



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108886611 B

(45) 授权公告日 2021.07.09

(21) 申请号 201680078524.X

(22) 申请日 2016.01.13

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108886611 A

(43) 申请公布日 2018.11.23

(66) 本国优先权数据  
PCT/CN2016/070712 2016.01.12 CN

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.07.10

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/CN2016/070823 2016.01.13

(87) PCT国际申请的公布数据  
WO2017/120802 EN 2017.07.20

(73) 专利权人 上海科技大学

地址 201210 上海市浦东新区海科路100号  
行政楼404室

(72) 发明人 虞晶怡 马毅

(74) 专利代理机构 上海思微知识产权代理事务所  
(普通合伙) 31237

代理人 智云

(51) Int.Cl.

H04N 13/243 (2018.01)

H04N 13/246 (2018.01)

H04N 13/239 (2018.01)

审查员 李乔

权利要求书2页 说明书8页 附图4页

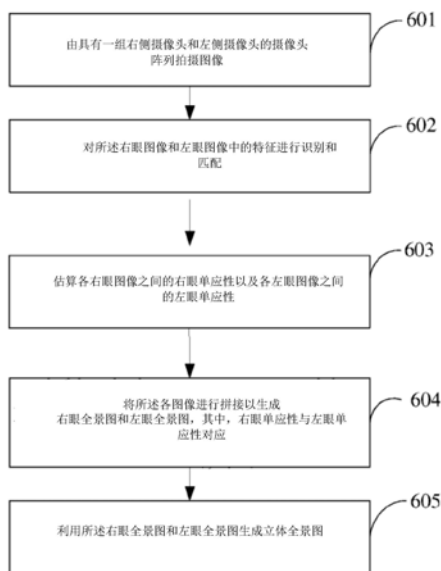
(54) 发明名称

全景立体视频系统的拼接方法和装置

(57) 摘要

提供一种生成立体全景图的方法,该方法包括:通过处理第一右眼图像、第二右眼图像、第一左眼图像和第二左眼图像以获得所述第一右眼图像和第二右眼图像之间的右眼单应性以及所述第一左眼图像和第二左眼图像之间的左眼单应性;将所述第一右眼图像与第二右眼图像进行拼接以生成右眼全景图,并将所述第一左眼图像与第二左眼图像进行拼接以生成左眼全景图,其中,所述右眼单应性与左眼单应性对应;以及利用所述右眼全景图和左眼全景图生成立体全景图。该方法还包括:使用包括第一右侧摄像头、第二右侧摄像头、第一左侧摄像头以及第二左侧摄像头的摄像头阵列拍摄所述第一右眼图像、第二右眼图像、第一左眼图像及第二左眼图像,其中,所述第一右侧摄像头和第二右侧摄像头之间的相对位置与所述第一左侧摄像头和第二左侧摄像头之间的相对位置基本相同,所述第一右侧摄像头和第二右侧摄像头具有平行光轴。

CN 108886611 B



1. 一种用于拍摄图像以生成全景图的图像获取和处理装置,其特征在于,所述图像获取和处理装置包括:

摄像头阵列,所述摄像头阵列包括第一右侧摄像头、第二右侧摄像头、第一左侧摄像头以及第二左侧摄像头,其中,所述第一右侧摄像头和所述第二右侧摄像头之间的相对位置与所述第一左侧摄像头和所述第二左侧摄像头之间的相对位置相同;以及

图像处理单元,所述图像处理单元用于将所述第一右侧摄像头所拍摄的第一右眼图像与所述第二右侧摄像头所拍摄的第二右眼图像进行拼接以生成右眼全景图,并将所述第一左侧摄像头所拍摄的第一左眼图像与所述第二左侧摄像头所拍摄的第二左眼图像进行拼接以生成左眼全景图,其中,所述图像处理单元用于获得所述第一右眼图像和所述第二右眼图像之间的右眼单应性,所述右眼单应性与所述第一左眼图像和所述第二左眼图像之间的左眼单应性相同,

所述图像处理单元还用于在第一方向上对所述第一右眼图像和所述第一左眼图像进行修正,

所述图像处理单元还用于将所述第一右眼图像和所述第一左眼图像卷曲至与所述第一右侧摄像头和所述第一左侧摄像头的光轴平行的平面。

2. 如权利要求1所述的图像获取和处理装置,其特征在于,所述图像处理单元用于对与所述第一方向垂直的第二方向上的视差进行抑制。

3. 如权利要求1所述的图像获取和处理装置,其特征在于,所述图像处理单元用于对所述第一右眼图像和所述第二右眼图像中的一特征进行识别和匹配。

4. 如权利要求1所述的图像获取和处理装置,其特征在于,所述图像处理单元通过采用随机抽样一致性算法估算所述右眼单应性。

5. 如权利要求1所述的图像获取和处理装置,其特征在于,所述第一右侧摄像头和所述第二右侧摄像头具有平行光轴。

6. 如权利要求1所述的图像获取和处理装置,其特征在于,所述第一右侧摄像头、所述第二右侧摄像头、所述第一左侧摄像头及所述第二左侧摄像头位于一个平面上。

7. 如权利要求6所述的图像获取和处理装置,其特征在于,所述第一右侧摄像头和所述第二右侧摄像头位于正多边形的第一条边上,所述第一左侧摄像头和所述第二左侧摄像头位于所述正多边形的与所述第一条边相邻的第二条边上。

8. 一种生成立体全景图的方法,其特征在于,所述方法包括:

