

基于CAN总线的智能超声波测距车载系统

邹 恩, 陈乐欢, 林锦钱, 辛建涛

(华南农业大学 工程学院自动化系, 广东 广州 510642)

摘要: 提出了以CAN总线扩展超声波测距的基本思想, 介绍了一种以AT89C52作为微控制器、SJA1000作为总线控制器和以82C250作为总线收发器的CAN总线智能超声波测距车载系统。与普通超声波测距系统相比, 系统增加了CAN总线部分的设计, 简化了系统控制核心的工作和硬件设计, 并通过利用汽车上现有的资源, 可节省硬件设计; 另外, CAN总线的扩展也可使后续测距系统的进一步开发变得更为灵活。

关键词: 超声波; 单片机; CAN总线; 车载系统

中图分类号: TP79

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2011)02-0067-05

The Intelligent Ultrasonic Distance Measurement Vehicular Systems Based on the CAN Bus

Zou En, Chen Lehuan, Lin Jingqian, Xin Jiantao

(Automation Department, College of Engineering, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Presents a basic idea of extending ultrasonic distance measurement with CAN bus and introduces a kind of CAN bus-based intelligent ultrasonic distance measurement vehicular system, in which AT89C52 is utilized as microcontroller, SJA1000 as the bus controller and 82C250 as the CAN transceiver. The proposed ultrasonic distance measurement system excels ordinary ones in simplifying the work of the system's cybernetics core and the hardware design. It may well save hardware design since it can apply the available resources in the car. Besides, the extension of CAN bus can make the further development of follow-up distance measurement system more flexible.

Keywords: ultrasound; MCU; CAN bus; automotive systems

0 引言

超声波测距系统是一种利用超声波传播特性, 结合单片机智能控制技术的测量装置。与其它测距方法相比, 它不受光照、电磁波等外界因素影响, 测量过程比较迅速方便、计算简单, 价格低廉。然而

目前主流产品多为独立式结构, 一套系统只可应用于特定环境和领域, 不能实现数据共享, 当环境改变时便无用武之地; 而且有些产品自带有汽车转速测量和声光报警等装置, 实际上这些仪器仪表汽车上已有了, 这就造成资源浪费。针对这些缺陷, 本设计从模块化角度出发, 结合超声波测距原理和

收稿日期: 2011-01-07

基金项目: 广东省科技厅产学研结合基金资助项目(2010B090400451), 华南农业大学校长基金资助项目(K071700, 2008X004), 广东省大学生科技创新基金资助项目(10564100109)

作者简介: 邹 恩(1956-), 女, 湖南株洲人, 华南农业大学教授, 博士, 主要研究方向为神经网络, 模糊控制, 混沌优化, CAN总线等, E-mail: zouen10@scau.edu.cn

通信作者: 陈乐欢(1988-), 男, 广东汕头人, 华南农业大学学生, 主要研究方向为总线控制, E-mail: chenchen.6@163.com

CAN 总线协议，设计了一个带 CAN 的智能超声波测距车载系统。通过 CAN 总线，测距模块直接与汽车的数字化信息平台进行通信，实现数据共享，从而有效利用汽车上已有的仪表^[1]。

1 系统结构和功能

本设计的整体框图如图 1 所示，主要由超声波发射模块、接收模块、温度补偿模块和 CAN 总线通信模块等组成。

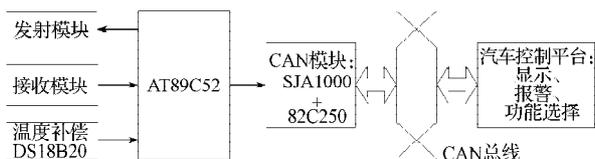


图 1 系统整体结构图

Fig. 1 Overall system structure

系统采用 AT89C52 作为控制核心；测距元件采用通用型超声波发射/接收传感器 TR40 系列；发射模块采用六反相器 CD4069 来提高驱动能力；接收模块采用红外线检波接收的专用芯片 CX20106 实现；温度补偿模块采用一线式数字温度传感器 DS18B20 结合单片机进行补偿；总线通信模块采用微处理器 82C250 和 CAN 控制器 SJA1000。这种选择方式可以使系统在较低成本的情况下较好地实现系统功能，同时提高系统的稳定性和精确性。

CAN 通信模块起到连接测距模块和汽车控制平台的作用。测距模块只负责测量汽车与目标的距离并发送给车载系统，其它工作均由车载系统集中完成：包括声光报警、提示显示、功能选择等，这些都可直接利用汽车前台的已有仪表来完成，从而减少系统硬件，提高系统可移植性和资源有效利用性。

