

基于机器视觉的机械产品在线装配质量控制系统^①

杨成赫¹, 叶建², 徐弘扬¹

¹(合肥工业大学 计算机与信息学院, 合肥 230009)

²(合肥工业大学 机械工程学院, 合肥 230009)

摘要: 针对传统机械产品在线装配控制系统的自动化程度差, 信息集成程度低等问题, 提出了基于机器视觉的机械产品在线装配质量控制系统(Online Quality Control System Base On Machine Vision, V-OQCS). 首先建立 V-OQCS 整体概念模型并说明, 然后介绍了机器视觉组成结构并建立了在线装配质量控制系统的视觉因子库, 最后以某汽车变速箱装配系统为研究对象, 开发 V-OQCS 应用实例, 验证本文所述方法的可行性和有效性.

关键词: 机器视觉; 在线装配; 质量控制; 图像处理; 智能制造

Online Assembly Quality Control System of Mechanical Products Based on Machine Vision

YANG Cheng-He¹, YE Jian², XU Hong-Yang¹

¹(School of Computer and Information, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

²(School of Mechanical Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: Aiming at the problem of poor automation and low level of information integration in the on-line assembly control system of traditional mechanical products, this paper establishes an online quality control system based on machine vision. Firstly, the whole conceptual model of V-OQCS is established, the structure of machine vision is introduced, and then the visual factor library of the online assembly quality control system is established. At last, taking a gearbox assembly system as the research object, of the V-OQCS application is developed to verify the feasibility and effectiveness of the proposed method.

Key words: machine vision; online assembly; quality control; image processing; intelligent manufacturing

产品质量是企业赖以生存的根本, 是决定企业市场竞争力的和占有率的核心因素, 而装配环节作为机械产品生产的重要组成部分, 将效果直接影响企业最终产品的好坏, 所以机械产品的装配环节的质量控制尤为重要. 随着科学技术的发展, 机械产品的在线装配质量控制的技术手段也日新月异. 机器视觉作为包含图像处理、机械工程技术、控制、电光源照明、光学成像、传感器、模拟与数字视频技术、计算机软硬件技术等的综合技术, 不但可以大幅度提高生产的灵活性和自动化程度, 而且能够与控制系统实现有效的交互, 在制造业中具有广阔的应用前景. Golnabi^[1]阐述了机器视觉系统在工业应用中的作用和重要性并设计了通用的机器视觉模型.

如今, 机器视觉在产品的质量检测、物体定位追踪和二维测量等不同方向中有着广泛的研究和应用.

伍济钢和宾鸿赞^[2]将机器视觉应用于薄片零件尺寸检测并得到验证; 文立伟等^[3]基于机器视觉研究了铺丝成型构件表面图像提取与缺陷检测并得到闭环控制系统; 刘发英等^[4]提出一种基于机器视觉技术的平面三点圆心定位方法并应用于智能塑壳断路器主转轴机械特性测试孔. 随着机器视觉技术的发展, 其技术能适应更多复杂的环境, 从而应用领域也更加多元化. 高新浩和刘斌^[5]利用计算机视觉技术通过小波分析方法得到鲜食玉米品质检测分类器; 汤一平^[6]等提出一种基于机器视觉的机采茶陇识别与采茶机导航的方法; Hamner 等^[7]针对不同的装配任务设计了基于视觉伺服的自适应装配机械手; 孟庆宽等^[8]将机器视觉应用于农业导航机器人中并改进了易受光照变化影响和常规航线检测算法, 改进后算法具有速度快、抗干扰性强等优点.

