



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114494060 A

(43) 申请公布日 2022. 05. 13

(21) 申请号 202210083989.1

G06T 7/66 (2017.01)

(22) 申请日 2022.01.20

G06F 17/16 (2006.01)

G06F 17/11 (2006.01)

(71) 申请人 齐鲁工业大学

地址 250399 山东省济南市长清区大学路  
3501号

(72) 发明人 庞少鹏 李家豪 李广良

(74) 专利代理机构 济南泉城专利商标事务所  
37218

专利代理师 支文彬

(51) Int.Cl.

G06T 5/00 (2006.01)

G06T 7/11 (2017.01)

G06T 7/136 (2017.01)

G06T 7/149 (2017.01)

G06T 7/62 (2017.01)

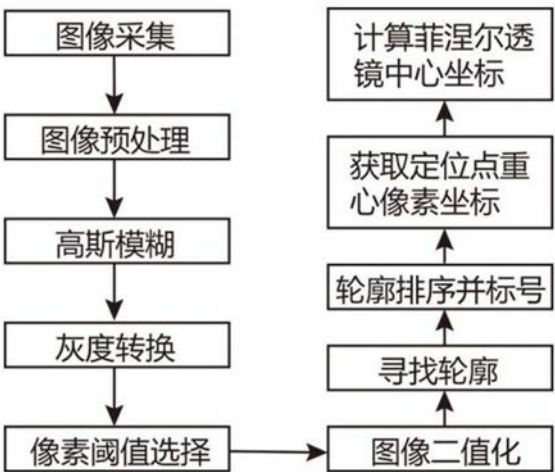
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于Opencv的菲涅尔透镜中心定位方法

(57) 摘要

一种基于Opencv的菲涅尔透镜中心定位方法,相比人工标记菲涅尔透镜中心点,基于Opencv实现菲涅尔透镜中心点的自动定位节约了时间,增加了生产效率,提高了生产产能。基于Opencv的菲涅尔透镜的中心点定位实现自动化生产菲涅尔透镜的第一环节的检测,返回的坐标可供给机械臂执行后续切割等任务。



1. 一种基于OpenCV的菲涅尔透镜中心定位方法,其特征在于,包括如下步骤:

a) 利用彩色摄像机对铸压成型的亚克力板进行拍摄,得到具有RGB三通道的原始图像A,一块亚克力板上铸压制成N片菲涅尔透镜、1个位于亚克力板上方的横轴定位点及N个沿竖直方向间隔设置于亚克力板边缘的纵轴定位点,原始图像A中具有N+1个定位点;

b) 对原始图像A进行预处理,得到预处理图像B;

c) 对预处理图像B进行高斯模糊得到滤波图像C;

d) 将滤波图像C进行灰度变换得到单通道灰度图D;

e) 将灰度图D中像素值大于阈值T的像素点重置像素值为255,将灰度图D中像素值小于阈值T的像素点重置像素值为0,构成二值图像E;

f) 根据二值图像E寻找二值图像E中所有N+1个定位点轮廓和其它轮廓;

g) N+1个定位点的轮廓面积大小分别为 $S_1$ 、 $S_2$ 、 $\dots$ 、 $S_N$ 、 $S_{N+1}$ ,通过公式

$$S_{\min} = 0.9 * \left( \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_{N+1}}{N+1} \right) \text{ 计算得到阈值下限 } S_{\min}, \text{ 通过公式}$$

$$S_{\max} = 1.1 * \left( \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_{N+1}}{N+1} \right) \text{ 计算得到阈值上限 } S_{\max}, \text{ 如果轮廓的面积在区间 } [S_{\min},$$

