



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104272731 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 07

(21) 申请号 201380024447. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 05. 08

H04N 13/02(2006. 01)

(30) 优先权数据

10-2012-0120948 2012. 10. 30 KR

61/645, 239 2012. 05. 10 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 11. 10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/KR2013/004010 2013. 05. 08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/168998 EN 2013. 11. 14

(71) 申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道水原市

(72) 发明人 沈炫定 李承奎 金道均

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286

代理人 曾世骁 苏银虹

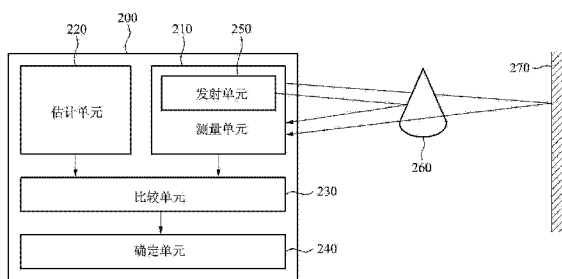
权利要求书4页 说明书12页 附图5页

(54) 发明名称

用于处理 3D 信息的设备和方法

(57) 摘要

描述了一种用于处理三维 (3D) 信息的设备和方法。所述 3D 信息处理设备可使用传感器设备 (比如, 深度相机) 来测量对象的第一深度信息, 可估计对象的前景深度、背景的背景深度和对象的透明度, 可基于估计的前景深度、背景深度和透明度来估计对象的第二深度信息, 并可通过测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的比较来确定前景深度、背景深度和透明度。



1. 一种用于处理三维 (3D) 信息的设备, 所述设备包括:  
 处理器, 控制一个或多个处理器可执行单元;  
 测量单元, 测量对象的第一深度信息;  
 估计单元, 估计所述对象的第二深度信息;  
 比较单元, 将测量的第一深度信息与估计的第二深度信息进行比较; 和  
 确定单元, 基于比较结果来确定所述对象的第三深度信息。

2. 根据权利要求 1 所述的设备, 其中, 估计单元估计所述对象的前景深度、背景的背景深度和所述对象的透明度, 并通过基于估计的前景深度、估计的背景深度和估计的透明度的预定建模来估计第二深度信息。

3. 根据权利要求 2 所述的设备, 其中, 估计单元基于前景深度信息、背景深度信息和所述对象的估计的透明度来估计第二深度信息, 其中, 所述前景深度信息使用在估计的前景深度处从所述对象反射的第一反射信号来计算, 所述背景深度信息使用穿过所述对象并在估计的背景深度处从背景反射的第二反射信号来计算。

4. 根据权利要求 2 所述的设备, 其中, 估计单元基于前景深度信息、所述对象的亮度、背景深度信息、背景的亮度和所述对象的估计的透明度中的至少一个来估计第二深度信息, 其中, 所述前景深度信息使用在估计的前景深度处从所述对象反射的第一反射信号来计算, 所述背景深度信息使用穿过所述对象并在估计的背景深度处从背景反射的第二反射信号来计算。

5. 根据权利要求 2 所述的设备, 其中, 所述建模根据以下等式来估计第二深度信息:

$$\hat{z} = g^{-1} \left( \frac{(1-t) \cdot L_f \cdot g(z_f)}{z_f^2} + \frac{t \cdot L_b \cdot g(z_b)}{z_b^2} + \sum_{i=0}^{\infty} \frac{t^{i+1} \cdot (1-t)^i \cdot L_b \cdot g(z_b) \cdot g(z_b - z_f)}{z_b^{i+1} \cdot (z_b - z_f)} \right)$$

其中,  $\hat{z}$  表示估计的第二深度信息,  $g(x)$  表示基于用于测量第一深度信息的深度相机的特性而确定的函数,  $x$  表示接收信号的强度,  $t$  表示所述对象的估计的透明度,  $L_b$  表示在估计的背景深度处的背景的亮度,  $L_f$  表示所述对象的亮度,  $z_f$  表示使用在估计的前景深度处从所述对象反射的第一反射信号计算出的前景深度信息,  $z_b$  表示使用穿过所述对象并在估计的背景深度处从背景反射的第二反射信号计算出的背景深度信息。

6. 根据权利要求 1 所述的设备, 其中, 当测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的差在预定范围内时, 确定单元确定所述对象的第三深度信息是估计的第二深度信息。

7. 根据权利要求 2 所述的设备, 其中, 当测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的差在预定范围外时, 估计单元通过改变估计的前景深度和估计的背景深度来重新估计第二深度信息, 并且比较单元将第一深度信息与重新估计的第二深度信息进行比较。

8. 根据权利要求 2 所述的设备, 其中,

测量单元包括用于接收从所述对象反射的信号的  $N$  个深度相机, 并产生与所述  $N$  个深度相机对应的  $N$  项第一深度信息, 其中,  $N$  是大于或等于“1”的整数,

估计单元基于估计的前景深度、估计的背景深度和估计的透明度来估计与所述  $N$  个深度相机对应的  $N$  项第二深度信息, 并且

比较单元分别将所述 N 项第一深度信息与所述 N 项第二深度信息进行比较。

9. 根据权利要求 1 所述的设备,其中,测量单元包括:

发射单元,朝向所述对象发射红外 (IR) 射线,

其中,测量单元使用从所述对象反射的信号和当背景被 IR 射线照射时穿过所述对象并从背景反射的信号来测量所述对象的第一深度信息。

10. 一种用于处理三维 (3D) 信息的设备,所述设备包括:

处理器,控制一个或多个处理器可执行单元;

测量单元,测量对象的第一深度信息;

估计单元,估计所述对象的位置和所述对象的透明度,并基于所述对象的估计的位置和估计的透明度来估计所述对象的第二深度信息;

比较单元,将测量的第一深度信息与估计的第二深度信息进行比较;和

确定单元,基于比较结果来确定所述对象的透明度。

11. 根据权利要求 10 所述的设备,其中,估计单元基于前景深度信息、背景深度信息和所述对象的估计的透明度来估计第二深度信息,其中,所述前景深度信息使用在估计的位置处从所述对象反射的第一反射信号来计算,所述背景深度信息使用穿过所述对象并从背景反射的第二反射信号来计算。

12. 根据权利要求 10 所述的设备,其中,当测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的差在预定范围外时,估计单元通过改变估计的位置来重新估计第二深度信息,并且比较单元将第一深度信息与重新估计的第二深度信息进行比较。

13. 一种处理三维 (3D) 信息的方法,所述方法包括:

使用深度相机来测量对象的第一深度信息;

经由处理器估计所述对象的第二深度信息;

通过将测量的第一深度信息与第二深度信息进行比较来确定所述对象的第三深度信息。

14. 根据权利要求 13 所述的方法,其中,所述对象的前景深度、背景的背景深度和所述对象的透明度被估计,并且第二深度信息通过基于估计的前景深度、估计的背景深度和估计的透明度的预定建模而被估计。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,第二深度信息基于前景深度信息、背景深度信息和所述对象的估计的透明度而被估计,其中,所述前景深度信息使用在估计的前景深度处从所述对象反射的第一反射信号来计算,所述背景深度信息使用穿过所述对象并在估计的背景深度处从背景反射的第二反射信号来计算。

16. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,第二深度信息基于前景深度信息、所述对象的亮度、背景深度信息、背景的亮度和所述对象的估计的透明度中的至少一个而被估计,其中,所述前景深度信息使用在估计的前景深度处从所述对象反射的第一反射信号来计算,所述背景深度信息使用穿过所述对象并在估计的背景深度处从背景反射的第二反射信号来计算。

17. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,所述建模根据以下等式来估计第二深度信息:

$$\hat{z} = g^{-1} \left( \frac{(1-t) \cdot L_f \cdot g(z_f)}{z_f^2} + \frac{t \cdot L_b \cdot g(z_b)}{z_b^2} + \sum_{i=0}^{\infty} \frac{t^{i+1} \cdot (1-t)^i \cdot L_b \cdot g(z_b) \cdot g(z_b - z_f)}{z_b^{i+1} \cdot (z_b - z_f)} \right)$$

其中,  $\hat{z}$  表示估计的第二深度信息,  $g(x)$  表示基于用于测量第一深度信息的深度相机的特性而确定的函数,  $x$  表示接收信号的强度,  $t$  表示所述对象的估计的透明度,  $L_b$  表示在估计的背景深度处的背景的亮度,  $L_f$  表示所述对象的亮度,  $z_f$  表示使用在估计的前景深度处从所述对象反射的第一反射信号计算出的前景深度信息,  $z_b$  表示使用穿过所述对象并在估计的背景深度处从背景反射的第二反射信号计算出的背景深度信息。

18. 根据权利要求 13 所述的方法, 其中, 所述对象的位置被估计, 并且第二深度信息通过基于估计的位置的预定建模而被估计。

19. 根据权利要求 14 所述的方法, 其中, 所述确定的步骤包括: 当测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的差在预定范围内时, 确定所述对象的第三深度信息是估计的第二深度信息。

