

基于 RTLinux 的 SERCOS 实时监听站设计与实现

Design and Realization of RTLinux-Based Real-Time SERCOS Monitor

北京理工大学机械与车辆工程学院 尹旭峰

[摘要] 设计并实现了基于 RTLinux 实时操作系统的 SERCOS 实时监听站, 监听控制单元(主站)发往某个或某些伺服装置(从站)的数据报文, 并依据 SERCOS 协议加以分析处理, 判断被监听数据是否正确。给出了实时监听程序的基本框架和主要函数的实现方法, 以及监听周期数据和非周期数据的测试结果。

关键词: 监听 实时系统 SERCOS

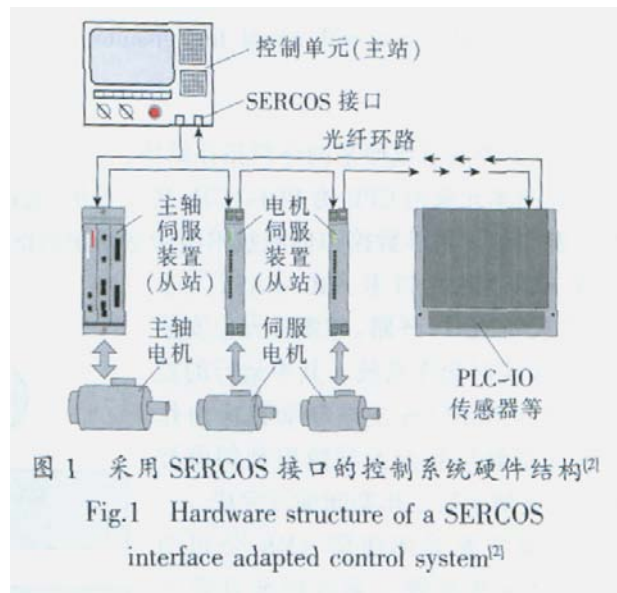
[ABSTRACT] A RTLinux-based real-time SERCOS monitor is designed and realized to listen to the data message sent from control unit (master) to drives (slaves). After analyzing these data according to the SERCOS protocol, whether these data messages monitored are correct or not could be judged. The basic framework of the real-time monitor program and the implementation of its major functions are given, and the experimental results of the cyclic and non-cyclic transmission data monitored is also presented.

Keywords: Monitor Real-time system SERCOS

串行实时通信协议 SERCOS (Serial Real-time Communication Specification) 是一种专门用于在工业机械电气设备的控制单元与数字伺服装置之间实现串行实时数据通信的协议标准^[1]。1995年, SERCOS 被国际电工委员会 IEC 批准为国际标准 IEC 61491。2001年10月, 我国颁布了基于 IEC 61491 的国家标准: GB/T 18473—2001。如图 1 所示, 采用 SERCOS 接口的控制系统, 控制单元、数字伺服装置和可编程控制器 PLC 通过“一进一出”两根光纤依次串联起来, 形成一个光纤环路, 实现双向数据通信, 这样不但可以传输电机控制指令、状态反馈等周期数据, 还可以传输系统参数、I/O 信号等非周期数据^[2]。

SERCOS 的数据链路层和物理层协议由 ST 微电子有限公司生产的 ASIC 芯片 SERCON816 以硬件方式实现。控制单元和伺服装置中的控制程序分别通过主站驱动程序和从站驱动程序操作各自内部接口卡上的

SERCON816 芯片, 实现串行实时数据通信, 对电机的扭矩、速度和位置进行精确控制。这些控制程序与主站和从站驱动程序一起共同实现 SERCOS 应用层协议。



通常, 伺服装置中运行的控制程序和从站驱动程序由伺服装置生产厂商编写完成, 控制系统开发人员只需针对不同的控制对象和控制要求, 编写控制单元中运行的控制程序和主站驱动程序即可。由于 SERCOS 接口的配置和初始化过程相当复杂, 所编写的控制程序和驱动程序中不可避免地会出现各种错误, 这就要求开发人员能快速准确地定位故障原因。为此, 作者设计在 SERCOS 环路中加入一个实时监听站点, 监听控制单元(主站)发往各个伺服装置的数据电报, 通过相应的分析处理, 判断所发送的数据是否正确。实时监听站可以重现控制单元发出的数据报文, 克服了伺服装置缺乏数据显示能力、交互性差的缺点, 使得控制单元的开发和调试过程真正成为有明确的输入和输出的可控过程。另外, 实时监听站的存在不会对控制系统的正常工作产生任何影响。

