doi:10.16104/j.issn.1673-1891.2020.02.014

长距超声波雷达在汽车智能泊车系统中的测距研究

陈建明[1],曹晨航[2],陈俊宇[3]
(1.西昌学院机械与电气工程学院,四川 西昌 615013;
2.北京理工大学机械与车辆工程学院,北京 100081;3.西安科技大学管理学院,西安 710054)

摘要:将长距超声波雷达搭载在实际车体上,选用前2后4配置方案,当汽车经过一个空车位时,长距超声波雷达发射电磁波形感知周围障碍物,识别车位。研究结果表明,通过LIN总线串行通讯网络传输,用数字信号量替换模拟信号量,对超声波雷达进行控制,最后用拟合曲线分析出的横向车位和纵向车位精确度高,简单实用,效果好成本低。从而为智能泊车技术在中低端车上的应用创造条件,为实际操作的改进提供更多的理论依据。

关键词:长距超声波雷达;智能泊车;测距研究
中图分类号:U463.67+5 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2020)02-0062-04

Study on Distance Measurement of Long-distance Ultrasonic Radar in Intelligent Parking System

CHEN Jianming[1], CAO Chenhang[2], CHEN Junyu[3]
(1. School of Mechanical and Electrical Engineering, Xichang University, Xichang, Sichuan 615013, China;
2. School of Mechanical and Vehicle Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China;
3. School of Management, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an, Shanxi 710054, China)

Abstract: Long-distance ultrasonic radars are installed on actual vehicles, with 2 at the front and 4 at the rear. When the vehicle passes through an empty parking space, the long-distance ultrasonic radar can sense the obstacles around it and identify the parking space. The results show that the ultrasonic radar is controlled through LIN bus serial communication network and through digital signal substitute for analog signal, and the lateral and longitudinal parking spaces calculated through fitting curve enjoy advantages of being accurate, simple, practical, effective, and low-cost. Thus, it can create conditions for application of intelligent parking technology in medium and low-end cars, and provide more theoretical basis for improvement of practical operations.

Keywords: long-range ultrasonic radar; intelligent parking; distance measurement study

0 引言

随着科技的不断发展,汽车向智能化发展的趋势越来越明显,人们对安全便捷泊车的需求量不仅局限在高端车上应用,也希望在中低端车上普及,而目前已有的自动泊车系统(Automated Parking System,简称APS)基本上采用的单片机控制普通雷达测距,导致结构复杂成本高,普及困难,而长距超声波测距是一种非接触式的检测方式,它能够在不接触被测物的前提下进行测量,光线、灰尘、电磁波等各种不利因素对超声波的干扰很小,声能衰减小,方向性好,穿透能力和反射能力强,频率在较大范围内变动时,传播速度基本不受影响,对被测目标也无损害,系统的测距精度和广度都较高。并且长距离的超声波雷达,探测距离可以达到4~5 m,波束角也很小,而传统的雷达检测前后障碍物的距离一般都在0.4~1.5 m,好点的0.3~2.0 m,生产电子配件巨头的博世公司其生产的车用超声波传感器检测范围为2~4.5 m,法雷奥的超声波雷达已经有十年的量产经验,短距超声波雷达覆盖范围为2~4 m[1],而且其波束角也比较大,相比较而言长距效果好成本低。

并且目前国外车企已经将其先进的技术应用到国产的合资车型中,并逐渐从中大型车偏向中型

收稿日期:2020-02-25
基金项目:2020大学生创业实践训练项目基金(2020-3)。
作者简介:陈建明(1969—),女,四川德昌人,副教授,学士,研究方向:汽车电子与电子技术及汽车故障检测诊断。

车再到紧凑型车。而国产车型中装配有APS车型少之又少起步较晚，技术也落后。自动泊车要发展通过技术革新降低成本，推广普及是当下势在必行的任务，本文就是基于这样的前提下而展开的应用研究。

