

基于嵌入式 Linux 的 RS485 通信协议

闫成华, 周余, 都思丹

(南京大学电子科学与工程系, 南京 210093)

摘要: 在嵌入式 Linux 平台上设计并实现一个 RS485 总线通信协议。该协议在网络冲突检测及数据帧结构设计时, 利用 RS485 总线支持点对多点传输的特点, 将 RS485 总线传统的主从通信方式扩展为多主方式, 实现在 RS485 总线上多个设备之间数据的对等传输, 具有平台间的可移植性和功能可扩展性。

关键词: RS485 总线; 通信协议; CRC 校验; 嵌入式 Linux

RS485 Communication Protocol Based on Embedded Linux

YAN Cheng-hua, ZHOU Yu, DU Si-dan

(Department of Electronic Science and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093)

【Abstract】 This paper describes the design and implementation of a RS485 bus communication protocol that based on embedded Linux platform. From the aspects of network collision detection and the structure of data frame, and utilizing the point to multiple point characteristic of RS485, this protocol extends the traditional principal and subordinate communication method to multiple principal method, and realizes peer to peer transfer among multiple equipments on the RS485 bus. This protocol is portable and extendable.

【Key words】 RS485 bus; communication protocol; CRC checking; embedded Linux

1 概述

RS485 是由美国电子工业协会在 RS422 的基础上制订并发布的串口标准, 它是双向的平衡传输线接口, 通信方式为半双工, 支持点对多点及点对多点的连接、传输距离远且传输速率快, 适用于组建成本低、可靠性高且分布范围较大的总线网络, 常用于中小型集散系统。

嵌入式 Linux 是标准 Linux 经小型化裁减处理后, 能固化在容量只有几千或几兆字节的存储芯片或单片机中、适于特定嵌入式应用场合的专用 Linux 操作系统。嵌入式 Linux 具有低成本、多种平台支持、性能优异和良好的网络支持等优点, 因此, 越来越多的嵌入式设备选择嵌入式 Linux 作为操作系统。

分布式数据采集系统在集中式数据采集系统的基础上发展而来, 是集计算机技术、嵌入式系统技术、通信技术、数据采集和显示技术于一体的工业计算机团控系统^[1]。这类系统一般需要使用多主式网络传输方式, 很适于采用 RS485 总线作为组网方式, 但由于至今没有统一的相关通信协议规范, 因此在实现时, 不同系统常采用不同的通信协议。本文在研究 RS485 通信的基础上, 结合嵌入式 Linux 的特点, 设计并实现了 RS485 总线通信协议。

2 RS485 协议的设计

2.1 协议的总体架构

通信协议的设计通常采用分层结构, 比如 ISO 的 OSI 协议参考模型^[2]。本协议的设计采用分层结构, 分为如下 3 层^[3]:

(1) 物理层。与其他通信协议类似, 利用物理媒介实现物理连接的功能描述和执行连接的规程, 提供用于建立、保持和断开物理连接的机械的、电气的、功能的和过程的条件。

(2) 数据链路层。在物理层之上, 用于建立、维持和拆除

链路连接。

(3) 应用层。针对不同上层应用, 利用链路层提供的服务, 为用户提供统一的接口函数。

2.2 物理层协议设计

2.2.1 RS485 的物理特性

RS485 收发器采用平衡发送和差分接收, 共模输出电压在 $-7\text{V} \sim +12\text{V}$ 之间, 具有抑制共模干扰的能力; 可以采用二线与四线方式, 二线制可实现真正的多点双向通信。

RS485 总线网络上的设备有 PC 和其他终端。因为 PC 机只有常用的 RS232 串行通信接口, 所以要通过 RS232/RS485 转换器来接入网络。若终端是嵌入式设备, 则可以直接采用 RS485 收发器接入总线。RS485 总线网络的一般拓扑结构如图 1 所示。

