

世界技能大赛移动机器人视觉识别系统设计

郭崇光¹ 耿远程² 马孝荣³

1. 福建信息职业技术学院 智能制造学院 福州 350003

摘要: 对世赛移动机器人视觉系统进行了研究,设计了一套面向世界技能大赛移动机器人赛项的综合视觉识别系统。该系统基于LabView软件平台和myRIO控制器,实现了对目标物体的颜色识别、条形码识别以及二维码识别,本文充分介绍了图像识别方法的实现,为满足世界技能大赛移动机器人赛项的视觉识别方法提供了参考。

关键词: 移动机器人;视觉识别综合系统;世界技能大赛

Design of mobile robot Visual recognition system of the World Skills Competition

Chongguang Guo¹, Yuancheng Geng², Xiaorong Ma³

1. School of Intelligent Manufacturing, Fujian Institute of Information Technology, Fuzhou, 350003

Abstract: The world Competition mobile robot vision system is studied, and a comprehensive visual recognition system for the mobile robot competition of the World Skills Competition is designed. Based on the LabView software platform and myRIO controller, the system realizes the color recognition, bar code recognition and QR code recognition of the target objects. This paper fully introduces the realization of the image recognition method, which provides a reference for the visual recognition method of the mobile robot competition of the World Skills Competition.

Keywords: mobile robot visual recognition integrated system world Skills competition

前言:

世界技能大赛称为“技能奥林匹克”^[1]。二零一九年,我国在第四十五届世界技能大赛移动机器人比赛项目中首次夺金。移动机器人比赛项目属装备与制造技术范畴,在移动机器人比赛项目中,需要选手在移动机器人硬件建设的基础上完成编程调试,让机器人利用视觉感应器对比赛区域中的目标物品进行数据采集,为后续机器人自主操作提供了重要数据。为此本文设计了一套面向世赛移动机器人平台的视觉识别综合管理系统,该系统可对任务条形码、二维码以及目标高尔夫球颜色即时识别,进而提升了机器人处理器工作效能,加快了机器人的反应速度^[2]。

1 系统总体设计

世界运动技能竞赛的移动机器人综合视觉识别系统

基金项目: 福建信息职业技术学院科技项目基金(项目编号: Y20106)

作者简介: 郭崇光(1992-),汉族,河南驻马店人,硕士研究生,福建信息职业技术学院专任教师,研究方向:智能机器人。

主要分为:条形码、二维码辨识;以及颜色辨别等几项任务。本文所研究的视觉处理系统使用了LabVIEW2018软件为程序设计平台,该系统程序的前面板画面如图1所展示。页面设计简单、漂亮、数据流方向一目了然,在前面板中,中间展示了实时采集到的物品图像,左侧则展示了图像处理后的结果数据,主要表现了物品视野中所高尔夫球的颜色、中心点位置、体积、长度等信息,右侧显示二维码和条形码十进制有效数据。



图1 移动机器人综合视觉识别系统操作界面

2 条形码及二维码识别

在世赛移动机器人项目中,机器人的作业任务是由

二维码的形式发布，机器人需要扫描识别目标二维码获取任务信息。条码识读流程，就是把图片信号转换为用条码所表达的数码信息内容。可以通过条码长、空宽度来确定条码符号，同时利用与优化过的条码数据库的比较分析，判断不同的条形码码制。然后再利用编码、校正、纠错等技术处理来重新识读条码，如此就能将条形码结果数据显示输出^[3]，识别效果如图2所示。



图2 移动机器人条形码及二维码识别

为了降低环境因素对图像质量的影响，本系统先将二维图像数据进行灰度化处理，并加入图像增强操作增加二维码特征的辨识度，然后利用canny算子进行阈值分割和边缘检测，最后通过译码实现二维码的识别任务^[4]。其灰度变换公式如下：

