



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110222688 B

(45) 授权公告日 2021.06.18

(21) 申请号 201910498541.4

(22) 申请日 2019.06.10

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110222688 A

(43) 申请公布日 2019.09.10

(73) 专利权人 重庆邮电大学
地址 400065 重庆市南岸区南山街道崇文
路2号

(72) 发明人 吕青松 唐云丰 高云

(74) 专利代理机构 重庆辉腾律师事务所 50215
代理人 卢胜斌

(51) Int. Cl.
G06K 9/32 (2006.01)
G06K 9/46 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 109086763 A, 2018.12.25

CN 108921177 A, 2018.11.30

CN 109740591 A, 2019.05.10

US 2014072217 A1, 2014.03.13

李巍等. 一种自动读取指针式仪表读取的方法.《南京大学学报(自然科学)》.2019,第55卷(第1期),第117-124页.

li fang et al..a coarse-to-fine approach for industrial meter detection and its application.《2016 IEEE workshop on advanced robotics and its social impacts》.2016,第214-220页.

审查员 李亚楠

权利要求书2页 说明书5页 附图1页

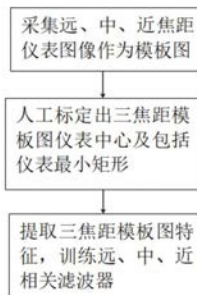
(54) 发明名称

一种基于多层次相关滤波的仪表定位方法

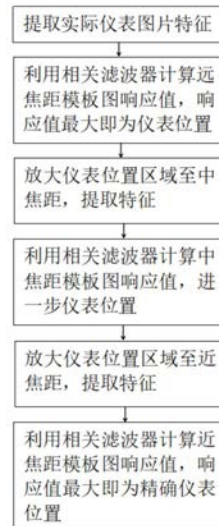
(57) 摘要

本发明涉及图像处理,具体为一种基于多层次相关滤波的仪表定位方法,包括采集远中近焦距仪表图像作为模板图;人工标定焦距模板图的仪表中心,框住仪表最小矩形;提取模板图的HOG特征;制作相关滤波器;提取实际仪表图片HOG特征;用远焦距相关滤波器计算实际图片响应值;放大最大响应值仪表区域至中焦距;提取中焦距仪表区域HOG特征;计算中焦距仪表区域响应值;放大最大响应值仪表区域至近焦距;提取近焦距仪表区域HOG特征;计算近焦距仪表区域响应值;最大响应值仪表区域则为精确仪表位置;本采用逐步放大图像,层层定位,有着极高的仪表定位精度;提取的特征不易受表盘的复杂因素影响,有着较高的鲁棒性;识别迅速,高效定位。

准备阶段



正式阶段



1. 一种基于多层次相关滤波的仪表定位方法, 其特征在于, 包括准备阶段和正式识别阶段, 其中准备阶段包括:

S11: 采集远焦距仪表图、中焦距仪表图、近焦距仪表图作为模板图;

S12: 人工标定模板图的旋转中心, 用最小矩形框住仪表区域;

S13: 提取模板图的方向梯度直方图特征, 训练远焦距相关滤波器、中焦距相关滤波器、近焦距相关滤波器, 在相关滤波器函数中, 第*i*个图像的标签函数为 y_i , $y_i \in [0, 1]$, 利用高斯函数作为权值函数使得当图像越靠近仪表旋转中心时, y_i 越大, 当 x_i 处于中心时, $y_i = 1$, $x_i = 0$, 远焦距相关滤波器表示为:

$$g(p) = k^{x_1 p} \cdot * \frac{y_i}{k^{x_1 x_1} + \lambda};$$

其中, $g(p)$ 为远焦距相关滤波器, $k^{x_1 p}$ 为实际图方向梯度直方图特征 p 向量与第 x_1 个焦距图核函数, $k^{x_1 x_1}$ 为 x_1 焦距下的高斯核函数, y_i 为第*i*个图像的标签函数; $*$ 表示点乘, 即向量的内积; 正式阶段为:

