

文章编号: 2095-2163(2020)07-0122-04

中图分类号: TP23

文献标志码: A

# 基于 STM32 多功能辅助救援车的研究设计

卢学敏<sup>1</sup>, 李丹宁<sup>2</sup>, 唐鑫鑫<sup>1</sup>, 贾明俊<sup>1</sup>, 陆安江<sup>1</sup>

(1 贵州大学 大数据与信息工程学院; 2 贵州科学院, 贵州 贵阳 550001)

**摘要:** 基于 STM32 智能车小而灵活, 采用履带式底盘, 用途广泛, 可在复杂的、人员无法进入的环境下勘测, 实现自行避障。在清晰度较好的环境下, 通过手机或平板的 WIFI 技术可实时传输画面, 在能见度较差的环境下, 通过热红外探测器对人及活物进行自动避障, 降低了智能车辆对雷达扫描的依赖性及雷达盲区的不可靠性, 有效的提高了车辆的安全性。本文设计安装了 GPS 定位模块, 不仅可以测量小车位置, 而且可以防盗; 还采用了 GSM 数据发送方式和 WIFI 实时数据传输方式, 当车辆位置变化, 可以通过发送短信的方式对车辆位置进行追踪, 有利于在紧急任务中对车辆进行指挥、调度和管理。经测试, 该设计实现了对遇难人员的快速定位, 及时发出坐标信息, 在一定程度上保障了人们的生命安全。

**关键词:** WIFI; 热红外探测器; GPS

## Design of multi-function auxiliary rescue vehicle based on STM32

LU Xuemin<sup>1</sup>, LI Danning<sup>1</sup>, TANG Xinxin<sup>1</sup>, JIA Mingjun<sup>1</sup>, LU Anjiang<sup>1</sup>

(1 College of Big Data and Information Engineering, Guizhou university, Guiyang, Guizhou 550001, China;

2 Guizhou Academy of Science, Guiyang, Guizhou 550001, China)

**[Abstract]** Smart car based on STM32 is small and flexible, and the use of crawler chassis allow the application in the complex environment where people can not enter and achieve their own obstacle avoidance. In the environment of sufficient light, the WIFI technology of mobile phone or tablet can transmit pictures in real time. In the environment of poor visibility, it can automatically avoid obstacles for people and living creatures through thermal infrared detection, which reduces the dependence of intelligent vehicles on radar scanning and the unreliability of radar blind area, and effectively improves the safety of vehicles. GPS positioning module is installed in this design, which can not only measure the position of the car, but also guard against theft. GSM data transmission mode and WIFI real-time data transmission mode are also adopted. When the vehicle position changes, the vehicle position can be tracked by sending SMS, which is conducive to the command, scheduling and management of the vehicle in emergency tasks. The experiment shows that the design realizes the quick positioning of the victims and timely sent coordinate information, which guarantees the safety of people's lives to a certain extent.

**[Key words]** WiFi; Thermal infrared detector; GPS

## 0 引言

自然灾害对人民的生命、财产、交通等安全无疑是一种隐患。如: 南方特大雪灾致使多个市县供电系统崩溃; 2008 年的汶川地震, 导致遇难、失踪人数达到约 8 7000 人, 经济损失约 8 451 亿; 每年部分山区发生多起泥石流事故等。由于无法及时开展救援工作, 导致伤亡人数与经济损失无法估量, 最大程度降低自然灾害造成的危害非常重要, 有针对性的研究开发智能救援工具已成为目前的一个重要且紧迫的课题。

沈阳自动化所机器人学科国家重点实验室与中国地震应急搜救中心联合研制了“废墟可变形搜救机器人、机器人化生命探测仪、旋翼无人机”3 款机器人, 是十一五以来最具有应用价值的 10 项科技成果

