

基于机器视觉的数字化仪表字符识别

常晓玮

(山东管理学院 信息工程学院, 济南 250100)

摘要: 针对工业生产中测试仪表显示数据的自动识别问题, 提出一种基于机器视觉的数字仪表数据识别方法; 文章方法利用图像获取、图像去噪、阈值分割、光学字符识别等技术有效远程识别 LCD/LED 显示的数字信息。通过实验验证, 该系统能远程实时识别具有 LCD/LED 显示的数字仪表的显示数据, 识别率能达到 99% 以上, 并且能够实现超限报警及数据保存功能。

关键词: 图像处理; 机器视觉; 字符识别; LabVIEW

Character Recognition of Digital Instrument Based on Machine Vision

Chang Xiaowei

(School of Information Engineering, Shandong Management University, Jinan 250100, China)

Abstract: In order to solve the problem of automatic identification display data of test instrument in industrial production, this paper put forward a digital instrument data recognition method based on machine vision. The method makes use of image acquisition, digital image denoising, threshold segmentation, optical character recognition technology to effectively identify LCD/LED display. Through the experimental verification, this system can real-time recognize the display data of remote digital instrument with LCD/LED display, the recognition rate can reach more than 99%, and can realize the alarm and data storage function.

Keywords: image processing; machine vision; character recognition; LabVIEW

0 引言

工业生产中仪表测试数据的远程监测及生产过程的自动化具有重要的意义。生产过程中普遍采用的数字式仪表及指针式仪表, 这两种仪表的自动识别是实现远程监测的一个重要环节。利用虚拟仪器技术及计算机视觉识别技术实现仪表测试数据的自动识别具有重要的研究价值。

国内外学者对仪表自动读数技术进行了大量的研究, 主要集中在如下两类: 1) 单排刻线的指针式仪表的自动判读技术; 2) 数显式仪表的自动判读^[1-2]。文献 [3-4] 把神经网络引入仪表字符识别, 文献 [4] 主要是模拟两个类别的中间点的位置的样本特征, 达到实用化目的仍需要将虚拟样本的种类进行扩展, 提出的方法达到实用的效果仍然还需要在实时性方面进一步完善。文献 [5] 对数字仪表字符识别方法进行了研究, 利用穿线法对数码管式仪表识别进行了研究, 但是对于有小数点的情况没有讨论。文献 [6] 结合穿线法及神经网络进行了研究, 取得了较好的效果, 文献 [7] 重点研究了字符区域倾斜和字符定位问题, 文献 [8] 对标准模板匹配算法加以改进, 并在其中引入基于模糊理论的评判准则, 但是没有在实时性方面论述。

针对数字化仪表显示数据识别中的实时性、鲁棒性等问题, 提出了基于优化模版匹配的光学字符识别的实施方案。该方案能够实现远程实时监测、超限报警、数据存储功能。

1 系统的组成

系统组成框图如图 1 所示。系统主要由图像采集、图像处理、数字字符识别、超限报警及监测数据存储 5 个主要部分组成。在实施过程中, 图像采集单元把采集到的显示数据以图片格式存储到系统中, 图片格式的数据可以选择保存或不保存; 图像处理单元对采集到的图片读入开辟内存进行数据处理, 根据特定的系统需要制作不同的匹配字符集。数据识别完成后, 显示在前面板显示控件中, 并根据前面板的设定决定存储的数据块的大小。



图 1 系统组成框图

2 图像采集

图像采集部分的功能是保证实时测量时, 能够根据实时性的要求进行仪表数据的采集。系统的实现可以借助传统的开发工具如 VC++ 小 1 或 VB 等可视化集成编程系统, 也可以采用图形化虚拟仪器开发平台。本系统设计采用图形化虚拟仪器

