(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106529559 A
(43)申请公布日 2017.03.22

(21)申请号 201611258521.2

(22)申请日 2016.12.30

(71)申请人 山东鲁能软件技术有限公司
地址 250101 山东省济南市高新区新泺大街2008号银荷大厦B座5层

(72)发明人 邢宏伟 唐守伟 于秋红 张华伟 李秀芬 胡宗刚

(74)专利代理机构 北京元本知识产权代理事务所 11308
代理人 李斌

(51)Int.Cl.
*G06K 9/54*(2006.01)
*G06K 9/46*(2006.01)

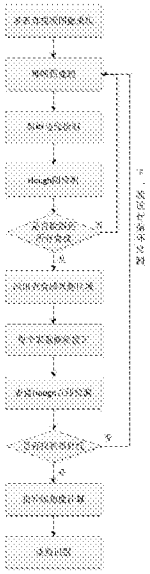
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

一种指针式圆形多仪表盘实时读数识别方法

(57)摘要

本发明涉及指针式仪表读数自动判读领域，具体是一种利用表盘视频采集、图像处理与计算机视觉相结合的方式对多个指针式仪表盘视频进行分析处理，进而精确识别出每个指针式仪表读数的方法。它是一种基于图像视频采集、图像处理和计算机视觉相结合的多仪表读数识别方法，采用具有一定分辨率的移动设备或平板进行视频拍摄，在视频拍摄的过程中同时识别多个表盘读数。该方法具有较好的鲁棒性、实时性、高效率、成本低等特点，由于是在视频采集的同时进行读数识别，因而提高了实时性；由于可以每次采集多个仪表盘视频图像，因而提高了效率。该发明有效的提高了工业生产效率，减少了工业开销，为以后工业生产提供了可靠的技术保证。



CN 106529559 A

1.一种指针式圆形多仪表盘实时读数识别方法，其特征在于，依次包括如下步骤：

步骤1：利用移动设备实时获取指针式圆形多仪表盘的图像视频；

步骤2：对获取的指针式圆形多仪表盘的图像视频进行分帧预处理；

步骤3：对进行分帧预处理后的每帧图像数据进行边缘检测；

步骤4：利用Hough变换检测指针式圆形多仪表盘的圆形表盘所在的多个圆，如果检测到对应的圆，则进入下一步骤，如果检测不到则返回步骤2；

步骤5：对表盘感兴趣区域进行分割，分别分割出各个圆形表盘所在的外接矩形区域；

步骤6：分别对各个圆形表盘所在的外接矩形区域的图像中的倾斜表盘进行校正；

步骤7：利用Hough变换分别检测指针所在各个圆形表盘中的直线，如果检测到对应的直线，则进入下一步骤，如果检测不到则返回步骤2；

步骤8：分别根据检测到的对应的直线的两个端点坐标，利用直线的斜截式方程得到对应指针线所在的直线的斜率k的值，计算出对应指针在量程区域内所扫过的角度θ；

步骤9：根据对应指针线所在的直线的斜率k，最小刻度为$v_{min}$，最大刻度为$v_{max}$，指针线所指的刻度与最小刻度之间的夹角a，指针扫过的角度θ，待求解的读数为v，利用公式：

$v=v_{min}+(v_{max}-v_{min})\times(a\div\theta)$

计算出当前对应指针式圆形多仪表盘中对应的读数。

2.如权利要求1所述的方法，其特征在于：步骤2中所述分帧预处理为对每一帧图像依次进行滤波去噪处理、二值化处理、边缘检测处理、形态学处理处理、图像细化处理和图像增强处理。

3.如权利要求1或2所述的方法，其特征在于：步骤3中所述对进行分帧预处理后的每帧图像数据进行边缘检测是进行canny边缘检测，具体包括：

3.1.求图像与高斯平滑滤波器的卷积，其中S[i,j]为所要求得卷积值，G[i,j;σ]为高斯平滑滤波器，I[i,j]为图像像素点：

$S[i,j]=G[i,j;\sigma]*I[i,j]$

3.2.使用一阶有限差分计算偏导数的两个矩阵，其中S[i,j]是步骤3.1中求得的卷积值，P[i,j]和Q[i,j]分别是两个需要计算的偏导数矩阵：

$P[i,j]\approx(S[i,j+1]-S[i,j]+S[i+1,j+1]-S[i+1,j])\div2$

$Q[i,j]\approx(S[i,j]-S[i+1,j]+S[i,j+1]-S[i+1,j+1])\div2$

3.3.求幅值和方位角，其中M[i,j]为梯度幅值，θ[i,j]为所要求的梯度方向：

$$M[i,j]=\sqrt{P[i,j]^2+Q[i,j]^2}$$

$\theta[i,j]=\arctan(Q[i,j]\div P[i,j])$

3.4.对步骤3.3处理后得到的数据进行非极大值抑制处理；

3.5.取阈值，将低于阈值的所有值赋零，得到图像的边缘阵列。

4.如权利要求1-3所述的方法，其特征在于：步骤4包括对步骤2中预处理后的每帧图像利用Hough变换检测圆，通过设置与图像像素相关的表盘圆的大小阈值，找到圆形表盘所在的圆和该圆的圆心坐标。

5.如权利要求1-4所述的方法，其特征在于：采用校正圆形表盘上倾斜字符的方式来获取表盘的倾斜角度。

6.如权利要求5所述的方法，其特征在于：所述获取表盘的倾斜角度是通过利用旋转矩形区域抠出表盘上部分倾斜的字符，分别进行倾斜角度的计算，再进行权衡得出旋转角度。

7.如权利要求1所述的方法，其特征在于：步骤7具体为对于各个圆形表盘所在的外接矩形区域的图像中检测到0条或者3条及以上的指针线时，说明对应没有完全找到指针线信息，返回进行下一帧处理，当检测到1条或者2条指针线时，说明对应找到了指针线，进行相应算法计算真正的指针线以及指针线角度。

8.如权利要求7所述的方法，其特征在于：对各个圆形表盘所在的外接矩形区域的图像进行直线检测，如果对应检测到2条指针线，则求出两条直线的交点，把交点与圆心的连线所形成的线段作为真实的指针线。

