



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112950635 A

(43) 申请公布日 2021.06.11

(21) 申请号 202110456056.8

(22) 申请日 2021.04.26

(71) 申请人 OPPO广东移动通信有限公司
地址 523860 广东省东莞市长安镇乌沙海
滨路18号

(72) 发明人 吴晨

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事
务所(普通合伙) 11201
代理人 邵泳城

(51) Int.Cl.
G06T 7/00 (2017.01)
G06T 7/90 (2017.01)
G06T 5/00 (2006.01)

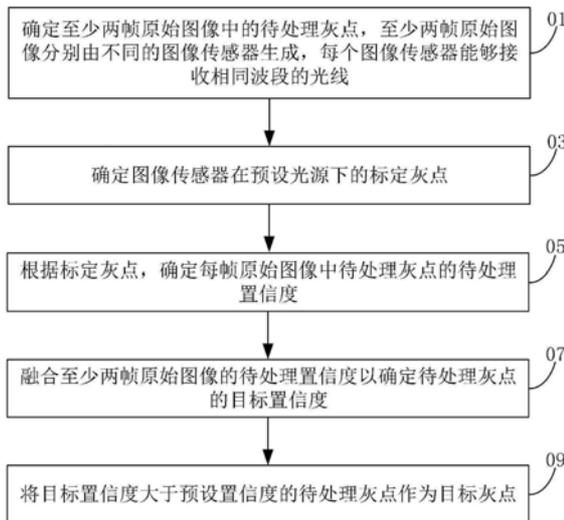
权利要求书2页 说明书12页 附图14页

(54) 发明名称

灰点检测方法、灰点检测装置、电子设备及
存储介质

(57) 摘要

本申请公开了一种灰点检测方法、灰点检测
装置、电子设备及存储介质。灰点检测方法包括：
确定至少两帧原始图像中的待处理灰点，至少两
帧原始图像分别由不同的图像传感器生成，每个
图像传感器能够接收相同波段的光线；确定图像
传感器在预设光源下的标定灰点；根据标定灰
点，确定每帧原始图像中待处理灰点的待处理
置信度；融合至少两帧原始图像的待处理置信
度以确定待处理灰点的目标置信度；将目标置信
度大于预设置信度的待处理灰点作为目标灰点。
上述灰点检测方法、灰点检测装置、电子设备及
存储介质，通过比较目标置信度与预设置信度
的大小，能够较为快速准确地确定目标灰点。



1. 一种灰点检测方法,其特征在于,所述灰点检测方法包括:

确定至少两帧原始图像中的待处理灰点,所述至少两帧原始图像分别由不同的图像传感器生成,每个所述图像传感器能够接收相同波段的光线;

确定所述图像传感器在预设光源下的标定灰点;

根据所述标定灰点,确定每帧所述原始图像中所述待处理灰点的待处理置信度;

融合所述至少两帧原始图像的所述待处理置信度以确定所述待处理灰点的目标置信度;

将所述目标置信度大于预设置信度的所述待处理灰点作为目标灰点。

2. 根据权利要求1所述的灰点检测方法,其特征在于,在所述确定至少两帧原始图像中的待处理灰点之前,所述灰点检测方法还包括:

对所述至少两帧原始图像进行预处理,所述预处理包括黑电平校正、镜头阴影校正、统一尺寸和对齐处理中的至少一种。

3. 根据权利要求2所述的灰点检测方法,其特征在于,在所述对所述至少两帧原始图像进行预处理之后,所述灰点检测方法还包括:

确定至少两帧原始图像中的过亮点和过暗点,所述过亮点为灰度值大于第一灰度值的像素点,所述过暗点为灰度值小于第二灰度值的像素点,所述第一灰度值大于所述第二灰度值;

所述将所述目标置信度大于预设置信度的所述待处理灰点作为目标灰点,包括:

将所述目标置信度大于预设置信度且非所述过亮点和所述过暗点的所述待处理灰点作为目标灰点。

4. 根据权利要求2所述的灰点检测方法,其特征在于,在所述对所述至少两帧原始图像进行预处理之后,所述灰点检测方法还包括:

对所述至少两帧原始图像进行去噪处理;

分别对去噪后的所述至少两帧原始图像进行求梯度处理以确定所述至少两帧原始图像中的梯度值;

确定所述至少两帧原始图像中所述梯度值小于预设梯度值的像素点为平坦区;

所述将所述目标置信度大于预设置信度的所述待处理灰点作为目标灰点,包括:

将所述目标置信度大于预设置信度且非所述平坦区的所述待处理灰点作为目标灰点。

5. 根据权利要求1所述的灰点检测方法,其特征在于,所述至少两帧原始图像包括第一原始图像和第二原始图像,所述确定至少两帧原始图像中的待处理灰点,包括:

计算所述原始图像中每个像素点的灰度值指标,所述灰度值指标可由以下公式表示:

$$GI(x,y) = ||C\{\log(I_{R1}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{R2}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{G1}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{G2}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{B1}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{B2}) - \log(|I|_1)\} ||_2,$$

其中, $GI(x,y)$ 表示所述原始图像中坐标为 (x,y) 的像素点的灰度值指标, I_{R1} 表示所述第一原始图像的红色通道图像, I_{G1} 表示所述第一原始图像的绿色通道图像, I_{B1} 表示所述第一原始图像的蓝色通道图像, I_{R2} 表示所述第二原始图像的红色通道图像, I_{G2} 表示所述第二原始图像的绿色通道图像, I_{B2} 表示所述第二原始图像的蓝色通道图像, I 表示所述第一原始图像与所述第二原始图像对齐融合后的图像, $C\{\}$ 表示采用局部对比度算子;

将所述灰度值指标小于预设阈值的像素点确定为所述待处理灰点。

6. 根据权利要求5所述的灰点检测方法,其特征在于,所述局部对比度算子包括高斯拉普拉斯算子、普鲁伊特算子、索贝尔算子、拉普拉斯算子中的至少一种。

7. 根据权利要求1所述的灰点检测方法,其特征在于,所述确定所述图像传感器在预设光源下的标定灰点,包括:

获取灰卡在预设光源下的标准图像,所述标准图像由所述图像传感器生成;

将所述标准图像中的所述灰卡作为所述图像传感器在预设光源下的所述标定灰点。

8. 根据权利要求1所述的灰点检测方法,其特征在于,所述标定灰点包括标定红色分量、标定绿色分量和标定蓝色分量,所述待处理灰点包括待处理红色分量、待处理绿色分量和待处理蓝色分量,所述根据所述标定灰点,确定每帧所述原始图像中所述待处理灰点的待处理置信度,包括:

计算所述标定灰点的第一红绿分量比值和第一蓝绿分量比值,并根据所述第一红绿分量比值和所述第一蓝绿分量比值确定所述标定灰点的标定坐标,所述第一红绿分量比值为所述标定红色分量与所述标定绿色分量的比值,所述第一蓝绿分量比值为所述标定蓝色分量与所述标定绿色分量的比值;

计算所述待处理灰点的第二红绿分量比值和第二蓝绿分量比值,并根据所述第二红绿分量比值和所述第二蓝绿分量比值确定所述待处理灰点的待处理坐标,所述第二红绿分量比值为所述待处理红色分量与所述待处理绿色分量的比值,所述第二蓝绿分量比值为所述待处理蓝色分量与所述待处理绿色分量的比值;

根据所述标定坐标与所述待处理坐标的欧氏距离,确定每帧所述原始图像中所述待处理灰点的所述待处理置信度。

9. 一种灰点检测装置,其特征在于,所述灰点检测装置包括:

第一确定模块,用于确定至少两帧原始图像中的待处理灰点,所述至少两帧原始图像分别由不同的所述图像传感器生成,每个所述图像传感器能够接收相同波段的光线;

标定模块,用于确定图像传感器在预设光源下的标定灰点;

第二确定模块,用于根据所述标定灰点,确定每帧所述原始图像中所述待处理灰点的待处理置信度;

融合模块,用于融合所述至少两帧原始图像的所述待处理置信度以确定所述待处理灰点的目标置信度;

筛选模块,用于将所述目标置信度大于预设置信度的所述待处理灰点作为目标灰点。

10. 一种电子设备,其特征在于,所述电子设备包括一个或多个处理器和存储器,所述存储器存储有计算机程序,所述计算机程序被所述处理器执行的情况下,实现权利要求1-8任一项所述的灰点检测方法的步骤。

11. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述程序被处理器执行的情况下,实现权利要求1-8任一项所述的灰点检测方法的步骤。

灰点检测方法、灰点检测装置、电子设备及存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及图像处理技术领域,特别涉及一种灰点检测方法、灰点检测装置、电子设备及存储介质。

背景技术

[0002] 在相关技术中,基于灰点对图像进行白平衡校正,若灰点检测结果有误,会直接降低图像校正的效果,因此,亟需一种能够准确检测灰点的方法。

发明内容

[0003] 本申请的实施方式提供了一种灰点检测方法、灰点检测装置、电子设备及存储介质。

[0004] 本申请实施方式的灰点检测方法包括:确定至少两帧原始图像中的待处理灰点,所述至少两帧原始图像分别由不同的所述图像传感器生成,每个所述图像传感器能够接收相同波段的光线;确定图像传感器在预设光源下的标定灰点;根据所述标定灰点,确定每帧所述原始图像中所述待处理灰点的待处理置信度;融合所述至少两帧原始图像的所述待处理置信度以确定所述待处理灰点的目标置信度;将所述目标置信度大于预设置信度的所述待处理灰点作为目标灰点。

[0005] 本申请实施方式的灰点检测装置包括第一确定模块、标定模块、第二确定模块、融合模块、筛选模块。第一确定模块用于确定至少两帧原始图像中的待处理灰点,所述至少两帧原始图像分别由不同的所述图像传感器生成,每个所述图像传感器能够接收相同波段的光线。标定模块用于确定图像传感器在预设光源下的标定灰点。第二确定模块用于根据所述标定灰点,确定每帧所述原始图像中所述待处理灰点的待处理置信度。融合模块用于融合所述至少两帧原始图像的所述待处理置信度以确定所述待处理灰点的目标置信度。筛选模块用于将所述目标置信度大于预设置信度的所述待处理灰点作为目标灰点。