$S_{\max}]$  内,则保留该轮廓的信息,如果轮廓的面积不在区间  $[S_{\min}, S_{\max}]$  内则剔除该轮廓,得到保留下的轮廓信息为N+1个定位点的轮廓信息,剔除掉的轮廓信息为其他轮廓信息;

h) 获取N+1个定位点轮廓外接矩形信息,返回外接矩形左上角点的像素坐标  $(x_{\text{left}}, y_{\text{left}})$  以及外接矩形的高h和宽w,将N+1个定位点轮廓根据外接矩形左上角点的纵轴像素坐标  $y_{\text{left}}$  由小到大进行排序并标记,将排序好的N+1个定位点轮廓信息存储到列表中;

i) 计算N+1个定位点轮廓的重心像素坐标,第一个定位点轮廓的重心像素坐标为  $(\bar{X}_0, \bar{Y}_0)$ , 后N个定位点轮廓的重心像素坐标分别为  $(\bar{X}_1, \bar{Y}_1)$ 、 $(\bar{X}_2, \bar{Y}_2)$ 、 $\dots$ 、 $(\bar{X}_N, \bar{Y}_N)$ ;

j) 以第一个定位点轮廓的重心像素坐标为  $(\bar{X}_0, \bar{Y}_0)$  用于确定N片菲涅尔透镜的横轴坐标,后N个定位点轮廓的重心像素坐标分别确定N片菲涅尔透镜的纵轴坐标,得到N片菲涅尔透镜的中心坐标从上至下依次为  $(\bar{X}_0, \bar{Y}_1)$ 、 $(\bar{X}_0, \bar{Y}_2)$ 、 $\dots$ 、 $(\bar{X}_0, \bar{Y}_N)$ 。

2. 根据权利要求1所述的基于OpenCV的菲涅尔透镜中心定位方法,其特征在于:步骤b)中通过python图像库PIL增强原始图像A的亮度、色彩及对比度,得到预处理图像B。

3. 根据权利要求1所述的基于OpenCV的菲涅尔透镜中心定位方法,其特征在于,步骤c)包括如下步骤:

c-1) 在预处理图像B中读取k行k列像素的矩阵块a,k为奇数,通过二维高斯核函数公式

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\left(\frac{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}{2\sigma^2}\right)} \text{ 计算得到像素权重 } G(x, y), \text{ 式中 } x \text{ 为预处理图像B的}$$

图像像素的横坐标,y为预处理图像B的图像像素的纵坐标, $\sigma$ 为常数, $x_0$ 为矩阵块a中心像素的横坐标, $y_0$ 为矩阵块a中心像素的纵坐标;

c-2) 通过OpenCV的接口GaussianBlur使用像素权重G(x,y)计算得到k行k列的权重模

板矩阵；

c-3) 使用权重模板矩阵与矩阵块a做卷积运算,将卷积运算结果替代矩阵块a中心像素值；

c-4) 重复执行步骤c-1)至步骤c-3)直至预处理图像B中所有像素均被替代,最终得到滤波图像C。

4. 根据权利要求1所述的基于Opencv的菲涅尔透镜中心定位方法,其特征在于:步骤d)中通过Opencv的接口cvtColor将三通道的彩色的滤波图像C转化为灰度图像D。

5. 根据权利要求1所述的基于Opencv的菲涅尔透镜中心定位方法,其特征在于:步骤e)中阈值T的取值为68。

6. 根据权利要求1所述的基于Opencv的菲涅尔透镜中心定位方法,其特征在于:步骤f)中基于Opencv的接口findContours返回所有二值图像E中被检测到的轮廓模型并将所有轮廓标记为同一层级。

7. 根据权利要求1所述的基于Opencv的菲涅尔透镜中心定位方法,其特征在于:步骤h)中基于Opencv的接口boundingRect获取N+1个定位点轮廓的外接矩形信息,并返回外接矩形左上角点的像素坐标 $(x_{left}, y_{left})$ 以及外接矩形的高h和宽w。

