

板载 GPS 模块的 CAN 通信接口适配卡的设计与实现*

林海 章国宝 叶桦 东南大学自动化研究所(210096)

Abstract

CAN and GPS are widely applied to vehicle's control systems, and it is very important to connect GPS to vehicle's CAN control network. Aiming at construction vehicles with industrial PCs, this paper presents a kind of CAN communication interface adapter with onboard GPS module. The paper introduces the design and implementation scheme of hardware and software of the interface adapter, and focuses on the receiving method of GPS signals and the peripheral circuits design of Dual-port RAM. Additionally, the software design is described roughly.

Keywords: adapter, CAN Bus, GPS, dual-port RAM

摘要

CAN 与 GPS 都广泛用于车载控制系统的构建和导航,将 GPS 接入车载 CAN 控制网络具有重要意义。针对车载工控机系列移动工程机械,设计了一种板载 GPS 模块的 CAN 通信接口适配卡。本文介绍了这种接口适配卡的硬、软件的设计和实现方案,重点讨论了 GPS 信号的接收和双口 RAM 周边电路的设计,对软件设计进行了总体阐述。

关键词:适配卡, CAN 总线, GPS, 双口 RAM

1 项目概述

机群智能化工程机械是指为完成某一具体工程施工项目,以实现最优资源配置、最优工作效率、最佳工作质量的同步施工智能化工程机械的组合。板载 GPS 模块的 CAN 通信接口适配卡是使用在单一移动工程机械上,用于实现机群智能化的核心设备之一。通过该适配卡可将移动工程机械上的 CAN 总线网络和工控 PC 机相连,并通过 GPS 卫星定位系统实现单机的精确定位。再使用无线接入手段将工控 PC 机接入无线网络,就可使现场施工的所有单机成为一个机群,实现单机之间、单机和主控制站之间的通信以及整个机群的智能化。

目前普遍采用的高效、准确的定位方式是 GPS(Global Positioning System),即全球卫星定位系统。美国已于 2000 年取消了 GPS 的 SA(选择可用性)政策,开放了 GPS 的精码(P 码)定位,所以采用 GPS 定位可以达到非常高的定位精度(圆概率误差可达 3~5 米)。

本项目的工程机械采用了 CAN 总线技术。项目设计方案计划在移动工程机械(如摊铺机)上安置一台工控 PC 机,然后搭载本适配卡工作。本适配卡是工控 PC 机与 CAN 总线的接口,负责 PC 机和 CAN 节点之间的数据转发任务,包括将 PC 机的控制参数和命令传递给指定的 CAN 节点,以及收集各个 CAN 节点的状态数据转发给 PC 机。本适配卡不同于一般 CAN 通信适配卡之处在于要实现移动工程机械的精确定位。本适配卡采用现成技术成熟的 GPS OEM 板接收 GPS 卫星信号,通过板载单片机的串行口接收 OEM 板发送的 GPS 定位数据,并将之转发给工控 PC 机,从而实现移动工程机械的精确定位。

CAN 通信适配卡有两种可用的实现方案,即在板单片机方案和无单片机方案。采用在板单片机方案,使用在板的单片机如 8051 系列,可以分担一部分数据信息处理的工作,从而降低适配卡对 PC 机的资源占用。单片机可独立完成对 CAN 控制器的管理工作,如出错处理、溢出处理、重启 CAN 控制器等。采用无单片机的设计方案,由于没有在板的单片机,所有的数据信息处理工作,都要工控机独立完成,适配卡对 PC 机的资源占用是比

较大的。但是,也因此降低了板卡的成本和硬软件设计的复杂程度,提高了可靠性。目前市场上现成的 CAN 通信适配卡多为无单片机的实现方案。虽然在板单片机方案的设计较复杂、成本较高,但是考虑到适配卡对智能化和功能集成(需要集成 GPS 模块)的需要,这里仍采用了在板单片机方案。本适配卡基于 ISA 接口,在适配卡上配置了单片机(MPU),实现了智能 IO 工作方式,可完成 CAN 总线用户系统的部分管理和监控任务,并接收和转发 GPS 定位数据,减轻了上位 PC 机的负担。

