

串口气象设备智能联网系统的简易实现

马士茗¹, 马尚昌^{1,2}, 谌进²

(1. 成都信息工程大学, 四川 成都 610225; 2. 中国气象局大气探测重点开放实验室, 四川 成都 610225)

摘要:设计用于气象行业串口设备智能联网,实现数据实时高效可靠稳定的传输。在课题的系统设计上,采用基于 Cortex-M3 内核架构的 32 位高性能的嵌入式微控制器和以太网控制器芯片,并采用实时嵌入式操作系统 uC/OS-II 对系统的任务进行分配和调度,同时利用移植的 LwIP 轻量型 TCP/IP 网络协议栈编写网络服务器,实现串口数据与以太网数据之间的双向透明传输和系统故障下传输方式的智能切换,最终实现对气象行业业务的监测、网络化的采集传输和控制。最终实现串口设备智能联网系统的设计,经测试,系统整体上达到了预期的运行效果。

关键词:计算机技术;自动化;串口联网;自动识别;光纤传输

0 引言

串口通信在工业控制和气象探测技术领域运用十分广泛。比如车间数字化机床、电脑终端串口的输出和自动气象站风湿温压雨等气象要素采集设备终端输出等等,通过串口传送数据是最常见的数据传输方式。尽管串口通信在早期的运用中有通信速度快、价格低廉以及方便维护等特点,但是随着计算机和互联网技术的快速发展,单单只靠串口通信的劣势也越来越明显。在欧美等发达国家,串口通信由于缺乏比较完整可靠的通信协议,大数据量传输速率相对低下和长距离传输导致的误差等问题,已经渐渐地被淘汰。但是中国目前与发达国家还有很大差距,很多行业和领域仍然存在大量的串口通信设备,如果直接将它们淘汰必将带来巨大的经济损失 and 浪费。如何让已经运行使用的串口设备快速地接入以太网、互联网,利用当前非常便利的网络资源对数据进行传输,让众多正在使用的串口设备能够实现网络化的管理,是解决当前串口通信一个比较稳妥可实施的方案。

在气象行业领域上,由于观测要素传感器采集的输出信号种类繁多,存在与采集器间接入标准多的问题,在监测要素扩展和更新方面受到限制,造成了目前在新增加传感器监测节点时,可能需改动整个观测系统硬件布局,扩展性差^[1-4]。

课题研究的主要内容是通过分析中国目前传统工业控制领域和气象应用领域的串口设备无法直接联网

的现状,提出了基于 uCOS-II 和 LWIP 的简易串口气象设备智能联网技术的研究,使串口设备直接联网,实现数据高效和可靠的传输^[5]。

1 uCOS-II 和 LWIP 简介

uC/OS-II 是一个可裁剪、抢占式、基于 ROM 运行的实时多任务内核,具有高度的可移植性。uC/OS-II 的绝大部分代码用 C 语言编写,是专门为计算机的嵌入式应用而设计的。

LwIP 是一套开源的 TCP/IP 协议栈。是由瑞典计算机科学院的 Adam Dunkels 开发,LwIP 是一款轻量型 (Light Weight) IP 协议,支持 TCP/IP、DNS、SNMP、DHCP、IGMP 等多种协议。它并不依赖于操作系统,在有操作系统和无操作系统下均可运行,移植比较简单,可根据需求进行裁剪,支持 RAW-API、LWIP-API 和 BSD SOCKET 3 种应用程序接口。LwIP 协议栈仅占用很少的 RAM 资源却能够实现 TCP/IP 网络协议栈的主要功能,因此在嵌入式系统中应用十分广泛,LwIP 协议栈采用了共享内存的通信机制,即用户应用程序可以与底层协议栈族间通过内存的共享实现通信^[6]。这样就使得用户编写的应用层程序代码可以直接调用内部缓存区。LwIP 协议栈实现采用单一进程的模式,即所有的 TCP/IP 协议栈都在一个进程中。因而将操作系统的内核与 TCP/IP 协议栈分开。对于单独进程的应用程序,可以用操作系统内部自带的信号量、消息邮箱或消息队列等通信机制与 TCP/IP 进程通信。需要注意的是,当 LwIP 网络连接建立后,它会为每个网络连接动态地分配一些信号量和消息队列。但是一旦连接断

开时,这些信号和消息队列就会自动被删除。

2 系统总体设计

2.1 系统功能概述

基于串行通信的设备具有价格低廉、速率高、调试方便和易于维护等优点,串口的一些设备的一些应用在各行各业运用的极为广泛。随着互联网的发展,串口通信的缺点也变得尤为突出。如无法由 IP 地址与局域网互联、距离过大会导致一系列传输错误、不易扩展。如何把现在应用领域中的现场设备正确无误地连接到网络中,让正在投入运行的设备能够长距离可靠传输,实现远程对现场设备的统一管理和操控具有现实积极意义。