① 收稿时间:2016-10-09;收到修改稿时间:2016-12-19 [doi:10.15888/j.cnki.csa.005868]

本文基于机器视觉技术对机械产品的在线装配质量控制系统进行研究,首先对 V-OQCS 的整体概念模型进行阐述,然后定义了装配质量控制视觉因子库,最后以某高校的智能互通互联实验室为研究背景,结合 halcon 软件和 C#软件开发 V-OQCS 原型系统。

1 V-OQCS整体概念模型

V-OQCS 应用于产品装配过程,整个系统架构分为三层:功能应用层、数据通讯层和现场设备层。系统设计和硬件平台使用模块化的设计思想,便于系统重构和模块间的集成。最上层为功能应用层,系统主要的功能都包含于此,产品数据配置用于配置产品基本信息、工艺信息和质量信息等;图文档配置作为产品数据配置的补充,实现产品数据文档和图的分类和存储;机器视觉库配置是机器视觉系统的基础配置,包含基础原图的配置、各类检测、定位、测量、监控等算法的配置以及对异常检测过程输出配置;硬件组态配置包含数据存储、信息标识和数据传输,他主要

实现底层设备层部分智能单元与数据采集设备的交互;生产计划管理包含日常计划、计划推进和计划追溯;生产过程监控可以实时的监控和发布生产过程中的质量信息和网络状态信息,并可通过统计理论对信息数据进行处理和分析;数据归档和分析是对生产过程中产生的所有数据信息进行记录归档形成档案,实现装配质量信息可追溯;系统管理是对系统人员管理、数据维护以及信息安全管理。

数据通讯层使用通用数据访问接口,并采用基础数据库、实时数据库和历史数据库结合使用的方式对整个系统的所有信息进行交互和储存。其中,基础数据库是对系统静态配置,实时数据库负责装配现场的数据处理和交互,在数据处理完成后会删除无用数据,历史数据库则是对有需要进行长时间的储存,方便数据追溯。