2 适配卡的硬件设计

CAN 通信接口适配卡由 ISA 接口、MPU、GPS 模块、双口 RAM、双口 RAM 仲裁及中断申请电路、CAN 通信控制器、CAN 收发器、高速光耦等组成,其硬件架构如图 1 所示。

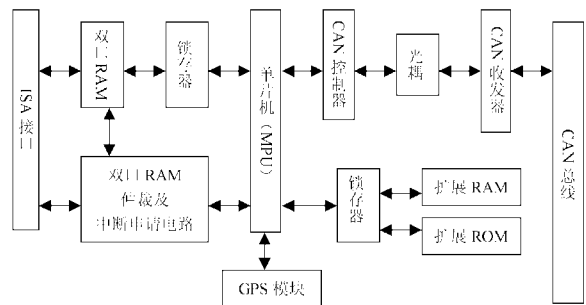


图 1 CAN 通信接口适配卡的硬件架构

2.1 MPU 与 CAN 通信控制器

这部分可以采用带有在片 CAN 控制器的单片机,也可以采用不带 CAN 控制器的通用单片机外加独立的 CAN 控制器。但是由于带有在片 CAN 控制器的单片机如 P8XC592、MC68HC05X4、P8XCE598 等含有较多的 I/O 口线,包含多个定时/计数器、A/D 转换等扩展功能,结构较复杂,而本适配卡无需使用这些扩展功能,因此不选用这种方案,而是采用不带 CAN 控制器的通用单片机外加独立的 CAN 控制器来构成适配卡的核心部分。MPU 选用 ATMEL 89C52 芯片,兼容 8051 系列单片机,自带 8K flash ROM, 256Bit RAM 和 3 个计数器;

* 基金项目:“863 计划”机群智能化工程机械(2001AA422013)项目

CAN 通信控制器选用 PHILIPS SJA1000 芯片，它是 PCX82C200 的升级换代产品，支持 CAN2.0A/B 协议，完全兼容 PCX82C200，可通过新的 Peli CAN 工作模式完全支持 CAN2.0B 协议。

2.2 外部数据存储器 RAM 和外部程序存储器 EPROM

ATMEL 89C52 自带 256Byte RAM，容量较小。故扩展一片外部 RAM，采用静态 RAM 芯片 6264，容量为 8K×8Bit。外部程序存储器扩展使用一片 8K×8Bit 的 ERPOM2764。

2.3 GPS 模块

GPS 模块选用日本 FURUNO(古野)电气公司的 GN-79 接收板。该接收板具有并行 12 通道、快速精确定位、高精度授时、重捕获能力强、体积小、重量轻等特点，其中定位精度可达 RMS(圆概率误差) < 6 米。其数据输出格式为 NMEA-0183 ASCII 码标准格式，通信协议为 8 位数据位的全双工异步串行通信方式。接口兼容 TTL 电平，可以直接和单片机的串行口连接。

2.4 双口 RAM

双口 RAM 的作用是在工控 PC 机和适配卡上的 MPU 之间建立起双向的数据交换通道。建立该双向交换数据一般有两种方法：一是静态数据传送，其缺点是数据传输量小，速度低；二是使用双口 RAM 实现数据传送，这是目前被广泛使用的较好的双向数据传输解决方案。集成双口 RAM 提供了两路完全独立的端口，每个端口都有完整的地址线、数据线、控制线。双口 RAM 两端的使用者可以分别对双口 RAM 进行读写，使用方法类似普通 RAM。使用双口 RAM 主要是要处理好地址争用问题，即两端同时读写同一地址单元时的仲裁优先权问题，避免读写错误。双口 RAM 芯片本身提供了端口读写的指示和控制信号，可以实现仲裁优先权的判定。故这里采用集成双口 RAM 实现数据交换。

常用的集成双口 RAM 芯片有 IDT 公司的 IDT7130、IDT7132、IDT71321 等。由于 CAN 总线信号传输采用的是短帧结构(数据长度不大于 8 个字节)，而 GPS 模块发送的 GPS 定位信息长度大约在 80 字节左右，发送周期在 15 秒左右，所以适配卡对双口 RAM 的容量要求不大，故选用 2K× 8Bit 的带中断请求信号和忙信号的 IDT71321。

