

基于MSP430的移动式弹跳机器人控制系统设计

张一鑫,王化明,张克通

(南京航空航天大学机电学院,江苏南京210016)

摘要:为了提高机器人在未知环境中的运动和生存能力,设计用于燃爆式移动弹跳机器人的控制系统,以MSP430单片机为控制主体,实现弹跳驱动、行走驱动和实时采集周围环境信息等功能。试验表明:控制系统能实现机器人的弹跳和行走驱动等功能的控制。

关键词:移动机器人;弹跳机器人;控制系统

中图分类号:TH12;TP242 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2010)03-0146-04

Control System Design for Mobile Hopping Robot Based on MSP430

ZHANG Yi-xin, WANG Hua-ming, ZHANG Ke-tong

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: To improve the mobility and viability of robots in unknown environment, a control system for a fuel gas-actuated new mobile hopping robot is designed and realized. MSP430 is used as main processor to actuate hopping and locomotive mechanism as well as real-time data collection of environment. Primary experiments show that the robot's hopping and locomotive movement can be controlled by the control system.

Key words: mobile robot; hopping robot; control system

0 引言

移动机器人的最大挑战就是其运动的机动能力,当前的很多机器人在实验室平滑的地面条件下可以完成复杂的任务,但是,在面对外界的未知、复杂地形和危险地带时,当前的移动机器人的运动能力将面临严峻的挑战。目前移动机器人的运动方式主要有轮式或履带式 and 基于仿生的爬行或步行方式,其中,轮式或履带式移动机器人一般在相对平坦的地势下运动,当遇到凹凸不平的地形时其运动能力将受到巨大的限制,而步行或爬行机器人自由度高、控制复杂和运动缓慢,这两类机器人在面对较自身尺寸大的障碍物或沟渠时都会变得束手无策。而弹跳机器人可以越过数倍甚至数十倍于自身尺寸的障碍物,与现有机器人的运动方式结合起来便可以大大地提高机器人的活动范围^[1]。

1 机器人总体描述

移动式弹跳机器人主要由机械本体和控制系统组成,本体部分主体为由充排气控制装置和点火装置控制的弹跳机构,该机构由缸体、活塞、复位弹簧、锁紧机构等组成,燃气供给部分由储气罐、减压阀和相应电磁阀组成。控制系统主要由电机控制装置、充排气控制装置、点火装置、无线通信装置、数据采集装置和能源供给装置等组成。

基本设计思想是:在相对平坦的环境中机器人采用轮式驱动,遇到沟渠、墙壁等障碍物时机器人通过弹跳运动

越过障碍物,在弹跳前通过舵机改变机器人的弹跳姿态。到达目标位置后通过机载的摄像头把周围的信息传递回工作站,便于使用者收集材料并及时地发出新的决策。

2 机器人控制系统设计

机器人的控制系统分为5个部分:主控模块、运动控制模块、弹跳控制模块、图像采集模块和传感器数据采集模块。主控模块主要控制其他4个模块的工作并通过无线模块实现与工作站的通讯;行走控制模块主要实现机器人的轮式运动控制;弹跳控制模块负责机器人弹跳机构的控制;图像采集发送模块负责现场图像的采集和无线发送;传感器数据采集模块则负责把信息采集到并通过无线模块发给回工作站。MSP430微处理器由于具有丰富的外设资源、低功耗和良好的性价比等优点而被广泛使用,控制系统选用微处理器为MSP430F169,控制系统原理框图如图1所示,实物如图2所示。