20. 一种非暂时性计算机可读介质, 其中, 所述非暂时性计算机可读介质包括用于指示计算机执行根据权利要求 13 所述的方法的程序。

21. 一种处理三维 (3D) 信息的方法, 所述方法包括:

使用深度相机来测量对象的第一深度信息;

经由处理器估计所述对象的位置和所述对象的透明度;

基于所述对象的估计的位置和估计的透明度来估计所述对象的第二深度信息;

通过将测量的第一深度信息与第二深度信息进行比较来确定所述对象的透明度。

22. 根据权利要求 21 所述的方法, 其中, 所述对象的前景深度、背景深度和所述对象的透明度被估计, 并且第二深度信息通过基于估计的前景深度、估计的背景深度和估计的透明度的预定建模而被估计。

23. 根据权利要求 22 所述的方法, 其中, 第二深度信息基于前景深度信息、背景深度信息和所述对象的估计的透明度而被估计, 其中, 所述前景深度信息使用在估计的前景深度处从所述对象反射的第一反射信号来计算, 所述背景深度信息使用穿过所述对象并在估计的背景深度处从背景反射的第二反射信号来计算。

24. 一种非暂时性计算机可读介质, 其中, 所述非暂时性计算机可读介质包括用于指示计算机执行根据权利要求 21 所述的方法的程序。

25. 一种三维 (3D) 信息处理方法, 所述方法用于基于前景深度信息、背景深度信息和对象的透明度来估计所述对象的深度信息, 其中, 所述前景深度信息通过估计所述对象的前景深度并且使用在估计的前景深度处从所述对象反射的第一反射信号来计算, 所述背景深度信息通过估计背景深度并且使用穿过所述对象并在估计的背景深度处从背景反射的第二反射信号来计算。

26. 一种非暂时性计算机可读介质, 其中, 所述非暂时性计算机可读介质包括用于指示计算机执行根据权利要求 25 所述的方法的程序。

27. 一种确定对象是否透明的方法, 包括:

使用多个不同的深度相机来捕捉所述对象的深度值;

经由处理器将使用所述多个不同的深度相机捕捉的所述对象的深度值进行比较；  
当被比较的所述对象的深度值不同时，确定所述对象至少具有特定等级的透明度。

28. 一种非暂时性计算机可读介质，其中，所述非暂时性计算机可读介质包括用于指示计算机执行根据权利要求 27 所述的方法的程序。

## 用于处理 3D 信息的设备和方法

### 技术领域

[0001] 以下描述的一个或多个实施例涉及一种用于处理三维 (3D) 信息的设备和方法,更具体地讲,涉及获得对象的深度信息的技术。

### 背景技术

[0002] 三维 (3D) 信息处理技术是指用于对对象进行处理、使得用户能够体验到 3D 效果的技术。3D 对象捕捉技术是指一种类型的 3D 信息处理技术,可通过获得具有 3D 形状的各种类型的对象的形状信息、位置信息和纹理信息来产生数据,并可对产生的数据进行处理。使用 3D 对象捕捉技术产生的数字数据可用作 3D 电视等的内容。

[0003] 深度信息是指与预定位置(例如,深度相机的位置)和对象之间的距离相关联的信息,并可基于例如对象的位置来计算。对象的深度信息可用作验证对象的 3D 形状的参考。因此,在 3D 对象捕捉技术中,获得对象的准确深度信息是非常重要的。

[0004] 为了获得对象的深度信息,3D 对象捕捉设备可发射红外 (IR) 脉冲,并可使用当 IR 脉冲从对象反射、从而返回时发生的信号来确定对象的位置。然而,传统的 3D 对象捕捉设备通常发现难以准确地测量透明对象的深度。

### 发明内容

[0005] 前述方面和/或其他方面通过提供用于处理三维 (3D) 信息的设备来实现,该设备包括:测量单元,测量对象的第一深度信息;估计单元,估计对象的第二深度信息;比较单元,将测量的第一深度信息与估计的第二深度信息进行比较;以及确定单元,基于比较结果来确定对象的第三深度信息。

[0006] 估计单元可估计对象的前景深度、背景的背景深度和对象的透明度,并可通过基于估计的前景深度、估计的背景深度和估计的透明度的预定建模来估计第二深度信息。

[0007] 估计单元可基于前景深度信息、背景深度信息和对象的估计的透明度来估计第二深度信息,其中,前景深度信息使用在估计的前景深度处从对象反射的第一反射信号来计算,背景深度信息使用穿过对象并在估计的背景深度处从背景反射的第二反射信号来计算。

[0008] 估计单元可基于前景深度信息、对象的亮度、背景深度信息、背景的亮度和对象的估计的透明度中的至少一个来估计第二深度信息,其中,前景深度信息使用在估计的前景深度处从对象反射的第一反射信号来计算,背景深度信息使用穿过对象并在估计的背景深度处从背景反射的第二反射信号来计算。

[0009] 建模可根据以下等式 1 来估计第二深度信息:

[0010] **【等式 1】**

[0011]

$$\hat{z} = g^{-1} \left( \frac{(1-t) \cdot L_f \cdot g(z_f)}{z_f^2} + \frac{t \cdot L_b \cdot g(z_b)}{z_b^2} + \sum_{i=0}^{\infty} \frac{t^{i+1} \cdot (1-t)^i \cdot L_b \cdot g(z_b) \cdot g(z_b - z_f)}{z_b^{i+1} \cdot (z_b - z_f)} \right)$$

[0012] 在等式 1 中,  $\hat{z}$  表示估计的第二深度信息,  $g(x)$  表示基于用于测量第一深度信息的深度相机的特性而确定的函数,  $x$  表示接收信号的强度,  $t$  表示对象的估计的透明度,  $L_b$  表示在估计的背景深度处的背景的亮度,  $L_f$  表示对象的亮度,  $z_f$  表示使用在估计的前景深度处从对象反射的第一反射信号计算出的前景深度信息,  $z_b$  表示使用穿过对象并且在估计的背景深度处从背景反射的第二反射信号计算出的背景深度信息。

[0013] 当测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的差在预定范围内时, 确定单元可确定对象的第三深度信息是估计的第二深度信息。

[0014] 当测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的差在预定范围外时, 估计单元可通过改变估计的前景深度和背景深度来重新估计第二深度信息, 并且比较单元可将第一深度信息与重新估计的第二深度信息进行比较。

[0015] 测量单元可包括用于接收从对象反射的信号的数量  $N$  个深度相机, 并且可产生与所述  $N$  个深度相机对应的  $N$  项第一深度信息, 其中,  $N$  是大于或等于“1”的整数。估计单元可基于估计的前景深度、估计的背景深度和估计的透明度来估计与所述  $N$  个深度相机对应的  $N$  项第二深度信息。比较单元可分别将所述  $N$  项第一深度信息与所述  $N$  项第二深度信息进行比较。

[0016] 测量单元可包括朝向对象发射红外 (IR) 射线的发射单元。测量单元可使用从对象反射的信号和穿过对象并且根据 IR 射线从背景反射的信号来测量对象的第一深度信息。

[0017] 前述方面和 / 或其他方面通过提供用于处理 3D 信息的设备来实现, 该设备包括: 测量单元, 测量对象的第一深度信息; 估计单元, 估计对象的位置和透明度, 并基于估计的位置和估计的透明度来估计对象的第二深度信息; 比较单元, 将测量的第一深度信息与估计的第二深度信息进行比较; 以及确定单元, 基于比较结果来确定对象的透明度。

[0018] 估计单元可基于前景深度信息、背景深度信息和对象的估计的透明度来估计第二深度信息, 其中, 前景深度信息使用在估计的位置处从对象反射的第一反射信号来计算, 背景深度信息使用穿过对象并从背景反射的第二反射信号来计算。

[0019] 当第一深度信息与第二深度信息之间的差在预定范围外时, 估计单元可通过改变估计的位置来重新估计第二深度信息, 并且比较单元可将第一深度信息与重新估计的第二深度信息进行比较。

[0020] 前述方面和 / 或其他方面通过提供处理 3D 信息的方法来实现, 该方法包括: 使用深度相机来测量对象的第一深度信息, 并通过测量的第一深度信息与第二深度信息之间的比较来确定对象的第三深度信息。

[0021] 对象的前景深度、背景的背景深度和对象的透明度可被估计, 并且第二深度信息可通过基于估计的前景深度、背景深度和透明度的预定建模而被估计。

[0022] 第二深度信息可基于前景深度信息、背景深度信息和对象的估计的透明度而被估计, 其中, 前景深度信息使用在估计的前景深度处从对象反射的第一反射信号来计算, 背景