1 系统的整体设计原理

该系统主要由超声波雷达、电路和LIN卡处理组成。电路包括：发射电路、接收电路、选频电路[2]。测距原理如图1所示。

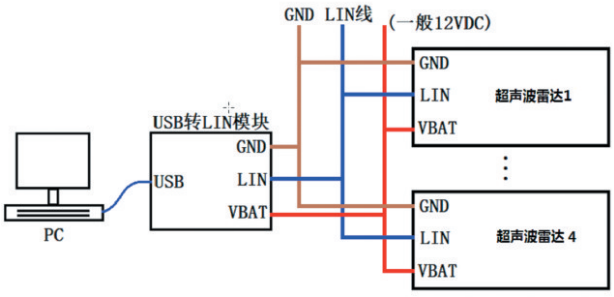

图1　超声波测距原理图

超声波雷达由发射器和接收器两部分组成，超声波发射器向空气中发射超声波，遇障碍物反射回来的超声回波由接收器接收。

通过测量超声波传播的回波时间T，计算障碍物与超声波探头之间的距离，公式计算如下所示。

$$S=V*T/2$$

式中，S：所测距离；V：超声波的传播度；T：超声波的回波时间。

LIN总线将超声波测距得到的数据发送出去，同时，协议控制器把二进制传感器模块输出的是模拟量经转换后变成二进制，与并行数据，转变成高-低电平信号，并按照设定的串行模式（8数据位，1停止位，无校验位）送往总线收发器，通过LIN总线串行通讯网络，将模拟信号量用数字信号量所代换，实现对超声波雷达的控制和数据监控算出车位。

2 车位检测算法介绍

车辆在车位探测过程中行驶时，安装在车身上的超声波雷达会实时检测同目标车位一侧障碍物的距离（前2后4配置，前保险杠左右各1，后保险杠上4个）。当车辆经过靠近空余车位停放车辆的边缘时（图5），雷达的测量值会出现一个下降沿突变，如果此下降沿的突变大于程序中设定的阈值，则认为第一次突变产生，并记录此时编码器的累加值；同理当车辆经过靠近空余车位另一停放车辆的边缘时（图6），也会产生一个上升沿突变，再记录此时编码器的累加值，并与之前的累加值做差，差值即为车位长度。最后通过车位长度与深度来判断车位是否满足平行车位、垂直车位或者车位无效，车位检测算法流程如图2所示。