[0006] 本申请实施方式的电子设备包括一个或多个处理器和存储器。所述存储器存储有计算机程序。所述计算机程序被所述处理器执行的情况下,实现上述实施方式所述的灰点检测方法的步骤。

[0007] 本申请实施方式的计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述程序被处理器执行的情况下,实现上述实施方式所述的灰点检测方法的步骤。

[0008] 上述灰点检测方法、灰点检测装置、电子设备及存储介质,预先确定图像传感器在预设光源下的标定灰点,利用标定灰点确定检测出的待处理灰点的待处理置信度,进而根据待处理置信度确定目标置信度,通过比较目标置信度与预设置信度的大小,能够较为快速准确地确定目标灰点。

[0009] 本申请的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本申请的实践了解到。

附图说明

[0010] 本申请的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施方式的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0011] 图1是本申请实施方式的灰点检测方法的流程示意图;

[0012] 图2是本申请实施方式的灰点检测装置的示意图;

[0013] 图3是本申请实施方式的电子设备的示意图;

[0014] 图4是本申请实施方式的灰点检测方法的流程示意图;

[0015] 图5是本申请实施方式的灰点检测装置的示意图;

[0016] 图6是本申请实施方式的灰点检测方法的流程示意图;

[0017] 图7是本申请实施方式的灰点检测装置的示意图;

[0018] 图8是本申请实施方式的灰点检测方法的流程示意图;

[0019] 图9是本申请实施方式的灰点检测装置的示意图;

[0020] 图10是本申请实施方式的灰点检测方法的流程示意图;

[0021] 图11是本申请实施方式的灰点检测装置的示意图;

[0022] 图12是本申请实施方式的灰点检测方法的流程示意图;

[0023] 图13是本申请实施方式的灰点检测装置的示意图;

[0024] 图14是本申请实施方式的灰点检测方法的流程示意图;

[0025] 图15是本申请实施方式的灰点检测装置的示意图。

具体实施方式

[0026] 下面详细描述本申请的实施方式,所述实施方式的实施方式在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施方式是示例性的,仅用于解释本申请,而不能理解为对本申请的限制。

[0027] 在本申请的实施方式的描述中,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个所述特征。在本申请的实施方式的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0028] 请参阅图1-3,本申请实施方式的灰点检测方法包括:

[0029] 01:确定至少两帧原始图像中的待处理灰点,至少两帧原始图像分别由不同的图像传感器生成,每个图像传感器能够接收相同波段的光线;

[0030] 03:确定图像传感器在预设光源下的标定灰点;

[0031] 05:根据标定灰点,确定每帧原始图像中待处理灰点的待处理置信度;

[0032] 07:融合至少两帧原始图像的待处理置信度以确定待处理灰点的目标置信度;

[0033] 09:将目标置信度大于预设置信度的待处理灰点作为目标灰点。

[0034] 本申请实施方式的灰点检测方法可由本申请实施方式的灰点检测装置100实现。

具体地,灰点检测装置100包括第一确定模块30、标定模块10、第二确定模块50、融合模块70、筛选模块90。第一确定模块30用于确定至少两帧原始图像中的待处理灰点,所述至少两帧原始图像分别由不同的所述图像传感器生成,每个所述图像传感器能够接收相同波段的

光线。标定模块10用于确定图像传感器在预设光源下的标定灰点。第二确定模块50用于根据所述标定灰点,确定每帧所述原始图像中所述待处理灰点的待处理置信度。融合模块70用于融合至少两帧原始图像的待处理置信度以确定待处理灰点的目标置信度。筛选模块90用于将所述目标置信度大于预设置信度的所述待处理灰点作为目标灰点。

[0035] 本申请实施方式的灰点检测方法可由本申请实施方式的电子设备200实现。具体地,电子设备200包括一个或多个处理器201和存储器202。所述存储器202存储有计算机程序。所述计算机程序被所述处理器201执行的情况下,实现步骤03、步骤01、步骤05、步骤07、步骤09。

[0036] 上述灰点检测方法、灰点检测装置100及电子设备200,预先确定图像传感器在预设光源下的标定灰点,利用标定灰点确定检测出的待处理灰点的待处理置信度,进而根据待处理置信度确定目标置信度,通过比较目标置信度与预设置信度的大小,能够较为快速准确地确定目标灰点。此外,本申请实施方式的灰点检测方法不需要采集数据训练网络,运算量较小,能够满足实时计算要求。

[0037] 具体地,在某些实施方式中,电子设备可包括至少两种图像传感器,至少两种图像传感器的总通道数大于3,至少两种图像传感器均能够接收相同波段的光线,例如,至少两种图像传感器均能够接收波段为380nm-780nm的光线。在某些实施方式中,至少两种图像传感器可包括主摄图像传感器和广角图像传感器;在某些实施方式中,至少两种图像传感器可包括主摄图像传感器和长焦图像传感器;在某些实施方式中,至少两种图像传感器可包括主摄图像传感器、广角图像传感器和长焦图像传感器,上述主摄图像传感器能够生成RGB形式的原始图像,广角图像传感器能够生成具有广角效果的原始图像,长焦图像传感器能够生成具有长焦效果的原始图像,主摄图像传感器、广角图像传感器和长焦图像传感器均能够接收波段为380nm-780nm的光线。在其它实施方式中,至少两种图像传感器还可包括其他接收波段为380nm-780nm的图像传感器,在此不作限定。可以理解,总通道数大于3的至少两种图像传感器可看作多光谱传感器,这样,当通过至少两种图像传感器获取至少两帧原始图像时,能够获得基于多光谱的至少两帧原始图像,也即是说,在人眼可见光范围内,至少两种图像传感器共同接收的波段信息更加丰富,从而通过至少两帧原始图像检测的目标灰点更加精确。在图3所示的实施方式中,电子设备200为手机,在其他实施方式中,电子设备200还可包括服务器、平板电脑、笔记本电脑、智能可穿戴设备、智能家电或者其他任意具有拍摄功能的装置。在某些实施方式中,第一电子设备能够与第二电子设备进行数据传输,第一电子设备获取至少两帧原始图像之后,将至少两帧原始图像传输至第二电子设备,并由第二电子设备执行本申请实施方式的灰点检测方法。

[0038] 在步骤01中,待处理灰点,即原始图像中可能是目标灰点的像素点。

[0039] 在步骤03中,标定灰点是预先确定的,确定图像传感器在预设光源下的标定灰点,即读取与图像传感器和预设光源对应的标定灰点的数据。预设光源可包括D65光源、U30光源、TL84光源、CWF光源、A光源、H光源。预先测定不同图像传感器在不同预设光源下的标定灰点,标定灰点的数据可存储在电子设备200的存储器202中,从而在执行灰点检测方法时,可以直接从存储器202中读取标定灰点的数据,并用于后续处理,从而加快运算速度,节省运算时间。

[0040] 在步骤05中,待处理置信度,即每帧原始图像中的待处理灰点是目标灰点的可能

性。

[0041] 在步骤07中,目标置信度,即进一步计算的每帧原始图像中的待处理灰点是目标灰点的可能性。在某些实施方式中,求取预先对齐的至少两帧原始图像的相同位置的待处理灰点的待处理置信度的平均值,并将求得的待处理置信度的平均值作为该相同位置的待处理灰点的目标置信度,从而进一步确定每帧原始图像中的待处理灰点是目标灰点的可能性。

[0042] 此外,在某些实施方式中,在确定目标灰点之后,根据目标灰点进行白平衡校正。如此,能够较好地实现白平衡校正,且与相关技术中的白平衡算法相比,能够更好地实现类肤色场景(如棕色场景)的白平衡校正。具体地,确定目标灰点,包括:确定目标灰点在原始图像中的位置。根据目标灰点进行白平衡校正,包括:根据目标灰点的在原始图像中的位置,确定该位置对应的原始图像中的像素点的像素值,并根据该像素值进行白平衡校正。

[0043] 请参阅图4和图5,在某些实施方式中,在步骤01之前,灰点检测方法还包括:

[0044] 02:对至少两帧原始图像进行预处理,预处理包括黑电平(optical black,OB)校正、镜头阴影校正(lens shading correction,LSC)、统一尺寸(resize)和对齐处理中的至少一种。

[0045] 上述实施方式的灰点检测方法可由本申请实施方式的灰点检测装置100实现。具体地,灰点检测装置100包括处理模块20。处理模块20用于对至少两帧原始图像依次进行黑电平校正、镜头阴影校正、统一尺寸和对齐处理。

[0046] 上述实施方式的灰点检测方法可由本申请实施方式的电子设备200实现。具体地,处理器201用于对至少两帧原始图像依次进行黑电平校正、镜头阴影校正、统一尺寸和对齐处理。

[0047] 如此,对至少两帧原始图像进行预处理。

[0048] 具体地,图像传感器的电路本身会存在暗电流,导致在没有光线照射的时候,图像传感器也有一定的输出电压,因此需要减去暗电流带来的影响,也就是进行黑电平校正,原始图像中包含黑电平部分,去除黑电平部分可增强画面暗部表现。镜头阴影校正是为了解决由于图像传感器的镜头的光学特性,即镜头对于光学折射不均匀导致的镜头周围出现阴影的情况。由于镜头本身就是一个凸透镜,由于凸透镜原理,中心的感光必然比周边多,图像传感器影像区的边缘区域接收的光强比中心小,从而造成了原始图像的中心和四周亮度不一致的现象。在镜头阴影校正时,根据像素点在原始图像中所处的位置,给予相应的增益,从而使得画面中央与四周在亮度和色彩上的差异减小到合乎期望值。统一尺寸,即调整至少两帧原始图像的尺寸以使得至少两帧原始图像的尺寸相同。至少两帧原始图像的尺寸相同便于后续对至少两帧原始图像进行对齐、融合等处理。在某些实施方式中,通过放大和缩小的方式调整至少两帧原始图像的尺寸。在一个例子中,将至少两帧原始图像的尺寸统一为480*640。对齐处理,即确定至少两帧原始图像中的特征点,并建立至少两帧原始图像中同一特征点的对应关系。对齐至少两帧原始图像有利于后续对至少两帧原始图像进行融合处理。在一个例子中,对至少两帧原始图像进行预处理,预处理包括黑电平(optical black,OB)校正、镜头阴影校正(lens shading correction,LSC)、统一尺寸(resize)和对齐处理中的全部。