如果要将串口设备与因特网、无线传输网络相融合,利用有线网络或是无线传输网络为介质,达到对串口设备采集数据能够高效率的传输的目的,必须实现串口数据通信协议和以太网通信协议、串口数据通信协议和无线传输通信协议之间能够相互转换。通过这样的方式,正在运行的串口设备通信数据才能传送给有线网络或者是无线网络环境中,进而实现对现场设备串行数据的网络化传输。从而提高现有设备的高效利用。不但节省不必要的开销,也极大地增加各行各业串口设备的使用周期。简化一些布线和布局使之更为有条理,也降低工作人员的操作难度,达到人与串口设备的双向互赢。

根据地面气象观测综合集成关键技术开发和应用的项目需求,设计了能够同时让 4 个 RS-232/RS-422/RS-485 串口设备直接接入以太网的串口设备智能联网服务器。系统基于 TCP 模式,在上位机电脑上自主开发客户端软件,并在该软件内部集成虚拟串口调试程序,以保证串口数据信息顺利接收与发送。下位机用作服务器,同时在下位机主控制芯片内部编写了串口数据与以太网数据之间的通信协议。这样通过下位机服务器与上位机客户端及其内部集成的虚拟串口软件一起协同工作,串口设备采集的串口数据就可以很快速简单地传送到上位机中显示的虚拟串口。与此同时,上位机虚拟串口发送的数据也可以很容易到达正在运行的串口设备当中去。

2.2 系统结构框架

系统设计以 ST 公司的 32 位高性能嵌入式微处理器为核心,采用 DM9000 为网络控制器芯片,同时利用单芯片 SP339 实现对串行数据 RS232/RS422/RS485 信号的收发控制。系统充分利用 uC/OS-II 嵌入式实时操作系统和 LwIP 轻量型网络协议栈的特点,在 uC/OS-II 操作系统上对 LwIP 网络协议进行移植开发,从而实现以太网和串口,无线网络和串口之间的数据传输。图 1 为总体架构图。

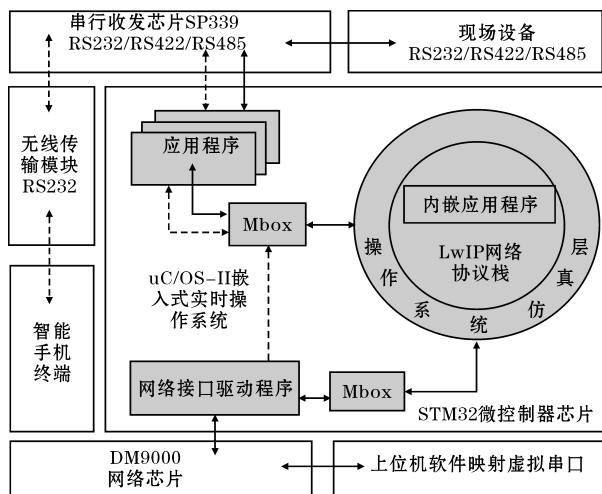


图1 系统总体架构

系统设计的串口智能联网服务器主要通过两种方式来实现对多串口串行数据的透明传输或是存储,并能够在以太网传输出现故障时,自动诊断故障,同时智能切换为无线传输模式,用户可以根据手机终端的短信提示来选择是否启用外置 SD 卡存储数据,从而保证现场设备的串行数据不丢失,同时提醒用户及时诊断有线线路,从而排除故障。现在就两种传输方式的流程做简单的介绍。

方式一:有线传输模式,通过以太网的方式实现对串行数据的双向透明传输,也是串口服务器数据传输最主要的传输方式。如上图实线箭头所示。现场设备通过 RS232/RS422/RS485 串行接口,将串行数据发送到串行收发芯片 SP339,通过上位机软件对串行通信方式的配置(如:RS232/RS422/RS485 串行通信方式选择、波特率,奇偶校验位等)实现对应模式下数据的传输,基于 STM32 微控制器的串口服务器将接收的串行数据,通过 uC/OS-II 实时嵌入式操作系统进程间的通信机制(消息邮箱)与 LwIP 网络协议栈内进程进行通信,从而将串行数据转化成以太网数据,之后经过服务