# 一种指针式圆形多仪表盘实时读数识别方法

## 技术领域

[0001] 本发明涉及指针式仪表读数自动判读领域，具体是一种利用表盘视频采集、图像处理与计算机视觉相结合的方式对多个指针式仪表盘视频进行分析处理，进而精确识别出每个指针式仪表读数的方法。

## 背景技术

[0002] 指针式仪表识别面向工业指针式仪表，通过表盘图像采集得到指针式仪表图像，使用图像处理技术，检测出图像中与求取读数有关的信息，自动识别出仪表盘读数，以提高读数的精确度、减少人工开销、提高效率。随着现代化工业的发展，数据量的增加，指针式仪表的普及化，要求指针式仪表的自动读数识别具有更高的性能、速度及可靠性，因此提出一种具有更高实时性与可靠性的智能指针式仪表识别方法显得尤为重要。

[0003] 现有的指针式仪表识别方法主要涉及到如下几方面的技术：图像采集、图像预处理、圆形表盘及指针线识别、指针线角度计算、读数识别五方面的内容。

[0004] 现有技术中已经公开的方式有：1.《Automatic Alignment System Based on Center Point Recognition of Analog Measuring Instruments Dial》，Industrial Electronics Society，IECON 2013-39th Annual Conference of the IEEE；2.《Pointer-Type Meter Reading Method Research Based on Image Processing Technology》，Second International Conference on Networks Security，Wireless Communications and Trusted Computing(NSWCTC)，vol.1，pp.107，110，24-25，April 2010；3.《Auto-recognition method for point-type meter based on binocular vision》，Journal of the International Measurement Confederation，2016；4.《Automatic Calibration of Analog and Digital Measuring Instruments Using Computer Vision》，IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement，VOL.49，NO.1，February 2000；5.《some results on condition numbers of the scaled total least squares problem》，Linear Algebra and its applications，vol.435，pp.674-686，August 2011；6.硕士毕业论文：《智能变电站指针式仪表自动识别方法的研究》，电气工程，电气工程 2016；7.《Computer vision applied to the automatic calibration of measuring instruments》，Journal of the International Measurement Confederation(IMEKO)，Measurement 28(2000)185-195；8.《Study on the calibration of analog measuring instrument system》，Acta Metrologica Sinica，vol.30(z1)，pp.192-195，December 2009；9《Ellipse Detection Using Randomized Hough Transform》，Final Project Introduction to Computer Vision，2002；10.《Scalable object detection using deep neural networks》，In Computer Vision and Pattern Recognition，2014.CVPR 2014.IEEE Conference on，2014；11.《Novel Method of Automatic Recognition for Analog Measuring Instruments》，International Conference on Manufacturing Science and Engineering(ICMSE)2015；12.《Segmentation as selective search for

object recognition》,In Proceedings of the 2011International Conference on Computer Vision,ICCV'11,pages 1879-1886,Washington,DC,USA,2011.IEEE Computer Society;13.《Going deeper with convolutions》,Computer Science,Computer Vision and Pattern Recognition,2014;14.《Segmentation-free approaches of computer vision for automatic calibration of digital and analog instruments》,International Measurement Confederation,Institute of Measurement and Control Elsevier,Measurement 46(1):177-184 2013;15.《基于机器视觉的指针式仪表读数识别系统研究》,机械设计及理论,吉林大学,2015,硕士论文。

[0005] 图像采集是指针式仪表识别的第一个步骤,为后续识别读数提供原材料。工业上一般采用摄像头并且固定位置进行指针式表盘图像的采集,后来随着红外摄像头的发展,在固定摄像头位置的基础上进行补光拍摄,使得采集到的图像较为清晰。

[0006] 图像预处理是进行仪表识别的第二个步骤,也是进行表盘检测与指针线检测重要的前驱步骤。它主要包括如下几个步骤:(1)图像去噪:通过某种滤波算法如高斯滤波算法,对采集到的图像进行去噪操作,得到一幅比较清晰的彩色图像。(2)二值化:由于如同RGB这样的彩色图像都是三通道的图像,而对图像的处理一般是基于像素的,对图像的处理就是基于矩阵的,将彩色三通道图像转换成灰度单通道图像,很大程度上减少了计算量,提高了后续处理的速度。(3)图像形态学处理及图像细化:通过形态学处理及图像细化操作,使得圆形表盘轮廓和指针线更加突出,方便后续表盘与指针线的检测。

[0007] 在预处理完成后,第三个步骤便是利用计算机视觉检测圆形表盘轮廓和指针所在的直线。通用的方法是利用Hough圆检测和Hough直线检测的方式,通过设置圆的大小阈值,找出表盘所在的圆形,通过设置直线长短的阈值,找出指针所在的直线。

[0008] 找到表盘所在的圆和指针线所在的直线以后,第四个步骤是计算指针线在表盘圆中的斜率,进而计算指针指向的读数角度所占总数的比例。

[0009] 最后一个步骤是计算读数,通过指针线指向的数在整个量程中所占的比例计算当前读数。

[0010] 工业上一般采用摄像头或者红外摄像头采集指针式仪表的图像,并且摄像头与指针式仪表是一对一的。采用这种方式采集到的表盘图像较为清晰,但是在工业中一般存在多个相同类型的指针式仪表,如果采用这种方式就需要相同数量的摄像头进行相同的图像采集任务,花费的成本较高。

[0011] 当前工业中的指针式仪表识别方法,一般都是采集设备通过接口与计算机相连,将采集到的表盘图像信息传输到计算机进行存储,而后利用相关算法进行图像处理、识别读数。这种方式需要将大量的图像信息存储到关系数据库中,分析时再取出进行分析,在一定程度上降低了识别速度,增加了存储开销,当图片分辨率较高时识别速度会受到很大的影响。

[0012] 在进行仪表盘图像采集时,往往是一次一幅图像,每幅图像中只有一个表盘,检测时也是单个表盘进行检测,效率较低。如果工业中有大量的表盘的参数都是相同的,那么可以采用同时拍摄几个表盘进行同时识别的方式进行自动读数,这样会更加提高相应工作流程的效率。

