

基于虚拟仪器的计算机视觉技术在电度表校验中的应用

张雄兵 王 健 上海大学自动化学院(200072)

Abstract

This paper researches and analyzes the current development of computer vision, and introduces the characteristics of LabVIEW the VI developing platform and IMAQ Vision5.0 image processing software. Finally it presents the application of virtual instrument in electric meter checking system.

Keywords: computer vision, virtual instrument, IMAQ Vision, image processing

摘 要

本文对计算机视觉技术的发展现状进行了研究和分析,介绍了虚拟仪器开发平台 LabVIEW 和图像处理软件 IMAQ Vision5.0 的特点,以及虚拟仪器技术在电度表校验系统中的应用。

关键词: 计算机视觉技术, 虚拟仪器, IMAQ Vision, 图像处理

0 引言

在一般的计算机视觉系统中,图像采集卡和 PC 机之间基本上都需要有专门的图像处理装置。这些图像处理装置通常以专门的 CPU 或高速 DSP 芯片为核心,需要设计专门的电路和用汇编或 C 等语言编程。计算机视觉系统的建立要由系统集成人员、OEM 和企业内部的视觉系统开发组联合完成,因此整个系统的开发工作量大,周期长,成本高。随着计算机技术的不断发展,为增强多媒体功能而开发的 MMX 技术、PCI 局部总线 and 速度越来越快的 CPU,以及功能越来越强大的操作系统和图像处理软件,还有性能优异的图像采集卡等,使 PC 机的图像处理能力大大增强。在新型的计算机视觉系统中,PC 机可直接对图像采集卡采集到的信号进行快速的处理,在功能和速度等方面能满足大多数工程应用的要求。^[1]

在电度表厂对出厂的电子电度表进行校验时,通常给被测电度表输入一标准电脉冲,在理想情况下,该电度表会显示一个标准电能值。若被校电度表有误差,则显示出的电能值与标准电能值就会有不同的读数。计算此差值,就可得到被校电度表的误差值,判断被校电度表是否合格。以往该项工作是由人工完成的,现在采用基于 LabVIEW 的计算机视觉技术开发了一套电度表误差校验系统。该系统由黑白摄像机、NI 公司的 PCI-1408 图像采集卡、PC 机和图像处理软件组成。

该系统能自动完成被校电度表的读数、误差计算、打印报表并给出结果,克服了以往电度表校验中由人工读表而引起的读数不准确、速度慢而且不利于自动化管理的缺点。

1 LabVIEW 开发平台和 IMAQ 软件

LabVIEW 是一种基于图形编程语言的虚拟仪器开发平台,特别适用于测试、测量、仪器控制、过程监控和工业自动化等方面的工程应用软件的开发。NI 公司的 IMAQ Vision 软件在 LabVIEW 中增添了机器视觉和图像处理功能。IMAQ Vision 软件提供了图像采集与分析的完整解决方案。图像采集的应用范围可以从实验到可视化生产线上的产品检验。而 NI 公司的数据采集(DAQ)VXI, GPIB, PXI, 运动控制以及工业自动化产品与图像采集系统加以集成。典型系统由一台 PC 机、高性能 IMAQ 图像采集卡、照相机或摄像机、镜头、以及通用电源等组成。也可以根据不同的应用和性能要求选择相应的附件组成适当系统。IMAQ Vision 中包括一整套 MMX 优化函数,可用于完成灰度、彩色以及二进制图像的显示、处理(统计、滤波和几何变换),以及形状匹配、斑点分析、计算和测量等。最终,用户、系统集成人员和 OEM 都可以使用 IMAQ Vision 以加快工业视觉和科学图像应用的开发。IMAQ 可用于工厂和实验室自动化操作等要求高稳定性、高速度的视觉系统中。

2 电度表校验系统的应用程序设计

电度表校验系统要求快速、准确地识别出被测电度表显示的读数。利用 LabVIEW 识别电度表读数的主要步骤是:①采用 CCD 摄像头获取电度表图像,并通过图像采集卡输入计算机;②在 LabVIEW 中,采用 IMAQ Vision 提供的功能模块对图像进行二值化、滤波、字符分割和刻度分割;③将分割出的图像通过模式匹配识别出电度表读数。