器和上位机客户端之间建立的应答机制实现串行数据向以太网数据的传输。上位机客户端程序会将接收到以太网数据经过分包解析映射到各个独立的虚拟串口,之后在每个独立的虚拟串口得到各个现场串口设备采集到实时信息,最终由上位机软件对实时信息进行分析处理;与此同时,上位机客户端可以发送相关的调试指令或是服务器运行状态监控指令,经过服务器传递到现场设备,并最终实现对现场设备的集中管理。

方式二:无线传输模式。无线传输模式是为了配合有线传输方式,当有线传输模式发生故障,比如以太网掉线等。如上图虚线所示,系统经过诊断会自动将故障信息以短信方式报告给用户,用户根据短信提示来决定数据是否直接存储与SD卡,此时,用户可以用短信的方式查询当前串口服务器的工作状态(比如:主板温度、主控制器内部温度、主板工作的电压值、电流值),从而实现对串口服务器的远程监控。

2.3 硬件平台设计

串口联网模块主要实现对STIM的控制、与STIM的通信、LWIP协议的实现、有线和无线网络通信以及其余不易在STIM模块^[7]实现的功能。串口服务器基于TCP的串口数据流传输,把RS232的链路向以太网

通信数据进行存储,在串口联网模块中要实现一个TCP的网络服务器,用于远程控制和监测PC终端访问,比如读取网络监测系统的实时数据,更新并升级TEDS操作。串口联网模块的功能框图如图2所示。

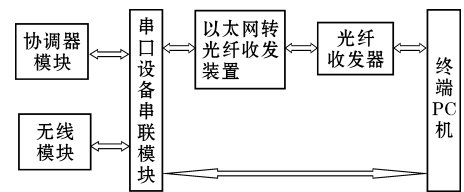


图2 串口联网模块功能框图

串行模式转化芯片SP339的串口通信模块:在系统的硬件电路设计过程中,充分利用微控制器内置5个串行收发接口的特性,通过外接5片SP339芯片将用到的主控芯片的5个串行接口全部引出,在硬件电路上很好地实现了5路串行信号的同时输入和输出,与此同时,通过SP339芯片的串行信号可通过对程序的控制来选择3类串行信号RS-232/RS-485/RS-422任意一种信号的输出。这种设计有效地减少用于外接的连接器的数量,降低产品的成本,极大地简化硬件电路的设计,也极大的降低电路的整体功耗。

基于SP339的串口通信模块的硬件电路设计如图3所示。

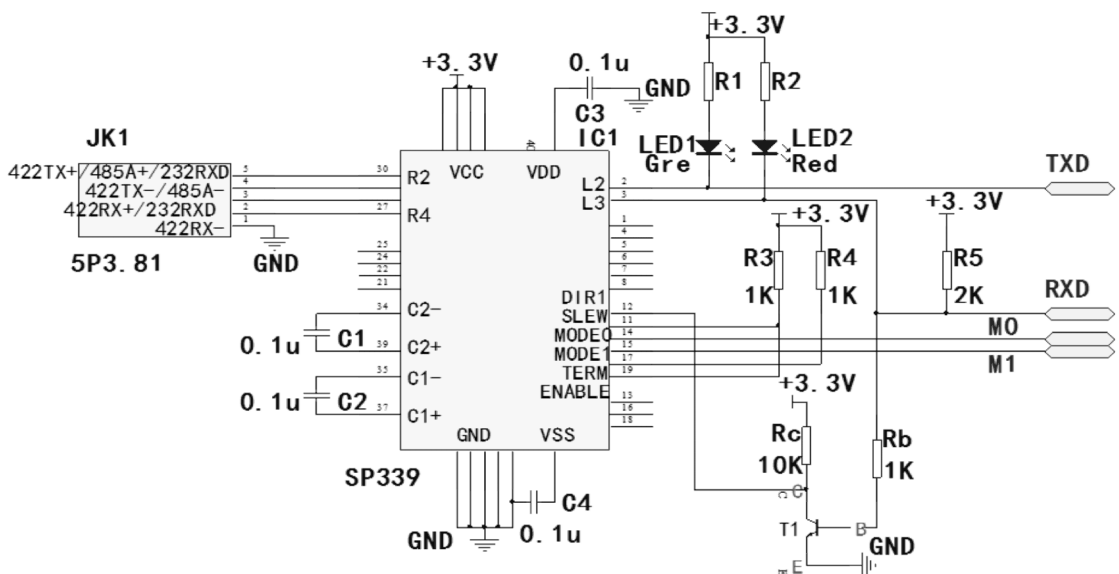


图3 基于SP339串口通信模块硬件设计原理图

2.4 软件流程设计

主程序流程图如图4所示。主程序在开始后先进行初始化设置。初始化的过程包括给相应的字符名称

赋值,主控制器的初始化。初始化以后检测拨码盘的值。没有中断的时候,看其值为多少,如果为零进行Flash的解锁操作,把原有TEDS值初始化并且擦除,之后把实际TEDS写入Flash中。如果拨码盘的值不

