



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112164072 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 26

(21) 申请号 202010987956.0

(22) 申请日 2020.09.18

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112164072 A

(43) 申请公布日 2021.01.01

(73) 专利权人 深圳市南科信息科技有限公司
地址 518000 广东省深圳市福田区沙头街
道天安社区泰然五路8号天安数码城
天济大厦五层F4.85B-521

(72) 发明人 宋鸿展 关伟鹏 陈世桓 伍文飞
邓艾

(74) 专利代理机构 深圳叁众知识产权代理事务
所(普通合伙) 44434
专利代理师 杜立光

(51) Int. Cl.

G06T 7/11 (2017.01)

G06T 7/136 (2017.01)

G06T 7/155 (2017.01)

G06T 7/187 (2017.01)

G06F 17/16 (2006.01)

G06V 10/25 (2022.01)

(56) 对比文件

CN 105515657 A, 2016.04.20

CN 107421506 A, 2017.12.01

审查员 李美华

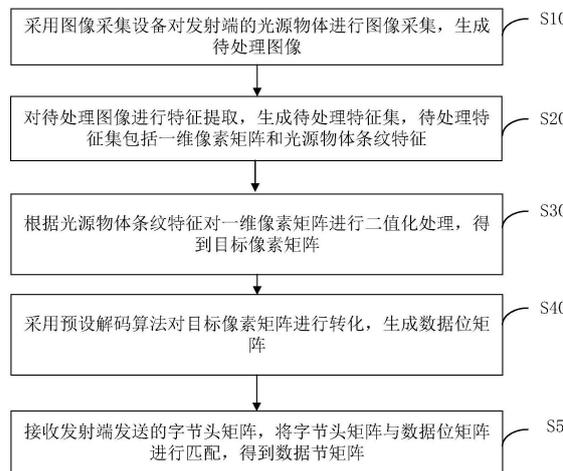
权利要求书3页 说明书11页 附图7页

(54) 发明名称

可见光成像通信解码方法、装置、设备及介质

(57) 摘要

本发明公开了一种可见光成像通信解码方法、装置、计算机设备及存储介质,通过采用图像采集设备对发射端的光源物体进行图像采集,生成待处理图像;对待处理图像进行特征提取,生成待处理特征集,待处理特征集包括一维像素矩阵和光源物体条纹特征;根据光源物体条纹特征对一维像素矩阵进行二值化处理,得到目标像素矩阵;采用预设解码算法对目标像素矩阵进行转化,生成数据位矩阵;接收发射端发送的字节头矩阵,将字节头矩阵与数据位矩阵进行匹配,得到数据节矩阵;解决了帧频变化带来的解码不正确问题,从而保证了可见光成像通信信息解码的准确性。



1. 一种可见光成像通信解码方法,其特征在于,包括:
 - 采用图像采集设备对发射端的光源物体进行图像采集,生成待处理图像;
 - 对所述待处理图像进行特征提取,生成待处理特征集,所述待处理特征集包括一维像素矩阵和光源物体条纹特征;其中,光源物体条纹特征为一维像素矩阵波峰波谷坐标;
 - 根据所述光源物体条纹特征对所述一维像素矩阵进行二值化处理,得到目标像素矩阵;
 - 采用预设解码算法对所述目标像素矩阵进行转化,生成数据位矩阵;
 - 接收所述发射端发送的字节头矩阵,将所述字节头矩阵与所述数据位矩阵进行匹配,得到数据节矩阵。
2. 如权利要求1所述的可见光成像通信解码方法,其特征在于,对所述待处理图像进行特征提取,生成待处理特征集,包括:
 - 将所述待处理图像转换为二值化图像,
 - 采用形态学闭算法去除所述二值化图像中的小连通区域,得到目标图像;
 - 对所述目标图像进行蒙版处理,获取光源物体形状;
 - 对所述光源物体形状中的每一行像素值进行处理,得到一维像素矩阵;
 - 对所述一维像素矩阵进行平滑处理,得到左移矩阵和右移矩阵;
 - 将所述左移矩阵和所述右移矩阵进行异或处理,得到光源物体条纹特征。
3. 如权利要求1所述的可见光成像通信解码方法,其特征在于,所述根据所述光源物体条纹特征对所述一维像素矩阵进行二值化处理,得到目标像素矩阵,包括:
 - 逐一读取所述光源物体条纹特征中波峰和波谷之间的感兴趣区域,获取每一感兴趣区域中的极大值和极小值;
 - 若所述感兴趣区域中的极小值小于预设背景阈值,则将所述极小值确定为目标背景阈值;
 - 若所述感兴趣区域中极大值和极小值之间的差值大于第一阈值,则获取所述感兴趣区域中极大值和极小值之间的均值,并将所述感兴趣区域确定为目标感兴趣区域;
 - 对所述目标感兴趣区域进行二值化处理;
 - 采用目标阈值对每一所述感兴趣区域进行全局二值化处理,得到目标像素矩阵。
4. 如权利要求1所述的可见光成像通信解码方法,其特征在于,所述采用预设解码算法对所述目标像素矩阵进行转化,生成数据位矩阵,包括:
 - 提取所述目标像素矩阵中连续相同像素的个数,生成初始整数串;
 - 将所述初始整数串中的第N个值作为像素宽度;
 - 将所述初始整数串中的每一位整数除以所述像素宽度,得到目标整数串;
 - 识别所述目标整数串中的第一个像素;
 - 若所述第一个像素为高电平,则将所述整数串中的奇数位整数记为第一数值,将所述整数串中的偶数位整数记为第二数值;
 - 将所述第一数值和所述第二数值进行组合,生成数据位矩阵。
5. 如权利要求4所述的可见光成像通信解码方法,其特征在于,在识别所述目标像素矩阵中的第一个像素之后,所述可见光成像通信解码还包括:
 - 若所述第一个像素为低电平,则将所述整数串中的奇数位整数记为第三数值,将所

述整数串中的奇数位整数记为第四数值；

将所述第三数值和所述第四数值进行组合,生成数据位矩阵。

6.一种可见光成像通信解码装置,其解码方法为权利要求1-5任意一项所述的可见光成像通信解码方法,其特征在于,包括:

图像采集模块,用于采用图像采集设备对发射端的光源物体进行图像采集,生成待处理图像;

特征提取模块,用于对所述待处理图像进行特征提取,生成待处理特征集,所述待处理特征集包括一维像素矩阵和光源物体条纹特征;

二值化处理模块,用于根据所述光源物体条纹特征对所述一维像素矩阵进行二值化处理,得到目标像素矩阵;

转化模块,用于采用预设解码算法对所述目标像素矩阵进行转化,生成数据位矩阵;

匹配模块,用于接收所述发射端发送的字节头矩阵,将所述字节头矩阵与所述数据位矩阵进行匹配,得到数据节矩阵。

7.如权利要求6所述的可见光成像通信解码装置,其特征在于,所述特征提取模块包括:

第一转化单元,用于将所述待处理图像转换为二值化图像,

去除单元,用于采用形态学闭算法去除所述二值化图像中的小连通区域,得到目标图像;

蒙版处理单元,用于对所述目标图像进行蒙版处理,获取光源物体形状;

第一处理单元,用于对所述光源物体形状中的每一行像素值进行处理,得到一维像素矩阵;

平滑处理单元,用于对所述一维像素矩阵进行平滑处理,得到左移矩阵和右移矩阵;

异或处理单元,用于将所述左移矩阵和所述右移矩阵进行异或处理,得到光源物体条纹特征。

8.如权利要求6所述的可见光成像通信解码装置,其特征在于,所述二值化处理模块包括:

读取单元,用于逐一读取所述光源物体条纹特征中波峰和波谷之间的感兴趣区域,获取每一感兴趣区域中的极大值和极小值;

第一确定单元,用于在所述感兴趣区域中的极小值小于预设背景阈值时,将所述极小值确定为目标背景阈值;

第二确定单元,用于在所述感兴趣区域中极大值和极小值之间的差值大于第一阈值时,获取所述感兴趣区域中极大值和极小值之间的均值,并将所述感兴趣区域确定为目标感兴趣区域;

第一二值化处理单元,用于对所述目标感兴趣区域进行二值化处理;

全局二值化处理单元,用于采用目标阈值对每一所述感兴趣区域进行全局二值化处理,得到目标像素矩阵。

9.一种计算机设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1至5任一项所述可见光成像通信解码方法。