在该电表校验系统中,采用了 IMAQ Vision 中的图像处理新技术,其中最特色的是它的模型匹配技术。模型匹配是最常用的图像处理方法之一。在 IMAQ Vision5.0 中,模型匹配技术采用了三种新方法:高效率的非均匀图像采集、与旋转和大小比例无关的样板信息提取,以及图像的几何建模。这些新方法采用相关算法的传统方法相比,大大提高了模型匹配的速度。IMAQ Vision5.0 中的模型匹配函数 IMAQ Match Pattern 可提供所有查找到的匹配对象的检测结果,其中包括匹配对象的数目、位置坐标、旋转角度、大小比例和相似程度(以 1000 为最大值)^[2]。通过该函数,能够完成模式识别的功能。

系统中图像处理与识别的过程如下:

(1) 图像二值化

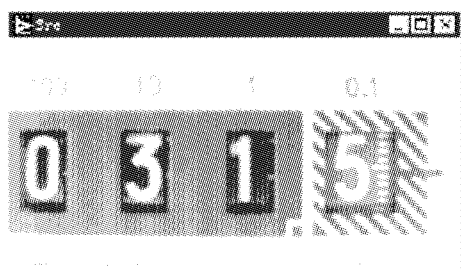


图 1 原始图像

在工厂中,实现对照明的控制是可行的。通过对照明的控制,获得良好的光照条件,可以获得目标图像与背景的灰度差较大的原始图像,如图 1。这里采取全局门限法,用一个门限值去二值化整个图像。在 IMAQ Vision 中,基于像素本身灰度的全局门限法有:直方图凹形分析法、熵自动门限法、类别方差自动门限法、矩不变自动门限法以及最小误差自动门限法。这些方法大都是根据图像的一维灰度直方图来选择阈值的,只是分析角度和出发点不同,在运算时间、分割性能、使用场合方面各有其自身的特点。经过比较发现,各方法在较大的信噪比下,所选取的阈值均取得较好二值图。在运算速度上,矩不变自动门限法最快。所以这里采用矩不变自动门限法对图像进行二值化处理,并得到比较满意的二值图像。二值化后的效果如图 2 所示。

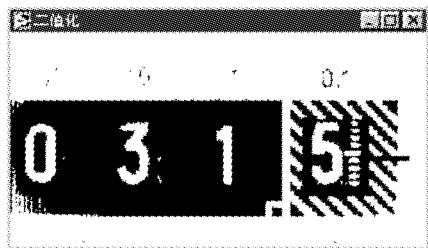


图 2 二值化图像

(2) 中值滤波

图像在采集过程中往往受到各种噪声源的干扰,

这些噪声在图像上常常表现为一些孤立的像素点即毛刺,这可理解为毛刺的像素灰度与它们的相邻像素有显著不同。本系统中输入设备是摄像头,存在图像光照不均匀的问题,采用全局二值化会产生明显的毛刺。这些干扰如不经过滤波处理,会对以后的图像区域分割、识别带来影响。

中值滤波是非线性滤波器的一种,它既可做到噪声抑制、滤除脉冲干扰及图像扫描噪声,又可以克服线性滤波器所带来的图像细节模糊,保持图像边缘信息。在 IMAQ Vision 中,中值滤波可直接调用功能函数 IMAQ NthOrder 来实现。中值滤波的主要功能就是使那些与邻近像素显著不同的像素具有与其邻近像素更加相似的强度,达到消除图像的孤立毛刺的目的。图 3 所示为两次中值滤波后的效果图。



图 3 中值滤波效果图

(3) 图像分割

图像分割是将感兴趣的图像从原图像中分割并提取出来的过程,这是进行模型匹配,并最终完成图像识别的基础。首先,将预先制作的标准刻度指针模板在原图像中进行模型匹配,得到电表刻度指针的中心坐标。因为在实际采集图像时,被测电表与摄像头的位置是相对固定的,从而在采集到的图像中,指针与各个数字的间距也是固定的。所以我们选择以电表指针作为参考位置。接着,根据指针中心坐标与四个数字的相对位移,分别计算出这四个要识别的数字在图像中的位置,并通过一个预先设定大小的提取框将这些数字的图像分别分割、提取出来。考虑到坐标存在的误差,提取框的大小要略大于数字的大小。