通过处理第一右眼图像、第二右眼图像、第一左眼图像和第二左眼图像以获得所述第一右眼图像和所述第二右眼图像之间的右眼单应性以及所述第一左眼图像和所述第二左眼图像之间的左眼单应性;

将所述第一右眼图像与所述第二右眼图像进行拼接以生成右眼全景图,并将所述第一左眼图像与所述第二左眼图像进行拼接以生成左眼全景图,其中,所述右眼单应性与所述左眼单应性相同;以及

通过所述右眼全景图和左眼全景图生成立体全景图,

其中,所述方法还包括在第一方向上对所述第一右眼图像和所述第一左眼图像进行修正,

其中,所述方法还包括将所述第一右眼图像和所述第一左眼图像卷曲至一平面。

9. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,还包括:

对与所述第一方向垂直的第二方向上的视差进行抑制。

10. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,还包括:

对所述第一右眼图像和第二右眼图像中的一特征进行识别和匹配。

11. 权利要求8的所述方法,其特征在于,还包括:

通过采用随机抽样一致性算法估算所述右眼单应性。

12. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,还包括:

使用包括第一右侧摄像头、第二右侧摄像头、第一左侧摄像头以及第二左侧摄像头的摄像头阵列拍摄所述第一右眼图像、所述第二右眼图像、所述第一左眼图像及所述第二左眼图像,其中,所述第一右侧摄像头和所述第二右侧摄像头之间的相对位置与所述第一左侧摄像头和所述第二左侧摄像头之间的相对位置相同,所述第一右侧摄像头和所述第二右侧摄像头具有平行光轴。

13. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,所述第一右侧摄像头、所述第二右侧摄像头、所述第一左侧摄像头及所述第二左侧摄像头位于一个平面上。

14. 如权利要求13所述的方法,其特征在于,所述第一右侧摄像头和所述第二右侧摄像头位于正多边形的第一条边上,所述第一左侧摄像头和所述第二左侧摄像头位于所述正多边形与第一条边相邻的第二条边上。

## 全景立体视频系统的拼接方法和装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求申请号为PCT/CN2016/070712, 名称为“全景立体视频系统的校准方法和装置”, 申请日为2016年1月12日的国际专利申请的权益和优先权。该申请的全部公开内容通过引用并入本文。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及用于拍摄、处理、压缩及显示3D全景立体视频的全景立体视频系统, 尤其涉及通过图像拼接以在全景立体视频系统内生成3D全景立体视频的方法和装置。

### 背景技术

[0004] 在全景立体视频系统中, 常常使用具有特定几何结构的多摄像头阵列拍摄图像。例如, 该摄像头阵列可具有安装于正八边形安装框架上的8对摄像头, 而且每对摄像头均设于该八边形的一条边上且具有平行光轴。该摄像头阵列可拍摄八对视频数据, 每对摄像头均拍摄两个视频以生成立体视频。通过将所述八对摄像头中的所有左侧摄像头和所有右侧摄像头分别拍摄的视频进行拼接, 可生成两个全景视频。然后, 这两个全景视频可发送至显示系统以显示全景立体视频。

[0005] 与传统的单幅全景图拼接相比, 立体拼接面临更多的约束。具体而言, 由于所述摄像头阵列通常具有特定的几何结构, 因此该摄像头阵列内的各摄像头所拍摄的视频数据之间通常具有一定的关系, 对于这种关系, 人们不得不加以考虑。因此, 需要一种通过拼接图像生成全景视频的新方法, 其可在满足特定约束的同时优化性能。

### 发明内容

[0006] 为了解决现有技术中的问题, 本发明实施方式提供一种通过拼接图像生成全景视频的方法和装置, 其可在满足特定约束的同时优化性能。

[0007] 根据本发明的一种实施方式, 提供一种用于拍摄图像以生成全景图的图像获取和处理装置, 该图像获取和处理装置包括: 摄像头阵列, 该摄像头阵列包括第一右侧摄像头、第二右侧摄像头、第一左侧摄像头以及第二左侧摄像头, 其中, 所述第一右侧摄像头和所述第二右侧摄像头之间的相对位置与所述第一左侧摄像头和所述第二左侧摄像头之间的相对位置基本相同; 以及图像处理单元, 该图像处理单元用于将所述第一右侧摄像头所拍摄的第一右眼图像与所述第二右侧摄像头拍摄的第二右眼图像进行拼接以生成右眼全景图, 并将所述第一左侧摄像头所拍摄的第一左眼图像与所述第二左侧摄像头所拍摄的第二左眼图像进行拼接以生成左眼全景图, 其中, 该图像处理单元用于获得所述第一右眼图像和第二右眼图像之间的右眼单应性, 该右眼单应性与所述第一左眼图像和第二左眼图像之间的左眼单应性对应。

[0008] 优选地, 所述图像处理单元用于对所述第一右眼图像和第二右眼图像中的特征进行识别和匹配。

[0009] 优选地,所述图像处理单元用于通过采用随机抽样一致性 (RANSAC) 算法估算所述右眼单应性。

[0010] 优选地,所述第一右侧摄像头和第二右侧摄像头具有平行光轴。

[0011] 优选地,所述第一右侧摄像头、第二右侧摄像头、第一左侧摄像头及第二左侧摄像头基本位于一个平面上。

[0012] 优选地,所述第一右侧摄像头和第二右侧摄像头位于正多边形的第一条边上,所述第一左侧摄像头和第二左侧摄像头位于该正多边形的与所述第一条边相邻的第二条边上。