10. 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至5任一项所述可见光成像通信解码方法。

可见光成像通信解码方法、装置、设备及介质

技术领域

[0001] 本发明涉及可见光通信领域,尤其涉及一种可见光成像通信解码方法、装置、设备及介质。

背景技术

[0002] 可见光通信是一种利用可见光波段的光作为信息载体,在空气中直接传输光信号的通信方式。它绿色低碳,无电磁干扰且成本低,具有高速率性和高保密性,利于快速构建抗干扰、抗截获的安全信息空间。目前可见光成像通信过程中相机大部都是采用卷帘机制从而使二进制信息转化为条纹信息,而由于市面上相机由于会不可避免地产生帧频变化影响,从而使得条纹的宽度发生不可预测的变化。而传统的信息解码方法大多是基于条纹宽度不变的前提下来通过隔距采样的方案进行解码,因此解码正确率会受到帧频变化的影响,从而导致可见光通信在实际应用过程中成像通信信息解码的准确性不高。

发明内容

[0003] 本发明实施例提供一种可见光成像通信解码方法、装置、计算机设备及存储介质,以解决可见光成像通信信息解码的准确性不高的问题。

[0004] 一种可见光成像通信解码方法,包括:

[0005] 采用图像采集设备对发射端的光源物体进行图像采集,生成待处理图像;

[0006] 对所述待处理图像进行特征提取,生成待处理特征集,所述待处理特征集包括一维像素矩阵和光源物体条纹特征;

[0007] 根据所述光源物体条纹特征对所述一维像素矩阵进行二值化处理,得到目标像素矩阵;

[0008] 采用预设解码算法对所述目标像素矩阵进行转化,生成数据位矩阵;

[0009] 接收所述发射端发送的字节头矩阵,将所述字节头矩阵与所述数据位矩阵进行匹配,得到数据节矩阵。

[0010] 一种可见光成像通信解码装置,包括:

[0011] 图像采集模块,用于采用图像采集设备对发射端的光源物体进行图像采集,生成待处理图像;

[0012] 特征提取模块,用于对所述待处理图像进行特征提取,生成待处理特征集,所述待处理特征集包括一维像素矩阵和光源物体条纹特征;

[0013] 二值化处理模块,用于根据所述光源物体条纹特征对所述一维像素矩阵进行二值化处理,得到目标像素矩阵;

[0014] 转化模块,用于采用预设解码算法对所述目标像素矩阵进行转化,生成数据位矩阵;

[0015] 匹配模块,用于接收所述发射端发送的字节头矩阵,将所述字节头矩阵与所述数据位矩阵进行匹配,得到数据节矩阵。

[0016] 一种计算机设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现上述可见光成像通信解码方法。

[0017] 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现上述可见光成像通信解码方法。

[0018] 上述可见光成像通信解码方法、装置、计算机设备及存储介质,采用图像采集设备对发射端的光源物体进行图像采集,生成待处理图像;对待处理图像进行特征提取,生成待处理特征集,待处理特征集包括一维像素矩阵和光源物体条纹特征;根据光源物体条纹特征对一维像素矩阵进行二值化处理,得到目标像素矩阵;采用预设解码算法对目标像素矩阵进行转化,生成数据位矩阵;接收发射端发送的字节头矩阵,将字节头矩阵与数据位矩阵进行匹配,得到数据节矩阵;解决了帧频变化带来的解码不正确问题,从而保证了可见光成像通信信息解码的准确性。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对本发明实施例的描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1是本发明一实施例中可见光成像通信解码方法的一应用环境示意图;

[0021] 图2是本发明一实施例中可见光成像通信解码方法的一示例图;

[0022] 图3是本发明一实施例中可见光成像通信解码方法的另一示例图;

[0023] 图4是本发明一实施例中可见光成像通信解码方法的另一示例图;

[0024] 图5是本发明一实施例中可见光成像通信解码方法的另一示例图;

[0025] 图6是本发明一实施例中可见光成像通信解码方法的另一示例图;

[0026] 图7是本发明一实施例中可见光成像通信解码装置的一原理框图;

[0027] 图8是本发明一实施例中可见光成像通信解码装置的另一原理框图;

[0028] 图9是本发明一实施例中可见光成像通信解码装置的另一原理框图;

[0029] 图10是本发明一实施例中计算机设备的一示意图。

具体实施方式

[0030] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0031] 本发明实施例提供的可见光成像通信解码方法,该可见光成像通信解码方法可应用如图1所示的应用环境中。具体地,该可见光成像通信解码方法应用在可见光成像通信解码系统中,该可见光成像通信解码系统包括如图1所示的发射端和接收端,发射端与接收端通过网络进行通信,用于解决可见光成像通信信息解码的准确性不高的问题。发射端包括计算机、控制器、驱动电路、光源物体以及电源模块,其中,发射端可以使用LED灯、蜡烛、灯

泡等作为光源物体。接收端可以为日常使用设备携带的CMOS传感器摄像头,其中,日常使用设备包括智能手机、笔记本电脑、平板电脑、掌上上网设备、多媒体设备、可穿戴设备或者其他类型的终端设备。

[0032] 在一实施例中,如图2所示,提供一种可见光成像通信解码方法,以该方法应用在图1中的接收端为例进行说明,包括如下步骤:

[0033] S10:采用图像采集设备对发射端的光源物体进行图像采集,生成待处理图像。

[0034] 其中,在发射端可以使用LED灯、蜡烛、灯泡等作为光源物体。光源物体优选为正在照亮着的LED灯。在一具体实施例中,通过采用发射端的控制器控制LED驱动电路以驱动LED发出光信号。

[0035] 其中,图像采集设备可以为摄像头、相机、扫描仪或图像采集卡等带有图像采集功能的设备。在本实施例中,对发射端的光源物体进行图像采集通过在接收端采用CMOS传感器摄像头正对LED灯录像来捕捉光信号,然后逐帧提取图像,从图像中截取条纹分布区域,分别对R通道、G通道和B通道生成平均帧并归一化,接着以有限个条纹为单位裁剪图片,从而得到待处理图像。其中,所述CMOS传感器摄像头具有卷帘效应,高频闪烁光源被记录为条纹图像。

[0036] S20:对待处理图像进行特征提取,生成待处理特征集,待处理特征集包括一维像素矩阵和光源物体条纹特征。

[0037] 具体地,先对待处理图像进行蒙版处理,从而提取待处理图像中的光源物体(LED)形状,然后获取光源物体(LED)形状内的每一行像素值,并计算每一行像素的像素平均值,从而构成一维像素行矩阵。可以理解地,一维像素行矩阵是由光源物体(LED)形状内每一行像素的像素平均值构成的。进一步地,再将一维像素矩阵进行左右平移处理,并将左右平移后得到的新的像素矩阵分别与原一维像素矩阵进行相减处理,若相减后为正数位则取1,反之取0,从而得到左平移后的左数位矩阵和右平移后的右数位矩阵,最后将左数位矩阵和右数位矩阵进行异或处理,生成一个异或矩阵,异或矩阵中数值为1的坐标即组成光源物体条纹特征,其中,光源物体条纹特征又称为一维像素矩阵波峰波谷坐标。

[0038] S30:根据光源物体条纹特征对一维像素矩阵进行二值化处理,得到目标像素矩阵。

[0039] 具体地,逐步读取光源物体条纹特征中波峰波谷之间的感兴趣(ROI)区域,获取每一波峰波谷之间的感兴趣(ROI)区域的极大值和极小值;并将每一感兴趣(ROI)区域中的极小值与预先设置的背景阈值 T_{min} 进行比较,若该感兴趣(ROI)区域中的极小值小于预先设置的背景阈值 T_{min} 。则将该极小值确定为该感兴趣(ROI)区域的新的背景阈值。其中,背景阈值 T_{min} 可以根据实际情况(比如:LED灯强度)自定义设置和调整,在本实施例中,背景阈值 T_{min} 优先设置为20。进一步地,再将每一感兴趣(ROI)区域中的极大值和极小值的差值与预先设定的特定阈值 D_{diff} 进行比较,若该感兴趣(ROI)区域中极大值和极小值的差值大于该预先设置的定的特定阈值 D_{diff} ,则对该感兴趣(ROI)区域中最大值和最小值的均值进行二值化处理。同样地,特定阈值 D_{diff} 可以根据实际情况(比如:LED灯强度)自定义设置和调整;最后再以 $T_{threshold}$ 为阈值对每一感兴趣区域进行全局二值化处理,以处理未二值化的感兴趣(ROI)区域区域,从而得到目标像素矩阵,需要说明的是,目标像素矩阵也为一维的像素矩阵。其中, $T_{threshold}$ 为可根据实际情况自定义设定的一个阈值, $T_{threshold}$ 阈值的值只要能够

