

实现电力监控嵌入式系统可靠数据交换的串行通信 Agent

王少荣, 程时杰

(华中科技大学电气与电子工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 基于任务 Agent 的设计理念, 开发了一种实现电力监控嵌入式系统可靠数据交换的串行通信 Agent 模块。这种模块实现了串行通信的全程代理。采用这种模块的嵌入式系统, 只要对接口的双口 RAM 进行访问即可完成不同系统间的可靠数据交换, 从而使串行通信变得非常方便且更加可靠。同时, 采用这种模块还能有效地缩短产品的开发周期。详细地介绍了这种串行通信 Agent 模块的设计思想、基本原理和实现方法。

关键词: 电力监控; 嵌入式系统; 可靠串行通信; Agent

A reliable data exchange agent for embedded systems of power system monitoring and control

WANG Shao-rong, CHENG Shi-jie

(College of Electrical and Electronic Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: With the idea of one agent for one task, a reliable data exchange agent model for embedded systems of power system monitoring and control is developed. The agent model has implemented all of serial communication functions of an embedded system. Using this kind of agent model, reliable data exchanging is achieved by accessing some space of a dual-port RAM, so it becomes easier and more reliable that an embedded system communicates with others by its UART. Meanwhile, the developing period of the products including this agent model will be shorter. In this paper, the basic principle and the circuit of the presented agent model are introduced in detail.

Key words: power system monitoring and control; embedded system; reliable data exchange; Agent

中图分类号: TM73 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2007)19-0038-03

0 引言

嵌入式系统在电力监测和控制中的应用将越来越广泛, 而采用串行通信实现数据交换是电力监控嵌入式系统的一个非常重要的功能。然而, 嵌入式系统的开发者常常为了实现这一功能而消耗相当多的精力。一方面是因为不同的电力监控应用需要设计相应的硬件接口和专用的通信软件; 另一方面是因为要很好地协调通信任务与其它任务之间的关系, 使编程难度加大, 特别是在对实时性有高要求且采用较高通信速率的情况下, 这种协调更加复杂。因此, 本文作者基于任务 Agent 的设计理念, 把嵌入式系统的通信任务分离出来, 并开发了实现可靠串行通信的独立 Agent 模块。这种模块的设计目标是: 使配置这种模块的嵌入式系统, 只要将要发送的数据包写入该模块的发送缓冲区即可完成可靠数据传送, 同样, 需要接收的数据包也只要从该模块的接收缓冲区读取。作者认为, 这种模块的应用将给嵌入式系统的开发者带来很大方便, 并能有效地

缩短产品的开发周期。

1 串行通信 Agent 的模型及通信协议

这里我们参照国际标准化组织 ISO 的开放系统互连 OSI 模型, 制定串行通信 Agent 的模型。ISO 的 OSI 模型为 7 层模型, 自底向上分别为物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层。OSI 模型是参考模型, 但它没有要求所有通信系统都必须严格采用 7 层模型。例如, 互联网的 TCP/IP 协议中就采用 4 层模型, 即 DoD 模型^[1,2]。根据串行通信 Agent 的特点, 这里制定其模型为 4 层模型。串行通信 Agent 模型与 OSI 模型的层次对应关系如图 1 所示。

串行通信 Agent 考虑了光纤和屏蔽双绞线 2 种通信介质, 所以其物理层接口选用光纤接口和隔离的 RS-485/422 接口, 接口的机械特性需要根据现场实际使用环境确定。例如, 对于测量发电机功角的嵌入式系统, 运行环境以振动和油污为主要特征, 其接口的物理特性就需要考虑抗振和防污问题。

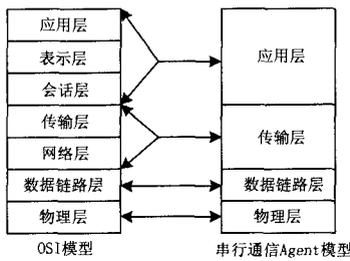


图 1 串行通信 Agent 模型与 OSI 模型的层次对应关系

Fig.1 Correspondence relation between the serial communication Agent model and OSI model

