

# 基于工业视觉技术的工业机器人分拣系统设计

王厚英

(北海职业学院 广西北海 536000)

摘要:为了深入探讨机器人技术在各个领域的应用效果,基于科学技术水平高速发展与社会经济快速提升的背景,分析工业视觉技术基础上的工业机器人分拣系统设计。介绍以机器视觉为基础的工业机器人分拣基本流程、工业机器人分拣系统与工业机器人分拣技术,认识到工业机器人分拣系统的实际应用效果,旨在为相关领域发展起到积极推动作用。

关键词:工业视觉技术;工业机器人;分拣系统

时代的高速变革推动了我国制造业逐渐趋向智能化、数字化、网络化方向发展,在全新的工业变革发展过程中,最新的信息技术与智能化制造技术成为核心力量,我国制造业在世界舞台上占据一定的位置。若想进一步强化我国制造业势必要利用智能化技术探寻新的发展道路,特别是在全球新冠疫情爆发后,大幅度降低了人员流动率,对企业来说外来务工人员有限招工困难是一项客观存在的问题。用机器替代人工作业成为当前制造业升级优化的一项发展趋势,而机器人在智能制造领域中智能装备的典型代表已经在一些领域得以广泛应用,如汽车制造、物流等。在工业视觉技术模式下使机器人具备了“人眼”功能,为机器人在自动化生产作业中提高了工作的精准性与适应性。从当前研究情况来看,大多数精力都投放在视觉图像处理方面,以及优化机器人控制问题,如物体分拣平台、利用视觉技术检测工件位置是否偏移等,但在工业视觉领域方面的研究依旧有待进一步深入。

## 一、以机器视觉为基础的工业机器人分拣工作流程

将工业机器人应用到工业领域自动化生产线上时需要应用到专业的镜头,针对在工业区域中处于传送带上的产品或原料的图像进行抓取与分拣,并将得到的信息内容经过电子计算机图像做出具体的分析最终完成识别任务,实现对原材料与产品零件进行精准定位。以整体目的为基准建立平面坐标,将原材料平面坐标与机器人平面坐标之间存在的关系进行归纳整合。为工业机器人精准完成分拣作业,起到有效的引导作用,并根据相关标准将原料投放在相应的位置。以机器人视觉技术为基础的工业机器人快速分拣操作如下,先对相机进行校验,以相机的标定为基础为工业机器人进行分拣操作软件建立相应的原材料系统,图像与智能机器人平面坐标提供辅助作用,同时要两个平面坐标的内容进行进一步分析。然后进入到图像处理阶段,在此阶段会对相机拍摄到的图像进行进一步的处理完成分析与后续准备工作,在此环节掌握原料的一些特点,接着要根据原材料的实际情况确定原材料的坐标。而计算机视觉是以图像采集与分析为基础,在先进的技术手段下识别出图像中的原材料与产品伪影并做好分类工作,最后实现智能机器人操作。工业机器人作业需要在机器人与电子计算机之间构建数据通信渠道,以电子计算机操作过程为基础控制工业机器人的具体操作与行为<sup>[1]</sup>。

## 二、以机器视觉为基础的工业机器人分拣系统

### (一)工业机器人分拣系统的组成

可以将 HR6 通过工业机器人作为模型构建以机器视觉为基础的工业机器人分拣系统,以机器人的视角分析来看可以对分拣系统进行划分,划分为包括工作平台、摄像平台以及机械手抓等各种单元。其中工作平台包含两方面内容,分别为工件放置台与工件分拣放置槽位,其中一个工件放置平台是黑色的,在运行过程中其作用是不可替代的。在颜色选择方面是考虑到便于与金属几何工件区分开来,使算法得以实现。在完成工件分拣工作后,可以按照种类与类型放置到工作槽中。而摄像机平台单元中主要由以下几方面组成:摄像机、摄像头、支架及光源。将单目摄像机挂至于支架上,其功能作用主要体现在抓取试验台上的工作视频图像,在光源方面白色的 LED 面光源能够为数码相机起到有效的辅助作用,为数码相机

提供光源。在工件方面要做好固定工作,要求工件自身有一定的阴影,如此一来能够将其覆盖支架发挥了不可替代的作用,能够固定光源与数码相机,并且可以对其高度与角度进行调节。在这样的情况下予以掌握相机与台面之间的距离,视觉分拣主要由两部分组成:PC 机与视觉软件,从功能角度分析来看,将视觉系统的功能作用充分发挥出来,可以对摄像机视频进行排序,便于更好的了解目标的具体情况,计算出工件的质心以及摆放方向。另外,物体坐标系、图像坐标系存在一定的关联,对两项内容进行计算得出目标项与位置,进行信息传输做好相关控制工作。RC 控制单元由三项内容构成,分别为示教盒、控制柜以及 RC 控制器,每项内容都具有不可替代的作用。其中示教盒主要针对机器人设置出相应的参数,发挥出不可替代的控制作用确保精准定位。而控制柜与计算机有密不可分的关系,二者连接后能够接收到计算机数据,并且对机器人进行有效的控制,对机器人做出动作指令,发挥出对参数分析的作用。机器人手抓包括两项内容,分别为抓手与机械臂,抓手主要负责分拣与抓取,而机械臂则通过控制器完成相应的动作。为了便于算法计算对分拣系统也有一定的要求。第一,多数情况下工件为几何形状。第二,在抓取工件方面能够为工业机器人提供便利,同时在机械臂进行抓取时,为了避免发生碰撞需要对相邻工件做好处理分散放置。第三,对算法进行验证确保精准性,有些工件的几何形状相类似,对此在放置过程中不能集中放置,要进行分散放置<sup>[2]</sup>。

