

基于 STM32 单片机的智能消防机器人的设计分析

何少尉

(浙江邮电职业技术学院 浙江绍兴 312366)

摘要: 针对越来越严峻的消防安全问题,提出了基于 STM32 单片机的智能消防机器人,主要功能为图像传输、消防、数据收集和监测等。本文以实际使用需求设计了智能消防机器人的软硬件系统和结构,并且对智能机器人进行测试,表示设计机器人的智能化比较强,功能多,运行过程中比较稳定,具有良好实用性。

关键词: 单片机; 智能消防; 机器人

目前,火灾事故的发生几率比较高,严重影响了社会的安定,对现代消防的要求就是及时扑救火灾。一般无法及时发现火灾隐患,如果火灾蔓延扑救的难度就比较大。通过智能消防机器人能够及时的发现隐患,避免扩大火势,并且还能够对用户及时的报警。另外,消防人员也能够远离火灾现场,从而保证生命和财产安全^[1]。

1 智能消防机器人的概述

结合实际应用设计智能消防机器人主要功能为便于操作、车体灵巧和人机互动,主芯片为 STM32 芯片,使多功能任务处理需求得

到满足。机器人和多种传感器结合,从而收集多种数据,包括火场、车体等,利用数字通信能够控制数据的传输。在车体内部设置摄像头,一般设置四个,分别为前后摄像头、高清和热成像等摄像头,对视频信号进行传输和展现。在展现图像时可以通过高清 HDMI 接口实现,在后台遥控器中安装四路摄像能够实时的录制。消防机器人主要包括人机互动、车体、运动系统、感知系统等构成,利用人机互动界面,工作人员能够操作现场实际^[2],详见图 1。

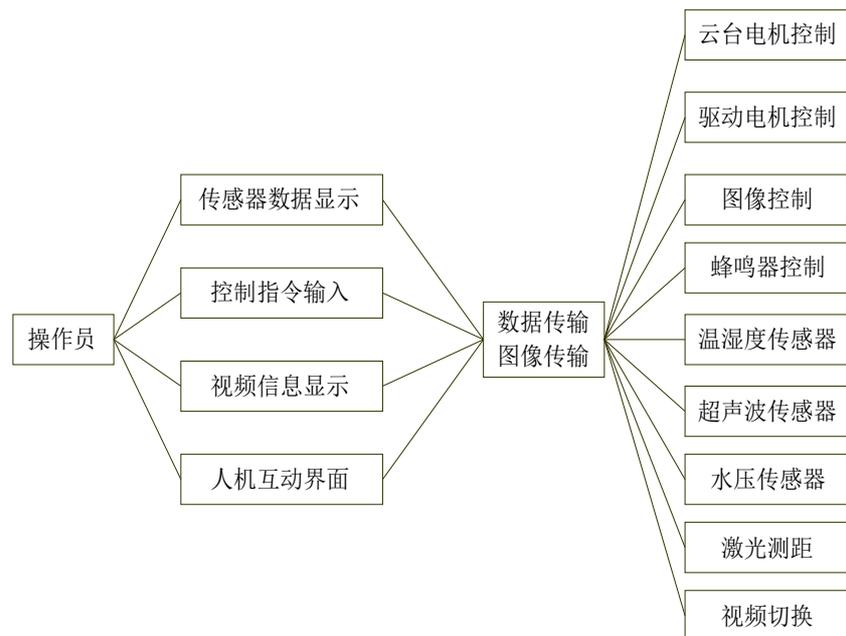


图 1 消防机器人工作原理

根据实际需求设计消防机器人车体结构过程中要能够行驶在平地、楼梯、斜坡、积水等环境下,还要能够爬坡跨障、原地旋转。所以,车体可以使用履带式结构。此结构和地面的接触面积比较大,具有较强的附着力和通过性。车体构架使用铝合金铸造,主要包括驱动轮、导向轮、支重轮、托链轮。利用导向轮能够对履带松紧度调整;支重轮能够支撑车体重量,设计的减震装置避免车体颠簸,提高车体运行平稳性。要车体结构对专门消防水炮进行设计,也就

是将水管设置到车体底部,利用水炮喷射灭火剂,主要优势就是在工作过程中 重心比较低,喷水的时候车体比较稳定^[3]。

2 智能消防机器人的硬件设计

2.1 芯片设计

本文使用 STM32 主控芯片,能够实现可编程 Flash,具备 JTAG 接口。设置两个独立的 8 位定时器/计时器,一个 16 位定时器/计数器。工作频率最高为 16MHz,功率比较低。四个通道 PWM 输出,

两路 24 位 ADC。

2.2 系统电源

要想为系统提供电压，可以利用外接线或者开关电源的方式实现。另外，还要能够避免调试过程中出现问题，比如锂电池电压不足。利用 12V 电压为直流减速电机供电，利用稳压芯片为单片机或者传感器供电，从而能够满足系统供电过程中的实际需求。