[0013] 由于数据量的增加,各类仪器仪表对精确度的要求更高了。目前大多数的指针式

仪表自动识别系统往往已经达不到工业生产中对精度的较高要求，导致工业生产误差增大，更有甚者会给工业生产造成不良影响。

## 发明内容

[0014] 本发明的目的在于克服现有技术的不足，设计一种成本低、效率高、精确度高的智能指针式圆形仪表识别方法。它是一种基于图像视频采集、图像处理和计算机视觉相结合的多仪表读数识别方法，采用具有一定分辨率的移动设备或平板进行视频拍摄，在视频拍摄的过程中同时识别多个表盘读数。该方法具有较好的鲁棒性、实时性、高效率、成本低等特点，由于是在视频采集的同时进行读数识别，因而提高了实时性；由于可以每次采集多个仪表盘视频图像，因而提高了效率。综合的讲，该发明有效的提高了工业生产效率，减少了工业开销，为以后工业生产提供了可靠的技术保证。

[0015] 本发明提供了一种指针式圆形多仪表盘实时读数识别方法，依次包括如下步骤：

[0016] 步骤1：利用移动设备实时获取指针式圆形多仪表盘的图像视频；

[0017] 步骤2：对获取的指针式圆形多仪表盘的图像视频进行分帧预处理；

[0018] 步骤3：对进行分帧预处理后的每帧图像数据进行边缘检测；

[0019] 步骤4：利用Hough变换检测指针式圆形多仪表盘的圆形表盘所在的多个圆，如果检测到对应的圆，则进入下一步骤，如果检测不到则返回步骤2；

[0020] 步骤5：对表盘感兴趣区域进行分割，分别分割出各个圆形表盘所在的外接矩形区域；

[0021] 步骤6：分别对各个圆形表盘所在的外接矩形区域的图像中的倾斜表盘进行校正；

[0022] 步骤7：利用Hough变换分别检测指针所在各个圆形表盘中的直线，如果检测到对应的直线，则进入下一步骤，如果检测不到则返回步骤2；

[0023] 步骤8：分别根据检测到的对应的直线的两个端点坐标，利用直线的斜截式方程得到对应指针线所在的直线的斜率k的值，计算出对应指针在量程区域内所扫过的角度θ；

[0024] 步骤9：根据对应指针线所在的直线的斜率k，最小刻度为$v_{min}$，最大刻度为$v_{max}$，指针线所指的刻度与最小刻度之间的夹角a，指针扫过的角度θ，待求解的读数为v，利用公式：

[0025] $v=v_{min}+(v_{max}-v_{min})\times(a\div\theta)$

[0026] 计算出当前对应指针式圆形多仪表盘中对应的读数。

[0027] 进一步地，步骤2中所述分帧预处理为对每一帧图像依次进行滤波去噪处理、二值化处理、边缘检测处理、形态学处理处理、图像细化处理和图像增强处理。

[0028] 进一步地，步骤3中所述对进行分帧预处理后的每帧图像数据进行边缘检测是进行canny边缘检测，具体包括：

[0029] 3.1.求图像与高斯平滑滤波器的卷积，其中S[i,j]为所要求得卷积值，G[i,j;σ]为高斯平滑滤波器，I[i,j]为图像像素点：

[0030] $S[i,j]=G[i,j;\sigma]*I[i,j]$

[0031] 3.2.使用一阶有限差分计算偏导数的两个矩阵，其中S[i,j]是步骤3.1中求得的卷积值，P[i,j]和Q[i,j]分别是两个需要计算的偏导数矩阵：

[0032] $P[i,j]\approx(S[i,j+1]-S[i,j]+S[i+1,j+1]-S[i+1,j])\div2$

[0033] $Q[i,j]\approx(S[i,j]-S[i+1,j]+S[i,j+1]-S[i+1,j+1])\div2$

[0034] 3.3.求幅值和方位角，其中M[i,j]为梯度幅值，θ[i,j]为所要求的梯度方向：

[0035] $$M[i,j]=\sqrt{P[i,j]^2+Q[i,j]^2}$$

[0036] θ[i,j]＝arctan(Q[i,j]÷P[i,j])

[0037] 3.4.对步骤3.3处理后得到的数据进行非极大值抑制处理；

[0038] 3.5.取阈值，将低于阈值的所有值赋零，得到图像的边缘阵列。

[0039] 进一步地，步骤4包括对步骤2中预处理后的每帧图像利用Hough变换检测圆，通过设置与图像像素相关的表盘圆的大小阈值，找到圆形表盘所在的圆和该圆的圆心坐标。

[0040] 进一步地，采用校正圆形表盘上倾斜字符的方式来获取表盘的倾斜角度。

[0041] 进一步地，所述获取表盘的倾斜角度是通过利用旋转矩形区域抠出表盘上部分倾斜的字符，分别进行倾斜角度的计算，再进行权衡得出旋转角度。

[0042] 进一步地，步骤7具体为对于各个圆形表盘所在的外接矩形区域的图像中检测到0条或者3条及以上的指针线时，说明对应没有完全找到指针线信息，返回进行下一帧处理，当检测到1条或者2条指针线时，说明对应找到了指针线，进行相应算法计算真正的指针线以及指针线角度。

[0043] 进一步地，对各个圆形表盘所在的外接矩形区域的图像进行直线检测，如果对应检测到2条指针线，则求出两条直线的交点，把交点与圆心的连线所形成的线段作为真实的指针线。

[0044] 本发明是一种基于视频图像采集、图像处理以及计算机视觉的指针式圆形仪表盘自动识别的综合方法，主要有以下几方面的优点：

[0045] 1.本发明在图像采集方面是基于视频的，有效的提高了采集圆形表盘图像的清晰度和识别过程的实时性，并且，本发明主要使用移动设备、平板等具有拍照功能的设备进行图像视频的采集，相对于传统的采用昂贵的摄像头拍摄相比，有效的降低了图像采集成本。

