

串口服务器在单点交通信号控制系统中的应用与设计

刘姝黎¹, 史健芳¹, 杨 静²

(1 太原理工大学 信息工程学院, 山西 太原 030024;

2 太原理工大学 信息化管理与建设中心, 山西 太原 030024)

摘 要: 设计了基于 Direct - Net 核心处理模块, 支持 IPv6 通信协议的串口服务器, 实现了单点信号控制器基于 IPv4 或 IPv6 联网的功能, 对智能交通、物联网等领域的发展具有一定的现实意义. 实验结果表明, 在 IPv4 和 IPv6 环境下, 上位机客户端均可以通过串口服务器和单点信号控制器通信, 实现了现场运行状态远程监视和控制的设计功能. 经测试, 系统可靠性、稳定性、功能性等各项指标均达到设计要求.

关键词: 智能交通系统; 单点信号控制器; IPv6; 串口服务器

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1000—7180(2018)02—0067—04

The Application and Design of Serial Server in Single Point Traffic Signal Control System

LIU Shu-li¹, SHI Jian-fang¹, YANG Jing²

(1 College of Information Engineering, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China;

2 Center of Information Management and Development, Taiyuan University of
Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: The paper designs a serial server based on Direct-Net that supports next generation Internet communication protocol named as IPv6 to make single point signal controllers be networked based on IPv4 or IPv6, which has a certain practical significance for the development of intelligent transportation, Internet of Things and other fields. In the IPv4 and IPv6 environment, the PC client can communicate with the single point signal controller through the serial server to achieve the functions of remotely monitoring and controlling running state in the field. After testing, the reliability, stability, functionality and other indicators of system have reached the design requirements.

Key words: intelligent transportation system; single point signal controller; IPv6; serial server

1 引言

在人类社会生产生活中, 交通扮演着不可或缺的角色. 人们提出了以信息技术为依托的智能交通系统^[1]以期改善交通状况, 完善道路交通管理, 其中信息采集和实时控制的实现主要依托于网络通信技术^[2]. 目前我国大部分欠发达城市仍然采用基于 RS-232 串口通信的单点信号控制系统, 与现有网络设备无法互联, 也无法对串口设备通过和上位机通

信进行远程监控, 不符合智能交通、物联网等的发展趋势, 但若直接更换设备成本较大, 也会造成浪费, 因此最好的解决办法就是对系统进行升级. 本文设计了支持 IPv6^[3] 通信协议、价格低廉的串口服务器^[4-9], 以集成了 IPv4 和 IPv6 双协议栈的 Direct - Net 为核心处理模块, 辅助外围电源电路, 串口电平转换电路和网络接口电路, 同时还设计了 LED 指示电路, 由核心处理模块直接控制, 实时显示串口服务器连接、数据传输等工作状态.

收稿日期: 2017—04—21; **修回日期:** 2017—05—29

基金项目: 赛尔网络下一代互联网技术创新项目(NGII20150306); 山西自然科学基金(2014011019—1)

2 系统方案设计

在参考已有智能交通控制系统设计方案和设计思想的基础上,结合网络通信的 IPv6 发展趋势,本文以单点信号控制器为基础,合理应用串口服务器设计了一套智能交通控制系统,系统结构如图 1 所示。

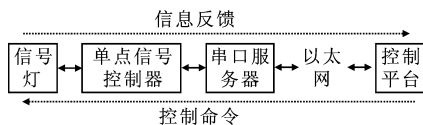


图 1 系统结构图

该智能交通控制系统由信号灯、单点信号控制器、串口服务器以及控制平台等组成。本地信号控制器利用存储的菜单参数控制本地信号灯实现信号相位按照相应的逻辑变化,同时信号变化的现场情况反馈给控制器;单点信号控制器的 RS-232 串口信号通过串口服务器转化为网络信号接入以太网;控制室可以通过软件平台经以太网访问每个单点控制器以查看各个路口的实时状况,可以远程控制红绿灯亮灭逻辑变化。其中串口服务器实现了控制器串口信号网络化的功能,使原本只能本地运行的单点信号控制器可以基于 IPv4 或 IPv6 协议进行网络通信,实现远程控制、多点协调和对交通信号灯智能化管理的功能。

3 串口服务器设计

当前市面上支持 IPv6 通信的串口服务器很少见,而且价格昂贵,不利于大量升级已部署旧串口设备。本文采用模块化设计思想,如图 2 所示,串口服务器由集成了 IPv4 和 IPv6 双协议的 Direct - Net 核心处理模块、RS-232 串口电平转换电路、RJ45 接口电路、指示电路以及电源电路组成。

