



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111583116 A  
(43)申请公布日 2020.08.25

(21)申请号 202010375299.4

(22)申请日 2020.05.06

(71)申请人 上海瀚正信息科技股份有限公司  
地址 200120 上海市浦东新区盛荣路88弄2  
号楼206室

(72)发明人 李鹏 刘亮 谢宇航

(74)专利代理机构 北京华识知识产权代理有限公司 11530

代理人 秦瑞

(51) Int. Cl.

G06T 3/40(2006.01)

G06T 7/80(2017.01)

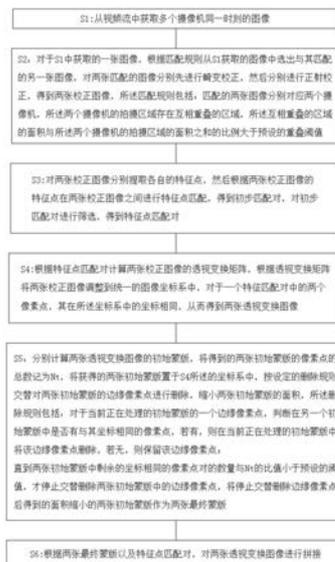
权利要求书3页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合方法及系统

(57)摘要

本发明提供了基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合方法及系统,该系统用于实现该方法,该方法包括:从视频流中获取两张拍摄区域重叠的摄像机同一时刻的图像;对两张图像依次进行畸变校正和正射校正获得校正图像;提取两张校正图像的特征点,根据特征点得到特征点匹配对;根据特征点匹配对得到透视变换矩阵,根据透视变换矩阵得到两张透视变换图像;获得两张透视变换图像的蒙版;根据终蒙版以及特征点匹配对,对两张透视变换图像进行拼接。本发明实现了主光轴交叉夹角大的摄像机之间的图像的拼接。



1. 基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合方法,其特征在于,其包括:

S1: 从视频流中获取多个摄像机同一时刻的图像;

S2: 对于S1中获取的一张图像,根据匹配规则从S1获取的图像中选出与其匹配的另一张图像,对两张匹配的图像分别先进行畸变校正,然后分别进行正射校正,得到两张校正图像,所述匹配规则包括:匹配的两张图像分别对应两个摄像机,所述两个摄像机的拍摄区域存在互相重叠的区域,所述互相重叠的区域的面积与所述两个摄像机的拍摄区域的面积之和的比例大于预设的重叠阈值;

S3: 对两张校正图像分别提取各自的特征点,然后根据两张校正图像的特征点在两张校正图像之间进行特征点匹配,得到初步匹配对,对初步匹配对进行筛选,得到特征点匹配对;

S4: 根据特征点匹配对计算两张校正图像的透视变换矩阵,根据透视变换矩阵将两张校正图像调整到统一的图像坐标系中,对于一个特征匹配对中的两个像素点,其在所述坐标系中的坐标相同,从而得到两张透视变换图像;

S5: 分别计算两张透视变换图像的初始蒙版,将得到的两张初始蒙版的像素点的总数记为 $N_t$ ,将获得的两张初始蒙版置于S4所述的坐标系中,按设定的删除规则交替对两张初始蒙版的边缘像素点进行删除,缩小两张初始蒙版的面积,所述删除规则包括:对于当前正在处理的初始蒙版的一个边缘像素点,判断在另一个初始蒙版中是否有与其坐标相同的像素点,若有,则在当前正在处理的初始蒙版中将该边缘像素点删除,若无,则保留该边缘像素点;

直到两张初始蒙版中剩余的坐标相同的像素点的数量与 $N_t$ 的比值小于预设的阈值,才停止交替删除两张初始蒙版中的边缘像素点,将停止交替删除边缘像素点后得到的面积缩小的两张初始蒙版作为两张最终蒙版;

S6: 根据两张最终蒙版以及特征点匹配对,对两张透视变换图像进行拼接。

2. 根据权利要求1所述的基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合方法,其特征在于,所述对初步匹配对进行筛选,得到特征点匹配对,包括:根据初步匹配对的连线方向以及长度,对不符合预设条件的初步匹配对进行删除,所述预设条件包括特征点匹配对的连线的方向与水平向右方向所形成的夹角小于预设的角度阈值,所述初步匹配对的连线的长度小于预设的长度阈值;将剩余的初步匹配对作为特征点匹配对。

3. 根据权利要求1所述的基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合方法,其特征在于,所述对两张校正图像分别提取各自的特征点,包括:

将校正图像转换为灰度图像;

对灰度图像进行滤波处理得到滤波图像;

对滤波图像,使用非极大值抑制筛选出其中的特征点,并将选出的所有特征点存入粗选集合中;

对于粗选集合中的特征点,判断所述特征点的海瑟矩阵判别式的值是否比与其相邻的八个像素点的海瑟矩阵判别式的值都大,若是,则在粗选集合中保留该特征点,否则,将其从粗选集合中删除;

将粗选集合中剩余的特征点作为最终提取到的特征点。

4. 根据权利要求3所述的基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合方法,其特征在

于,对校正图像进行光照调整得到光照调整图像,使用加权平均法将所述光照调整图像转换为灰度图像。

5.根据权利要求4所述的基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合方法,其特征在于,所述对校正图像进行光照调整得到光照调整图像,包括:

对于校正图像中的第 $v$ 个像素点, $v \in V$ , $V$ 表示校正图像的像素点的总数,使用下述方式进行光照调整:

获取第 $v$ 个像素点在Lab颜色空间中的三个通道分量,分别记为 $L_v, a_v, b_v$ ,对 $L_v$ 进行如下调节:

$$aL_v = \frac{\psi \times 255}{1 + (\eta / 255 - 128 / 255)} \times \left( \frac{L_v}{255} \right)^\lambda$$

式中, $aL$ 表示校正图像在Lab颜色空间中调节后的L分量的值, $\eta$ 表示校正图像在Lab颜色空间中L分量的均值, $\lambda = \left( \frac{\eta}{g} \right)^{\frac{|L_v - \eta|}{\eta}}$ , $\theta$ 表示预设的常数参数, $\psi$ 表示调节系数;

将 $aL_v, a_v, b_v$ 从Lab颜色空间转化到RGB颜色空间,从而得到光照调整图像。

6.一种基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合系统,其包括:

图像获取模块,用于从视频流中获取多个摄像机同一时刻的图像;

图像预处理模块,用于对于图像获取模块中获取的一张图像,根据匹配规则从图像获取模块获取的图像中选出与其匹配的另一张图像,对两张匹配的图像分别先进行畸变校正,然后分别进行正射校正,得到两张校正图像,所述匹配规则包括:匹配的两张图像分别对应两个摄像机,所述两个摄像机的拍摄区域存在互相重叠的区域,所述互相重叠的区域的面积与所述两个摄像机的拍摄区域的面积之和的比例大于预设的重叠阈值;

特征匹配模块,用于对两张校正图像分别提取各自的特征点,然后根据两张校正图像的特征点在两张校正图像之间进行特征点匹配,得到初步匹配对,对初步匹配对进行筛选,得到特征点匹配对;

透视变换模块,用于根据特征点匹配对计算两张校正图像的透视变换矩阵,根据透视变换矩阵将两张校正图像调整到统一的图像坐标系中,对于一个特征匹配对中的两个像素点,其在所述坐标系中的坐标相同,从而得到两张透视变换图像;

蒙版获取模块,用于分别计算两张透视变换图像的初始蒙版,将得到的两张初始蒙版的像素点的总数记为 $N_t$ ,将获得的两张初始蒙版置于透视变换模块中的坐标系中,按设定的删除规则交替对两张初始蒙版的边缘像素点进行删除,缩小两张初始蒙版的面积,所述删除规则包括:对于当前正在处理的初始蒙版的一个边缘像素点,判断在另一个初始蒙版中是否有与其坐标相同的像素点,若有,则在当前正在处理的初始蒙版中将该边缘像素点删除,若无,则保留该边缘像素点;

直到两张初始蒙版中剩余的坐标相同的像素点的数量与 $N_t$ 的比值小于预设的阈值,才停止交替删除两张初始蒙版中的边缘像素点,将停止交替删除边缘像素点后得到的面积缩小的两张初始蒙版作为两张最终蒙版;

