

基于软件模拟的 SPI 端口 CAN 控制卡的软硬件设计

米晓川, 张明路, 丁承君

(河北工业大学 机械工程学院, 天津 300130)

摘 要: SPI (Serial Peripheral Interface—串行外设接口) 总线系统是一种同步串行外设接口, 它可以使 MCU 与各种外围设备以串行方式进行通信以交换信息。在某些情况下, 由于高速处理器的 SPI 设置的最低波特率往往也要高于 SPI 外围芯片可识别的最高速率, 因此常出现数据接收不正常, 错误率高的现象, 本文拟通过对外围通用端口的软件模拟, 从而达到处理器和 SPI 接口芯片的正常通讯, 并且加入了对 CAN 控制卡 (基于 SPI 端口通讯) 的硬件和软件设计, 并给出相关驱动程序。这种设计可广泛应用于汽车电子工业现场的手持设备等领域。

关键词: SPI; CAN; 软件模拟

中图分类号: TP336

文献标识码: A

文章编号: 1002-6673 (2006) 06-131-03

0 引言

CAN 总线, 又称控制器局域网, 是现代汽车技术中领先推出的一种多主机局部网, 由于其卓越的性能, 极高的可靠性, 独特灵活的设计和低廉的价格, 现已广泛应用于工业现场控制、智能大厦、小区安防、交通工具、医疗仪器、环境监控等众多领域。CAN 已被公认为几种最有前途的现场总线之一。

CAN 总线规范已被 ISO 国际标准组织制订为国际标准。CAN 协议也是建立在国际标准组织的开放系统互连参考模型基础上的。主要工作在数据链路层和物理层, 用户可在其基础上开发适合系统实际需要的应用层通信协议。由于 CAN 总线极高的可靠性, 从而使应用层通信协议得以大大简化。

本文所设计的 CAN 控制卡主要包括 CAN 控制器和 CAN 收发器两部分, CAN 的通信协议主要由 CAN 控制器完成, CAN 收发器的作用是把 CAN 控制器生成的数字信号, 转化成为适合实现 CAN 总线协合总线传输 (差分输出) 的信号。

本文中的 CAN 控制卡的控制器部分采用 SPI 协议接口, 其特点具有结构简单, 同步传输, 占用端口数量少, 容易扩展到任何具有 SPI 接口的处理器芯片上等优点, 设计中采用了标准的 SPI 接口协议 (软件模拟), 由

于采用 ARM9 内核芯片, 其速度较高在试验过程中不能很好的被 CAN 控制器识别, 但用速度很快的 MSP430 单片机同 ARM9 芯片通讯可以正常的收发数据, 因此本文提出了使用普通端口进行软件模拟的效果, 从而达到正常通讯的目的。

1 SPI 接口简介

SPI 接口是一种标准同步串行接口, 它具有标准的通讯协议, 可进行同步传输, 从而提高了传输速度。

关于 SPI 接口的设置, 可常用的工作方式有两种: 三线工作模式和四线工作模式, 其中三线工作模式提供了 MOSI (Master Out Slave In), MISO (Master In Slave Out), CLK (CLOCK) 三种传输线, 四线工作模式除了具有以上三条线以外还具有 CS (Chip Select) 线, 目的是进行主从通讯的时候进行芯片选择, SPI 接口的设置可以进行主从机的设置, 设为主模式时, 同步时钟由主机发出, 设为从模式时接收主机的时钟信号, 按照时钟的跳动来接收字符。因此在设备通讯之前设置好正确的 SPI 端口参数是保证两机能正常通讯的重要前提。

2 SPI 接口的通讯协议

SPI 接口具有标准的通讯协议, 其同步通讯使得主从机在某一时钟都接收一个信号, 若只需要发送数据, 那么在接收端收到的数据可视为无效。反之, 若只需要接收数据, 那么可在发送端发出无效的数据。CLK 端口通过终端对时钟的上升沿和下降沿进行监视, 如果设置的触发沿被触发, 那么会在 MOSI, MISO 记录相关的信号状态。一个振荡 8 次的时钟信号, 可以反映 8 次的信

