

# 小型环境检测轮式机器人的避障控制系统研究

谭苗苗, 于路路, 王静

(北京联合大学 机电学院, 北京 100020)

**摘要:** 环境检测的轮式机器人应具备智能避障功能, 在复杂的空间环境中实现自动识别和躲避障碍物, 安全可靠地完成环境检测任务。采用超声波传感器为障碍感知器件, 以单片机为控制核心搭建了避障控制系统的软硬件。针对障碍物尺寸的不同, 通过硬件布置和算法编程实现了两种避障模式。最终实现了小型轮式机器人的自动避障运行。

**关键词:** 环境检测; 避障; 超声波; 单片机

中图分类号: TP 24

文献标志码: A

文章编号: 1002-2333(2016)03-0010-02

## Research on Obstacle Avoidance Control System for Small Scale Environment Detection Wheeled Robot

TAN Miaomiao, YU Lulu, WANG Jing

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Beijing Union University, Beijing 100020, China)

**Abstract:** In the complex space environment, the robot should have the function of intelligent obstacle avoidance, which can realize the automatic identification and avoid obstacles, and environment detection with safe and reliability. The hardware and software of the obstacle avoidance control system are constructed by using the ultrasonic sensor as the obstacle perception device and the single chip microcomputer as the control core. Aiming at different sizes of obstacles, two kinds of obstacle avoidance modes are realized by hardware layout and algorithm programming. Finally the automatic obstacle avoidance for small wheeled robot is realized.

**Key words:** environment detection; obstacle avoidance; ultrasonic; MCU

## 0 引言

环境侦察的小型轮式机器人具有广泛的应用领域。在污染事故现场或其他自然灾害现场, 可以代替人类从事侦察、排险等危险工作。其具有体积小、重量轻、便携、短时间投入工作的特点以及适应复杂地形的移动机构。空气环境关系着人类身体健康和生活环境质量, 突发事件造成的生化污染暴露会造成人员伤亡, 开展危险空气环境探测的小型轮式机器人研究具有重要的现实意义。

代替人类进行危险环境检测的轮式机器人应具备智能避障功能, 在复杂的空间环境中实现自动识别和躲避障碍物, 安全可靠地完成环境检测任务。机器人避障感知系统常用的传感器包括机器人视觉传感器、激光雷达、光电传感器、超声波传感器等<sup>[1-2]</sup>。机器人视觉处理速度较慢, 对路面阴影和复杂地形的识别有较大难度。红外探测可昼夜工作, 但受环境如物体的表面特性影响较大。激光雷达具有精度较高且处理速度快的优势。超声传感器具有信息特性直接、处理简单、价格低廉的优点, 但检测方向性较差<sup>[3]</sup>。

考虑小型地面机器人的体积以及被测空间环境, 本文采用超声波传感器为障碍感知器件, 以单片机为控制核心实现小型轮式机器人的自动避障运行。

## 1 系统总体方案

面向空气环境检测的小型地面轮式机器人由四轮小车、升降机构、空气采样器、控制系统、检测系统等部分构成。基金项目: 北京高等学校青年英才计划项目(YETP1757)

成。以四轮小车为移动底盘, 以升降机构为中介, 连接空气微生物采样器。小型轮式机器人最终实现对被测空间全局内的空气微生物自动检测。

避障控制系统构成如图1所示。系统由单片机STC89C52最小系统、电源模块、电机驱动模块BTN7971B、RS380-ST电机、超声波传感器RFU02以及舵机Futaba S3003构成。

