基于超声波传感器的扫地机器人避障技术研究

袁茂鸿.王 姝,林心如

(福州大学至诚学院,福建福州 350002)

摘 要:本文基于超声波传感器对扫地机器人避障技术的运用进行研究,运用多组超声波传感器进行周围环境数据的收集,以 确定障碍物的位置并改善测量的精度,达到准确避障。对超声波传感器内部电路进行设计,以提高扫地机器人避障技术的智 能性和稳定性,对多组的传感器进行避障策略设计。

关键词:超声波传感器;扫地机器人;测距避障;电路设计

中图分类号: TP242; TP212

文献标志码: A

随着科技的日新月异,扫地机器人进入了人们的日常 生活,扫地机器人的研究和应用也引起了人们的广泛关注。 其中的避障技术是讨论的热门话题之一,这需要扫地机器 人运用各类传感器检查周围环境, 获取相对应的信息, 然后 通过获取到的信息转换成各种复杂的指令,控制扫地机器 人在复杂环境中完成避障指令。避障技术的实现最基本应 做到对环境的感知, 而环境的感知往往通过传感器来获取 周围的环境信息,包括大小、位置以及材质。通过传感器收 到的信息传回"大脑",并及时对当前环境进行分析后,做 出最优解, 反馈给驱动部分, 达到避障作用。

1 超声波传感器测距避障原理

超声波简单来说是一种频率高于20kHz的声波,属于 机械波的一种, 其反射性强、能量集中、具有良好的定向 性,在各个领域均有广泛应用。超声波的振动方向可简单 的分为横波和纵波两种。超声波在固体、液体、气体等介质 中传播时,衰减很少,且穿透能力较强。超声波传感器的主 要工作原理是通过传感器对前方发出超声波, 当遇到障碍 物时,通过介质表面进行发射,传感器将捕捉并接收到一部 分被放射回来的超声波,并转化为电信号。从发射到接收 超声波所间隔的时间(T)和传感器与前方障碍物的距离(S) 成正比, 超声波以声波的速度(V)在介质中传播, 可由式 (1)算出传感器与前方障碍物之间的距离:

$$S=TV/2$$
 (1)

超声波传感器主要由压电晶体或镍铁铝合金组成,由 于较大的机电耦合系数,输出的能量较大,工作具有很高的 灵敏度,可以适用于高负荷传感器条件下的操作需求[1]。

2 超声波传感器电路设计

目前,常应用在扫地机器人避障方面的方法有:超声 波避障、红外避障、激光避障和视觉避障等[2],在本文中, 将对超声波避障进行研究和介绍。

基金项目:国家级大学生创新创业训练计划项目"新型智能复合 式扫地擦窗机器人的研究与设计"(202013470003)

文章编号:1672-3872(2021)10-0100-02

2.1 超声波传感器整体电路设计

HC-SR04超声波模块可对前方半径2cm~400cm、角度 100°以内进行障碍物感知和距离测量等功能,测量精度可 达到毫米级别;模块主要有声波发射部分和声波接收部分组 成。当初始状态触发信号时, HC-SR04超声波模块将会连续 对外界发送高电平脉冲(脉冲宽度至少为10us)。在发送的同 时, 启动计时器, 在捕捉到回响信号后, 将得到计时器的时 间。式(2)即可算出超声波与障碍物之间的距离(S)。

$$S=T$$
 $\frac{340}{2}$ (2)

式(2)中, S为距离, T为高电平时间, 340为声速(m/s)。

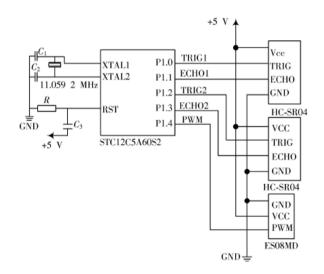


图 1 HC-SR04 模块电路图

超声波模块的电路图如图1所示,将得到的测试距离通 过P1.0端口和P1.2端口导入单片机当中,进行数据的处理和 分析,及时计算与障碍物之间的最佳避障方案,通过控制驱 动装置进行小车的驱动,来确保扫地机器人能够准确避障。

2.2 超声波传感器声波发射部分的电路设计

超声波传感器发射部分采用了换能器 TCT40-16T向外 界发射 40kHz 左右的方波脉冲信号。由单片机输出端将方 波脉冲信号分成两路,一路传输至功率放大电路进行功率 放大以便使发射距离足够远,满足测距要求,另一路传输至

