



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105721768 B

(45)授权公告日 2020.08.11

(21)申请号 201510958766.5

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.12.18

H04N 5/232(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 张楹

申请公布号 CN 105721768 A

(43)申请公布日 2016.06.29

(30)优先权数据

14307106.6 2014.12.19 EP

(73)专利权人 交互数字CE专利控股公司

地址 法国巴黎

(72)发明人 皮埃里克·茹埃特

沃特尔·德拉茨克

菲利普·罗伯特 本诺特·凡达姆

(74)专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

有限责任公司 11258

代理人 李晓冬

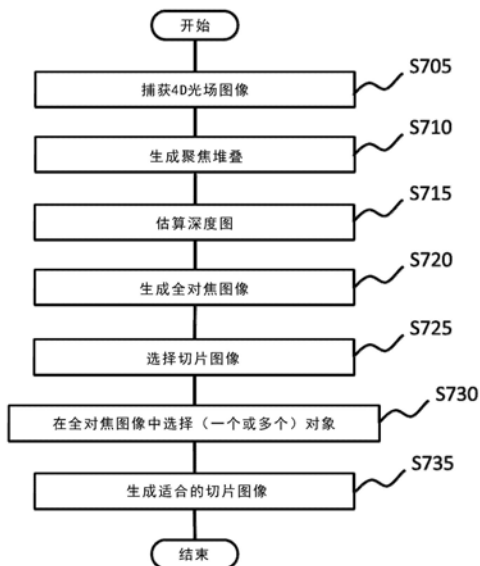
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

## (54)发明名称

从聚焦堆叠生成适合的切片图像的方法和装置

## (57)摘要

本公开涉及从聚焦堆叠生成适合的切片图像的方法和装置。一种利用源自重聚焦图像的聚焦堆叠的全对焦图像从该聚焦堆叠生成适合的切片图像的方法,该包括:在该聚焦堆叠中选择(S725)切片图像;在全对焦图像中选择(S730)要被聚焦在适合的切片图像中的至少一个对象;以及通过将在全对焦图像中选择的至少一个对象结合到所选的切片图像上来生成(S735)适合的切片图像。



1. 一种利用源自重聚焦图像的聚焦堆叠的全对焦图像从所述聚焦堆叠生成适合的切片图像的装置,该装置包括:

处理器,所述处理器被配置为:

在所述聚焦堆叠中选择切片图像,其中所述切片图像是穿过所述聚焦堆叠中的至少两个重聚焦图像的交叉平面,

在所述全对焦图像中选择要被聚焦在所述适合的切片图像中的至少一个对象,以及

通过将在所述全对焦图像中选择的至少一个对象结合到所选的切片图像上来生成所述适合的切片图像。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述处理器还被配置为:通过利用所述聚焦堆叠来估算深度图图像并且基于所述深度图图像来生成所述全对焦图像,从而生成所述全对焦图像。

3. 根据权利要求2所述的装置,其中,所述处理器还被配置为:在所述深度图图像中分割所述至少一个对象,其中,所述至少一个对象在所述深度图图像中具有相应的深度。

4. 根据权利要求3所述的装置,其中,所述处理器还被配置为:将属于某一对象的像素分组以将像素群组与该对象相关联。

5. 根据权利要求4所述的装置,其中,所述处理器还被配置为:通过在属于所述对象的像素群组中选择任意像素来选择所述至少一个对象。

6. 一种利用源自重聚焦图像的聚焦堆叠的全对焦图像从所述聚焦堆叠生成适合的切片图像的方法,该方法包括:

在所述聚焦堆叠中选择切片图像,其中所述切片图像是穿过所述聚焦堆叠中的至少两个重聚焦图像的交叉平面,

在所述全对焦图像中选择要被聚焦在所述适合的切片图像中的至少一个对象,以及

通过将在所述全对焦图像中选择的至少一个对象结合到该所选的切片图像上来生成所述适合的切片图像。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,所述方法还包括:利用所述聚焦堆叠来估算深度图图像并且基于所述深度图图像来生成所述全对焦图像。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述估算还包括:在所述深度图图像中分割所述至少一个对象,其中,所述至少一个对象在所述深度图图像中具有相应的深度。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述分割还包括:将属于某一对象的像素分组以将像素群组与该对象相关联。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中,在所述全对焦图像中选择至少一个对象还包括:在属于所述至少一个对象的像素群组中选择任意像素。

11. 一种从通信网络可下载的和/或在计算机可读介质上记录的和/或处理器可执行的计算机程序产品,该计算机程序产品包括用于实施根据权利要求6至10中任意一项权利要求所述的方法的程序代码指令。

12. 一种包括计算机程序产品的非暂态计算机可读介质,所述计算机程序产品被记录于所述非暂态计算机可读介质上并且能够由处理器运行,所述计算机程序产品包括用于执行根据权利要求6-10中任意一项权利要求所述的方法的程序代码指令。

## 从聚焦堆叠生成适合的切片图像的方法和装置

### 技术领域

[0001] 本公开通常涉及从图像的聚焦堆叠生成适合的切片图像的方法和装置。

### 背景技术

[0002] 通过在主透镜和传感器之间布置微透镜阵列,全光相机能够测量沿穿过传感器的每个光束行进的光量。光场可以被后处理以从不同视角重构场景的图像。光场图像可以被用于生成包括具有不同深度的图像的聚焦堆叠。因此,用户可以改变这些图像的焦点。相比于传统相机,全光相机可以获得额外的光信息成分以通过后处理来从不同视角和深度实现对场景的图像的重构。

[0003] 在全光类型1(例如,由Lytro公司提供的Lytro光场相机)中,微透镜阵列被放置在传感器前面。微透镜阵列中的所有微透镜具有相同的焦距并且微透镜阵列被放置于离传感器一个焦距的位置。这种配置使得能够获得最大的角度分辨率以及低的空间分辨率。

[0004] 类似于透镜在其焦平面附近生成的光场,重组(例如,由全光相机、相机阵列捕获的,或者利用计算机成像(CGI)模拟的)光场图像或视频的数据集以在前透镜的焦平面附近形成光数据量。这样的聚焦堆叠在图1中被示意性示出。

