

基于 ELSD 的指针式仪表自动识别算法研究^①

喻 汉^② 吴怀宇^③ 陈镜宇 徐发兵

(武汉科技大学信息科学与工程学院 武汉 430081)

摘 要 为实现指针式仪表自动识别,本文提出一种基于直线椭圆检测器(ELSD)的指针式仪表自动识别策略。整个策略包括刻度线粗识别、仪表圆弧边界拟合、刻度线重识别和排序、仪表指针识别以及仪表示数计算等 5 个模块。首先,使用本文设计的自动迭代算法将检测到的线段匹配成对,并结合 K-means 聚类算法得到粗识别的刻度线;接着,根据粗识别出的刻度线与检测出的仪表圆弧位置关系确定仪表圆弧边界;然后,根据仪表刻度线与圆弧边界相交重新确定刻度线并进行插值补全、排序,构建出整个仪表刻度线坐标系;最后,根据仪表指针自身结构特征得到指针在坐标系中的位置并计算出仪表示数。通过实验结果可知,本文提出的算法可减少模板图像和人工标定的依赖,在保证准确率的情况下能简化并加快整个仪表自动识别过程。

关键词 直线椭圆检测器(ELSD), 仪表识别, K-means 聚类, 指针识别

0 引 言

指针式仪表具有结构简单、制造成本低、抗电磁干扰能力强、精度高、方便维护且读数指示直观形象等特点,一直以来在工业控制、汽车船舶、航空航天等领域有着广泛应用^[1]。

目前智能化的变电站尚存的仪表大都是指针式仪表,并通过巡检机器人携带可见光、红外、声音等各类传感器,采集电力仪表设备的声、像等信息,用图像处理和模式识别技术来完成对各类设备状态的自动识别^[2];船舶上也安装有大量指针式仪表,涉及压力、温度、电力和转速,其中指针式压力表和温度表在动力舱室分布最广泛^[3];最常用的汽车仪表——里程表、转速表、水温表和燃油表都为指针式仪表。为提高巡检机器人巡检质量、自动检测记录船舶中指针式仪表的数据以及完成高质量的汽车控制,研究识别率高、稳定性好的指针式仪表识别算法至关重要。

目前,国内外学者已对指针式仪表识别方法进行了大量的研究。其中对刻度线和指针进行提取、识别的主要方法有减影法、模板特征法、Hough 变换法、最小二乘法、中心投影法^[4]等。减影法利用两幅图像相减获得指针的位置,该方法适用于检测同一场景的两幅图像。模板匹配法以指针的形状、面积、灰度分布、灰度阈值多个特征为判断准则来识别指针方向,因使用模板定位指针过于复杂,在实际应用中效果不够理想。Hough 变换是现今主流的研究方法,具有很好的容错性和鲁棒性,但是由于其计算量大,很难做到快速识别^[5-7]。最小二乘法可以拟合出刻度线和指针的直线方程,但要求指针与刻度线的点集合是已知的^[8]。中心投影法不仅可以同时拟合多条直线,还能消除误匹配、孤立噪声点,但需要相关的标定工作才能精确确定指针实际位置。上述各种方法,有的需要特定的模板才能实现识别,有的则是计算量大,需要各种条件约束比较复杂,针对这些问题,本文提出了一种基于直线椭圆检测器

① 国家自然科学基金(61573263),湖北省科技支撑(2015BAA018)和国家重点研发计划子课题(2017YFC0806503)资助项目。

② 男,1993 年生,硕士生;研究方向:图像处理,模式识别,机器学习;E-mail: 1402434282@qq.com

③ 通信作者,E-mail: wuhy@wust.edu.cn

(收稿日期:2018-10-12)

(ellipse and line segment detector, ELSD) 的仪表识别算法,该算法相对简单,识别精度亦可满足要求,而且不需依赖人工标定的模板。

1 指针式仪表识别系统

对于刻度分布均匀的指针式仪表,采用计算机视觉技术可以实现仪表自动识别。本文根据指针式仪表的特征来设计指针式仪表自动识别算法(系统),其主要包括 5 个部分:刻度线粗识别,仪表圆弧边界拟合,刻度线重识别及排序,指针识别与定位,计算仪表示数。

1.1 刻度线粗识别

对于待检测图片,采用直线椭圆检测器(ELSO)算法对整个图片进行检测,可以获得一系列线段和圆弧。根据指针式仪表本身特征进行筛选,从所有线段中找到明显属于刻度线的线段。根据检测到的刻度线成对存在就可以初步得到刻度线,以下是具体过程。