2 系统硬件设计

2.1 超声波发射模块

发射模块电路图如图 2 所示，因为频率为 40 kHz 左右（占空比为 50%）的超声波在空气中传播的效率最佳，考虑单片机晶体的频率稳定度较高，所以本设计中采用由单片机内部定时中断产生 40 kHz 的振荡信号，能得到稳定的振荡频率，同时简化了系统。

由于单片机输出功率低，所以振荡信号需驱动以便使发射距离足够远，满足测量要求。驱动电路原理图如图 3，单片机定时中断产生的振荡方波信号分成 2 路，以推挽方式提高超声波的发射强度，2 路输出端均采用 2 个反相器并联用以提高驱动能力。2 个上拉电阻在提高驱动能力的同时，还可以增大发

射电路的阻尼比，减少自由震荡的时间^[2]。

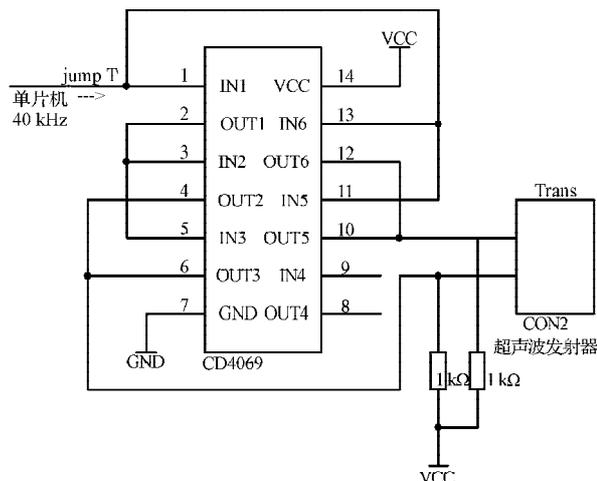


图 2 发射模块电路图

Fig. 2 The circuit diagram of launch module

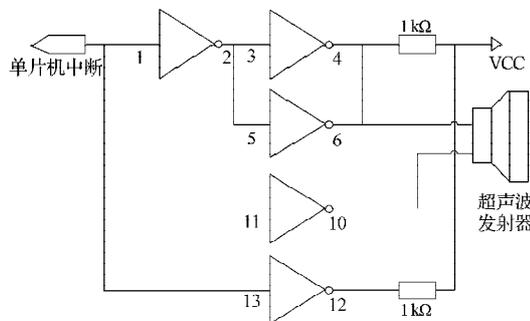


图 3 驱动电路原理图

Fig. 3 The schematic of drive circuit

2.2 超声波接收模块

发射电路图如图 4，超声波发射后遇到障碍物就会反射回来被接收器接收到，声信号表现为机械振动，由接收器将振动转为电信号，再由 CX20106 对此电信号进行放大、滤波、整形等处理后，得到一个负脉冲送给单片机以产生外部中断。

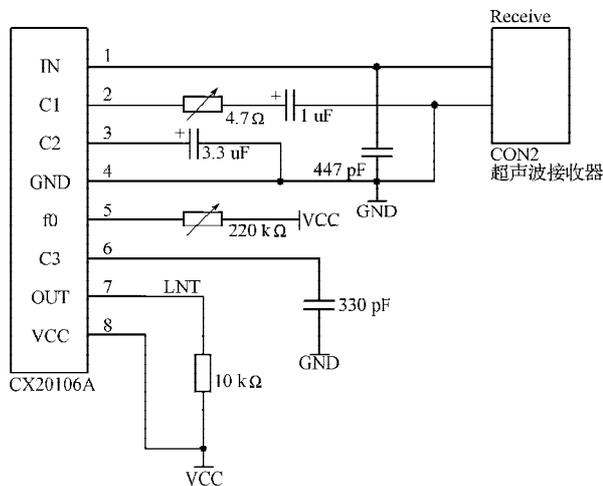


图 4 接收模块电路图

Fig. 4 The circuit diagram of receive module

CX20106A 是一款应用广泛的红外线检波接收的专用芯片,其内部设计载波频率为 38 kHz,因为和 40 kHz 相差不大,加之其具有功能强、性能优越、外围接口简单、成本低等优点,所以用它做接收电路。需要说明的一点是,2 号引脚外接的电位器是调整超声波接收探头的灵敏度,5 号引脚外接的电位器是调整芯片的中心频率,虽然一些资料表示可以计算电阻的理论值,但实际上存在较大误差,须以调整到接收正常时的阻值为准。