[0005] 相机的传统聚焦是通过选择聚焦堆叠中的图像中的一个图像来模拟的,相当于垂直于相机的主光轴来移动焦平面。相反地,光场相机提供从不同视角和不同聚焦浏览图片的能力。于是,光场相机的用户可以以不寻常的方式控制聚焦,例如,如图1所示,穿过聚焦堆叠的交叉平面可以被定义以在聚焦堆叠内提取切片图像。这种切片图像可以沿交叉平面提供“全对焦”图像。

[0006] J.P.Luke等人在数字多媒体广播国际期刊卷2010(International Journal of Digital Multimedia Broadcasting Volume 2010)中提出的“使用图形处理单元对超分辨率深度且全对焦的图像进行近实时估计(Near Real-Time Estimation of Super-Resolved Depth and All-in-Focus Images from a Plenoptic Camera Using Graphics Processing Units)”提到可以利用光场图像生成聚焦堆叠并且提出从全光相机产生全对焦图像。

[0007] 然而,在对象位于聚焦堆叠中的焦平面上的情况下,如果交叉平面如图2所示穿过该对象,那么对象的左端的前表面将处于交叉平面之后距离 $d_1$ 处,并且对象的右端的前表面将处于交叉平面之前距离 $d_2$ 处。由于在焦平面上的对象和交叉平面之间存在这些距离,因此在进行了对切片图像的重聚焦处理后,对象的两端在聚焦于切片图像的图像中都会模糊不清。

### 发明内容

[0008] 根据本公开的一方面,一种利用源自重聚焦图像的聚焦堆叠的全对焦图像从该聚焦堆叠中生成适合的切片图像的装置,包括:处理器,该处理器被配置为:在聚焦堆叠中选择切片图像;在全对焦图像中选择要被聚焦在所述适合的切片图像中的至少一个对象;以

及通过将在全对焦图像中所选的至少一个对象结合到所选的切片图像上来生成适合的切片图像。

[0009] 根据本公开的另一方面,一种利用源自重聚焦图像的聚焦堆叠的全对焦图像从该聚焦堆叠中生成适合的切片图像的方法,其中在该全对焦图像中,对象对焦,该方法包括:在聚焦堆叠中选择切片图像;在全对焦图像中选择要被聚焦在所述适合的切片图像中的至少一个对象;以及通过将在全对焦图像中所选的至少一个对象结合到该所选的切片图像上来生成适合的切片图像。

[0010] 根据本公开的另一方面,一种从通信网络可下载的和/或在计算机可读介质上存储的和/或处理器可执行的计算机程序产品,包括用于实施根据本公开的方法的程序代码指令。

[0011] 根据本公开的又一方面,一种非暂态计算机可读介质包括存储于其上并且能够由处理器运行的计算机程序产品,该计算机程序产品包括用于执行根据本公开的方法的程序代码指令。

[0012] 本公开的目标和优势可以通过在权利要求中特别指出的元素和组合实现或获得。

[0013] 应该理解的是上述一般说明和下文的详细说明都是示范性或说明性的,并且不限制要求保护的发明。

## 附图说明

[0014] 图1是示出聚焦堆叠内的切片图像的示例的图示;

[0015] 图2是示出位于聚焦堆叠中的焦平面上的对象和穿过该对象的切片图像的图示;

[0016] 图3是示出全光相机和多阵列相机的示例的图示;

[0017] 图4是示意性示出被布置于图像传感器的传感表面上的传感器区域的示例的平面图;

[0018] 图5示出包括理想、完美的薄透镜模型的示意性光场相机;

[0019] 图6是示出根据本公开的实施例从聚焦堆叠生成适合的切片图像的装置的示例的示意性框图;

[0020] 图7是根据本公开的实施例说明从聚焦堆叠获得适合切片图像的过程的流程图;以及

[0021] 图8是示出根据本公开的实施例从聚焦堆叠生成的适合的切片图像的示例的图示。

## 具体实施方式

[0022] 本公开的实施例会参考附图进行描述。

[0023] 在根据本公开的每个实施例中会给出对从聚焦堆叠得到适合切片图像的方法、装置和计算机可读存储介质的描述。

[0024] 1) 光场相机:

[0025] 图3是示出全光相机和多阵列相机的示例的图示。光场相机能够记录4D光场数据。例如,4D光场相机可以是:包括主透镜305、微透镜阵列310、和图像传感器315的全光相机300(图3(a));或者包括透镜阵列355和单个图像传感器360的多阵列相机350(图3(b))。

[0026] 在如图3(a)所示的全光相机300的示例中,主透镜305接收来自在主透镜305的物场中的对象(未示出)的光并且使光通过主透镜305的像场。微透镜阵列310包括以二维阵列布置的多个微透镜315。

[0027] 图4是示意性示出被布置于图像传感器的传感表面上的传感器区域的示例的平面图。如图4所示,图像传感器400包括以二维阵列布置的多个像素405并且经由微透镜阵列410接收来自对象的光。微透镜阵列410中的每个微透镜411具有透镜特性以将光引导至在图像传感器400上的圆形区域415。圆形区域415的外轮廓可以表示在图像传感器400上形成或捕获的微透镜图像的形状,该形状取决于微透镜411的形状。在图像传感器400上的所有像素405中,只有大体位于圆形区域415内部的像素405有助于成像。换言之,有助于成像的每个像素405的像素区域(或传感区域)大体位于圆形区域415内部。

[0028] 光场相机的图像传感器400记录了这样的图像,该图像包括被布置在2D图像内的2D微透镜图像的集合。微透镜阵列410中的每个微透镜411形成由圆形区域415表示的微透镜图像。如图4所示,传感器400上的像素405的坐标由图像传感器400的表面上的x-y坐标系中的 $(x, y)$ 指示。图4所示的距离 $p$ 是两个连续微透镜图像之间的距离。选择微透镜411使得距离 $p$ 大于像素405的尺寸。图4所示的距离 $w$ 是两个连续微透镜图像之间的视差距离。如图4所示,微透镜图像由传感器400的表面上的*i-i*坐标系中它们各自的坐标 $(i, i)$ 指示。