[0013] 根据本发明另一实施方式,提供一种生成立体全景图的方法,该方法包括:通过处理第一右眼图像、第二右眼图像、第一左眼图像和第二左眼图像以获得所述第一右眼图像和第二右眼图像之间的右眼单应性以及所述第一左眼图像和第二左眼图像之间的左眼单应性;将所述第一右眼图像与第二右眼图像进行拼接以生成右眼全景图,并将所述第一左眼图像与第二左眼图像进行拼接以生成左眼全景图,其中,所述右眼单应性与左眼单应性对应;以及通过所述右眼全景图和左眼全景图生成立体全景图。

[0014] 优选地,所述方法还包括:对所述第一右眼图像和第二右眼图像中的特征进行识别和匹配。

[0015] 优选地,所述方法还包括:通过随机抽样一致性 (RANSAC) 算法估算所述右眼单应性。

[0016] 优选地,所述方法还包括:使用包括第一右侧摄像头、第二右侧摄像头、第一左侧摄像头以及第二左侧摄像头的摄像头阵列拍摄所述第一右眼图像、第二右眼图像、第一左眼图像及第二左眼图像,其中,所述第一右侧摄像头和第二右侧摄像头之间的相对位置与所述第一左侧摄像头和第二左侧摄像头之间的相对位置基本相同,所述第一右侧摄像头和第二右侧摄像头具有平行光轴。

[0017] 优选地,所述第一右侧摄像头、第二右侧摄像头、第一左侧摄像头及第二左侧摄像头基本位于一平面上。

[0018] 优选地,所述第一右侧摄像头和第二右侧摄像头位于正多边形的第一条边上,所述第一左侧摄像头和第二左侧摄像头位于该正多边形的与所述第一条边相邻的第二条边上。

[0019] 根据本发明实施方式,采用具有特定几何结构的摄像头阵列拍摄图像,并采用可在满足特定约束的同时优化性能的方法对该摄像头阵列所拍摄的图像进行拼接以生成立体全景视频。

## 附图说明

[0020] 为了更好地说明本发明实施方式的技术特征,以下结合附图对本发明各种实施方式进行简单描述。

[0021] 图1为根据本发明实施方式的全景立体视频系统的例示示意图。

[0022] 图2为根据本发明实施方式的全景立体视频系统的摄像头阵列的例示示意图。

[0023] 图3为根据本发明实施方式的全景立体视频系统的数据处理单元的例示示意图。

[0024] 图4为根据本发明实施方式的全景立体视频拼接方法的例示流程图。

[0025] 图5为根据本发明实施方式的全景立体视频显示方法的例示流程图。

[0026] 图6为根据本发明实施方式的立体全景图生成方法的例示流程图。

## 具体实施方式

[0027] 为了更好地说明本发明实施方式的目的、技术特征及优点,以下结合附图对本发明各种实施方式进行进一步的描述。容易理解的,附图仅用于说明本发明例示实施方式,本领域技术人员可在不脱离本发明原理的前提下获得其他附图。

[0028] 根据本发明实施方式,提供一种具有多摄像头视频拍摄、数据处理、立体视频编码、传输及3D显示功能的全景立体视频系统。该全景立体视频系统采用实时多视野视频拍摄,图像修正和预处理,以及基于关注区域(ROI)的立体视频压缩。在传输和解码过程之后,使用头戴式显示器(HMD)耳机显示左右视场。

### [0029] 1. 系统概述

[0030] 图1为根据本发明实施方式的全景立体视频系统的例示示意图。全景立体视频系统采用摄像头阵列拍摄3D全景视频,并将所拍摄的3D全景视频显示于3D电视或头戴式虚拟现实显示装置上。如图1所示,全景立体视频系统包括数据采集单元200,数据处理单元300及数据显示单元400。数据采集单元200包括摄像头阵列210内的多个摄像头以及摄像头校准单元220。数据处理单元300包括数据预处理单元310及高级立体视频转码单元320。数据显示单元400包括解码单元410及显示器耳机420。

### [0031] 2. 数据采集单元

[0032] 如图1所示,数据采集单元200包括摄像头阵列210内的多个摄像头,以及对摄像头阵列210进行校准的摄像头校准单元220。

#### [0033] 2.1 摄像头阵列

[0034] 图2为根据本发明实施方式的全景立体视频系统内摄像头阵列的例示示意图。

[0035] 如图2所示,摄像头阵列210具有安装于正八边形安装框架上的16个高清晰度摄像头c1~c16,该八边形的每条边上安装有一对摄像头。每条边上的两个摄像头,如c1和c2,具有平行的光轴且相互间间隔距离d。由摄像头阵列210所采集的原始视频数据经线缆发送至计算机以供进一步处理。所述摄像头的参数列于下表1。

	传感器	OV2710
	传感器尺寸	1/2.7 英寸
	像素大小	3×3
	图像面积	5856×3276
	分辨率	全高清 1920 (H) ×1080 (V)
	帧	MJPEG@30fps
[0036]	USB 协议	USB2.0 HS/FS
	AEC	支持
	AEB	支持
	AGC	支持
	镜头参数	标准 2.1mm , 可选 /2.5/2.8/3.6/6mm/FOV( D )170 度/187 度

