



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101246552 B

(45) 授权公告日 2010.08.04

(21) 申请号 200810064063.8

(22) 申请日 2008.03.03

(73) 专利权人 哈尔滨工程大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区南通大街145号1号楼哈尔滨工程大学科技处知识产权办公室

(72) 发明人 卞红雨 朱殿尧 张志刚 刘铭

(51) Int. Cl.

G06K 9/46 (2006.01)

G06T 7/00 (2006.01)

审查员 慈丽雁

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种基于图像处理技术的椭圆与矩形目标识别方法

(57) 摘要

本发明涉及数字图像处理技术领域,公开了一种基于图像处理技术的椭圆与矩形目标识别方法。由于形状本身的相似性,椭圆和矩形的分类识别是数字图像处理技术的经典难题之一。本发明采用的方法的核心是,首先求出目标区域与边界框的几何中心、面积、周长等参数;利用目标区域与边界框的中心偏差距离这一特征区分高度对称区域和非高度对称区域;对于高度对称区域,再利用目标区域与边界框的面积差异和周长差异组成特征矢量进行矩形和椭圆的识别。该方法具有运算速度快、识别准确率高的特点。本发明同时给出了各特征的统计曲线和仿真处理结果。

1. 一种基于图像处理技术的椭圆与矩形目标识别方法,其特征是包括如下具体步骤:
  - (1) 对原始图像进行滤波、二值化和二值图像标记;
  - (2) 计算目标区域的几何参数:区域面积A、区域周长P、几何中心  $(\bar{r}, \bar{c})$ 、最小惯性轴角度  $\alpha$ ;
  - (3) 将目标区域旋转  $\alpha$ ,求旋转后区域的边界框;
  - (4) 计算边界框的区域面积A'、区域周长P'和几何中心  $(\bar{r}', \bar{c}')$ ;
  - (5) 计算目标区域与边界框的中心偏差距离R;
  - (6) 当R小于某一阈值,则目标区域是高度对称的,否则,目标区域不是高度对称的,不可能是椭圆或矩形,所述的某一阈值为1.6;
  - (7) 对高度对称区域,计算目标区域与边界框的面积差异DeltaA和周长差异DeltaP;
  - (8) 利用DeltaA和DeltaP构成的二维特征向量来区分椭圆和矩形。

## 一种基于图像处理技术的椭圆与矩形目标识别方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种数字图像处理技术,特别是一种矩形与椭圆目标的识别方法。

### 背景技术

[0002] 基于区域形状的目标识别是数字图像处理技术的重要内容之一。在数字图像处理的应用领域中,经常需要对矩形和椭圆目标进行分类识别。由于形状本身的相似性,椭圆和矩形的分类识别是数字图像处理技术的经典难题之一。

[0003] 基于图像处理技术的自动报靶系统研究(南京航空航天大学硕士论文,2005.7)中,利用 Hough 变换和椭圆的几何特性识别,首先利用对称性分离椭圆的纵轴和横轴,再利用 Hough 变换进行进行直线检测识别得到纵轴和横轴,由二者的交点确定椭圆圆心并进一步得到其它参数。基于误差理论的椭圆识别快速算法(信息与电子工程.2005年12月,第3卷第4期.249~252页)中,提出了一种基于误差理论的椭圆识别算法,其关键是根据图像边缘点坐标构造矩阵及多项式,通过求解多项式的特征根得到长短半轴,再利用实际边缘坐标与标准椭圆边缘的方差求得点位精度,作为判别椭圆与否的特征量。Efficient Technique for Ellipse Detection Using Restricted Randomized Hough Transform(Proceedings of the International Conference on Information Technology :Coding and Computing(ITCC' 04)2004)中,提出一种受限随机 Hough 变换(Restricted Randomized Hough Transform——RRHT),其关键在于检测椭圆时限定被选择点的范围,从而比随机 Hough 变换耗费更少的时间,并具有更高的准确率。Nawwaf Kharm and Peter Grogono Fast Robust GA-Based Ellipse Detection(Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition(ICPR' 04))中,提出了一种利用多人遗传算法(Multi-Population Genetic Algorithm——MPGA)进行椭圆检测,平均耗时134.58秒。一种基于长轴和对偶性的椭圆检测新算法(光学技术.2007.V01.33 No.5 Sep.763~765)中的方法,是在目标为椭圆的前提下对椭圆参数进行检测,是基于长轴和对偶性的椭圆检测新算法。对于一幅720×480像素的二值图片,利用该文献的检测方法在P4,2.4G编程环境为VC6.0的计算机上耗时1.4s。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供可快速、有效地对图像中的矩形或正方形与椭圆或圆形目标的一种基于图像处理技术的椭圆与矩形目标识别方法。