[0049] 请参阅图6和图7,在某些实施方式中,在步骤02之后,灰点检测方法还包括:

[0050] 021:确定至少两帧原始图像中的过亮点和过暗点,过亮点为灰度值大于第一灰度值的像素点,过暗点为灰度值小于第二灰度值的像素点,第一灰度值大于第二灰度值;

[0051] 步骤09包括:

[0052] 091:将目标置信度大于预设置信度且非过亮点和过暗点的待处理灰点作为目标灰点。

[0053] 上述实施方式的灰点检测方法可由本申请实施方式的灰点检测装置100实现。具体地,灰点检测装置100还包括第三确定模块21。第三确定模块21用于确定至少两帧原始图像中的过亮点和过暗点,过亮点为灰度值大于第一灰度值的像素点,过暗点为灰度值小于第二灰度值的像素点,第一灰度值大于第二灰度值。筛选模块90用于将目标置信度大于预设置信度且非过亮点和过暗点的待处理灰点作为目标灰点。

[0054] 上述实施方式的灰点检测方法可由本申请实施方式的电子设备200实现。具体地,处理器201用于确定至少两帧原始图像中的过亮点和过暗点,过亮点为灰度值大于第一灰度值的像素点,过暗点为灰度值小于第二灰度值的像素点,第一灰度值大于第二灰度值,及用于将目标置信度大于预设置信度且非过亮点和过暗点的待处理灰点作为目标灰点。

[0055] 如此,可以排除过亮点和过暗点中的待处理灰点,提高目标灰点的准确性。可以理解,过亮点和过暗点中存在与待处理灰点重合的像素点,而过亮点和过暗点不能够用于白平衡校正,在将过亮点或过暗点中的待处理灰点作为目标灰点并根据该目标灰点进行白平衡校正时,会导致校正效果较差甚至无法校正,因此,应当排除过亮点和过暗点中的待处理灰点。

[0056] 具体地,在步骤021中,在某些实施方式中,第一灰度值为250,即确定原始图像中灰度值大于250的像素点为过亮点。在某些实施方式中,第二灰度值为5,即确定原始图像中灰度值小于5的像素点为过暗点。进一步地,在某些实施方式中,创建初始化为0的掩膜(mask),掩膜可以覆盖原始图像,掩膜的尺寸与统一尺寸后的原始图像的的尺寸相同。在确定过亮点和过暗点之后,将掩膜中对应过亮点和过暗点的位置的数值由0更新为1,在后续处理中,将掩膜中数值为1的位置对应的原始图像中的像素点设置为无效点,无效点不会作为目标灰点,从而避免将过亮点和过暗点中的待处理灰点作为目标灰点。

[0057] 在步骤091中,在某些实施方式中,预设置信度为0.7,即将目标置信度大于0.7且非过亮点和过暗点的待处理灰点作为目标灰点,将目标置信度不大于0.7或属于过亮点或属于过暗点的待处理灰点不作为目标灰点。

[0058] 请参阅图8和图9,在某些实施方式中,在步骤02之后,灰点检测方法还包括:

[0059] 023:对至少两帧原始图像进行去噪处理;

[0060] 025:分别对去噪后的至少两帧原始图像进行求梯度处理以确定至少两帧原始图像中的梯度值;

[0061] 027:确定至少两帧原始图像中梯度值小于预设梯度值的像素点为平坦区;

[0062] 步骤09包括:

[0063] 093:将目标置信度大于预设置信度且非平坦区的待处理灰点作为目标灰点。

[0064] 上述实施方式的灰点检测方法可由本申请实施方式的灰点检测装置100实现。具体地,灰点检测装置100包括去噪模块23、求梯度模块25和第四确定模块27。去噪模块23用于对至少两帧原始图像进行去噪处理。求梯度模块25用于分别对去噪后的至少两帧原始图

像进行求梯度处理以确定至少两帧原始图像中的梯度值。第四确定模块27用于确定至少两帧原始图像中梯度值小于预设梯度值的像素点为平坦区。筛选模块90用于将目标置信度大于预设置信度且非平坦区的待处理灰点作为目标灰点。

[0065] 上述实施方式的灰点检测方法可由本申请实施方式的电子设备200实现。具体地，处理器201用于对至少两帧原始图像进行去噪处理，及用于分别对去噪后的至少两帧原始图像进行求梯度处理以确定至少两帧原始图像中的梯度值，及用于确定至少两帧原始图像中梯度值小于预设梯度值的像素点为平坦区，及用于将目标置信度大于预设置信度且非平坦区的待处理灰点作为目标灰点。

[0066] 如此，可以排除平坦区中的待处理灰点，提高目标灰点的准确性。可以理解，在某些实施方式中，由于平坦区的灰度值指标恒定为0，平坦区会被错误地确定为待处理灰点，从而导致获得的目标灰点存在误差，因此，应当排除平坦区中的待处理灰点。

[0067] 具体地，在步骤023中，在某些实施方式中，去噪处理包括均值滤波处理，即就是，对至少两帧原始图像进行均值滤波处理以达到去除原始图像中的噪声的目的。在其他实施方式中，去噪处理还可包括中值滤波处理、维纳滤波处理或者其它用于去除图像噪声的滤波处理，在此不作限定。

[0068] 在步骤025中，在某些实施方式中，求梯度处理包括高斯拉普拉斯滤波处理，即就是，分别对去噪后的至少两帧原始图像进行高斯拉普拉斯滤波处理以确定至少两帧原始图像中的梯度值。在其他实施方式中，求梯度处理还可包括拉普拉斯滤波处理或者其它用于求取梯度值的滤波处理，在此不作限定。

[0069] 在步骤027中，在某些实施方式中，预设梯度值为 10^{-3} ，即就是，确定至少两帧原始图像中梯度值小于 10^{-3} 的像素点为平坦区。进一步地，在某些实施方式中，创建初始化为0的掩膜(mask)，掩膜可以覆盖原始图像，掩膜的尺寸与统一尺寸后的原始图像的尺寸相同。在确定平坦区之后，将掩膜中对应平坦区的位置的数值由0更新为1，在后续处理中，将掩膜中数值为1的位置对应的原始图像中的像素点设置为无效点，无效点不会作为目标灰点，从而避免因将平坦区错误地确定为待处理灰点而导致获得的目标灰点存在误差。

[0070] 在步骤093中，在某些实施方式中，预设置信度为0.7，即将目标置信度大于0.7且非平坦区的待处理灰点作为目标灰点，将目标置信度不大于0.7或属于平坦区的待处理灰点不作为目标灰点。

[0071] 需要指出的是，在某些实施方式中，在步骤021之后，即在确定至少两帧原始图像中的过亮点和过暗点，过亮点为灰度值大于第一灰度值的像素点，过暗点为灰度值小于第二灰度值的像素点，第一灰度值大于第二灰度值之后，灰点检测方法还包括：对至少两帧原始图像进行去噪处理；分别对去噪后的至少两帧原始图像进行求梯度处理以确定至少两帧原始图像中的梯度值；确定至少两帧原始图像中梯度值小于预设梯度值的像素点为平坦区。步骤09还包括将目标置信度大于预设置信度且非过亮点、非过暗点、非平坦区的待处理灰点作为目标灰点。如此，可以同时排除过亮点、过暗点及平坦区中的待处理灰点，大幅度提高目标灰点的准确性。

[0072] 请参阅图10和图11，在某些实施方式中，至少两帧原始图像包括第一原始图像和第二原始图像，步骤01包括：

[0073] 011：计算原始图像中每个像素点的灰度值指标，灰度值指标可由以下公式表示：

$GI(x,y) = ||C\{\log(I_{R1}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{R2}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{G1}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{G2}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{B1}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{B2}) - \log(|I|_1)\} ||_2$, 其中, $GI(x,y)$ 表示原始图像中坐标为 (x,y) 的像素点的灰度值指标, I_{R1} 表示第一原始图像的红色通道图像, I_{G1} 表示第一原始图像的绿色通道图像, I_{B1} 表示第一原始图像的蓝色通道图像, I_{R2} 表示第二原始图像的红色通道图像, I_{G2} 表示第二原始图像的绿色通道图像, I_{B2} 表示第二原始图像的蓝色通道图像, I 表示第一原始图像与第二原始图像对齐融合后的图像, $C\{\}$ 表示采用局部对比度算子;

[0074] 013:将灰度值指标小于预设阈值的像素点确定为待处理灰点。

[0075] 上述实施方式的灰点检测方法可由本申请实施方式的灰点检测装置100实现。具体地,至少两帧原始图像包括第一原始图像和第二原始图像。第一确定模块30包括第一计算单元31和比较单元33。第一计算单元31用于计算原始图像中每个像素点的灰度值指标,灰度值指标可由以下公式表示: $GI(x,y) = ||C\{\log(I_{R1}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{R2}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{G1}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{G2}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{B1}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{B2}) - \log(|I|_1)\} ||_2$,其中, $GI(x,y)$ 表示原始图像中坐标为 (x,y) 的像素点的灰度值指标, I_{R1} 表示第一原始图像的红色通道图像, I_{G1} 表示第一原始图像的绿色通道图像, I_{B1} 表示第一原始图像的蓝色通道图像, I_{R2} 表示第二原始图像的红色通道图像, I_{G2} 表示第二原始图像的绿色通道图像, I_{B2} 表示第二原始图像的蓝色通道图像, I 表示第一原始图像与第二原始图像对齐融合后的图像, $C\{\}$ 表示采用局部对比度算子。比较单元33用于将灰度值指标小于预设阈值的像素点确定为待处理灰点。