$$Gray = X_R * 0.31 + X_G * 0.58 + X_B * 0.11$$

由于条形码的特征和二维码的特征相似，因此本系统采用相同的算法内核，在LABVIEW编程时做出相应的微调即可，如图3所示：

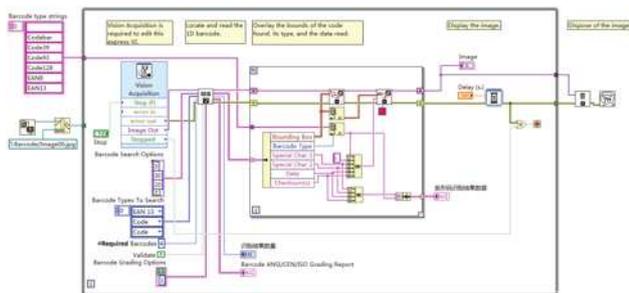


图3 条形码识别程序

3 颜色识别

世赛移动机器人在颜色识别任务中需要完成目标球类颜色识别，并定位球体中心点坐标获取其关键位置信息。本系统对目标物体颜色识别的主要流程为RGB阈值

分割、形态学变换、霍夫圆检测。其中RGB阈值分割为提取图像色彩特征，形态学变换为改善图像质量，霍夫圆检测为得到关键有效数据，具体如图4所示：

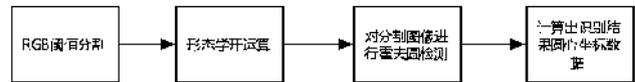


图4 颜色识别技术路线

LabVIEW的彩色图像显示和处理功能主要包括了RGB, HSL, HSV, HIS四个模型，本系统使用了HSL的彩色管理模式。HSV模式是一个对测量物体配色信息比较直观的教学模式，与其他色彩模型一样，HSL色彩模型中亮度分量和图象的色彩信息完全没关系，其在工业视觉领域中应用非常广泛^[5]，模型如图5所示。

HSV的色彩模式主要包括以下三种基本参数：色相（H）、饱和度（S）、和光度（V）。色调H的计算范围是 $0^\circ \leq H \leq 360^\circ$ ，计算由 0° 开始逆时针方向运算，其中红光为 0° 、绿灯为 120° 、蓝色为 240° 。饱和度S代表了色相近似光谱色的程度，取值范围是 $0\% \leq S \leq 100\%$ ，每种色相由某类光谱色与白色掺杂而成，某类色的饱和度则与光谱色中所占的比例大小成正相关。

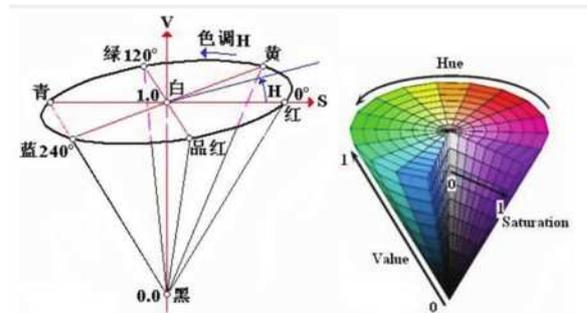


图5 HSV模型

假设机器人系统的输入图像为 $f(x, y)$ ，HSV模型的输入参数计算伪代码如下所示：

输入： $f(x, y)$ ，R、G、B。/* $f(x, y)$ 为图像输入，R、G、B 为每个通道的像素阈值

输出： H, S, V 值

(a) 计算 Δ

/* Δ 为RGB三通道像素阈值最大值和最小值只差

$$R' = R / 255 ;$$

$$G' = G / 255 ;$$

$$B' = B / 255 ;$$

$C_{max} = \max(R', G', B')$; /* 计算RGB三通道像素阈值最大值

$C_{min} = \min(R', G', B')$; /* 计算RGB三通道像素阈值最小值

$$\Delta = C_{max} - C_{min}$$

(b) 计算 H 阈值

$$H = \begin{cases} 0 & \Delta = 0 \\ 60 \times \left(\frac{G' - B'}{\Delta} + 0 \right) & , C_{\max} = R' \\ 60 \times \left(\frac{B' - G'}{\Delta} + 2 \right) & , C_{\max} = G' \\ 60 \times \left(\frac{R' - G'}{\Delta} + 4 \right) & , C_{\max} = B' \end{cases}$$

(c) 计算 S

$$S = \begin{cases} 0 & C_{\max} = 0 \\ \frac{\Delta}{C_{\max}} & C_{\max} \neq 0 \end{cases}$$

(d) 计算 V

$$V = C_{\max}$$

得到H、S、V的参数阈值后输入到HSV模型中即可得到目标球类颜色种类。但由于外界环境的影响(如光线不均,背景色彩杂乱等影响识别质量),图像经过RGB阈值分割后可能存在噪点干扰。该系统利用了形态学变换中的开运算算法去除噪点,开运算的过程是完成对物体的腐蚀和膨胀,原始图像数据经过开运算处理后可去除细小噪点、并平滑大图像边缘,同时能保证图像数据面积的稳定性^[6]。