满足将暗条纹和亮条纹分辨开来即可, $T_{\text{threshold}}$ 阈值一般为背景阈值的两倍, 即 $T_{\text{threshold}}$ 阈值优选为40。

[0040] S40: 采用预设解码算法对目标像素矩阵进行转化, 生成数据位矩阵。

[0041] 其中, 预设解码算法为自定义设定的用于将目标像素矩阵转化为数据位矩阵的算法。在本实施例中, 目标像素矩阵为一维的像素矩阵, 预设解码算法为以一维像素解码为数据位的算法。

[0042] 具体地, 提取目标像素矩阵中存在连续相同像素的个数, 生成初始整数串。例如: 若目标像素矩阵中的第一像素、第二像素连续2个像素相同, 第六像素、第七像素、第八像素连续3个像素相同, 第十像素、第十一像素、第十二像素、第十三像素连续4个像素相同, 第二十像素、第二十一像素、第二十二像素、第二十三像素、第二十四像素连续5个像素相同, 第三十一像素、第三十二像素、第三十三、第三十四像素、第三十五像素、第三十六像素连续6个像素相同, 则生成的初始整数串为(2, 3, 4, 5, 6)。

[0043] 然后, 对该初始整数串进行从小到大进行排序, 将该初始整数串中排第N的值(即第N大的值)作为像素宽度。其中, N可以根据实际情况自定义设定。在本实施例中, 由于采集的待处理图形中是存在着干扰的, 所以初始整数串中可能会存在着少数的小的干扰值, 经过多次实验后发现取第五大的值的效果良好, 对于不同的待处理图形可进行进一步调整。因此, N优选为5, 即将该初始整数串中排第5大的值作为像素宽度。需要说明的是, 本实施例中的像素宽度为二进制位代表的像素宽度。

[0044] 进一步地, 再将初始整数串中的每一位整数除以像素宽度, 得到一个目标整数串; 最后识别该目标整数串中的第一个像素; 若第一个像素为高电平, 则将目标整数串中的奇数位整数记为第一数值, 将目标整数串中的偶数位整数记为第二数值; 将目标第一数值和目标第二数值进行组合, 生成数据位矩阵。另外地, 若第一个像素为低电平, 则将目标整数串中的奇数位整数记为第三数值, 将目标整数串中的偶数位整数记为第四数值; 将第三数值和第四数值进行组合, 生成数据位矩阵。比如: 假设五行像素代表一个二进制位, 即一个二进制位代表的像素宽度为5, 白条纹用1表示, 黑条纹用0表示。若有一个白条纹它有15行像素, 则通过四舍五入处理后可得到该条纹代表3个二进制位(即该白条纹可以表示为3个1(1, 1, 1)); 若该白条纹为11行像素, 则通过四舍五入处理后可得到该条纹代表其代表2个二进制位(即该白条纹可以表示为2个1(1, 1)); 若有一个黑条纹它有24个像素宽度, 则通过四舍五入处理后可得到则此黑条纹代表5个二进制位(即该黑条纹可以表示为5个0(0, 0, 0, 0, 0))。

[0045] S50: 接收发射端发送的字节头矩阵, 将字节头矩阵与数据位矩阵进行匹配, 得到数据节矩阵。

[0046] 其中, 字节头矩阵是预先在发射端编码好的, 发射端给每个光源物体(LED灯)赋予了ID数据编码, 并使光源物体(LED灯)通过高速亮暗变换不断发射ID数据信息。在一具体实施例中, 为了使接收端可以获得一个完整的ID数据信息, 需要在ID数据信息前面加上一个字头(header), 以能明显区别于ID数据编码, 该字头(header)即此处的字节头矩阵。比如。若接收到发射端发送的字节头矩阵为10101, 根据步骤S40得到的数据位矩阵为...1100101010001110010101000...则将字节头矩阵与数据位矩阵进行匹配之后, 可以得到两个匹配矩阵10101, 这两个匹配矩阵之间的00011100即为数据节矩阵。

[0047] 在一具体实施例中,发射端是以固定的频率来发射ID数据信息,包括字节头矩阵(header)和负载数据(数据节矩阵),而在接收端需以同步的速率进行解码才能提高解码正确率,发射端的速率在接收端具体表现为一个二进制位代表的像素宽度,而在传播的过程中存在干扰以及相机帧速率变化等问题,因此一个二进制位代表的像素宽度的值会存在变化,现有的采样解码会将产生干扰累积从而降低解码率。本实施例中的接收端解码首先需要将二进制位正确解码,再通过匹配字节头矩阵来获得数据节矩阵,即负载数据。本实施例通过确定一个二进制位代表的像素宽度并采用四舍五入的方法进一步确定每一条纹代表的二进制个数,将更好地同步发射端速率并进行解码。

[0048] 在本实施例中,采用图像采集设备对发射端的光源物体进行图像采集,生成待处理图像;对待处理图像进行特征提取,生成待处理特征集,待处理特征集包括一维像素矩阵和光源物体条纹特征;根据光源物体条纹特征对一维像素矩阵进行二值化处理,得到目标像素矩阵;采用预设解码算法对目标像素矩阵进行转化,生成数据位矩阵;接收发射端发送的字节头矩阵,将字节头矩阵与数据位矩阵进行匹配,得到数据节矩阵;解决了帧频变化带来的解码不正确问题,从而保证了可见光成像通信信息解码的准确性。

[0049] 在一实施例中,如图3所示,对待处理图像进行特征提取,生成待处理特征集,具体包括如下步骤:

[0050] S201:将待处理图像转换为二值化图像。

[0051] 具体地,将待处理图像转化成二值化图像是将待处理图像上的像素点的灰度值设置为0或255,也就是将整个待处理图像呈现出明显的黑白效果,即将256个亮度等级的灰度图像通过适当的阈值选取而获得仍然可以反映图像整体和局部特征的二值化图像。在一具体实施例中,可以采用OpenCV中的cvThreshold函数和cvAdaptiveThreshold函数可以实现待处理图像的二值化。

[0052] S202:采用形态学闭算法去除二值化图像中的小连通区域,得到目标图像。

[0053] 其中,形态学闭算法是一种图像基本变换的算法,它只针对二值图像进行。在数学形态学中,闭运算被定义为先膨胀后腐蚀。其中和分别表示腐蚀和膨胀。形态学闭算法具有填充白色物体内部细小黑色空洞的区域、连接临近物体、同一个结构元、多次迭代处理,也可以在不明显改变其面积的情况下平滑其边界等作用。

[0054] 在二值化图像中,最小的单位是像素,每个像素周围有8个邻接像素,常见的邻接关系有2种:4邻接与8邻接。4邻接一共4个点,即上下左右。8邻接的点一共有8个,包括了对角线位置的点。如果像素点A与B邻接,我们称A与B连通,如果A与B连通,B与C连通,则A与C连通。因此,彼此连通的点形成了一个区域,而不连通的点形成了不同的区域。这样的一个所有的点彼此连通点构成的集合,我们称为一个连通区域。

[0055] 具体地,采用形态学闭算法去除二值化图像中的小连通区域即指采用形态学闭算法去除二值化图像中的噪点,比如采用形态学闭算法去除二值化图像中黑色面积较小的连通域。

[0056] S203:对目标图像进行蒙版处理,获取光源物体形状。

[0057] 具体地,可以采用图像处理软件对目标图像进行蒙版处理,从而实现从该目标图像中提取出光源物体形状,在本实施例中,光源物体形状为LED灯形状。

[0058] S204:对光源物体形状中的每一行像素值进行处理,得到一维像素矩阵。

[0059] 具体地,在根据步骤S203获取到了光源物体形状之后,将光源物体形状内的每一行像素点的值求和取平均来即可构成一个一维行像素矩阵。可选地,可以采用opencv和C++代码操作实现对光源物体形状中的每一行像素值进行处理,得到一维像素矩阵。示例性地,若光源物体形状内第一行像素值依次为30,36,30,36,36,30,那么该第一行的平均值为33,以此类推,可得到每行的像素平均值可以依次为33,56,89,145,232,123,67,34,0,0,35,76,那么即构成1*12的一维像素矩阵[33,56,89,145,232,123,67,34,0,0,35,76]