[0046] 2.本发明在视频图像采集以后，不需要对视频或者图像文件进行存储，而是在视频图像进行采集以后，直接处理加工采集到的视频，进而获取仪表读数，而传统的仪表识别系统则需要对采集到的图像信息进行存储，占用了大量存储空间，开销很大。利用直接处理图像信息的方法可以大大降低工业生产开销，提高工业效益。

[0047] 3.本发明是基于图像处理与机器视觉的，通过设置适当的阈值参数，可以使仪表识别精度达到很高的水平，相比较当前各种仪表识别不高的识别精度而言，本发明所采用的方法可以满足工业上对精度的较高要求。

[0048] 4.本发明基于机器视觉，面向底层，有效的提高了表盘检测与识别的步骤，当前工业中，大部分的仪表识别系统运行速度受环境、存储容量的影响很大，速度较低，相比较而言，本发明方法的执行速度由于不受存储与外部读写等操作的影响，因此具有很高的执行速度。

[0049] 5.在利用手持设备或平板进行图像视频采集的过程中，由于拍摄角度等因素的影响往往会使图像中的表盘倾斜，不利于后续指针线角度的计算。本系统中加入了图像处理中对图像进行旋转校正的步骤，可以对任意拍摄角度造成的图像倾斜问题加以矫正，使其恢复标准表盘图像，更加提高了准确度。

[0050] 6.本发明方法可以同时处理多个仪表盘，即可以同时处理每帧图像中具有多个表

盘的场景。分别对场景中的表盘进行处理识别，同时将读数返回给用户，相对于目前大多数方法都是面向单一仪表盘而言，极大的方便了用户，更进一步提高了具有多仪表检测的场景中表盘识别的效率，另一方面也降低了用户的开销。

## 附图说明

[0051] 图1为指针式圆形多仪表盘实时读数识别方法流程图；

[0052] 图2为多表盘处理顺序的设计流程图；

[0053] 图3为倾斜表盘的旋转校正的设计流程图；

[0054] 图4为Hough检测表盘指针线的流程图；

[0055] 图5为指针线角度计算的流程图；

[0056] 图6为所检测的圆形压力表的原始图像；

[0057] 图7为所检测的圆形压力表经二值化处理后的图像；

[0058] 图8为RGB颜色空间转换为YUV颜色空间的指针式圆形压力表图像；

[0059] 图9为压力表3经Hough变换检测到的圆和指针线的图像。

## 具体实施方式

[0060] 下面详细说明本发明的具体实施，有必要在此指出的是，以下实施只是用于本发明的进一步说明，不能理解为对本发明保护范围的限制，该领域技术熟练人员根据上述本发明内容对本发明做出的一些非本质的改进和调整，仍然属于本发明的保护范围。

[0061] 本发明是一种适用于工业指针式圆形仪表自动读数识别的方法，它基于图像处理，结合视频分析、机器视觉等多种前沿技术，对拍摄到的指针式仪表盘视频进行分析处理，从而识别出指针式仪表读数。该发明主要包括视频图像采集、图像预处理、图像边缘检测、Hough圆检测、提取感兴趣区域、表盘旋转校正、Hough直线检测、指针线角度计算以及读数识别等九个步骤。

[0062] 图1为本发明方法的读数识别过程的流程图，主要包括以下九个步骤：

[0063] 步骤1：多表盘视频图像采集。

[0064] 利用平板或手持设备的拍照摄像功能，对场景中的指针式仪表进行视频图像拍摄，目前，一般的平板或者手持设备的图像分辨率均能满足本发明方法的需要。在视频图像拍摄过程中，摄像头是实时对焦的。

[0065] 步骤2：对表盘视频图像进行每帧预处理。

[0066] 在这一步骤中，需要将拍摄到的指针式仪表盘视频图像进行每帧预处理。图像的预处理过程包括滤波去噪、二值化等操作。

[0067] 在利用平板或手持设备进行视频拍摄的过程中，生成的每一帧图像数据或多或少的都存在噪声，因此需要对每一帧图像进行图像的滤波去噪。

[0068] 为了提高处理速度，需要将彩色RGB三通道图进行二值化处理，使其转换为单通道的图像。这里我们采用阈值法对图像进行二值化处理。

[0069] 步骤3：对二值化后的图像进行边缘检测。

[0070] 对于灰度图，在进行表盘圆检测及指针线检测之前，需要对每帧图像进行边缘检测，以减少数据量并且剔除认为与所研究的目标无关的对象。

[0071] Canny边缘检测的算法流程大致如下：

[0072] ①求图像与高斯平滑滤波器的卷积，其中S[i,j]为所要求的卷积值，G[i,j;σ]为高斯滤波器，I[i,j]为像素点的值：

[0073] $S[i,j]=G[i,j;\sigma]*I[i,j]$ (1)

[0074] ②使用一阶有限差分计算偏导数的两个矩阵$G_X[i,j]$和$G_Y[i,j]$：

[0075] $G_X[i,j]\approx(S[i,j+1]-S[i,j]+S[i+1,j+1]-S[i+1,j])/2$ (2)

[0076] $G_Y[i,j]\approx(S[i,j]-S[i+1,j]+S[i,j+1]-S[i+1,j+1])/2$ (3)

[0077] ③求幅值G[i,j]和方位角θ[i,j]，其中的两个变量分别为(2)(3)式中的两个偏导数：

[0078] $$G[i,j]=\sqrt{G_X[i,j]^2+G_Y[i,j]^2} \quad (4)$$

[0079] $\theta[i,j]=\arctan(G_X[i,j]/G_Y[i,j])$ (5)

[0080] ④非极大值抑制；

[0081] ⑤取阈值：将低于阈值的所有值赋零，得到图像的边缘阵列。

[0082] 接下来需要对每帧图像进行形态学处理，突出表盘轮廓及指针线，为后面检测指针式表盘的轮廓和指针线做准备。

[0083] 步骤4：利用Hough变换检测圆形表盘所在的圆。

[0084] Hough变换是本发明方法中检测圆形指针式仪表盘所用的关键技术。Hough变换检测圆的基本思想是：利用图像空间与参数空间的对偶性。例如检测圆，圆的方程为：$(x-a)^2+(y-b)^2=R^2$，将其映射到参数中是，变为关于a、b的点的方程。在参数空间中根据参数方程找到的若干点，利用统计学相关方法，对这些点进行统计，找到聚集在某点最多的点所满足的关系，这些点在图像空间中就是需要检测的圆。