深度信息使用穿过对象并在估计的背景深度处从背景反射的第二反射信号来计算。

[0023] 第二深度信息可基于前景深度信息、对象的亮度、背景深度信息、背景的亮度和对象的估计的透明度中的至少一个而被估计,其中,前景深度信息使用在估计的前景深度处从对象反射的第一反射信号来计算,背景深度信息使用穿过对象并在估计的背景深度处从背景反射的第二反射信号来计算。

[0024] 建模可根据等式 1 来估计第二深度信息。

[0025] 对象的位置可被估计,并且第二深度信息可通过基于估计的位置的预定建模而被估计。

[0026] 确定的步骤可包括:当测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的差在预定范围内时,确定对象的第三深度信息是估计的第二深度信息。

[0027] 前述方面和/或其他方面通过提供一种处理 3D 信息的方法来实现,该方法包括:使用深度相机来测量对象的第一深度信息,并通过测量的第一深度信息与第二深度信息之间的比较来确定对象的透明度。

[0028] 对象的前景深度、背景深度和对象的透明度可被估计,并且第二深度信息可通过基于估计的前景深度、估计的背景深度和估计的透明度的预定建模而被估计。

[0029] 第二深度信息可基于前景深度信息、背景深度信息和对象的估计的透明度而被估计,其中,前景深度信息使用在估计的前景深度处从对象反射的第一反射信号来计算,背景深度信息使用穿过对象并在估计的背景深度处从背景反射的第二反射信号来计算。

[0030] 前述方面和/或其他方面通过提供一种 3D 信息处理方法来实现,该方法用于基于前景深度信息、背景深度信息和对象的透明度来估计对象的深度信息,其中,前景深度信息通过估计对象的前景深度并且使用在估计的前景深度处从对象反射的第一反射信号来计算,背景深度信息通过估计背景深度并且使用穿过对象并在估计的背景深度处从背景反射的第二反射信号来计算。

[0031] 前述方面和/或其他方面通过提供一种确定对象是否透明的方法来实现。所述方法包括:使用多个不同的深度相机来捕捉对象的深度值;经由处理器将使用所述多个不同的深度相机捕捉的所述对象的深度值进行比较;通过将测量的第一深度信息与第二深度信息进行比较来确定对象的透明度。

[0032] 实施例的另外的方面将部分地在以下描述中进行阐述,并且部分地从该描述将是明白的,或者可通过本公开内容的实践来获悉。

#### 附图说明

[0033] 从以下结合附图对实施例进行的描述,这些方面和/或其他方面将变得清楚和更容易理解,在附图中:

[0034] 图 1 示出描述根据实施例的三维 (3D) 信息处理技术的示意图;

[0035] 图 2 示出根据实施例的 3D 信息处理设备;

[0036] 图 3 示出描述根据实施例的估计背景深度信息、前景深度信息和对象的第二深度信息的方法的曲线图;

[0037] 图 4 示出描述根据实施例的确定对象的深度信息的操作的示意图;

[0038] 图 5 示出描述根据实施例的使用多个深度相机来确定对象的深度信息的操作的



示图；

[0039] 图 6 示出包括多个深度相机的 3D 信息处理设备的示例；和

[0040] 图 7 示出根据实施例的处理 3D 信息的方法。

### 具体实施方式

[0041] 现在将详细论述实施例，这些实施例的示例在附图中被示出，在附图中，相似的标号始终指代相似的元件。以下通过参照附图描述实施例以解释本公开内容。

[0042] 图 1 示出描述根据实施例的三维 (3D) 信息处理技术的示图。

[0043] 3D 信息处理设备 100 是指对与具有 3D 形状的对象 120 相关联的信息进行处理的设备。例如，3D 信息处理设备 110 可包括获得对象 120 的深度信息的设备。此外，3D 信息处理设备 110 可包括获得与对象 120 的位置、形状和纹理相关联的信息的 3D 对象捕捉设备。与对象 120 的位置、形状和纹理相关联的信息可使用 3D 显示设备被显示给用户，以使得用户可感受到 3D 效果。

[0044] 3D 信息处理设备 110 可使用深度相机来获得对象 120 的深度信息。深度相机是指能够通过测量作为拍摄目标的对象 120 的深度来测量深度信息的相机。在这里使用的术语“深度相机”可包括能够测量深度信息的任何设备，比如，举例来说，使用飞行时间 (TOF) 方案的深度相机、使用结构化光方案的深度相机和基于正常采集的深度相机。3D 信息处理设备 110 可通过使用相机拍摄对象 120 并分析捕捉的图像来获得与对象 120 的位置、形状和纹理相关联的信息。

[0045] 背景 130 可位于对象 120 的后面，以被深度相机拍摄。在这个示例中，使用深度相机获得的信息可包括与对象 120 相关联的信息和与背景 130 相关联的信息。

[0046] 具体地讲，当对象 120 具有光透射性质时（例如，当对象 120 是透明的或是半透明的时），使用深度相机获得的信息可包括与背景 130 相关联的信息。例如，当对象 120 是透明的或半透明的时，与背景 130 相关联的信息可被包括在使用深度相机捕捉的图像之中从对象 120 捕捉的图像部分中。当对象 120 是透明的时，深度相机可接收在没有衰减的情况下穿过对象 120 并从背景 130 反射的信号。当对象 120 是半透明的时，深度相机可接收从背景 130 反射并且被对象 120 衰减的信号。

[0047] 因此，当对象 120 具有光透射性质时，通过分析使用深度相机获得的信息而获得的对象 120 的深度信息可能是不准确的。

[0048] 根据本公开的一个或更多个实施例，3D 信息处理设备 110 可估计对象 120 的深度信息、背景 130 的深度信息和对象 120 的透明度，并可基于数学模型来估计对象 120 的深度信息。3D 信息处理设备 110 可通过测量的深度信息与对象 120 的估计的深度信息之间的比较来确定对象 120 的深度信息、背景 130 的深度信息和 / 或对象 120 的透明度。

[0049] 根据本公开的一个或更多个实施例，即使对象 120 具有光透射性质，也可使用深度相机来更准确地产生对象 120 的深度信息。即使从对象 120 和背景 130 获得的信息可混合在使用深度相机捕捉的深度图像中，也可准确地确定对象 120 的深度信息。此外，即使由于对象 120 的透明或半透明性质，与背景 130 相关联的信息包括在深度图像中从对象 120 捕捉的部分中，也可准确地确定对象 120 的深度信息。因此，可基于各种观看条件和光条件来合成预定场景。可通过将虚拟对象渲染为适合于真实图像来混合和合成虚拟对象。

[0050] 图 2 示出根据实施例的 3D 信息处理设备 200。

[0051] 参照图 2, 3D 信息处理设备 200 可包括例如测量单元 210、估计单元 220、比较单元 230 和确定单元 240。

[0052] 测量单元 210 可测量对象 260 的第一深度信息。第一深度信息可以是对象 260 的测量值, 例如, 对象 260 的深度值或其它预定值。

[0053] 测量单元 210 可包括深度相机。使用深度相机捕捉的深度图像可包括多个像素。可基于由深度相机接收的信号的值来确定多个像素中的每个像素的值。

[0054] 测量单元 210 可通过分析使用深度相机捕捉的深度图像来测量第一深度信息。深度相机可以是例如使用传统 TOF 方案的深度相机。

[0055] 3D 信息处理设备 200 还可包括朝向对象 260 发射脉冲的发射单元 250。例如, 3D 信息处理设备 200 的测量单元 210 可包括朝向对象 260 发射脉冲的发射单元 250。这里, 由发射单元 250 发射的脉冲可以是红外 (IR) 射线。测量单元 210 可使用当对象 260 被 IR 射线照射时从对象 260 反射的信号来测量第一对象 260 的第一深度信息。当对象 120 具有光透射性质时, 测量单元 210 可使用以下信号来测量对象 260 的第一深度信息: 从对象 260 反射的信号、以及当背景 270 被 IR 射线照射时穿过对象 260 并且从背景 270 反射的信号。

[0056] 测量单元 210 可通过分析深度图像的像素值来确定由深度相机接收的信号的, 并可使用接收的信号的来测量对象 260 的第一深度信息。

[0057] 测量单元 220 可估计对象 260 的第二深度信息。第二深度信息可以是对象 260 的估计值, 例如, 对象 260 的估计深度值或预定估计值。估计单元 220 可响应于用户请求通过预定建模来估计第二深度信息。这里, 可实时地估计第二深度信息。估计单元 220 可通过存储对象 260 的预先估计的第二深度信息中的至少一个来估计第二深度信息。这里, 可预先计算预先估计的第二深度信息中的至少一个, 并可将该至少一个第二深度信息存储在 3D 信息处理单元 200 的存储单元 (未显示) 中。