图 2 超声波传感器声波发射部分电路图

超声波传感器声波发射部分电路图如图2所示,可通过 调节可变电阻R14使得换能器TCT40-16T产生合适的振荡 频率。将计时器的输入信号端与单片机引脚相连,使得超 声波的发射受到单片机的控制[4]。

2.3 超声波传感器声波接收部分电路设计

当发射部分发射超声波,在超声波遇到障碍物后,通 过障碍物表面进行发射, 由接收器及时接收并转化为电信 号。由于电信号较为微弱,在超声波传感器声波接收部分 电路图中加入了一组两级功率放大电路。其第一级固定 放大倍数20倍,第二级通过调节可变电阻R22来改变放大 倍数,可改变的区间为1~20倍,故总放大倍数的区间为 1~40倍, 使得转化的电信号得到充足放大[5]。

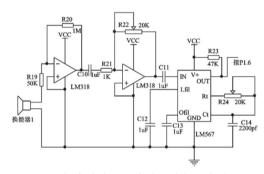
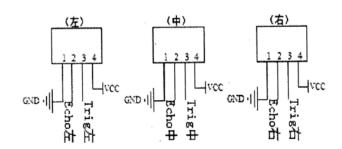


图 3 超声波传感器声波接收部分电路图

超声波传感器声波接收部分电路图如图3所示,经讨两 级放大后的电信号,被输送到通用锁相环电路(LM567)的输 入端。在LM567捕捉到电信号后,输出低电平(被捕捉时呈 现高电平),电平跳变将引起单片机中断,计时器停止计时, 记录的时段即为超声波从发射到接收的时段[6]。

2.4 多组超声波传感器电路设计



多组超声波传感器避障模块示意图

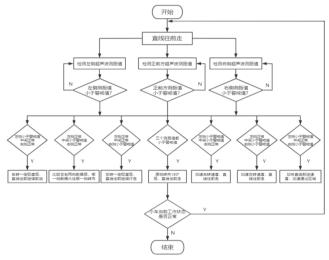
单个避障模块可以满足扫地机器人的正常运行前提下,在 传感器避障模块的左侧和右侧分别加装了两个相同的模块, 以保障扫地机器人在测距避障方面的精度, 并在实验过程 中能明显感受到在行进过程中避障能力有效的提升[7]。

3 超声波避障策略

机械装备研发

扫地机器人的超声波避障策略设计流程图如图5所示。

当扫地机器人开始工作时,扫地机器人左侧、正前方、 右侧的超声波传感器将进入工作状态,通过单片机检测超 声波测距值。距离前方障碍物的距离小于提前设置好的预 警值时,将执行下一步指令,若未达到预警值,则不断重复 执行上一步指令。单片机将传感器得到的数据进行整合并 分析比较,并做出相对应的反馈,最终都将决定扫地机器人 当前状态是否正常, 若不正常则将重新返回第一步指令, 正 常则结束。



超声波避障策略设计流程图

4 结束语

本文通过对超声波传感器发射部分和接收部分的电路 图进行研究,结合多组传感器运用于扫地机器人,使得扫地 机器人避障测距精度和避障能力得到有效提升,对避障策 略进行重新设计,该技术可广泛运用于其他领域当中。

参考文献:

- [1] 孙涛. 工业机器人超声波传感器避障算法设计与优化研究[1]. 电 脑知识与技术,2021,17(4):175-176.
- [2] 张萍. 超声波避障扫地机器人的设计 []]. 自动化仪表,2017,38(9): 40-43.
- [3] 沙爱军.基于单片机的超声波测距系统的研究与设计[]].电子科技, 2009, 22(11):57-61.
- [4] 张国旭,张雅静.智能电动小车超声波测距定位系统的设计[J].煤 矿机械,2011,32(1):31-32.
- [5] 周明江,刘永梅.超声波测距避障技术在扫地机器人上的应用研 究[J]. 淮北职业技术学院学报,2016,15(2):133-134.
- [6] 雷建龙,李小乐.基于LM567的实用型液位计的设计[]].自动化 仪表,2007(10):4-6.
- [7] 乔凌霄,郭超维,刘源涛,等.基于超声传感器的避障小车系统设计

(C)多组超声波传感器避障模块承憩图如图4所录机在保证ishing Hons逐场学院学报。2019;37/31,12与15p://www.cnki.net