

文章编号: 1005-5630(2015)04-0308-06

LabVIEW Vision 在汽车发动机进气管 检测系统中的应用

王 莹, 王劲松, 崔士宝, 安志勇

(长春理工大学 光电工程学院, 吉林 长春 130022)

摘要: 针对汽车发动机进气管中存在杂质及缺陷难以检测的现状, 提出了以机器视觉为基础, 以 LabVIEW 的 Vision and Motion 模块及其附属可视化软件 Vision Assistant 获取图像信息的检测方法。通过对图像进行预处理、形态学处理、图像分割、高级形态学处理等建立起一个完整的汽车发动机进气管检测系统。实践表明, 该检测方法操作合理, 检测方便, 实用性强, 可视化效果好, 完全满足检测技术要求。

关键词: LabVIEW; 图像处理; 杂物检测

中图分类号: TP 751 **文献标志码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1005-5630.2015.04.006

The application of LabVIEW Vision in the detection system for the intake pipe of automobile engine

WANG Ying, WANG Jinsong, CUI Shibao, AN Zhiyong

(School of Opto-Electronic Engineering, Changchun University of Science and Technology, Changchun 130022, China)

Abstract: In this paper, a method based on machine vision has been presented, which is used to detect the impurities and defects existing in the intake pipe of automobile engine. By establishing the module of Vision and Motion in LabVIEW and Vision Assistant, the method conducts a series of image processing, such as image preprocessing, image morphology processing, image segmentation, senior morphology processing, and develops the detection system for the intake pipe of automobile engine. Practice shows that this detection method is reasonable and the operation is convenient and practical. The visual effect is good. The detection method meets the testing requirements.

Keywords: LabVIEW; image processing; impurity detection

引 言

发动机是汽车系统中最为关键的部件, 随着汽车产业的飞速发展, 对汽车发动机性能也有了更高的要求。进气管则是汽车发动机的关键部件之一, 然而传统检测发动机进气管好坏的方法已不能满足发动机的性能要求, 因此必须设计出更先进的检测设备。针对汽车发动机进气管中的杂物和缺陷^[1-3], 本文利

收稿日期: 2015-04-15

作者简介: 王 莹(1991—), 女, 硕士研究生, 主要从事光电测控技术与仪器的研究。E-mail: agaric1990@163.com

通信作者: 王劲松(1973—), 男, 副教授, 主要从事精密测控技术与仪器的研究。E-mail: soldier_1973@163.com

用NI公司的LabVIEW软件及其附带可视化软件Vision Assistant和机器视觉技术,获取图像信息并进行分析,提出了一种运用机器视觉检测的方法。

1 系统组成及其原理

汽车发动机进气管检测系统主要由自带光源摄像头、凌华图像采集卡、LabVIEW处理平台和一系列硬件设备等组成,其设备俯视图如图1所示。

该系统利用LabVIEW平台通过继电器来控制检测设备,当被检测器件在夹具中放置好后,启动设备摄像头1和3进行外部图像采集,将采集到的图像进行一系列的处理,此图像处理是该检测系统的核心。然后气缸1推动夹具将进气管口对准到摄像头2和4运动轨道,再推动气缸2和3使摄像头2和4进入管内,对管内进行图像采集和处理,处理后显示结果。全部完成后设备还原成检测前状态。