8. 根据权利要求1所述的基于Opencv的菲涅尔透镜中心定位方法,其特征在于,步骤i)包括如下步骤:

i-1) 通过公式  $m_{ji} = \sum_{x,y} I(x,y) * x^j * y^i$  计算得到图像空间矩 $m_{ji}$ ,式中 $I(x,y)$ 为像素 $(x,y)$ 处的像素值, $i \in \{0,1\}$ , $j \in \{0,1\}$ 且 $i+j \leq 1$ ,图像零阶空间矩返回参数为 $m_{00}$ ,图像一阶空间矩返回参数为 $m_{01}$ 和 $m_{10}$ ;

i-2) 通过公式  $\bar{X} = \frac{m_{10}}{m_{00}}$  计算得到定位点轮廓的重心像素坐标 $(\bar{X}, \bar{Y})$ 。

$$\bar{Y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$$

## 一种基于Opencv的菲涅尔透镜中心定位方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及机器视觉领域，具体涉及一种基于Opencv的菲涅尔透镜中心定位方法。

### 背景技术

[0002] 工业领域生产光伏菲涅尔透镜以及投影菲涅尔透镜主要原理是利用菲涅尔透镜模具在高温情况下铸压亚克力板从而在亚克力板上形成菲涅尔透镜。然而单片亚克力板可铸压形成多片菲涅尔透镜，亚克力板上不同的菲涅尔透镜使用的模具不相同，因而透镜模具螺纹的中心也不相同，导致铸压后的菲涅尔透镜中心点位置不同。现有定位菲涅尔透镜中心点的方式通过人工肉眼观察标记，并为后续在亚克力板上切割菲涅尔透镜提供中心坐标，这对于工业大批量生产是不利的。现有机器视觉相关技术可实现自动定位菲涅尔透镜中心坐标。Opencv是机器视觉领域中重要的开源库，基于Opencv可实现图像处理操作、目标检测和视频分析等任务。

### 发明内容

[0003] 本发明为了克服以上技术的不足，提供了一种提升生产效率的基于Opencv的菲涅尔透镜中心定位方法。

[0004] 本发明克服其技术问题所采用的技术方案是：

[0005] 一种基于Opencv的菲涅尔透镜中心定位方法，包括如下步骤：

[0006] a) 利用彩色摄像机对铸压成型的亚克力板进行拍摄，得到具有RGB三通道的原始图像A，一块亚克力板上铸压制成N片菲涅尔透镜、1个位于亚克力板上方的横轴定位点及N个沿竖直方向间隔设置于亚克力板边缘的纵轴定位点，原始图像A中具有N+1个定位点；

[0007] b) 对原始图像A进行预处理，得到预处理图像B；

[0008] c) 对预处理图像B进行高斯模糊得到滤波图像C；

[0009] d) 将滤波图像C进行灰度变换得到单通道灰度图D；

[0010] e) 将灰度图D中像素值大于阈值T的像素点重置像素值为255，将灰度图D中像素值小于阈值T的像素点重置像素值为0，构成二值图像E；

[0011] f) 根据二值图像E寻找二值图像E中所有N+1个定位点轮廓和其它轮廓；

[0012] g) N+1个定位点的轮廓面积大小分别为 $S_1$ 、 $S_2$ 、 $\dots$ 、 $S_N$ 、 $S_{N+1}$ ，通过公式

$$S_{\min} = 0.9 * \left( \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_{N+1}}{N+1} \right) \text{ 计算得到阈值下限 } S_{\min}, \text{ 通过公式}$$

$$S_{\max} = 1.1 * \left( \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_{N+1}}{N+1} \right) \text{ 计算得到阈值上限 } S_{\max}, \text{ 如果轮廓的面积在区间 } [S_{\min},$$

$S_{\max}]$  内，则保留该轮廓的信息，如果轮廓的面积不在区间  $[S_{\min}, S_{\max}]$  内则剔除该轮廓，得到保留下的轮廓信息为N+1个定位点的轮廓信息，剔除掉的轮廓信息为其他轮廓信息；

[0013] h) 获取N+1个定位点轮廓外接矩形信息,返回外接矩形左上角点的像素坐标 $(x_{\text{left}}, y_{\text{left}})$ 以及外接矩形的高h和宽w,将N+1个定位点轮廓根据外接矩形左上角点的纵轴像素坐标 $y_{\text{left}}$ 由小到大进行排序并标记,将排序好的N+1个定位点轮廓信息存储到列表中;