[0076] 上述实施方式的灰点检测方法可由本申请实施方式的电子设备200实现。具体地,至少两帧原始图像包括第一原始图像和第二原始图像。处理器201用于计算原始图像中每个像素点的灰度值指标,灰度值指标可由以下公式表示: $GI(x,y) = ||C\{\log(I_{R1}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{R2}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{G1}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{G2}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{B1}) - \log(|I|_1)\} + C\{\log(I_{B2}) - \log(|I|_1)\} ||_2$,其中, $GI(x,y)$ 表示原始图像中坐标为 (x,y) 的像素点的灰度值指标, I_{R1} 表示第一原始图像的红色通道图像, I_{G1} 表示第一原始图像的绿色通道图像, I_{B1} 表示第一原始图像的蓝色通道图像, I_{R2} 表示第二原始图像的红色通道图像, I_{G2} 表示第二原始图像的绿色通道图像, I_{B2} 表示第二原始图像的蓝色通道图像, I 表示第一原始图像与第二原始图像对齐融合后的图像, $C\{\}$ 表示采用局部对比度算子,及用于将灰度值指标小于预设阈值的像素点确定为待处理灰点。

[0077] 如此,能够较准确地确定待处理灰点。

[0078] 具体地,下面将介绍灰度值指标公式的设计原理。在物体成像的双色反射模型中,一个全局光源下 (x,y) 处的像素值可以建模为:

$$[0079] \quad I_i^{(x,y)} = \gamma_b^{(x,y)} \int F_i(\lambda)L(\lambda)R_b^{(x,y)}(\lambda)d\lambda + \gamma_s^{(x,y)} \int F_i(\lambda)L(\lambda)R_s^{(x,y)}(\lambda)d\lambda, \quad \text{公式 1}$$

[0080] 其中, $I_i^{(x,y)}$ 代表图像 I 在点 (x,y) 处的像素值, $i = \{R,G,B\}$, $F_i(\lambda)$ 为图像传感器的感光响应分布 $\{R,G,B\}$, $L(\lambda)$ 为光源的光强分布, λ 为光源的波长, $R_b^{(x,y)}$ 为物体表面的漫反射率, $R_s^{(x,y)}$ 为物体表面的镜面反射率, $\gamma_b^{(x,y)}$ 为物体的漫反射强度, $\gamma_s^{(x,y)}$ 为物体的镜面反射强度。

[0081] 当光源的波长固定为380nm-780nm中的某一值(如400nm)时,公式1可以简化为:

$$[0082] \quad I_i^{(x,y)} = \gamma_b^{(x,y)} F_i L_i R_{b,i}^{(x,y)} + \gamma_s^{(x,y)} F_i L_i R_{s,i}^{(x,y)}, \quad i \in \{R, G, B\}, \quad \text{公式 2}$$

[0083] 对于原始图像中的 (x, y) 点,对原始图像红色通道图像 I_R 和原始图像 I 进行 \log 处理,并采用局部对比度算子 $C\{\}$,可得:

$$[0084] \quad C\{\log(I_R) - \log(\|I\|_1)\} = C\{\log(F_R L_R) + \log(\gamma_b R_{b,R} + \gamma_s R_{s,R})\} - C\{\log(F_R L_R (\gamma_b R_{b,R} + \gamma_s R_{s,R}) + F_G L_G (\gamma_b R_{b,G} + \gamma_s R_{s,G}) + F_B L_B (\gamma_b R_{b,B} + \gamma_s R_{s,B}))\}, \quad \text{公式 3}$$

[0085] 根据中性界面反射假设:在光源的波长为380nm-780nm时,光源发射的光线在灰卡(标定灰点)上的漫反射率和镜面反射率相等,因此:

$$[0086] \quad R_{j,R} = R_{j,G} = R_{j,B} = \bar{R}_j, \quad j \in \{s, b\}, \quad \text{公式 4}$$

[0087] 将公式4代入公式3,可得:

$$[0088] \quad C\{\log(I_R) - \log(\|I\|_1)\} = C\{\log(F_R L_R) + \log(\gamma_b \bar{R}_b + \gamma_s \bar{R}_s)\} - C\{\log((F_R L_R + F_G L_G + F_B L_B)(\gamma_b \bar{R}_b + \gamma_s \bar{R}_s))\}, \quad \text{公式 5}$$

[0089] 由于 $C\{\}$ 为局部对比度算子,假设在原始图像中的 (x, y) 点附近的小范围内,光源的光强分布相同,图像传感器的感光响应相同,可得: $C\{\log(F_R L_R)\} = 0$,代入公式5可得:

$$[0090] \quad C\{\log(I_R) - \log(\|I\|_1)\} = C\left\{\log\left(\frac{\gamma_b \bar{R}_b + \gamma_s \bar{R}_s}{\gamma_b \bar{R}_b + \gamma_s \bar{R}_s}\right)\right\} = 0$$

[0091] 通过上述推导可以得出,标定灰点的 $C\{\log(I_R) - \log(\|I\|_1)\}$ 为0,在确定待处理灰点的过程中,可以通过判断原始图像中坐标为 (x, y) 的像素点的 $C\{\log(I_R) - \log(\|I\|_1)\}$ 的数值,即判断原始图像中坐标为 (x, y) 的像素点的 $C\{\log(I_R) - \log(\|I\|_1)\}$ 的数值是否趋近于0,数值越趋近于0,说明原始图像中这个坐标为 (x, y) 的像素点是标定灰点的可能性越大,从而可以将这个坐标为 (x, y) 的像素点确定为待处理灰点,也即是说, $C\{\log(I_R) - \log(\|I\|_1)\}$ 可以作为用于确定待处理灰点的灰度值指标的一部分。同理, $C\{\log(I_G) - \log(\|I\|_1)\}$ 和 $C\{\log(I_B) - \log(\|I\|_1)\}$ 也可以作为用于确定待处理灰点的灰度值指标的一部分。因此,灰度值指标可由以下公式表示: $GI(x, y) = \|C\{\log(I_R) - \log(\|I\|_1)\} + C\{\log(I_G) - \log(\|I\|_1)\} + C\{\log(I_B) - \log(\|I\|_1)\}\|_2$,并可将灰度值指标小于预设阈值的像素点确定为待处理灰点。

[0092] 进一步地,在某些实施方式中,原始图像包括第一原始图像和第二原始图像,第一原始图像和第二原始图像分别由不同的图像传感器生成,每个图像传感器能够接收相同波段的光线,则灰度值指标可由以下公式表示: $GI(x, y) = \|C\{\log(I_{R1}) - \log(\|I\|_1)\} + C\{\log(I_{R2}) - \log(\|I\|_1)\} + C\{\log(I_{G1}) - \log(\|I\|_1)\} + C\{\log(I_{G2}) - \log(\|I\|_1)\} + C\{\log(I_{B1}) - \log(\|I\|_1)\} + C\{\log(I_{B2}) - \log(\|I\|_1)\}\|_2$ 。如此,能够更准确地确定待处理灰点。

[0093] 需要指出的是,上述灰度值指标能够较准确地确定原始图像中非平坦区的像素点是否为待处理灰点,对于原始图像中的平坦区,由于 $C\{\}$ 为局部对比度算子,原始图像中平坦区的 $C\{\log(I_R) - \log(\|I\|_1)\}$ 恒为0,会导致将原始图像中的平坦区错误地确定为待处理灰点,因此,在使用上述灰度值指标确定原始图像中的待处理灰点时,可通过排除平坦区对应的像素点来提高待处理灰点的准确性。

[0094] 在某些实施方式中,局部对比度算子包括高斯拉普拉斯算子、普鲁伊特(Prewitt)

算子、索贝尔(sobel)算子、拉普拉斯算子中的至少一种。

[0095] 如此,能够较好地计算原始图像的梯度,从而便于计算原始图像中每个像素点的灰度值指标。

[0096] 请参阅图12和图13,在某些实施方式中,步骤03包括:

[0097] 031:获取灰卡在预设光源下的标准图像,标准图像由图像传感器生成;

[0098] 033:将标准图像中的灰卡作为图像传感器在预设光源下的标定灰点。

[0099] 上述实施方式的灰点检测方法可由本申请实施方式的灰点检测装置100实现。具体地,标定模块10包括获取单元11和第一确定单元13。获取单元11用于获取灰卡在预设光源下的标准图像,标准图像由图像传感器生成。第一确定单元13用于将标准图像中的灰卡作为图像传感器在预设光源下的标定灰点。

[0100] 上述实施方式的灰点检测方法可由本申请实施方式的电子设备200实现。具体地,处理器201用于获取灰卡在预设光源下的标准图像,标准图像由图像传感器生成,及用于将标准图像中的灰卡作为图像传感器在预设光源下的标定灰点。

[0101] 如此,能够预先确定图像传感器在预设光源下的标定灰点。

[0102] 具体地,灰卡即就是灰色卡片。预设光源可包括D65光源、U30光源、TL84光源、CWF光源、A光源、H光源。以预设光源为D65光源和图像传感器为主摄图像传感器为例,预先利用主摄图像传感器,获取灰卡在D65光源下的标准图像,获得的标准图像中包括灰卡,进而确定图像中灰卡的像素值,并将图像中灰卡的像素值作为主摄图像传感器在D65光源下的标定灰点的像素值,从而确定主摄图像传感器在D65光源下的标定灰点。进一步地,确定每种图像传感器在每种预设光源下的标定灰点,并存储所有标定灰点的数据,从而便于后续直接读取标定灰点的数据,加快灰点检测的速度。

[0103] 请参阅图14和图15,在某些实施方式中,标定灰点包括标定红色分量、标定绿色分量和标定蓝色分量,待处理灰点包括待处理红色分量、待处理绿色分量和待处理蓝色分量,步骤05包括:

[0104] 051:计算标定灰点的第一红绿分量比值和第一蓝绿分量比值,并根据第一红绿分量比值和第一蓝绿分量比值确定标定灰点的标定坐标,第一红绿分量比值为标定红色分量与标定绿色分量的比值,第一蓝绿分量比值为标定蓝色分量与标定绿色分量的比值;

[0105] 053:计算待处理灰点的第二红绿分量比值和第二蓝绿分量比值,并根据第二红绿分量比值和第二蓝绿分量比值确定待处理灰点的待处理坐标,第二红绿分量比值为待处理红色分量与待处理绿色分量的比值,第二蓝绿分量比值为待处理蓝色分量与待处理绿色分量的比值;