1.1.1 ELSD 线段检测

本文采用 ELSD 进行线段检测。ELSD 算法包括直线检测、椭圆检测以及圆检测等 3 个部分,直线检测算法核心为 LSD 算法^[9]。LSD 是一种局部提取直线的算法,速度比 Hough 算法要快,能在线性时间内得到亚像素级准确度,其核心是像素合并于误差控制。

算法的主要步骤如下:

(1) 以 $s = 0.8$ 的尺度对输入图像进行高斯下采样(减弱图像的锯齿效应);

(2) 计算每一个点的梯度值以及梯度方向(Level-Line);

(3) 根据梯度值对所有像素点进行伪排序,建立状态列表,所有像素点设置为 UNUSED;

(4) 将梯度值小于阈值 ρ 的像素点状态表设置为 USED;

(5) 将列表中梯度最大的像素点作为种子点,状态列表变为 USED,进行区域生长,得到一个 Region;

(6) 判断 Region 的 NFA 值是否小于 $\varepsilon = 1$, 若

是则将该 Region 加入到输出列表,其中 $NFA(r) = (N \times M)^{5/2} \cdot b(n(r), k(r), p)$, N 和 M 是采样后图像的列和行, $b(n(r), k(r), p)$ 是一个二项分布, n 是 Region 内所有像素点个数, k 是 Region 中有效的像素点个数。

1.1.2 自动迭代将线段匹配成对

由于 ELSD 检测到的刻度线大都是成对存在,因此需要将所有线段进行匹配成对,再对线段对进行筛选,线段间距离过大或过小都不是刻度线。将线段匹配成对需要考虑线段间的距离、斜率差、长度差等综合因素。

线段 i 与线段 j 为成对线段,则 j 与 i 之间的误差 E_{ij} 应该满足下式:

$$E_{ij} = \arg \min_{1 \leq k \leq n} |K_i - K_j| + |Dist_{ij}| + |L_i - L_j| \quad (1)$$

其中, K_i 、 K_j 表示线段 i 与线段 j 的斜率, $Dist_{ij}$ 表示线段 i 与线段 j 间的距离, L_i 、 L_j 表示线段 i 与线段 j 的长度, n 表示所有线段数目。该算法的核心是对于线段 i 遍历所有线段,找到距离线段 i 最近的线段 j ,最近的线段的判断标准是 E_{ij} 最小,则线段 (i, j) 为一对线段。图 1 为自动迭代匹配线段算法的流程图,首先求出线段 i 与线段 j 间的误差 E_{ij} ,比较该值与预设阈值 E_{min} 的大小,若该值小于 E_{min} 则按公式更新阈值,循环求解比较,获得距离线段 i 最近的线段 L 。通过自动迭代算法可以将所有线段匹配成对,

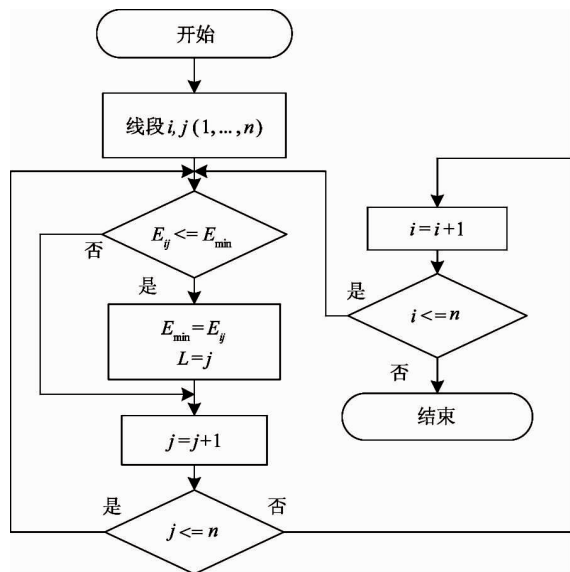


图 1 自动迭代进行线段匹配

然后求出每对线段间距离和斜率差,并将其保存在两个数据集 S_D 和 S_K 中。

1.1.3 基于 K-means 聚类的刻度线粗识别

将所有线段匹配成对后,通过观察可知刻度线在成对线段中占大多数,通过 K-means 算法对这些成对线段进行初步筛选,可以过滤掉杂乱线段对,获得大部分刻度线对。

成对线段间距离和斜率差保存在数据集 S_D 和 S_K 中,对这两个数据集进行聚类。以数据集 S_D 为例,先设定 k 个聚类中心 $\{D_1, D_2, \dots, D_k\}$; 然后根据式(2)计算数据 i 到第 k 个中心的距离 D_{ik} , 若 D_{ik} 最小则说明数据 i 属于第 k 类;接下来是根据式(3)重新计算每个类的中心,对每个类进行求平均,平均值则为每个类的新中心点;最后根据式(4)对整个数据集求误差,若整个数据集上的误差值与上次的误差值相差不大,则认为聚类结束。