[0058] 测量单元 220 可估计对象 260 的位置和透明度, 并可基于估计的位置和透明度来估计对象 260 的第二深度信息。也就是说, 在实施例中, 估计单元 220 可通过估计对象所位于的近似空间来估计对象的位置, 诸如, 定位对象的中心位置。估计单元 220 可基于前景深度信息、背景深度信息和对象 260 的估计的透明度来估计第二深度信息。可使用在对象 260 的估计位置处从对象 260 反射的第一反射信号来计算前景深度信息。可使用穿过对象 260 并且从背景 270 反射的第二反射信号来计算背景深度信息。估计单元 220 可根据等式 2 或等式 3 来估计第二深度信息。

[0059] 估计单元 220 可估计对象 260 的前景深度、背景 270 的背景深度和对象 260 的透明度, 并可通过基于估计的前景深度、背景深度和透明度的预定建模来估计第二深度信息。

[0060] 前景深度可指示从预定位置 (例如, 3D 信息处理设备 200 的位置、测量单元 210 的位置、发射单元 250 的位置和深度相机的位置) 到对象 260 的距离。

[0061] 背景深度可指示从预定位置 (例如, 3D 信息处理设备 200 的位置、测量单元 210 的位置、发射单元 250 的位置和深度相机的位置) 到背景 270 的距离。

[0062] 测量单元 220 可基于前景深度信息、背景深度信息和对象 260 的估计的透明度中的至少一个来估计第二深度信息。例如, 估计单元 220 可基于全部的前景深度信息、背景深度信息和对象 260 的估计的透明度来估计第二深度信息。

[0063] 前景深度信息可以是与对象 260 相关联的值。例如,可使用在估计的前景深度处从对象 260 反射的第一反射信号来计算前景深度信息。基于对象 260 位于估计的前景深度处的假定,可通过预定建模来计算估计的前景深度。

[0064] 背景深度信息可以是与对象 260 和背景 270 相关联的值。例如,可使用穿过对象 260 并在估计的背景深度处从背景 270 反射的第二反射信号来计算背景深度信息。基于对象 260 或背景 270 位于估计的背景深度处的假定,可通过预定建模来计算估计的背景深度。

[0065] 估计的透明度可以是与对象 260 相关联的值,并且可使用大于或等于“0”并且小于或等于“1”的值。

[0066] 建模可以是使用与对象 260 相关联的值作为输入并且使用对象 260 的估计的第二深度信息作为输出的函数。例如,建模可以是使用计算的前景深度信息、背景深度信息和对象 260 的透明度中的至少一个或全部作为输入并且使用对象 260 的估计的第二深度信息作为输出的函数。

[0067] 比较单元 230 可将测量的第一深度信息与估计的第二深度信息进行比较。比较单元 230 可确定测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的差值是否在预定范围内。

[0068] 确定单元 240 可基于比较结果来确定对象 260 的第三深度信息。例如,当测量的第一深度信息和估计的深度信息相同时,或者当测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的差值在预定范围内时,确定单元 240 可确定对象 260 的第三深度信息(例如,对象 260 的实际深度信息)是估计的第二深度信息。可替换地,在实施例中,确定单元 240 可确定对象 260 的第三深度信息是估计的对象 260 的前景信息。

[0069] 相反,当测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的差值在预定范围外时,估计单元 220 可通过改变估计的前景深度和/或背景深度来重新估计第二深度信息。这里,比较单元 230 可将第一深度信息与重新估计的第二深度信息进行比较。当第一深度信息和重新估计的第二深度信息相同时,或者当测量的第一深度信息与重新估计的第二深度信息之间的差值在预定范围内时,确定单元 240 可确定对象 260 的第三深度信息(例如,对象的实际深度信息)是估计的第二深度信息。可替换地,在实施例中,确定单元 240 可确定对象 260 的第三深度信息(例如,对象 260 的实际深度信息)是重新估计的对象 260 的前景信息。

[0070] 当测量的第一深度信息与重新估计的第二深度信息之间的差值仍在预定范围外时,估计单元 220 可通过再次改变估计的前景深度和背景深度来再次重新估计第二深度信息。比较单元 230 可以以这种方式重复将第一深度信息与重新估计的第二深度信息进行比较的处理。

[0071] 确定单元 240 可确定:对象 260 位于与深度相机对应的预定直线上,并且基于第三深度信息来确定距深度相机的距离。

[0072] 确定单元 240 可基于比较结果来确定对象 260 的透明度。例如,当测量的第一深度信息和估计的深度信息相同时,或者当测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的差值在预定范围内时,确定单元 240 可将对象 260 的估计的透明度确定为对象 260 的透明度。

[0073] 当测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的差值在预定范围外时,估计单元 220 可将透明度重新估计为另一值,并可基于重新估计的透明度来重新估计对象的第

二深度信息。比较单元 230 可将第一深度信息与重新估计的第二深度信息进行比较。当第一深度信息和重新估计的第二深度信息相同时,或者当测量的第一深度信息与重新估计的第二深度信息之间的差值在预定范围内时,确定单元 240 可确定对象 260 的透明度是对象 260 的估计的透明度。

[0074] 当测量的第一深度信息与重新估计的第二深度信息之间的差值仍在预定范围外时,估计单元 220 可通过再次改变估计的前景深度和背景深度来再次重新估计第二深度信息。比较单元 230 可以以这种方式重复将第一深度信息与重新估计的第二深度信息进行比较的处理。

[0075] 图 3 示出描述根据实施例的估计背景深度信息、前景深度信息和对象的第二深度信息的方法的曲线图。这里,水平轴表示时间,垂直轴表示脉冲的振幅。

[0076] 参照图 3,从发射单元发射的脉冲 310 可以是 IR 射线。根据实施例,脉冲 310 可以是可见射线、高频和低频中的任何一个。从发射单元发射的脉冲 310 可具有长度  $T_0311$  和振幅  $A_0312$ 。发射单元可以是深度相机,例如,TOF 相机。

[0077] 为了估计对象的第二深度信息,可假定对象位于前景深度处。前景深度可指示从预定位置到对象的距离。例如,前景深度可指示预定位置(比如,举例来说,3D 信息处理设备的位置、测量单元的位置、发射单元的位置和深度相机的位置)到对象。

[0078] 此外,可假定背景位于背景深度处。背景深度可指示从预定位置到背景的距离。例如,背景深度可指示从预定位置(比如,举例来说,3D 信息处理设备的位置、测量单元的位置、发射单元的位置和深度相机的位置)到背景的距离。

[0079] 可估计对象的透明度。估计的透明度可以是与对象相关联的值,并且可使用大于或等于“0”并且小于或等于“1”的值。

[0080] 可使用当脉冲 310 击中或照射背景时从背景反射的第二反射信号来计算背景深度信息 320。背景深度信息 320 可以是与对象相关联的值,并且可使用在脉冲 310 击中背景时穿过对象并在估计的背景深度处从背景反射的第二反射信号来计算。例如,基于对象位于估计的背景深度处的假定,可通过预定建模来计算估计的背景深度信息 320。

[0081] 例如,可通过脉冲 310 来估计从背景反射的信号。当脉冲 310 击中背景时从背景反射的信号可从深度相机行进到背景并从背景行进到深度相机。因此,时间可以延迟图 3 的  $t_b$  323。此外,在穿过对象的同时,振幅可减小到  $r_b \cdot A_0322$ 。这里,  $r_b$  表示基于对象的估计的透明度而确定的常数,可以大于或等于“0”并且小于或等于“1”。根据对象的估计的透明度的增大,  $r_b$  的值增大。此外,从背景反射的信号的长度为  $T_0321$ 。

[0082] 可使用当脉冲 310 击中对象时从对象反射的第一反射信号来计算前景深度信息 330。前景深度信息 330 可以是与对象相关联的值,并且可使用在假定的前景深度处从对象反射的第一反射信号来计算。例如,基于对象位于估计的前景深度处的假定,可通过预定建模来计算估计的前景深度信息 330。

[0083] 例如,当脉冲 310 击中对象时,可估计从对象反射的信号。从对象反射的信号可从深度相机行进到对象并从对象行进到深度相机。因此,时间可延迟图 3 的  $t_f$  333。此外,振幅可减小到  $r_f \cdot A_0332$ 。这里,  $r_f$  表示常数,可以大于或等于“0”并且小于或等于“1”。此外,从对象反射的信号的长度为  $T_0331$ 。

[0084] 可基于前景深度信息、背景深度信息和对象的估计的透明度来估计第二深度信息

340。

[0085] 可把估计将由深度相机接收的信号 341 表达为从背景反射的第二反射信号和从对象反射的第一反射信号的组合或总和。信号 341 可包括重复地在背景与对象之间反射的信号。当信号 341 被计算时,可基于信号 341 来估计第二深度信息 340。

[0086] 图 4 示出描述根据实施例的确定对象的深度信息的操作的示图。

[0087] 参照图 4,背景 430 可位于对象 420 的后面。与背景 430 相关联的信息可包括在使用深度相机 410 从对象 420 捕捉的图像中。具体地讲,当对象 420 透射光的至少一部分时,例如,当对象 420 是透明的或半透明的时,从对象 420 捕捉的像素可包括从对象 420 反射的信号和从背景 430 反射的信号。