[0005] 该方法具体包括如下步骤:

[0006] 1. 对原始图像进行滤波、二值化和二值图像标记;

[0007] 2. 计算目标区域的几何参数:区域面积A、区域周长P、几何中心 $(\bar{r}, \bar{c})$ 、最小惯性轴角度 $\alpha$ ;

[0008] 3. 将目标区域旋转 $\alpha$ ,求旋转后区域的边界框;

- [0009] 4. 计算边界框的区域面积  $A'$ 、区域周长  $P'$  和几何中心  $(\bar{r}', \bar{c}')$ ;
- [0010] 5. 计算目标区域与边界框的中心偏差距离  $R$ ;
- [0011] 6. 当  $R <$  某一阈值, 则目标区域是高度对称的, 否则, 目标区域不是高度对称的, 不可能是椭圆或矩形;
- [0012] 7. 对高度对称区域, 计算目标区域与边界框的面积差异  $\Delta A$  和周长差异  $\Delta P$ ;
- [0013] 8. 利用  $\Delta A$  和  $\Delta P$  构成的二维特征向量来区分椭圆和矩形。
- [0014] 利用本发明所公开的基于图像处理技术的矩形与椭圆目标识别方法, 可快速、有效地对图像中的矩形与椭圆目标进行分类识别。由于正方形和圆形分别是矩形和椭圆的特例, 利用本方法也可以识别正方形和圆形。[Nawwaf Kharma and Peter Grogono FastRobust GA-Based Ellipse Detection Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition(ICPR' 04)] 中, 提出了一种利用多人遗传算法 (Multi-Population Genetic Algorithm——MPGA) 进行椭圆检测, 平均耗时 134.58 秒。一种基于长轴和对偶性的椭圆检测新算法 (光学技术. 2007. V01. 33 No. 5 Sep. 763 ~ 765) 中的方法, 是在目标为椭圆的前提下对椭圆参数进行检测, 是基于长轴和对偶性的椭圆检测新算法。对于一幅  $720 \times 480$  像素的二值图片, 利用该文献的检测方法在 P4, 2.4G 编程环境为 VC6.0 的计算机上耗时 1.4s。《基于误差理论的椭圆识别快速算法》(信息与电子工程. 2005 年 12 月, 第 3 卷第 4 期. 249 ~ 252 页) 一文中魏怡等提出的基于误差理论的椭圆识别快速算法与本节所述的矩形与 (椭) 圆形区域自动分类识别具有相同功能, 文中指出: 使用该算法对多幅图像中的椭圆进行识别, 算法在微机 (Intel P4 2.8GHz) 上的平均执行速度为 2.3 秒 / 幅。对于本本发明所述的算法以对图 5.16(a) 识别为例, 其尺寸为  $274 \times 425$ , 在一台 CPU 为 AMD1600+, 操作系统为 Windows2000, 编程环境为 VC 6.0 的 PC 上耗时 60ms。其识别速度有了至少两个量级的提高。