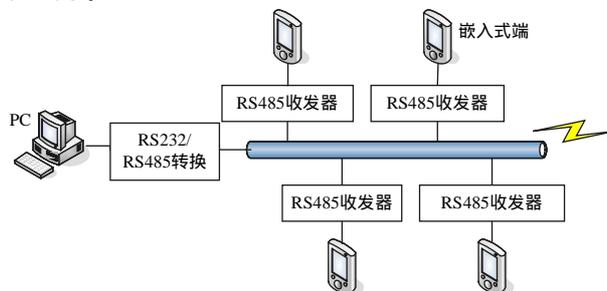


图 1 RS485 总线网络的拓扑结构

2.2.2 物理层功能与协议实现方式

物理层要完成的功能如下: 发送时, 将数据链路层送来

作者简介: 闫成华(1981 -), 男, 硕士研究生, 主研方向: 嵌入式系统; 周余, 博士研究生; 都思丹, 教授、博士生导师

收稿日期: 2007-08-14 **E-mail:** hua9008@sina.com

的 1 帧数据逐字节进行串并转换,配置奇偶校验位、起始位和停止位等,信号电平转换后逐位发送到物理信道上;接收时,从物理信道串行接收数据位,进行电平转换、奇偶校验、串并转换并将数据传送给数据链路层。

Linux 提供了底层的字节流发送和接收函数,但没有对发送特定字节数的功能做出保证。因此,本协议对这些库函数再进行一次封装,使它们完成指定数目的字节流的发送与接收功能。发送与接收流程在系统调用的基础上,增加了循环控制,直到完成预定字节数时函数返回成功标志,否则返回错误码。

物理层为数据链路层提供接口,WriteComPort()函数和ReadComPort()函数的功能分别是发送和接收一定字节数(由上层调用时指定)的数据。

2.3 数据链路层协议设计

数据链路层实现的功能是数据无差错的双向传输,该层的基本通信单位是帧。该层设计应考虑寻址功能、冲突检测机制、流量控制和差错处理 4 个方面的内容。

2.3.1 寻址与流量控制

RS485 总线上的每台设备都要分配不同的地址,在本协议中,将地址信息加入帧内,包括源地址字段和目的地址字段。上层协议通过解析帧内的地址信息来实现任意 2 点间的寻址功能。

通信协议中的流量控制主要采用缓冲方式,本协议使用此方式的同时采取了另一种方法——停止等待,即把帧分段后进行传输,发送方每次发送出帧的一段后,会停止发送,等待接收方的应答,从而控制了接收双方的协调一致,避免了网络拥塞。本协议还利用了 Linux 基本库提供的函数 select 来控制读写的阻塞,根据该函数来判断并处理读写超时。

2.3.2 冲突检测

RS485 为半双工结构,同一时刻只能有 1 个节点处于发送状态,否则将导致总线冲突。在 RS485 总线产品的应用中,一般都采用主从控制方式,由主机采取轮询的方式对各从机进行查询,然后分配总线权限。主从式网络虽然能有效避免总线冲突,但存在通信的吞吐量较低、从机间通信不方便等缺点。本协议针对向多主式对等网络传输方案进行扩展,采用如下 2 种冲突检测机制^[4]:

(1)针对网络上节点较少的情况(此时总线冲突的几率较小),采用类似以太网的冲突检测方式(CSMA/CD)。接收方对接收到的数据进行校验,如果出错则认为发生了总线冲突,发送方进入冲突处理流程。此机制的冲突处理流程见图 2。

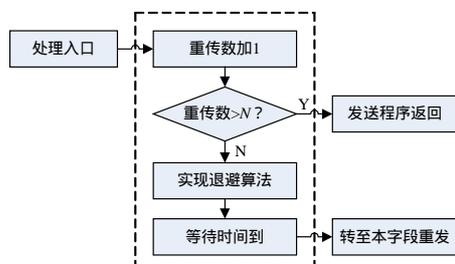


图 2 冲突处理流程

(2)针对总线上节点较多的情况,协议可以选择在应用层上规定节点发送操作,控制某一时刻只能有 1 个节点向总线发送数据,避免了总线冲突的发生。

以上 2 种机制的切换由应用层提供的接口来实现。

2.3.3 差错处理方式

本协议主要在帧的结构设计及帧的传输上进行了差错处理,采用如下 2 种方法:(1)引入帧长度域,可以检测传输过程中的字节丢失错误;(2)采用 CRC 校验方法进行错误校验^[5]。帧中设置了 2 个 CRC 码段,分别对帧的信息段与数据段进行校验,避免在信息段出错的情况下该帧数据段的继续发送,从而提高了传输效率。