为了提高检测结果的稳定性和精度,最后将经过开运算后的图像数据进行梯度优选霍夫变换(OGHT)算法处理。

$$A \circ S = (A \ominus S) \oplus S$$

上述公式中图像A和图像S为进行形态学开运算(开运算运算符为“○”),处理过程为先进行图像A和图像S的腐蚀操作(“⊖”为腐蚀运算符),再进行图像A与图像S的膨胀操作(“⊕”为膨胀运算符)^[7]。

在确定圆心坐标的过程中,要计算轮廓点处的梯度向量,然后以轮廓点为圆心,半径为R,沿方向向量找出两点,通过两个轮廓点即可求得圆心的位置。通过将OGHT打包导入LABVIEW编程软件使得机器人调用更加便捷^[8],检测结果如图6所示。

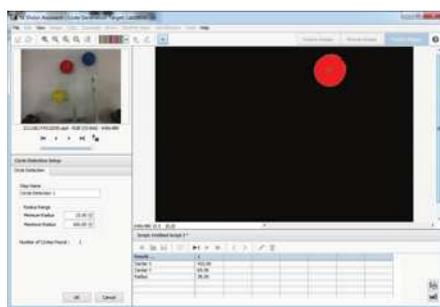


图6 颜色阈值分割最终结果

4 系统硬件

系统硬件主要由单目照相机、NI myRIO控制器、相机移动平台等构成,世赛运动摄像机项目硬件部分

由英国Studica集团提出的World Skills Mobile Robotics Collection——WSMR19的官方套件打造而成,图像采集设备主要是清晰度为1280X720的微软lifecam照相机,NI-myRIO-1900作为图像视觉系统控制器,但由于竞赛技术文件规定lifecam照相机必须没有外置光源,所以图像收集信息受外部光源干扰较大^[9],对阈值调整准确度要求也较高,本视觉识别系统的算法和技术路线能充分发挥系统硬件能力,能有效降低外界干扰,提高识别准确率。

5 总结

本章详细阐述了基于LabVIEW编程平台的世界移动机器人综合视觉识别系统设计,并以第45届世界技能大赛竞赛机器人为平台,研究条形码、二维码识别和颜色识别的综合应用。实践中证明了该视觉识别系统具备了良好的识别精准度,在实际应用中也具备比赛时对杂乱光线的抗干扰能力,可以为全国参赛院校提供参考。必须说明的是,当该系统运用在移动机器人视觉伺服运动控制上时,会出现运动相应的短暂延时问题,使得调试工作相对繁琐,因此为了在更短的时间里顺利完成调试工作,对使用者提出了相对较高的要求:必须在平时通过不断的练习、探索和解决问题、累积各种实践经验。随着工作经验的进一步累积,视觉系统的学习过程也将变得更为简单。

参考文献:

- [1]杨敏.躬身深耕才能站在风口上高歌——第44届世界技能大赛移动机器人项目纪实[J].中国培训,2018(04):11-12.DOI:10.14149/j.cnki.ct.2018.04.005.
- [2]章安福.世界技能大赛移动机器人运动控制系统设计[J].机器人技术与应用,2021(01):19-25.
- [3]任轶凝.条形码中距离动态识别技术研究[J].电讯技术,1996(06):55-60.
- [4]黄雷.基于图像增强方法的小目标检测技术研究[D].桂林电子科技大学,2021.DOI:10.27049/d.cnki.gglde.2021.000558.
- [5]宋琴琴,杨国平.基于HSV颜色阈值分割的车道线检测[J].计算机与数字工程,2021,49(09):1895-1898.
- [6]赵诣,李徽.运用开运算辅助地面纹理识别[J].海峡科技与产业,2020(07):62-64.
- [7]龙美芳.复杂环境下交通标识检测与识别算法的研究[D].大连交通大学,2020.DOI:10.26990/d.cnki.gsltc.2020.000117.
- [8]杨森中.基于机器视觉的围棋机器人视觉系统算法研究[D].安徽大学,2020.DOI:10.26917/d.cnki.ganhu.2020.001166.
- [9]林煜生.图像透视校正移动机器人视觉识别中的应用[J].科技创新与应用,2020(18):28-30.