态效果一致。目前, 该仿真软件已经获得国家软件著作权^[6]。

6 仿真软件模块的应用

仿真软件模块与主控程序可以运行于 1 台 PC 机上, 因而, 可以用于单机仿真开发。即首先通过“通用 TCP 客户机”对仿真软件模块进行测试, 在此基础上研发主控程序。主控程序的编程涉及 TCP 通信、可视化高级语言、数据库系统 (保存状态数据和报警记录等)、数据处理等技术, 因而, 可以加强学生对理论知识的综合应用能力。

仿真软件模块的可视化效果好, DI/DO 状态、数据通信效果、各种指示灯等一目了然, 通信协议直接置于软件界面, 不必翻阅技术手册进行查找。数据通信的效果与实物模块的一致, 但是, 却不需要任何费用, 可以无成本地将普通计算机房改造为计算机监控实训室。

7 结论

物联网正成为我国乃至全球信息产业的新亮点, 2009 年初,

(下转第 36 页)



图7 导航效果图

4 总结

本系统经过设计、实现及应用校验,已经具备基本的功能,可以满足个人移动导航系统的需要,具有地图加载、显示经纬度、最短路径规划、测距、搜索等功能。但是还存在GPS接收信号接收不稳定,出现信号的偏移等问题。此外,人机交互功能和轨迹保存等,都是将来需要进一步完善的地方。

参考文献

- [1] 张为舟. 嵌入式电子地图开发方法的研究[J]. 计算机应用, 2010(5): 70-76

- [2] 姚俊杰. 基于嵌入式电子地图的导航路径规划研究[J]. 检测技术与自动化装置, 2012(2): 23-24
- [3] 黄帅. 嵌入式车载导航的设计与实现[J]. 微计算机信息, 2009(28): 50-54
- [4] 卢望, 胡鹏飞. 基于ARM9处理器S3C6410的GPS导航终端机的设计[J]. 电子元器件应用, 2009,11(8): 1-2
- [5] 唐良宝, 柏子刚. 基于ARM9-Linux平台的车载导航系统设计[J]. 微计算机信息, 2009,25(2): 256-257,271
- [6] 肖铁. 嵌入式车载导航系统的设计与开发[J]. 控制理论与控制工程, 2009(12): 78-79
- [7] 王海霞. 车载导航系统中电子地图GIS的图形编辑、显示系统的研究与开发[J]. 计算机应用技术, 2009(11): 45-46
- [8] 汤璇. 嵌入式车载导航系统的设计与研究[J]. 计算机与现代化, 2009(3): 80-85
- [9] 何金儿. 嵌入式车载导航电子地图的设计和实现[J]. 图像编码与软件, 2012.25(10): 49-51
- [10] 古丽米拉·克孜尔别克, 张婧婧, 李勇伟. 基于ARM9的GPS导航系统设计[J]. 计算机与现代化, 2012(6): 141-143
- [11] 项国超. 基于车载导航系统四大要素概述[J]. 软件, 2012,33(7): 168-170
- [12] 庄建东, 曾勇进. 车载导航系统iPod模块的研究与开发[J]. 软件, 2013, 34(2): 44-45

(上接第31页)

美国在IBM的倡议下,将物联网正式引入美国国家战略。2010年两会期间,物联网被写入政府工作报告,确立为五大新兴国家战略产业之一^[7]。物联网发展是未来信息产业发展的重点,科学谋划物联网发展,对于促进行业转型,推进三网融合,服务海南国际旅游岛建设具有重要意义。

RFID与传感器是物联网的要素,数据传输特别是网络传输是物联网通信的主要内容,数据处理则是任何系统的关键。计算机监控系统是物联网技术的具体应用,两者具有相似的技术基础。基于TCP服务器的DI/DO模块仿真软件的推广,对于推广计算机监控技术,促进物联网的普及和提高教学质量都具有重要意义。

参考文献

- [1] Li, Ruixian. Implementation of serial communication based on MOXA multiport serial boards in VC++[C]. 3rd International Conference on

Information and Computing, Zibo, 2010, v2, p230-232.

- [2] Jing Shaohong, Li Xiaolu. Design of host computer monitoring configuration software based on C#[C]. International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, Changsha, 2010, v1, p1000-1003.
- [3] Su, Shiping; Liu, Guiying; Luo, Xi. A new power quality monitoring and management system based on embedded computer technique[C]. Proceedings - International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, Nanjing, 2008, p1635-1640.
- [4] 马玉春, 孙冰. 模拟量输入与开关量输出模块的软件仿真[J]. 软件, 32(12):13-16, 2011
- [5] 马玉春. 计算机监控系统开发与实战[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- [6] 马玉春. 基于TCP服务器的DI/DO模块仿真软件: 中国, 2012SR079261[P].2012-08-27.
- [7] 刘海涛. 物联网技术应用[M]. 北京: 机械工程出版社, 2011.