该串口服务器的核心处理模块一端通过 MAX232 串口专用芯片与 RS-232 串口相连,以串口信号方式与其通信,另一端通过带有滤波器的网络变压器与 RJ45 接口相连,以网络信号方式与其通信。在核心处理模块集成的协议栈的支持下,串口服务器通过核心处理模块将来自 RS-232 串口的数据打包成网络信号,发送到 RJ45 接口从而上传到网络中,反之,来自以太网的网络信号,通过 RJ45 接口到达核心处理模块,经处理后转换为 RS-232 串口信号发送到 DB9 接口(用于 RS-232 串行通信的 D 型 9 针接口)从而提供给串口设备,进行串口

信号与网络信号相互转化,实现串口服务器的功能。

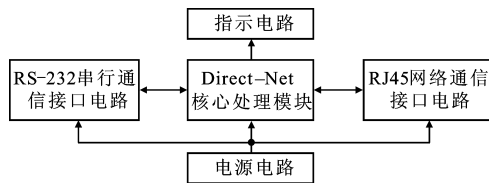


图 2 串口服务器设计图

3.1 电源电路设计

电源电路给串口电路、网络接口电路、指示电路以及核心处理模块电路提供 5 V 和 3.3 V 电源,主要由整流滤波部分、稳压部分及电源指示部分组成。外部提供的直流 5 V 电源,经过整流、滤波和稳压一系列的处理,输出满足串口服务器需求的电源,同时设计一个 LED 指示灯指示设备的电源运行情况。

图 3 所示为电源电路,该部分电路主要由电阻电容、二极管及稳压芯片组成。通过 LM1117-3.3 芯片将外部提供的 5 V 电源稳定转化为 3.3 V 供核心处理模块接口电路、串口电平转化电路及 RJ45 网络接口电路使用,其中二极管 DM 和极性电容 C_1 分别用作电源电路的整流和滤波,瞬态抑制二极管 D1 主要用来保护电路,防止电源接反,编号 D2 的 LED 指示电源电路是否工作正常。另外 LM1117-3.3 电压转换芯片工作中会产生较大热量,设计电路板时除了增加该元件引脚附近的覆铜面积,还增大了其附近元件的稀疏度,以保持良好的通风性,解决该芯片的散热问题。

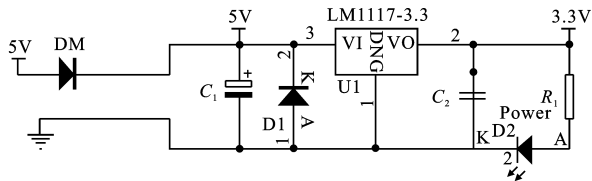


图 3 电源电路

3.2 串口电路设计

RS-232 串口电平转换电路主要完成串口电平转化功能,以实现和 TTL 信号电平匹配,主要由 DB9 接口电路、电平转换电路组成。串行数据通过 DB9 接口后进入电路,经电平转换电路转换后变为 TTL 信号送给核心处理模块,反之,核心处理模块送出的 TTL 信号经电平转换电路转换后变为串口信号,通过 DB9 接口后进入设备,常用的电平转换电路是通过 MAX232 专用芯片实现的。

图 4 为串口电平转换电路和核心处理模块的硬件连接图,串口电平转换电路主要由 DB9 插头、

MAX232 芯片以及电阻和无极性电容组成。通过 MAX232 芯片、DB9 串口和 Direct-Net 模块逻辑相连,实现串口和核心处理模块的读写操作。电路中与芯片相关的 4 个电容 $C_4 \sim C_7$ 容值选择为 $0.1 \mu\text{F}$ 。利用第一数据通道,核心处理模块通过 6 引脚将串口信号发送到 MAX232 的 11 引脚,电平转换后,从 14 引脚输出给 DB9 的 3 引脚,完成核心处理模块把串行信号发送给串口设备的任务,反之,串口设备把串行信号发送到 DB9 的 2 引脚,通过 13 引脚进入 MAX232,电平转换后通过 12 引脚发送给核心处理模块的 7 引脚,完成串口设备把串行信号发送给核心处理模块的任务。同时利用第二数据通道,DB9 通过 8 引脚将 CTS 信号传送给 MAX232 的 8 引脚,并通过 9 引脚与核心处理模块 Direct-Net 的 20 引脚相连,Direct-Net 的 18 引脚与 MAX232 的 10 引脚相连,并通过 7 引脚将转换后的 RTS 信号传送到 DB9 的 7 引脚,实现 RTS/CTS 流控制功能。此外,为了保证芯片供电的稳定性,在 16 引脚处加了一个容值为 $0.1 \mu\text{F}$ 无极性电容。