之一<sup>[1]</sup>。日本的一些科学家研制一种可以在废墟中爬行的机器人, 用于营救被困于地震废墟中的幸存者。但现存的救援机器人适用性比较单一, 价格昂贵。本文提出一种可应用于地震、森林搜救等场景, 采用自动控制和手动控制两种方式, 可实现无线数据传输, 生命信息定位等多功能辅助救援机器人。考虑以履带作为骨架; STM32 单片机作为主控系统; 无线方式传输视频; 及时定位生命信息等功能, 可以检测复杂事故环境。同时, 多功能救援机器人结合使用了各种传感器, 如温度传感器、气体浓度传感器。经过采集数据、处理数据和输出数据来对检测事故现场所处的环境, 如温度、湿度、二氧化碳浓度等数据。移动设备与无线技术连接使用, 可以切换手动控制和自

**基金项目:** 贵州省科技重大专项“草海综合整治工程大数据系统集成与示范”(黔科合重大专项字[2016]3022号); 贵州省科技成果转化项目(黔科合成果[2017]4856); 贵州省科技计划项目(黔科合支撑[2017]2031)。

**作者简介:** 卢学敏(1995-), 女, 硕士, 主要研究方向: 图像分割与应用; 李丹宁(1961-), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 大数据分析。

**收稿日期:** 2020-05-09

动控制方式,使其更灵活、更实用、更加人性化。

本次设计是一个综合性的应用研究课题,涉及电子信息工程、机械原理、信息科学、结构设计等领域。多功能智能辅助救援小车本着实用、方便、简单的设计思想,以高效、实用、最大限度保护伤员为目的,结合生产需求、环境需求、经济需求、使用需求等一系列的因素被合理的研究设计。

## 1 系统方案

### 1.1 技术支持

基于STM32的智能小车采用GPS实时定位,通过短信方式传输坐标信息,使用传感器探测小车前方障碍物,及时获取小车所处的环境;应用WIFI模块实现视频的实时传输,方便后方人员进行操作;系统采用主流的GSM平台进行地理信息分析,具有丰富的开发环境,支持主流的开发语言(C、C++...)、数据开源。热红外传感器在低清晰度和低能见度的环境下可以探测一定的目标,将检测到的信号放大、滤波从而提取出所需的信息,此类信息可以转化为所需要的格式,通过控制设备进行输送,闪烁亮灯即为发出警告信号,实现小车的避障。

### 1.2 结构框架

考虑到小车控制部分的工作量很大,为了提高效率,本次设计采用双单片机作为小车的控制部分与GPS坐标的获取和发送。控制部分采用的单片机是STM32F105,获取和发送GPS坐标用的是STM32F103。具体结构框图如图1和图2所示。

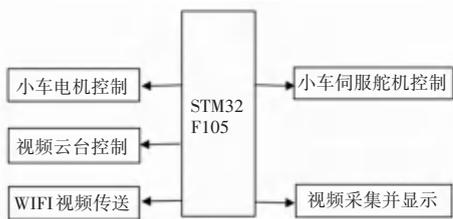


图1 救援小车控制部分结构

Fig. 1 Control structure of rescue car

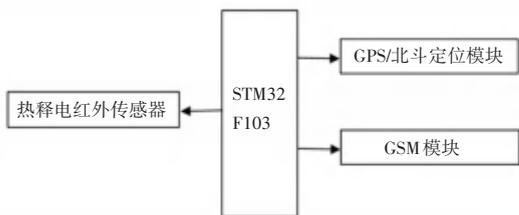


图2 救援小车坐标的获取及发送部分结构

Fig. 2 Structure of coordinate acquisition and transmission of rescue vehicle

### 1.3 功能实现

系统具有可靠的、灵活的整体架构,可适应一定

环境下的需求。通过手机APP控制小车前进和后退,当热红外传感器检测到生命体时,小车指示灯快速闪烁,利用小车上搭载的GPS/北斗定位模块实现双定位,保证了精确度,由小车上的GSM模块,以短信的方式把GPS/北斗定位获取的经纬度发送到指定手机上,从而可以获取小车的位置,为了避免不必要的短信资源浪费,建议采用延时两次发送短信的时间(时间可调,根据实际情况作出合理调整),小车上安装了高清摄像头,支持视频回传(类似航拍),利用WIFI把视频实时发送到手机的APP上,可以实时的观察当前路况为小车的行走路径提供便利,当无法到达目的地(如:狭窄空间等),还可以检测到周围环境的恶劣情况,为接下来的人工救援提供便利及依据。

