

DOI: 10.19333/j.mfkj.2017100240900

基于机器视觉的织针自动化检测系统

李 涛¹, 白云峰¹, 朱世根^{1,2}

(1. 东华大学 机械工程学院, 上海 201620; 2. 东华大学 纺织装备教育部工程研究中心, 上海 201620)

摘 要: 针对传统织针检测方法自动化程度低、一致性差、人力成本高的问题, 通过对目前国内织针轮廓一致性检测方法的研究, 设计了织针自动化轮廓一致性检测的光机电一体化装置。基于 LabVIEW 的软件系统平台, 利用 NI 视觉开发模块对织针原图像进行采集和预处理, 测量织针厚度和缝隙值, 对织针表面轮廓进行形态学处理, 分析判断织针轮廓一致性是否合格。该系统可实现织针轮廓一致性检测的自动化流程, 能检测不同型号织针的轮廓一致性, 检测精度可达到 0.02 mm, 检测速度约为 1.0 s/个, 准确率达到 99.9%, 可以实现织针的自动送料和分拣功能, 提高检测的速度和可靠性。

关键词: 机器视觉; 轮廓; 一致性; 自动化; 检测

中图分类号: TS 183.71 文献标志码: A

Automatic detection system for knitting needle based on the machine vision technology

LI Tao¹, BAI Yunfeng¹, ZHU Shigen^{1,2}

(1. College of Mechanical Engineering, Donghua University, Shanghai 201620, China;

2. Engineering Research Center of Advanced Textile Machinery, Ministry of Education, Donghua University, Shanghai 201620, China)

Abstract: The traditional detection method of knitting needle had low automation degree, poor consistency, and high cost. According to the study of several detection methods for the contour consistency of knitting needle, an optical electromechanical integration device for the automatic detection of knitting needle was developed. Based on the platform of LabVIEW software system, the original image of knitting needle was collected and preprocessed by NI visual development module. The thickness and the gap value of the knitting needle were measured, and the surface profile of the knitting needle was morphologically treated. And then the quality of contour consistency of knitting needle was analyzed and judged. The system realizes the function of automated processes of knitting needle consistency, including the detection of the different size of knitting needle. The accuracy is 0.02 mm, the efficiency is about 1.0 s for one, and accuracy rate reaches 99.9%. The system realizes the automatic feeding and sorting of the knitting needle, and improving the detection efficiency and reliability.

Keywords: machine vision; contour; consistency; automation; detection

织针是针织机械的核心零件, 其品种繁多, 结构精细复杂, 在编织过程中与纤维直接接触使织物成形, 对织物的质量具有至关重要的作用。织针的损坏或失效, 有可能造成针织生产的严重损失, 因此提

高织针的检测质量是非常重要的。同时, 织针作为一种易损耗件, 消耗量非常大, 每年市场需求高达数十亿枚, 因而检测量也很大^[1-2]。

传统手工检测在对织针轮廓一致性的控制上, 都是利用夹具对单个待测织针固定夹紧, 然后使用放大 10~50 倍的投影仪对标准的织针描绘出模板, 最后利用投影仪对待测织针的外形轮廓放大同等倍数, 来和模板进行比对检测。传统手工检测织针的

收稿日期: 2017-10-23

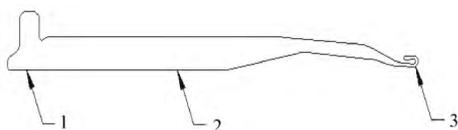
第一作者简介: 李涛, 硕士生, 主要研究方向为机器视觉。通信作者: 朱世根, E-mail: sgzhu@dhu.edu.cn。

速度比较慢, 大约为 10 s/个, 并且检测一致性差、工人劳动强度高、企业成本高, 难以匹配现代化工业生产的要求。目前国内主要的织针生产企业对织针轮廓一致性的检测手段匮乏, 自动化检测未见报导。

本文将机器视觉检测方法应用于织针的外形轮廓检测, 开发基于 LabVIEW 平台的织针轮廓一致性自动检测系统, 实现了织针轮廓一致性的实时在线检测, 从而提升了织针检测过程的效率和可靠性。

1 测量原理

织针在生产加工过程中由于冲压、加工、热处理、电镀、抛光等工艺的影响, 会产生不同大小的内应力, 从而随机产生“左右”和“前后”2个方向的变形^[3], 而且变形主要集中在针头及其前半部分。槽针结构图见图 1。