[0060] S205:对一维像素矩阵进行平滑处理,得到左移矩阵和右移矩阵。

[0061] 具体地,先对一维像素矩阵进行平滑化,对一维像素矩阵进行平滑化的目的是为了消除一维像素矩阵中的噪声成分。可选的,可以采用均值滤波法、中值滤波法、高斯滤波法或者双边滤波法实现对一维像素矩阵的平滑化。进一步地,再将平滑化后的一维像素矩阵分别进行左移处理和右移处理,并将左移处理和右移处理后得到的矩阵与原一维像素矩阵进行比较(相减处理),相减后若为正数位则取1,若为负数位则取0,溢出的部分直接取0,最终分别得到一个左移矩阵和右移矩阵。

[0062] S206:将左移矩阵和右移矩阵进行异或处理,得到光源物体条纹特征。

[0063] 具体地,再将步骤S205中的左移矩阵和右移矩阵进行异或处理,并将异或处理后得到的矩阵中为1的坐标作为一维像素矩阵波峰波谷坐标,该一维像素矩阵波峰波谷坐标也称为光源物体条纹特征。

[0064] 在本实施例中,将待处理图像转换为二值化图像;采用形态学闭算法去除二值化图像中的小连通区域,得到目标图像;对目标图像进行蒙版处理,获取光源物体形状;对光源物体形状中的每一行像素值进行处理,得到一维像素矩阵;对一维像素矩阵进行平滑处理,得到左移矩阵和右移矩阵;将左移矩阵和右移矩阵进行异或处理,得到光源物体条纹特征;从而提高了获取的光源物体条纹特征的可靠和准确性。

[0065] 在一实施例中,如图4所示,根据光源物体条纹特征对一维像素矩阵进行二值化处理,得到目标像素矩阵,具体包括如下步骤:

[0066] S301:逐一读取光源物体条纹特征中波峰和波谷之间的感兴趣区域,获取每一感兴趣区域中的极大值和极小值。

[0067] 其中,感兴趣区域也称为ROI(region of interest)区域。在机器视觉、图像处理中,从被处理的图像以方框、圆、椭圆、不规则多边形等方式勾勒出需要处理的区域,称为感兴趣区域。在本实施例中,将波峰和波谷之间的区域确定为感兴趣区域。根据步骤S206已确定出波峰和波谷的坐标值,因此,根据波峰和波谷的坐标值,即可直接逐一读取波峰和波谷之间的感兴趣区域。进一步地,在确定了感兴趣区域之后,获取每一感兴趣区域中的极大值和极小值。

[0068] S302:若感兴趣区域中的极小值小于预设背景阈值,则将极小值确定为目标背景阈值。

[0069] 其中,预设背景阈值 T_{min} 为预先根据实际情况自定义设置的阈值。预设背景阈值可以根据实际情况(比如:LED灯强度)自定义设置和调整。需要说明的是,不同感兴趣区域中对应设定的预设背景阈值可以相同或者不同。在本实施例中,背景阈值 T_{min} 优先设置为20。具体地,在根据步骤S301确定了每一感兴趣区域中的极小值之后,将每一感兴趣区域中的极小值与对应的预设背景阈值进行比较,若该感兴趣区域中的极小值小于预设背景阈

值,则将极小值确定为目标背景阈值。若该感兴趣区域中的极小值小于预设背景阈值,则直接将预设背景阈值确定为目标背景阈值。

[0070] S303:若感兴趣区域中极大值和极小值之间的差值大于第一阈值,则获取感兴趣区域中极大值和极小值之间的均值,并将所述感兴趣区域确定为目标感兴趣区域。

[0071] 其中,第一阈值为预先设定的特定阈值 D_{diff} 。特定阈值 D_{diff} 可以根据实际情况(比如:LED灯强度)自定义设置和调整。具体地,将每一感兴趣区域中的极大值和极小值进行相减处理,得到每一感兴趣区域中极大值和极小值之间的差值;然后,再将每一感兴趣区域中极大值和极小值之间的差值与第一阈值进行比较,若该感兴趣区域中极大值和极小值之间的差值大于第一阈值,则获取该感兴趣区域中极大值和极小值之间的均值,即将极大值和极小值进行相加后取平均值作为该感兴趣区域中极大值和极小值之间的均值,并将该感兴趣区域确定为目标感兴趣区域。若该感兴趣区域中极大值和极小值之间的差值小于或等于第一阈值,则继续读取下一感兴趣区域。

[0072] S304:对目标感兴趣区域进行二值化处理。

[0073] 具体地,再对目标感兴趣区域进行二值化处理。对目标感兴趣区域进行二值化处理是将目标感兴趣区域上的像素点的灰度值设置为0或255,也就是将整个目标感兴趣区域呈现出明显的黑白效果,即将256个亮度等级的灰度图像通过适当的阈值选取而获得仍然可以反映图像整体和局部特征的二值化图像。在一具体实施例中,可以采用OpenCV中的cvThreshold函数和cvAdaptiveThreshold函数可以实现目标感兴趣区域的二值化处理。

[0074] S305:采用目标阈值对每一感兴趣区域进行全局二值化处理,得到目标像素矩阵。

[0075] 其中,目标阈值为可根据实际情况自定义设定的 $T_{threshold}$ 。目标阈值只要能够满足将暗条纹和亮条纹分辨开来即可;目标阈值一般为背景阈值的两倍,目标阈值优选为40。具体地,再采用目标阈值对每一感兴趣区域进行全局二值化处理,以处理步骤S304中未进行二值化的感兴趣区域,得到目标像素矩阵。

[0076] 在本实施例中,逐一读取光源物体条纹特征中波峰和波谷之间的感兴趣区域,获取每一感兴趣区域中的极大值和极小值;若感兴趣区域中的极小值小于预设背景阈值,则将极小值确定为目标背景阈值;若感兴趣区域中极大值和极小值之间的差值大于第一阈值,则获取感兴趣区域中极大值和极小值之间的均值,并将感兴趣区域确定为目标感兴趣区域;对目标感兴趣区域进行二值化处理;采用目标阈值对每一感兴趣区域进行全局二值化处理,得到目标像素矩阵;从而保证了得到的目标像素矩阵的准确性。

[0077] 在一实施例中,如图5所示,采用预设解码算法对目标像素矩阵进行转化,生成数据位矩阵,具体包括如下步骤:

[0078] S401:提取目标像素矩阵中连续相同像素的个数,生成初始整数串。

[0079] 具体地,提取目标像素矩阵中连续相同像素的个数,生成初始整数串。比如:一维矩阵为1111110001111111111111000000;那个连续6个1记为6,同理类推,那么这个一维矩阵则可以转换得到一个整数串为(6 3 13 6)。

[0080] S402:将初始整数串中的第N个值作为像素宽度。

[0081] 具体地,在生成初始整数串之后,先将该初始整数串进行从小到大进行排序,再将初始整数串中的第N个值作为像素宽度。优选地,在本实施例中,由于采集的待处理图形中是存在着干扰的,所以初始整数串中可能会存在着少数的小的干扰值,经过多次实验后发

现取初始整数串中第五大的值的效果良好,对于不同的待处理图形可进行进一步调整。因此,N优选为5,即将该初始整数串中排第5大的值作为像素宽度。

[0082] 进一步地,由于根据S401生成的初始整数串中的每一整数都属于十进制数,因此,在确定了像素宽度之后,需要将像素宽度转化成二进制数,即本实施例中的像素宽度为二进制位代表的像素宽度。

[0083] S403:将初始整数串中的每一位整数除以像素宽度,得到目标整数串。

[0084] 具体地,再将初始整数串中的每一位整数除以像素宽度,并进行四舍五入处理从而得到目标整数串。比如:若像素宽度为5,初始整数串为(5,4,6,13,16,11,6,5,4),则将该初始整数串中的每一位整数除以像素宽度5,并进行四舍五入处理后得到的目标整数串为(1,1,1,3,3,2,1,1,1)。

[0085] S404:识别目标整数串中的第一个像素。

[0086] S405:若第一个像素为高电平,则将整数串中的奇数位整数记为第一数值,将整数串中的偶数位整数记为第二数值。

[0087] S406:将第一数值和第二数值进行组合,生成数据位矩阵。

[0088] 具体地,在确定了目标整数串之后,识别目标整数串中的第一个像素,若第一个像素为高电平,则将整数串中的奇数位整数记为第一数值(比如:将整数串中位于奇数位的整数记为p个1(p为奇数位整数的值),将整数串中的偶数位整数记为第二数值(比如:将整数串中位于偶数位的整数记为q个1(q为偶数位整数的值));最后将第一数值和第二数值进行组合,即可生成数据位矩阵。