## 2 硬件电路设计

STM32系列的单片机是目前市面上的主流微控制器,有着高性能、低成本、低功耗的特点,该系统的中央处理器使用ARM V7架构的STM32F103ZET6芯片,芯片参数与功能介绍如下:

- (a) 内核: Cortex - M3; Flash: 512KB; RAM : 64KB ; LQFP 144脚封装;
  - (b) 6~12个时钟周期,快速的可嵌套中断;
  - (c) 32位RISC性能处理器,运行频率: 72MHz; CPU电压值: 2.0~3.6V;
  - (d) 具有内存保护设定访问规则;
  - (e) 支持JTAG, SWD调试;
  - (f) 4个通用定时器; 2个高级定时器; 2个基本定时器; 3路SPI接口; 2路I2S接口; 2路I2C接口; 5路USART; 各一路USB、SDIO、CAN接口,总线兼容NAND Flash、SRAM Flash和NOR Flash;
  - (h) 三路12位AD输入与两路12位DA输出。
- 外围电路设计,如图3所示。

## 3 系统的软件设计

单片机的任务是完成GPS/北斗模块的坐标获取和GSM数据的消息传输。STM32的主要工作就是对GSM模块和GPS/北斗模块的初始化。各个模块进入状态后,MCU控制各个模块的工作方式及流程,协调模块之间的相互作用<sup>[2]</sup>。

### 3.1 GPS/北斗模块化程序设计

GPS/北斗模块的主要作用是准确获取终端的地理位置,将当前的经纬度数据存储在结构体中,通过串口将GPS数据传输给单片机,单片机则根据GPS的通讯协议把经纬度存储到缓存区中。GPS获取经纬度的流程图,如图4所示。



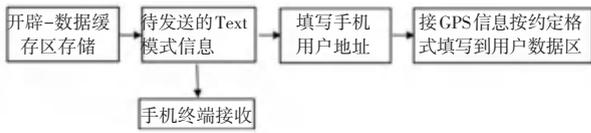


图 6 发送短消息示意图

Fig. 6 Schematic diagram of sending short message

### 4 结束语

通过借鉴了前辈学者们的理论经验和实践基础,从多功能以及智能化两方面研究多功能智能救援小车的设计。传统救援机械的设计简单、功能比较单一,对于救援工作的顺利高效完成有一定的局

限性。本次设计的智能救援辅助小车基于 STM32 单片机,通过设计不同的模块实现基于传感器的复杂环境下的避障地理位置获取、雾天或清晰度低的环境下热红外避障、WIFI 实时传输画面等功能,具有开发的灵活性和多任务下的可用性。智能救援辅助小车可通过手机或平板上的 APP 操作,简单灵活,可操作性强。

### 参考文献

[1] 杜壮. 救援机器人:小市场 大空间[J]. 中国战略新兴产业, 2016 (17):43-45.  
 [2] 张成瑞. 基于 GSM 和 MCU 的监控系统研究[D]. 重庆:重庆大学.