图像拼接模块,用于根据两张最终蒙版以及特征点匹配对,对两张透视变换图像进行

拼接。

7. 根据权利要求6所述的基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合系统,其特征在于,所述特征匹配模块包括特征点匹配对获取子模块,其用于对初步匹配对进行筛选,得到特征点匹配对,具体包括:根据初步匹配对的连线方向以及长度,对不符合预设条件的初步匹配对进行删除,所述预设条件包括特征点匹配对的连线的方向与水平向右方向所形成的夹角小于预设的角度阈值,所述初步匹配对的连线的长度小于预设的长度阈值;将剩余的初步匹配对作为特征点匹配对。

8. 根据权利要求6所述的基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合系统,其特征在于,所述特征匹配模块还包括特征点获取子模块,其用于对两张校正图像分别提取各自的特征点,具体包括:

将校正图像转换为灰度图像;

对灰度图像进行滤波处理得到滤波图像;

对滤波图像,使用非极大值抑制筛选出其中的特征点,并将选出的所有特征点存入粗选集合中;

对于粗选集合中的特征点,判断所述特征点的海瑟矩阵判别式的值是否比与其相邻的八个像素点的海瑟矩阵判别式的值都大,若是,则在粗选集合中保留该特征点,否则,将其从粗选集合中删除;

将粗选集合中剩余的特征点作为最终提取到的特征点。

9. 根据权利要求8所述的基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合系统,其特征在于,所述特征点获取子模块包括灰度转换单元,其用于将校正图像转换为灰度图像,具体包括:

对校正图像进行光照调整得到光照调整图像,使用加权平均法将所述光照调整图像转换为灰度图像。

10. 根据权利要求9所述的基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合系统,其特征在于,所述灰度转换单元包括光照调整子单元和灰度转换子单元,

所述光照调整子单元用于对校正图像进行光照调整得到光照调整图像,具体包括:

对于校正图像中的第 $v$ 个像素点, $v \in V$ , $V$ 表示校正图像的像素点的总数,使用下述方式进行光照调整:

获取第 $v$ 个像素点在Lab颜色空间中的三个通道分量,分别记为 $L_v, a_v, b_v$ ,对 $L_v$ 进行如下调节:

$$aL_v = \frac{\psi \times 255}{1 + (\eta / 255 - 128 / 255)} \times \left( \frac{L_v}{255} \right)^\lambda$$

式中, $aL$ 表示校正图像在Lab颜色空间中调节后的L分量的值, $\eta$ 表示校正图像在Lab颜色空间中L分量的均值, $\lambda = \left( \frac{\eta}{g} \right)^{\frac{|L_v - \eta|}{\eta}}$ , $\theta$ 表示预设的常数参数, $\psi$ 表示调节系数;

将 $aL_v, a_v, b_v$ 从Lab颜色空间转化到RGB颜色空间,从而得到光照调整图像;

所述灰度转换子单元用于使用加权平均法将所述光照调整图像转换为灰度图像。

## 基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及视频处理领域,具体涉及基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合方法及系统。

### 背景技术

[0002] 随着智能制造、智慧城市领域的蓬勃发展,越来越多场景需要有360度无死角的监控,最简单的解决方案就是直接在中心区域安装一个球形全景摄像机。但需要达到360度无死角拍摄,要求球形全景相机的必须垂直对地安装在场景的中心区域,要求场景中无大型遮挡物,要求对相机输出图像进行畸变矫正,而且球形全景摄像机由于成像关系的原因,与主光轴夹角最小的正下方区域几乎占据整个输出视频的80%,而离主光轴角度越大区域拍摄的清晰度越低。相对于以上种种条件的限制,使用多个枪型摄像机交叉摄影的方式能满足90%以上场景对于360度无死角监控的需求。但由于摄像机安装数量的增多,由人工一个个的查看每个摄像机所拍摄视频非常的费事费神费力,因此社会各界对于多摄像机交叉摄影视频数据的融合技术提出了非常迫切的需求。

[0003] 现阶段视频融合技术都只能在两个摄像机主光轴夹角在90度以内时进行视频融合才能融合出比较好的效果,当两个摄像机主光轴夹角大于90度时效果就会变得非常不理想。

### 发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明提供了一种基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合方法及系统。

[0005] 一方面,本发明提供了基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合方法,其包括:

[0006] S1:从视频流中获取多个摄像机同一时刻的图像;

[0007] S2:对于S1中获取的一张图像,根据匹配规则从S1获取的图像中选出与其匹配的另一张图像,对两张匹配的图像分别先进行畸变校正,然后分别进行正射校正,得到两张校正图像,所述匹配规则包括:匹配的两张图像分别对应两个摄像机,所述两个摄像机的拍摄区域存在互相重叠的区域,所述互相重叠的区域的面积与所述两个摄像机的拍摄区域的面积之和的比例大于预设的重叠阈值;

[0008] S3:对两张校正图像分别提取各自的特征点,然后根据两张校正图像的特征点在两张校正图像之间进行特征点匹配,得到初步匹配对,对初步匹配对进行筛选,得到特征点匹配对;

[0009] S4:根据特征点匹配对计算两张校正图像的透视变换矩阵,根据透视变换矩阵将两张校正图像调整到统一的图像坐标系中,对于一个特征匹配对中的两个像素点,其在所述坐标系中的坐标相同,从而得到两张透视变换图像;

[0010] S5:分别计算两张透视变换图像的初始蒙版,将得到的两张初始蒙版的像素点的总数记为 $N_t$ ,将获得的两张初始蒙版置于S4所述的坐标系中,按设定的删除规则交替对两

张初始蒙版的边缘像素点进行删除,缩小两张初始蒙版的面积,所述删除规则包括:对于当前正在处理的初始蒙版的一个边缘像素点,判断在另一个初始蒙版中是否有与其坐标相同的像素点,若有,则在当前正在处理的初始蒙版中将该边缘像素点删除,若无,则保留该边缘像素点;

[0011] 直到两张初始蒙版中剩余的坐标相同的像素点对的数量与 $N_t$ 的比值小于预设的阈值,才停止交替删除两张初始蒙版中的边缘像素点,将停止交替删除边缘像素点后得到的面积缩小的两张初始蒙版作为两张最终蒙版;

[0012] S6:根据两张最终蒙版以及特征点匹配对,对两张透视变换图像进行拼接。

[0013] 另一方面,

[0014] 本发明提供了基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合系统,其包括:

[0015] 图像获取模块,用于从视频流中获取多个摄像机同一时刻的图像;

[0016] 图像预处理模块,用于对于图像获取模块中获取的一张图像,根据匹配规则从图像获取模块获取的图像中选出与其匹配的另一张图像,对两张匹配的图像分别先进行畸变校正,然后分别进行正射校正,得到两张校正图像,所述匹配规则包括:匹配的两张图像分别对应两个摄像机,所述两个摄像机的拍摄区域存在互相重叠的区域,所述互相重叠的区域的面积与所述两个摄像机的拍摄区域的面积之和的比例大于预设的重叠阈值;

[0017] 特征匹配模块,用于对两张校正图像分别提取各自的特征点,然后根据两张校正图像的特征点在两张校正图像之间进行特征点匹配,得到初步匹配对,对初步匹配对进行筛选,得到特征点匹配对;

[0018] 透视变换模块,用于根据特征点匹配对计算两张校正图像的透视变换矩阵,根据透视变换矩阵将两张校正图像调整到统一的图像坐标系中,对于一个特征匹配对中的两个像素点,其在所述坐标系中的坐标相同,从而得到两张透视变换图像;

[0019] 蒙版获取模块,用于分别计算两张透视变换图像的初始蒙版,将得到的两张初始蒙版的像素点的总数记为 $N_t$ ,将获得的两张初始蒙版置于透视变换模块中的坐标系中,按设定的删除规则交替对两张初始蒙版的边缘像素点进行删除,缩小两张初始蒙版的面积,所述删除规则包括:对于当前正在处理的初始蒙版的一个边缘像素点,判断在另一个初始蒙版中是否有与其坐标相同的像素点,若有,则在当前正在处理的初始蒙版中将该边缘像素点删除,若无,则保留该边缘像素点;