[0014] i) 计算N+1个定位点轮廓的重心像素坐标,第一个定位点轮廓的重心像素坐标为 $(\bar{X}_0, \bar{Y}_0)$ ,后N个定位点轮廓的重心像素坐标分别为 $(\bar{X}_1, \bar{Y}_1)$ 、 $(\bar{X}_2, \bar{Y}_2)$ 、...、 $(\bar{X}_N, \bar{Y}_N)$ ;

[0015] j) 以第一个定位点轮廓的重心像素坐标为 $(\bar{X}_0, \bar{Y}_0)$ 用于确定N片菲涅尔透镜的横轴坐标,后N个定位点轮廓的重心像素坐标分别确定N片菲涅尔透镜的纵轴坐标,得到N片菲涅尔透镜的中心坐标从上至下依次为 $(\bar{X}_0, \bar{Y}_1)$ 、 $(\bar{X}_0, \bar{Y}_2)$ 、...、 $(\bar{X}_0, \bar{Y}_N)$ 。进一步的,步骤b)中通过python图像库PIL增强原始图像A的亮度、色彩及对比度,得到预处理图像B。

[0016] 进一步的,步骤c)包括如下步骤:

[0017] c-1) 在预处理图像B中读取k行k列像素的矩阵块a,k为奇数,通过二维高斯核函数

公式 $G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\left(\frac{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}{2\sigma^2}\right)}$ 计算得到像素权重G(x,y),式中x为预处理图像

B的图像像素的横坐标,y为预处理图像B的图像像素的纵坐标, $\sigma$ 为常数, $x_0$ 为矩阵块a中心像素的横坐标, $y_0$ 为矩阵块a中心像素的纵坐标。

[0018] c-2) 通过Opendcv的接口GaussianBlur使用像素权重G(x,y)计算得到k行k列的权重模板矩阵;

[0019] c-3) 使用权重模板矩阵与矩阵块a做卷积运算,将卷积运算结果替代矩阵块a中心像素值;

[0020] c-4) 重复执行步骤c-1)至步骤c-3)直至预处理图像B中所有像素均被替代,最终得到滤波图像C。

[0021] 进一步的,步骤d)中通过Opendcv的接口cvtColor将三通道的彩色的滤波图像C转化为灰度图像D。

[0022] 优选的,步骤e)中阈值T的取值为68。

[0023] 进一步的,步骤f)中基于Opendcv的接口findContours返回所有二值图像E中被检测到的轮廓模型并将所有轮廓标记为同一层级。

[0024] 进一步的,步骤h)中基于Opendcv的接口boundingRect获取N+1个定位点轮廓的外接矩形信息,并返回外接矩形左上角点的像素坐标 $(x_{\text{left}}, y_{\text{left}})$ 以及外接矩形的高h和宽w。

[0025] 进一步的,步骤i)包括如下步骤:

[0026] i-1) 通过公式 $m_{ji} = \sum_{x,y} I(x,y) * x^j * y^i$ 计算得到图像空间矩 $m_{ji}$ ,式中I(x,y)

为像素(x,y)处的像素值, $i \in \{0,1\}$ , $j \in \{0,1\}$ 且 $i+j \leq 1$ ,图像零阶空间矩返回参数为 $m_{00}$ ,图像一阶空间矩返回参数为 $m_{01}$ 和 $m_{10}$ ;

[0027] i-2) 通过公式  $\bar{X} = \frac{m_{10}}{m_{00}}$  计算得到定位点轮廓的重心像素坐标  $(\bar{X}, \bar{Y})$ 。

$\bar{Y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$

[0028] 本发明的有益效果是：相比人工标记菲涅尔透镜中心点，基于Opencv实现菲涅尔透镜中心点的自动定位节约了时间，增加了生产效率，提高了生产产能。基于Opencv的菲涅尔透镜的中心点定位实现自动化生产菲涅尔透镜的第一环节的检测，返回的坐标可供机械臂执行后续切割等任务。

