

智能侦查灭火机器人的研究与开发

迟权德,沈建华,张友方,陶洁,陶彦辉
(解放军炮兵学院,安徽 合肥 230031)

摘要: 以 ATmega128 芯片为控制核心,设计实现了智能侦查灭火机器人的相关功能。实验证明,智能灭火机器人的寻光、避障以及行走模块系统工作,使其能够更快速、及时地发现并到达火源,实现灭火。

关键词: ATmega128 芯片;智能侦查灭火机器人;火源

中图分类号: TP311

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)11-0095-03

Research and development of intelligent detection of fire-fighting robot

Chi Quande, Shen Jianhua, Zhang Youfang, Tao Jie, Tao Yanhui
(Basic Department of Artillery Academy, Anhui 230031, China)

Abstract: The system realizes the related functions of the intelligent detection of fire-fighting robot based on ATmega128. The experiments show that each module in the fire-fighting robot can work together more quickly and timely to find and reach the fire source and fight it.

Key words: ATmega128 chips; intelligent detection of fire-fighting robot; fire source

最近几十年中,大量的高层、地下建筑及大型的石化企业不断涌现。由于这些建筑的特殊性,发生火灾时,不能快速高效地灭火。比如,高层建筑发生火灾时,消防人员不可能在短时间内到达高处的火灾发生地点,在地下建筑中,由于环境比较潮湿,烟气不易扩散,消防人员不容易快速判定火源位置;而在石化企业发生火灾时,将产生大量的毒气,消防人员在灭火时极易中毒。为了解决这一问题,研制能够用于这些场合的侦查灭火机器人,协助消防人员进行火灾的定位和灭火,将有极大的社会意义。

作为一个智能化的机器,机器人必须具有如下功能:(1)动作机构类似于人或生物体某些器官(肢体、感官等)的功能;(2)有通用性,工作种类多样,动作程序灵活易变;(3)有一定程度的智能,如记忆、感知、推测、决策和学习等;(4)有独立性,完整的机器人系统(机器)在工作中可以不依赖人的操纵。侦查灭火机器人是一个具有一定智能的机器,要完成上述功能,必须解决下述几个问题^[1]。

(1) 路径规划和实施

为了进行侦查,侦查灭火机器人必须对侦查目标进

行巡视,必须能够在侦察目标内安全行走。侦查灭火机器人要解决的首要问题就是如何行走,也就是路径规划的问题。第一,必须有全局的侦察路径规划。对不同的目标,必须制定不同的侦察路径策略,以指导机器人对目标进行全局扫描侦察。第二,机器人必须知道当前自身所处的位置。这一位置非常重要,机器人根据当前位置,结合全局的侦察规划,确定下一步的行走计划;对发现的火源,机器人通过确定火源相对于机器人当前位置的坐标以确定火源在整个侦察目标中的位置。第三,机器人必须识别行走中的障碍。机器人必须收集传感器得到的信息,确定行走中的各种障碍。这些障碍包括台阶、墙壁等各种突起物,地面的凹凸,各种人为放置的障碍等。机器人必须能够识别这些障碍物,并对各种障碍进行分类。第四,确定避障的方案。对识别的障碍,机器人必须确定是否能够直接越过障碍;对不能越过的障碍,必须确定规避的方案^[2]。

(2) 火源识别和定位

侦查灭火机器人必须能够识别火源,对火灾发生的地点定位。机器人在行走过程中对环境进行侦察,对传感器得到的信息进行分析,在得到可疑信息处适当地停

留,采集更多更详细的数据进行分析,以判定火源的存在^[3]。对确定存在的火源,必须对其定位,确定火源相对机器人的位置,以确定火源在整个目标中的实际位置。

(3) 灭火

当机器人找到火源并且定好距离后,启动灭火装置进行灭火,当火灭后,机器人退出火场^[4]。

1 灭火机器人硬件设计

本系统主要由单片机模块、电机驱动模块、火源检测模块、避障模块及电源模块等构成。采用了基于 TWI 总线规范的主从机控制方式,以 AVR 系列单片机 ATmega128 作为控制系统的主模块,ATmega8 作为底层控制模块,实现控制侦察车动作(如车体的前进、后退、拐弯等),系统框图如图 1 所示。

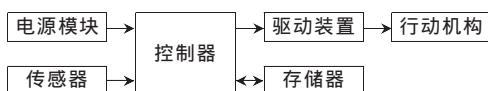


图 1 系统原理框图

1.1 电机驱动模块设计

直流电机控制和驱动的硬件电路如图 2 所示。其中电机控制采用的是 L298。通过一个 L298 芯片驱动两个直流减速电机,将 EA/EB 接 PWM(高电平有效),P1、P2、P3、P4 接单片,通过改变 EA、EB 以及 PWM 的占空比即可控制电动机的启动停止、加速减速和前进倒退。



图 2 电机驱动模块电路

1.2 火源检测模块设计

方案一:采用光敏电阻,利用其在不同的光强下阻值不同,确定小车的转向,但检测距离有限,易受外界环境干扰。

方案二:采用光电三极管形成阵列,在小车车头排列成为半圆状结构。根据矢量合成原理,按照各个传感器测量光强的不同,确定小车相对于光的位置。检测距离较远,受外界干扰小。