S21: 提取实际仪表图像方向梯度直方图特征;

S22: 利用远焦距相关滤波器计算实际仪表图像方向梯度直方图与远焦距模板图的方向梯度直方图的响应值, 该响应值的最大值即为仪表位置区域;

S23: 放大仪表位置区域至中焦距, 提取中焦距仪表区域方向梯度直方图特征;

S24: 利用中焦距相关滤波器计算中焦距仪表区域方向梯度直方图特征与中焦距模板图的方向梯度直方图的响应值, 根据该响应值的最大位置定位仪表位置区域;

S25: 放大仪表位置区域至近焦距, 提取近焦距仪表区域方向梯度直方图特征;

S26: 利用近焦距相关滤波器计算近焦距仪表区域方向梯度直方图特征与近焦距模板图的方向梯度直方图的响应值, 该响应值的最大值即为精确的仪表位置。

2. 根据权利要求1所述的一种基于多层次相关滤波的仪表定位方法, 其特征在于, 所述采集远焦距仪表图、中焦距仪表图、近焦距仪表图作为模板图包括: 以实际仪表图像的初始图像作为近焦距模板图; 以原始图像的大小为最小矩形框, 放大图片, 以仪表占满最小矩形框时的焦距为远焦距; 以远焦距的二分之一焦距为中焦距。

3. 根据权利要求1所述的一种基于多层次相关滤波的仪表定位方法, 其特征在于, 训练中焦距相关滤波器包括:

$$g(p_1) = k^{x_2 p_1} \cdot * \frac{y_i}{k^{x_2 x_2} + \lambda}, p_1 = \max(g(p));$$

其中, $g(p_1)$ 为中焦距相关滤波器, $k^{x_2 p_1}$ 为实际图方向梯度直方图特征 p_1 向量与第 x_2 个焦距图核函数, $k^{x_2 x_2}$ 为 x_2 焦距下的高斯核函数, $g(p)$ 为远焦距相关滤波器, y_i 为第*i*个图像的标签函数; $*$ 表示点乘, 即向量的内积。

4. 根据权利要求3所述的一种基于多层次相关滤波的仪表定位方法, 其特征在于, 训练中焦距相关滤波器包括:

$$g(p_2) = k^{x_3 p_2} \cdot * \frac{y_i}{k^{x_3 x_3} + \lambda}, p_2 = \max(g(p_1));$$

其中, $g(p_2)$ 为近焦距相关滤波器, $k^{x_3 p_2}$ 为实际图方向梯度直方图特征 p_2 向量与第 x_3 个焦距图核函数, $k^{x_3 x_3}$ 为 x_3 焦距下的高斯核函数, $g(p_1)$ 为中焦距相关滤波器, y_i 为第*i*个图像

的标签函数； \cdot 表示点乘，即向量的内积。

5. 根据权利要求1所述的一种基于多层次相关滤波的仪表定位方法，其特征在于，提取实际仪表图像方向梯度直方图特征包括：

$$M(x, y) = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} ;$$

$$\theta(x, y) = \tan^{-1} \frac{I_y}{I_x} ;$$

其中， $M(x, y)$ 表示梯度的幅度值， $\theta(x, y)$ 表示梯度的方向； x 为图像的横坐标， y 为图像的纵坐标； I_x 、 I_y 表示在 x 、 y 方向上的梯度值。

6. 根据权利要求1所述的一种基于多层次相关滤波的仪表定位方法，其特征在于，所述放大仪表位置区域至中焦距具体包括：设初始图像大小为 $[w, h]$ ，若中焦距为近焦距的 k 倍，即中焦距放大了 k 倍，当远焦距滤波器最大值所得中心坐标为 (a, b) ，则：

$$\text{仪表位置的左上角坐标：} \left(a - \frac{1}{2k} \times w, b + \frac{1}{2k} \times h \right) ;$$

$$\text{仪表位置的右上角坐标：} \left(a + \frac{1}{2k} \times w, b + \frac{1}{2k} \times h \right) ;$$

$$\text{仪表位置的左下角坐标：} \left(a - \frac{1}{2k} \times w, b - \frac{1}{2k} \times h \right) ;$$

$$\text{仪表位置的右下角坐标：} \left(a + \frac{1}{2k} \times w, b - \frac{1}{2k} \times h \right) ;$$