2.3 声音启动

声音启动电路的输入频率一般为 300-20kHz，使用 3kHz 声音启动。也就是设置声音模块的识别为 3kHz，只有此频率声音才能够触发，要过滤其他的声音。以声音不同的分贝，设置声源距离为 0-5m。

2.4 电机驱动

要求控制机器人在适当速度中运行，在灭火时能够及时的寻找货火源，还要避免碰撞。通过直流电机控制小车速度，BTS7960 驱动芯片属于直流电机驱动芯片，性能良好。最高为 43A，能够短时间内找到火源并且扑灭，并且还能够对电流进行反馈。可以设置片外续流二极管，从而保证其能够正常的工作和运行。利用 STM32 嵌入式输出 PWM，以此改变调制脉冲占空比，使调速过程中的效率得到提高。电机转速会受到脉冲频率影响，脉冲频率良好，会降低负载能力。那么，可以通过两个 I/O 口线控制电机转动^[4]。

2.6 红外避障传感器

使用 E18-D80NK 红外避障传感器接收信号，在调制发射光信号后对信息发送，实现反射光的接收和输出，并且不会受到可见光的影响。在调节过程中可以通过尾部电位器旋钮实现，最远能够检测 80cm。可见光并不会对传感器造成影响，还能够降低成本，扩大

探测距离，方便应用，被广泛应用到机器人避障过程中。

2.7 火焰传感器

火焰传感器的设计利用数字传感器实现，根据红外敏感型元件监测信号识别，并且转化为高低电平信号，判断火焰信号。通过此传感器能够探测的范围为 760-1100nm，能够在 940nm 左右设置红外波长，提高灵敏度^[9]。

2.8 系统的检测

2.8.1 红外测模块

在有物体对红外传感器阻断之后，要根据投光器所发送的光束判断，检测是否存在障碍物，光电对管接收反射红外光。光线反射后输出低电平，假如没有反射输出高电平。利用脉宽调制驱动红外射管，一般工作频率为 38kHz，从而降低发射电路的功耗。

根据外部电位器和脉冲发射器调节脉冲频率，人是无法观察红外线的，可以在电路中设置 LED 指示灯，判断红外发射管的工作，使机器人能够正常的运行。红外发射管连接 LED 等，假如红外发射管能够正常的工作，那么 LED 就会亮起。使用西门子 SFH506-38 设计接收电路，内部集成放大单路、滤波和选项等功能，应用比较方便，并且具有良好的效果。

2.8.2 道路检测模块

灰度传感器安装光敏电阻和发光二极管，灰度传感器可以通过不同颜色对光反射程度进行检测。火焰传感器属于模拟传感器，能够通过红外敏感型元件检测红外信号的强度，要求信号能够被机器人所识别，以此对火焰信号进行检测。

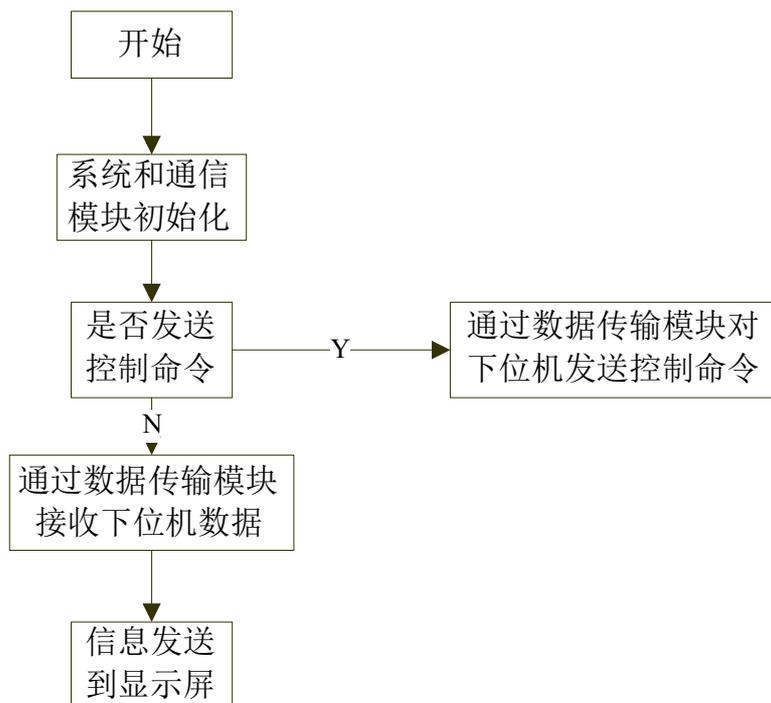


图 2 上位机软件流程

2.9 灰度传感器

检测面的颜色不同, 所以对于光放射程度也各有不同, 光敏电阻对于不同检测面阻值检测不同的颜色。此传感器的安装比较简单, 探测的距离为 1-5cm, 输出电平能够在单片机中直接输入。