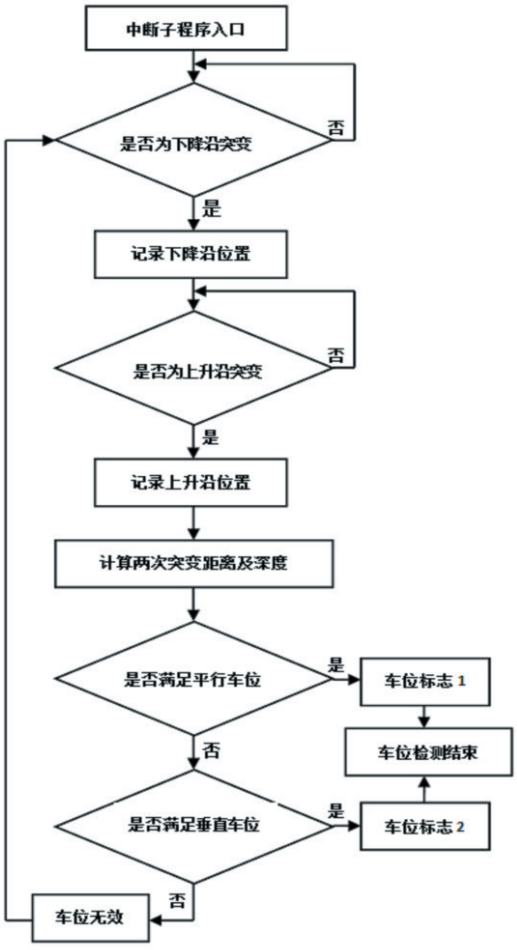

图2　车位检测算法流程

3 车位测试

3.1 室内调试

在室内借助屋顶或者障碍物模拟测试距离，先初始化雷达，然后发送读指令，将雷达调整为不同朝向，发送和接收数据正常，并以十六进制代码显示于串口调试助手程序窗口上，根据公式数制转换手动计算了所测试的距离，多次测试发现距离存在小幅度波动，经分析后得出，可能是由于雷达信号的发送波束角度的问题，所测障碍物返回距离存在小幅波动。关闭串口助手调试程序，采用Visual Studio 2013调试程序比对，数据小幅波动，但基本正常，偶有0跳变数据，经分析可能是超声波发生衍射的原因。超声波存在衍射现象，在圆形物体的表面上会产生发散损失，同时超声波能量在介质中会被消耗掉一部分致使消耗损失，所以超声波在空气

中传播时,随着距离的增加,其强度会成比例的衰减属于正常范围,调试结束[3]。

3.2 室外测试

将超声波雷达模拟搭载在小推车上,雷达固定在小推车前部左侧,高度模拟轿车安装雷达的高度,安装高度:一般车的安装在离地高度45~55 mm范围,并做好电源等设备的连接,实物搭载连接如图3所示。

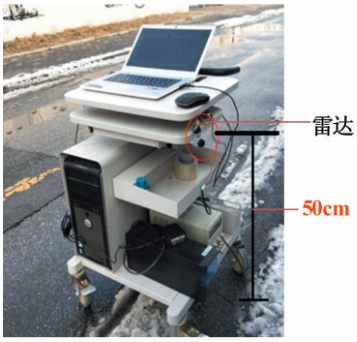

图3 实物连接图

依据设计的要求,选择了超声波测距传感器TR40-16Q(其中T表示超声波发射探头,R表示超声波接收探头),综合考虑设计的要求出于简便角度,选用了HC-SR04超声波集成模块。此超声波模块的最大探测距离为5 m,精度可以达到0.3 cm,盲区为2 cm,而且发射扩散角不大于15°,更有利于测距的准确性。此模块的工作频率范围39~41 kHz,完全能在40 kHz工作频率工作。

3.2.1 横向车位测试

实地测试,模拟车辆的行驶轨迹,寻找路边的横向车位进行测距,找到图4所示横向车位,推动搭载有长距超声波雷达的小车模拟向前行驶,完成探测车位的工作。

图4 横向车位

图5 车头部距离跳变位置

图6 车尾部距离跳变位置

当搭载有超声波雷达的小车经过1号车车头(图5)和2号车车尾时(图6),雷达所测的距离值均发生跳变,即标志着检测车位的开始和结束,距离跳变值为0,是由于所测距离超过了该超声波雷达的测距范围,而没有返回值,因此返回值显示为0(图7)。可以看出跳变后的车速和时间乘积即为车位长度大小,从而实现空车位检测的作用。

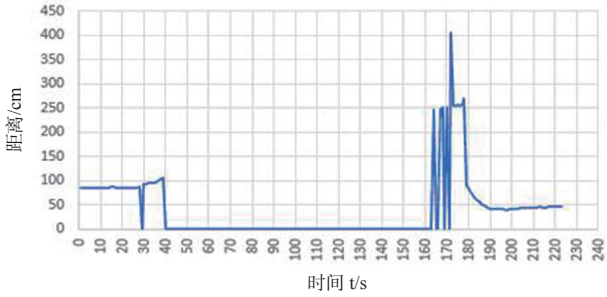

图7 横向车位探测曲线图

进行障碍物的探测,分别在横向车位中部放置障碍物锥桶,再推动小车模拟进行空车位的探测,实验过程如图8所示。除了1号车车头和2号车车尾雷达所测的距离值发生跳变外,中间也有调变。测量的结果如图9所示曲线图,超声波雷达能成功探测出空车位中间放的障碍物锥桶,因而进一步判断该车位无效。