[0106] 055:根据标定坐标与待处理坐标的欧氏距离,确定每帧原始图像中待处理灰点的待处理置信度。

[0107] 上述实施方式的灰点检测方法可由本申请实施方式的灰点检测装置100实现。具体地,第二确定模块50包括第二计算单元51、第三计算单元53和第二确定单元55。第二计算单元51用于计算标定灰点的第一红绿分量比值和第一蓝绿分量比值,并根据第一红绿分量比值和第一蓝绿分量比值确定标定灰点的标定坐标,第一红绿分量比值为标定红色分量与标定绿色分量的比值,第一蓝绿分量比值为标定蓝色分量与标定绿色分量的比值。第三计算单元53用于计算待处理灰点的第二红绿分量比值和第二蓝绿分量比值,并根据第二红绿

分量比值和第二蓝绿分量比值确定待处理灰点的待处理坐标,第二红绿分量比值为待处理红色分量与待处理绿色分量的比值,第二蓝绿分量比值为待处理蓝色分量与待处理绿色分量的比值。第二确定单元55用于根据标定坐标与待处理坐标的欧氏距离,确定每帧原始图像中待处理灰点的待处理置信度。

[0108] 上述实施方式的灰点检测方法可由本申请实施方式的电子设备200实现。具体地,处理器201用于计算标定灰点的第一红绿分量比值和第一蓝绿分量比值,并根据第一红绿分量比值和第一蓝绿分量比值确定标定灰点的标定坐标,第一红绿分量比值为标定红色分量与标定绿色分量的比值,第一蓝绿分量比值为标定蓝色分量与标定绿色分量的比值,及用于计算待处理灰点的第二红绿分量比值和第二蓝绿分量比值,并根据第二红绿分量比值和第二蓝绿分量比值确定待处理灰点的待处理坐标,第二红绿分量比值为待处理红色分量与待处理绿色分量的比值,第二蓝绿分量比值为待处理蓝色分量与待处理绿色分量的比值,及用于根据标定坐标与待处理坐标的欧氏距离,确定每帧原始图像中待处理灰点的待处理置信度。

[0109] 如此,能够快速准确地确定每帧原始图像中待处理灰点的待处理置信度。

[0110] 具体地,标定灰点和待处理灰点均包括红色通道、绿色通道和蓝色通道。标定红色分量 R_1 可以理解为标定灰点在红色通道的像素值,标定绿色分量 G_1 可以理解为标定灰点在绿色通道的像素值,标定蓝色分量 B_1 可以理解为标定灰点在蓝色通道的像素值。同理,待处理红色分量 R_2 可以理解为待处理灰点在红色通道的像素值,待处理绿色分量 G_2 可以理解为待处理灰点在绿色通道的像素值,待处理蓝色分量 B_2 可以理解为待处理灰点在蓝色通道的像素值。

[0111] 进一步地,第一红绿分量比值= R_1/G_1 ,第一蓝绿分量比值= B_1/G_1 ,标定坐标记为 $(R_1/G_1, B_1/G_1)$ 。第二红绿分量比值= R_2/G_2 ,第二蓝绿分量比值= B_2/G_2 ,待处理坐标记为 $(R_2/G_2, B_2/G_2)$ 。标定坐标和待处理坐标的欧式距离

$D = \sqrt{(R_1/G_1 - R_2/G_2)^2 + (B_1/G_1 - B_2/G_2)^2}$ 。可以理解,标定坐标与待处理坐标的欧氏距离与每帧原始图像中待处理灰点的待处理置信度存在对应关系,标定坐标与待处理坐标的欧氏距离越小,即待处理灰点越靠近标定灰点,待处理灰点是目标灰点的可能性越大,相应地,待处理灰点的待处理置信度越高;标定坐标与待处理坐标的欧氏距离越大,即待处理灰点越远离标定灰点,待处理灰点是目标灰点的可能性越小,相应地,待处理灰点的待处理置信度越低,从而在确定标定坐标与待处理坐标的欧氏距离之后,能够根据欧氏距离确定待处理灰点的待处理置信度。

[0112] 在某些实施方式中,标定灰点是预先确定的,即第一红绿分量比值和第一蓝绿分量比值是预先确定的,如此,在确定待处理灰点之后,可以更快速地计算标定坐标与待处理坐标的欧氏距离,从而确定待处理灰点的待处理置信度。

[0113] 在一个例子中,请结合表1,表1为主摄图像传感器分别在D65光源、U30光源、TL84光源、CWF光源、A光源、H光源下确定的标定灰点的第一红绿分量比值和第一蓝绿分量比值,表1可存储在电子设备200的存储器202中,在确定待处理灰点的第二红绿分量比值和第二蓝绿分量比值之后,可通过第二红绿分量比值和第二蓝绿分量比值初步确定原始图像对应的当前光源颜色,可直接从存储器202中调取与当前光源颜色最接近的预设光源的标定灰点的第一红绿分量比值和第一蓝绿分量比值,进而计算标定坐标与待处理坐标的欧氏距

离,并根据计算结果确定待处理灰点的待处理置信度。

[0114] 表1

光源	R1/G1	B1/G1
D65	0.714594	0.67968
U30	0.990364	0.564486
TL84	0.847527	0.60783
CWF	0.633686	0.8125
A	0.876607	0.640531
H	0.731521	0.681113

[0116] 需要指出的是,上述所提到的具体数值只为了作为例子详细说明本申请的实施,而不应理解为对本申请的限制。在其他例子或实施方式或实施例中,可根据本申请来选择其他数值,在此不作具体限定。

[0117] 本申请实施方式的计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,程序被处理器201执行的情况下,实现上述任一实施方式的灰点检测方法的步骤。

[0118] 例如,程序被处理器201执行的情况下,实现以下灰点检测方法的步骤:

[0119] 01:确定至少两帧原始图像中的待处理灰点,至少两帧原始图像分别由不同的图像传感器生成,每个图像传感器能够接收相同波段的光线;

[0120] 03:确定图像传感器在预设光源下的标定灰点;

[0121] 05:根据标定灰点,确定每帧原始图像中待处理灰点的待处理置信度;

[0122] 07:融合至少两帧原始图像的待处理置信度以确定待处理灰点的目标置信度;

[0123] 09:将目标置信度大于预设置信度的待处理灰点作为目标灰点。

[0124] 可以理解,计算机程序包括计算机程序代码。计算机程序代码可以为源代码形式、对象代码形式、可执行文件或某些中间形式等。计算机可读存储介质可以包括:能够携带计算机程序代码的任何实体或装置、记录介质、U盘、移动硬盘、磁碟、光盘、计算机存储器、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、以及软件分发介质等。处理器201可以是中央处理器,还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现成可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。

[0125] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0126] 流程图中或在此以其他方式描述的任何过程或方法描述可以被理解为,表示包括一个或更多个用于实现特定逻辑功能或过程的步骤的可执行指令的代码的模块、片段或部分,并且本申请的优选实施方式的范围包括另外的实现,其中可以不按所示出或讨论的顺

序,包括根据所涉及的功能按基本同时的方式或按相反的顺序,来执行功能,这应被本申请的实施例所属技术领域的技术人员所理解。

[0127] 尽管上面已经示出和描述了本申请的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本申请的限制,本领域的普通技术人员在本申请的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

