

Research on the Application of Automatic Chain Assembly Based on Machine Vision System

Jiancong Zhang Defang Qiu Lei Fan Xing Huang Tianjin Lin

Hangzhou Ziqiang Chain Drive Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311102, China

Abstract

Aiming at the problems of missing parts and poor size of chain during assembly, the development of machine vision system is introduced into the chain industry, and the main parameter principle and selection basis of machine vision system are first expounded, focusing on the description of the missing parts and size detection of machine vision system in the chain assembly line and the feedback action after detection, so as to make the chain product stable and reliable. At the same time, the conformity inspection of parts such as chain plate and pin shaft before chain assembly, compared with the calibration size of parts and screened unqualified parts, compared the advantages of traditional methods, and finally briefly explained the application prospect of machine vision in other processes in the chain manufacturing process.

Keywords

visual system; industrial cameras; chain; identification of assembly defects; part defect

基于机器视觉系统在自动化链条装配的应用研究

张健聪 邱德方 樊磊 黄幸 林天津

杭州自强链传动有限公司, 中国 · 浙江 杭州 311102

摘要

针对链条在装配时的缺件及尺寸不良等问题, 将机器视觉系统开发引入至链条行业中, 首先阐述机器视觉系统的主要参数原理和选择依据, 重点对机器视觉系统在链条装配流水线上缺件和尺寸检测同对检测后反馈动作的描述, 使链条产品稳定可靠; 其次对链条装配前的链板和销轴等零件进行符合性检验, 与零件标定尺寸对比并筛选不合格零件, 对比传统方式的优劣; 最后简要说明机器视觉在链条制造过程中其他工序中的应用前景。

关键词

视觉系统; 工业相机; 链条; 装配缺陷识别; 零件缺陷检测

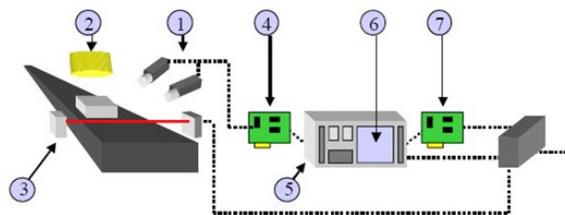
1 引言

随着制造业从传统机械制造向自动化生产的转型, 机器视觉系统在汽车制造行业中已普遍应用, 目前在链条的传统行业也逐步提升自动化水平, 而机器视觉系统是自动化生产中重要的一环, 通过机器视觉系统来模拟人的视觉行为, 得到的视觉信息并作出相应的判断, 通过合理利用机器视觉系统可能提高产品质量、减少操作人员和提高生产效率, 提升企业的竞争力。

2 机器视觉系统的组成及原理

PC 的机器视觉系统主要由图像采集部分、图像处理部分和运行控制部分, 具体由相机镜头、照明、传感器、图像采集器、PC 平台、视觉处理软件和控制单元组成 (见图 1),

工作原理: 传感器探测到对象的位置和状态, 告知图像采集部分发出信号, 图像采集部分按照事先设定的程序向相机和镜头和照明进行发出指令, 相机通过指令对对象进行拍照扫描, 相机完成扫描后进行输出, 视觉处理软件对图片进行处理、分析, 获时测量结果或逻辑控制的值, 处理结果反馈至执行机构对其对象进行执行动作。



注: 1—相机镜头; 2—照明; 3—传感器; 4—图像采集器; 5—PC 平台; 6—视觉处理软件; 7—控制单元组成。

图 1 机器视觉示意图

【作者简介】张健聪 (1985-), 男, 中国浙江金华人, 本科, 工程师, 从事自动化设备研究。

3 机器视觉系统选择

主要从相机的类型、接口、分辨率、传感器大小、精度等方面进行选择，在此简单说明。

相机类型主要从拍摄目标分为静态和动态两方面考虑，静态目标考虑使用 CMOS 相机，而如果目标是动态的，则优先考虑 CCD 相机，CCD 工业相机主要应用在运动物体的图像提取，在视觉自动检查的方案或行业中一般用 CCD 工业相机比较多。

工业相机的前面就是用来接镜头，都是有专业的标准接口，工业相机的接口分为：USB 2.0/3.0、CamerLink、Gige、1394a/1394b、CoaXpress 等类型的接口。

相机分辨率，相机每次采集图像的像素点数，通常相机产品在介绍时会说有千万像素、百万像素等。精度与相机视野有关，变化的。精度值越小，精度越高。

镜头其主要作用是将目标物体的图像聚焦在图像传感器（相机）的光敏器件上。镜头的质量直接影响到视觉系统的整体性能。主要从工作距离、视野、景深、焦距、光圈等方面考虑。

工作距离指的是镜头的最下端到景物之间的距离。景深与视野相似，不同的是景深指的是纵深的范围，焦距就是镜头到成像面的距离；光圈是一个用来控制光线透过镜头进入机身内感光面光量的装置，镜头的选择具体的选择可与相机厂家沟通，可进行初步测试。

