



基于 PLC 和视觉的机器人物体识别和分类研究

杨小强

(重庆科创职业学院 智能制造学院, 重庆 402160)

摘要: 对目标物体的准确识别和分类, 是机器人在工业应用中进行抓取和分拣等任务的核心问题。提出了基于 PLC 和机器视觉的物体形状和颜色识别系统, 该系统由 PLC 作为主控, 利用机器视觉对物体形状和颜色进行分类, 在识别目标特征后, 送入 MATLAB 处理后将结果发送给 PLC, PLC 控制机器人的关节, 进行目标选择和抓取, 有效提高了定位精度和工作效率, 降低了成本。

关键词: 机器人; 视觉; PLC

中图分类号: TP242

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2021) 01-0112-04

DOI: 10.19899/j.cnki.42-1669/Z.2021.01.020

一、背景分析

根据工业现场调查, 搬运机器人在工业领域应用比较广泛。此类机器人一般通过提高机器人的准确性、安全性和速度来提高分拣和放置机器人的性能, 同时也可添加许多功能到机器人上, 扩大其在工厂的应用范围。本系统利用 PLC 作为机器人的大脑, 获取物体和指令的信息, 控制机器人的关节, 完成拾取和放置操作。机器人关节由步进电机控制, 采用脉冲控制步进电机精确的运动和停止。电机收到一个脉冲, 移动一定角度。直流电机采用 PWM(占空比)方法控制其速度, 通过这种简单、快速、有效的控制方法使电机转速在额定转速的 0~100% 范围内变化。该机器人控制系统能够适用于不同的工业应用场景, 与传统机器人相比, 这种机器人有两个主要优势。第一, 在由摄像机和激光束组成的“搬运”机器人中, 机器人能够检测到物体的准确位置, 而不是物体的确切特征, 也能够探测到 RGB 颜色和周围的形

状。该机器人的视觉处理足够精确, 可以检测到任何颜色, 而不仅仅是 RGB 颜色。第二, 该机器人还可以准确识别到四种不同的形状。

二、机器人识别流程与步骤

机器视觉与电脑连接, 能够有效拍摄到传送带上移动的物体, 识别物体的颜色和形状。将拍摄的在线视频送入 MATLAB 进行分析, MATLAB 可以区分对象的颜色, 它们可以是红色、蓝色、绿色和黑色。MATLAB 也可以检测出物体角的数目, 并计算出每个物体的面积。通过 MATLAB 仿真在其边框内比较对象上的五个不同区域, 通过对比二值图像中物体中心和包围框内四个角的颜色来检测物体的准确形状。本机器人需要区分的对象有矩形、圆形、三角形和正方形。利用 Matlab 识别不同对象属性的方法, 将任何具有不同形状或区域的其他形状都被归类为未知形状, MATLAB 给出了不同的数字, 每个数字都

收稿日期: 2019-12-08

基金项目: 2019 年度重庆市教委科技课题“基于机器视觉的水果精准分拣及包装关键技术创新研究与实践”(项目编号: KJQN201905405)。

作者简介: 杨小强(1983-), 男, 甘肃天水人, 重庆科创职业学院智能制造学院讲师, 研究方向: 电气控制技术、工业机器人技术。

与特定的对象相关,因为有四种颜色和四种形状,所以编号为从 1 到 16。此外,由于机器人有可能在光线或环境较差的工作场所工作,误导机器人检测物体。为了尽可能减小检测目标的误差,如果特殊对象不符合确切条件, MATLAB 会给出编号 17,如果机器人不能将对象的要求条件与已经在传送器上的对象匹配,它将认为是一个损坏或未知的物体。检测物体的存在并识别其特征后, MATLAB 会将确定的编号发送给 PLC, PLC 与 MATLAB 之间通过以太网电