[0029] 如上面提到的,只有大体位于圆形区域415内的像素405接收通过微透镜411的光。微透镜间的间隔可以被遮挡以防止光子穿出微透镜411(如果微透镜411具有方形形状并且不形成微透镜间的间隔,那么不需要遮挡)。

[0030] 微透镜图像 $(i, j)$ 的中心在图像传感器400上位于坐标 $(x_{i,j}, y_{i,j})$ 处。图4中的 $\theta$ 表示像素405的方格和微透镜411的方格之间的角度。坐标 $(x_{i,j}, y_{i,j})$ 可以通过以下的方程(1)进行推导,认为 $(x_{0,0}, y_{0,0})$ 是微透镜图像 $(0,0)$ 的像素坐标:

$$[0031] \quad \begin{bmatrix} x_{i,j} \\ y_{i,j} \end{bmatrix} = p \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i \\ j \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_{0,0} \\ y_{0,0} \end{bmatrix} \quad (1)$$

[0032] 距离 $p$ 和 $w$ 以像素单位给出。分别通过乘以像素大小 $\delta$ : $W = \delta w$ 和 $P = \delta p$ 来将它们转换成物理单位(米)的距离 $P$ 和 $W$ 。这些距离取决于光场相机的特性。

[0033] 2) 光场相机的光学特性:

[0034] 此处,将会参考图5来讨论光场相机的示范性光学特性,图5示出包括理想、完美的薄透镜模型的示意性光场相机。

[0035] 主透镜具有焦距 $F$ 和孔径 $\Phi$ 。微透镜阵列包括具有焦距 $f$ 的微透镜。微透镜阵列的高度(pitch)是 $\phi$ 。微透镜阵列位于距主透镜距离 $D$ 并且距传感器距离 $d$ 处。对象(未示出)位于距主透镜距离 $z$ 处。对象被主透镜聚焦于距主透镜距离 $z'$ 处。图5示出 $D > z'$ 的情况。在这种情况下,微透镜图像可以根据 $d$ 和 $f$ 被对焦在传感器上。

[0036] 视差 $W$ 随对象(未示出)和主透镜之间的距离 $z$ 变化。可以根据薄透镜方程(2)和泰勒斯(Thales)定理方程(3)来建立 $W$ 和 $z$ 之间的关系:

$$[0037] \quad \frac{1}{z} + \frac{1}{z'} = \frac{1}{F} \quad (2)$$

$$[0038] \quad \frac{D-z'}{\phi} = \frac{D-z'+d}{w} \quad (3)$$

[0039] 然后,通过混合方程 (2) 和 (3) 推导出下面的方程 (4)。

$$[0040] \quad W = \phi \left( 1 + \frac{d}{D - \frac{zF}{z-F}} \right) \quad (4)$$

[0041] W和z之间的关系不是基于微透镜图像是对焦的假设。微透镜图像严格根据薄透镜方程来对焦:

$$[0042] \quad \frac{1}{D - z'} + \frac{1}{d} = \frac{1}{f} \quad (5)$$

[0043] (3) 图像重聚焦:

[0044] 光场相机的主要特性是计算2D重聚焦图像的可能性,其中在图像拍摄之后可以自由调节重聚焦距离。通过只对微透镜图像进行移动和变焦并且然后将它们合并成2D图像,来将尺寸为 $[N_x, N_y]$ 的4D光场图像L投影到2D图像中。微透镜图像的移动量控制重聚焦的距离。4D光场像素 $L(x, y, i, j)$ 至重聚焦2D图像坐标 $(X, Y)$ 的投影由以下方程定义:

$$[0045] \quad \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = sg \left( \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} x_{i,j} \\ y_{i,j} \end{bmatrix} \right) + s \begin{bmatrix} x_{i,j} \\ y_{i,j} \end{bmatrix} \quad (6)$$

[0046] 其中,s控制2D重聚焦图像的尺寸,并且g控制重聚焦图像的聚焦距离。通过考虑方程 (1) 可以把方程 (6) 改写成方程 (7):

$$[0047] \quad \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = sg \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + sp(1-g) \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i \\ j \end{bmatrix} + s(1-g) \begin{bmatrix} x_{0,0} \\ y_{0,0} \end{bmatrix} \quad (7)$$

[0048] 参数g可以被表示成如方程 (8) 所示的p和w的函数。参数g表示变焦必须在微透镜图像上利用它们的中心作参考来执行,从而相同对象的各种变焦视图被叠加。

$$[0049] \quad g = \frac{p}{p-w} \quad (8)$$

[0050] 方程 (7) 变为:

$$[0051] \quad \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = sg \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} - sgw \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i \\ j \end{bmatrix} + \frac{sgw}{p} \begin{bmatrix} x_{0,0} \\ y_{0,0} \end{bmatrix} \quad (9)$$

[0052] 4D光场像素 $(x, y, i, j)$ 被投影到2D重聚焦图像中。首先,重聚焦图像R和重聚焦图像的权值 $R_{\text{weight}}$ 被设为0。重聚焦图像的尺寸 $[N_x, N_y] = [sN_x, sN_y]$ 被设为s乘以4D光场图像的尺寸。该投影通过在坐标 $(X, Y)$ 处将被投影的像素合计至重聚焦图像来执行。针对每个被投影的4D光场像素,通过在像素坐标 $(X, Y)$ 处加1来更新重聚焦图像的权值:

$$[0053] \quad R(X, Y) += L(x, y, i, j)$$

$$[0054] \quad (10)$$

$$[0055] \quad W(X, Y) += 1$$

[0056] 重聚焦图像的权值表示已经针对坐标 $(X, Y)$ 投影了多少4D光场像素。在投影了L的所有4D光场像素后,重聚焦图像R被重聚焦图像的权值 $R_{\text{weight}}$ 分割。最后一步协调坐标 $(X, Y)$ 接收到的像素的数量。

