

基于视频图像的数字仪表读数自动识别

An Auto- Recognition Method for Digital Characters Based on Video Images

(1.中国科学院长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院;3.北华大学) 尹传历^{1,2} 刘冬梅^{1,2} 宋建中¹ 刘太辉³

YIN Chuan-li LIU Dong-mei SONG Jian-zhong LIU Tai-hui

摘要: 本文介绍了一种实用的字符识别方法。采用 CCD 摄像机摄取仪表读数,计算机处理系统在提取图像数字特征的基础上完成对字符的自动识别,并快速、准确地将结果进行显示。采用多帧差异积累方法实现了数字区域的自动定位分割;采用高斯滤波、Canny 边缘检测和 Hough 变换的方法校正字符的倾斜角度;采用自适应阈值、形态滤波算法去除因图像亮度不均匀对字符识别准确度的影响;采用纵向投影方法进行字符识别。在现场试验中,取得了令人满意的效果。

关键词: 视频图像; 字符识别; 自适应阈值; 数字区域定位; Hough 变换

中图分类号: TP391.43

文献标识码: A

Abstract: A method available for digital character recognition is introduced in this paper. Using a CCD camera to take the images of a digital meter, the digital characters are partitioned and recognized accurately and displayed in real-time by a computer system. This paper expatiates the algorithms of character recognition of the digital meters including the methods of digital image processing based on multi-frame difference accumulation, which located digital area, Gauss filtering, Canny edge detection, Hough transformation which calibrated slant angle, the adaptive threshold, which are used to position the digital characters, and vertical projection which recognized the digitals. A lot of experiments applied in real verified and the correct distinguish results for the digital characters are satisfied.

Key words: video image; character recognition; adaptive threshold; digital characters positioning; Hough transformation

技术创新

1 引言

光学字符识别 (Optical Character Recognition) 是模式识别研究的一个热点,被广泛应用在汽车牌照识别、身份证号码识别、护照识别等领域里,能够以光电非接触方式快速、准确地自动识别字符,极大地提高了工作效率,具有良好的发展前景。

随着字符识别技术进一步完善以及高速、高性能计算机硬件的出现和发展,光学字符识别的应用越来越广泛。数字仪表以其高精度、易读取、可设置等优点在工业和控制领域得到了广泛的应用。虽然目前较高档的数字仪表都有数字输出接口,但在相当一部分应用环境如仪表检定、科学实验、测量控制、水表记录等,仍需要对仪表读数进行人工记录,然后再将读数输入到计算机中进行处理。这种方法不仅费时费力、工作效率低,而且准确率也较差。本文针对数字式仪表的自动检定,提出了应用数字图像处理和字符识别技术实现仪表读数的非接触方式的自动识别,并开发了一套基于计算机的自动读数识别系统。

2 预处理算法

在光学字符识别系统中,由于光照等各种外在客观因素的影响,采集的图像往往质量较差、亮度不均匀、数字区域与背景区域较难分离,降低了识别率,严重影响了其在工程中的实际应用。本文采用如下的预处理方法:

1. 数字区域的自动定位分割

在实际应用中,摄像机摄取到的图像包括数字区域和部分仪表图像,背景较复杂,并且不同的仪表其背景也不相同。为了研究对于各种数字仪表都通用的定位算法,假定摄像机与仪表位置相对固定,应用多帧差异积累检测运动目标的方法定位数字区域。

仪表数字与背景图像的主要区别在于:仪表显示的数字在较短时间内会发生变化,这样在差分二值图像中未变化的背景就会被滤除,从而检测到完整的数字区域,然后确定字符区域的大小和位置。这种定位分割操作对于一种仪表检定仅需执行一次,完全可以满足实际工作的需要。图 1.1 为多帧差异积累二值图像,图 1.2 中的方框为数字区域自动定位的结果。



图 1.1 多帧差异积累图像

Fig1.1 the image of multi-frame difference accumulation

尹传历: 博士研究生

基金项目: 吉林省杰出青年资助基金(20060119);

颁发部门: 吉林省科技厅



图 1.2 数字区域自动定位图像

Fig 1.2 auto-position image of number

2. 旋转角度的校正

仪表数字往往带有不同的倾斜角度,另外仪表和摄像机摆放安装也不能完全保证字符垂直,如果不进行倾斜矫正,势必降低识别率。为了减弱这种影响,本文采用了如下矫正方法:

1. 利用 $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$ 的 3×3 窗口的 9 点高斯滤波进行图像滑,

