



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112866507 B

(45) 授权公告日 2023.01.10

(21) 申请号 202110043474.4

(22) 申请日 2021.01.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112866507 A

(43) 申请公布日 2021.05.28

(73) 专利权人 中国传媒大学
地址 100024 北京市朝阳区定福庄东街1号

(72) 发明人 叶龙 冯晨曦 钟微 方力 胡飞
张勤

(74) 专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限公司 11327
专利代理师 张超艳 董永辉

(51) Int. Cl.
H04N 5/222 (2006.01)
H04N 5/265 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 108027961 A, 2018.05.11

US 2017359559 A1, 2017.12.14

JP 2007140834 A, 2007.06.07

黄美玉. 马尔科夫随机场化的光照一致图像合成方法.《计算机辅助设计与图形学学报》.2015,全文.

审查员 张露文

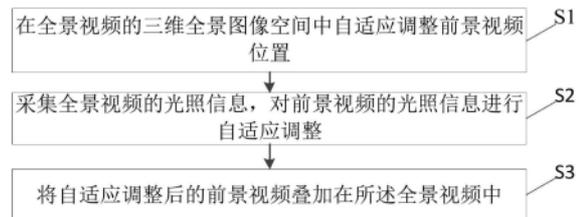
权利要求书2页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

智能化的全景视频合成方法、系统、电子设备及介质

(57) 摘要

本发明提供一种智能化的全景视频合成方法、系统、电子设备及介质包括:在全景视频的三维全景图像空间中自适应调整前景视频位置;采集全景视频的光照信息,对前景视频的光照信息进行自适应调整,所述光照信息包括亮度和色调;将自适应调整后的前景视频叠加在所述全景视频中。上述方法及装置提升全景视频合成的真实感。



1. 一种智能化的全景视频合成方法,其特征在于,包括:
 在全景视频的三维全景图像空间中自适应调整前景视频位置;
 采集全景视频的光照信息,对前景视频的光照信息进行自适应调整,所述光照信息包括亮度和色调;
 将自适应调整后的前景视频叠加在所述全景视频中,
 所述采集全景视频的光照信息,对前景视频的色调进行自适应调整的步骤包括:
 利用逆色调映射方法提高全景视频光照信息的动态范围,得到HDR图像;
 采集逆色调映射得到的HDR图像所包含的光照信息;
 调整前景视频的光照信息,使得前景视频和HDR图像的光照信息相似,
 所述在全景视频的三维全景图像空间中自适应调整前景视频位置的步骤包括:
 获得三维极坐标系中的全景视频信号;
 获得前景视频在全景视频中的前景附着点,构成附着点集;
 通过坐标变换映射将前景视频信号及其掩膜信号变换至三维极坐标上,获得掩膜信号中所有前景视频信号组成的前景信号点集;
 通过阈值判断方法获得前景信号点集中的底部前景信号点集;
 根据底部前景信号点集获得前景视频信号的定位点;
 随机选取附着点集中的前景附着点,根据前景附着点和定位点的距离,将前景视频信号在三维极坐标中进行旋转,使得旋转后的前景视频信号的定位点同前景附着点重合;
 根据三维极坐标系中拍摄装置的高度和前景附着点获得映射半径;
 将旋转后的三维极坐标下的前景视频信号缩放至以映射半径为半径的三维球体内表面上;
 其中,所述将自适应调整后的前景视频叠加在所述全景视频中的步骤包括:
 在三维球体内合成掩膜信号、前景视频信号和全景视频信号。
2. 根据权利要求1所述的智能化的全景视频合成方法,其特征在于,所述采集全景视频的光照信息,对前景视频的色调进行自适应调整的步骤还包括:
 采集得到的光照信息在三维模型中生成环境光。
3. 根据权利要求1所述的智能化的全景视频合成方法,其特征在于,所述利用逆色调映射方法提高全景视频光照信息的动态范围的步骤包括:
 根据下式将普通动态范围的全景视频映射至高动态范围
- $$L_w(x) = \begin{cases} (1 - k)L_d(x) + kI_{w,max}L_d(x), & L_d(x) \geq R \\ L_d(x), & \text{其他} \end{cases}$$
- 其中, $k = \left(\frac{L_d(x)-R}{1-R}\right)^\alpha$, R为扩展阈值,大于R的亮度值都会被扩展, $I_{w,max}$ 为扩展后的最大亮度, α 为控制色调曲线伸展的衰减指数, $L_d(x)$ 为原亮度, $L_w(x)$ 为扩展后的亮度。
4. 一种智能化的全景视频合成系统,其特征在于,包括:
 位置自适应调整模块,在全景视频的三维全景图像空间中自适应调整前景视频位置;
 采集模块,采集位置自适应调整模块前景视频自适应调整后的全景视频的光照信息,所述光照信息包括亮度和色调;

光照自适应调整模块,对前景视频的光照信息根据采集模块采集的全景视频的光照信息进行自适应调整;

三维合成模块,在全景视频的三维全景图像空间中叠加经过光照自适应调整模块调整后的前景视频,所述采集模块包括:

映射单元,利用逆色调映射方法提高全景视频光照信息的动态范围,得到HDR图像;

信息采集单元,采集逆色调映射得到的HDR图像所包含的光照信息;

