

基于 LIN 总线的倒车雷达系统的设计与实现

王锦坚, 洪添胜

(华南农业大学 工程学院, 广东 广州 510642)

摘要: 采用 AT89S52 作为控制器, 连接并控制自主设计的超声波倒车雷达的接收与发送模块。控制器将倒车雷达模块的数据以 LIN 协议规定的报文格式发送到 LIN 总线, 通信过程按照 LIN 协议规定的一主多从的通信方式。实验表明, 该系统数据的传输符合 LIN 协议标准, 能够很好地与其他符合 LIN 标准的汽车电子设备进行通信, 具有较好的实际应用价值。

关键词: LIN 总线; 倒车雷达; 超声波

中图分类号: TP273

文献标识码: B

The reversing radar system design and achieve based on the LIN bus

WANG Jin Jian, HONG Tian Sheng

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

Abstract: The design used the AT89S52 as its controller, which is connected to the independent research ultrasonic reversing radar system with the receiving and sending models. The controller sends the data from reversing system to LIN bus which is based on the message of the LIN protocol. In the system's communicating process, the communication model is based on the one master and some slavers which is based on the LIN protocol. The test certify that the system data transmission comply with the LIN bus protocol, and it can communicate with another automotive electronics which are designed on the LIN bus protocol, and there is highly practical application value.

Key words: LIN bus; reversing radar system; ultrasonic

随着汽车工业的发展和人们生活水平的提高, 城市里汽车的数量迅速增加, 出现了交通拥挤、停车难等问题, 为了解决汽车后视镜存在的后视盲区问题, 免除驾驶员的视野死角和视线模糊的缺陷, 减少汽车倒车时的碰撞事故, 各种汽车倒车雷达应运而生^[1]。自从 20 世纪 80 年代中期德国博世公司开发现场总线 CAN 以来, 发展迅速并引起广泛关注, 目前 CAN 总线已经成为汽车总线推广、应用的主流。

然而, 由于 CAN 总线复杂的仲裁机制使其在低端市场的生产成本受到了挑战; 另外, 在汽车使用中, 其稳定性相比另一种专门应用于低端市场的 LIN 总线也存在一些不足^[2]。

本设计正是基于以上的应用背景设计, 与传统的单独倒车系统相比, 在兼容性和汽车布线方面具有强大的优势; 同时与主流的 CAN 总线相比在成本和稳定性方面具有相当的优势。所以 LIN 总线做为 CAN 总线的补

充和辅助总线, 在倒车雷达、车灯控制等低端的应用必将受到更加广泛的关注。

1 系统的整体设计思路

本设计主要由超声波测距和 LIN 总线通信两部分组成。

(1) 超声波测距。由探头、发射电路、接收电路、选频电路和单片机处理组成。主要过程是: 单片机产生 20 个 0.5 ms 脉冲信号, 频率为 40 kHz, 自动避过大约为 2 ms 的盲区时间, 然后开始计时, 脉冲原始信号为 5 V, 该信号经过运放放大后, 可驱动超声波发射探头发射 15 V、40 kHz 的脉冲超声波。由于接收头与发射头配对, 因此, 接收后可将超声波调制脉冲变为交变电压信号, 经运算放大后加至高通有源滤波电路滤除低频杂波, 最后产生一个 TTL 电平的回波信号。该信号输入到单片机产生外部中断, 停止单片机的定时器, 然后读出计时器的时间差, 得到超声波发射出去碰到障碍物回射的时间差, 再

技术与方法 Technique and Method

根据公式 $d=v*t/2$ 得出距离障碍物的距离。原理框图如图 1 所示。

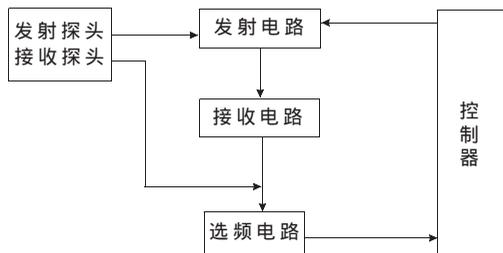


图 1 超声波测距原理图

(2) LIN 总线通信。将超声波测距得到的数据通过 LIN 总线的方式发送出去,并产生不同频率的报警提示,电路由 LIN 收发器、单片机和报警电路 3 部分组成。单片机接收超声波测距电路传回的数据,并对数据进行处理。当判断到有障碍物的时候,通过报警电路产生报警提示。当距离障碍物较远时,报警声音的间断比较缓慢;当距离障碍物较近时,报警声音比较急促。数据部分则主要通过 LIN 总线收发器产生符合 LIN 总线协议标准的信号进行通信。其主要框图如图 2 所示。