$$D_{ik} = |Dist_i - D_k|, (1 \leq i \leq n) \tag{2}$$

$$D'_k = \frac{\sum_{i=1}^m Dist_i}{m} \tag{3}$$

$$Error = \sum_{m=1}^k (\sum_{i=1}^{m1} |Dist_i - D'_m|) \tag{4}$$

其中, m 为每个类中数据个数, k 为中心点个数。
对两个数据集聚类结束后,计算得到数据个数最多的类 S'_D, S'_K , 求出这两个类中的最大值与最小值。根据两个类中最大值与最小值对所有线段进行重新筛选配对,获得的配对线段即为初步筛选出的刻度线。图 2 为两种不同的仪表通过 ELSD 线段

检测、自动迭代匹配线段对、基于 K-means 聚类粗识别的实验效果图,可以看到只有很少部分的刻度线没有检测出,说明该方法对杂乱线段具有很好的过滤作用。

1.2 仪表圆弧边界拟合

在获得粗刻度线后,求出每条线段内点(线段端点中距离图像中心较近的点),根据内点进行仪表圆弧边界拟合。若仪表自身带有圆弧边界,则利用上文中 ELSD 算法对图像进行圆弧检测,再求出距离内点最近圆弧,则该圆弧就是仪表圆弧边界。

1.2.1 ELSD 圆弧检测器

为拟合仪表的圆弧边界,需要用 ELSD 算法对整个仪表图片进行圆弧检测。首先,获取上文中的直线检测器检测出的线段(如线段 $P_{sl}P_{so}P_{sr}$),并选取其末端像素点 P_{sl}, P_{sr} 作为种子点进行区域增长;其次,判断相邻的两条直线的夹角 $\Delta\theta_i, \Delta\theta_{i+1}$ 等是否都小于 90° ,若是,则将新的直线加入到曲线增长区域并将其末端像素点作为种子点继续增长,若夹角大于 90° ,则曲线生长停止^[10]。曲线生长示意图如图 3 所示。