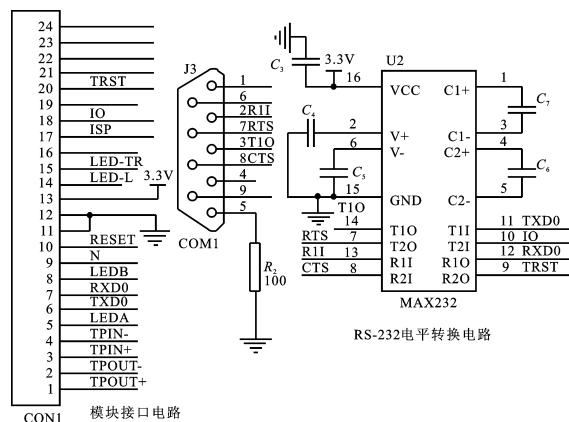


图 4 串口电平转换电路

3.3 网络接口电路设计

RJ45 网络接口电路主要功能就是网络信号通过中间电路的转化实现和核心处理模块 Direct-Net 的交互,主要由 RJ45 接口和网络变压器组成。网络信号通过 RJ45 接口进入电路,经网络变压器的电气隔离、杂波抑制等,无失真以太网信号传送给核心处理模块,反之,核心处理模块将打包好的以太网信号由网络变压器转化后通过 RJ45 接口传送到网络中。

图5为RJ45接口电路硬件连接图,该部分电路主要由HR911105A网络变压器、电阻和电容组成,网络信号通过HR911105A实现和核心处理模块Direct-Net的交互,具体为核心处理模块的5和

8 引脚通过电阻 R_{10} 、 R_{11} 和 HR911105A 的 9、12 引脚相连,用来控制 HR911105A 网络连接指示灯和网络传输指示灯,1~4 引脚和 HR911105A 的 1~3、6 引脚相连,实现网络信号的收发功能.同时参考 HR911105A 网络接口典型电路,在各引脚连接过程中,辅助以电阻电容等元件,使电路运行稳定,结果理想.其中 HR911105A 的 1、2 引脚用于信号的发送,并通过电阻 R_6 、 R_7 与中间抽头相连,为增加电路的抗干扰性,中间抽头通过一个 100 mH 的电感与 3.3 V 电源相连,3、6 引脚用于信号的接收,通过电阻 R_8 、 R_9 ,电容 C_6 与信号地相连.

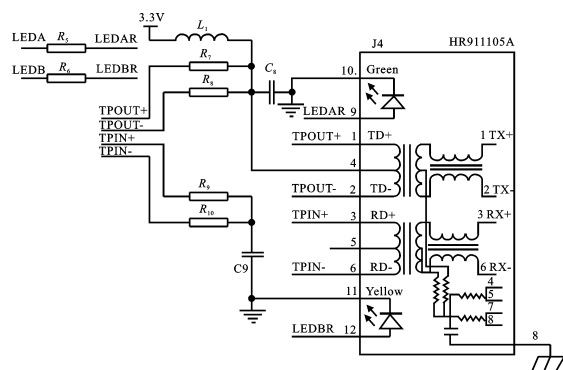


图 5 RI45 接口电路

同时设计了三个用于串口服务器工作状态实时显示的指示灯,其中红色 LED 用于指示电源状态,另外 D3、D4 两个绿色 LED,受核心处理模块 Direct-Net 直接通过限流电阻驱动,用于指示网络连接状态和串口数据收发传输状态,网络没有连接时 D3 低频闪烁,网络连接成功时高频闪烁。

3.4 测试分析

串口服务器正常运行之前需要先对其进行相关参数的配置,本串口服务器支持通过 Web 访问模式配置相关参数。首先设置的是串口服务器的名称,其次是工作参数配置,主要包括两部分,一是串口的配置,如传输速率,数据位数,奇偶校验,停止位等基本参数,测试时设置串行通信的波特率为 4 800 bit/s,通讯数据长度设置为 8 bit,无奇偶校验和硬件流控制,停止位设置为 1 bit,在实际应用中,串口的参数设置与连接的具体设备相一致;另一是网络口的配置,如 IP 协议,IP 地址,网关,端口号,客户端或服务器工作模式,TCP 或 UDP 通信协议等参数,测试时设置远程端口为 60 000,本地端口为 400,此时设置的本地端口也就是后续客户端连接的目标端口,工作在 TCP 服务器模式下,IP 协议采用 IPv6,同时为了系统安全可靠,该串口服务器设置为若 120 s 内和客户端无任