[0057] 因为被投影的坐标 $(X, Y)$ 未必是整数坐标,因此插值技术可以被选择性地用于将非整数像素坐标 $(X, Y)$ 映射到重聚焦图像R和重聚焦图像权值 $R_{\text{weight}}$ 的栅格中。插值技术经

常被使用,并且例如,在维基百科“双线性插值”的页面中可以找到示范性描述。因此,本说明书中省略了对插值技术的详细说明。

#### [0058] 4) 聚焦堆叠:

[0059] 聚焦堆叠是定义了立体图像的N个重聚焦图像 $R_n$  ( $n \in [1, N]$ ) 的集合,其中N是用户所选的图像的数量。对应于由方程(4)和(8)定义的 $z_{\min}$ 和 $z_{\max}$ 之间的聚焦距离的范围,针对在 $g_{\min}$ 和 $g_{\max}$ 之间线性变化的 $g$ 来计算N个重聚焦图像。另一选择是对应于由方程(4)定义的 $z_{\min}$ 和 $z_{\max}$ 之间的聚焦距离的范围,利用在 $w_{\min}$ 和 $w_{\max}$ 之间线性变化的 $w$ 来计算聚焦堆叠。 $g$ 或 $w$ 的最小最大边界由用户定义以便包括聚焦距离在 $z_{\min}$ 和 $z_{\max}$ 内的重聚焦图像。

[0060] 该实施例中所描述的对聚焦堆叠的计算是基于如下假设:4D光场是由具有透镜阵列和可选地具有主透镜的单个图像传感器记录的。然而,对聚焦堆叠的计算不限于由这种类型的光场相机记录的4D光场,因此应该注意的是有可能基于由任意类型的光场相机记录的4D光场来计算重聚焦图像的聚焦堆叠。

#### [0061] 5) 深度图估算:

[0062] 在利用聚焦堆叠的情况下,估算在图像中看到的对象的距离是可能的。深度图图像 $Z$ 具有重聚焦图像 $R_n$ 的尺寸。深度图图像 $Z$ 是通过将来自重聚焦图像 $R_n(X, Y)$ 的像素 $(x, y)$ 的清晰度与上一重聚焦图像 $R_{n-1}$ 和下一重聚焦图像 $R_{n+1}$ 的清晰度进行比较,从而利用聚焦堆叠进行估算的。例如,如果像素 $R_n(X, Y)$ 比上一重聚焦图像 $R_{n-1}$ 和下一重聚焦图像 $R_{n+1}$ 中的像素更清晰,那么基于来自重聚焦图像 $R_n(X, Y)$ 的像素 $(x, y)$ 通过 $Z(X, Y) = n$ 来实现深度图图像。深度图是针对所有属于 $(N_x, N_y)$ 的像素 $(X, Y)$ 被估算的。

[0063] 像素 $R_n(X, Y)$ 的清晰度 $S_n(X, Y)$ 例如是通过计算围绕 $R_n(X, Y)$ 的像素的高频能量进行估算。清晰度 $S_n(X, Y)$ 可以被表示为:

$$[0064] \quad S_n(X, Y) = (-R_n(X-1, Y) - R_n(X+1, Y) - R_n(X, Y-1) - R_n(X, Y+1) + 4R_n(X, Y))^2 \quad (11)$$

#### [0065] 6) 全对焦图像:

[0066] 可以由深度图图像 $Z$ 来获得全对焦图像 $R_{all}$ 。全对焦图像 $R_{all}$ 相当于其中所有对象都对焦出现的重聚焦图像。全对焦图像 $R_{all}$ 是通过考虑在给定像素位置 $(x, y)$ 处由深度图图像 $Z$ 给定的索引来搜集聚焦堆叠内的像素获得的,也就是: $R_{all}(X, Y) = R_{Z(x, Y)}(X, Y)$ 。

#### [0067] 7) 切片图像:

[0068] 可以通过定义穿过聚焦堆叠中的至少两个图像的交叉平面来获得要被重聚焦的2D切片图像 $R_{slice}$ 。切片图像的坐标由它在聚焦堆叠的坐标系统中的法线指定,该法线由用户给定以选择重聚焦的切片图像 $R_{slice}$ 。

#### [0069] 8) 从切片图像和全对焦图像中选择要被聚焦的(一个或多个)对象:

[0070] 根据本公开的实施例,向用户提供了获取重聚焦的、适合的切片图像的方法,该重聚焦图像是通过利用在装置的显示器上的图形用户界面(GUI)从全对焦图像 $R_{all}$ 中选择至少一个要被聚焦的对象而产生的。

[0071] 图6是示出根据本公开的实施例用于从聚焦堆叠生成适合切片图像的装置的示例的示意性框图。

[0072] 图6所示的装置60包括通过总线66连接的处理器61、存储单元62、输入设备63、显示设备64、和接口单元65。当然,计算机装置60的构成元件可以通过除使用总线66的总线连接之外的连接方式进行连接。

[0073] 处理器61控制装置60的操作。存储单元62存储至少一个要被处理器61执行的程序以及包括以下各项的各种数据：光场相机捕获和提供的4D光场图像的数据、处理器61执行的计算所用的参数、处理器61执行的计算的中间数据等。处理器61可以由任意已知的且适合的硬件、或软件、或硬件和软件的组合形成。例如，处理器61可以由专用硬件（例如，处理电路）或由执行存储在存储器中的程序的可编程处理单元（例如，CPU（中央处理单元））形成。

[0074] 存储单元62可以由能够以计算机可读的形式存储程序、数据等的任意适合的存储器或装置形成。存储单元62的示例包括非暂态计算机可读存储介质，例如，半导体存储设备、以及被载入读和写单元的磁、光、或磁光记录介质。程序使得处理器61执行用于根据本公开的一个实施例从聚焦堆叠获取适合的切片图像的过程，如下文参考图7所描述的。

[0075] 输入设备63可以由键盘、定点设备（例如，鼠标）等形成以由用户用来输入命令、使用户对图像中要被聚焦的部分做出选择。输出设备64可以由显示设备形成以例如显示图像用户界面（GUI）、聚焦堆叠的图像、切片图像和深度图图像。输入设备63和输出设备64可以例如通过触摸面板一体成型。

