

基于 MSP430 的小车式灭火机器人设计

吴宜勇¹ 郭颖¹ 金嘉谊¹ 贡志鹏¹ 蒋丹丹²

(1. 辽宁石油化工大学信息与控制工程学院 抚顺 113001; 2. 信阳师范学院物理电子工程学院 信阳 464000)

摘 要: 本设计是以 MSP430F149 单片机为核心的小车式灭火报警机器人,通过红外火焰传感器的数字输出进行火源寻找,并根据采集到的信号对行进方向进行调整,同时利用红外对管实现机器人避障。机器人行进过程中能够依据火焰传感器的模拟量输出估算出机器人与火源之间的距离,并利用 MQ-2 烟雾浓度传感器检测周围烟雾浓度。此外本设计具有液晶显示功能、蜂鸣器报警功能以及 LED 灯光报警功能。整体设计低功耗、低成本,实验表明:小车式机器人能够快速有效的寻找到火源,并进行灭火,适用于家庭、宿舍、加油站等小型场所。

关键词: MSP430F149; 避障; 烟雾浓度; 火焰传感器

中图分类号: TP242.3 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.1010

Design of car-type robot based on MSP430

Wu Yiyong¹ Guo Ying¹ Jin Jiayi¹ Gong Zhipeng¹ Jiang Dandan²

(1. School of Information and Control Engineering, Liaoning Shihua University, Fushun 113001, China;

2. College of Physics and Electronic Engineering, Xinyang Normal University, Xinyang 464000, China)

Abstract: The design is based on the MSP430F149 single chip microcomputer which is the core of the car-type fire fighting robot. It can find fire through the digital output of infrared flame sensor, then the robot adjust the direction of travel according to the collected signal, and avoid obstacles with infrared counter tube at the same time. The robot can estimate the distance between the robot and the fire according to the analog output of the infrared flame sensor, and detect ambient smoke concentration by MQ-2 sensor. In addition, the design has liquid crystal display function, buzzer alarm function and LED lighting alarm function. The overall design has low energy consumption, low cost. Experiment shows that the robot can find the fire quickly and effectively, then put out the fire, which is suitable for the family, dormitory, gas stations and other small places.

Keywords: MSP430F149; obstacle avoidance; smoke concentration; flame sensor

0 引言

目前越来越多的小型服务类机器人进入市场,灭火机器人作为特种机器人的一种,发展前景巨大。国内外关于灭火机器人的研究大多针对复杂环境下的大型火灾现场,家庭等小型场所的应用较少。考虑到这种情况,设计了一种基于 MSP430F149 的小车式灭火报警机器人,能够有效应用于家庭等小区域环境,时刻监测周围环境,及时发现火源进行灭火,并发出声音报警,警示主人,有效地将人员、财产损失降到最小。系统主要由单片机控制电路、LM298N 电机驱动电路^[1]、火焰传感器模块、烟雾传感器模块、红外发射接收电路、液晶显示电路以及灭火装置驱

动电路构成^[2]。主要实现火焰报警、烟雾浓度检测^[3]、显示、灭火等功能,系统成本低廉,功能实用。

1 方案设计

MSP430F149 单片机是整个灭火机器人的控制核心,负责协调各电路工作^[4]。灭火机器人的火焰检测通过车身周围的火焰传感器来实现,通过红外发射接收装置检测周围的障碍物实现避障功能^[5],使用 MQ-2 烟雾浓度传感器测量外界环境的烟雾浓度,并通过液晶显示屏进行实时显示^[6],利用带桨 820 空心杯电机进行灭火。车辆行进过程中,依靠火焰传感器调整前进方向,寻找火源,含有蜂鸣器报警功能^[7]。而且具有设计简单、低功耗、低成本等特