2.3 温度补偿模块

超声波在空气中的传播速度和大气温度有较大关系,近似公式为 $V=C_0+0.607 \times T$, 式中: C_0 为零度时的声波速度 332 m/s; T 为实际温度(°C)。对于超声波测距精度要求达到 1 mm 时,就必须把超声波传播的环境温度考虑进去。DS18B20 是 DALLAS 公司生产的一

线式数字温度传感器,温度测量范围为 -55~125 °C,测温分辨率可达 0.0625 °C。电路中 DS18B20 输出端 Temp 直接与单片机 I/O 端口连接,通过程序读 Temp 温度值,结合上面的近似公式计算出温度补偿后的实际速度。

2.4 CAN 总线模块

如图 5 所示,CAN 总线模块由控制器 89C52、CAN 通信控制器 SJA1 000、驱动器 82C250 和光电耦合 6N137 共 4 部分组成,这是一个经典的模块,目前较多 CAN 系统都使用此组合方式,实践证明它具有高速、稳定、代码公开等优点。有一点需要强调的是:光耦部分所采用的电源 VCC 和 Vdd 必须隔离,否则采用 6N137 就没意义了。因其技术成熟,目前市场上已有该模块的集成元件 CAN 适配器,其价格较低,设计时可直接购买一个,无需再次设计^[3]。

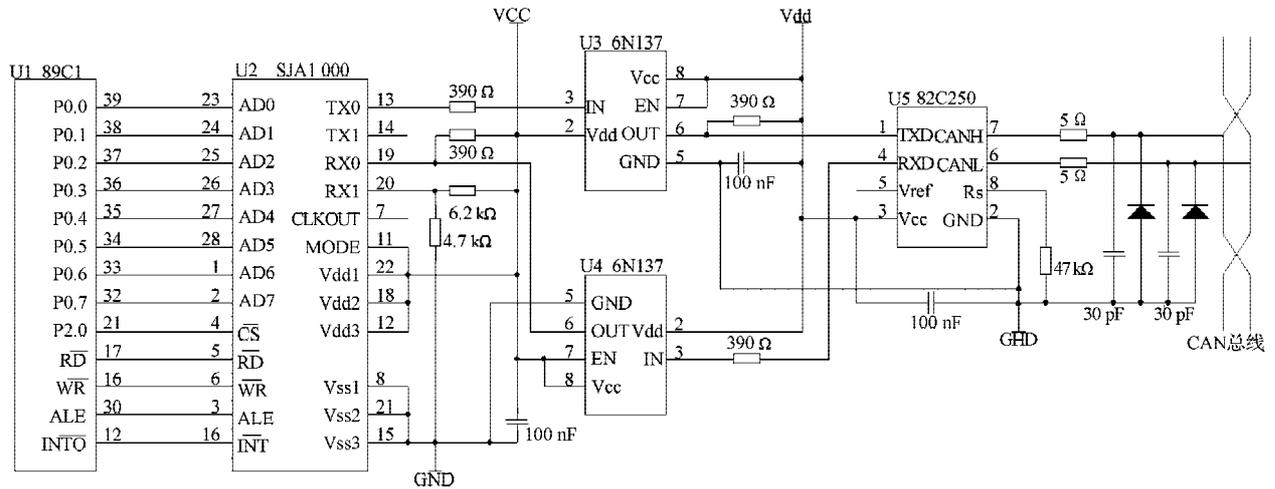


图 5 CAN 总线模块电路图

Fig. 5 The circuit diagram of CAN bus module

2.5 车载应用系统

车载应用系统包括声光报警系统和显示界面等。汽车驾驶控制台上各种显示仪表,可以直接利用这些硬件资源显示由 CAN 总线发来的目标距离,并进行声光报警,这样就大大节省了系统硬件资源。进一步的设计还可以实现其它功能,现在车上的倒车雷达和行车中目标距离测量一般采用 2 套不同的系统,这不仅浪费资源,而且增加系统复杂度。本设计通过 CAN 实现测距模块和汽车控制中心的数据共享,在不同环境中,控制中心可以自动调整控制方案,实现不同场合的功能转换,而在这期间测距模块的任务还是没变化,从而实现系统多功能化。

序、CAN 通讯子程序等模块组成,各个小模块中再包含具体的功能函数。模块化思维可以增加程序的逻辑性和可读性,同时大大简化调试过程:先对每个功能函数和模块子程序逐一调试,在完成指定功能后再进行综合调试。