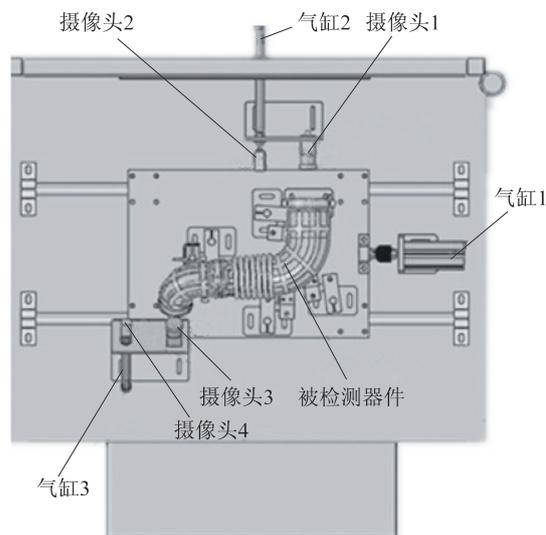


图1 检测设备俯视图

Fig. 1 Top view of the testing equipment

2 图像采集

图像采集是图像处理的前提,图像质量的好坏将会对图像处理产生影响。本设备采用凌华图像采集卡ADLINK,完成图像采集卡安装后,在LabVIEW中会多出ADLINK Vision子模块,子模块中提供了获取图像的各种子vi模块,包括:打开相机、配置相机、启动采集、获取图像、关闭相机等子vi模块,编写程序后便可采集图像。采集图像子程序如图2所示。

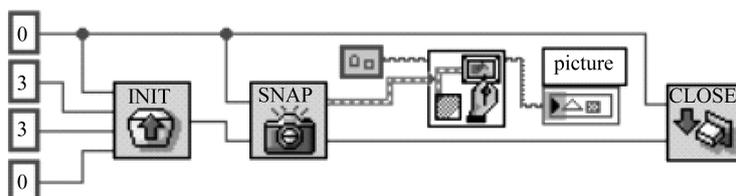


图2 采集图像子程序

Fig. 2 Image acquisition subsystem

3 图像处理

为了能够清晰地捕捉到排气管中图像信息,本系统采用2个摄像头对图像进行采集,因此在图像处理过程中将分为外部摄像头图像处理和内部摄像头图像处理两部分。在图像处理之前首先应用Color Plane Extraction子vi模块来将彩色图像转换为灰度图像,以方便进行后续图像预处理、形态学处理、图像分割、高级形态学处理^[4-5]。由于杂物图像与缺陷图像的性状类似,所以本文以杂物图像为例进行说明。

3.1 外部摄像头图像处理

外部摄像头采集到的图像如图3所示,(a)为无缺陷排气管内部图像,(b)为有杂物排气管内部图像。外部摄像头图像处理流程如图4所示。

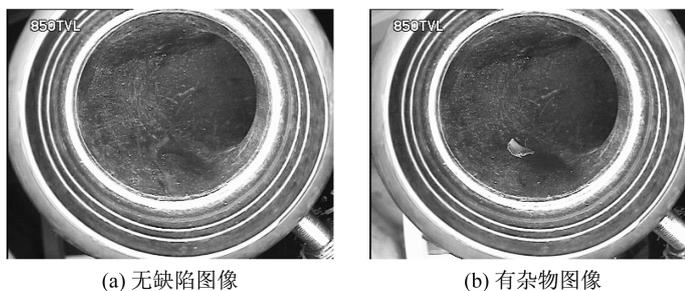


图3 外部摄像头采集排气管内部图像

Fig. 3 Internal image of exhaust pipe from external camera

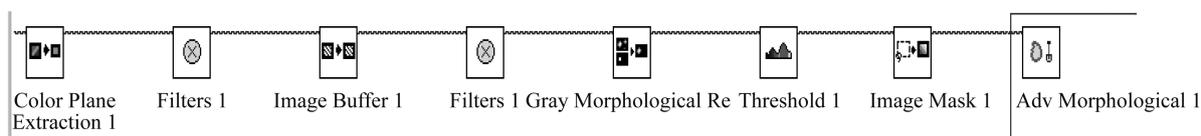


图 4 外部摄像头图像处理流程

Fig. 4 Flow chart of the image processing for external camera image

(1) 图像预处理

在图像采集和传输过程中,往往会因为内部和外界因素的干扰而产生噪声,进而影响图像质量,图像预处理的目的是减弱图像中的噪声^[6-7],结合采集到图像的特点,本实验的图像预处理只需进行图像滤波。在 LabVIEW 中常用到的滤波方法有:低通滤波、平滑滤波、高斯滤波、中值滤波。