[0085] 对于步骤3中边缘检测后的每帧图像利用Hough变换检测圆的原理，通过设置与图像像素相关的表盘圆的大小阈值，可以找到我们需要的圆形表盘所在的圆以及该圆的圆心坐标。如果这一步中找不到我们需要的圆，那么截取视频图像的下一帧返回步骤2进行循环处理。

[0086] 步骤5：表盘感兴趣区域分割。

[0087] 在第4个步骤中检测到表盘圆以后，对表盘图像进行分割，抠出圆形表盘所在的外接矩形区域，我们称为图像的感兴趣区域。这样在后续进行直线检测时，可以有效的滤掉不在圆形表盘中的直线，也可以有效地计算圆形表盘的圆心坐标，进一步提高了检测与计算的效率。

[0088] 步骤6：图像校正。

[0089] 由于拍摄角度等因素的影响，视频图像中的表盘往往是倾斜的，因此在进行图像感兴趣区域的提取以后，需要对图像中的倾斜表盘进行校正，为后面准确计算指针线的角度打下了基础。

[0090] 本发明方法是针对圆形表盘，而圆形表盘不存在像矩形表盘那样明确的特征点。因此本发明采用校正圆形表盘上倾斜字符的方式来获取表盘的倾斜角度，从而达到校正倾斜表盘的目的。通过利用旋转矩形抠出表盘上某些倾斜的字符，分别进行倾斜角度的计算，再进行权衡，从而得出旋转角度。

[0091] 步骤7:Hough变换检测指针所在的直线。

[0092] 与步骤4中Hough变换检测圆类似,Hough检测直线的原理也是利用图像空间与参数空间的对偶性。不同之处在于此时的圆的方程变为直线的方程:$y=kx+b$,将该图像从图像空间映射到以k,b为参数的参数空间,进而利用统计规律得到参数空间中在图像空间中为直线的点,以便得到图像空间中相应的直线。

[0093] 利用这一原理得到直线后,同样得到了直线的两个端点的相应坐标。利用指针所在的直线到圆心的距离,筛选出真正的指针线。另外,由于有些指针式仪表的指针比较粗,在进行Hough直线检测指针线时,往往会检测到多条指针线。本发明针对这一情况做了明确的判断,分别讨论了检测到的指针线条数为0条、1条、2条、3条及以上的处理方法。如果在这一步骤中找不到对应的直线,则截取视频图像的下一帧返回步骤2进行循环处理。

[0094] 步骤8:指针线角度计算。

[0095] 在步骤7中通过Hough变换找到直线,并且通过阈值方法筛选出真正的指针线,并且通过分情况讨论检测到的指针线条数,最终确定出一条准确的真实的指针线,得到真实指针线线段两端的端点坐标。根据线段两个端点的横纵坐标,利用直线的斜截式方程$y_1-y_2=k(x_1-x_2)$得到直线的斜率k的值,进而计算出指针在量程区域内所扫过的角度。

[0096] 步骤9:读数识别。

[0097] 根据步骤8中求出的指针线所在的直线的斜率k,最小刻度为$v_{min}$,最大刻度为$v_{max}$,指针线所指的刻度与最小刻度之间的夹角a等参数,指针扫过的角度θ,利用公式

[0098] $$v=v_{min}+(v_{max}-v_{min})\times(a\div\theta) \quad (6)$$

[0099] 计算出当前指针式仪表的读数v。

[0100] 另外,图2为多表盘处理顺序的设计流程图,主要包括以下几方面的内容:

[0101] 步骤1:检测到规定数目的圆。

[0102] 步骤2:按顺序存储表盘。

[0103] 步骤3:分别处理每个表盘。

[0104] 图3为倾斜表盘的旋转校正的设计流程图,主要包括以下几方面的内容:

[0105] 步骤1:抠出表盘感兴趣区域。

[0106] 步骤2:抠出感兴趣区域的字符。

[0107] 步骤3:字符旋转校正。

[0108] 步骤4:获取字符旋转角度。

[0109] 步骤5:校正圆形表盘。

[0110] 图4为Hough检测表盘指针线的流程图,主要包括以下几方面的内容:

[0111] 步骤1:抠出表盘感兴趣区域。

[0112] 步骤2:Hough变换检测直线。

[0113] 步骤3:筛选指针线。

[0114] 步骤4:找到真实指针线。

[0115] 步骤5:计算指针线角度。

[0116] 图5为指针线角度计算的流程图,主要包括以下几方面的内容:

[0117] 步骤1:指针线角度的计算。

[0118] 步骤2:如果检测到1条,直接将其作为指针线;如果检测到2条,把交点与圆心的连

线作为指针线。

[0119] 步骤3:计算线段斜率。

[0120] 步骤4:利用斜率计算角度。

[0121] 实施例

[0122] 本实施例以北方某火力发电厂的圆形指针式压力表为识别对象,圆形指针式仪表是电厂重要的测量仪器。通过本实施例的详细阐述,进一步说明本发明的实施过程。

[0123] 本发明实施例对某电厂指针式圆形压力表的自动判读的实施步骤如下:

[0124] 步骤1:利用手持设备或平板中的摄像功能进行指针式圆形压力表的视频拍摄,初始时,首先配置仪表盘的几个相应参数:最小读数、最大读数、无量程的夹角等。在需要对三个表盘同时检测时,可以增加两个参数配置列表进行指针式圆形压力表的信息配置。如图6所示为拍摄到的三压力表表盘视频图像的某一帧图像,从左到右依次为压力表1、压力表2、压力表3。

[0125] 步骤2:对步骤1中拍摄的指针式圆形仪表盘图像的每一帧进行处理。首先,进行每帧图像的滤波去噪操作。因为由于光照、环境温度等因素的影响,拍摄到的每一帧图像往往不是很清晰,通过响应的滤波算法进行每帧图像的去噪操作。