1 系统硬件结构

带实时监听站的 SERCOS 控制系统结构如图 2 所示。实时监听站以串联形式接入 SERCOS 基本环

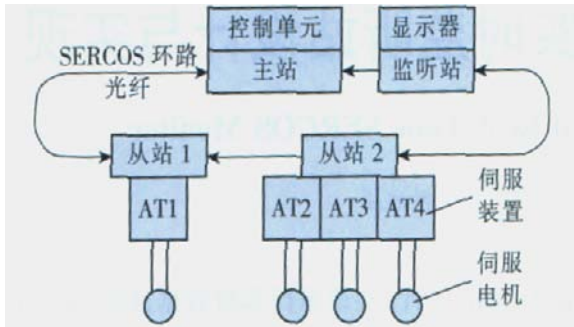


图2 带实时监听站的 SERCOS 控制系统结构
Fig.2 Structure of SERCOS-based control system with a real-time monitor

路,不改变控制系统原来的环型拓扑结构。

控制单元采用 CPU 为 PIII-1GHz 的工控机,通过北京航空航天大学数控和伺服技术实验室研制的 ISA 总线 SERCOS 接口卡 SRC-EASY (主站)接入 SERCOS 环路。控制单元上安装 RTLinux 实时操作系统,其中运行的控制程序和 SERCOS 主站驱动程序由作者在北京航空航天大学数控和伺服技术实验室博士后工作期间编写完成。

伺服装置采用德国 AMK 公司的 KU 数字伺服装置,通过内部自带的 PC104 总线 SERCOS 接口卡(从站)接入 SERCOS 环路。其中运行的控制程序和从站驱动程序已经固化在伺服装置中。

实时监听站的基本硬件是一台 PC 计算机,通过其 ISA 扩展槽中所插的一块 SERCOS 接口卡 SRC-EASY 接入 SERCOS 环路。实时监听站运行 RTLinux 实时操作系统,实时监听程序使用 C 语言编写,主要任务是配置并初始化实时监听站的 SERCOS 接口,实时监听控制单元发出的数据报文,并对监听到的周期和非周期数据进行处理。处理结果既可以通过 PC 计算机的显示器及时展示给用户,也可以采用数据文件的形式保存在硬盘上备用。

2 实时监听程序设计与实现

2.1 基本框架

实时监听程序被设计成在 RTLinux

实时操作系统下运行的一个实时模块,因此,必须有一个模块初始化函数和一个模块卸载函数^[3-5]构成实时监听程序的基本框架,如图3所示。

当实时监听程序被加载到操作系统中时,其模块初始化函数 `mon_init_module` 自动完成硬件资源的配置、SERCOS816 双端口 RAM 和控制寄存器的映射、中断服务程序的安装以及实时线程的创建与启动等初始化任务。当实时监听程序从操作系统中卸载时,其模块卸载函数 `mon_cleanup_module` 负责释放程序运行过程中动态分配的内存资源,停止实时线程的运行并释放其所占资源,解除中断服务程序和对 SERCON816 双端口 RAM 和控制寄存器的映射关系等。