对比 4 种滤波方法,中值滤波能够使得被检目标缺陷边缘更明显,得到的滤波效果最优,因此本文采用中值滤波,滤波结果如图 5 所示。

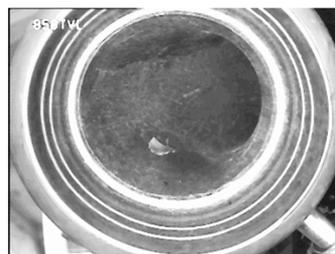


图 5 中值滤波

Fig. 5 Median filtering

(2) 形态学处理

为了进一步消除噪声的影响,并保留重要的轮廓极值信息,达到使杂物或缺陷边缘突出的目的,需对图像进行边缘检测,然后根据边缘检测所得到的图像作为标记进行灰度形态学重建。

在 LabVIEW 模块中边缘检测的方法有很多,经过试验表明,其中 Prewitt 算子效果最为明显。Prewitt 算子是一种一阶微分算子的边缘检测,利用像素点上下、左右邻点的灰度差,在边缘处达到极值检测边缘,去掉部分伪边缘,对噪声具有平滑作用。其原理是在图像空间利用 2 个方向模板与图像进行邻域卷积来完成的,这 2 个方向模板中的一个检测水平边缘,另一个检测垂直边缘。边缘检测结果如图 6 所示。

灰度形态学重建是在形态学梯度图像的基础上,利用形态学的开闭重建运算对梯度图像进行重建,在保留重要区域轮廓的同时去除细节和噪声。利用形态学开闭重建运算对原始图像的形态学梯度图像进行滤波重建,在简化梯度图像的同时,保持轮廓分水线的准确定位,消除产生过分分割的根源。分割过程中需选择一个结构元素,对图像进行形态学重建。该结构元素应该对图像处理,使图像中的灰度跃变急剧增强,以消除梯度对边缘方向的依赖性,同时,结构元素半径较小,以避免梯度图像产生过厚边缘造成的区域轮廓定位误差。由于噪声的影响,采用形态学开闭重建运算对梯度图像进行重建,消除噪声,保留重要的轮廓极值信息。随着结构元素的递增,图像中的局部极值会消除,而不会产生新的区域极值。以边缘检测输出的图像作为标记来进行灰度形态学重建,明显可以发现噪声和细节消失了,如图 7 所示。

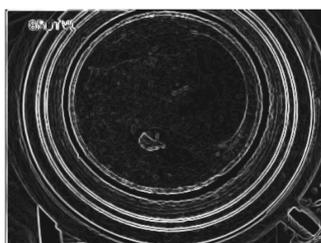


图 6 边缘检测

Fig. 6 Edge detection



图 7 灰度形态学重建

Fig. 7 Gray-scale morphological reconstruction

(3) 图像分割

图像处理的最终目的应是完成对图像的正确理解,即对图像中物体的正确识别,以指导下一步的行动。在这一过程中,图像分割是关键的一步。图像分割是按照具体应用的要求将图像分割成一块块有意

义的子区域,目的是将感兴趣的对象提取出来。本系统检测管内部分,所以应用掩码将管外部分去掉并选取阈值进行分割,结果如图8所示。

(4) 高级形态学处理

形态学是建立在格论和拓扑学基础之上的图像分析,其基本运算包括二值腐蚀和膨胀、二值开闭运算、骨架抽取、极限运算、击中击不中变换、形态学梯度、Top-hat变换、颗粒分析、流域变换、灰值腐蚀膨胀、灰值开闭运算、灰值形态学梯度等。本文采用的是一种基于这些运算的高级运算——凸壳(convex hull),处理后图像如图9所示。

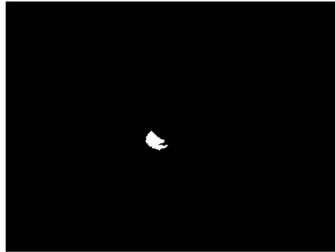


图8 图像分割

Fig. 8 Image segmentation

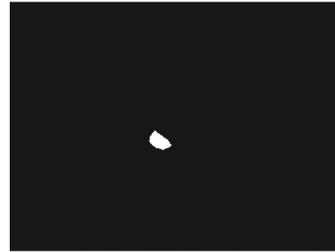
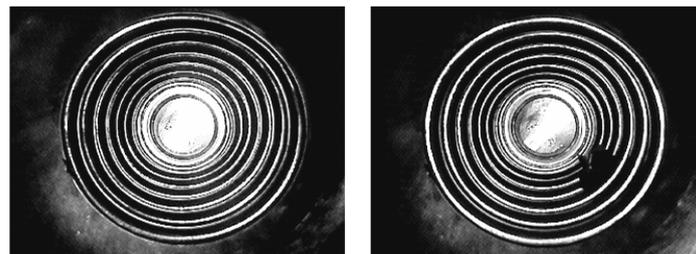