图8 横车位加障碍物

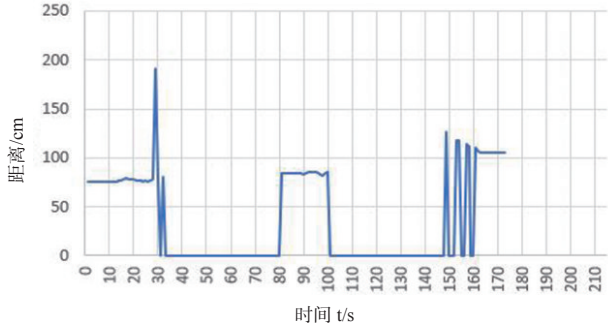

图9 横向车位带障碍物探测曲线图

3.2.2 纵向车位测试

对于纵向车位,本身该车位实际间距太近是无效车位(图10),推动小车模拟进行空车位的探测时,超声波雷达探测到的车位不符合有效车位,拟合曲线跳变图(图11),即没有检测出空车位。

图10　纵向车位

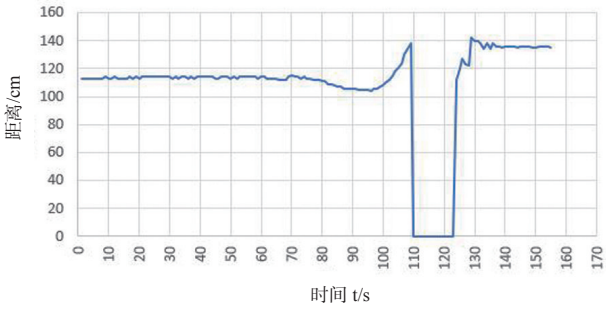

图11　纵向车位探测曲线图

于纵向车位,如在纵向车位中部放置障碍物锥桶,再推动小车模拟进行空车位的探测,实验过程如图12所示,对于纵向车位,本身该车位由于间距太近是无效车位,同时加上障碍物锥桶后,拟合曲线没有发生0跳变(图13),即没有检测出空车位,障碍物探测成功。

图12　纵向车位加障碍物

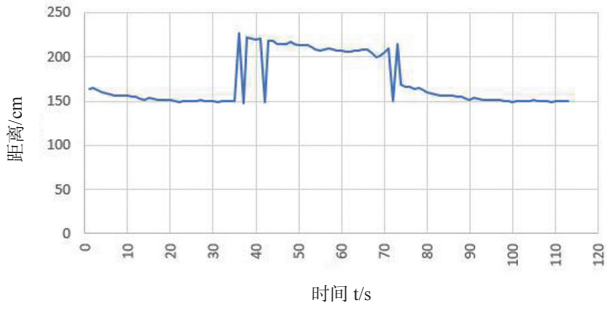

图13　纵向车位带障碍物探测曲线

4 结论

根据实际测试结果分析得出长距超声波雷达测距时跳变点大致在雷达经过车体的时候同步误差仅在3 cm范围内,最大探测距离范围可达5 m,而且发射扩散角在15°以内,盲区误差不超过2 cm,测距方便准确,进一步验证了在泊车系统上使用的可行性。

参考文献:

[1] 智车科技.这应该是最详尽关于超声波雷达的文章了![EB/OL].(2018-10-13)[2020-02-15].https://baijiahao.baidu.com/s?id=1614186696271071348

[2] 王锦坚,洪添胜.基于LIN总线的倒车雷达系统的设计与实现[J].微型机与应用2010(5): 58-60+64.

[3] 汪群.超声波测距系统硬件电路的研究与设计[D].合肥:合肥工业大学,2017.

[4] 方玉杰.基于超声波检测的垂直泊车技术研究[D].合肥:合肥工业大学,2017.

[5] 魏振亚.基于超声波车位探测系统的自动泊车方法研究[D].合肥:合肥工业大学,2013,8-20.

[6] 张谦琳.超声波检测原理和方法[M].北京:中国科技大学出版社,1993.

[7] 樊昌元,丁义元.高精度测距雷达研究[J].电子测量与仪器学报,2000(2):52-56.

[8] 郭鑫,韩延明,白永,等.智能泊车辅助系统(APA)研究[J].汽车实用技术,2016(1):28-31.

(责任编辑:曲继鹏)