



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105405122 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 16

(21) 申请号 201510699508. X

(22) 申请日 2015. 10. 26

(71) 申请人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市玄武区四牌楼 2 号

(72) 发明人 帅立国 魏有莹 陈慧玲 刘金肖

(74) 专利代理机构 江苏永衡昭辉律师事务所  
32250

代理人 王斌

(51) Int. Cl.

G06T 7/00(2006. 01)

G06T 7/60(2006. 01)

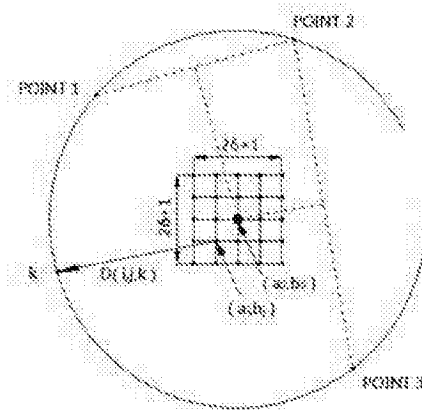
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于数据平稳性的圆检测方法

(57) 摘要

本发明提出了一种基于数据平稳性的圆检测方法, 第一步, 通过图像预处理得到单像素宽度的圆弧轮廓; 第二步, 运用所述单像素宽度的圆弧轮廓上不同的三点确定理论圆心的位置; 第三步, 计算出每一个可能圆心到所述单像素宽度的圆弧轮廓上各个像素点的距离数据; 第四步, 寻找真实圆心和真实半径; 求得真实圆心后, 所述真实圆心对应的所述距离数据的均值即为圆的半径。本发明占用内存小、计算量小, 实时性高、算法的准确性高。



1. 一种基于数据平稳性的圆检测方法,其特征包括以下步骤:

步骤 1:通过图像预处理得到单像素宽度的圆弧轮廓;所述单像素宽度的圆弧轮廓是指在圆的径向方向上,仅有一个像素点属于圆弧轮廓;

步骤 2:任意取单像素宽度的圆弧轮廓上三个不同的点,将三点两两连接,得到三条弦,任取两条弦,分别对两条弦做其垂直平分线,通过两垂直平分线的交点得到理论圆心;

步骤 3:以所述理论圆心为中心,给定一个圆心的波动范围宽度  $\delta$ ,  $\delta$  的单位是像素,计算出每一个可能圆心到所述单像素宽度的圆弧轮廓上各个像素点的距离数据,用以形成距离矩阵,求出每组距离数据的方差;所述距离矩阵为三维矩阵,第一维和第二维表征的是所述可能圆心的坐标,第三维表征的是以某所述可能圆心为圆心时,其与所述单像素宽度的圆弧轮廓上各个像素点的距离;

步骤 4:运用各个可能圆心对应的距离数据求得的方差,形成方差矩阵,所述方差为距离矩阵在各个坐标下第三维数据的方差,所述方差矩阵为二维矩阵;

步骤 5:寻找出所述方差矩阵的最小值,该最小值所对应的可能圆心即为真实圆心,所述真实圆心对应的所述距离数据的均值即为半径。

2. 根据权利要求书 1 所述的基于数据平稳性的圆检测方法,其特征包括以下步骤:

1) 将待处理的图像灰度化,得到单通道的数据的灰度图像;

2) 将灰度图像进行二值化处理,得到二值化图像;

3) 对二值化图像进行形态学处理去除图像噪音;

4) 对去除图像噪音的二值化图像进行骨架提取,

5) 对骨架提取后的图像进行去毛刺处理,获得该种圆弧轮廓,使其在圆的径向方向上仅有一个像素点属于圆,其余像素点均属于背景。

## 一种基于数据平稳性的圆检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于图像分析与识别领域,具体涉及一种基于数据平稳性的圆检测方法。

### 技术背景

[0002] 随着人工智能的不断发展,其对图像识别的准确性和实时性要求愈来愈高,无论是在军事、工业现场或者日常生活中,很多物体以圆形存在,为了实现圆形物体的定位,方便机械手的抓取,有效且实时地检测出圆的位置和尺寸参数显得十分必要。

[0003] 常见的圆检测方法有经典 Hough 变换圆检测法和随机 Hough 变换圆检测法。Hough 变换是 Paul Hough 在 1962 年提出的一种图像边缘检测技术,其可以检测出图像空间中的任意解析曲线。Hough 变换的突出优点在于将图像中的全局检测转换为参数空间中的局部峰值检测,此外, Hough 变换对随机噪声具有很好的鲁棒性且可检测外形不完整的解析曲线,因而被广泛使用。