### (二)排序过程

在进行生产加工作业时,可以将分拣的几何工件的图像编码根据排列顺序导入到 PC 中,动态监控摄像头在捕捉到工件后会生成照片,然后经过视觉效果图像处理软件的识别对工件的外观与特点进行分析整个排序。过程由以下几个部分组成:第一,图像准备进行处理此项工序的主要任务是针对采集到的图像进行分析,并且在操作过程中对图像构成影响。第二,准确定位目标以此为基础确定转子的应用完成算子的图像值,此项操作有明确的目的性,要从图像中获取目标。第三,单一分析的客观性,正确表达出几何工件是主要的目的,因此若单纯以角度检测为基础,则无法精准的测量出圆,因此要应用粗圆检测发挥出有效的辅助作用。第四,根据不同类型掌握针对不同的工件要掌握其具体特点与主要参数,包括管理中心与长度轴,系统总线会将相关信息与特点发送到智能机器人控制箱的 RC,然后由 RC 完成对工件智能机器人的操作与分类<sup>[3]</sup>。

## 三、以机器视觉为基础的工业机器人分拣技术

### (一)相机校准

在分拣系统软件运行的过程中,首先要针对工件或原料对相机进行校准,此项工作是机器视觉技术基础上工业机器人分拣工作的重要前提,只有做好此项工作落实监控摄像头标定才能实施机器视觉。相机标定是创建工业机器人手与传送带上原料或工件平面坐标及图像平面坐标,并分析探索二者之间关系的重要基础,其目的是促进空间坐标系向图像坐标系转变。在不同方向、不同标定版的各个标点位置上完成采集操作,然后要发挥出变换关系的作用,在此过程中两个坐标对应关系的构建,从中获二维图像对应世界坐标系的三维信息,通过这样的方式应用摄像机实现标定。在摄像机标定时,标定人机交互界面的实现功能,具体包括为以下几方面内容:第一,

针对输入图像来说能否达到预期目标,从标定准确性的角度来看摄像机拍摄模板图像的准确性至关重要,在一定程度上发挥了决定性的作用,若模板准确性低,则标定成功的概率也不会高<sup>[4]</sup>。第二,摄像机中的参数,此参数为摄像机固定的参数,摄像机的外参数是环境参数。第三,系统误差,在对系统误差进行观察时,显示出标定系统误差系统流程主要包括以下内容:其一,需要将棋盘参数输入其中具体包括行与列的交点以及每个方块的长度与宽度。第二,将拍摄好的不同方向的标定板输入到视觉图像处理软件中,系统本身具有高水平的自动性,能够自行检验是否符合标准,在发现与相应的标准不一致时,要在第一时间通知用户,并以此作为参照依据重新进行采样,在完成一系列操作后,确保其与相关标准保持一致,并以此为基础提取角点坐标完成绘制工作,观察是否与目标一致,确保角点坐标的精准性。获取摄像机中的内参数与外参数<sup>[5]</sup>。

相机校准需要用到相机标定技术,通过  $3 \times 4$  阶矩阵  $M$ ,代表空间物点、二维像点的关联性,由此了解到线性变换矩阵、透视矩阵的差异为比例因子。利用线性方程求解,便可得到  $M$  值。将空间的点  $P$  坐标假设为  $(X_w, Y_w, Z_w)$ , 相机坐标系中相应的坐标是  $(X_c, Y_c, Z_c)$ , CCD 相机成像平面中,可以应用坐标系  $(x, y)$ , CCD 采集图像,应用像素坐标是  $(u, v)$ , 计算坐标对应关系时,

$$s \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix}$$

采用方程

进行求解。统计分析期间利用平移、旋转的方法,转换世界坐标系为相机坐标系。因此,针对以上关系的转换分析,最终得到转换关系是为

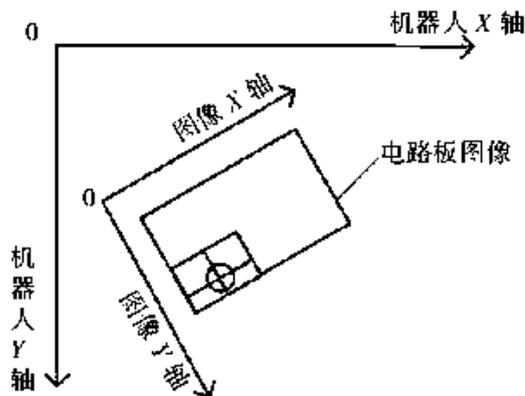
$$\begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R & T \\ O & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \\ 1 \end{bmatrix}$$