[0126] 接着对滤波后的图像进行二值化处理。由于通常每一帧彩色图像都是三通道的RGB图像,而对于图像的检测与处理都是基于像素点进行的,这样在计算三通道的彩色图像素点的运算时,会严重消耗时间及空间。如果对彩色三通道图像进行二值化,图像变为单通道的二值图,这样处理起来就比较节省时间和空间,因此选择处理前,首先对每帧图像进行二值化。如图7所示为图6在进行二值化处理后所得到的三表盘的二值化图。图8为YUV颜色空间中的二值化图。

[0127] 步骤3:对二值化后的每一帧图像进行边缘检测,目的是突出圆形表盘轮廓与指针所在直线,便于后续的Hough变换检测圆与Hough变换检测直线的操作。

[0128] 步骤4:通过步骤3,每帧图像中的表盘圆轮廓与指针线轮廓已清晰可见。利用Hough变换检测表盘所在的圆,通过设置圆的半径大小阈值检测出每帧图像中的表盘圆,如图9所示,已经检测到的圆已经用白色圆形画出。

[0129] 步骤5:通过步骤4检测出了指定数量的表盘圆,用旋转矩形抠出每个仪表盘所在的外接矩形,此带有圆形表盘的外接矩形称为表盘的感兴趣区域。按照每个圆形仪表盘的圆心坐标的横坐标从小到大的顺序进行排序,分别处理每个抠出的圆形表盘。

[0130] 步骤6:由于拍摄原因,每个仪表盘可能有倾斜,因此在这一步骤中,需要对抠出的圆形仪表盘进行旋转校正操作。利用旋转矩形抠出感兴趣区域中的数字字符,通过对字符所在的旋转矩形进行校正,获得字符的旋转角度。

[0131] 步骤7:通过步骤6,所得的表盘感兴趣区域中的圆形表盘为校正后的仪表盘。对表盘感兴趣区域进行Hough直线检测,检测到一定数量的指针线,如图9所示的白色线条即为利用Hough变换检测到的两条指针线。

[0132] 步骤8:通过步骤7,检测到了一定数量的指针线,分情况讨论:①当检测到1条指针线时,将其作为真实指针线;②当检测到2条指针线时,求出这两条直线的交点,把交点与所在圆的圆心的连线作为真实的指针线;③当检测到3条及以上的指针线时,说明由于噪声等干扰因素未能成功检测到指针所在的直线,返回下一帧继续以上步骤的处理。

[0133] 步骤9：通过步骤8检测到的合适的指针线，计算指针直线的斜率，进而通过公式(6)计算此时仪表盘的读数，下表为图6中的三个压力表的真实读数、识别读数、准确率。

[0134]

| 各压力表读数及准确率一览表 | | | |
|---|---|---|---|
| 压力表<br>读数/准确率 | 压力表 1 | 压力表 2 | 压力表 3 |
| 真实读数 | 0.1070 | 0.0055 | 0.0405 |
| 识别读数 | 0.1040 | 0.0057 | 0.0412 |
| 准确率 | 97.2% | 96.4% | 98.3% |

[0135] 经过以上步骤以及上表中对压力表真实读数与识别读数的统计，能够观察到：该发明方法能够计算出的仪表盘的读数的准确率可以达到96％以上，符合工业生产中对指针式仪表盘读数精确度的要求。

[0136] 尽管为了说明的目的，已描述了本发明的示例性实施方式，但是本领域的技术人员将理解，不脱离所附权利要求中公开的发明的范围和精神的情况下，可以在形式和细节上进行各种修改、添加和替换等的改变，而所有这些改变都应属于本发明所附权利要求的保护范围，并且本发明要求保护的产品各个部门和方法中的各个步骤，可以以任意组合的形式组合在一起。因此，对本发明中所公开的实施方式的描述并非为了限制本发明的范围，而是用于描述本发明。相应地，本发明的范围不受以上实施方式的限制，而是由权利要求或其等同物进行限定。

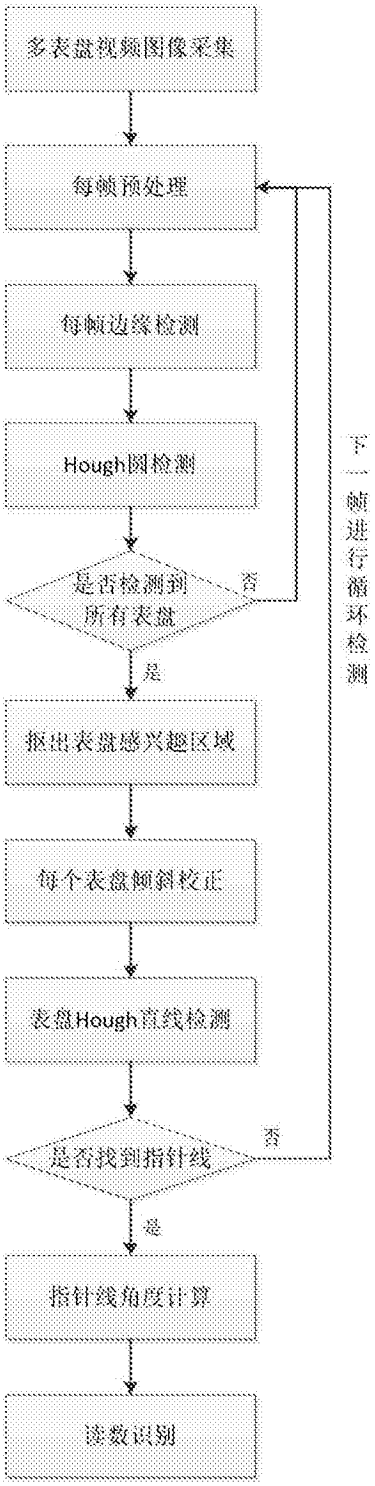

多表盘视频图像采集
每帧预处理
每帧边缘检测
Hough圆检测
是否检测到所有表盘
否
是
抠出表盘感兴趣区域
每个表盘倾斜校正
表盘Hough直线检测
是否找到指针线
否
是
指针线角度计算
读数识别
下一帧进行循环检测