为零,那么进入我们关键的组网信息交互验证,验证之后根据指令的不同看其是否达到了通过互联网解析数据的目的。如果没有成功那么进行指令系统的重新启动并且载入,如果成功了更新 TEDS 信息,把采集好的数据实时返回给 PC 端口。

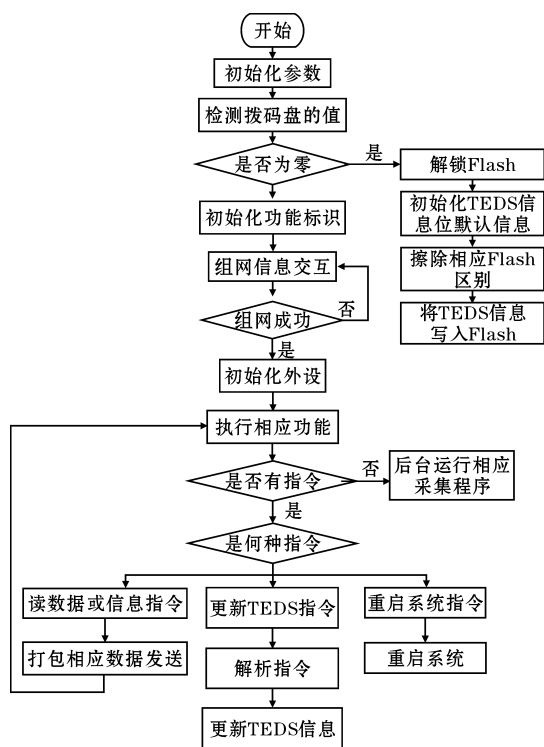


图4 数据采集框图

5 结束语

随着网络技术的迅速发展,让传统的串口设备能够快速的实现联网,利用网络的优势资源,将传统的串口设备进行深度的资源优化,实现串口设备和网络的无缝连接,是目前物联网发展的一个趋势。通过系统的整体设计,将串口设备能够进行实时与网络互联,直观而准确地获得实时的气象要素信息,实现利用网络对常规气象要素的管理,最终实现对气象元素的采集,在气象行业现有的物联网的基础上,其中考虑了低成本、低功耗、操作便捷等优势,为以后更好的服务各

领域打下一个基础^[8-11]。

参考文献:

- [1] 刘兴丽. 基于 GPRS 的多要素自动气象站的设计与实现[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学图书馆, 2010.
- [2] 战明君. 基于 GPRS 的自动气象站系统[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学图书馆, 2007.
- [3] 但永平. 基于 GPRS 的多要素自动气象站[D]. 郑州: 郑州大学图书馆, 2005.
- [4] 中国气象局. 地面气象观测规范[D]. 北京: 气象出版社, 2003.
- [5] 陈余才, 行鸿彦. 自动气象站可视化监控系统设计[J]. 气象水文海洋仪器, 2012, (1): 39-40.
- [6] 周岳斌. IEEE1451 混合接入模式下网络化智能传感系统建模与实现[D]. 广州: 华南理工大学, 2012.
- [7] 湛进, 马尚昌. 气象要素传感器智能化系统设计[J]. 电子设计工程, 2015, (9).
- [8] 周欣, 行鸿彦, 季鑫源. 多功能自动气象站控制与管理系统的实现[J]. 电子测量与仪器学报, 2011, 25(4): 348.
- [9] 谭鉴荣. 智能地面气象监测仪的研究与实现[D]. 北京: 北京邮电大学图书馆, 2010.
- [10] 李先宏. 我省将新建自动气象观测站[N]. 荆楚网一湖北日报, 2011.
- [11] 张宏群, 仓彬彬. 基于 LabVIEW 的气象监测系统[J]. 现代电子技术, 2010, (24): 152-154.
- [12] 李琦, 蔡立兵. 基于 IEEE1451 标准的智能传感器设计与实现[J]. 电子技术应用, 2012.
- [13] 湛进. 气象要素传感器智能化系统设计[J]. 电子设计工程, 2013.
- [14] 汪应涛, 冯宝林. 基于 ZigBee 技术的高精度温度监测系统[M]. 上海: 上海理工大学光电信息与计算机工程学院, 2013.
- [15] 蒋俊, 钟伟胜. $\mu C/OS II$ 和 LWIP 的并发服务器与代理线程设计模式[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2014.