(上接第 121 页)

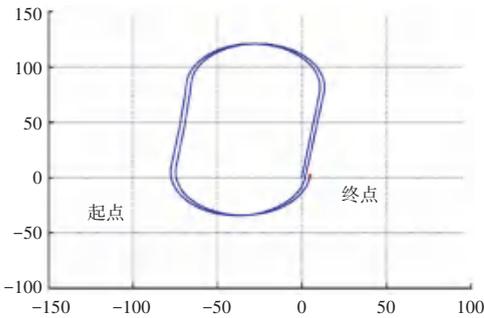


图 7 行人航迹推算结果

Fig. 7 Pedestrian dead reckoning results

值作为观测量,使得在行走过程中,得到较好的航向角估计效果。通过高精度的零速检测并利用  $yaw_{kalman}$  角速度,零速伪观测量作为观测量,触发 Kalman 滤波器,得到行人姿态、位置和速度信息的最优估计。实验结果表明该方法能够有效地抑制低精度 MIMU 误差发散,输出高精度行人导航信息。实验的硬件成本低,操作方法简便,为行人航迹推算的应用奠定技术基础,促进产业化发展,具有较强的实用价值。

### 参考文献

[1] 夏琳琳. 基于行人航位推算的行人导航系统算法研究[D]. 北京:北京理工大学,2016.  
 [2] 王杨,赵红东. 室内定位技术综述及发展前景展望[J]. 测控技术,2016,35(7):1-3+8.  
 [3] FOXLIN E. Pedestrian tracking with shoe-mounted inertial sensors [J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 2005, 25(6): 38-46.  
 [4] MENG X I, ZHANG Z Q, WU J k, et al. Self-contained pedestrian tracking during normal walking using an inertial/magnetic sensor module [J]. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 2014, 63(3):892-899.  
 [5] 李佳璇. 基于等式约束卡尔曼的双 MIMU 行人导航方案[J]. 压电与声光, 2015, 37(2): 237-242.  
 [6] 周启帆,张海,常艳红,等. 基于 MIMU 的行人导航算法研究[J]. 系统仿真技术,2010,6(4):281-286.  
 [7] 郑佳瑶,苏中,李擎. 基于序列检测的行人导航航向误差修正算法研究[J]. 现代电子技术,2019,42(1):157-160.  
 [8] 周广涛,王晴晴,高远. 基于 ZIHR 航向角修正方法的行人导航算法[J]. 系统工程与电子技术,2019,41(1):170-177.  
 [9] 殷红. 基于 foot-mounted 的 IMU 室内行人航迹推算研究[D]. 南昌:南昌大学,2013.  
 [10] 刘瑜. 基于惯性元件与磁罗盘信息融合的步行者定位系统[D]. 济南:山东大学,2015.  
 [11] 邓林坤,郭杭,罗孝文,等. 多传感器组合的行人航位推算方法研究[J]. 现代电子技术,2017,40(12):11-14.  
 [12] 孟祥宾,潘献飞,胡小平. 一种优化的零速检测行人导航算法[J]. 导航与控制,2016,15(4):26-31.

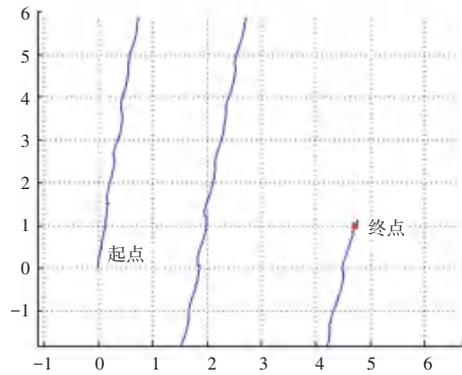


图 8 起点和终点放大图

Fig. 8 Enlarged view of starting point and end point

### 3 结束语

本文针对 MIMU 误差随时间累积的问题,以及有局部磁场干扰的室外环境,提出基于电子罗盘航向角修正的行人航迹推算方法。该方法通过建立符合人体行走时的运动特征滤波模型,分析了使用陀螺仪确定航向角时,误差随着时间累积;还分析了利用电子罗盘确定航向角。Kalman 滤波算法能融合两者的优点,利用罗盘航向角与陀螺仪航向角的差