图1

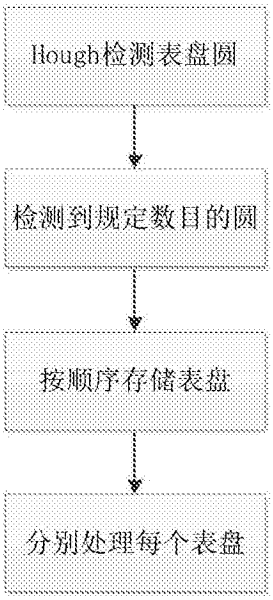

Hough检测表盘圆
检测到规定数目的圆
按顺序存储表盘
分别处理每个表盘

图2

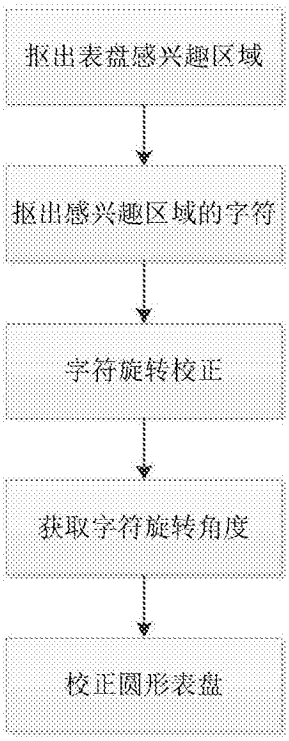

抠出表盘感兴趣区域
抠出感兴趣区域的字符
字符旋转校正
获取字符旋转角度
校正圆形表盘

图3

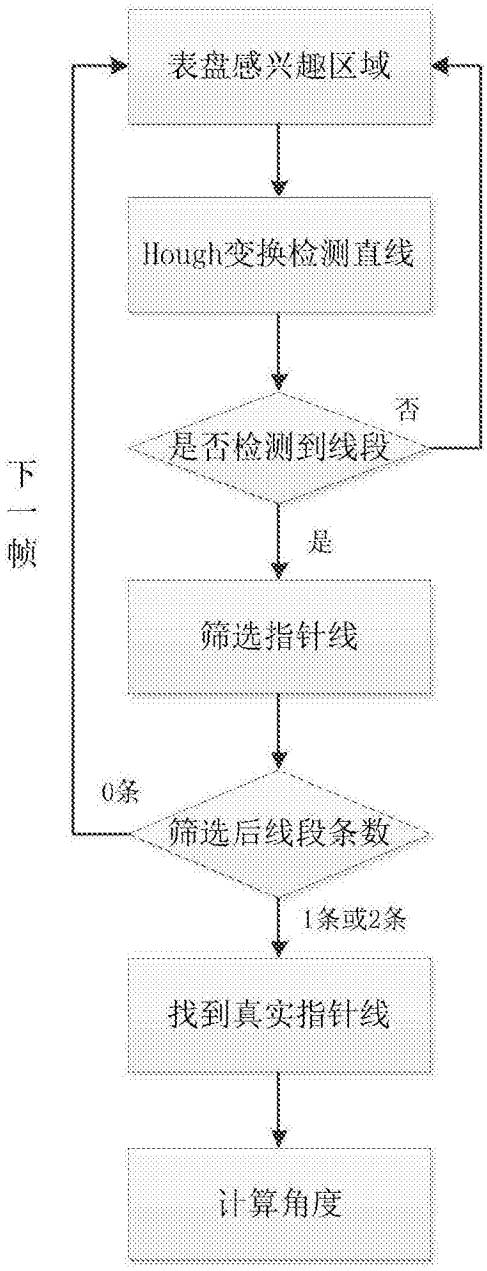

表盘感兴趣区域
Hough变换检测直线
是否检测到线段
否
是
下一帧
筛选指针线
0条
筛选后线段条数
1条或2条
找到真实指针线
计算角度

图4