在保持目标图像的边缘劣化不明显的前提下,消除随机噪声,使图像背景的灰度值更平滑。

2. 采用 Canny 算法提边,以降低后续 Hough 变换的计算量。

3. 利用 Hough 变换检测与垂直线成 ± 10 度的直线且长度满足一定阈值,计算直线偏离垂直线的角度,将所有检测到的倾斜角度取平均,最后旋转图像。

图 2 中的细线是用 Hough 变换检测到的字符与垂直线成 ± 10 度且长度满足一定阈值的直线,粗线是取其平均倾斜角度的直线。



图 2 Hough 变换检测字符倾斜角度图像

Fig 2 character gradient detecting image by Hough transformation

3. 自适应阈值分割

由于光照的影响,背景图像的灰度值在整幅图像中存在很大的差别,如果只用一个固定的阈值对整幅图像进行分割,则不能兼顾图像各处的情况而使分割效果变差,如图 3.1 所示。为提高分割的精确性,采用随背景灰度值变化的自适应阈值算法。首先将原图像分解成若干子图像,然后对每个子图像计算局部阈值,最后对子图得到的阈值进行线性插值得到了原图中每个像素进行分割所需要的合理阈值。分割后的二值图像利用数学形态学变换中的开、闭运算在选取合适算子的条件下消除图像中存在的少量噪声点,为字符识别奠定了基础。图 3.2 是自适应阈值分割得到的图像。这里,在局部阈值计算时采用最大类间方差法,其计算公式为

$$\sigma^2(T) = W_A(\mu_a - \mu)^2 + W_B(\mu_b - \mu)^2 \quad (1)$$

其中, $\sigma^2(T)$ 为两类间最大方差, W_A 为目标概率, μ_a 为目标的平均灰度, W_B 为背景概率, μ_b 为背景平均灰度, μ 为图像总体平均灰度。阈值 T 将图像分成 A、B 两部分,使得两类总方差

$\sigma^2(T)$ 取最大值的 T , 即为最佳分割阈值。



图 3.1 全局阈值的二值化图像

Fig 3.1 Binary image by global threshold



图 3.2 采用自适应阈值的二值化图像

Fig 3.2 Binary image by adaptive threshold

3 字符识别算法

字符识别主要基于模板匹配和特征统计两种方法。模板匹配法将每一个字符定义为一个模板,与待识别字符的点阵图像距离最小的模板所对应的数字判定为输入的待识别的数字。该方法识别率高,缺点是计算量大,对噪声敏感。本文选用特征统计算法,这种方法简单、稳定,可达到实时识别。具体算法如下:

1. 字符串分割

对字符区域进行垂直投影后,再对投影作边缘检测,确定每个数字或符号的前沿和后沿,进而确定其相应的位置。最后将每一组前、后沿作为一个数字或符号并统计字符的总个数。图 4.1 是数字仪表读数的二值化图像,图 4.2 是垂直投影得到的图像,其中以实线开始,虚线结束就确定一个字符。

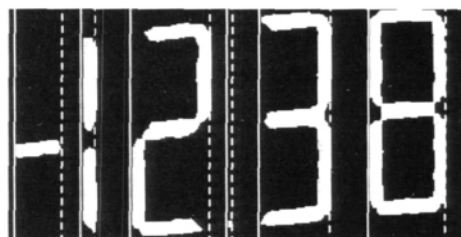


图 4.1 仪表读数的二值化图像

Fig 4.1 Binary image of meter reading

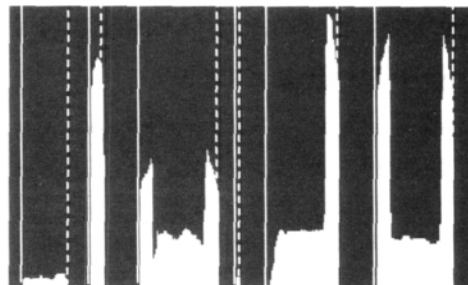


图 4.2 投影后的边缘图像

Fig 4.2 Edge image after projection arithmetic

2. 字符识别

根据标准七段码的像素分布情况,如图8所示,将每个字符所占的区域上、下分成两部分,取上部分中间一行A,下部分中间一行B;C将字符左右分成两部分。0-9不同字符图像的笔画与A、B、C相交处的像元灰度值或是“0”,或是“1”。根据这个原理可以制作一个查询表,供七段码字符识别。