其中,所述光照自适应调整模块调整前景视频的光照信息,使得前景视频和HDR图像的光照信息相似,所述位置自适应调整模块包括:

第一采集单元,获得三维极坐标系中的全景视频信号;

附着点集构建单元,获得前景视频在全景视频中的前景附着点,构成附着点集;

前景信号点集构建单元,通过坐标变换映射将前景视频信号及其掩膜信号变换至三维极坐标上,获得掩膜信号中所有前景视频信号组成的前景信号点集;

底部前景信号点集构建单元,通过阈值判断方法获得前景信号点集中的底部前景信号点集;

定位点获得单元,根据底部前景信号点集获得前景视频信号的定位点;

旋转单元,随机选取附着点集中的前景附着点,根据前景附着点和定位点的距离,将前景视频信号在三维极坐标中进行旋转,使得旋转后的前景视频信号的定位点同前景附着点重合;

映射半径获得单元,根据三维极坐标系中拍摄装置的高度和前景附着点获得映射半径;

缩放单元,将旋转后的三维极坐标下的前景视频信号缩放至以映射半径为半径的三维球体内表面上;

其中,三维合成模块在三维球体内合成掩膜信号、前景视频信号和全景视频信号。

5. 一种电子设备,其特征在于,所述电子设备包括:

至少一个处理器;以及,

与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,

所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行如权利要求1至3中任一所述的智能化的全景视频合成方法。

6. 一种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3中任一所述的智能化的全景视频合成方法。

智能化的全景视频合成方法、系统、电子设备及介质

技术领域

[0001] 本发明涉及视频合成领域,更为具体地,涉及一种智能化的全景视频合成方法、系统、电子设备及介质。

背景技术

[0002] 全景视频背景叠加技术以预先拍摄的全景视频作为合成背景,同用户在绿幕前拍摄的前景视频实时渲染融合,实现真实前景视频“转移”到真实全景视频背景中的跨时空效果。全景视频由多个鱼镜头组成的全景摄像机拍摄,前景视频由线性镜头拍摄,由于拍摄设备和拍摄环境的差异,直接将前景与背景进行叠加无法满足前景对象与背景的透视关系和光照一致性,进而导致合成画面与现实世界中观看到的画面不符,引发真实度下降。

[0003] 全景视频背景叠加技术脱胎于虚拟演播室技术。虚拟演播室主要包括绿幕抠像、摄像机跟踪等技术手段,可将计算机制作的虚拟三维场景与电视摄像机现场拍摄的人物活动图像进行数字化合成,使人物与虚拟背景同步变化,呈现出现实生活中无法看到的奇幻画面,突破了传统布景、道具、灯光、场地等演播室制作工艺的限制,为用户提供了新颖的视觉体验。

[0004] 尽管虚拟演播室技术已得到广泛运用,然而绝大多数的研究人员及相关领域从业者都倾向于利用虚拟引擎设计“虚幻”的CG场景并同现实的前景视频进行融合,这固然可以创造出令人惊叹的虚拟特效,但如果将抠像得到的前景视频与不同时空的真实背景视频进行融合,这种“真实的虚幻”可能对观众更具有冲击力。

[0005] 增强现实(Augmented Reality,简称AR)技术是一种将虚拟信息与真实世界巧妙融合的技术,其将原本在现实世界的空间范围中比较难以进行体验的信息在电脑等科学技术的基础上,实施模拟仿真处理,叠加在真实世界中,并且在这一过程中能够被人类感官所感知,从而实现超越现实的感官体验。但AR是真实环境与虚拟物体之间的融合,并未涉及真实环境与真实对象之间的融合。

[0006] Long Ye等人在2019年提出了一种简单易行的全景视频背景叠加方案,该方案基于UE4引擎,将全景视频粘贴于三维球体内侧播放,用放在球心处的虚拟摄像机来捕获背景画面。手机拍摄的前景画面放置于HUD用户控件上,抠像后实现了与全景视频的叠加。该方案将虚拟演播室技术同全景视频相结合,实现了真实的前景视频与不同时空真实背景视频进行融合,这种“虚幻的真实感”可以给观众带来更加新鲜的观看体验。

[0007] 由于全景视频和前景视频拍摄设备参数不同,直接将两者叠加会产生明显的不协调,Long Ye等人尝试通过手动调节前景视频各色彩通道增益实现色调一致性。但该方法针对不同内容输入视频需要分别手动调整,无法实现智能化适配。另外,该方案并不能有效保证前景与背景的透视关系及位置一致性。

[0008] 传统的虚拟演播室技术将真实前景合成到由计算机建模生成的三维虚拟场景中,AR则将虚拟模型与真实背景相结合,这两种技术固然可以给用户提供新奇的视觉体验,但虚拟模型的纹理、色泽、以及轮廓和真实物体有着明显区别,这在一定程度上降低了用户的

