

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2017.06.010

基于视觉传感的路障自收放控制方法实现

王昕煜¹, 平雪良^{1,2}, 邱彬¹, 袁野¹, 宋炳锺¹, 任武涛¹

(1. 江南大学 君远学院, 江苏 无锡 214122; 2. 江南大学 机械工程学院, 江苏 无锡 214122)

摘要:高速公路路障摆放与回收是高危作业,为减少公路上交通事故的发生,课题组设计并开发了基于 Arduino 和 Pixy CMUcam5 视觉传感器的路障自收放机器人系统,由移动机器人平台搭载手爪自由移动来实现路障的合理摆放与收回。通过移动平台上路障收放装置的合理设计,并通过网络控制接口与机器人平台上的图像采集与识别模块实现通信,将视觉传感器捕捉到的路障的三维空间位置信息传送给微处理器,控制移动机器人移动定位,手爪配合实现路障收放。该路障自收放系统具有很强的实用性,可实现路障摆放和回收无人操作。该设计可提高公路作业的安全性,有一定的推广意义。

关键词:路障收放装置;移动机器人;视觉传感器;图像采集

中图分类号:TP242.3 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2017)06-0047-04

Vision-Based Roadblocks Self-Picking and Self-Putting Method Reality

WANG Xinyu¹, PING Xueliang^{1,2}, QIU Bin¹, YUAN Ye¹, SONG Bingzhong¹, REN Wutao¹

(1. School of Junyuan, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China;

2. School of Mechanical Engineering, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

Abstract: The placement and collection of high way road cones are high dangerous operations. To reduce traffic accidents on the high way, a road cone self-retracting robot system based on Arduino and Pixy CMUcam5 visual sensors was designed and developed, and was implemented by a mobile robot platform equipped with free movement of the paw to achieve reasonable placement and collection of road cones. Through the rational design of the road cones retractable devices on the mobile platform, and the image acquisition and identification module between the network control interface and robot platform, it could achieve communication which transmitted road cones of three-dimensional space information captured by the visual sensors to the microprocessor and controlled the mobile position of the robot, and pawed with the realization of the road cones retractable. The development of the road cones self-retracting robot system has a strong practicality which can realize placing roadblocks and recycling unmanned operation. The design can improve the safety of road operations, and has a certain promoting significance.

Keywords: road cones retracting device; mobile robot; visual sensor; image acquisition

日常生活中,为了尽量减轻事故处理人员和驾驶员的负担,减少在收放路障过程中发生事故的风险,工作人员想到了用机器人来进行路障的收放,但目前国际上通过机器人收放路障的应用还未见报道。本课题组提出基于视觉传感的路障自动收放控制方法,并通过总体方案,各结构设计与选用,开发出一套控制精度较高,适用于公路的路障自动收放装置^[1],即移动平台与机械手爪和视觉传感器相结合的联合平台,并进

行效果验证。本项目有很大的创新空间,系统的应用将有较好的市场前景。

1 总体方案设计

针对机器人收放路障技术的实现难点,进行方案设计。

1) 路障摆放路径规划

目前机器人路径规划的主要实现方法分为传统方法和新型智能法。目前主流的实现方法有:拓扑法、图

收稿日期:2016-11-02;修回日期:2017-04-17

基金项目:国家级大学生创新创业训练计划项目:基于视觉的高速公路路障收放机构设计(201610295002)。

第一作者简介:王昕煜(1996),男,本科,主要研究方向为机器人。E-mail:15061886729@163.com

搜索法、栅格法,基于逻辑编程的机器人路径规划法以及基于神经网络构造的机器人路径规划法等。几种方法各有优缺点。

2) 路障的定位问题

目前市场上视觉捕捉机构装置的定位方式多选取基于图像辨识处理的方法,也有基于单目摄像的机器人定位方法,这些方法对图像处理的要求精度较高,算法也较复杂,但处理效果较为理想。

3) 微处理器的选用

选用的微处理器应该具有较高的可靠性和开源性,有配套的硬软件,使其能够紧密结合,从而使程序能够条理清晰,简单可靠。

权衡各种方法的利弊,本系统确定了图像辨识、微处理器和手爪抓取 3 个模块。

1.1 图像辨识模块

系统采用图像辨识,选用的是 Pixy CMUcam5 视觉传感器。该模块的视觉传感器,能够对指定的一种或多种灰度颜色进行识别,内部系统函数简单可靠^[2]。系统在图像识别时使用色调过滤算法来识别物体,通过将彩色图像从 RGB 空间转换到 HSV 空间,能有效提取出彩色图像中的颜色信息^[3],传感器只把识别有关颜色的信息发送给处理器,对于其余数据并不予以发送,使得图像处理过程简单可靠。最重要的是该视觉传感器模块能通过对指定灰度的颜色识别,追踪物体的位置。图像辨识模块功能强大,完全能够达到本系统的要求。

