

混流生产线智能分拣系统

An Intelligent Sorting System for Mixed Production Line

★ 胡福文, 李昊, 潘云霄, 李梓源 (北方工业大学, 北京 100144)

摘要 | 混流生产线是精益制造、柔性制造和智能制造的关键技术和生产组织形式之一。近年来, 混流生产线向少人化、智能化方向快速发展。本文针对混流生产线中的分拣工作, 提出了一套基于线阵相机机器视觉的解决方案。首先基于线阵CCD相机、三菱QD77MS4伺服定位模块、Q系列PLC、MR-J4-B伺服放大器、HG-KR-13J伺服电机、GS系列触摸屏构建了高精度图像获取系统。其次研究了线阵CCD在动态测量中的整体图像处理办法, 包括杂散点剔除、图像平滑、边缘识别等方法。

关键词 | 机器视觉; 智能制造; 工业控制; 线阵相机

Abstract: Mixed production line is one of the key technologies and production organization forms of lean manufacturing, flexible manufacturing and intelligent manufacturing. In recent years, mixed production line is developing towards to less human and more intelligence. For sorting tasks in mixed production lines, this paper presented a new solution based on the line-scan camera. Firstly, a high-precision image acquisition system is constructed using line-scan CCD camera, QD77MS4 position module, Q series PLC, MR-J4-B servo amplifier, HG-KR-13J servo motor, and industrial touching screen. Secondly, the whole image processing method of line-scan camera in dynamic measurement is studied including spurious point removal, image smoothing and edge recognition.

Key words: Machine vision; Intelligent manufacturing; Industrial control; Line-scan camera

所谓混流生产线是指在一定时间内, 可以在一条生产线上生产出多种不同型号的产品, 生产产品的品种可以随市场需求的变化而变化。混流生产线是典型的柔性化、精益化、敏捷化、智能化车间制造系统, 在汽车制造、家具制造、鞋业制造、家电制造等领域内应用广泛。混流生产线的均衡设计、排产优化和智能设计是工业生产领域的研究热点之一。郑邓芳^[1]针对乘用车生产企业, 研究了混流生产线的调度问题, 主要讨论了总装装配线以及车身车间、涂装车间整个生产系统的生产负荷平衡问题, 以实现生产计划变动时, 在最短的时间重新调整生产系统, 使新的生产计划达到平顺化与准时化。王炳刚^[2]为解决带有限中间缓冲区的混流生产线中多个连续调度区间的生产计划的批量与排序集成优化问题, 以最小化正常完工时间成本、超时完工时间成本和库存成本为目标, 建立了优化数学模型, 设计并实现基于遗传算法和模拟退火算法的混合求解算法进行了求解验证。张国辉等^[3]运用Flexsim仿真软件对某电动车制造企业的混合生产线生产系统构建仿真模型, 并进行仿真运算, 对输出的仿真数据进行分析, 得出系统中的“瓶颈”工作站, 并提出改善优化方案。孙亚军等^[4]以某汽车企业混流生产线为研究对象, 分析了在提高生产线平衡率、工位工时饱和度和岗位增值工时百分率3个效率评价指标

后, 如何综合运用产品工程改进、人机工程进一步改进, 以解决汽车装配作业制造系统中降本增效和人的职业健康问题。陈卫华等^[5]以汽车涂装车间密封胶生产线为研究对象, 以每小时产能、总作业时间均衡率为评价指标, 来衡量生产线效率, 根据ECRS原则设计流水线效率改善方案, 包括现有设备改进、程序优化、作业内容重新分配、操作标准制定、布局改善等。王献红等^[6]针对有多个工作站、同一工作站中有不同效率并行机、各工作站之间有缓冲区、允许工件有等待条件下的混流生产线排产优化问题, 提出了一种逻辑智能推理方法与遗传算法相结合的问题求解思路, 解决了针对该典型问题求解排序长度时存在的数学建模及计算较为复杂的问题。为完善和优化制造企业生产物流配送管理模式, 莫太平等^[7]结合JIT精益物流管理思想, 提出了一种通过对混流生产线上短缺物料发送需求指令驱动物料配送的配料模式。夏春燕等^[8]研究了混流生产方式重构成日式单元生产方式(JCP)过程中的工位复制问题。