1—针尾; 2—针身; 3—针头
图 1 槽针结构图

1.1 织针左右方向

织针主视图见图 2。可以看出, 需要检测的变形主要是“左右”变形。主视图的织针在冷加工和热加工后, 容易产生各种弯曲变形^[4]。将待测织针放在玻璃检测盘上, 视野中的图像是由实物、像、缝隙和背景组成的。根据平面镜成像原理可知, 实物和像大小相等。

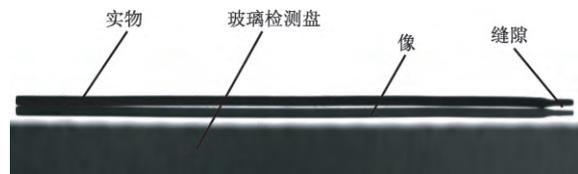


图 2 织针主视图

织针变形厚度按下式计算:

$$D = d_1 + d_2 + d_3$$

式中: D 为织针变形厚度; d_1 为实物厚度; d_2 为像厚度; d_3 为缝隙厚度。单位均为 mm。

因此, 织针厚度 $d_1 = (D - d_3) / 2$, 缝隙厚度 $d_3 = D - 2d_1$ 。通过织针变形厚度 D 和缝隙厚度 d_3 , 来检测织针左右方向的轮廓一致性。

1.2 织针前后方向

织针局部俯视图见图 3。可以看出, 需要检测的变形主要是“前后”变形。利用形态学膨胀和腐蚀原理^[5] 检测出织针前后方向的轮廓一致性。其中中间轮廓是标准的织针图; 外部轮廓是织针膨胀

后的轮廓, 是变形的最大范围; 内部轮廓是织针腐蚀后的轮廓, 是变形的最小范围。前后方向合格的织针轮廓必须限制在外部轮廓和内部轮廓之间。



图 3 织针局部俯视图

2 织针自动检测系统

为实现织针外形轮廓一致性的自动检测必须满足以下要求: ①确保自动送料装置把待测织针精确稳定的输送到玻璃检测盘上指定的位置, 便于织针图像的采集; ②获取清晰的织针图像, 对左右方向进行织针厚度和缝隙值计算, 对前后方向织针轮廓与形态学处理后的织针模板图像比对, 并判断左右变形和前后变形是否合格; ③对左右变形和前后变形的织针进行分拣, 并且开发人机交互平台便于数据采集、图像显示、信息监测等。根据上述要求, 设计织针轮廓一致性自动检测系统的整体框架, 包括自动送针装置、机器视觉模块、分拣装置、人机交互平台^[6]。织针轮廓一致性自动检测系统框图见图 4, 织针轮廓一致性自动检测流程图见图 5, 织针检测系统示意图见图 6。



图 4 织针轮廓一致性自动检测系统框图

2.1 系统工作原理

该检测系统的硬件组成包括自动送针装置、检测装置、分拣装置以及通信控制部分^[7]。当检测系统工作时, 自动送针装置将织针稳定的运送到玻璃检测盘上, 织针随着玻璃检测盘转动到镜头 CCD1 处时, 由检测装置对织针左右方向进行图像采集, 并进行织针厚度和缝隙值计算, 判断织针在左右方向轮廓一致性是否合格, 当织针被输送到镜头 CCD2 下方时, 由检测装置对织针前后方向进行图像采集, 提取外形轮廓后并与模板图像比对, 判断织针在前后方向轮廓一致性是否合格, 最后通过分拣装置对左右变形和前后变形的织针实行分拣功能。