其中， w 为初始图像的长， h 为初始图像的高， a 为远焦距滤波器最大值所得中心的横坐标， b 为远焦距滤波器最大值所得中心的纵坐标。

一种基于多层次相关滤波的仪表定位方法

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理技术领域,具体涉及一种基于多层次相关滤波的仪表定位方法。

背景技术

[0002] 随着智能机器人技术诞生与发展,仪表识别逐渐成为核心关键技术之一,但仪表识别的前提在于能精确定位仪表位置,在现有的方法中大多数是利用一两个特征,直接进行定位,此类方法极易受到复杂表面影响导致,定位出错,定位精度不高。所以需要发明一种定位精度高,实时性好的方法。

[0003] 在《基于ORB和改进Hough变换的指针仪表智能识读方法》(朱柏林,郭亮,吴清文,仪表技术与传感器)中提出一种基于ORB算法的仪表定位方法,通过预先建立仪表模板库,利用ORB特征来匹配待识别图中的仪表,从而得到仪表的位置。ORB算法计算量小,实时性较好,但特征点受光照影响较大,容易导致匹配错误对数较多,需要较好的筛选,且容易出现特征点数量过少的情况,对结果简单的仪表容易匹配错误。

[0004] 在《基于局部自适应核回归的仪表定位方法》(杜焯宇,陶大鹏,梁虹,林旭,数据采集与处理)中提出基于局部自适应核回归的仪表定位算法,通过预先建立模板仪表图像,对模板图像和待检测图像分别利用局部转向核函数提取图像特征,采用矩阵余弦相似性、显著性检验、非极大值抑制法来得到仪表位置。大实际过程中时间复杂度仍较高,不满足变电站的实时性需求。

[0005] 从以上分析可以看出,目前仪表定位仍存在许多问题,因此有必要提出一种定位精度高、鲁棒性强、实时性好的定位方法。本方法通过多层次对齐实现误差逐步缩小,通过方向梯度直方图特征与相关滤波器函数保证误差的缩小能力使得具有极强鲁棒性,方法简单有效。

发明内容

[0006] 基于现有技术存在的问题,为了识别变电站的仪表位置,本发明提出一种基于多层次相关滤波的仪表定位方法,包括准备阶段和正式识别阶段,其中准备阶段包括:

[0007] S11:采集远焦距仪表图、中焦距仪表图、近焦距仪表图作为模板图;

[0008] S12:人工标定模板图的旋转中心,用最小矩形框住仪表区域;

[0009] S13:提取模板图的方向梯度直方图特征(Histogram of Oriented Gradient, HOG),训练远焦距相关滤波器、中焦距相关滤波器、近焦距相关滤波器;

[0010] 正式阶段为:

[0011] S21:提取实际仪表图像方向梯度直方图特征;

[0012] S22:利用远焦距相关滤波器计算实际仪表图像方向梯度直方图与远焦距模板图的方向梯度直方图的响应值,该响应值的最大值即为仪表位置区域;

[0013] S23:放大仪表位置区域至中焦距,提取中焦距仪表区域方向梯度直方图特征;

[0014] S24:利用中焦距相关滤波器计算中焦距仪表区域方向梯度直方图特征与中焦距模板图的方向梯度直方图的响应值,根据该响应值的最大位置定位仪表位置区域;

[0015] S25:放大仪表位置区域至近焦距,提取近焦距仪表区域方向梯度直方图特征;