## 附图说明

[0029] 图1为本发明的方法流程图。

## 具体实施方式

[0030] 下面结合附图1对本发明做进一步说明。

[0031] 一种基于Opencv的菲涅尔透镜中心定位方法，包括如下步骤：

[0032] a) 利用高清彩色摄像机对铸压成型的亚克力板进行拍摄，得到具有RGB三通道的原始图像A，一块亚克力板上铸压制成N片菲涅尔透镜、1个位于亚克力板上方的横轴定位点及N个沿竖直方向间隔设置于亚克力板边缘的纵轴定位点，原始图像A中具有N+1个定位点。

[0033] b) 对原始图像A进行预处理，得到预处理图像B。

[0034] c) 为减少预处理图像B的噪声及细节层次，对预处理图像B进行高斯模糊得到滤波图像C。

[0035] d) 将滤波图像C进行灰度变换得到单通道灰度图D。

[0036] e) 将灰度图D中像素值大于阈值T的像素点重置像素值为255，将灰度图D中像素值小于阈值T的像素点重置像素值为0，构成二值图像E。

[0037] f) 根据二值图像E寻找二值图像E中所有N+1个定位点轮廓和其它轮廓。

[0038] g) 检测到的轮廓包括N+1个定位点轮廓和其他轮廓，N+1个定位点的面积差距不明显，且和其他轮廓面积差距大，给定轮廓面积阈值筛选得到定位点轮廓，具体的N+1个定位

点的轮廓面积大小分别为 $S_1, S_2, \dots, S_N, S_{N+1}$ ，通过公式  $S_{\min} = 0.9 * \left( \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_{N+1}}{N+1} \right)$  计

算得到阈值下限 $S_{\min}$ ，通过公式  $S_{\max} = 1.1 * \left( \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_{N+1}}{N+1} \right)$  计算得到阈值上限 $S_{\max}$ ，

如果轮廓的面积在区间 $[S_{\min}, S_{\max}]$ 内，则保留该轮廓的信息，如果轮廓的面积不在区间 $[S_{\min}, S_{\max}]$ 内则剔除该轮廓，得到保留下的轮廓信息为N+1个定位点的轮廓信息，剔除掉的轮廓信息为其他轮廓信息。

[0039] h) 基于Opencv寻找轮廓得到的轮廓信息保存顺序是不确定的，为了明确N+1个定位点在数据结构列表中的位置，需要对定位点轮廓进行排序并标记。具体操作方法为：获取N+1个定位点轮廓外接矩形信息，返回外接矩形左上角点的像素坐标 $(x_{\text{left}}, y_{\text{left}})$ 以及外接

矩形的高 $h$ 和宽 $w$ ,将 $N+1$ 个定位点轮廓根据外接矩形左上角点的纵轴像素坐标 $y_{left}$ 由小到大进行排序并标记,将排序好的 $N+1$ 个定位点轮廓信息存储到列表中。其中第一个定位点相关信息用于定位 $N$ 个菲涅尔透镜中心点的横轴坐标,第二个定位点到第 $N+1$ 个定位点的相关信息分别用于定位 $N$ 个菲涅尔透镜中心点的纵轴坐标。

[0040] i) 计算 $N+1$ 个定位点轮廓的重心像素坐标,第一个定位点轮廓的重心像素坐标为 $(\bar{X}_0, \bar{Y}_0)$ ,后 $N$ 个定位点轮廓的重心像素坐标分别为 $(\bar{X}_1, \bar{Y}_1)$ 、 $(\bar{X}_2, \bar{Y}_2)$ 、...、 $(\bar{X}_N, \bar{Y}_N)$ 。

[0041] j) 菲涅透镜中心可由两点定位,两个点分别确定菲涅尔透镜的 $x$ 轴像素坐标及 $y$ 轴像素坐标,根据 $N+1$ 个定位点重心像素坐标计算 $N$ 个菲涅尔透镜中心像素坐标,具体的,以第一个定位点轮廓的重心像素坐标为 $(\bar{X}_0, \bar{Y}_0)$ 用于确定 $N$ 片菲涅尔透镜的横轴坐标,后 $N$ 个定位点轮廓的重心像素坐标分别确定 $N$ 片菲涅尔透镜的纵轴坐标,得到 $N$ 片菲涅尔透镜的中心坐标从上至下依次为 $(\bar{X}_0, \bar{Y}_1)$ 、 $(\bar{X}_0, \bar{Y}_2)$ 、...、 $(\bar{X}_0, \bar{Y}_N)$ 。

