

文章编号: 1005-0523(2010)02-0033-04

注射器针头缺陷在线检测技术与虚拟仪器实现

周建民, 周佳, 刘燕德

(华东交通大学 光机电技术及应用研究所 江西 南昌 330013)

摘要: 针对国内绝大部分企业采用人工目视进行一次性注射器针头缺陷检测的现状, 开发了一种基于虚拟仪器的针头缺陷在线检测系统。系统通过 NI 公司的 [c]FP-PWM-520 模块控制步进电机, 利用 LabVIEW 的 IMAQ VISION 软件包进行数字图像处理, 包括滤波、图像增强、自动阈值化、形态学处理、定位和模板匹配等。试验表明, 该系统可以满足目前企业中各种规格的针头缺陷在线检测需求。

关键词: 注射器针头; 缺陷检测; 虚拟仪器; 图像处理

中图分类号: TP391

文献标识码: A

一次性注射器以其性价比高、使用方便等优点而被广泛应用, 是医院中消耗量最大的易耗品之一, 注射器的质量安全直接关系到国民的健康。针头在自动装配的过程中存在反装的现象(针尖部位插入针座, 如图 1 所示), 对注射器的质量造成严重的影响, 甚至危害到人的生命^[1]。

目前国外已经研制出这类检测系统, 如德国西门子公司研制了一次性注射器反表识别系统, 但其价格昂贵。国内没有专门的研究机构与厂家开发这类系统, 而一般的中小型企业又不具备自己研制开发的能力。国内大部分厂家在进行针头的装配时都采用人工检测的方法。对于大批量生产、尺寸较小的针头, 人工目视检测易产生视觉疲劳, 检测精度不高, 难以保证质量。

LabVIEW 是 NI 公司(National Instruments, 美国国家仪器公司)开发的一种交互式编程语言, 它将软件和各种不同的测量仪器硬件及计算机集成在一起, 建立虚拟仪器系统。使用 LabVIEW 开发应用系统的速度比其他编程语言快 4~10 倍^[2]。

针对针头缺陷检测的现状, 本文利用虚拟仪器技术开发设计了针头缺陷在线检测系统。

1 针头缺陷检测系统的构成

系统由 [c]FP-PWM-520 模块、照明系统、PC 机、工业数字摄像机、步进电动机、传送带等组成, 系统结构如图 2 所示。由 PC 机发出电机控制指令, 通过以太网将控制信号传送给 [c]FP-PWM-520 模块直接作用于步进电机, 以此来控制针头传输的速度。当针头进入到工业摄像机的检测范围内时, 摄像机采集图像并通过 USB 接口把图像信息传递到 PC 机, 再由软件部分检测针头是否存在缺陷。

1.1 [c]FP-PWM-520

[c]FP-PWM-520 是 NI 公司生产的 [c]FP 控制器中用以脉宽调制的模块之一。[c]FP 控制器可用于工业现场的实时控制, 并能通过内置式 Web 与文件服务器, 在以太网网络上自动发布测量结果^[3]。[c]FP-PWM-520 模块有 8 个脉冲宽度调制输出通道, 这些通道具有可独立编程的占空比, 可用于基于



图1 针头反装现象

收稿日期: 2009-09-24

作者简介: 周建民(1975-), 男, 副教授, 博士, 主要从事产品质量光电检测技术的研究。

PWM(脉冲宽度调制)的控制应用程序^[4]。

1.2 照明系统

在针尖的缺陷检测中,提高检测的准确率关键在于针尖部分轮廓的清晰程度。针尖极其细小并且属于高反光物体,因此在设计照明系统过程中要求综合多种光源类型。背光照明方式下,光源均匀的从被检测物体的背面照射,可以获得高清晰的轮廓;而散射照明能产生最适合高反射物体的无方向、柔和的光。本系统中的照明系统即结合了这两种照明方式。这种方式根据解决被测物体针头尺寸细小且高反光的实际问题,使整个系统中图像的质量得到很大的改善。