[0016] S26:利用近焦距相关滤波器计算近焦距仪表区域方向梯度直方图特征与近焦距模板图的方向梯度直方图的响应值,该响应值的最大值即为精确的仪表位置。

[0017] 进一步的,所述采集远焦距仪表图、中焦距仪表图、近焦距仪表图作为模板图包括:以实际仪表图像的初始图像作为近焦距模板图;以原始图像的大小为最小矩形框,放大图片,以仪表占满最小矩形框时的焦距为远焦距;以远焦距的二分之一焦距为中焦距。

[0018] 进一步的,所述训练远焦距相关滤波器、中焦距相关滤波器、近焦距相关滤波器包括:利用模板图方向梯度直方图特征与相关滤波器函数分别训练远焦距相关滤波器、中焦距相关滤波器、近焦距相关滤波器;在相关滤波器函数中,第*i*个图像的标签函数为 y_i , $y_i \in [0, 1]$,利用高斯函数作为权值函数使得当图像越靠近仪表旋转中心时, y_i 越大,当 x_i 处于中心时, $y_i = 1$, $x_i = 0$;相关滤波器函数表示为:

$$[0019] \quad f(x_i) = w^T x_i;$$

[0020] 其中, x_i 为第*i*个图像的方向梯度直方图特征, w^T 为权值函数。

[0021] 进一步的,训练远焦距相关滤波器包括:

$$[0022] \quad g(p) = k^{x_1 p} \cdot * \frac{y_i}{k^{x_1 x_1} + \lambda};$$

[0023] 其中, $g(p)$ 为远焦距相关滤波器, $k^{x_1 p}$ 为实际图方向梯度直方图特征

向量与第 x_1 个焦距图核卷积, $k^{x_1 x_1}$ 为 x_1 焦距下的高斯核函数, y_i 为第*i*个图像的标签函数;*表示点乘,即向量的内积。

[0024] 进一步的,中焦距相关滤波器包括:

$$[0025] \quad g(p_1) = k^{x_2 p_1} \cdot * \frac{y_i}{k^{x_2 x_2} + \lambda}, \quad p_1 = \max(g(p));$$

[0026] 其中, $g(p_1)$ 为中焦距相关滤波器, $k^{x_2 p_1}$ 为实际图方向梯度直方图特征

1向量与第 x_2 个焦距图核卷积, $k^{x_2 x_2}$ 为 x_2 焦距下的高斯核函数。

[0027] 进一步的,训练近焦距相关滤波器包括:

$$[0028] \quad g(p_2) = k^{x_3 p_2} \cdot * \frac{y_i}{k^{x_3 x_3} + \lambda}, \quad p_2 = \max(g(p_1));$$

[0029] 其中, $g(p_2)$ 为近焦距相关滤波器, $k^{x_3 p_2}$ 为实际图方向梯度直方图特征

2向量与第 x_3 个焦距图核卷积, $k^{x_3 x_3}$ 为 x_3 焦距下的高斯核函数。

[0030] 进一步的,提取实际仪表图像方向梯度直方图特征包括:

$$[0031] \quad M(x, y) = \sqrt{I_x^2 + I_y^2};$$

$$[0032] \quad \theta(x, y) = \tan^{-1} \frac{I_y}{I_x};$$

[0033] 其中, $M(x, y)$ 表示梯度的幅度值, $\theta(x, y)$ 表示梯度的方向; x 为图像的横坐标, y 为图像的纵坐标; I_x 、 I_y 表示在 x 、 y 方向上的梯度值。

[0034] 进一步的,所述放大仪表位置区域至中焦距具体包括:设初始图像大小为 $[w, h]$,

若中焦距为近焦距的k倍,即中焦距放大了k倍,当远焦距滤波器最大值所得中心坐标为(a, b),则:

[0035] 仪表位置的左上角坐标: $\left(a - \frac{1}{2k} \times w, b + \frac{1}{2k} \times h\right)$;