4 机器视觉系统在链条装配的应用

4.1 机器视觉系统在链条制造过程中的背景

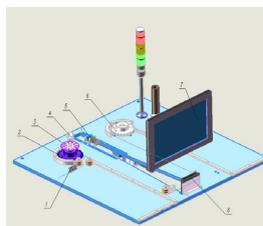
链条主要有 5 个零件，分别是内链板、外链板、销轴、套筒、滚子；链条组装机对其零件进行装配为成品链条，在装配过程中常常出现零件缺失及装配尺寸不合格的情况，即使已经有机械式的缺件装置以及装配过程中检测员的尺寸首检和中间的抽检，但不能保证质量 100% 的合格，如果装配的不合格品流入市场会造成严重的损失；同时随着链条自动化装配的增多，零件在装配前产品质量尤为重要。

4.2 机器视觉系统在链条装配的实施应用

链条组装流水线主要由链条组装、铆头、预拉、拆节等工位，常规会在装配组装后有一道机械式的防缺料装置，但在使用中机械结构有失效现象，针对此项不足引进机器视觉系统。

机器视觉系统安装在链条组装和销轴铆头工序中间，主要由机械传动、机器视觉系统、控制系统几方面组成。

机器视觉方案（见图 2）主要构思是先由主动链轮带动链条，使装配后的链条依次稳定通过指定通道，同时带动从动轮同时和感应片一起转动，传感器感应到感应片，在要求的位置感应信号使相机拍摄，对图片进行采集并快速传递至视觉处理软件（见图 3），再进行图形分析，目前的图片采集和图形分析技术已相对成熟。



注：1—检测链条；2—从动链轮；3—感应片；4—传感器；5—相机；6—主动链轮；7—PC 平台；8—光源。

图 2 机器视觉方案

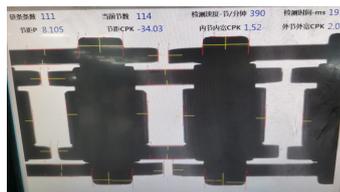


图 3 尺寸测量内容

视觉处理软件根据拍摄的照片对边缘进行定位，通过三值化灰度化处理等进行边缘检测，根据设置的检测参数和检测精度的阈值，确认是否满足要求。检测项目包括缺件检测和尺寸检测，尺寸检测包括滚子的直径、链板厚度销轴高度等（见表 1），在参数检测合格时，不发出执行信号，传动机构正常运行。

表 1 尺寸测量数据（部分尺寸）

检测项目	实测	标准 Min	标准 Max
外链板 1	1.19	1.13	1.29
外链板 2	1.15	1.13	1.29
内链板 1	1.30	1.25	1.34
内链板 2	1.26	1.25	1.34
销轴高度 1	12.18	11.85	12.36
高滚高度 2	12.19	11.85	12.36
内节内宽	4.75	4.60	4.93



图 4 不合格链条缺滚子

当某个参数不合格（见图 4）时，软件会跳转至报警界面并将不合格项标红并高亮显示，同时电脑会自动储存不合格的照片和测量数据并给出一个 NG 信号传给控制系统，控制系统反馈指示灯报警红色信号灯亮起，同时机械传动停止送料，需人工干预进行恢复。通过方案及实施实现整套机器视觉。



图 5 机械防错

而传统的流水线上以往都采用机械方法检测（见图 5）零部件的漏装，所但比机器视觉相比有以下故障率、适用性、成本方面对比都有不足。

故障率：传统机械防错主要采用弹簧的拉力控制检测钉与链条接触的位置来判断，同时配合接近开关，而随着时间的推移，弹簧的弹性减弱零件的磨损力增加，故障率也越来越高，而机械式敏感性不强，弹簧引起的延时经常使接近开关误判断，经过跟踪传统机械使用 3 年后的会因磨损、弹簧等原因故障率会逐步升高。而机器视觉除镜头等除硬件损坏外基本不会出现故障，稳定可靠。

适用性：传统机械防错与机器视觉相比，传统机械只能防止链条缺件，而一般也只能对销轴套筒滚子和内外链板五个零件进行检测，同时还不能进行尺寸检测，只能使用一些低端产品，而机器视觉可进行尺寸检测，重复精度可控制在 0.02 以内，同时只要在镜头以内的都能满足使用要求，故适用性再强。

成本：传统机械防错与机器视觉相比，传统机械防错的制造成本一般在 5500 元左右，而机器视觉一套的成本在 9000 元左右，总体制造成本机械防错得较便宜，但维护的成本，设备的稳定性相比机器视觉更有优势，占地比也传统方式小。效率方面都满足装配机速度，但传统机械容易误报警，故传统机械会影响装配机的开机时间。