。分析公式转换关系时,  $R$ 、 $T$  均是外部参数,  $R$  代表了旋转矩阵,  $T$  代表平移矩阵,依次采用旋转变量、平移量展开计算,利用空间物点、二维像点,采用最小二乘法对变换矩阵  $M$  进行分析,最终可得到内外参数,完成图像信息的识别与分析。

## (二) 工件识别定位

为了将智能机器人的布置在实际操作中的概率降到最低,要保证相关软件系统在运行作业时能够精准的对工件进行识别与定位,并且要提高对这两项任务的重视与管理力度,主要在于图像匹配技术的应用。在实践操作过程中,原材料不同会选择与之相对应的工件匹配技术,从当前的实际情况来看,最常应用到的图像匹配技术主要分为区域匹配、特征匹配与相位差匹配,而特征匹配是应用最为广泛的类别匹配技术,主要原因在于特征匹配较为枯燥。此外,这两种匹配方式对灰度查看的依赖性较高。工件的识别是指对图像的识别主要原理是应用摄像头捕捉到工件的图像,并与记录的工件图像进行对比审核,从中获得图像中工件的具体信息,对工件自身的位置与方向进行记录<sup>[6]</sup>。通常情况下在进行图像识别时,先要根据预处理的工业镜头捕捉到光线的图像信息,随之相关的匹配系统软件会找到与工件不符的工件部分,并记录相关信息。在不久的将来应用图像解析技术,对工件与预处理相机获得的图片信息中的情况进行分离,将工件的图像进行转换,然后将转化后的图像提供给匹配外观和特点的相似性,便于进行图像识别工作。工件识别技术是工业机械手能够准确地执行分拣任务,如果想掌握分解目标的精准位置信息,则要对分解目标的位置做出准确的定位,便于更好的测量工件的精准位置。要对预处理相机摄像的图片进行分析,在实际操作时先要根据核对工件在图片中的位置进行监控摄像头坐标

转换,然后根据监控摄像头的坐标,利用坐标的形式显示出工件的位置坐标<sup>[7]</sup>。在进行图像信息标定时,为保证图像坐标的准确性,要利用已知的点计算出两个坐标系之间的转换矩阵从而利用已知的图像坐标值计算出对应的坐标想信息。



图像与施加坐标系关系图

将图像旋转极角度设为  $\theta$ , 表示特征点在图像坐标系中的坐标值,表示特征点在机器人坐标系中的实际空间坐标值,可以将坐标点之间的旋转关系表示为  $\theta$ , 考虑到坐标系间存在着对应的缩放系数,根据以下公式,可以用表示缩放旋转矩阵:  $\theta = A^*$ , 两个坐标系之间的平移情况,可以在公式 (2) 的基础上带入二维图像平移矩阵合并公式 (2) 中的内容,得到旋转平移矩阵。根据线性代数求解规律,公式最少需要六组图像对机器人坐标数据进行求解。实验中代入九组图像的横纵坐标值,最终得出以下矩阵表达式。

= (3)

在计算图像标定矩阵时,可以采用代入多组值方法去除偏差较大值的方法,实现减少相对误差的功能。

## 结束语

综上所述,在人工智能技术高速发展与广泛应用的背景下,以工业视觉技术为基础的工业机器人分拣系统被尝试应用到工业领域中,获得了非常显著的效果。以视觉识别技术为基础的工业机器人分拣系统,经过调试运行将生产作业效率与产品质量提升,完全可以替代人工作业,并且降低了工业生产成本。此外,工业视觉技术在工业机器人分拣系统设计中运用,也在分拣入库方面实现创新,无需在人工模式下进行人工入库操作,为工业智能化发展起到了推动作用。

## 参考文献:

- [1] 苏建,李在娟.融合视觉和以太网技术的工业机器人分拣装配控制系统设计[J].机床与液压,2021,49(24):119-123.
- [2] 唐建林.基于视觉传感技术的工业机器人轮廓曲线角点识别系统设计[J].微型电脑应用,2021,37(12):152-154.
- [3] 孙永芳,张刚.基于工业机器人的可回收垃圾视觉分拣系统设计[J].光源与照明,2021(08):66-68.
- [4] 韩锐.基于机器视觉的工业机器人电路板分拣系统设计[J].现代工业经济和信息化,2021,11(06):56-58.
- [5] 高健,刘青川,范蕊,樊新乾,殷忠敏.基于机器视觉的工业机器人智能分拣系统设计研究[J].南方农机,2021,52(03):18-19.
- [6] 华丹.基于区块链技术的工业机器人视觉检测及避障系统设计[J].计算机测量与控制,2020,28(07):69-73.
- [7] 徐青青.基于机器视觉的工业机器人智能分拣系统设计[J].仪表技术与传感器,2019(08):92-95+100.

项目名称:一种基于工业机器人的机器视觉分拣装置的研究及设计(2022YKY07)