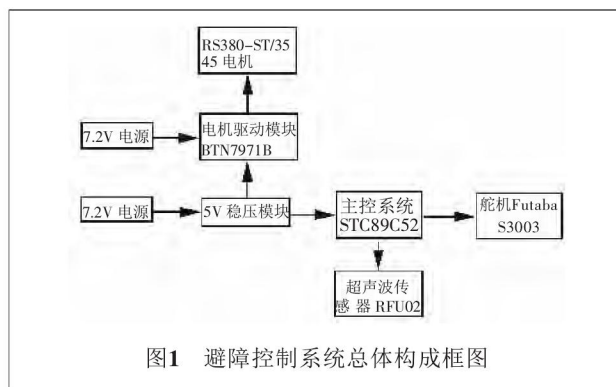
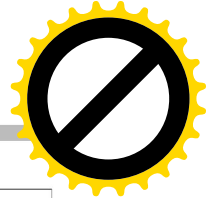
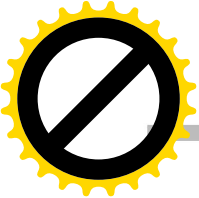


图1 避障控制系统总体构成框图

## 2 控制系统硬件设计

采用2块7.2V聚合锂电池给驱动电路供电, 一块电池直接给稳压模块供电, 稳压模块一部分为电机驱动模块供电, 一部分再给主控系统供电, 主控系统再为舵机和传感器提供动力; 另一块电池直接给电机驱动模块供电, 电机驱动模块再为电机提供动力。避障模块则从主控单片机系统取电。



采用BTN7971B驱动模块驱动直流电动机RS380-ST。BTN7971B是具有高电压和大电流的半桥驱动芯片,响应频率高,操作简单,稳定性好。在3.0~5.5V的逻辑输入电压下,控制信号可以兼容3.3 V信号。

给舵机指定一个脉宽,舵机接受指令后会转出一个相应的角度,小车根据所转出的角度调整前轮的方向,引导小车整体向这个方向前进。

URF02超声波测距模块可以探测的有效距离可达1~500 cm。当被测物体在超声波的有效探测范围内时可以自动准确地确定所在地,并获得障碍物的准确距离。检测分辨率为0.5 cm,探测误差为 $\pm 0.5\%$ ,灵敏度高,可以检测到1.8 m之外直径为2 cm的微小物体。URF02模块与单片机之间连线简单,使用精度高,运行相对稳定,可以在小车遇到障碍物时给予充足的调整时间。传感器与被测物体没有直接接触,传感器发出和接收的超声波能够准确确定障碍物位置,并将接收到的信息反馈给单片机,以便单片机对小车的下一步行动作出合理准确的指示。单片机P3.3端口接入超声波发射电路的输入端,通过单片机执行定时中断服务子程序,以10  $\mu\text{s}$ 的时间间隔在P3.3端口输出一个40 kHz的方波,驱动超声波传感器发出40 kHz的脉冲超声波。在启动发射电路的同时启动单片机内的定时器T2,利用定时器的计数功能记录超声波发射的时间和收到反射波的时间。超声波接收电路输出端接单片机外部中断INT0,当收到超声波反射波时,接收电路输出端产生一个负跳变,则INT0端产生一个中断请求信号,单片机响应外部中断请求,执行外部中断服务子程序,读取超声波自发射至接收的往返时间,计算出机器人距障碍物的距离。

### 3 软件设计

小车正常行驶检测到前方不明物体时,超声波发射器将脉冲发射出去,脉冲方波碰到障碍物后被反射回来,由超声波接收器接收,将方波传递给单片机,单片机根据传感器传递来的信息给各模块发出指令。

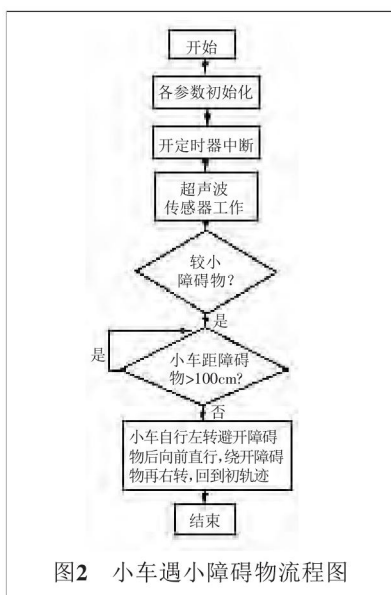


图2 小车遇小障碍物流程图

在智能小车前方放置3个超声波传感器,当只有中间的传感器检测到障碍物时,为较小障碍物;若2个或3个传感器同时检测到障碍物则遇到大障碍物。小车遇小障碍物时主程序跳转到使用普通T0/T1定时器为中断的子程序(图2);遇到大障碍物时,主程序跳转到使用T2定时器为中断的子程序(图3)。