本文利用机器视觉技术, 针对混流生产线中的分拣工作, 提出了一套基于线阵相机的解决方案。所设计的模拟系统可以实现混流生产线上零部件的全自动、高效率、智能化分拣分流, 此外还可以实现字符识别、尺寸测量、区域比对、颜色识别、匹配

定位等功能。

1 机器视觉技术

机器视觉主要研究用计算机来模拟人的视觉功能从客观事物的图像中提取信息,进行处理并加以理解,最终用于实际检测、测量和控制。如图1所示,一个典型的工业机器视觉应用系统包括光源、光学系统、图像捕捉系统、图像数字化模块、数字图像处理模块、智能判断决策模块和机械控制执行模块。机器视觉技术的诞生和应用,极大地解放了人类劳动力,提高了生产自动化水平,改善了人类生活现状,其应用前景极为广阔。尽管机器视觉的智能化程度还远不及人类视觉,但是随着深度学习等人工智能理论在机器视觉方法的应用,其智能化程度在快速上升。可以说,机器视觉已经成为智能生产、智能制造、智能家居、智能交通等场景中必不可少的一部分^[9]。

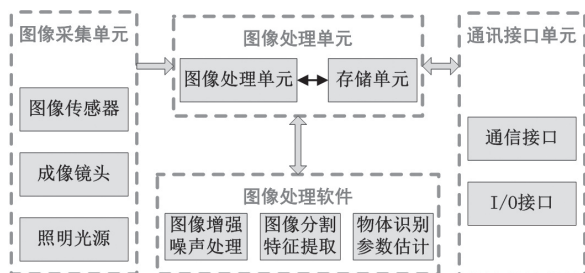


图1 机器视觉系统组成

目前,主流的图像传感器可分为CCD (Charge-coupled Device, 电荷耦合元件) 与 CMOS (Complimentary Metal Oxide Semiconductor, 互补性金属氧化物半导体) 图像传感器两类。工业CCD相机分为线阵CCD相机和面阵CCD相机。两者相比,线阵CCD相机具有视场大、分辨率高、成本低等优点^[10],但是线阵相机获取二维图像需要扫描机构及位置反馈环节,而且扫描运动会影响图像识别精度。也就是说,线阵相机要扫描到清晰的图片,需要相机的帧频和物体运动速度匹配,否则图像会出现变形。本系统中所用线阵CCD相机为MV-LC2K40,分辨率为2k。记物距为H,镜头焦距为F,视场为V,相机靶面宽度为A,物体运动速度为S,帧频为X,则它们之间的关系为