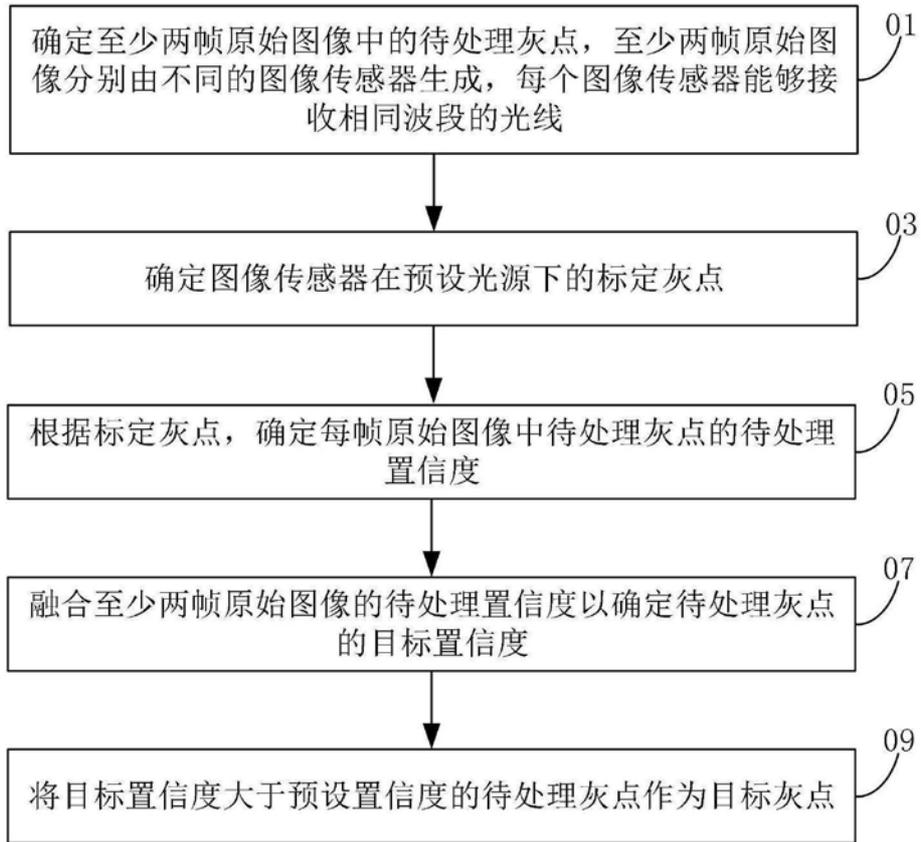


图1

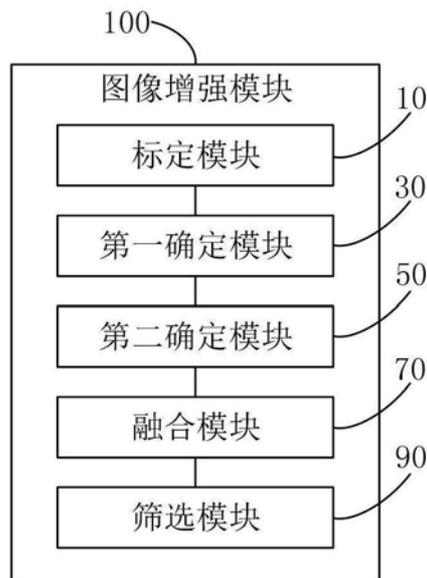


图2

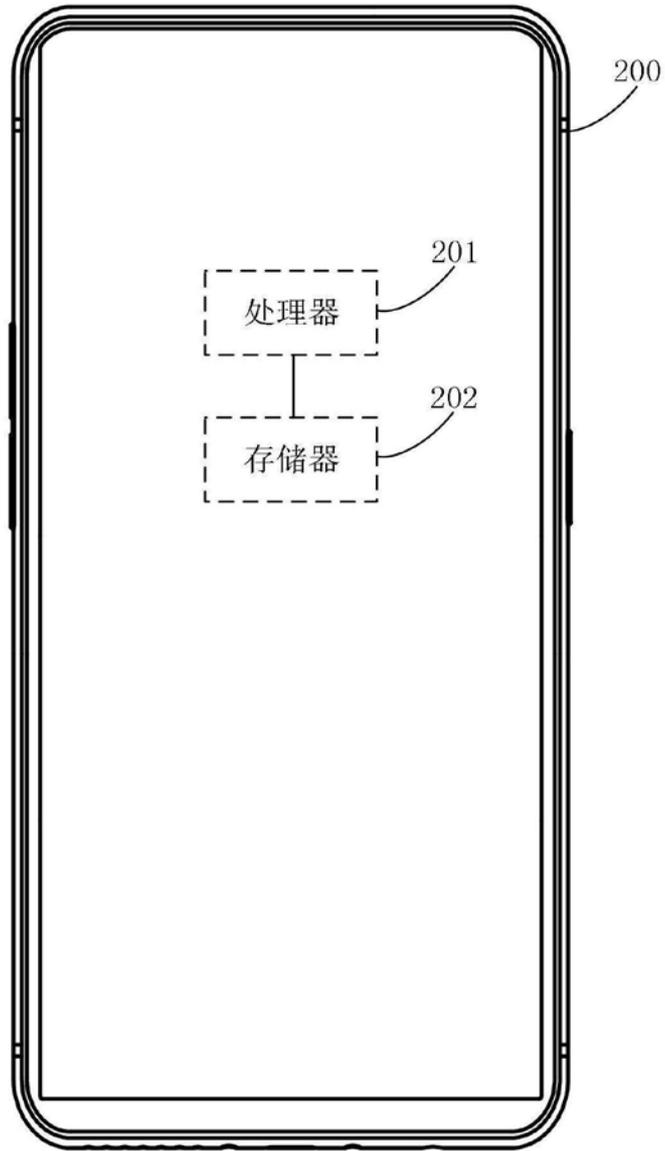


图3

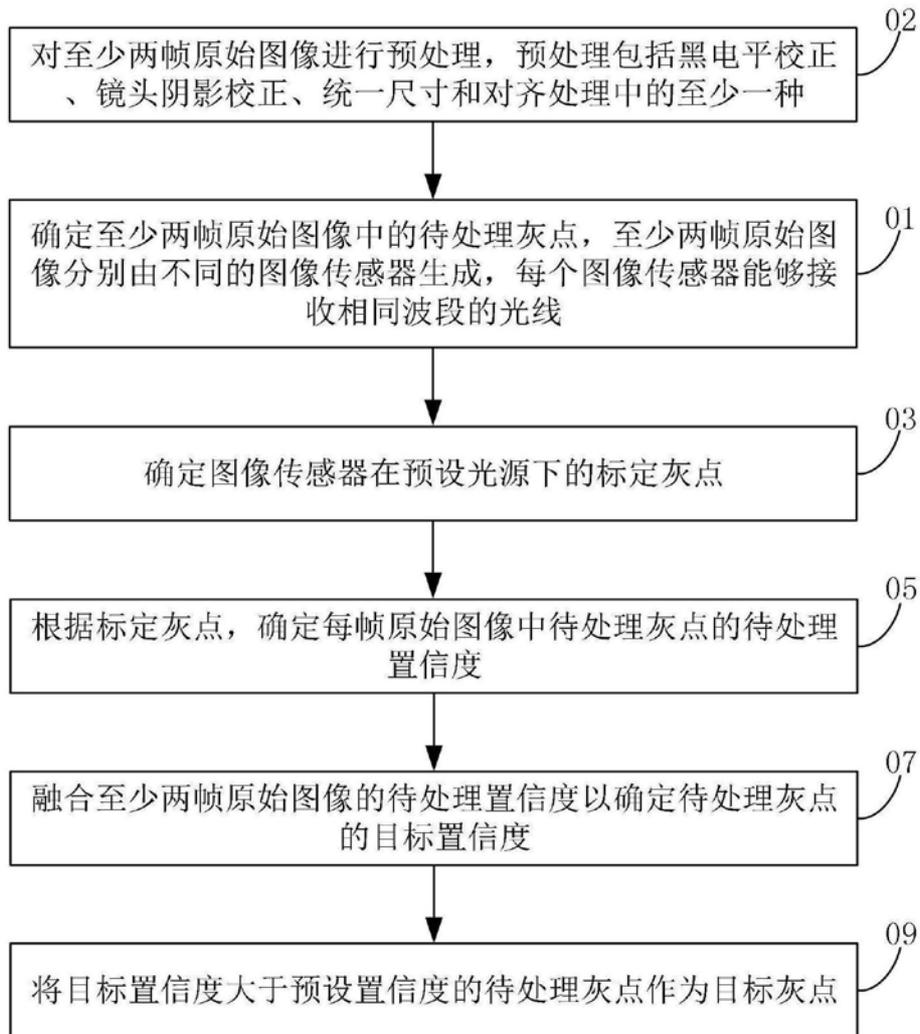


图4

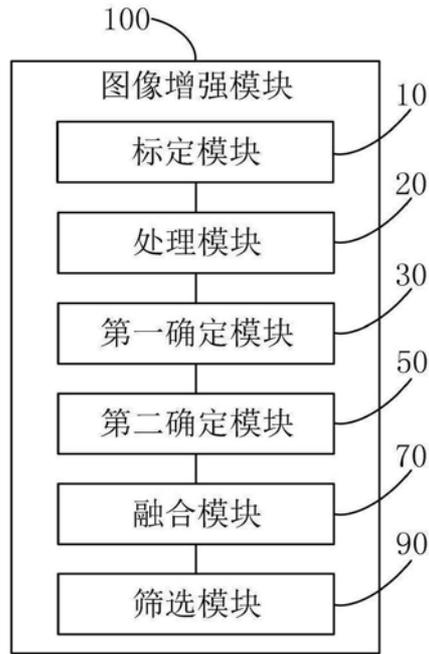


图5