1.2 微处理器模块

系统的微处理器选用 Arduino Leonardo 处理器,其特点是 Arduino 开源电子平台将 Arduino Leonardo 开发板的硬件条件和 Arduino IDE 的软件条件相结合,具有程序简洁,语句条理清晰,开放性高等优点,近些年来成为主流开发环境,对于项目有很高的适应性。Arduino Leonardo 基于 ATMEGA32U4 进行操作,板上有 20 个 I/O 引脚(可以采用 PWM 输出和模拟输入),有 16 MHz 晶振,通过 USB 线与计算机连接就可以在计算机上的 Arduino 专用软件上编写。并且和所选用的传感器有较好的通信方式,通过直接连接即可与 Pixy CMUcam5 视觉传感器进行通信,通信速率为 1 Mbit/s。该处理器模块有很高的可操作性、兼容性和开源性,符合系统的要求^[4]。

1.3 手爪抓取模块的开发

为完成路障的收放,开发了单自由度手爪作为机器人末端执行机构。机器人手爪的设计关键在于采用

电磁铁作为其驱动装置,将楔形块与手爪臂的杠杆作用作为传动导向机构^[5-6]。这一设计将电磁铁吸合的直线运动转换为手爪的抓取动作,大大简化了控制程序设计,提高了手爪抓取的成功性。

在手爪抓取路障的过程中,采用磁场强度传感器作为手爪张合判断的信息源。工作前设定好传感器的磁场强度阈值,当路障靠近收放器时,Arduino 通过电机驱动芯片 L293D 驱动手爪上的 2 个直流电机,使手爪完成释放路障的动作。在路障拾取过程中,采用磁场强度阈值监测^[7-8],控制手爪的开合,从而实现整个动作。该机械手爪抓取模块的开发使工作过程稳定,经模拟验证可靠度得以保证。

经过各个模块的合理选用与开发,形成系统总体硬件方案,如图 1 所示。

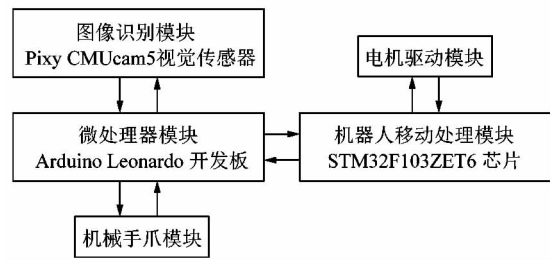


图 1 总体硬件结构

Figure 1 Overall hardware architecture

2 视觉捕捉

机器视觉因其可靠性高,数字化程度高等优点,被广泛应用于各领域。运用软件与硬件紧密结合的技术,将 Pixy CMUcam5 视觉传感器采集的图像信号转化为数字信号,通过串口将采集到的图像信息传输给处理器,由处理器内部函数对图像信息进行处理,从而达到视觉捕捉的效果。文中采用的 Pixy CMUcam5 视觉传感器模块,通过事先标定的路障灰度值以及程序算法,实现对路障的实时定位和基本识别^[9]。通过 Arduino IDE 串口监视器可以得到路障的位置信息,通过 PixyMon 软件可在线监控视觉传感器采集的图像信息(图 2)。

3 视觉追踪

为实现拾取路障的过程,需要机器人移动平台在视觉捕捉到路障后自动追踪路障的位置,而实现这个过程是通过函数循环判断,指引机器人移动平台向路障方向移动。其中程序的循环判定条件由视觉传感器所捕捉到的视觉图像中路障颜色的面积大小所提供,通过图像数据中特定颜色的面积大小与反复试验所确定的设定值比较,可以确定摄像头与路障之间的距离,

