

# 基于智慧校园的巡逻机器人导航定位技术研究

施 鹏,朱武胜

(扬州大学广陵学院, 江苏 扬州 225000)

**摘要:**在智慧校园的大环境下,文章设计了一款基于 GPS 导航技术的自动巡逻校园机器人。巡逻机器人以 STM32 为主控芯片,由电源电路、GPS 模块、陀螺仪模块、数据存储模块、电机舵机控制电路组成。本设计首先将 GPS 模块获取的经纬度数据存储在数据存储模块中,然后使用陀螺仪模块得到航向角作为 GPS 的辅助,获取实时航向信息,最终得出巡逻机器人的运动轨迹。文章经实验验证满足设计要求,实现了机器人自动巡逻的功能。

**关键词:**STM32;GPS;校园巡逻机器人

**中图分类号:**TH16;TP242    **文献标志码:**A

## 0 引言

高校智慧校园的飞速发展,推动了信息技术与教育教学的深度融合,提升了高等学校信息化建设与应用的水平<sup>[1-2]</sup>。校园巡逻机器人具有自主性、地址感知能力和视觉感知技术等高科技特点,为校园安保带来了更加智能化、高效化、低成本的解决方案,也成为未来校园安保的新方向。因此,校园巡逻机器人的研究成为当前机器人领域中备受关注的重点领域之一<sup>[3-5]</sup>。张淑清等<sup>[6]</sup>提出了一种基于多层代价地图的机器人全覆盖视觉导航方法,按照行人参数的变化,有效控制机器人的运动姿态,实现了高质量机器人全覆盖视觉的导航任务。刘晓飞<sup>[7]</sup>针对野外环境复杂多变、定位困难等问题,采用 GPS、激光雷达及视觉传感器等多数据信息,依据各自的特点进行数据整合融合实现定位导航。李红双等<sup>[8]</sup>利用北斗定位系统的定位和辅助定位系统的相关数据对位置信息进行精确校准,得到巡逻机器人的准确位置信息,实现校园机器人的巡逻功能。

## 1 巡逻方案的提出

图像识别的循线方案易受外部环境的影响,激光雷达发射的激光束因存在一定的时间差或数据传输延迟会导致运动畸变。因此,本文选用 GPS 全球定位导航系统作为本设计的路线规划传感器。GPS 全球定位导航系统具有高精度定位、全球覆盖、实时更新的特点。本设计首先对目标路线的经纬度坐标进行采点,离散化目标路线,将坐标信息存储在数据存储模块中,然后通过 GPS 模块获得机器人的当前经纬度坐标,辅以陀螺仪得到实时航向,求出当前位置与目标位置的偏差,最后控制小车不断修正方位到达目标位置,实现机器人的校园巡逻路径方案设计。

## 2 总体设计方案

本设计使用 STM32F103ZET6 微控制器作为主控芯片,主要由用于获取当前位置经纬度坐标信息的

GPS 模块,用于获取机器人当前的航向陀螺仪模块,用于保存 GPS 获得的经纬度数据的数据存储模块,用于控制机器人运动状态的电机舵机控制电路以及电源模块组成。硬件电路总体设计如图 1 所示。

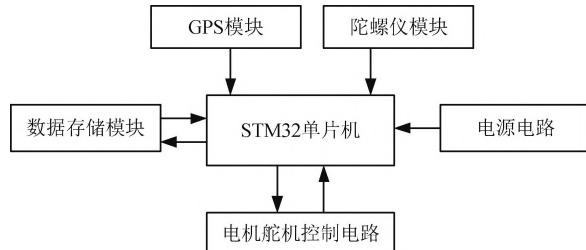


图 1 硬件电路总体设计

### 2.1 底盘结构

机器人底盘由带有两个霍尔编码器电机、一个转向舵机的四轮小车构成。两个后轮各自由一个含有编码器的直流电机驱动,为小车提供动力。两个前轮由一个拉杆连接在一起,连接一个舵机带动拉杆实现对小车左右转向的控制。其中两个后轮电机上的霍尔编码器,可以通过同时采集编码器 AB 相输出脉冲的上升沿和下降沿,获取电机的实际转速,实现对机器人车速的 PID 控制。

### 2.2 定位传感器模块

GPS 模块选择的是 NEO-M8N 模块。NEO-M8N 能够同时接收 GLonASS 和 BeiDou,适用于即使在 GPS 信号差的环境下都需要高的可用性和准确性的高性能应用。MPU6050 为一种能测定芯片自身 X 轴、Y 轴、Z 轴的加速度,以及角速度参数的六轴位姿传感器。