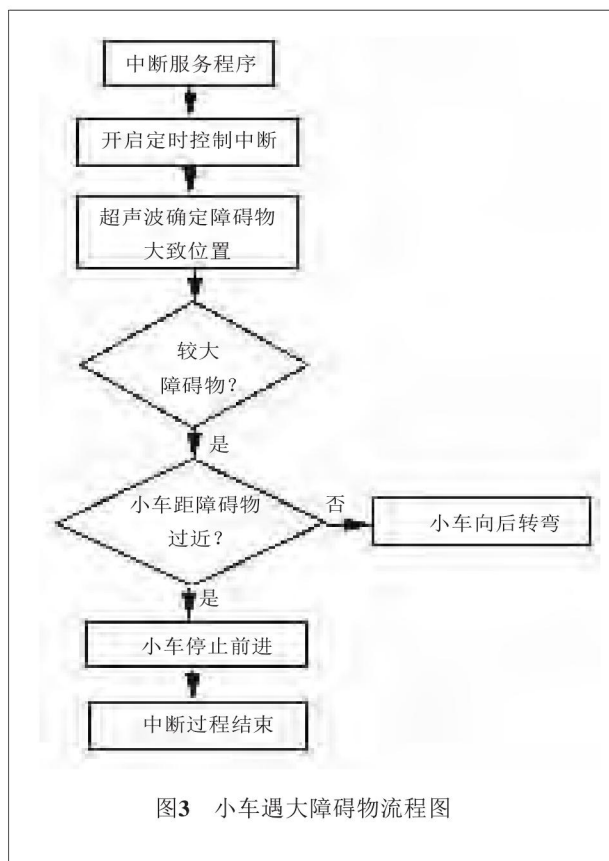


图3 小车遇大障碍物流程图

智能小车遭遇目标较小的障碍物时,先将定时器初始化,定义子程序,给定时器赋初值,定义小车据障碍物100 cm时自行左转避开障碍物,之后向前直行,绕开障碍物之后再右转,回到小车最初的前进路线。这种情况下让超声波使用定时器T0/T1作为中断程序。若超声波检测的障碍物相对于小车来说是比较大的,小车不能绕过其继续前进,则设定小车或停止或向后转弯,沿来时的路线原路返回。

### 4 结论

通过小型轮式机器人的避障控制系统软硬件设计及调试,最终实现了轮式机器人移动中的避障功能。避障控制系统由单片机最小系统、电源模块、超声波传感器模块、电机驱动模块、稳压模块组成。利用超声波传感器检测障碍物,单片机根据要求做出相应判断发送信号给电机驱动模块,从而自动调整舵机前进角度和直流电机转速,实现了小型轮式机器人的自动避障基本功能。

#### [参考文献]

- [1] 刘凤然,田红芳,王侃. 基于单片机的移动机器人自动避障控制系统[J]. 中国仪器仪表, 2001(3):27-29.
- [2] 李念驰. 智能车超声波避障[J]. 科技展望, 2015(3):95-96.
- [3] 刘崇翔,高美凤. 基于多超声波信息融合的小车避障算法实现[J]. 微计算机信息, 2012, 28(8):32-34.

(编辑 吴天)

作者简介:谭苗苗(1980—),女,博士,副教授,主要研究方向为机械工程。

收稿日期:2015-10-22