$$X = (2048 \times S \times F) \div (H \times A) \quad (1)$$

除硬件因素外,提高测量精度最有效手段是提高图片边缘识别精度。从软件处理角度看,主要包括图像噪音剔除、像素细分、边缘识别等内容。

2 系统的总体设计

本文设计的基于线阵相机的混流生产线智能分拣系统,视觉模块、分拣模块、机械运动模块、电控模块、人机界面模块等五部分,样机如图2所示。

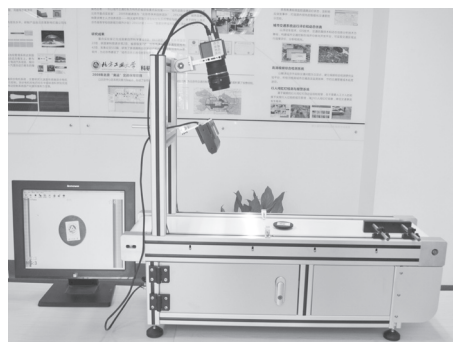


图2 混流生产线智能分拣系统样机

- 视觉模块: 视觉模块包含光源、镜头及图像处理分析软件。光源部分包括LED光源,光源控制器、光源固定支架、光源固定螺丝,光源支架固定块等。相机部分包括相机、相机固定块,相机固定支架、相机固定螺丝等。
- 分拣模块: 分拣模块包括步进电机、步进电机固定块、分拣装置、滑轨、滑块、同步带等。
- 机械运动模块: 机械运动模块分为上下两个部分:上部为一个活动立杆,下部为平台基体,包括输送带、滚筒、伺服电机、伺服电机固定块,光电传感器光、电传感器固定块等。
- 电控模块: 包括Q3NB-U-HW连接板、RV-J4伺服放大器、MELSEC Q62P CPU电源、Q03UDECPU、QD77MS4运动模块、电源等。
- 人机界面模块: GOT人机界面作为整个系统的控制始端,通过控制伺服电机带动输送带及上面的工件,通过传感器使相机拍照检测是否合格,之后发送分拣命令完成分拣,包括:复位、正转、正转置位、正转复位。

3 结束语

智能制造技术已经成为世界制造业未来发展的重要方向之一。到2030年,我国机械产品总体升级为“智能一代”,中国制造业将在主要领域全面推行智能制造模式。同时,智能制造离不

开“智造型”人才支撑。本文所述的项目是参加2017年全国大学电气与自动化创新大赛的成果,主要由本科生参与完成,系统运行效果良好,经过大赛专家评委会的评审最终荣获大赛三等奖。本项目实施过程中全面践行“教、学、做、用、研、创”教学模式,在技术创新应用和创新人才培养方面起到了良好的示范作用。未来需要在现有成果的基础上,尽快全面与社会经济发展需求对接,从而让创新有价值,让创业有平台,绝不能止于作品而没有产品。

作者简介:

胡福文(1980-),男,山东成武人,副教授,工学博士,硕士研究生导师,现就职于北方工业大学,研究方向为3D打印及智能机器人技术、高等工程创新教育。

李昊(1998-),男,山东临沂人,北方工业大学本科在读,研究方向为机械设计制造及其自动化。

潘云霄(1996-),男,北京人,北方工业大学本科在读,研究方向为机械设计制造及其自动化。

李梓源(1997-),男,黑龙江海林人,北方工业大学本科在读,研究方向为机械设计制造及其自动化。

参考文献:

- [1] 郑邓芳. 基于JIT的多车间汽车混流生产线调度研究[J]. 物流工程与管理, 2017, 39(06): 134-135.
- [2] 王炳刚. 基于GASA有缓冲区约束的混流生产线批量与排序集成优化研究[J]. 现代制造工程, 2016, (02): 73-77.
- [3] 张国辉, 张凌杰. 基于Flexsim的混流生产线仿真与优化[J]. 物流技术, 2015, 34(23): 83-86.
- [4] 孙亚军, 尹雅玲. 基于现场改善提高混流生产线JPH的新思路[J]. 上海汽车, 2015, (11): 51-57, 62.
- [5] 陈卫华, 张震, 张宏博, 徐照光. 基于ECRS的混流生产线效率改善研究[J]. 节能, 2015, 34(08): 25-31, 2.
- [6] 王献红, 史国权. 一种新型逻辑智能推理方法在混流生产线排产优化中的应用[J]. 中国机械工程, 2015, 26(10): 1320-1323.
- [7] 莫太平, 王蒙, 范科峰, 王丹. 混流生产线物料索取系统的设计及实现[J]. 自动化与仪表, 2013, 28(02): 52-56.
- [8] 夏春燕, 樊树海, 王进, 王宇乾. 面向JCP的混流生产线重构过程中的工位复制问题研究[J]. 机械设计与制造, 2012, (10): 161-163.
- [9] 胡福文. 机电产品创新应用开发技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2017.
- [10] Xia Hu-pei, Su Xin-yan, Liu Pei-zhen, et al. Mosaic line-scan camera based on FPGA [J]. Journal of Measurement Science and Instrumentation, 2014, 5(04): 57-61.