

# 汽车仪表识别系统

## 研究报告

组员：朱翼、潘虹宇、马鑫宇、朱晟恺

目录

1 研究内容简述 ..... 2

1.1 图像预处理 ..... 2

1.2 指针读数识别 ..... 2

2 国内外迄今研究成果 ..... 3

2.1 研究现状 ..... 3

2.2 研究现状分析 ..... 4

3 采用的算法 ..... 5

3.1 寻找表盘圆 ..... 6

3.2 寻找指针 ..... 6

3.3 寻找最大最小刻度线 ..... 6

3.4 计算读数 ..... 6

4 实验结果分析 ..... 7

5 研究特色 ..... 7

6 参考文献 ..... 7

## 1 研究内容简述

关于仪表盘识别的图像处理总体分为两步：图像预处理与指针读数识别。

### 1.1 图像预处理

#### 1、灰度变换

摄像机采集的仪表图像为 RGB 真彩色的图像。RGB 真彩色图像的存储需要大量的空间，同样的，处理这样的图像所需的时间也会很长。所以必须采用一种存储空间小，运算速度快的颜色表示方式来对摄像机采集的图片进行存储。

#### 2、二值化

二值图像是整个凸显各种的所有点均为黑色或白色的灰度图像。二值图像的作用是突出感兴趣的目标物体。

#### 3、空间域图像增强

在图像生成和传输过程中，由于设备精度及噪声干扰等问题，可能会导致图像失真及质量下降，使得后续的图像分析及识别工作变得困难。

常见的空间域从图像增强方法有以下几种：

##### 1、邻域平均滤波；

##### 2、中值滤波；

##### 3、高斯滤波

##### 4、拉普拉斯锐化

### 1.2 指针读数识别

#### 1、确定旋转中心

仪表表盘圆心位置数据的提取，是图像识别程序模块最基本的部分，只有圆心位置坐标精准，才能保证后续处理的精确度能够达到要求。

用于搜索圆心信息的提取算法有多种，最常用的是 Hough 变换，另外还有基于半径最小二乘法拟合的方法、细化法、正交扫描法、阈值分割提取法和神经网络法等。其中细化法和正交扫描法对噪声比较敏感，明显不适合用于仪表图片。阈值分割提取法和神经网络法都是针对自然中圆形物体的算法，从原理上不适合用于仪表图片的旋转中心提取。

## 2、提取指针

基于多图的处理方法，通过差影法即可简单地获取指针图像。基于单图时，获取指针一般是通过 Hough 变换检测直线，再进行后续筛选。

## 3、计算读数

通过得到的指针与零刻度之间的夹角，计算读数。

## 2 国内外迄今研究成果

### 2.1 研究现状

同类研究最早始于国外。1994 年，Sablatnig 等人提出了一种基于 Hough 变换或线型变换的模拟仪表读数方法；1995 年，Kyong-Ho Kim 等人建立了一个完整的自动化仪表识别系统；2000 年，Corra Alegria 描述了结合差影法和 Hough 变换得到指针的读数方法。

国内同类研究从约 10 年前开始大量涌现。

2003 年，王三武、戴亚文等人研究了多刻度的仪表识别系统。后来更有多人针对现仪表识别方法的不足展开了研究。

2005 年，陈杰来、尤丽华等人通过小波变换边缘检测提取表盘图像，然后通过减影法将要读取数据的图像和初始图像相减得到指针信息，再通过 Hough 变换提取指针，最后通过角度差法读取数值。

2007 年，温和、滕召胜等人建立了指针与零刻度间夹角、长刻度与零刻度间夹角的失真校正算法，提高判读的准确度；罗大成、王仕成等人针对表盘面与镜头面不平行，设计了一种景深校平函数，并利用第二最近法则解决了指针误判问题。

2009 年，江泽涛等人研究了指针式仪表的旋转中心、半径、指针角度以及零刻度自动检测与校准的计算，提出了一种基于亚像素定位的拟合指针直线的方法；陈燕针对指针式水表的图像自动读数的判读方法展开了研究。

2010 年，郑菁菁利用目标图像的几何特征，将表盘进行特征提取并讨论了基于字符的像素密度特征与字符映射进行检测的算法；KihoKwak 等人研究了基于监督学习的边缘检测；戴海港、宫宁生等人提出了减影法与霍夫变换相结合的高精度仪表自动判读方法。