[0076] 接口单元65提供了装置60和外部装置之间的接口。接口单元65可以经由电缆或无线通信与外部装置通信。在该实施例中，外部装置可以是光场相机。在这种情况下，光场相机捕获的4D光场图像的数据可以经由接口单元65从光场相机被输入至装置60，然后被存储于存储单元62中。

[0077] 在该实施例中，在装置60与光场相机分离并且它们彼此可以经由电缆或无线通信进行通信的情况下，对装置60进行了示范性讨论，然而，应该注意的是装置60可以与这样的光场相机集成。

[0078] 图7是根据本公开的实施例说明从聚焦堆叠产生适合的切片图像的过程的流程图。

[0079] 在图7所示的步骤S705处，场景的4D光场图像由拥有光场相机的用户捕获。被捕获的4D光场图像数据经由接口单元65从光场相机被传递至装置60（图6），然后被存储于该装置的存储单元62。这种数据传递可以由装置60的处理器61控制。在装置60与光场相机集成的情况下，被捕获的光场图像数据可以被直接存储于存储单元62中。

[0080] 在步骤S710处，装置60的处理器61基于4D光场图像数据来计算在场景中具有不同的重新对焦距离的2D重聚焦图像 $R_n$ 以建立N个重聚焦图像R的聚焦堆叠。产生2D重聚焦图像R和重聚焦图像 $R_n$ 的聚焦堆叠可以按上文在“3) 图像重聚焦”和“4) 聚焦堆叠”部分所述的来执行。所产生的聚焦堆叠数据被存储于存储单元62中。

[0081] 在步骤S715处，如“5) 深度图估算”部分所述，处理器61利用重聚焦图像 $R_n$ 的聚焦堆叠来生成场景的深度图图像Z。对深度图的计算也通过N. Sabater等人在ICCP 2014提出的“Accurate Disparity Estimation for Plenoptic Images (针对全光图像的准确视差估计)”而被了解。应该注意的是，对深度图的图像Z中的对象的分割也在步骤S715中执行。根据这种分割处理，在深度图图像Z中的具有各自深度的对象被分割。属于各个对象的像素G的组群可以与相应的对象进行分组以及关联。这种对象分割处理通过Nathan Silberman等人在ECCV-12提出的“Indoor Segmentation and Support Inference from RGBD Images (对RGBD图像的室内分割和支持推论)”可知，因此分割处理的细节不会在本公开中



进行讨论。深度图图像Z数据和对象分割信息被存储于存储单元62中。

[0082] 在步骤S720处,如“6) 全对焦图像”部分所述,处理器61基于深度图图像Z生成全对焦图像 $R_{all}$ 。在全对焦图像 $R_{all}$ 中,图像中所有对象都对焦出现,其中这些对象已经如上文所述被分割。所生成的全对焦图像 $R_{all}$ 数据被存储于存储单元62中。

[0083] 步骤S705到S720可以在4D光场图像数据被提供给装置60后由处理器61自动执行。

[0084] 在步骤S725处,处理器61执行显示器64上的第一GUI(图形用户界面)功能并且可以额外显示重聚焦图像的聚焦堆叠。第一GUI功能允许用户选择穿过聚焦堆叠的切片图像 $R_{slice}$ 。切片图像 $R_{slice}$ 可以通过定义穿过GUI上的聚焦堆叠中的至少两个图像的交叉平面来进行选择。如“7) 切片图像”部分所述,切片图像 $R_{slice}$ 的坐标由其在聚焦堆叠的坐标系统中的法线指定,该法线由用户给定以选择重聚焦的切片图像 $R_{slice}$ 。所选的切片图像 $R_{slice}$ 数据被存储在存储单元62中。

[0085] 在步骤S730处,处理器61执行显示器64上的第二GUI功能,并且在显示器64上显示全对焦图像 $R_{all}$ 。第二GUI功能允许用户在所显示的全对焦图像 $R_{all}$ 中选择会在重聚焦的切片图像 $R_{slice}$ 上聚焦的(一个或多个)对象。如上文关于步骤S715所讨论的,由于这些对象已经被分割,并且属于相应对象的像素与相应对象进行分组和关联,因此用户在显示器64上的GUI上对对象的选择可以通过使用输入设备63指定在与该对象相关联的像素G的群组中的任意像素来进行。(一个或多个)对象的选择信息被存储在存储单元62中。

[0086] 在步骤S735处,处理器61通过将在步骤S730中选择的(一个或多个)对象的全对焦图像结合到在步骤S725选择的切片图像 $R_{slice}$ 上来生成重聚焦的、适合的切片图像 $R_{user}$ 。对于不属于像素G的像素(X,Y),重聚焦的适合的切片图像 $R_{user}$ 可以与切片图像 $R_{slice}$ 相对应,

$$[0087] \quad R_{user}(X,Y) = \begin{cases} R_{all} & \text{如果}(X,Y) \in G \\ R_{slice} & \text{否则} \end{cases} \quad (11)$$

[0088] 图8是示出根据本公开的实施例从聚焦堆叠生成的适合切片图像的示例的图示。如图8所示,已经对最初选择的切片图像进行了修改以生成适合的切片图像,从而所选对象在适合的切片图像上对焦出现。从这层意义来讲,应该注意的是本公开所使用的术语“适合的切片图像”可以被解释成初始选择的切片图像的经修改的图像,其中所选的对象对焦出现。

[0089] 本文引用的所有示例和条件性语言都意图用作教学的目的以帮助读者理解发明人提出的推进本领域的概念以及发明,并且要被解释成不限于这些被具体引用的示例和条件,说明书中的这些示例的组织也不涉及示出本原则的优势和劣势。尽管已经对本公开的实施例进行了详细的描述,但是应该理解在不背离本公开的范围的情况下可以对其进行各种修改、替换和更改。

