

·光电系统·

基于机器视觉技术的螺纹识别系统

景 敏

(陕西理工学院机械工程学院, 陕西 汉中 723003)

摘 要: 螺纹牙型角识别是区分螺纹种类的常用手段,传统检测手段效率低、量规易磨损、成本高,已不能满足现代工业高效发展的需求。利用CCD获取螺纹基本图像,并通过图像的平滑、边缘检测、二值化处理及轮廓提取,对螺纹轮廓进行分析,从中测量出螺纹的牙型角参数并进行识别。探讨了利用机器视觉对螺纹牙型角参数进行测量的方法,并设计出一套以机器视觉识别技术为核心的视觉传感和图像处理系统为一体的螺纹识别系统。从理论和实践上证实了该方法的可行性和准确性。

关键词: 螺纹牙型角;机器视觉;边缘检测;轮廓提取;识别系统

中图分类号:TH89

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2013)-05-0006-04

Thread Recognition System Based on Machine Vision Technology

JING Min

(School of Mechanical Engineering, Shanxi University of Technology, Hanzhong 723003, China)

Abstract: Thread angle identification is a common method to distinguish thread types. Traditional detection methods have many disadvantages such as low efficiency and high cost and gauges are easy to be abraded. The needs of high efficient development of modern industry are not met any more. CCD is used to obtain the basic image of thread. And the thread contour is analyzed through image smoothness, edge detection, binary image production and contour hunting. The thread angle parameters are measured and identified. The measurement methods of thread angle parameter using machine vision are discussed. And a thread recognition system mainly based on the machine vision recognition technology and integrated visual sensing with image processing system is designed. The feasibility and correctness of the method is proved from theory and practice.

Key words: thread angle; machine vision; edge detection; contour hunting; recognition system

螺纹连接应用于机械行业中的各个领域。常见螺纹种类有普通螺纹、管螺纹、梯形螺纹等。螺纹牙型角的区别是区分螺纹种类的常用手段,普通螺纹牙型角为 60° ,管螺纹牙型角为 55° ,梯形螺纹牙型角为 30° 。传统螺纹检测技术工序复杂、效率低、成本高,人工检测也受环境因素影响较大。在机械制造技术测量中对螺纹测量大致有两种方法,即单项参数测量和综合测量。传统螺纹的检测主要采用两种方法:其一是综合检验法,使用大型工具显微镜,通过光学系统将螺纹轮廓投影在目镜视场内,依靠专用的测量镜头对螺纹影像进行测量;另一种是单参

数测量法,使用专用的量规进行接触测量以获得单个参数。二者都需人工操作,设备体积大,检测程序多,整个测量过程耗时耗力,工作效率低,检测成本高,速度很慢,而且检测结果受人为因素影响,不能进行在线检测,接触测量还易导致螺纹损伤,检验使用的螺纹量规易磨损,影响测量精度,更换量规的成本也较高。

机器视觉技术主要是利用光电成像、计算机图像处理 and 模式识别技术来检测对象,相对传统机械检测的优势在于能够非接触检测,提高了生产效率,满足现代工业高效率的实现需求。这种机器视觉识

收稿日期:2013-06-08

基金项目:陕西理工学院科研基金资助项目(SLGKY11-04)

作者简介:景敏(1978-),女,陕西汉中,人,硕士,讲师,主要研究方向为几何量精密测量、机器视觉。

别技术是一门新兴的检测识别技术,优势明显,尚有很大的发展潜力,且界面开放,用户可根据需要自行编程改善系统功能,使系统与工业自动化现场相适应,在现实工业生产中将被广泛应用。

1 系统原理及组成

利用数字图像处理技术检测螺纹参数的系统由 CCD 图像传感器、图像采集卡、光源、万能工具显微镜以及计算机组成。具体工作原理是:由光源和万能工具显微镜创建图像采集环境,其间尽量减少外界杂光干扰,然后通过 CCD 采集图像并由图像采集卡传入计算机中,在计算机中对图像进行数字处理,得到螺纹的轮廓,进而计算出螺纹的几何参数。系统组成如图 1 所示。