临场感。

[0009] Long Ye等人针对以上问题提出了面向全景视频的背景叠加方案,根据前景摄像机位姿信息自动渲染对应全景视频的子区域作为背景视频,实现前景人物和真实背景的有机融合。但该方案有以下问题没有解决:1、由于全景视频和前景视频拍摄设备参数不同,导致合成后的视频前景背景光照不一致,尽管Long Ye等人的方案中设计了HSV色彩调节功能,但手动调节的方式太过费事费力,不能实时的智能合成理想的画面;2、另一方面,Long Ye等人方案将全景视频放置于三维球体内侧,通过先验结构信息自动实现鱼眼变换,最后将变换后的二维视频同二维前景视频叠加。然而该方法不能有效描述前景视频和背景子视频的透视关系,当观看视角变化显著时,前景对象同背景视频的正常透视关系无法维持,影响合成画面真实感。

发明内容

[0010] 鉴于上述问题,本发明主要针对全景视频背景叠加技术中前景与背景位置不一致、光照不一致这两个问题提供一种提升全景视频合成的真实感的智能化的全景视频合成方法、系统、电子设备及介质。

[0011] 根据本发明的一个方面,提供一种智能化的全景视频合成方法,包括:

[0012] 在全景视频的三维全景图像空间中自适应调整前景视频位置;

[0013] 采集全景视频的光照信息,对前景视频的光照信息进行自适应调整,所述光照信息包括亮度和色调;

[0014] 将自适应调整后的前景视频叠加在所述全景视频中。

[0015] 可选地,所述采集全景视频的光照信息,对前景视频的色调进行自适应调整的步骤包括:

[0016] 利用逆色调映射方法提高全景视频光照信息的动态范围,得到HDR图像;

[0017] 采集逆色调映射得到的HDR图像所包含的光照信息;

[0018] 调整前景视频的光照信息,使得前景视频和HDR图像的光照信息相似。

[0019] 可选地,所述采集全景视频的光照信息,对前景视频的色调进行自适应调整的步骤还包括:

[0020] 采集得到的光照信息在三维模型中生成环境光。

[0021] 可选地,所述利用逆色调映射方法提高全景视频光照信息的动态范围的步骤包括:

[0022] 根据下式将普通动态范围的全景视频映射至高动态范围

$$[0023] \quad L_w(x) = \begin{cases} (1-k)L_d(x) + kI_{w,max}L_d(x), & L_d(x) \geq R \\ L_d(x), & \text{其他} \end{cases}$$

[0024] 其中, $k = \left(\frac{L_d(x)-R}{1-R} \right)^\alpha$, R为扩展阈值,大于R的亮度值都会被扩展, $I_{w,max}$ 为扩展后的最大亮度, α 为控制色调曲线伸展的衰减指数, $L_d(x)$ 为原亮度, $L_w(x)$ 为扩展后的亮度。

[0025] 可选地,所述在全景视频的三维全景图像空间中自适应调整前景视频位置的步骤包括:

[0026] 获得三维极坐标系中的全景视频信号;

- [0027] 获得前景视频在全景视频中的前景附着点,构成附着点集;
- [0028] 通过坐标变换映射将前景视频信号及其掩膜信号变换至三维极坐标上,获得掩膜信号中所有前景视频信号组成的前景信号点集;
- [0029] 通过阈值判断方法获得前景信号点集中的底部前景信号点集;
- [0030] 根据底部前景信号点集获得前景视频信号的定位点;
- [0031] 随机选取附着点集中的前景附着点,根据前景附着点和定位点的距离,将前景视频信号在三维极坐标中进行旋转,使得旋转后的前景视频信号的定位点同前景附着点重合;
- [0032] 根据三维极坐标系中拍摄装置的高度和前景附着点获得映射半径;
- [0033] 将旋转后的三维极坐标下的前景视频信号缩放至以映射半径为半径的三维球体内表面上;
- [0034] 其中,所述将自适应调整后的前景视频叠加在所述全景视频中的步骤包括:
- [0035] 在三维球体内合成掩膜信号、前景视频信号和全景视频信号。
- [0036] 根据本发明的另一个方面,提供一种智能化的全景视频合成系统,包括:
- [0037] 位置自适应调整模块,在全景视频的三维全景图像空间中自适应调整前景视频位置;
- [0038] 采集模块,采集位置自适应调整模块前景视频自适应调整后全景视频的光照信息,所述光照信息包括亮度和色调;
- [0039] 光照自适应调整模块,对前景视频的光照信息根据采集模块采集的全景视频的光照信息进行自适应调整;
- [0040] 三维合成模块,在全景视频的三维全景图像空间中叠加经过光照自适应调整模块调整后的前景视频。
- [0041] 可选地,所述采集模块包括:
- [0042] 映射单元,利用逆色调映射方法提高全景视频光照信息的动态范围,得到HDR图像;
- [0043] 信息采集单元,采集逆色调映射得到的HDR图像所包含的光照信息;
- [0044] 其中,所述光照自适应调整模块调整前景视频的光照信息,使得前景视频和HDR图像的光照信息相似。
- [0045] 可选地,所述位置自适应调整模块包括:
- [0046] 第一采集单元,获得三维极坐标系中的全景视频信号;
- [0047] 附着点集构建单元,获得前景视频在全景视频中的前景附着点,构成附着点集;
- [0048] 前景信号点集构建单元,通过坐标变换映射将前景视频信号及其掩膜信号变换至三维极坐标上,获得掩膜信号中所有前景视频信号组成的前景信号点集;
- [0049] 底部前景信号点集构建单元,通过阈值判断方法获得前景信号点集中的底部前景信号点集;
- [0050] 定位点获得单元,根据底部前景信号点集获得前景视频信号的定位点;
- [0051] 旋转单元,随机选取附着点集中的前景附着点,根据前景附着点和定位点的距离,将前景视频信号在三维极坐标中进行旋转,使得旋转后的前景视频信号的定位点同前景附着点重合;