图3中带“*”号标记的是 RTLinux 操作系统提供的系统函数,直接调用即可。不带标记的是作者自定义的函数,由于篇幅所限,下面只介绍一些重要函数

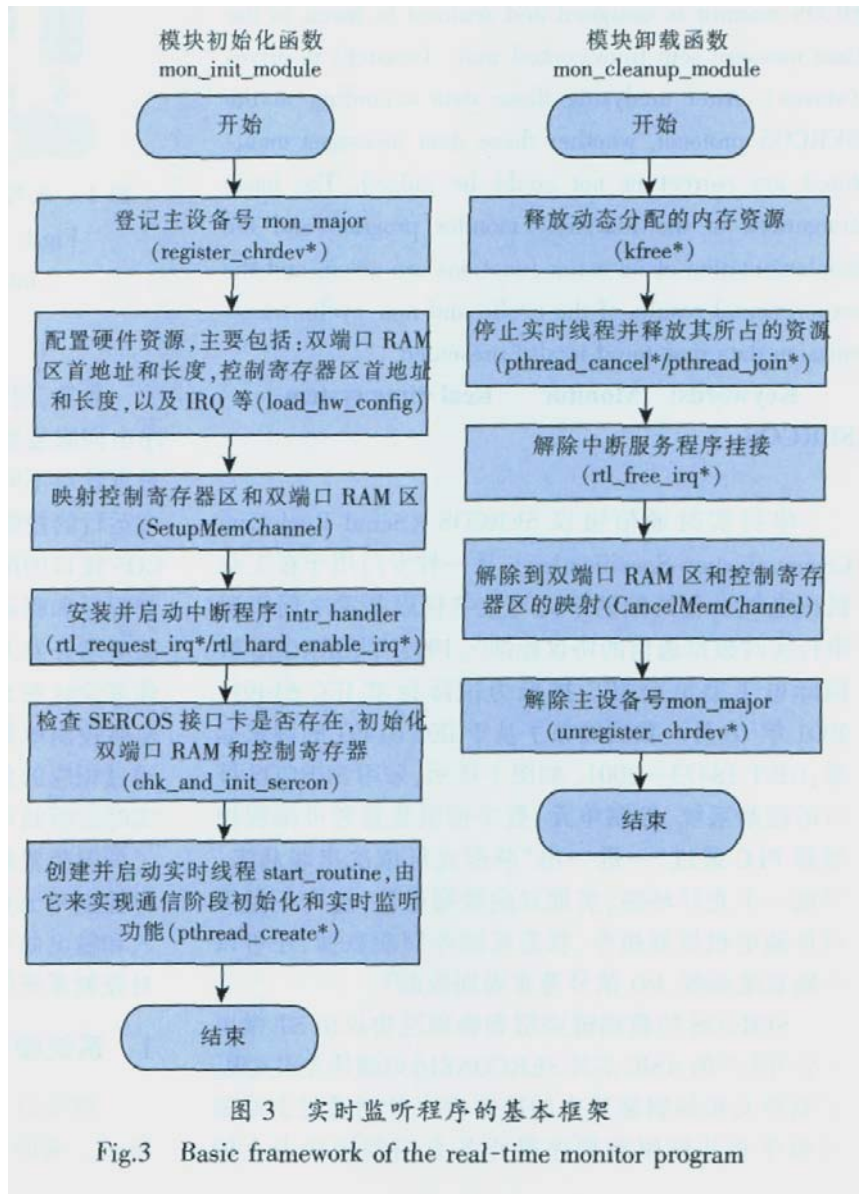


图3 实时监听程序的基本框架

Fig.3 Basic framework of the real-time monitor program

的实现,其余可查阅文献[2]。

2.2 SERCOS接口初始化

如图2所示,实时监听站作为SERCOS环路的一个组成部分,与环路上的其他站点一样,必须完成SERCOS接口初始化,才能正常工作。

SERCOS接口初始化主要由两部分工作组成:

(1) 初始化SERCON 816芯片的双端口RAM和控制寄存器;(2) 初始化通信阶段 $CP_0 \sim CP_4$ 。分析比较实时监听站和SERCOS从站的工作流程可以发现,对于来自控制单元的主站同步报文MST和主站数据报文MDT来说,它们都应该接收并中继至下一站点。对于来自其他伺服装置(从站)的伺服报文AT来说,都应该直接中继至下一站点。它们唯一的区别是,实时监听站本身不发送任何自己的数据报文,而SERCOS从站通常要发送它自己的伺服报文AT给控制单元。所以,实时监听站在初始化其SERCON 816芯片的控制寄存器时,必须将控制寄存器3的第8位(Reg. 0x03-bit8)ENTMT设置为“0”,表示不发送数据报文。而从站将该位设置为“1”,表示发送数据报文。其他所有的SERCOS接口初始化工作,实时监听站的实现方法都与SERCOS从站完全相同。参考文献[1~2]详细介绍了如何初始化SERCOS从站。

如图3所示,实时监听站对双端口RAM和控制寄存器的初始化工作在chk_and_init_sercon函数中完成,通信阶段 $CP_0 \sim CP_4$ 的初始化工作在实时线程start_routine中完成。