点,能实现家庭等小场所的灭火报警功能,该设计具有较高的理论和实用价值。系统结构框图如图1所示。

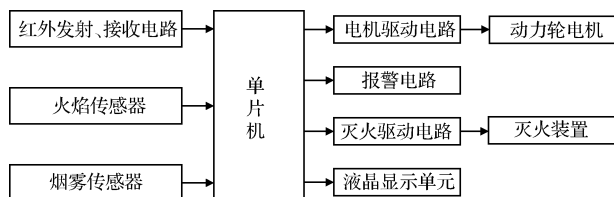


图1 系统结构框图

2 硬件设计

整个硬件系统可分为电源电路、显示电路、灭火驱动电路、电机驱动电路、火焰检测电路五大部分。

2.1 电源模块

本设计中 MSP430 单片机、灭火装置、显示模块采用 3.3 V 直流电源供电,驱动电机采用 7 V 直流电源供电,传

感器部分均使用 5 V 供电。选用两节 18650 锂电池对系统供电,使用 3 片 LM2596 降压型开关电压调节器进行稳压,得到上述 3 种直流电压。稳压电路如图 2 所示。

2.2 火焰传感器模块 Flame-M

Flame-M 5 路火焰传感器模块可以探测火焰发出的波段范围是 700~1 100 nm 的短波近红外线(SW-NIR),通过电信号(电压信号)进行输出^[8]。探测距离大于 1.5 m (打火机火焰探测距离 80 cm),供电电压为 3~9 V 直流供电,在此采用 5 V 直流电源供电。两种输出,数字输出(探测距离可调),模拟输出(灵敏度可调)^[8]。Flame-M 5 路火焰传感器模块共计 14 个引脚包括 5 个数字量输出引脚、5 个模拟量输出引脚、2 个 VCC 引脚、2 个 GND 引脚。输出模拟量与距离之间的关系(实测)如表 1 所示。经 MATLAB 分析实测数据后,可以得出电压 U 与距离 X 之间的关系为 $U = -0.001\ 6X^2 + 0.056X + 4.3$,据此经过 A/D 转换后可以估算出机器人与火源之间的距离,如表 1 所示。

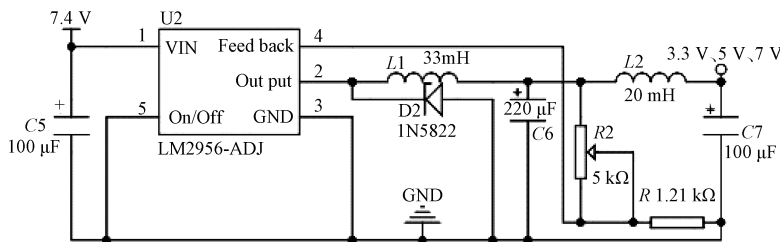


图2 电源稳压电路

表1 火焰传感器输出电压与距离关系

机器人与火源 距离/cm	第1组输出 电压/V	第2组输出 电压/V
10	4.71	4.72
20	4.66	4.67
30	4.62	4.62
40	3.84	3.84
50	3.02	3.02

2.3 Nokia5110 液晶屏模块

本设计采用 nokia5110 液晶显示模块,硬件电路如图3所示。

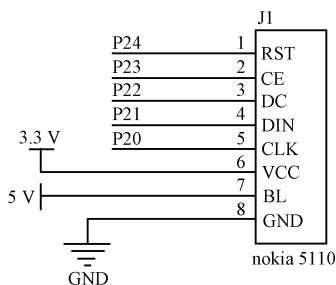


图3 nokia5110 液晶显示模块的硬件电路

2.4 灭火装置

选用 820 空心杯电机配螺旋桨对模拟火源(蜡烛)进行灭火,电机直径 8.5 mm,3.3 V 供电转速约为 37 000 转,堵转电流 2 A,单片机通过控制继电器对电机进行控制,加有可调电阻器,进行手动调速,驱动电路如图4所示。