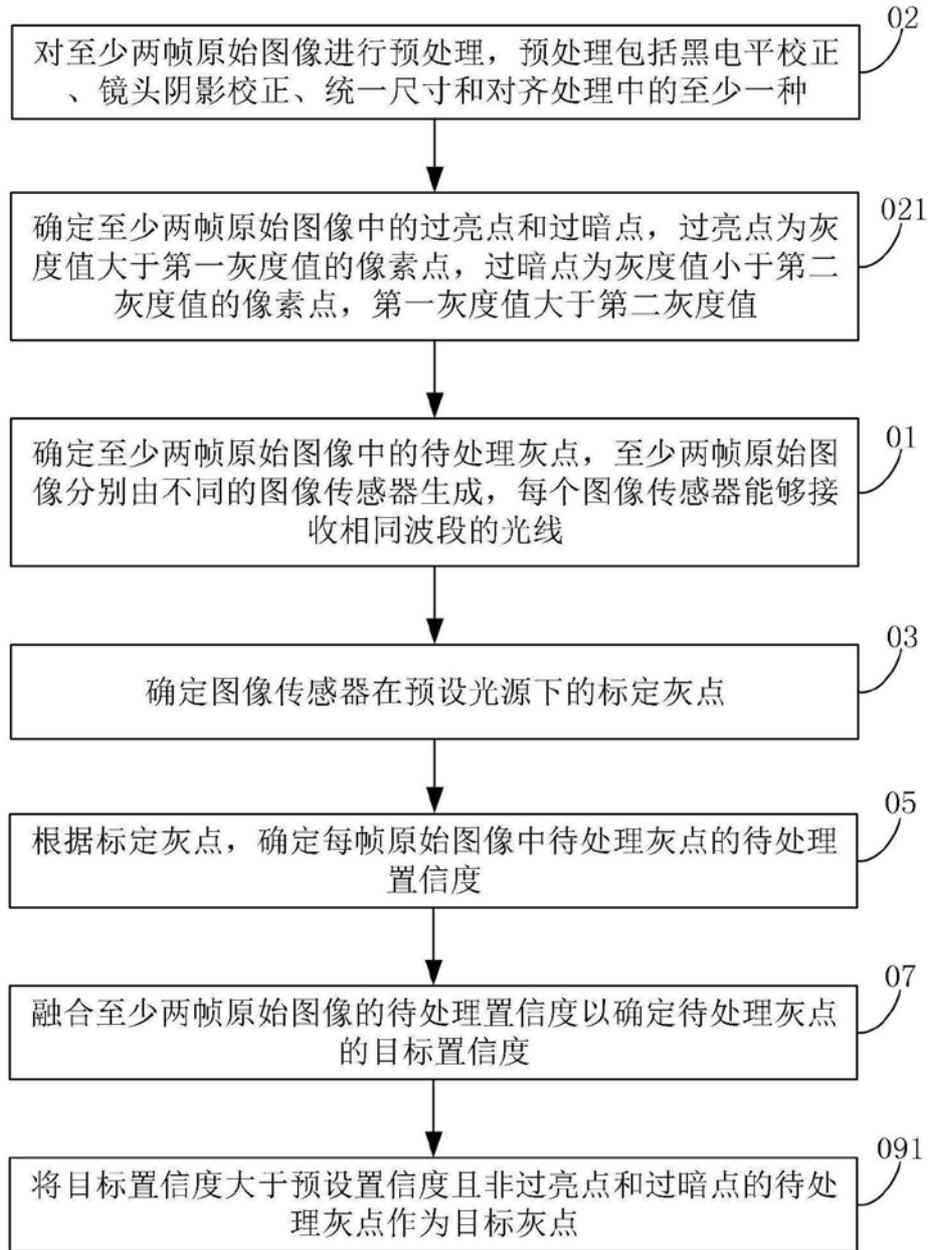


图6

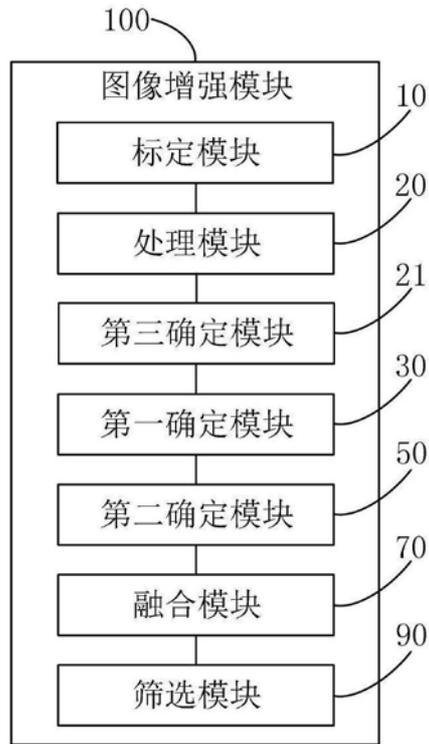


图7

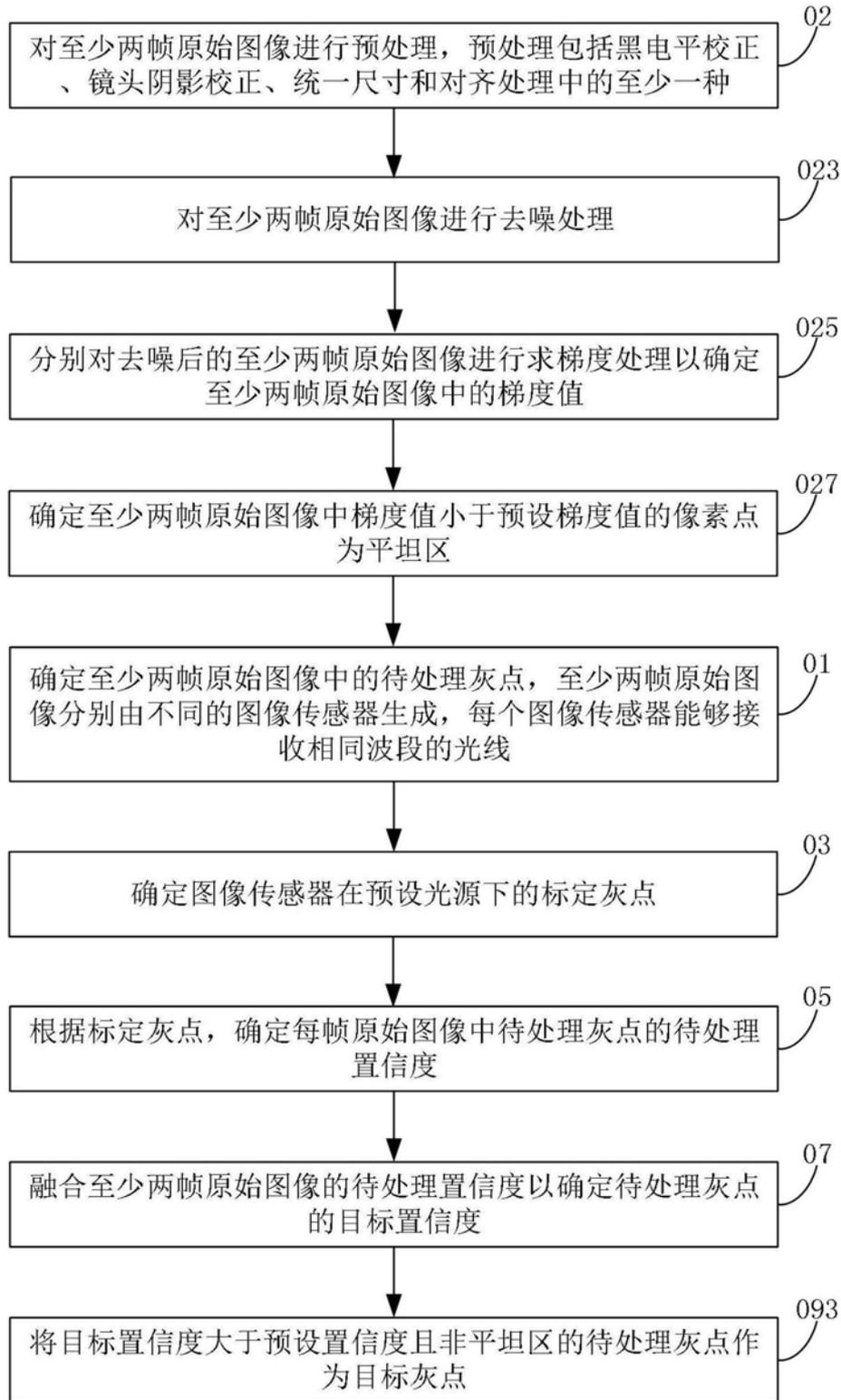


图8

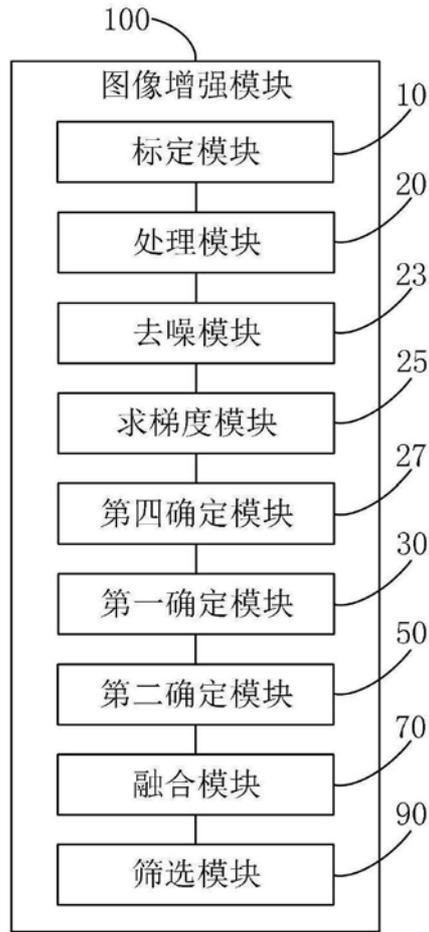


图9

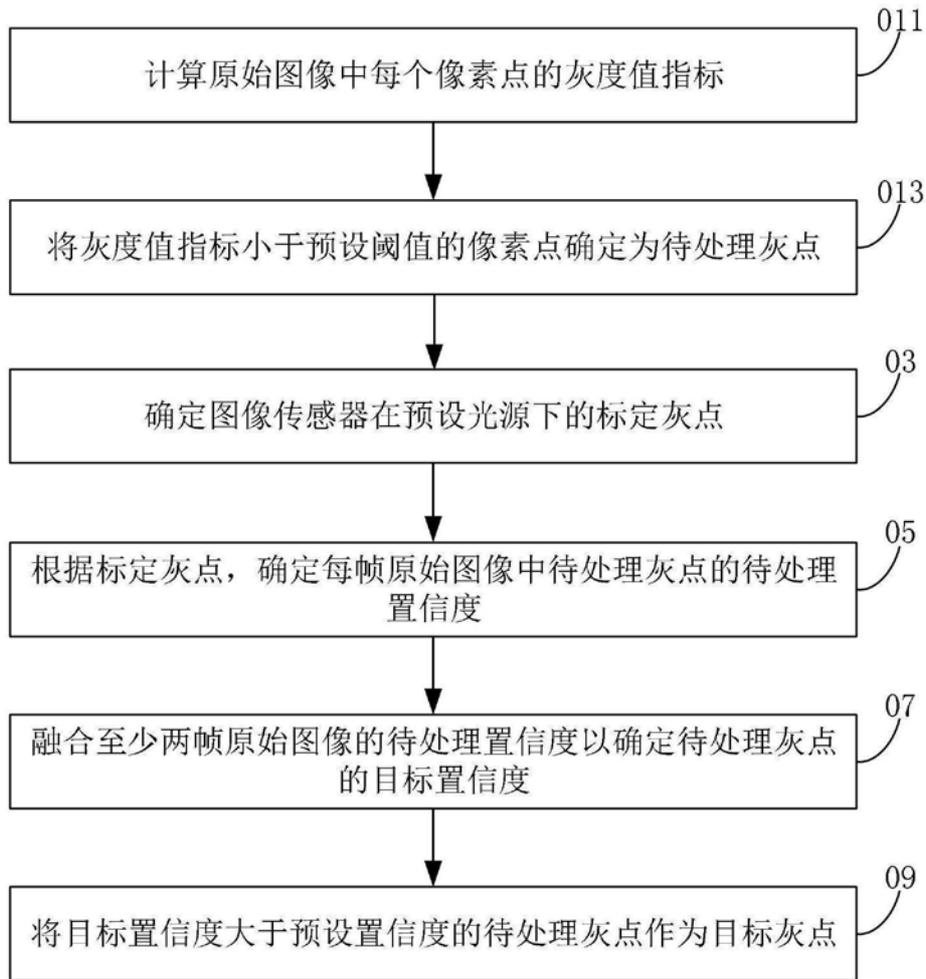


图10

