

分拣机器人机器视觉技术研究综述

李 晰

武汉纺织大学 湖北武汉 430200

摘要: 现代机器人正在向协作、自动控制、互联网与智能化的发展趋势迈进,同时伴随了机器视觉技术的快速进步及其对人工智能的高度重视,使得机器视觉技术获得了大量的关注并被各行各业所采用,以此确保机器人的精确且高效率的工作效果。传统的分拣工艺更多的是受到物体特性的影响,鉴于机器视觉技术快速的信息处理能力、丰富的功能和人工操作失误的规避等优点,其在分拣领域的应用潜力被广泛看好。本研究深入探讨了利用该技术的分拣机器人涉及的关键技术及其行业内的实际运用情况与潜在的发展空间,并对其优劣进行了详尽的比较,同时指出了可能面临的问题,并对未来的发展路径做出了展望。最终,我们得出的结论是在智能化时代,基于机器视觉技术的智能分拣机器人有着广阔的前景。

关键词: 分拣机器人; 机器视觉; 目标识别; 图像处理

前言

视觉是物体影像作用于视网膜而形成的感官体验^[1],人类对外部环境的感知虽需借助视觉、触觉、听觉、嗅觉等多种感官器官但经由视觉获取的信息占比可达80%^{[2][3]},机器视觉是指设备自主完成图像分析处理并输出图像相关内容的技术过程,而机器视觉技术则是依托感光元器件与计算机技术来模拟人类视觉机能,以目标图像的特征信息为依据替代人眼开展目标相似度衡量与模式识别操作的技术手段,伴随视觉传感、计算机、图像处理以及人工智能等相关领域的快速发展机器视觉技术日渐完善,现已成为囊括视觉传感器、光源照明、光学成像等关键技术的现代加工制造业与绿色制造业核心支撑技术^[4],这项技术不仅能够实现对人眼多数功能的模拟更可以完成诸多人类肉眼难以胜任的工作任务。

传统分拣长期依赖人工操作,然而随着工业自动化持续深化,人眼在速度与耐久性上的瓶颈日益凸显,促使机器人广泛介入生产环节^[6]。在当前科技革命与产业升级的双重驱动下,分拣机器人技术日趋成熟,自动分拣已成为工业制造的主流模式。通过嵌入机器视觉能力,分拣机器人能够有效减轻人工负担、降低错误率,从而提高生产效率,实现分拣作业的自动化和智能化^{[7][8][9]}。在机器视觉技术分拣的背景下,重点对分拣机器人的视觉技术进行综述,并对未来相关技术发展趋势进行总结与展望^{[10][11]}。

一、机器视觉技术

1. 机器视觉技术的发展

机器视觉^[12]是人工智能的一个重要分支,旨在用机器代替人眼进行测量和判断。其核心是通过图像采集设备将目标物体转换为图像信号,并通过图像处理系统提取特征信息,最终实现自动检测、测量和控制,同时该技术兼具无接触检测与宽波段响应特性,已在工业检测、医疗诊断、导航定位等多领域实现规模化应用。尽管其发端于上世纪八十年代,但凭借上述技术优势已在各行业中深度渗透。

2. 图像处理技术

机器视觉的核心技术是数字图像处理技术,数字图像处理技术构成机器视觉的核心使能层,其本质是通过计算方法对视觉信号展开分析以达成特定目标,在学术领域亦称影像处理;而广义范畴下的图像处理通常即特指数字图像处理。数字图像本质上是经由工业相机、摄像装置或扫描仪等光学设备采集形成的二维离散矩阵,其构成单元为像素,对应数值表征亮度强度。完整的图像处理技术体系涵盖压缩编码、增强复原及特征分析三大功能模块,如图像采集、获取、存储、传输、图像的合成等,各种处理技术是相互联系的,多种图像处理技术才能形成一个使用的图像处理系统。

二、分拣机器人视觉技术

1. 分拣过程中的关键技术

工业机器人执行精确分拣作业时,必须依托视觉传

感系统作为其感知器官, 以实现对其作业对象的空间坐标定位, 从而引导机械臂完成抓取操作。该定位过程依赖于视觉装置对目标场景的高质量图像捕获, 若缺乏后续图像解析流程, 则分拣任务无法闭环^[13]。完整的视觉处理链路涵盖三个阶段: 首要环节为图像采集; 其次为图像的预处理、边缘提取、区域分割及特征抽取; 最终环节为目标的智能识别与位姿估计。

(1) 目标图像采集。目标图像采集环节构成工业机器人感知作业对象信息的基础, 该过程依赖视觉采集装置完成。实际应用中需对相机光学系统进行调焦控制, 当焦距参数优化至最佳状态时所捕获的图像质量最优, 从而为后续视觉分析提供可靠输入。在此过程中, 经过A/D转换器将光信号转为电信号, 再通过采集卡量化为数字信息, 传输至图像处理装置, 由该装置对图像进行预处理操作^[14]。