[0037] 表1

[0038] 需要注意的是,虽然所述摄像头阵列在图2中示为正八边形,但是在本发明的其他实施方式中,该摄像头阵列也可设置为其他形状。具体而言,在本发明的一种实施方式中,各摄像头安装于刚性框架上,从而使得该多个摄像头之间的相对位置基本恒定。在本发明得出一种其他实施方式中,所述摄像头基本设于同一平面上,例如设于多边形的各条边上。

[0039] 2.2摄像头校准

[0040] 为了将各摄像头所拍摄的图像拼接在一起并生成3D效果,需要同时获得这些摄像头的内部和外部参数。该外部参数包括各摄像头之间的旋转和平移,从而使得由不同摄像头所拍摄的图像能沿水平方向得到修正和对齐。此外,各摄像头所拍摄的图像可能存在失真,为了获得无失真的图像,需要了解各摄像头的失真参数。这些参数可在摄像头校准过程中获得。

[0041] 2.2.1内部和失真参数的校准

[0042] 各摄像头的内部和失真参数可通过各种方法获得,例如Zhengyou Zhang所提出的校准方法。此外,MatLab等工具可用于获得此类参数。

[0043] 2.2.2外部参数的校准

[0044] 在获得各摄像头的内部参数之后,采用基于运动恢复结构的方法获得各摄像头之间的旋转和平移。该方法具有如下优点:

[0045] 高效性:无需逐对校准摄像头。相反,所有摄像头在校准过程中均同时拍摄一个场景,并且可同时获得所有摄像头的外部参数。

[0046] 精确性:在基于图案的校准方法中,需要由两个相邻的摄像头对图案进行拍摄,这往往造成该图案的分辨率及校准精度降低。在本发明的基于运动恢复结构的方法中,每一摄像头的运动均可通过独立估算而获得上述参数,而且相邻摄像头无需具有重叠视场。因此,各摄像头可放置于离待拍摄场景更近的位置,从而实现更高的精度。

[0047] 可扩展性:由于本发明方法的相邻摄像头不需要重叠视场,因此其甚至可以适用于以背靠背姿态放置的摄像头。

#### [0048] 2.3数据采集方法

[0049] 来自所述16个摄像头的的数据在采集后通过软件保存,然后提供于所述数据处理单元。各摄像头所拍摄的每一帧的图像数据可通过例如FFmpeg和DirectShow(或称DShow)等软件收集。每个摄像头所拍摄的各帧在压缩后保存为视频文件。由于摄像头的个数为多个,因此需要利用时间戳等使得各摄像头所拍摄的各帧同步。例如,各摄像头所拍摄的每一帧都可在添加时间戳后置于队列中,从而使得其与具有相同时间戳的其他各帧同步。同步后的各帧被编码为视频流后本地保存,或者经网络同时传输。

#### [0050] 3.数据处理单元

[0051] 如图1所示,数据处理单元300包括数据预处理单元310和高级立体视频转码单元320。

[0052] 图3为根据本发明实施方式的全景立体视频系统内的数据处理单元的例示示意图。如图3所示,数据预处理单元310包括:用于使各摄像头所拍摄的图像同步的时间轴同步311;用于解码原始视频流的若干解码器312;用于原始视频修正的若干修正器313;用于实施包括降噪和编辑在内的视频处理的编码器314;用于将各视频拼接成全景视频的拼接单元。数据预处理单元310向高级立体视频转码单元320输出左眼视频和右眼视频。高级立体视频转码单元320生成视频的运动映射321和纹理映射322。混合关注区域(ROI)生成单元323根据该运动映射321和纹理映射322识别视频中的关注区域。比特分配单元324根据所识别出的关注区域分配比特,HEVC编码单元325对视频进行编码。H.265打包器326将编码后的视频进行打包以供传输。

[0053] 图4为根据本发明实施方式的全景立体视频拼接方法的例示流程图。

#### [0054] 3.1失真校正和预处理

[0055] 根据校准过程中获得的失真参数,将各摄像头所拍摄的各帧卷曲,以获得无失真的帧。为了提高图像对齐和拼接精度,需首先对帧进行滤波以减少噪声。

#### [0056] 3.2图像对齐

[0057] 对设于所述八边形每条边上的每对摄像头进行图像对齐,而且将每对摄像头所拍摄的图像沿水平方向对齐。根据本发明的一种实施方式,由各对摄像头所拍摄的每一帧均卷曲至与该对摄像头的光轴平行的平面。

#### [0058] 4.全景视频拼接

[0059] 所述摄像头阵列具有8对摄像头。在将所有左侧摄像头所拍摄的各帧均投影至圆柱体上后,将其拼接成全景图像。通过对左侧各摄像头所拍摄的所有帧重复上述步骤,可获得全景视频。通过以相同方式对右侧各摄像头所拍摄的帧进行处理,可获得另一全景视频。此两全景视频形成了全景立体视频。

#### [0060] 5.数据显示单元

[0061] 如图1所示,数据显示单元400包括解码单元410和显示器耳机420。在通过编解码系统后,所述全景立体视频播放于显示器耳机420之上,该显示器耳机可以为可穿戴虚拟现实(VR)设备,例如Oculus VR公司提供的此类设备。所述全景立体视频分别渲染于该Oculus设备的左眼显示器和右眼显示器上。该全景立体视频的显示区域可根据检测装置的移动进



行调节,以模拟虚拟现实中的视角变化。

[0062] 图5为根据本发明实施方式的全景立体视频显示方法的例示流程图。如图5所示,在步骤501中,首先将所编码的视频流解码为YUV。在步骤502中,根据Oculus传感器数据,进行位置计算和视场选择。在步骤503中,对左眼和右眼图像进行分别渲染。在步骤504中,将所渲染的图像显示于所述Oculus显示器耳机上。