[0020] 直到两张初始蒙版中剩余的坐标相同的像素点对的数量与 $N_t$ 的比值小于预设的阈值,才停止交替删除两张初始蒙版中的边缘像素点,将停止交替删除边缘像素点后得到的面积缩小的两张初始蒙版作为两张最终蒙版;

[0021] 图像拼接模块,用于根据两张最终蒙版以及特征点匹配对,对两张透视变换图像进行拼接。

[0022] 本发明的有益效果为:通过图像拼接融合技术,可以将多个摄像机拍摄的视频中的同一时刻的图像进行拼接融合,且对摄像机的安装位置、摄像头的主光轴交叉夹角的限制少,只需要当前摄像机拍摄的区域至少有另一个摄像机拍摄的区域与能重叠,且重叠范围不低于预设的重叠阈值就能进行融合。

## 附图说明

[0023] 利用附图对本发明作进一步说明,但附图中的实施例不构成对本发明的任何限制,对于本领域的普通技术人员,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据以下附图获得其它的附图。

[0024] 图1,为本发明基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合方法的一种示例性实施例图。

[0025] 图2,为一号摄像机拍摄的图像。

[0026] 图3,为二号摄像机拍摄的图像。

[0027] 图4,为对图2进行畸变校正后获得的图像。

[0028] 图5,为对图3进行畸变校正后获得的图像。

[0029] 图6,为图4和图5特征匹配的结果。

[0030] 图7,为对图4进行正射校正获得的图像。

[0031] 图8,为对图5进行正射校正获得的图像。

[0032] 图9,为对图7和图8进行特征点匹配的结果。

[0033] 图10,为按照本发明的一种实施方式对图2和图3进行图像拼接取得的结果。

[0034] 图11,为本发明基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合系统的一种示例性实施例图。

## 具体实施方式

[0035] 结合以下实施例对本发明作进一步描述。

[0036] 针对现有技术存在的技术问题,本发明提供了一种基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合方法及系统。

[0037] 参见图1,一方面,本发明提供了基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合方法,其包括:

[0038] S1:从视频流中获取多个摄像机同一时刻的图像;

[0039] S2:对于S1中获取的一张图像,根据匹配规则从S1获取的图像中选出与其匹配的另一张图像,对两张匹配的图像分别先进行畸变校正,然后分别进行正射校正,得到两张校正图像,所述匹配规则包括:匹配的两张图像分别对应两个摄像机,所述两个摄像机的拍摄区域存在互相重叠的区域,所述互相重叠的区域的面积与所述两个摄像机的拍摄区域的面积之和的比例大于预设的重叠阈值;

[0040] S3:对两张校正图像分别提取各自的特征点,然后根据两张校正图像的特征点在两张校正图像之间进行特征点匹配,得到初步匹配对,对初步匹配对进行筛选,得到特征点匹配对;

[0041] S4:根据特征点匹配对计算两张校正图像的透视变换矩阵,根据透视变换矩阵将两张校正图像调整到统一的图像坐标系中,对于一个特征匹配对中的两个像素点,其在所述坐标系中的坐标相同,从而得到两张透视变换图像;

[0042] S5:分别计算两张透视变换图像的初始蒙版,将得到的两张初始蒙版的像素点的总数记为 $N_t$ ,将获得的两张初始蒙版置于S4所述的坐标系中,按设定的删除规则交替对两张初始蒙版的边缘像素点进行删除,缩小两张初始蒙版的面积,所述删除规则包括:对于当

前正在处理的初始蒙版的一个边缘像素点,判断在另一个初始蒙版中是否有与其坐标相同的像素点,若有,则在当前正在处理的初始蒙版中将该边缘像素点删除,若无,则保留该边缘像素点;

[0043] 直到两张初始蒙版中剩余的坐标相同的像素点对的数量与 $N_t$ 的比值小于预设的阈值,才停止交替删除两张初始蒙版中的边缘像素点,将停止交替删除边缘像素点后得到的面积缩小的两张初始蒙版作为两张最终蒙版;

[0044] S6:根据两张最终蒙版以及特征点匹配对,对两张透视变换图像进行拼接。

[0045] 本发明上述实施方式,通过图像拼接融合技术,可以将多个摄像机拍摄的视频中的同一时刻的图像进行拼接融合,且对摄像机的安装位置、摄像头的主光轴交叉夹角的限制少,只需要当前摄像机拍摄的区域至少有另一个摄像机拍摄的区域与能重叠,且重叠范围不低于预设的重叠阈值就能进行融合。融合后的图像就是多个摄像头同一时刻拍摄到的信息。

[0046] 所述畸变校正用于校正由于摄像机镜头导致的成像畸变,使图像看起来更加贴近实际场景。

[0047] 使用现阶段技术进行拼接融合,在两个摄像机主光轴夹角较小或者多个摄像机垂直对地拍摄时,融合结果能满足需求,但若有多个摄像机在倾斜拍摄或两个摄像机在交叉摄影时融合效果并不好。下面进行举例说明:

[0048] 图2和图3分别是一号摄像机和二号摄像机拍摄的图像,两张图像不仅是倾斜拍摄,而且主光轴夹角较小,图4和图5分别是一号摄像机和二号摄像机畸变校正后的图像,图6是对图4和图5进行匹配的结果。从图6可以看到,匹配结果连线存在着大量错误结果,这将会直接导致图像间的透射矩阵拟合得不理想甚至没法拟合出透射矩阵,从而导致两个摄像机的视频拍摄的视频融合出现问题甚至无法融合。

[0049] 而本发明的上述实施例则可以很好地解决这个问题。

[0050] 按照本发明的上述实施例,对畸变校正后的图4和图5分别进行正射校正,对应得到图7和图8,然后分别提取图7和图8中的特征点,并对图7和图8进行特征点匹配,匹配结果如图9所示,本发明很好地解决了现有技术中存在的问题。图10是在特征匹配后,继续按照本发明的上述实施方式最终得到的图像拼接结果。

[0051] 在一种实施方式中,所述重叠阈值优选为30%。

[0052] 在一种实施方式中,所述正射校正包括:通过摄像机的安装位置、安装角度以及摄像机内参矩阵将所有摄像机统一到一个空间坐标下,同时根据安装位置信息求得拍摄面,由此对摄像机拍摄视场进行建模,根据摄像机拍摄视场模型消除拍摄视频帧每个像素的分辨率差异。

[0053] 由于摄像机有可能是倾斜摄影,势必会导致拍摄出来的视频帧图像中,每个像素所代表的实际面积有可能会有较大差异,而上述实施方式可以很好地消除这一差异。

[0054] 在一种实施方式中,所述特征点包括校正图像中灰度值发生剧烈变化的点、在校正图像边缘上曲率较大的点、以该点为中心,该点周围像素单元的梯度变化较大的点。

[0055] 在一种实施方式中,所述对初步匹配对进行筛选,得到特征点匹配对,包括:根据初步匹配对的连线方向以及长度,对不符合预设条件的初步匹配对进行删除,所述预设条件包括特征点匹配对的连线的方向与水平向右方向所形成的夹角小于预设的角度阈值,所

述初步匹配对的连线的长度小于预设的长度阈值；将剩余的初步匹配对作为特征点匹配对。

[0056] 在一种实施方式中，所述对两张校正图像分别提取各自的特征点，包括：

[0057] 将校正图像转换为灰度图像；

[0058] 对灰度图像进行滤波处理得到滤波图像；

[0059] 对滤波图像，使用非极大值抑制筛选出其中的特征点，并将选出的所有特征点存入粗选集合中；

[0060] 对于粗选集合中的特征点，判断所述特征点的海瑟矩阵判别式的值是否比与其相邻的八个像素点的海瑟矩阵判别式的值都大，若是，则在粗选集合中保留该特征点，否则，将其从粗选集合中删除；

[0061] 将粗选集合中剩余的特征点作为最终提取到的特征点。

[0062] 本发明上述实施方式，通过非极大值抑制快速筛选出滤波图像中的特征点，然后使用海瑟矩阵判别式对初步筛选出的特征点进行再次的判断，可以有效地避免传统方式中单一筛选方式不准确的问题，同时由于粗选集合中的需要判断的数量极大地减少了，从而大大地缩短了使用海瑟矩阵进行再次判断的时间。