2.2 机器视觉检测

机器视觉系统主要由光源、工业相机、镜头、图

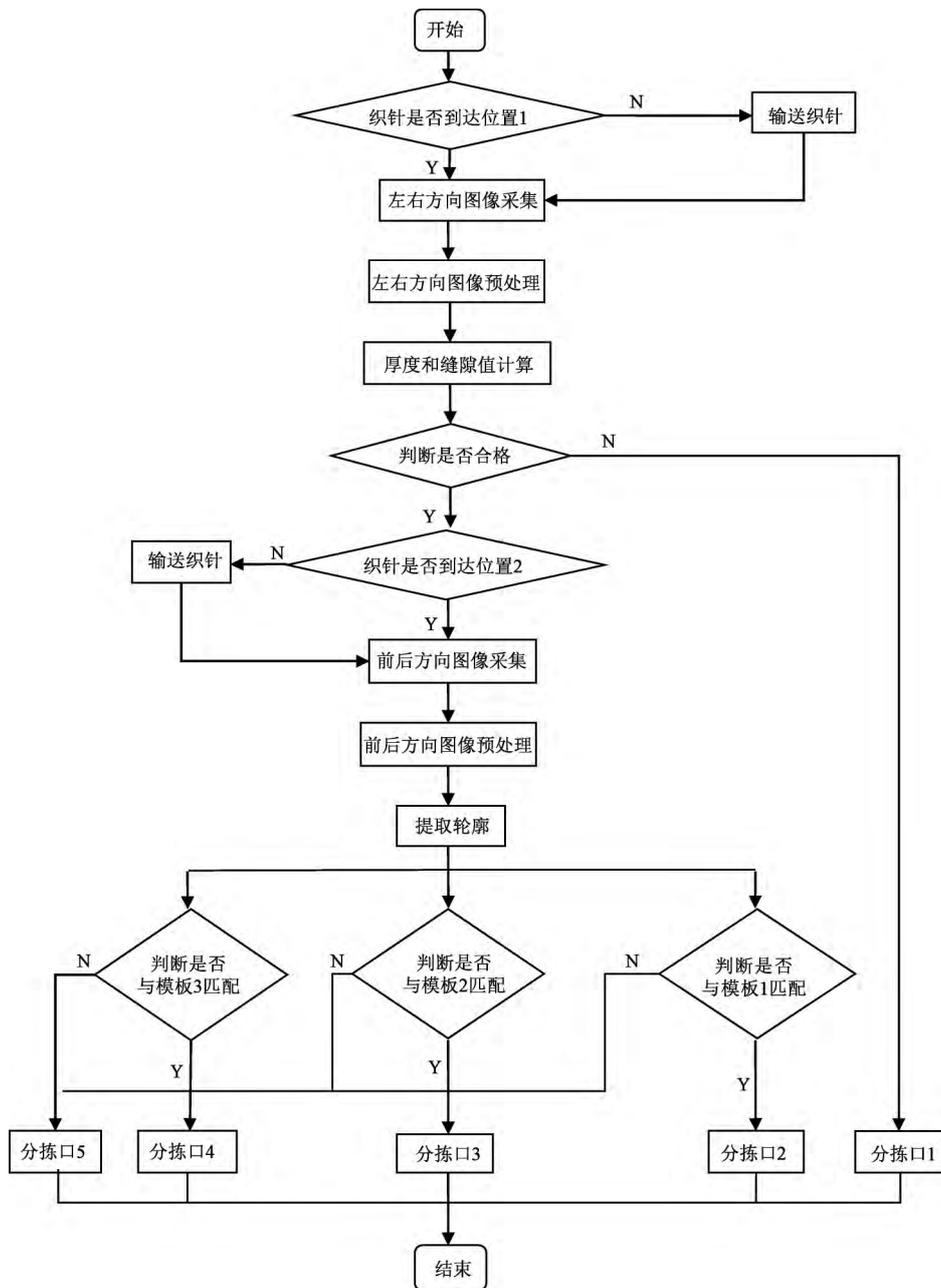


图5 织针轮廓一致性自动检测流程图

像采集卡和图像处理单元组成^[8]。工业相机是一个机器视觉系统的关键硬件,其性能决定着机器视觉系统的检测精度,在选择时通常要考虑分辨率、信噪比、灵敏度和成本等影响因素,因此,在检测织针左右方向变形时,在满足检测精度要求的情况下降低成本,采用500万像素的CCD1,在检测织针前后方向变形时,为了获取高灵敏度、低噪声的高品质图像,采用1600万像素的CCD2。该系统采用专用的LED面光源以使待测织针保持光照均匀,减少阴影和织针表面的反射,且采用背光照明的方式,满足了采集织针轮廓的要求。该检测系统在LabVIEW软件环境下,通过视觉系统开发模块实现织针图像采集和图像处理,并判定检测是否合格。图6中CCD