系统以 NEO-M8N 模块获取机器人实时定位,同时加入 MPU6050 六轴陀螺仪作为辅助定位。由于在机器人运动时电机的震动导致 MPU6050 的偏航角出现飘移现象,GPS 在机器人长时间稳定运行之后获得

**基金项目:**江苏高校哲学社会科学研究一般项目;项目编号:2022SJYB2139。

**作者简介:**施鹏(1984—),女,江苏扬州人,讲师,硕士;研究方向:信号与信息处理。

的航向是稳定的,但是更新频率慢,因此对 GPS 获得的航向与陀螺仪偏航角进行互补滤波,将滤波之后的值作为航向。

### 3 软件设计

软件总体设计如图 2 所示,由 GPS 导航模块、陀螺仪模块、数据存储模块、运动控制模块组成。

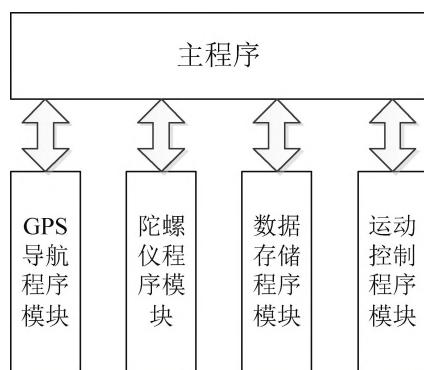


图 2 软件程序总体设计

#### 3.1 各模块程序设计思路

##### 3.1.1 数据存储程序模块

将 GPS 获取得到的位置信息存入到单片机内部 FLASH 中,保证数据在掉电情况下不丢失。对内部 FLASH 的写入过程包括:解锁、页擦除和写入数据 3 个步骤。

##### 3.1.2 陀螺仪程序模块

单片机通过 I2C 通信协议与陀螺仪进行通信,将陀螺仪中获取到的原始数据读出,然后通过 MPU6050 内置的 DMP 模块,采用四元数法将原始数据解算为可用的横滚角、俯仰角、偏航角。

##### 3.1.3 GPS 导航程序模块

GPS 在传输数据的时候是由串口接收的,因此大量数据在串口传输时,如果使用单片机进行循环处理,将大大降低 CPU 的效率,因此这里使用 DMA 方式进行数据传输。

##### 3.1.4 运动控制程序模块

机器人通过陀螺仪和 GPS 获得当前航向,然后将当前航向与期望航向的偏差值输入 PID 公式得到转向舵机和运动电机控制的 PWM 脉宽。

#### 3.2 主程序设计思路

先确定好目标路线,以直道 20 m、弯道 10 m 的间隔距离选定好若干个中间点,将目标路线离散化,然后通过按键控制将中间点处的经纬度坐标数据存入单片机的内部 FLASH,保证在主板掉电的情况下坐标数据不丢失。

当坐标数据采集完成之后,将陀螺仪获取到的偏航角进行转换,使其与 GPS 航向坐标相统一,同时调整机器人的方向将陀螺仪 MPU6050 的初始化方向与地理正北方向对齐,完成陀螺仪与 GPS 的坐标系对齐。然后通过按键控制开启定时器中断,机器人进入

自动循线模式。

通过 GPS 获得当前机器人的经纬度数据,然后将目标点坐标经纬度与当前位置坐标经纬度进行计算,得到机器人当前位置与目标地点的期望方向角和距离。通过多次测试,同时考虑到 GPS 获取数据时具有一定的延迟,本文选定前瞻距离为 5 m,即当前机器人的位置距离目标点的距离小于 5 m 时,自动将目标点坐标移动到下一个目标点。

由于机器人在静止或者运行不稳定时 GPS 无法获取准确的航向,而当机器人稳定行驶时 GPS 的航向相对准确,同时考虑到 MPU6050 在电机的震动环境下,噪声累计误差会导致其获取的航向角出现误差。经过测试,MPU6050 在机器人刚启动的一段时间获取的偏航角相对准确。因此,在机器人启动的前一段时间内采用陀螺仪的偏航角作为当前航向,当机器人稳定运行之后,对 GPS 获得的航向与陀螺仪偏航角进行互补滤波,将滤波之后的值作为当前航向。