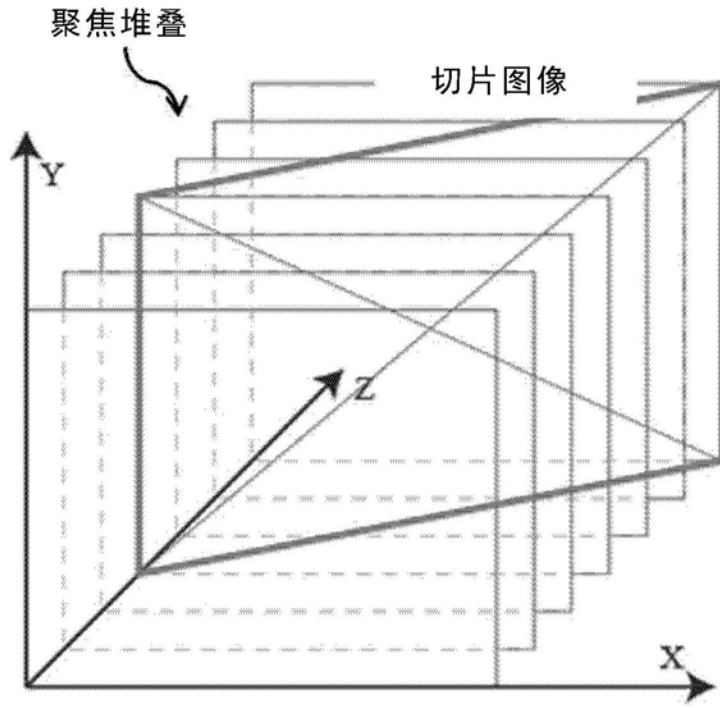


图1

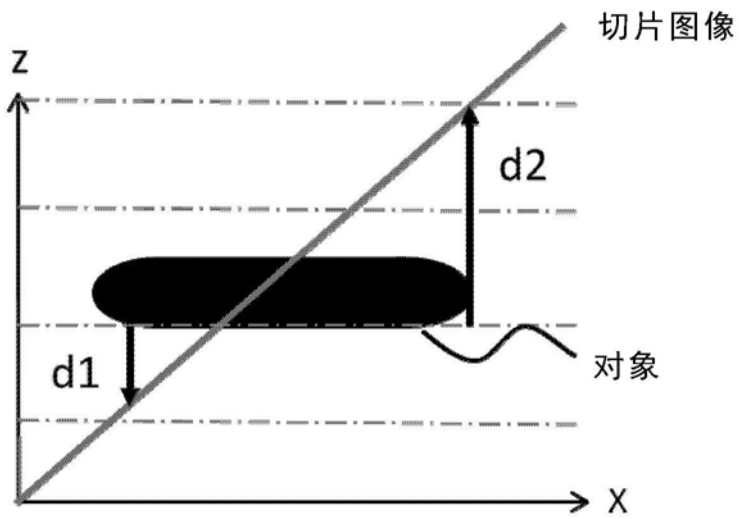


图2

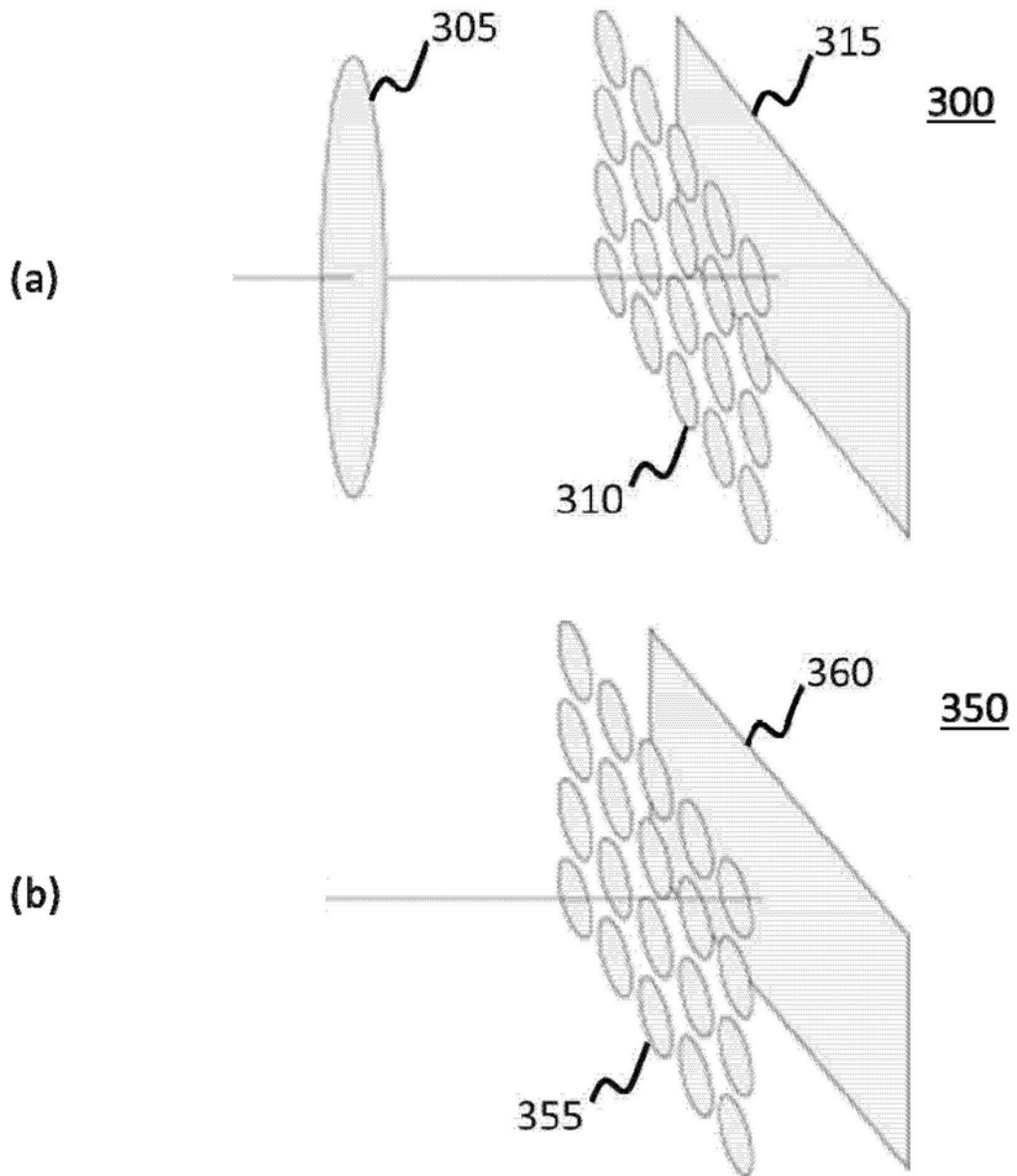