[0063] 在一种实施方式中，所述将校正图像转换为灰度图像，包括：

[0064] 对校正图像进行光照调整得到光照调整图像，使用加权平均法将所述光照调整图像转换为灰度图像。

[0065] 在一种实施方式中，所述对校正图像进行光照调整，包括：

[0066] 对于校正图像中的第 $v$ 个像素点， $v \in V$ ， $V$ 表示校正图像的像素点的总数，使用下述方式进行光照调整：

[0067] 获取第 $v$ 个像素点在Lab颜色空间中的三个通道分量，分别记为 $l_v, a_v, b_v$ ，对 $L_v$ 进行如下调节：

$$[0068] \quad aL_v = \frac{\psi \times 255}{1 + (\eta / 255 - 128 / 255)} \times \left( \frac{L_v}{255} \right)^\lambda$$

[0069] 式中， $aL$ 表示校正图像在Lab颜色空间中调节后的L分量的值， $\eta$ 表示校正图像在

Lab颜色空间中L分量的均值， $\lambda = \left( \frac{\eta}{g} \right)^{\frac{|L_v - \eta|}{\eta}}$ ， $\theta$ 表示预设的常数参数， $\psi$ 表示调节系数；

[0070] 将 $aL_v, a_v, b_v$ 从Lab颜色空间转化到RGB颜色空间，从而得到光照调整图像。

[0071] 本发明上述实施例，可以根据单个像素点L分量与所有像素点的L分量均值之间的关系自适应地调整像素点的L分量的值，从而解决光照不均引起的特征点提取准确率低的问题，而传统的光照调整方式都是全局调整的方式，并没有针对性，其对于由于光照不足引起的阴影的调整效果并不好，本发明上述实施例很好地解决了上述问题，从而有利于图像更准确的拼接融合。

[0072] 在一种实施方式中，所述对灰度图像进行滤波处理得到滤波图像，包括：

[0073] 将所述灰度图像划分为大小相等的 $P$ 个区块；

[0074] 对于第 $p$ 个区块，计算该区块的所有像素点的灰度值的标准差 $SD_p, p \in [1, P]$ ；

[0075] 若 $SD_p \leq J_{thre}$ ， $J_{thre}$ 表示预设的判断阈值，则采用下述方式对第 $p$ 个区块进行滤

波处理：

$$[0076] \quad aFP_{q1} = \frac{1}{R} \times \sum_{r=1}^R gv_r$$

[0077] 式中，q1表示第p个区块中的第q1个像素点，aFP<sub>q1</sub>表示第q1个像素点滤波后的值，R1表示第q1个像素点的预设大小的邻域像素点组成的集合T1中像素点的总数，g<sub>v<sub>r1</sub></sub>表示T1中的第r1个像素点的灰度值；

[0078] 若SD<sub>p</sub>>Jthre，则采用下述方式对第p个区块进行滤波处理：

$$[0079] \quad aFP_q = \frac{\varphi \times \sum_{r \in T} \left[ \exp\left(-\frac{osd_r}{gb}\right) \times QZ_r \times \frac{(fc_p)^{1/2}}{(fc_p)^{1/2} + bz_p} \times gv_r \right]}{\sum_{r \in T} \left[ \exp\left(-\frac{osd_r}{gb}\right) \times QZ_r \right]}$$

[0080] 式中，aFP<sub>q</sub>表示第q个像素点滤波后的值，φ为预设的范围控制参数，gb表示高斯滤波的标准差，q表示第p个区块中的第q个像素点，aFP<sub>q</sub>表示第q个像素点滤波后的值，T表示第q个像素点的预设大小的邻域像素点组成的集合，g<sub>v<sub>r</sub></sub>表示T中的第r个像素点的灰度值，osd<sub>r</sub>表示T中的第r个像素点与第p个区块中的第q个像素点之间的欧氏距离，fc<sub>p</sub>表示第p个区域的所有像素点的噪声方差，bz<sub>p</sub>表示第p个区域的所有像素点的灰度值的标准差；

$$[0081] \quad QZ_r = \frac{|gv_r - adj_q - f_q| \times \delta^2}{[adj_q - gv_r]^2 + \left( \frac{[adj_q - f_q]^2}{\delta} \right) + \delta^2},$$

$$[0082] \quad adj_q = \begin{cases} \max f_q - f_q, f_q - avef_q > 0 \\ f_q - \min f_q, f_q - avef_q < 0 \\ 0, f_q - avef_q = 0 \end{cases}$$

[0083] 式中，δ为预设的调节系数，f<sub>q</sub>表示第p个区块中的第q个像素点的灰度值，max f<sub>q</sub>表示T中的像素点的灰度最大值，min f<sub>q</sub>表示所述T中的像素点的灰度最小值，avef<sub>q</sub>表示T中所有像素点的灰度均值。

[0084] 本发明上述实施方式，在对灰度图像进行滤波时，先将其划分为大小相等的P个区块，然后再对每个区块的灰度值的标准差SD<sub>p</sub>进行计算，在SD<sub>p</sub>小于等于预设阈值时，表明该区块灰度值变化较为平缓，因此采用速度较快的均值滤波来进行滤波处理，可以有效地缩短滤波处理的时间。在SD<sub>p</sub>大于预设阈值时，表示该区块的像素点的灰度值变化幅度较大，因此采用了加权滤波的方式进行滤波，在滤波时充分考虑了当前正在滤波的像素点与其邻域之间的关系，根据当前正在滤波的像素点与其邻域中的像素点的灰度均值进行对比，为不同对比结果设置了不同的计算方式，从而更好地保留图像的细节信息。与此同时，也考虑了当前处理的像素点与其邻域像素点在空间距离上的关系，为不同的距离关系设置了不同权重，从而使得滤波的效果更为准确。有利于提高后续特征点提取的准确性，从而提高图像拼接的准确性，获得更好的视频拼接融合的效果。

[0085] 在一种实施方式中，所述根据特征点匹配对计算两张校正图像的透视变换矩阵，

包括:采用最小二乘拟合法计算两张校正图像的透视变换矩阵。

[0086] 在一种实施方式中,所述计算两张透视变换图像的初始蒙版,包括:将透视变换图像中的像素点的像素值设置为1,从而得到透视变换图像的初始蒙版。

[0087] 在一种实施方式中,所述根据两张最终蒙版以及特征点匹配对,对两张透视变换图像进行拼接,包括:

[0088] 设image1和image2分别为两张透视变换图像,mask1是image1的最终蒙版,mask2是image2的最终蒙版,resultimage是拼接后的图像,(x,y)是透视变换图像上的像素点的位置;

[0089] 若mask1(x,y)的像素值不等于0,且mask2(x,y)的像素值等于0,则resultimage(x,y)的像素值使用image1(x,y)的像素值填充;

[0090] 若mask1(x,y)的像素值等于0,且mask2(x,y)的像素值不等于0,则resultimage(x,y)的像素值使用image2(x,y)的像素值填充;

[0091] 若mask1(x,y)的像素值不等于0,且mask2(x,y)的像素值不等于0,则resultimage(x,y)=image1(x,y)×w1(x,y)+image2(x,y)×w2(x,y),w1和w2表示权重系数。

[0092] 在一种实施方式中, $w1(x,y)=\alpha\times w11(x,y)+\beta\times w12(x,y)$ ,

[0093]  $w2(x,y)=\alpha\times w21(x,y)+\beta\times w22(x,y)$ , $\alpha+\beta=1$ ,

