

基于分布式视觉的室内机器人定位系统设计与实现

黎安庆, 唐飞龙

(西昌学院机械与电气工程学院, 四川 西昌 615700)

摘要:针对室内移动机器人的自动识别规定区域的特定颜色目标物的定位导航,提出一种基于分布式视觉技术的机器人系统构建方法。通过场地外的摄像头采集机器人工作现场的图像,由计算机进行机器视觉处理后得到机器人的位置信息,再利用该信息控制机器人按路线行进。经过在 $3\text{ m} \times 5\text{ m}$ 的区域内进行标定试验,证明机器人运行时最大位置误差为:15.6 cm,平均误差为8.1 cm;方位角误差最大为 11.3° ,平均误差为 8.05° 。

关键词:室内机器人;分布式视觉;机器视觉 absolute position error

中图分类号: TP242 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1891(2019)03-0043-03

Design and Implementation of Indoor Robot Position System Based on Distributed Vision

LI Anqing, TANG Feilong

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Xichang University, Xichang, Sichuan 615700, China)

Abstract: With respect to the positioning navigation for indoor robots' automatic recognition of specific color targets in specified areas, a robotic system development method based on distributed vision technology is proposed. The image of the robot working site is collected by the camera outside the venue, and the machine vision processing is performed by the computer to obtain the position information of the robot, and then the information is used to control the robot to follow the route. After calibration test in the area of $3\text{ m} \times 5\text{ m}$, it is proved that the maximum position error of the robot is: 15.6cm, the average error is: 8.1cm; the azimuth error is: 11.3° , and the average error is 8.05° .

Keywords: indoor robots; distributed vision; machine vision; absolute position error

0 引言

当前主流的机器人技术是将机器人的导航系统、驱动系统、逻辑控制系统等都集成在机器人本体之上^[1-2]。以该方法构建机器人系统,具有结构简单、控制系统便于实现的特点。然而,大量传感器位于机器人身上,会导致机器人只能获取到自身和周边小范围区域内的信息。

本文在前人的基础^[3]上将分布式机器视觉技术用来构建室内机器人的测控系统,实现了在扩大机器人采集信息范围的基础上极大简化机器人感知系统的构成。结合 $3\text{ m} \times 5\text{ m}$ 的区域内进行标定实验,对该系统的定位精度进行了实验验证。

1 硬件系统总体设计

该机器人硬件系统由三大部分构成,即:机器人底盘、场外摄像头、机器视觉平台。

场外摄像头通过USB连接线将机器人工作现

场图像传输到机器视觉平台,该平台分析得到机器人的位置信息后再通过WiFi将该信息传输至机器人底盘,底盘平台完成两项任务:一是依据导航定位信息规划路径并实时修正行进路径,二是精确控制底盘上三个全向轮的转速,如图1。

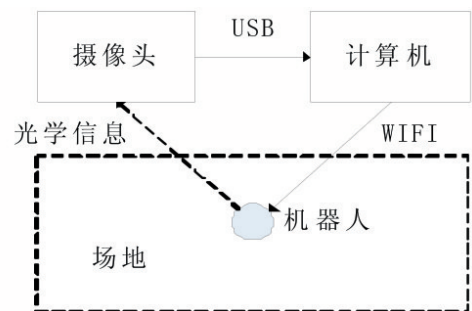


图1 机器人控制系统框图

2 底盘控制系统硬件设计

路径规划及机器人行为逻辑控制属于机器人

的应用型功能,本文选择更加接近人类思维的 Python 语言进行编写^[4];底盘电机控制则更加注重控制系统的实时性和易于操作性。根据上述分析,在底盘控制系统设计时采用 Raspberry 与 STM32 相配合的方案。Raspberry^[5]使用 BCM2837 作为 CPU,具备 4 核 1.2GHz 处理能力,可安装 Linux 操作系统以及 Python 语言环境,可满足机器人逻辑行为控制的要求。STM32 单片机^[6]则具备多个高级时钟计时器,该计时器不仅可以自动产生 PWM 信号驱动电机,还能够自动解析光电编码器信号,以分析电机转速,因此可用于控制电机。单片机与 Raspberry 之间则通过串口进行信息交换。