(2) 目标图像预处理。目标对象图像预处理环节旨在通过灰度变换提升数字化识别效率。采集系统捕获的RGB三通道彩色数据需经加权平均法转换为单通道灰度表示, 该过程将三通道均值作为亮度值, 由此生成的灰度图像具备平滑柔和的视觉特性, 能够为后续分析提供高质量输入基础^[15]。

(3) 阈值分割和边缘提取。为从输入图像中准确分离作业对象, 需先对其进行二值化分割^[16]来突显前景, 继而提取轮廓特征完成精确定位。当前主流分割方法为全局阈值法, 实施前须以灰度图为基础, 通过设定灰度阈值并依据灰度统计信息筛选像素点实现区域划分。完成分割后进一步利用边缘细节提取轮廓信息, 最终获取可供分拣系统使用的目标物体。

结束语

机器视觉技术作为分拣机器人领域的核心支撑技术, 显著拓宽了这类机器人的研究维度与应用范畴。该技术的迭代发展存在两大核心驱动力, 既依托于计算机硬件与工业相机性能的持续迭代升级, 也离不开底层核心算法的深度优化与创新突破。机器视觉技术的进步, 促使搭载该技术的分拣机器人在作业过程中展现出更高的效率、更强的智能化水平以及更贴合实际场景的人性化特质。本文基于机器视觉技术视角, 系统剖析了智能分拣机器人的架构组成与关键使能技术。综合而言, 计算机视觉技术在工业分拣领域的深度应用具有重要实践价值与现实意义。

参考文献

- [1] Guo B B, Zheng X L, Lu Z G, et al. Decoding brain responses to pixelized images in the primary visual cortex: implications for visual cortical prostheses[J]. *Neural Regeneration Research*, 2015, 10(10): 1622-1627.
- [2] Szpytko J, Hyla P. Workspace supervising system for material handling devices with machine vision assistance[J]. *Journal of Konbin*, 2009, 11-12(1): 7-16.
- [3] Shah M. Guest introduction: the changing shape of computer vision in the twenty-first century [J]. *International Journal of Computer Vision*, 2002, 50(2): 103-110.
- [4] Wang T M, Tao Y, Liu H. Current researches and future development trend of intelligent robot: a review[J]. *International Journal of Automation and Computing*, 2018, 15(5): 525-546.
- [5] 张兆云, 黄世鸿, 张志. 机器视觉在无人机巡线中的应用综述[J]. *科学技术与工程*, 2020, 20(34): 13949-13958.
- Zhang Zhaoyun, Huang Shihong, Zhang Zhi. Summary of application of machine vision in UAV route inspection[J]. *Science Technology and Engineering*, 2020, 20(34): 13949-13958.
- [6] 汤勃, 孔建益, 伍世虔. 机器视觉表面缺陷检测综述[J]. *中国图象图形学报*, 2017, 22(12): 1640-1663.
- Tang Bo, Kong Janyi, Wu Shigian. Summary of machine vision surface defect detection[J]. *Journal of Image and Graphics*, 2017, 22(12): 1640-1663.
- [7] Liu YX, Zhong SH, Tian Z Q, et al. Design of vision servo sorting robot system based on SVM[J]. *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, 1550(2): 022032.
- [8] 焦恩璋, 杜荣. 工业机器人分拣技术的实现[J]. *组合机床与自动化加工技术*, 2010(2): 84-87.
- Jiao Enzhang, Du Rong. Realization of industrial robot sorting technology[J]. *Modular Machine Tool & Automatic Manufacturing Technique*, 2000(2): 8487.
- [9] 蔡自兴. 机器人学[M]. 3版. 北京: 清华大学出版社, 2000: 6-8.
- Cai Zixing. *Robotics* [M]. 3rd ed. Beijing: Tsinghua University Press, 2000: 6-8.
- [10] 郭洪红. 工业机器人运用技术[M]. 2版. 北京: 科学出版社, 2008: 15-18.
- Guo Honghong. *Industrial robot application*

technology[M]. 2nd ed. Beijing: Science Press, 2008: 15-18.

[11] 张忠强, 邹娇, 丁建宁, 等. 软体机器人驱动研究现状[J]. 机器人, 2018, 40(5): 648-659.

Zhang Zhongqiang, Zou Jiao, Ding Jianning, et al. Research status of soft robot drive[J]. Robot, 2018, 40(5): 648-659.

[12] 王成军, 严晨. 机器视觉技术在分拣系统中的应用研究综述[J]. 制造技术与机床, 2020(5): 32-37.

Wang Chengjun, Yan Chen. Summary of research on application of machine vision technology in sorting system[J].

Manufacturing Technology & Machine Tool, 2020(5): 32-37.

[13] 赵丽君, 李冰冰, 计妍, 等. 基于视觉检测的工业机器人快速分拣控制方法[J]. 制造业自动化, 2021, 43(10): 86-90.

[14] 田川. 基于双目视觉的工业机器人分拣技术的研究[D]. 重庆: 重庆邮电大学, 2021.

[15] 牟金星. 基于单目视觉的工业机器人分拣技术研究[D]. 沈阳: 沈阳航空航天大学, 2022.

[16] 喻宁娜, 莫胜撼. 工业机器人机械臂加强装置优化设计研究[J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(7): 36-38.