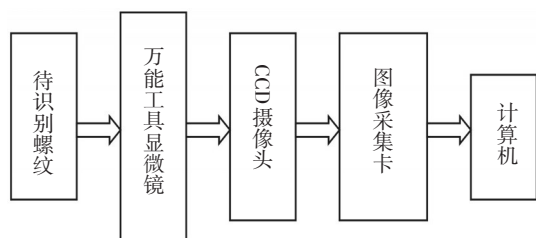


图 1 系统组成框图

系统主要包括照明及机械系统、CCD 摄像机、图像采集卡和计算机系统组成,通过 CCD 采集螺纹图像,然后利用数字图像采集卡将其信号转换成数字信号,再经过图像预处理、螺纹轮廓曲线提取对螺纹几何参数进行测量、识别^[1]。系统识别流程框图如图 2 所示。

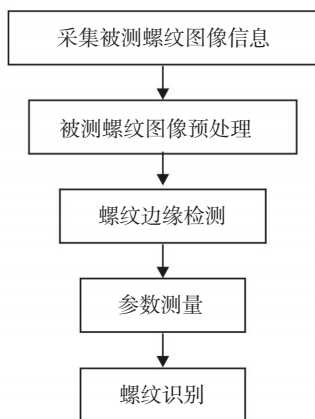


图 2 螺纹识别流程框图

2 识别系统

2.1 螺纹图像预处理

对整个图像处理系统而言,图像预处理就是去除图像中不必要的特征,将感兴趣的部分有选择性的突出。由于实验过程中不可避免地受到周围环境及摄像器件等的影响,所以摄取到的图像中含有噪声。噪声通常是随机产生的,因而具有分布和大小的不规则性。为了保证图像不失真,需要对图像去噪、滤波。图像滤波去噪的方法由噪声本身的特点来决定。均值和中值滤波常使用。均值滤波也称为线性滤波,采用的主要方法为领域平均法。它的基本原理是用均值代替原图像中的各个像素值,即对待处理的当前像素点 (x,y) 。而中值滤波是最简单的非线性滤波,它是用一个含有奇数个点的模板窗口,将邻域中的像素按灰度级来排序,最后取中间值来代替模板中心像素点的值^[2]。它的效果取决于邻域的空间范围和中值计算中涉及的像素数。它的优点在于能够有效地抑制随机噪声、不会使边缘模糊。

图 3 和图 4 是均值滤波效果图。从图中可以看



图 3 3*3 均值滤波效果图

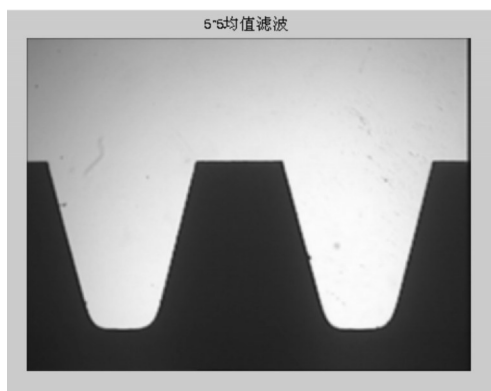


图 4 5*5 均值滤波效果图

出,随着滤波窗口的增大,图像逐渐变模糊,不利于后续的边缘检测。而图5和图6是中值滤波效果图。可见,在中值滤波后,图像线条依然清晰,图像较均匀,但随着滤波窗口的增大,计算量会增大,所以窗口大小要选取合适,这里选择5*5模板窗口。待测螺纹图像噪声主要来自螺纹表面的锈迹、毛刺等所产生的孤立点,所以采用中值滤波进行消除噪声特别有用,同时中值滤波也会保留待测螺纹大部分的边缘有用信息。