在 OSI 模型中, 数据链路层的功能是要保证物理链路可靠, 同时还包括数据链路的启动、保持和释放。在保证物理链路可靠方面, 应该具有差错控制和流量控制功能^[1,2]。类似地, 我们在数据链路层设定串行通信 Agent 的通信比特率、实现串行通信协议和规定的的数据交换方式。串行通信 Agent 的通信比特率考虑 8 种: 1200bps、2400bps、4800bps、9600bps、19200bps、38400bps、76800bps 和 115200bps。为了提高实时性, 降低重传的数据长度, 串行通信 Agent 的通信协议采用短数据帧, 数据帧长固定为 44 字节, 命令帧固定长度为 12 字节。通信协议的结构如图 2 所示。

通信协议中, 目的地址和源地址均用了 2 个字节, 可以寻址 65536 个端点。数据帧总数最大值为 127, 用户数据一次传输最多可达 128 个数据帧, 字节数最多为 4096 字节。这些指标使串行通信 Agent 模块可以应用于很大的监控系统。

串行通信 Agent 的数据交换方式采用主从方式, 但当需要广播时, 主控端点可以采用广播命令。串行通信 Agent 的差错控制和流量控制也在数据链路层实现。检错采用数据帧的异或和累加和双重校验 (也可用 CRC 校验)。接收端点在接收到正确的数据帧后, 作出“接收正确”回应。如果接收端点发现数据帧错误, 则作出“接收错误”回应, 并引起当前数据帧重传。所以, 串行通信 Agent 是面向连接的, 在数据链路层保证了可靠传输。串行通信 Agent 的流量控制通过数据链路层设置“忙/空闲”标志与传输层握手实现。

在串行通信 Agent 的传输层, 要完成的任务是将等待发送的用户数据块分组包装, 将接收到的多个数据帧进行重新组装成用户数据块。因为在数据链路层采用短数据帧, 且每帧的用户数据规定为 32 字节, 所以, 要将用户数据分成每 32 字节一组, 并对每组进行编号。如果最后一组不足 32 字节, 则以

00H 补齐。显然, 对接收到的多帧数据要进行相反的操作。

应用层要实现的是串行通信 Agent 与用户系统之间的硬件接口和软件接口。为了实现快速数据交换, 串行通信 Agent 采用双口 RAM 作为与用户系统的接口。这样, 用户系统的硬件接口就包含了地址总线、数据总线和控制总线。当然, 也要考虑电源供给和安装位置。就软件接口而言, 主要是需要查询标志字节、响应中断信号和用户数据块的装入和下载。

帧头3字节	7EH, 7EH, 7EH
目的地址2字节	DADDRESS1, DADDRESS2
源地址2字节	SADDRESS1, SADDRESS2
命令数据帧总数1字节	ODER=80H-FFH/N=00H-7FH
帧类型/当前数据帧帧号1字节	TYPE=80-FFH/n=00H-7FH
空/用户数据32字节	NULL/USER DATA 32 BYTES
校验2字节	XOR, SUM
帧尾1字节	ODH

图 2 串行通信 Agent 的数据帧结构

Fig.2 Structure of data frame of serial communication Agent model

2 串行通信 Agent 的硬件构成

串行通信 Agent 模块的硬件主要器件包括通信接口转换器、通信控制微处理器和双口 RAM, 其框图如图 3 所示。

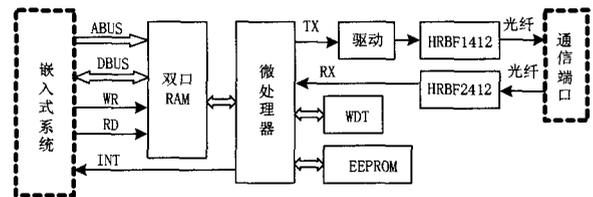


图 3 串行通信 Agent 模块的硬件框图

Fig.3 Hardware diagram of the serial communication Agent model

图 3 示出的串行通信 Agent 模块, 采用多模光纤作为通信介质, 所以通信接口转换器采用光纤接口, 接口的机械特性为 ST, 光发射器采用 HRBF1412, 光检测器采用 HRBF2412。如果采用双绞线介质, 则选用 RS-422/485 接口。例如, 物理接口可采用 DB9, 通信接口转换器可选用电气隔离的 MAX1490/MAX1480 芯片。图 3 中的微处理器, 可以选用 8 位或 16 位单片机, 但要求具有通用异步接收/发送器 (UART), 而且其通信速率最高能够达到 115.2 kbps。由于需要与双口 RAM 接口, 要求微处