收稿日期: 2006-09-15

基金项目: 河北省自然科学基金攻关培育计划资助 (E2006000030)

作者简介: 米晓川 (1981-), 男, 硕士研究生, 机械电子工程专业。主要研究方向: 智能机器人技术。目前从事车载多媒体项目的开发。

号状态，从而达到接收到一个字节的 effects。

3 软件模拟 SPI 接口的思想

由于在本课题设计中出现了 CAN 控制器不能正常与 ARM9 处理器通讯，而通过其它途径测试得出其主机发送的数据正常，由此可断定是波特率的设置导致了该通讯异常，也就是说有必要进行降低 SPI 端口传输速率。通过软件模拟 SPI 很好的解决了这个问题，在后续的试验当中，CAN 控制器也能很好的和 ARM9 工作了。下面就简单介绍一下这种方法：

初步选用了 SPI 的四线工作模式，因此在设计中选用

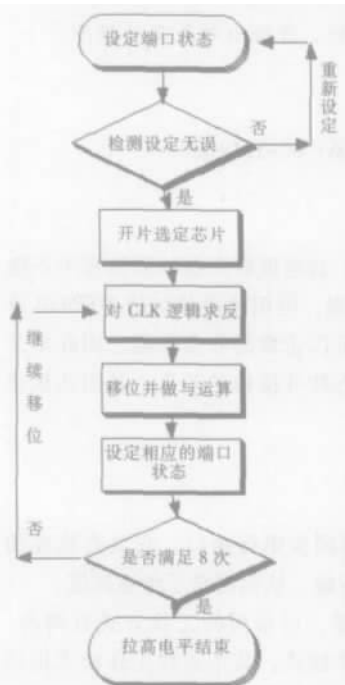


图 1 模拟 SPI 发送一个字节流程图
Fig.1 The flowchart of software-simulating SPI on processing one byte

四个外设通用端口即可，在软件上可通过延时达到对 SPI 端口的速率控制，CLK 的时钟通过软件对这一端口的高低电平进行控制可达到其反复变化的目的，对数据的传输采用基本发送一个字节的方法，通过对每个字节的移位和逻辑运算，检测出当前位的状态，然后设置当前的输入输出位。在接收时则根据时钟信号检测当前接收端口的逻辑状态，然后进行接收信号的移位运算，从而接收到一个字符。移位运算时应该注意移位方向，以防发送或接收字符位错误而导致接收乱码。图 1 为发送一个字节时流程。

4 CAN 控制卡的硬件设计

控制卡的硬件设计主要包括电路器件选择和硬件电路规划，本课题面向 SPI 接口的 CAN 控制卡设计，因此选择了微芯 MCP2515 做为 CAN 控制器，MCP2551 做为 CAN 收发器。

两款芯片能很好的兼容工作，为了防止外界电磁干扰，可在两器件连接电路选用光电耦合器件做为抗干扰器件。有效的保障了系统的稳定性，但光电耦合器件必须使用单独的电源线路供电，不可共用控制器和收发器电路电源。图 2 为给出的电路原理图，此原理图为了方便测试未加光电耦合电路。

5 CAN 控制卡的软件设计

硬件电路的正常工作离不开相应的软件支持，基于 CAN 控制卡的软件的工作环境为 WINCE 系统，硬件的工作环境为 S3C2410（基于 ARM9 内核）平台，本文给出了该控制卡在 WINCE 平台下的驱动程序，主要包括了 SPI 端口，中断处理的初始化和提供给用户直接使用的标准连接函数，这种函数基于 DLL（动态连接库）封装，驱动模型基于流驱动模型。

基于 WINCE 下的驱动程序主要可分为单片设备驱动程序和流接口驱动程序，单片设备驱动程序中的 ISR（Interrupt Service Routine）处理迅速，立刻转到 IST（Interrupt Service Thread）执行，常用于要求中断响应速度非常高的设备，而流接口应用广泛，大多数外围设备都是这种接口驱动，机器上电时由设备管理器从注册表读取相应的驱动程序名称，然后统一加载各种外围设备驱动。本文设计到的 CAN 控制卡拟采用这种驱动程序设计方案。