[0089] 示例性地,若目标整数串为(1,1,1,3,3,2,1,1,1),目标整数串中的第一个像素为高电平,则将整数串中的奇数位整数记为p个1(p为奇数位整数的值),和将整数串中位于偶数位的整数记为q个1(q为偶数位整数的值)后,生成的数据位矩阵为(1,0,1,0,0,0,1,1,1,0,0,0,1,0,1)。

[0090] 在本实施例中,提取目标像素矩阵中连续相同像素的个数,生成初始整数串;将初始整数串中的第N个值作为像素宽度;将初始整数串中的每一位整数除以像素宽度,得到目标整数串;识别目标整数串中的第一个像素;若第一个像素为高电平,则将整数串中的奇数位整数记为第一数值,将整数串中的偶数位整数记为第二数值;将第一数值和第二数值进行组合,生成数据位矩阵;从而保证了生成的数据位矩阵的准确性。

[0091] 在一实施例中,如图6所示,在识别目标像素矩阵中的第一个像素之后,可见光成像通信解码方法还具体包括如下步骤:

[0092] S407:若第一个像素为低电平,则将整数串中的奇数位整数记为第三数值,将整数串中的偶数位整数记为第四数值。

[0093] S408:将第三数值和第四数值进行组合,生成数据位矩阵。

[0094] 具体地,若第一个像素为低电平,则将整数串中的奇数位整数记为第三数值(比如:将整数串中位于奇数位的整数记为p个0(p为奇数位整数的值),将整数串中的偶数位整数记为第四数值(比如:将整数串中位于偶数位的整数记为q个0(q为偶数位整数的值));最后将第三数值和第四数值进行组合,即可生成数据位矩阵。

[0095] 示例性地,若目标整数串为(1,1,1,3,3,2,1,1,1),目标整数串中的第一个像素为低电平,则将整数串中的偶数位整数记为p个1(p为奇数位整数的值),和将整数串中位于奇

数位的整数记为 q 个1(q 为偶数位整数的值)后,生成的数据位矩阵为(0,1,0,1,1,1,0,0,0,1,1,1,0,1,0)。

[0096] 示例性地,若目标整数串为(1,1,1,3,3,2,1,1,1),目标整数串中的第一个像素为高电平,则将整数串中的奇数位整数记为 p 个1(p 为奇数位整数的值),和将整数串中位于偶数位的整数记为 q 个1(q 为偶数位整数的值)后,生成的数据位矩阵为(1,0,1,0,0,0,1,1,1,0,0,0,1,0,1)。

[0097] 在本实施例中,若第一个像素为低电平,则将整数串中的奇数位整数记为第三数值,将整数串中的奇数位整数记为第四数值;将第三数值和第四数值进行组合,生成数据位矩阵;从而进一步保证了生成的数据位矩阵的准确性。

[0098] 应理解,上述实施例中各步骤的序号的大小并不意味着执行顺序的先后,各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定,而不应对本发明实施例的实施过程构成任何限定。

[0099] 在一实施例中,提供一种可见光成像通信解码装置,该可见光成像通信解码装置与上述实施例中可见光成像通信解码方法一一对应。如图7所示,该可见光成像通信解码装置包括:图像采集模块10、特征提取模块20、二值化处理模块30、转化模块40和匹配模块50。各功能模块详细说明如下:

[0100] 图像采集模块10,用于采用图像采集设备对发射端的光源物体进行图像采集,生成待处理图像;

[0101] 特征提取模块20,用于对所述待处理图像进行特征提取,生成待处理特征集,所述待处理特征集包括一维像素矩阵和光源物体条纹特征;

[0102] 二值化处理模块30,用于根据所述光源物体条纹特征对所述一维像素矩阵进行二值化处理,得到目标像素矩阵;

[0103] 转化模块40,用于采用预设解码算法对所述目标像素矩阵进行转化,生成数据位矩阵;

[0104] 匹配模块50,用于接收所述发射端发送的字节头矩阵,将所述字节头矩阵与所述数据位矩阵进行匹配,得到数据节矩阵。

[0105] 优选地,如图8所示,该特征提取模块20包括:

[0106] 第一转化单元201,用于将所述待处理图像转换为二值化图像,

[0107] 去除单元202,用于采用形态学闭算法去除所述二值化图像中的小连通区域,得到目标图像;

[0108] 蒙版处理单元203,用于对所述目标图像进行蒙版处理,获取光源物体形状;

[0109] 第一处理单元204,用于对所述光源物体形状中的每一行像素值进行处理,得到一维像素矩阵;

[0110] 平滑处理单元205,用于对所述一维像素矩阵进行平滑处理,得到左移矩阵和右移矩阵;

[0111] 异或处理单元206,用于将所述左移矩阵和所述右移矩阵进行异或处理,得到光源物体条纹特征。

[0112] 优选地,如图9所示,该二值化处理模块30包括:

[0113] 读取单元301,用于逐一读取所述光源物体条纹特征中波峰和波谷之间的感兴趣

区域,获取每一感兴趣区域中的极大值和极小值;

[0114] 第一确定单元302,用于在所述感兴趣区域中的极小值小于预设背景阈值时,将所述极小值确定为目标背景阈值;

[0115] 第二确定单元303,用于在所述感兴趣区域中极大值和极小值之间的差值大于第一阈值时,获取所述感兴趣区域中极大值和极小值之间的均值,并将所述感兴趣区域确定为目标感兴趣区域;

[0116] 第一二值化处理单元304,用于对所述目标感兴趣区域进行二值化处理;

[0117] 全局二值化处理单元305,用于采用目标阈值对每一所述感兴趣区域进行全局二值化处理,得到目标像素矩阵。

[0118] 优选地,转化模块40包括:

[0119] 提取单元,用于提取所述目标像素矩阵中连续相同像素的个数,生成初始整数串;

[0120] 像素宽度确定单元,用于将所述初始整数串中的第N个值作为像素宽度;

[0121] 目标整数串确定单元,用于将所述初始整数串中的每一位整数除以所述像素宽度,得到目标整数串;

[0122] 识别单元,用于识别所述目标整数串中的第一个像素;

[0123] 第一记为单元,用于在所述第一个像素为高电平时,将所述整数串中的奇数位整数记为第一数值,将所述整数串中的偶数位整数记为第二数值;

[0124] 第一组合单元,用于将所述第一数值和所述第二数值进行组合,生成数据位矩阵。

[0125] 优选地,转化模块40还包括:

[0126] 第二记为单元,用于在所述第一个像素为低电平时,将所述整数串中的奇数位整数记为第三数值,将所述整数串中的偶数位整数记为第四数值;

[0127] 第二组合单元,用于将所述第三数值和所述第四数值进行组合,生成数据位矩阵。

[0128] 关于可见光成像通信解码装置的具体限定可以参见上文中对于可见光成像通信解码方法的限定,在此不再赘述。上述可见光成像通信解码装置中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以硬件形式内嵌于或独立于计算机设备中的处理器中,也可以以软件形式存储于计算机设备中的存储器中,以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。

[0129] 在一个实施例中,提供了一种计算机设备,该计算机设备可以是服务器,其内部结构图可以如图10所示。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器、网络接口和数据库。其中,该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质、内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统、计算机程序和数据库。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该计算机设备的数据库用于存储上述实施例中可见光成像通信解码方法所使用到的数据。该计算机设备的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机程序被处理器执行时以实现一种可见光成像通信解码方法。

[0130] 在一个实施例中,提供了一种计算机设备,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,处理器执行计算机程序时实现上述实施例中的可见光成像通信解码方法。在一个实施例中,提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现上述实施例中的可见光成像通信解码方法。

[0131] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以
通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的计算机程序可存储于一非易失性计算机
可读取存储介质中,该计算机程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,
本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用,均可
包括非易失性和/或易失性存储器。非易失性存储器可包括只读存储器 (ROM)、可编程ROM
(PROM)、电可编程ROM (EPROM)、电可擦除可编程ROM (EEPROM) 或闪存。易失性存储器可包括
随机存取存储器 (RAM) 或者外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限,RAM以多种形式可得,
诸如静态RAM (SRAM)、动态RAM (DRAM)、同步DRAM (SDRAM)、双数据率SDRAM (DDRSDRAM)、增强
型SDRAM (ESDRAM)、同步链路 (Synchlink) DRAM (SLDRAM)、存储器总线 (Rambus) 直接RAM
(RDRAM)、直接存储器总线动态RAM (DRDRAM)、以及存储器总线动态RAM (RDRAM) 等。