何通信,该设备将自动断开连接.在 TCP Serve 工作模式下,设置为静态 IP 地址,并根据实验环境,将 IP 地址设置为本地链路地址 fe80::21f:a8ff:fe80:0b62,子网长度设置为 64,默认网关为 fe80::3e8a:b0ff:fe30:fff0%3,3 为区域 ID 或接口的接口索引,其作用是标识有明确范围的网络直连区域.将串口服务器接通 5 V 电源,用交叉串口线将电脑和串口服务器的串口相连,并用网线将串口服务器通过 RJ45 接口和交换机相连.如图 6 所示,同时打开串口调试软件串口调试助手和 TCP/UDP 调试软件 TCPUDPDbg,设置好相关参数,点击打开串口,连接成功.连接成功后,从一个软件的发送窗口发送数据,则可以在另一个软件的接收窗口显示接收到的数据,从而验证了该串口服务器满足支持 IPv6 通信协议,串口信号和网络信号相互转化的要求.



图 6 串口服务器测试结果

通过设置不同波特率,选择不同网络通信协议分别进行多次串口和网络之间数据传输实验,结果如表 1 所示,由结果可知,在不同波特率,不同网络通信协议下,该串口服务器均能理想的完成串口信号和网络信号的转化任务,可靠性满足实用要求.

表 1 实验结果记录

通信 速率/ (bit/s)	串口		网口			
			IPv4		IPv6	
	发送/ kbyte	接收/ kbyte	发送/ kbyte	接收/ kbyte	发送/ kbyte	接收/ kbyte
2 400	500	510	510	500	510	500
4 800	550	540.5	540.5	550	540.5	550
9 600	530	520	520	530	520	530
19 200	600	601.2	601.2	600	601.2	600

4 系统仿真结果及分析

将串口服务器应用在单点交通信号控制系统

中,连接整套系统.首先信号控制器通过继电器控制板和信号灯相连,信号控制器的 PC 232 接口与串口服务器的串口通过 RS-232 平行串口线进行相连,同时将串口服务器通过 RJ45 接口用网线和交换机相连.

在串口服务器配置完成之后,将信号控制器、串口服务器、交换机和继电器控制板均接通电源,打开客户端,在 IPv4 和 IPv6 网络环境下.

通过 50 多次反复试验,并经 7 * 12 h 长时间老化,实验结果表明该系统运行平稳,信号控制器运行可靠,实现了预期的上位机客户端在 IPv4 和 IPv6 网络环境下和信号控制器通信,实时显示现场运行状态并控制信号控制器改变当前运行状态等功能,验证了设计方案的可行性.

5 结束语

本文基于 Direct - Net 核心处理模块设计了一个同时支持 IPv4 和 IPv6 网络通信的串口服务器,将其应用在单点交通信号控制系统中,实现了系统的远程智能化控制,实验结果表明:

(1)串口服务器采用了模块化的设计方案,大大缩短了开发周期,增加了系统的稳定性.选用集成了双协议栈的核心处理模块,既适应于当下广泛应用的 IPv4 网络,也能适应未来 IPv6 的升级要求,减少了更新换代成本.在 IPv4 和 IPv6 环境下的测试结果表明,串口服务器均能可靠稳定地进行串口信号和网络信号的相互转化,丢包率低,硬件电路运行稳定、工作可靠、散热良好,可以满足系统要求,符合实用条件.

(2)设计的串口服务器同时支持 IPv4 和 IPv6 通信,完美解决了已有串口设备无法联网的问题,同时适应了网络通信发展的趋势.将该串口服务器应用于单点交通信号控制系统中,搭建了基于 IPv4 和 IPv6 双协议的智能交通控制系统试验平台,试验结果表明系统运行稳定,功能达到设计和使用要求,实现了单点交通信号控制系统的网络互联.

参考文献:

[1] Kuang H, Xu Z P, Li X L, et al. An extended car-following model accounting for the average headway effect in intelligent transportation system[J]. Physica A Statistical Mechanics & Its Applications, 2016, 471:778-787.