WINCE 下的驱动程序是一个提供给系统标准接口函数的 DLL 文件，系统根据提供的标准接口函数来和用户层函数进行匹配。一个驱动程序源程序一般包括一组源代码文件，一个 def 文件，一个 source 文件，一个 makefile 文件，设定好相应的参数，最后生成 DLL 文件，需要注意的是在 def 中需要使用标准的驱动层函数。这样系统才能正确加载，在 XXX_Init 中返回值不能为 0，否则系统加载失败。XXX 定义为前缀（Prefix），是由三个字母设定的一个键值，不能和其他的已存在键值冲突。驱动层函数和用户层函数的匹配见表 1。

表 1 用户层函数与驱动层函数匹配表

Tab.1 A chart of function of user layer and driver layer

用户层函数	驱动层函数	相关说明
CreateFile	XXX_Open	打开该设备
WriteFile	XXX_Write	对其进行写操作
DeviceIOControl	XXX_IOControl	进行其他操作
CloseHandle	XXX_Close	关闭该设备
无	XXX_Seek 等	驱动层函数调用

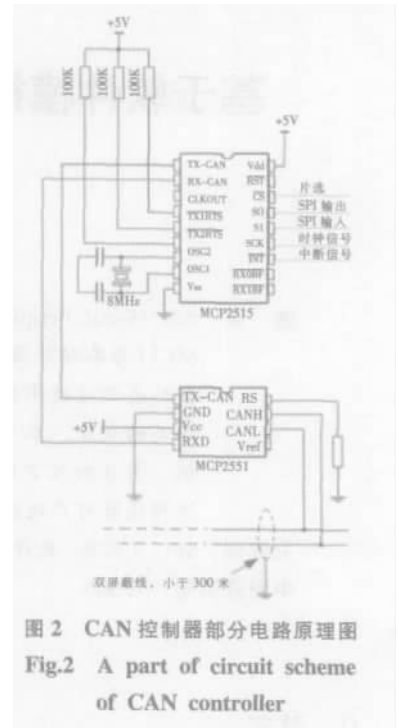


图 2 CAN 控制器部分电路原理图
Fig.2 A part of circuit scheme of CAN controller

CAN 控制器 MCP2515 中断引脚在接收数据和发送数据时产生中断信号, 在引脚处的电气响应表现为立刻转为低电平, 为了能快速处理中断响应, 需要在 WINCE 启动时修改相应的中断设备号和中断逻辑号, 这样在加载驱动时就可以通过创建一中断监视线程来等待中断发生, 具体修改的中断启动文件包括 ARMINT.C, OALINTR.H 等文件。

MCP2515 的中断属于低电平响应, 在启动中断文件中需要设置相应的寄存器参数为 Low Level。对 MCP2515 的操作除中断响应外均通过对 SPI 端口进行相应指令发送, 相应指令如表 2 所示。

表 2 MCP2515 接口指令表

Tab.2 A repertoire of SPI Interface of The MCP2515 chip

指令名称	指令格式	功能介绍
复位	11000000	复位进入配置模式
读	00000011	从指定寄存器读取数据
写	00000010	向指定寄存器写入数据
RTS	1000nnnn	设置 TXREQ 位启动报文发送
状态读	10100000	读取 CAN 控制器芯片状态
位修改	00000101	对指定寄存器位修改