缆连接。 MATLAB 在 PLC 中写入该编号,并在 HMI 界面上显示该编号。 PLC 发指令控制机器人对物体进行准确定位,根据物体所在位置,步进电机获得特殊的脉冲值控制机器人关节转到所需的角速度。接着,由直流电机控制的第二个关节向下移动并释放物体。将物体放置到需要的位置后,机器人将移动到它的原点位置。机器人检测物体形状的步骤流程如图 1 所示。

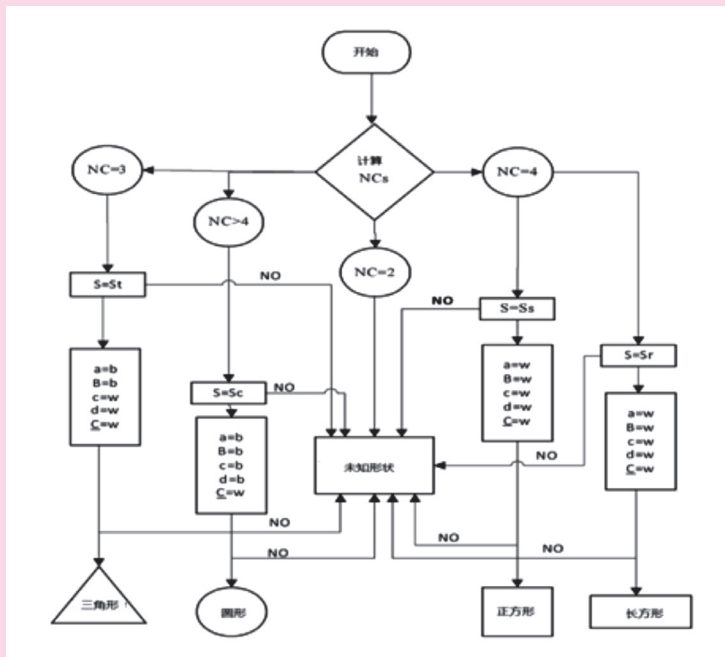


图 1 机器人检测物体形状的步骤

图中参数说明:(NC 角的数, St 三角形所需面积, Sc 圆所需面积, Ss 方所需面积, Sr 矩形所需面积。 a、b、c、d 是包围盒内四个角的颜色, c 是中心的颜色)

三、图像识别与获取

机器人视觉单元由高架安装的 CCD 摄像机组成,通过通用串行总线 (USB) 端口连接到个人电脑,具有 2.20GHz 处理器和 4.00GB 的随机存取存储器 (RAM),该内存在 Windows7 操作系统下运行,并具有可用的并行端口连接。相机的 CCD 尺寸为 1.5 英寸,图像尺寸为 320×240 像素,能够覆盖一个工作区域尺寸为 $348.14 \times 261.11\text{mm}$ 的矩形。摄像机通过微动开关触动信号后检测是否有物体存在,进行拍照或录像记录传送带送来的物体。由于摄像头与 PC 机相连,所以在线视频或图像在 MATLAB 中直接可用。为了分析物体的形状和颜色, MATLAB 对当前视频或图像进行 RGB 快照。 MATLAB 在检测物体的形状和颜色后,向 PLC 发送一个特殊的编号,每个编号都对应

特定物体,按照以上过程进行图像识别与获取。

四、机器人关节控制

在此项目中,使用 PLC 作为机器人的控制装置,此外,配有 3.5 英寸的 HMI 屏幕,拓宽了机器人的图形选项,用户可以通过在 HMI 屏幕上设置可选的值来修改机器人的程序,可以在人机界面中看到机器人检测的结果,该 PLC 程序主要由功能框图程序编制。

本机器人主要有两个关节。采用 Q2HB44 驱动的步进电机控制第一关节运动,驱动电压从 DC12 到 40V,可以匹配 6 个或 8 个电流低于 4A 的 2 相混合型步进电机。轴直径从 42 毫米到 86 毫米不等,该步进电机得到 200 脉冲转动 360° ,相当于步进电机的每一步等于 1.80,也可以接收 1000 毫秒的脉冲,通过脉冲信号控制机器人能够精确地找到位置。机器人的第二个关节是通过直流电动机控制,通过集成电路 L298N 用于控制直流电机的转向,直流电机主要控制机器人的第二个关节抓取和抬起物体,通过改变脉宽