[0063] 6. 立体拼接方法

[0064] 立体拼接与传统的单幅全景图拼接。立体拼接具有如下几个具体问题:

[0065] (1) 每对立体图像均需修正;

[0066] (2) 不同立体图像的视差不同,因此需要考虑保存视差;

[0067] (3) 图1中的每一左侧摄像头所拍摄的两个重叠图像的单应性与与其相应的每一右侧摄像头所拍摄的立体图像的单应性相关。

[0068] 图6为根据本发明实施方式的立体全景图生成方法例示流程图。如图6所示,该方法包括如下步骤:

[0069] 6.1 图像拍摄及预处理

[0070] 步骤601:由具有第一右侧摄像头、第二右侧摄像头、第一左侧摄像头以及第二左侧摄像头的摄像头阵列拍摄第一右眼图像、第二右眼图像、第一左眼图像以及第二左眼图像。其中,该摄像头阵列可具有图2所示的结构,并且具有设于正八边形的各边上的八对摄像头。每对摄像头具有平行的光轴。具体而言,所述右侧摄像头之间的相对位置与所述左侧摄像头之间的相对位置基本相同。如此,由右侧各摄像头所拍摄的图像便与由左侧各摄像头所拍摄的图像以特定方式相关。

[0071] 虽然所述摄像头阵列的各摄像头位于一个较小的范围之内,但由于部分摄像头与其他摄像头的朝向相反,因此不同帧的光线条件可能存在较大差异。为了提高摄像头参数估计和校准的鲁棒性,预处理过程中采用曝光补偿。此外,为了提高处理速度,预处理过程中还采用图像大小调整。

[0072] 6.2 图像匹配

[0073] 步骤602:对所述第一右眼图像和第二右眼图像中的特征进行识别和匹配。

[0074] 特征检测和匹配为拼接方法的基本步骤。在一种实施方式中,采用SURF特征找出匹配图像。由于在相邻图像中仅需找出少量匹配特征即可,因此可高效地完成图像匹配。

[0075] 6.3 单应性估算

[0076] 步骤603:通过处理所述第一右眼图像、第二右眼图像、第一左眼图像及第二左眼图像,获得所述第一右眼图像和第二右眼图像之间的右眼单应性,以及所述第一左眼图像和第二左眼图像之间的左眼单应性。

[0077] 如上所述,立体拼接比传统单幅全景拼接面临更多约束。因此,采用一种新的优化方法,以在满足特定约束的同时,提供一种解决方案。

[0078] 假设 $x_1, x_r$ 为由一对摄像头(如图2所示的一个左侧摄像头和一个右侧摄像头)所拍摄的两个帧, $y_1, y_r$ 为由相邻一对摄像头所拍摄的两个帧。此外, $x_1$ 与 $y_1$ 重叠,且 $x_r$ 与 $y_r$ 重叠。为了生成全景图,需要将 $x_1$ 与 $y_1$ 拼接,以及将 $x_r$ 与 $y_r$ 拼接。在一种实施方式中, $x_1$ 和 $y_1$ 之间的单应性 $H_1$ 与 $x_r$ 和 $y_r$ 之间的单应性 $H_r$ 保持一致。在一种优选实施方式中, $H_1$ 和 $H_r$ 相同,记为 $H$ 。以下等式(1)所示为从 $x_1$ 至 $y_1$ 的再投影误差,其中, $\Omega$ 表示 $x_1$ 和 $y_1$ 之间的一组匹配特征。类似

地,  $x_r$  和  $y_r$  之间的再投影误差通过等式 (2) 计算。

$$[0079] \quad E_l = \sum_{(\tilde{x}_l, \tilde{y}_l) \in \Omega} \|H\tilde{x}_l - \tilde{y}_l\|^2 \quad (1)$$

$$[0080] \quad E_r = \sum_{(\tilde{x}_r, \tilde{y}_r) \in \Omega} \|H\tilde{x}_r - \tilde{y}_r\|^2 \quad (2)$$

[0081] 在一种实施方式中, 通过加入另一约束来保证所述单应性的一致性。由于立体拼接的目的在于生成两个立体全景图, 因此在计算单应性时, 需考虑水平视差。如以下等式 (3) 所示, 为了获得理想的单应性, 应仅侧重水平视差, 与此同时, 需抑制累积误差和特征匹配中的异常值所导致的垂直视差, 其中,  $D$  为含有一对帧 (由一对左右摄像头拍摄) 之间的匹配特征点的组,  $E_v$  为垂直方向 (表示为  $y$  轴) 上的正交投影。

$$[0082] \quad E_v = \sum_{(\tilde{x}_l, \tilde{x}_r) \in D} \|H\tilde{x}_l - H\tilde{x}_r\|^2 \quad (3)$$

[0083] 整体优化问题如式 (4) 所示, 其中, 引入额外的参数  $\lambda$  作为用于平衡式中两个部分的超参数。

$$[0084] \quad \min (E_l + E_r) + \lambda E_v \quad (4)$$

[0085] 在一种实施方式中, 采用RANSAC来估算每两对重叠图像间的单应性的鲁棒解, 该做法为用于降低异常值影响以提高鲁棒性的基本惯常做法。

#### [0086] 6.4 图像组合

[0087] 步骤604: 将所述第一右眼图像与所述第二右眼图像进行拼接以生成右眼全景图, 将所述第一左眼图像与所述第二左眼图像进行拼接以生成左眼全景图, 其中, 右眼单应性与左眼单应性一致。优选地, 右眼单应性与左眼单应性相同。

