

# 基于 MATLAB 的几种平面几何图形识别

陈荣鑫 任航麟

龙岩学院, 中国·福建 龙岩 364000

**摘要:** 识别图像中各种目标的几何形状是图像处理的一项重要内容, 在工业检测领域有重要应用。论文提出了一种基于 MATLAB 的识别几种平面几何图形的方法。首先, 通过对图像进行二值化处理, 并提取二值图像的连通分量信息, 计算图像中各种形状目标的圆度值, 从而实现对图像中圆形物体的识别。其次, 引入图像中目标面积与覆盖目标的最小矩形区域面积比值, 通过旋转图像获取比值的最大值, 从而识别出图像内一般三角形、矩形、圆形目标。最后, 论文提出的识别图像中目标几何形状的方法具有简单、高效等特点, 有一定的实际应用价值。

**关键词:** 图像二值化; MATLAB; 形状识别

## Recognition of Several Plane Geometric Objects based on MATLAB

Chen Rongxin\* Ren Hanglin

Longyan University, Longyan, Fujian, 364000, China

**Abstract:** Identifying the geometric shapes of various targets in images is an important aspect of image processing and has significant applications in the field of industrial inspection. The paper proposes a method based on MATLAB for identifying several planar geometric shapes. Firstly, by binarizing the image and extracting the connected component information of the binary image, the roundness values of various shaped targets in the image are calculated, thereby achieving the recognition of circular objects in the image. Secondly, the ratio of the target area in the image to the minimum rectangular area covering the target is introduced, and the maximum value of the ratio is obtained by rotating the image to identify general triangular, rectangular, and circular targets in the image. Finally, the method proposed in the paper for identifying the geometric shape of targets in images has the characteristics of simplicity and efficiency, and has certain practical application value.

**Keywords:** Image binarization; MATLAB; Shape recognition

## 0 前言

目标识别是图像处理及计算机视觉领域的关键问题, 计算机识别图像的流程主要包括图像的获取、预处理、抽取与选择、分类器设计与分类判定等环节。计算机存储和处理图像具有速度快的先天优势, 使得计算机图像处理与图像识别技术的应用十分广泛, 能够替代人工来处理图像识别的问题, 在较大程度上提高了工作效率<sup>[1]</sup>。在现实生活和工业生产中, 经常会需要对图像中的目标物体形状进行识别, 以便判断产品是否合格或进行产品分类包装。论文利用 MATLAB 平台, 通过对包含矩形、一般三角形和圆形目标的图像进行二值化处理、提取连通分量属性、计算圆度及旋转图像等操作, 实现了对这几种平面几何图形的识别。

## 1 圆形目标的识别

目前识别圆形目标的常见算法有 Hough 变换算法<sup>[2]</sup>, 模板匹配算法, 还有近年提出的利用直线分割来进行对圆形图像识别的算法<sup>[3]</sup>。在一些较复杂的背景环境下, 以上的方法可能会存在着识别效率低, 识别精度差等问题。论文使用了圆度检测算法来对图像中的圆形目标进行识别, 不需要待检测圆的先验知识。

圆度是对一个图像中目标轮廓接近圆形程度的描述, 可以通过获取图像目标的圆度值, 来判断目标是不是圆形<sup>[4]</sup>。一个目标的圆度值  $D$  的计算公式为<sup>[5]</sup>:

$$D = 4\pi S / l^2$$

式中,  $S$  为检测对象的边缘所围成的面积;  $l$  为检测对象边缘的周长。圆度值  $D$  越接近 1, 那么目标图像就越接近圆形。在实际的图像识别中, 所检测的目标图像几乎没有完全标准的圆, 即计算的圆度值  $D$  一般小于 1。如果已知目标图像中仅有一个圆形, 则圆度值最大的一个目标图像就可以确定是圆形。当所检测的图像中存在多个圆形目标时, 需要根据实际经验或场景来设定圆度阈值, 以便识别出圆形目标。

论文利用圆度检测圆形目标的步骤如下:

①根据经验知识确定圆度的阈值(如设定阈值为 0.85, 即认为圆度值大于 0.85 目标为圆, 圆度值小于 0.85 的目标不是圆);

②将待检测图像灰度化;

③对灰度图像去噪后, 再将灰度图像二值化;

④通过数学形态法对相应边界修补, 寻找边界;

⑤标记图像所有目标, 并计算它们的面积与周长;