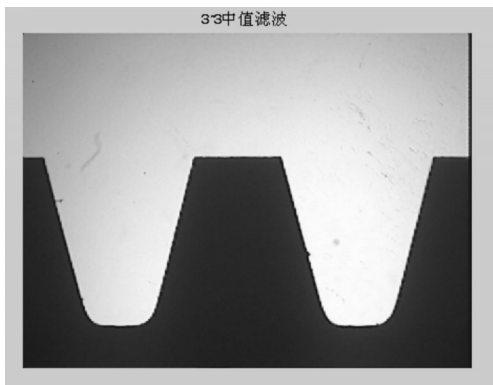


图5 3*3中值滤波效果图

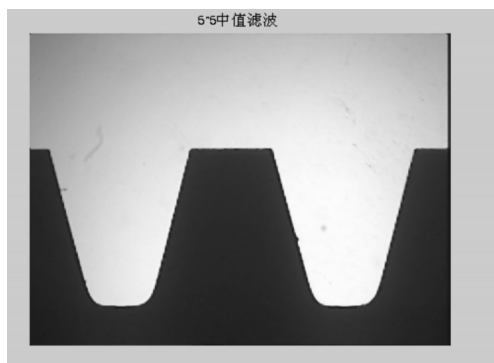


图6 5*5中值滤波效果图

2.2 图像特征的提取

牙型角是图像识别的关键信息,构成牙型角的边缘是图像的最基本特征。边缘表明一个特征区域的终结和另一个特征区域的开始,边缘所区分开区域的内部特征或属性是一致的,而不同区域内部的特征或属性是不同的,边缘的检测是利用物体和背景在某种图像特性上的差异来实现检测目的。这些差异包括灰度、颜色或纹理特征^[3]。利用灰度变化特征检测待测螺纹的边缘,其原理是函数导数反映图像灰度变化的显著程度,图像灰度变化极大的地方必出现在一阶导数的局部极大值及二阶导数的过零

点。因此,可以通过设置门限,将这些导数值作为相应点的边界强度,从而提取出边界点集。图7是待测螺纹的原图,待测螺纹图像的灰度直方图如图8所示,它是通过统计每个灰度级在图像中所占像素的比例进而绘制出各个灰度值在图像中的分布图,其横坐标代表各灰度级,纵坐标代表每一个灰度级出现的像素个数。通过直方图可以大体确定用于分割目标物体和背景的阈值或者阈值范围,从而选择合适的阈值进行二值化处理,得到二值分割后的螺纹图像。从图8中可以看出,此螺纹图像的阈值在80~130之间,选择合适的阈值100之后,进行二值分割,再进行边缘检测

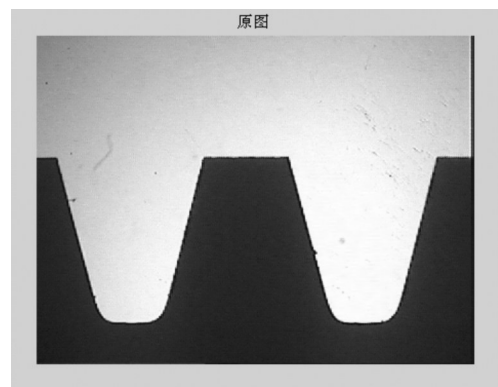


图7 待测螺纹原图

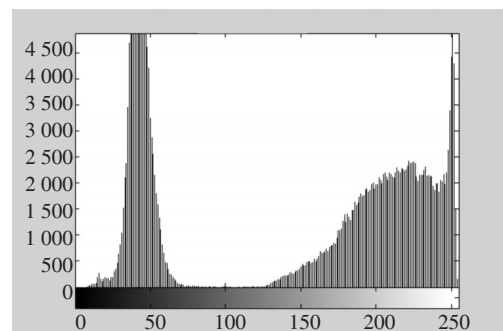


图8 灰度直方图

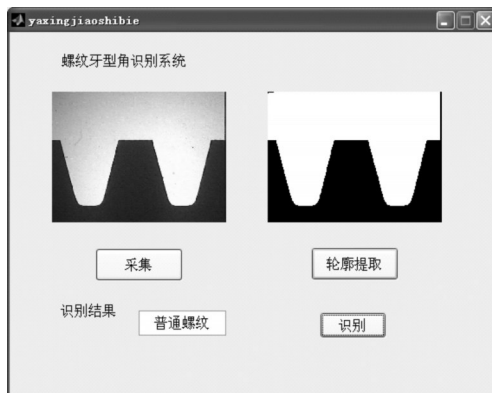
对于螺纹图像,可以采用Sobel算子进行边缘检测,Sobel算子是一组方向算子,它从不同的方向检测边缘。它不再是简单求平均再差分,而是加强了中心像素上下左右四个方向像素的权重,其运算结果是一幅边缘图像。计算公式表示为

$$\begin{aligned}
 f'_x(x,y) &= f(x-1,y+1) + 2f(x,y+1) + f(x+1,y+1) - \\
 &\quad f(x-1,y-1) - 2f(x,y-1) - f(x+1,y-1) \\
 f'_y(x,y) &= f(x-1,y-1) + 2f(x-1,y) + f(x-1,y+1) - \\
 &\quad f(x+1,y-1) - 2f(x+1,y) - f(x+1,y+1) \\
 G[f(x,y)] &= |f'_x(x,y)| + |f'_y(x,y)| \quad (1)
 \end{aligned}$$