[0088] 在单应性估算完成后, 可将两对图像卷曲并融合。在一种实施方式中, 采用现有的卷曲接缝寻找以及融合惯用法时, 可获得良好的性能结果。可采用基于颜色的图像分割算法进行接缝寻找, 而且采用多频段融合以生成最终的全景图。

[0089] 步骤605: 利用所述右眼全景图和左眼全景图生成立体全景图。其中, 最终通过圆柱坐标将所述两个全景图进行卷曲以生成立体全景图。

[0090] 根据本发明实施方式, 采用具有特定几何结构的摄像头阵列拍摄图像, 并采用可在满足特定约束的同时优化性能的方法对该摄像头阵列所拍摄的图像进行拼接以生成立体全景视频。

[0091] 上述各种模块、单元和部件可实施为: 专用集成电路 (ASIC); 电子电路; 组合逻辑电路; 现场可编程门阵列 (FPGA); 执行代码的处理器 (共享、专用或成组); 或者提供上述功能的其他合适的硬件部件。所述处理器可以为Intel公司的微处理器, 或者为IBM公司的大型计算机。

[0092] 需要注意的是, 上述功能当中的一项或多项可由软件或固件实施, 该软件或固件存储于存储器内并由处理器执行, 或者存储于程序存储器内并由处理器执行。此外, 该软件或固件可存储和/或传输于任何计算机可读介质之内, 以供指令执行系统、装置或设备使用或与其结合使用, 该指令执行系统、装置或设备例如为基于计算机的系统、含处理器的系统或者可从所述指令执行系统、装置或设备中获取指令并对其加以执行的其他系统。在本文语境中, “计算机可读介质” 可以为任何可含有或存储供所述指令执行系统、装置或设备使

用或用于与其结合使用的程序的介质。该计算机可读介质可包括,但不限于,电子、磁性、光学、电磁、红外或半导体系统、装置或设备,便携式计算机磁盘(磁性),随机存取存储器(RAM)(磁性),只读存储器(ROM)(磁性),可擦除可编程只读存储器(EPROM)(磁性),如CD、CD-R、CD-RW、DVD、DVD-R或DVD-RW等便携式光盘,或袖珍闪存卡、安全数字卡、USB存储装置、记忆棒等的闪存。