### 附图说明

- [0015] 图 1 为二值图像标记, 其中图 1-a 是二值图像、图 1-b 是连通成分标记;
- [0016] 图 2 为图像区域边界框, 其中图 2-a 是任意角度椭圆及其边界框、图 2-b 是主轴水平椭圆及其边界框;
- [0017] 图 3 为椭圆的中心偏差距离统计曲线;
- [0018] 图 4 为矩形的中心偏差距离统计曲线;
- [0019] 图 5 为非高度对称区域的中心偏差距离统计曲线;
- [0020] 图 6 为椭圆区域与边界框的面积差异和周长差异统计曲线;
- [0021] 图 7 为矩形区域与边界框的面积差异和周长差异统计曲线;
- [0022] 图 8 为椭圆和矩形目标的二维特征向量图。
- [0023] 图 9 仿真处理结果, 其中图 9-a 是待分类二值图像、图 9-b 是分类结果。

### 具体实施方式

- [0024] 下面结合示意图说明本发明的具体实施方式。
- [0025] 1. 对原始图像进行滤波、二值化等, 获得含有多个不同形状目标的二值化图像, 并

对各目标区域进行标记。对含有多目标的图像,图像标记是必不可少的过程,可以实现图像中多目标区域的分割与标记,是后面处理的基础。图像标记具体算法见参考文献 [6] [7],结果如图 1。

[0026] 2. 计算目标区域的几何参数。几何参数包括:

[0027] (1) 区域面积  $A$ ——区域内的像素数,即:

$$[0028] \quad A = \sum_{(r,c) \in R} 1$$

[0029] 其中  $R$  表示区域的像素集合,  $(r, c)$  表示集合内的元素;

[0030] (2) 区域周长  $P$ ——区域的 8 连通边界像素所围成的曲线的长度;

[0031] 设  $P_1$  是由 8 连通的区域边界像素组成的集合,其中的像素按顺序排成一个序列  $p = \langle (r_0, c_0), \dots, (r_{1-1}, c_{1-1}) \rangle$ ,序列中前后两个像素是相邻的,包括第一个像素和最后一个像素在内。那么周长定义为:

$$[0032] \quad P = k_1 + \sqrt{2} k_2$$

[0033] 其中  $k_1$  为水平或垂直链码段个数,  $k_2$  为对角线链码段个数。

[0034] (3) 几何中心  $(\bar{r}, \bar{c})$ ——区域的平均位置;

$$[0035] \quad \bar{r} = \frac{1}{A} \sum_{(r,c) \in R} r \quad (1)$$

$$[0036] \quad \bar{c} = \frac{1}{A} \sum_{(r,c) \in R} c$$

[0037] (4) 最小惯性轴角度  $\alpha$ ——反映了目标区域的方向;

[0038] 首先计算区域的二阶空间矩:

[0039] 二阶行距:

$$[0040] \quad \mu_{rr} = \frac{1}{A} \sum_{(r,c) \in R} (r - \bar{r})^2 \quad (2)$$

[0041] 二阶混合矩:

$$[0042] \quad \mu_{rc} = \frac{1}{A} \sum_{(r,c) \in R} (r - \bar{r})(c - \bar{c}) \quad (3)$$

[0043] 二阶列距:

$$[0044] \quad \mu_{cc} = \frac{1}{A} \sum_{(r,c) \in R} (c - \bar{c})^2$$

[0045] 最小惯性轴与水平方向的夹角  $\alpha$  为:

$$[0046] \quad \tan 2\hat{\alpha} = \frac{2 \sum (r - \bar{r})(c - \bar{c})}{\sum (r - \bar{r})^2 - \sum (c - \bar{c})^2}$$

$$[0047] \quad = \frac{2 \frac{1}{A} \sum (r - \bar{r})(c - \bar{c})}{\frac{1}{A} \sum (r - \bar{r})^2 - \frac{1}{A} \sum (c - \bar{c})^2}$$

$$[0048] \quad = \frac{2\mu_{rc}}{\mu_{rr} - \mu_{cc}}$$

[0049] 3. 将目标区域旋转  $\alpha$ , 求旋转后区域的边界框;

[0050] 首先根据 2 中得到的最小惯性轴角度值, 将原始目标区域旋转  $\alpha$ ; 再找到目标区域的最上、最下、最左、和最右点四个点, 这四个点可以确定由水平和竖直四条边组成的、把整个区域围起来并与区域相接的一个矩形, 即为边界框, 如图 2 所示;