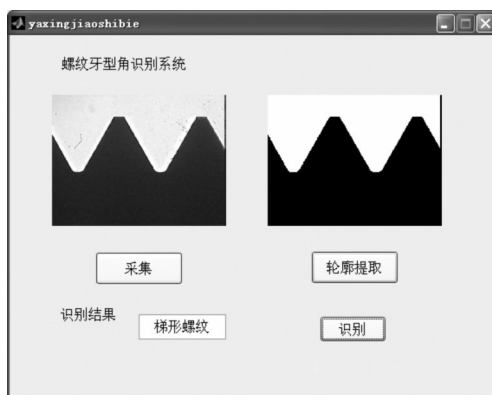
式中, $f'_x(x, y)$ 和 $f'_y(x, y)$ 分别表示 x 和 y 方向的一阶微分, $G[f(x, y)]$ 是 Sobel 算子的梯度, $f(x, y)$ 是具有整数像素坐标的输入图像。求出梯度后, 可设定一个常数 T , 当 $G[f(x, y)] > T$ 时, 标出此点为边界点, 其像素值设定为 0, 其余的设定为 255, 适当调整常数 T 的大小以便达到最佳的效果^[4]。进行 Sobel 算子检测后如图 9 所示, 提取构成牙型角的边缘直线, 利用最小二乘法拟合直线, 根据斜率, 可计算出夹角。再根据螺纹公差范围, 进行螺纹识别。

2.3 螺纹牙型角识别系统

基于上述原理, 利用 MATLAB 软件, 设计了螺纹识别系统。如图 9 所示, 点击采集、轮廓提取、识别后, 在识别结果栏显示结果, 就可根据牙型角信息判断螺纹性质。图 9a 为普通螺纹的判别, 图 9b 为梯形螺纹的判别。



(a) 普通螺纹的识别



(b) 梯形螺纹的识别

图9 螺纹识别系统

3 结论

结合 MATLAB 语言, 用机器视觉的方法, 根据牙型角的大小可以进行螺纹的识别, 它与传统大型工具显微镜法相比, 具有速度快、精度较高及良好的适用性, 可实现螺纹的自动化测量等优点, 为生产中批量检测螺纹牙型角提供了参考。

在试验中发现, 外界光源的干扰、显微镜焦距的调整以及镜头的畸变等都会产生测量误差, 后续的研究工作重点就是通过改善实验环境、引入新的算法来逐步提高测量以及识别的精度。文中的识别系统只针对牙型角进行识别, 还可通过改进, 实现牙型角较高精度的测量, 螺纹其他几何参数如中径、螺距等测量。为工业生产中快速、高精度地在线检测螺纹加工误差提供了研究基础。

参考文献

- [1] 冯永慧, 孙萍, 徐志伟. 用面阵 CCD 测螺纹参数[J]. 青岛建筑工程学院学报, 2002, 3(1): 35-37.
- [2] 刘智, 张世荣, 刘江. 基于数字图像处理技术的螺纹检测[J]. 机械工程与自动化, 2006(5): 67-69.
- [3] 王爱玲, 叶明生, 邓秋香. MATLAB R2007 图像处理技术与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008: 166.
- [4] 秦襄培. MATLAB 图像处理与界面编程宝典[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009: 442-444.
- [5] 刘峰. 螺纹检测的机器视觉研究[D]. 天津: 天津大学, 2006.
- [6] 陈应洲, 王学校, 张伟. 基于图像处理的几何参数测量系统[J]. 大连轻工业学院学报, 2003(4): 62-64.
- [7] 朱光, 朱学芳. 基于图像识别的螺纹参数检测系统[J]. 计算机与数字工程, 2010, 38(11): 156-159.
- [8] Moi Keow Lee. A flexible inspection cell for machined parts [J]. Computer in Industry, 1996, 30: 219-224.
- [9] 宋志刚. 利用数字图像处理技术检测锥螺纹[D]. 吉林: 吉林大学, 2004.
- [10] 左建中, 刘峰, 张定昭. 机器视觉在螺纹检测中的应用[J]. 机械设计与制造. 2006(4): 113-114.
- [11] CHEN Guan-nan, YANG Kun-tao, CHEN Rong. A gray-natural logarithm ratio bilateral filtering method for image processing[J]. Chin. Opt. Lett., 2008, 6(9): 648-650.
- [12] ZHENG Jin-kun, BAI Yong-lin, WANG Bo. High-speed dynamic spectrum data acquisition system based on linear CCD[J]. Chin. Opt. Lett., 2011, 09(s1): s10308.