[0093] 上述各种本发明实施方式仅为优选实施方式,并不旨在限制本发明的范围,而且本发明范围涵盖不脱离本发明精神和原则的任何修饰、等同及改进方案。

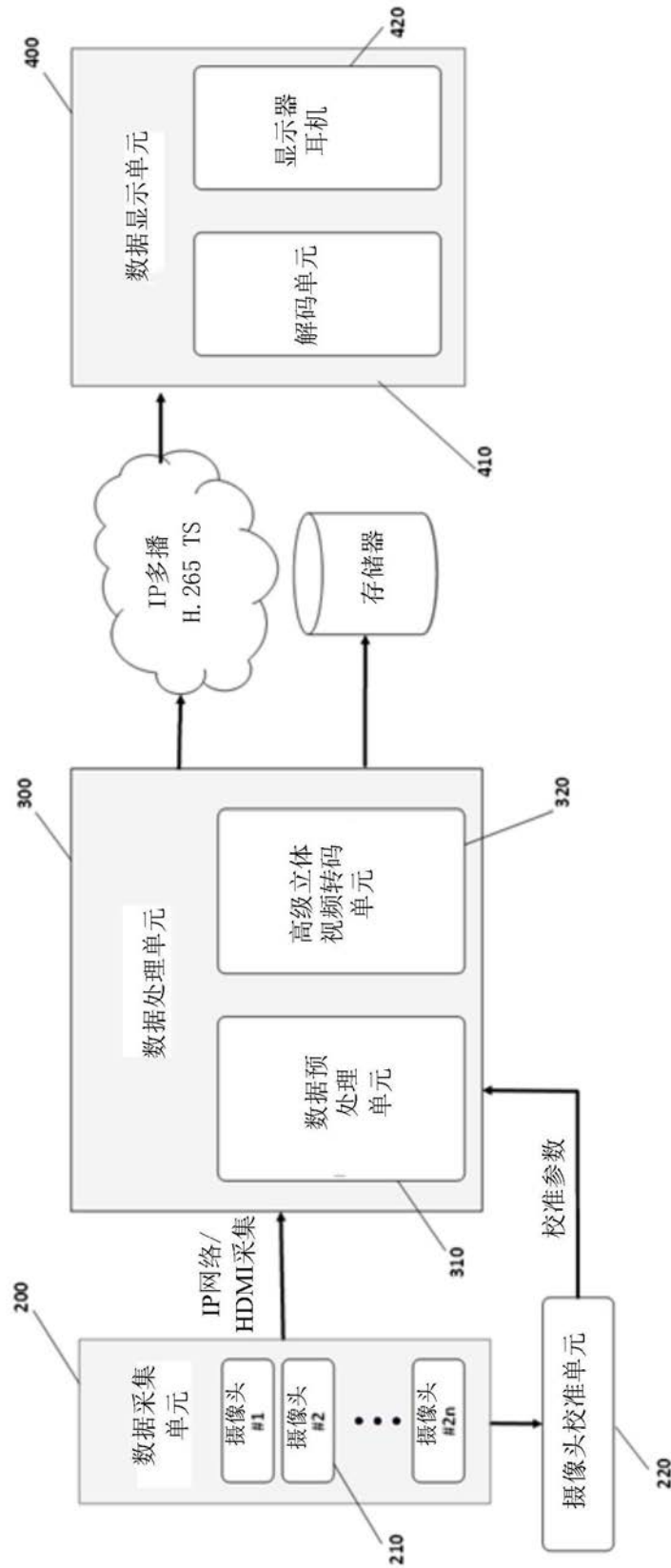


图1

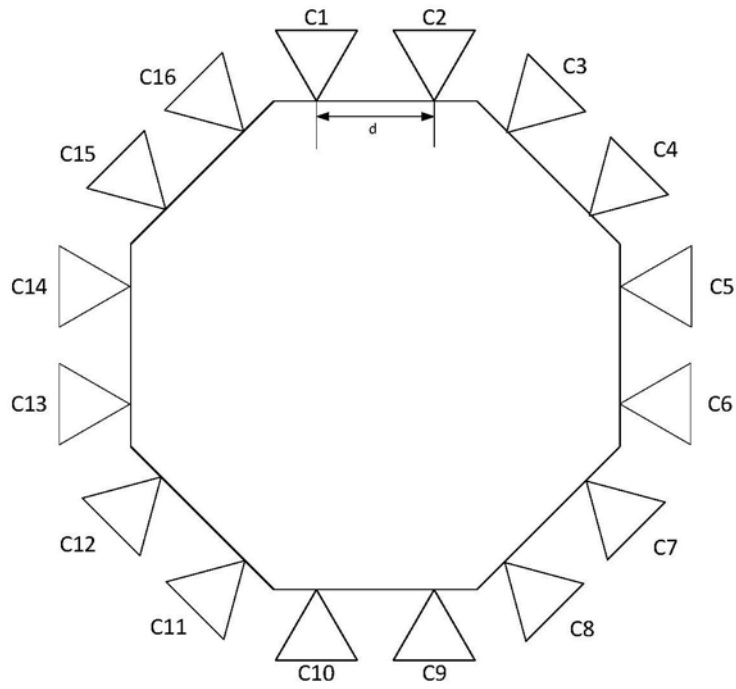


图2