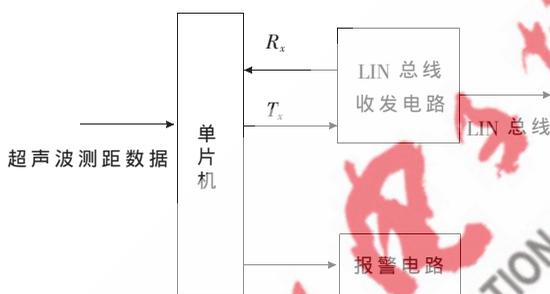


图 2 LIN 总线通信原理图

2 超声波测距模块的设计

2.1 超声波测距模块的硬件设计

2.1.1 发射电路

发射模块的主要作用是对超声波发射探头进行功率驱动,由单片机引脚输出 40 kHz 的脉冲信号,经 CD4049 转变成 24 V 电压信号激励超声波探头,从而产生频率为 40 kHz 的超声波并发射出去。

2.1.2 接收电路

前端放大电路:前置放大电路单元的作用是对有用的信号进行放大,并抑制其他的噪声和干扰,从而达到最大信噪比,以利于后续电路的设计^[3]。

带通滤波电路:在传感器接收的信号中,除了障碍物反射的回波外,总混有杂波和干扰脉冲等环境噪声。而前端放大电路在放大有用信号的同时,也会将一部分的噪声信号同时放大,并没有提高输入信号的信噪比^[4]。由于集成运放的开环电压增益和输入阻抗均很高,输出阻抗又低,构成有源滤波电路后仍具有一定的电压放大和缓冲作用,所以采用有源滤波电路抑制无用频率干扰

信号^[5]。

由于在本系统中,总噪声包括在低频段的室内环境噪声和 50 Hz 工频干扰,以及在高频率段的接收机内部噪声。故选用由 TL082 运算放大器以及外围电阻电容构成的带通滤波电路。经过此滤波电路后,40 kHz 左右的有用回波信号被保留,而无用信号被削弱,为下一级的检波电路提供较高信噪比的输入信号。

2.1.3 检测电路

接收传感器输出信号经过上述放大滤波电路后,就可以进行信号检测。其目的是确定接收信号的到达时间,这是整个电路中的关键,因为它不仅决定系统的测量精度,还关系到整个系统是否能正常工作^[6]。

通过调整 R_9 、 R_{10} , 阻值产生比较所需要的参考电压,即 $V_{REF}=V_{CC}\times\frac{R_{10}}{R_9+R_{10}}$ 。

由于 LM393 具有集电极开路输出的结构,所以在电源与输出之间,加 1 个上拉电阻、电容 C_5 起到简单滤波作用。具体设计时考虑到前级放大滤波电路输出峰值为 5 V 左右连续正弦波信号的叠加,所以分别取 $R_9=20\text{ k}\Omega$ 、 $R_{10}=1\text{ k}\Omega$, 则参考电压 $V_{REF}=V_{CC}\times\frac{R_{10}}{R_9+R_{10}}=238\text{ mV}$, 上拉电

阻 $R_{11}=1\text{ k}\Omega$, 电容 $C_5=1\ 000\text{ pF}$ 。当进入比较器的输入信号高于 238 mV 时,比较器输出电压为 5 V;输入信号低于 238 mV 时,比较器输出电压为 0 V,利用此边沿跳变来控制单片机外部中断,停止计时。

2.2 超声波倒车雷达的软件设计

本系统采用了 AT89S52 单片机,用单片机汇编语言实现软件编程。整个系统软件功能的实现可以分为主程序、子程序、中断服务子程序 3 个主要部分。

中断服务程序响应单片机的外部中断,在系统主程序中,发射的 40 kHz 脉冲信号遇到障碍物反射后,经接收检测电路产生外中断信号至单片机。在中断服务程序中,首先进行必要的现场保护,再把进入中断服务程序处的计数值读出并对该数据进行处理,计算得到相应的距离值,同时转换为十进制,最后送到输出显示。