WINCE 属于运行在保护模式下的操作系统, 因此外设接口不直接对用户开放, 需要在驱动中使用分配虚拟地址空间的方法, 使实地址在虚拟地址上有个对应的映射关系, 这样通过对面向用户的虚拟地址进行操作间接地操作了实际端口地址。需要用到的分配地址空间函数, 虚拟空间数据拷贝函数有如下几种: VirtualAlloc(): 此函数分配了一块供用户使用的虚拟地址空间; VirtualCopy(): 此函数把 VirtualAlloc 函数分配的地址空间首地址指向寄存器映射后的虚拟地址; VirtualFree(): 释放 VirtualAlloc 所分配的虚拟地址空间; MmMapIoSpace(): 此函数映射一段物理地址空间到指定的进程地址空间, 并提供设备一个已经映射过的虚拟地址; TransBusAddrToVirtual(): 此函数把总线相关的地址转换为虚拟地址。驱动函数主要包括了 SPI 端口初始化, CAN 控制器初始化, 创建中断监视线程, 处理中断响应等几个部分, 图 3 为给出的

软件执行结构框图。

6 结论

软件模拟的 CAN 控制卡扩展了不具有 SPI 接口的芯片需要 CAN 总线接口连接的功能。若具备 SPI 接口的芯片能很好的和 CAN 控制器工作, 可直接应用本文设计的 WINCE 下驱动即可, 硬件设计部分只需少做修改便可柔性的扩展到其他单片机芯片上。本文设计的 CAN 总线控制卡可直接应用于汽车电子多媒体控制, 工业现场的手持设备等领域, 其驱动程序的软件接口方便了用户扩展与使用。

参考文献:

- [1] ISO- IS 11898, Road vehicles - Interchange of digital information - Controller Area Network (CAN) for high speed communication, 1993; Bosch, CAN specification, Version 2.0, 1991.
- [2] Robert Bosch GmbH CAN Application Layer for Industrial Applications, CIA DS 201-207, Version 1.1, 1996.
- [3] PHILIPS SJA1000 stand-alone CAN controller product specification (2) 2000.
- [4] 蒋荣. 基于 CAN 总线技术智能节点的设计和研究[J]. 机械制造与自动化, 2006, 1.
- [5] 戴敏, 等. 基于现场总线的工业设备网络控制系统[J]. 自动化仪表, 2005, 3.

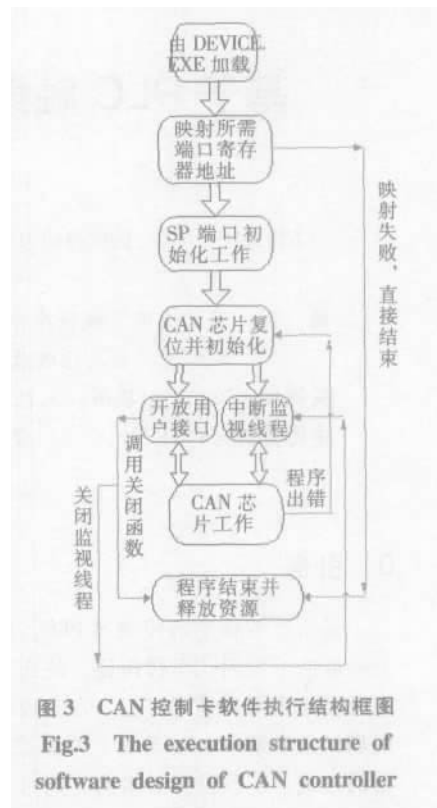


图 3 CAN 控制卡软件执行结构框图
Fig.3 The execution structure of software design of CAN controller

A Design of CAN Controller Based on a Software Simulated SPI Interface

MI Xiao-Chuan, ZHANG Ming-Lu, DING Cheng-Jun

(School of Mechanical Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China)

Abstract: SPI (Serial Peripheral Interface), a kind of synchronous serial interfaces, is widely used to communicate between MCU (Micro Chip Unit) and peripheral device. However, in case of processor's high clock frequency, some SPI-Interface peripheral device can't work well with it, which result in transporting or receiving abnormally, getting the invalid byte, and so on. This paper will bring forward a solution based on software simulated SPI, which can ensure the quality of communication. The SPI interface in this paper is used to communicate between the CAN controller and ARM9 core chip, also given the hardware design and the driver based on WINCE system. This system can be widely used in the field of auto- electronic, industry handheld device and so on.

Key words: SPI; CAN; Software- Simulation