3 控制系统软件设计

控制系统软件部分分为视觉识别组件、路径规划组件、电机控制组件等部分构成。

3.1 视觉识别组件

视觉识别组件在 PC 端完成,使用 Python 语言操作 Opencv 库^[7],其原理为通过摄像头采集场地图像,并经过图像预处理后将摄像头得到的斜视视角转换为俯视视角,以便计算机人坐标^[8]。在此基础上,再通过颜色、疑似目标物的图形特征对机器人进行识别。在此过程中,笔者在机器人顶部制作了一个红色标记物,以便于识别,如图 2。

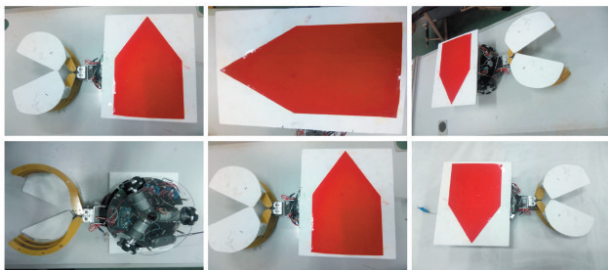


图 2 机器人整体结构及顶端标记物图

在识别到机器人后,根据目标物几何中心点所在的像素坐标,可计算出机器人在实际场地中的坐标。同时,根据目标物的偏转角度,可测量得到机器人的方位角。

3.2 路径规划组件

路径规划组件运行于 Raspberry 之上,使用 Python 语言完成编写,其工作机理是通过机器人实际所在位置和预先设定路径点的关系计算机人前进的方向及前进速度,当二者距离小于一定程度的时候减速,甚至停止前进,如图 3。

3.3 电机控制组件

电机控制程序运行于搭载了 UCOS3 操作系统^[9-10]的 STM32 之上,该软件组件通过接收串口上

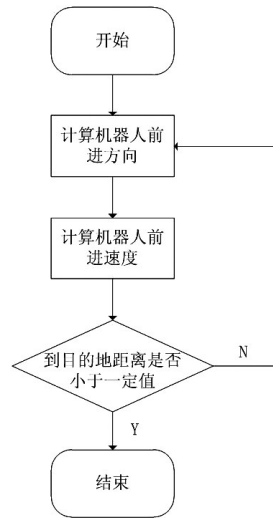


图 3 路径规划程序流程图

的机器人运动速度及方向数据,计算三个全向轮的运动速度,同时通过光电编码器分别获取三轮的实际转速,再由 PID 控制环路分别计算上述两个参数之间的差值,从而生成三个全向轮的占空比信号来驱动机器人前进,如图 4。

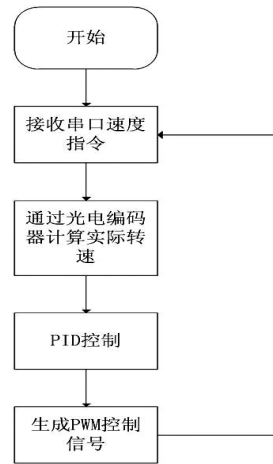


图 4 电机控制程序流程图

4 分布式机器视觉机器人实验

为验证上述视觉定位系统的准确性,进行了如下测试:铺设一个 3 m×5 m 的实验场地,使机器人沿预定坐标点运行,并进行坐标和方位角的测量。其中,坐标测试数据及误差如表 1 所示,方位角测试数据及误差如表 2 所示。

表 1 坐标测试数据及误差

预设坐标	实测坐标	误差
100.0,100.0	115.4,98.4	15.4,1.6
200.0, 100.0	210.5,105.3	10.5,5.3
200.0, 300.0	109.3,315.6	0.7,15.6
100.0, 300.0	105.0,289.4	5.0,10.6

表2 方位角测试数据及误差 (°)

测量组序	1	2	3	4	5	6	7	8
设定方位角	0.0	45.0	90.0	135.0	180.0	225.0	270.0	315.0
实测方位角	10.0	40.2	85.6	140.6	191.3	215.8	261.1	325.2
方位角误差绝对值	10	4.8	4.4	5.6	11.3	9.2	8.9	10.2