假设控制单元通过SERCOS环路控制4个伺服装置AT1~AT4,伺服地址为1~4。若要监听主站发往地址为“1”的伺服装置的MDT,则必须将实时监听站的伺服地址设置为“1”。如果要同时监听主站发往地址为“1”和“2”的伺服装置的MDT,则必须令实时监听站同时支持伺服地址1和2,以此类推。实时监听站对伺服地址的设置初始化双端口RAM的过程中完成,即在chk_and_init_sercon函数中完成,与从站的设置方法相同,可参阅文献[1~2]。

2.3 实时监听

完成SERCOS接口初始化以后,实时监听站已经能像SERCOS从站一样接收控制单元发往某个或某些伺服装置(从站)的MDT。其内部所插SERCOS接口卡上的SERCON 816芯片自动处理接收到的主站数据报文MDT,并将解析后的有效数据信息保存到双端口RAM和控制寄存器中。实时监听程序加载时所创建并启动的实时线程start_routine按“控制单元

周期时间”定时读写SERCON 816中特定的双端口RAM和控制寄存器,对控制单元发来的周期数据和非周期数据进行监听。对双端口RAM和控制寄存器的读写方法在文献[1]中有详细介绍。

2.4 监听数据处理

实时监听程序根据SERCOS协议对监听到的周期数据和非周期数据进行分析处理。处理结果既可以通过PC计算机的显示器及时展示给用户,也可以采用数据文件的形式保存在硬盘上备用。

图4是实时监听站监听非周期性数据传输的截屏图。由图4可知,当前SERCOS接口处于通信阶段 CP_2 ($m_wCurCP=2$),主站通过服务通道5($wSCi=5$)向伺服装置6($wATi=5$)发送“通信阶段3切换检查”过程命令(IDN00127.5 data=3)。紧接着,通过服务通道6($wSCi=6$)设置伺服装置7($wATi=6$)的基本配置参数“控制单元周期时间”等于 $4\ 000\mu s$ (IDN00001.6 data=4 000)。此外,该截屏图还重现了控制单元与伺服装置6~7通过服务通道传输非周期数据时,伺服装置6~7上第1~2控制字($wCW0$ 和 $wCW1$)的变化情况,并对其中标志传输是否正常的出错位($wERR_AT$)作单独显示。图4中 $wERR_AT=0$ 表示传输正常。

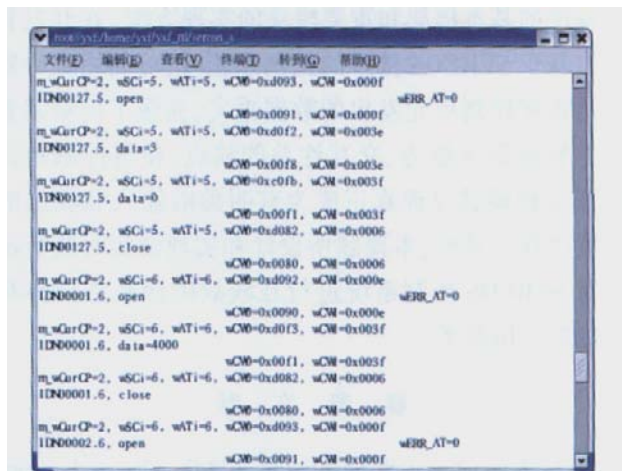


图4 非周期性数据传输监听结果的截屏图

Fig.4 Snapshot of non-cyclic data transmission monitoring result

图5是实时监听站监听周期性数据传输的截屏图,监听到控制单元发往伺服装置1~8(对应的数组标号为0~7)的周期数据。为清楚地显示实时监听站确实准确地监听到每一个通信周期控制单元发往特定伺服装置的周期数据,作者对主站所发出的周期数据作了特殊处理,使其最后一位与发往伺服装置的对