现场设备层是现场装配过程中会使用到的设备群,在 V-OQCS 中机器视觉系统是其主要构成。

V-OQCS 整体概念模型如图 1 所示。

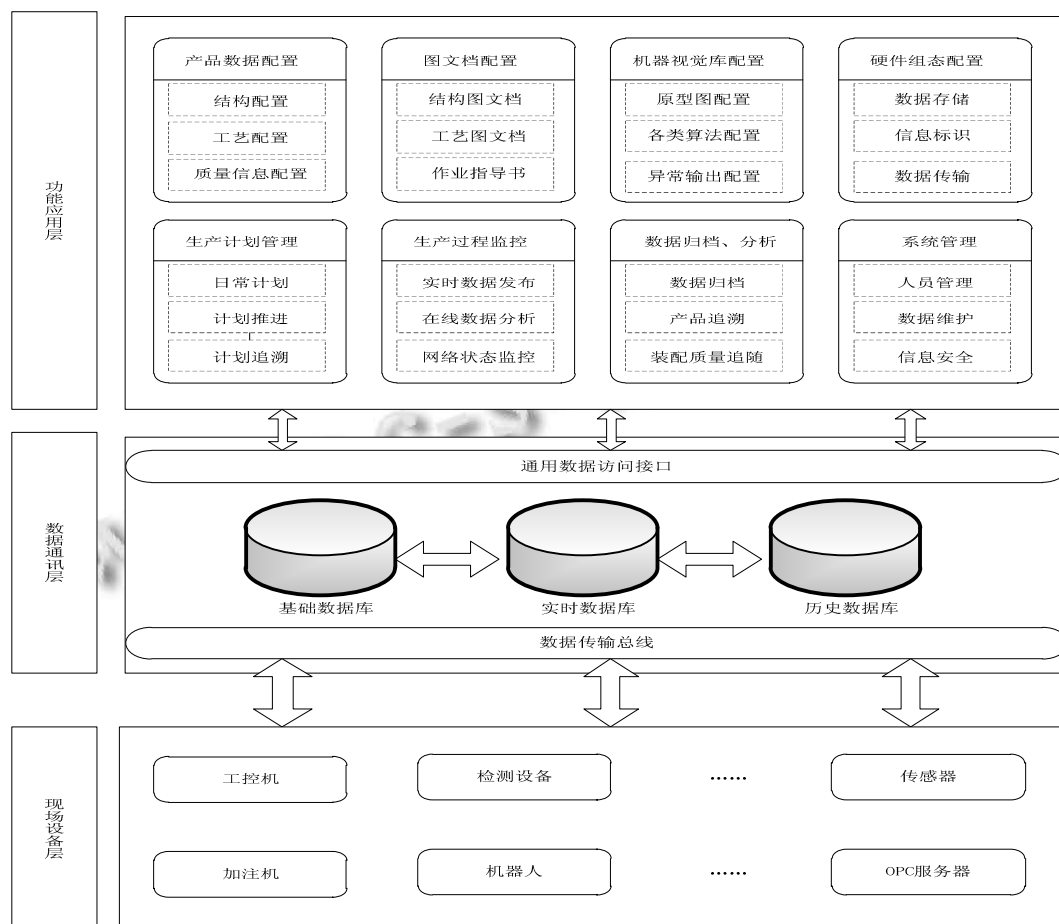


图 1 V-OQCS 整体概念模型

2 机器视觉

机器视觉作为计算机科学的一个重要分支,它综合了光学、机械、电子、计算机软硬件等方面的技术,效果上看就是利用机器来代替人的眼睛做各种测量、定位、检测等等.它因其非接触性操作、高精度和高稳定性的特点广泛应用于医学、遥感探测以及工业上的各种智能化检测.

2.1 机器视觉硬件构成

机器视觉系统包含五个部分,构成图如图2所示.

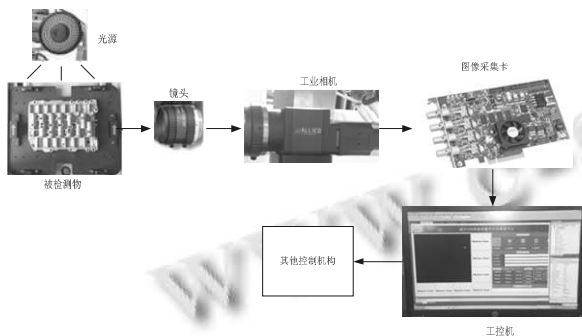


图2 机器视觉构成

① 光源,辅助成像器件,对后续的图像处理有着至关重要的作用.

② 传感器,判断检测物体的具体位置和状态,常用与采集开始前和采集结束后.在机械产品装配流水线上经常使用红外传感器、压力传感器等.

③ 工业相机,成像器件,本质的功能就是将光线

号转变成有序的电信号,和民用相机相比工业相机具有更高的传输能力和抗干扰能力.

④ 图像采集卡,通常以插入卡的形式安装在PC中,经过高速PCI总线能够直接采集图像到VGA显存或主机系统内存,此外不仅可以使图像直接采集到VGA,实现单屏工作方式,而且可以利用PC机内存的可扩展性,实现所需数量的序列图像逐帧连续采集,进行序列图像处理分析.

⑤ PC平台,为了减少工业现场电磁、灰尘等的干扰,一般使用工控机,完成图像数据的处理和绝大部分的控制逻辑.

2.2 在线装配质量控制视觉因子

在V-OQCS中,根据机械产品装配工艺流程,本文将在线装配过程抽象为四个作业类型,得到四种视觉因子:检测类视觉因子、测量类视觉因子、定位类视觉因子以及识别类视觉因子,每一类的视觉因子都是由一种或多种图像处理算子组成,各类视觉因子即有着自己独特的处理过程,同时又相辅相成.

其中检测类视觉因子包含检测产品装配过程是否错漏装、产品装配后表面是否有划痕等;测量类视觉因子可以检测产品在装配后是否符合工艺尺寸、装配间隙测量等;定位类视觉因子可以定位产品装配实时动作、作业人员是否在安全区域等;识别类视觉因子包含识别产品装配过程中的二维码识别、字符识别、颜色识别等.

在线装配质量控制视觉因子如图3所示.