调制 (PWM) 的方法进行机器人运动速度的调节。图 2 是直流电机、步进电机与 PLC 的硬件连接图。

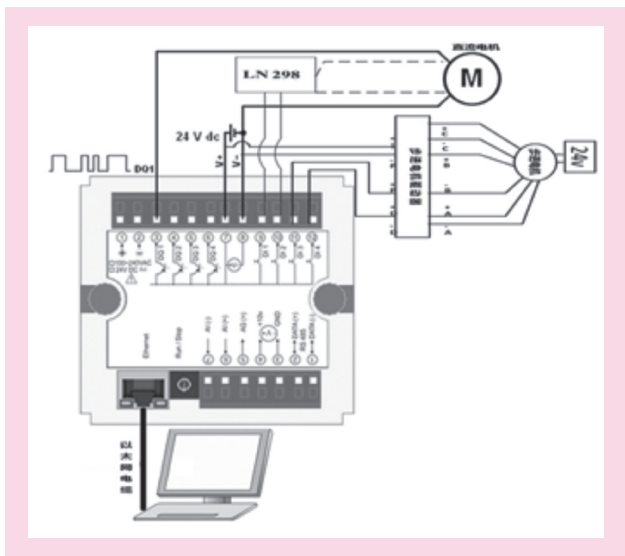


图 2 PLC 控制系统硬件连接图

当控制信号的逻辑值为 t_{on} ，通过增加或减少时间间隔来执行电机转速变化。因此，在一个占空比为 100% 的情况下，电机将有最大的转速，最大的 t_{on} 和零的 t_{off} 。在占空比为 50% 的情况下，电机转速将为额定转速的一半，因此 $t_{on}=t_{off}$ 。在占空比为 0% 的情况下，电机将停止工作。占空比用 P 表示，可由下式计算：

$$P = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}} \times 100(\%) \quad (1)$$

PLC 有 2 点可选作为捕获、比较和脉宽调制 (PWM) 产生模式。其利用速度控制，减少硬件的使用与等效的软件控制。

五、机器人试验过程

机器人拾取和放置过程的第一步是检测移动输送机上的物体，然后区分不同物体之间的差异，主要通过激光束和 CCD 相机探测目标对象。使用摄像头在线拍摄移动传送带上的物体，传送带上的物体

以图像形式呈现出来。使用 MATLAB 程序分析对象的特性，MATLAB 通过 0.4s 照相并将分析结果发送给 PLC，每一种颜色都由三种主要的 RGB 颜色组成。利用 MATLAB 中的“impixelregion”工具帮助测试机器人的视觉精度。图 3 显示了对象捕获图像的像素区域。

通过 MATLAB 利用物体区域边界的二次微分来计算物体的角，角的数量并不是确定形状的唯一标准，形状的区域必须面对每个形状的默认区域。背景与中心形状的比较是检测物体形状的重要步骤，为了进行比较，MATLAB 在其二进制图像上计算并绘制每个形状的边界框。图 4 为黑白两色，背景为黑色，形状为白色。MATLAB 使用‘regionprops’命令查找形状的中心，在边界框内裁剪 5 个带有相同分数的矩形和 4 个角，这些点用 C, a, b, c 和 d 表示，通过 MATLAB 比较这些区域的颜色，例如，如果它的形状有三个角恰好面积就是三角形所需的面积，确定是三角形。如果 a 和 b 部分的图像是黑色的，其他三个部分是白色的，一个形状有三个条件，那么也可以确定是一个三角形图像，利用相同方法可以识别其它形状。检测和比较物体二值图像识别形状过程如下图 4 所示。