(下转第 74 页)

窗口内对应位置值相乘并求和,即得到对应位置的输出元素值,相当于对窗口内元素做均值运算.降采样操作在保持图片重要信息的同时降低了图片的维度,减少了运算量.

全连接层:在全连接层的输出层采用 Softmax 激活函数确让识别结果以概率的形式输出,本文最终提取了原始图片 192 个特征,有 0~9 共 10 个类别.

3.5 实验结果

实验结果如图 7 所示,在 Hand Input 输入区用鼠标写数字“6”,CNN 计算图片上的数字是“6”的概率最大(94%),故判定图片上是数字“6”并在 Recognition Result 区域显示. CNN Forward-propagation 区域显示的是经预处理后的原始图片和卷积层、降采样层、全连接层各自计算后的结果.

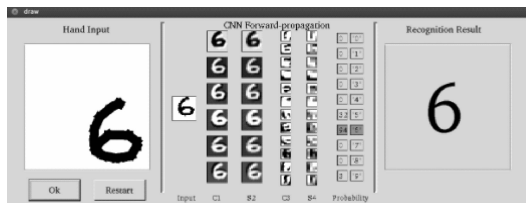


图 7 实验结果

4 结束语

本系统先将手绘数字转成图片,再采用卷积神经网络的进行识别处理.这样在保证准确识别的情况下,避免了复杂的预处理和人为的特征提取过程.

本设计中可以对数字的位置与大小进行平移、缩放校正,位置和大小偏差对于网络识别精度的影响很小.综上所述,本文设计的系统对手写体数字有良好的识别效果.

参考文献:

- [1] Kim Y H, Kim H, Kim S W. Illumination normalisation using convolutional neural network with application to face recognition [J]. Electronics Letters, 2017, 53(6):399-401.
- [2] Igor Ševo, Aleksej Avramović. Convolutional neural network based automatic object detection on aerial images [J]. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 2016, 13(5):740-744.
- [3] 张伟,王克俭,秦臻.基于神经网络的数字识别的研究[J].微电子学与计算机,2006,23(8):206-208.
- [4] 申家振,张艳宁,刘涛.基于形状上下文的形状匹配[J].微电子学与计算机,2005,22(4):144-146.
- [5] 丁小刚. BP 神经网络与卷积神经网络在文字识别中的应用研究[D]. 武汉:华中科技大学,2014.

作者简介:

陈 岩 女, (1963-), 博士, 教授. 研究方向为无线传感器网络技术应用、数字通信抗干扰技术.

余 乐(通讯作者) 男, (1983-), 博士, 讲师. 研究方向为类脑计算机与人工智能. E-mail: ladd_u@163. com.

(上接第 70 页)

- [2] 张琰, 李吴松, 张荆沙, 等. 物联网环境下基于 PLC 的远程控制系统设计[J]. 微电子学与计算机, 2016, 33(2):130-134.
- [3] Li F, Yang J, Wu J, et al. Configuration analysis and recommendation: Case studies in IPv6 networks [J]. Computer Communications, 2014, 53(53):37-51.
- [4] 贾锐, 蔡皖东. Linux 平台双协议栈主机网络管控系统设计与实现[J]. 微电子学与计算机, 2016, 33(6):14-17.
- [5] 阎军, 咸爱国. 一种低成本串口服务器的设计[J]. 电子设计工程, 2014, 21(14):190-192.
- [6] 吴荣斌. 基于 ARM9 的以太网串口服务器的设计与实现[D]. 兰州:兰州交通大学, 2014.
- [7] 张从鹏, 赵康康. 基于 STM32 的串口服务器系统开

发[J]. 仪表技术与传感器, 2016, 52(1):73-75.

- [8] 崔二勇, 简献忠, 蔡晶晶, 等. 基于 LPC2103 的串口服务器设计与实现[J]. 电子世界, 2014, 35(7):161-162.
- [9] 孙艳琴. 基于串口服务器的水温远程通信系统设计与实现[J]. 无线互联科技, 2016, 22(11):1-3.

作者简介:

刘姝黎 男, (1991-), 硕士研究生. 研究方向为智能仪器、目标跟踪.

史健芳(通讯作者) 女, (1966-), 博士, 教授. 研究方向为智能仪器及检测技术、智能信息处理、目标跟踪.

E-mail: sxtysjijianfang@163. com.

杨 静 男, (1970-), 博士, 副教授. 研究方向为信息融合.