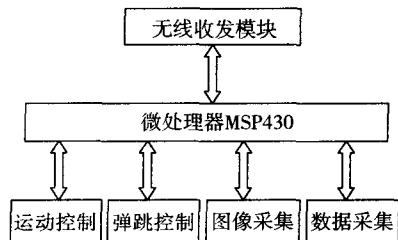


图1 控制系统的原理框图

作者简介:张一鑫(1985—),男,江苏丹阳县人,硕士研究生,研究方向为机电控制及自动化。

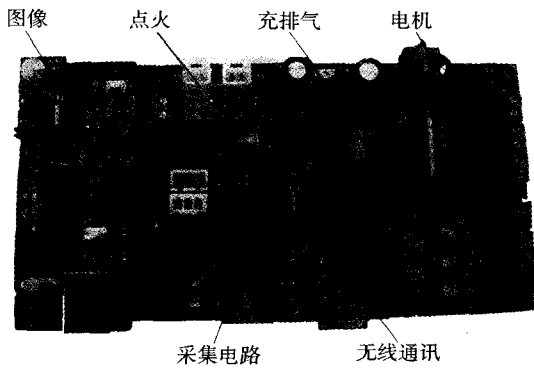


图2 控制系统实物图

2.1 运动控制模块

机器人采用轮式结构,后轮的直流电动机作为机器人的驱动电动机,采用差速转向的方法,由此形成机器人的运动控制部分。

该电动机选用 12 V 直流电动机,采用专用芯片 L298 作为电机驱动芯片。L298 是双 H 桥高电压大电流功率集成电路,可以用来驱动 2 个直流电动机或步进电动机等感性负载。采用 L298 作为电机驱动电路,可靠性高,可以方便地控制电动机正反转。L298 芯片的使能引脚与单片机相连,单片机输出 PWM 信号控制电动机转速,MSP430 可以硬件产生 PWM 信号,调整 PWM 信号的占空比便可以轻松的实现电机的速度调节^[2],行走控制电路图如图 3 所示。

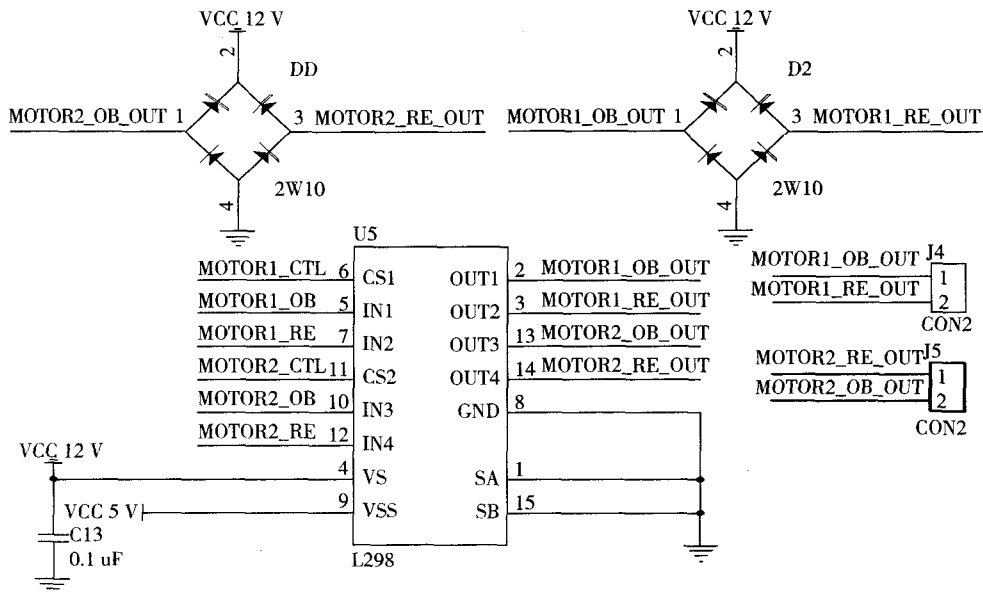


图3 电动机控制模块

轮式驱动试验显示:该机器人轮式驱动性能良好,达到预期要求,充分证明了该控制系统的可行性和使用性。

2.2 弹跳控制模块

燃爆式弹跳器的控制模块主要由燃气供给控制和点火控制组成。当气缸中充入一定比例的丙烷和氧化剂的混合气体,并且热火头的温度到达爆炸温度时,气体在气缸内爆炸,活塞推动地面跳起,实现弹跳过程。