- [0052] 映射半径获得单元,根据三维极坐标系中拍摄装置的高度和前景附着点获得映射半径;
- [0053] 缩放单元,将旋转后的三维极坐标下的前景视频信号缩放至以映射半径为半径的三维球体内表面上;
- [0054] 其中,三维合成模块在三维球体内合成掩膜信号、前景视频信号和全景视频信号。
- [0055] 此外,本发明还提供一种电子设备,所述电子设备包括:
- [0056] 至少一个处理器;以及,
- [0057] 与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,
- [0058] 所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行上述智能化的全景视频合成方法。
- [0059] 此外,本发明还提供一种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上述智能化的全景视频合成方法。
- [0060] 本发明所述智能化的全景视频合成方法、系统、电子设备及介质基于HDR照度采集和三维空间下位置一致性校准,高效的提升前景视频和全景视频合成的真实性。

附图说明

- [0061] 通过参考以下结合附图的说明,并且随着对本发明的更全面理解,本发明的其它目的及结果将更加明白及易于理解。在附图中:
- [0062] 图1为本发明一实施例提供的智能化的全景视频合成方法的流程示意图;
- [0063] 图2本发明另一实施例提供的智能化的全景视频合成系统的模块示意图;
- [0064] 图3为本发明一实施例提供的实现智能化的全景视频合成方法的电子设备的内部结构示意图。

具体实施方式

- [0065] 应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。
- [0066] 本发明提供一种智能化的全景视频合成方法。参照图1所示,为本发明一实施例提供的智能化的全景视频合成方法的流程示意图。该方法可以由一个装置执行,该装置可以由软件和/或硬件实现。
- [0067] 在本实施例中,智能化的全景视频合成方法包括:
- [0068] 步骤S1,在全景视频的三维全景图像空间中自适应调整前景视频位置;
- [0069] 步骤S2,采集全景视频的光照信息,对前景视频的光照信息进行自适应调整,所述光照信息包括亮度和色调;
- [0070] 步骤S3,将自适应调整后的前景视频叠加在所述全景视频中。
- [0071] 在一个实施例中,步骤S2包括:
- [0072] 利用逆色调映射方法提高全景视频光照信息的动态范围,得到HDR图像;
- [0073] 采集逆色调映射得到的HDR图像所包含的光照信息;
- [0074] 调整前景视频的光照信息,使得前景视频和HDR图像的光照信息相似。
- [0075] 可选地,还包括:
- [0076] 采集得到的光照信息在三维模型中生成环境光。

[0077] 上述智能化的全景视频合成方法基于HDR照度采集和三维空间下位置一致性校准等技术提出了一种高效的真实感提升方法,从而为全景视频背景叠加系统提供更具真实性的前景/背景合成方案。

[0078] 在一个实施例中,所述利用逆色调映射方法提高全景视频光照信息的动态范围的步骤包括:

[0079] 根据下式将普通动态范围的全景视频映射至高动态范围

$$[0080] \quad L_w(x) = \begin{cases} (1-k)L_d(x) + kI_{w,max}L_d(x), & L_d(x) \geq R \\ L_d(x), & \text{其他} \end{cases}$$

[0081] 其中, $k = \left(\frac{L_d(x)-R}{1-R} \right)^\alpha$, R为扩展阈值,大于R的亮度值都会被扩展, $I_{w,max}$ 为扩展后的最大亮度, α 为控制色调曲线伸展的衰减指数, $L_d(x)$ 为原亮度, $L_w(x)$ 为扩展后的亮度。

[0082] 在一个实施例中,所述采集逆色调映射得到的HDR图像所包含的光照信息的步骤包括:

[0083] 在UE4中利用天空光照部件对逆色调映射得到的HDR图像所包含的光照信息进行采集。

[0084] 在一个实施例中,所述采集得到的光照信息在三维模型中生成环境光的步骤包括:

[0085] 利用天空光照部件采集得到的光照信息在三维模型中生成环境光。

[0086] 在一个实施例中,所述调整前景视频的光照信息,使得前景视频和HDR图像的光照信息相似的步骤包括:

[0087] 根据下式调整前景视频的光照信息

$$[0088] \quad s = \frac{2\overline{R_f R_b} + C}{\overline{R_f}^2 + \overline{R_b}^2 + C} \times \frac{2\overline{G_f G_b} + C}{\overline{G_f}^2 + \overline{G_b}^2 + C} \times \frac{2\overline{B_f B_b} + C}{\overline{B_f}^2 + \overline{B_b}^2 + C}$$

[0089] 其中,C为防止分母趋于0时产生数值错误的常数, $\overline{R_b}$, $\overline{G_b}$, $\overline{B_b}$ 分别表示HDR图

像红绿蓝三通道的加权平均值,其计算方法为 $x = \frac{\sum_{i=1}^N \exp(-d_i^2)x_i}{\sum_{i=1}^N \exp(-d_i^2)}$,式中x表示红/绿/蓝通