(4) 图像的模型匹配

在完成对采集到的图像的处理和分割后,就可以采用 IMAQ Vision 提供的模型匹配方法直接识别出表盘上的数字和刻度。

1) 对数字字符的匹配识别。在对数字字符进行匹配前,要预先采集到电表上从 0 到 9 的图像,并将这十幅图像依次排列在一幅图像中,作为进行模型匹配的标准图像。在对数字进行匹配时,依次以图像分割得到的四个数字的图像为模板,以制作好的标准图像为被搜索图进行模型匹配,在被搜索图上找到与分

(下转第 58 页)

X25045 的指令寄存器:

指令	指令码	功能
WREN	00000110	置位 ² 写使能寄存器(允许 E ² PROM ²)
WRDI	00000100	复位 ² 写使能寄存器(禁止 EPROM ²)
RDSR	00000101	读状态寄存器
WRSR	00000001	写状态寄存器
READ	00000011	读 E ² PROM
WRIRE	00000010	² 写 E ² PROM

X25045 的状态寄存器各位的定义如下:

X	X	WDI	WDO	BL1	BL0	WEL	WIP
---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----

WD1、WDO: 看门狗定时器时间常数设定。当 WD1WDO=00 时,为最大定时时间 1.4s,WD1WDO=10,为最小定时时间 200ms,WD1WDO=11 时,关闭看门狗定时器。

BL1、BL0 为 E²PROM 块保护地址选择位,当某块地址的数据内容被保护时,则该块的数据只能被读出。其与块保护地址的关系如下表。

WEL (只读位): 写使能定时器状态位。WEL 由 WREN 指令来置位,WRDI 复位。当该位被复位时,E²PROM 写操作被禁止。

BL1	BL0	被保护的地址范围
0	0	不保护
0	1	1800H-1FFH
1	0	100H-1FFH
1	1	000H-1FFH

WIP (只读位)是写 E²PROM 的状态“忙”位,当 WIP 为低电平时,表示可以写 E²PROM,否则不能向 E²PROM 写入数据。WIP 位由 WREN 指令设置。(部分由 C 语言编写的子程序详见本刊网站该文摘要)

4 结束语

X25045 与单片微处理器的硬件连接、软件编程都是非常方便、简洁的,应用于基于单片微处理器的智能测控仪表中,集上电复位、看门狗定时器、电源电压监控和串行 E²PROM 为一身,大大简化了应用系统的硬件成本,降低了功耗。

参考文献

1 夏继强,沈德金,编著.单片机实验与实践教程(二).北京航空航天大学出版社,2001
2 陈宝江,等.MCS 单片机应用系统实用指南.机械工业出版社,1997

[收稿日期:2002.11.14]

(上接第 22 页)

割提取出来的字符图像相似的图像,从而识别出该字符。在实际应用中,由于数字字符的转动会出现采集到的字符不完整的情况,从而影响模型匹配结果,这里通过降低模型匹配的相似度,将相似度设为 750,对出现的不完整字符也可得到满意的识别结果。

2) 对刻度的匹配识别。由图可知,要识别出刻度的值,需要知道长刻度与刻度指针的间距,从而由间距的大小来判断指针所指的位置。通过分别以预先制作好的长刻度与刻度指针图像为模板,以原图像为被搜索图进行匹配,可得到它们各自的中心坐标,由此计算出长刻度与刻度指针的间距,并最终判断出刻度的值。被搜索图上搜索区域的大小会影响匹配搜索的速度,因此在搜索时减小搜索区域,可提高匹配的速度。

以上两部分识别出的值就是被测电度表的读数。将其与标准值比较就可计算出电度表的误差,判断该电度表是否合格。

经测试,在整个图像处理、识别过程中,模型匹配

过程是耗时最多的。完成一次匹配约需 0.2 秒,识别一幅图像要匹配 6 次,总耗时不到两秒,从而能较好的满足工业检测的实时性要求。

3 结束语

采用 PC 总线方案的虚拟仪器视觉系统灵活易用,功能强大,并且具有良好的可扩展性、维护性和性价比。当前国内外虚拟仪器技术的研究开发热点主要集中于电子测试等领域,不过,虚拟仪器及虚拟测试技术在制造系统质量检测领域的研究和应用已引起有关专家学者的重视。基于虚拟仪器的计算机视觉技术在这方面将得到越来越广泛的应用。

参考文献

1 王思华,等.计算机视觉新技术及其在 IC 标记质量检验中的应用.电子技术应用,2000(9)
2 IMAQ Vision User Manual.NI Corp.,1999

[收稿日期:2002.11.6]