[0051] 4. 计算边界框的区域面积  $A'$ 、区域周长  $P'$  和几何中心  $(\bar{r}', \bar{c}')$ ;

[0052] 设边界框左上点的坐标为 (left, top), 右下点坐标为 (right, bottom), 则边界框的区域面积为:

$$[0053] \quad A' = (\text{right} - \text{left} + 1) \times (\text{bottom} - \text{top} + 1)$$

[0054] 区域周长为

$$[0055] \quad P' = ((\text{right} - \text{left} + 1) + (\text{bottom} - \text{top} + 1)) \times 2$$

[0056] 几何中心  $(\bar{r}', \bar{c}')$  为:

$$[0057] \quad \bar{r}' = \frac{\text{left} + \text{right}}{2} \quad (4)$$

$$[0058] \quad \bar{c}' = \frac{\text{top} + \text{bottom}}{2}$$

[0059] 5. 计算目标区域与边界框的中心偏差距离  $R$ , 即  $(\bar{r}, \bar{c})$  与  $(\bar{r}', \bar{c}')$  的欧氏距离:

$$[0060] \quad R = \sqrt{(\bar{r} - \bar{r}')^2 + (\bar{c} - \bar{c}')^2}$$

[0061] 6. 当  $R <$  某一阈值, 则目标区域是高度对称的, 否则, 目标区域不是高度对称的, 不可能是椭圆或矩形。为确定阈值, 对不同尺寸、不同最小惯性轴角度的矩形和椭圆中心偏差距离, 以及非高度对称目标区域的中心偏差距离进行了统计, 见图 3、图 4 和图 5。可见取阈值 1.6 可以区分高度对称和非高度对称目标。

[0062] 7. 对高度对称区域, 计算目标区域与边界框的面积差异  $\Delta A$  和周长差异  $\Delta P$ :