2.5 CAN 收发器芯片及其它

采用 PHILIPS 公司的通用 CAN 收发器芯片 PCA82C250，提供了对 CAN 总线的差动发送能力和对 CAN 控制器的差动接收能力，最多可连接 110 个 CAN 节点。在 CAN 控制器 SJA1000 与 CAN 收发器 82C250 之间接入了高速光耦，可增强系统抗干扰能力。这里选用的高速光耦是 6N137，其最大切换延迟时间仅为 75ns，可保证 CAN 总线数据的最大传输率达 1Mbps。另外采用了 DC-DC 隔离电源模块进行光耦两侧的电源隔离。

3 适配卡的工作原理

工控 PC 机通过适配卡上的双口 RAM IDT71321 与 MPU89C52 建立双向数据传输通道，用以传输 CAN 总线的通信数据和 GPS 定位信息。适配卡上的双口 RAM 仲裁及中断申请电路可解决双口 RAM 的仲裁优先权问题，保证双口 RAM 的正确读写。89C52 完成 CAN 控制器 SJA1000 的初始化、中断处理和 CAN 总线通信数据的转发，并使用串行口与 GPS OEM 板进行通信，接收 OEM 板发送的 GPS 定位信息，再通过双口 RAM 转发给工控 PC 机。

89C52 需对 EPROM2764、SRAM6264、双口 RAM IDT71321 和 CAN 控制器 SJA1000 进行片选，通过“3~8”译码器 74LS138 实现。89C52 的 P2.5、P2.6、P2.7 分别接译码器的

A、B、C 端，译码器的输出 Y4、Y1、Y2、Y3 分别接 2764、6264、IDT71321 和 SJA1000 的片选，故 2764 的地址是 8000H~9FFFH，6264 的地址是 2000H~3FFFH，IDT71321 的地址为 4000H~47FFFH，SJA1000 的地址是 6000H。

89C52 通过串行口与 GPS OEM 板进行通信，接收 OEM 板发送的 GPS 定位信息。GN-79 的外接端口引脚定义如表 1。

GN-79 的 TD 和 RD 引脚兼容 TTL 电平，可以分别同单片机的 RxD 和 TxD 端相连。

GN-79 GPS OEM 板的数据输出格式为 NMEA-0183 ASCII 码标准格式，通信协议为全双工的异步串行通信方式，每一帧信息为 10 位：1 位起始位 (0)，8 位数据位，1 位停止位 (1)。只要设置 89C52 的串行口为工作方式 1，即 8 位异步通信方式，就可以和 GN-79 进行通信。89C52 的串行口波特率设置为 4800bps，同 GPS OEM 的串口波特率。

表 1 GN-79 外接端口引脚定义

引脚	信号	功能
1	1PPS	1 次/秒脉冲
2	TD	数据输出
3	RD	数据输入
4	GND	地线
5	VBAK	备用电源
6	VANT	天线电源
7	VCC	模块电源

4 双口 RAM 周边电路的设计

4.1 工控 PC 机对双口 RAM 的寻址

工控 PC 机对双口 RAM 有两种寻址方式：存储器寻址方式和 I/O 寻址方式。前者将双口 RAM 视为 PC 机系统 RAM，可以有较大的地址空间，且使用通用的 RAM 寻址指令，但由于 PC 机系统高端内存分配已经比较拥挤，如果选择不当就会引起地址冲突导致死机，所以具体实现效果未必理想。后者使用专门的 I/O 寻址指令，指令明确，但一次只能传送一个字节。本适配卡的双口 RAM 的容量为 2K，可以使用 I/O 寻址方式达到设计要求，故采用 I/O 寻址方式，使用的控制线为 IOW 和 IOR。具体扩展地址的方法如下：将 ISA 总线上地址线 A10~A0 和 IDT71321 的地址线 A10_L~A0_L 对应连接，再将 ISA 总线上地址线 A15~A11 接地址译码器 74LS138，经地址拨码开关接双口 RAM 的左片选，这样就可以给双口 RAM 选择空闲的 I/O 地址，且 PC 机侧双口 RAM 的地址是连续的。PC 机侧可选的双口 RAM 地址为：C800H~CFFFH，D000H~D7FFFH，D800H~DFFFH，E000H~E7FFFH，E800H~EFFFH，F000H~F7FFFH，F800H~FFFFH。