相机在光源的照射下采集织针的图像,并转化为电信号传送到图像采集卡,由图像采集卡将其转化为数字信息传送到计算机,最后由计算机分析处理并发送指令。

由于温度和光照等原因,图像在采集过程中会产生大量的噪声,极大地降低了图像质量。使用中值滤波^[9]处理织针图像,并对织针图像进行二值化处理^[10],可以有效地保留图像边缘,同时去除噪声。织针原始图像在经过图像滤波、图像二值化、图像增强等预处理之后,可以明显改善图像质量。然后使用Canny算子进行边缘检测^[11]以提取织针轮廓特征。

提取织针左右方向的图像轮廓后,根据图像特

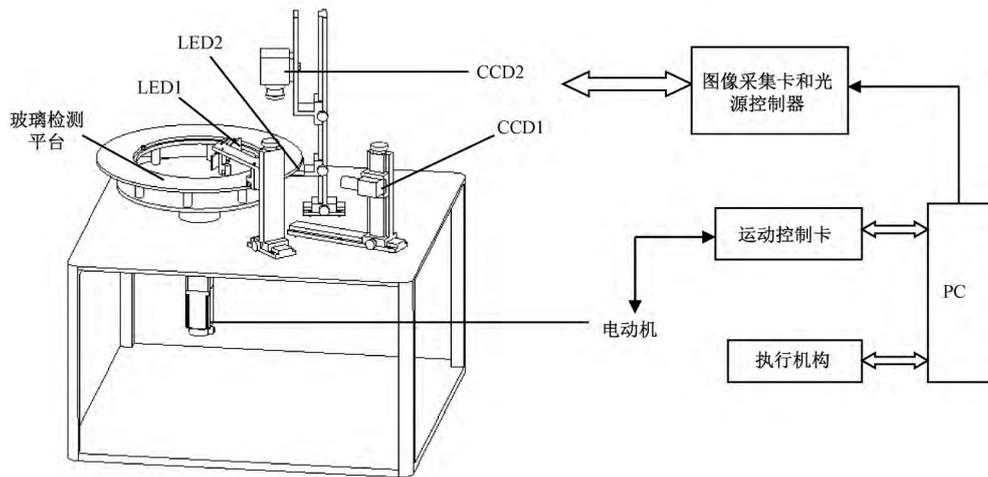


图6 织针检测系统示意图

征 利用最小二乘法拟合^[12]得到左右方向织针实物和像的4条直线,建立相对坐标系,测量出左右方向织针厚度和缝隙值。人机界面显示当前织针厚度和缝隙值,与设置的标准对比,并进行合格与否的判断。提取织针前后方向的图像轮廓后,建立相对坐标系,与设置的模板匹配,并进行合格与否的判断。

3 织针轮廓一致性检测

3.1 实验

随机选取型号51.50G104和50.75G5槽针各1枚,利用机器视觉系统对该织针的厚度和缝隙值重复检测10次。机器视觉检测51.50G104槽针厚度和缝隙值见表1,机器视觉检测50.75G5槽针厚度和缝隙值见表2。

表1 机器视觉检测51.50G104槽针厚度和缝隙值

检测次数	mm			
	针身厚度	针身缝隙	针头厚度	针头缝隙
1	0.482	0.008	0.264	0.212
2	0.480	0.010	0.265	0.212
3	0.481	0.011	0.266	0.211
4	0.479	0.009	0.270	0.210
5	0.482	0.009	0.268	0.214
6	0.478	0.011	0.269	0.211
7	0.479	0.011	0.267	0.213
8	0.482	0.012	0.266	0.214
9	0.483	0.008	0.268	0.213
10	0.479	0.010	0.270	0.210

随机选取型号51.50G104槽针100枚,利用形态学处理,对模板轮廓膨胀 α 个像素单位和腐蚀 β 个像素单位,其中: α 为模板轮廓膨胀的单位像素数; β 为模板轮廓膨胀的单位像素数。51.50G104

槽针前后方向轮廓一致性检测结果见表3。

表2 机器视觉检测50.75G5槽针厚度和缝隙值

检测次数	mm			
	针身厚度	针身缝隙	针头厚度	针头缝隙
1	0.743	0.012	0.361	0.383
2	0.742	0.013	0.359	0.384
3	0.739	0.009	0.358	0.382
4	0.738	0.008	0.357	0.383
5	0.744	0.014	0.361	0.385
6	0.737	0.008	0.357	0.384
7	0.741	0.007	0.360	0.383
8	0.740	0.011	0.359	0.385
9	0.738	0.013	0.358	0.383
10	0.739	0.008	0.358	0.382