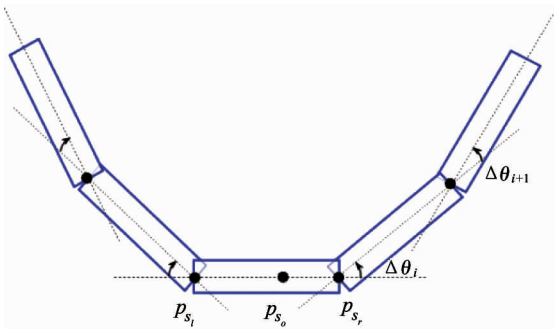


图 3 曲线生长示意图

曲线生长停止后,则根据圆锥拟合技术将曲线生长形成的区域拟合成圆弧,并计算出圆弧的相关参数。

1.2.2 确定仪表圆弧边界

若仪表自身带有圆弧边界则根据线段内点与圆弧的距离来确定圆弧的边界,内点与圆弧的距离公式为

$$DistPE_k = \sum_{i=1}^m |P_i - P_{kc}| \tag{5}$$

其中, P_i 为第 i 个内点, P_{kc} 为第 k 个椭圆中心。

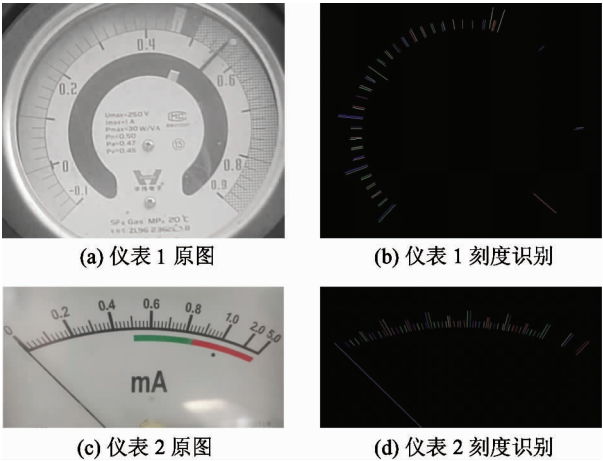


图 2 刻度线的粗识别

$DistPE_k$ 为所有内点到第 k 个椭圆中心的距离和,若 $DistPE_k$ 最小,则第 k 个圆弧具有最好的拟合效果,可将该圆弧视为仪表圆弧边界。

1.3 刻度线重识别及排序

1.3.1 刻度线重识别

根据指针式仪表本身特征,即刻度线与仪表圆弧边界相交,对 ELSD 算法获得的所有线段进行筛选,可以求出所有与圆弧相交的线段。根据刻度线延长线过圆弧边界中心的特点,排除相交直线中非刻度线线段。则剩下的线段可以认为都是指针式仪表的刻度线,接下来就是确定大刻度与小刻度线。根据线段长度可以筛选出大刻度线,先求出所有刻度线长度,然后对这些线段的长度求平均,接下来对每条线段进行判断,若该线段大于平均值,则说明该线段是大刻度线。

若线段 i 所在直线的方程为

$$A_i x + B_i y + C_i = 0 \quad (6)$$

仪表边界所在圆弧圆心为 (cx, cy) , 该直线到圆心的距离计算公式为

$$d_i = \left| \frac{A_i \times cx + B_i \times cy + C_i}{\sqrt{A_i^2 + B_i^2}} \right| \leq d_{\max} \quad (7)$$

若 d_i 满足上述关系,则说明线段 i 为刻度线。其中, $d_{\max}$ 为上文中刻度线粗识别后,所有线段中距离圆心最远的距离。将剩下的线段长度进行求平均,若线段 j 的长度大于平均值,则该线段为大刻度线,若小于平均值,则该线段为小刻度线。利用式(8)可求线段长度平均值,其中 n 为线段的个数。

$$L_{avg} = \sum_{i=0}^n L_i / n \quad (8)$$

1.3.2 刻度线排序

根据起始刻度线在指针式仪表最左边,终点刻度线在仪表最右边,确定刻度线起始刻度与终止刻度。根据与起始刻度线距离对所有大刻度线进行排序,若缺失则进行插值补充,则可以构建出刻度线坐标系。图4是对大刻度线进行排序的算法流程图,首先,计算出相邻的线段间的最小距离 $D_{\min}$;然后,确定起始刻度线并将其设置为当前刻度线 L_{now} ;接着,求出距离当前刻度线 L_{now} 最近的线段 L_{next} ,若两者间的距离 D_{near} 与 $D_{\min}$ 相差不大则将该线段标记为

下一个刻度线,若两个线段间的距离相差过大则根据 $D_{\min}$ 的大小进行插值获得下一个刻度线 L_{next} ;循环求解直至下一个刻度线 L_{next} 为终止刻度线 L_{last} 时停止。

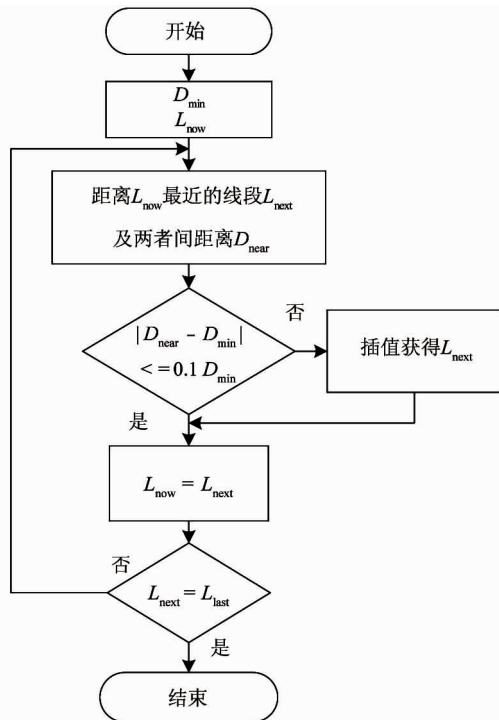


图4 大刻度线排序流程图

确定完大刻度线及其顺序后,则是确定小刻度线。一般指针式仪表每2个大刻度间都存在4个小刻度,将2个大刻度线分成5份。确定小刻度则是根据是否检测出小刻度线,若检测出小刻度线则将检测出的线段作为一个小刻度线,若没有检测出,则计算出2个大刻度线间缺失的小刻度个数,采用线性插值方法对缺失部分进行补充。对大刻度与小刻度线进行补充完成后,则求出所有刻度线与仪表圆弧边界交点,利用交点构建出整个仪表坐标系。