[0088] 因此,如等式 2 所给出的,通过分析使用深度相机 410 接收的信号而估计的第二深度信息可以是基于对象 420 的估计的前景深度、背景 430 的估计的背景深度和对象 420 的估计的透明度而确定的值。

[0089] 【等式 2】

$$[0090] \quad \hat{Z} = f(Z_f, Z_b, t)$$

[0091] 在等式 2 中,  $\hat{Z}$  表示估计的第二深度信息,  $Z_f$  表示前景深度信息,因此,可使用在对象 420 的估计的前景深度处从对象 420 反射的信号来计算  $Z_f$ 。此外,  $Z_b$  表示背景深度信息,因此,可使用从对象 430 反射的信号来计算  $Z_b$ 。

[0092]  $t$  表示对象 420 的估计的透明度。当  $t$  的值为“0”时,对象 420 可以是不透明对象。当  $t$  的值为“1”时,对象 420 可以是完全透明的对象。 $t$  可以是大于或等于“0”并且小于或等于“1”的值。这里,  $f(x)$  表示函数,  $x$  表示接收信号的强度。

[0093] 通过将对象 420 反射的信号和从背景 430 反射的信号区分开,可用等式 3 表达等式 2。

[0094] 【等式 3】

[0095]

$$\hat{z} = g^{-1} \left( \frac{(1-t) \cdot L_f \cdot g(z_f)}{z_f^2} + \frac{t \cdot L_b \cdot g(z_b)}{z_b^2} + \sum_{i=0}^{\infty} \frac{t^{i+1} \cdot (1-t)^i \cdot L_b \cdot g(z_b) \cdot g(z_b - z_f)}{z_b^{i+1} \cdot (z_b - z_f)^i} \right)$$

[0096] 在等式 3 中,  $g^{-1}(x)$  表示  $g(x)$  的逆函数。 $g(x)$  可以是基于深度相机 410 的特性而确定的函数。 $L_f$  440 表示对象 420 的亮度,  $L_b$  450 表示背景 430 的亮度。

[0097] 在等式 3 中,输入到  $g^{-1}(x)$  的参数可包括三个分量的总和。第一分量可表示从对象 420 反射的信号强度。第一分量与对象 420 的  $Z_f$  的平方成反比,并且与对象 420 的  $L_f$  440 成比例。此外,第一分量与  $g(Z_f)$  成比例,并且当对象 420 是透明的并且透明度  $t$  接近于“1”时,可具有小值,当对象 420 是不透明的并且透明度  $t$  接近于“0”时,可具有大值。

[0098] 此外,第二分量可表示从背景 430 反射的信号强度。第二分量与对象 420 的  $Z_b$  的平方成反比,并且与背景 430 的  $L_b$  450 成比例。此外,第二分量与  $g(Z_b)$  成比例,并且当对象 420 是透明的并且透明度  $t$  接近于“1”时,可具有大值,当对象 420 是不透明的并且透明度  $t$  接近于“0”时,可具有小值。

[0099] 第三分量可指示从背景 430 反射的信号再次朝向对象 420 反射的情况。从对象

420 反射的信号可再次朝向背景 430 反射,并且从背景 430 反射的信号可再次朝向对象 420 反射。在等式 3 中,  $i$  表示从背景 430 反射的次数。第三分量与背景深度信息  $Z_b$  和背景深度信息  $Z_b$  与前景深度信息  $Z_f$  之间的差值成反比。

[0100] 如上所述,估计单元可将对象 420 的前景深度、背景深度和透明度  $t$  估计为预定值,并可基于估计的值来估计第二深度信息  $\hat{Z}$ 。

[0101] 这里,当背景 430 被假定为均匀的时,可假定针对使用深度相机 410 捕捉的整个深度图像,背景深度信息  $Z_b$  为相同的值。此外,可假定针对整个深度图像,对象 420 的透明度  $t$  为相同的值。

[0102] 估计单元可假定对象 420 位于与深度相机 410 对应的预定直线上。在这个示例中,对象 420 的位置可限于一维 (1D) 空间中的位置,而不是 3D 空间中的位置。

[0103] 比较单元可将测量的第一深度信息与估计的第二深度信息进行比较。例如,比较单元可确定测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的差值是否在预定范围内。

[0104] 确定单元可基于比较结果来确定对象 420 的第三深度信息。当测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的差值在预定范围内时,确定单元可确定对象 420 的第三深度信息是估计的第二深度信息。此外,基于对象 420 位于与深度相机 410 对应的预定直线上的假定,确定单元可使用第三深度信息 (例如,对象的实际深度信息) 来估计距深度相机 410 的距离。

[0105] 相反,当测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的差值在预定范围外时,确定单元可确定用于估计第二深度信息 (例如,对象 420 的前景深度信息  $Z_f$ 、背景深度信息  $Z_b$  和对象 420 的透明度  $t$  中的至少一个) 的以上估计是不合理的。估计单元可通过改变估计的前景深度、背景深度和透明度中的至少一个来重新估计第二深度信息。比较单元可随后将第一深度信息与重新估计的第二深度信息进行比较。

[0106] 例如,当测量的第一深度信息与估计的第二深度信息相同时,或者当测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的差值在预定范围内时,确定单元可确定对象 420 的第三深度信息 (例如,对象 420 的实际深度信息) 是对象 420 的估计的前景深度,该估计的前景深度用于计算第二深度信息。

[0107] 相反,当测量的第一深度信息与估计的第二深度信息之间的差值在预定范围外时,估计单元可通过改变对象 420 的估计的前景深度、背景 430 的背景深度和对象 420 的透明度中的一个或更多个来重新估计第二深度图像。当第一深度信息和重新估计的第二深度信息相同时,或者当测量的第一深度信息与重新估计的第二深度信息之间的差值在预定范围内时,确定单元可确定对象的第三深度信息 (例如,对象 420 的实际深度信息) 是改变的前景深度。当测量的第一深度信息与重新估计的第二深度信息之间的差值仍在预定范围外时,估计单元可通过再次改变对象 420 的估计的前景深度、背景 430 的背景深度和对象 420 的透明度来再次重新估计第二深度信息。

[0108] 图 5 示出描述根据实施例的使用多个深度相机来确定对象的深度信息的操作的示图。在图 5 的左侧的示图 (a) 示出对象 520 的估计的前景深度不准确的情况,在图 5 的右侧的示图 (b) 示出对象 570 的估计的前景深度准确的情况。

[0109] 在图 5 的示图 (a) 中,多个深度相机 521 和 522 可接收从背景 510 反射的信号和从对象 520 反射的信号。

[0110] 可在与多个深度相机 521 和 522 对应的直线上估计对象 520 的位置。可基于对象 520 的估计位置 551 来计算前景深度信息,并可基于计算的前景深度信息来估计第二深度信息。可基于对象 520 的估计位置 551 来估计对象 520 的前景深度。

[0111] 对象 520 的表面 550 可位于远离估计位置 551 的位置处。因此,估计的前景深度可能是不准确的。基于估计的前景深度而估计的第二深度信息 541 和 542 可能不同于测量的第一深度信息 531 和 532。

[0112] 在图 5 的示图 (b) 中,估计位置 593 被准确地设置在对象 570 的表面上。在这个示例中,基于估计的前景深度而估计的第二深度信息可与测量的第一深度信息 581 和 582 匹配。

[0113] 如上所述,根据实施例,在使用多个深度相机捕捉深度图像并且分析深度图像的情况下,可通过对使用多个深度相机而获得的信息进行组合来更准确地确定对象的位置或深度信息。

[0114] 虽然在图 5 中利用了两个深度相机,但是 3D 信息处理设备可选择性地使用  $N$  个深度相机通过预定建模来确定深度信息。这里, $N$  表示大于或等于“1”的整数。当使用多个深度相机时,不需要每个相机在时间域上多次测量深度。也就是说,当使用多个深度相机时,可针对单个对象表面同时获得多个深度信息。更具体地,在实施例中,可考虑一组深度测量(例如,使用预定模型)的情况下,可同时估计对象的前景、背景和透明度等级。

[0115] 建模可以是使用与对象 570 相关联的值作为输入并且使用对象 570 的估计的第二深度信息作为输出的函数。例如,建模可以是使用例如全部的估计的前景深度信息、背景深度信息和透明度中的至少一个作为输入并且使用对象 570 的估计的第二深度信息作为输出的函数。前景深度信息可以是使用在对象的估计的前景深度处从对象 570 反射的第一反射信号计算的。背景深度信息可以是使用在估计的背景深度处从背景 560 反射的第二反射信号计算的。透明度可以是对象 570 的估计的透明度。