图9 凸壳处理后图像

Fig. 9 Image of convex hull after processing

3.2 内部摄像头图像处理

内部摄像头采集图像如图10所示,其中(a)为无缺陷排气管内部图像,(b)为有杂物排气管内部图像。接下来重点说明内圈褶皱部分的处理方法,该部分处理流程如图11所示。



(a) 无缺陷图像

(b) 有杂物图像

图10 内部摄像头采集排气管内部图像

Fig. 10 Internal image of exhaust pipe from internal camera

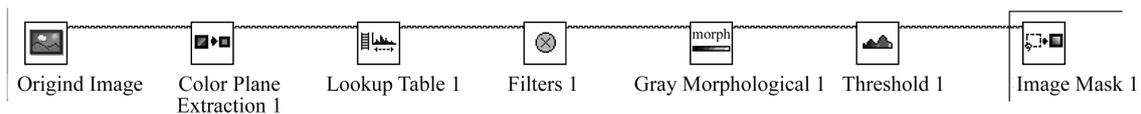


图11 内部摄像头图像处理流程

Fig. 11 Flow chart of image processing for internal camera image

(1) 图像预处理

同样为了得到一个噪声较小,边缘清晰的图像,需对此图像进行预处理,根据内部摄像头采集到图像的特点,图像预处理步骤是先进行图像的灰度变换,然后进行图像滤波。

灰度变换是指对图像在空间域进行图像增强的简单而有效的图像处理方法。图像由于成像时曝光不足或过度,或成像、记录设备的非线性动态范围太窄等因素,都会产生对比度不足的弊病,使图像的细节分辨不清。这时如将图像灰度线性扩展,常能显著改善图像的对比效果,此谓灰度变换法。根据图像降质的原因不同,图像特征不同,采用不同的变换方法。常用的灰度变换函数有线性变换、伽玛变换、对

数变换和指数变换等。

考虑到实验的实际情况,通过对比,对数变换可大幅度拉伸图像的低灰度(亮度)区域,同时压缩图像的高灰度区域,所以在此选择对数变换,结果如图 12 所示。此时将灰度变换后的图像进行低通滤波,这样能够使亮度高低相间的环状部分对比更加明显,如图 13 所示。

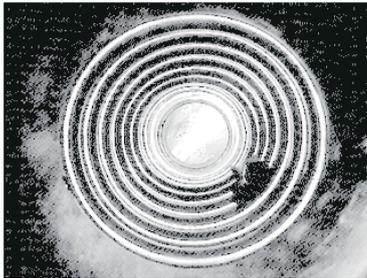


图 12 对数变换

Fig. 12 Logarithmic transformation

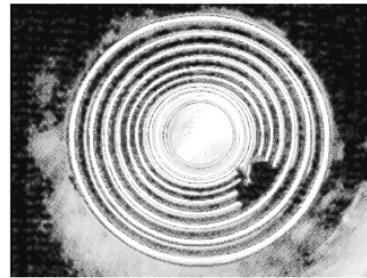


图 13 低通滤波

Fig. 13 Low-pass filter

(2) 初级形态学处理

初级形态学处理包括腐蚀,膨胀以及开、闭运算。其中膨胀运算是使得物体的边界扩大,膨胀结果与图像本身和结构元素的大小有关,常用于将图形中原本断开的同一物体桥接起来。因此我们要采用膨胀运算来消除规则高亮度圆环部分中的低亮度圆环状部分,结果如图 14 所示。