收稿日期:2014-05-05; 修回日期:2014-06-09。

基金项目: 山东省经济信息化委员会山东省电子政务建设项目 (2150511); 山东省科技厅 2012 年度星火计划资助 (2012XH170027786)。

作者简介: 常晓玮 (1981-), 女, 山东济南人, 硕士, 讲师, 主要从事计算机视觉、图像处理、三维显示方向的研究。

开发平台 LabVIEW 进行图像采集部分的编程。

3 数字字符识别

3.1 图像预处理

字符识别中，常见的图像预处理方法有图像的灰度变换、噪声去除、字符分割等^[9-10]。

本字符识别系统的图像预处理完成图像的灰度化转换、滤波及增强、二值化等功能。灰度化过程实现采集到的 32 位彩色图像到 8 位灰度图像的转换。

图像增强用于调整图像的对比度，突出图像中的重要字符细节。通常采用直方图均衡化处理技术，对原图像的灰度概率分布进行调整。本系统采用 LUT (Look _ Up Table) 变换改变图像的亮度、对比度及灰度信息。其中亮度信息的默认值为 128，选择的亮度信息的值大于 128 时图像亮度信息会增强，反之会减弱；对比度的默认值为 45，大于 45 时图像的对比度会增强，反之会减弱；利用 Gamma 校正技术，改变灰度级的范围，默认值为 1，当选择的校正系数大于 1 时，会扩大低灰度级的范围，压缩高灰度级范围；当值小于 1 时会获得相反的效果。

为滤除采集图像中存在的噪声，对转换后的灰度图像需要做滤波处理；由于线性滤波不能区分图像中的有用的内容和无用的噪声。为了能够去除噪声保证图像平滑并使其边缘轮廓保持清晰，常采用非线性滤波方法实现，基于排序的非线性滤波中，中值滤波已被成功的用于保留所需的图像结构并能够同时消除噪声^[11]，中值滤波依靠模板排序来实现。一个用于图像的 2D 中值滤波器的输出可写为：

$$g_{median}(x,y) = \underset{(s,t) \in N(x,y)}{median} [f(s,t)] \quad (1)$$

本部分采用 IMAQ NthOrder VI 实现图像的噪声消除功能。

为了字符的准确识别，在字符识别之前对图像做二值化处理，二值化的目的是将图像分割成背景和目标准两部分。最经典二值化算法的是日本学者大津展之 (Otsu) 提出的最大类间方差法，简称 Otsu 法。其基本思想是将图像分成背景和目标准两部分，即第一类和第二类，遍历 0 ~ 255 个阈值，对每一个阈值分别计算第一类与第二类间的方差，两类的类间方差最大时对应的阈值就是最佳分割阈值。公式如式 (2) 所示

$$T = \max[\omega_1(\mu_1 - \mu)^2 + \omega_2(\mu_2 - \mu)^2] \quad (2)$$

式中， ω_1 、 ω_2 分别为第一、二类像素出现的概率， μ_1 、 μ_2 为第一、二类像素的平均灰度， μ 为图像的总体平均灰度。在数字图像处理中，使用 Otsu 法对灰度图像进行二值化，能起到减少光线强度干扰的作用^[12]。本部分采用开发系统自带阈值分割函数，通过调节上下限阈值调节光线等因素对系统的影响，已达到字符的正确识别。

3.2 字符集的建立

通过 NI Vision Assistant 的 NI OCR Training Interface 程序建立识别所需要的字符集。字符训练过程中，选定多幅典型图片，对于每一幅图片首先需要指定感兴趣区，然后调节不连续的字符间距、阈值分割模式、读取策略等的参数提取单个字

符，输入需要训练的字符并生成基本字符集。

为了提高识别系统的鲁棒性及字符识别率，在基本字符集的基础上、添加不同状态下的字符模板。包括倾斜状态下的不同模板、以及由于字符分割出现误差时的每个字符对应的不同模板。

3.3 字符定位及识别

待识别字符需要落在处理的图片的感兴趣区域才能够正确识别，感兴趣区域的设定是本识别系统重要的一个环节，通过程序中的 ROI 区域的设定完成。设定的 ROI 的形状可以根据不同的识别设备采取不同的形状，具体的参数需要具体确定。字符识别过程首先需要创建 OCR 会话，然后通过“OCR 字符集文件读取 VI”读取已经建立的字符集，再通过 OCR 文本读取 VI 识别出要识别文件中的字符并输出。最后关闭 OCR 会话。

4 系统实现及验证

系统开发平台为 LabVIEW，系统的控制架构如图 2 所示。设计采用主 while 循环控制整个程序的运行状态，图像采集、图像处理及字符的识别 3 个部分由顺序结构控制执行时按照顺序执行，对于字符识别循环帧采用了两个嵌套循环控制字符识别的过程，3 个功能模块外层是两个 for 循环结构生成识别出的数据组成成二维数组格式；两个 for 循环外层是连个顺序结构完成数据的存储；最外层是总控制层 while 循环控制层。