[0094]  $w11(x,y)=d1(x,y)/(d1(x,y)+d2(x,y))$ , $w21(x,y)=d2(x,y)/(d1(x,y)+d2(x,y))$ , $d1(x,y)$ 是mask1中,(x,y)处的像素点到蒙版边缘的最小距离, $d2(x,y)$ 是mask2中,(x,y)处的像素点到蒙版边缘的最小距离;

$$[0095] \quad w12(x,y)=\frac{lpl_1(x,y)}{lpl_1(x,y)+lpl_2(x,y)}, \quad w22(x,y)=\frac{lpl_2(x,y)}{lpl_1(x,y)+lpl_2(x,y)}$$

$$[0096] \quad lpl_1(x,y)=\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N EP1_{i,j}(x,y),$$

$$[0097] \quad EP1_{i,j}(x,y)=|2image1(i,j)-image1(i+s,j)-image1(i+1,j)|+|2image1(i,j)-image1(i,j+s)+s|,$$

$$[0098] \quad lpl_2(x,y)=\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N EP2_{i,j}(x,y),$$

$$[0099] \quad EP2_{i,j}(x,y)=|2image2(i,j)-image2(i+s,j)-image2(i+1,j)|+|2image2(i,j)-image2(i,j+s)+s|$$

[0100] 上式中,M和N表示分别表示以(x,y)为中心的处理窗口的水平方向的像素点的数量和垂直方向的像素点的数量,w12(x,y)和w22(x,y)分别表示image1和image2中位置为(x,y)处的像素点的像素值权重,image1(i,j)和image2(i,j)分别表示处理窗口中位置为(i,j)的像素点在image1和image2中的像素值,s表示坐标调节参数。

[0101] 本发明上述实施方式,在求取两张融合图像中的像素点的融合权重时,通过求取蒙版中像素点到蒙版边缘的最短距离获得距离权重w11、w12以及在原图像中利用处理窗口根据当前处理像素点与临近像素点的像素值关系得到像素值权重,并按预设的权重参数综合距离权重和像素值权重得到融合权重,可以使得融合后的图像过渡更加平滑,有效地保留了图像的结构准确性。

[0102] 在一种实施方式中,s的取值为1。

[0103] 另一方面,如图11所示,本发明提供了基于多摄像机交叉摄影的视频全景拼接融合系统,其包括:

[0104] 图像获取模块,用于从视频流中获取多个摄像机同一时刻的图像;

[0105] 图像预处理模块,用于对于图像获取模块中获取的一张图像,根据匹配规则从图像获取模块获取的图像中选出与其匹配的另一张图像,对两张匹配的图像分别先进行畸变校正,然后分别进行正射校正,得到两张校正图像,所述匹配规则包括:匹配的两张图像分别对应两个摄像机,所述两个摄像机的拍摄区域存在互相重叠的区域,所述互相重叠的区域的面积与所述两个摄像机的拍摄区域的面积之和的比例大于预设的重叠阈值;

[0106] 特征匹配模块,用于对两张校正图像分别提取各自的特征点,然后根据两张校正图像的特征点在两张校正图像之间进行特征点匹配,得到初步匹配对,对初步匹配对进行筛选,得到特征点匹配对;

[0107] 透视变换模块,用于根据特征点匹配对计算两张校正图像的透视变换矩阵,根据透视变换矩阵将两张校正图像调整到统一的图像坐标系中,得到两张透视变换图像;

[0108] 蒙版获取模块,用于分别计算两张透视变换图像的初始蒙版,将得到的两张初始蒙版的像素点的总数记为 $N_t$ ,将获得的两张初始蒙版置于透视变换模块中的坐标系中,按设定的删除规则交替对两张初始蒙版的边缘像素点进行删除,缩小两张初始蒙版的面积,所述删除规则包括:对于当前正在处理的初始蒙版的一个边缘像素点,判断在另一个初始蒙版中是否有与其坐标相同的像素点,若有,则在当前正在处理的初始蒙版中将该边缘像素点删除,若无,则保留该边缘像素点;

[0109] 直到两张初始蒙版中剩余的坐标相同的像素点对的数量与 $N_t$ 的比值小于预设的阈值,才停止交替删除两张初始蒙版中的边缘像素点,将停止交替删除边缘像素点后得到的面积缩小的两张初始蒙版作为两张最终蒙版;

[0110] 图像拼接模块,用于根据两张最终蒙版以及特征点匹配对,对两张透视变换图像进行拼接。

[0111] 在一种实施方式中,所述重叠阈值优选为30%。

[0112] 在一种实施方式中,所述图像预处理模块包括正射校正子模块,其用于对图像进行正射校正,具体包括:通过摄像机的安装位置、安装角度以及摄像机内参矩阵将所有摄像机统一到一个空间坐标下,同时根据安装位置信息求得拍摄面,由此对摄像机拍摄视场进行建模,根据摄像机拍摄视场模型消除拍摄视频帧每个像素的分辨率差异。

[0113] 在一种实施方式中,所述特征匹配模块包括特征点匹配对获取子模块,其用于对初步匹配对进行筛选,得到特征点匹配对,具体包括:根据初步匹配对的连线方向以及长度,对不符合预设条件的初步匹配对进行删除,所述预设条件包括特征点匹配对的连线的方向与水平向右方向所形成的夹角小于预设的角度阈值,所述初步匹配对的连线的长度小于预设的长度阈值;将剩余的初步匹配对作为特征点匹配对。

[0114] 在一种实施方式中,所述特征匹配模块还包括特征点获取子模块,其用于对两张校正图像分别提取各自的特征点,具体包括:

[0115] 将校正图像转换为灰度图像;

[0116] 对灰度图像进行滤波处理得到滤波图像;

[0117] 对滤波图像,使用非极大值抑制筛选出其中的特征点,并将选出的所有特征点存入粗选集合中;

[0118] 对于粗选集合中的特征点,判断所述特征点的海瑟矩阵判别式的值是否比与其相邻的八个像素点的海瑟矩阵判别式的值都大,若是,则在粗选集合中保留该特征点,否则,将其从粗选集合中删除;

[0119] 将粗选集合中剩余的特征点作为最终提取到的特征点。

[0120] 在一种实施方式中,所述特征点获取子模块包括灰度转换单元,其用于将校正图像转换为灰度图像,具体包括:

[0121] 对校正图像进行光照调整得到光照调整图像,使用加权平均法将所述光照调整图像转换为灰度图像。

[0122] 在一种实施方式中,所述灰度转换单元包括光照调整子单元和灰度转换子单元,

[0123] 所述光照调整子单元用于对校正图像进行光照调整得到光照调整图像,具体包括:

[0124] 对于校正图像中的第 $v$ 个像素点, $v \in V$ , $V$ 表示校正图像的像素点的总数,使用下述方式进行光照调整:

[0125] 获取第 $v$ 个像素点在Lab颜色空间中的三个通道分量,分别记为 $L_v, a_v, b_v$ ,对 $L_v$ 进行如下调节:

$$[0126] \quad aL_v = \frac{\psi \times 255}{1 + (\eta / 255 - 128 / 255)} \times \left( \frac{L_v}{255} \right)^\lambda$$

[0127] 式中, $aL$ 表示校正图像在Lab颜色空间中调节后的L分量的值, $\eta$ 表示校正图像在Lab颜色空间中L分量的均值, $\lambda = \left( \frac{\eta}{g} \right)^{\frac{|L_v - \eta|}{\eta}}$ , $\theta$ 表示预设的常数参数, $\psi$ 表示调节系数;

[0128] 将 $aL_v, a_v, b_v$ 从Lab颜色空间转化到RGB颜色空间,从而得到光照调整图像;

[0129] 所述灰度转换子单元用于使用加权平均法将所述光照调整图像转换为灰度图像。

[0130] 在一种实施方式中,所述特征点获取子模块还包括滤波单元,其用于对灰度图像进行滤波处理得到滤波图像,具体包括:

[0131] 将所述灰度图像划分为大小相等的 $P$ 个区块;

[0132] 对于第 $p$ 个区块,计算该区块的所有像素点的灰度值的标准差 $SD_p, p \in [1, P]$ ;

[0133] 若 $SD_p \leq J_{thre}$ , $J_{thre}$ 表示预设的判断阈值,则采用下述方式对第 $p$ 个区块进行滤波处理:

$$[0134] \quad aFP_{q1} = \frac{1}{R} \times \sum_{r=1}^R g_{v_r}$$

[0135] 式中, $q1$ 表示第 $p$ 个区块中的第 $q1$ 个像素点, $aFP_{q1}$ 表示第 $q1$ 个像素点滤波后的值, $R1$ 表示第 $q1$ 个像素点的预设大小的邻域像素点组成的集合 $T1$ 中像素点的总数, $g_{v_{r1}}$ 表示 $T1$ 中的第 $r1$ 个像素点的灰度值;