选用辉盛 MG995 全金属齿轮 13 kg 大扭力舵机和气缸连接调整缸体姿态,在活塞与地面接触的瞬间仍然能够稳定工作。舵机是一种位置伺服的驱动器,调节单片机 PWM 信号的占空比改变舵机的运动(图 4),可以方便稳定的控制气缸与地面的角度,实现合理准确地弹跳。

燃气供给部分是弹跳机构中最重要的部分之一,包括气瓶、减压阀和电磁阀。丙烷和氧化剂在高压下以液体的形式储存在气瓶中,与减压阀相连,通过设置减压阀改变充入气缸中混合气体的浓度。其中,在开始冲入燃气时需要预先扫除缸体内空气,以便获得稳定比例的混合气体,保证爆炸过程能够稳定完成。由于单片机不能直接驱动

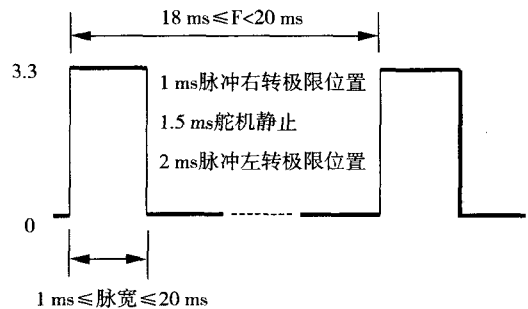


图4 舵机控制要求

电磁阀,且要防止电磁阀的启、闭对整个控制系统的影响,因此采用光耦和功率 MOS 管来驱动电磁阀^[3](图 5)。实际使用过程中,既达到了快速通断电磁阀的目的,又避免了大功率期间对电路的影响,取得了较好的效果。

混合燃烧气体在高温下可以爆燃,为减轻机器人质量和缩小机器人的体积,选用热火头作为点火装置。点火实验表明:通电 2 s 后混合气体便点燃爆炸。由于热火头采用铂合

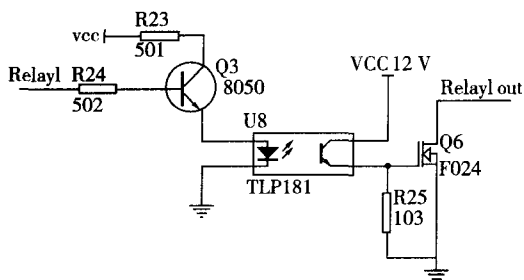


图5 电磁阀驱动电路

金丝,电阻较小,工作电流较大,应采用单节镍铬电池或者2V的铅酸免维护电瓶供电。同样考虑到抗干扰的要求,因此通过电磁继电器实现隔离分开供电,电路如图6所示。

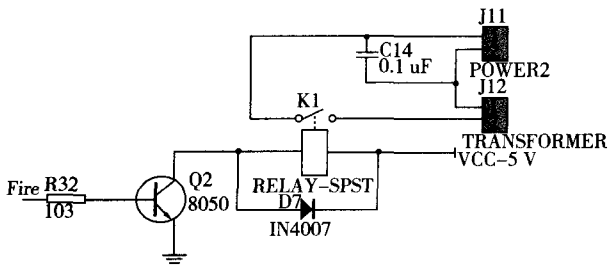


图6 点火电路

2.3 图像采集发送模块

图像的实时显示,一方面可以让用户实时地直观地了解道路信息,另一方面它是操作人员遥控机器人的一双“眼睛”。本设计选用大恒公司生产的基于高性能PCI总线的DH-QP300图像采集卡,它支持4路彩色/黑白图像数据的采集;三路为复合视频输入,一路为S-Video输入,软件切换。它支持PAL,NTSC彩色/黑白视频输入,采集频率为25 f/s,所采集图像的分辨率最高:PAL(768×576×24)bit或NTSC(640×480×24)bit。在开阔地带传输距离可以达到200m以上,应用比较简单。图像传输实验表明:图像传输基本清晰稳定,能够完成人工远程操作。