[0132] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为了描述的方便和简洁,仅以上述各功
能单元、模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的
功能单元、模块完成,即将所述装置的内部结构划分成不同的功能单元或模块,以完成以上
描述的全部或者部分功能。

[0133] 以上所述实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实
施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解: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;而这些修改
或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围,均应
包含在本发明的保护范围之内。

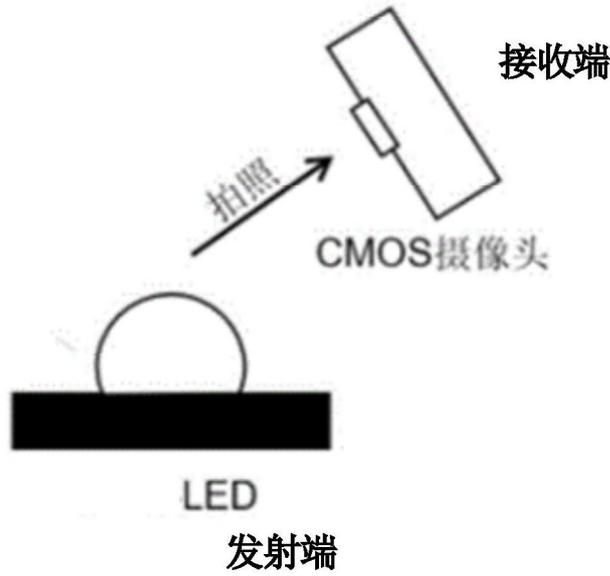


图1

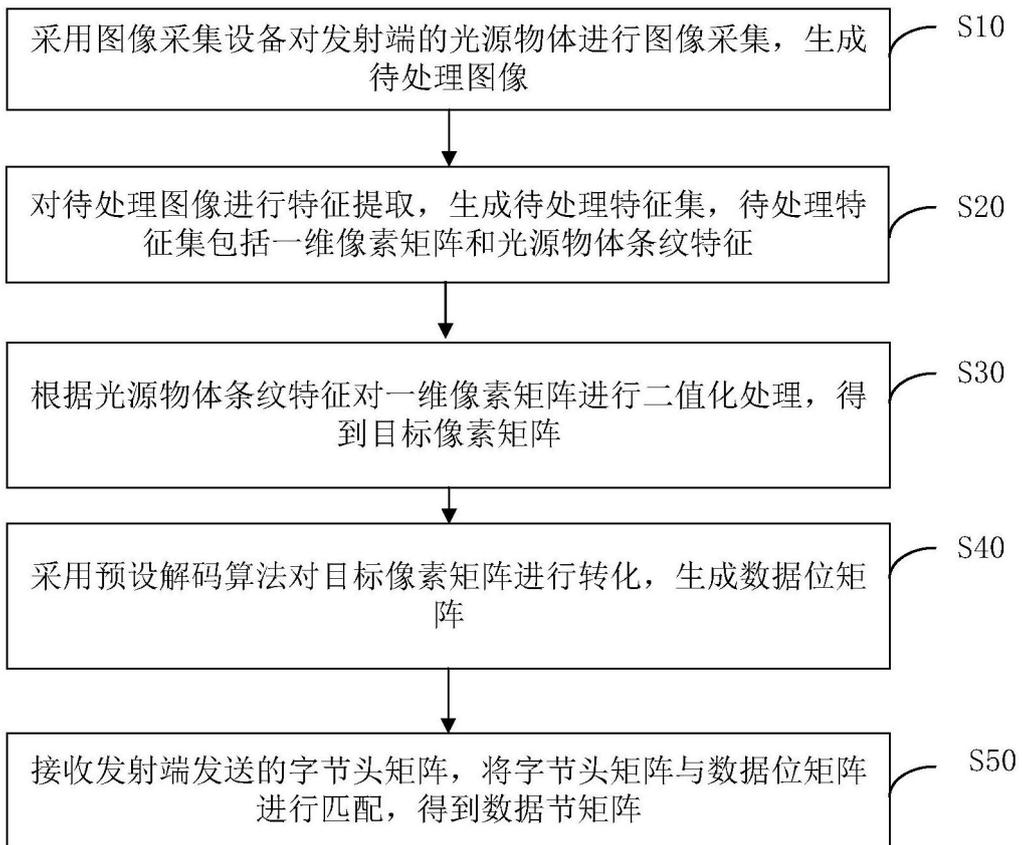


图2

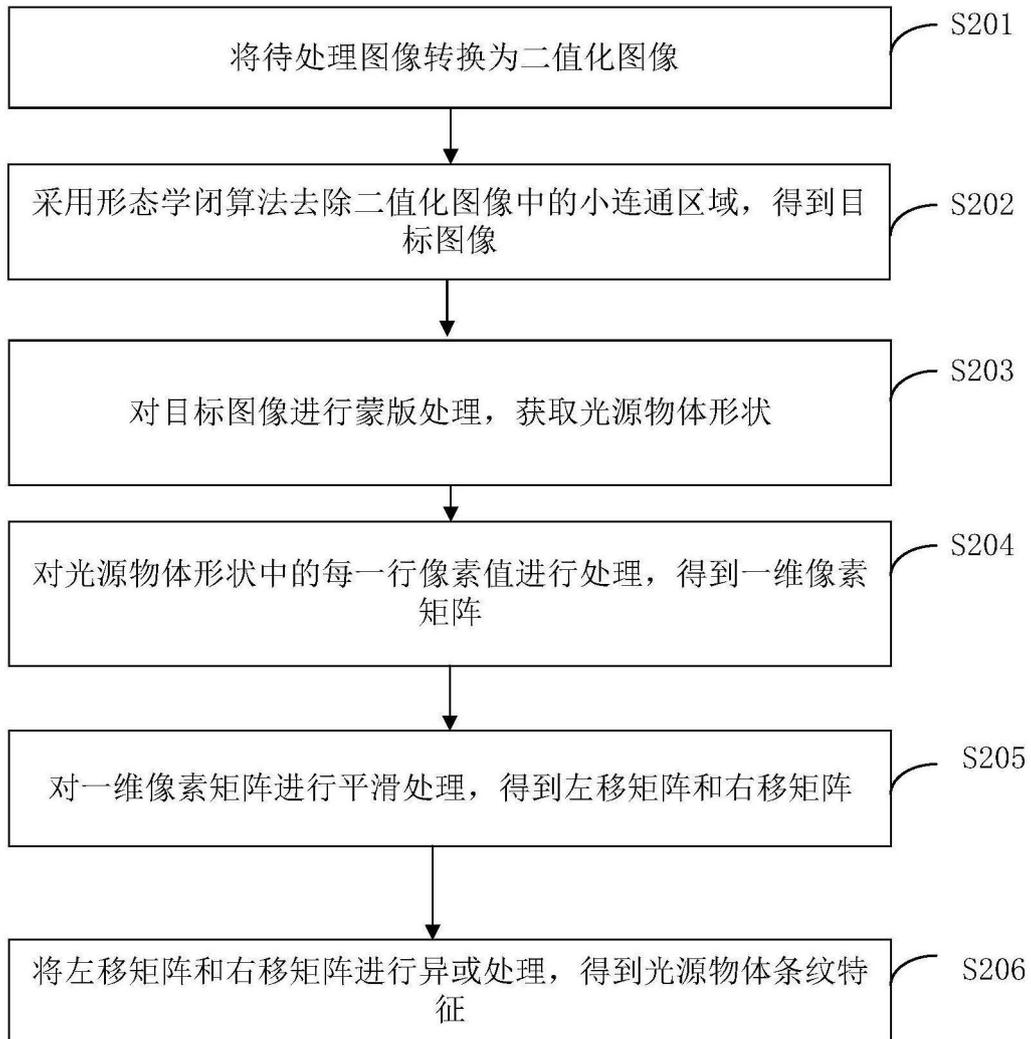


图3

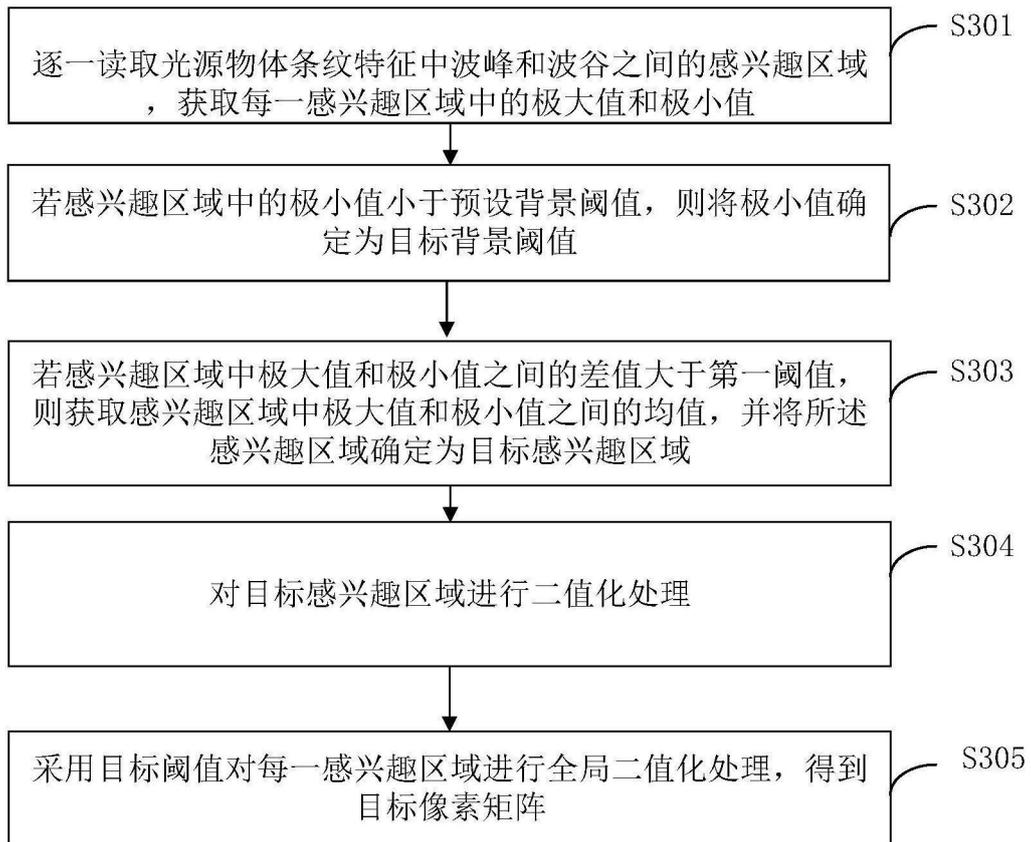