表3 51.50G104槽针前后方向轮廓一致性检测结果

β	α				
	1	2	3	4	5
1	0	2	3	5	7
2	0	3	5	8	10
3	2	6	9	14	20
4	3	8	12	19	27
5	4	10	16	25	36
6	5	13	19	29	41
7	5	14	22	34	47

注:数据为检测出的合格织针数量。

随机选取型号51.50G104槽针1000枚,一组使用传统手工检测,另一组使用本文开发的机器视觉检测系统进行织针外形轮廓一致性检测。织针外形轮廓一致性检测结果见表4。

表4 织针外形轮廓一致性检测结果

检测方式	左右变形		前后变形	
	准确率/%	时间/s	准确率/%	时间/s
手工检测	98.0	5 230	98.0	5 560
机器视觉检测	99.9	1 010	99.9	1 010

3.2 结果与分析

①表1、2表明:在织针左右方向检测时,其厚度和缝隙值重复测量的误差都在0.02 mm之内。然而工厂检测织针轮廓一致性,只是通过投影与原图比对,无法给出变形部位一个准确的测量值,而本文通过检测织针的厚度和缝隙值,实现了织针在左右方向变形的量化。

②表3表明:在织针前后方向检测时, β 取值不变, α 取值越大,膨胀的模板轮廓越大,检测出的合格织针数量越多; α 取值不变, β 取值越大,腐蚀的模板轮廓越小,检测出的合格织针数量越多;当 $\alpha=5$ $\beta=7$ 时,检测出的合格织针数量为47枚,机器视觉检测前后方向织针轮廓一致性的合格率最高。

③从表4看出,相对于人工检测方式,机器视觉系统的检测效率和准确率更高。目前工厂在检测织针轮廓一致性时,需要将单个织针用夹具固定夹紧,再投影比对,相对于机器视觉检测,耗时更多。并且工人操作水平、人为主观因素等对测量结果产生很大影响,使得测量结果不具有可重复性。

4 结束语

本文采用自主研发的基于LabVIEW机器视觉的织针自动检测系统,可以检测不同种类不同型号织针的轮廓一致性,实现了检测过程的自动送针、图

像采集、图像处理以及分拣功能,且实现了织针轮廓一致性的实时在线检测。该系统的检测精度达到0.02 mm,检测速度约为1.0 s/个,准确率达到99.9%,满足工厂对织针轮廓一致性检测的需求,相比传统的手工检测,效率提高10倍。

参考文献:

- [1] 程静. 弹簧片安装工艺及其设备[D]. 上海: 东华大学, 2012.
- [2] 崔敬涛. 织针新材料及热处理工艺研究[D]. 上海: 东华大学, 2014.
- [3] 余文咏. 基于图像处理技术检测织针轮廓的研究[D]. 上海: 东华大学, 2015.
- [4] 王依平. 热处理工艺对织针变形影响的研究[D]. 上海: 东华大学, 2016.
- [5] 舒华, 余群. 基于LabVIEW的形态学图像处理研究[J]. 信息技术, 2009, 33(5): 142-144.
- [6] 甘佳佳, 李思平, 杨崇倡. 基于LabVIEW的钢领圆度自动化检测系统[J]. 毛纺科技, 2017, 45(5): 64-67.
- [7] 刘大为. 卷烟自动分拣智能有轨小车研究与设计[D]. 天津: 天津工业大学, 2010.
- [8] 刘金桥, 吴金强. 机器视觉系统发展及其应用[J]. 机械工程与自动化, 2010(1): 215-216.
- [9] 高浩军, 杜宇人. 中值滤波在图像处理中的应用[J]. 信息化研究, 2004, 30(8): 35-36.
- [10] 张雅兰. 图像的二值化处理[J]. 广西科技大学学报, 2002, 13(1): 32-33.
- [11] 魏伟波, 芮筱亭. 图像边缘检测方法研究[J]. 计算机工程与应用, 2006, 42(30): 88-91.
- [12] 丁克良, 沈云中, 欧吉坤. 整体最小二乘法直线拟合[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2010, 29(1): 44-47.