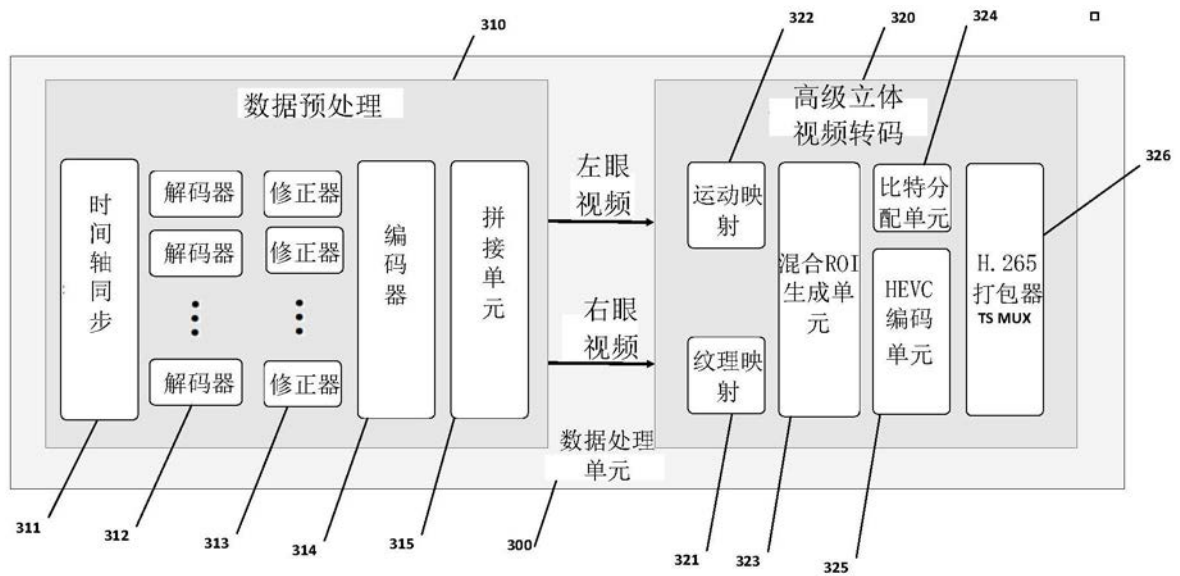


图3

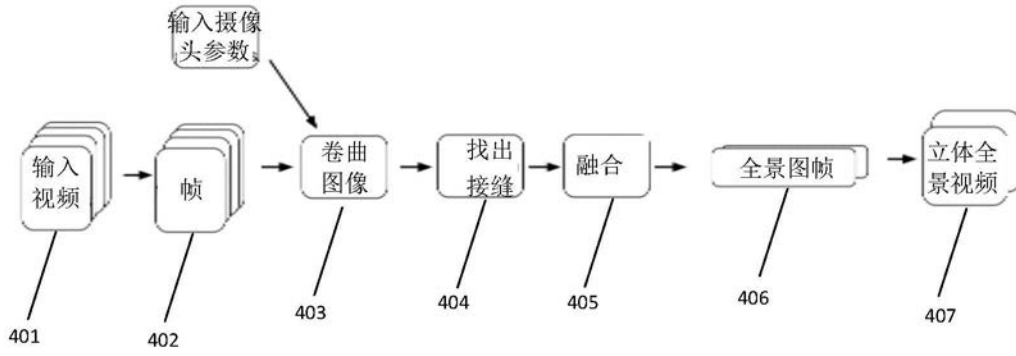


图4

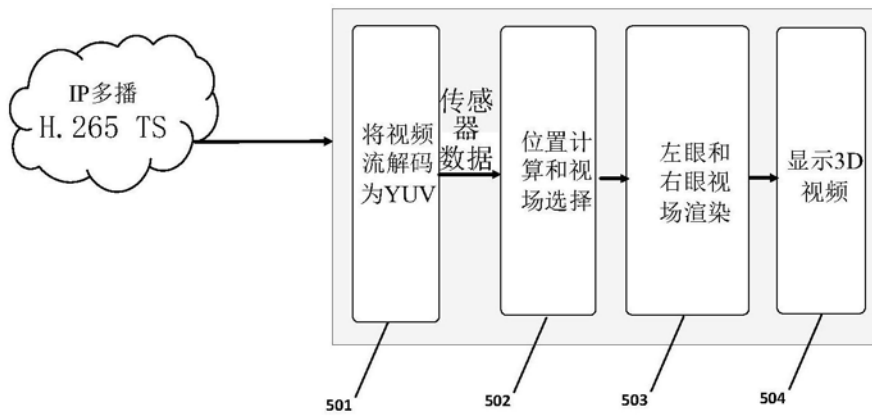


图5

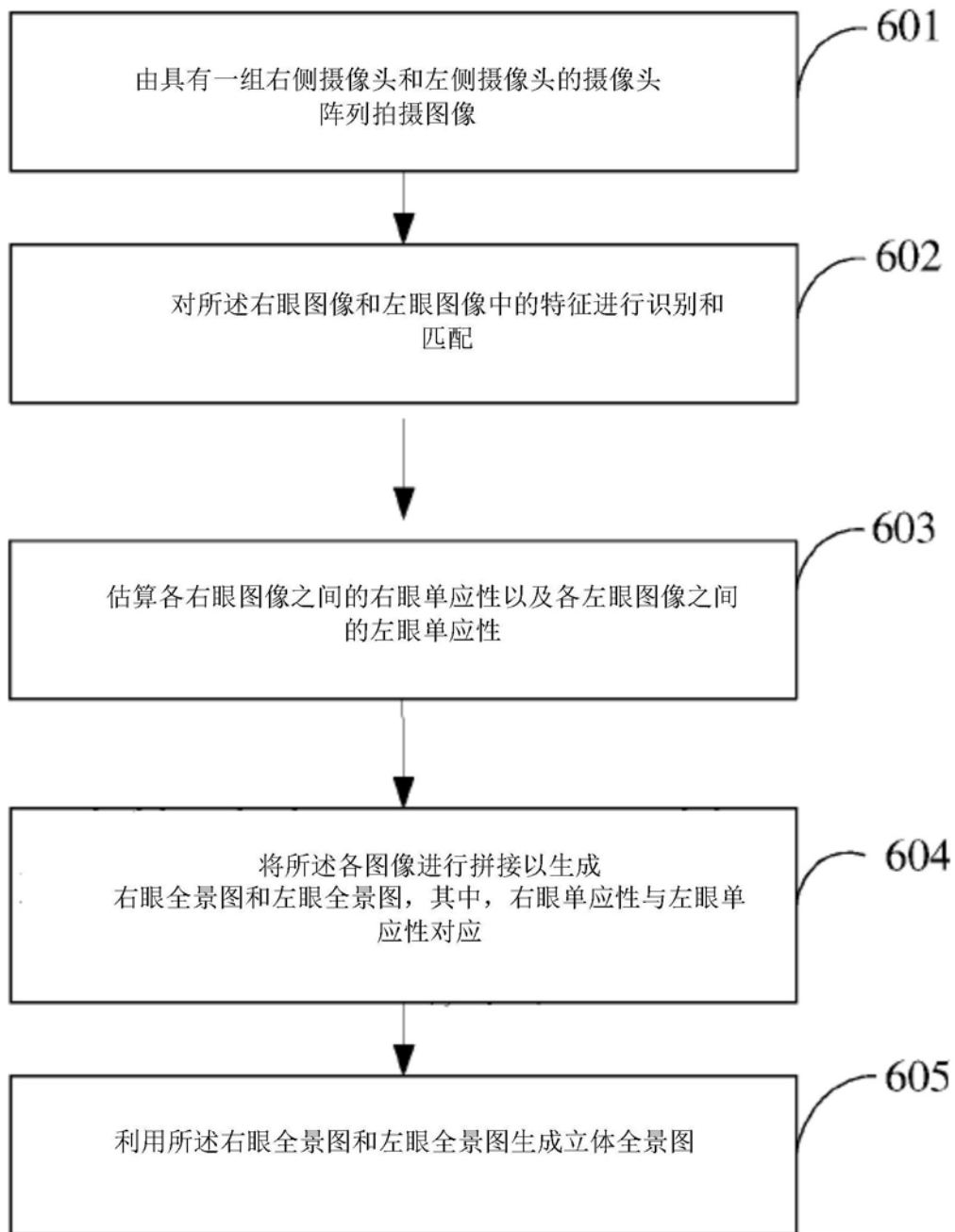


图6