方案选择:采用方案二,此方案实现相对复杂但能取得良好的效果。

小车寻光采用光敏三极管阵列,每个光敏三极管的硬件电路如图 3 所示。

导航分系统通过接收均匀分布在圆周的八个光敏三极管采集的信号,送给单片机的 ADC 模块,从而得到

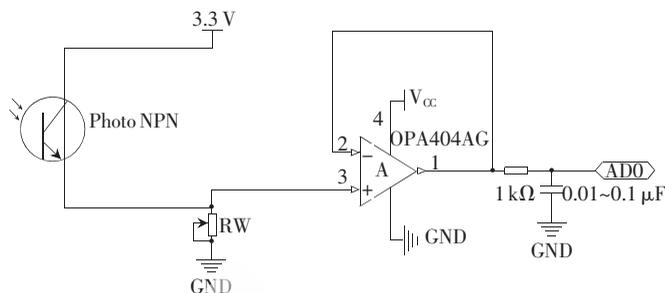


图 3 单个三极管检测电路

光强信息,确定光源所在位置,引导小车导航。传感器阵列的位置分布见图 4。

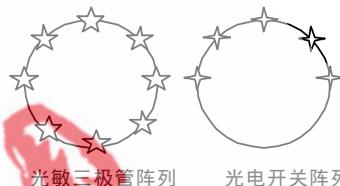


图 4 传感器阵列位置分布

1.3 避障模块设计

方案一:采用光电开关,方向杂散小,在距离障碍物一定距离时可测出障碍物,价格低廉。

方案二:采用超声波测距的方法。利用超声波传感器,监视测量发射脉冲和接受脉冲的时间差,计算超声波和物体之间的距离。

方案选择:超声波测距价格较高,且通过算法优化,光电开关完全可以满足设计要求,故采用方案一。

小车避障模块采用的红外光电接近开关,接收均匀分布在半圆周的五个光电开关采集的信号如图 4 所示,单片机通过读取开关电平的高低即可确定障碍物的方向,引导小车躲避障碍。本设计中采用的是 E18-D80NK 型光电开关。

2 灭火机器人软件设计

可编程微控制器模块使机器人实现下列功能^[5]:(1)监测传感器以探测周边环境;(2)基于传感元件的检测做出决策;(3)控制机器人运动;(4)实现灭火功能。

2.1 灭火机器人程序设计思路

(1)寻找火源:机器人在各个房间门口搜索房间是否有火,如果有火就停下。

(2)灭火:检测到房间有火,利用光敏电阻寻找蜡烛,直接朝火焰前进,到达火焰一定距离(由程序设定),停下,启动灭火装置。

(3)返回:机器人救火任务完成,从所处的位置回到起点。

程序流程图如图 5 所示。

2.2 寻光、避障导航算法

寻光算法:根据传感器环路的结构,以小车左右方向作为 X 轴,八个光敏三极管分别位于 0°、45°、90°、135°、180°、225°、270°、315°的位置。计算信号幅度最大的光敏三极管与位置 90°的光敏三极管之间的夹角,将小车转

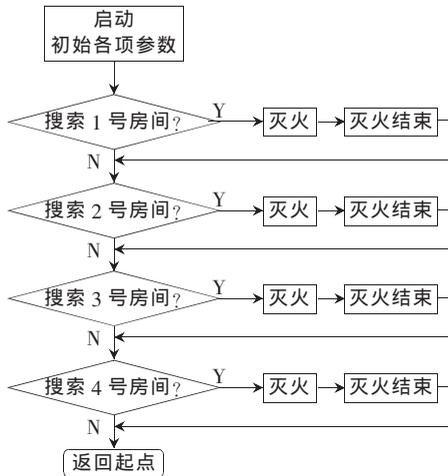


图5 程序流程图

动这个夹角,使位置 90° 的光敏三极管所接收的信号幅度最大,然后前进。

避障算法:根据传感器环路的结构,以小车左右方向作为 X 轴,五个光电开关分别位于 0° 、 45° 、 90° 、 135° 、 180° 的位置。光电开关只能输出TTL电平,可以转换为二进制分量,当传感器分量为高电平时,表示探测到障碍物。

当有三个以上光电开关分量为高电平时,表明障碍情况比较复杂,此时将小车退后,然后再向右一段距离,继续前进。

当只有一到两个光电开关分量为高电平时,表明障碍情况比较简单,此时小车将沿着与高电平传感器相反

方向行进,继续前进。

本设计是以ATMega128控制的轮式移动机器人,两轮采用直流伺服系统驱动,后部球轮为随动支撑轮。在移动机器人车体前部安装有光敏电阻、红外线探测发射装置,用于采集环境信息的信息,从而实现移动机器人自身位置的感知。实验表明,在路径搜索过程中,移动机器人能够较好地达到搜寻目的,对环境做出合理的反应,达到一定的智能水平。

参考文献

- [1] 张建中,李东民,张陟峰.转臂式灭火机器人灭火技术研究及实现[J].现代制造工程,2010(7):138-142.
- [2] 徐国保,尹怡欣,周美娟.智能移动机器人技术现状及展望[J].机器人技术与应用,2007(2):29-34.
- [3] 丁伟,孙华,曾建辉.基于多传感器信息融合的移动机器人导航综述[J].传感器与微系统,2006,25(7):1-3.
- [4] 席文姣,陈帝伊,马孝义.基于ARM9嵌入式系统智能灭火机器人控制器设计[J].现代电子技术,2010(10):114-117.
- [5] 关为民,陈帝伊,马孝义.智能灭火机器人硬件电路的设计与实现[J].微型机与应用,2010(4):21-24.
- [6] 程鹤鸣.智能侦查灭火机器人[J].控制工程,2009(16):117-121.

(收稿日期:2011-01-06)

作者简介:

迟权德,1978年生,硕士,讲师,主要研究方向:机械电子工程。