定时器中断子程序主要完成计时工作,由于 51 μ 单片机是 16 位定时器,最大计时时间为 65 536 μ s,当测量的距离很远的时候,定时器就会发生溢出,所以必须对溢出中断进行相应地设置才能使得单片机正常工作。同时由于电路的测量距离有限(最远为 5 m),当测量距离超出 5 m 时,接收探头就不能检测回波,即不能产生外部中断,更不可能关闭定时器。

3 LIN 总线模块设计

3.1 硬件设计原理

整个节点的主控部分是由控制器 AT89S52、LIN 收发器 TJA1020 组成。本设计需要 5 V、12 V 电源,为了节省外接电源、简化电路的外接线,采用了单电源设计,即

技术与方法 Technique and Method

系统的电源输入为 12 V,用于 TJA1020 的供电。另外,通过 LM7805 稳压管 12 V 变为 5 V,用于提供单片机和 LCD 液晶显示屏的电源。单片机的 P3.0(RXD)和 P3.1(TXD)分别连接 TJA1020 的 RXD、TXD 管脚,用于发送接收数据,并把数据显示在 LCD 上,TJA1020 的 LIN 管脚接 DB9 针接口的 7 脚,而 DB9 针接口则可以直接与 Kvaser LIN 总线分析仪连接,便于与上位机进行直接通信。

基于单片机构成的 LIN 节点实现方案有查询、中断 2 种方式,其区别在于报文头接收判断方法不同。(1)查询方式硬件电路简单,对时钟要求比较高,系统中中断的种类和次数少,程序运行比较稳定。但不足的是系统大部分时间都花费在对帧报文头的等待查询上,系统资源利用率低;(2)中断方式对查询方式的不足之处加以改进和提高,间隔场、同步字节场的接收完全采用中断方式进行。中断方式的优点是对主程序运行的影响较小,系统的资源利用率高。不足的是增加了单片机的外围电路,硬件较复杂。综合以上特点,本设计采用中断方式接收。

3.2 软件设计原理

LIN 总线通信系统由主节点和从节点组成,主节点包括主任务、同时也可以包括从任务;从节点则只能包括从任务,整个通信是由主任务发起的。首先主节点查询本身的超声波倒车雷达是否需要数据传输,如果有,则将数据装进 LIN 数据信箱,然后按照 LIN 通信的过程发送同步间隔场、同步场、标识符场、数据场和校验和场;如果没有,则按照顺序发送报文头,每个 ID 对应一个报文头,然后总线等待从节点响应。程序框图如图 3 所示。

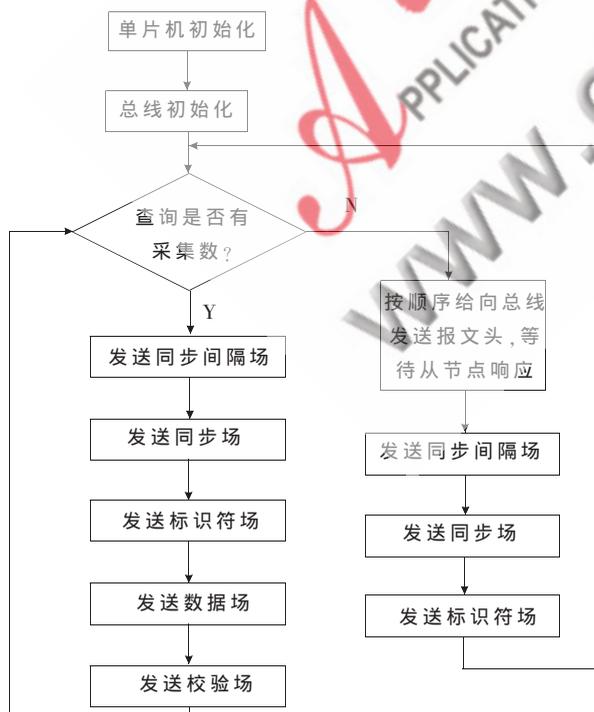


图 3 主节点程序框图

从节点包括 2 类:(1)带有倒车雷达的从节点,它有 1 个 ID 信箱,将自己在总线获得的 ID 放在里面,每当识别到有报文帧来的时候,提取报文头里的 ID 与本身信箱里的 ID 进行对比。如果相同则将采集到的超声波数据装进数据信箱,然后把数据做为数据响应发送出去;否则保持沉默,不发送任何数据。(2)不带倒车雷达系统的从节点,其主要功能是对接收总线的数据进行显示,并在必要的时候充当网关的作用,将收集到的 LIN 信号转换成其他总线信号进行下一步的传输,其本身并不发送数据,所以该 ID 定义全局的标识符,对总线上所有的信号进行接收,并且根据校验和场的数据,分析数据传输过程是否出现错误,如果没有,则将数据显示出来;如果有,则产生提醒信号并将数据丢弃掉。