图3

400

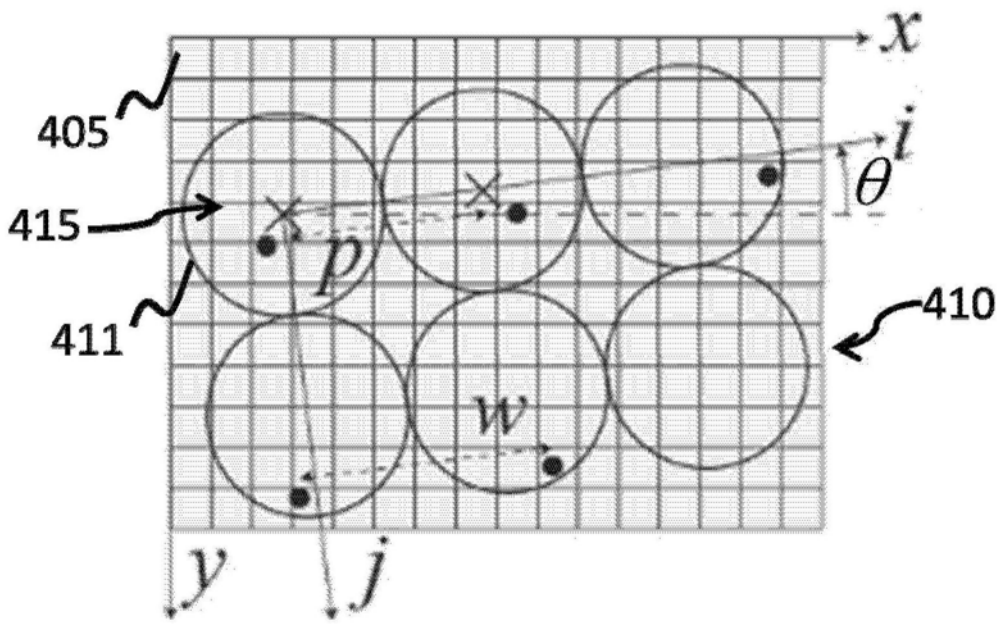


图4

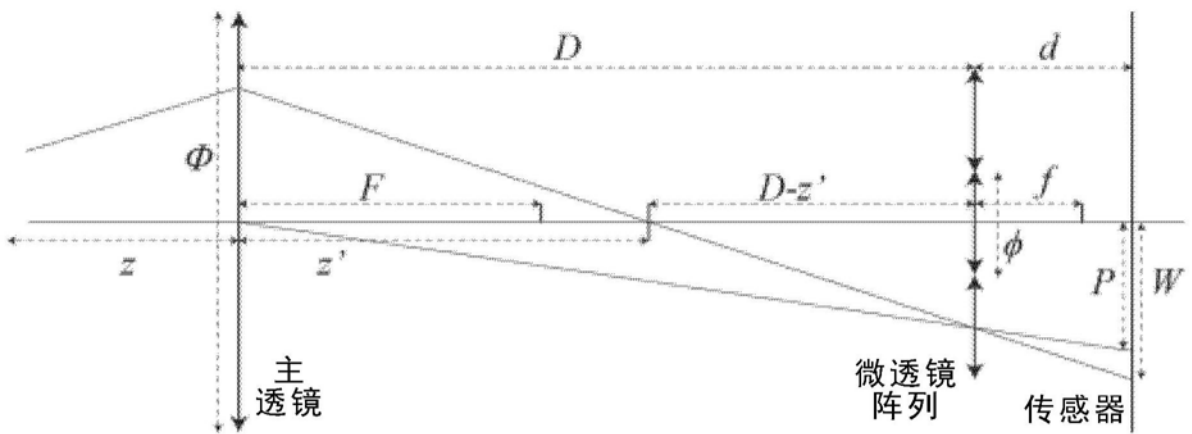


图5