2.3.4 数据链路层的帧结构

帧结构的设计要综合考虑以上几种情况^[6],本协议定义了 2 种类型的帧:数据帧和应答帧。其中,应答帧包括确认帧和错误帧。本协议的帧结构如图 3 所示。



图 3 数据链路层的帧结构

2.3.5 实现流程

数据链路的层功能是完整、正确地传输帧。链路层向上层(应用层)提供的接口(以子程序的形式来描述)分别为 sendFrame()和 receiveFrame(),其中利用了下层(物理层)提供的接口。发送流程与接收流程分别如图 4 和图 5 所示。

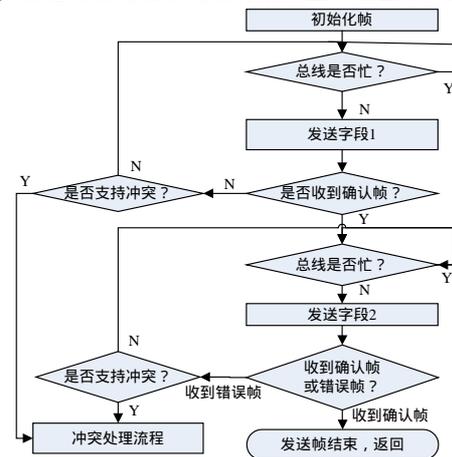


图 4 发送帧流程

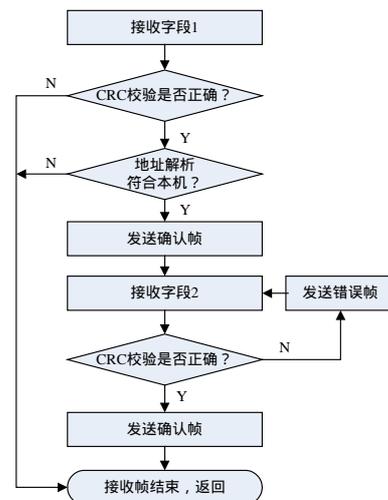


图 5 接收帧流程

2.4 应用层协议设计

应用层向下利用数据链路层提供的接口,以帧为单位准确地传输数据,向上为用户提供接口(send()和 receive()),实

现数据块的无差错传输。因此,该层的任务是把应用程序传来的数据块分装成帧并进行传输。为了方便传输的结束控制,本协议定义帧长度字段是 0 的帧为结束帧。接收方通过判断帧的长度字段来识别结束帧,然后终止数据的接收。

应用层的设计还考虑了本文协议与其他协议的兼容性。在实际的应用中,一些系统通常须采用几种不同的网络传输方式,如 LAN、无线传输等。为了方便上层程序在这几种传输方式间的切换,需要把应用层设计得与其他传输方式能最大程度地兼容。本协议的应用层参照了 LAN 等传输方式向用户程序提供的接口形式,对协议向用户提供的接口进行了封装,最大程度实现了与其他通信方式的兼容性,以便于此协议的推广应用。

3 RS485 通信协议的实现

本文协议的设计面向嵌入式 Linux 环境下的操作平台,并考虑了通用性与可扩展性。为了检测该协议的实际性能,结合自行研制的可通用数据采集实验平台进行了验证。

该实验平台的终端(下位机)是基于 S3C2410 处理器的开发板开发的,操作系统为 Linux。实验中接入总线的节点包括 15 台~20 台终端和 1 台 PC。为测试该协议各方面的性能,协议采用冲突检测模式,即上层不做发送端控制。总线节点间最大距离为 50 m,实际测得的文件传输速度最快可达 7 kB/s,并实现了任意 2 个终端间的通信,满足了系统设计对传输性能的要求。终端的逻辑架构如图 6 所示。

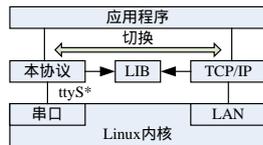


图 6 数据采集实验终端的架构

(上接第 269 页)