[0136] 若 $SD_p > J_{thre}$ ,则采用下述方式对第 $p$ 个区块进行滤波处理:

$$[0137] \quad aFP_q = \frac{\varphi \times \sum_{r \in T} \left[ \exp\left(-\frac{osd_r}{gb}\right) \times QZ_r \times \frac{(fc_p)^{1/2}}{(fc_p)^{1/2} + bz_p} \times gv_r \right]}{\sum_{r \in T} \left[ \exp\left(-\frac{osd_r}{gb}\right) \times QZ_r \right]}$$

[0138] 式中,  $aFP_q$ 表示第 $q$ 个像素点滤波后的值,  $\varphi$ 为预设的范围控制参数,  $gb$ 表示高斯滤波的标准差,  $q$ 表示第 $p$ 个区块中的第 $q$ 个像素点,  $aFP_q$ 表示第 $q$ 个像素点滤波后的值,  $T$ 表示第 $q$ 个像素点的预设大小的邻域像素点组成的集合,  $gv_r$ 表示 $T$ 中的第 $r$ 个像素点的灰度值,  $osd_r$ 表示 $T$ 中的第 $r$ 个像素点与第 $p$ 个区块中的第 $q$ 个像素点之间的欧氏距离,  $fc_p$ 表示第 $p$ 个区域的所有像素点的噪声方差,  $bz_p$ 表示第 $p$ 个区域的所有像素点的灰度值的标准差;

$$[0139] \quad QZ_r = \frac{|gv_r - adj_q - f_q| \times \delta^2}{[adj_q - gv_r]^2 + \left(\frac{[adj_q - f_q]^2}{\delta}\right) + \delta^2},$$

$$[0140] \quad adj_q = \begin{cases} |\max f_q - f_q|, f_q - avef_q > 0 \\ |f_q - \min f_q|, f_q - avef_q < 0 \\ 0, f_q - avef_q = 0 \end{cases}$$

[0141] 式中,  $\delta$ 为预设的调节系数,  $f_q$ 表示第 $p$ 个区块中的第 $q$ 个像素点的灰度值,  $\max f_q$ 表示 $T$ 中的像素点的灰度最大值,  $\min f_q$ 表示所述 $T$ 中的像素点的灰度最小值,  $avef_q$ 表示 $T$ 中所有像素点的灰度均值。

[0142] 在一种实施方式中, 所述透视变换模块包括透视矩阵计算子模块, 其用于根据特征点匹配对计算两张校正图像的透视变换矩阵, 具体包括: 采用最小二乘拟合法计算两张校正图像的透视变换矩阵。

[0143] 在一种实施方式中, 所述计算两张透视变换图像的初始蒙版, 包括: 将透视变换图像中的像素点的像素值设置为1, 从而得到透视变换图像的初始蒙版。。

[0144] 在一种实施方式中, 图像拼接模块包括图像拼接子模块, 其用于根据两张透视变换图像的最终蒙版以及特征点匹配对, 对两张透视变换图像进行拼接, 具体包括:

[0145] 设 $image1$ 和 $image2$ 分别为两张透视变换图像,  $mask1$ 是 $image1$ 的最终蒙版,  $mask2$ 是 $image2$ 的最终蒙版,  $resultimage$ 是拼接后的图像,  $(x, y)$ 是透视变换图像上的像素点的位置;

[0146] 若 $mask1(x, y)$ 的像素值不等于0, 且 $mask2(x, y)$ 的像素值等于0, 则 $resultimage(x, y)$ 的像素值使用 $image1(x, y)$ 的像素值填充;

[0147] 若 $mask1(x, y)$ 的像素值等于0, 且 $mask2(x, y)$ 的像素值不等于0, 则 $resultimage(x, y)$ 的像素值使用 $image2(x, y)$ 的像素值填充;

[0148] 若 $mask1(x, y)$ 的像素值不等于0, 且 $mask2(x, y)$ 的像素值不等于0, 则 $resultimage(x, y) = image1(x, y) \times w1(x, y) + image2(x, y) \times w2(x, y)$ ,  $w1$ 和 $w2$ 表示权重系数。

[0149] 在一种实施方式中,  $w1(x, y) = \alpha \times w11(x, y) + \beta \times w12(x, y)$ ,

[0150]  $w2(x, y) = \alpha \times w21(x, y) + \beta \times w22(x, y)$ ,  $\alpha + \beta = 1$ ,

[0151]  $w11(x, y) = d1(x, y) / (d1(x, y) + d2(x, y))$ ,  $w21(x, y) = d2(x, y) / (d1(x, y) + d2(x, y))$ ,

$y)$ ),  $d1(x,y)$  是mask1中,  $(x,y)$  处的像素点到蒙版边缘的最小距离,  $d2(x,y)$  是mask2中,  $(x,y)$  处的像素点到蒙版边缘的最小距离;

$$[0152] \quad w12(x,y) = \frac{lpl_1(x,y)}{lpl_1(x,y) + lpl_2(x,y)}, \quad w22(x,y) = \frac{lpl_2(x,y)}{lpl_1(x,y) + lpl_2(x,y)}$$

$$[0153] \quad lpl_1(x,y) = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N EP1_{i,j}(x,y),$$

$$[0154] \quad EP1_{i,j}(x,y) = |2image1(i,j) - image1(i+s,j) - image1(i+1,j)| + |2image1(i,j) - image1(i,j+s) + s|$$

$$[0155] \quad lpl_2(x,y) = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N EP2_{i,j}(x,y),$$

$$[0156] \quad EP2_{i,j}(x,y) = |2image2(i,j) - image2(i+s,j) - image2(i+1,j)| + |2image2(i,j) - image2(i,j+s) + s|$$

[0157] 上式中,  $M$ 和 $N$ 表示分别表示以  $(x,y)$  为中心的处理窗口的水平方向的像素点的数量和垂直方向的像素点的数量,  $w12(x,y)$  和  $w22(x,y)$  分别表示image1和image2中位置为  $(x,y)$  处的像素点的像素值权重,  $image1(i,j)$  和  $image2(i,j)$  分别表示处理窗口中位置为  $(i,j)$  的像素点在image1和image2中的像素值,  $s$ 表示坐标调节参数。

[0158] 在一种实施方式中,  $s$ 的取值为1。

[0159] 为了得到优秀的匹配结果, 本发明先畸变校正以及正射校正, 通过将摄像机拍摄视频帧中每个像素的分辨率调整到几乎一致的大小, 然后对拍摄到的视频帧进行特征点匹配。此方法由于结合了摄影模型, 因此摄像机安装位置、安装角度对后续特征点匹配的影响几乎可以忽略不计。处理后得到的图像已经经过正射校正, 可以直接进行后续的特征点匹配, 而且在特征点匹配筛选过程中加入匹配点连线的方向、长度的过滤而不用担心拍摄方向的问题。

[0160] 现有技术中, 往往是直接对拍摄到的视频帧进行特征点匹配, 得到的匹配结果在两个摄像机的拍摄角度差异较大时并不理想, 从而影响后续融合效果, 甚至当拍摄的物体或场景具有一定的对称性时, 传统方法无法判断出匹配结果的对错, 也无法判断计算出的变换矩阵是否正确甚至计算不出变换矩阵, 从而导致无法融合。

[0161] 为了融合出好的效果, 先将多幅图像变换到统一的图像坐标系并且建立每幅图像有像素区域的蒙版图像, 运用蒙版图像进行公共区域的计算并且将计算后的结果图像作为融合权重文件输入, 得到最终融合结果, 融合结果更为准确。

[0162] 最后应当说明的是, 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案, 而非对本发明保护范围的限制, 尽管参照较佳实施例对本发明作了详细地说明, 本领域的普通技术人员应当理解, 可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换, 而不脱离本发明技术方案的实质和范围。