道的加权平均值, x_i 表示红/绿/蓝通道中第i个归一化像素值, d_i 为第i个背景像素同前景的距离; $\overline{R_f}$, $\overline{G_f}$, $\overline{B_f}$ 分别表示前景视频的红绿蓝三通道的平均值, $\overline{R_f R_b}$ 为 $\overline{R_f} \times \overline{R_b}$, $\overline{G_f G_b}$ 为 $\overline{G_f} \times \overline{G_b}$, $\overline{B_f B_b}$ 为 $\overline{B_f} \times \overline{B_b}$ 。

[0090] 在一个实施例中,步骤S1包括:

[0091] 获得三维极坐标系中的全景视频信号;

[0092] 获得前景视频在全景视频中的前景附着点,构成附着点集;

[0093] 通过坐标变换映射将前景视频信号及其掩膜信号变换至三维极坐标上,获得掩膜信号中所有前景视频信号组成的前景信号点集;

[0094] 通过阈值判断方法获得前景信号点集中的底部前景信号点集;

[0095] 根据底部前景信号点集获得前景视频信号的定位点;

[0096] 随机选取附着点集中的前景附着点,根据前景附着点和定位点的距离,将前景视

频信号在三维极坐标中进行旋转,使得旋转后的前景视频信号的定位点同前景附着点重合;

[0097] 根据三维极坐标系中拍摄装置的高度和前景附着点获得映射半径;

[0098] 将旋转后的三维极坐标下的前景视频信号缩放至以映射半径为半径的三维球体内表面上。

[0099] 在一个实施例中,所述通过坐标变换映射将前景视频信号及其掩膜信号变换至三维极坐标上的步骤包括:

[0100] 将前景视频信号及其掩膜信号的二维图像平面坐标转换至经纬度坐标;

[0101] 将经纬度坐标以全景视频信号分布平面的半径叠加至三维极坐标中。

[0102] 在一个实施例中,步骤S3包括:

[0103] 在三维球体内合成位置自适应调整和光照自适应调整后的掩膜信号、前景视频信号和全景视频信号。

[0104] 在一个实施例中,智能化的全景视频合成方法基于HDR照度采集和UE4实现,包含光照一致性和位置一致性调整两部分,具体如下:

[0105] 步骤S10,前景/背景图像位置一致性校准,也就是说前景视频在全景视频中的合成位置进行自适应调整,详细地:

[0106] 现有全景视频叠加系统主要在二维图像空间中进行叠加操作,即直接从全景视频中选择部分区域进行鱼眼变换后所得到的二维图像作为背景视频,再与二维前景图像进行叠加。然而,上述叠加方法无法有效记录并保持前景物体同背景视频的透视关系,观看视角变化显著时前景视频与背景视频会有明显的位置及映射关系不一致。考虑以上问题,本发明直接在三维全景图像空间中进行视频叠加,从而在合成前景物体背景信号的同时有效保持其透视关系、并维持其位置一致性,具体地,包括:

[0107] 在三维极坐标系中的全景视频信号为 B^S ,全景视频信号分布在半径为 r_0 的平面上,即 $B^S(\theta, \varphi, r)$ 有效(因为全景信号分布在半径为 r_0 的平面上,所以只用当 $r=r_0$ 时才有值, r 为其他值时都为0,有效可以指有值)当且仅当 $r=r_0$ 。其中,坐标 r 是空间中一点 M 到原点 O 的距离; φ 是通过 z 轴和点 M 的半平面与坐标面 zOx 所构成的角; θ 是线段 OM 与 z 轴正方向的夹角。在全景视频中通过用户兴趣选择若干(K 个)标记点作为前景视频附着点集 $P^B = \{p^i | r_{p^i} = r_0, i \in [1, K]\}$,可以通过用户自己选择附着点,也可以通过用户客户端存储的图片获得用户喜欢的图像的风格,选择符合所述风格的附着点。其中, p^i 为点集中的第 i 个点,每个点的半径 r_{p^i} 均为 r_0 ;

[0108] 二维前景信号为 F ,并记前景信号对应的掩膜信号为 M ,通过坐标变换映射 $g(\cdot)$ 分别将 F 与 M 变换至三维极坐标上, F^S 、 M^S 分别是三维极坐标中的前景信号和掩膜信号:

[0109] $F^S = g(F)$, $M^S = g(M)$

[0110] 其中,坐标变换映射 $g(\cdot)$ 的步骤包括:先将二维图像平面坐标转换至经纬度坐标,最后将经纬度坐标以半径 $r=r_0$ 贴图至三维极坐标中。

[0111] 对于三维极坐标下掩膜信号中所有前景信号点集 $M_F^S = \{(\theta, \varphi, r) | M^S(\theta, \varphi, r) = 1\}$,其垂直角坐标 θ 的下确界记为 $\theta_{min} = \inf_{\theta} \{M_F^S\} = \inf_{\theta} \{(\theta, \varphi, r) | M^S(\theta, \varphi, r) = 1\}$,

inf是infimum的简称,表示集合最大的下界,位于底部的前景信号点集 $M_{F_btm}^S$ 可通过 $M_{F_btm}^S = \{(\theta, \varphi, r) | (M^S(\theta, \varphi, r) = 1 \text{ 且 } |\theta - \theta_{\min}| < TH)\}$ 获取,其中TH表示底部前景信号点的判断阈值,即所有水平角度同 θ_{\min} (θ_{\min} 为垂直角坐标 θ 的下确界)差距小于TH的前景信号点均判断为底部前景信号,TH的根据下式获得:

$TH = 0.05[\sup_{\theta}\{(\theta, \varphi, r) | M^S(\theta, \varphi, r) = 1\} - \inf_{\theta}\{(\theta, \varphi, r) | M^S(\theta, \varphi, r) = 1\}]$, \sup 是supremum的简称,表示集合最小的上界;

[0112] 根据前景信号点集 $M_{F_btm}^S$ 获得前景信号定位点 $p^F = (\theta = \theta_{\min}, \varphi = \varphi_{\text{centre}}, r = r_0)$, 其中 $\varphi_{\text{centre}} = \frac{1}{2}[\sup_{\varphi}\{(\theta, \varphi, r) | (\theta, \varphi, r) \in M_{F_btm}^S\} - \inf_{\varphi}\{(\theta, \varphi, r) | (\theta, \varphi, r) \in M_{F_btm}^S\}]$ 。

[0113] 随机选取前景视频的附着点集 P^B 中一点作为前景附着点 p^B , 即 $p^B \in P^B$, 根据 p^B 和前景视频信号定位点 p^F 的距离 $d = (d_{\theta}, d_{\varphi}, 0) = (\theta_{p^B} - \theta_{\min}, \varphi_{p^B} - \varphi_{\text{centre}}, 0)$, 将前景信号在三维极坐标中进行旋转, 使得旋转后前景信号定位点 p^F 同背景附着点 p^B 重合。其中 d_{θ}, d_{φ} 分别为 p^B 和 p^F 两点在 θ, φ 坐标上的距离。 $\theta_{p^B}, \varphi_{p^B}$ 为点 p^B 在 θ, φ 坐标上的值。

[0114] 记三维坐标系中摄像机的高度为 h , 附着点 p^B 位于 $r = r_0$ 的球面上, 即 $p^B = (\theta_{p^B}, \varphi_{p^B}, r_0)$, 根据附着点的垂直角坐标 θ_{p^B} 判断其映射半径 $r_m = h / \sin\theta_{p^B}$, 然后将三维极坐标下前景信号 F^S 放缩至以 r_m 为半径的三维球体内表面上。

[0115] 步骤S20, HDR图像照度采集和场景照明, 也就是说, 对前景视频的光照信息根据全景视频的光照信息进行自适应调整, 详细地:

[0116] 前景视频和全景视频在不同时间、空间下拍摄, 光照差别较大, 如果直接合成会影响画面真实感。本发明通过采集全景视频的光照信息, 对前景视频的色调进行自适应调整, 具体包括:

[0117] 利用逆色调映射方法将拍摄得到的普通动态范围(1000:1)全景视频映射至高动态范围(100000:1),

$$[0118] \quad L_w(x) = \begin{cases} (1-k)L_d(x) + kI_{w,max}L_d(x) & \text{if } L_d(x) \geq R \\ L_d(x) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$[0119] \quad \text{其中 } k = \left(\frac{L_d(x)-R}{1-R}\right)^{\alpha}。$$

[0120] 在UE4中利用天空光照部件对逆色调映射得到的HDR图像所包含的光照信息进行采集, 主要包含其整体亮度和色调等, 利用天空光照部件采集得到的光照信息在三维模型中生成环境光。

[0121] 设置前景视频显示部件的材质为非金属材质, 粗糙度为1, 使其可以反射光照信息, 基于物理渲染后前景视频即可反射含有全景HDR图像照度信息的光线, 和背景视频具有相似的亮度和色调前景和背景的相似度S计算方法为:

$$S = \frac{2R_f R_b + C}{R_f^2 + R_b^2 + C} \times \frac{2G_f G_b + C}{G_f^2 + G_b^2 + C} \times \frac{2B_f B_b + C}{B_f^2 + B_b^2 + C}。$$

[0122] 步骤S30,根据三维坐标系下掩膜信号 M^s ,将前景信号 F^s 和背景信号 B^s 进行合成:

$$[0123] \quad C^s = \begin{cases} F^s(\theta, \varphi, r_m), & M^s(\theta, \varphi, r_0) = 1 \\ B^s(\theta, \varphi, r_0), & M^s(\theta, \varphi, r_0) = 0 \end{cases}$$

[0124] 其中, C^s 为合成图像, $F^s(\theta, \varphi, r_m)$ 为放缩至以 r_m 为半径的三维球体内表面上的前景图像。

[0125] 由于前景和作为背景的全景视频是在不同的环境中拍摄得到的,因此在色调分布、明暗程度等方面会存在一些差异,本发明通过搭建基于HDR图像的光照模型并进行三维空间下位置一致性校准可保证前景画面和全景视频的光照一致性和位置一致性,增加合成画面的真实感,提升用户的观看使用体验。

[0126] 如图2所示,是本发明智能化的全景视频合成系统的功能模块图。

[0127] 本发明所述智能化的全景视频合成系统100可以安装于电子设备中。根据实现的功能,在一个实施例中所述智能化的全景视频合成系统可以包括位置自适应调整模块10、采集模块20、光照自适应调整模块30和三维合成模块40。本发明所述模块也可以称之为单元,是指一种能够被电子设备处理器所执行,并且能够完成固定功能的一系列计算机程序段,其存储在电子设备的存储器中。