(3) 图像分割

该部分图像分割原理与外部摄像头采集图像分割原理相同,均进行掩码和二进制化便可以清楚地提取出杂物,结果如图 15 所示。



图 14 膨胀运算

Fig. 14 Expansion operation

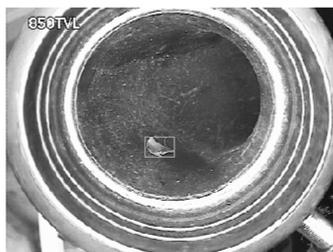


图 15 图像分割

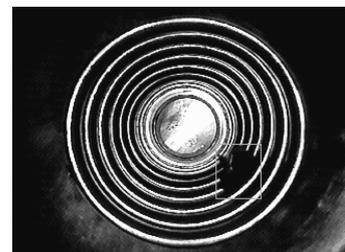
Fig. 15 Image segmentation

4 结果处理

对以上过程产生的有杂质的图像,应用 LabVIEW 进行编程,将检测出的杂质在原图像中用 IMAQ Convert Rectangle to ROI 模块和 IMAQ Overlay ROI 模块在原图像上标出,并进行报警。处理结果如图 16 所示,(a)为外部摄像头处理结果,(b)为内部摄像头处理结果。



(a) 外部摄像头处理结果



(b) 内部摄像头处理结果

图 16 处理结果

Fig. 16 Processing results

5 结 论

本文对发动机进气管中存在的杂质和缺陷的检测方法进行了阐述,并详细介绍了图像处理的方法。实践表明,该系统操作合理,检测方便,可视化效果好,完全满足检测技术要求,解决了发动机进气管难以检测这一难题,同时为今后机器视觉的发展提供参考。

参考文献:

- [1] 王燕,林苏斌,缪希仁. 基于 LabVIEW 的机器视觉在玻璃缺陷检测中的运用[J]. 工业控制计算机,2011,24(4):75-77.
- [2] 范焱. 基于虚拟仪器技术的汽车发动机检测分析仪的研究与开发[D]. 北京:北京理工大学,2006.
- [3] 李永刚. 汽油发动机综合测试仪的虚拟设计[D]. 广州:华南农业大学,1999.
- [4] 张铮,王艳平,薛桂香. 数字图像处理与机器视觉[M]. 北京:人民邮电出版社,2010.
- [5] 谢昭莉,白颖杰. Prewitt 图像边缘检测及边缘细化的 FPGA 实现[J]. 电子技术应用,2010(6):39-41.
- [6] 杨乐平,李海涛. LabVIEW 程序设计与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2001:1-4.
- [7] 连海洲,赵英俊. 基于 LabVIEW 技术的虚拟仪器系统[J]. 自动化博览,2001,18(3):21-23.

(编辑:刘铁英)

=====

(上接第 302 页)

参考文献:

- [1] 王剑平,奚立峰,潘尔顺. 基于机器视觉的齿轮缺陷快速检测[J]. 起重运输机械,2004(5):41-43.
- [2] 黄德天,刘雪超,吴志勇,等. 基于 Camera Link 的高速图像采集处理系统设计[J]. 吉林大学学报:工学版,2013,43(增刊):309-312.
- [3] 韩芳芳. 表面缺陷视觉在线检测关键技术研究[D]. 天津:天津大学,2011.
- [4] 侯宏录,高伟平. 500 fps 图像采集及实时显示关键技术研究[J]. 光学仪器,2013,35(2):52-57.
- [5] 王宏涛,何晓波,陈琪. 形状尺寸自动检测系统的设计[J]. 计量学报,2011,32(3):221-226.
- [6] 耿欣,张福民. 计算机图像技术在高温锻件尺寸测量中的应用[J]. 计量学报,2014,35(1):13-17.
- [7] GORPAS D, POLITOPOULOS K, YOVA D. A binocular machine vision system for three-dimensional surface measurement of small objects[J]. Computerized Medical Imaging and Graphics, 2007, 31(8):625-637.
- [8] 吴开华,叶亭,胡少鹏. 基于异步复位的在线图像采集方法研究[J]. 光子学报,2008,37(增刊):6-9.

(编辑:刘铁英)