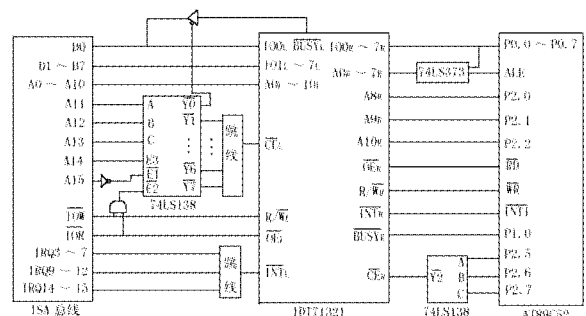


图 2 ISA 总线、IDT71321 和 89C52 硬件连接电路

4.2 双口 RAM 的仲裁电路

使用双口 RAM 主要要处理好地址争用问题,即两端同时读写同一地址单元时的仲裁优先权问题。本设计使用 IDT71321 提供的硬件判优方法来解决双口 RAM 的地址争用。

硬件判优的实现如下:当两端口争用同一地址时,由双口 RAM 片内硬件电路,根据两个端口片选、读写、地址信号到达的先后顺序,仲裁哪个端口有使用权。如左端口有使用权,则自动将右端口的 BUSY_R 信号变为低电平,通知右端口暂停读写操作。右端口的情况类似。具体电路实现是将右端口的 BUSY_R 信号接至 89C52 的 P1.0,当 89C52 对双口 RAM 进行读写时,要查询 P1.0 的状态,P1.0 为低,则存在冲突,必须重发读写 IDT71321 的命令。由于 ISA 总线既没有 BUSY 信号引脚,也没有通用的 I/O 引脚,因此将左端口的 BUSY_L 信号接到 ISA 数据线的 D0 端。但是除了查询 BUSY_L 引脚电平外,BUSY_L 不应接到 D0,因而采用三态门电路 74LS125。BUSY_L 接 74LS125 的输入端,三态门输出端接 ISA 总线 D0 位,其门控信号由 A15~A11 产生,将占用 ISA 总线一个 I/O 端口。设计时应该选用一个空闲的端口号,这里取 C000H。当 PC 要对双口 RAM 进行读写时,读 C000H 打开三态门,通过 D0 读取 BUSY_L 的状态,检查是否冲突。

4.3 双口 RAM 及 MPU 的中断申请电路

IDT71321 的两个中断 INT_L 和 INT_R 用于数据的双向通信。IDT71321 的每个端口各分配有一个固定的双口 RAM 单元,称为信箱或消息中心。左端为 7FEH,右端为 7FFH。当右端的 MPU 89C52 写 7FEH 单元时,INT_L 变为低电平触发 PC 机中断。左端口 PC 机读 7FEH 时,INT_L 置 1 清中断。右端口的情况类似。只是对 7FF 单元操作。ISA 总线提供了 3~7、9~12、14~15 共 11 个中断,INT_L 可经过跳线与上述 11 个中断的一个相连,这样 PC 机可以灵活地选择一个空闲的中断给双口 RAM。PC 机的中断处理程序读取双口 RAM 里由 89C52 转发自 CAN 节点或 GPS OEM 板的数据。INT_R 直接与 89C52 的 INT1 相连。INT1 的中断处理程序读取双口 RAM 中发自工控 PC 机的数据和命令,然后将其转发给 CAN 控制器 SJA1000。89C52 的 INTO 中断用于处理来自 CAN 控制器的中断。当接收到 CAN 控制器的中断信号时,89C52 查询 CAN 控制器的中断寄存器 IR,判断是哪一类中断,并进行相应的处理。IDT71321 的中断逻辑如表 2 所示。