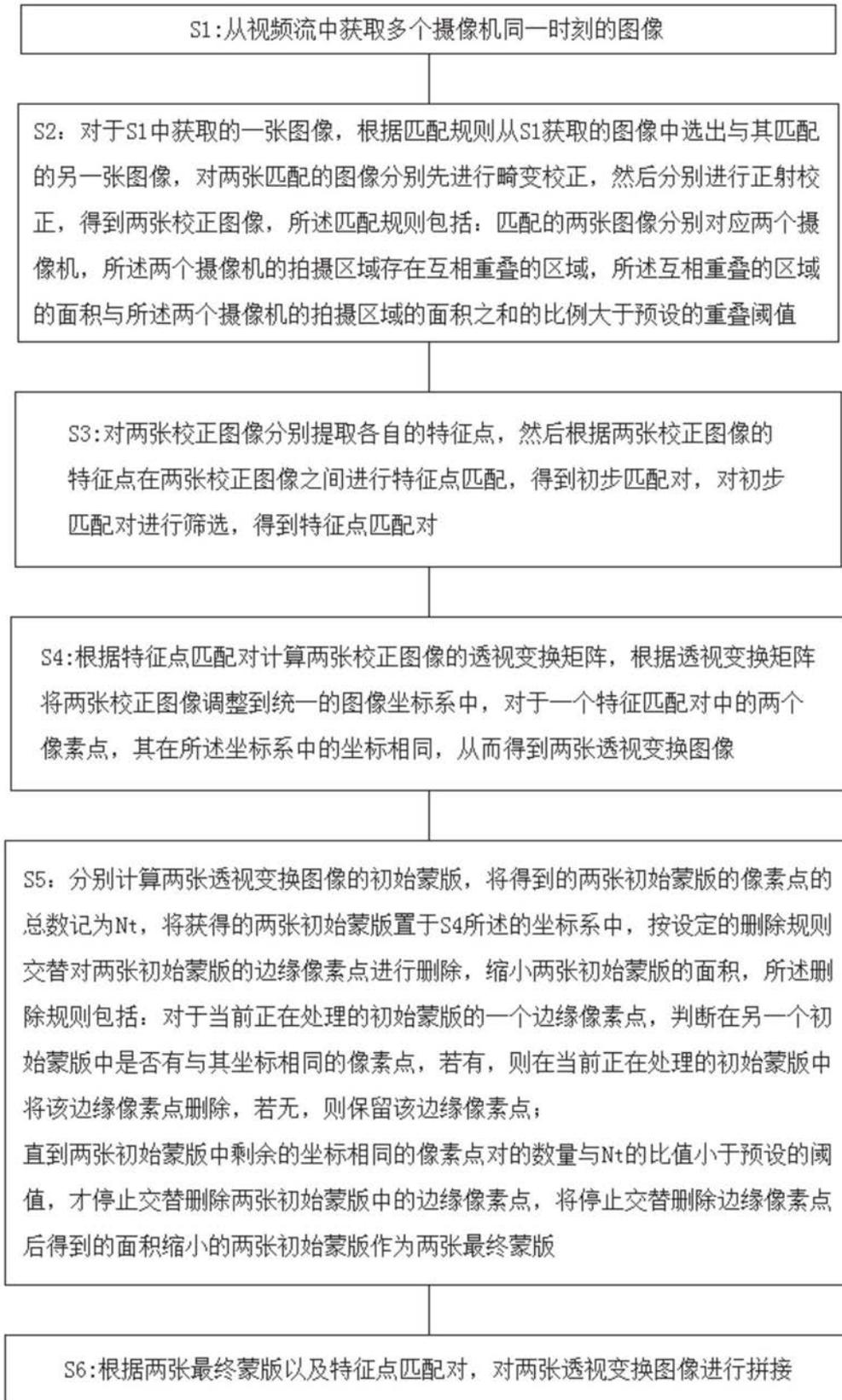


图1



图2



图3

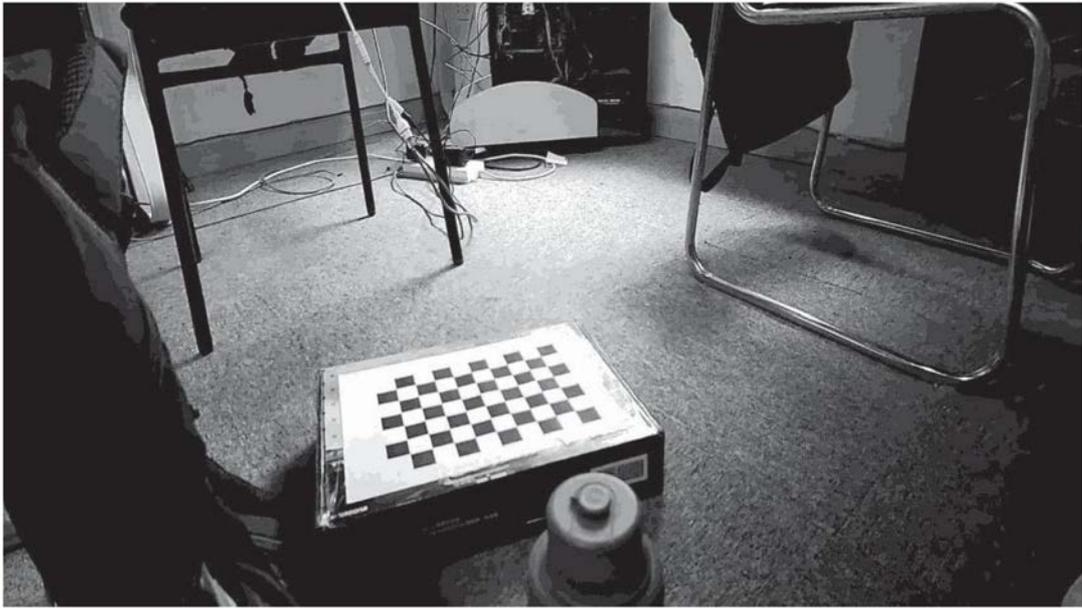


图4

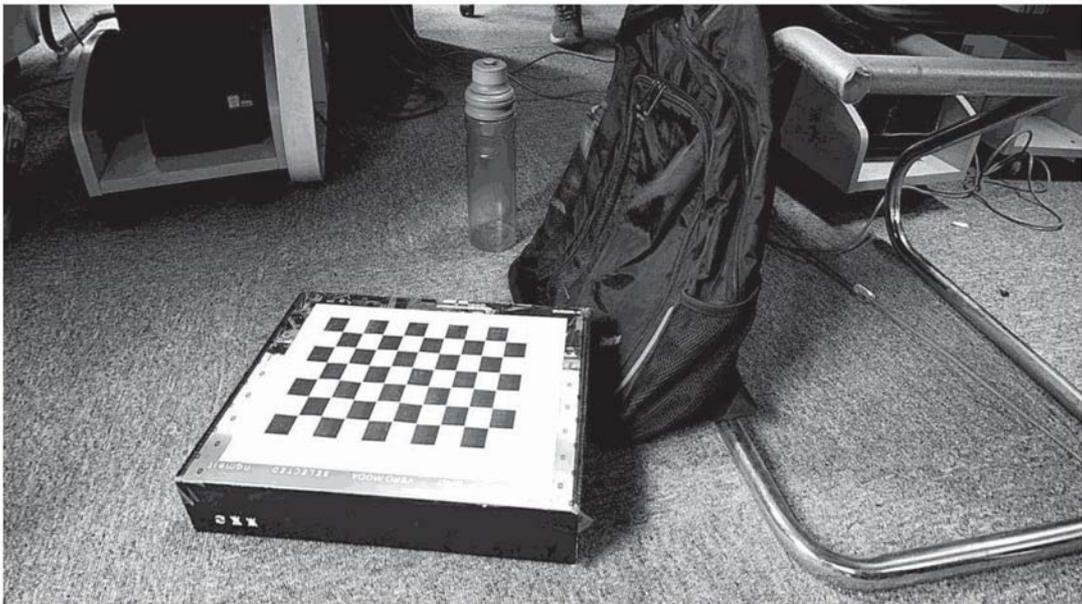


图5



图6