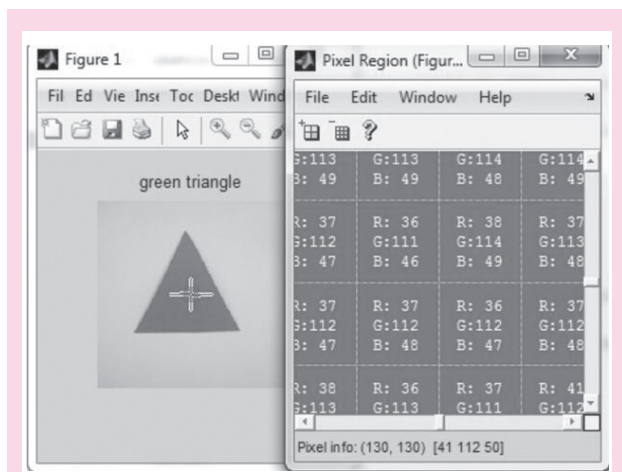


图 3 对像捕获图像像素区域图

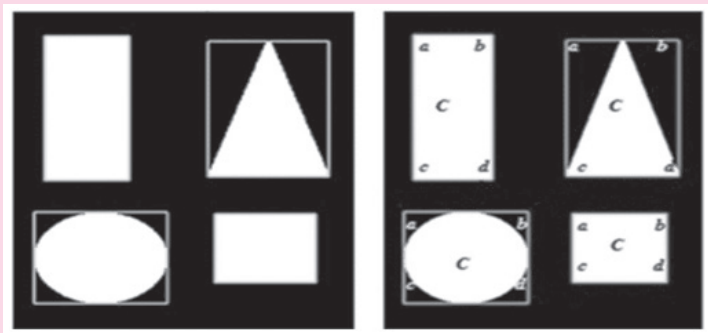


图 4 检测和比较物体二值图像识别形状

六、结论

在此项目中,摄像机和 MATLAB 作为该机器人的视觉检测装置,PLC 为机器人的控制中心,通过视觉与 PLC 的有机结合,根据物体的识别标准,机器人能够对传送带上的物体通过不同颜色和形状进行识别,并将物体能够准确放置在设定的位置上。根据测试结果分析,有时环境噪声会影响 MATLAB 的测试结果,在某些环境下, MATLAB 需要超过 1 秒的时间才能响应,具有一定的延迟性。通过视觉与 PLC 的有机结合,使机器人能够有效识别物体颜色、形状,准确定位完成搬运、分拣等任务,同时能够提高机器人的运行速度和精度。

参考文献:

- [1] 李梅.水果分拣技术的研究现状与发展[J].江苏理工学院学报,2018,(2):121-124.
- [2] 王迎晖.基于机器视觉的物料分拣工业机器人技术研究[J].仪器仪表标准化与计量,2018,(5):28-30.
- [3] 谢邦晋.基于机器视觉的工业机器人定位抓取技术[J].内燃机与配件,2018,(21):216-218.
- [4] 朱亚红.基于机器视觉的工业机器人分拣系统[J].智慧工厂,2018,(12):73-74.
- [5] 董腾,秦腾飞,张如如,等.基于机器视觉的水果分拣系统[J].聊城大学学报(自然科学版),2017,(1):93-96.

[责任编辑:胡大威]

Research on Robot Object Recognition and Classification Based on PLC and Vision

YANG Xiao-qiang

(Chongqing Creation Vocational College, Yongchuan402160, China)

Abstract: Accurate identification and classification of target objects is the core issue of robots in tasks such as grasping and sorting in industrial applications. This paper proposes an object shape and color recognition system based on PLC and machine vision. This system is controlled by PLC and Machine vision is used to classify the shape and color of the object. After identifying the target features, it is sent to MATLAB for processing and the results are sent to PLC. PLC controls the joints of the robot, selects and grasps the target, which effectively improves the positioning accuracy and working efficiency, and reduces the cost.

Key words: robot; vision; PLC