1.4 指针识别

根据一般指针式仪表特征,可以将指针视为经过仪表中心并与仪表圆弧边界相交的线段,仪表指针的识别与定位则是根据上述原则来确定。首先,获得图片中所有线段和仪表圆弧边界;接下来,求出所有与仪表圆弧相交的线段;然后,求出所有线段内点与仪表圆弧中心的距离;最后,距离最小的内点所在线段则是仪表指针。图5是两种不同仪表指针的

识别与定位效果图,图 a 中矩形框对角线和图 b 中矩形框对角线即是识别出的仪表指针,可以看出识别效果非常好,基本没偏差。

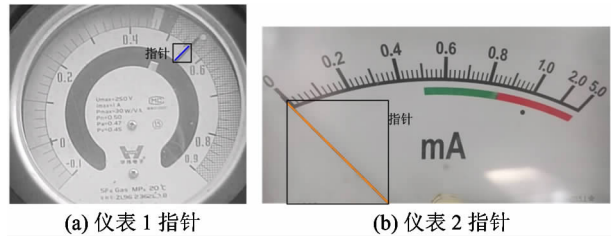


图 5 仪表指针的识别与定位

1.5 仪表示数计算

找到仪表指针后,则需要求出仪表指针与仪表圆弧边界的交点;接下来则是确定该交点在仪表坐标系中的位置。先找到距离该交点最近的两个刻度线,并获得这两个刻度线在仪表坐标系中的索引值;在根据指针交点在两个刻度线间的位置,求出仪表指针的示数。式(9)和(10)为仪表示数计算式:

$$P = (P_{end} - P_{start}) / N \tag{9}$$

$$R = P_{start} + P \cdot n_{pre} + (P_i - P_{pre}) / (P_{next} - P_{pre}) \cdot P \tag{10}$$

其中, P 是每个小刻度代表的刻度值, P_{start} 、 P_{end} 是起始刻度值、终止刻度值, P_{pre} 、 P_{next} 是交点前刻度值、交点后刻度值, N 是所有线段的个数, n_{pre} 是交点前面刻度线个数, R 是最终的计算结果。

2 仪表识别实验以及结果分析

2.1 实验设备与实验环境

本次实验平台为 Window 7(处理器是 Intel(R) Core(TM) i3-3110M CPU 2.40 GHz,内存是 4 GB) 系统下使用 Visual Studio 2010 作为开发环境,采用 OpenCV2.4.4 库来完成对仪表图像的处理。仪表图片采用相机拍摄的真实仪表获得。

指针式仪表为变电站实际使用的仪表,仪表型号为西安远航塑胶电气有限公司生产的 JCQ-C1 型避雷器在线监测器。

2.2 实验结果与分析

根据自动识别算法进行实验设计,实验主要分为两个部分:第一部分比较分析 ELSD 和 Hough 变

换在线段检测和圆弧检测上的速度与精度。第二部分分析仪表自动识别算法实验效果。

图 6 为利用 ELSD 和 Hough 算法检测两种指针式仪表的效果图。其中,图 6(a)、图 6(d)为 2 种指针式仪表的原图,图 6(b)、图 6(e)为 ELSD 检测实验结果图,图 6(c)、图 6(f)为 Hough 变换检测实验结果图。图 6(b)、(e)、(c)、(f)中,直线为检测出的线段与指针以及噪声干扰,圆弧为拟合出的仪表圆弧边界。由图可以知道,ELSD 算法可以把刻度线和指针当做线段检测出来,而且甚至能拟合出仪表的圆弧边界,对整个仪表的细节特征保留的较为完整。相比较而言,Hough 虽亦可检测出仪表的线段、圆弧等,但是存在较多误差,细节特征的检测不如 ELSD 算法出色。两种算法对线段和圆弧检测的具体结果如表 1 所示。