⑥计算所有图像目标的圆度值, 和设置好的最优圆度

阈值进行对比, 判定每个目标是否为圆形。

为计算图像目标的圆度值, 论文利用 MATLAB 计算软件的 regionprops 函数来获取图像连通区域 (即目标) 的属性。MATLAB 的 regionprops 函数常用于图像分割、对象识别、特征提取等, 其语法为: STATS=regionprops(L, properties), 其中, L 是二值化图像数组; properties 是用逗号分隔开的一系列字符串, 表示要提取的目标区域属性参数; 输出结果 STATS 是一个包含每个区域的属性信息的结构数组, 包括区域的面积、周长、中心、矩形框等信息。通过对原图 (见图 1) 进行灰度化、去噪、二值化等预处理, 再利用 regionprops 函数获取图像连通区域属性, 最后计算各目标的圆度值, 结果如图 2 所示。可以看到, 若设定圆度阈值为 0.85, 则不论小圆或大圆其圆度值均大于设定阈值, 其他图形的圆度值都小于阈值, 表明论文方法可以有效识别图像中多个圆形目标。

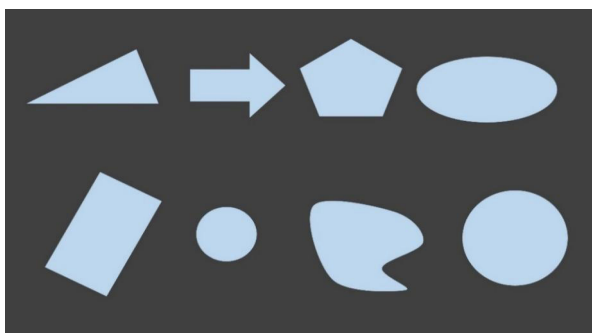


图 1 含多种形状目标的图像

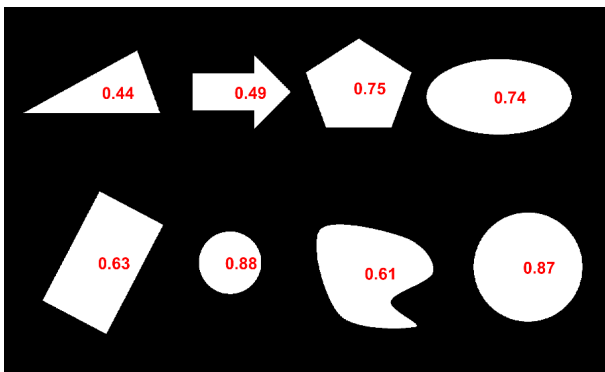


图 2 各形状目标的圆度值

## 2 一般矩形、三角形和圆形目标的识别

圆度法只适用于识别图像中圆形目标, 无法识别其他形状目标。为识别图像中同时存在的矩形、三角形和圆形目标, 我们可以定义图像中目标面积与覆盖此目标的最小矩形区域 (可称之为边界矩形, 其一边为水平方向, 另一边为垂直方向) 面积的比值  $P$ , 如图 3 所示。当旋转图像时, 目标的  $P$  值一般也随之变化。对于矩形目标, 当某一边为水平方向时, 边界矩形刚好完全覆盖矩形目标,  $P$  的最大为

$P_{m1} = 1$ 。当三角形目标的某一边为水平方向时, 利用三角形的面积计算公式  $S = 1/2ab$ , 其中  $a$  和  $b$  分别是边界矩形的长和宽, 可以得三角形目标的比值  $P$  最大为  $P_{m2} = 1/2$ 。圆形目标的边界矩形是正方形, 容易发现圆形目标的比值  $P$  不会随图像旋转而变化。考虑到边界正方形的边长等于的圆形目标半径  $R$  的 2 倍, 因此圆面积与边界矩形面积比值  $P$  的最大值为  $P_{m3} = \pi / 4 \approx 0.785$ 。

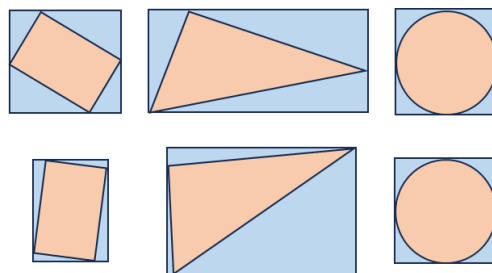


图 3 矩形、三角形、圆形及绕中心转过一定角度后的边界矩形示意图

利用比值法识别图像中目标形状的步骤如下:

①读入含有目标的图像, 如图 4 所示。

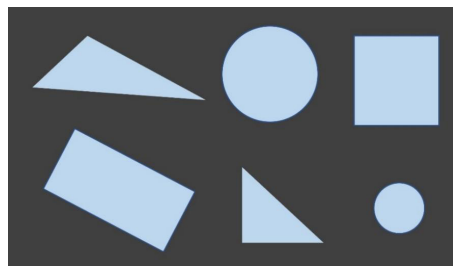


图 4 含矩形、三角形和圆形目标的图像

②对原图像进行二值化处理, 如图 5 所示。



图 5 二值化图像

③对二值图像进行旋转操作, 旋转角度从  $1^\circ \sim 180^\circ$ , 间隔为  $1^\circ$ 。利用 regionprops 函数获得旋转二值图像的每个连通区域 (目标) 的属性, 并计算每个旋转角度下各个目标的比值  $P$ 。图 6 显示的是图像逆时针旋转  $30^\circ$  后, 目标 (白色区域) 与相应的边界矩形的边框 (红色线条)。图 7 画出了各目标比值  $P$  与旋转角度的关系, 可以看到除了圆形目标外, 其余形状目标的比值  $P$  随图像旋转而变化, 且存在相应的最大值。