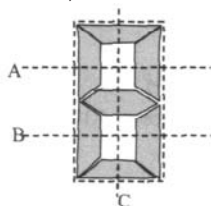


图5 数字字符的像素分布情况

Fig 5 the pixel distribution of digital character

根据垂直投影得到的字符区域的宽窄可以分出数字和标字符号。为了提高识别算法的抗干扰性,对字符连续进行多次扫描来确定像素的存在,使得识别算法更加可靠。

4 结论

本文给出了一种基于视频图像处理的光电非接触式数字仪表自动读取的方法,针对实际仪表读数图像的特点,采用多帧差异积累方法实现了数字区域的自动定位分割,在很大程度上提高了目标图像分割的准确率和精度;基于Hough变换校正字符的倾斜角度,为字符识别奠定了基础;同时采用高斯滤波对图像去噪,采用自适应阈值算法将亮度不均匀图像中的字符完整、准确地分离出来,提高了识别率。大量现场实验验证了算法的有效性,本文介绍的字符识别方法已达到了预期的效果,并具有较强的鲁棒性和实时性,已在数字仪表识别系统中得到了成功的应用。

本文作者创新点:由于预处理算法的好坏关系到字符识别的成败,严重地影响了其在工程中的应用。本文提出采用多帧差异积累方法实现数字区域的自动定位分割,提出采用高斯滤波、Canny边缘检测和Hough变换结合的方法校正字符的倾斜角度,提出了采用自适应阈值、形态滤波算法减小图像亮度不均匀对字符识别的影响。

参考文献

- [1]Mori S J,Suen C Y,Yamamoto K.Historical Review of OCR Research and Development Proc[J].IEEE,1992,18(7)1029-1057.
- [2]LIU Jilin,SONG Jiatao.Vehicle license plate recognition system with high performance[J].Acta Automatica Sinica,2003.3
- [3]H Zhang,J Malik.Learning a Discriminative Classifier using Shape Context Distances [C].In Proceedings of 2003 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol 1,003-06 242-247
- [4]WANG Guixin,WANG Tongqing.Bank bill automation recognition based on HMMs method [J].Journal of Computer Research and Development,2003.4
- [5]吴谨等.具有抗噪稳健性的数字识别[J].武汉科技大学学报.2004.12
- [6]王旭智等.实时字符识别在视频读表系统中的应用[J].电子器件.2007.1
- [7]Shu-Ching Chen,Mei-Ling Shyu.Video Scene Change Detection Method Using Unsupervised Segmentation and Object Tracking[C].IEEE International Conference on Multimedia&Expo (ICME),

2001.57-60.

[8]张猛,余仲秋等.手写体数字识别中图像预处理的研究[J].微计算机信息,2006,16-1:256-258.

作者简介:尹传历(1979.2-),中国科学院长春光学精密机械与物理研究所博士研究生,主要研究方向为模式识别、视频图像处理技术等;宋建中(1942.4-),中国科学院长春光学精密机械与物理研究所博士生导师,研究员,主要研究方向为模式识别与电视跟踪技术。

Biography: YIN Chuan-li (1979.2-), Ph.D student of Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences. Research area is model recognition and video image processing;

(130033 吉林 长春 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所)尹传历 刘冬梅 宋建中

(100039 北京 中国科学院研究生院)尹传历 刘冬梅

(132013 吉林 北华大学)刘太辉

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China)

YIN Chuan-li LIU Dong-mei SONG Jian-zhong

(Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)YIN Chuan-li LIU Dong-mei

(BeiHua University, Jilin 132013, China)LIU Tai-hui

通讯地址:(130033 吉林省长春市 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)尹传历

(收稿日期:2008.08.13)(修稿日期:2008.09.25)

(上接第207页)

刘东(1958-),女,辽宁沈阳人,北京联合大学自动化学院教授,硕士生导师,主要研究方向为人工智能、人工生命、智能控制;王皞(1984—),女,江西景德镇人,北京化工大学理学院硕士研究生,主要研究方向为材料检测。

Biography: JIANG Wei (1983-), female, citizen of Huanggang, Hubei, Department of Information Science and Technology in Beijing University of Chemistry and Technology, Master degree candidate, the main research direction is intelligent detection and control and information amalgamation;

(100029 北京 北京化工大学信息科学与技术学院)姜维

(100101 北京 北京联合大学自动化学院)刘东

(100029 北京 北京化工大学理学院)王皞

通讯地址:(100029 北京 北京市北四环东路97# 北京联合大学电信实训基地)姜维

(收稿日期:2008.08.13)(修稿日期:2008.09.25)

书 讯

《现场总线技术应用200例》
55元/本(免邮资)汇至

《PLC应用200例》
110元/本(免邮资)汇至

地址:北京海淀区皂君庙14号院鑫雅苑6号楼601室
微计算机信息 邮编:100081
电话:010-62132436 010-62192616(T/F)