表 2 IDT71321 中断逻辑

左端口				右端口					功能	
R/W _L	CE _L	OE _L	A ₁₅ ~A ₂	INT _L	R/W _R	CE _R	OE _R	A ₁₅ ~A ₀		INT _R
L	L	X	7FFH	X	X	X	X	X	L	置右中断
X	X	X	X	X	X	L	L	7FFH	H	清右中断
X	X	X	X	L	L	L	X	7FEH	X	置左中断
X	L	L	7FEH	H	X	X	X	X	X	清左中断

注:H:高电平;L:低电平;X:未定

(上接第 12 页)

5 系统仿真

本系统仿真环境为:

底层控制系统采用浙大中控 DCS 监控系统 Advantrol 仿真运行;数据采集软件(OPC 客户端软件)用 VB6 开发,Windows2000 平台;实时数据库采用 SQL Server2000;WEB 服务器为 Windows 2000 server + IIS5.0,浏览器 IE5.0。

实际仿真表明在局域网中,从底层控制系统数据的产生到

5 适配卡的软件设计

适配卡的软件设计包括两部分:一是 PC 机端的设备驱动程序和应用程序的设计。Windows 的设备驱动程序分为两种,在 Win9x 平台下是 VxD 驱动,在 Win2000 平台的是 WDM 驱动,可以使用 Microsoft 提供的驱动程序开发包 DDK 或其他第三方软件包来编写。设备驱动程序的工作是在操作系统的内核级控制 CAN 卡的正常工作,提供应用程序(应用级)使用 CAN 通信适配卡的软件接口。驱动程序完成的工作包括按 CAN 报文格式向双口 RAM 发送数据和控制命令,请求 CAN 节点发送数据命令,在处理双口 RAM 中断的中断处理程序里,读取双口 RAM 里由 89C52 转发自 CAN 节点的数据或 GPS OEM 板的 GPS 定位信息等。应用程序则采用 Windows 可视化编程工具如 Visual C++、C++ Builder 等编写,提供在 Windows 平台上管理 CAN 通信卡的用户界面。应用程序完成的工作包括从设备驱动程序提供的软件接口读取收到的 CAN 通信数据和 GPS 定位数据,或将要发送的 CAN 数据发送到设备驱动程序,并进一步发送到 CAN 通信卡的硬件设备上。二是适配卡上 MPU 单片机的程序设计,采用 ASM51 汇编语言、Keil C51 或 Franklin C51 C 语言编写,主要内容包括向 CAN 控制器转发来自 PC 机的命令和控制数据,将 CAN 控制器接收到的来自 CAN 节点的数据和状态信息传送到双口 RAM,以及将 GPS OEM 板发送的 GPS 定位信息传送到双口 RAM。其程序分为三部分:主程序、INT0、INT1 中断处理程序。主程序主要完成对自身串行口、SJA1000 和 GPS OEM 板的初始化,以及运行串口查询程序读取 GPS 定位数据。在适配卡复位期间对串口的工作方式和波特率进行设置,对 SJA1000 的各控制寄存器写入控制字以确定控制方式,并向串行口发送数据以完成 GPS OEM 板的初始化,然后主程序进入循环查询串口的子程序,读取 GPS 定位数据。INT0 中断处理 CAN 控制器 SJA1000 向 89C52 发出的包括发送和接收中断、超载中断、出错中断等中断请求。INT1 中断读取双口 RAM 中的数据,然后将数据转发给 CAN 控制器 SJA1000。

6 结束语

目前,该接口卡已经开发完成,作为第一阶段的成果应用在车载工控机的摊铺机实验样车上,取得了成功,未来将再对产品进一步测试使其产品化。该产品成功开发的经验将应用于下一阶段基于嵌入式系统的车载系统集成开发。

参考文献

- 1 阳宪惠.现场总线技术及其应用.北京:清华大学出版社,1999
- 2 ATMEL 89C52 8-Bit Microcontroller with 8Kbytes Flash Data Sheet.ATMEL,2000

[收稿日期:2003.7.14]

客户端浏览器的延迟不超过 1.5s,在实时性要求不是特别高的情况下,该系统均可作为实时监控系统运用与实际生产之中。

参考文献

- 1 OPC Data Access Automation Specification 2.01.Author: OPC Foundation
- 2 Active Server Pages 详解.[美]Scot Johnson 著.电子工业出版社,2000

[收稿日期:2003.7.1]