最后在获取机器人当前坐标位置以及航向之后,计算出当前位置与目标位置的距离和方向角的差值,然后通过 PID 算法控制机器人的电机速度以及舵机的打角向目标地点运动。

软件总体流程如图 3 所示。

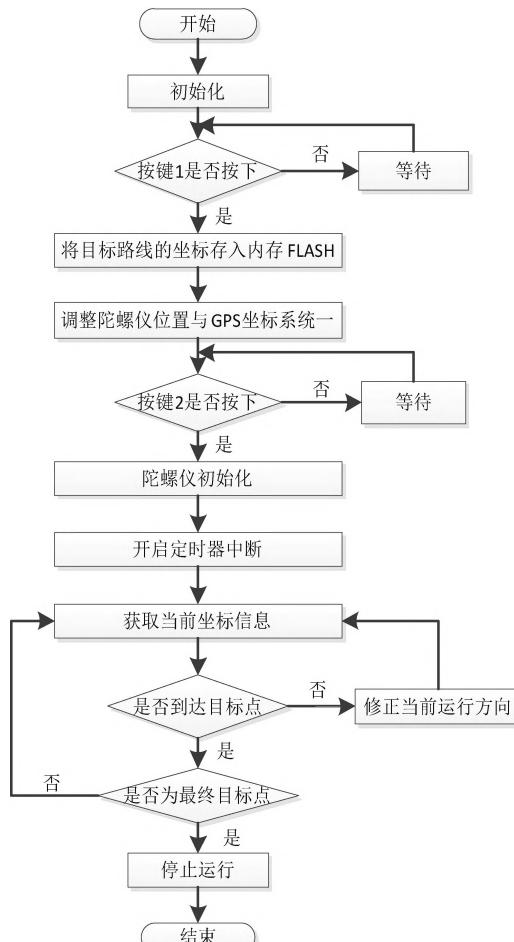


图 3 软件总体流程

#### 4 测试

采用 GPS 定位系统确定好巡逻目标路线如图 4 所示,根据路线的实际情况选定好若干个中间点,中间点选取直道 20 m,弯道 10 m 为间隔。然后通过按键将中间点的经纬度坐标数据存入单片机的内部 FLASH。在数据存储完成之后,将陀螺仪的初始化方向与地理正北方向对齐,保证陀螺仪与 GPS 的坐标系对齐。然后按下按键,陀螺仪开始初始化。在陀螺仪初始化完成之后,通过按键将机器人切换为巡线模式。在机器人上搭载实时采集的摄像头,得到的实时图像如图 5 所示。



图 4 巡逻目标路线

#### 5 结语

本文设计的校园巡逻机器人采用 GPS 导航系统获取坐标信息,在陀螺仪采集到的航向信息的辅助下,在校园中实现了自动巡逻的功能。经实验表明,机器人能够高效地完成指定目标路线的校园巡逻,在智慧校园环境下实现了安保工作的智能化。



图 5 摄像头模块采集的实时图像

#### 参考文献

- [1] 郑超. 基于人工智能的智慧校园建设框架及关键路径 [J]. 电脑知识与技术, 2022(17): 83-85.
- [2] 张帆, 黄巧洁, 刘沛强, 等. 智慧校园的技术要求和发展趋势研究 [J]. 电视技术, 2022(8): 213-216.
- [3] 未庆超, 张曙光, 曹忠尉, 等. 智能校园巡逻机器人的设计 [J]. 电子测试, 2019(9): 20-22.
- [4] 王国杰, 薛磊, 赵凯. 基于云平台的校园无人巡逻机器人远程智能控制系统设计 [J]. 邯郸职业技术学院学报, 2021(4): 51-55.
- [5] 黄晓艳, 夏轩. 室外巡逻机器人巡检系统的研究 [J]. 中国建设信息化, 2022(23): 68-69.
- [6] 张淑清, 邓庆彪, 蔡志文. 安防巡逻机器人全覆盖视觉导航方法 [J]. 机械设计与制造, 2022(12): 264-268.
- [7] 刘晓飞. 野外未知环境下的巡逻机器人定位导航技术研究 [C]. 吉林: 北华大学, 2022.
- [8] 李红双, 李孝杰. 一种基于北斗定位自主巡逻机器人的研究与试验测试 [J]. 机械设计, 2020(增刊1): 51-54.

(编辑 李春燕)

## Research on localization and navigation technology of patrol robot based on smart campus

Shi Peng, Zhu Wusheng  
(Guangling College of Yangzhou University, Yangzhou 225000, China)

**Abstract:** In the environment of smart campus, a campus robot which can patrol by itself based on GPS is designed. Patrol robot takes STM32 as the control core. It is composed of power supply circuit, GPS module, gyroscope module, data storage module, motor and steering engine control circuit. In this design, First of all, longitude and latitude data collected by GPS is stored in data storage module. Then real time heading information is acquired by gyroscope module and GPS. In this process, course information is measured by gyroscope module. At last, movement track of patrol robot is computed. The experimental results show that the robot has achieved the expected goal, and realized the automatic cruise function.

**Key words:** STM32; GPS; campus patrol robot