4 倒车雷达系统实验及数据分析

4.1 超声波测距误差及分析

超声波测距在室温下进行测试,其数据如表 1 所示。经过多次测量发现,在同一温度下测量结果有如下规律:

(1)对于同一距离进行多次测量取平均值的方法,测试范围在 0.4~1.2 之间精度较好。

(2)测量误差随着所测距离的增大而增大。

其中的误差有 2 种:(1)固定误差,测量的起始位置与探头的压电晶片所在位置之间的距离,这种误差随测量环境和距离的变化而变化;(2)可变误差,随着距离的增大而增大,主要是由接收超声波越过阈值的时间与超声波实际到达探头的时间不同引起的。

表 1 测量数据及误差

距离/m	0~0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.5
第 1 次	盲区	0.58	0.81	1.01	1.24	1.48	1.61
第 2 次	盲区	0.62	0.82	1.02	1.23	1.47	1.60
第 3 次	盲区	0.63	0.79	1.01	1.22	1.45	1.63
平均值	盲区	0.61	0.81	1.02	1.23	1.47	1.61
误差/%	-	1.67	1.25	2.0	2.5	5	7.3

4.2 结合 LIN 总线分析仪进行通信测试

使用瑞典 Kvaser 公司生产的 LIN 总线分析仪,能够检测出符合 LIN 协议标准的信号,并在电脑显示中,可以对 LIN 报文的每一部分进行分析。测试系统将实验板与 LIN 总线分析仪 Kvaser Leaf Professional 相连接、Kvaser Leaf Professional 与电脑相连接,在电脑端采用 NI 公司的 LabVIEW 软件进行编程,并将数据显示在显示屏上面。图 4 所示为采用 NI 公司 LabVIEW 软件自行编写的 LIN 数据接收界面,能够接收 LIN 总线的的数据并显示在界面上,可以清晰地看到报文帧的内容,其中 Data 为数据场,显示最长 8 个字节的数据,DLC 为数据场长度,范围为 0~8,MsgID 是接收到的帧的标识符,用十进制标识。图 4 中的 ID 为 50,即 0X32,BR 表示接收到帧



图4 Kvaser Leaf Professional 所测数据

国家来说存在一定的差距,本设计虽然基本上实现了 LIN 总线通信的功能,但与标准的 LIN 协议通信还有一定的距离。

参考文献

- [1] 马建辉,王知学,李研强,等.基于 LIN 总线的车灯控制系统[J]. EDN 电子设计技术,2007(8):173-175.
- [2] 田亮,乔弘.LIN 总线协议分析[J].中国仪器仪表,2004(3):5-6.
- [3] 朱利娜.基于单片机的超声波测距倒车雷达的研究[J].微计算机信息,2007,23(8-2):69-71.
- [4] 吕科,罗永革,石振东,等.基于总线的超声波倒车雷达设计[J].湖北汽车工业学院学报,2006,20(2):4-6.
- [5] 李双科,吴记群.基于 AT89S51 单片机控制的汽车倒车雷达系统设计与实现[J].兰州石化职业技术学院学报,2005,5(4):29-30.
- [6] 朱华.发展中的汽车倒车雷达[J].城市车链,2006(1):57-59.
(收稿日期:2009-07-10)

的波特率,由于采用从节点接收信号,根据 LIN 总线协议,从节点应该具备测试通过同步场测试通信波特率的能力。所以在途中不管选择多大的波特率,测试出来的都是总线上的波特率。本设计的波特率是 4 800 b/s,测试结果为 4 801 b/s,可见误差为 1。Time 为收到报文的时间,PA 为标识符,CS 为校验和场数据,由此可以计算出通信过程数据传输是否出错。

本系统实现了与瑞典 Kvaser 公司的 LIN 总线分析仪相互进行通信,实验表明该系统数据的传输符合 LIN 协会规定的 LIN 协议标准,能够很好地与其他符合 LIN 标准的汽车电子设备进行通信,具有较好的实际应用价值。由于目前国内汽车总线正处于发展阶段,相比欧美

作者简介:

王锦坚,男,1984 年生,在读硕士研究生,主要研究方向:农业电气化及自动化,电子信息。