[0128] 在本实施例中,关于各模块/单元的功能如下:

[0129] 智能化的全景视频合成系统100包括:

[0130] 位置自适应调整模块10,在全景视频的三维全景图像空间中自适应调整前景视频位置;

[0131] 采集模块20,采集位置自适应调整模块前景视频自适应调整后的全景视频的光照信息,所述光照信息包括亮度和色调;

[0132] 光照自适应调整模块30,对前景视频的光照信息根据采集模块采集的全景视频的光照信息进行自适应调整;

[0133] 三维合成模块40,在全景视频的三维全景图像空间中叠加经过光照自适应调整模块调整后的前景视频。

[0134] 在一个实施例中,所述采集模块20包括:

[0135] 映射单元,利用逆色调映射方法提高全景视频光照信息的动态范围,得到HDR图像;

[0136] 信息采集单元,采集逆色调映射得到的HDR图像所包含的光照信息;

[0137] 其中,所述自适应调整模块调整前景视频的光照信息,使得前景视频和HDR图像的光照信息相似。

[0138] 在一个实施例中,所述位置自适应调整模块10包括:

[0139] 第一采集单元,获得三维极坐标系中的全景视频信号;

[0140] 附着点集构建单元,获得前景视频在全景视频中的前景附着点,构成附着点集;

[0141] 前景信号点集构建单元,通过坐标变换映射将前景视频信号及其掩膜信号变换至三维极坐标上,获得掩膜信号中所有前景视频信号组成的前景信号点集;

[0142] 底部前景信号点集构建单元,通过阈值判断方法获得前景信号点集中的底部前景信号点集;

- [0143] 定位点获得单元,根据底部前景信号点集获得前景视频信号的定位点;
- [0144] 旋转单元,随机选取附着点集中的前景附着点,根据前景附着点和定位点的距离,将前景视频信号在三维极坐标中进行旋转,使得旋转后的前景视频信号的定位点同前景附着点重合;
- [0145] 映射半径获得单元,根据三维极坐标系中拍摄装置的高度和前景附着点获得映射半径;
- [0146] 缩放单元,将旋转后的三维极坐标下的前景视频信号缩放至以映射半径为半径的三维球体内表面上;
- [0147] 其中,三维合成模块40三维球体内合成掩膜信号、前景视频信号和全景视频信号。
- [0148] 本发明智能化的全景视频合成系统通过面向三维全景图像空间的前景/背景合成方法优化了合成图像的位置一致性;使用照度采集和场景照明实现了前景和背景的光照一致性;。
- [0149] 如图3所示,是本发明实现智能化的全景视频合成方法的电子设备的结构示意图。
- [0150] 所述电子设备200可以包括存储器210、处理器220和总线,还可以包括存储在所述存储器210中并可在所述处理器220上运行的计算机程序,如全景视频合成程序211。
- [0151] 其中,所述存储器210至少包括一种类型的可读存储介质,所述可读存储介质包括闪存、移动硬盘、多媒体卡、卡型存储器(例如:SD或DX存储器等)、磁性存储器、磁盘、光盘等。所述存储器210在一些实施例中可以是电子设备200的内部存储单元,例如该电子设备200的移动硬盘。所述存储器210在另一些实施例中也可以是电子设备200的外部存储设备,例如电子设备200上配备的插接式移动硬盘、智能存储卡(Smart Media Card,SMC)、安全数字(Secure Digital,SD)卡、闪存卡(Flash Card)等。进一步地,所述存储器210还可以既包括电子设备200的内部存储单元也包括外部存储设备。所述存储器210不仅可以用于存储安装于电子设备200的应用软件及各类数据,例如全景视频合成程序的代码等,还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的数据。
- [0152] 所述处理器220在一些实施例中可以由集成电路组成,例如可以由单个封装的集成电路所组成,也可以是由多个相同功能或不同功能封装的集成电路所组成,包括一个或者多个中央处理器(Central Processing unit,CPU)、微处理器、数字处理芯片、图形处理器及各种控制芯片的组合等。所述处理器220是所述电子设备的控制核心(Control Unit),利用各种接口和线路连接整个电子设备的各个部件,通过运行或执行存储在所述存储器210内的程序或者模块(例如全景视频合成程序等),以及调用存储在所述存储器210内的数据,以执行电子设备200的各种功能和处理数据。
- [0153] 所述总线可以是外设部件互连标准(peripheral component interconnect,简称PCI)总线或扩展工业标准结构(extended industry standard architecture,简称EISA)总线等。该总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。所述总线被设置为实现所述存储器210以及至少一个处理器220等之间的连接通信。
- [0154] 图3仅示出了具有部件的电子设备,本领域技术人员可以理解的是,图3示出的结构并不构成对所述电子设备200的限定,可以包括比图示更少或者更多的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件布置。
- [0155] 例如,尽管未示出,所述电子设备200还可以包括给各个部件供电的电源(比如电