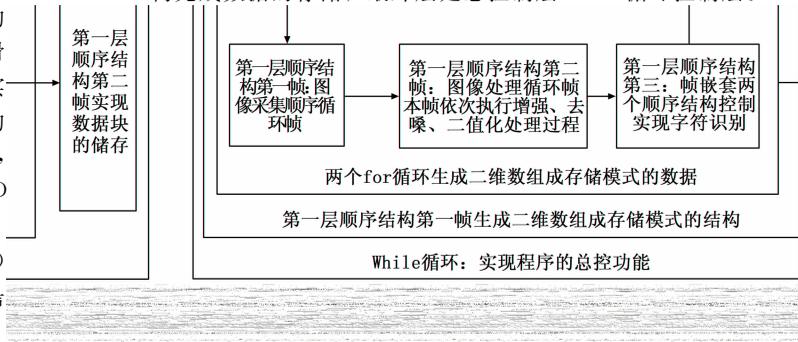


图 2 系统控制架构图

图像采集框图程序主要由 IMAQ Create VI、IMAQdx Open Camera VI、IMAQdx Snap VI、IMAQdx Close Camera VI 3 个 VI 构成；其中 IMAQ Create 为要采集的图像创建临时存储空间，IMAQdx Open Camera VI 实现摄像机的打开功能，IMAQdx Snap VI 实现图像的采集，IMAQdx Close Camera VI 实现相机的关闭。本部分程序中 IMAQ Cast Image VI 实现图像格式转换，把采集到的 RGB 图像转换为无符号 8 位灰度图像。

图像的处理主要包括图像亮度、对比度、伽马矫正功能的调节，中值滤波，二值化处理。用到的子 VI 分别为 IMAQ BCGLookup VI、IMAQ NthOrder VI、IMAQ Threshold VI；在设计本部分时，把 BCG 参数调整、二值化参数的选取面板功能设计为可在测试系统前面板手动调节，方便不同光照应用情况下的系统调试，应用环境确定后，这些参数调节完毕就不需要再做调整，本部分功能的实现主要考虑到系统初始安装时的调试。

实现字符识别功能的主要程序如图 3 所示，其中图 3 (a) 所示主要实现 OCR Session 的创建及字符集的加载。图 3 (b) 所示是识别区的划分模块。根据不同的测试仪表的结构灵活选

择识别区, 本次测试选择矩形框结构。图 3 (c) 所示为字符识别及识别出的数据显示框图程序, 由 IMAQ OCR Read Text 3 VI 及显示控件组成。IMAQ OCR Read Text 3 VI 实现字符的匹配与读取。

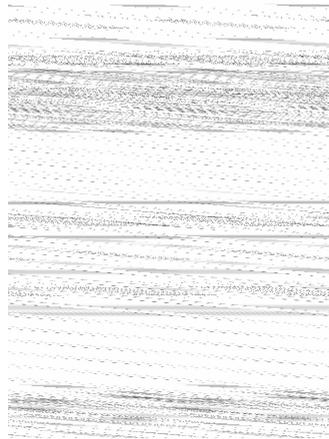
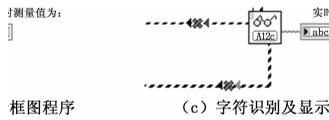


图 3 字符识别主要程序

图 4 所示是存储功能的部分框图程序, 主要由 Array to Spreadsheet String I 及 Write to Text File 子 VI 构成。

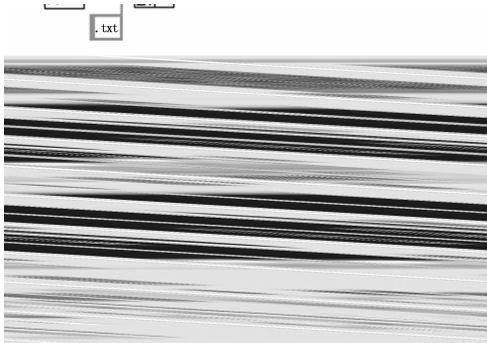


图 4 识别字符存储框图程序

系统的前面板程序运行效果图如图 5 所示。图 5 所示 3 个效果图为识别的仪表测试数据在正常范围、低于最低预警值、高于最高预警值的情况。该系统运用于现场实际测量, 测试识别率达到 99% 以上。