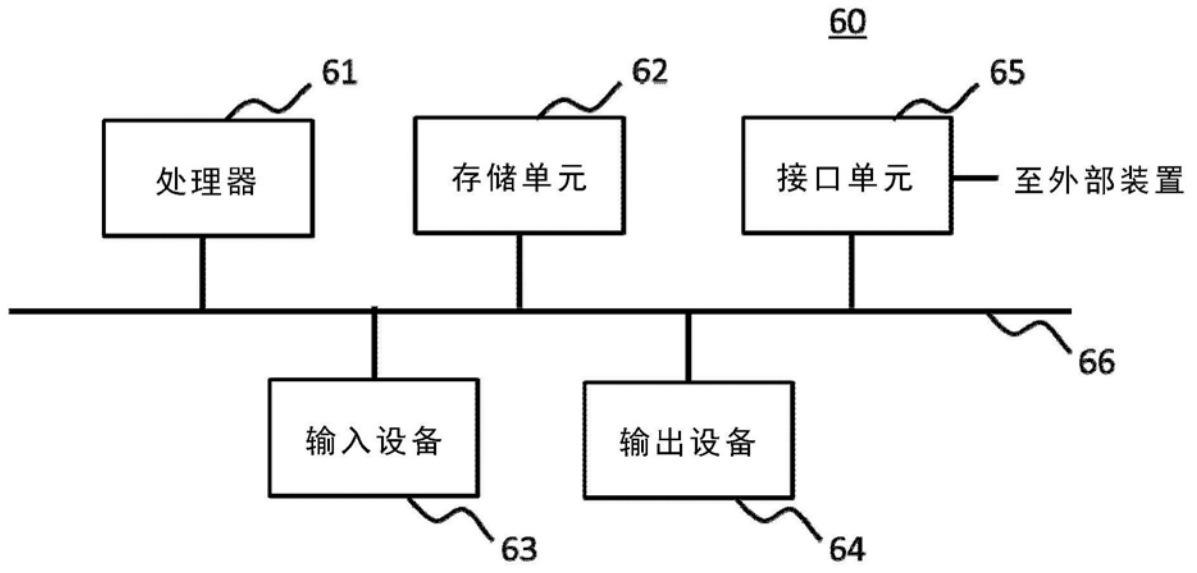


图6

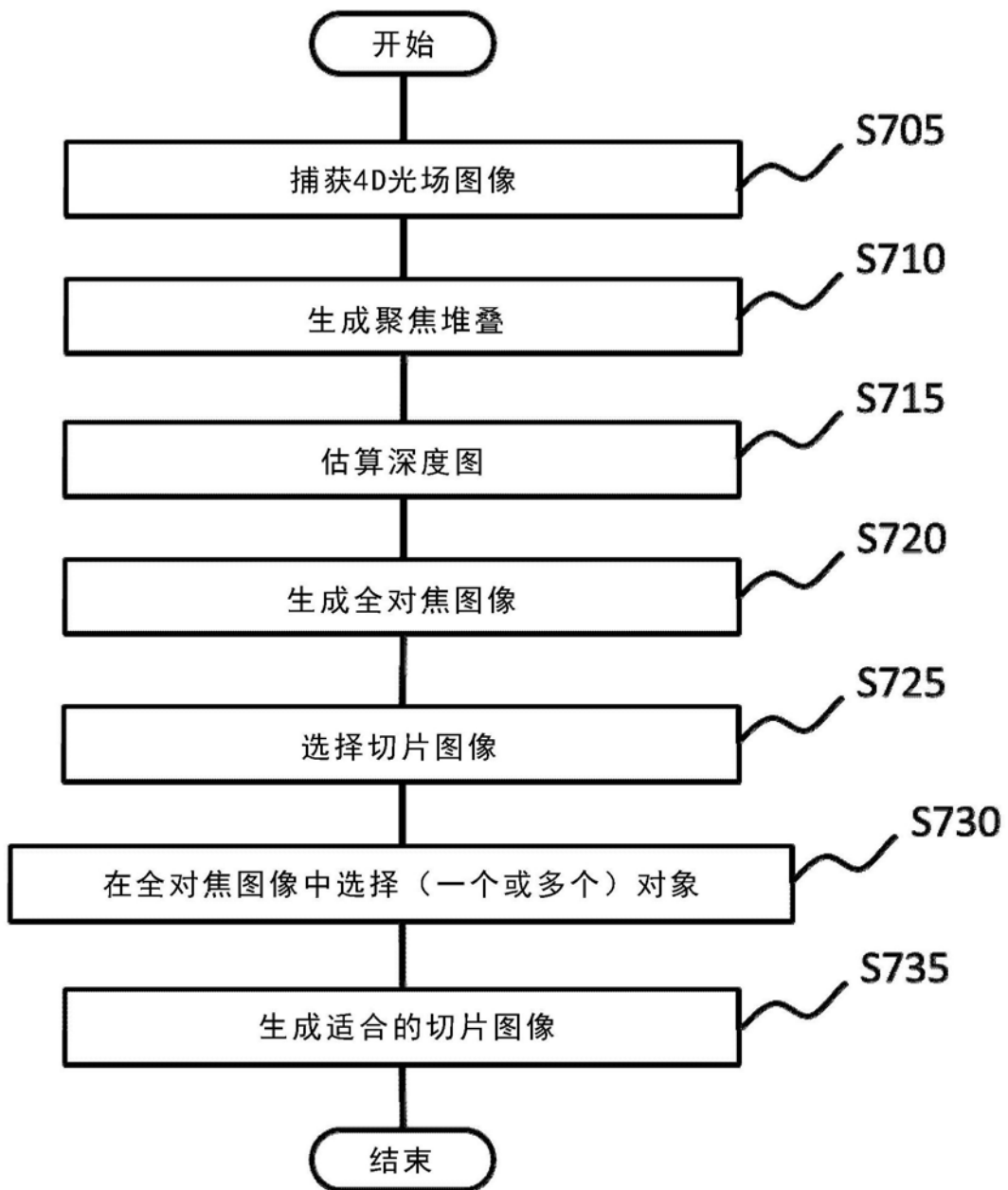


图7

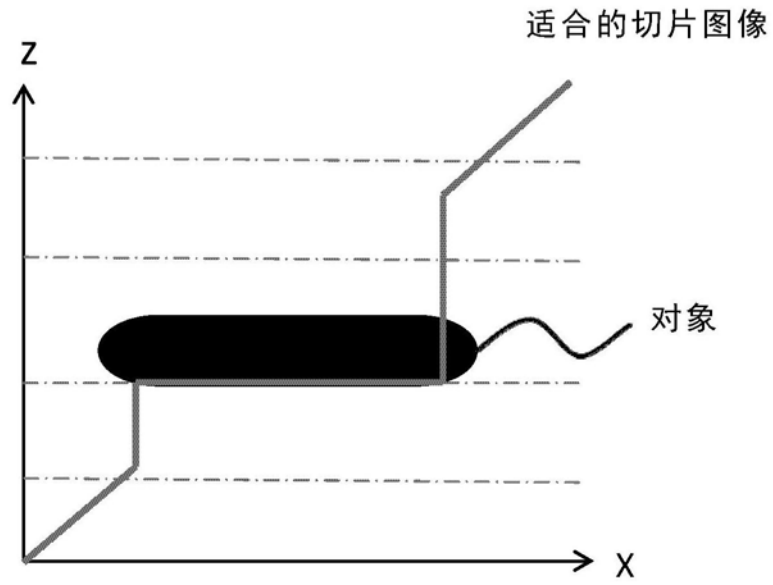


图8