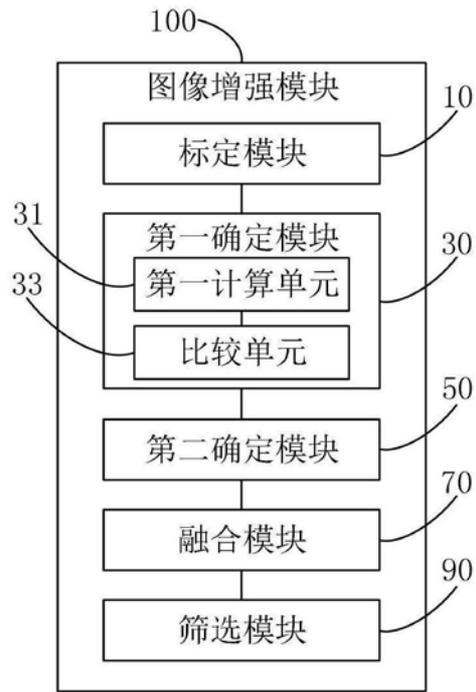


图11

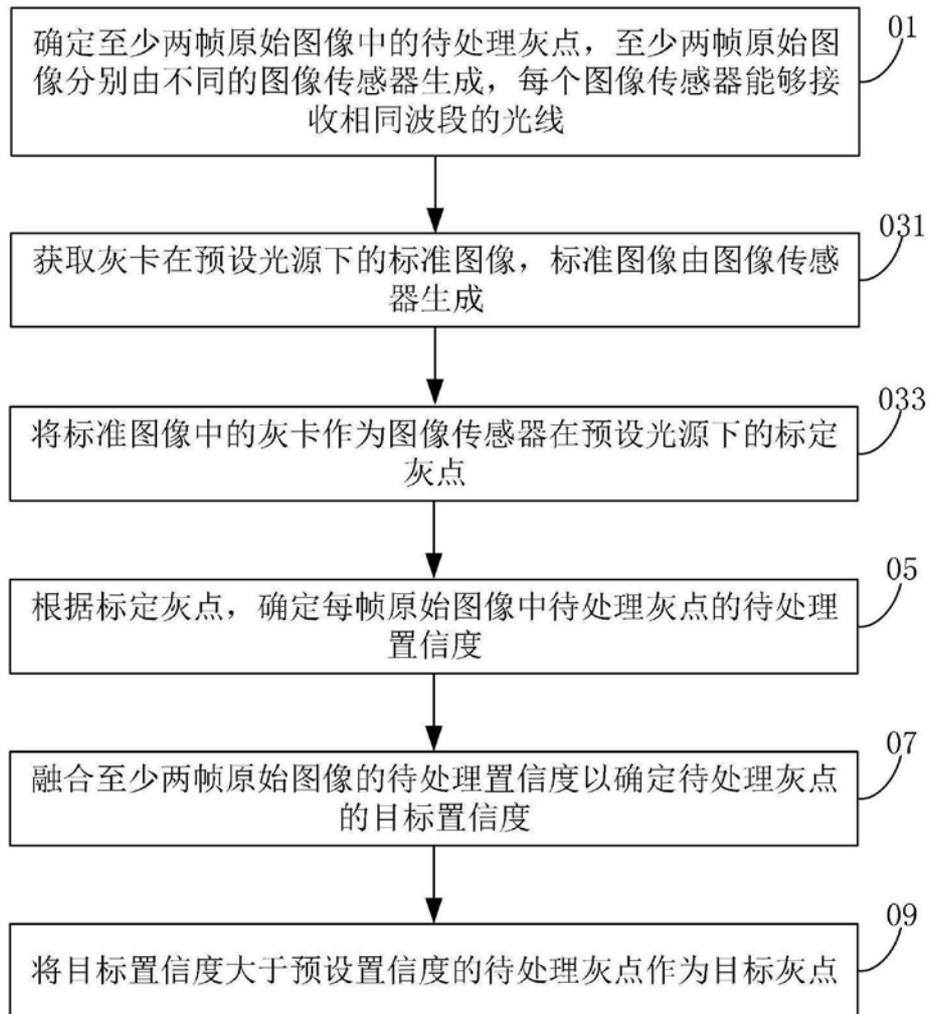


图12

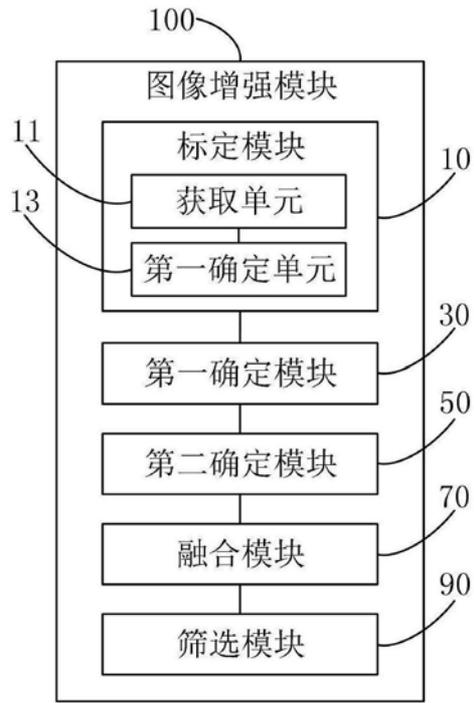


图13

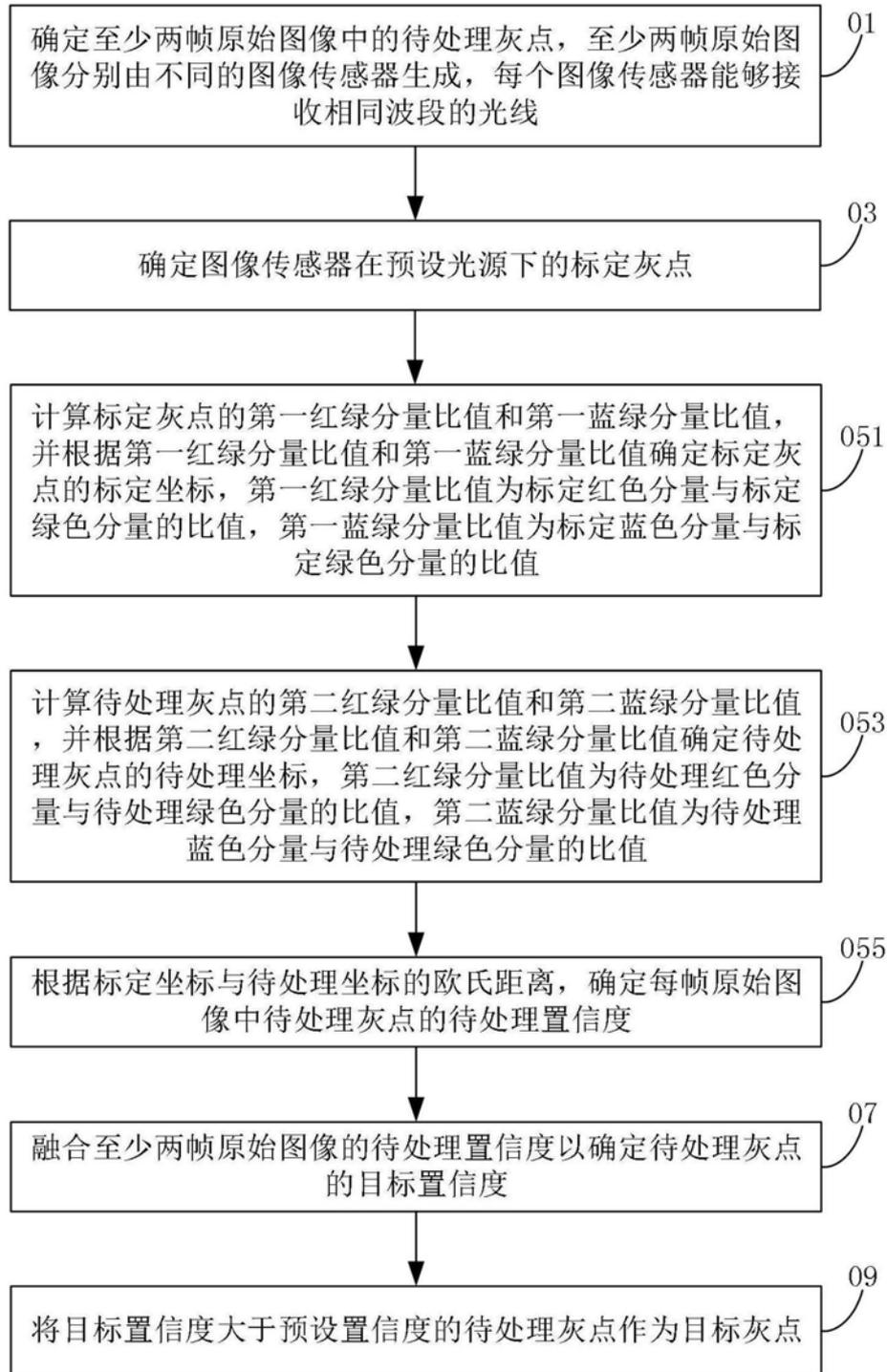


图14

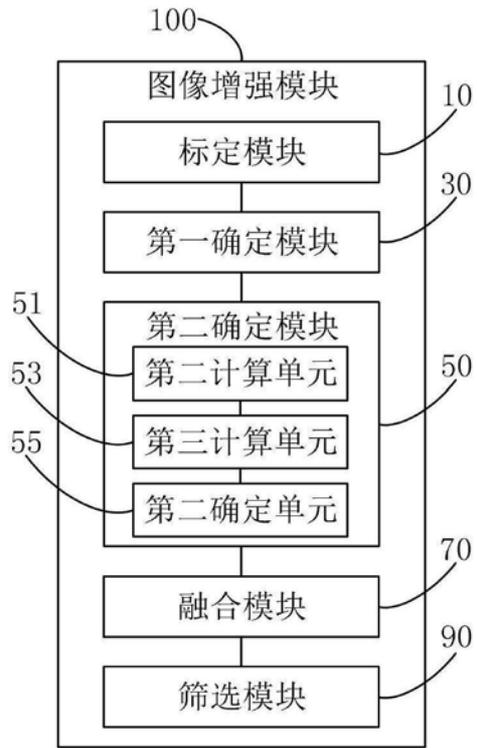


图15