[0036] 仪表位置的右上角坐标: $\left(a + \frac{1}{2k} \times w, b + \frac{1}{2k} \times h\right)$;

[0037] 仪表位置的左下角坐标: $\left(a - \frac{1}{2k} \times w, b - \frac{1}{2k} \times h\right)$;

[0038] 仪表位置的右下角坐标: $\left(a + \frac{1}{2k} \times w, b - \frac{1}{2k} \times h\right)$;

[0039] 其中,w为初始图像的长,h为初始图像的高,a为远焦距滤波器最大值所得中心的横坐标,b为远焦距滤波器最大值所得中心的纵坐标。

[0040] 本发明的有益效果包括以下几个方面:

[0041] 1、本发明通过多层次,逐步缩小误差,使得定位误差可达到3个像素误差范围内,具有极高的仪表定位精度;

[0042] 2、本发明通过利用HOG特征,对光照不敏感,计算简单保证时效性;

[0043] 3、本方法利用HOG特征与相关滤波器函数训练相关滤波器,使得具备极强的误差缩减能力,保障了层层缩小的效果;

附图说明

[0044] 图1为本发明采用的方法流程图。

具体实施方式

[0045] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0046] 本发明提出了一种基于多层次相关滤波的仪表定位方法,如图1所示,包括准备阶段和正式识别阶段,其中准备阶段包括:

[0047] S11:采集远焦距仪表图、中焦距仪表图、近焦距仪表图作为模板图;

[0048] S12:人工标定模板图的旋转中心,用最小矩形框住仪表区域;

[0049] S13:提取模板图的方向梯度直方图特征,训练远焦距相关滤波器、中焦距相关滤波器、近焦距相关滤波器;

[0050] 正式阶段为:

[0051] S21:提取实际仪表图像方向梯度直方图特征;

[0052] S22:利用远焦距相关滤波器计算实际仪表图像方向梯度直方图与远焦距模板图的方向梯度直方图的响应值,该响应值的最大值即为仪表位置区域;

[0053] S23:放大仪表位置区域至中焦距,提取中焦距仪表区域方向梯度直方图特征;

[0054] S24:利用中焦距相关滤波器计算中焦距仪表区域方向梯度直方图特征与中焦距

模板图的方向梯度直方图的响应值,根据该响应值的最大位置定位仪表位置区域;

[0055] S25:放大仪表位置区域至近焦距,提取近焦距仪表区域方向梯度直方图特征;

[0056] S26:利用近焦距相关滤波器计算近焦距仪表区域方向梯度直方图特征与近焦距模板图的方向梯度直方图的响应值,该响应值的最大值即为精确的仪表位置。

[0057] 在本发明中,根据拍摄位置与仪表位置来确定焦距模板图,所述采集远焦距仪表图、中焦距仪表图、近焦距仪表图作为模板图包括:以实际仪表图像的初始图像作为近焦距模板图;以原始图像的大小为最小矩形框,放大图片,以仪表占满最小矩形框时的焦距为远焦距;以远焦距的二分之一焦距为中焦距。

[0058] 得到模板图之后,人工标定模板图的旋转中心,用最小矩形框住仪表区域,提取模板图的方向梯度直方图特征,训练远焦距相关滤波器、中焦距相关滤波器、近焦距相关滤波器,训练过程包括:利用模板图HOG特征与相关滤波器函数分别训练远焦距相关滤波器、中焦距相关滤波器、近焦距相关滤波器,在相关滤波器函数中,第*i*个图像的标签函数为 y_i , $y_i \in [0, 1]$,利用高斯函数作为权值函数使得当图像越靠近仪表旋转中心时, y_i 越大,当 x_i 处于中心时, $y_i = 1$, $x_i = 0$;则相关滤波器函数表示为:

$$[0059] \quad f(x_i) = w^T x_i;$$

[0060] 其中, x_i 为第*i*个图像的方向梯度直方图特征, w^T 为权值函数。

[0061] 根据相关滤波器函数可以分别得到远焦距相关滤波器、中焦距相关滤波器、近焦距相关滤波器,分别表示为:

[0062] 远焦距相关滤波器表示为:

$$[0063] \quad g(p) = k^{x_1 p} \cdot * \frac{y_i}{k^{x_1 x_1} + \lambda};$$

[0064] 其中, $g(p)$ 为远焦距相关滤波器, $k^{x_1 p}$ 为实际图方向梯度直方图特征P向量与第*x*₁个焦距图核卷积, $k^{x_1 x_1}$ 为*x*₁焦距下的高斯核函数, y_i 为第*i*个图像的标签函数;*表示点乘,即向量的内积。

[0065] 中焦距相关滤波器,表示为:

$$[0066] \quad g(p_1) = k^{x_2 p_1} \cdot * \frac{y_i}{k^{x_2 x_2} + \lambda}, \quad p_1 = \max(g(p));$$

[0067] 其中, $g(p_1)$ 为中焦距相关滤波器, $k^{x_2 p_1}$ 为实际图方向梯度直方图特征*p*₁向量与第*x*₂个焦距图核卷积, $k^{x_2 x_2}$ 为*x*₂焦距下的高斯核函数。

[0068] 近焦距相关滤波器包括:

$$[0069] \quad g(p_2) = k^{x_3 p_2} \cdot * \frac{y_i}{k^{x_3 x_3} + \lambda}, \quad p_2 = \max(g(p_1));$$

[0070] 其中, $g(p_2)$ 为近焦距相关滤波器, $k^{x_3 p_2}$ 为实际图方向梯度直方图特征*p*₂向量与第*x*₃个焦距图核卷积, $k^{x_3 x_3}$ 为*x*₃焦距下的高斯核函数。

[0071] 在正式对仪表位置定位的阶段,提取实际仪表图像方向梯度直方图特征,利用前面的远焦距相关滤波器计算实际仪表图像方向梯度直方图特征相应值,该相应值的最大值即为仪表位置区域;放大仪表位置区域至中焦距,包括:设初始图像大小为[w,h],若中焦距为近焦距的*k*倍,即中焦距放大了*k*倍,当近焦距滤波器最大值所得中心坐标为(a,b),则:

[0072] 仪表位置的左上角坐标： $\left(a - \frac{1}{2k} \times w, b + \frac{1}{2k} \times h\right)$ ；

[0073] 仪表位置的右上角坐标： $\left(a + \frac{1}{2k} \times w, b + \frac{1}{2k} \times h\right)$ ；

[0074] 仪表位置的左下角坐标： $\left(a - \frac{1}{2k} \times w, b - \frac{1}{2k} \times h\right)$ ；

[0075] 仪表位置的右下角坐标： $\left(a + \frac{1}{2k} \times w, b - \frac{1}{2k} \times h\right)$ ；

[0076] 其中， w 为初始图像的长， h 为初始图像的高， a 为远焦距滤波器最大值所得中心的横坐标， b 为远焦距滤波器最大值所得中心的纵坐标。

[0077] 提取上述放大的中焦距仪表区域方向梯度直方图特征；利用中焦距相关滤波器计算中焦距仪表区域方向梯度直方图特征，进一步定位仪表位置区域；放大仪表位置区域至近焦距，放大过程与放大仪表位置区域至中焦距的过程相同，放大的倍数可能不同，以实际的近焦距的焦距倍数为准，提取远焦距仪表区域方向梯度直方图特征；利用前面的近焦距相关滤波器计算近焦距仪表区域方向梯度直方图特征，近焦距仪表区域方向梯度直方图特征的最大值即为精确的仪表位置。

[0078] 需要说明的是，本发明所述的近焦距、远焦距以及中焦距可以包括至少三个或者三个以上的焦距图像，当焦距图像越多，定位的精度越高，当选择3个以上图像时，选择的图像除了近焦距、远焦距以及中焦距以外的图像为靠近远焦距位置的图像。