[0004] 但是,在经典 Hough 变换中,图像空间到参数空间的变换是一到多的变换,因此占用内存大、计算量大,实时性不高。

[0005] 针对经典 Hough 变换存在的缺陷,随机 Hough 变换应运而生,但其由于无目标的随机采样,引起了大量的无效累计,降低了算法的准确性。

### 发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是现有的圆检测方法或者占用内存大、计算量大,实时性不高;或者会引起了大量的无效累计,算法的准确性低。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:一种基于数据平稳性的圆检测方法,包括以下步骤:步骤 1:通过图像预处理得到单像素宽度的圆弧轮廓;所述单像素宽度的圆弧轮廓是指在圆的径向方向上,仅有一个像素点属于圆弧轮廓;步骤 2:任意取单像素宽度的圆弧轮廓上三个不同的点,将三点两两连接,得到三条弦,任取两条弦,分别对两条弦做其垂直平分线,通过两垂直平分线的交点得到理论圆心;步骤 3:以所述理论圆心为中心,给定一个圆心的波动范围宽度  $\delta$ ,  $\delta$  的单位是像素,计算出每一个可能圆心到所述单像素宽度的圆弧轮廓上各个像素点的距离数据,用以形成距离矩阵,求出每组距离数据的方差;所述距离矩阵为三维矩阵,第一维和第二维表征的是所述可能圆心的坐标,第三维表征的是以某所述可能圆心为圆心时,其与所述单像素宽度的圆弧轮廓上各个像素点的距离;步骤 4:运用各个可能圆心对应的距离数据求得的方差,形成方差矩阵,所述方差为距离矩阵在各个坐标下第三维数据的方差,所述方差矩阵为二维矩阵;步骤 5:寻找出所述方差矩阵的最小值,该最小值所对应的可能圆心即为真实圆心,所述真实圆心对应的所述距离数据的均值即为半径。

[0008] 本发明与经典 Hough 变换圆检测法相比,避免了一到多的空间变换,实时性更高;具有很好的鲁棒性且可检测外形不完整的圆弧;本发明与随机 Hough 变换圆检测相比,本发明用圆弧上任意三点确定圆心的大概位置,该步骤对后续步骤中运用数据平稳性最终确

定圆心位置的影响较小,故而准确性较高。此外,由于噪声、图像处理过程等因素产生的影响,所述理论圆心会存在不同程度的偏差,为了克服此问题,给定一个圆心的波动范围宽度  $\delta$ ,  $\delta$  的单位是像素,则可能圆心的位置范围是,即行列宽度均是  $\delta$  的矩阵;所述距离向量,是指以某一个可能圆心为圆心时,所述可能圆心到单像素宽度的圆弧轮廓上每一个像素点的距离,这是一个多维向量,向量的维数等于单像素宽度的圆弧轮廓的像素点数;所述距离矩阵,是由所有的所述可能圆心得到的所述距离数据的组合;所述方差矩阵,是分别对每一个所述距离向量求方差,再将所有的所述可能圆心得到的方差进行组合;由数学常识可知,圆上各点到圆心的距离相等,换言之,圆上个点到圆心的距离,这组数据的方差为零。考虑到数字图像本身特性的影响,图像处理所得的所述单像素宽度的圆弧轮廓到圆心的距离的方差不可能为零,只能尽量接近零。因此,寻找出所述方差矩阵中的最小元素,其对应着真实圆心所在位置,其对应的所述数据向量的均值即为真实半径。

[0009] 具体的,所述步骤 1 中预处理的方法包括以下步骤:1)将待处理的图像灰度化,得到单通道的数据的灰度图像;2)将灰度图像进行二值化处理,得到二值化图像;3)对二值化图像进行形态学处理去除图像噪音;4)对去除图像噪音的二值化图像进行骨架提取;5)对骨架提取后的图像进行去毛刺处理,获得该种圆弧轮廓,使其在圆的径向方向上仅有一个像素点属于圆,其余像素点均属于背景。

[0010] 本发明的优点是:占用内存小、计算量小,实时性高、算法的准确性高。

## 附图说明

[0011] 图 1 是本发明实施例的圆检测流程图。

[0012] 图 2 是本发明圆检测方法的原理图。

[0013] 图 3 是本发明实施例的图像处理过程展示。

[0014] 图 4 是本发明实施例的圆检测结果展示,(圆心由“+”标记,虚线“--”显示的是根据检测到的圆心和半径所绘制的圆)。

## 具体实施方式

[0015] 实施例:

为了更加清楚地阐述本发明的技术能容,特举实例并结合附图予以说明。

[0016] 图 1 是本发明的流程图,图像经过图像预处理流程,得到单像素宽度的圆弧轮廓;再将所述单像素宽度的圆弧轮廓用于特征区域确定,具体地,用所述的单像素宽度的圆弧轮廓上的任意三点确定理论圆心,再以理论圆心为中心,给定可能圆心的波动范围;接着,在可能圆心范围内进行特征量计算,具体而言涉及距离矩阵和方差矩阵;最后,由圆的特性和数据平稳性的相关知识确定圆心的准确位置和半径。

[0017] 图 2 是本发明圆检测方法的原理图,由所述单像素宽度的圆弧轮廓上的任意三点 POINT1、POINT2 和 POINT3 确定理论圆心;以理论圆心为中心,给定可能圆心的波动范围宽度  $\delta$ ,  $\delta$  的单位是像素,则可能圆心的位置是行列宽度均是  $\delta$  的矩阵;求该矩阵上每一点,即每一个可能圆心到所述单像素宽度的圆弧轮廓上每一个像素点的距离  $D(i, j, k)$ ,最终得到了所述距离矩阵,所述距离矩阵是一个三维矩阵,第一维和第二维表征的是所述可能圆心的坐标,第三维表征的是以某所述可能圆心为圆心时,其与所述单像素宽度的圆弧轮

廓上各个像素点的距离。

[0018] 图 3 是本发明步骤 1 中预处理的方法,包括以下步骤:

- 1) 将待处理的图像灰度化,得到单通道的数据的灰度图像;
- 2) 将灰度图像进行二值化处理,得到二值化图像;
- 3) 对二值化图像进行形态学处理去除图像噪音;
- 4) 对去除图像噪音的二值化图像进行裁剪,裁剪出图像中圆所在的区域图像;
- 5) 对裁剪得到的图像进行骨架提取;
- 6) 对骨架图像进行去毛刺,获得该种圆弧轮廓,使其在圆的径向方向上仅有一个像素点属于圆,其余像素点均属于背景,即最终预处理完毕的图像。

[0019] 图 4 是本发明实施例的圆检测结果展示,由该图可以看出,本发明提出的基于数据平稳性的圆检测方法具有很高的精度。

[0020] 以上结合附图对本发明的实施方式做出详细说明,但本发明不局限于所描述的实施方式。对本领域的普通技术人员而言,在本发明的原理和技术思想的范围内,对这些实施方式进行多种变化、修改、替换和变形仍落入本发明的保护范围内。



图 1

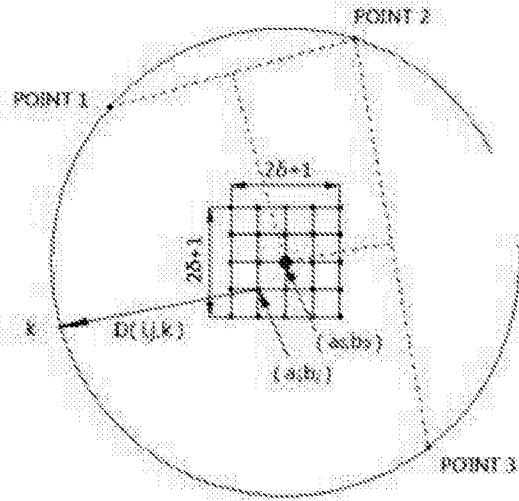


图 2

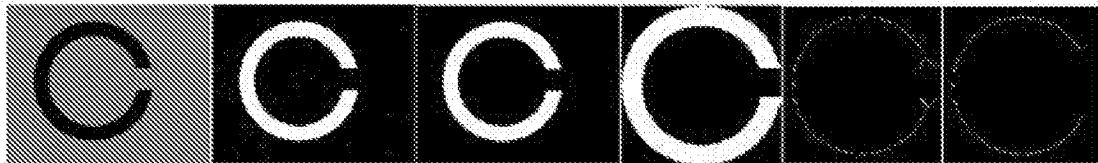


图 3

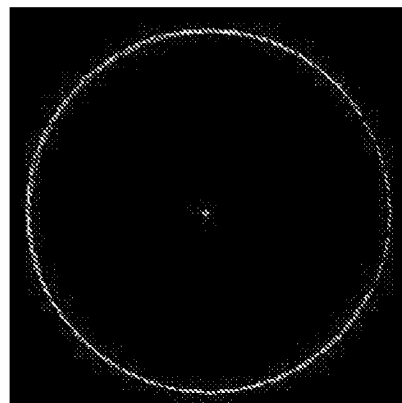


图 4