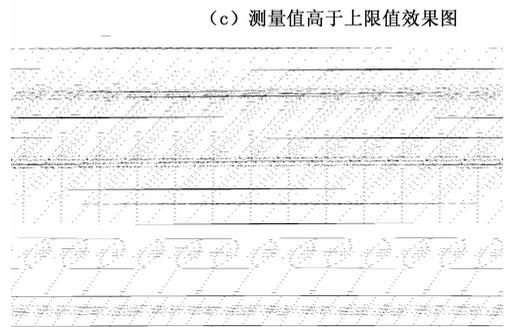
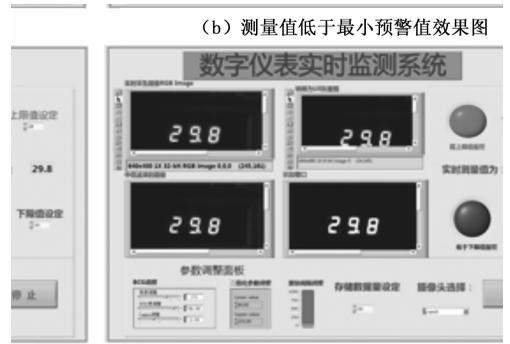
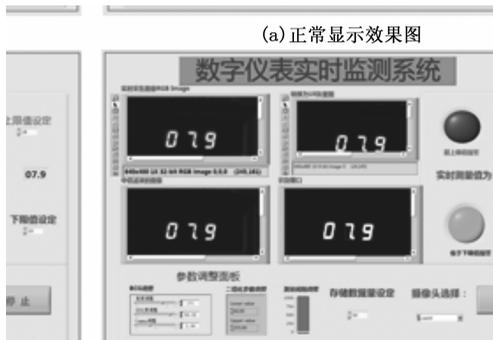


图 5 系统运行效果图

5 结语

根据工业现场的实时监控需要, 对数显仪表的显示数据的自动实时监控过程涉及到的关键技术进行了研究, 开发了数显仪表的实时监控系统; 实验结果表明, 该方法是可行的, 能实时识别具有 LCD/LED 显示的数字化设备的显示数据, 达到了预期目标。今后研究的方向是多个仪表的同时测量及测试数据的网络发布功能的实现。

参考文献:

- [1] 郭永彩, 刘丽君, 高 潮. 基于图像传感器的仪表自动读数系统 [J]. 传感器与微系统, 2012, 31 (11): 115-117.
- [2] 谢 启, 陈 飞, 许仙珍, 等. LabVIEW 和 IMAQ 在指针式仪表自动读数中的应用 [J]. 微计算机信息, 2007 (03S): 191-192.
- [3] 王明勋. 基于神经网络的液晶数字识别在船用设备管理中的应用 [J]. 舰船电子工程, 2012, 32 (7): 95-97.
- [4] 付雅冰. 基于改进的神经网络的仪表图像上的符号识别 [D]. 广州: 华南理工大学理学院, 2012.
- [5] 巩玉滨, 杨红娟, 张运楚, 等. 一种数显仪表数字字符识别方法研究 [J]. 山东建筑大学学报, 2011, 26 (2): 134-137.
- [6] 刘 丹, 穆林丽, 余晓镔. 一种七段数码管式医用仪表的自动识别方法 [J]. 科学技术与工程, 2010, (16): 4037-4039.
- [7] 刘 爽, 崔国光, 刘同海, 等. 基于旋转校正和滑动窗口定位的智能仪表字符识别 [J]. 电测与仪表, 2013, 50 (6): 20-23.
- [8] 钟金荣, 杜奇才, 刘 炎, 等. 特征提取和匹配的图像倾斜校正 [J]. 中国图象图形学报, 2013, 18 (7): 738-745.
- [9] 章毓晋. 图像工程 (上册) 图像处理 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2012.
- [10] 朱颢东, 李红婵. 基于特征加权模糊模板匹配的字符识别 [J]. 兰州理工大学学报, 2013, 39 (1): 68-71.
- [11] 陈 为, 路长厚, 陈 静. 金属铭牌压印凸凹字符的分割 [J]. 青岛科技大学学报: 自然科学版, 2012, 33 (6): 624-628.
- [12] 李金屏, 王 群, 吴 翔, 等. 基于视频的车辆检测和牌照识别 [J]. 济南大学学报: 自然科学版, 2014, 28 (2): 89-96.