[0042] 相比人工标记菲涅尔透镜中心点,基于OpenCV实现菲涅尔透镜中心点的自动定位节约了时间,增加了生产效率,提高了生产产能。基于OpenCV的菲涅尔透镜的中心点定位实现自动化生产菲涅尔透镜的第一环节的检测,返回的坐标可供给机械臂执行后续切割等任务。

[0043] 进一步的,步骤b)中通过python图像库PIL增强原始图像A的亮度、色彩及对比度,得到预处理图像B。

[0044] 进一步的,步骤c)包括如下步骤:

[0045] c-1) 在预处理图像B中读取 $k$ 行 $k$ 列像素的矩阵块 $a$ , $k$ 为奇数,通过二维高斯核函数

公式 $G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\left(\frac{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}{2\sigma^2}\right)}$ 计算得到像素权重 $G(x, y)$ ,式中 $x$ 为预处理图像

B的图像像素的横坐标, $y$ 为预处理图像B的图像像素的纵坐标, $\sigma$ 为常数, $x_0$ 为矩阵块 $a$ 中心像素的横坐标, $y_0$ 为矩阵块 $a$ 中心像素的纵坐标。

[0046] c-2) 通过OpenCV的接口GaussianBlur使用像素权重 $G(x, y)$ 计算得到 $k$ 行 $k$ 列的权重模板矩阵。

[0047] c-3) 使用权重模板矩阵与矩阵块 $a$ 做卷积运算,将卷积运算结果替代矩阵块 $a$ 中心像素值。

[0048] c-4) 重复执行步骤c-1)至步骤c-3)直至预处理图像B中所有像素均被替代,最终得到滤波图像C。

[0049] 进一步的,步骤d)中通过OpenCV的接口cvtColor将三通道的彩色的滤波图像C转化为灰度图像D。

[0050] 进一步的,步骤e)中阈值 $T$ 的取值为68。

[0051] 进一步的,步骤f)中基于OpenCV的接口findContours返回所有二值图像E中被检测到的轮廓模型并将所有轮廓标记为同一层级。

[0052] 进一步的,步骤h)中基于OpenCV的接口boundingRect获取 $N+1$ 个定位点轮廓的外接矩形信息,并返回外接矩形左上角点的像素坐标 $(x_{left}, y_{left})$ 以及外接矩形的高 $h$ 和宽 $w$ 。

[0053] 进一步的,步骤i)包括如下步骤:

[0054] i-1)通过公式  $m_{ji} = \sum_{x,y} I(x,y) * x^j * y^i$  计算得到图像空间矩  $m_{ji}$ , 式中  $I(x,y)$

为像素  $(x,y)$  处的像素值,  $i \in \{0,1\}$ ,  $j \in \{0,1\}$  且  $i+j \leq 1$ , 图像零阶空间矩返回参数为  $m_{00}$ , 图像一阶空间矩返回参数为  $m_{01}$  和  $m_{10}$ :

$$\bar{X} = \frac{m_{10}}{m_{00}}$$

[0055] i-2)通过公式  $\bar{Y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$  计算得到定位点轮廓的重心像素坐标  $(\bar{X}, \bar{Y})$ 。下面通过

$$\bar{Y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$$

一个具体的实例对本发明作进一步详细阐述:

[0056] 第一步:利用高清彩色摄像机对铸压成型的亚克力板进行拍摄,得到具有RGB三通道的原始图像A,原始图像A关注点包括6个黑色电位及5块菲涅尔透镜全局信息。

[0057] 第二步:基于python图像库PIL增强图像A的亮度、色彩以及对比度,得到预处理图像B。其中亮度增强影响因子为1.1;色彩增强影响因子为0.9;对比度增强影响因子为1.2。