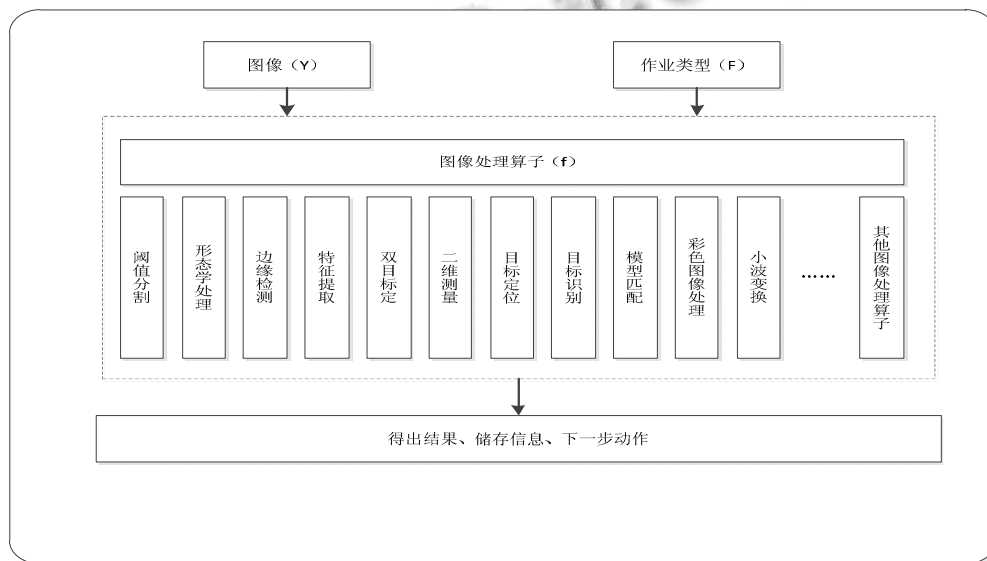


图3 在线装配质量控制视觉因子

3 应用实例

本文以某高校智能互通互联实验室为研究背景,结合 halcon 视觉软件和 C# 软件,以某汽车变速箱装配系统为研究对象,使用德国 AVT Guppy PRO F_503B/C, 500W 像素高精度工业级相机来开发基于机器视觉的机械产品在线装配质量控制系统应用实例,以期验证本文所述方法的可行性和有效性. 本文着重研究基于机器视觉的机械产品在线装配质量控制系统,其主要过程如下:

① 托盘在生产线上流动,当下一工位为视觉检测工位时,在进入该工位前先视觉检测工位尾端是否有空位;

② 如有空位则视觉检测刚到的托盘是否为空托盘;
③ 当非空托盘流动到视觉检测点时,PLC 发送到信号给系统;

④ 系统收到信号后开始识别工件二维码;
⑤ 解析识别出的二维码,得到待检测工件的种类和需检测项目,使用对应的视觉因子进行处理;

⑥ 检测成功后,本工位检测结束,工件流动至下以工位;

⑦ 在高空建立视觉监控,保证整个作业环境和相关作业人员操作的安全和可追溯.

对应过程和机器视觉仿真界面分别如图 4、图 5 所示.