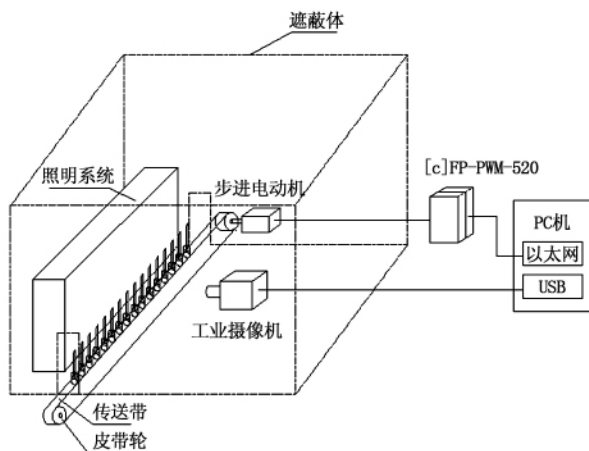


图2 系统结构示意图

2 系统的虚拟仪器实现

软件系统采用 LabVIEW 和 IMAQ Vision 编程实现,主要包括步进电机控制和针头缺陷识别两个部分。系统的主界面图如图3所示。

2.1 步进电机控制部分

由于针头是安装在针座上的,每个针座总长度较长,上面可以同时安装50根针头。在生产现场,针座是自动传输的,为降低小针头图像处理的难度,确保摄像机视场有限的情况能够拍摄到清晰的针头图像,本系统每次只拍摄10根针左右,整个针座共分5次完成,因此需要采用步进电机控制传输系统共进行5次启停,传输系统停止时拍摄针头的静止图像,拍摄完毕由程序自动控制传输系统传输一个工位后再次停止。为完成传输系统的自动启停,只需给传输系统一个脉冲调制信号,而步进电机控制部分程序的核心是将用于电机控制的脉冲信号写入[c]FP-PWM-520模块。在被写入信号之前,首先要对[c]FP-PWM-520模块进行配置。这部分将在MAX(Measurement & Automation)下实现,其中主要完成对所有通道的周期项目的配置,并保存配置文件。配置完成后,可以在LabVIEW中利用FP Write.vi中的Field-Point IO Point In 端口作为通道选择控件或者脉冲周期项目控件,再根据具体的控制需要来选择占空比等参数。这部分的程序流程图如图4所示。



图3 系统主界面图

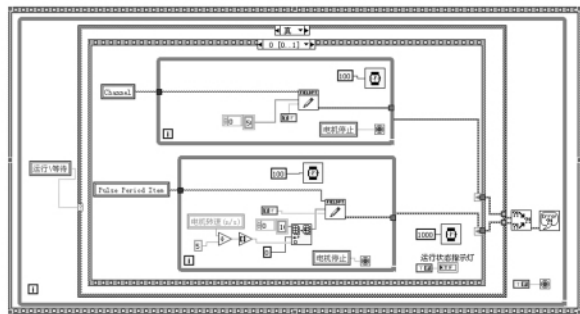


图4 步进电机控制程序流程图

2.2 针头缺陷识别部分

针头的缺陷识别包括图像采集、图像处理、模板匹配和结果显示4大部分,程序结构图如图5所示。图像的采集选用大恒公司的HV2002UC型数字摄像机,通过在LabVIEW中加载名为HVDevice.ocx的控件即可以驱动设备。用户再根据需要来设置控件的属性和调用方法可以实现对摄像机的完全控制和功能应用。采集后的图像经过一系列的数字图像处理,对被检测的针头进行定位并利用模板识别技术检测出针头的缺陷,最终显示检测的结果。如果无针头反装,则显示PASS,如有针头反装,则显示FAIL,同时用红框框住反装针头。

3 核心技术

3.1 图像预处理及图像增强

检测系统获取的图像往往收到各种噪声的污染,使得图像质量下降,因此必须先进行图像预处理才能使用^[5]。这里采用中值滤波的非线性滤波方法。其基本思想是用像素点领域灰度值的中值来代替该像素点的灰度值。处理后的图像噪声得到最大抑制,很好的保存了边界信息。在 IMAQ 模块下直接调用 filter median. vi 即可完成该运算。

为了提高匹配的准确度以帮助后续的图像处理工作更加顺利进行,需要对图像进行增强处理。通过对各种增强方法的效果图进行对比,采用 1.5 次方函数的直方图修正,修正后的图像对比度明显增强的同时能较好的抑制噪声。

3.2 数学形态学处理

数学形态学的基本思想是用具有一定形态的结构元素去量度和提取图像中的对应形状以达到对图像分析和识别的目的。数学形态学的数学基础和所用语言是集合论,可以简化图像数据,保持它们基本的形状特性,并除去不相干的结构。此外,它还能实现形态学分析和处理算法的并行,大大提高了图像分析和处理的速度^[6]。本程序中将阈值化后的图像通过 IMAQ Morphology. vi 的 Gradient in 操作,提取粒子的内部边界,再对提取的边界进行圆滑填充,这样就能完好的保持针头的基本形状特性,如图 6 所示。再对图像进行粒子分析(Particle Analysis),得到针尖部位的坐标及角度等数据,即可实现对针头的定位。