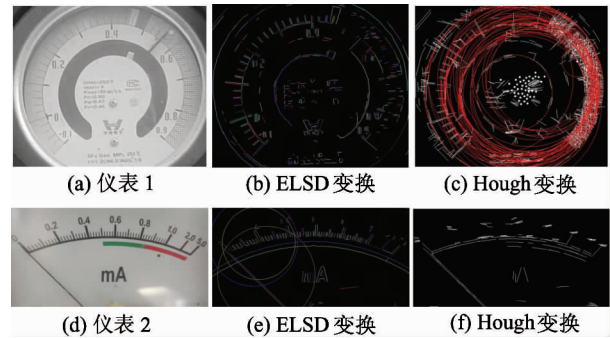


图 6 ELSD 和 Hough 效果图

表 1 ELSD 和 Hough 变换检测结果

	仪表 1		仪表 2	
	ELSD	Hough	ELSD	Hough
线段数(条)	444	746	184	120
圆弧数(个)	90	44	47	0
时间(s)	1.49	7.254	0.59	0.078

表 1 数据表明,ELSD 算法比 Hough 直线检测速度更快,检测结果更精确。由于 Hough 直线检测要先将坐标进行转换,然后再判断是否存在多个点在一条直线上,因此该方法计算量大、耗时多且会出现许多误检测的直线;而 ELSD 直线检测是从像素点角度出发,将梯度差别不大的像素区域当做直线返回,在此过程中同一个像素只会被使用一次,因此

该方法检测出的直线相对较少且耗时短。此外，Hough 变换要获得较好效果需要不断调整参数以适应不同的检测对象，而 ELSD 算法则不存在调整参数的情况，因此 ELSD 算法更为简便、高效。

经过分析比较可以知道，采用 ELSD 算法来实现指针式仪表的自动识别将具有更好的效果。在获得 ELSD 检测出的线段和圆弧后，则是设计仪表自动识别算法。本文设计的仪表自动识别算法主要包括仪表刻度线粗识别、仪表圆弧边界拟合、仪表刻度重识别与排序、仪表指针识别与定位和仪表示数计

算 5 个部分。图 7、图 8 为仪表识别算法对两类指针式仪表的识别效果图，图 9 为仪表识别算法伪代码。图 7(a)和图 8(a)为仪表原图，图 7(b)和图 8(b)为仪表刻度线粗识别，图 7(c)和图 8(c)为仪表圆弧边界拟合，图 7(d)和图 8(d)为仪表刻度线重识别，图 7(e)和图 8(e)为仪表指针识别，图 7(f)和图 8(f)为构建的仪表刻度线坐标系。从实验效果图可以知道，基于 ELSD 的指针式仪表识别算法可实现仪表的自动识别。