2.4 传感器数据采集模块

该模块是除了图像采集模块外机器人感知周围环境的重要组成部分,它由4路红外测距传感器和1路高温高压力传感器组成,并且预留3路传感器接口,方便以后扩展使用,整体原理框图如图7。

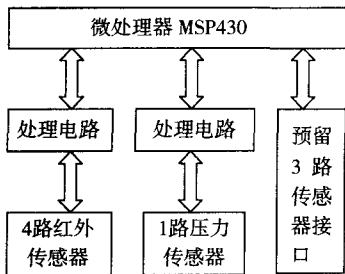


图7 数据采集模块原理框图

红外测距传感器用来测量前方障碍物以保证机器人具有良好的避障能力。本机器人使用的是南京紫光科教仪器有限公司的红外传感器,使用方便,工作稳定。通过试验测试,避障效果良好。

高温压力传感器与气缸燃烧室连接,在爆炸过程中能够采集到气缸内的压力的变化过程,并把数据储存在铁电存储器中,方便分析爆炸过程中的压力做功。

2.5 主控模块

主控模块以msp430f169^[5]为核心,负责协调其余4个模块工作并通过无线模块与工作站通讯,接受工作站发出的命令,发送给相关模块,并接受其他模块的信息作相应决策。其主要部分为单片机与无线通讯模块。通信的准确性、高速性和稳定性对于机器人的稳定工作至关重要。台湾义隆公司生产的TR24B体积小,传输速率快,并且传输稳定性高,在宽阔地带通讯距离可以达到100m。

3 控制系统软件设计

3.1 主控程序

系统软件在启动后先对各工作模块初始化设置,然后进入无线通信等待状态,并循环读取上位机控制指令。读取指令后下位机作出相应动作,主程序同时再次进入无线通信等待状态,主程序流程图如图8所示。

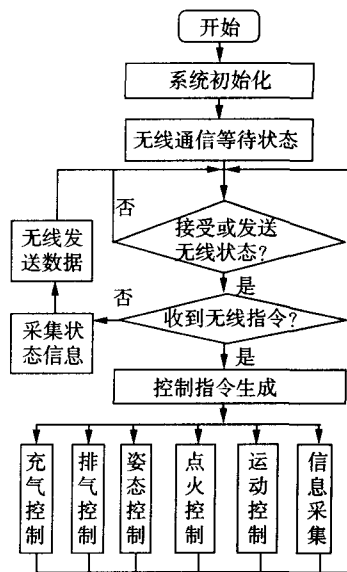


图8 主程序流程图

3.2 人机控制界面设计

在该机器人系统中,设计了一种基于VB6.0的人机交互界面,通过RS232串口,实现PC机与遥控器的通信,用户通过该人机界面来对机器人进行控制,包括机器人的运动控制、弹跳控制、数据采集和图像信息的采集等,人机界面如图9所示。

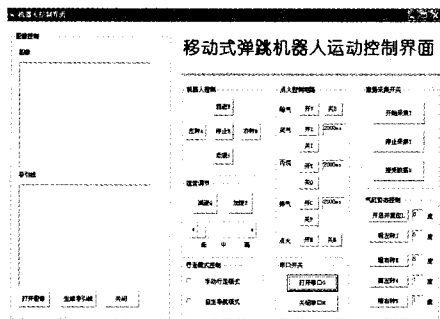


图9 人机控制界面

4 结语

本文设计了一种移动式弹跳机器人的控制系统,经过实验测试,该控制系统能很好地完成移动式燃爆弹跳机器人的进气、排气、点火、行走、数据采集等操作的无线遥控操作及状态的反馈。通过初步试验验证了控制系统的可

行性与有效性。

将该控制系统与弹跳机器人本体相集成,该机器人与轮式移动机器人相结合,便具有很强的运动和生存能力,未来发展前景巨大。

参考文献:

- [1] 刘壮志,席文明,朱剑英. 弹跳式机器人研究[J]. 机器人, 2003,25(6):568-569.
- [2] 胡大可. MSP430 系列超低功耗单片机原理和应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [3] 郭坚毅,朱剑英,王化明,等. 单动发动机式弹跳机构的控制与实现[J]. 机械科学与技术,2009,28(1):41-44.
- [4] 李保江,朱剑英. 弹跳式机器人研究综述[J]. 机械科学与技术,2005,24(7):803-807.
- [5] MSP430X1XX family user's guide[OB/OL]. <http://focus.ti.com/lit/ds/sym link/msp430x1xx.pdf>.

收稿日期:2009-10-21

(上接第126页)

距,其中半精加工留0.5 mm左右余量,精加工不留加工余量,其余设置与粗加工基本相同,形成加工刀轨。

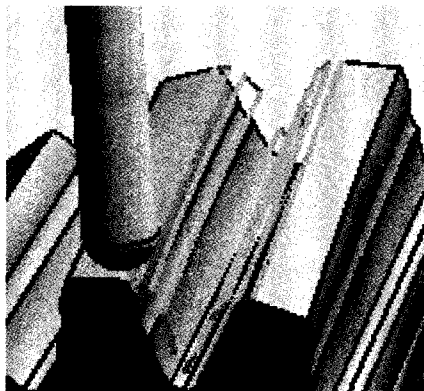


图3 刀路轨迹

2.2 后置处理

前面已经实现了对双圆弧齿轮的刀路轨迹仿真,但是刀位文件不能被数控机床识别,也不能直接进行加工,将刀位文件转换成指定数控机床能够执行的数控程序的过程称为后置处理。UG 提供了 UG/POST 可以完成对不同机床控制系统的后置处理。

选择 UG 中的后置处理构造器,调出“Create New Post Processor”对话框,根据自身机床选择输出单位 Millimeters,机床类型为 mill,4-Axis with Rotary head,控制系统为 hass_VF。再根据机床说明书设置如最大行程、主轴转速、旋转轴参数等信息,并对程序头和移动等信息进行设定,最后保存生成 NC 代码所需文件。

在 UG/CAM 中选中相应的加工操作,然后调用由

UG/PostBuilder 生成的四轴后处理文件进行后置处理,即可生成相应 NC 代码,如下:

```
% ;
N0010 G54 G40 G17 G90;
N0020 G91 G28 Z0.0;
N0030 T02 M06;
N0040 G00 G90 X-.009 Y.042 A6.847 S1500 M03;
N0050 G43 Z89.746 H02 M08;
N0060 G01 Z87.746 F50.;
N0070 X9.914 Y.297 Z87.753 A8.027 F100.;
N0080 X19.856 Y.498 Z87.767 A9.231;
N0090 X29.817 Y.643 Z87.785 A10.458;
N0100 X39.792 Y.731 Z87.805 A11.707;
N0110 X49.781 Y.757 Z87.825 A12.978;
N0120 X59.791 Y.721 Z87.838 A14.27;
...
```

3 结论

在 UG 环境下对双圆弧齿轮进行了参数化实体造型,和对双圆弧齿轮进行仿真加工生成刀路轨迹,最后利用 UG 通用后置处理器 UG/POST 生成符合四轴联动数控机床要求的后处理文件,并生成数控代码。

参考文献:

- [1] 谢新兵. 基于 CAD_CAM 的双圆弧齿锥齿轮传动的参数化建模与设计[D]. 天津:天津工业大学,2007. 1:15-18.
- [2] 刘昆民,王铁. 双圆弧齿轮三维实体的参数化建模[J]. 机械传动,2006:38.
- [3] 周立波,李厚佳. 基于 UG 的加工仿真及后置处理器的开发[J]. 制造业自动化,2009(2):48.

收稿日期:2009-10-19