3.1 系统主程序

主程序比较简单,主要起连接测距模块和 CAN 通讯模块的作用。测距程序测量路程后启动 CAN 总线通信,将所测距离发送给车载中心。正确传输后再重复以上工作。关键是初始化程序,包括单片机外部中断、定时器中断以及 CAN 各元件的初始化。要令总线正确传输数据,需要确定工作主频、波特率和输出特性等,因此在系统上电后需对 89C52 和 SJA1000 进行初始化设置:对 89C52 的初始化可结合测距模块建立一个初始化子函数,包括中断允许、定时、计数、串口、中断优先级等设置;SJA1000 的初

3 系统软件设计

软件采用模块化设计,程序由主函数、测距子程

始化应在复位模式下进行，所以在 SJA1000 初始化程序中首先要将工作方式置为复位模式，之后要设置验收滤波方式、验收屏蔽寄存器（AMR）和验收代码寄存器（ACR）、波特率参数和中断允许寄存器（IER）等。相应的主程序流程图如图 6 所示^[4]。

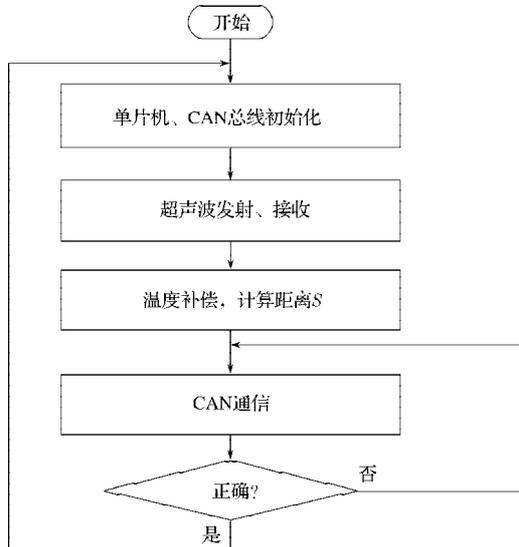


图6 主程序流程图

Fig. 6 The flow chart of main program

3.2 测距程序

测距子程序流程图如图 7 所示^[5]。

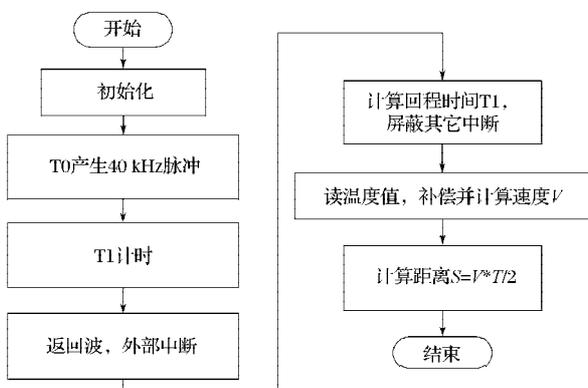


图7 测距流程图

Fig. 7 The flow chart of distance measurement

测距子程序是由定时器 T0, T1 和外部中断 INT1 来实现测距工作的：T0 工作于方式 2 产生若干个连续的 40 kHz 方波信号，用以驱动超声波换能器发射超声波；在发射声波后立即启动定时器 T1 工作在方式 1，当接收到返回波后产生外部中断 INT1，在其中断程序中停止 T1 计时，并查看 TH1 和 TL1 的大小即可获得声波返回的时间；之后控制器读温度传感器 DS18B20 输出端温度值，按照前面的近似公式算出声波传播速度；由 $S = V * T / 2$ 即可算出目标距离。