[0116] 在这个示例中,可估计关于对象 570 的前景深度、背景 560 的背景深度和对象 570 的透明度的值,并可基于估计的值来估计第二深度信息。通过将估计的第二深度信息和使用多个深度相机 591 和 592 测量的深度信息进行比较,可获得对象 570 的实际深度信息。因此,当将使用至少三个深度相机测量的深度信息与估计的第二深度信息进行比较时,可产生对象 570 的更准确的实际深度信息。

[0117] 根据实施例,图 2 的测量单元 210 可包括  $N$  个深度相机,并可产生与这  $N$  个深度相机对应的  $N$  项第一深度信息。这里, $N$  表示大于或等于“1”的整数。所述  $N$  个深度相机中的每个深度相机均可接收从对象 260 反射的信号。估计单元 220 可估计前景深度、背景深度和透明度中的至少一个。估计单元 220 可基于估计的前景深度、背景深度和透明度来估计与所述  $N$  个深度相机对应的  $N$  项第二深度信息。比较单元 230 可分别将  $N$  项第一深度信息与  $N$  项第二深度信息进行比较。确定单元 240 可基于比较结果来确定对象 260 的第三深度信息。当使用至少三个深度相机来测量深度信息时,可产生对象 260 的更准确的实际深度信息。

[0118] 图 6 示出包括多个深度相机的 3D 信息处理设备 600 的示例。

[0119] 参照图 6,3D 信息处理设备 600 可包括多个深度相机 610、620 和 630。通过使用多个深度相机 610、620 和 630,3D 信息处理设备 600 可捕捉关于对象的深度图像,并可通过分

析捕捉的深度图像来更准确地、更快速地确定对象的深度信息。

[0120] 多个深度相机 610、620 和 620 中的每个深度相机均可测量对象的深度信息。3D 信息处理设备 600 的处理器（未显示）可通过估计对象的前景深度、背景的背景估计和对象的透明度来估计对象的深度信息。3D 信息处理设备 600 的处理器可通过将估计的深度信息与测量的深度信息进行比较来确定对象的深度信息。根据实施例，即使对象透射光，也可相对准确地产生对象的深度信息。

[0121] 3D 信息处理设备 600 可被构造为各种电子产品（比如，举例来说，数字相机、移动电话和便携式电子装置）的一部分。

[0122] 虽然在图 6 中利用了三个深度相机，但是可利用至少四个深度相机来包括在 3D 信息处理设备 600 中。深度相机可在不同于图 6 的位置处被提供给 3D 信息处理设备 600。

[0123] 图 7 示出根据实施例的处理 3D 信息的方法。

[0124] 在操作 710 中，3D 信息处理设备可测量对象的第一深度信息。3D 信息处理设备可使用利用深度相机实现的传统 TOF 方案来测量第一深度信息。

[0125] 3D 信息处理设备可朝向对象发射脉冲，并可基于发射的脉冲从对象反射的信号来测量对象的第一深度信息。从 3D 信息处理设备发射的脉冲可以是 IR 射线。当对象具有光透射性质时，3D 信息处理设备可使用当背景被 IR 射线照射时穿过对象并且从背景反射的信号来测量对象的第一深度信息。

[0126] 在操作 720 中，3D 信息处理设备可估计对象的位置，并可基于估计的位置、前景深度信息和背景深度信息来估计对象的第二深度信息。也就是说，在实施例中，3D 信息处理设备可通过估计对象所位于的近似空间来估计对象的位置（诸如，对象的中心位置）。

[0127] 例如，可使用在对象的估计位置处从对象反射的第一反射信号来估计对象的前景深度信息。可使用穿过对象并且从背景反射的第二反射信号来计算背景深度信息。3D 信息处理设备可根据等式 2 或等式 3 来估计第二深度信息。

[0128] 3D 信息处理设备可估计对象的透明度，并可基于估计的透明度、估计的对象的前景深度信息和背景深度信息来估计对象的第二深度信息。这里，估计的透明度可以是与对象相关联的值，并且是大于或等于“0”并且小于或等于“1”的值。

[0129] 在操作 730 中，3D 信息处理设备可将传统地测量的对象的第一深度信息与估计的对象的第二深度信息进行比较。3D 信息处理设备可确定对象的第一深度信息与对象的第二深度信息之间的差值是否小于预定阈值。

[0130] 当对象的第一深度信息与对象的第二深度信息之间的差值大于或等于预定阈值时，3D 信息处理设备可确定对象的第一深度信息与对象的第二深度信息之间的差值在预定范围外。在这种情况下，3D 信息处理设备可在操作 720 中将对象的位置重新估计为另一个值，并可基于对象的重新估计的位置来重新估计对象的第二深度信息。如果在第二迭代过程中，对象的第一深度信息和对象的第二深度信息之间的差值大于或等于预定阈值，则 3D 信息处理设备可再次将对象的位置重新估计为另一值，并随后可执行利用不同的位置值的后续迭代计算，直到第一深度信息与第二深度信息之间的差值小于预定阈值为止。在另一实施例中，3D 信息处理设备可重新估计对象的位置直到第一深度信息与第二深度信息之间的差值被最小化的位置。

[0131] 另外，当对象的第一深度信息与对象的第二深度信息之间的差值小于预定阈值



时,3D 信息处理设备可确定对象的实际深度信息是对象的估计的前景深度。可替换地,3D 信息处理设备可确定对象的实际深度信息是估计的对象的第二深度信息。

[0132] 根据另一个实施例,在操作 720 中,3D 信息处理设备可估计对象的透明度,并可基于估计的透明度来估计对象的第二深度信息。

[0133] 在这种情况下,当对象的第一深度信息与对象的第二深度信息之间的差值大于或等于预定阈值时,3D 信息处理设备可在操作 720 中将透明度重新估计为另一个值,并可基于重新估计的透明度来估计对象的第二深度信息。例如,当在第一次迭代中使用的透明值 0.1 导致对象的第一深度信息与对象的第二深度信息之间的差值大于或等于预定阈值时,在第二迭代中可使用透明值 0.2。如果在第二迭代中,对象的第一深度信息与第二深度信息之间的差值大于或等于预定阈值,则 3D 信息处理设备可将透明度重新估计为另一值(例如,0.3),并随后可执行利用不同的透明度的后续迭代计算,直到第一深度信息与第二深度信息之间的差小于预定阈值为止。

[0134] 另外,当对象的第一深度信息与对象的第二深度信息之间的差值小于预定阈值时,在操作 740 中,3D 信息处理设备可确定对象的估计的透明度是对象的实际透明度。根据上述实施例的 3D 信息处理方法可被记录在包括实现由计算机实施的各种操作的程序指令的非暂时性计算机可读介质上。所述介质还可单独地或者与所述程序指令组合地包括数据文件、数据结构等。非暂时性计算机可读介质的示例包括磁性介质(比如,硬盘、软盘和磁带);光学介质(比如,CD ROM 盘和 DVD);磁光介质(比如,光学盘);以及被专门构造为存储并执行程序指令的硬件装置(比如,只读存储器 (ROM)、随机存取存储器 (RAM)、闪存等)。

[0135] 程序指令的示例包括比如用编译器生成的机器代码和包含可被计算机使用解释器执行的更高级代码的文件这二者。为了执行上述实施例的操作,所描述的硬件装置可被构造为充当一个或更多个软件模块,反之亦然。在此描述的软件模块中的任何一个或更多个软件模块可由对所述单元唯一的控制器(诸如,专用处理器)执行,或由对所述模块中的一个或更多个模块通用的处理器执行。描述的方法可在通用计算机或处理器上执行,或可在特定机器(诸如,在此描述的设备)上执行。

[0136] 尽管已示出并描述了实施例,但是本领域技术人员将理解,在不脱离本公开内容的原理和精神的情况下,可在这些实施例中进行改变,本公开内容的范围由权利要求及其等同形式限定。