图 4 V-OQCS 机器视觉处理过程

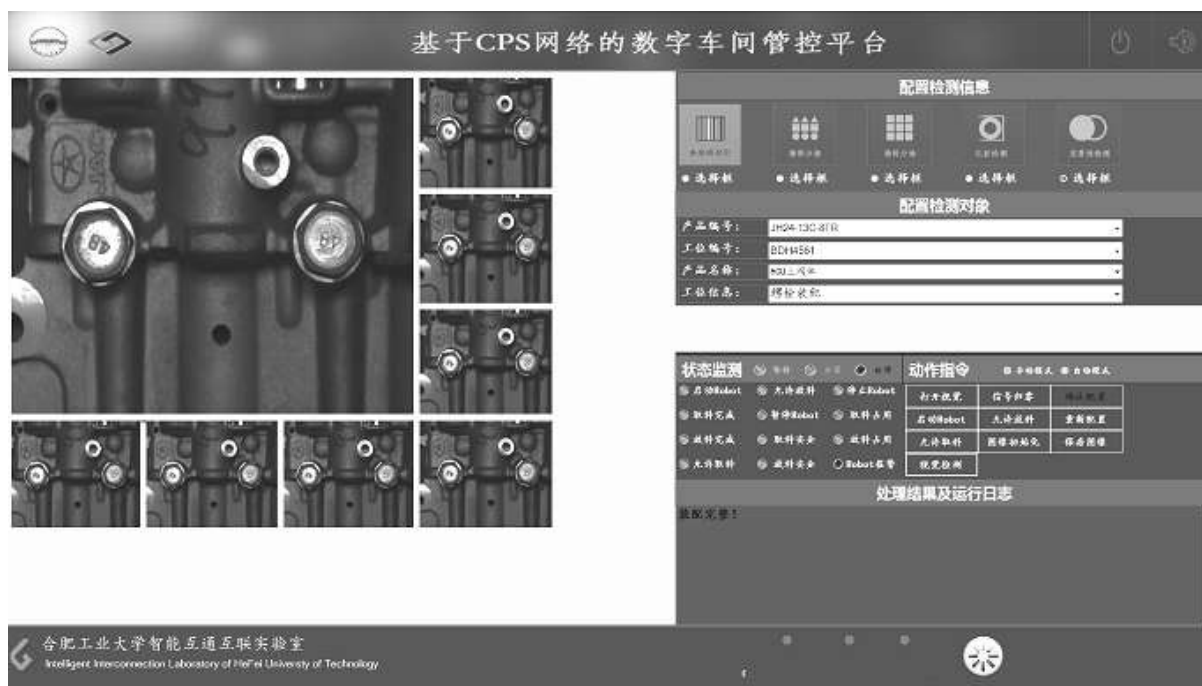


图5 V-OQCS 视觉处理界面

4 结语

本文研究了基于机器视觉的机械产品在线装配质量控制系统, 先建立了在线装配质量控制系统整体概念模型, 然后建立了视觉因子库, 最后开发了基于机器视觉的原型系统, 验证了该方法的可行性和可实现性. 在使用适合的高精度相机和选择适合的算法下, 该方法具有精度高、成本效率高、稳定性强、非接触操作等优点的同时可以完成一个检测点检测多个项目的任务, 具有很强的柔性和灵活性.

目前, V-OQCS 仍处于开发和测试阶段, 仍有部分问题(质量控制知识库的建立、如何适应复杂环境、系统视觉伺服策略等)及相关理论需要深入研究, 这些是下一步的研究方向.

参考文献

- 1 Golnabi H, Asadpour A. Design and application of industrial machine vision systems. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 2007, 23(6):630-637.
- 2 伍济钢, 宾鸿赞. 机器视觉的薄片零件尺寸检测系统. *光学精密工程*, 2007, 15(1):124-130.
- 3 文立伟, 宋清华, 秦丽华, 肖军. 基于机器视觉与 UMAC 的自动铺丝成型构件缺陷检测闭环控制系统. *航空学报*, 2015, 36(12):3991-4000.
- 4 刘发英, 苏秀苹, 杨振宇. 异形转轴机械特性测试孔的机器视觉定位方法. *计算机辅助设计与图形学学报*, 2014, 26(5): 806-811.
- 5 高新浩, 刘斌. 基于机器视觉的鲜食玉米品质检测分类器设计与试验. *农业工程学报*, 2016, 32(1):298-303.
- 6 汤一平, 王伟羊, 朱威, 翔云. 基于机器视觉的茶陇识别与采茶机导航方法. *农业机械学报*, 2016, 47(1):45-50.
- 7 Pomares J, Corrales JA, Garcia GJ, et al. Direct visual servoing to track trajectories in human-robot cooperation. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 2011, 8(4): 129-138.
- 8 孟庆宽, 何洁, 仇瑞承, 马晓丹, 司永胜, 张漫, 刘刚. 基于机器视觉的自然环境下作物行识别与导航线提取. *光学学报*, 2014, 34(7):180-186.