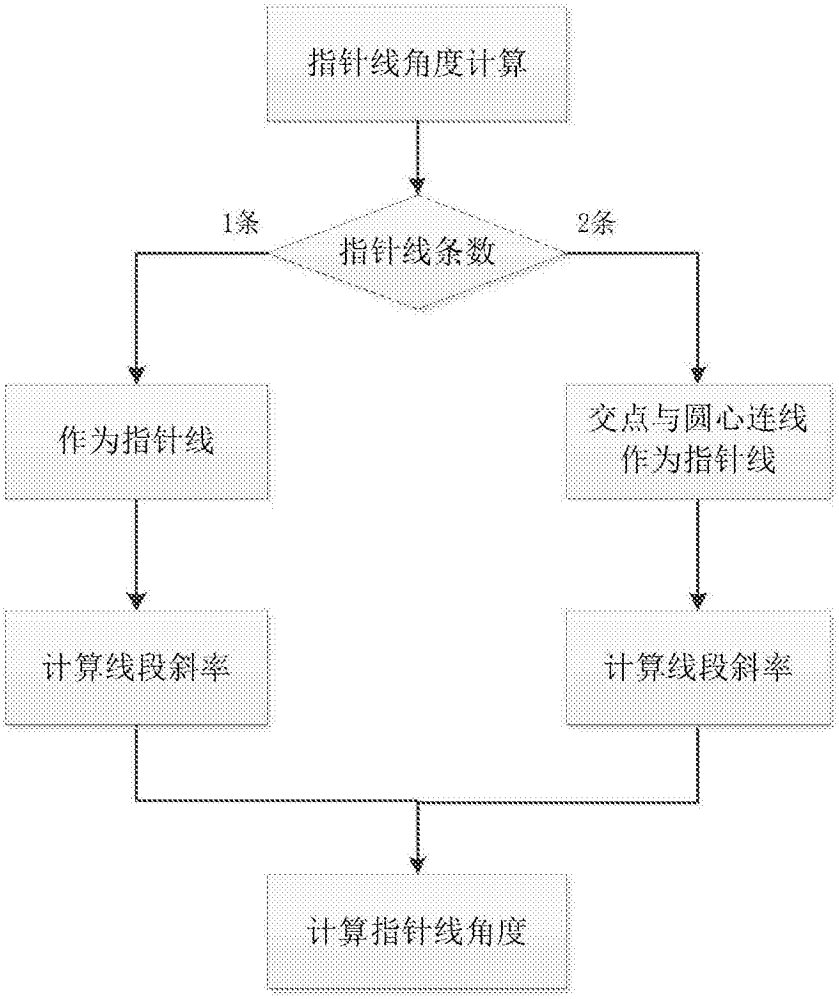

指针线角度计算
指针线条数
1条
2条
作为指针线
交点与圆心连线
作为指针线
计算线段斜率
计算线段斜率
计算指针线角度

图5

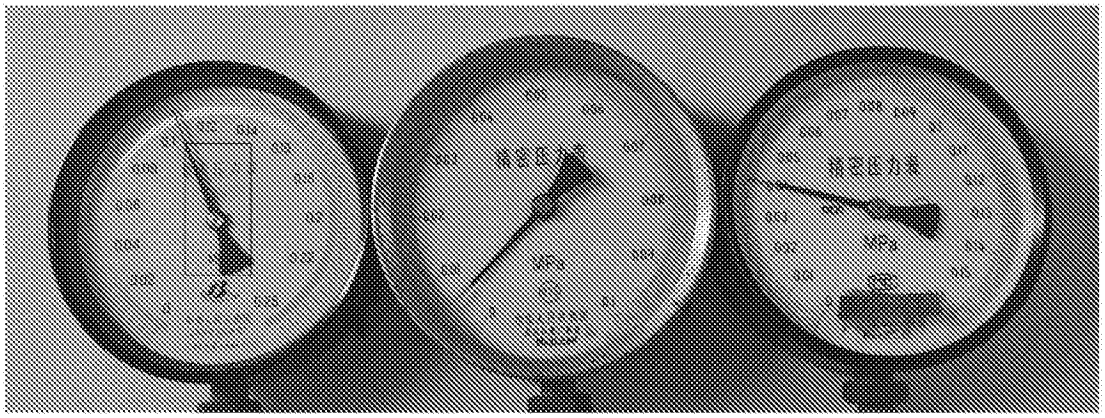


图6

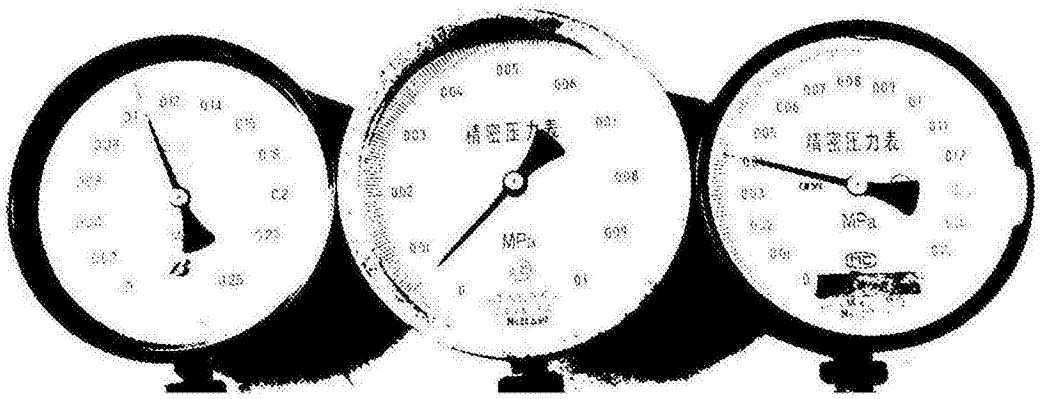



图7

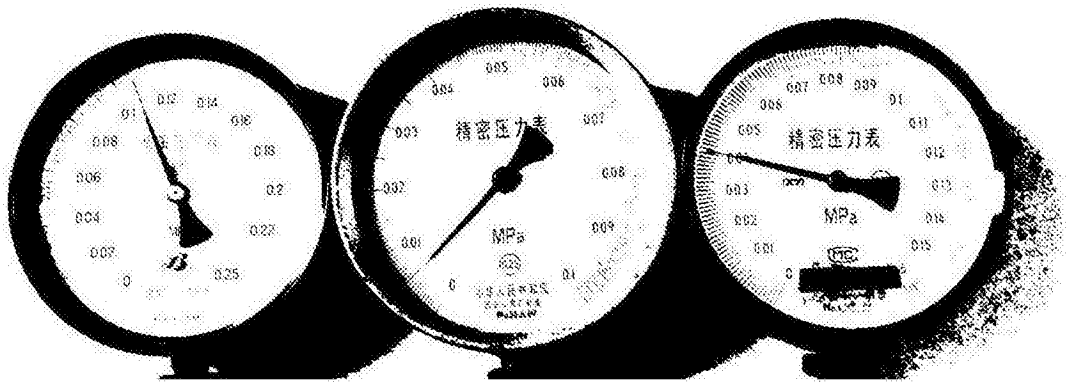



图8

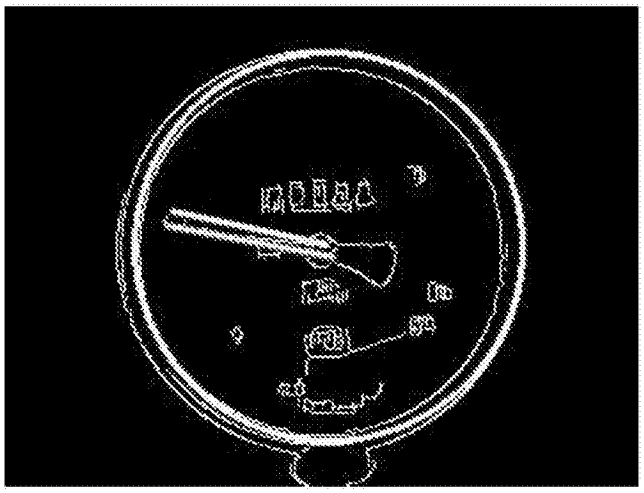


图9