在噪声识别的基础上对绳子长度进行还原,计算了还原误差,计算公式如下:

$$e = V - \frac{\sum \text{非噪声数据}}{\text{非噪声数据个数}}$$

3 种算法的还原误差如图 2 所示。

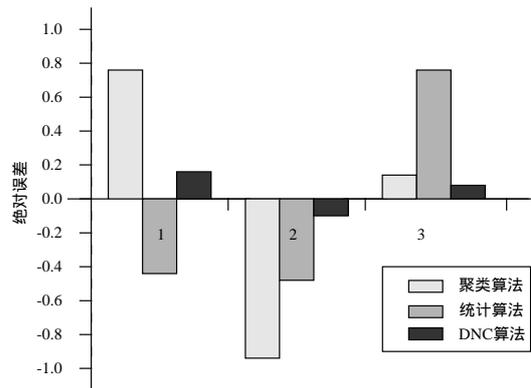


图 2 3 种算法的还原误差

由图 2 可见, DNC 算法对被评价对象状态的还原效果更好。

5 结束语

学生评教是近年来我国高校广泛采用的一种教学质量管理措施,评价噪声的存在经常导致评价结论无法让教师信服,影响了学生评教机制对改善教学管理、提高教学质量的作用。

4 结束语

本文设计的 RS485 总线通信协议有如下特点:

(1)检错能力。采取了 2 种检错方式,能检测出帧内数据丢失与出错的情况,并采用握手的传输方式,能有效检测帧丢失的情况。

(2)实时性。在该协议中帧采用分段传输的检测方式,并根据一次传输数据量与出错率之间的矛盾关系来选取最佳帧长度,提高了传输效率,保证了传输实时性。

(3)通用性。其设计采用一般的协议分层模式,实现了上接口友好,且可以便捷地从嵌入式 Linux 平台移植到其他系统平台。

(4)实用性。通过特殊的帧结构设计及灵活的冲突检测方式可以实现总线上任意 2 个终端的寻址,进行多点对多点的通信,满足了更广泛的实际需求。

参考文献

- [1] 王会咪,刘志峰,赵铁男,等.基于 CAN 总线的数据采集系统通信接口的实现[J].计算机工程,2006,32(9):283-285.
- [2] 刘进海,刘志博,马力.基于 RS-232 异步串行通信接口通用通信协议的设计与实现[J].电子技术,1998,18(7):8-10.
- [3] 宋凯,纪建伟,王健波.一种基于 RS-485 总线的自定义通信协议及其应用[J].科技情报开发与经济,2005,15(19):240-241.
- [4] 段 霁.在 RS485 总线上用冲突检测方式实现对等网数据传输[J].微型机与应用,2004,23(3):40-42.
- [5] 李寿强.循环冗余校验 CRC 的算法分析及其实现方法[J].成都电子机械高等专科学校学报,2003,32(4):7-11.
- [6] 王 博,潘 泉.基于 RS232C 的即插拔多主通信协议[J].计算机工程,2005,31(23):200-202.

笔者将 DNC 噪声清洗技术应用于学生评教信息系统当中,提高了学生评教结论的客观公正性。

本文通过仿真实验证明, DNC 算法可以比聚类算法和统计算法更准确地识别评价数据中的噪声,并能更好地还原被评价者的状态。在管理决策、竞技比赛等领域, DNC 算法具有良好的应用前景。

参考文献

- [1] Erhard R, Hong H D. Data Cleaning: Problem and Current Approaches[J]. IEEE Data Engineering Bulletin, 2000, 23(4): 3-13.
- [2] 郭志懋,周傲英.数据质量与数据清洗综述[J].软件学报,2002,13(11):2076-2081.
- [3] 闫 伟,张 浩.聚类分析理论研究及在流程企业中的应用[J].计算机工程,2006,32(17):19-21,27.
- [4] Yong Yu, Troune A. A Non-linear K-means Algorithm and Its Application to Unsupervised Clustering[C]//Proceedings of the 6th International Conference on Signal Processing, Beijing, China: [s. n.], 2002.
- [5] Chu Shuchuan, Roddick J K, Chen T Y. Efficient Search Approaches for K-medoids-based Algorithms[C]//Proceedings of the 2002 IEEE Region 10 Conference on Computers, Communication, Control and Power Engineering. [S. l.]: IEEE Press, 2002.
- [6] Dellarocas C. Mechanisms for Coping with Unfair Ratings and Discriminatory Behavior in Online Reputation Reporting Systems[C]//Proceedings of the 21st International Conference on Information Systems(ICIS). Brisbane, Australia: [s. n.], 2000.