[0058] 第三步:在预处理图像B中读取3行3列像素的矩阵块  $\alpha$ ,  $k$  为奇数,通过公式

$$G(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\left(\frac{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}{2\sigma^2}\right)}$$

计算得到像素权重  $G(x,y)$ , 式中  $x$  为预处理图像B的

图像像素的横坐标,  $y$  为预处理图像B的图像像素的纵坐标,  $\sigma$  为常数,  $x_0$  为矩阵块  $\alpha$  中心像素的横坐标,  $y_0$  为矩阵块  $\alpha$  中心像素的纵坐标。通过Opencv的接口GaussianBlur使用二维高斯核函数  $G(x,y)$  计算得到3行3列的权重模板矩阵。使用权重模板矩阵与矩阵块  $\alpha$  做卷积运算,将卷积运算结果替代矩阵块  $\alpha$  中心像素值。重复执行以上步骤直至预处理图像B中所有像素均被替代,最终得到滤波图像C。

[0059] 第四步:通过Opencv的接口cvtColor将三通道的彩色的滤波图像C转化为灰度图像D。

[0060] 第五步:基于Opencv的接口threshold将灰度图像D中像素点像素值大于68的,重置像素值为255;像素值小于68的像素点,重置像素值为0。此时图中只存在像素值为0和255的像素点,构成二值图像E。

[0061] 第六步:基于Opencv的接口findContours返回所有被检测到的轮廓模型并将所有轮廓标记为同一层级。

[0062] 第七步:检测到的轮廓包括6个定位点轮廓和其他轮廓,6个定位点通过轮廓面积阈值筛选得出。基于Opencv的接口contourArea得到所有轮廓面积,计算得到定位点轮廓阈值下限为300,阈值上限为380,若轮廓的面积在区间  $[300, 380]$ , 则保留该轮廓的信息,否则剔除。

[0063] 第八步:基于Opencv寻找轮廓得到的轮廓顺序是不确定的,为了明确6个定位点在数据结构列表中的位置,需要对定位点轮廓进行排序并标记。具体排序原则如下:基于Opencv的接口boundingRect获得6个定位点轮廓外接矩形信息,并返回外接矩形左上方角



点的像素坐标  $(x_{\text{left}}, y_{\text{left}})$  以及外接矩形的高  $h$  和宽  $w$ 。将排序好的6个定位点轮廓信息存储在里列表中。其中第一个定位点相关信息用于定位5个菲涅尔透镜中心点的横轴坐标,第二个定位点到第六个定位点的相关信息分别用于定位5个菲涅尔透镜中心点的纵轴坐标。

[0064] 第九步:通过公式  $m_{ji} = \sum_{x,y} I(x,y) * x^j * y^i$  计算得到图像空间矩  $m_{ji}$ , 式中  $I(x,y)$  为像素  $(x,y)$  处的像素值,  $i \in \{0,1\}$ ,  $j \in \{0,1\}$  且  $i+j \leq 1$ , 图像零阶空间矩返回参数为  $m_{00}$ ,

$$\bar{X} = \frac{m_{10}}{m_{00}}$$

图像一阶空间矩返回参数为  $m_{01}$  和  $m_{10}$ 。通过公式

$$\bar{Y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$$

坐标  $(\bar{X}, \bar{Y})$ 。  $m_{00}$  表示定位点轮廓的面积,  $(m_{10}, m_{01})$  表示轮廓的重心。6个定位点中心像素坐标依次为  $(\bar{X}_0, \bar{Y}_0)$ 、 $(\bar{X}_1, \bar{Y}_1)$ 、 $(\bar{X}_2, \bar{Y}_2)$ 、 $(\bar{X}_3, \bar{Y}_3)$ 、 $(\bar{X}_4, \bar{Y}_4)$ 、 $(\bar{X}_5, \bar{Y}_5)$ , 其具体坐标依次为 (555, 81)、(50, 395)、(50, 1023)、(50, 1685)、(50, 2371) 和 (50, 3047)。