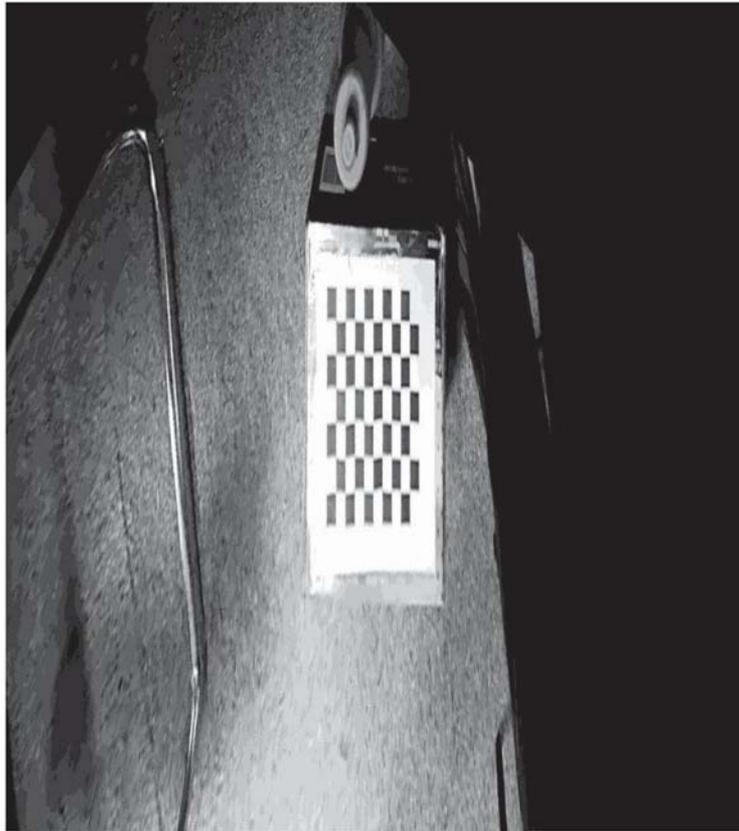


图7

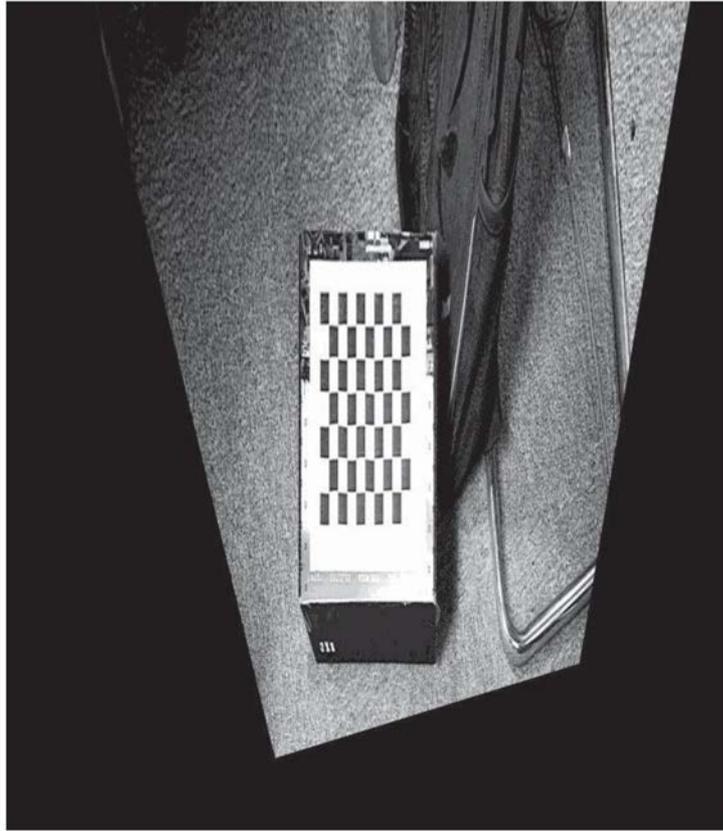


图8

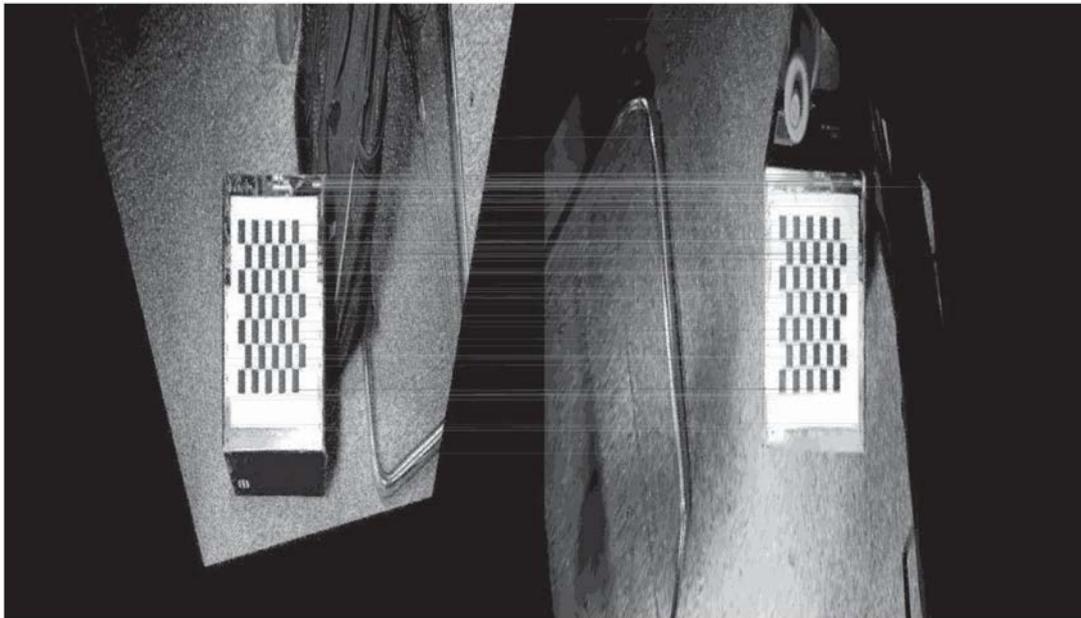


图9

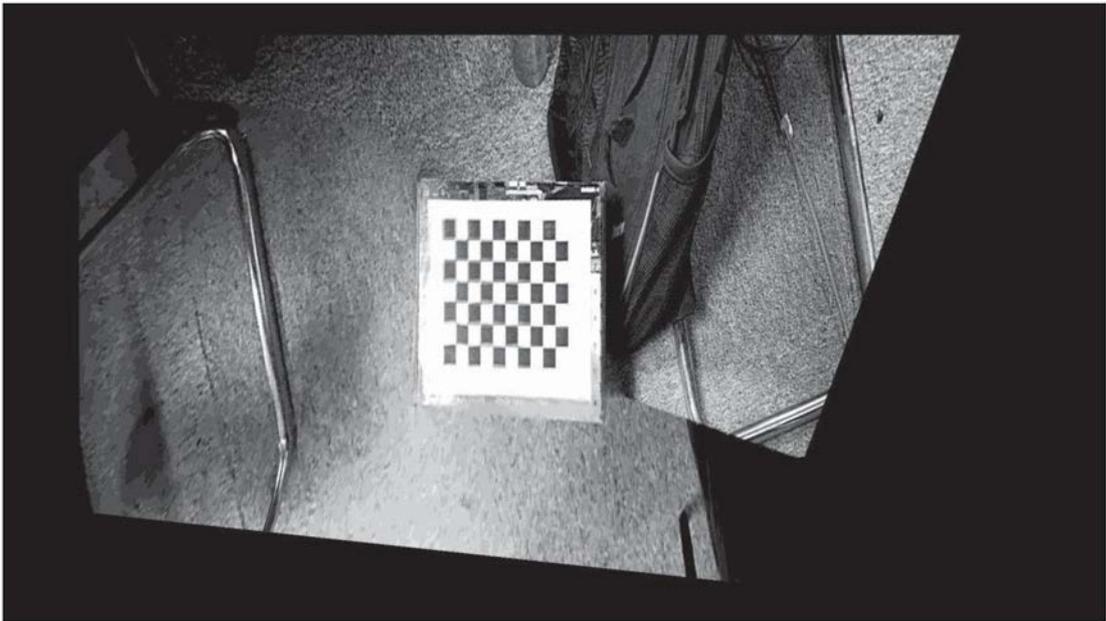


图10



图11