3.3 CAN通信程序

CAN 通信程序流程图如图 8 所示^[6]。

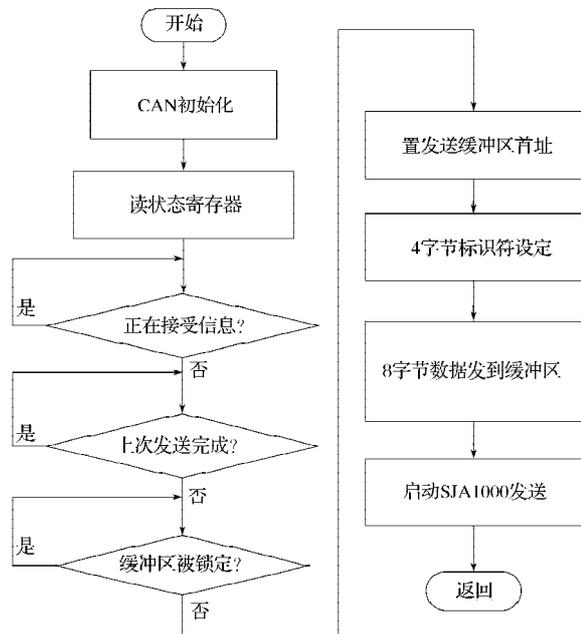


图8 CAN通信流程图

Fig. 8 The flow chart of CAN communication

初始化设置完成后，将复位请求位置“0”，SJA1000 就可以进入工作状态，执行正常的通信任务。先读取状态寄存器各标志位数据，判断总线是否忙碌、上次数据是否发送完毕、缓冲区是否锁定等。如果总线状态为空闲，则设置发送缓冲区首址，将待发送的 8B 数据按照特定格式组合成报文，送入 SJA1000 发送缓存区中，并将其命令寄存器发送请求标志位（TR）置位，启动 SJA1000 发送数据到车载中心。因为该组合模块较为经典，技术成熟，其代码都是公开的，可在网络上找到。本设计中微控制器不必接收汽车控制平台的信息，所以程序中没有报文接收程序。

4 结语

设计中以 AT89C52 微控制器、CAN 总线控制器 SJA1000 和驱动器 82C250 为核心，采用测温芯片 DS18B20 实现温度补偿，提高系统的测量精度。提出了通过 CAN 总线实现测距模块与车体主控制器之间数据传递的方案。通过与车体其它仪表之间的数据共享，有效利用了现有资源，大大节省硬件系统，简化软件编写难度；同时汽车平台自主化设定使系统更加人性化和智能化。实践证明设计可行，该系统使用器件少，成本低，使用方便，易于实现；而且通过调试发现，只要环境温度在芯片承受范围

(-40~85℃, 低温环境未鉴定)内, 其可靠性较高。

参考文献:

- [1] 彭贤武. 基于CAN总线的汽车侧向防撞预警系统开发研究[D]. 西安市: 长安大学, 2007.
Peng Xianwu. Research and Development on the Vehicle's Side Anti-Collision Warning System Based on CAN-Bus [D]. Xi'an: Chang'an University, 2007.
- [2] 黄灿胜, 盘世准, 黄露. 基于AT89S52单片机超声波测距器的设计与制作[J]. 南宁师范高等专科学校学报, 2009, 26(1): 141-143.
Huang Cansheng, Pan Shizhun, Huang Lu. Design and Manufacture of SCM AT89S52-Based Ultrasonic Rangefinder[J]. Journal of Nanning Teacher's College, 2009, 26(1): 141-143.
- [3] 阳宪惠. 现场总线技术及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008: 61-99.
Yang Xianhui. Fieldbus Technology and Its Applications [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2008: 61-99.
- [4] 王卫星. 单片机原理与应用开发技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2009: 92-102.
Wang Weixing. The Principles of Microcontroller and Its Application Development[M]. Beijing: China WaterPower Press, 2009: 92-102.
- [5] 牛余朋, 成曙. 基于单片机的超声波测距系统[J]. 兵工自动化, 2005, 24(4): 77-79.
Niu Yupeng, Cheng Shu. Ultrasonic Measurement System Based on Microprocessor[J]. O. I. Automation, 2005, 24(4): 77-79.
- [6] 饶运涛. 现场总线CAN原理与应用技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003: 20-166.
Rao Yuntao. CAN-Fieldbus Principle and Its Technological Applications[M]. Beijing: Beihang University Press, 2003: 20-166.
- [7] 汪恩军, 陈先桥, 初秀民, 等. 车辙检测中超声测距数据采集方法[J]. 武汉理工大学学报, 2008, 30(1): 138-141.
Wang Enjun, Chen Xianqiao, Chu Xiumin, et al. Data Acquisition Method by Ultrasonic Wave Distance Measurement for Rut Detection[J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2008, 30(1): 138-141.
- [8] 黄韬, 芮晓艳, 葛立峰. 基于车载CAN总线的倒车雷达智能节点设计[J]. 自动化与仪表, 2010(7): 9-12.
Huang Tao, Rui Xiaoyan, Ge Lifeng. Design of Intelligent Node for Car Reversing Radar Based on CAN-Bus of Vehicle [J]. Automation & Instrumentation, 2010(7): 9-12.
- [9] 倪霞林, 郑祥盘, 凌世飘. 基于CAN总线的信息驱动模式分布式测控系统设计[J]. 机械设计与制造, 2008(8): 192-193.
Ni Xialin, Zheng Xiangpan, Ling Shipiao. Design of the Message Driving Model Distributed Measurement and Control System Based on CAN Bus[J]. Machinery Design & Manufacture, 2008(8): 192-193.

(责任编辑: 罗立宇)