2011 年, 宋人杰、赵立亚讨论了关于使用 Hough 变换检测直线时如何减少计算量提高搜索效率; Nurdianabinti Nordin 与 Mohd Nazrin bin Muhammad 进行了基于颜色标记识别的 3D 物件定位的研究。

2012 年, 罗霄凌、张波提出了基于图像渲染的仪表指针视频识别方法; Carlos Behaine 等人讨论了基于主动形状模型的仪表读数系统。

## 2.2 研究现状分析

虽然与仪表自动读数、检定相关的大量研究成果已经出现, 但距离此类系统受到广泛应用还具有一定距离。造成未能广泛推广使用的主要原因有: 仪表的多样性、采集环境的复杂性等。由于仪表的表针颜色、大小没有明确的标准, 刻度线也是长短、样式不一, 系统必须按照目标仪表特征进行调整。模拟表识别时由于系统需要读取刻度线、刻度数值等信息, 此类信息具有零散、数量多、在图像上占据面积小等特点, 因此对所采集的图像要求较高, 很容易由于某一小部分信息缺失而导致最终结果出错。

在光源方面, 一般机器视觉识别系统都对光照等外部采集环境具有一定要求, 而模拟表由于表面带有保护罩, 容易造成反光导致光源照射角度受到了限制; 另外由于指针阴影会对识别效果产生影响, 不能因为光源照射产生灰度过深的阴影。如果直接在仪表盘正面加以光照, 必然会在保护罩上产生大面积的反光区域, 导致信息丢失; 若光源在仪表盘侧面或上方接近处, 则容易造成图片亮度不均匀和阴影颜色较深, 影响处理效果。目前普遍采用的照明方法是在较远处的上方或侧面采用单个或多个大面积光源, 以保证图片亮度不会过低。这种情况下阴影颜色较浅, 不会有严重反光区域, 但容易造成亮度不均匀。除了光源的位置, 仪表盘玻璃罩对光线的折射也会使仪表图片产生局部的亮度不均匀区域。

在处理方法方面, 现阶段存在着多种获取最终读数的方法。其中比较主流的是通过各种多种图像预处理方法结合不同的计算阈值方法对图进行二值化, 提取仪表表盘的刻度线、指针的旋转中心等信息; 再通过差影法、Hough 变换、模板检测等方法获得指针位置信息; 最后通过角度对比或者距离法获得读数。众多不同的方法事实上在多个方面存在着共性。从使用环境上讲, 绝大部分的算法都是以光照均匀、图像捕获清晰为前提的。从计算过程的角度来看, 众多方法都回避不了对旋转中心的计算。因为无论是分割

出刻度线区域，还是大部分读数方法都必须有一个基本精确的旋转中心坐标作为基础。可见旋转中心的计算对于指针表读数的重要性。

在众多阐述了不同仪表读数方法的文章中，有关如何获取旋转中心的方法基本可以分为以下三类：

1. 完全不提及如何计算旋转中心；
2. 差影法加后续处理，如最小二乘法等；
3. 特殊方法，包括针对个别样式仪表的特征进行提取等。

实际操作中对旋转中心坐标的拟合存在较多的限制。现存一般性的圆心参数提取方法虽多，却基本难以直接用于指针表的圆参数获取。

每种旋转中心拟合方法或多或少存在着限制，对于以上三类情况对应的具体分析如下：

1. 不讨论；

2. 事实上现存很多方法中的旋转中心搜索都脱离不了使用差影法。不可否认差影法对于仪表识别带来了重大的便利性，理想情况下可以通过差影能把可能有粘连的指针和刻度线两部分连通域分割得非常清楚，使后续处理变得非常方便且正确率有保证。但这同时给系统定下了几个限制，差影的两张图片需要在：1. 亮度分布比较相似；2. 指针位置不重叠；3. 摄像头与目标物的相对位置、角度等完全不变动的情况下获得。以上三点中的 2、3 点不满足都必然会导致方法失效；而第 1 点对结果的影响需要视亮度分布相差程度考虑。但若需要把系统使用在一般环境，即不设黑盒子以及人工光源等光源干预的措施，就必须找出一个判断方法判断差影结果是否有效，若结果无效需要重新获取两张图片。若能在单张图上完成对仪表的读数，则上述限制均不存在。

3. 例如使用模板检测法等，此类方法仅能针对个别仪表使用。模板检测法可以从单张仪表盘图片中获取读数；通过对图片进行预处理，可以使摄像头的摆放角度、和目标的距离不受过多的限制。但该方法主要的限制是要获取所有目标型号仪表的模板，且暂时未见关于把多个不同仪表集成到同一个系统中的可行性讨论，故未知使用于多个型号仪表时的可行性。此类方法需要针对每种仪表设立一种读数方法，且如果要完全实现自动化，系统需要有对不同型号、样式仪表进行自动识别的功能。