2.10 显示模块

LCD 液晶显示器的体积比较小, 并且功耗少, 方便安装, 被广泛应用到低功耗应用系统中。本文使用 1602 液晶显示模块, 连接单片机就能够显示^[6]。

3 智能消防机器人的软件设计

在设计智能消防机器人软件时要根据实际环境编程, 通过 C 语言对机器人控制程序进行编写。单片机芯片中设置了 DSP 指令和浮点单元, 计算性能良好, 能够使数据处理和传输的效率得到提高, 并且使计算数据信息的时间得到缩短。要求完善软件的操作流程, 上位机软件流程详见图 2。对系统和其中的模块进行初始化, 从而开展主循环。假如开展人工操作, 就能够利用 A/D 转化模块实现。通过单片机缓存处理, 发送到下位机设备和数据传输模块中。单片机能够利用数据传输模块对数据进行读取, 并且发送到显示屏中对信息为用户进行展现。

在设计下位机控制软件时要读取传感器的初始化数据信息, 并且将数据存储在寄存器中, 利用无线数据传输模块将数据发送到系统中。接收数据后计算左右侧的电机控制量, 转发 PWM 控制信号, 并且根据串口传输信号。

多元化为机器人图像处理技术特点, 将白化算法应用到 STM32 单片机中能够解决机器人图像成像的问题。消防机器人在扑救火灾或者抢险救援过程中会存在问题, 比如物体反射、照明强度等问题, 目前系统的图像和视频清晰度是无法使实际标准得到满足。为了避免出现问题, 就要计算图像白化算法, 从而收集图像的像素数据值等信息。使灰度图像转变成彩色图像, 在运行过程中与硬件平台结合, 使用白化算法软件进行计算处理, 截取画面后观察^[7]。

4 智能消防机器人的试验

在对智能消防机器人进行设计之后, 要在道路中对设计的机器人进行测试, 包括运行速度、爬坡和行走等测试。在测试过程中, 设置运行速度为 3km/h, 行走速度为每小时 0.9km, 最高的爬坡角度为 36°, 直线的行走范围为 200m。虽然会导致方向误差便宜, 但是能够使实际应用需求得到满足。

另外, 对真实火灾场景进行仿真, 表示屏幕中的图像并没有雪花、波纹等问题, 能够使应用标准规范得到满足, 图 3 为智能消防机器人的样机实验^[8]。通过试验表示, 本文智能消防机器人能够读取不同的传感器数据信息, 对上位机系统进行传输, 根据传感器检测的数据传输, 包括车体温度、车体倾斜角度、水炮水压数据等。另外, 下位机电压模块也能够动态化检测电池电量, 不同数据通过串口在下位机控制板中传输, 根据数据模块在上位机中发送数据,

从而通过显示屏显示。车辆还能够实现紧急刹车, 为了避免水炮和云台等设备操作时损伤到机械系统, 要对云台机械限位合理设计, 在水炮左右两侧设置后保证开启水炮时能够控制摆动的幅度。



图 3 智能消防机器人的样机实验

5 结束语

本文设计的智能消防机器人是将 STM32 单片机作为基础, 利用现场的租车测试表示, 消防机器人能够正常的移动, 并且车载传感器、水炮等工作都正常, 能够对火场信息精准收集。另外, 本文系统的通信传输效果良好, 工作过程中的性能稳定。系统整体可靠性比较强, 成本较低, 实际应用价值比较高。

参考文献

- [1]倪丹艳. 基于 STM32 单片机的机器人移动障碍物智能躲避系统设计[J]. 自动化与仪表, 2023, 38(5): 52-56.
 - [2]蔡书鉴, 张敏, 陈志聪, 等. 基于 STM32 单片机的水泊清洁机器人设计[J]. 自动化与仪表, 2022, 37(8): 54-57.
 - [3]邓江涛, 熊中刚, 贺晓莹, 等. 基于 STM32 单片机的四足仿生蜘蛛机器人控制系统设计[J]. 机电工程技术, 2023, 52(10): 162-165.
 - [4]范一赢, 张慧贤, 布占伟, 等. 基于 ROS 的消防机器人激光雷达地图构建方法研究[J]. 工业控制计算机, 2022, 35(11): 56-58.
 - [5]赵琪, 张华, 熊鹏文, 等. 一种多功能半自主遥控操作的履带式消防机器人控制系统设计[J]. 机械设计与制造, 2022, 379(9): 253-256.
 - [6]刘立北, 刘燕红. 基于 STM32 单片机的居家环境检测控制系统设计[J]. 电子产品世界, 2023, 30(11): 38-41.
 - [7]小滨, 刘寅, 沈文浩. 基于 STM32 单片机的环境温/湿度远程监控系统设计[J]. 中国造纸学报, 2022, 37(3): 118-125.
 - [8]袁琛, 陈飞, 谢启, 等. 基于 STM32 和 QT 平台的农业大棚远程监控系统设计[J]. 常熟理工学院学报, 2023, 37(2): 26-32.
- 作者简介: 何少尉 1982.10 浙江诸暨 浙江邮电职业技术学院 312366 浙江省绍兴市 副教授 电子与通信工程。
基金来源: 浙江省访问工程师课题 (FG2022391)