从表1中分析可得机器人运行时最大位置误差为15.6 cm,平均误差为8.1 cm;从表2中分析可得方位角误差最大为11.3°,平均误差为8.05°。

参考文献:

- [1] 杨春媚,王峰,晋博,等.基于计算机视觉的室内自主移动机器人导航综述[J].电脑知识与技术,2017(15): 141-143.
- [2] 张译之,周海燕,边晓伟.汇聚式双目立体视觉在室内移动机器人定位中的应用[J].科技风,2018(8): 14-15.
- [3] 李盛辉,沈捷,张兴华.室内移动机器人的快速CCD视觉传感处理系统研究[J].传感器与微系统,2009(04): 15-17.
- [4] 晏勇.多级分布式控制系统在移动机器人中的应用研究[D].上海交通大学,2006.
- [5] YONG F X, MO Z W, QI C W, et al. Synthesis and morphology control of raspberry-like poly(ethylene terephthalate)/polyacrylonitrile microspheres[J]. Chinese Chemical Letters. 2016(02): 195-199.
- [6] 赵智.基于STM32的二轮自平衡电动车系统研制[D].武汉:华中师范大学,2013.
- [7] SUN J, HUANG Z, LIU Y. Software implementation of corn grain morphology detection based on OpenCV[Z]. 中国江苏扬州: 2017.
- [8] 骆颇.室内单目机器人视觉目标发现与跟随[J].计算机系统应用,2018(1): 35-44.
- [9] 吴金亮.基于uCOS无人车控制平台的研究与实现[D].合肥:安徽大学,2015.
- [10] BO Q S O M, China Z W S O, China. Design of built-in boot loader for ARM uCOS[Z]. 中国湖南张家界:2012.

(责任编辑:曲继鹏)

(上接第7页)

- [2] 彭云玲,保杰,叶龙山,等.NaCl胁迫对不同耐盐性玉米自交系萌动种子和幼苗离子稳态的影响[J].生态学报,2014,34(24): 7320-7328.
- [3] 王玉芳,张兰.盐胁迫对糯玉米种子萌发的影响[J].山东农业科学,2014,46(3):37-39.
- [4] 顾文婷,董喜存,李文建,等.盐渍化土壤改良的研究进展[J].安徽农业科学,2014,42(6):1620-1623.
- [5] 姜存松.杂交高粱耐盐试验[J].作物学报.2003,77(2):133-136.
- [6] 梁俊杰,杨慧勇,张福耀.高粱耐盐种质筛选及耐盐种质多态性分析[J].山西农业科学,2013,41(5):401-406+411.
- [7] 梁晓玲,阿布来提,冯国俊,等.玉米杂交种的产量比较及主要农艺性状的相关和通径分析[J].玉米科学,2001,9(1):16-20.
- [8] 董志刚,程智慧.番茄品种资源芽苗期和幼苗期的耐盐性及耐盐指标评价[J].生态学报,2009,29(3):1348-1355.
- [9] 孙璐,周宇飞,汪澈,等.高粱品种萌发期耐盐性筛选与鉴定[J].中国农业科学,2012,45(9):1714-1722.
- [10] 戴海芳,武辉,阿曼古丽·买买提阿力,等.不同基因型棉花苗期耐盐性分析及其鉴定指标筛选[J].中国农业科学,2014,47(7): 1290-1300.
- [11] 周福平,柳青山,张一中,等.高粱幼苗耐盐指标筛选及耐盐性评价[J].山西农业科学,2015,43(9):1076-1079+1083.
- [12] D í az De Le ó n J L, CARRILLO-LAGUNA M, RAJARAM S, et al. Rapid in vitro screening of some salt tolerant bread wheats[J]. Cereal Research Communications,1995,23(4):383-389.
- [13] 刘芳,付艳,高树仁,等.玉米幼苗的盐胁迫反应及玉米耐盐性的鉴定[J].黑龙江八一农垦大学学报,2007,19(6):22-26.
- [14] 姚正培,孟君,李冠.玉米自交系芽苗期耐盐性的鉴定与筛选[J].华北农学报,2007,22(5):27-30.

(责任编辑:蒋召雪)