$$[0063] \quad \Delta A = \frac{A' - A}{A'}$$

$$[0064] \quad \Delta P = \frac{P' - P}{P'}$$

[0065] 对各种尺寸、角度的矩形和椭圆形目标区域进行统计,  $\Delta A$  和  $\Delta P$  呈现不同的分布, 见图 6、图 7。

[0066] 8.  $\Delta A$  和  $\Delta P$  构成二维特征向量, 见图 8, 可以用来区分椭圆和矩形目标。分类的仿真结果见图 9。

1	0	0	1	1	1
1	1	0	1	1	1
0	0	0	0	1	1
1	0	1	0	0	0
1	0	0	1	1	1
1	1	0	1	1	1

图 1-a

1	0	0	2	2	2
1	1	0	2	2	2
0	0	0	0	2	2
3	0	4	0	0	0
3	0	0	5	5	5
3	3	0	5	5	5

图 1-b

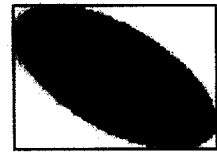


图 2-a



图 2-b

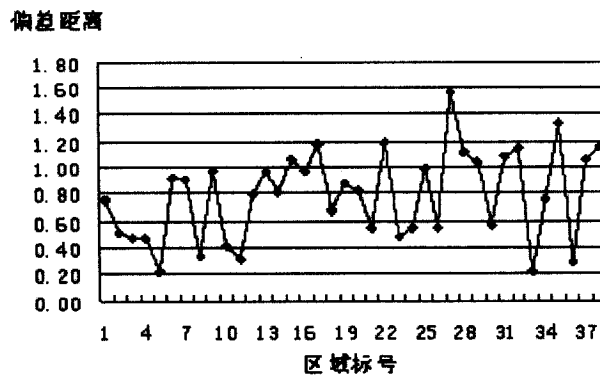


图 3

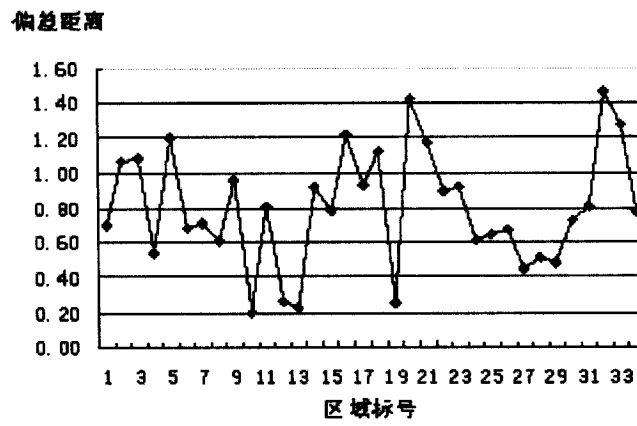


图 4

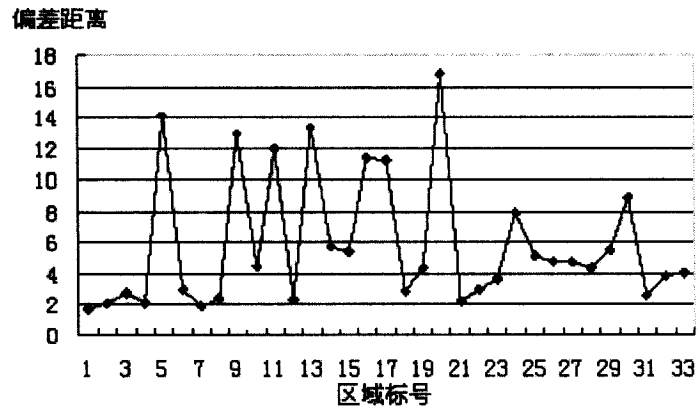


图 5

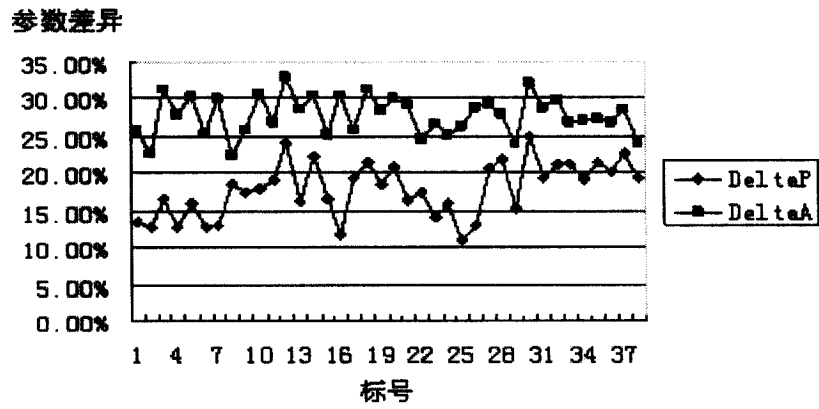


图 6

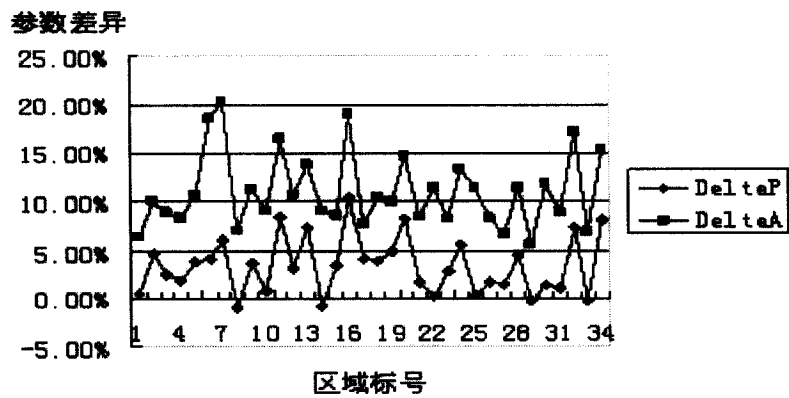


图 7

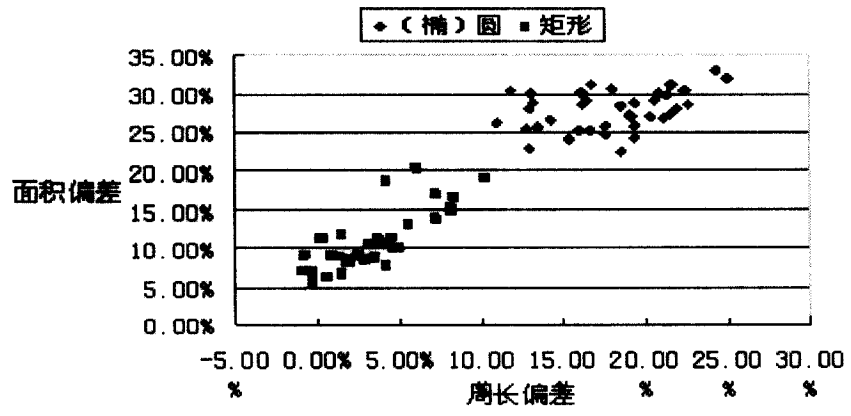


图 8

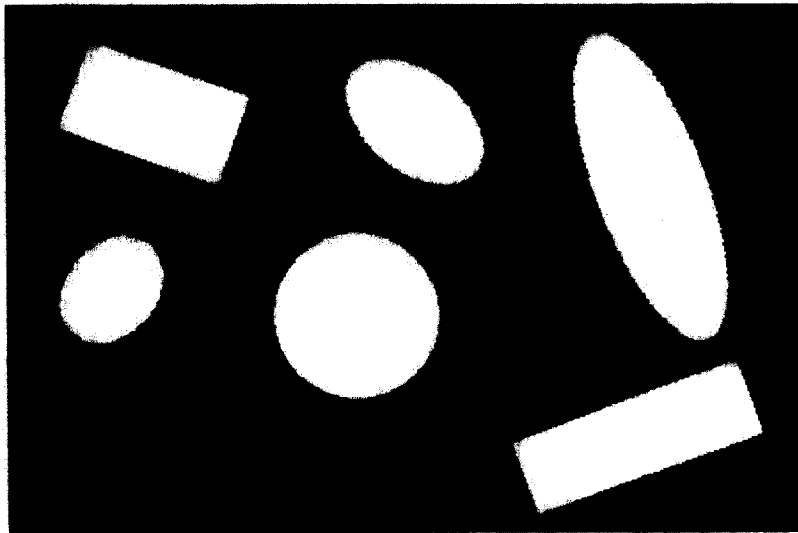


图 9-a

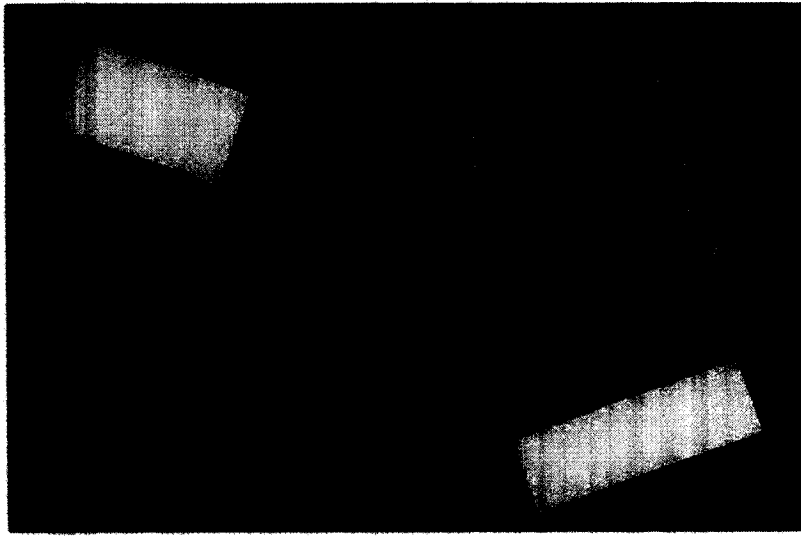


图 9-b