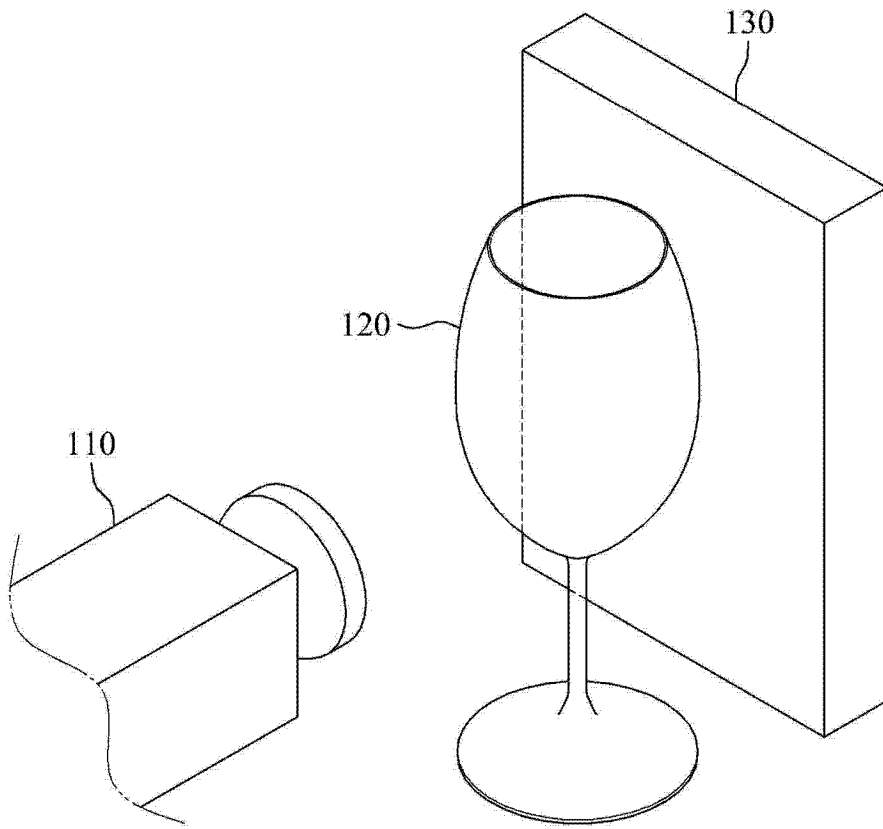


图 1

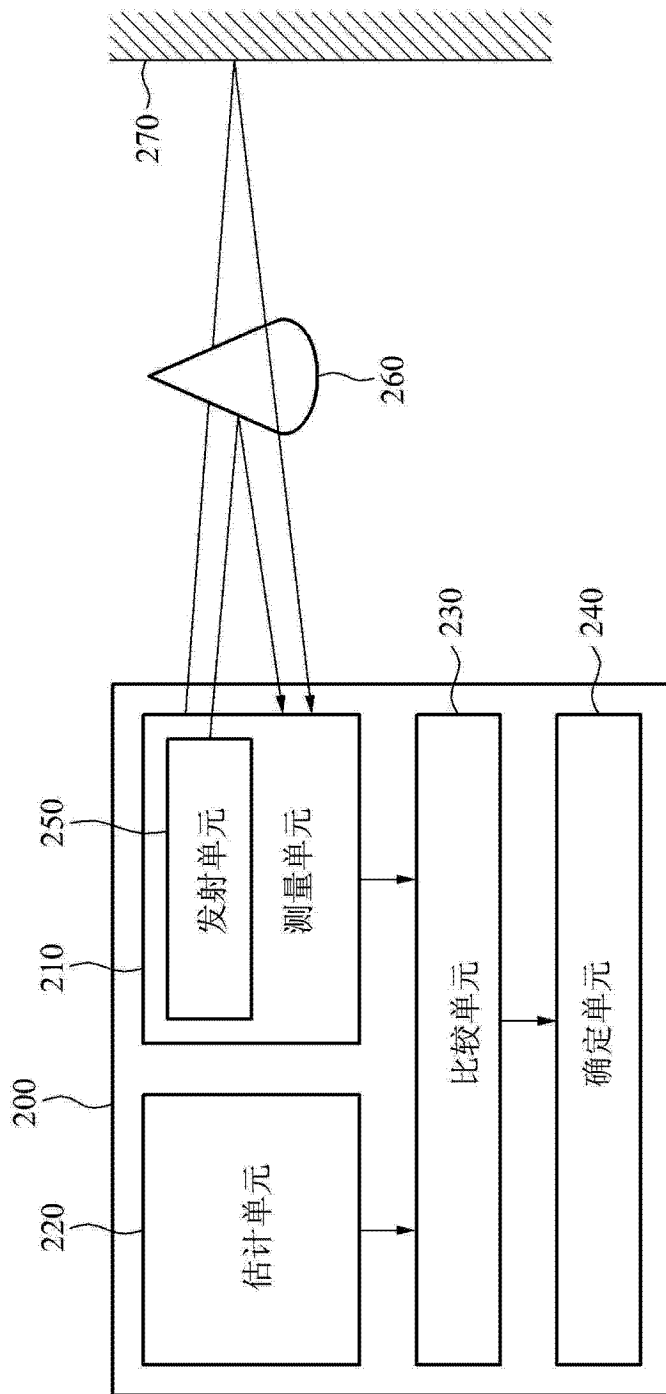


图 2

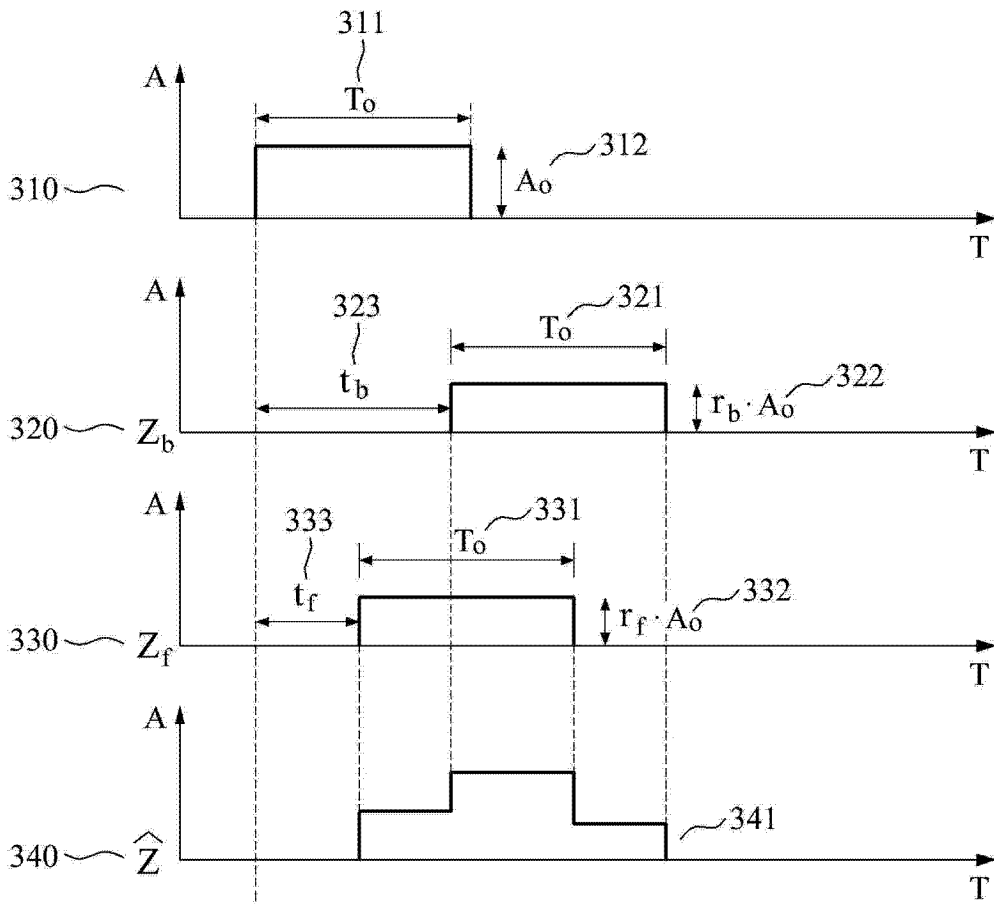


图 3

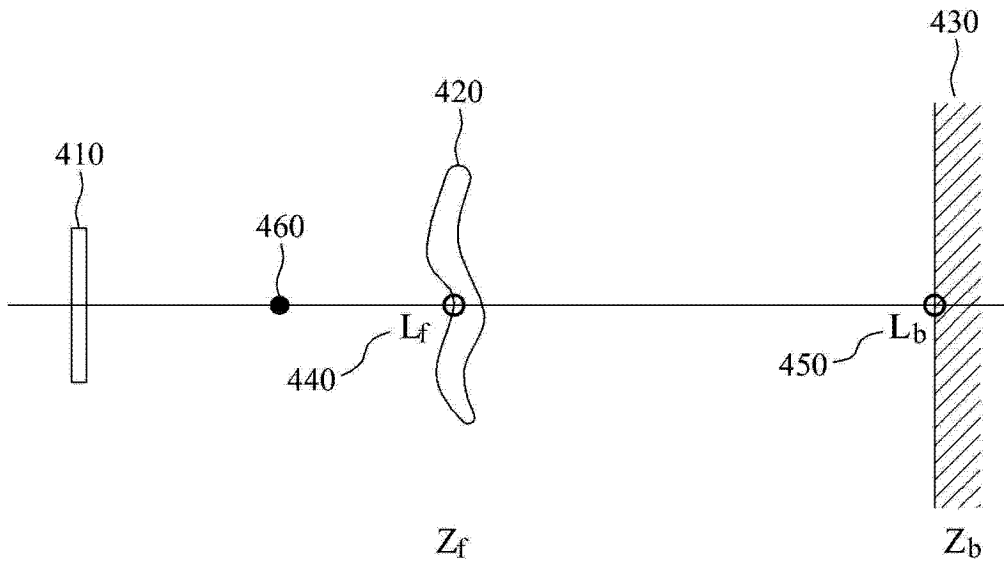