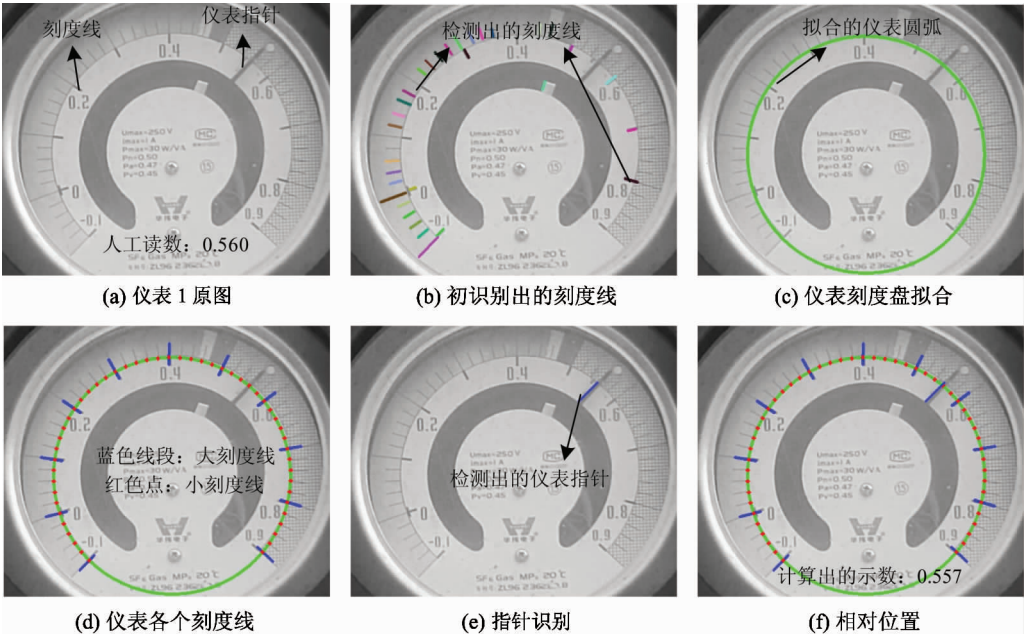


图 7 仪表 1 的实验结果

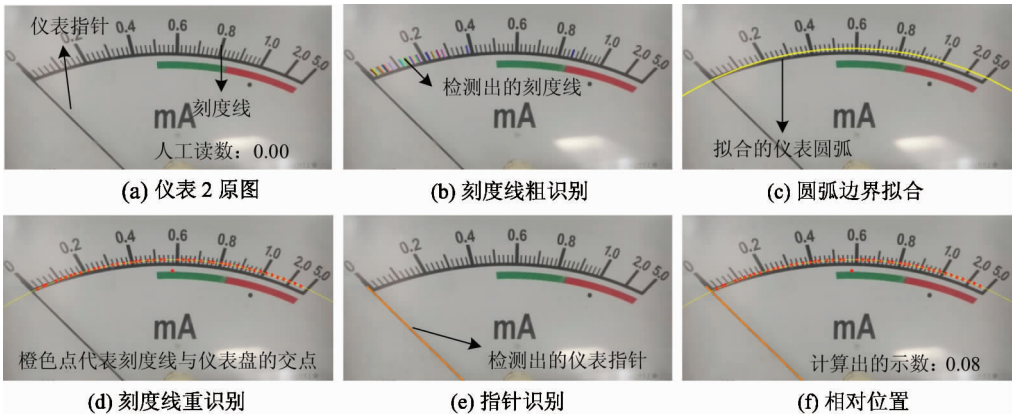


图 8 仪表 2 的实验结果

输入:刻度均匀的指针式仪表图片
过程:自动识别算法
1 ELSD 算法对图片进行检测,获得线段和圆弧
2 对于每条线段,根据斜率、距离和长度特征将线段匹配成对
3 对于线段 i ,求出其他每条线段与 i 的斜率差、长度差以及距离差
4 求出三个特征差之和最小的值,并将其对应的线段与 i 匹配成对
5 将匹配成对的线段合成一条刻度线
6 使用 K-means 聚类获取成对刻度线的特征
7 求出成对刻度后,对斜率差、长度差和距离差分别进行聚类
8 筛选并计算出刻度线间的平均斜率差、平均长度差以及平均距离差
9 根据 8 中的三个特征筛选,获取初步的刻度线
10 对于每个圆弧,利用刻度线内点到圆弧上的距离求出最合适的圆弧
11 获取 9 中线段端点中距离图片中心较近的点
12 计算 11 中所有近点到圆 n 圆弧上的距离和
13 根据最小的距离和确定仪表的圆弧边界 F
14 根据圆弧边界进行刻度线精识别
15 计算并获取 1 中所有与圆弧 F 相交的线段
16 根据刻度线延长线经过圆弧 F 中心点得到检测出的全部刻度线
17 根据仪表刻度数量及均匀分布的特点对 16 中得到刻度线进行线性插值补全
18 计算 17 中所有线段的平均长度 L_{avg} ,当 17 中线段的长度大于平均长度 L_{avg} 时,则认为该线段为大刻度线,否则将其视为小刻度线
19 根据线段的斜率及角度对 18 中的线段进行排序,先对大刻度线排序再对小刻度线排序,利用排序后的线段构建出仪表刻度线坐标系
20 对指针进行识别与定位
21 获取 15 中的线段,并求出长度最长的线段,则该线段为指针
22 求出指针的斜率与角度,并在仪表刻度线坐标系中寻找距离指针最近的刻度线 p_{pre} , p_{next}
23 计算出仪表的示数
24 根据角度法计算出 p_{pre} 的示数,根据距离法计算出指针的示数(式 10)
输出:图片中指针式仪表的示数

图 9 仪表自动识别算法伪代码

为验证仪表自动识别算法的准确性,本文实验采集不同仪表以及它们不同示数的图片作为实验样本进行实验。将比较法应用于最后的结果比对,通过将人工读数和本文设计的算法的计算结果进行对比,并分析该方法的可行性。最终的实验结果如表 2 所示。

由表 2 可知,使用本文提出的自动识别算法对 4 个刻度均匀的指针式仪表进行读数,其结果与人工读数相差不大,最终的识别误差不超过 3%。可见,本文设计的指针式仪表自动识别算法是可行的。