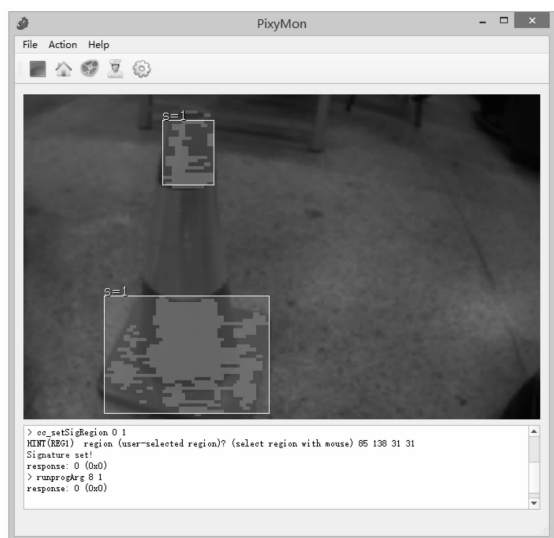


图2 路障信息在线监控

Figure 2 Online information monitoring of road cones
从而驱动机器人移动平台中的处理器对驱动器发出信号,驱动电机,使摄像头与路障之间距离达到特定值,完成对路障的追踪^[10]。经过实验验证该方法可靠,视觉追踪流程如图3所示。

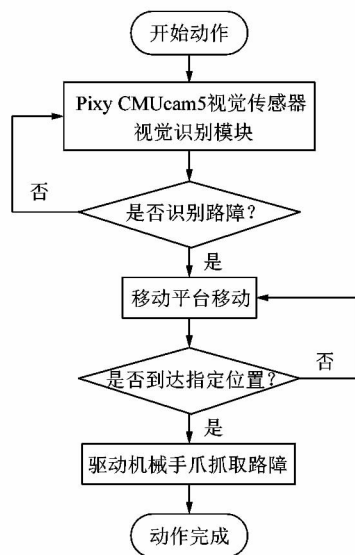


图3 视觉追踪流程

Figure 3 Visual tracking flow chart

4 手爪驱动

控制手爪抓取路障的过程中需要结合手爪的机械特性,确定手爪抓取路障的电磁开关时间。通过大量的模拟验证,确定了安全可靠抓取路障所需的开关通电时间。路障收集系统上配有一通电线圈可与路障内设的电磁装置产生电磁感应,当磁场强度达到某一阈值时,控制开关量变化,使路障落于路障收集装置中。

在拾取路障的过程中,为保证手爪电机的寿命与动作稳定,不能长时间打开手爪的电磁开关。因此,在程序中对于手爪驱动部分采取循环判断与延时子程序相结合的程序结构,保证了拾取过程的稳定性和手爪的使用寿命。

5 实验验证与分析

课题组搭建了物理样机,在模拟环境下进行了综合验证。样机可以精准地完成路障的摆放、视觉识别、视觉追踪及路障拾取等过程,能够完成所需的任务要求。

国内外已经出现很多的路障收放装置的研究,但由于所选用的技术有所局限,使得其产品结构过于庞大复杂,并且实现过程需要有人员参与,不能体现智能化。而本系统所搭建的机器人小车运用了 Pixy CMUcam5 视觉传感器,可以完成图像的快速识别与追踪,依靠各个模块之间的配合,能够高效精准地完成整个过程。与已有的产品相比,新设计的样机提高了产品的自动化程度和可靠性。程序验证样机图如图4所示。

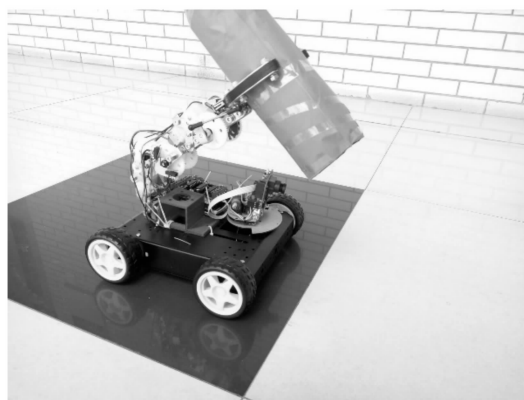


图4 程序验证样机

Figure 4 Prototype for testing program

6 结语

课题组设计了基于视觉捕捉与视觉追踪的公路路障收放机器人系统,通过中央微处理器对视觉传感器得到的图像数据进行处理,实现了机器人的动作,该系统可以安全高效地实现路障的合理摆放与自动拾回。经过技术完善与合理包装后,可以广泛地运用于交通事故处理等危险场合,保障了人身财产安全。系统收放路障实现方法高效,动作简单合理,有一定的推广价值。

参考文献:

[1] 孟庆爱. 某型路锥收放机械手运动控制设计与研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2013: 8-9.