图 4

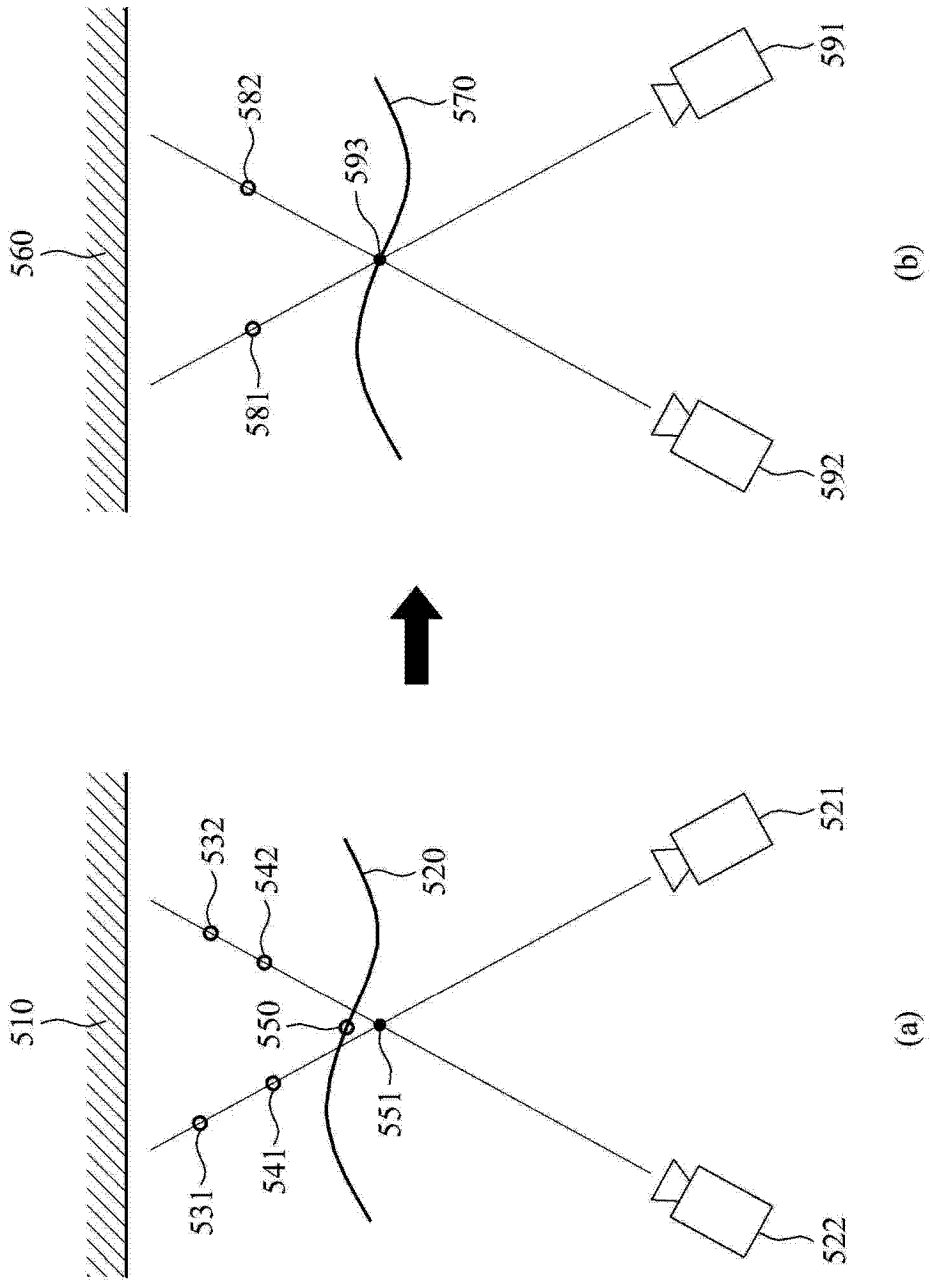


图 5

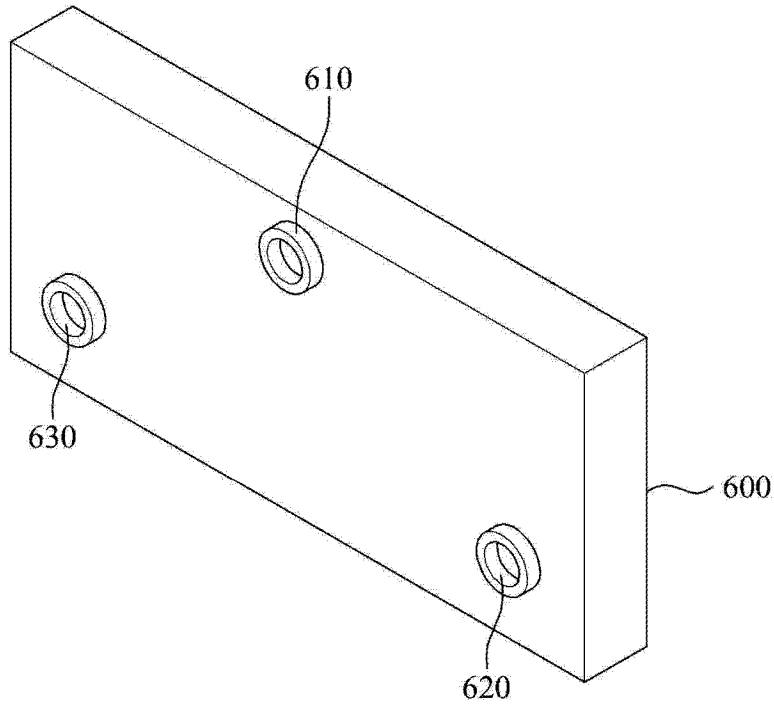


图 6

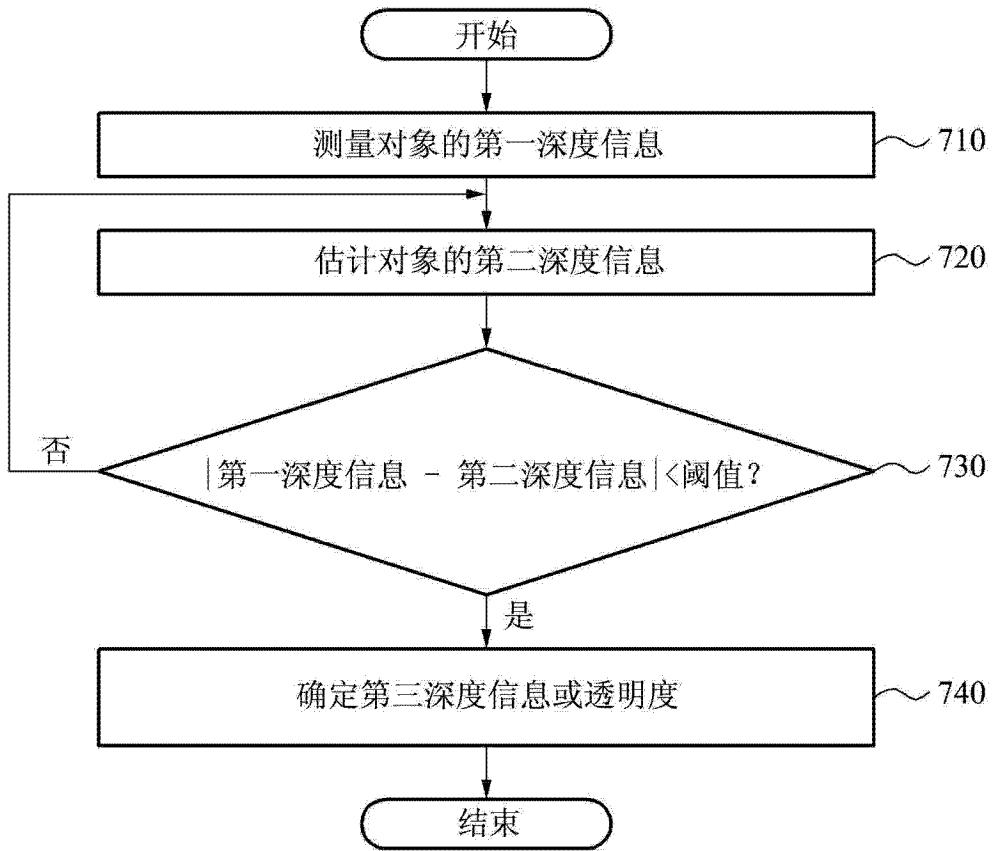


图 7