[0079] 本发明为了说明，选择方向梯度直方图特征，也可以选择具有图像特征具备尺度、旋转不变性的特征；另外，本发明的权值函数不限于高斯函数，可以是任一具有单峰值的函数。

[0080] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例，对于本领域的普通技术人员而言，可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型，本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

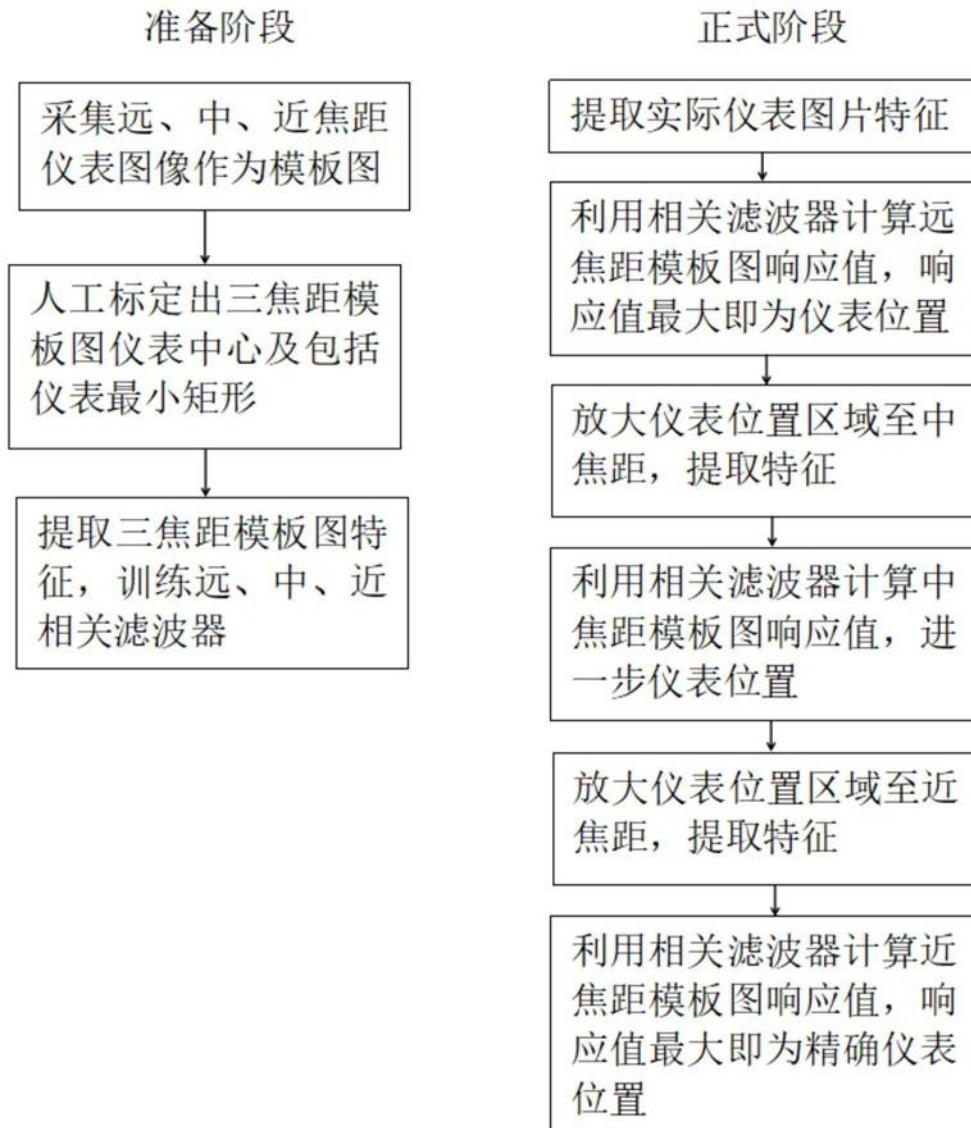


图1