表 2 仪表实验结果

仪表	仪表 1	仪表 2	仪表 3	仪表 4
人工读数	0.560	0.810	2.400	4.02
算法读数	0.557	0.807	2.426	4.033
误差估计	0.50%	0.30%	1.03%	0.32%

3 结 论

本文以带圆弧边界刻度均匀的指针式仪表为例,设计了基于 ELSD 的指针式仪表自动识别算法。首先将刻度线视作线段,采用 ELSD 算法实现对整

幅图片线段的检测,随后设计一种自动迭代算法以及 K-means 聚类实现了整个仪表刻度坐标系的构建,最后根据定位出的指针在坐标系中的位置计算出仪表的示数,经过实验和误差分析验证了该自动识别算法对刻度均匀的指针式仪表识别的准确性和可行性。本文提出的仪表自动识别技术,整个识别过程简单、易行、速度快,并解除了对人工标定模板的依赖,具有很好的实际应用价值。该自动识别算法对刻度不均匀的指针式仪表识别也有很好的启发作用,如何构建出不均匀刻度线坐标系是解决问题的关键,也将会是本文后续工作的研究内容。

参考文献

- [1] 李伟, 任青青, 胡艳侠, 等. 一种复杂指针式仪表的读数自动识别算法[J]. 计算机技术与发展, 2017, 27(3):201-204
- [2] 许丽, 石伟, 方甜, 等. 巡检机器人中的指针式仪表读数识别系统[J]. 仪器仪表学报, 2017, 38(7):1782-1790
- [3] 新勤, 周睿. 船用指针式仪表自动识别方法研究[J]. 计测技术, 2017, 37(4):49-52
- [4] 何智杰, 张彬, 金连文. 高精度指针仪表自动读数识别方法[J]. 计算机辅助工程, 2006, 15(3):9-12
- [5] 房桦, 明志强, 周云峰, 等. 一种适用于变电站巡检机器人的仪表识别算法[J]. 自动化与仪表, 2013, 28(5):10-14
- [6] Matas J, Kittler J, Galambos C. Robust detection of lines using the progressive probabilistic Hough transform[J]. *Computer Vision & Image Understanding*, 2000, 78(1):119-137
- [7] Ye W, Hu J D, Zou W B. An auto-recognition system for pointer-meter based on TLS analytic resolution[C]. In: *Proceedings of the International Conference on Networking and Digital Society*, Guiyang, China, 2009. 83-86
- [8] 陈明晶, 方源敏, 陈杰. 最小二乘法和迭代法圆曲线拟合[J]. 测绘科学, 2016, 41(1):194-197
- [9] Grompone v G R, Jakubowicz J, Morel J M, et al. LSD: a fast line segment detector with a false detection control[J]. *IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence*, 2010, 32(4):722-732
- [10] Pătruțean V, Gurdjos P, Gioi R G V. A parameterless line segment and elliptical arc detector with enhanced ellipse fitting[C]. In: *Proceedings of the European Conference on Computer Vision*, Florence, Italy, 2012. 97-113

Research on automatic recognition algorithm of pointer instrument based on ELSD

Yu Han, Wu Huaiyu, Chen Jingyu, Xu Fabing

(School of Information Science and Engineering, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430081)

Abstract

In order to realize the automatic identification of pointer meters, an automatic recognition strategy for pointer meters based on ellipse and line segment detector (ELSD) is proposed. The whole strategy includes five modules: tick mark rough recognition, instrument arc boundary fitting, tick mark re-identification and sorting, instrument pointer recognition and instrument representation number calculation. Firstly, the automatic iterative algorithm designed in this paper is used to match the detected line segments into pairs, and the K-means clustering algorithm is used to obtain the rough recognized tick marks. Then, according to the rough recognized tick marks and the detected instrument arc positions, the relationship determines the arc boundary of the instrument. Thirdly, according to the intersection of the meter tick and the arc boundary, the tick mark is re-determined and the interpolation is completed and sorted to construct the entire instrument tick coordinate system. Finally, the pointer is obtained according to the structural characteristics of the meter pointer itself. The position in the coordinate system and the number of representations is calculated. The experiment results show that the proposed algorithm can reduce the dependence on template image and manual calibration, and simplify and speed up the automatic identification process of the whole instrument while ensuring its accuracy.

Key words: ellipse and line segment detector (ELSD), instrument identification, K-means clustering, pointer recognition