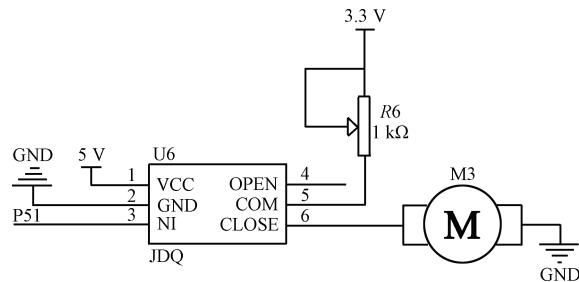


图4 灭火驱动电路

2.5 LM298N 电机驱动电路

本设计采用电机作为动力输出,使用 LM298N 作为驱动,LM298N 为双 H 桥电机驱动芯片^[9],输出数为 4,可提供 2 A 的电流,能够同时控制两个直流电机^[10]。在本设计中采用 7 V 的直流电源供电,驱动电路如图 5 所示。

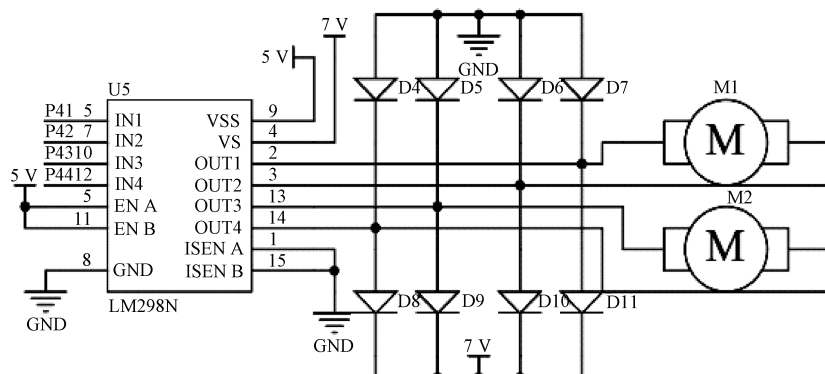


图 5 LM298N 驱动电路

3 软件设计

本设计采用 MSP430F149 单片机作为主控。在本设计中,可将整个软件部分划分为以下几个功能模块:主程序、红外避障子程序、检测火焰子程序、计算显示子程序。系统的程序开发使用 IAR EW for MSP430 V5.3 版本,可以根据具体的使用场所进行程序定制。系统程序流程如图 6 所示。

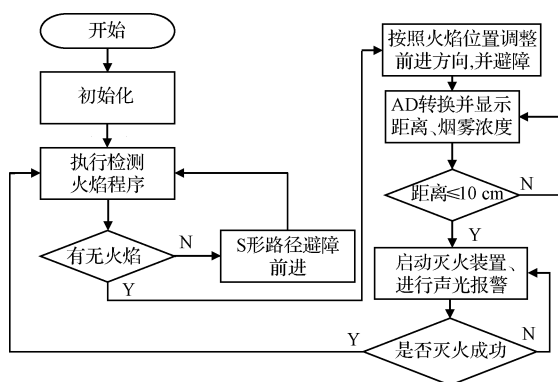


图 6 系统程序流程

4 实验

设计过程中对系统进行了基于 MSP430 UIF 的硬件仿真,在大学生宿舍进行了实际测试,场地示意如图 8 所示。测试中使用蜡烛作为模拟火源(箭头),并设置了一些障碍物(菱形)。实验表明本设计能及时有效地寻找到火

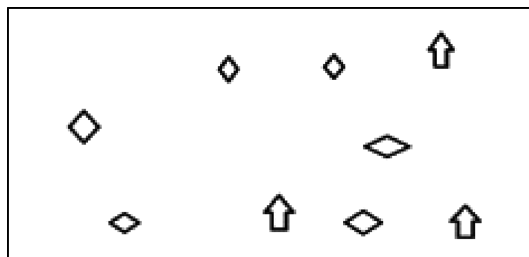


图 7 场地示意图

源,进行灭火,同时发出声光报警,对小区域场所能够做到火灾的有效监控,实现了报警、小型火源灭火功能。

5 结论

本设计使得小型复杂区域的火灾报警更加及时,有效地降低了由小型火源引发大型火灾的可能性,能够最大程度地降低火灾引发的生命财产损失。本设计采用风扇进行灭火,对于大型火源效果不好,可以加装灭火器,通过继电器控制电磁阀来控制灭火器的开关进行灭火,同时可以加装通信模块,以短信形式进行报警。系统整机如图 8 所示。