5 机器视觉系统在链条配料方面的实施应用

在链条制造过程中，链板采用冲压工艺成形过程中，会出现外形缺漏、内孔圆心度差、内孔破损等异常情况，目前质量无法达到 100% 合格，虽然链条装配过程中有对产品缺件和外形尺寸检测，但对于链板的内孔等内部尺寸等还无法进行判断，如果不合格零件进入链条装配，就会影响链条产品质量；而销轴零件也同样如果长度过短会在链条在铆头

工序上出现铆头量过小或漏铆等，在链条使用过程中可能会存在脱片现象，产生不合格链条。故引进机器视觉系统进行排查，确保零件装配时 100% 合格，提高装配机的开机时间。

研发链板和销轴的分选设备主要分上料部分、机器视觉系统和控制分选装置等几部分组成（见图 6）。



图 6 零件分选设备

主要视觉系统方案，链板或销轴通过储存仓和理片机出料，通过双出轨采用双圆盘转动可以达到 600 片 / 分钟以上，皮带线链板排成一排依次进入玻璃圆盘，为提升检测效率，采用双层玻璃盘的形式，玻璃圆盘链板速度设置皮带线链板快，通过皮带线和玻璃圆盘之前的速度差，使在玻璃盘上的链板和链板相互之间有间隔，每走一片触发玻璃盘上的传感器发出信号，通过工业相机进行拍摄，同装配检测实施一致，最终与参数设定值对比判断链板料是否合格（见图 7），剔除机构有三个料箱，分别是合格品、不合格品、待检品，每个料箱上方有高压气嘴，都设有控制电磁阀，机器视觉系统给出信号传给控制系统从而指挥电磁阀进行气嘴进行吹气的工作实现链板和销轴的有效分选。



图 7 部门不合格链板（孔位不对）

在传统的分选设备上，销轴通过通道式的方法进行对销轴的长度进行分选，而对销轴直径不能进行有效判断，而链板目前都需要手工挑选，效率低下，通过机器视觉的应用，有以下几点优势。对比数据见表 2。

从表 2 对比看，链板方面目前设备成本两年可收回，同时效率和质量与适用性等方面都优于目前的人工挑选；而在销轴零件方面原机械设备的稳定性与效率。

表 2 对比数据

零件	方式	效率 件 / 分钟	成本 万元	适用性	质量
链板	机器视觉	600	14.0 万 / 套	08B~12B 通用	100% 合格
	人工挑选	300	6 万 / 年人工	无	差
销轴	机器视觉	700	14.0 万 / 套	08B~16B 单排通用	100%
	传统机械	250	6 万 / 套	单一	99.5%

6 机器视觉系统在其他工序中的应用

①带附件链条随着客户需求不同所带的附板孔径及距离都各不相同，所带的附件的间距也各不相同，此类链条规格多采用手工压装的，故在装配完成的链条常常有出现一些不合格链条，故滚子缺失，附板孔径异常，附板装配位置错误等，而这类链条可以通过机器视觉系统地学习功能，在每批次首段合格链条进行学习，作为合格评定依据，通过链轮带动，整批链条依次通过机器视觉系统，通过机器视觉系统判定链条是否合格，不合格链条做标记同时报警停机，人员对不合格品进行复检并修复，同时恢复设备运行，有效解决人眼识别产生的链条质量问题。

②在零件加工中的应用，目前在冲制过程中，大规格链板压弯、二次冲孔等通过操作员手工送料，存在安全隐患，目前采用提升上料排片，视觉引导定位，机器人抓取的手段来替代人工送料，保证操作工的人身安全，同时提高产品的稳定性。

③机器视觉系统在链条行业的前景。机器视觉系统在实际应用主要作用是提高生产的柔性化和自动化程度，主要用于测量、引导、检测和识别等作用，如冲制链板的测量，机器

人视觉引导，链板销轴零件分选等，目前链条行业在自动化方面已逐步发展，但在柔性化生产方面还未得到应用，同时工业视觉在各种自动化设备中起到代替肉眼检查零件的料斗中的遗漏，防止零件的混料等。

7 结语

通过机械视觉系统的开发应用，在装配工序的链条质量得到的提升，对零件的在机械视觉集成的设备上得到进行筛选，达到100%合格同时在装配时尺寸进行全检。随着链条制造自动化程度的提升，机器视觉系统在链条行业应用会越来越广泛。

参考文献

- [1] 程光.机器视觉技术[M].北京:机械工业出版社出版,2019.
- [2] 吴鲁纪,秦佳音,李安虎,等.机器视觉识别技术在机械传动领域的发展与应用[J].机械传动,2022(7):167-176.
- [3] 肖剑,杨钧宇,徐紫琪.基于机器视觉的螺纹钢丝头检测方法[J].制造业自动化,2022(8):14-19.
- [4] 孟繁忠.链传动技术手册[M].北京:机械工业出版社出版,2016.
- [5] 全国链传动标准化技术委员会,杭州东华链条集团有限公司.链传动标准应用手册(第3版)[M].中国标准出版社,2012.