池),优选地,电源可以通过电源管理装置与所述至少一个处理器220逻辑相连,从而通过电源管理装置实现充电管理、放电管理、以及功耗管理等功能。电源还可以包括一个或一个以上的直流或交流电源、再充电装置、电源故障检测电路、电源转换器或者逆变器、电源状态指示器等任意组件。所述电子设备200还可以包括多种传感器、蓝牙模块、Wi-Fi模块等,在此不再赘述。

[0156] 进一步地,所述电子设备200还可以包括网络接口,可选地,所述网络接口可以包括有线接口和/或无线接口(如WI-FI接口、蓝牙接口等),通常用于在该电子设备200与其他电子设备之间建立通信连接。

[0157] 可选地,该电子设备200还可以包括用户接口,用户接口可以是显示器(Display)、输入单元(比如键盘(Keyboard)),可选地,用户接口还可以是标准的有线接口、无线接口。可选地,在一些实施例中,显示器可以是LED显示器、液晶显示器、触控式液晶显示器以及OLED(Organic Light-Emitting Diode,有机发光二极管)触摸器等。其中,显示器也可以适当的称为显示屏或显示单元,用于显示在电子设备200中处理的信息以及用于显示可视化的用户界面。

[0158] 应该了解,所述实施例仅为说明之用,在专利申请范围上并不受此结构的限制。

[0159] 所述电子设备200中的所述存储器210存储的基于图像和类别的注意力的目标检测程序211是多个指令的组合,在所述处理器220中运行时,可以实现:

[0160] 在全景视频的三维全景图像空间中自适应调整前景视频位置;

[0161] 采集全景视频的光照信息,对前景视频的光照信息进行自适应调整,所述光照信息包括亮度和色调;

[0162] 将自适应调整后的前景视频叠加在所述全景视频中。

[0163] 具体地,所述处理器220对上述指令的具体实现方法可参考图1对应实施例中相关步骤的描述,在此不赘述。

[0164] 进一步地,所述电子设备200集成的模块/单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。所述计算机可读介质可以包括:能够携带所述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)。

[0165] 此外,本申请实施例还提出一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质可以是非易失性,也可以是易失性,计算机可读存储介质中包括计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现如下操作:

[0166] 在全景视频的三维全景图像空间中自适应调整前景视频位置;

[0167] 采集全景视频的光照信息,对前景视频的光照信息进行自适应调整,所述光照信息包括亮度和色调;

[0168] 将自适应调整后的前景视频叠加在所述全景视频中。

[0169] 本发明之计算机可读存储介质的具体实施方式与上述智能化的全景视频合成方法、装置、电子设备的具体实施方式大致相同,在此不再赘述。

[0170] 本发明智能化的全景视频合成方法、装置、电子设备利用逆色调映射方法提升全景视频的动态范围,并对其进行照度采集后作为场景照明,使前景视频可以反射背景光照,从而实现了前景、背景的光照一致性;为保持合成过程中前景/背景视频的透视关系,通过

面向三维全景图像空间的前景/背景合成方法在整个合成过程中维持并记录前景/背景透视关系。

[0171] 在上述各实施例中,给出先对背景视频进行位置自适应调整然后再进行光照自适应调整的实施例,但是本发明并不限于此,可以先进行光照自适应调整,再进行位置自适应调整,先进行位置自适应调整相对于先进行光照自适应调整的优点在于,可以避免因为位置不同对光照的影响。

[0172] 在本发明所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的设备,装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述模块的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式。

[0173] 所述作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的,作为模块显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

[0174] 另外,在本发明各个实施例中的各功能模块可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用硬件加软件功能模块的形式实现。

[0175] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。

[0176] 因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化涵括在本发明内。不应将权利要求中的任何附关联图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0177] 此外,显然“包括”一词不排除其他单元或步骤,单数不排除复数。系统权利要求中陈述的多个单元或装置也可以由一个单元或装置通过软件或者硬件来实现。第二等词语用来表示名称,而并不表示任何特定的顺序。

[0178] 最后应说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,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等同替换,而不脱离本发明技术方案的精神和范围。

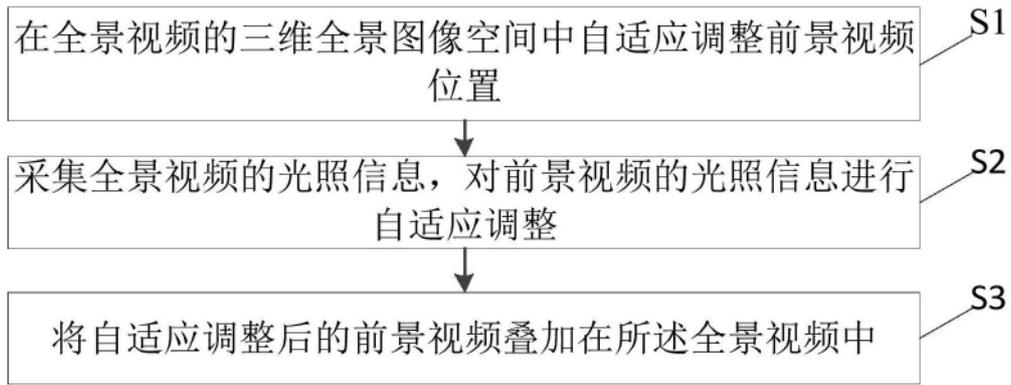


图1



图2



图3