### 3 采用的算法

### 3.1 寻找表盘圆

首先将原图通过 **Sobel** 算子锐化，然后采用大津算法将图像二值化，作为预处理图像保存。

我们认为表盘圆是预处理图像中的最大连通域，因此首先枚举每个白点，对其进行 **DFS**，标记每一个白点所在的联通块。通过这种方法找到最大连通域后，我们删除不在最大连通域上的所有白点，只保留表盘圆上的点。

然而通常表盘圆具有一定厚度，很难定位。因此我们再次对图像进行 **Sobel** 锐化，将有一定厚度的表盘圆变成两个边界圆，然后找到内层圆上的一个点，并通过 **DFS** 取得整个内层圆，然后删除外层圆。

对于只有单像素厚度的内层圆，取其上对称的一共 10 对点，然后通过最小二乘法拟合圆心和半径。

### 3.2 寻找指针

首先我们估计原图中指针可能出现的区域为据中心 0.15 倍半径到 0.5 倍半径的区域，截取这个区域的图像作为热点区，此外作为杂质消除。

对于热点区，我们用 **Kirsch** 算子锐化，然后先用 5x5 的 **K** 近邻滤波进行平滑，再采用大津算法将图像二值化。指针所在区域收到刻度等对象的影响噪声较为严重，因此我们采用抗噪声强的 **RANSAC** 算法来定位指针所在直线，然后确定其指向并计算角度。

### 3.3 寻找最大最小刻度线

首先我们通过已知的表盘圆圆心和半径，在预处理图像中进行拟合，找到属于表盘圆的像素。然后我们擦除它们和圆外的所有像素。

我们通过扫描线从下往上扫描，当扫描线在左右两端分别遇到一个白点，而且位置分布较为合理时，我们认为白点是最大、最小刻度线上的点，将其与圆心连线，作为刻度线。

### 3.4 计算读数

我们通过已知最大最小刻度线的角度和指针的角度，算出相对读数。再根据用户输入的满度量程和零值，计算出仪表的真正读数。

#### 4 实验结果分析

我们分别对 9 幅不同的指针式仪表进行了测试，得出结果如下：

测试用例	零位值	满度值	最小分度值	人工读数	程序结果
1	0	260	5	174	173.96
2	0	180	10	120	120.66
3	0	260	5	174	173.19
4	0	180	10	120	119.70
5	0	220	5	166	157.73
6	10	140	5	100	100.97
7	0	200	5	128	131.85
8	10	150	?	107	127.21
9	0	240	10	235	234.69

成功 7 幅，失败 2 幅。其中用例 8 不是真实的仪表图像，首先其刻度线本身不是完全均匀的，有些刻度线没有指向圆心，而且分度值也不对。用例 5 为背景光照差别过大，且明暗的分界点恰好在刻度线的位置，导致刻度线未能测准。

#### 5 研究特色

我们的研究不限定指针式仪表的具体类型，除量程外不要求对仪表有先验知识，也不要求同一仪表的多次测量，实现了单副图像单次读数。

在处理表盘圆、指针、刻度线的过程中，我们因地制宜，针对性地采用了三种不同的滤波方法进行预处理，最终得到了比较好的识别效果。

刻度线识别方面，不同仪表刻度线差别很大，有较大的噪声干扰，而且缺乏相关资料。经过反复研究尝试，我们独创了扫描线法读取最大最小刻度，取得了较好结果。

#### 6 参考文献



- 
- [1] 孟祥雪. 基于机器视觉的汽车仪表读数检测技术研究[D]. 哈尔滨工业大学, 2012.
  - [2] 孙浩晏. 基于机器视觉的指针式仪表读数识别系统研究[D]. 吉林大学, 2015.
  - [3] 周封, 杨超, 王晨光, 等. 基于随机Hough变换的复杂条件下圆检测与数目辨识[J]. 仪器仪表学报, 2013, 34(3):622-628.
  - [4] 南江. 基于图像处理的汽车组合仪表盘识别系统[D]. 吉林大学, 2014.
  - [5] 吴梅, 王瑞, 李琦, 等. 基于总体最小二乘法的表盘图像中心点提取[J]. 自动化与仪表, 2013, 28(10):53-56.