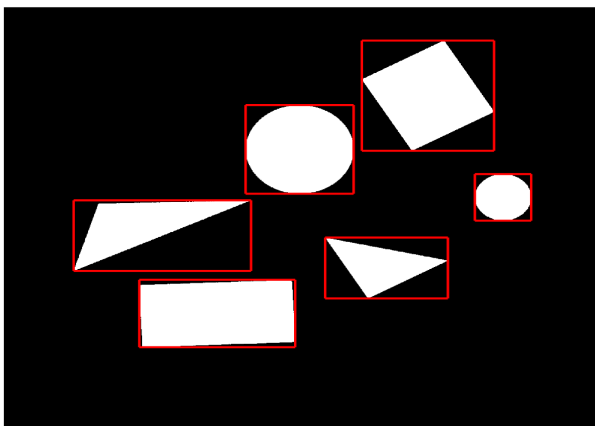


图 6 旋转 30 度后二值图像中各形状目标的边框

理论最大值  $P_{m1}=1$ 。因此，论文方法可以有效识别图像中多个矩形、一般三角形和圆形目标。

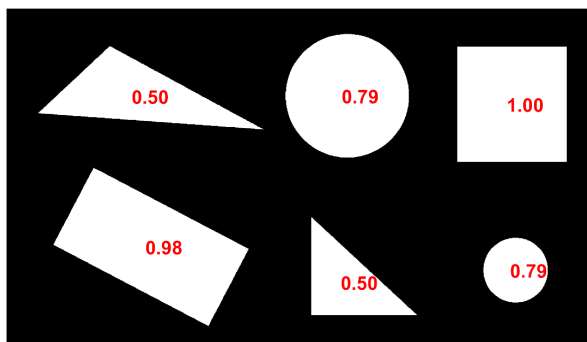


图 8 各形状目标比值最大值

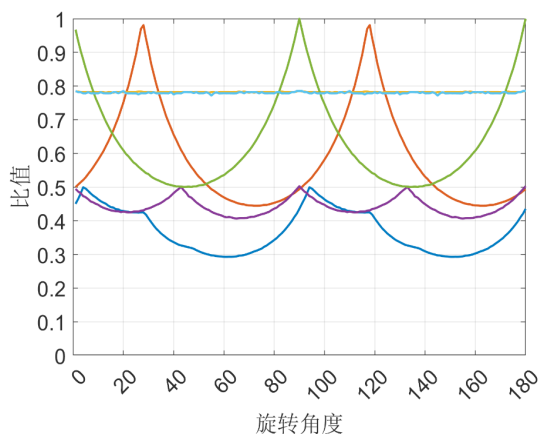


图 7 各目标的比值  $P$  与旋转角度关系

④找出每个目标比值  $P$  的最大值，并与各形状的理论最大比值进行对比，确定目标形状。图 8 标出了图 4 中各目标比值  $P$  的最大值。两个圆形目标比值的最大值均为 0.79 与理论最大值  $P_{m3} = \pi / 4 \approx 0.785$  很接近。两个三角形目标比值的最大值均为 0.50 与理论最大值  $P_{m2} = 1/2$  相同。两个矩形目标比值的最大值分别为 0.98 和 1.00，也接近或等于

### 3 结语

论文利用 MATLAB 的 regionprops 函数提取图像连通区域（图像目标）属性，通过计算各目标的圆度值，从而识别图像中圆形物体。当图像中同时存在矩形、三角形和圆形目标时，通过定义图像中各目标面积与覆盖此目标的最小矩形区域面积的比值，并旋转图像获取各目标比值的最大值，与理论最大值对比，进而识别出图像中圆形、三角形和矩形。

#### 参考文献：

- [1] 景晓军.图像处理技术及其应用[M].北京:国防工业出版社,2005.
- [2] Hough P V C. Method and Means for Recognizing Complex Patterns: U.S. Patent 3,069,654[P].1962-12-18.
- [3] 安培源,张华.基于边缘检测和Hough变换的圆定位算法[J].浙江理工大学学报,2018,39(5):593-598.
- [4] 杨娜,陈后金,李志林.复杂背景图像中圆检测的新算法[J].北京交通大学学报,2010,34(2):67-70.
- [5] 张之稳,宋世军.利用圆度进行圆定位的方法[J].山东大学学报(工学版),2006,36(1):19-22.

基金项目：龙岩学院博士科研启动项目（项目编号：LB2020005）。