[0065] 第十步:根据6个定位点重心像素坐标计算5个菲涅尔透镜中心像素坐标。其中第一个定位点中心像素坐标  $(X_0, Y_0)$  用于确定所有菲涅尔透镜的横轴坐标, 后5个定位点重心点像素坐标分别确定5个菲涅尔透镜的纵轴坐标, 可得5个菲涅尔透镜的中心坐标从上至下依次为  $(\bar{X}_0, \bar{Y}_1)$ 、 $(\bar{X}_0, \bar{Y}_2)$ 、 $(\bar{X}_0, \bar{Y}_3)$ 、 $(\bar{X}_0, \bar{Y}_4)$ 、 $(\bar{X}_0, \bar{Y}_5)$ , 其具体数值分依次为 (555, 395)、(555, 1023)、(555, 1685)、(555, 2371)、(555, 3047)。

[0066] 最后应说明的是:以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明, 尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

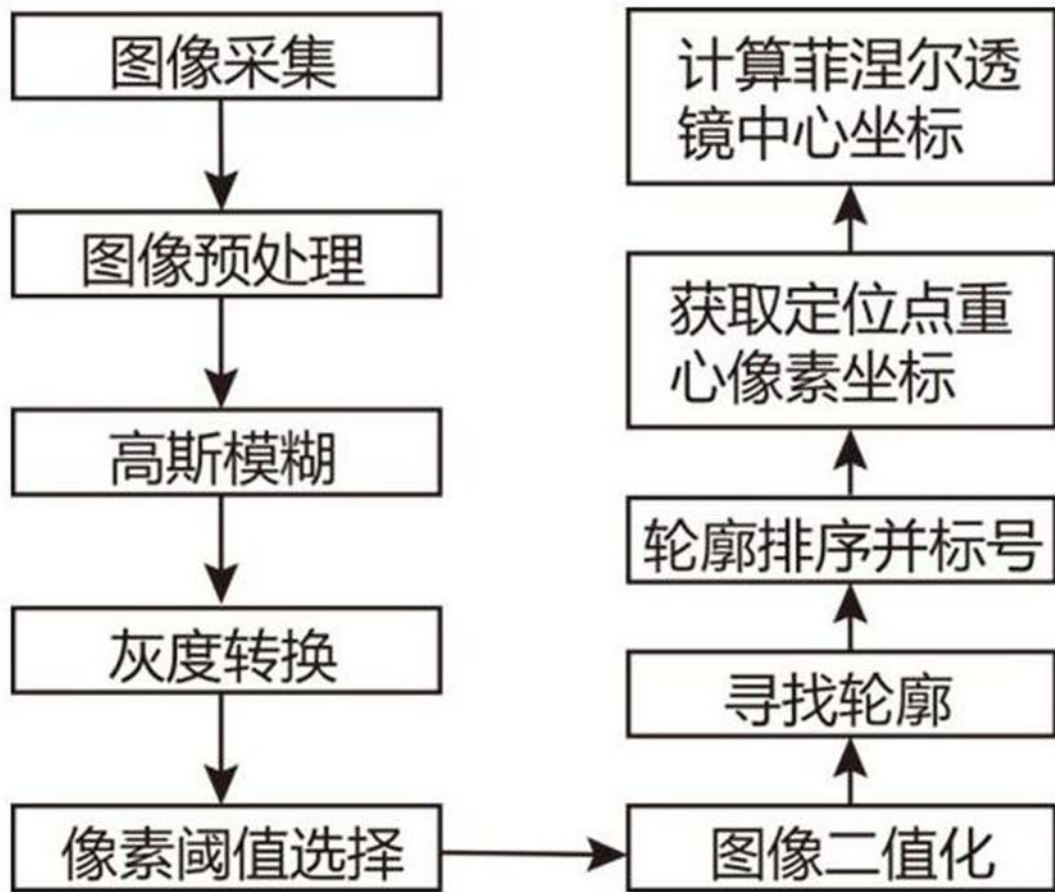


图1