图4

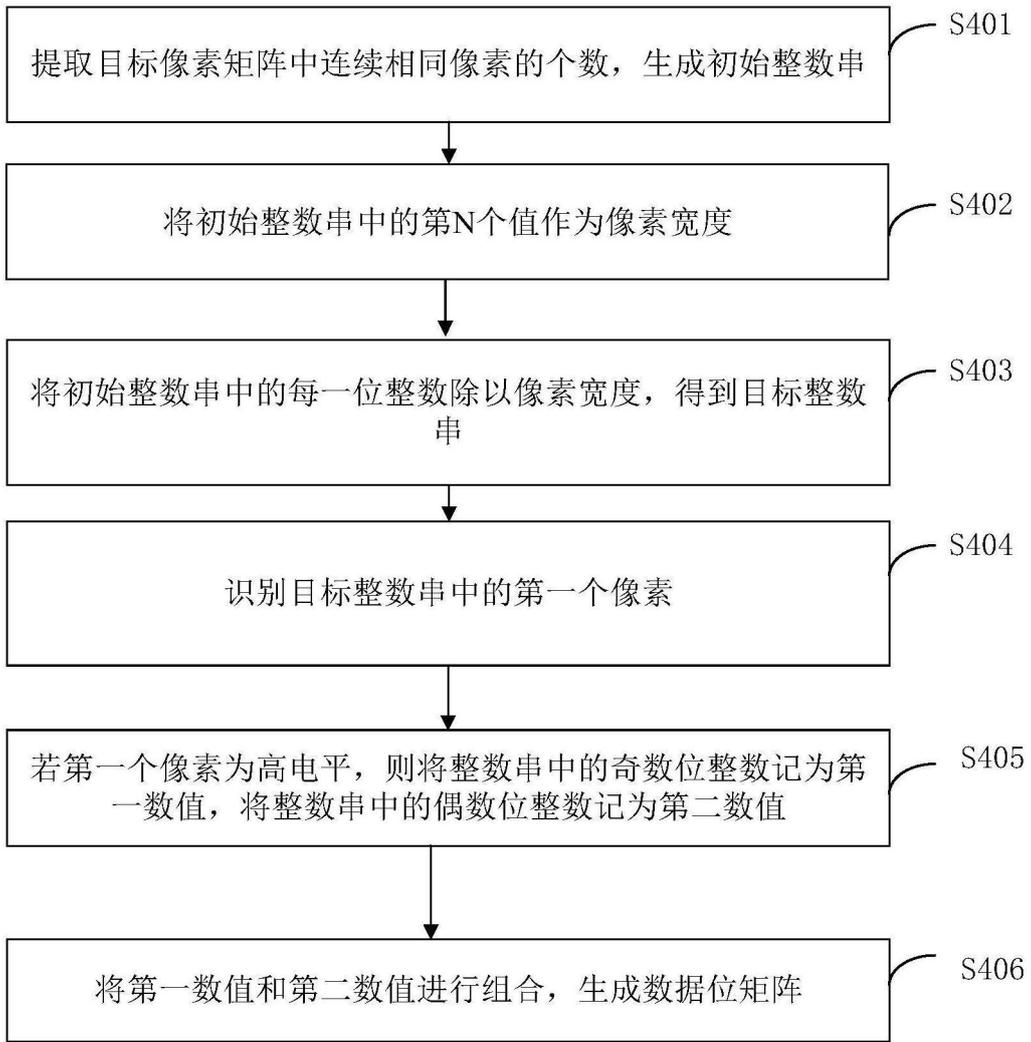


图5

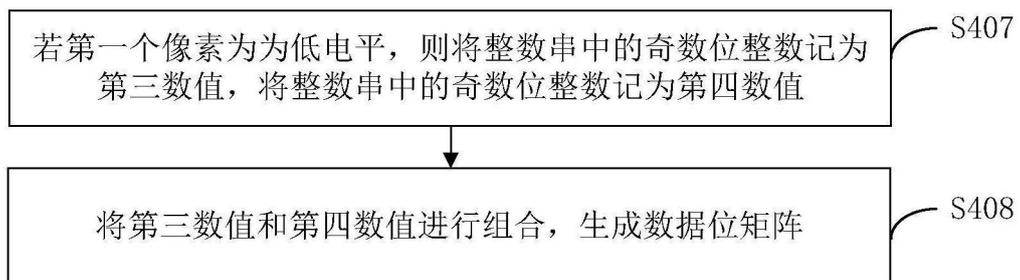


图6

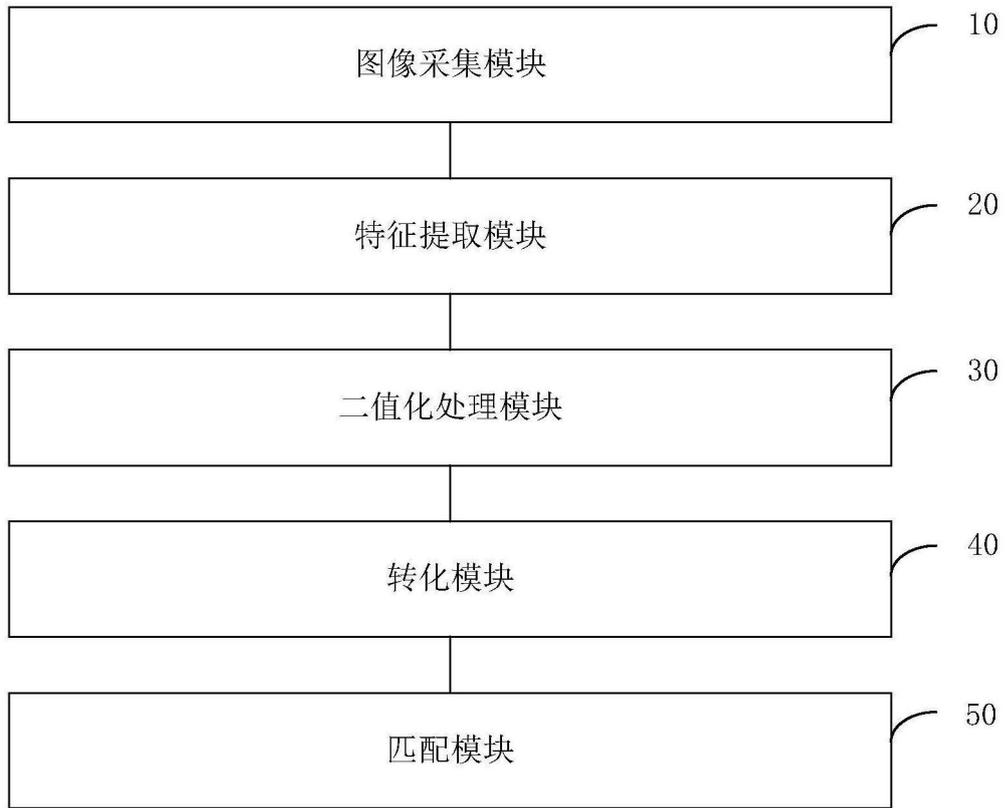


图7

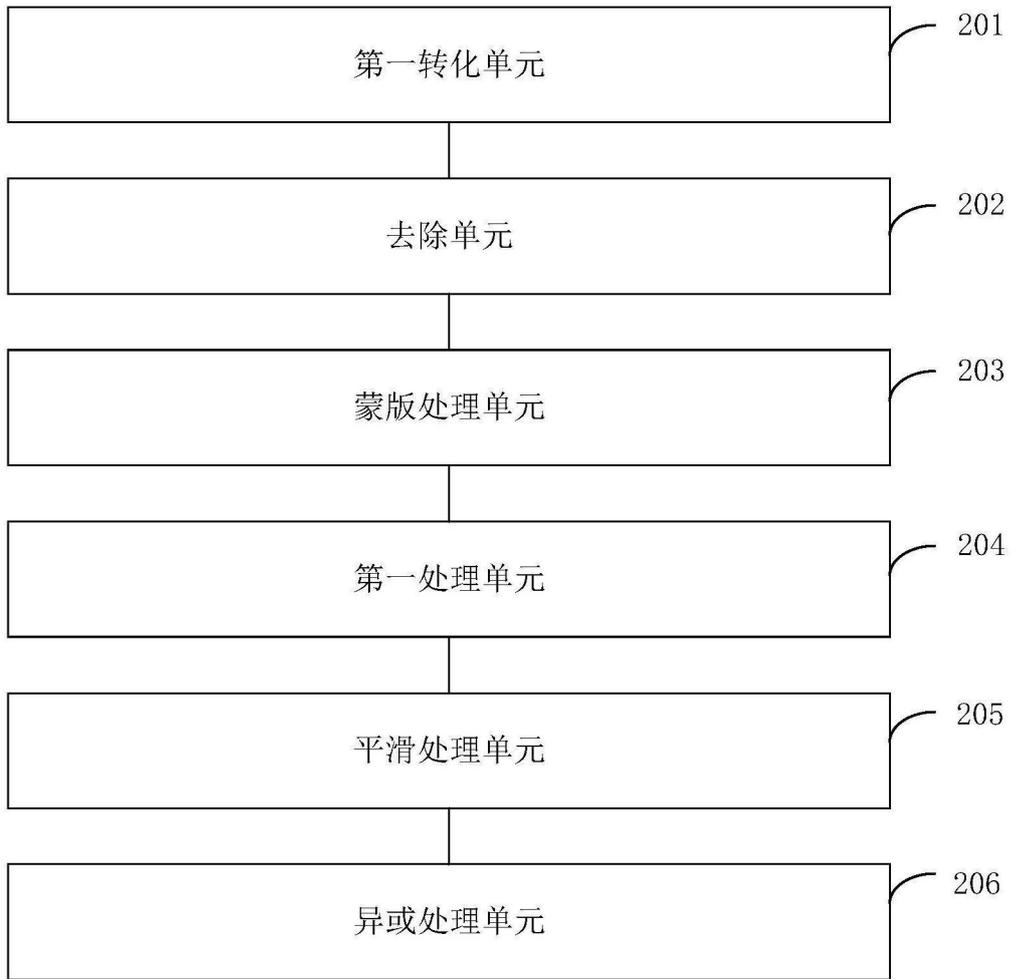


图8

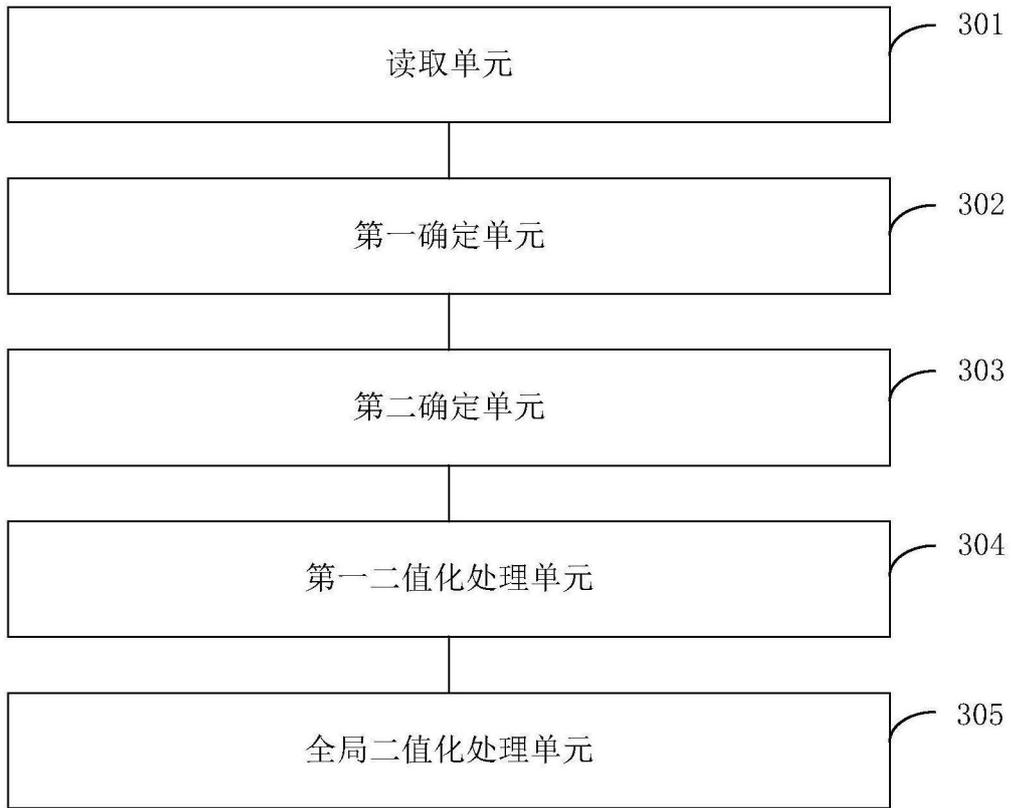


图9

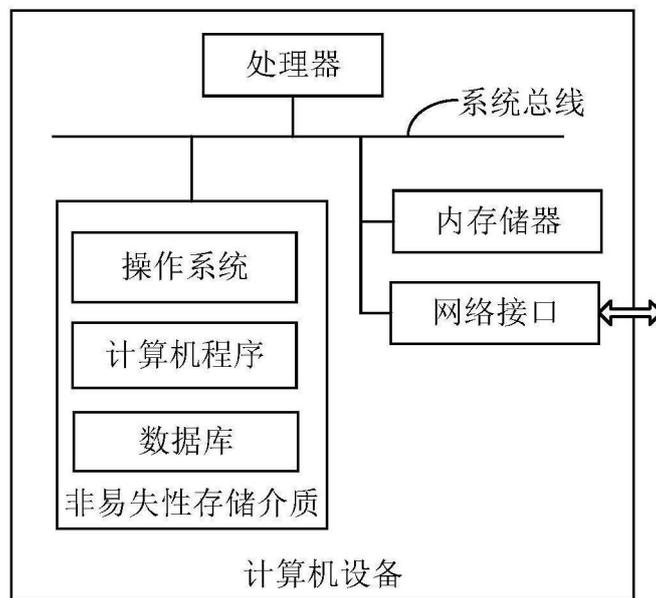


图10