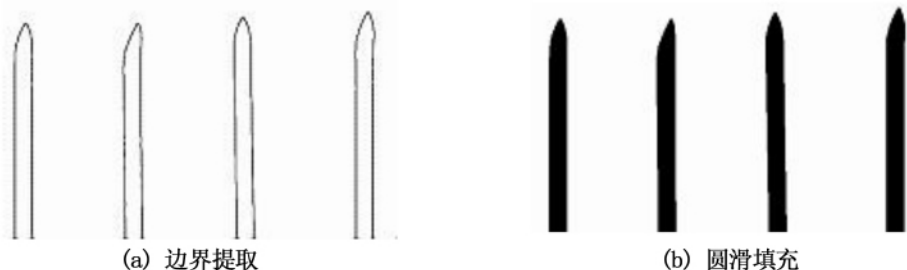


图6 图像的形态学处理

3.3 模板匹配

模板匹配是指用标准模板与源图像进行比较,以确定在源图像中是否存在与该模板相同或相似的区域,若存在,还可确定其位置并提取该区域^[7]。

在本程序中,选择一个反表的针尖图像作为标准模板。根据粒子分析得出的参数,在源图像中的每根针尖部分都建立坐标系,并确定 ROI(Region Of Interest) 区域,再把针头与标准模板进行匹配。

在 IMAQ Vision 中模板匹配函数为 IMAQ Match Geometric Pattern. vi,该函数可以设置匹配对像的数目、坐标位置、旋转角度、大小比例和相似程度等。据 NI 公司所提供的资料指出,这种匹配方法综合运用了非均匀化采样、边缘检测等方法,使得匹配准确率高且速度快,可比传统方法快十倍之多。

4 试验结果

图 7 为不同规格的针头的缺陷检测结果。如果出现反表的情况,则用方框把反表的针头标记出来,并在图片的左下方显示“FAIL”。图 6(a) 为检测 $\phi 1.5$ 的针头,其中有一根反装的针头。图 6(b) 为检测 $\phi 0.5$ 的针头,其中有两根反装的针头。

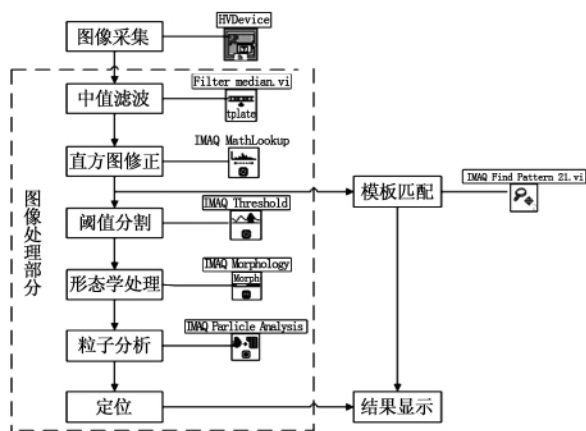


图5 缺陷识别程序结构图



图7 缺陷检测效果图

5 结论

大量试验表明,本系统对各种规格的针头都有较高的识别率,可达 99.9%,系统的处理时间也完全满足工业在线生产的要求。整个软件部分采用虚拟仪器 LabVIEW 进行编程,节省了大量软件处理的时间,提高了整个系统的性能。其中利用 [c]FP-PWM-520 模块来控制步进电机。采用 IMAQ Vision 进行数字图像处理,并用模板匹配函数 IMAQ Match Geometric Pattern.vi 进行模板匹配,比传统的方法快 10 倍之多。

该针头缺陷检测系统界面友好、操作方便、完全可视化、检测精度高,具有较高的推广价值。

参考文献:

- [1] 刘正平,肖强.一次性注射器针头反表识别系统[J].传感器与微系统 2009 28(1):96-98.
- [2] 蔡共宣.LabVIEW 编程思想研究[J].研究装备制造技术 2009 (9):56-58.
- [3] NI 公司.什么是 NI Compact FieldPoint? [EB/OL]. <http://www.ni.com/compactfieldpoint/zhs/whatis.htm/2009>.
- [4] NI 公司.NI cFP-PWM-520 [EB/OL]. <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/zhs/nid/11606/2009>.
- [5] 赵文杰,陈振涛,邹小波.机器视觉实现方便面破损在线检测的研究[J].微计算机信息 2007 23(10):238-240.
- [6] 舒华,余群.基于 LabVIEW 的形态学图像处理研究[J].信息技术 2009 (5):142-144.
- [7] 田娟,郑郁正.模板匹配技术在图像识别中的应用[J].传感器与微系统 2008 27(1):112-114.

On-line Detection Technology of Syringe Needles and Realization of Virtual Instrument

Zhou Jianmin Zhou Jia Liu Yande

(Institute of Opto-mechatronics Technology and Application, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: Most Chinese enterprises are using artificial visual detection to inspect defects of one-off injectors. According to the status quo, an on-line inspection system of syringe needle defects based on virtual instrument is developed. The system controls stepping motor through [c]FP-PWM-520 module which is produced by NI Company. IMAQ VISION software package is used to perform image processing, including filtering, image enhancement, automatic threshold, morphologic processing, location, template matching and etc. The tests indicates that the system can meet the demands of on-line defect detection of all kinds of syringe needles.

Key words: syringe needle; defect detection; virtual instrument; image processing

(责任编辑 王建华)