应的数组标号相等,其余的数据位表示有效的周期数据,在每个通信周期中自动加1。从图5可见,实时监听站对周期数据的监听是成功的。

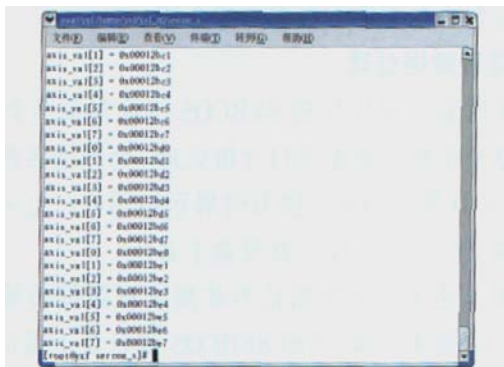


图5 周期性数据传输监听结果的截图
Fig.5 Snapshot of cyclic data transmission monitoring result

3 结论

本课题的设计中在SERCOS环路中加入一个实时监听站,监听控制单元发往某个或某些伺服装置的数据报文,通过相应的分析处理,判断所发送的数据是否正确,并给出了RTLinux实时操作系统下实时监听程序的基本框架和重要模块的实现方法。在开发和调试基于SERCOS接口的控制系统时,可利用实时监听站重现控制单元发出的数据报文,克服了伺服装置缺乏数据显示能力、交互性差的缺点,使得控制单元的开发和调试过程真正成为有明确的输入和输出的可控过程。另外,本课题所设计和实现的实时监听站在对SERCOS控制系统进行在线故障诊断方面亦有良好的应用前景。

参 考 文 献

[1] International Standard: IEC 61491, Electrical equipment of industrial machines—serial data link for real-time communication between controls and drives.

[2] 郇极,尹旭峰.数字伺服通讯协议SERCOS驱动程序设计及应用.北京:北京航空航天大学出版社,2005.

[3] 张玉彬,贾培发,赵雁南,等.基于RTLinux的串行实时通信系统SERCOS的设计.计算机工程与应用,2002(19): 153-155.

[4] 张承瑞,吴净.软件化嵌入式运动控制器.电气时代,2004(10): 62-64.

[5] 施华,陈一民,李超,等.基于RT-Linux的实时机器人控制器研究.计算机工程与科学,2002,24(6): 91-95.

(责编 微凉)

(上接第81页)

[3] 张天鹏,云乃彰,陈建宁,等.商品电火花成形机微细加工的应用探索.中国机械工程学会年会特种加工分会论文集,2005: 134-137.

[4] 衣建刚,刘正坝.电火花数控仿铣加工研究现状与展望.电加工,1998(1): 5-8.

[5] Bleys P, Kruth J P, Lauwers B. Sensing and compensation of tool wear in milling EDM. Journal of Materials Processing Technology, 2004, 149: 139-146.

[6] Fleischer J, Masuzawa T, Schmidt J, et al. New applications for micro-EDM. Journal of Materials Processing Technology, 2004, 149: 246-249.

(责编 晓霏)

空客倡议中国合作伙伴 携手共建绿色航空业

2008年4月16日,空中客车中国公司在中国大饭店举行了“空中客车中国公司环保大会”,携手中国政府及中国民航业倡导发展绿色航空业,共同为保护生态环境做出积极贡献。此次环保大会由空中客车中国公司发起,国家环境保护部有关官员、中国国际航空股份有限公司有关领导、空中客车公司高级管理人员和航空业界人士出席了大会。

专程从总部赶来参加此次大会的空中客车公司公共及传播事务高级副总裁 Rainer Ohler 先生讲解了空中客车公司的环保理念和愿景,并向中国合作伙伴、供应商和有关各方发出倡议,号召各方为把航空业建设成为环保型行业共同努力。

(本刊记者 依然)

我国下半年发射神舟七号 将释放伴飞小卫星

中国载人航天工程有关负责人近日表示,我国将于今年下半年实施神舟七号载人航天飞行任务,实现航天员首次空间出舱活动。

目前,航天员出舱活动有关的关键技术已经突破,飞船、火箭等产品研制试验进展顺利,空间应用、发射场、测控通信、着陆场等系统准备工作稳步推进,航天员正在进行紧张训练。

我国载人航天工程实施16年来,已完成4次无人飞行和2次载人飞行。这次进行航天员空间出舱活动,其技术难度和风险性很大,无论是技术攻关、产品研制、航天员训练,还是任务组织指挥,都面临前所未有的挑战。

(本刊记者 微凉)