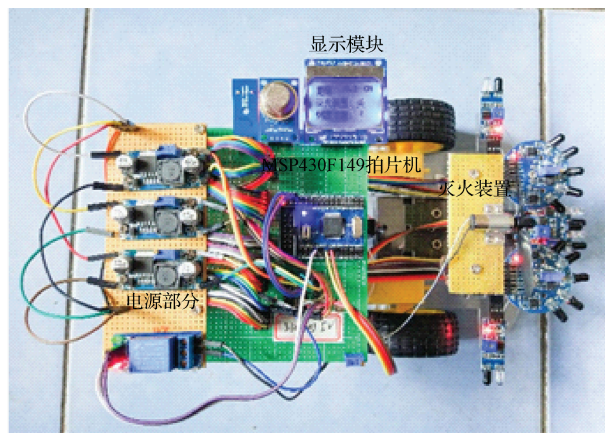


图 8 系统整机

参考文献

- [1] 杨维伟,郭颖,王雪峰,等.基于 TI 杯电子竞赛的金属探测系统设计[J].国外电子测量技术,2015,34(2): 54-57.
- [2] 刘强.竞赛用吸尘机器人电路的研究和设计[J].装备维修技术,2013(2):17-22.
- [3] 李美花,闫卫平,王颖,等.微传感器阵列多通道数据采集和处理系统[J].电子测量与仪器学报,2016,30(2): 311-317.

- [4] 蒋诚. 自主移动机器人总体设计及路径规划的研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学, 2007.
- [5] 黄睿, 汪斌. 基于 ARM 的灭火机器人设计[J]. 计算机时代, 2014(1): 11-13.
- [6] 张丰壮, 高坤, 王雪, 等. 低功耗、便携式室内空气质量检测系统设计[J]. 计算机光盘软件与应用, 2013, 16(22): 65-66.
- [7] 张国营, 刘凤林, 李进香, 等. 以 STM32F103 为核心的智能灭火机器人[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2014, 14(3): 73-75.
- [8] 杨伟林. 基于无线传感网的矿井环境监测系统设计[D]. 包头:内蒙古科技大学, 2014.
- [9] 徐锦钢, 孙俊杰, 韩丹丹. 直流电机驱动和调速研究[J]. 科学时代, 2015(8): 118.
- [10] 李坤峰, 傅成华. 基于 MSP430 智能小车的设计[J]. 电子设计工程, 2012, 20(5): 33-35, 38.
- [11] 王博林. 太阳能电池板双轴追踪控制系统的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学, 2016.
- [12] 帅盼, 张海宁, 白福, 等. 基于超声波测距的汽车倒车避障系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2016, 35(10): 54-57.
- [13] 张立文, 刘鑫, 张淑梅, 等. 全数字化无刷直流电机伺服控制系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2016, 35(5): 34-38.
- [14] 吕书信, 张北伟, 王泽澄. 基于 STM32 分拣搬运机器人控制系统的设计[J]. 国外电子测量技术, 2016, 35(9): 101-104.
- [15] 吴兴波, 李明, 胡远, 等. 基于 MSP430 智能消防车设计[J]. 吉林化工学院学报, 2011, 28(5): 52-57.

作者简介

吴宜勇, 1995 年出生, 本科生在读, 主要研究方向为自主机器人系统。

E-mail: wuyiyongjdd@163.com

郭颖(通信作者), 1979 年出生, 硕士, 主要研究方向为模式识别、预测控制。

E-mail: guoyingfs@163.com