理器引出了数据总线、地址总线和读写控制线。微处理器的寻址能力,根据实际应用系统可作不同要求,对应于本文前面的通信协议,微处理器只要有13根地址线就足够了。图3中,为微处理器配置了看门狗和EEPROM,如果所选的微处理器内含这些功能,则应该省去。为了提高数据交换的实时性,我们为串行通信 Agent 模块配置了中断信号,该中断信号,在发送和接收完成用户数据块时发出,它与标志字节一起构成串行通信 Agent 模块与主控系统之间的握手信号。

3 串行通信 Agent 的软件流程

串行通信 Agent 面向多端点数据交换,采用主端点轮询模式,所以,程序可采用单线程。此外,采用单线程简化了程序设计,也简化了保证双口RAM中数据完整性的同步机制^[3]。串行通信 Agent 的程序流程如图4所示。

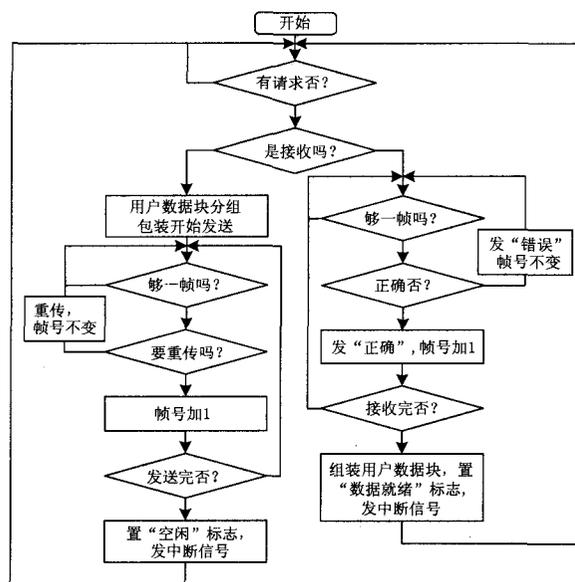


图4 串行通信 Agent 程序流程图

Fig.4 Software flow chart of the serial communication Agent model

设计串行接口,在物理层上与其它系统可以互联,但在通信协议上各种系统可能不同,所以实现不同公司或厂家的系统之间互联实际上需要增加协议转换器。其二,嵌入式系统的开发者,通常要在串行通信接口的设计上花费大量的精力,因为不同的微处理器系统往往要重新编制程序,每次的通信协议也可能不同。本文所介绍的串行通信 Agent 模块正是解决了上述两个问题。如果两个嵌入式系统都使用本文介绍的串行通信 Agent 模块,那么互联就不存在问题,因为在串行通信接口的各个层次上它们都遵循相同的协议。因为串行通信 Agent 实行了全程代理,而且实际上是一种 OEM 模块,所以,对开发者使用来说更是方便,在硬软件设计上就像使用普通 RAM 一样。作者本人曾在多个实际的监控系统应用了串行通信 Agent,效果很好,并经过了多年的运行考验。此外,本文介绍的设计思想不局限于电力监控,同样适用于其它领域的工业现场监控。

参考文献

- [1] 萧文龙,林松儒. TCP/IP 最佳入门[M]. 北京:机械工业出版社,2006.
XIAO Wen-long,LIN Song-ru.The Best Gateway to TCP/IP[M]. Beijing: China Machine Press, 2006.
- [2] 谢希仁. 计算机网络(第四版)[M]. 北京:电子工业出版社,2003.
XIE Xi-ren. Computer Networks (Fourth Edition) [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003.
- [3] 刘书明,罗军辉. ADSP SHARC 系列 DSP 应用系统设计[M]. 北京:电子工业出版社,2003.
LIU Shu-ming, LUO Jun-hui. ADSP SHARC Series Design of DSP Application Systems[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003.

收稿日期:2007-07-30

作者简介:

王少荣(1960-),男,博士,副教授,主要研究方向为电力系统运行与控制、强电磁干扰环境下的监测与控制系统等;E-mail:wswy96@vip.sina.com

程时杰(1945-),男,教授,博士生导师,主要研究方向为电力系统稳定性分析及其控制、人工智能在电力系统中的应用及低压电力线载波等。

4 结束语

串行通信接口是电力监控嵌入式系统的最基本和最重要的功能之一。但是,传统的做法存在着两个方面的不足:其一,每种嵌入式应用系统都独立